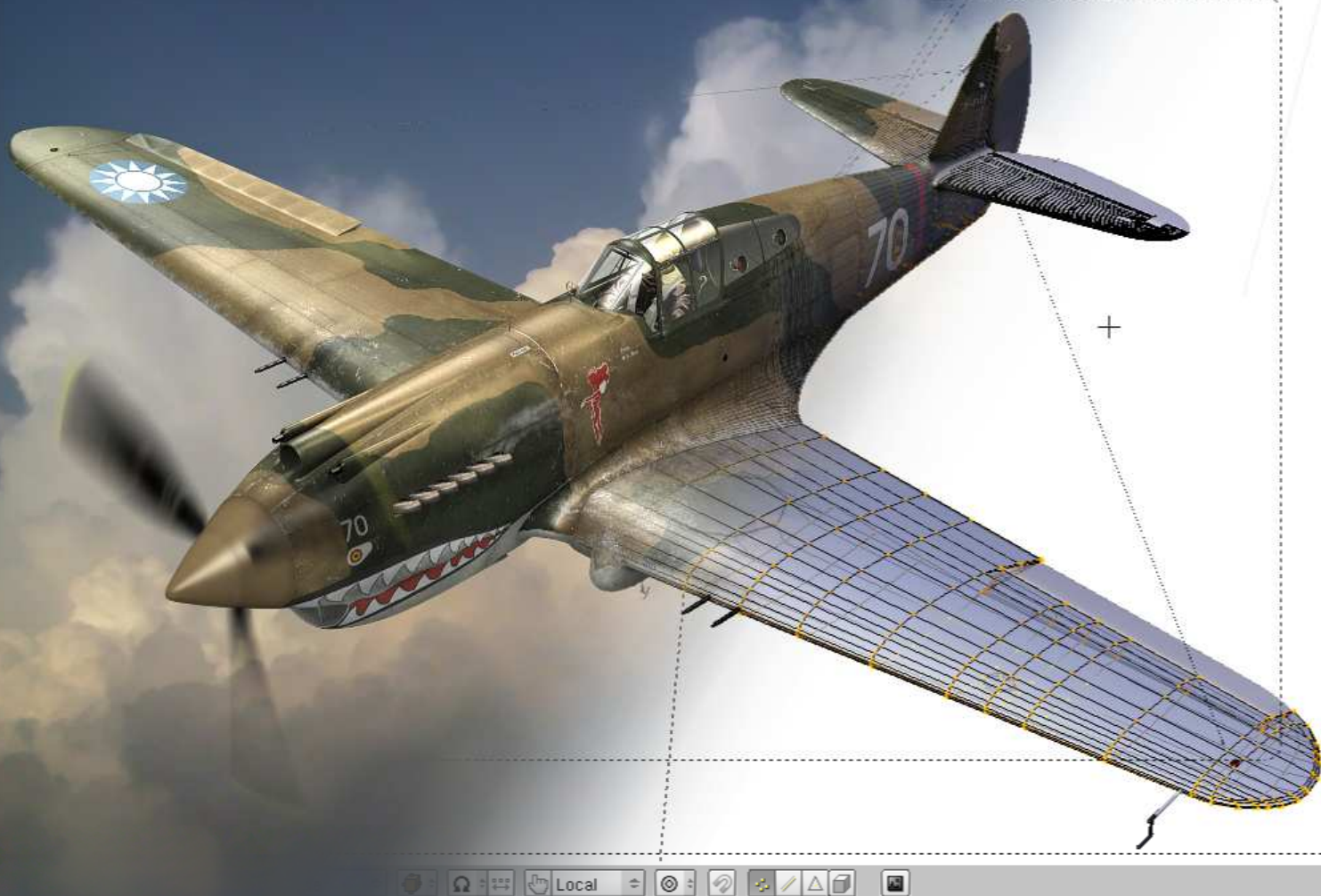


Witold Jaworski



Wirtualne modelarstwo

**Tworzenie realistycznych,
cyfrowych modeli samolotów**

wersja 1.0

Wirtualne modelarstwo

Mojej żonie.

Ta książka powstała dzięki jej wyrozumiałości

Witold Jaworski



Wirtualne modelarstwo

**Tworzenie realistycznych,
cyfrowych modeli samolotów**

wersja 1.0

Copyright Witold Jaworski, 2009 - 2011.

wjaworski@samoloty3d.pl

<http://www.samoloty3d.pl>

Przekład na inne języki wymaga pisemnej zgody Autora.

Translations to other languages require Author's written permission.

Niniejsza książka może być kopiowana i rozpowszechniana na następujących warunkach:

- Każda kopia powinna zawierać informację o Autorze (copyright);
- Nie wolno używać tej książki do celów komercyjnych;
- Nie wolno zmieniać tekstu ani przekształcać w jakikolwiek sposób układu tej publikacji;

Pełen tekst zasad udostępnienia tej publikacji (licencja) znajduje się na str. 1108.

ISBN: 978-83-931754-0-6

Ilustracja na poprzedniej stronie:

Para P-40B z 47 PS (Pursuit Squadron) USAAC, której udało się wystartować 7 grudnia 1941r do walki z japońskim nalotem na Pearl Harbor. Pilotują je porucznicy: Kenneth Taylor (samolot z nr „316”) i George Welch (samolot z nr „160”).

47 PS był w tym czasie oddelegowany na ćwiczenia strzeleckie w ustronny, północny zakątek wyspu Oahu, na polowe lądowisko Haleiwa. To obszar nie był blokowany przez japońskie samoloty (Pearl Harbor leżało na przeciwnym brzegu wyspy). Pas startowy Haleiwa biegł wzdłuż brzegu morza. Tak ta para samolotów mogła wyglądać zaraz po starcie. Fotografia tła, uzyskana z www.hawaii.gov, przedstawia autentyczny fragment brzegu w pobliżu lotniska Haleiwa.

SPIS TREŚCI

Po co ta książka została napisana?	12
Konwencje zapisu	14
Jak czytać tę książkę?	15
Twój pierwszy model.....	18
Rozdział 1. Przygotowanie "warsztatu pracy"	19
1.1 Instalacja Blendera	20
1.2 Instalacja GIMP	22
1.3 Instalacja Inkscape	23
1.4 Przesłanie Inkscape i GIMP na język angielski	24
Rozdział 2. Przygotowanie rysunków samolotu	26
2.1 Przygotowanie rzutu z lewej	27
2.2 Przygotowanie rzutu z prawej	31
2.3 Przygotowanie rzutu z góry	39
2.4 Złożenie rysunków	51
Rozdział 3. Blender – pierwsze kroki	54
3.1 Układ ekranu	55
3.2 Okno widoku (3D View) – zmiana projekcji	62
3.3 Okno widoku (3D View) – kamery, selekcja	70
3.4 Okno widoku (3D View) – przesuwanie i obrót obiektu	74
3.5 Okno przycisków (<i>Buttons Window</i>) – obsługa i przykład użycia	82
Rozdział 4. Formowanie samolotu	91
4.1 Przygotowanie pliku Blendera	92
4.2 Kołpak śmigła	93
4.3 Łopaty śmigła	100
4.4 Skrzydło — kształt podstawowy	111
4.5 Końcówka skrzydła	120
4.6 Lotka	129
4.7 Skrzydło - kształt ostateczny	138
4.8 Usterzenie poziome	143
4.9 Usterzenie pionowe	154
4.10 Kadłub — część główna	161
4.11 Osłona silnika	172
4.12 Osłona chłodnicy cieczy	182
4.13 Szczegóły osłony silnika	188
4.14 Osłona kabiny pilota — część tylna	198
4.15 Osłona kabiny pilota — część przednia	208
4.16 Kabina — ściany wewnętrzne	220
4.17 Osłony podwozia głównego	226
4.18 Oprofilowania połączenia kadłuba i usterzenia	237
4.19 Oprofilowanie połączenia kadłuba i płata	242
4.20 Szczegóły na spodzie samolotu	250
4.21 Uporządkowanie modelu	261
Rozdział 5. Kompozycja najprostszej sceny	270
5.1 Przygotowanie kamery i oświetlenia	271
5.2 Przypisanie podstawowych materiałów	277
5.3 Otoczenie sceny	285
Rozdział 6. Tekstury	290

6.1	Tekstury — wprowadzenie	291
6.2	Rozwinięcie w przestrzeni UV	303
6.3	Przygotowanie tekstur dla modelu — opis metody	316
6.4	Rozwinięcie UV płata.....	327
6.5	Rozwinięcie UV kadłuba.....	338
6.6	Rozwinięcie UV pozostałych powierzchni	349
6.7	Rysowanie obrazu powierzchni samolotu	359
6.8	Kompozycja obrazów tekstur	371
6.9	Tekstura barwy	384
6.10	Znaki rozpoznawcze i napisy	397
6.11	Inne tekstury.....	403
6.12	Alternatywny kamuflaż — plamy	412
6.13	Podsumowanie.....	418
Rozdział 7. Pozostałe detale samolotu.....		420
7.1	Kółko ogonowe	421
7.2	Mechanizacja kółka ogonowego	434
7.3	Podwozie główne.....	445
7.4	Podwozie — wykończenie.....	459
7.5	Wnętrze kabiny.....	468
7.6	Figura pilota.....	486
7.7	Pozostałe szczegóły zewnętrzne	491
Rozdział 8. Rendering		508
8.1	Realistyczna scena w locie	509
8.2	Realistyczna scena na ziemi.....	524
Dodatki.....		538
Rozdział 9. Szczegółowa weryfikacja planów samolotu.....		539
9.1	Porównanie z rysunkami fabrycznymi.....	540
9.2	Rzut z boku: porównanie ze zdjęciami.....	547
9.3	Rzut z góry: porównanie ze zdjęciami i rysunkami fabrycznymi	557
Rozdział 10. Dodatkowe wyjaśnienia.....		564
10.1	Struktura modelu w Blenderze	565
10.2	Powierzchnie podziałowe (modyfikator <i>Subsurf</i>)	571
10.3	"Zniekształcenie beczkowate" fotografii.....	588
10.4	Kształt profili lotniczych (metody odwzorowania).....	590
10.5	Panoramy otoczenia w Blenderze.....	596
10.6	Arytmetyka barw.....	604
10.7	Określanie dokładnych barw samolotu	609
10.8	Tekstury wektorowe.....	613
Szczegóły obsługi programów		617
Rozdział 11. GIMP — szczegóły obsługi.....		618
11.1	Instalacja	619
11.2	Wprowadzenie (GIMP 2.4).....	623
11.3	GIMP 2.6 — różnice	625
11.4	Otwieranie pliku (obrazu)	628
11.5	Zapisanie pliku (obrazu).....	629
11.6	Kadrowanie obrazu	631
11.7	Linie pomocnicze (<i>guides</i>)	632
11.8	Widok: powiększanie, przesuwanie	633
11.9	Rysowanie.....	634

11.10	Usuwanie fragmentów obrazu	636
11.11	Zmiana rozmiaru obrazu	637
11.12	Dodanie warstwy (z innego pliku)	638
11.13	Dodanie warstwy (pustej)	640
11.14	Warstwy — zarządzanie	641
11.15	Usunięcie warstwy	643
11.16	Zaznaczenie obszarem prostokątnym	644
11.17	Zaznaczenie obszarem nieregularnym	645
11.18	Zaznaczanie — wg wskazanego koloru	646
11.19	Zmniejszanie/zwiększanie obszaru zaznaczenia	647
11.20	Zaznaczanie — narysowanym obszarem	648
11.21	Zaznaczenie — poprawianie za pomocą <i>Quick Mask</i>	650
11.22	Zaznaczenie — zachowywanie obszaru w zakładce <i>Channels</i>	652
11.23	Obrót	653
11.24	Przesunięcie	654
11.25	Przekoszenie (<i>Shear</i>)	655
11.26	Skalowanie	657
11.27	Identyfikacja wartości RGB z obrazu wyświetlanego na ekranie	658
11.28	Definiowanie nowego pędzla	660
11.29	Rozmycie metodą Gaussa	663
11.30	Nanoszenie śladów dymu i innych zabrudzeń	664
11.31	Nanoszenie przetarć i odprysków farby	668
11.32	Przekształcenie mapy szarości w mapę normalnych (<i>normal map</i>)	675
Rozdział 12.	Inkscape — szczegóły obsługi	677
12.1	Instalacja Inkscape	678
12.2	Wprowadzenie	679
12.3	Otwieranie pliku	680
12.4	Ustalenie rozmiaru obrazu	681
12.5	Wstawienie dodatkowego obrazu rastrowego	682
12.6	Obrazy rastrowe — właściwości	683
12.7	Eksport do obrazu rastrowego	684
12.8	Widok: powiększanie, przesuwanie	685
12.9	Warstwy — zarządzanie	686
12.10	Warstwy — dodanie nowej	687
12.11	Warstwy — usuwanie	688
12.12	Zaznaczanie obiektów (selekcja)	689
12.13	Zmiana kolejności obiektów	691
12.14	Linie pomocnicze (<i>guides</i>)	692
12.15	Dokładnie określanie pozycji obiektu	693
12.16	Rysowanie linii	694
12.17	Właściwości kształtu	695
12.18	Edycja linii	697
12.19	Linie krzywe	698
12.20	Odwzorowanie obrysu zawierającego łuk	701
12.21	Odwzorowanie krzywizny	702
12.22	Rysowanie prostokąta	703
12.23	Edycja prostokąta	704
12.24	Rysowanie elipsy	705
12.25	Edycja elipsy	706

12.26	Przesunięcie.....	708
12.27	Ramka selekcji.....	709
12.28	Skalowanie.....	710
12.29	Obrót.....	711
12.30	Przekoszenie (<i>Skew</i>).....	712
12.31	Wstawienie i edycja tekstu.....	713
12.32	Wyrównanie tekstu do krzywej.....	715
12.33	Powielenie obiektu.....	716
12.34	Dokładna transformacja obiektu (<i>Transform</i>).....	717
12.35	Przeniesienie obiektu na inną warstwę.....	718
12.36	Łączenie obiektów w grupę.....	719
12.37	Wypełnienie gradientem.....	720
12.38	Odwzorowanie nierówności na poszyciu samolotu.....	724
12.39	Odwzorowanie szczegółów powierzchni krytych płótnem.....	730
12.40	Posługiwanie się filtrem.....	732
12.41	Stworzenie filtru imitującego zabrudzenia.....	737
12.42	Wykorzystanie specjalnych czcionek True Type.....	744
12.43	Wektoryzacja bitmap.....	746
Rozdział 13. Blender — ogólne.....		750
13.1	Instalacja.....	751
13.2	Ustawienie środowiska pracy.....	758
13.3	Otwieranie pliku.....	762
13.4	Zapisanie pliku.....	765
13.5	Import obiektów z innego pliku Blendera.....	767
13.6	Kopia bezpieczeństwa i odtwarzanie.....	769
13.7	Kursor 3D — ustalanie położenia.....	770
13.8	Ustalenie tła widoku (planów samolotu).....	772
13.9	Szybki podgląd fragmentu renderingu (<i>Render Preview</i>).....	775
13.10	Układ ekranu (<i>Screen</i>) — zarządzanie.....	776
13.11	Sceny — zarządzanie.....	778
13.12	Przykład wykorzystania drugiej sceny.....	779
Rozdział 14. Blender — edytor obiektów (<i>Object Mode</i>).....		784
14.1	Włączenie trybu obiektów (<i>Object Mode</i>).....	785
14.2	Rysowanie okręgu (<i>Circle</i>).....	786
14.3	Rysowanie kwadratu (<i>Plane</i>).....	788
14.4	Rysowanie walca (<i>Cylinder</i>).....	789
14.5	Wstawienie pustego obiektu (<i>Empty</i>).....	791
14.6	Wstawienie źródła światła (<i>Lamp</i>).....	792
14.7	Wstawienie kamery (<i>Camera</i>).....	793
14.8	Skalowanie (<i>Scale</i>).....	794
14.9	Powielanie obiektu (<i>Duplicate</i>).....	796
14.10	Nadanie obiektowi nazwy.....	798
14.11	Przypisanie do hierarchii (<i>Parent</i>).....	800
14.12	Wizualizacja powiązań pomiędzy obiektami (<i>Relationship Lines</i>).....	802
14.13	Wyznaczenie krawędzi przecięcia dwóch powłok.....	803
14.14	Scalanie obiektów (<i>Join Objects</i>).....	806
14.15	Zmiana położenia środka obiektu (<i>Center</i>).....	808
14.16	Chwilowe ukrycie obiektu (<i>Hide Selected</i>).....	809
14.17	Wyrównanie widoku do orientacji obiektu (<i>Align View</i>).....	810

14.18	Przypisanie obiektu do warstwy.....	811
14.19	Zmiana właściwości kamery (<i>Camera</i>).....	812
14.20	Opcje wyświetlania obiektu.....	814
14.21	Dodanie armatury (<i>Armature</i>).....	815
14.22	Przypisanie ograniczenia <i>Track To</i>	821
14.23	Przypisanie ograniczenia <i>Locked Track</i>	823
14.24	Przypisanie ograniczenia <i>Limit Location</i>	827
14.25	Przypisanie ograniczenia <i>Transform</i>	829
14.26	Przypisanie ograniczenia <i>Stretch To</i>	833
14.27	Przypisanie ograniczenia <i>Limit Distance</i>	835
14.28	Odbicie lustrzane (<i>Mirror</i>) i uboczne efekty ujemnej skali obiektu.....	838
14.29	Wstawienie krzywej (<i>Curve</i>).....	842
14.30	Panel sterowania ruchem obiektów (<i>HandlePanel.py</i>).....	845
14.31	Dokładne umieszczanie obiektów w zadanym miejscu.....	849
Rozdział 15. Blender — edytor siatki (Edit Mode).....		852
15.1	Pojęcia podstawowe.....	853
15.2	Włączenie trybu edycji (<i>Edit Mode</i>).....	854
15.3	Zaznaczanie elementów siatki.....	855
15.4	Przesunięcie (<i>Grab</i>).....	860
15.5	Skalowanie (<i>Scale</i>).....	862
15.6	Obrót (<i>Rotate</i>).....	864
15.7	Wytłaczanie (<i>Extrude</i>).....	866
15.8	Wygładzanie siatki (<i>Subsurf</i>).....	868
15.9	Scalanie wierzchołków (<i>Remove Doubles</i>).....	870
15.10	Nacinanie siatki (<i>Knife</i>).....	871
15.11	Kopiowanie wierzchołków.....	872
15.12	Podział krawędzi (<i>Subdivide</i>).....	873
15.13	Przesuwanie linii wierzchołków (<i>Edge Slide</i>).....	874
15.14	Wstawienie nowej linii wierzchołków (<i>Loopcut</i>).....	875
15.15	Zmiana ostrości krawędzi (<i>Cearse</i>).....	877
15.16	Usuwanie linii wierzchołków.....	879
15.17	Usuwanie wierzchołków.....	880
15.18	Usuwanie krawędzi.....	881
15.19	Usuwanie ścian.....	882
15.20	Tworzenie nowej ściany.....	883
15.21	Tworzenie nowej krawędzi.....	885
15.22	Scalanie ścian trójkątnych.....	886
15.23	Wydzielenie fragmentu siatki w nowy obiekt (<i>Separate</i>).....	887
15.24	Lustrzane odbicie siatki (<i>Mirror</i>).....	889
15.25	Odsunięcie (<i>Shrink/Fatten</i>).....	890
15.26	Dopasowanie widoku do wybranej ściany (<i>Align View</i>) — zastosowanie.....	893
15.27	Dopasowanie wręgi do kadłuba.....	895
15.28	Pogrubienie (<i>Solidify Selection</i>).....	897
15.29	Przypisanie do siatki dodatkowego materiału.....	899
15.30	“Zwykle” rozwijanie siatki (<i>Unwrap</i>).....	901
15.31	Rozwijanie poprzez rzutowanie siatki (<i>Project from View</i>).....	902
15.32	Definiowanie grupy wierzchołków (<i>Vertex Group</i>).....	903
15.33	Zaznaczenie krawędzi jako szwu (<i>Seam</i>).....	905
15.34	Dodanie alternatywnego rozwinięcia UV (<i>UV Layers</i>).....	906

15.35	Operacje na bryłach (<i>Boolean</i>)	909
15.36	Wyginanie wzdłuż krzywej (<i>Curve</i>)	913
15.37	Malowanie wag (<i>Weight paint</i>)	919
15.38	Fazowanie i zaokrąglanie krawędzi (<i>Bevel</i>).....	922
15.39	Powielenie siatki (<i>Array</i>)	923
15.40	Deformacja według tekstury (<i>Displace</i>)	925
15.41	Rzutowanie na powierzchnię (<i>Shrinkwrap</i>).....	927
Rozdział 16.	Blender — edytor UV (<i>UV/Image Editor</i>)	929
16.1	Pojęcia podstawowe.....	930
16.2	Włączenie okna edytora UV.....	932
16.3	Zaznaczanie elementów siatki	934
16.4	Kursor 2D	937
16.5	Przesunięcie (<i>Grab</i>)	939
16.6	Obrót	940
16.7	Skalowanie	941
16.8	Przypinanie (<i>Pin</i>) i rozwijanie (<i>Unwrap</i>)	943
16.9	Podstawienie obrazu.....	945
16.10	Wyrównywanie (<i>Align</i>)	947
16.11	Zapisanie rozwinięcia UV do pliku	948
16.12	Bezpośrednie malowanie po powierzchni modelu (tryb <i>Texture Painting</i>)	951
Rozdział 17.	Blender — pozostałe	956
17.1	Zdefiniowanie nowego materiału.....	957
17.2	Materiały wielobarwne (<i>Ramps</i>).....	960
17.3	Zdefiniowanie nowej tekstury (z obrazu rastrowego).....	962
17.4	Zdefiniowanie nowej tekstury proceduralnej	964
17.5	Materiał — powielenie przypisania tekstury.....	965
17.6	Nazwy materiałów i tekstur	966
17.7	Ustalenie koloru tła sceny	967
17.8	Ustawienie światła otoczenia	968
17.9	Zmiana właściwości źródła światła (<i>Lamp</i>).....	971
17.10	Podstawienie obrazu na tło renderingu	973
17.11	Wygładzanie linii obrazu	974
17.12	Skonfigurowanie materiału: szkło	976
17.13	Skonfigurowanie materiału: plastik	983
17.14	Skonfigurowanie materiału: dural.....	985
17.15	Skonfigurowanie materiału: stal	989
17.16	Skonfigurowanie materiału: guma	998
17.17	Skonfigurowanie materiału: skóra.....	1005
17.18	Skonfigurowanie materiału: tkanina (pasów)	1012
17.19	Załadowanie wtyczki (<i>plugin</i>) tekstury	1017
17.20	Wtyczka <i>svgtex</i> — zasada działania i obsługa	1020
17.21	Program <i>svgview</i> — podgląd obrazów SVG.....	1023
17.22	Wtyczka <i>svgtex</i> — skróty XML	1025
17.23	Animacja ruchu śmigła.....	1029
17.24	Kompozycja rezultatu (<i>Composite Nodes</i>)	1033
17.25	Linie pomocnicze (<i>Grease Pencil</i>)	1037
17.26	Trawa (<i>Particles</i>)	1040
Skorowidz		1047
Słownik.....		1105

Bibliografia	1107
Szczegółowe zasady udostępnienia tej publikacji.....	1108

Po co ta książka została napisana?

Bo zawsze chciałem stworzyć model samolotu w komputerze. A gdy już to zrobiłem — stwierdziłem, że to dobra zabawa, i że warto tym doświadczeniem podzielić się z innymi.

Dawno temu byłem zwykłym modelarzem i robiłem redukcyjne modele samolotów. To hobby dość specyficzne. Ślęczyśmy miesiącami nad naszym dziełem, starając się nanieść na kawałek materiału maleńkie nity, złącza blach, czy drobne detale tablic przyrządów. Sądzę, że postronnym obserwatorom zajęcia wędkarzy wydadzą w porównaniu z modelarzami mniej męczące, choć podobnie monotonne. W dodatku, zamiast tworzyć ładne, błyszczące miniaturki, nanosimy na ich powierzchnię (o zgrozo!) zabrudzenia i przetarcia, jakie powstawały podczas intensywnego używania. Szpecimy je, aby wyglądały jak rzeczywiste, zużyte i gdzieś tam porzucone maszyny. Całą naszą nagrodą jest pokazanie naszych dzieł komuś, kto potrafi docenić ich finezję. Zdarza się to raz na jakiś czas. Mówiąc szczerze, dziwnym trafem są to zazwyczaj inni modelarze. A może ukrytą nagrodą jest możliwość nawiązania dyskusji na tak ezoteryczne tematy, jak wyższość Spitfire'a IX nad FW 190 A4? Albo paląca kwestia, jak był pomalowany P-40, na którym Witold Urbanowicz latał nad Chinami w 1943r?

Otóż chciałbym teraz zaoferować kolegom modelarzom (i nielicznym koleżankom – jakoś tak się te proporcje układają) zupełnie nowy materiał i narzędzia. Zamiast własnego, czasami nieco pobrudzonego aerografem biurka — okno na inny świat, w głębi ekranu.

Jest tu niezwykle plastyczny materiał, który można "wyłaczać" w dowolne powłoki, bez obawy że go zabraknie. Są tu farby, dla których można dokładnie ustalić odcień i zasady nakładania. Jest tu możliwa do osiągnięcia dokładność, której nigdy nie osiągniesz gdzie indziej, ani w skali 1:24, ani w 1:18. Tu, gdy stwierdzisz, że okopowanie silnika samolotu, który zrobiłeś rok temu, powinno mieć inny kształt, zawsze możesz ten błąd poprawić. I to nie raz! Tu nigdy Twój model nie obrośnie kurzem. Nie będziesz wysłuchiwał narzekań domowników na to, że nie ma już gdzie zmieścić Twojej kolekcji. Możesz tu powielić swoje dzieło – choćby po to, by odwzorować je w kilku różnych wersjach malowania. I możesz przestać swój model innym hobbystom, takim jak Ty, bez obawy że coś się z nim stanie podczas transportu. Z obiektów, które w ten sposób stworzysz, możesz szybko budować całe sceny.

Jedyne, do czego trzeba się przyzwyczaić, to to, że nie możesz niczego w tym świecie dotknąć. Możesz tylko patrzeć, i łapać wszystko myszką. Przynajmniej na obecnym etapie rozwoju urządzeń wejściowych, urządzenia dotykowe (ang. *haptic devices*) są nadal drogie i prymitywne. Nie ma co liczyć, że pojawią się w sklepie za rogiem. Na pocieszenie mogę powiedzieć, że obecne modele pozwoliłyby Ci dotknąć wszystkiego tylko j e d n y m punktem – końcówką takiego „niby-długopisu”.

Ten świat wirtualnego modelarstwa stał niepostrzeżenie dostępny. W istocie każdy komputer, kupiony po 2005r, to silna stacja graficzna, o której w latach 90-tych można było tylko pomarzyć. Około 10 lat temu „ruszył z miejsca” nowy model matematyczny, służący do odwzorowania powierzchni. Mam na myśli powierzchnie podziałowe (ang. *subdivision surfaces*). Pozwoliły stworzyć Shreka i dziesiątki innych postaci z filmów animowanych za pomocą komputera. Ten nowy model matematyczny skierował do lamusa powierzchnie NURBS, wykorzystywane od lat 70-tych. Powierzchnie podziałowe pozwalają łatwo uzyskiwać naprawdę złożone kształty. W miarę dobrze radzą sobie ze zmorą NURBS – otworami i wycięciami.

Co więcej – odpowiednie programy, które potrafią to wszystko wykorzystać, stały się dostępne za darmo! Stworzyły je dziesiątki programistów *Open Source*. Ludzie ci chcą pokazać, że stać ich co najmniej na to samo, co twórców najlepszych programów komercyjnych. I to zaczęło im się udawać! Być może, trochę w tym zdrowej ambicji („ja to zrobię lepiej!”), oraz innego rytmu powstawania takich produktów. Podczas pracy nad nimi nie ma, typowego dla komercyjnych projektów, pośpiechu związanego z napiętymi terminami. (A pośpiech rodzi błędy). W efekcie pracy odpowiednio dużej grupa entuzjastów powstaje dobry, stabilny program.

Podsumowując – kupując do domu komputer do gier, kupiłeś wszystko, co potrzeba do wejścia w świat wirtualnego modelarstwa. Nie będę oszukiwał, że nie ma tu tego, co jest nieodłączną cechą pracy każdego modelarza: wielotygodniowego wysiłku. Mam jednak nadzieję, że ta książka ułatwi Ci, drogi Czytelniku, jak najszybsze osiągnięcie pożądanego rezultatu. Potem możesz pójść dalej i zrobić to samo jeszcze lepiej, niż tu proponuję. Przeczytanie dalszych stron, oszczędzi Ci dużo czasu i – niekiedy – frustracji. Ta ostatnia bywa nieodłącznym składnikiem pracy z „tą głupią maszyną” – komputerem. Postaram się nie zanudzać i pokazywać dużo obrazków, więc mam nadzieję, że "Wirtualne modelarstwo" Cię zainteresuje.

Witold Jaworski

Konwencje zapisu

Wskazówki dotyczące klawiatury i myszki oparłem na założeniu, że masz standardowe:

- klawiaturę — w normalnym układzie amerykańskim, 102 klawisze (dodam także parę uwag o klawiaturze notebooka, bo sam na takiej pracuję);
- myszkę — wyposażoną w dwa przyciski i kółko przewijania (które daje się także naciskać: wtedy działa jak trzeci, środkowy przycisk).

Wywołanie polecenia programu będę zaznaczał następująco:

Menu→Polecenie - taki zapis oznacza wywołanie z menu „Menu” polecenia „Polecenie”. W przypadku bardziej zagnieżdżonych menu może wystąpić więcej strzałek!

Panel:Przycisk - taki zapis oznacza naciśnięcie w oknie dialogowym lub panelu "Panel" przycisku „Przycisk”. Czasami mogę także w ten sposób napisać o przełączniku lub liście rozwijalnej. ("Panel" to pojęcie związane z interfejsem użytkownika Blendera, wyjaśniam je na str. 82)

Naciśnięcie klawisza na klawiaturze:

Alt-K - myślnik pomiędzy znakami klawiszy oznacza jednoczesne naciśnięcie obydwu klawiszy na klawiaturze. W tym przykładzie trzymając wciśnięty **Alt**, naciskasz **K**;

G, X - przecinek pomiędzy znakami klawiszy oznacza, że je naciskasz (i zwalniasz!) po kolei. W tym przykładzie najpierw **G**, a potem **X** (tak, jak gdybyś chciał napisać wyraz „gx”).

Naciśnięcie klawisza myszki:

- LPM** - lewy przycisk myszy
- PPM** - prawy przycisk myszy
- SPM** - środkowy przycisk myszy (**naciśnięte** kółko przewijania)
- KM** - kółko przewijania (pełni tę rolę, gdy jest **obracane**)

Na koniec — „w kwestii formalnej”: jak mam się do Ciebie zwracać? Zazwyczaj w poradnikach używa się formy bezosobowej („teraz należy zrobić”). To jednak, mówiąc szczerze, czyni czytany tekst mniej zrozumiałym. Aby ta książka była jak najbardziej czytelna, zwracam się do Czytelnika w krótkiej, drugiej osobie („teraz zrób”). Czasami używam także osoby pierwszej („teraz zrobiłem”, „teraz zrobimy”). Tak jest mi łatwiej. Podczas pracy nad tym modelem traktowałem nas — czyli Ciebie, drogi Czytelniku, i siebie, piszącego te słowa — jako jeden zespół. Może trochę wyimaginowany, ale w jakiś sposób prawdziwy. Przecież pisząc tę książkę ja także wiele się uczyłem, bo wiedziałem, że każde zagadnienie mam Ci porządnie przedstawić!

Jak czytać tę książkę?

W tej książce pokazuję szczegółowo metodę tworzenia modeli samolotów z okresu drugiej wojny światowej. Zdecydowałem się przedstawić ją na przykładzie myśliwca Curtiss P-40. Maszyna ta zawiera klasyczne rozwiązania konstrukcyjne, stosowane w większości samolotów tego okresu. Z całym rozmysłem nie wybrałem Spitfire, Mustanga, Thunerbolta, Focke-Wulfa czy Messerschmita. Nie chciałem zabierać Ci przyjemności samodzielnego odwzorowania tych słynnych konstrukcji.

- Możesz tworzyć model każdego myśliwca z okresu II wojny światowej¹, niekoniecznie P-40, czytając jednocześnie kolejne rozdziały z tej książki. Wszystkie te samoloty wykonuje się podobnie. W trakcie takiej pracy na pewno zetkniesz się z zagadnieniami, które są tu opisane.

Zdecydowałem się podzielić tę książkę na dwie główne części:

- część pierwsza ("Twój pierwszy model") to tekst podstawowy, który koncentruje się na tym, **co** trzeba zrobić;
- część druga ("Szczegóły obsługi programów") to szczegółowe opisy, **jak** posłużyć się odpowiednim programem, by to zrobić.

Cały tekst ma dużo stron, z czego "Szczegóły obsługi programów" zajmują ok. 40%. Układ tej części przypomina tekst systemu pomocy (*Help*) do programu. To krótkie (na jedną lub dwie strony), nie zawierające więcej niż kilka ilustracji, opisy pojedynczych poleceń.

Dzieląc materiał na część podstawową i „szczegółową”, starałem się uniknąć niepotrzebnych, wydłużających niezmiernie tekst, wskazówek w rodzaju "kliknij tu, a potem naciśnij tamto". W odpowiednich miejscach części pierwszej umieściłem odnośniki do części drugiej. Jeżeli nie znasz programu, o którym akurat piszę, korzystaj z tych odnośników i czytaj umieszczone w nich informacje szczegółowe². Przygotowałem je tak, abyś nauczył się posługiwać wszystkimi narzędziami "od zera", w trakcie czytania głównego tekstu. Gdy już będziesz wiedział, **jak** zrobić to, co opisuję — po prostu przestaniesz do nich zaglądać.

Książka zawiera jeszcze jedną część: "Dodatki". To materiały, które mogą być ciekawe dla co dociekliwszych Czytelników. Tematyka "Dodatków" przypomina trochę "groch z kapustą": od pewnych zagadnień optyki (deformacja obrazu na fotografii), do odwzorowania profili lotniczych. Po drodze — metody zaawansowanej weryfikacja rysunków samolotu (na poziomie tworzenia planów modelarskich), oraz szczegółowy opis właściwości powierzchni podziałowych. Na okrasę włączyłem przykłady tekstur wektorowych, uzyskane za pomocą specjalnej wtyczki do Blendera. Nie musisz do „Dodatków” zaglądać, choć sądzę, że niektórzy mogą w tych materiałach znaleźć dla siebie interesujący "kąsek". Trochę przewrotnie, "Dodatki" poprzedzają "Szczegóły obsługi programów". Umieściłem ją tak, gdyż sądzę, że ta część może być częściej drukowana przez Czytelnika niż szczegółowe opisy poleceń.

Zawsze możesz wydrukować egzemplarz „Wirtualnego modelarstwa” dla swoich potrzeb³. Możesz go także nie drukować i czytać podczas pracy wprost z ekranu. Oszczędzisz w tym przypadku trochę papieru — zawsze to o skrawek lasu więcej.

¹ No, może tych z silnikami rzędowymi. Nie opisałem tu, jak modelować widoczne z zewnątrz elementy chłodzonych powietrzem silników gwiazdowych — cylindry, popychacze, karter, przewody. Może w kolejnym wydaniu książki podjąłbym się modelu P-36?

² Zakładam, że korzystanie z części drugiej będzie zawsze wyrzykowe. Stąd większość z zagadnień, które tam się znajdują, jest omówione bez dalszych odnośników. Takie podejście powoduje, że np. opis skalowania w edytorze siatki Blendera jest niemal dosłowną kopią opisu z edytora obiektów. Różnią się tylko ilustracjami i paroma zdaniami. Po prostu nie wiem, który z tych tematów otworzysz jako pierwszy, a w każdym chciałbym dostarczyć pełną informację.

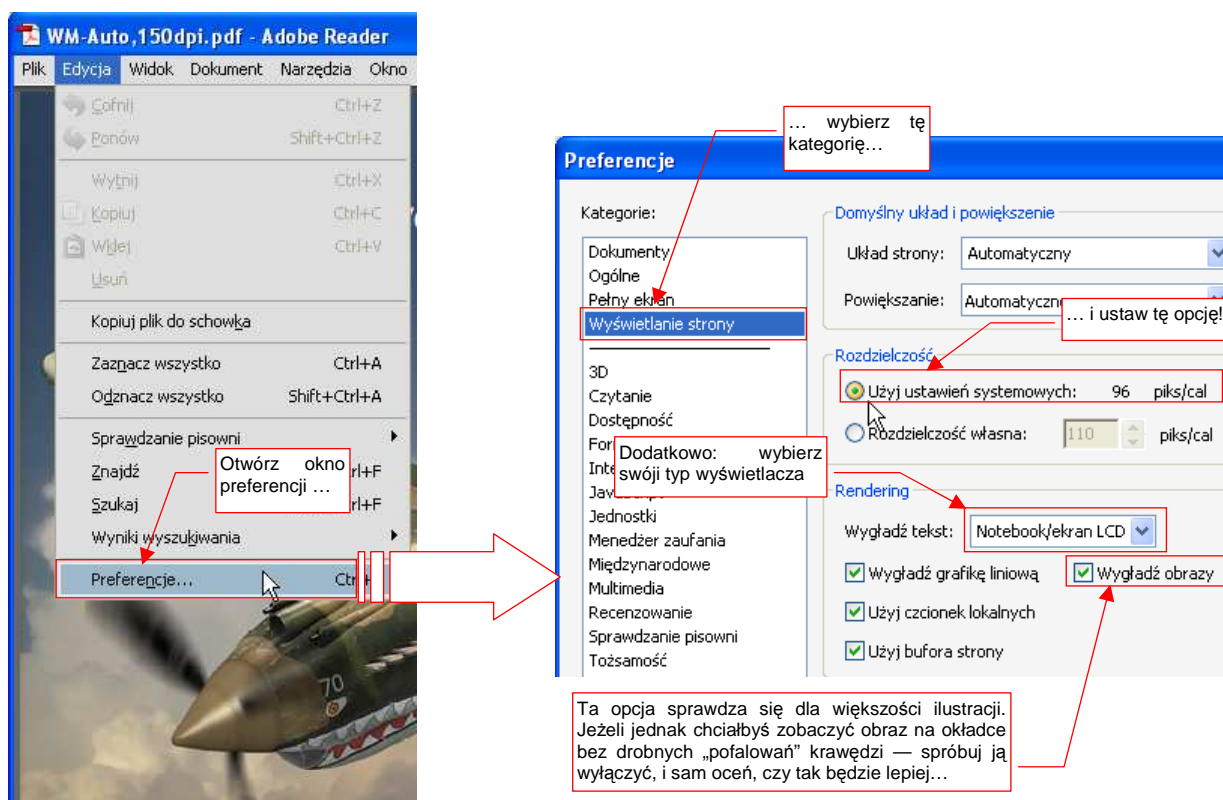
³ Nie chciałem w tej elektronicznej książce rezygnować z kolorowych ilustracji. W związku z tym wiele z nich na wydruku wydaje się być mało kontrastowa. Aby temu w jakimś stopniu zaradzić, na niektórych ilustracjach zmieniałem kolory odnośników (na ciemniejsze lub jaśniejsze). Dzięki temu na wydruku są w miarę czytelne.

Jeżeli jednak łatwiej Ci czytać z kartki niż z ekranu, możesz przynajmniej nie drukować stron „Szczegółów obsługi programów”. Wygodniej jest korzystać z nich w postaci elektronicznej. Czytanie „Wirtualnego modelarstwa” z wydrukowaną pierwszą częścią, wyobrażam sobie tak:

- rozkładasz przed sobą wydruk części pierwszej, na komputerze zaczynasz pracę w Blenderze.
- otwierasz na ekranie komputera plik PDF z częścią drugą i zwijasz do paska, aby mieć go "pod ręką".
- zgodnie z opisem z części pierwszej robisz model.
- gdy napotkasz w niej na nieznane polecenie — przywołujesz plik z częścią drugą. Wystarczy wpisać w przeglądarce PDF (u dołu ekranu) numer strony, podany w części pierwszej, i już masz przed oczami szczegóły, niedługi tekst.

"Szczegóły obsługi programów" umieściłem na końcu książki — tak jest łatwiej pominąć ich wydruk. Oczywiście, jeżeli wolisz częste kartkowanie prawdziwego papieru — drukuj całość. Nawet przy wydruku dwustronnym zużyjesz całą ryzę A4, a zapewniam, że nie było to moim celem ☺.

W tej książce bardzo ważne są ilustracje — wypełniają prawie każdą stronę. (Właściwie to można ten poradnik określić jako „półkomiks”). Niestety, takie obrazy istotnie zwiększają rozmiar pliku PDF. Aby nie był zbyt duży, musiałem poddać ilustracje kompresji, która pogarsza ich jakość. To, co widzisz, to wynik kompromisu pomiędzy rozmiarem publikacji a ostrością detali obrazów. Jeżeli jednak używasz do czytania tych stron popularnego programu **Adobe Acrobat**, to chciałbym zasugerować przestawienie paru parametrów, które mogą poprawić dokładność wyświetlania ilustracji. Nie są to ustawienia domyślne, więc powinieneś je teraz zmienić tak, jak pokazuje to Rysunek 1.1.2:



Rysunek 1.1.2 Parametry programu Adobe Reader (wersji 8.0), odpowiednie dla ilustracji w tej książce

Z menu **Edycja** wywołaj okno dialogowe **Preferencje**. Z listy kategorii wybierz **Wyświetlanie strony**. Spowoduje to pojawienie się po prawej stronie okna kontrolki, jak na ilustracji. W sekcji **Rozdzielczość** przełącz się na opcję **Użyj ustawień systemowych**. (Domyślnie jest wybrana ta druga — a to może pogarszać jakość wyświetlania obrazów. W razie czego nie przejmuj się, jeżeli zobaczysz przy ustawieniach systemowych inną liczbę ppi/cal niż ta, którą pokazuje Rysunek 1.1.2 — to zależy od tego, jak sobie ustawiłeś rozmiar tekstów w systemie Windows).

Oprócz tego, możesz zmienić jeszcze dwa, mniej istotne ustawienia. Pierwsze z nich to metoda wygładzania tekstu (lista rozwijalna **Wygładź tekst**). Acrobat ma domyślnie wybrany tryb **Monitor**. Zapewne używasz jakiegoś „cienkiego” ekranu LCD — wtedy warto ją zmienić na **Notebook/ekran LCD**. I wreszcie przełącznik **Wygładź obrazy**. W większości przypadków lepiej jest, gdy pozostanie włączony (ustawienie domyślne). Jeżeli jednak samolot na okładce tej książki ma lekko pofalowane krawędzie skrzydeł, to możesz spróbować wyłączyć wygładzanie obrazów. Sam oceń, czy bez tej opcji wygląda lepiej, czy nie.

Twój pierwszy model

W tej części stworzymy model P-40B. Zakładam, że dla wielu Czytelników będzie to wprowadzenie w świat grafiki komputerowej. Dlatego nazwałem ten model „pierwszym”. Nie znaczy to jednak, że będzie jakiś uproszczony! (Choć, przyznam, gdy zaczynałem pisanie tej książki trzy lata temu, chciałem parę zagadnień pominąć). Wykonamy go jednak „w pełnej wersji”: z chowanym podwoziem i większością detali kabiny pilota. W trakcie pracy postaram się przekazać Ci całą wiedzę, jaką do tej pory na ten temat zgromadziłem.

Rozdział 1. Przygotowanie "warsztatu pracy"

W tym rozdziale omówimy pokrótce instalację oprogramowania, z którego będziemy korzystać. Są to trzy programy:

- **Blender**: program podstawowy;
- **GIMP**: pomocniczy, do edycji obrazów rastrowych;
- **Inkscape**: pomocniczy, do edycji obrazów wektorowych;

Wszystkie są udostępniane w ramach licencji GPL. Oznacza to m.in., że nie można pobierać za nie żadnych opłat. (Oczywiście, jeżeli masz gest, a program Ci się bardzo spodoba, możesz wspomóc twórców dotacją — ale na zasadzie zupełnej dobrowolności. Szczegółowy opis, jak to zrobić, znajdziesz na stronie internetowej każdego z tych projektów.)

Przypuszczam, że większość czytelników tej książki używa komputera z Windows. Podczas opisu instalacji koncentruję się wyłącznie na tym środowisku. Sam go używam. Nie mam żadnych doświadczeń z Linuksem, ani z Mac OS, więc nie będę pisał o instalacjach, których nie wykonałem. Jeżeli używasz systemów innych niż Windows — poszukaj wskazówek na stronach tych programów (podam ich adresy w kolejnych sekcjach rozdziału).

Uwaga: dodatkiem do książki jest kilka plików:

- **source.zip**: zawiera skrypty Pythona, udostępnione przez producenta fragmenty rysunków technicznych P-40, i inne pomocnicze materiały. Do pobrania z:
<http://www.samoloty3d.pl/downloads/wm/source.zip> (16 MB);
- **la5.zip**: Zawiera model, który wykorzystuje Rozdział 3. Do pobrania z:
<http://www.samoloty3d.pl/downloads/wm/model/la5.zip> (10 MB)
- **p40.zip**: Zawiera historię zmian (pliki *.blend) modelu P-40, oraz kilka obrazów tła, wykorzystanych w tej książce. Każdej sekcji tej książki odpowiada jeden plik ze spakowanego folderu *history*. Do pobrania z:
<http://www.samoloty3d.pl/downloads/wm/model/p40.zip> (46 MB)
- **textures*.zip**: Trzy pliki, zawierające kolejne wersje tekstur i robocze pliki, wykorzystywane do ich stworzenia. Do pobrania z:
<http://www.samoloty3d.pl/downloads/wm/model/textures1.zip> (80MB). Pliki dla sekcji 6.1 - 6.10;
<http://www.samoloty3d.pl/downloads/wm/model/textures2.zip> (80MB). Pliki dla sekcji 6.11 i 6.12;
<http://www.samoloty3d.pl/downloads/wm/model/textures3.zip> (87MB). Pliki dla sekcji 7.4 - 8.1;

Warto, abyś te pliki pobrał, bo mogą się przydać w trakcie czytania.

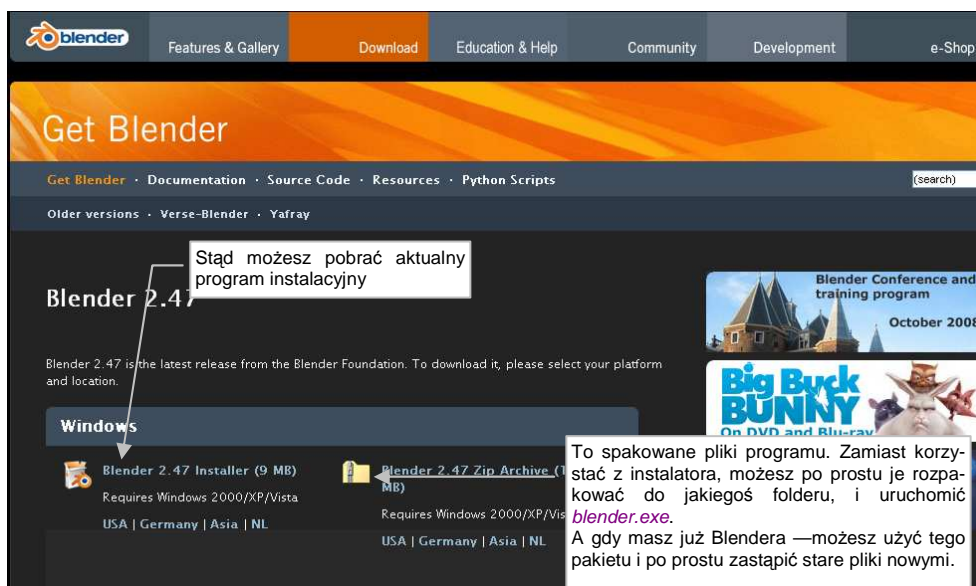
- Zawartość **p40.zip** i **textures*.zip** rozpakowuje się do tego samego katalogu: *p40*. Tworzą tam różne podkatalogi, do których zapisują swoje pliki. Jeżeli nie zachowasz tego położenia, modele przykładowe nie znajdą „swoich” tekstur. Rozpakowany katalog *source* (z **source.zip**) umieść obok folderu *p40*.

1.1 Instalacja Blendera

Ta książka wymaga użycia Blendera w wersji **2.49b**¹. Jeżeli użyjesz wcześniejszej wersji — może Ci brakować niektórych zaawansowanych funkcji. Jeżeli użyjesz późniejszej — zobaczysz zupełnie inny układ ekranu!

- Wersje Blendera o numerach rozpoczynających się od 2.5 (i wyżej) różnią się od 2.49b interfejsem użytkownika i dziesiątkami innych szczegółów. Zmiany są bardzo poważne. (Ten program został przepisany przez twórców na nowo. Czasami tak trzeba).
To wydanie „Wirtualnego modelarstwa” **nie jest zgodne** z wersjami 2.5 i wyższymi. (Bo w tych wersjach pewne funkcje nazywają się inaczej, mają inne okna dialogowe, itp.).
Modele, które wykonasz w Blenderze 2.49 jak najbardziej **są zgodne** z jego późniejszymi wersjami.

Program instalujący Blendera znajdziesz na stronie tego projektu — <http://www.blender.org>. W chwili, gdy piszę ten rozdział, pliki do pobrania są dostępne pod adresem: <http://www.blender.org/download/get-blender> (Rysunek 1.1.1). Za jakiś czas (rok, dwa) może to się trochę zmienić, więc w razie czego zacznij od strony głównej².



Rysunek 1.1.1 Strona, z której można pobrać pliki Blendera

Najprostszym (jak uważam) sposobem instalacji Blendera jest:

- pobrać plik **.zip* (Rysunek 1.1.1), zawierający folder z jego plikami;
- rozpakować zawartość tego pliku na lokalny dysk, np. do folderu *C:\Program Files\Blender*;
- dodać skrót do *C:\Program Files\Blender\blender.exe* na pulpit i/lub do menu *Start*;
- opcjonalnie: skojarzyć rozszerzenie **.blend* z tym programem (np. przy okazji otwierania przykładowego pliku);

¹ Powód jest bardzo prosty: książka była już w połowie napisana, gdy pojawiły się pierwsze wersje testowe Blendera 2.5. Roilo się w nich od błędów i nie były stabilne. Doprowadzanie tego nowego programu do ładu zajęło Fundacji Blendera już ponad rok. W momencie, gdy kończę tę książkę (luty 2011) nadal oficjalną wersją Blendera jest 2.49b. Stara zasada mówi, że „nie zmienia się koni pośrodku rzeki”. Także w tym przypadku uznałem, że lepiej będzie opisać całość w wersji znanej i sprawdzonej, niż w połowie pracy przestawiać się na nową. Być może za jakiś czas opublikuję nowe wydanie „Wirtualnego Modelarstwa”, w którym opiszę wykorzystanie Blendera 2.5 (czy też już 2.6). W każdym razie na pewno po przeczytaniu tej książki przejście na wersję 2.5 nie będzie trudne, a modele stworzone w wersji 2.49, powinny się bez problemu ładować do nowych wersji Blendera.

² Na stronach projektu można znaleźć także programy instalacyjne wcześniejszych wersji programu. Wspominam o tym, gdyż być może będziesz czytał te słowa już po opublikowaniu wersji 2.5. Do pracy z „WM” zalecam wersję 2.49b, której używałem pisząc tę książkę. Program instalacyjny wersji 2.49b znajdziesz także na <http://www.samoloty3d.pl/downloads/wm/install/blender/blender-2.49b-windows.exe>.

- Gdybyś już czytał tę książkę już po oficjalnej premierze Blendera 2.6, i nie mógł znaleźć wcześniejszych wersji na blender.org, zachowałem gotowy do pobrania, spakowany plik z Blenderem 2.49b pod adresem: <http://www.samoloty3d.pl/downloads/wm/install/blender/blender-2.49b-windows.zip>

Do „przerobienia” materiału w tej książce nie potrzebujesz instalować zewnętrznego interpretera języka Python. W razie czego, możesz go dodać (z <http://www.python.org>) w każdym momencie, także po zakończeniu instalacji Blendera¹. Zewnętrzny interpreter, pobrany w takim pakiecie, jest to środowisko dla programistów, dostępne na zasadach GPL.

Do czego służy Python? Większość dodatków do Blendera jest napisana w tym języku. W skład podstawowej instalacji Blendera wchodzi „ograniczona” wersja Pythona, gdyż inaczej wiele z jego funkcji po prostu by nie działało. Czasami jednak pełna wersja tego interpretera może być przydatna. (Wiele dodatków, napisanych w ciągu ostatnich lat przez różnych użytkowników Blendera, wymaga pełnej wersji).

Jeżeli jednak zdecydowanie wolisz dodawać aplikacje do Windows za pomocą programu instalacyjnego, to na str. 751 znajdziesz szczegółowy opis takiej instalacji. Omówiłem tam „pełną” tego procesu, wersję, wraz z wgraniem interpretera Pythona.

Gdy już używasz Blendera, i chcesz wgrać nową wersję — nie musisz wcale po raz kolejny uruchamiać programu instalacyjnego. (Choć, oczywiście, możesz to zrobić.) Osobiście *upgrade* do nowej wersji wykonuję w następujący sposób:

1. pobieram ze strony Blendera plik **.zip*, ze spakowanymi plikami nowej wersji (Rysunek 1.1.1);
2. zmieniam nazwę folderu poprzedniej wersji z "Blender" na "Blender.XX.X", gdzie XX.X to numer starej wersji. Na przykład: przed wgraniem wersji 2.47 zmieniłem nazwę dotychczasowego folderu z "Blender" na "Blender.2.46";
3. tworzę nowy folder o nazwie *Blender* (np. *C:\Program Files\Blender*);
4. wgruję do niego zawartość pobranego ze pliku **.zip*. (Zachowuję hierarchię folderów w ten sposób, by plik *blender.exe*, znalazł się, wraz z pozostałymi plikami, bezpośrednio w folderze *Blender*)
5. Kopiuję z poprzedniej wersji plik *.blender\B.blend* (ustawienia domyślne) do analogicznego folderu *Blender\blender*;

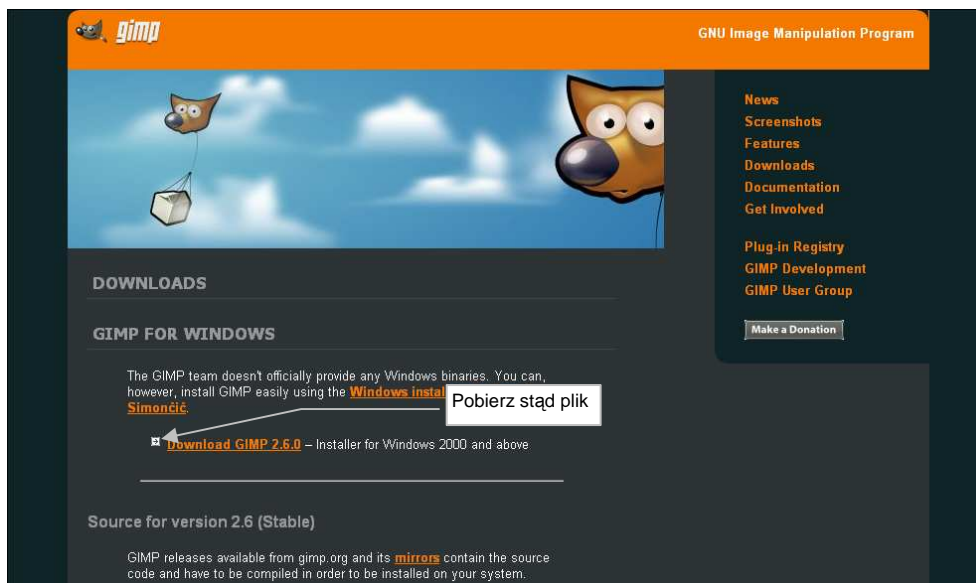
Dzięki temu, poprzez prostą zmianę nazw folderów, mogę się błyskawicznie przełączyć na wersję poprzednią. Może to być ważne, gdy zmiany w nowej wersji są duże, i chcesz sprawdzić, jak coś działało przedtem.

- Możesz mieć na swoim komputerze równocześnie używać wielu różnych wersji Blendera. Wystarczy, że każda z nich znajduje się w innym katalogu. Dotyczy to także wersji 2.5 i późniejszych.

¹ Podczas instalacji Blendera 2.47 *bez* Pythona na "czystym" (tzn. świeżo wgranym) Windows XP, natknąłem się na jeszcze inny problem. Podczas uruchamiania programu jego wewnętrzny interpreter Pythona zgłaszał brak biblioteki *msvcr71.dll*. Powodowało to natychmiastowe przerwanie działania — i w efekcie Blender nie pozwalał się w ogóle uruchomić. Jeżeli napotkasz na taki problem - obydwa brakujące **.dll* umieściłem w pliku <http://www.samoloty3d.pl/downloads/wm/install/blender/msvcr71.zip>. Rozpakuj je i wgraj je w ten sam folder, gdzie jest umieszczony plik *blender.exe*. Te biblioteki wymagane przez Microsoft Visual C++ 2003 w którym skompilowano Pythona 2.5.2. Jeżeli zainstalujesz pełen pakiet Pythona, nie będziesz miał takich kłopotów. Nie napotkałem ich także w Windows Vista, w podobnej instalacji bez Pythona. Vista ma domyślnie (tzn. w swoim folderze systemowym) obydwa zestawy bibliotek: do Microsoft Visual C++ 2003 i 2005, więc nie sprawia problemu.

1.2 Instalacja GIMP

Aby zainstalować GIMP, zajrzyj na stronę tego projektu — <http://www.gimp.org>. W chwili, gdy piszę ten rozdział, plik do pobrania jest dostępny pod adresem: <http://www.gimp.org/downloads> (Rysunek 1.2.1)¹:



Rysunek 1.2.1 Strona, z której można pobrać program instalacyjny GIMP

Jak wynika z opisu, GIMP jest programem Open Source w każdym calu: wymaga, by użytkownik sam pobrał źródło programu i je skompilował! Na szczęście znalazła się dobra dusza (Jernej Simončič), która to zrobiła za nas. W dodatku spakowała to wszystko w plik instalacyjny Windows. A twórcy Gimpa, niby tego oficjalnie nie popierają, ale umieścili na tej stronie poręczny skrót...

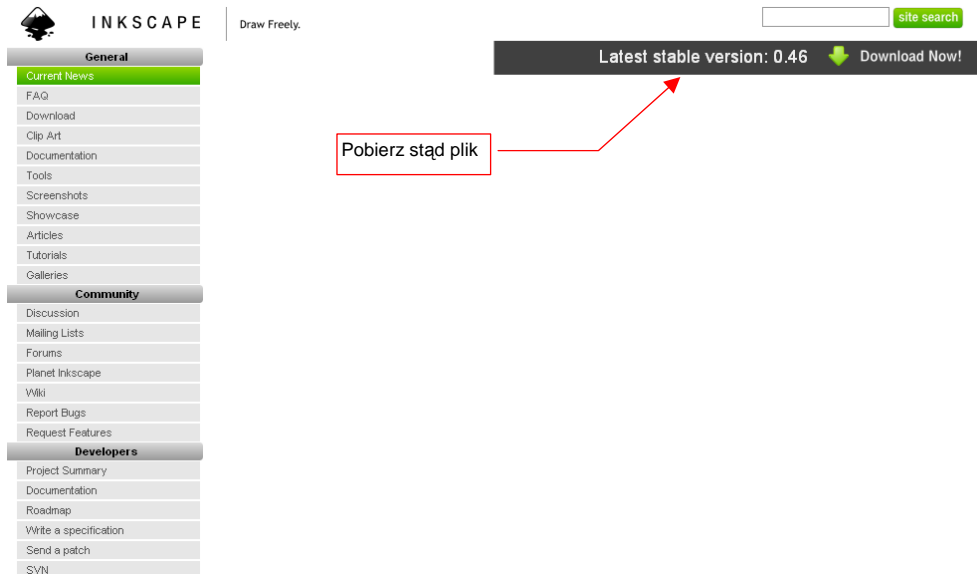
Proces instalacji Gimpa nie zawiera żadnych "haczyków". Wystarczy, że będziesz naciskał wszystkie przyciski domyślne. Gdybyś miał jakieś wątpliwości — szczegółowy opis instalacji znajdziesz na str. 619.

Podczas pracy nad tą książką używałem GIMP v. 2.44, a później 2.66.

¹ Wersję 2.66, której używałem, możesz także znaleźć pod <http://www.samoloty3d.pl/downloads/wm/install/gimp/gimp-2.6.6-i686-setup.exe>. Znajdziesz tam także pliki pomocy (po angielsku): <http://www.samoloty3d.pl/downloads/wm/install/gimp/gimp-help-2.2-eng-setup.exe>

1.3 Instalacja Inkscape

Zajrzyj na stronę projektu Inkscape — <http://www.inkscape.org> (Rysunek 1.3.1)¹:



Rysunek 1.3.1 Strona projektu Inkscape

Plik instalacyjny jest bezpośrednio dostępny z głównej strony projektu.

Podczas instalacji Inkscape wystarczy, gdy będziesz naciskał wszystkie przyciski domyślne. Gdybyś miał jakieś wątpliwości — szczegółowy opis instalacji znajdziesz na str. 678.

W tej książce używałem Inkscape w wersji 0.46, a później — 0.47

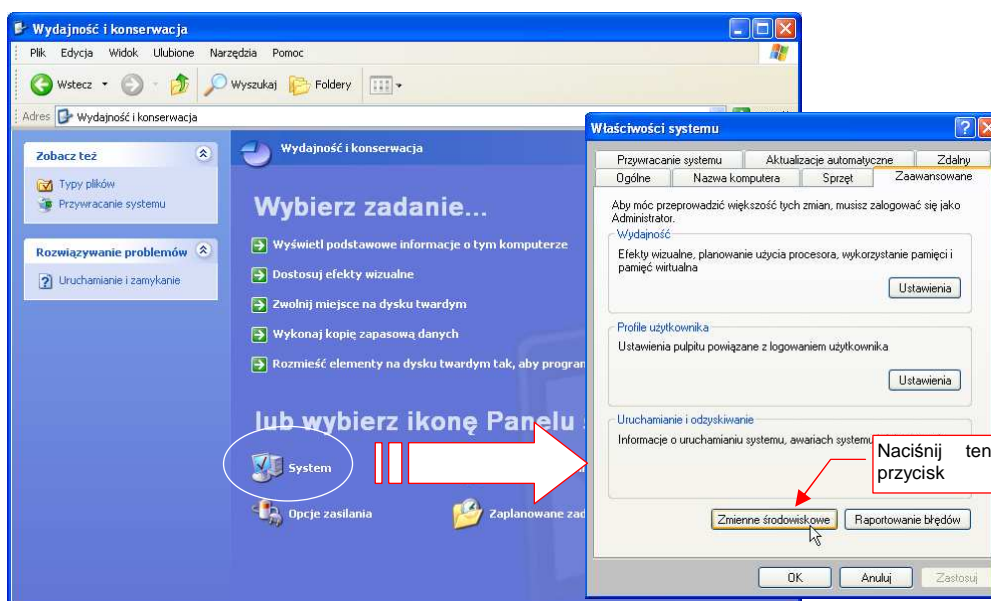
¹ Wersję instalacyjną Inkscape, którego wykorzystywałem, znajdziesz także na <http://www.samoloty3d.pl/downloads/wm/install/inkscape/Inkscape-0.47-3.exe>

1.4 Przetastawienie Inkscape i GIMP na język angielski

Podczas instalacji w polskiej wersji Windows, GIMP i Inkscape są na tyle "uprzejme", że samoczynnie wybierają polską wersję językową. Mimo, że ich tłumaczenia na nasz język są naprawdę dobre, nie mogą tego samego powiedzieć o tłumaczeniu Blendera. Zdecydowanie wolę w nim pracować w języku angielskim. Zresztą — wszystkie polskie poradniki opisują właśnie wersję anglojęzyczną. W tej sytuacji sądzę, że lepiej, aby dwa pomocnicze programy — GIMP i Inkscape — także były po angielsku. W ten sposób można uniknąć czasami wątpliwości, czy np. komunikaty w Blenderze i Gimpie na pewno mówią o tym samym.

GIMP i Inkscape zostały napisane za pomocą tej samej biblioteki okienek - GTK+. Przełączenie ich języka, jakiego dokonamy, polega na ustawieniu tzw. zmiennej środowiskowej o nazwie **LANG**. Dla uszu kogoś, kto nie jest informatykiem brzmi to, być może, strasznie. Spokojnie, rzecz jest w istocie prosta, i już pokazuję, jak to zrobić.

Wybierz z menu **Start** Windows polecenie **Panel Sterowania**. Jeżeli używasz tzw. "układu klasycznego" (wszystkie ikony panelu sterowania w jednym folderze) — wybierz ikonę o nazwie **System**¹. Jeżeli używasz domyślnego układu Windows XP — ikonę tę znajdziesz w grupie **Wydajność i konserwacja** (Rysunek 1.4.1):



Rysunek 1.4.1 Otwarcie okna **Właściwości systemu**.

W oknie **Właściwości systemu** przejdź do zakładki **Zaawansowane**. Naciśnij tam przycisk **Zmienne środowiskowe** (Rysunek 1.4.1).

¹ To samo okno możesz także otworzyć, wywołując z menu kontekstowego ikony **Mój Komputer** polecenie **Właściwości**.

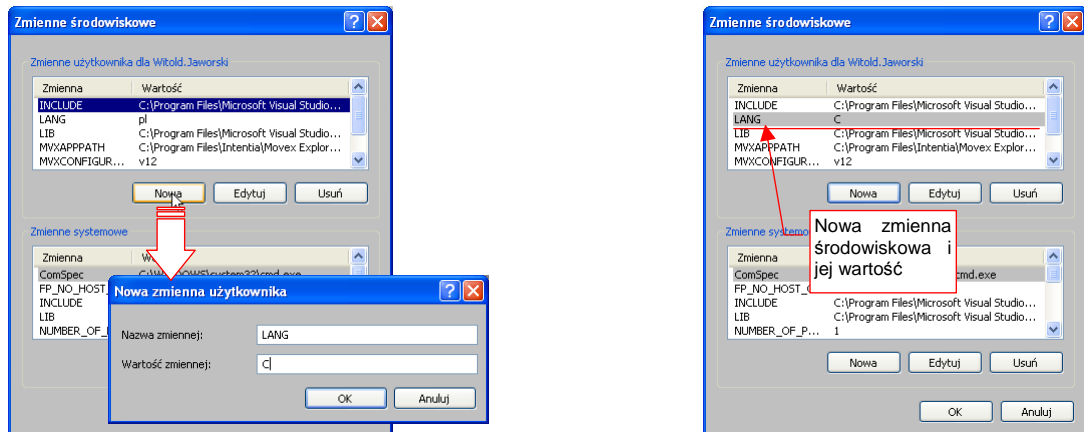
Spowoduje to otwarcie okna o tej samej nazwie (*Zmienne środowiskowe*).

Naciśnij przycisk **Nowa** w sekcji *Zmienne użytkownika* (Rysunek 1.4.2). Spowoduje to otwarcie formularza *Nowa zmienna użytkownika*. Wpisz w jego pola:

- **Nazwa zmiennej:** **LANG;**
- **Wartość zmiennej:** **C.**

i naciśnij **OK** (Rysunek 1.4.2).

To wszystko: nowa zmienna środowiskowa została dodana do systemu (Rysunek 1.4.3):



Rysunek 1.4.2 Windows: dopisywanie nowej zmiennej środowiskowej

Rysunek 1.4.3 Dodana zmienna środowiskowa **LANG**

Gdybyś się chciał za jakiś czas przełączyć z powrotem na język polski — możesz to zrobić w oknie *Zmienne środowiskowe* dwoma drogami:

- zmieniając (przyciskiem **Edytuj**) wartość zmiennej **LANG** z "C" na "pl";
- usuwając (przyciskiem **Usuń**) zmienną środowiskową **LANG**;

Rozdział 2. Przygotowanie rysunków samolotu

W tym rozdziale przedstawię metodę przygotowania rysunków samolotu, które wykorzystamy jako wzorzec w Blenderze. Zrobię to tu na przykładzie P-40, ale tok postępowania jest taki sam dla każdego innego samolotu.

W tym rozdziale posłużę się dwoma programami:

- GIMP (wersja 2.66): jest to edytor obrazów rastrowych;
- Inkscape (wersja 0.46): jest to edytor obrazów wektorowych.

Model cyfrowy powstaje na podstawie rysunków wzorcowych — rzutu z boku, góry, dołu, przodu, ewentualnie także z tyłu. Rysunki takie muszą być **dokładne**. Inaczej tylko utrudnią nam pracę¹.

Na szczęście mamy w Polsce co najmniej dwa dobre plany modelarskie P-40, opracowane przez dwóch różnych autorów:

- Jacka Jackiewicza — rysunki opublikowane w monografii "Curtiss P-40", wydanej w latach 2000-2001 przez AJ Press, w ramach serii "Monografie lotnicze" (zeszyty nr 64, 65, 66);
- Mariusza Łukasika — rysunki opublikowane w monografii "Curtiss P-40", wydanej w latach 2008-2009 przez Kagero, w ramach serii "Monografie" (zeszyty nr 36, 40)

Jeżeli chcesz samodzielnie wykonać model P-40, gorąco polecam zakup co najmniej jednej z podanych powyżej publikacji. W materiałach załączonych do tej książki nie ma rysunków (byłoby to naruszenie praw ich autorów). Rysunki to zresztą nie wszystko - podczas pracy nieodzowne są także bliskie zdjęcia różnych części samolotu. Takie zdjęcia znajdziesz w Internecie, są także publikowane w specjalnych wydawnictwach dla modelarzy, nazywanych po angielsku "*walk around*". Na przykład, na potrzeby tej pracy kupiłem zeszyt "Kittyhawk I/IA", wydawnictwa Model Detail Photo Monograph (zeszyt nr 14). Zawiera ponad 100 fotografii i szkiców fragmentów P-40E. Właściwie im bardziej szczegółowy zamierzasz zbudować model, tym więcej takich materiałów powinienś zgromadzić. Na pewno się przydadzą!

Wróćmy jednak do naszych rysunków: należy je zamienić na obrazy komputerowe, więc trzeba je zeskanować. W sumie jest to jedyny moment, gdy potrzebujesz skorzystać ze skanera. Nie stosuj jakichś wysokich rozdzielczości - obraz zeskanowany w trybie 300x300 dpi jest zupełnie dobry.

Przy okazji przygotowywania rysunków, będę się starał dokładnie zweryfikować poprawność kształtu samolotu. Może i robimy model uproszczony, ale to uproszczenie ma polegać na rezygnacji z wielu szczegółów. Bryły, które teraz uformujemy, posłużą nam później do stworzenia dokładniejszych wersji. Stąd nie ma tu miejsca na jakąś "taryfę ulgową". Sam się przekonasz, ile i jakiego rodzaju błędów potrafią zawierać nawet szczegółowe plany.

W tym rozdziale pokażę podstawowy proces przygotowania rysunków. Trzeba je wyprostować, sprawdzić poprawność proporcji i zapisać w plikach o ujednoliconych wymiarach. Użyjemy do tego Gimpa. Po zapoznaniu się z tymi sekcjami będziesz w stanie sam przygotować zestaw rysunków, których użyjesz w Blenderze.

Jeżeli chciałbyś dowiedzieć się, jak można dokładniej zweryfikować plany² — polecam Rozdział 9 ("Szczegółowa weryfikacja planów samolotu"), na str. 539. Porównuję tam rysunek, jaki przygotowaliśmy, z fragmentami rysunków fabrycznych P-40, a także ze zdjęciami. Korekty kształtu nanoszę w Inkscape. Tam ostatecznie możesz sprawdzić, na ile nasze rysunki nie kłamią! Metody, które stosuję, mogą być wykorzystane nawet do opracowywania nowych planów modelarskich.

¹ Gdy płat na rysunku z góry wypada w innym miejscu kadłuba niż na rysunku z boku - zaczyna się problem. Podobnie, gdy na planach statecznik lewy ma nieco inny obrys niż statecznik prawy. I który jest poprawny? Takie błędy dość często są popełniane, nawet na planach modelarskich. Mylić się jest rzeczą ludzką, a nie darmo stare powiedzeniem kreślarzy brzmi: "papier zniesie wszystko".

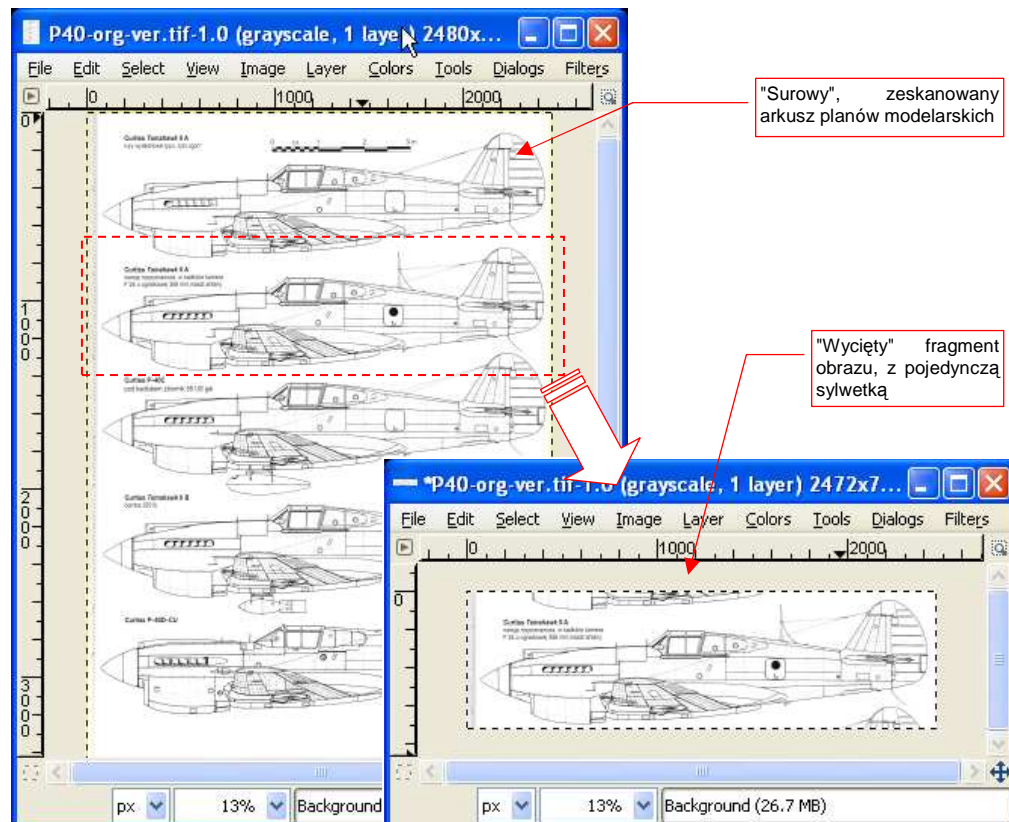
² Gratuluję — to cecha prawdziwego modelarza!

2.1 Przygotowanie rzutu z lewej

Rysunki po zeskanowaniu nie nadają się do natychmiastowego użycia. Zazwyczaj są mniej lub bardziej zniekształcone - na przykład osie samolotu nie są idealnie poziome lub pionowe. Mogą im się także przytrafić problemy z wzajemną prostokątnością. Takie rzeczy trzeba sprawdzić i skorygować. Stworzymy w ten sposób ich poprawione wersje - każdy rzut w oddzielnym pliku. Najłatwiej jest to zrobić w Gimpie. (Jeżeli zupełnie nie znasz tego programu — patrz "Wprowadzenie", str. 623).

Wczytaj do Gimp'a jeden z zeskanowanych arkuszy, zawierający rzut z boku (szczegóły — str. 625). Zazwyczaj najlepiej jest użyć w tym celu jednego z głównych arkuszy planów. Raczej nie korzystaj z zestawienia różnych wersji samolotu. (Na rysunkach robionych metodą tradycyjną — w tuszu — zestawienie sylwetek wersji jest zawsze narysowane mniej starannie.) W tym konkretnym przypadku — publikacji AJ-Press — był z tym problem. Rzut z lewej znajduje się w niej поблизу szwu zeszytu. W takim miejscu podczas skanowania kartka jest nieco wygięta, i rzut z boku wychodził zdeformowany. Nie chciałem rozcinać stron, i w ten sposób niszczyć zeszytu. Przyjrzałem się więc dokładnie innym arkuszom planów. Na rysunkach Jacka Jackiewicza zestawienie wersji samolotu wydawało się jednak tak samo dokładne, jak główny rzut. Zdecydowałem się więc z nich skorzystać, bo były najmniej zniekształcone przez wygięcie skanowanej strony.

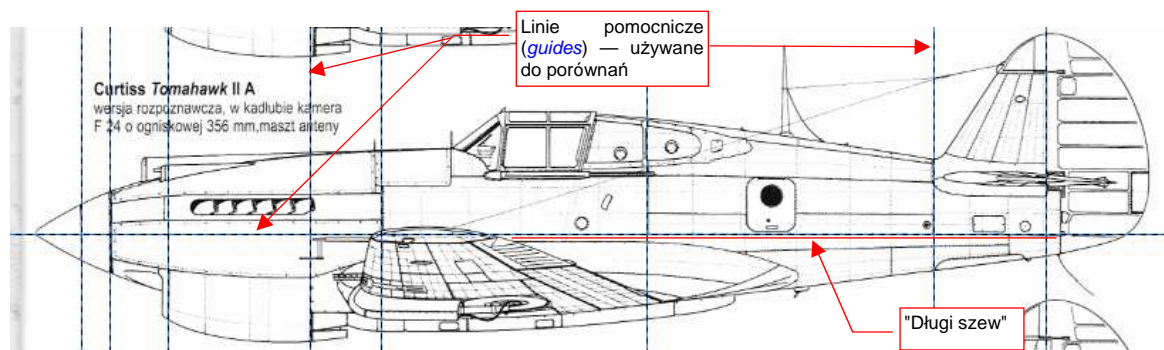
Rysunek 2.1.1 pokazuje, jak w Gimpie może wyglądać materiał "wejściowy" — zeskanowany arkusz planów modelarskich.



Rysunek 2.1.1 Wycięcie z planów modelarskich pojedynczego rzutu z lewej (w GIMP)

Wytnij z tego obrazu fragment, zawierający pojedynczy rzut z boku (szczegóły — patrz str. 629).

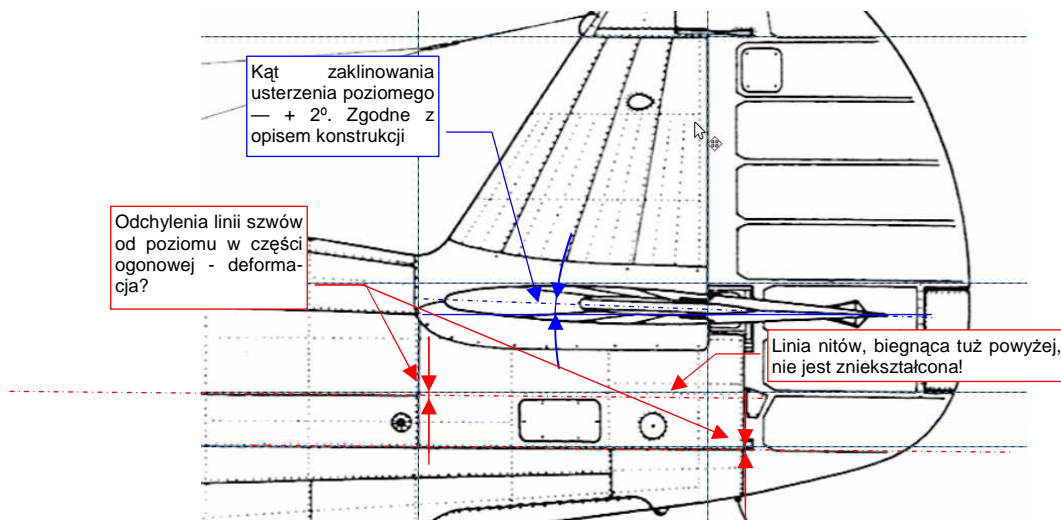
Teraz sprawdzimy, czy rysunek nie jest obrócony ani przekoszony. Umieść linie pomocnicze (*guides*: szczegóły — patrz str. 632) na kluczowych liniach konstrukcyjnych, o których wiesz, że powinny być pionowe lub poziome (Rysunek 2.1.2):



Rysunek 2.1.2 Przykładowe rozmieszczenie linii pomocniczych

Zapewne zapytacie, skąd wiem, które łączenia blach na kadłubie P-40 były pionowe lub poziome. No cóż, nie ma na to precyzyjnej odpowiedzi. Zacznijmy od poziomych. Na każdym rysunku i wielu zdjęciach widać na kadłubie długi "szew", ciągnący się od ogona do okapotowania silnika (Rysunek 2.1.2). Jego linia przebiega odrobinę poniżej osi śmigła. W opisie technicznym samolotu można wyczytać, że kadłub P-40 był składany z dwóch połówek: górnej i dolnej. Co więcej, na zachowanych zdjęciach z odbudowy pewnego nowozelandzkiego P-40N widać, że granica podziału biegnie właśnie wzdłuż tego szwu. Wydaje się to tym bardziej prawdopodobne, że blachy w P-40 były łączone "na zakładkę". Krawędź dolnej połówki kadłuba — ta niewidoczna, schowana "pod zakładką" — znajduje się jakieś 2 cm powyżej szwu. Wygląda na to, że leży na osi śmigła. To prawdopodobnie ślad po oryginalnej osi samolotu, jaka występowała na jego rysunkach konstrukcyjnych. Linie pionowe, które sprawdzam — są to po prostu linie głównych wręg. Krawędź steru kierunku — zakładam, że jest prostopadła do osi, bo na taką wygląda. (Zazwyczaj technolodzy, gdy robią już coś ukośnego, to jest to pochylone o jakiś znaczący kąt, a nie o ułamek stopnia).

W dużym pomniejszeniu szwy na rysunku zdają się doskonale przylegać do linii pomocniczych. Czy tak jest jednak na pewno? Trzeba to sprawdzić w większym zbliżeniu. (Zmiana widoku w GIMP — patrz str. 633.) Przejrzyj rysunek fragment po fragmencie, w powiększeniu. W strefie silnika i wokół kabiny wszystkie linie wydają się być w porządku. (Nie widać odchyłeń narysowanych linii szwów od linii pomocniczych). Kłopot zaczyna się na ogonie (Rysunek 2.1.3). Linia głównego szwu, biegnąca poziomo przez cały kadłub, w tym obszarze wyraźnie jest zagięta w dół. Nie jest to duże odchylenie, ale wykracza poza tolerancję "zamiany linii na piksele", dokonywanej przez skaner. Co więcej, linia szwu biegnącego powyżej jest odchylona w podobny sposób.



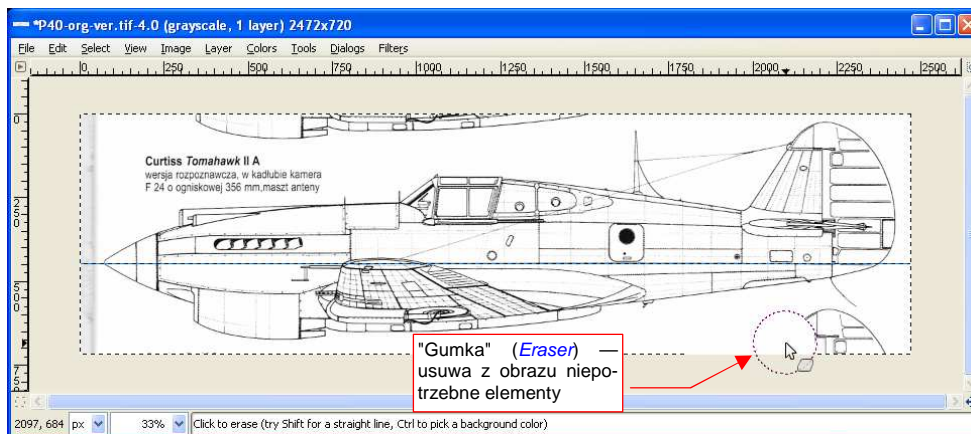
Rysunek 2.1.3 Szczegółowe sprawdzanie równoległości linii rysunku - odchylenia na ogonie

To mogłoby wskazywać na deformację rysunku w tylnej części, wywołaną np. nieznacznym wygięciem strony podczas skanowania. W takim jednak przypadku wszystkie linie w tym obszarze byłyby zdeformowane w ten sam sposób. A tak nie jest. Nałożyłem dodatkową linię pomocniczą na rząd nitów, biegnących tuż powyżej jednej ze zdeformowanych linii. Nie ma odchyień! Zmierzyłem kąt zaklinowania statecznika poziomego — zgodnie z opisem technicznym samolotu powinien wynosić $+2^\circ$ — i tak jest! Więc co o tym sądzić?

Przyjrzyjmy się dokładniej. Rysunek Jacka Jackiewicza, który tu analizujemy, wygląda na wykonywany metodą tradycyjną. (Kreślony najpierw ołówkiem, potem — poprzez kalkę — tuszem.) Sądzę tak, gdyż poszczególne linie wydają się być odrobinę nierówne. Odstępy pomiędzy kropkami nitów są różne w różnych miejscach¹. Wygląda na to, że odchylenia, znalezione na tym rysunku to drobna pomyłka, wynikająca z ręcznego wykonania. Widać linijka podczas kreślenia została przyłożona odrobinę nierówno do kalki. Pozostaje tylko pamiętać, podczas korzystania z rysunku, że na ogonie dwie linie są narysowane z drobnym błędem.

No dobrze, rzut z boku jest już przycięty i sprawdzony. Korekty w postaci drobnego obrotu nie potrzebuje, bo odpowiednie linie są poziome i pionowe. Teraz pozostaje usunąć z niego niepotrzebne resztki innych sylwetek, a potem zapisać na dysk jako oddzielny plik.

Do usunięcia z rysunku pozostałości innych sylwetek użyj "gumki" (Rysunek 2.1.4, szczegóły — str. 636):



Rysunek 2.1.4 Wymazywanie z rysunku niepotrzebnych elementów

Gdy oczyścimy obraz z "należałości" - czas go zapisać do oddzielnego pliku (szczegóły - patrz str. 629). Proponuję nadać obrazowi nazwę składającą się z:

- krótkiego **oznaczenia typu**,
- **inicjałów autora** (bo będziemy korzystać z obydwu),
- **nazwy rzutu** ("Left", "Top", "Bottom", "Right", "Front", "Back").

Proponuję także nadać mu rozszerzenie **.tif**. (GIMP wybiera format zapisu na podstawie rozszerzenia nazwy pliku — ".tif" oznacza zapis w popularnym formacie TIFF).

Ostatecznie przygotowany plik będzie nosił nazwę: **P40B-JJ-Left.tif**. Będzie tak nazywany w całej książce. Przyznam, że uprościłem nieco oznaczenie tego samolotu. Ściśle rzecz biorąc, to sylwetka Curtiss Tomahawk IIA dostosowanego do celów rozpoznania. (Posiada kamerę w luku kadłuba i dodatkową antenę.) W istocie jednak ten typ (oznaczenie fabryczne Hawk 81-A2) był eksportową wersją P-40B, produkowanych równolegle dla USAAC. Antenę i kamerę podczas tworzenia modelu P-40B zignoruję, i wszystko będzie w porządku.

¹ Porównaj go z rysunkiem Mariusza Łukasika, który - dam sobie rękę uciąć - był robiony na komputerze. Inaczej nie miałyby tylu identycznych "powtarzalnych" szczegółów, jak nity.

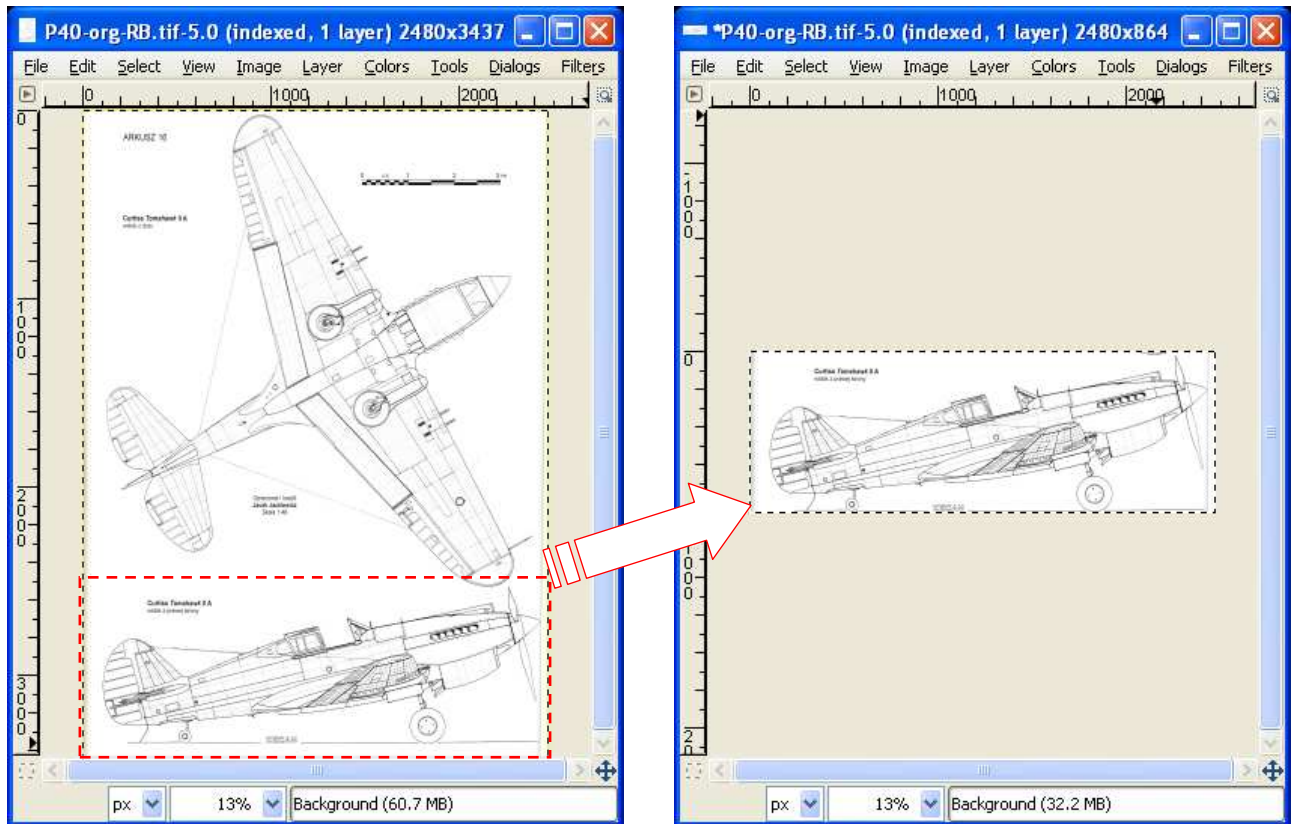
Podsumowanie

- Przygotowanie zestawu rysunków, potrzebnych do stworzenia modelu, zawsze zaczynaj od rzutu z lewej. Ten rzut jest najczęściej najdokładniejszy¹. Staraj się unikać pobierania rzutu z lewej z mniej ważnych fragmentów planów, np. zestawienia różnych wersji samolotu.
- Każdy rzut kadrujemy z zeskanowanego arkusza planów modelarskich do oddzielnego pliku. (Zazwyczaj każdy arkusz planów zawiera więcej niż jeden rzut).
- Sprawdzamy, czy uzyskany obraz nie ma deformacji. (Gdyby były, należałoby je skorygować - patrz następna sekcja tego rozdziału).
- Usuwamy niepotrzebne fragmenty obrazu (zazwyczaj resztki innych rysunków).
- Gotowy rysunek zapisujemy na dysk pod nową nazwą. Warto tu przyjąć jakąś zasadę nazewnictwa — ułatwi nam to później pracę.

¹ Wynika to stąd, że najwięcej zdjęć samolotów to zdjęcia poziome - z boku lub z przodu. Zresztą wielu kreślarzy często zupełnie odruchowo zaczyna tworzenie rysunku właśnie od rzutu z lewej. Używa później tej sylwetki jako odniesienia przy rysowaniu pozostałych rzutów samolotu

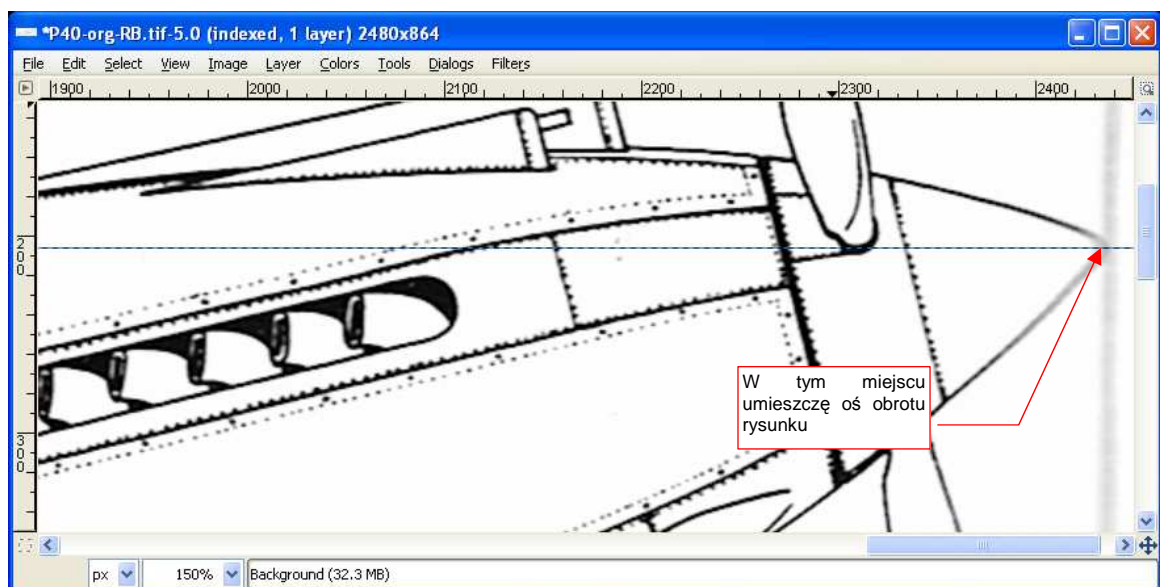
2.2 Przygotowanie rzutu z prawej

Przygotujmy teraz - w podobny sposób jak rzut z lewej - rysunek prawej strony. Zazwyczaj wybieram na ten rzut jakąś wersję z otwartym podwoziem. Podobnie jak rzut z lewej, odpowiednio ją kadrujemy (Rysunek 2.2.1):



Rysunek 2.2.1 Wykadrowanie rzutu z prawej

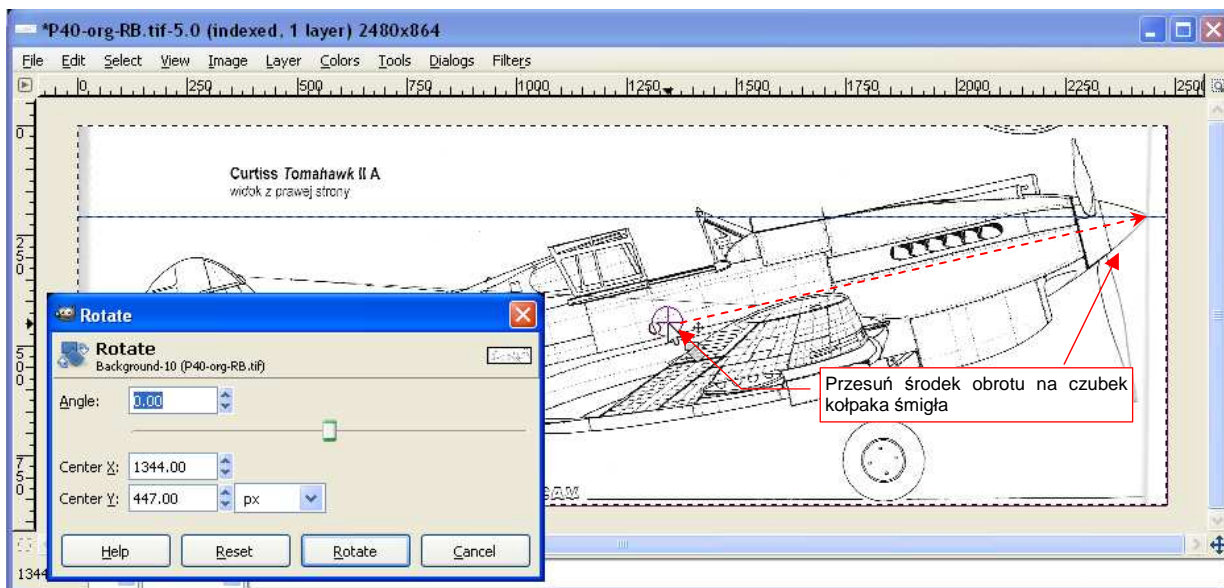
Teraz powinniśmy rysunek obrócić, aby ustawić sylwetkę poziomo. Wcześniej dodaj poziomą linię pomocniczą. Ustaw ją tak, by przechodziła przez czubek kołpaka śmigła (Rysunek 2.2.2). (W tym punkcie umieścimy oś obrotu):



Rysunek 2.2.2 Umieszczenie poziomej linii odniesienia

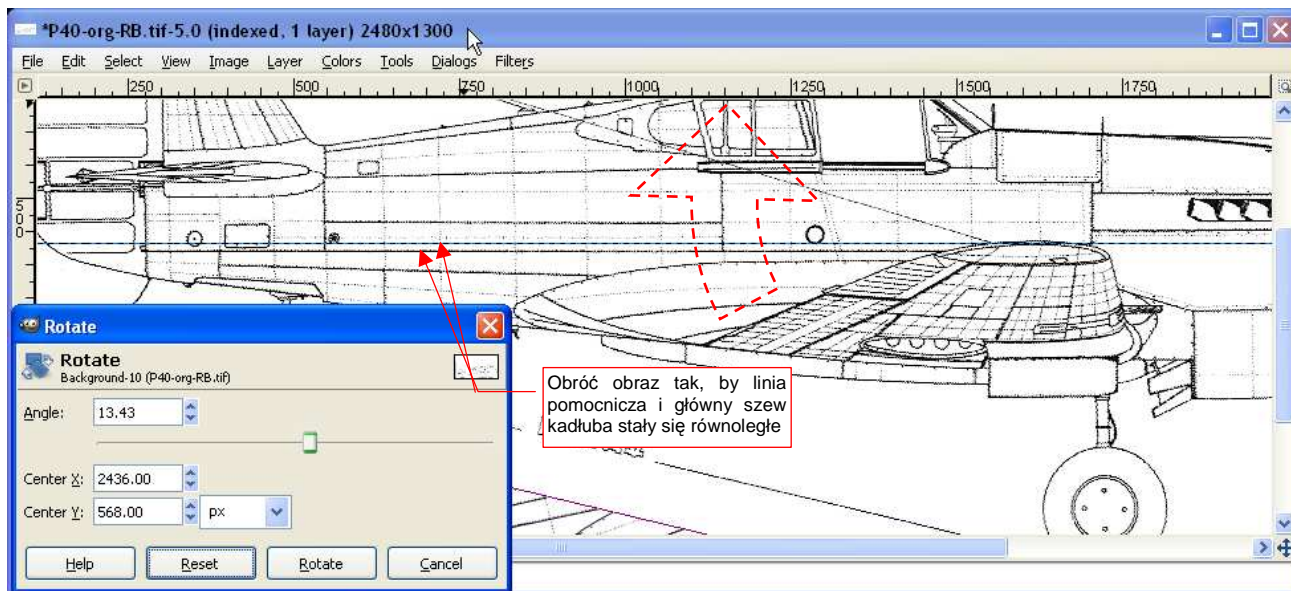
Trzeba jeszcze zwiększyć rozmiar obrazu w kierunku pionowym o jakieś 70%, aby zmieścił się w nim "wyprostowany" (obrotem) rzut z boku (szczegóły — str.637). Inaczej statecznik poziomy znajdzie się poza rysunkiem.

Przygotowania do obrotu zakończone - linia pomocnicza jest na miejscu, rozmiar obrazu odpowiednio powiększony. Rozpocznij obrót. Zacznij od przesunięcia środka tam, gdzie linia pomocnicza przecina kołpak śmigła (Rysunek 2.2.3 — szczegóły str. 653):



Rysunek 2.2.3 Sylwetka samolotu przed obrotem

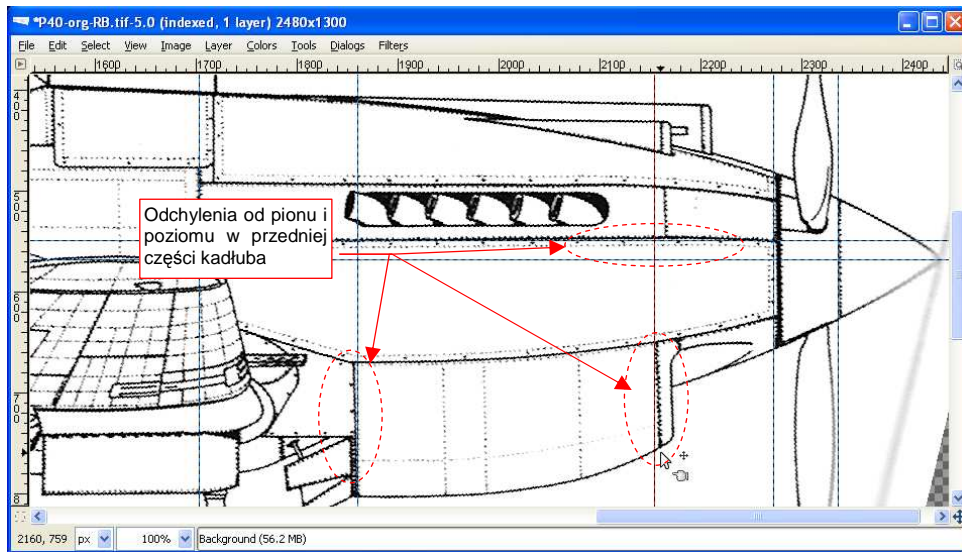
Podczas obracania staraj się doprowadzić do sytuacji, gdy linia pomocnicza będzie równoległa do głównego szwu kadłuba (Rysunek 2.2.4). Wartość, przy której to osiągnęliśmy — 13.43° — jest niemal idealnie zgodna z rysunkami gabarytowymi Curtiss (13.30°).



Rysunek 2.2.4 Sylwetka samolotu po obrocie

Po zatwierdzeniu obrotu porównaj kluczowe linie otrzymanego rzutu z prawej z opracowanym poprzednio rzutem z lewej (np. Rysunek 2.1.2). Przyjrzyj się uważnie naniesionej tam linii pomocniczej - także biegnie od czubka kołpaka śmigła, ale niemal dotyka głównego szwu kadłuba. A na naszym rzucie (Rysunek 2.2.4), jest od niego zdecydowanie odsunięta. Wygląda na to, że rzut z prawej ma wyżej podniesiony nos samolotu od rzutu z lewej!

Popatrzmy uważniej na ten obszar (Rysunek 2.2.5):



Rysunek 2.2.5 Zniekształcenie nosa samolotu (rzut z prawej)

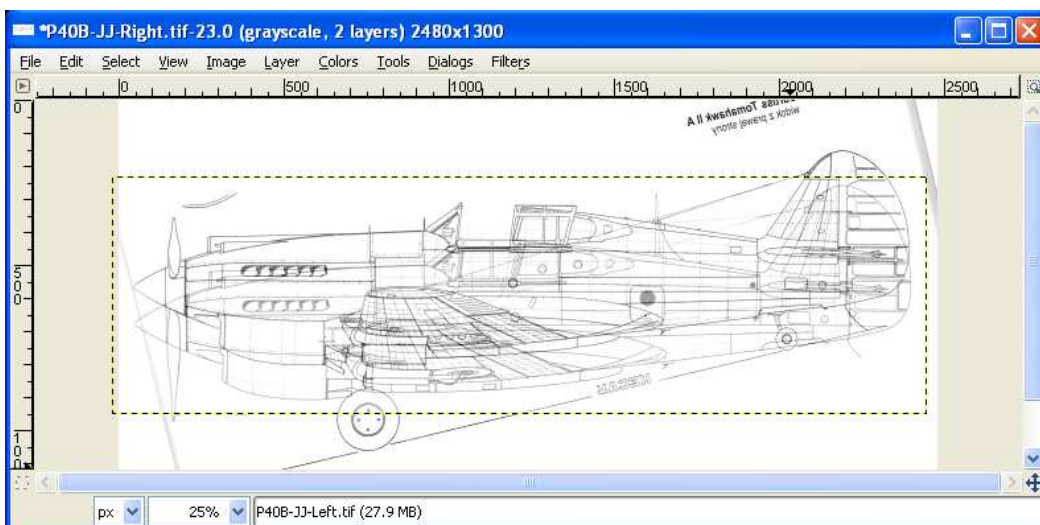
Tym razem to nie jest błąd autora — wygląda na to, że przód samolotu jest wygięty do góry. Przyczyną było najprawdopodobniej wygięcie w tym miejscu strony podczas skanowania. (Ten fragment był niedaleko od szwu zeszytu monografii, takie wygięcia mogą się zdarzyć.)

W sumie - nie wiadomo, czy rysunek nie zawiera innych, mniej rzucających się w oczy różnic. Najlepiej byłoby nałożyć na siebie obydwa rzuty - z prawej i lewej, i sprawdzić, gdzie ich linie się "rozjeżdżają". (Takie nałożenie to bardzo wymagający test dla rysunków kreślonych ręcznie. Człowiek praktycznie nie jest w stanie narysować w sposób identyczny dwóch tak złożonych kształtów).

GIMP umożliwia taką operację. Dodamy rzut z lewej jako oddzielną warstwę rysunku. Następnie zwiększymy przejrzystość tej warstwy, by widać było jednocześnie linie obydwu sylwetek.

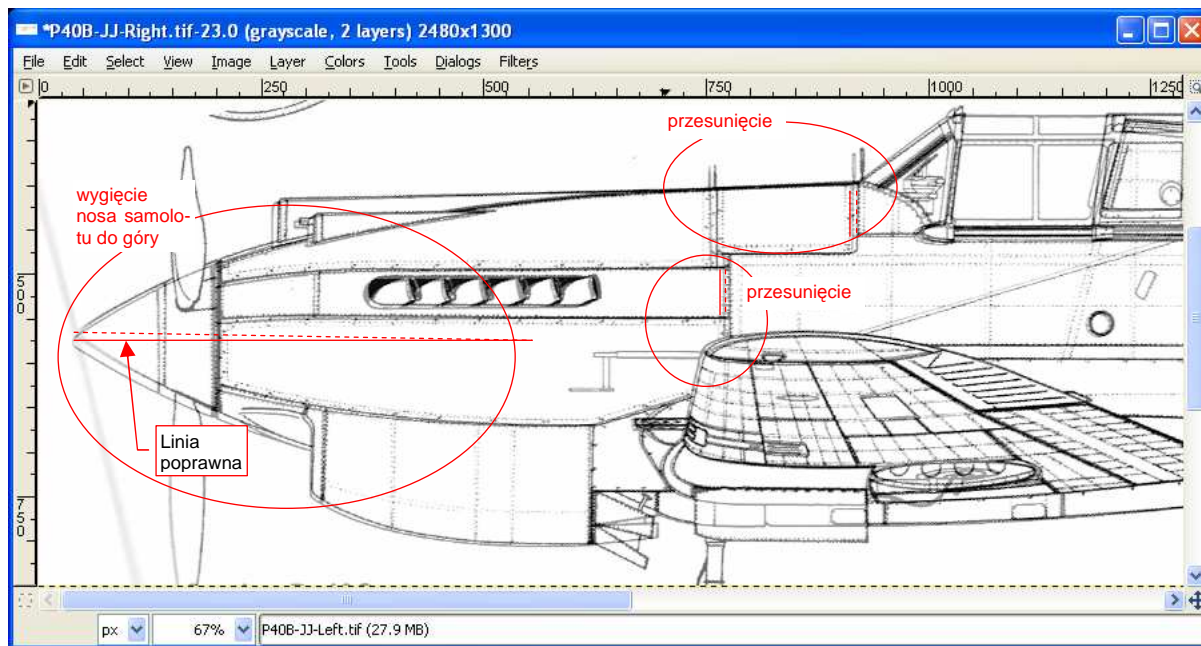
Aby porównać rysunek z rzutem z lewej, wykonaj lustrzane odbicie aktualnego obrazu (**Image**→**Transform**→**Filp Horizontally**). (Nie martw się, na koniec wykonamy je znowu, aby powrócić "na właściwą stronę").

Teraz wczytaj plik **P40B-JJ-Left.tif** jako nową warstwę., i zwiększ jej przejrzystość (szczegóły — str. 638, 641). Rysunek 2.2.6 pokazuje, jak takie złożenie może początkowo wyglądać:

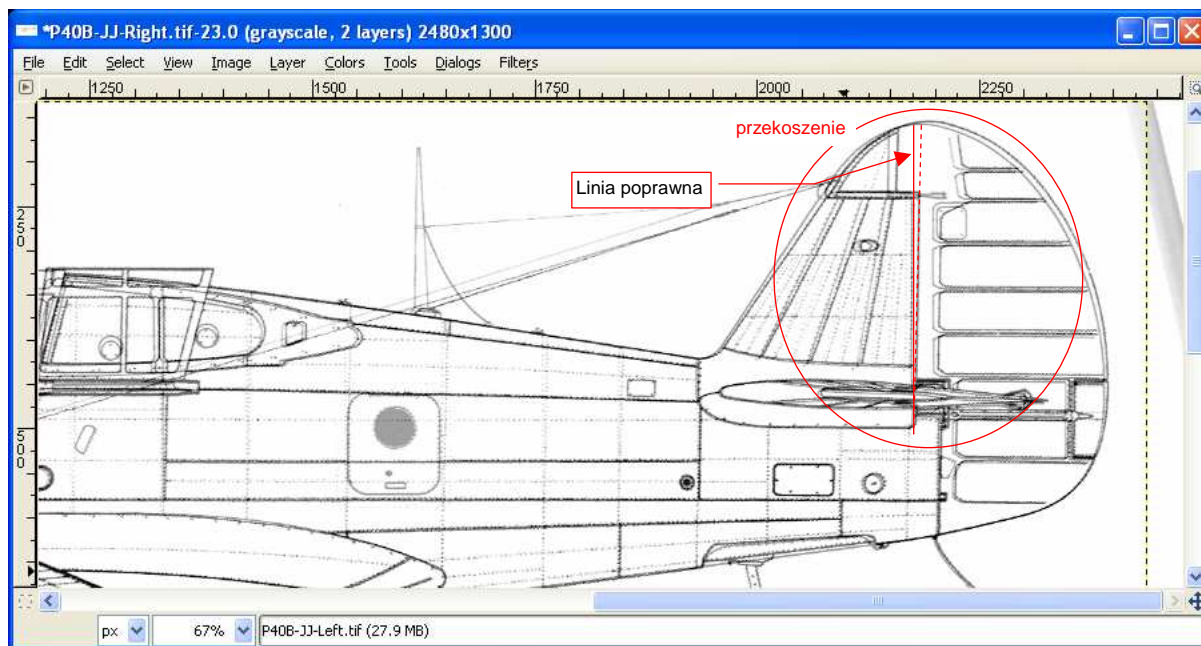


Rysunek 2.2.6 Efekt włączenia przejrzystości na górnej warstwie obrazu

Warstwa z wczytanym rzutem z lewej nazywa się tak jak plik — *P40B-JJ-Left.tif*. Nasuń ją na rysunek prześwitujący "spod spodu" (szczegóły — str. 654). Podczas dopasowywania położenia rzutów największą uwagę zwracaj na takie linie charakterystyczne, jak główne szwy oraz krawędzie sterów. (Wszystko to, co jest narysowane prostymi liniami i wyznacza ważne miejsca konstrukcyjne.) Pamiętaj, że na rysunkach kreślonych ręcznie różnice mogą wystąpić na wszelkich krzywiznach. (Na przykład — obrysy kadłuba lub steru kierunku mogą się różnić.) Nałóż na siebie sylwetki tak, aby w tym samym miejscu był się główny szew kadłuba, oraz ostatnia wręga. Przyjrzyjmy się rezultatom. Wygląda na to, że środek kadłuba jest narysowany na obydwu sylwetkach dokładnie tak samo. Różnice pojawiły się z przodu (Rysunek 2.2.7) i na ogonie (Rysunek 2.2.8).

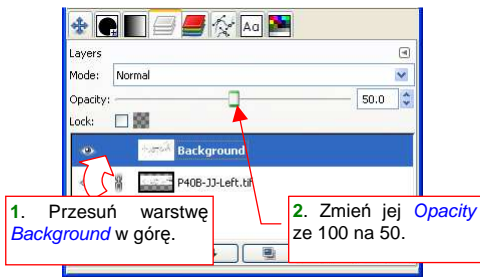


Rysunek 2.2.7 Porównanie dwóch sylwetek z tych samych planów - część przednia



Rysunek 2.2.8 Porównanie dwóch sylwetek z tych samych planów - część tylna

Widoczne są wyraźne odchylenia kształtu statecznika i steru kierunku. Sądzę, że jest to przekoszenie. (Linie żeber i inne linie, które powinny być poziome, są poziome. Linie pionowe za to są pochylone. A to świadczy o tym, że nie jest to obrót).



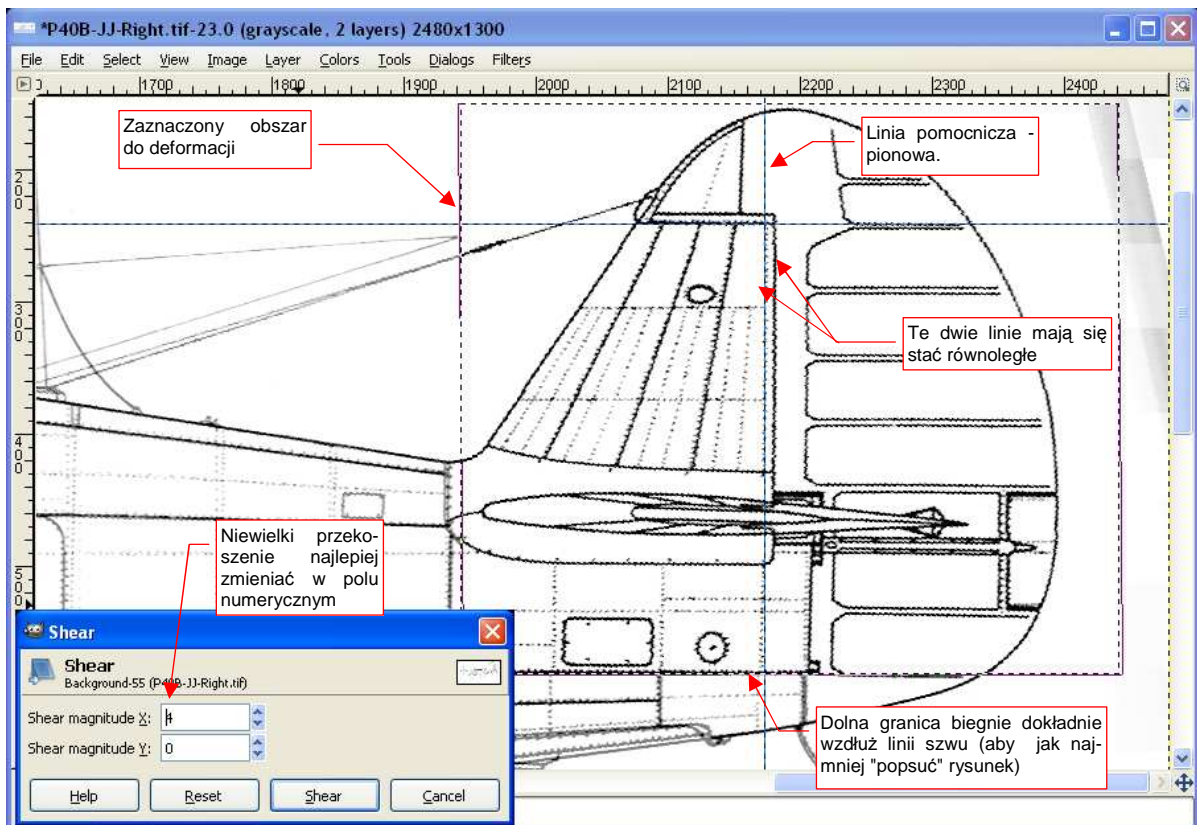
Rysunek 2.2.9 Zmiana kolejności warstw i ich "przejrzystości"

Nim zaczniemy korygować znalezione różnice, musimy zmienić kolejność warstw. W zakładce sterującej warstwami:

1. Włącz pełną nieprzejrzystość warstwy **P40B-JJ-Left** (*Opacity* na 100%);
2. Przesuń na liście warstwę *Background* tak, by znalazła się u samej góry;
3. Zmień nieprzejrzystość warstwy *Background* (*Opacity* na 50%);

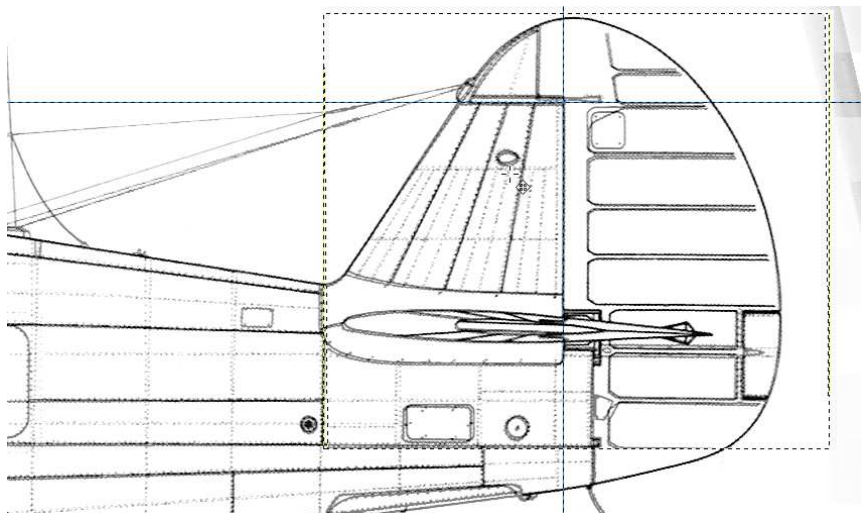
Zacniemy od skorygowania przekoszenia ogona. Ustaw linię pomocniczą tak, by wyznaczała prawidłowe położenie końcowej krawędzi kadłuba (Rysunek 2.2.10). (Jest to jednocześnie miejsce, gdzie zaczyna się ster kierunku). To nasz wzór, na którym będziemy sprawdzać, czy krawędź steru stała się już pionowa.

Zaznacz na rysunku prostokątny obszar (szczegóły — str. 644). Tę deformację poprawimy także przekoszeniem (*Tools* → *Transform Tools* → *Shear* — szczegóły na str. 655), tylko w drugą stronę.



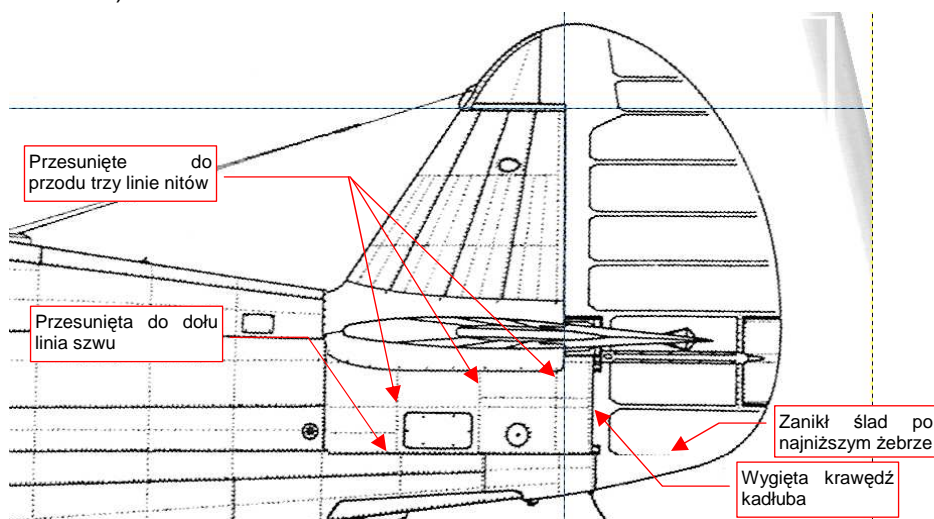
Rysunek 2.2.10 Prostowanie (przez przekoszenie) obszaru usterzenia

Rysunek 2.2.11 przedstawia uzyskany efekt — uzgodniony obrys usterzenia pionowego.



Rysunek 2.2.11 Obrys statecznika po korekcie

Przy takich transformacjach, dokonywanych na obrazach rastrowych, zawsze wystąpią efekty uboczne. W oknie głównym zmień nieprzejrystość aktualnej warstwy z powrotem na 100. Teraz zobaczymy, co nam na rysunku się popsło (Rysunek 2.2.12):



Rysunek 2.2.12 Niedokładności, o których trzeba pamiętać (aby ich nie przenieść na model)

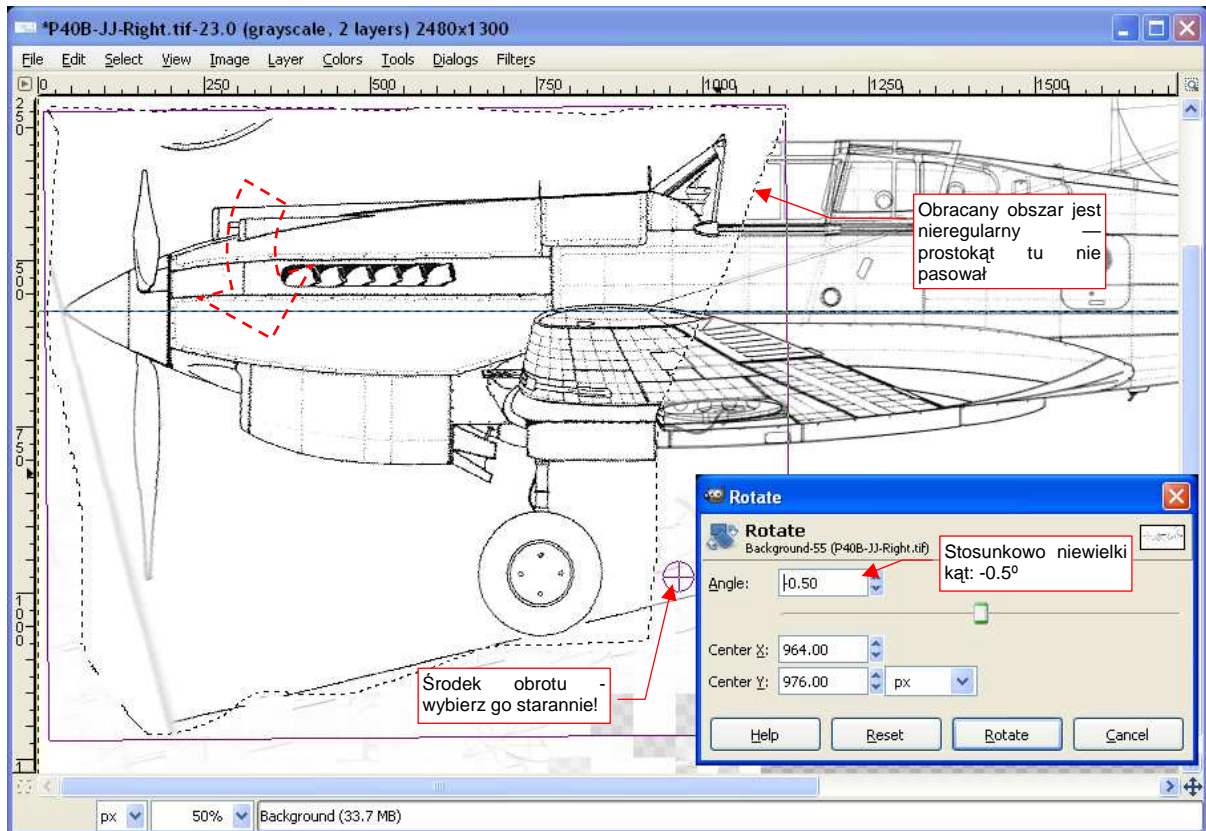
Przyglądając się efektom, z ulgą można stwierdzić, że defekty są stosunkowo niewielkie (Rysunek 2.2.12):

- przesunęły się trzy linie nitów (ale, dzięki pozostałości u dołu, widać gdzie być powinny),
- fragment głównego szwu kadłuba jest odrobinę przesunięty do dołu (ale widać, gdzie powinna przebiegać);
- tylna krawędź kadłuba jest lekko wykrzywiona;
- zanika najniższe żebro steru kierunku.

Moglibyśmy jeszcze raz użyć narzędzi Gimpa, aby poprawić te błędy. Naszym ostatecznym celem nie jest jednak naprawa planów P-40. Korygujemy rysunki tylko w takim zakresie, by wystarczyły do stworzenia jak najdokładniejszego modelu. Najważniejszą rzeczą jest zgodność kształtu. W przypadku drobnych nieprawidłowości w liniach nitów lub szwów wystarczy pamiętać, że ten obraz był w tym miejscu poprawiany. Podczas modelowania zignorujemy te różnice, traktując rzut z lewej jako wzór.

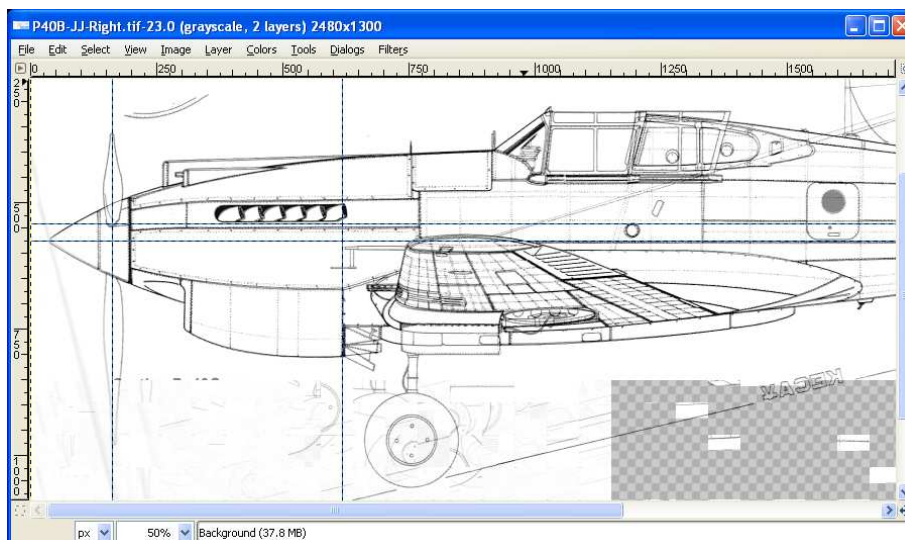
Otwartą sprawą pozostaje kwestia, skąd wzięła się ta poprawiona deformacja. Przypuszczam, że może być efektem odkształcenia podczas druku. Inną możliwością jest pomyłka autora planów. W każdym razie takie różnice pozwalają nam ocenić granice możliwego błędu przygotowywanych rysunków.

Do prostowania przodu samolotu użyjemy obrotu (Rysunek 2.2.13):



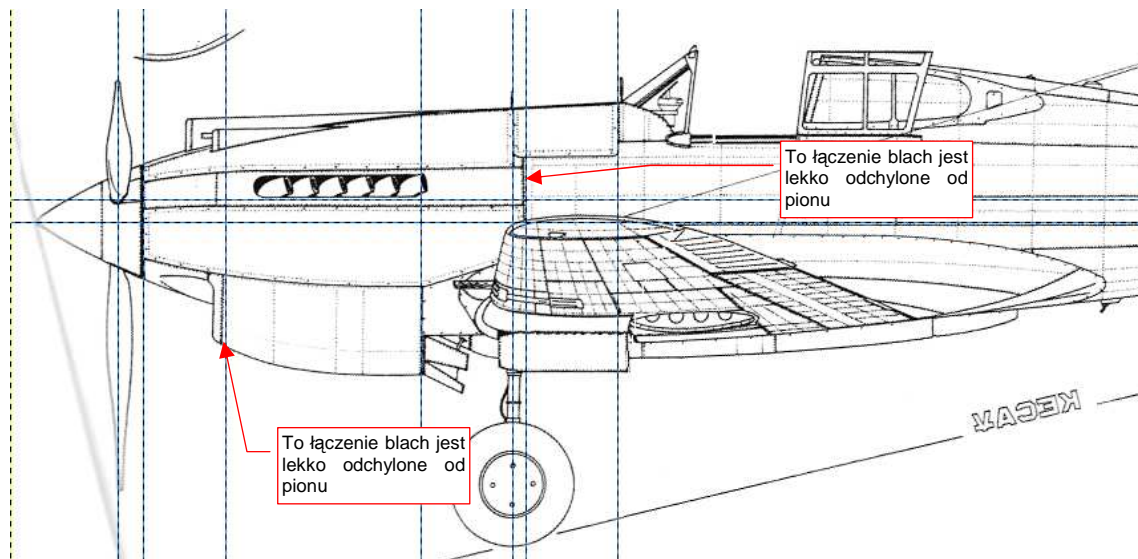
Rysunek 2.2.13 Prostowanie przodu samolotu

Zwróć uwagę, że linie łączeń blach pod skrzydłem są zgodne, a kabiny, położonej ponad nimi - nie. Tego obszaru nie można "wybrać prostokątem". Zastosuj inną metodę selekcji — dowolnym obrysem (szczegóły — str. 645). Ważne jest także takie dobranie punktu obrotu, aby wiatrochron kabiny nie uniósł się do góry. Jednocześnie linie łączenia blach przed wiatrochronem powinny przesunąć się do przodu. Rysunek 2.2.13 pokazuje położenie osi obrotu, dla której efekt końcowy wydaje się całkiem zadowalający (por. Rysunek 2.2.14 - z Rysunek 2.2.7, str. 34):



Rysunek 2.2.14 Wyprostowany nos samolotu (obydwie sylwetki są na siebie nałożone)

W wyniku obrotu nosa obydwie sylwetki niemal idealnie się pokryły (Rysunek 2.2.15). Jedynie celownik przed kabiną jest odrobinę wyżej. Właściwie tylko po różnicy w pozycji odsuniętej owiewki można poznać, że są tu nałożone na siebie dwa rysunki. Niemal udało się uniknąć "ubocznych" deformacji:



Rysunek 2.2.15 Niedokładności, pozostałe po wyprostowaniu nosa samolotu

Końcówki śmigła leżą (w zakresie akceptowalnej tolerancji) na tej samej linii pionowej. Większość łączeń blach przyjęła poprawne położenia, za wyjątkiem dwóch (Rysunek 2.2.15). (Będzie trzeba o nich pamiętać).

Gotowy obraz przetrzucić z powrotem w poziomie w przeciwną stronę (*Image→Transform→Filp Horizontally*).

Na koniec usuń warstwę z rzutem z lewej (szczegóły — str. 643) — nie będziemy jej więcej używać. Oczyszczyć rysunek z niepotrzebnych linii (str. 636) i zapisz pod nazwą **P40B-JJ-Right.tif**.

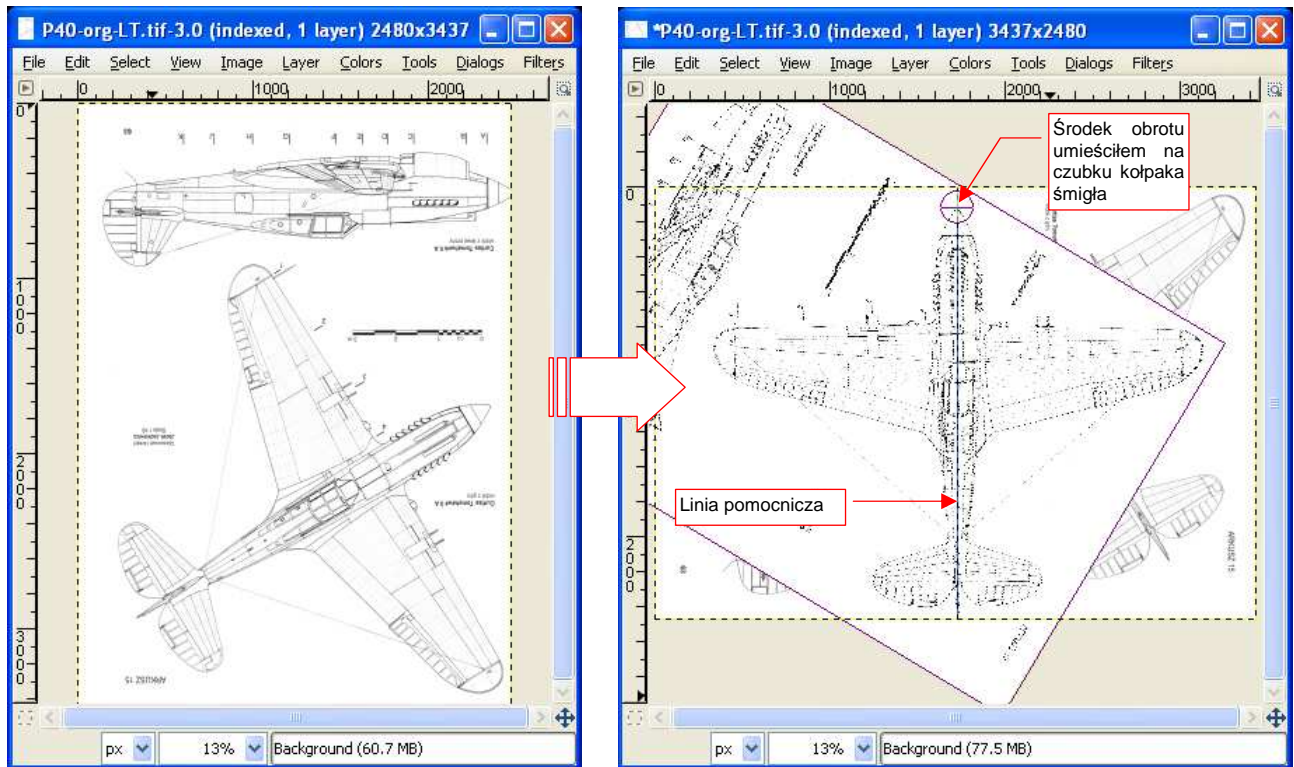
Podsumowanie

- W tej sekcji poznałeś typowe techniki wykrywania deformacji
 - najpierw porównuj rysunek z liniami pomocniczymi;
 - potem porównaj z rzutem z przeciwnej strony;
- Gdy wykryliśmy deformacje, korygowaliśmy je za pomocą różnych transformacji:
 - obrotu (pamiętaj, ważne jest położenie środka tej transformacji!);
 - przekoszenia (*shear*);
 - przesunięcia;
 - zmiany skali w jednym kierunku (zobaczysz w następnej sekcji);
- Podczas korygowania używaj linii pomocniczych, które pozwolą Ci w trakcie transformacji na bieżąco sprawdzać, czy osiągnąłeś już cel.

2.3 Przygotowanie rzutu z góry

W sylwetkach bocznych samolotu, które do tej pory opracowaliśmy, koncentrowaliśmy przede wszystkim na odchyleniach od osi poziomej. To dlatego, że wysokość rzutu z boku jest o wiele mniejsza od jego długości. Pewne deformacje wzdłuż osi Y, nawet jeżeli istnieją, powodują odchylenia mieszczące się w granicach tolerancji.

Zupełnie inaczej jest z rzutem z góry lub z dołu. Tutaj ważne są obydwa kierunki, i każdy z nich musi być starannie sprawdzony. Pokażę to na przykładzie przygotowywania rzutu z góry z rysunków Jacka Jackiewicza.



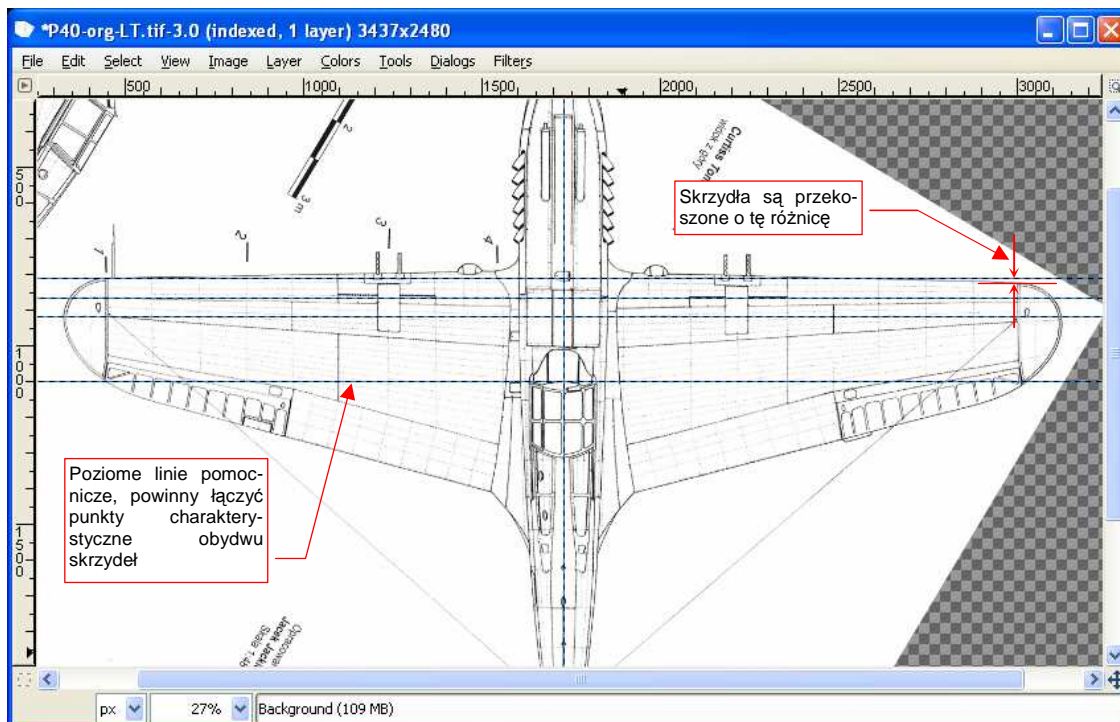
Rysunek 2.3.1 "Wyprostowanie" rzutu z góry, poprzez obrót całego arkusza

Rysunek 2.3.1 ilustruje przekształcenia, jakim należy poddać obraz po załadowaniu:

- obróć obraz o 90° (*Image* → *Transform* → *Rotate 90° counter-clockwise*) ;
- dodaj pionową linię pomocniczej. Umieść ją tak, by przechodziła przez czubek kołpaka śmigła. (To dlatego, że punkt ten leży mniej więcej w środku rysunku, w pobliżu górnej krawędzi);
- obróć cały obraz (*Tools* → *Transform Tools* → *Rotate*), tak, by oś kadłuba znalazła się dokładnie pod linią pomocniczą.

Po tym wstępnym "wyprostowaniu" należy sprawdzić, czy skrzydła nie są przekoszone. (Od tej pory wszelkie błędy obrazu będziemy poprawiali transformacją *Shear* w kierunku równoległym do osi samolotu. Przyczyna jest prosta - wszystkie linie równoległe do osi wzdłużnej są już wyprostowane. Dalsze obroty mogłyby tylko coś popsuć).

Zweryfikujmy, czy końce krawędzi płata leżą w tym samym miejscu (Rysunek 2.3.2):

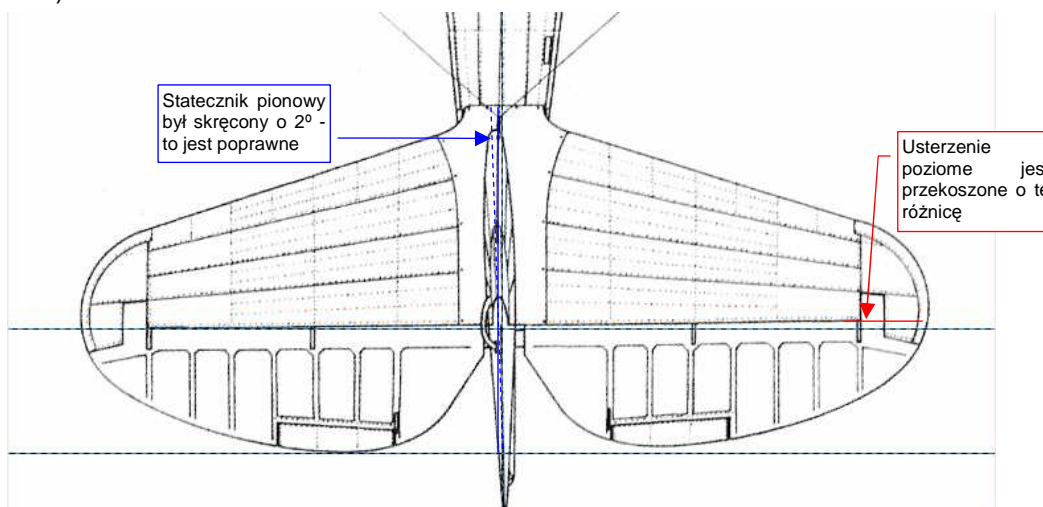


Rysunek 2.3.2 Sprawdzanie deformacji płata

Nałóż na rysunek kilka poziomych linii pomocniczych, umieszczając je w punktach charakterystycznych lewej końcówki płata. Gdyby skrzydła nie były zdeformowane, linie powinny przejść przez analogiczne punkty na prawej końcówce. Tak się jednak nie dzieje - widać wyraźną różnicę (Rysunek 2.3.2).

Skoryguj przekoszenie w kierunku osi Y (**Tool**→**Transform Tools**→**Shear**). Nie zaznaczaj żadnego obszaru, by deformowany był cały obraz. (Taka deformacja dotyczy zazwyczaj całego zeskanowanego arkusza.) GIMP sam ustala środek (punkt neutralny) transformacji - jest to środek obrazu, a więc punkt w pobliżu osi podłużnej kadłuba. W przypadku, jaki pokazuje Rysunek 2.3.2, konieczne się stało skorygowanie przekoszenia w kierunku osi Y o -19 pikseli (przy rozmiarach obrazu rzędu 2400 x 2900 px).

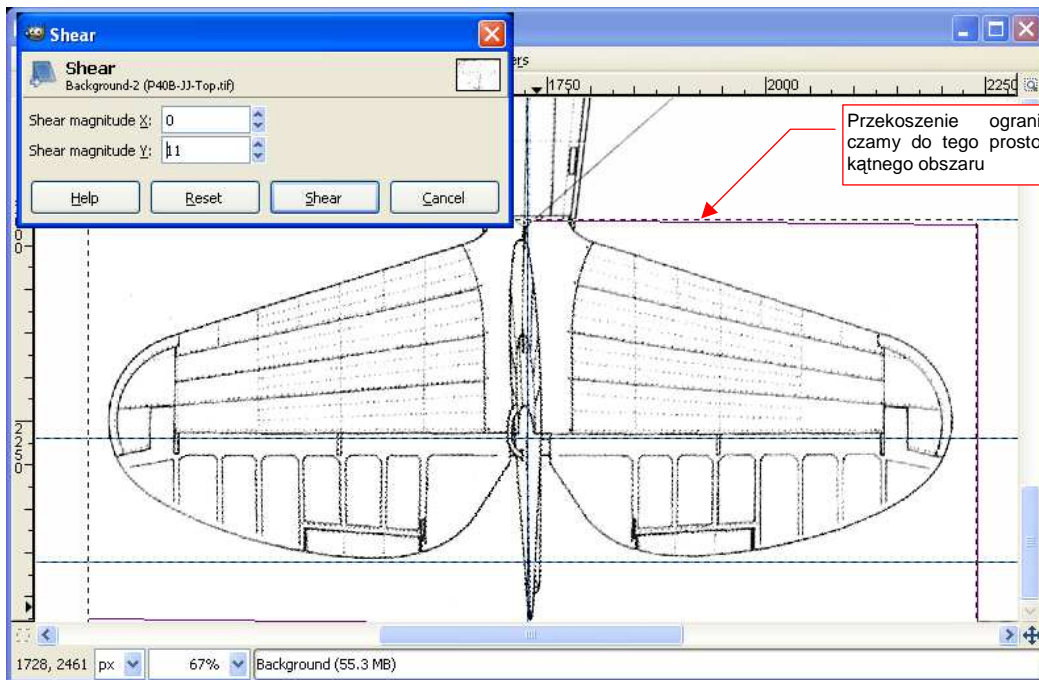
Teraz płat jest już poprawny. Przy przeglądaniu rysunku znajdujemy kolejną deformację —statecznika poziomego (Rysunek 2.3.3):



Rysunek 2.3.3 Kolejny problem - wykrzywiony statecznik poziomy

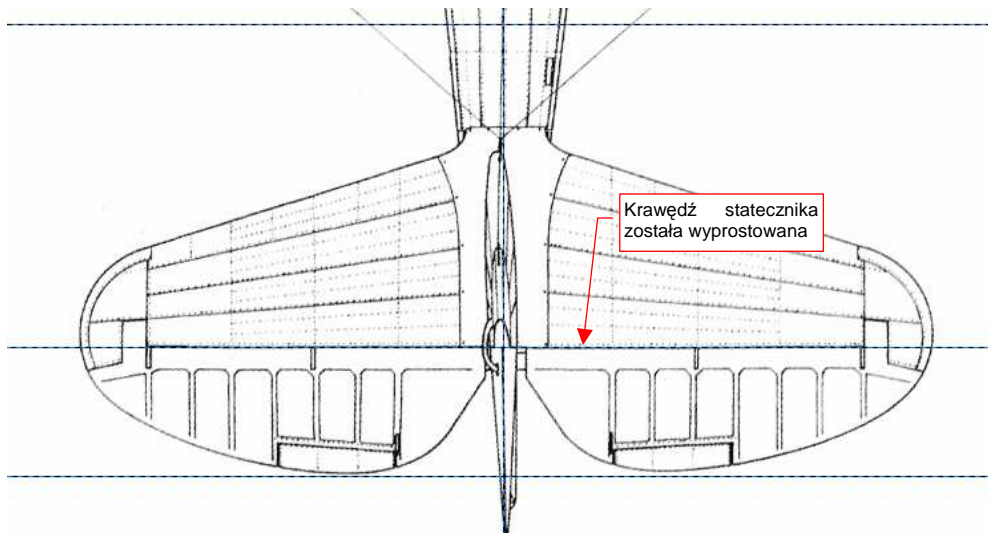
Po wyprostowaniu skrzydła bardziej widoczna stała się deformacja usterzenia poziomego (stało się jeszcze bardziej przekoszone). Kadłub i skrzydło mamy już wyprostowane.

Tym razem musimy ograniczyć transformację do obszaru usterzenia (obszarem prostokątnym, jak pokazuje Rysunek 2.3.4, szczegóły — str. 644):



Rysunek 2.3.4 Prostowanie statecznika poziomego

Przy właściwym doborze obszaru deformacji, możliwe jest, w tym przypadku, uniknięcie "popsucia" innych linii (Rysunek 2.3.5):

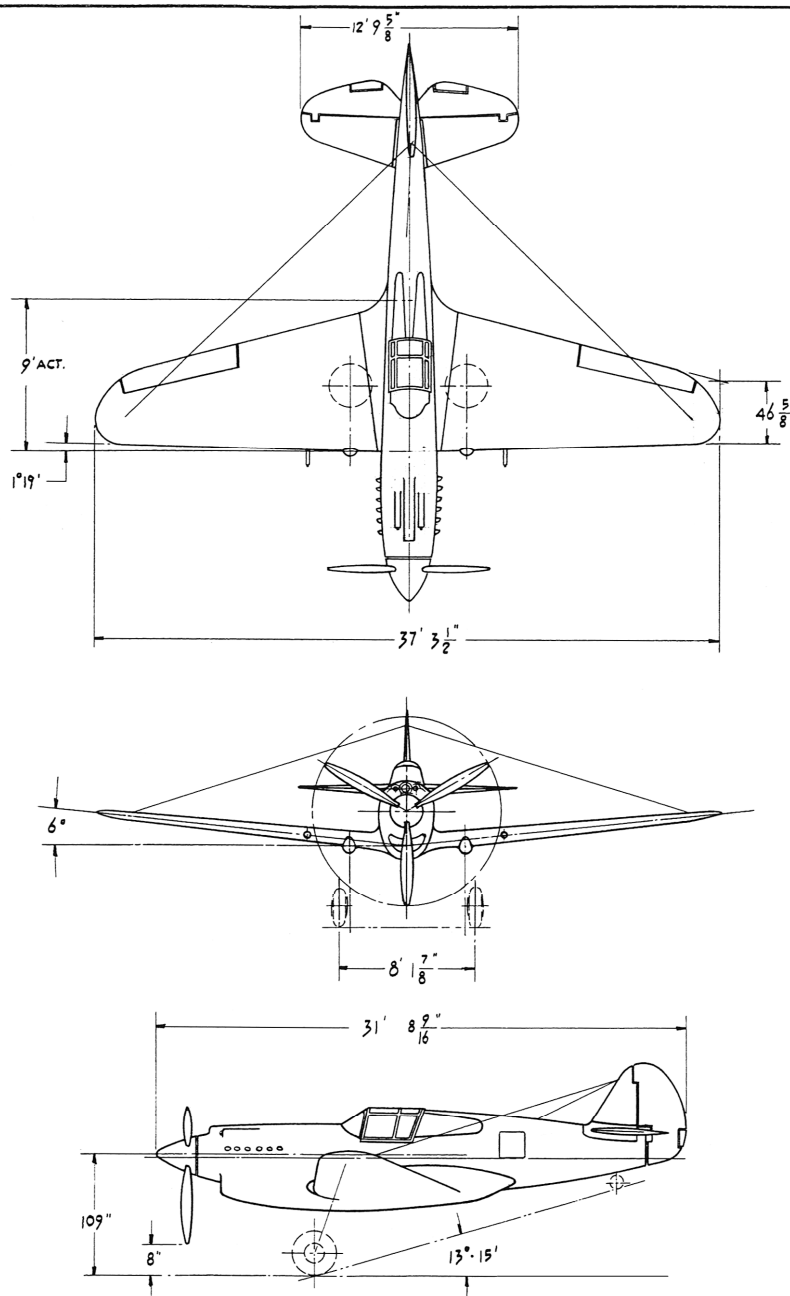


Rysunek 2.3.5 Wyprostowane usterzenie poziome

Pomijam w tej sekcji następny sprawdzian - porównanie sylwetek rzutu z góry z rzutem z dołu. Należy je porównać w ten sam sposób (poprzez nałożenie), w jaki porównywaliśmy rzuty z lewej i z prawej (str. 33). W tym przypadku trudniej jest mi poradzić, który rzut jest ważniejszy. Gdy znajdziesz różnice — pozostaje porównanie ze zdjęciami, aby określić która wersja jest bliższa rzeczywistości. Osobiście traktuję rzut z góry jako "ważniejszy".

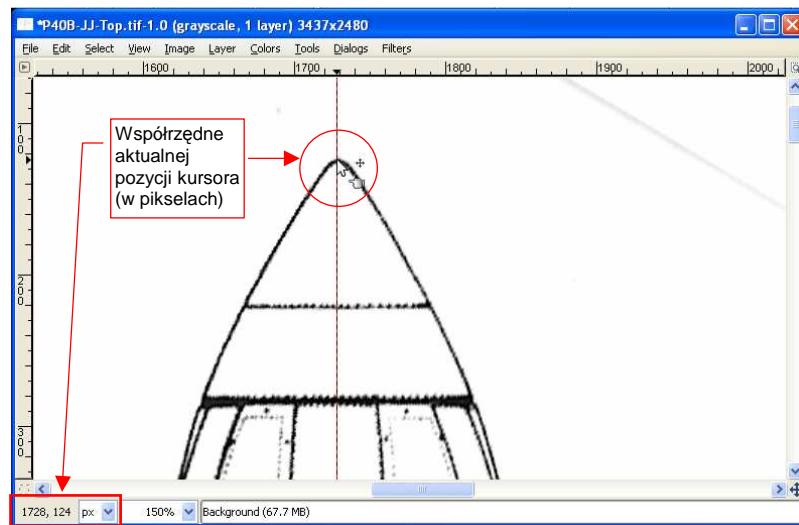
Na koniec pozostaje sprawdzić, czy rysunek ma właściwe proporcje. Chodzi o prostą sprawę: długość i rozpiętość powinny być w takiej samej proporcji, co w rzeczywistym samolocie.

Znalazłem w Internecie (<http://www.p40warhawk.com>) oryginalne rysunki gabarytowe P-40B/C, zaakceptowane przez USAAC w kwietniu 1939 (Rysunek 2.3.6). Zostały opublikowane (odtajnione) przez firmę Curtiss w 1941, ponad dwa lata po oblocie prototypu. Nie oszałamiają dokładnością linii, ale zawierają rzecz cenną: kilka dodatkowych wymiarów poza rozpiętością i długością. Zwymiarowano na nich np. trapez skrzydła (poprzez podanie cięciwy u nasady, na końcu, i kąta pochylecia krawędzi natarcia). Podano także rozpiętość usterzenia poziomego. Wymiary, naniesione w sposób tak jednoznaczny przez producenta — to dobre narzędzie weryfikacji.



Rysunek 2.3.6 Gabaryty P-40B/C — w stopach i calach (Curtiss, 1941)

Zmierzmy długość i rozpiętość rysunku (używając pikseli jako jednostki). GIMP wyświetla aktualne współrzędne kursora w lewym dolnym narożniku ekranu (Rysunek 2.3.7):



Rysunek 2.3.7 Odczytywanie współrzędnych początku kadłuba

Wystarczy ustawić kursor myszki na początku kadłuba, i odczytać współrzędną Y aktualnej pozycji. Podobnie — ustawiając kursor — można odczytać pozostałe trzy wymiary, potrzebne do określenia długości i rozpiętości rysunku. Tabela 2.3.1 pokazuje wyniki pomiaru:

Wymiar	Początek (px)	Koniec (px)	Różnica (px)
Kadłub	Y: 124	Y: 2476	2352
Płat	X: 328	X: 3126	2798

Tabela 2.3.1 Zmierzone wymiary rysunku (piksele — px)

Zgodnie z fabrycznymi rysunkami gabarytowymi, P-40B miał długość **967** cm (31 stóp i $8 \frac{9}{16}$ cala). Rozpiętość wynosiła - **1137** cm (37 stóp i $3 \frac{1}{2}$ cala). Daje to stosunek długości do rozpiętości = $967 / 1137 = 0.85048$. Jeżeli zmierzona rozpiętość rysunku to 2798 px (Tabela 2.3.1), to długość powinna wynosić $2798 \text{ px} * 0.85048 = 2379 \text{ px}$.

Różni się to od wartości zmierzonej - 2352 px. Wynikałoby z tego, że kadłub w rzucie z góry jest za krótki o 27 pikseli. Czy na pewno? Równie dobrze można przyjąć, że długość rysunku Jacka Jackiewicza jest poprawna, a rozpiętość wymaga małego "ściśnięcia" (o $2798 - (2352 / 0.85048) = 32$ piksele).

Z innych wymiarów, które można sprawdzić (zakładając, że długość kadłuba jest poprawna):

- cięciwa największego żebra skrzydła (leży w osi kadłuba) powinna mierzyć na rysunku 667 pikseli (wg planów Curtissa miała dokładnie 9 stóp, czyli 108 cali);
- rozpiętość usterzenia poziomego powinna wynosić na rysunku 949 pikseli (wg planów Curtissa wynosiła 12 stóp i $9 \frac{5}{8}$ cala).

Przedłużmy na planach Jacka Jackiewicza linie krawędzi natarcia i krawędź spływu skrzydła. Ich przecięcie z osią kadłuba wyznacza początek i koniec "żebra kadłubowego". Ten odcinek powinien mieć długość 667 pikseli, a ma 676 — o 9 za dużo. Wygląda więc na to, że płat jest za duży w stosunku do kadłuba. (Ma większe obydwa podstawowe wymiary: cięciwę i rozpiętość).

Podobnie za duża jest rozpiętość statecznika poziomego. Powinna wynosić 949 pikseli, a wynosi 960 — o 11 pikseli za dużo.

W którym kierunku skorygować rysunek?

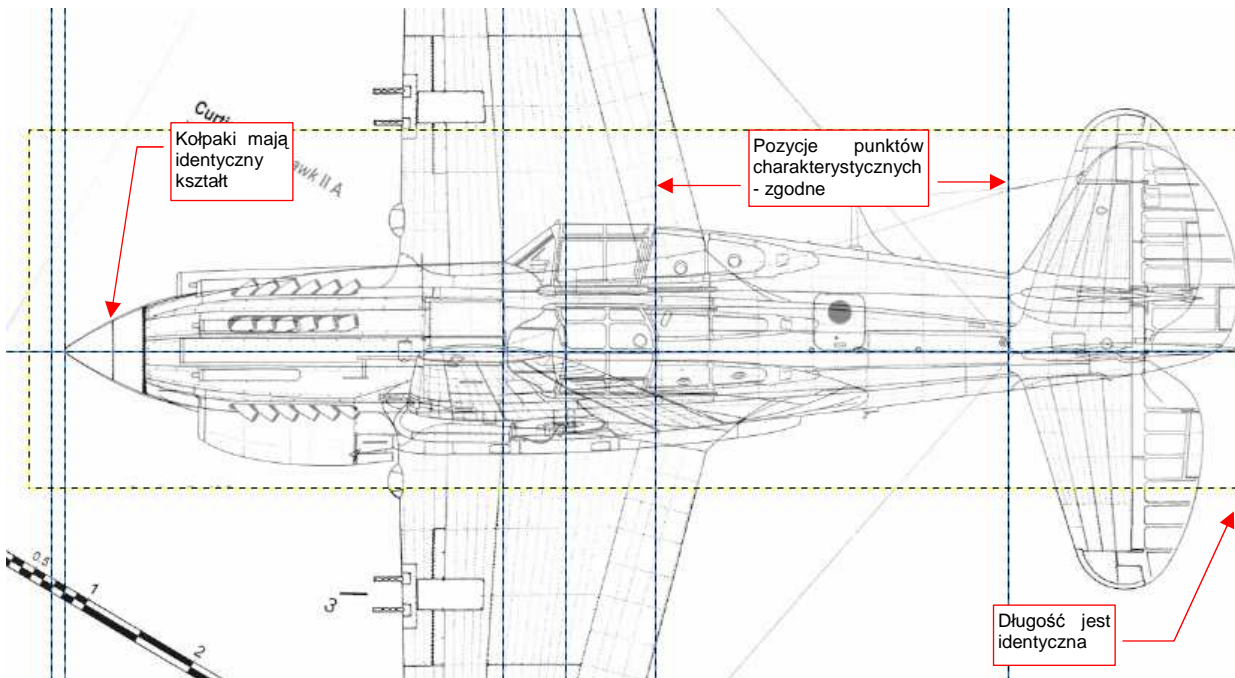
Aby to ostatecznie rozstrzygnąć, sprawdźmy, jak pasuje rzut z lewej do widoku kadłuba z góry. Czy długości poszczególnych elementów się zgadzają? Przygotujmy rysunek do porównania:

- dokonaj konwersji obrazu na odcienie szarości (o ile nie zrobiłeś tego wcześniej): **Image→Mode→Grayscale**;
- obróć rysunek o 90° w lewo: **Image→Transform→Rotate 90° counter-clockwise**;

załaduj jako nową warstwę plik **P40B-JJ-Left.tif** (**File→Open as Layers**) . W oknie głównym, w zakładce **Layers**:

- zablokuj warstwę **Background** przed zmianami;
- zmniejsz nieprzejrzystość (**Opacity**) warstwy **P-40-JJ-Left.tif** ze 100 na 50;

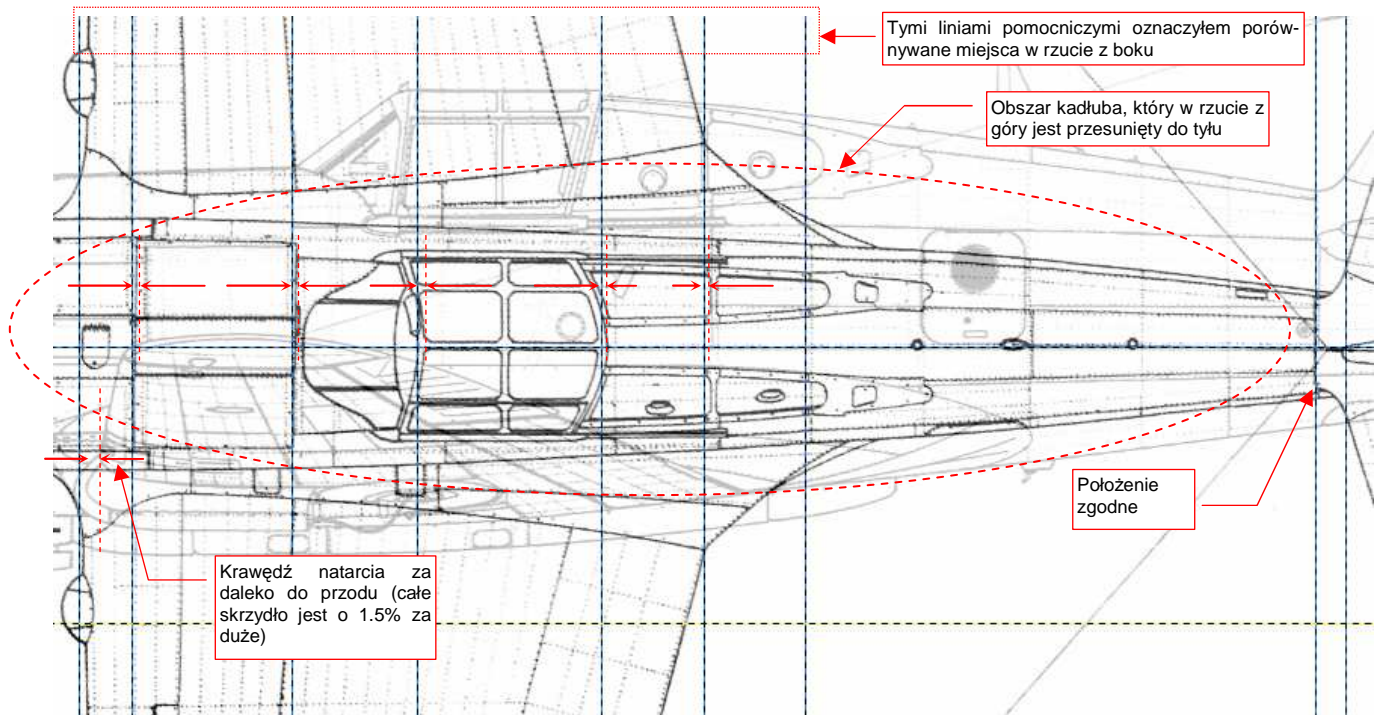
Na koniec spróbuj nasunąć rzut z lewej na kadłub rzutu z góry. Zrób to tak, aby linie kołpaka śmigła jak najlepiej się pokryły (Rysunek 2.3.8):



Rysunek 2.3.8 Złożenie — kadłub, rzutu z lewej i rzutu z góry

Na pierwszy rzut oka wygląda to jak płątana linia. Jednak w zbliżeniu dostrzeżesz punkty charakterystyczne kadłuba na obydwu widokach. Długość kadłuba na obydwu rysunkach jest idealnie zgodna. Obrys kołpaka - również. Nie można znaleźć większej różnicy w pozycjach poszczególnych linii charakterystycznych w okolicach usterzenia. (Krawędzie sterów są w tym samym miejscu).

Za to środek kadłuba - tu mamy różnice! (Rysunek 2.3.9) Krawędź natarcia skrzydła w rzucie z góry jest przesunięta do przodu o 12 pikseli. (W stosunku do krawędzi natarcia w rzucie z boku.) Z kolei cały obszar kabiny, zaczynając od przedniej krawędzi skrzydła, wydaje się być przesunięty do tyłu o 4-5 pikseli.



Rysunek 2.3.9 Różnice w położeniu szczegółów kadłuba i skrzydła

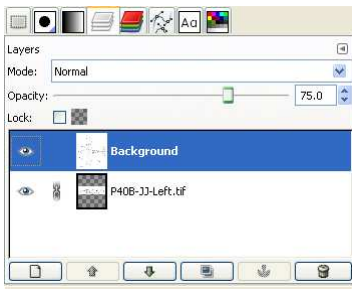
Założmy (coś trzeba założyć), że rzut z lewej jest poprawny¹. Będziemy go traktować jako wzór. W tej sytuacji wygląda na to, że należy dokonać jeszcze następujących poprawek:

1. przeskalować cały rysunek wzdłuż osi Y, aby zmniejszyć rozpiętość płata o 32 piksele (i — proporcjonalnie — usterzenia poziomego);
2. "ścisnąć" skrzydło, wraz z fragmentem kadłuba, o 9 pikseli wzdłuż osi X. (Krawędź spływu pozostaje, mniej więcej, w dotychczasowym miejscu). W ten sposób płat ulegnie proporcjonalnemu (przynajmniej w przybliżeniu) zmniejszeniu.²
3. rozciągnąć sam kadłub w kierunku osi X, od statecznika pionowego do okapotowania silnika. Przy okapotowaniu silnika powinna nastąpić największa deformacja — o 5 pikseli do przodu;

Nim wykonamy krok 1, przytnij obraz tak, by zawierał wyłącznie rzut z góry (szczegóły — str. 631). Zrób to tak, by jego krawędzie — górna i dolna — były jak najbliżej końcówek skrzydeł.

¹ Mimo pozorów nie podejmuję tej decyzji zupełnie "w ciemno". W chwili, gdy to piszę, wykonałem już porównania sylwetki bocznej ze zdjęciami (patrz "Szczegółowa weryfikacja planów samolotu", str. 539). Porównania rzutu z boku wyszły zadowalająco, w odróżnieniu od porównań rzutu z góry. Stąd wiem, że na rzucie z lewej mogą polegać.

² Świadomie zgadzam się, że obszar środka kadłuba zostanie wraz ze skrzydłem "ściśnięty". To jeszcze bardziej oddali jego szczegóły od poprawnych pozycji, zgodnych z rzutem z boku. Wynika to z obserwacji deformacji kadłuba, którą chcę wyprostować w korku 3. Największe różnice w kierunku osi X występują za kabiną pilota, a przy zbliżaniu się do okapotowania silnika nieco maleją. Gdy najpierw, wraz ze skrzydłem, "ścisnę" fragment od silnika do końca kabiny, a potem "rozciągnę" fragment kadłuba od usterzenia do silnika, to uzgodnię je z rzutem z boku. Gdyby deformacja kadłuba była inna, musiałbym poprawiać to innymi transformacjami.



Rysunek 2.3.10 Przygotowane warstwy

Do planowanych transformacji musimy przygotować warstwy rysunku. (GIMP zawsze poddaje transformacjom warstwę leżącą "na wierzchu".)

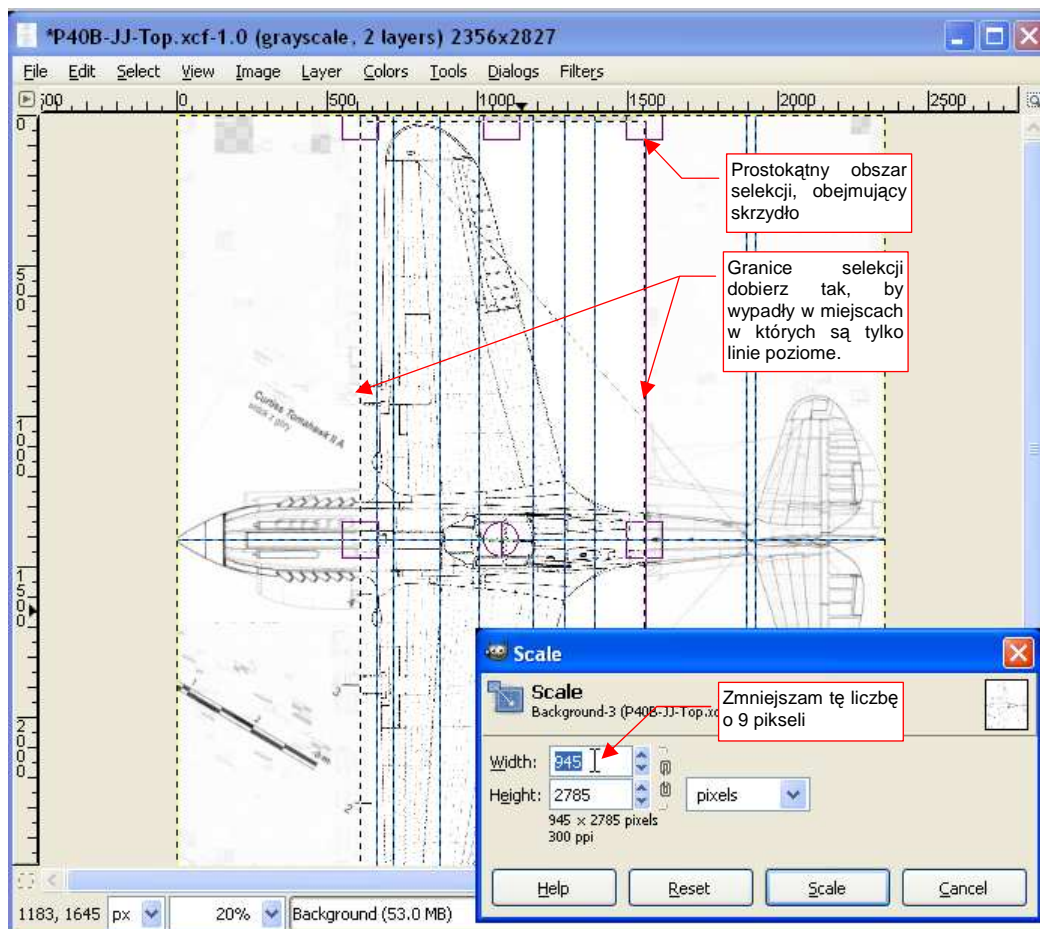
Najpierw zamień warstwy miejscami: **Layer→Stack→Reverse Layer Order**. Następnie, w oknie głównym, zakładce **Layer**:

- włącz blokadę warstwy **P40B-JJ-Left.tif** ;
- zmień nieprzejrzystość (**Opacity**) warstwy **P40B-JJ-Left.tif** na 100 (kompletnie nieprzezrojista).
- wyłącz blokadę warstwy **Background** ;
- zmień nieprzejrzystość (**Opacity**) warstwy **Background** ze 100 na 75;

(Szczegóły zarządzania warstwami znajdziesz na str. 641.) Rysunek 2.3.10 pokazuje, jak powinno wyglądać ułożenie warstw przed dalszymi transformacjami. Zwróć uwagę, aby podświetlona (aktywna) była warstwa **Background**.

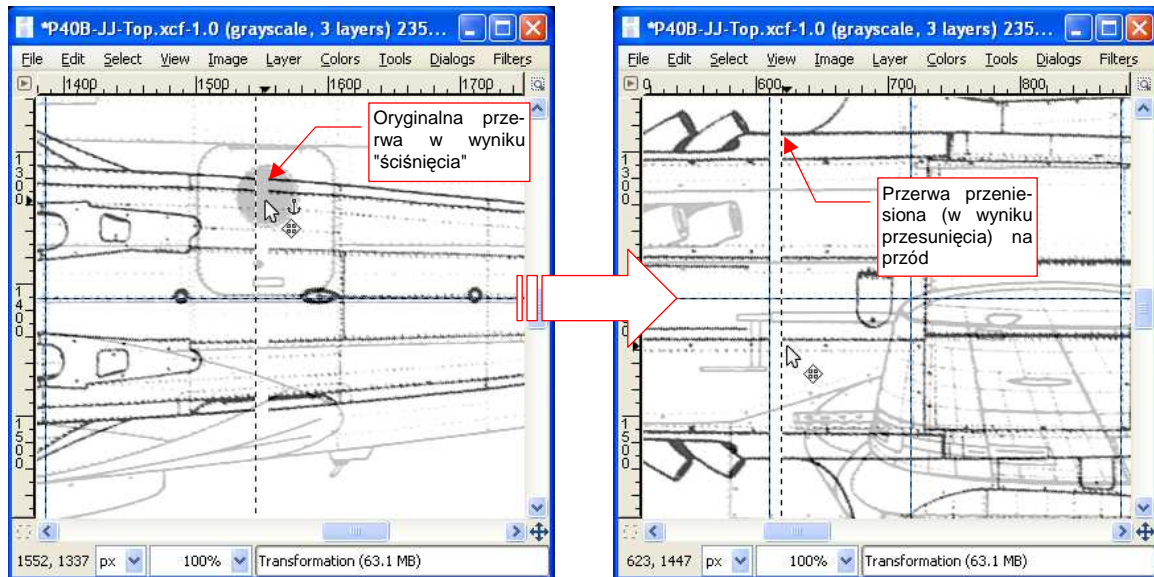
Teraz wykonaj pierwszy z zaplanowanych kroków: zmniejsz rozmiar całości wzdłuż osi Y (rozpiętość) o 32 piksele (szczegóły — str. 657). Przekształć w ten sposób całą aktywną warstwę (tzn. nie zaznaczaj wcześniej żadnego obszaru).

Następnie wykonamy krok drugi: "ściśnięcie" obszaru skrzydła, wraz z kadłubem, o 9 pikseli. Obramuj skrzydło prostokątnym obszarem selekcji (Rysunek 2.3.11), a następnie wybierz znów polecenie zmiany skali.



Rysunek 2.3.11 "Ściśnięcie" skrzydła w kierunku X

Po zakończeniu zmiany skali znów należy - podobnie jak poprzednim razem - odrobinę przesunąć przeskalowany obszar. Tym razem trzeba dosunąć go do tyłu. (Gdy wpisujesz nowy rozmiar w pola *Width* lub *Height*, środkiem skalowania jest w GIMP zawsze lewy górny narożnik obszaru selekcji. W związku z tym, w wyniku tej transformacji, przesunęła się w lewo krawędź spływu płata, a nie jego krawędź natarcia — por. Rysunek 2.3.12.) Poprawimy lukę po skalowaniu przesunięciem o 9 pikseli w prawo. Wywoła to efekt "krótkiej koderki" z przodu selekcji. Luka pojawi się teraz w obszarze okapotowania silnika, pomiędzy rurami wydechowymi a początkiem skrzydła. (Spokojnie, skorygujemy ją wykonując trzeci, ostatni krok zaplanowanej transformacji.)



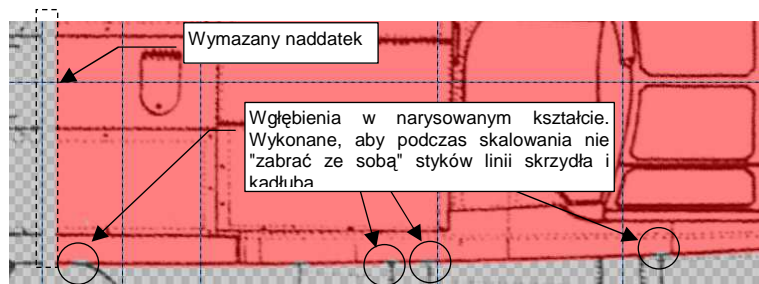
Rysunek 2.3.12 Po skalowaniu: przerwę z tyłu zamieniamy na przerwę z przodu

Ostatni krok transformacji ma polegać na wyciągnięciu w kierunku silnika samego kadłuba, bez skrzydła. Żadna z metody selekcji, które dotychczas poznaliśmy, nie jest do tego odpowiednia. Zaznaczenie prostokątem objęłoby i przesunęło nie tylko kadłub, ale także fragment skrzydła. Z kolei *Free Select* zbyt zależy od losowych drgnięć ręki. Jak możesz się przekonać, nie mam jej zbyt pewnej (Rysunek 2.2.14, str. 37).

Pozostaje mi skorzystać z innej możliwości Gimpa: narysowania obszaru selekcji. Opisując rzecz w skrócie, robi się to w następujący sposób:

- stworzysz na chwilę nową, (przezroczystą) warstwę;
- rysujesz na niej kształt selekcji;
- wywołujesz polecenie **Layer → Transparency → Alpha to Selection**;
- "sprzątasz" po operacji: usuwasz niepotrzebną już warstwę z kształtem selekcji;

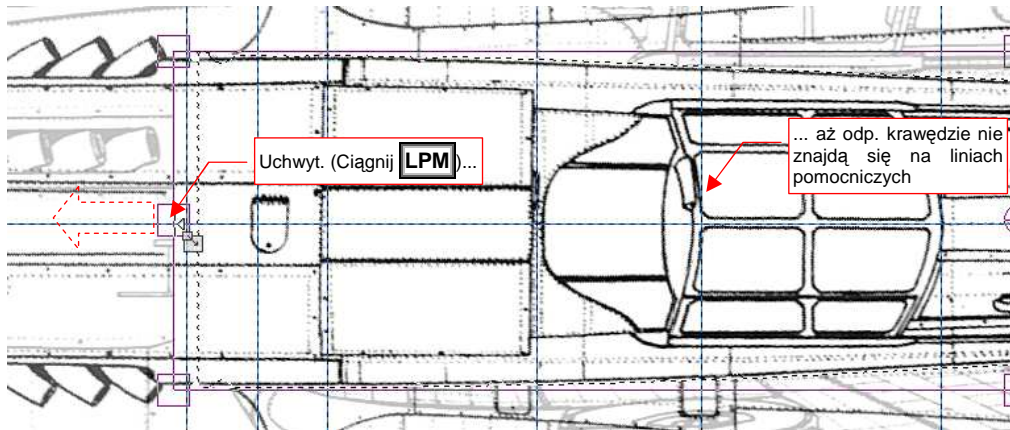
Jeżeli nie jesteś pewien, jak to się robi, i chcesz poznać bliższe szczegóły — patrz str. 646. Nim zamienisz narysowany kształt w selekcję, wprowadź pewną poprawkę. Wykonaj za pomocą "gumki" (*Eraser*) niewielkie wgłębienia wszędzie tam, gdzie z kadłubem styka się jakaś linia skrzydła (Rysunek 11.20.3):



Rysunek 2.3.13 Przygotowanie obszaru selekcji — wymazanie "naddatków", wykonanie wgłębień

Takie wgłębienia pozwolą uniknąć pozostałości po transformacji w postaci brzydkich, krótkich, porzecznycych linii. Teraz możesz przekształcić narysowany kształt na selekcję: **Layer→Transparency→Alpha to Selection**.

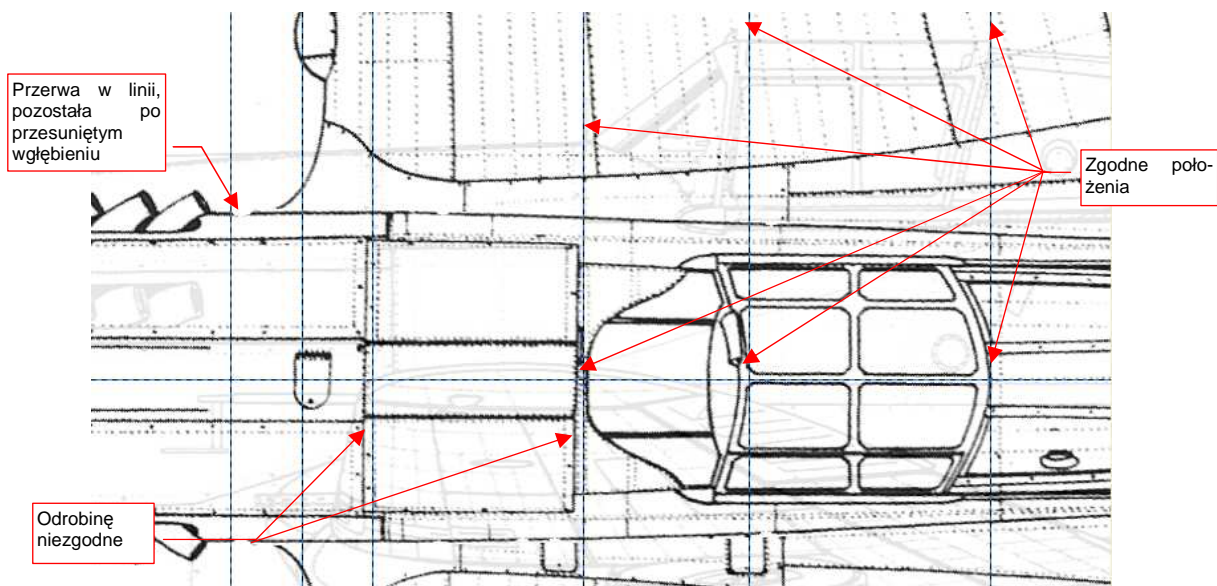
Następnie przeskaluj zaznaczony obszar. Tym razem, po wywołaniu polecenia **Scale**, nie wpisuj wartości w oknie dialogowym. Zamiast tego użyj jednego z uchwytów obszaru selekcji, by dopasować położenie kabiny do zaznaczonych na rysunku linii pomocniczych (Rysunek 2.3.14). (Linie te nanieś na podstawie rzutu z lewej - patrz Rysunek 2.3.9, str.45)



Rysunek 2.3.14 Zmiana skali za pomocą uchwytów obszaru selekcji

Po przeskalowaniu nie zapomnij o wywołaniu **Layer→Anchor Layer**, by zatwierdzić transformację! Rysunek 2.3.15 pokazuje efekt rozciągnięcia kadłuba. Udało się dopasować do rzutu z lewej linie kabiny i dalsze szwy, w kierunku ogona.

To, co pozostało po tej transformacji, to nieco wysunięte do przodu (w stosunku do wzoru) łączenia blach przed kabiną. Różnice są jednak niezbyt duże. W dodatku położenie tych szwów w rzucie z góry nie wydaje się godne zaufania — nawet nie są pionowe! Wygląda to na niedokładność podczas kreślenia. Po oryginalnych "wgłębieniach" w okolicach łączenia linii skrzydła i kadłuba pozostały teraz przesunięte przerwy (Rysunek 2.3.15). W wykorzystaniu rysunku do naszych celów nie będzie to przeszkadzać. Zapewniam, że to wygląda o wiele lepiej, niż gdybyśmy takich wgłębień w kształcie selekcji, omijających przecięcia linii, nie zrobili.

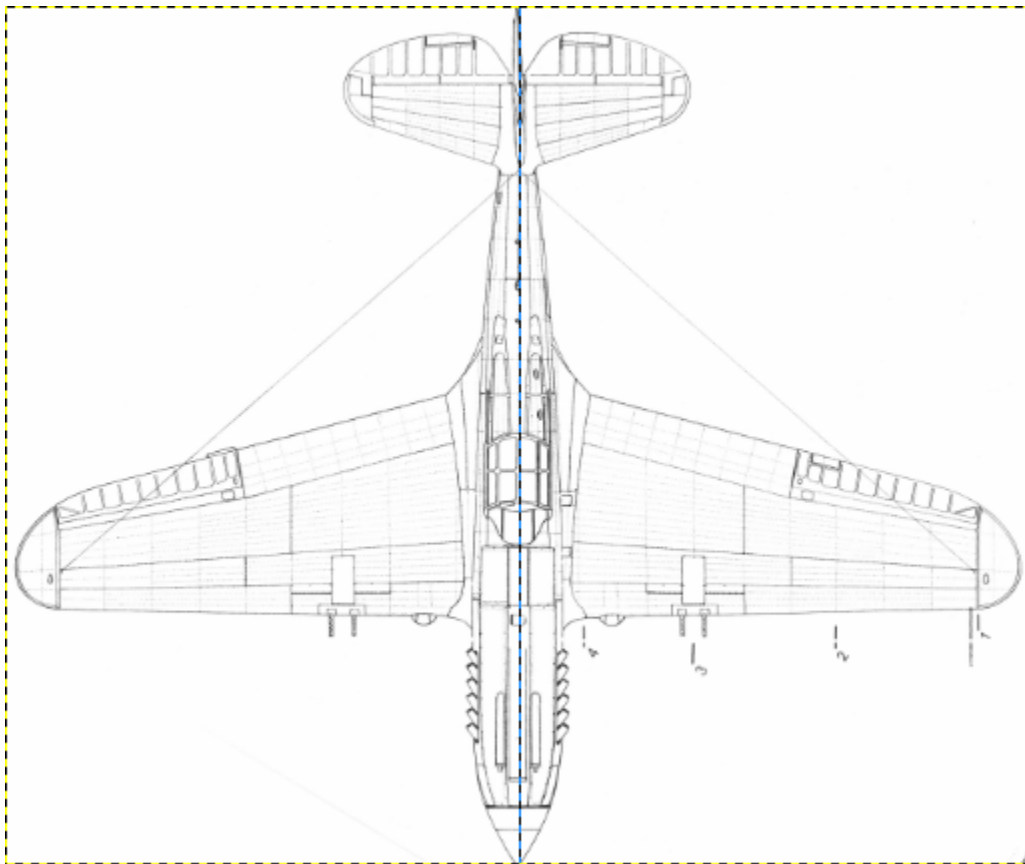


Rysunek 2.3.15 Efekt trzeciego kroku - kadłub w rzucie z góry jest "dociągnięty" do rzutu z lewej

Mamy więc ostatecznie "wyprostowany" rzut z góry, uzgodniony z rzutem z boku. Na koniec:

- usuń wszystkie warstwy pomocnicze, pozostawiając tylko *Background*;
- obróć rysunek o kolejne 90° (*Image*→*Transform*→*Rotate 90° counter-clockwise* - rzut z góry w Blenderze ma nos skierowany do dołu);
- wymaż "gumką" wszystkie niepotrzebne pozostałości po innych fragmentach skanowanego arkusza (*Tools*→*Paint Tools*→*Eraser*);
- przełącz tryb barw z powrotem na odcienie szarości (*Image*→*Mode*→*Grayscale*);
- "spłaszcz" rysunek (*Image*→*Flatten Image* — ta operacja nigdy nie zaszkodzi, gdy mamy tylko jedną warstwę. Może za to oszczędzić stresu wywołanego komunikatem o niepowodzeniu zapisu obrazu do formatu *.tif).

Rysunek 2.3.16 pokazuje ostateczną postać rzutu z góry z rysunków Jacka Jackiewicza. Zapisz go pod nazwą **P40B-JJ-Top.tif**.



Rysunek 2.3.16 Ostateczna postać rzutu z góry

Podsumowanie

- W rzutach z góry i z dołu wyszukaj i popraw ewentualne przekoszenia skrzydła i statecznika poziomego.
- Rzuty z góry i z dołu porównaj także z rzutem z lewej: sprawdź, czy pozycje elementów kadłuba są takie same.
- Sprawdź proporcje rysunku (przede wszystkim - rozpiętości do długości). W miarę możliwości, należy sprawdzić także inne wymiary (jeżeli są znane).¹ Wnioski z tej weryfikacji mogą prowadzić do dalszych korekt. Niektóre z nich — jak wydłużenie w tej sekcji samego kadłuba, bez skrzydła — wymagają użycia selekcji "przez narysowanie".

¹ Nie należy jednak bezkrytycznie wierzyć w każdy podany wymiar. Na przykład: w opisie technicznym P-40, opublikowanym w monografii AJ Press (druga część monografii P-40, zeszyt nr 65) można przeczytać, że:

- rozpiętość płata P-40 wynosiła 1135cm. To wygląda na jakieś dziwne zaokrąglenie podczas przeliczania z 37 stóp i 3¹/₂ cala. Błąd ten powtarza się zresztą w innych źródłach.
- rozpiętość usterzenia poziomego wynosiła 341cm. (Według rysunków wymiarowych Curtiss było to 390cm, co znajduje potwierdzenie w proporcjach płata i usterzenia na zdjęciach.). Wygląda to na prosty błąd edycji, gdyż inne wymiary (np. cięciwy płata) ta monografia podaje poprawnie.
- długość kadłuba P-40D/E wynosiła 949cm (czyli, że był wyraźnie krótszy od P-40B/C, którego kadłub mierzył 967cm). Okazuje się, że wcale tak nie było. (Zresztą nawet rysunki w tym samym zeszycie nie pokazują żadnej różnicy). Nie widać tego także na zdjęciach. Wg rysunków Curtiss P-40D i następne był tylko o 1¹/₁₆ cala (parę milimetrów) krótszy od P-40B/C. Ten błąd z długością kadłuba jest powtarzany w wielu źródłach. Mógł się wziąć stąd, że przekładnia stosowana od wersji P-40D była faktycznie krótsza o ponad 10 cm od tej z poprzednich wersji. Skróciła się długość okapotowania silnika, ale konstruktorzy powiększyli jednocześnie kołpak śmigła — i ogólna długość kadłuba nie uległa istotnej zmianie.

Czy w takim razie wymiary podane na rysunkach wymiarowych przez producenta można traktować "jak wyrocznie"? W zasadzie tak to robię, choć natknąłem się na jedną sprzeczność, której nie potrafię wyjaśnić inaczej, jak tylko błędem kreślarza. Rysunki gabarytowe poprzednika P-40 — myśliwca Hawk P-36, opublikowane przez Curtiss, różnią się od rysunków P-40 w dwóch wymiarach:

- rozpiętości usterzenia poziomego: 13 stóp w P-36 wobec 12 stóp 9⁵/₈ cala w P-40 — oznacza to różnicę 6 cm;
- rozstawu kół podwozia: 8 stóp w P-36 wobec 8 stóp 1⁷/₈ cala w P-40 — oznacza to różnicę 5 cm;

Starłem się to sprawdzić na zdjęciach P-36. Rozpiętość usterzenia na fotografiach wychodziła mi ok. 390 cm (+/- 2 cm) — czyli taka sama jak w P-40. Obrys steru wysokości P-40 także dokładnie pasuje do zdjęć P-36. Zmiana rozpiętości o 6 cm oznaczałaby istotne zmiany konstrukcyjne (kształt żeber, ich rozmieszczenie). Wątpliwe jest, by Curtiss zmieniał oprzyrządowanie do wykonania statecznika bez wyraźniej konieczności. Ta firma przez całe dwudziestolecie międzywojenne robiła broń — samoloty. Podstawą tego biznesu jest przecież zrobić to, co trzeba, po jak najniższych kosztach. W końcu właśnie dzięki temu wygrała kontrakty na P-36 i P-40!

2.4 Złożenie rysunków

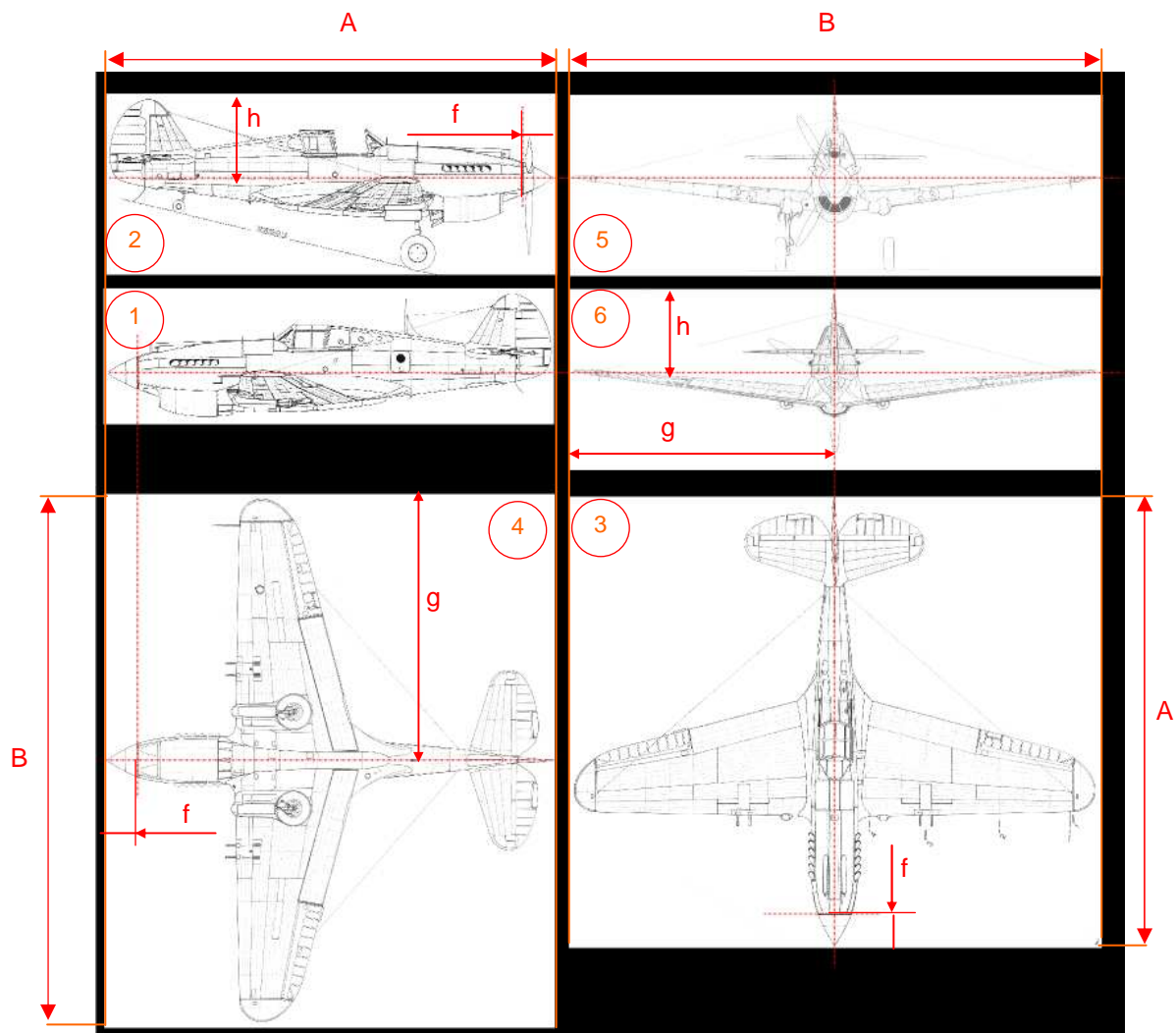
Do pracy nad modelem w Blenderze potrzebne są następujące rzuty samolotu (w nawiasach podaję nazwy, jakie nadałem odpowiednim plikom):

1. widok z lewej (**P40B-JJ-Left.tif**);
2. widok z prawej (**P40B-JJ-Right.tif**);
3. widok z góry (**P40B-JJ-Top.tif**);
4. widok z dołu (**P40B-JJ-Bottom.tif**);
5. widok z przodu (**P40B-JJ-Front.tif**).

Oprócz tego, możesz także przygotować dodatkowo:

6. widok z tyłu (czasami się przydaje) (**P40B-JJ-Rear.tif**);

W poprzednich sekcjach pokazałem, jak przygotowywać rzuty w GIMP, realizując rysunki 1, 2, 3. Przygotuj pozostałe elementy (4, 5, 6) z powyższego zestawienia. Rysunek 2.4.1 przedstawia, jak powinna wyglądać zawartość wszystkich sześciu plików:



Rysunek 2.4.1 Unifikacja rozmiarów i położenia sylwetek "podkładów" dla Blendera

Zwróć uwagę, że odpowiednie wysokości i szerokości (wymiary **A** i **B**) poszczególnych rysunków zostały ujednolicone (Rysunek 2.4.1), podobnie jak położenie sylwetki wewnątrz obrazu (wymiary **f,g,h**). Rysunek 2.4.1 pokazuje rzut z dołu (4) obrócony o 90° w lewo. Ustawiłem go w ten sposób wyłącznie na tej ilustracji. Chciałem w ten sposób pokazać, że długość boku **A** i odstęp **f** są takie same, jak na rzucie z boku.

Aby takie ujednoczenie uzyskać, ostatnimi krokami, które wykonywałem w GIMP, były:

- zmiana rozmiaru obrazu na "standardowy" (czyli taki z wymiarem **A**, **B**, lub obydwoma — w zależności od rzutu);
- załadowanie, w charakterze wzorca, poprzednio przygotowanego rysunku (do nowej warstwy);
- dopasowanie sylwetki na obrazie do rozmiarów i położenia sylwetki — wzorca;
- usunięcie warstwy ze wzorcem;
- zapisanie sprawdzonego w ten sposób obrazu do pliku.

Ujednoczone wymiary rysunków, które pokazałem na przykładowym zestawieniu (Rysunek 2.4.1), wynoszą: **A** = 2390px, **B** = 2827px. Nie są to żadne "magiczne" liczby. Po prostu szerokość pierwszego rysunku — rzutu z lewej — zdeterminowała mi wymiar **A**. Podobnie szerokość rzutu z góry określiła wymiar **B**. Położenie osi samolotu względem krawędzi tych rysunków podyktowało mi wymiary **f,g,h**, do których dopasowałem pozostałe sylwetki.

- Ujednoczenie położenia sylwetek względem granic obrazu nie jest konieczne. Jednak narzucenie sobie tej reguły bardzo ułatwi późniejsze pozycjonowanie rysunków jako "podkładów" w Blenderze

Do tej pory pokazywałem wszystkie operacje na przykładzie rysunków Jacka Jackiewicza. Na początku tego rozdziału wspominałem, że mamy do dyspozycji także drugie plany - opracowane przez Mariusza Łukasika¹. W istocie obydwa opracowania nie różnią się specjalnie. Wydaje mi się, że Mariusz Łukasik korzystał w szerokim zakresie z rysunków Jacka Jackiewicza. (Nie ma w tym nic złego, plany są także po to publikowane). Porównując te rysunki, dostrzegłem następujące różnice:

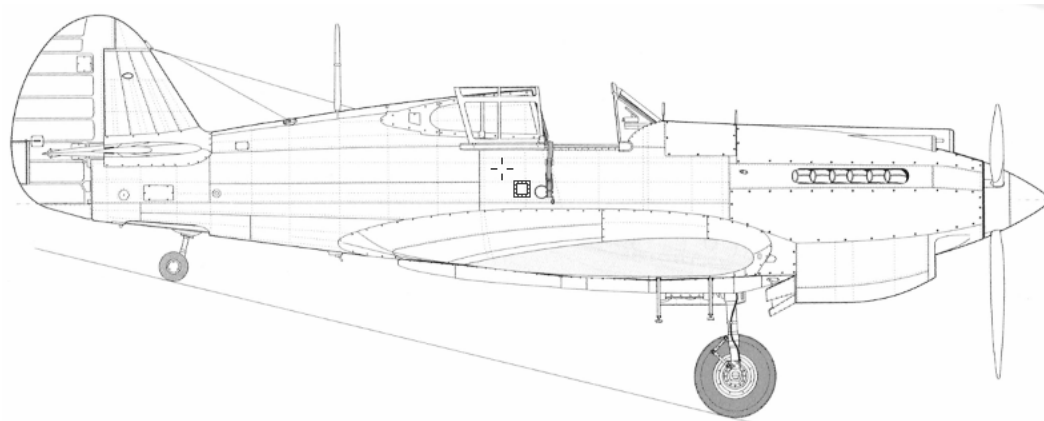
- Kadłub na rysunkach M.Ł. jest o ok. 2% dłuższy od rysunków J.J. Wygląda na to, że został proporcjonalnie rozciągnięty wzdłuż osi **X**.
- Rzut z przodu na planach J.J. ma zbyt nisko narysowany kołpak i śmigło, oraz zbyt wąski rozstaw kół. M.Ł. skorygował te błędy. Co prawda z rozstawem kół podwozia nie do końca się udało². Dodatkowo linie płata w rzucie z tyłu i z przodu na rysunkach M.Ł. nie pokrywają się.
- M.Ł. zastosował bardziej poprawny obrys steru wysokości. (Na rysunkach J.J. krawędź spływu steru jest zbyt "wypukła").

Sądzę, że gdy Mariusz Łukasik znalazł na rysunkach Jacka Jackiewicza niewłaściwe proporcje rozpiętości i długości, zdecydował się je poprawić przez wydłużenie kadłuba. (My zmniejszyliśmy skrzydła i stateczniki — por. str. 43). Aby te sylwetki uzgodnić, przeskalowałem z powrotem na planach M.Ł. rzut z boku i kadłub wzdłuż osi o 2%. Nałożyłem tak przygotowane sylwetki na rysunki J.J. Okazało się, że doskonale do siebie pasują. Można je stosować zupełnie wymiennie! Na przykład - zamierzam wykorzystać rzut z prawej z rysunków M.Ł., gdyż ma "odjęte" skrzydło (Rysunek 2.4.2). (Takiego ujęcia nie ma na rysunkach Jacka Jackiewicza).

Rysunki Mariusza Łukasika zostały wykonane za pomocą komputera. Tu już się nie zdarzają "poślizgi linijki", jak na rysunkach robionych ręcznie. Mają także bardziej jednolite, wyraźne linie.

¹ Czasami, aby nie wydłużać zdań, będę posługiwał się skrótami, odpowiednio: "rysunek J.J." lub "rysunek M.Ł.".

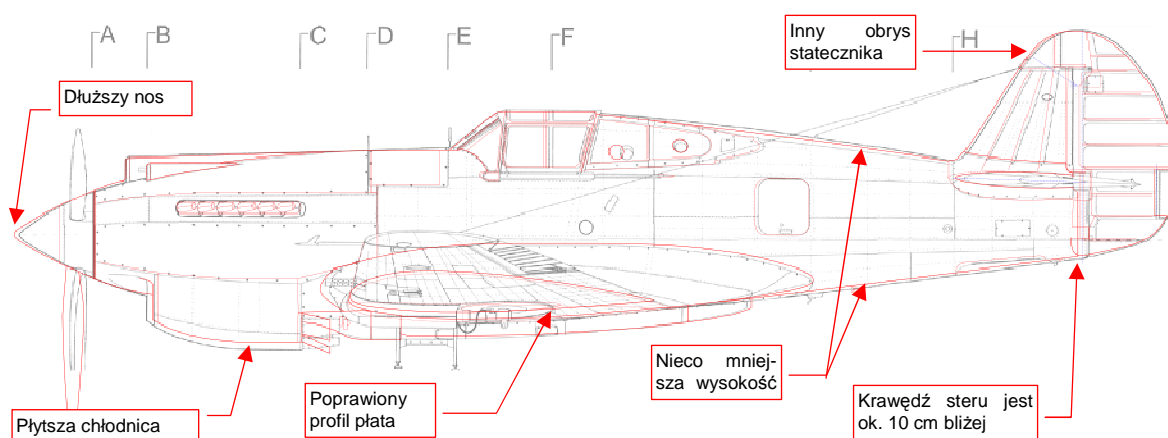
² Na rysunku J.J. (1:48) koła główne są o 1.5 mm za wąsko, a na planach M.Ł. - o 1.5 mm za szeroko. (Rozstaw podwozia wg Curtiss wynosi 8 stóp, 1 ⁷/₈ cala — por. Rysunek 2.3.6, str. 42. W skali 1:48 oznacza to 51.6 mm).



Rysunek 2.4.2 Rzut z prawej — z planów Mariusza Łukasika

Przygotowałem drugi zestaw sześciu rzutów na podstawie planów Mariusza Łukasika. Nazwy tych plików zaczynają się na "P40C-ML-". (Na przykład Rysunek 2.4.2 to P40C-ML-Right.tif).

Z rysunkami, które opracowaliśmy w tym rozdziale, można wykonać model P-40. Czy jednak będzie naprawdę taki, jak oryginał? Jeżeli jesteś modelarzem, a nie tylko grafiką komputerowym, zapewne będziesz chciał to sprawdzić. Zapraszam do zajrzenia do dodatkowych materiałów, na końcu tej książki (Rozdział 9, "Szczegółowa weryfikacja planów samolotu", str. 539). Dla "pobudzenia apetytu" pokazuję rezultat weryfikacji rzutu z boku (Rysunek 2.4.3):



Rysunek 2.4.3 Korekty rzutu z boku, naniesione po dokładnej weryfikacji

Czerwonymi liniami oznaczyłem różnice. Jest ich sporo, nieprawdaż?

Podsumowanie

- Warto jest ujednolicić szerokość i wysokość poszczególnych rysunków samolotu (str. 51). Także położenie sylwetki samolotu względem lewego górnego narożnika rysunku powinno być takie samo.
- Rysunki można poddać dalszej weryfikacji, polegającej na dokładnym porównaniu kształtu ze zdjęciami (str. 539). Nie jest to jednak niezbędne.

Rozdział 3. Blender – pierwsze kroki

W tym rozdziale zapoznasz się z Blenderem. Złamałem tu zasadę, przyjętą w tej książce¹, i opisuję, jak się nim posługiwać. Zrobiłem tak, gdyż uważam znajomość przedstawionego materiału za niezbędną do dalszej pracy. Musisz opanować pojęcia i polecenia, przedstawione w tym rozdziale, aby płynnie pracować w Blenderze. Są to podstawy, które będziesz później wykorzystywał na każdym kroku. Nawet nie zauważysz, jak szybko je zapamiętasz.

Aby gdzieś dojść, trzeba wykonać pierwszy krok. Niektórzy mówią, że ten pierwszy jest najtrudniejszy. Na forach internetowych często czytuję głosy „chciałbym się pobawić Blenderem, ale przy pierwszej próbie dałem sobie spokój”. Ja też chciałem się nim pobawić. I szybko się wciągnąłem.

Myślę, że mit o tym, że jest to program trudny, wyolbrzymiają ci, którzy wszystkiego chcieliby się nauczyć od razu. Moi drodzy, tak się nie da. Czasami trzeba ciężko westchnąć i sięść, i przeczytać.² Na razie nie wymyślono takich pigułek, jak w Matrix-ie – aby połknąć całą książkę i od razu wiedzieć wszystko. Dokonywałem kiedyś studiów porównawczych interfejsu użytkownika różnych systemów 3D. Mogę uczciwie powiedzieć, że Blender ma naprawdę fajny, spójny interfejs. Tyle, że trochę niekonwencjonalny³. W dalszych sekcjach powolutku wyjaśnię, jakie są te jego konwencje. Gdy je poznasz, przekonasz się, że jest to nie tak trudna do opanowania całość. Wyrabia dobre nawyki – pracy z komputerem „na dwie ręce” (lewa na klawiaturze, prawa na myszce).

Większość tej nauki przeprowadzimy na modelu myśliwca Ła-5. Otworzysz ten plik, obejrzyj jego zawartość, nauczysz się podstawowych metod edycji (transformacji) obiektów. Zrobimy to, przestawiając i obracając kamerę tej sceny. (Tak! Podobnie jak w prawdziwym studio fotograficznym, mamy tu kamerę!). W sumie – po przeczytaniu tego rozdziału będziesz już umiał „pozować” model. Na koniec rozdziału wygenerujesz finalną scenę z tym samolotem. (O takim obrazie będę często mówił, że jest *wyrenderowany*⁴.)

¹ W pierwszej części "Wirtualnego modelarstwa" opisuję, co należy zrobić. W drugiej („Szczegóły obsługi programów”) — jak.

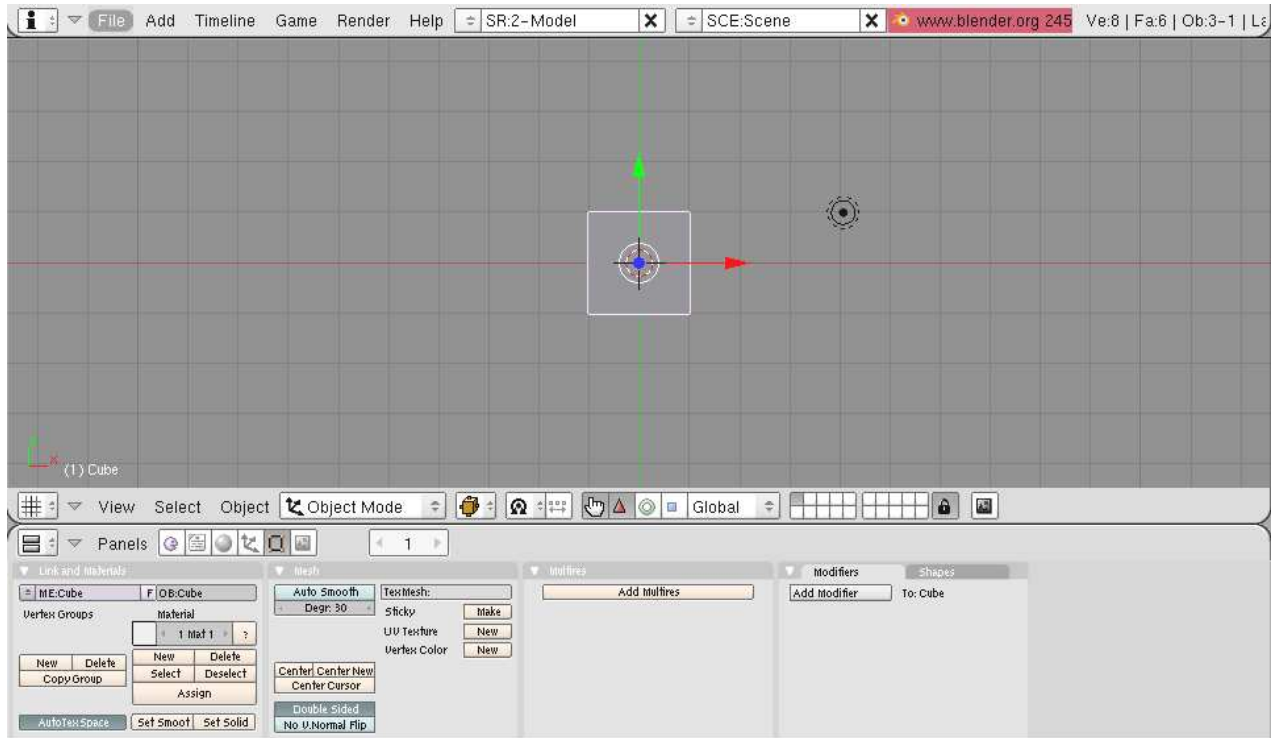
² Kiedyś prowadziłem test ze znajomości oprogramowania biurowego. Każdy z uczestników najpierw deklarował, na ile zna np. obsługę edytora tekstu. Nikt w tej ocenie nie schodził poniżej 80%. Potem otrzymywał zadanie adekwatne do deklarowanej wiedzy. Nieliczni wykazali się znajomością funkcji programu lepszą niż 50%. Dlaczego więc takie programy uchodzą za łatwe do nauki? Bo setki, o ile nie tysiące programistów przez dekadę szlifowało ich interfejs użytkownika. To „szlifowanie” miało na celu osiągnięcie dość specyficznego profilu nauki. Absolutnie podstawowe czynności musiały być tak łatwe do wykonania, aby mogły je opanować zupełnie początkujący pracownik biura. (W większości przypadków niespecjalnie lotny w sprawach komputerowych). Pozostałe funkcje – to już domena nielicznych wtajemniczonych. Tych, którym chciało się zagłębić w tak ezoteryczne i trudne do zrozumienia dzieła, jak samouczki z serii „dla opornych”. Profil nauki Blendera jest inny – równo pod górkę, bez nadmiernych ułatwień na wstępie. Nie ma tu jednak wielkiej przepaści pomiędzy pierwszym krokiem, a następnymi.

³ Oryginalny układ jest trochę zaśmiecony różnymi przyciskami, które były dodawane to tu, to tam w czasie rozwoju programu. Dlatego od 2009r. trwają prace nad nową wersją Blendera — 2.5. Przebudowano w niej zupełnie interfejs użytkownika (a w istocie — przepisano cały program od nowa). To rewolucyjna zmiana, nowy program w czasie pisania tej książki nie był jeszcze gotowy, więc pokazuję tutaj wszystko na starszej, stabilnej wersji 2.49b.

⁴ Operację generowania ostatecznego obrazu polega w Blenderze na naciśnięciu „bardzo ważnego przycisku” o angielskiej nazwie *Render*. Potem się czeka na wytworzenie ostatecznego rezultatu. Program dokonuje w tym czasie mnóstwa obliczeń – m.in. odbłasków i cieni, więc to może trwać dłuższą chwilę. Ten proces będę nazywał *renderowaniem*, i odmieniał zgodnie z regułami polskiej gramatyki. Wiem, że było wiele prób znalezienia dla tej operacji polskiego określenia, ale jakoś żadna się nie przyjęła. Skoro już w naszej historii znieśliśmy przejścia *interface*→interfejs, czy *manager*→menedżer, to czas przywitać „rendering” w słowniku potocznej polszczyzny!

3.1 Układ ekranu

Rysunek 3.1.1 pokazuje, jak wygląda Twój ekran, gdy po raz pierwszy uruchomisz Blender:



Rysunek 3.1.1: Blender – domyślny wygląd programu

Nie wygląda jak typowa aplikacja Windows, prawda? To dlatego, że każda wersja Blendera ma wydanie dla różnych systemów operacyjnych: Linux, Mac OS, Windows. W każdym z nich wygląda i działa w identyczny sposób¹. Siłą rzeczy ten program ma specyficzny styl, który go wyróżnia. Jest to jednak bardzo przemyślany interfejs użytkownika. Zacznijmy od jego podstawowych założeń.

Ekran Blendera jest podzielony na prostokątne obszary. Nazywane są oknami (ang. *Window*). W odróżnieniu od typowych systemów „okienkowych”, okna Blendera nigdy się na siebie nie „nakładają”. Osobiście uważam to za zaletę, a nie wadę. W edytorach nakładające się okienka dobrze wyglądają jedynie na materiałach reklamowych. Gdy przychodzi do realnej pracy nad projektem, każdy ustawia je sobie tak, aby widzieć wszystkie naraz.

¹ Jak osiągnięto taką zgodność? Otóż w każdym z tych systemów jest dostępny pewien zestaw procedur, których aplikacje mogą użyć do tworzenia realistycznych, trójwymiarowych obrazów. Taki zestaw programiści nazywają „biblioteką”. Biblioteki te są implementacją standardu, noszącego nazwę OpenGL. OpenGL został opracowany na początku lat dziewięćdziesiątych, początkowo dla stacji graficznych *Silicon Graphics*. Wtedy to były prawdziwe „rakiety”, ze sprzętowymi akceleratorami grafiki. Obiekt westchnień wszelkich fanów grafiki komputerowej, o odpowiednio wysokiej cenie... Niedługo potem zamieniony w standard OpenGL zaczął być wykorzystywany w wielu aplikacjach CAD, CAM, GIS, ...

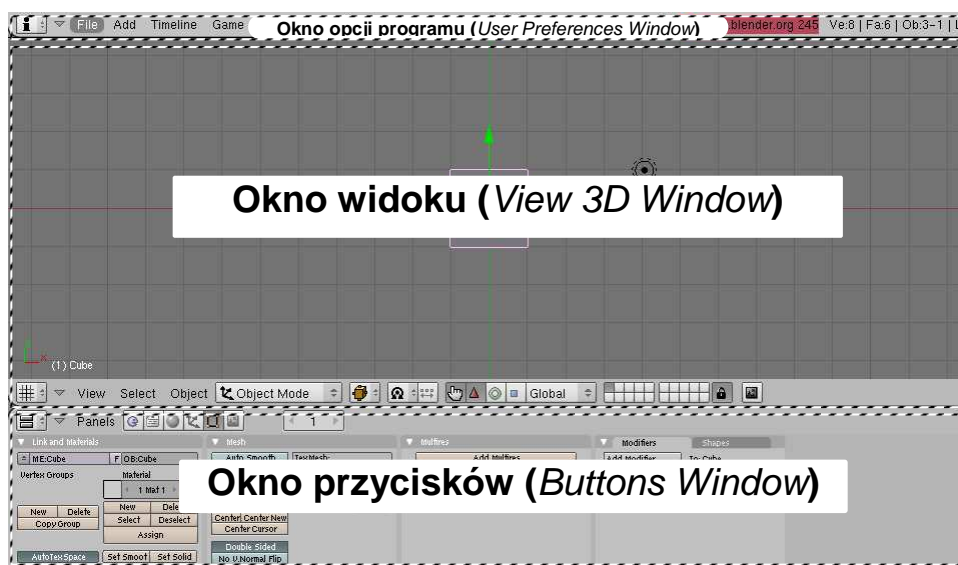
W połowie lat dziewięćdziesiątych umieszczono go nawet w systemie Windows. (Mimo że ich producent – Microsoft – już w tym czasie promował konkurencyjny produkt w postaci biblioteki DirectX). Blender „od zawsze” wykorzystywał do rysowania zawartości swoich scen właśnie OpenGL. Co ciekawe, jego twórcy wpadli w pewnym momencie na pomysł, aby tych samych poleceń, za pomocą których tworzyli trójwymiarowe modele, użyć także do rysowania w dwóch wymiarach. W efekcie cały interfejs użytkownika Blender jest rysowany za pomocą OpenGL. Dzięki temu większa część kodu nie zależy od zastosowanego systemu operacyjnego. Przy okazji uzyskano stosunkowo niewielki rozmiar programu (nie musi korzystać z rozbudowanych, standardowych bibliotek „okienek”). Innym ciekawym rezultatem takiego rysowania „wektorowego” jest możliwość płynnej zmiany rozmiarów elementów interfejsu użytkownika (patrz str. 84).

Na domyślnym ekranie Blendera widać trzy okna¹ (Rysunek 3.1.2):

- **Okno widoku (View 3D Window)**: pokazuje trójwymiarowy model;
- **Okno przycisków (Buttons Window)**: obszar na wszelkie przyciski, pola numeryczne, przełączniki, za pomocą których zmieniamy właściwości elementów modelu;
- **Okno opcji programu (User Preferences Window)**: ogólne ustawienia programu, oraz menu główne.

W tej książce nazwy okien będę traktował jak nazwy własne. (Będę używał sformułowań „w oknie *User Preferences*”, lub podobnych). Zdecydowałem się ich nie tłumaczyć, podobnie jak nazw własnych innych elementów menu. (W każdym razie – większości z nich). Sądzę, że będziesz najprawdopodobniej używać Blendera w wersji anglojęzycznej. Tłumaczenie poleceń występujących w menu na język polski tylko utrudniłoby orientację.

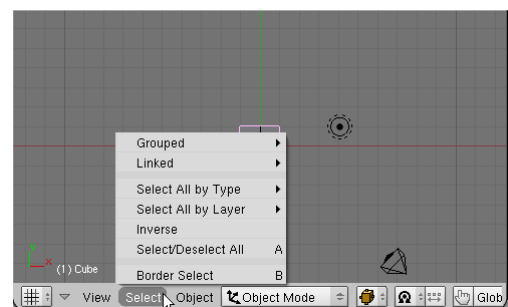
Rolę poszczególnych okien opiszę dalej, a na razie przyjrzymy się elementom, z których składa się pojedyncze okno (Rysunek 3.1.3).



Rysunek 3.1.2: Blender – obszary okien

Każde okno Blendera ma nagłówek. Nagłówek może się znajdować u góry lub u dołu okna, w zależności od jego położenia (Rysunek 3.1.3). Jak widać, nagłówek zawiera jakieś menu rozwijalne (różne dla każdego okna) oraz dodatkowe kontrolki.

Zawartość menu rozwijalnego może ulegać zmianom – np. w zależności od aktualnie wybranego obiektu. Menu zawsze pokazuje te operacje, które są obecnie dostępne.



Rysunek 3.1.3 Nagłówek okna widoku, wraz z rozwiniętym menu

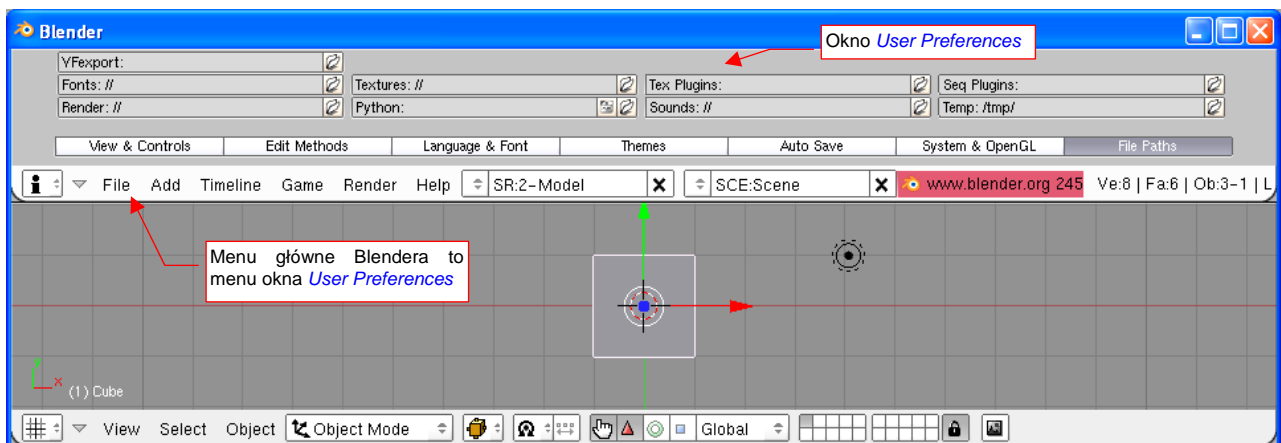
¹ Jarosław Kolmaga w swoich książkach o Blenderze proponuje inne określenie: nie "okno", a "strefa". Myślę, że rozumiem jego intencje — obszary, na jakie jest podzielone okno programu nie przypominają typowych ramek Windows czy Mac OS. Jakoś mi jednak bardziej wygodnie posłużyć się kalką językową z angielskiego oryginału. Określenie terminem *window* tego, co pokazuje Rysunek 3.1.2, w języku angielskim może się wydawać tak samo odległe od klasycznego pierwowzoru, co w Windows. Mimo to określenie *window* występuje w nazwach własnych Blendera, więc zdecydowałem się użyć jego polskiego odpowiednika.

Granice okien możesz swobodnie przesuwać po ekranie – wystarczy je „złapać” wskaźnikiem myszki (z wciśniętym **LPM**), i przeciągnąć w inne miejsce (Rysunek 3.1.4):



Rysunek 3.1.4 Przesuwanie granicy górnego okna – opcji programu

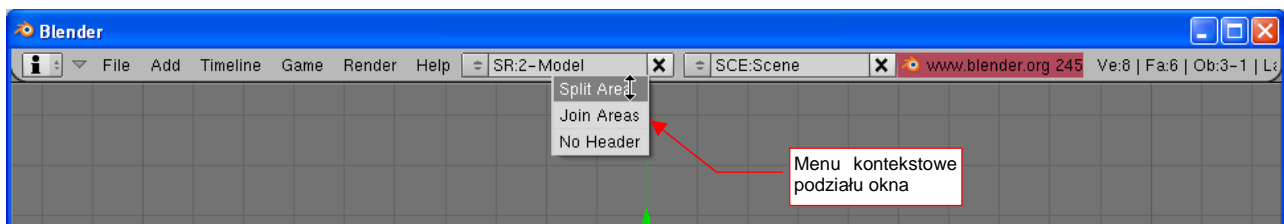
Gdy puścisz myszkę, okaże się że to, co wyglądało jak normalne menu, to w istocie nagłówek okna (Rysunek 3.1.5)! Teraz staje się bardziej zrozumiałe, dlaczego okno *User Preferences* jest nazwane oknem opcji. Jego menu rozwijalne pełni zarazem rolę ogólnego menu programu. Znajdziesz w nim np. polecenie *File*, pozwalające otworzyć lub zamknąć plik (Rysunek 3.1.5):



Rysunek 3.1.5 Okno opcji programu (*User Preferences*)

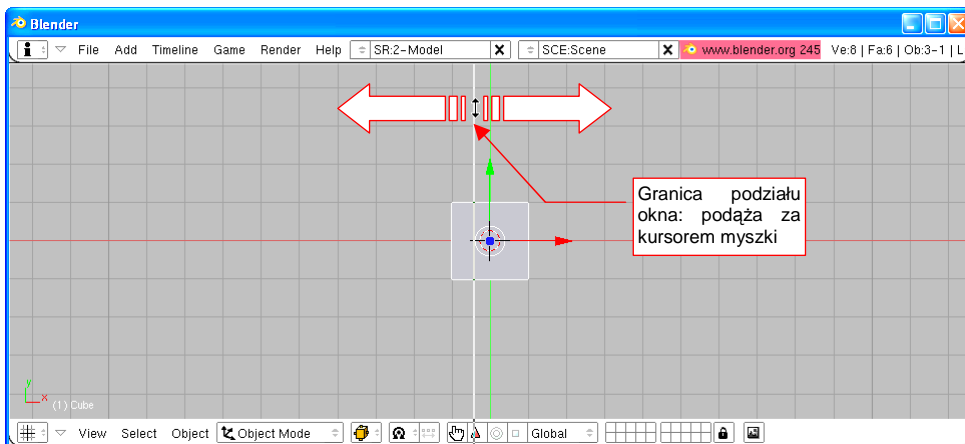
- Jeżeli używasz laptopa — w oknie *User Preferences*, sekcji *Auto Save*, włącz opcję *Emulate Numpad* (szczegóły — str. 758). (Dużo ważnych skrótów Blendera używa klawiszy numerycznych)

W podobny sposób – techniką możesz wydzielić nowe okno. Umieść wskaźnik myszy ponad krawędzią okna, którą chcesz podzielić. Następnie kliknij **PPM**. Spowoduje to pojawienie się menu kontekstowego podziału okna (Rysunek 3.1.6):



Rysunek 3.1.6 Wybór operacji podziału okna

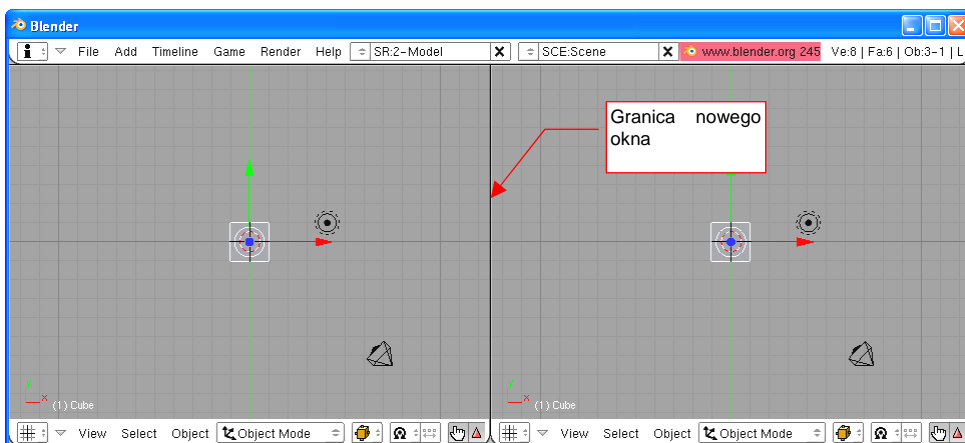
Po wybraniu z menu kontekstowego polecenia **Split Area** (Rysunek 3.1.6), ruchem myszki możesz przesuwać granicę nowego okna w odpowiednie położenie:



Rysunek 3.1.7 Przesuwanie granicy nowego okna

- Aby zrezygnować z podziału okna, wystarczy nacisnąć **Esc** – w Blender to zawsze oznacza rezygnację z aktualnie wykonywanego polecenia

Po naciśnięciu **LPM** następuje podział okien w miejscu, w którym znajduje się kursor (Rysunek 3.1.8):

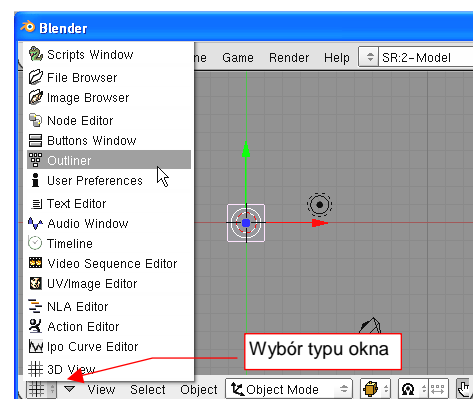


Rysunek 3.1.8 Podzielone okna Blendera

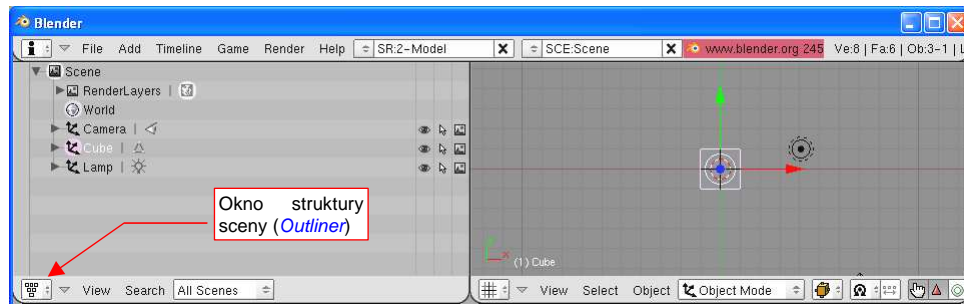
Obydwa nowe okna, powstałe w wyniku podziału, są identyczne. Można jednak je zaraz przekształcić w coś innego.

W nagłówku każdego z nich, po lewej, znajduje się lista rozwijalna (Rysunek 3.1.9). Lista ta pozwala wybrać jeden z wielu typów okien. Wybierz np. typ **Outliner**.

W efekcie zamiast widoku przestrzennego (**3D View**) pojawi się hierarchiczna struktura sceny (Rysunek 3.1.10):

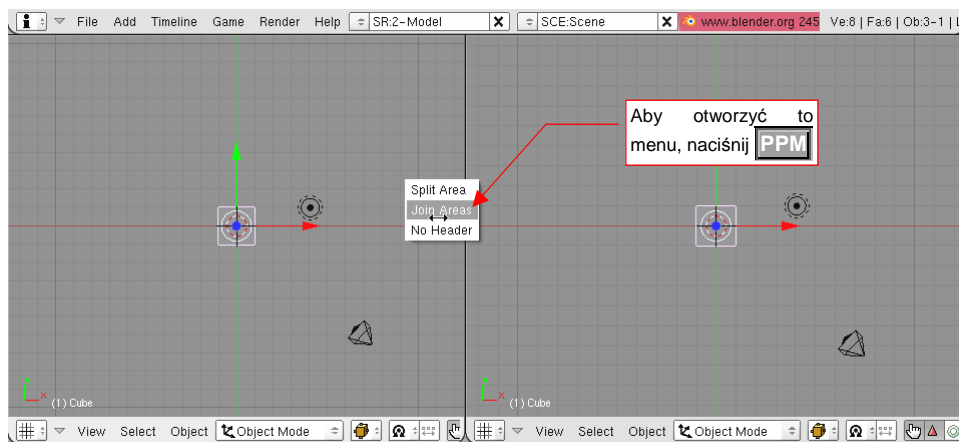


Rysunek 3.1.9 Zmiana typu okna



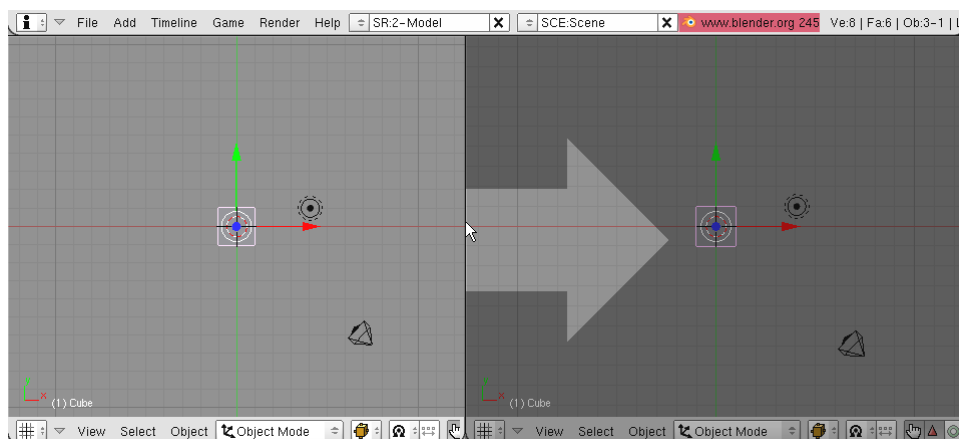
Rysunek 3.1.10 Zmieniony typ lewego okna (z 3D View na Outliner)

Scalenie okna odbywa się podobnie jak podział. Umieść kursor na krawędzi okna, która ma zniknąć, i naciśnij **PPM**. Spowoduje to otwarcie menu kontekstowego, z którego wybieramy polecenie **Join Areas** (Rysunek 3.1.11):



Rysunek 3.1.11 Łączenie okien - wybór polecenia

- Okno Blendera, znajdujące się ponad kursorem myszy, nazywamy **oknem aktywnym**. (Spośród innych okien jest sygnalizowany nieco jaśniejszym nagłówkiem, ale nie widać tego na wydruku).



Rysunek 3.1.12 Łączenie okien - wskazywanie okna docelowego

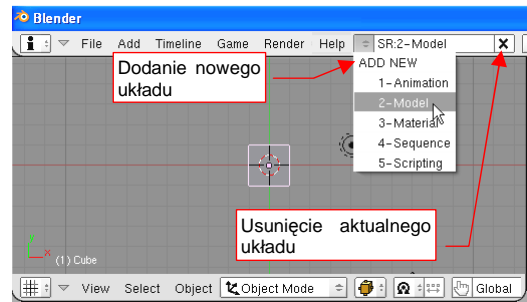
Po wybraniu polecenia, menu kontekstowe znika, a program narysował strzałkę, określającą okno, które nie zniknie w wyniku scalenia. Strzałka podąża za każdym ruchem myszki, i zawsze wskazuje na okno aktywne.

Ponowne naciśnięcie na myszce przycisku **LPM** powoduje scalenie okien.

Blender umożliwia także zapamiętanie różnych układów ekranu, abyś nie musiał za każdym razem mozolnie przestawiać granic okien. Służy do tego lista **SR**, umieszczona w nagłówku okna **User Preferences** (Rysunek 3.1.13).

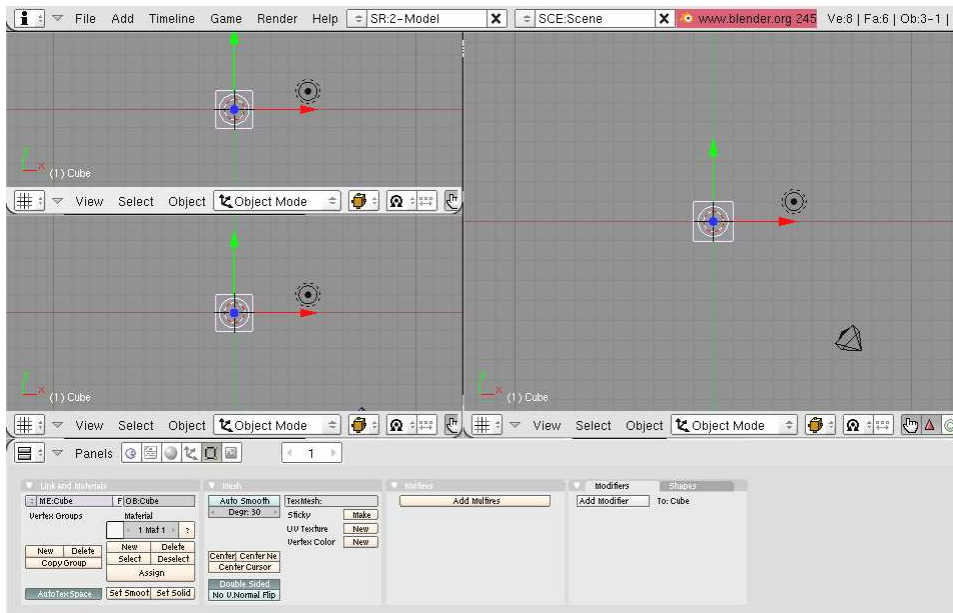
To, co zmienialiśmy do tej pory, to układ zapamiętywany pod nazwą „**2-Model**”. Osobiście uważam, że przez większość czasu pracy nad modelem wystarczy używać tego zestawu. Układ „**1-Animation**” przyda się dopiero na koniec prac.

Menu **SR** zawiera także polecenie **ADD NEW**, pozwalająca utworzyć i zapamiętać własny układ ekranu pod jakąś specyficzną nazwą. Przycisk **X**, umieszczony z prawej strony listy, służy do usunięcia (wymazania z rysunku) aktualnie wybranego układu.

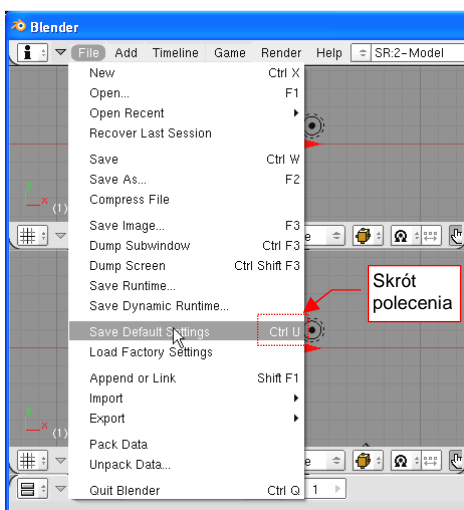


Rysunek 3.1.13 Menu SR - predefiniowane układy ekranu

Utwórz (jako ćwiczenie w wykorzystaniu poprzednio poznanych poleceń) układ ekranu jak na poniższej ilustracji (Rysunek 3.1.14):



Rysunek 3.1.14 Układ ekranu, jaki proponuję do modelowania samolotu



Rysunek 3.1.15 Zapisanie aktualnego układu jako domyślnego

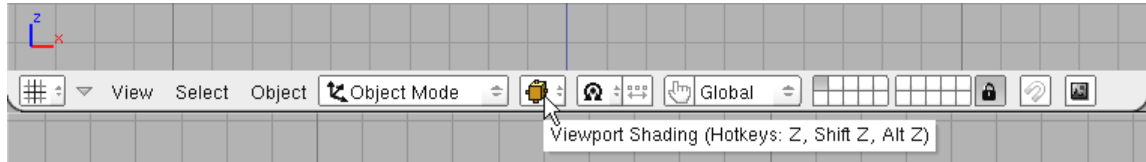
Przygotowany układ ekranu zapisz jako domyślny (tak, aby pojawiał się w każdym nowo utworzonym pliku Blendera, zamiast ustawień fabrycznych). Służy do tego polecenie **File → Save Default Settings** (Rysunek 3.1.15).

Zamiast wybierać to polecenie z menu, można po prostu nacisnąć klawisze **Ctrl-U**.

Która droga jest lepsza? Wybór polecenia z menu czy skrót z klawiatury? Skrót jest oczywiście szybszy. Jednak nie warto utrzymywać każdego skrótu, bo każda ludzka głowa ma skończoną pojemność. Rzadziej używane polecenia łatwiej jest wybierać z menu. (Bo tak wystarczy pamiętać "mniej więcej", gdzie to polecenie się znajduje). Gdy zauważymy, że niektórych komend używamy bardzo często – warto zerknąć na prawą stronę ich menu. Wszędzie tam, gdzie taka możliwość istnieje, jest podany skrót na klawiaturze, odpowiadający poleceniu.

Blender oferuje mnóstwo skrótów. Opłaca się zapamiętać i używać tylko tych, z których najczęściej korzystamy. Opisując ten program, zawsze będę się starał określić, gdzie i w jakim menu jest dostępne omawiane polecenie. Jeżeli jest ono osiągalne także przez skrót klawiatury – podam go.¹

- Inną ciekawą właściwością Blendera są krótkie podpowiedzi, pojawiające się przy każdym elemencie ekranu. Wystarczy zatrzymać kursor nieco dłużej ponad czymś, czego roli nie znamy, i – jest podpowieź (Rysunek 3.1.16):



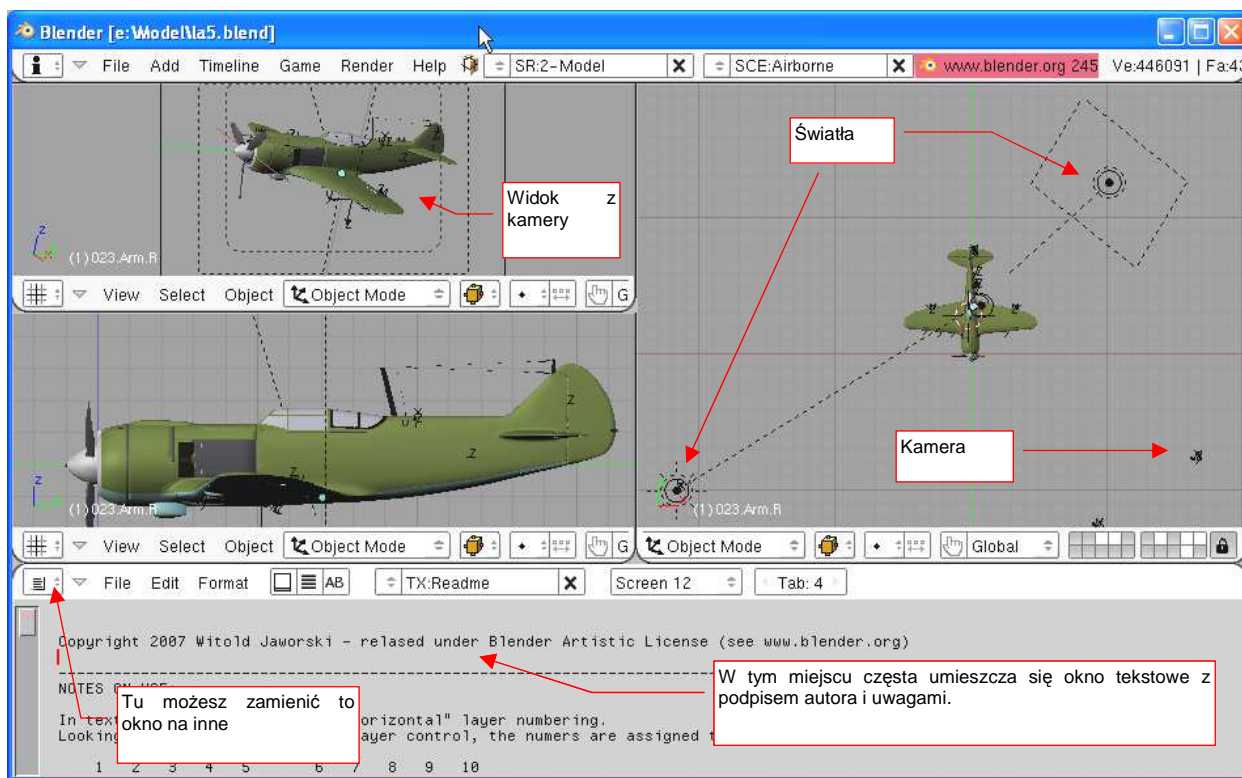
Rysunek 3.1.16 Podpowieź, wyświetlana po zatrzymaniu kursora myszy nad kontrolką

¹ Gorąco polecam wprawianie się w stosowaniu skrótów. Pamiętam, że w jakimś podręczniku o projektowaniu interfejsów użytkownika autor narzekał, że dzisiejsze rozwiązania są projektowane dla „Napoleonów”. Dlaczego tak to nazwał? Pamiętacie może ulubioną postawę tego człowieka? Jedną ręką coś robi – pokazuje, grozi, pisze. (Tak był utrwalany na dziesiątkach obrazów). A druga? Tkwi beczynną zatknięta za płaszcz. Zbyt często interfejs programów komputerowych jest projektowany, jak gdyby użytkownik miał tylko jedną rękę – tę, w której trzyma myszkę. Druga leży beczynną gdzieś z boku. Programiści bardzo często zapominają, że człowiek ma dwie ręce. Jakby tę drugą jakoś „zatrudnić”, to robota poszłaby o wiele sprawniej. Na przykład - czy wiecie, jaką wydajność w edycji tekstów ma człowiek, który jednocześnie pisze jedną ręką na klawiaturze, a drugą – zaznacza tekst myszką? Skrótów klawiatury Blendera pozwalają osiągnąć podobny efekt w modelowaniu. Warto je stosować, aby „grać na obie ręce” z komputerem. Co najmniej należy przeciwić skrótów stosowane przy edycji siatek (ta operacja pochłania najwięcej czasu).

3.2 Okno widoku (3D View) – zmiana projekcji

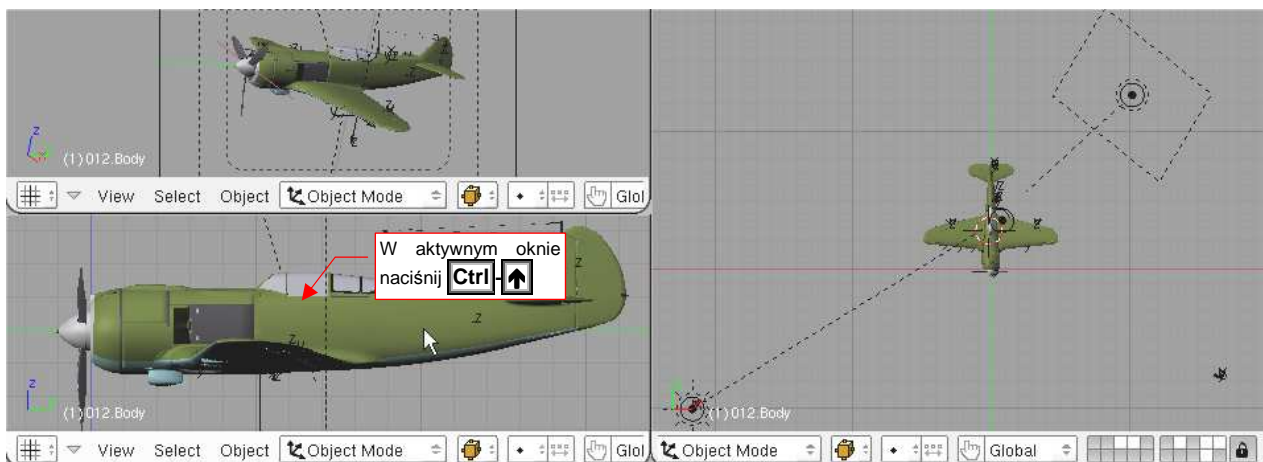
Jak długo można podziwiać na ekranie domyślne „pudełko” Blendera, przewijające się przez ilustracje w poprzedniej sekcji? Wczytajmy jakiś bardziej interesujący model!

W przykładowych danych, udostępnionych wraz z tą książką (plik [la5.zip](#)), znajduje się plik [la5Va5.blend](#). Otwórzmy go poleceniem **File→Open** (szczegóły patrz str. 762). Rysunek 3.2.1 pokazuje, jak powinien wyglądać rezultat. Tym Ła-5 posłużymy w dalszej części tego rozdziału, byś mógł pracować na jakimś prawdziwym modelu.



Rysunek 3.2.1 Załadowany plik La-5

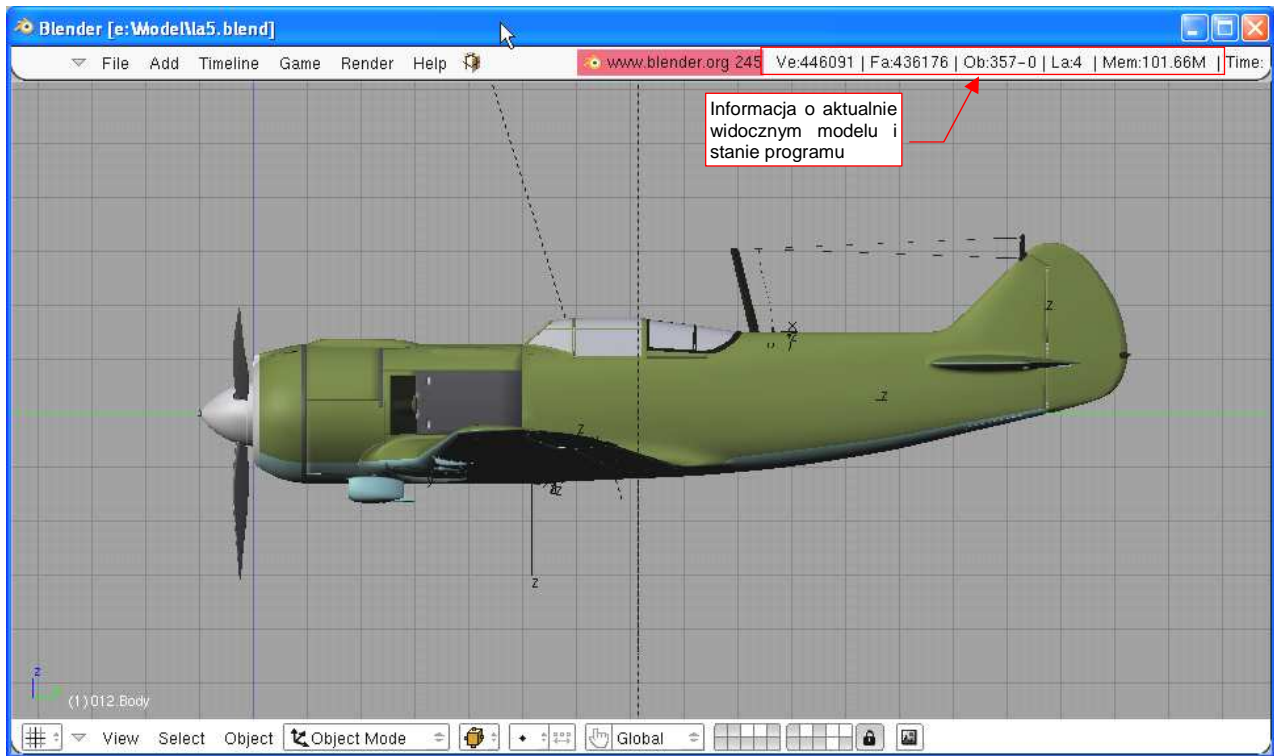
Mamy wczytany model, czas pomówić o tym, jak obejrzeć go dokładnie. Zaczniemy od szybkiego powiększenia jednego z okien (Rysunek 3.2.2):



Rysunek 3.2.2 Wywołanie powiększenia aktywnego okna

Ustaw kursor myszy wewnątrz jednego z okien **3D View** (Rysunek 3.2.2). Naciśnij kombinację klawiszy **Ctrl+↑** (**View→Maximize Window**). Spowoduje to rozciągnięcie aktywnego okna na cały ekran.

Teraz zobaczysz model o wiele dokładniej (Rysunek 3.2.3):



Rysunek 3.2.3 Powiększone okno aktywne

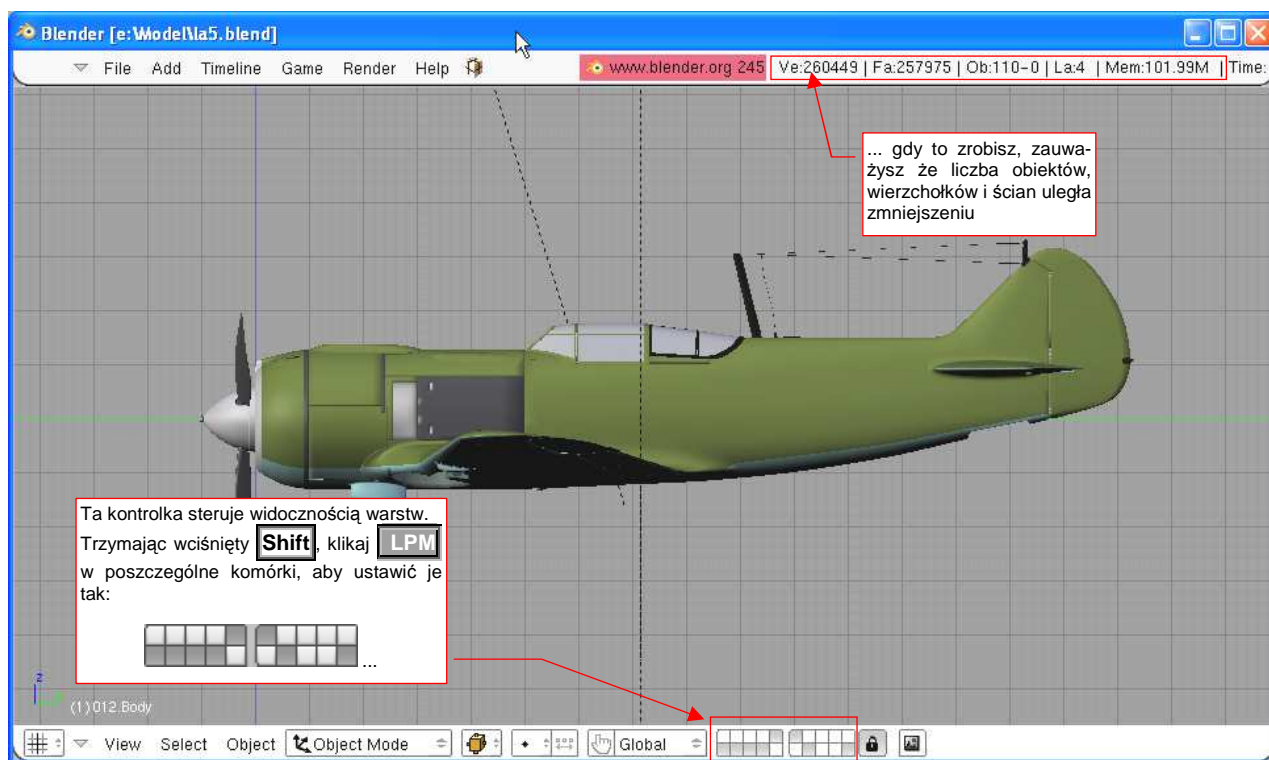
Naciśnięcie **Ctrl-↓** (**View→Tile Window**) powoduje pomniejszenie okna do poprzedniego rozmiaru (możesz także użyć ponownie **Ctrl-↑**). Pozostawimy jednak na razie z tym powiększonym widokiem z boku.

Łaadowany model ma dość dużo widocznych ścian. Można to odczytać na informacji o stanie, w prawej części nagłówka okna **User Preferences** (Rysunek 3.2.3). Te informacje widać teraz lepiej, gdyż w trybie powiększenia pojedynczego okna znikają listy: **SR** (układ ekranu) i **SCE** (sceny) (porównaj: Rysunek 3.2.3 i Rysunek 3.2.1). Co oznaczają dokładnie skróty i liczby, wyświetlone na ekranie? Już wyjaśniam:

- **Ve**: liczba wierzchołków (*vertices*), użytych w modelu widocznym w aktywnym oknie widoku. Ten samolot składa się z 446 091 wierzchołków. Jest to stosunkowo duży model;
- **Fa**: liczba ścian (*faces*), użytych w modelu widocznym w aktywnym oknie widoku. Łaadowany samolot składa się z 436 176 elementarnych ścian;
- **Ob**: liczba wszystkich oraz (po kresce) liczba wybranych obiektów (*objects*). W przypadku tego samolotu jest to 357 obiektów, przy czym żaden nie jest wybrany („-0”);
- **Mem**: ilość użytej przez program ciągłej pamięci RAM¹. W tym przypadku – nieco ponad 100 MB. Na pewno ta wartość powinna być mniejsza od rozmiaru pamięci RAM fizycznie dostępnej na Twoim komputerze.

¹ Dla niewtajemniczonych: pamięć RAM to nazwa pamięci "ulotnej", której zawartość znika wraz z wyłączeniem komputera. Nie myl jej np. z pojemnością Twoich dysków twardych!

Obawiam się, że Blender z tym modelem Ła-5 może wolno odświeżać okna widoku na komputerach wielu z Czytelników. Aby temu zaradzić, proponuję ukryć niektóre warstwy, jak pokazuje to Rysunek 3.2.4:



Rysunek 3.2.4 "Odchudzony" widok La-5 - część obiektów jest na niewidocznych warstwach

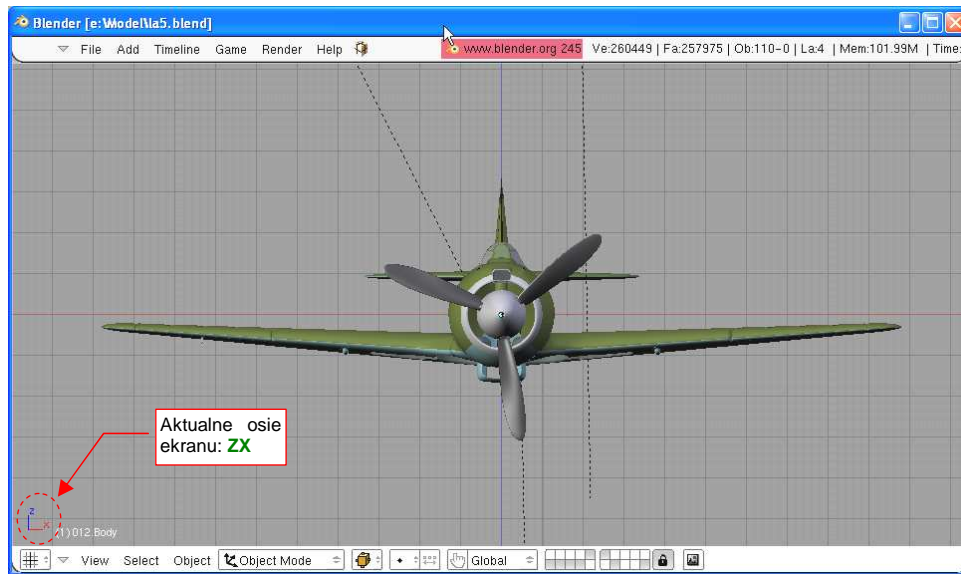
Klikając **LPM** w „komórki” kontrolki obsługi warstw (p. Rysunek 3.2.4), włączamy lub wyłączamy ich widoczność (białe = niewidoczne). Koniecznie rób to trzymając wciśnięty klawisz **Shift**. Jeżeli o tym zapomnisz, kliknięcie w jakąś komórkę wyłączy widoczność wszystkich pozostałych.

Co właściwie warstwy (*layers*) w takim programie jak Blender? Ich nazwa pochodzi z systemów 2D. Spotkałeś je już w Gimpie (np. na str. 44). W programach 3D warstwy straciły swoją analogię do powierzchni, które można nakładać jedna na drugą. (W trójwymiarowej przestrzeni trudno mówić o warstwach, no chyba że jesteś w stanie wyobrazić sobie je w czwartym wymiarze. W takim przypadku gratuluję i zazdroszczę ☺). Pozostały w roli grup obiektów, które można szybko ukryć lub pokazać. Stosuję je bardzo często, umieszczając na różnych warstwach różne elementy samolotu. Zazwyczaj podczas formowania nowego fragmentu pracuję na jednej – dwóch warstwach, na których mam wszystko, co potrzebne. Na przykład – modelując owiewkę pomiędzy skrzydłem i kadłubem, mam włączone tylko 3 warstwy: skrzydła, kadłuba, i samej owiewki. (Czyli to, co zmieniam, i to, do czego mam się dopasować).

Blender oferuje nam do wykorzystania 20 warstw. Traktuj je jak „segregatory”, w które możesz wkładać obiekty tak, jak Ci wygodnie (a jak – opiszę w dalszych rozdziałach)¹.

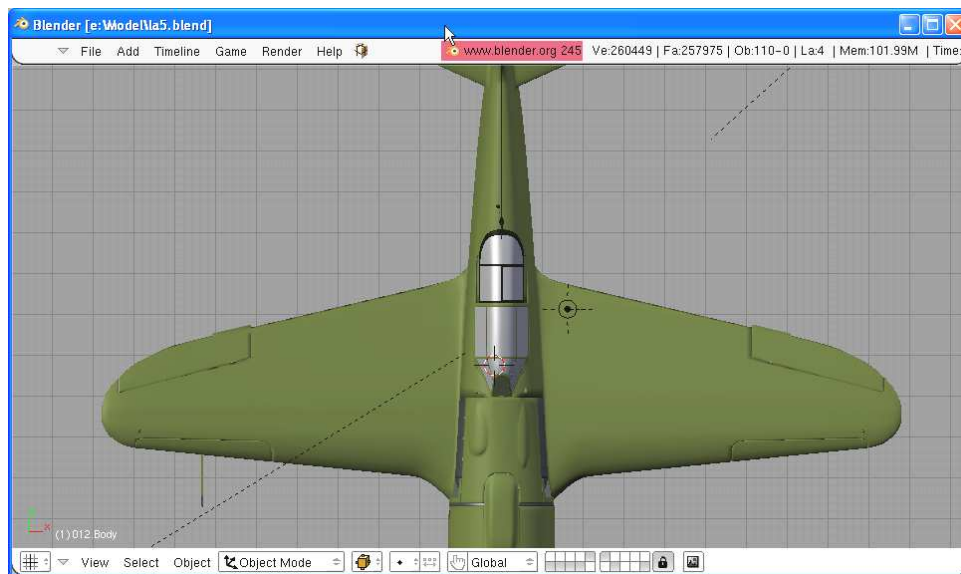
¹ Szczerze mówiąc, pod koniec tworzenia tak złożonego modelu jak Ła-5, liczba 20 warstw była nieco zbyt mała. Udało się mi jednak, koniec końców, „upchnąć” w te 20 „szufladek” wszystkie elementy, w miarę uporządkowany sposób. Szczegółowy opis struktury modelu Ła-5, w tym także warstw, znajdziesz na http://www.samoloty3d.pl/downloads-la5-intro_p.xml.

Czas pooglądać nasz model z różnych stron. Naciśnij klawisz numeryczny **1** (lub wybierz z menu polecenie: **View→Front**). Zobaczysz samolot z przodu (Rysunek 3.2.5):



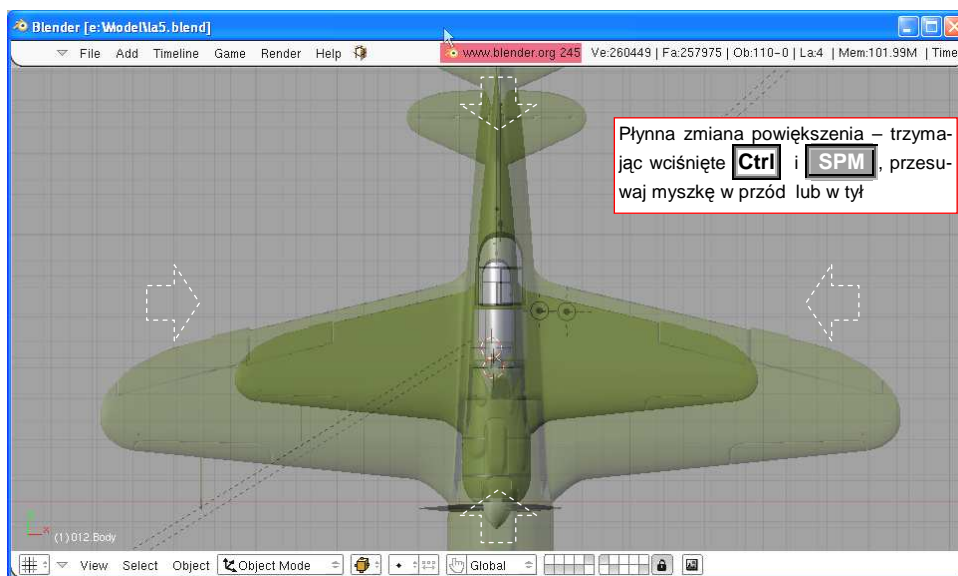
Rysunek 3.2.5 Widok z przodu (ZX) - efekt naciśnięcia klawisza **1**

Gdy naciśniesz na klawiaturze numerycznej klawisz **3** (z menu: **View→Side**) – zobaczysz widok z boku (**ZY** — Rysunek 3.2.4). Gdy naciśniesz klawisz numeryczny **7** (z menu: **View→Top**) – zobaczysz widok z góry (**XY** — Rysunek 3.2.6):



Rysunek 3.2.6 Widok z góry (XY) - efekt naciśnięcia klawisza **7**

Rysunek 3.2.6 nie obejmuje całego samolotu. Aby zmienić powiększenie, naciśnij dwa – trzy razy na klawiaturze numerycznej przycisk **-** (**View→View Navigation→Zoom In**):

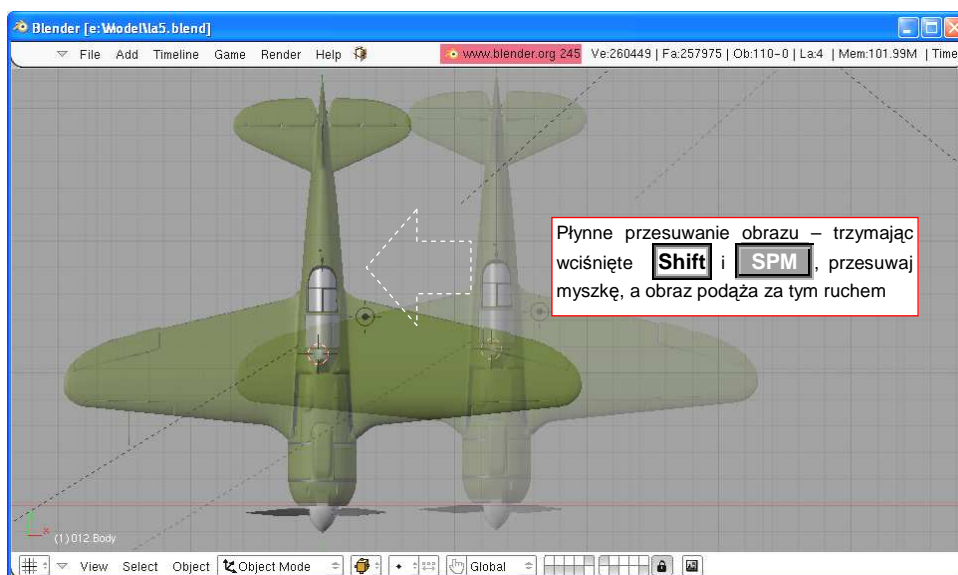


Rysunek 3.2.7 Zmiana powiększenia

Analogicznie, naciśnięcie klawisza **+** (**View→View Navigation→Zoom Out**) powiększa obraz. Naciśnięcie **Home** – przełącza na takie powiększenie, że na ekranie widoczne są wszystkie obiekty.

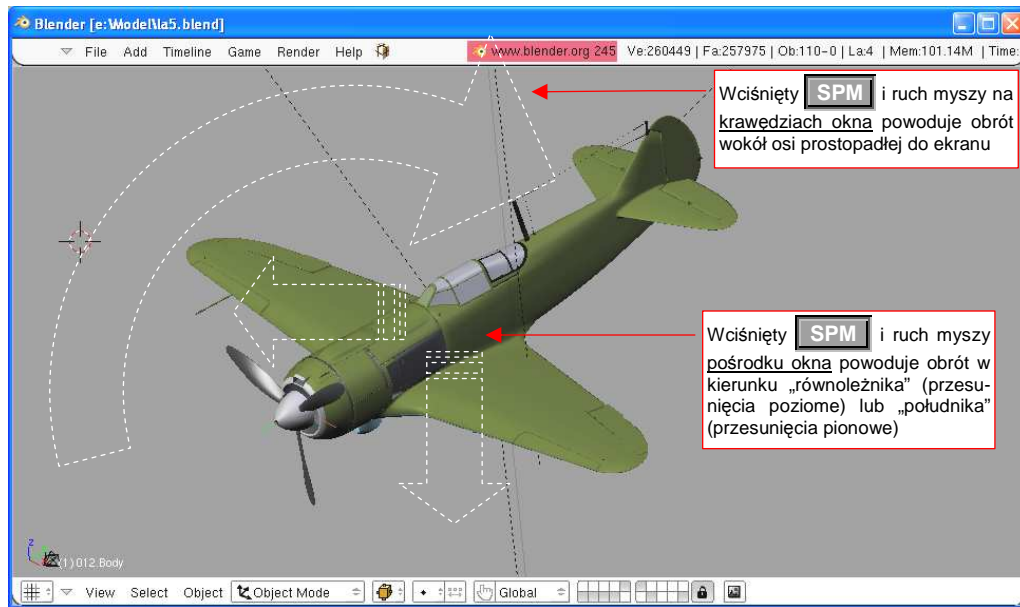
Powiększenie można także zmieniać za pomocą myszki. Zgrubnie (skokowo) – obracając kółko **KM**. (Odpowiada to dokładnie naciśnięciom klawiszy **+**/**-**). Dokładnie (płynnie) – trzymając wciśnięte: klawisz **Ctrl** i **SPM** przesuwać myszkę do góry lub do dołu.

A jak przesunąć widok w bok? Zgrubnie – klawisze **Ctrl-8** lub **Ctrl-2** (góra lub dół), **Ctrl-4** lub **Ctrl-6** (lewo lub prawo). To nie jest takie trudne do zapamiętania – zwróć uwagę, że na klawiaturze numerycznej klawisze **8**, **6**, **2** i **4** mają nawet narysowane odpowiednie strzałki! Mówiąc jednak szczerze – zawsze używałem do tego celu myszki. Trzymając wciśnięty klawisz **Shift** i **SPM** przesuwać myszką, a ekran podąża za tym ruchem (Rysunek 3.2.8):



Rysunek 3.2.8 Przesuwanie obrazu

Wreszcie – obracanie. Naciskamy **SPM** i przesuwamy myszkę – model zaczyna się obracać. Popatrz na Rysunek 3.2.9 – narysowałem tam zasady, obowiązujące przy obrotach.

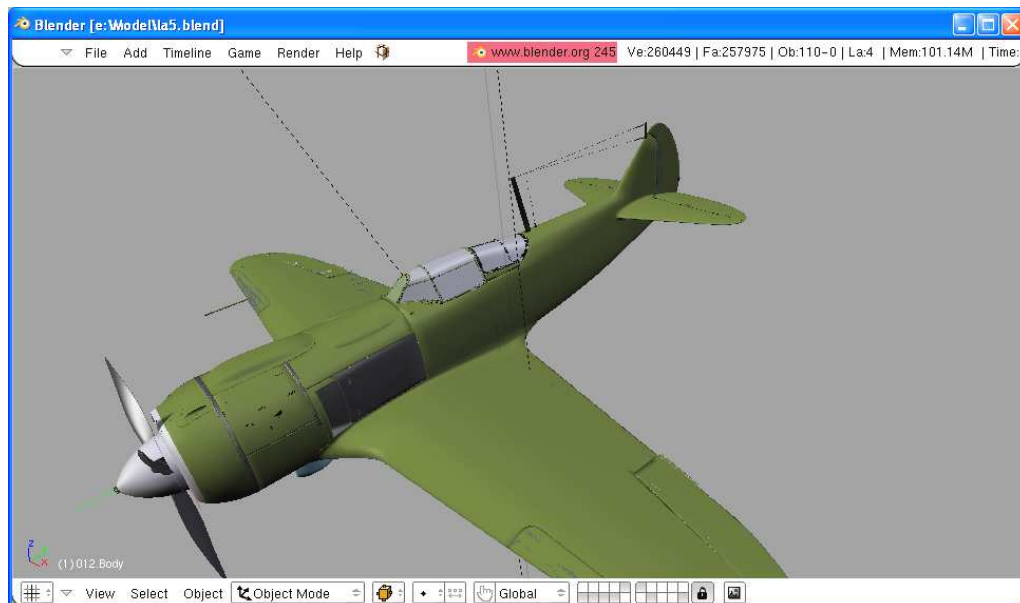


Rysunek 3.2.9 Obracanie widoku – różne obroty w zależności od położenia kursora myszy

W Blenderze rodzaj obrotu widoku zależy od miejsca, w którym znajduje się kursor. Gdy przesuwamy się po obszarach bliskich krawędzi okna – wywołuje to obrót wokół osi prostopadłej do płaszczyzny ekranu. Gdy przesuwamy kursor myszy w centrum okna – następuje obrót po wymyślonej kuli, w środku której znajduje się aktywny obiekt. Przesunięcie poziome powoduje obrót w kierunku „równoleżnikowym”. Przesunięcie pionowe – w kierunku „południkowym”.



Brzmi to trochę skomplikowanie, ale proponuję potrenować obroty przez chwilę lub dwie, aby „wyczuć” jak to działa. W praktyce obrót co chwilę przeplata się przesunięciem obrazu (**Shift** – **SPM**, patrz Rysunek 3.2.8), gdyż zdarza się, że obracany model „ucieka” z pola widzenia.

Popatrzmy krytycznie na widok z Rysunek 3.2.9. Czy ten samolot jest proporcjonalny? Bliższe skrzydło wydaje się być mniejsze od dalszego... Nic dziwnego, oglądamy widok w projekcji aksonometrycznej! (To taka projekcja, gdzie dwie równoległe linie w przestrzeni są także równoległe). Fotografie przyzwyczyły nas do projekcji perspektywicznej – więc włączmy ją. Naciśnij klawisz **5** (**View** → **Perspective**) – i zobaczymy (Rysunek 3.2.10):





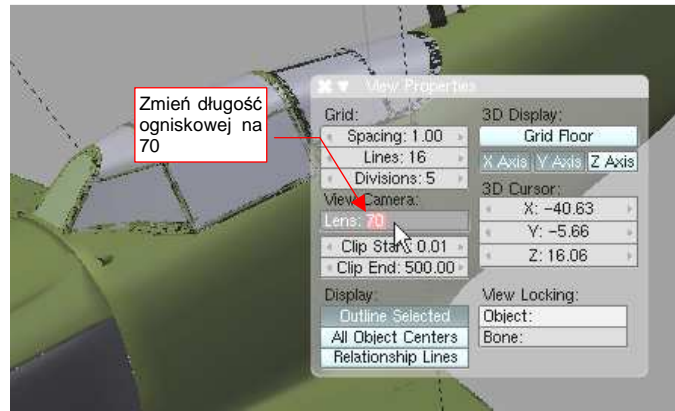
Rysunek 3.2.10 Włączona perspektywa - silny efekt "rybiego oka"

Uff, wygląda na to, że zniekształcenie perspektywiczne jest zbyt silne (Rysunek 3.2.10) – tak wygląda samolot przez obiektyw baaardzo szerokokątny! Czy można coś z tym zrobić?

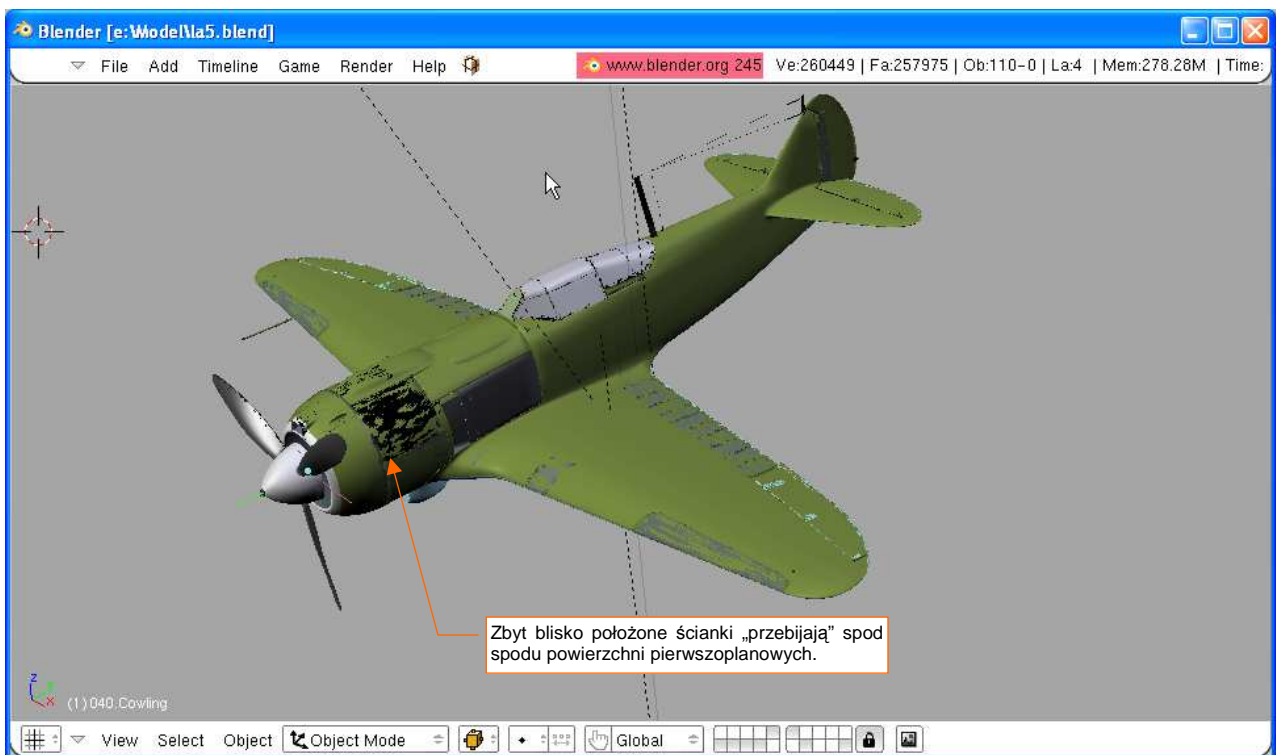
Oczywiście! Wybierz polecenie **View→View properties** (nie posiada żadnego skrótu klawiaturowego). W oknie widoku pojawi się ciekawe, półprzezroczyste okno dialogowe (Rysunek 3.2.11). To okno nie jest *modalne*, tzn. mimo, że jest otwarte, można wykonywać inne polecenia programu. W dowolnym momencie można je także zamknąć w tradycyjny sposób – kliknięciem w ikonę  (umieszczoną w nagłówku, po lewej). Możesz je także „zwinąć do paska”, klikając w ikonę .

(Jeżeli kontrolki w tym oknie wydają się Ci jakieś dziwne – zerknij na str. 87, tam są opisane).

W oknie *View Properties* znajduje się sekcja *View Camera*. Zmieńmy wartość jej pola *Lens* (ogniskowa) z 35 jednostek do **70**. (Pole *Lens* to pole numeryczne – w razie wątpliwości, jak się nim posługiwać zerknij na str. 87). Widać zmianę, tylko że teraz samolot stał się zbyt bliski, i ekran obejmuje tylko jego fragment. Oddalmy się trochę – klawiszem  lub obrotem . Ostateczny efekt pokazuje Rysunek 3.2.12:



Rysunek 3.2.11 Okno właściwości widoku



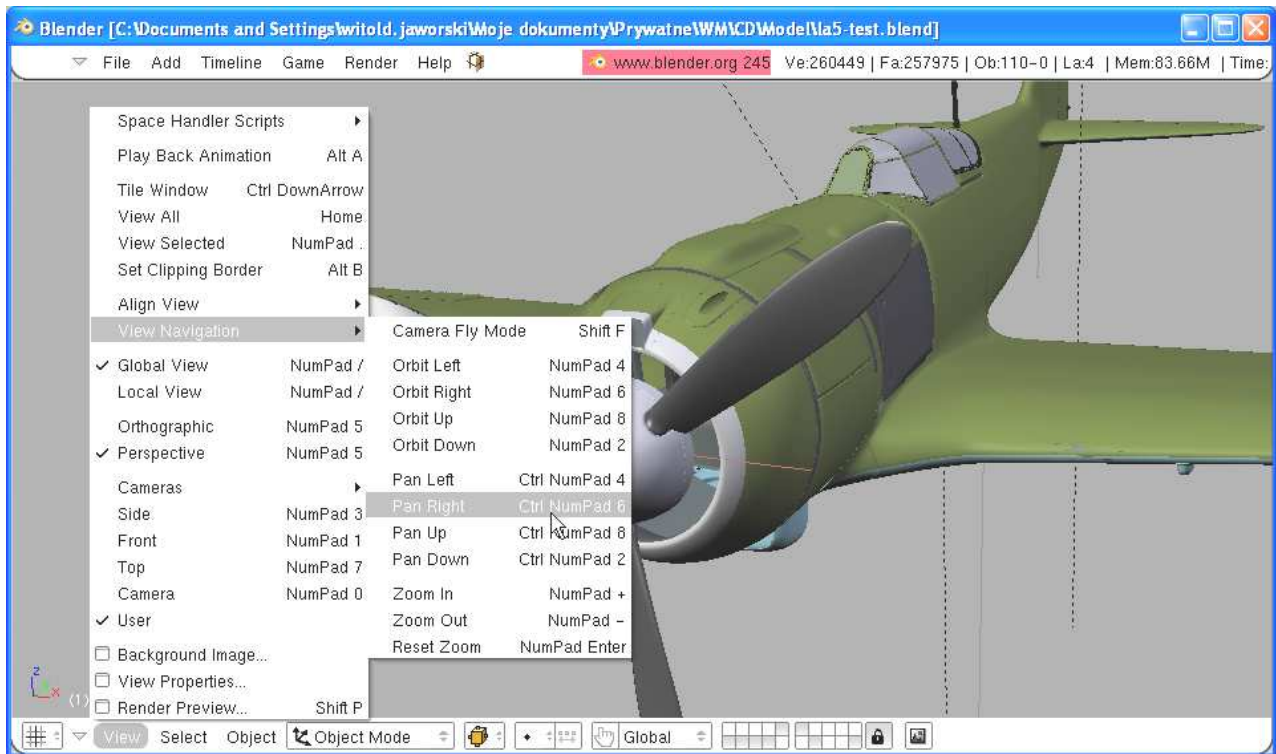
Rysunek 3.2.12 Widok perspektywiczny - skorygowana ogniskowa

Na powierzchni modelu pojawiły się „przebicia” powierzchni wewnętrznych, które w realnym świecie leżałyby 1-2mm poniżej. (To grubość blachy lub sklejkę poszycia). Nie było ich widać w projekcji aksonometrycznej, a także znikają przy zbliżaniu się kamery do obiektu. Na szczęście nie ma to specjalnego wpływu na ostateczny obraz, tworzony podczas renderowania.

Okazuje się, że wystarczy w oknie *View Properties* (Rysunek 3.2.11) zmienić wartość *Clip Start* np. na **0.1**, aby te wszystkie przebicia zniknęły. (Poprzednio była wpisana wartość dziesięć razy mniejsza)

Jeżeli chciałbyś z powrotem przełączyć się na projekcję aksonometryczną – naciśnij jeszcze raz **5** (ten przycisk działa jak przełącznik). Możesz także wybrać z menu: **View→Orthographic**.

Wszystkie omówione w tym paragrafie polecenia, a także wiele innych, znajdziesz w menu **View** nagłówka okna widoku. Jeżeli na początku nie będziesz pamiętał jakiegoś klawisza skrótu – użyj tego menu jak podpowiedzi (Rysunek 3.2.13):



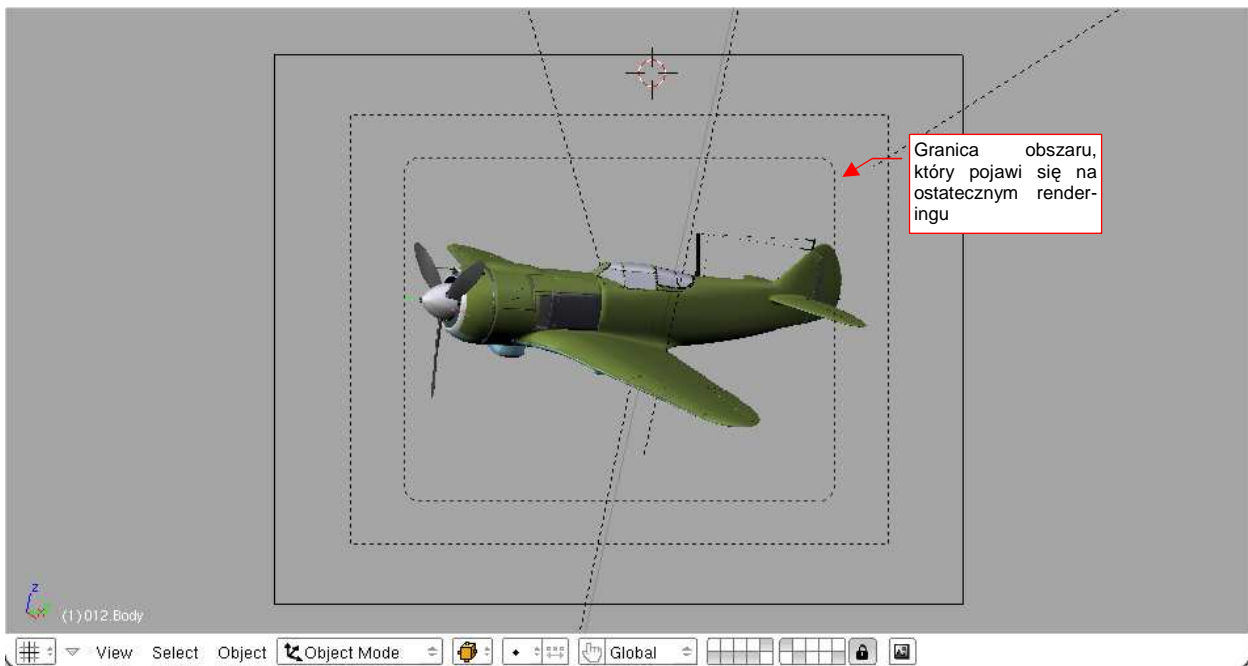
Rysunek 3.2.13 Menu **View** okna widoku pełne jest poleceń i ich skrótów

Podsumowanie

- Każde okno Blendera można powiększyć kombinacją **Ctrl-↓**; Powtórne naciśnięcie powoduje powrót do oryginalnego układu ekranu;
- Do szybkiego przywołania podstawowych widoków ortogonalnych służą klawisze: **1** (przód), **3** (bok), **7** (górze). Aby zobaczyć obiekt z kierunku przeciwnego – należy dodatkowo nacisnąć **Ctrl**. Czyli: **Ctrl-1** (tył), **Ctrl-3** (prawy bok), **Ctrl-7** (dół);
- Obrót wokół modelu: przesunięcie myszki z wciśniętym przyciskiem środkowym **SPM**;
- Przesuwanie ekranu: przesunięcie myszki z wciśniętym **SPM** i **Shift**;
- Powiększenie lub pomniejszenie: przesunięcie myszki do góry lub dołu z wciśniętym **SPM** i **Ctrl**;
- Przełączenie pomiędzy widokiem perspektywicznym i aksonometrycznym: **5**;

3.3 Okno widoku (3D View) – kamery, selekcja

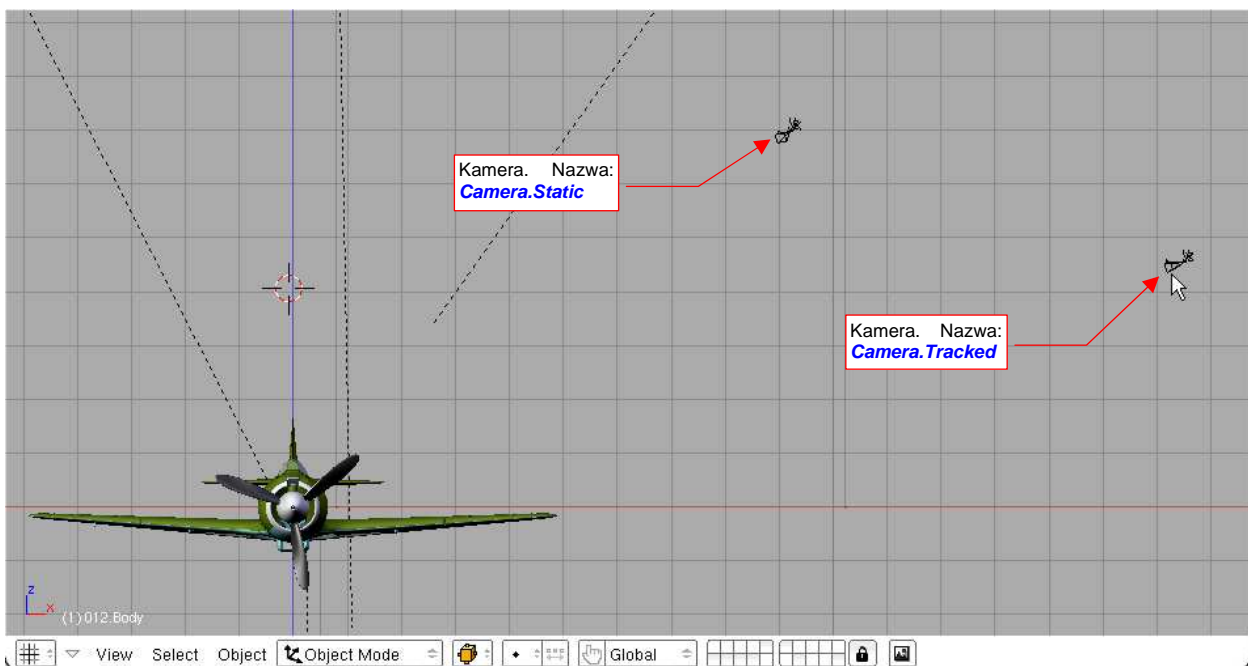
W poprzednim paragrafie nie powiedzieliśmy jeszcze wszystkiego o możliwych sposobach oglądania modelu. Aby się o tym przekonać, naciśnij klawisz **0** (**View→Camera**):



Rysunek 3.3.1 Widok z kamery

To, co widzimy powyżej (Rysunek 3.3.1), to widok z kamery. Jest to projekcja, jaką Blender użyje do stworzenia ostatecznego obrazka lub animacji.

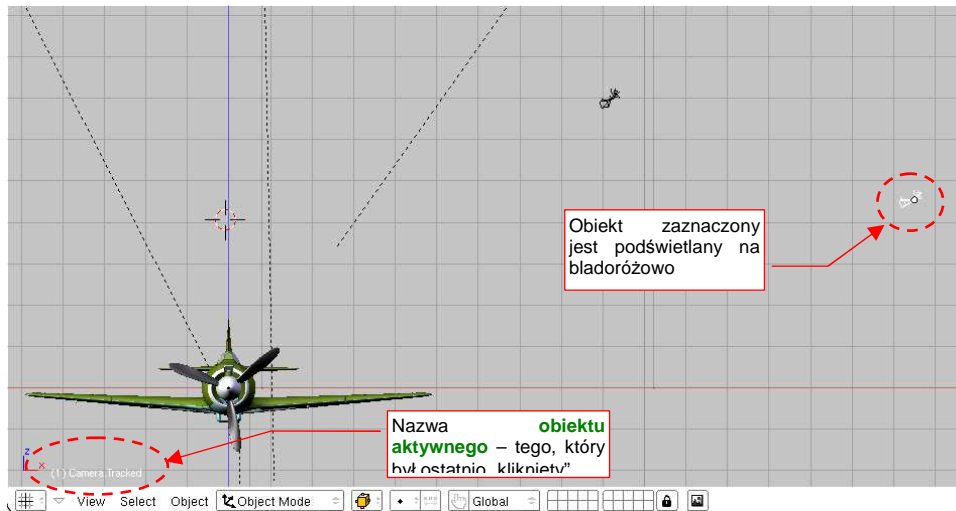
A co to są same kamery? To pewien rodzaj obiektu. Naciśnij **1** i zmień nieco powiększenie, aby je zobaczyć (Rysunek 3.3.2):



Rysunek 3.3.2 Dwie kamery w scenie z Ła-5

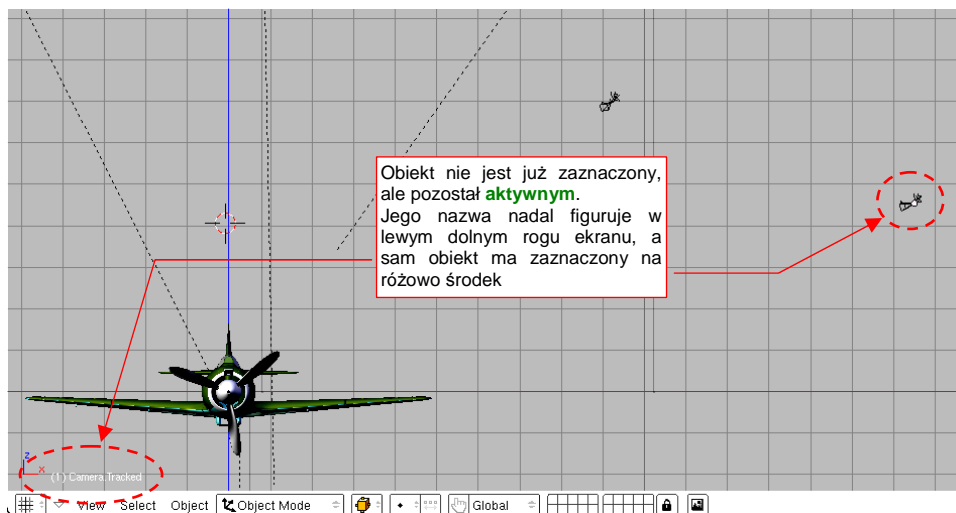
Kamery można przesuwac – zupełnie tak, jak w rzeczywistym studio. Nim do tego przejdziemy (str. 74), nauczymy się zaznaczać obiekty. Od tego zaczyna się w Blenderze każda operacja.

Kliknij w prawą kamerę **PPM**. Powinna się podświetlić (por. Rysunek 3.3.3):



Rysunek 3.3.3 Zaznaczony obiekt – kamera

Zaznaczony obiekt zmienił kolor na bladioróżowy. Tak właśnie w Blenderze zaznacza się pojedynczy element. Jednocześnie w lewym dolnym narożniku okna została wyświetlona jego nazwa. Ta nazwa jest nazwą aktualnego **obiekty aktywnego**. Obiekt aktywny to obiekt, który ostatnio został zaznaczony przez kliknięcie myszką. Naciśnij teraz **A** (**Select**→**Select/Deselect All**), aby wyłączyć selekcję. (To polecenie „czyści” listę wybranych obiektów, gdy coś jest wybrane, lub zaznacza wszystko, gdy nic nie było zaznaczone). Zwróć uwagę, że nazwa obiektu aktywnego pozostanie na ekranie (Rysunek 3.3.4):



Rysunek 3.3.4 Ten sam obiekt wciąż aktywny - mimo, że wyłączyliśmy zaznaczenie

Zawsze warto zwracać uwagę, jaki jest aktualny obiekt aktywny. Zobaczysz później, że Blender zawsze traktuje taki obiekt w sposób szczególny.

Aby po kolei dołączać obiekty do grupy wybranych, wystarczy podczas klikania **PPM** trzymać wciśnięty klawisz **Shift**. Aby lepiej „wyczuć”, jak to działa, proponuję, abyś wykonał kilka szybkich doświadczeń.

Zacznij od sytuacji, gdy nic nie jest zaznaczone. Trzymaj wciśnięty klawisz **Shift** i wykonuj po kolei operacje, które wylicza Tabela 3.3.1. (Przypisania nazw do kamer znajdziesz na str. 70, Rysunek 3.3.2). :

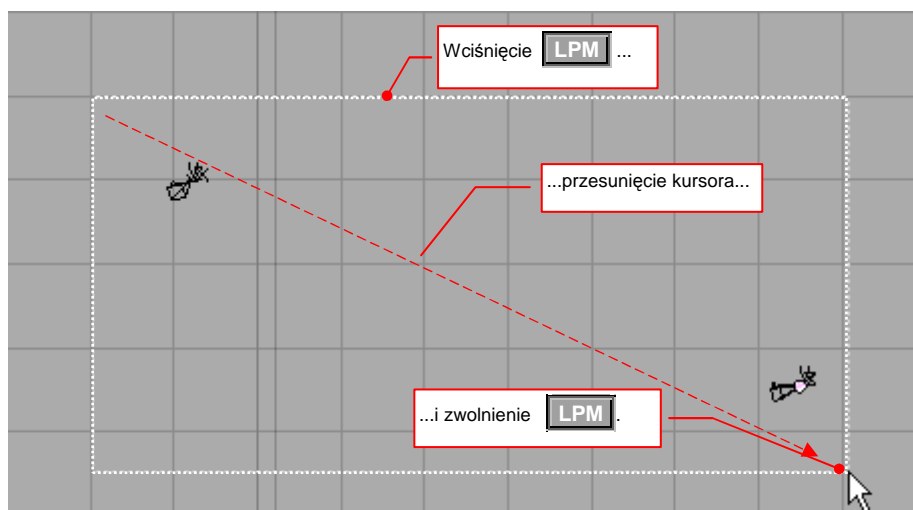
Trzymając wciśnięty Shift :	Rezultat	
	Obiekty wybrane i ich kolory	Obiekt aktywny
Kliknij PPM w obiekt <i>Camera.Static</i>	<i>Camera.Static</i> (bladoróżowy)	<i>Camera.Static</i>
Kliknij PPM w obiekt <i>Camera.Tracked</i>	<i>Camera.Static</i> (różowy) <i>Camera.Tracked</i> (bladoróżowy)	<i>Camera.Tracked</i>
Kliknij PPM w obiekt <i>Camera.Static</i>	<i>Camera.Static</i> (bladoróżowy) <i>Camera.Tracked</i> (różowy)	<i>Camera.Static</i>
Kliknij PPM w obiekt <i>Camera.Static</i>	<i>Camera.Tracked</i> (różowy)	<i>Camera.Static</i>

Tabela 3.3.1 Obiekty wybrane a obiekt aktywny - kilka doświadczeń z operacjami grupowymi

Nie będę pokazywał rezultatów operacji, jakie podaje Tabela 3.3.1, na ilustracjach, jak to mam w zwyczaju. To ułomność poligrafii, że nie pokazuje delikatnej różnicy pomiędzy dwoma barwami zaznaczeń: bladoróżową (obiekt aktywny) i różową (pozostałe obiekty wybrane). Wnioski z wykonanego doświadczenia:

- Modyfikator w postaci klawisza **Shift** służy nie tylko do włączania, ale i wyłączania obiektu spośród wyboru. (Gdy klikniesz w obiekt powtórnie, stanie się obiektem aktywnym, a gdy klikniesz jeszcze raz – przestanie być wybranym);
- Obiekt aktywny nie musi być w ogóle obiektem wybranym (patrz ostatni wiersz z Tabela 3.3.1);

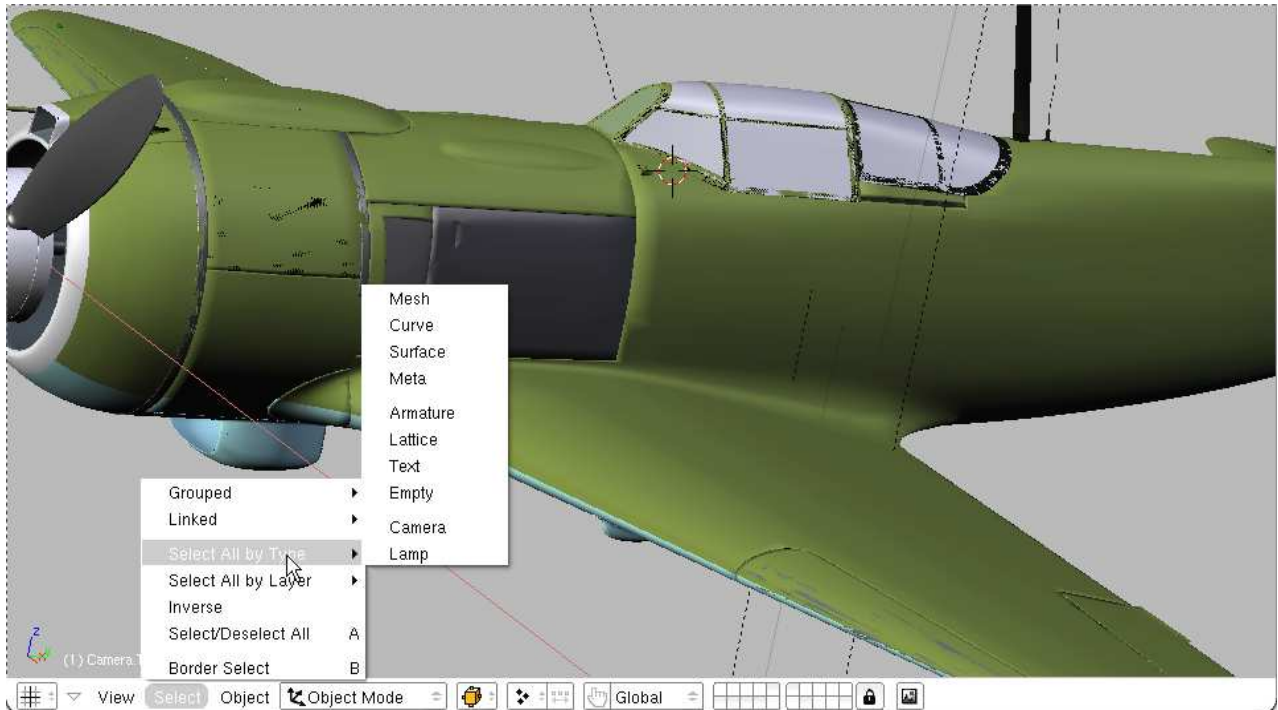
Możliwe jest także zaznaczanie grupy obiektów obszarem prostokątnym. Naciśnij na klawiaturze klawisz **B** (**Select**→**Border Select**). Przy kursorze myszy pojawią się dwie kreskowane linie. Przesuń kursor w miejsce, gdzie chciałbyś umieścić jeden z narożników obszaru. Naciśnij lewy klawisz myszki **LPM**, i nie zwalnij. Na ekranie pojawi się prostokątny obszar (por. Rysunek 3.3.5). Nieruchomy narożnik tego obszaru jest w miejscu, w którym wcisnąłeś **LPM**. Ruchomy narożnik podąża za ruchem myszki. Gdy ustawisz właściwy obszar, zwolnij **LPM**. Zaznaczeniu ulegają wszystkie obiekty, które znalazły się wewnątrz obszaru, lub przecięły jego krawędź. Zaznaczenie krawędzią nie zmienia aktualnego obiektu aktywnego.



Rysunek 3.3.5 Zaznaczenie granicą (**Border Select**)

Jeżeli podczas zaznaczania krawędzią będziemy trzymali wciśnięty klawisz **Alt** – obiekty zaznaczone tą drogą zostaną wykluczone, a nie włączone do selekcji.

Menu selekcji zawiera jeszcze kilka innych możliwości wyboru, m. in. wybór wg warstw, lub typu obiektu (Rysunek 3.3.6):



Rysunek 3.3.6 Przykład innych możliwości wyboru, dostępnych z menu **Select**.

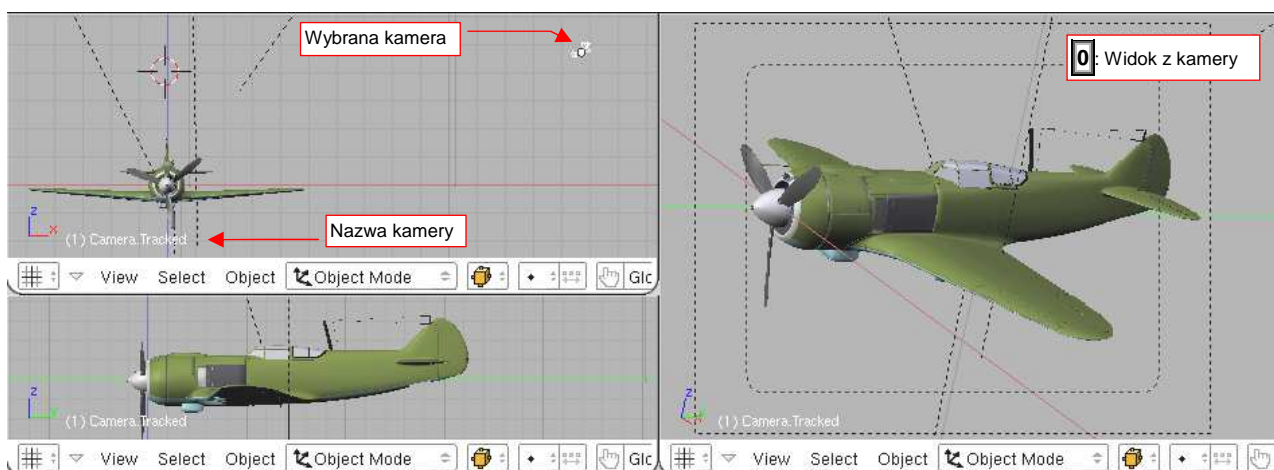
Podsumowanie

- Podgląd widoku z kamery – klawisz **0** (**View→Camera**);
- Zaznaczanie obiektu – kliknięcie **PPM**. Z wciśniętym dodatkowo **Shift** – dołącza obiekt do wybranych poprzednio;
- Zaznaczanie grupy obiektów prostokątnym obszarem – klawisz **B** (lub **Select→Border Select**). Z wciśniętym dodatkowo **Alt** – wykluczanie, a nie dodawanie do selekcji;
- Blender wyróżnia, oprócz zaznaczenia, obiekt ostatnio „kliknięty” **PPM**. Taki obiekt jest nazywany **aktywnym**, a jego nazwa pojawia się w lewym dolnym narożniku okna;

3.4 Okno widoku (3D View) – przesuwanie i obrót obiektu

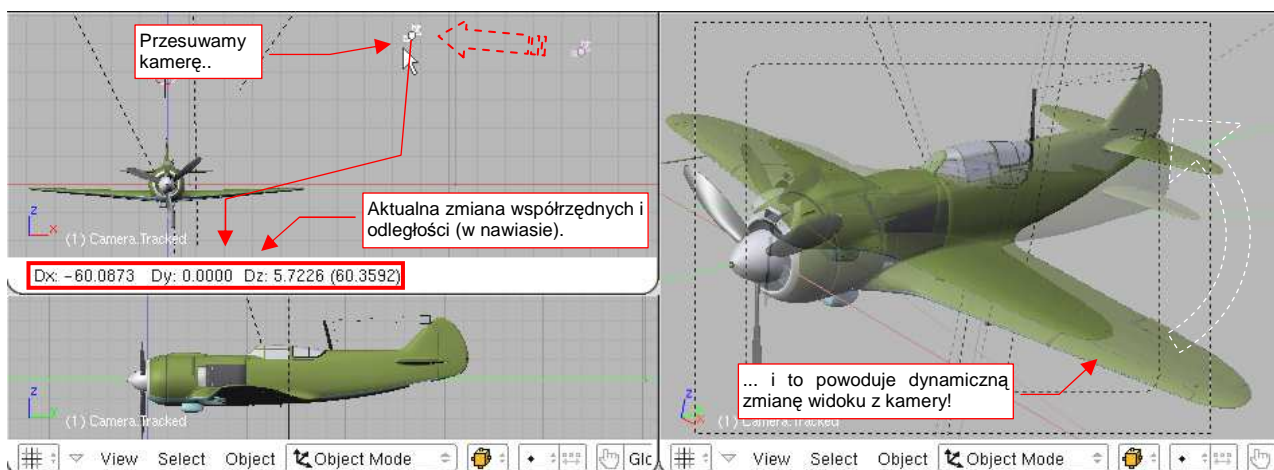
Zacznijmy od przesunięcia kamery (to też obiekt). Wcześniej jednak:

- upewnij się, że po zaznaczeniu kamery, w lewym dolnym narożniku okna pojawiła się nazwa **Camera.Tracked**. Jest to kamera, którą mamy przemieszczać;
- naciśnij **Ctrl** – **↓** (**View→Tile Window**), by powrócić do układu wielu okien. W jednym z nich umieść widok kamery, a w drugim – widok z przodu (por. Rysunek 3.4.1). W ten sposób będziemy w stanie obserwować obraz z kamery:



Rysunek 3.4.1 Proponowany układ ekranu

Naciśnij klawisz **G** (**Object→Transform→Grab/Move**). Od tej chwili każdy ruch muszką powoduje przemieszczenie kamery. Zwróć uwagę, że zmienia się także projekcja w oknie kamery (Rysunek 3.4.2):



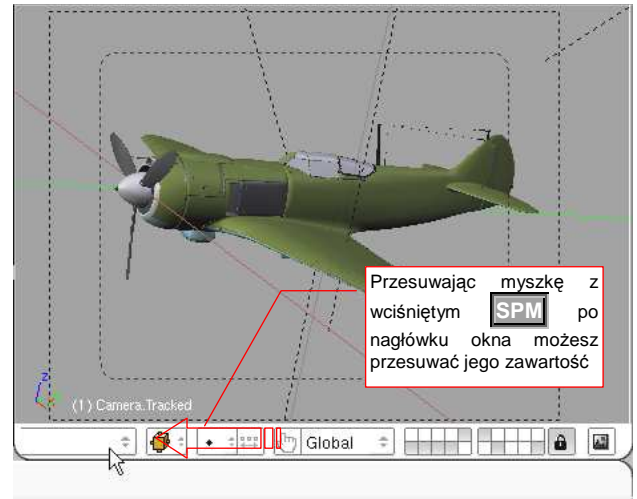
Rysunek 3.4.2 Przesuwanie obiektu

Podczas przesuwania Blender pokazuje w nagłówku aktywnego okna zmianę współrzędnych X,Y,Z, oraz zmianę odległości (w nawiasie) od oryginalnego położenia obiektu. Kliknięciem **LPM** kończy operację, zatwierdzając nowe położenie. (W razie czego: naciśnięcie **Esc** także kończy, anulując przesunięcie).

Jak to się stało, że podczas przesuwania kamera nie straciła samolotu z centrum widzenia? Otóż ta kamera ma włączony tryb „śledzenia” (ang. *track*). W dalszej części tej książki pokażę, jak takie powiązanie tworzy. Teraz chciałbym pokazać, co właściwie śledzi kamera.

Abym mógł pokazać ten obiekt, musimy wyłączyć pewne warstwy, i włączyć inne. Ale gdzie się podziała kontrolka z warstwami? Każde z okienek widoków jest na tyle wąskie, że ukryła się gdzieś za krawędzią ekranu!

Mały sekret: w Blenderze możesz przesuwać zawartość nagłówków okien, jak gdyby były płaskim rysunkiem! Ustaw kursor ponad tym, który chcesz przesunąć, i wciśnij **SPM**. Trzymając wciśnięty klawisz, przesuń kursor. Widzisz, że cały nagłówek się porusza? Przesuń go w lewo, abyśmy zobaczyli kontrolkę z warstwami (Rysunek 3.4.3).




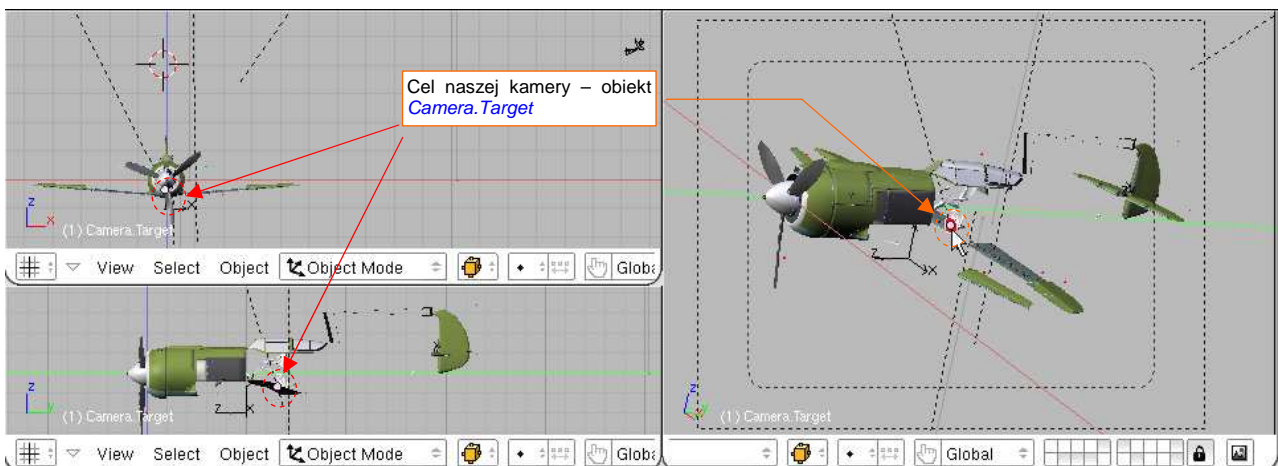
Rysunek 3.4.3 Przesuwanie nagłówka okna

Teraz wyłącz warstwę **11** i włącz **10**. Ach, prawda, muszę wprowadzić pojęcie numeracji warstw! Aby w dalszym tekście nie tłumaczyć długo i zawile, o jaką warstwę chodzi, na potrzeby tej książki przypisałem warstwom numery:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Rysunek 3.4.4 Numeracja warstw – konwencja przyjęta na potrzeby tej książki

Tak więc wyłączenie warstwy 11 i włączenie 10 oznacza następujący układ: . Wraz z warstwą 11 została ukryta środkowa i tylna część kadłuba, oraz skrzydła. Warstwa 10 jest jedną z dwóch warstw zawierających obiekty „sterujące”, nie przeznaczone do pokazywania na ostatecznym obrazie. (Drugą taką warstwą w tym modelu jest warstwa 9). Teraz miejsce niewidocznych skrzydeł na naszym modelu wyznaczają sloty, klapy i lotki, a usterzenia – stery kierunku i wysokości (Rysunek 3.4.5):

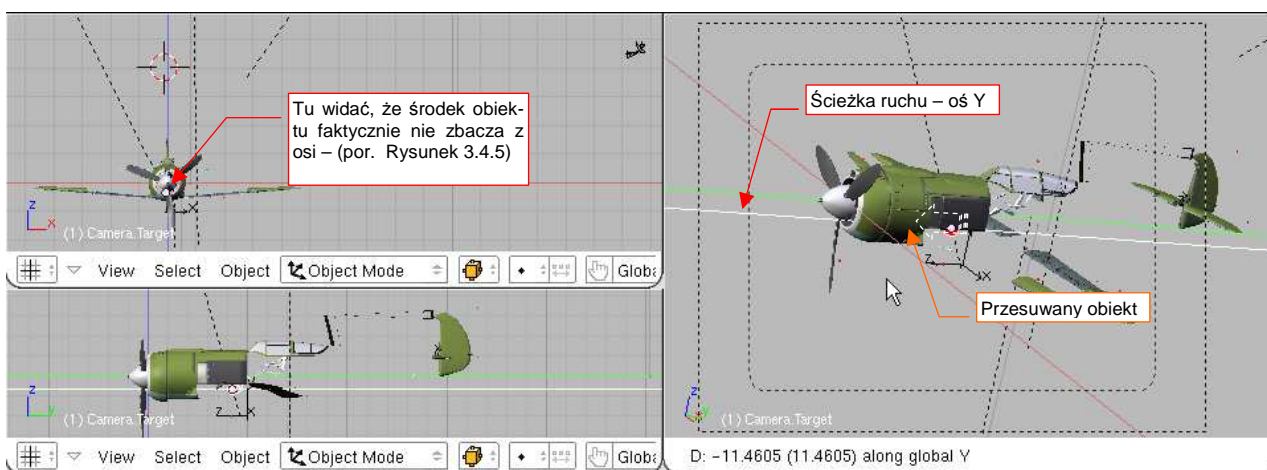


Rysunek 3.4.5 Obiekt **Camera.Target** - cel naszej kamery

Gdzieś w okolicy kabiny pilota znajduje się stosunkowo duży, czerwony walec. Nazywa się **Camera.Target**. Zaznacz go (por. Rysunek 3.4.5).

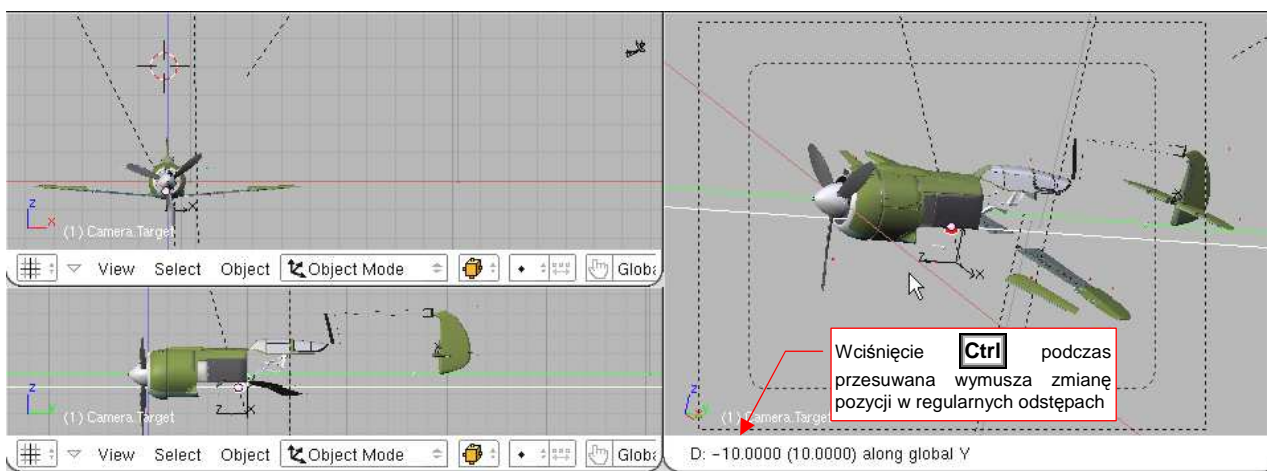
Powiedzmy, że chcielibyśmy, aby punkt, na który „patrzy” kamera znajdował się w okolicy silnika, a nie kabiny pilota. W tym celu należy przesunąć obiekt **Camera.Target** wzdłuż osi **Y**. Jest to możliwe w każdym widoku, nawet perspektywicznym (jak widok z kamery).

Naciśnij znów klawisz **G**, aby rozpocząć przesuwanie. Zaraz potem naciśnij **Y** – oznacza to, że ograniczamy przesunięcie tylko do tej osi. (Odpowiada to poleceniu z menu: **Object**→**Transform**→**Grab On Axis**→**Y Global**). Oś **Y** stała się białą, i zmienił się tekst u dołu okna – pokazuje wyłącznie zmianę odległości wzdłuż tej osi. Teraz, wraz z każdym przesunięciem myszki, obiekt „jeździ” po osi **Y** jak po drucie (Rysunek 3.4.6).



Rysunek 3.4.6 Przesuwanie obiektu wzdłuż osi **Y**

Jak widać, kamera przez cały czas „trzyma” **Camera.Target** w centrum obrazu. Nie kończ jeszcze przesunięcia. Pokażę teraz inny efekt: w czasie ruchu myszki naciśnij, i trzymaj wciśnięty, klawisz **Ctrl**. Wykonaj stosunkowo daleki ruch. Zobaczysz, że przesunięcie następuje teraz skokowo, co 10 jednostek (Rysunek 3.4.7):



Rysunek 3.4.7 Przesunięcie skokowe (wciśnięty klawisz **Ctrl**)

- Warto zapamiętać: klawisz **Ctrl** podczas każdej transformacji (przesunięcia, obrotu, zmiany skali) wymusza skokowe zmiany, o jakieś „zaokrąglone” wartości.

(To, że pokazuję działanie klawisza **Ctrl** akurat na przesuwaniu wzdłuż osi **Y** to przypadek. Możesz go używać w każdej transformacji).

Dlaczego rozmiar „skoku” dla przesunięcia w oknie kamery wynosił akurat 10 jednostek? To zależy od dwóch czynników: aktualnego powiększenia, oraz projekcji. Przerwij aktualne przesunięcie (**Esc**) i zacznij je jeszcze

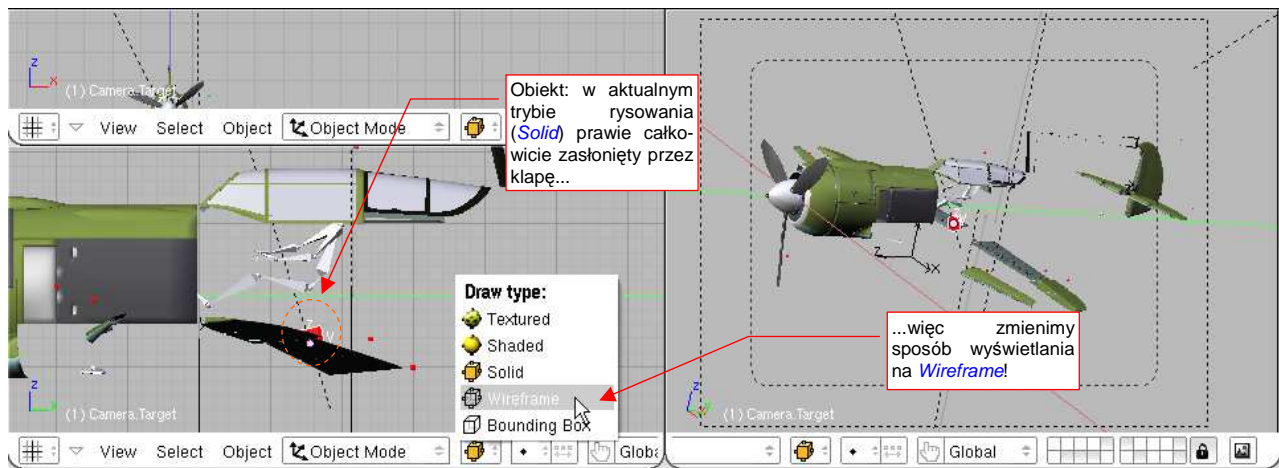
raz, ale w oknie z widokiem z boku (lewe dolne - por. Rysunek 3.4.7). Gdy będziesz trzymał wciśnięty klawisz **Ctrl**, obiekt będzie się przemieszczał co 5 jednostek – dwa razy mniej, niż w przypadku widoku perspektywicznego. To jakaś ogólna zasada – w oknach z projekcją „prostopadłą” (z góry, z boku, z przodu..), te odległości są najmniejsze. Wynoszą mniej więcej tyle, ile odległości pomiędzy węzłami pomocniczej siatki, którą widać na ekranie. Gdy powiększymy obraz, siatka robi się coraz gęstsza. Odpowiednio maleje skok, jaki uzyskujemy w czasie przesunięć z klawiszem **Ctrl** – z 5 jednostek do 1.

A teraz inny efekt: podczas przesuwania obiektu trzymaj wciśnięty klawisz **Shift**. Co się dzieje? Ten sam ruch myszki wywołuje mniejsze przesunięcia!

- Warto zapamiętać: klawisz **Shift** podczas każdej transformacji (przesunięcia, obrotu, zmiany skali) zwiększa „przełożenie” ruchu myszki. (Większe ruchy myszką odpowiadają mniejszym przesunięciom na ekranie). Ułatwia to dokładniejsze ustalanie końcowej pozycji

A gdy wciśniesz jednocześnie **Ctrl** i **Shift**? Uzyskujemy nadal skokowe przesunięcia, ale o jednostki o rząd mniejsze. W widoku perspektywicznym kamery przesunięcie z samym **Ctrl** zmieniało położenie obiektu co 10 jednostek, a z wciśniętym **Shift-Ctrl** – co 1 jednostkę.

Obrót obiektu chciałbym pokazać w oknie widoku z boku. Tylko jest mały problem – obracany obiekt jest zasłonięty przez klapę. Powiedzmy, że nie chcę wyłączać widoczności warstwy, która zawiera ten element, bo prześlalibyśmy widzieć zarys skrzydła. Zamiast tego zmienię sposób rysowania zawartości tego okna na liniowy (ang. *wireframe*). Służy do tego lista rozwijalna **Draw type** w nagłówku każdego okna **3D View** (Rysunek 3.4.8):

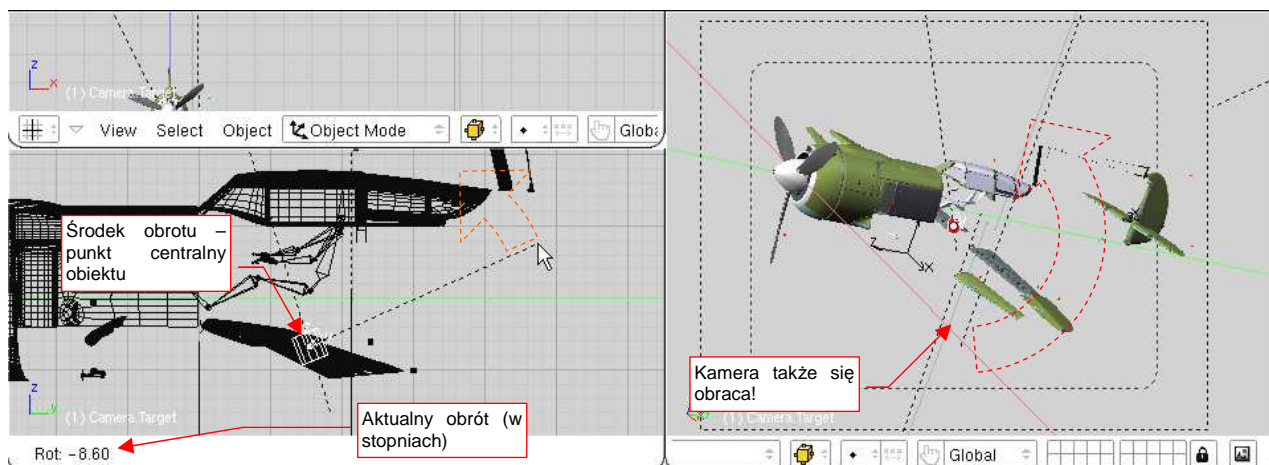


Rysunek 3.4.8 Zmiana sposobu rysowania (**Draw type**) zawartości okna

Rysunek 3.4.9 pokazuje, jak wygląda rezultat przełączenia. Jak widać, sposób rysowania można ustalać niezależnie dla każdego okna. (Pozostałe są nadal w trybie *Solid*).

W praktyce tryby *Solid* i *Wireframe* wykorzystuje się najczęściej. O pozostałych sposobach wyświetlania (*Textured*, *Shaded*) opowiem przy okazji pracy z teksturami.

Jak się obraca obiekt? Bardzo podobnie do przesuwania: naciskasz klawisz **R** (*Object→Transform→Rotate*), i zaczynasz obrót (Rysunek 3.4.9):



Rysunek 3.4.9 Obrót (dookoła środka aktywnego obiektu)

Domyślną płaszczyzną obrotu jest aktualna płaszczyzna ekranu. Możesz także dokonywać obrotu wokół wybranych osi **X**, **Y**, **Z**, naciskając jedną z tych liter na klawiaturze. Podobnie jak w przypadku przesunięcia, nagłówek okna pokazuje aktualny kąt obrotu.

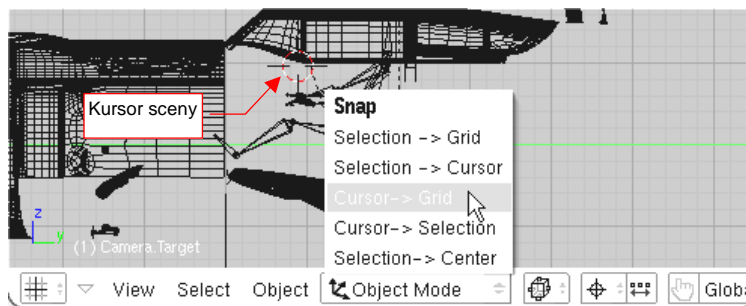
Wraz z obrotem **Camera.Target**, obraca się kamera (patrz okno po prawej). Wynika to z faktu, że kamera ma włączone "śledzenie" tego obiektu, więc orientacja osi Z kamery także podąża za orientacją **Camera.Target**.

Podczas obrotu można także stosować klawisze **Shift** (dokładny obrót, o ułamki stopnia), **Ctrl** (obróć co 5 stopni), **Shift-Ctrl** (obróć co 1 stopień).

Jeżeli chcesz użyć innego środka transformacji niż środek obiektu, musisz się posłużyć tzw. „kursorem 3D” (*3D cursor*).

Wiesz zapewne, jak działa w każdym edytorze tekstów mrugający znak „karetki” (*caret*). Pokazuje, w którym miejscu będzie teraz wstawiony tekst, gdybyś zaczął go pisać. Tę koncepcję przeniesiono w trzy wymiary. W Blenderze istnieje taki specjalny punkt, który możesz umieścić w dowolnym miejscu w przestrzeni. Nazywa się także kursorem (ale – dla odróżnienia – 3D). Pokazuje, gdzie zostałyby umieszczone nowy obiekt, gdybyś go chciał stworzyć. Może także służyć jako punkt odniesienia w takich operacjach jak obrót czy skalowanie.

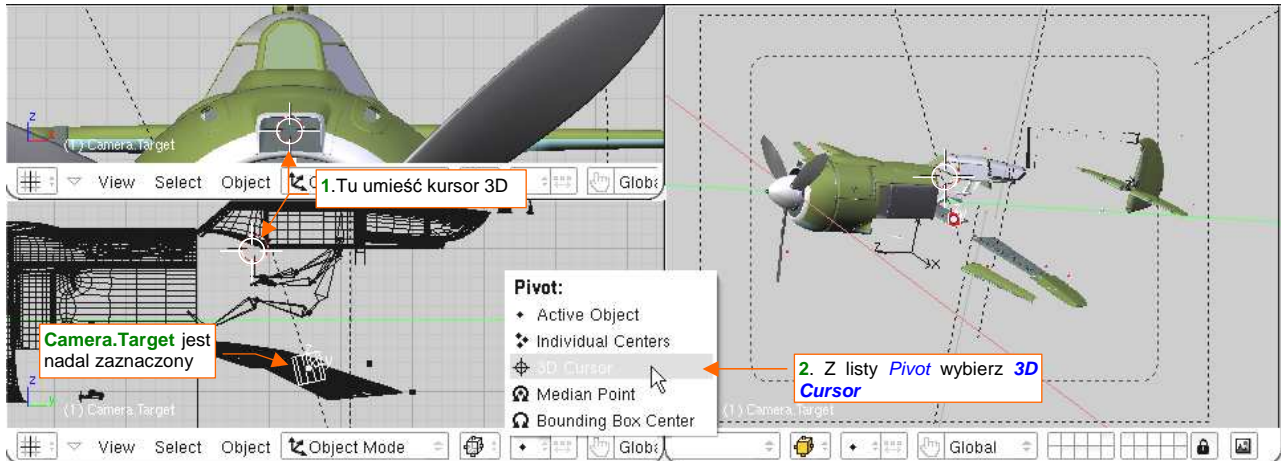
Kursor 3D jest rysowany jako niewielki krzyż, otoczony czerwono-białym okręgiem (Rysunek 3.4.10). Możesz go umieścić w dowolnym miejscu, przesuając myszkę i klikając (**LPM**). Można zmusić go, aby przesunął się do najbliższego punktu siatki – w tym celu naciśnij **Shift-S** (*Object→Snap*) i z menu kontekstowego, które się pojawi, wybierz opcję **Cursor→Grid** (p. Rysunek 3.4.10). (Ten drugi krok – wybór pozycji z menu – możesz to zrobić lewą ręką, naciskając na klawiaturze klawisz **3**. Jest to numer pozycji **Cursor→Grid** w menu **Snap**)



Rysunek 3.4.10 Przesunięcie kursora sceny do najbliższego węzła siatki (*Snap*)

Aby wykonać obrót **Camera.Target** wokół dowolnego punktu przestrzeni, umieść w tym miejscu (kliknięcie **LPM**) kursor 3D. (Często musisz wskazać jego położenie na dwóch rzutach. Przydaje się tu także możliwość "skoku do węzła siatki").

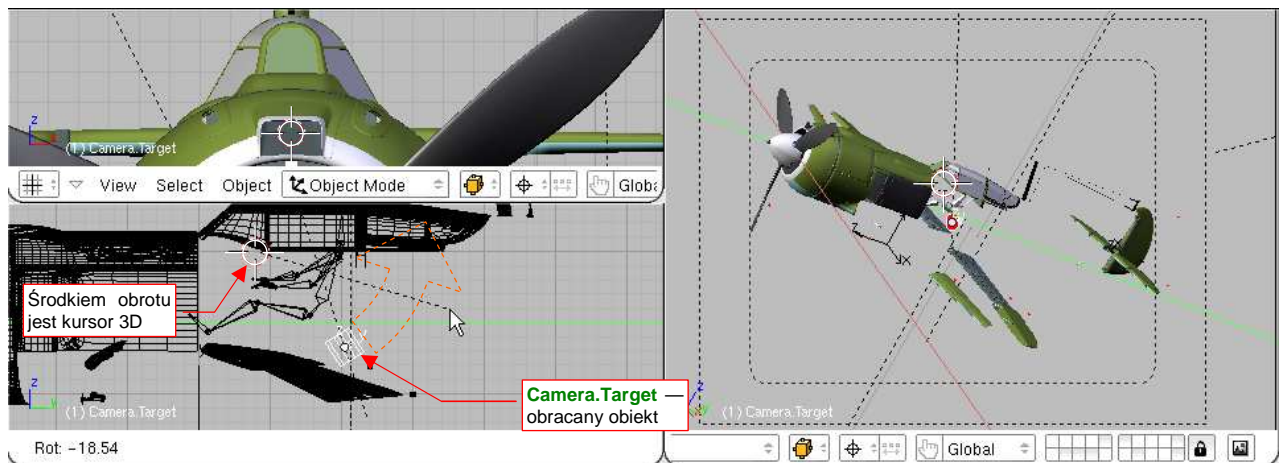
Następnie przełącz Blender w tryb, który wykorzystuje kursor jako punkt odniesienia. Służy do tego lista rozwijalna **Pivot**, umieszczona w nagłówku okna **3D View** (Rysunek 3.4.11). Wybierz z niej pozycję **3D Cursor** (lub **[C]** z klawiatury):



Rysunek 3.4.11 Zmiana trybu odniesienia operacji geometrycznych – na kursor sceny

Upewnij się także, że obiekt **Camera.Target** jest nadal zaznaczony.

Reszta przebiega tak samo, jak poprzednio – naciśnij **[R]** i zacznij obracać obiekt (Rysunek 3.4.12):



Rysunek 3.4.12 Obrót obiektu dookoła kursora 3D

Po zakończeniu operacji przestaw menu **Pivot** z powrotem na opcję „**Individual Centers**” (**[Ctrl-C]**). Alternatywnie możesz się także przełączyć na tryb „**Bounding Box Center**” (**[B]**).

Ostatniej z trzech podstawowych operacji — skalowania — nie będę tu szczegółowo opisywał. Starłem się do tej pory omawiać każdy temat w ten sposób, abyś mógł, Czytelniku, zdobytą wiedzę zaraz wykorzystać. Na przykład za pomocą obrotu obiektu **Camera.Target** i zmiany położenia **Camera.Tracked** możesz zaaranżować do renderowania zupełnie nowy widok modelu Ła-5. (Renderowania pokażę w następnej sekcji). Jak na złość, nie znalazłem, w tym momencie i w tym rysunku, żadnego „użytecznego” zastosowania dla zmiany skali. W skrócie wspomnę tylko, że zmiana rozmiaru obiektu przebiega bardzo podobnie do obrotu. Tak samo ważny jest wybór punktu odniesienia: środka obiektu lub kursora sceny. Skalowanie wywołujemy poprzez naciśnięcie kła-

wisza **S** (**Object**→**Transform**→**Scale**). Więcej na temat tego polecenia znajdziesz w opisie szczegółów, na str. 789.

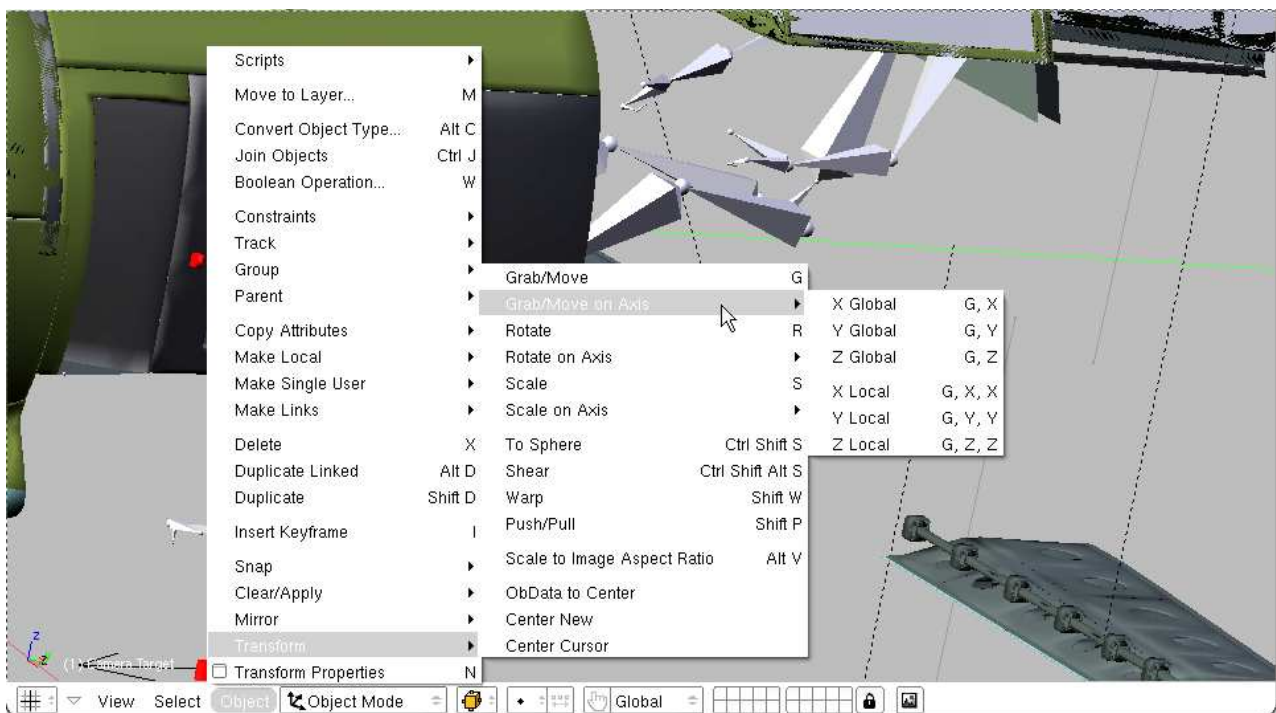
Po tylu operacjach edycji warto powiedzieć, co zrobić gdy się pomyliliśmy i chcemy wycofać ostatnią operację. Jak w większości edytorów, Blender umożliwia wielokrotne wycofanie (**Undo**) i powtórzenia (**Redo**) ostatnio wykonanych poleceń. Są to operacje na tyle ważne, że ich skróty od razu umieszczę je w ramkach. (Aby w krytycznej chwili zaraz wpadły Ci w oko).

- Operacja **Undo** – wycofanie ostatniego polecenia: naciśnij **Ctrl-Z**.

- Operacja **Redo** – wycofanie wycofania ostatniego polecenia: naciśnij **Ctrl-Shift-Z**.

Niestety, choć długo szukałem, nie znalazłem menu, w którym występowałyby polecenia odpowiadające skrótom **Ctrl-Z** i **Ctrl-Shift-Z**. Przypuszczam, że zostały dodane do Blendera dość późno – gdzieś koło wersji 2.40.¹ To może wyjaśniać, dlaczego czasami w wersji 2.45 program zgłaszał błąd krytyczny po kilku operacjach **Undo** w oknie **UV/Image Editor**. To nie był błąd powtarzalny, zaczął się pojawiać, gdy model stał się duży (tzn. przekroczył jakieś 400 tys. ścian). Myślę, że jak w każdym nowym dodatku, w operacjach **Undo** i **Redo** nie zostały wówczas „wyłapanane” wszystkie błędy!

Na skalowaniu zakończymy omawianie podstawowych transformacji w Blenderze. Jest ich oczywiście o wiele więcej – jak sam się możesz przekonać, otwierając menu **Object**. (Rysunek 3.4.13):



Rysunek 3.4.13 Menu transformacji obiektu

Nie przerażaj się rozmiarem tego menu. Wielu z tych poleceń nie będziesz używał, a te, które są potrzebne, omówię powoli w dalszych rozdziałach tej książki.

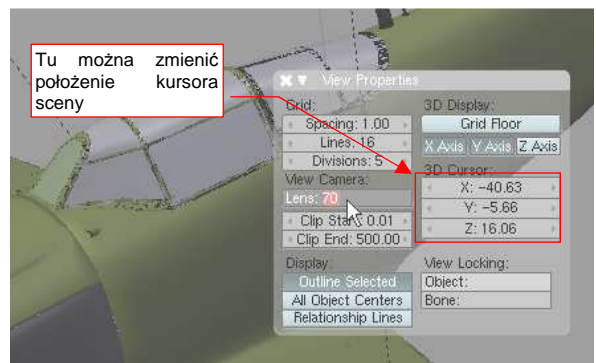
¹ Starszym elementem jest obsługa poleceń **Undo** i **Redo** w trybie edycji siatki (**Edit Mode**). W **Edit Mode** zostały wprowadzone jeszcze w wersji 2.3x. W tym trybie można je także znaleźć w menu **Mesh** nagłówka okna **3D View** (**Mesh**→**Undo Editing**, **Mesh**→**Redo Editing**)

Na koniec chciałbym pokazać, jak można podać w Blenderze dokładne (numeryczne) wartości przekształceń.

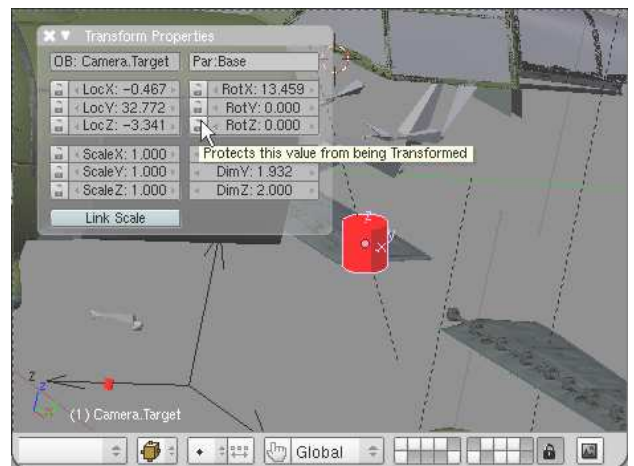
Dokładne współrzędne kursora sceny można ustalić za pomocą okna dialogowego. Wywołaj polecenie **View→View Properties** (nie ma powiązanego skrótu klawiatury). To wywołanie spowoduje pojawienie się okna **View Properties** (por. Rysunek 3.4.14). Nowe wartości położenia kursora możesz wpisać w sekcji **3D Cursor**.

Aby wpisać dokładną wartość numeryczną położenia czy skali obiektu, naciśnij klawisz **N** (**Object→Transform Properties**). Otworzy to okno **Transform Properties** (Rysunek 3.4.15). To okno transformacji aktywnego obiektu. Zwróć uwagę, że jest półprzezroczyste. To dlatego, że jego obecność na ekranie nie zmienia w żaden sposób normalnego działania programu. Mógłbyś np. wybrać teraz operację skalowania. Zobaczylbyś wówczas, że zawartość okna **Transform.Properties** będzie się dynamicznie zmieniać, odwzorowując zmiany, które zachodzą na ekranie. Okno możesz zamknąć w tradycyjny sposób – kliknięciem w ikonę **✕**, umieszczoną w nagłówku, po lewej. **Transform Properties** można także „zwinąć do paska”, klikając w ikonę **▾**.

Pola okna **Transform.Properties** są podzielone na kilka sekcji. U góry, w polu **OB** jest podana nazwa pokazanego obiektu, a w polu **Par** – ewentualnego rodzica. Sekcja **Loc*** zawiera współrzędne środka obiektu. Sekcja **Rot*** – obroty wokół poszczególnych osi. Wreszcie sekcje **Dim*** i **Scale*** - wyrażają na różne sposoby rozmiar obiektu. Przy każdym z pól znajduje się ikona „kłódki” (🔒). Jeżeli zostanie wciśnięta – dana współrzędna zostaje wyłączona ze zmian podczas jakichkolwiek transformacji. To bardzo wygodne, gdy np. chcemy przeskalować obiekt w dwóch kierunkach jednocześnie – wystarczy zablokować **DimY**, lub **ScaleY**. Gdy wywołasz operację zmianę skali we wszystkich kierunkach jednocześnie (**S**) – kierunek **Y** i tak pozostanie niezmienny.



Rysunek 3.4.14 Okno dialogowe właściwości widoku



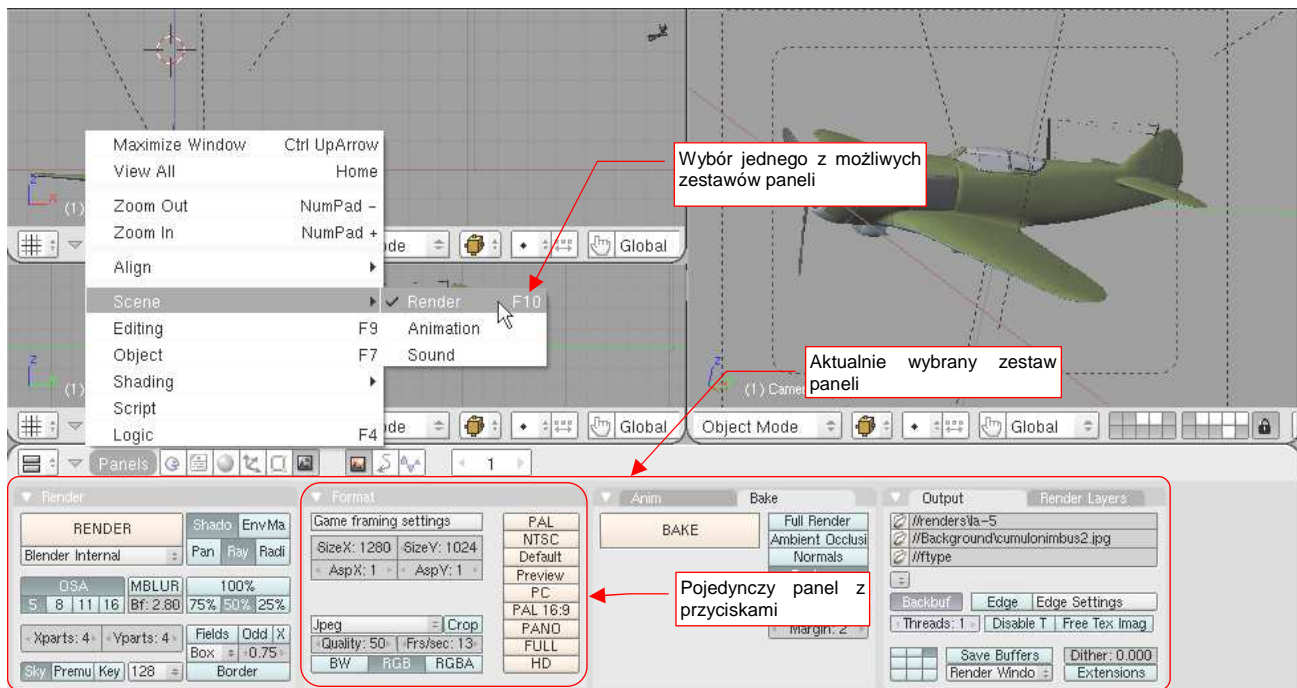
Rysunek 3.4.15 Właściwości transformacji obiektu

Podsumowanie

- Przesuwanie obiektu – klawisz **G** (*Grab/Move*);
- Obrót obiektu – klawisz **R** (*Rotate*);
- Skalowanie obiektu – klawisz **S** (*Scale*);
- Wciśnięcie **Ctrl** podczas transformacji włącza zmiany skokowe, o zaokrąglone wartości;
- Wciśnięcie **Shift** podczas transformacji włącza zmiany dokładne, ułatwiając końcowe ustalenie pozycji;
- Wszystkie transformacje można ograniczać do pojedynczej osi, naciskając w ich trakcie **X**, **Y**, lub **Z**;
- Przełączanie punktu odniesienia (wykorzystywany podczas obrotu i skalowania): **▢** = *3D Cursor*, **▣** = *Bounding Box*;
- Rezygnacja z aktualnie wykonywanego polecenia – klawisz **Esc**;
- Wycofanie ostatniego polecenia – **Ctrl-Z** (*Undo*).
- Odtworzenie wycofanego polecenia – **Shift-Ctrl-Z** (*Redo*);

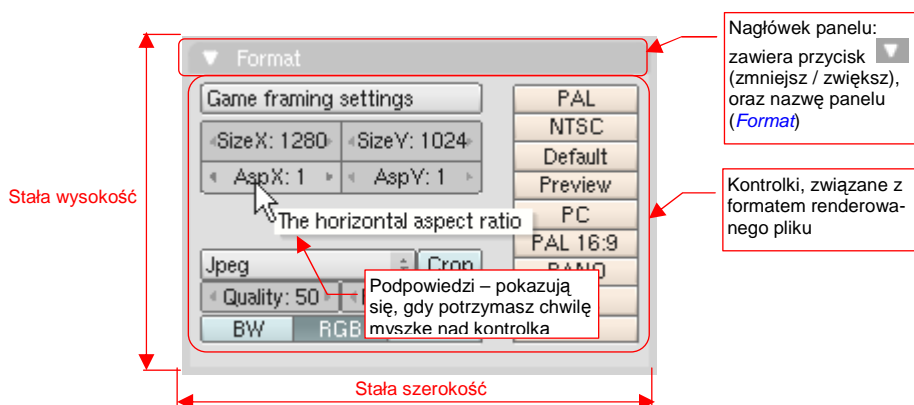
3.5 Okno przycisków (*Buttons Window*) – obsługa i przykład użycia

Na koniec tego rozdziału chciałbym pokazać, jak otrzymać produkt końcowy – wyrenderowany obraz modelu Ła-5. W tym celu trzeba będzie coś kliknąć i coś przestawić w oknie przycisków (*Buttons Window*). Okno to domyślnie jest umieszczone u dołu ekranu Blendera (Rysunek 3.5.1). Nazwa wzięła się stąd, że wszystkie kontrolki w Blenderze nazywane są przyciskami. To jest miejsce, gdzie wyeksponowane są wewnętrzne właściwości sceny, modelu, pojedynczej części, materiału, tekstury... Na pierwszy rzut oka oszałamia ilością kontroltek. Zacznę więc od wyjaśnienia jego wewnętrznej struktury i sposobu obsługi.



Rysunek 3.5.1 Elementy okna przycisków

Wszelkie przyciski (tzn. kontrolki) Blendera muszą być umieszczone w specjalnym „zasobniku”. Taki zasobnik określamy jako *Panel*. Rysunek 3.5.1 pokazuje kilka paneli – *Renderer*, *Format*, ...



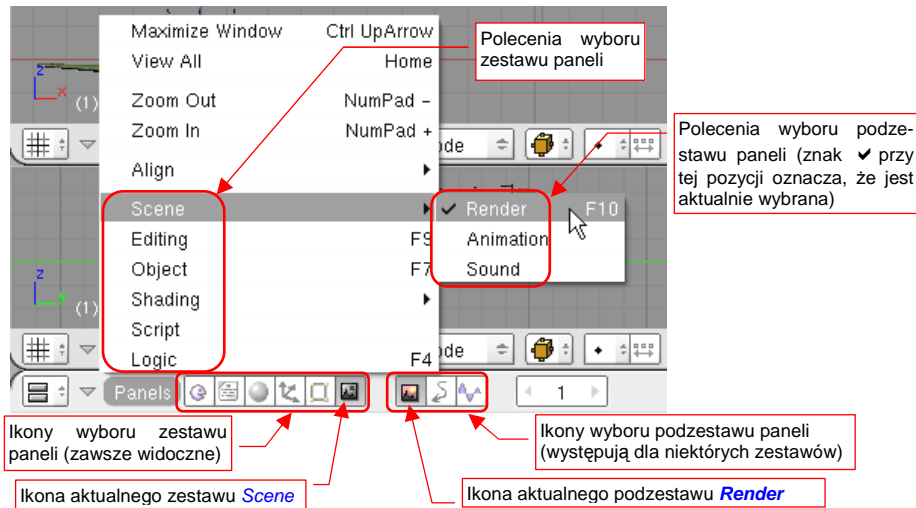
Rysunek 3.5.2 Przykład pojedynczego panelu

Tak jak kontenery, wszystkie panele mają identyczną wysokość i szerokość (Rysunek 3.5.2). (Są wyjątki, ale ni będę o nich wspominał). Panele grupują kontrolki związane z zagadnieniem, sygnalizowanym przez nazwy w ich nagłówkach – *Format*, *Render*, *Output*, ...

Blender posiada tak dużo różnorodnych paneli, że nie mogłyby się zmieścić na żadnym ekranie. Na szczęście nawet nie ma potrzeby, aby korzystać z nich równocześnie. Innych kontroltek użyjesz do modelowania geometrii,

innych do pracy nad materiałami i oświetleniem, a jeszcze innych – do renderowania ostatecznego rezultatu: pojedynczego obrazu lub animacji.

W związku z tym panele przycisków są podzielone na kilka zestawów¹, odpowiadających typowym operacjom. Przełączanie się pomiędzy zestawami odbywa się za pomocą menu rozwijalnego *Panels* lub przycisków z ikonami umieszczonych w nagłówku okna (Rysunek 3.5.3). Polecenia przywołujące najczęściej używane zestawy posiadają, oczywiście, skróty klawiaturowe.

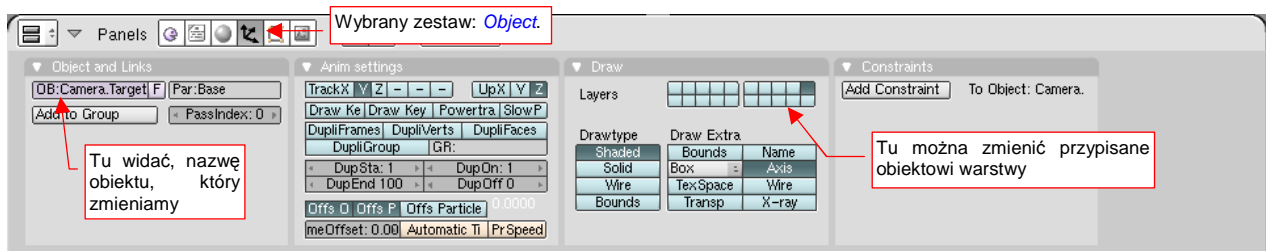


Rysunek 3.5.3 Wybór zestawów paneli - za pomocą menu *Panels* lub ikon w nagłówku okna

W miarę rozwoju programu niektóre zestawy rozrosły się do tego stopnia, że należało je dodatkowo podzielić na podzestawy.

Przykładem takiej sytuacji jest zestaw *Scene* (Rysunek 3.5.1). Zestaw ten jest wybrany (odpowiadająca mu ikona w nagłówku okna jest „wciśnięta”). Zestaw *Scene* posiada trzy podzestawy: *Render*, *Animation*, *Sound*. Tym trzem podzestawom odpowiadają trzy dodatkowe ikony w nagłówku okna przycisków. Aktualnie wybranym podzestawem, którego panele widać, jest podzestaw *Render* (Rysunek 3.5.1). Jest on oznaczony jako aktualny zarówno w menu (*Panels*→*Scene*→*Render*), jak i w nagłówku okna („wciśnięta” ikona - Rysunek 3.5.3).

Wybierz teraz polecenie *Panels*→*Object* (F7). Zmieni to zawartość okna przycisków (Rysunek 3.5.4):



Rysunek 3.5.4 Panele zestawu *Object*.

Za pomocą paneli z tego zestawu można zmieniać właściwości obiektu, który w tej chwili jest aktywny. (Jest to obiekt, którego nazwa jest wyświetlona w lewym dolnym narożniku okna widoku – omawialiśmy to na str. 71).

¹ W polskim tłumaczeniu „Blender 2.3 - Oficjalny podręcznik” (wyd. Helion, 2005) użyto słowa „pulpit”, a nie „zestaw”. Istnieje także inne polskie tłumaczenie. Od 2005r Fundacja Blendera na bieżąco aktualizuje instrukcję użytkownika na <http://wiki.blender.org>. Istnieją tam także polskie tłumaczenia poszczególnych rozdziałów. W sekcji „wprowadzenie do Blendera” do określenia grupy paneli jest używane słowo „kontekst”. Wygląda to na mechaniczną kalkę językową – w wersji anglojęzycznej używa się słowa „context”. (Uważam że tłumaczenie dokumentacji internetowej jest gorsze.) Nie jesteśmy i tak gorsi od innych, bo nawet w wersji angielskiej autorzy innych fragmentów używają dla grupy paneli określenia *window* (okno). Wygląda na to, że słowo „pulpit” wśród polskich użytkowników Blendera się nie przyjęło.

Tabela 3.5.1 podaje zestawienie zestawów i podzestawów, jakich przyjdzie nam używać w dalszych rozdziałach tej książki. Zwróć uwagę, że nie ma ich zbyt wiele. W dodatku każdy posiada łatwy do zapamiętania (tylko jeden klawisz!) skrót:










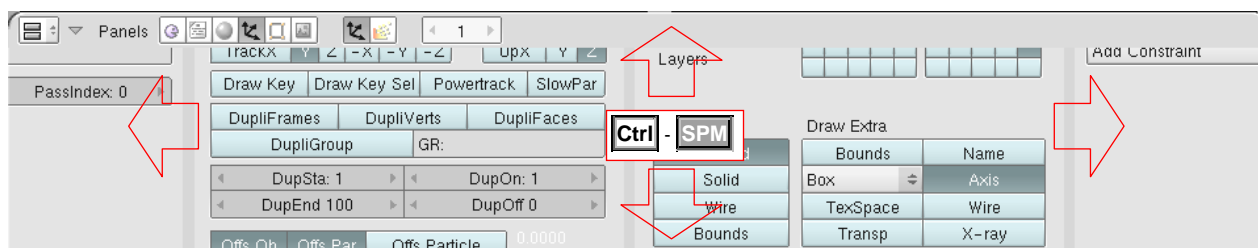
Zestaw	Podzestaw	Skrót	Przeznaczenie
 Object		F7	Zmiana niektórych właściwości aktywnego obiektu, związanych ze sposobem wyświetlania i opcjonalnymi elementami, które mogą być widoczne (np. lokalny układ współrzędnych). Tu można także zmienić warstwę, na której znajduje się obiekt, oraz nazwę obiektu.
 Editing		F9	Praca z siatką (wnętrze obiektu). Możliwość edycji elementarnych wierzchołków i ścian
 Shading	 Material	F5	Przypisywanie do aktywnego obiektu materiału, i ustalanie jego właściwości (kolor, przezroczystość, użyte tekstury...). Dostępne wówczas, gdy aktywny obiekt nie jest lampą
	 Texture	F6	Zmiana właściwości pojedynczej tekstury
	 World	F8	Zmiana globalnych ustawień sceny (np. kolor tła, światło rozproszone)
	 Lamp	F5	Zmiana właściwości obiektu – lampy. Puste dla obiektów, które lampami nie są.
 Scene	 Render	F10	Panele związane z procesem tworzenia ostatecznego obrazu lub animacji (renderowania).

Tabela 3.5.1 Zestawienie wybranych zestawów i podzestawów paneli

Jeżeli nie wiesz, co to „materiał” czy „tekstura” – nie przejmuj się, wyjaśnię to w dalszych rozdziałach. Tabela 3.5.1 została tutaj umieszczona, abyś wiedział, co należy wybrać, gdy napiszę: „w oknie przycisków przełącz się na zestaw *Shading* → *Material*”.

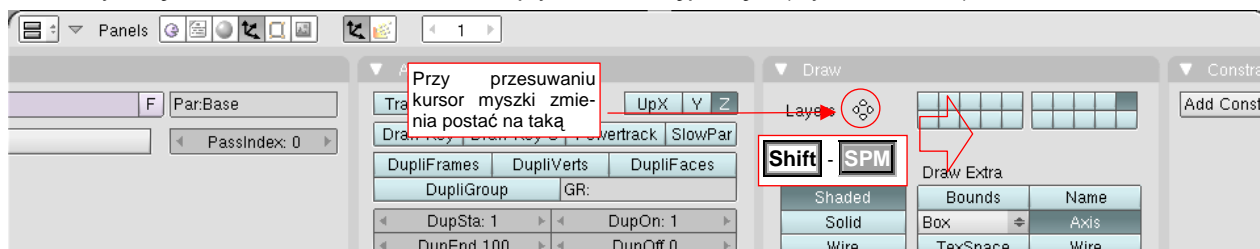
Czy wiesz, że zawartość okna przycisków można powiększać i pomniejszać, zupełnie tak jak gdyby była rysunkiem z przestrzeni modelu? Spróbuj tego sam: trzymając wciśnięty klawisz **Ctrl** i **SPM** przesunij myszkę w górę i w dół. Panele płynnie rosną i maleją (p. Rysunek 3.5.5):



Rysunek 3.5.5 Powiększanie paneli w oknie przycisków (*Buttons*)

Powiększanie (skokowe) działa także w kombinacji z **Ctrl** – (**KM**) – zupełnie jak w oknie *3D View*.

Aby analogia była pełna, tu także możesz przesuwać zawartość okna. Trzymając wciśnięty klawisz **Shift** i **SPM** przesunij myszkę. Widzisz? Zawartość ekranu płynnie za nią podąża (Rysunek 3.5.6)!

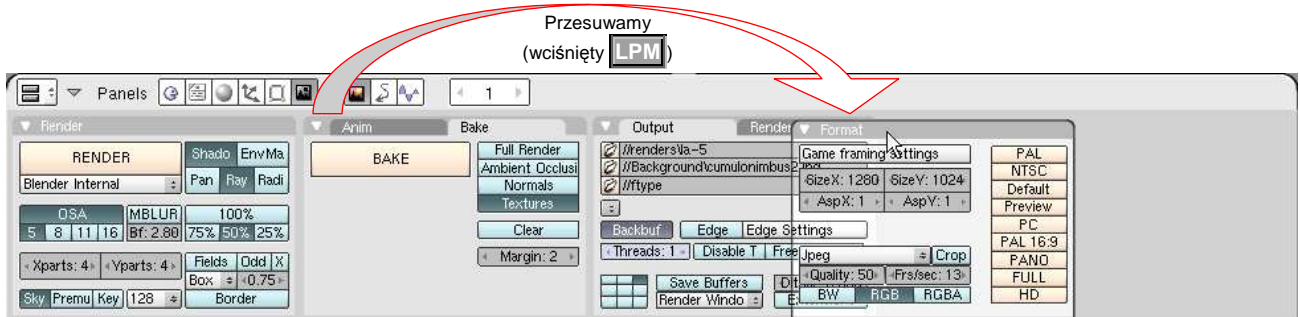


Rysunek 3.5.6 Przesuwanie zawartości okna przycisków (*Buttons*)

Przesuwać w lewo i prawo można także obracając **KM**.

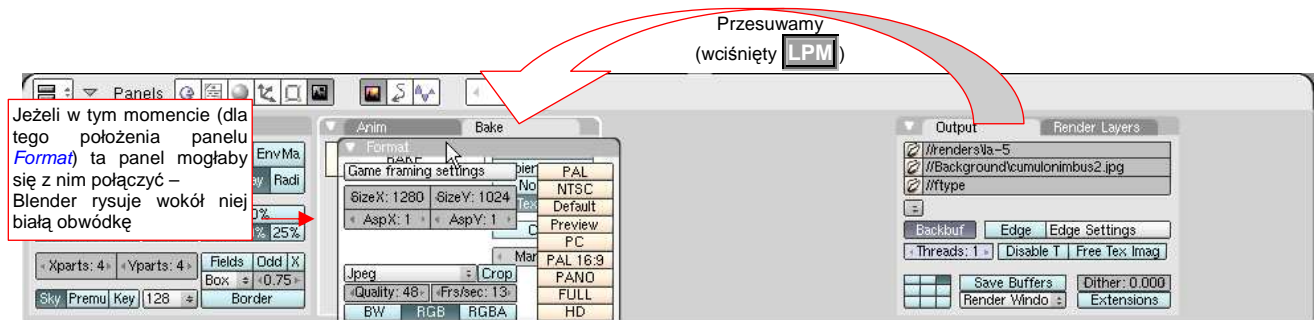
Jeżeli masz duży ekran, możesz w ten sposób płynnie dobrać sobie najbardziej odpowiednią wielkość kontrolerek. Nie potrzebujesz do tego żadnych okien dialogowych z „preferencjami użytkownika”. Jeżeli chcesz, aby panele same dopasowały się do dostępnej przestrzeni – skorzystaj z polecenia **Panels → Align → Horizontal**.

„Łapiąc” myszką za nagłówek **LPM** możemy „przeciągać” pojedyncze panele w inne miejsce okna:



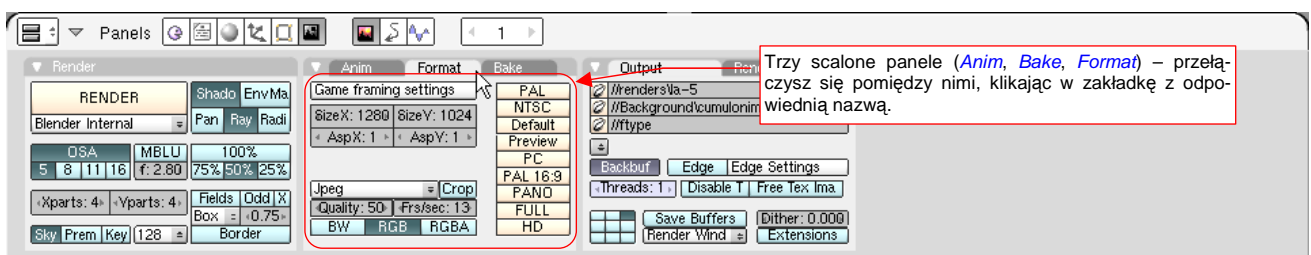
Rysunek 3.5.7 Panel przenoszona w inne miejsce

Panele można także nakładać, jedna na drugą. „Złap” myszką (**LPM**) za nagłówek panelu i przesunij go ponad drugi panel. Panel, z którym możemy połączyć ten przesuwany, podświetla się białą ramką (Rysunek 3.5.8):




Rysunek 3.5.8 Przesuwanie paneli, połączone ze skalaniem

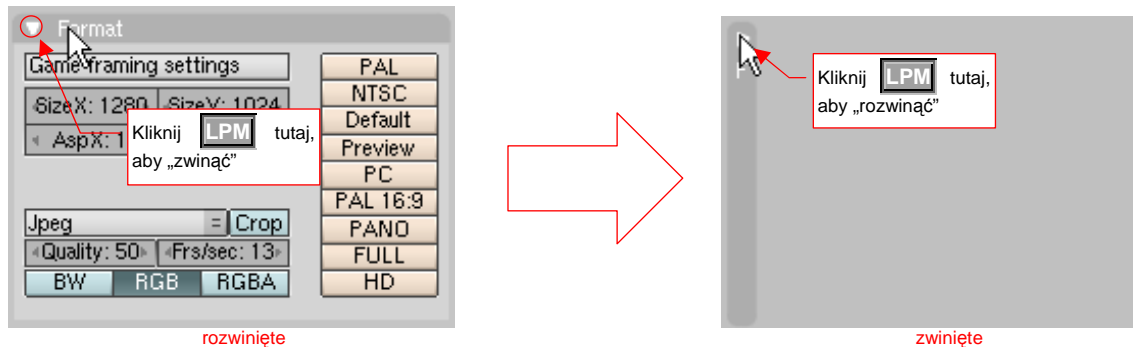
Gdy w tym momencie zwolnimy **LPM** („upuścimy” przesuwany panel), powstanie konglomerat trzech paneli (Rysunek 3.5.9):



Rysunek 3.5.9 Scalona panel (**Format**)

Operacja odwrotna – rozdzielanie takiego „konglomeratu” – polega na złapaniu **LPM** nagłówka jednego z paneli, i przesunięciu go w wolne miejsce.

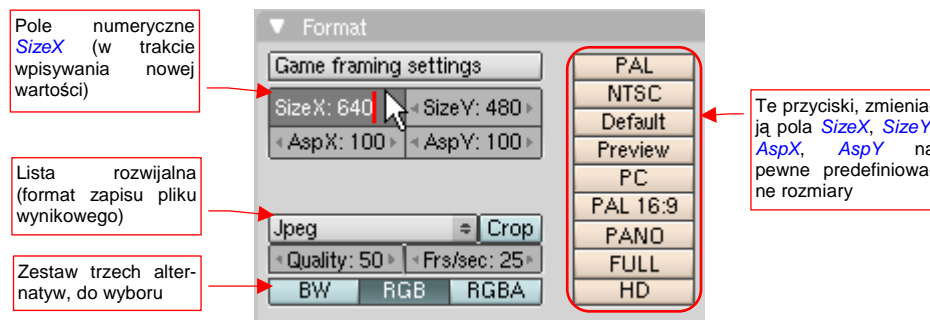
Panele, których w tym momencie nie potrzebujemy, można „zwinąć do paska”. Służy do tego przycisk , umieszczony w nagłówku paneli (Rysunek 3.5.10). W ten sposób możemy wygospodarować trochę miejsca na inne, bardziej potrzebne panele. (To się przydaje gdy brakuje nam miejsca w oknie przycisków):



Rysunek 3.5.10 Zwijanie paneli do paska

Wybacz, jeżeli dotychczasowe wprowadzenie było trochę przydługie. Chciałem przybliżyć szczegóły posługiwania się systemem paneli i ich zestawów. W istocie wygenerowanie ostatecznego obrazu lub animacji w Blenderze można się sprowadzić do naciśnięcia pojedynczego przycisku. (Za chwilę podam, który to jest). Nim to jednak zrobię, omówię kilka opcji, określających postać obrazu, jaki uzyskamy. Przy tej okazji wyjaśnię pokrótce nietypowe szczegóły kontrolki Blendera.

Przełącz się na zestaw **Scene → Render** (**F10**). Popatrz najpierw na panel **Format** (Rysunek 3.5.11). Zawiera kontrolki, pozwalające sterować rozmiarem i rodzajem wytwarzanego obrazu lub animacji.



Rysunek 3.5.11 Ważniejsze elementy panelu **Format**

Wszystkie normalne przyciski (tzn. te, które nie są przełącznikami - ang. *toggles*) mają w Blenderze kolor kremowy. Na panelu **Format** widać ich kolumnę po prawej stronie. Naciśnięcie któregoś z nich powoduje przestawienie rozmiaru (*SizeX*, *SizeY*), oraz proporcji (*AspX*, *AspY*) na jeden z predefiniowanych rozmiarów.

Pola, pozwalające na włączenie lub wyłączenie jakiejś opcji (przełączniki - ang. *toggles*), wyglądają w Blenderze jak normalne przyciski. Różnią się jednak kolorem. (Por np. Rysunek 3.5.11 - przełącznik **Crop**, albo zestaw alternatyw **BW/RGB/RGBA**). Przełącznik (opcja) włączona ma kolor zielonkawy i białe napisy (jak **RGB**, p. Rysunek 3.5.12), a wyłączona – błękitne tło i czarne napisy (Rysunek 3.5.12):

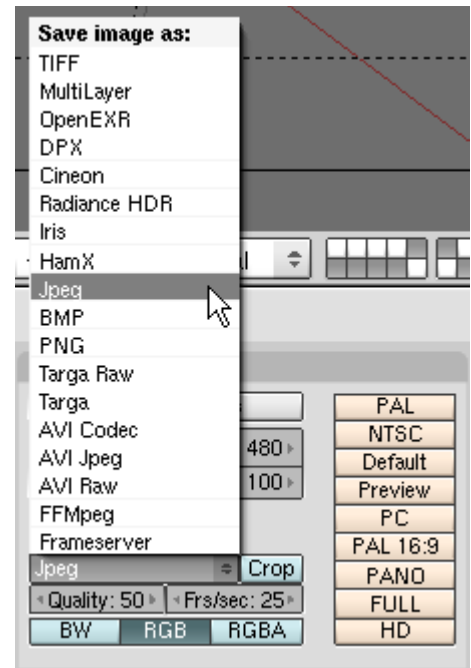


Rysunek 3.5.12 Przykład przełącznika (opcji) **Crop** i zestawu alternatyw - **BW:RGB:RGBA**

Format zapisywanego obrazu wybierasz z listy **Save image as** (ta lista na panelu nie ma etykiety) (Rysunek 3.5.13).

Ważny szczegół: format, ustalony w tym miejscu, dotyczy nie tylko obrazu renderowanego. Nawet zwykły „zrzut” aktualnego ekranu Blendera (**Ctrl-F3**) jest zapisywany w postaci ustalonej właśnie w tym polu!

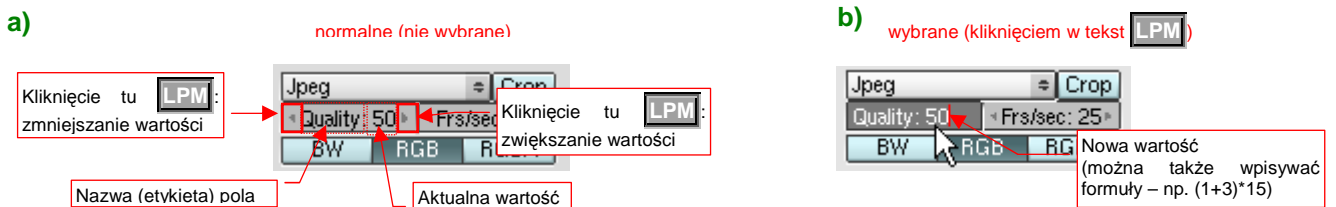
Gdy wybierzemy jako format zapisu **Jpeg**, warto sprawdzić wartość w polu numerycznym **Quality** (Rysunek 3.5.14). Format **Jpeg** jest jednym z tzw. formatów degradujących (jakość obrazu) za cenę mniejszego rozmiaru. Za pomocą wartości **Quality** (wyrażonej w procentach) można sterować kompromisem pomiędzy rozmiarem a jakością. Jeżeli **Quality** = 100 (%), to żadna degradacja nie zachodzi (każdy piksel obrazu jest pamiętany oddzielnie). Takie pliki będą miały oczywiście największy rozmiar. Osobiście radzę ustalić wartość **Quality** do 85 – daje to jeszcze nie za duży plik, i w miarę dobrą jakość rezultatu.



Rysunek 3.5.13 Wybór formatu zapisu obrazu

A jak to wpisać? Pola do z wartościami numerycznymi nazywane są w Blenderze „przyciskami numerycznymi”. W pierwszej chwili odrobinę dziwi konwencja umieszczania etykiety (nazwy) wewnątrz pola, ale do tego można się szybko przyzwyczaić.

Każde pole numeryczne ma dwa stany. Pierwszy z nich nazwijmy „normalnym” – gdy z lewej i prawej strony widać małe strzałki (Rysunek 3.5.14a). Klikając w nie myszką można skokowo zmieniać wartość pola (zazwyczaj o 1, ale to zależy od kontekstu).



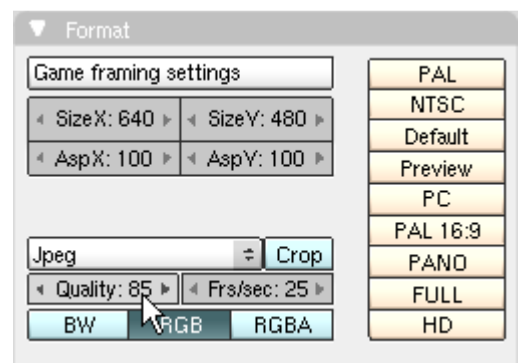
Rysunek 3.5.14 Szczegóły obsługi pola numerycznego

W drugi stan pole numeryczne jest przełączone poprzez kliknięcie **LPM** gdzieś w obszar etykiety lub wartości. Nazwijmy go „wybrany” (Rysunek 3.5.14b). W polu pojawia się karetki klawiatury. W tym trybie można wpisać za pomocą klawiatury dokładną wartość. Co ciekawe – można tu także wpisać wyrażenie arytmetyczne: np. „25/3”, a nawet coś z nawiasami! Działa jak kalkulator, podstawiając wynik operacji jako nową wartość.

Rysunek 3.5.15 pokazuje, jak ostatecznie powinna być ustawiona, panel **Format**:

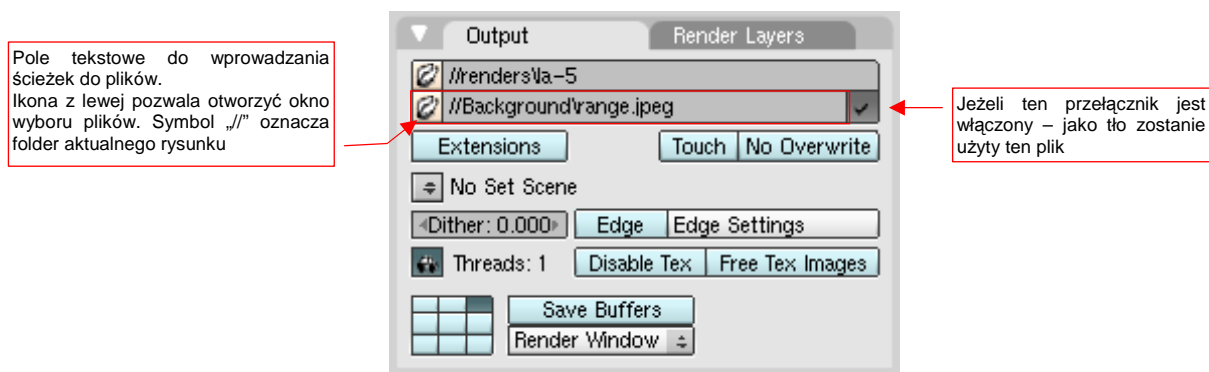
Rozmiar (**SizeX**, **SizeY**) i proporcje (**AspX**, **AspY**) zostały ustawione poprzez naciśnięcie przycisku **PC**. Możesz je jednak zmienić ręcznie do innych wartości, jeżeli chcesz.

Wybór przestrzeni barw – **RGB** – jest typowy. Bardzo rzadko będziesz potrzebował ostatecznego obrazu z dodatkową informacją o przejrzystości (**RGBA**).



Rysunek 3.5.15 Ustawienia do renderowania – panel **Format**

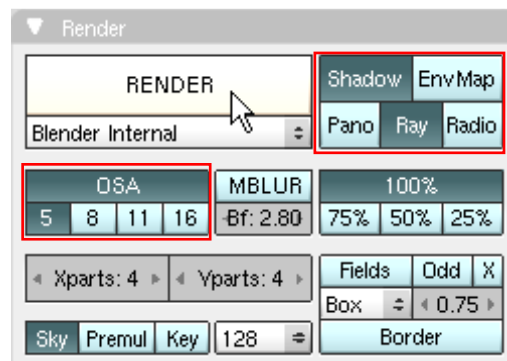
W panelu **Output** możesz zmienić ustawienia związane z tłem. Jeżeli wyłączysz przycisk **Backbuf**, zostanie użyte tło utworzone z dwóch odcieni błękitu. Jeżeli **Backbuf** będzie włączony – powinien istnieć plik z obrazem, zadeklarowany w odpowiednim polu tekstowym. (Rysunek 3.5.16):



Rysunek 3.5.16 Ustawienia do renderowania - panel **Output**

Zauważ, że pole tekstowe określające tło, jest przykładem kontrolki „wyspecjalizowanej” do wybierania ścieżek do plików. Z lewej strony ma niewielką ikonę otwartego folderu. Gdy klikniesz w nią, aktywne okno zmieni się na chwilę w okno wyboru plików (podobne do opisanego na str. 762). Możesz w nim wskazać odpowiedni obraz. Zamiast wybierać plik z listy, możesz także wprost wpisać całą ścieżkę w to pole. Zwróć uwagę, że domyślnie zaczyna się ono od podwójnego ukośnika: „//”. To tak zwany „znacznik ścieżki względnej” (*Relative path*). Czytając ten wpis, Blender zastępuje „//” odpowiednią ścieżką początkową – zazwyczaj miejscem, gdzie znajduje się aktualny plik z rysunkiem. Dzięki temu można przesuwać folder z rysunkiem i wszystkimi plikami towarzyszącymi z jednego miejsca na dysku na drugie. Przy konsekwentnym stosowaniu znacznika „//” na początku ścieżek nie ma niebezpieczeństwa, że Blender nie będzie mógł czegoś znaleźć po takim przeniesieniu.

Rysunek 3.5.17 pokazuje, jak powinien być ustawiony panel **Render**. Ramkami oznaczyłem najważniejsze miejsca. Najwięcej wydłuża czas renderowania włączenie **OSA** (*antialiasing*). Bez niego jednak cały rezultat jest niewiele wart – wszystkie krawędzie byłyby „poszarpane” na granicach pikseli. Intensywność wygładzania można nieco stopniować alternatywnymi ustawieniami liczby próbek (poniżej przycisku **OSA**)



Rysunek 3.5.17 Ustawienia do renderowania - panel **Render**

Na koniec warto zapamiętać, że:

- W Blenderze nie ma prawie wcale przycisków „OK.”, czy „Akceptuj”. Wszystko, co ustawisz za pomocą jakiegokolwiek kontrolki w oknie przycisków lub innych (niemodalnych) oknach dialogowych, natychmiast jest odwzorowane na modelu.

Przykładem niemodalnych okien dialogowych są chociażby te, pokazane na str. 81.

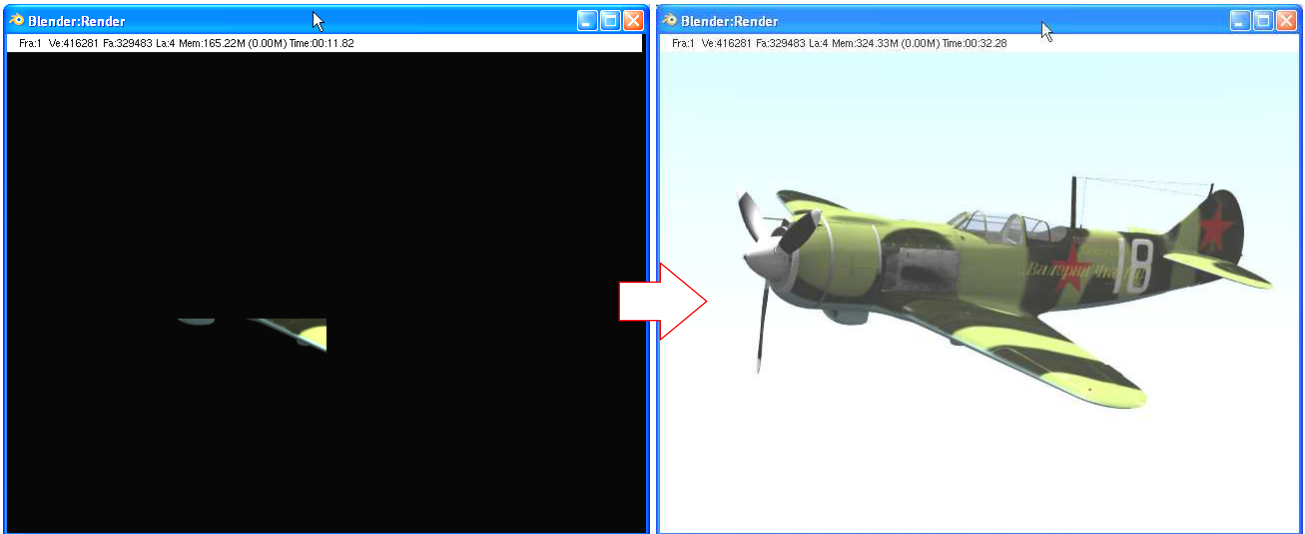
Nim zaczniemy renderowanie, upewnij się, że w oknie widoku są włączone co najmniej następujące warstwy:



(Jeżeli zapomnisz włączyć warstwy nr 11, nie zobaczysz ani skrzydeł, ani kadłuba.)

- Blender renderuje się zawsze tylko to, co jest na widocznych warstwach

Wreszcie – zróbmy to! Naciśnij ten duży przycisk **Render** w panelu **Render** (por. Rysunek 3.5.17). Spowoduje to pojawienie się dodatkowego okna (nie okna w znaczeniu Blendera, tylko okna Windows – z oddzielną ramką i innymi „gadżetami”). Na początku jest zupełnie czarne, potem coś zaczyna się na nim pojawiać (Rysunek 3.5.18):



Rysunek 3.5.18 Okno renderowania – w trakcie i po zakończeniu procesu

Podczas renderowania Blender nie będzie reagował na klawiaturę ani myszkę – musimy poczekać do końca przetwarzania.

Gdy renderowanie się skończy, okno **Render** stanie się dostępne, jak każde inne okno aplikacji Blender. Możesz się swobodnie przełączać pomiędzy nim, a głównym oknem aplikacji. Jeżeli chcesz zapisać uzyskany obraz na dysku – naciśnij **F3** (lub wybierz z menu **File** → **Save Image...** z menu w oknie **User Preferences**). Spowoduje to otwarcie w jednym z okien aktywnych na głównym ekranie Blendera okna wyboru pliku. Możesz tam ustalić, pod jaką nazwą i gdzie obraz będzie zachowany.

Podpowiem tutaj mały trick: ten sam rezultat pojedynczego renderowania możesz zapisać kilka razy, za każdym razem w innym formacie. Jak to się robi? Po zakończeniu renderowania:

- przejdź do panelu **Format** w oknie przycisków, i wybierz z listy inną postać, np. **PNG** (Rysunek 3.5.13);
- gdy po tej zmianie naciśniesz **F3**, zapiszesz obraz jako plik *.PNG;
- teraz wybierz w panelu **Format** postać **Targa**;
- znów **F3**, i *voilà* – zapisujemy ten sam obraz jako *.TGA;

Możesz tak kontynuować, dopóki nie zapiszesz wszystkiego tak, jak chcesz. W przypadku plików z degradacją jakości obrazu – np. JPEG – możesz także zmieniać współczynnik jakości **Quality**.

Podsumowanie

- Kontrolki w oknie przycisków są pogrupowane w tematyczne „zasobniki” – panele;
- Panele są pogrupowane w zestawach i podzestawach, dobranych pod względem zastosowania;
- Kontrolki w nagłówku okna przycisków (menu, ikony) pozwalają na szybkie przełączanie pomiędzy zestawami. Można do tego także używać klawiszy **F5**...**F10** (patrz str. 84);
- Zawartość okna przycisków (*Buttons Window*) można swobodnie skalować i przesuwąć – tak, jak gdyby i ona była rysunkiem (patrz str. 84);
- Panele okna przycisków można przemieszczać, związać, grupować w „konglomeraty” w obrębie tego samego podzestawu (patrz str. 85, Rysunek 3.5.8). Te ustawienia są zapamiętywane przy zapisaniu pliku rysunku;
- Przy każdej kontrolce panelu pojawi się podpowiedź (jedno zdanie), jeżeli przez chwilę potrzymasz ponad nią kursor myszy (patrz str. 82, Rysunek 3.5.2). To całkiem niezła metoda szybkiego poznawania nowych możliwości;
- Rezultat renderowania można zapisać do pliku na dysku, naciskając klawisz **F3** (patrz str. 89)

Rozdział 4. Formowanie samolotu

W tym rozdziale zaczynamy "regularną" pracę z Blenderem. Z własnego doświadczenia radziłbym zapisywać stan pracy, osiągnięty na koniec każdego dnia, do oddzielnego pliku. (Więcej na ten temat znajdziesz na str. 765).

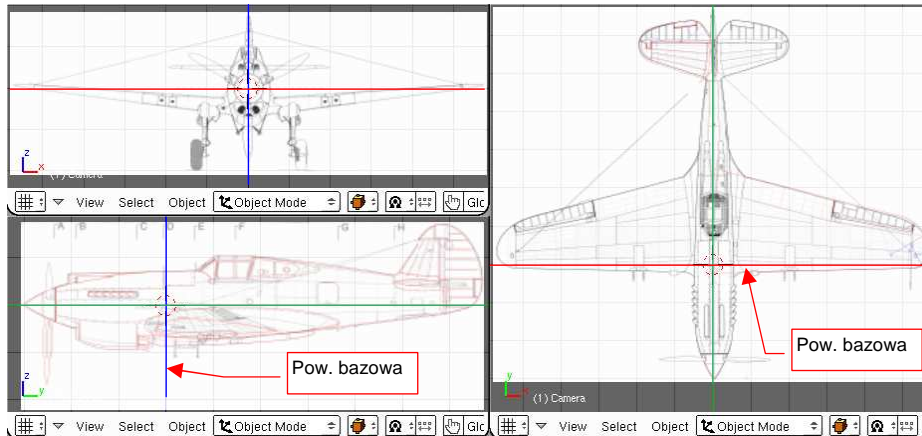
Na wszelki wypadek zapoznaj się także ze sposobem odzyskiwania danych — na str. 769. (Choć na tym etapie nie spodziewam się żadnych kłopotów z Blenderem — to naprawdę stabilny program)

Pierwsze sekcje tego rozdziału będą bardzo szczegółowo opisywać poszczególne kroki w formowaniu geometrii. Chcę w ten sposób zaznajomić Czytelników, którzy to robią po raz pierwszy, z typowymi sposobami pracy z siatkami Blendera. Zaczniemy więc od nieskomplikowanej bryły obrotowej - kołpaka śmigła. Potem do tego dodamy coś bardziej skomplikowanego — łopatę (śmigła, oczywiście). Następnie zajmiemy się formowaniem płata. Skrzydło ma w zasadzie obrys (w rzucie z góry) trapezu, któremu zaokrąglono końcówkę. Końcówka płata w P-40 jest dość trudna do prawidłowego uformowania¹, więc omówiłem ją w oddzielnej sekcji. Stosuję tam m.in. odcinanie powierzchni inną powierzchnią (stworzyłem specjalny skrypt Pythona, który do tego służy). Sądzę, że po ukończeniu skrzydła będziesz już dobrze znał większość "tricków" pozwalających uzyskać w Blenderze kształt, który jest potrzebny. Stateczniki to właściwie powtórzenie w uproszczonej wersji formowania płata, więc nie poświęcam im wiele miejsca. Potem uformujemy najbardziej złożony kształt — kadłub.

¹ Jest zadarta do góry, jakby ucięto płat pod dużym kątem, a potem zaokrąglono brzegi i uwypuklono dolną powierzchnię. Podobne zakończenie miały płaty *F4U Corsair* i *P-38*. Jeśli pominiemy eliptyczne skrzydło *Spitfire*, to inne samoloty z tego okresu mają prostsze kształty zakończeń.

4.1 Przygotowanie pliku Blendera

Skonfiguruj środowisko Blendera tak, jak jest to podane na str. 758. Do odtworzenia geometrii samolotu, wykorzystamy rysunki przygotowane wcześniej¹. Umieść je w odpowiednich oknach Blendera (**View→Background Image...** — szczegóły na str. 770 i dalszych). Rysunek 4.1.1 pokazuje zawartość pliku, jaki powinieneś przygotować².



Rysunek 4.1.1 Pusty rysunek, z przygotowanym tłem (kursor 3D jest w środku układu współrzędnych)

Podczas wstawiania rysunków tła, musisz zdecydować, jaką długość "w świecie rzeczywistym" ma reprezentować 1 jednostka długości w Blenderze.

- Przyjąłem, że 1 jednostka Blendera = 10 cm "na prawdziwym samolocie".

Dlaczego akurat taka skala? Obraz tła można maksymalnie powiększyć do prostokąta, w którym dłuższy bok ma rozmiar 500 jednostek. To za mało, by dla 10 - metrowego samolotu zastosować np. skalę 1 jednostka = 1cm. (Obraz tła musiałby mieć wtedy rozmiar dwa razy większy, niż dopuszcza Blender: 1000 jednostek)³.

Obrazy, podstawione na wszystkich rzutach, muszą być umieszczone w przestrzeni w sposób spójny. Środek układu współrzędnych Blendera musi być w każdej sylwetce umieszczony w tym samym miejscu. (Rysunek 4.1.1 pokazuje w tym punkcie kursor 3D). Z osią **Y** nie ma problemu — leży w osi śmigła (kadłuba). W jakim jednak punkcie kadłuba umieścić powierzchnię "bazową" — płaszczyznę **XZ**? Proponuję, by leżała na linii, użytej na rysunkach fabrycznych jako baza do wymiarowania płata: wzdłuż przedniego dźwigar skrzydła (Rysunek 4.1.1). Kadłub posiada w tym miejscu główną wręgę (tę, do której były przyłączone: łożo silnika i przedni dźwigar). W przypadku innych samolotów często jako powierzchnię bazową przyjmowałem płaszczyznę podstawy kołpaka śmigła. Dla tej konstrukcji wolę jednak ustalić "bazę" w takim miejscu kadłuba, które nie ulegało zmianie pomiędzy kolejnymi wersjami. (Nosy P-40 uległy zmianie trzy razy, a licząc to z P-36 — aż pięć). W obszarze za wręgą, w której umieściłem środek układu współrzędnych, zmiana kształtu kadłuba zaszła tylko raz — i to dość późno. (Mam na myśli wydłużenie ogona w P-40L). Kształt skrzydeł P-36/P-40, i kształt usterzenia poziomego, oraz ich wzajemne położenie, nie uległo zmianie przez całą historię konstrukcji⁴.

¹ Chodzi oczywiście o Rozdział 2 (str. 26 - 54)

² Znajdziesz go także w pliku *p40.zip*, towarzyszącemu tej książce — w folderze *History/40C-4.1.blend*. (Bez rysunków tła).

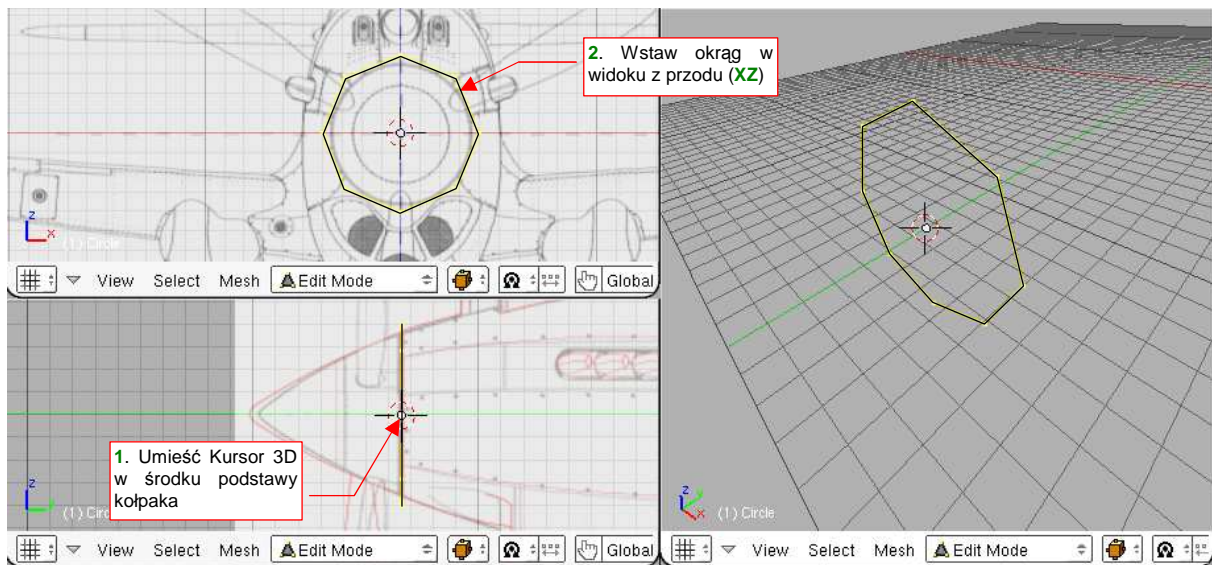
³ Pomysł użycia w charakterze jednostki cali także zarzuciłem — jednostki Blendera są dziesiętne, a wszelkie wymiary P-40 były wyrażane w calach i stopach (cal to $\frac{1}{12}$ stopy). W dodatku, przynajmniej w latach 40-tych, w USA, ułamki cala wyrażano na rysunkach technicznych nie jako ułamki dziesiętne, lecz zwykłe: $\frac{1}{4}$, $\frac{9}{16}$, ... Musieli mieć chyba specjalne podziałki na swoich linijkach, by się w tym połapać!

⁴ P-36 różnił się od P-40 innymi osłonami podwozia. P-40 miał także większe koła podwozia głównego. (Do tego stopnia, że trzeba było lokalnie wygiąć tylny dźwigar, który w P-36 był prosty). W P-40 usunięto także część wyważenia aerodynamicznego steru wysokości. W sumie - nie były to poważne zmiany kształtu płata i usterzenia.

4.2 Kołpak śmigła

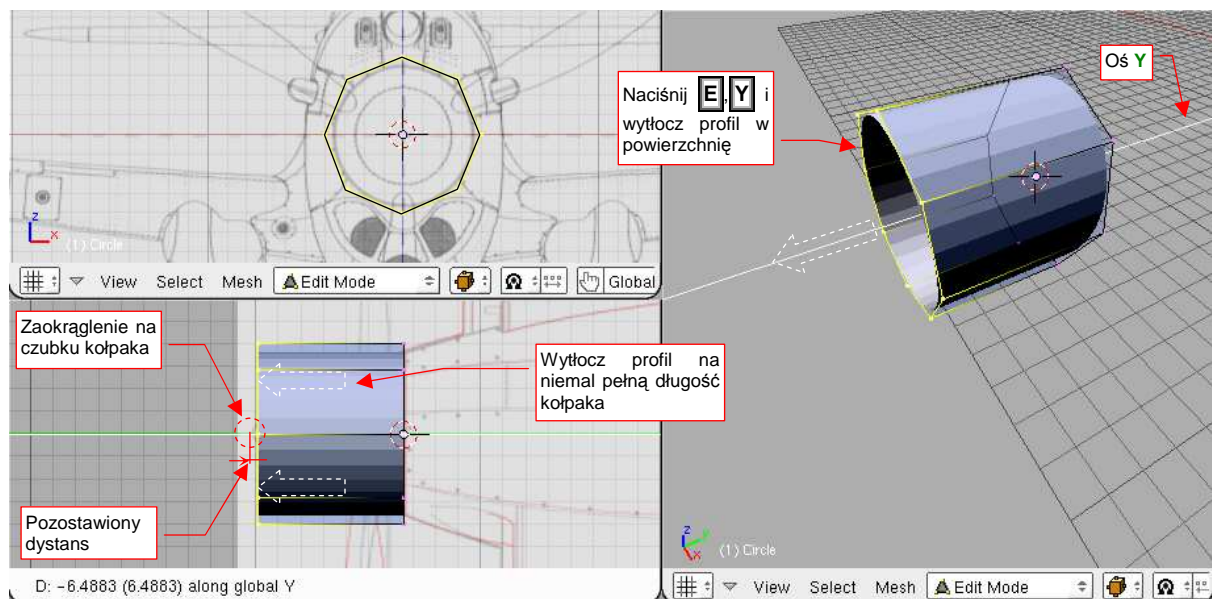
Modelowanie zaczniemy od kołpaka śmigła. Specjalnie wybrałem na początek tak nieskomplikowany kształt. Opiszę jego formowanie trochę dokładniej, abyś, jeżeli jest to Twoja pierwsza praca w Blenderze, miał okazję poznać podstawowe techniki kształtowania powierzchni. Obowiązkowo korzystaj, w takim przypadku, z odsyłaczy do szczegółowych opisów czynności!

Kołpak śmigła zacznij od umieszczenia kursora 3D tam, gdzie ma się znaleźć środek jego podstawy (jak — str. 770). (Pamiętaj, że to miejsce stanie się środkiem nowo utworzonego obiektu). Następnie, w rzucie z przodu, utwórz okrąg o promieniu nieco większym od podstawy kołpaka ([Add→Mesh→Circle](#) — str. 786). Liczba wierzchołków nie musi być zbyt duża — uważam że 8 zupełnie dobrze odwzoruje okrąg. Rysunek 4.2.1 pokazuje, jak powinien wyglądać efekt tych dwóch czynności:



Rysunek 4.2.1 Początkowy okrąg, z którego powstanie kołpak śmigła

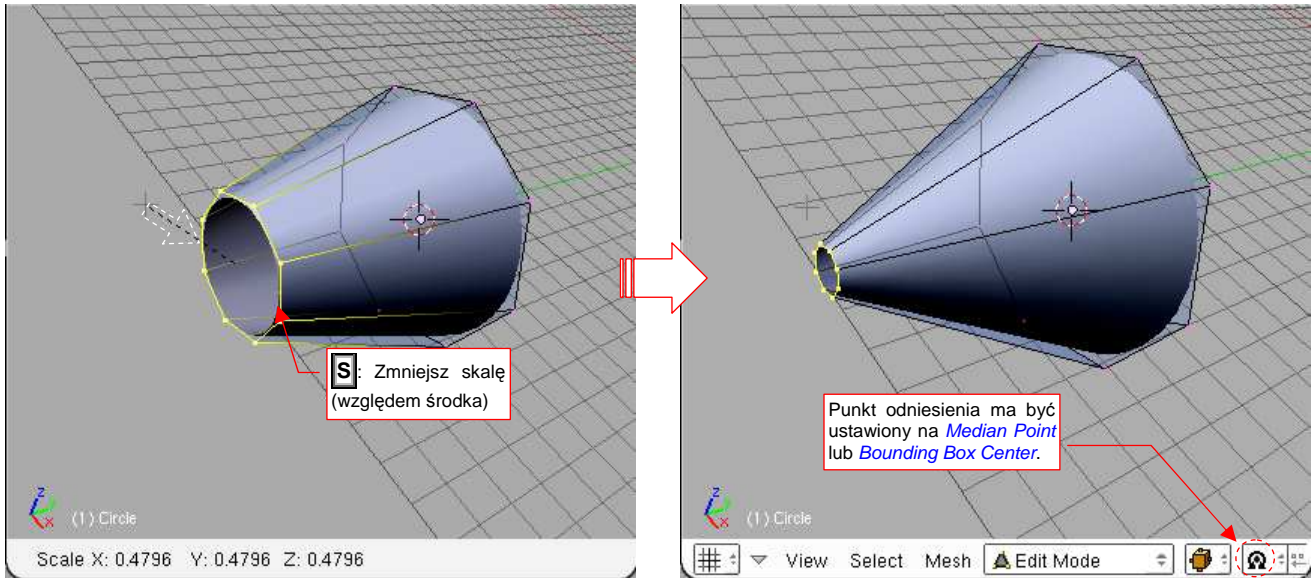
Teraz utwórz z bazowego okręgu powierzchnię: wytłocz go na całą długość kołpaka wzdłuż osi Y ([E](#) lub [Mesh→Extrude](#) — str. 866) . Rysunek 4.2.2 pokazuje przebieg operacji:



Rysunek 4.2.2 Wytłoczenie ([Extrude](#)) okręgu w początkową powierzchnię

Po wytłoczeniu warto poprawić metodę cieniowania, aby powierzchnia wydawała się doskonale gładka ([Mesh](#)→[Faces](#)→[Set Smooth](#), patrz str. 869) .

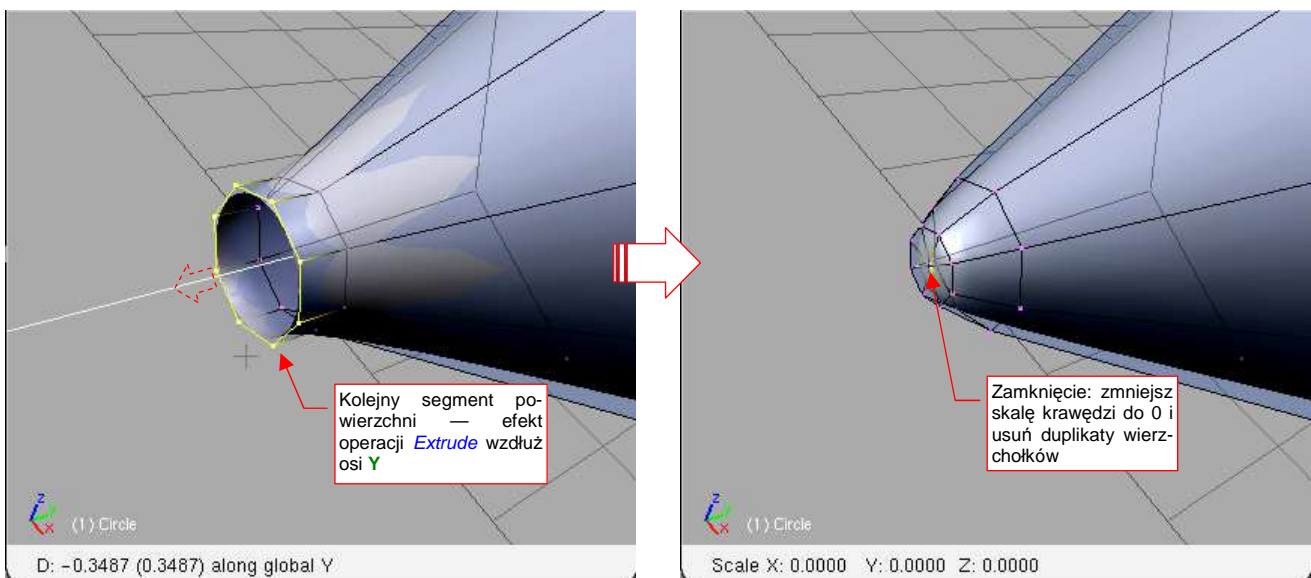
Ustaw tryb środka transformacji na [Bounding Box Center](#) (☐, Rysunek 4.2.3) . Następnie zaznacz przednią krawędź powierzchni. i zdecydowanie zmniejsz ją poprzez zmianę skali (S, albo [Mesh](#)→[Transform](#)→[Scale](#) — str. 862) . Rysunek 4.2.3 pokazuje przebieg operacji:



Rysunek 4.2.3 Wygładzenie powierzchni i uformowanie zarysów kształtu kołpaka

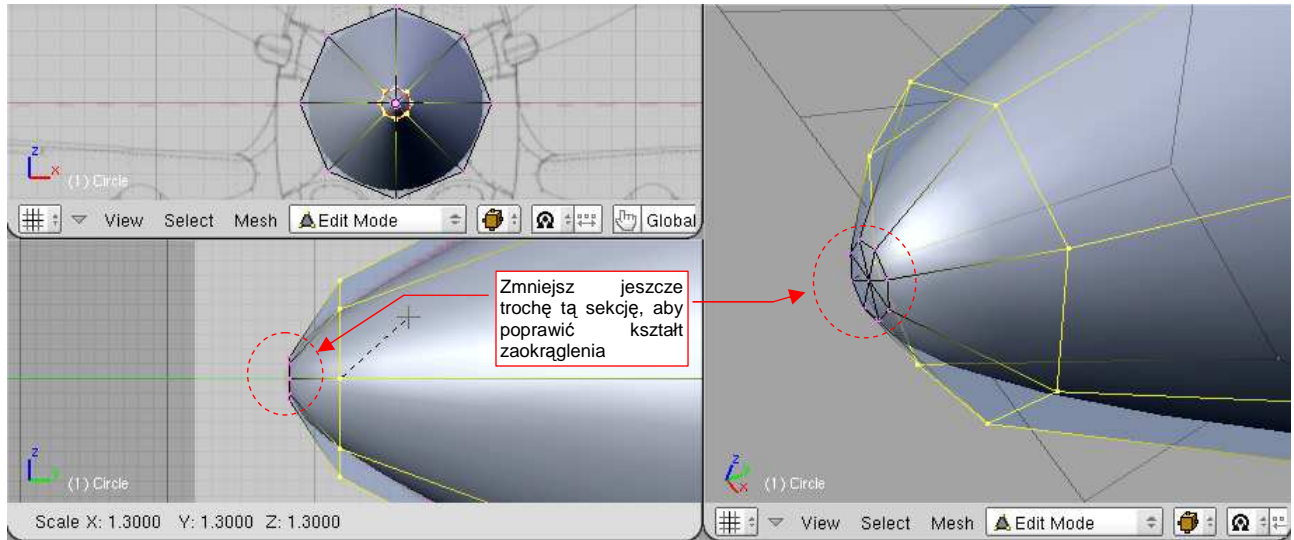
Rozmiar końca stożka dobierz tak, by był zbliżony do zaokrąglenia końcówki kołpaka (skorzystaj z rysunków widocznych na rzucie z boku).

Zaokrąglenie noska formujemy poprzez "wytłoczenie" (str. 866) z końcówki powierzchni jej kolejnego segmentu (Rysunek 4.2.4). Przesuń nową krawędź do przodu o promień nosa kołpaka. Zmniejsz ją (poprzez zmianę skali) do mniejszej średnicy. Aby zamknąć siatkę, wygeneruj jeszcze jedną krawędź, poprzez kolejne wytłoczenie. Potem jej nie przesuwaj, tylko "zsuń" wszystkie wierzchołki (poprzez zmianę skali do 0) w jeden punkt. Zamień je w pojedynczy wierzchołek poprzez scalenie ([Mesh](#)→[Vertices](#)→[Remove Doubles](#), str. 870) . Rysunek 4.2.4 pokazuje rezultat tej operacji:



Rysunek 4.2.4 Formowanie zaokrąglonego noska

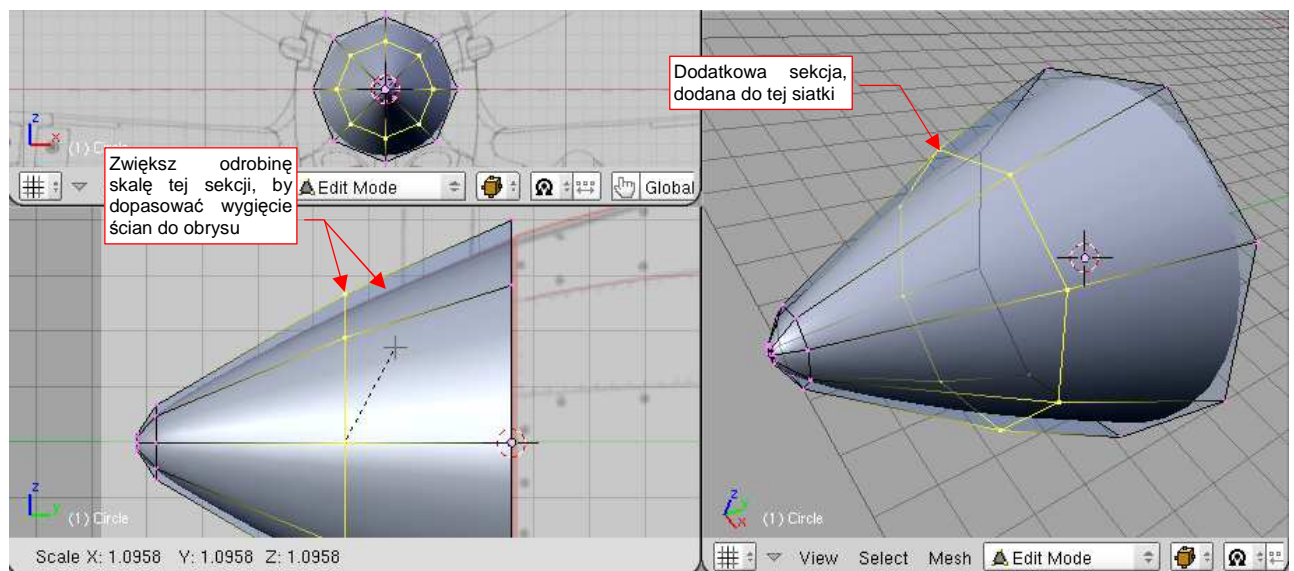
Zaokrąglenie, jakie uzyskaliśmy, warto jeszcze zestawzić z rzutem z boku (sylwetką narysowaną czerwoną linią — poprawialiśmy plany w tym miejscu). W przypadku naszej siatki konieczne okazało się dodatkowe zmniejszenie ostatniej (nie licząc końcowego wierzchołka) sekcji siatki (Rysunek 4.2.5):



Rysunek 4.2.5 Dopasowywanie zaokrąglenia do zadanego obrysu

Zwróć uwagę, że ostatnia sekcja i wierzchołek zamykający cały stożek leżą na tej samej płaszczyźnie. Taką "tarczkę" najlepiej jest umieszczać jako zakończenie wszelkich kulistych zaokrągłeń.

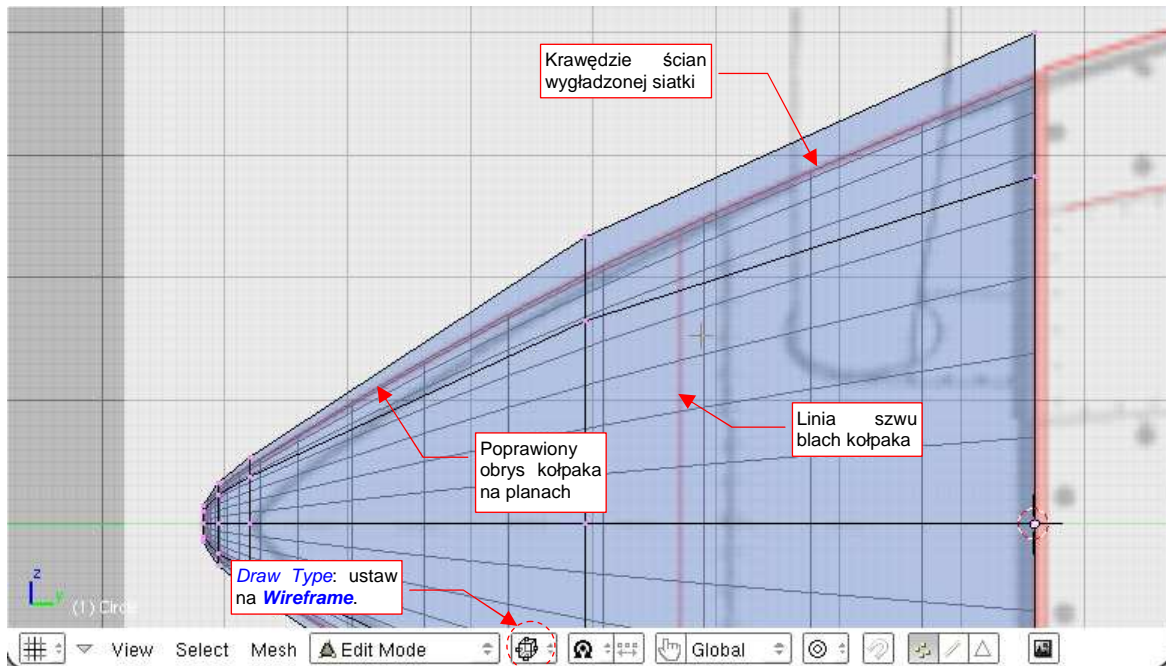
Gdy uporządkowaliśmy końcówkę stożka, warto poprawić także ściany boczne. Wstaw mniej więcej pośrodku nową sekcję (tzn. rząd wierzchołków — *Loopcut*, str. 875) . Po wstawieniu zwiększ odrobinę jej średnicę poprzez zmianę skali, by dopasować wygięcie ścian stożka do założonego obrysu (Rysunek 4.2.6):



Rysunek 4.2.6 Lekkie wygięcie ścian kołpaka — poprzez dodatkową linię siatki

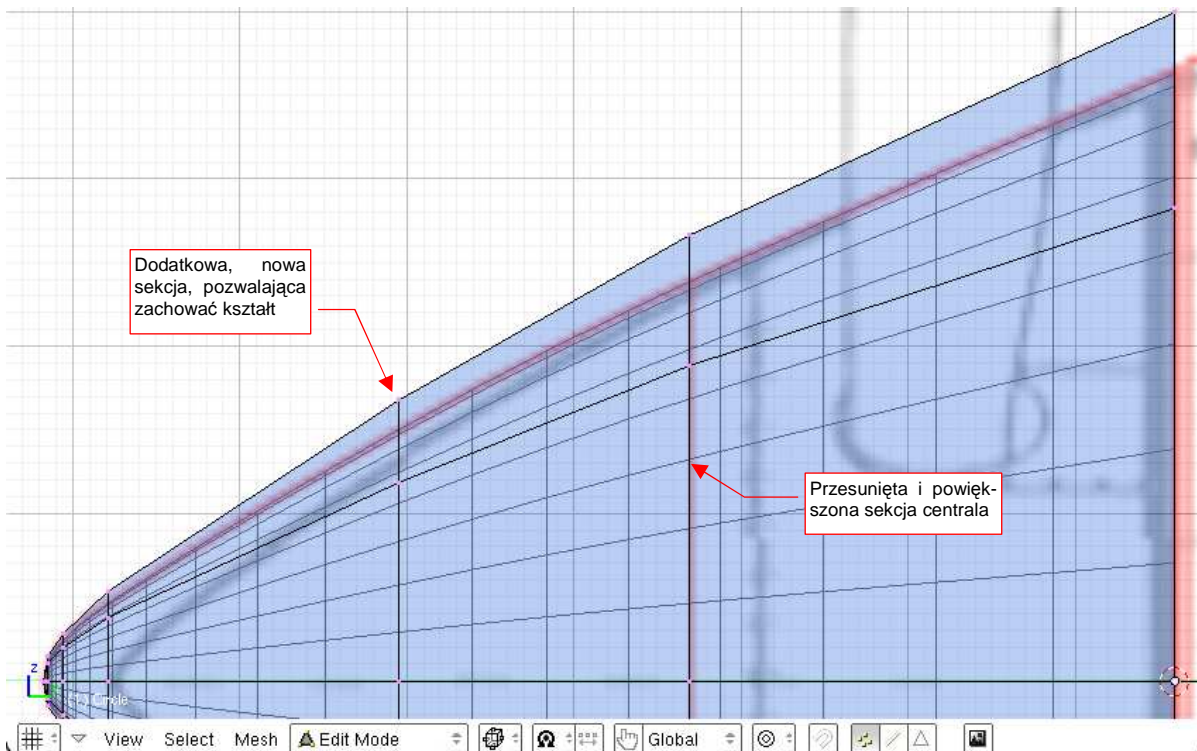
Czas przejść do ostatniej fazy formowania kształtu — dokładnego uzgodnienia z planami. Najłatwiej jest to robić po przełączeniu sposobu reprezentacji (*Draw Type*) siatek z *Solid* na *Wireframe* (por. str. 77) .

Rysunek 4.2.7 przedstawia siatkę kołpaka w trybie *Wireframe*, nałożoną na rzut z boku.



Rysunek 4.2.7 Wstępne dopasowanie do zadanego obrysu (czerwona linia)

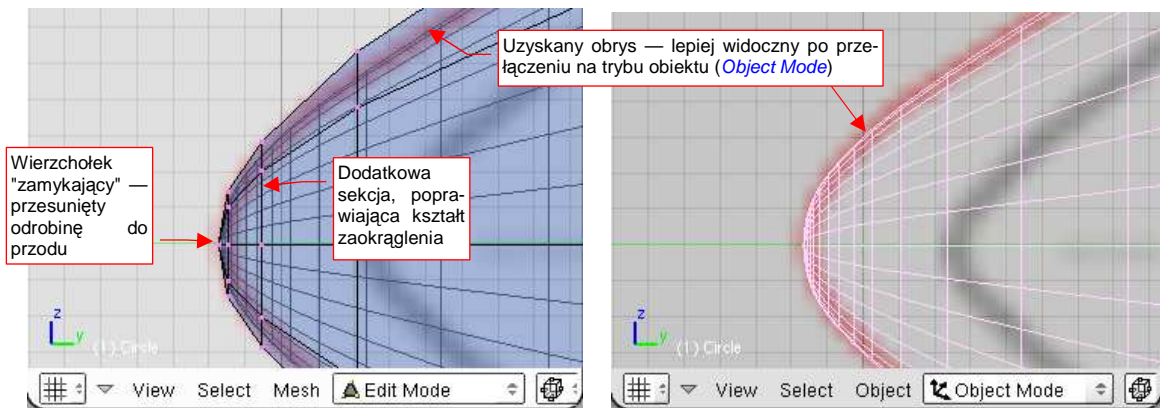
Jak widać, zarys siatki pokrywa się już z konturem na rysunku. Dokonamy jednak jeszcze drobnych zmian. Pierwsza jest związana z przystosowaniem do późniejszej pracy. Dopóki nie jest to zbyt kłopotliwe, warto jest mieć linię siatki w miejscu, gdy przebiegało łączenie blach na prawdziwym samolocie. W związku z tym przesunąłem jedną z sekcji w takie miejsce, narysowane na planach. Aby zachować poprawny kształt kołpaka, konieczne stało się dodanie jeszcze jednej sekcji: z przodu, przed końcem stożka (Rysunek 4.2.8):



Rysunek 4.2.8 Ostateczne dopasowanie do zadanego obrysu

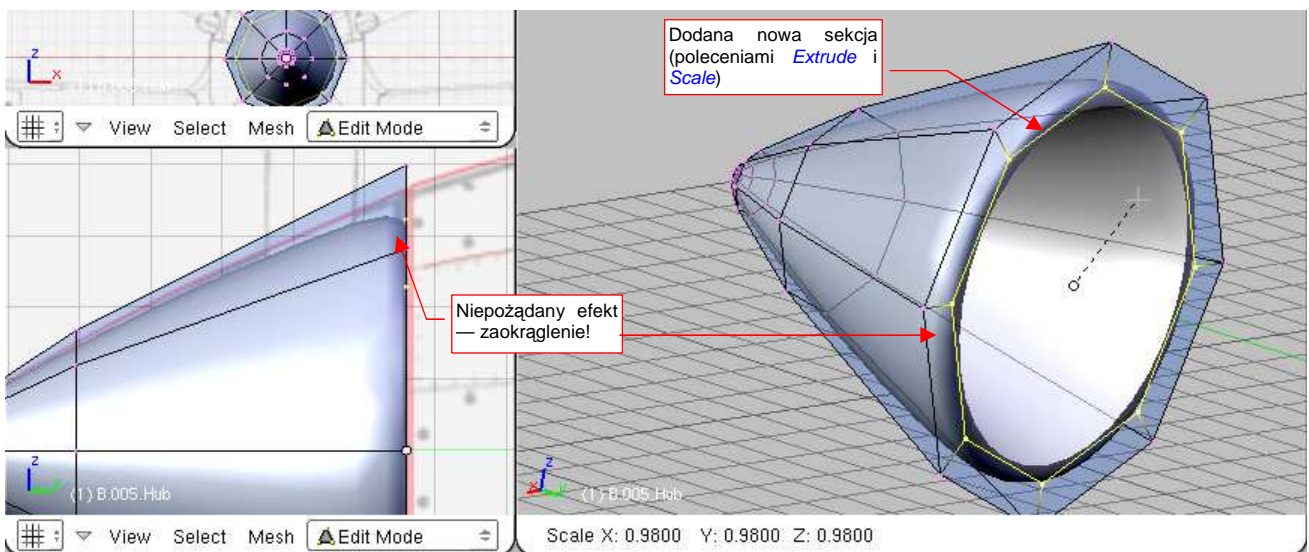
Po uzgodnieniu ścian stożka, powiększ obraz w okolicy jego czubka. Tu, aby jak najdokładniej oddać obrys założony na planach, także dodałem jeszcze jedną sekcję. Oprócz tego odrobinę wysunąłem do przodu wierz-

chołek, zamykający stożek (Rysunek 4.2.9). Obydwie zmiany pozwoliły uzyskać właściwy (założony) kształt tej części:



Rysunek 4.2.9 Szczegóły zaokrąglenia czubka kołpaka

Gdy kształt obiektu jest już zgodny z planami, pozostał do utworzenia ostatni szczegół: zamknięcie podstawy tego kołpaka. W prawdziwej konstrukcji było umieszczone w tym miejscu okrągłe żebro. Nie będziemy go teraz dokładnie modelować (zresztą - brak jest jakichkolwiek zdjęć tego elementu, więc nie wiadomo, jak wyglądał). Zadowolimy się prostym "wytlóceniem" kolejnej sekcji z dotychczasowej podstawy stożka (Rysunek 4.2.10). Krawędź, dodaną w wyniku wytłoczenia, nie przesuwaj, tylko zmniejsz (poprzez zmianę skali).

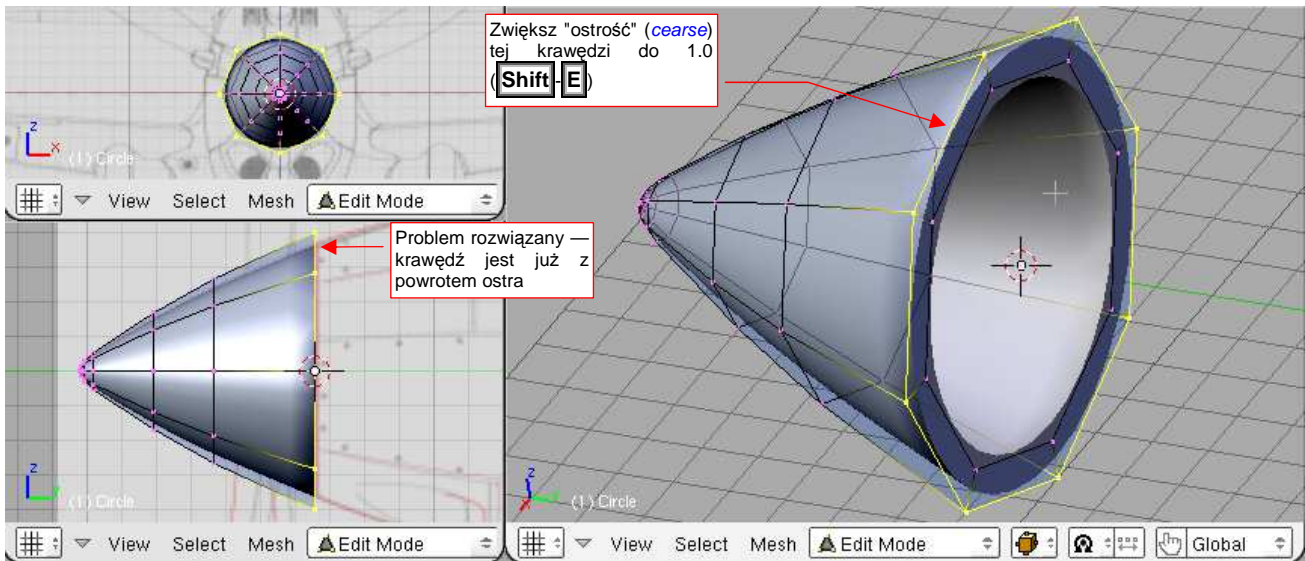


Rysunek 4.2.10 Wstawienie dodatkowej powierzchni u podstawy stożka

W rezultacie wydłużenia siatki podstawowej o dodatkową sekcję, krawędź podstawy stożka uległa zaokrągleniu (Rysunek 4.2.10). Pamiętaj, tak się będzie dziać zawsze — powierzchnia podziałowa stara się wygładzić każdą nierówność¹.

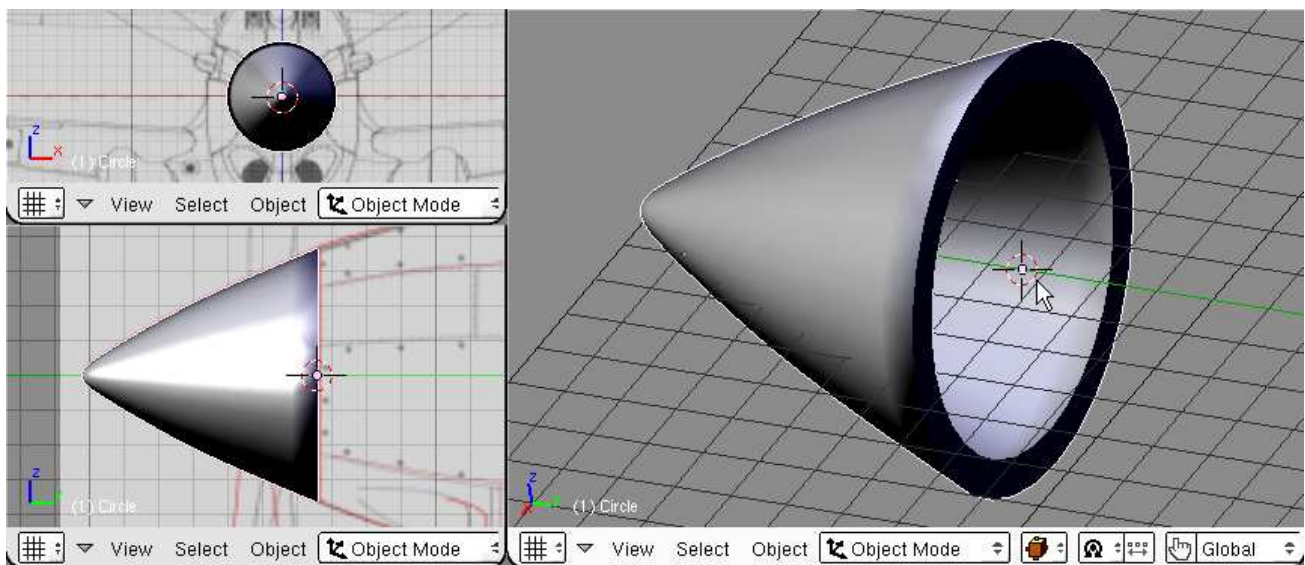
¹ Czasami możesz ten efekt zachować celowo, gdy potrzebujesz odtworzyć zaokrąglenie w rzeczywistej konstrukcji. Możesz także uzyskać zaokrąglenia o profilu okrągłym (przynajmniej w przybliżeniu). Wystarczy się postarać, by kolejne sekcje po obydwu stronach zaokrąglanej krawędzi, były równo od niej oddalone. (Rysunek 4.2.10 pokazuje sytuację, gdy nowo dodana sekcja (ta z prawej) jest o wiele bliżej krawędzi podstawy stożka, niż sekcja z przeciwnej strony. To spowodowało, że zaokrąglenie ma kształt wyciągniętej elipsy lub też paraboli).

W P-40 krawędź podstawy kołpaka była ostra, więc musisz ją "przywołać do porządku". Zmień ostrość krawędzi, którą pokazuje Rysunek 4.2.11, z 0.0 do 1.0 (*Mesh*→*Edges*→*Cease Subsurf* — patrz str. 877) . Wraz ze zmianą sposobu cieniowania ścian podstawy na *Solid* bryła uzyska właściwy kształt (Rysunek 4.2.11).



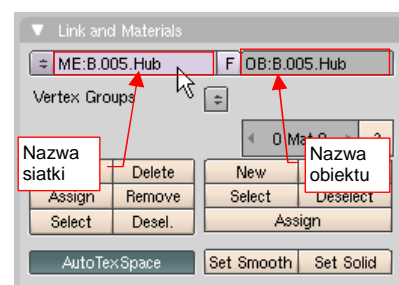
Rysunek 4.2.11 Usunięcie niepożądanego zaokrąglenia krawędzi kołpaka

Rysunek 4.2.12 pokazuje efekt — uformowany kołpak śmigła. (W tym modelu nie będziemy w nim wycinać otworów na łopaty — to nieznaczny szczegół, który zbyt skomplikowałby siatkę).



Rysunek 4.2.12 Uformowany kołpak

Na koniec pozostało nadać nowej części nazwę. W panelu *Link and Materials* wpisz identyczną nazwę w obydwa pola: nazwy siatki i nazwy obiektu (Rysunek 4.2.13). Zgodnie z przyjętymi dla tego modelu regułami, nadałem kołpakowi nazwę **B.005.Hub**. (Reguły i szczegóły nazewnictwa — patrz str. 798)



Rysunek 4.2.13 Ustalenie nazwy — obiektu i siatki

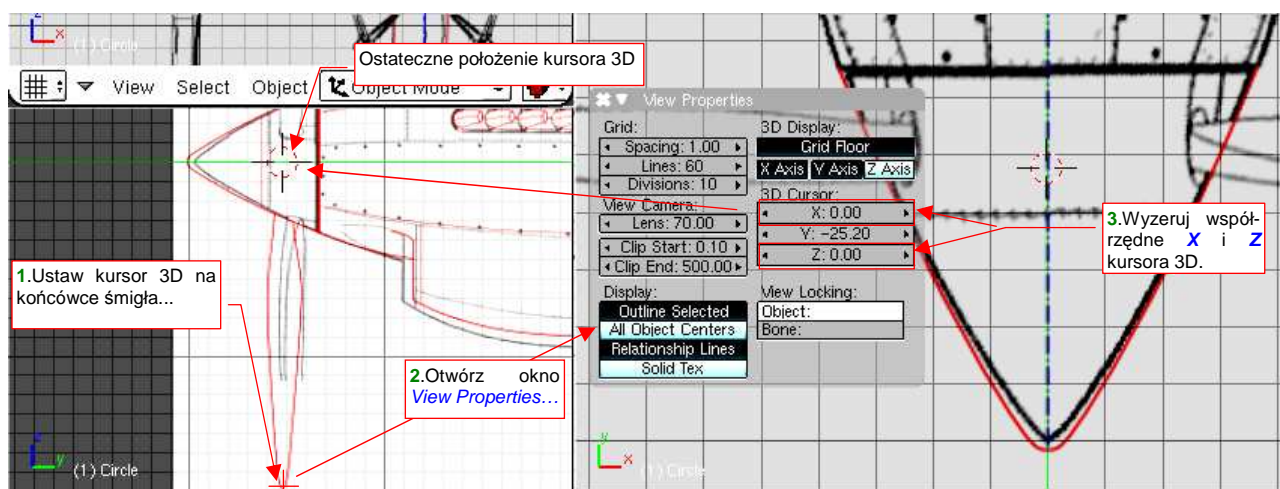
Podsumownie

- Siatki, które formuję, są wygładzone za pomocą powierzchni podziałowych *Catmulla-Clarka* (*Subsurf*)
- Metoda formowania, którą przedstawiam w tej książce, polega na osiągnięciu zamierzonego kształtu poprzez kolejne deformacje prostej siatki początkowej. Uważam, że ta droga jest wygodniejsza i bardziej elastyczna, od formowania "wszystkiego od razu" za pomocą siatek NURBS. Siatki uzyskane w ten sposób zawierają mniej błędów — znasz ich wszelkie "ukryte zakamarki".
- Do ostatecznego kształtu dochodzimy poprzez dodawanie i formowanie kolejnych sekcji (linii wierzchołków) siatki. Dodawanie odbywa się poprzez wytłoczenie krawędzi (*Extrude* — str. 93) lub wstawienie w środek siatki nowej sekcji (*Loopcut* — str. 95). Dalsze zmiany kształtu powierzchni realizuje się przekształcając poszczególne linie wierzchołków — zazwyczaj za pomocą przesunięcia lub zmiany skali. (W przyszłości dojdą jeszcze: obrót i przesuwanie pojedynczych węzłów siatki).
- Mimo wygładzenia powierzchniami podziałowymi, wybrane krawędzie można oznaczyć jako ostre (*cearse* — str. 98). Będzie to potrzebne, bo nawet opływowe kształty samolotów mają mnóstwo ostrych krawędzi.
- Każdy obiekt musi mieć nazwę. Proponuję przyjąć regułę: **<przedrostek>.<numer>.[p.]<nazwa>**, np. **B.005.Hub** (Szczegóły — str. 798)

4.3 Łopaty śmigła

Zacniemy od ukształtowania pojedynczej łopaty śmigła. Będzie skierowana w dół, wzdłuż osi **Z**. Następnie powielimy ten obiekt dwa razy, tworząc zespół trzech łopat. Podobnie jak w przypadku kołpaka, na podstawie zdjęć naniósłem na plany zmodyfikowane kształt i położenie śmigła. Wśród fotografii wyszukałem ujęcie, w którym łopata była ustawiona (przynajmniej w przybliżeniu) prostopadłe do obiektywu. Jej obrys naniósłem na rzut z przodu. Obrys łopaty w rzucie z boku, oraz określenie położenia śmigła na kołpaku pochodzi ze zdjęcia z boku (Rysunek 9.2.12, str. 553)¹.

Zmień widoczną warstwę z **1** na **2** (p. str. 75). Ustaw kursor 3D w miejscu, które odpowiada końcówce łopaty. Następnie w oknie *View Properties* wyzeruj współrzędne kursora: **X** i **Z**. W ten sposób najłatwiej jest umieścić kursor w odpowiednim miejscu na osi **Y** (Rysunek 4.3.1) :



Rysunek 4.3.1 Ustalenie środka łopaty śmigła — poprzez wyzerowanie wybranych współ.

Po ustaleniu pozycji kursora 3D wstaw początek łopaty — okrąg o promieniu 0.5 jednostki. Wystarczy, jeżeli będzie miał 8 wierzchołków. Okrąg wstaw w rzucie z góry (Rysunek 4.3.2):



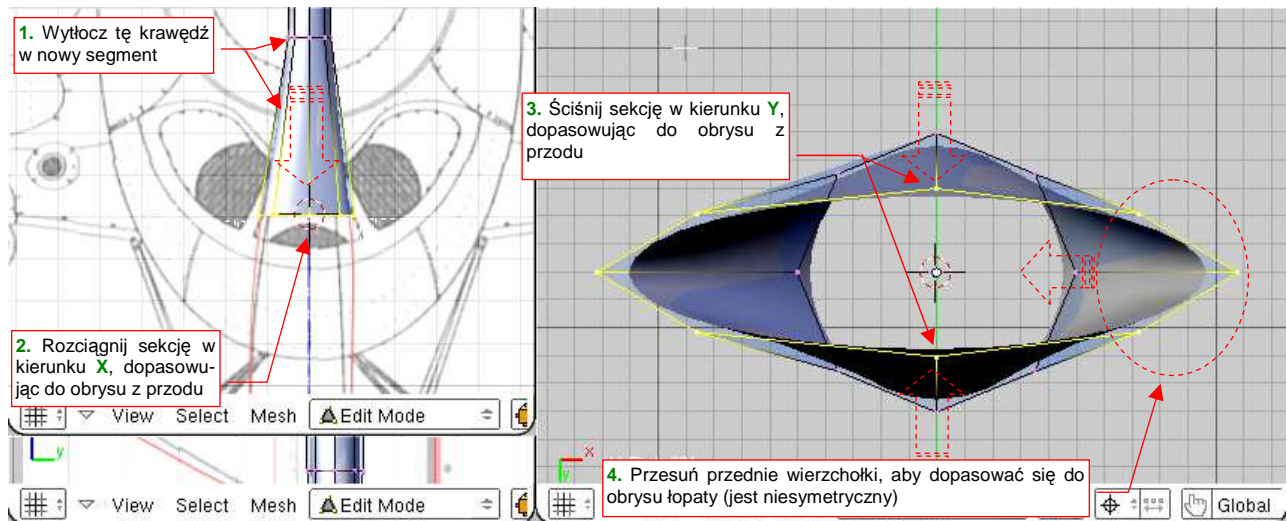
Rysunek 4.3.2 Wstawienie początkowego okręgu

¹ Śmigło jest bardzo skomplikowanym kształtem, traktowanym "po macoszemu" przez twórców planów modelarskich. Z dokładniejszymi rysunkami tego elementu, podającymi kolejne przekroje i kąty skręcenia, spotkałem się tylko na planach samolotów Ła-5 i MiG-3. Pochodziły z bardzo starych numerów miesięcznika "Modelist Konstruktor", wydawanych jeszcze w latach 80-tych, w ówczesnym ZSRR.

Wytłocz (**E** — *Extrude*) okrąg w dół osi **Z**, na odległość 2 jedn. Potem wytłocz kolejną krawędź wzdłuż osi **Z**, na odległość ok. 4 jednostek, tworząc kolejny segment (Rysunek 4.3.3). Następnie:

- rozciągnij ostatnią sekcję (poprzez zmianę skali) w kierunku **X** tak, by osiągnęła taką szerokość, jak szeroka była w tym miejscu łopata;
- spłaszcz tę sekcję w kierunku **Y**, tak by osiągnęła 30% szerokości;
- przesunij trzy wierzchołki z lewej trochę bliżej środka (by dopasować ich kształt do obrysu łopaty śmigła).

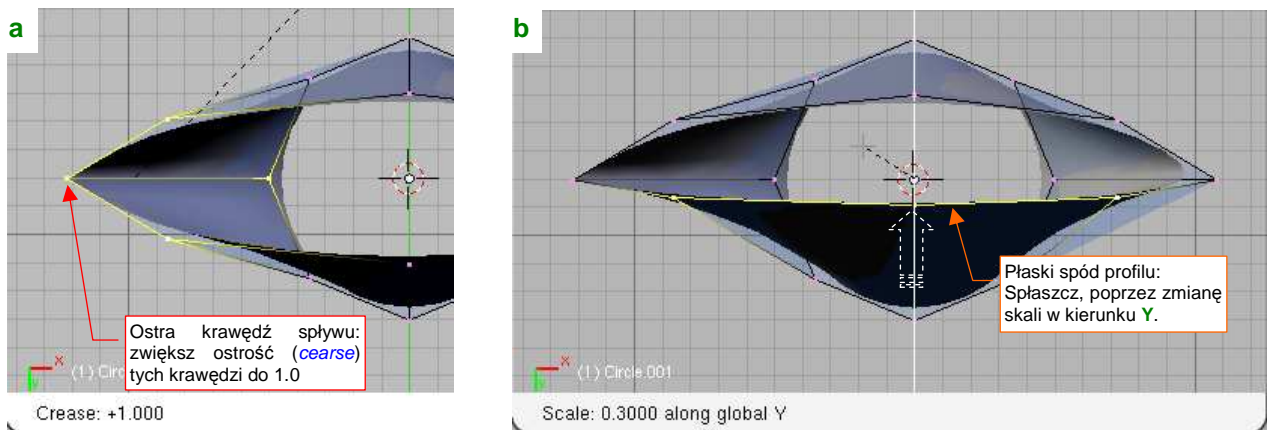
Powinien powstać kształt, przypominający końcówkę odkurzacza (Rysunek 4.3.3):



Rysunek 4.3.3 Początek formowania łopaty — pierwszy istotny przekrój poprzeczny.

Teraz przekształcimy kształt sekcji w coś, co będzie przypominać gruby profil lotniczy. W tym celu:

- zaznacz krawędzie wychodzące z punktu, który na profilu jest ostrym wierzchołkiem (Rysunek 4.3.4a), i zwiększ ich ostrość (**Shift-E**) do 1.0;
- zaznacz trzy dolne wierzchołki sekcji i spłaszcz je za pomocą zmiany skali (Rysunek 4.3.4b);



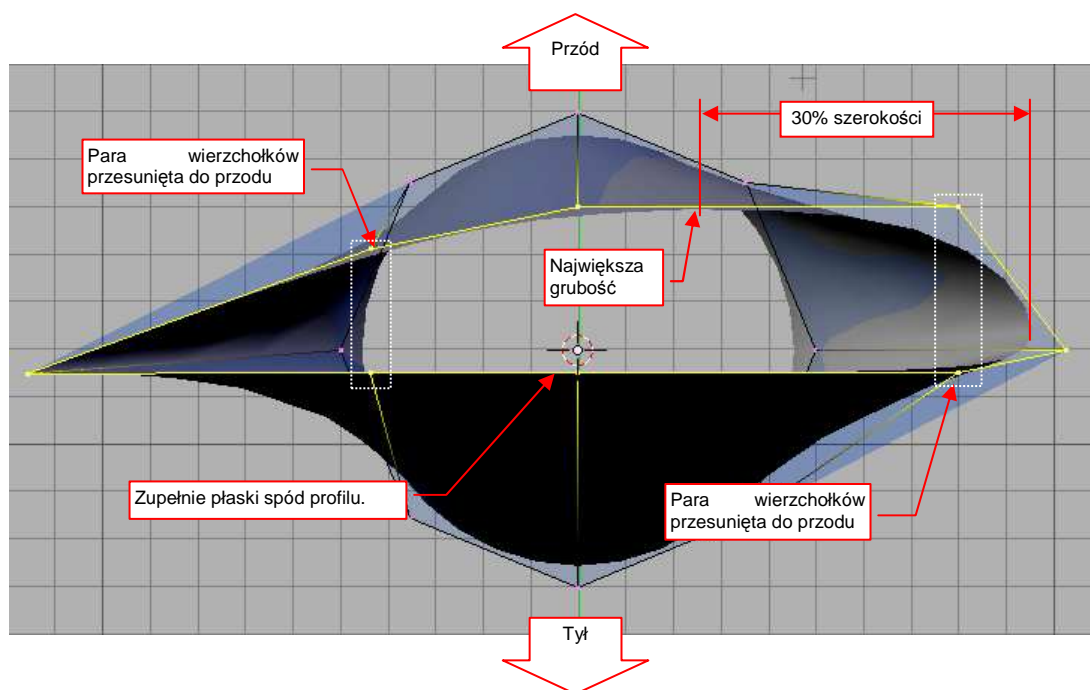
Rysunek 4.3.4 Przekształcanie elipsy w profil lotniczy

Nie wiem, jaki profil miało śmigło P-40. Zakładam, że był to, najczęściej spotykany w śmigłach, profil płasko-wypukły. (Tylna powierzchnia łopaty z takim profilem jest płaska)¹.

¹ Takie profile są najczęściej stosowane w śmigłach, gdyż posiadają wyraźną płaszczyznę, względem której można określić kąt skręcenia łopaty. Śmigło ma na tyle skomplikowany kształt — skręconego, eliptycznego płata — że jego dokładne zamodelowanie jest trudne. Profil płasko-wypukły daje szansę warsztatowi wykonawczemu na dokładniejsze rozmieszczenie przekrojów wzdłuż osi podłużnej łopaty. Czasami można jednak spotkać profil wklęsło-wypukły (np. w śmigle *Heinkel He-111*)

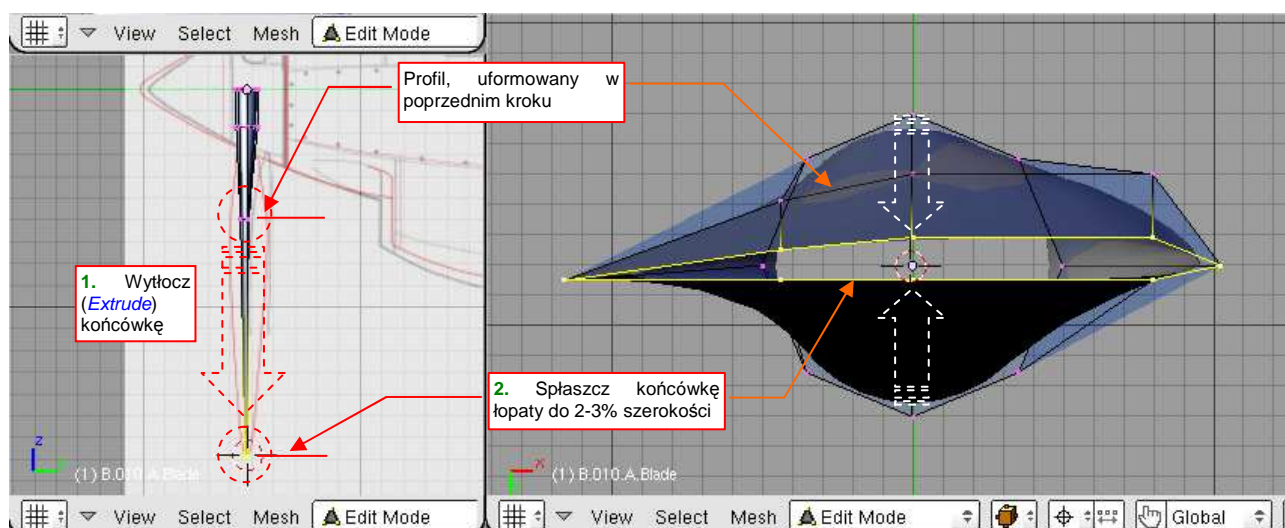
Rysunek 4.3.5 pokazuje ostateczny kształt przekroju łopaty śmigła. To profil, jaki występuje w okolicach 30% promienia (mierząc od osi obrotu). Możesz ten zarys traktować jako wzór dla innych śmigieł, których dokładna geometria nie jest Ci znana. Spód profilu tworzy linię prostą. Punkt, w którym przekrój jest najgrubszy, znajduje się w odległości ok. 30% od krawędzi natarcia.

Ostateczny kształt uzyskałem za pomocą kilku przesunięć wierzchołków siatki. Przesunięcia w kierunku **X** wykonałem parami — razem wierzchołki: górny i dolny¹. Przedni, górny wierzchołek przesunąłem do góry (wzdłuż osi **Y**), aby przemieścić największe wybrzuszenie przekroju z 50% do 30% szerokości łopaty.



Rysunek 4.3.5 Uformowany profil przekroju łopaty

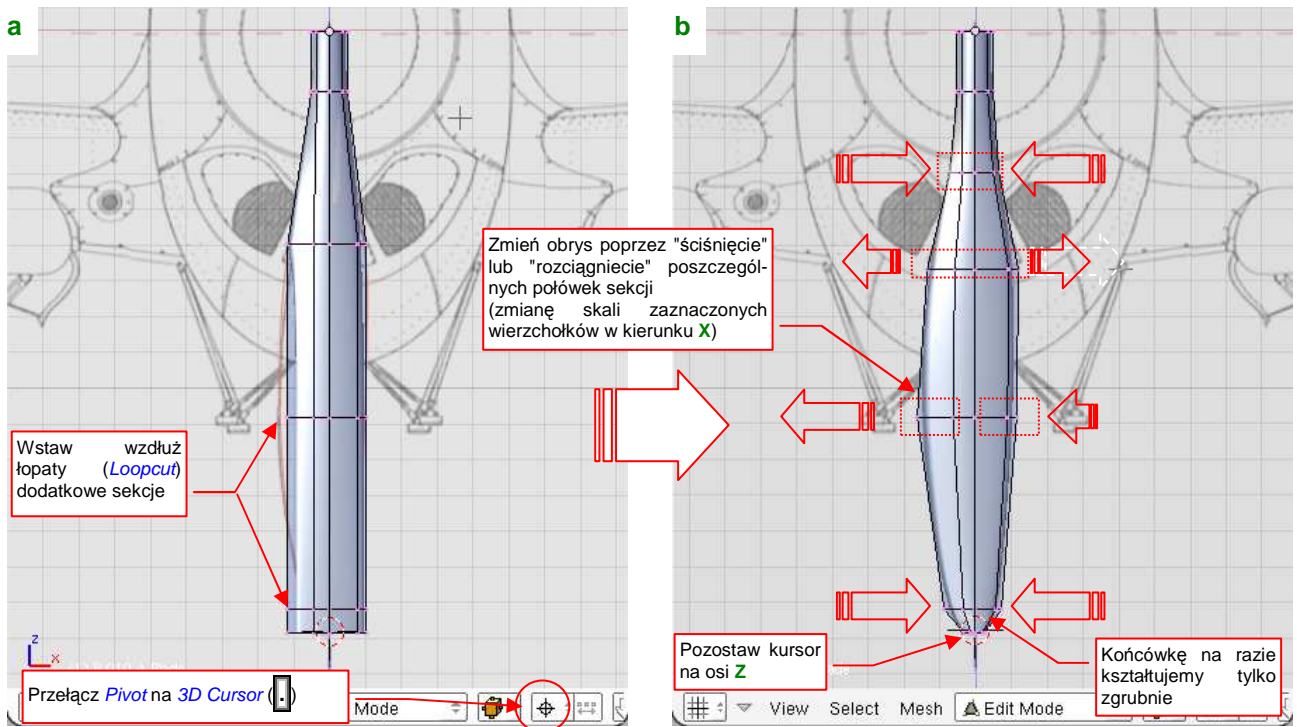
Wytłocz tak przygotowany profil do końca łopaty. Grubość łopaty śmigła wzdłuż osi **Z** ma się szybko zmniejszać. Zmniejsz więc grubość końcówki (poprzez zmianę skali w kierunku **Y**) do 2-3% szerokości (Rysunek 4.3.6):



Rysunek 4.3.6 Wytłoczenie łopaty śmigła

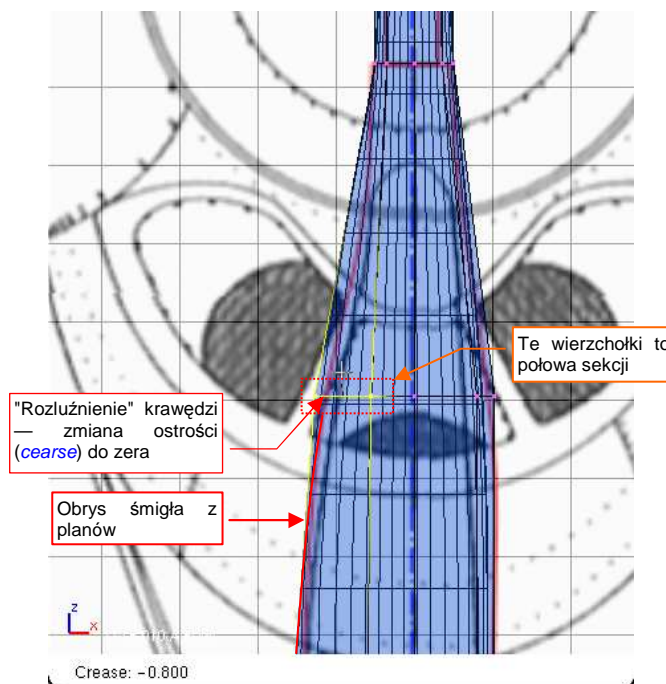
¹ Przesuwanie takimi parami nie jest konieczne. Przydaje się jednak bardzo podczas dalszych przekształceń — np. bez tego nie wyjdzie uformowanie końcówki płata metodą, którą pokazuję na następnych stronach tej książki.

Po rozciągnięciu profili łopaty na pełną długość, wstaw w nią trzy dodatkowe sekcje (Rysunek 4.3.7a). Dalsze formowanie najwygodniej jest przeprowadzić w trybie wyświetlania *Wireframe*. W tym trybie dobrze widać w nim narysowany kształt, do którego mamy dopasować krawędzie siatki (Rysunek 4.3.8). Do docelowego obrysu najłatwiej się dopasować, zmieniając skalę (w kierunku **X**) połówek poszczególnych sekcji łopaty (Rysunek 4.3.7b). Punktem odniesienia skalowania musi być koniecznie kursor 3D, umieszczony na osi **Z!** (Przełącz *Pivot* na *3D Cursor* — Rysunek 4.3.7a). Dodatkowo niektóre sekcje można także nieco przesunąć wzdłuż osi **Z**.



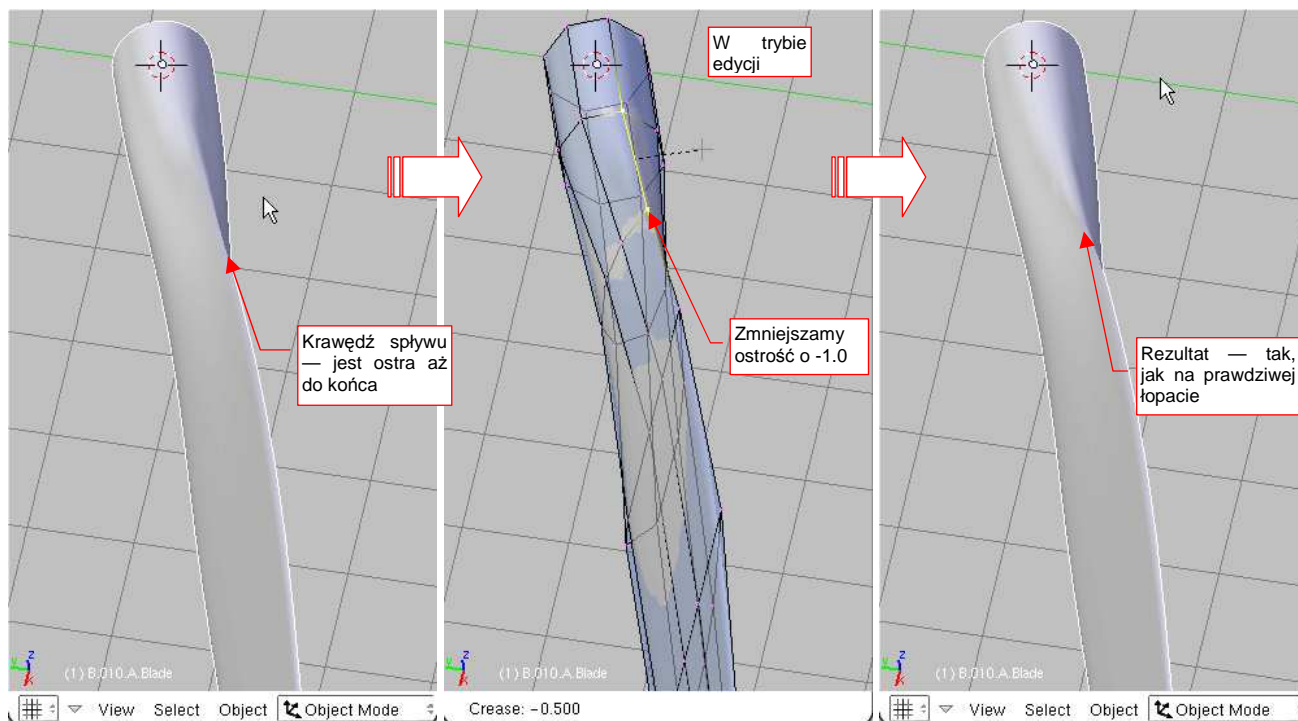
Rysunek 4.3.7 Kształtowanie obrysu łopaty z przodu

Przy okazji usuń "ostrość" z dwóch krawędzi, na których nie jest już potrzebna, a na których ją ustawiliśmy (p. Rysunek 4.3.4a, str. 101). Zmniejsz tam wartość *crease* o **-1.0** (z 1.0 do 0.0 — Rysunek 4.3.8):



Rysunek 4.3.8 Szczegóły kształtowania obrysu łopaty

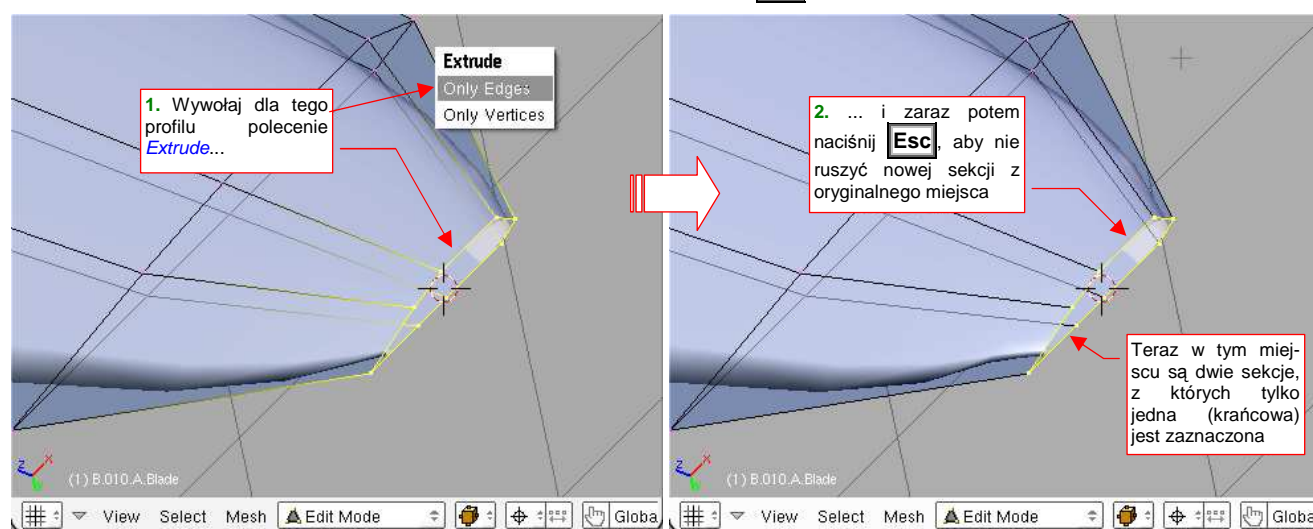
Obiekt zaczyna już przypominać swój pierwowzór. Gdy obejrzysz go ze wszystkich stron, znajdziesz miejsca, gdzie są potrzebne drobne korekty. Popatrz, na przykład, na początek krawędzi spływu (Rysunek 4.3.9). W naszym modelu krawędź spływu zachowuje ostrość niemal do końca — do osi obrotu. Ze zdjęć wynika jednak, że w pobliżu kołpaka śmigła rozchodziła się bardziej płynnie, przechodząc w coraz większy promień krzywizny. Należy to poprawić, poprzez zmianę ostrości (*crease*) jednej z krawędzi siatki:



Rysunek 4.3.9 Zaokrąglanie przejścia krawędzi spływu w podstawę płata

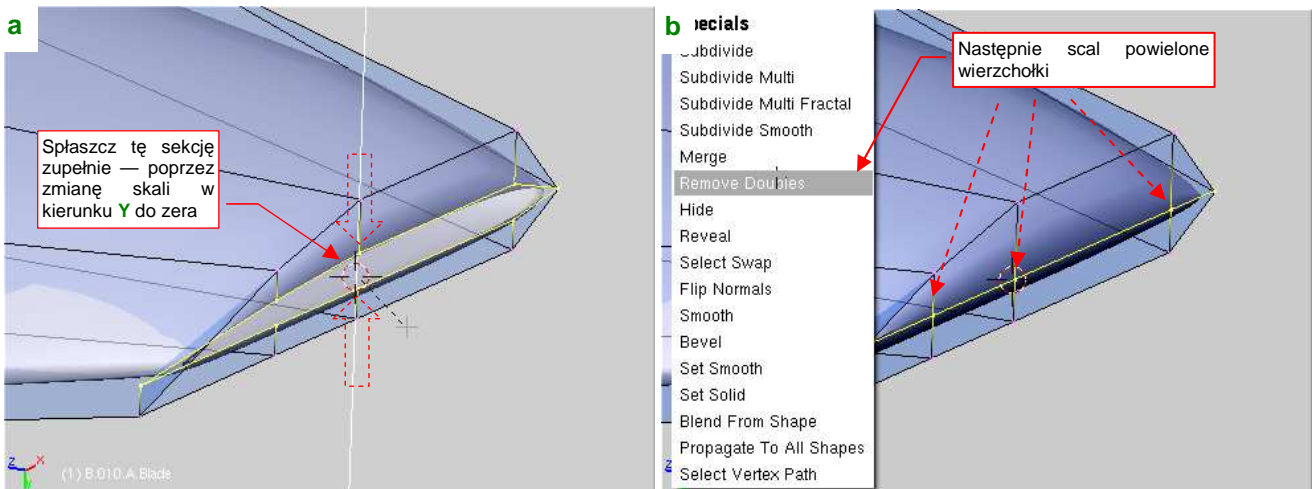
Pora na uformowanie zaokrąglonej końcówki łopaty. Metod uzyskania takiego kształtu jest wiele, tu zaproponuję jedną z nich. Uważam, że jest dobra, gdyż nie wymaga dodania zbyt dużej liczby nowych wierzchołków.

Zaczynamy od wyłoczenia końcówki w nową sekcję. Tym razem jednak nie przesuwaj nowego rzędu wierzchołków w jakieś inne położenie: zaraz po wyłoczeniu naciśnij **Esc** (Rysunek 4.3.10):



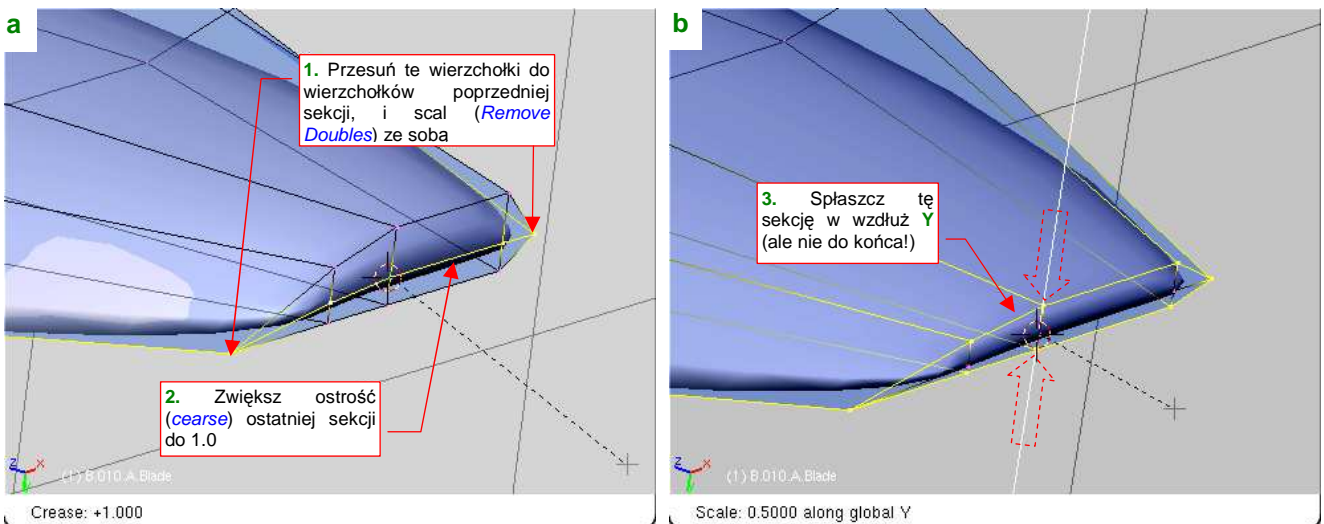
Rysunek 4.3.10 Dodanie nowej sekcji — wyłoczenie i pozostawienie jej w tym samym miejscu

Zaraz potem (nowa sekcja jest nadal zaznaczona) włącz zmianę skali w kierunku **Y** (**[S], [Y]**), i zmniejsz grubość sekcji do zera (Rysunek 4.3.11a):



Rysunek 4.3.11 Przekształcanie ostatniej sekcji z pętli w pojedynczą linię

W tej chwili w każdym miejscu "ściśniętej" linii znajdują się dwa wierzchołki. Scalmy je ze sobą (**[W]**, **Remove Doubles** — Rysunek 4.3.11b) .



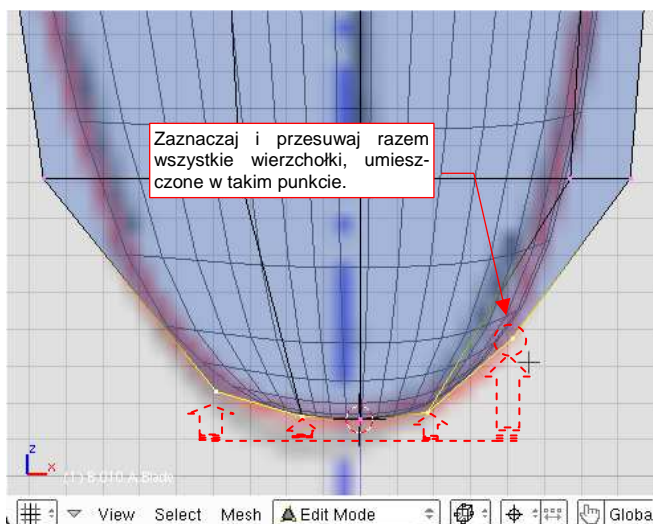
Rysunek 4.3.12 Kształtowanie sekcji końcówki łopaty — c.d.

W ten sposób przekształciliśmy ostatnią sekcję z "pętli" w pojedynczą "linię" wierzchołków. Następnie:

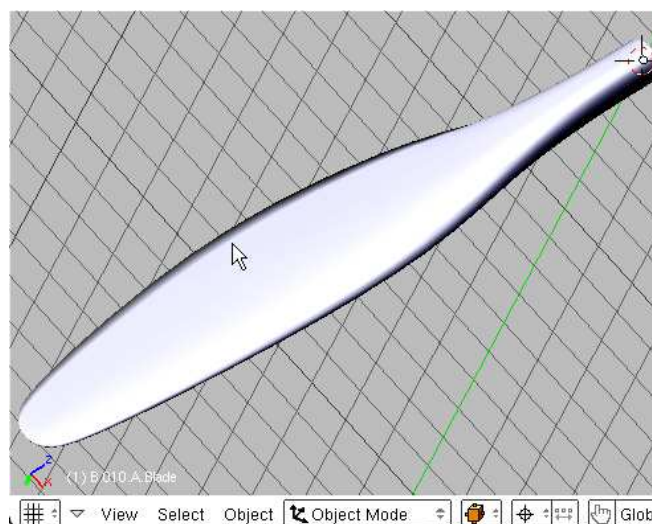
- Przesuń końce krańcowej linii tak, by znalazły się w tym samym miejscu, co końce poprzedniej sekcji (Rysunek 4.3.12a);
- Scal te wierzchołki (**Remove Doubles**), aby krańcowa linia stała się przedłużeniem krawędzi natarcia i krawędzi spływu;
- Zwiększ ostrość (**cearse**) tej linii do 1.0 (Rysunek 4.3.12a);
- Zmniejsz grubość poprzedniej sekcji, aby zmniejszyć promień zaokrąglenia końcówki (Rysunek 4.3.12b).

Zamknęliśmy w ten sposób siatkę łopaty śmigła, uzyskując na końcu odpowiednią grubość.

Pozostaje tylko poprzesuwać odpowiednie grupy wierzchołków w rzucie z przodu, by dopasować się do obrysu z planów (Rysunek 4.3.13):



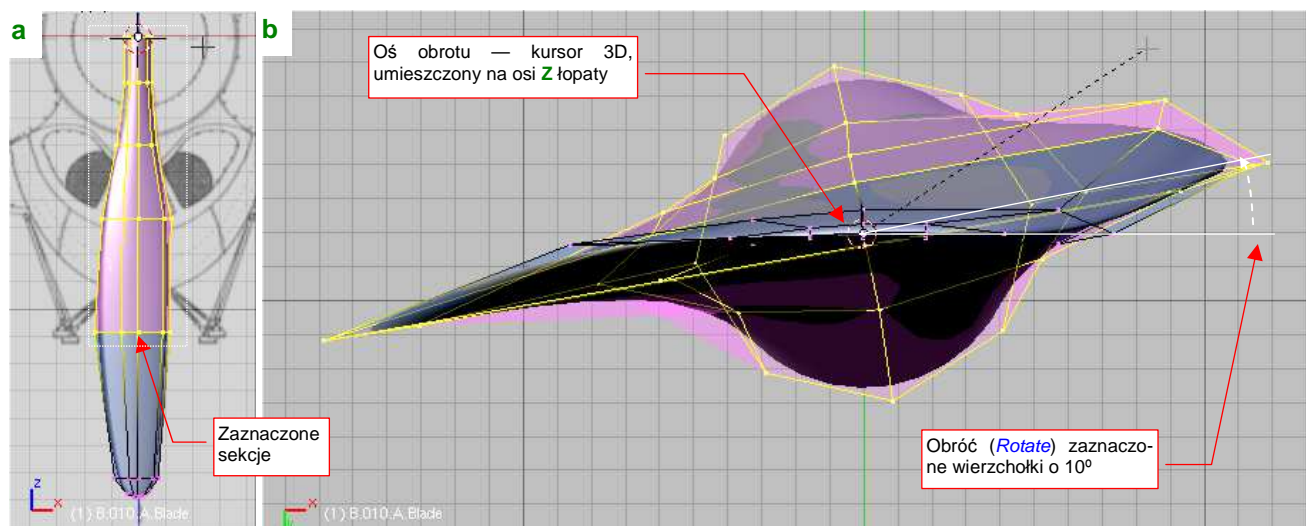
Rysunek 4.3.13 Zaokrąglenie końcówki łopaty.



Rysunek 4.3.14 Uformowana łopata śmigła.

Na tym etapie uzyskaliśmy już właściwie uformowaną łopatę śmigła (Rysunek 4.3.14).

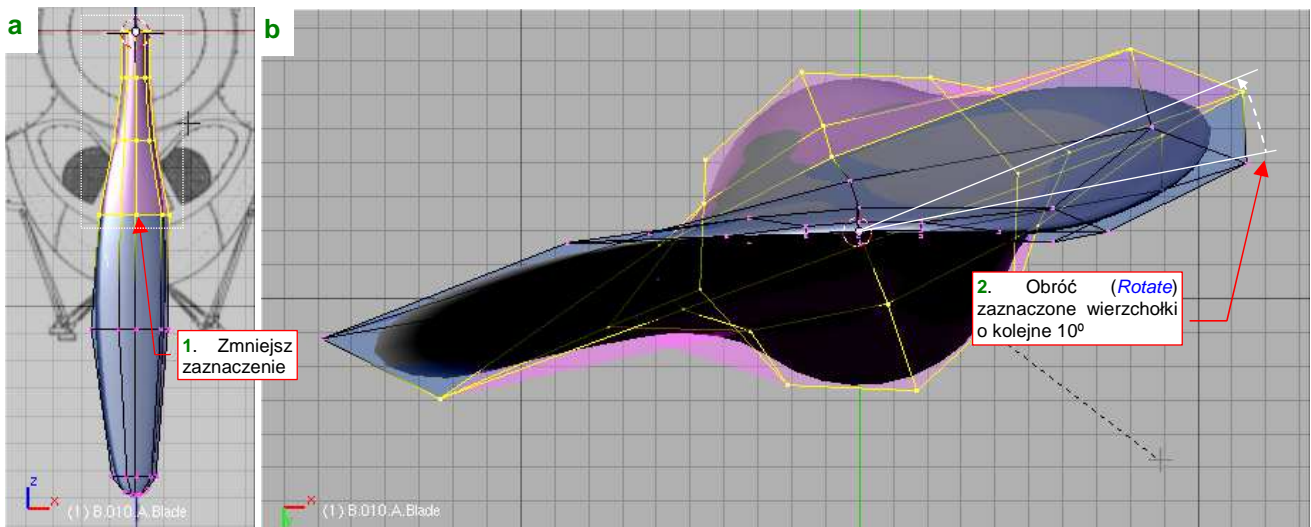
Pozostaje ją skrócić wzdłuż osi **Z**. Końcówkę łopaty pozostawimy nie skręconą — to będzie nasza "baza". Całkowity kąt skręcenia łopaty śmigła — od końca do nasady — to zazwyczaj 30-40°. Rośnie w miarę równomierne wzdłuż osi **Z**, choć nieco szybciej w pobliżu osi obrotu. Najprościej takie narastające skręcenie uzyskać metodą kolejnych skręceń o podobny kąt. Na początek zaznacz prawie wszystkie sekcje, poza końcówką (Rysunek 4.3.15a):



Rysunek 4.3.15 Skręcanie łopaty śmigła — początek

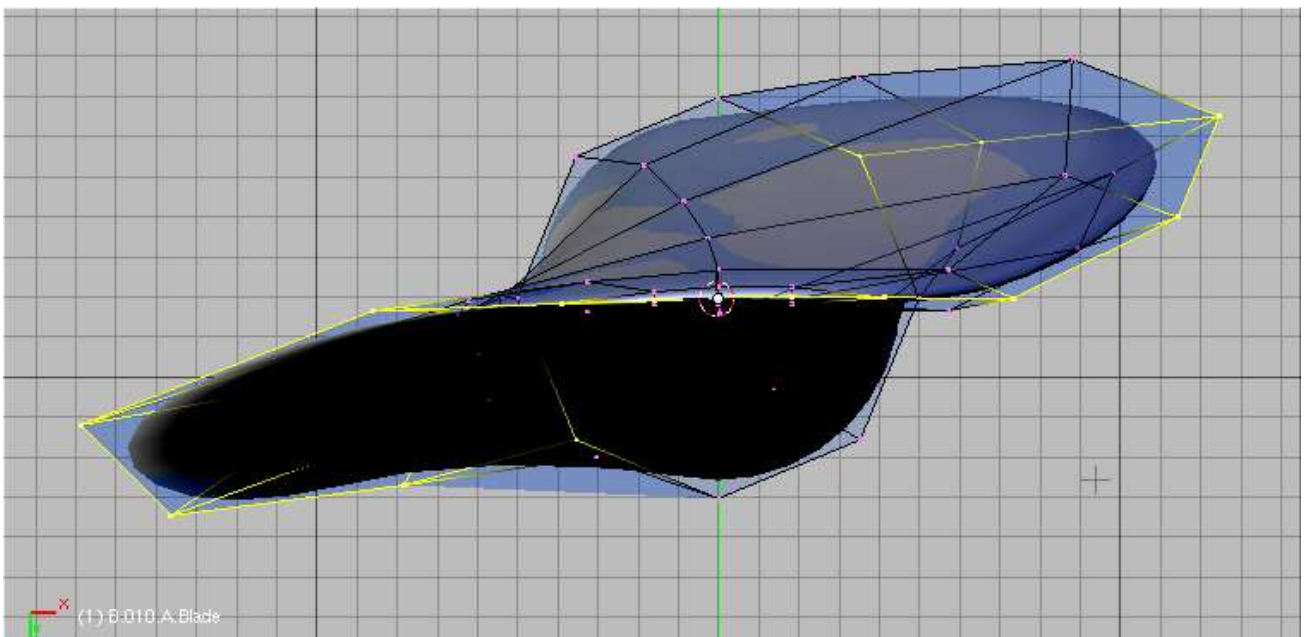
Punktem odniesienia obrotu ma być kursor 3D, umieszczony w środku łopaty. Obróć (**R**), szczegóły — str. 864) zaznaczone sekcje o 10° (Rysunek 4.3.15b).

Teraz wyklucz z zaznaczenia krańcową sekcję (Rysunek 4.3.16a), i powtórnie wykonaj obrót zaznaczenia o kolejne 10° (Rysunek 4.3.16b):



Rysunek 4.3.16 Skręcanie łopaty śmigła — następny krok

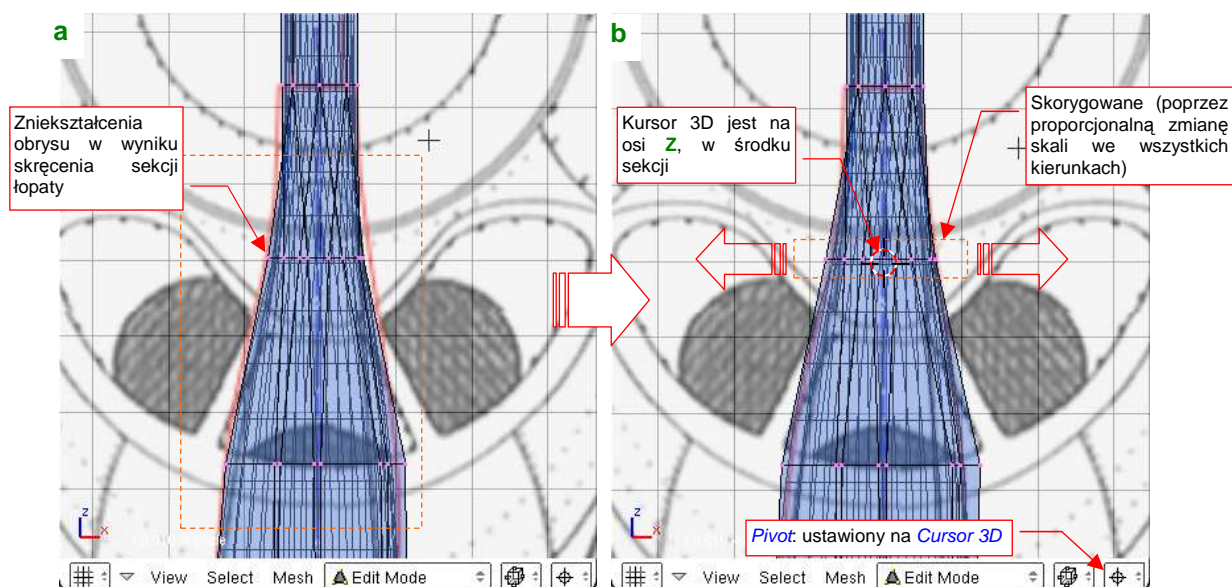
Powtórz tę operację, za każdym razem zmniejszając obszar selekcji o kolejną sekcję. Rysunek 4.3.17 pokazuje ostateczny efekt skręcenia (osiągnięty po obróceniu ostatniej sekcji)



Rysunek 4.3.17 Ostateczny efekt skręcenia łopaty śmigła

Skręcenie łopaty nie spowodowało zaburzeń w większej części obrysu z przodu. Problemy tego typu wystąpią w pobliżu nasady śmigła, gdzie kąt obrotu sekcji jest już duży (waha się pomiędzy 30 i 45°). To spowodowało pewne zmiany w obrysie śmigła, która przestała "pasować" do planów (Rysunek 4.3.18a).

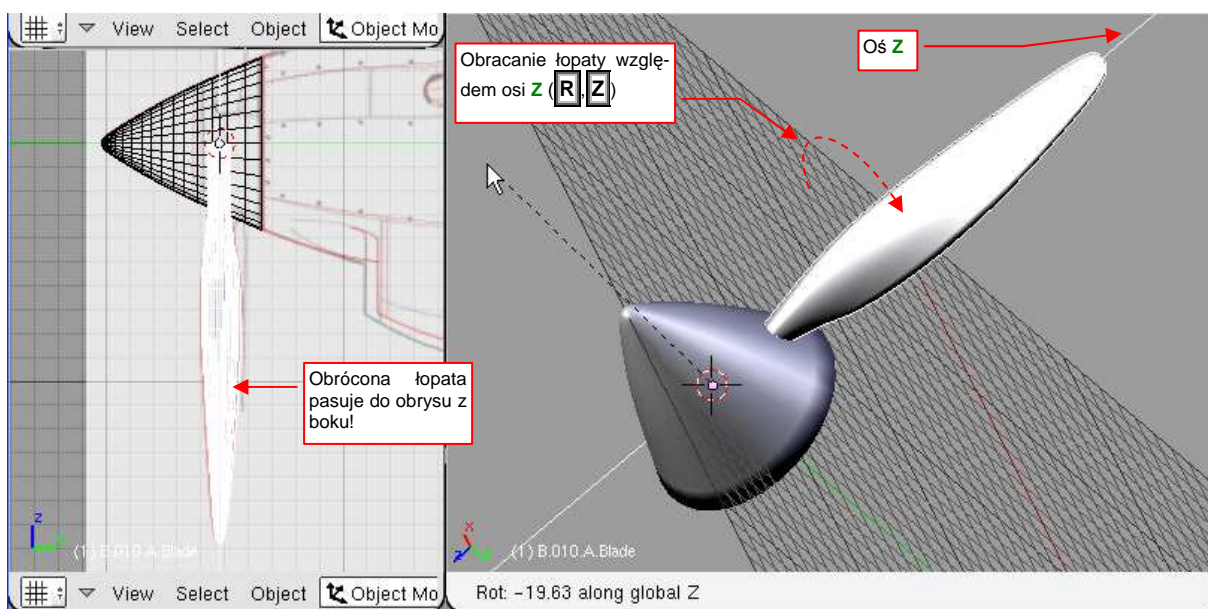
Najprościej jest to poprawić, zmieniając skalę sekcji, która się znajduje w tym obszarze (Rysunek 4.3.18b). Aby nie naruszyć osi łopaty, należy wcześniej umieścić kursor 3D na osi **Z**, w miejscu gdzie przecina zmienianą sekcję. Podczas skalowania punktem odniesienia musi być oczywiście kursor 3D (*Pivot: 3DCursor*).



Rysunek 4.3.18 Poprawianie obrysu w miejscu, gdzie łopata wyraźnie zmieniła kształt (w wyniku skręcenia)

Pierwsza łopata śmigła jest gotowa! Przełącz się z trybu edycji w tryb obiektu (*Object Mode*, **Tab**). Włącz dodatkowo widoczność warstwy 1, na której umieściliśmy kołpak śmigła, aby zobaczyć rezultat.

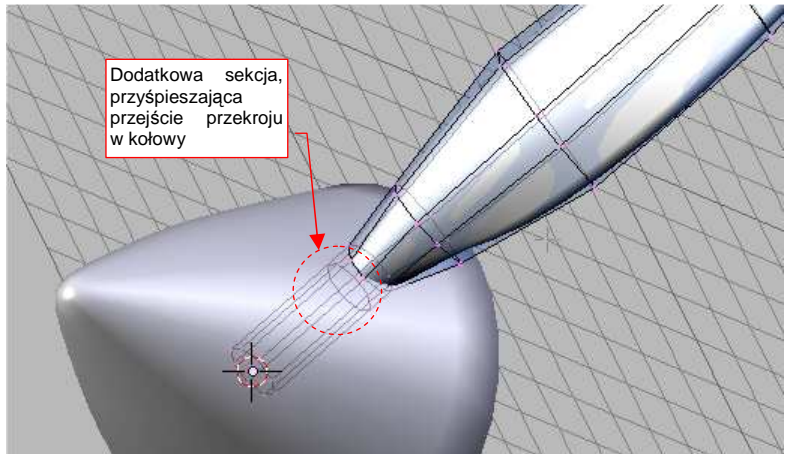
P-40 miał śmigło o zmiennym skoku. Oznacza to, że podczas lotu łopata mogła się obracać wokół osi Z^1 . W jakim zakresie kątów? Na pewno większym, niż ten, w którym formowaliśmy łopatę — na razie kąt natarcia końcówki wynosi 0° . W niektórych źródłach można się doczytać, że w użytym śmigle *Curtiss Electric* kąt zaklinowania łopaty można było zmieniać od 24 do 49° . Obróćmy więc nasz obiekt o 24° wokół osi Z (**R**, **Z**) — w "położenie startowe" (Rysunek 4.3.19):



Rysunek 4.3.19 Ustawianie kąta natarcia łopaty

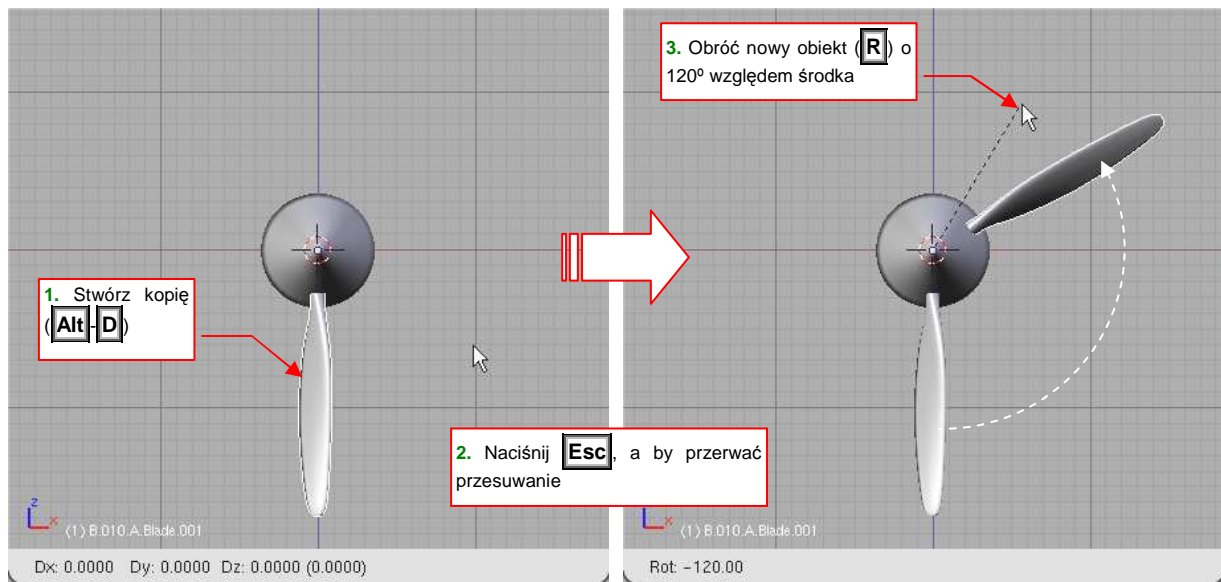
¹ Tylko w ten sposób można przynajmniej zbliżyć śmigło do optymalnych warunków pracy. Podczas startu łopaty są ustawione pod niewielkim kątem w stosunku do płaszczyzny śmigła (mały skok). Podczas lotu z prędkością maksymalną łopaty są ustawione pod największym kątem. Dzieje się tak dlatego, że śmigło najlepiej pracuje, gdy powietrze opływa jego sekcję pod kątem kilku stopni. Kąt napływu powietrza na łopatę śmigła zależy od prędkości lotu i liczby obrotów silnika.

Jak zwykle po wykonaniu jakiegoś detalu warto go obejrzeć z różnych stron. W wyniku porównań ze zdjęciami, stwierdziłem że łopata śmigła w P-40B/C miała, w okolicy kołpaka śmigła, przekrój niemal okrągły. Musiałem więc dodać (*Loopcut*) dodatkową sekcję tuż za dotychczasową. W ten sposób przyspieszyłem w tym miejscu przejście kształtu z "profilu lotniczego" w "rurę" (Rysunek 4.3.20).



Rysunek 4.3.20 Drobne poprawki u podstawy

Czas nazwać nasz obiekt — niech to będzie **B.010.A.Blade**. Litera "A" w nazwie wynika stąd, że śmigło miało trzy łopaty: rozróżnimy je literami **A**, **B**, **C**. Drugą i trzecią łopatę stworzymy jako powiązaną kopię (**Alt-D**: *Duplicate Linked* — str. 786) łopaty A (Rysunek 4.3.21):



Rysunek 4.3.21 Powielanie łopaty śmigła

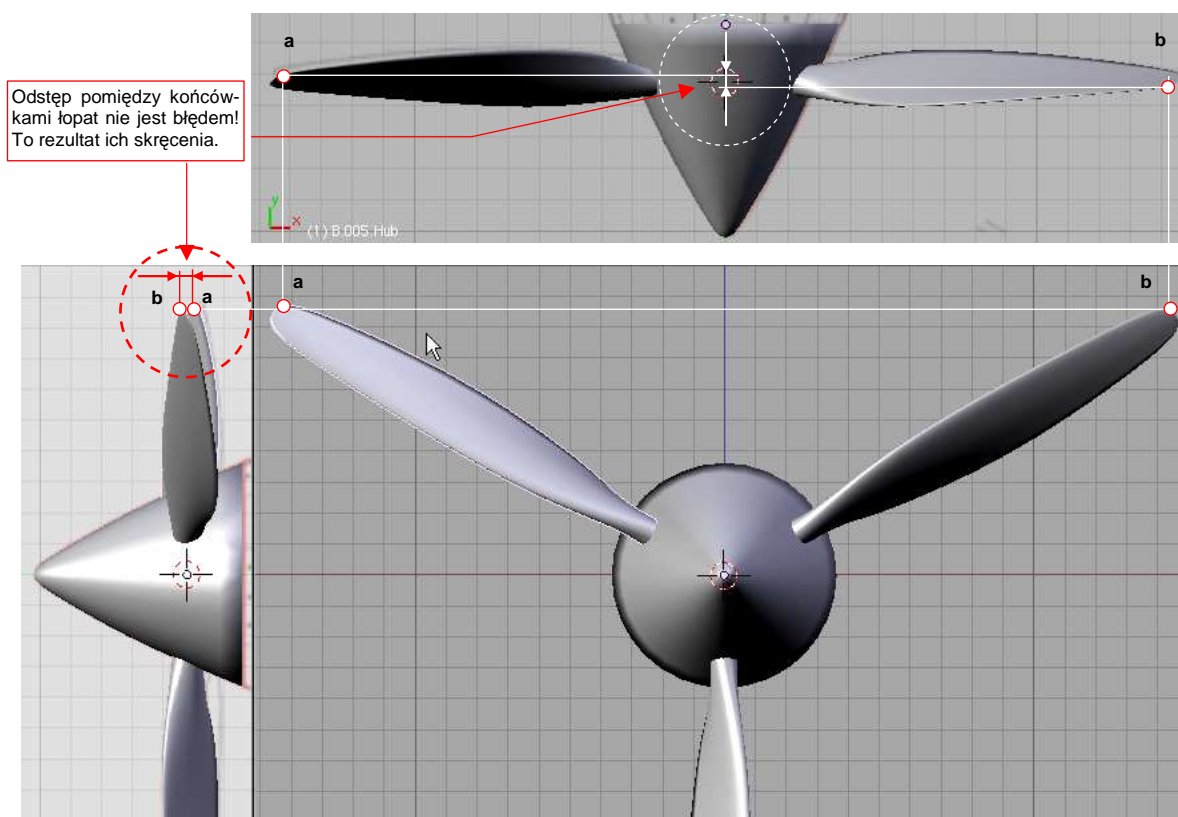
Nowo stworzony obiekt obracamy (względem kursora 3D, umieszczonego w osi śmigła) o 120°. Nadaj mu nazwę **B.010.B.Blade**. Podobnie utwórz trzecią łopatę — **B.010.C.Blade**.

Każda z łopat jest połączoną kopią pierwowzoru. Dzięki temu zmiana kształtu siatki jednej z nich zmieni natychmiast kształt pozostałych (gdyż używają tej samej siatki). Jeżeli jesteś ciekaw, dlaczego — patrz "Struktura modelu w Blenderze", str. 565. Pewnym mankamentem takiego "klonowania" jest brak możliwości przypisania każdej z łopat indywidualnych tekstur czy współrzędnych UV. Na ostatecznym renderingu będą musiały wyglądać identycznie¹.

Od razu po stworzeniu nowego elementu, należy wskazać mu jego miejsce w hierarchii części. Przypisz wszystkie trzy łopaty do kołpaka (**Ctrl-P**: *Make Parent* — str. 800).

¹ Jeżeli to Ci przeszkadza — zawsze możesz "odłączyć" taki obiekt od pierwowzoru. Wystarczy utworzyć lokalną kopię siatki (p. str. 565 i dalsze)

Na zakończenie warto wspomnieć o zaskakującym (przynajmniej dla mnie) efekcie geometrycznym. Zawsze na rysunkach samolotu, jakie widziałem, trójłopatowe śmigła rysowane były tak, że w rzucie z boku jedna łopata zasłaniała drugą. Gdy po raz pierwszy stworzyłem trójłopatowe śmigło w Blenderze, i obejrzałem je w widoku z boku (jak Rysunek 4.3.22), byłem zaskoczony, że łopaty nie do końca się zasłaniają. Czy to miałyby znaczyć, że się gdzieś pomyliłem?



Rysunek 4.3.22 Zaskakujący efekt geometryczny — odsunięcie końcówek łopat!

Sprawdziłem wówczas wszystkie kąty skręcenia, położenia, środki — i nic! Potem zacząłem dokładnie analizować sprawę. Rysunek 4.3.22 pokazuje rezultat analizy — jest to zupełnie poprawny efekt skręcenia łopat śmigła. Nie występuje tylko wtedy, gdy skok śmigła jest równy zero. Wygląda na to, że nikt z kreślarzy planów modelarskich nie uświadomił sobie wcześniej, że trójłopatowe śmigło w rzucie z boku właśnie tak wygląda!

Podsumownie

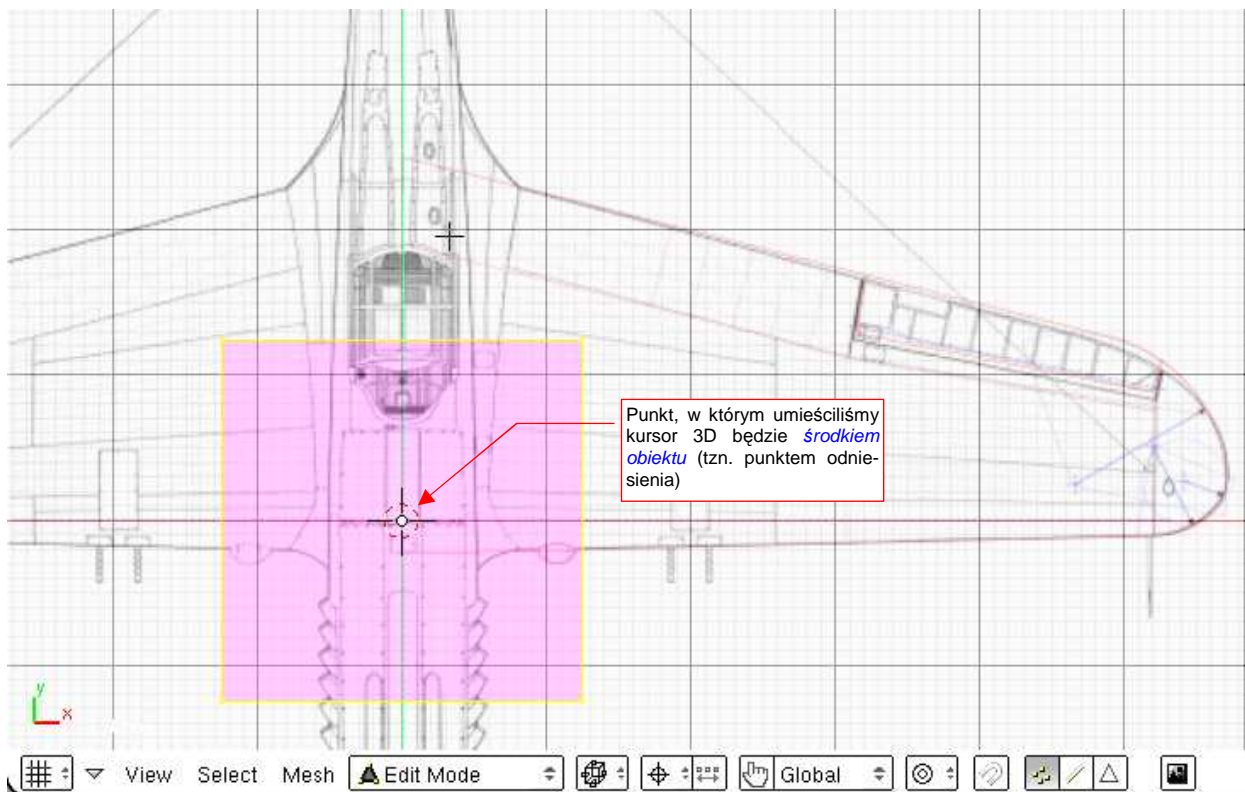
- Nawet najbardziej skomplikowane kształty — jak łopata śmigła — można uzyskać drogą stopniowego przekształcania bardzo prostego kształtu "wyściowego".
- Na razie poznałeś dwie metody dodawania nowych wierzchołków: na krawędzi — wyłaczanie (*Extrude* — str. 102). W środku siatki — wstawianie (*Loopcut* — str. 103).
- Podstawowymi metodami edycji wierzchołków są: przesunięcie (*Grab* — str. 860), zmiana skali (*Scale* — str. 105), obrót (*Rotate* — str. 106). Dodatkowo często stosuję zmianę ostrości krawędzi (*cearse*), oraz scalanie (*Remove Doubles*).
- Elementy, których kształt się powtarza (jak łopata śmigła) opłaca się tworzyć jako kopie powiązane (*Duplicate Linked* — str. 109). W ten sposób łatwiej jest je zmieniać, gdyż zmiana jednej powoduje zmianę pozostałych.
- Ważnym elementem formowania modelu jest tworzenie hierarchii obiektów, poprzez przypisanie nowo utworzonego obiektu do obiektu nadrzędnego (*Parent*) (str. 800).
- Końcówki łopat śmigła w rzucie z boku mogą się nie pokrywać — i to nie jest błąd (str. 110).

4.4 Skrzydło — kształt podstawowy

Skrzydło można by w zasadzie uformować w sposób podobny do tego, który zastosowaliśmy do stworzenia łopaty śmigła. Zaczniemy od stworzenia profilu początkowego, który później wytłoczymy (*Extrude*) w podstawowy kształt płata — trapez. Zazwyczaj w opisach konstrukcji samolotu można znaleźć szczegółowe informacje, jaki profil lotniczy został w niej zastosowany. W przypadku P-40 był to: NACA-2215 u nasady i NACA-2209 na końcówkach. Obrys NACA-2215 centroplata naniósłem na plany (por. Rysunek 9.2.14, str. 555). NACA-2209 to w istocie "spłaszczony" o 40% NACA-2215 (więcej na ten temat znajdziesz na str. 590, w dodatku "Kształt profili lotniczych (metody odwzorowania)", a o rodzinie profili NACA — na str. 592).

Kształt profilu płata można odwzorować za pomocą linii podziałowej, opartej na siatce złożonej z niewielu (nawet kilkunastu) punktów. Czy należy się koncentrować na uzyskaniu siatki o jak najmniejszej liczbie wierzchołków? Można do tego dążyć. Tylko, mimo pozorów, taki efekt nie będzie najwygodniejszy na dalszych etapach pracy. Najlepiej jest, gdy jak najwięcej linii siatki skrzydła pokrywa się z głównymi liniami konstrukcyjnymi, widocznymi na planach. To ułatwia rysowanie tekstur łączenia blach i nitów, a także wykonywanie otworów - lotki, klapy, czy podwozia. Formowanie płata zaczniemy więc od narysowania płaskiego, "testowego" trapezu, który pozwoli nam "przymierzyć" położenie wierzchołków wzdłuż profilu płata.

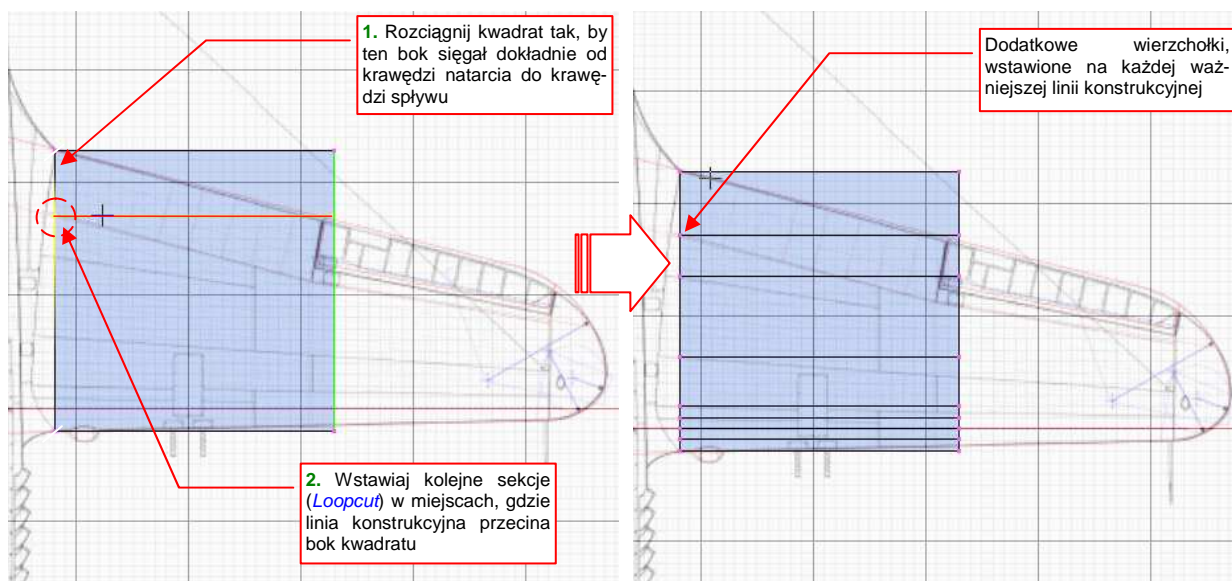
Sądzę, że najlepszym miejscem na środek (punkt odniesienia) płata będzie punkt o współrzędnych $X=0, Y=0$ ¹. Umieść tam kursor 3D. Następnie wstaw w tym punkcie, w rzucie z góry, kwadrat (*Add→Mesh→Plane* — str. 788) . W trybie edycji powiększ go do rozmiarów porównywalnych z płatem (Rysunek 4.4.1):



Rysunek 4.4.1 Początek formowania płata — kwadrat

¹ W końcu od początku to planowaliśmy — por. wybór punktu "bazowego" na str. 92.

Przesuń kwadrat ponad płat. (w trybie edycji — środek obiektu pozostaje w tym samym miejscu!) Powiększ go proporcjonalnie (względem lokalnego środka - ustaw *Pivot* na *Bounding Box Center*) tak, by jeden z jego boków stał się cięciwą płata w pobliżu kadłuba (Rysunek 4.4.2):

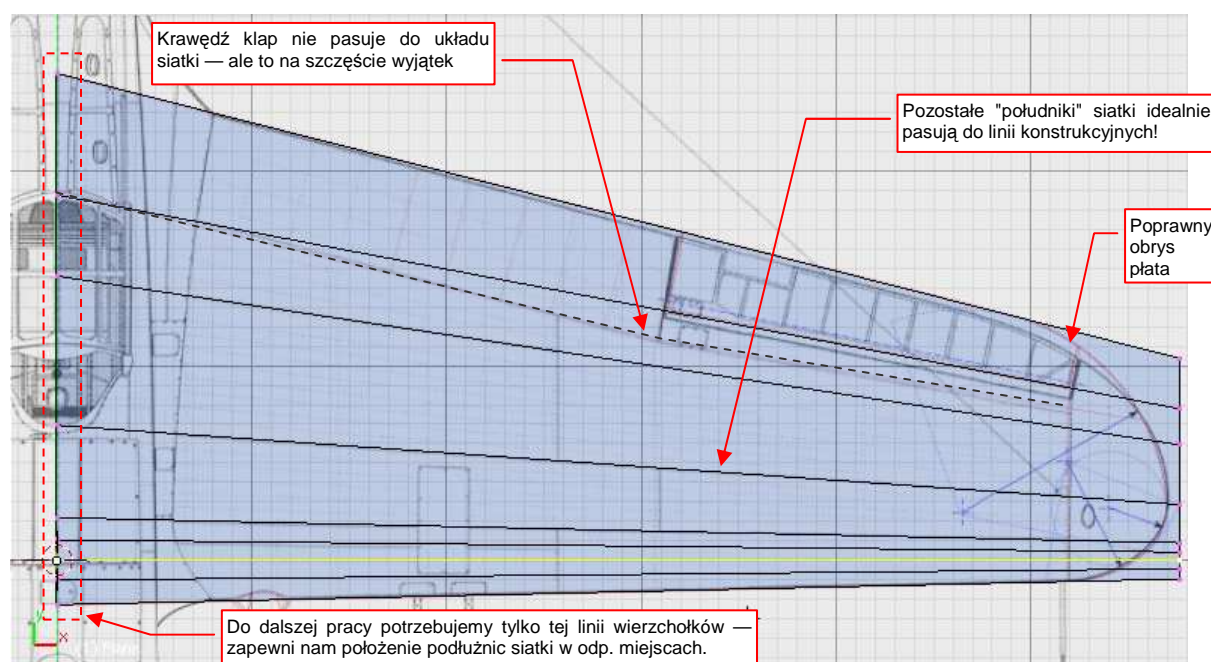


Rysunek 4.4.2 Nanoszenie linii, odpowiadających podłużnicom płata

Wstaw (za pomocą polecenia *Loopcut*) dodatkowe sekcje, dzielące obrys. Umieść je wszędzie tam, gdzie linia konstrukcyjna przecina lewy bok kwadratu (Rysunek 4.4.2). Potem:

- przesuń prawy bok kwadratu do końca rozpiętości płata (tzn. w kierunku **X**, w lewo);
- zmniejsz jego rozmiar (względem kursora 3D, **Y=0**) w kierunku **Y** tak, by obrys trapezu pokrył się z krawędziami płata;
- dosuń lewy bok kwadratu do osi kadłuba;
- zwiększ jego rozmiar (względem kursora 3D, **Y=0**) w kierunku **Y** tak, by obrys trapezu pokrył się z krawędziami płata;

Rysunek 4.4.3 pokazuje efekt tych operacji:

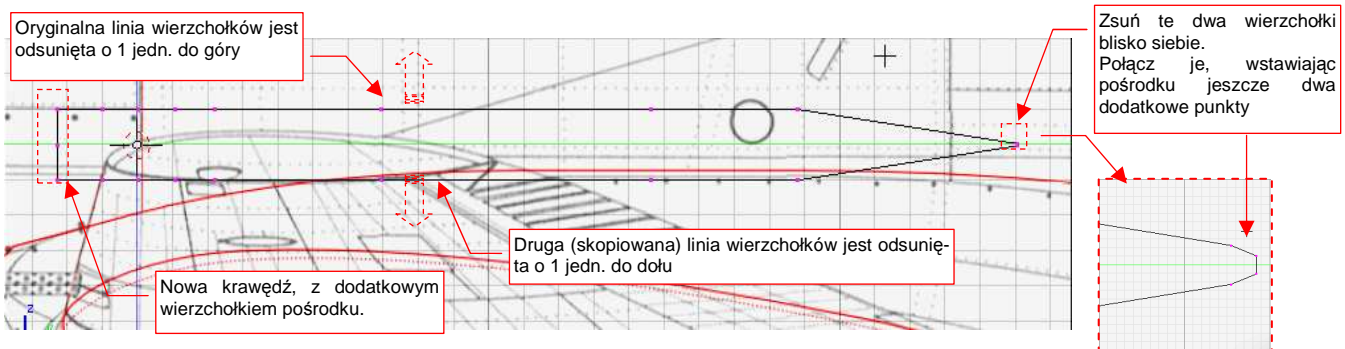


Rysunek 4.4.3 Trapez "testowy" — sprawdzania możliwości odwzorowania podłużnic płata

Wierzchołki, połączone liniami siatki, są umieszczone w tej samej proporcji (% cięciwy płata) na obydwu krańcach trapezu. Rysunek 4.4.3 pokazuje, że te "południki" niemal idealnie pasują do odpowiednich linii konstrukcyjnych (bo je zasłaniają). Ten efekt nie jest przypadkowy. Każdy inny kierunek na wypukłej powierzchni płata nie jest linią prostą. Podłużnica, która nie biegnie w kierunku "południkowym" jest w prawdziwym samolocie o wiele trudniejsza do wykonania. Co prawda tam, gdzie wypukłość płata jest niewielka — w pobliżu krawędzi spływu — mogą się zdarzyć podłużnice biegnące w innym kierunku. Rysunek 4.4.3 pokazuje, że w P-40 były to krawędzie klap. Technolodzy zgadzają się na takie rozwiązania, gdyż krzywizna takich linii jest niezwykle mała. W praktyce to są także linie proste.

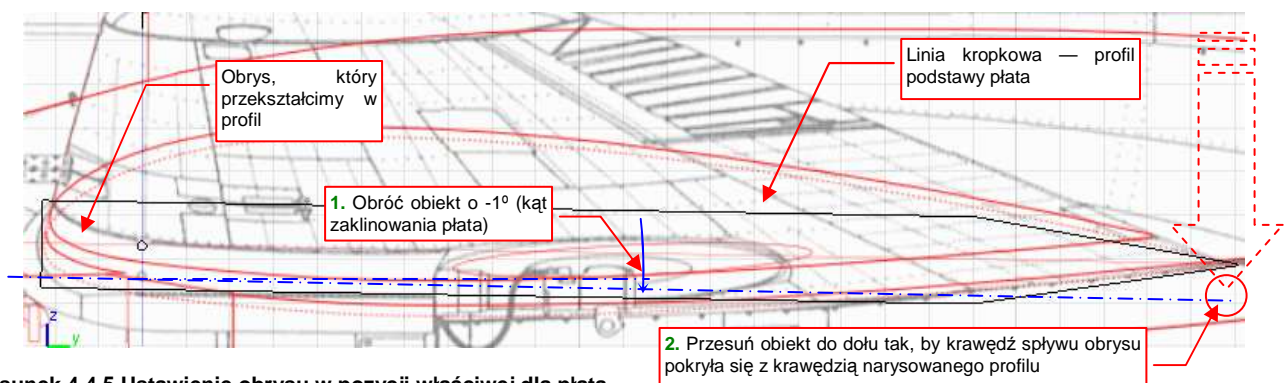
Jedynym elementem testowego trapezu, którego potrzebujemy do dalszej pracy, jest linia biegnąca wzdłuż osi samolotu, u nasady płata (Rysunek 4.4.3) . Przekształcimy ją w profil centropłata. Usuń wszystkie pozostałe wierzchołki siatki. Następnie, w rzucie z boku:

- skopiuj wierzchołki pozostawionej linii w nową linię (**Shift-D**, *Mesh→Duplicate*, str. 871) , i przesun o 1 jednostkę do dołu;
- połącz obydwa krańce tych linii dodatkowymi krawędziami (**F**, *Mesh→Edges→Make Edge/Face*, str. 885) ;
- podziel te nowo utworzone krawędzie za pomocą dodatkowych wierzchołków (**W**, *Mesh→Edges→Subdivide*, str. 873) .



Rysunek 4.4.4 Obrys, przygotowany do przekształcenia w profil

Rysunek 4.4.4 przedstawia obrys, który powinieneś przygotować . Przednia krawędź ma wierzchołek dokładnie w połowie długości, czyli dla $Z = 0$. Powstanie z niego linia krawędzi natarcia. Tylne połączenie obrysów: górnego i dolnego, składa się aż z 4 wierzchołków. Powstanie z nich krawędź spływu. Te cztery wierzchołki ustaw tak, jak na ilustracji — ich wysokość nie powinna przekroczyć 0.05 jednostki Blendera (czyli 5 mm na "prawdziwym" samolocie). Po włączeniu wygładzenia powierzchni, utworzą zaokrąglenie o promieniu ok. 0.03 jednostek Blendera (czyli 3 mm na "prawdziwym" samolocie)¹.

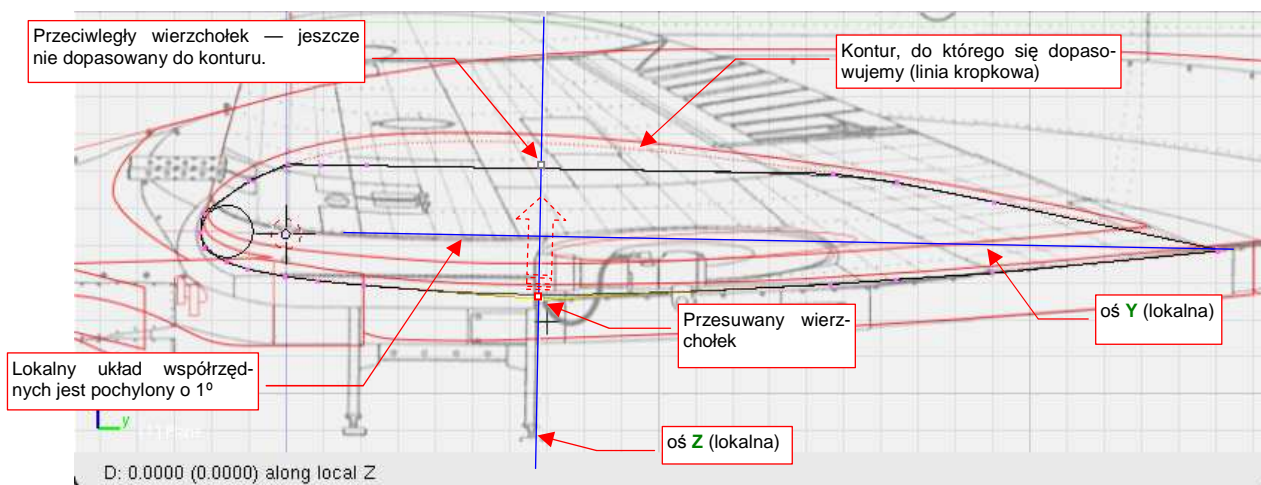


Rysunek 4.4.5 Ustawienie obrysu w pozycji właściwej dla płata

¹ Krawędź spływu nie jest nigdy idealnie ostra — z przyczyn technologicznych jest albo zaokrąglona niewielkim promieniem, albo "ścięta" na jakąś niewielką grubość (rzędy kilku milimetrów)

Teraz przekształcimy obrys w poprawny profil płata. Przełącz się w tryb obiektu (*Object Mode*). Obróć obrys wokół osi **X** o -1° . Następnie przesuń go do dołu, aby znalazł się w osi płata (Rysunek 4.4.5). (Najłatwiej jest to zrobić, ustawiając krawędź spływu w punkcie, gdzie na planach jest krawędź spływu profilu centropłata)

Przełącz się z powrotem w tryb edycji (*Edit Mode*). Włącz wygładzenie linii (modyfikator *Subsurf*) i ustaw jego poziom (*Level* = 2). Na ekranie, oprócz linii siatki, powinieneś zobaczyć także cienką, wygładzoną linię efektywnego kształtu. Spróbuj najpierw odwzorować profil płata, przesuając tylko istniejące wierzchołki. Nie zmieniaj ich pozycji względem cięciwy profilu (lokalnej osi **Y**), gdyż pod tym względem zostały już "ustawione". Możesz je jedynie przesuwać wzdłuż lokalnej osi **Z** (kombinacja **G,Z,Z** — Rysunek 4.4.6):

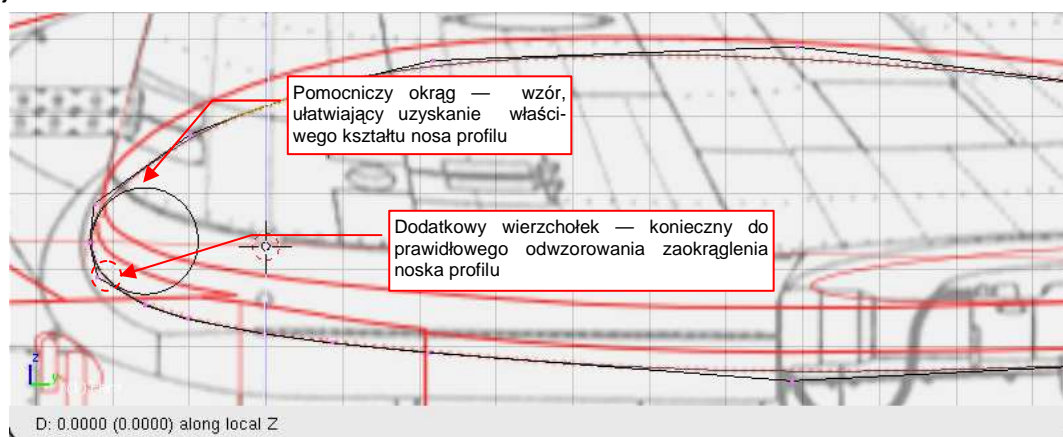


Rysunek 4.4.6 Formowanie profilu — przesuwanie wierzchołka wzdłuż lokalnej osi **Z**

Czasami jednak do uzyskania ostatecznego kształtu okaże się konieczne dodanie do obrysu dodatkowego wierzchołka. Najłatwiej to zrobić poprzez podział odpowiedniej krawędzi (*Subdivide*). Te dodatkowe wierzchołki nie mają odwzorować żadnej konkretnej linii konstrukcyjnej. Możesz więc je swobodnie przesuwać, zarówno wzdłuż lokalnej osi **Z**, jak i osi **Y**.

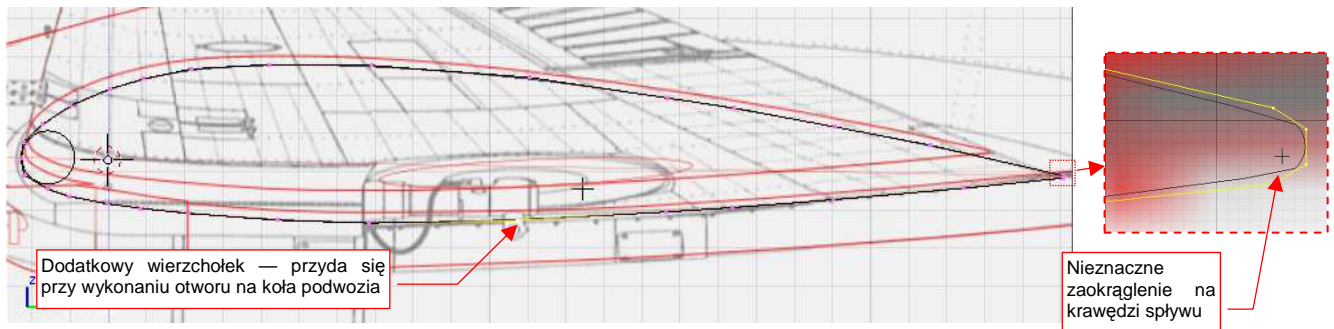
- Oryginalne wierzchołki, które możesz tylko przesuwać w kierunku **Z**, poznasz po tym, że występują "parami". Każdemu takiemu wierzchołkowi na dolnym obrysie profilu odpowiada wierzchołek na górnym obrysie profilu. Obydwa leżą w tym samym miejscu lokalnej osi **Y** (Rysunek 4.4.6).

Rysunek 4.4.7 przedstawia zbliżenie na obrys profilu płata, w trakcie dopasowywania do zadanego konturu. Jako pomoc w uzyskaniu odpowiedniego kształtu, umieściłem w nosie profilu pomocniczy okrąg (usunę go, gdy skończę). Podczas formowania okazało się, że niezbędne jest dodanie dodatkowego wierzchołka, pokazanego na ilustracji.



Rysunek 4.4.7 Formowanie nosa profilu — przykład wstawienia dodatkowego wierzchołka

Przesuwając się z formowaniem od krawędzi natarcia do krawędzi spływu profilu, szybko dopasujesz obrys do założonego konturu (Rysunek 4.4.8) :



Rysunek 4.4.8 Uformowany profil płata

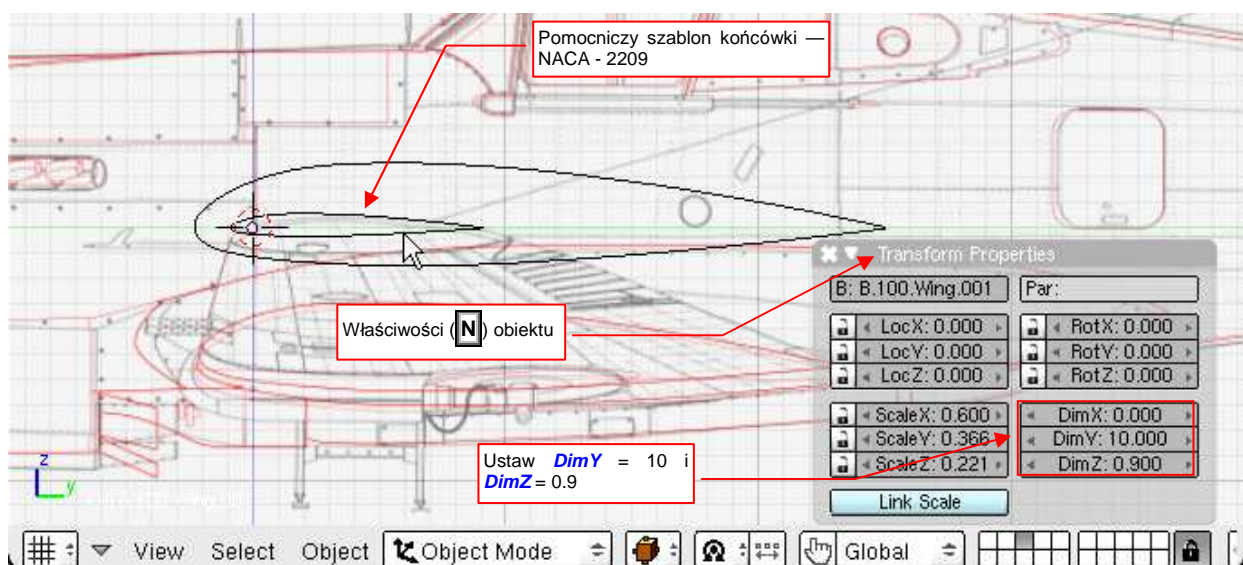
W tym przykładzie udało nam się odwzorować dokładnie początkowy profil płata za pomocą 32 wierzchołków. To dość typowy rezultat. Większość dalszych prac będzie nam łatwiej wykonywać, gdy płatek nie będzie pochylony o -1° .

W związku z tym przełącz się w tryb obiektu i wyprostuj obrys. Przesuń go także z powrotem do środka układu współrzędnych. To ułatwi odczyt współrzędnych góry i dołu płata (jedne będą dodatnie, a drugie — ujemne). Dalsze przekształcenia siatki będą wykonywane w oparciu o rzut z góry. Dopiero po ostatecznym uformowaniu umieścimy płatek w docelowym miejscu konstrukcji i tam go "zaklinujemy" pod kątem -1° .

Zgodnie z dokumentacją, profilem końcówki płata był NACA-2209. Ten symbol oznacza taki sam kształt, jak NACA-2215, tylko "spłaszczony" o 40%. Podczas ustalania grubości płata przyda nam się jakiś dokładny "przymiar", aby sprawdzić, czy osiągnęliśmy właściwą grubość. Na plany nie ma w tym przypadku co liczyć — rzuty z przodu zazwyczaj pokazują grubość płata niepoprawnie. Zresztą, nawet gdyby autor starał się być dokładny, to powinien narysować kształt pochylonego (o 1°) płata. Zrobmy więc nasz własny "szablon" grubości skrzydła. Będzie to kopia obrysu, który właśnie ukończyliśmy:

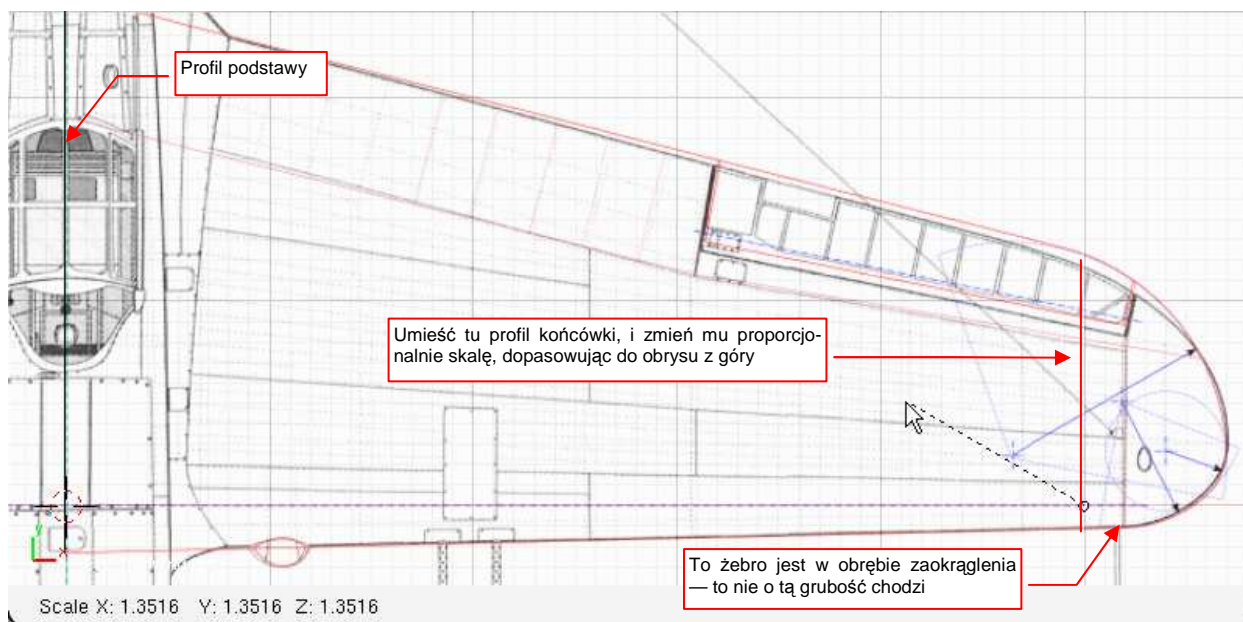
- skopiuj (**Shift-D**) profil podstawy w nowy obiekt;
- otwórz okno właściwości tej kopii (**N**) i zmień rozmiar w kierunku **Y** (**DimY**) do 10.0, a w kierunku **Z** (**DimZ**) — do 0.9 (w ten sposób uzyskujemy kształt profilu końcówki: NACA-2209).

Rysunek 4.4.9 pokazuje, jak na tym etapie powinien wyglądać nowy profil:



Rysunek 4.4.9 Stworzenie szablonu profilu końcówki płata

O jakim konkretnie miejscu płata myślał autor opisu, mówiąc o końcówce, która powinna mieć grubość względną 9%? Proponuję założyć, że chodzi tu o ostatnie żebro, które nie leży w obszarze eliptycznego zaokrąglenia. Przesuń wzorec końcówki w to miejsce (współrzędne **Y** i **Z** środka mają pozostać = 0,0). Następnie powiększ cały obiekt — we wszystkich kierunkach, względem środka obiektu — aby wpasować krańce profilu w obrys płata (Rysunek 4.4.10):



Rysunek 4.4.10 Ustalenie położenia i rozmiaru wzorca końcówki

Dzięki proporcjonalnemu powiększeniu profilu we wszystkich kierunkach, masz pewność, że jego grubość względna nadal wynosi 9%. Jest już gotowy do użycia.

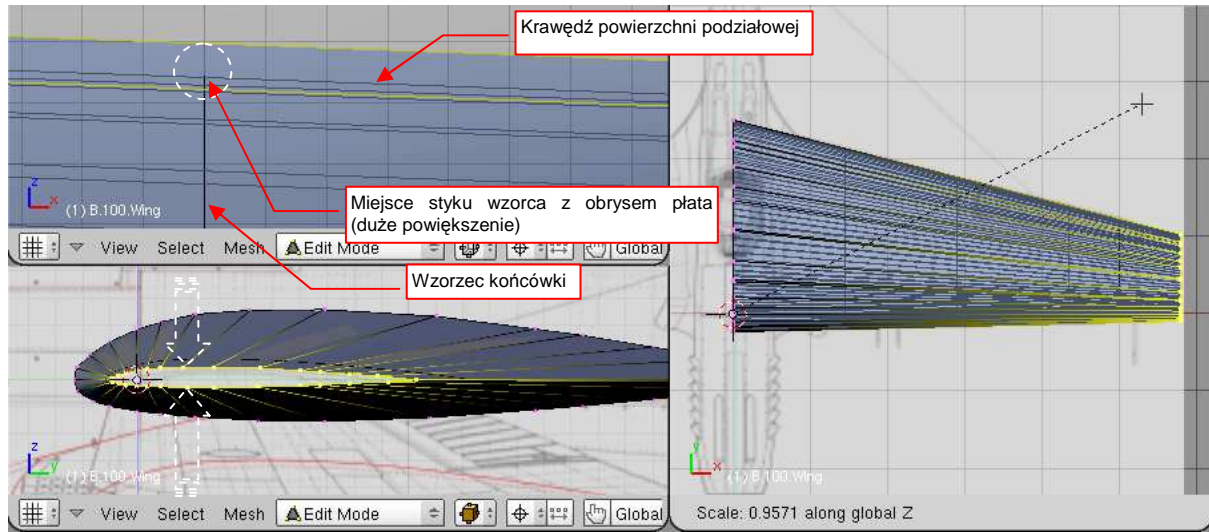
Stwórz podstawowy obrys skrzydła, wytłaczając profil centropłata wzdłuż osi **X** (**E**, **X**). Sekcję końcową pozostaw nieco poza konturem skrzydła, przedstawionym na planach (Rysunek 4.4.11). (Ten nadmiar zostanie usunięty przy okazji odcinania końcówek płata).

Następnie upewnij się, że kursor 3D jest w środku układu współrzędnych (Rysunek 4.4.11). Zmniejsz skalę końcówki w kierunku **Y** tak, by pasowała do konturu płata w rzucie z góry. Potem zacznij zmieniać skalę końcówki w kierunku osi **Z**. W rzucie z przodu obserwuj położenie końców szablonu i linii siatki:



Rysunek 4.4.11 Wytłoczenie (**Extrude**) podstawowego kształtu płata

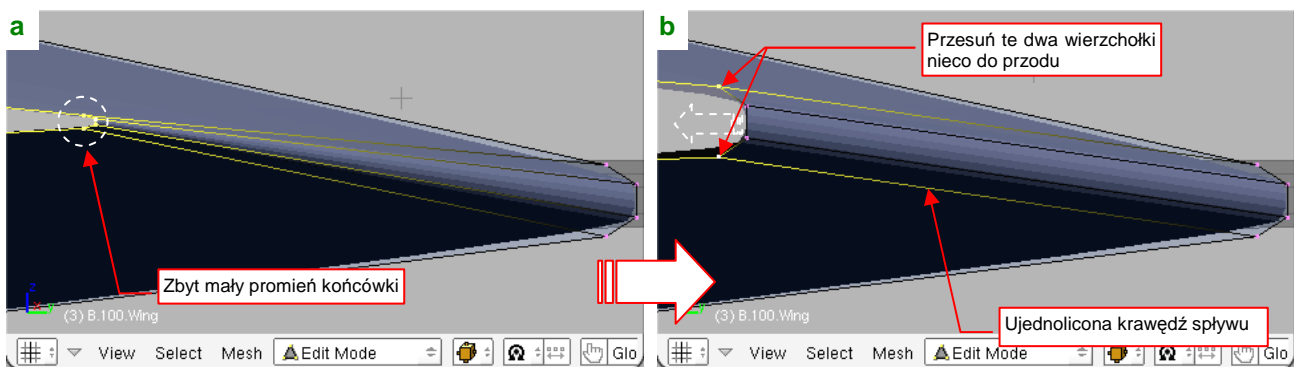
Dochodzenie do właściwej grubości końcówki można wykonać stopniowo, w kilku krokach. Podczas ostatniej fazy śledź jedną z końcówek wzorca w możliwie dużym powiększeniu (Rysunek 4.4.12). Dzięki temu będziesz miał pewność, że uzyskałeś właściwy kształt.



Rysunek 4.4.12 Dopasowanie grubości końcówki płata do zadanego wzorca

Ten etap formowania skrzydła jest zakończony, gdy grubość płata u końca osiągnęła założone 9%. Usuń tymczasowy obrys — profil końcówki płata — który pozwolił uformować skrzydło. Wykonał już swoje zadanie, i nie jest dłużej potrzebny.

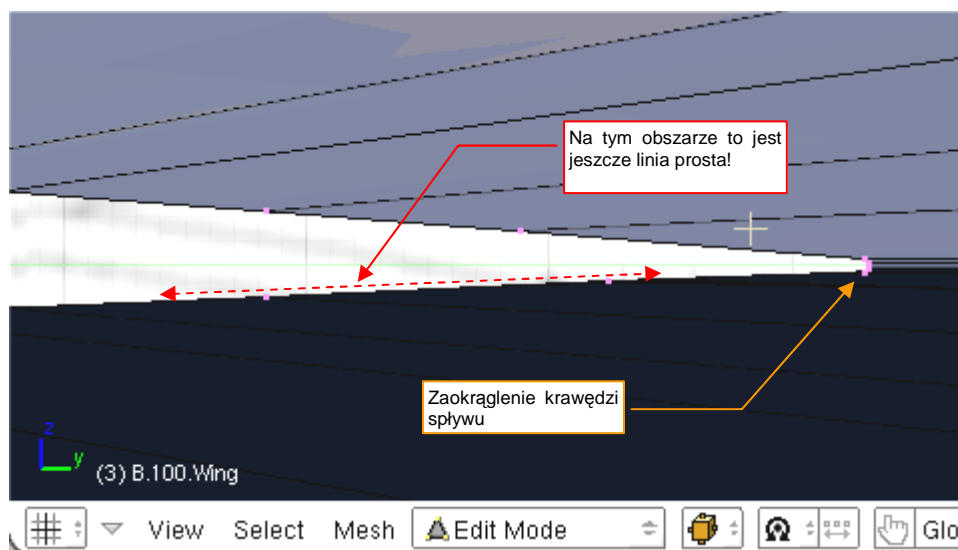
Pozostało uporządkować jeszcze sprawę kształtu krawędzi spływu. Obróć aktualną projekcję i ustaw ją tak, by krawędź spływu stała się niemal prostopadła do płaszczyzny widoku. Zobaczysz wówczas to, co pokazuje Rysunek 4.4.13a: promień zaokrąglenia na końcówce jest kilka razy mniejszy od analogicznego zaokrąglenia u nasady płata. Technologicznie jest to niemożliwe — krawędź spływu jest zazwyczaj uformowana przez wygięcie blachy pokrycia, z jakimś stałym promieniem. Powiększ wszystkie cztery punkty końcówki względem ich naturalnego środka (*Pivot: Bounding Box Center*) w kierunku osi **Z**. Dodatkowo przesunij odrobinę dwa zewnętrzne wierzchołki do przodu (wzdłuż osi **Y**). Utworzą w ten sposób identyczny obrys, jak na początkowym profilu skrzydła (Rysunek 4.4.13b):



Rysunek 4.4.13 Ujednolicenie promienia na krawędzi spływu

W efekcie uzyskałeś wzdłuż krawędzi spływu stały promień zaokrąglenia — w realnym samolocie miałyby średnicę ok. 3mm. To bardzo mały promień - nie jestem pewien, czy można aż tak zagiąć blachę pokrycia (zazwyczaj ok. 1mm grubości) bez ryzyka pęknięcia duralu. Mimo ogromnej liczby zdjęć konstrukcji nie byłem w stanie określić, czy krawędź spływu była uzyskana poprzez zagięcie, czy też znitowanie górnej i dolnej powłoki płata. Zresztą nawet taką "kanciastą", znitowaną krawędź często poddaje się oszlifowaniu, uzyskując koniec końców zaokrąglenie.

Czy powiększenie promienia krawędzi spływu bardzo zaburzyło profil tylnej części końcówki? Gdy zmniejszysz nieco powiększenie, zobaczysz że na szczęście nic takiego się nie stało (Rysunek 4.4.14). Tylna, dolna krawędź przekroju płata z lekko wypukłej linii stała się linią prostą — ot, i wszystko:



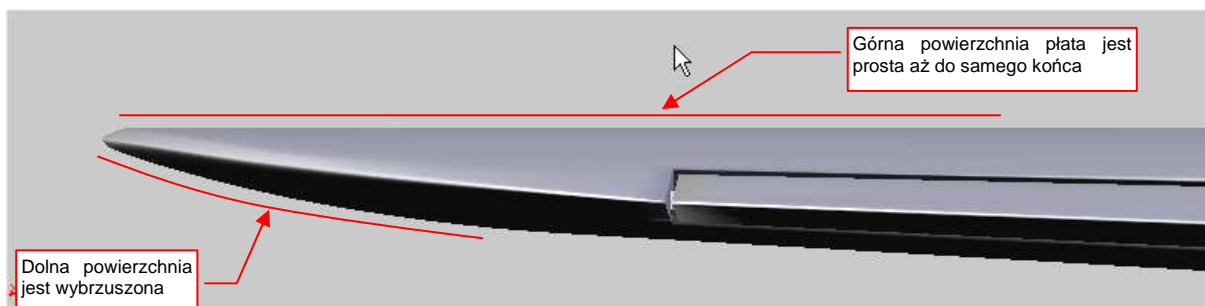
Rysunek 4.4.14 Rozmiar zaokrąglenia końcówki — ujęcie, pozwalające ocenić skalę.

Podsumownie

- Warto się postarać, by jak najwięcej linii siatki skrzydła — "zeber" i "podłużnic" — pokrywało się z łączeniami blach i liniami nitów, widocznymi na planach. To ułatwi w przyszłości przygotowanie tekstur, odwzorowujących te detale.
- Zaczęliśmy się od "testowego", płaskiego obrysu skrzydła. Posłużył nam do podjęcia decyzji o rozłożeniu wierzchołków wzdłuż profilu płata (str. 112). Efektem tego "studium" było przygotowanie odpowiedniego rozkładu podłużnic siatki skrzydła.
- Właściwe formowanie skrzydła zaczynamy od uformowania profilu jego podstawy (zazwyczaj podstawa płata leży w osi samolotu). Profil to linia zamknięta, wygładzona modyfikatorem *Subsurf*. Podczas kształtowania tej linii dodajemy do wcześniej przygotowanych wierzchołków dodatkowe, aby uzyskać odpowiedni kształt krzywej (str. 115).
- Po stworzeniu profilu podstawy płata należy przygotować profil końcówki (str. 115)
- Podstawowy kształt płata — trapez — uzyskujemy poprzez wytłoczenie (*Extrude*) profilu podstawy, rozciągając go na całą rozpiętość skrzydła. Potem dopasowujemy koniec (poprzez zmianę skali) do zadanych rozmiarów profilu końcówki (str. 116).
- Na krawędzi spływu lepiej pozostawić małe, "technologiczne" zaokrąglenie. Powinno mieć promień rzędu milimetrów (wyrażając to w jednostkach rzeczywistego samolotu).
- Do powielenia wierzchołków służy polecenia *Duplicate* (**Shift-D**, str. 113). Powielane są także całkowicie zaznaczone krawędzie i ściany.
- Podczas pracy z linią wierzchołków przydatne są operacje: stworzenia nowej krawędzi (**F**, *Make Edge*, str. 113), wstawienia nowego wierzchołka w krawędź (*Subdivide*, str. 114).

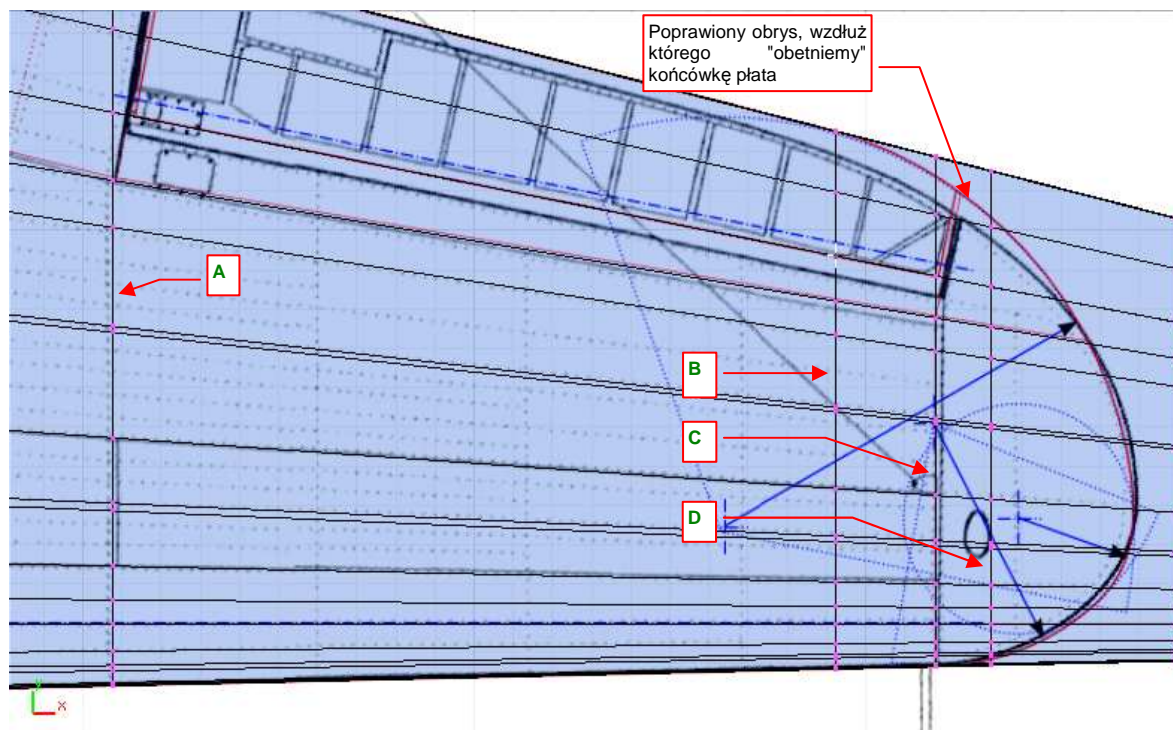
4.5 Końcówka skrzydła

Końcówki płata P-40 nie da się uformować tak łatwo, jak końcówki łopaty śmigła. Po pierwsze, jest o wiele większa. Drobne nieścisłości kształtu, które "uchodzą" w przypadku małej końcówki łopaty, tu stałyby się zbyt widoczne. Po drugie, końcówka płata P-40 jest lekko wygięta do góry. Zrobiono to jednak w taki sposób, że linia górnej powierzchni płata pozostaje prosta (Rysunek 4.5.1):



Rysunek 4.5.1 Specyficzny, wygięty do góry kształt końcówki płata P-40

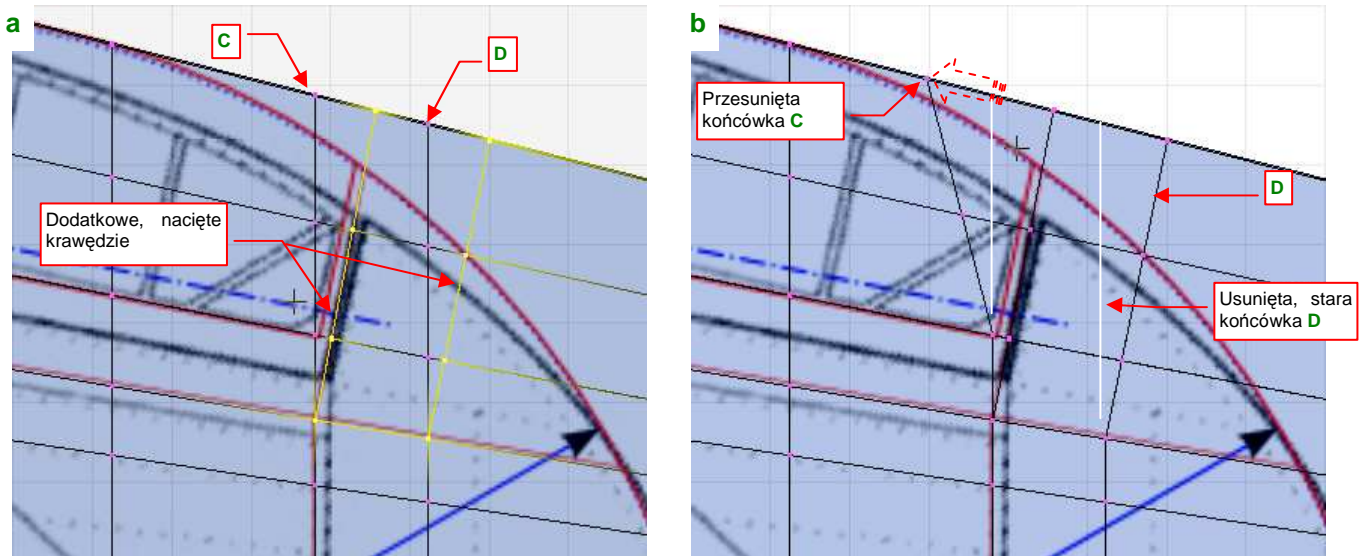
Przyjrzałem się temu fragmentowi na wielu zdjęciach. Doszedłem do wniosku, że najbezpieczniej będzie uzyskać ten obrys poprzez "odcięcie" nadmiaru siatki, tak, by górna krawędź płata pozostała nie zdeformowana. Potem "wygnę" dolną krawędź końcówki do góry, tworząc w rzucie z przodu charakterystyczne, lekkie wybrzuzszenie. Nie dziw się, że na rysunku z góry widzisz dwie linie obrysu końcówki. Pierwsza pochodzi z oryginalnych planów, które okazały się niedokładne (por. str. 558). Ten drugi obrys — to moja poprawka. Nim "obetniemy" końcówkę, nanieśmy na ten obszar siatki kilka dodatkowych sekcji ("żeber") — za pomocą polecenia *Loopcut* (Rysunek 4.5.2):



Rysunek 4.5.2 Dodatkowe sekcje, dodane do siatki płata

Sekcję **A** nanieśliśmy z myślą o przyszłości — przyda się przy formowaniu lotki, a **B** — tam, gdzie się zaczynają zaokrąglania. Sekcję **C** wstawiłem u podstawy końcówki płata, a **D** — tam, gdzie się później przyda do kształtowania obrysu.

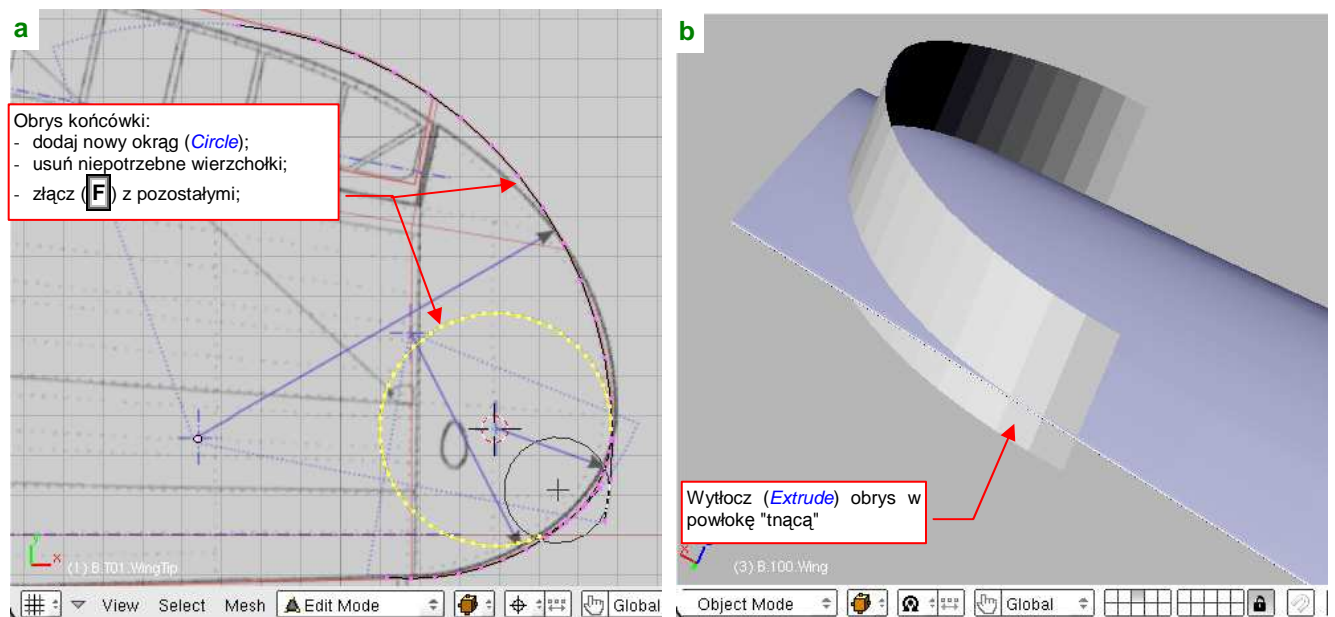
W ramach dalszych przygotowań krawędź spływu końcówki zmodyfikujemy, by stworzyć na niej jeszcze jeden punkt, i rozłożyć pozostałe bardziej równomiernie. (Inaczej trudno byłoby uzyskać odpowiedni kształt obrysu). Utwórz przy sekcjach **C** i **D** dwie dodatkowe, lokalne linie wierzchołków — poprzez nacięcie (**Shift-K**, *Knife* — str. 871) . Obydwie powinny być równoległe do widocznej na planie krawędzi lotki (Rysunek 4.5.3a):



Rysunek 4.5.3 Pochylenie żeber w tylnej części skrzydła

Potem zaznacz i usuń (**X**, *Erase* → *Edgeloop*, str. 879) ostatnie wierzchołki sekcji **D**, aby włączyć w nią nową krawędź (Rysunek 4.5.3b) . Przesuń także (*Edge Slide*, str. 874) ostatnie wierzchołki sekcji **C**, by na krawędzi spływu znalazły się mniej więcej w połowie odległości od sąsiednich sekcji (Rysunek 4.5.3b). Zwróć uwagę, że żadna z tych zmian nie zmieniła kształtu górnej powierzchni płata!

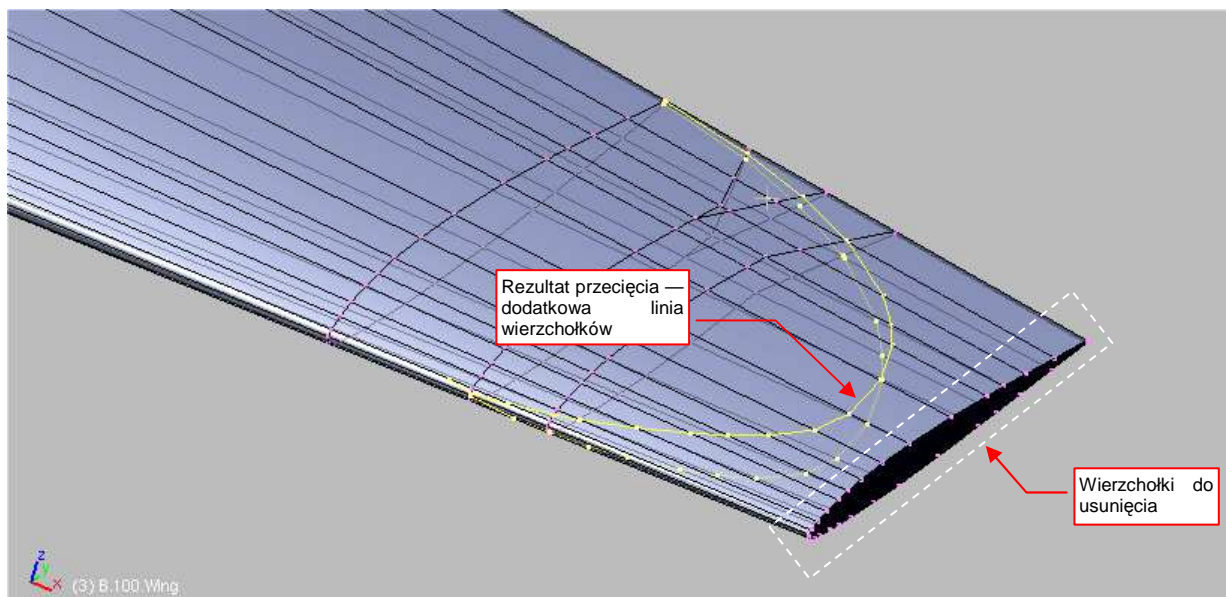
Przygotuj pomocniczy "nóż" do odcięcia końcówki. Siatkę tego obiektu utwórz poprzez złożenie fragmentów kilku okręgów (o środkach jak na planach) (Rysunek 4.5.4a):



Rysunek 4.5.4 Przygotowanie obiektu odcinającego końcówkę płata

Uzyskaną linię wyłocz (*Extrude*). Obiekt umieść w odpowiednim położeniu (Rysunek 4.5.4b).

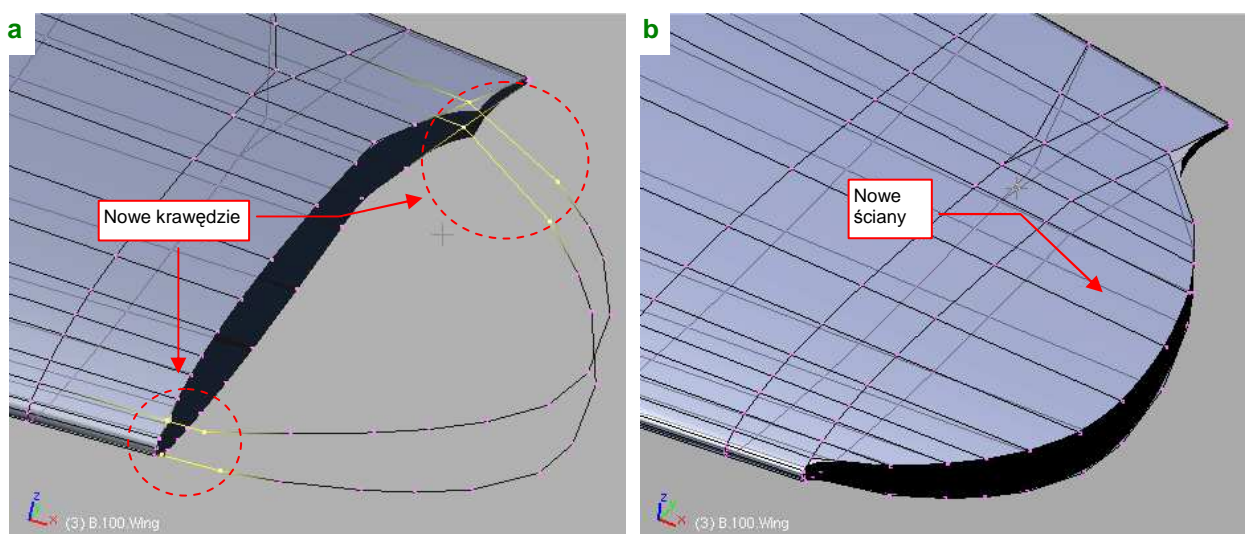
Teraz czas na cięcie! Wyznacz krawędź przenikania pomocniczego obiektu z powierzchnią płata (**Object**→**Scripts**→**Cross Section** — str. 802) . Opcje skryptu ustaw tak, by uzyskać wyłącznie punkty przecięcia z krawędzi skrzydła (Rysunek 4.5.5):



Rysunek 4.5.5 Rezultat przecięcia - nowa krawędź

Po wyznaczeniu krawędzi przecięcia, możesz już usunąć obiekt, którego użyliśmy jako "noża". Uzyskana krawędź nie należy na razie do żadnej ściany siatki skrzydła. Aby ją do niej włączyć:

1. Zaznacz i usuń ostatnią sekcję płata (p. Rysunek 4.5.5);
2. Usuń także niepotrzebne, krańcowe wierzchołki z linii przecięcia;
3. Złącz linię przecięcia z odpowiednimi "podłużnicami" skrzydła za pomocą czterech nowych krawędzi (Rysunek 4.5.6a)
4. Utwórz z poszczególnych wierzchołków nowe ściany (zaznaczając po trzy lub cztery i naciskając **F** — str. 883). Wkomponuj w ten sposób krawędź w płat;



Rysunek 4.5.6 Scalenie nowej krawędzi z resztą siatki

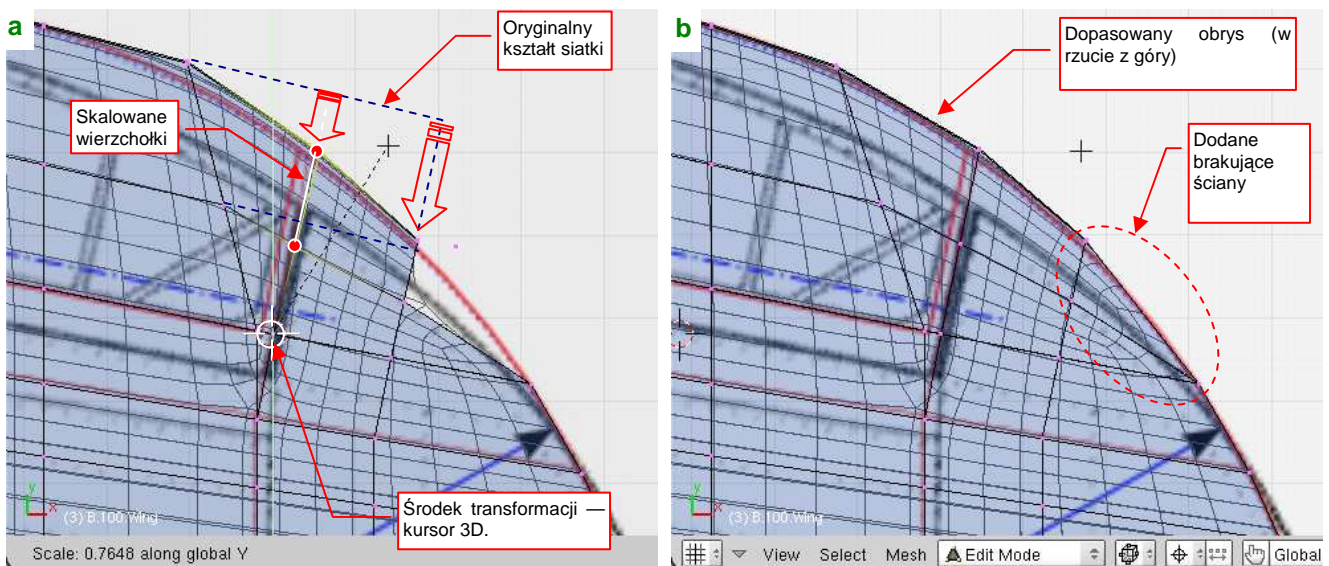
Rysunek 4.5.6b) przedstawia efekt operacji. Mówiąc szczerze, napisałem skrypt **Cross Section**, ponieważ nigdy nie lubiłem efektów operacji **Boolean** w Blenderze. Zawsze lepiej mieć pełną kontrolę nad siatką, i nadać jej dokładnie taki układ wierzchołków, jaki sobie życzymy.

Teraz dopasujemy do obrysu w rzucie z góry krawędź spływu końcówki. Zaczniemy od dwóch nie naruszonych sekcji z oryginalnej siatki. Należy przemieścić ostatnie wierzchołki tych "żeber" tak, by znalazły się tylko odrobinę poza obrysem (Rysunek 4.5.7a).

Pamiętaj, że każdy z węzłów siatki, widoczny w rzucie z góry, to dwa wierzchołki — na górnej i dolnej powierzchni płata. Zaznaczaj je więc jako grupę, używając **B** (*Border select* — str. 857). Należy przesunąć je tak, by wygięcie siatki było płynne. Wierzchołki po przesunięciu powinny leżeć na tej samej linii żebra, tylko bliżej środka. Można to zrobić poprzez przesunięcie (**G**) — zaznaczając oddzielnie każdy z węzłów. To najbardziej oczywista, ale trudniejsza droga (trudno zachować dokładną współliniowość z linią żebra. Znam szybszą metodę:

- zaznacz wierzchołki końcówki żebra (Rysunek 4.5.7a pokazuje, o które chodzi);
- umieścić w pierwszym z wierzchołków linii, który nie jest przesuwany, kursor 3D (wykorzystać możliwości *Snap to* — **Shift** - **S**);
- zmień skalę zaznaczonych wierzchołków najpierw wzdłuż osi **Y**, a następnie wzdłuż osi **X** tak, by znalazły się w nowym miejscu. (Zmieniaj zawsze o ten sam współczynnik). Pod żadnym pozorem nie zmieniaj po prostu skali we wszystkich kierunkach, bo niepotrzebnie spłaszczysz powłokę (wzdłuż osi **Z**);

Powyższą metodą dopasuj po kolei każde z żeber (zaczynj od zewnętrznego). Rysunek 4.5.7a pokazuje rezultat, który powinieneś osiągnąć:



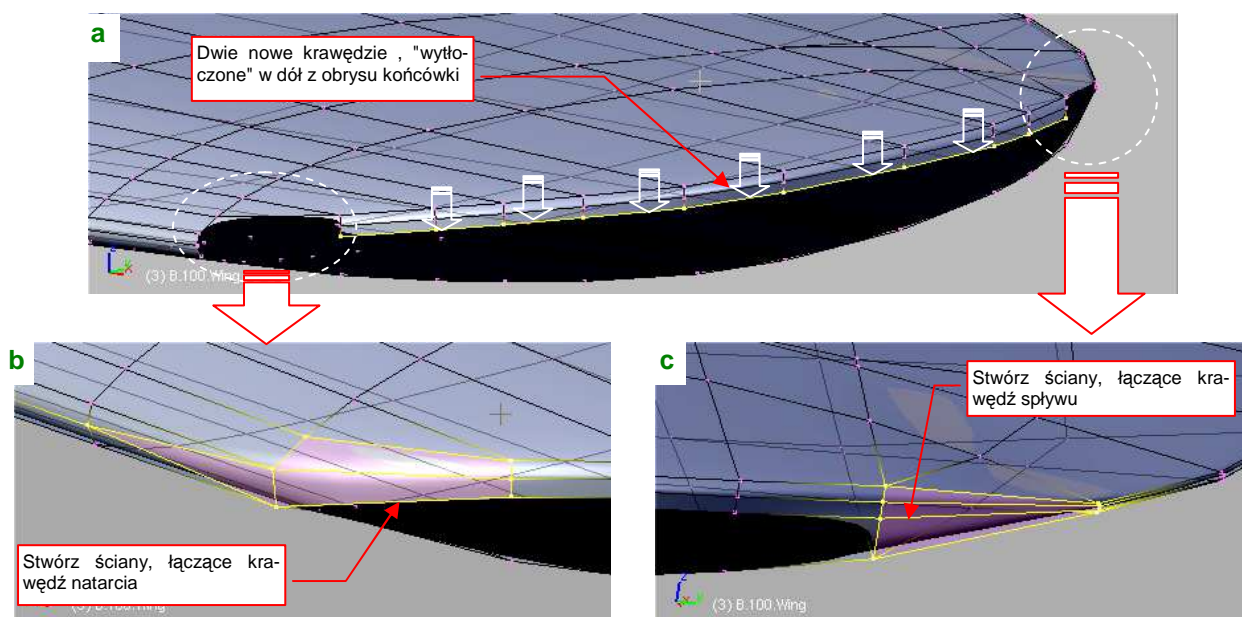
Rysunek 4.5.7 Dopasowanie tylnej krawędzi końcówki do obrysu w rzucie z góry

Potem pozostają doszlifowanie szczegółów (Rysunek 4.5.7b):

- stwórz dwie brakujące, trójkątne ściany (na górnej i dolnej powierzchni płata);
- poprzesuważ wierzchołki krawędzi spływu tak, by dokładnie dopasować obrys wygładzonej siatki do rysunku;

Pamiętaj, że krawędź spływu każdego żebra to cztery, blisko siebie leżące wierzchołki! Zaznaczaj je jako grupę i tak też przesuważ.

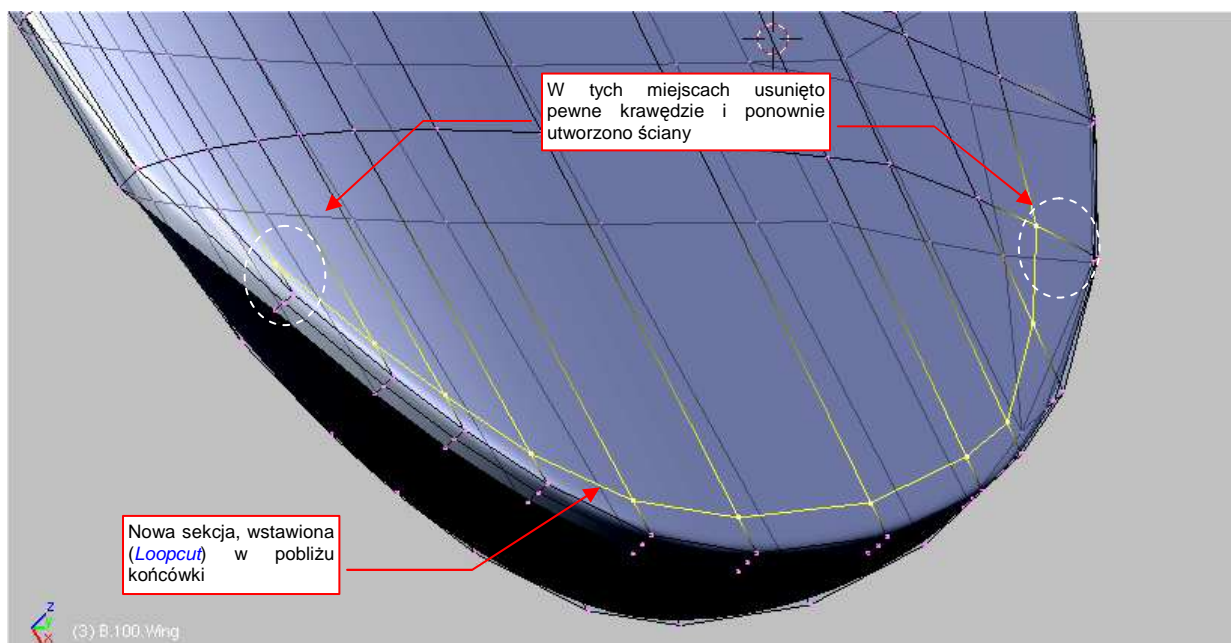
Czas dodać ściany, z których (w rzucie z przodu) za chwilę powstanie zaokrąglenie końcówki płata. Zaokrąglenie to było niewielkie — miało promień rzędu centymetra. Nowe krawędzie stwórz wytlaczając (*Extrude*) krawędź końca płata do dołu, wzdłuż osi **Z**. Zachowaj niewielką odległość pomiędzy tymi liniami — około 0.1 jednostki Blendera (Rysunek 4.5.8a):



Rysunek 4.5.8 Łączenie krawędzi — natarcia i spływu

Z przodu i z tyłu pozostały w siatce luki, które aż się proszą o uzupełnienie. Utwórz w tych miejscach nowe ściany (Rysunek 4.5.8b, c).

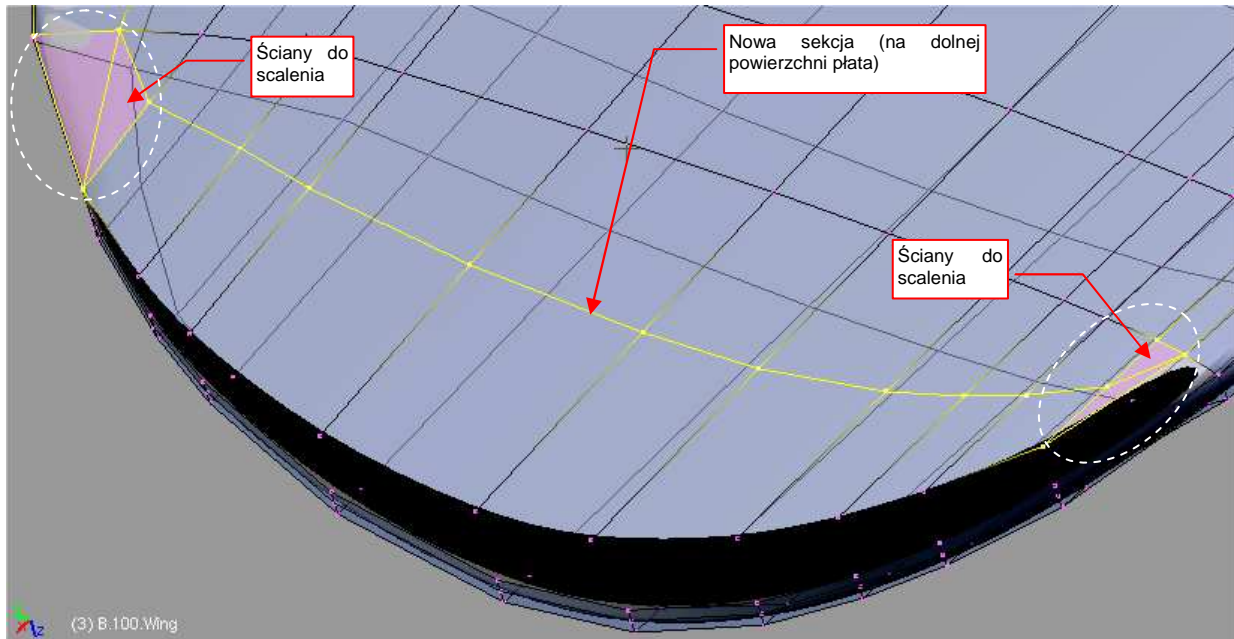
Dodaj teraz do górnej powierzchni płata nową sekcję (Rysunek 4.5.9). Użyj w tym celu polecenia **Loopcut**, by nie zmienić kształtu górnej powierzchni skrzydła. Nową sekcję umieść w pobliżu końcówki — będzie wyznaczała poprzeczną granicę zaokrąglenia.



Rysunek 4.5.9 Dodatkowa sekcja na powierzchni górnej

Rysunek 4.5.9 pokazuje linię po scaleniu trójkątnych ścian w okolicach jej końcówek (**Alt-J**, p. str. 886). Dzięki tej operacji ta sekcja jest połączona z "podłużnicami".

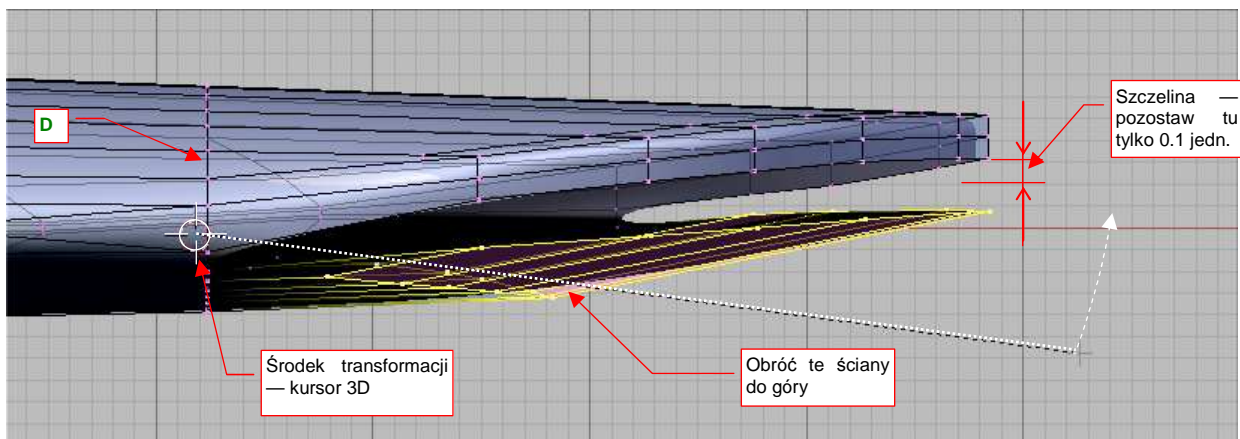
Podobną operację wykonamy także na dolnej powierzchni: wstaw nową sekcję za pomocą polecenia **Loopcut**. Uzyskaną linię umieść jednak w połowie odległości pomiędzy sąsiednimi sekcjami — posłuży nam do sterowania wygięciem tej powłoki (Rysunek 4.5.10):



Rysunek 4.5.10 Dodatkowa sekcja na powierzchni dolnej

Tak, jak w przypadku sekcji z powierzchni górnej, scal trójkątne ściany na jej końcach w czworokąty (**Alt-J**, p. str. 886). Usuniemy w ten sposób z siatki wierzchołki, z których wychodzi więcej niż 4 krawędzie. (Takie punkty zazwyczaj odrobinę zaburzają kształt wygiętej powłoki podziałowej).

Powoli zbliżamy się do uzyskania ostatecznego kształtu. Teraz dokonamy wygięcia dolnej powierzchni końcówki, zbliżając ją do górnej. Przełącz się na rzut z przodu (**ZX**). Rysunek 4.5.11 pokazuje, gdzie należy umieścić kursor 3D. Obróć wokół tego punktu ostatni "pas" ścian dolnej powierzchni:



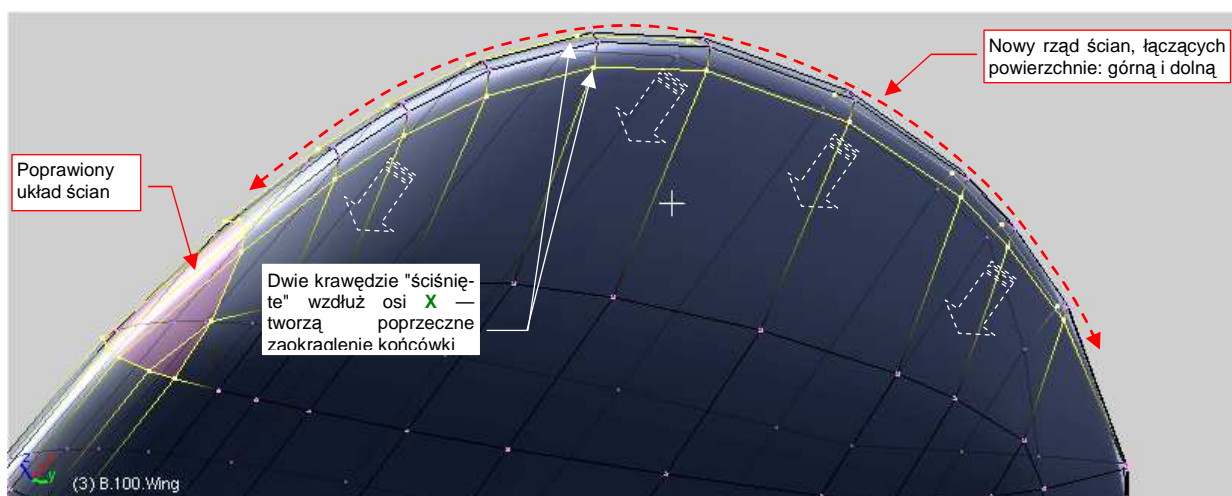
Rysunek 4.5.11 Wyginanie powierzchni dolnej (poprzez obrót wybranych sekcji)

(W tym rzucie wygląda to trochę jak zamykanie szczęk krokodyla). Nie "domykaj" jednak ich do końca — pozostaw pomiędzy górną i dolną krawędzią odstęp rzędu 0.1 jednostki Blendera.

Szczelinę, która pozostała, "zabudujemy" rzędem nowych ścian, zamykając w ten sposób siatkę (Rysunek 4.5.12).

Gdy domknęliśmy siatkę końcówki, możemy przesunąć wzdłuż osi **X** górną i dolną krawędź obrysu (nie więcej niż o 0.1 - 0.2 jedn.) (Rysunek 4.5.12). Uzyskamy w ten sposób zaokrąglenie krawędzi płata. Najlepiej to zrobić

poprzez nieznaczną zmianę skali zaznaczonych wierzchołków wzdłuż osi **X**. (Tylko w ten sposób zapewnisz sobie stopniową zmianę kształtu.

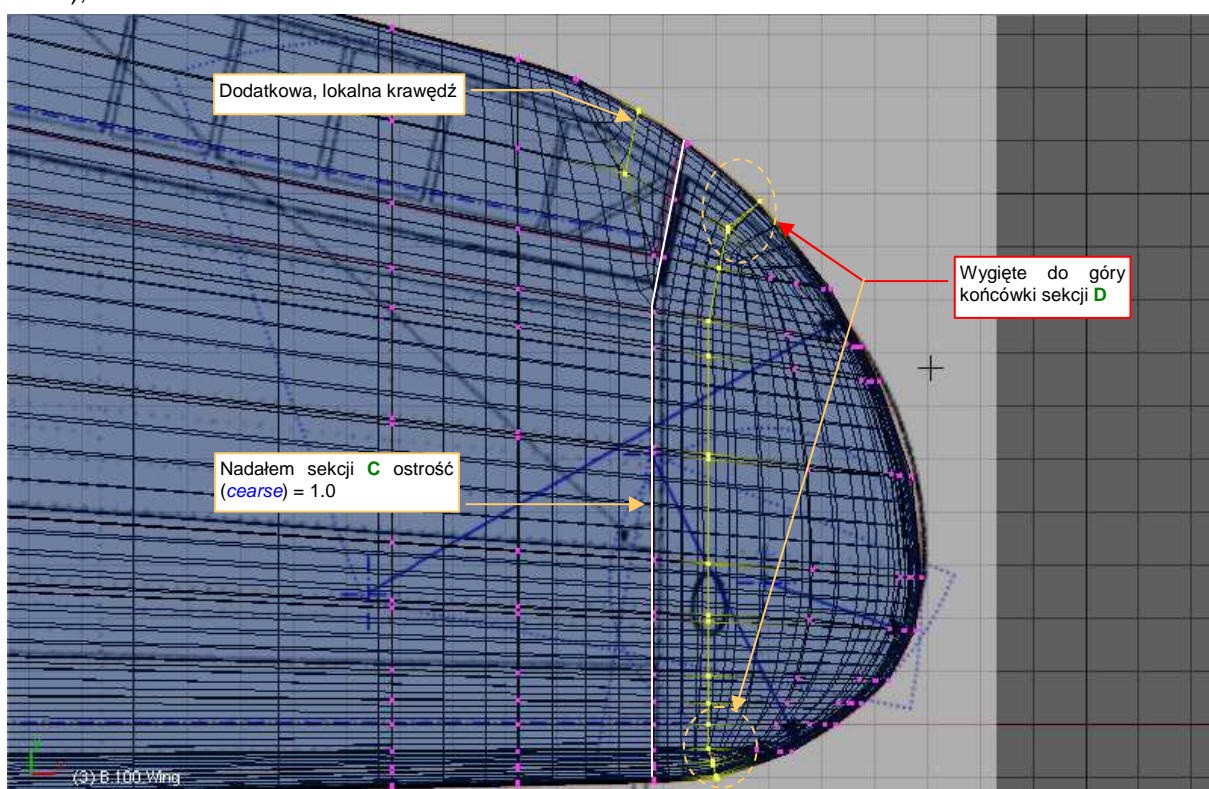


Rysunek 4.5.12 Ostateczne domknięcie końcówki rzędem ścian wzdłuż obwodu

Przy okazji zdecydowałem się usunąć trójkątną ścianę z krawędzi natarcia. Po przemyśleniu udało mi się dobrać w tym miejscu układ ścian czworokątnych (Rysunek 4.5.12).

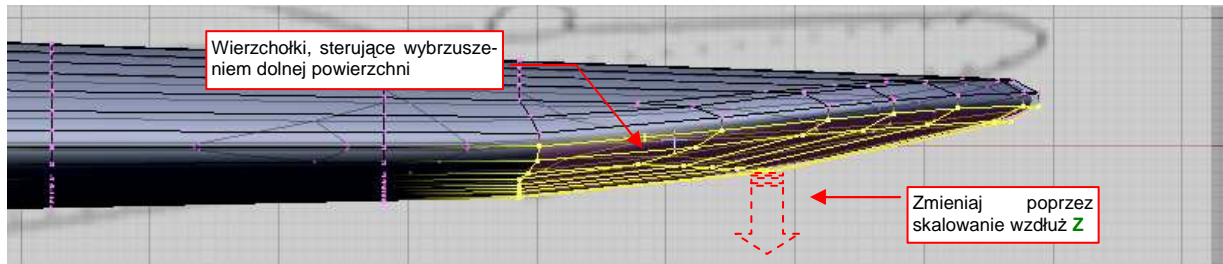
Pozostało dokonać ostatnich dopasowań do obrysu z góry (Rysunek 4.5.13). W ich trakcie:

- oznaczyłem całą sekcję **C**, biegnącą jako podstawa końcówki, jako "ostrą" (*cearse* = 1.0). W ten sposób wszelkie zmiany końcówki nie zmienią kształtu reszty skrzydła;
- wygiąłem ("do góry") końce sekcji **D**, aby uzyskać lepsze dopasowanie do konturu płata, przedstawionego na planach (uzyskać punkt sterujący w odpowiednim miejscu);
- dodałem lokalną, małą krawędź na krawędzi spływu lotki. (W wyniku "wyostrenia" krawędzi wzdłuż granic lotki potrzebny był dodatkowy punkt sterujący, aby odtworzyć w rzucie z góry krzywą obrysu płata);



Rysunek 4.5.13 Ostateczne dopasowanie krawędzi końcówki do obrysu z góry

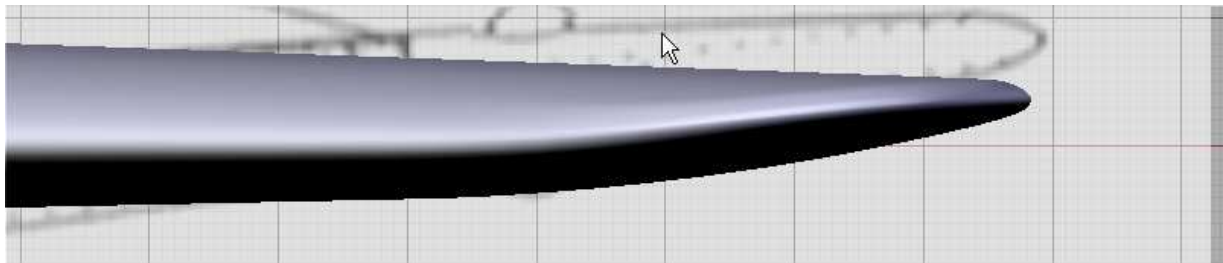
Wybruszeniem dolnej powierzchni końcówki można sterować za pomocą skalowania (wzdłuż osi **Z**) krawędzi, pokazanych na ilustracji (Rysunek 4.5.14):



Rysunek 4.5.14 Możliwe kształtu wybruszenia powierzchni dolnej

Na koniec obejrzyj ze wszystkich stron uzyskany kształt. Nie sugeruj się w tym przypadku planami samolotu, bo akurat w tym szczególe są błędne. Porównuj go raczej ze zdjęciami.

Rysunek 4.5.15 przedstawia ostateczny efekt (widziany z przodu):



Rysunek 4.5.15 Rezultat — uformowana końcówka (widziana z przodu)

Podsumownie

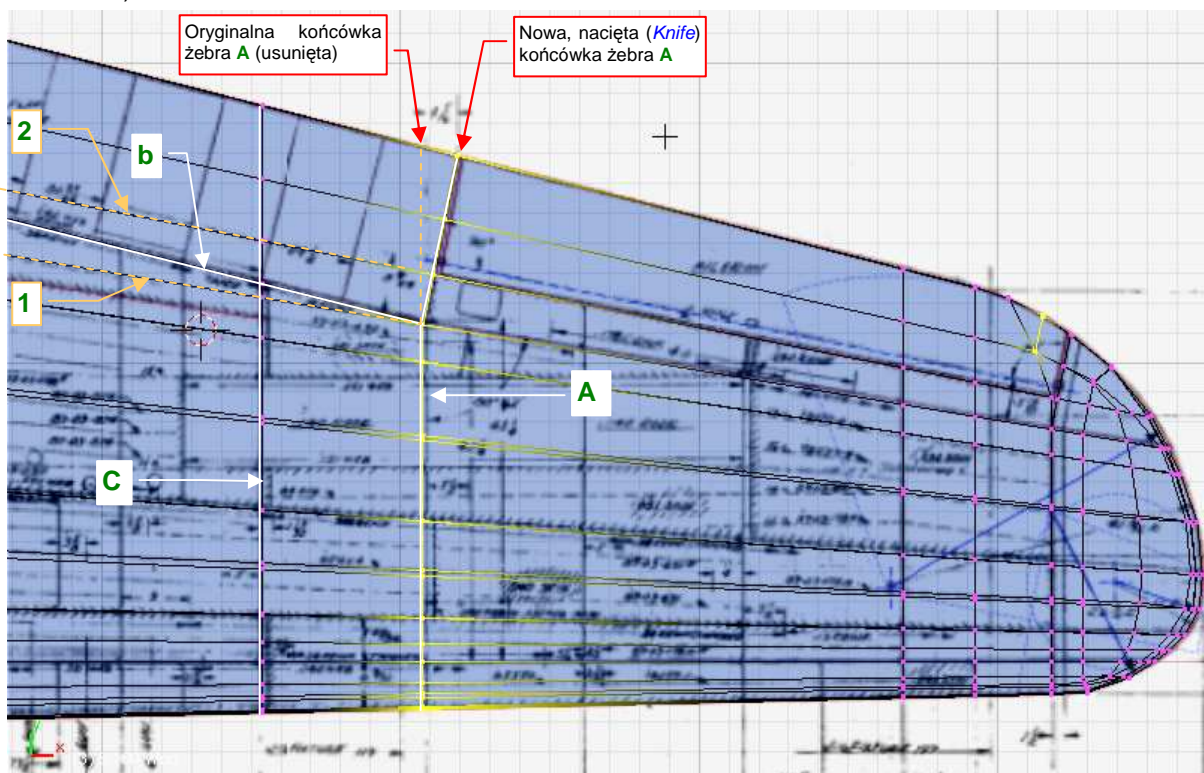
- Końcówka płata P-40 jest dość trudna do uformowania, ponieważ jej górna powierzchnia jest prostą kontynuacją górnej powierzchni płata. Większość końcówek w innych samolotach ma mniej skomplikowany kształt.
- Zawsze należy umieścić nowe sekcje siatki ("żebra") tam, gdzie znajdują się ważne miejsca konstrukcji. (Ważne zarówno pod względem budowy płatownca — np. krawędź lotki, jak i geometrycznym — np. początek zaokrąglenia). Czasami także dodajemy żebro dla uzyskania równomiernego rozkładu wierzchołków wzdłuż krzywizny (str. 120).
- Niektóre krawędzie (sekcje) siatki mogą być lokalne (tzn. istnieć tylko na obszarze kilku sąsiednich ścian). Niezastąpionym narzędziem do ich tworzenia jest *Knife* (**Shift-K**, str. 121). Często "przy okazji" usuwamy fragmenty innych sekcji (*Erase* → *Edgeloop*).
- Zasadniczy kształt końcówki uzyskaliśmy przez odcięcie części siatki pomocniczym obiektem o kształcie założonego obrysu (str. 121). Wykonane to zostało w trzech krokach. Najpierw wyznaczyliśmy krawędź przecięcia za pomocą skryptu *Cross Section* (str. 122). Potem usunęliśmy niepotrzebne wierzchołki (*Erase* → *Vertices*). Na koniec połączyliśmy krawędź przecięcia z resztą siatki, tworząc nowe ściany (**F**, *Make Face* — str. 122)
- Ostateczne "zamknięcie" siatki końcówki nastąpiło po dosunięciu kilku dolnych sekcji do górnych (str. 125), i uzupełnieniu brakujących ścian.
- Podczas pracy z siatką w dużym zakresie używaliśmy ograniczenia transformacji (przesunięcia, skalowania) do pojedynczej osi **X**, **Y**, **Z**. Taka technika pozwala "pracować w przestrzeni" bez konieczności ciągłego korzystania z rzutów z góry, przodu czy boku.
- Zwróć uwagę, że można bezpiecznie podzielić kształtowanie powierzchni podziałowych na oddzielne płaszczyzny. Najpierw uformowaliśmy obrys z góry końcówki (płaszczyzna **XY**). Potem ukształtowaliśmy ten sam element w rzucie z przodu (**ZX**). Kształt w rzucie z góry, nie ulegał żadnej zmianie, dopóki przesuwaliliśmy wierzchołki obrysu wyłącznie wzdłuż osi **Z**. To żaden przypadek, tylko reguła, której znajomość może Ci bardzo ułatwić modelowanie (szczegóły — str. 586).

4.6 Lotka

Lotkę warto wydzielić z płata jako oddzielny obiekt. Dlaczego? Po pierwsze — zazwyczaj jest w ruchu. Model będzie wyglądać bardziej realistycznie z nieco poruszonymi lotkami. Po drugie — w samolotach opracowanych w po roku 1930 (a do nich zalicza się P-40) stosowane były tzw. lotki szczelinowe. Ich nazwa wzięła się od dużej szczeliny pomiędzy krawędzią lotki i płatem¹.

Szczelina lotki ma dość znaczne rozmiary na dolnej powierzchni płata, i pominięcie jej w modelowaniu byłoby poważną niedokładnością. Na pewno to zbyt duża "dziura", aby ją zbyć w uproszczony sposób, np. linią na teksturze. "Zbijemy" za to w ten sposób inny element mechanizacji płata — kłapy². Aby w przyszłości łatwiej było je dodać w ramach uszczegóławiania modelu — umieszczę na siatce dodatkową krawędź, biegnącą wzdłuż ich osi.

Przygotowując lotkę, dodamy do siatki płata dwie następne sekcje, pełniące rolę "żebier", i jedną "podłużnicę" (Rysunek 4.6.1):



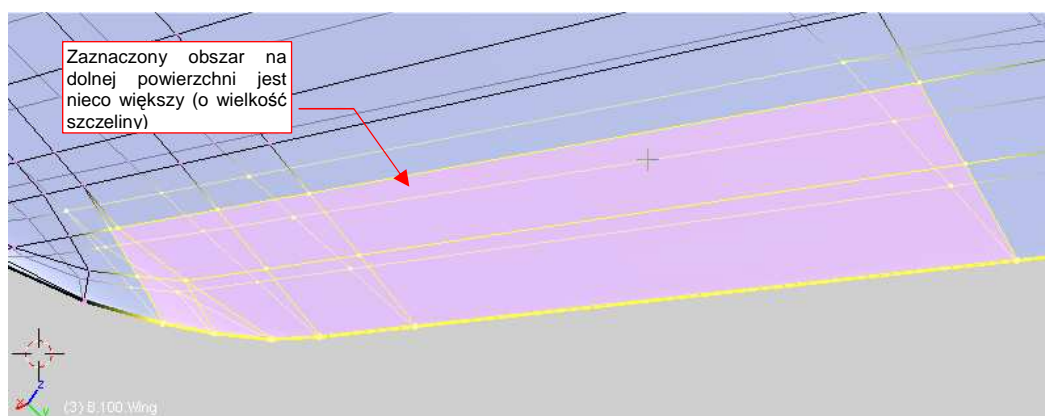
Rysunek 4.6.1 Dodatkowe sekcje, związane z przygotowaniem lotki

Żebro **A** już istnieje (utworzone w poprzedniej sekcji - p. str. 120, Rysunek 4.5.2). Istniały już także podłużnice **1**, **2**, biegnące wzdłuż dolnej i górnej krawędzi lotki. Jakoś tak się szczęśliwie złożyło, że krawędź kłap (krawędź **b**) to przekątna pomiędzy tymi podłużnicami (por. Rysunek 4.6.1). Aby ją dodać, z dolnej powierzchni płata usuń pomiędzy podłużnic **1** i **2** czworokątną ścianę. Zamiast niej utwórz w tym miejscu dwie ściany trójkątne. Łącząca je krawędź (**b**) — to krawędź kłap. Potem wstaw (*Loopcut*) żebro **C** — tylko po to, aby następne żebra centroplata były proste. Przy końcówce żebra **A**, natnij (*Knife*) dodatkową, pochyloną krawędź lotki. Na koniec usuń prostą końcówkę żebra **A** (por. Rysunek 4.6.1) — tak jak poprzednio, na str. 121.

¹ Ta szczelina jest najszersza na dolnej powierzchni skrzydła. W pewnych warunkach lotu (podczas lądowania lub ostrego zakrętu) pełni rolę "dyszy", nadmuchującej powietrze na górną krawędź płata. Takie rozwiązanie bardzo poprawia skuteczność sterowania samolotem.

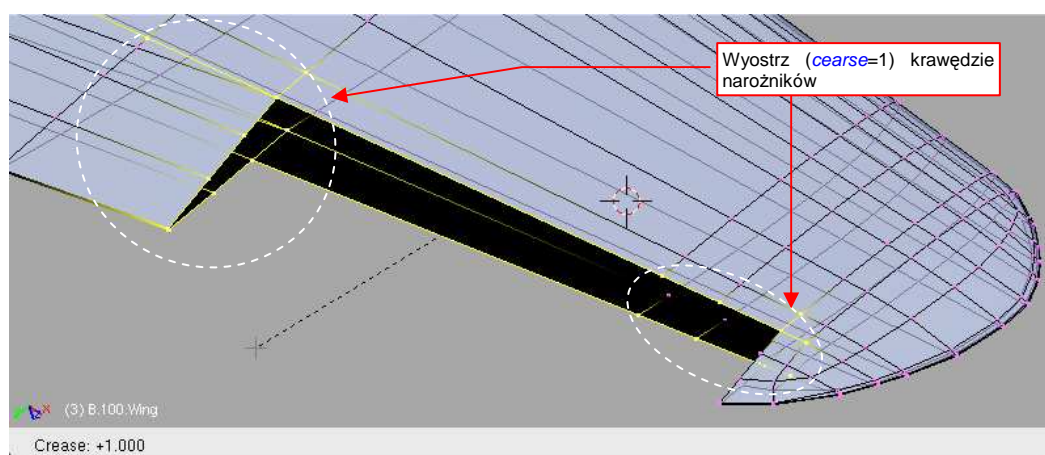
² P-40 miał tzw. kłapy krokodylowe. Konstrukcyjnie są to płaskie płyty — fragmenty dolnej powierzchni skrzydła — wypuszczone przy starcie i lądowaniu. Po wypuszczeniu we wnętrzu kłapy krokodylowej widać masę żebier i siłowniki. Ich uformowanie w 3D wymaga dużo pracy. Jeżeli nie zamierzasz robić ujęcia P-40 podczas startu i lądowania — nie ma potrzeby wydzielenia z naszego modelu realistycznych kłap. W razie czego zawsze możesz je zawsze dodać — pozostawię w siatce skrzydła dodatkową krawędź, biegnącą wzdłuż ich osi.

Teraz zaznacz obszar siatki, zajmowany przez lotkę (Rysunek 4.6.2). (Zwróć uwagę, że na dolnej powierzchni jest to "o podłużnicę" więcej, niż na górnej):



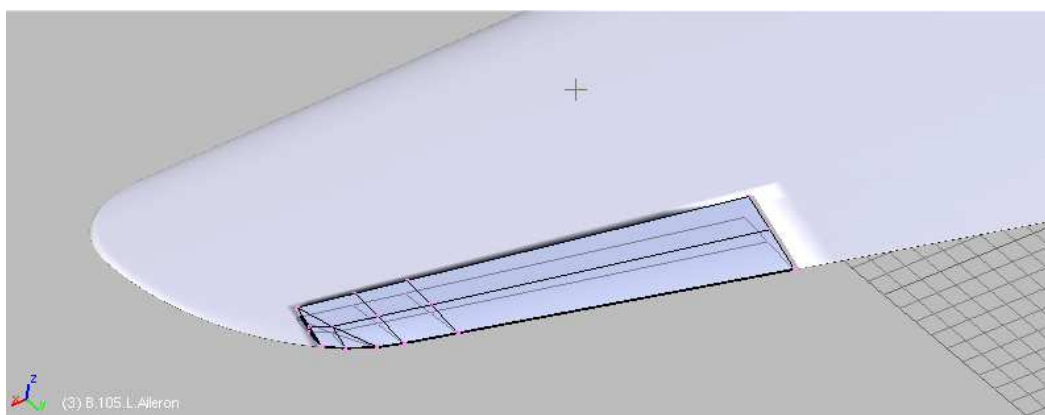
Rysunek 4.6.2 Obszar lotki — do wydzielenia w nowy obiekt

Zaznaczony obszar wydziel w nowy obiekt (**P**, **Separate** — szczegóły na str. 887). W efekcie w płacie powstanie "otwór po lotce". Wyostrz (**cearse** = 1.0) krawędzie na jego narożnikach, aby nabrał regularnego wyglądu (Rysunek 4.6.3):



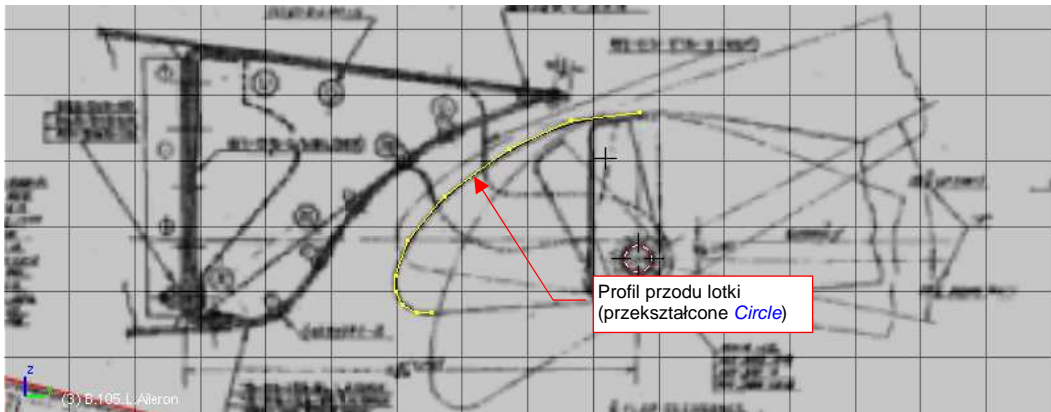
Rysunek 4.6.3 Skrzydło po wydzieleniu lotki — "wyostrzenie" (**cearse**) narożników

Fragment, który znikł z siatki skrzydła, stał się nowym obiektem (Rysunek 4.6.4), o nazwie **B.100.L.Wing.001**. Znajduje się nadal w tym samym miejscu. Zaznacz go i czym prędzej zmień jego nazwę na odpowiednią dla lewej lotki: **B.105.L.Aileron** (dlaczego i jak — str. 798).



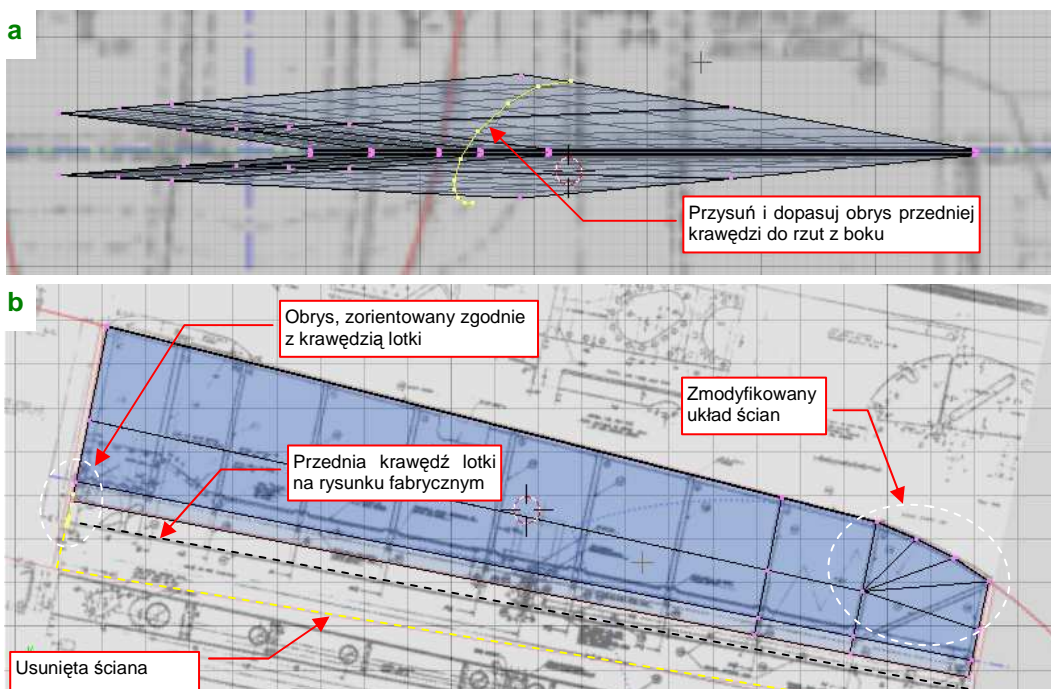
Rysunek 4.6.4 Lotka, po oddzieleniu od skrzydła

Na razie siatka lotki przypomina "uchylony zeszyt" (por. Rysunek 4.6.6a). Dodajmy do niej krawędź natarcia. Aby mieć jej wzorec, zastąp w widoku z boku (YZ) rysunek tła plikiem [source\blueprints\P40E-Wing-Details.png](#) (plik [source.zip](#)). To fragment rysunków konstrukcyjnych skrzydła. W jego górnej części znajduje się przekrój poprzeczny lotki i współpracującego z nią fragmentu płata. Traktując go jako wzór, stwórz linię profilu przedniej krawędzi lotki (Rysunek 4.6.5):



Rysunek 4.6.5 Przygotowanie obrysu przodu lotki

Blender nie ma specjalnego polecenia do rysowania dowolnych linii. Możesz jednak łatwo "obejść" to ograniczenie, wstawiając w tym miejscu nowy okrąg (*Circle*), złożony z dziesięciu wierzchołków. Potem go "rozerwij", usuwając jedną krawędź, poprzesuwyj w odpowiednie miejsce wierzchołki — i profil gotowy (Rysunek 4.6.5). Z siatki lotki usuń najbardziej wysuniętą do przodu dolną krawędź (Rysunek 4.6.6b) (to miejsce m. in. zajmie szczelina). Następnie dosuń do jej wewnętrznego krańca przygotowany profil, i odpowiednio przeskaluj, dopasowując rozmiarem do reszty siatki (Rysunek 4.6.6a). Zorientuj go tak, by leżał w płaszczyźnie ostatniego żebra lotki, i aby dotykał jej przedniej krawędzi (Rysunek 4.6.6b):

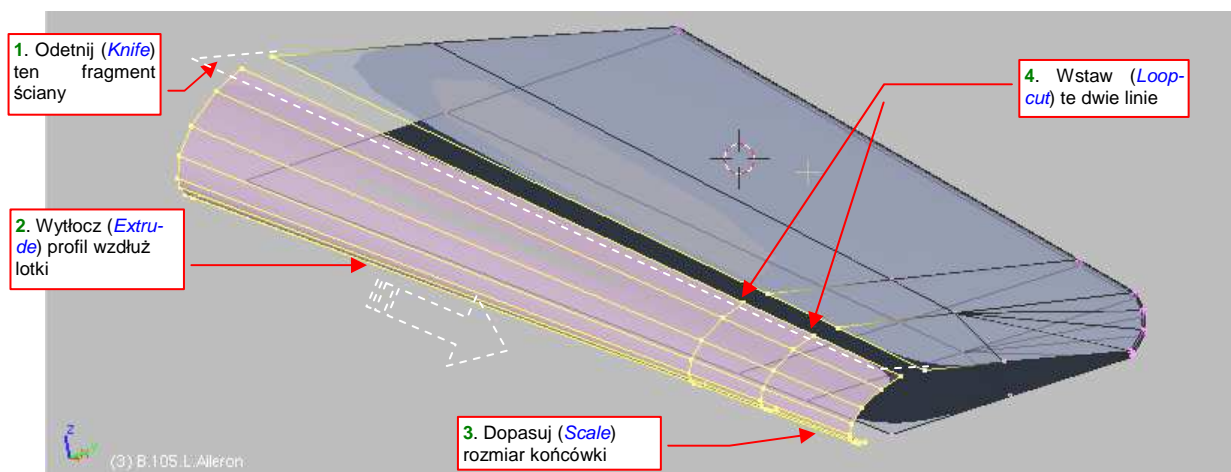


Rysunek 4.6.6 Ustawienie obrysu przodu lotki na wewnętrznej krawędzi

(Rysunek 4.6.6 ma za tło kolejny rysunek fabryczny — [Source\Blueprints\P40E-Aileron.png](#) z pliku [source.zip](#)). Zwróć także uwagę, że poprawiłem nieco układ ścian na końcówce lotki (Rysunek 4.6.6). Usunąłem jeden wierzchołek i utworzyłem w tym miejscu nowe, trójkątne ściany. W ten sposób z krawędzią natarcia styka się czworokąt, a nie trójkąt (por. Rysunek 4.6.4).

Takie czworokątne ściany są w tym miejscu potrzebne, gdyż teraz odetniemy (*Knife*) ich przednie części (Rysunek 4.6.7, krok 1). W ten sposób przygotowaliśmy tylną powierzchnię lotki do połączenia.

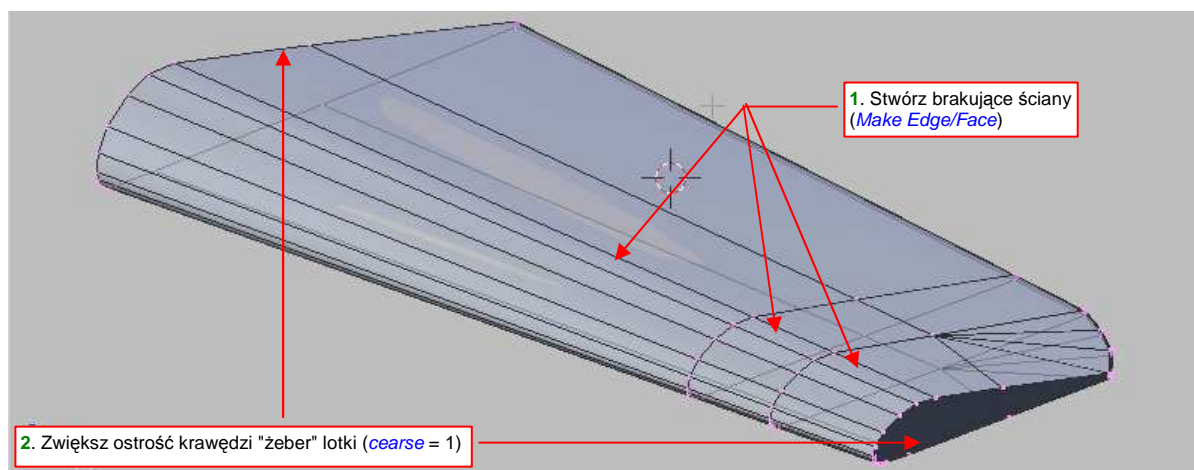
Teraz wytłocz (*Extrude*) profil wzdłuż lotki. Po wytłoczeniu zmniejsz (*Scale*) rozmiar końcówki, aby dopasować ją do rozmiaru lotki (Rysunek 4.6.7, kroki 2,3).



Rysunek 4.6.7 "Wytłoczenie" (*Extrude*) przedniej powierzchni lotki

Na koniec wstaw (*Loopcut*) w nowo powstałe ściany dwie dodatkowe sekcje. Umieść je tak, by były przedłużeniem dwóch linii wierzchołków biegnących przez tylną część siatki i (Rysunek 4.6.7, krok 4).

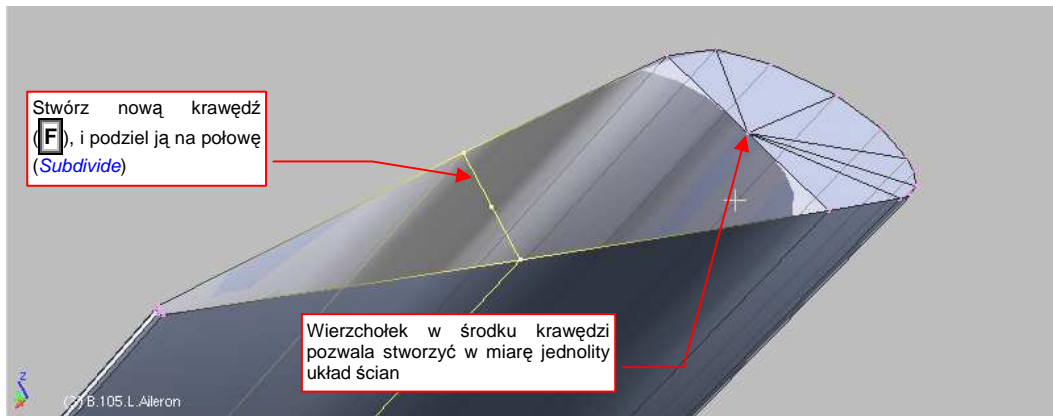
Po takim przygotowaniu przedniej i tylnej krawędzi lotki nie pozostaje nic innego, jak je połączyć. Wystarczy utworzyć sześć brakujących ścian (trzy z góry i trzy z dołu) (Rysunek 4.6.8):



Rysunek 4.6.8 Scalenie przedniej powierzchni lotki z resztą siatki

Pozostaje jeszcze "zamknąć" lotkę ścianami dwóch żeber — zewnętrznym i wewnętrznym. Nim je stworzymy, zwiększ ostrość ich krawędzi do (*cearse*) do 1.0. Dzięki temu nie wystąpią na nich żadne przypadkowe zaokrąglenia.

Formowanie żebra końcowego zaczynamy od stworzenia pojedynczych krawędzi (**F**, *Make Edge/Face*), łączących odpowiednie wierzchołki górnej i dolnej powierzchni (Rysunek 4.6.9). Następnie podziel każdą z nich na dwie równe połówki (poleceniem *Subdivide*). Uzyskałeś w ten sposób wierzchołki, na których możesz "rozpiąć" kolejne ściany (Rysunek 4.6.9):



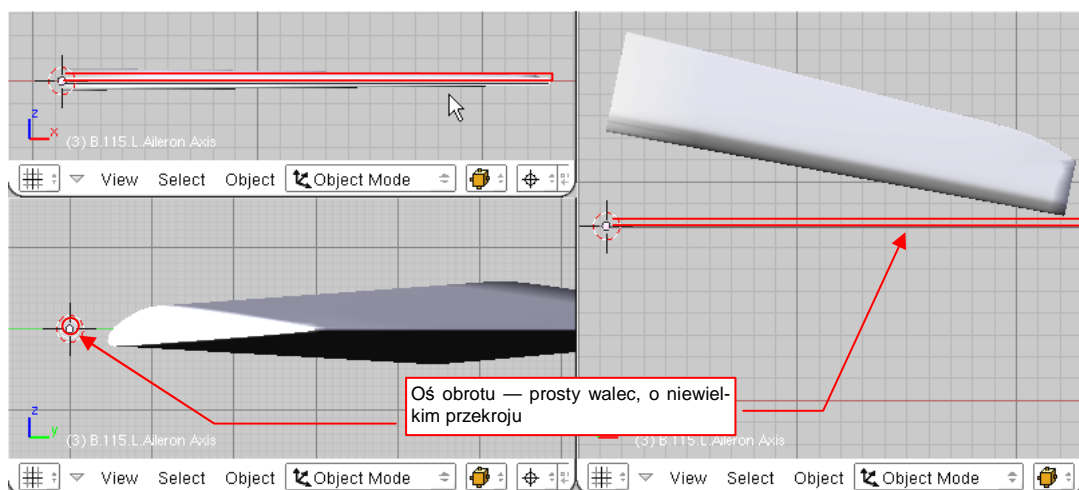
Rysunek 4.6.9 Przygotowanie płaszczyzny żebra, zamykającego lotkę

Rysunek 4.6.10 pokazuje ukończoną ścianę lotki:



Rysunek 4.6.10 Domknięcie żebra lotki

Lotka jest gotowa, teraz warto dodać jej oś obrotu. Taki obiekt będzie "rodzicem" lotki. Obracając oś, będziemy obracać lotkę¹. Na początek stwórz gdzieś w pobliżu, w rzucie z boku (ZY), niewielki walec (Cylinder — str. 789) (Rysunek 4.6.11):

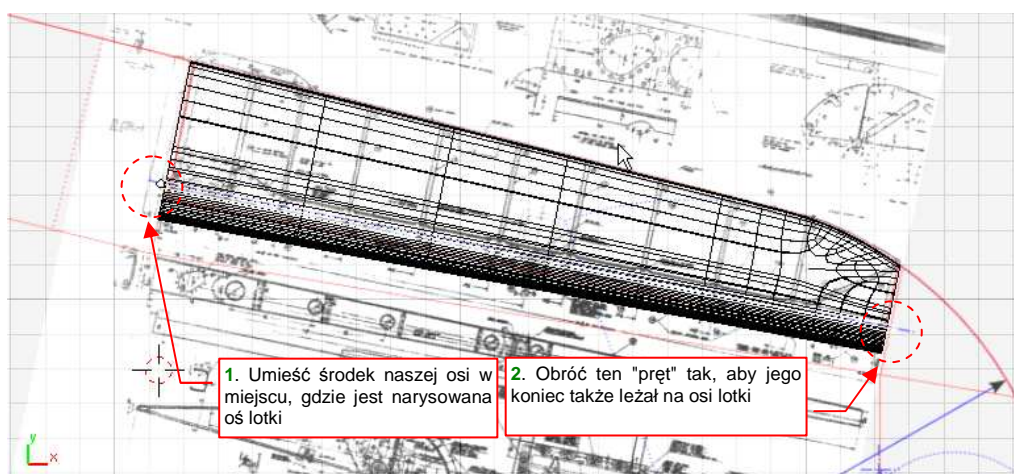


Rysunek 4.6.11 Stworzenie osi lotki

Po stworzeniu przesunij środek walca (jak — str. 808) na wewnętrzną krawędź, i rozciągnij go wzdłuż osi X. Oś nabrała kształtu pręta (Rysunek 4.6.11). Nadaj temu obiektowi nazwę **B.106.L.Aileron Axis**.

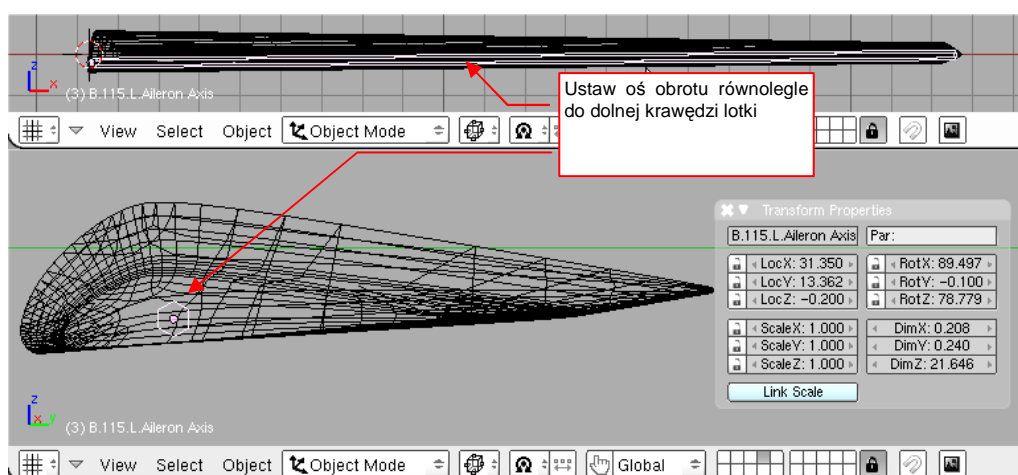
¹ Oś obrotu lotki jest pochylona w dwóch płaszczyznach. Taki zespół "oś - obiekt" jest najprostszą drogą osiągnięcia właściwego efektu.

W rzucie z góry, przesun ten "pręt" i obróć tak, by biegł wzdłuż osi lotki (widocznej na rysunkach fabrycznych) (Rysunek 4.6.12):



Rysunek 4.6.12 Ustawienie osi lotki (widok z góry)

Z rysunków fabrycznych wynika, że oś obrotu biegła równoległe do dolnej powierzchni lotki. Aby osiągnąć ten efekt, w rzucie z przodu (ZX) przesun oś nieco do dołu i odpowiednio pochyl (Rysunek 4.6.13):



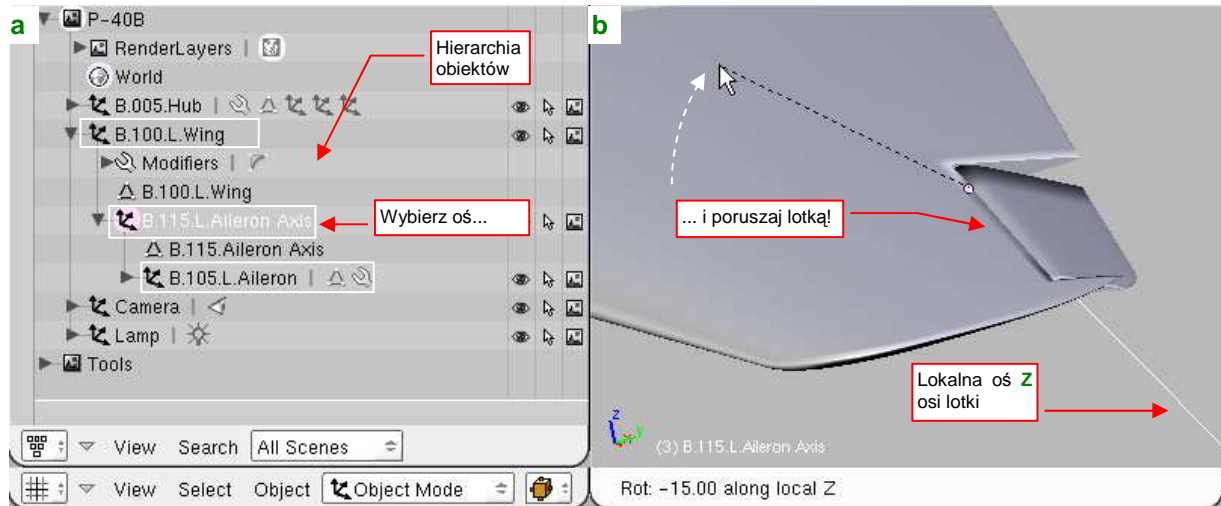
Rysunek 4.6.13 Ustawienie osi lotki (widok z przodu i wzdłuż osi obrotu)

Jak wysoko umieścić oś obrotu ponad dolną powierzchnią lotki? Ustaw ją tak, jak pokazują z rysunki fabryczne (por. Rysunek 4.6.5, str. 131). Wynika z nich, że w rzeczywistej konstrukcji oś obrotu lotki była rurką o średnicy ok. 1cm. Jej końce widać było w szczelinach na krańcach lotki. Dopasuj średnicę naszego obiektu do tego rozmiaru. Co prawda to mały detal, który prawie nigdy nie będzie widoczny, ale w końcu nie jest to specjalnie trudne. Z odwzorowania nawet takich właśnie szczegółów składa się końcowy efekt modelu.

Pora teraz ustalić, co do czego należy:

- przypisz lotce (**B.105.L.Aileron**) jako "rodzica" (*Parent* — str. 800) przygotowaną przed chwilą oś (**B.106.L.Aileron Axis**);
- przypisz osi (**B.106.L.Aileron Axis**) jako "rodzica" skrzydło (**B.100.L.Wing**);

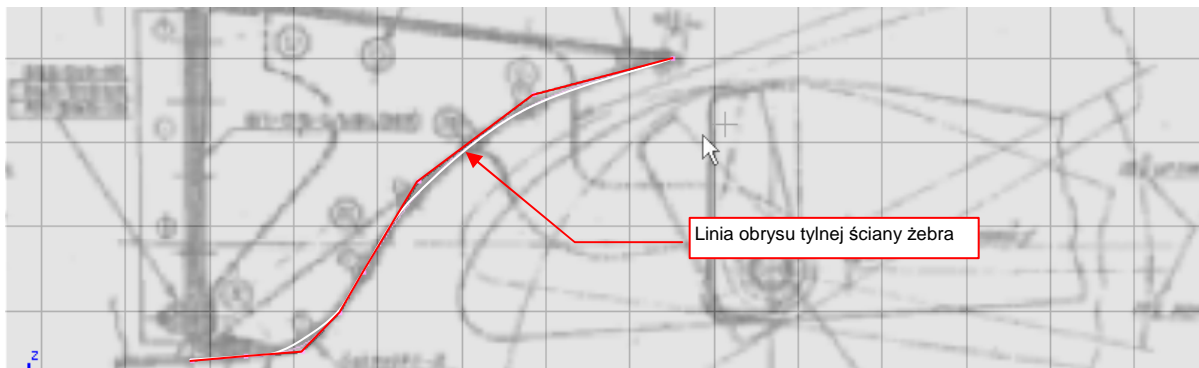
Rysunek 4.6.14a) pokazuje, jaką hierarchię części powinieneś uzyskać:



Rysunek 4.6.14 Hierarchia — lotka, oś, skrzydło, i jej efekty

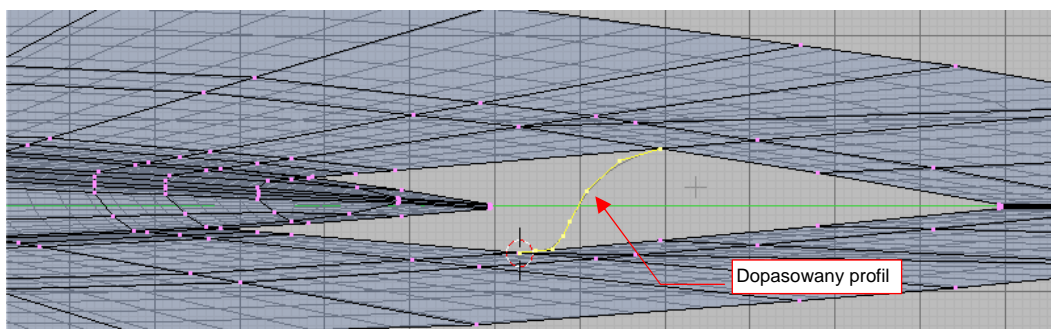
Czy wiesz, jak to działa? Zaznacz w oknie hierarchii (*Outliner*, Rysunek 4.6.14a) oś lotki. (W oknie widoku jest zasłonięta, więc nie ma co klikać na oślep). Teraz w oknie *3D View* włącz jej obrót dookoła lokalnej osi Z (**R,Z,Z** — Rysunek 4.6.14b) — i możesz ruszać lotką! Przyznasz, że obraca się całkiem realistycznie. Muszę przyznać, że zawsze lubiłem zabawki, a później modele, z dużą liczbą ruchomych części ☺. W dalszych rozdziałach pokażę, jak wygodniej sterować o wiele bardziej złożonymi efektami: różnicowym wychylaniem lotek, składaniem i rozkładaniem podwozia.

Lotka jest gotowa i zamontowana. Wróćmy teraz do siatki płata: trzeba oprofilować wewnętrzne ściany wycięcia na lotkę. Robimy to w ten sam sposób, co krawędź natarcia lotki. Zaczynamy od przygotowania profilu ściany, wykorzystując rysunki fabryczne (Rysunek 4.6.15):



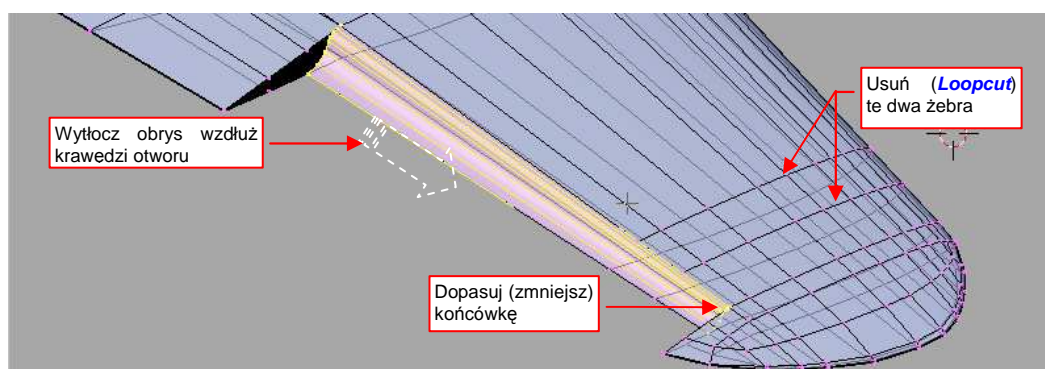
Rysunek 4.6.15 Przygotowanie obrysu szczeliny lotki

Następnie ustawiamy ją w płaszczyźnie wewnętrznego zębca, i dopasowujemy rozmiar do reszty siatki (Rysunek 4.6.16):



Rysunek 4.6.16 Dopasowanie obrysu szczeliny lotki

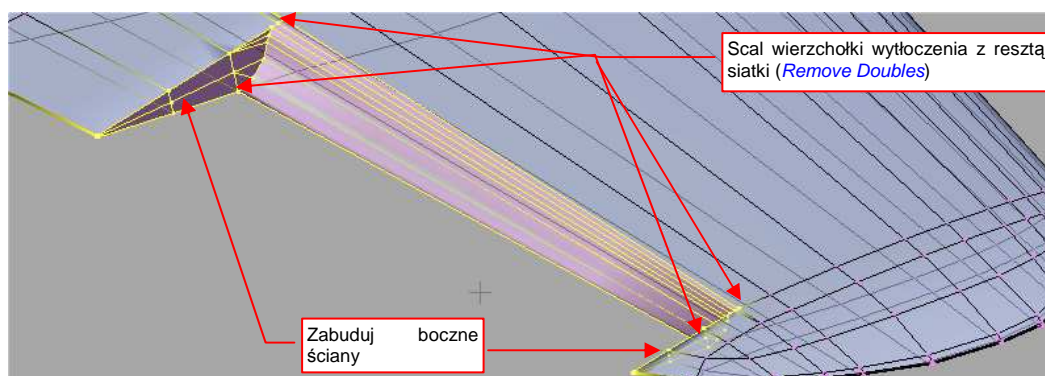
Kolejnym krokiem jest wytłoczenie wzdłuż krawędzi otworu lotki, oraz dopasowanie (zmniejszenie) rozmiaru końcówki (Rysunek 4.6.17):



Rysunek 4.6.17 Wytłoczenie powierzchni w szczelinie lotki

Przy okazji usuń (*Loopcut*) dwa żebra, wskazane na ilustracji (Rysunek 4.6.17). Pozostały z czasów sprzed oddzielenia lotki, i teraz już tylko przeszkadzają.

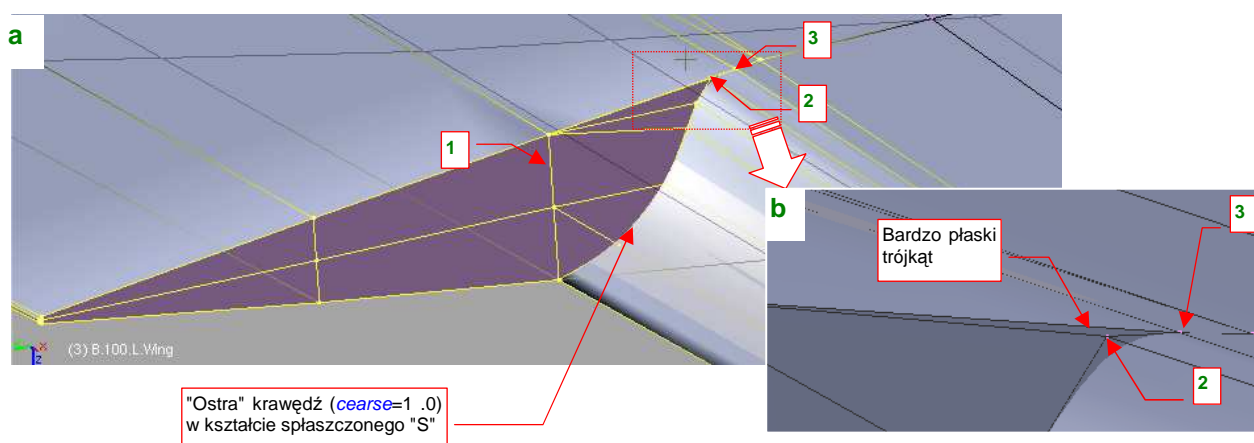
Po usunięciu niepotrzebnych żeber scal (*Remove Doubles*) wytłoczoną powierzchnię z resztą siatki. "Zabuduj" także boczne ściany (Rysunek 4.6.17) — w ten sam sposób, jak boczne ściany lotki.



Rysunek 4.6.18 Zamknięcie wycięcia na lotkę

W konstrukcji tego fragmentu jest pewien szczegół, na który chciałbym zwrócić uwagę. Aby uzyskać ładną, ostrą krawędź ściany, o kształcie spłaszczonego "S", w dość specyficzny sposób ułożyłem w tym miejscu krawędzie.

Gdy popatrzysz na ilustrację poniżej (Rysunek 4.6.19a), możesz odnieść wrażenie, że wierzchołki **1**, **2**, **3** leżą na wspólnej krawędzi.



Rysunek 4.6.19 Szczegóły ściany żebra

Tak jednak wcale nie jest. To są dwie oddzielne krawędzie: |1-3| i |2-3|. Zbliżenie pokazuje, że w istocie wierzchołki 1, 2, 3 tworzą bardzo płaski trójkąt, leżący w płaszczyźnie żebra (Rysunek 4.6.19b). Taki układ siatki pozwala uzyskać na powierzchni podziałowej dwie ostre krzywe, zbiegające się ładnym łukiem w jednym punkcie¹.

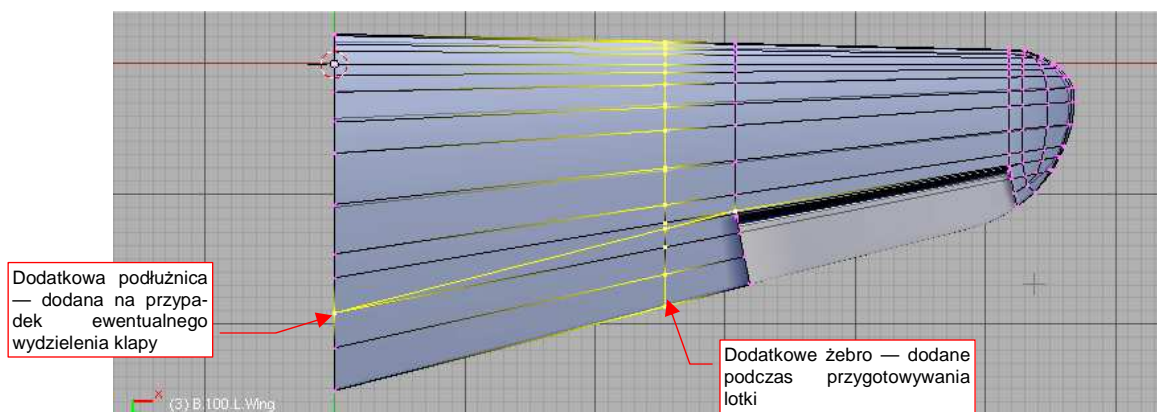
Podsumownie

- Lotki w konstrukcjach z okresu II WŚ miały konstrukcję szczelinową. Z tego powodu warto je modelować jako oddzielny element skrzydła.
- Siatkę lotki najprościej jest uzyskać poprzez wydzielenie z siatki płata. Służy do tego polecenie *Separate* (str. 130).
- Przednią krawędź lotki i tylną krawędź skrzydła modelujemy w taki sam sposób — wytłaczamy profil wzdłuż przedniej krawędzi lotki.
- Oś obrotu lotki warto jest stworzyć jako oddzielny obiekt. Zorientowanie samej lotki wzdłuż takiej osi stwarza dużo problemów.
- Skrzydło, oś lotki i samą lotkę łączymy więzami *Parent* (str. 135) w hierarchię. Dzięki temu będziesz mógł przesuwac i obracać cały płac bez martwienia się o położenie jego komponentów. Lotkę można obracać poprzez obrót jej osi (brzmi to jak oczywistość, ale ten efekt jest możliwy dzięki hierarchii).

¹ Nie zdecydowałem się umieścić punktów 1, 2, 3 w jednej linii. Żaden program renderujący "nie lubi" takich "zdegradowanych" ścian. Nie chciałem ryzykować jakichś lokalnych problemów z barwą czy teksturą.

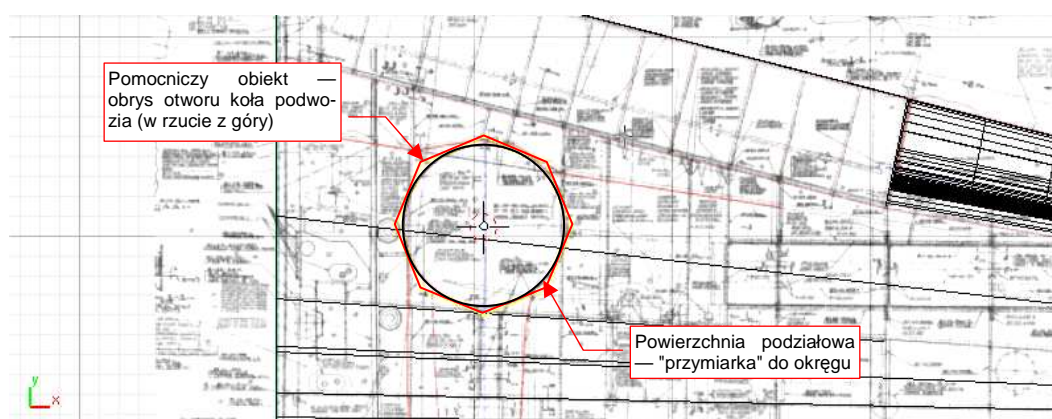
4.7 Skrzydło - kształt ostateczny

Rysunek 4.7.1 pokazuje układ siatki skrzydła, jaki do tej pory uzyskaliśmy (por. str. 129):



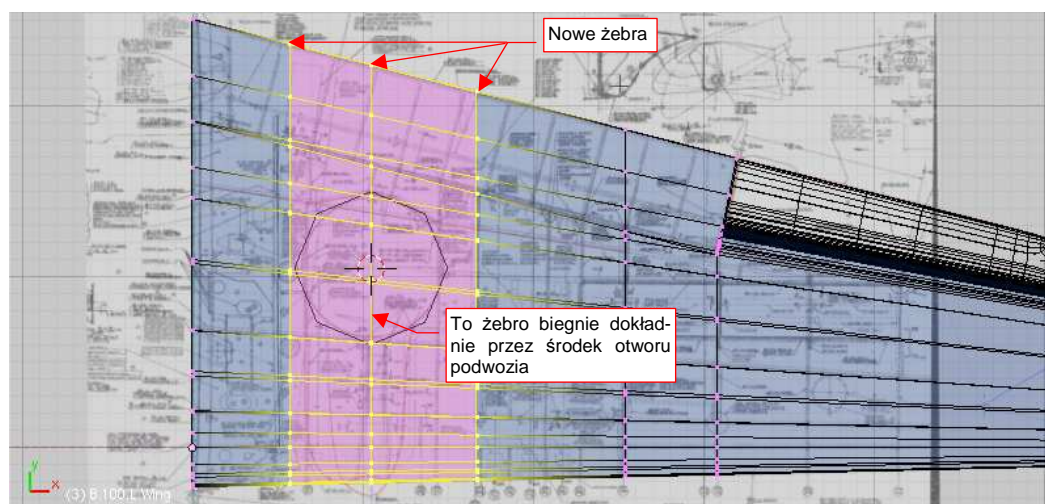
Rysunek 4.7.1 Wyjściowy układ siatki skrzydła

Pozostało jeszcze kilka drobiazgów, z których największym jest otwór na koła podwozia głównego. Przygotowałem, jako oddzielny obiekt, obrys jego krawędzi (Rysunek 4.7.2) :



Rysunek 4.7.2 Narzędzie do wycięcia otworu podwozia głównego: ośmioboczna "rura"

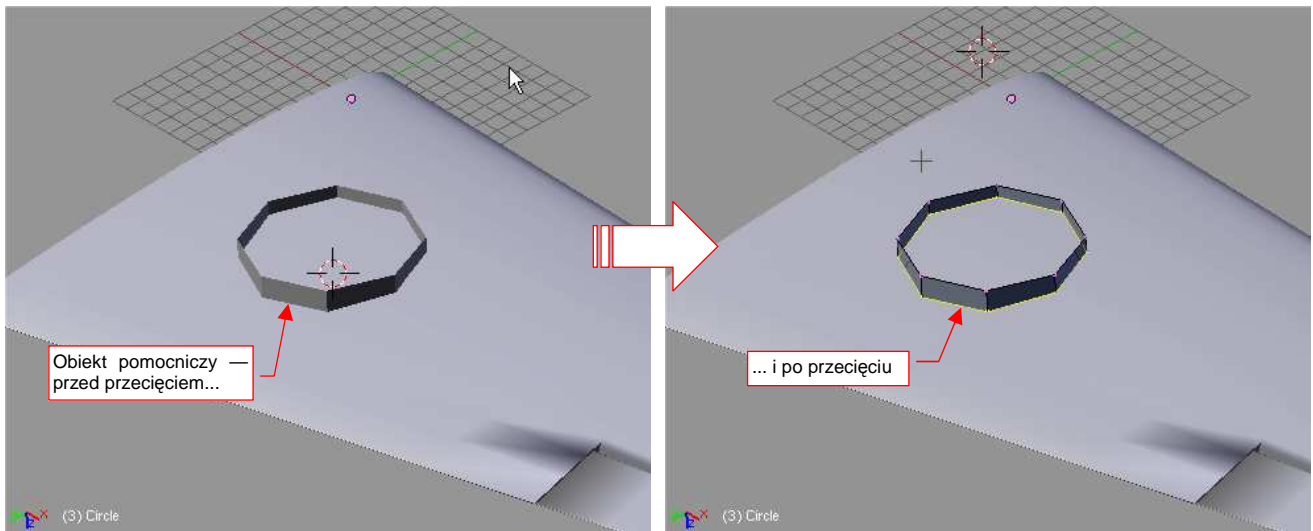
W ramach przygotowania siatki płata wstawiłem trzy nowe żebra. Jedno z nich dokładnie w środku otworu, a pozostałe dwie — na zewnątrz (Rysunek 4.7.3):



Rysunek 4.7.3 Dodatkowe sekcje siatki płata — przygotowanie do wykonania otworu

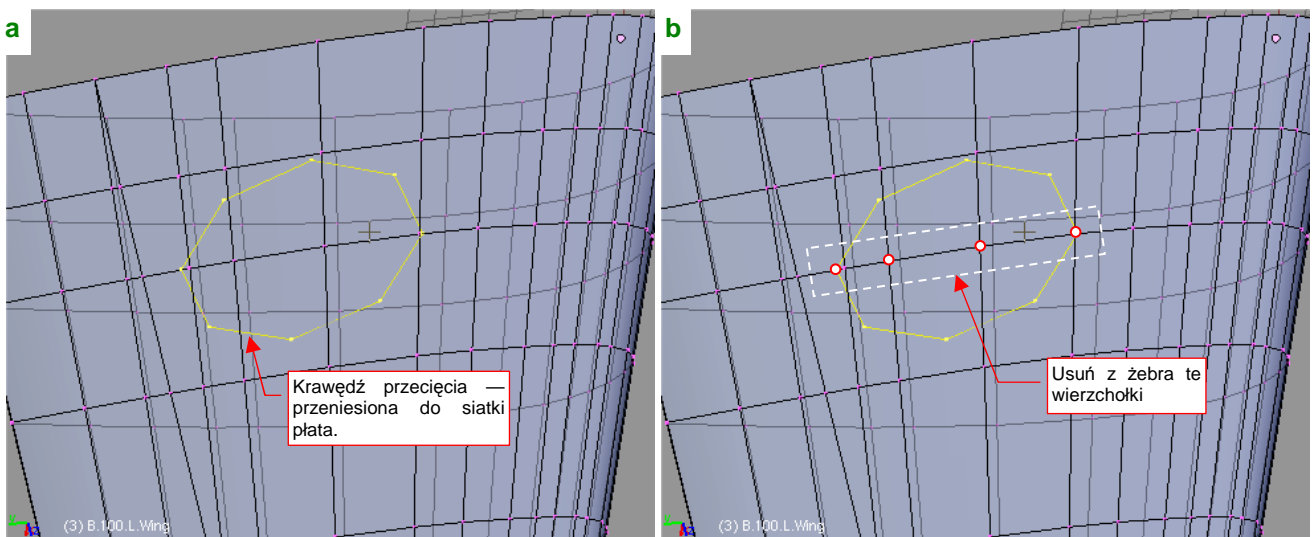
Dlaczego do odwzorowania okręgu posługuję się ośmiobokiem? Dlatego, że więcej krawędzi tu nie trzeba. Dwukrotna powierzchnia podziałowa (*Subsurf, Level = 2*), wytworzy na takim obrysie w miarę gładki 32-kąt. Największe odchylenie wierzchołków tej linii od "idealnego" okręgu będzie na poziomie 0.71% (więcej na ten temat — str. 576). Na pewno blacha na prawdziwym samolocie była wycinana z podobną, lub mniejszą tolerancją.

Po tych przygotowaniach czas na cięcie (*Cross Section*). Tym razem skorzystaj wyłącznie z ośmiu punktów krawędzi przecięcia pomocniczego obiektu z powierzchnią płata (Rysunek 4.7.4):



Rysunek 4.7.4 Wyznaczenie krawędzi otworu na koło podwozia

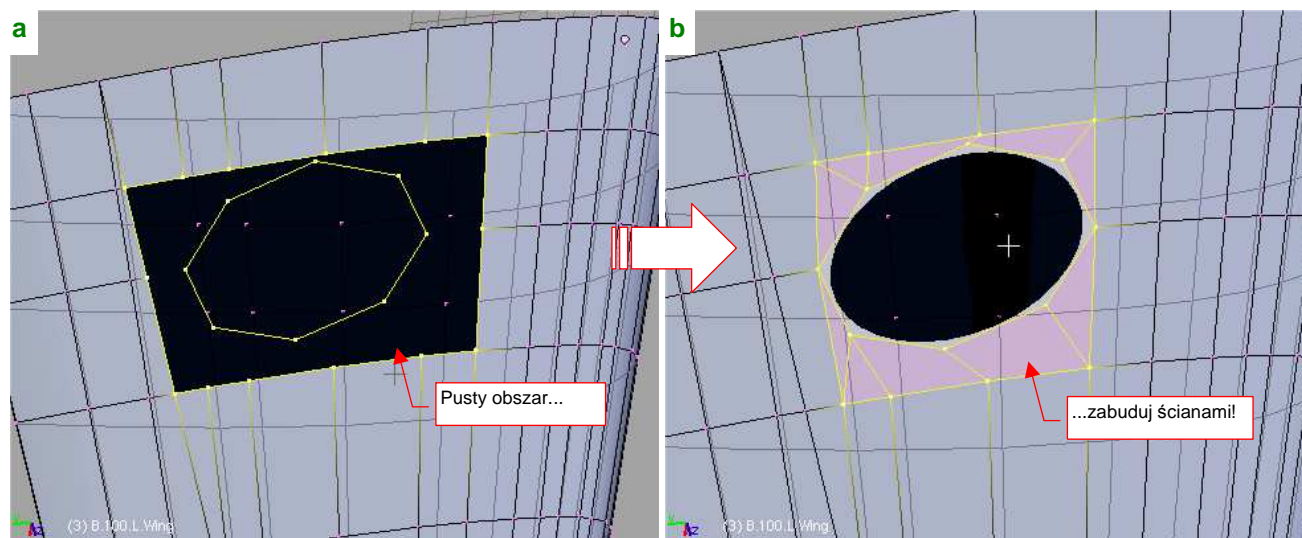
Siatka ośmiobocznego graniastostupa zyskała dodatkową linię wierzchołków — krawędź przecięcia. Scal ją teraz z siatką skrzydła (**Ctrl-J** — *Join Objects*, str. 806). Po scaleniu usuń wszystkie niepotrzebne wierzchołki. Z pomocniczego graniastostupa pozostaw z tylko samą krawędź przecięcia (Rysunek 4.7.5a):



Rysunek 4.7.5 Wyznaczenie krawędzi otworu na koło podwozia

Teraz usuń cztery wierzchołki zebra płata, leżące wewnątrz i na granicy krawędzi przecięcia (Rysunek 4.7.5b).

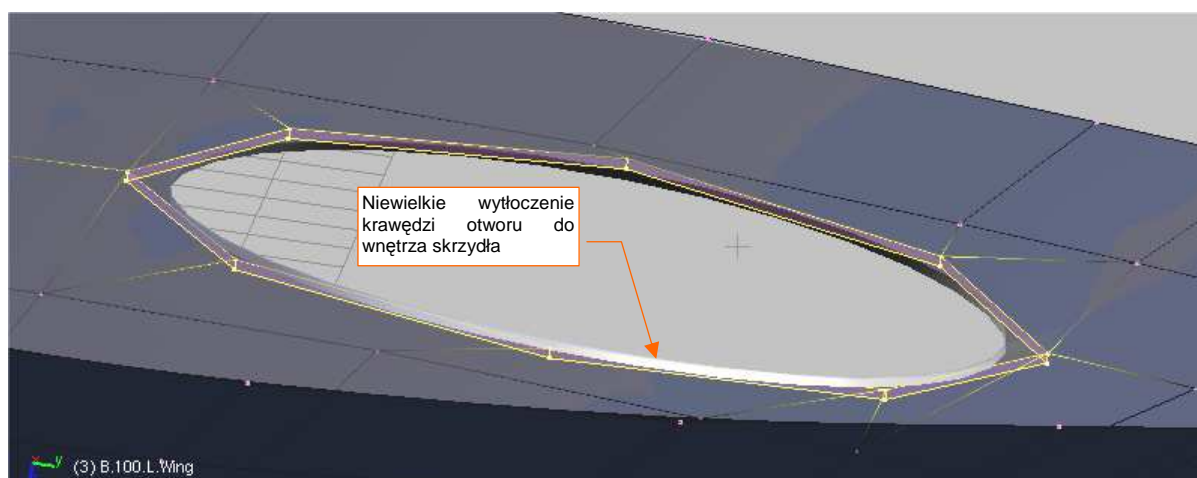
W rezultacie zrobiło się wokół krawędzi otworu w skrzydle pusto (Rysunek 4.7.6a):



Rysunek 4.7.6 Wkomponowanie nowej krawędzi w siatkę płata

Wystarczy zbudować tę przestrzeń, tworząc nowe ściany łączące krawędź przecięcia z resztą siatki. I już mamy ładny, okrągły otwór! (Rysunek 4.7.6b)

Aby nie "straszyć" pokryciem o zerowej grubości, wytłocz krawędź tego otworu do wnętrza skrzydła o ok. 0.1 jednostki (Rysunek 4.7.7). (W rzeczywistym samolocie to ok. 1 cm):

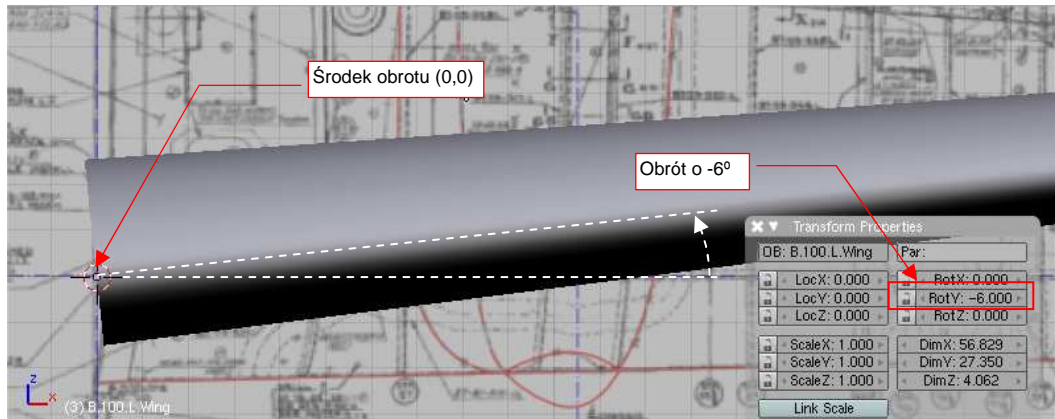


Rysunek 4.7.7 Wygięcie krawędzi otworu do wnętrza skrzydła

Możesz sprawdzić, że kształt otworu w rzucie z góry nadal jest okręgiem. Skąd wiedziałem, że tak się zachowa powierzchnia skrzydła? W końcu jest wygładzoną powłoką podziałową (*Subsurf*)... Otóż wynika to właśnie z jednej z właściwości powierzchni podziałowych. Brzmi ona: "kształt rzutu powierzchni podziałowej na płaszczyznę zależy tylko od rzutu jej siatki". Jeżeli rzut z góry ośmioboku był okręgiem, to okręgiem w rzucie z góry jest także jego krawędź przecięcia ze skrzydłem. (Dlatego podczas operacji przecinania użyliśmy wyłącznie punktów leżących na krawędziach pomocniczego obiektu, a nie płata). Gdy połączymy uzyskaną krawędź przecięcia z siatką skrzydła nowymi ścianami — rzut z góry tego otworu także pozostanie okręgiem. (Nie zmieniliśmy przecież w żaden sposób położenia jego wierzchołków). Więcej na temat właściwości "materiału", jakim są linie i krzywe podziałowe, znajdziesz w sekcji 10.2, na str. 571.

Zbliżamy się już do końca prac nad kształtem płata. Pozostaje jeszcze tylko pochylić początkowe żebro o 6° . (Płat P-40 miał wznios 6° i składał się z dwóch połówek, złączonych śrubami. Aby do siebie pasowały, pierwsze żebro musi być o ten kąt pochylone).

Obróć cały obiekt w rzucie z przodu (ZX) o 6° do góry (Rysunek 4.7.8):



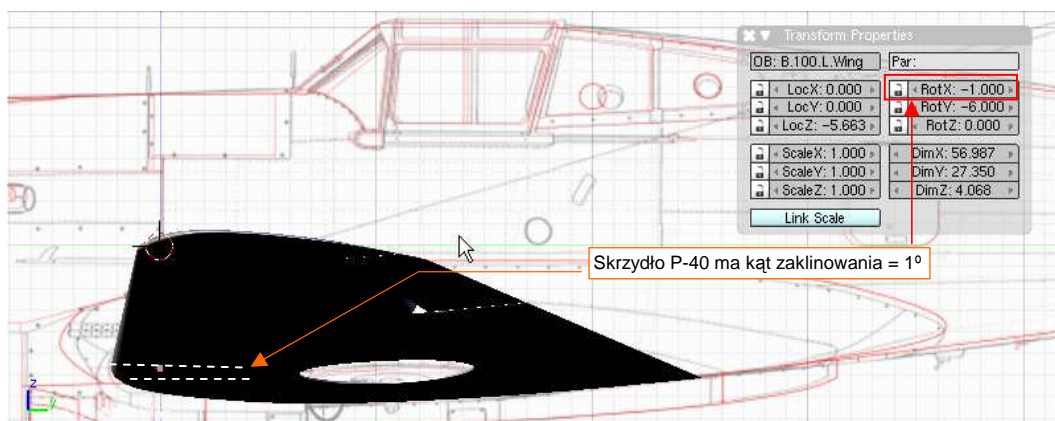
Rysunek 4.7.8 Pochylenie płata (6°)

Potem przełącz się w tryb edycji. Wstaw (*Loopcut*) dodatkowe żebro w tym obszarze płata, który będzie w całości zasłonięty przez kadłub (Rysunek 4.7.9). Potem obróć żebro początkowe tak, by było pionowe. Na koniec "rozciągnij" (*Scale*) je trochę w kierunku Z, aby obrys dolnej i górnej krawędzi płata nie był załamany (Rysunek 4.7.9):



Rysunek 4.7.9 Pochylenie pierwszego żebra

I to wszystko! Pozostaje teraz jeszcze pochylić płat w rzucie z boku (ZY) o kąt zaklinowania (1°), i umieścić w docelowym położeniu (Rysunek 4.7.10):



Rysunek 4.7.10 Ustawienie płata w położeniu docelowym

Podsumownie

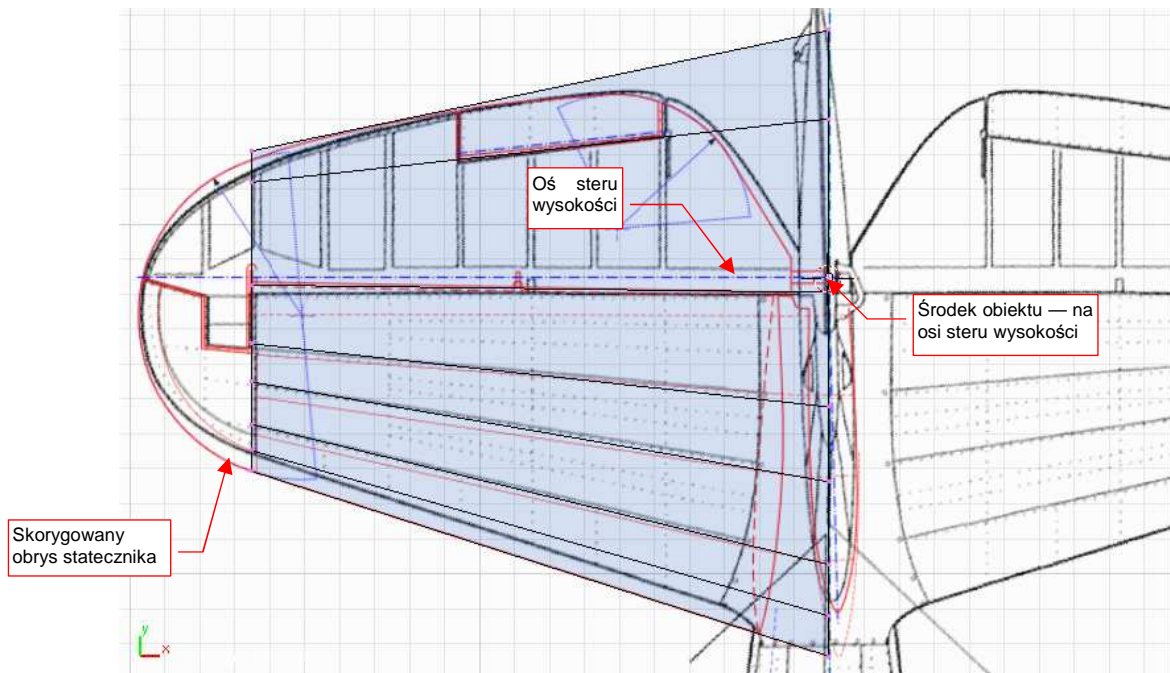
- Otwór na podwozie można wyciąć w powierzchni płata. Zazwyczaj otwory takie mają kształt będący pochodną okręgu.
- Do zamodelowania całkiem dokładnego okręgu za pomocą linii/powierzchni podziałowych wystarczy ośmiokąt.
- Obiekty (a dokładniej - ich siatki) można scalać. Służy do tego polecenie [Join Objects](#) (str. 139).

4.8 Usterzenie poziome

Usterzenie poziome naszego modelu będzie się składać ze statecznika, steru wysokości i jego osi obrotu. Podobnie jak w przypadku płata, na plany samolotu naniosłem skorygowany (na podstawie zdjęć i rysunków fabrycznych) obrys kształtu. Miejscami różni się w dość dużym stopniu od oryginalnych rysunków — zarówno J. Jackowskiego jak i M. Łukasika (por. str. 561).

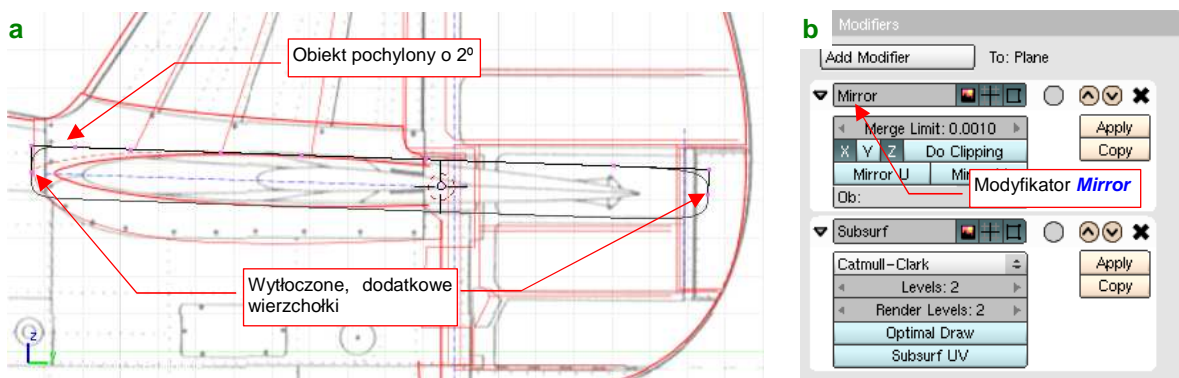
Usterzenie poziome wygląda jak małe skrzydło, i tworzymy je w ten sam sposób. Będzie łatwiejsze do uformowania niż płat, gdyż profil statecznika jest symetryczny, a końcówka ma konwencjonalny kształt. (Bez takich udziwnień, jakie wystąpiły w skrzydle).

Zaczynamy tak samo jak poprzednio — od przybliżonej płaskiego trapezu do położenia podłużnic (Rysunek 4.8.1) :



Rysunek 4.8.1 Przybliżenie do rozłożenia podłużnic na stateczniku

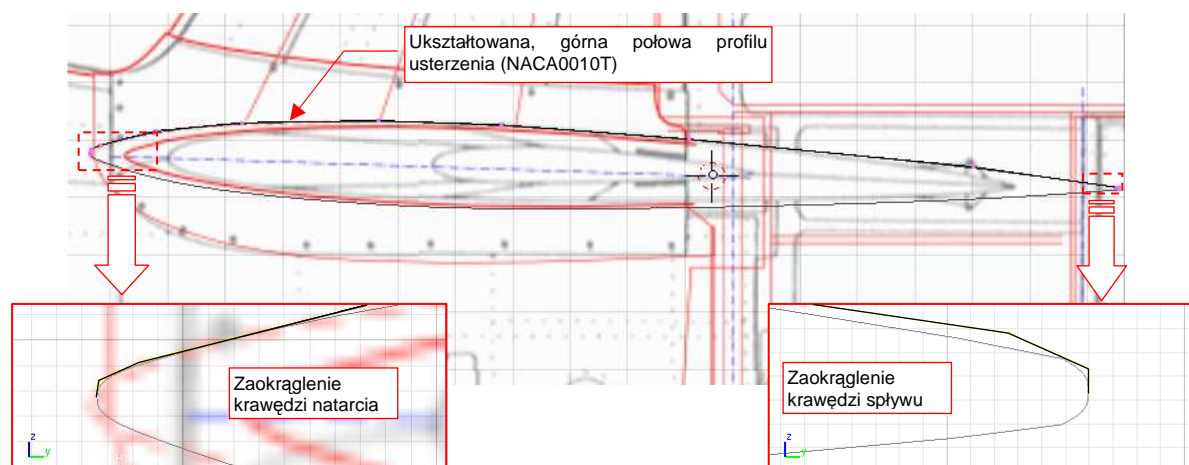
Środkiem nowego obiektu jest punkt przecięcia osi obrotu steru wysokości z osią symetrii kadłuba. Z trapezu pozostawiamy tylko profil początkowy (Rysunek 4.8.2a), dla którego włączamy odbicie lustrzane (modyfikator *Mirror* — p. Rysunek 4.8.2b, szczegóły: str. 889) :



Rysunek 4.8.2 Początkowa postać profilu (włączone "lustrzane odbicie" siatki)

Nim przełączysz się do trybu edycji, ustaw cały obiekt wzdłuż osi usterzenia, czyli pod kątem 2° . Następnie, w trybie edycji, przekształć początkowy prostokąt w kształt obrysu górnej powierzchni usterzenia, zgodnie z rysunkiem. (Na plany naniosłem profil z rodziny NACA 00xxT, o zmniejszonym promieniu noska — taką "ostrą"

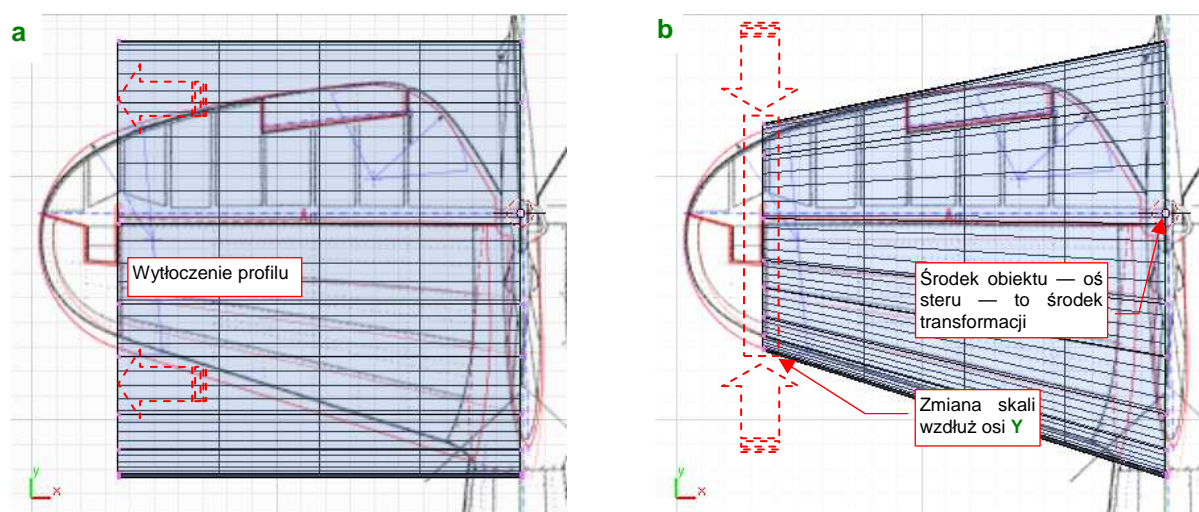
krawędź natarcia widać na zdjęciach.) Dolna połówka obrysu jest zawsze odbiciem górnej, dzięki modyfikatorowi *Mirror* (Rysunek 4.8.3):



Rysunek 4.8.3 Przygotowany profil statecznika

Pamiętaj, aby podczas formowania profilu przesuwając oryginalne wierzchołki, rozłożone wzdłuż poziomego boku prostokąta, tylko wzdłuż lokalnej osi **Z**. W ten sposób zachowasz położenie podłużnic tam, gdzie je zaplanowałeś. Nowe wierzchołki, które dodałeś później, możesz przesuwać w sposób dowolny. Podobnie jak na płacie, zastosuj niewielkie zaokrąglenie na krawędzi spływu (Rysunek 4.8.3).

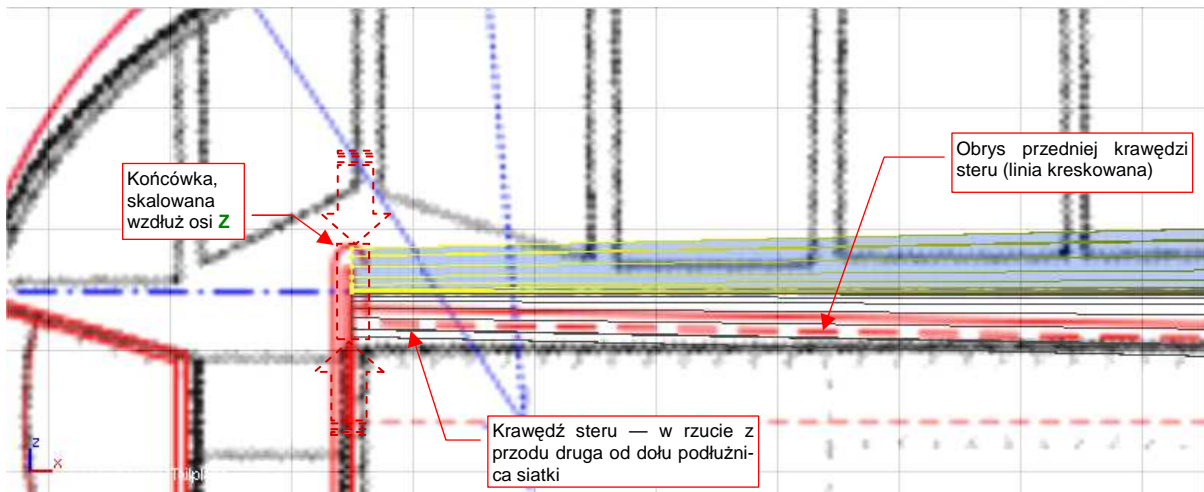
Po uformowaniu profilu "wyprostuj" z powrotem cały obiekt (zmień obrót dookoła osi **X** z 2° na 0). Następnie wróć do trybu edycji i wytłocz profil wzdłuż osi **X** (Rysunek 4.8.4a). Teraz upewnij się, czy kursor znajduje się w środku obiektu. (Mam na myśli punkt odniesienia — por. Rysunek 4.8.4b — a nie geometryczny środek siatki!) Ustaw tryb środka obrotu — *Pivot* — na *3D Cursor*. Potem "ściśnij" końcówkę, zmieniając jej skalę wzdłuż osi **Y** (Rysunek 4.8.4b) :



Rysunek 4.8.4 Wytłoczenie (a) profilu i zmiana rozmiaru (b) końcówki

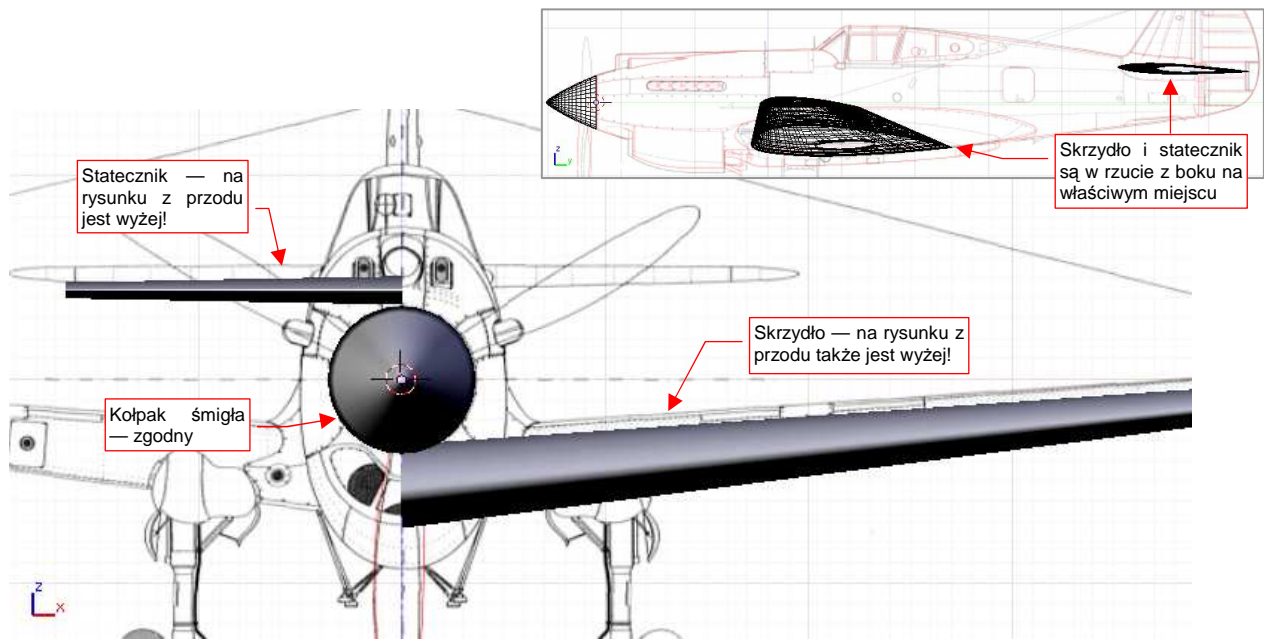
Przy formowaniu usterzenia nie jestem już tak dokładny, jak w przypadku skrzydła: nie przygotowałem pomocniczego profilu. Zamiast tego naniosłem na obrys z góry zarys przedniej krawędzi steru wysokości, uzyskany z rysunków fabrycznych tego elementu. Ster wysokości P-40 nie miał wyważenia krawędziowego, więc zakładam, że jego przednia krawędź miała przekrój kołowy (por. Rysunek 4.8.17, str. 150). Przy takim założeniu odległość przedniej krawędzi steru od osi obrotu określa także grubość usterzenia w tym miejscu.

Potraktowałem więc obrys przedniej krawędzi steru w rzucie z góry jak ekwiwalent obrysu w rzucie z przodu. Dopasowałem do niego grubość końcówki, zmieniając skalę jej wierzchołków wzdłuż osi Z (Rysunek 4.8.5):



Rysunek 4.8.5 "Spłaszczenie" końcówki (obiekt w rzucie z przodu, rysunek to rzut z góry)

Czy nie popełniliśmy jakiejś poważnej pomyłki? Ustaw elementy, samolotu, które już mamy, w odpowiednich miejscach na rzucie z boku (YZ). Potem porównaj je z rzutem z przodu (Rysunek 4.8.6):

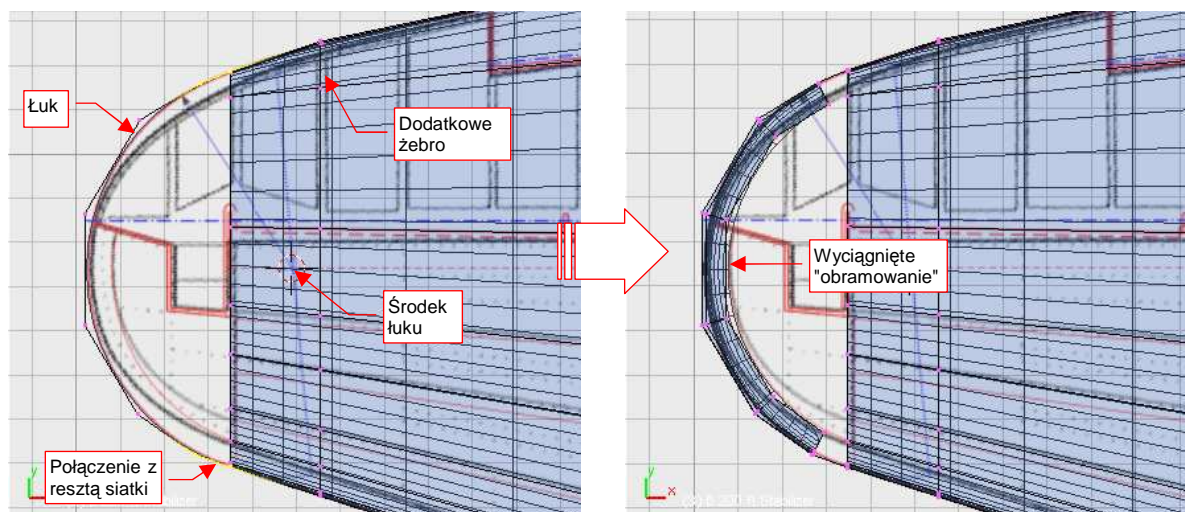


Rysunek 4.8.6 Mała weryfikacja rzutu z przodu — różnice (w porównaniu z rzutem z boku)

Wygłąda na to, że grubości statecznika i skrzydła są podobne do tych, na planach modelarskich. Widać jest za to, że obydwie te elementy są w stosunku do rzutu z przodu przesunięte do dołu. (Kołpak śmigła jest we właściwym miejscu). Czy ta różnica wynikała z przyjęcia przez autora planów innego przebiegu osi samolotu? W takim przypadku statecznik byłby dwa razy bardziej odległy od swojego pierwowzoru na rysunku, niż skrzydło. Tak jednak nie jest. To raczej błąd rysunków — niewłaściwe położenie śmigła, wraz z kołpakiem, w płaszczyźnie ZX .

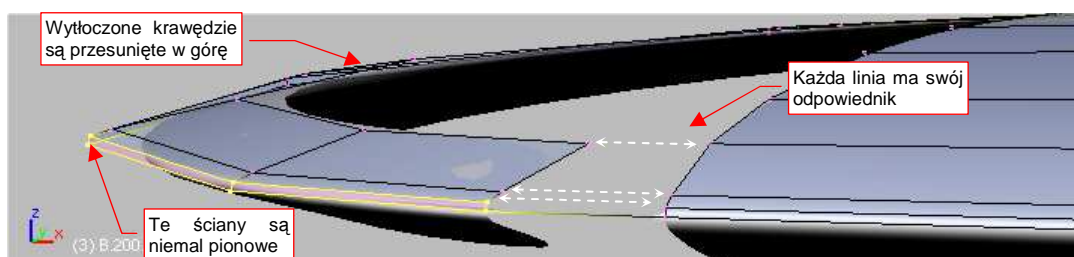
- Rzuty z przodu mogą zawierać więcej błędów niż pozostałe, i należy traktować je z dużą rezerwą. Często będziesz się spotykał z różnicami na planach. Należy wówczas przyjąć, że w pierwszej kolejności "rację ma" rzut z boku, później — rzut z dołu lub góry. Rysunki w pozostałych projekcjach są mniej ważne.

Czas stworzyć zaokrągloną końcówkę usterzenia. Na początek dodaj przy końcu siatki dodatkowe "żebro" (Rysunek 4.8.7). Według rysunków, obrys końcówki był fragmentem łuku. Dołącz więc do siatki, w płaszczyźnie symetrii statecznika, pojedynczy łuk (uzyskany z 12 - wierzchołkowego *Circle*). Połącz jego końce z siatką, dokonując drobnych przemieszczeń wierzchołków, aby zneutralizować odchylenia linii od wzorcowego okręgu (Rysunek 4.8.7):



Rysunek 4.8.7 Końcówka usterzenia — naniesienie obrysu z góry

Następnie wytłocz wierzchołki łuku w pierścień (zmieniając skalę względem środka okręgu) (Rysunek 4.8.7). Wytłoczoną krawędź unieś nieco do góry (tzn. przesunij wzdłuż osi *Z*) (Rysunek 4.8.8):



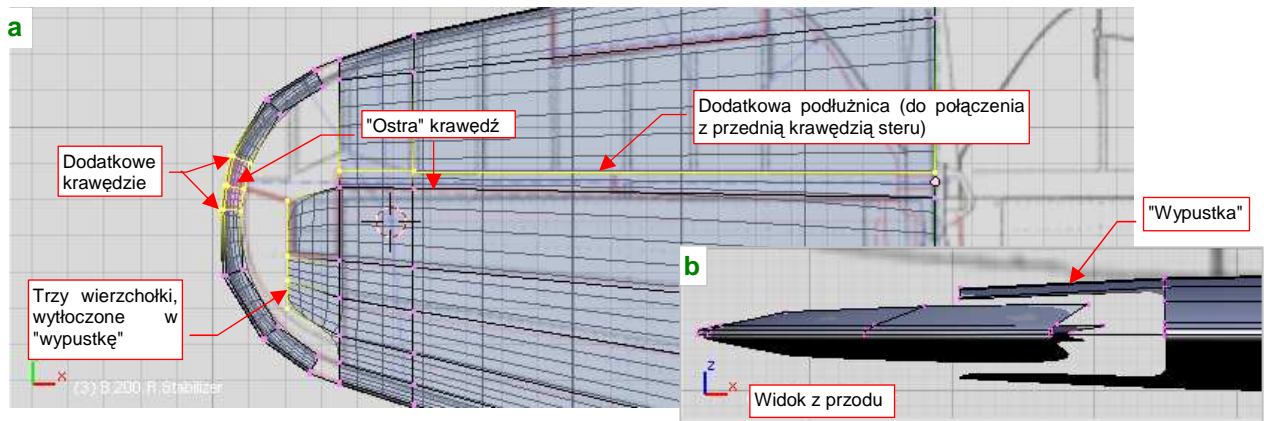
Rysunek 4.8.8 Końcówka usterzenia — szczegóły zaokrąglenia

Jednocześnie dodaj do pierścienia kolejne linie wierzchołków (poleceniem *Loopcut*). Ustawiam je tak, by każda z nich odpowiadała jednej z podłużnic z reszty siatki (Rysunek 4.8.8).

W ten sposób mamy już przygotowane końcowe zaokrąglenie statecznika i steru. Zwróć uwagę, że już przygotowując pierwszy profil, zapewniłem sobie taką samą liczbę wierzchołków na krawędzi natarcia i spływu. Zrobiłem to z myślą o wygodnym i płynnym włączeniu pierścienia końcówki do reszty siatki.

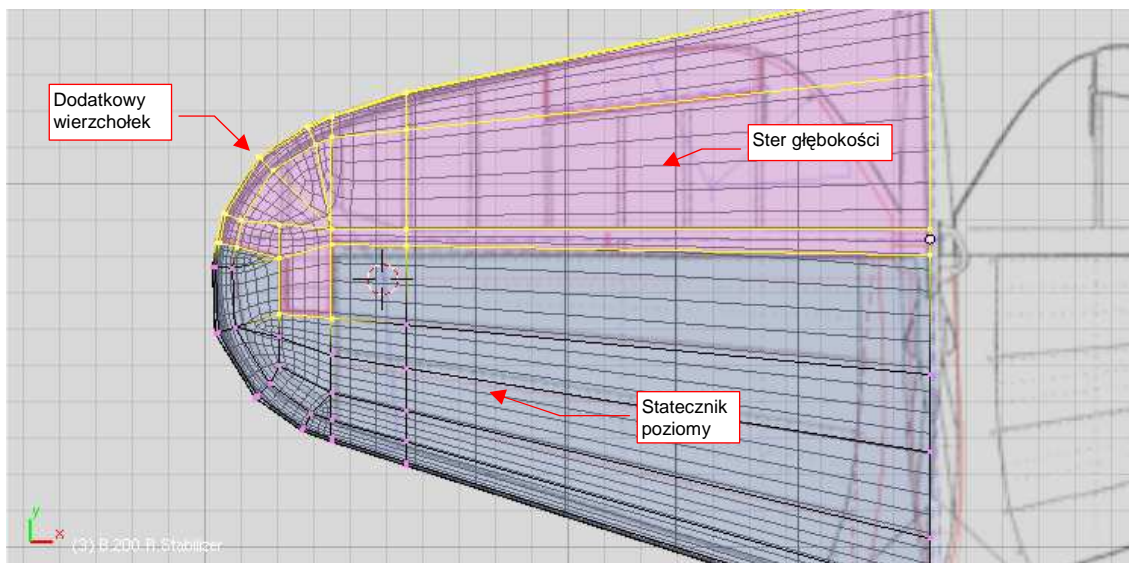
W prawdziwym P-40 na końcu statecznika był zamocowany wygięty pierścień z blachy, o takim samym kształcie i rozmiarze jak nasz. Przyznam się, że zdjęcia z dwóch rekonstrukcji P-40 różnią się promieniem zaokrąglenia przekroju końcówki. Rekonstrukcja z Nowej Zelandii ma stosunkowo ostre końce, a inna, z USA — bardziej zaokrąglone. Wybrałem wersję z Nowej Zelandii, bo bardziej mi pasowała do promienia nosa profilu statecznika.

Od razu warto się przygotować do podziału usterzenia na statecznik i ster. Jeżeli zaznaczysz wcześniej krawędź podziału jako "ostrą" (*cearse* = 1.0), to taki podział nie wpłynie na kształt każdej z części. W związku z tym oznaczyłem jako "ostrą" odpowiednią krawędź, w tym także odcinek na pierścieniu końcówki usterzenia. Oczywiście, zmieniło to obrys powierzchni podziałowej w tym obszarze. Przywracając mu z powrotem kształt łuku, dodaj w pobliżu dwie dodatkowe krawędzie (Rysunek 4.8.9a). (Łatwiej je dodać na tym etapie — poleceniem *Loopcut* — niż po wypełnieniu końcówki ścianami.)



Rysunek 4.8.9 Końcówka usterzenia — dodatkowe krawędzie

Aby zappełnić pustą przestrzeń końcówki, wytłocz trzy wierzchołki siatki w "wypustkę", lekko zaginiją do dołu (Rysunek 4.8.9b,a). Już widzisz o co chodzi? Teraz wystarczy "rozpiąć" ściany na sąsiednich wierzchołkach, i końcówka jest zbudowana (Rysunek 4.8.10):

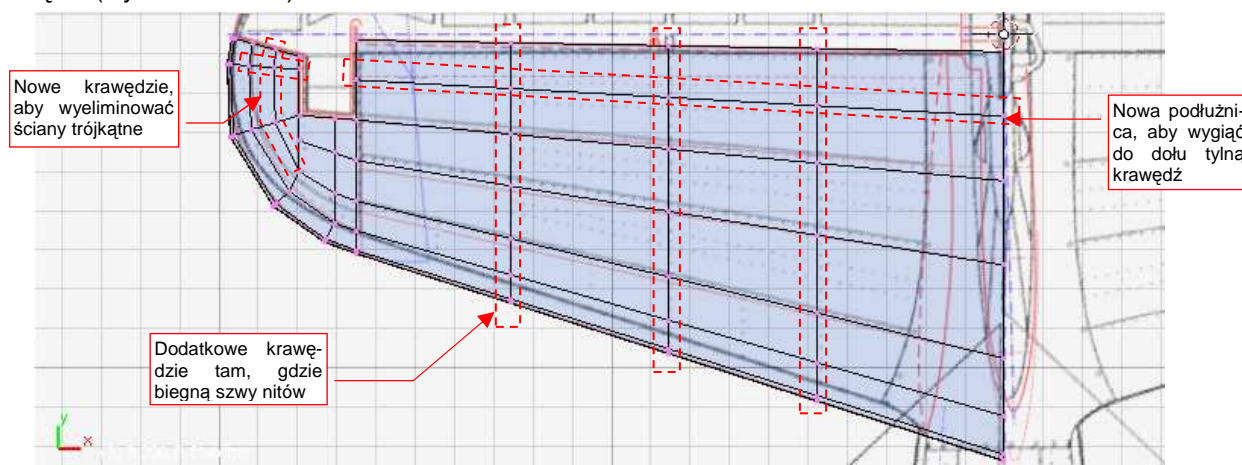


Rysunek 4.8.10 Siatka usterzenia — gotowa do wydzielenia steru

Zaznacz obszar siatki, z którego powstanie ster (Rysunek 4.8.10), i wydziel z niej nowy obiekt — **B.205.R.Elevator**. Jednocześnie nadaj nazwę statecznikowi: **B.200.R.Stabilizer**.

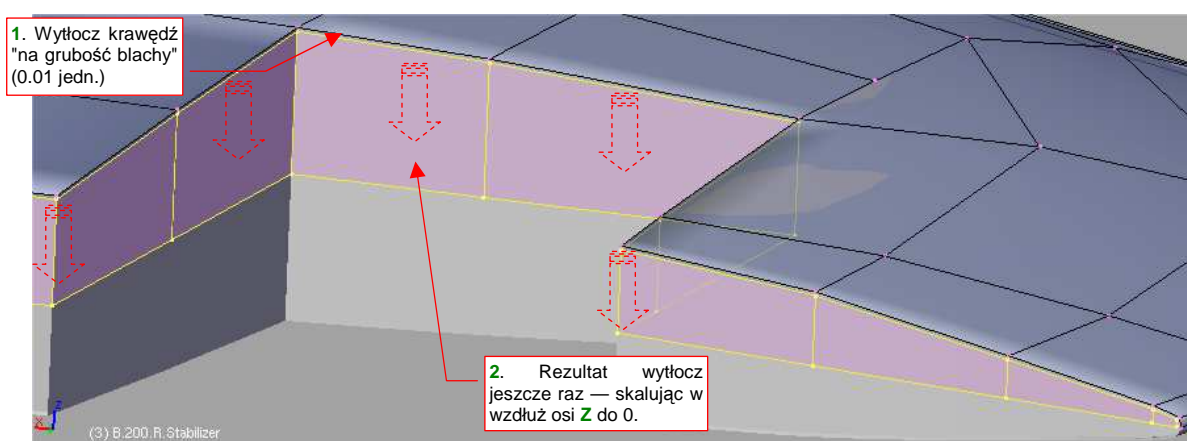
Podział siatek otwiera nowe możliwości uporządkowania każdej z nich. Chodzi tu przede wszystkim o wyeliminowanie wszystkich, lub prawie wszystkich ścian trójkątnych. (Powierzchnie podziałowe *Catmull-Clarka* generują się najlepiej w oparciu o ściany czworokątne).

Po oddzieleniu steru użyłem *Knife* i scalania ścian trójkątnych, aby zmienić wszystkie ściany statecznika w czworokątne (Rysunek 4.8.11) :



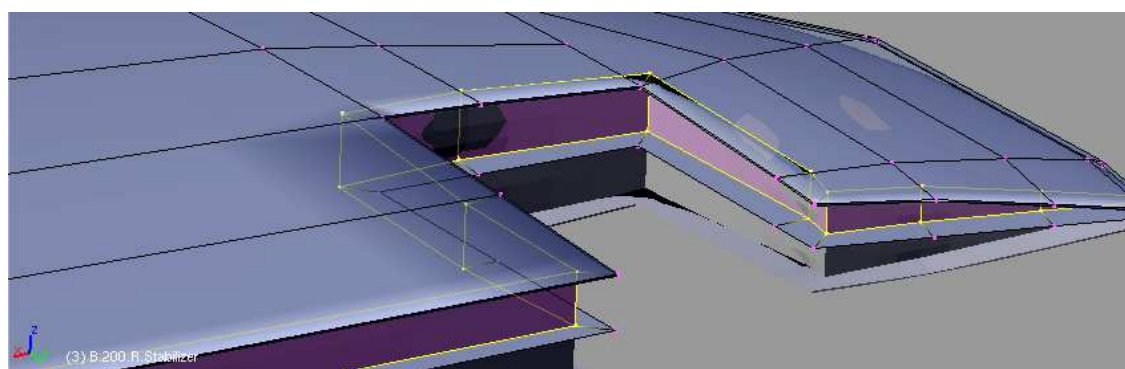
Rysunek 4.8.11 Uzupełniona i poprawiona siatka statecznika

Pozostało jeszcze dobudować tylną ścianę statecznika. Zaczniemy od wytłoczenia tylnej krawędzi "na grubość blachy" — powiedzmy że będzie to 0.01 jedn. Blendera. Potem tę nową krawędź wytłoczmy jeszcze raz — tym razem aż do płaszczyzny symetrii (poprzez zmianę skali wzdłuż osi **Z** — Rysunek 4.8.12):



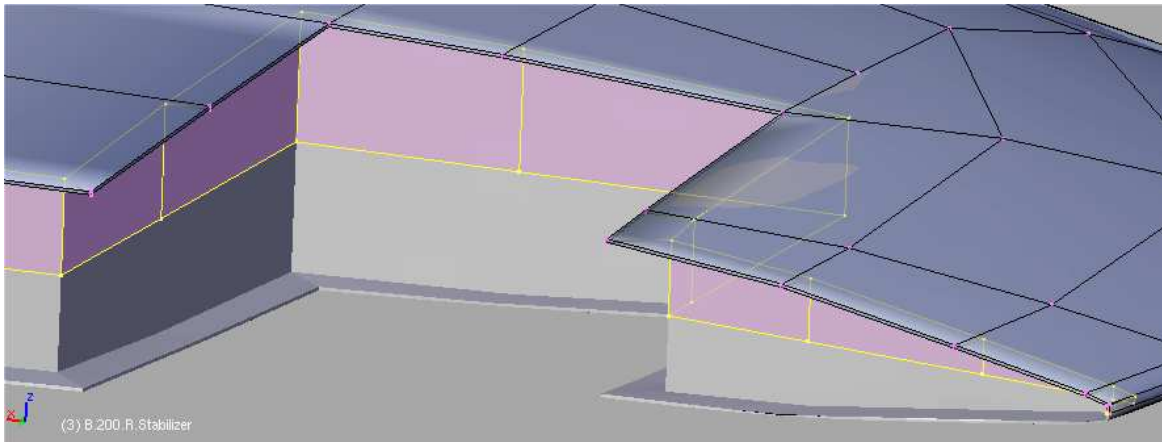
Rysunek 4.8.12 Przygotowanie tylnej ścianki statecznika

Ściany, zaznaczone jak na ilustracji (Rysunek 4.8.12), wytłocz jako region (**E,1** — *Extrude* → *Region*), ale nie przesuwaj. Odsuń je "w głąb statecznika" poleceniem **Alt-S** (*Mesh* → *Transform* → *Shrink/Fatten Along Normals*, str. 890), na odległość ok. 0.2 jedn. Blendera. Bezpośredni rezultat operacji nie wygląda jeszcze olśniewająco (Rysunek 4.8.13):



Rysunek 4.8.13 "Surowy" efekt wytłoczenia wewnętrznych ścianek

Spokojnie, wystarczy teraz usunąć niepotrzebne wierzchołki, oraz wyprostować nieco "pokrzywione" ścianki, by rezultat wyglądał tak, jak powinien (Rysunek 4.8.14):

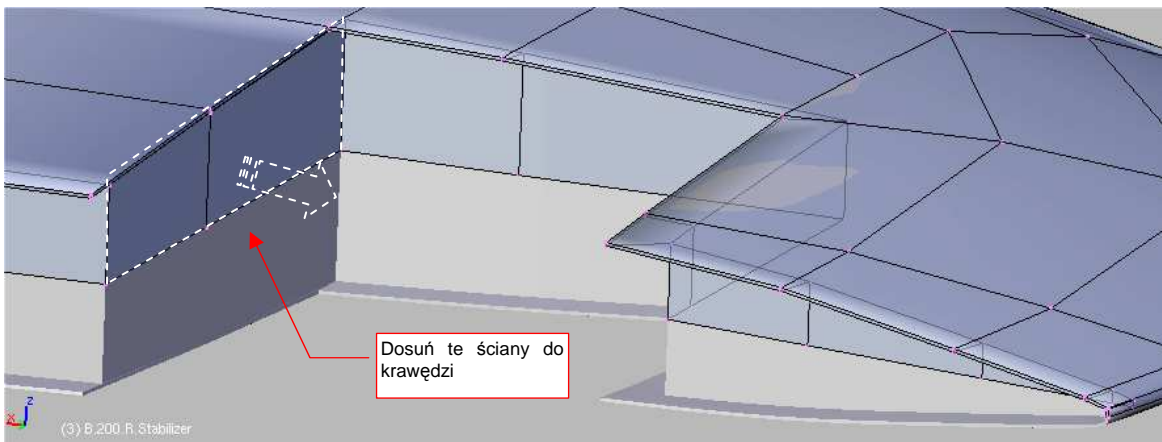


Rysunek 4.8.14 Efekt po poprawkach

Aby szybko wyprostować ścianki:

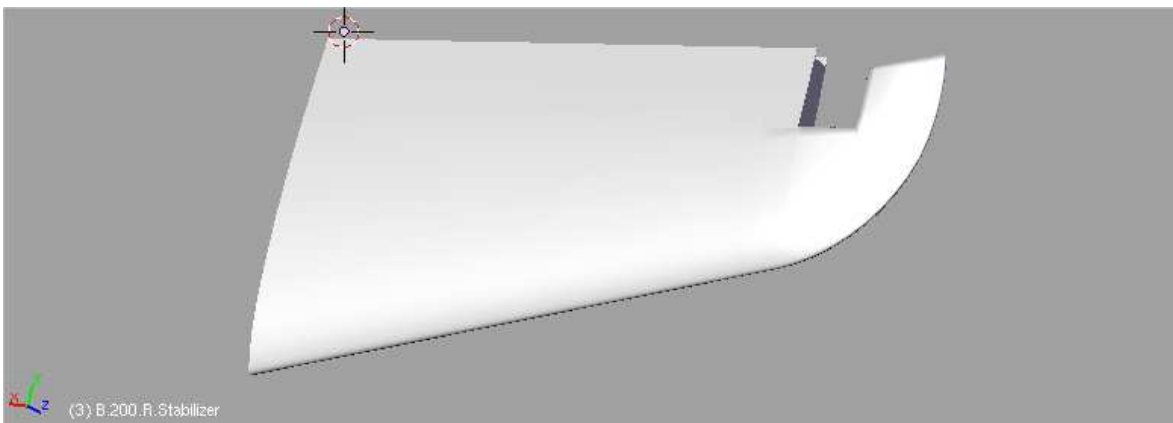
- przełącz tryb **Pivot** na **Bounding Box Center**;
- zaznacz wierzchołki ściany;
- zmień ich skalę względem osi prostopadłej (**X** lub **Y**) do 0.

Na koniec przesuń lewą ścianę do samej krawędzi wycięcia (Rysunek 4.8.15). Z fotografii wynika, że do tego żebra było przymocowany jeden z zawiasów steru wysokości. Stąd ta powierzchnia nie była "schowana" we wnętrzu statecznika, tak jak pozostałe ściany:



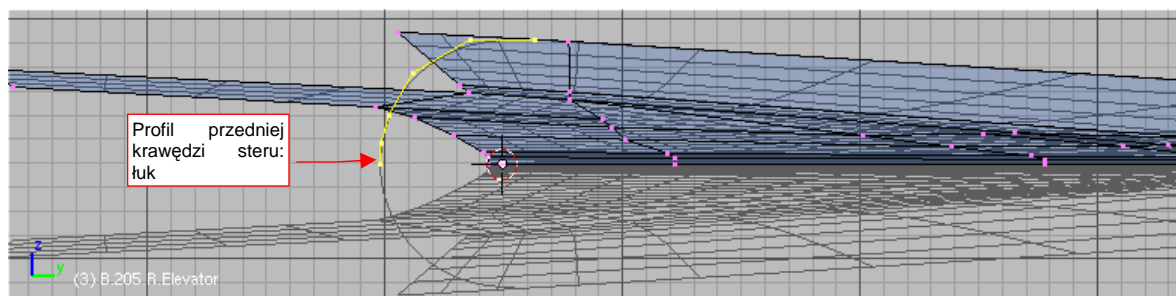
Rysunek 4.8.15 Uwzględnienie wewnętrznego żebra

Rysunek 4.8.16 pokazuje, jak powinien wyglądać gotowy statecznik:



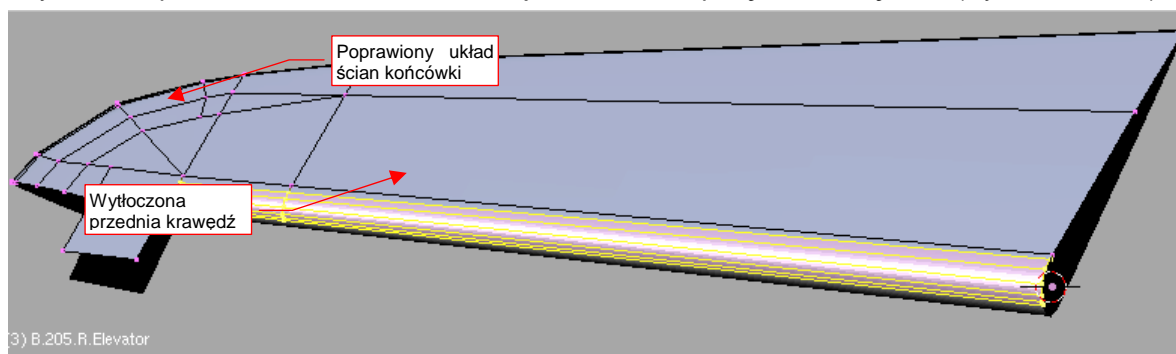
Rysunek 4.8.16 Gotowy statecznik poziomy

Pora się zabrać za formowanie steru. Praca nad nim bardzo przypomina tworzenie lotki. Zaczniij od przygotowania profilu przedniej krawędzi (Rysunek 4.8.17) :



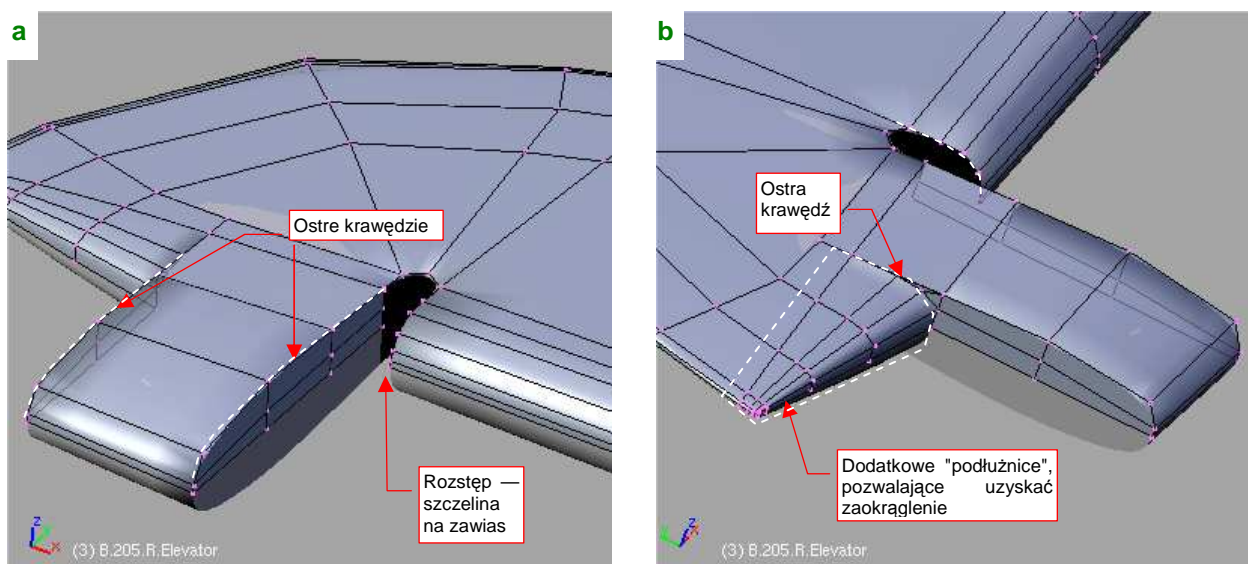
Rysunek 4.8.17 Ster wysokości — przygotowanie profilu przedniej krawędzi

Potem wytłocz ten profil wzdłuż osi **X** steru, zmniejsz na końcu, i połącz z resztą siatki (Rysunek 4.8.18):



Rysunek 4.8.18 Dodana przednia krawędź

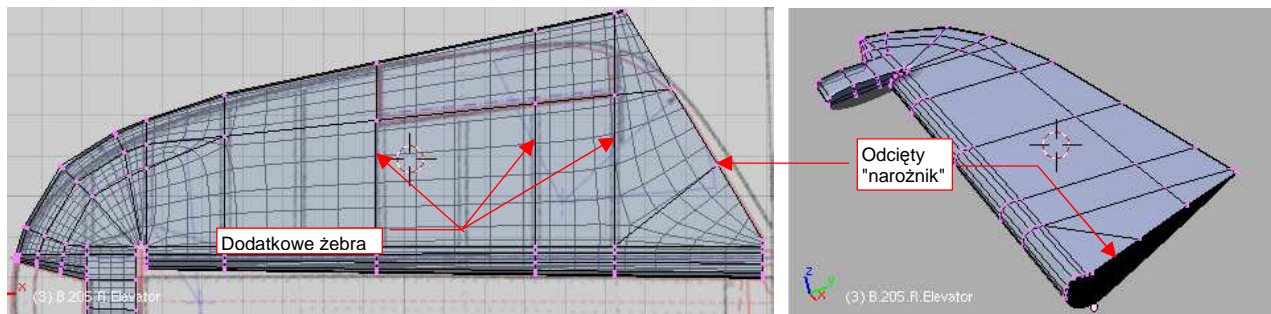
Przy okazji, podobnie jak w przypadku statecznika, zmień układ krawędzi, by wyeliminować jak najwięcej ścian trójkątnych. Jest to wstęp do ukształtowania wyważenia masowego i aerodynamicznego, zlokalizowanego na końcówce steru (Rysunek 4.8.19a,b) :



Rysunek 4.8.19 Wyważenie steru — szczegóły siatki

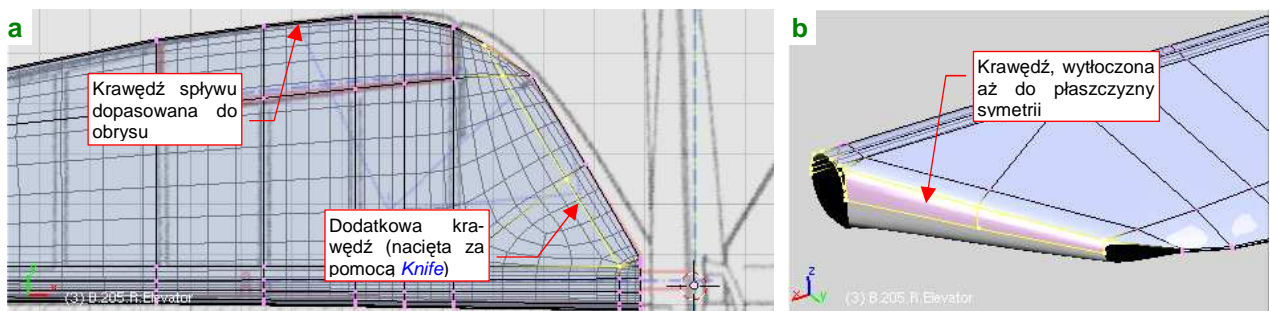
W okolicy wyważenia odsuń od siebie krawędzie, tworząc otwór na zawias steru (Rysunek 4.8.19a). (Same okucia zawiasów dodamy później, przy okazji uzupełniania szczegółów). Ten "rozstęp" pozwoli zastosować inny układ "podłużnic" na końcówce steru (Rysunek 4.8.19b). Wykorzystaj tę możliwość, formując wystające wyważenie, i dodając dodatkowe podłużnice na końcówce. Nie zapomnij także o wytłoczeniu wzdłuż krawędzi otworu okucia małej faszki "na grubość blachy" (0.01 jedn.).

Pozostało jeszcze tylko uformować krawędź spływu steru. Jest to krzywa, więc dodaj do siatki kolejne żebra, oraz odetnij (*Knife*) niepotrzebny narożnik (Rysunek 4.8.20) :



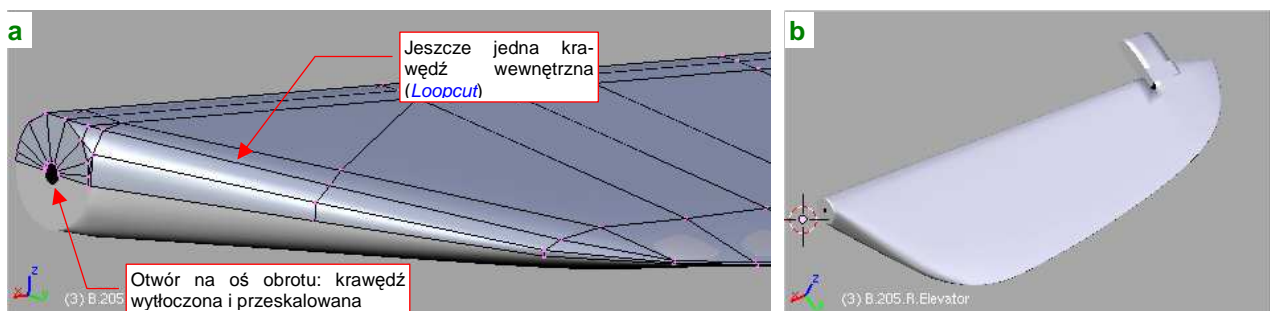
Rysunek 4.8.20 Przygotowanie do ukształtowania krawędzi spływu

Wykorzystując nowe żebra, wygnij krawędź spływu tak, by pasowała do obrysu na rysunku (Rysunek 4.8.21a):



Rysunek 4.8.21 Formowanie "wcięcia" steru wysokości

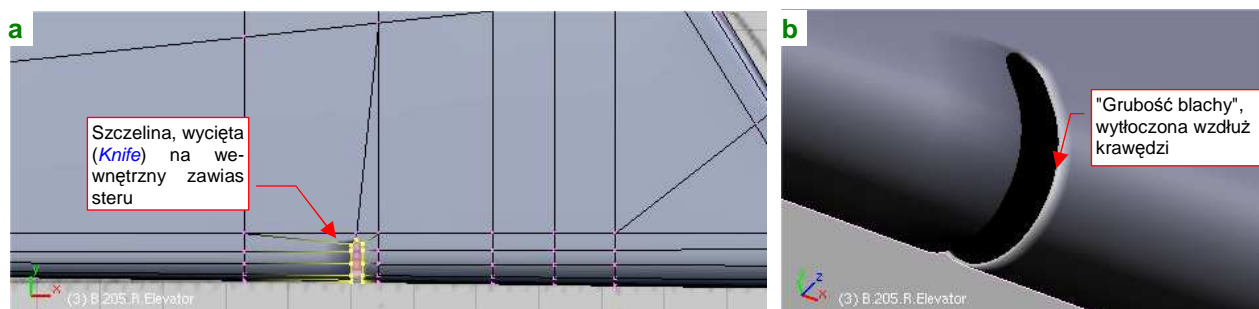
Musimy jeszcze zamknąć siatkę od strony kadłuba. Zdjęcia pokazują, że przekrój poprzeczny w tego fragmentu był zaokrąglony. "Natnij" (*Knife*) w pobliżu tego miejsca kolejną krawędź (Rysunek 4.8.21a). Umożliwi nam uzyskanie zaokrąglenia. Wyłocz także końcową krawędź tak, by zamknąć siatkę (Rysunek 4.8.21b). (Nową krawędź najłatwiej dosunąć do płaszczyzny symetrii, zmieniając skalę wierzchołków względem osi **Z** do zera). Skopiuj także wierzchołki łuku z przedniej krawędzi siatki, aby uzyskać u nasady steru okrąg. Poprzesuwałem wzdłuż osi **Z** i **X** poszczególne wierzchołki, aby stworzyć zaokrąglenie. Dodaj (*Loopcut*) jeszcze jedną krawędź wewnętrzną (Rysunek 4.8.22a) — aby wszystkie krawędzie zaokrąglenia były kontynuacją odpowiednich podłużnic siatki.



Rysunek 4.8.22 "Zamknięcie" powłoki steru

Na koniec wyłocz i zmień skalę ścianek wokół otworu na oś obrotu (ustawiając wcześniej kursor 3D w środku tego okręgu). Nasz ster jest już niemal skończony (Rysunek 4.8.22b).

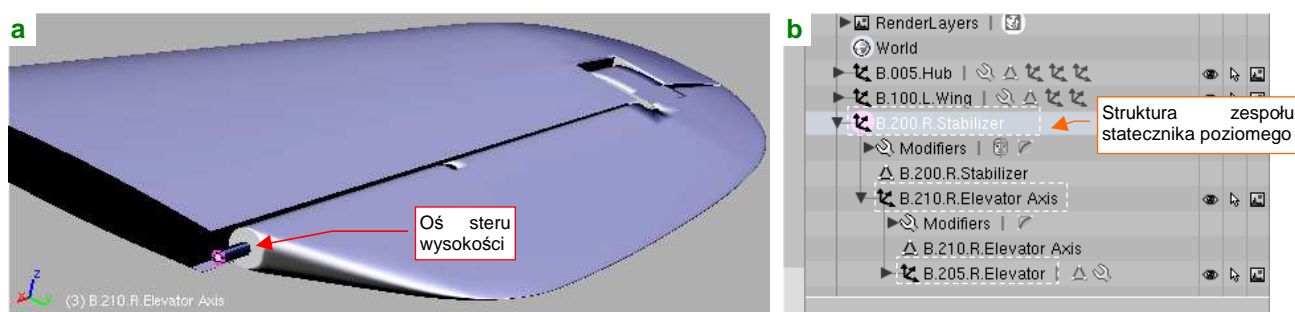
Pozostał jeszcze drobiazg — szczelina na drugi zawias. Utwórz ją, nacinając (*Knife*) przód steru — najpierw pośrodku szczeliny, później, o jedną podłużnicę "płycej", wzdłuż krawędzi (Rysunek 4.8.23a). Potem pozostało uporządkować ściany (wewnętrzne usunąć, inne scalić) :



Rysunek 4.8.23 Wycięcie szczeliny na drugi zawias

Wyłoczyłem także wokół tego otworu zawiasu dodatkową krawędź "na grubość blachy" (Rysunek 4.8.23b).

Statecznik i ster są już uformowane. Teraz trzeba je ze sobą połączyć. Podobnie jak w przypadku lotki i skrzydła, posłużymy nam do tego obiekt pomocniczy — oś steru. Utwórz odpowiednią "rurkę", i nadaj jej nazwę **B.210.R.Elevator Axis** (Rysunek 4.8.24a). W odróżnieniu od osi lotki, część osi steru będzie widoczna, więc powinna mieć średnicę jak na planach. Warto ją także wygładzić modyfikatorem *Subsurf*.



Rysunek 4.8.24 Dodanie osi obrotu i połączenie w jeden zespół

Uczyni oś "rodzicem" steru głębokości (**Ctrl-P**, *Make Parent*, str. 800). "Rodzicem" osi ma być z kolei statecznik. Rysunek 4.8.24b pokazuje hierarchię części, jaką powinieneś uzyskać. Potem pozostaje już tylko umieścić statecznik (**B.200.R.Stabilizer**) w docelowym miejscu modelu. Nadaj mu kąt zaklinowania (*RotX*) -2° , jak w oryginalnej konstrukcji (Rysunek 4.8.25):



Rysunek 4.8.25 Umieszczenie usterzenia w docelowym miejscu modelu

Podsumownie

- Usterzenie wykonujemy według tego samego wzorca postępowania, co skrzydło.
- Tak jak skrzydło ma wydzieloną, ruchomą lotkę, tak usterzenie dzieli się na statecznik, ster, i łączącą je oś.
- Usterzenia mają zazwyczaj profil symetryczny, stąd wystarcza uformować tylko jedną z dwóch powierzchni obrysu — górną lub dolną. Drugą "załatwia" modyfikator *Mirror* (str. 889)
- Do formowania wewnętrznych ścianek przydatne jest polecenie "odsunięcia" od powierzchni o zadaną odległość. W Blenderze jest to komenda **Alt-S** (*Mesh→Transform→Shrink/Fatten Along Normals*, str. 890).
- Rzut z przodu na planach modelarskich może zawierać więcej błędów niż inne rzuty (por. str. 145). Należy więc traktować go z rezerwą. Najlepiej przyjąć zasadę, że w przypadku stwierdzenia różnic najważniejszy jest rzut z boku, a potem rzut z góry.
- Warto zorientować się (na podstawie opisów konstrukcji, planów), jaki rodzaj kompensacji aerodynamicznej miało usterzenie samolotu. W przypadku P-40 wychylenie steru wysokości było kompensowane tylko przez prostokątny występ na jego końcu. W takiej sytuacji można założyć, że przekrój przedniej krawędzi steru jest okrągły. To z kolei pozwoliło użyć obrysu z góry tej linii także w charakterze obrysu z przodu (por. str. 145). To zawsze lepsza alternatywa niż ślepe zawierzenie pod tym względem rzutowi z przodu z planów modelarskich.

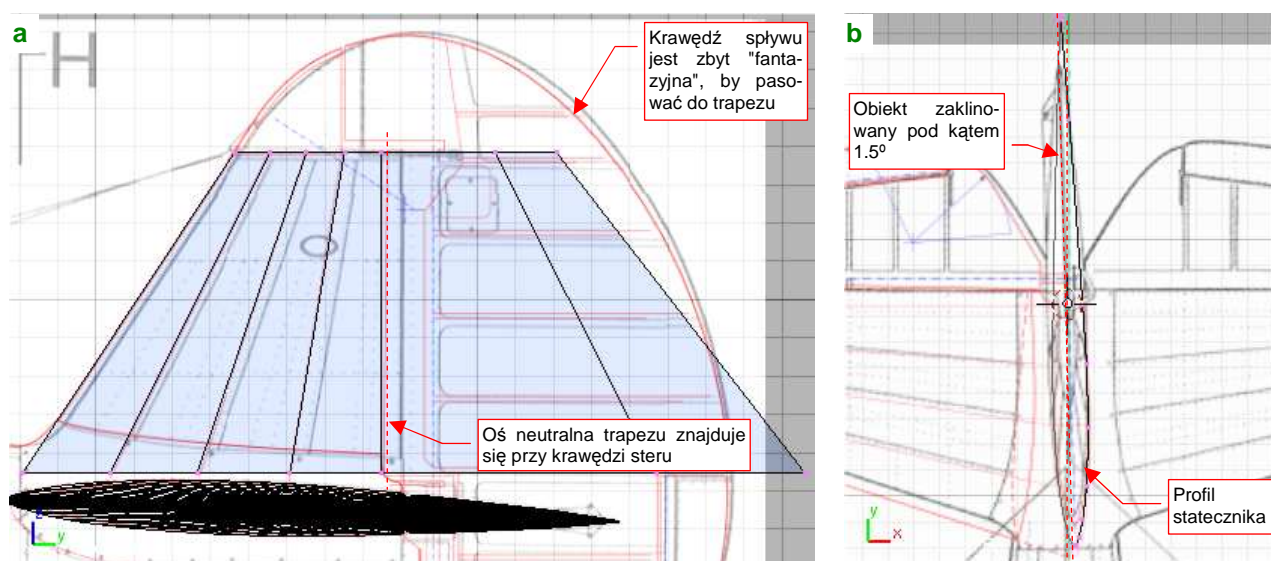
4.9 Usterzenie pionowe

Usterzenie pionowe, składające się ze statecznika, steru kierunku i jego osi, wykonujemy tak samo jak usterzenie poziome.

Miałem pewne problemy z ustaleniem poprawnego profilu usterzenia. Profil na planach modelarskich Mariusza Łukasika nie wyglądał zbyt poprawnie. Od razu zwróciłem uwagę na zbyt gruby (w porównaniu ze zdjęciami) promień noska. Wśród rysunków fabrycznych, jakimi dysponowałem, znalazłem rysunek oprofilowania połączenia usterzenia i kadłuba. Pozwoliło mi to nanieść na plany poprawiony profil podstawy, wyznaczony na podstawie krawędzi blachy oprofilowania. Jest tu oczywiście także trochę moich domysłów. Zdecydowałem się użyć profil NACA-0008T, gdyż pasował do fragmentu obrysu z rysunków fabrycznych. (Nieco grubszy profil tego samego typu zastosowałem w usterzeniu poziomym).

Także grubość końcówki statecznika pionowego na planach Mariusza Łukasika jest zdecydowanie przesadzona (por. str. 159). Na rysunkach Jacka Jackowskiego statecznik pionowy jest o wiele cieńszy, ale autor przerysował z kolei efekt jego zaklinowania pod kątem 1.5° od osi samolotu. W tej sytuacji pozostało mi już tylko wzorować się na zdjęciach.

Rysunek 4.9.1a) pokazuje pierwsze "przymiarki" do ułożenia podłużnic siatki wzdłuż podłużnic rzeczywistej konstrukcji. Pionowa "linia neutralna" biegnie wzdłuż przedniej krawędzi steru.

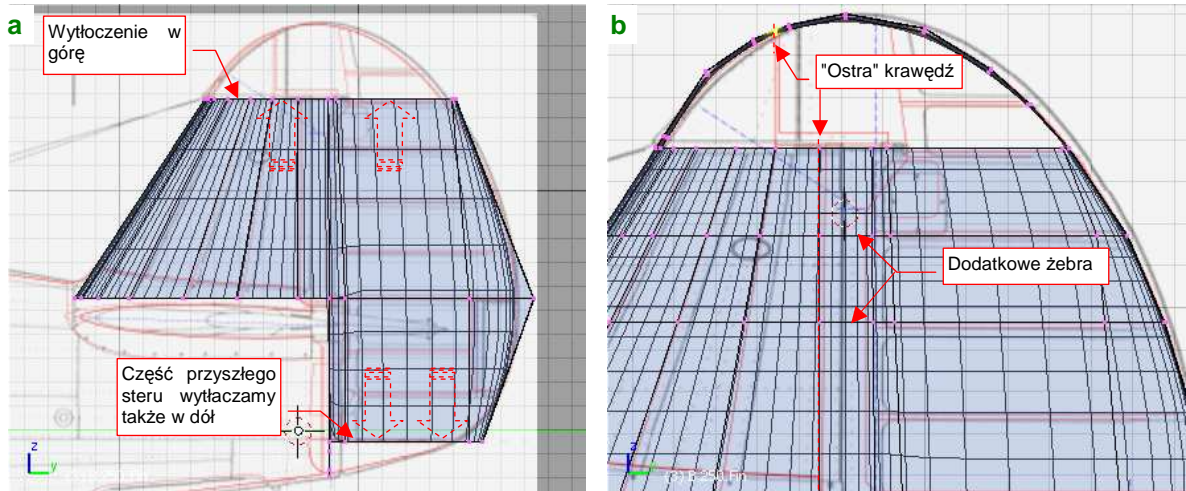


Rysunek 4.9.1 Początkowe fazy budowy usterzenia pionowego

Krawędź spływu steru kierunku okazała się zbyt "fantazyjna", by dać się przybliżyć jakimkolwiek regularnym trapezem. Proponuję się na tym etapie nie zawracać nią głowy, koncentrując się na fragmencie odwzorującym przednią część usterzenia — statecznik pionowy.

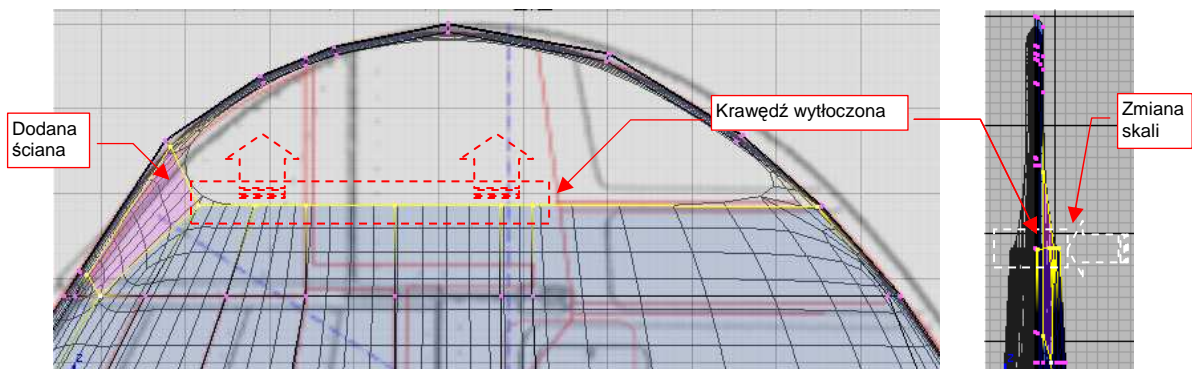
Po ustaleniu położenia początków podłużnic wzdłuż cięciwy profilu, pozostaw z trapezu tylko dolną linię wierzchołków. W trybie obiektu (*Obect Mode*) obróć obiekt o 1.5° wokół osi **Z** (usterzenie pionowe było tak zaklinowane, by równoważyć efekt wirowania śmigła). Włącz do obiektu modyfikatory *Mirror* i *Subsurf*, i wygnij linię wierzchołków w profil usterzenia (Rysunek 4.9.1b). Potem usuń skrócenie o 1.5° (utrudniałoby dalszą pracę).

Uzyskany profil wytłocz wzdłuż osi **Z**. Zmniejsz także rozmiar żeber końcowych (Rysunek 4.9.2a). Zaczynj formować końcówkę usterzenia pionowego — jako cienki pierścień ścian, tak samo jak to robiliśmy w usterzeniu poziomym (Rysunek 4.9.2b):



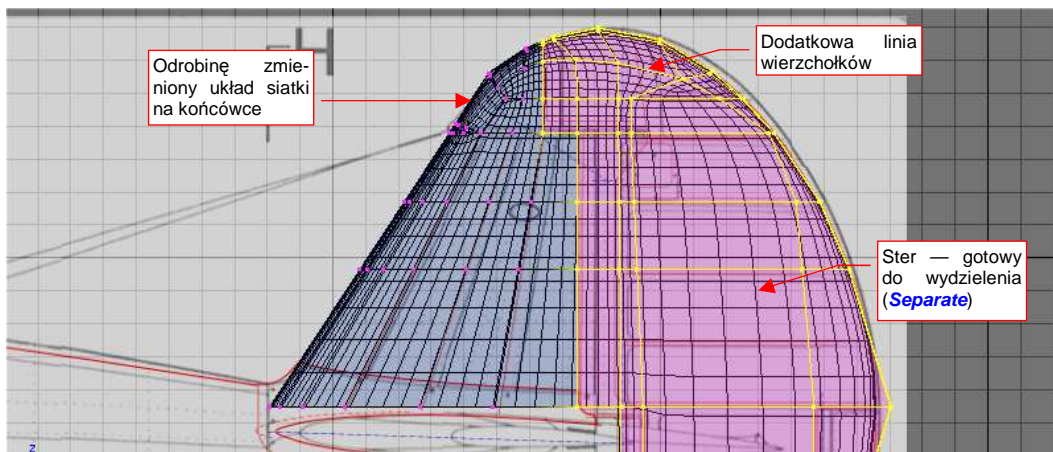
Rysunek 4.9.2 Wyłoczenie profilu i przygotowanie obrysu końcówki

Wyłocz teraz "w górę", wzdłuż osi **Z**, kilka środkowych wierzchołków żebra. Przesuń je nieco względem osi **X**, aby nie odstawały na boki od reszty powierzchni statecznika (Rysunek 4.9.3):



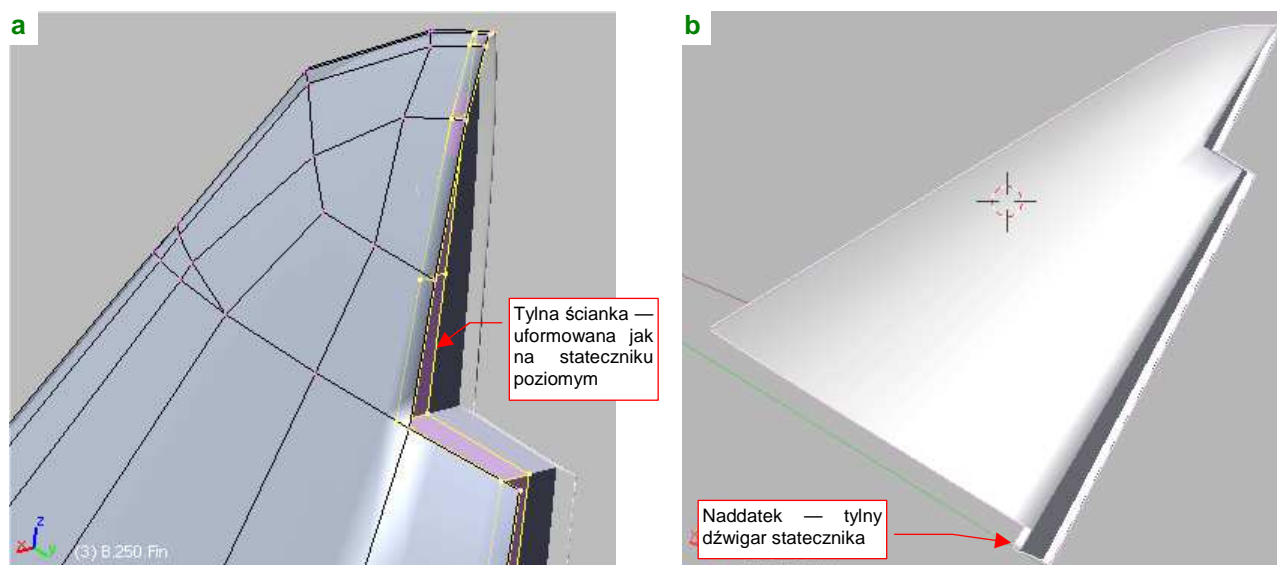
Rysunek 4.9.3 Zbudowanie ścian końcówki

W oparciu o wierzchołki wytłoczonej krawędzi zbuduj nowe ściany (Rysunek 4.9.3). Dla uzyskania odpowiedniego kształtu okazuje się konieczne dodanie pomiędzy "pierścieniem" a resztą siatki jeszcze jednej linii wierzchołków (*Loopcut*). Rysunek 4.9.4 pokazuje układ ścian uformowanej końcówki. Taką powierzchnię podziel (**P**, *Separate*) na ster i statecznik.



Rysunek 4.9.4 Podział na ster i statecznik

Statecznikowi pionowemu nadaj nazwę **B.250.Fin**, a sterowi kierunku — **B.255.Rudder**. Sam statecznik jest prawie gotowy. Do wykończenia pozostało tylko dodanie tylnej ścianki (Rysunek 4.9.5a). Uzyskasz ją w ten sam sposób, co w stateczniku poziomym (por. str. 148).

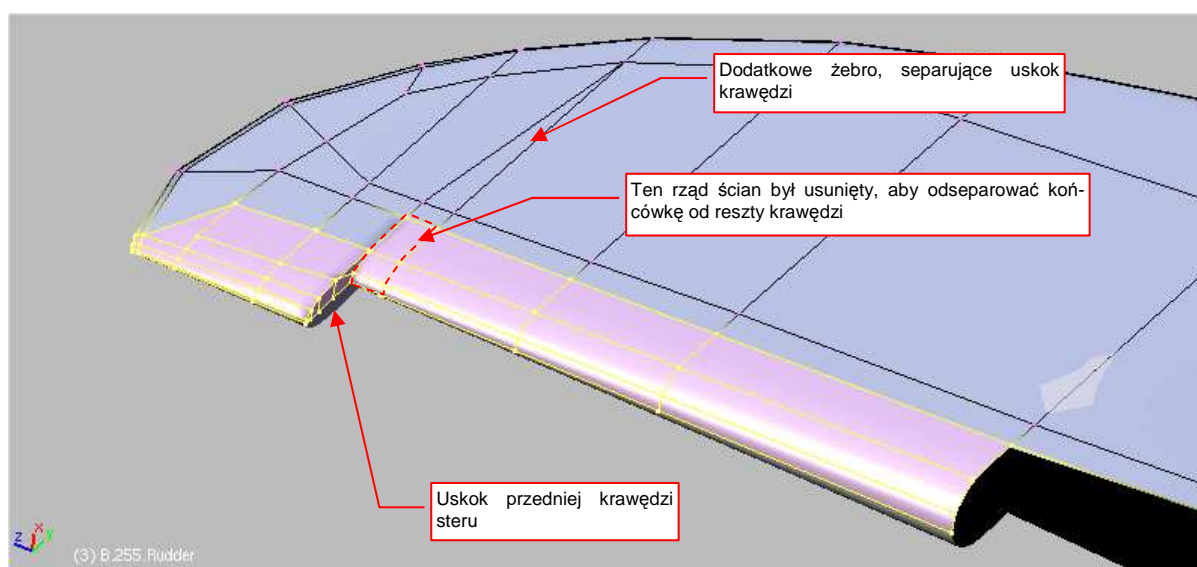


Rysunek 4.9.5 Szczegóły tylnej ścianki statecznika i gotowy element

W P-40 statecznik poziomy był wytworzony jako jedna całość. Trzy dźwigary statecznika pionowego były do niego przymocowane śrubami, ukrytymi pod oprofilowaniem. Ostatni z dźwigarów jest jednak widoczny w szczelinie pomiędzy statecznikiem i sterem. Odpowiednio wydłużyłem dół tylnej ścianki, by uzyskać ten efekt (Rysunek 4.9.5b).

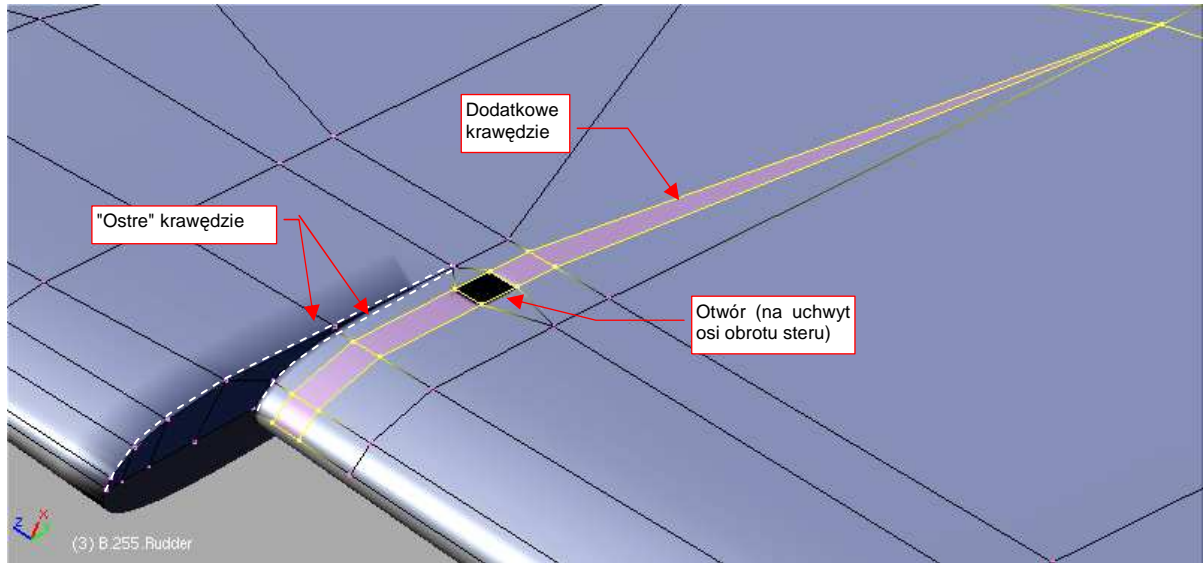
Statecznik jest gotowy, przejdźmy więc do formowania steru kierunku. Zaczniemy od górnej części jego przedniej krawędzi. Jest tu zastosowana kompensacja masowa (bardzo wysunięta do przodu końcówka), jaki i aerodynamiczna (pozostała część przedniej krawędzi jest także nieco wysunięta).

Dodaj dodatkowe żebro, separujące uskok krawędzi. Następnie usuń w miejscu uskoku rząd ścian, by dodać (poleceniem *Loopcut*) nowe podłużnice (odrębnie do każdego z tych dwóch obszarów). Po zaokrągleniu każdej z krawędzi oddzielnie, z powrotem "zabuduj" tę przerwę, tworząc za pomocą dwóch "ostrych" krawędzi (*cearse* = 1) uskok (Rysunek 4.9.6):



Rysunek 4.9.6 Szczegóły przedniej krawędzi steru kierunku (część górna)

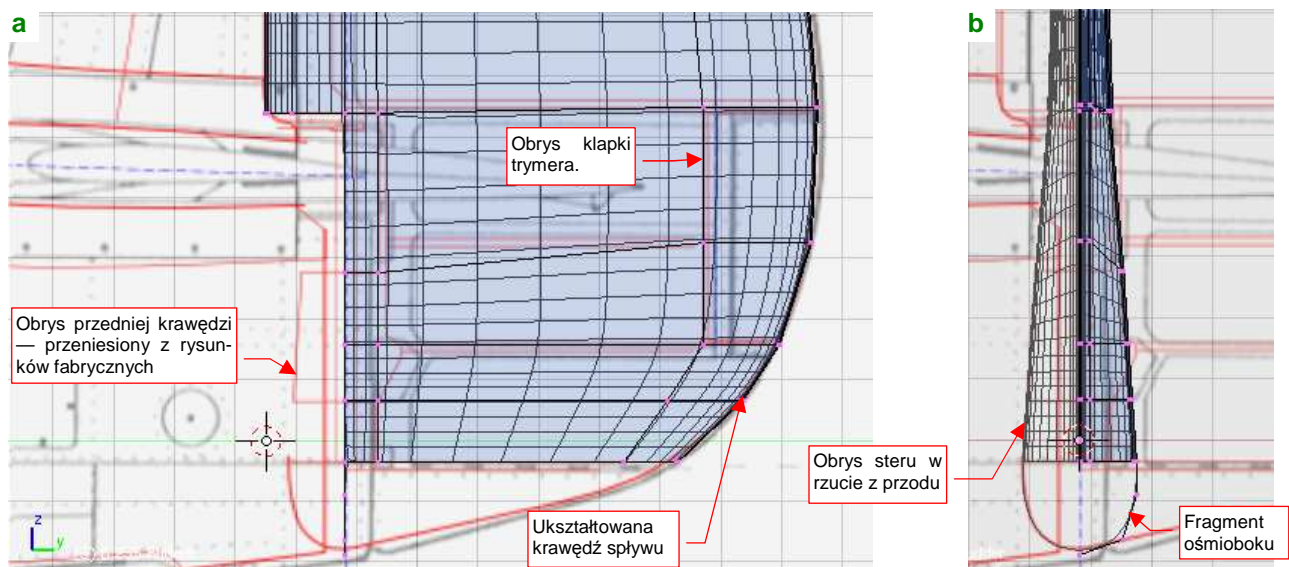
Zawias steru kierunku był, w związku z zastosowaniem kompensacji aerodynamicznej, zamocowany inaczej niż zawias steru wysokości. Zastosowano tu rodzaj "wysięgніка", po lewej stronie steru (dodamy go później). Na razie przygotuj tylko otwór w miejscu, gdzie to ramię przenikało przez powierzchnię (Rysunek 4.9.7) :



Rysunek 4.9.7 Szczegóły przedniej krawędzi steru kierunku

Oczywiście, wokół tego otworu także nanieś fazkę "na grubość blachy" (0.01 jedn.).

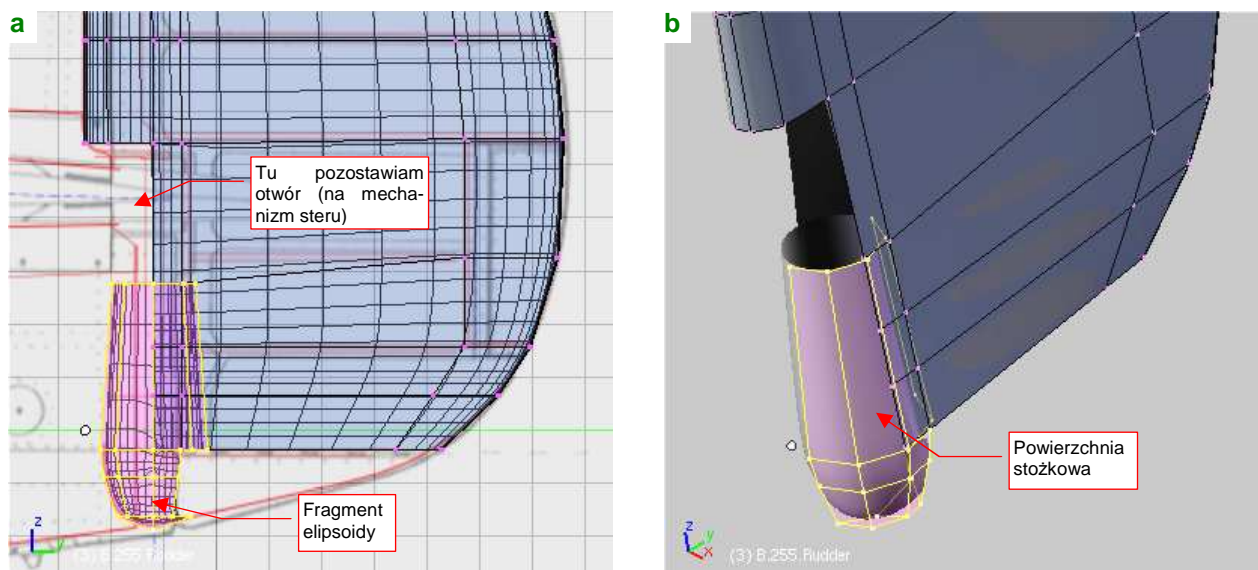
Czas przejść do formowania dolnej części steru kierunku. Po dodaniu kilku dodatkowych żeber można uformować krawędź spływu (Rysunek 4.9.8a). Zrób to tak, by ująć w krawędzie obrys klapki trymera. (Na wypadek, gdybyś w przyszłości chciał ją wydzielić) . Prząd steru kierunku w tym obszarze był schowany w kadłubie i miał przekrój okrągły. Przenieś na plany modelarskie obrys tej krawędzi, skopiowany z rysunków fabrycznych (Rysunek 4.9.8a). Teraz możesz z niego skorzystać: nie zmieniając obrazu tła, zmień projekcję widoku Blendera na rzut z przodu. Następnie pochyl boczne powierzchnie steru, by pokryły się z obrysem (Rysunek 4.9.8b):



Rysunek 4.9.8 Szczegóły przedniej krawędzi steru kierunku (część dolna)

Dodatkowo u dołu dodaj "ćwiartkę" nieco spłaszczzonego ośmioboku. To pierwsza z krawędzi, które w tym miejscu mają uformować coś w rodzaju fragmentu elipsoidy (Rysunek 4.9.8b).

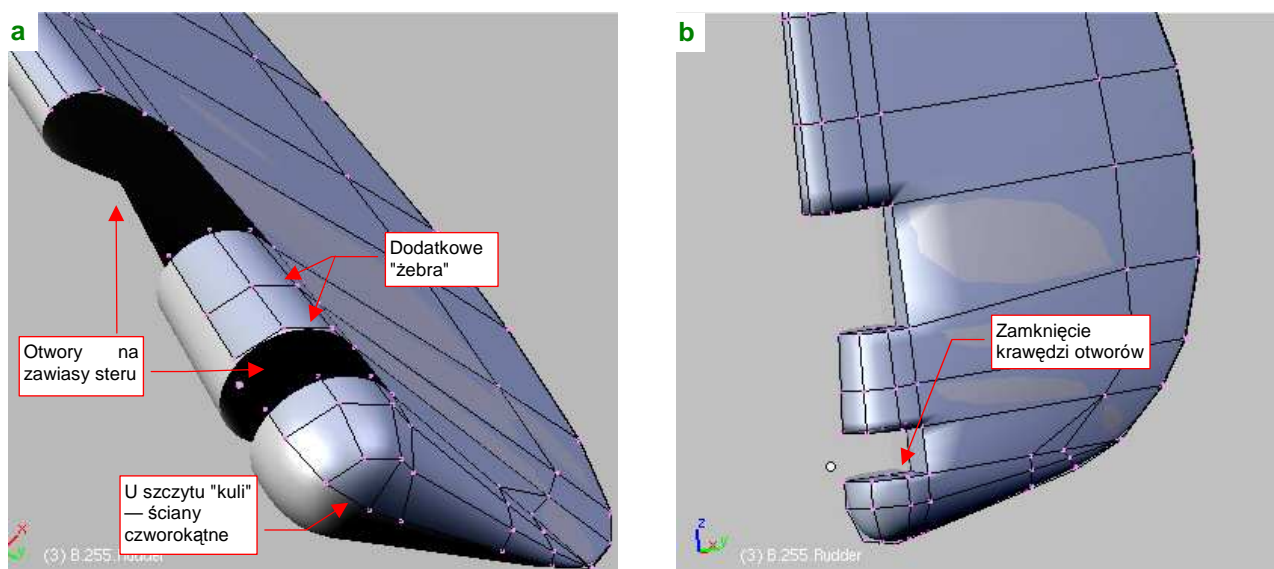
Przednia, dolna część steru ma kształt przypominający końcówkę kija używanego w baseballu: stożek zakończony kulą. Fragment kuli uformuj powielając i obracając wokół osi **Z** dodaną przed chwilą ćwiartkę ośmiokątą (Rysunek 4.9.9a):



Rysunek 4.9.9 Formowanie przedniej krawędzi steru kierunku (część dolna)

Część stożkową uzyskasz poprzez wytłoczenie i zmniejszenie skali krawędzi stworzonej przed chwilą kuli (Rysunek 4.9.9b). Nie będziemy jej "dociągać" do reszty siatki — P-40 miał w tym miejscu duży otwór. (Obsługa techniczna miała w nim łatwy dostęp do popychaczy sterów).

Scalenie tak przygotowanej przedniej krawędzi z resztą siatki wymaga uprzedniego dodania dwóch dodatkowych "żeber" (Rysunek 4.9.10a). (Aby można było je połączyć z odpowiednimi krawędziami na powierzchni steru):

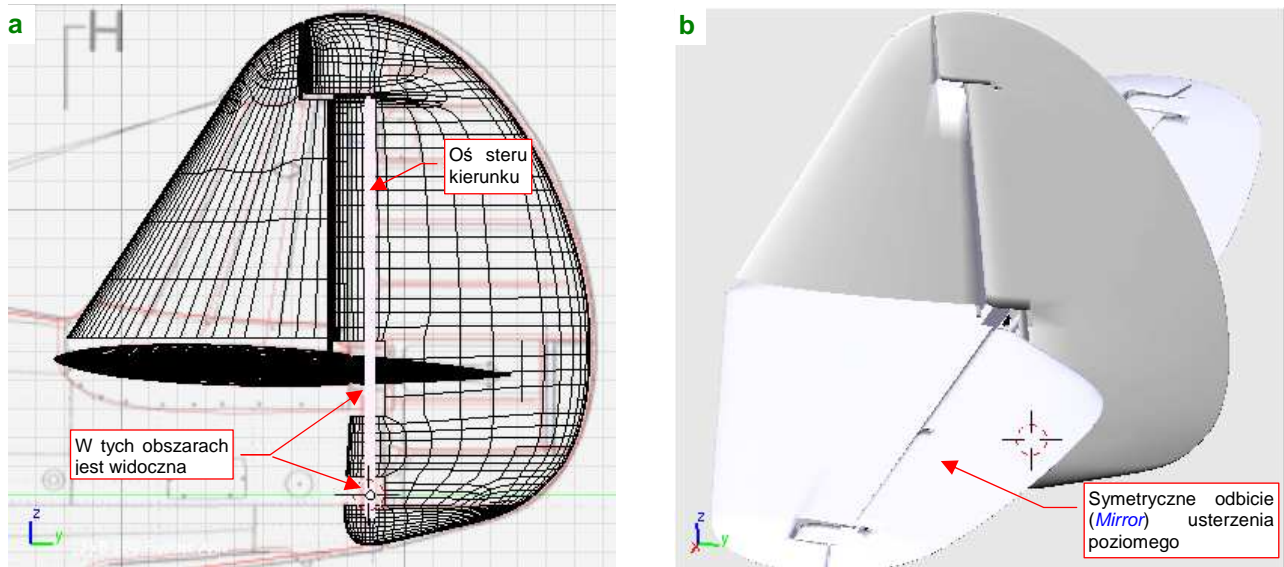


Rysunek 4.9.10 Szczegóły przedniej krawędzi steru kierunku (część dolna)

Potem usuń tylną, schowaną w sterze, część stożka, i scal resztę z powierzchnią steru. Zwróć uwagę na układ ścian na powłoce kuli, u dołu siatki. "Ćwiartka" powierzchni kulistej, utworzona z trzech "ćwiartek" ośmioboków ma wszystkie ściany czworokątne (Rysunek 4.9.10a). Uzyskasz dzięki temu ładny, regularny kształt bez wypiętrzenia w okolicach "bieguna" tej sfery.

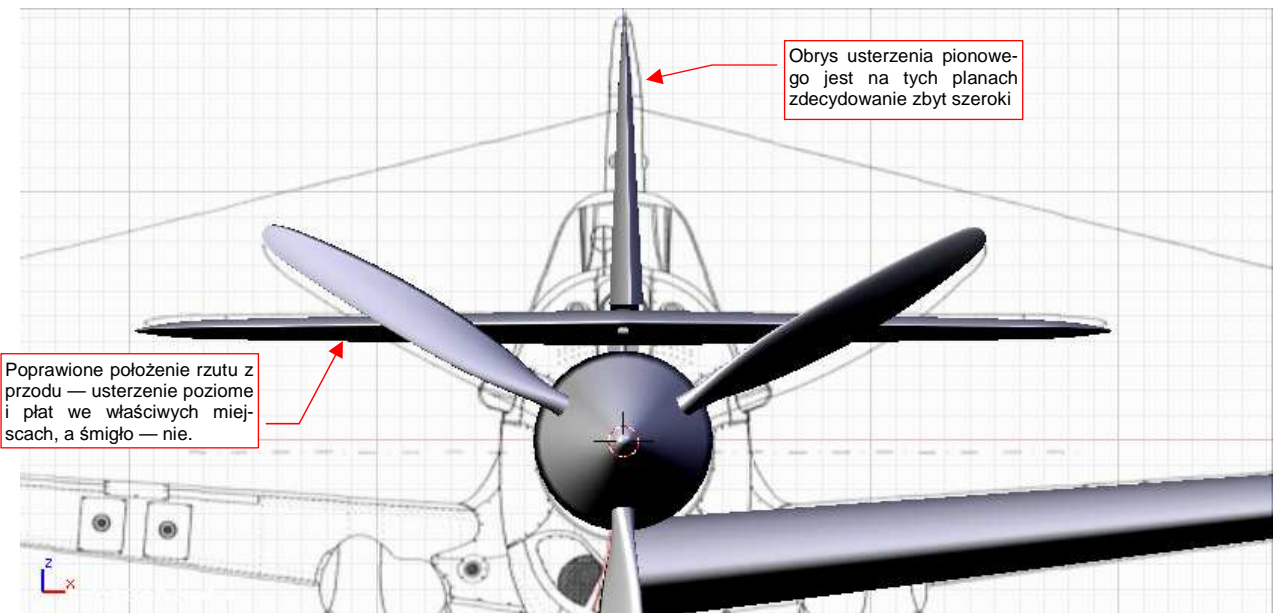
Usuń jeden z rzędów ścian, by w tym miejscu był drugi otwór na zawias steru. Obydwa otwory zabuduj "na płasko" dodatkowymi ścianami (Rysunek 4.9.10b).

Ster jest już uformowany, pozostaje tylko dodać mu oś. Wstaw w odpowiednie miejsce "rurkę" o nazwie **B.260.Rudder Axis** (Rysunek 4.9.11a):



Rysunek 4.9.11 Wykończenie podzespołu — dodanie osi steru, wygląd ostateczny

Połącz cały podzespół w hierarchiczną całość, analogicznie jak usterzenie poziome: oś jest "rodzicem" steru, a "rodzicem" osi jest statecznik. Następnie "zaklinuj" (obrót wokół osi **Z**) statecznik pionowy pod kątem 1.5° . Rysunek 4.9.11b) przedstawia gotowy zespół usterzenia.



Rysunek 4.9.12 Porównanie szerokości statecznika z planami modelarskimi

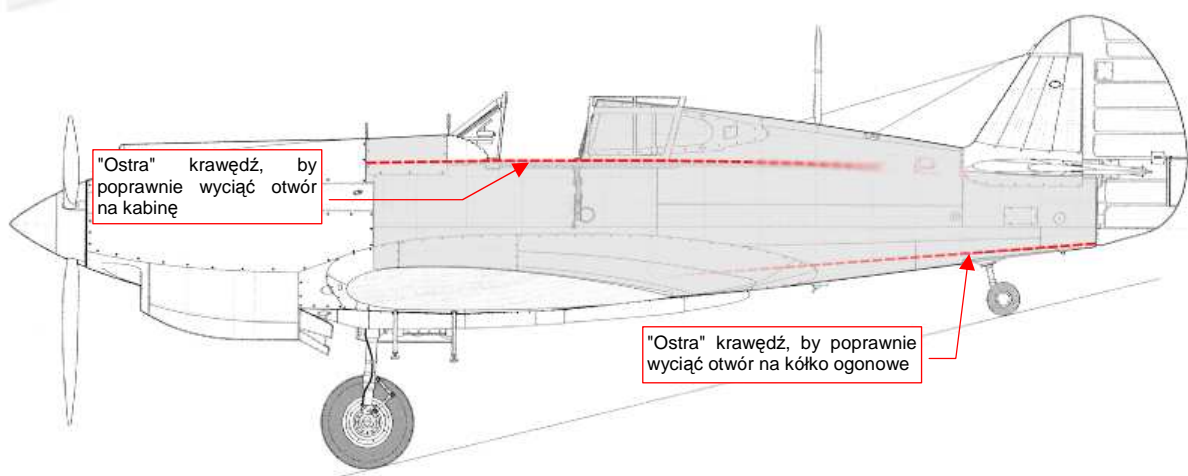
Porównamy rezultat naszej pracy z rzutem z przodu z planów Mariusza Łukasika. (Poprawiłem już ich położenie względem modelu, uwzględniając niepoprawną pozycję kołpaka śmigła — por. str. 152). Rysunek 4.9.12 pokazuje, że usterzenie pionowe na planach jest zdecydowanie za grube.

Podsumownie

- Wobec bardziej "fantazyjnych" kształtów steru kierunku, metoda wstępnego przybliżenia trapezem całego usterzenia może zawieść (str. 154). Warto spróbować wtedy przybliżyć choć kształt statecznika.
- Ster kierunku P-40 jest przykładem powierzchni sterowej, w której zastosowano kompensację aerodynamiczną. (W takim rozwiązaniu przednia krawędź steru jest przesunięta do przodu względem osi obrotu. Przekrój takiej krawędzi raczej nie jest okrągły, a np. eliptyczny).
- Czasami warto usunąć na chwilę kilka ścian, gdy otwiera to nowe możliwości wstawiania krawędzi poleceniem *Loopcut* (np. przy uskoku przedniej krawędzi — p. str. 156).
- Powłokę kuli można dobrze przybliżyć za pomocą czterech ośmiokątów (p. str. 158). Kwadratowe ściany w okolicach "biegunów" takiej powłoki uzyskasz, rezygnując z jednej przekątnej w każdej z takich ścian. (Scalając po dwie trójkątne ściany w jedną czworokątną).

4.10 Kadłub — część główna

W tej sekcji wykonamy środkową i tylną część kadłuba (Rysunek 4.10.1):

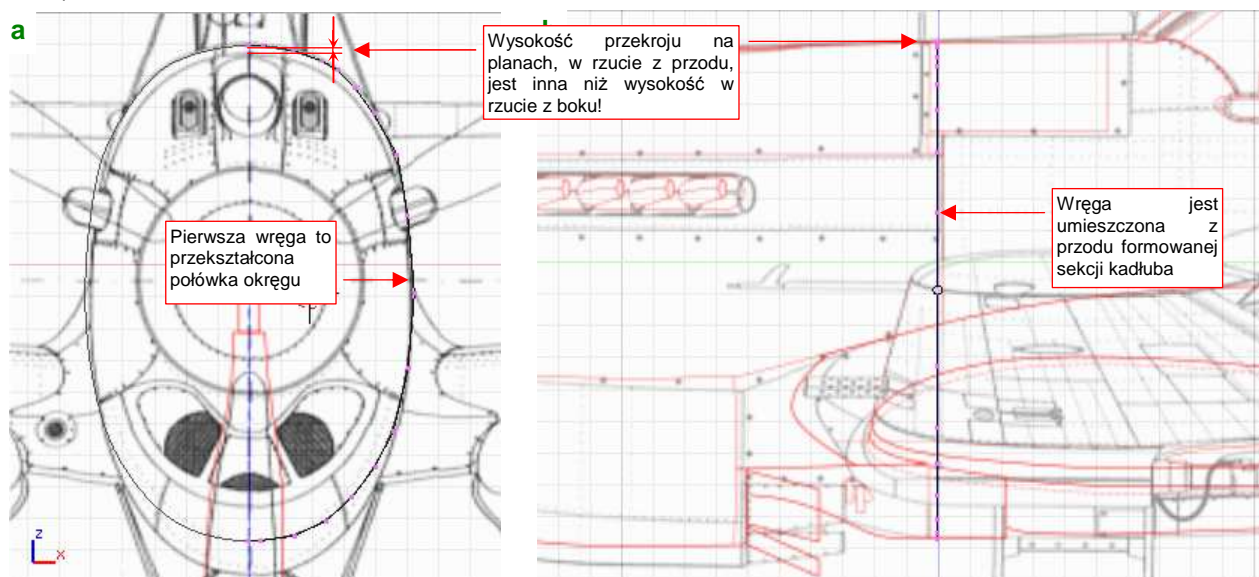


Rysunek 4.10.1 Fragment kadłuba, który odwzorujemy w tej sekcji

Dlaczego nie cały kadłub? Po pierwsze dlatego, że okapotowanie silnika ma dość złożony kształt. Po drugie — zawsze warto dzielić model na takie zespoły, na jakie była podzielona prawdziwa konstrukcja. W prawdziwych P-40 i P-36 środek i tył kadłuba tworzyły technologiczną całość. Po trzecie — nos P-40 zmieniał się często, od wersji do wersji. Środek i ogon, mimo tych zmian, pozostawał taki sam — i w P-36, i w P-40 (B, C). Będziesz mógł później wykorzystać tę część w modelach innych wersji.

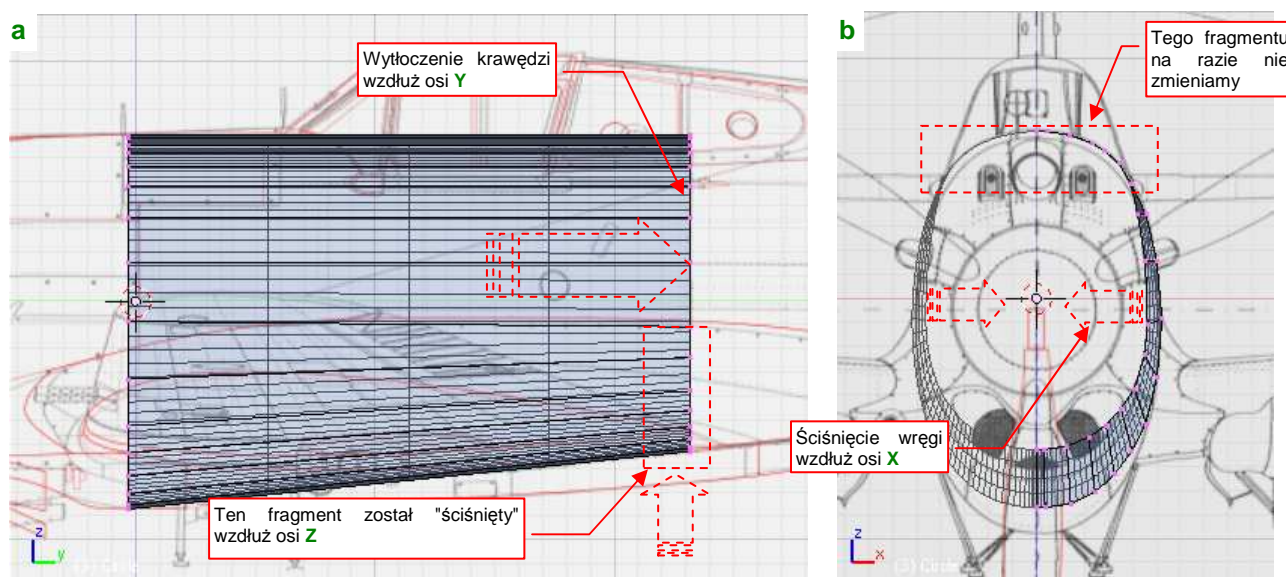
Modelowany fragment zawiera dwa duże otwory — na kabinę pilota i chowane kółko ogonowe. Aby te wycięcia nie zaburzyły kształtu kadłuba, zawczasu poprowadźmy wzdłuż tych krawędzi "ostre" ($cearse = 1$) podłużnice (Rysunek 4.10.1). Gdy połączone taką podłużnicą ściany nie będą (w płaszczyźnie **ZX**) załamane — uzyskamy gładkie i wolne od deformacji krawędzie otworów. (Porównaj Rysunek 4.10.4a, wyjaśnienie — str. 585).

Formowanie kadłuba zaczynamy od wstawienia w płaszczyźnie pierwszej wręgi (Rysunek 4.10.2b) połówki okręgu (*Circle*), złożonej z kilkunastu wierzchołków. W nowym obiekcie od razu włączyłem modyfikatory *Mirror* (względem osi **X**) i *Subsurf*. Dzięki nim druga, symetryczna połowa kadłuba rysuje się "sama" (Rysunek 4.10.2a):



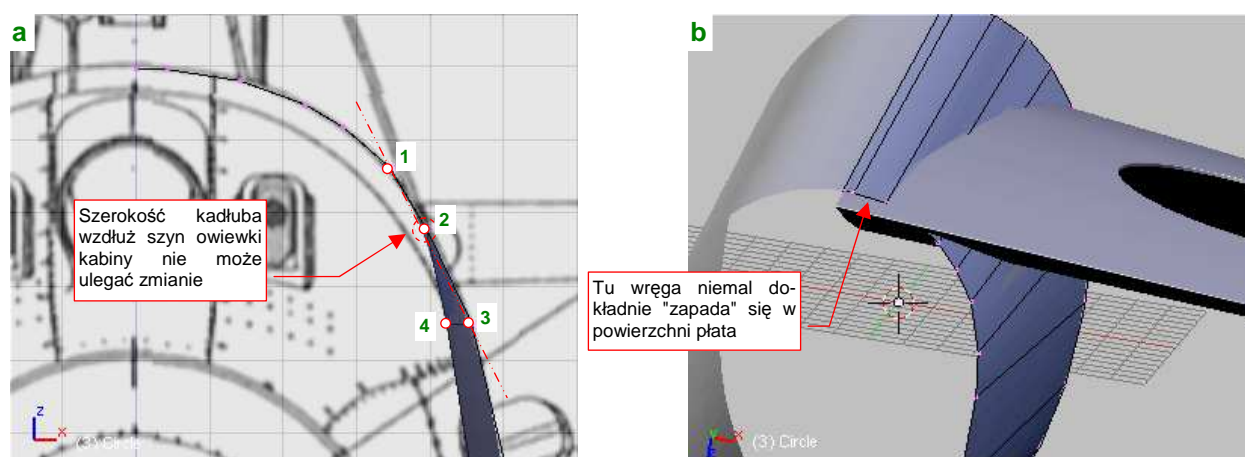
Rysunek 4.10.2 Pierwsza wręga

Po przekształceniu okręgu w pierwszą wręgę, wytłocz ją wzdłuż osi kadłuba, aż za kabinę pilota (Rysunek 4.10.3a) . "Ściśnij" (poprzez zmianę skali w kierunku osi **Z**) jej dolną połowę tak, by zetknęła się z dolną powierzchnią płata (Rysunek 4.10.3a, Rysunek 4.10.4b). Zmniejsz także jej szerokość wzdłuż osi **X** — zgodnie z rzutem z góry (Rysunek 4.10.3b):



Rysunek 4.10.3 Wytłoczenie fragmentu kadłuba i zmiana rozmiaru ostatniej wręgi

Na razie nie zmieniaj rozmiaru górnej części powłoki. Dlaczego? Ponieważ zawiera krawędź, po której przesuwana się do tyłu owiewka kabiny pilota. W samolotach z tego okresu owiewka kabiny pilota była zazwyczaj odsuwana do tyłu, na parze małych szyn. Tak też było w P-40. Te szyny muszą mieć taki sam rozstaw na całej długości. Inaczej owiewka nie mogłaby po nich "jeździć". A to z kolei znaczy, że szerokość kadłuba wzdłuż tych szyn nie może ulegać zmianie. To drobiazg, o którym często zapominają autorzy planów modelarskich. (Nieraz zetknąłem się z sytuacją, gdy nakreślone przekroje w tym obszarze się zawężały. Rysunek 4.10.4a pokazuje, że na kadłubie naszego P-40 krawędź **2** musi zachować wzdłuż toru owiewki kabiny stałą szerokość.

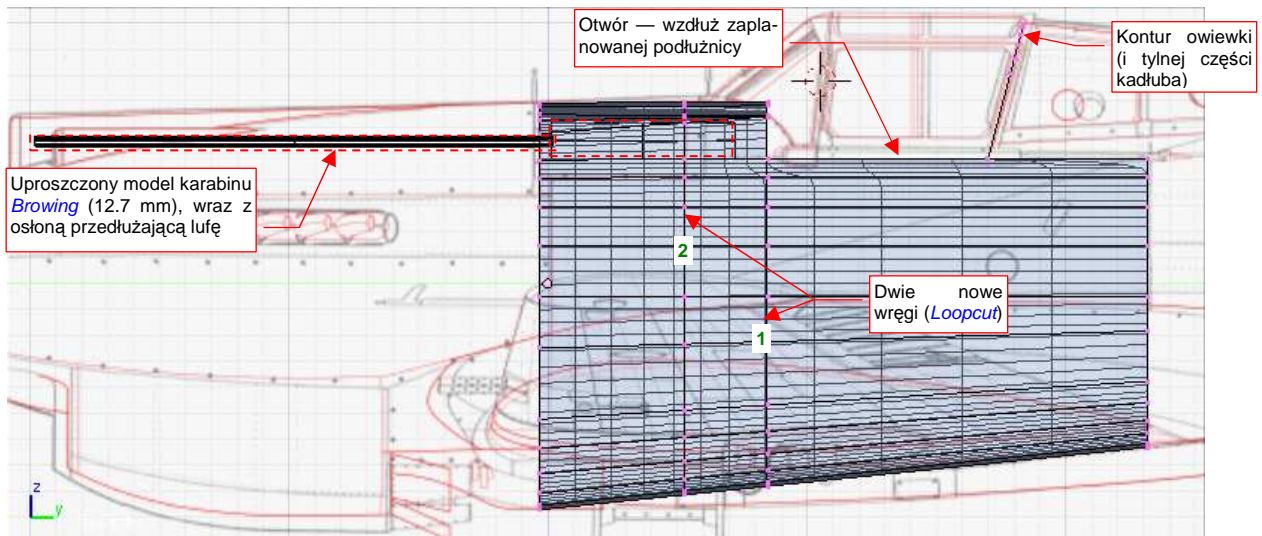


Rysunek 4.10.4 Szczegóły wytłoczenia pierwszej części kadłuba

Aby otwór na kabinę nie miał wzdłuż krawędzi żadnych deformacji krawędź **2** musi być oznaczona jako "ostra" (*cearse* = 1). Jednocześnie krawędzie |1 2| i |2 3| muszą leżeć w rzucie z przodu (**ZX**) niemal na tej samej linii prostej (Rysunek 4.10.4a), aby wzdłuż "ostrej" krawędzi **2** kadłub pozostał gładki.

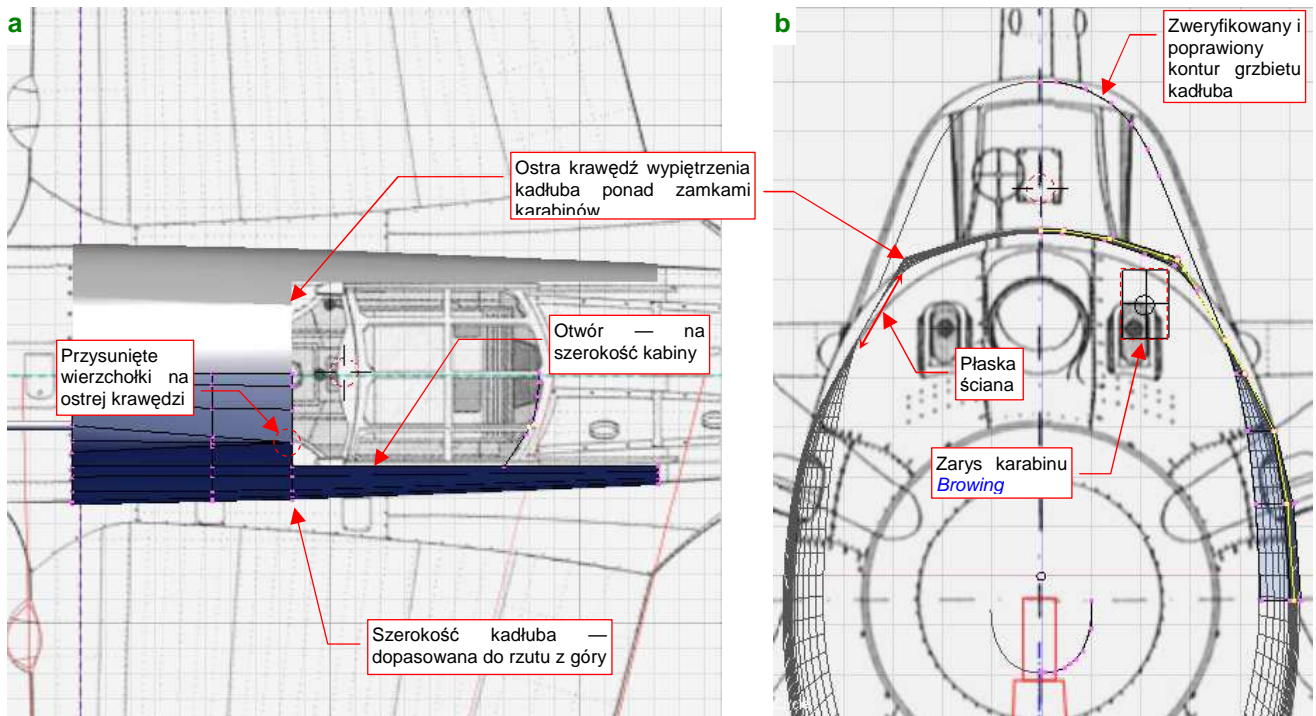
Krawędź |2 4| może leżeć pod innym kątem, gdyż znajduje się już za kabiną pilota. (Będzie dopasowywana do obrysu za kabiną, który był bardziej pionowy.)

W tak przygotowaną siatkę wstaw dwie kolejne wręgi (najpierw wstaw wręgę **1**, dopasuj do szerokości kadłuba, potem wstaw wręgę **2**). Następnie usuń wierzchołki z obszaru kabiny (Rysunek 4.10.5):



Rysunek 4.10.5 Przygotowania do formowania górnej części kadłuba

Rysując kształt kadłuba P-40 B, C przed kabiną pilota, obydwaj autorzy planów, z których korzystamy — Jacek Jackiewicz i Mariusz Łukasik — popełnili błąd. Przekroje na ich planach pokazują w tym obszarze regularny, eliptyczny przekrój. W rzeczywistości na zdjęciach widać przed kabiną dwa wyraźnie narożniki (Rysunek 4.10.6a, b). Te "wypukłości" były spowodowane położeniem zamków nkm Browing (Rysunek 4.10.5, Rysunek 4.10.6b). Końce zamków karabinów znajdowały się po obydwu stronach tablicy przyrządów. Tak było także w P-36¹. Wydaje się, że P-36 i P-40 B, C miały identyczny kształt tego fragmentu kadłuba.

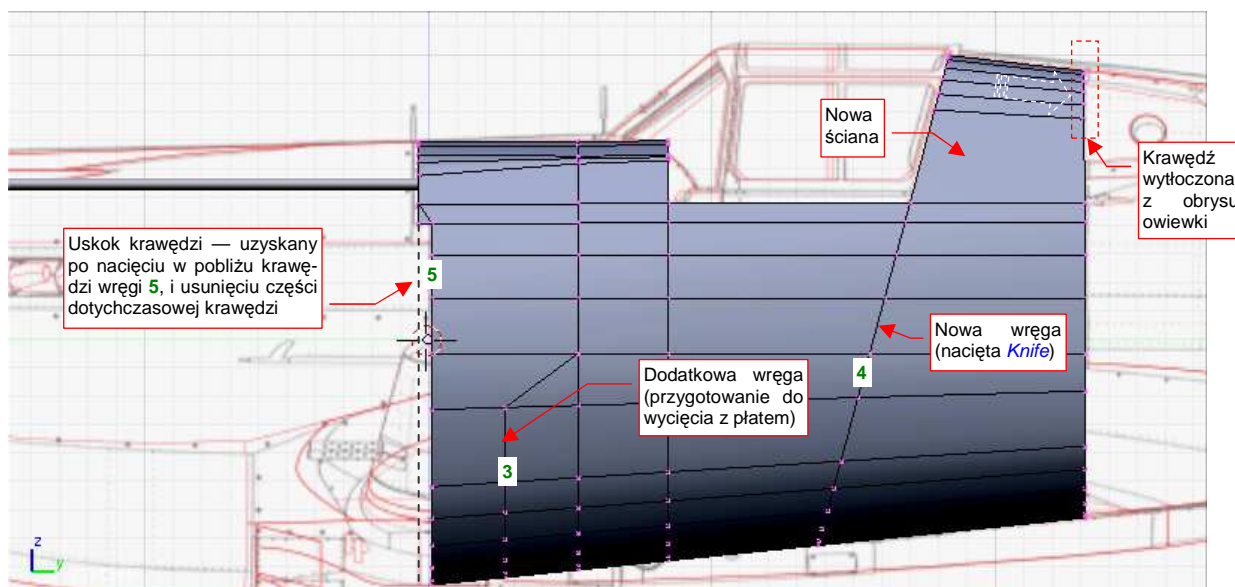


Rysunek 4.10.6 Uformowanie odcinka kadłuba przed kabiną pilota

¹ To rozwiązanie z czasów, gdy większość karabinów była przeładowywana ręcznie. Zastosowano je także w Mitsubishi A6M2 Zero.

Do siatki dodaj także linię konturu kadłuba za kabiną pilota. Na rzucie z przodu Mariusza Łukasika jej szczyt ma przekrój spłaszczonej elipsy. Udało mi się znaleźć kilka zdjęć, dzięki którym zweryfikowałem jej kształt. Tył kadłuba miał zakończenie okrągłe, o nieco mniejszym promieniu od owiewki (Rysunek 4.10.6b).

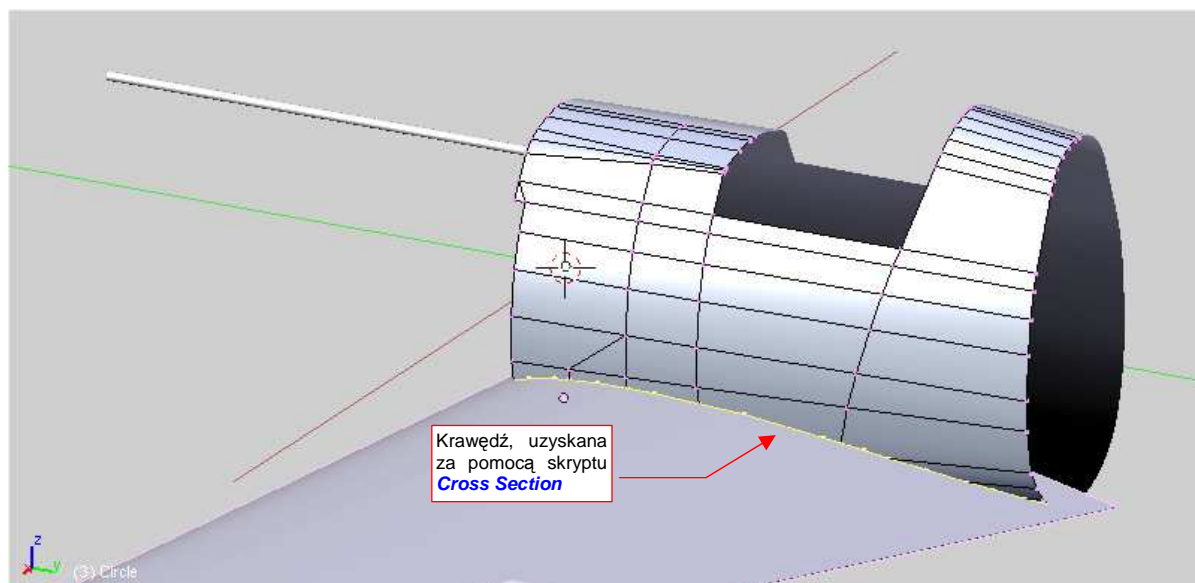
Formując dalej kształt tej części kadłuba, wytłocz wzdułż osi **Y** kontur za kabiną pilota (Rysunek 4.10.7). Po wytłoczeniu spłaszczy nową krawędź (zmiana skali do 0 wzdułż osi **Y**). Umieść ją tak, by znalazła się dokładnie ponad końcową wręgą dolnej części kadłuba scal z resztą obrysu za pomocą dodanej ściany (jak — str. 895):



Rysunek 4.10.7 Dalsze uzupełnianie środkowej sekcji kadłuba

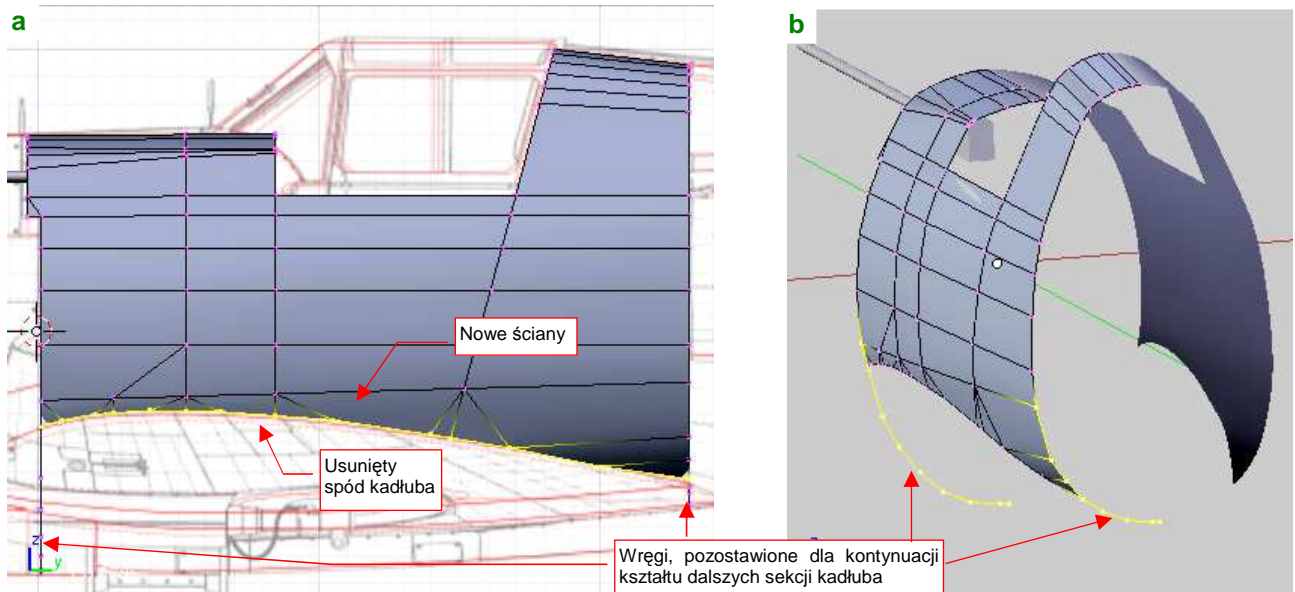
Następnie wytnij (*Knife*) w powłoce wręgi 3 i 4. Zagęść w ten sposób siatkę spodu kadłuba, przygotowując ją do przecięcia powierzchnią płata. Natnij także, tuż przy przedniej krawędzi, wręgę 5. Potem wystarczy usunąć część dotychczasowej przedniej krawędzi, by uzyskać uskok, jak występował w prawdziwym samolocie. (P-36 miał w tym miejscu rząd szczelin odprowadzających powietrze ze swego silnika, chłodzonego powietrzem. W P-40 B, C "tak zostało", zapewne by nie trzeba było zmieniać oprzyrządowania linii produkcyjnej).

Kolejnym krokiem jest wyznaczenie krawędzi przecięcia kadłuba ze skrzydłem (Rysunek 4.10.8) . Użyj do tego skryptu **Cross Section** (str. 802):



Rysunek 4.10.8 Wyznaczenie krawędzi przecięcia z płatem

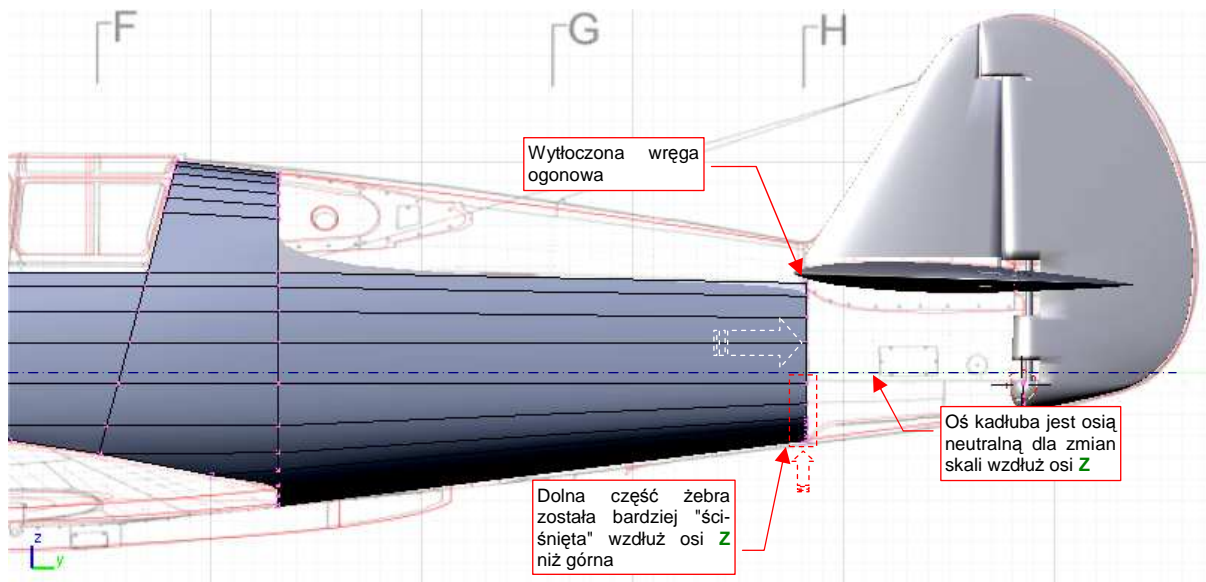
Przecięcie wykonaj tak, by jego krawędź została dodana do siatki kadłuba. Następnie usuń dotychczasowe ściany, znajdujące się w pobliżu (bez usuwania wierzchołków — str. 882). W oparciu o wierzchołki krawędzi przecięcia, stwórz nowe ściany:



Rysunek 4.10.9 Wyznaczenie krawędzi przecięcia z płatem

Uzyskałeś w ten sposób kolejny otwór w kadłubie. Prawdziwy samolot także miał taki — w P-40 kadłub "leżał" na skrzydle (był przykręcony do niego śrubami).

Wytłocz teraz dolną i środkową część ostatniej wręgi w kolejny segment ogona (Rysunek 4.10.10):



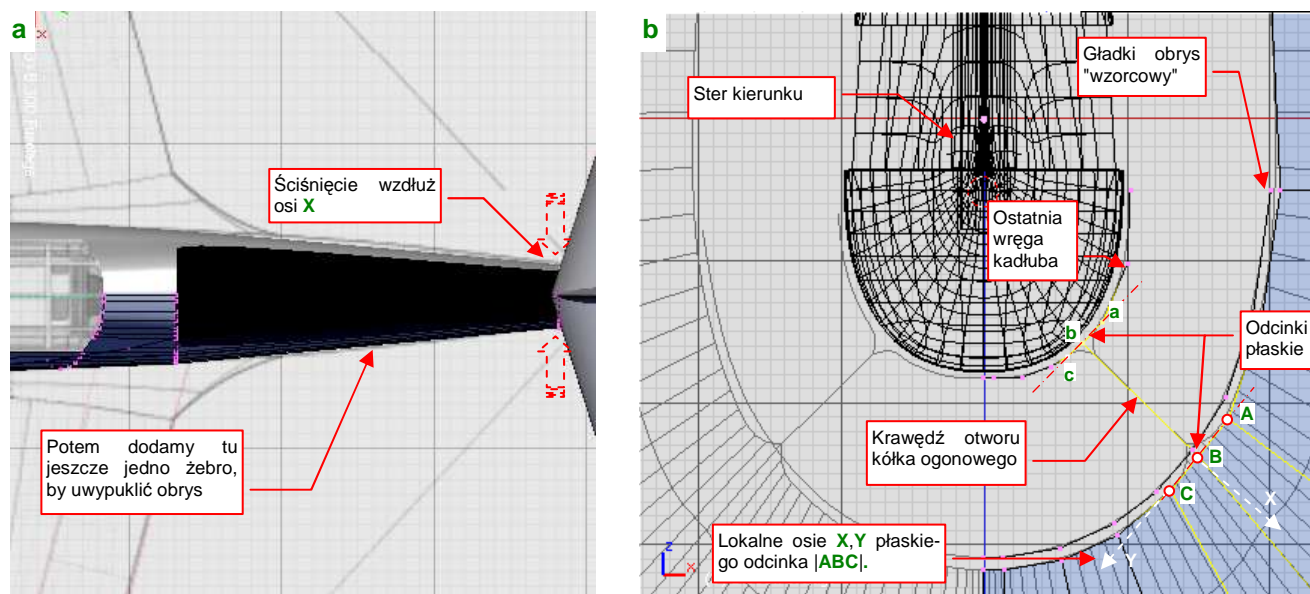
Rysunek 4.10.10 Wytłoczenie pierwszej części ogona

Po wytłoczeniu, "ściśnij" wszystkie wierzchołki ostatniej wręgi, znajdujące się poniżej osi kadłuba (Rysunek 4.10.10) do rozmiaru obrysu z dołu. Pozostałe wierzchołki możesz "ściśnąć" zupełnie nieznacznie, tak tylko, by górna krawędź pokryła się z narysowaną na planach podłużnicą.

Dolna krawędź kadłuba była w rzucie z boku linią prostą¹, więc nie będzie trzeba dodawać z tego powodu kolejnej wręgi pośrodku ogona. (Tak będzie trzeba jednak zrobić, by np. "uwypuklić" kształt grzbietu kadłuba) "Ściśnij" ostatnią wręgę także wzdłuż osi **X** (Rysunek 4.10.11a). Dopasujesz się w ten sposób do obrysu z góry. (Tu także widać, że będzie trzeba dodać kolejną wręgę pośrodku ogona, by uwypuklić nieco kadłub w tym rzucie.)

Przygotowując się do wycięcia w kadłubie otworu na kółko ogonowe, skopiuj fragment ostatniej wręgi. Przysuń tę linię do steru kierunku. To będzie końcowa krawędź kadłuba (por. Rysunek 4.10.11b). Dlaczego nie utworzymy jej przez wytłoczenie dotychczasowej krawędzi? Bo czeka nas na tym odcinku dodatkowa praca, związana z precyzyjnym ukształtowaniem każdej z krańcowych wręg tego odcinka kadłuba. Gdybyśmy wytłoczyli ten fragment, nie widzielibyśmy ich wygładzonych linii odpowiednio dokładnie.

Zacznij od dopasowania wręgi końca kadłuba. Powinna dobrze przylegać do obrysu steru kierunku, więc ustaw jej wierzchołki w odpowiedni sposób. Nie zapomnij o zachowaniu odpowiedniego dystansu od steru (ok. 1 cm w rzeczywistym samolocie — Rysunek 4.10.12b). Na razie połącz obydwie wręgi pojedynczą podłużnicą (**|Bb|** — Rysunek 4.10.11b). To krawędź otworu kółka ogonowego. Od razu oznacz ją jako ostrą (*cearse* = 1).



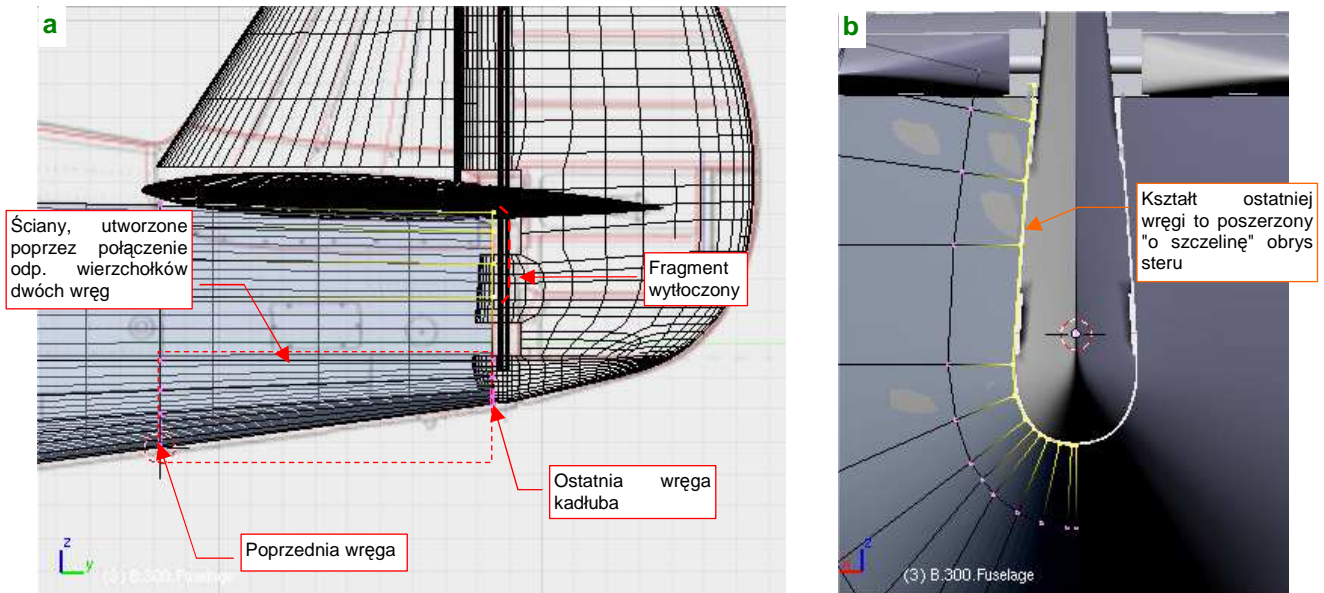
Rysunek 4.10.11 Szczegóły formowania pierwszej części ogona

Musisz jeszcze ustawić każdą z trójek wierzchołków: **|abc|**, **|ABC|** tak, by w rzucie z przodu leżały na jednej linii. (To pozwoli uniknąć wybrzuszeń krawędzi otworu). Taka modyfikacja "popsuje" jednak gładki, eliptyczny obrys obydwu krawędzi. Będzie trzeba nieco poprzesuwać wierzchołki sąsiadujące ze "spłaszczonymi" odcinkami, by kształt wręg jak najmniej odbiegał od początkowego. W przypadku tylnej krawędzi, naturalnym wzorcem właściwego obrysu jest kształt steru kierunku. W przypadku wręgi położonej bliżej — przed spłaszczeniem odcinka **|ABC|** skopiuj wierzchołki tej linii (**Shift-D**), i odrobinę zmniejsz ich skalę (względem osi kadłuba) (Rysunek 4.10.11b). Uzyskasz w ten sposób "wzorec", z którym będziesz mógł porównywać obrys modyfikowanej wręgi. Gdy tylko osiągniesz zamierzony kształt — usuniesz ten wzorec, bo już nie będzie do niczego potrzebny.

Podczas dopasowywania do eliptycznego obrysu, będziesz musiał manipulować każdą z trójek wierzchołków (**|abc|** i **|ABC|**): skracać, obracać, przesuwać. Jednocześnie musisz to robić tak, by wszystkie trzy wierzchołki zawsze leżały na jednej linii. Najprościej to osiągnąć, zaznaczając takie trzy punkty i przełączając się na orientację normalną (**Alt-Spacja**, **Orientation → Normal**). W tym trybie lokalna oś **Y** trzech zaznaczonych wierzchołków przebiega wzdłuż wypadkowej odcinków które tworzą (Rysunek 4.10.11b — **|AB|** i **|BC|**). Zaczynasz od

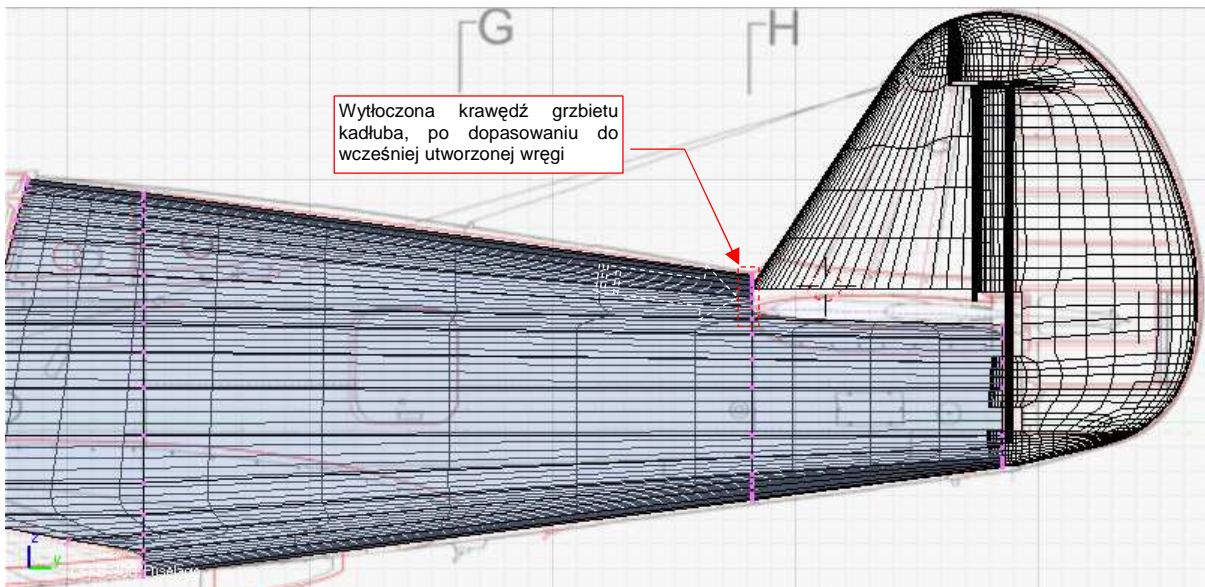
¹ Widać to wyraźnie w publikacji [10], gdzie na str. 186 autor pokazuje jeden z rysunków koncepcyjnych P-36, opracowanych w maju 1935r.

"spłaszczenia" tej trójki: wystarczy zmienić skalę wzdłuż lokalnej osi **X** do zera. Potem możesz odrobinę ten zespół obrócić, dopasowując z powrotem do wzorcowego obrysu. W trakcie dalszych manipulacji konieczne będzie zmniejszenie długości takiego segmentu. Można je uzyskać przez zmianę skali wzdłuż lokalnej osi **Y**. Gdy ostatnia i poprzednia wręga kadłuba są już uformowane — połącz ich odpowiednie wierzchołki ścianami (F, str. 884) (Rysunek 4.10.12a). Następnie wytłocz cztery górne wierzchołki, i dopasuj je do krawędzi steru (Rysunek 4.10.12b) :



Rysunek 4.10.12 Szczegóły formowania tylnej krawędzi kadłuba

Kolejnym krokiem jest wytłoczenie górnej części ogona, aż do przedostatniej wręgi (Rysunek 4.10.13):



Rysunek 4.10.13 Szczegóły formowania grzbietu kadłuba za kabiną

Oczywiście, po wytłoczeniu zmień rozmiar tego fragmentu, aby pasował w tym miejscu do reszty przekroju kadłuba. Następnie połącz go z nim pojedynczą ścianą.

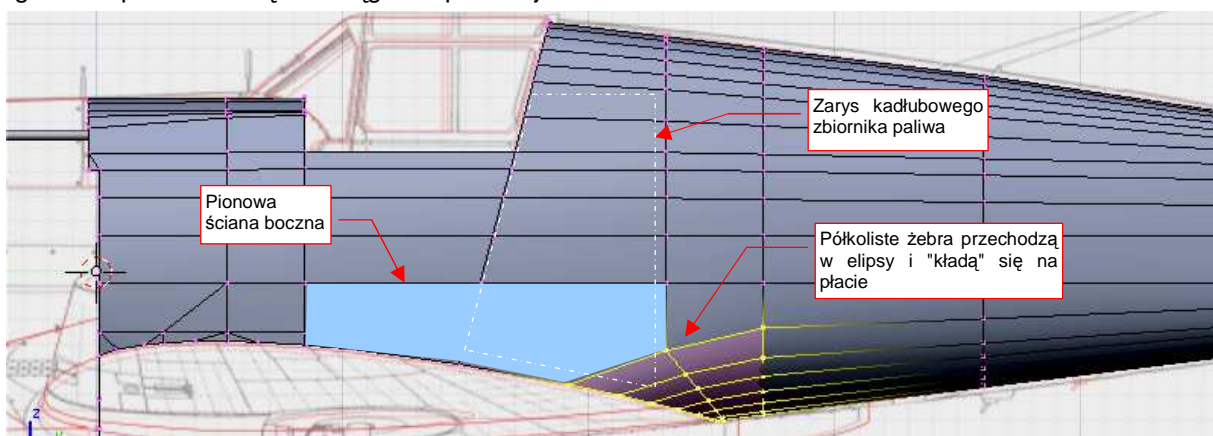
Grzbiet i boki ogona P-40 były nieco wypukłe, więc wstaw pośrodku ogona kolejną wręgę (Rysunek 4.10.14). Poszerz ją nieco (poprzez zmianę skali wzdłuż osi **X**), aby dopasować krawędź kadłuba do konturu w rzucie z góry (**XY**). Górny fragment wręgi dopasuj do obrysu z boku (str. 895).

Pozostało jeszcze wstawić (*Loopcut*) kolejną wręgę pod statecznikiem pionowym, i "dociągnąć" do niej (poprzez wytłoczenie) kontur grzbietu (Rysunek 4.10.14). Ten fragment ułatwi formowanie owiewki, zakrywającej połączenie stateczników z kadłubem. Wreszcie, na koniec, uprość układ ścian kadłuba ponad tylną częścią skrzydła. To przygotowanie do zmiany kształtu tego fragmentu. (Zdjęcia wykazują, że miał w tym miejscu nieco inny przekrój, niż wynika to z planów JJ czy ML):



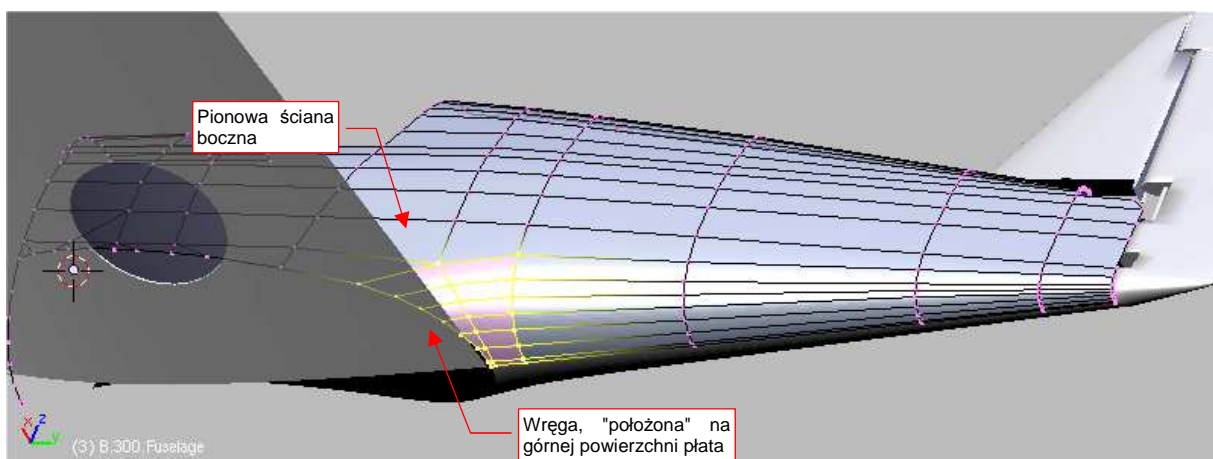
Rysunek 4.10.14 Wstawienie dodatkowych wręg kadłuba

W wyniku analizy zdjęć okazało się, że wzdłuż kabiny pilota, poniżej osi samolotu, ściany kadłuba były niemal pionowe (Rysunek 4.10.15). Wydaje się to konstrukcyjnie uzasadnione, gdyż ta część konstrukcji zawierała kadłubowy zbiornik paliwa. Na pewno w oczach konstruktorów okropnym marnotrawstwem byłaby rezygnacja z kilku galonów paliwa w imię zaokrąglenia przekroju.



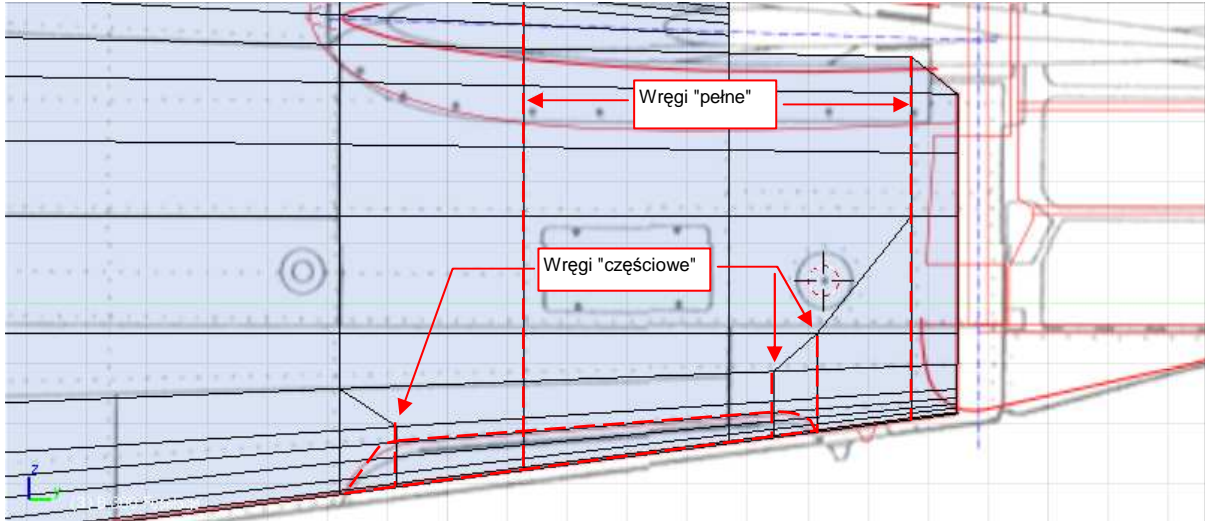
Rysunek 4.10.15 Poprawka tylnej części krawędzi łączącej kadłub z płatem

Ten fragment ukształtuj, wytłaczając dolne części wręg. Każdą kolejną coraz bardziej pochylaj, by ostatnią "położyć" na górnej powierzchni płata (Rysunek 4.10.15, Rysunek 4.10.16):



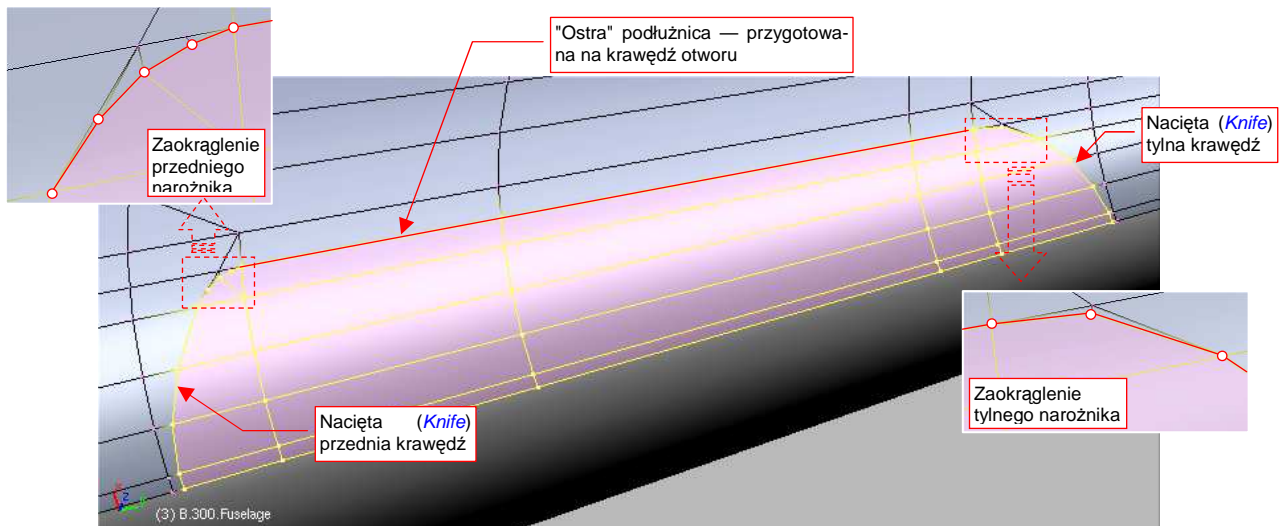
Rysunek 4.10.16 Poprawiony kształt kadłuba

Teraz można wyciąć otwór kółka ogonowego. Przygotuj się do tego, nacinając (*Knife*) dwie dodatkowe, "pełne" wręgi wzdłuż linii nitów kadłuba (Rysunek 4.10.17). (To dla zagęszczenia siatki i z myślą o przyszłych teksturach nierówności). Kolejne trzy "częściowe" wręgi umieść tak, by znalazły się w istotnych miejscach zarysu luku na kółko ogonowe. (Jedna z nich wyznacza tylną krawędź otworu, dwie pozostałe — końce zaokrąglonych narożników):



Rysunek 4.10.17 Przygotowania do wycięcia otworu na kółko ogonowe

Po przygotowaniu podłużnic możesz naciąć (za pomocą *Knife*) przednią i tylną krawędź luku podwozia. Na razie nie będą miały zaokrągleń na narożnikach. Przednią krawędź wytnij w rzucie z boku (w tym rzucie jest ukośną linią prostą). Tylną krawędź w rzucie z dołu ma kształt fragmentu okręgu. Można by było oczywiście wyznaczyć ją za pomocą pomocniczego walca i skryptu *Cross Section*. (Analogicznie, jak wyznaczyliśmy luk podwozia głównego w skrzydle — str. 139). Jeżeli jednak masz w miarę pewną rękę, takie mniej istotne otwory możesz także wykonać za pomocą *Knife*.

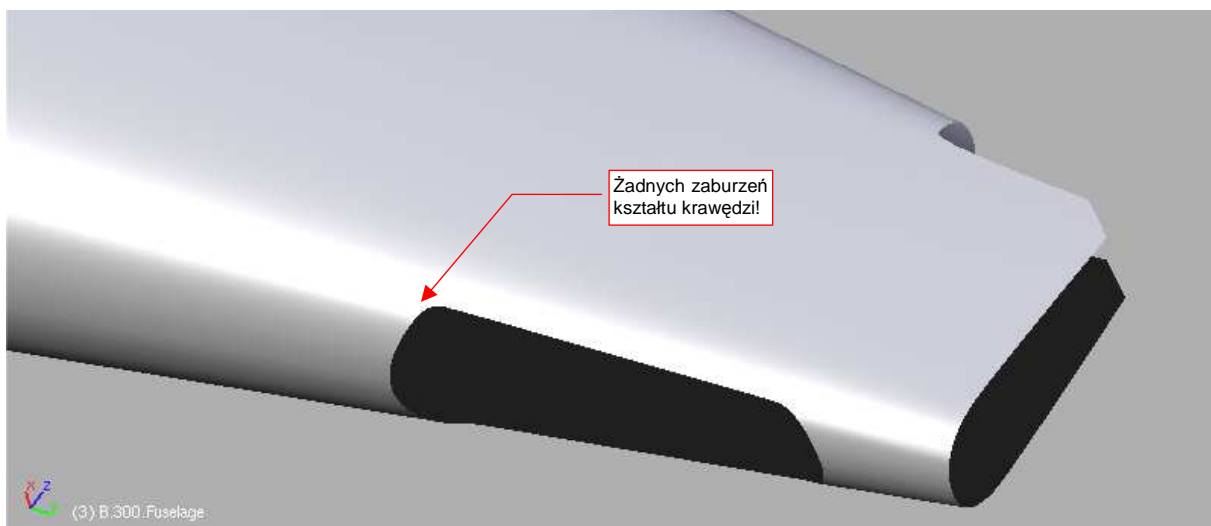


Rysunek 4.10.18 Szczegóły krawędzi otworu kółka ogonowego

Pozostały jeszcze do wykonania zaokrąglenia na krawędziach luku (Rysunek 4.10.18). Aby nadać im właściwy kształt, należy poprzesuwać po powierzchni ściany kilka wierzchołków, by uformowały odpowiednią krzywą. Najprościej to zrobić ustawiając widok w płaszczyźnie wybranej ściany (**Shift-V**, *View→Align View→Align View To Selected*). Szczegółowy opis uformowania narożnika znajdziesz na str. 893. Narożnik tylnej krawędzi jest prostszy od przedniej. To w istocie jeden dodatkowy wierzchołek, "dopasowujący" przejście łuku w prostą.

Oznacz krawędź otworu jako "ostrą" (*cearse* = 1). Następnie zaznacz całe jego wnętrze i wydziel je (**P**, *Separate*) w oddzielny obiekt — pokrywę luk podwozia. Nadaj mu nazwę **B.305.L.Door**. (To jest lewa strona luku. Potem skopiujemy ją także w prawą).

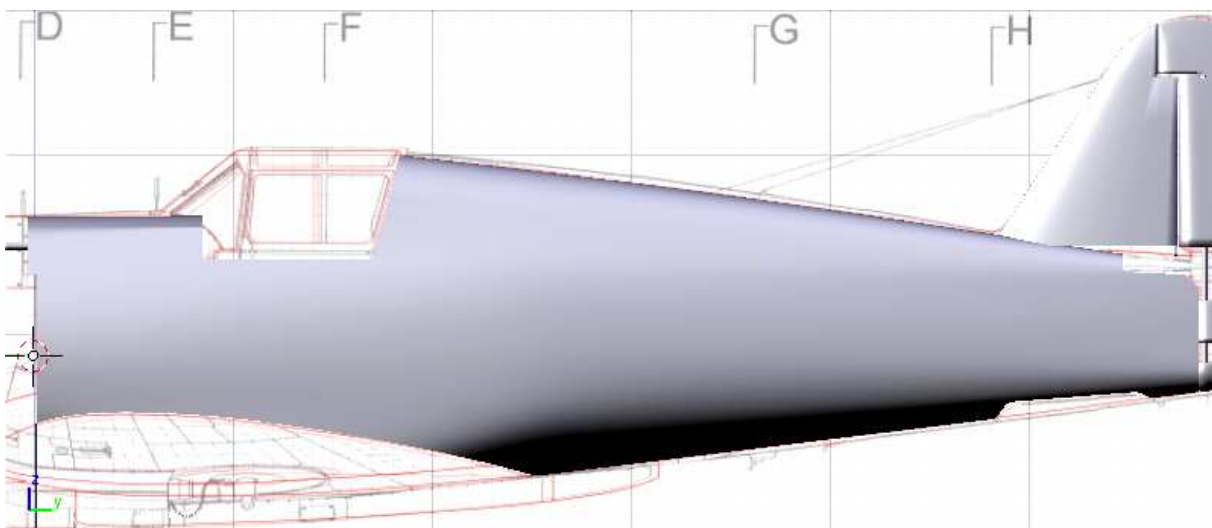
Rysunek 4.10.19 pokazuje kształt otworu po wydzieleniu luku. Dzięki dobremu przygotowaniu (por. Rysunek 4.10.11, str. 166) udało się uzyskać bardzo regularną krawędź, bez żadnych wybrzuszeń i innych deformacji:



Rysunek 4.10.19 Otwór kółka ogonowego po wydzieleniu pokryw

Nie zapomnij o dodaniu "fazki" wzdłuż krawędzi luku podwozia ("na grubość blachy"). Wydzielonej pokrywie także nadaj podobną grubość (później jeszcze będzie trzeba dodać jej wewnętrzne usztywnienia).

Pierwszy etap formowania kadłuba jest ukończony. Rysunek 4.10.20 pokazuje uzyskany kształt:



Rysunek 4.10.20 Rezultat — uformowany środek i tył kadłuba

Nadaj temu obiektowi nazwę **B.300.Fuselage**.

Podsumownie

- Kadłub rozpoczynamy od narysowania połówki pojedynczej wręgi. Najlepiej wybrać jedną z wręg istotnych pod względem konstrukcyjnym — np. w okolicy kabiny pilota (por. str. 161).
- Kształt formujemy poprzez wytłoczenia kolejnych fragmentów. Na każdym kroku należy weryfikować plany modelarskie (por. str. 162, 163)
- Otwory w kadłubie powinny mieć na dwóch przeciwległych krawędziach "ostre" podłużnice. Ściany, połączone za pomocą tych podłużnic, powinny być przed i za otworem płaskie (w rzucie z przodu - **ZX**) (str. 166, 170).

4.11 Osłona silnika

W tej sekcji ukształtujemy podstawowy kształt osłony silnika (Rysunek 4.11.1). Chłodnicy cieczy, ze względu na bardzo skomplikowaną geometrię, poświęcę następną sekcję (4.12, str. 182).

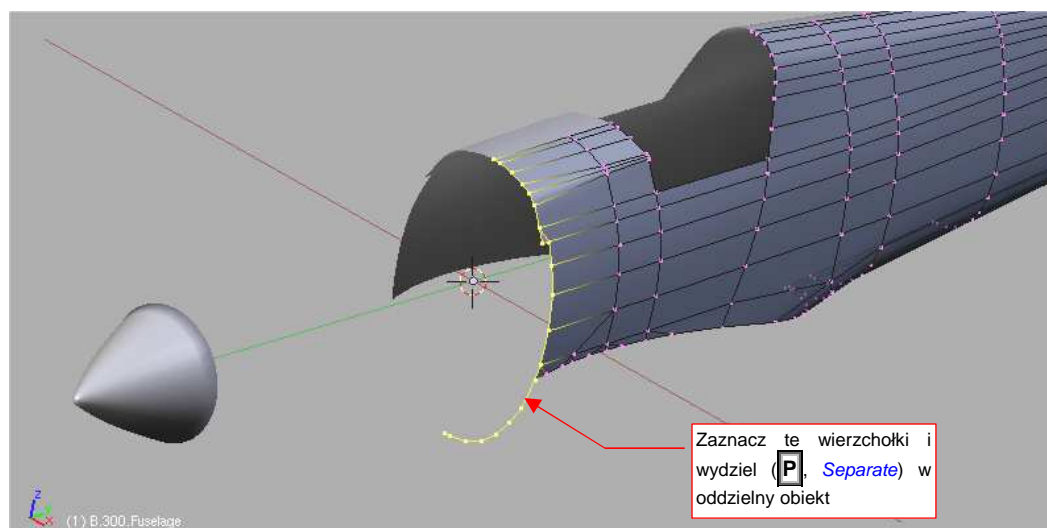


Rysunek 4.11.1 Fragment kadłuba, który odwzorujemy w tej sekcji

Proponuję podzielić przód kadłuba na części, odpowiadające oryginalnym panelom pokrywy silnika. To oznacza na początku trochę więcej pracy. Potem jednak łatwiej będzie odwzorować otwory na rury kolektora spalin, i wypukłości osłony karabinów oraz chwytu powietrza. Uformowanie każdego z tych szczegółów wymaga lokalnego zagęszczenia siatki. Co więcej, dla każdego z tych detali trzeba to zrobić w nieco inny sposób. Próba odwzorowania wszystkiego na jednej powłoce prowadziłaby do nadmiernej komplikacji siatki. Dzielenie powłoki na pojedyncze panele, możemy lokalnie dopasować każdy z nich do szczegółu, który zawiera. Co więcej, może Ci się zamarzyć w przyszłości wykonanie w środku makiety silnika Allison, i stworzenie obraz pokazującego "rozbebeszony" samolot na lotnisku. Powłokę silnika będziesz miał już na to przygotowaną.

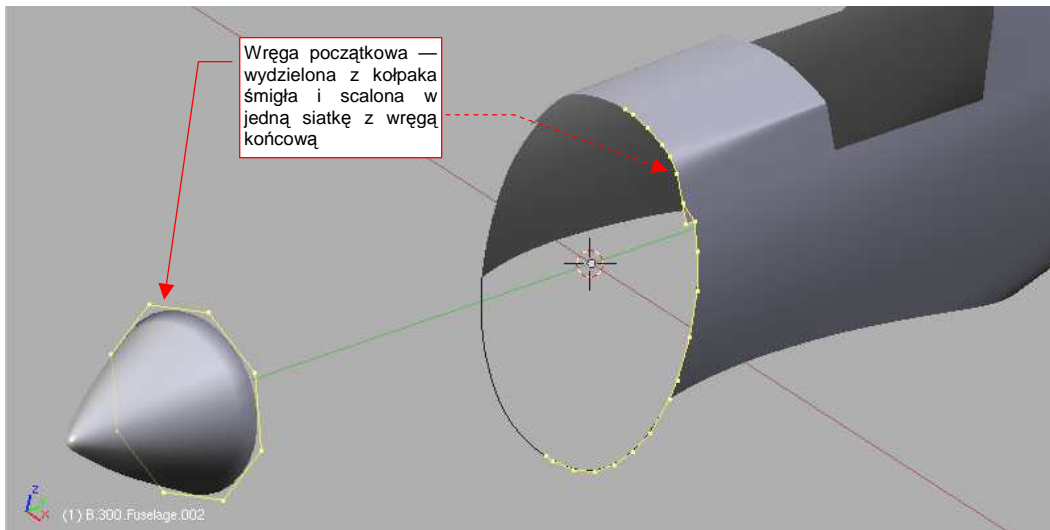
Aby podział na panele odbył się bez komplikacji, już na wstępnych etapach formowania należy poprowadzić wzdłuż przyszłego szwu ostrą (*cearse* = 1) krawędź. Rysunek 4.11.1 pokazuje ich układ.

Pracę zacznij od wydzielenia (**P**, *Separate*) z uformowanej poprzednio części kadłuba wierzchołków przedniej wręgi (Rysunek 4.11.2). To załączek osłony silnika:



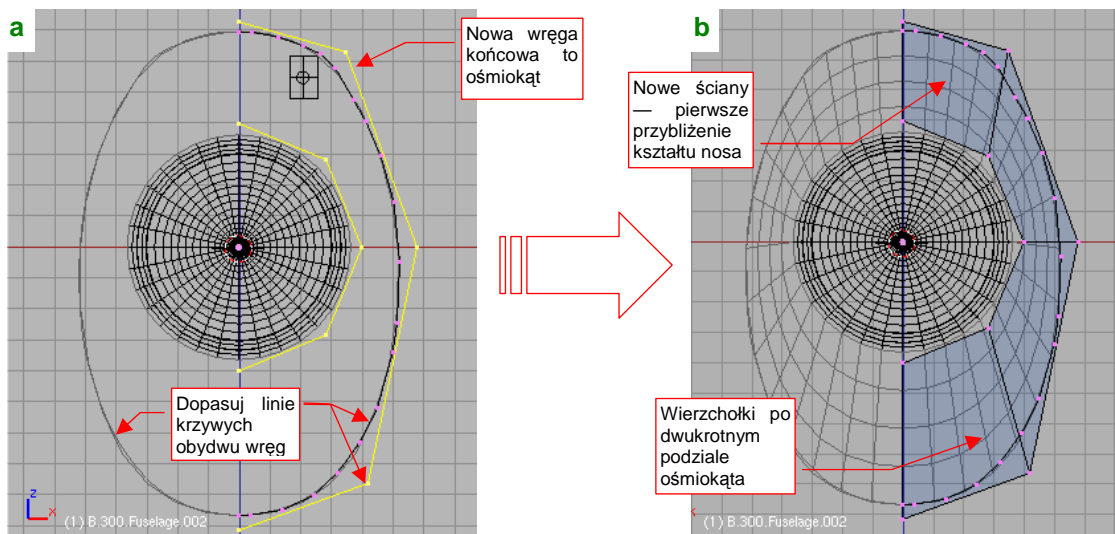
Rysunek 4.11.2 Wydzielenie przedniej wręgi z dotychczas uformowanej części kadłuba

Wydziel także z kołpaka śmigła (**B.005.Hub**) wręgę podstawy, i scal (**Ctrl-J**, *Join Objects*) z tworzoną siatką (Rysunek 4.11.3):



Rysunek 4.11.3 Dodana do obiektu wręga początkowa — podstawa kołpaka śmigła

Usuń z wręgi początkowej wierzchołki z prawej strony. Włącz dla tej siatki modyfikator *Mirror* (względem osi **X**) i *Subsurf* (*Level* = 2). Przednia wręga ma teraz pięć wierzchołków, a tylna — około 20. Potraktuj tylną ("gęstą") wręgę jako wzorec docelowego kształtu. Utwórz nową wręgę końcową, złożoną z tyłu wierzchołków, co wręga początkowa (Rysunek 4.11.4a):

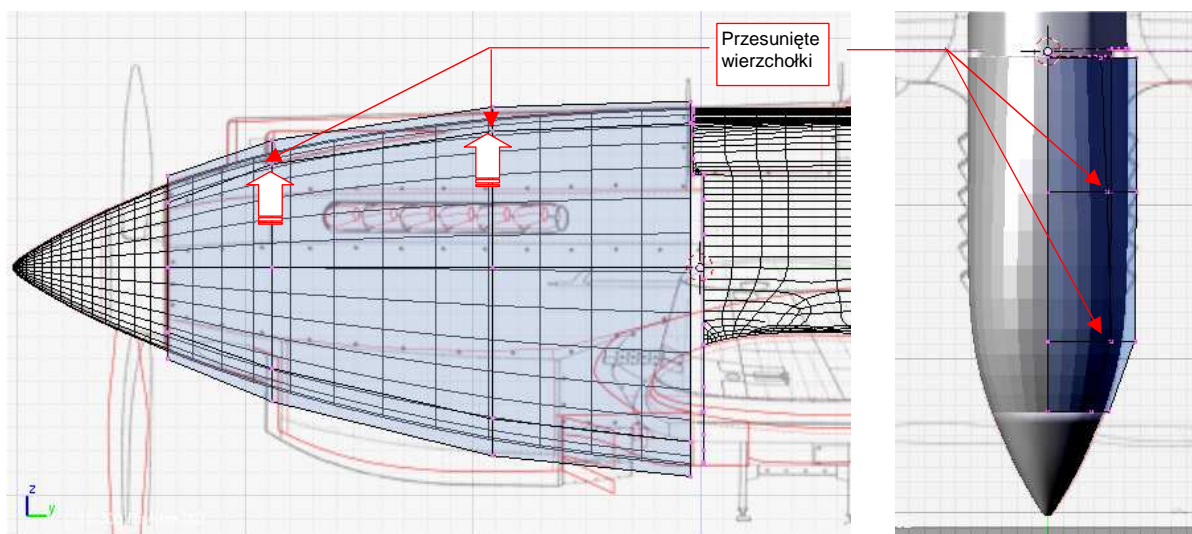


Rysunek 4.11.4 Dopasowanie nowej ("ośmiokątnej"), tylnej wręgi do wzorca obrysu (wręgi "gęstej")

Najłatwiej nową wręgę końcową utworzyć poprzez skopiowanie wręgi początkowej, i poprzesuwanie jej wierzchołków. Rysunek 4.11.4a pokazuje, że nawet za pomocą pięciu wierzchołków (lub symetrycznie licząc — ośmiu) można całkiem niezłe odwzorować krzywiznę wręgi wzorcowej ("gęstej").

Tak przygotowane wręgi można połączyć ścianami (**F**, *Skin Faces/Edges - Loops* — Rysunek 4.11.4b). Zwróć uwagę, że gęstość takiej siatki przy dwukrotnym podziale jest zbliżona do gęstości wierzchołków na linii wzorcowej ("gęstej") wrędze. Kształt, który utworzymy za pomocą tej rzadkiej ("ośmiobocznej") siatki będzie pierwszym przybliżeniem kształtu kadłuba. Potem siatkę zagęścimy, "utrwalając" modyfikator *Subsurf*. Dokładne dopasowanie do kształtu wręgi wzorcowej uzyskamy za pomocą ok. 16 wierzchołków.

Wstaw (*Loopcut*) w nowo utworzoną powłokę kolejne dwie wręgi. Rozciągnij je wzdłuż osi Z i X tak, by uzyskać właściwy kształt w rzucie z góry i z boku (Rysunek 4.11.5):

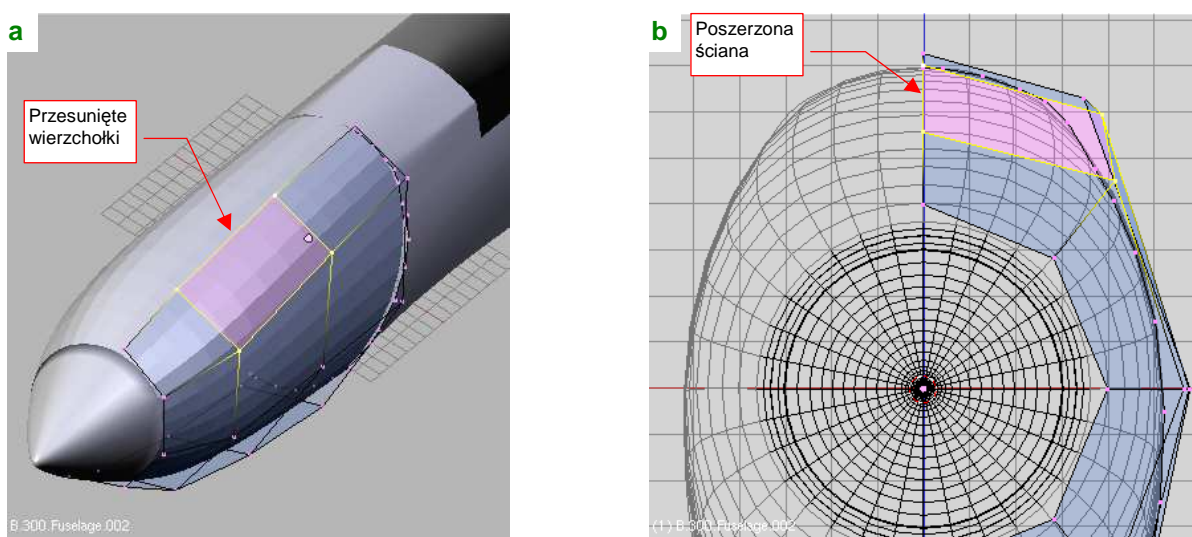


Rysunek 4.11.5 Formowanie podstawowego kształtu nosa P-40B

W rzucie z boku skoncentruj się przede wszystkim na właściwym uformowaniu górnej części nosa samolotu. Dolną część uformuj tylko pobieżnie, na tyle, aby poprawnie uformować boki osłony silnika. Osłona chłodnicy, znajdująca się u dołu, zostanie poddana intensywnej adaptacji w następnej sekcji (str. 182).

Zdjęcia zdają się wykazywać, że górna część osłony silnika nie miała idealnie eliptycznego przekroju. (Taki kształt mają przekroje na planach Jacka Jackiewicza i Mariusza Łukasika). Z przodu, przed kolektorem spalin, grzbiet pokrywy silnika był nieco spłaszczony. Dzięki temu mieściły się pod nią cylindry silnika¹. Dalej przekrój przechodził płynnie w obrys, jaki nadaliśmy wrędze końcowej. To także nie jest elipsa — jest nieco wypiętrzona tam, gdzie znajdowały się zamki karabinów (por. str. 163).

Aby uzyskać taki kształt grzbietu osłony silnika, przesunij do góry cztery wierzchołki środkowych wręg (Rysunek 4.11.5, Rysunek 4.11.6a):



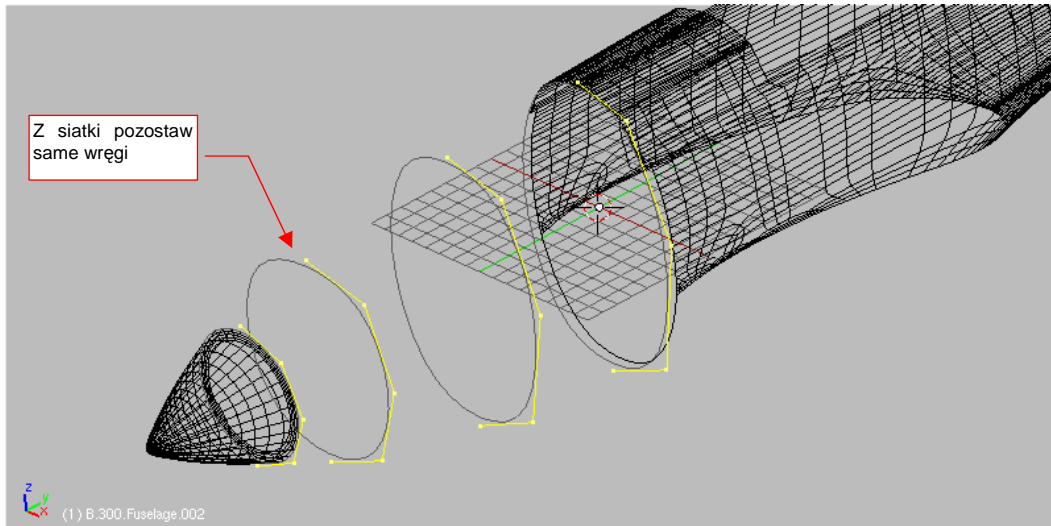
Rysunek 4.11.6 Formowanie podstawowego kształtu nosa P-40B

¹ Takie spłaszczenie jest charakterystyczne dla prawie wszystkich osłon silników myśliwców z II wojny światowej, używających silników rzędowych w układzie "V". Spitfire, Jak, ŁaGG czy Mustang miały je w mniejszym lub większym zakresie. Miały je także Messerschmitt i Macchi - z tym, że na dolnej, a nie górnej części osłony. (Ich silnik — Daimler-Benz — miał układ odwróconego "V").

Dodatkowo, poszerz w kierunku **X** ścianę, którą tworzą te wierzchołki. Rysunek 4.11.6b pokazuje kształt powłoki, który powinieneś przy tym osiągnąć.

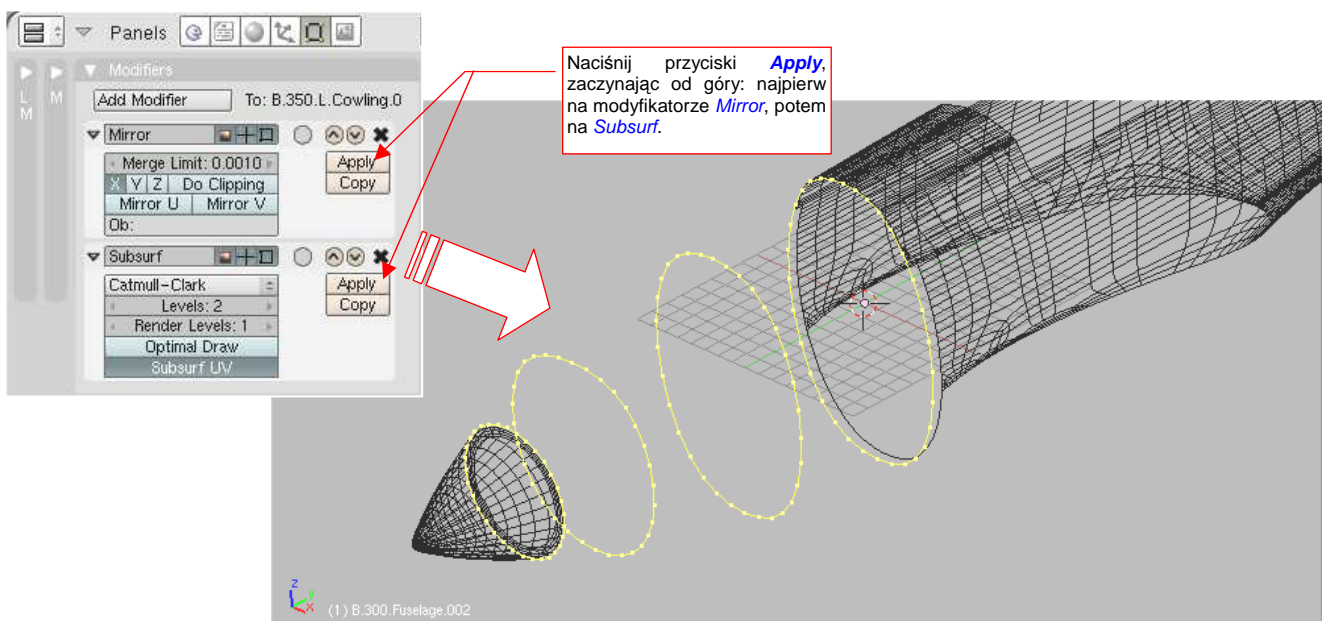
Uzyskaliśmy "zgrubny" kształt nosa samolotu, teraz należy zwiększyć liczbę podłużnic, aby można było dokonać dalszych, drobnych modyfikacji. Nie będziemy na razie zwiększać liczby wręg (to by na razie niepotrzebnie skomplikowało siatkę i utrudniło jej zmiany).

Aby zwiększyć liczbę podłużnic, zacznij od usunięcia dotychczasowych. Usuń także tylną, "gęstą" wręgę, pozostawiając tylko cztery wręgi, po pięć wierzchołków każda (Rysunek 4.11.7):



Rysunek 4.11.7 Przygotowanie do zwielokrotnienia wierzchołków: usunięcie krawędzi "podłużnych"

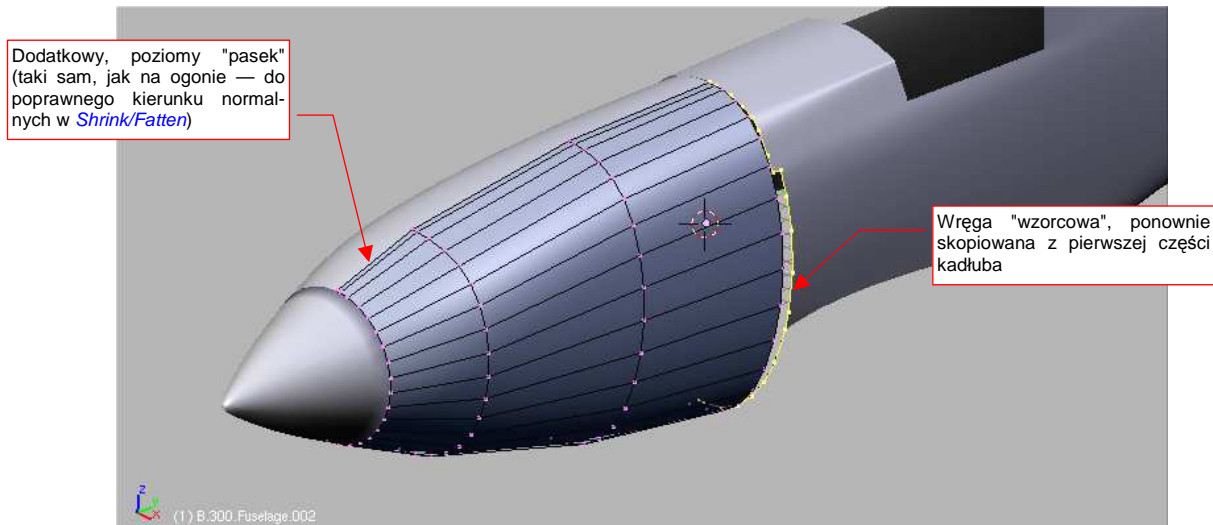
Następnie przełącz się w tryb obiektu (*Object Mode*), ale pozostaw w oknie przycisków zestaw *Editing*. "Utrwal" modyfikatory siatki, naciskając przycisk *Apply*: najpierw dla modyfikatora *Mirror*, potem dla *Subsurf*¹. (Naciśnięcie *Apply* powoduje także usunięcie modyfikatora — wierzchołki, które generował, stały się "realne", i nie jest już więcej potrzebny). Potem przełącz się z powrotem w tryb edycji (*Edit Mode*). Rysunek 4.11.8 przedstawia rezultat operacji:



Rysunek 4.11.8 "Zagęszczenie" wierzchołków poprzez "utrwalenie" modyfikatora *Subsurf* (i *Mirror*)

¹ *Subsurf:Apply*, zastosowany bez wcześniejszego *Mirror:Apply*, stworzyłby krzywe otwarte!

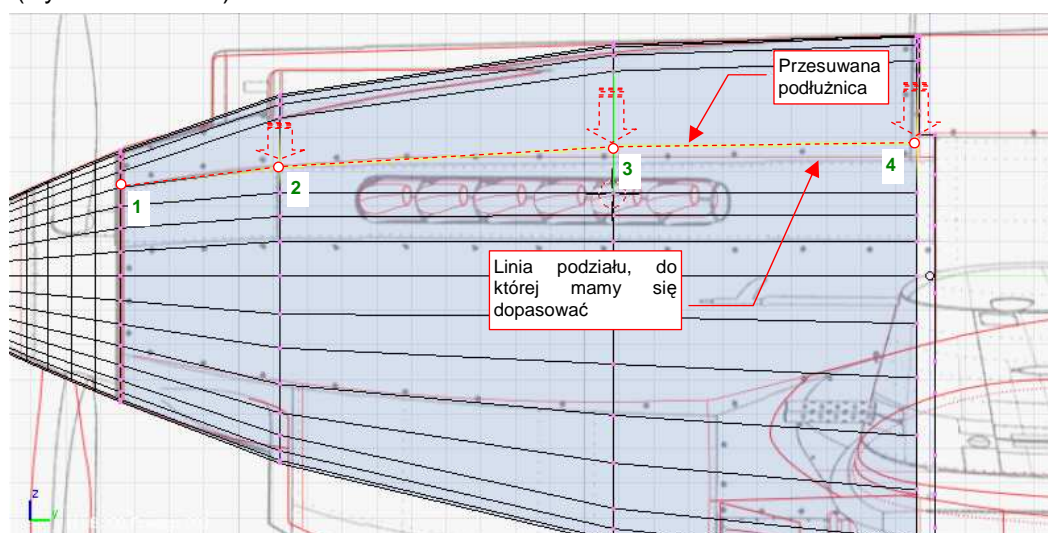
Pozostaje jeszcze "posprzątać": usuń prawe strony wręg, włącz powtórnie modyfikatory *Mirror* i *Subsurf*. Następnie połącz te wręgi ścianami. Najszybciej jest to zrobić, wybierając po dwie sąsiednie wręgi i wywołując **F** (*Mesh* → *Make Edge/Face*), *Skin Faces/Edge Loops* (Rysunek 4.11.9):



Rysunek 4.11.9 Siatka z czterokrotnie zwiększoną liczbą podłużnic

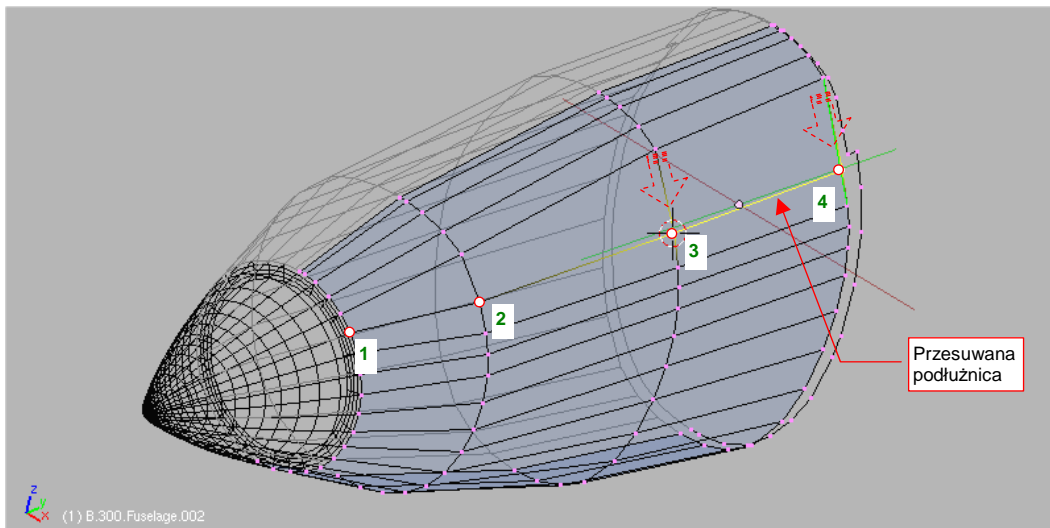
Dodaj także (*Loopcut*) jedną dodatkową podłużnicę, umieszczając ją bardzo blisko osi kadłuba. Stworzysz w ten sposób wąski "pasek" ścian, które ustaw zupełnie poziomo. Powinien zapewnić poprawny kształt powłok odsuwanych np. poleceniem *Shrink/Fatten* (Rysunek 4.11.9). Skopiuj także jeszcze raz z drugiej części kadłuba przednią wręgę, i włącz ją powtórnie do siatki osłony silnika. Teraz już nie wypada nazywać jej "gęstą", gdy liczba wierzchołków wszystkich pozostałych wręg stała się bardzo zbliżona. Nadal jednak przyda się nam w charakterze wzorca do dopasowywania. (Tym razem do dokładnego uzgodnienia miejsca styku przedniej i tylnej sekcji kadłuba.)

Przygotowując się do "pocięcia" przodu samolotu wzdłuż oryginalnych łączeń blach, trzeba nieco poprzesuwać podłużnice (Rysunek 4.11.10):



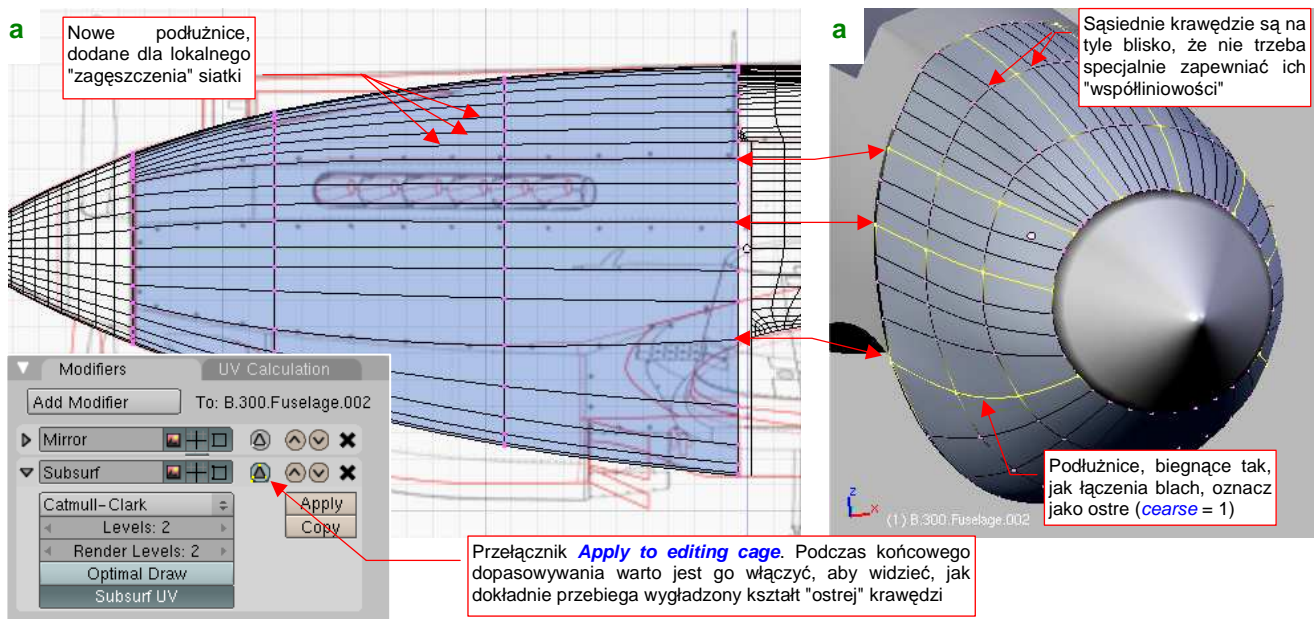
Rysunek 4.11.10 Dopasowywanie (poleceniem *Edge Slide*) podłużnic siatki do linii podziału paneli na osłonie silnika

Typową taktyką jest przesunięcie (**Ctrl**-**E**, *Edge Slide*) całej krawędzi **|1234|** tak, aby jej początek (wierzchołek **1**) przy kołpaku śmigła znalazł się we właściwym miejscu. Potem regulujesz nachylenie odcinka **|23|** poprzez przesunięcie odcinka **|34|** (Rysunek 4.11.11). Na koniec popraw (poprzez zwykłe przesunięcie — **G**) położenie ostatniego punkt — **4**, jeżeli nie pasuje do reszty. Oczywiście, aby uzyskać docelowe położenie wierzchołków, trzeba przesunąć nie jedną, a kilka podłużnic — jedną po drugiej.



Rysunek 4.11.11 Przesuwanie kolejnego odcinka podłużnicy (dopasowanie krawędzi siatki do linii podziału paneli)

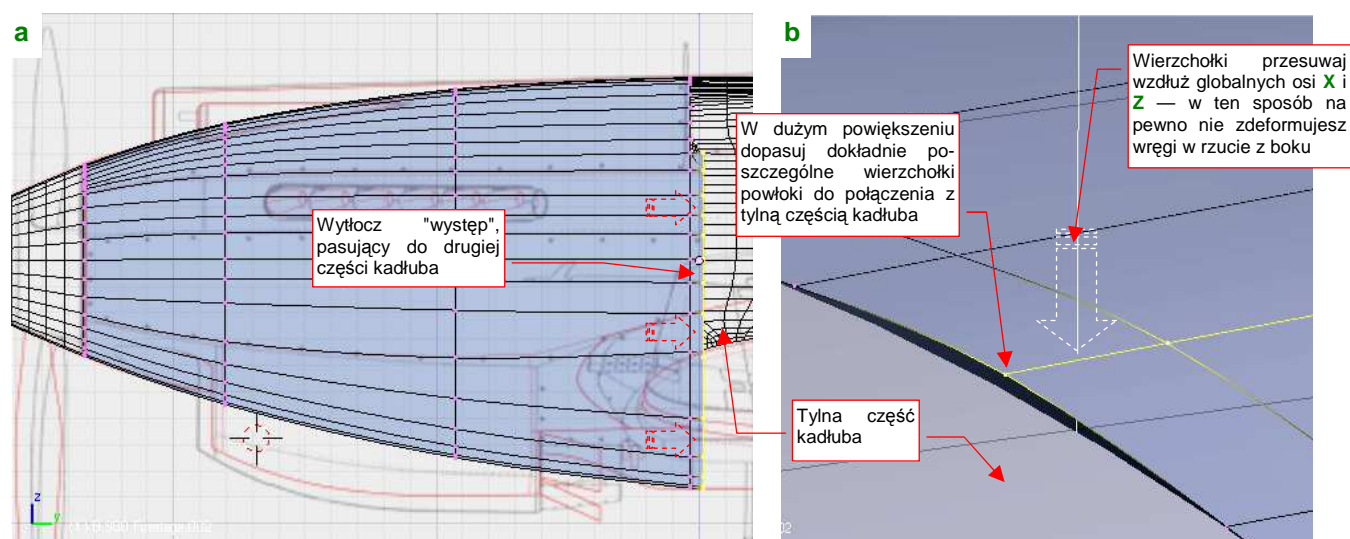
Na koniec należy włączyć ostrość (*cearse* = 1) linii przyszłych podziałów (Rysunek 4.11.12b). W ten sposób nabiorą takiego kształtu, jak przyszłe krawędzie powłok, na które zamierzamy podzielić nos. Warto także wtedy włączyć na modyfikatorze *Subsurf* przełącznik *Apply to editing cage* (Rysunek 4.11.12a). Gdy jest włączony, krawędzie siatki zmieniają się w krawędzie segmentów wygładzonej powłoki. W tym stanie lepiej jest dokładnie sprawdzać, czy ostra krawędź dokładnie pokrywa się z podziałami oryginalnych paneli. Czasami pojawia się konieczność dodania dodatkowych podłużnic, aby zappełnić "puste przestrzenie", pozostałe po wcześniejszych przesunięciach (Rysunek 4.11.12a):



Rysunek 4.11.12 Przygotowywanie siatki do podziału na panele

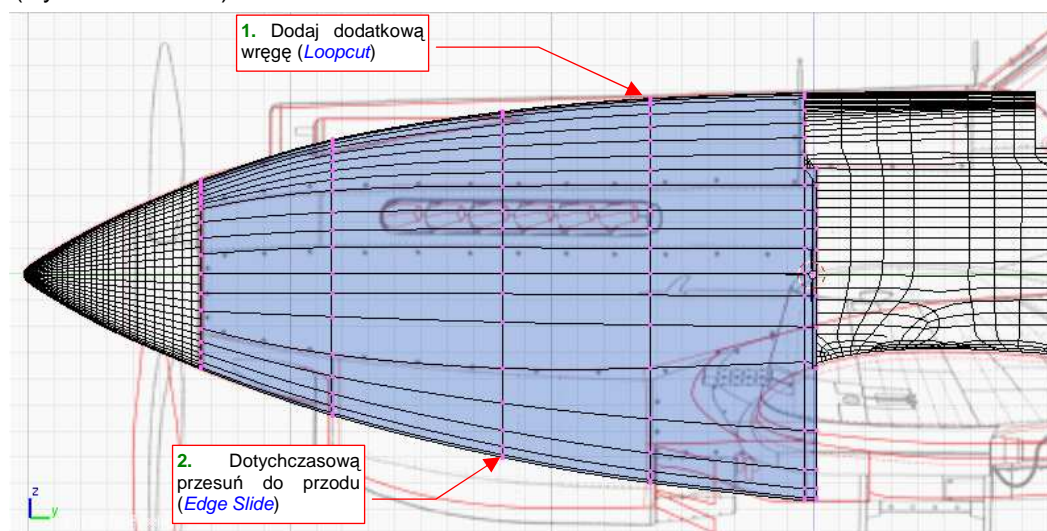
Po "ułożeniu" kluczowych krawędzi, można dopasować dokładnie miejsce połączenia przedniej i tylnej części kadłuba.

Dodaj (poprzez wytłoczenie) "występ", pasujący do "uskoku" wręgi w miejscu połączenia (Rysunek 4.11.13a). Potem powiększ obraz (*zoom*), i dopasuj poszczególne wierzchołki tylnej krawędzi do drugiej części kadłuba (Rysunek 4.11.13b). Najwygodniej jest to zrobić, metodycznie "przesuwając się" wzdłuż linii połączenia obydwu krawędzi. Podczas dopasowywania przesuwaj poszczególne wierzchołki wzdłuż osi globalnych: **Z** i **X**. (Można to robić w każdej projekcji. Dzięki temu nie jesteś ograniczony do pracy wyłącznie w rzucie z lewej, góry i przodu).



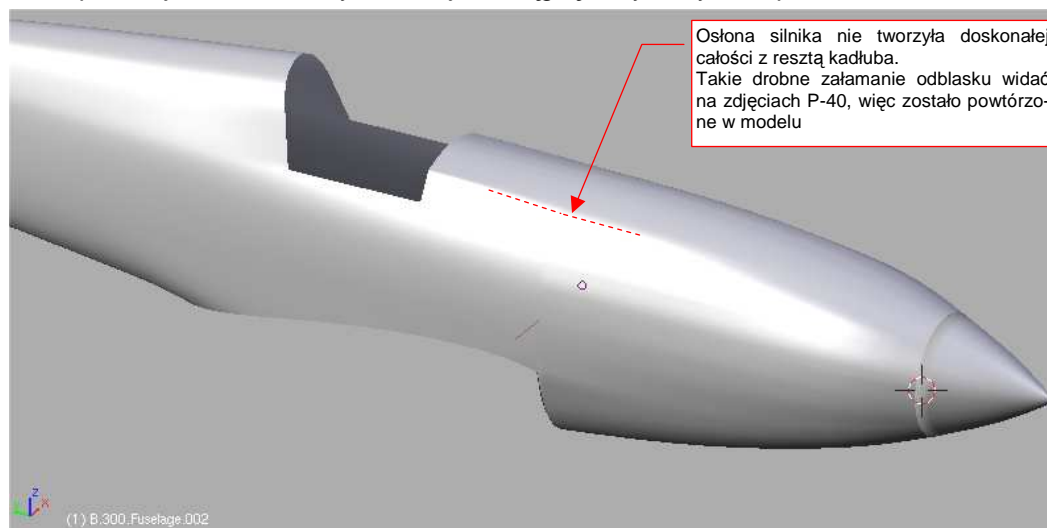
Rysunek 4.11.13 Dopasowanie połączenia przedniej i tylnej części kadłuba

Dodaj jeszcze jedno żebro, aby było tam, gdzie tylna ściana osłony chłodnicy i koniec szczeliny rur wydechowych. Koniecznie, aby nie zaburzyć tak pracowicie przygotowanego układu podłużnic, zrób to w kolejności jak na ilustracji (Rysunek 4.11.14):



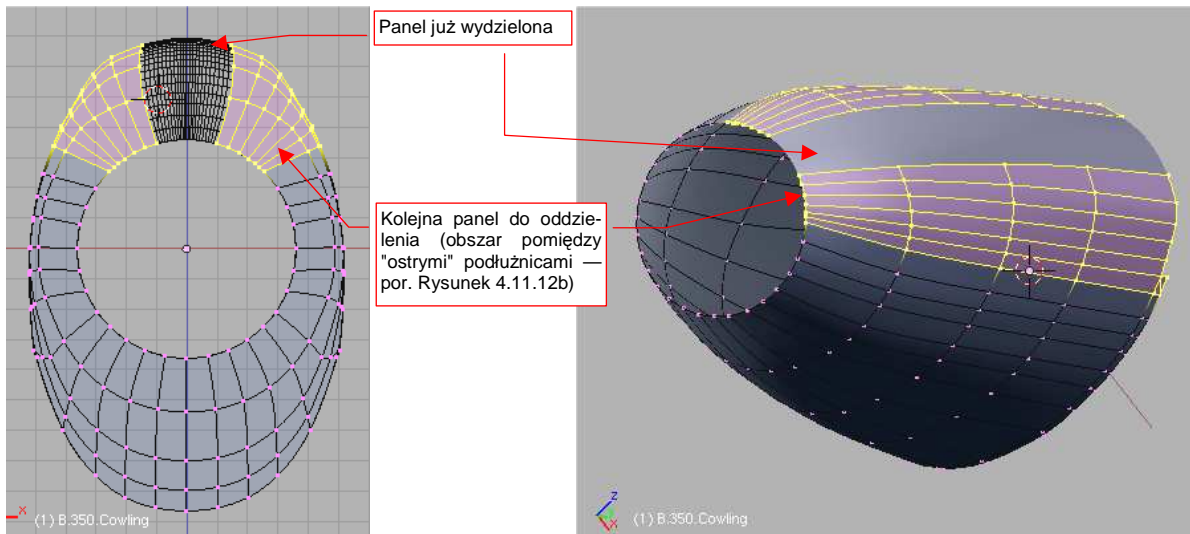
Rysunek 4.11.14 Dodanie do nosa samolotu dodatkowej, piątej wręgi

Rysunek 4.11.15 pokazuje kształt osłony silnika, jak osiągnęliśmy na tym etapie:



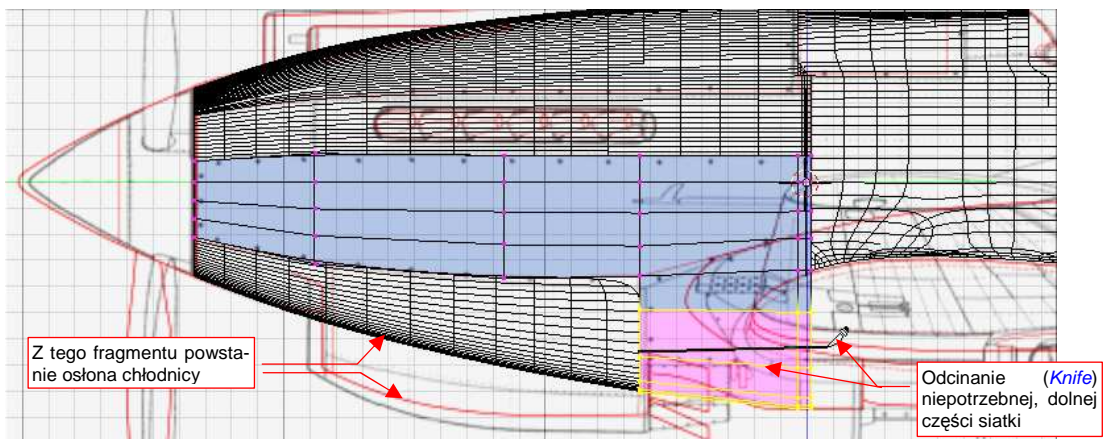
Rysunek 4.11.15 Osłona silnika — kształt po uformowaniu

Teraz możesz wydzielić (**P**, *Separate*) z powłoki poszczególne panele osłony silnika (Rysunek 4.11.16):



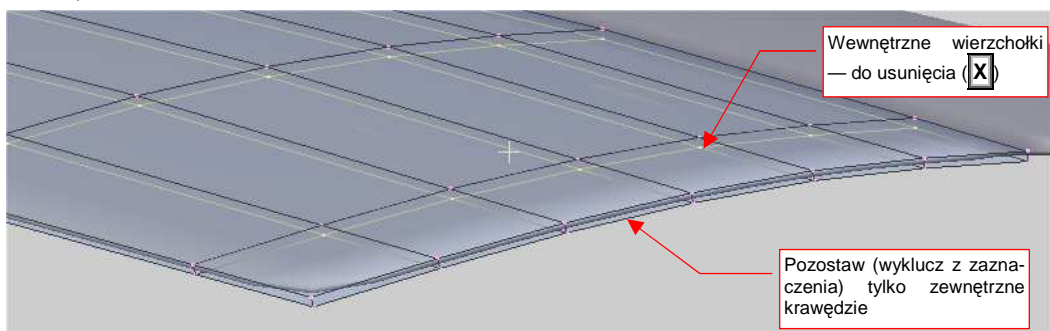
Rysunek 4.11.16 Wydzielenie z powłoki poszczególnych paneli osłony silnika

Po rozdzieleniu powłoki na poszczególne panele można odciąć fragment dolnej części powłoki, którego nie było w prawdziwym samolocie (Rysunek 4.11.17). (Możemy to zrobić dopiero teraz, gdy nie zaburzy to w żaden sposób układu krawędzi na pozostałej części siatki). Liniją cięcia (*Knife*) poprowadź wzdłuż krawędzi widocznej na planach modelarskich (P-40 miał w tym miejscu ostre zakończenie kadłuba):



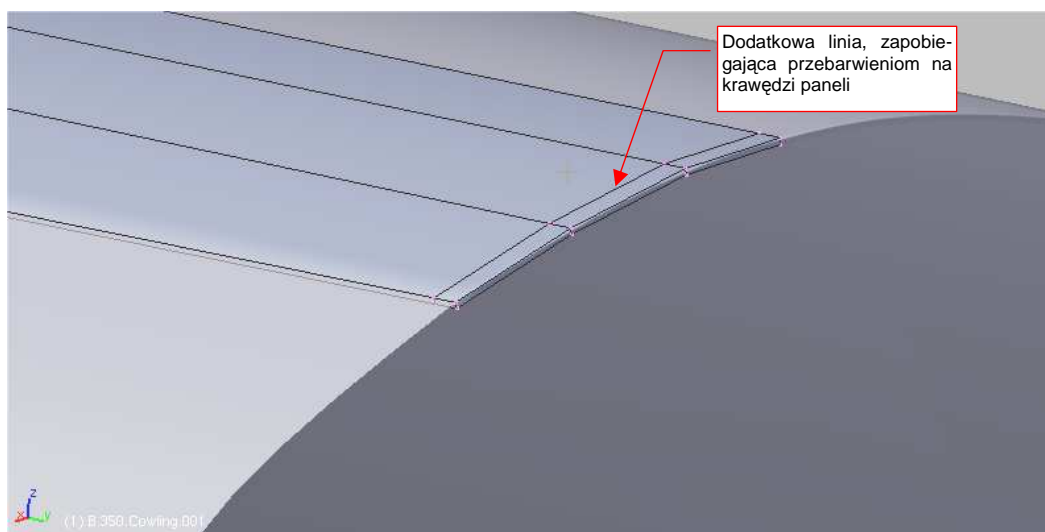
Rysunek 4.11.17 Odcięcie niepotrzebnej, dolnej części powłoki samolotu

Nie zapomnij o pogrubieniu krawędzi paneli pokrycia, imitującego blachę (o 0.02 jedn.). Okazuje się, że dla takich podłużnych kształtów najlepiej sprawdza się skrypt *Solidify Selection* (str. 897). Po jego wywołaniu musisz tylko usunąć wszystkie wierzchołki drugiej ściany, którą utworzył, pozostawiając tylko krawędzie (Rysunek 4.11.18):



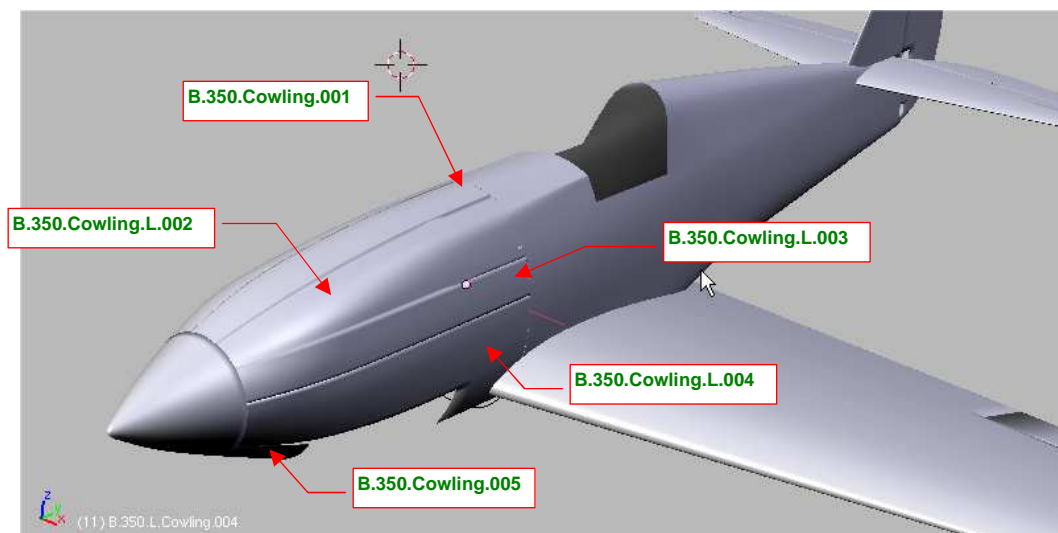
Rysunek 4.11.18 Pogrubienie panelu osłony za pomocą skryptu *Solidify Selection*

Wzdłuż ostrego załamania ścian o bardzo różnej długości powstają brzydkie "cienie". Przy odpowiednich ustawieniach renderowania nie pojawiają się na ostatecznym obrazie. Mówiąc szczerze, trochę mi jednak przeszkadzają w czasie pracy nad modelem. Możesz je wyeliminować, wstawiając (*Loopcut*) po dodatkowej wrzędze bardzo blisko przedniej i tylnej krawędzi każdego panelu (Rysunek 4.11.19):



Rysunek 4.11.19 Pogrubienie blach (0.01 jednostki Blendera)

Rysunek 4.11.20 podaje nazwy, nadane poszczególnym części osłony silnika. Panele boczne otrzymały dodatkowy wyróżnik "L" (jak *Left*) po numerze. To na przyszłość — przed rozpoczęciem teksturowania trzeba będzie zastąpić lustrzane odbicia tych części po prawej stronie samolotu prawdziwymi siatkami. Wyróżnimy je literą "R" (jak *Right*):



Rysunek 4.11.20 Nazwy, nadane poszczególnym panelom osłony silnika

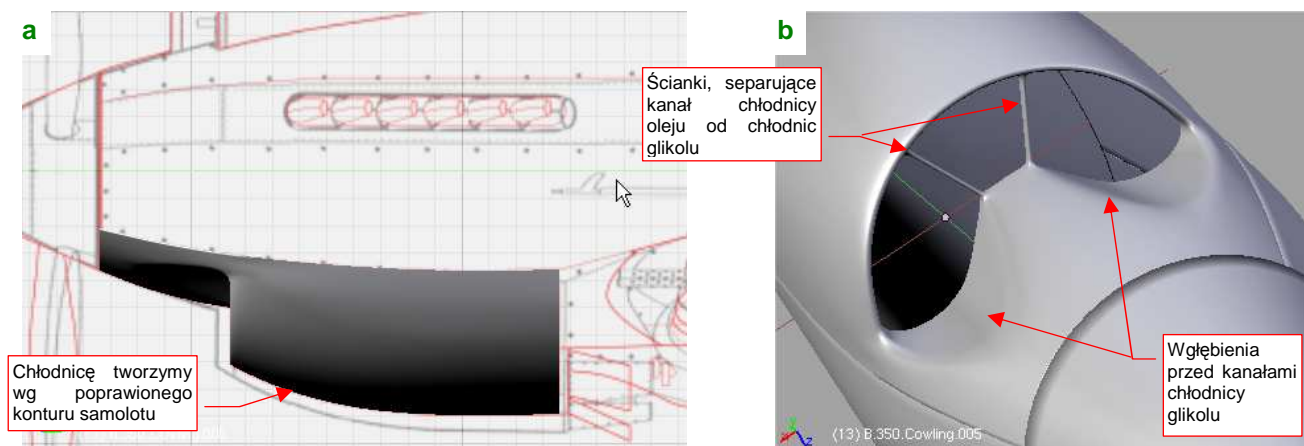
Fragment, z którego powstanie osłona chłodnicy cieczy zredukuj do niewielkiego odcinka od kołpaka śmigła do chwytu powietrza (**B.350.Cowling.005**). Resztę osłony i tak stworzymy od podstaw w następnej sekcji.

Podsumownie

- Przekroje, umieszczone na planach modelarskich traktuj z dużą rezerwą. Mogą zawierać wiele błędne. Podczas formowania kształtu zwracaj przede wszystkim uwagę na zdjęcia, oraz na rzuty z boku i góry/dołu.
- Formowanie może przebiegać w dwóch etapach. Pierwszy etap to "zgrubne" nadanie kształtu, za pomocą siatki o niewielkiej liczbie krawędzi (str. 174). Drugi etap to "drobne poprawki", na siatce o zwiększonej liczbie krawędzi (str. 176)
- Aby zwiększyć liczbę tylko jednego typu krawędzi (np. podłużnic), musisz je wszystkie usunąć z pierwotnej siatki (pozostawiając np. tylko wręgi — por. str. 175). Potem "utrwal" (przyciskiem [Apply](#)) modyfikator [Subsurf](#), zwiększając liczbę wierzchołków na każdej z linii (str. 175). Na koniec — odtwórz brakujące ściany i krawędzie.
- Dopasowanie krawędzi siatki do zadanej linii najlepiej jest wykonywać za pomocą polecenia [Edge Slide](#), metodą "od lewej do prawej" (str. 176)
- Do nadania "grubości blachy" poszczególnym panelom można wykorzystać skrypt [Solidify Selection](#) (str. 179)

4.12 Osłona chłodnicy cieczy

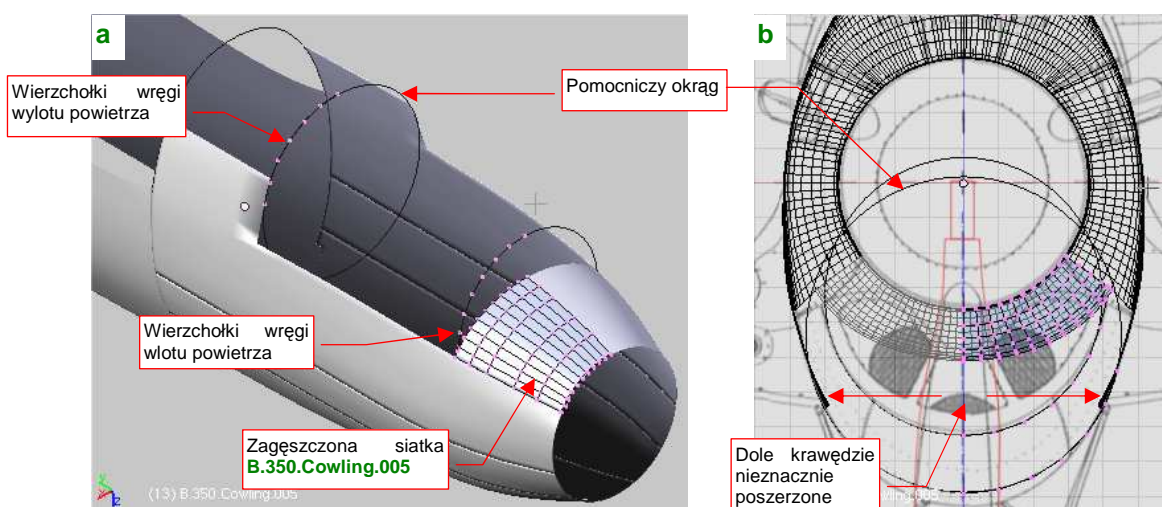
Wszystkie chłodnice cieczy — glikolu i oleju — były w P-40 umieszczone bezpośrednio pod silnikiem (Rysunek 4.12.1a). Ich wlot powietrza był podzielony dwoma ściankami na trzy kanały: środkowy, do chłodnicy oleju i boczne, do chłodnic glikolu. W kadłubie przed kanałami bocznymi były wytłoczone wgłębienia, zwiększające napływ powietrza (Rysunek 4.12.1b). Zespół wlotu powietrza wraz z poprzedzającymi go wgłębieniami tworzy dość złożony kształt, który odwzorujemy w tej sekcji.



Rysunek 4.12.1 Osłona chłodnicy cieczy

Pracę nad osłoną chłodnicy cieczy zacznij od zagęszczenia przedniego odcinka siatki (od kołpaka śmigła do wlotu powietrza - element **B.350.Cowling.005**). Zrób to "utrwalając" (przycisk *Modifiers:Apply*) modyfikator *Subsurf* z *Level* = 2 (Rysunek 4.12.2a). Gęsta siatka jest w tym miejscu potrzebna do odwzorowania wgłębienia przed wlotem powietrza oraz zaokrąglonych narożników wlotu .

Dodaj, jako niezależne obiekty, dwa pomocnicze okręgi. Ich środki przydadzą się nieraz jako "punkt zaczepienia" dla kursora 3D (*Cursor→To Selection*). Jeden z okręgów umieść tam, gdzie będzie się znajdował wlot powietrza do chłodnicy, a drugi — tam, gdzie będzie wylot (Rysunek 4.12.2a). (Ze zdjęć wynika, że spód osłony chłodnicy miał przekrój okrągły lub bardzo zbliżony do okręgu.) Przy okazji dopasowywania wręg do reszty kadłuba, koniecznym okazało się poszerzenie krawędzi za wylotem powietrza¹ (Rysunek 4.12.2b):

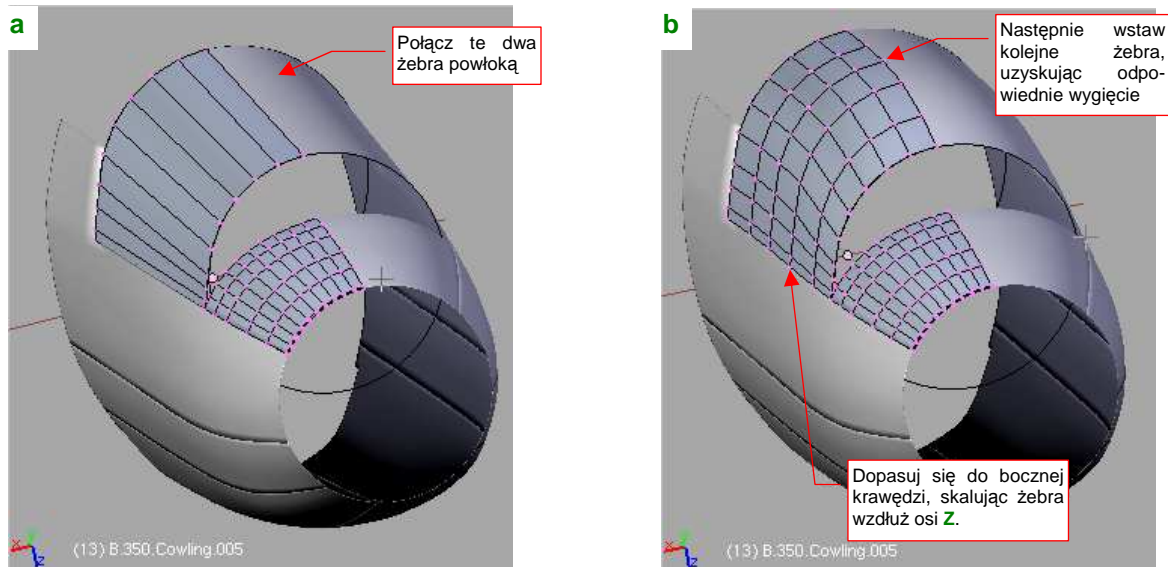


Rysunek 4.12.2 Przygotowanie dwóch okrągłych żeber

¹ Były za wąskie, by pomieścić odpowiedni okrąg. Oznacza to, że popełniłem drobny błąd w doborze tego przekroju w poprzedniej sekcji

Dodaj do siatki dwie wręgi (po 7 wierzchołków) o kształcie fragmentu okręgu tam, gdzie umieścisz okręgi wzorcowe (Rysunek 4.12.2a).

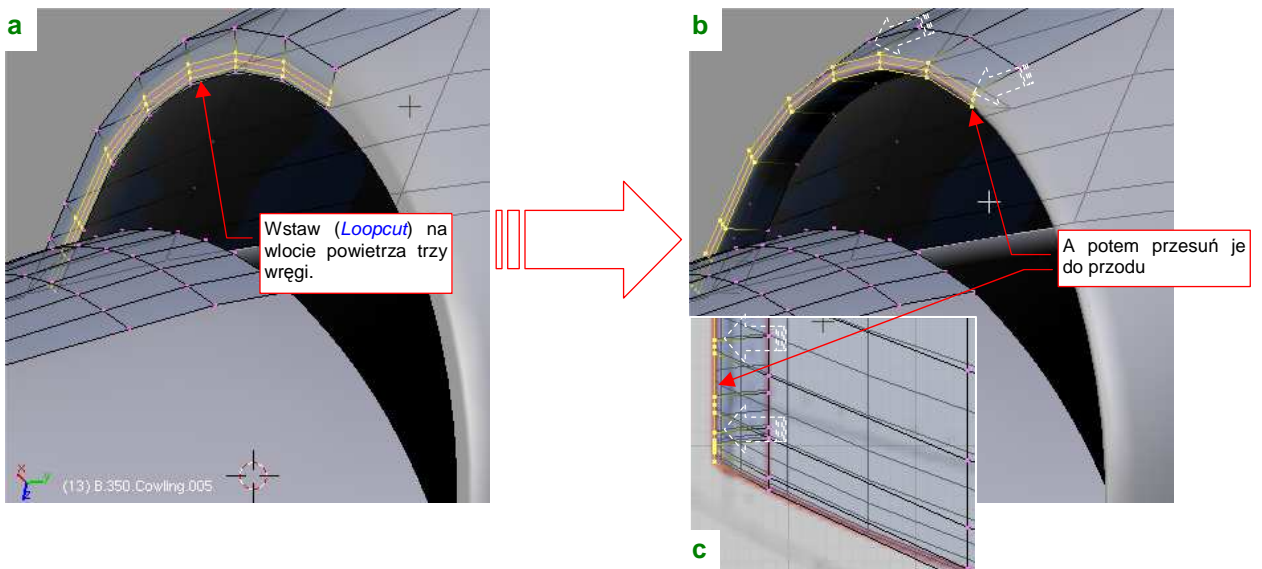
Połącz dodane wręgi ścianami (**F**, *Skin Faces/Edge Loops* — Rysunek 4.12.3a):



Rysunek 4.12.3 Uformowanie podstawowego kształtu osłony chłodnicy

Wstaw w środek osłony dalsze wręgi, i dopasuj uzyskany kształt do obrysu z boku i z góry (Rysunek 4.12.3b). Dodaj kilka podłużnic przy bocznej krawędzi, i dopasuj dokładnie siatkę do jej obrysu.

Umieść kursor 3D w środku przedniego wzorcowego okręgu. (w *Object Mode*: zaznacz okrąg i naciśnij **Shift-S**, i wybierz *Cursor→Selection*). Następnie wytłocz (*Extrude, Scale*) krawędź wlotu powietrza w płaską ścianę przedniej wręgi. Wstaw do wnętrza tak utworzonej ściany trzy nowe wręgi (Rysunek 4.12.4a):

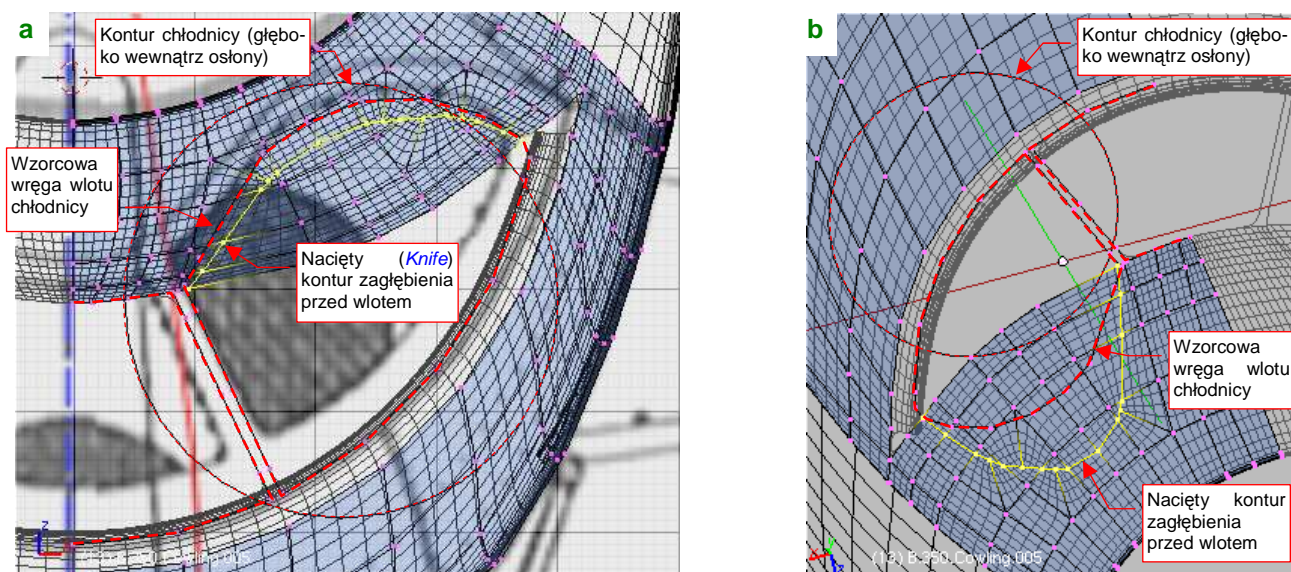


Rysunek 4.12.4 Utworzenie zaokrąglenia na wlocie

Potem przesuń do przodu trzy z czterech wręg wstawionych w "ścianę przednią". To wystarczy, by powstała krawędź wlotu, zaokrąglona niewielkim promieniem (Rysunek 4.12.4b, Rysunek 4.12.4c).

Przygotowując się do uformowania obszaru przed wlotem powietrza, umieść wewnątrz osłony dwa pomocnicze elementy. Pierwszym z nich jest kontur chodnicy. Umieść go jako odrębny obiekt. Jest to okrąg, gdyż wszystkie chłodnice w P-40 miały kształt walca (Rysunek 4.12.5). Drugim pomocniczym elementem jest dodatkowa wręga, dodana do siatki na poziomie wlotu powietrza. Będzie pełnił rolę wzorca, wyznaczającego docelowe poło-

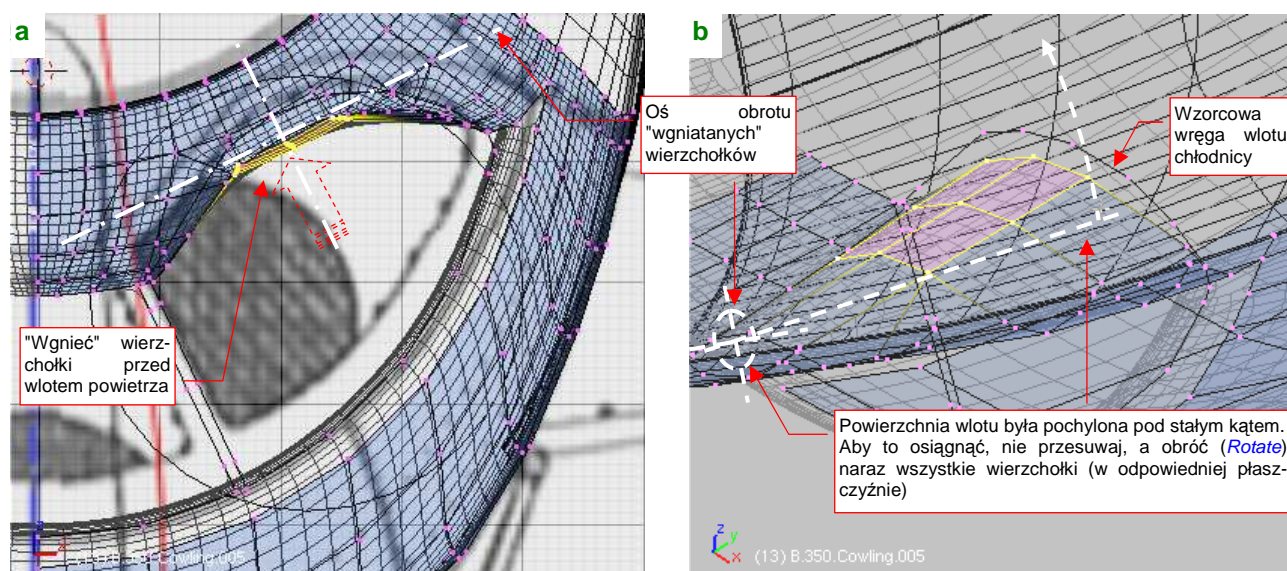
zenie wierzchołków siatki. Stwórz ją poprzez skopiowanie aktualnej wręgi wlotu. Potem wstaw w tę linię dodatkowe wierzchołki, i uformuj z niej właściwy kształt przekroju wlotu (Rysunek 4.12.5a). Nie zapomnij o zarysie ścianek, oddzielających kanał chłodnicy glikolu i oleju:



Rysunek 4.12.5 Nacięcie konturu zagłębienia przed wlotem powietrza

Zarysy obydwu obiektów pomocniczych pozwolą Ci zorientować się co do kierunku zagłębienia przed wlotem powietrza¹. (Biegł lekko pochylony do dołu i ukośnie w bok). W rzucie z przodu natnij (*Knife*) teraz kontur początku zagłębienia przed wlotem² (Rysunek 4.12.5a).

"Wgnieć" teraz wierzchołki, znajdujące się wewnątrz konturu zagłębienia, do wnętrza kadłuba (Rysunek 4.12.6a) — aż do wręgi wzorcowej. Zrób to tak, by powierzchnia wewnątrz wgłębienia wyglądała jak fragment stożka (Rysunek 4.12.6b).



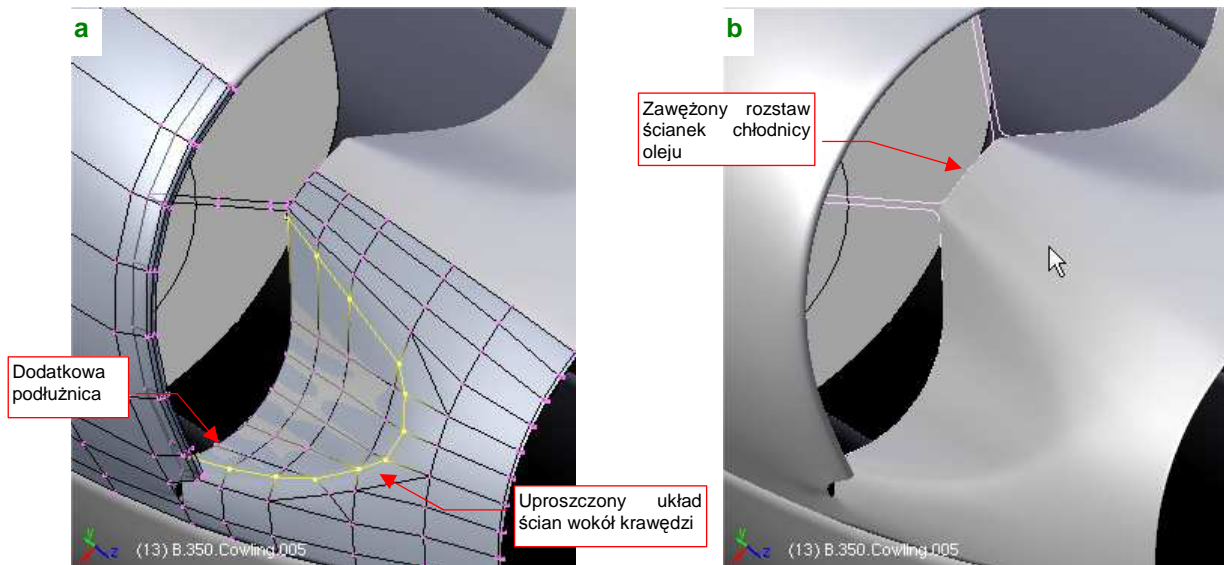
Rysunek 4.12.6 Ukształtowanie wklęsłych powierzchni przed wlotami — przesuwanie wierzchołków

¹ Zwróć uwagę, że rozmiar i położenie konturu chłodnicy jest zupełnie inne niż na planach, widocznych w tle ilustracji. Ustaliłem to na podstawie zdjęć. Chłodnice glikolu na rysunkach Mariusza Łukasika są zdecydowanie za małe. (Jacek Jackiewicz ich w ogóle nie narysował).

² Zastanawiałem się, czy nie zamodelować kanału wlotowego i tej krawędzi uzyskać z przecięcia z powierzchnią kadłuba, ale zrezygnowałem. Ten kontur można uzyskać poprzez proste nacięcie siatki w rzucie z przodu, więc po co sobie komplikować pracę?

Aby uzyskać stałe pochylenie ścian wewnątrz zagłębienia, zamiast przesuwając pojedyncze wręgi lepiej obróć cały ich zespół. Wcześniej tylko ustaw odpowiednio płaszczyznę aktualnego widoku prostopadłe do krawędzi wgłębienia (Rysunek 4.12.6a,b).

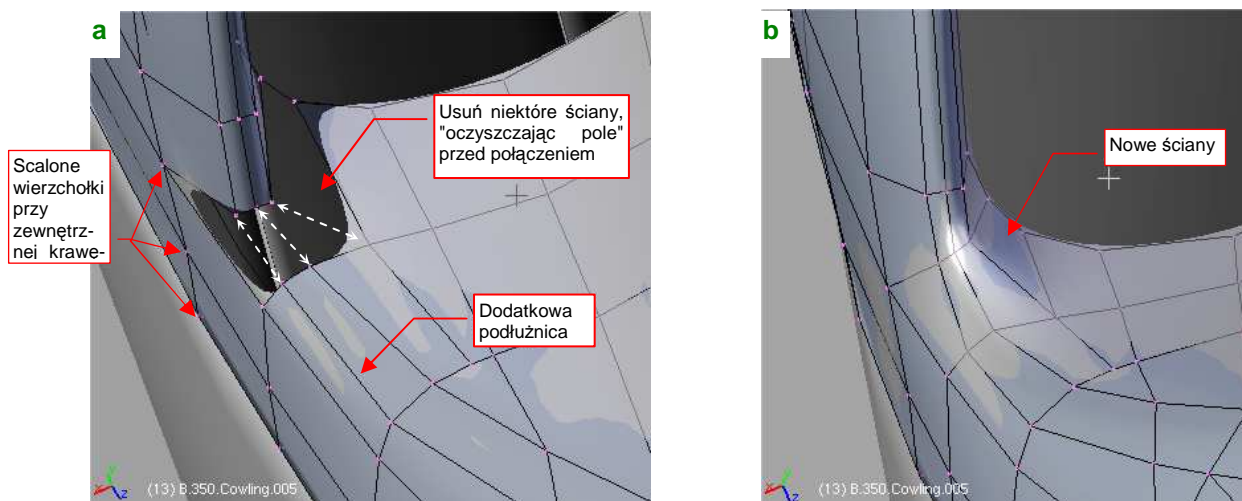
Rysunek 4.12.7 pokazuje wierzchołki przed wlotem powietrza po dosunięciu do wręgi wzorcowej. W trakcie pracy uprościłem (poprzez scalanie) układ ścian wzdłuż krawędzi zagłębienia. W okolicy narożnika konieczne okazało się dodanie jeszcze jednej podłużnicy (Rysunek 4.12.7a):



Rysunek 4.12.7 Ukształtowanie wklęsłych powierzchni przed wlotami — końcowe dopasowania

W trakcie pracy nad wlotem często porównywałem model ze zdjęciami. W takich sytuacjach może się zdarzyć, że dostrzeżesz jakieś nie zauważone wcześniej różnice. Tak było i w tym przypadku — ścianki kanału chłodnicy oleju okazały się zbyt szeroko rozstawione. Trzeba było zsunąć nieco kilka centralnych podłużnic i poprawić zarys wzorcowej wręgi wlotu, by to poprawić (Rysunek 4.12.7b).

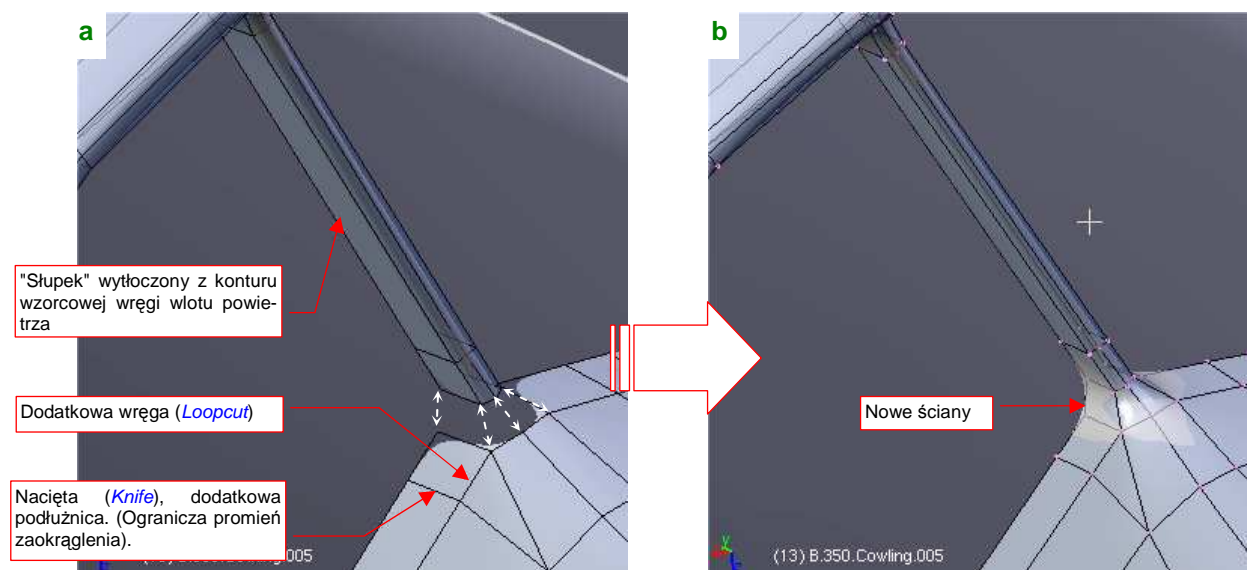
Teraz można połączyć przednią i tylną część osłony, formując zaokrąglony narożnik. To często powtarzający się szczegół w konstrukcjach lotniczych. Najpierw przygotuj ściany z jednej i drugiej powłoki tak, by każdy z wierzchołków miał swój odpowiednik "po przeciwnej stronie" (Rysunek 4.12.8a). (W tym przypadku okazało się konieczne dodanie jeszcze jednej podłużnicy, by temu sprostać). Przy okazji możesz już połączyć obydwie powierzchnie tam, gdzie stykają się "na płasko": z boku, w pobliżu zewnętrznej krawędzi (Rysunek 4.12.8a):



Rysunek 4.12.8 Ukształtowanie narożnika wlotu powietrza

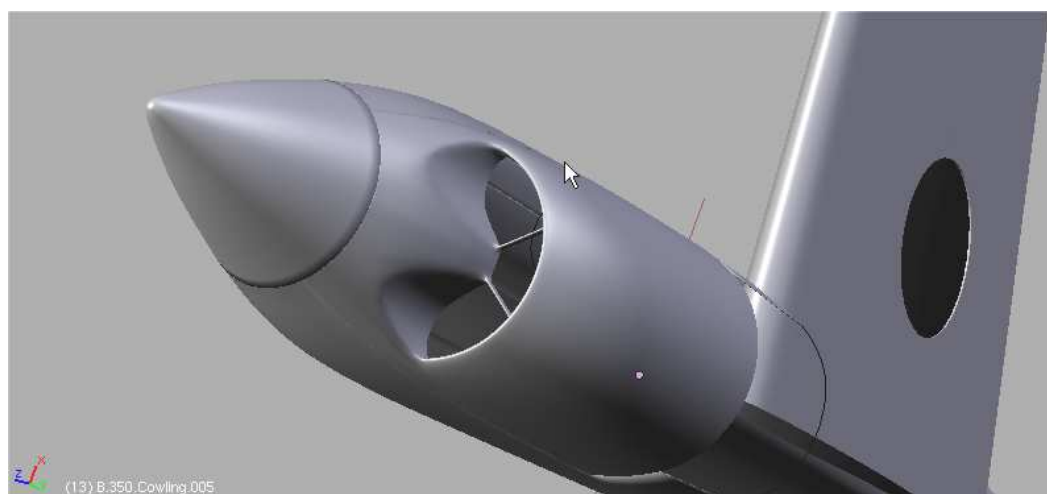
Potem usuń niepotrzebne ściany, przygotowując w ten sposób pole do stworzenia nowych. Muszę przyznać, że najwięcej czasu zajmuje mi przemyślenie, co z czym zostanie połączone, aby uzyskać jak najlepszy układ ścian. Potem — pozostaje tylko połączyć przygotowane wierzchołki (Rysunek 4.12.8b). Staraj się unikać ścian trójkątnych, gdyż w takich miejscach o dużej krzywiznie mogą być przyczyną drobnych nierówności powierzchni.

Teraz można usunąć pomocniczą wręgę wlotu powietrza — spełniła już swoje zadanie. Pozostaw z niej tylko kontur ściany dzielącej kanały chłodnic. Wyłocz go w zaokrąglony "słupek" (Rysunek 4.12.9a). Przygotuj także odpowiednie wierzchołki u podstawy "słupka". Dodaj nową wręgę, biegnącą tuż przed nim. Natnij (*Knife*) w pobliżu dodatkowe krawędzie, by ograniczyć promień zaokrąglenia połączenia, które powstanie (Rysunek 4.12.9a). Na koniec usuń dotychczasowe ściany z obszaru do połączenia i utwórz nowe (Rysunek 4.12.9b):



Rysunek 4.12.9 Wlot powietrza — formowanie początku ściany wewnętrznej

W ten sam sposób ukształtuj zaokrąglenie połączenia "słupka" z przeciwległą ścianą chłodnicy. Gdy to zrobisz, osłona chłodnicy będzie gotowa (Rysunek 4.12.10):



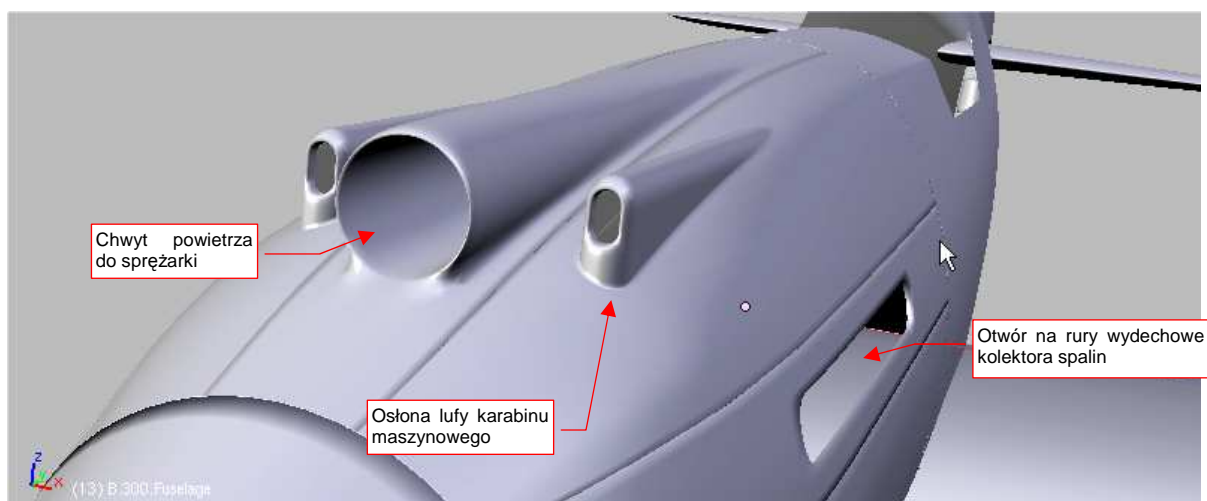
Rysunek 4.12.10 Gotowa osłona chłodnicy cieczy

Podsumownie

- Zaokrąglenie wokół krawędzi wlotu powietrza najłatwiej uzyskać, wstawiając (*Loopcut*) w jednej płaszczyźnie, blisko siebie, kilka wręg. Potem tylko przesunąć je do przodu na odpowiednią odległość (str. 183)
- Przy formowaniu wklęsłych fragmentów kadłuba (jak przed wlotem powietrza do chłodnicy w P-40B/C), warto dodać podłużnicę wzdłuż krawędzi zagłębienia (str. 184).
- Narożniki ścian wlotów należy najpierw starannie przygotować, aby poszczególne wierzchołki miały swoje odpowiedniki "po przeciwnej stronie" (str. 185). Warto się postarać, by narożniki składały się wyłącznie ze ścian czworokątnych

4.13 Szczegóły osłony silnika

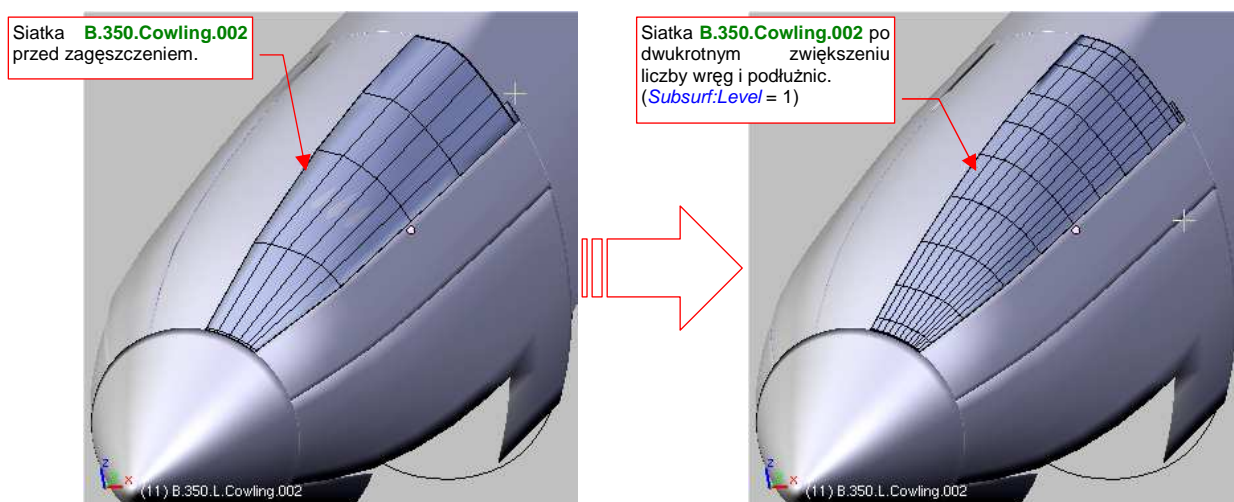
Maska silnika P-40 ma wiele dodatkowych szczegółów: chwyt powietrza do sprężarki i osłony luf nkm u góry, otwory na rury wydechowe kolektora spalin po bokach (Rysunek 4.13.1). W tej sekcji pokażę, jak można wkomponować te elementy w siatki poszczególnych paneli, by tworzyły z nimi jedną całość. (Czyli tak, jak w prawdziwym samolocie).



Rysunek 4.13.1 Szczegóły osłony silnika

Najtrudniejszym chyba do wykonania elementem w tej sekcji jest osłona lufy karabinu maszynowego. Wygląda dość niepozornie w porównaniu z chwyt powietrza do silnika, ale to tylko pierwsze wrażenie. Chwyt płynnie "zlewa" się ze swoim panelem. Obudowa karabinu — przeciwnie, do końca zachowuje wyraźną krawędź o drobnym, ale istotnym zaokrągleniu. Jak tu takie zaokrąglenie połączyć z resztą siatki, by nie zaburzyć jej dotychczasowego kształtu? W osłonach silników myśliwców z okresu II Wojny Światowej (Messerschmit, Jak, ŁaGG, Dewotine) często występuje negatyw tego elementu — zagłębienie na lufę karabinu maszynowego. Obydwe — i wypukłą osłonę, i wklęsłe zagłębienie — wykonuje się w ten sam sposób.

Najpierw zagęść siatkę **B.350.Cowling.002** (przycisk *Apply* na modyfikatorze *Subsurf*) zwiększając dwukrotnie liczbę wręg i podłużnic (*Subsurf:Level* = 1, Rysunek 4.13.2) . (Trzeba to zrobić, aby dodanie do siatki krawędzi otworu na osłonę spowodowało jak najmniejsze zmiany kształtu elementu. W ten sposób zwiększysz jej liczbę ścian i zbliżasz je do wygładzonej powłoki.)

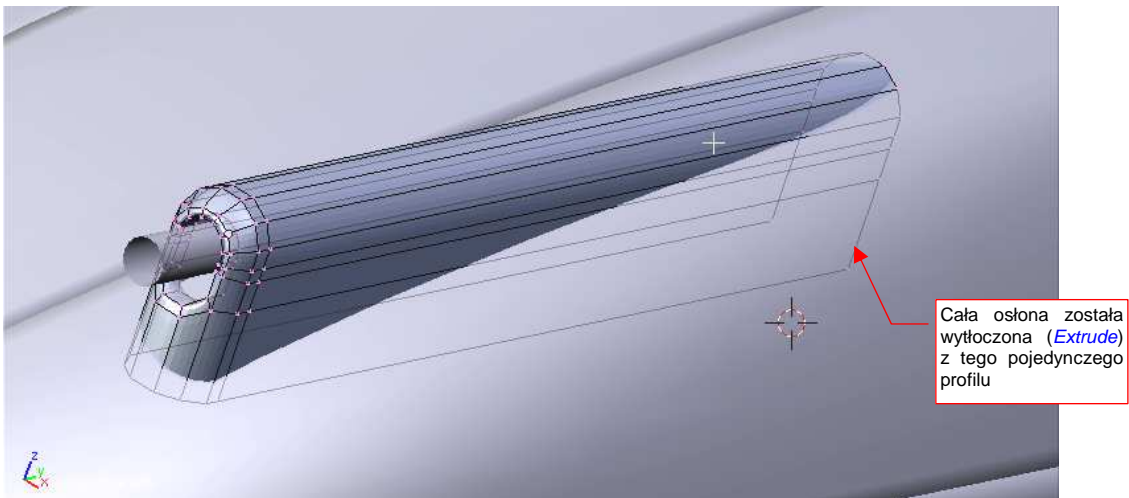


Rysunek 4.13.2 Przygotowanie do "wycięcia" otworu — dwukrotne zagęszczenie siatki panelu osłony silnika

Uwaga na krawędzie zewnętrzne panelu. W wyniku utrwalenia modyfikatora *Subsurf* mają tendencję do tracenia informacji o ostrości (*cearse*), i trzeba ją ponownie przywracać.

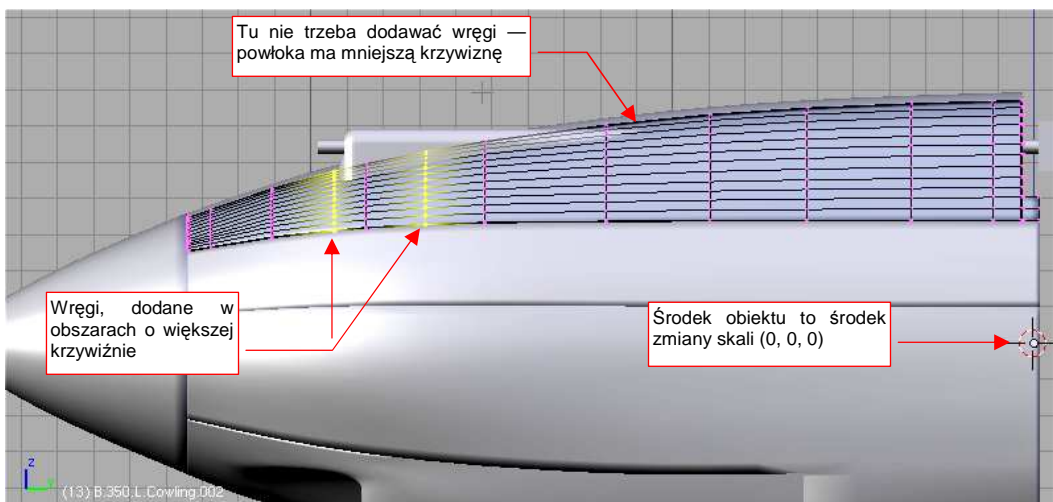
Po dwukrotnym zagęszczeniu siatki możesz do niej ponownie dodać modyfikator *Subsurf*, ale tym razem z mniejszym poziomem podziału — *Subsurf:Level* = 1. Wcześniej, dla rzadkiej siatki, stosowaliśmy dwukrotnie większą liczbę podziałów — *Subsurf:Level* = 2. W ten sposób ostateczna liczba ścian wygładzonej powierzchni nie uległa zmianie.

Wykonaj teraz, poprzez wytłoczenie z prostego przekroju o kształcie odwróconego "U", kształt osłony karabinu maszynowego (Rysunek 4.13.3). Umieść ten obiekt we właściwym miejscu. Nie będziemy mu nadawać specjalnej nazwy, bo za chwilę i tak zostanie scalony z panelem. Na razie jest nam potrzeby jako odrębna siatka, by można było wyznaczyć jej krawędź przecięcia z osłoną silnika:



Rysunek 4.13.3 Wytłoczony kształt osłony (przed odcięciem niepotrzebnych części ścian)

Przejdź z powrotem do edycji panelu pokrywy silnika. Przyjrzyj się, jak układają się linie siatki względem osłony karabinu. Podłużnice w siatce wydają się być odpowiednio "gęste", ale wręgi wymagają uzupełnienia. Dodaj (*Loopcut*) do panelu dwie nowe wręgi (Rysunek 4.13.4). Ich wstawienie zmieni nieco kształt najbliższego otoczenia na siatce (do drugiej wręgi, w każdą stronę). Dopasuj krawędź panelu do krawędzi sąsiednich obiektów za pomocą drobnych zmiany skali wręg w kierunku **Y** i **Z**. Środek zmiany skali powinien leżeć na osi śmigła (np. w punkcie 0,0,0):

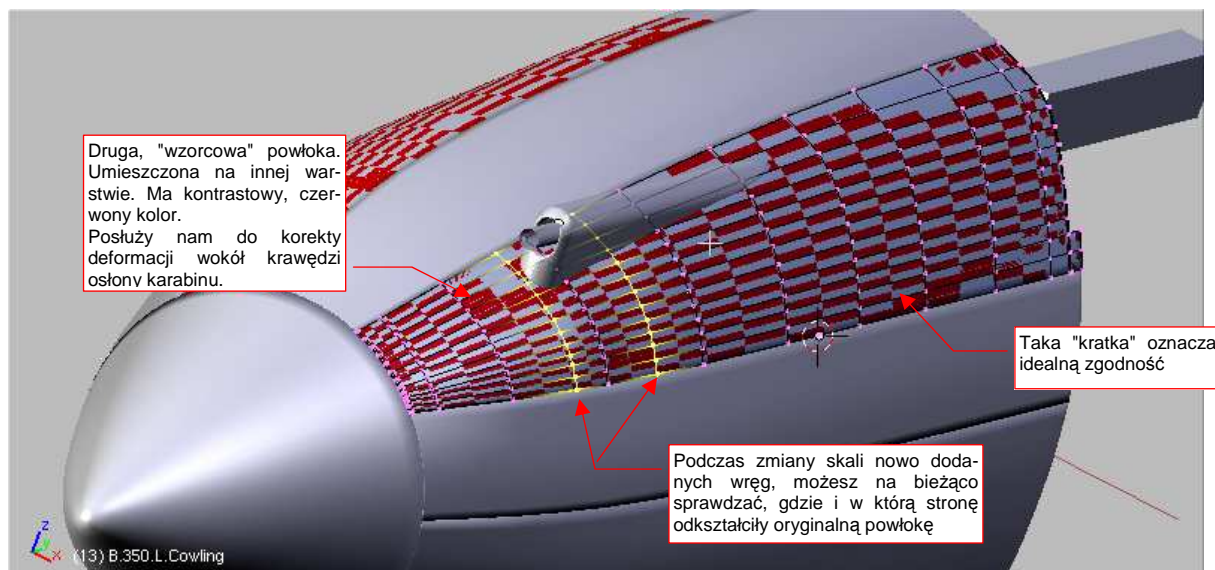


Rysunek 4.13.4 Wstawienie dwóch nowych wręg do panelu osłony silnika

Dzięki temu, że wcześniej podzieliliśmy maskę silnika na kilka fragmentów, łatwiej jest teraz wykonywać takie lokalne zagęszczenia siatki. Wstawiasz nowe wręgi w jeden panel, i nie musisz się zupełnie przejmować pozostałymi. Mogą mieć inny układ ścian — w zależności od tego, co zawierają.

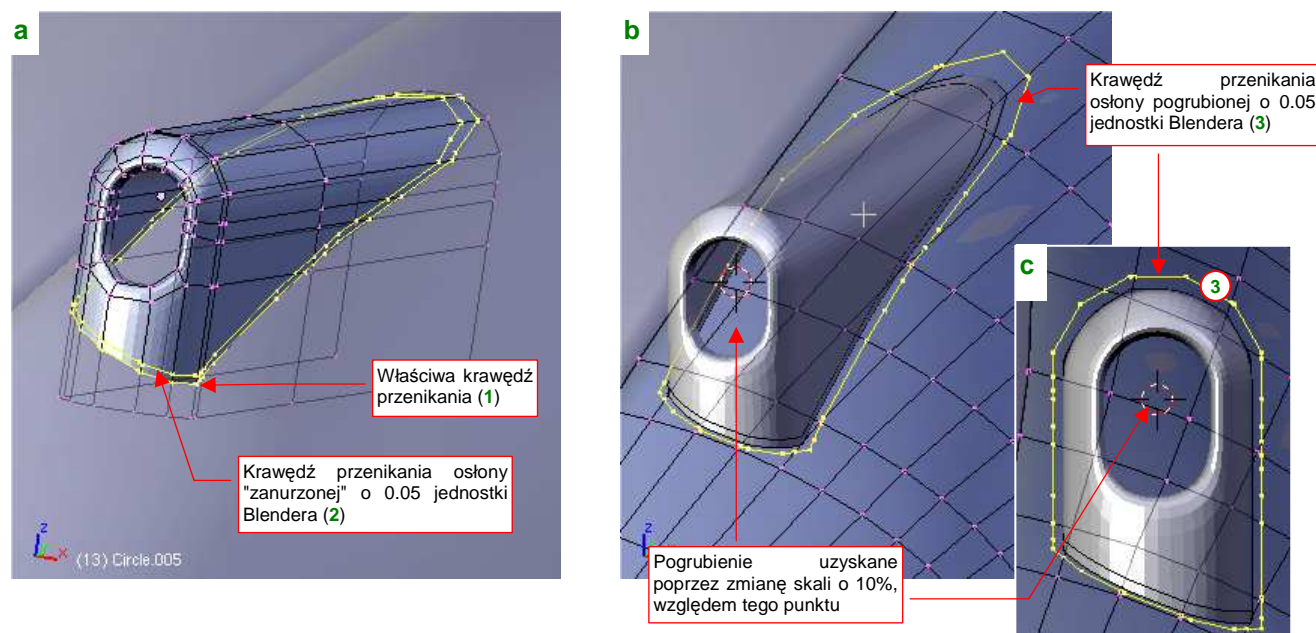
Do dalszej pracy będziemy potrzebować lepszego sprawdzianu, pokazującego gdzie kształt modyfikowanej powłoki uległ zmianie. Dotychczas stosowaliśmy metodę "na oko", teraz po każdej operacji będziemy porównywać wynik z oryginalnym kształtem.

Wzorec, z którym będziesz się porównywać, mogłeś stworzyć jeszcze przed dodaniem nowych wręg. Jeżeli tego nie zrobiłeś wcześniej — zrób to teraz. Skopiuj panel w nowy obiekt (**Shift-D**, *Duplicate* — str. 796). Umieść go na innej warstwie (**M**, szczegóły — str. 811), aby ułatwić wyświetlanie i ukrywanie. Nadaj temu wzorcowi kontrastowy, czerwony kolor. (Utwórz na potrzeby tego i następnych wzorców specjalny materiał i nazwij go **Artificial** — szczegóły na str. 957.) Rysunek 4.13.5 pokazuje przykład wykorzystania "czerwonego wzorca". Podczas dopasowywania do starego kształtu, obserwuj uważnie, kiedy szara, modyfikowana powłoka, schowa się pod czerwoną. Staraj się ją ukształtować tak, by była tuż powyżej lub tuż poniżej tego punktu:



Rysunek 4.13.5 Dopasowywanie zmodyfikowanej powłoki panelu do powłoki wzorcowej (wzorec jest w kolorze czerwonym)

Ośłona karabinu była wytłoczona z tego samego kawałka blachy, co okapotowanie silnika. Krawędź łącząca te dwie powłoki musi być zaokrąglona. Oznacza to, że należy wyznaczyć (za pomocą skryptu *Cross Section*, str. 802) nie jedną, a trzy krawędzie przenikania. (Przybliżmy krawędź o przekroju ćwiartki łuku za pomocą krzywej podziałowej opartej o przekrój złożony z trzech punktów).

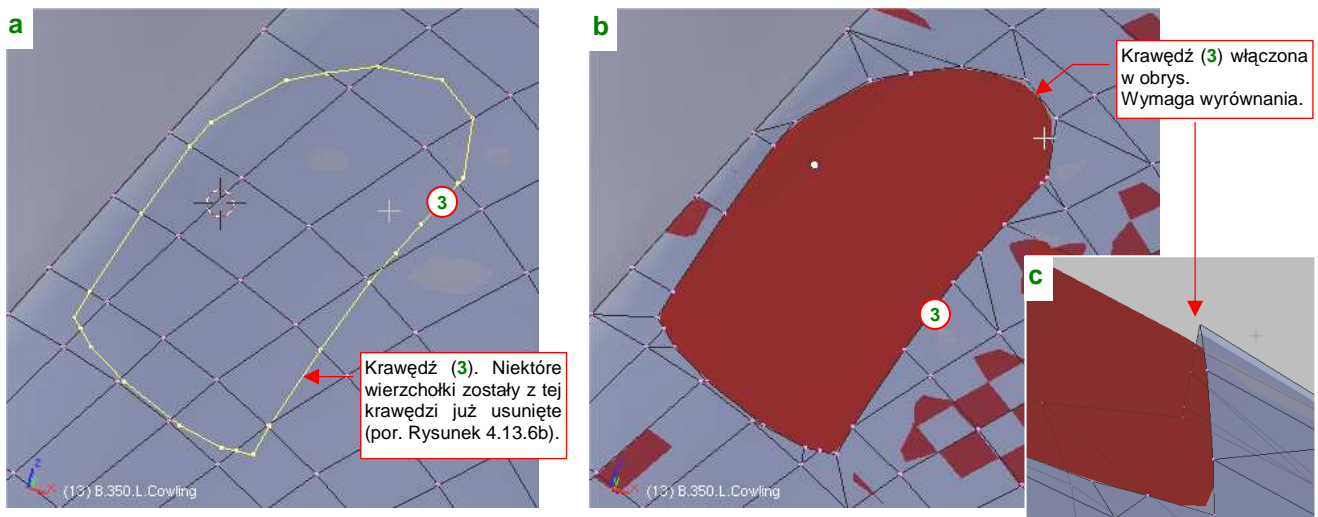


Rysunek 4.13.6 Zaokrąglona krawędź połączenia wymaga trzech krawędzi przecięcia

Pierwszą krawędź (1) na osłonie karabinu utwórz jako zwykłą krawędź przenikania z pokrywą silnika. Aby wyznaczyć kolejną (krawędź 2, Rysunek 4.13.6a) — przesunij na chwilę osłonę karabinu o 0.05 jedn. Blendera do dołu. Wyznacz krawędź (2) tak samo, jak wyznaczyłeś krawędź (1). Potem przesunij osłonę karabinu z powrotem na stare miejsce.

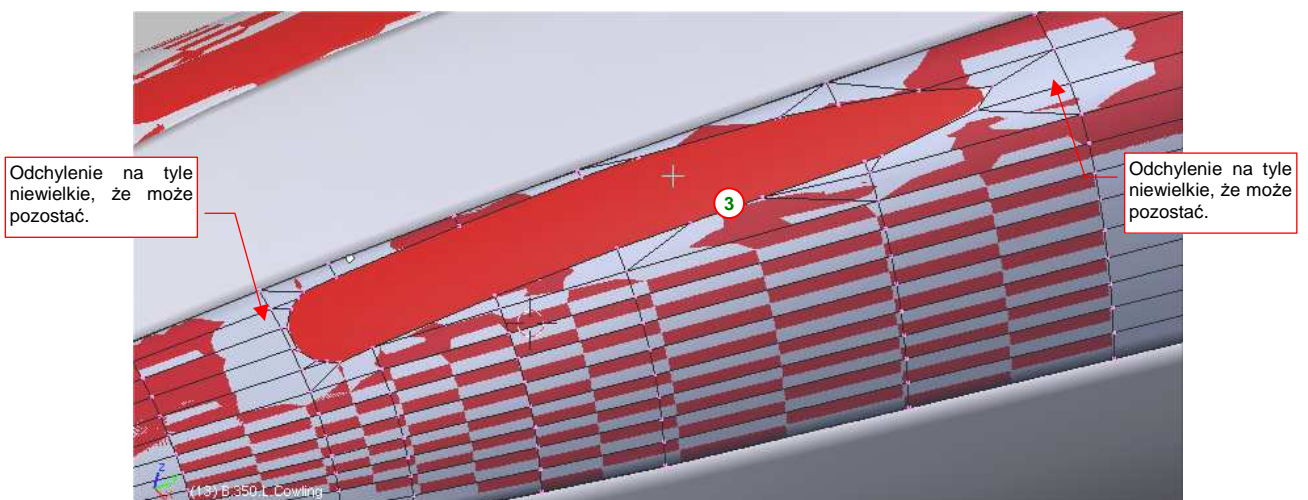
Trzecią krawędź (3) wyznacz jako linię przenikania pokrywy z "pogrubioną" o 0.05 jednostki Blendera osłoną karabinu (Rysunek 4.13.6b,c). Aby ją uzyskać, skopiuj na chwilę osłonę karabinu w nowy obiekt (**Shift-D**). Pogrub tę kopię we wszystkie strony — np. poprzez zmianę skali względem wskazanego na ilustracji punktu (Rysunek 4.13.6b) o 10%. Wyznacz przecięcie tego obiektu z maską silnika. Przed wywołaniem **Cross Section** wskaż najpierw pogrubioną osłonę, a potem pokrywę silnika. W ten sposób rezultat — krawędź przecięcia — zostanie dodana do panelu okapotowania silnika (Rysunek 4.13.7a). Po wyznaczeniu tej linii usuń pogrubiony duplikat obudowy karabinu z rysunku, bo nie będziemy już go więcej potrzebować.

Z krawędzi (3) wyciągnij kilka wierzchołków, które nie wnoszą nic nowego do jej kształtu, a tylko by niepotrzebnie skomplikowały siatkę. Następnie usuń z siatki wierzchołki położone w środku konturu (3) i zbuduj wokół niego nowe ściany (Rysunek 4.13.7b):



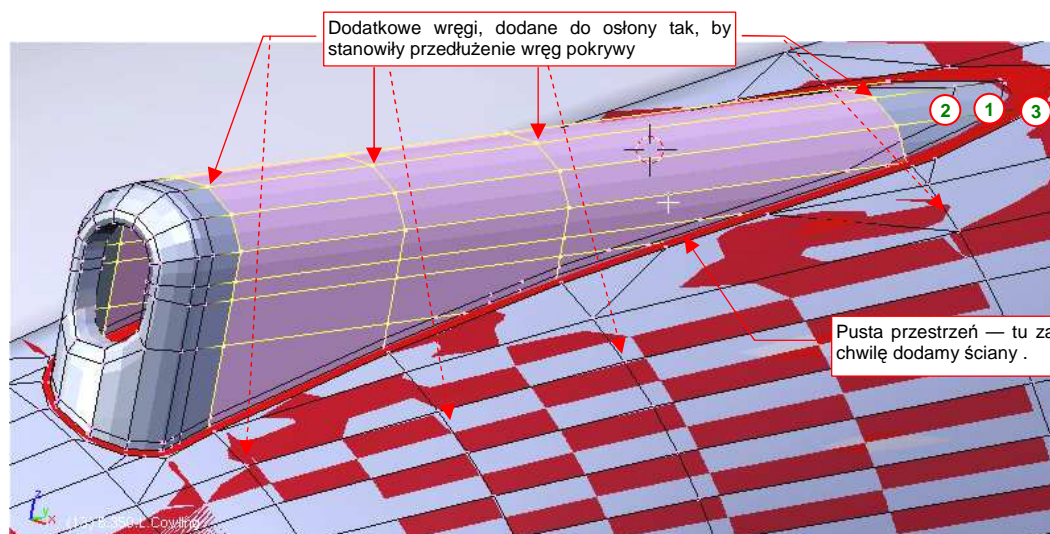
Rysunek 4.13.7 Wycinanie otworu na osłone karabinu w panelu osłony silnika

Krawędź otworu, który powstał w ten sposób leży nieco ponad oryginalną powłoką (Rysunek 4.13.7c). Musisz teraz dosunąć jej wierzchołki tak, by różnica kształtu była minimalna. Sądzę, że najwygodniej jest to zrobić przesuwanając je wzdłuż globalnej osi Z (**G,Z**). Rysunek 4.13.8 pokazuje poprawioną krawędź otworu:



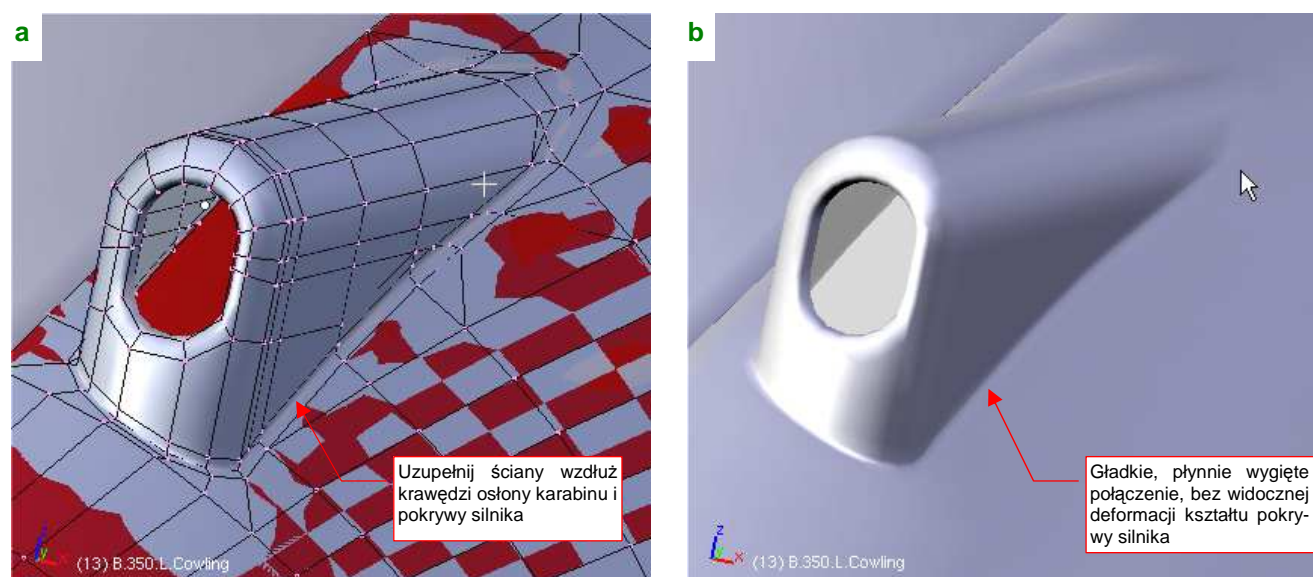
Rysunek 4.13.8 Krawędź otworu po dosunięciu w pobliże powierzchni wzorcowej

Pora teraz włączyć siatkę osłony karabinu w siatkę pokrywy silnika (**Ctrl-J**, *Object→Join Objects*). Zaraz po dodaniu są to nadal dwie oddzielne powłoki. Wykorzystaj to, by wstawić (*Loopcut*) w osłonę karabinu kolejne wręgi. Umieść je tak, by każda z nich biegła w tym samym miejscu, co odpowiednia wręga pokrywy silnika (Rysunek 4.13.9):



Rysunek 4.13.9 Wstawienie w powłokę osłony karabinu nowych wręg

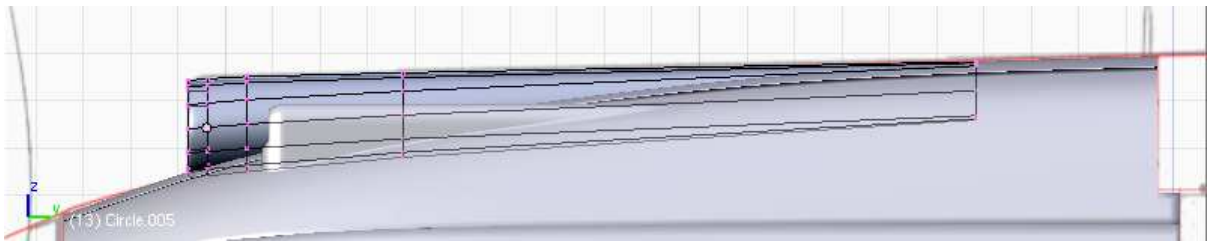
Następnie usuń wszystkie niepotrzebne ściany osłony karabinu. Włączając wierzchołki krawędzi **1, 2, 3**, w siatkę, zbuduj nowy układ ścian, który połączy obydwie powłoki (Rysunek 4.13.10a):



Rysunek 4.13.10 Połączenie powłoki osłony karabinu z powłoką pokrywy silnika

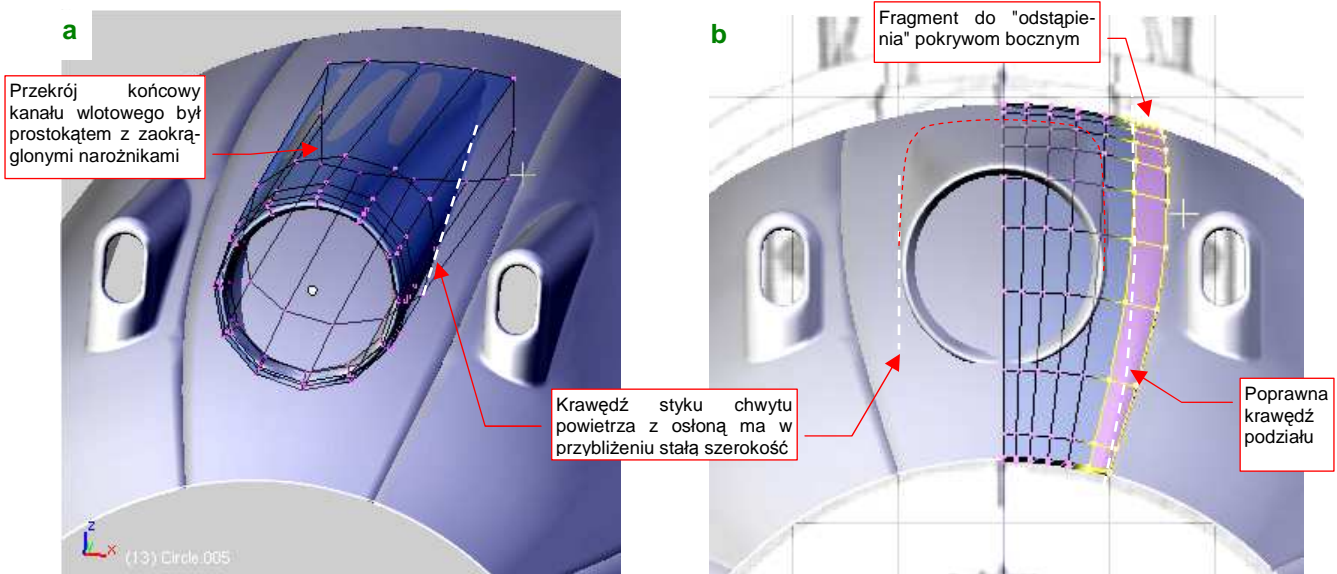
Rysunek 4.13.10b pokazuje osiągnięty rezultat: gładka, zaokrąglona krawędź wokół osłony karabinu, przy zachowaniu oryginalnego kształtu pokrywy silnika wokół tego elementu. I o to chodziło! Gdy będziesz miał wykonać w jakimś innym modelu wgłębienie na lufę karabinu — zrób to w ten sam sposób. Po prostu zamiast wypukłej osłony włączysz w siatkę jej negatyw — wklęsłe "korytko".

Czas na kolejny element do scalenia z osłoną silnika: chwyt powietrza do sprężarki. Podobnie jak osłony karabinów, element ten stopniowo "zanurza" się w kadłubie. Choć zaczyna się przekrojem kołowym, to szerokość jego krawędzi przenikania z osłoną silnika jest stała (Rysunek 4.13.12b). Aby uzyskać taki efekt, końcowy (ten całkowicie schowany w kadłubie) przekrój chwytu musiał być zbliżony do prostokąta (Rysunek 4.13.12a). Wytłocz więc właśnie taki podstawowy kształt (Rysunek 4.13.11). Na początku będzie to oddzielny obiekt, aby można było wyznaczyć jego krawędź przecięcia z pokrywą silnika.



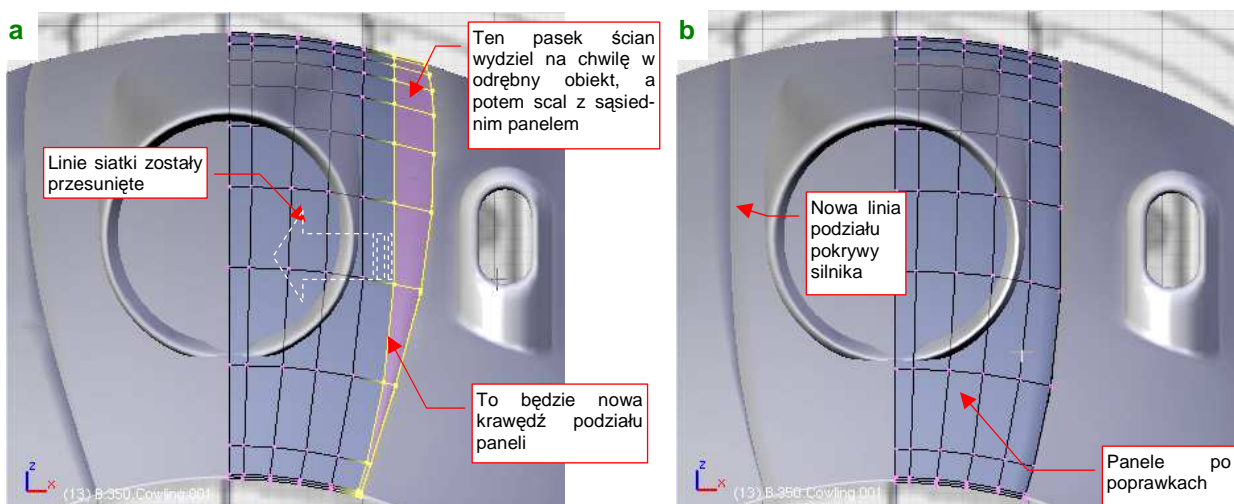
Rysunek 4.13.11 Podstawowy kształt chwytu powietrza do sprężarki

Gdy dosunąłem wytłoczony chwyt powietrza do kadłuba, zauważyłem błąd, popełniony wcześniej. Krawędź podziału pokryw silnika powinna być o jakieś 2 cm węższa (z obydwu stron — Rysunek 4.13.12b). Takie sytuacje zdarzają się podczas modelowania, więc przerwę na chwilę i opowiem, jak sobie z tym poradzić.



Rysunek 4.13.12 Chwyt powietrza do sprężarki — "przymiarka" do pokrywy silnika

Poprawienie tego błędu wymaga niewielkiego przesunięcia wszystkich podłużnic siatki do wnętrza, połączonego z ich wyprostowaniem (Rysunek 4.13.13a). Następnie zaznacz ściany "do odstąpienia" i wydziel (**P**, *Separate*) je na chwilę w odrębny obiekt. Włącz je zaraz do siatki sąsiedniego panelu (**B.350.Cowling.002**). Trochę przy tej okazji jest pracy z usuwaniem i powtórным tworzeniem krawędzi na "grubość blachy". (Pamiętasz? Umieściliśmy je wzdłuż wszystkich krawędzi podziału pokrywy silnika.) Rysunek 4.13.13b przedstawia rezultat operacji:

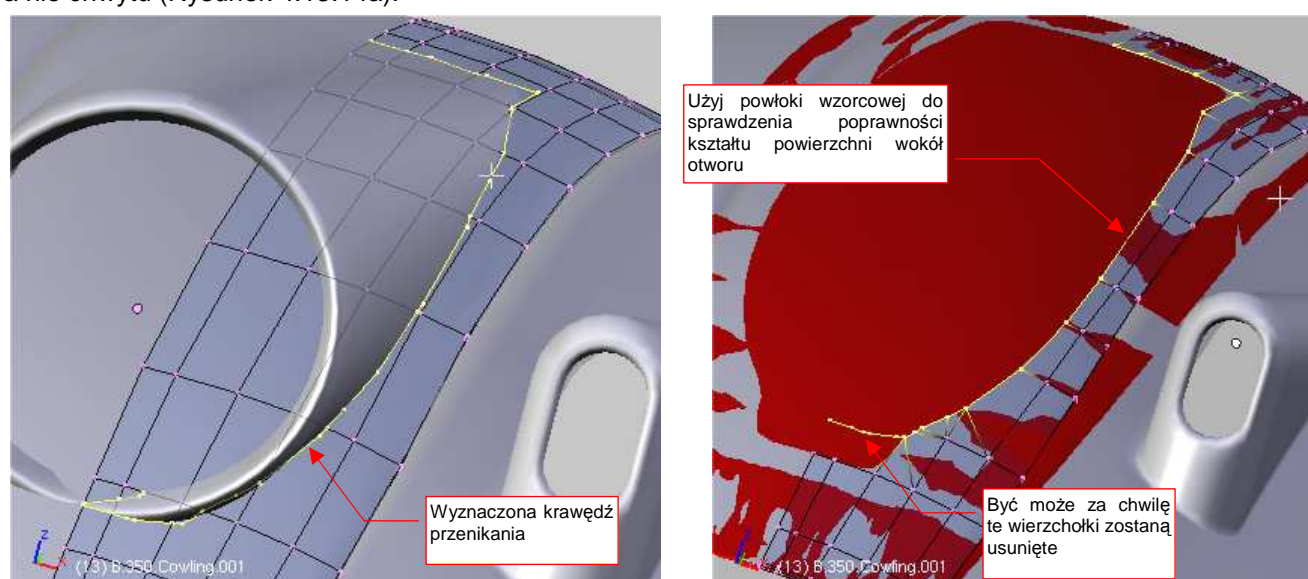


Rysunek 4.13.13 Poprawianie krawędzi panelu pokrywy silnika

Bardzo pomocna przy tego typu drobnych poprawkach kształtu powłoki jest powłoka wzorcowa. Proponuję zachować ją także na przyszłość, bo nigdy nie wiadomo, kiedy jeszcze takie sytuacje mogą się nam przytrafić.

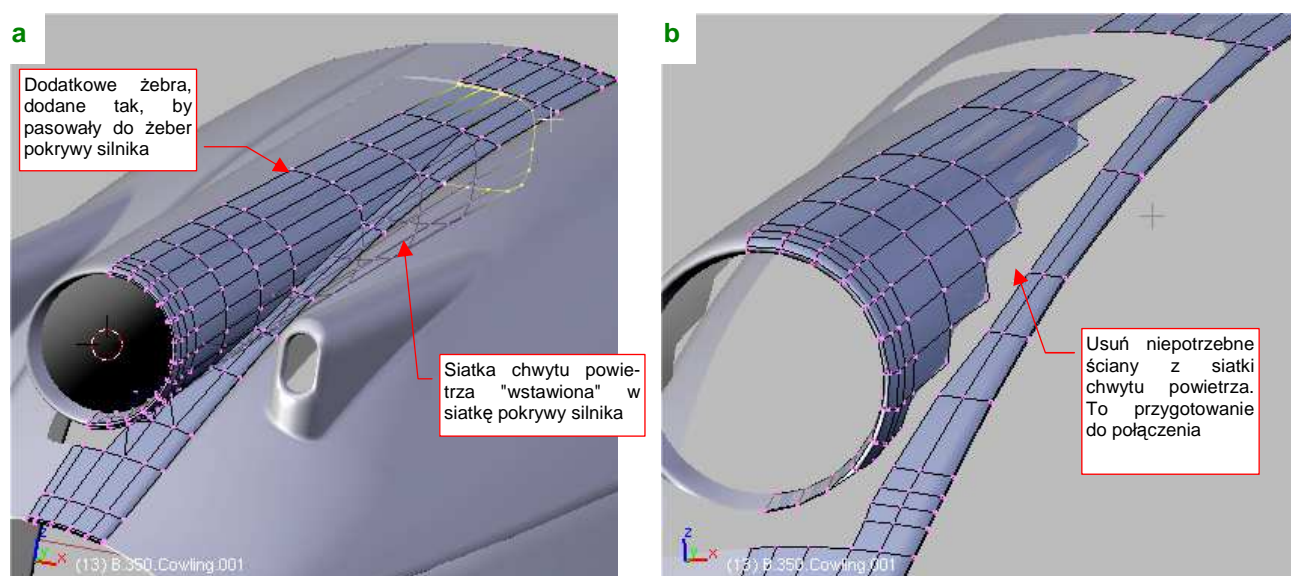
Wróćmy do przerwanej na czas poprawki formowania chwytu powietrza. Początkowy kształt wytłoczyliśmy z dwunastoboku (por. Rysunek 4.13.12a). Dzięki niewielkiej liczbie wierzchołków nie mieliśmy zbyt dużo pracy z przekształcaniem okręgu w prostokąt. Aby teraz uzyskać "gładziej" zaokrąglenie wlotu, zagęść tę siatkę dwukrotnie (*Subsurf:Apply*, dla *Subsurf:Level* = 1). Zwiększenie liczby podłużnic ułatwi także jej przyszłe złączenie z pokrywą silnika.

W P-40 chwyt powietrza płynnie "wtapiał" się w górną część pokrywy silnika. Formowanie takiego przypadku **ja** : prostsze, niż wykonanej wcześniej osłony karabinu. Za **b** ast trzech krawędzi przecięcia wystarczy tu tylko jedna, zamieniona na otwór w oryginalnej powłoce. Przygotuj kopię górnego panelu pokrywy silnika. Nadaj jej nazwę **B.350.T.Cowling.001**. Posłuż nam jako wzorec pokrywy przed deformacją. Następnie wyznacz (*Cross Section*) linię przenikania chwytu powietrza i osłony silnika. Zrób to tak, by rezultat stał się częścią siatki panelu, a nie chwytu (Rysunek 4.13.14a):



Rysunek 4.13.14 Wykonanie otworu na chwyt powietrza w górnej części pokrywy silnika

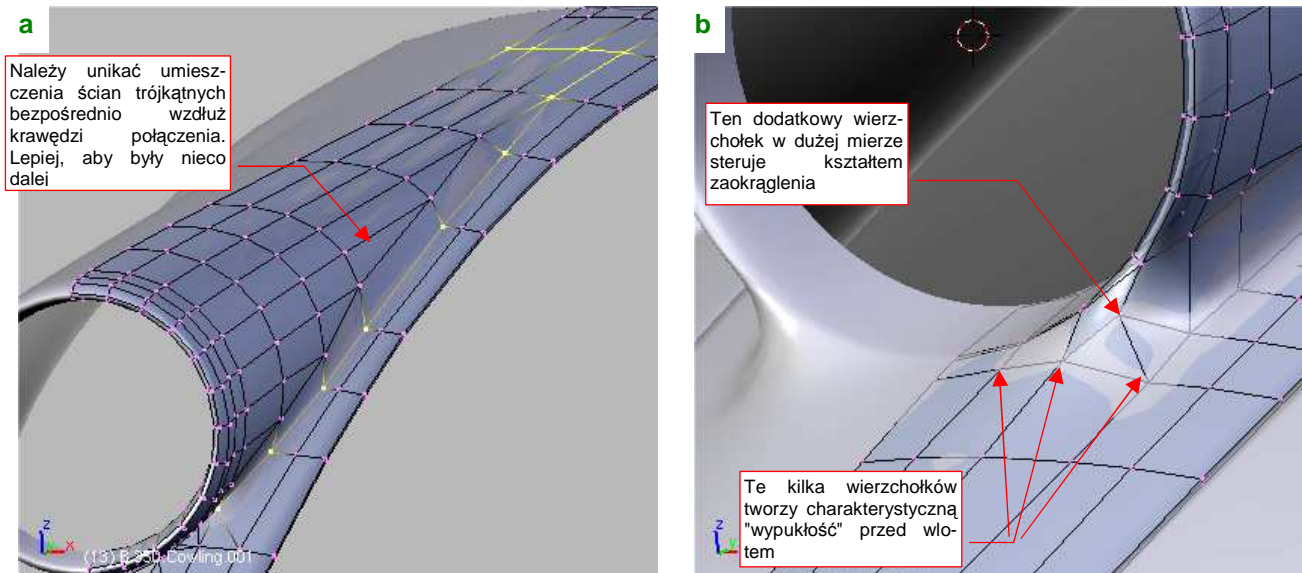
Korzystając z wyznaczonej krawędzi przecięcia, zmień układ ścian panelu, tworząc otwór na chwyt powietrza (Rysunek 4.13.14b). Następnie wstaw siatkę chwytu powietrza w pokrywę silnika (Rysunek 4.13.15a):



Rysunek 4.13.15 Wstawienie siatki chwytu powietrza do siatki pokrywy silnika

Zaraz po wstawieniu, dodaj (*Loopcut*) do powłoki chwytu powietrza dodatkowe wręgi. Tak samo jak w przypadku osłony karabinu, rozmieść je tak, by "spotkały" się z poszczególnymi wręgami osłony silnika (Rysunek 4.13.15a). Potem usuń niepotrzebne ściany (Rysunek 4.13.15b).

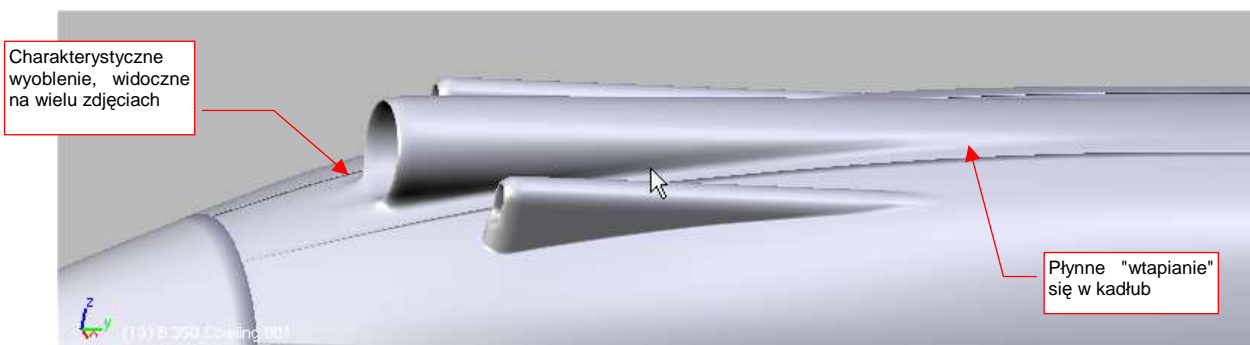
Gdy to zrobisz, nie pozostaje nic innego niż zapełnić nowymi ścianami powstałe luki. Zrób to, tylko postaraj się nie umieszczać trójkątnych ścian bezpośrednio przy krawędzi połączenia dwóch siatek. Lepiej umieścić je przynajmniej "o jedną ścianę dalej" (Rysunek 4.13.16a):



Rysunek 4.13.16 Połączenie siatki chwytu powietrza z siatką pokrywy silnika

Podstawa wlotu powietrza P-40 miała najniższy punkt na poziomie pokrywy silnika, i charakterystyczne wyoblenia po bokach¹. Uzyskasz je za pomocą krótkiej, przekątnej krawędzi w ścianie narożnej (Rysunek 4.13.16b). Środkowy wierzchołek tej krawędzi decyduje w dużej mierze o kształcie wyoblenia w tym miejscu. Rysunek 4.13.16b pokazuje także, że w tym narożniku można użyć dwóch ścian trójkątnych.

Chwyt powietrza jest już ukończony (Rysunek 4.13.17). Zwróć uwagę na płynne przejście w kształt pokrywy silnika, szczególnie na końcu osłony chwytu. Z przodu, przed wlotem, widoczne są charakterystyczne wyoblenia, utrwalone na wielu zdjęciach.

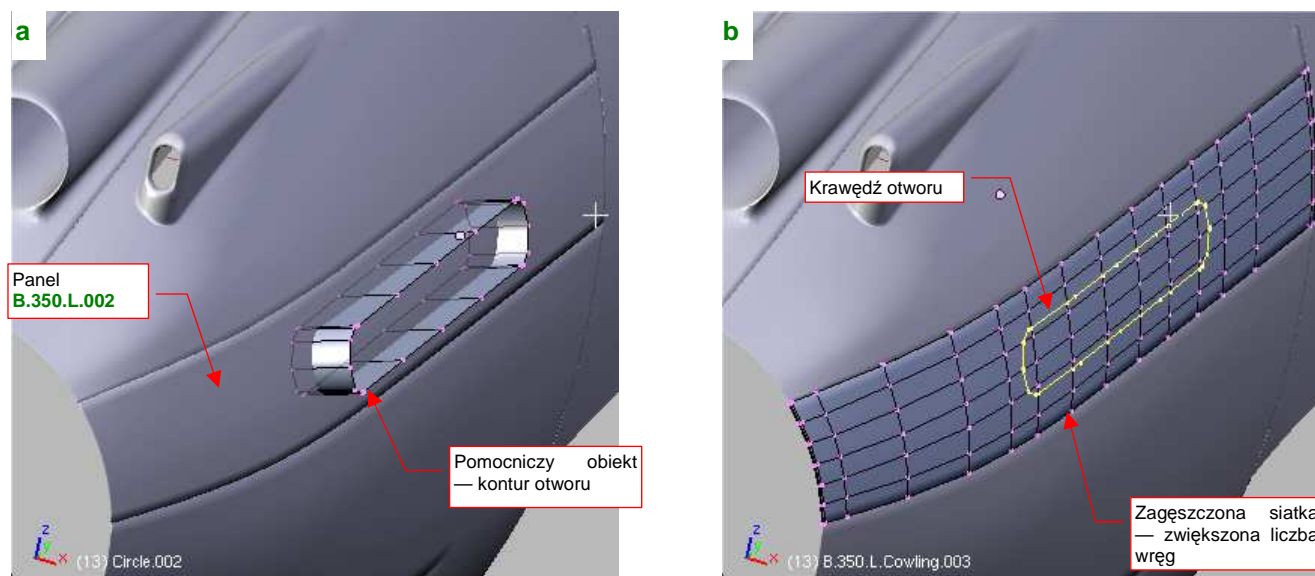


¹ We współczesnych samolotach nie znajdziesz już podobnego chwytu powietrza. Obecnie wszystkie "wysoko wydajne" wloty są odsunięte na pewien dystans od powierzchni kadłuba czy skrzydła. Dlaczego? Dlatego że na opływanej przez powietrze powierzchni tworzy się tzw. warstwa przyścienna. Powietrze porusza się w niej nieco wolniej niż w niezaburzonym otoczeniu. Wokół kadłuba warstwa przyścienna szybko przechodzi z cienkiej, laminarnej, w grubszą, turbulentną. Z punktu widzenia sprężarki warstwa przyścienna to "gorsze" powietrze. Konstruktorzy lotniczy nauczyli się tego dopiero na początku ery odrzutowców. W czasach II Wojny Światowej silniki często "zasysały" powietrze z częścią warstwy przyściennej i były przez to mniej wydajne.

Rysunek 4.13.17 Gotowy chwyt powietrza do sprężarki po scaleniu z górnym panelem osłony silnika

Spośród elementów, które mamy wykonać w tej sekcji, pozostał już ostatni — otwór na kolektor spalin. W porównaniu z osłoną luf karabinów czy chwytym powietrza to naprawdę drobiazg. Wykonuje się go w ten sam sposób, tylko jeszcze prościej.

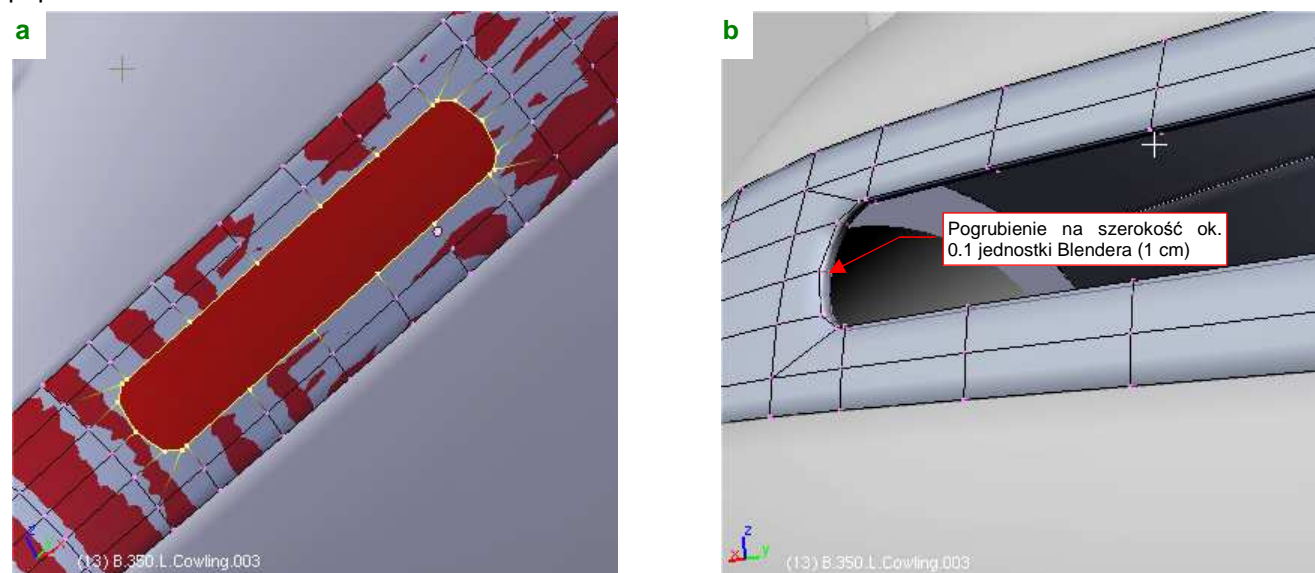
Zacznij od przygotowania "rury" o kształcie otworu (Rysunek 4.13.18a). To nasz "nóż" do wycięcia "dziury" w panelu **B.350.L.Cowling.003**. Ustaw go w odpowiednim miejscu i pochyl pod odpowiednim kątem. (Patrząc na zdjęcia wydaje się, że rury wydechowe kolektora spalin były w rzucie z przodu zadarte lekko do góry. Najprawdopodobniej także ich otwór leżał na podobnie pochylonej płaszczyźnie, mniej więcej prostopadle do ściany pokrywy silnika.) Wyznacz krawędź przecięcia pomocniczej "rury" z okapotowaniem (Rysunek 4.13.18b). Potem możesz usunąć ten pomocniczy obiekt — nie będziemy go już potrzebować.



Rysunek 4.13.18 Wyznaczenie krawędzi otworu kolektora spalin

Przygotuj kopię siatki **B.350.L.Cowling.003** jako wzorec. (Nazwij go **B.350.T.Cowling.003** i nadaj "tradycyjny, czerwony kolor" materiału **Artificial**). Wykorzystując tak przygotowany wzór, zwiększ liczbę wręg na panelu, umieszczając je tam, gdzie znajdują się kluczowe punkty konturu otworu (Rysunek 4.13.18b).

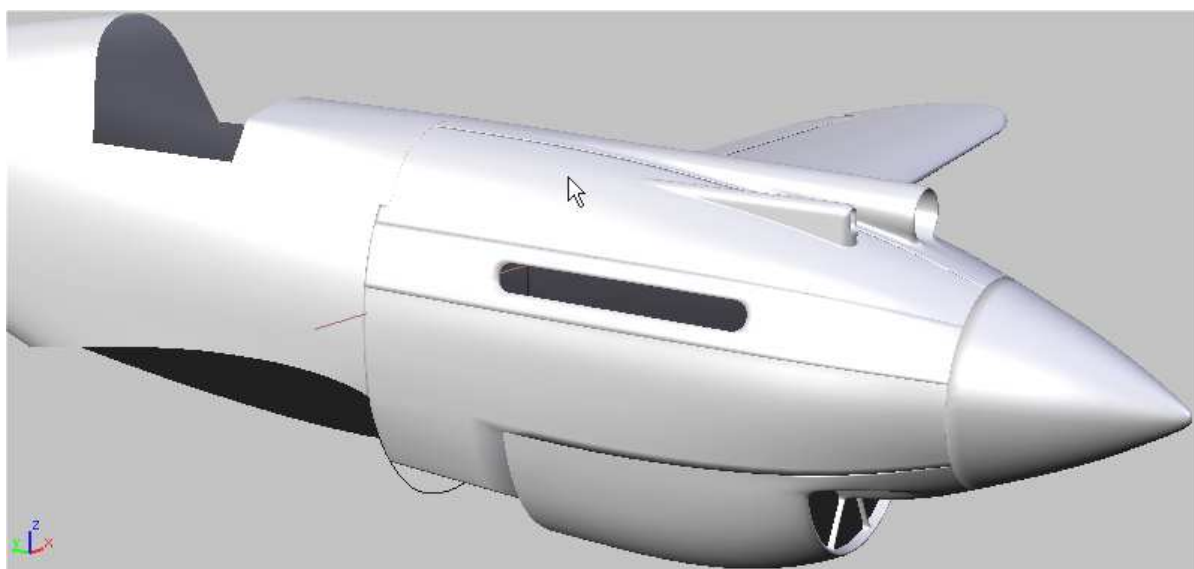
Usuń wierzchołki siatki z wnętrza otworu, i utwórz wokół niego nowy układ ścian (Rysunek 4.13.19a). Powierzchnia tego panelu jest na tyle płaska, że krawędź otworu całkiem dobrze "leży" na wzorcu, i nie wymaga poprawek.



Rysunek 4.13.19 Wykonanie otworu na kolektor spalin, i dodanie pogrubienia ("fazki") na jego krawędzi

Na koniec zwiększ ostrość (*cearse*) krawędzi otworu do 1.0, i wytłocz ją w głąb kadłuba na głębokość ok. 0.1 jedn. Blendera (1 cm w rzeczywistym samolocie) (Rysunek 4.13.19b). (P-40 miał wokół rur wydechowych coś w rodzaju ekranu, aby te elementy, rozgrzewające się podczas pracy do bardzo wysokich temperatur, nie uszkodziły okapotowania silnika).

I to już wszystko, co mieliśmy wykonać w tej sekcji. Rysunek 4.13.20 przedstawia osłonę silnika wraz ze wszystkimi szczegółami, scalonymi z panelami okapotowania.



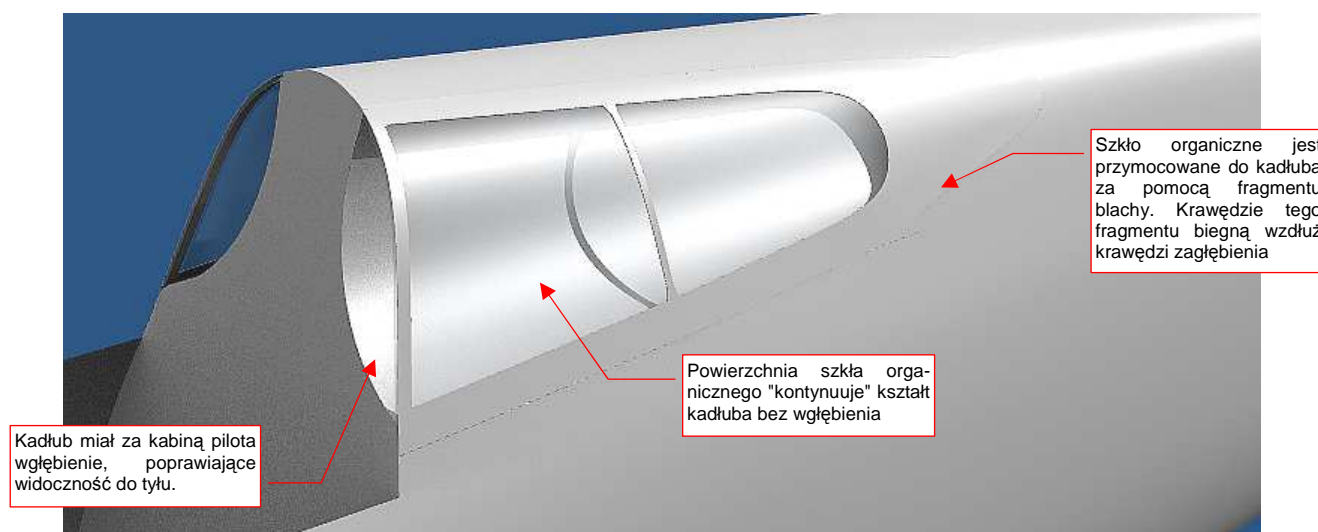
Rysunek 4.13.20 Panele osłony silnika wraz ze szczegółami

Podsumownie

- W tej sekcji wykonaliśmy trzy dość trudne elementy maski silnika: osłony luf nkm, chwyt powietrza do sprężarki oraz otwór na kolektor spalin;
- Wszystkie takie elementy zaczyna się od uformowania siatki podstawowej bryły detalu. Zagęszczasz (*Subsurf:Apply*) także siatkę powłoki, do której chcesz dodać detal. Potem wyznaczasz kontur przecięcia (*Cross Section*) tych siatek. Usuwasz stare ściany z wnętrza uzyskanego konturu i tworzysz ich nowy układ wzdłuż krawędzi przecięcia. W przypadku, gdy chodziło tylko o otwór (np. otwór kolektora spalin), to kończy operację (str. 196);
- Po wykonaniu otworu należy włączyć w siatkę panelu powłokę wykonywanego detalu (osłony lufy karabinu, chwytu powietrza). Bezpośrednio po włączeniu zwiększ liczbę wręg w powłoce detalu, aby dostosować ją do liczby wręg w panelu (str. 194). Potem usuń niepotrzebne ściany z okolic połączenia, i utwórz nowe, wzdłuż krawędzi przecięcia (str. 195)
- Najwięcej kłopotów stwarzają elementy, które w oryginalnej konstrukcji były wytłoczone wraz z panelem z jednego kawałka blachy, z niewielkim promieniem zaokrąglenia wzdłuż krawędzi połączenia. Przykładem takiego detalu jest osłona karabinu maszynowego (str. 190). Zamiast jednej krawędzi przecięcia wymaga wyznaczenia aż trzech. W oparciu o nie utworzysz dwa cienkie paski ścian kontrolnych, połączone wzdłuż krawędzi przecięcia. Wygładzona powłoka wzdłuż takich ścian utworzy odpowiednie zaokrąglenie (str. 192).

4.14 Osłona kabiny pilota — część tylna

Formowanie oszkleńnięcia kabiny pilota proponuję zacząć od tylnych "okien", umieszczonych za zagłówkiem pilota (Rysunek 4.14.1):

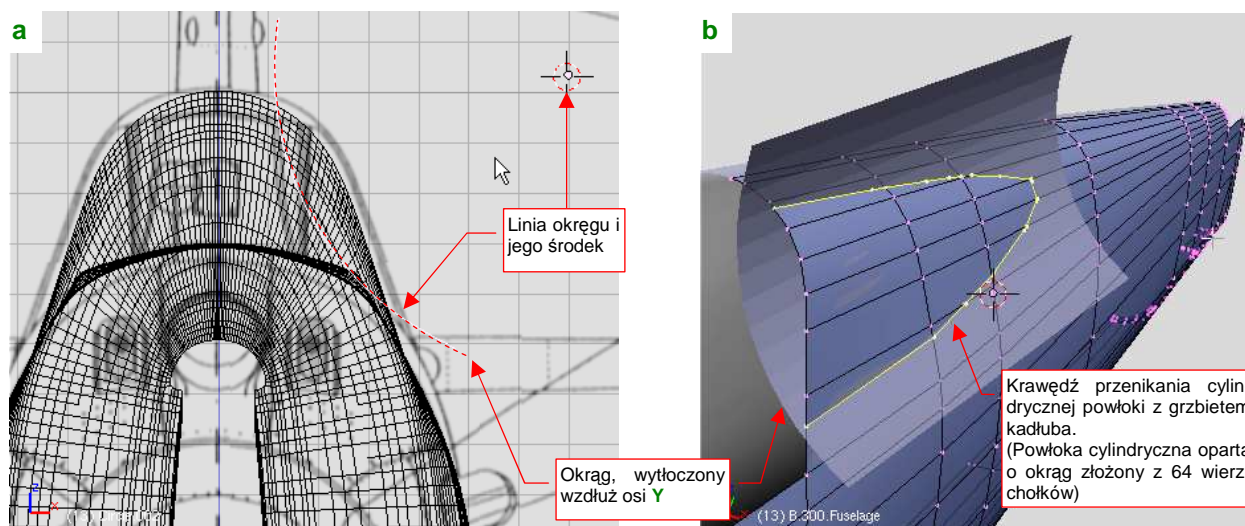


Rysunek 4.14.1 Oszkleńnięcie P-40 B/C za głową pilota

Jest to chyba najtrudniejszy fragment z całej osłony kabiny. Po pierwsze, wymaga wkomponowania w kadłub wgłębienia, którego krawędź musi odpowiadać krawędziom oszkleńnięcia. Po drugie — oszkleńnięcie ponad wgłębieniem ma zachować dotychczasowy kształt kadłuba. Po trzecie, należy na to wszystko nałożyć fragment blachy (ramkę oszkleńnięcia), którego kształt także ma być gładką kontynuacją grzbietu kadłuba. Mimo wszystko pewną możliwość na ewentualne drobne korekty (poniżej 1mm) pozostawia właśnie ta blacha, a właściwie jej grubość. W końcu na prawdziwym samolocie pokrycie także miewa niewielkie wgłębienia i wypukłości.

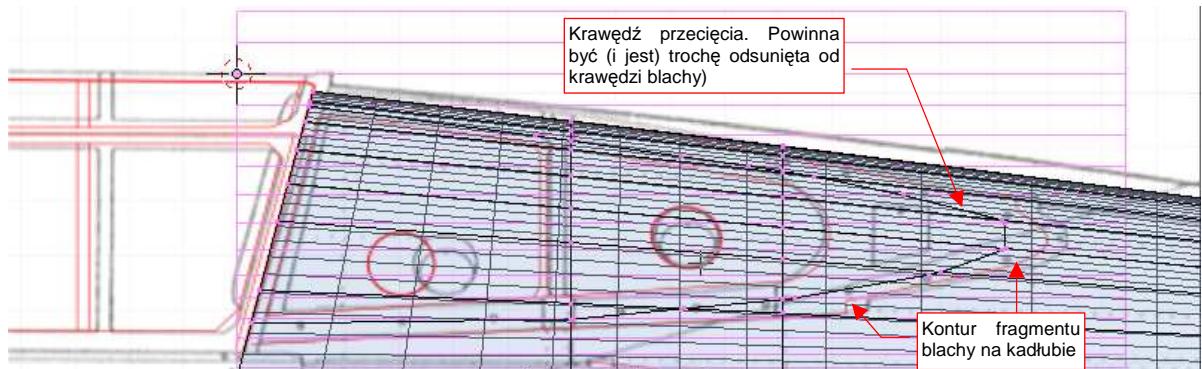
Zacznij od stworzenia pomocniczej kopii kadłuba bez wgłębienia. Chodzi tu o "czerwony" wzorzec kształtu — podobny do tych, jakie wykorzystywaliśmy do sprawdzania otworów na masce silnika (por. str. 190). Nadaj mu nazwę **B.300.T.Fuselage**.

Jaki kształt mogło mieć wgłębienie za nagłówkiem pilota? Spróbowałem zastosować fragment okręgu, którego promień i środek pokazuje Rysunek 4.14.2a. Wytłoczyłem go w fragment walca, i wyznaczyłem krawędź przenikania z grzbietem kadłuba Rysunek 4.14.2b:



Rysunek 4.14.2 Fragment walca — powierzchnia wgłębienia za kabiną pilota

Promień okręgu walca (Rysunek 4.14.2) dobrałem "na oko", na podstawie zdjęć. O dziwo, krawędź przenikania z grzbietem kadłuba pierwszego walca, który sprawdziłem, okazała się całkiem dobra. Leży w odległości mniej więcej 3-4 cm (na oryginalnym samolocie) od konturu fragmentu blachy, widocznego na planach (Rysunek 4.14.3):

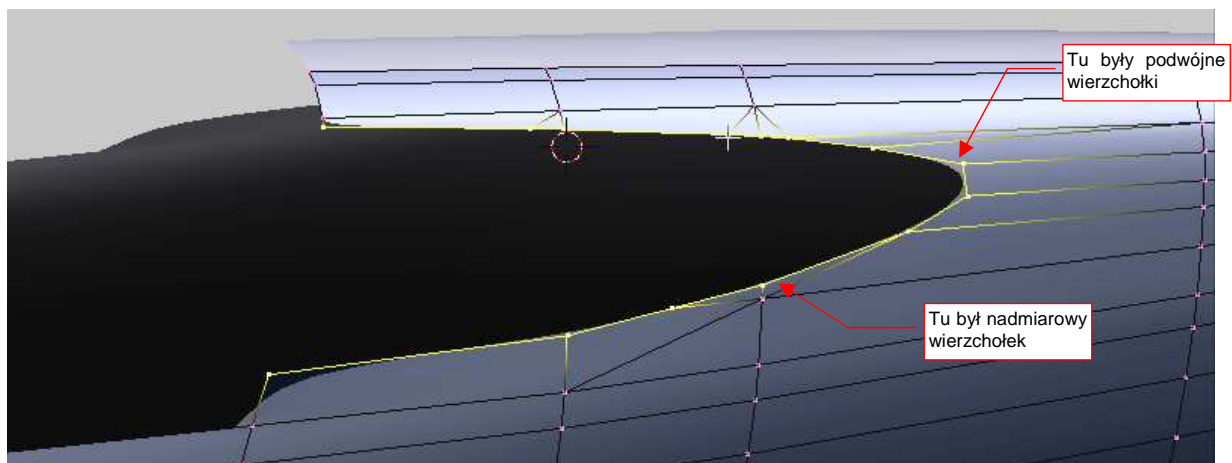


Rysunek 4.14.3 Krawędź zagłębienia dla walca jest zgodna z rzutem z boku

(Blacha, którą przymocowano oszklenie, była przynitowana wzdłuż krawędzi wgłębienia. Musiała być większa od konturu zagłębienia o "zakładkę" dla szwu nitów).

Muszę przyznać, że liczyłem się z koniecznością kilku przybliżeń kształtu wgłębienia. Na odchylenia kształtu krawędzi przenikania dwóch powierzchni składają się błędy każdej z nich. Zazwyczaj błędy się sumują, a nie znoszą. Zarys konturu blachy, w rzucie z boku, został zweryfikowany ze zdjęciami (por. str. 554), więc jest całkiem niezłym testem. Poprawna krawędź przecięcia może świadczyć o prawidłowym doborze przekroju poprzecznego grzbietu kadłuba¹. Dlaczego zaproponowałem na kształt wgłębienia fragmentu prostego cylindra? To czysta intuicja, wsparta przypuszczeniami².

Skoro ten potencjalnie trudny fragment pracy udało się nam przejść tak łatwo, kontynuujmy. Wkomponuj krawędź przecięcia w siatkę kadłuba, usuwając ściany wewnętrzne (Rysunek 4.14.4):

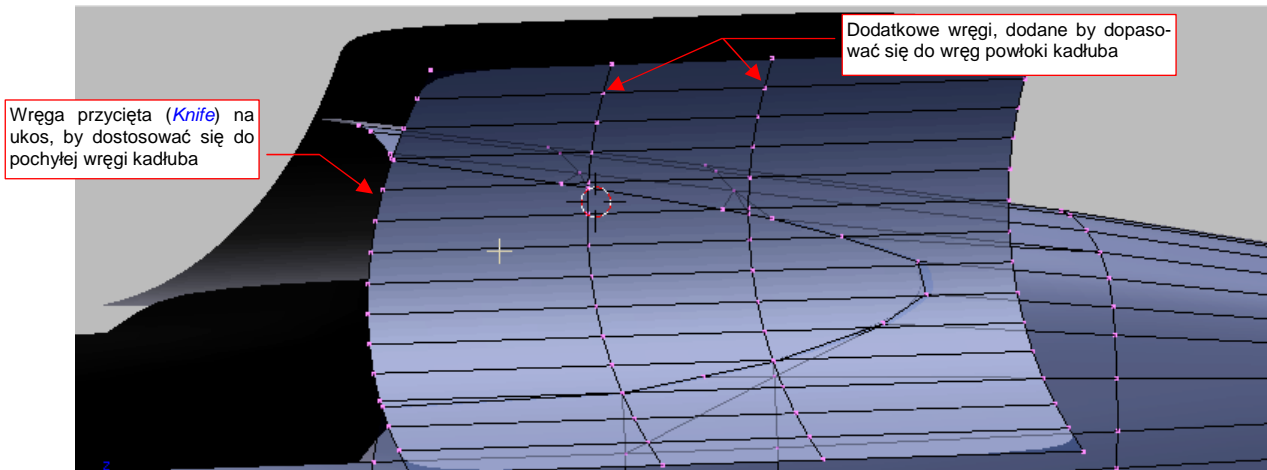


Rysunek 4.14.4 Krawędź przenikania skorygowana włączona w siatkę kadłuba

¹ Przekrój grzbietu kadłuba dobrałem "na własną odpowiedzialność", na podstawie zdjęć. Użyłem w nim fragmentu nie zdeformowanego okręgu. Różni się tym od obydwu planów — M. Łukasika i J. Jackowskiego — gdzie ten przekrój jest bardziej spłaszczony (por. str. 163). Później się okaże, że wycięcie za kabiną pilota było o wiele głębsze — por. str. 206.

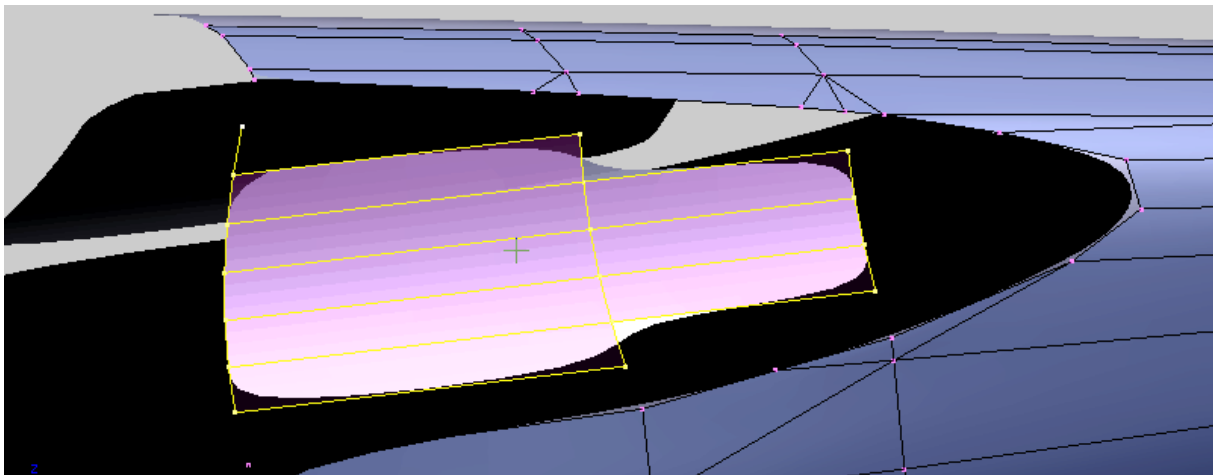
² Konstruktorzy P-40 nie mieli do dyspozycji systemów CAD. Odwzorowanie każdej krzywizny w rzeczywistej konstrukcji wymagało dużo pracy. Aby ułatwić ją sobie choć trochę, w dużym zakresie wykorzystywali linie krzywe złożone z jednego lub więcej łuków. Widać to na rysunkach konstrukcyjnych końcówek płata, stateczników i sterów.

Przy okazji usuń z krawędzi przecięcia nadmiarowe (tzn. umieszczone blisko siebie) wierzchołki. Następnie włącz (*Join Objects*) powłokę cylindra w siatkę kadłuba (Rysunek 4.14.5):



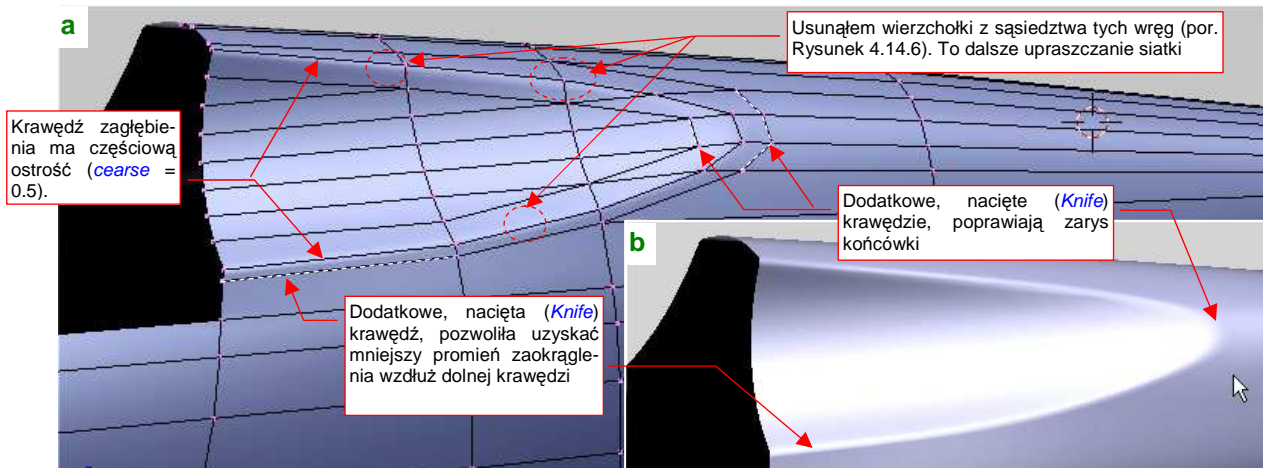
Rysunek 4.14.5 Dodanie powierzchni walca do siatki kadłuba

Po włączeniu cylindra wstaw (*Loopcut*) w jego siatkę dwie dodatkowe wręgi. Umieść je tam, gdzie się znajdują odpowiednie wręgi powłoki kadłuba (Rysunek 4.14.5). Potem usuń niepotrzebne ściany cylindra (Rysunek 4.14.6):



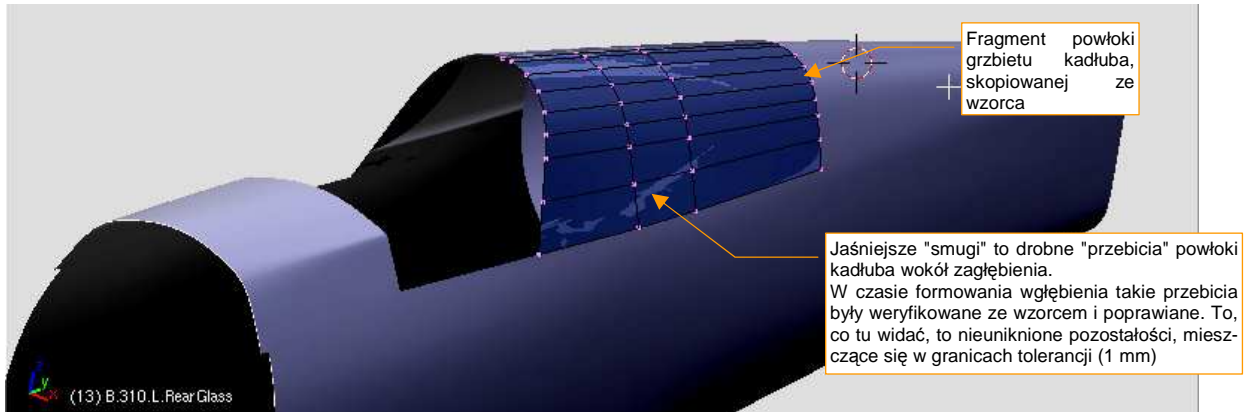
Rysunek 4.14.6 Usunięcie niepotrzebnych ścian powłoki walca

Teraz pozostaje utworzyć nowe ściany. Przy okazji "optymalizacji siatki" usuń jeszcze kilka niepotrzebnych wierzchołków na krawędzi wgłębienia (Rysunek 4.14.7a). Samą krawędź pozostaw lekko zaokrągloną (*cearse* = 0.5) — tak, jak było w prawdziwej konstrukcji (Rysunek 4.14.7b):



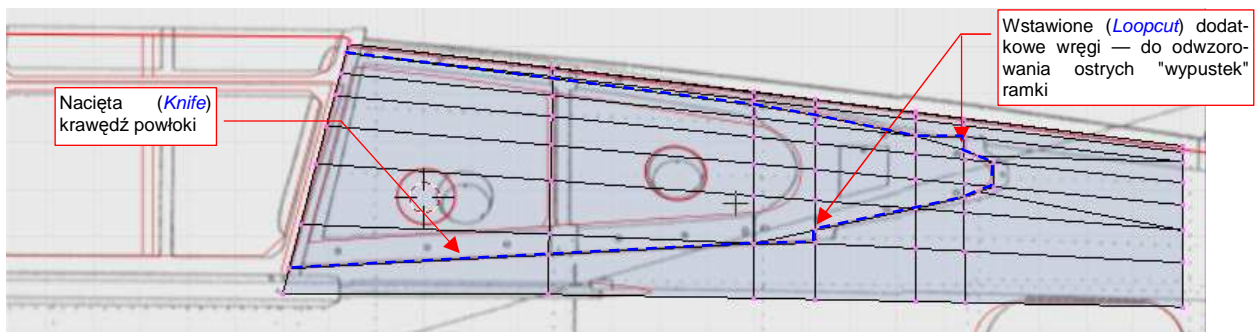
Rysunek 4.14.7 Scalenie powłoki walca z resztą kadłuba, dalsze uproszczanie siatki

Wgłębienie w kadłubie jest gotowe, teraz uformujemy powierzchnię, z której powstanie "szkło" i jego ramka. Z utworzonego wcześniej (por. str. 198) wzorca **B.300.T.Fuselage** wydzieli (Separate) odpowiedni fragment powłoki (Rysunek 4.14.8):



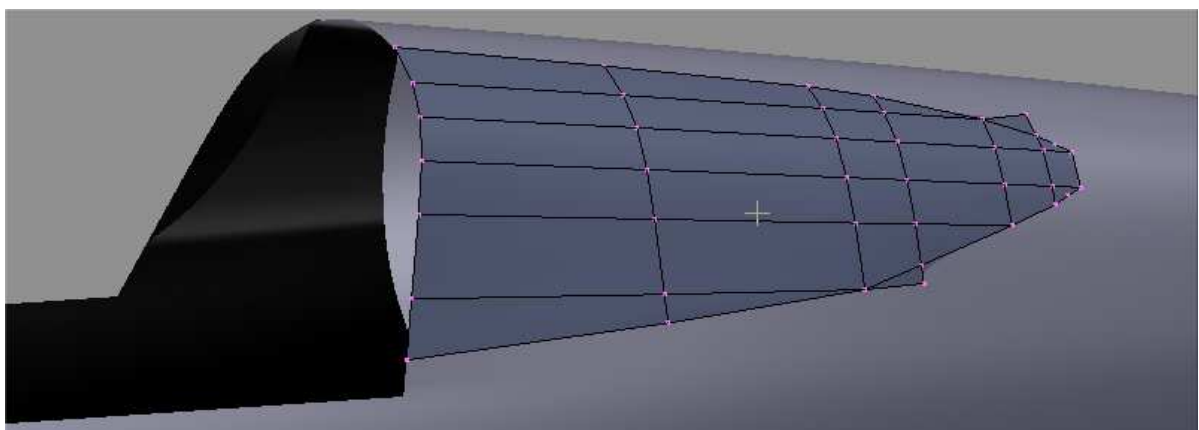
Rysunek 4.14.8 Początek formowania oszklenia za kabiną pilota: skopiowanie fragmentu oryginalnej powłoki kadłuba

Aby lepiej odwzorować krzywą krawędzi powłoki, wstaw (*Loopcut*) w odpowiednie miejsca dodatkowe wręgi. Ramka miała na zewnątrz dwie kanciaste "wypustki", ułatwiające przynitowanie do podłużnic. Dodanie wręg w okolicy tych załamań jest konieczne (Rysunek 4.14.9):



Rysunek 4.14.9 Nacięcie (*Knife*) zewnętrznej krawędzi oszklenia

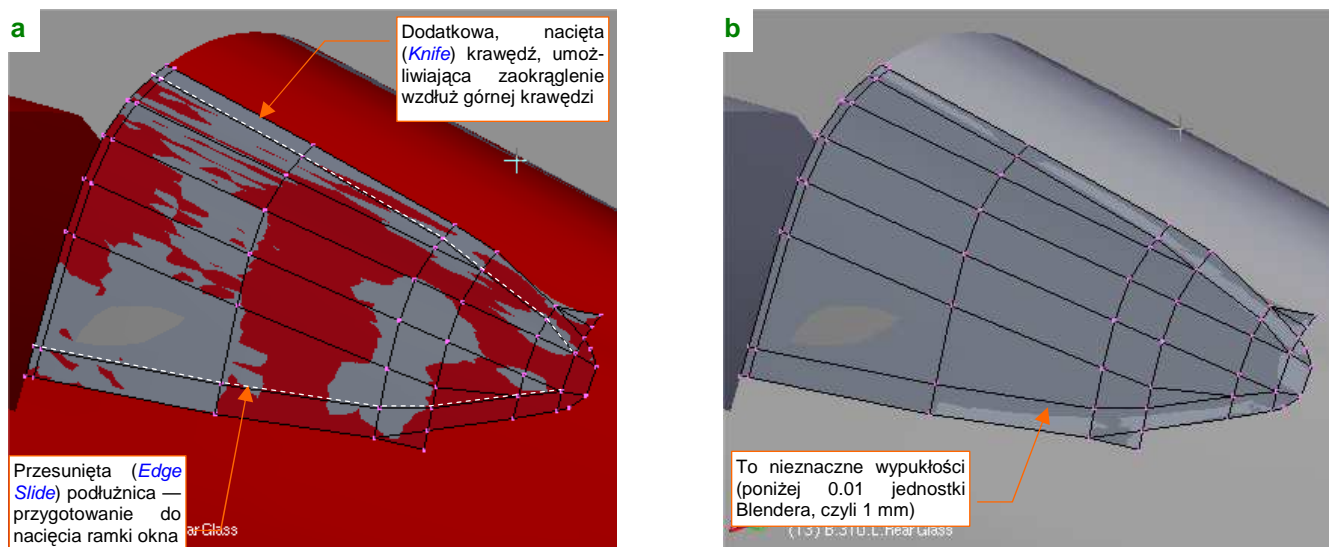
Po przygotowaniu siatki wytnij (*Knife*) w niej krawędź ramki oszklenia (Rysunek 4.14.9). (Nacinamy, a nie np. wyznaczamy przecięcia z nową powłoką walca, gdyż kształt jest tu ściśle określony). Podczas nacinania kieruj się przede wszystkim rzutem z boku. Potem usuń niepotrzebne ściany (Rysunek 4.14.10):



Rysunek 4.14.10 Usunięcie zbędnych ścian

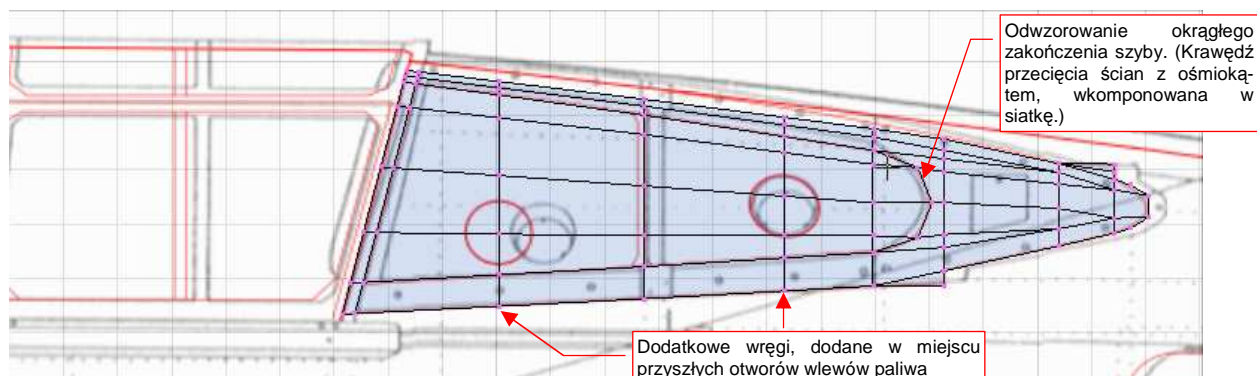
Uzyskany kształt wymaga jeszcze dalszych poprawek. Po pierwsze — ściany wzdłuż krawędzi odstają nieco od powłoki kadłuba (tak się dzieje zawsze przy wycięciu fragmentu wygładzonej siatki).

Aby temu zaradzić, natnij (*Knife*) dodatkową podłużnicę w pobliżu górnej krawędzi powłoki (Rysunek 4.14.11a). To pozwoli dopasować wygięcie poprzeczne wygładzonych ścian oszklenia do powierzchni kadłuba (Rysunek 4.14.11b):



Rysunek 4.14.11 Dalsze dopasowywanie siatki — do oryginalnego wzorca (a) i do aktualnej powłoki kadłuba (b)

Dolna krawędź oszklenia nie ma "problemów z odstawaniem", gdyż w tym obszarze ściany nie mają żadnego wygięcia. Poprzez nacięcie przemodelowałem ten obszar, przesuwając przedostatnią podłużnicę tak, by biegła wzdłuż ramki okna (Rysunek 4.14.11a). To wstęp do odwzorowania za pomocą oddzielnej krawędzi całego wewnętrznego obrysu otworów wewnątrz ramki (Rysunek 4.14.12):

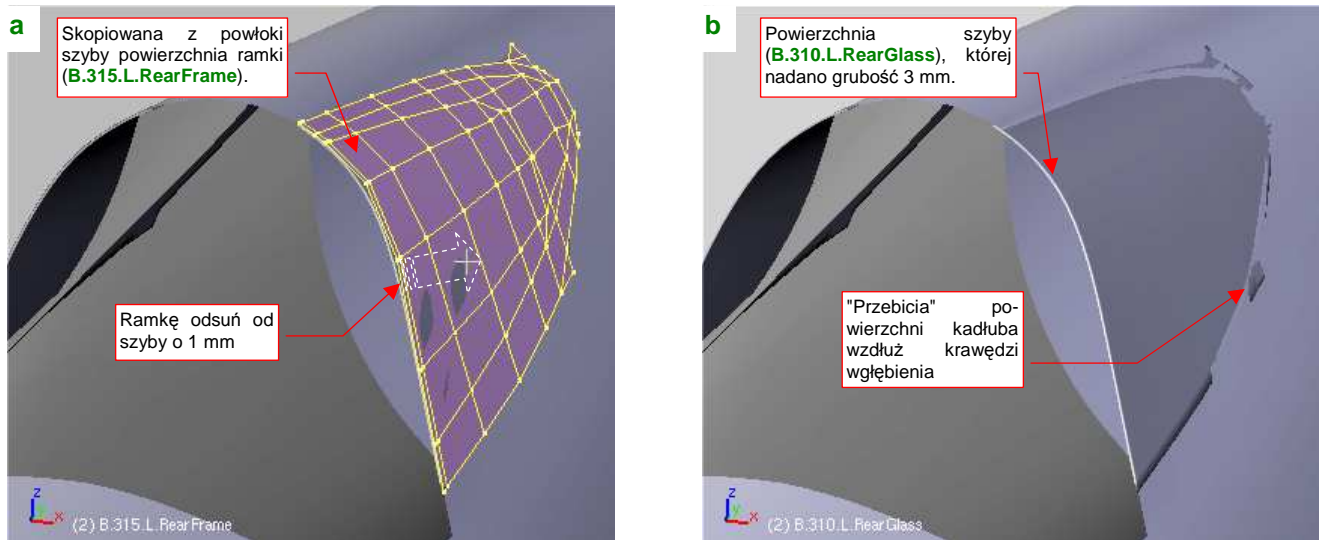


Rysunek 4.14.12 Dalsze dopasowywanie siatki — do oryginalnego wzorca (a) i do aktualnej powłoki kadłuba (b)

Tylna krawędź szyby w P-40 B/C była łukiem. Uzyskaj tę krawędź wyznaczając przenikanie powłoki szyby z pomocniczym walcem, utworzonym z ośmioboku. Oprócz tego, za pomocą przesuwania krawędzi (*Edge Slide*) ułóż drugą od góry podłużnicę wzdłuż górnej granicy oszklenia. Po włączeniu tej krawędzi do powłoki układ podłużnic uległ pewnym zmianom (Rysunek 4.14.12). Na koniec wstaw dwie dodatkowe wręgi tak, by przechodziły przez środki otworów wlewowych. Samych otworów na razie nie wykonamy, gdyż znajdowały się wyłącznie z lewej strony. Poczekać z tym do momentu, gdy będzie trzeba tworzyć "prawe" kopie wszystkich "lewych" siatek. Zrobimy to tuż przed rozwijaniem powierzchni do teksturowania — tak późno, jak tylko to możliwe. (Zawsze może wcześniej pojawić się konieczność poprawienia jakiegoś kształtu. Dopóki pracujemy na powierzchniach z włączonym modyfikatorem *Mirror*, dopóty taką poprawkę będzie łatwiej wprowadzić)

- Po co umieszczać w powłoce szyby zarys wycięć, które powinny się znaleźć nie na szybie, a na jej ramce? Dlatego, że ramkę zaraz utworzymy poprzez skopiowanie szyby. Im bardziej podobne ściany wystąpią na obydwu powłokach, tym mniej będziemy mieli problemów z ich późniejszym dopasowaniem.

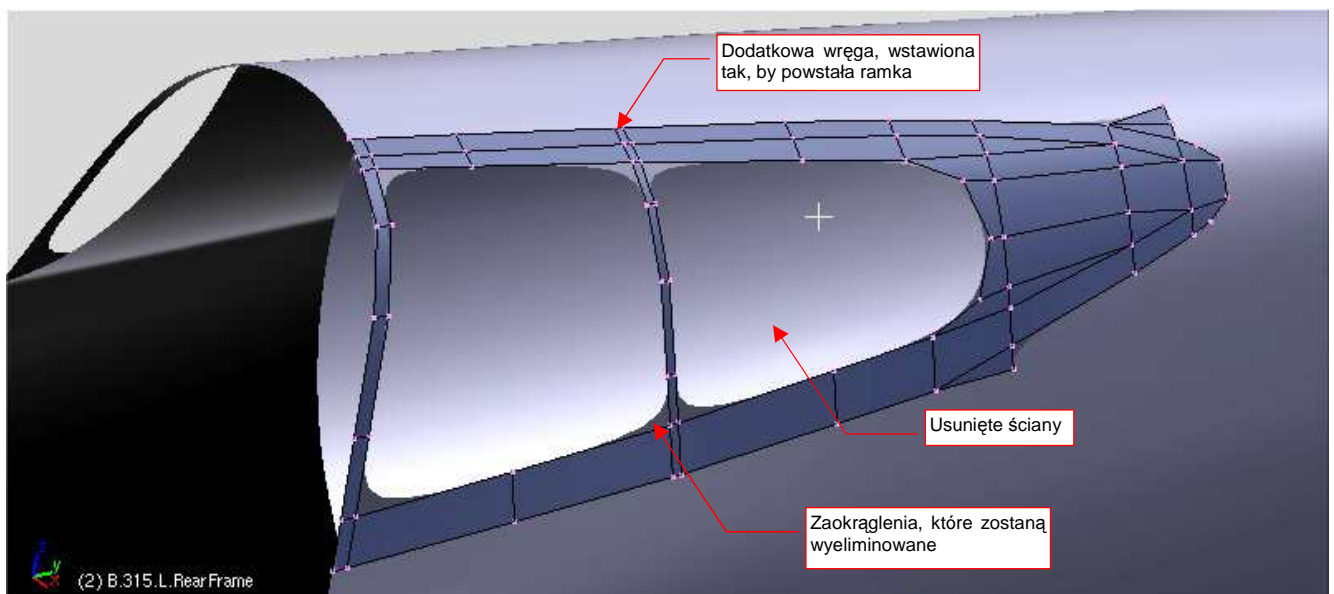
Powłoka szyby jest gotowa. Nadaj jej nazwę **B.310.L.RearGlass**. Powiel (*Duplicate*) ten obiekt w powłokę, z której utworzymy ramkę: **B.315.L.RearFrame** (Rysunek 4.14.13a):



Rysunek 4.14.13 Pogrubienie szkła i powielenie w drugi obiekt - ramkę

Nowo utworzoną powłokę ramki odsuń "o grubość blachy" (X: +0.007, Z: +0.007, czyli 1 mm po przekątnej) od powłoki "szkła". Nie zaszkodzi umieścić jej na osobnej warstwie (**M**, szczegóły — str. 811), przynajmniej na czas formowania oszklenia kabiny. Samą szybę na koniec pogrub (*Solidify Selection*) o 0.03 jednostki Blendera (to jest 3 mm — przypuszczam że miała taką grubość). Rysunek 4.14.13b pokazuje szybę **B.310.L.RearGlass** po pogrubieniu. (Powłoka ramki jest tu ukryta na niewidocznej warstwie). Zwróć uwagę, że zewnętrzna powierzchnia szyby leży na powłoce kadłuba, o czym świadczą niewielkie "przebicia" powłoki wzdłuż krawędzi wgłębienia. Te "przebicia" zasłoni ramka, którą zaraz uformujemy.

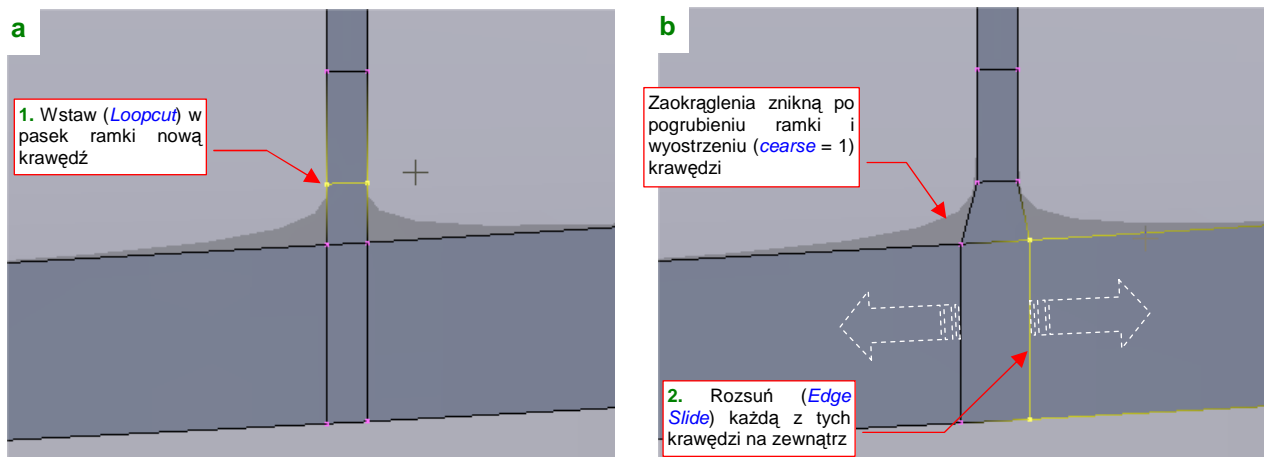
Formowanie ramki zacznij od uzupełnienia o dodatkową wręgę — tak, by powstał "pasek" ścian, biegnący przez środek oszklenia. Potem usuń ściany z wnętrza przygotowanych wcześniej "zarysów szkła" (Rysunek 4.14.14):



Rysunek 4.14.14 Usunięcie z "ramki" niepotrzebnych ścian

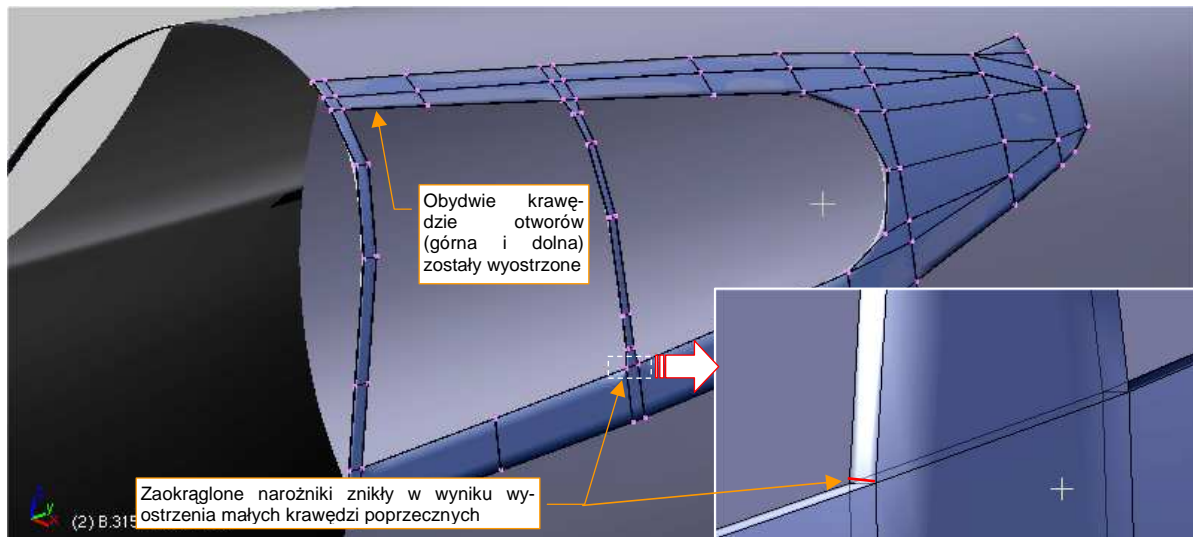
Po usunięciu ścian obiekt jest już bardzo zbliżony do ostatecznego kształtu. Pozostało jeszcze tylko trochę popracować nad "fazkami" blachy w narożnikach. Na razie są tu naturalne zaokrąglenia powierzchni podziałowych.

"Fazki" blachy w narożnikach ramek kabin występują w większości samolotów lat 30 i 40-tych (kwestia technologii). Rysunek 4.14.15a,b pokazuje, jak je odwzorować za pomocą tylko jednej dodatkowej ściany:



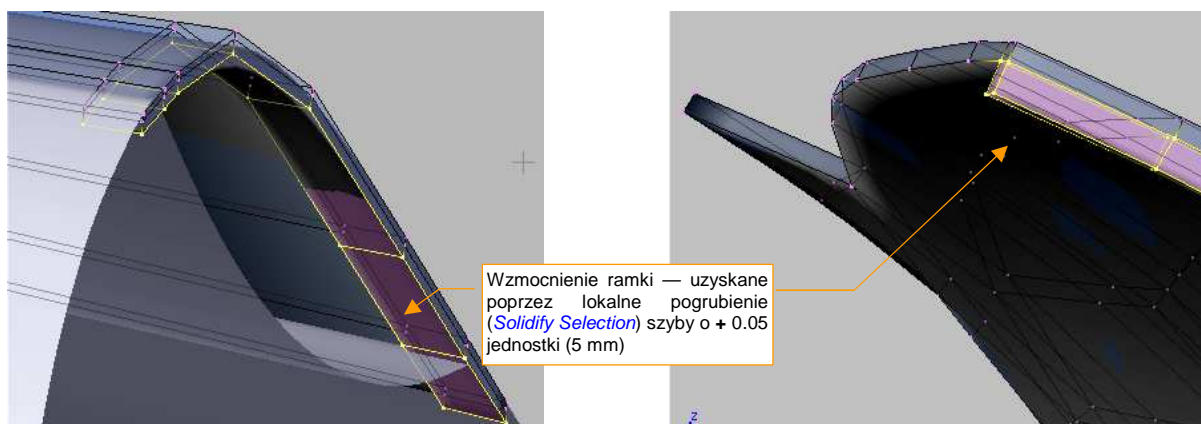
Rysunek 4.14.15 Wykonanie fazki w narożniku ramki

Wreszcie — pogrub (*Solidify Selection*) powłokę ramki "o grubość blachy", czyli 0.01 jednostki Blendera (1 mm) (Rysunek 4.14.16):



Rysunek 4.14.16 Ramka po pogrubieniu (o "grubość blachy") i wyostreniu krawędzi

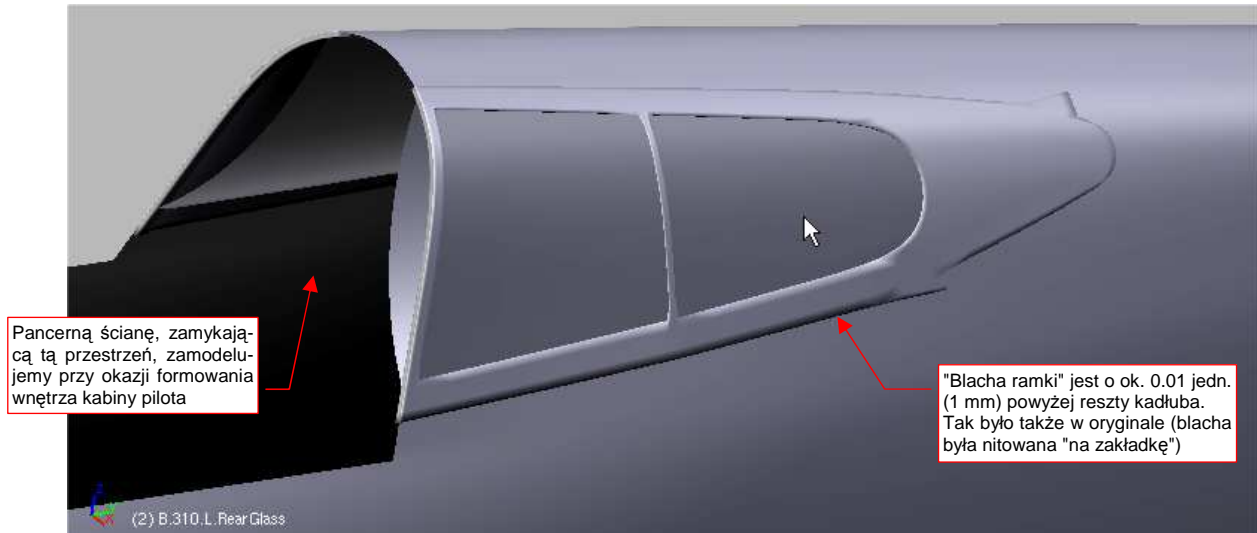
Przednia krawędź oszklenia miała w P-40 dodatkowe wzmocnienie (była grubsza). Przy próbie lokalnego pogrubienia przedniej ramki *Solidify Selection* pochylało obydwie ściany. W takiej sytuacji lepiej jest pogrubić lokalnie "szkło" (**B.310.L.RearGlass**), bo tu przynajmniej tylna krawędź wychodziła poprawnie (Rysunek 4.14.17):



Rysunek 4.14.17 Pogrubienie fragmentu "szkła" w początkową wręgę

Modelując początkowe wzmocnienie, pogrubiliśmy obiekt reprezentujący szkło, zamiast ramki. Nie jest to jednak jakaś szczególna komplikacja — potem temu fragmentowi siatki "szkła" przypisze się materiał reprezentujący dural, a nie pleksiglas. (W Blenderze różne fragmenty tej samej siatki mogą mieć przypisane różne materiały).

Wzmocnienie przedniej krawędzi było ostatnim szczegółem, jaki należało wykonać. Rysunek 4.14.18 przedstawia ukończone oszklenie grzbietu kadłuba, wraz z ramką:



Rysunek 4.14.18 Gotowy, tylny fragment oszklenia kabiny

Otwory wlewu paliwa wytniemy po utworzeniu odrębnego obiektu reprezentującego prawą stronę owiewki (**B.310.R.RearGlass**). Oszklenie na razie pozostaje nieprzezroczyste. Zmienimy ją w prawdziwe szkło organiczne dopiero w sekcjach poświęconych materiałom.

Wydawało mi się, że to już koniec pracy nad tym fragmentem. Zabrałem się więc za przeglądanie zdjęć następnym elementom — owiewki i wiatrochronu. Zdecydowałem się skorzystać także z posiadanych zdjęć P-36, gdyż ten fragment kadłuba był w obydwu konstrukcjach niemal identyczny. (P-36 miał tylko jeden, ale nieco większy otwór w oszkleniu na wlew paliwa, oraz inną szynę po której przesuwiała się owiewka). W trakcie tej pracy natknąłem się na pewne zdjęcie (Rysunek 4.14.19):

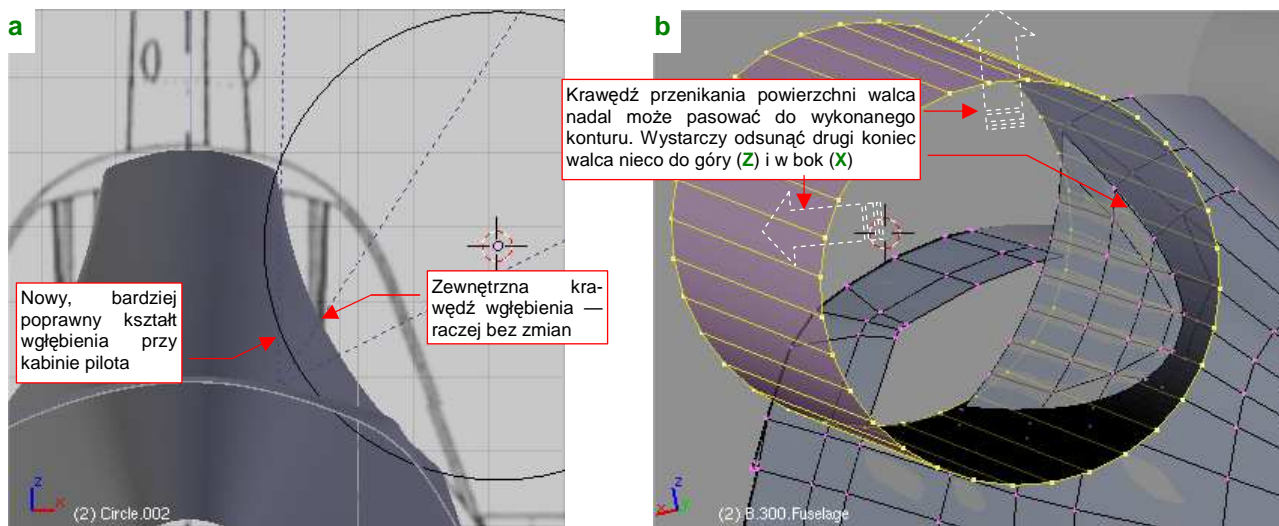


Rysunek 4.14.19 Fragment jednego ze zdjęć P-36 (USAAF)

Widać na nim wyraźnie, że "wycięcia" w grzbiecie kadłuba miały o wiele mniejszy przekrój, niż założyłem! Szybkie przejrzanie posiadanych zdjęć P-40 potwierdziło to spostrzeżenie. Skórzana "poduszka" nagłówek pilota, zdemontowana na tym zdjęciu, utrudniała na innych fotografiach dostrzeżenie właściwego kształtu.

Bądź przygotowany na podobne "odkrycia". Nikt nie jest nieomylny, więc zdecydowałem się w tej książce także pokazać, gdzie zdarzyło mi się popełnić błąd. Są one w końcu nieodłącznym elementem pracy nad modelem.

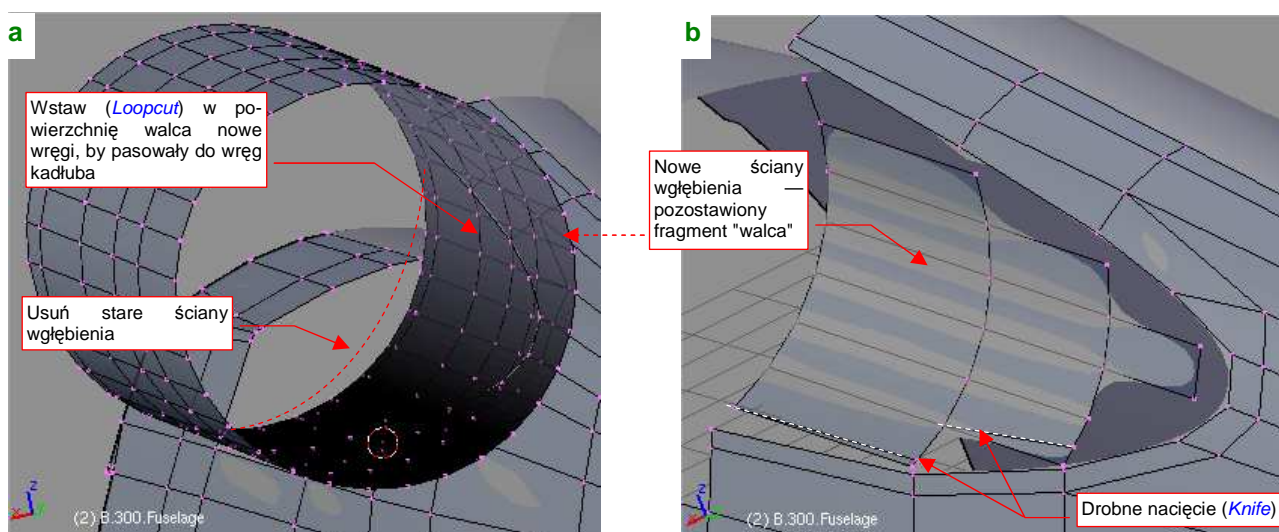
Rysunek 4.14.20a) przedstawia zarys poprawionego kształtu (w rzucie z przodu). Jak wykonać niezbędną korektę? Zaczynij od krótkiej analizy, co trzeba zmienić. Zewnętrzna krawędź wgłębienia powinna pozostać bez zmian, bo jest zgodna ze zdjęciami. (Gdyby wytłoczyć nowy okrąg wzdłuż osi **Y**, tak jak to zrobiliśmy poprzednio — por. str. 198 — to wgłębienie byłoby dwa razy dłuższe).



Rysunek 4.14.20 Analiza poprawionej powierzchni wgłębienia

Wytłocz okrąg w walec, i dokonaj kilku "przymiarek", przesuwając jego tylny przekrój. Okazuje się, że można uzyskać niemal identyczną krawędź przenikania z grzbietem kadłuba, jak dotychczasowa. Wystarczy, by walec był nieco odchyłony na zewnątrz (wzdłuż osi **X**) i do góry (wzdłuż osi **Z**) (Rysunek 4.14.20b). To bardzo dobra wiadomość — zachowanie tej krawędzi oznacza, że nie trzeba będzie zmieniać ani oszkleń grzbietu kadłuba, a ni jego ramki.

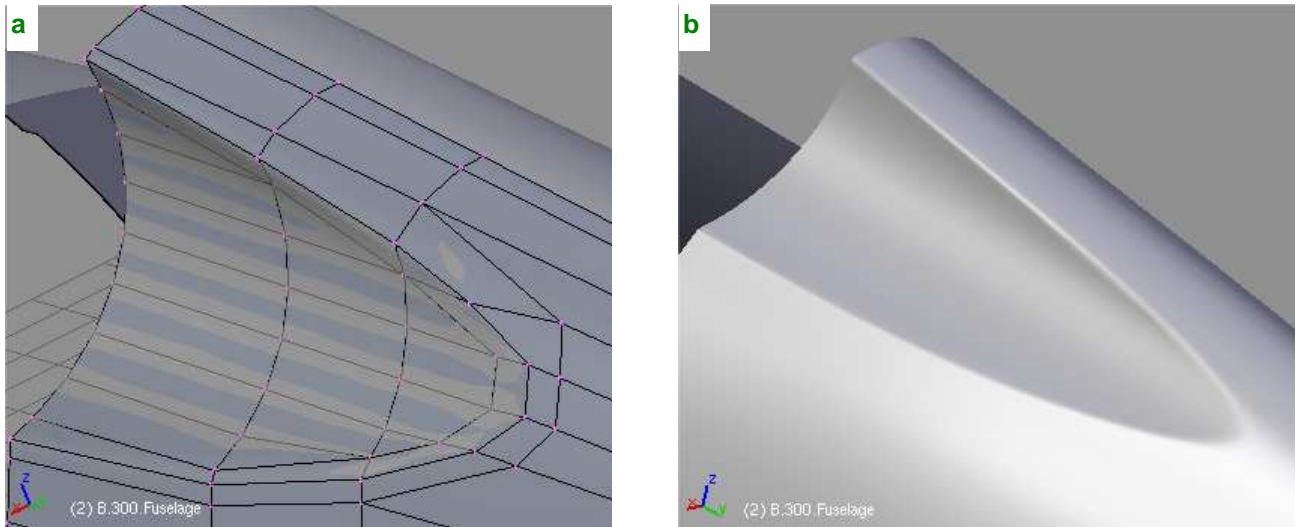
Teraz pozostaje wymienić dotychczasowe ściany wgłębienia na nowe, pochodzące z przygotowanego przed chwilą walca. Zaczynij od usunięcia wszystkich starych ścian (Rysunek 4.14.21a). Wstaw także (*Loopcut*) w połowę walca kilka wręg. Umieść je w takich miejscach, by dokładnie odpowiadały wręgom kadłuba.



Rysunek 4.14.21 Poprawka — usunięcie starych ścian i przygotowanie nowych

Potem pozostaje usunąć niepotrzebne ściany walca, pozostawiając tylko te wewnątrz wgłębienia (Rysunek 4.14.21b). Aby uzyskać wzdłuż krawędzi regularny ciąg wąskich ścian czworokątnych, wykonaj w pozostawionych ścianach pomocnicze nacięcia (*Knife*).

Rysunek 4.14.22a) pokazuje układ ścian po włączeniu nowej powierzchni do kadłuba. Obyło się bez żadnych "efektów ubocznych" — wgłębienie jest regularne, nie widać żadnych szkarpszy kształtu (Rysunek 4.14.22b):



Rysunek 4.14.22 Rezultat poprawki — głębsze wycięcie za kabiną pilota

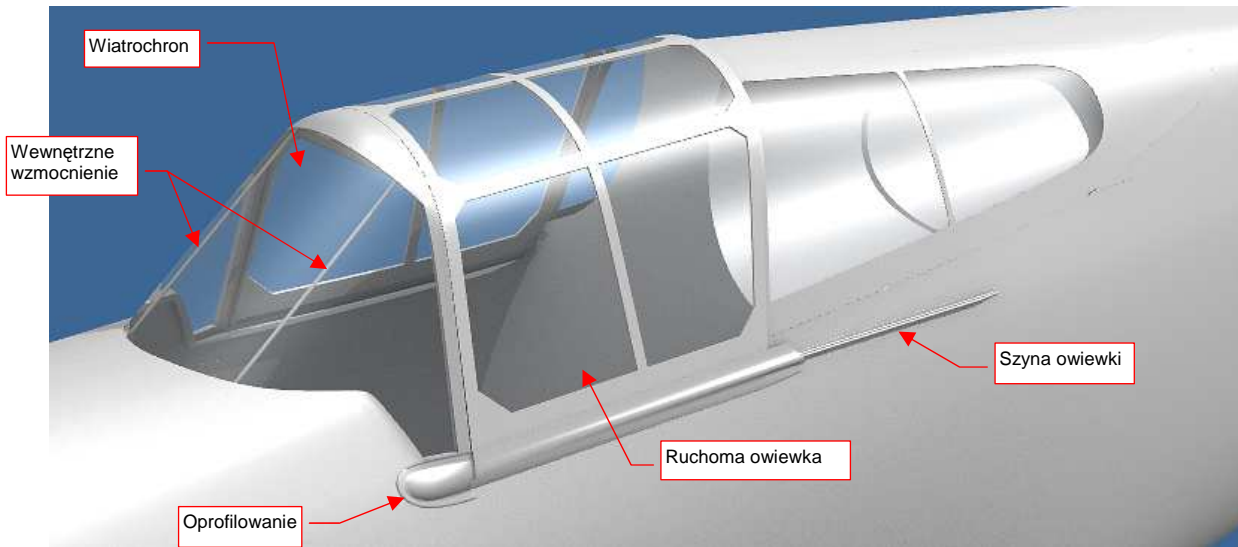
W ten sposób zakończyliśmy wprowadzanie poprawki. Efekt finalny widziałeś już na str. 198 — jako pierwszą ilustrację umieściłem tam rendering ukończonego oszklenia grzbietu kadłuba.

Podsumownie

- W tej sekcji wykonaliśmy wgłębienie inną (nieco dokładniejszą) metodą, niż wgłębienie przed wlotem powietrza do chłodnicy (por. str. 184). Metodą tu zastosowaną posłużyliśmy się wcześniej do wykonania szczegółów (osłony luf km, chwyt powietrza do sprężarki) osłony silnika;
- Zawsze warto przechowywać "gładkie" (tzn. bez otworów i innych szczegółów) wersje siatek kadłuba. Przydają się później jako wzorzec do weryfikacji i poprawiania kształtu wokół otworów i innych detali.
- Poznałeś szybką i prostą metodę uzyskiwania "fazek" na ostrych krawędziach ramek oszklenia (str. 204)

4.15 Osłona kabiny pilota — część przednia

W tej sekcji uformujemy przednią część kabiny. W P-40 zastosowano typowe dla tego okresu rozwiązanie, złożone z wiatrochronu i odsuwanej do tyłu owiewki (Rysunek 4.15.1):

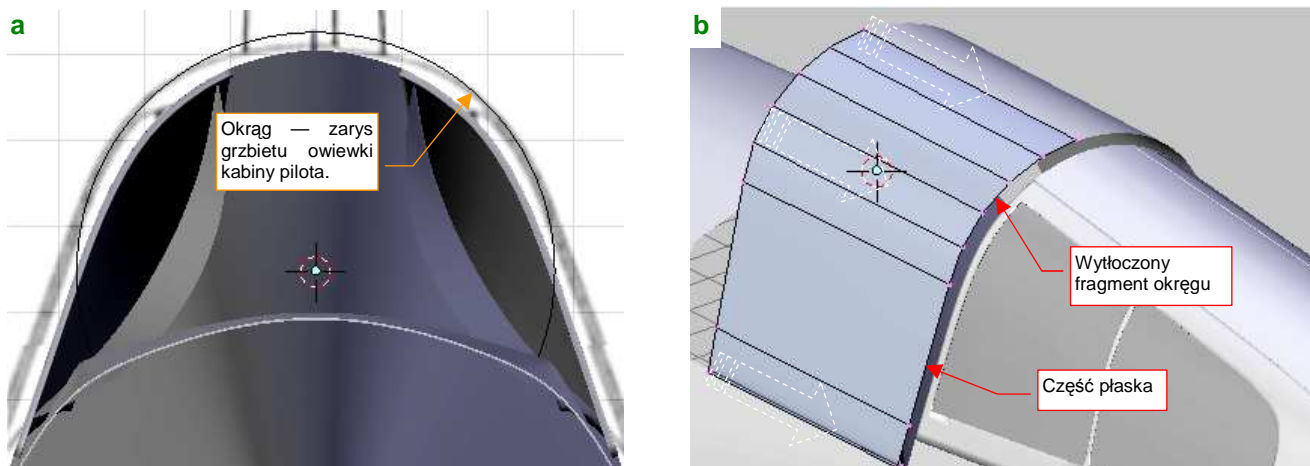


Rysunek 4.15.1 Elementy osłony kabiny pilota

Kabina P-40B/C była "odziedziczona" po P-36. Był więc to dość stary projekt — gdzieś z 1935r. Owiewka ma bardzo typową konstrukcję — to warstwa szkła, wzmocniona od spodu i z wierzchu ramkami z blachy. Wiatrochron P-40 był uformowany z wygiętego kawałka szkła organicznego. Przymocowano je u góry do ram kabiny, a u dołu — bezpośrednio do poszycia kadłuba. Wzmocnieniem ramy wiatrochronu były dwa wewnętrzne "pręty" (tak je będę dalej nazywał). Miały dość mały przekrój, więc ich rola mogła być podobna do szprych w kole rowerowym: przenosiły tylko obciążenia rozciągające. (Takie obciążenie powodował np. napór powietrza podczas lotu). Do tych prętów od 1940r. przyłączano szyby pancerne, których konstruktorzy oryginalnie nie przewidzieli. Wydaje mi się, że nie było to dość pewne mocowanie. Najlepiej świadczy o tym fakt, że w kolejnej wersji samolotu (P-40D) cały wiatrochron uległ kompletnej przebudowie.

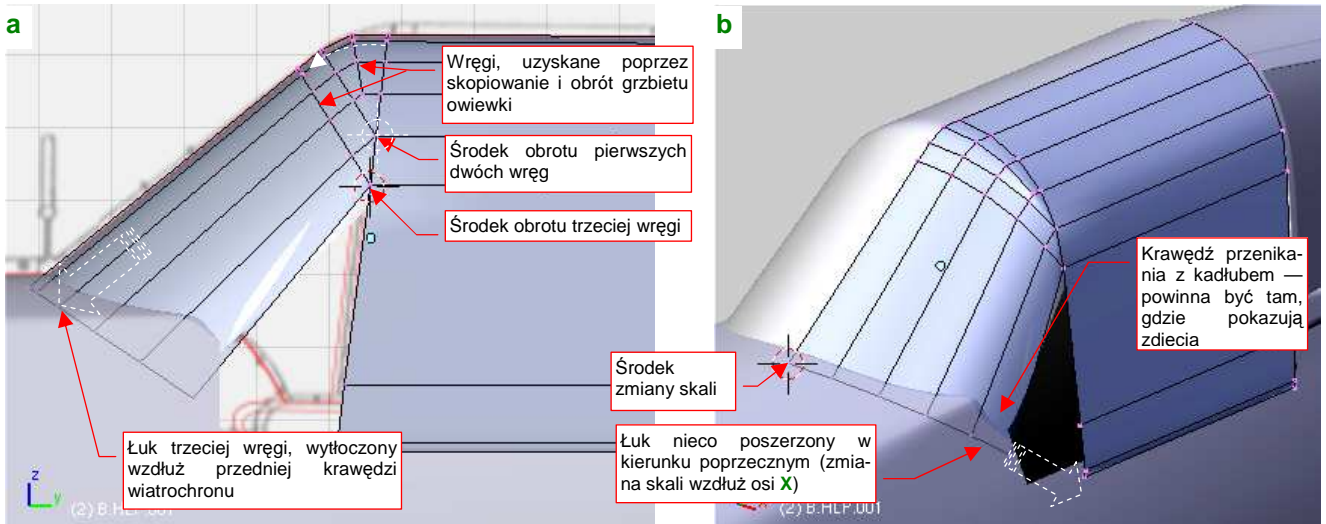
W naszym modelu wiatrochron i owiewkę utworzymy podobnie jak oszklenie grzbietu kadłuba, z dwóch obiektów: warstwy szkła oraz ramki. Dla uproszczenia nie dzielimy ramki na wewnętrzną i zewnętrzną — jej ściany będą przenikać przez szkło. Oczywiście, wykonamy także pozostałe szczegóły: pręty, szyny, oprofilowanie.

Formowanie zacznij od przygotowania okręgu, który będzie miał taki promień, jak grzbiet owiewki (Rysunek 4.15.2a) . Następnie "rozegnij" jego dolne wierzchołki w proste boki, i wyłocz wzdłuż osi **Y** (Rysunek 4.15.2b):



Rysunek 4.15.2 Uformowanie podstawowego kształtu owiewki

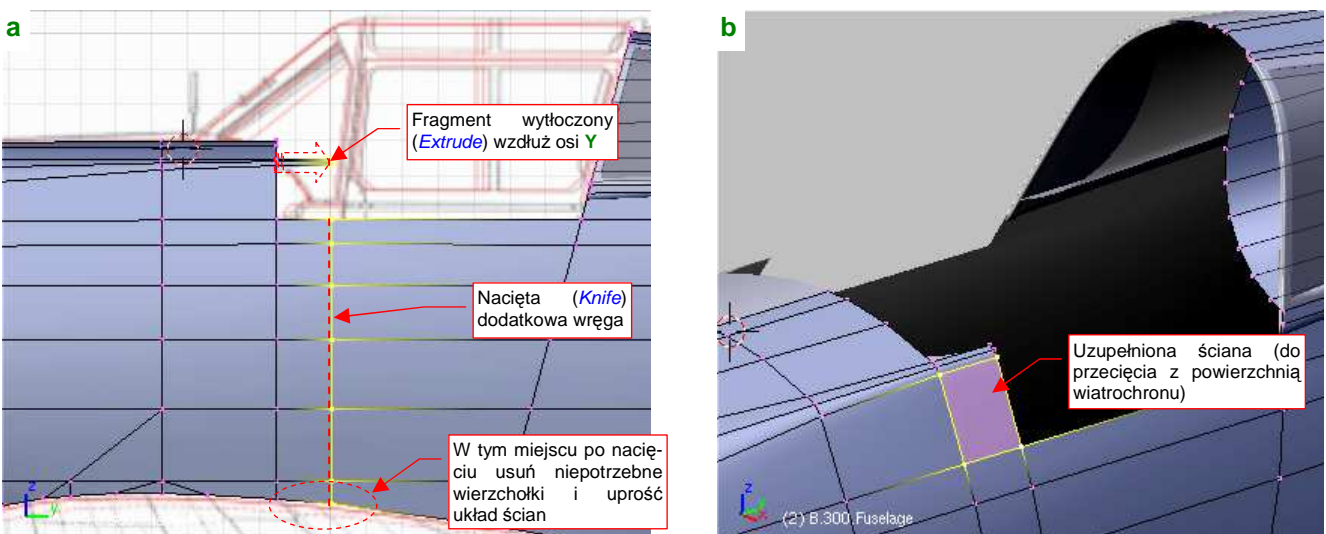
Kształt wiatrochronu zacznij kształtować od góry. Skopiuj wierzchołki grzbietu owiewki i utwórz z nich (poprzez obrót) trzy kolejne wręgi zaokrąglenia (Rysunek 4.15.3a). Połącz je następnie ścianami:



Rysunek 4.15.3 Uformowanie wiatrochronu

Dolną krawędź wiatrochronu uzyskasz poprzez wytłoczenie (wzdłuż obrysu szyby w rzucie z boku) ostatniej z wręg zaokrąglenia (Rysunek 4.15.3a). Powiększ nieco tę dolną wręgę (równo, względem wszystkich osi) względem środka leżącego na krawędzi wiatrochronu (Rysunek 4.15.3b). (Możesz łatwo tam umieścić kursor, zaznaczając na chwilę położony tam wierzchołek i wywołując polecenie **Shift-S**, **Cursor**→**Selection**). Wręgę powiększ tak, by krawędź przecięcia wiatrochronu z kadłubem nabrała kształtu widocznego na rysunkach i na zdjęciach samolotu. W końcowej fazie dopasowywania zacznij zmieniać skalę tylko wzdłuż osi **X** (przekształcając wręgę z łuku we fragment elipsy).

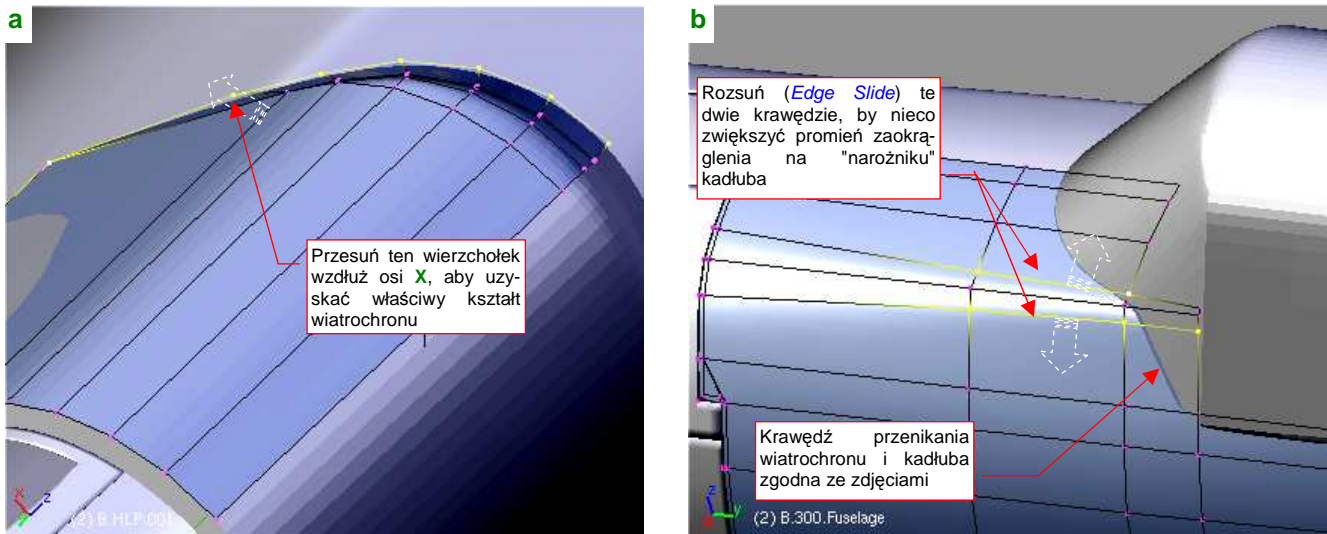
Przed ostatecznym dopasowaniem trzeba jednak uzupełnić ściany kadłuba o fragment, którego do tej pory nie uformowaliśmy. Wstaw (poprzez nacięcie - *Knife*) w siatkę kadłuba dodatkową wręgę, mniej więcej na wysokości ramki wiatrochronu (Rysunek 4.15.4a). (Po nacięciu uprość układ ścian przy skrzydle, eliminując niepotrzebne fragmenty przeciętych trójkątów.) Wytłocz jednocześnie wzdłuż osi **Y** fragment narożnika kadłuba, tak by znalazł się dokładnie ponad naciętą wręgą (Rysunek 4.15.4a):



Rysunek 4.15.4 Uzupełnienie brakującego fragmentu kadłuba

Połącz przygotowane w ten sposób dwa odcinki wierzchołków w jedną wręgę, tworząc brakującą ścianę (Rysunek 4.15.4b). To obszar, na którym nastąpi przecięcie kadłuba z wiatrochronem.

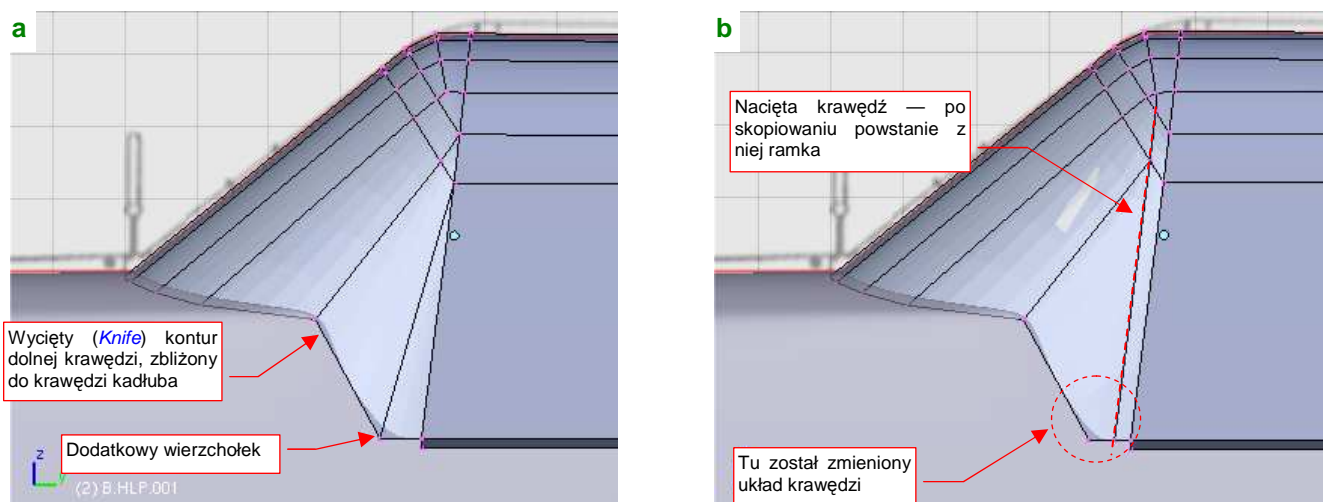
Teraz możesz już dokładnie dopasować przednią krawędź wiatrochronu. Okazuje się, że największy wpływ na kształt linii przenikania z kadłubem ma pojedynczy wierzchołek (Rysunek 4.15.5a). To bardzo ułatwia dopasowanie — przesun go wzdłuż osi **X**, aż uzyskasz odpowiedni efekt.



Rysunek 4.15.5 Dopasowywanie kształtu wiatrochronu i kadłuba

W ramach "końcowej kosmetyki" proponuję odrobinę rozsunąć (*Edge Slide*) dwie linie wierzchołków po obu stronach "narożnika" kadłuba (Rysunek 4.15.5b). Zwiększysz w ten sposób promień zaokrąglenia przekroju w tym miejscu.

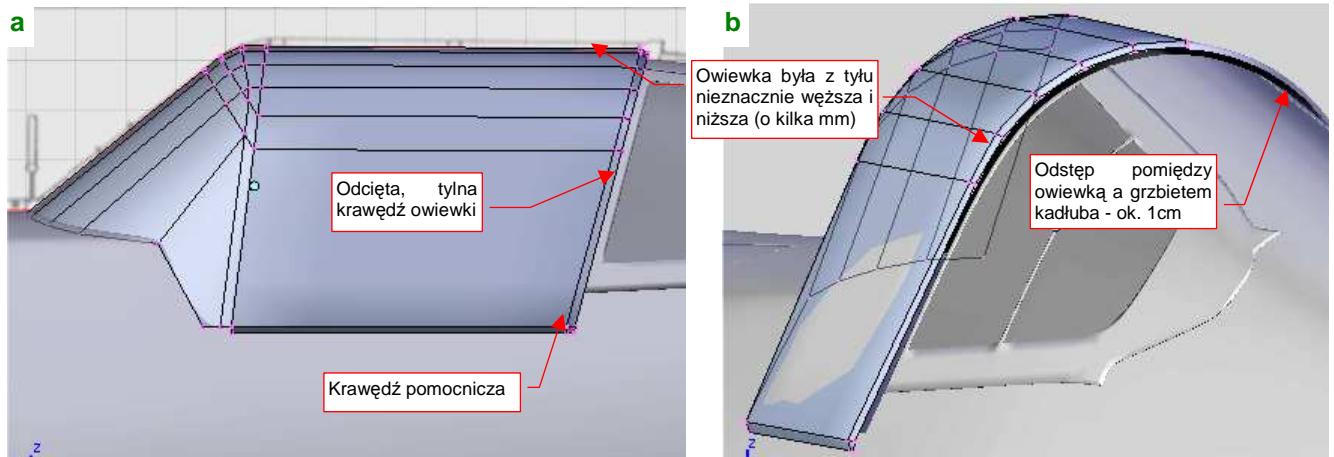
Ogólny kształt kabiny został uformowany, teraz czas na podział i szczegóły. Przygotowując się do tego etapu, odetnij (*Knife*) część wiatrochronu zasłoniętą przez kadłub (Rysunek 4.15.6a). Zrób to tak, by nie powstała żadna szczelina pomiędzy tymi dwoma powłokami. Po przecięciu uzyskasz dodatkowy wierzchołek, który warto przesunąć trochę do przodu (Rysunek 4.15.6a):



Rysunek 4.15.6 Przygotowywanie ramki wiatrochronu

Kolejnym nacięciem (*Knife*), wzdłuż krawędzi łączącej wiatrochron i owiewkę, utwórz przednią krawędź przyszłej ramki (Rysunek 4.15.6b). Przy okazji zmień układ ścian u dołu powłoki, aby usunąć z niej przecięty trójkąt (ten odcinek nie był zakrzywiony, a dodatkowe wierzchołki niepotrzebnie komplikowałyby siatkę).

Odetnij (*Knife*) pod odpowiednim kątem tylną krawędź owiewki (była bardziej pochylona niż przednia). Kolejnym nacięciem nanieś w jej pobliżu krawędź pomocniczą, nieco węższą od przyszłej ramki (Rysunek 4.15.7a):

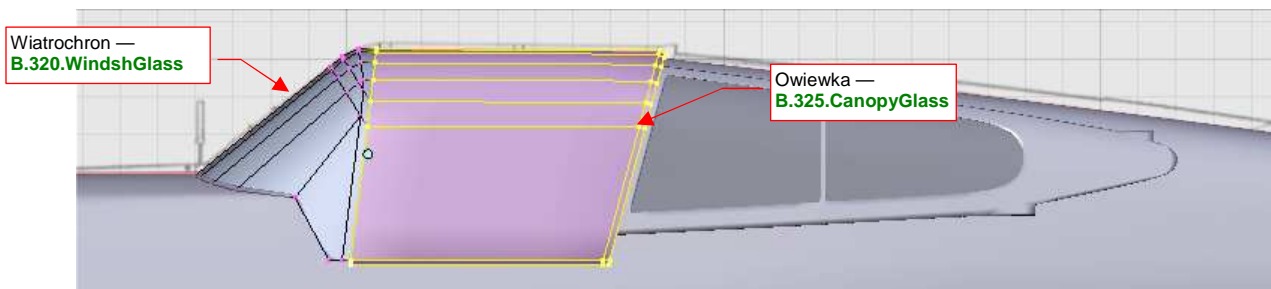


Rysunek 4.15.7 Nadawanie ostatecznego kształtu owiewce

Po nacięciu odsuń (*Shrink/Fatten*) do wnętrza tylną krawędź o przybliżoną grubość ramki (ok. 0.08 jedn. — 8mm). W ten sposób symulujesz przyszłą grubość owiewki. Potem dopasuj tylną krawędź do grzbietu kadłuba. Pozostaw pomiędzy owiewką i kadłubem szczelinę o grubości ok. 0.1 jednostki Blendera (1 cm). Wydaje mi się, że taki właśnie dystans jest widoczny na zdjęciach tego fragmentu samolotu.

- Tylny przekrój owiewki był nieznacznie węższy i niższy od przedniego (dosłownie o kilka milimetrów). Na mniejszą wysokość wskazuje lekkie pochycenie górnej krawędzi szkła w rzucie z boku. (Wydaje się być także widoczne na zdjęciach). Na mniejszą szerokość — mała "falbanka" blachy wokół szyny, po której poruszała się owiewka (por. str. 208, Rysunek 4.15.1 oraz str. 215, Rysunek 4.15.15b)

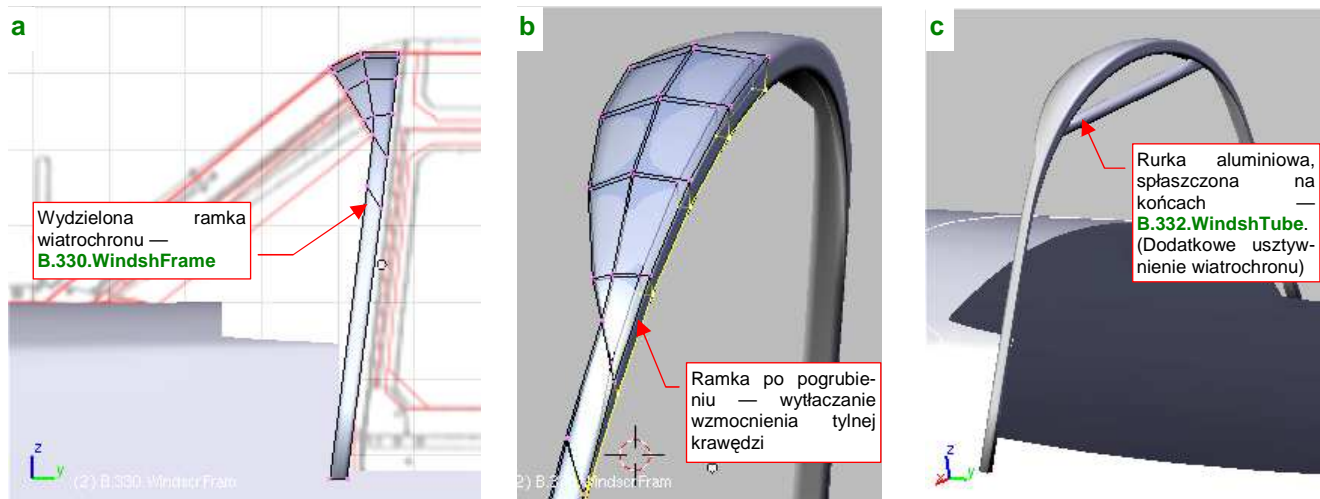
Po dopasowaniu tylnej krawędzi owiewki do kadłuba nadszedł czas na podział uformowanej powłoki kabiny na dwie podstawowe części. Zaznacz i oddziel (*Separate*) owiewkę od wiatrochronu (Rysunek 4.15.8):



Rysunek 4.15.8 Podział oszklenia na wiatrochron i owiewkę

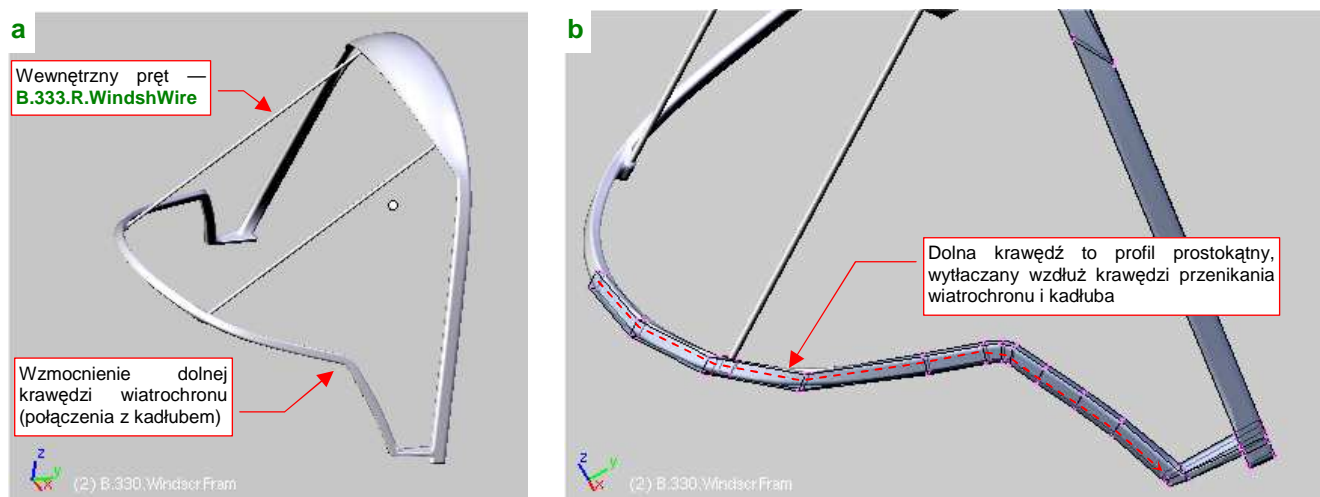
Rysunek 4.15.8 podaje, jakie należy nadać nazwy obydwu obiektom. Po pogrubieniu będą pełnić rolę powierzchni ze szkła organicznego.

Czas przystąpić do formowania ramki wiatrochronu. Skopiuj (*Duplicate*) **B.320.WindshGlass** w nowy obiekt — **B.330.WindshFrame**. Potem usuń z tej nowej powłoki niepotrzebne ściany (Rysunek 4.15.9a). Ramkę wiatrochronu pogrub "na grubszą blachę" (0.02 jedn. Blendera — 2mm). Tylną krawędź potraktuj inaczej: wyłóż górny łuk tak, by wyglądał jak grubsze żebro. Boczne słupki — jak lite pręty, o przekroju klina i szerokości ok. 1 cm (Rysunek 4.15.9a). Dodaj też u góry spłaszczoną na obydwu końcach rurkę (Rysunek 4.15.9c). Sądzę, że lepiej zrobić z niej oddzielny obiekt (**B.331.WindshTube**). (Ze zdjęć wynika, że w odróżnieniu od reszty owiewki była w naturalnym kolorze metalu.)



Rysunek 4.15.9 Wydzielenie i uformowanie ramki wiatrochronu

Ramka wiatrochronu miała także dolną, niewidoczną część (Rysunek 4.15.10a). Ten fragment pełnił jednocześnie rolę wzmocnienia krawędzi poszycia kadłuba¹. Aby ją uzyskać, wytłocz prostokątny przekrój wzdłuż krawędzi przenikania wiatrochronu i kadłuba. Każda wręga uzyskanej w ten sposób powłoki jest inaczej zorientowana w przestrzeni (Rysunek 4.15.10b):



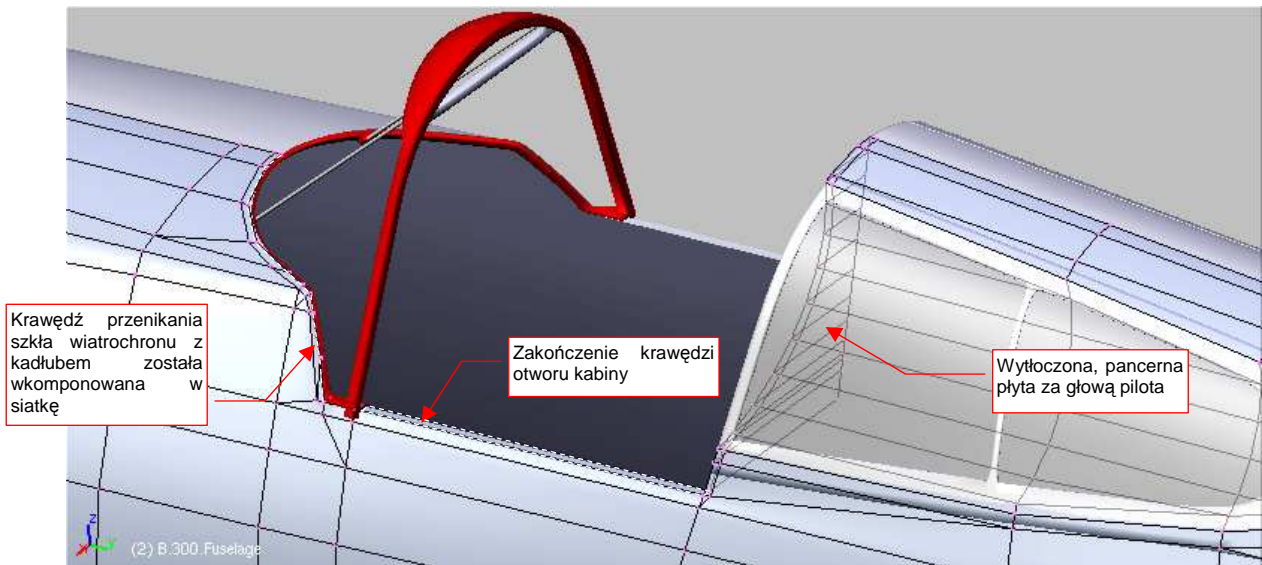
Rysunek 4.15.10 Dodanie dalszych elementów ramki wiatrochronu

Jest z tym trochę roboty — przed każdym kolejnym wytłoczeniem trzeba zmieniać projekcję, ustawiając ją prostopadle do kolejnej ściany wiatrochronu. Potem trzeba jeszcze poprawić zewnętrzny obrys tak, by leżał dokładnie na płaszczyźnie szkła wiatrochronu. (Nie powinien ani wystawać, ani być szczególnie zagłębiony.) Uformowanie tego fragmentu, wraz z dopasowaniem do powierzchni wiatrochronu, zajęło mi jakąś godzinę. Być może istnieje łatwiejszy sposób, by uzyskać taką "pogiętą rurę". Sądzę jednak, że straciłbym więcej czasu na eksperymenty, niż zużyłem na jej wykonanie opisaną metodą.

Po uformowaniu dolnej części ramy wiatrochronu wstaw w nią dwa wewnętrzne pręty (Rysunek 4.15.10a). Wykonaj je jako oddzielne obiekty, i nadaj im nazwy **B.333.R.WindshWire** i **B.333.L.WindshWire**. Środkiem każdego pręta uczynij jego górny koniec. To ułatwi późniejsze dopasowywania do spodu ramki — wystarczy je obrócić wokół globalnej osi **X**.

¹ Pamiętaj: w takich cienkościennych konstrukcjach, jak lotnicze, krawędź każdego otworu musi mieć wzmocnienie. ("Inaczej jest to błąd w sztuce" — tak było napisane o tym w podręczniku, z którego korzystaliśmy w czasie studiów.) Jeżeli nie widzisz go na planach — szukaj na zdjęciach, a na pewno znajdziesz!

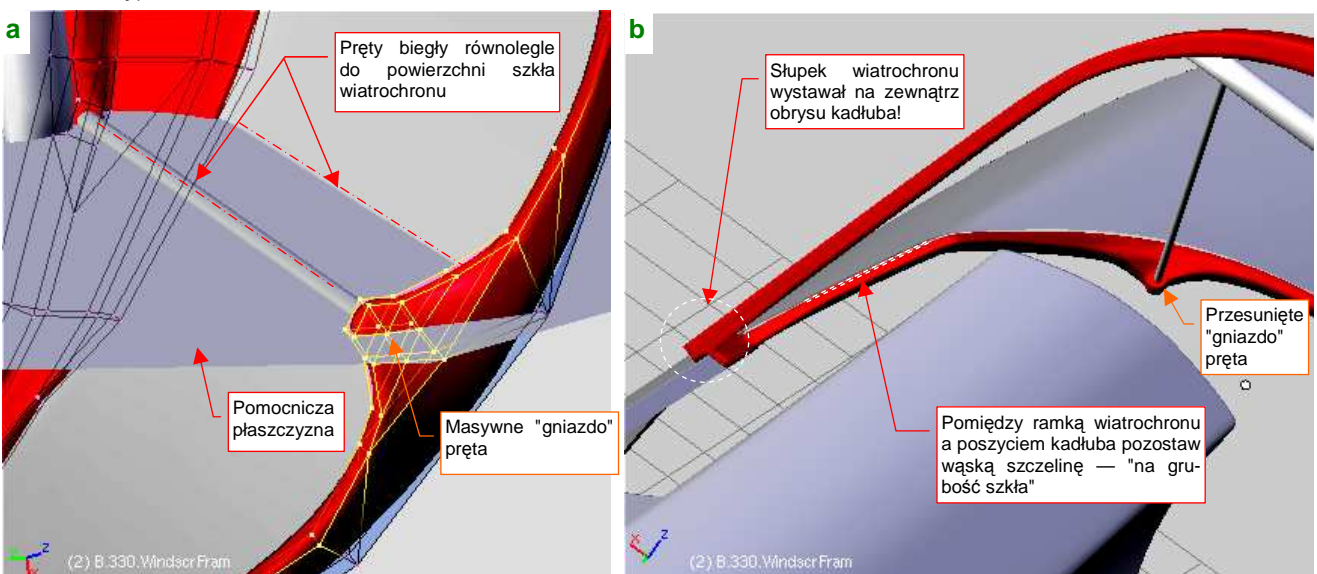
Dla łatwiejszego odróżnienia od kadłuba (na czas pracy) nadałem ramce kontrastowy, sztuczny kolor (przypisałem jej materiał **Artificial**). Teraz dopasuj kadłub do ramki wiatrochronu: wkomponuj w jego siatkę krawędź przecięcia z wiatrochronem (*Knife*, a później reorganizacja ścian). Będzie to przednia krawędź otworu kabiny. Wyłocz także boczne zakończenia ścian kadłuba (Rysunek 4.15.11):



Rysunek 4.15.11 Modyfikacja siatki kadłuba wokół kabiny

Przy okazji można zamknąć ścianą otwór, zięjący do tej pory z tyłu, za kabiną. Umieść tam (poprzez wyłoczenie, a potem zmianę skali nowej krawędzi wzdłuż osi **X** do zera) górną część pancernnej płyty, osłaniającej pilota (Rysunek 4.15.11).

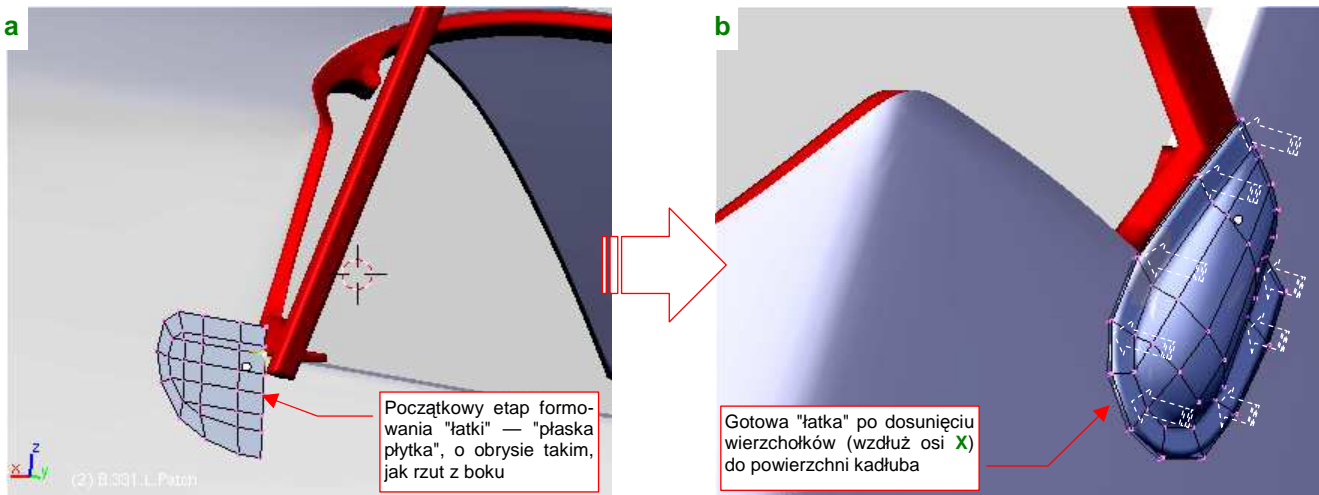
Wróćmy jeszcze na chwilę do wiatrochronu. Z analizy zdjęć wynika, że jego wewnętrzne pręty biegły równoległe do powierzchni szkła. Sprawdź to, przykładając w ich płaszczyźnie utworzoną na chwilę płaską powierzchnię (Rysunek 4.15.12a). W moim przypadku okazało się konieczne poprawienie kąta pochylenia słupka. W efekcie jego "gniazdo" stało się o wiele bardziej odległe od ramki. Trzeba było "wyciągnąć" tylną powierzchnię w masywne zgrubienie (Rysunek 4.15.12b). Takie właśnie duże zgrubienie widać także na zdjęciach z wnętrza kabiny P-40 B/C. Na szczęście nie miało to wpływu na przednią krawędź ramy, dopasowaną do wiatrochronu i kadłuba. (Dopóki dodajesz nowe wierzchołki wyłącznie na tylnej krawędzi ramki, kształt ściany przedniej pozostaje niezmienny).



Rysunek 4.15.12 Szczegóły ramki wiatrochronu

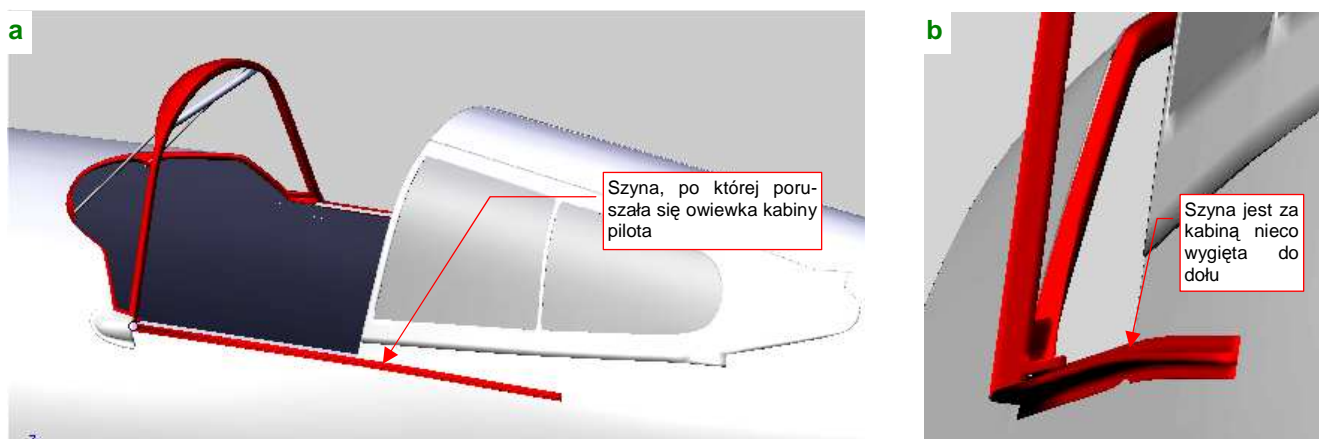
Pozostaw pomiędzy ramką a powierzchnią kadłuba niewielką szczelinę — na grubość szkła wiatrochronu (Rysunek 4.15.12b). Zwróć także uwagę, że dolny koniec słupka wiatrochronu wystaje poza obrys kadłuba (tak właśnie było w P-36 i P-40B/C).

Aby ten wystający koniec zasłonić, konstruktorzy nałożyli na ten fragment niewielką "łatkę" z wygiętej blachy. Utwórzmy ją także. Najprościej jest go wykonać, zaczynając od uformowania płaskiej płytki o obrysie takim, jaki łatka miała z boku (Rysunek 4.15.13a). Potem wystarczy poprzesuwać wierzchołki tej powłoki wzdłuż osi X, "układając" je na powierzchni kadłuba (Rysunek 4.15.13b):



Rysunek 4.15.13 Dodanie "łatki", zasłaniającej wystającą ramkę wiatrochronu

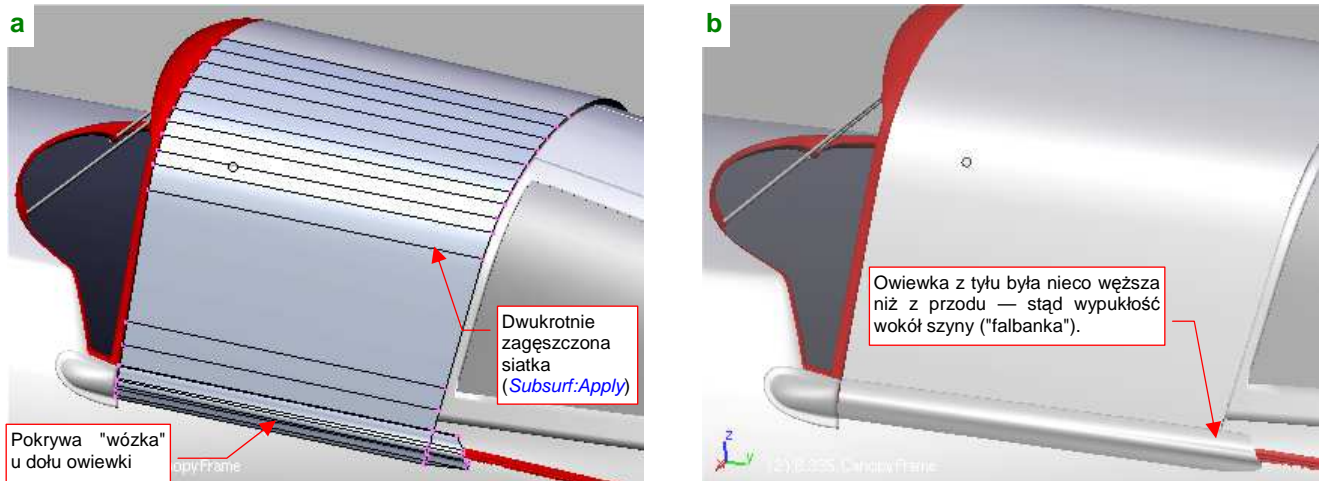
Kolejnym elementem jest szyna, po której przesuwała się owiewka kabiny pilota (**B.337.CanopyRail**). Aby ją wyróżnić, przypisałem temu obiektowi, podobnie jak ramce wiatrochronu, materiał o kolorze czerwonym (**Artificial**) (Rysunek 4.15.14a). W oryginalnej konstrukcji był to wygięty w przekrój litery "T", wzmocniony pasek duralu¹. Mimo naszych starań zachowania na wysokości kabiny stałej szerokości kadłuba, w połowie oszklenia za kabiną pilota kadłub jest nieco węższy. Koniec prostej szyny odstaje jego powierzchni na jakiś centymetr. Na zdjęciach z rekonstrukcji P-36 widać, że szyna była lekko wygięta do dołu. (P-36 miał taki sam tył, jak P-40B/C.) Geometrycznie to bardzo ważne, bo nawet 1-2 cm niżej kadłub był szerszy, i tak ukształtowane szyny mogły zachować stałą szerokość (Rysunek 4.15.14b):



Rysunek 4.15.14 Szyna owiewki kabiny

¹ W P-36 część za kabiną pilota nie miała przekroju "T". Na zdjęciach z rekonstrukcji francuskiego Curtiss Hawk 75, to szyna o niewielkim przekroju w kształcie litery "C". P-40 miał odrobinę inny kształt dolnej części owiewki kabiny, i trochę inną szynę. Niestety, na żadnym zdjęciu nie widać jej tylnej części dokładnie, więc nie można orzec, czy dalej miała przekrój "T", jak część przednia. Założyłem, że miała.

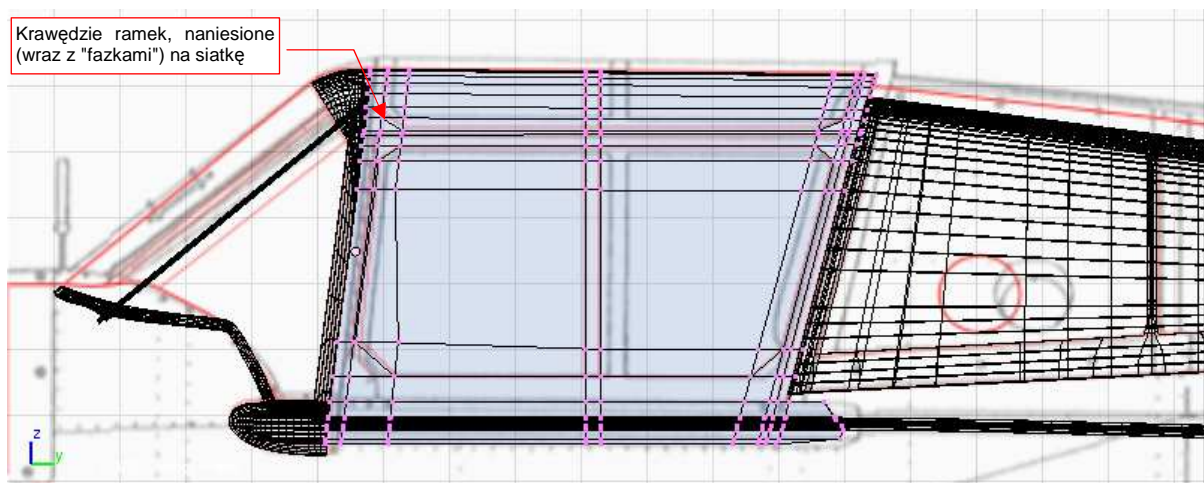
Szynę owiewki już stworzyliśmy, teraz czas na jej ramkę. Utwórz nowy obiekt — **B.335.CanopyFrame** — poprzez powielenie (*Duplicate*) powierzchni "szkła", czyli przygotowanego wcześniej (str. 211) obiektu **B.225.CanopyGlass**. Aby łatwiej było "trafić" liniami wierzchołków w układ ramek, zagęść siatkę nowo utworzonego obiektu (*Subsurf:Apply*, z *Subsurf:Level* ustawionym na 1). Rysunek 4.15.15a pokazuje zagęszczoną siatkę. Uformowany jest tu już także dolny fragment ramki. (Wygląda mi to na coś w rodzaju osłony poruszającego się po szynach "wózka", do którego była przyczepiona reszta konstrukcji¹.)



Rysunek 4.15.15 Ramka owiewki kabiny — początkowe etapy formowania

Zwróć uwagę na narastającą wzdłuż dolnej krawędzi ramki "falbankę", kryjącą krawędź szyny (Rysunek 4.15.15b). Jest widoczna na wszystkich zdjęciach. (Sądzę, że świadczy o niewielkim zawężeniu tyłu owiewki.)

Po przygotowaniu siatki można na niej naciąć (*Knife*) krawędzie ramek owiewki (Rysunek 4.15.16):



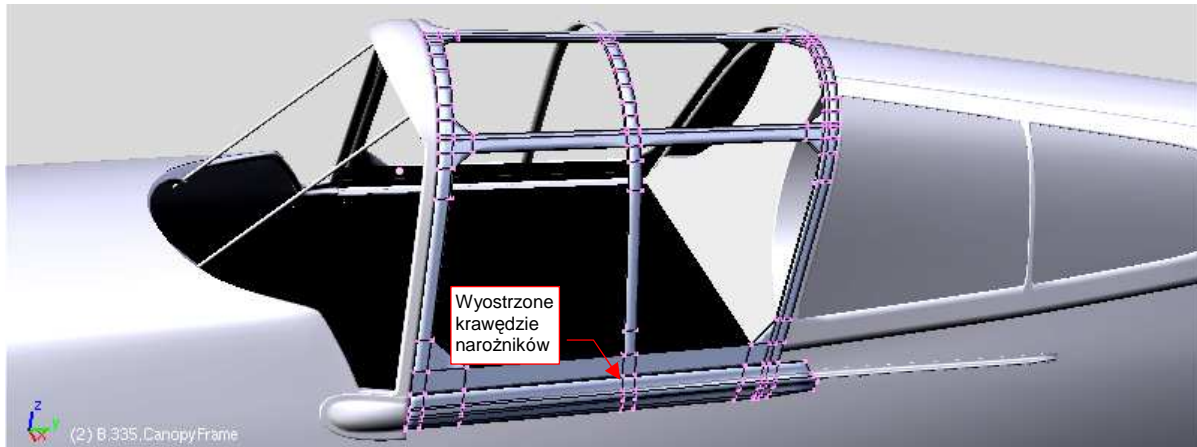
Rysunek 4.15.16 Przygotowanie zarysu wewnętrznych krawędzi ramki

Ukośne "fazki" w narożnikach ramek dodaj na samym końcu, zastępując znajdującą się w tych miejscach ścianę prostokątną dwoma trójkątnymi.

Teraz usuń wierzchołki ze środka otworów i pogrub (*Solidify Selection*) całą ramkę do wewnątrz o jakieś 0.08 jednostki Blendera (8 mm) (Rysunek 4.15.17). Zakładam, że grubość całego "sandwicza": ramka zewnętrzna,

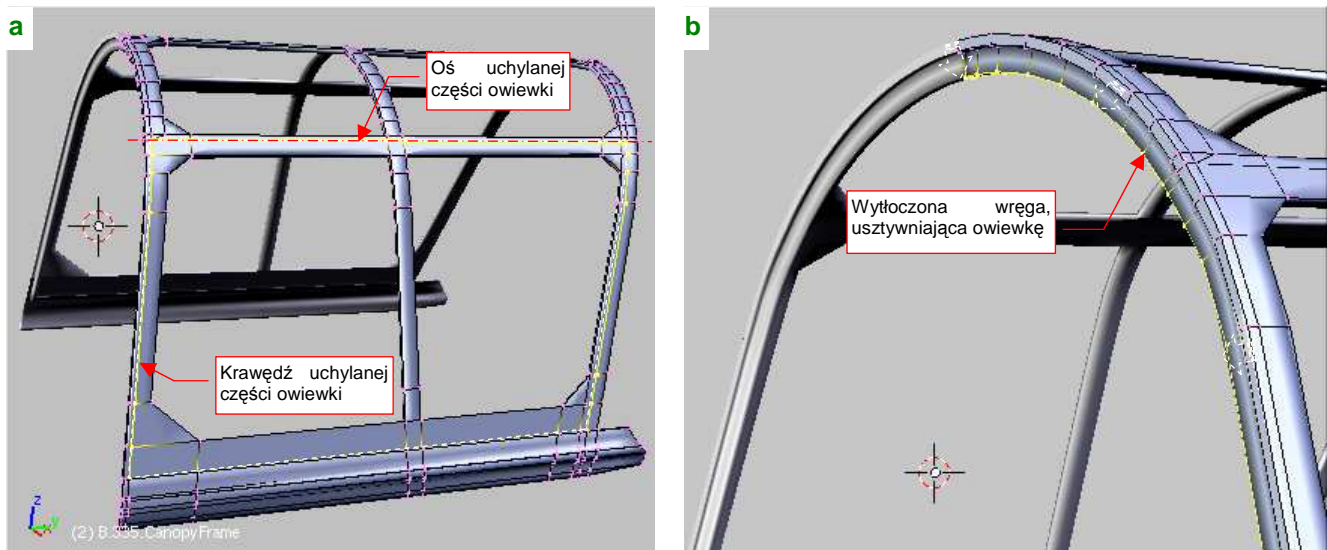
¹ P-36 miała nieco inną, jednoczęściową konstrukcję owiewki. Nie występował w niej podział na "wózek" i resztę ramki, nie miała także wystającego z tyłu kawałka blachy, zasłaniającego fragment szyny za owiewką. Owiewka P-36 nie miała także charakterystycznych dla P-40 "fazek" w narożnikach ramki.

szkło organiczne, ramka wewnętrzna, miała grubość 8mm. Równie dobrze mogło to być 9, 10 czy 11mm — trudno to dokładniej ustalić na podstawie zdjęć.



Rysunek 4.15.17 Ramka po usunięciu wnętrza otworów i pogrubieniu

Owiewki P-36 i P-40 miały ciekawe rozwiązanie awaryjne — lewy segment oszkleń mógł być uchylony do góry¹. Wyglądało to tak, że wewnątrz ramki owiewki była wkomponowana druga, cieńsza ramka, do której przymocowano oszkleń (Rysunek 4.15.18a). Po przejrzieniu zdjęć doszedłem do wniosku, że ogólna szerokość "pasków" ramki z lewej i z prawej strony jest identyczna. Dzięki temu możemy pozostawić zastosowany do tej siatki modyfikator *Mirror*, i dalej kształtować tylko symetryczną połowę siatki. Zdecydowałem się tylko nanieść (*Loopcut*) dodatkowe linie wierzchołków tam, gdzie występowały krawędzie uchylanej ramki. Przydadzą się, gdybyś chciał uszczegółwić model.



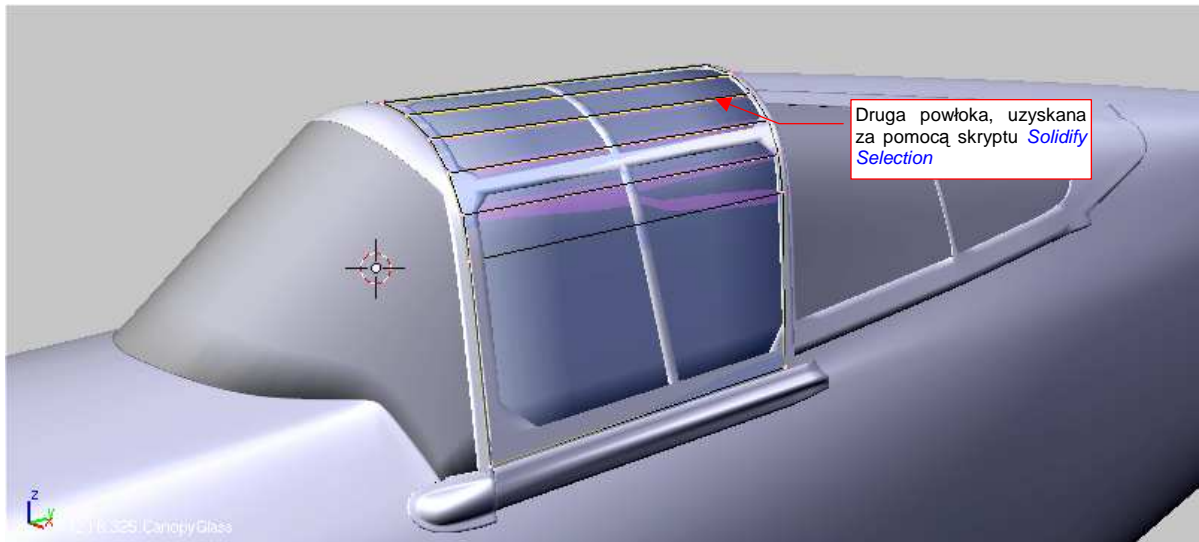
Rysunek 4.15.18 Dalsze szczegóły ramki owiewki kabiny

Na przedniej krawędzi owiewki znajdowała się wręga, usztywniająca jej konstrukcję². Nanieś (*Loopcut*) na dolną powierzchnię dwie położone blisko siebie rzędy wierzchołków. Następnie wytłocz je (jako region) i odsuń do wnętrza owiewki (*Shrink/Fatten*) (Rysunek 4.15.18b).

¹ Nie znam innego myśliciwa z tego okresu, który miałby taką "ostatnią deskę ratunku". Odsuwane owiewki miały tendencję do blokowania się w sytuacjach awaryjnych, np. podczas kapotażu. Wydostać się z zamkniętej kabiny dolnopłata leżącego "na plecach" na pewno nie jest łatwo, nawet gdy owiewka daje się odsunąć do tyłu. Wydaje mi się, że ostatnie miejsce pod względem bezpieczeństwa po kapotażu zajmuje Messerschmitt 109. Nie dość, że bardzo wąskie podwozie było wręcz zaproszeniem do takiego wypadku, to Me-109 miał kabinę odchylaną w bok...

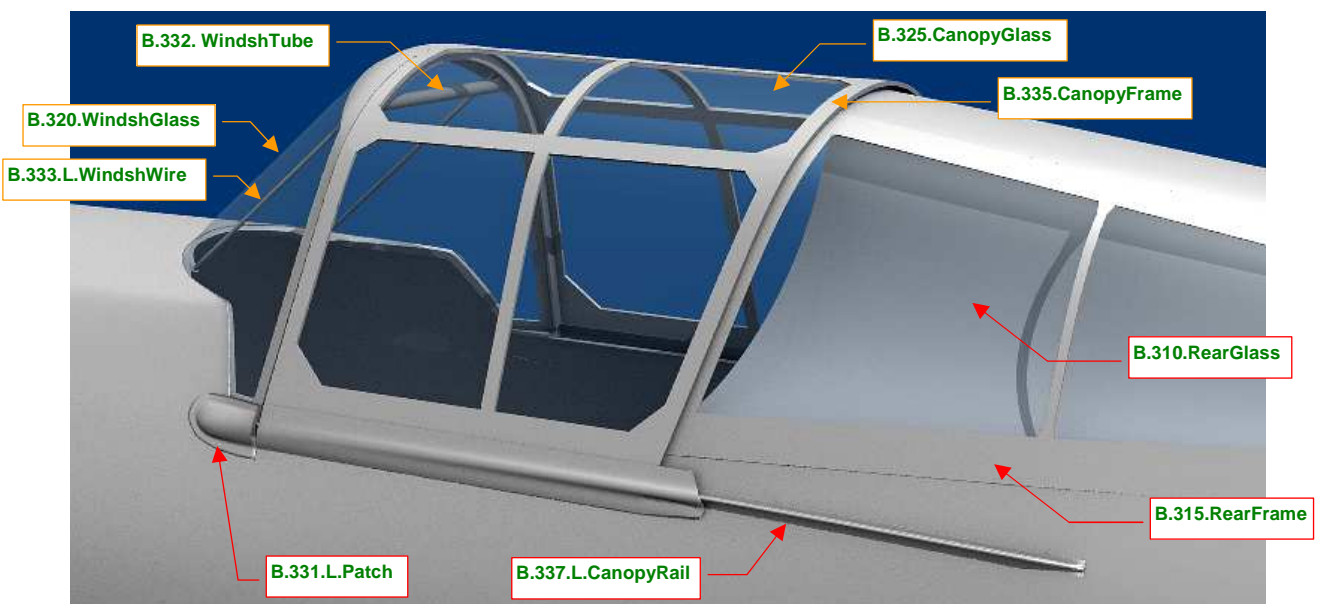
² W jednej z muzealnych rekonstrukcji P-40B nie występuje, ale jest widoczna w innym egzemplarzu, nadal zdolnym do lotu.

Ramka owiewki jest już gotowa. Pozostało już tylko jest pogrubienie powłok oszklenia (**B.320.WindshGlass** i **B.325.CanopyGlass**). Zrób to za pomocą skryptu *Solidify Selection* (Rysunek 4.15.19):



Rysunek 4.15.19 Ostatnia czynność — pogrubienie powierzchni szkła kabiny

Przyjąłem, że grubość szkła wynosiła 4mm (0.04 jednostki Blendera). Oczywiście, to tylko moje przypuszczenie — równie dobrze mogło to być 3 lub 6mm.

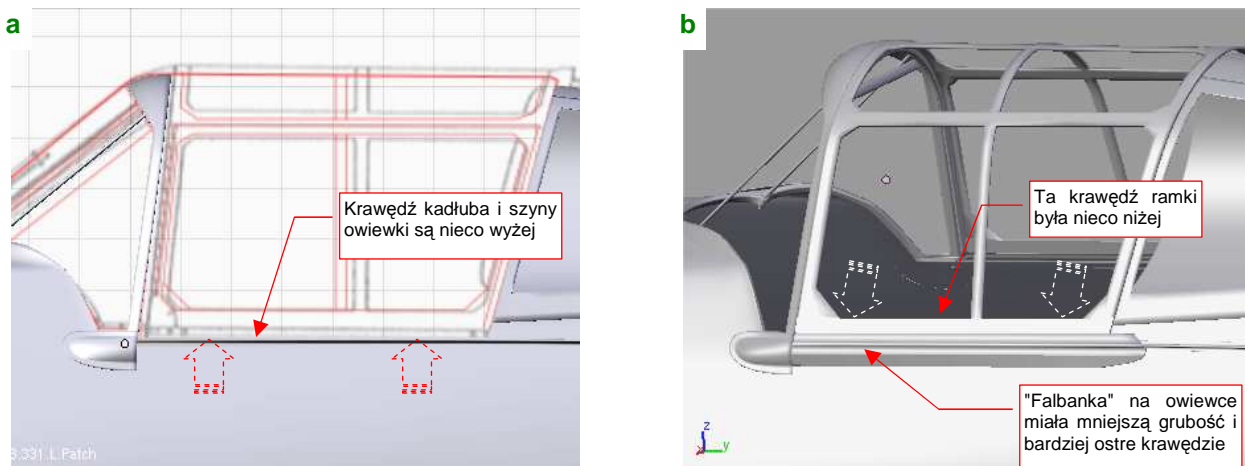


Rysunek 4.15.20 Gotowa osłona kabiny — wycienienie elementów

Rysunek 4.15.20 pokazuje gotową osłonę kabiny. Na koniec każdego etapu warto uporządkować wzajemne przypisanie obiektów (relacje *Parent*) oraz przypisanie do warstw. Powierzchnie szklane (**B.320.WindscrGlass**, **B.325.CanopyGlass**, **B.310.L/R.RearGlass**) umieść na odrębnej warstwie (**M**, str. 811) — aby, w razie potrzeby, szybko je ukryć. Proponuję, aby to była warstwa **16**. Pozostałe elementy ramek kabiny (Rysunek 4.15.20) umieść na drugiej warstwie: **17**.

Całość składa się z dziesięciu elementów, więc warto ją zawczasu połączyć w hierarchię, aby nic się nie "zgubiło". Proponuję przypisać "szkła" do odpowiednich ramek (**B.320.WindshGlass** do **B.330.WindshFrame**, **B.325.CanopyGlass** do **B.335.CanopyFrame**, a **B.310.L/R.RearGlass** do **B.315.L/R.RearFrame**). Potem każdą z ramek przypisz do kadłuba (**B.300.Fuselage**). Do ramki wiatrochronu (**B.330.WindshFrame**) przypisz także jego wzmocnienia (**B.333.L/R.WindshWire**, **B.332.WindscrTube**). Bezpośrednio do kadłuba (**B.300.Fuselage**) przypisz "łatki" (**B.331.L/R.Patch**) oraz szyny owiewki (**B.337.L/R.CanopyRail**).

Przygotowując się do tematu następnej sekcji, powtórnie przeglądałem zdjęcia kabiny P-40. Im dłużej się w nie wpatrywałem, tym więcej dostrzegałem niedokładności w modelu, który wykonaliśmy. Nie są duże, a tego typu niewielkie poprawki są normą na każdym etapie pracy. Omawiam je dopiero teraz, abyście nie sądzili, że jestem nieomylny ☺. Zaczniemy od bocznej krawędzi kabiny: powinna być nieco wyżej (Rysunek 4.15.21a):

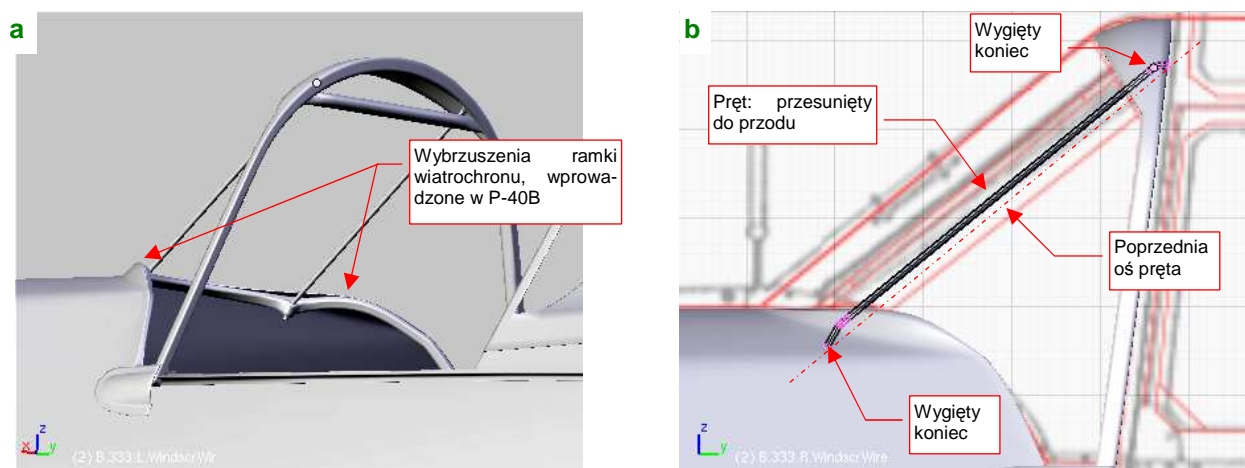


Rysunek 4.15.21 Podniesienie krawędzi kabiny i poprawki w ramce owiewki

(Ze zdjęć wynika, że szyna owiewki była niemal na takiej samej wysokości, co górna krawędź "łatki", a w naszym modelu była nieco niżej). Trzeba było więc podnieść do góry i szyny, i krawędź kadłuba o jakieś 0.08 jednostki Blendera. To z kolei spowodowało konieczność podniesienia do góry "stopki" ramki wiatrochronu — aby nadal opierała się o krawędź kadłuba, a nie "tonęła" w jego wnętrzu.

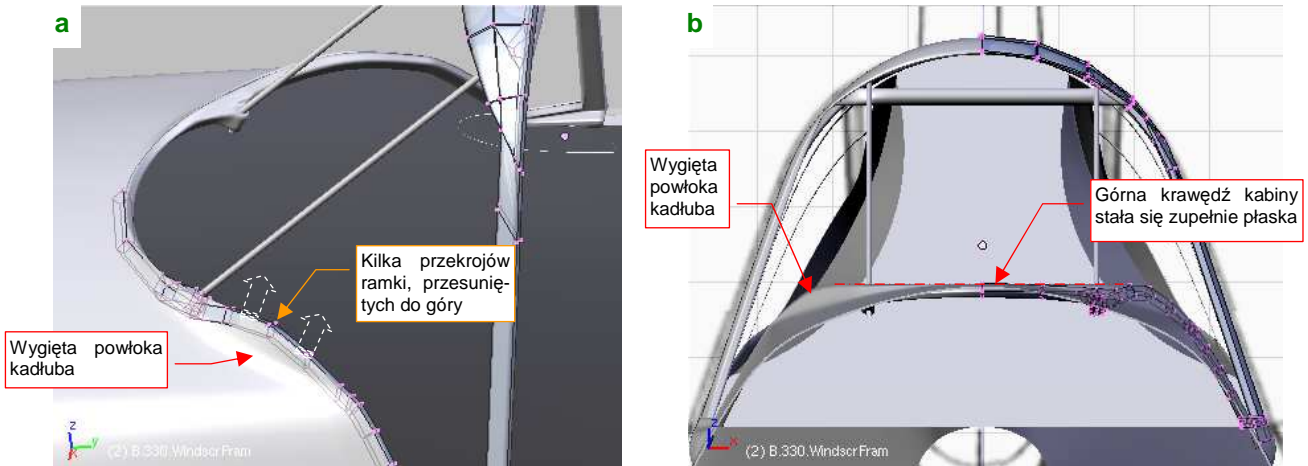
Poprawek wymagała także ramka owiewki kabiny (Rysunek 4.15.21b). Zdjęcia pokazują, że "falbanka" ponad krawędzią szyny miała mniejszą grubość, niż jej nadaliśmy w poprzedniej sekcji. Jej krawędzie były także raczej ostre, a nie zaokrąglone. Nie "rozmywała" się zupełnie z przodu owiewki, jak założyliśmy poprzednio. Poza tym dolna ramka oszklenia była położona nieco niżej (o ok. 0.1 jednostki Blendera). (Wyszło mi to z porównania proporcji wysokości ramki pod i ponad "falbanką").

Zdjęcia pokazały także, że kształt dolnej ramki wiatrochronu, wykonany w poprzedniej sekcji, był prawidłowy — ale dla wersji poprzedzającej P-40B! Oznaczano ją jako P-40 (bez żadnej litery) lub Tomahawk I, i produkowano w 1940r. Podobnie jak P-36, nie miała opancerzenia. Wraz z dodaniem przedniej szyby pancernej w P-40B, ramka wiatrochronu uległa zmianie. Pojawiło się na niej wybrzuszenie, pokryte z zewnątrz wygiętym poszyciem kadłuba (Rysunek 4.15.22a):



Rysunek 4.15.22 Poprawki w wokół wiatrochronu

Pojęcia nie mam, co mogło być przyczyną takiej modyfikacji: zwiększone obciążenie ramy przez szybę pancerną? Doświadczenia z eksploatacji? Trzeba jednak ten szczegół odwzorować. Zacząłem od wzmacniających wiatrochron prętów. Obserwując ich mocowanie w ramce, doszedłem do wniosku, że miały wygięte końce. Pozwoliło to przesunąć je nieco do przodu (Rysunek 4.15.22b), i zmniejszyć pochylenie ich "gniazd" w ramce. Dzięki temu zaczęły wyglądać jak na zdjęciu (Rysunek 4.15.23a).



Rysunek 4.15.23 Poprawki w wiatrochronu — zmiana kształtu ramki i kadłuba

Ze zmianą kształtu samej ramki było trochę roboty. Po przesunięciu odpowiednich sekcji do góry, należało je powtórnie dopasować do powierzchni wiatrochronu. Potem trzeba było bardziej wygiąć powłokę kadłuba, aby pokryć zmieniony kształt ramki (Rysunek 4.15.23a). W rezultacie zagięte poszycie kadłuba tworzy w rzucie z przodu linię prostą (Rysunek 4.15.23b).

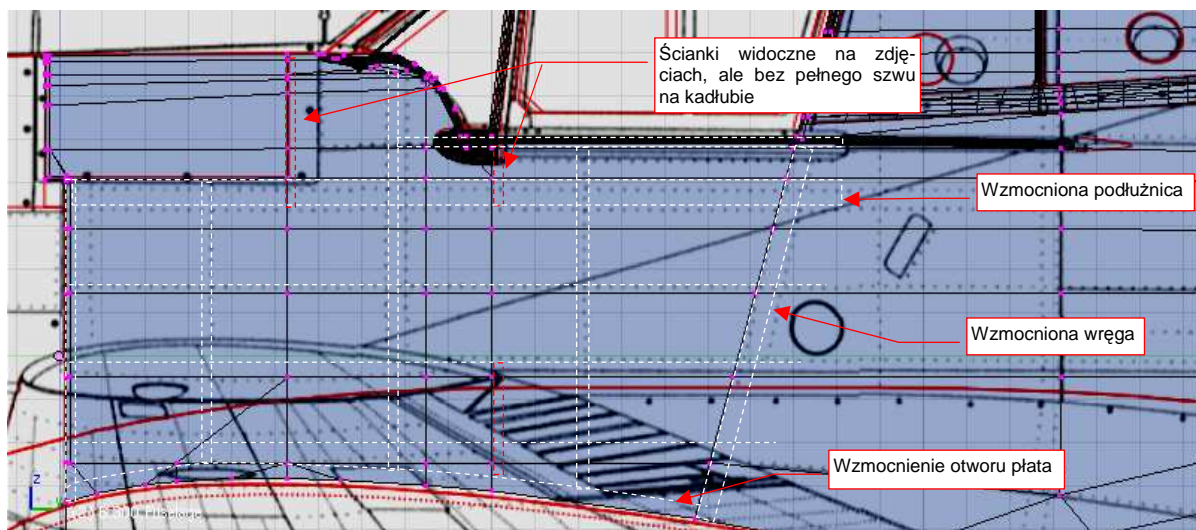
Podsumowanie

- Osłona kabiny jest pierwszym przykładem zespołu, który jest złożony z większej liczby elementów. Pamiętaj, aby od razu zadbać o nadanie całości właściwej hierarchii (relacjami *Parent*).
- Oszklenie kabiny zawsze warto trzymać na osobnej warstwie. W trybie wyświetlania *Solid*, w którym zazwyczaj pracujesz, powłoka oszklenia jest nieprzejrzysta. Zastania wiele szczegółów ramki, które często będziesz chciał widzieć, chociażby podczas prac nad wnętrzem kabiny. Co chwila będziesz potrzebował zmienić widoczność powłok oszklenia. Włączenie/wyłączenie widoczności warstwy jest tu najprostszym rozwiązaniem.
- W trakcie prac, opisanych w tej sekcji, wykorzystywaliśmy poznane wcześniej techniki formowania. Nie pojawiło się już nic nowego. To wskazuje, że zdobyłeś już dużo doświadczenia!

4.16 Kabina — ściany wewnętrzne

Wnętrze kabiny — fotel pilota, tablicę przyrządów, szybę pancerną, zagłówek — wykonamy później, na etapie uzupełniania drobnych części. Teraz warto przygotować ściany kabiny pilota. Wręgi i podłużnice, biegnące wewnątrz kabiny, spełnią rolę "kratki", która pozwoli nam lepiej porównać ze zdjęciami wzajemne proporcje poszczególnych elementów. Gdy usztywnienia ściany będą wyglądać jak na fotografiach, wyposażenie, które umieścimy później wewnątrz kabiny, także powinno mieć poprawne rozmiary.

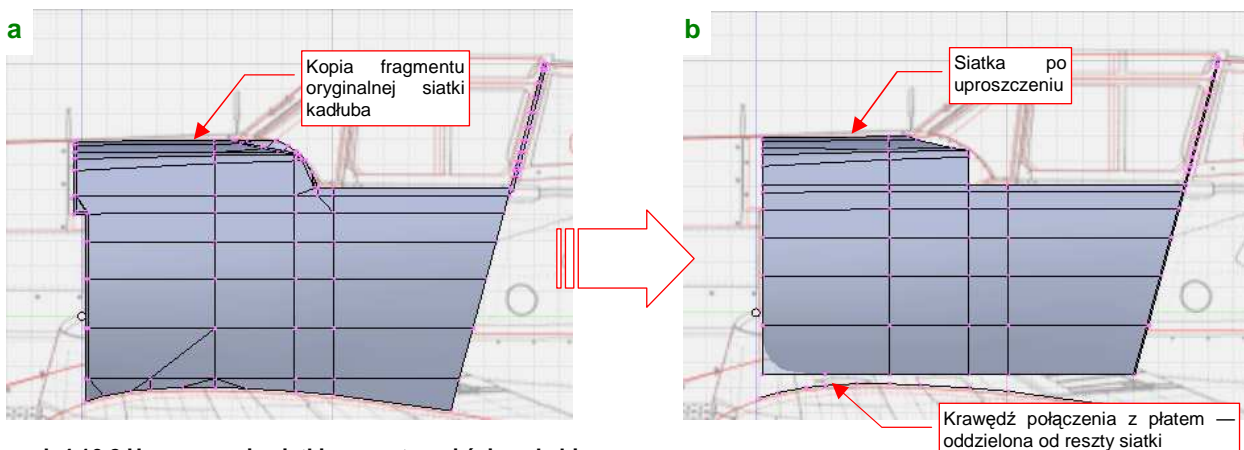
Przebieg podłużnic i wręg najlepiej rozpoznać, śledząc linie nitów na kadłubie. Układ tych linii, narysowany na planach koniecznie skonfrontuj ze zdjęciami — czasami znajdziesz różnice! Rysunek 4.16.1 pokazuje linie podłużnic i wręg, jaki posiadał P-40B/C (i P-36):



Rysunek 4.16.1 Określanie przebiegu wręg i podłużnic na podstawie linii nitów na kadłubie

Wśród wręg, które narysowałem, są dwie oznaczone kolorem czerwonym (Rysunek 4.16.1). Wręgi te są widoczne na zdjęciach wnętrza kabiny, ale nie mają "swojego" szwu nitów na zewnątrz. Przypuszczam, że był to rodzaj "ścianek wewnętrznych", przymocowanych nie do poszycia, tylko do podłużnic kadłuba. Wewnątrz kabiny nie odróżniają się od innych wręg, więc zamodelujemy je w ten sam sposób, co pozostałe.

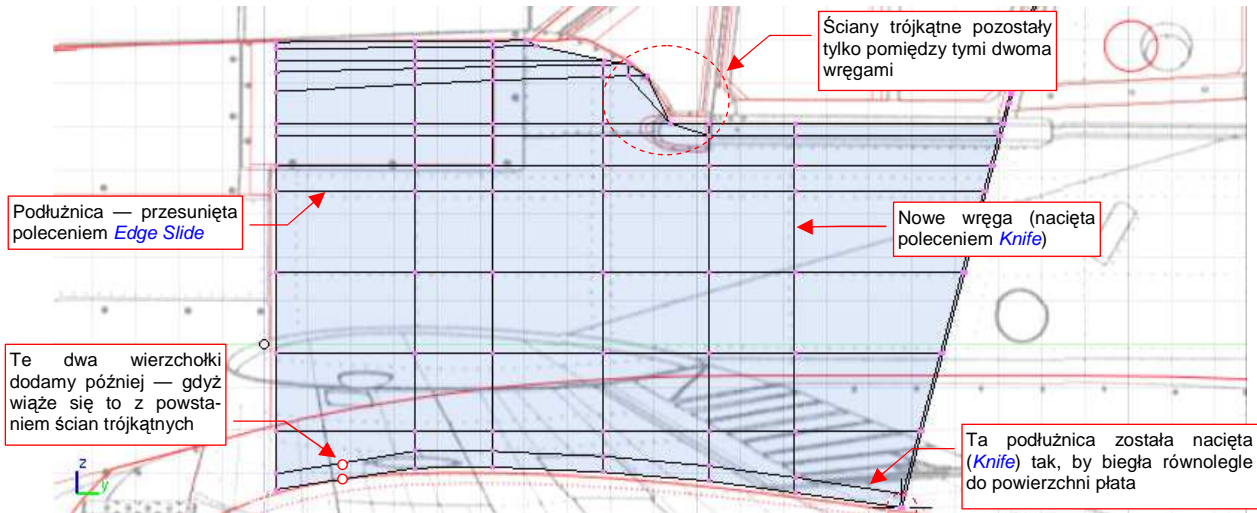
Skopiuj tył kadłuba (**B.300.Fuselage**) w nowy obiekt. Nadaj mu nazwę **B.301.Cockpit.001** i umieść na warstwie nr **17** (na innej niż kadłub). Usuń niepotrzebny ogon, pozostawiając tylko otoczenie kabiny (Rysunek 4.16.2a):



Rysunek 4.16.2 Uproszczenie siatki wewnętrznej ściany kabiny

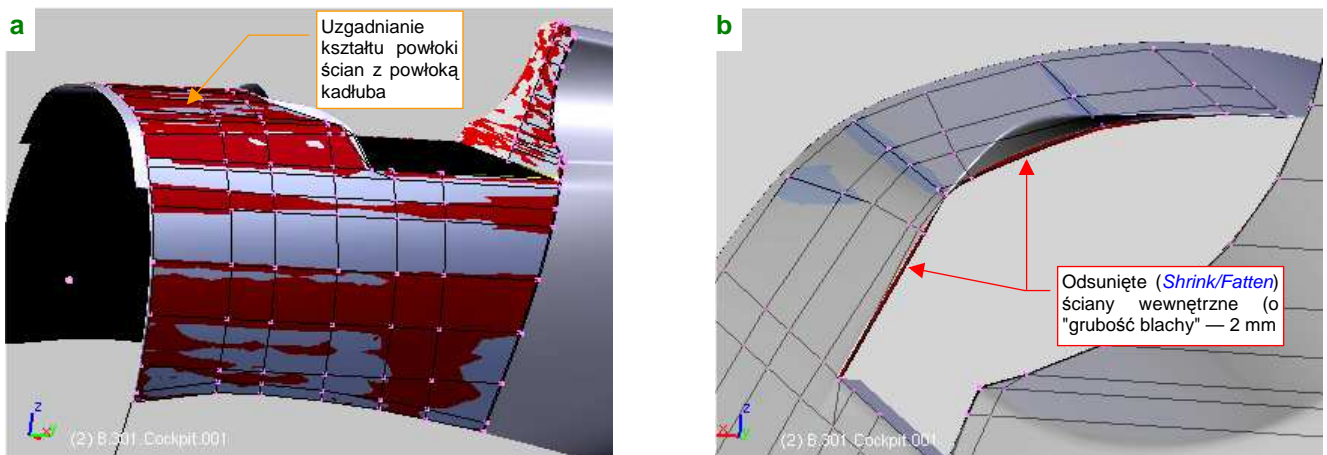
Uprość tę siatkę (usuwając niektóre wierzchołki i tworząc nowe ściany). Przygotuj ją tak, by zawierała wyłącznie ściany czworokątne (Rysunek 4.16.2b). Aby to osiągnąć, po prostu odłącz także od siatki dolną krawędź.

W tak przygotowanej siatce natnij (*Knife*) kolejne wręgi tam, gdzie powinny się znajdować. Większość podłużnic jest niemal na poprawny miejscu — popraw tylko niektóre z nich drobnymi przesunięciami (*Edge Slide*) (Rysunek 4.16.3):



Rysunek 4.16.3 Gotowy układ wręg i podłużnic wewnętrznych ścian kabiny

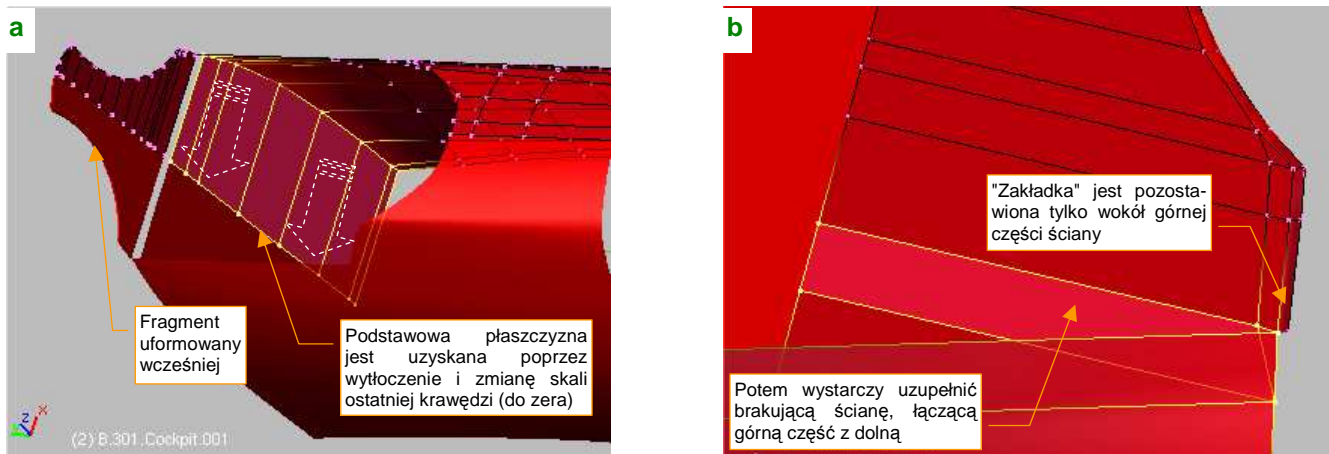
Sprawdź, czy kształt powłoki nie uległ deformacjom w wyniku wprowadzonych zmian. Włącz widoczność warstwy z powłoką kadłuba (**B.300.Fuselage**). Aby łatwiej dostrzec różnicę, zmień barwę obiektu **B.301.Cockpit.001** na czerwoną (materiał **Artificial**) (Rysunek 4.16.4a):



Rysunek 4.16.4 Uzgodnienie kształtu i odsunięcie ścian wewnętrznych

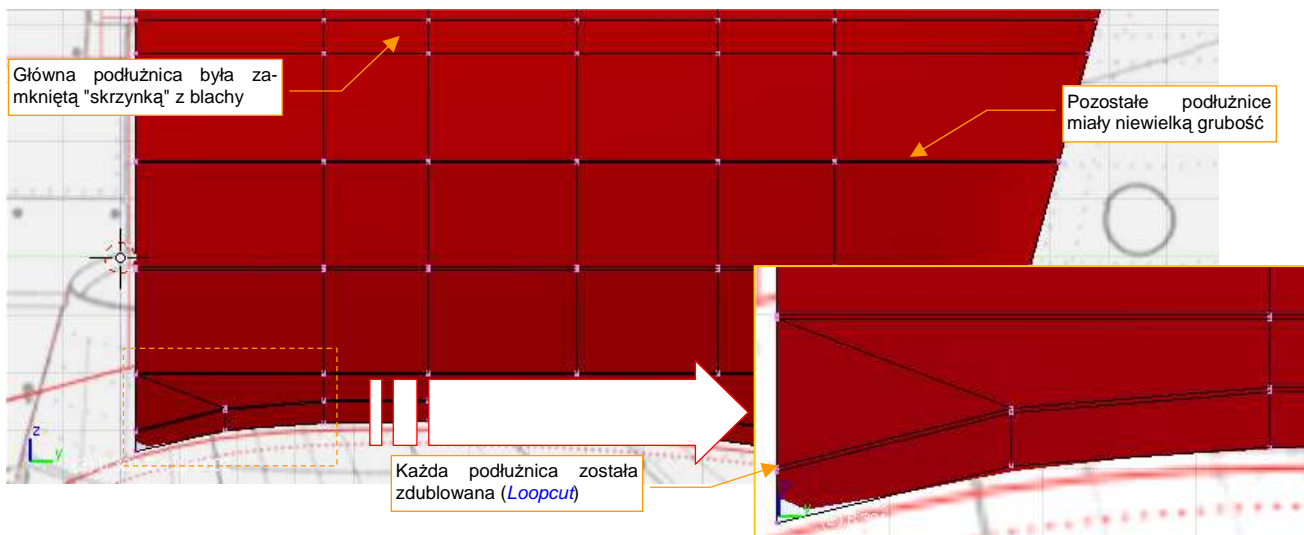
Gdy wszystko się zgadza, odsuń (*Shrink/Fatten*) powłokę wnętrza kabiny od powierzchni kadłuba o "grubość blachy" — 0.02 jednostki Blendera. Przyjrzyj się, patrząc wzdłuż krawędzi, czy odsunięcie nastąpiło rzeczywiście wszędzie, na taką samą odległość (Rysunek 4.16.4b). Potem można z powrotem ukryć warstwę z powłoką kadłuba.

Ostatnia wręga kabiny była litą płytą pancerną. Górny fragment ściany pancernej był już uformowany wcześniej, podczas prac nad osłoną kabiny. Proponuję potraktować ją jako zamykającą ścianę, i wyłoczyć resztę z dotychczasowej, ostatniej krawędzi siatki. Wystarczy zmienić nową ostatnią krawędź w linię prostą, zmieniając jej skalę wzdłuż osi **X** do zera (Rysunek 4.16.5a). Potem pozostaje uzupełnić brakującą ścianę (Rysunek 4.16.5b). Zwróć uwagę na wąską "zakładkę", jaką pozostawiłem wzdłuż górnej krawędzi płyty. To zabezpieczenie przed powstaniem przypadkowej szczeliny pomiędzy wewnętrzną ścianą kabiny i poszyciem kadłuba.



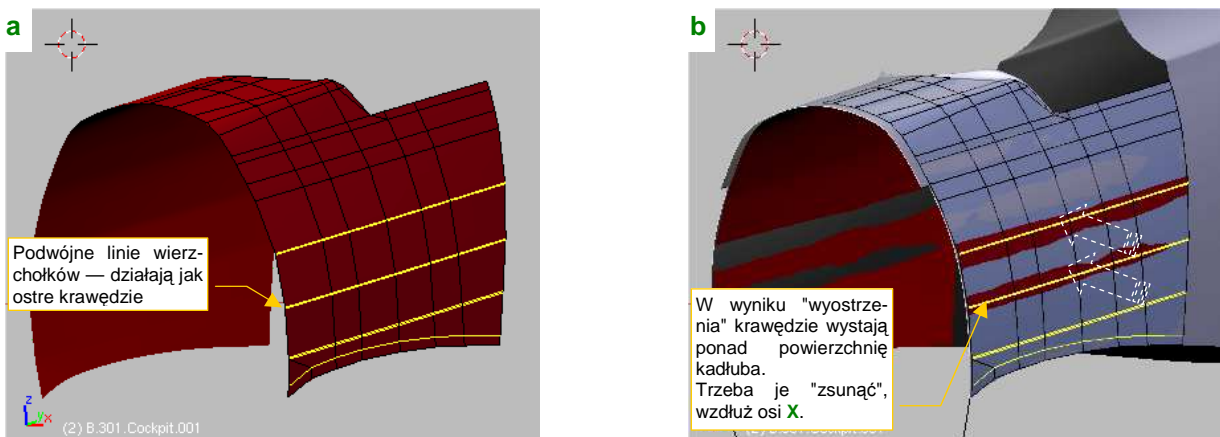
Rysunek 4.16.5 Tworzenie tylnej ściany kabiny

Wzdłuż wewnętrznych ścian kadłuba biegną wręgi i podłużnice. Zaczniemy od wykonania podłużnic: skopiuj siatkę ścian kabiny w nowy obiekt (**B.301.Cockpit.002**). Powiel (poleceniem *Loopcut*) linie podłużnic. Zrób to tak, by odpowiednie linie były od siebie odległe o grubość podłużnicy (Rysunek 4.16.6):



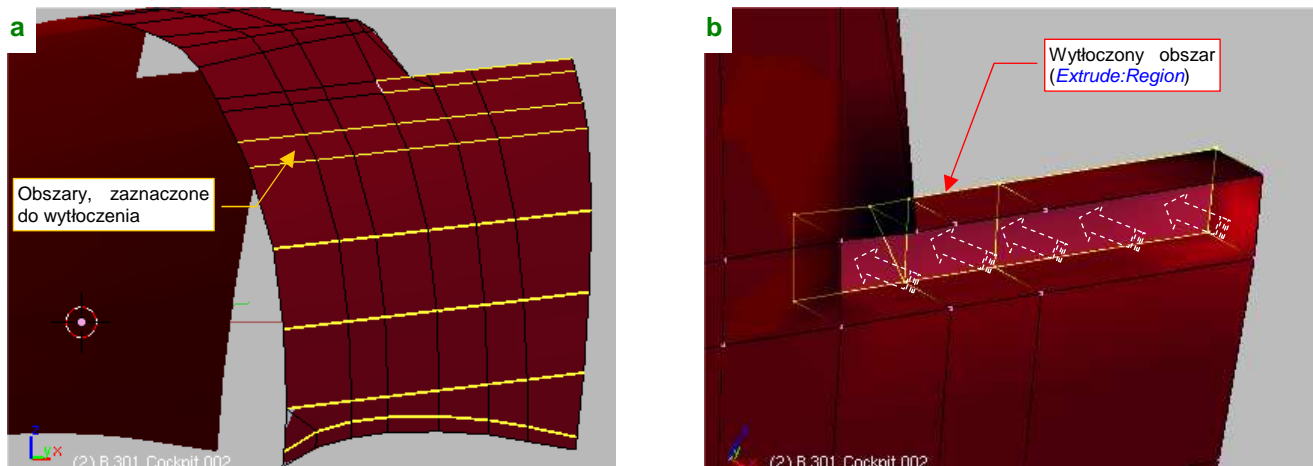
Rysunek 4.16.6 Kopia ścian kabiny, przygotowana do przekształcenia w podłużnice

Po zdublowaniu linii podłużnic należy sprawdzić, czy żadna jej część nie wystaje poza powłokę kadłuba. Dwa rzędy wierzchołków, umieszczone blisko siebie, dają efekt podobny do ostrej krawędzi (Rysunek 4.16.7a). W związku z tym zazwyczaj trzeba trochę zsunąć boki siatki wzdłuż osi **X** (Rysunek 4.16.7b). (Nowe linie zmieniły jej kształt, stała się bardziej wypukła i widać je ponad powierzchnią kadłuba):



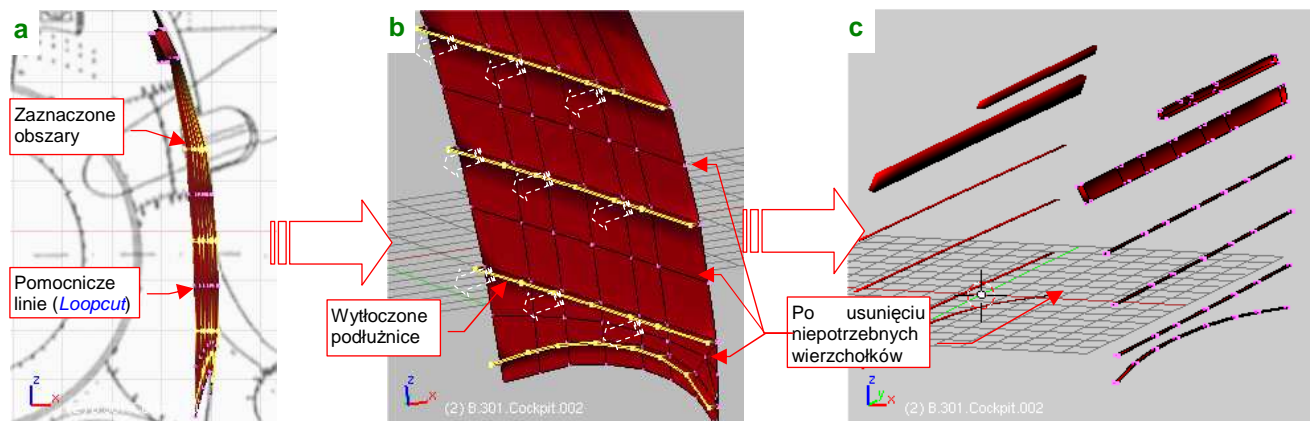
Rysunek 4.16.7 Kopia ścian kabiny, przygotowana do przekształcenia w podłużnice

Po przygotowaniu powłoki podstawy czas na wytłoczenie z niej podłużnic. Zaznacz obszar podłużnicy (możesz także kilka naraz) (Rysunek 4.16.8a). Następnie wytłocz je do wnętrza (*Extrude:Region*) — i masz kształt podłużnicy (Rysunek 4.16.8b):



Rysunek 4.16.8 Wytłaczanie podłużnicy

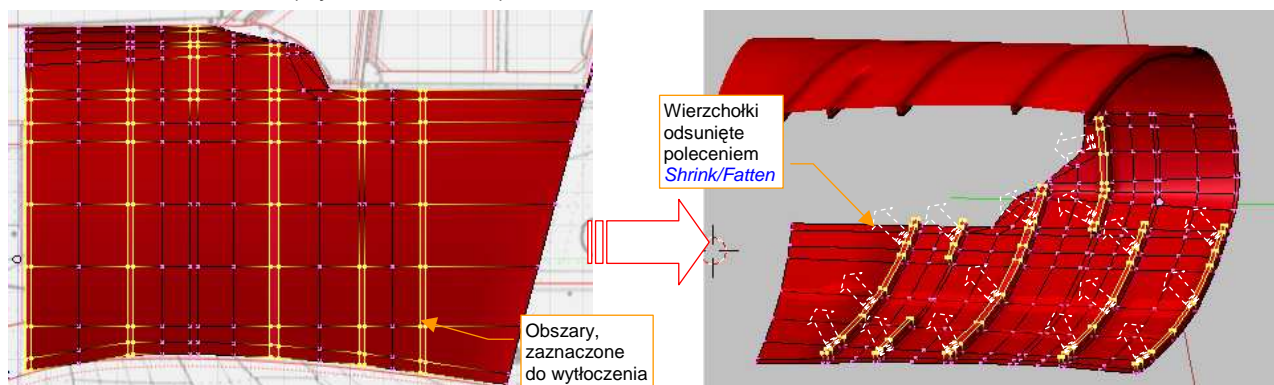
Tak jak powiedziałem, możesz także wytłaczać kilka elementów jednocześnie. Przydatne jest wówczas wstawienie (*Loopcut*) pomiędzy wytłaczanymi obszarami po dodatkowym rzędzie wierzchołków (bez jakiegokolwiek kształtowania) (Rysunek 4.16.9a):



Rysunek 4.16.9 Formowanie podłużnic

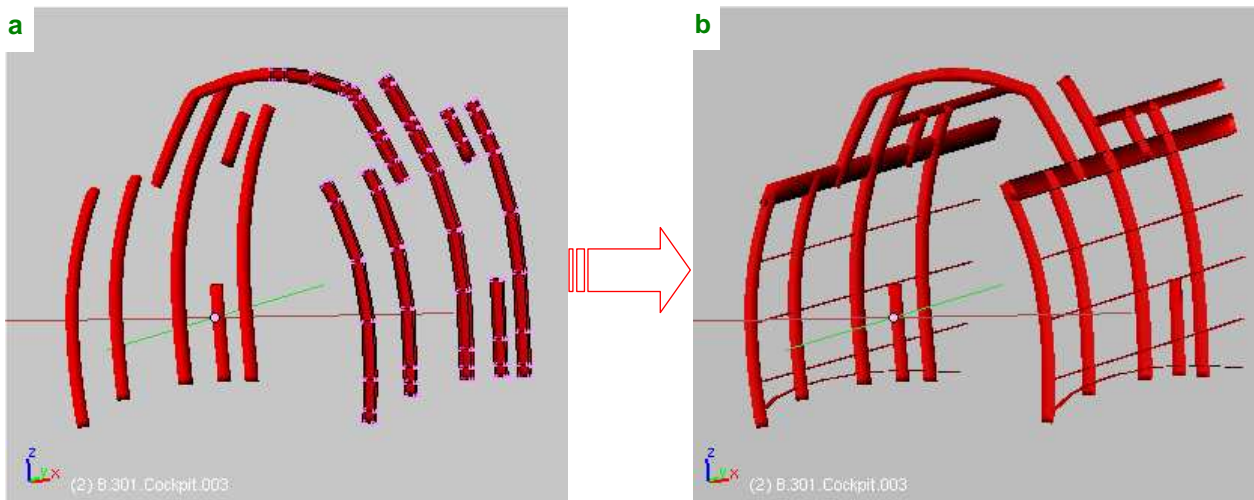
Te pomocnicze rzędy wierzchołków pozwalają poprawnie zaznaczyć naraz kilka obszarów do wytłoczenia. Rysunek 4.16.9b pokazuje jednoczesne wytłoczenie czterech podłużnic. Można tak robić, gdy wszystkie były zorientowane w ten sam sposób, i miały taką samą szerokość. Potem wystarczy usunąć niepotrzebne krawędzie i wierzchołki (bardzo to ułatwiają dodane przed chwilą dodatkowe linie siatki) (Rysunek 4.16.9c).

W podobny sposób formujemy zespół wręg, z tym że tu po wytłoczeniu wierzchołki lepiej jest odsunąć od ścian poleceniem *Shrink/Fatten* (Rysunek 4.16.10) :



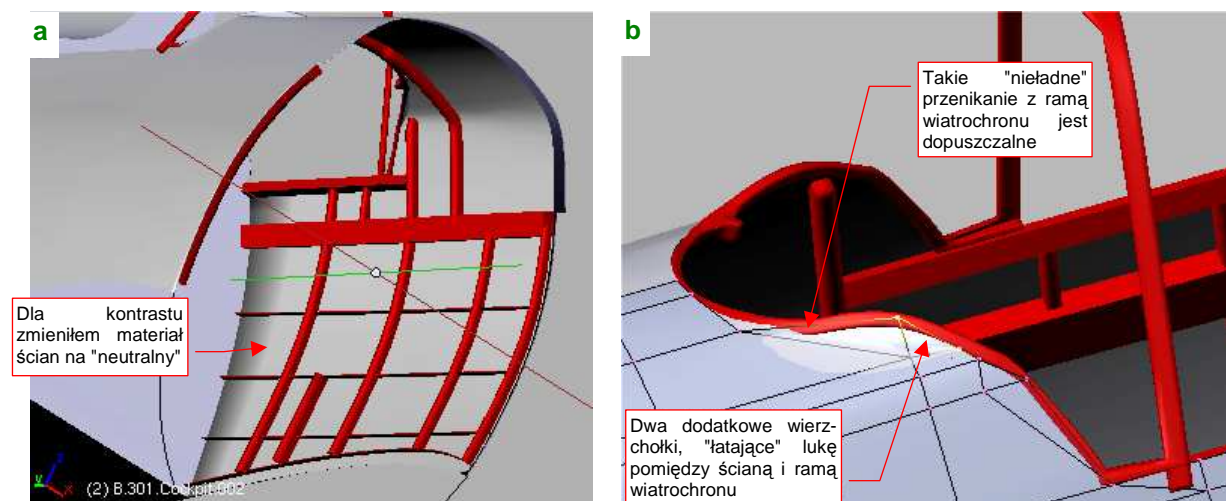
Rysunek 4.16.10 Formowanie wręg

Rysunek 4.16.11a pokazuje wytłoczone wręgi, po "uwolnieniu" od niepotrzebnych wierzchołków. Nie wygląda to specjalnie realistycznie, prawda? Ale chwileczkę: teraz włącz warstwę z podłużnicami (Rysunek 4.16.11b). Prawda, że to złożenie przypomina już szkielet prawdziwego samolotu?



Rysunek 4.16.11 Złożenie wręg i podłużnic

Włącz jeszcze warstwę z wewnętrzną i zewnętrzną ścianą kadłuba (Rysunek 4.16.12a). (Zmieniłem kolor wewnętrznych ścian na neutralny, by szkielet był bardziej wyraźny. Prawda, że całość wygląda dość realistycznie?

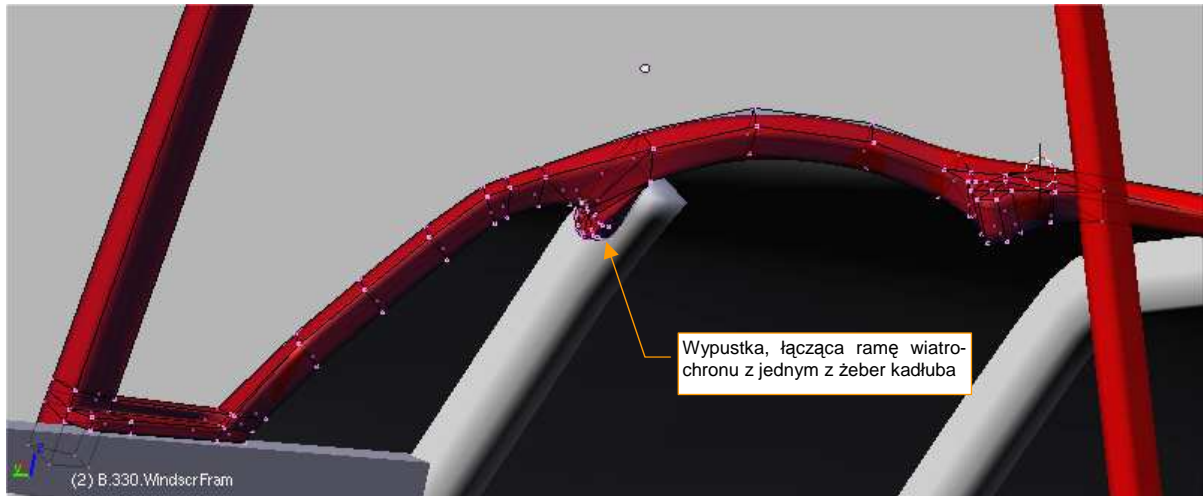


Rysunek 4.16.12 Połączenie z wewnętrznymi ścianami kabiny

Proponuję tak ją już pozostawić. Gdybyś chciał dokładniej cyzelować ten fragment, należałoby dodać wzdłuż każdej podłużnicy i wręgi płaskie pasy blachy, za pomocą których były przynitowane do kadłuba. (Podłużnice miały przekrój poprzeczny w kształcie litery "L", i były dość wąskie. Wręgi — miały przekrój w kształcie litery "U", z dwoma dodatkowymi, poziomymi paskami u końców). Nim zabierzesz się za tę pracę, warto abyś wiedział, że wewnątrz kabiny jest zawsze na ostatecznych renderingach mniej widoczne. Wynika to z stosunkowo małych rozmiarów elementów wnętrza, obecności szyb, oraz kąta ustawienia kamery. Jeżeli więc nie przewidujesz jakichś szczegółowych ujęć kabiny — nie ma sensu odtwarzać jej zbyt szczegółowo.

Rysunek 4.16.12b pokazuje drobny szczegół, który pozostawiłem na sam koniec: w wyniku upraszczania ścian układu pozostała szczelina pomiędzy wewnętrzną ścianą kabiny, a ramą wiatrochronu. Teraz, po wydzieleniu i utworzeniu wręg i podłużnic, z powrotem można odrobinę skomplikować siatkę ścian wewnętrznych, by tę szczelinę "załatać". Wystarczy dodać dwie ściany, oparte o dwa dodatkowe wierzchołki.

Skoro już o mowa o ramce wiatrochronu (**B.320.WindscrFrame**), to pozostała na niej do wykonania charakterystyczna "wypustka" (Rysunek 4.16.13). Ten element pojawił się wraz ze zmianą kształtu ramki w P-40B/C. Wyraźnie stanowi dodatkowe mocowanie ramki do wręgi kadłuba. Nie chciałem go dodawać "na ślepo" w poprzedniej sekcji, nie wiedząc do końca, gdzie i w jakim rozmiarze pojawi się wręga. Teraz już można było to zrobić:



Rysunek 4.16.13 Połączenie z wewnętrznymi ścianami kabiny

Rysunek 4.16.13 pokazuje uformowaną "wypustkę" ramy wiatrochronu. Jej kształt i rozmiar starałem się ustalić na podstawie nielicznych zdjęć z Internetu, na których widać fragmenty wnętrza kabiny P-40B/C. W ten sposób uzupełniliśmy o ostatni element część, rozpoczętą w poprzedniej sekcji. Swoją drogą — ta rama miała bardzo "pogięty" kształt. Nie zdziwiłbym się, gdyby jej dolna część okazała się jakimś aluminiowym odlewem lub odkuwką.

Po zakończeniu formowania warto zadbać o zbudowanie odpowiedniej hierarchii części. Przypisz wręgi (**B.301.Cockpit.003**) i podłużnice (**B.301.Cockpit.002**) do wewnętrznych ścian kabiny (**B.301.Cockpit.001**). Same wewnętrzne ściany przypisz do kadłuba (**B.300.Fuselage**). Podczas tworzenia każdy ze składników — ściany, wręgi i podłużnice — były umieszczone na innej warstwie. Teraz umieść je na jednej — powiedzmy warstwie nr **17**. (Zewnętrzna powierzchnia kadłuba jest na warstwie nr **7**, wydaje mi się, że w ten sposób będziesz mógł wzrokowo zapamiętać, że wewnętrzne szczegóły są na warstwie "o rząd niższej").

Na tym zakończyliśmy (na razie) prace nad kabiną. Powrócimy do niej, gdy będziemy uzupełniać nasz model o drobne detale¹. Jak się domyślasz, kabina pilota może zawierać ich całe mnóstwo!

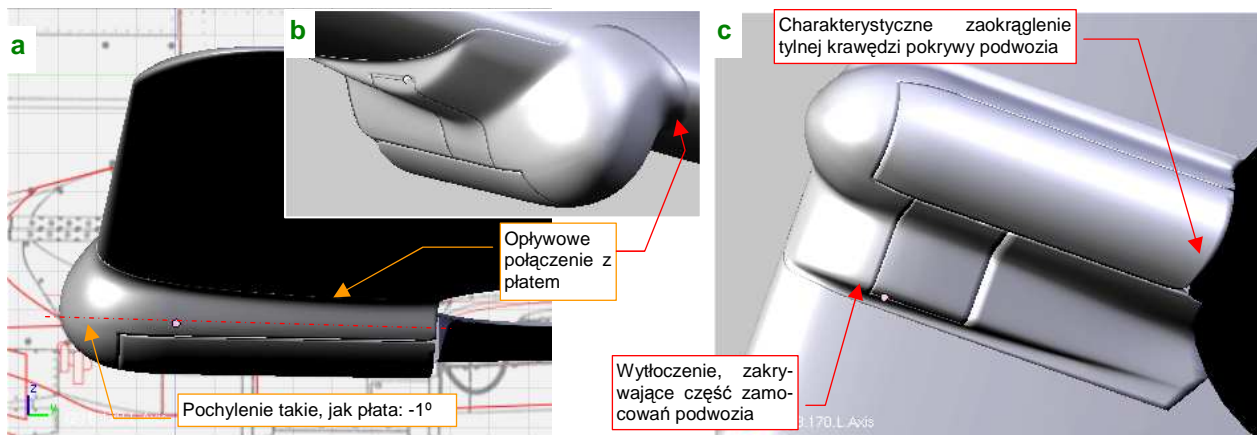
Podsumownie

- Wewnętrzne ściany kabiny, wraz z wręgami i podłużnicami, warto uformować jednocześnie z kadłubem. Podczas pracy nad nimi możesz dostrzec jakiś błąd w kształcie dotychczas uformowanych powłok. Lepiej poprawić go teraz, nim "obrośnie" w dalsze szczegóły i będzie jeszcze trudniejszy do zmiany!
- W tej sekcji poznałeś szybki sposób formowania całych zespołów wręgi i podłużnic — poprzez wytłaczanie regionem. Elementy uformowane w ten sposób od razu są dokładnie dopasowane do zewnętrznych ścian konstrukcji. W przyszłości ta metoda może Ci pozwolić nie tylko tworzyć wnętrze kabiny, ale całą strukturę płatowca. (W Internecie można znaleźć kilka takich, bardzo interesujących modeli, z przezroczystym poszyciem — np. A6M2 "Zero" na http://www2.cc22.ne.jp/~harada/index_e.html)

¹ Wybacz, ale fotel pilota to dla mnie także "detal". Może trochę duży, to fakt. W rzeczywistości o tym, co jest detalem, a co "dużą" częścią decyduje kryterium, które poznasz w dalszych rozdziałach: sposób pokrycia teksturą. Jako "detale" określam wszystkie te elementy, które nie używają "dokładnego" przypisania współrzędnych tekstury w tzw. "przestrzeni UV". Te pojęcia wyjaśnię później

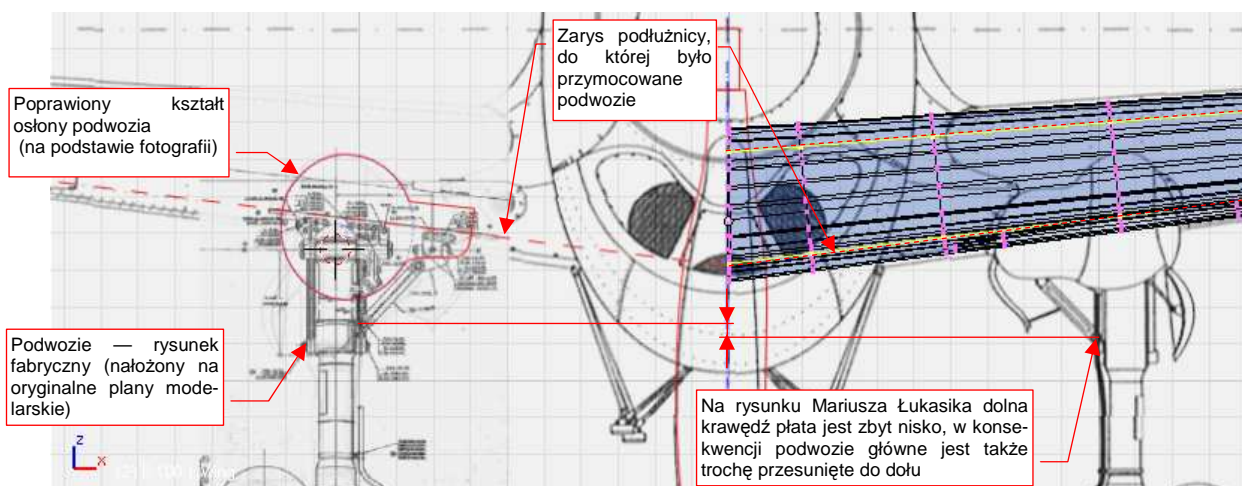
4.17 Osłony podwozia głównego

Rysunek 4.17.1 przedstawia osłony podwozia głównego P-40. Jest to element specyficzny dla linii rozwojowej P-36/P-40, i nie występuje chyba w żadnym innym myśliwcu z okresu II wojny światowej¹.



Rysunek 4.17.1 Osłony goleni podwozia głównego

Pracę należy zacząć od ustalenia, jak dokładnie wygląda kształt osłony. Korzystając z fotografii, doszedłem do wniosku, że przekrój poprzeczny "gondoli" podwozia był nieco inny, niż na planach, których używam. Wyglądał na dość regularną elipsę (Rysunek 4.17.2):

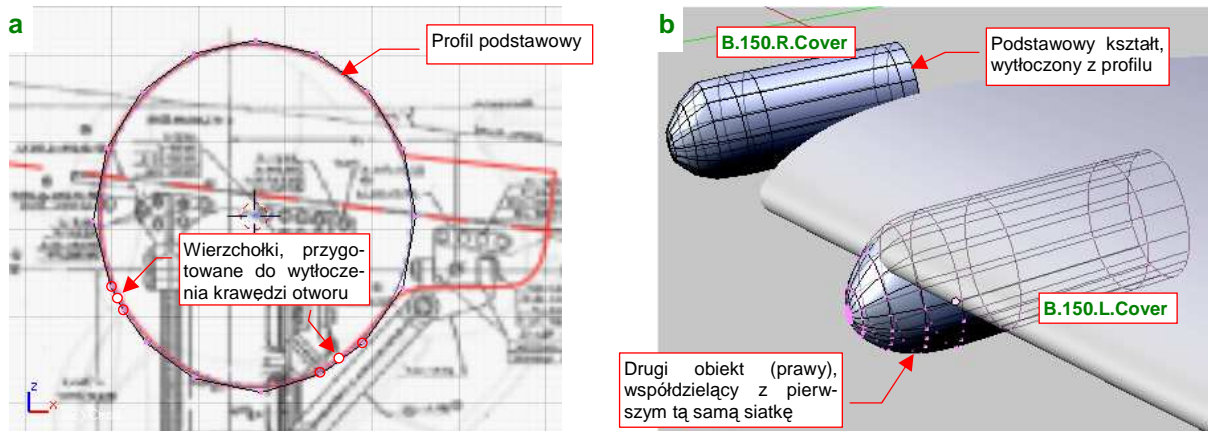


Rysunek 4.17.2 Poprawiony obrys osłony podwozia

¹ Coś takiego na pewno pogarszało osiągi samolotu. Myślę, że takie "gondole" zmniejszały prędkość maksymalną o jakieś 10-20 km/h. Skąd takie rozwiązanie? Mam na ten temat własne przypuszczenia. Pojawiło się w czasach, gdy takie "wybrzuszenia" nie były niczym niezwykłym: pod koniec 1934r. Opracowywano wówczas prototyp samolotu Hawk 75, który miał w przyszłości być produkowany seryjnie jako P-36. Była to pierwsza prawdziwa konstrukcja półskorupowa, budowana przez firmę Curtiss. Specjalnie pod ten projekt "podkupiono" z firmy Northrop, która była pionierem takich rozwiązań, inżyniera prowadzącego (Donovan Berlin). Patrząc na koncepcję struktury P-36/P-40, można dostrzec założenie "jak najmniej otworów w płacie". Dotyczyło to szczególnie przedniej części skrzydła (do drugiego dźwigara), która w zamyśle konstruktorów tworzyła profil zamknięty, przenoszący większość obciążeń. Otwór na koło podwozia głównego został umieszczony poza tym obszarem. Zgodnie z tą koncepcją, to nie skrzydło zostało wycięte, wokół kadłuba (jak w większości późniejszych konstrukcji), tylko kadłub wokół skrzydła. Sądzę, że był to przejaw ostrożności konstruktorów: każdy otwór w strukturze, której powłoka przenosi część obciążeń, to poważne osłabienie. Inżynierowie Curtissa nie wiedzieli wtedy jeszcze, na jakie otwory może sobie w konstrukcji półskorupowej pozwolić.

Skoro nie wycięto płata "pod kadłub", tym bardziej nie wykonano w nim wgłębienia na goleń podwozia. To wymagałoby wykonania wgłębienia w głównym dźwigarze, osłabiającego konstrukcję! Pozostało poprowadzić złożoną goleń równoległą do dolnej powierzchni płata, i nieco ją oprofilować. Jak pomyślano, tak zrobiono. Wykonano oprzyrządowanie, samolot zapuszczono "w serię", a dwa lata później dodano mu silnik rzędowy, zmieniając w P-40. I tak już zostało — do końca historii konstrukcji. Eliminacja tych owiewek oznaczałaby zbyt poważną zmianę konstrukcyjną, a produkcja wojenna wymagała "masówki" (szczególnie w latach 1940-43), a nie wymuskanych projektów...

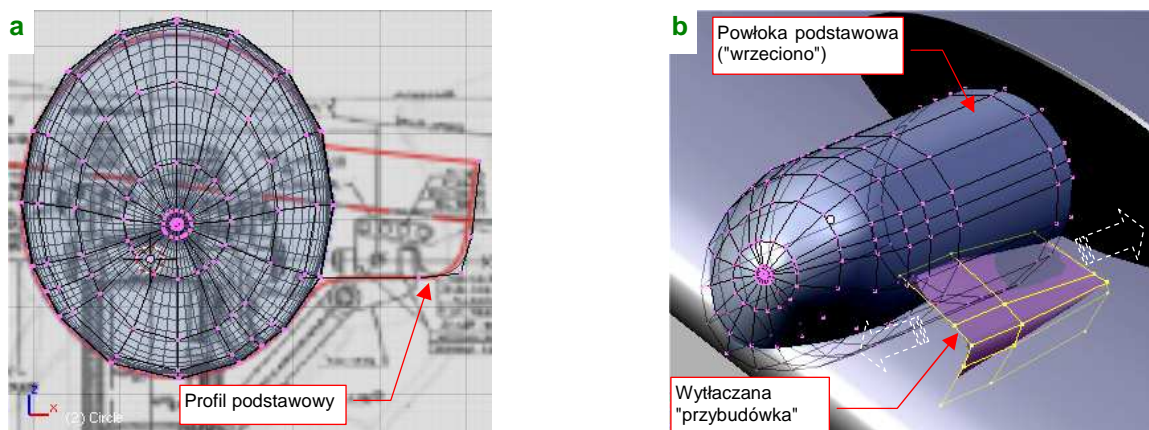
Nowy obiekt zacznij od wstawienia okręgu (*Circle*), złożonego początkowo z 16 wierzchołków. Przekształć go w odpowiednią elipsę. Umieść także po trzy dodatkowe wierzchołki tam, gdzie będą bieć krawędzie otworu w gondoli, zamykanego przez boczną pokrywę. Te dodane wierzchołki powinny leżeć blisko siebie, i na jednej linii prostej (Rysunek 4.17.3a):



Rysunek 4.17.3 Uformowanie i wytłoczenie podstawowego profilu

Po dodaniu nowych wierzchołków konieczne popraw położenie pozostałych, by ogólny kształt profilu nadal był jak najbardziej zbliżony do elipsy. Następnie wytłocz profil w obydwu kierunkach wzdłuż osi **Y**. Z przodu wstaw kilka coraz mniejszych profili, formując w ten sposób podstawowy kształt zaokrąglonej z przodu owiewki (Rysunek 4.17.3b). Nadaj nowemu obiektowi nazwę **B.150.R.Cover**. Nazwa zawiera przyrostek **.R**, gdyż wzorcowy rysunek przodu gondoli został wykonany po prawej stronie samolotu, i tam też jest nasz obiekt. Czasami jednak zachodzi potrzeba przymierzenia tej siatki do płata. W tym celu utwórz drugą instancję obiektu (**Alt-D** — *Duplicate Linked*) i nazwij ją **B.150.L.Cover**. Obydwa obiekty używają tej samej siatki (**B.150.Cover**). Aby ją zmienić, wystarczy przejść w tryb edycji jednego z nich.

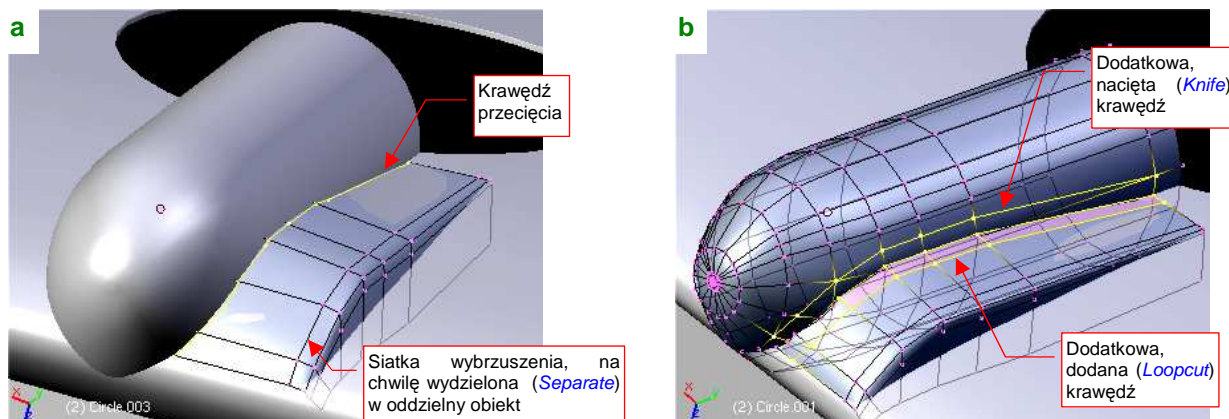
Po wytłoczeniu kształtu podstawowej bryły ("wrzeciona") można dodać "przybudówkę". (Ukrywała we wnętrzu boczne zamocowania goleni podwozia). Zacznij ponownie od narysowania profilu (Rysunek 4.17.4a):



Rysunek 4.17.4 Uformowanie i wytłoczenie wybruszenia z boku owiewki

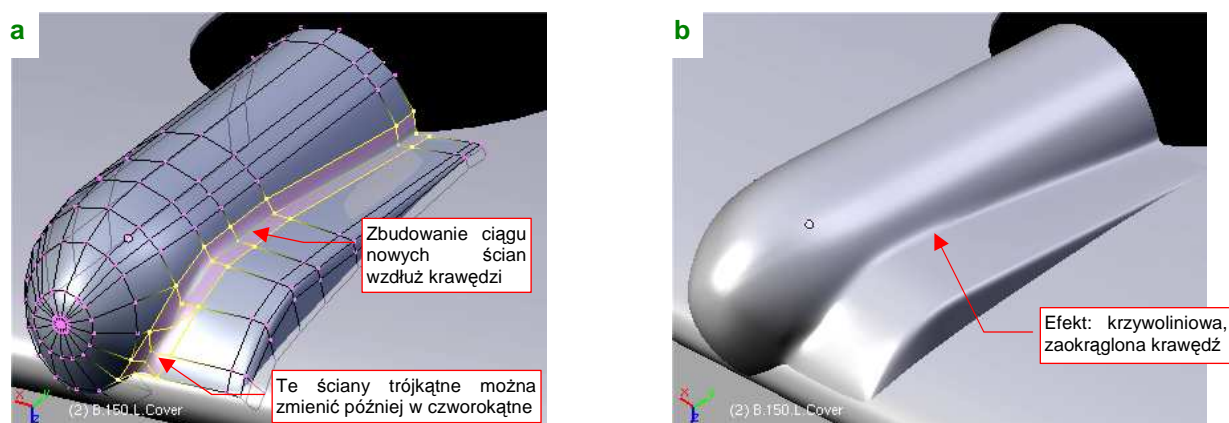
Po narysowaniu profilu wytłocz go wzdłuż osi **Y** (Rysunek 4.17.4b). Na razie siatka tego bocznego "dodatku" nie jest w żaden sposób połączona z główną bryłą "wrzeciona". To nie przypadek — na czas formowania warto wstawić ją do tego istniejącego obiektu, który zawiera podstawową siatkę gondoli. Pozwala to na umieszczenie profili w tych samych, lub niemal tych samych miejscach "przybudówki", co profile głównej powłoki (por. Rysunek 4.17.5b). Do poprawnego połączenia obydwu powłok potrzebne jest wyznaczenie ich krawędzi przecięcia. Wydziel na chwilę powłokę "przybudówki" w oddzielny obiekt (*Separate*), i wyznacz (skryptem *Cross Section*) jego krawędź przecięcia z podstawowym "wrzecionem" (Rysunek 4.17.5a). Następnie włącz ją z po-

wrotem do siatki **B.150.Cover** (łącząc poleceniem *Join Objects*). Przygotowując zaokrąglenie, biegnące wzdłuż krawędzi obydwu powłok, natnij (*Knife*) na "wrzecionie" dodatkową linię. Podobną linię na "przybudówce" można dodać poleceniem *Edgeloop* (Rysunek 4.17.5b):



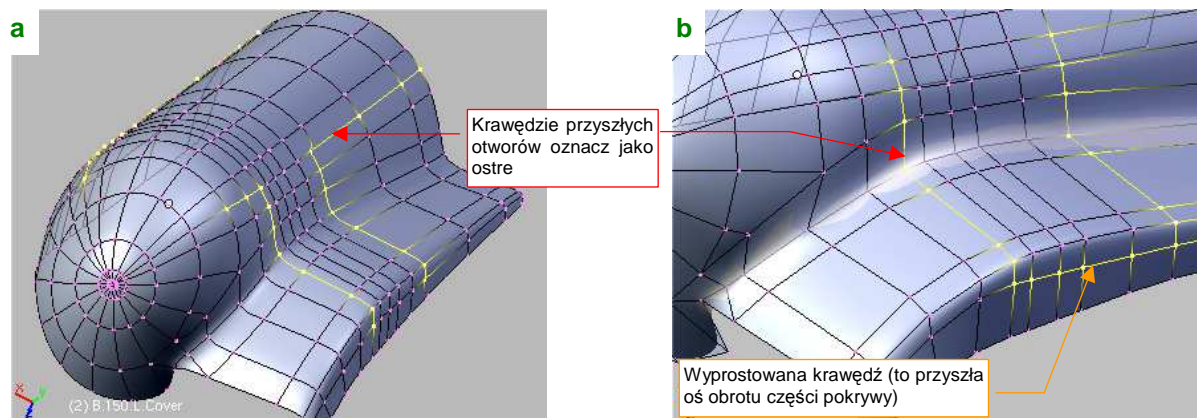
Rysunek 4.17.5 Przygotowanie krawędzi przecięcia i jej otoczenia

Połączenie obydwu powłok wykonaj w ten sam sposób, jak kształtowaliśmy szczegóły maski silnika: usuwając stare ściany i budując nowe wzdłuż krawędzi przenikania (Rysunek 4.17.6a):



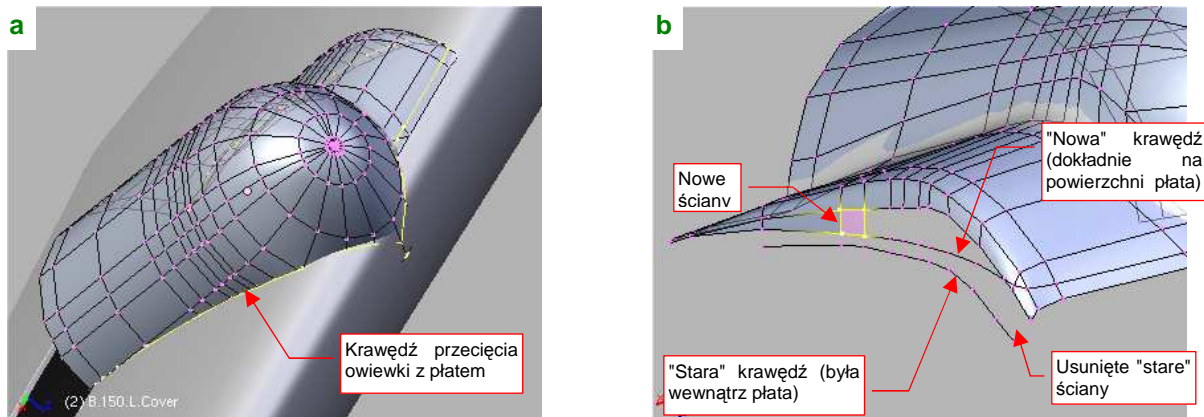
Rysunek 4.17.6 Połączenie siatek wybruszenia i owiewki

Ta technika pozwala uzyskać całkiem poprawny kształt połączenia (Rysunek 4.17.6b). Nie należy także zapominać o przygotowaniu krawędzi otworów w gondoli. Jak pamiętasz, radziłem aby w profil początkowy "wmontować" po dwa współliniowe odcinki, o środku w miejscu krawędzi przyszłego otworu (str. 227). Z tych odcinków powstały rzędy ścian. Oznacz teraz krawędzie biegnące przez ich środki jako "ostre" (Rysunek 4.17.7a). Przy okazji wyprostuj linię krawędzi obrotu pokrywy bocznej (Rysunek 4.17.7b):



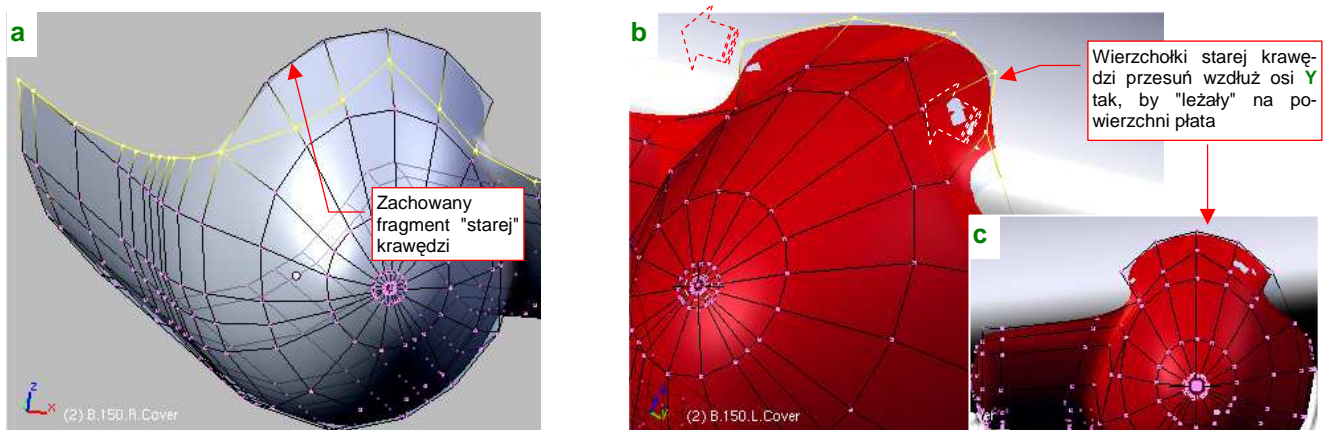
Rysunek 4.17.7 Przygotowanie krawędzi otworów

Uformowanie zewnętrznych krawędzi owiewki podwozia zaczniemy od wyznaczenia linii przecięcia z płatem (Rysunek 4.17.8a):



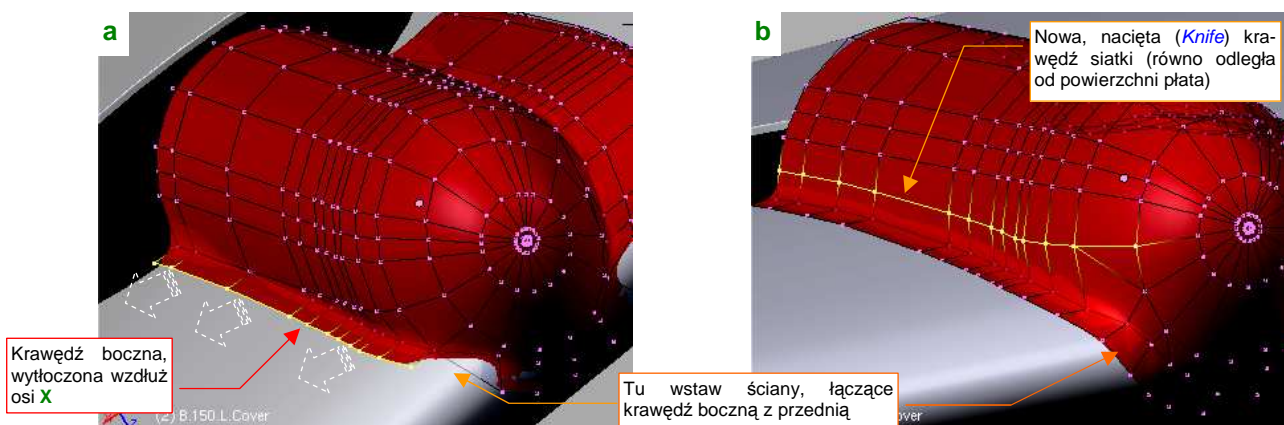
Rysunek 4.17.8 Ograniczenie krawędzi owiewki do obrysu płata

Potem włącz tę krawędź w siatkę. Najprościej jest to zrobić usuwając wszystkie krawędzie łączące starą krawędź siatki z jej wnętrzem, i budując w to miejsce nowe ściany, oparte o krawędź przenikania z płatem (Rysunek 4.17.8b). Starą krawędź usuń, za wyjątkiem obszaru z przodu owiewki. Tam wykorzystaj go do zbudowania kolejnego rzędu ścian (Rysunek 4.17.9a):



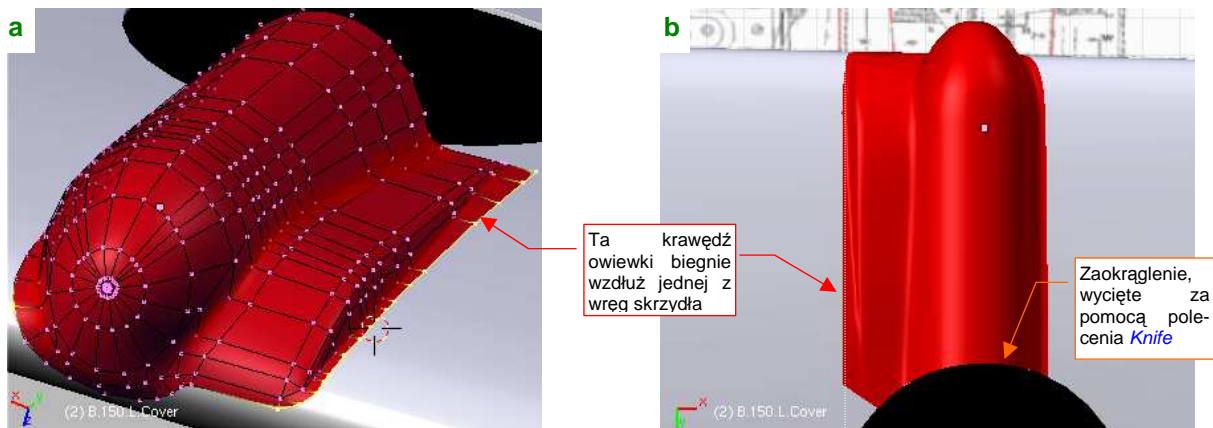
Rysunek 4.17.9 Formowanie przedniej krawędzi blachy owiewki

Wierzchołki tego "kołnierza" przesunij do przodu, wzdłuż osi Y. Każdy z nich przemieść inną odległością, by "położyć" przednią krawędź owiewki na krawędzi natarcia płata (Rysunek 4.17.9b, c). Przy okazji zmień barwę owiewki na kontrastową czerwień (materiał **Artificial**), by łatwiej dopasować jej powierzchnię do powierzchni skrzydła. Boczne krawędzie owiewki także płynnie przylegały do powłoki płata. Aby ten efekt uzyskać, zacznij od wytłoczenia wzdłuż osi X każdej z bocznych krawędzi (Rysunek 4.17.10a):



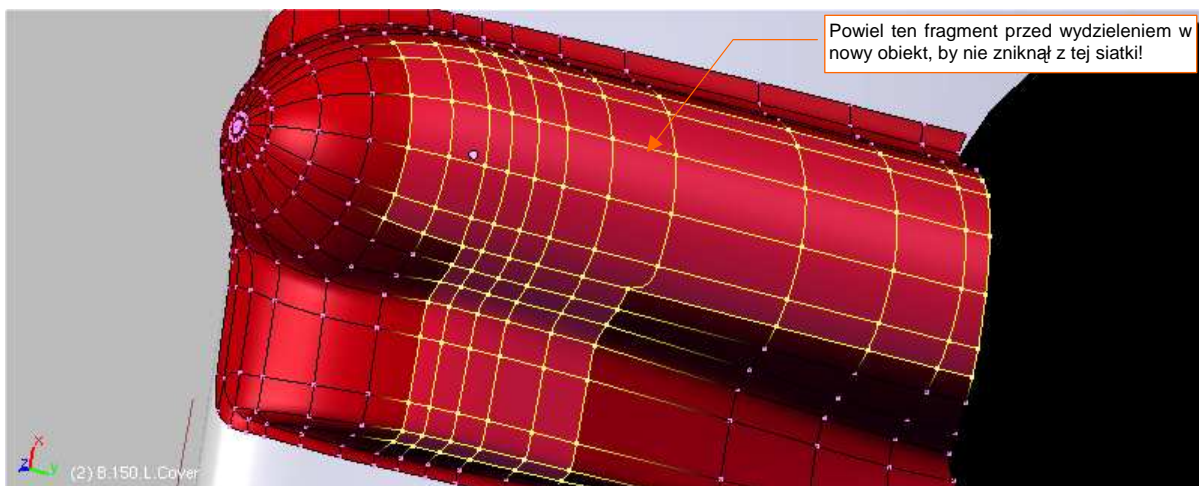
Rysunek 4.17.10 Formowanie krawędzi bocznej

Aby promień zaokrąglenia pomiędzy owiewką i płatem był w miarę stały, natnij (*Knife*) z boku owiewki dodatkową krawędź (Rysunek 4.17.10b). Zrób to tak, by była mniej więcej równo odległa od powierzchni skrzydła. Potem usuń poprzednią podłużnicę, która biegła w pobliżu nowej linii (na ilustracji już została usunięta). Wytłoczone, zewnętrzne krańce siatki dosuń do powierzchni płata (Rysunek 4.17.11a). Popraw także ich położenie poprzeczne, by biegły prosto wzdłuż wręg skrzydła (Rysunek 4.17.11b):



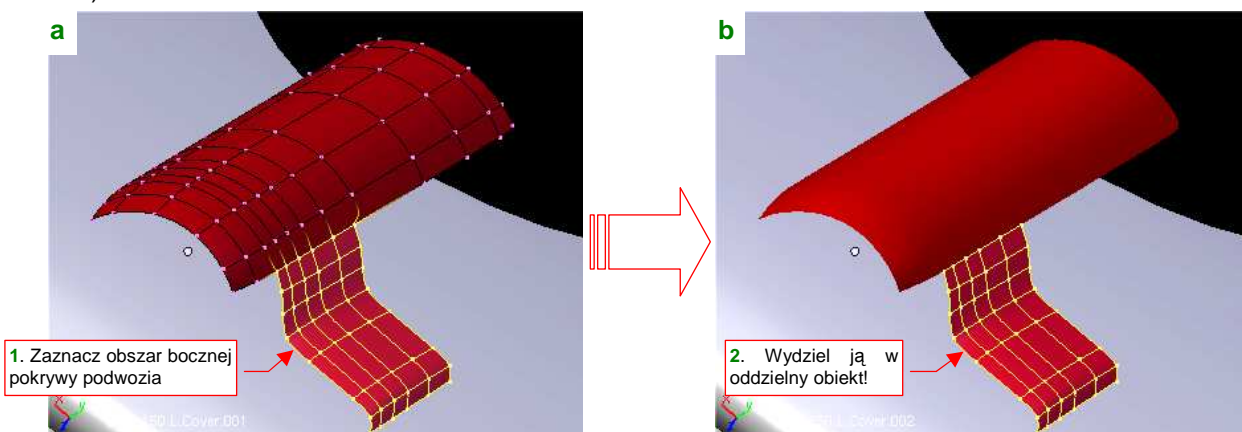
Rysunek 4.17.11 Nadanie powłoce ostatecznego kształtu

Po nadaniu owiewce ostatecznego kształtu, zaznacz na niej obszar, który mają zajmować odchylane osłony goleni podwozia (Rysunek 4.17.12):



Rysunek 4.17.12 Przygotowanie do wydzielenia z owiewki otwieranych pokryw goleni podwozia

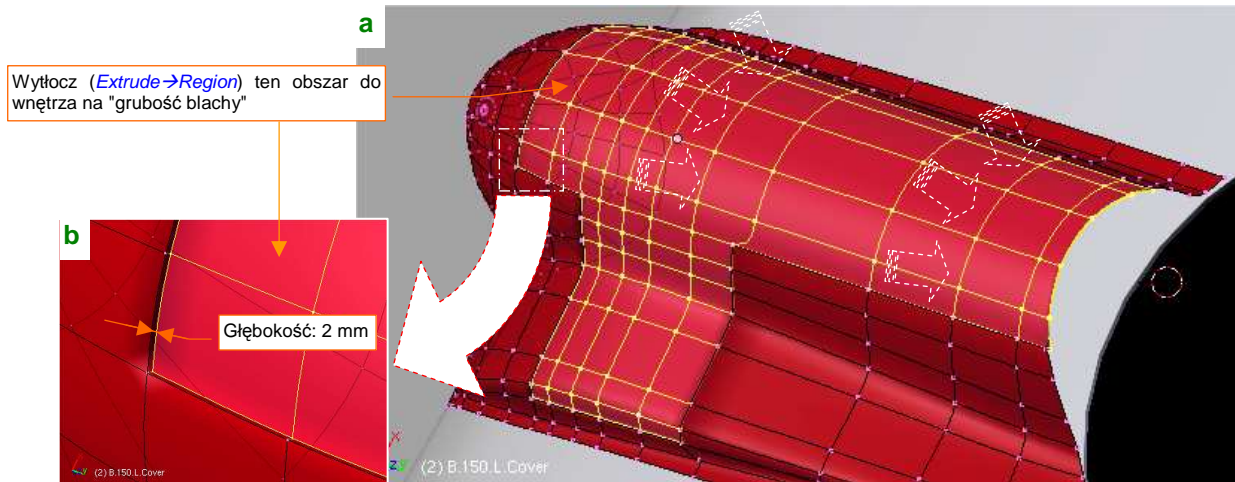
Skopiuj (**Shift-D**, *Duplicate*) ten fragment, a następnie wydziel go (**P**, *Separate*) w nowy obiekt (Rysunek 4.17.13a):



Rysunek 4.17.13 Podział pokrywy podwozia na dwie części (jak w prawdziwym P-40)

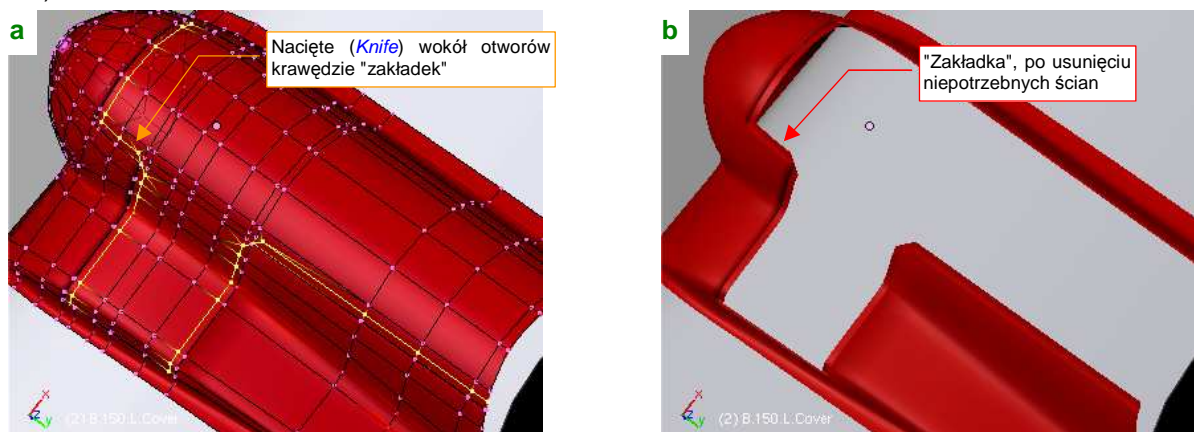
Z uzyskanej siatki wydziel w kolejny obiekt boczną pokrywę goleni podwozia (Rysunek 4.17.13b).

Powróćmy jeszcze na chwilę do owiewki. Wzdłuż krawędzi, na których nie były zamocowane zawiasy pokryw podwozia, były wykonane "zakładki", szerokości ok. 1 cm. Aby je wykonać, zaznacz obszar przyszłego otworu, i wytłocz tę powierzchnię (*Extrude*→*Region*, *Shrink/Fatten*) do wnętrza owiewki na jakieś 0.02 jednostki Blendera (2mm) (Rysunek 4.17.14a,b):



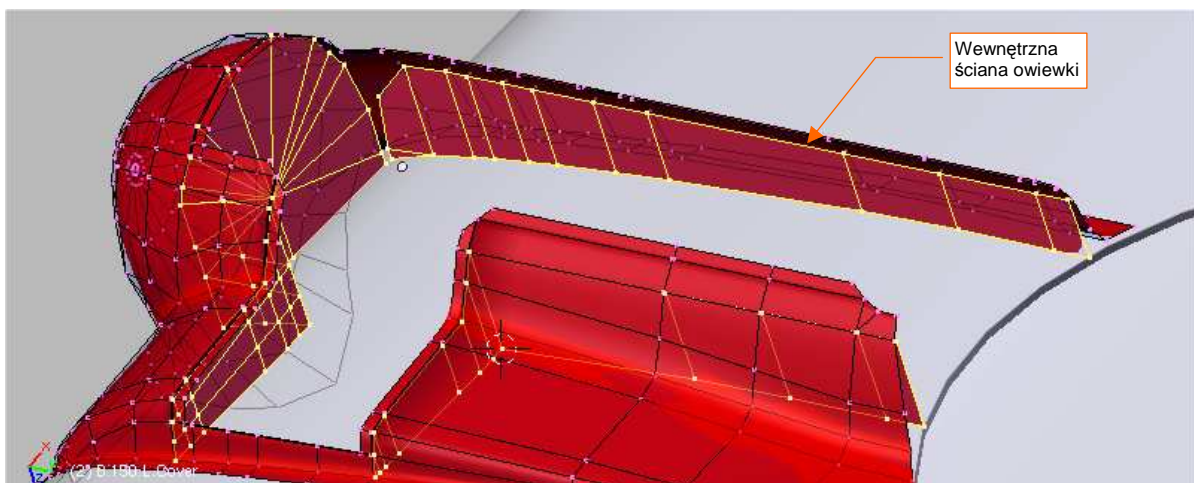
Rysunek 4.17.14 Wytłoczenie obszaru otworów owiewki

Na wytłoczonej powierzchni natnij (*Knife*) kontury "zakładek" tak, jak wyglądają na zdjęciach (Rysunek 4.17.15a). Potem wystarczy usunąć wewnętrzne wierzchołki, i mamy krawędź "jak prawdziwą" (Rysunek 4.17.15b) :



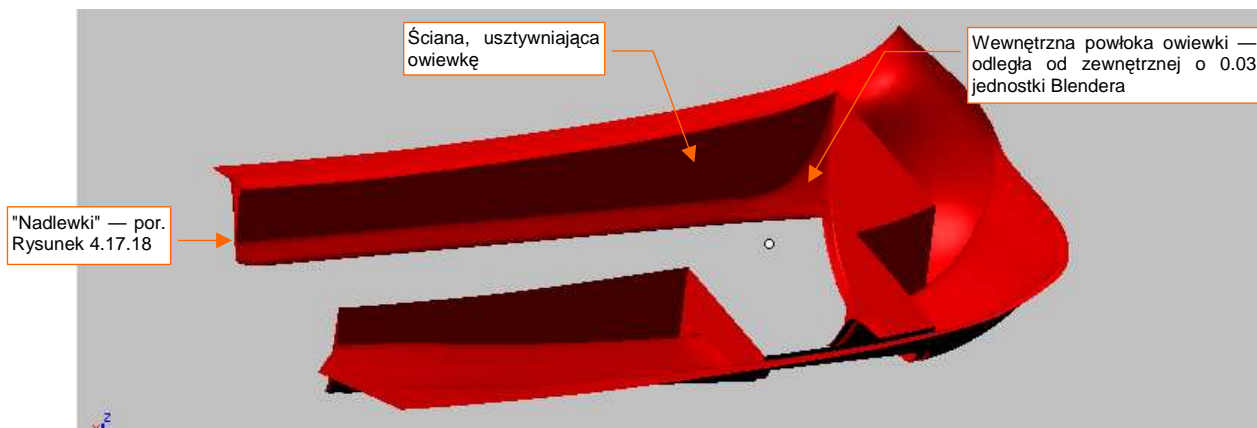
Rysunek 4.17.15 Wycięcie "zakładek" wzdłuż krawędzi otworów w owiewce podwozia.

Kierując się zdjęciami, wstaw teraz do owiewki wewnętrzne ściany (Rysunek 4.17.16):



Rysunek 4.17.16 Dodanie wewnętrznych ścian owiewki

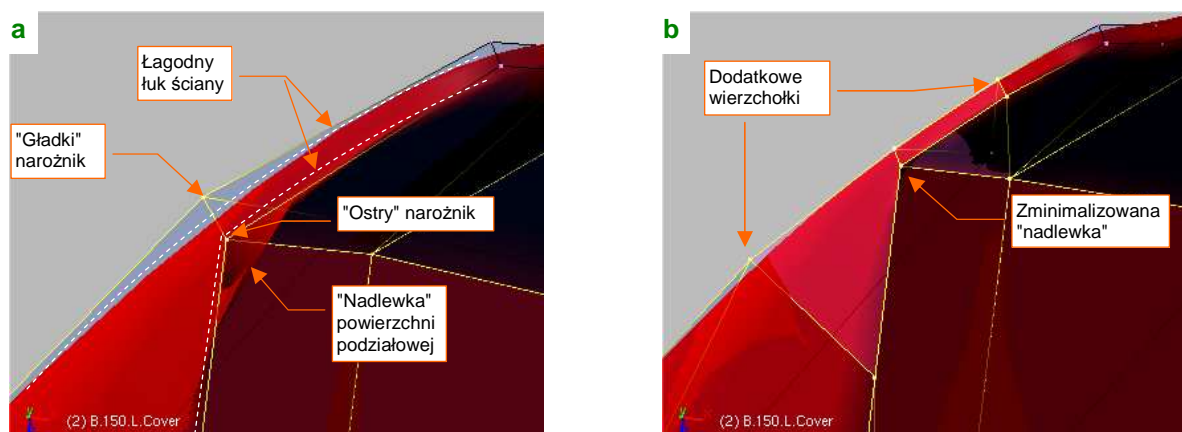
Na zdjęciach te "ściany" są wykonane w taki sam sposób jak inne wewnętrzne usztywnienia: kawałki perforowanej blachy. Perforacji na razie nie wykonamy, aby nie mnożyć niepotrzebnie wierzchołków modelu na tak drobny i mało widoczny szczegół¹. Ściany najprościej jest uzyskać przez skopiowanie odpowiednich linii wierzchołków zewnętrznej powłoki, i wytłoczenie ich wzdłuż osi **Z**. Po uformowaniu, łączymy je z krawędziami otworów. (Wcześniej wytłocz krawędzie "zakładek" na grubość blachy — 1 mm). W ten sposób powstaje wewnętrzna powłoka owiewki (Rysunek 4.17.17) :



Rysunek 4.17.17 Rezultat — owiewka po połączeniu ścian wewnętrznych i zewnętrznych

Nie sądzę, aby w prawdziwym samolocie blacha owiewki miała większą grubość niż 1 mm. Nasza wewnętrzna powłoka jest odsunięta od zewnętrznej o sumę grubości i wytłoczenia "zakładek" krawędzi: 1 mm + 2 mm. Razem daje to 3 mm (0.03 jedn. Blendera — Rysunek 4.17.17). To dlatego, że nie będziemy modelować wewnętrznych szczegółów konstrukcyjnych: zakończeń zakładek (były tylko paskami grubej blachy) i innych drobiazgów. Oczywiście, jeżeli chcesz, możesz to zrobić, ale od razu ostrzegam, że na ostatecznym modelu chyba nikt ich nie zauważy. Podobnie jak pogrubienia powłoki owiewki z 1 do 3 mm w naszym modelu.

Po każdej takiej operacji warto uważnie obejrzeć nowo utworzone krawędzie. Z tyłu owiewki (por. Rysunek 4.17.17) możesz się natknąć na brzydką "nadlewkę" powierzchni podziałowej (Rysunek 4.17.18a) :

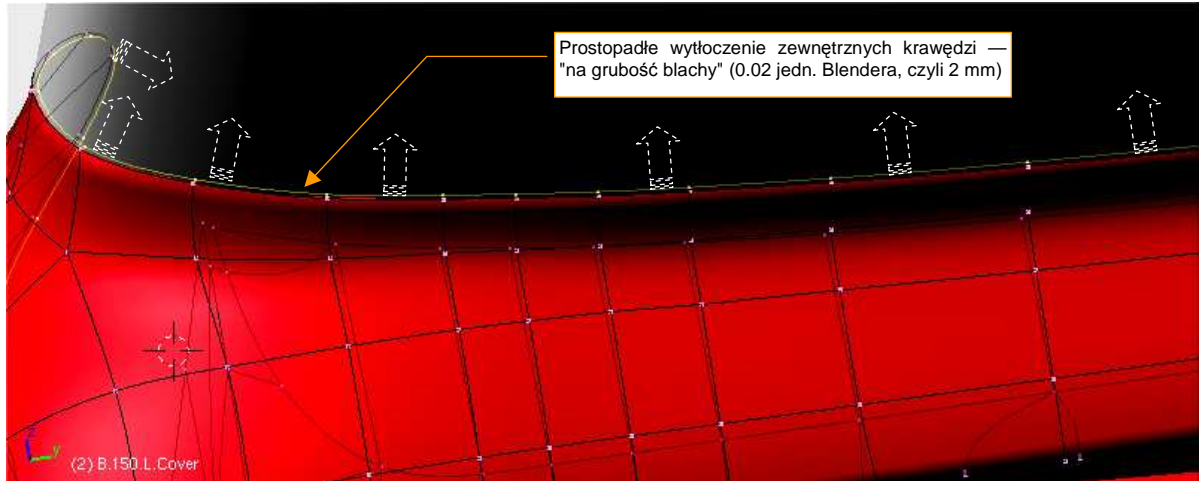


Rysunek 4.17.18 Częściowe rozwiązanie problemu "nadlewki" na ostrej krawędzi

Coś takiego powstaje, gdy jedna krawędź płaskiej ściany jest łagodnym łukiem, a druga — ma ostry narożnik. Gdy "gładki" i "ostry" narożnik znajdują się bardzo blisko siebie — następuje nałożenie ścian "łagodnego łuku" na "ostry kant" i mamy nadlewkę. Jeżeli chcemy zachować krzywiznę łuku — nie pomogą żadne kombinacje z nadaniem ostrości dodatkowym krawędziom. Jedynym rozwiązaniem, jakie znalazłem, jest zagęszczenie siatki

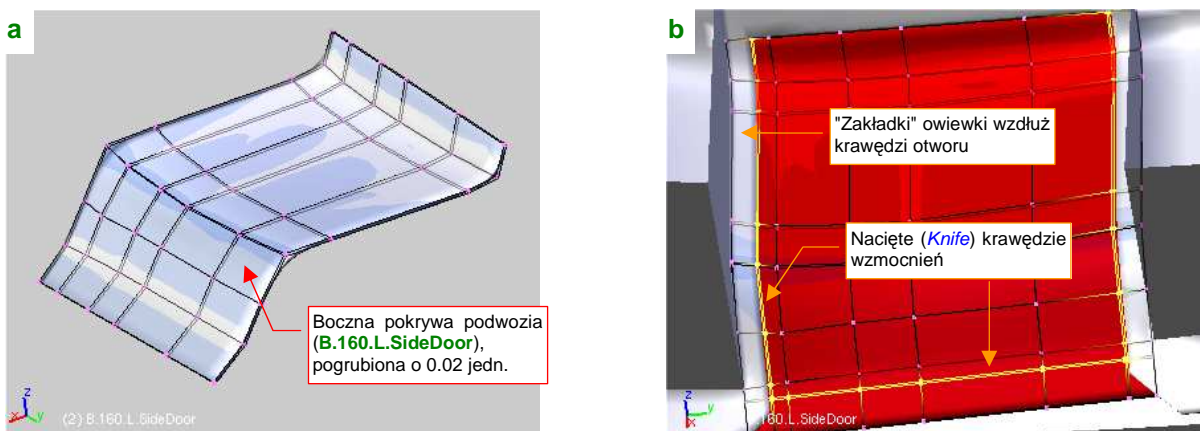
¹ W dalszych rozdziałach pokażę, jak wykonać je w sposób wymagający mniej pracy — jako tekstury.

— wstawienie w pobliżu "nadlewki" dwóch nowych krawędzi (Rysunek 4.17.18b). To minimalizuje niepożądany efekt poniżej granicy tolerancji. Warto zdawać sobie sprawę z tej przypadłości powierzchni podziałowych. Ostatni szczegół, który pozostał do wykonania na owiewce, to zakończenie zewnętrznych krawędzi "na grubość blachy". Wytlócz je prostopadłe do powierzchni płata (ze względu na bardzo wygięty kształt — oddzielnie przód, oddzielnie boki) na jakieś 2 mm (Rysunek 4.17.19):



Rysunek 4.17.19 Zakończenie zewnętrznych krawędzi owiewki

Pozostały jeszcze do uformowania ruchome pokrywy podwozia, których powłoki wydzieliliśmy wcześniej (str. 230). Zacznijmy od mniejszej: nadaj jej nazwę **B.160.L.SideDoor**. Pogrub ją (oczywiście — do wewnątrz) za pomocą skryptu *Solidify Selection* na "grubszą blachę" — 2 mm (Rysunek 4.17.20a) :



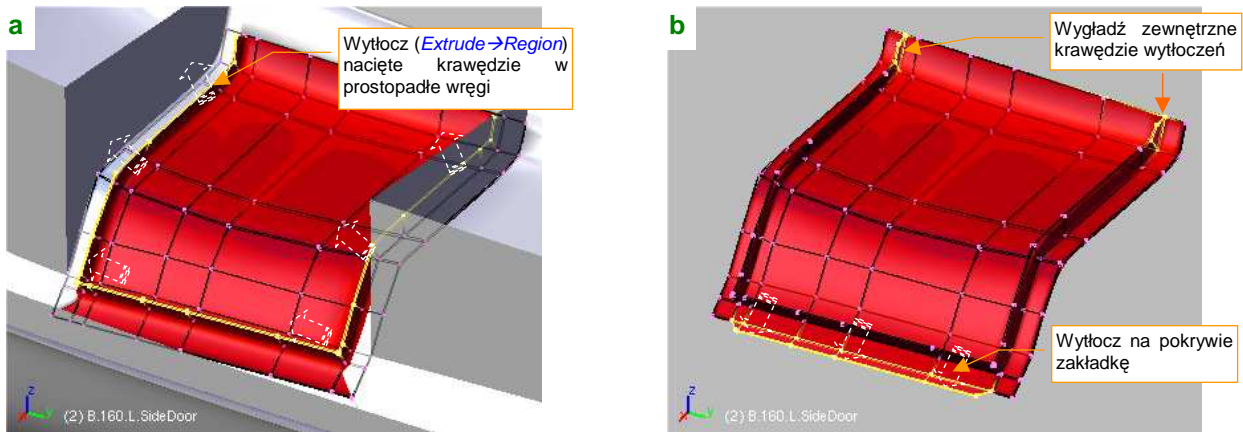
Rysunek 4.17.20 Formowanie bocznej pokrywy podwozia — cz. 1

W pewnej odległości od krawędzi pokrywy były do niej przynitowane prostopadłe wzmocnienia. Aby poprawnie wyznaczyć ich położenie (nie mogą przecież nachodzić na "zakładki" krawędzi otworu w owiewce), przyłóż pokrywę do owiewki (Rysunek 4.17.20b). Natnij (*Knife*) na wewnętrznej powierzchni pokrywy po dwie równoległe linie, biegnące wzdłuż zewnętrznych krawędzi. Zachowaj pomiędzy nimi niewielką odległość — rzędu grubości blachy (Rysunek 4.17.20b).

Następnie wytłócz (*Extrude* → *Region*) obszary wewnątrz naciętych krawędzi w kierunku "do wnętrza" pokrywy, na jakieś 1.5 cm (0.15 jednostki Blendera) (Rysunek 4.17.21a). (Najłatwiej jest odsunąć nowe ściany poleceniem *Shrink/Fatten*).

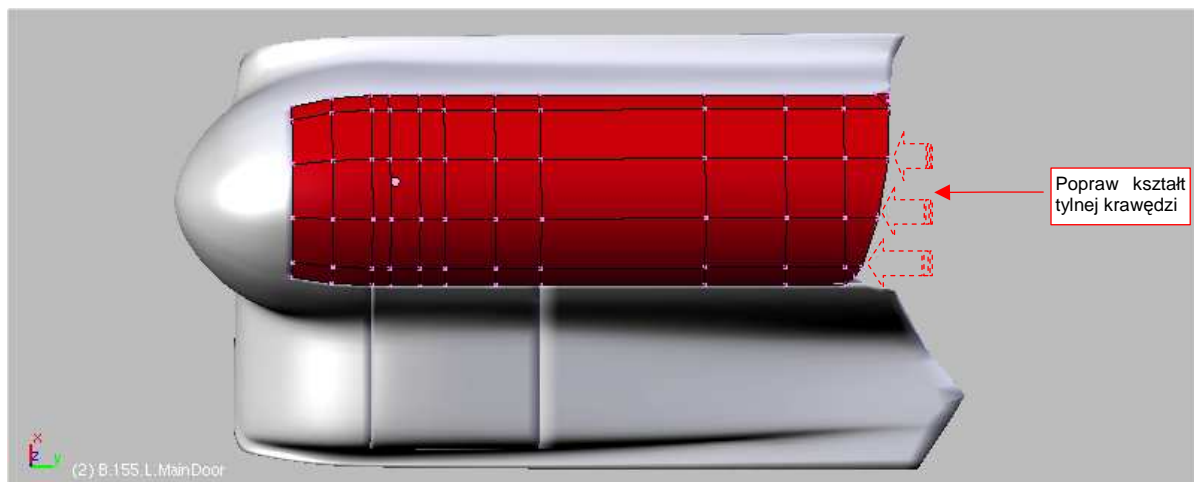
Na koniec wygładź "wolne" krawędzie wytłoczeń, aby nie miały "kanciastego" zakończenia (wystarczy przesunąć kilka wierzchołków w płaszczyźnie **XZ**) (Rysunek 4.17.21b). Ze zdjęć wynika, że boczna pokrywa podwozia wzdłuż jednej z krawędzi także miała "zakładkę", podobną do tych umieszczonych wzdłuż krawędzi otworu

owiewki. Wytłocz ją ze wzmocnienia (Rysunek 4.17.21b). (Wcześniej natnij na jego ścianie dodatkową, poziomą krawędź, abyś miał obszar o grubości blachy, który można wytłoczyć).



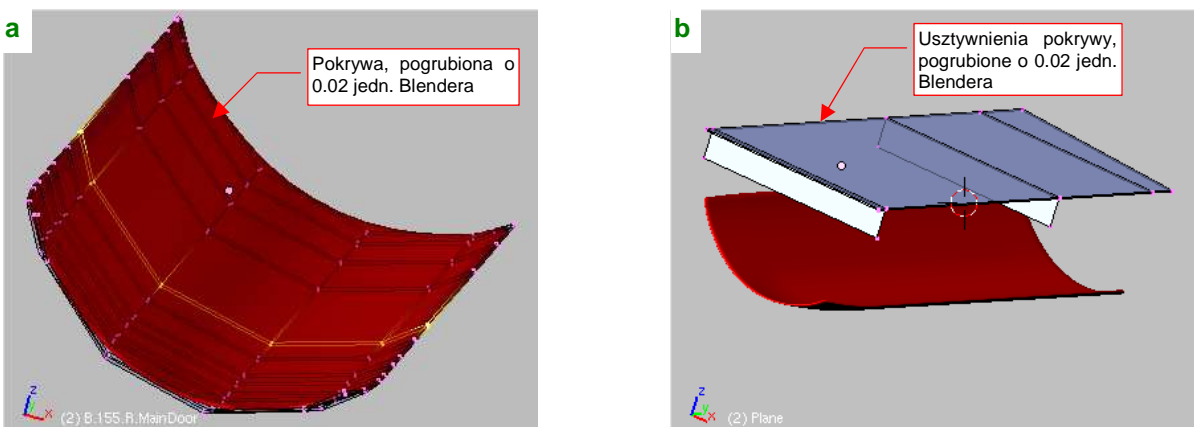
Rysunek 4.17.21 Formowanie bocznej pokrywy podwozia — cz. 2

Boczna pokrywa podwozia jest uformowana, czas zająć się pokrywą główną. Nadaj jej nazwę **B.155.L.MainDoor**. Formowanie zacznij od drobnej poprawki kształtu: zdjęcia wykazują, że tylna krawędź tej pokrywy miała w P-40 fantazyjne wygięcie. Przesuń więc odpowiednio wierzchołki (Rysunek 4.17.22):



Rysunek 4.17.22 Główna pokrywa podwozia — korekta kształtu tylnej krawędzi

Następnie pogrub pokrywę "na grubość blachy" (czyli 2 mm — Rysunek 4.17.23a):

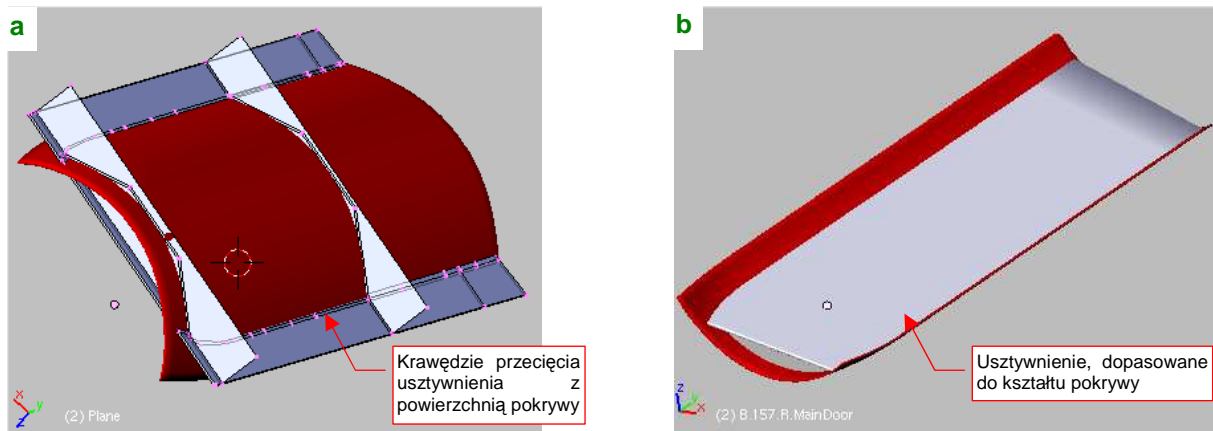


Rysunek 4.17.23 Główna pokrywa podwozia — formowanie wnętrza

Wewnętrzne ścianki pokrywy utworzymy jako oddzielny obiekt (**B.157.L.MainDoor**), z uproszczonego, prostokątnego obrysu (Rysunek 4.17.23b). To usztywnienie pokrywy miało liczne otwory, tak jak inne żebra. Nie bę-

dziemy ich teraz modelować "w siatce" — łatwiej je uzyskać później, za pomocą tekstury. Na ostatecznym obrazie przez te otwory będzie widoczna wewnętrzna powłoka pokrywy.

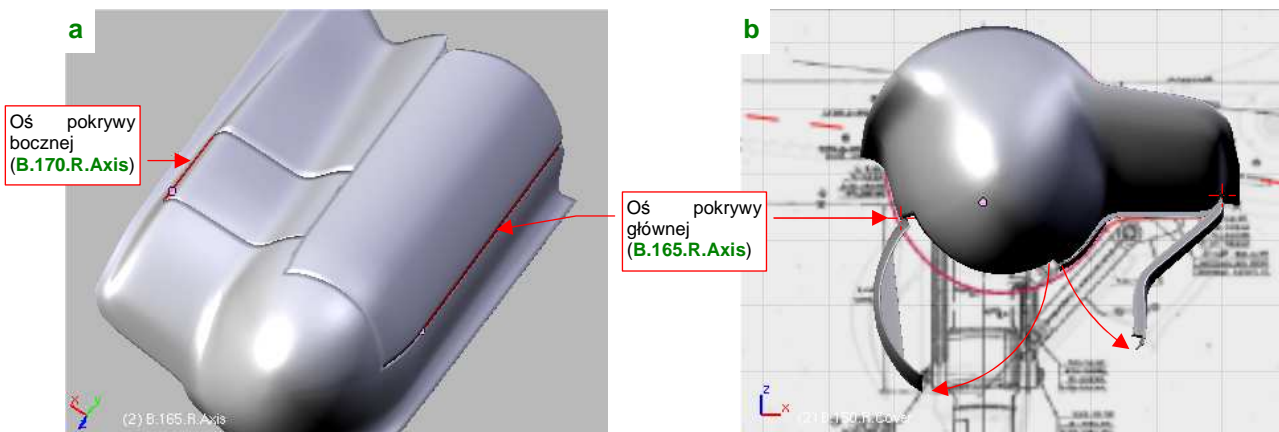
Po przygotowaniu "zgrubnych" kształtów wewnętrznych usztywnień, nasuń je na pokrywę i wyznacz (**Cross Section**) krawędzie przecięcia z jej powierzchnią (Rysunek 4.17.24a):



Rysunek 4.17.24 Główna pokrywa podwozia — dopasowanie zewnętrznych krawędzi usztywnień

Po wyznaczeniu tych linii wystarczy usunąć z siatki usztywnienia dotychczasowe krawędzie zewnętrzne, podstawiając na ich miejsce krawędzie przecięcia. Rysunek 4.17.24b pokazuje rezultat operacji. Oczywiście, na koniec przypisz (relacją **Parent**) usztywnienie (**B.157.L.MainDoor**) do pokrywy (**B.155.L.MainDoor**), aby już zawsze były traktowane jako całość.

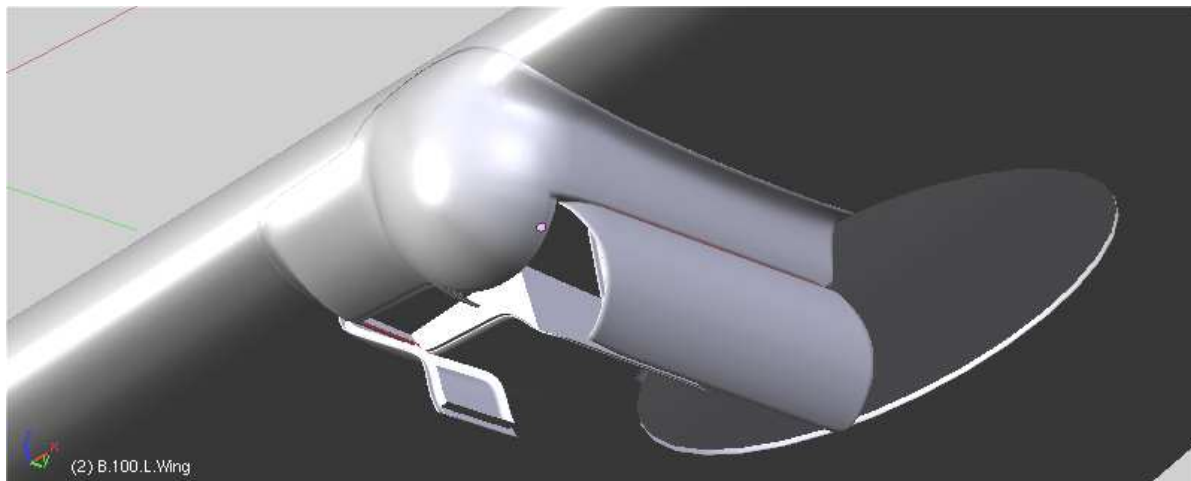
Pozostaje jeszcze dołączyć pokrywy podwozia do owiewki. Proponuję to zrobić za pomocą pomocniczych obiektów — osi. Tak się dodatkowo składa, że nie musimy ich ukrywać. W prawdziwej konstrukcji zawiasy pokryw były przymocowane do poszycia i miały kształt cylindra. Ich średnicę można szacować na podstawie zdjęć na 8 do 10 mm. Wstaw więc podłużne "pręty" o tej średnicy tam, gdzie mają się znajdować zawiasy. Osi głównej pokrywy nadaj nazwę **B.165.L.Axis**, a bocznej — **B.170.L.Axis** (Rysunek 4.17.25a) :



Rysunek 4.17.25 Zamocowanie pokryw do owiewki za pomocą osi

Teraz przypisz (relacją **Parent**) pokrywy do osi, a osie — do owiewki. (Owiewki z kolei przypisz do płata, o ile nie zrobiłeś tego wcześniej). W efekcie, obrót każdej osi wokół lokalnej osi **Z** powoduje realistyczne odchylenie pokryw (Rysunek 4.17.25b). Nie stworzyliśmy jeszcze zespołu goleni podwozia, ale nie zaszkodzi przyłożyć ukończoną owiewkę do rzutu z przodu z rysunków fabrycznych, aby się upewnić, czy wszystko pasuje (Rysunek 4.17.25b). Wygląda na to, że tak. Dolna krawędź owiewki jest nieco ponad obrysem, narysowanym na podstawie zdjęć. To zapewne efekt pochylenia owiewki, wraz z całym płatem, o -1° względem osi X (skrzydło było zamocowane pod tym kątem)

Rysunek 4.17.26 pokazuje ukończoną owiewkę "w pełnej krasie" — z otwartymi pokrywami luku podwozia.



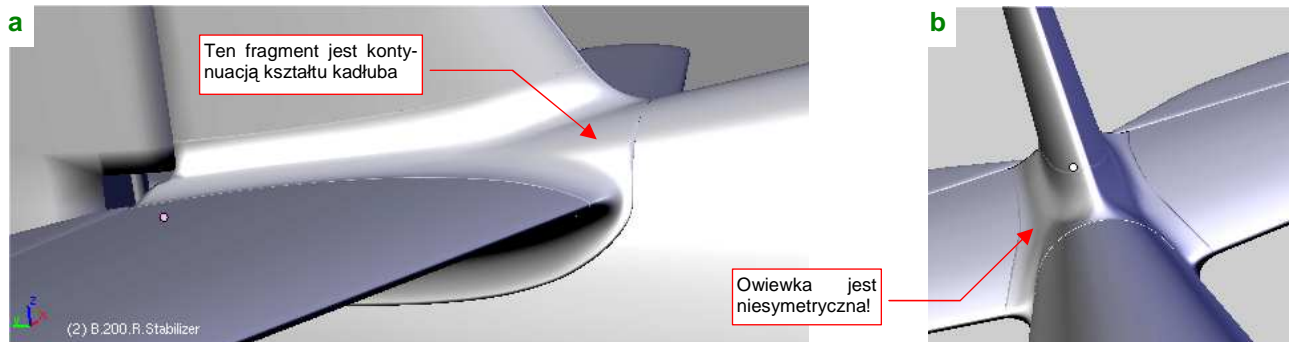
Rysunek 4.17.26 Gotowa owiewka podwozia

Podsumownie

- Owiewka podwozia P-40 jest dobrym przykładem elementu, który na pierwszy rzut oka wydaje się prosty, a potem okazuje się bardzo pracochłonny. Pamiętaj, że podobną ilość pracy może pochłonąć wykonanie wnętrza podwozia, wraz z pokrywami, w innych samolotach. Wszystko zależy od tego, czy zaczniesz odwzorowywać szczegóły wewnętrzne, czy nie!
- Jeżeli wewnętrzna struktura (wręgi, podłużnice) ma prosty kształt, niezależny od kształtu powłoki — można ją wykonać "zgrubnie", jako oddzielny obiekt złożony z prostych płaszczyzn. Potem wystarczy te płaszczyzny "przyciąć", by pasował do poszycia (str. 234-235). Z kadłubem nie mogliśmy tak postąpić, bo podłużnice biegną równoległe do jego powierzchni.

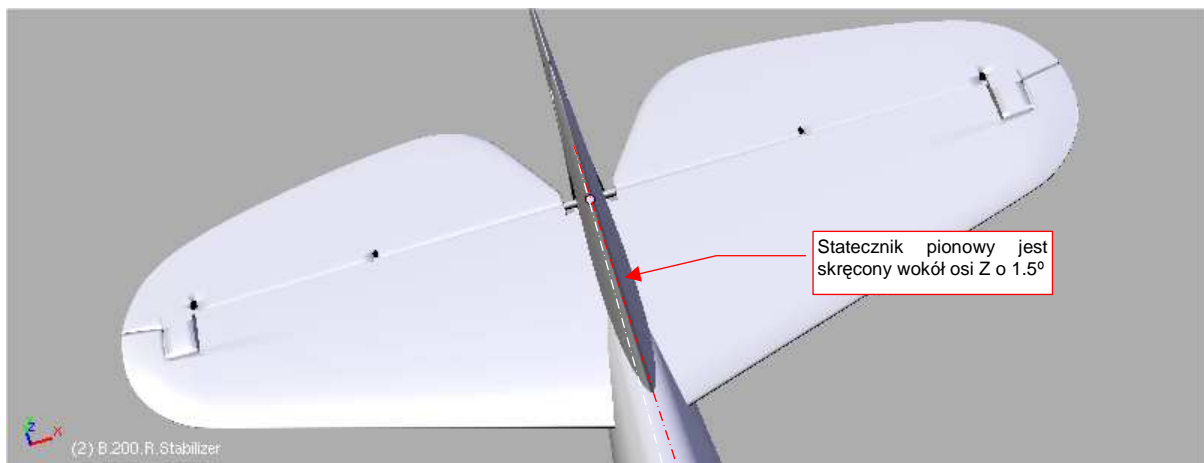
4.18 Oprofilowania połączenia kadłuba i usterzenia

W tej sekcji wykonamy oprofilowanie połączenia kadłuba z usterzeniem pionowym i poziomym. Ten fragment miał skomplikowany kształt (Rysunek 4.18.1a). Nie dość, że był połączeniem oprofilowań dwóch prostopadłych stateczników, to jego przód musi być płynną kontynuacją grzbietu kadłuba:



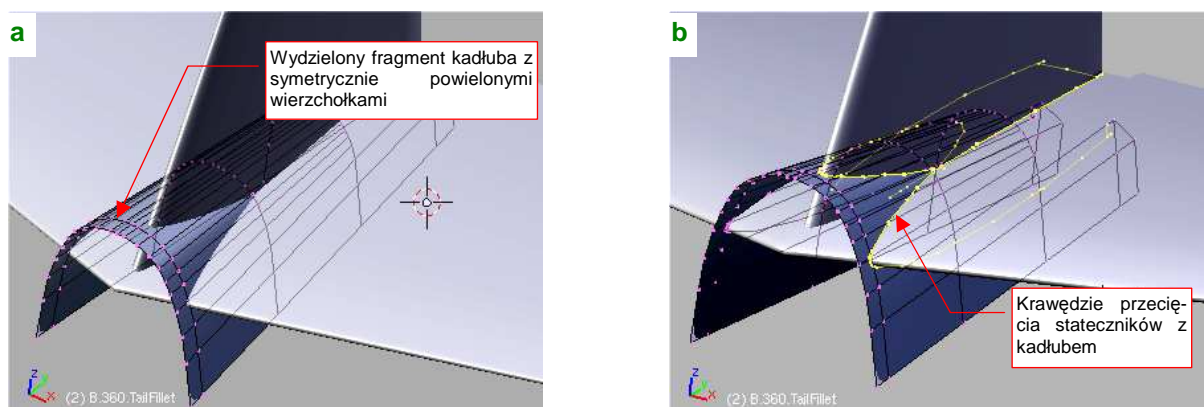
Rysunek 4.18.1 Oprofilowanie krawędzi stateczników i kadłuba

Na dodatek całość nie jest symetryczna wzdłuż osi poprzecznej (**X** — Rysunek 4.18.1b). Tak być musi, gdyż statecznik pionowy był odchylony od osi samolotu o $1,5^\circ$ (Rysunek 4.18.2):



Rysunek 4.18.2 Przyczyna asymetrii oprofilowania — skręcenie statecznika pionowego

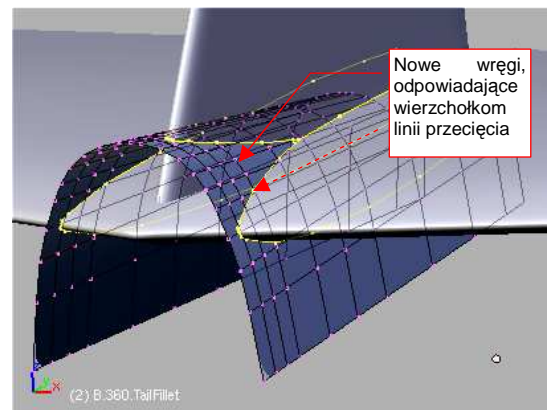
Początkową powłoką, którą zaczniemy przekształcać w owiewkę, jest górny tylny fragment kadłuba (Rysunek 4.18.3a). Skopiuj go (**Shift-D**, *Duplicate*) z oryginalnej siatki i wydziel (*Separate*) w oddzielny obiekt. Nadaj mu nazwę **B.360.TailFillet**. Stwórz także kopie (*Duplicate*) stateczników (to "kopie robocze" — po zakończeniu pracy będzie można je usunąć). Umieść je wszystkie na wydzielonej warstwie.



Rysunek 4.18.3 Symetryczne powielenie wierzchołków fragmentu kadłuba i wyznaczenie krawędzi przecięcia z usterzeniem

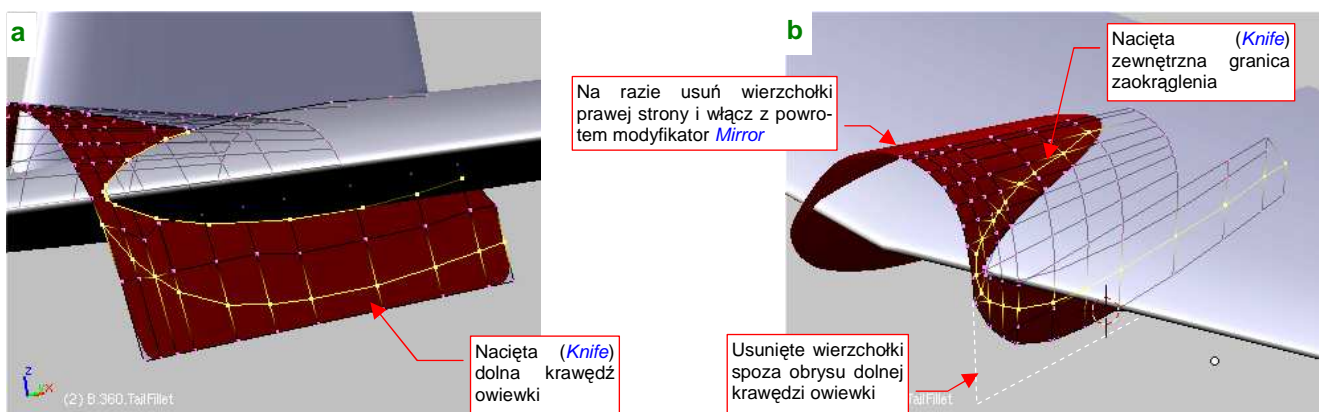
Aby wyznaczyć krawędzi przenikania stateczników i kadłuba, w siatce **B.360.TailFillet** i obydwu kopii stateczników "utrwal" modyfikatory **Mirror** (**Mirror:Apply** — Rysunek 4.18.3a pokazuje efekt). Teraz wyznacz (skryptem **Cross Section**) linie przenikania stateczników i kadłuba (Rysunek 4.18.3b).

W uzyskanych krawędziach usuń niepotrzebne wierzchołki (np. leżące blisko siebie). Następnie porównaj układ pozostawionych punktów z liniami siatki kadłuba. Wstaw (**Loopcut**) w siatkę kadłuba dodatkowe wręgi tam, gdzie wierzchołkowi na krawędzi przecięcia nie odpowiadała żadna linia (Rysunek 4.18.4).



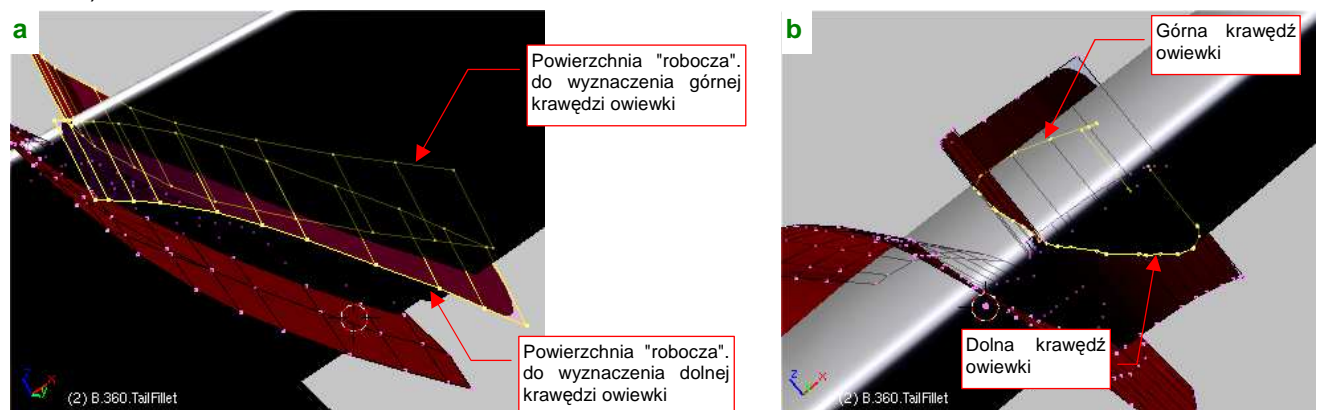
Rysunek 4.18.4 Zagęszczenie siatki powierzchni wyjściowej

Zacniemy od formowania tego, co jest w owiewce symetryczne: oprofilowania krawędzi statecznika poziomego. W związku z tym ukryj (**Specials** → **Hide**) na razie krawędź przenikania ze statecznikiem pionowym. Usuń pozostałe wierzchołki z prawej strony siatki i włącz ponownie modyfikator **Mirror** (względem osi **X** — Rysunek 4.18.5b). Natnij (**Knife**) na siatce nową krawędź, odpowiadającą dolnej krawędzi owiewki (Rysunek 4.18.5a). Możesz zaraz potem usunąć wierzchołki leżące na zewnątrz tej linii (Rysunek 4.18.5b):



Rysunek 4.18.5 Nacięcie zewnętrznej krawędzi zaokrąglenia wokół statecznika poziomego

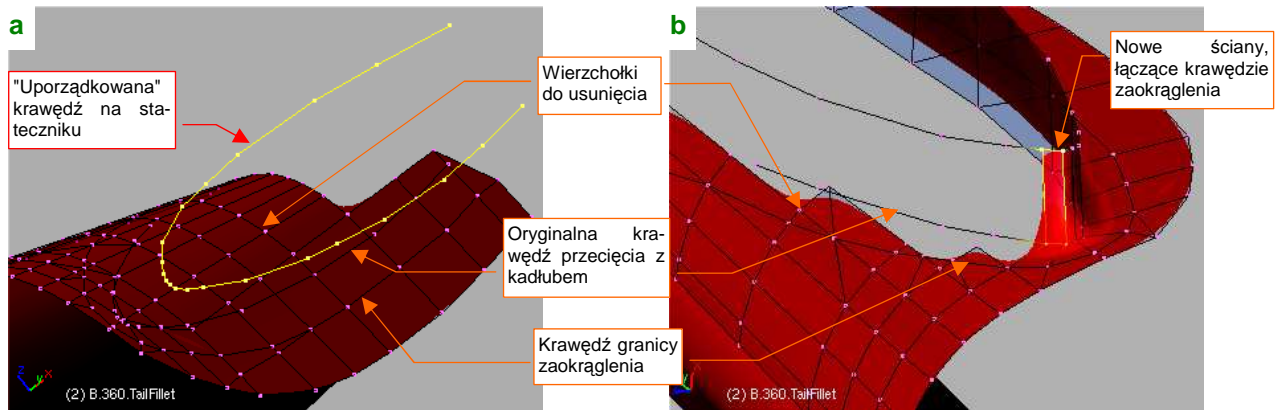
Natnij także na siatce kadłuba zewnętrzną granicę zaokrąglenia wokół statecznika (Rysunek 4.18.5b). Ta krawędź oprofilowania leży na powierzchni statecznika. Aby ją wyznaczyć, przygotuj dwie "robocze", pionowe powierzchnie, wygięte tak jak obrys krawędzi owiewki na górnej i dolnej powierzchni usterzenia (Rysunek 4.18.6a):



Rysunek 4.18.6 Wyznaczenie krawędzi owiewki na stateczniku poziomym

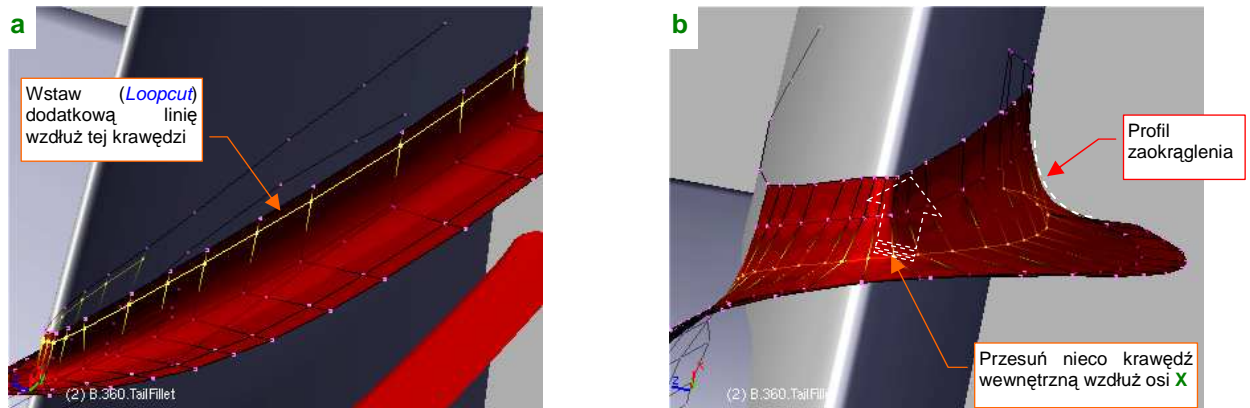
Wyznacz (skryptem **Cross Section**) krawędzie przecięcia tych dwóch powierzchni ze statecznikiem (Rysunek 4.18.6b). Potem usuną już niepotrzebne powierzchnie "robocze".

Połącz górną i dolną krawędź przecięcia w jedną linię. Usuń z niej także niepotrzebne wierzchołki (np. jednym z każdej pary położonych blisko siebie punktów) (Rysunek 4.18.7a):



Rysunek 4.18.7 Zbudowanie zaokrąglenia wokół statecznika poziomego

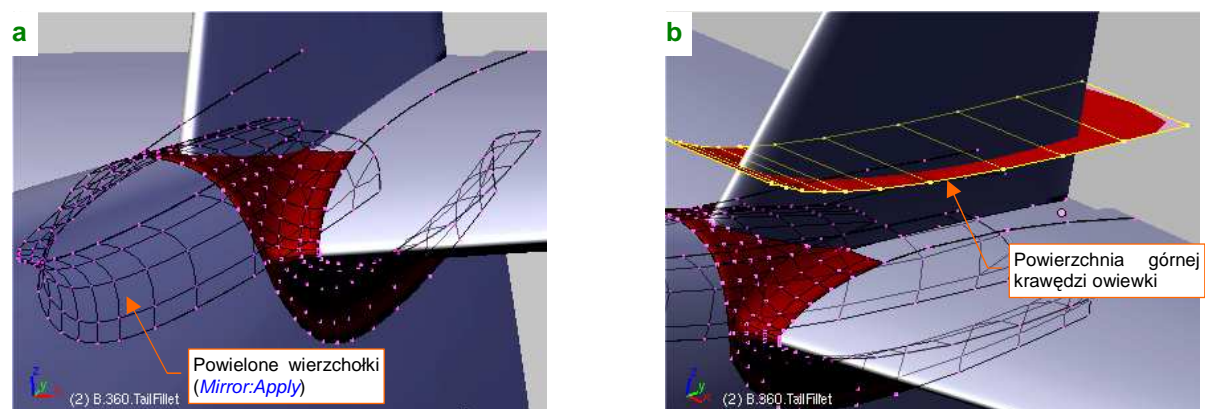
Usuń wierzchołki z wnętrza obszaru obramowanego krawędzią granicy zaokrąglenia statecznika poziomego. Na ich miejsce stwórz nowe ściany, w oparciu o trzy wyznaczone wcześniej krawędzie (Rysunek 4.18.7b). W ten sposób włączysz je w siatkę. Na koniec dodaj (*Loopcut*) dodatkową linię wzdłuż krawędzi na stateczniku (Rysunek 4.18.8a):



Rysunek 4.18.8 Profilowanie zaokrąglenia wokół statecznika poziomego

Widzisz już, co uzyskaliśmy? Poprzeczne zaokrąglenie wokół statecznika jest oparte w zasadzie na trzech liniach (dwie dodatkowe w pobliżu krańców to tylko "wyrównanie na śruby", którymi była przykręcona owiewka). Profil zaokrąglenia zależy przede wszystkim od linii wewnętrznej (oryginalnej linii przecięcia statecznika z kadłubem). Przesuń odrobinę tę linię na zewnątrz, wzdłuż osi **X**, by uzyskać łagodniejsze zaokrąglenie (Rysunek 4.18.8b).

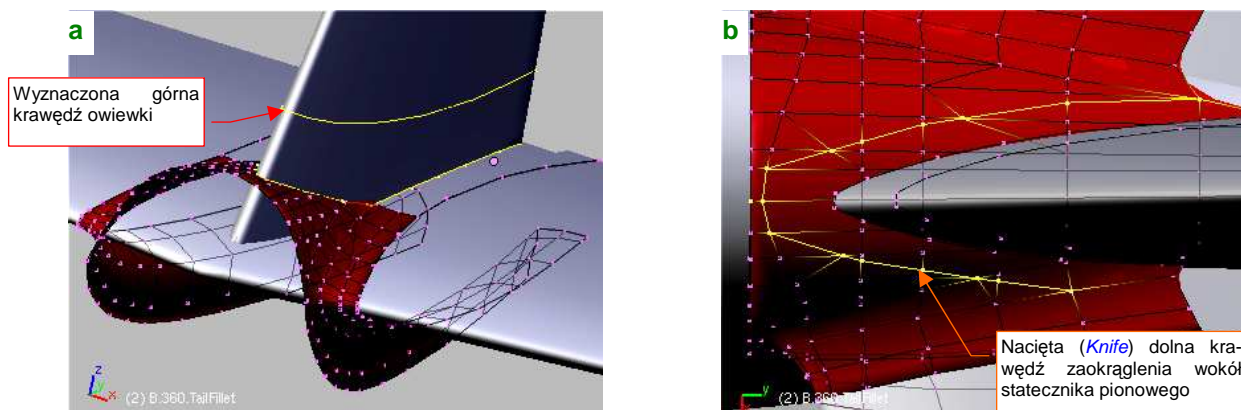
Podobną techniką wykonamy zaokrąglenie wokół usterzenia pionowego. Zaczynij od symetrycznego powielenia kształtu owiewki względem osi **X** (*Mirror:Apply*) (Rysunek 4.18.9a) :



Rysunek 4.18.9 Profilowanie zaokrąglenia wokół statecznika poziomego

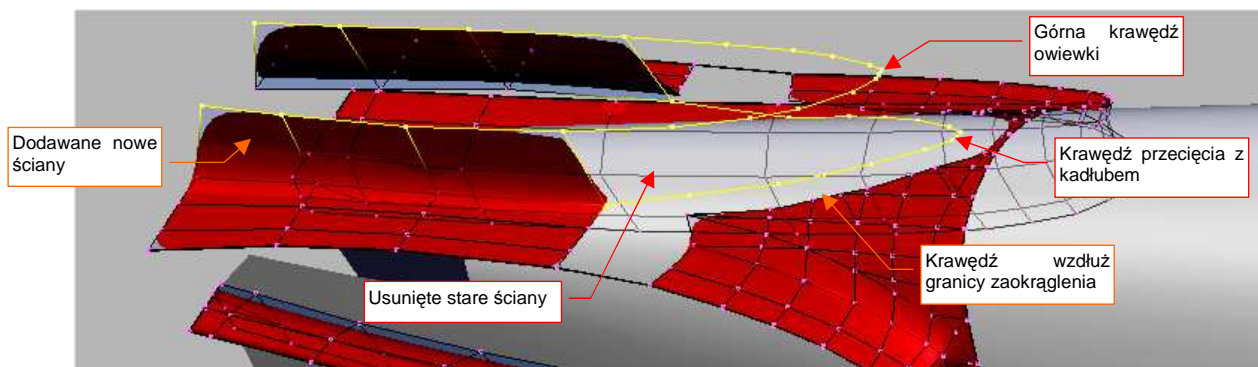
Powielenie symetrycznych wierzchołków jest już konieczne, bo statecznik poziomy jest umieszczony niesymetrycznie (str. 237). Pamiętaj, aby przed powieleniem wierzchołków owiewki do ostatniego szczegółu ukształtować zaokrąglenie wokół statecznika poziomego. Jeżeli o czymś zapomnisz, po powieleniu będziesz miał dwa razy więcej roboty z ewentualnymi poprawkami!).

Podobnie jak w przypadku usterzenia poziomego, do wyznaczenia krawędzi leżącej na stateczniku używam "roboczej" powierzchni, wygiętej tak, jak obrys z boku górnej krawędzi owiewki (Rysunek 4.18.9b). Tym razem obrys był z obydwu stron taki sam, więc można użyć jednej, a nie dwóch "roboczych" powierzchni. Jej przecięcie ze statecznikiem pionowym to górna krawędź owiewki. Po wyznaczeniu tej krawędzi uprość ją, usuwając powielone/umieszczone blisko siebie wierzchołki (Rysunek 4.18.10a). Usuń także powierzchnię "roboczą".



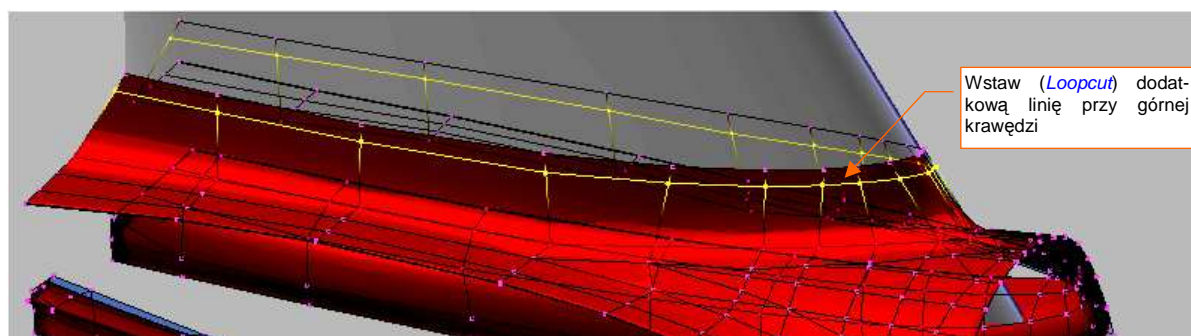
Rysunek 4.18.10 Budowanie krawędzi wokół statecznika pionowego

Natnij (*Knife*) na górnej powierzchni owiewki granicę zaokrąglenia wokół statecznika pionowego (Rysunek 4.18.10a). Usuń wierzchołki z jej wnętrza, pozostawiając tylko dwie wyznaczone wcześniej krawędzie (Rysunek 4.18.11):



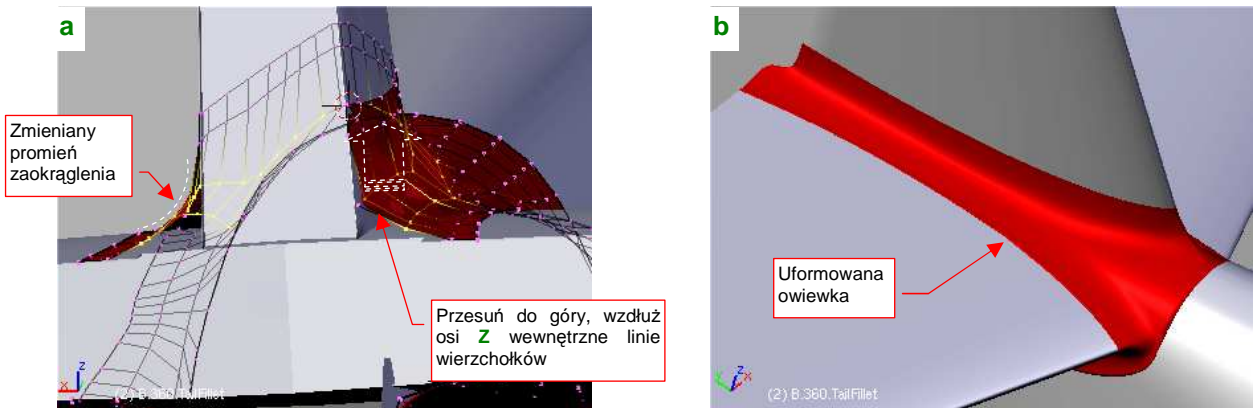
Rysunek 4.18.11 Budowanie nowych ścian wokół statecznika pionowego

W oparciu o te trzy krawędzie zacznij budować nowe ściany (Rysunek 4.18.11). Potem wstaw (*Loopcut*) dodatkową linię wierzchołków w pobliżu górnej granicy owiewki (to takie "wygładzenie na śruby") (Rysunek 4.18.12):



Rysunek 4.18.12 Wstawienie dodatkowej linii wierzchołków

Podnieś trochę do góry, wzdłuż osi **Z**, środkową linię punktów sterujących (Rysunek 4.18.13a). W ten sposób sterujesz poprzecznym zaokrągleniem owiewki w tym miejscu. Nadaj mu kształt łuku o dość dużym promieniu. (W prawdziwym P-36/40 owiewka zakrywała rząd śrub, którym statecznik pionowy był przymocowany do statecznika poziomego.)



Rysunek 4.18.13 Wykończenie kształtu wokół statecznika pionowego

Rysunek 4.18.13b pokazuje gotową owiewkę. Po zakończeniu pracy usuń kopie statecznika pionowego i poziomego, których używaliśmy do wyznaczenia krawędzi przenikania i dopasowaniu kształtu owiewki. (Stworzyliśmy je na początku tej sekcji — str. 237). Przenieś gotową owiewkę na tę samą warstwę, co tył kadłuba.

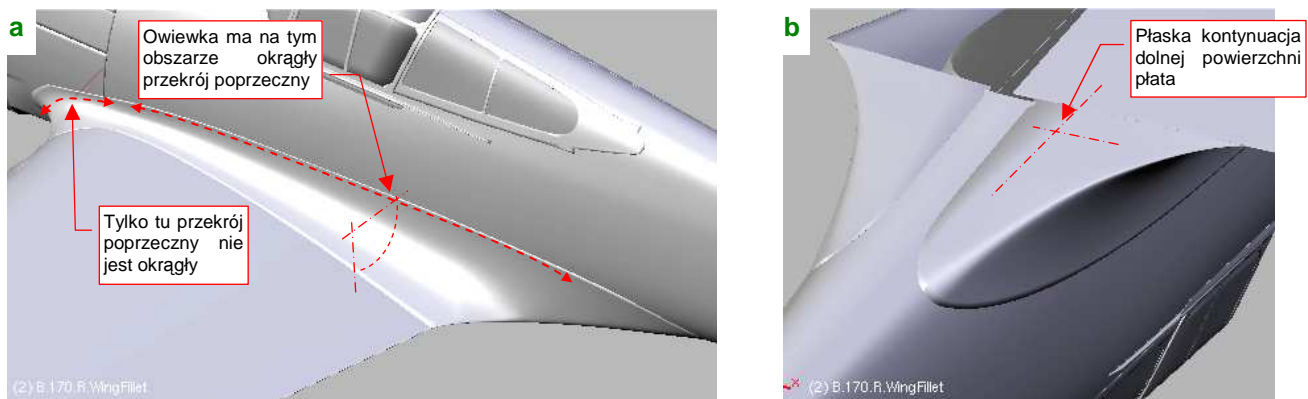
Podsumownie

- Oprofilowanie połączenia usterzenia z kadłubem było w P-40 bardzo "pogiętym" kawałkiem blachy. Na szczęście w większości konstrukcji z okresu II Wojny Światowej ten fragment ma bardzo podobny kształt. Metody, zaproponowaną w tej sekcji możesz użyć, opracowując inne modele samolotów z tych lat.

4.19 Oprofilowanie połączenia kadłuba i płata

Oprofilowanie połączenia kadłuba i płata było w P-40 całkiem sporym elementem: zajmowało prawie połowę długości samolotu! Inna sprawa, że w pierwszej generacji dolnopłatów, opracowanych w połowie lat 30-tych, takie wielkie owiewki były "modne"¹. (P-40 odziedziczył je, wraz z całym kadłubem, po P-36, którego kształt wyróżnił się na deskach kreślarskich jesienią 1934r.)

Ze zdjęć wynika, że owiewka płata w P-40 miała w zasadzie okrągły przekrój poprzeczny (Rysunek 4.19.1a). Zmieniał się w nieco mniej regularny tylko w przedniej części, wzdłuż osłony silnika. Dolna powierzchnia owiewki była płaską kontynuacją dolnej powierzchni płata (Rysunek 4.19.1b):

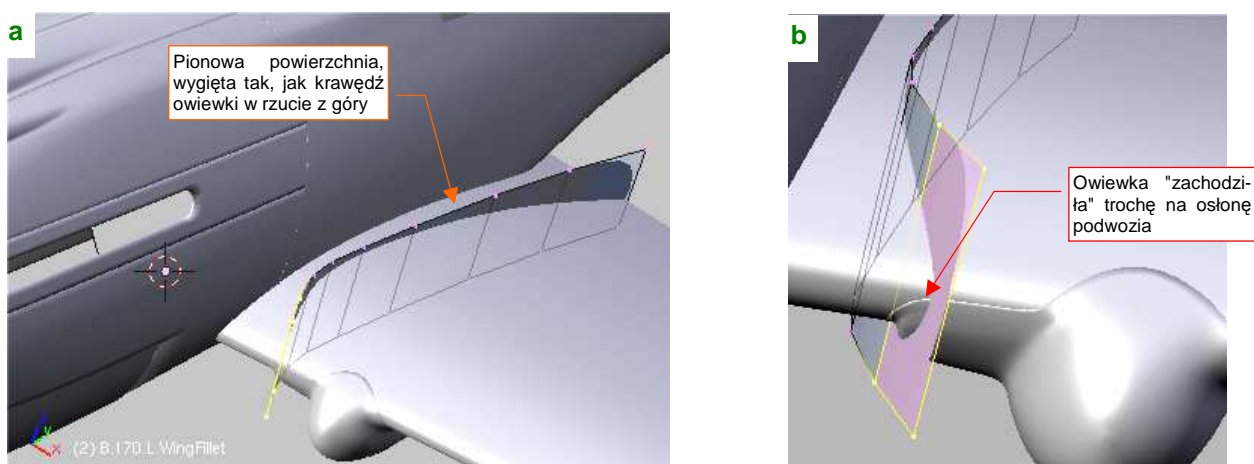


Rysunek 4.19.1 Owiewka połączenia skrzydła z kadłubem

Owiewkę płata moglibyśmy wykonać taką samą techniką jak owiewkę usterzenia: zbudować ściany w oparciu o trzy krawędzie, potem zaokrąglić. Sądzę jednak, że ta metoda nie nadaje się do tak dużych elementów. Trudno za jej pomocą uzyskać regularny, okrągły, przekrój poprzeczny wzdłuż całej długości owiewki. Oprofilowanie połączenia płata i kadłuba wykonamy więc metodą dokładniejszą, choć nieco bardziej pracochłonną.

Zacniemy od wyznaczenia zarysów granic owiewki: krawędzi na kadłubie i na skrzydle. Linie te będą pełniły rolę pomocniczą, o czym przekonasz się za chwilę.

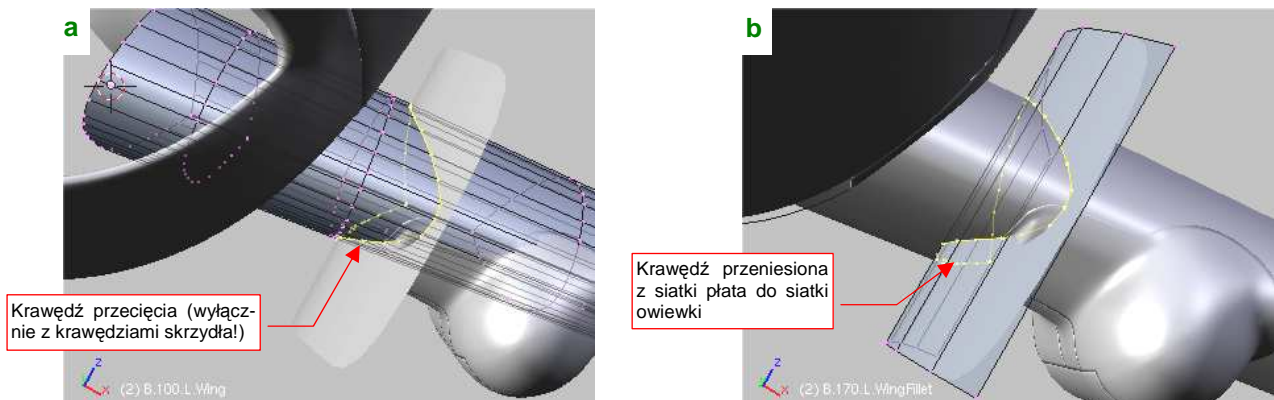
Zewnętrzną krawędź owiewki wyznaczamy tak, jak krawędzie w poprzedniej sekcji: stwórz pomocniczą powierzchnię, wygiętą tak, jak krawędź w rzucie z góry (Rysunek 4.19.2a).



Rysunek 4.19.2 Powierzchnia pomocnicza, do wyznaczenia krawędzi owiewki na płacie

¹ Nie miał ich tylko Messerschmitt Bf-109. Może dlatego, że przejął je od swojego poprzednika, sportowego Bf-108 Tajfun? (Bf-108 był opracowany jeszcze wcześniej)

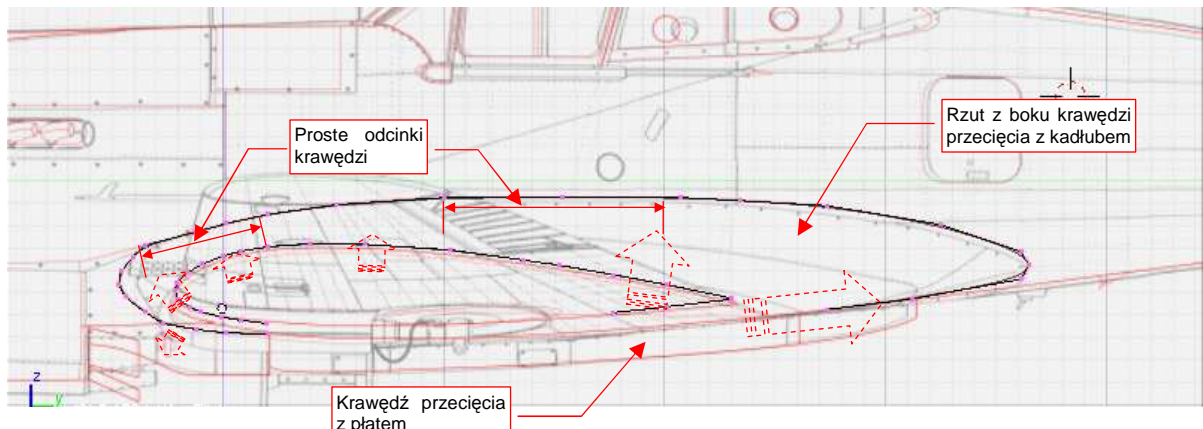
Zwróć uwagę, że krawędź owiewki "zachodziła" na krawędź owiewki goleni podwozia (Rysunek 4.19.2b). Siatka płata jest na tyle gęsta, że przecięcia jej krawędzi z powierzchnią pomocniczą w zupełności wystarczą do wyznaczenia konturu owiewki. Oznacza to, że opcjach skryptu *Cross Section* możesz wyłączyć *Use B edges* (por. str. 804). Rezultatem będzie linia wierzchołków, należąca do siatki skrzydła (Rysunek 4.19.3a):



Rysunek 4.19.3 Wyznaczenie krawędzi owiewki

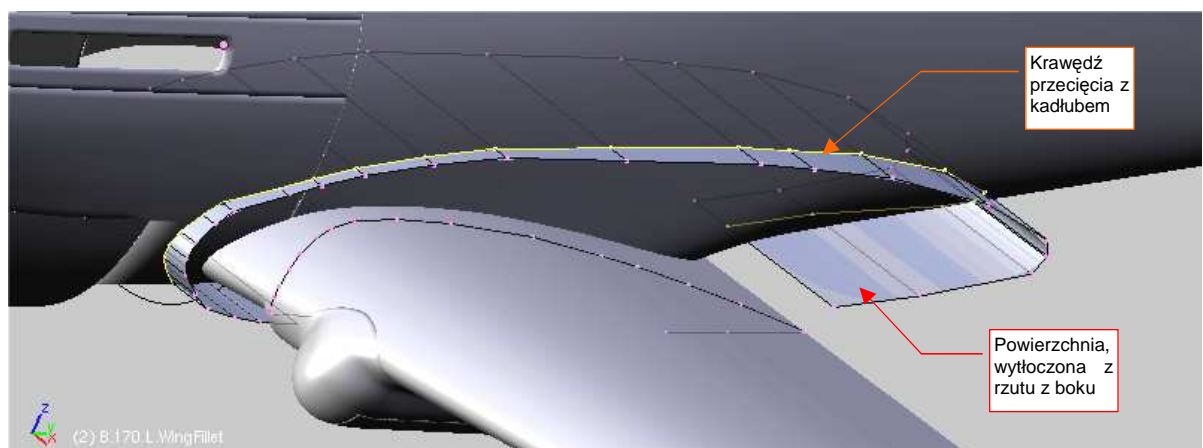
Aby przenieść tę linię do siatki przyszłej owiewki (**B.170.L.WingFillet**), wydziel ją (*Separate*) z siatki płata i włącz do siatki owiewki (Rysunek 4.19.3b).

Wyznaczenie przeciwległej, kadłubowej krawędzi owiewki, zacznij od rzutu z boku. Skopiuj wyznaczoną przed chwilą krawędź na płacie i powiększ ją. Dopasuj położenie wierzchołków tej linii tak, by jak najlepiej odwzorowały krawędź owiewki na kadłubie (Rysunek 4.19.4).



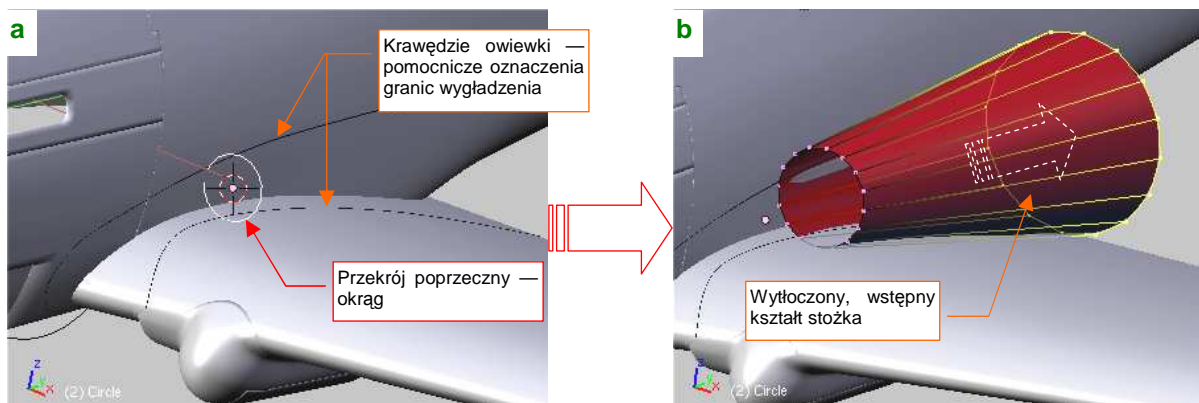
Rysunek 4.19.4 Uformowanie obrysu (rzutu z boku) drugiego krańca owiewki

Wyznaczoną krawędź wytłocz wzdłuż osi **X**, i wyznacz jej linię przecięcia z kadłubem (Rysunek 4.19.5):



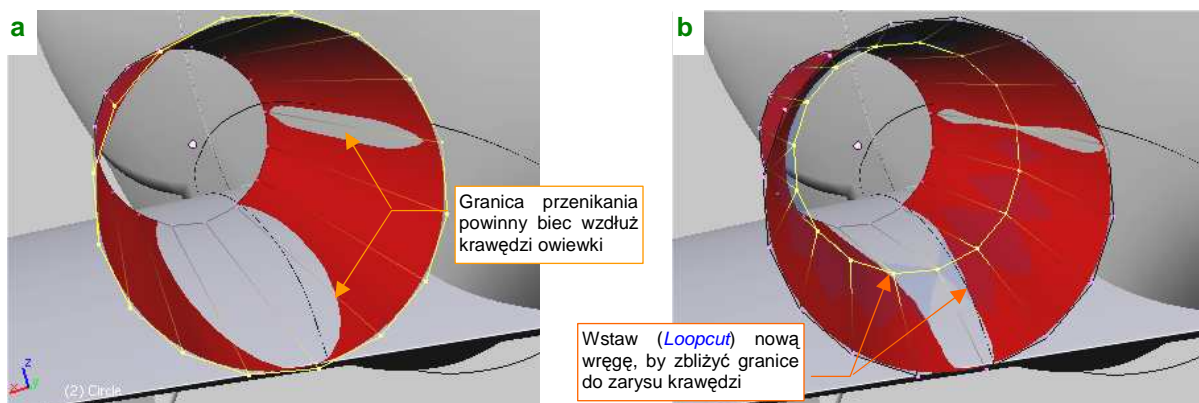
Rysunek 4.19.5 Wyznaczenie drugiej krawędzi owiewki

Krawędzie, wyznaczone przed chwilą, będą pełniły rolę linii pomocniczych podczas kształtowania właściwej powłoki owiewki. Zaczynij ją od narysowania i umieszczenia we właściwym miejscu jej przekroju poprzecznego — okręgu (Rysunek 4.19.6a) :



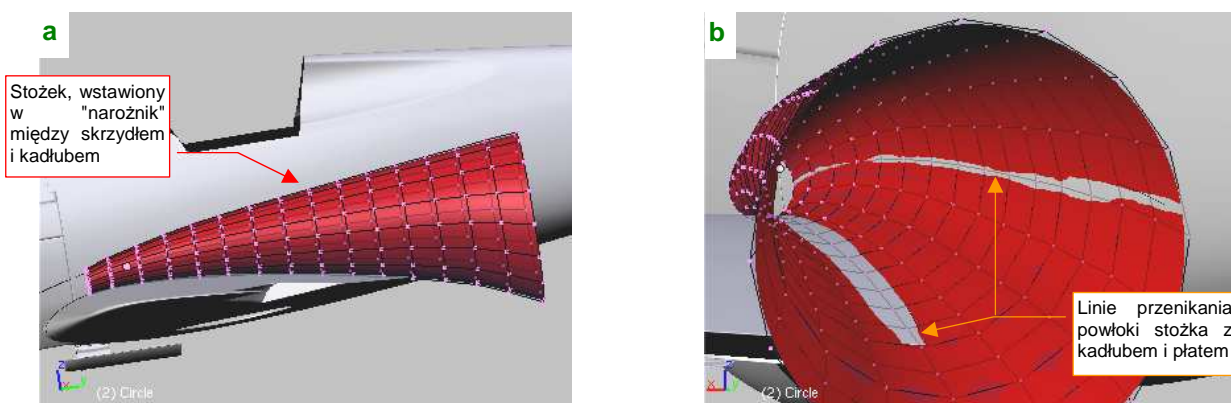
Rysunek 4.19.6 Początek formowania właściwej powłoki owiewki

Następnie przekształć okrąg w stożek (poprzez wytłoczenie i powiększenie nowej wręgi). Podstawę stożka umieść na krawędzi spływu skrzydła (Rysunek 4.19.6b). Jej rozmiar i położenie w płaszczyźnie **ZX** dobierz tak, by pasowała do założonych krawędzi owiewki (Rysunek 4.19.7a):



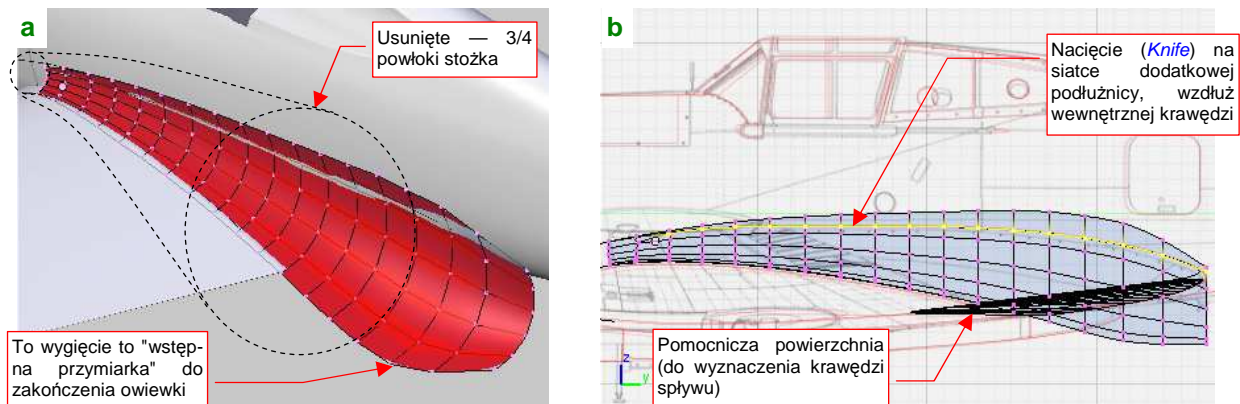
Rysunek 4.19.7 Zasada formowania stożka powłoki owiewki

Granica przenikania kadłuba i płata z powierzchnią prostego stożka daleka jest jeszcze od założonego obrysu (Rysunek 4.19.7a). Aby tę sytuację poprawić, wstaw (*Loopcut*) w środek powłoki kolejną wręgę, i powtórnie dopasuj do płata i kadłuba jej rozmiar (poprzez zmianę skali) oraz położenie w płaszczyźnie **ZX** (Rysunek 4.19.7b). Rysunek 4.19.8a pokazuje powierzchnię, jaką uzyskasz metodą takich kolejnych przybliżeń. Rysunek 4.19.8b pokazuje wnętrze tej powłoki — widać regularny przebieg linii styku z kadłubem i płatem:



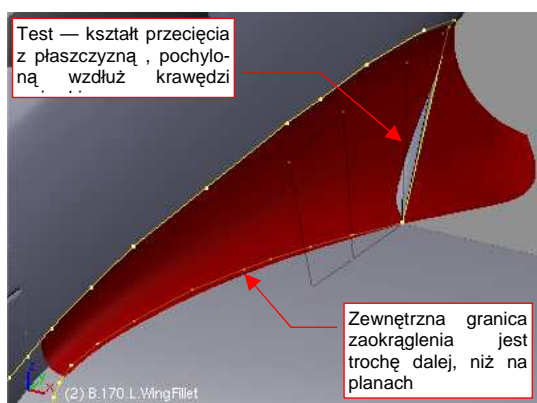
Rysunek 4.19.8 Gotowa powłoka stożkowa, dopasowana do kadłuba i płata

Powierzchnia owiewki mieści się w $\frac{1}{4}$ powierzchni stożka, który stworzyliśmy. Formowaliśmy go, używając pełnych okręgów tylko dlatego, żeby środek skalowania (w trybie *Bounding Box*) leżał w geometrycznym środku wręgi. Teraz jednak należy się z tym nadmiarem rozstać. Usuń niepotrzebne wierzchołki — czyli $\frac{3}{4}$ powierzchni stożka (Rysunek 4.19.9a):



Rysunek 4.19.9 Przekształcanie stożka w powłokę owiewki

Kolejnym krokiem jest usunięcie ścian leżących poza krawędzią oprofilowania na kadłubie (Rysunek 4.19.9b). Natnij (*Knife*) linię wzdłuż docelowego przebiegu krawędzi (Rysunek 4.19.9b), a następnie usuń wszystkie leżące ponad nią wierzchołki.

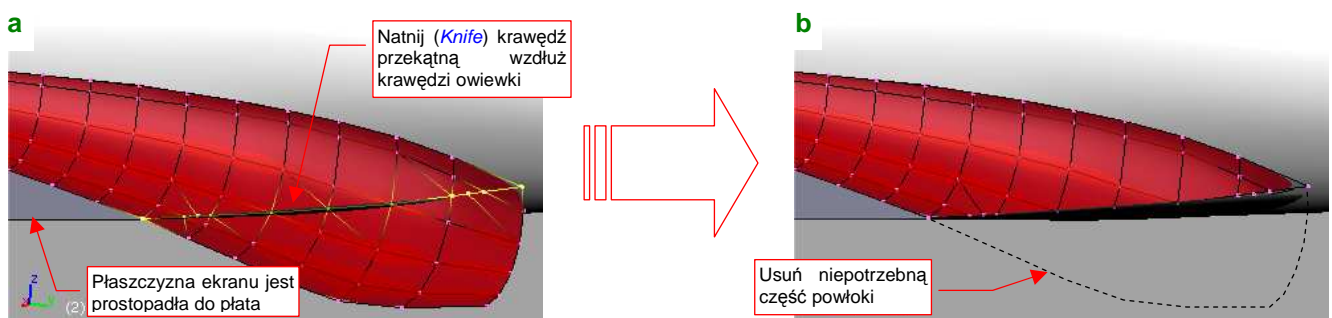


Rysunek 4.19.10 Powłoka owiewki i zarysy krawędzi

Rysunek 4.19.10 przedstawia rezultat — powłokę, która zaczyna przypominać docelowy kształt owiewki. Na ilustracji są zaznaczone zarysy konturów, stworzone na początku tej sekcji. Pomocniczy kontur na kadłubie dokładnie pokrywa się z krawędzią powłoki. Kontur na skrzydle znajduje się jednak wewnątrz uzyskanej powierzchni (łączy się z nią dopiero na krawędzi spływu). Taki przebieg krawędzi musi wystąpić, jeżeli przekrój poprzeczny ma być okrągły, a krawędź na kadłubie ma mieć kształt, jak na planach. Jediną możliwością zachowania okrągłego przekroju oprofilowania okazało się odsunięcie zewnętrznych krawędzi owiewki na nieco większą odległość od kadłuba, niż narysowana na planach (Rysunek 4.19.10). Doszedłem do

wniosku, że w tym szczególe autor rysunków mógł się nieznacznie mylić.

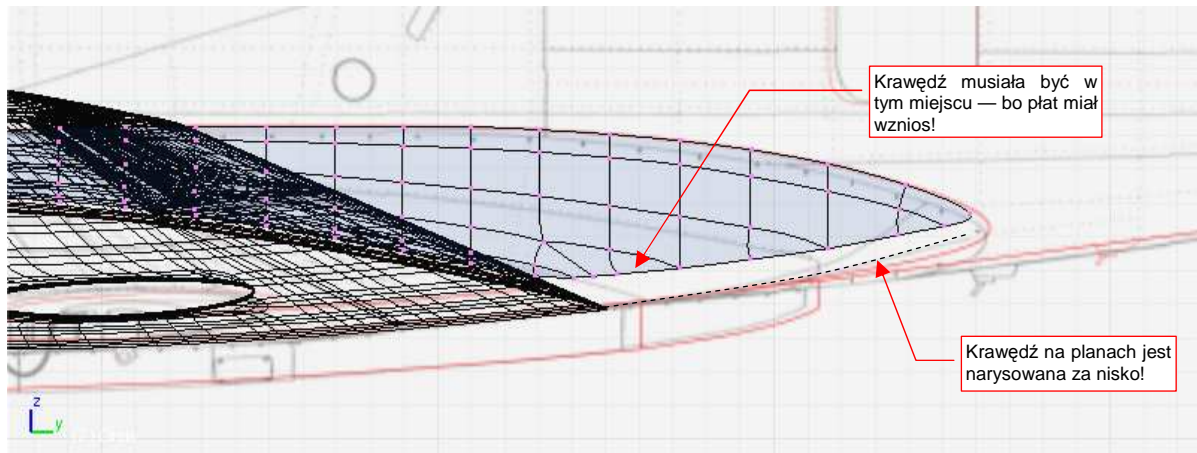
Następną czynnością jest odcięcie niepotrzebnej (w tej postaci!), dolnej części owiewki. Natnij (*Knife*) na siatce linię tam, gdzie oprofilowanie miało krawędź spływu (Rysunek 4.19.11a):



Rysunek 4.19.11 Usunięcie niepotrzebnej, dolnej części owiewki

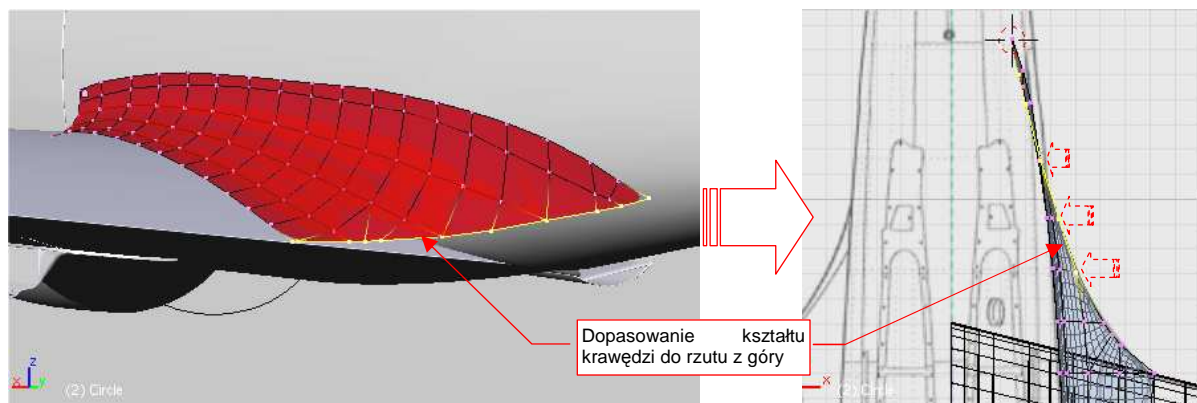
Usuń wierzchołki umieszczone poniżej naciętej linii (Rysunek 4.19.11b).

Przyjrzyjmy się na chwilę wynikowi, zestawiając go z planami (z rzutem z boku — Rysunek 4.19.12). Linia przerywaną podkreśliłem na nim zarys krawędzi owiewki na oryginalnym rysunku. Jak widzisz, jest zdecydowanie poniżej tej, którą uzyskaliśmy w wyniku cięcia powłoki. Nie przejmuj się, to błąd często występujący na planach modelarskich: autor rysując rzut z boku zapomina, że skrzydło miało wznios!



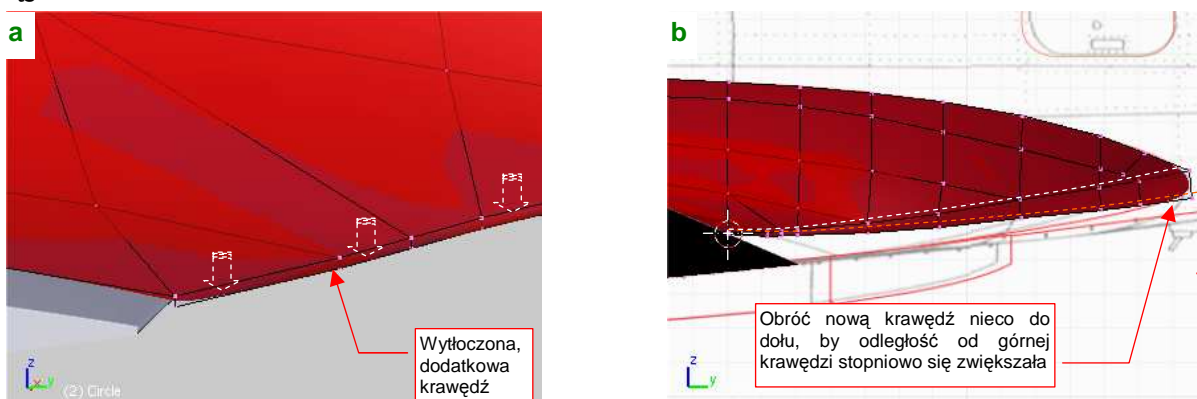
Rysunek 4.19.12 Porównanie położenia krawędzi owiewki z planami (M. Łukasika)

Uzyskana krawędź wymaga niewielkich poprawek, aby pasowała do rzutu z góry. (W tym fragmencie planów obrys był zgodny ze zdjęciami, więc możemy im zaufać). Zrób to, przesuując poszczególne wierzchołki krawędzi wzdłuż osi X (Rysunek 4.19.13):



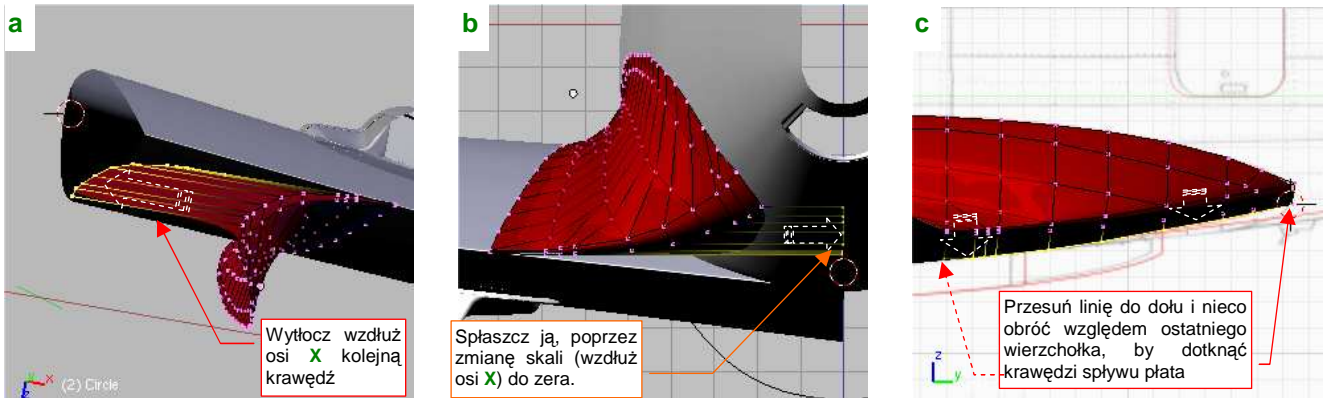
Rysunek 4.19.13 Drobne poprawki kształtu krawędzi

Czas zaokrąglić tę krawędź: wytłocz z niej kolejną (Rysunek 4.19.14a). Odsuń ją na niewielką odległość wzdłuż osi Z (dokładniej: na grubość, jaką nadałeś krawędzi splywu skrzydła). Potem obróć te wierzchołki wokół krawędzi splywu płata do dołu, o kilka stopni (Rysunek 4.19.14b) — aby uzyskać na końcu owiewki odpowiednie zaokrąglenie:



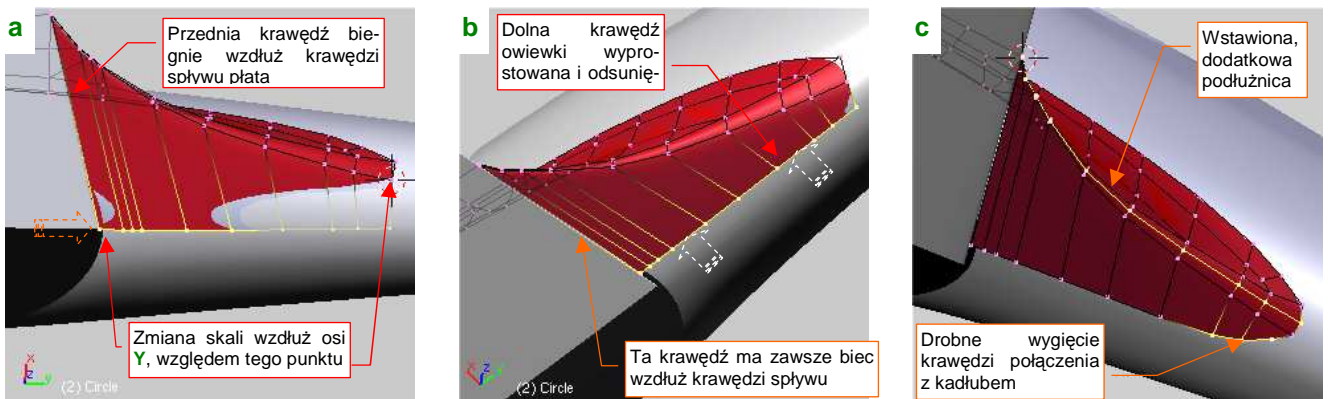
Rysunek 4.19.14 Wytłoczenie nowych ścian wzdłuż krawędzi

Teraz wytłocz utworzoną przed chwilą krawędź wzdłuż osi **X** (Rysunek 4.19.15a). "Spłaszcz" ją (poprzez zmianę skali do zera wzdłuż osi **X** — Rysunek 4.19.15b). Przesuń tę nową krawędź do dołu, tak, by dotykała dolnej powierzchni płata (Rysunek 4.19.15c) :



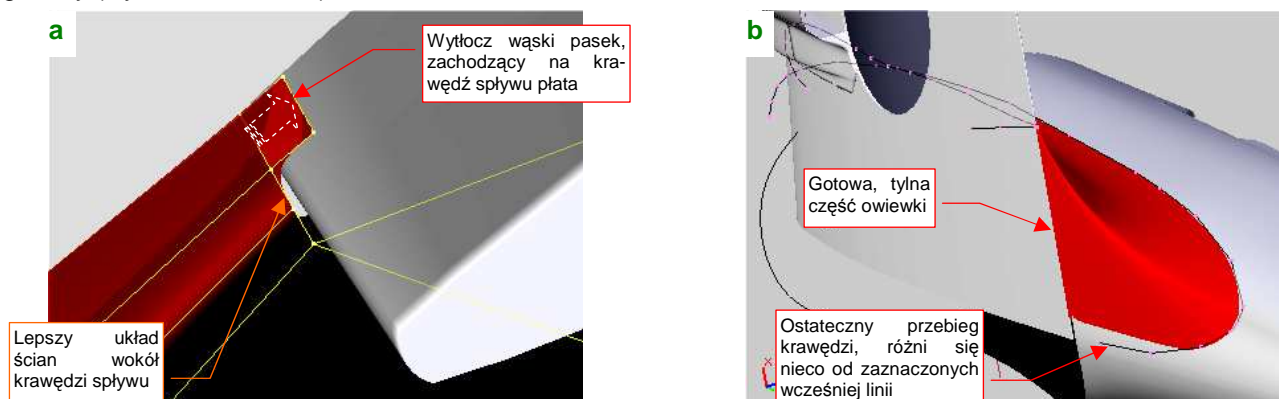
Rysunek 4.19.15 Formowanie spodu tylnej części owiewki (1)

Stworzyliśmy w ten sposób dolne ściany owiewki. "Ściśnij" utworzoną linię wierzchołków (poprzez zmianę skali wzdłuż osi **Y** względem ostatniego punktu) tak, by krawędź oprofilowania biegła wzdłuż krawędzi splywu płata (Rysunek 4.19.16a). Teraz, aby ściany owiewki przylegały do dolnej powierzchni kadłuba, wyprostuj ostatnią krawędź w linię prostą (zmiana skali do zera wzdłuż osi **Z**) i przesuń ją nieco na zewnątrz (Rysunek 4.19.16b):



Rysunek 4.19.16 Formowanie spodu tylnej części owiewki (2)

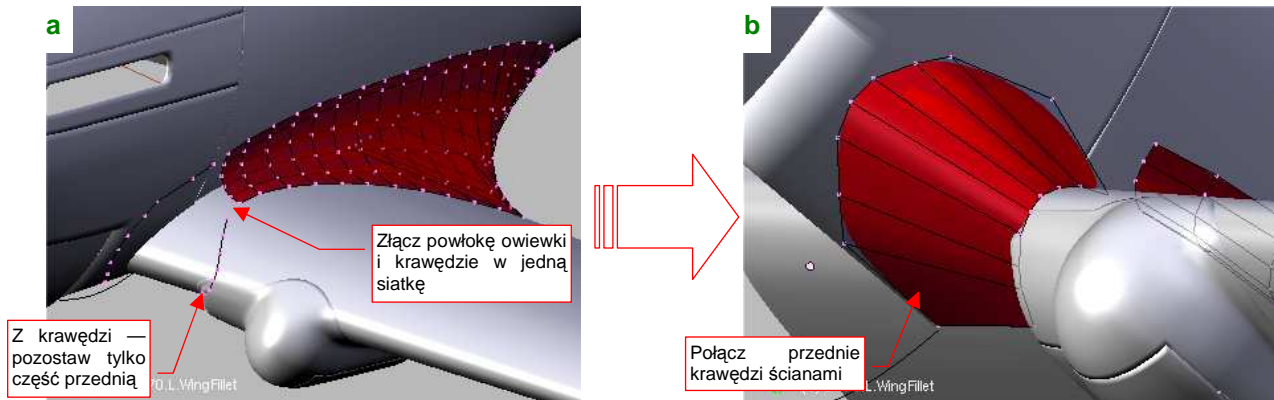
Aby zmniejszyć promień zaokrąglenia krawędzi splywu oprofilownia, wstaw (*Loopcut*) pomiędzy jej górną i dolną krawędź jeszcze jedną linię wierzchołków (Rysunek 4.19.16c). (Potem przesuń nieco linie sąsiednie do kadłuba, wzdłuż osi **X**). Popraw także wierzchołki przy końcu linii, wyginając krawędź na zewnątrz (Rysunek 4.19.16c). "Nasuń" owiewkę na krawędź splywu płata poprzez wytłoczenie dodatkowej, wąskiej ściany na jego granicy (Rysunek 4.19.17a):



Rysunek 4.19.17 Formowanie spodu tylnej części owiewki (3)

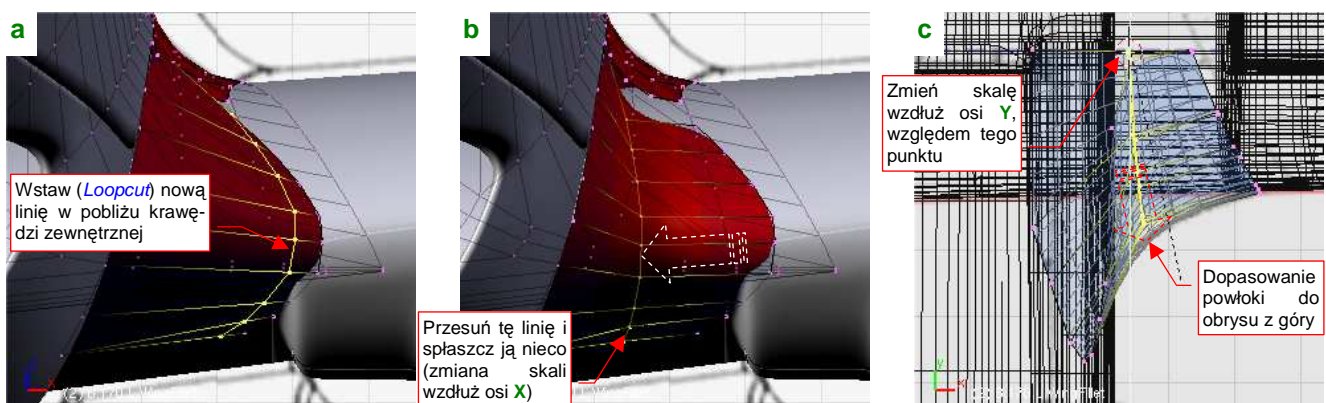
Uformowaliśmy w ten sposób gotową tylną część oprofilowania. Zwróć uwagę, że dolna krawędź jej połączenia z kadłubem biegnie inaczej niż założona (Rysunek 4.19.17b). Tym niemniej tak właśnie wyglądała na zdjęciach (fragment rzutu z boku, według którego uzyskaliśmy wzorcowy zarys, nie był dokładny).

Pora połączyć powłokę, którą stworzyliśmy, z krawędziami owiewki (Rysunek 4.19.18a). Usuń już obydwie pomocnicze zarysy krawędzi owiewki, za wyjątkiem odcinków biegnących wzdłuż okapotowania silnika. Połącz te odcinki ścianami — uformujemy z nich tę część oprofilowania, która nie miała okrągłego przekroju poprzecznego (Rysunek 4.19.18b):



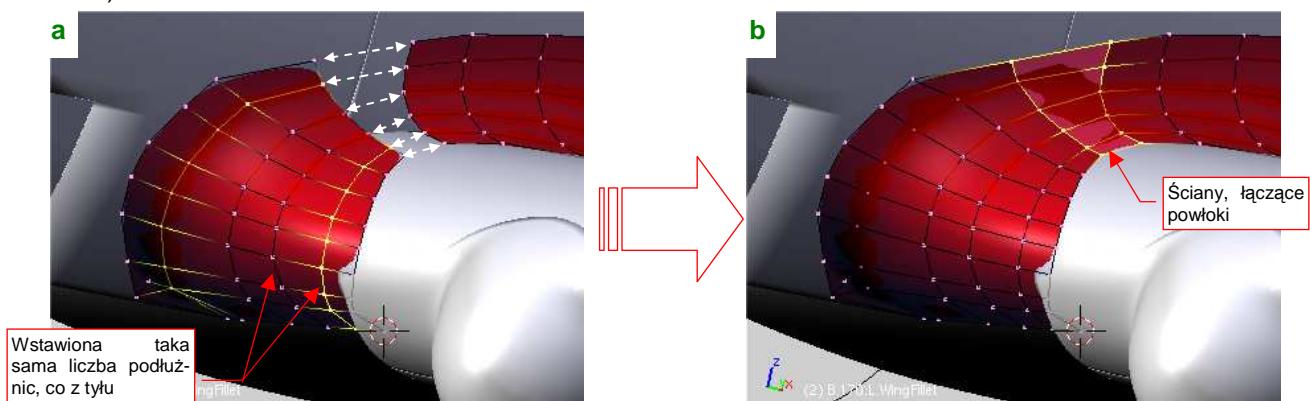
Rysunek 4.19.18 Formowanie przedniej części owiewki (1)

Zacznij "zaokrąślać" ten odcinek powłoki. Wstaw (*Loopcut*) w pobliżu zewnętrznej krawędzi nową linię wierzchołków (Rysunek 4.19.19a). Przysuń ją do kadłuba i spłaszcz (nie do końca — Rysunek 4.19.19b). Potem dopasuj do obrysu z góry, poprzez zmianę skali wzdłuż osi **Y** (Rysunek 4.19.19c):



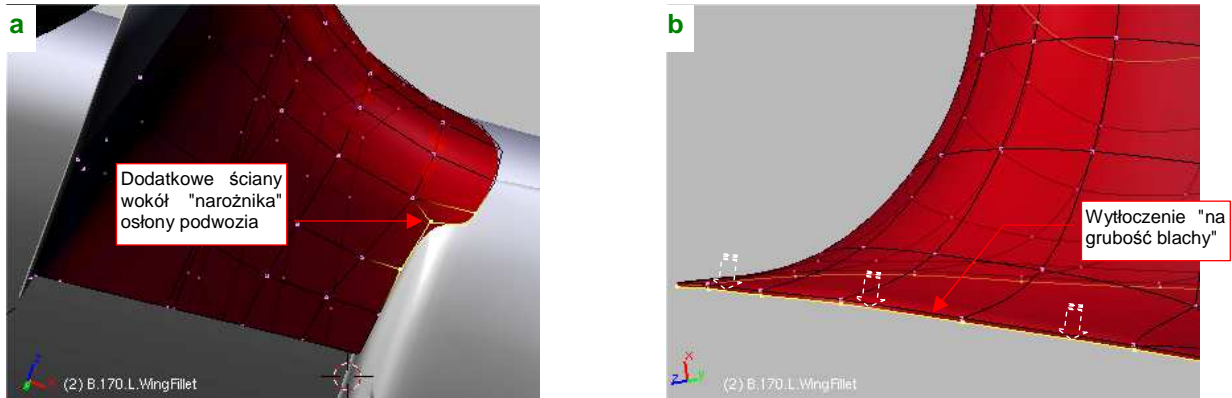
Rysunek 4.19.19 Wstawianie nowej linii wierzchołków w owiewkę

Wstaw w ten sposób trzy kolejne linie (Rysunek 4.19.20a). Potem złącz ten fragment z resztą owiewki (Rysunek 4.19.20b):



Rysunek 4.19.20 Połączenie przedniej i tylnej części owiewki

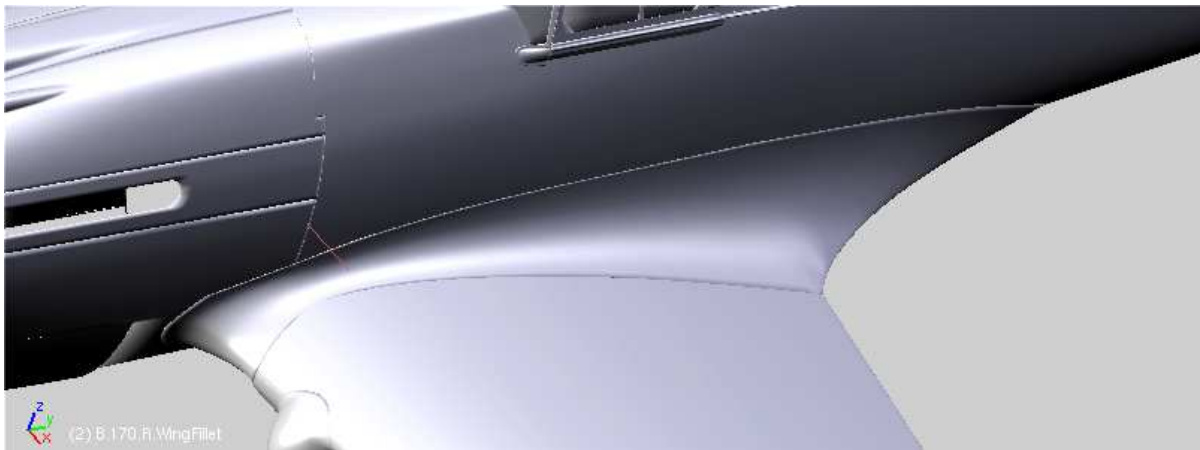
Pozostaje jeszcze wstawić dodatkowy wierzchołek w okolicy połączenia z owiewką goleni podwozia. Należy uformować w tym miejscu narożnik, aby krzywizna oprofilowania ułożyła się wokół wybruszenia owiewki (Rysunek 4.19.21a):



Rysunek 4.19.21 Ostatnie szczegóły wykończenia owiewki

Na zakończenie pogrub wszystkie zewnętrzne krawędzie elementu "o grubość blachy" (2mm — czyli 0.02 jedn. Blendera) (Rysunek 4.19.21b). To nada bardziej realistyczny wygląd połączeniu z powierzchniami płata i kadłuba.

Rysunek 4.19.22 pokazuje rezultat — ukończoną owiewkę:



Rysunek 4.19.22 Gotowa owiewka płata

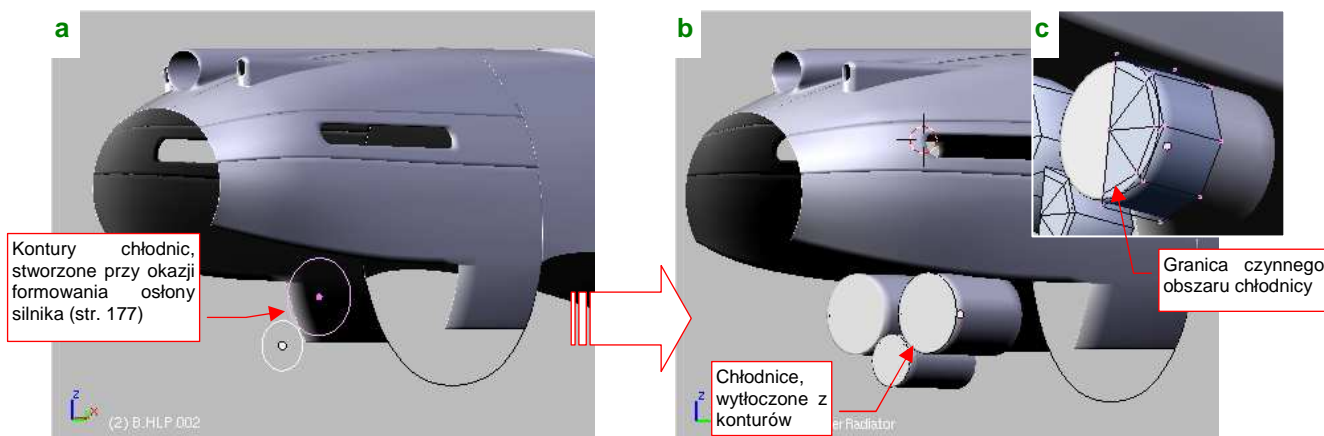
Podsumownie

- Oprofilowanie połączenia płata i kadłuba P-40 to typowa konstrukcja z połowy lat 30-tych XXw: duża owiewka, zazwyczaj o okrągłym przekroju, którego promień zwiększał się wzdłuż cięciwy płata.
- Ze względu na rozmiar, taką owiewkę płata dobrze jest uformować w bardziej dokładny (i, niestety, pracochłonny) sposób, niż owiewkę usterzenia. Różnica polega na rozpoczęciu od "wstawienia" w narożnik płata i kadłuba wygiętego stożka. Z jego powłoki zostaje "wycięta" powłoka owiewki

4.20 Szczegóły na spodzie samolotu

Zbliżamy się do końca formowania "blach", z których był zbudowany nasz samolot. Umieściłem tu opis tworzenia tych fragmentów, którym nie warto było poświęcać odrębnej sekcji, a które jednak powinny być opisane w tym rozdziale. Jakoś tak się składa, że wszystkie znajdują się na spodzie samolotu.

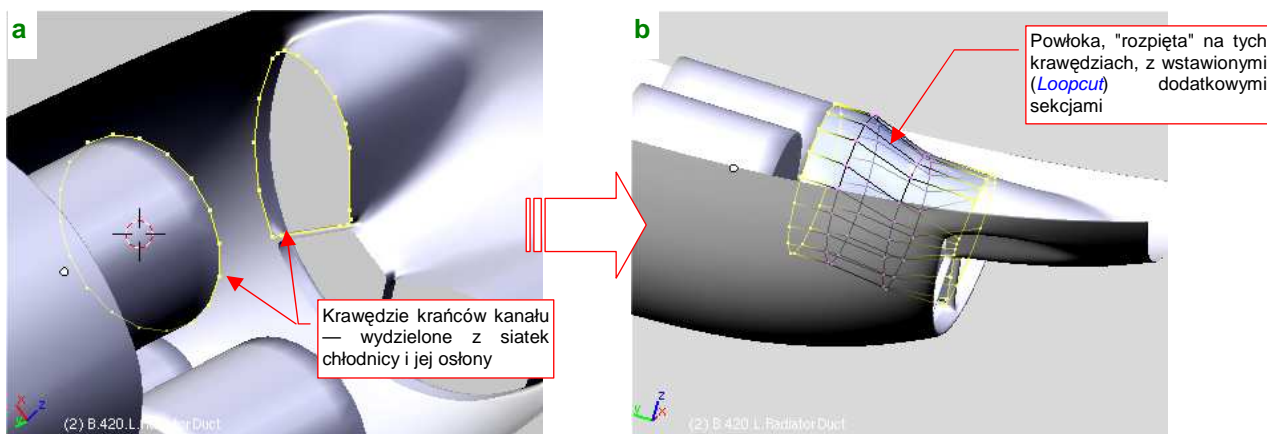
Zacznijmy od chłodnic cieczy. W P-40 widać było ich powierzchnie czołowe w głębi kanałów wlotowych. Warto więc je zamodelować, aby model oglądany z przodu nie straszył nierealistyczną dziurą. Z rysunków fabrycznych i zdjęć wynika, że chłodnice wszystkich wersji z silnikiem Allison miały prosty, cylindryczny kształt. Dwie większe, umieszczone po bokach, chłodziły glikol, a mniejsza, centralna — olej. Okręgi, odpowiadające czołowym ścianom chłodnic, przygotowaliśmy już przy okazji formowania osłony spodu silnika (str. 184). Wyciągnijmy je z warstwy części pomocniczych (Rysunek 4.20.1a):



Rysunek 4.20.1 Tworzenie zespołu chłodnic cieczy

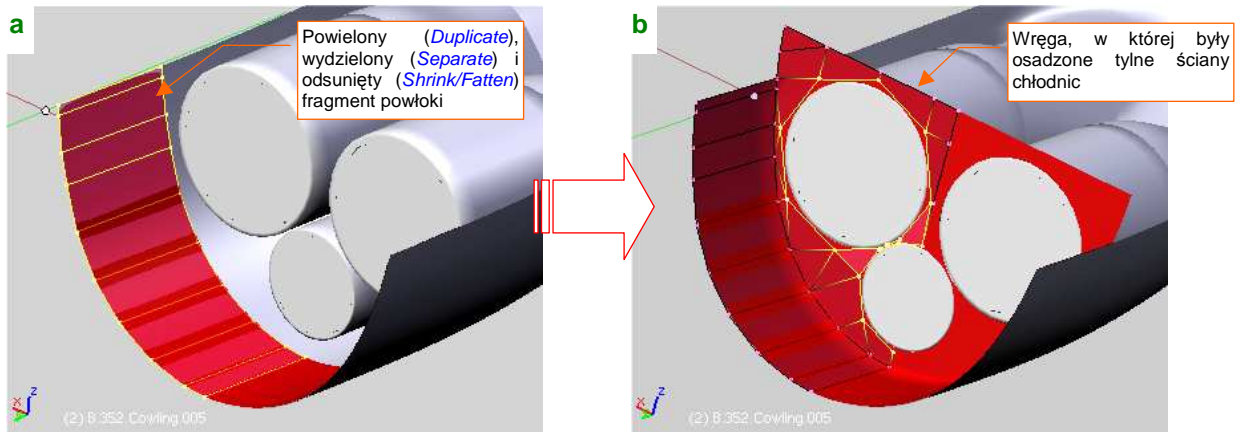
Utwórz nowy, zamknięty cylinder o średnicy odpowiadającej jednemu z okręgów. Powinien składać się z 8 wierzchołków. Włącz jego wygładzenie (*Subsurf*), aby przypominał walec. Chłodnice cieczy i glikolu różniły się tylko rozmiarem. Utwórz pozostałe chłodnice, stosując tę samą siatkę (*Duplicate Linked*) — (Rysunek 4.20.1b). Możesz uprościć tę siatkę, włączając symetrię (modyfikator *Mirror*) wzdłuż osi **X** i **Z** (Rysunek 4.20.1c). Na ścianie czołowej wstaw (*Loopcut*) dodatkową linię wierzchołków i zmień ją w ostrą krawędź. To zarys granicy czynnego ("przelotowego") obszaru chłodnicy. Sądzę, że przyda się przy nakładaniu tekstur.

Rysunek 4.20.2 pokazuje formowanie kanału wlotowego powietrza do chłodnicy. Zaczynaj od wydzielenia krawędzi z osłony silnika i walca chłodnicy (Rysunek 4.20.2a). Złącz je w jeden obiekt i połącz ścianami. Potem w środek wstaw (*Loopcut*) dodatkowe wręgi, i przesunij je nadając kanałom wygięcie (Rysunek 4.20.2b):



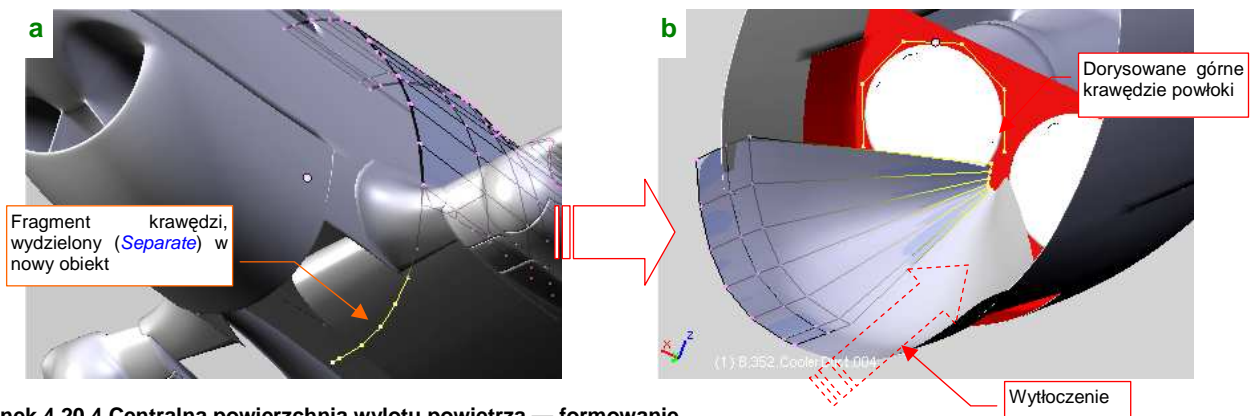
Rysunek 4.20.2 Kanał doprowadzający powietrze do chłodnic

Skoro uformowaliśmy kanały wlotowe, zrobimy także wewnętrzne ściany wokół wylotu powietrza z chłodziń. Tu już konstruktorzy nie musieli robić oddzielnych kanałów (powietrze i tak wylatywało kompletnie zaburzone). Zaczniemy od wydzielenia z siatki osłony chłodziń ścian bocznych (Rysunek 4.20.3a). Potem wstaw do siatki okręgi wokół tylnych krawędzi chłodziń. Połącz je ścianami tworząc wręgę, w której były osadzone chłodzińce (Rysunek 4.20.3b):



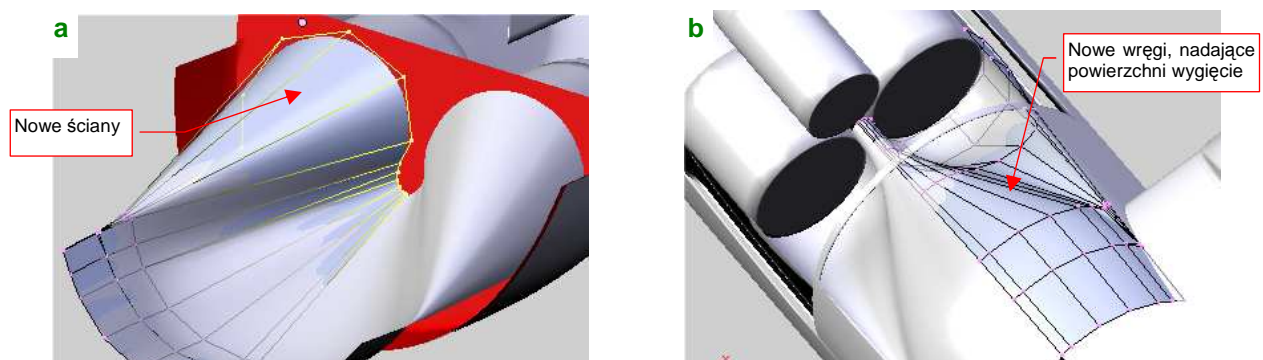
Rysunek 4.20.3 Wewnętrzna powierzchnia wylotu powietrza z chłodziń cieczonej

W środku wylotu powietrza była umieszczona dodatkowa, centralna powierzchnia. Miała dość złożony kształt, który teraz uformujemy. Zaczniemy od krawędzi, którą pozostawiliśmy z myślą o tej chwili podczas formowania kadłuba (str. 165). Wydziel ją w nowy obiekt (Rysunek 4.20.4a):



Rysunek 4.20.4 Centralna powierzchnia wylotu powietrza — formowanie

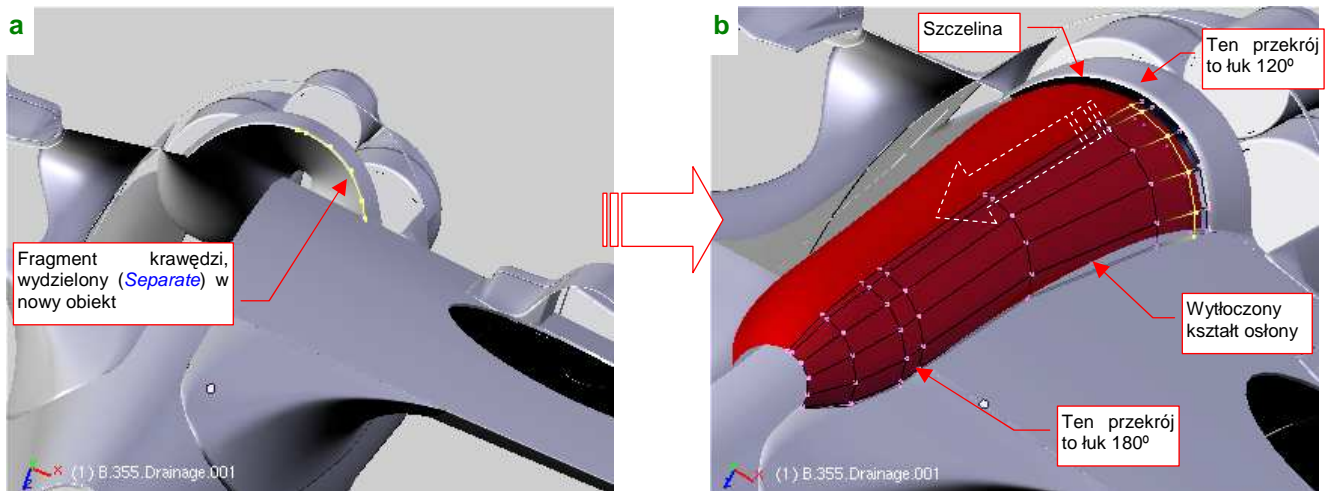
Następnie wytłocz z tej krawędzi powierzchnię i zmień ją w coś w rodzaju stożka (Rysunek 4.20.4b). Dodaj także nową linię wierzchołków: fragment okręgu, otaczającego chłodziń glikolu. Połącz ją z resztą siatki ścianami, tworząc coś w rodzaju drugiego stożka (Rysunek 4.20.5a):



Rysunek 4.20.5 Centralna powierzchnia wylotu powietrza — formowanie

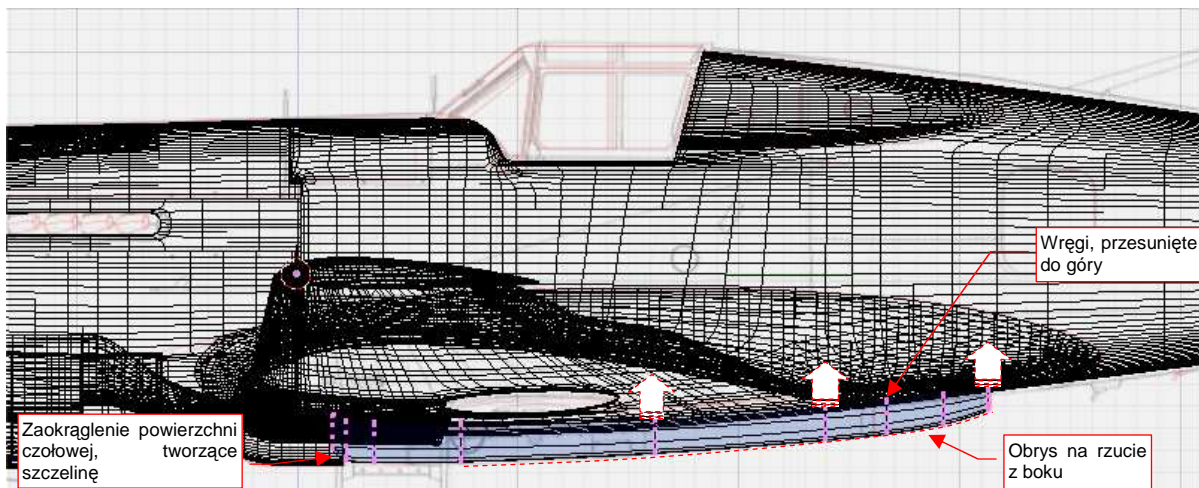
Na koniec wstaw (*Loopcut*) w siatkę kolejną wręgę, nadając jej właściwą krzywiznę (Rysunek 4.20.5b).

Przedłużenie powierzchni, która zaczęła się w wylocie powietrza z chłodnicy, ciągnie się w P-40 aż do krawędzi spływu płata. Co kryło się pod spodem? Niedużo — przewody paliwowe oraz instalacja awaryjnego zrzutu paliwa¹. Formowanie tej osłony zacznij od krawędzi, wydzielonej (*Separate*) z utworzonej przed chwilą powłoki (Rysunek 4.20.6a). Wytłocz potem tę krawędź w powłokę (Rysunek 4.20.6b):



Rysunek 4.20.6 Osłona awaryjnego zrzutu paliwa

Każda wręga osłony ma przekrój okrągły, tzn. była fragmentem łuku. Początkowy kąt rozwarcia tego łuku wynosił ok. 120°. Zdjęcia i zarys w rzucie z dołu wskazują, że przekrój powłoki zmieniał się wzdłuż długości i ostatnie wręgi miały już przekrój złożony z połówek okręgów (kąt rozwarcia ok. 180°). Płynne przejście pomiędzy tymi przekrojami najłatwiej jest osiągnąć, tworząc najpierw "stożek", łączący wręgę początkową i końcową. Potem wystarczy wstawiać (*Loopcut*) kolejne wręgi w środek takiej powłoki. Po wstawieniu przesuwaj je od razu wzdłuż osi *Z*, aby uzyskać właściwy kontur obrysu osłony z boku (Rysunek 4.20.6b, Rysunek 4.20.7).



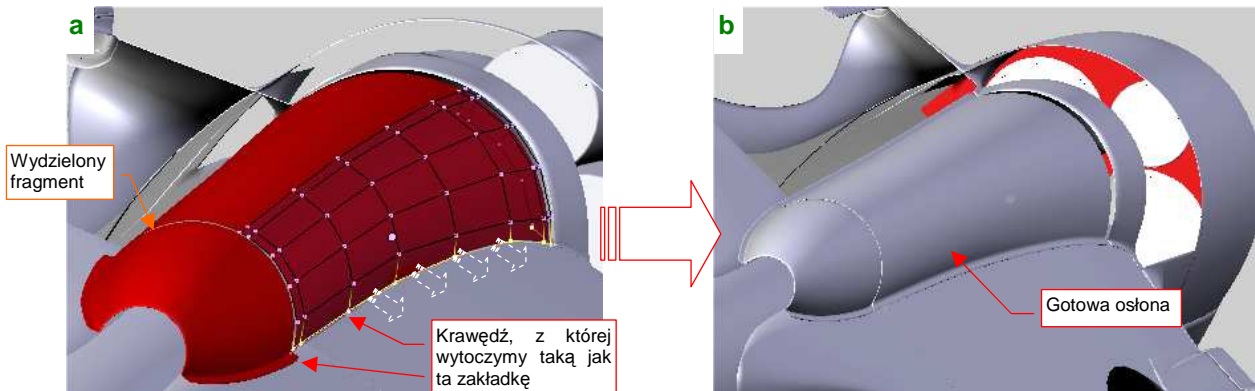
Rysunek 4.20.7 Dopasowanie osłony do danego konturu

Nie zapomnij dodania zaokrąglenia na czołowej części osłony, gdyż zaczynała się od szczeliny (Rysunek 4.20.6b, Rysunek 4.20.7)².

¹ Mam wrażenie, że tak naprawdę to konstruktorzy chcieli w ten sposób ukryć kołnierz ze śrubami, łączący lewą i prawą połowę płata. Bez tej osłony wyglądałoby to brzydko...

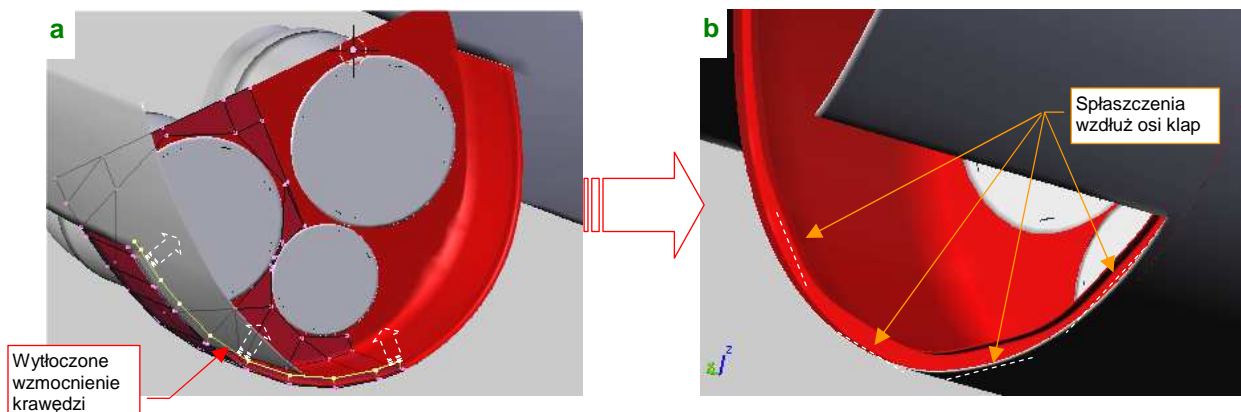
² Pojęcia nie mam, do czego ta szczelina służyła. Występowała już na P-36. Na zdjęciach widać, że kryją się w niej wyloty jakichś kilku małych rurek, nieznanego przeznaczenia.

Ze zdjęć wynika, że końcówka osłony była oddzielną częścią. Oddziel ją od reszty powłoki (Rysunek 4.20.8a). Potem pozostaje wytłoczyć z krawędzi bocznych "zakładki", za pomocą których osłona była przymocowana do powierzchni płata (Rysunek 4.20.8a,b):



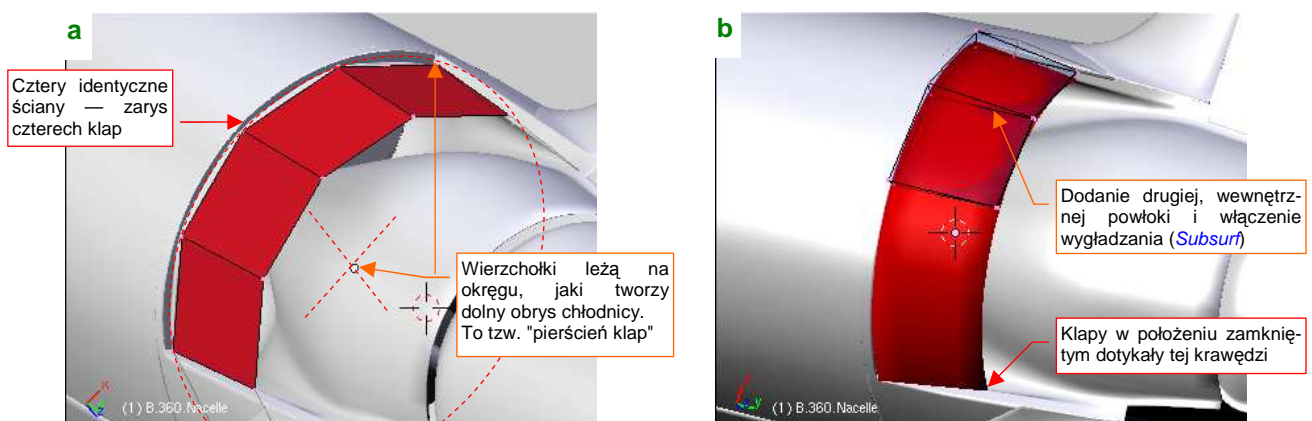
Rysunek 4.20.8 Podział osłony i wytłoczenie bocznej "zakładki"

Ostatnim elementem zespołu chłodnicy są ruchome kłapy, sterujące natężeniem przepływu powietrza. Zaczniemy od wytłoczenia z wewnętrznych ścian wylotu wręgi, do której były przymocowane (Rysunek 4.20.9a):



Rysunek 4.20.9 Przygotowanie do montażu kłap — wzmocnienie krawędzi wylotu powietrza

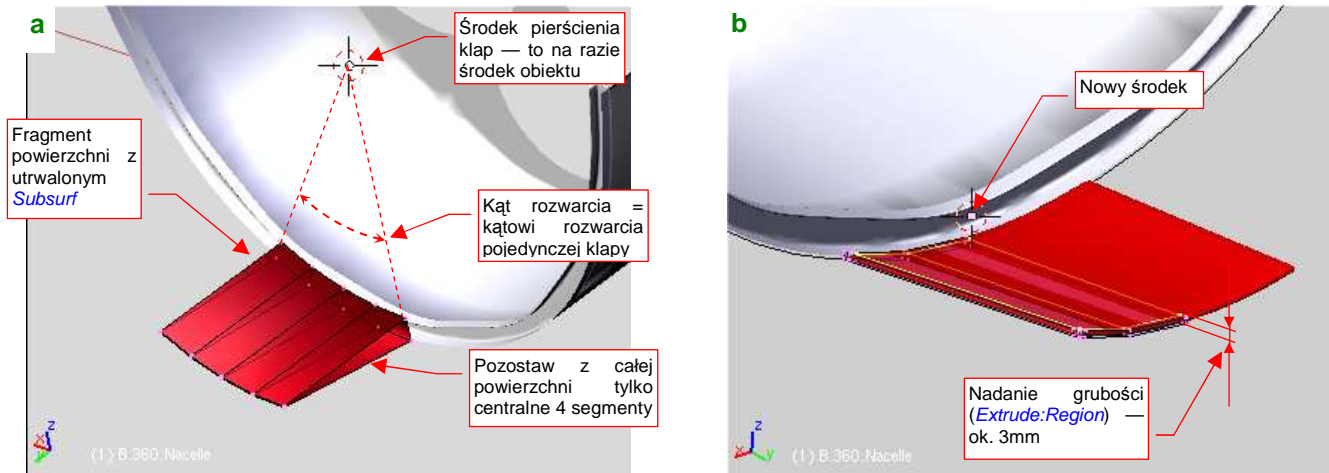
Może to nie będzie specjalnie widoczne, ale nie mogłem się powstrzymać, by nie spłaszczyć wewnętrznych krawędzi tej wręgi wzdłuż osi obrotu kłap (Rysunek 4.20.9b). (Takie spłaszczenie jest widoczne na zdjęciach). Same kłapy zacznij od wstępnej przymiarki — ich kształt wyznaczy kontur z czterech wierzchołków, wytłoczony na odpowiednią długość (Rysunek 4.20.10a) :



Rysunek 4.20.10 Wstępna "przymiarka" do rozłożenia kłap wokół wylotu powietrza

Aby sprawdzić coś więcej, dodaj do siatki drugą, wewnętrzną powłokę, oraz włącz wygładzanie (modyfikator *Subsurf*) (Rysunek 4.20.10b).

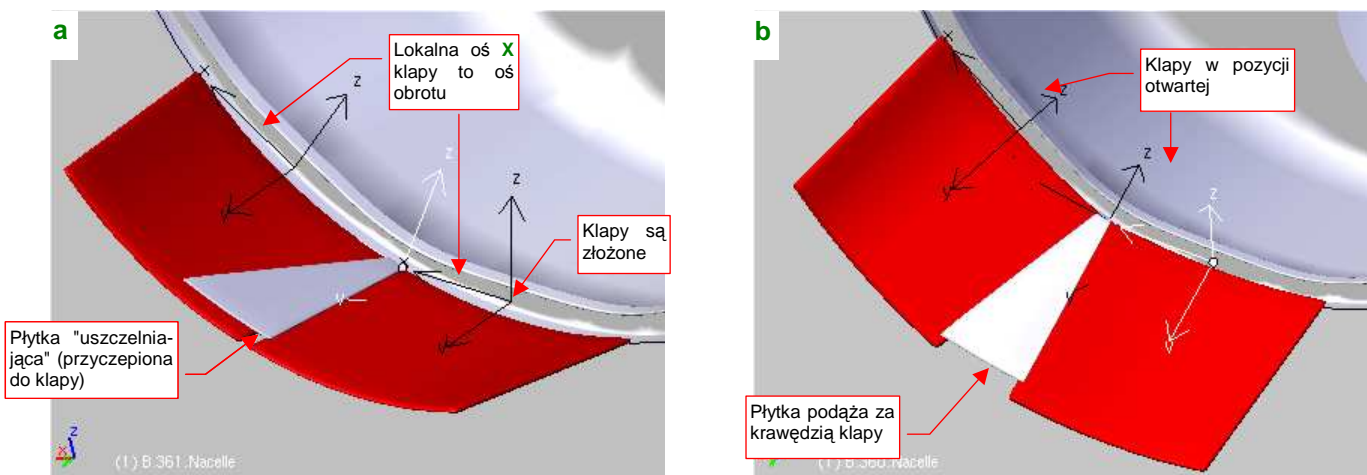
Utrwal wygładzenie (*Subsurf:Apply*) tej powłoki, i pozostaw z niej tylko fragment odpowiadający pojedynczej klapie — centralne 4 segmenty (Rysunek 4.20.11a). (Chodzi o to, by powierzchnia klap była symetryczna względem lokalnego układu współrzędnych.) Na razie uprość jej kształt do wygiętego kawałka blachy, o stałej grubości. Umieść ją centralnie, obracając o połowę kąta rozwarcia (Rysunek 4.20.11a). Przypisz jej nowy środek (*Centre Cursor*) — tam, gdzie wystąpi oś obrotu (Rysunek 4.20.11b):



Rysunek 4.20.11 Wydzielenie i uformowanie pojedynczej klap

Po zmianie środka obróć klapę wokół środka pierścienia klap tak, by znalazła się w prawidłowym położeniu¹. Zdjęcia pokazują pomiędzy rozchylonymi klapami dodatkowe "uszczelnienia". Zamodeluj je jako dodatkową, lekko wygiętą płytkę, ustawioną równoległą do bocznej krawędzi klap. "Przymocuj" ją do tej klap (relacją *Parent*). Umieść także (*Duplicate Linked*) z boku drugą klapę (Rysunek 4.20.12a). Obróć płytkę uszczelniającą wokół lokalnej osi **Y**, aby przylegała płasko do jej powierzchni (Rysunek 4.20.12a).

Do tej pory modelowaliśmy klapę w pozycji zamkniętej (także w tej pozycji pozostawiały trochę przestrzeni na wylot powietrza). Czas sprawdzić, jak taki zespół się porusza.



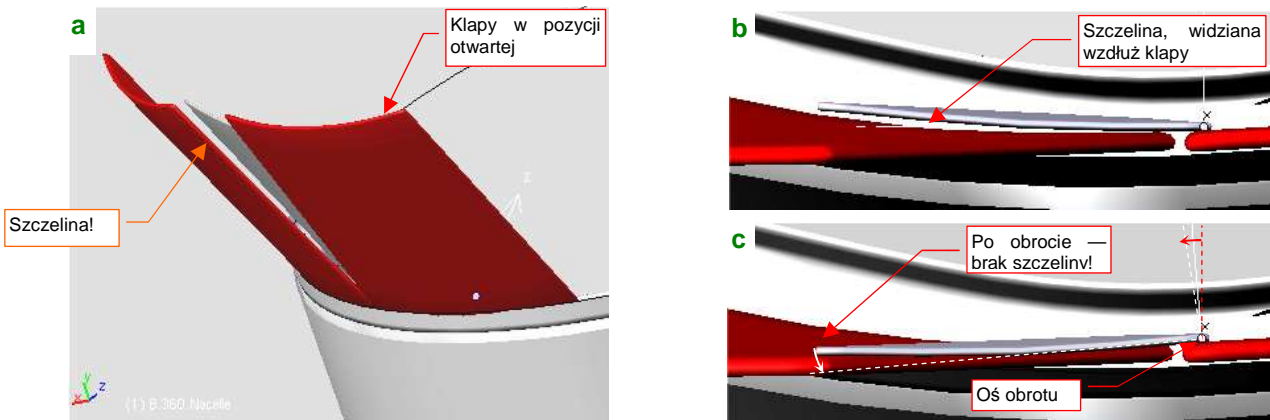
Rysunek 4.20.12 Sprawdzenie działania klap jako zespołu (zamykanie i otwieranie)

Gdy obrócisz obydwie kłapy wokół ich lokalnych osi **X** o 35°, ustawisz cały zespół w pozycji otwartej (Rysunek 4.20.12b). W tej pozycji sprawdź, czy przednie krawędzie kłap nie przenikają powłoki osłony chłodnicy. Jeżeli

¹ Najlepiej utwórz na czas pracy jakiś pomocniczy obiekt — np. okrąg — odpowiadający temu pierścieniowi. Będziesz mógł wtedy szybko umieścić w jego środku kursor poleceniem *Snap:Cursor->Selection*.

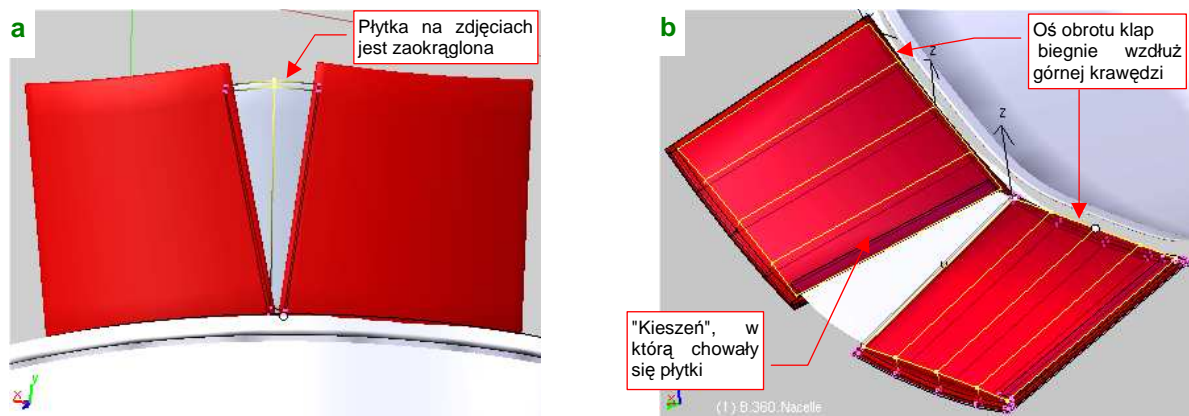
tak jest — odsuń obydwie kłapy odrobinę do tyłu. (Pomiędzy przednimi krawędziami kłap i osłoną występuje szczelina szerokości 3-4 mm).

Pozostawmy jeszcze kłapy w pozycji otwartej. Przyjrzyj się płytce uszczelniającej: w tym położeniu powstaje pomiędzy nią i powierzchnią kłapy widoczna szczelina (Rysunek 4.20.13a):



Rysunek 4.20.13 Sprawdzenie działania zespołu kłap (zamykanie i otwieranie)

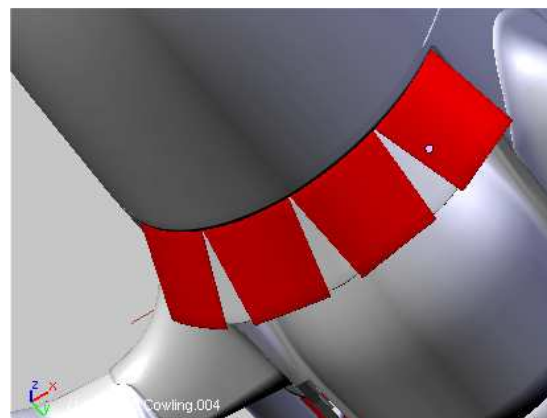
Rysunek 4.20.13b pokazuje, widok wzdłuż krawędzi kłapy. Widać na nim, że płytka jest nieco zadarta do góry. Wystarczy ją obrócić wokół jej lokalnej osi **Y** o 6° , by znowu przylegała (Rysunek 4.20.13c). Na razie pozostaw jednak tę szczelinę. W dalszych rozdziałach opiszę, jak "zmechanizować" model. Wtedy zmusimy te płytki (za pomocą tzw. ograniczeń — *Constraints*) by same się w ten sposób dopasowywały (por. str. 495).



Rysunek 4.20.14 Kłapy — wykończenie

Praca nad zespołem kłap zbliża się do zakończenia. Dodaj jeszcze krawędź wewnątrz płytki uszczelniającej, wydłuż ją wzdłuż lokalnej osi **Y**. To nada płytce lekkie wygięcie (wg zdjęć miała taki właśnie kształt) (Rysunek 4.20.14a).

Wytłocz (*Extrude:Region*) z wewnętrznych powierzchni "kieszoni", w którą chowały się płytki uszczelniające (Rysunek 4.20.14b). Zwróć uwagę, że górne powierzchnie "kieszoni" były płaskie. (Spłaszcz je po wytłoczeniu, zmieniając skalę wzdłuż lokalnej osi **Z** do ra). Ustaw je na koniec tak, by przednia krawędź "kieszoni" biegła wzdłuż osi obrotu kłapy.



Rysunek 4.20.15 Gotowy zespół kłap chłodnicy

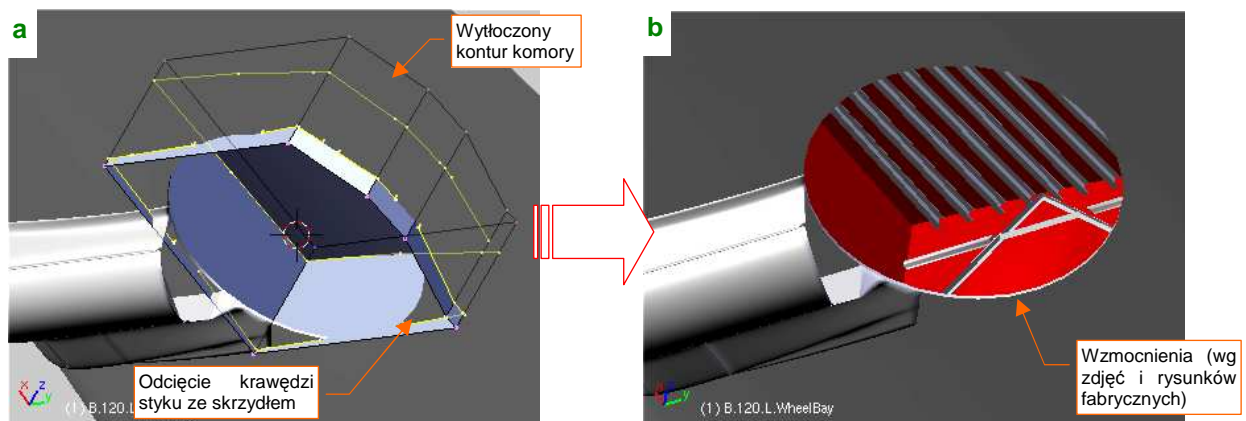
i

klap

ze-

Dodaj ([Duplicate Linked](#)) kolejne dwie kłapy z płytkami. Umieść je na właściwych miejscach (obracając wokół środka pierścienia kłap). Rysunek 4.20.15 pokazuje gotowy zespół regulujący przepływ powietrza w chłodnicach

Wnęka podwozia głównego nie miała w P-40 żadnej pokrywy, poza samym kołem. Być może producent umieszczał w niej tekstylną (skórzaną?) wykładzinę, zabezpieczającą przed przenikaniem zanieczyszczeń do wnętrza płata. (Widać ją w niektórych odrestaurowanych egzemplarzach tego samolotu.) Sądzę jednak, że jeżeli nawet takie wykładziny były stosowane, to w warunkach polowych szybko szły w strzępy. Stąd należy zamodelować wewnętrzne ściany płata, tworzące komorę koła głównego. Najszybciej można je uzyskać, wytłaczając wzdłuż osi **Z** kontur komory w rzucie z góry. Potem należy wyznaczyć krawędź przecięcia takiej powłoki z płatem (Rysunek 4.20.16a):

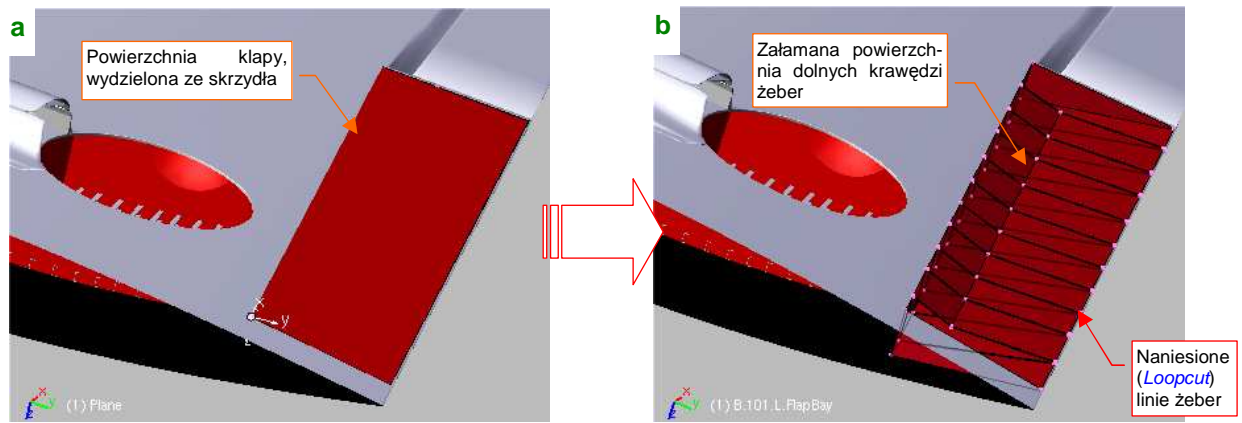


Rysunek 4.20.16 Wnęka koła podwozia

Przyznam się, że nie wytrzymałem, i umieściłem wzdłuż ścian wnętrza podwozia podłużnice, widoczne na rysunkach fabrycznych i zdjęciach (Rysunek 4.20.16b). Wiem dobrze, że tych dziesięć ceówek pod górnym poszyciem płata ma nikłe szanse pojawić się na renderingu. (W rzucie na ziemi będą niewidoczne, a w powietrzu są zasłonięte schowanym kołem.) Wybaczcie mi ten typowy wybryk modelarza redukcyjnego.

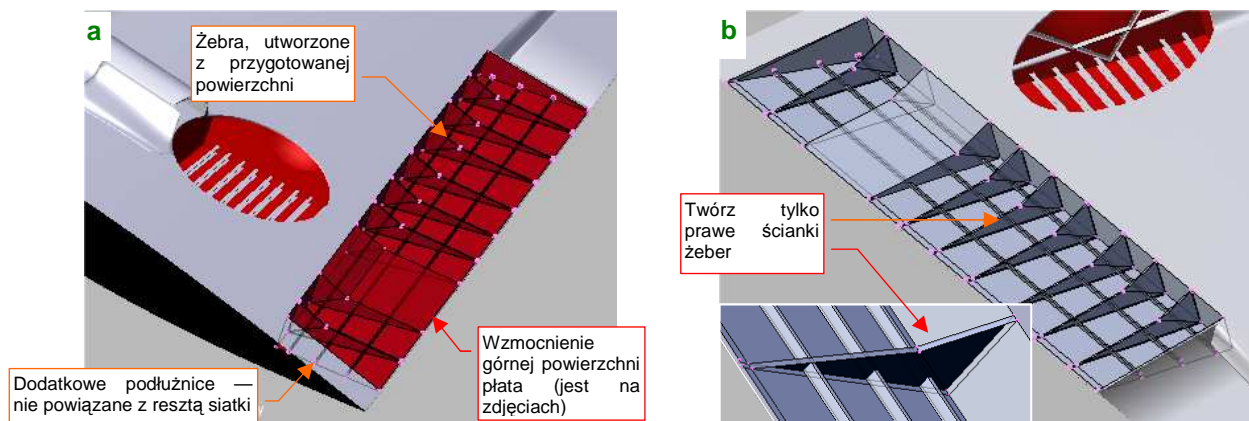
Skoro już odtwarzamy takie szczegóły, to chyba jednak warto zabrać się za kłapy skrzydłowe. (Początkowo — w przypisie na str. 129 — twierdziłem, że to dużo roboty, a kłapy były zamykane wkrótce po wylądowaniu samolotu, więc i tak nigdy nie było widać ich wnętrza.) W wyniku tego samego "uwielbienia szczegółu", które kazało mi wypełnić podłużnicami wnękę podwozia, zdecydowałem się wydzielić i zamodelować te kłapy. Pocięszam się tym, że nie muszę jednak stosować do ich żeber wygładzenia powierzchniami podziałowymi. Ten zespół był w P-40 "kanciasty", i może być uformowany za pomocą stosunkowo niewielkiej liczby ścian. Otwory, występujące w żebrach, naniesiemy później za pomocą tekstur.

Pracę nad kłapą zacznij od wydzielenia ([Separate](#)) jej powierzchni z reszty płata (Rysunek 4.20.17a). Wnękę w skrzydle uformuj jako oddzielny obiekt, umieszczony na innej warstwie. (Aby można było szybko wyłączyć ją z renderingu, gdy nie jest potrzebna). Rysunek 4.20.17b pokazuje początkowy etap formowania wnętrza kłapy: to klin z załamaną powierzchnią wewnętrzną. Natnij na tej powłoce ([Loopcut](#)) linie żeber, które za chwilę utworzymy:



Rysunek 4.20.17 Początek formowania kłap skrzydła

Dalszym krokiem w formowaniu wnętrza kłapy jest usunięcie pomiędzy żebrow dotychczasowych, poziomych ścian wewnętrznych. Na ich miejsce utwórz, w oparciu o te same wierzchołki, pionowe ściany żebrow (Rysunek 4.20.18a):



Rysunek 4.20.18 Formowanie wnętrza kłap skrzydła

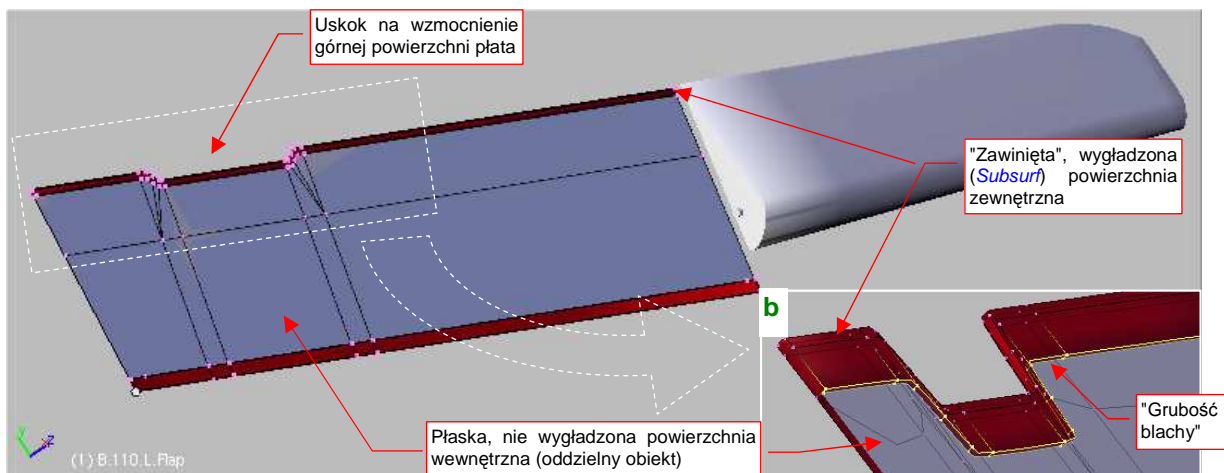
Twórz tylko prawe ściany żebrow, aby wyglądały jak blacha z wygiętymi zakładkami (Rysunek 4.20.18b). W tym przypadku te żebra są za mało widoczne, by opłacało się nadać im "grubość blachy". Dodaj także (kierując się liniami nitów, przedstawionymi na planach) trzy podłużnice, biegnące wzdłuż górnego poszycia płata (Rysunek 4.20.18a). To oddzielne ściany, nie powiązane z resztą siatki.

Uformuj na powierzchni kłapy uskok, "omijający" wzmocnienie górnej powierzchni płata (chodzi o wzmocnienie pokazywane przez Rysunek 4.20.18). Następnie skopiuj tę obiekt (*Duplicate*, aby miał własną kopię siatki), i odsuń go od powierzchni zewnętrznej "na grubość blachy" (jakieś 2 mm). Rysunek 4.20.19a pokazuje obydwie powierzchnie (wewnętrzna jest szara, a zewnętrzna — czerwona). Przypisz powierzchnię wewnętrzną do oddzielnej warstwy — tej samej, do której należy ukończona przed chwilą wnęka kłapy skrzydła¹.

Ze zdjęć wynika, że blacha na krawędziach kłapy była zawinięta (zapewne wokół jakiegoś płaskiego wzmocnienia). Z tego powodu warto pozostawić w siatce powierzchni zewnętrznej wygładzanie (modyfikator *Subsurf*). Zamodeluj odpowiednie zgrubienia wzdłuż przedniej i tylnej krawędzi zewnętrznej powierzchni kłapy (Rysunek 4.20.19b):

a

¹ Będziesz mógł szybko wyłączać widoczność tej warstwy przed renderowaniem, gdy kłapy będą zamknięte

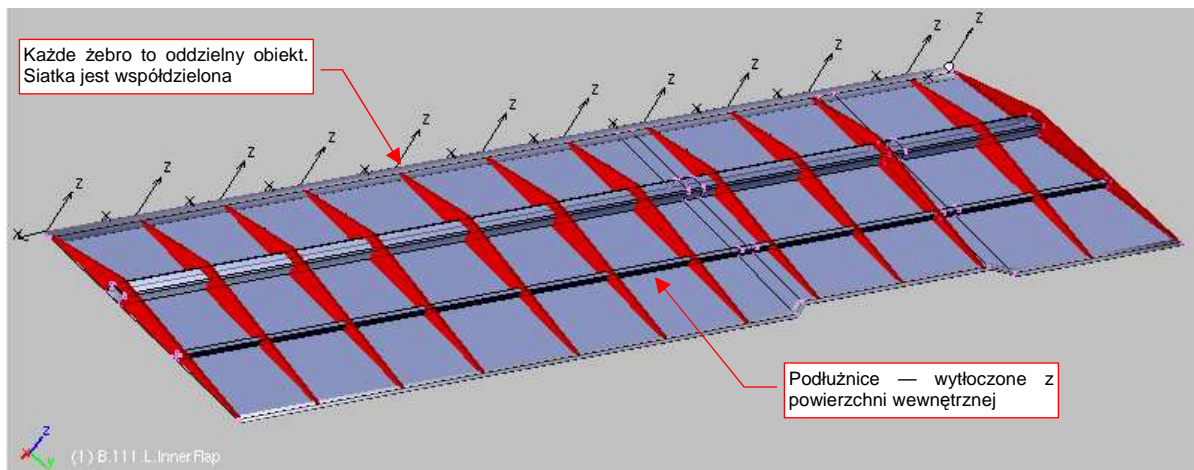


Rysunek 4.20.19 Formowanie poszycia klapy

Boczne krawędzie klapy pozostaw bez "zawinięcia", gdyż były "zamknięte" pełnymi żebrami.

Podłużnice, biegnące wzdłuż klapy, wytłocz z powierzchni wewnętrznej (Rysunek 4.20.20). Zdjęcia pokazują, że klapa miała przynitowany jeden większy ceownik, i jeden mniejszy kantownik.

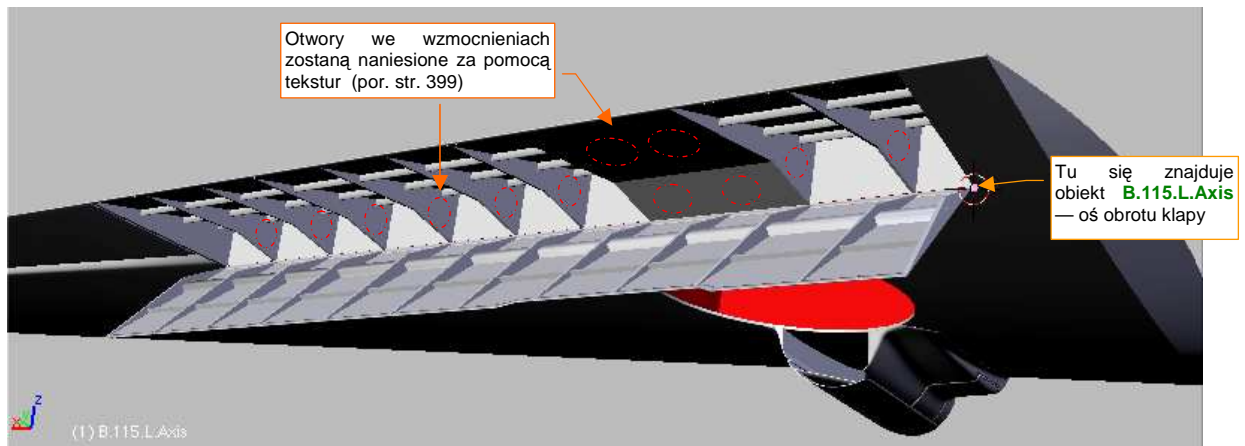
Żebra można by wykonać podobną metodą, co żebra wnęki klapy — poprzez wytłoczenie nacięć powłoki wewnętrznej. Proponuję jednak wykonać je alternatywną metodą: z jednego, wzorcowego obiektu. (Będziesz miał okazję ocenić, która metoda jest bardziej pracochłonna). Utwórz wzorcowe żebro w typowym położeniu — gdzieś w środku klapy. Zorientuj jego siatkę tak w przestrzeni, by środek znajdował się na przedniej krawędzi klapy, i lokalna oś **X** biegła wzdłuż tej krawędzi. Następnie powiel wzorcowe żebro (*Duplicate Linked*) we wszystkie pozostałe miejsca. Korzystaj przy tym z możliwości przesunięcia kopii wzdłuż lokalnej osi **X**. Różnice rozmiarów, występujące np. tam, gdzie żebro jest ustawione ukośnie, skompensuj zmianą skali obiektu wzdłuż lokalnej osi **Y**.



Rysunek 4.20.20 Szkielet klapy

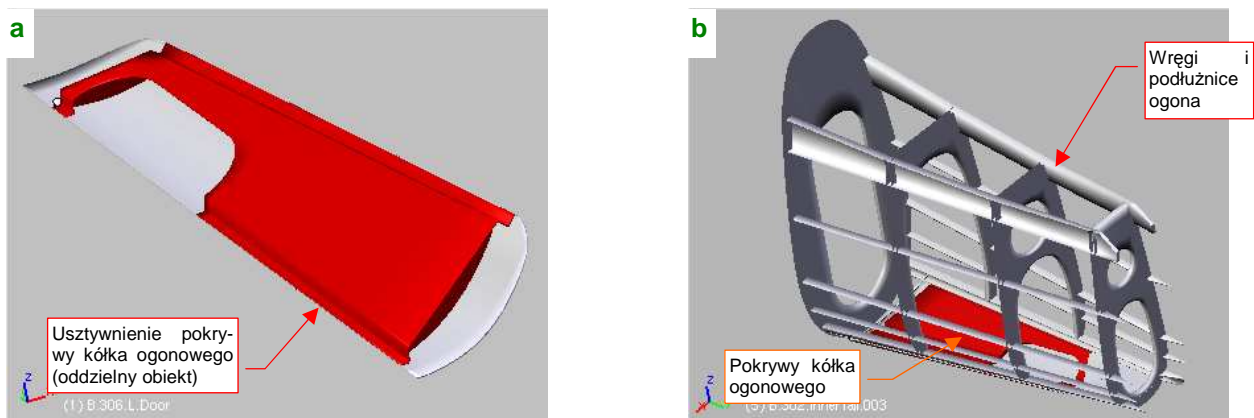
Rysunek 4.20.20 pokazuje powielone żebra, tworzące szkielet klapy. Trudno jednoznacznie ocenić, która metoda była bardziej pracochłonna. Podczas tworzenia żeber we wnęce (str. 257) najwięcej czasu trwał nacinanie (*Loopcut*) ich zarysów na powierzchni (każde z nich to dwie linie, umieszczone w stałej odległości). Potem było także trochę klikania przy reorganizacji ścian. Najwięcej czasu podczas tworzenia żeber jako oddzielnych obiektów zajęła dokładna orientacja w przestrzeni. Powierzchnia klapy jest nieco skrzywiona (w wyniku różnic w grubości profilu u nasady i w środku płata). Spowodowało to konieczność indywidualnego obrócenia każdego żebra o pewien niewielki kąt. Ogólny czas w każdym przypadku był podobny — kilkadziesiąt minut.

Rysunek 4.20.21 pokazuje ukończony zespół. Klapy zostały "przymocowane" do płata poprzez oś (B.115.L.Axis), która tu "udaje" zgrubienie oryginalnych zawiasów:



Rysunek 4.20.21 Uformowana klapa

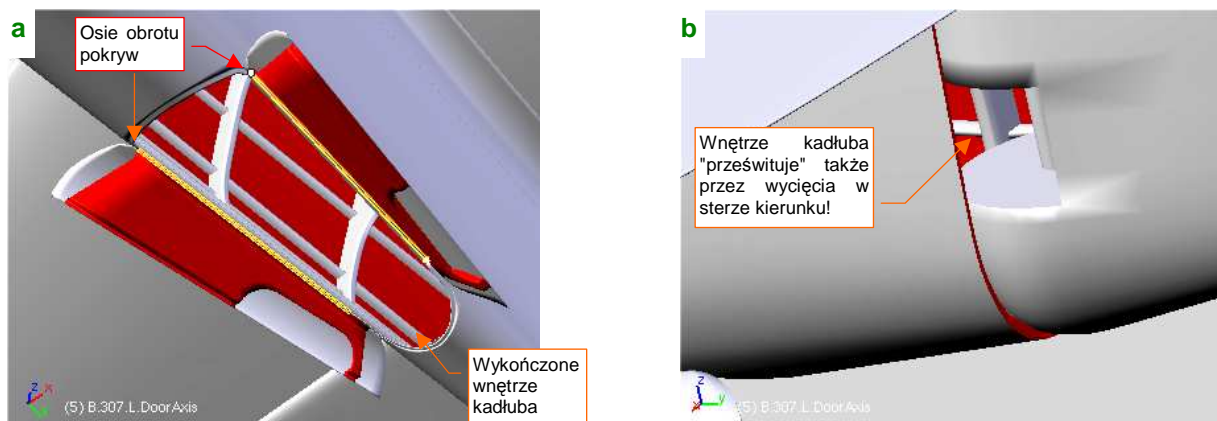
Ostatnim szczegółem, który pozostał do uformowania, to zespół komory kółka ogonowego. Sam otwór i ruchomą pokrywą ukształtowaliśmy podczas formowania kadłuba (str. 170). Teraz nadaj tej pokrywie "grubość blachy" (2 mm). Wewnętrzne usztywnienie wykonaj tak samo, jak osłony podwozia głównego (str. 234) — uformuj je jako niezależny obiekt, a potem przetnij powierzchnią pokrywy (Rysunek 4.20.22a).



Rysunek 4.20.22 Pokrywa i wnęka kółka ogonowego

Wnęka kółka ogonowego nie miała żadnych dodatkowych ścian. Na niektórych zdjęciach widać osłaniający ją tekstylny (skórzany?) pokrowiec. Podtrzymując jednak założenie o szybkim zniszczeniu tego rodzaju osłon, musimy zamodelować całe wnętrze tylnej części kadłuba. Jeżeli zrobisz to taką samą metodą, jak wnętrze kabiny (str. 220), umiarkowanym wysiłkiem uzyskasz całkiem realistyczny szkielet (Rysunek 4.20.22b).

Utwórz symetryczną kopię (*Duplicate Linked*) pokrywy kółka ogonowego, i przymocuj je kadłuba dwoma osiami (Rysunek 4.20.23a). Podobnie jak pozostałe osie, to dwa cienkie walce, udające zgrubienie zawiasów, użytych w prawdziwej konstrukcji.



Rysunek 4.20.23 Ukończone szczegóły ogona

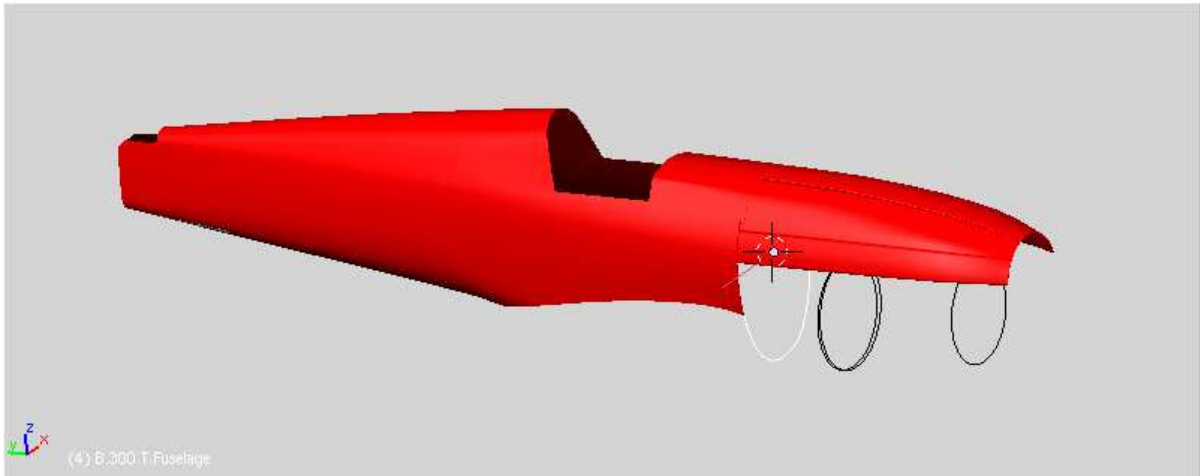
Wykonanie wnętrza całego obszaru ogona ma jeszcze dodatkową zaletę — przez wycięcia w sterze kierunku widać realistyczną konstrukcję (Rysunek 4.20.23b). Te otwory były w P-40 na tyle duże, że w pewnych ujęciach "czarna dziura" w tym miejscu mogłaby razić!

Podsumownie

- Do modelu warto wstawiać chłodnice — ich powierzchnie czołowe są zazwyczaj widoczne w głębi kanałów wlotowych.
- Kłapy wylotu chłodnicy w P-40 (str. 253) wykonane zostały tak samo, jak typowe kłapy osłon silników gwiazdowych (np. w P-47 Thunderbolt, A6M2 Zero, i innych). Kłapy takie mają zazwyczaj prostszą konstrukcję — bez płytek "uszczelniających".
- Jeżeli w swojej scenie zamierzasz przedstawić model na ziemi — zazwyczaj trzeba wykonać wnętrze wnęk podwozia, przynajmniej głównego (str. 256). Rzadko kiedy znajdziesz jego szczegóły na planach — pamiętaj o uprzednim zebraniu odpowiedniego materiału zdjęciowego!
- Uformowanie kłapy skrzydłowych typu "krokodylowego" (jak w P-40) wymaga odtworzenia wewnętrznych szkieletów — samej kłapy i jej wnęki w płacie (str. 257). Warto je wykonać, jeżeli planujemy scenę z wychylonymi kłapami (lub gdy cierpimy na typowo modelarską obsesję szczegółów).
- Porównaliśmy (przy okazji formowania kłap skrzydłowych) dwie metody odwzorowania żeber szkieletu:
 - poprzez wytłoczenie z powierzchni (str. 257);
 - poprzez powielenie pojedynczego żebra (str. 258);
 Czas wykonania w każdej z metod był podobny, ale metoda wytłoczenia sprawdzi się nawet dla zmiennych kształtów (np. wytłoczenia wręg w ogonie samolotu). W takim przypadku każde żebro ma inny kształt i po prostu nie można zastosować metody powielenia takiej samej siatki.
- Pokrywę kółka ogonowego wykonujemy takimi samymi metodami, jak pokrywy goleni podwozia głównego (str. 234);
- Wewnętrzną strukturę ogona samolotu — widoczną przez otwór kółka ogonowego — wykonujemy w taki sam sposób, jak wewnętrzną strukturę ścian kabiny (str. 220);

4.21 Uporządkowanie modelu

Po gwałtownym rozwoju modelu, który miał miejsce w tym rozdziale, pora trochę uporządkować rezultat. Na przykład — coś trzeba zrobić z różnymi pomocniczymi powłokami, np. wzorcem kształtu kadłuba czy okapotowania silnika (por. str. 190) (Rysunek 4.21.1):



Rysunek 4.21.1 "Resztki" — pozostałe po formowaniu modelu elementy wzorcowe

Wątpię, aby były nadal potrzebne, ale zdrowa zapobiegawczość nakazuje je "upchnąć w jakiś zapomniany kąt". Chodzi o miejsce, w którym te wzorce nie przeszkadzałyby w niczym, a w razie czego byłyby "pod ręką". Coś takiego można w Blenderze zrobić. Dla ich przechowywania proponuję utworzyć w naszym pliku oddzielną scenę, pełniącą rolę składziku na "różne różności" — **Spares** (jak to zrobić — p. str. 775) . Przypisz do niej (poleceniem *Objects → Make Links → To Scene...*) wszystkie niepotrzebne elementy, a potem je usuń z aktualnej sceny.

W czasie prac często umieszczaliśmy różne obiekty na różnych warstwach. Teraz przyszedł czas, aby ustalić ich docelowe przypisania. Pamiętaj, że włączenie/wyłączenie warstwy nie jest jedynym sposobem sterowania widocznością obiektów. Możesz także używać do tego celu polecenia *Hide Selected* (**H**, str. 809). Rysunek 4.21.2 przedstawia propozycję przypisania elementów modelu do poszczególnych warstw:

		warstwa nr:			
Wnęki podwozia głównego i wnętrza kłap skrzydłowych	→	11	1	←	Skrzydło, lotki, kłapy, i owiewki podwozia
Wnętrze ogona, struktura ścian kabiny	→	12	2	←	Tył kadłuba, owiewki, osłona zrzutu paliwa
Chłodnice i ich kanały wewnętrzne	→	13	3	←	Okapotowanie silnika
Oszklenie osłony kabiny	→	14	4	←	Ramki osłony kabiny
Wyposażenie kabiny	→	15	5	←	Podwozie (główne i ogonowe)
		16	6	←	Usterzenie
Śmigło	→	17	7		
		18	8	←	Figura pilota i inne elementy kabiny, widoczne w locie
Zarezerwowane	→	19	9	←	Elementy mechanizacji modelu
Oświetlenie, kamery	→	20	10	←	Cel kamery, armatury, uchwyty mechanizacji płata

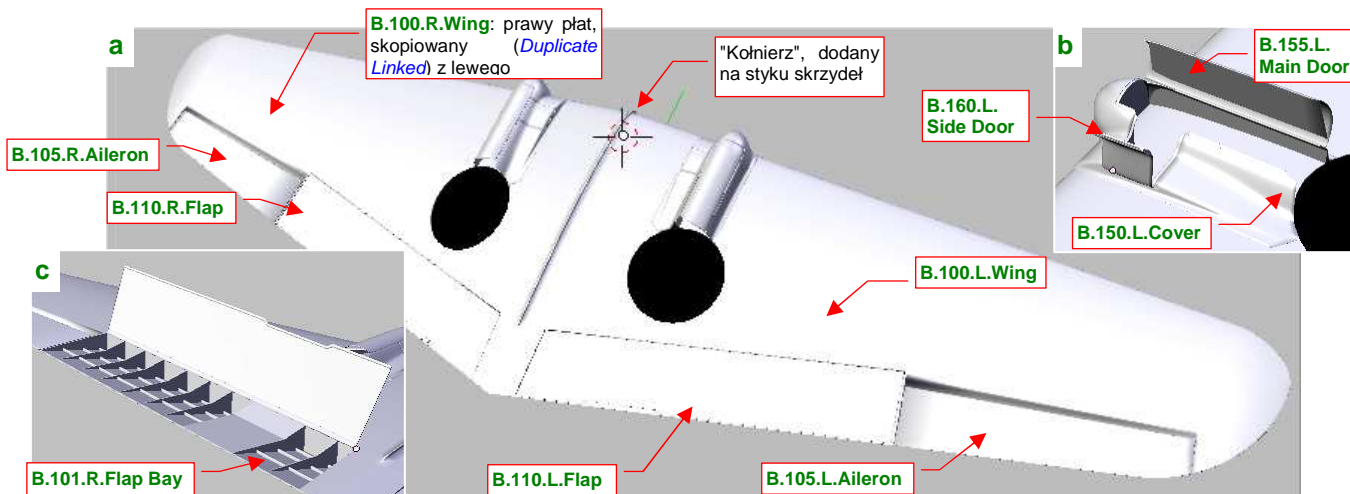
Rysunek 4.21.2 Propozycja rozłożenia części modelu na poszczególne warstwy

Aby zmieścić wszystkie opisy na ilustracji, obróciłem symbole warstw o 90°. Zwróć uwagę, że nie wszystkie miejsca są zajęte. To rezerwa na przyszłość: podczas bieżącej pracy zawsze warto mieć do dyspozycji jedną lub dwie puste warstwy. Wyliczyłem także trochę elementów, których jeszcze w modelu nie ma (np. podwozie).

Takie zestawienie zbiorcze, jak to, to dobra okazja, by wyliczyć wszystkie planowane zespoły modelu. Dla odróżnienia elementy jeszcze nie wykonane są oznaczone je pochyłą czcionką.

Przejrzyjmy po kolei zawartość kolejnych warstw, abyś mógł sprawdzić, co dokładnie zawierają. Przy okazji uzupełnimy brakujące przypisania hierarchiczne. Gdybyś zauważył, że Twój obiekt jest na innej warstwie — przypisz go do odpowiedniej.

Na warstwie **1** znajduje się podstawowy zespół skrzydeł: płaty, lotki, kłapy, oraz owiewki goleni podwozia (Rysunek 4.21.3):

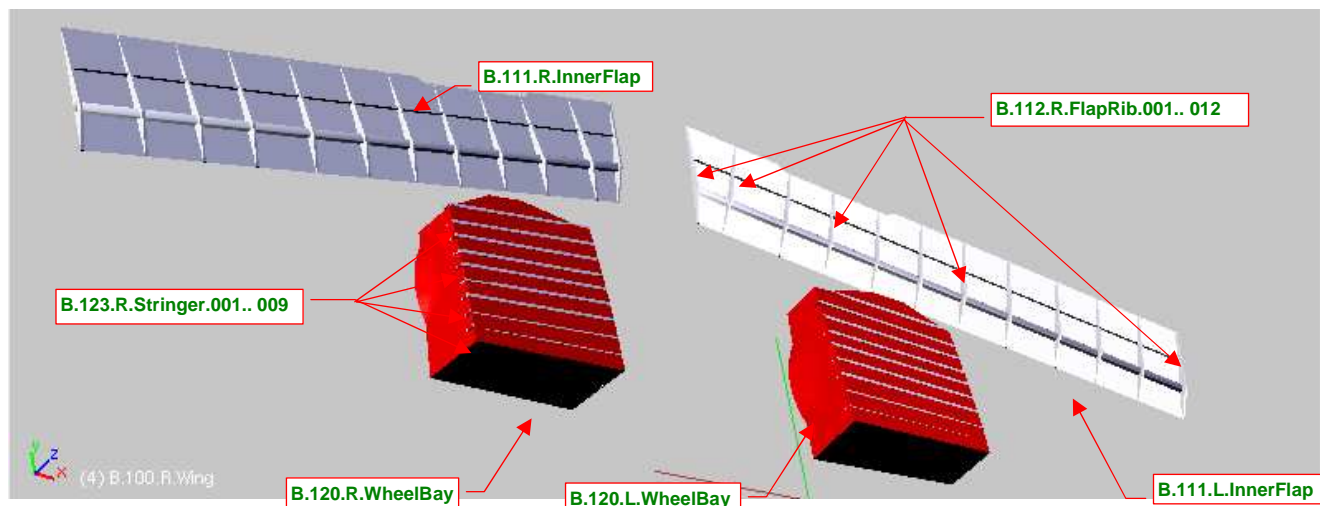


Rysunek 4.21.3 Warstwa 1: Skrzydło, lotki, kłapy i owiewki podwozia

Do siatki skrzydła dodaj ostatni szczegół: "kołnierz", biegnący wzdłuż pierwszego żebra (Rysunek 4.21.3a). Choć jest mało widoczny, będziemy go potrzebować we wnętrzu kabiny. W P-40 górna powierzchnia płata była jednocześnie podłogą kabiny. Na zdjęciach widać na niej także fragment kołnierza, łączącego płaty. Konstruktorzy przymocowali do niego różne części wyposażenia, jak np. drążek sterowy.

Stwórz teraz całe prawe skrzydło — poprzez skopiowanie (*Duplicate Linked*) lewego. Gdy wykonasz to jedną operacją, kopiując płat wraz ze wszystkimi podzespołami, zachowasz wewnętrzną hierarchię obiektów. Podczas kopiowania wystarczy zmienić skalę wzdłuż lokalnej osi **X** na **-1**, aby płat znalazł się po prawej stronie. Nowemu obiektowi nadaj nazwę **B.100.R.Wing**. Zmień jeszcze jego obrót wokół osi **Y** z **-6°** na **+6°**, by skrzydło uzyskało prawidłowy wznios. Potem pozostaje poprawić nazwy jego elementów, zmieniając w nich człon **.L** na **.R**.

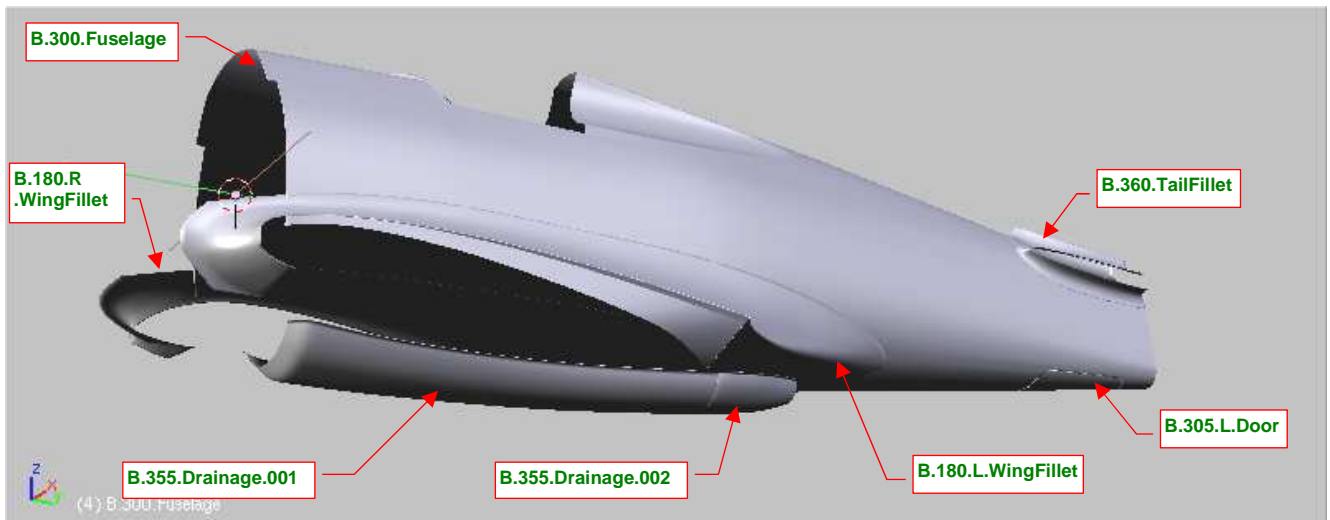
Na warstwie **11** umieść szczegóły, które mogą być przydatne w jakiejś scenie "na lotnisku", z wysuniętym podwoziem i otwartymi kłapami (Rysunek 4.21.4):



Rysunek 4.21.4 Warstwa 11: wnętrze kłap oraz komór podwozia głównego

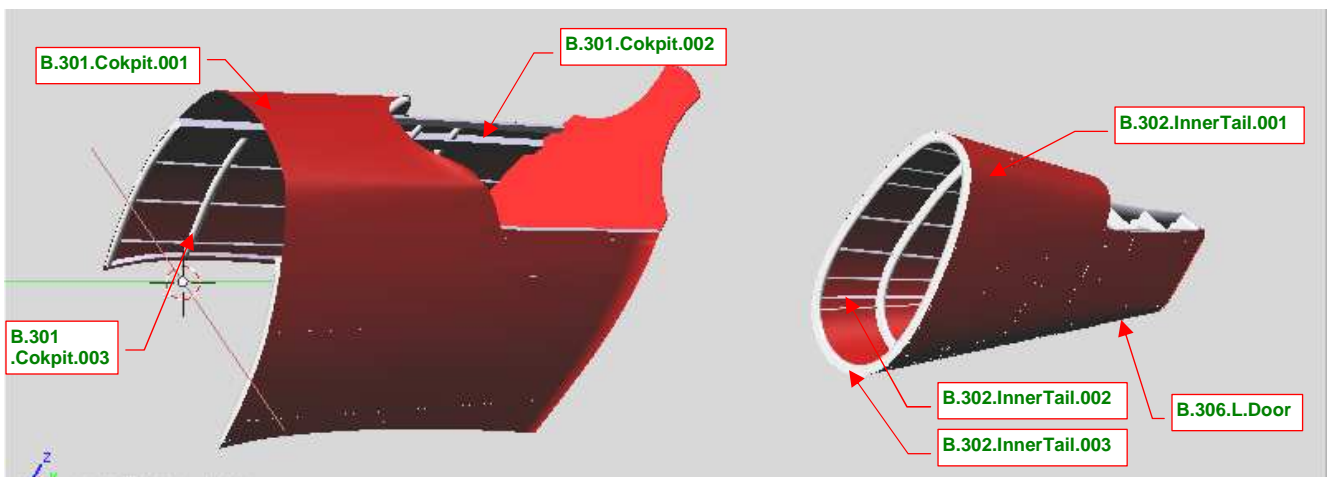
Początkowo na warstwie **11** chciałem także umieścić wewnątrz komory klap (B.101.x.FlapBay). Gdy okazało się, że fragment tego obiektu wystaje spod uskoku kłapy, przenieśliem je na warstwę **1**.

Na warstwie **2** umieść podstawowe elementy kadłuba, oraz różne owiewki i osłony (Rysunek 4.21.5):



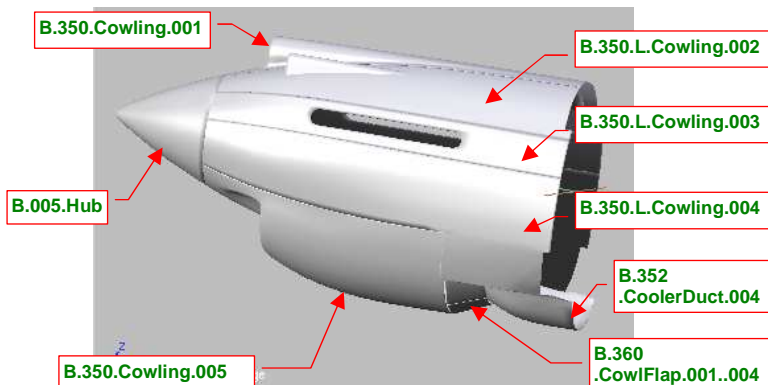
Rysunek 4.21.5 Warstwa 2: środkowa i tylna część kadłuba, wraz z owiewkami

Warstwa **12** zawiera wnętrza wybranych fragmentów kadłuba (kabinę pilota i kółka ogonowego). Powłoki wewnętrzne mają zawsze końcówkę **.001**, podłużnice — **.002**, a wręgi — **.003** (Rysunek 4.21.6):

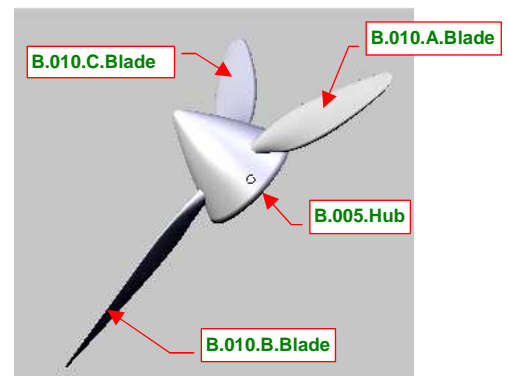


Rysunek 4.21.6 Warstwa 2: środkowa i tylna część kadłuba, wraz z owiewkami

Warstwa **3** zawiera elementy okapotowania silnika (Rysunek 4.21.7), a warstwa **16** — zespół śmigła (Rysunek 4.21.8). Zwróć uwagę, że kołpak jest przypisany do obydwu warstw (by nie wystawały "gołe" początki łopaty).

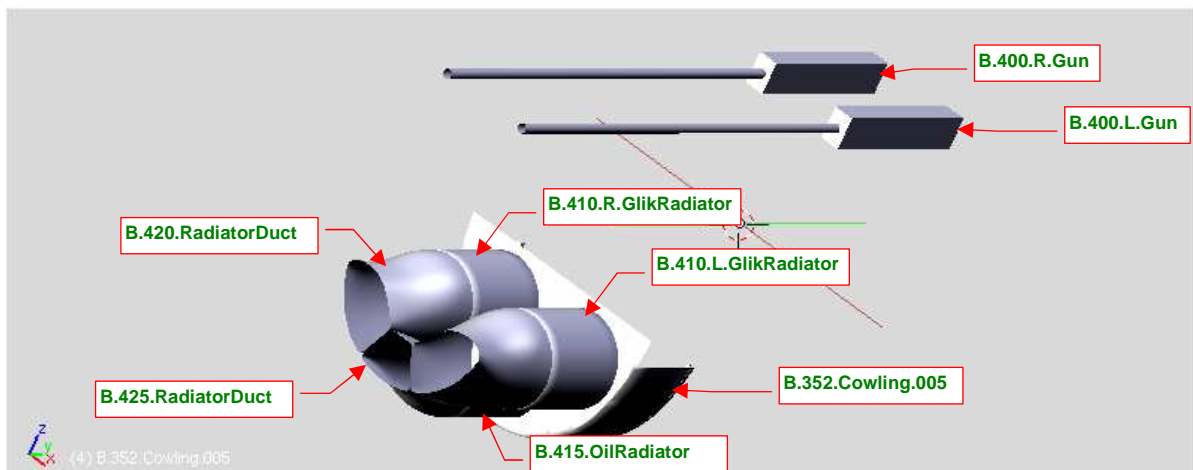


Rysunek 4.21.7 Warstwa 3: okapotowanie silnika



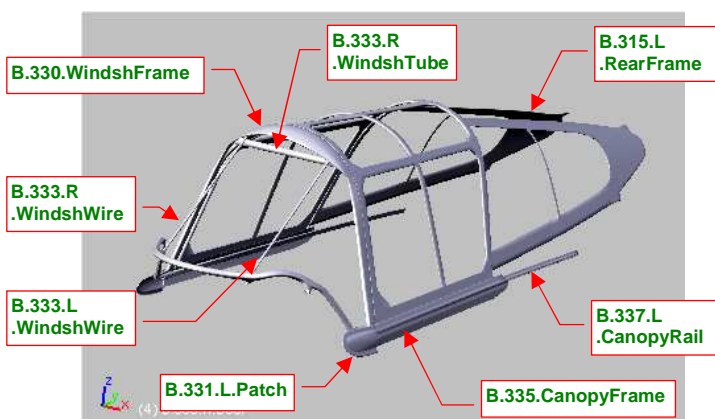
Rysunek 4.21.8 Warstwa 16: śmigło (wraz z kołpakiem)

Warstwa **13** zawiera elementy wewnętrzne: nkm Browing, chłodnice cieczy, ich tunele wlotowe i wylotowe (Rysunek 4.21.9):

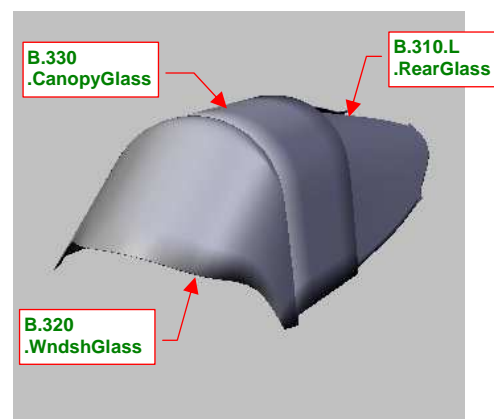


Rysunek 4.21.9 Warstwa 13: wnętrze zespołu chłodnic, karabiny zamontowane w kadłubie

Warstwa **4** to ramki kabiny pilota (Rysunek 4.21.10), a warstwa **14** to jej oszklenie (Rysunek 4.21.11):



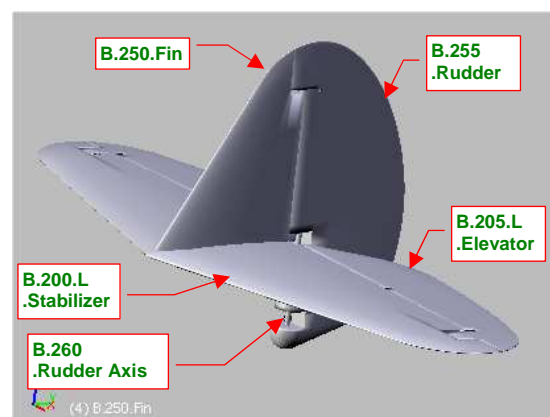
Rysunek 4.21.10 Warstwa 4: ramki osłony kabiny



Rysunek 4.21.11 Warstwa 14: oszklenie

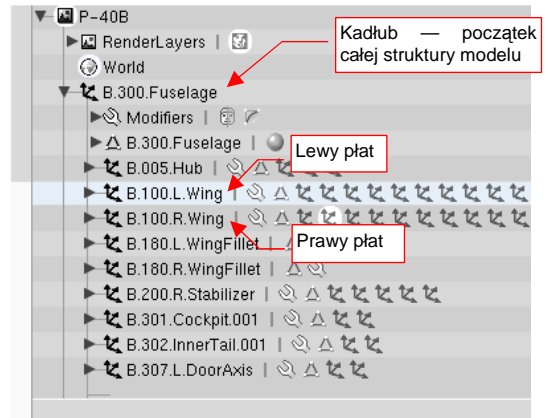
Oszklenie kabiny jest najwygodniej umieścić na oddzielnej warstwie, gdyż bardzo często potrzeba wyłączyć jego widoczność. Ramki kabiny są wydzielone po trosze także z tego powodu, ze względu na stopień ich komplikacji. W warstwie **4** umieścimy również elementy wyposażenia kabiny widoczne podczas lotu, jak zagłówek na płycie pancernej czy szkło odbłaskowe celownika.

Usterzenie umieść na warstwie **6** (Rysunek 4.21.12). Na razie składa się tylko z podstawowych elementów. Statecznik pionowy jest "przymocowany" (relacją *Parent*) nie do kadłuba, tylko do statecznika poziomego. (W prawdziwym samolocie był do niego przykręcony dwoma rzędami śrub, ciągnącymi się pod owiewką.) W dalszych rozdziałach na tej warstwie przybędą kolejne szczegóły, jak popychacze trymerów, światło pozycyjne, czy okucia mocujące osie sterów do dźwigarów.



Rysunek 4.21.12 Warstwa 6: usterzenie

Jeżeli chodzi o najbardziej ogólną hierarchię, to statecznik poziomy (**B.200.L.Stabilizer** — podstawa całego usterzenia) przypisz do kadłuba (**B.300.Fuselage**). Przypisz do kadłuba także obydwie płyty (w końcu skrzydła są dwa, a kadłub — tylko jeden). W ten sposób "początkiem" hierarchii zespołów samolotu zostanie obiekt **B.300.Fuselage** (Rysunek 4.21.13).



Rysunek 4.21.13 Struktura modelu

Rysunek 4.21.14 przedstawia postać, jaką osiągnął nasz model na tym etapie prac. Zaczyna już przypominać pierwowzór!

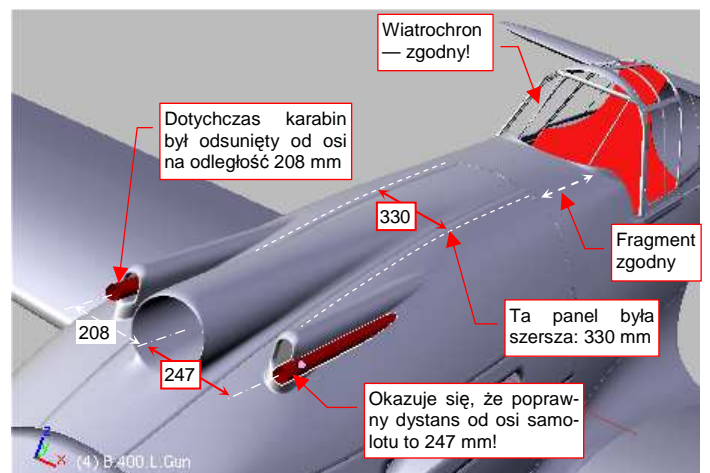


Rysunek 4.21.14 Wygląd ogólny modelu

I moglibyśmy przejść spokojnie do następnej fazy pracy, gdyby nie moja mania poszukiwania materiałów w Internecie. Właśnie (w tym momencie pisania książki i budowy modelu) znalazłem nowość o P-40. To artykuł "[Long Nose Hawks](http://www.hyperscale.com)" (z www.hyperscale.com). Jego autor — Hume Bates — podaje wiele wymiarów P-40B, zmierzonych "z natury", na egzemplarzu P-40C z Naval Air Museum (w Pensacola, o ile się nie mylę). Okazuje się, że rozstaw luf karabinów kadłubowych wynosił $19\frac{1}{2}$ ", czyli 49.5 cm. To po 4 cm z każdej strony więcej, niż przyjęliśmy (i tak rozstawiając je szerzej niż na planach!) (Rysunek 4.21.15):

Różnica w położeniu jest zbyt duża, by dało się jakoś "przesunąć" osłonę karabinu po powierzchni pokrywy silnika. W dodatku górny panel okapotowania silnika powinien być szerszy, aby zmieścić nieco większy chwyt powietrza do sprężarki.

To oznacza nie kosmetyczną przeróbkę, a zbudowanie jeszcze raz górnej części okapotowania silnika (por. str. 188)! Całe szczęście, że "wymęczony" na podstawie zdjęć szkielet wiatrochronu przeszedł tę próbę zwycięsko — jest zgodny. Podobnie grzbiet kadłuba pod wiatrochronem. (Jego kształt wymusiło uzgodnienie ze zdjęciami linii przenikania wiatrochronu z kadłubem).

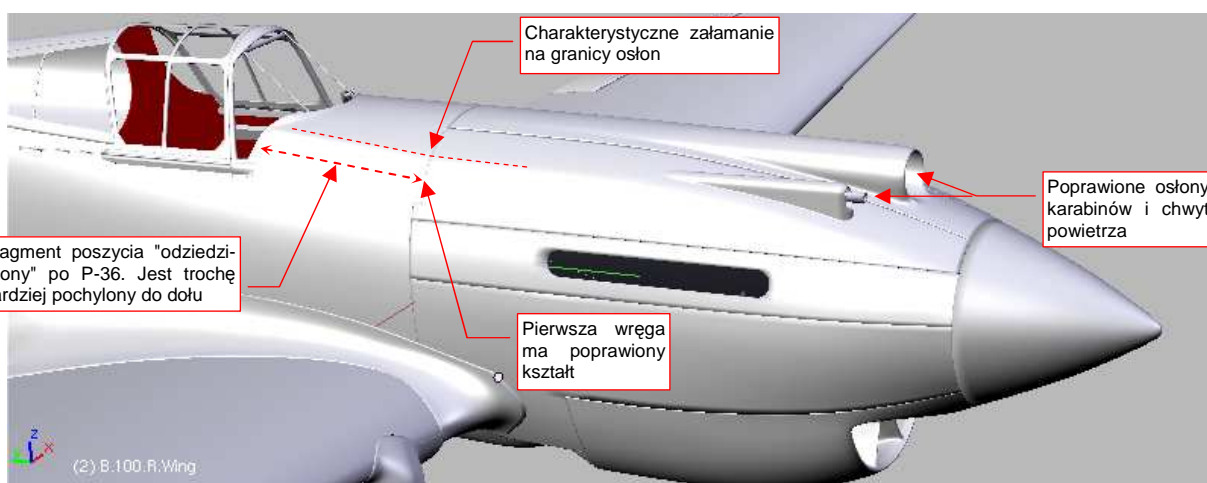


Rysunek 4.21.15 Różnice wg pomiarów z muzeum (NAM)

Nie miej złudzeń — jeżeli chcesz wykonać coś możliwie najdokładniej, takie sytuacje będą się powtarzać. Postęp prac nad dobrym modelem czy planami można porównać do ruchu po spirali. Co jakiś czas musisz się cofnąć, by poprawić coś, co już zrobiłeś. Potem wykonasz nowy etap pracy, do którego najprawdopodobniej powrócisz po jakimś czasie, by znów coś poprawić. I tak dalej, dopóki nie uznasz modelu za skończony.

Prędzej czy później zawsze pojawią się lepsze materiały, z których wynikną jakieś rewelacje na temat samolotu, który robisz. Możesz je uwzględnić albo zignorować. Jak sądzisz, którą z tych dwóch możliwości teraz wybierzesz? Tak, nie myliłeś się: przerabiamy model!

Artykuł Hume Batesa przytacza trochę nowych zdjęć z odbudowy egzemplarza P-40C. Wśród nich jest wyraźne ujęcie pierwszej wręgi kadłuba. Jej kształt różni się od kształtu w naszym modelu. Zdecydowałem się to także poprawić. W efekcie zmianie uległ kształt poszycia od wiatrochronu kabiny do kołpaka śmigła. W rzucie z boku i z góry kontury samolotu pozostały bez zmian. Zmianie uległ tylko przekrój poprzeczny. Załamanie pokryw wzdłuż pierwszej wręgi stało się wyraźniejsze (Rysunek 4.21.16)¹:

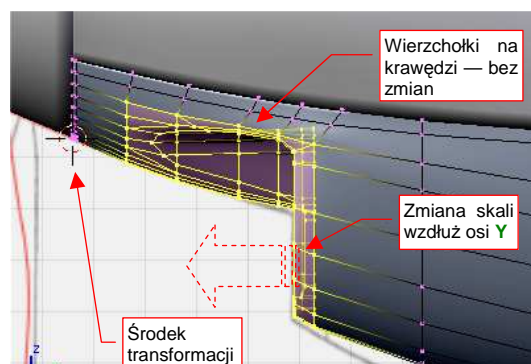


Rysunek 4.21.16 Poprawione górne panele osłony silnika

Rysunek 4.21.16 przedstawia także poprawiony chwyt powietrza do sprężarki i rozsunięte osłony km. Średnica chwytu została powiększona o 10%. Porównaj z tą ilustracją Rysunek 4.21.14. Prawda, że na pierwszy rzut oka nic się nie zmieniło? A jednak ja wiem, że teraz jest tak, jak w oryginale — a wcześniej męczyła mnie świadomość, że jest inaczej. To takie "modelarskie dobre samopoczucie" ☺.

Ta sama mania dokładności zmusiła mnie do kolejnej poprawki. Z opublikowanych przez Batesa pomiarów wynika, że osłona chłodnicy w naszym modelu ma poprawne wymiary, ale była położona o 5 cm bliżej nosa samolotu². To także poprawimy. Ta zmiana na szczęście wymaga tylko drobnej "operacji plastycznej", a nie ponownego tworzenia od podstaw.

Pierwszym krokiem poprawki jest "ściśnięcie" wzdłuż osi **Y** fragmentu, który w oryginalnym samolocie był o 5 cm krótszy (Rysunek 4.21.20). Zwróć uwagę, że wierzchołki na krawędzi osłony nie są poddane tej transformacji. Oszczędzimy sobie w ten sposób konieczności ponownego dopasowywania do sąsiednich paneli.

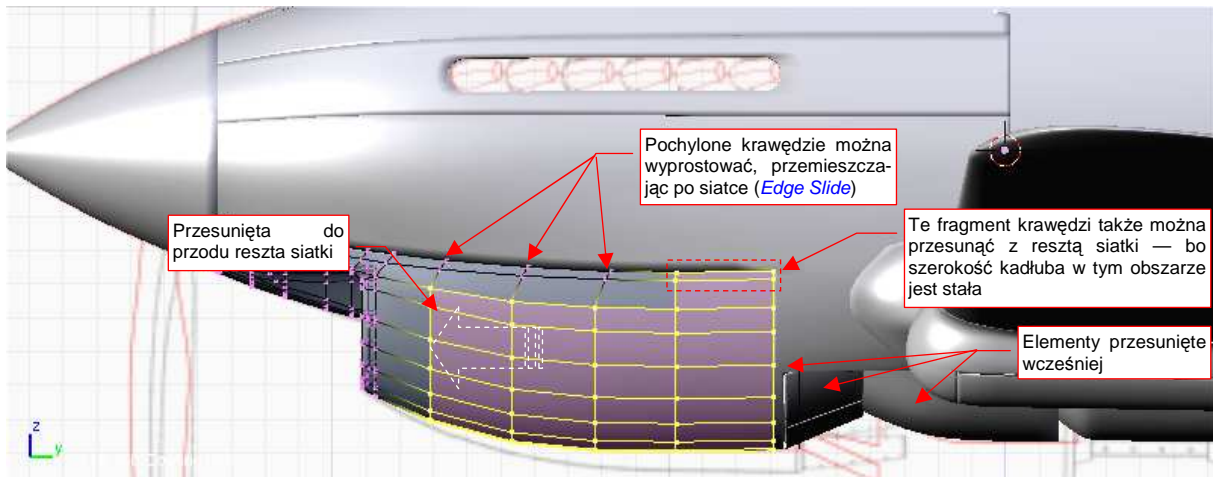


Rysunek 4.21.17 Skracanie czoła osłony chłodnicy

¹ To załamanie widać na wielu zdjęciach — dlaczego istnieje? Otóż prawie wszystko, co w P-40B/C znajdowało się za ścianą ogniową (pierwszą wręgą kadłuba) pochodziło z P-36. P-36 miał krótszy i szerszy "nos", a grzbiet kadłuba aż do kabiny pilota był do niego gładko dopasowany. W P-40 wstawiono inny silnik, wydłużając nos. Reszty kadłuba nie oplotało się cyzelować — trzeba było czym prędzej produkować samoloty na zbliżającą się do USA wojnę....

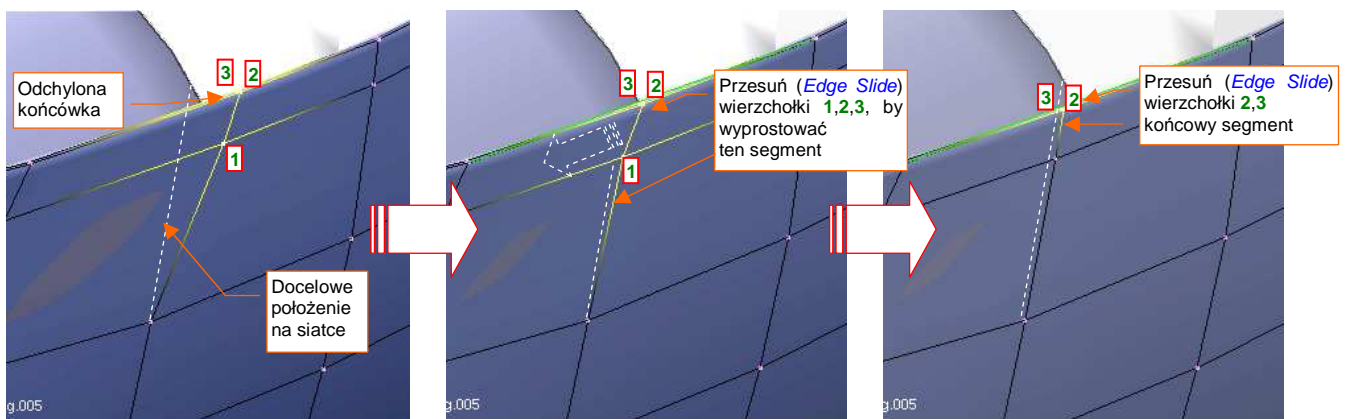
² Wygląda na to, że podczas analizy zdjęć — por. str. 553 — przeszacowałem wpływ szerokości kadłuba na zdjęciu.

Po skróceniu czoła osłony chłodnicy, przesunij resztę jej siatki o 5 cm do przodu (Rysunek 4.21.18):



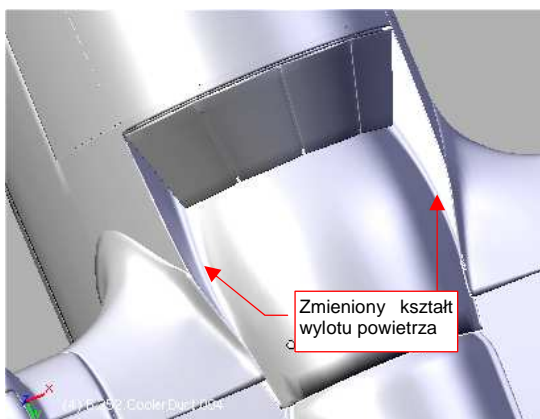
Rysunek 4.21.18 Przesunięcie osłony chłodnicy

Jeżeli nie podobają Ci się pochylone w okolicach krawędzi siatki linie wręg — możesz je wyprostować. Wystarczy je przesunąć po siatce (*Edge Slide*). Bardzo się przy tej operacji przydaje zagięcie "na grubość blachy", umieszczone wzdłuż krawędzi chłodnicy (krawędź |32| — p. Rysunek 4.21.19):

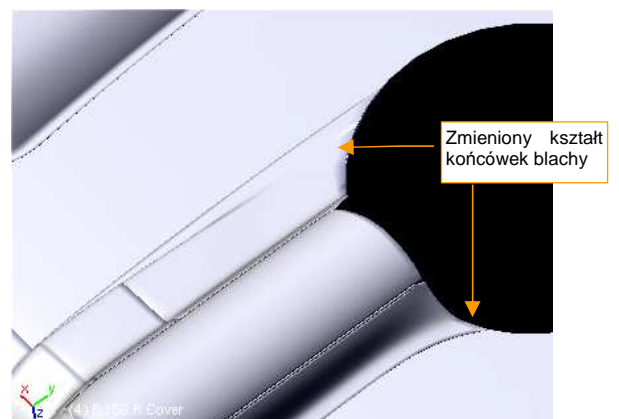


Rysunek 4.21.19 Prostowanie końcówki wręgi

Z pozostałych poprawek — zmianie uległy szczegóły kształtu wylotu powietrza z chłodnicy (Rysunek 4.21.20). Trochę w nim nadal moich domysłów, bo brak jest dobrej jakości zdjęć tego fragmentu P-40 B/C.



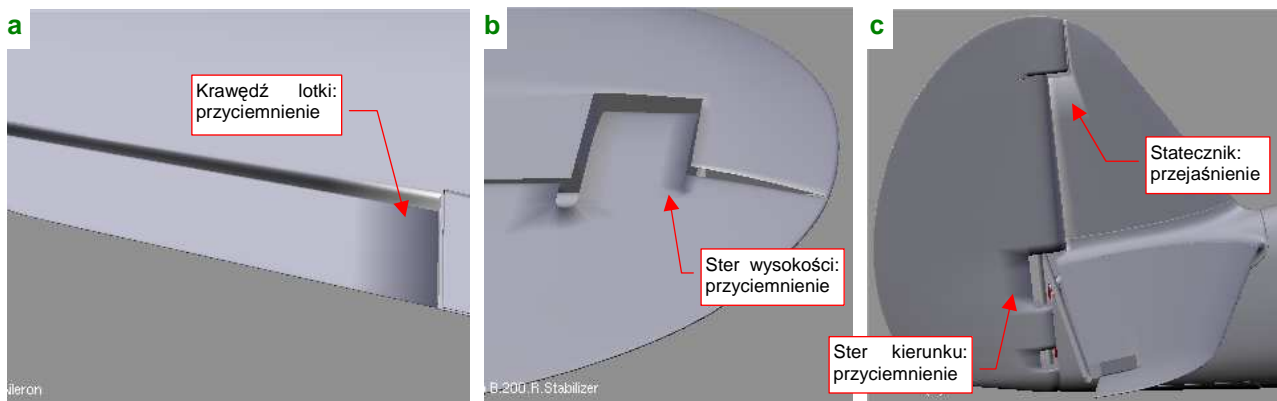
Rysunek 4.21.20 Przerobiono wylot powietrza



Rysunek 4.21.21 Zmienione zakończenia osłon podwozia

Zgodnie z sugestią Batesa, zmieniłem także końcówki osłon goleni podwozia (Rysunek 4.21.21). Zakładałem, że wyglądały jak w P-40E, a tu okazuje się, że miały "pozostałości" po osłonach z P-36.

Zwróć jeszcze uwagę na sztuczne przyciemnienia i przejaśnienia, które mogły się gdzieś pojawić na powierzchniach modelu (Rysunek 4.21.22a,b,c):

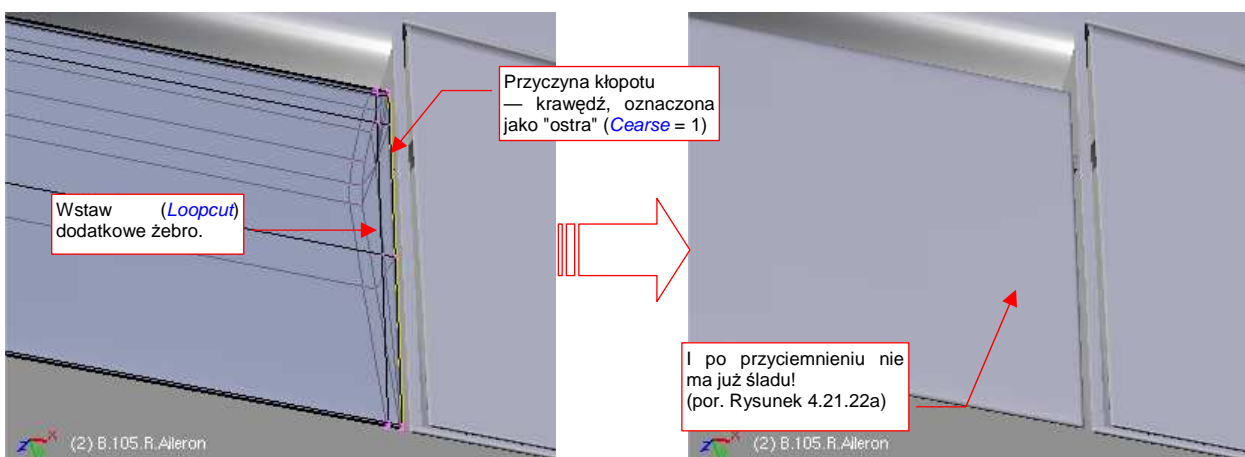


Rysunek 4.21.22 Artefakty na granicach ostrych krawędzi

W ferworze formowania poszczególnych części można nie zwrócić na nie uwagi. Takie artefakty powstają, gdy przy ostrej (*Cearse*=1) krawędzi, łączącej jakąś dłuższą, "gładką" (*Set Smooth*) ścianę z drugą, o wiele mniejszą. Dla tego kłopotu istnieje kilka rozwiązań:

- minimalistycznie: włączyć we właściwościach siatki przełącznik *Auto Smooth* (zestaw *Editing*, panel *Mesh*). Artefakty pozostaną widoczne w edycji, ale dzięki temu ustawieniu nie pojawią się na ostatecznych renderach. Może się jednak zdarzyć, że w przyszłości będziesz chciał skorzystać z innego programu do rednerowania niż domyślny "internal renderer" Blendera. Wtedy ten problem może się znowu pojawić.
- ostateczne: zmienić tryb cieniowania ściany z "gładkiego" na "płaski" (*Set Solid*). W przypadku powierzchni, które pokazuje Rysunek 4.21.22, lepiej jednak tego unikać. (Na powłokach, które teraz wyglądają jak gładkie, pojawiłyby się dyskretne krawędzie);
- redukcyjne: dodać wzdłuż ostrych krawędzi dodatkowy rząd niewielkich ścian. To zmniejsza efekt do niedostrzegalnych rozmiarów. Z tym może się wiązać jednak trochę dodatkowej pracy.

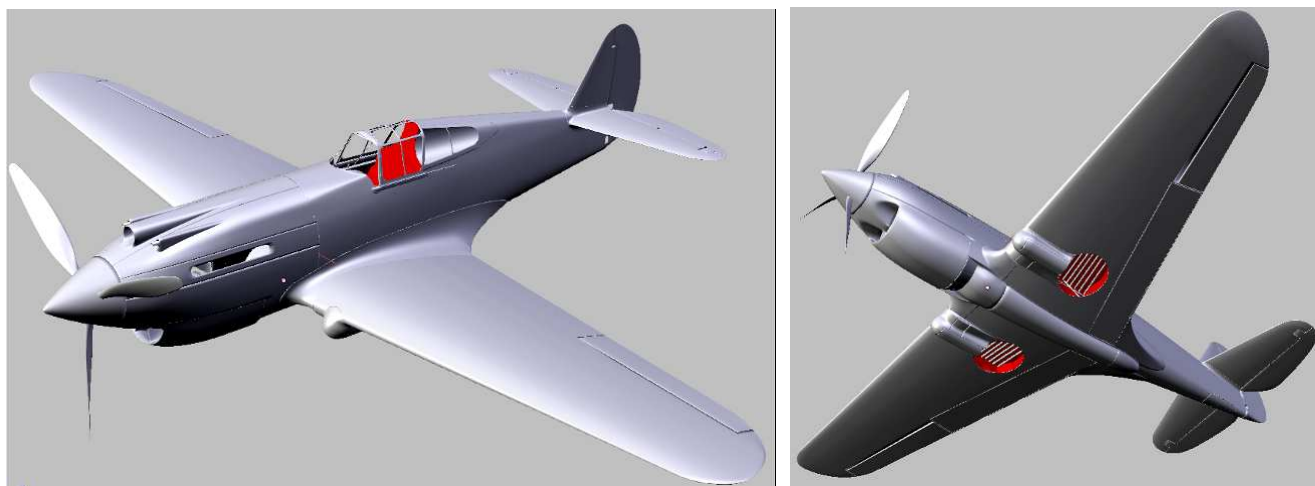
Proponuję usunąć te przebarwienia za pomocą dodatkowego rzędu ścian. W przypadku lotki sprawa jest bardzo prosta: wystarczy wstawić (*Loopcut*) nową wręgę (Rysunek 4.21.23):



Rysunek 4.21.23 Usunięcie przyciemnienia krawędzi lotki poprzez dodanie rzędu nowych ścian

Wstawienie dodatkowych ścian wokół krawędzi sterów wymaga więcej pracy. Bardzo przydaje się tu technika nacinania (*Knife*). (Nie będę tutaj dokładnie pokazywał, jak je po kolei robić, myślę że sobie poradzisz). W razie czego: usuwaj tylko większe przebarwienia. Na przykład pozostawiłem małe zaciemnienie wzdłuż zawiasu kłapy (por. Rysunek 4.21.23) — takie zabrudzenia występują i na prawdziwym samolocie!

Model jest już uformowany (Rysunek 4.21.24). Mam nadzieję, że nie będą go czekały w przyszłości tak duże poprawki, jak te, które wprowadziłem po artykule Hume Batesa. Jedynym obszarem, co do kształtu którego nadal mam pewne wątpliwości, jest wylot powietrza z chłodnicy cieczy. Wylot jest bardzo dobrze "obfotografowany" dla wersji P-40E, istnieją także jego rysunki konstrukcyjne. Jak na złość, na temat wcześniejszych wersji (B,C) brak jest dobrych danych. Mam nadzieję, że w przyszłości dotrę do jakichś dokładniejszych zdjęć tego fragmentu¹.



Rysunek 4.21.24 Kształt modelu, jaki osiągnęliśmy w trakcie tego rozdziału

Podsumowanie

- Po zakończeniu fazy "formowania blach" samolotu warto jest przejrzeć wszystkie warstwy i zaprowadzić w nich porządek (str. 261). Koniecznie zaplanuj zawczasu, gdzie umieścisz takie zespoły, jak podwozie, czy wnętrze kabiny. Zarezerwuj także co najmniej dwie warstwy do nieprzewidzianych, przyszłych zastosowań.
- Na tym etapie warto także zadbać o uzupełnienie brakujących relacji hierarchii (*Parent*). Struktura samolotu powinna się "zaczynać" od jakiejś pojedynczej części, np. kadłuba (str. 265)
- Zapisz na w odrębnej scenie (str. 261) wszystkie pomocnicze obiekty, np. wzorce kształtu. Nie wiadomo, kiedy się przydadzą.
- Przejrzyj krytycznie i popraw wszelkie "przebarwione" fragmenty siatki (str. 268). Występują na wygładzonych powłokach, w okolicach ostrych krawędzi.
- Sprawdź na tyle dokładnie, na ile jesteś w stanie, wymiary modelu. Bądź jednak przygotowany na konieczność poprawek. (Postęp prac nad każdym dokładnym modelem odbywa się często wg zasady "dwa kroki naprzód, jeden krok w tył").

¹ Tak się też stało. Efekt znajdziesz na str. 496. Poprawiłem zakończenie kanałów, i uzupełniłem o dwa otwory, na wylatujące z karabinów maszynowych łuski i ogniwa taśm. Wymagało to nie tylko przerobienia siatki kadłuba, ale także skrócenia końców owiewek skrzydeł o jakieś 0.5 jednostki Blendera (5 cm na rzeczywistym samolocie). Tą modyfikację wykonałem już na bardzo późnym etapie prac, gdy model był „oteksturowany”. W związku z tym wymagała więcej wysiłku, ale była możliwa!

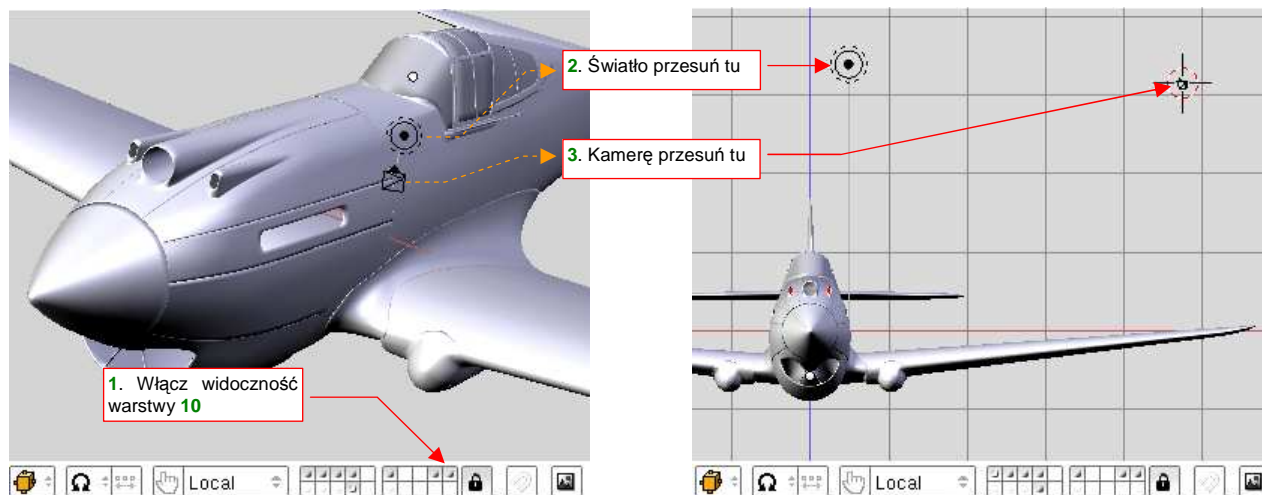
Rozdział 5. Kompozycja najprostszej sceny

Do dalszej pracy będziemy potrzebować sceny: kamery, tła, oświetlenia. Ustawimy je wstępnie w tym rozdziale. Opowiem tu także trochę więcej o materiałach w Blenderze. (Do tej pory wspomniałem o nich zaledwie, gdy potrzebowaliśmy zabarwienia powłoki na kontrastowy kolor — por. str. 190). Na razie pokryjemy cały samolot materiałem imitującym wypolerowane aluminium. Na takim jednolitym tle najlepiej będzie widać łączenia blach i linie nitów poszycia, do których zbierzemy się w następnym rozdziale.

Zdecydowałem się pokazać w tej książce "prosty przepis kuchenny" na kompozycję sceny. Nie będę mówił o możliwościach oświetlenia, tylko pokażę gdzie umieścić poszczególne źródła światła. Nie będę mówił o sztuce kompozycji, tylko powiem, gdzie należy ustawić kamerę. Takie minimalistyczne podejście wynika z ogromu możliwości, jakie się kryją w tych zagadnieniach. A ja chcę tu pokazać coś, co można stosunkowo łatwo uzyskać, i będzie w miarę dobrze wyglądać. Gdy zrobisz już pierwszy model, gorąco zachęcam do dalszej, samodzielnej nauki. Wokół jest kilkadziesiąt książek o Blenderze (licząc razem te w języku angielskim i polskim). W Internecie znajdziesz tysiące różnego rodzaju samouczków (tutoriali), więc ze źródłem wiedzy nie powinno być problemu. Sądzę, że wkrótce bez większego trudu będziesz w stanie tworzyć sceny dużo lepsze od pokazanych w tej publikacji.

5.1 Przygotowanie kamery i oświetlenia

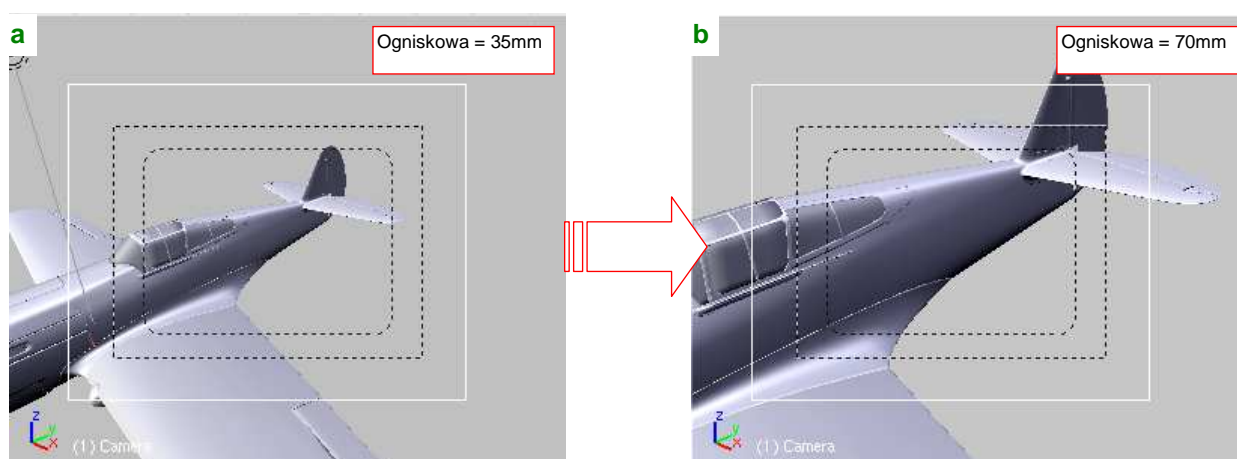
W tej sekcji skorzystasz z umiejętności, które nabyłeś w "Blender – pierwsze kroki" (Rozdział 3). Dokładniej chodzi o sekcje 3.3 i 3.4 (str. 70-82). Zacznij od odszukania domyślnej kamery i źródła światła w pliku naszego modelu (Rysunek 5.1.1):



Rysunek 5.1.1 Wstępne poprawienie położenia kamery i światła

Domyślna kamera (o nazwie **Camera**) i źródło światła (o nazwie **Lamp**) powinny się znajdować na warstwie **10**. (Umieściliśmy je tam na samym początku pracy — p. str. 761). Włącz widoczność tej warstwy i przesunij je z domyślnego położenia w nowe, bardziej odległe (Rysunek 5.1.1). Jeżeli ich tam nie ma (bo np. usunąłeś je wcześniej) — wstaw nowe (**Add→Camera** — str. 793, **Add→Lamp** — str. 792), w miejsca, które pokazuje Rysunek 5.1.1b). Przenieś je także (**M**, szczegóły - str. 811) na warstwę **20**¹.

Przełącz się teraz na widok z kamery (**0**, lub **View→Cameras→Camera (Active)**). Przy okazji możesz wyłączyć wyświetlanie obrazu tła (**Background image**), bo widok z kamery także je wyświetla. Projekcja, którą uzyskasz w oknie **3D View**, ma silną deformację perspektywiczną ("rybie oko" — Rysunek 5.1.2a):



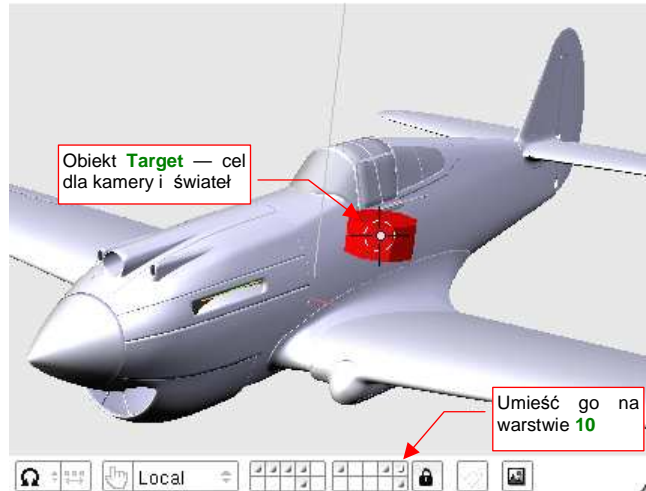
Rysunek 5.1.2 Widok z kamery: przed i po poprawieniu ogniskowej

Przejdź do właściwości kamery (zestaw **Editing**, panel **Camera** — p. 813.) Zwiększ jej ogniskową (**Lens**) do 70mm, a zasięg (**Clipping Start/End**) wydłuż dziesięciokrotnie (**Start** = 1, do **End** = 1000 jednostek) (Rysunek 5.1.2b).

¹ Zgodnie z podziałem elementów sceny na warstwy (str. 261) to jest ich właściwe miejsce.

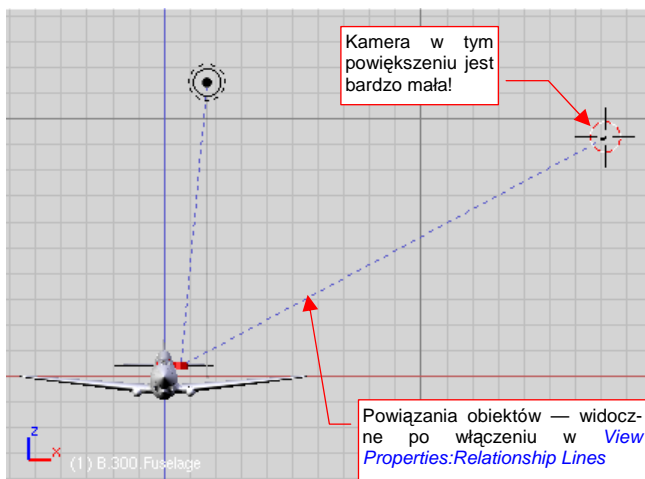
Na ekranie masz trzy okna **3D View**. Pozostaw w jednym z nich widok z kamery, a w pozostałych dwóch ustaw rzuty: z przodu i z góry. Obserwując na bieżąco obraz z kamery, spróbuj w pozostałych oknach przesunąć ją tak, by ująć cały samolot. W trakcie tych manipulacji zapewne zauważysz, że kamera nie zachowuje się tu tak "mądrze", jak to pokazywał Rozdział 3. Tutaj możesz bez problemu "zgubić" cały samolot z kadru. Kamera ciągle "patrzy" w tę samą stronę. Dlaczego tak się dzieje? Bo nie jest jeszcze przypisana do odpowiedniego celu!

Stwórzmy więc cel dla kamery. Włącz widoczność warstwy **10** i wstaw na nią nowy obiekt o nazwie **Target** (żadnych przedrostków numerycznych, bo to obiekt specyficzny dla tej sceny). Może wyglądać jakkolwiek, byleby nie był ani za mały, ani za duży, tylko "w sam raz" do złapania i przesunięcia. Osobiście zawsze rysuję go jako nieskomplikowany graniastosłup (walec, bez wygładzenia, z niewielką liczbą ścian), o promieniu 3 jedn. (Rysunek 5.1.3). Aby wyróżniał się na tle innych części modelu przypisz mu czerwony materiał **Artificial**. Teraz przypisz do kamery i światła ograniczenie (*constraint*) typu **Track To**, podając jako cel obiekt **Target** (**Ctrl-T**, **Track To**, szczegóły — patrz str. 814)

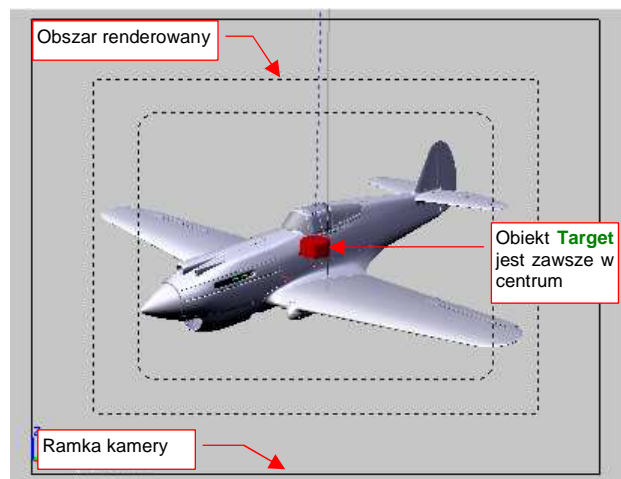


Rysunek 5.1.3 Obiekt **Target** - cel dla światła i kamery

Aby kamera objęła cały samolot, odsuń ją na większą odległość. Obiekt **Target** pozostaw w pobliżu centrum modelu — to "focus" kamery. Podobnie jak kamerę, oddal od modelu także światło (Rysunek 5.1.4). Rysunek 5.1.5 pokazuje, jak może wyglądać projekcja, odpowiednia na scenę w locie.



Rysunek 5.1.4 Odsunięte: kamera i źródło światła



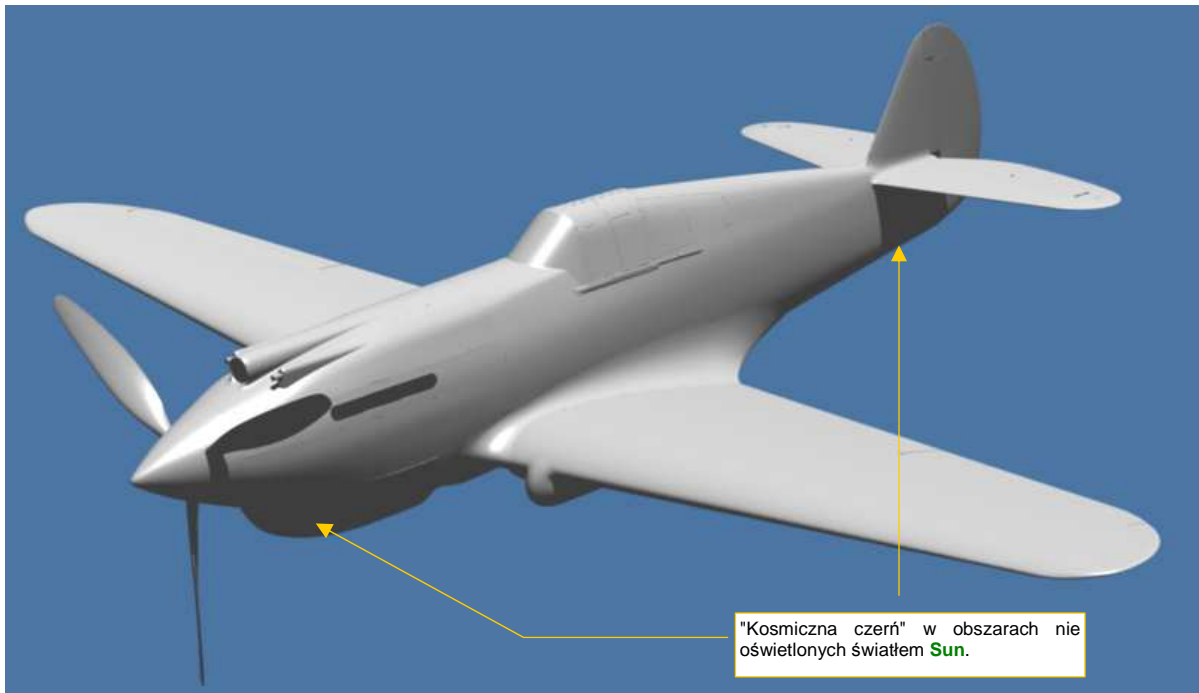
Rysunek 5.1.5 Widok z odsuniętej kamery

Na koniec wyłącz warstwę 10, aby obiekt **Target** przestał być widoczny.

Kamerę już ustawiliśmy, teraz czas na oświetlenie. Zaznacz światło **Lamp** i zmień w jego właściwościach (zestaw przycisków **Shading**, szczegóły — str. 962):

- typ źródła światła: na "słońce" (**Sun**, w panelu **Preview**);
- ustaw zasięg na 100 jednostek (**Dist**, w panelu **Lamp**);
- ustaw intensywność na 1.0 (**Energy**, w panelu **Lamp**);
- uaktywnij rzucanie cieni (**Ray Shado**, w panelu **Shadow and Spot**);
- nadaj mu nową nazwę (bądźmy konsekwentni!) **Sun**. (Dla samego źródła: w panelu **Lamp**, a dla obiektu, który je zawiera: w zestawie **Object**, panel **Link and Materials**)

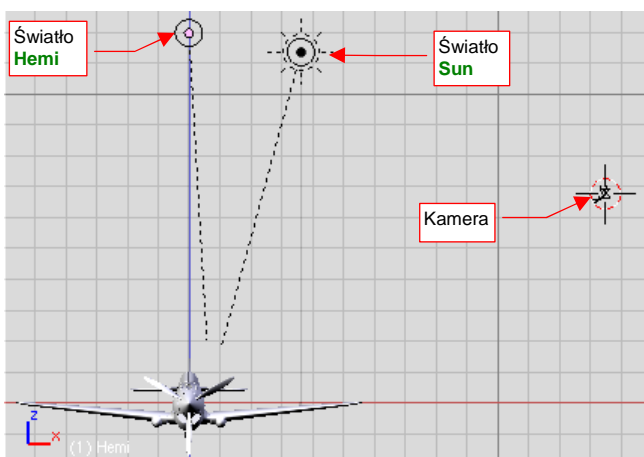
Po tych ustawieniach przyszedł czas na "pierwszy strzał". Naciśnij **F12** (*Render*→*Render Current Frame*), by wygenerować pierwszy rendering naszego modelu (Rysunek 5.1.6):



Rysunek 5.1.6 Pierwszy rendering

Efekt jest daleki od pożądanego, nieprawdaż? Cały samolot wygląda jak wykonany z szarego plastiku. To dlatego, że nie przypisaliśmy powierzchniom żadnego konkretnego materiału. Celowo zacząłem od takiego "zera". Przez ten i dalsze rozdziały będziemy tę scenę stopniowo poprawiać, aż stanie się warta pokazania.

Zacznijmy od dodania uzupełniającego, półsferycznego światła niebosłonu, bo jak na razie obszary nie oświetlone promieniami światła **Sun** nikną w kosmicznym mroku. Wstaw do sceny dodatkowe źródło półsferyczne (*Add*→*Lamp*→*Hemi*, szczegóły — str. 791). Umieść je ponad samolotem (Rysunek 5.1.7):

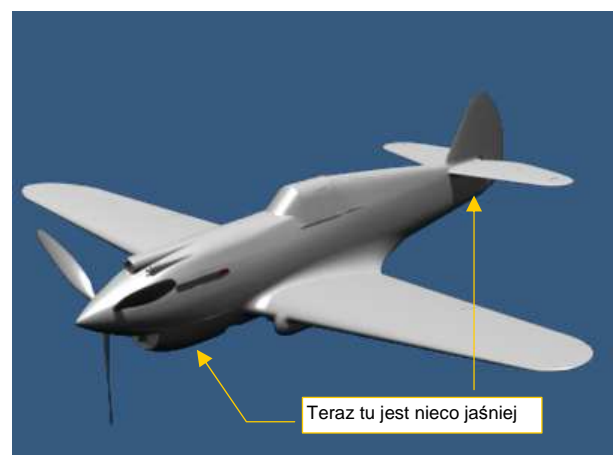


Rysunek 5.1.7 Scena z dodatkowym światłem Hemi

We właściwościach nowego źródła światła zmień:

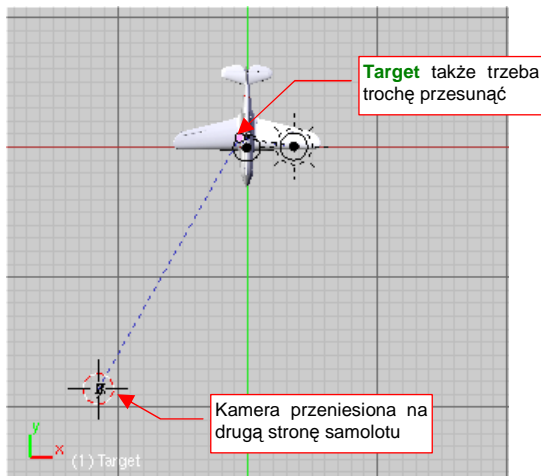
- zasięg (*Dist*) na 100 jednostek;
- intensywność (*Energy*) na 0.5;
- nazwę (światła i obiektu) na **Hemi**

Jednocześnie, aby uniknąć prześwietlenia, zmniejsz nieco energię światła **Sun**: z 1.0 do 0.7. W rezultacie coś już widać w obszarach cienia (Rysunek 5.1.8).

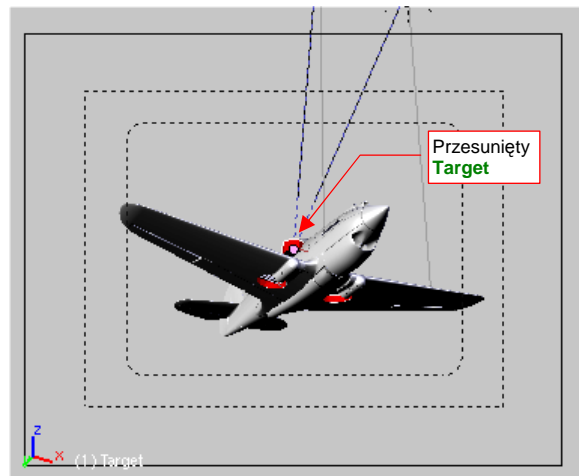


Rysunek 5.1.8 Rendering sceny ze światłem otaczającym

Gdy model pozostawia wiele do życzenia, zawsze można nadrobić bardziej widowiskowym i dynamicznym ujęciem. W obliczu tak niekompletnego samolotu spróbowałem widoku "spod spodu" (Rysunek 5.1.10). Aby uzyskać taką projekcję, przenieś kamerę na przeciwną stronę samolotu, i przesuń nieco **Target**, by samolot znalazł się pośrodku kadru (Rysunek 5.1.9):



Rysunek 5.1.9 Nowe położenie kamery i jej celu



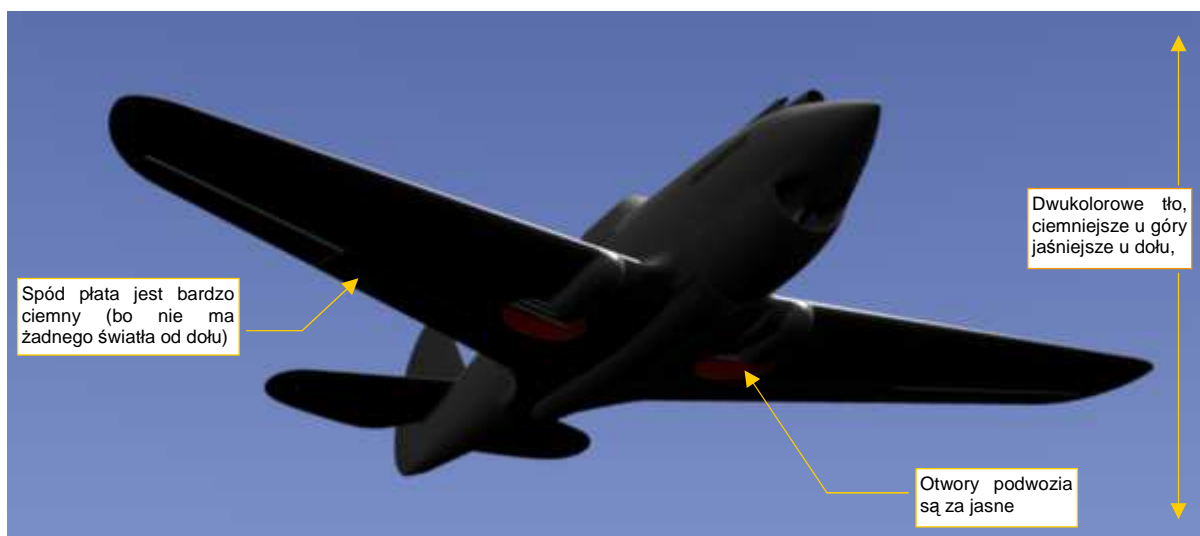
Rysunek 5.1.10 Ujęcie z nowego położenia kamery

Jednocześnie wyłącz widoczność warstwy 16, zawierającej śmigło. Dopóki nie zostanie "rozkrecone" w kolejnych klatkach animacji i nie włączymy efektu "rozmycia w ruchu", lepiej żeby go na tej scenie nie było widać.

- Pamiętaj: Blender renderuje tylko zawartość warstw, które są aktualnie widoczne. Daje to Ci możliwość określenia, co ma się pojawić na ostatecznym obrazie.

Zmieńmy barwę tła na jaśniejszą, bo ten domyślny granat (Rysunek 5.1.6, Rysunek 5.1.7) może działać depresyjnie. Proponuję skorzystać z kilku prostych możliwości Blendera, i utworzyć tło z dwóch barw: jasno i ciemnoniebieskiej. (W zestawie *Shading*, podzestawie *World*, włącz przełączniki: *Blend* i *Real*, oraz ustal kolory horyzontu i zenitu "nieba". Więcej szczegółów znajdziesz na str. 967).

Rysunek 5.1.11 pokazuje rendering nowego ujęcia samolotu, ze zmienionym tłem:



Rysunek 5.1.11 Rendering nowego ujęcia samolotu.

Zwróć uwagę, że dolne powierzchnie płata wydają się być zbyt ciemne, a otwory podwozia głównego — zbyt jasne. Wyraźnie widać krawędź lotek — powstała w wyniku "prześwitania" nieba przez szczelinę, która tam istnieje.

Model jest od spodu zbyt ciemny, gdyż nic go z tej strony nie oświetla. W realnym świecie istnieje dodatkowe światło rozproszone, rozjaśniające takie obszary. W Blenderze nazywa się to "światłem otoczenia" (*ambient light*). Uaktywnij je teraz (w zestawie *Shading:World buttons* — szczegóły: patrz str. 968):

- w panelu *Amb Occ* włącz efekt *Ambient Occlusion* i ustaw jego intensywność (*Energy*) na 0.3 (szczegółowe ustawienie parametrów na tym panelu — patrz str. 969);
- w panelu *World* ustaw kolor *Amb* (ient) na 14% szarości, dodatkowo ustaw *Range* = 2.0 i *Exp* = 0.4;

Rysunek 5.1.12 pokazuje to samo ujęcie samolotu, co poprzednio, ale po zastosowaniu światła otaczającego:



Rysunek 5.1.12 Rendering spodu samolotu z włączonym światłem otaczającym (por. z Rysunek 5.1.11).

Jednocześnie, aby obraz nie był zbyt "prześwietlony", zmniejsz intensywność światła uzupełniającego — *Hemi*. Przesław jego *Energy* z 0.5 na 0.3.

Użycie światła otaczającego rozjaśniło dolne powierzchnie skrzydeł, i jednocześnie zaciemniło wszelkie otwory. Wyróżnione zostały trochę bardziej drobne szczeliny, jak np. krawędź klap czy zawiasy sterów. Całość stała się bardziej realistyczna. Zwróć jednak uwagę, że nie ma nic za darmo¹ — czas wykonywania renderu wydłużył się dwukrotnie. Zdecydowanie jednak efekt jest wart tych dodatkowych kilkunastu sekund!

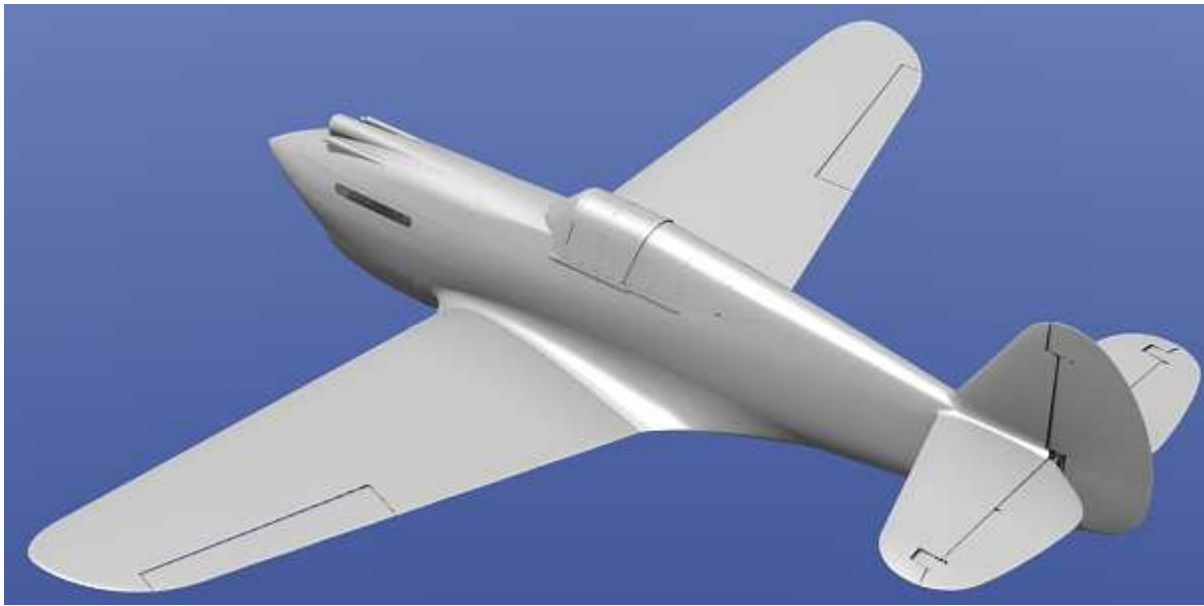
Osobiście wolę także zmienić metodę wygładzania linii z domyślnej (*Gauss*) na *CatRom* (**F10**), zestaw *Scene:Render buttons*, panel *Render* — p. str. 971). To wyostrzy krawędzie obiektów (Rysunek 5.1.13):



Rysunek 5.1.13 Rendering samolotu z filtrem wygładzania *CatRom*, zamiast *Gauss* (por. z Rysunek 5.1.12).

¹ No, może oprócz oprogramowania *Open Source* i tej książki ©.

Uważam, że oświetlenie naszej sceny jest już wystarczające. Ujęcie z góry także wygląda już lepiej (Rysunek 5.1.14):



Rysunek 5.1.14 Ujęcie modelu w projekcji z góry, to samo oświetlenie jak Rysunek 5.1.13.

Podsumownie

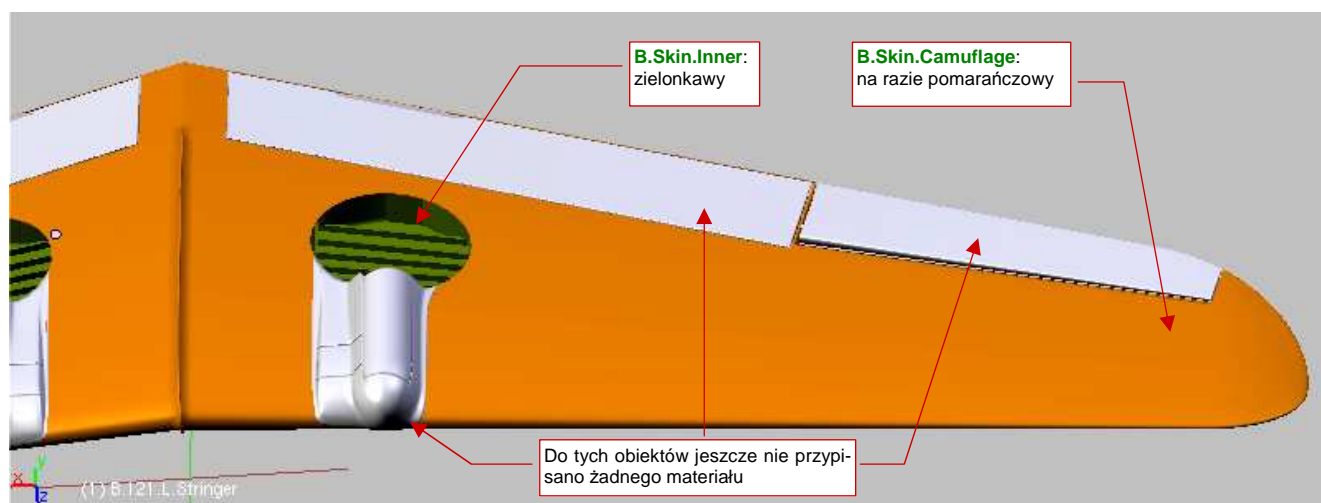
- Domyślne parametry kamery Blendera zazwyczaj wymagają zmiany (str. 271). Uważaj na zbyt małą wartość *Clipping Start*, gdyż może wywołać sztuczne "przebicia" wewnętrznych powłok modelu (por. str. 813).
- Aby łatwo manipulować kamerą i oświetleniem, skieruj je na jakiś pomocniczy obiekt ("cel" — str. 272);
- Samoczynne "nakierowanie na cel" można uzyskać za pomocą ograniczeń (*constraints*) typu *Track To* (str. 272);
- Blender umieszcza na renderingu tylko obiekty z warstw, które są aktualnie widoczne (str. 274)
- Do oświetlenia sceny w locie wystarczą dwa źródła światła: słoneczne *Sun* (kierunkowe, wywołujące cienie), i półsferyczne *Hemi* (uzupełniające, bez cieni) (str. 273). Dodatkowo przydaje się zastosowanie efektu światła otaczającego (str. 275);
- Dbaj o to, by sumaryczna energia oświetlenia (*Sun + Hemi + Ambient Occlusion*) nie była zbyt wysoka (rzędu 1.0 — 1.5). W przeciwnym razie model będzie "prześwietlony";
- Wygładzanie renderowanych linii (*oversampling — OSA*) domyślnie wykorzystuje metodę (filtr) *Gauss*. Aby uzyskać ostrzejsze krawędzie, można je przestawić na filtr *CatRom* (str. 275).

5.2 Przypisanie podstawowych materiałów

Materiałem (*material*) nazywa się w Blenderze zespół parametrów opisujących sposób odbijania światła. Materiał, oprócz tak intuicyjnych własności jak barwa, posiada wiele innych atrybutów (np. "twardość" — *Hard* — odbicia światła). Może także zawierać tekstury, których piksele "lokalnie" zmieniają wartości niektórych parametrów (np. zarysowanie szyby — to lokalna zmiana jej przejrzystości). O teksturach dowiesz się więcej w następnym rozdziale.

W tej sekcji utworzymy i przypiszemy do siatek dwa podstawowe materiały: **B.Skin.Camuflage** dla powierzchni zewnętrznych, i **B.Skin.Inner** dla powierzchni wewnętrznych¹. W przyszłości **B.Skin.Camuflage** stanie się kamuflażem samolotu. Przy okazji przygotujemy także przejrzyste szkło organiczne osłony kabiny pilota.

Zacznij od stworzenia materiału **B.Skin.Camuflage** i przypisania go do powierzchni prawego płata (zestaw **Shading:Material buttons**, panel **Links and Pipeline** — patrz str. 957). Nadaj mu na razie kolor pomarańczowy ($R = 1.0$, $G = 0.6$, $B = 0.0$). Taki kontrastowy kolor zdecydowanie odróżnia się od szarości powłok bez przypisanego materiału. Dzięki temu łatwiej dostrzeżesz obiekty, którym jeszcze trzeba go przypisać (Rysunek 5.2.1). Potem zmienimy barwę tego materiału na inną.



Rysunek 5.2.1 Dwa podstawowe materiały, naniesione na powierzchnię skrzydła.

Zwróć uwagę, że do lewego skrzydła **B.Skin.Camuflage** „przypisał się sam”. To dlatego, że materiał jest powiązany z siatką, a nie z obiektem. Obydwa płaty: prawy i lewy, korzystają z tej samej siatki: **B.100.L.Wing**².

Stwórz także materiał dla powierzchni wewnętrznych: **B.Skin.Inner**. Nadaj mu kolor zielonkawy ($R = 0.6$, $G = 0.8$, $B = 0.0$)³ i przypisz np. do siatki wnętrza podwozia (**B.120.WheelBay** — Rysunek 5.2.1).

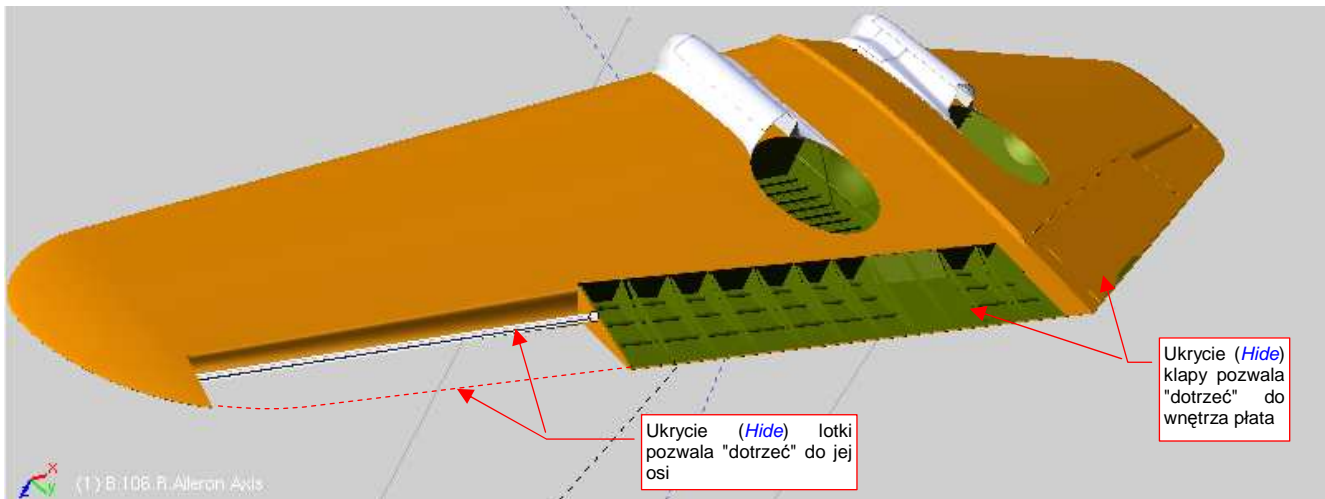
Teraz przed nami trochę pracy: trzeba przypisać odpowiedni materiał do każdej siatki modelu. (Po zaznaczeniu obiektu, w panelu **Links and Pipeline** należy wybrać z listy odpowiedni materiał — zob. str. 958, Rysunek 17.1.5). Mówiąc szczerze, ten rozdział wstawiłem w tym miejscu książki wyłącznie po to, by przysporzyć Ci jak najmniej takiej roboty. Czekają nas jeszcze wytworzenie wielu małych części. Tym "drobiazgom" będziemy już przypisywali materiały na bieżąco, zaraz po uformowaniu. Gdybyśmy najpierw przygotowali cały model, aż do ostatniego detalu, a potem zabrali się za przypisywanie materiałów — pracy byłoby jeszcze więcej. Wzrosłaby także szansa, że jakiś fragment zostanie omyłkowo pominięty.

¹ Jeżeli chcesz poznać reguły, którymi kierują się proponując nazwy materiałów — p. str. 964.

² Literę "L" w środku nazwy tej siatki dodałem zawczasu, gdyby trzeba było je rozdzielić — w jedno skrzydło będzie wstawiony reflektor do lądowania

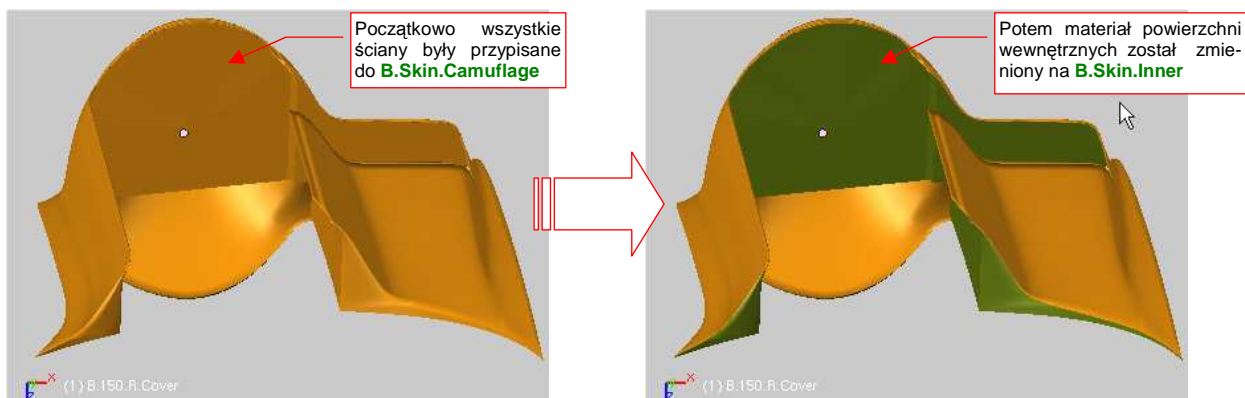
³ Wewnętrzne powierzchnie P-40B były malowane farbą *Zinc Chromate Primer*, której odcień zależał od liczby nałożonych warstw. Na razie przyjmijmy takie zgrubne przybliżenie tego koloru

Koniec gadania, bierzmy się do roboty. Sądzę, że najwygodniej będzie przypisywać obiekty "warstwa po warstwie". Za każdym razem włącz widoczność tylko jednej warstwy, gdyż znajduje się tam kilka — kilkanaście obiektów. To odpowiednia "porcja" na jeden raz, bo łatwiej jest dostrzec każdy przedmiot. Dodatkowo, dużą pomocą jest możliwość chwilowego ukrywania pojedynczych obiektów (**H**, *Hide Selected* — patrz str. 809¹). Rysunek 5.2.2 pokazuje przypisywanie materiałów na warstwie 1 (zespół skrzydła):



Rysunek 5.2.2 Przypisywanie materiałów — wykorzystanie polecenia *Hide Selected* (chwilowe ukrywanie obiektów).

Czasami może pojawić się taka sytuacja, jak w gondoli podwozia głównego: zewnętrzna część siatki powinna być przypisana do materiału **B.Skin.Camouflage**, a część wewnętrzna — do **B.Skin.Inner**. Na szczęście w każdej siatce w Blenderze można wyznaczyć do 16 obszarów, i każdemu z nich przypisać inny materiał (tzw. *Material Index* — indeks materiału). Robi się to w zestawie *Editing* (**F9**), panel *Link and Materials* (szczegóły — str. 899). Najpierw przypisz do całej siatki jeden materiał. Najlepiej wybierz ten, który zajmuje na niej największą powierzchnię (w tym przypadku — jest to zewnętrzny **B.Skin.Camouflage**). Takie przypisanie automatycznie tworzy indeks materiału nr **1**, do którego są przypisane wszystkie ściany. Potem wydziel z nich ściany wewnętrzne i zdefiniuj je jako odrębny indeks (nr **2**). Przypisz mu materiał **B.Skin.Inner** (Rysunek 5.2.3):



Rysunek 5.2.3 Przypisanie fragmentowi siatki materiału "wnętrza" (**B.Skin.Inner**).

Alternatywną techniką do tej, którą pokazuje Rysunek 5.2.3, będzie pomalowanie fragmentu tekstury **B.Skin.Camouflage** na kolor wnętrza samolotu, lub fragmentu tekstury **B.Skin.Inner** na kolor zewnętrzny. Zastosujemy je wszędzie tam, gdzie granica kolorów przebiega poprzez ściany (Nie ma sensu, w imię podziału barw, wstawiać dodatkowych krawędzi).

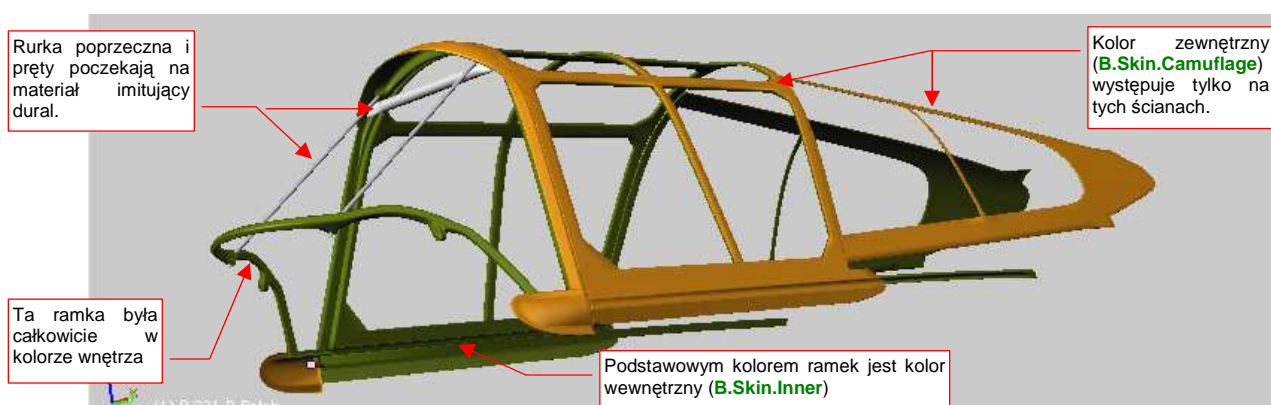
¹ Kombinacja **Alt-H** (*Show Hidden*) przywraca widoczność wszystkim ukrytym obiektom

Rysunek 5.2.4 pokazuje przykłady obszarów, które najlepiej będzie „zamalować” na inny kolor:



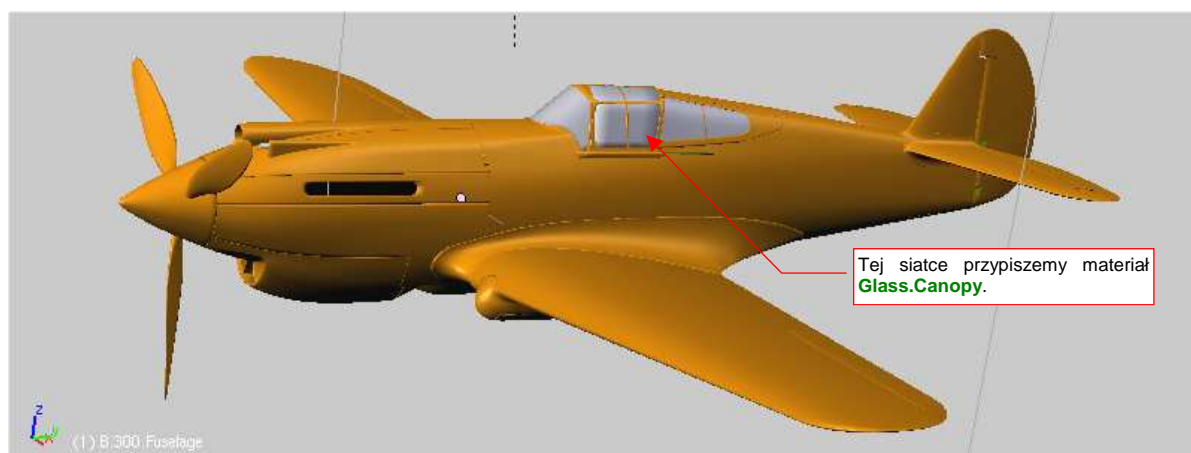
Rysunek 5.2.4 Obszary, w których układ ścian uniemożliwia zastosowanie w siatce dwóch materiałów

Sukcesywnie przypisuj zawartość kolejnych warstw do materiałów. W przypadku ramek kabiny zacznij od przypisania ich do barwy "wewnętrznej" (**B.Skin.Inner**). Barwa zewnętrzna (**B.Skin.Camouflage**) jest zaledwie dodatkiem do tego podstawowego zabarwienia (Rysunek 5.2.5):



Rysunek 5.2.5 Ramki kabiny — tu "dominującym" materiałem jest wewnętrzny **B.Skin.Inner**.

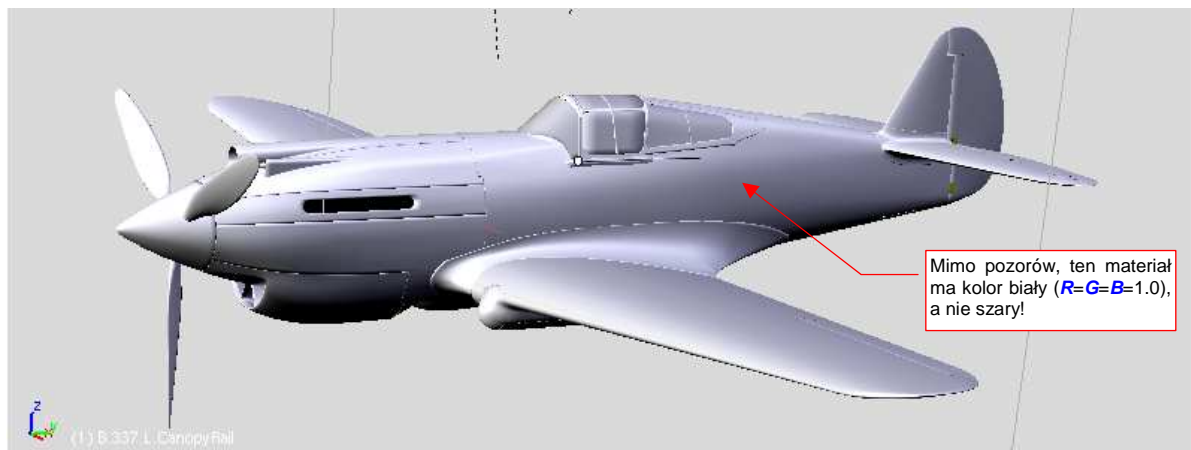
Efekt przypisania materiałów **B.Skin.*** do samolotu demonstruje Rysunek 5.2.6:



Rysunek 5.2.6 Model po przypisaniu materiału do wszystkich elementów.

Jeżeli cały samolot stał się pomarańczowy, oznacza to, że przypisaliśmy do materiałów **B.Skin.Camouflage** i **B.Skin.Inner** wszystkie powłoki, które należało przypisać. Teraz można zmienić z powrotem barwę **B.Skin.Camouflage** na jakąś bardziej umiarkowaną (nadal to będzie barwa tymczasowa).

Proponuję zastosować kolor biały dla powierzchni zewnętrznych (Rysunek 5.2.7):



Rysunek 5.2.7 Model po zmianie barwy materiału **B.Skin.Camuflage** na biały.

Nie przejmuj się, gdy w oknie **3D View** kolor biały wygląda jak szary — to w tym widoku normalne.

- Pamiętaj, że takie materiały jak **B.Skin.Camuflage**, czy **B.Skin.Inner**, są przypisane do wielu siatek. Gdy zaznaczysz pojedynczy obiekt i zmienisz jego kolor (we właściwościach materiału — **Shading:Material buttons** — por. str. 958), zmienisz także barwę wszystkich pozostałych powierzchni modelu. Aby zmienić kolor indywidualnie, musisz wcześniej utworzyć lokalną kopię materiału (por. str. 566).

Podczas przypisywania **B.Skin.Camuflage** pomiń siatki odwzorowujące oszklenie kabiny (**B.310.RearGlass**, **B.320.WindshGlass**, **B.325.CanopyGlass** — por. Rysunek 5.2.6). Tym powłokom przypiszemy nowy materiał. Będzie imitował szkło organiczne, z którego były wykonane szyby prawdziwego P-40. Odwzorowanie szkła to dość trudne zagadnienie, i zajmie nam dłuższą chwilę. Będziemy zmienić dużo parametrów, i trzeba będzie często sprawdzać, jak zmienił się ostateczny obraz.

- Bardzo przydatną pomocą przy pracy nad materiałem jest bieżący podgląd fragmentu renderu. To okno **View→Render Preview**, „nakładane” na widok 3D (**Shift-P**) — szczegóły na str. 775)

Zacznij od przypisania do wiatrochronu (**B.320.Windsh.Glass**) nowego materiału. Nazwijmy go **B.Glass.Canopy**. Ustal jego barwę na białą i przypisz pozostałym elementom oszklenia (**B.310.RearGlass**, **B.325.CanopyGlass**).

W zestawie **Shading:Material buttons**, panelu **Shaders**:

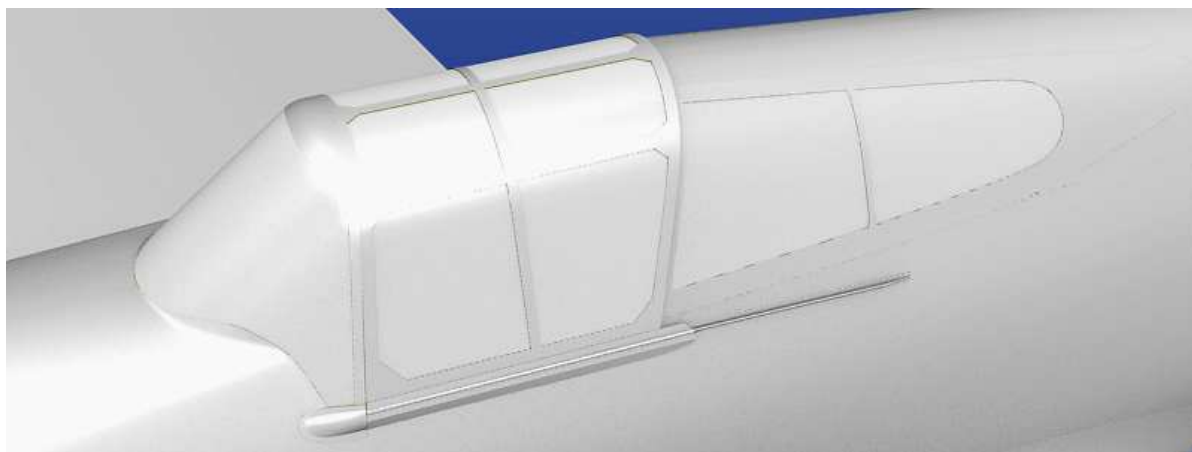
- zmień sposób wyznaczania rozproszenia światła (*diffuse*) z **Lambert** na **Oren-Nayar**¹. Zwiększ jego parametr **Ref** z 0.8 do 1.0 (szkło odbija prawie całe światło, które na nie pada). (Szczegóły — str. 976);
- zmień sposób obliczania odbłyśków (*specular*) z **Cook-Tor** na **Blinn**². Zwiększ "połyskliwość" materiału z 0.5 do 1.5 - 2.0 (szkło jest bardzo połyskliwe). Zwiększ "twardość" **Hard** materiału — czyli zmniejsz rozmiar względny odbłyśków — z 50 do 100³. (Szczegóły — str. 976);

¹ Alternatywnie można tu użyć także inny shader: **Fresnel** (p. str. 980);

² Alternatywnie można użyć **WardIso** w roli shadera odbłyśków (p. str. 980);

³ Prawdziwe, "mineralne" szkło jest wiele "twardsze" — rzędu 400-500. Ze zdjęć wynika jednak jasno, że szkło organiczne, z którego była wykonana oszklenie kabiny, dawało odbłyски podobnych rozmiarów co farba na kadłubie samolotu.

Rezultat na razie nie przypomina jeszcze szyby (Rysunek 5.2.8):



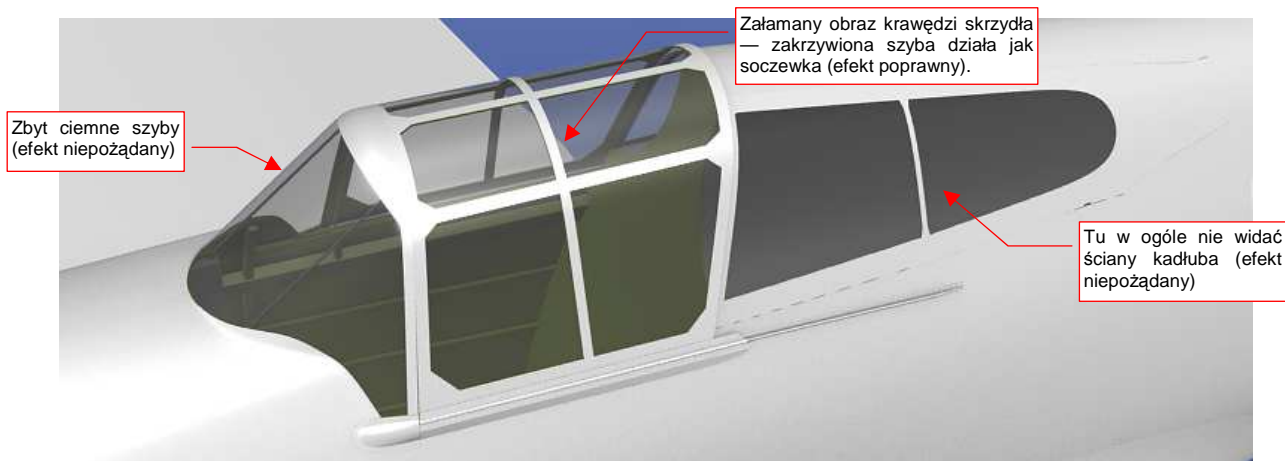
Rysunek 5.2.8 B.Glass.Canopy po zmianie shaderów.

W panelu **MirrorTransp** włącz przełącznik **Ray Transp**. Ustaw także wartość **Depth** na 4 lub 5, bo przy mniejszych wartościach przeciwległe ściany owiewki będą nieprzezroczyste. W panelu **Material** zmień wartość **A**(lpha) z 1.0 np. na 0.2. (*Alfa* to czwarty składnik barwy, określający nieprzejrzystość). Po tej zmianie szyba stanie się przezroczysta, choć bardzo ciemna (por. str. 976).

W tym samym miejscu zmień także szczegółowe parametry, determinujące sposób załamania promieni świetlnych wewnątrz materiału. Szyby osłony mają, co prawda, niewielką grubość — rzędu kilku milimetrów. Jednak przy pewnych kątach patrzenia poniższe współczynniki mają znaczenie:

- współczynnik wewnętrznego załamania **IOR** (powinieneś go znać z lekcji fizyki ☺) na 1.4. To fizyczna wartość dla plastiku. Zakładamy, że szkło organiczne to także rodzaj tego tworzywa;
- zmniejsz rozmiar "drugiego odbicia" światła (od wewnętrznych ścian szyby): **Spec Tra** do 0.0;
- "zagęszczenie" przy krawędzi materiału: zmień wartość **Fresnel** do 2.0;

Więcej szczegółów o powyższych ustawieniach znajdziesz na str. 977. Rysunek 5.2.9 przedstawia rezultat, osiągnięty do tej pory:



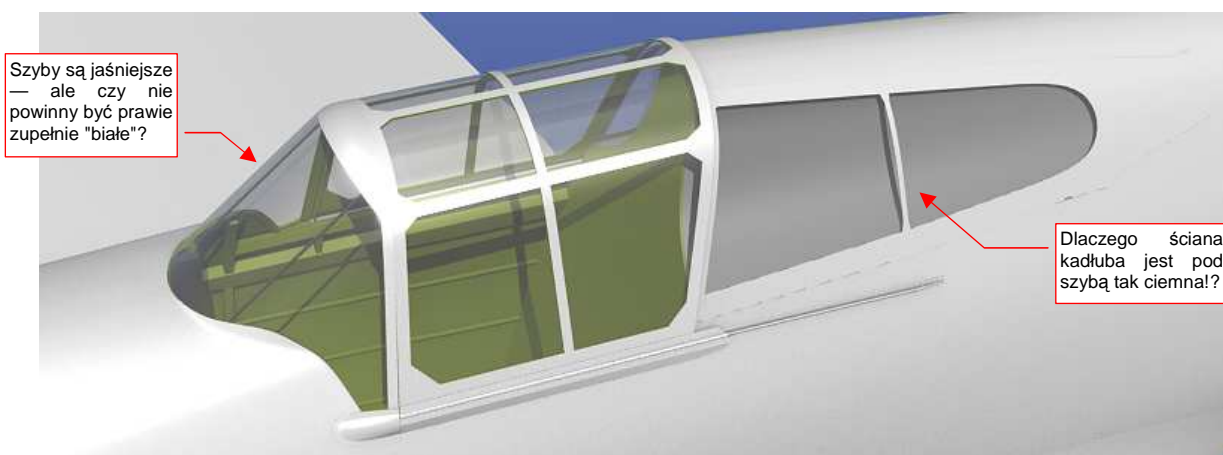
Rysunek 5.2.9 B.Glass.Canopy: włączona tylko przezroczystość (**Ray Transp**).

Trzeba uczciwie przyznać, że na razie nasze "szkło" przedstawia dużo do życzenia. Szyby owiewki są jakies zaciemnione, a te za fotelem pilota — w ogóle nie rzucają cienia na przyległe ściany kadłuba! Wnętrze kabiny jest mało widoczne...

Nasze "szkło" wymaga jeszcze kolejnych ulepszeń. Zaczniemy od dodania efektu lustrzanego odbicia. Szyby nie tylko są przezroczyste, ale także odbijają otoczenie. Ten efekt staje się bardziej widoczny, gdy są oglądane pod ostrym kątem.

Aby odwzorować takie zachowanie, włącz w panelu **Mirror Transp** funkcję lustrzanego odbicia: **Ray Mirror**. Ustaw jego intensywność **Ray Mir** na jakąś umiarkowaną wartość — 0.2 lub 0.3. Jednocześnie, aby efekt zależał od kąta pochylenia ścian — przestaw parametr **Fresnel** na wartość 1.5, a **Fac** — na 1.7 (szczegóły — str. 977).

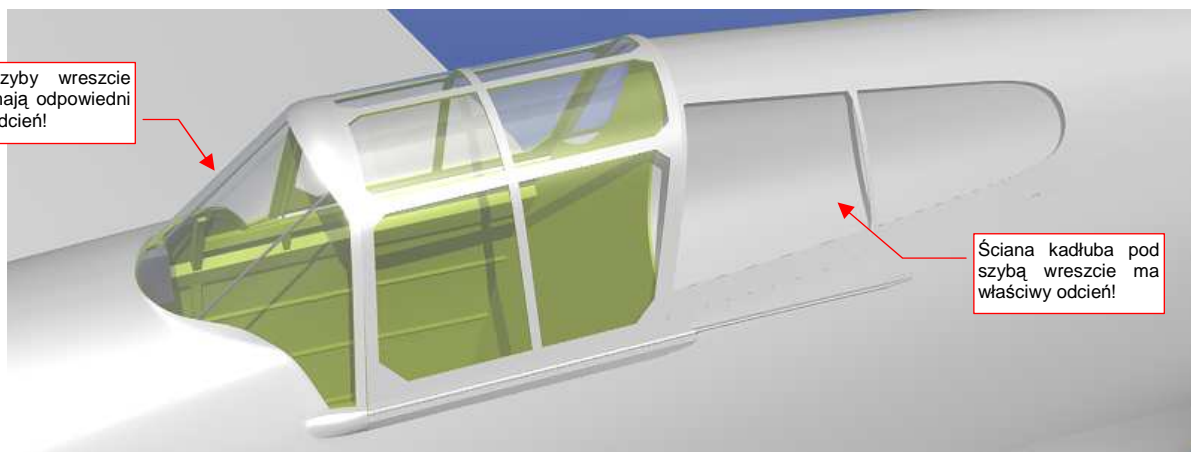
Szyby są jednak nadal bardzo ciemne. Okazuje się, że istotną poprawę uzyskasz, "porządkując" sprawę cieni, rzucanych przez ściany pokryte **B.Glass.Canopy**. Do tej pory cienie, wywoływane przez ten materiał, były zupełnie ciemne, jak gdyby w ogóle nie był przezroczysty. Aby to zmienić, należy w panelu **Shaders** włączyć opcję **TraShadow** (**Transparent Shadow**). Jest tylko jeden "haczyk": **TraShadow** włączamy dla materiału, na który pada cień! Włącz go więc w szczególności dla **B.Skin.Camuflage** i **B.Skin.Inner** (szczegóły — str. 978). Nie zaszkodzi włączyć go także dla samego szkła (**B.Glass.Canopy**). I tu czeka nas mała niespodzianka: szyby się rozjaśniły! (Rzuciły "lity" cień same na siebie). Rezultat przedstawia Rysunek 5.2.10:



Rysunek 5.2.10 **B.Glass.Canopy**: włączona przezroczystość (**Ray Transp**), odbicia (**Ray Mirror**) oraz przezroczyste cienie (**TraShadow**)

Już jest dużo lepiej, ale zapewne zauważysz, że z kadłubem pod tylną szybą jest nadal coś nie w porządku: nie powinien być taki ciemny (Rysunek 5.2.10). Oprócz tego, przyjrzyj się szybom kabiny: czy nie powinny być jeszcze o ton jaśniejsze?

Okazuje się, że przyczyną naszych kłopotów był efekt **Ambient Occlusion** (skrót: **AO**), który włączyliśmy w poprzedniej sekcji, jako część światła otoczenia (por. str. 273). Rysunek 5.2.11 przedstawia naszą owiewkę po wyłączeniu **AO** (w zestawie **Shading:World buttons**):

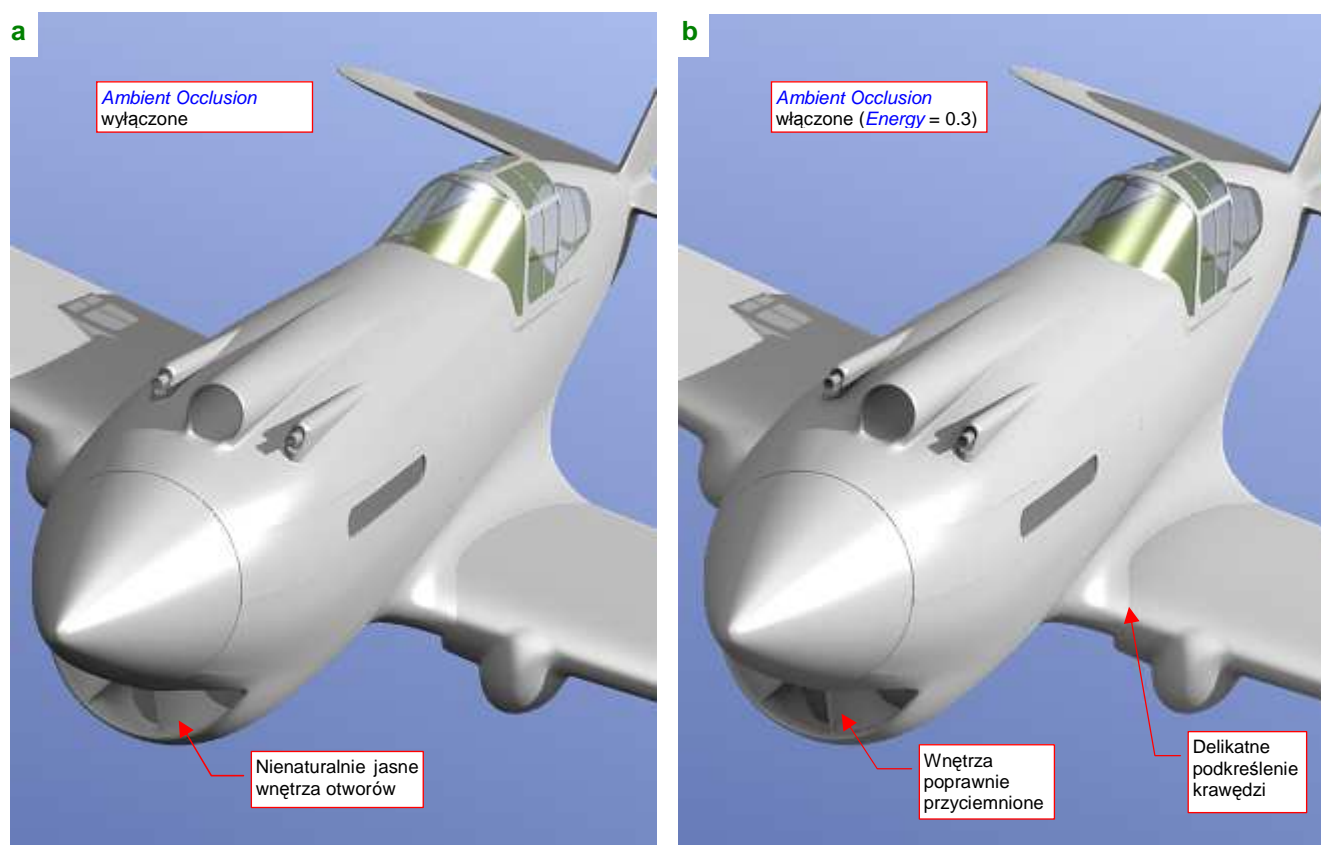


Rysunek 5.2.11 **B.Glass.Canopy**: te same ustawienia, ale bez efektu **Ambient Occlusion**.

- Gdy wyłączasz **AO**, pamiętaj o równoważnym zwiększeniu intensywności pozostałych źródeł światła. Na przykład, jeżeli wyłączyłeś **AO** z **Energy** = 0.3, to zwiększ **Energy** każdego ze światła — **Sun** i **Hemi** — o wartość 0.15.

Wygląda na to, że Blender w czasie wyznaczania zaciemnień związanych z **AO** nie bierze pod uwagę przejrzystości materiału! To wygląda na błąd programu (a dokładniej — jego części odpowiedzialnej za renderowanie — *internal renderer*). Niestety, nie ma także jakiegoś prostego przełącznika, który wykluczyłby wybrane obiekty z obliczeń tego efektu. (Może w przyszłości się pojawi. Na razie takie wykluczenie można w Blenderze osiągnąć, ale wymagałoby to wprowadzenia do wielu nowych zagadnień¹. Na razie pomińmy tę możliwość).

Skoro wygląda na to, że efekt **AO** zaciemnia szyby i to, co jest pod nimi, warto postawić pytanie, do czego właściwie go tu potrzebujemy? Został włączony na potrzeby ujęcia z dołu, gdyż rozjaśnił głębokie cienie na spodzie samolotu (por. str. 273). W lepiej oświetlonym ujęciu z góry jego rola nie jest aż tak istotna. Popatrz na ilustracje poniżej (Rysunek 5.2.12a i b) — zaznaczyłem na nich różnice:



Rysunek 5.2.12 Porównanie wpływu **Ambient Occlusion** na finalny efekt renderingu

Wygląda na to, że w lepiej oświetlonych scenach, podstawowym zadaniem efektu **AO** jest zaciemnienie nienaturalnie jasnych otworów. Widać to na przykładzie wnętrza chłodnicy cieczy, chwytu powietrza do sprężarki, czy osłon luf karabinów. To elementy szczególnie wyeksponowane w ujęciach z przodu, w których kabina jest mniej widocznym dodatkiem. Sugerowałbym na razie przyjąć zasadę, że **AO** włączamy lub wyłączamy, w zależności od ujęcia, oraz tego, na ile psuje je zbyt ciemna kabina. Pod koniec książki omówimy sterowanie renderingiem za pomocą tzw. **Composite Nodes**, i wtedy będziesz już potrafił ostatecznie rozwiązać ten problem.

¹ Można to uzyskać za pomocą **Composite Nodes**, łącząc operatorem **Mix** z włączonym "Alpha for the second image" wyniki renderingu z dwóch scen. W pierwszą (podstawową) to modelu z szybami, bez **AO**, a druga — modelu bez szyb, ale z **AO**. Inną metodą jest lokalne zmniejszenie, za pomocą odp. tekstury, „czułości” materiału na efekt **AO** (por. str. 403).

Póki co, nasz model w klasycznym ujęciu prezentuje się całkiem dobrze, nawet bez **AO**. Zbyt jasne wloty, widziane pod tym kątem, nie rzucają się w oczy (Rysunek 5.2.13):



Rysunek 5.2.13 Model w klasycznym ujęciu, bez **Ambient Occlusion**.

Podsumownie

- Podstawowymi materiałami, które odwzorują pokrycie samolotu, są: **B.Skin.Camuflage** — na powierzchni zewnętrzne, **B.Skin.Inner** — na powierzchni wewnętrzne. Dodatkowo owiewka jest wykonana ze szkła — **B.Glass.Canopy**.
- Ten sam materiał — np. **B.Skin.Camuflage** — może być przypisany do wielu siatek. By łatwo odszukać siatki, do których nie został przypisany, zmień na chwilę jego barwę na jakąś kontrastową, np. pomarańcz (str. 277).
- Materiał najlepiej jest przypisać do siatki zaraz po jej stworzeniu (by na pewno o niej nie zapomnieć). W tej książce nie chciałem początkującemu Czytelnikowi zwracać wcześniej głowy materiałami. Stąd trzeba je było przypisać dopiero teraz, do wszystkich siatek naraz (str. 278);
- Siatkę można w Blenderze podzielić na obszary, z których każdy będzie przypisany do innego materiału (tzw. indeksu materiału) — str. 278. W ten sposób można przygotować element, którego część ma mieć kolor wnętrza samolotu, a część — kamuflaż zewnętrzny;
- Nie zawsze na siatce można wyróżnić ściany, biegnące wzdłuż granicy podziału kolorów. W takim przypadku nie ma sensu ją zagęszczać wyłącznie z tego powodu. Lepiej będzie "namalować" ten fragment na teksturze (str. 279).
- Przygotowanie materiału imitującego oszklenie owiewki kabiny wymaga włączenia opcji przejrzystości (**Ray Transp**, str. 281), przejrzystych cieni, oraz odbić lustrzanych (**Ray Mirror**) (str., 282);
- Jeden z efektów światła otoczenia — **Ambient Occlusion** — nie bierze pod uwagę przejrzystości materiału ścian. W efekcie prowadzi to do zaciemnienia szyb i wnętrza kabiny. Na razie prowizorycznym "obejściem" tego błędu jest wybiórcze stosowanie efektu AO, w zależności od ujęcia (str. 283).

5.3 Otoczenie sceny

Materiały, które w tym rozdziale przypisujemy powierzchniom modelu, są jeszcze "jednorodne". Nie ma na nich żadnego lokalnego zabrudzenia czy rysy. (O tym, jak odwzorować takie efekty, opowiem w następnym rozdziale, o teksturach). Planując układ tej książki, szukałem czegoś, co pozwoliłoby przy wprowadzenia do kompozycji sceny pokazać materiał poszycia, który przyda się Czytelnikowi w przyszłości. Ostatecznie wpadłem na pomysł: w pierwszej scenie pokażę, jak odwzorować naturalne, metalowe pokrycie samolotu. Jeżeli pominiemy łączenia blach oraz zabrudzenia, jest jednorodne. Oczywiście, nasz P-40 otrzyma w dalszych rozdziałach odpowiedni kamuflaż. Sądzę jednak, że prędzej czy później staniesz przed koniecznością odwzorowania czegoś z duralu — i wtedy ten rozdział bardzo się przyda. Żeby daleko nie szukać — wystarczy, że będziesz chciał stworzyć model P-51D "Mustang", czy MiG-15. Prawie wszystkie były pokryte tylko lakierem bezbarwnym.

Odwzorowanie metalu wiąże się z kolei ściśle z odwzorowaniem otoczenia sceny. Każdy metal wygląda "metalowo" dlatego, że odbija mniej lub bardziej zniekształcony obraz otoczenia. Przekonaj się o tym sam. Zmień właściwości poszycia samolotu (materiał **B.Skin.Camuflage**, zestaw **Shading:Material buttons**) tak, by nabrały właściwości lustra.

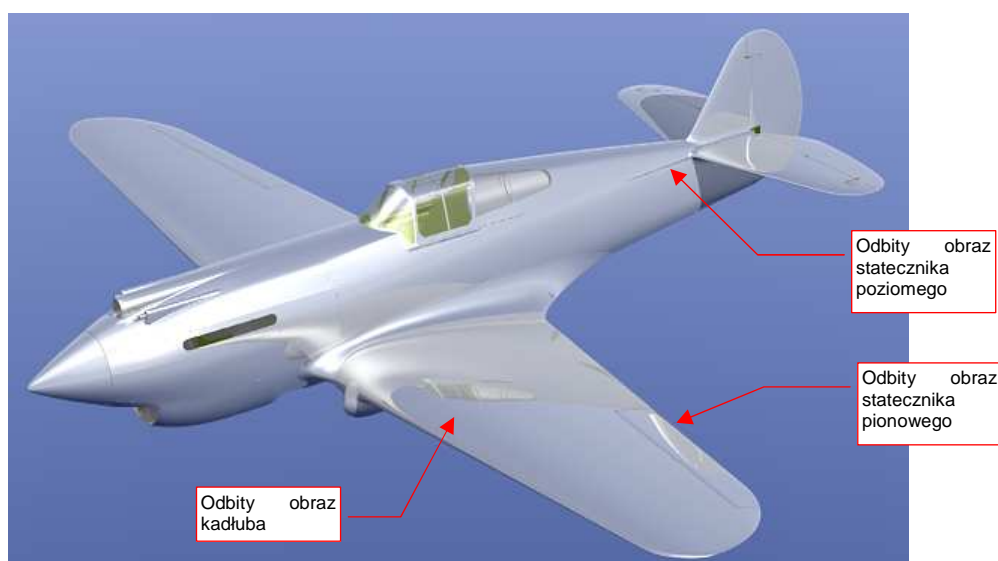
W panelu **Shaders**

- dla światła rozproszonego (*diffuse shader*): zmień współczynnik odbicia (pole **Ref**) na 1.0. (Jeżeli metal ma gładką powierzchnię, np. w lustrze, odbija całe światło, które do niego dociera);
- dla światła odbitego (*specular shader*): zwiększ współczynnik „połyskliwości” (pole **Spec**) do 1.2. („Twardość” odbłyśków — **Hard** — pozostaw bez zmian, = 50);

W panelu **Mirror Transp:**

- włącz **Ray Mirror**. Ustaw intensywność efektu — parametr **RayMir** — na 0.5 (barwa materiału będzie „prześwitywać” spod odbić);
- rozprosz nieco odbicia w centrum widzenia: zwiększ współczynnik **Fresnel** do 1.3 i towarzyszący mu **Fac** do 1.4;

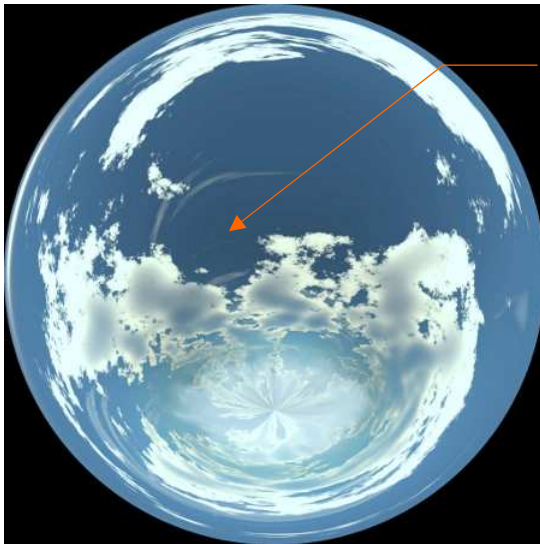
Szczegółowy opis zmian powyższych parametrów znajdziesz na str. 985. Rysunek 5.3.1 przedstawia rezultat:



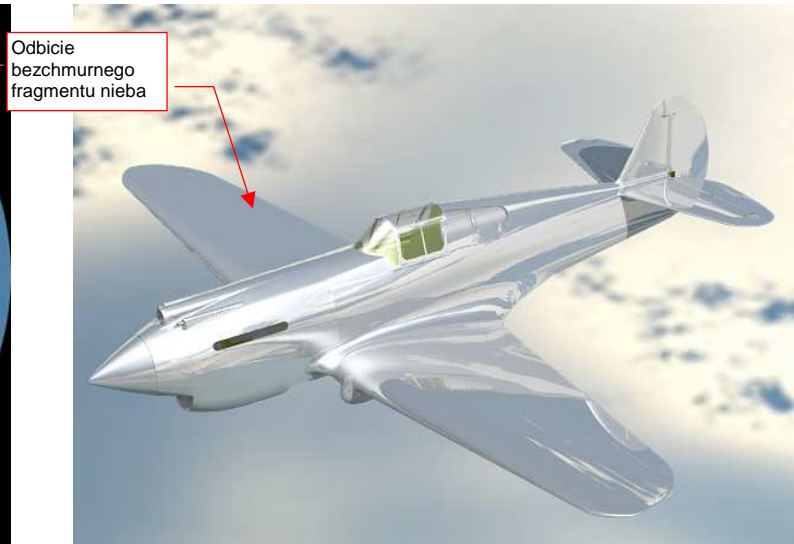
Rysunek 5.3.1 Lustrzana powierzchnia samolotu, odbijająca tylko siebie samą

Trochę to wygląda, jak powierzchnia metalu, ale wrażenie nie jest pełne. Dlaczego? Ponieważ na powierzchni samolotu brak jest odbitego obrazu otoczenia — widać tylko wewnętrzne odbicia fragmentów własnych części! To model „zanurzony” w bezkresnej, błękitnej przestrzeni, ale nie w rzeczywistości.

Otoczenie dla scen w locie czy na lotnisku najprościej jest zapewnić za pomocą panoramicznego obrazu, rozłożonego sferycznie wokół modelu. Więcej na temat takich obrazów i ich doboru znajdziesz w dodatku „Panoramy otoczenia w Blenderze” (str. 596). Nie wdając się tutaj w szczegóły: dla naszej sceny mam odpowiedni obraz na odbicia. Znajdziesz go w materiałach towarzyszących tej książce, pod nazwą [p40\background\sky5-clouds.png](#) (Rysunek 5.3.2). Załaduj go jako teksturę otoczenia. (W zestawie **Shading:Texture buttons**, przypisania do obiektu **World**. Szczegóły — str. 962). W zestawie **Shading:World buttons**, panelu **Texture and Input**, włącz dla tej tekstury rozwinięcie typu **AngMap**. W panelu **Map To** włącz przypisanie do całego obszaru sfery otoczenia: **Hori+ZenUp+ZenDo**. (Szczegóły — str. 986-987). Rezultat przedstawia Rysunek 5.3.3:



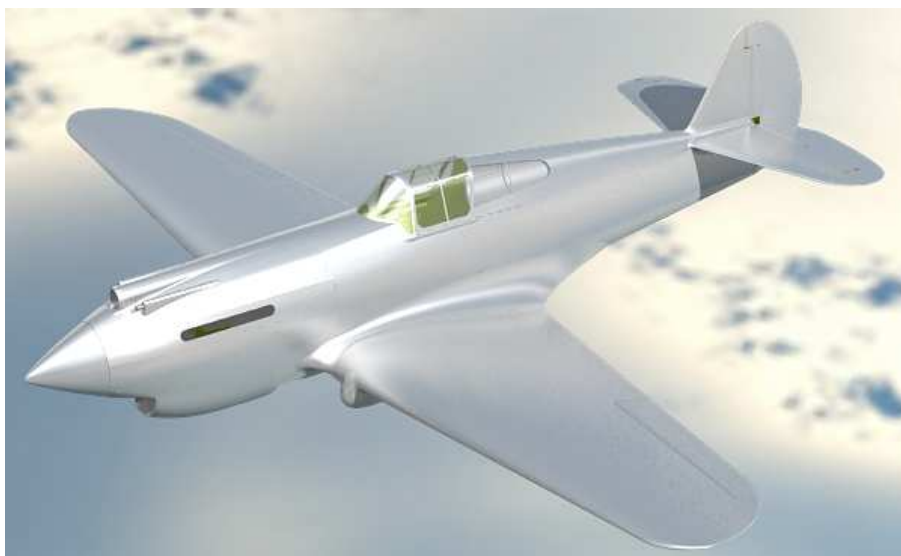
Rysunek 5.3.2 Panorama nieba (**angular map**)



Rysunek 5.3.3 Lustrzana powierzchnia samolotu, odbijająca otoczenie

Trzeba przyznać, że powierzchnia kadłuba, przedstawiona przez Rysunek 5.3.3, wygląda jak doskonale wypolerowany metal. Tak idealnego wykończenia nie miał chyba żaden realny samolot. Zazwyczaj blacha pokrycia jest bardziej matowa. Jak to osiągnąć w Blenderze?

Wystarczy w panelu **Mirror Transp** zmniejszyć parametr **Gloss** odbić z 1.0 (idealne lustro) do, powiedzmy, 0.85. (Szczegóły — str. 987). Rezultat przedstawia Rysunek 5.3.4:



Rysunek 5.3.4 Powierzchnia samolotu z włączonym rozmyciem (**Gloss = 0.85**) odbicia otoczenia

Sądzę, że efekt z rozmytym odbiciem otoczenia całkiem dobrze imituje powierzchnię metalu. Jest także o tyle wygodny, że możesz za pomocą parametru **Mirror Transp:Gloss** płynnie zmieniać stopień „wypolerowania” poszycia.

Samolot wygląda już całkiem „realnie”, ale nie można tego powiedzieć o jego tle (por. Rysunek 5.3.3, Rysunek 5.3.4). Co prawda zastosowaliśmy panoramę o stosunkowo niewielkiej rozdzielczości — 1024 x 1024 pikseli. Zapewniam jednak, że nawet przy dwa razy większym obrazie efekt byłby podobny. Dlatego takie niewielki tekstury otoczenia przydają się wyłącznie do uzyskania efektu „metalicznych” i lustrzanych powierzchni.

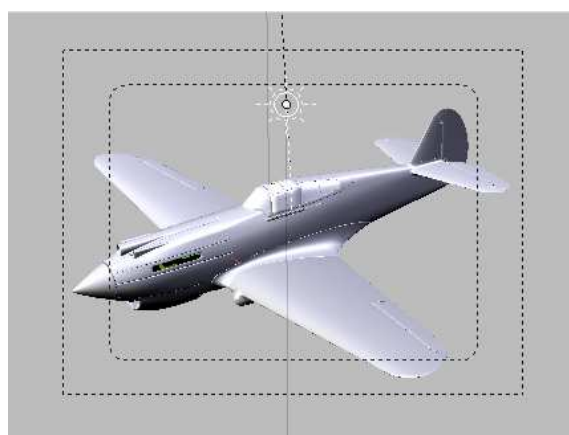
Czy można w Blenderze „podstawić” za modelem jakieś zwykłe zdjęcie, powiedzmy takie jak te, które pokazuje Rysunek 5.3.5?



Rysunek 5.3.5 Zdjęcie z powietrza — tło dla obrazu naszego modelu (© Tomo.Yun — www.yunphoto.net).

To bardzo proste: wystarczy w panelu **Output**, zestawu **Scene:Render buttons**, wskazać plik z obrazem tła (w polu `//backbuf` — szczegóły na str. 998) . Plik ze zdjęciem z ilustracji znajdziesz wśród materiałów towarzyszących tej książce, pod nazwą `p40\background\nebraska.png`¹.

Aby dobrze dopasować model do fotografii, warto poprawić położenie słońca na scenie. Światło powinno padać na model z tej samej strony, z której pada na zdjęciu. Ustaw źródło **Sun** tak, jak pokazuje to Rysunek 5.3.6:



Rysunek 5.3.6 Dopasowanie położenia słońca do fotografii tła

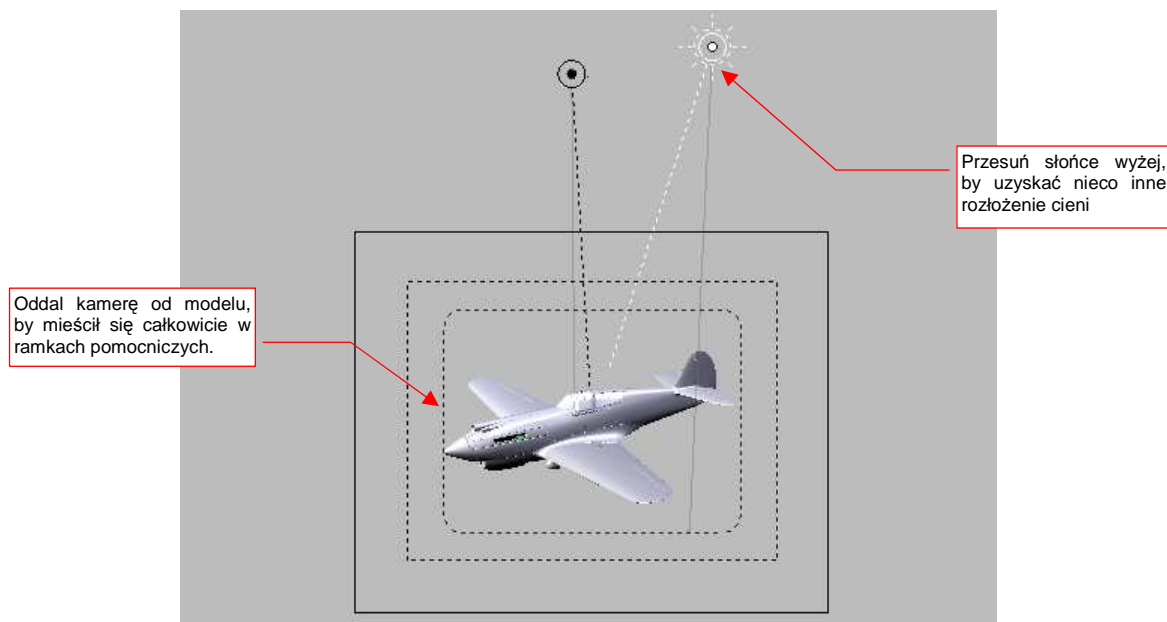
¹ To, a także inne zdjęcia „z lotu ptaka”, możesz znaleźć w kolekcji Tomo Yuna. Jest udostępniona do pobrania za darmo, pod adresem <http://www.yunphoto.net>. Trochę czasu trzeba poświęcić na przejrzanie...

Rysunek 5.3.7 przedstawia rezultat — na renderingu za modelem pojawiło się przygotowane zdjęcie:



Rysunek 5.3.7 Model na tle zdjęcia

Wydaje mi się, że tę scenę można nieco poprawić. Po pierwsze — samolot sprawia wrażenie „zbyt bliskiego”. Odnoszę wrażenie, jak gdyby zastłaniał sobą cały kadr. Oddal trochę kamerę, tak, aby cały model znalazł się wewnątrz pomocniczych ramek, widocznych w kadrze kamery (Rysunek 5.3.8):



Rysunek 5.3.8 Poprawki w układzie sceny

Dodatkowo, zdecydowałem się przesunąć **Sun** do góry, by uzyskać nieco inny układ cieni na modelu. Co prawda na zdjęciu utrwalono na chmurze cień samolotu, co sugeruje, że słońce jest dokładnie za obserwatorem (por. Rysunek 5.3.5). Sam cień został zasłonięty przez model, ale pozostała z niego poświata, która czyni ujęcie bardziej interesującym. Wydaje mi się, że takie „przesunięcie słońca” leży jeszcze w granicy tolerancji efektu końcowego.

Rysunek 5.3.9 przedstawia gotową scenę — wydaje mi się, że całkiem dobrze udało się nam wkomponować model w tę fotografię:



Rysunek 5.3.9 Nasza pierwsza scena — samolot w locie, na tle chmur (i zimowego krajobrazu)

Podsumownie

- Do uzyskania prawidłowego efektu „metalowej” powierzchni, czy lustrzanego odbicia, potrzebna jest panorama otoczenia (str. 286).
- Stopień „wypolerowania” duralowej powierzchni samolotu można kontrolować za pomocą parametru **Mirror Transp:Gloss** (str. 286)
- Panoramy otoczenia mają zazwyczaj zbyt małą rozdzielczość, by pełnić rolę realistycznego tła renderingu. W tym celu należy raczej używać zwykłego zdjęcia, „podstawionego” jako tło (str. 287).
- Położenie słońca na scenie powinno odpowiadać kierunkowi oświetlenia na zdjęciu tła (str. 287,288);

Rozdział 6. Tekstury

Formowanie modelu jest etapem prac oczywistym nawet dla laika. Efekty, jakie można uzyskać za pomocą tekstury są już sekretem grafików, z której istnienia ludzie „spoza branży” nie zdają sobie sprawy. Dobrze przygotowane i odpowiednio nałożone obrazy mogą zmienić najprostszy model w zachwycające „cacko”. A źle wykonane tekstury popsują wygląd nawet najstaranniej ukształtowanej siatki.

Wprowadzenie Czytelnika w świat tekstur rozkręca się w tym rozdziale „po spirali”. Za jej pierwszym „okrążeniem” (sekcje 6.1-6.3) wyjaśniam podstawowe pojęcia i pokazuję typowe metody przygotowania obrazów powierzchni. Robię to na przykładzie niewielkiego „kawałka” modelu — statecznika pionowego i jego owiewki.

Kolejne trzy sekcje (6.4-6.6) poświęcam na szczegółowe omówienie rozwijania powierzchni samolotu (na tzw. płaszczyźnie UV). Pokazuję typowe problemy, jakie występują przy tej pracy, omawiam metody ich rozwiązania.

Sekcja 6.7 to początek „drugiego okrążenia” tematu: tak jak w sekcjach 6.1 i 6.2 rysowaliśmy szczegóły powierzchni statecznika, tak teraz pokazuję, jak przygotować w Inkscape rysunek całego samolotu. Efektem tej sekcji jest przygotowanie pierwszej, kompletnej tekstury: podstawowych nierówności (czyli nitów, śrub, krawędzi paneli).

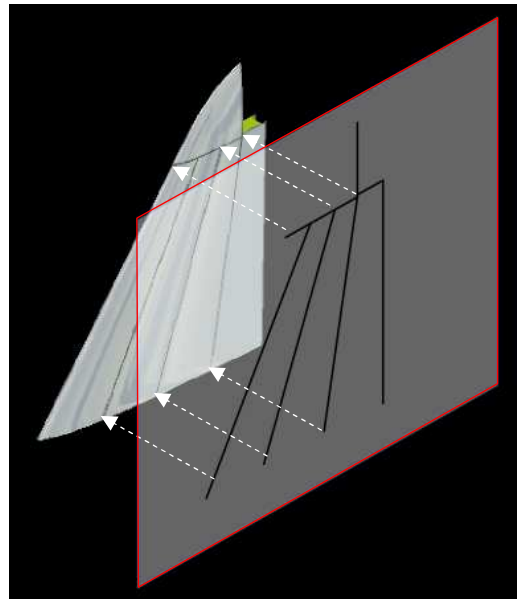
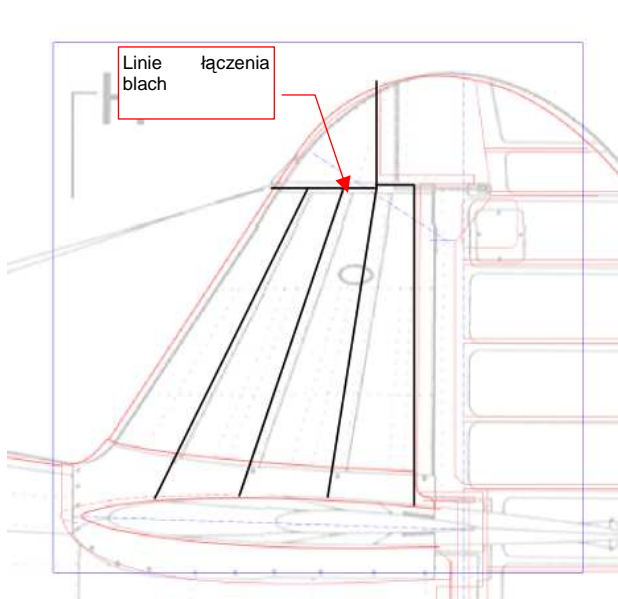
Sekcja 6.8 to dalszy ciąg „drugiego okrążenia”: wracam do komponowania obrazów tekstur, które po raz pierwszy omawiałem w sekcji 6.3. Tam był to tylko fragment samolotu, tu — cała powierzchnia. Tam pokazywałem tradycyjne metody, oparte w dużej mierze na użyciu GIMP-a. Tu — przedstawiam lepszą (jak sądzę) alternatywę, w postaci filtrów Inkscape (byleby Ci tylko, Czytelniku, starczyło na nią mocy procesora!). Rezultatem tej sekcji są: pomocnicza tekstura nierówności, oraz tekstura rozpraszania (odbijania) światła.

Sekcje 6.9, 6.10 i 6.11 to zakończenie naszej „spirali”. W sekcji 6.9 opisuję, jak nałożyć na model kamuflaż i „wyczarować” z powierzchni przetarcia i zabrudzenia eksploatacyjne. W rezultacie stworzymy podstawową teksturę koloru. W sekcji 6.10 pokazuję, jak nanieść na model „naklejki” — znaki przynależności państwowej, numery taktyczne, napisy. To pomocnicza tekstura barwy. Na koniec, w sekcji 6.11 przedstawię, jak za pomocą obrazu „wycinać” dziury w powierzchni samolotu. (Chodzi o pomocniczą teksturę, odwzorowującą tzw. otwory ulżeniowe w wewnętrznej strukturze płatowca).

Na koniec tego rozdziału masz (w sekcji 6.13) schemat, podający jakie pliki tekstur, skąd, i do czego są używane. Te informacje przydadzą Ci się, gdy będzie trzeba coś na tych teksturach poprawiać.

6.1 Tekstury — wprowadzenie

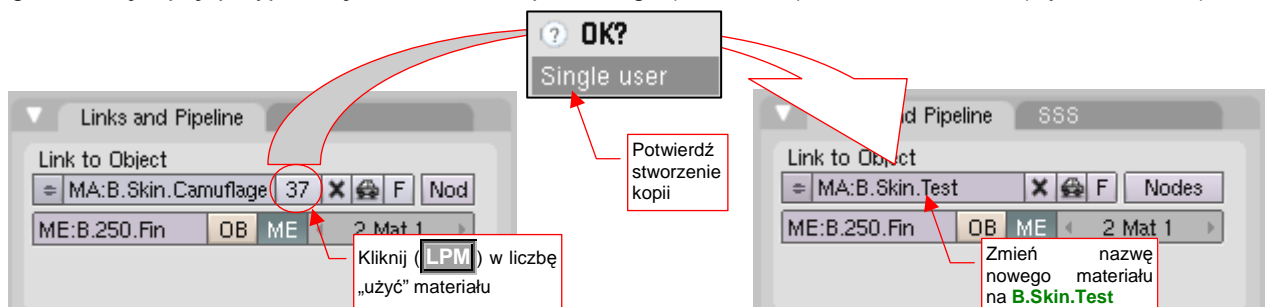
Na powierzchni metalowego samolotu widać zawsze wiele linii połączeń fragmentów blach, którymi został pokryty. Jest ich tak dużo, że nie ma sensu odwzorowywać ich jako oddzielnych fragmentów siatki¹.



Rysunek 6.1.1 Rysunek łączenia blach — na podstawie planów Rysunek 6.1.2 Nałożenie rysunku na powierzchnię modelu

Na szczęście istnieje metoda alternatywna. Wystarczy, że przygotujesz obraz z liniami łączeń blach (Rysunek 6.1.1). Następnie nałożysz go na powierzchnię modelu (Rysunek 6.1.2). Obraz, który wykorzystujemy w ten sposób, nazywa się **tekstura**. Sama operacja nakładania na model — **mapowaniem** tekstury. Tekstury są szeroko używane w modelowaniu przestrzennym, do lokalnego odwzorowania różnych właściwości materiału — barwy, wzorów, odbłasków, nierówności, itp. Sam się o tym przekonasz w ciągu tego rozdziału.

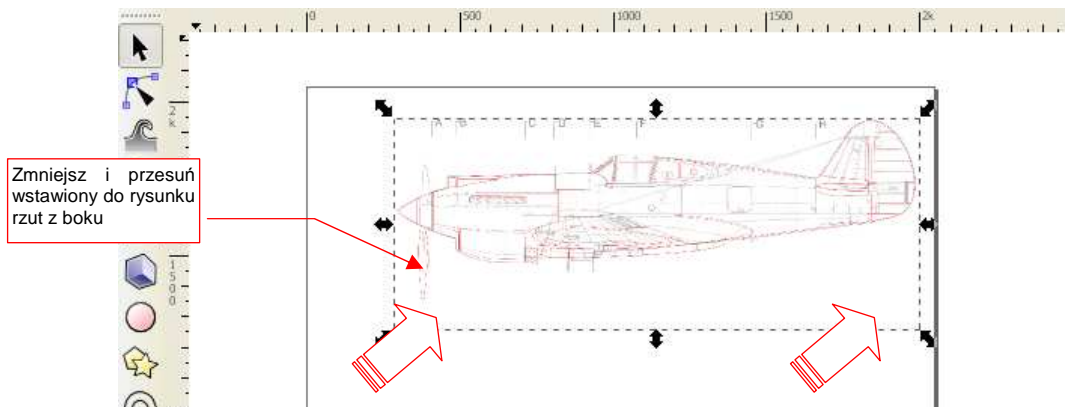
Aby wprowadzać Cię stopniowo w niuanse teksturowania, zdecydowałem się w tej sekcji zastosować proste (tzw. „płaskie”) mapowanie tekstury na statecznik pionowy. (Dokładnie takie, jakie pokazuje Rysunek 6.1.2). Przeprowadzimy tutaj trochę eksperymentów z przypisaniem tekstur do materiału. Proponuję, abyś nie wykonywał ich na „ogólnym” materiale **B.Skin.Camouflage**, który przygotowaliśmy w poprzednim rozdziale. Zróbmy z niego lokalną kopię, przypisaną do statecznika pionowego (**B.250.Fin**), o nazwie **B.Test** (Rysunek 6.1.3) :



Rysunek 6.1.3 Tworzenie kopii materiału **B.Skin.Camouflage** — o nazwie **B.Skin.Test** — do „eksperymentów” w tej sekcji.

(To typowe kopiowanie tzw. „bloku danych” w Blenderze. Jeżeli chcesz się dowiedzieć więcej — p. str. 565.) Najpierw zrobimy rysunek łączenia blach. Najlepiej jest go przygotować jako obraz wektorowy, a nie rastrowy. Użyjemy więc do tego Inkscape, a nie, jak do tej pory, Gimpa. Otwórz w Inkscape nowy rysunek (jeżeli robisz to

po raz pierwszy — zerknij do wprowadzenia, na str. 679). Ustal jego rozmiary ([File→Document Properties](#), str. 681) na 2048 x 2048 px (pikseli). (W razie czego — nie traktuj tych jednostek jako ostatecznych. Gdy będzie to potrzebne, bez problemu uzyskasz z tego rysunku obraz o większej rozdzielczości, np. 4096 x 4096). Wstaw ([File→Import...](#), str. 682) w ten rysunek obraz rzutu z boku naszego P-40:

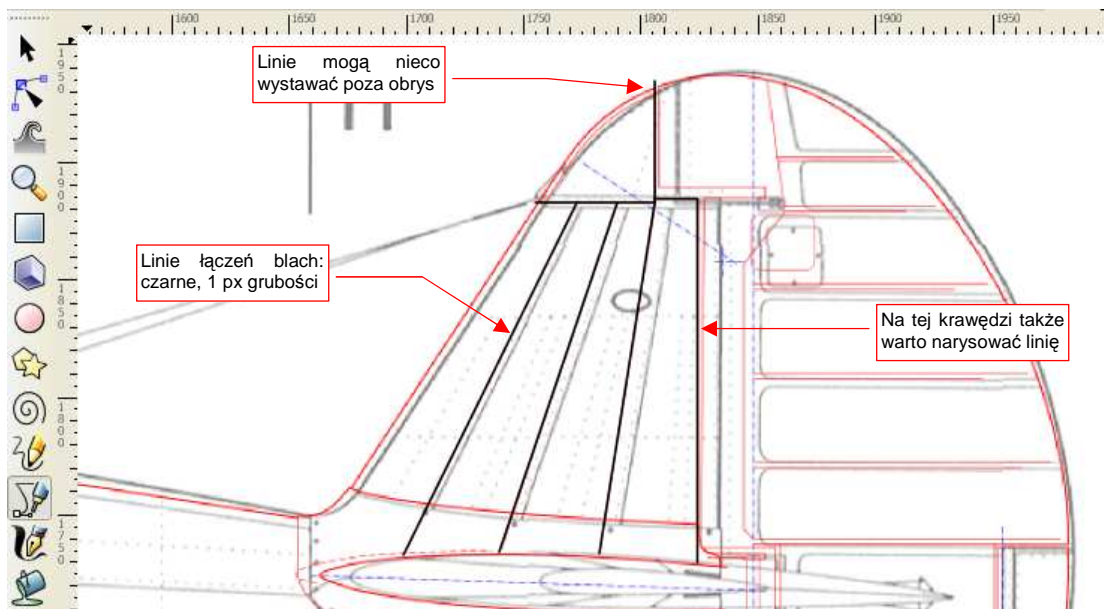


Rysunek 6.1.4 Rysunek w Inkscape z wstawionym fragmentem planów samolotu

Od razu zmniejsz wstawiony obraz (jak — str. 710) i przesun' (jak — str. 708) w prawy g'ny naro'nik. Aby zapobiec bałaganowi w rysunku, ka'dy rzut umieścimy na osobnej warstwie. Rzut z boku nie znajduje się na razie na żadnej, więc:

- zmień nazwę aktualnej warstwy ([Layer→Rename Layer...](#), por. str. 686) na nazwę **BP-Left** (wszystkie nazwy warstw planów będą miały przedrostek **BP** od angielskiego *blueprint*);
- dodaj nową warstwę ([Layer→Add Layer...](#), p. str. 687) o nazwie **Drawing**, ponad aktualną ([Above current](#));
- uczyn' warstwę **Drawing** warstwą aktualną (por. str. 686);

Na warstwie **Drawing** narysuj (por. str. 694) linie łączenia blach na stateczniku pionowym (Rysunek 6.1.5):

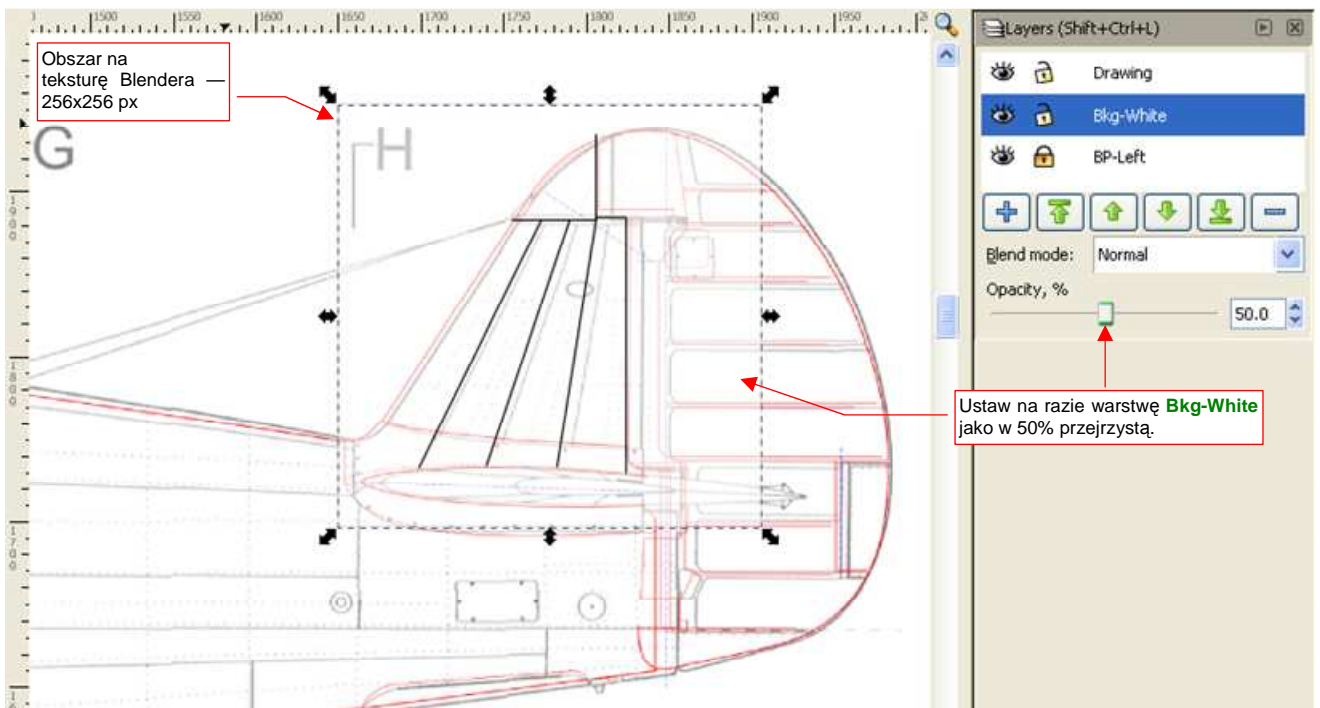


Rysunek 6.1.5 Narysowanie krawędzi blach poszycia na stateczniku pionowym

Zrób to ciągłą, czarną linią o grubości 1 px (por. str. 695). Jej końcówki mogą wystawać za obrys (Rysunek 6.1.5).

¹ Zresztą tak uformowane szczeliny nie są nawet specjalnie widoczne na renderingu — przyjrzyj się masce silnika na obrazie ze str. 289. Zamodelowane „w siatce” łączenia blach okapotowania silnika są na tyle drobne, że stały się z tej odległości niewidoczne.

Dodaj jeszcze jedną warstwę, pomiędzy warstwą **Drawing** i warstwą **BP-Left**. Nadaj jej nazwę **Bkg-White**. Umieścimy na niej pomocniczy kwadrat, który będzie służył jako tło dla linii. Aby był widoczny, pozostaw mu cieką ramkę. Na razie kwadrat tła nie obejmuje całego rysunku, a tylko ten fragment, który przeniesiemy jako teksturę do Blendera (Rysunek 6.1.6):

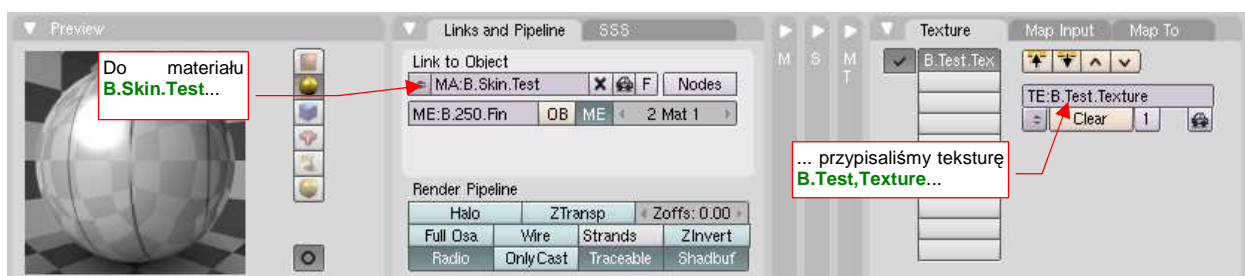


Rysunek 6.1.6 Obszar obrazu do przeniesienia do Blendera

Kwadrat tła tekstuury oznaczyłem cieką (0.25 px) linią koloru niebieskiego (by łatwo odróżnić jego kontur od linii samej tekstuury).

Zapisz (**File**→**Save**) rysunek Inkscape do pliku o nazwie, powiedzmy, *p40\textures\6.01\texture.svg* (robimy to po to, by nie stracić przypadkiem dotychczasowej pracy). Następnie zaznacz kwadrat z warstwy **Bkg-White** i wywołaj polecenie **File**→**Export Bitmap** (z ustawieniami: **Export area: Selection**, **90 dpi** — por. str. 684). Zapisz plik jako *p40\textures\6.1\texture.png*. Powinieneś uzyskać taki sam rozmiar tego obrazu (w pikselach), jak zaznaczony na rysunku kwadrat — 256 x 256px.

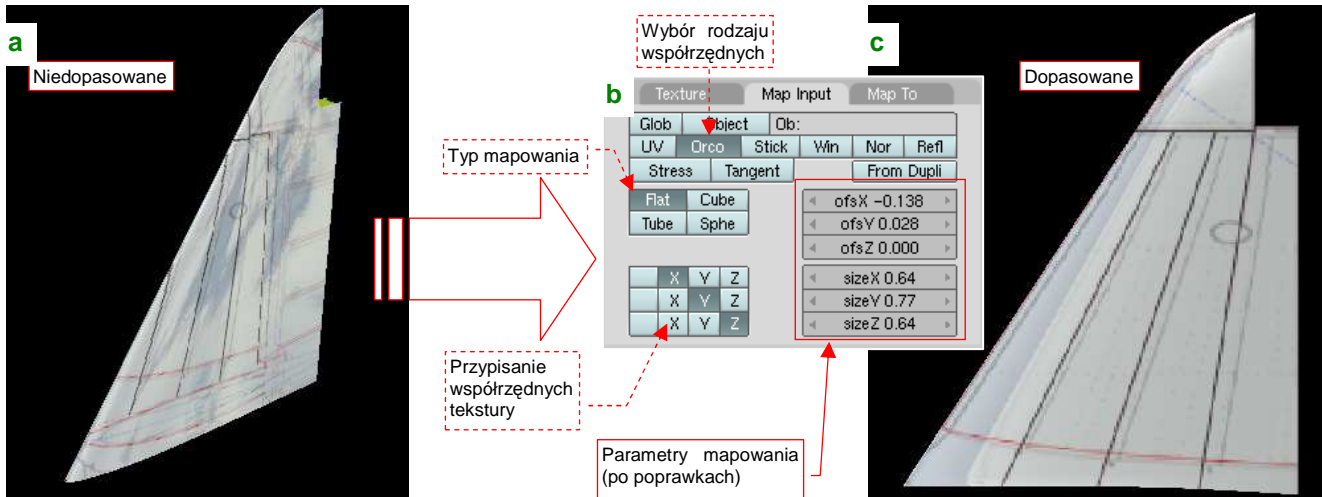
Teraz przejdź do Blendera. Zaznacz statecznik pionowy, przejdź do ustawień materiału (zestaw **Shading:Material buttons**), i dodaj do niego pierwszą teksturę (w panelu **Texture**, przycisk **Add New**, patrz także str. 962). Nadajmy jej nazwę **B.Test.Texture** (Rysunek 6.1.7):



Rysunek 6.1.7 Tekstura **B.Test.Texture**, przypisana do materiału **B.Skin.Test**

- Podczas pracy nad teksturą, najwygodniej jest mieć jednocześnie otwarte wszystkie potrzebne programy: Blender, Inkscape, a także GIMP. Obraz, zmieniany w jednym z nich, można natychmiast odświeżyć w pozostałych.

Początkowo tekstura nie jest dobrze dopasowana do powierzchni (Rysunek 6.1.8a):



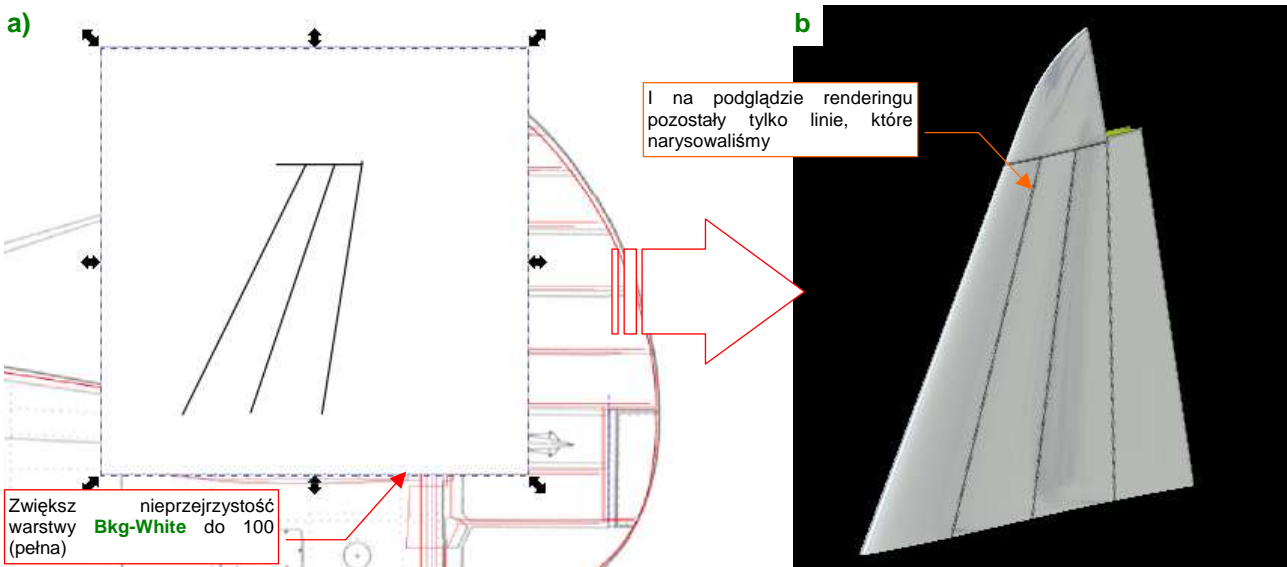
Rysunek 6.1.8 Dopasowanie obrazu teksturowego do statecznika

Szczegóły mapowania teksturowego na obiekt ustala się w panelu **Map Input** (Rysunek 6.1.8b). Domyślne ustawienia to odpowiadają „płaskiemu” nałożeniu obrazu (jak pokazuje to Rysunek 6.1.2, str. 291):

- mapowanie w układzie współrzędnych obiektu (**Orco**);
- typ mapowania: **Flat**;
- przypisania współrzędnych bez zmian: **X=>X**, **Y=>Y**;

Oprócz tego za pomocą parametrów **ofsX**, **Y**, oraz **sizeX**, **Y** można przesuwając oraz zmieniać rozmiar nakładanego obrazu. Muszę przyznać, że dopasowanie tej teksturowego, mapowanej niby „najprościej jak można”, zajęło mi chwilę czasu. Musiałem to robić metodą kolejnych przybliżeń, pilnie obserwując położenie linii na podglądzie. Rezultat — odpowiednie przesunięcie i skalę mapowania — pokazuje Rysunek 6.1.8b. Rysunek 6.1.8c przedstawia linie teksturowego po dopasowaniu.

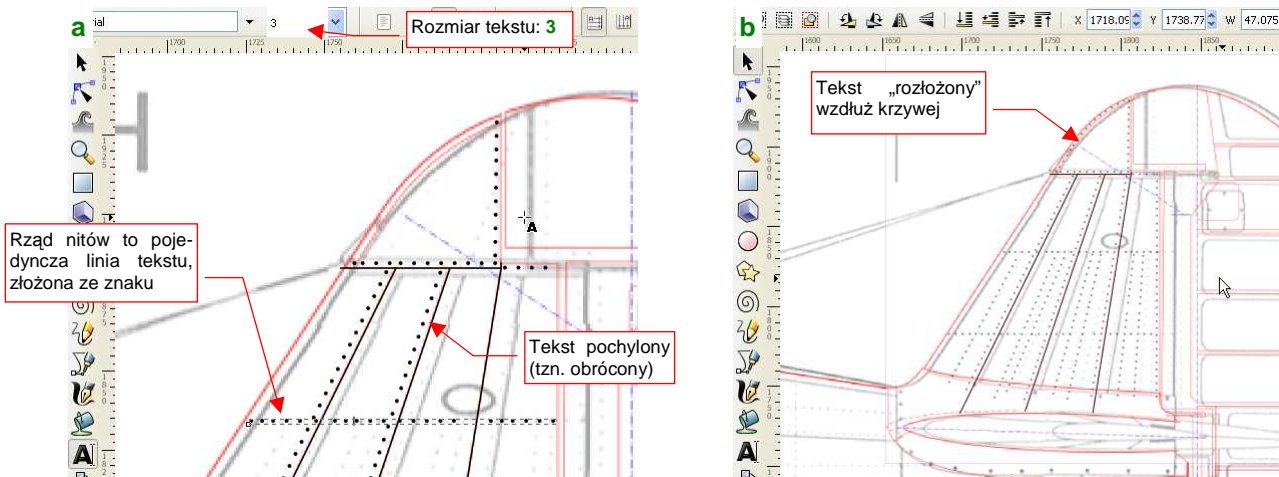
Fragmenty planów, pozostawione na obrazie, ułatwiły nam poprawne dopasowanie teksturowego do obiektu. Teraz czas je zakryć. Wróć na chwilę do Inkscape i zwiększ nieprzejrzystość (**Opacity**) warstwy **Bkg-White** do 100 (Rysunek 6.1.9a):



Rysunek 6.1.9 Przygotowanie i użycie teksturowego bez tła.

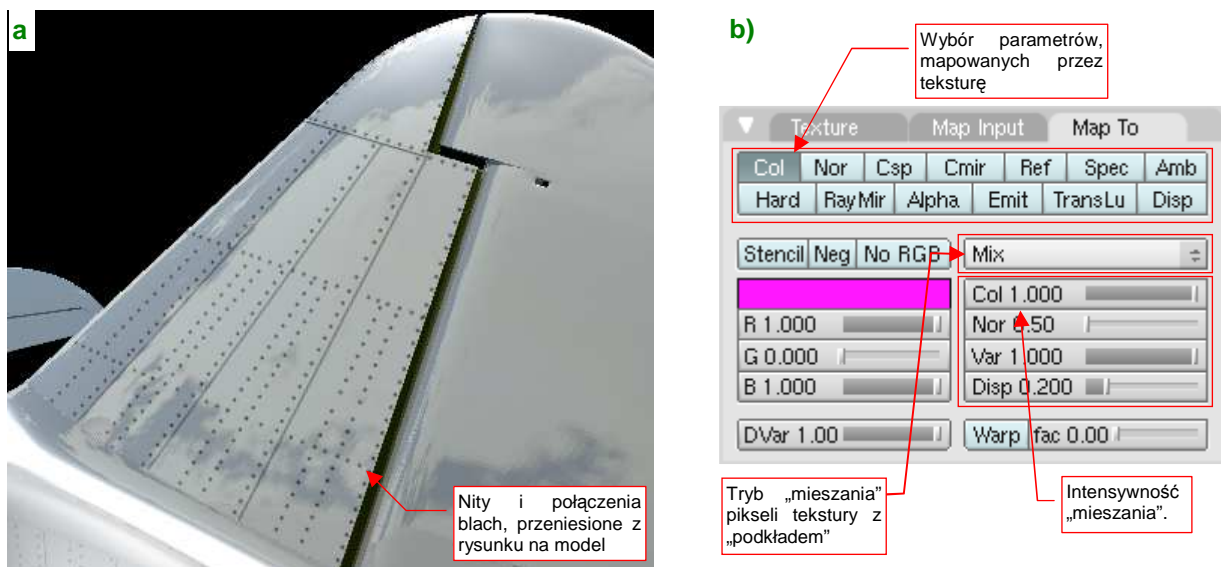
Zapisz jeszcze raz (**File→Export Bitmap...**) zaznaczony w Inkscape obszar do pliku **texture.png**. Odśwież jego zawartość w Blenderze (**F6**), aby przejść do zestawu **Shading:Texture buttons**, tam w panelu **Image** naciśnij przycisk **Reload** — por. Rysunek 17.3.3, str. 963). W rezultacie na powierzchni statecznika powinny pozostać tylko narysowane linie połączenia blach poszycia (Rysunek 6.1.9b).

Na razie same linie połączeń blach nie prezentują się zbyt okazale. Dodajmy do nich coś więcej — nity. Nit na rysunku powierzchni to małe kółko. Proponuję nanieść je w Inkscape jako tekst, złożony z samych spacji i znaków „•” (unicode - hex. 25CF). (O tym, jak tworzyć napisy w Inkscape — str. 713). Wzorcowe znaki „•” możesz skopiować do schowka z pliku `source\textures\dots.txt`, a potem wkleić do Inkscape. Nadaj czcionce jakiś niewielki rozmiar — np. 3px (Rysunek 6.1.10a). Taki tekst, w porównaniu ze zwykłą linią kropkowaną, ma bardzo ważną właściwość: bez problemu można w nim przesuwać poszczególne nity. To przydaje się tam, gdzie linie nitów się krzyżują. Wstawiając lub usuwając spacje, można dobrze dopasować ich układ na takich połączeniach.



Rysunek 6.1.10 Nanieśnienie nitów.

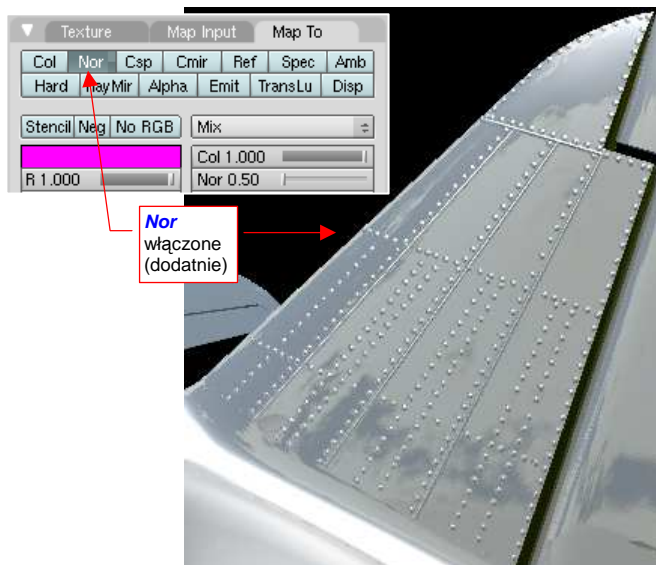
Pochyłe linie nitów uzyskasz obracając tekst (Rysunek 6.1.10a). Długość rzędu nitów regulujesz wklejając nowe fragmenty napisu, lub je usuwając. Gdy nity biegą wzdłuż linii krzywej — tak jak na krawędzi natarcia końcówki (Rysunek 6.1.10b) — wykorzystaj funkcję **Text→Put on Path** (str. 715). Wzorcowe krzywe umieść na oddzielnej warstwie (nazwij ją np. **Helpers**). Przed eksportem do bitmapy wyłącz widzialność tej pomocniczej warstwy, by ukryć wszelkie pomocnicze kontury. Aby poprawić jakość tekstury, zmniejsz grubość linii szczelin do 0.5px, oraz zwiększ dwukrotnie rozdzielczość generowanej bitmapy (**File→Export Bitmap:Export area**) — do 180 dpi. Rezultat mapowania tej tekstury (512x512 px) przedstawia Rysunek 6.1.11a:



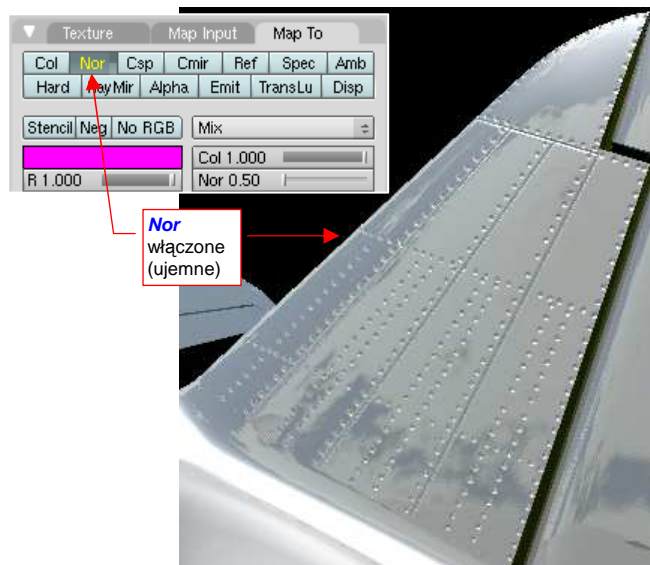
Rysunek 6.1.11 Nity — pierwsza próba (mapowane jako kolor) .

Nity i linie są, tylko że na poszyciu wyglądają jak narysowane flamastrem. To dlatego, że jeszcze nie zaczęliśmy zmieniać domyślnych ustawień w kolejnym panelu zestawu **Shading:Texture buttons: Map To** (Rysunek 6.1.11b). Tu ustalasz, jak mają być traktowane podczas renderowania piksele tekstury. Aktualnie mamy ustawione mapowanie tekstury jako barwy (**Color**, zakrywający barwę materiału: **Mix, Col =1**).

Wybór możliwości mapowania tekstury jest jednak o wiele większy, niż proste mapowanie koloru. W przypadku szczelin powinniśmy przełączyć się na **Normals** — mapowanie nierówności. Rysunek 6.1.12 pokazuje efekt na podglądzie renderingu: wszystkie czarne linie tekstury zmieniły się w wypukłości:



Rysunek 6.1.12 Mapowane jako nierówności dodatnich .

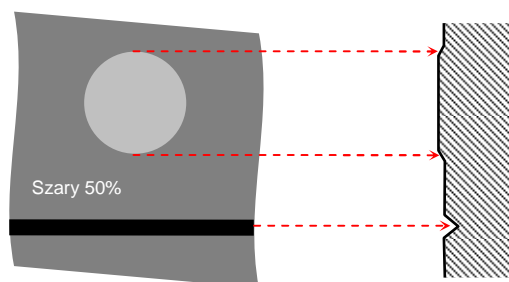


Rysunek 6.1.13 Mapowane jako nierówności ujemnych.

Wypukłe linie połączeń są efektem ciekawym, ale chodziło nam o coś innego. Gdy klikniesz (**LPM**) jeszcze raz w przełącznik **Nor**, napis zmieni swoją barwę na żółtą, a wszystko to, co było wypukłe, zrobi się wklęsłe (Rysunek 6.1.13). Dzieje się tak dlatego, że każdy przełącznik z panelu **Map To** ma trzy stany: dodatni (+1.0 — tekst biały), wyłączony (bez zielonego tła), i ujemny (-1.0 — tekst żółty). Przełączając się na wartości ujemne, zmieniliśmy „góry w doliny”. Właśnie na takim rezultacie, jaki pokazuje Rysunek 6.1.13, nam zależało.

Właściwie to nie całkiem na takim. Poszycie, jakie pokazuje Rysunek 6.1.13, wygląda jak na plastikowym modelu samolotu. Prawdziwy P-40 miał nity z tzw. „wpuszczanym łbem”, które praktycznie nie wystawały ponad powierzchnię blachy¹. Były przez to o wiele mniej widoczne, niż szczeliny łączenia fragmentów poszycia². (Widoczność takich nitów wynika bardziej z gromadzenia się kurzu i innych zabrudzeń wokół ich krawędzi. Stają się także bardziej widoczne na różnych obtarciach, lub — na wypolerowanych, metalowych powierzchniach — z powodu innego odcienia materiału.)

Musimy poprawić nasz rysunek, aby odwzorować te niuanse. Przy okazji przygotujemy go pod jednoczesne odwzorowanie i wypukłości, i wklęsłości. Będzie to możliwe, jeżeli użyjemy tła o odcieniu 50% szarości, zamiast bieli. Barwę tła traktuj jako „poziom odniesienia”. Wszystko to, co jest jaśniejsze — pojawi się jako wypukłość, a co ciemniejsze — jako zagłębienie (Rysunek 6.1.14).



Rysunek 6.1.14 Zasada działania tekstury nierówności

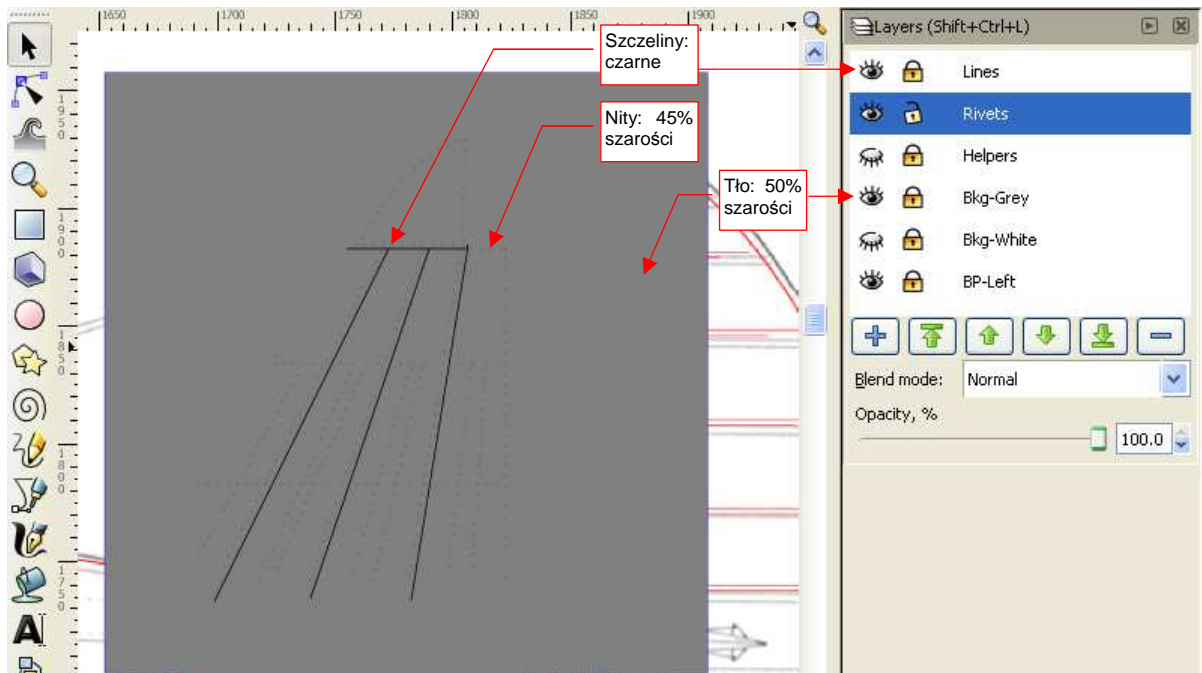
¹ Takie nity były w powszechnym użyciu od początku lat czterdziestych XX w. Na linii montażowej Curtissa wprowadzono je po raz pierwszy wraz z uruchomieniem produkcji seryjnej P-40. P-36 miał jeszcze poszycie z nitami wypukłymi.

² Blachy P-36/P-40 były w istocie łączone „na zakładkę”, a nie „na styk”, jak przedstawia je nasza mapa nierówności. Odzworowanie takiej powierzchni jest jednak bardziej skomplikowane od prostego rysowania linii (wymaga użycia gradientów — zob. str. 724).

Rozbudujmy nasz plik Inkscape o kolejne warstwy:

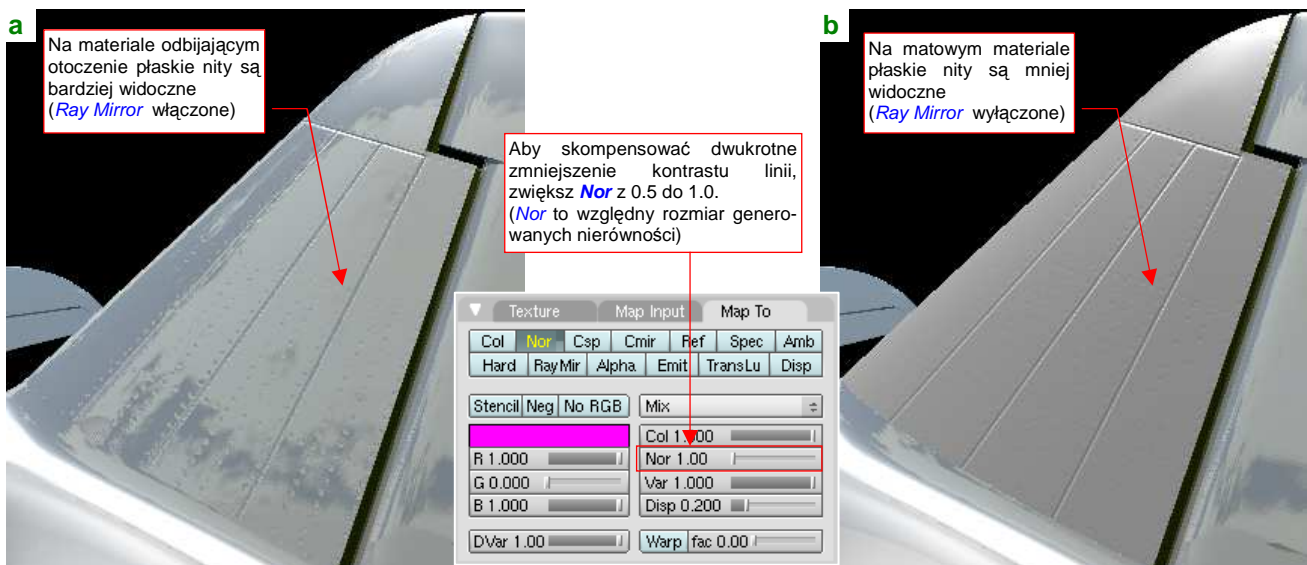
- **Rivets:** umieść ją pod warstwą **Drawing**. Przenieś na nią (**Shift-PgDn** — p. str. 718) wszystkie narysowane nity. Zmień ich barwę (we właściwościach kształtu — str. 695) na szary 45% (w zakładce barw **Fill:HSL** ustaw **L** na 112);
- **Bkg-Grey:** umieść ją pod warstwą **Drawing**. Skopiuj (**Ctrl-D** — p. str. 716) na nią biały prostokąt tła (z warstwy **Bkg-White**) i zmień jego barwę wypełnienia na szary 50% (w zakładce barw **Fill:HSL** ustaw **L** na 128 — por. str. 695);

Dodatkowo: zmień nazwę dotychczasowej warstwy **Drawing** na **Lines**, bo pozostały na niej same linie. Rysunek 6.1.15 pokazuje rezultat, jaki powinieneś osiągnąć:



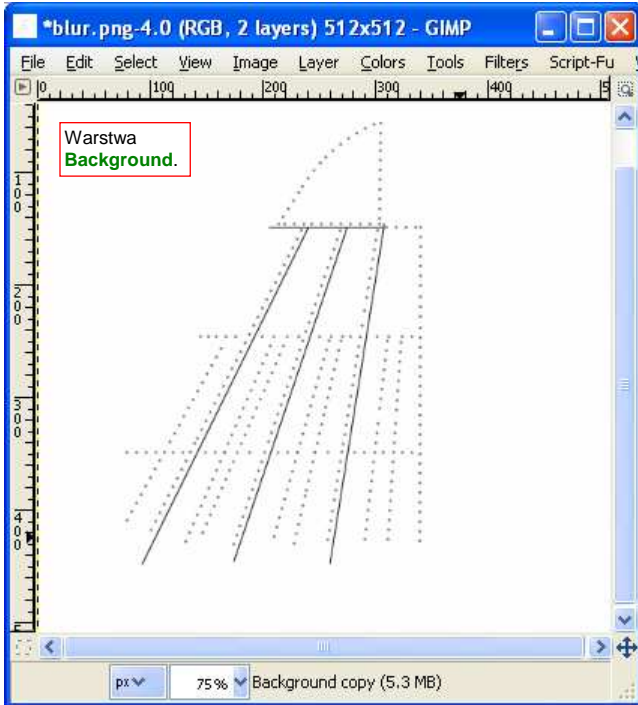
Rysunek 6.1.15 Bardziej poprawna mapa nierówności .

Nity na rysunku są tylko o 5% ciemniejsze od tła. (Lepiej wyglądają jako odrobinę zagłębione, niż odrobinę wypukłe). Poniżej ilustracja rezultat mapowania tekstury na materiał „lustrzany” (Rysunek 6.1.16a) i matowy (Rysunek 6.1.16b):

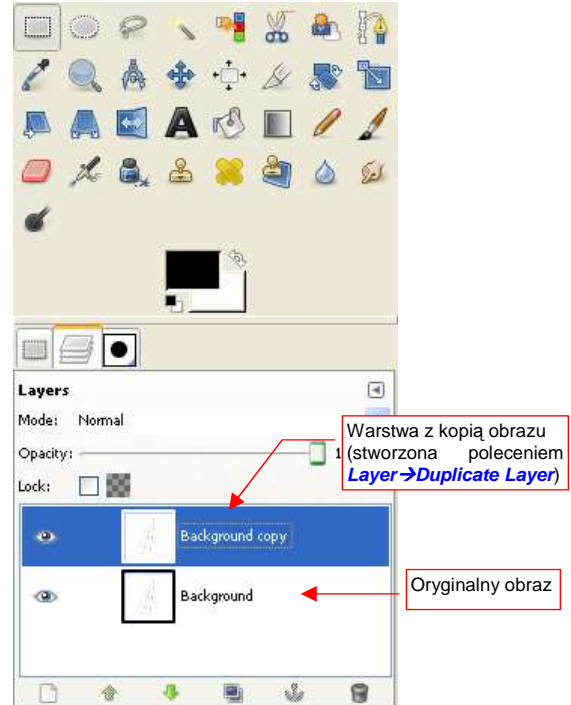


Rysunek 6.1.16 Mapa nierówności z poprawionymi nitami.

To jeszcze nie koniec „kosmetyki” naszej testowej powierzchni. Przygotuj teraz drugi plik z tą samą zawartością, ale białym tłem (przy eksporcie z Inkscape do bitmapy wykorzystaj prostokąt na warstwie **Bkg-White**, zamiast **Bkg-Grey**). Na razie jest jeszcze zwykłym, ostrym rysunkiem, ale zapisz go pod nazwą *blur.png*. Wczytaj ten plik do Gimpa (Rysunek 6.1.17). Następnie skopiuj warstwę **Background** w nową warstwę (**Layer→Duplicate Layer**) (Rysunek 6.1.18):

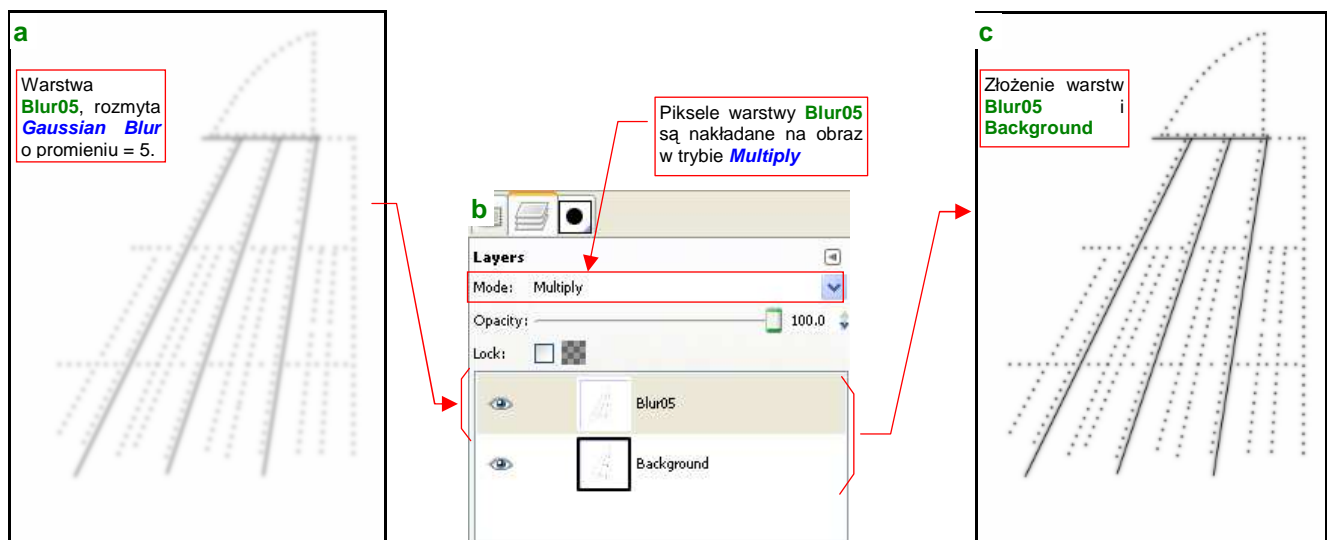


Rysunek 6.1.17 Rysunek *blur.png* w GIMP.



Rysunek 6.1.18 Obraz, powielony na nowej warstwie.

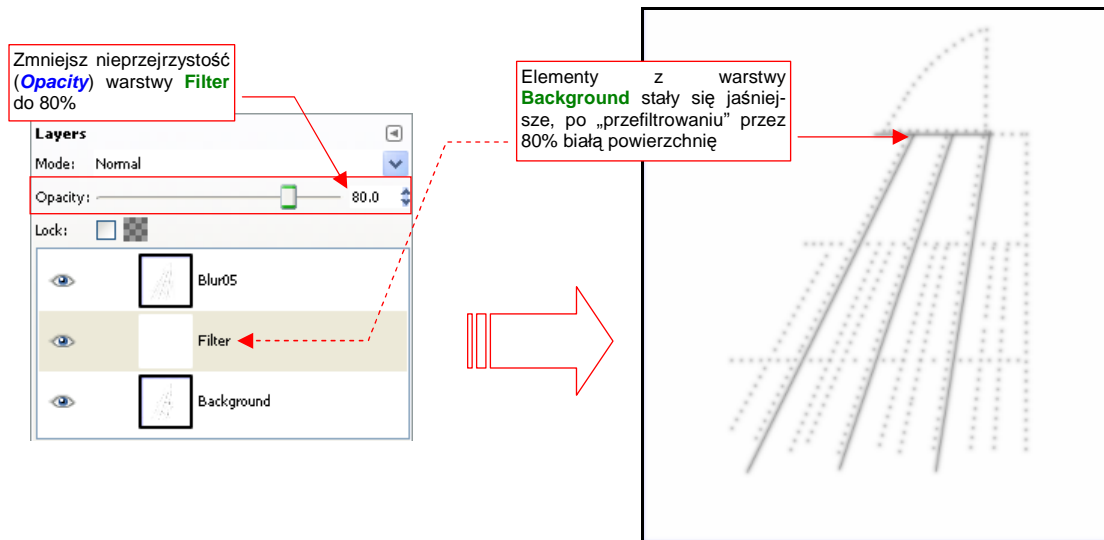
Podświetl nową warstwę i „rozmyj” jej zawartość poleceniem **Filters→Blur→Gaussian Blur**, rozmyciem o promieniu (**Gaussian Blur:Blur Radius**) = 5. (Więcej na temat tego polecenia znajdziesz na str. 663.) Zmień nazwę rozmytej warstwy na **Blur05**. Rezultat powinien wyglądać tak, jak pokazuje to Rysunek 6.1.19a:



Rysunek 6.1.19 Złożenie obrazu oryginalnego (ostrego) i rozmytego za pomocą operatora **Multiply**.

Warstwa **Blur05** jest nieprzezroczysta. Wystarczy jednak, że zmienisz sposób jej dodawania do warstw leżących pod spodem (**Layers:Mode**) z **Normal** na **Multiply** (Rysunek 6.1.19b). **Mode = Multiply** sprawi, że pojawią się także czarne i szare linie z leżącej pod spodem warstwy **Background** (Rysunek 6.1.19c).

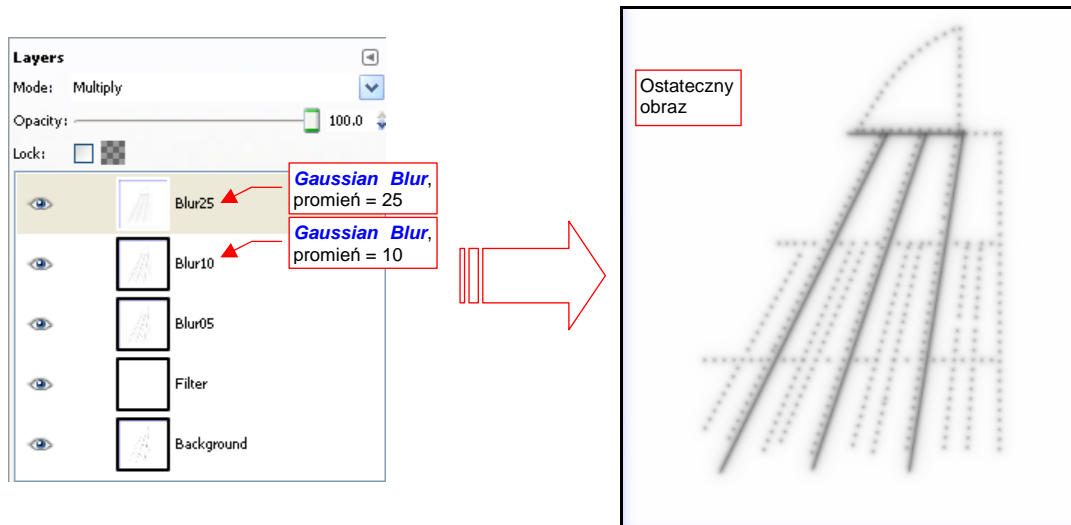
Linie z warstwy **Background** mają zbyt kontrastową czerń na tle rozmycia z warstwy **Blur05** (Rysunek 6.1.19c). Aby temu zaradzić, wstaw nową warstwę (**Layer→New Layer**, por. str. 640), wypełnioną białym kolorem tła (**Fill Type:Background color**). Nadaj jej nazwę **Filter** i umieść zaraz ponad **Background** (Rysunek 6.1.20):



Rysunek 6.1.20 Użycie jednolitej, białej warstwy **Filter**, o częściowej przezroczystości, do rozjaśnienia obrazu z **Background**.

Gdy zmienisz nieprzejrystość **Filter** (**Opacity** — p. Rysunek 6.1.20) do 70-80% — uzyskasz właściwy odcień elementów z warstwy **Background**.

Następnie wstaw (poprzez duplikowanie warstwy **Background**) i rozmyj kolejne warstwy: **Blur10** i **Blur25** (Rysunek 6.1.21):



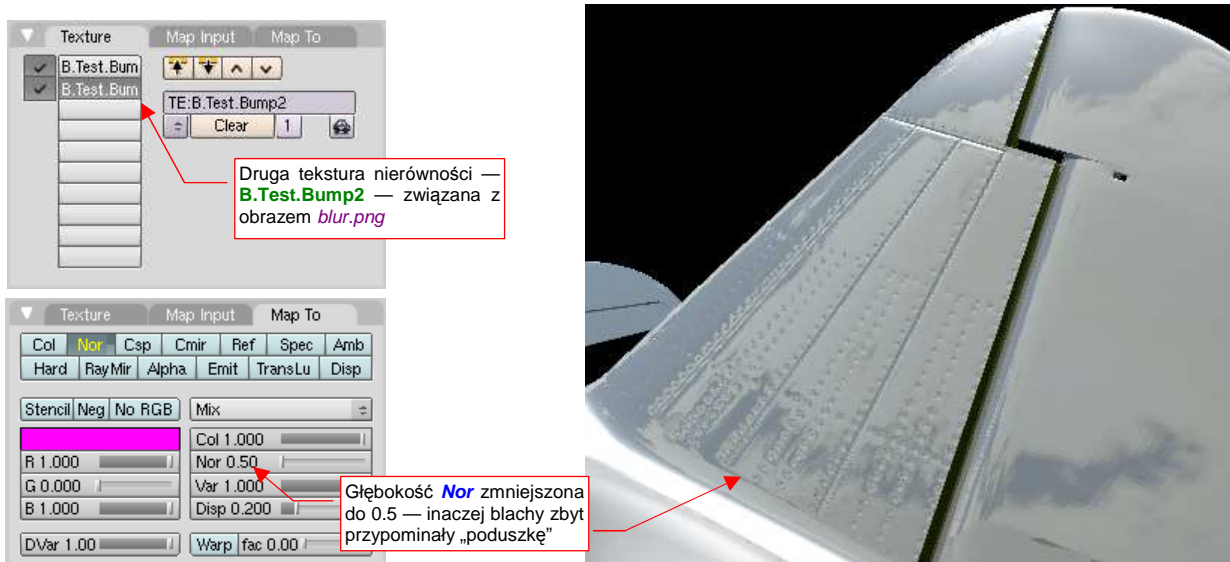
Rysunek 6.1.21 Kolejne rozmycia, dodane do obrazu **Blur**.

Do rozmycia każdej z nich stosuj **Gaussian Blur** z coraz większy promieniem: 10 (**Blur10**) i 25 (**Blur25**). Wszystkie „rozmyte” warstwy włączaj w obraz tak jak warstwę **Blur05** — trybem **Multiply**. Rezultat — obraz ze stopniowo rozmywającymi się liniami — przedstawia Rysunek 6.1.21.

Na wszelki wypadek (to, co robimy w tej sekcji to przecież tylko test!) zapisz (**File→Save As**) obraz **Blur** obraz Gimpa: **blur.xcf**. Dzięki temu nie stracimy informacji o warstwach i innych szczegółów, które w nim umieściliśmy. Dodatkowo, zapisz kopię tego obrazu (**File→Save a Copy**) jako **blur.png**. (Nadpisz oryginalny plik). Ten właśnie obraz rastrowy wykorzystamy teraz w Blenderze.

„Rozmyty” obraz szczegółów poszycia można wykorzystać jako drugą teksturę nierówności. Blacha poszycia samolotu nie jest matematycznie gładka. Wygina się wokół szwów nitów. Taki efekt pozwoli nam uzyskać właśnie drugą teksturę nierówności, oparta o taki obraz, jaki zawiera *blur.png*.

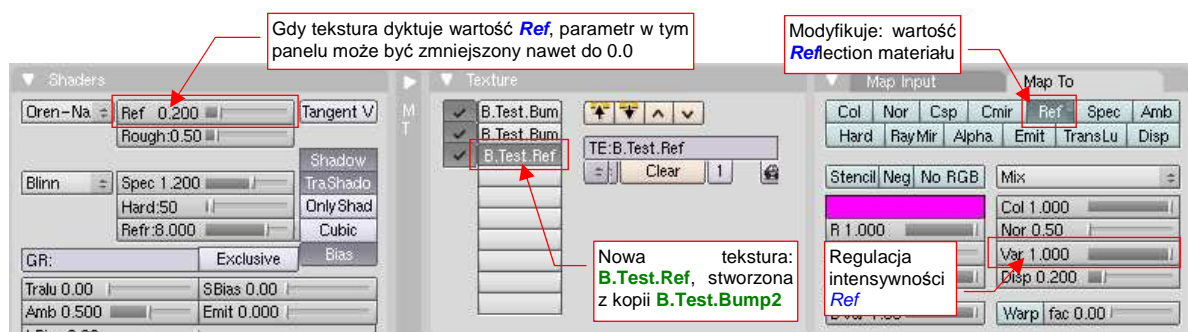
Zmień nazwę pierwszej tekstury na **B.Test.Bump1**. Skopiuj jej przypisanie (jak — p. str. 965) i przekształć w teksturę o nazwie **B.Test.Bump2**, związaną z obrazem *blur.png* (szczegóły — także na str. 965). Aby efekt nie był zbyt mocny, zmniejsz w panelu *Map To* intensywność *Nor* do wartości 0.5. Rezultat przedstawia Rysunek 6.1.22:



Rysunek 6.1.22 Zastosowanie „rozmytego” obrazu *blur.png* — zagłębienia poszycia wokół nitów i przy szczelinach.

Dlaczego takie zagłębienia zamodelowałem oddzielną teksturą, a nie umieściłem ich jako elementu obrazu pierwszej? Ponieważ takie „rozmyte” nierówności mogą mieć inne parametry mapowania (np. *MapTo:Nor* — por. Rysunek 6.1.22). Poza tym wykonuje się je na samym końcu prac — wtedy, gdy cała rysunek poszycia samolotu jest gotowy. Dzięki rozmyciu mogą mieć także mniejszą rozdzielczość od podstawowej tekstury nierówności.

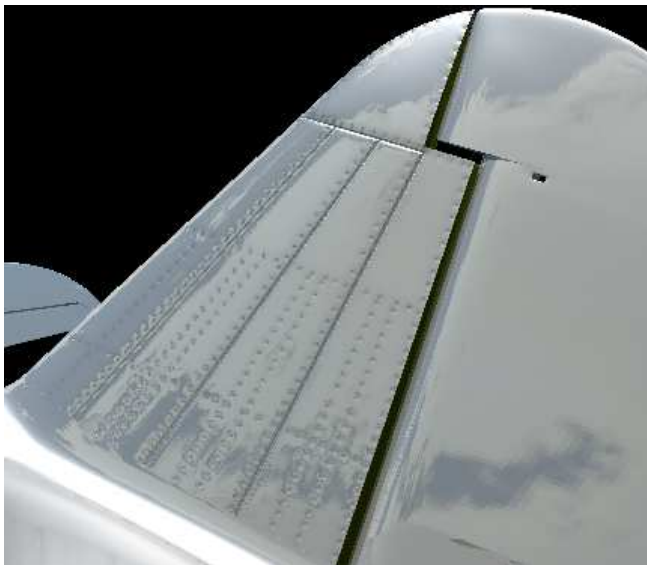
Zagłębienia poszycia akumulują mniejsze lub większe ilości zanieczyszczeń, przez co nie odbijają tak samo światła jak reszta powierzchni samolotu. Ten efekt uzyskamy, wykorzystując obraz *blur.png* w trzeciej teksturze — **B.Test.Ref**. Skopiuj ją z tekstury **B.Test.Bump2** (szczegóły — na str. 965). Mapowanie tej tekstury różni się kilkoma istotnymi szczegółami (Rysunek 6.1.23):



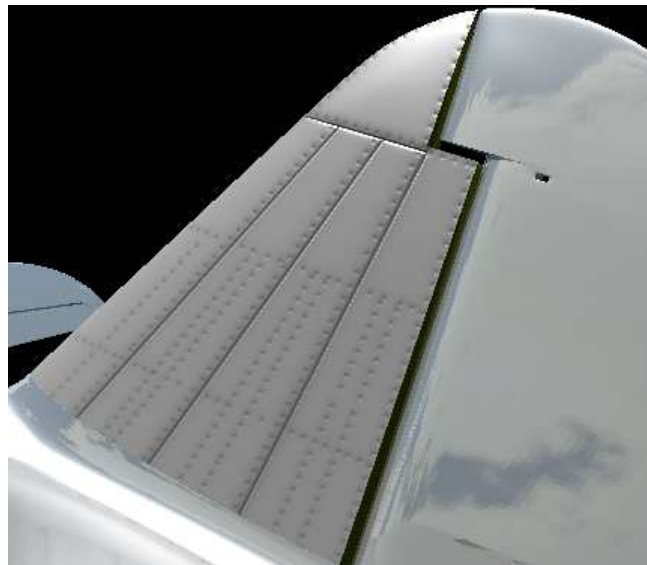
Rysunek 6.1.23 Zamapowanie tekstury odbić (ang. *reflection* lub *diffuse*).

Po pierwsze — należy oczywiście włączyć w panelu *Map To* mapowanie tekstury jako wartości *Reflection*. Jednocześnie, skoro tekstura „przejmie sterowanie” tym parametrem, należałoby zmniejszyć wartość „ogólnej” *Ref* z panelu *Shaders* do zera. I tak podstawowe obszary tekstury są białe, a to znaczy że ich *Ref* będzie = 1.0. W praktyce takie ustawienia powodowały jednak zbyt silne zaciemnienia w okolicach szczelin. Zdecydowałem się pozostawić nieco „ogólnej” wartości *Ref* materiału, na poziomie 0.2 (Rysunek 6.1.23). To nieco daje nieco mniejsze zaciemnienie w zagłębieniach.

Rysunek 6.1.24 pokazuje rezultat — powierzchnię statecznika pionowego uzyskaną ze złożenia wszystkich trzech tekstur. Rysunek 6.1.25 pokazuje tę samą powierzchnię, ale z wyłączonym efektem „lustrzanego odbicia” (tak będzie wyglądała na większości modeli):



Rysunek 6.1.24 Złożenie map nierówności (*Nor*) i odbić (*Ref*) — powierzchnia z „lustrzanym odbiciem” (*Ray Mirror* włączony)

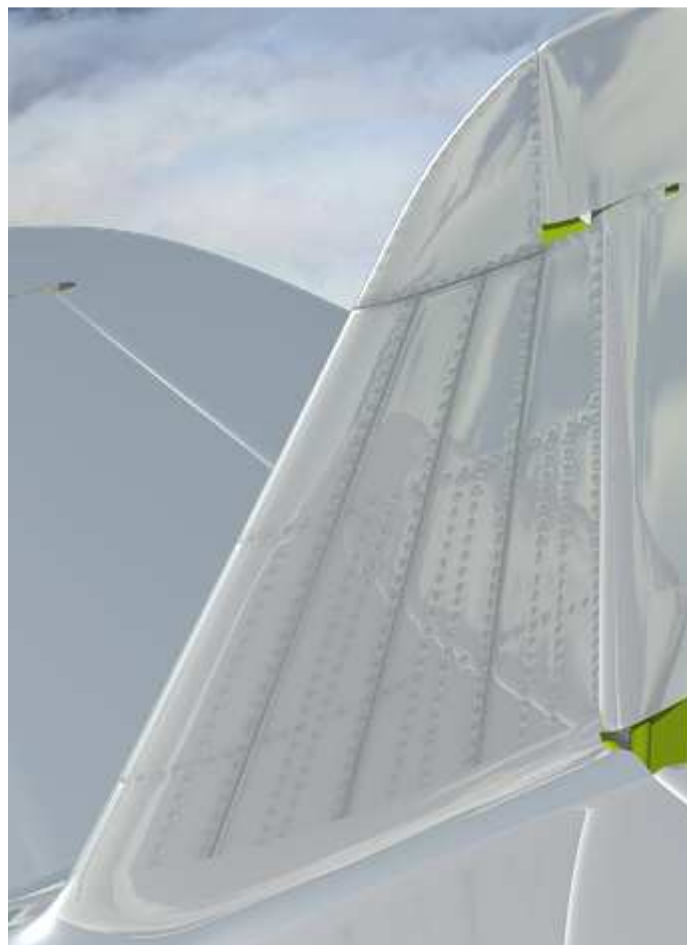


Rysunek 6.1.25 Złożenie map nierówności (*Nor*) i odbić (*Ref*) — powierzchnia matowa (*Ray Mirror* wyłączony)

Podgląd renderingu czasami pokazuje pewne efekty w sposób uproszczony. Od czasu do czasu warto także sprawdzić, jak wygląda efekt na ostatecznym renderze (Rysunek 6.1.26):

Sądzę, że uzyskany rezultat jest zadowalającym kompromisem. Taki „rozmyty” obraz można szybko wytworzyć, a jego użycie w teksturach poprawia rezultaty ostatecznego renderingu. Dodanie drugiej mapy nierówności (**B.Test.Bump2**) i mapy rozpraszania (**B.Test.Ref**) należy wykonać pod koniec prac nad teksturami, gdy będziesz miał gotową całą rysunek linii połączeń i nitów (odpowiednik **B.Test.Bump1**).

Oczywiście, nic nie będzie stało wówczas na przeszkodzie, by wzbogacić mapę nierówności paroma „eksploatacyjnymi” wgnieceniami, które nie wynikają z przebiegu szwów poszycia. Podobnie na mapie odbić będzie warto dodać część zabrudzeń, np. ślady spalin z rur wydechowych, gazów prochowych w pobliżu wylotów luf karabinów maszynowych. Taka tekstura może pełnić jednocześnie rolę mapy odbłyśków (wystarczy w panelu Map To włączyć jednocześnie: *Ref* i *Spec*).



Rysunek 6.1.26 Zbliżenie lustrzanej powierzchni statecznika pionowego na ostatecznym renderingu.

Celem tej sekcji było, jak to mawiali Rosjanie, „wstępne rozpoznanie walką” zagadnień związanych z nakładaniem tekstur. Chodziło o to, by nadać poszyciu samolotu bardziej realistyczny wygląd. Nasze testy wykonywaliśmy na wybranym fragmencie modelu — stateczniku pionowym. Rozwiązanie, które uzyskaliśmy, składa się na razie z trzech tekstur:

1. **podstawowej tekstury nierówności**, zawierającej ostrej i dokładny rysunek „technicznych” nierówności na poszyciu: połączeń blach, nitów. W naszym teście to **B.Test.Bump1**;
2. **dodatkowej tekstury nierówności**, bazującej na rozmytym obrazie tekstury 1. Ta tekstura odpowiada za „kosmetyczne” efekty dodatkowe, np. nieznaczne pofałdowania blachy. W naszym teście to **B.Test.Bump2**;
3. **tekstury odbić/rozproszenia**: w naszym teście to **B.Test.Ref**. Ta tekstura także bazuje na rozmytym obrazie tekstury 1. Odpowiada za lokalną „modulację” współczynnika rozproszenia światła (**Reflection**) przez materiał. Miejsca zabrudzone są ciemniejsze, gdyż odbijają (rozpraszają) światło gorzej niż reszta powierzchni. Podobnie miejsca „wytarte” będą lepiej odbijać światło — i będą się wydawać jaśniejsze. Na razie takich „wyświeceń” nie uzyskaliśmy, tylko zabrudzenia. (Trzeba będzie je nanieść ręcznie tam, gdzie wystąpią przetarcia eksploatacyjne). Docelowo ta tekstura będzie także odpowiadać za lokalną „modulację” połyskliwości materiału (**Specular**);

Nie wprowadziłem w tej sekcji czwartej, ostatniej z podstawowych tekstur: barwy. Omówimy ją później, gdyż wymaga najwięcej pracy w Gimpie, i w tym miejscu tylko zmniejszyłoby czytelność wprowadzenia. Nie będziesz chyba zaskoczony, gdy zdradzę, że w dużej mierze także bazuje na obrazie tekstury 1.

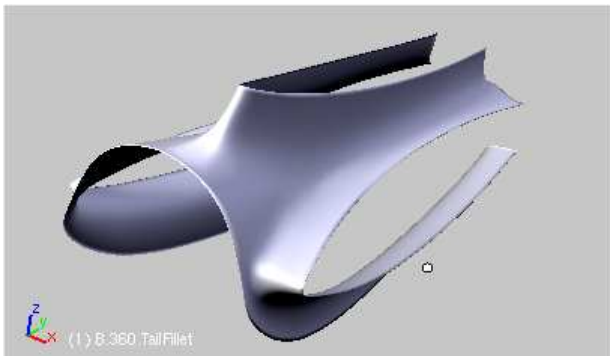
Nasz test będziemy jeszcze kontynuować w następnych dwóch sekcjach (6.2, 6.3), gdzie zajmiemy się zagadnieniem rozwijania teksturowanych powierzchni. W istocie rzadko kiedy zdarza się, że teksturę można dobrze nałożyć takim płaskim mapowaniem, jakie stosowaliśmy do tej pory (jak na str. 291, Rysunek 6.1.2).

Podsumowanie

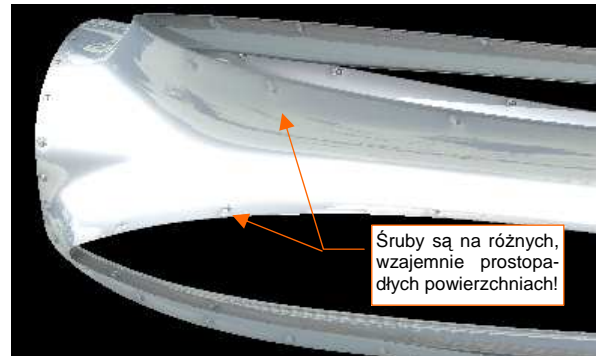
- Tekstur używamy, by zwiększyć realizm renderowanych obiektów. Idea jest prosta: zamiast modelować drobne szczegóły (np. nit po nicie) lepiej jest je narysować i nałożyć taki rysunek na model;
- Obrazy do tekstur można przygotować w Inkscape (drobne detale techniczne — str. 292), lub w Gimpie (pozostałe — str. 298). Czasami (by np. uzyskać rozmyty obraz połączeń poszycia) wykorzystywane są obydwa programy.
- Do szybkiego nałożenia linii nitów na rysunek w Inkscape, można użyć tekstu (str. 295). Każdy nit to pojedynczy znak „•” (unicode — hex. 25CF). Odstępy pomiędzy nitami to spacje. Takie rozwiązanie pozwala łatwo „uzgadniać” miejsca przecięcia szwów.
- Parametry, sterujące geometrycznym nałożeniem tekstury na powierzchnię modelu, są zgrupowane w panelu **Map Input** (str. 294). W tej sekcji poznaliśmy domyślne, „płaskie” (**Flat**) mapowanie.
- Tekstury służą nie tylko do nanoszenia barw na powierzchnię modelu. Mogą także lokalnie zmieniać („modulować”) rozproszenie światła czy intensywność odbłyśków. Można za ich pomocą uzyskać wrażenie drobnych nierówności powierzchni — takich jak krawędzie blach poszycia, czy szwy nitów. Parametry, sterujące właściwością materiału „modulowaną” przez teksturę, są zgrupowane w panelu **Map To** (str. 295).
- Bazową barwą dla tekstur nierówności powinien być neutralny szary (50%). Elementy wypukłe są rysowane jako jaśniejsze, a wklęsłe — ciemniejsze (trochę tak, jak poziomice na mapie — str. 296);
- W konstrukcjach lotniczych z lat czterdziestych XXw były szeroko stosowane nity z łbem wpuszczanym. Takie nity są mało widoczne na poszyciu kadłuba.
- „Rozmyty” (np. filtrem **Gaussian Blur**) obraz szczelin i nitów jest dobrą podstawą dla dodatkowej mapy nierówności (**bump map**), a także mapy rozproszenia/odbicia światła (**diffuse map** — str. 300);

6.2 Rozwinięcie w przestrzeni UV

Jak nałożyć teksturę śrub na powierzchnię o tak skomplikowanym kształcie, jak ta, którą pokazuje Rysunek 6.2.1? Jak uzyskać rezultat, który pokazuje Rysunek 6.2.2?



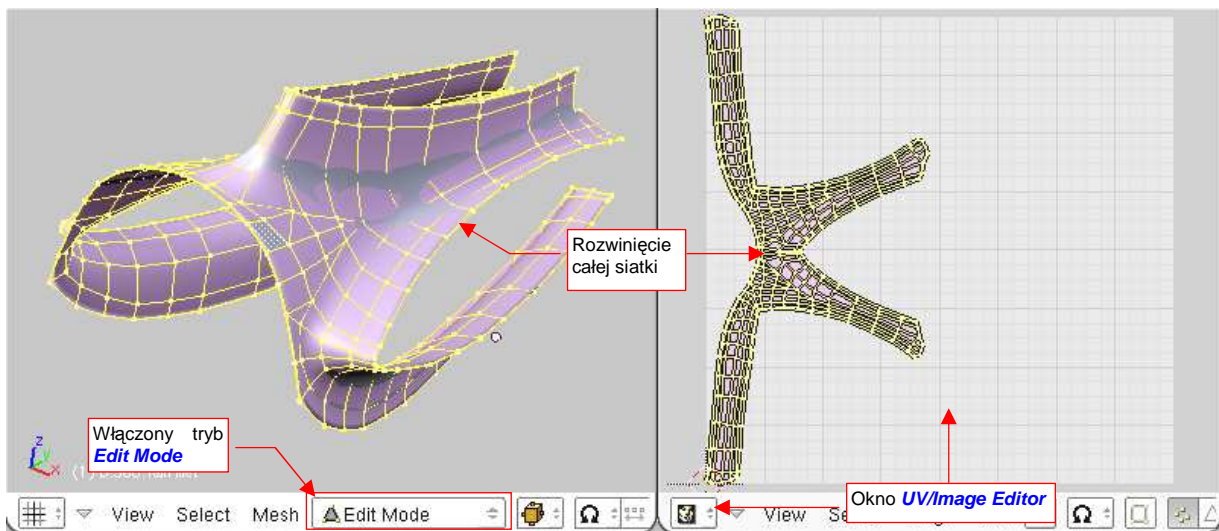
Rysunek 6.2.1 Owiewka stateczników — powierzchnia do nałożenia tekstury.



Rysunek 6.2.2 Owiewka po nałożeniu tekstury.

Gdybyś próbował ten efekt osiągnąć prostym rzutowaniem, które stosowaliśmy w poprzedniej sekcji, obrazy śrub wokół statecznika pionowego lub poziomego zamieniłyby się w rozmyte linie. (Wystąpiłoby to na powierzchniach równoległych do kierunku nałożenia tekstury). Tak złożony kształt kwalifikuje siatkę do „mapowania” poprzez rozwinięcie powierzchni na płaszczyźnie **UV**. (Na str. 930 znajdziesz wyjaśnienie, co to jest przestrzeń **UV** i rozwinięcie siatki w tej przestrzeni) .

Przełącz się w tryb edycji siatki, zaznacz wszystkie wierzchołki, i rozwiń siatkę (**U** — **Mesh**→**UV Unwrap**→**Unwrap**: szczegóły — patrz str. 901). Rysunek 6.2.3 pokazuje, w oknie **UV/Image Editor**, rezultat operacji:



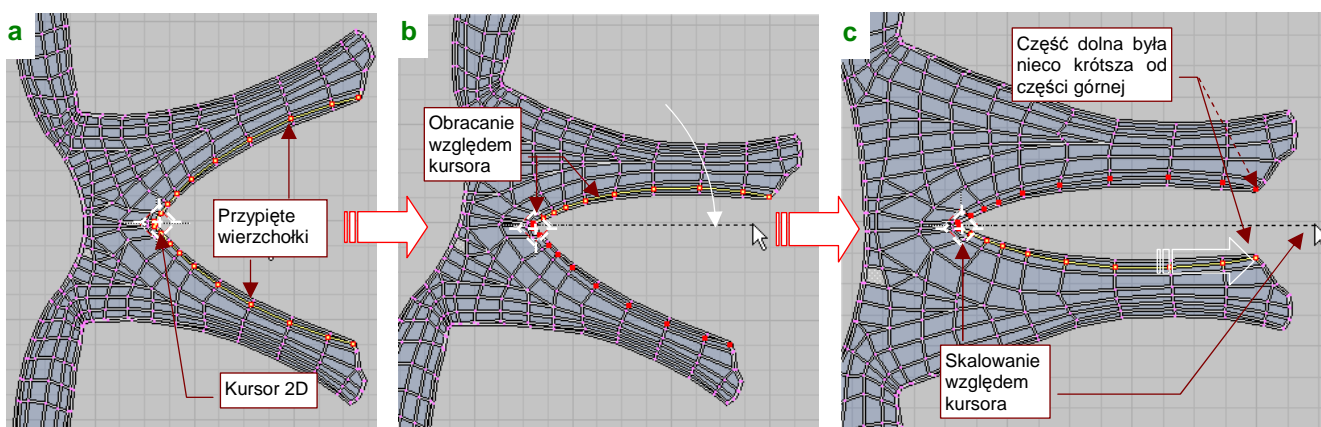
Rysunek 6.2.3 Rozwinięcie siatki w przestrzeni tekstury (UV)

(Krótkie wprowadzenie do posługiwania się oknem **UV/Image Editor** znajdziesz na str. 932.) Rozwinięcie, jakie uzyskaliśmy, mogłoby w zasadzie wystarczyć, aby poprawnie „zmapować” teksturę z tak drobnymi detalami, jak śruby. Ale tylko „w zasadzie”. Siatka **UV**, którą przedstawia Rysunek 6.2.3, ma kilka wad:

- zajmuje za dużą powierzchnię. Docelowo będziemy się starać „upchać” jak najwięcej obiektów na jak najmniejszej teksturze. Nie możemy sobie pozwolić na taką rozrzutność, jak stosunkowo niewielki detal, rozwinięty w coś, co przypomina gwiazdę.
- pod taki kształt trudno jest „podstawić” odpowiedni rysunek z planów samolotu. To utrudnia naniesienie na rozwinięcie linii śrub, bo trzeba coś na chwilę obrócić — albo plan, albo rozwinięcie siatki.

Spróbujmy jakoś zwinąć naszą siatkę z czegoś, co przypomina literę „K”, w kształt zbliżony do litery „E”. Wykorzystamy w tym celu typowe narzędzia do edycji siatki w Blenderze: „szpilki” (czyli przypinanie — **Pin**) oraz rozwijanie (**Unwrap**). Opis obydwu poleceń znajdziesz na str. 943.

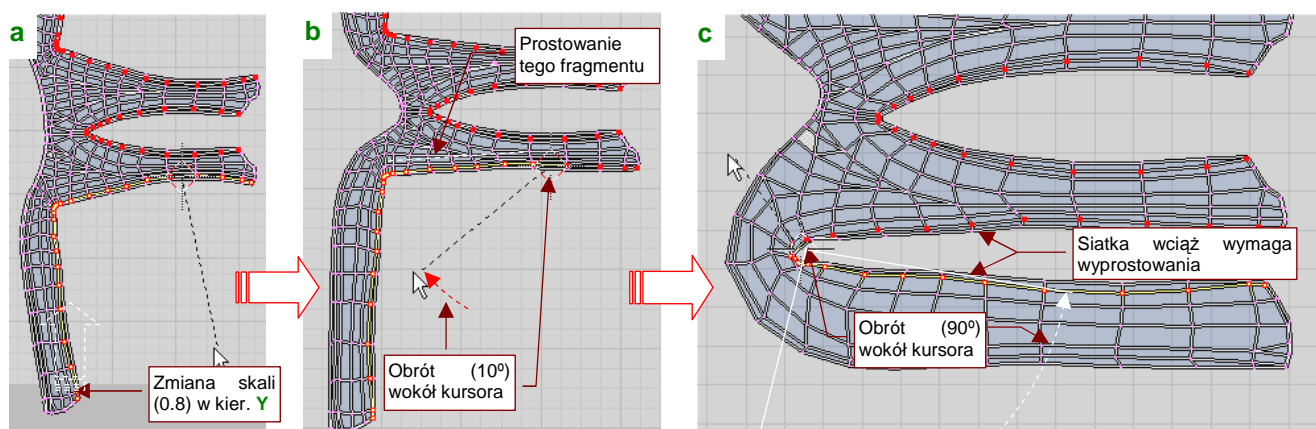
Upewnij się, że w oknie **3D View** masz zaznaczoną całą siatkę, i wyłącz w nagłówku okna **UV/Image Editor** tryb synchronizacji selekcji (☐ — por. str. 934). Włącz tryb **Live Unwrap Transform** (**UVs** → **Live Unwrap Transform**). Zaznacz i przypnij (**Pin** — p. str. 943) rząd wierzchołków biegnący wzdłuż statecznika pionowego (Rysunek 6.2.4a). Ustaw kursor 2D w okolicy krawędzi natarcia i przestaw oś transformacji (**Pivot**) edytora UV w tryb **2D Cursor** (☐). Teraz zaznacz tylko górną połowę przypiętych wierzchołków, i zacznij ją obracać (**R**, szczegóły — str. 940) (Rysunek 6.2.4b):



Rysunek 6.2.4 Poprawianie rozwinięcia za pomocą „przypiętych” wierzchołków i dynamicznego rozwijania

Widzisz? Reszta siatki podąża za „przyszpilonymi” wierzchołkami, jak gdyby była skrawkiem elastycznego materiału. To bardzo wygodne, prawda? W ten sam sposób obróć dolną część przypiętej krawędzi. Owiewka nie jest zupełnie symetryczna, więc na pewno zauważysz, że po ustawieniu obok siebie, dolna krawędź jest nieco krótsza. Dopasuj ją do górnej, zmieniając skalę (**S**, więcej — str. 941) względem kursora, wzdłuż osi **Y** (Rysunek 6.2.4c).

W podobny sposób, najpierw przypinając kluczowe krawędzie, a potem je obracając, przesuając (**G** — szczegóły str. 939) i skalując, zmień krawędzie statecznika poziomego (Rysunek 6.2.5):

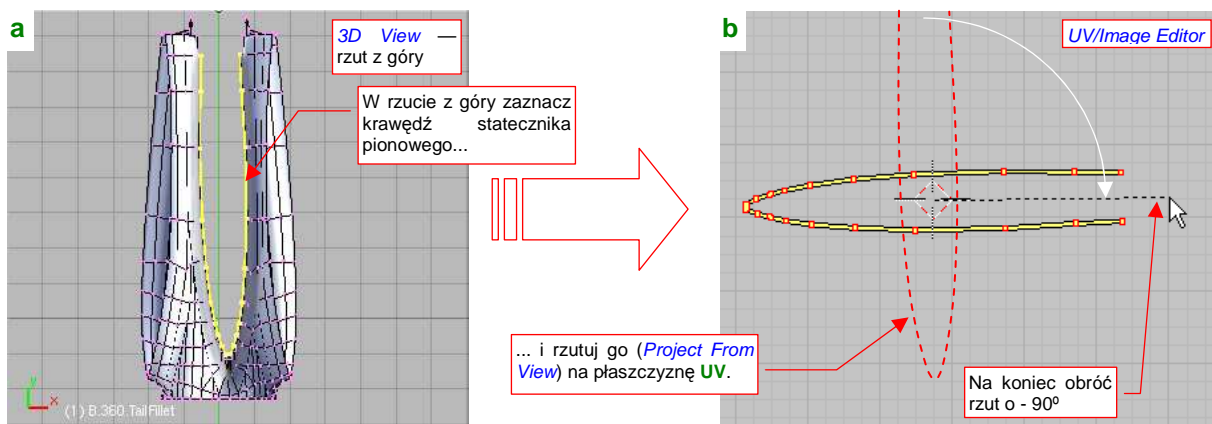


Rysunek 6.2.5 Poprawianie rozwinięcia krawędzi statecznika poziomego (w kształt zbliżony do litery „E”).

Rysunek 6.2.5c pokazuje rezultat. Mówiąc szczerze, wymaga jeszcze dalszych poprawek: trzeba wyprostować pofalowane krawędzie, poprawić wzajemne proporcje wycięcia na statecznik poziomy i statecznik pionowy. Dodatkowym utrudnieniem brak symetrii tej siatki — musisz każdą poprawkę wykonać dwa razy — u góry i u dołu.

A może istnieje jakiś szybszy sposób uzyskania w miarę regularnego rozwinięcia o założonym kształcie litery „E”? Jak najbardziej! Tylko trzeba inaczej zacząć. Na trop tego rozwiązania skierowała mnie właśnie dywagacja, jak by tu uzyskać od razu ładne obramowanie krawędzi statecznika. (Tych krawędzi, które tak pożądaną pokazuje Rysunek 6.2.5c.)

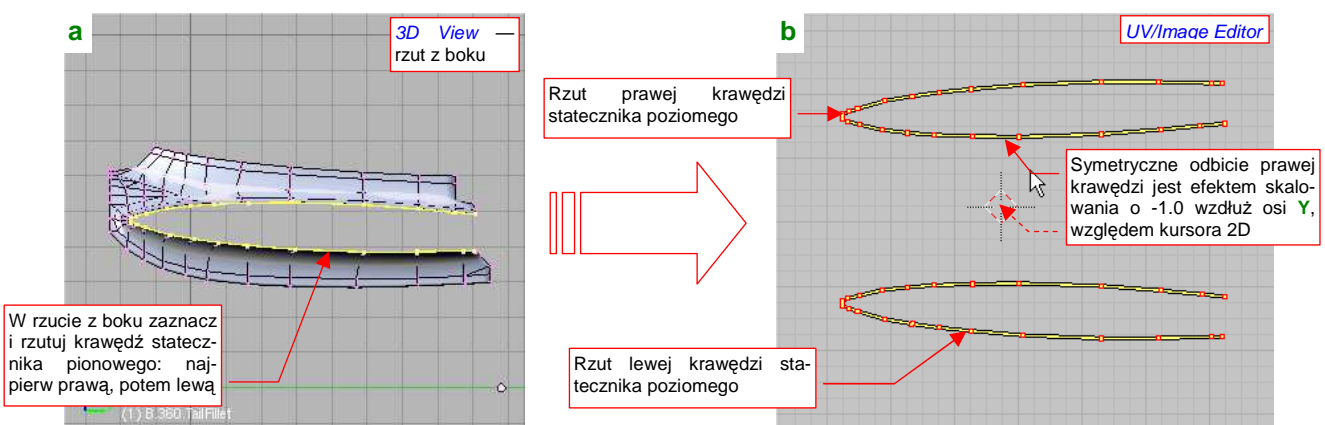
Usuń dotychczasowe „przyspilenia” wierzchołków (**Alt-P** — por. str. 944). Upewnij się, że tryb synchronizacji selekcji z oknem **3D View** jest wyłączony. Ustaw owiewkę w oknie **3D View** w rzucie z góry. Zaznacz rząd wąskich ścian wokół krawędzi statecznika pionowego (tych, które udają „grubość blachy” — Rysunek 6.2.6a):



Rysunek 6.2.6 Rzutowanie krawędzi statecznika pionowego na płaszczyznę UV.

Wykonaj proste rzutowanie (**Mesh→UV Unwrap→Project From View** — p. str. 902) zaznaczonych ścian na powierzchnię UV. Rezultat obróć o -90°, aby obraz krawędzi leżał poziomo, a nie pionowo (Rysunek 6.2.6b). Na koniec „przytnij” wierzchołki tej krawędzi. Blender będzie pamiętał, że są przycięte, nawet wtedy, gdy nie będą wybrane.

Teraz przestaw okno **3D View** na rzut z boku. Zaznacz na nim najpierw prawą krawędź statecznika poziomego (Rysunek 6.2.7a). Wykonaj rzutowanie tego paska ścian na płaszczyznę UV (**Project From View**). Rezultat „odbij” symetrycznie względem osi **Y**, aby uzyskać odsuniętą, symetryczną kopię prawej krawędzi (Rysunek 6.2.7b):

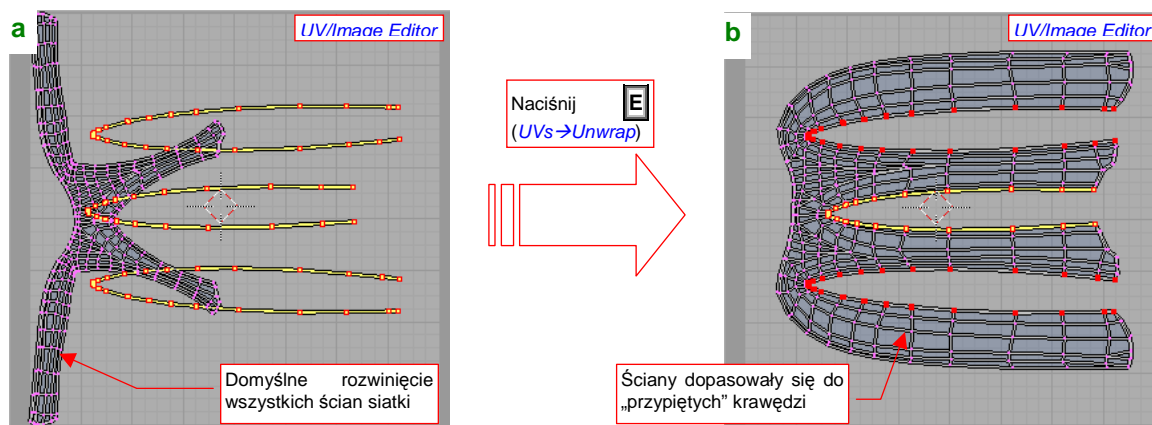


Rysunek 6.2.7 Rzutowanie krawędzi statecznika poziomego na płaszczyznę UV.

(Lustrzane odbicie prawej krawędzi, jakie pokazuje Rysunek 6.2.7b, możesz uzyskać poprzez zmianę skali o współczynnik -1.0, względem osi **Y**, względem kursora 2D umieszczonego jak na ilustracji).

Następnie zaznacz w oknie **3D View** lewą krawędź statecznika, i także wyznacz jej rzut na powierzchnię UV (**Project From View**). Rysunek 6.2.7b pokazuje, jak powinien wyglądać rezultat — pomiędzy krawędziami zostawiliśmy przestrzeń, w której wcześniej umieścisz rzut statecznika pionowego (por. Rysunek 6.2.6b).

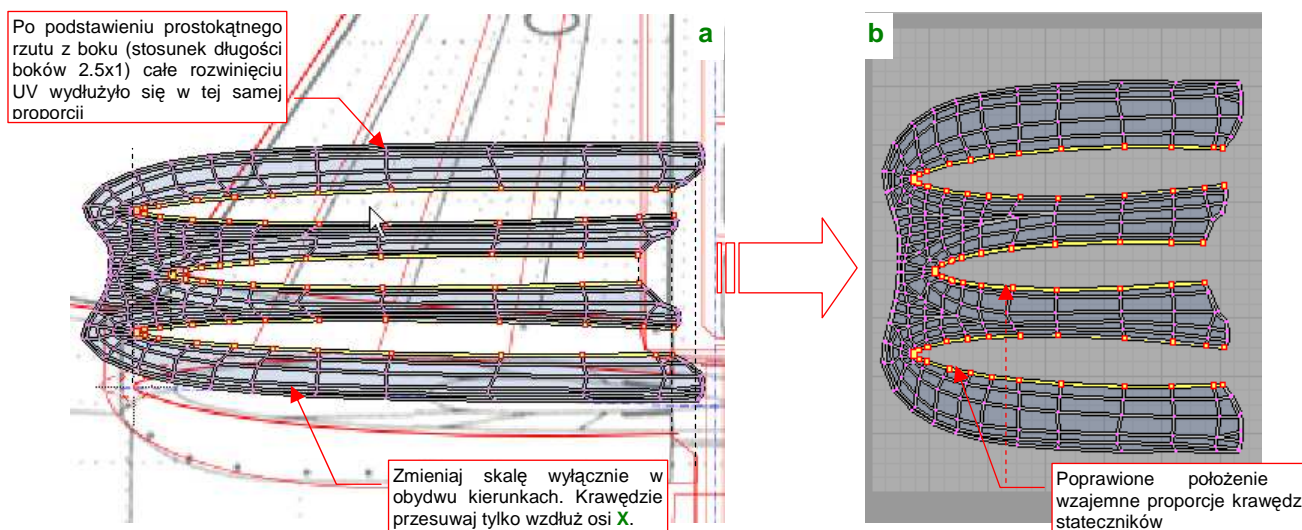
Teraz zaznacz całą siatkę. Rysunek 6.2.8a pokazuje, co powinieneś zobaczyć w edytorze **UV**. (Zakładam, że przed wykonaniem rzutów z góry i z boku usunąłeś wstawione wcześniej szpilki i dokonałeś powtórnego rozwinięcia całości poleceniem *Unwrap*). „Przyszpilone” wierzchołki siatki są tam, gdzie je zostawiłeś przed chwilą. Cała reszta ścian pozostała na swoich domyślnych miejscach (w rozwinięciu w literę „K”). Czy aby na pewno? Wystarczy tylko nacisnąć klawisz **E** (*UVs→Unwrap*), by ściany dopasowały się do przypiętych krawędzi (Rysunek 6.2.8b):



Rysunek 6.2.8 Dopasowanie reszty siatki do „przyszpilonych” krawędzi stateczników.

Osiągnęliśmy to stosunkowo niewielkim wysiłkiem — zamieniliśmy rozpostarte, zajmujące dużą powierzchnię rozwinięcie w „K” na małe, kompaktowe rozwinięcie w literę „E”. Jeżeli masz włączoną opcję *UVs→Live Unwrap Transform*, to nawet nie musisz naciskać klawisza **E**. Siatka połączy się z „przyszpilonymi” krawędziami przy pierwszej próbie poruszenia jednej z nich.

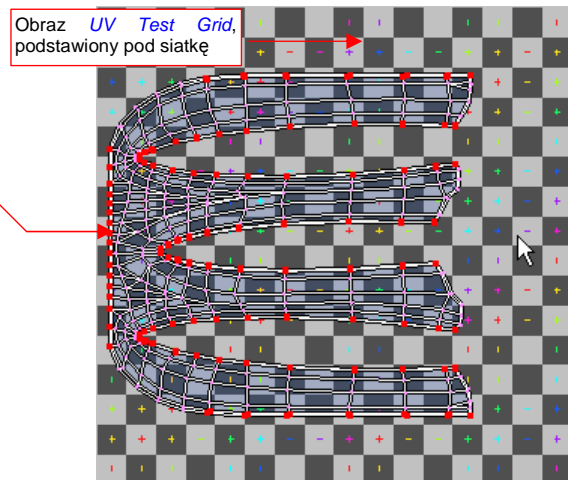
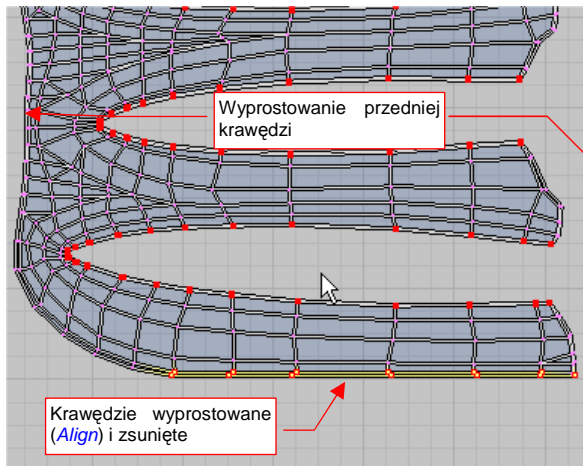
Aby zmniejszyć deformację obrazu, który nałożymy na siatkę, warto ustalić długość krawędzi stateczników we właściwej proporcji (jak na planach). Nic nie stoi na przeszkodzie, by pod rozwinięcie UV podstawić rzut z boku (Rysunek 6.2.9a — szczegóły patrz str. 945):



Rysunek 6.2.9 Dopasowanie proporcji długości siatki do stateczników

Bazując na rysunku, załadowanym do *UV/Image Editor*, uzgodnij długości i wzajemne położenia krawędzi statecznika pionowego i poziomego. W związku z nieproporcjonalnym wydłużeniem rozwinięcia (spowodowanym nierównymi bokami rysunku rzutu z boku), do uzgodnienia stosuj tylko proporcjonalną zmianę skali i przesunięcie wzdłuż osi **X** (**U**). Rezultat uzgadniania przedstawia Rysunek 6.2.9b. Usunąłem już z niego podstawiony rzut z boku, więc siatka wróciła do właściwych proporcji (kwadratu).

Jeżeli chodzi o siatkę, to pozostały nam jeszcze tylko drobne operacje. Na przykład — zsuniecie i „przyszpilenie” zewnętrznych rzędów ścian, które odpowiadają grubości blachy owiewki — po lewej i prawej (Rysunek 6.2.10):

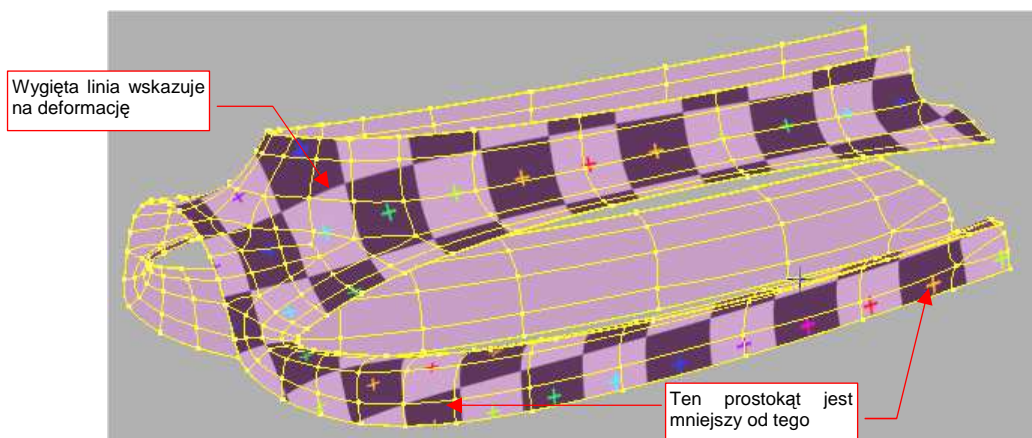


Rysunek 6.2.10 Wyrównanie i zmniejszenie dolnej krawędzi owiewki

Rysunek 6.2.11 Podstawienie obrazu do testowania deformacji rozwinętej siatki

Najszybszą metodą takiego „wyprostowania” krawędzi do poziomu i pionu jest użycie poleceń z grupy *Weld/Align* (pod klawiszem **W**, więcej informacji — str. 947). Wyprostuj także — do linii pionowej — przednią krawędź (por. Rysunek 6.2.10, Rysunek 6.2.11).

Gdy wydaje Ci się, że rozwinięcie wygląda na ukończone — warto „podłożyć” pod spód specjalny obraz testowej „szachownicy” (*Image* → *New*, *New Image:UV Test Grid* — patrz str. 946). W oknie *UV/Image* obraz wygląda tak, jak to pokazuje Rysunek 6.2.11. Aby sprawdzić, czy rozwinięcie nie powoduje jakichś poważnych deformacji obrazu tekstury, zmień tryb wyświetlania w oknie *3D View* z *Solid* na *Textured*. (Szczegóły znajdziesz na str. 946). Rezultat przedstawia Rysunek 6.2.12:

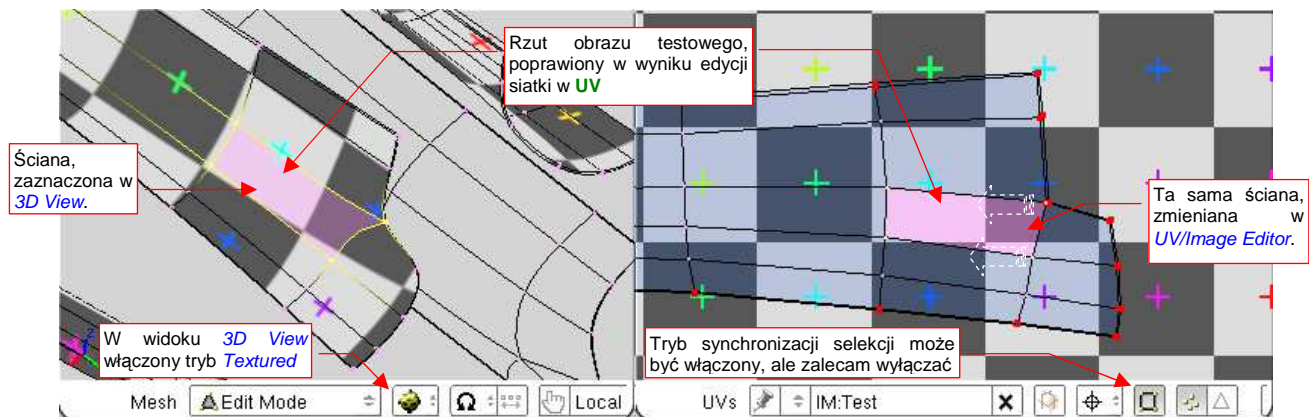


Rysunek 6.2.12 Obraz załadowany do okna *UV/Image Editor*, widoczny w widoku 3D (tryb wyświetlania *Textured*).

- Po przełączeniu okna *3D View* w tryb wyświetlania *Textured*, zobaczysz siatkę pokrytą obrazem aktualnie załadowanym w oknie *UV/Image Editor*. To może być gotowa tekstura, czy jakikolwiek inny rysunek.

Praca z siatką testową odbywa się na dwóch oknach (p. Rysunek 6.2.13). W *3D View* oglądasz obiekt ze wszystkich stron i szukasz na nim jakichś poważnych zaburzeń obrazu „szachownicy”. Może to być np. większa dysproporcja rozmiaru poszczególnych kwadratów, albo wygięcie całego ich rzędu. Poprawiasz wtedy odpowiednio rozwinięcie siatki w *UV/Image Editor*, a potem znów patrzysz w okno *3D View*, by się przekonać, czy wykonana poprawka była dostateczna. Pamiętaj, że na pewno nie uda Ci się uzyskać „idealnego” rozłożenia

obrazu testowego, bez żadnych zakłóceń. To, co powinieneś osiągnąć, to rozsądny kompromis pomiędzy Twoim czasem a rezultatem rozwinięcia. Kompromis powinien zapewnić, że w istotnych miejscach (linii nitów, łączenia blach) obraz tekstury nie będzie w sposób widoczny zdeformowany (Rysunek 6.2.13):

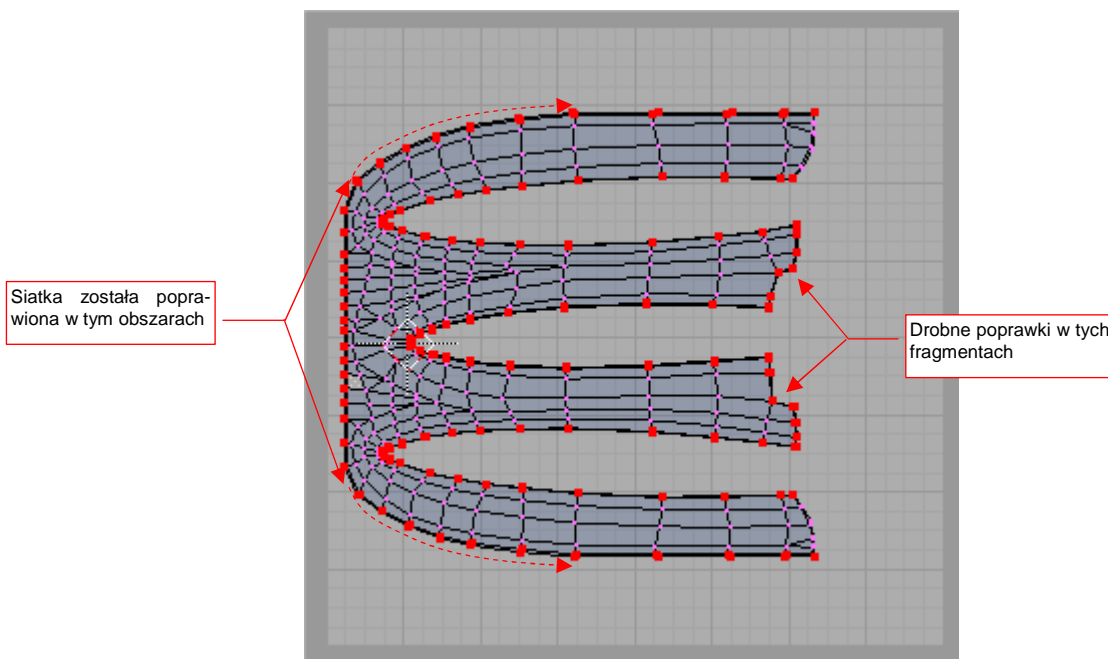


Rysunek 6.2.13 Wykorzystanie obrazu **UV Test Grid** do poprawek rozwinięcia siatki w UV.

W czasie pracy z obrazem testowym możesz włączyć tryb synchronizacji selekcji (por. Rysunek 6.2.13). Pamiętaj jednak (abyś nie był zaskoczony): dopóki w oknie **3D View** nie masz zaznaczonej choć jednej, pełnej ściany, żaden obraz nie pojawi się w oknie **UV/Image Editor**. (Dzieje się tak dlatego, że przypisania obrazu w Blenderze jest związane ze ścianami, a nie wierzchołkami czy krawędziami siatki).

Szczerze mówiąc, wolę poprawiać siatkę z wyłączonym trybem synchronizacji selekcji. Mam wtedy włączoną aktualizację siatki „na bieżąco” (**Images → Live Unwrap Transform**), i pewność, że nic mi jej potem przypadkowo nie przekształci.

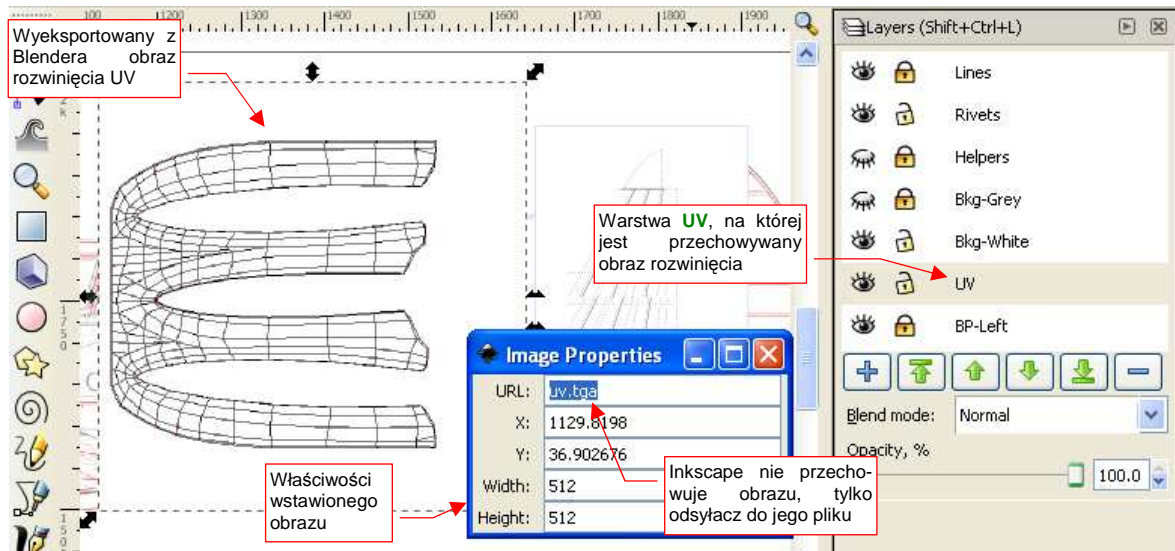
Na szczęście nasze rozwinięcie okazało się wolne od większych błędów, i nie wymagało jakichś dużych poprawek. Rysunek 6.2.14 pokazuje ostateczny układ ścian w edytorze UV:



Rysunek 6.2.14 Rozwinięcie po kosmetycznych poprawkach, wprowadzonych w wyniku zastosowania obrazu **UV Test Grid**.

To rozwinięcie zapisz do pliku rastrowego (**Image → Scripts → Save UV Layout**, szczegóły — patrz str. 948). Nadaj mu nazwę **uv.tga** (to jedyny format rastrowy, do którego można zapisać rozwinięcie UV z Blendera) Umieść go w tym samym folderze, co plik **texture.svg**.

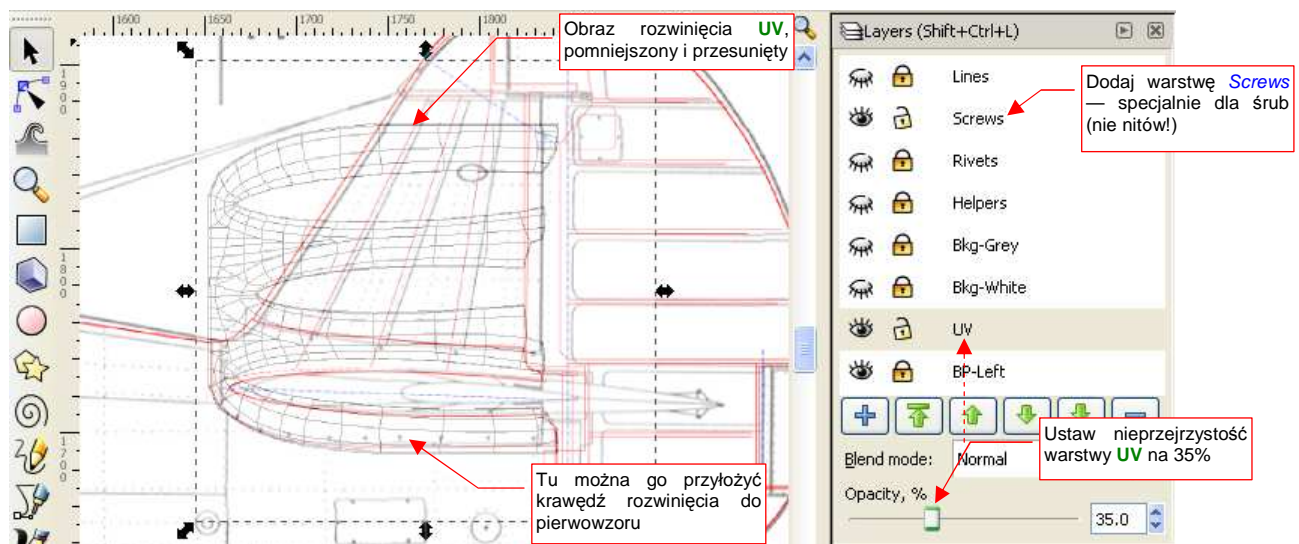
Czas przygotować obraz nierówności dla tak przygotowanego rozwinięcia siatki. Otwórz plik **texture.svg** w Inkscape. Dodaj do niego nową warstwę, w której będziemy przechowywać referencje do rozwinięć UV. Nadaj jej nazwę — non omen — **UV**, i umieść poniżej warstwy **Bkg-White** (Rysunek 6.2.15):



Rysunek 6.2.15 Wstawienie obrazu rozwinięcia do pliku **texture.svg**.

Wczytaj na warstwę **UV** wyeksportowany z Blendera plik **uv.tga** (*File* → *Import*). Zwróć uwagę, że Inkscape nie przechowuje wewnętrznie danych obrazu. Zamiast tego odnotowuje tylko, z jakiego pliku ma skorzystać, aby wyświetlić jego zawartość. Możesz się o tym przekonać, zaglądając do okna *Image Properties* (Rysunek 6.2.15). To bardzo korzystny efekt, na przyszłość. Wystarczy, że wyeksportujemy z Blendera zmienione rozwinięcie UV — a jego obraz w rysunku Inkscape sam się uaktualni!

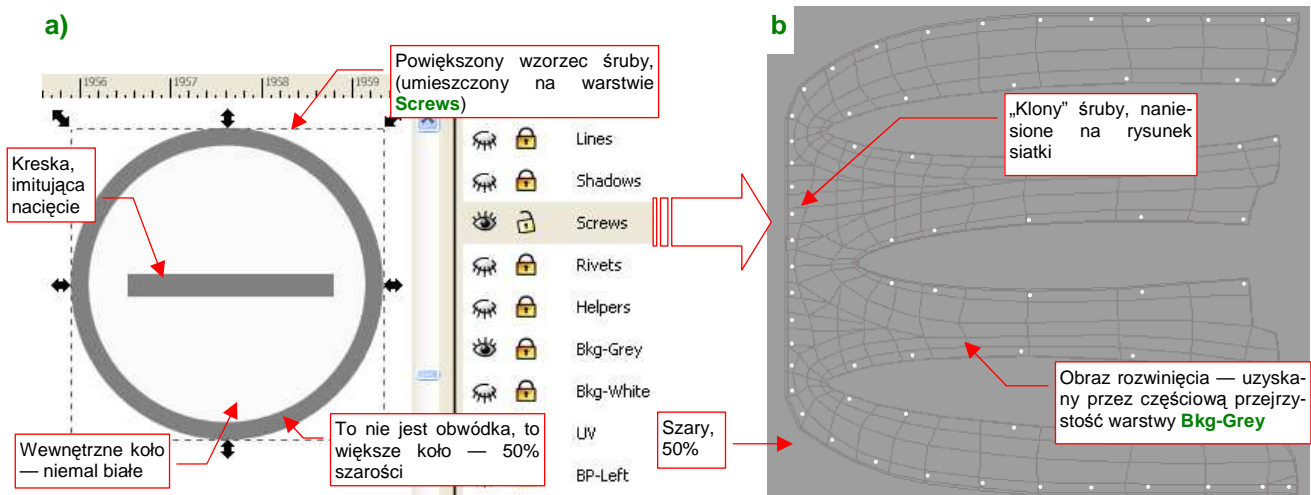
Obraz rozwinięcia zmniejsz i przesuń, aby ustawił się w odpowiednim miejscu planów (Rysunek 6.2.16). Potrzebujemy go, by w odpowiednich miejscach narysować śruby, którymi była przymocowana owiewka do kadłuba i statecznika:



Rysunek 6.2.16 Obraz rozwinięcia siatki, po dopasowaniu do planów.

W rysunku Inkscape mamy już oddzielne warstwy na linie (**Lines**) i nity (**Rivets**). Teraz dodaj kolejną, na śruby: (**Screws**). Sama owiewka zawierała ich kilkadziesiąt. (Demontaż statecznika na pewno nie był łatwą operacją!).

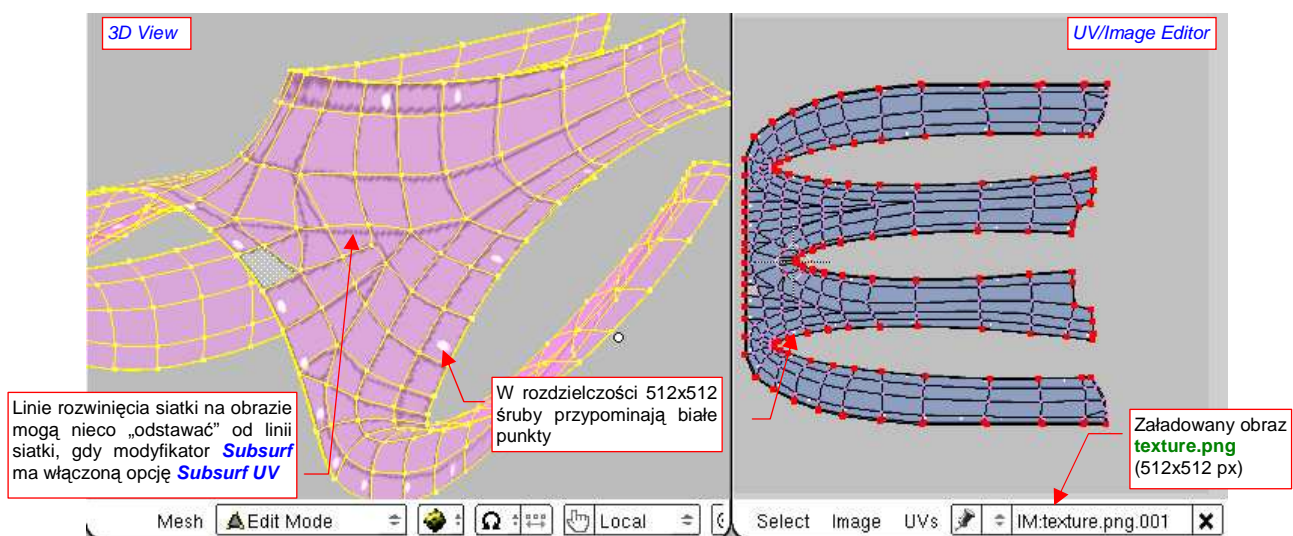
Gdzieś w ustronnym miejscu rysunku Inkscape stwórz wzór śruby (Rysunek 6.2.17a). (Osobiście wybrałem na takie wzorce lewy górny róg):



Rysunek 6.2.17 Rysunek śruby (a), sklonowany w odpowiednie miejsca mapy nierówności (b).

Zwróć uwagę (Rysunek 6.2.17a), że zewnętrzny obrys śruby nie został uzyskany zwykłą grubością linii. To w istocie dwa koła, umieszczone jedno na drugim (zobacz „kolejność obiektów” na tej samej warstwie — str. 691). Koło leżące pod spodem jest większe i ma kolor tła maski szarości (szary 50%). Dodałem je z myślą o obrazie rozmycia, podobnym do [blur.png](#), który stworzyliśmy w poprzedniej sekcji. Po narysowaniu, złącz elementy wzorcowej śruby w grupę (**Ctrl-G**, **Object→Group** — patrz str. 719). Taką grupę sklonuj na właściwym rysunku (**Alt-D**, **Object→Clone→Create Clone** — patrz. str. 716). Polecenie klonowania wywołaj tylko raz. Potem wstawiaj śruby, powielając rezultat klonowania zwykłym poleceniem **Object→Duplicate** (**Ctrl-D**) — aby nie klonować klonów. (To by stworzyło niepotrzebne, dodatkowe poziomy zagnieżdżenia w pliku SVG).

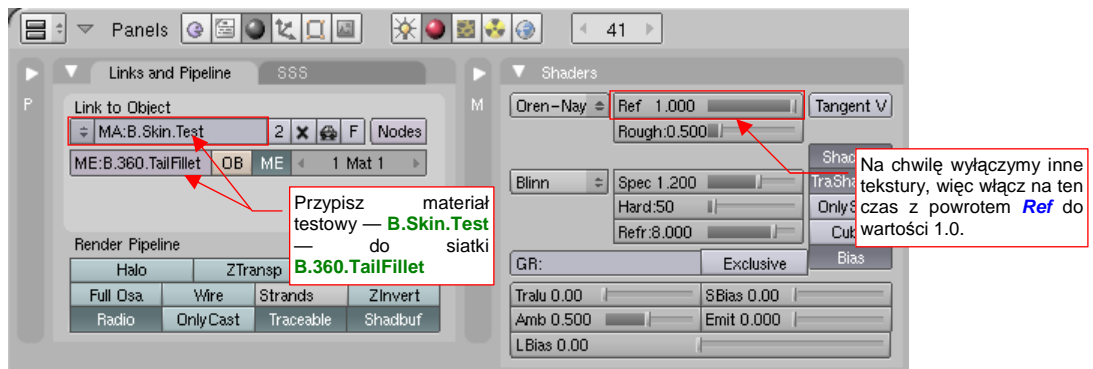
Dobrze jest — przynajmniej na początku — sprawdzić, czy przygotowany w Inkscape obraz dobrze „leży” na siatce. Obraz, zawierający oprócz śrub także linie rozwinięcia siatki (Rysunek 6.2.17b), zapisz z Inkscape (**File→Export Bitmap**, str. 684) do pliku o nazwie [texture.png](#). Plik ten wczytaj (**Image→Open...**) jako tło okna **UV/Image Editor** Blendera (Rysunek 6.2.18):



Rysunek 6.2.18 Wstępna „przymiarka” poprawności mapowania obrazu do siatki .

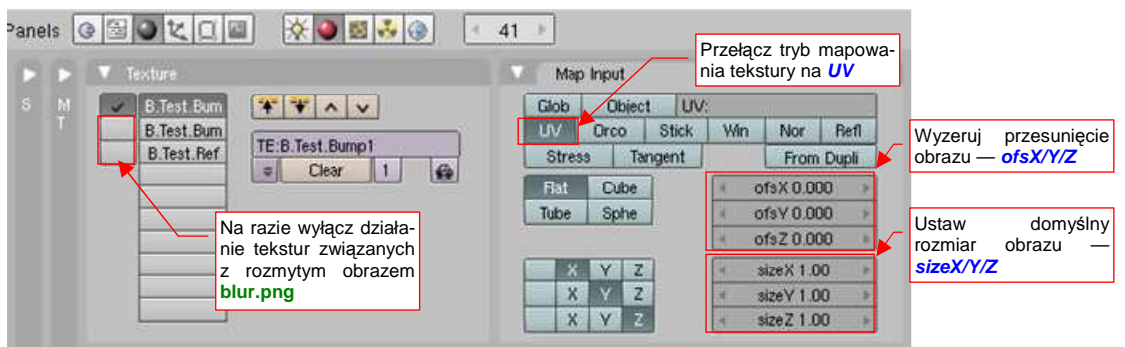
W widoku 3D, trybie wyświetlania **textured**, będziesz się mógł przyjrzeć dokładnie rozłożeniu szczegółów obrazu na powierzchni siatki. Zwróć uwagę, że przy umiarkowanej rozdzielczości obrazu (512x512) śruby wyszły jak białe, okrągłe plamki — w ogóle nie widać np. nacięć na ich łbach.

Gdy obraz „leży dobrze” na siatce, można go usunąć z rozwinięcia UV i przypisać do odpowiedniej tekstury. Jak pamiętasz, w poprzedniej sekcji sprawdzaliśmy tekstury na specjalnym „testowym” materiale, o nazwie **B.Skin.Test**. Do tej pory materiał ten był tylko przypisany do statecznika pionowego. Przypisz go teraz także do siatki **B.360.Tail Fillet** (w zestawie *Shading:Material buttons* — Rysunek 6.2.19):



Rysunek 6.2.19 Przypisanie do owiewki (**B.360.TailFillet**) materiału testowego (**B.Skin.Test**) .

Przestaw w panelu *Map Input* nakładanie tekstury z **Orco** na **UV**. Wyłącz także przesunięcia i zmianę skali obrazu, tak pracownicy ustawiane w poprzedniej sekcji (*ofsX/Y/Z* na 0,0, *size X/Y/Z* na 1,0) (Rysunek 6.2.20):

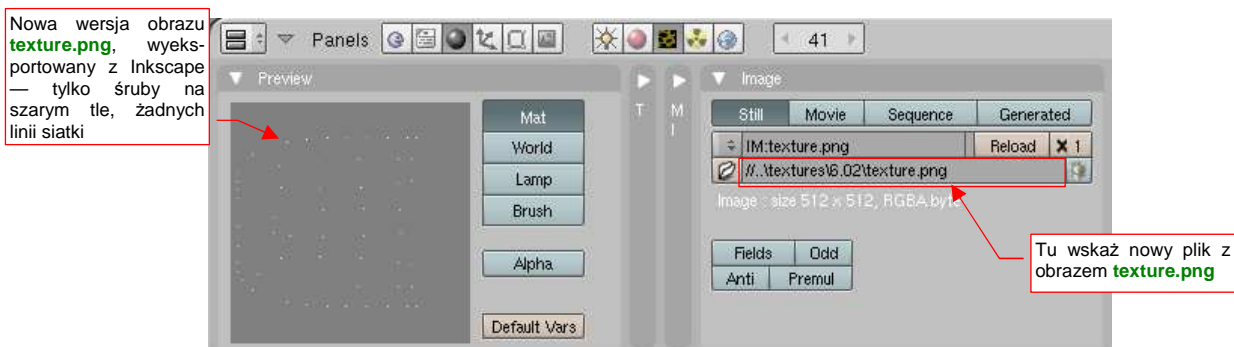


Rysunek 6.2.20 Zmiana mapowania tekstur — z **Orco** na **UV** .

W poprzedniej sekcji, w mapowaniu **Orco**, musiałeś skalować i przesuwać obraz tekstury, by „trafić” odpowiednimi liniami w siatkę (p. str. 294, Rysunek 6.1.8). W mapowaniu **UV** masz gwarancję, że wszystko jest na swoim miejscu, i możesz użyć obrazu bez żadnych transformacji (w końcu sprawdzałeś to przed chwilą).

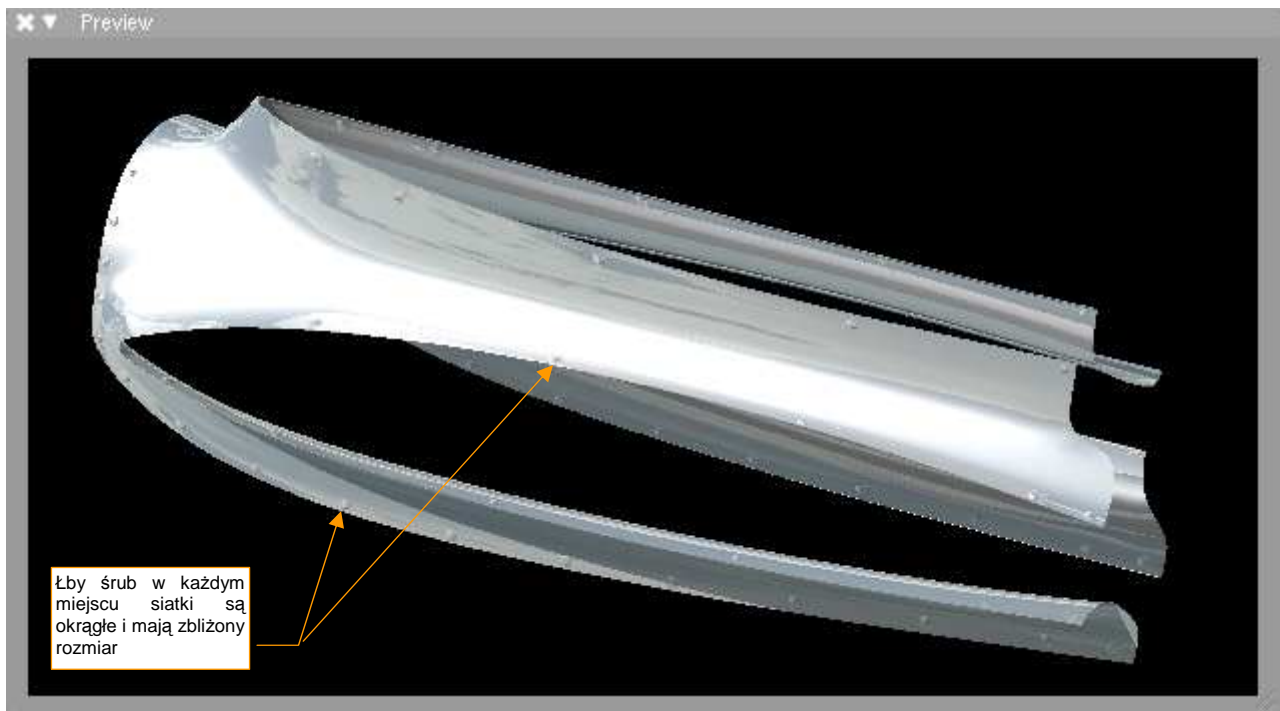
W panelu *Texture* wyłącz także wszystkie inne tekstury, poza pierwszą — **B.Test.Bump1** (Rysunek 6.2.20). (Są na razie są przypisane do obrazów z poprzedniej sekcji, i mają się nijak do powierzchni owiewki).

Wreszcie wyeksportuj z Inkscape nową wersję obrazu **texture.png** — tym razem z litym, szarym tłem, przez które nie prześwitują już linie rozwinięcia. Przypisz ją do obrazu **texture.png**, w zestawie *Shading:Texture buttons*, panelu *Image* (Rysunek 6.2.21):



Rysunek 6.2.21 Podstawienie nowego obrazu pod teksturę **B.Test.Bump1** .

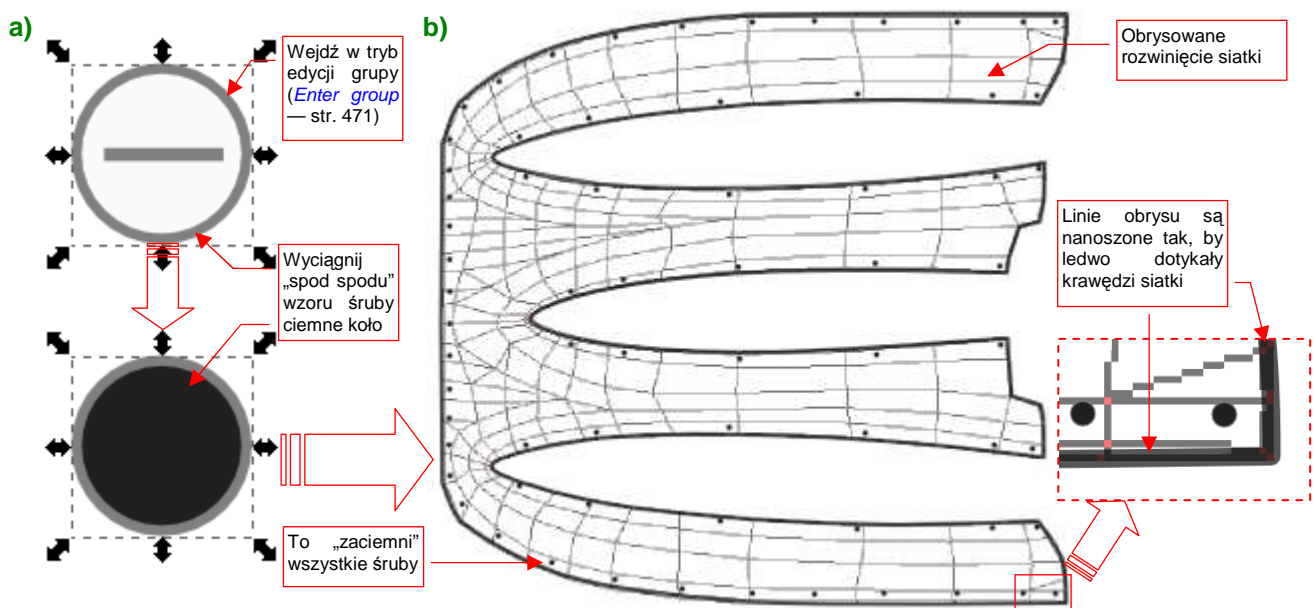
Rezultat możesz sprawdzić, chociażby w „szybkim podglądzie” (**Shift-P** — Rysunek 6.2.22):



Rysunek 6.2.22 Rezultat nałożenia podstawowej tekstury nierówności — [B.Test.Bump1](#) .

Śruby, którymi przymocowano owiewkę, są stosunkowo niewielkie i w dodatku umieszczone na siatce dość dużych odstępach. Taka prosta mapa nierówności, jak [B.Test.Bump1](#), „nie powala” rezultatem. Z drugiej strony — założony efekt został osiągnięty, wszystkie łby śrub na siatce są okrągłe i mają bardzo zbliżone rozmiary.

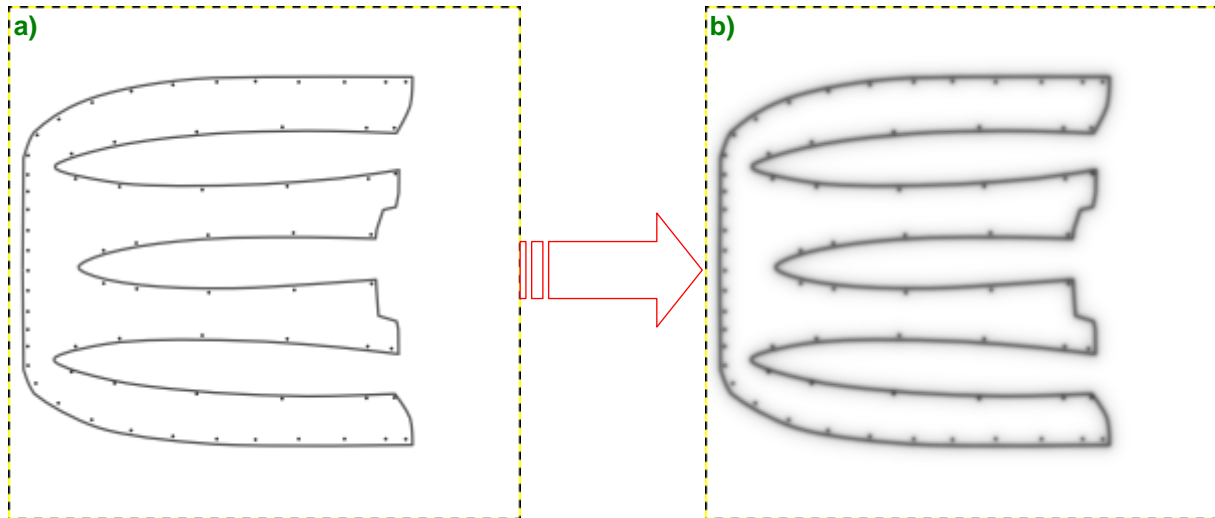
Teraz trzeba tylko przygotować „rozmytą” wersję rysunku, by dodać nieco więcej realizmu. W Inkscape przygotuj obraz do „rozmycia” w Gimpie (Rysunek 6.2.23):



Rysunek 6.2.23 Przygotowanie rysunku do rozmycia w Gimpie ([blur.png](#)).

We wzorcu śruby wystarczy zmienić kolejność obiektów i przenieść „na wierzch” ciemne koło, umieszczone pod spodem (Rysunek 6.2.23a). To zmieni wszystkie śruby z jasnych w ciemne. Jednocześnie obrysuj zewnętrzne krawędzie siatki ciemny obrysem (Rysunek 6.2.23b), który ulegnie za chwilę „rozmyciu” w GIMP.

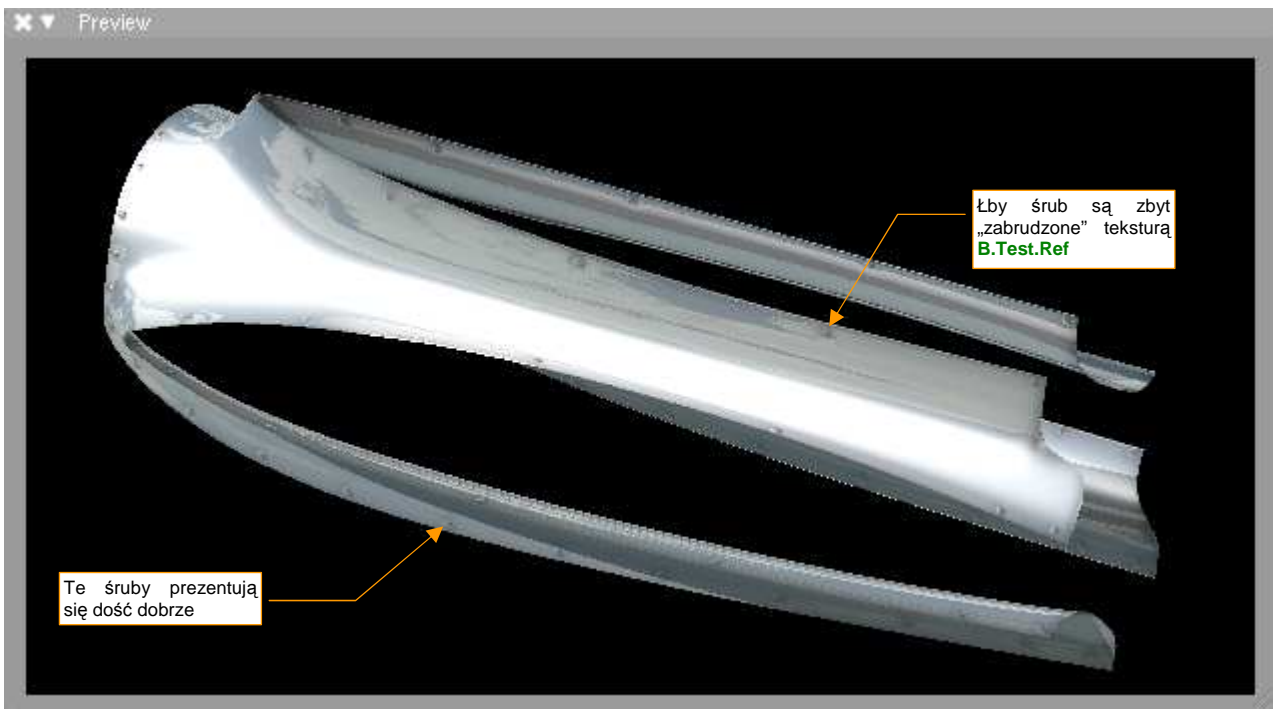
Rezultat załaduj do Gimp'a i poddaj kolejnym „rozmyciom”, tak jak to robiliśmy w poprzedniej sekcji (por. str. 298). Rysunek 6.2.24a) przedstawia oryginalny obraz, zapisany przez Inkscape, a Rysunek 6.2.24b) — obraz po stopniowym rozmyciu filtrami o promieniach 5, 10 i 25 pikseli:



Rysunek 6.2.24 Rozmycie obrazu rozwinięcia owiewki w GIMP ([blur.png](#)).

Plik GIMP z rezultatem rozmycia zapisz pod nazwą **blur.xcf**, a plik dla Blendera — jako **blur.png**. Podstaw go w Blenderze pod obraz związany z teksturami **B.Skin.Bump2** i **B.Skin.Ref** — tak samo, jak podstawialiśmy nowy obraz dla tekstury **B.Skin.Bump1** (p. str. 311, Rysunek 6.2.21). Potem możesz z powrotem uaktywnić wszystkie tekstury materiału **B.Skin.Test** (p. str. 311, Rysunek 6.2.20), i zmniejszyć współczynnik **Ref** rozproszenia z powrotem do 0.2 (p. str. 311, Rysunek 6.2.19).

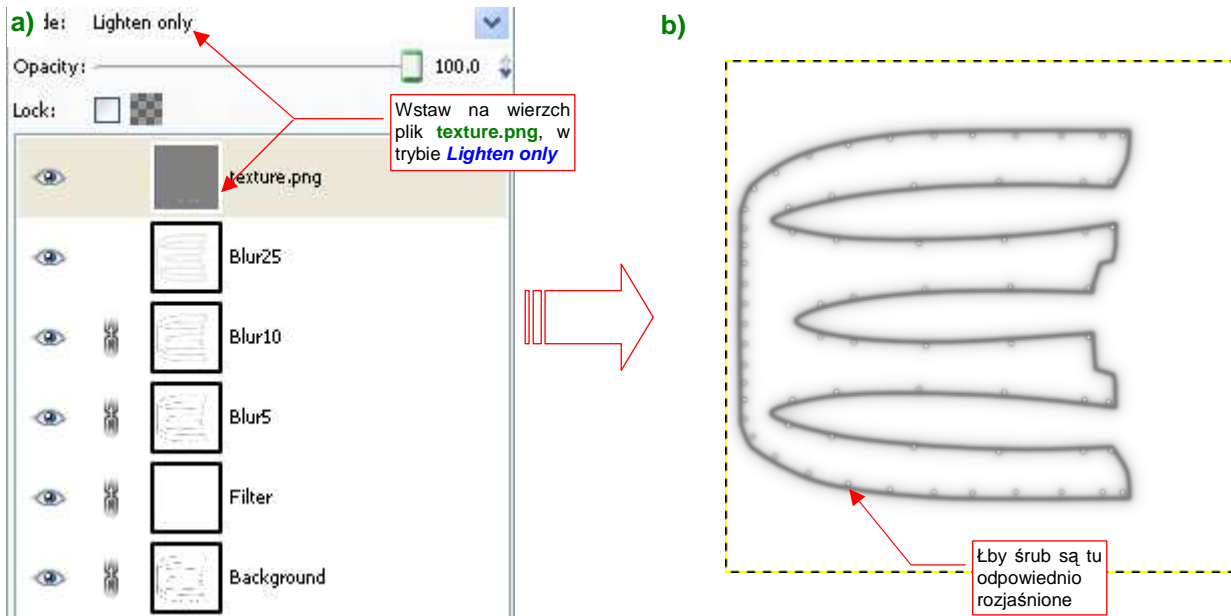
Rysunek 6.2.25 przedstawia rezultat nałożenia tekstur:



Rysunek 6.2.25 Rezultat nałożenia tekstur na owiewkę usterzenia.

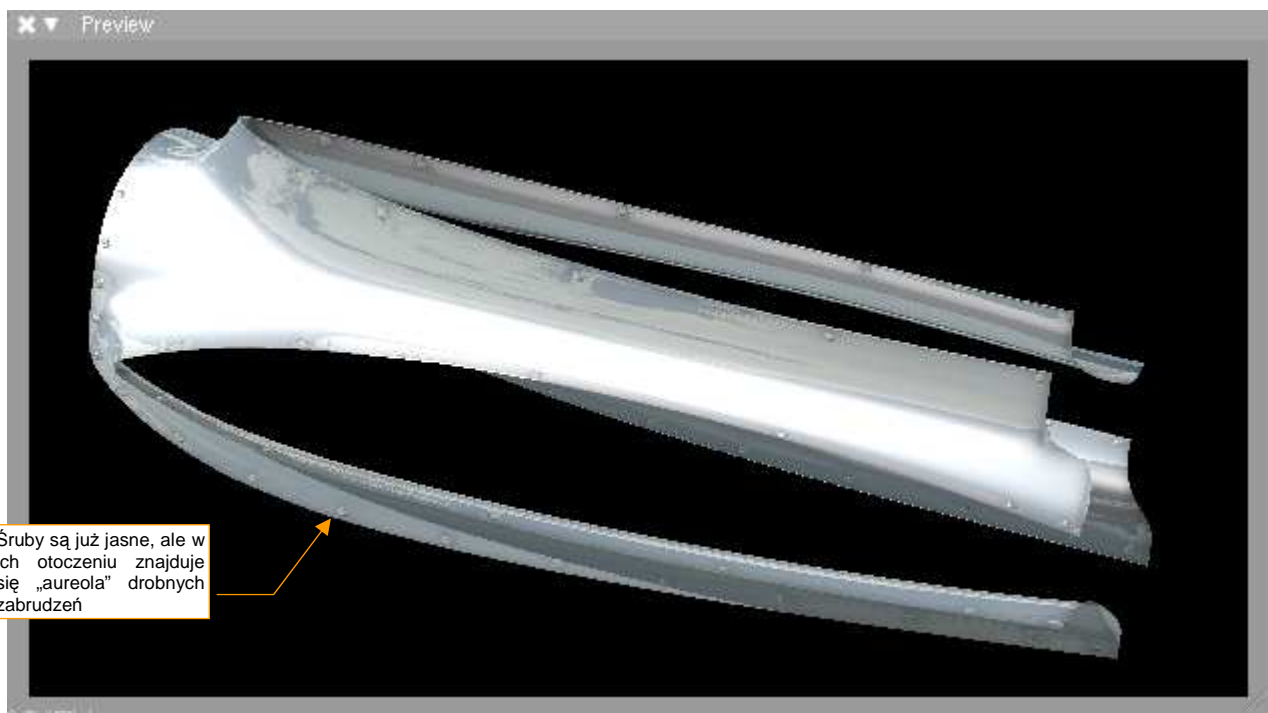
Łby śrub zyskały, gdy pojawiły się wokół nich drobne zagłębienia. Problemem okazuje się jednak zastosowanie tego samego obrazu ([blur.png](#)) do tekstury natężenia odbicia światła (**B.Test.Ref**) i drugiej tekstury nierówności (**B.Test.Bump2**). Miejscami śruby są za ciemne. Czy można temu jakoś szybko zaradzić?

Wszelkie próby obsłużenia pojedynczym obrazem dwóch funkcji — w tym przypadku *Nor* i *Ref* — kończy się takimi problemami, jak sztuczne przyciemnienie śrub, pokazywane przez Rysunek 6.2.25. Należy raczej dążyć do tego, by każda tekstura „modulowała” pojedynczy parametr materiału (*Col*, *Nor* lub *Ref*). Zwyczajowo przyjęło się łączenie parametrów *Ref* i *Spec* w jednym obrazie. Bardziej poprawny obraz dla tekstury odbić uzyskasz, wstawiając na szczyt stosu warstw podstawową teksturę nierówności (**texture.png**), w trybie (*mode*) **Lighten only** (Rysunek 6.2.26a). (To rozwiązanie prowizoryczne. Poprawne znajdziesz na str. 323).



Rysunek 6.2.26 Poprawianie tekstur — oddzielny obraz dla tekstury *B.Test.Ref* przez teksturę (*ref.png*).

W wyniku zastosowania funkcji *LightenOnly*, z obrazu w pliku **texture.png** przeniosły się do rezultatu tylko jaśniejsze piksele — przede wszystkim łby śrub w kolorze zbliżonym do białego (Rysunek 6.2.26b). Wynik przedstawia Rysunek 6.2.27:



Rysunek 6.2.27 Poprawiona tekstura owiewki.

Tym razem same śruby są jasne jak poszycie, a cień „czai się” w ich najbliższym otoczeniu — i o to chodziło.

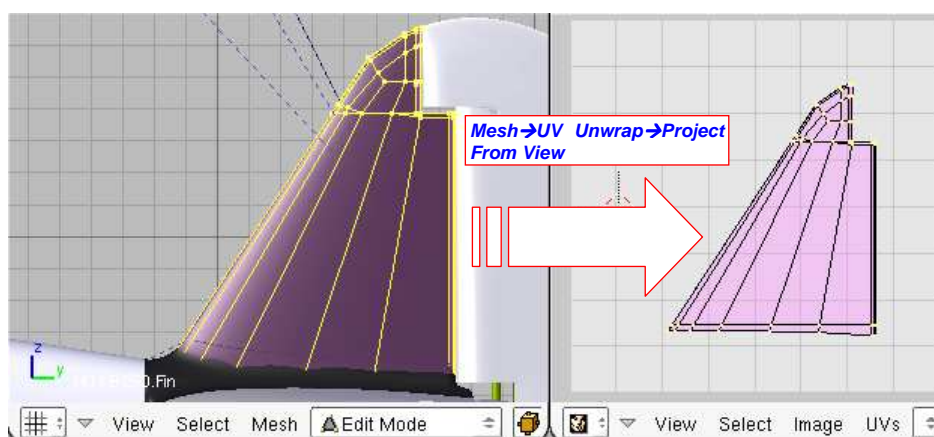
Podsumownie

- Poszczególnym ścianom siatki można przypisać dokładne położenie na powierzchni obrazu. Jest to tak zwane „rozwińnięcie w wymiarach UV”, nazywane także krócej „rozwińnięciem UV” (UV to względne wymiary obrazu — p. str. 930). Do edycji tego rozwińnięcia służy okno **UV/Image Editor** (p. str. 932);
- Blender udostępnia wiele różnych metod rozwińnięcia siatek. Znajdziesz je w trybie edycji, w menu **Mesh→UV Unwrap** (str. 303, 305). Spośród nich w tej książce będziemy najczęściej używać dwóch: **Project From View** i **Unwrap**;
- Siatki w UV powinny mieć możliwie małe wymiary i jak największe wypełnienie powierzchni. Dlatego należy starać się je rozwijać w coś, co układem przypomina okrąg, lub prostokąt. (W ten sposób będzie można lepiej wykorzystać powierzchnię wspólnych tekstur — zobacz przykład w następnej sekcji, na str. 317);
- Typową metodą dopasowywania siatki w edytorze UV jest przesuwanie (a także obracanie, skalowanie) kluczowych, „przypiętych” (**Pin**) wierzchołków. Reszta siatki dopasowuje się samoczynnie do ich nowego układu — „na żądanie” (**UVs→Unwrap**), lub na bieżąco (**UVs→Live Unwrap Transform**) (str. 304);
- Unikaj poważnych przekształceń siatki w edytorze UV — zajmują dużo czasu. Najszybszą metodą uzyskania docelowego kształtu rozwińnięcia jest stworzenie za pomocą „ogólnych” metod z menu **Mesh→UV Unwrap (3D View, Edit Mode)** jak najlepszego przybliżenia. Możesz nawet to zrobić, rozwijając siatkę fragmentami (por. str. 305). Potem, w edytorze UV dokonasz kilku kosmetycznych poprawek, i rozwińnięcie gotowe!
- W oknie **UV/Image Editor** możesz „podstawiać” pod rozwińnięcie obrazy, by dopasować jakieś istotne proporcje siatki do planów samolotu. Najlepiej, aby podstawiane obrazy były kwadratowe, bo inaczej siatka może zostać „rozciągnięta”, tak jak to jest pokazane na str. 306.
- Poprawność (brak deformacji) rozwińnięcia siatki możesz sprawdzić za pomocą specjalnego obrazu „szachownicy” — **UV Test Grid**. Podglądając w oknie **3D View** aktualne rozłożenie wzoru na siatce, możesz jednocześnie poprawiać kształt rozwińnięcia w oknie edytora UV (str. 308);
- Rozwińnięcie siatki możesz zapisać — zarówno w postaci rastrowej, jak i wektorowej (skrypcem **Save UV Layout**). Takie rozwińnięcie można wczytać do GIMP lub Inkscape, aby przygotować obraz tekstury dla tej siatki (str. 309);
- Teksturę zawierającą elementy powtarzalne, jak np. łby śrub na teksturze nierówności, najlepiej jest wykonać w Inkscape. Rysujesz grupę elementów jako „wzorzec śruby”. Potem w całym rysunku wstawiasz tzw. „klony” (referencje) tego wzorca (str. 310). W przyszłości dzięki temu będzie Ci bardzo łatwo jest wprowadzić ewentualne poprawki — wystarczy zmienić wzorzec (zob. str. 312).
- Aby obraz, przygotowany do rozwińnięcia UV, został poprawnie wyświetlony na powierzchni modelu, musisz przestawić mapowanie tekstury na **UV** (w panel **Map Input** — str. 311);
- Mimo pewnego podobieństwa, obrazy stosowane na drugorzędnej mapę nierówności („rozmyty” — dla **B.Test.Bump2**) i mapy rozproszenia światła (**B.Test.Ref**) różnią się w istotnych szczegółach. Dla każdej z tych tekstur należy użyć odrębnego pliku (str. 314);

6.3 Przygotowanie tekstur dla modelu — opis metody

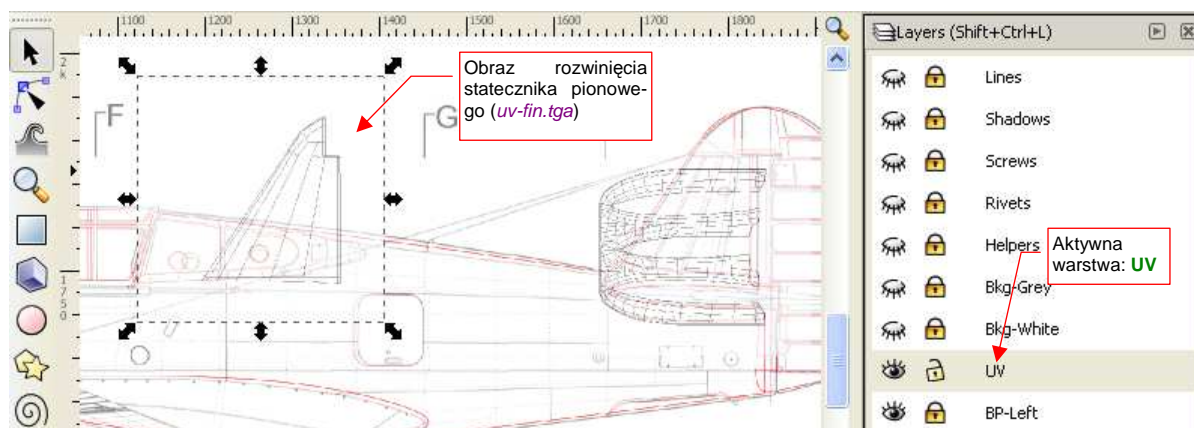
Na pewno poszycie, które przedstawia Rysunek 6.2.27, wyglądałoby lepiej, gdybyśmy zastosowali obraz detali o większej rozdzielczości. Chodzi tu głównie o dokładne odwzorowanie kształtu nitów, śrub, i połączeń blach. Spróbuj przyjrzeć się z bliska, jak „wyszły” te elementy po eksporcie z Inkscape do obrazu 512x512 px. Zobaczysz, że regularne koła śrub i nitów zostały zredukowane do kilkunastu pikseli, o niezbyt regularnym kształcie. Każdy obraz rastrowy przestaje pełnić dobrze swoją rolę, gdy jest oglądany w zbyt dużym powiększeniu. Sprawa jest „pod kontrolą”, gdy jesteś klasycznym grafikiem komputerowym i wykonujesz model samolotu do jednej — dwóch scen. Możesz wtedy dobrać do każdej z nich odpowiednią rozdzielczość tekstur. Ale w przypadku takiego „ogólnego” modelu, jak nasz, choćbyś chciał, nie możesz poświęcić zbyt dużo powierzchni na pojedynczą owiewkę. Aby ułatwić nanoszenie różnych kamuflaży, i zachować sensowny czas renderingu, musimy umieścić na jednej teksturze rozwinięcie całego modelu. Jej rozmiar zależy od mocy obliczeniowej i RAM twojego komputera. Obecnie (2009r.) może to oznaczać rozmiar obrazu rzędu 4000x4000 px.

Zastosowanie rozwinięć UV umożliwia zgrupowanie tekstur wszystkich siatek na jednym obrazie. Aby to uzyskać, powinieneś najpierw rozłożyć poszczególne powłoki na powierzchni UV tak, by nie „zachodziły” na siebie. Pokażę to w tej sekcji na przykładzie, na którym połączymy tekstury owiewki usterzenia i statecznika pionowego (nad statecznikiem pracowaliśmy w sekcji 6.1). Rysunek rozwinięcia owiewki mamy już wstawiony do pliku Inkscape (*texture.svg*, to był plik *uv.tga*). Teraz ustaw w oknie **3D View** widok z boku i wykonaj „płaskie rozwinięcie” (*Project From View*) statecznika pionowego (Rysunek 6.3.1):



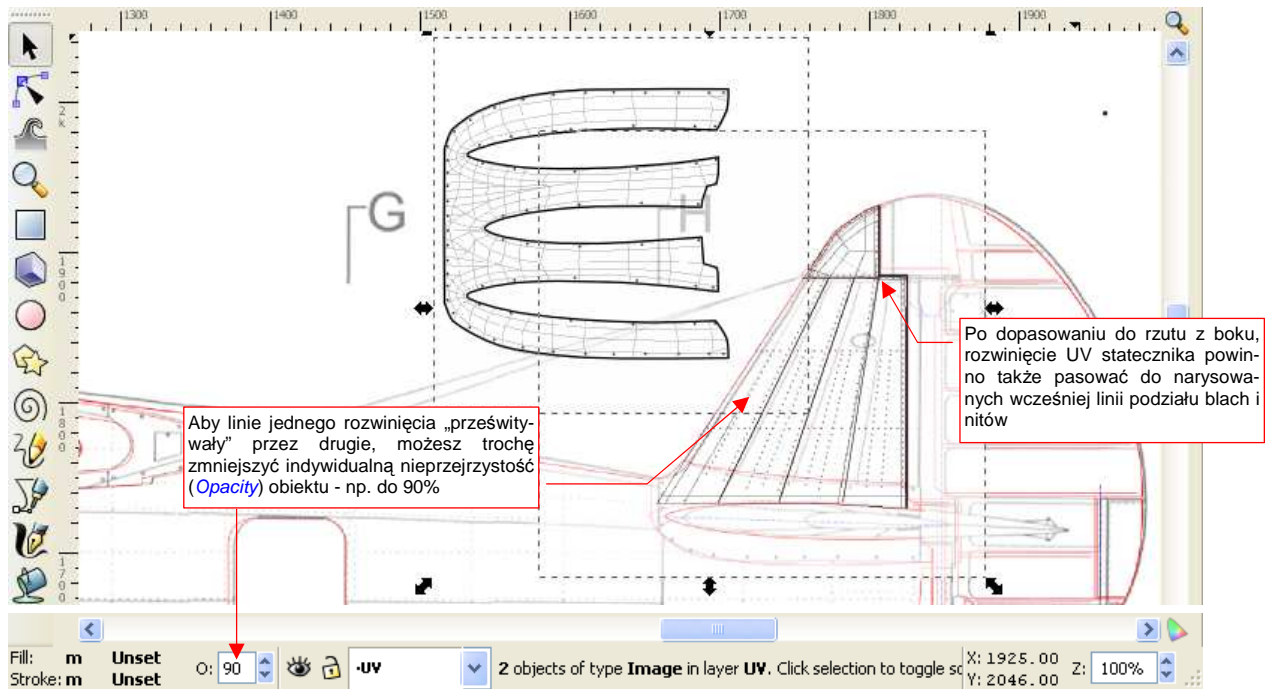
Rysunek 6.3.1 „Płaskie” mapowanie statecznika pionowego do przestrzeni UV (*Project From View*).

To rozwinięcie odpowiada dokładnie kształtem (ale nie skalą!) prostemu rzutowaniu *Orco*, jakie stosowaliśmy przy pracy nad tym elementem. Zapisz je do pliku rastrowego *uv-fin.tga* (*UVs -> Scripts -> Save UV Layout*). Następnie wczytaj ten obraz w Inkscape, na warstwę UV (Rysunek 6.3.2):



Rysunek 6.3.2 Wczytanie obrazu UV statecznika do Inkscape.

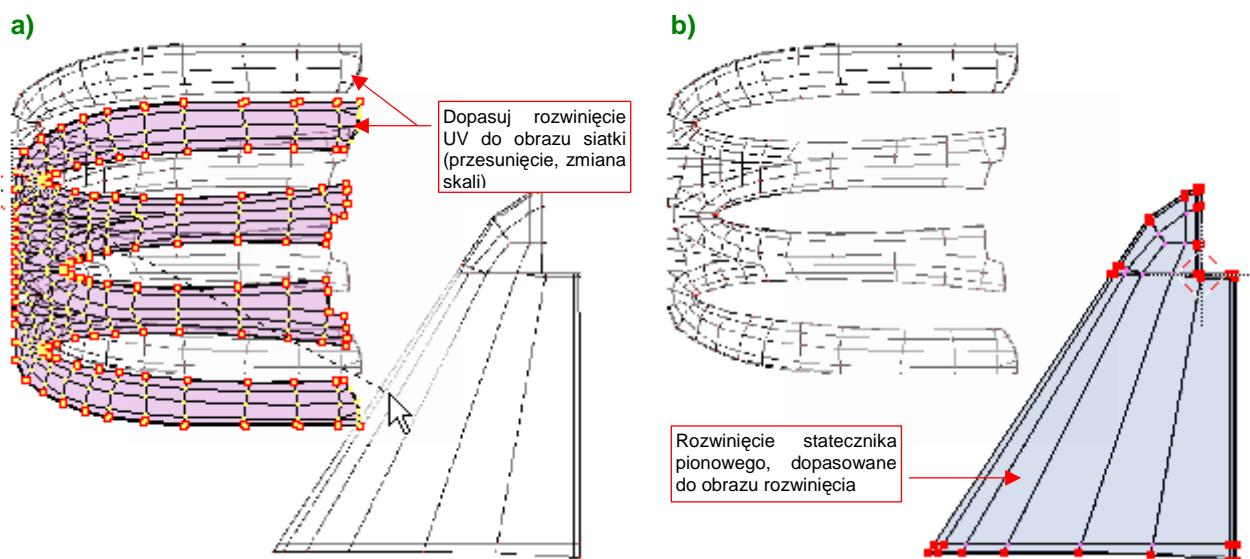
Przesuń gdzieś w bok obraz rozwinięcia owiewki usterzenia, wraz z jego konturem i śrubami. Rozwinięcie UV statecznika pionowego dopasuj do rzutu z boku (Rysunek 6.3.3):



Rysunek 6.3.3 Ustalenie wzajemnego położenia siatek UV w Inkscape.

Po ustaleniu położenia siatek, dopasuj do nich położenie i rozmiar prostokątów tła, umieszczonych na warstwach **Bkg-White** i **Bkg-Grey**. (Pamiętaj, aby obydwa „tła” miały takie same położenie i rozmiary!). Potem pozostaw zaznaczony jeden z prostokątów tła, ale wyłącz widoczność wszystkich warstw, poza **UV**. Następnie zapisz ten obraz jako plik rastrowy (*File*→*Export Bitmap...*) o nazwie *uv.png*. Podczas eksportu dopilnuj, aby *Export Bitmap:Export area* było ustawione na *Selection*, a rozmiar rezultatu wynosił 768 px (trochę większy niż dotychczas).

Uzyskany w ten sposób obraz *uv.png* załaduj *UV/Image Editor* owiewki. Przesuń całą siatkę tak, by leżała dokładnie na liniach obrazu (Rysunek 6.3.4a):



Rysunek 6.3.4 Dopasowywanie rozwinięć siatki do nowego układu: siatka owiewki (a) i siatka statecznika pionowego (b).

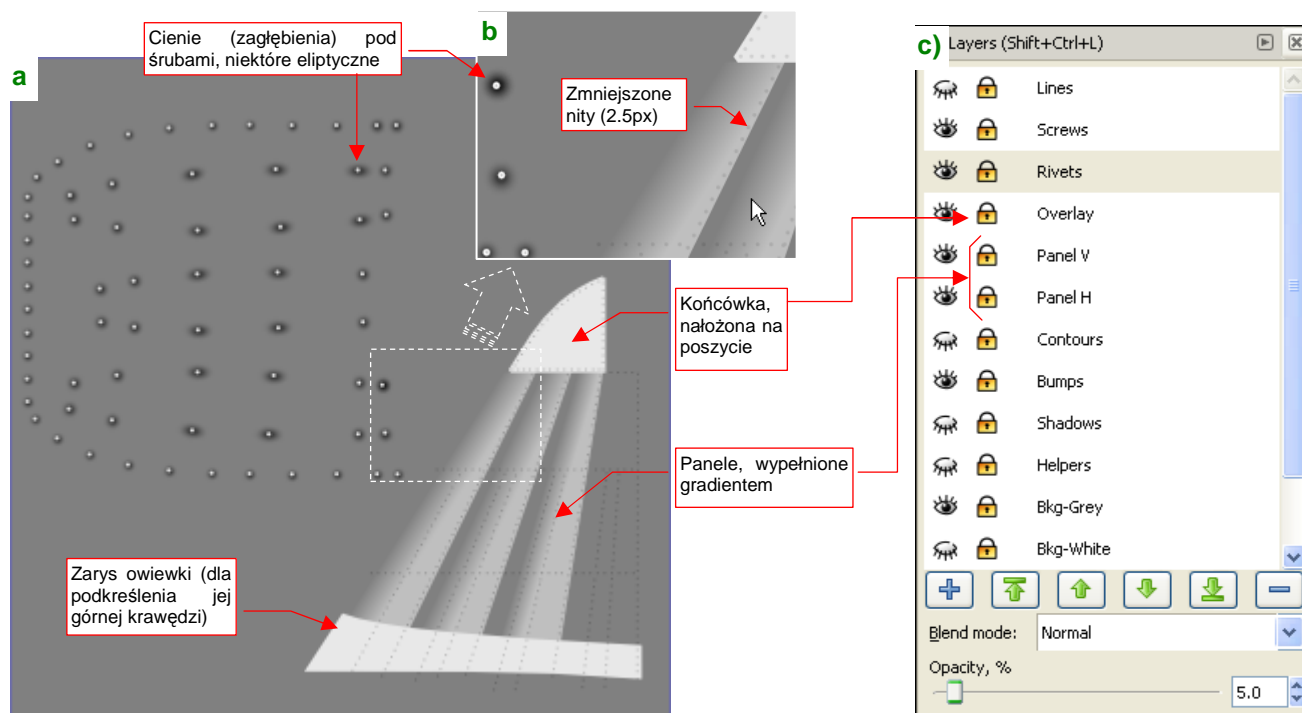
Potem przejdź do edycji statecznika pionowego. Tam także w *UV/Image Editor* musisz powtórnie załadować obraz *uv.png* (znajdziesz już go teraz na liście) i wykonaj identyczne dopasowanie (Rysunek 6.3.4b).

Teraz trzeba przygotować obrazy dla tekstur: szczegółowej nierówności, „rozmytej” nierówności i odbić. Poniżej zaproponuję szczegółowo, jak można je wykonać w Inkscape i Gimpie. Jest to po części synteza wszystkich wskazówek rozproszonych w poprzednich dwóch sekcjach, a po części uporządkowanie, związane z licznymi poprawkami. Na przykład — zmienimy nazwy plików z obrazami, wprowadzając do nich więcej systematyki. Do tej pory nazywaliśmy je, mówiąc szczerze, „jak popadnie”. Proponuję każdy obraz tekstury rozpoczynać od nazwy parametru, z którym będzie powiązany (*Nor*, *Ref*, *Spec*,...). Jeżeli ten sam parametr jest mapowany przez dwa różne obrazy, rozróżnimy je dodatkowym przyrostkiem.

Zacznijmy od obrazu, przygotowywanego w Inkscape. Zmieńmy mu nazwę z *texture.svg* na *skin.svg*, gdyż pochodzą z niego obrazy, które są podstawą dla pozostałych tekstur materiału **B.Skin.Camuflage**. W przyszłości mogą się pojawić inne pliki: np. *cockpit.svg* — związany z odwzorowaniem wnętrza kabiny samolotu, czy coś w tym rodzaju

Stosowana w poprzednich sekcjach najprostsza mapa nierówności, oparta o zwykłe linie, jest całkiem dobrym przybliżeniem rzeczywistego poszycia. W dodatku łatwym do wykonania. Stosuj ją, jeżeli nie chcesz za głęboko wchodzić w detale.

Jeżeli jednak chcesz „wyczelować” ten szczegół, proponuję użyć imitacji blach poszycia połączonych „na zakładkę”. Do rysunku w pliku *skin.svg* wstawiłem warstwy i elementy, opisane na stronach 724 - 729. (Znajdziesz tam szczegółowe wskazówki, jak odwzorować ten rodzaj poszycia). Linie połączenia blach zastąpiłem złożeniem paneli, wypełnionych odpowiednim gradientem. Panele te są umieszczone na warstwach **Panel H** i **Panel V**. (Warstwę **Lines** zachowałem, ale wyłącznie na potrzeby obrazu odbić) (Rysunek 6.3.5):

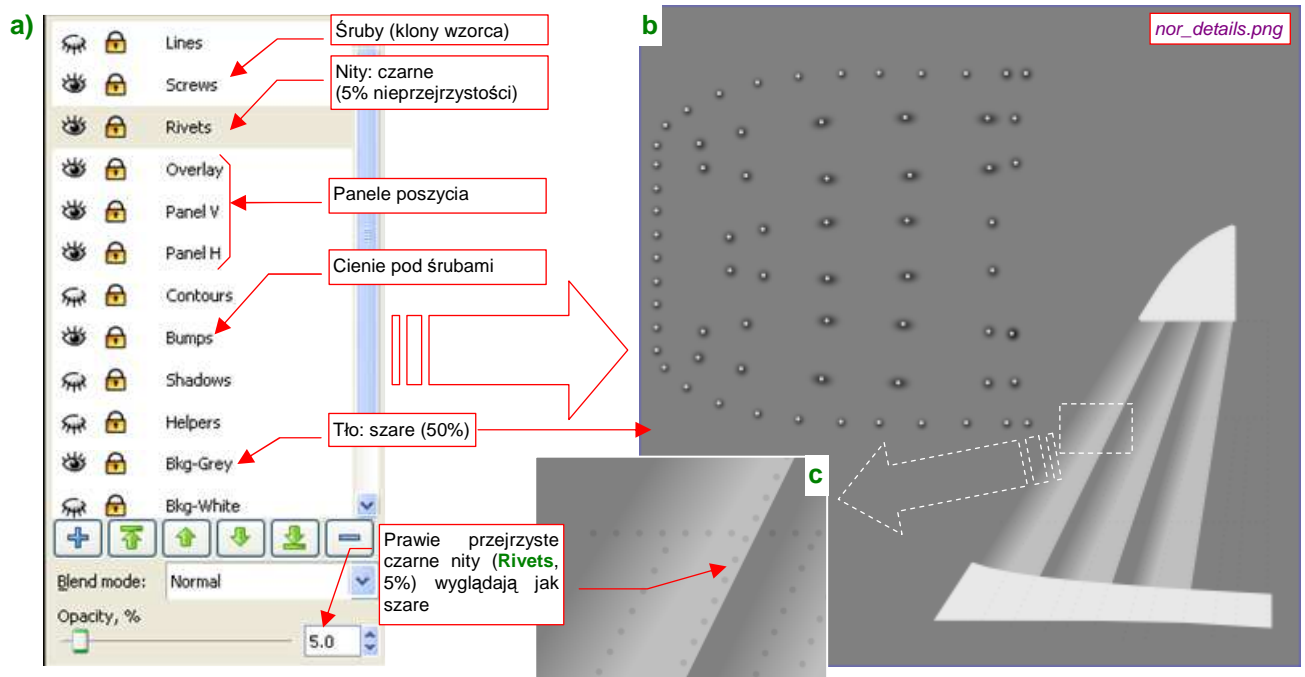


Rysunek 6.3.5 Nowe elementy podstawowej teksturze nierówności (*skin.svg*).

Pod śrubami umieściłem także płynne zagłębienia, wydzielone w odrębną warstwę **Bumps** (Rysunek 6.3.5a, szczegóły — p. str. 729). Wszystkie zagłębienia są klonami jednego wzorca (tak jak śruby), ale takim klonom też można indywidualnie zmieniać rozmiar czy przekoszenie. Pozwoliło mi to zróżnicować kształt i rozmiar niektórych zagłębień (z koła stały się elipsą). To zawsze jakiś kolejny krok w kierunku realizmu. Kończówka statecznika pionowego była w P-40 zakończona kawałkiem blachy, nałożonym na pozostałe — więc umieściłem ją na warstwie **Overlay**.

Na tej samej warstwie (**Overlay**) umieściłem także kontur owiewki usterzenia — by podkreślić nieco jej krawędź, leżącą na stateczniku pionowym. Po kolejnej analizie zdjęć, zdecydowałem się jeszcze zmniejszyć nieco rozmiar tekstu nitów — do 2.5px (do tej pory było to 3px).

Obraz podstawowych nierówności, wykorzystywany przez teksturę **B.Test.Bump1**, nosił do tej pory nazwę *texture.png*. Od tej pory ten plik będzie się nazywał *nor_details.png*. Uzyskujemy go bezpośrednio poprzez eksport z Inkscape (nie wymaga dodatkowej „obróbki” w Gimpie) (Rysunek 6.3.6):



Rysunek 6.3.6 Kompozycja szczegółowej mapy nierówności w Inkscape (*nor_details.png*).

Rysunek 6.3.6a pokazuje, które warstwy z pliku Inkscape (*skin.svg*) biorą udział w tworzeniu obrazu. Rysunek 6.3.6b pokazuje zawartość wyeksportowanego z Inkscape obrazu — *nor_details.png*. Rezultat jest bardzo szary, ze względu na barwę tła (kwadratu z warstwy **Bkg-Grey**). W takim pomniejszeniu, w jakim pokazuje go Rysunek 6.3.6b, giną drobne szczegóły, poza granicami łączenia blach. Rysunek 6.3.6c pokazuje więc także powiększony fragment *nor_details.png*, na którym lepiej widać nitki.

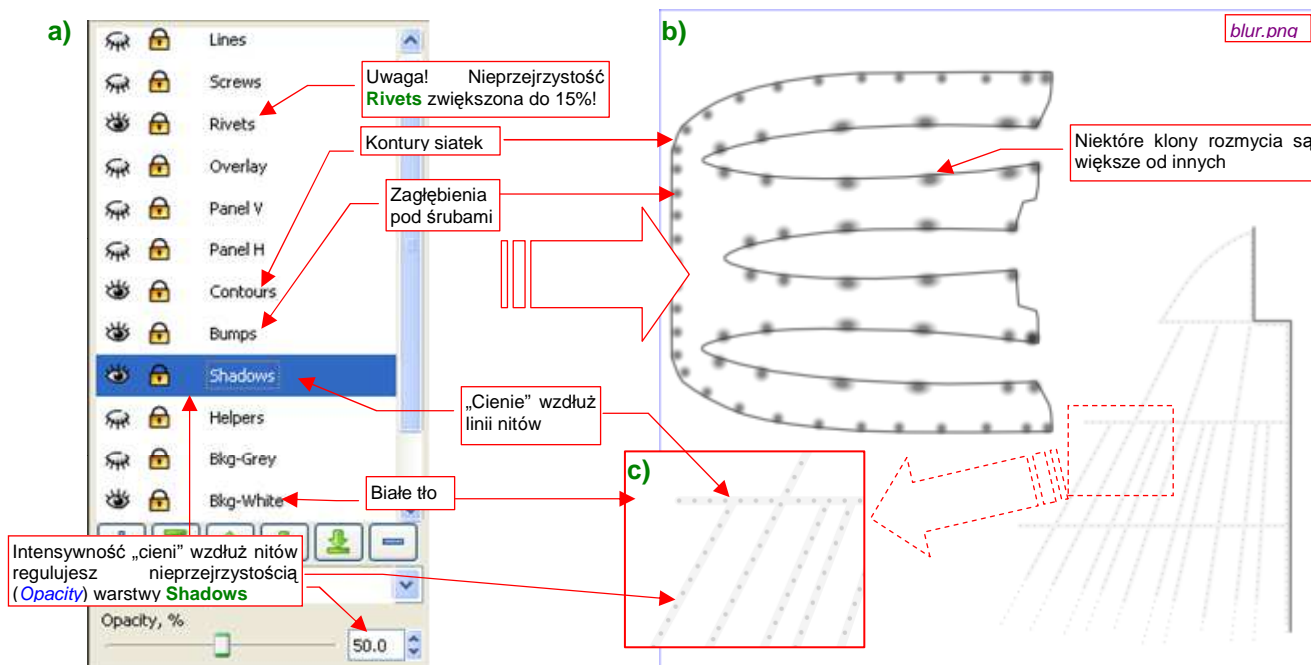
Obraz *nor_details.png* został złożony z następujących warstw pliku *skin.svg*:

- **Screws**: zawiera śruby (występujące na owiewce usterzenia) — wzorec i jego klony;
- **Rivets**: zawiera nitki, odwzorowane jako tekst (specjalnym znakiem, który jest kółkiem); wypełnienie tekstu jest czarne, bez obrysu (*Stroke*). Ta warstwa ma bardzo małą nieprzejrzystość (*Opacity* — por. Rysunek 6.3.6a), ustaloną na 5%. W rezultacie nitki są tylko o 5% ciemniejsze od tła, ponad którym się znajdują;
- **Overlay**: zawiera panele, które w prawdziwej konstrukcji były nałożone na pozostałe;
- **Plane V**: zawiera panele, które odpowiadają za pionowe (mniej więcej) krawędzie podziału;
- **Plane H**: będzie zawierał panele, które odpowiadają za poziome krawędzie podziału (na razie nie ma jeszcze ani jednej) ;
- **Bumps**: zawiera wgłębienia pod śrubami (owiewki usterzenia) — wzorec i jego klony;
- **Bkg-Grey**: zawiera szary (50%) kwadrat tła. Rozmiary tego kwadratu określają jednocześnie obszar, który jest eksportowany do pliku. (Zaznaczasz go przed wywołaniem polecenia *File* → *Export Bitmap*, a potem w oknie *Export Bitmap* wybierasz *Export area:Selection*);

- Dla testów w tej sekcji, ustal rozmiar *nor_details.png* i wszystkich następnym obrazów na 768x768 pikseli.

Zwróć uwagę, że warstwa **Lines**, zawierająca linie biegnące wzdłuż krawędzi podziału blach, jest wyłączona. Zastąpiły ją krawędzie obszarów z warstw **Overlay**, **Panel V** i **Panel H**. Linie z **Lines** przydadzą się jednak jeszcze przy tworzeniu mapy rozproszenia światła (**Ref**), więc pozostały na rysunku.

Kolejnym obrazem, którym wyeksportujemy z Inkscape (ze *skin.svg*) jest plik, który „rozmyjemy” w Gimpie w drugorzędnej mapę nierówności. Potrzebujemy go tylko na chwilę, więc może się nazywać tak, jak do tej pory, bez głębszej systematyki: *blur.png* (Rysunek 6.3.7):



Rysunek 6.3.7 Kompozycja w Inkscape źródłowego obrazu do rozmycia w GIMP (*blur.png*)

Nowością w tej kompozycji, która nie występowała we wcześniejszych sekcjach jest warstwa **Shadows**. Umieściłem na niej, wzdłuż każdego rzędu nitów, dość szeroką, jasnoszarą ($L = 232$) linię (Rysunek 6.3.7c). Ta linia po rozmyciu zamieni się w nieznaczny cień. Te „cienie” stworzą na powierzchni modelu delikatne wgłębienia, ciągnące się wzdłuż rzędu nitów. Takie wgłębienia można zaobserwować na prawdziwych poszyciach. Tworzą charakterystyczny efekt drobnych wypukłości blachy pomiędzy kolejnymi wręgami i podłużnicami. Aby wokół każdego nitu powstały na tym tle dodatkowe, okrągłe zagłębienia, zwiększ nieprzejrystość warstwy **Rivets** z 5 do 15% (Rysunek 6.3.7a).

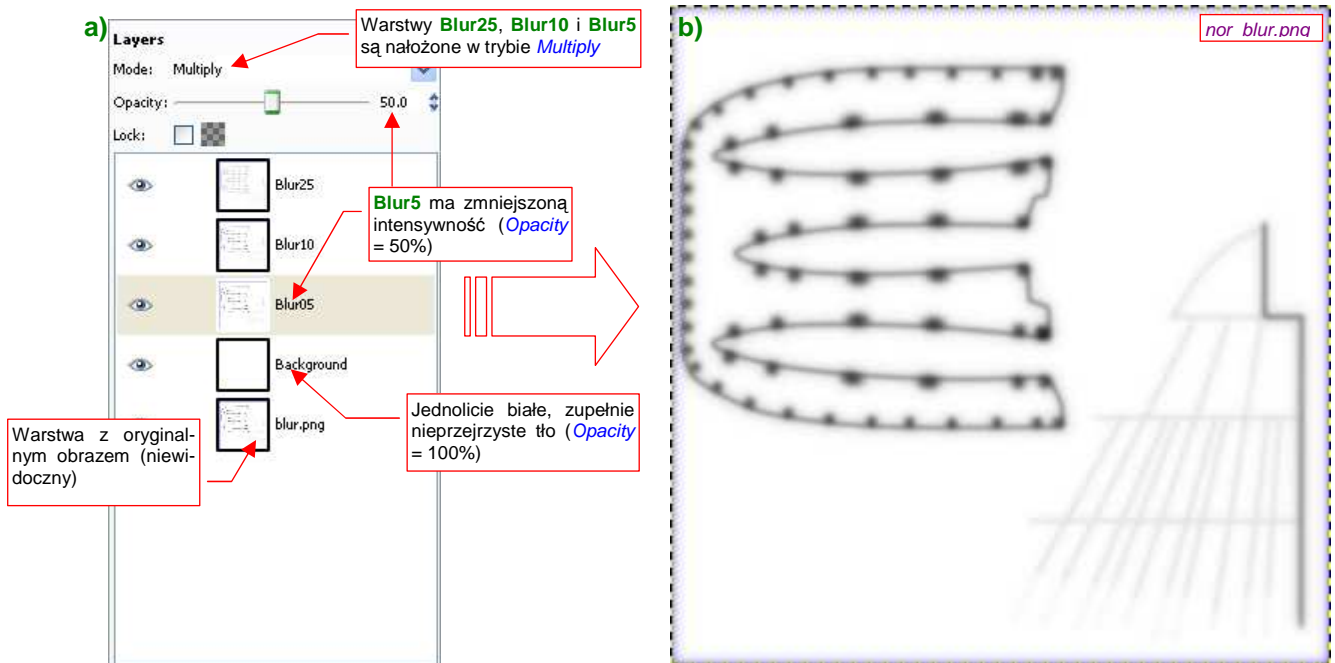
Obraz *blur.png* został złożony z następujących warstw pliku *skin.svg*:

- **Rivets**: zawiera nity, odwzorowane jako tekst; wypełnienie tekstu jest czarne, bez obrysu. Ta warstwa ma bardzo małą nieprzejrystość, ustaloną na 15%. W rezultacie nity są o 15% ciemniejsze od tła, ponad którym się znajdują (a tło to linie z warstwy **Shadows** — efektywnie niemal biały, bo ma 50% przejrzystości) ;
- **Contours**: zawiera obrys konturów siatki, zakończonych „na grubość blachy”. Linie konturów mają szerokość 1.25px i neutralną barwę (szary 50%);
- **Bumps**: zawiera wgłębienia pod śrubami — wzorec i jego klony;
- **Shadows**: zawiera linie, z których powstaną wgłębienia pod liniami nitów. Linie na warstwie **Shadows** są szersze od średnicy nitów. Mają taką bardzo jasną barwę (szary 90%). Nieprzejrystość warstwy **Shadows** jest jednak ustalona na 50%, przez co są efektywnie jeszcze jaśniejsze.
- **Bkg-White**: zawiera biały kwadrat tła. Rozmiary białego kwadratu określają jednocześnie obszar, który jest eksportowany do pliku. (Zaznaczasz go przed wywołaniem polecenia **File** → **Export Bitmap**, a potem w oknie **Export Bitmap** wybierasz **Export area: Selection**) ;

Dla testów w tej sekcji, ustal rozmiar *blur.png* na 768x768 pikseli (w parametrach okna **Export Bitmap**).

Zwróć uwagę, że dzięki rozdzieleniu śrub i ich cieni na oddzielne warstwy (**Screws** i **Bumps**), nie musimy już zmieniać definicji jakiegokolwiek wzorca, jak to robiliśmy na str. 312 (por. Rysunek 6.2.23).

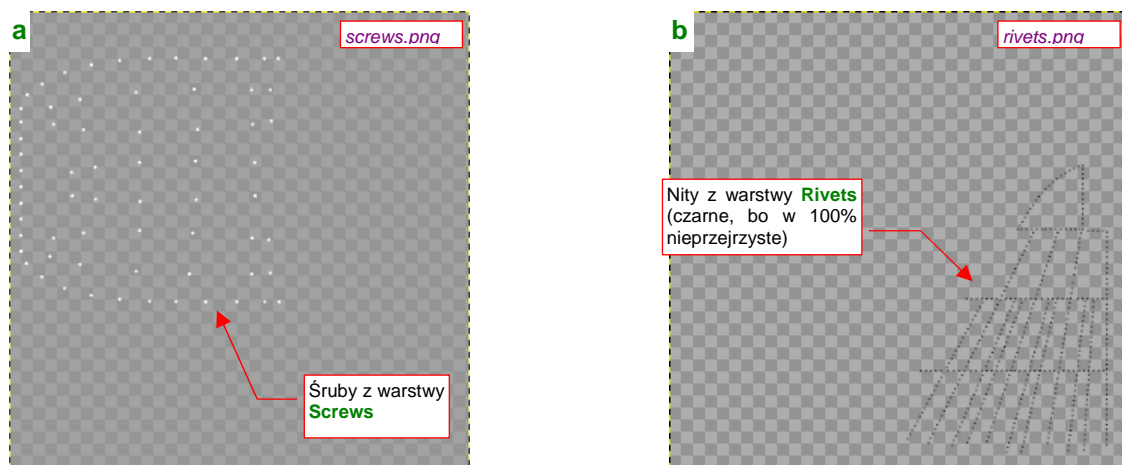
Uzyskany z Inkscape plik *blur.png* zaraz wczytujemy do Gimpa. Tworzymy z niego kolejne warstwy „rozmycia”, tak jak to było pokazane na str. 299. Rezultat możesz obejrzeć w pliku *bump.xcf*. Kompozycję tych czterech warstw zapisujemy jako drugorzędny obraz nierówności — *nor_blur.png* (Rysunek 6.3.8):



Rysunek 6.3.8 Kompozycja w GIMP drugorzędnej tekstury nierówności (*nor_blur.png*)

Obraz w GIMP składa się w zasadzie z białego, nieprzezroczystego tła (**Background**), na które zostały nałożone w trybie (*Mode*) *Multiply* trzy kolejne gaussowskie rozmycia o promieniu: 5, 10, i 25 pikseli (warstwy **Blur5**, **Blur10**, **Blur25**). W odróżnieniu od obrazu ze str. 299, ostatecznie zdecydowałem się na osłabienie efektu: oryginalny obraz jest zupełnie niewidoczny, a wpływ warstwy **Blur5** został ograniczony do 50% (Rysunek 6.3.8a). Rezultat zapisz (*File* → *Save a Copy*) pod nazwą *nor_blur.png* (Rysunek 6.3.8b).

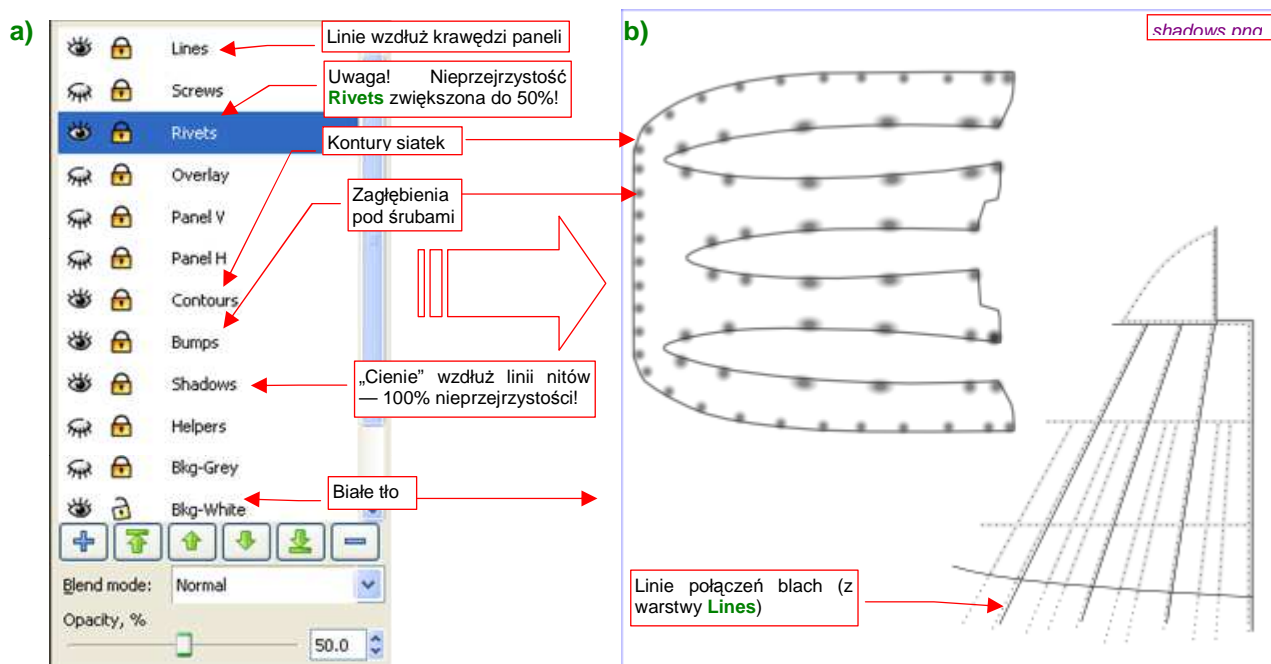
Przygotowaniem do uzyskania obrazu ostatniej tekstury — **B.Test.Ref** — jest eksport z Inkscape do oddzielnych plików zawartości dwóch warstw: **Rivets** (po przełączeniu na 100% nieprzezroczystości) — do pliku *rivets.png* (Rysunek 6.3.9b), oraz **Screws** — do pliku *screws.png* (Rysunek 6.3.9a):



Rysunek 6.3.9 Wyeksportowane z Inkscape pomocnicze maski, do wykorzystania w GIMP (*screws.png*, *rivets.png*)

Zauważ, że gdy eksportujesz z Inkscape pojedynczą warstwę, tło obrazu pozostaje przezroczyste. Rysunek 6.3.9 sygnalizuje to za pomocą małego wzoru „szachownicy”, zajmującej niemal całą powierzchnię. (Dzieje się tak dlatego, że pod spodem nie umieściliśmy żadnego z kwadratów, których używaliśmy do tej pory.

Kompozycja w Inkscape obrazu, z którego zrobimy w GIMP mapę rozpraszania światła (*Ref*), bardzo przypomina kompozycję obrazu „rozmytej” mapy nierówności (pliku *blur.png*, por. str. 320). Nie można jednak po prostu wykorzystać tego pliku, gdyż różnią się kilkoma szczegółami (Rysunek 6.3.10):



Rysunek 6.3.10 Kompozycja w Inkscape źródłowego obrazu do rozmycia w GIMP (*shadows.png*)

Nowy plik będzie potrzebny tylko na chwilę — do wczytania do GIMP. Nadaj mu nazwę *shadows.png*. Od *blur.png* odróżnia się użyciem linii połączeń blach z warstwy **Lines**, oraz nieprzejrzystością warstw **Shadows** (100%) i **Rivets** (50%).

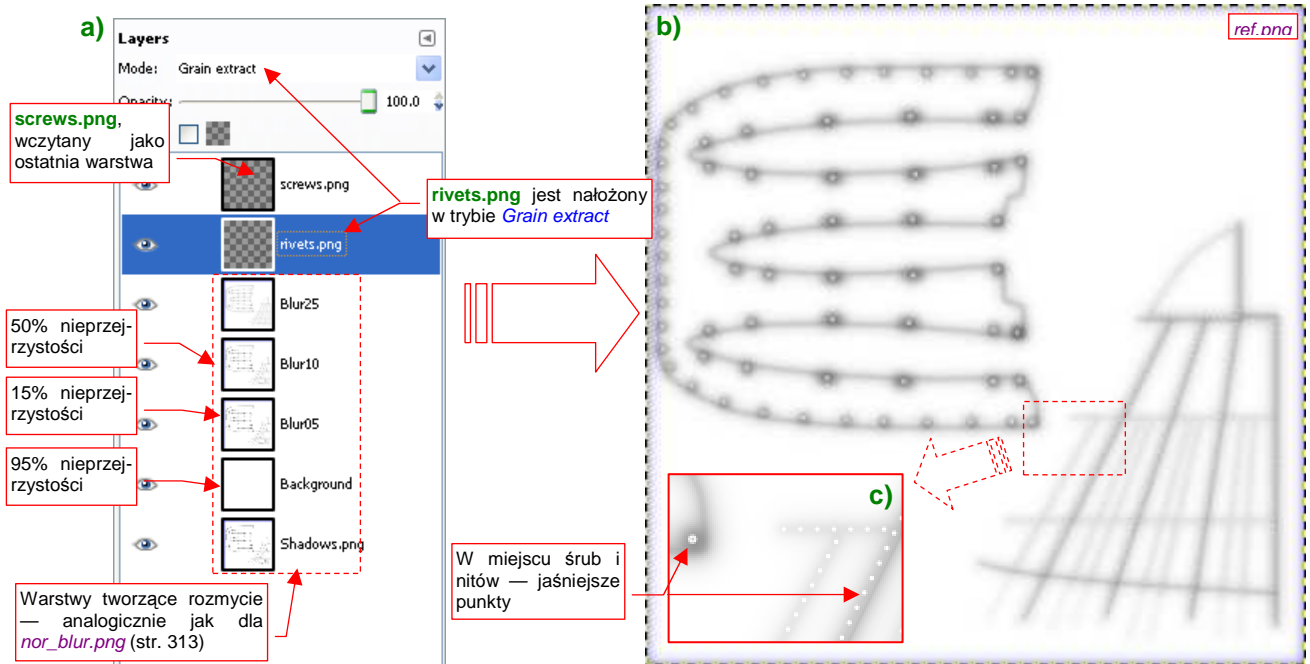
Obraz *shadows.png* został złożony z następujących warstw pliku *skin.svg*:

- **Lines**: linie podziału paneli poszycia (czarny, 0.5 px szerokości) ;
- **Rivets**: zawiera nity, odwzorowane jako tekst; Wypełnienie tekstu jest czarne, bez obrysu. Nieprzejrzystość —50%. W rezultacie nity mają barwę na poziomie 45% szarości (znajdują się ponad liniami z warstwy **Shadows** —szary 90%);
- **Contours**: zawiera obrys konturów siatki, zakończonych „na grubość blachy”. Linie konturów są dwa razy szersze i od linii podziału blach. Są także od nich dwa razy jaśniejsze (szary 50%);
- **Bumps**: zawiera wgłębienia pod śrubami — wzorec i jego klony;
- **Shadows**: zawiera linie, z których powstaną „cienie” pod liniami nitów. Barwa — szary 90% ($L = 232$);
- **Bkg-White**: zawiera biały kwadrat tła. Rozmiary tego prostokąta określają jednocześnie obszar, który jest eksportowany do pliku;

Dla testów w tej sekcji, ustal rozmiar *shadows.png* na 768x768 pikseli (w parametrach okna *Export Bitmap*). Zaraz po eksporcie z Inkscape otwórz go w Gimpie, i zapisz jako *ref.xcf*. Utwórz w GIMP złożenie gaussowskich rozmyć promieniami 5, 10 i 25, tak jak to zrobiliśmy przedtem w pliku *bump.xcf* (Rysunek 6.3.11a).

To rozmycie różni się jednak od poprzedniego obrazu przezroczystością poszczególnych warstw: **Blur10** jest tu w 50% nieprzejrzysta, **Blur05** — w 15%, a **Background** — w 95% (Rysunek 6.3.11a). Oprócz tego wczytaj jako oddzielne warstwy przygotowane wcześniej dwa pliki — *rivets.png* i *screws.png*. Posłużą nam do wybielenia

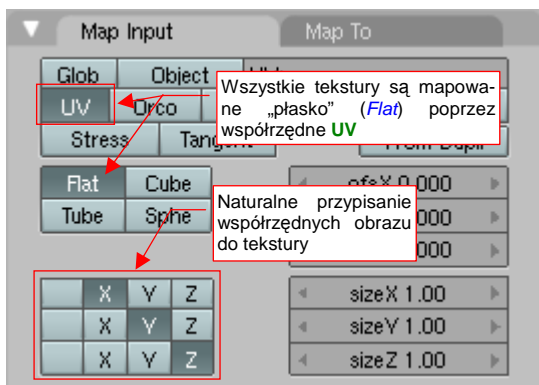
miejsc na nity i śruby. Obydwie warstwy mają przezroczyste tło, więc „wybielenie” śrub uzyskamy od razu. Gorzej z nitami z warstwy **rivets.png** — są czarne. A jednak, gdy zmienisz tryb mapowania tej warstwy z *Normal* na *Grain extract*, z czarnych staną się białe (Rysunek 6.3.11c).



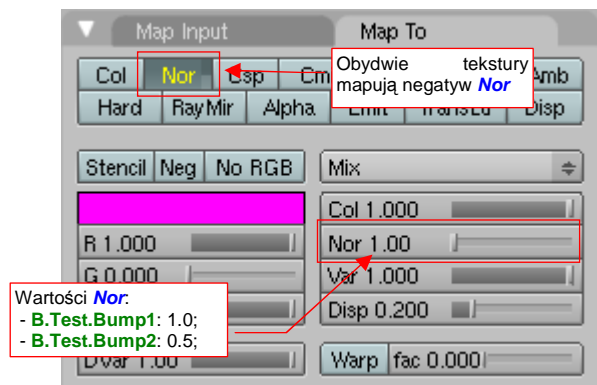
Rysunek 6.3.11 Kompozycja w GIMP tekstury odbić (*ref.png*)

Rezultat kompozycji warstwy (Rysunek 6.3.11b) zapisz (*File* → *Save a Copy*) pod nazwą *ref.png*.

Obrazy są gotowe, teraz należy w Blenderze poprawić ich przypisanie do tekstur. Rysunek 6.3.12 przypomina mapowanie geometrii wszystkich tekstur. Rysunek 6.3.13 — mapowanie tekstur nierówności (**B.Test.Bump1/2**):



Rysunek 6.3.12 Mapowanie geometrii wszystkich tekstur

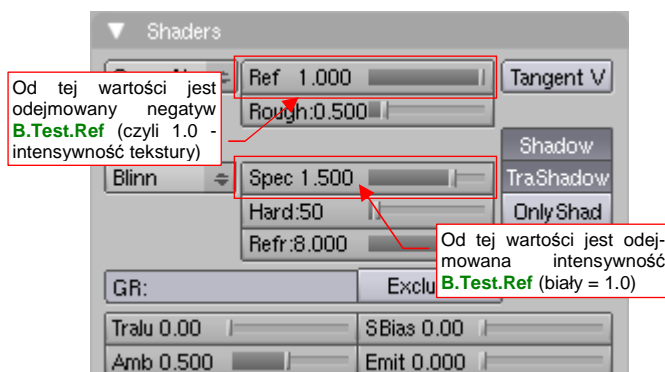
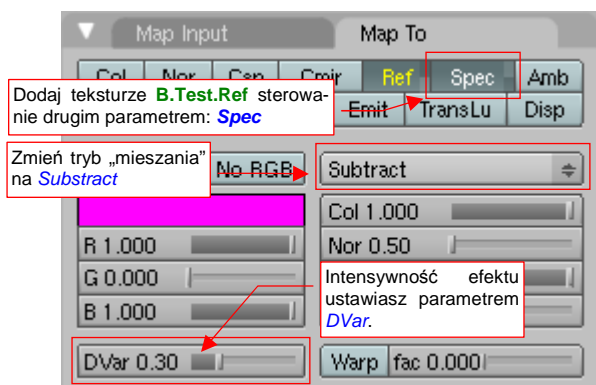


Rysunek 6.3.13 Mapowanie obydwu tekstur nierówności

Nie wiem, dlaczego przy mapowaniu tekstury nierówności za pomocą obrazu rastrowego przełącznik *Nor* musi być w „stanie ujemnym” (por. Rysunek 6.3.13 — jest żółty, co oznacza odwrócenie skali szarości). Logicznie rzecz biorąc, właściwy efekt na renderingu powinien powstawać z „dodatnim” *Nor* (przełącznik jest „dodatni”, gdy napis jest biały).

Dodam na marginesie, że ten „dziwolak” dotyczy tylko tekstur rastrowych (*Image*). Gdyby dla odmiany zastosować do mapy nierówności jakąś teksturę proceduralną, lub wtyczkę (*Plugin*), *Nor* musi być ustawione w stan „dodatni”. Przykładem może być załączona do tej książki wtyczka **svgtex** (por. str. 613). Tekstury nierówności, uzyskiwane za jej pomocą z plików SVG, muszą być mapowane z *Nor* „dodatnim”. No trudno, musimy o tej „właściwości” (a może po prostu błędnie) Blendera pamiętać.

Przy okazji dodajmy **B.Test.Ref**: drugą rolę: oprócz „odpowiedzialności” za intensywność rozpraszania światła (*Ref*), ma określać także połyskliwość materiału (*Spec*) (Rysunek 6.3.14):



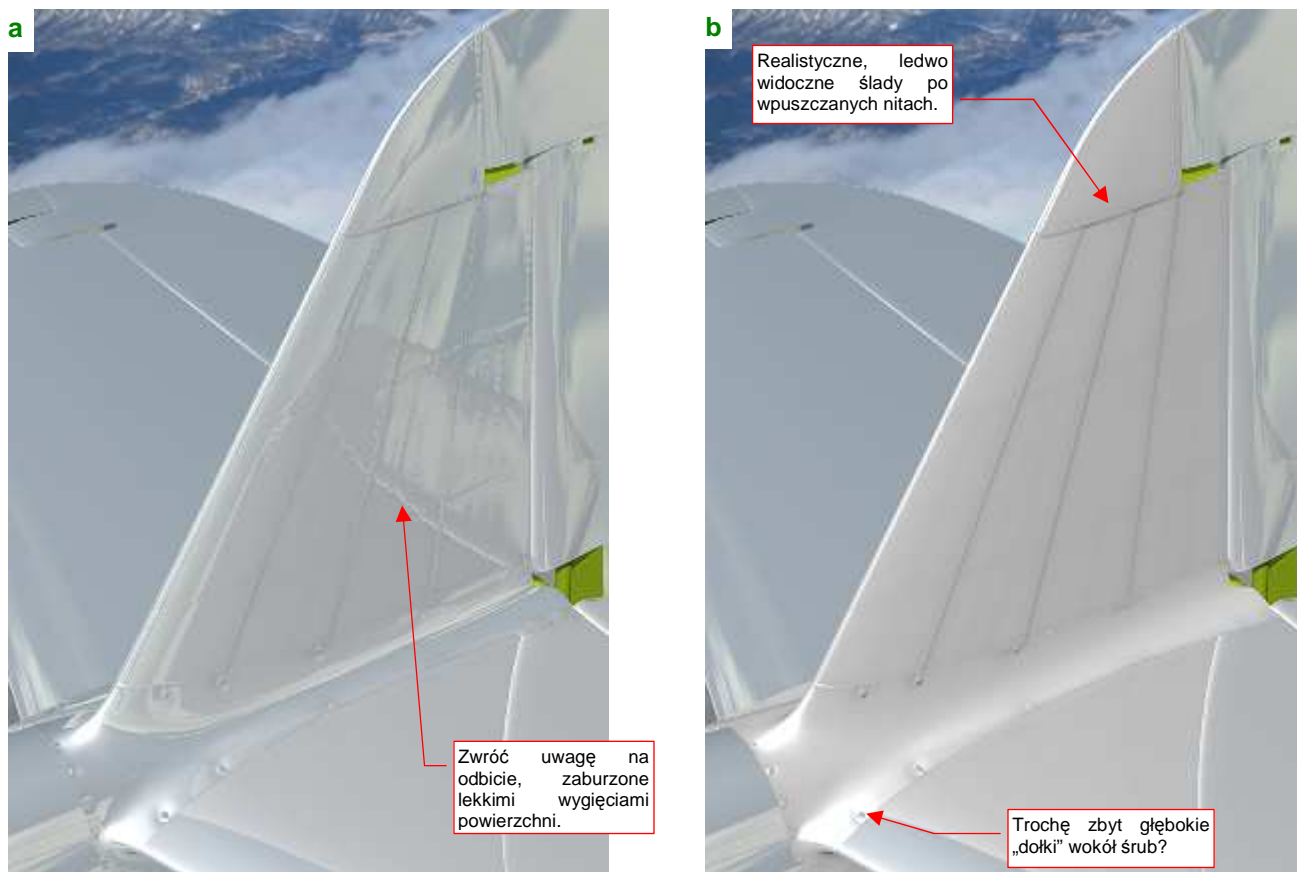
Rysunek 6.3.14 Włączenie mapowania odbłyśków (**B.Test.Ref**)

Rysunek 6.3.15 Ustawienie ogólnych wartości *Ref* i *Spec*

W zasadzie za całą intensywność rozpraszania światła i odbłyśków odpowiadają teraz piksele tekstury **B.Test.Ref**. Można więc przestawić „globalne” wartości materiału *Spec* i *Ref* na 0 (chodzi o parametry w panelu *Shaders*). Na renderingu wygląda to poprawnie. Z drugiej strony, zerowe lub bardzo niskie globalne wartości *Ref* i *Spec* materiału powodują, że siatka w oknie *3D View* (w trybie wyświetlania *Solid*) jest matowa i czarna. W takiej postaci utrudnia modelowanie.

Proponuję więc inne rozwiązanie. W panelu *Map To* tekstury **B.Test.Ref** ustaw tryb „mieszania” z barwą tła na *Subtract*, i mapowaną wartość *Ref* na negatyw obrazu (Rysunek 6.3.14). Jednocześnie ustal w panelu *Shaders* odpowiednio wysokie wartości parametrów *Spec* i *Ref*, by było od czego odejmować intensywność pikseli tekstury (Rysunek 6.3.15). W ten sposób tekstura może dalej w pełni sterować rozpraszaniem i odbłyśkami, a jednocześnie siatki w oknie 3D wyglądają normalnie i nie utrudniają pracy nad modelem.

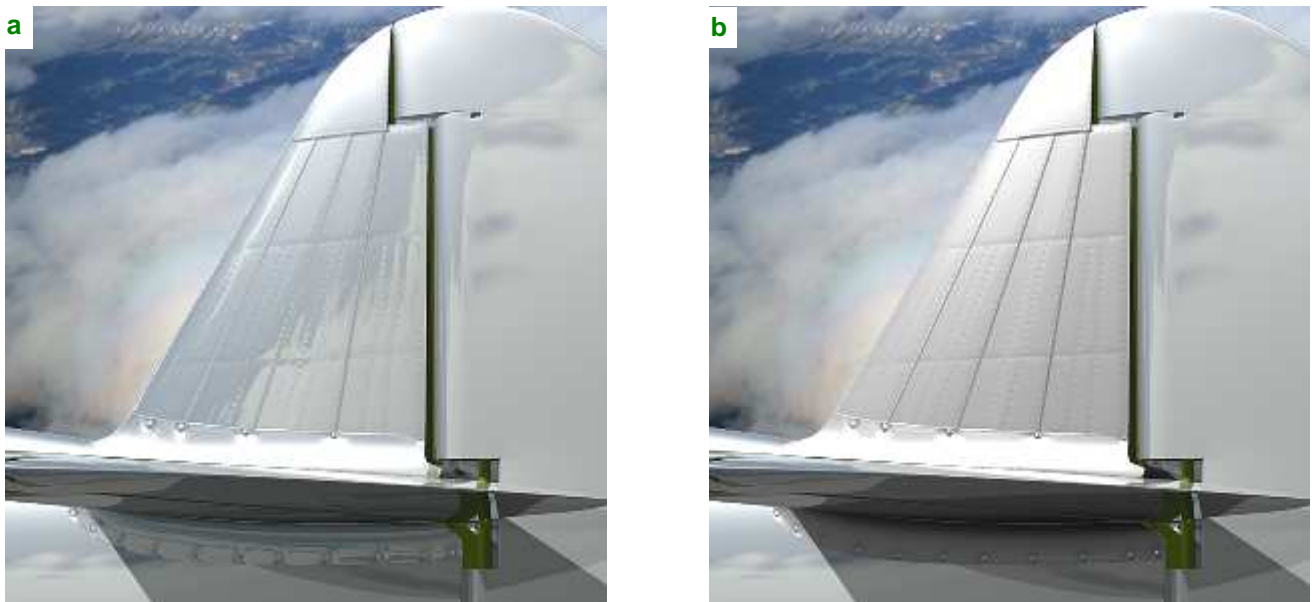
Rysunek 6.3.16 przedstawia rezultat zastosowania tak przygotowanych tekstur dla powierzchni zupełnie „lustrzanej” (*Ray Mirror* = 1.0) i zupełnie matowej:



Rysunek 6.3.16 Rezultat zastosowania materiału **B.Skin.Test** dla: (a) powłoki „lustrzanej”, (b) powłoki matowej.

Można się zastanawiać, czy linie łączenia blach nie są zbyt głębokie. Zbyt ciemne granice widać szczególnie na powierzchni matowej (Rysunek 6.3.16b). Inna sprawa, że gdy trochę oddalisz kamerę, mogą się stać zupełnie naturalne. W razie czego możesz ten efekt zredukować, zmniejszając w parametrach mapowania tekstury **B.Test.Bump1** wartość **Nor** z 1.0 do, np. 0.5 (por. str. 323, Rysunek 6.3.13). Aby wybiórczo zmniejszyć głębokość „dołków” pod śrubami, można zredukować w źródłowym pliku Inkscape przejrzystość warstwy **Bumps** — np. do 50%, i potem jeszcze raz wygenerować obraz *nor_details.png* (por. str. 319). Intensywnością zaciemnień, wywoływanych przez **B.Test.Ref**, steruje parametr **DVar** z panelu *Map To* (por. str. 324, Rysunek 6.3.14). Obecnie jest ustawiony na stosunkowo niewielką wartość — 0.3. Docelowo lepiej będzie zwiększyć ten parametr, a zredukować czerń elementów obrazu *ref.xcf*, pochodzących z Inkscape (warstwa **shadows.png** i jej rozmycia — str. 323, Rysunek 6.3.11) — np. za pomocą dodatkowej, białej warstwy o częściowej nieprzejrzystości (jak na str. 299, Rysunek 6.1.20). Umożliwi to w przyszłości naniesienie (na innych warstwach) intensywnych zabrudzeń od spalin i gazów prochowych.

Gdy jednak, bez zmiany któregośkolwiek z parametrów materiału, spojrzysz na model z innej strony, być może zmienisz zdanie — choćby o zbyt wyraźnych połączeniach blach. Rysunek 6.3.17 pokazuje, że ich głębokość jest całkiem odpowiednia:



Rysunek 6.3.17 Widok z innego punktu widzenia — **B.Skin.Test** dla: (a) powłoki „lustrzanej”, (b) powłoki matowej.

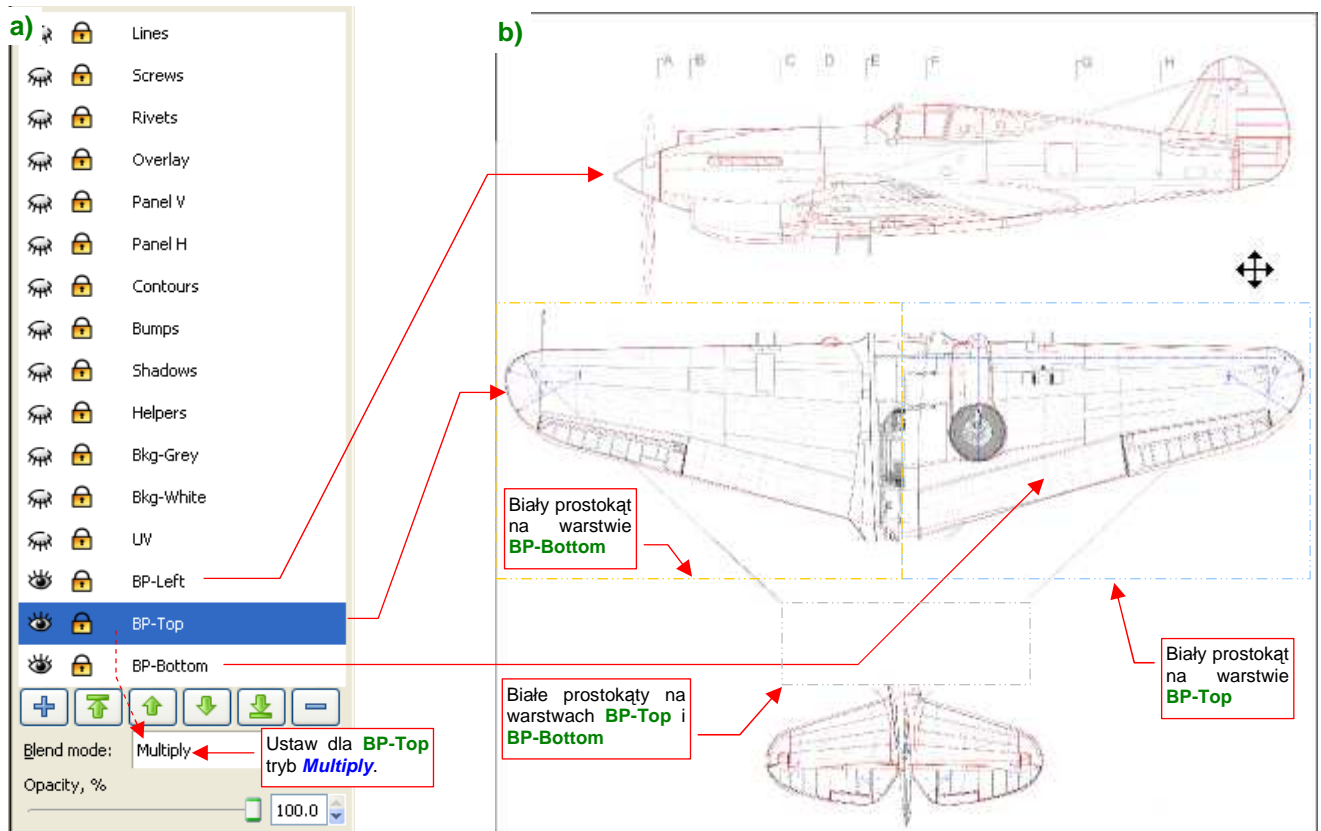
W tej sekcji kończymy nasze eksperymenty z materiałem **B.Skin.Test**. Zastosowaliśmy go do małego, lecz reprezentatywnego fragmentu modelu (statecznika i owiewki — zawierającej i śruby, i nity). To była nasza „próbka”, pozwalająca opracować znaleźć najlepsze metody przygotowania tekstur. (Zawsze jest łatwiej poprawiać błędy na małym fragmencie samolotu, niż od razu na całej powierzchni. Pamiętaj, że rozpoczęcie przygotowywania tekstur od „małej próbki” pozwoli Ci najszybciej skomponować odpowiedni układ tekstur. Potem tylko je powielisz na resztę modelu).

Podsumownie

- Rezultatem kompozycji, wykonanych w tej sekcji, są trzy obrazy rastrowe:
 - *nor_details.png*: podstawowa mapa nierówności;
 - *nor_blur.png*: pomocnicza („rozmyta”) mapa nierówności;
 - *ref.png*: mapa rozpraszania światła;
- Tekstury modelu można stworzyć w następujący sposób:
 1. Przygotuj indywidualne rozwinięcia wszystkich siatek, które mają być pokryte teksturą. Zapisz ich obrazy jako pliki (rastrowe) (str. 316);
 2. Wczytaj obrazy rozwinięć UV do Inkscape, i zaplanuj ich układ na wspólnej teksturze. Rezultat wyeksportuj do obrazu rastrowego (str. 317);
 3. Wczytaj wspólny obraz wszystkich siatek do Blendera, i dopasuj każdą z nich do odpowiedniego miejsca w przestrzeni UV (str. 317);
 4. Stwórz w Inkscape wektorowy obraz nierówności (linie podziału blach, nity, śruby, krawędzi konturów), dopasowany do wspólnego rozwinięcia siatek. Rezultat wyeksportuj jako pliki rastrowe *nor_details.png* (str. 319), *blur.png* (str. 320), *shadows.png*, *rivets.png*, *screws.png* (str. 321, 322);
 5. Na podstawie obrazów z Inkscape, stwórz w Gimpie pliki *bump.xcf* i *ref.xcf*. Skomponuj z ich warstw odpowiednie obrazy rastrowe: *nor_blur.png* (str. 321), *ref.png* (str. 323).
 6. Użyj obrazów *nor_details.png*, *nor_blur.png* do stworzenia w Blenderze odpowiednich tekstur nierówności (detali: ***.Bump1** — str. 296, 323, „rozmytej”: ***.Bump2** — str. 300) a *ref.png* — do tekstury odbić i odbłyśków (***.Ref** — str. 300, 324);
- Zwróć uwagę, że wprowadzenie poprawek do rezultatu każdego z podanych powyżej kroków, oznacza konieczność powtórzenia (w jakimś zakresie) wszystkich dalszych punktów. Postaraj się wykonywać każdy z nich starannie, by uniknąć takich sytuacji.
- Obrazy w GIMP zostaną później wzbogacone o kolejne warstwy, już nie pochodzące z Inkscape: przypadkowych wgnieceń, zabrudzeń z luf karabinów, gazów wydechowych, i innych „zdarzeń eksploatacyjnych”;

6.4 Rozwinięcie UV płata

Nauczeni doświadczeniem z poprzedniego rozdziału (por. str. 306, Rysunek 6.2.9), zawczasu przygotujmy wkomponowane w kwadrat plany istotnych fragmentów samolotu (Rysunek 6.4.1):



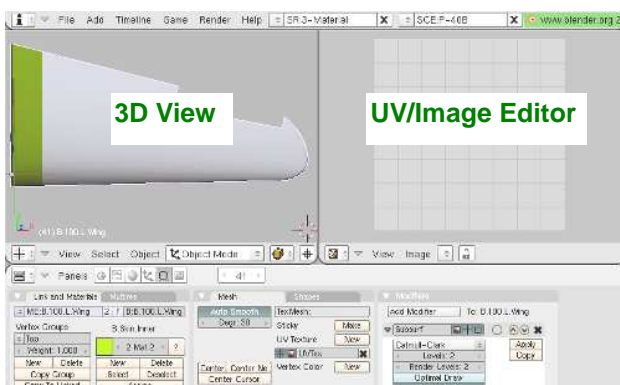
Rysunek 6.4.1 Złożenie planów samolotu, na potrzeby rozwinięcia UV (*skin.svg*).

Zrób to w pliku *skin.svg*, który przygotowaliśmy w poprzednich sekcjach. Rysunek zawiera już rzut z boku — na warstwie **BP-Left**. Nie ruszaj go, tylko dodaj poniżej, na dwóch kolejnych warstwach rzuty: z góry i z dołu. Dopasuj je starannie do rzutu z boku, aby wszystkie trzy były w takiej samej skali. Ustaw na rysunku mniej więcej w tym miejscu, gdzie będą rozwinięte odpowiednie siatki płata i kadłuba. Wstępnie możesz założyć, że rozwinięcie płata będzie miało kształt bardzo zbliżony do rzutu z góry, a kadłuba — zbliżony (ale nie tak bardzo) do rzutów z boku. Zawczasu pozostaw u dołu miejsce na rozwinięcie prawej strony kadłuba.

Rysunek 6.4.1b ma lewe skrzydło i prawy statecznik z rzutu z góry, a prawy płat i lewy statecznik — z dołu. Jak taki efekt szybko uzyskać w Inkscape? Na każdej z warstw **BP-Top** i **BP-Bottom** narysuj białe prostokąty. Użyj ich, aby zasłonić prawe skrzydło i lewy statecznik. Mógłbyś teraz zmniejszyć nieprzejrystość warstwy **BP-Top** do 50%, aby widać spod niej było **BP-Bottom**. W ten sposób jednak i rzut z góry, i z dołu staną się o połowę jaśniejsze, i przez to mniej wyraźne. Znalazłem lepszą metodę: pozostaw nieprzejrystość warstw w spokoju, a przestaw za to **Blend mode** warstwy **BP-Top** z **Normal** na **Multiply** (Rysunek 6.4.1a). Efektem będą wyraźne, czarne linie z każdej strony samolotu (wyjaśnienie, dlaczego — patrz str. 604). Stwórz kopię rastrową tego obrazu o wymiarach 2048x2048 i zapisz ją pod nazwą *reference.png*.

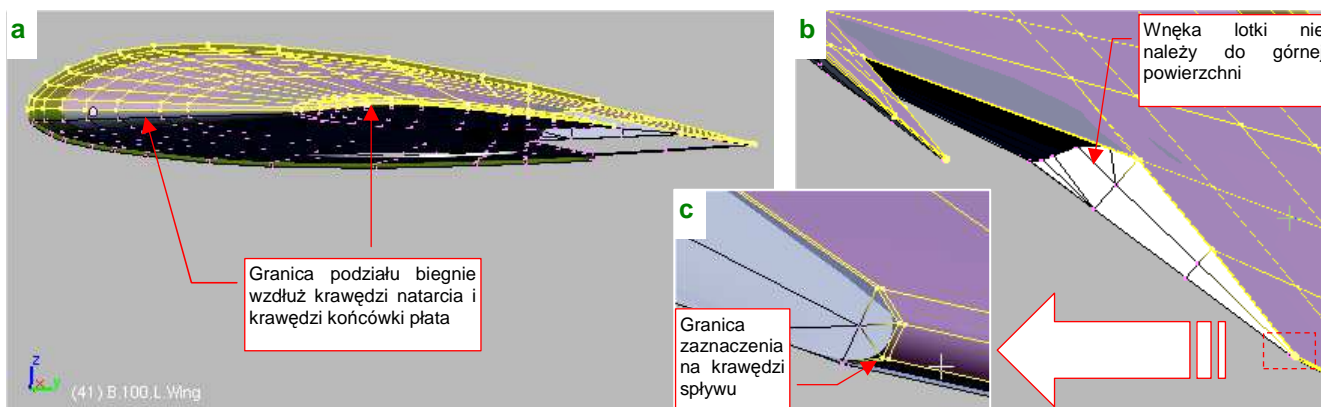
W Blenderze czas skończyć z materiałem **B.Test.Camouflage**, na którym eksperymentowaliśmy w sekcjach 6.1 — 6.3. Przypisz zewnętrzne powierzchnie statecznika pionowego i owiewkę usterzenia z powrotem do materiału **B.Skin.Camouflage**. Materiał ten wzbogacimy w następnych sekcjach o odpowiednie tekstury. (Podstawową teksturę nierówności: **B.Skin.Nor-Details**, pomocniczą teksturę nierówności: **B.Skin.Nor-Blur**, teksturę rozprożeń i odbłyśków światła: **B.Skin.Ref**, a potem także kilka innych). Na razie możesz w nim przestawić jedyny parametr który zmieniliśmy podczas testów: w zestawie *Shading:Material buttons*, panelu *Shaders*, zmień wartość parametru *Spec* z 1.2 do 1.5 (jak na str. 324, Rysunek 6.3.15).

Do pracy z rozwinięciem siatki wygodniejszy jest nieco inny układ ekranu: jedno okno **3D View** i jedno **UV/Image Editor** (Rysunek 6.4.2). W Blenderze możesz stworzyć wiele alternatywnych zestawów okien, i szybko się pomiędzy nimi przełączać. Jeżeli chcesz teraz przygotować sobie odrębny taki układ ekranu do rozwinięcia UV — zobacz na str. 776, jak to szybko zrobić.



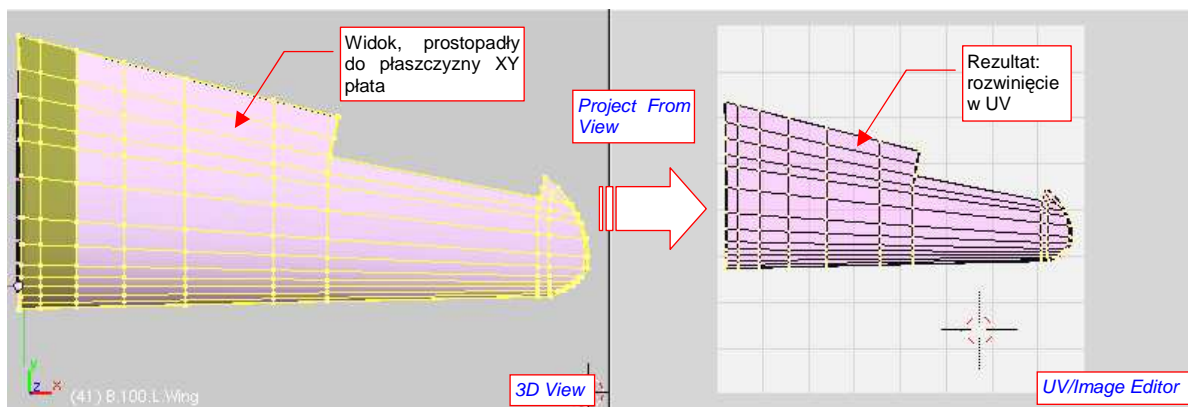
Rysunek 6.4.2 Układ ekranu do pracy z rozwinięciami UV.

Płat rozwiniemy na dwie powierzchnie — górną i dolną. Przed rozwinięciem każdą z nich trzeba zaznaczyć. To klikanie w grupy wierzchołków wymaga dłuższej chwili. Aby tę pracę wykonać tylko raz, proponuję zapamiętać zaznaczone wierzchołki jako grupy o nazwach: **Top** (górną powierzchnię płata) i **Bottom** (reszta). (Więcej na temat — patrz str. 903). Od tej chwili możesz je szybko wybierać, odwołując się do odpowiedniej grupy. Rysunek 6.4.3 pokazuje, gdzie należy wyznaczyć granice podziału tych zbiorów wierzchołków:



Rysunek 6.4.3 Zaznaczenie górnej części płata (grupa wierzchołków o nazwie **Top**).

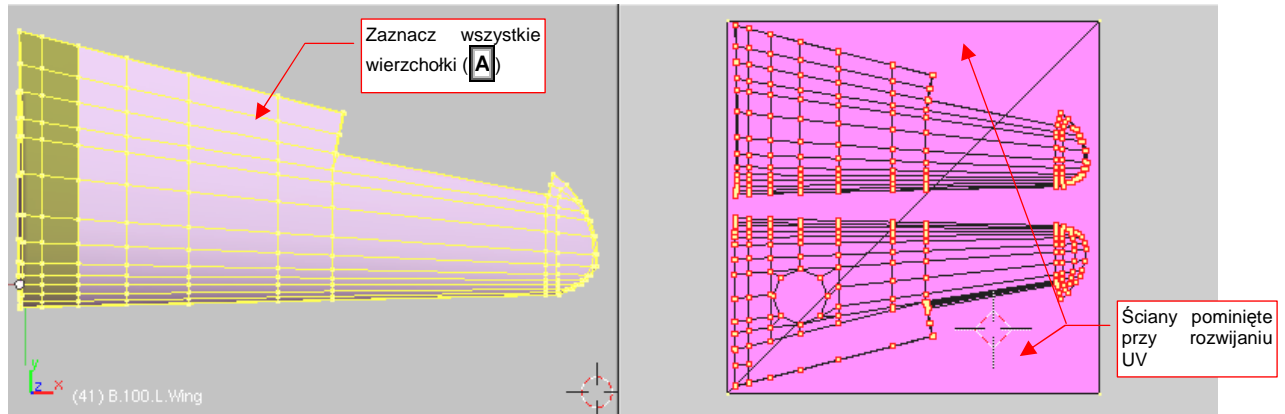
Przed rozwinięciem trzeba ustawić widok prostopadłe do płaszczyzny **XY** płata. Tu nie można po prostu się przełączyć na widok z góry — płat jest przecież zaklinowany pod kątem 1° , i ma wznios 6° . Gdy przełączysz się na „zwykłą” projekcję **XY**, linie żeber będą przez to lekko wygięte, a cały płat jest nieco krótszy. Przejdź więc na chwilę do **Object Mode**, i użyj skryptu **Align View to Selected** (z menu **Object** — por. str. 810). Potem wróć z powrotem do **Edit Mode**, i zaznacz tylko górną powierzchnię siatki (grupa **Top**). Następnie wywołaj polecenie **Mesh**→**UV Unwrap**→**Project From View** (Rysunek 6.4.4):



Rysunek 6.4.4 Rozwinięcie UV grzbietu płata (metodą **Project From View**).


Tak jak powierzchnie górne, zaznacz teraz i rozwiń dolne powierzchnie skrzydła (grupa wierzchołków **Bottom**). Ten fragment przesunij nieco w edytorze UV do dołu, i wykonaj na nim lustrzane odbicie (*UVs*→*Mirror*) wzdłuż osi **Y**. Na razie „przyspil” (*Pin*) wszystkie rozwinięte wierzchołki.

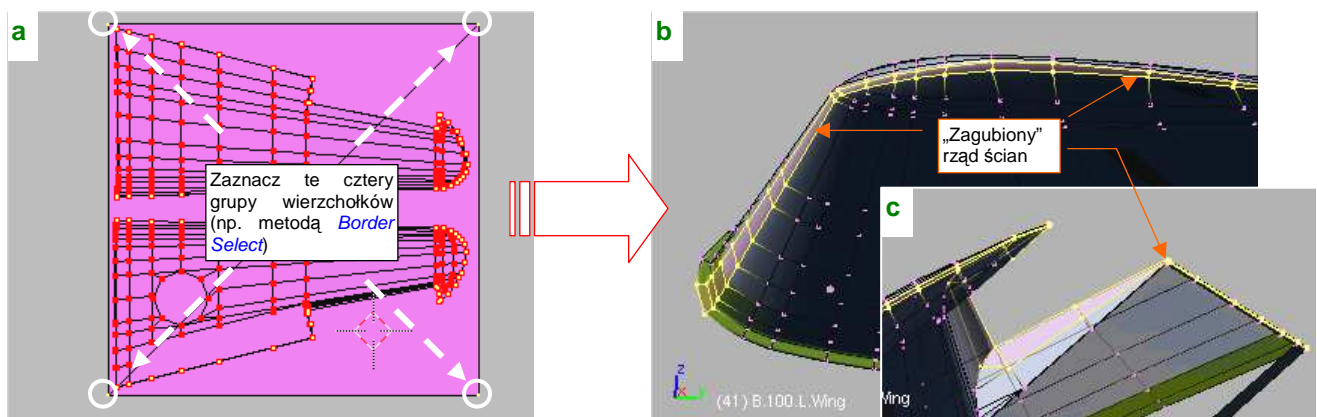
Po takim rozwinięciu warto obejrzeć, jak „leży” cała siatka. Zaznacz w *3D View* wszystkie wierzchołki i popatrz w edytor UV. Co u licha!? Skąd się na nim wzięły te trójkątne ściany, zajmujące cały obszar!? (Rysunek 6.4.5):



Rysunek 6.4.5 Weryfikacja poprawności rozwinięcia (sprawdzenie, czy jakieś ściany nie zostały pominięte).

Przygotuj się na takie „odkrycia” wszędzie tam, gdzie rozwijasz siatkę „kawałek po kawałku”. Ściany, które Ci umknęły, pozostają przy swoich domyślnych współrzędnych UV — i są rozciągnięte na cały obszar tekstury. Mówiąc szczerze, zapomniałem o nich celowo, aby pokazać Ci, jak sobie radzić z takim problemem.

Przełącz edytor UV na synchronizację zaznaczenia z oknem *3D View* (przycisk  w nagłówku edytora). Wyłącz zaznaczenie wszystkich wierzchołków (**A**), a następnie zaznacz te cztery, widoczne w narożnikach obrazu UV (Rysunek 6.4.6a):

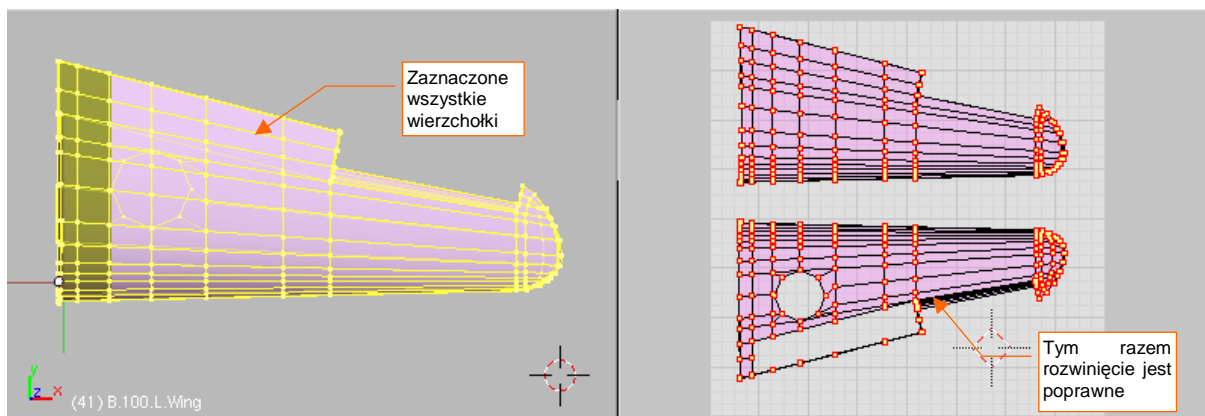


Rysunek 6.4.6 Wyszukiwanie ścian, pominiętych przy rozwinięciu.

Podczas zaznaczania w edytorze UV od razu załóż, że chodzi tu o wiele ścian. Aby je wszystkie od razu podświetlić w oknie *3D View*, użyj jednej z masowych metod selekcji — np. *Border Select* (str. 857). Po zaznaczeniu przyjrzyj się ścianom, które zostały wyróżnione w oknie widoku (Rysunek 6.4.6b,c). (Gdybyś nie mógł ich od razu znaleźć wzrokiem, kursor wskaże Ci ich położenie — wystarczy użyć polecenia *Mesh*→*Snap*→*Cursor*→*Selection*.) Rysunek 6.4.6b pokazuje, że w tym przykładzie ewidentnie pominąłem rząd ścian wzdłuż granicy obszaru **Top** (por. str. 328, Rysunek 6.4.3)¹. Ten rząd nie należy do obszaru **Bottom**. Przypisz więc zaraz (*Link and Materials:Assign*) zaznaczone wierzchołki do tej grupy. Usuń „przyszpilenia” (*UVs*→*Unpin*) z dolnej po-

¹ Aby szybko zaznaczyć wierzchołki grupy **Bottom** użyłem polecenia *Selection*→*Inverse* (zob. str. 904). Przed jego wywołaniem powinienem jednak przełączyć się na tryb selekcji ścian. Nie zrobiłem tego — i program wykluczył z zaznaczenia krawędzie obszaru.

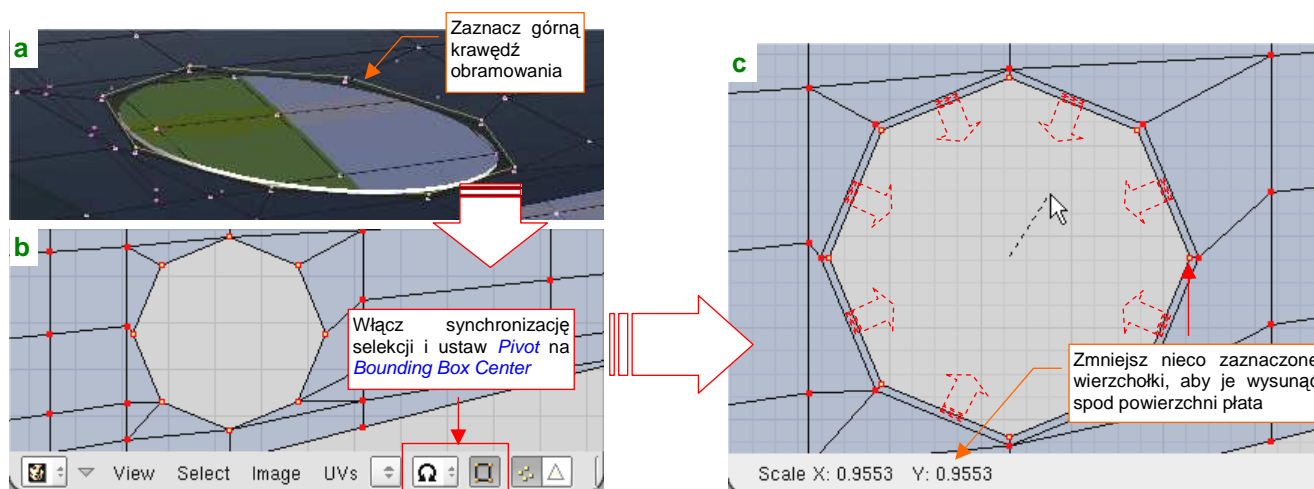
wierzchni skrzydła i wykonaj powtórnie jego rozwinięcie. Tym razem powinno się obyć bez niespodzianek (Rysunek 6.4.7):



Rysunek 6.4.7 Poprawione rozwinięcie dolnej powierzchni płata.

Ogólny układ płatów jest gotowy. Tak się składa, że była to najmniej pracochłonna część pracy nad rozwinięciem. Teraz czas zagłębić się w poprawki drobiazgów.

Zacznijmy od obramowania otworu na koła podwozia. W wyniku „rozwiązania przez rzutowanie”, wierzchołki ścian tego „paska” dokładnie się zasłaniają w płaszczyźnie UV (Rysunek 6.4.8a,b):



Rysunek 6.4.8 „Odwiniecie” obramowania otworu podwozia.

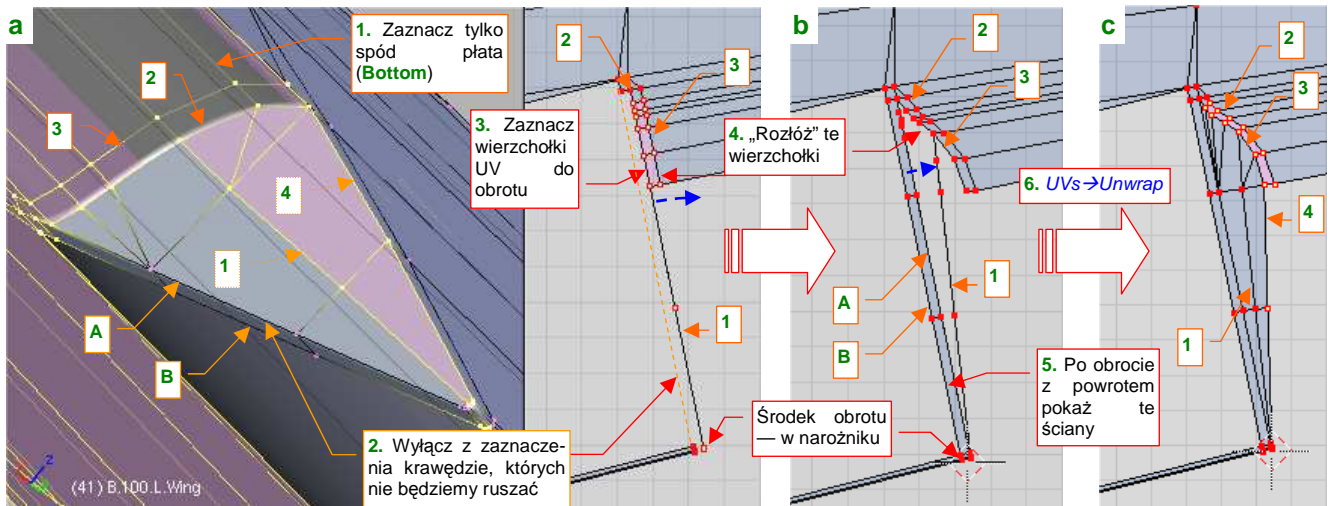
Gdybyśmy nic z tym nie zrobili, nie można by było nanieść na ten fragment poszycia tekstury drobnych otworów, rozmieszczonych wzdłuż krawędzi¹.

Aby odwzorować ten szczegół na teksturze, musimy „odwinąć” obramowanie — najlepiej do środka otworu. W widoku *3D View* zaznacz górną krawędź tego rzędu ścian (Rysunek 6.4.8a). Następnie przełącz selekcję w edytorze UV na „synchroniczną” (Rysunek 6.4.8b). Ustaw także punkt odniesienia transformacji — *Pivot* — na *Bounding Box Center* (środek obszaru, zajmowanego przez zaznaczone wierzchołki). Teraz w edytorze UV wywołaj zmianę skali (**S**), i zmniejsz zaznaczony kontur o około 5% (Rysunek 6.4.8c). W efekcie uzyskamy ładne i równe obramowanie otworu.

¹ Była to prawdopodobnie pozostałość po tekstylnym „worku”, którym konstruktor chciał osłaniać wewnątrz komory przed kurzem i wywołującymi korozję zanieczyszczeniami. W warunkach produkcji wojennej nie było co się „bawić” w takie fanaberie. Większość wyprodukowanych samolotów była niszczona w ciągu paru miesięcy od opuszczenia fabryki — korozja nie miała czasu się na nich rozwinąć.

Kolejnym elementem do „odwinięcia” są boczne ściany wnęki lotki. Należą do rozwinięcia spodu płata. „Zagniemy” je do środka wnęki, deformując nieznacznie łączące je ściany (Rysunek 6.4.10).

Zwróć uwagę, że wierzchołki górnej krawędzi ścian, które chcemy przesunąć w przestrzeni UV, występują także na rozwinięciu z góry (por. Rysunek 6.4.9a, krawędź 4). To bardzo utrudnia zaznaczanie, bo nie możemy wykorzystać, jak poprzednio, trybu synchronicznego. (Gdybyś go użył, przesuwałbyś w UV wierzchołki na obydwu powierzchniach równocześnie, i zepsuł rozwinięcie grzbietu płata.) Musimy więc zaznaczać inaczej. Upewnij się, że synchronizacja selekcji pomiędzy edytorem UV i oknem *3D View* jest wyłączona (jeżeli nie jest — wyłącz ją). Zaczniij od zaznaczenia w *3D View* grupy wierzchołków **Bottom**. Wyklucz z niej dolne krawędzie żebra, których nie będziemy ruszać (Rysunek 6.4.9a — krawędzie **A i B**):

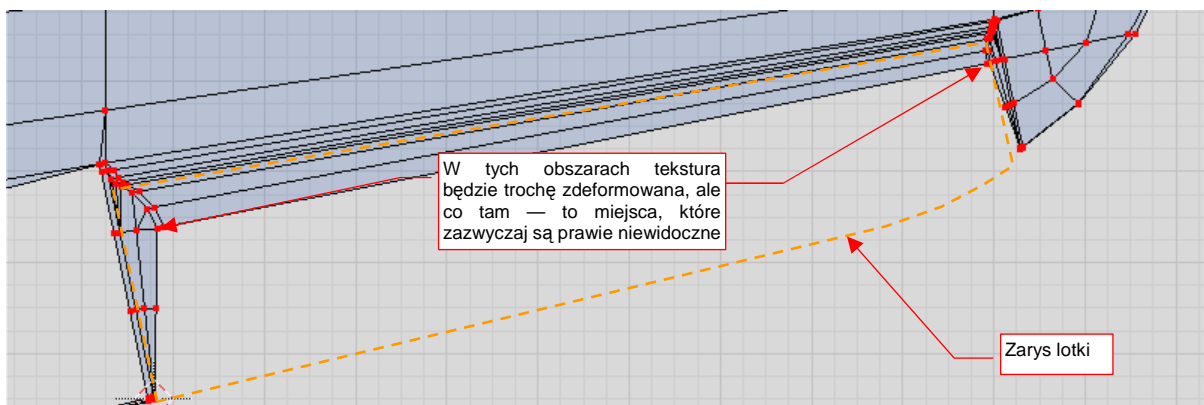


Rysunek 6.4.9 Rozwinięcie bocznej ściany wnęki lotki.

Zauważ, że w ten sposób dolne krawędzie wnęki (**A, B**) i ich wierzchołki znikły z edytora UV. Dokładnie o to nam chodziło — teraz można w edytorze zaznaczyć wierzchołki UV krawędzi 1, 2, 3, które chcemy przesunąć do środka wnęki (Rysunek 6.4.9a).

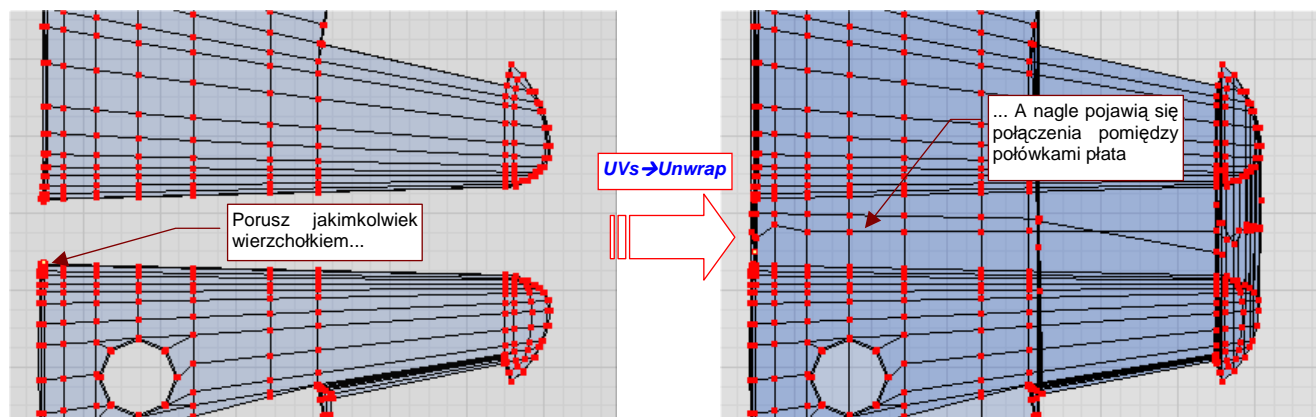
Najpierw obróć je wszystkie wokół narożnika na krawędzi splywu, tak by znalazły się pośrodku obszaru, który ma zajmować ściana wnęki (Rysunek 6.4.9b). To jest ostateczne położenie środkowej krawędzi 1. Potem „rozwiń” pary wierzchołków z krawędzi 2, 3 jak wachlarz — obracając każdą z par o trochę inny kąt wokół tego samego środka obrotu (w narożniku). Gdy rozłożyłeś już w UV wszystkie punkty siatki tak, że nie zasłaniają się wzajemnie, włącz z powrotem widoczność krawędzi **A i B** (Rysunek 6.4.9b). Potem wystarczy wywołać polecenie *UVs to Unwrap* (E) by we wnęce lotki zaroilo się od ścian. Pozostaje jeszcze parę ostatnich poprawek kształtu, które ułożą wierzchołki 2 i 3 bardziej równomiernie, i narożnik jest gotowy (Rysunek 6.4.9c).

Rysunek 6.4.10 przedstawia układ wnęki lotki po „odwinięciu” obydwu ścian bocznych:



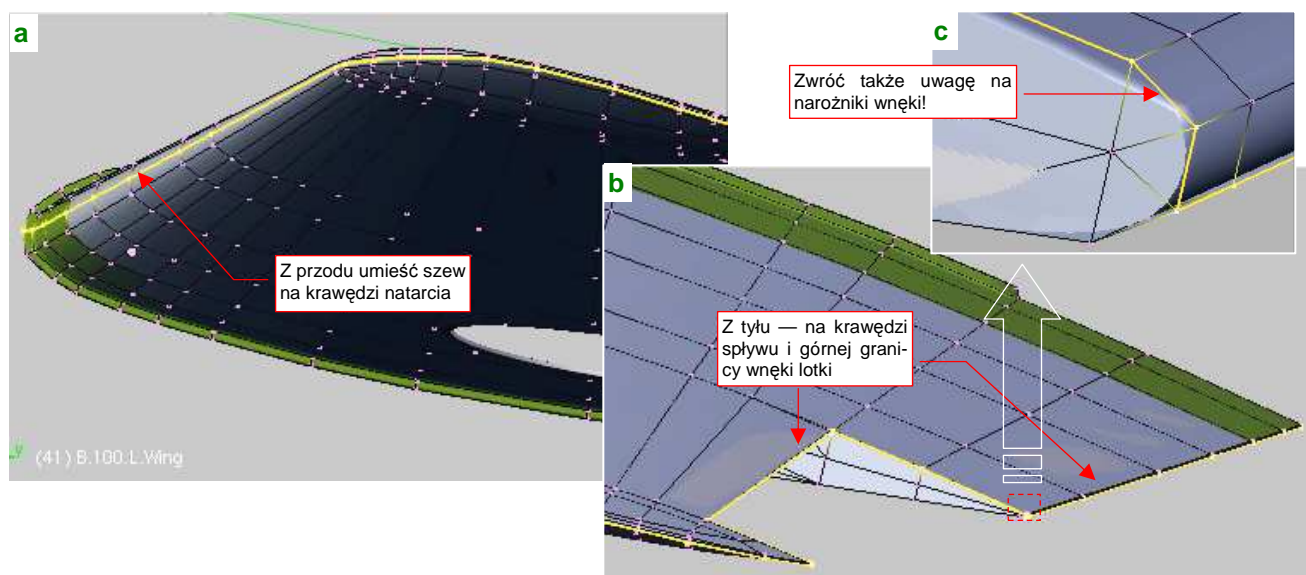
Rysunek 6.4.10 Wnęka lotki po poprawieniu rozwinięcia (spód płata).

Dlaczego tak podkreślałem, abyś przy formowaniu wneki lotki zaznaczył w oknie **3D View** tylko dolną powierzchnię płata (wierzchołki z grupy **Bottom**)? Sam się przekonaj: zaznacz w **3D View** cały płat, a potem wywołaj w edytorze UV polecenie **Unwrap** (**E**) (Rysunek 6.4.11):



Rysunek 6.4.11 Problemy z modyfikacją UV, gdy w oknie **3D View** jest zaznaczona cała siatka.

Widzisz, co się nam z rozwinięciem porobiło? Zaraz się z tego wycofaj (**Ctrl-Z** — **Undo**)!. Program połączył ze sobą ściany, które podczas rzutowania rozdzieliliśmy wzdłuż krawędzi natarcia i splywu. W tym zachowaniu nie ma nic nietypowego (no, może to, że przesunięciu uległy niektóre „przyszpilone” wierzchołki). Wystarczy przypomnieć, że Blender zadziałał tak samo, łącząc ścianami „przyszpilone” krawędzie z przykładu na str. 306 (Rysunek 6.2.8). Tyle, że tam był to efekt pożądany, a tu — nie. Potrzebujemy czegoś, co powie Blenderowi że płat ma pozostać przecięty wzdłuż krawędzi natarcia i splywu. Służą do tego tzw. oznaczenia szwów (**Seam**). Nanosi się je na krawędzie siatki poleceniem **Mark Seam**, z menu **Edge Specials** (**Ctrl-E**). (Więcej na ten temat — str. 905). Zaznacz na płacie szwy tam, gdzie to pokazuje Rysunek 6.4.12:

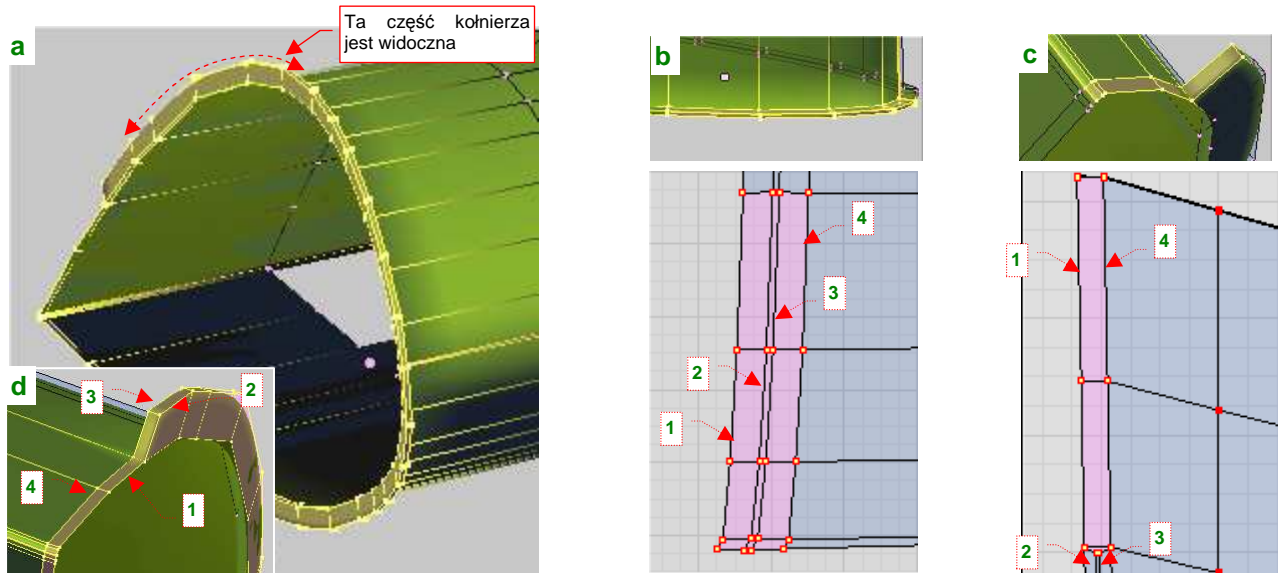


Rysunek 6.4.12 Naniesienie na siatkę płata szwów rozwinięcia UV.

Szwy na razie umieść dokładnie wzdłuż granicy obszaru **Top** (porównaj Rysunek 6.4.12a, b i Rysunek 6.4.3 ze str. 328). Zwróć szczególną uwagę na drobne ściany — na przykład w narożnikach wneki lotki (Rysunek 6.4.12b). Często można zapomnieć o takich szczegółach.

Gdy wydaje Ci się, że wszystko jest jak należy, ponownie zaznacz cały płat i wywołaj w edytorze UV polecenie **Unwrap**. Niewykluczone, że ujawni się wówczas jakaś zapomniana grupka wierzchołków, np. przypisanych nie do tej części płata, co trzeba. Popraw je i próbuj jeszcze raz, dopóki nic nie będzie się „samo rozwijało”.

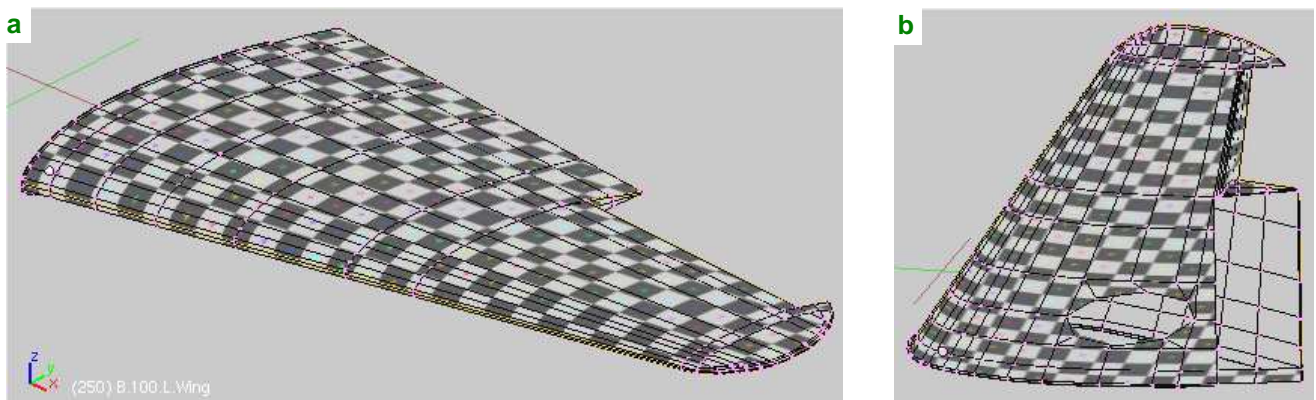
Po zapanowaniu nad samoczynnym rozwijaniem się siatki, możesz zająć się ostatnim detalem płata, wymagającym poprawki. Chodzi o kołnierz u nasady. W tej chwili jego boczne ściany są w rozwinięciu UV zredukowane do kreski, a przecież znajdowały się na nich śruby, łączące obydwa skrzydła. Nie byłoby się czym specjalnie przejmować, gdyby nie to, że górna część poszycia płata jest podłogą kabiny. W jej środku widać dłuższy odcinek tego kołnierza. Co więcej, przymocowywano do niego elementy wyposażenia, np. drążek sterowy. Na pewno prędzej czy później pojawi się potrzeba umieszczenia na bocznych ścianach kołnierza śrub, i towarzyszących im zabrudzeń. Rysunek 6.4.13 przedstawia szczegóły rozwinięcia tego fragmentu:



Rysunek 6.4.13 Szczegóły rozwinięcia UV kołnierza u nasady płata.

Rozwinięcie tego detalu jest bardzo proste — polega na rozsunięciu krawędzi **1**, **2**, **3**, **4** (Rysunek 6.4.13d) wzdłuż osi **U (X)**. Przy czym należy to zrobić tak, by zwiększyć szerokość ścian ograniczonych krawędziami **1** i **2** oraz **3** i **4** (Rysunek 6.4.13b,c). Szerokość ścian pomiędzy krawędziami **2** i **3**, odpowiadających grubości kołnierza, pozostaw bez zmian (Rysunek 6.4.13b). Tak się szczęśliwie złożyło, że na obydwu rozwinięciach należy odsunąć wierzchołki UV dokładnie w ten sam sposób. Możesz więc użyć w tym przypadku synchronizacji selekcji z widokiem **3D View**. To bardzo ułatwia zaznaczanie.

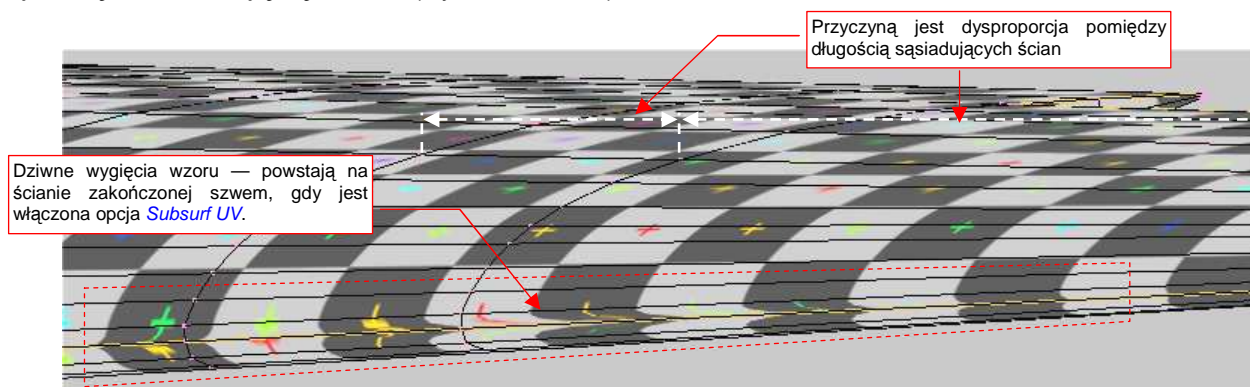
Na tym zakończyliśmy rozwijanie siatki płata. Czas teraz podstawić pod **UV/Image Editor** obraz testowy, np. o wymiarach 1024x1024 px (szczegóły — str. 945) Przełącz tryb wyświetlania okna **3D View** na **Textured** i uważnie obejrzyj „szachownicę”, która pojawi się na powierzchni skrzydła (Rysunek 6.4.14):



Rysunek 6.4.14 Szukanie deformacji rozwinięcia UV za pomocą obrazu testowego.

Szukaj jakichś zaburzeń wzoru testowego — wygiętych krawędzi, lub kwadratów nierównej wielkości. W zasadzie wygląda na to, że rozwinięcie nie wymaga specjalnych poprawek. No, może z jednym wyjątkiem: krawędzi natarcia płata.

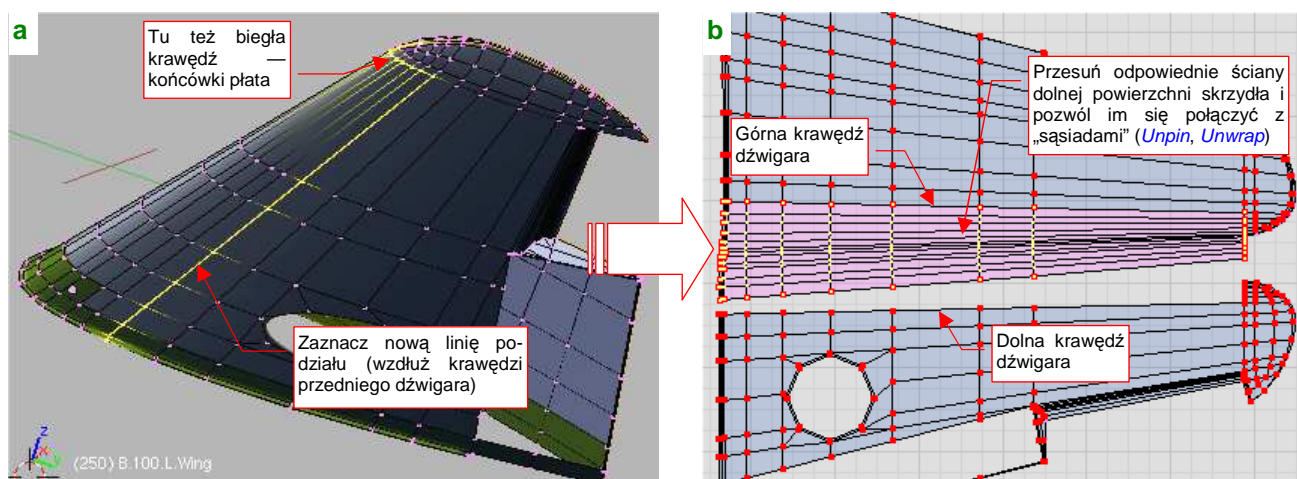
Przyjrzyjmy się jej dokładnie: na krawędzi natarcia, na ścianie przylegającej do szwu, tekstura jest poddana dziwnemu rozciągnięciu. Wygląda to tak, że im bliżej linii podziału, tym bardziej współrzędne **UV** z obydwu stron tej krawędzi „odsuwają się w bok”. (Rysunek 6.4.15):



Rysunek 6.4.15 Deformacja tekstury na krawędzi natarcia płata.

To efekt uboczny zastosowanie modyfikatora *Subsurf*, na stosunkowo „rzadkiej” siatce (i włączenia w jego parametrach nim opcji *Subsurf UV* — bo bez tego na rozwinięciu pojawiłyby się inne, o wiele większe deformacje). Takie zniekształcenia obrazu wystąpią wszędzie tam, gdzie istnieje duża dysproporcja długości sąsiadujących ze sobą ścian. (Chodzi o długość mierzona wzdłuż szwu). Aby ją zmniejszyć do akceptowalnych rozmiarów, trzeba wstawić (*Loopcut*) w siatkę skrzydła parę dodatkowych żeber, dzielących długie ściany na odcinku wzdłuż lotki. (Alternatywnie można także wyostrzyć istniejące żebra — por. str. 362, Rysunek 6.7.7)

Nim zaczniemy wstawiać żebra, warto się jeszcze chwilę pomyśleć, czy w ogóle podział siatki wzdłuż krawędzi natarcia jest najlepszym pomysłem. Nie mam wątpliwości co do krawędzi spływu — takie ostre „kanty” doskonale maskują drobne nieciągłości barwy łączonych tekstur. Ale krawędź natarcia ma stosunkowo duży promień zaokrąglenia, i wszystko będzie na niej widać „jak na dłoni”. Różne egzemplarze P-40 były eksploatowane często „w trudzie i brudzie” lotnisk polowych. Liczne fotografie pokazują charakterystyczne zabrudzenie przedniej krawędzi skrzydeł, ciągnące się od gondoli podwozia do połowy płata (za lufy karabinów maszynowych). Spójne namalowanie czegoś takiego na dwóch oddzielnych kawałkach tekstury jest bardzo trudne. Stąd proponuję przyjąć zasadę, że zawsze staramy się dociągnąć linię podziału do najbliższego łączenia paneli poszycia. W przypadku P-40 będzie to dolna krawędź przedniego dźwigara (Rysunek 6.4.16a):

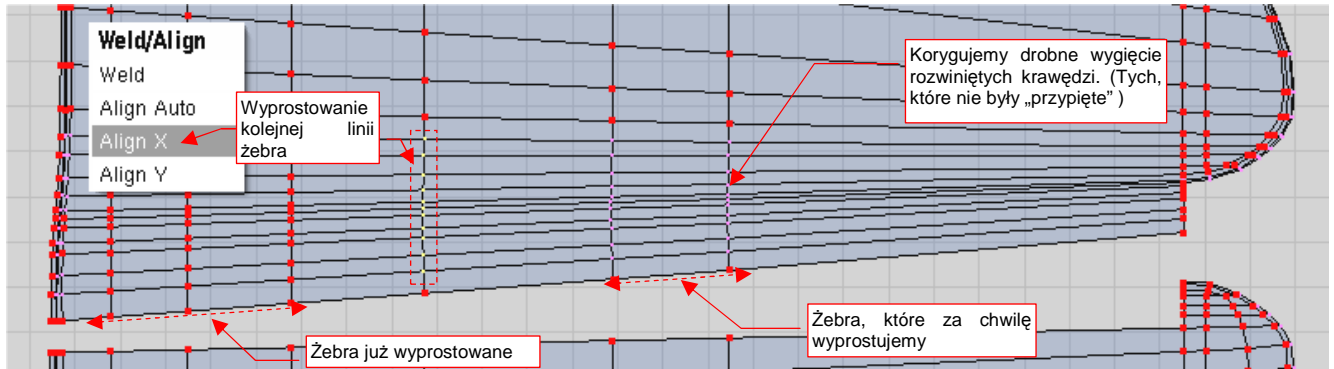


Rysunek 6.4.16 Przesunięcie linii podziału siatki do najbliższego połączenia blach.

Usuń starą linię podziału na krawędzi natarcia (*Clear Seam*) i zaznacz nową. Następnie w edytorze UV zaznacz odpowiedni zespół ścian (najłatwiej to zrobić w trybie synchronizacji selekcji, ale z włączonym zaznaczaniem ścian, nie wierzchołków). Pozostaw „przyszpilenia” tylko wzdłuż tylnej, górnej i dolnej krawędzi tego segmentu. Pozostałe usuń (*UVs* → *Unpin*). Potem naciśnij **E** (*Unwrap*), by dać się siatkom połączyć (Rysunek 6.4.16b).

Przed rozwinięciem krawędzi natarcia ustaw tryb *UV Calculation* na *Conformal* (w tym przypadku lepiej się sprawdza od *Angle Based* — por. str. 901).

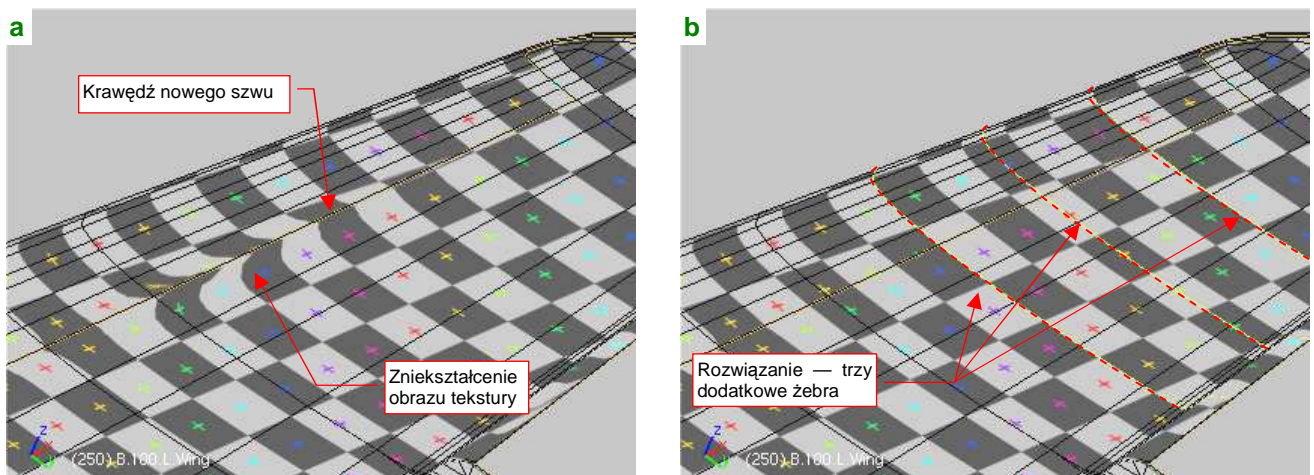
Krawędź panelu poszycia jest najlepszym miejscem na granicę rozwinięcia siatki¹. Pewne nieciągłości barwy, które mogą na niej wystąpić, nie będą razić na gotowym modelu — coś takiego może się zdarzyć i „w naturze”. Zadbaj tylko o to, by linie żeber na rozwinięciu pozostały pionowe (Rysunek 6.4.17):



Rysunek 6.4.17 Prostownie drobnych odchyleń od pionu linii żeber.

Przy rozwijaniu uwolnione (tzn. nie „przybite”) wierzchołki krawędzi żeber wygięły się nieco. Zaznaczaj je po kolei, prostuj (**W**, *Align X* — str. 947), a potem ponownie „przypinaj” (*Pin*) — tak, jak to pokazuje Rysunek 6.4.17. To tylko niezauważalnie deformuje rozwinięcie, a proste linie żeber pozwolą Ci potem szybko nanieść na obraz łączenia paneli i nity. Z tego także powodu wstrzymałem się z dodawaniem nowych żeber do siatki — byłoby tylko więcej do prostowania.

Obraz testowy na krawędzi natarcia po tych zmianach układa się bardzo ładnie. Nie miej jednak złudzeń — problem deformacji został tylko przesunięty w okolice nowego szwu (Rysunek 6.4.18a):



Rysunek 6.4.18 Dodatkowe żebra, eliminujące deformację obrazu tekstury.

Skoryguj to, wstawiając kilka nowych żeber w dłuższą ścianę płata (Rysunek 6.4.18b). Wstaw je poleceniem *Loopcut*, zawsze w połowie dzielonej ściany².

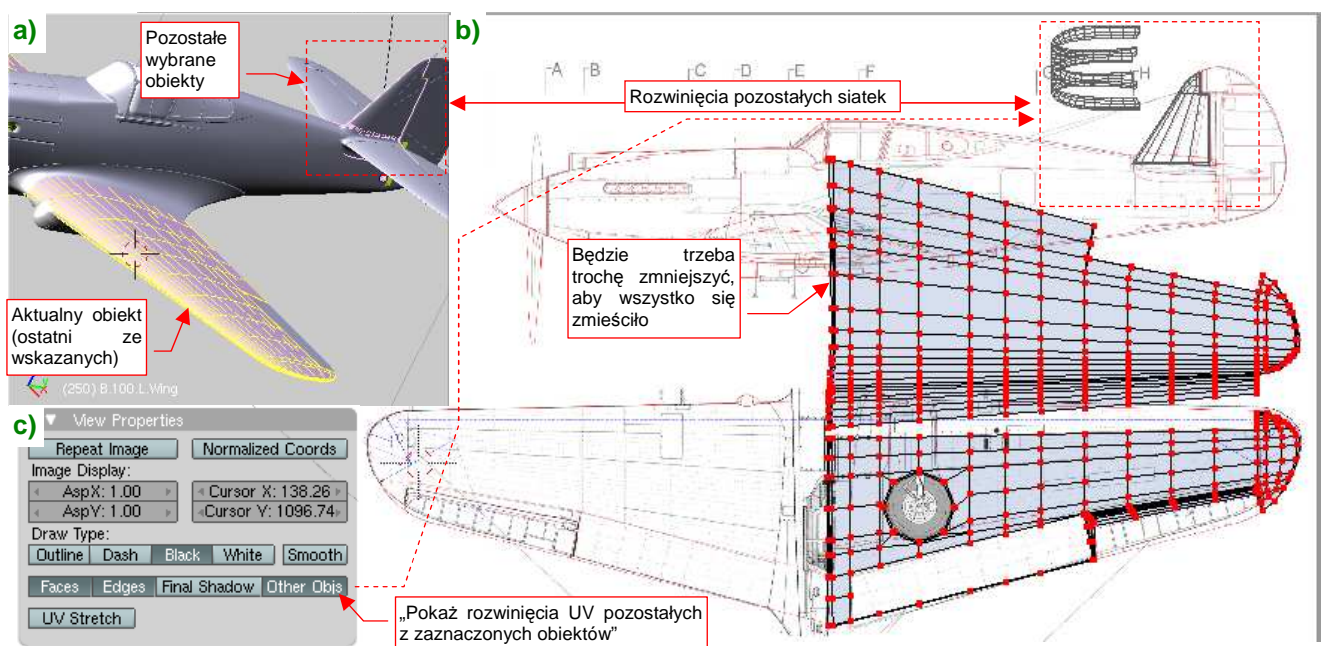
¹ Jest to jeden z powodów, dla których tak podkreślałem podczas modelowania, że podłużnice siatki powinny mieć układ jak najbardziej zbliżony do podłużnic prawdziwego skrzydła — por. str. 111.

² *Loopcut* wstawia nowe krawędzie na rozwinięciu UV. Domyślnie są wstawiane zawsze w 50% szerokości dzielonego segmentu. Od razu są także „przybite”, jak krawędzie ścian, które dzielą. Gdy przesuniesz je w oknie *3D View*, np. poleceniem *Edge Slide*, zdeformujesz obraz tekstury. Musisz to potem poprawić, „odpinając” (*Unpin*) wierzchołki krawędzi w edytorze UV, i wywołując polecenie *UVs* → *Unwrap*, by dopasowały się do nowego położenia. Możesz tego zamieszania uniknąć, włączając w panelu *UV Calculation* opcję *Transform Correction*.

Kształt rozwinięcia skrzydła można uznać za zakończony. Pozostaje „przymierzyć” je do planów, by upewnić się, co do proporcji, a także dobrać odpowiedni rozmiar rozwinięcia na docelowym, wspólnym obrazie tekstury.

Przy okazji, chciałbym zwrócić uwagę na pewną przydatną właściwość edytora UV. Jak już się przekonałeś, można w nim zmieniać tylko jedną powłokę naraz. Możesz jednak przynajmniej zobaczyć, oprócz niej, kontury pozostałych powierzchni (Rysunek 6.4.19b). Wystarczy wcześniej „podstawić” ten sam obraz (*reference.png*) pod rozwinięcia UV innych siatek, na przykład statecznika pionowego i jego owiewki. Potem włącz we właściwościach widoku UV (*View*→*View Properties*) opcję **Other Obsj** (Rysunek 6.4.19c). Gdy teraz zaznaczysz statecznik pionowy, owiewkę, a na końcu płat, (Rysunek 6.4.19a), zobaczysz je w edytorze UV obok siebie. Tą metodą łatwo jest dopasowywać do siebie rozwinięcia kolejnych powłok. Unikasz w ten sposób bez „żonglowania” wyeksportowanymi obrazami rozwinięć UV pomiędzy Inkscape i Blenderem (por. str. 317).

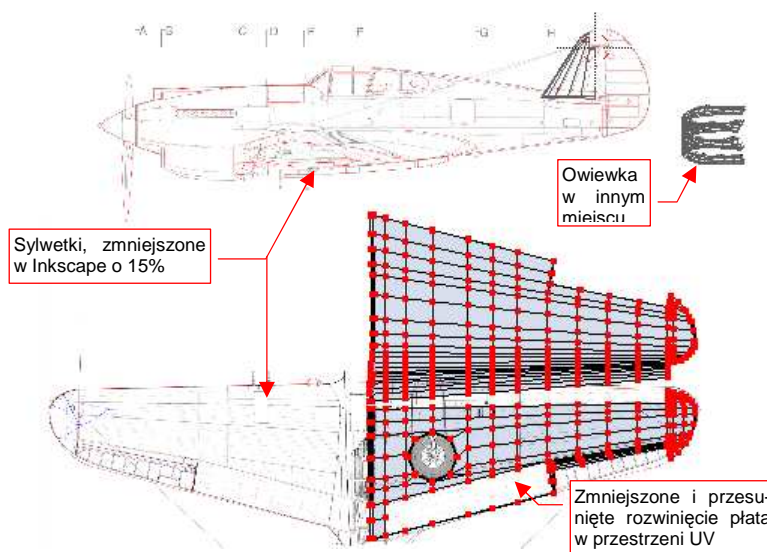
Wróćmy jednak do naszego skrzydła. Załaduj do edytora UV przygotowany wcześniej obraz *reference.png* i dopasuj do niego rozwinięcie (Rysunek 6.4.19b):



Rysunek 6.4.19 Dopasowanie rozwinięcia do planów (i rozwinięć innych siatek).

Na razie siatka płata za dużo „zachodzi” na umieszczony powyżej obrys kadłuba. Od razu po dopasowaniu do planów widać, że przy tej skali nie „upchamy” całego samolotu w założony obszar. Trzeba będzie coś zmniejszyć.

Do prawidłowego ustalenia rozmiaru sylwetek na rysunku referencyjnym, wykorzystaj rozwinięcie UV naszego płata. Zapisz je (str. 948) do niezbyt dużego pliku rastrowego (np. 512x512). Wczytaj ten plik do Inkscape (na warstwę **UV**). Posługując się nim, proporcjonalnie zmniejsz wszystkie sylwetki na rysunku *skin.svg*. Załóż, że rozwinięcie kadłuba będzie o 50% wyższe od rzutu z boku. Okazuje się, że wystarczy zmniejszyć całość o 15%, i nieco inaczej rozłożyć na powierzchni rysunku. Poprawiony rezultat zapisz ponownie do pliku *reference.png* (Rysunek 6.4.20).



Rysunek 6.4.20 Dopasowanie skrzydła do poprawionego *reference.png*.

Potem dopasuj rozwinięcie skrzydła do zmienionych rysunków referencyjnych (w Inkscape zmniejszyliśmy i przesunęliśmy jego obraz).

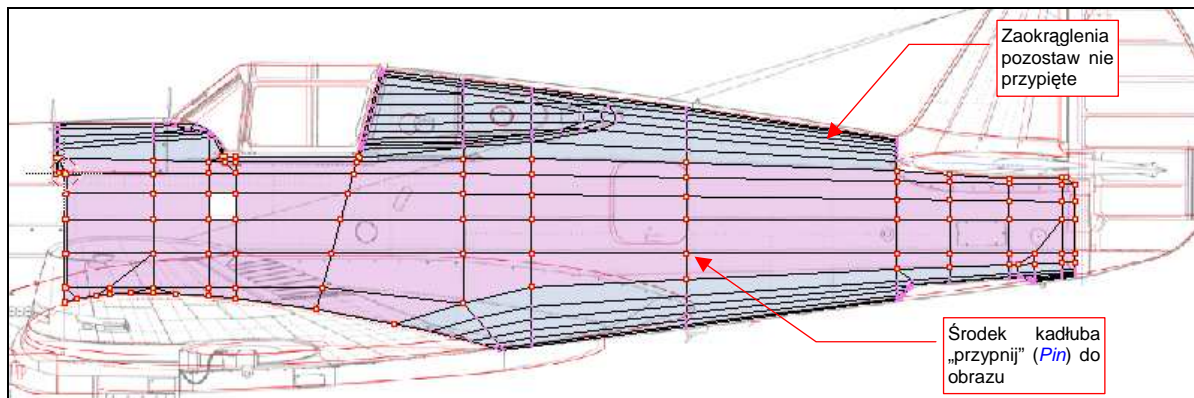
Na tym zakończymy pracę nad przygotowaniem siatki płata w przestrzeni UV. Była to jedna z trudniejszych do rozwinięcia powierzchni. Doświadczenia, które zdobyłeś przy jej przygotowaniu, są wyliczone w podsumowaniu tej sekcji:

Podsumowanie

- Do pracy z teksturą potrzebne są rysunki referencyjne wpisane w kwadrat. Rzut z boku umieść na nich z grubsza tam, gdzie ma być rozwinięcie kadłuba, a rzut z góry — tam, gdzie rozwinięcie powierzchni skrzydeł (str. 327);
- Zdefiniuj nowy, oddzielny układ ekranu, przeznaczony do pracy z rozwinięciami UV. Do tej pracy potrzebne są dwa podstawowe okna: widoku 3D i edytora UV (str. 328);
- Podstawowe rozwinięcie płata uzyskasz poprzez złożenie płaskich rzutów (*Project From View*) z góry i z dołu (str. 328);
- Krawędzie, wzdłuż których dzielimy siatkę, warto oznaczyć jako „szwy” (*Mark Seam* — str. 332). Oszczędzi Ci to późniejszych zaskoczeń przy pracy z fragmentami siatki;
- Po rozwinięciu zawsze zaznaczaj całą siatkę, aby znaleźć w edytorze UV ewentualne „zapomniane ściany”. Eliminuj je na bieżąco (str. 329);
- Większą część czasu, potrzebnego na rozwinięcie siatki, zajmuje praca nad detalami. W przypadku skrzydła są to „odwinięcia” takich szczegółów jak obramowanie otworu podwozia, wnęka lotki, kołnierz u nasady płata (str. 330);
- Próba skorygowania w UV ściany przylegającej do krawędzi „szwu” (*seam*) powierzchni może być problemem. Takich wierzchołków nie można wskazać w trybie selekcji synchronicznej z oknem *3D View*. Opis, jak sobie radzić w takiej sytuacji znajdziesz na str. 331;
- Obraz tekstury może się deformować na ścianach, które przylegają bezpośrednio do linii szwu (*seam*) (str. 334). Dzieje się to wówczas, gdy sąsiadujące ściany różnią się znacznie długością (mierzoną wzdłuż szwu). Rozwiązaniem jest wstawienie do siatki kolejnych poprzecznych krawędzi, które zmniejszą tę dysproporcję (str. 335);
- Szwy na łagodnie zaokrąglonych obszarach, jak krawędź natarcia płata, najlepiej jest poprowadzić wzdłuż linii jakiegoś łączenia poszycia, występującego na rzeczywistym samolocie (str. 334). To zamaskuje drobne różnice barwy, zabrudzeń itp., którymi będą się różnić podzielone szwem obrazy;
- Zawsze ustawiaj na rozwinięciu żebra płata tak, by były liniami prostymi, najlepiej — pionowymi lub poziomymi (str. 335). Deformacja obrazu, spowodowana taką formą rozwinięcia UV jest minimalna. Za to proste linie znacznie ułatwiają późniejsze rysowanie mapy nierówności;
- W edytorze UV można ustawić obok siebie rozwinięcia siatek wielu obiektów (np. kadłuba, płata, usterzenia, lotek). Służy do tego opcja *Other Objs* w oknie *View Properties* (str. 336). Używając tej opcji, możesz łatwo przygotować układ rozwinięć UV wszystkich powierzchni modelu na obszarze pojedynczej tekstury.

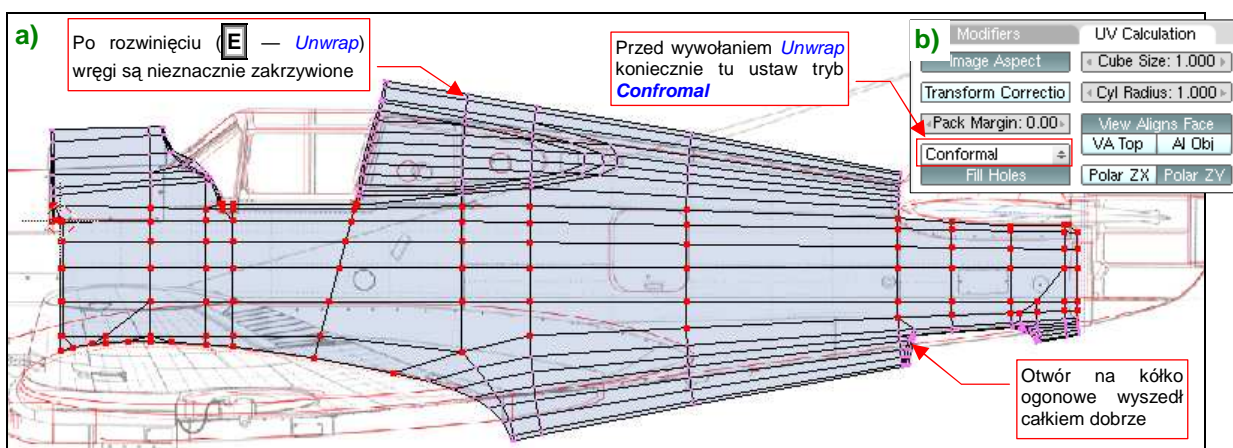
6.5 Rozwinięcie UV kadłuba

Rozwinięcie kadłuba zaczynamy od rzutu z boku, przeniesionego do przestrzeni UV. (*Project From View* — Rysunek 6.5.1):



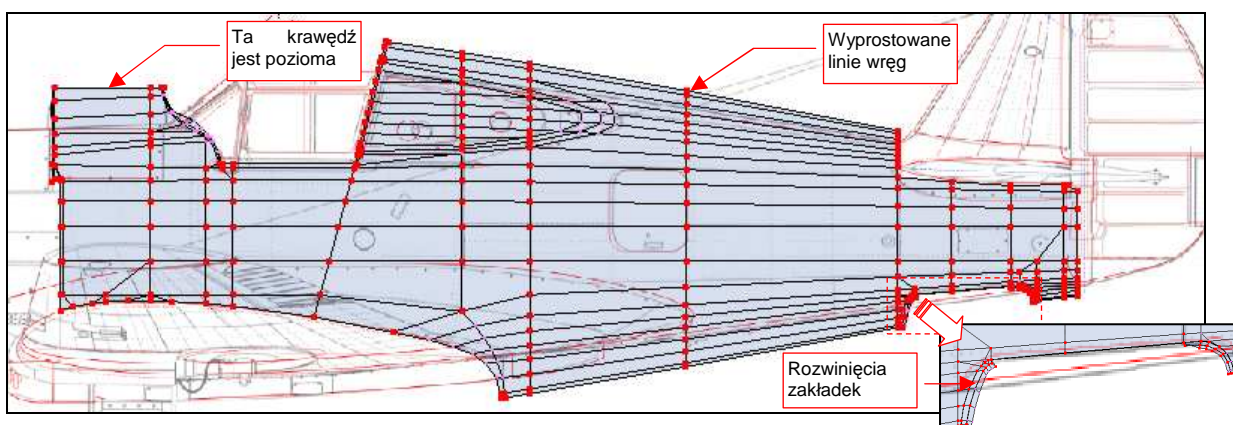
Rysunek 6.5.1 „Płaski” rzut kadłuba na płaszczyznę UV (*Project From View*).

W edytorze UV „przytnij” (Pin) wierzchołki środka kadłuba. Upewnij się, że na panelu *Editing:UV Calculation* jest ustawiony tryb rozwijania *Conformal* (Rysunek 6.5.2b), po czym naciśnij **E** (*Unwrap* — Rysunek 6.5.2a):



Rysunek 6.5.2 Wstępne rozwinięcie kadłuba (*Unwrap*).

Unwrap rozwinął się całkiem poprawnie ściany grzbietu i spodu kadłuba, których wierzchołki nie były „przypięte” do obrazu. Zgodnie z prawami geometrii, linie wręg uległy nieznacznemu zakrzywieniu. Pozostaje teraz kolejno je wyprostować (**W** — *Weld/Align*), przy okazji „przypinając” (Pin) na stałe do obrazu (Rysunek 6.5.3):

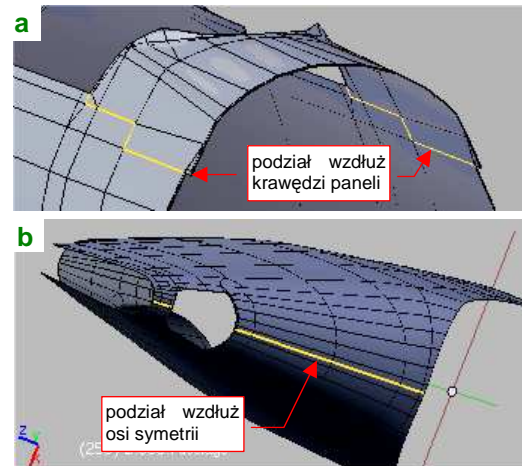
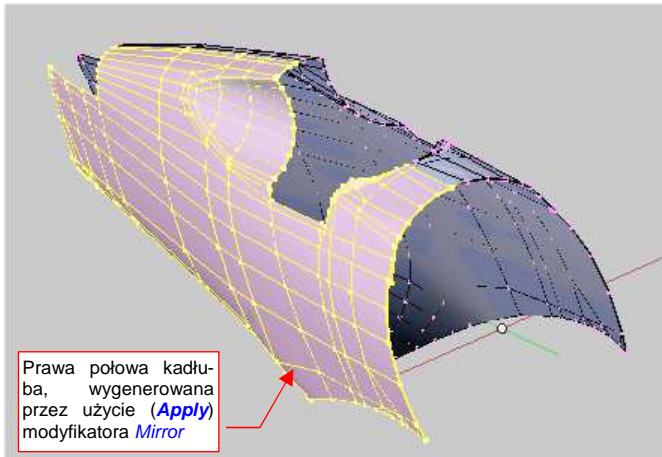


Rysunek 6.5.3 Rozwinięcie kadłuba — po poprawkach.

Przy okazji wyprostuj krawędź przed kabiną do linii poziomej, oraz skoryguj nieco kształt zakładek w obramowaniu otworu kółka ogonowego. (Nic wielkiego, trzeba przesunąć parę ścian w narożnikach)

Nie zaszkodzi w tym momencie „przywiązać” do obrazu wszystkich wierzchołków. Nadszedł teraz także czas na wygenerowanie na stałe prawej strony kadłuba. Do tej pory jej obecność „załatwia” modyfikator *Mirror*. Staralem się ten moment jak najbardziej odwlec, gdyż wszystkie modyfikacje kształtu są łatwiejsze do wykonania na jednej połowce. Rozwinięcie UV także nie poszłoby tak łatwo, gdybyśmy wykonywali je na pełnej siatce kadłuba. Dalej jednak nie można tego w ten sposób ciągnąć. Musimy mieć wyróżnioną stronę prawą i lewą.

Utworzenie symetrycznej połowki jest błyskawiczne — wystarczy „utrwalić” modyfikator *Mirror* (przyciskiem *Apply* — por. str. 889) (Rysunek 6.5.4):



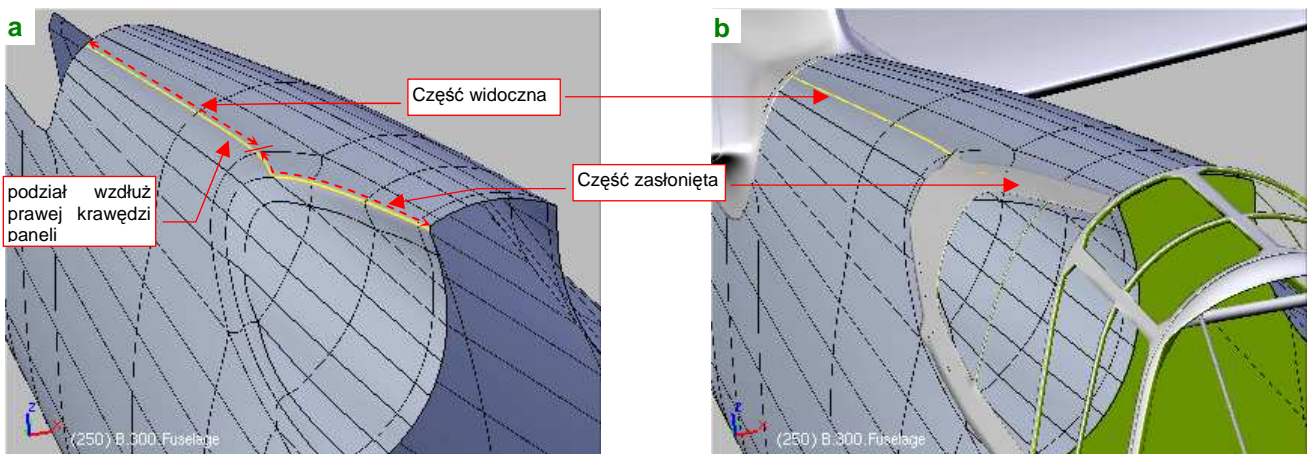
Rysunek 6.5.4 Nowa, symetryczna połowa kadłuba.

Rysunek 6.5.5 Zaznaczanie linii szwów.

Zaraz po tej operacji warto jest stworzyć w tej siatce po grupie wierzchołków dla każdej ze stron: **Left** i **Right**. Mogą się przydać później. Dodanie drugiej połowy zamknęło obwód kadłuba, więc czas zaznaczyć na nim krawędzie szwów. Najprościej jest je poprowadzić wzdłuż osi symetrii. Gdy jednak chcesz uniknąć przypadkowego pojawienia się na renderingu zarysu podziału tekstur, rozmieść je inaczej.

Grzbiet kadłuba przed kabiną proponuję wydzielić w osobny fragment siatki. Krawędzie podziału poprowadź wzdłuż linii połączeń blach po bokach kadłuba (Rysunek 6.5.5a). W dolnej części ogona zapomnieliśmy o poprowadzeniu linii siatki wzdłuż krawędzi podłużnic — nasz błąd! Teraz za dużo roboty byłoby z jego korektą. To zresztą fragment dość rzadko pojawiający się na scenie — zazwyczaj ani w ujęciu samolotu na lotnisku, ani w locie, nie widać tej części kadłuba. Linie podziału proponuję poprowadzić tu wzdłuż osi symetrii (Rysunek 6.5.5b).

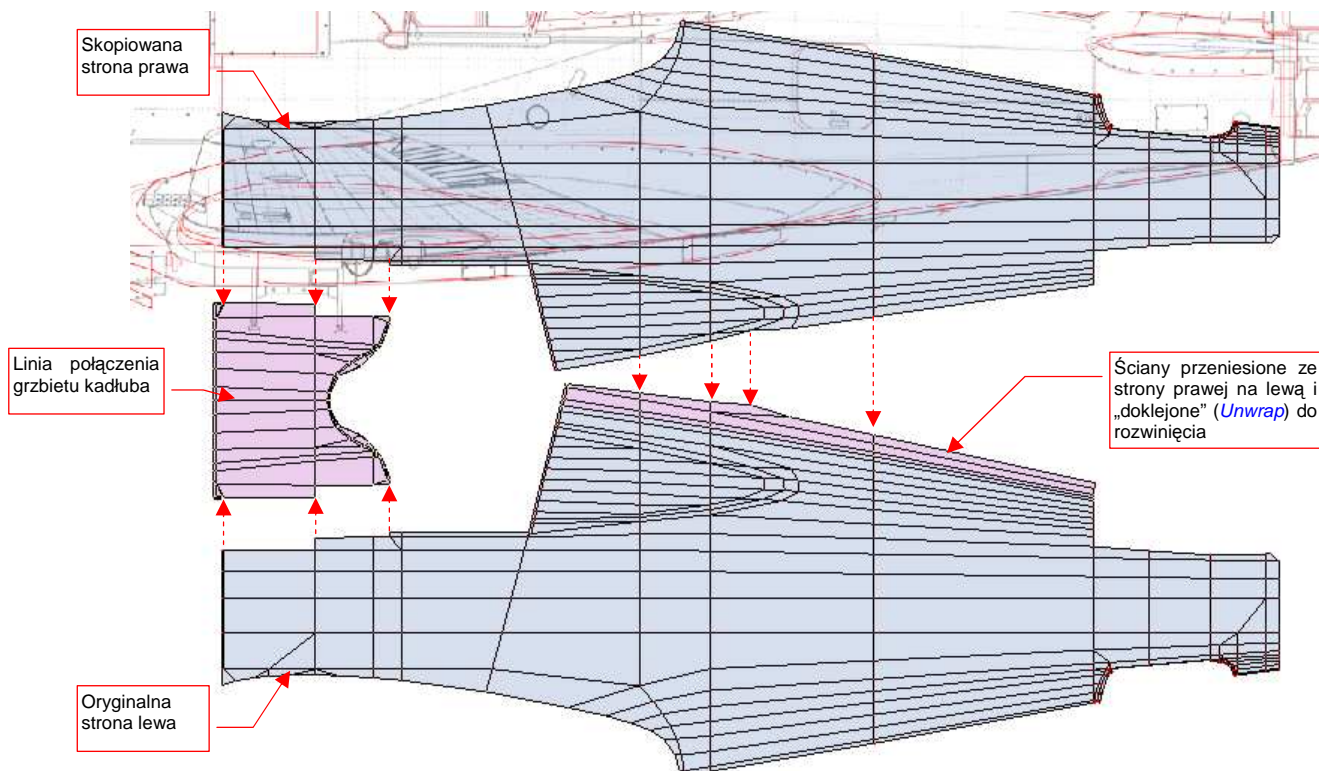
Linie podziału grzbietu kadłuba za kabiną poprowadź niesymetrycznie, wzdłuż prawej krawędzi jednego z paneli grzbietu kadłuba (Rysunek 6.5.6a):



Rysunek 6.5.6 Niesymetryczny szew grzbietu kadłuba — cały przebieg (a), oraz część widoczna (b).

Zwróć uwagę, że część tego szwu udało się ukryć pod elementami ramek oszklenia kadłuba (Rysunek 6.5.5b).

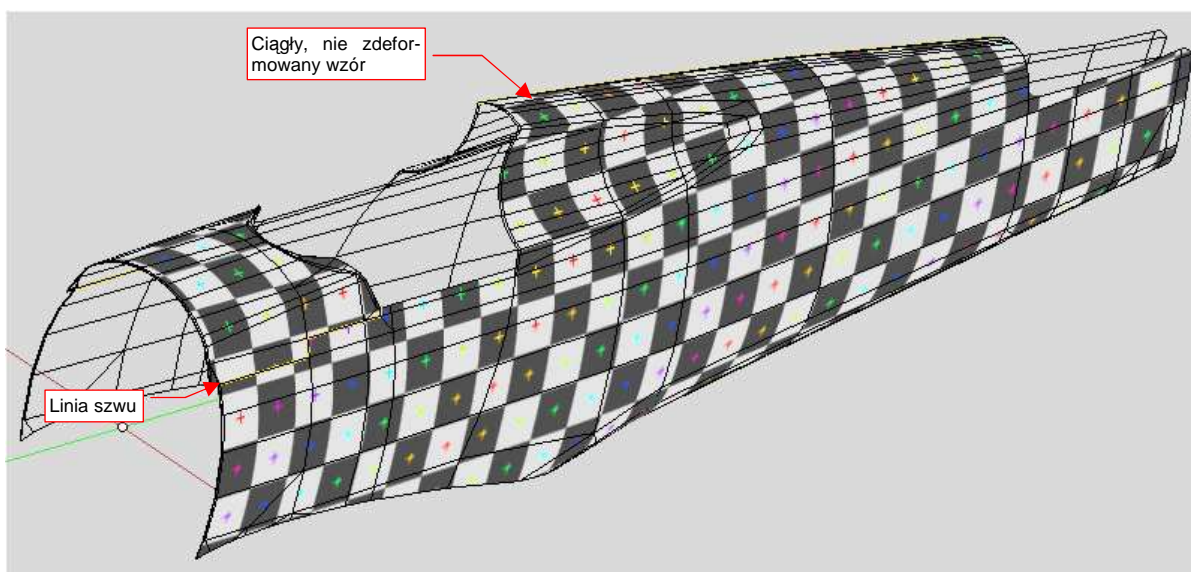
Początkowo ściany strony prawej zajmują w przestrzeni UV dokładnie to samo miejsce, co ściany strony lewej. Rozdziel je, zaznaczając w oknie widoku 3D tylko prawą stronę, i wykonując w edytorze UV jej lustrzane odbicie (*UVs* → *Mirror*) wzdłuż osi **Y** (Rysunek 6.5.7):



Rysunek 6.5.7 Niesymetryczne rozwinięcie obydwu stron kadłuba.

Oddziel odcięty szwem grzbiet za kabiną pilota od prawej strony kadłuba, i „doklej” go do strony lewej. (Tak samo, jak to zrobiliśmy w poprzedniej sekcji z krawędzią natarcia płata — por. str. 334.) Wydziel także z każdej siatki połówkę grzbietu przed kabiną, i „sklej” je wzdłuż osi symetrii w jedną część (Rysunek 6.5.7).

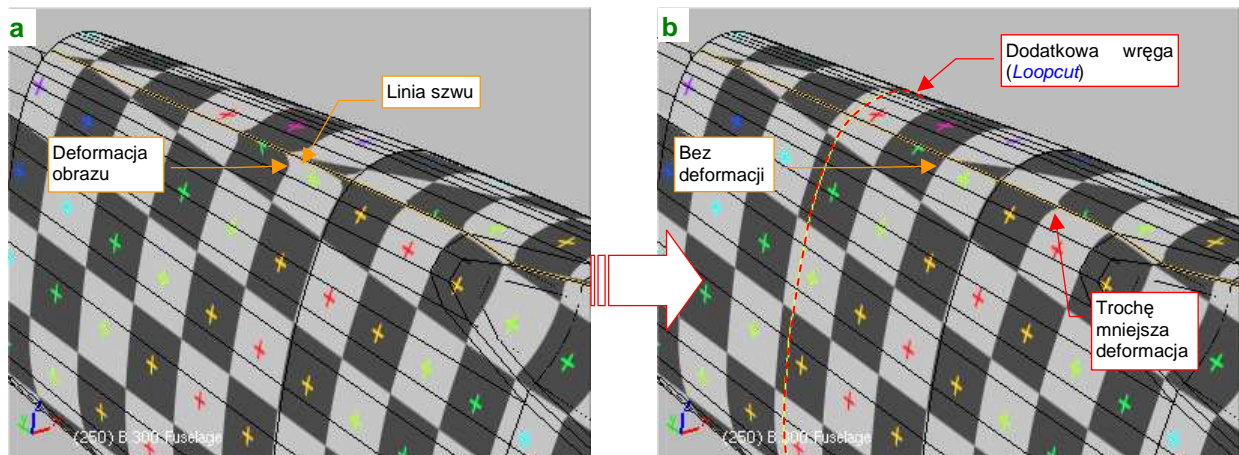
Rysunek 6.5.8 przedstawia rezultat podstawienia obrazu testowego (*UV Test Grid*):



Rysunek 6.5.8 Sprawdzanie poprawności rozwinięcia (obraz *UV Test*).

W zasadzie całość wygląda poprawnie. Wszystkie kwadraty szachownicy mają takie same rozmiary, a ich krawędzie nie są zakrzywione.

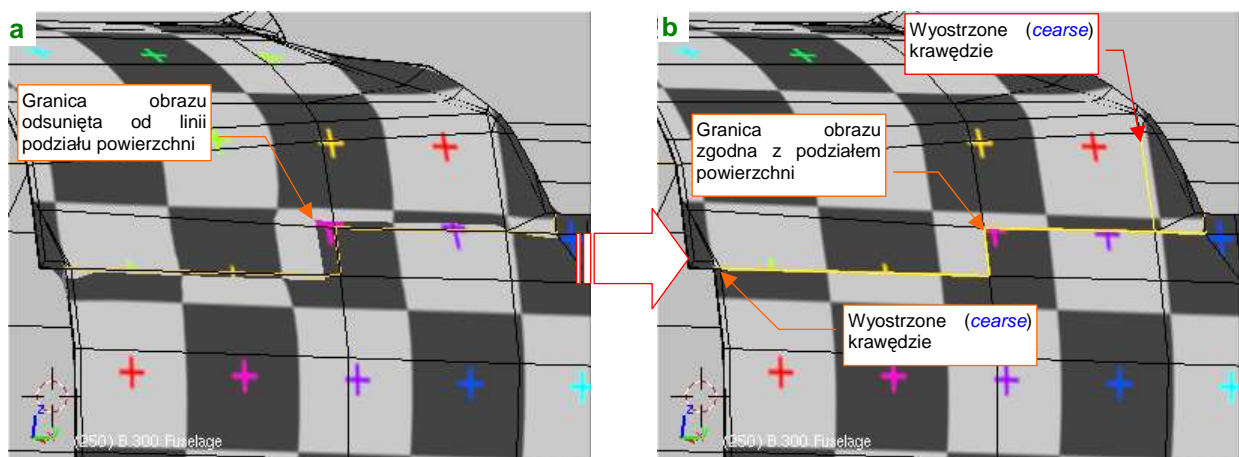
Przyjrzyjmy się teraz dokładniej miejscom, w których zazwyczaj coś się nie zgadza: ścianom wzdłuż linii szwów. Zacznijmy od ogona (Rysunek 6.5.9):



Rysunek 6.5.9 Poprawianie deformacji wzdłuż szwu na grzbiecie kadłuba.

Obraz na ścianach przylegających do linii szwu ma wygięte krawędzie testowej „szachownicy” (Rysunek 6.5.9a). Podobna deformacja występuje także wzdłuż drugiego szwu, na spodzie kadłuba. To ten sam problem, który wystąpił w poprzedniej sekcji, na krawędzi natarcia płata — przyczyną jest duża dysproporcja długości sąsiednich ścian (por. str. 334, Rysunek 6.4.15). Tak jak w poprzedniej sekcji, możemy temu zaradzić, dzieląc długie ściany ogona nową wręgą (Rysunek 6.5.9b). Wstaw ją (*Loopcut*) dokładnie w połowie dzielonego odcinka. W ten sposób „wyprostujesz” obraz wzdłuż obydwu szwów. Co prawda — nie do końca. Nadal pewne ugięcie widać zaraz za wgłębieniem pod oszklenie kabiny. W tym miejscu linia nitów leży powyżej szwu, gdzie na szczęście odkształcenie jest mniejsze niż po drugiej stronie krawędzi (Rysunek 6.5.9b). Proponuję to na razie tak zostawić. Zobaczmy, jak wyjdą krawędzie blach i nity — być może ominą to zdeformowane miejsce i już nie trzeba będzie niczego zmieniać.

Kolejną deformację można dostrzec na odcinku przed kabiną pilota (Rysunek 6.5.10) :

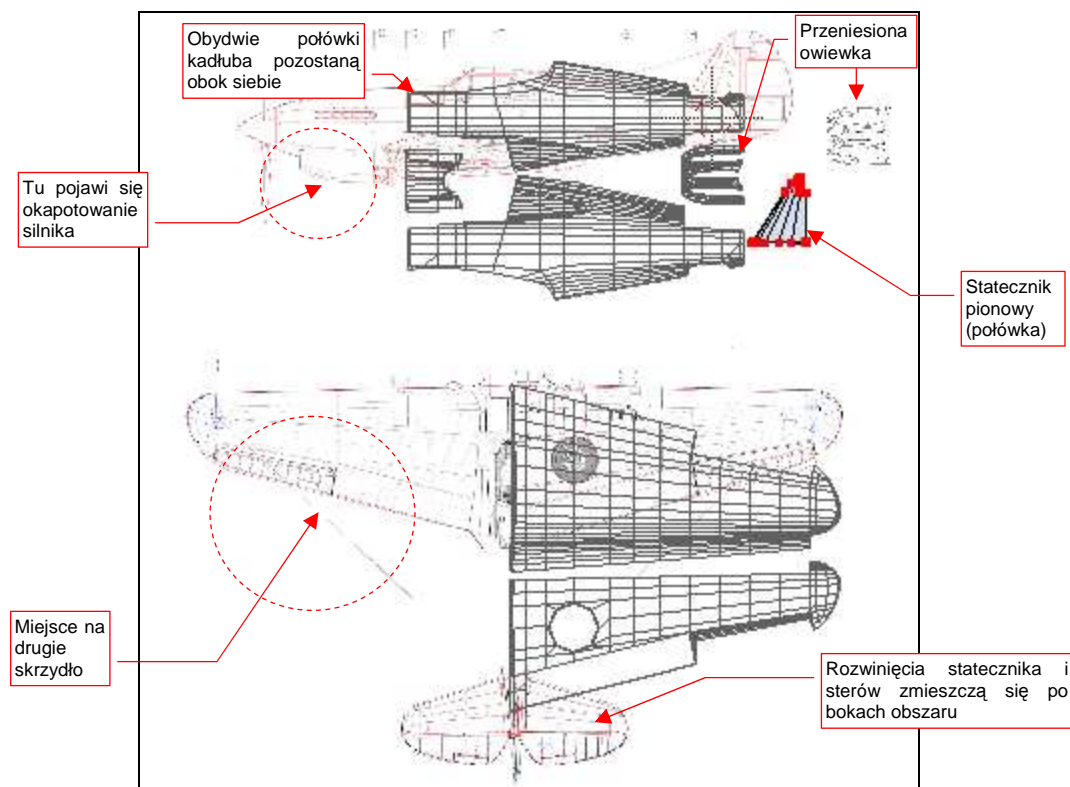


Rysunek 6.5.10 Poprawianie deformacji wzdłuż szwu na boku kadłuba.

Ta deformacja to odsunięcie linii podziału paneli, widocznej na obrazie, od tego, co widać na siatce (Rysunek 6.5.10a). To inny rodzaj zniekształcenia. Tak się szczęśliwie składa, że akurat ten fragment zewnętrznej powłoki jest niemal płaski, więc możesz przeciwdziałać poprzez wyostroszenie wybranych krawędzi. Zwiększenie ostrości (*cearse*) linii szwu i dwóch sąsiednich krawędzi do 1.0 skutecznie wyeliminowało to zniekształcenie (Rysunek 6.5.10b). (Zwróć uwagę szczególnie na wyostroszone krawędzie, nie należące do linii szwu — z tyłu większa, z przodu bardzo mała).

Główna część kadłuba już jest rozwinięta. Choć jeszcze w zeszłej sekcji planowałem to inaczej, proponuję pozostawić rozwinięcia tych dwóch połówek kadłuba obok siebie. Z przodu dodamy za chwilę rozwinięcie maski silnika. Takie położenie ułatwi np. malowanie plam kamuflażu. W związku z tym trzeba rozmieścić trochę inaczej pozostałe siatki na naszym rozwinięciu¹.

Wcześniej na ich rozwinięciach pozostaw w oknie *UV/Image Editor* ten sam obraz — *reference.png*. Upewnij się także, że w edytorze UV masz włączone *View Properties:Other Objs* (por. str. 336, Rysunek 6.4.19). Zaznacz w oknie *3D View* obiekty, których siatki mamy już rozwinięte. Na razie to lewe skrzydło, kadłub, statecznik pionowy i owiewka usterzenia. Jeżeli tego nie zrobisz, nigdy nie zobaczysz ich razem. Następnie przejdź do edycji ostatniego spośród wskazanych obiektów (jest to obiekt aktywny). Gdy to zrobisz, w oknie *UV/Image Editor* zobaczysz obok siebie wszystkie siatki (Rysunek 6.5.11):



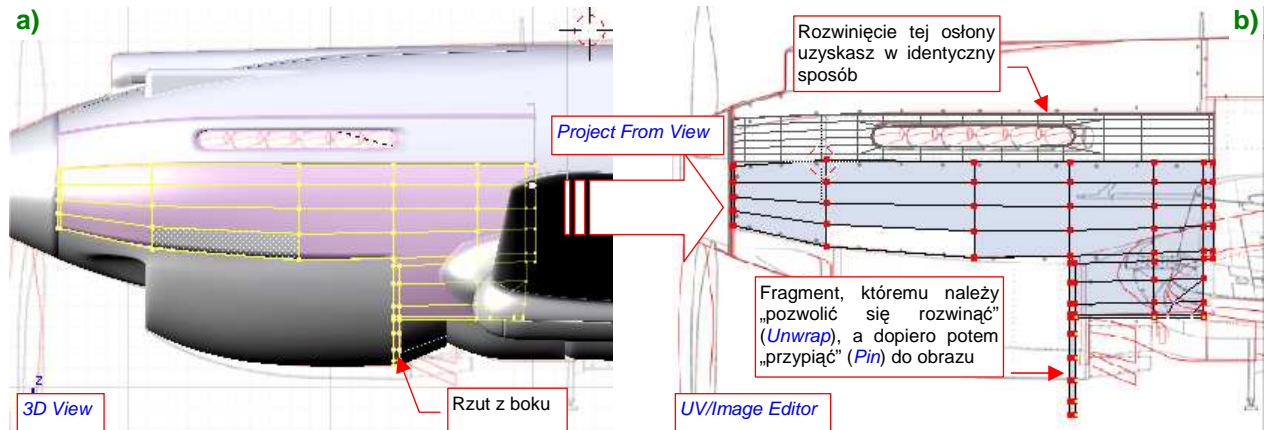
Rysunek 6.5.11 Nowe rozłożenie siatek na wspólnej powierzchni UV.

Wybierz do edycji w UV siatkę płata i przesuń ją do dołu — nie musimy tam już rezerwować miejsca na drugą część kadłuba. Rozwinięcie drugiego płata wstawimy później, po lewej stronie. Pomiedzy połówkami kadłuba wstaw owiewkę usterzenia. (Nie wiem, czy to ma jakieś praktyczne uzasadnienie, ale staram się umieścić na rozwinięciu UV blisko siebie siatki elementów, które w 3D są połączone). Na rysunku pozostał „cień” po innym, naniesionym w Inkscape położeniu tego elementu. To nic nie szkodzi, wszystkie takie fragmenty przeniesiemy potem w nowe miejsce. W pobliżu umieść także rozwinięcie statecznika pionowego (drugą połówkę dodamy później).

Przestrzeni jest jeszcze dużo, starczy miejsca i na drugie skrzydło, i na rozwinięcia stateczników i sterów („upchnięte” gdzieś po bokach). Gdy do końca zapełnimy ten obszar siatkami, przeniesiemy obrazy ich rozwinięć do Inkscape (*skin.svg*). Tam jeszcze dopasujemy do nich położenie planów i naniesimy na nie elementy mapy nierówności.

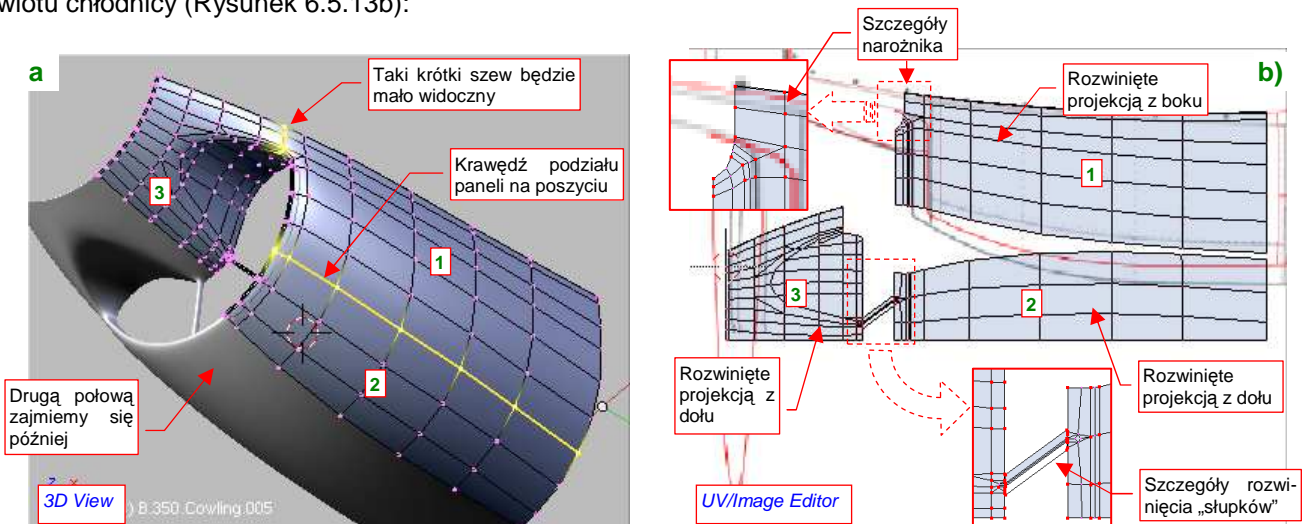
¹ Zdecydowałem się nie udawać, że w jakimś ataku jasnowidzenia od razu rozmieściłem wszystkie rozwinięcia siatek we właściwych miejscach powierzchni UV. Zamiast tego uczciwie przedstawię, jak powoli, krok po kroku, ustala się wzajemne położenie elementów w ograniczonym obszarze. Z tym rozmieszczaniem nie ma co czekać — im więcej siatek będziesz miał za jednym zamachem do przesunięcia, tym więcej czasu stracisz na ich wzajemne dopasowywanie. (Czas rośnie proporcjonalnie do kwadratu liczby siatek).

Czas zająć się maską silnika. Rozwinięcie dwóch bocznych paneli jest proste — *Project From View* z rzutu z boku (Rysunek 6.5.12a). Rezultat zmniejsz do odpowiedniej skali i wpasuj w sylwetkę samolotu (Rysunek 6.5.12b):



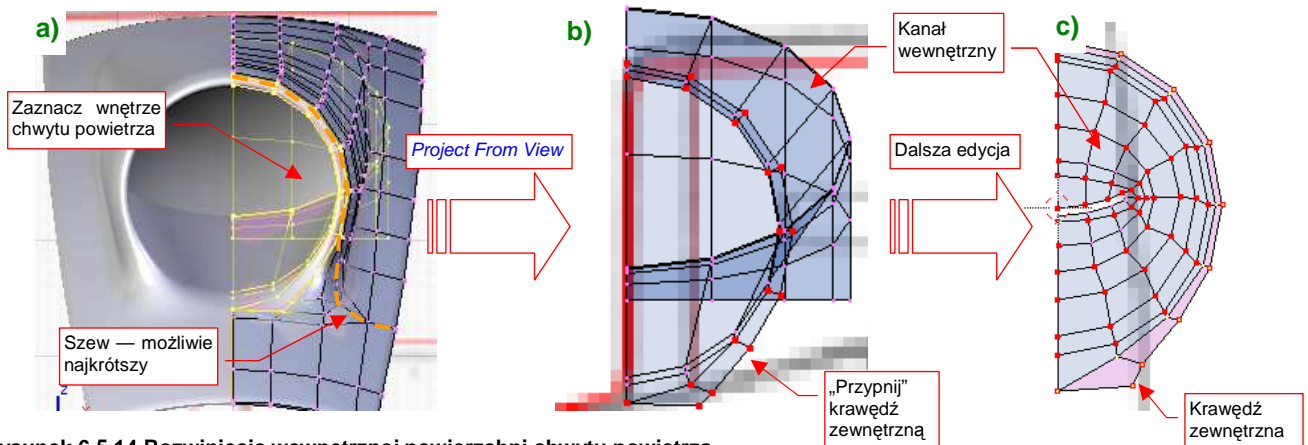
Rysunek 6.5.12 Rozwinięcie bocznych segmentów okapotowania silnika.

Rozwinięcie osłony chłodnic jest trudniejsze. Proponuję podzielić ją na trzy obszary, wzdłuż połączenia blach w dolnej części powłoki (Rysunek 6.5.13a). Obszar 1 rozwiń (*Project From View*) w oparciu o projekcję z boku, a obszary 2, 3 — w oparciu o projekcję z dołu. Wyprostuj centralną krawędź (dokleimy do niej potem rozwinięcie drugiej, symetrycznej połówki). Na koniec przesunij do przodu obszar 3, aby bardziej wyróżnić słupki podziału wlotu chłodnicy (Rysunek 6.5.13b):



Rysunek 6.5.13 Rozwinięcie osłony chłodnic cieczy.

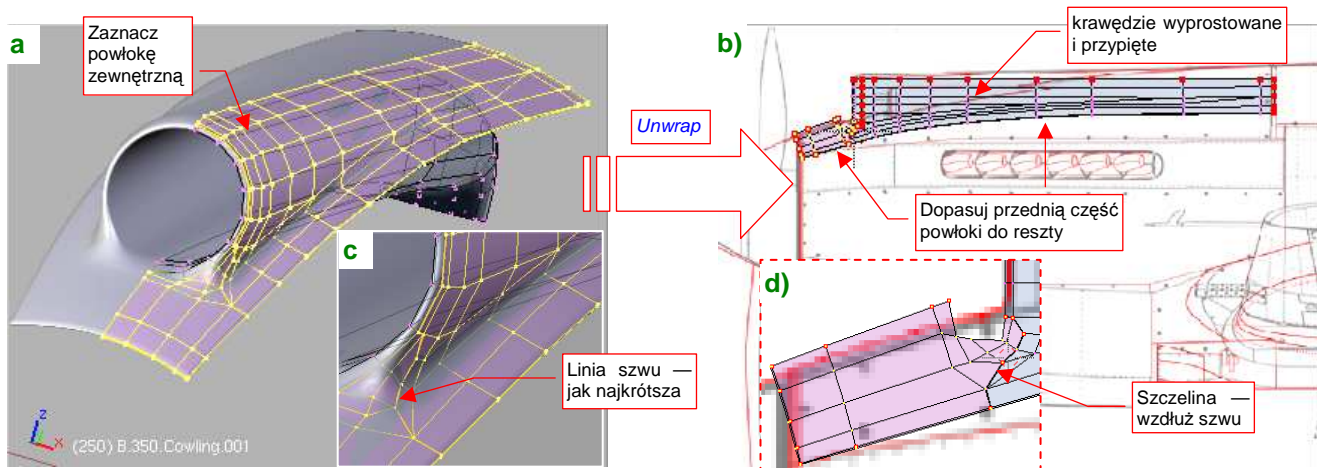
Rozwinięcie panelu z chwytem powietrza rozpocznij od kanału i jego krawędzi (Rysunek 6.5.14):



Rysunek 6.5.14 Rozwinięcie wewnętrznej powierzchni chwytu powietrza.

Zaznacz w rzucie z przodu kanał chwytu powietrza do gaźnika, i wywołaj polecenie *Project From View* (Rysunek 6.5.14a). „Przypnij” do rysunku wierzchołki okrągłej krawędzi chwytu powietrza (Rysunek 6.5.14b). Potem kolejno przypinaj i zmniejszaj kolejne wręgi kanału, by wypełniły przestrzeń wewnątrz krawędzi chwytu (Rysunek 6.5.14c). Wystąpi tam ogromna deformacja obrazu tekstury, ale nie ma się co przejmować — to miejsce bardzo mało widoczne.

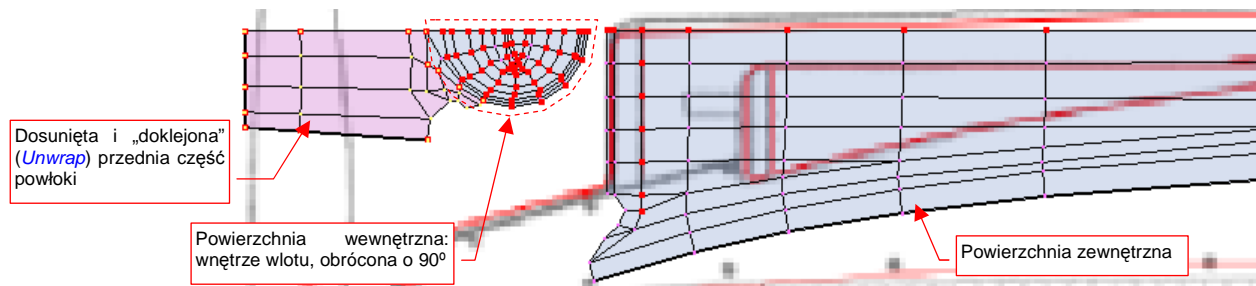
Nanieś na siatkę szwy. Poprowadź je wzdłuż krawędzi chwytu powietrza, możliwie najkrótszą drogą do krawędzi (Rysunek 6.5.15a, Rysunek 6.5.15a,c). Następnie zaznacz i rozwiń powłokę zewnętrzną (*UV Unwrap* → *Unwrap*) (Rysunek 6.5.15) :



Rysunek 6.5.15 Rozwinięcie zewnętrznej powierzchni chwytu powietrza.

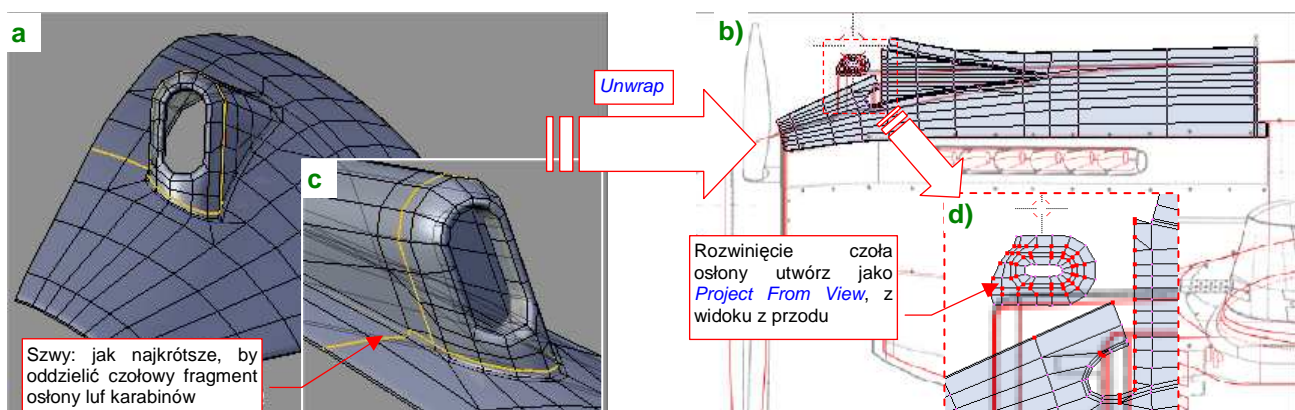
Rozwinięcie zewnętrznej powłoki chwytu uległo podziałowi wzdłuż szwy, na dwie części: przednią i tylną. Zmień rozmiar tych fragmentów, dopasowując je do planów i do siebie nawzajem (Rysunek 6.5.15b,d). Następnie wyprostuj i przypnij do obrazu ważniejsze linie rozwinięcia.

Na koniec pozostaje złożyć razem rozwinięcia obydwu powłok: wewnętrznej i zewnętrznej (Rysunek 6.5.16):



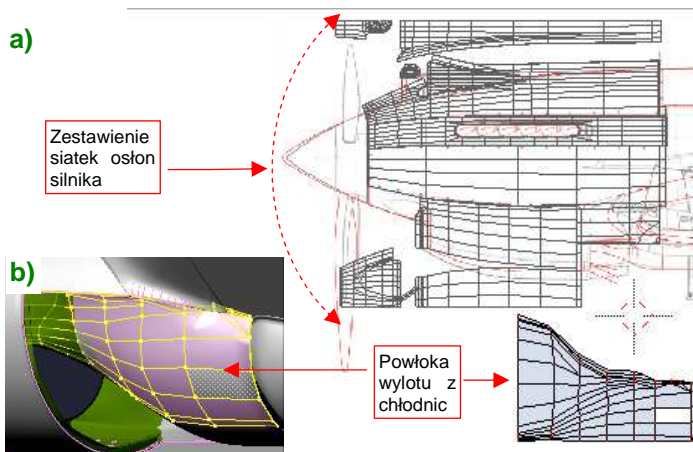
Rysunek 6.5.16 Złożenie obydwu powierzchni chwytu powietrza.

W podobny sposób należy rozwinąć panele z wytłoczeniami na lufy karabinów maszynowych (Rysunek 6.5.17) :

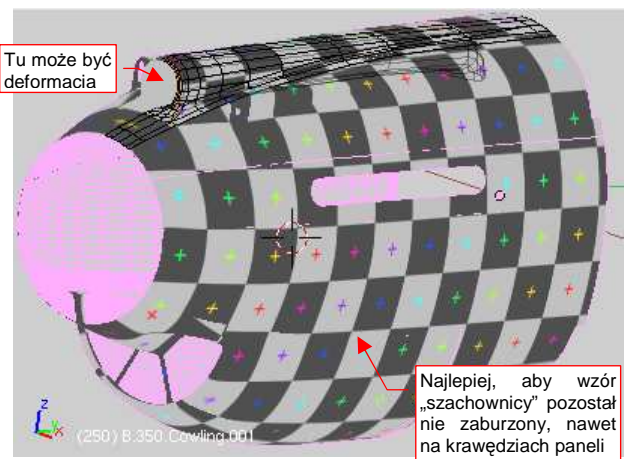


Rysunek 6.5.17 Rozwinięcie panelu z wytłoczeniem na lufy km.

Wszystkie siatki osłon silnika są już rozwinięte. Zaznacz je wszystkie i ustaw obok siebie (Rysunek 6.5.18a) :



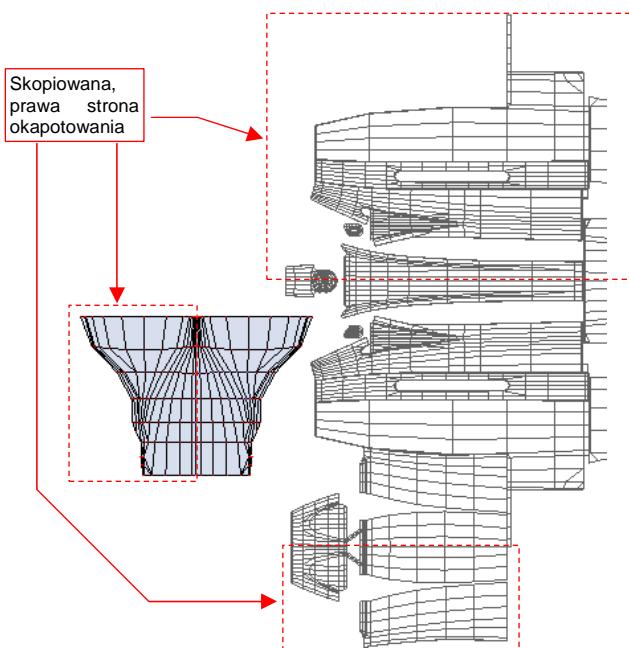
Rysunek 6.5.18 Złożenie siatek pokrywy silnika



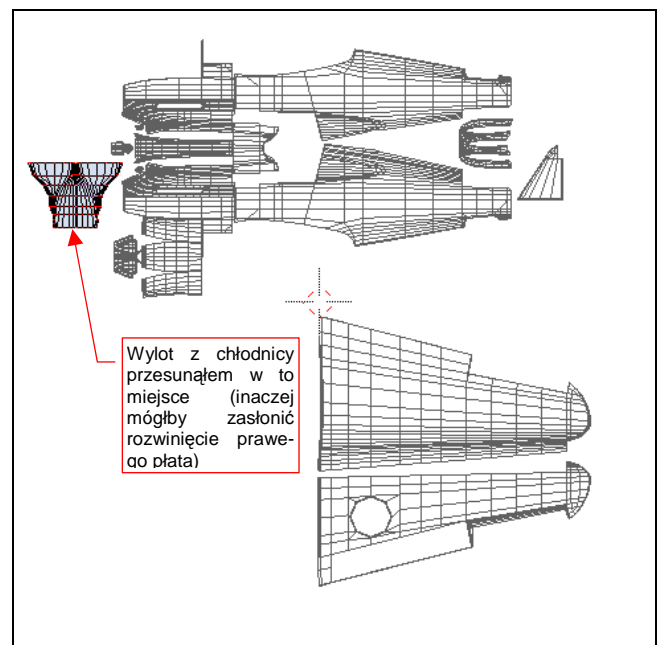
Rysunek 6.5.19 Wyszukiwanie deformacji obrazu tekstury

Do okapotowania silnika można zaliczyć także wylot z tuneli chłodnic cieczy. Dodaj do rozwinięcia i tę powierzchnię (Rysunek 6.5.18b), choć trudno właściwie ją jednoznacznie zakwalifikować jako powłokę zewnętrzną. Potem przypisz wszystkim siatkom obraz testowy i sprawdź, czy gdzieś nie ma jakichś poważnych deformacji (Rysunek 6.5.19). Najlepiej, aby wzór „szachownicy” nie był zaburzony na całej powierzchni nosa samolotu, nawet na krawędziach paneli. Wystarczy poświęcić na to chwilę, aby potem łatwiej nakładać na model rysunek ze wszystkimi szczegółami. Oczywiście, nie przejmuj się zbytnio wnętrzem tunelu chwytu powietrza do sprężarki — tam deformacja być musi.

Po uważnym przejrzaniu rozkładu obraz testowego i naniesieniu na rozwinięcie UV drobnych poprawek, można skopiować je w drugą, symetryczną część osłony (Rysunek 6.5.20):



Rysunek 6.5.20 Pełne rozwinięcie osłon silnika

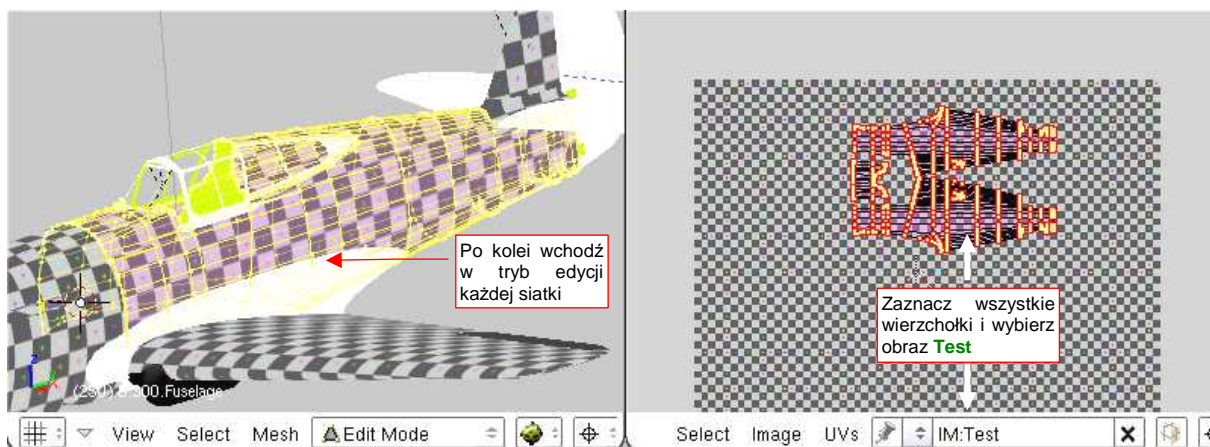


Rysunek 6.5.21 Wszystkie rozwinięte dotychczas siatki

Generalnie oznacza to usunięcie ze wszystkich siatek **B.350.*** modyfikatora *Mirror*. W przypadku panelu z chwytem powietrza do sprężarki (**B.350.Cowling.001**), osłon chłodnic cieczy (**B.350.Cowling.005**) i ich wylotu (**B.352.CoolerDuct.004**) modyfikator zniknie w wyniku utrwalenia (*Apply*). Pozostałe fragmenty skopiuj i przenieś (transformacją *Mirror* — **Ctrl-M**) na prawą stronę samolotu. W nazwach kopii zastąp litery **L** literami **R** — np. lustrzanym odbiciem **B.350.L.Cowling.002** po prawej stronie będzie **B.350.R.Cowling.002**.

Zwróć uwagę, że w trakcie pracy nad rozwinięciem UV często przełączasz się pomiędzy dwoma obrazami: planów samolotu (*reference.png*) i testową „szachownicą”. Gdybyś tylko musiał zmieniać pojedynczą siatkę, nie byłoby to kłopotem. Tak jednak nie jest — dopasowując rozwinięcie do planów samolotu, dopasowujemy je do innych, rozwiniętych wcześniej powłok. Podobnie, gdy szukamy deformacji obrazu na testowej „szachownicy”, przypisujemy ją nie tylko do edytowanej siatki, ale także do siatek sąsiednich (por. str. 345). Im więcej rozwinięć już mamy przypisanych, tym więcej robi się pracy z tym przełączaniem. (Trzeba dla każdego obiektu włączyć w tryb edycji, zaznaczyć wszystkie wierzchołki siatki, i zmienić obraz w *UV/Image Editor*).

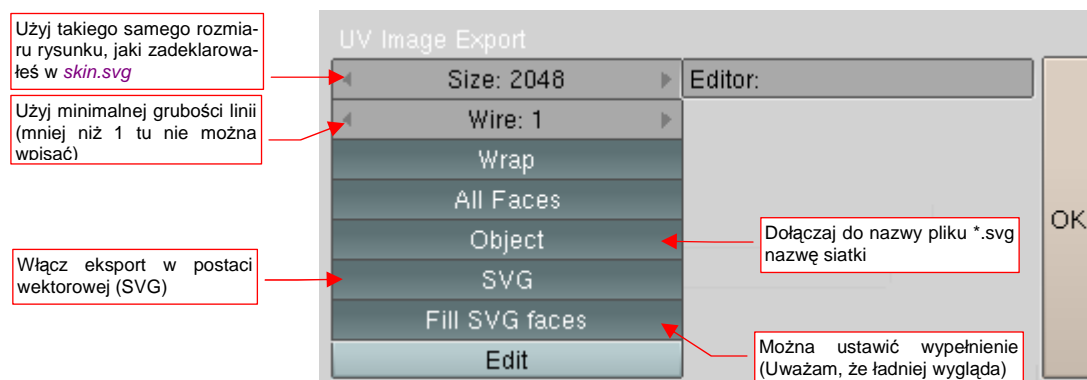
Zamiast tak się męczyć, tło pod rozwinięciem UV można przełączać w inny sposób: niech z punktu widzenia Blendera będzie to ciągle ten sam obraz. Utwórz nowe tło typu *UV Test Grid*, np. o rozmiarach 2048x2048. Nazwij je **Test** i zapisz (*Image→Save As*) do pliku o nazwie *UVGrid.png*. Przypiszmy je „raz a dobrze” do wszystkich rozwiniętych siatek (Rysunek 6.5.22):



Rysunek 6.5.22 Przypisanie siatek do obrazu **Test**

Aby przełączyć we wszystkich siatkach tło z „szachownicy” na plany (albo odwrotnie), wystarczy zmienić zawartość, przypisaną do obrazu **Test**. „Zmiana zawartości” w istocie oznacza po prostu przypisanie pod nazwę tego obrazu innego pliku. Służy do tego polecenie *Image→Replace*. Wywołujesz je, wskazujesz Blenderowi plik z nową zawartością, i po sprawie!

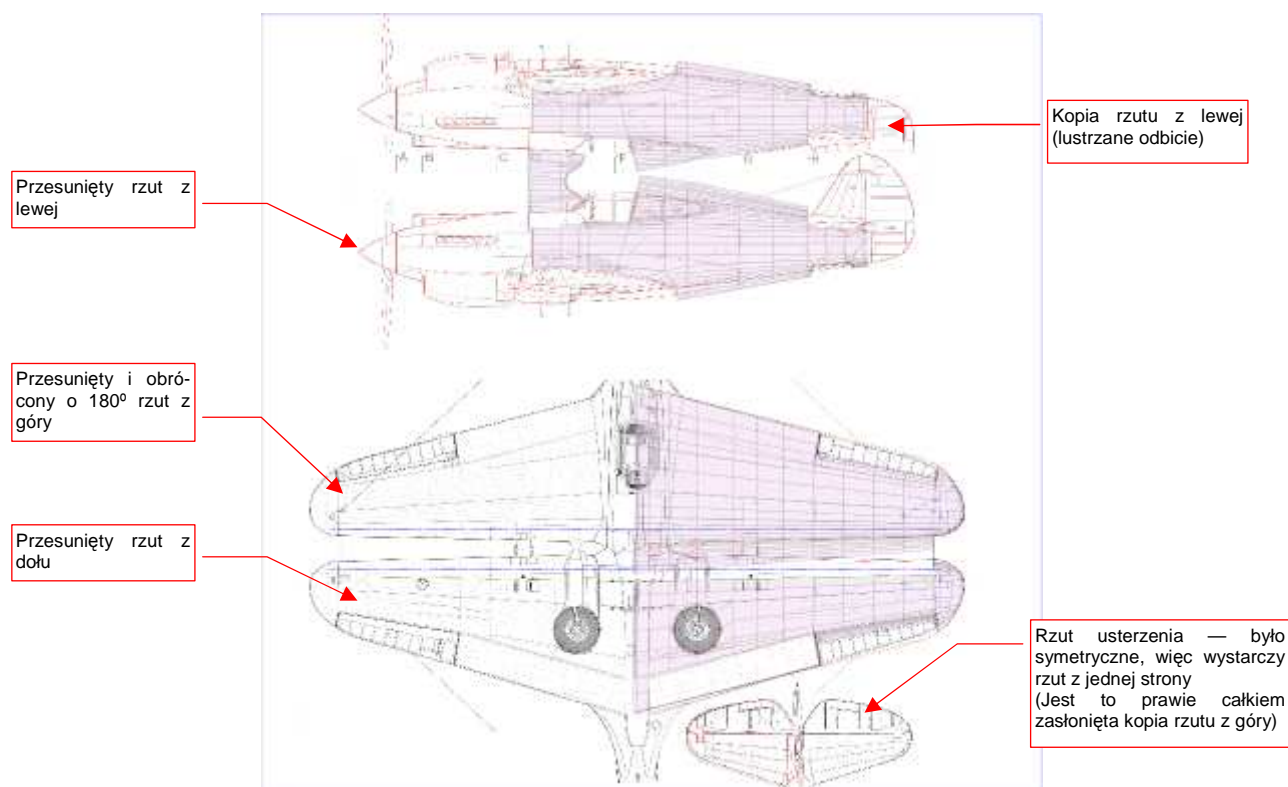
Przy okazji, skoro już musisz otwierać w edytorze UV kolejne rozwinięcia, wyeksportuj każde z nich do pliku (skrypcem *UVs→Scripts→Save UV Face Layout*). Tym razem nie będzie to plik rastrowy, a wektorowy — **.svg*. Rysunek 6.5.23 przedstawia przykładowe opcje eksportu:



Rysunek 6.5.23 Parametry eksportu rozwinięcia UV do pliku wektorowego

Wygenerowane w ten sposób pliki **.svg* możesz wczytać w Inkscape (poleceniem *File→Import*) do pliku *skin.svg*. (Więcej na ten temat — patrz str. 949). Będą nam bardzo potrzebne do dopasowania narysowanych w Inkscape linii nitów i krawędzi blach poszycia do rozwinięcia siatki.

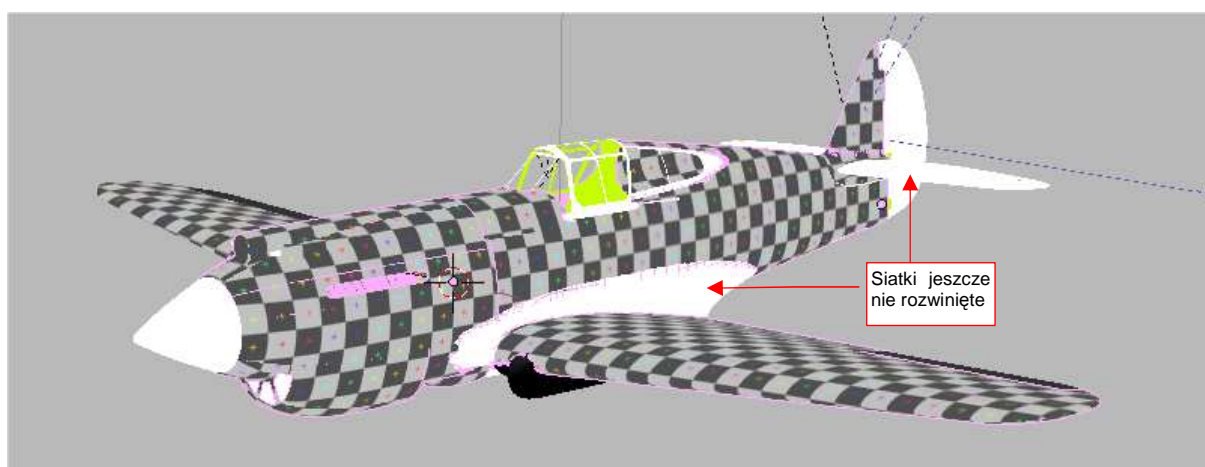
Po rozwinięciu kadłuba warto jest także zmienić po raz kolejny układ rysunków referencyjnych, aby plany znalazły się pod rozwiniętymi obszarami. (To ułatwi dalsze prace). Aby dopasować je do położenia rozwinięć UV, wczytaj do *skin.svg* przynajmniej rozwinięcia głównej części kadłuba i skrzydła (Rysunek 6.5.24):



Rysunek 6.5.24 Zmieniony układ rysunków referencyjnych.

Sylwetkę rzutu z prawej strony (pierwsza od góry) powinienem właściwie wczytać jako oddzielny plik. W sumie różniła się od rzutu z lewej tylko brakiem luku bagażnika. Poszedłem trochę „na skróty” i zdecydowałem się użyć w tym charakterze lustrzanego odbicia rzutu z lewej. Będziemy tylko musieli pamiętać, że z prawej strony luku nie było.

W tej i poprzedniej sekcji udało się nam rozwinąć znaczną część powierzchni samolotu (Rysunek 6.5.25):



Rysunek 6.5.25 Złożenie dotychczas rozwiniętych siatek.

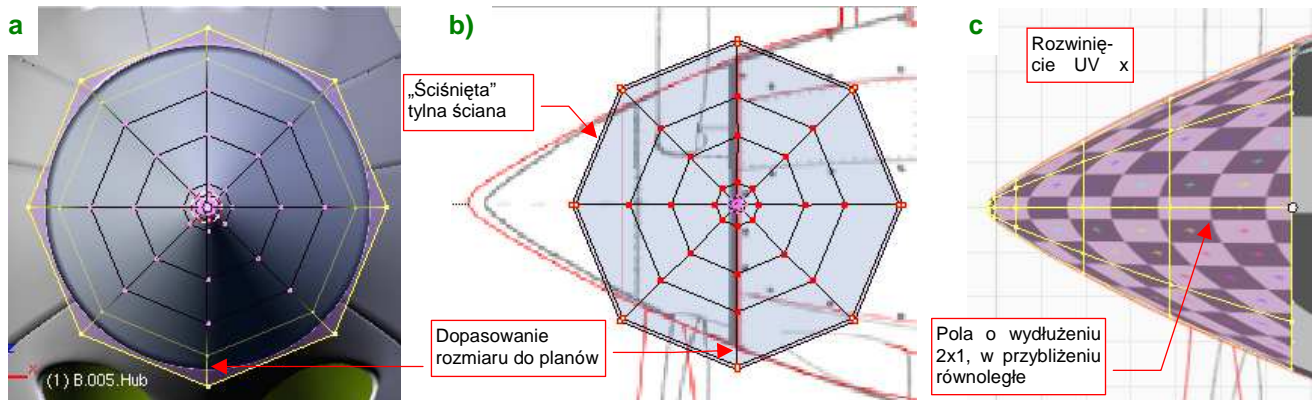
Pozostało jednak jeszcze wiele większych i mniejszych drobiazgów (na ilustracji mają jednolity kolor biały lub czarny). Ich rozwinięcia nie są specjalnie skomplikowane. Omówimy je pobieżnie w następnej sekcji.

Podsumownie

- Prawie całe rozwinięcie kadłuba powstaje w oparciu o projekcję z boku (str. 338);
- Rozwijanie powierzchni zmusza do tworzenia kopii symetrycznych części — np. prawej i lewej strony kadłuba. Zazwyczaj odbywa się to poprzez „utrwalanie” ([Apply](#)) modyfikatorów [Mirror](#). (str. 339, 340). Czasami wiąże się z kopiowaniem siatek i obiektów (str. 345);
- Szwy rozwinięcia kadłuba staraj się umieścić wzdłuż krawędzi oryginalnych paneli poszycia (str. 339);
- Siatki głębokich tuneli, jak np. chwytu powietrza, można „ścisnąć” wewnątrz obramowania wlotu (str. 343). Wystąpi tam ogromna deformacja obrazu na siatce, ale zazwyczaj w takich miejscach to nie przeszkadza.
- Panele z głębokimi wytłoczeniami dziel jak najkrótszym szwem na dwie części: tunel otworu wraz z obramowaniem i całą resztę (str. 343, 344). Obramowanie wraz z tunelem zazwyczaj najlepiej jest rozwinąć projekcją z przodu, a resztę — projekcją ogólną ([Unwrap](#));
- Najmniej kłopotliwą metodą zmiany tła (we wszystkich siatkach równocześnie) jest zmiana zawartości (ścieżki do pliku), do którego jest przypisany obraz (str. 346). W ten sposób możesz się szybko przełączać pomiędzy planami samolotu a testową „szachownicą” ([UV Test Grid](#));
- Podczas rozwijania kadłuba i płatów następują kolejne „iteracje”, dopasowującą plany samolotu na rysunku referencyjnym do rozwinięcia głównych siatek (str. 347);

6.6 Rozwinięcie UV pozostałych powierzchni

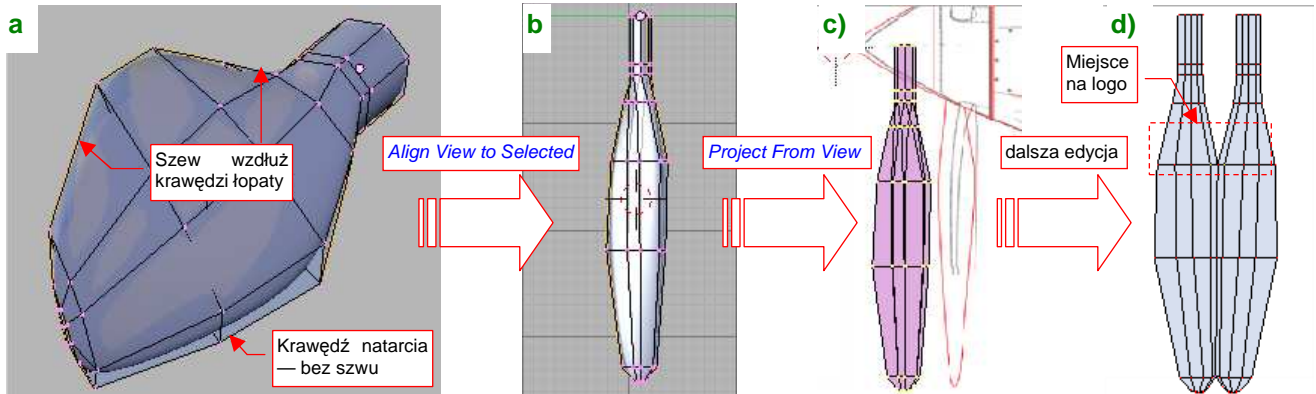
W tej sekcji pobieżnie omówię różne szczegóły związane z rozwijaniem powierzchni w UV. Zaczniemy od kołpaka śmigła. Szwy w tym miejscu mogą czasami popsuć realizm modelu. Lepiej rozwiń jego wierzchołki w UV jako koncentryczne okręgi (projekcją z przodu — Rysunek 6.6.1a,b) .



Rysunek 6.6.1 Rozwinięcie kołpaka śmigła.

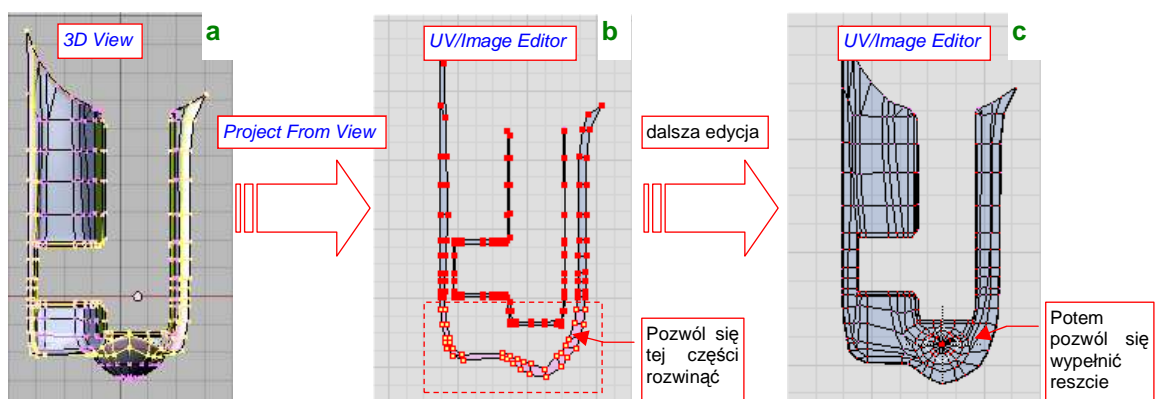
Aby nie stracić na dokładności rysunku nitów i śrub — powiększ znacznie jego rozwinięcie o jakąś równą skalę, np. 3 lub 4 razy (Rysunek 6.6.1c). Zapamiętaj ten współczynnik, abyś potem wiedział, o ile przeskalować odpowiednie obiekty w Inkscape. (Później okazało się, że to rozwinięcie wymaga małej poprawki — p. str. 363)

Rozwinięcie łopaty śmigła — pozostaw połączenie siatek wzdłuż krawędzi natarcia (por. Rysunek 6.6.2a,d) — była często obtarta z farby. Dopilnuj, aby podstawa nie miała specjalnej deformacji — w tym miejscu było na śmigle umieszczone logo producenta (Rysunek 6.6.2d) :



Rysunek 6.6.2 Rozwinięcie łopaty śmigła.

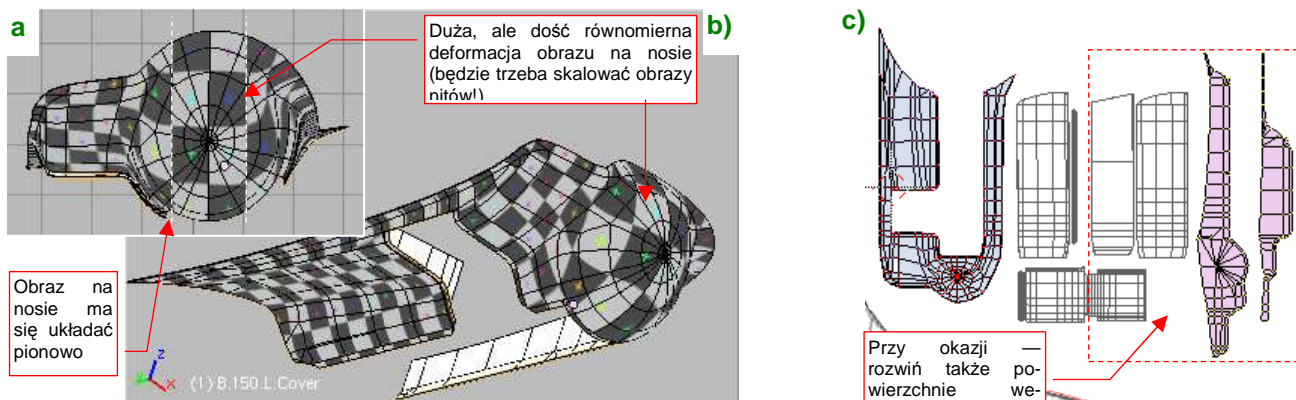
Owiewkę podwozia zacznij rozwijać od projekcji obramowania na płaszczyznę (Rysunek 6.6.3a) :



Rysunek 6.6.3 Rozwijanie owiewki podwozia.

Pozwól się potem rozwinąć (**E**) przedniej części obramowania — po czym je przypnij (Rysunek 6.6.3b). Potem zaznacz resztę zewnętrznej siatki i pozwól jej wypełnić wnętrze obramowania (kolejne **E**). Rysunek 6.6.3c pokazuje, jakie rozwinięcie powinieneś uzyskać (po kilku drobnych poprawkach).

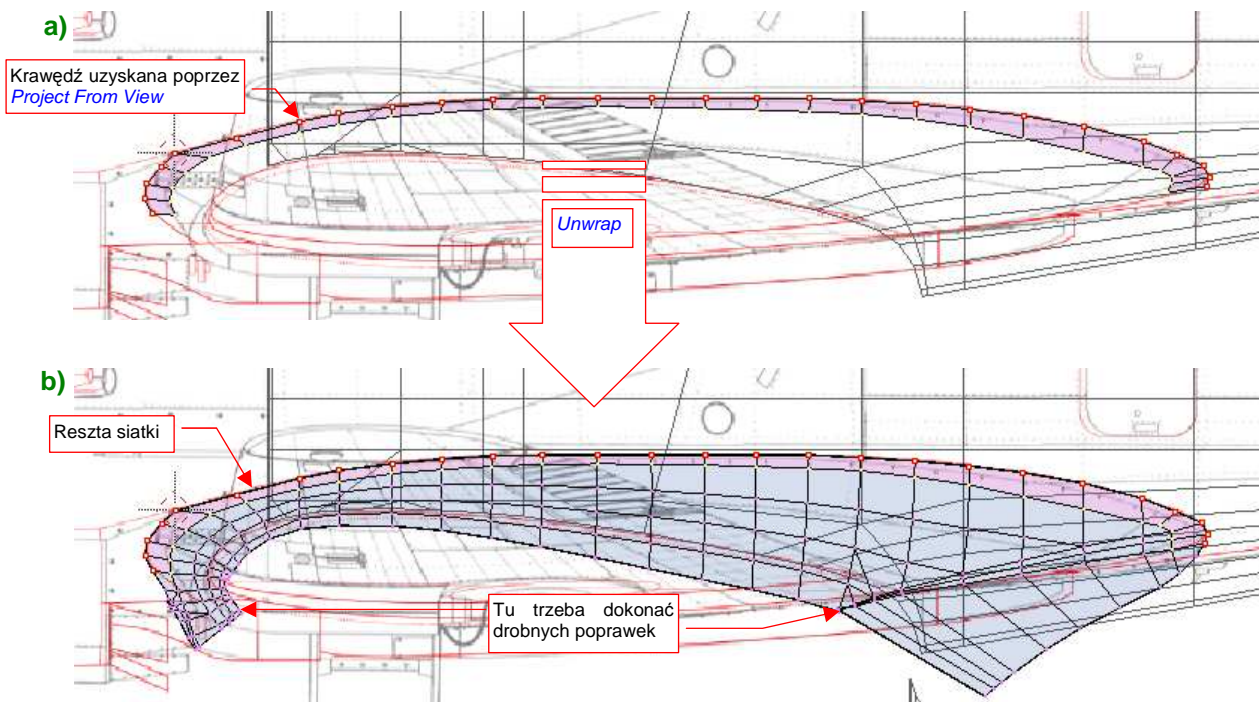
Rozwinięcie gondoli goleni podwozia starałem się wykonać tak, by żaden szew nie pojawił się na powierzchni. Doprowadziło to do powiększenia obrazu w części czołowej („jak na wygiętym kolanie” — Rysunek 6.6.4b). Taka jest cena kompromisów — w tym miejscu trzeba będzie zmniejszyć rozmiar nitów (poprzez zmianę skali). Na szczęście nie było ich tam za dużo. Możesz tylko dopilnować, aby powiększony fragment obrazu był równy (by linie podziału siatki się nie wyginały) i możliwe jednorodny (Rysunek 6.6.4a). (Potem okazało się, że na tym rozwinięciu są kłopoty z odwzorowaniem połączenia trzech paneli — p. str. 364):



Rysunek 6.6.4 Szczegóły rozwinięcia owiewki podwozia.

Rozwiń także ruchome części owiewki, ich osie, oraz powierzchnie wewnętrzne (Rysunek 6.6.4c). Powierzchnie wewnętrzne można by było przygotować nieco później, ale zawsze lepiej jest rozwinąć od razu całą siatkę. (Inaczej może Cię zaskoczyć jakąś zapomnianą krawędzią bez szwu, psującą całe rozwinięcie).

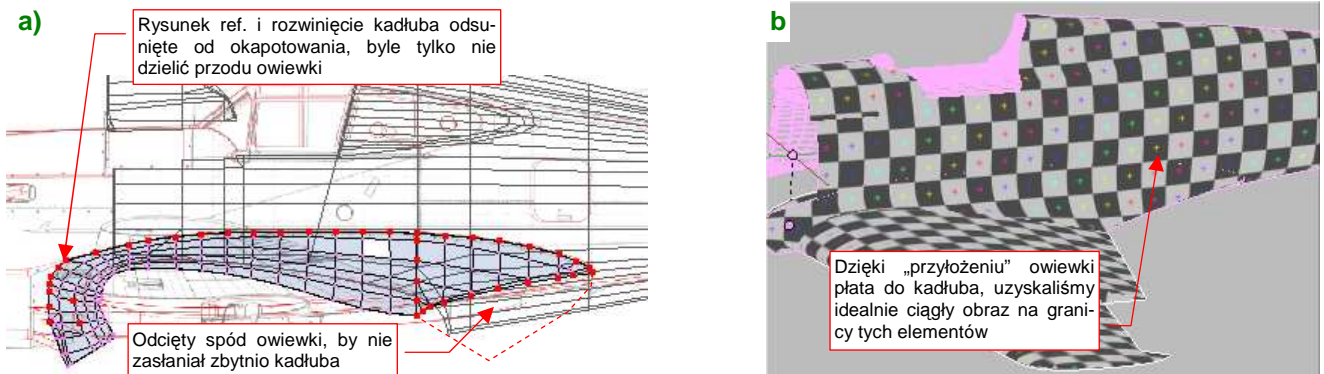
Rozwinięcie oprofilowania pomiędzy skrzydłem i kadłubem rozpocznij od projekcji (*Project From View*) i przypięcia do rzutu z boku jego górnej krawędzi (Rysunek 6.6.5a) :



Rysunek 6.6.5 Szczegóły rozwinięcia owiewki płata.

Potem wywołaj polecenie *Unwrap* (**E**), aby cała reszta siatki wypełniła przygotowane w ten sposób obramowanie (Rysunek 6.6.5b).

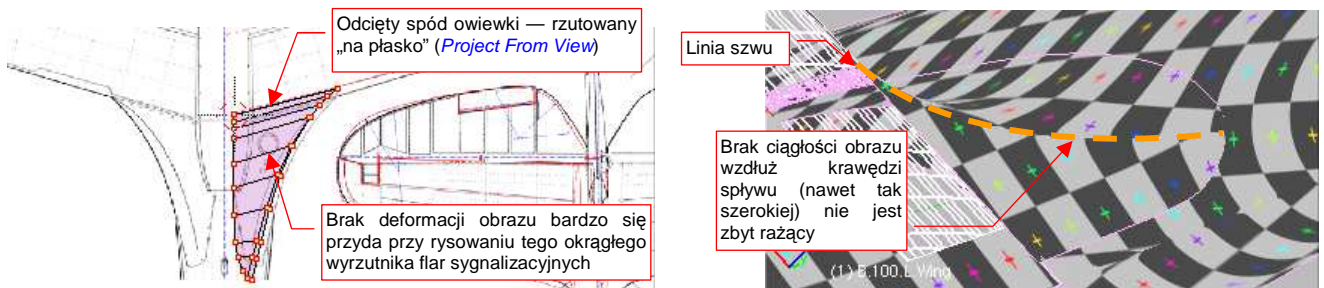
P-40 miał, podobnie jak Spitfire, bardzo dużą owiewkę pomiędzy skrzydłem i kadłubem. Gdyby umieścić ją na rozwinięciu gdzieś z boku — czekałaby Cię podwójna robota uzgadniania różnych ciągłych elementów obrazu tekstury, np. granic plam kamuflażu. Taką owiewkę lepiej ustawić przy jednym z elementów, które łączy, aby do uzgadniania pozostała tylko jedna, „wolna”, krawędź. Do czego ją „przyłożyć”: skrzydła czy kadłuba? Proponuję bardzo starannie dopasować to oprofilowanie do rozwinięcia kadłuba (Rysunek 6.6.6b), by mogły o nie swobodnie „zahaczyć” brzegi znaków rozpoznawczych lub numerów taktycznych. W większości scen lepiej jest widoczny kadłub. Obraz na górnej powierzchni płata, wypadnie nam uzgadniać z obrazem na krawędzi owiewki.



Rysunek 6.6.6 Owiewka płata — część górna i przednia.

Przód owiewki pozostaw przyłączony do reszty powłoki (Rysunek 6.6.6a). W imię zachowania ciągłości tego elementu odsuniemy od kadłuba całe okapotowanie silnika, aby zrobić dla tego fragmentu miejsce. (Barwy na krawędziach okapotowania mogą być nieciągłe — każdy panel jest zamodelowany oddzielnie. Co innego na połączeniu oprofilowania płata i kadłuba!).

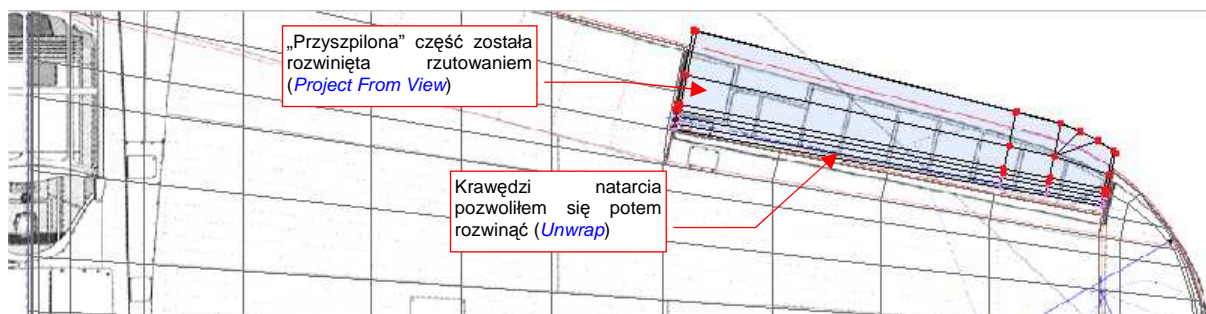
Jedynym elementem owiewki, który możemy oddzielić, jest spód jej tylnej części. Oznacz na niej szwem przedłużenie krawędzi spływu płata (Rysunek 6.6.7b):



Rysunek 6.6.7 Owiewka płata — część dolna.

Oddzielony w ten sposób fragment rozwin przez proste rzutowanie (*Project From View*, z dołu) i ustaw przy krawędzi spływu dolnej powierzchni skrzydła.

Lotkę podziel szwem na powierzchnię górną i dolną. Po rozwinięciu umieść, nieco odsuniętą, w pobliżu miejsca gdzie jest zamocowana (Rysunek 6.6.8) :



Rysunek 6.6.8 Lotka — rozwinięcie górnej powierzchni.

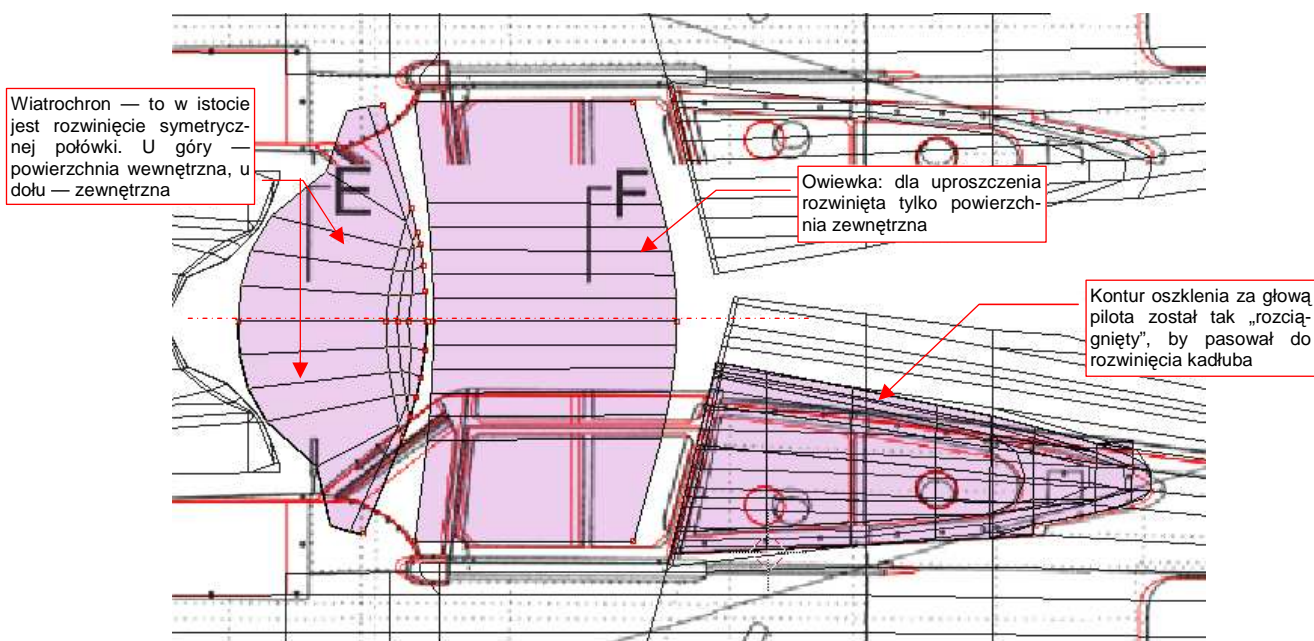
Dolną powierzchnię lotki (wraz z krańcowymi żebrami) umieść w pobliżu wneli na dolnej powierzchni plata (Rysunek 6.6.9) :



Rysunek 6.6.9 Lotka i kłapa — ułożenie wzdłuż dolnej powierzchni plata.

Kłapę także rozwiń poprzez projekcję z dołu, i po prostu umieść w otworze, jaki istniał w rozwinięciu (Rysunek 6.6.9). Nie ma sensu nawet „odwijać” jej brzegów — te same nity tekstury będą widoczne z obydwu stron, tak jak w oryginale.

Choć elementy kabiny pilota w P-40 nie są specjalnie skomplikowane, ich rozwinięcie w przestrzeni UV zajmie trochę czasu. Zaczynij od rozwinięcia samych powierzchni szkła organicznego (Rysunek 6.6.10) :



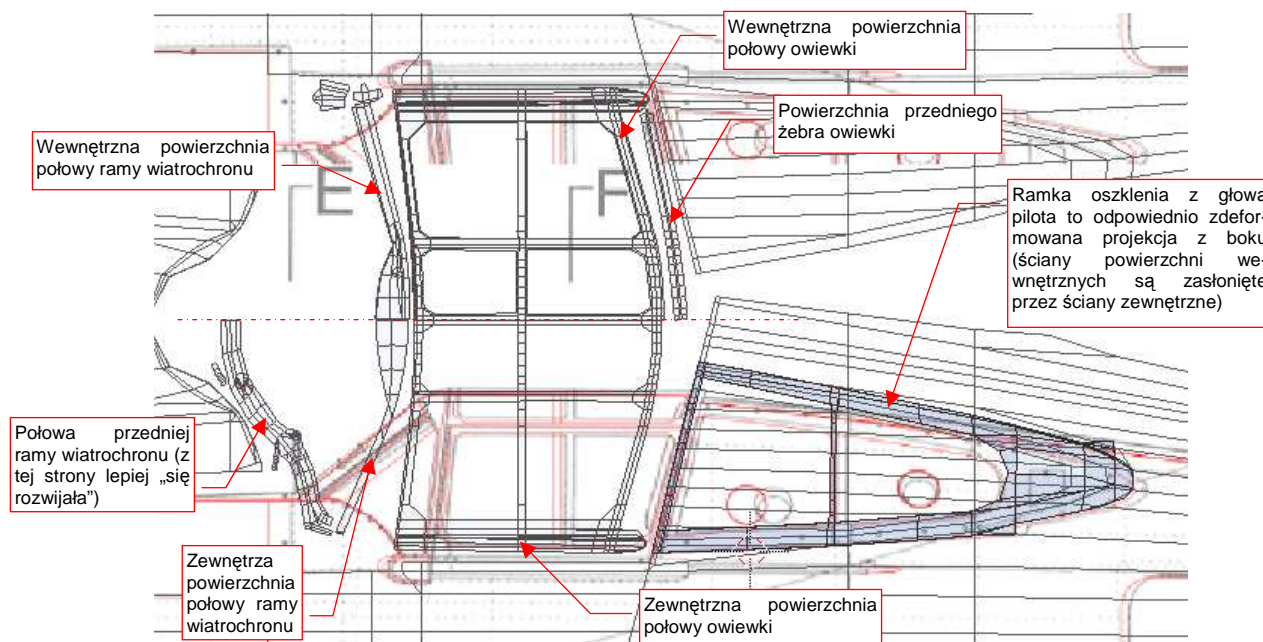
Rysunek 6.6.10 Rozwinięcie przejrzystych powierzchni kabiny — przygotowanie do rozwinięcia ramek.

Co prawda do tych powierzchni jest przypisany inny materiał — **B.Glass.Canopy** (por. str. 281). W tym materiale, o ile będziemy wykorzystywać tekstury, to będą to inne obrazy niż te, na podstawowym materiale poszycia (**B.Skin.Camuflage**). Szklane powłoki kabiny mają zazwyczaj nieskomplikowane siatki. Stosunkowo łatwo je rozwinąć w UV. Ich kontury posłużą jako wzorec podczas rozwijania bardziej złożonych siatek ramek. Umieść je na płaszczyźnie UV tam, gdzie chcesz później ulokować rozwinięcie ramki.

Od razu podczas rozwijania „szkła” napotkasz na problem: ich powłoki składają się w istocie z dwóch powierzchni: wewnętrznej i zewnętrznej — bo nadaliśmy mu grubość (por. np. str. 203, Rysunek 4.14.13b). Oznacz krawędzie powierzchni zewnętrznej jako szew. W związku z tym, że potrzebujemy tych rozwinięć tylko do celów „referencyjnych”, możesz „rozplaszczyc” wyłącznie powierzchnie zewnętrzne. (Choć oczywiście, dobrze jest poprawnie rozwinąć także powierzchnie wewnętrzne — będą już gotowe na przyszłość).

Siatki ramek kabiny nie wydają się specjalnie trudne do rozwinięcia. Nic jednak bardziej mylnego! Duża liczba ścian schodzących się często po kątem ostrym, oraz grubość, nadana powłoce, bardzo utrudniają zastosowanie wszelkich „automatów” Blendera. Dlatego właśnie tak przydatny jest wzorzec, w postaci rozwiniętej powierzchni „szkła”. Pozwala podczas rozwijania ramek zorientować się w proporcjach poszczególnych ścian siatki.

Rysunek 6.6.11 przedstawia rozwinięcia ramek kabiny, po dopasowaniu do wzorcowych rozwinięć oszklenia:



Rysunek 6.6.11 Rozwinięcie ramek kabiny pilota.

Rozwinięcia należy zacząć od zaznaczenia szwu wzdłuż krawędzi powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych. Potem rozwijasz kolejne fragmenty siatki, „przypinając” stopniowo kluczowe punkty do powierzchni obrazu i pozwalając dopasować się reszcie. Do rozwiniętych wycinków dołączasz następne — poleceniami *Unwrap*. W ten sposób stopniowo uzyskujesz właściwy kształt. Z czasem nabierzesz wprawy w tworzeniu złożonego rozwinięcia za pomocą jak najmniejszej liczby „przypiętych” wierzchołków. W przypadku ramek wiatrochronu i owiewki zdecydowałem się pozostawić włączone modyfikatory symetrii (*Mirror*). Na takie „skrótów” można pójść, gdy wiesz, że nawet na samolotach pomalowanych w plamy kamuflażu ta część miała jednolity kolor¹. Rozwijanie połowy siatki jest prostsze niż uzgadnianie rozwinięcia całości — gdyż kierunek rozwinięcia ścian poleceniem *Unwrap* zależy od położenia w przestrzeni.

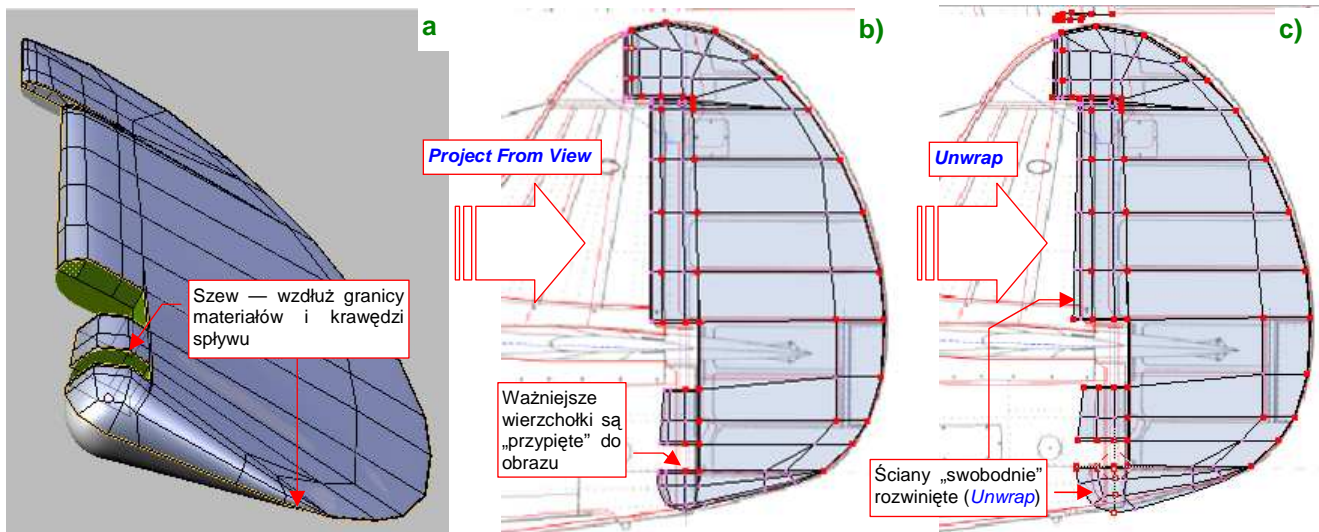
Na przykład — bardzo skomplikowany kształt przedniej ramy wiatrochronu zdecydowanie łatwiej było rozwijać po tej samej stronie samolotu, po której jest umieszczony „oryginał” (Rysunek 6.6.11, dolna połowa). Gdyby umieścić lustrzane odbicie tego rozwinięcia po stronie prawej (czyli w górnej połowie rozwinięcia, które pokazuje ilustracja), wszystkie ściany, które nie są „przypięte”, zawinęłyby się do wnętrza siatki. Fragment zamieniłby się w coś przypominającego spiralę DNA!

- Gdy uzyskasz w wyniku polecenia *Unwrap* jakieś bezładne „kłębowisko” ścian, nie przejmuj się: to się zdarza. Należy wtedy nanieść na siatkę — tam, gdzie można — dodatkowe szwy. Potem zacznij rozwijać ją etapami, zaczynając od fragmentu, którego rozwinięcie nie przysparza Blenderowi problemów. Potem starannie „przytnij” do obrazu wszystkie wierzchołki tego fragmentu, i pozwól się dopasować do nich następnym ścianom.

¹ Taka sytuacja jest, mimo pozorów, regułą, a nie wyjątkiem. Układ plam kamuflażu dobiera się tak często tak, by jak największa liczba części, malowanych podczas produkcji oddzielnie, miała jednolitą barwę.

Ramkę oszklenia za nagłówkiem pilota umieściłem ponad powierzchnią, którą zaślania (Rysunek 6.6.11). Jest to projekcja (*Project From View*) z rzutu z boku, trochę „rozciągnięta”, by była dopasowana do rozwinięcia kadłuba. W odróżnieniu od wiatrochronu i owiewki, powierzchnie wewnętrzne i zewnętrzne są tu nałożone na siebie. (I tak wewnętrzne są praktycznie niewidoczne). Choć ilustracja tego (dla uproszczenia) nie pokazuje, to prawa ramka ma oddzielną siatkę, o identycznym kształcie rozwinięcia UV, po prawej strony kadłuba. Tu nie można było pozostawić symetrii — podział barw kamuflażu biegł przez ten element (a także przez powierzchnię kadłuba pod oszkleniem).

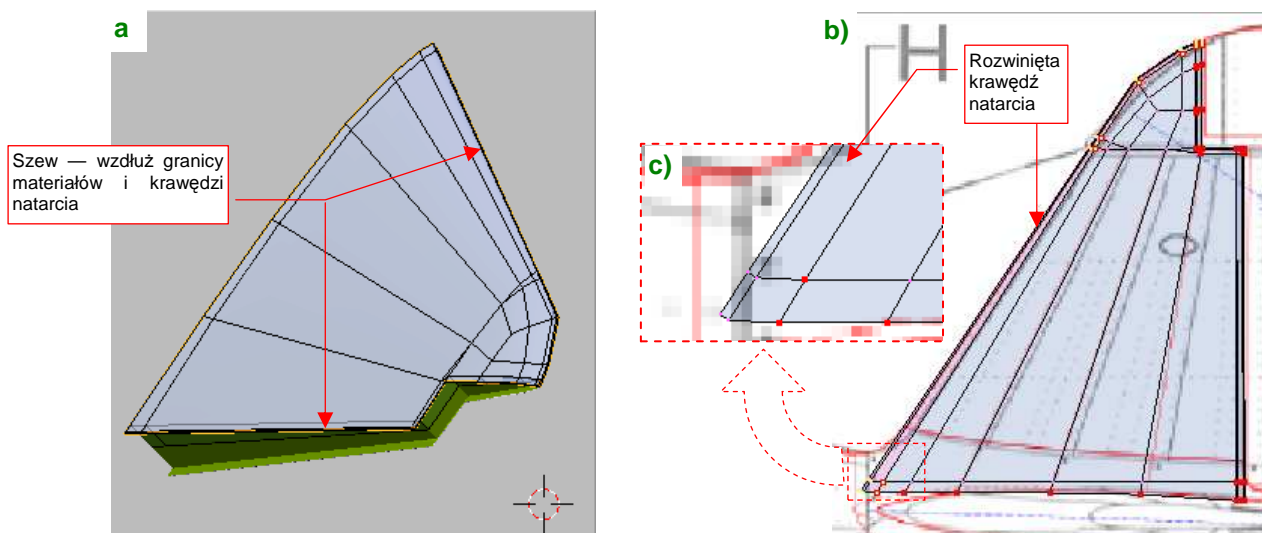
Czas zająć się kolejną częścią: sterem kierunku. To łatwe rozwinięcie. Najpierw nanieś szew na krawędź, leżącą na płaszczyźnie symetrii steru, oraz na granice materiałów (Rysunek 6.6.12a) :



Rysunek 6.6.12 Rozwinięcie steru kierunku.

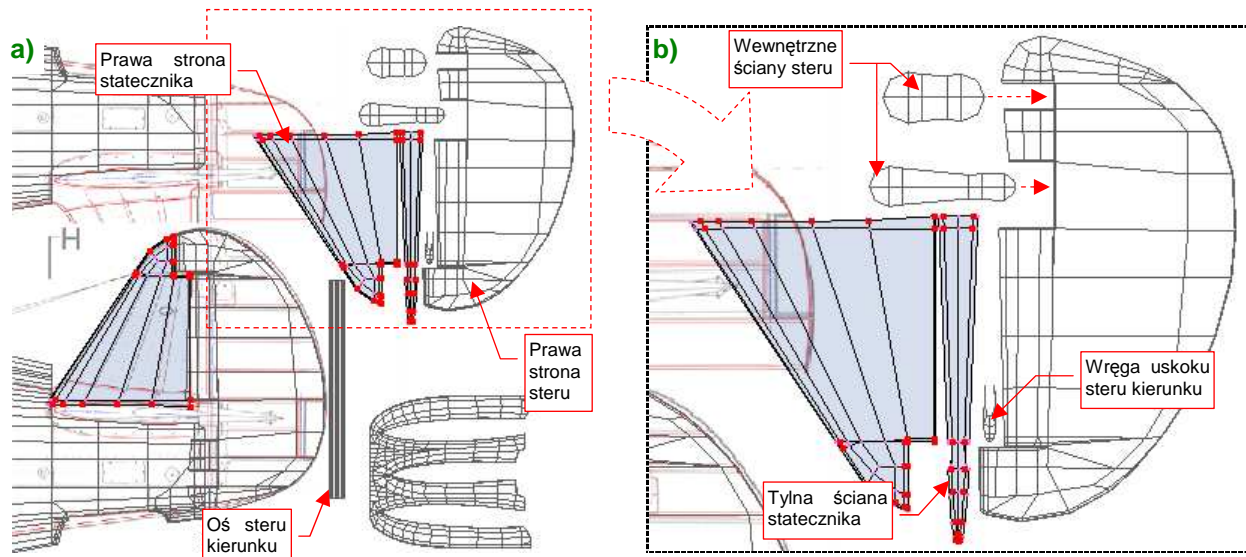
Na razie zaznacz wyłącznie ściany należące do powierzchni zewnętrznych (materiału **B.Skin.Camouflage**). Pierwsze przybliżenie rozwinięcia uzyskasz poprzez projekcję (*Project From View*) steru z rzutu z boku (Rysunek 6.6.12b). Przypnij do obrazu jej kluczowe wierzchołki, by na pewno nie uległy deformacji podczas dalszej edycji. Potem pozwól się rozwinąć (*Unwrap*) ścianom na krawędzi natarcia i spodzie steru (Rysunek 6.6.12c).

Statecznik pionowy rozwinęliśmy (poprzez projekcję) już w pierwszych sekcjach tego rozdziału. Teraz pozostaje nanieść na niego szwy (Rysunek 6.6.13a), oraz „odpiąć” od obrazu krawędź natarcia i pozwolić się jej rozwinąć (Rysunek 6.6.13b,c) :



Rysunek 6.6.13 Drobne poprawki rozwinięcia statecznika pionowego.

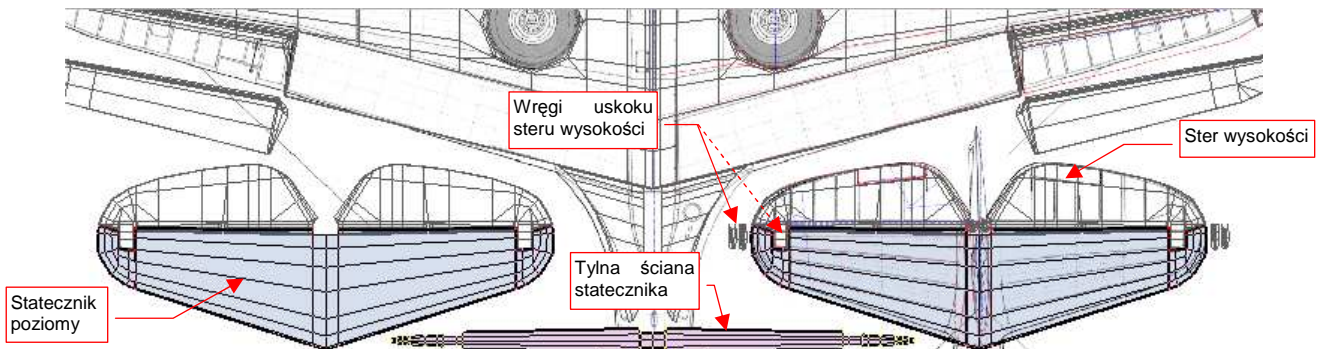
Na koniec utrwal modyfikator *Mirror (Apply)* dla statecznika i steru. Potem wykonaj w przestrzeni **UV** lustrzane odbicie ich rozwinięć (Rysunek 6.6.14a)



Rysunek 6.6.14 Pełne rozwinięcie statecznika pionowego (i steru kierunku).

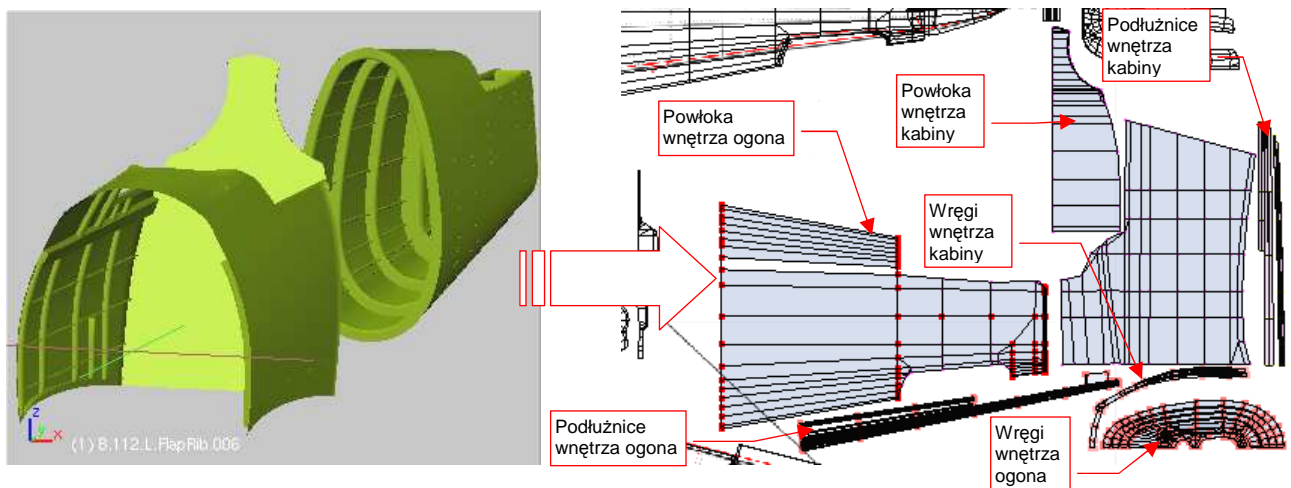
Powierzchnie wewnętrzne, jak tylna ściana statecznika czy wycięcia w sterze warto jest rozwinąć już po „utrwaleniu” prawych stron. Rozwiną się wówczas od razu prosto i symetrycznie (Rysunek 6.6.14b).

Identyczną metodą rozwin siatki statecznika poziomego i steru wysokości (Rysunek 6.6.15) :



Rysunek 6.6.15 Pełne rozwinięcie statecznika poziomego (i steru wysokości).

Powierzchnie wewnętrzne są na modelu o wiele mniej widoczne, i można je potraktować w sposób uproszczony. Na przykład rozwin tylko symetryczną połowę wnętrza kadłuba (Rysunek 6.6.16) :

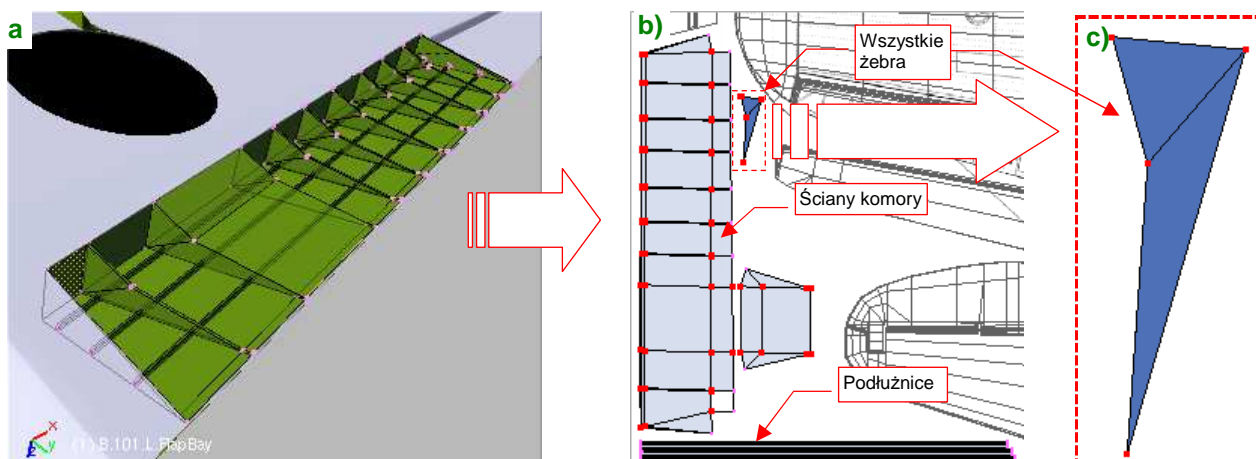


Rysunek 6.6.16 Rozwinięcie wewnętrznych powierzchni kadłuba.

Wnętrza i podłużnice nie rozsuwaj — pozostaw je „w wiązках”, tak jak wyszły z rzutowania z przodu i z góry.

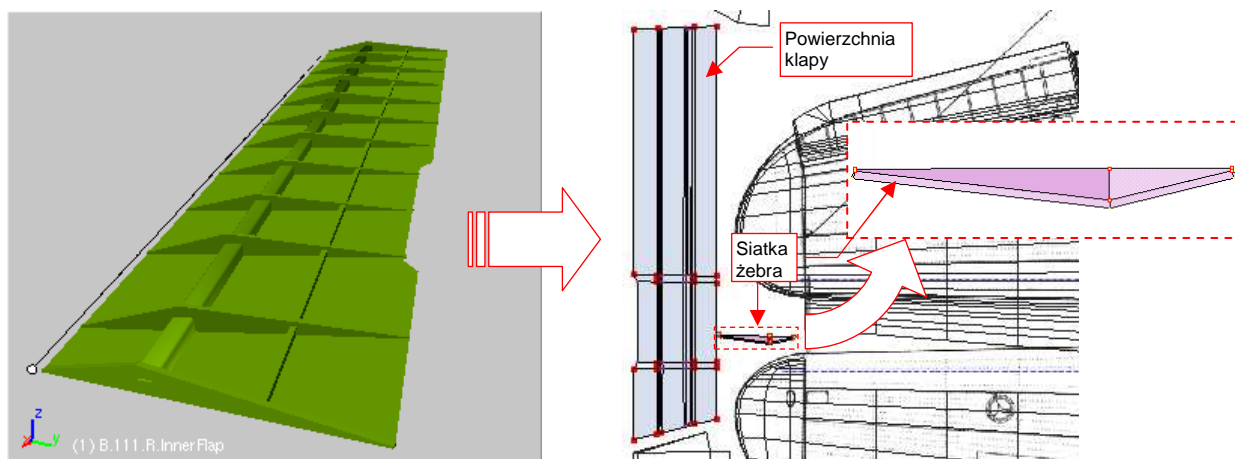
Rozwiń także tylko jedną wnękę klapy skrzydłowej (druga pozostanie jej lustrzanym odbiciem) (Rysunek 6.6.17)

:



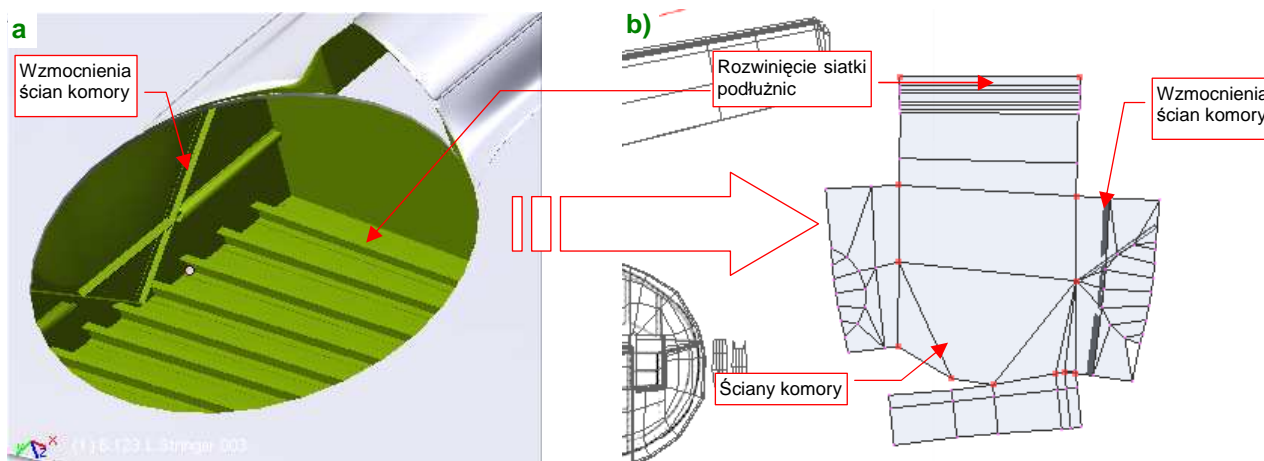
Rysunek 6.6.17 Rozwinięcie wnętrza komory klapy.

Zwróć uwagę na rozwinięcie żeber — mimo różnic rozmiarów ułożyłem dokładnie jedno na drugim (Rysunek 6.6.17b). To ułatwi zamalowywanie (choć wszystkie żebra będą miały jednakowe plamy) oraz nanoszenie tekstuury otworu. W bardzo podobny sposób rozwiń górną powierzchnię klapy (Rysunek 6.6.18) :



Rysunek 6.6.18 Rozwinięcie wewnętrznej strony klapy skrzydłowej.

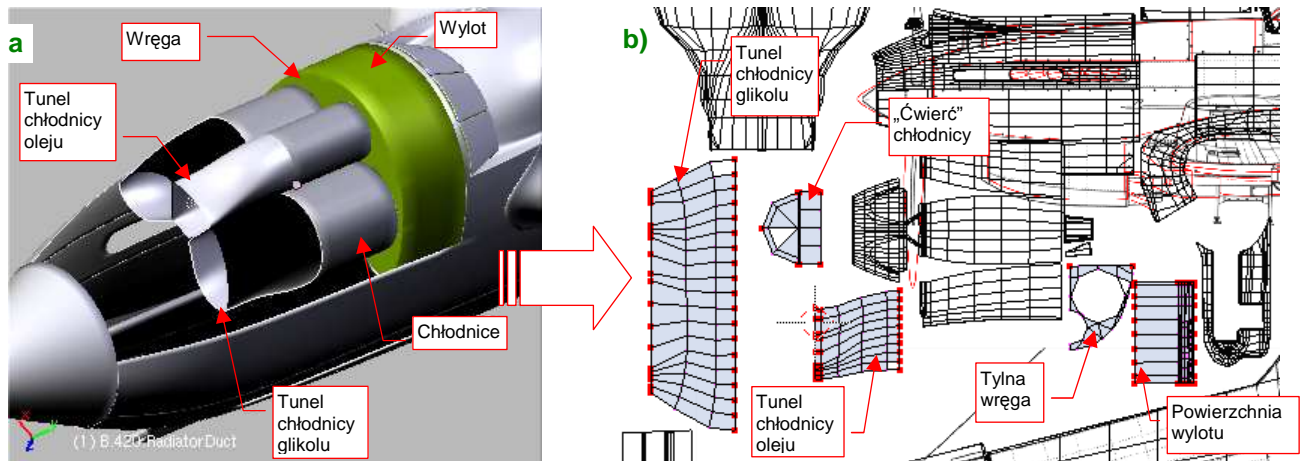
Wnętkę komory podwozia także pozostaw symetryczną — rozwiń jedną siatkę, wspólną dla obydwu instancji (Rysunek 6.6.19) :



Rysunek 6.6.19 Rozwinięcie komory podwozia.

Zwróć uwagę, że wszystkie podłużnice powierzchni płata także używają tej samej, pojedynczej siatki.

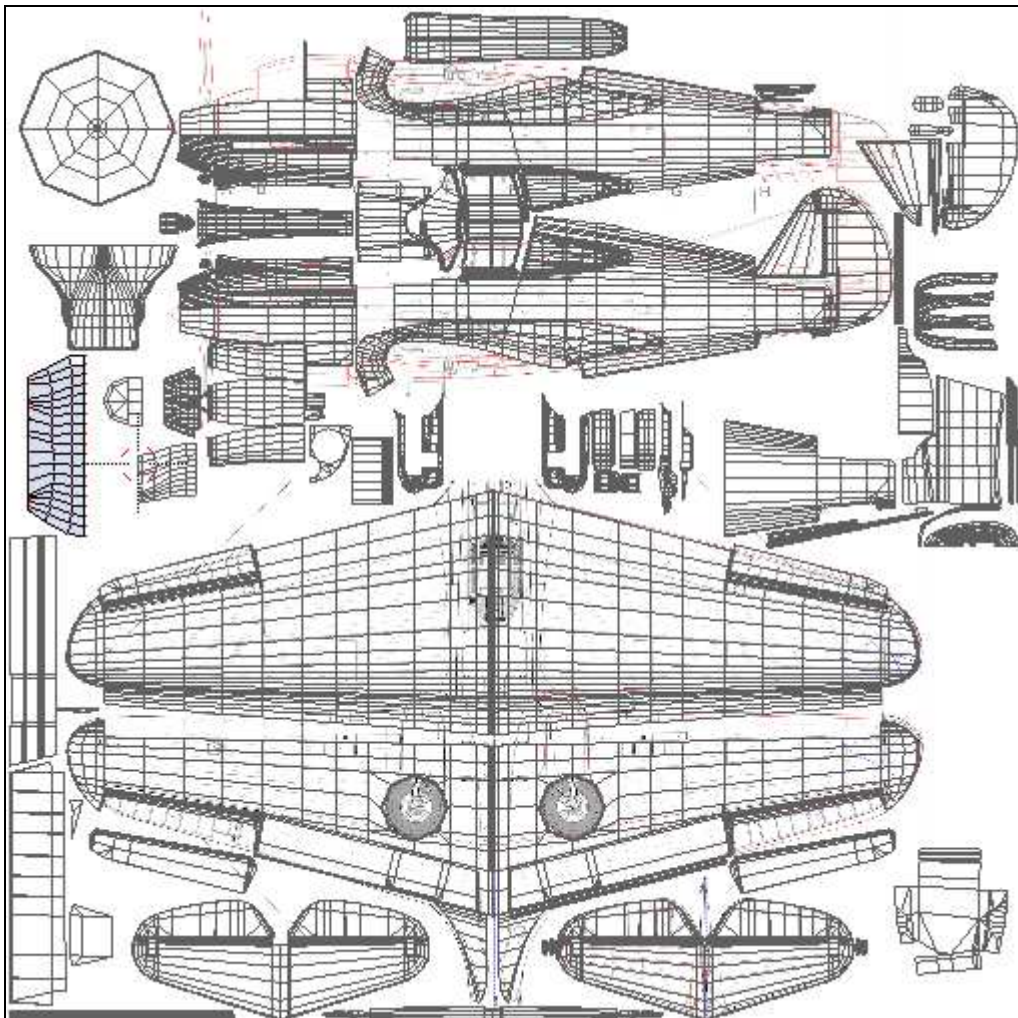
Ostatnim zespołem, który pozostał do rozwinięcia, jest wnętrze chłodnicy cieczy (Rysunek 6.6.20) :



Rysunek 6.6.20 Rozwinięcie wnętrza zespołu chłodnic.

Wszystkie trzy chłodnice są zamodelowane przez tę samą siatkę (różnią się tylko skalami). W istocie, nie jest to nawet cały walec, a tylko jego „ćwiartka” (Rysunek 6.6.20b). Reszta elementów zespołu jest także reprezentowana symetrycznie. Na rozwinięciu jest tylko jeden boczny (lewy) tunel chłodnicy glikolu. Jego lustrzane odbicie jest po prawej stronie samolotu. Z centralnego tunelu — do chłodnicy oleju — na rozwinięciu umieściłem tylko połowę.

Rysunek 6.6.21 przedstawia rozwinięcie wszystkich powierzchni:

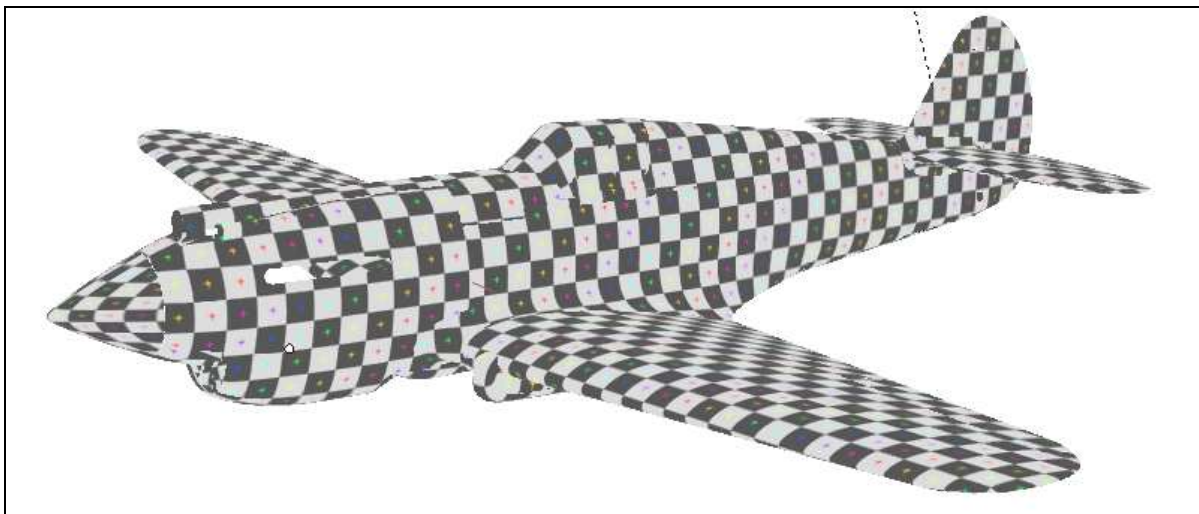


Rysunek 6.6.21 Zestawienie wszystkich siatek, zgromadzonych na wspólnej powierzchni UV.

Jak widać, na jednym obszarze „upchaliśmy” zarówno powierzchnie zewnętrzne (przypisane do materiału **B.Skin.Camuflage**), jak i wewnętrzne (**B.Skin.Inner**). Ten sam obraz będzie wykorzystywany przez obydwa materiały. To ułatwi jego rysowanie — mamy wszystko w jednym miejscu.

Zwróć uwagę, że na obrazie UV pozostało jest jeszcze trochę wolnej przestrzeni. Zawsze warto pozostawić jej zapas na wszelkie nieprzewidziane potrzeby. Na pewno, przy okazji formowania podwozia, dodamy tu kołpaki kół. Jednak w zasadzie, na wszystkich drobnych elementach (golenie podwozia, popychacze, pomalowane rurki i kable) wykorzystamy uproszczone odpowiedniki materiałów ***.Camuflage: B.Details.Camuflage** i ***.Inner: B.Details.Inner**. Jeżeli pojawią się na nich tekstury, to co najwyżej jakieś proceduralne „chmury” zabrudzeń — byle tylko nie rozwijać tych drobiazgów w UV i uniknąć ręcznego malowania.

Wreszcie mamy już rozwinięte w UV wszystkie zewnętrzne powierzchnie samolotu (Rysunek 6.6.22):



Rysunek 6.6.22 Wszystkie powierzchnie zewnętrzne modelu zamapowane w UV.

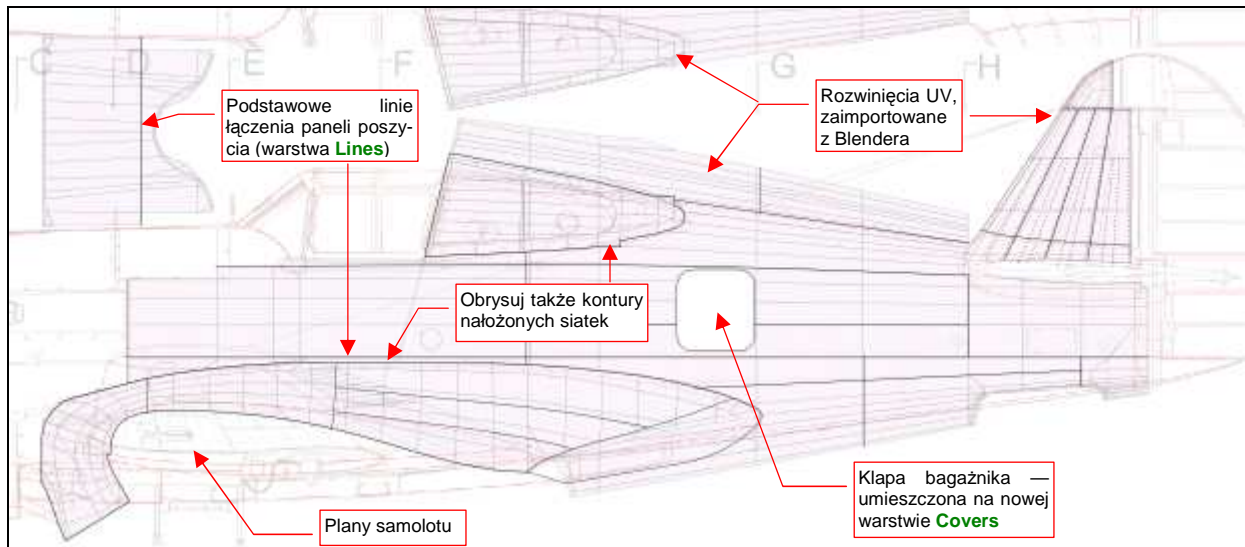
Muszę przyznać, że model pokryty taką testową szachownicą kojarzy mi się zawsze z teatralnym arlekinem.

Podsumownie

- Stożek kołpaka śmigła jest powierzchnią trudną do rozwinięcia. Aby nie pozostawić na nim szwu, zdecydowałem się „spłaszczyć” go w koło. Obraz na tej siatce jest co prawda zdeformowany, ale przynajmniej zdeformowany jednolicie. Umożliwia to narysowanie odpowiednio przeskalowanych nitów (str. 349);
- W rozwinięciu owiewki gondoli podwozia wystąpiła deformacja na nosie powłoki. Chciałem to skompensować podobnie jak w przypadku kołpaka śmigła, przez odpowiednią zmianą skali nitów (str. 350). W następnej sekcji okaże się jednak, że w takich miejscach nie można ich umieszczać (str. 364);
- Rozwinięcie oprofilowania krawędzi skrzydła i kadłuba najlepiej jest zacząć od projekcji z boku, na kadłub samolotu. Potem należy „przypiąć” do obrazu wierzchołki zewnętrznego obramowania, i pozwolić się rozwinąć (*Unwrap*) reszcie siatki (str. 351);
- Rozwinięcie ramek owiewki kabiny pilota jest dość pracochłonne. Aby ułatwić sobie tę pracę, możesz rozwinąć wcześniej powierzchnie „szklane” (str. 352). Innym uproszczeniem jest możliwość rozwinięcia tylko jednej, symetrycznej części (str. 353);
- Stery i stateczniki formujemy na bazie projekcji z góry (usterzenie poziome) lub z boku (pionowe);
- W rozwinięciu wewnętrznych powierzchni samolotu można dokonać wielu uproszczeń, np. rozwinięcia tylko połowy siatki. Te fragmenty modelu są tak nieznacznie wyeksponowane, że nikt nie zauważy symetrii (str. 355... 357);

6.7 Rysowanie obrazu powierzchni samolotu

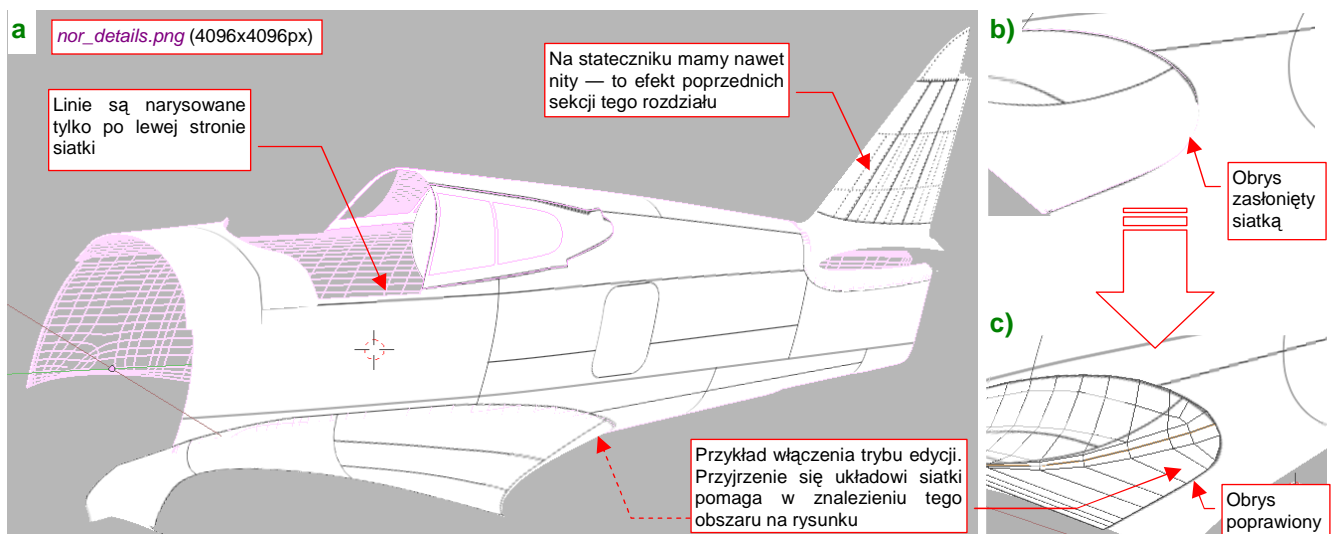
Po rozwinięciu w UV wszystkich siatek czas przygotować obraz, który będzie podstawą dla wszystkich tekstur: rysunek powierzchni samolotu. Zrobimy to w Inkscape, w pliku *skin.svg* (przypomnij sobie jego warstwy — por. str. 319 i następne). Początek zresztą już mamy — to linie statecznika pionowego i owiewki usterzenia, przygotowane przy okazji „prac doświadczalnych” w poprzednich sekcjach (por. str. 292, 295, 310). Zaczniemy od powierzchni kadłuba. Wyeksportuj z Blendera do plików **.svg*: rozwinięcia siatek kadłuba, statecznika pionowego, owiewek skrzydła i usterzenia, oraz tylnych ramek kabiny. Wczytaj te pliki do Inkscape, na warstwę **UV** (*File → Import*: więcej na ten temat — str. 949). Korzystając z tego „podkładu”, oraz z sylwetki samolotu, narysuj na rozwinięciu lewej strony podstawowe linie paneli kadłuba (na warstwie **Lines** — Rysunek 6.7.1):



Rysunek 6.7.1 Początek obrazu — naniesienie podstawowych linii paneli kadłuba.

Przy okazji rysowania okazało się, że przydałaby się nowa warstwa na wszelkiego rodzaju pokrywy — kłap i otwory inspekcyjne. Najszybciej je narysować na poziomie powyżej nitów (por. str. 319), bo wtedy nie trzeba dzielić ich linii. Warstwa, którą wykorzystywaliśmy do tej pory na takie rzeczy — **Overlay** — leży poniżej. Dodałem więc pomiędzy poziomem nitów (**Rivets**) i śrub (**Screws**) nową warstwę **Cover**, na której umieściłem pierwszą z pokryw — luk bagażnika (Rysunek 6.7.1).

Narysowany fragment warto zaraz wyeksportować do pliku *nor_details.png*, i podstawić w Blenderze pod obraz **Test** (*Image → Replace*), by w trybie *textured* „przymierzyć” go do modelu (Rysunek 6.7.2):



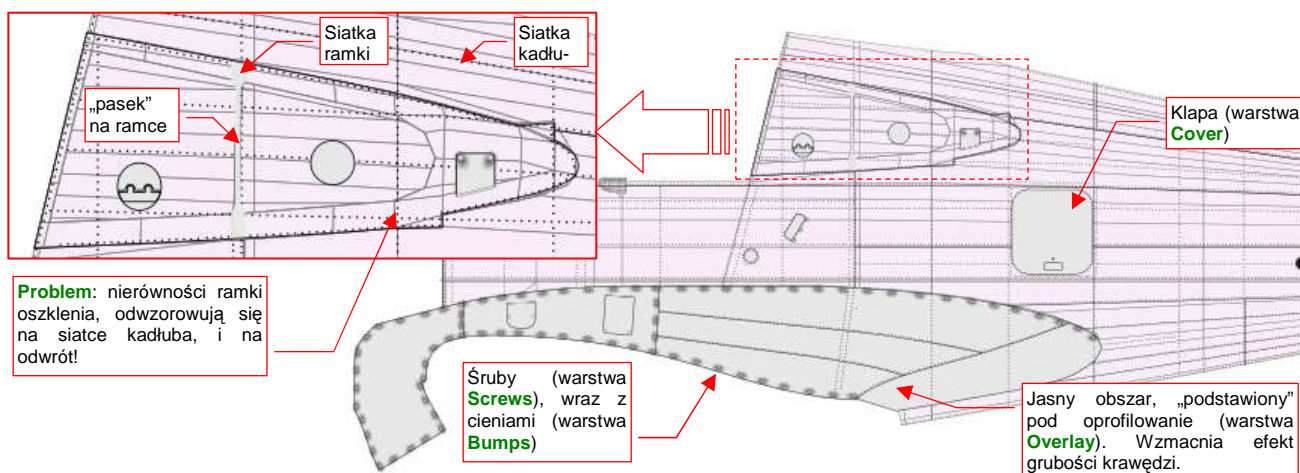
Rysunek 6.7.2 Sprawdzanie poprawności narysowanych linii (Blender, *3DView*, tryb *textured*).

Nadaj plikowi *nor_details.png* rozdzielczość 4096x4096 pikseli, by odwzorował nawet drobne szczegóły.

Podczas „przymiarki” należy sprawdzić, czy wszystkie linie, które powinny być poziome i pionowe, są takimi na modelu. Potem warto się przyjrzeć konturom, narysowanym wzdłuż krawędzi powłok „nałożonych” na kadłub: ramki kabiny, oprofilowania skrzydła, oprofilowania usterzenia (por. Rysunek 6.7.1). Czasami niesforna linia może „zanurkować” pod siatkę (np. tak, jak to pokazuje Rysunek 6.7.2b). Trzeba wtedy poprawić jej kształt w Inkscape i powtórnie sprawdzić w Blenderze. Zazwyczaj wymaga to kilku takich „iteracji”. Aby jak najszybciej „trafić” z obrysem we właściwe miejsce, warto możliwie dokładnie zidentyfikować na rysunku Inkscape obszar, który należy zmienić. Pomocą w tym może być przestudiowanie położenia granic błędnej krawędzi względem poszczególnych „oczek” siatki. (Zobaczysz je, gdy przełączysz się w Blenderze w tryb edycji — Rysunek 6.7.2c)

- Jeżeli spieszy Ci się, możesz poprzestać na narysowaniu prostej tekstury nierówności, złożonej z samych linii podziału blach. Reszta tej sekcji jest poświęcona nanoszeniu nitów, śrub, i innych szczegółów, które służą tylko pogłębieniu realizmu modelu.

Teraz zacznij nanosić na obraz w Inkscape pozostałe „konstrukcyjne” nierówności: śruby, nity. Nie zapomnij także o „podłożeniu” jasnych obszarów pod oprofilowanie połączenia skrzydła z kadłubem (na warstwie **Overlay**). W trakcie tej pracy stwierdzisz, że pomysł z nałożeniem ramek oszklenia na kadłub nie jest najlepszy (Rysunek 6.7.3) :



Rysunek 6.7.3 Nanoszenie śrub i nitów na rozwinięcie kadłuba.

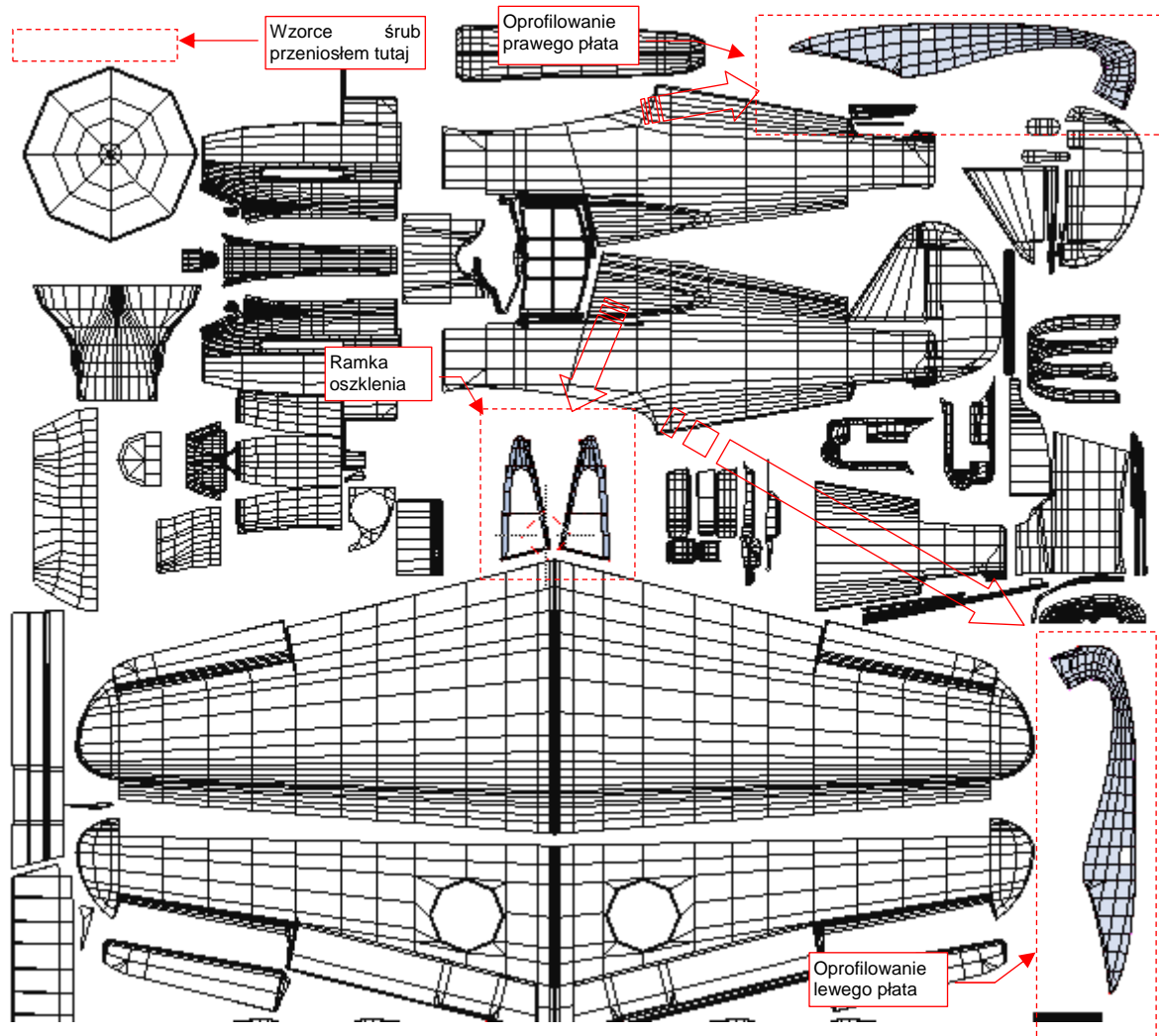
Problemem stało się tu dokładnie to, co w przypadku tekstury kolorów ma być zaletą: gdy coś rysujesz na ramce, rysujesz jednocześnie po kadłubie. Właśnie o taki efekt chodziło w przypadku nanoszenia kamuflażu — aby nie trzeba było uzgadniać pomiędzy siatkami granic plam, namalowanych na powierzchni samolotu. Tyle, że teraz linie nitów, które biegły pod oszkleniem kadłuba, wychodzą także na ramce kabiny, a nierówności ramki — np. pionowy pasek — „odcisnie” się również na kadłubie!

Ramka oszklenia nie jest zresztą jedynym kłopotliwym obszarem. Jeszcze tego nie widać, ale będzie problem także z oprofilowaniem płata. Jest to na tyle duży element, że został złożony z kilku fragmentów blachy. Panele te łączą się na nim tak jak na innych powierzchniach samolotu — „na zakładkę”. Na kadłubie, pod całym obszarem owiewki płata, umieściłem (na warstwie **Overlay**) jasną płaszczyznę, która ma za zadanie podkreślić krawędzie oprofilowania. (To rozwiązanie wypraktykowaliśmy na oprofilowaniu usterzenia — por. str. 318, Rysunek 6.3.5a). Płaszczyzna jest niemal biała — intensywność barwy to 232 (na 255 możliwych). I jak tu na niej umieścić jeszcze jaśniejsze gradienty krawędzi blach łączonych „na zakładkę”? Zabraknie odcieni szarości na uzyskanie odpowiednio głębokich podziałów!

Najlepiej byłoby, gdyby można było użyć do nałożenia obrazu barwy układu UV z nałożonymi na siebie rozwinięciami, a na dla obrazu nierówności i odbić — innego, z rozwinięciami odseparowanymi. Czy jest to w Blenderze możliwe?

Na szczęście w Blenderze już od kilku lat siatka może mieć kilka alternatywnych rozwinięć UV. Każde z nich jest nazywane „warstwą UV” (**UV Layer**). Do zarządzania nimi służą kontrolki w panelu **Mesh**, zestawu **Editing**. Zajrzyj na str. 906, aby dowiedzieć się, jak stworzyć alternatywną warstwę UV. Powiązanie tekstury materiału z warstwą UV odbywa się po nazwach warstw. Stąd bardzo ważne, by odpowiadające sobie alternatywne rozwinięcia UV były w każdej siatce tak samo nazwane (więcej na ten temat — str. 907).

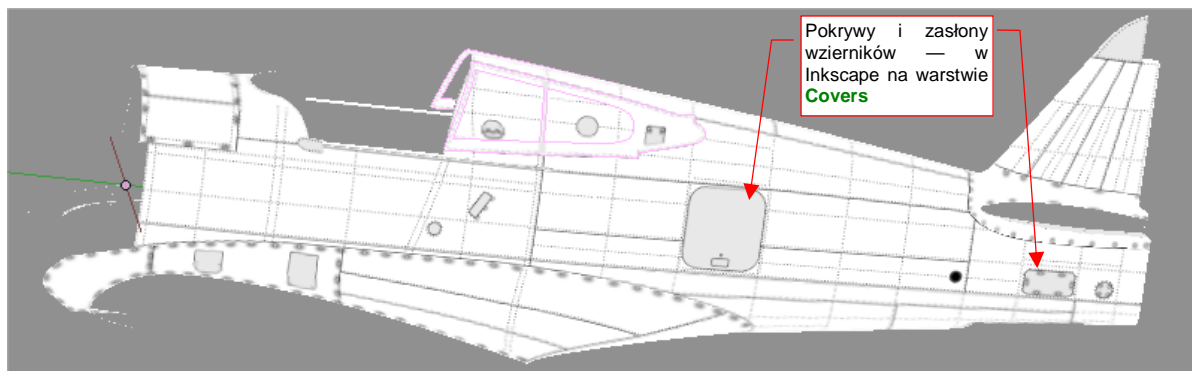
Proponuję, aby w naszym modelu warstwa UV o domyślnej nazwie **UVTex** była warstwą podstawową (używaną wtedy, gdy w parametrach mapowania tekstury nie określono żadnej innej). W siatkach ramki oszklenia i oprofilowania skrzydła utwórz dodatkowe warstwy, i nazwij je **Color**. To alternatywne rozwinięcie dla obrazów barwnych. Skopiuj na nie (**Ctrl-C**, **TexFace All from layer**) aktualną zawartość warstw **UVTex**. W ten sposób warstwa **Color** będzie zawierała nałożone na siebie rozwinięcia kadłuba i owiewki płata (takie, jakie pokazuje Rysunek 6.7.3). Potem zmień warstwę **UVTex**, umieszczając rozwinięcia oprofilowania skrzydła i ramek oszklenia gdzieś poza kadłubem (Rysunek 6.7.4):



Rysunek 6.7.4 Alternatywne rozwinięcia UV oprofilowania skrzydła i ramek oszklenia na warstwie **UVTex**.

Oczywiście, trzeba było trochę poprzesuwać kilka innych siatek, by „zrobić” miejsce dla rozwinięć zdjętych z kadłuba (porównaj Rysunek 6.7.4 i Rysunek 6.6.21 ze str. 357). Przygotuj się także na to, że za jakiś czas dodamy do niektórych siatek trzecią warstwę UV: **Decals**. Będzie przeznaczona dla mapowania oddzielnej tekstury ze znakami rozpoznawczymi, numerami seryjnymi i — rzecz jasna — szczęką rekina, namalowaną na masce silnika. Przy obecnym „rozparcelowaniu” okapotowania, malowanie obrazu tego szczegółu wymagałoby wielu uzgodnień wzdłuż krawędzi paneli. Aby oszczędzać nerwy i czas, lepiej jest skopiować warstwę **Color** w nową warstwę **Decals**, a potem podzielić na niej rozwinięcie osłony chłodnicy wzdłuż osi symetrii kadłuba. Pozostałe fragmenty okapotowania poprzysuwać do siebie, i namalować na nich szczęki tak, jak były malowane w naturze — „w jednym kawałku” (por. str. 398).

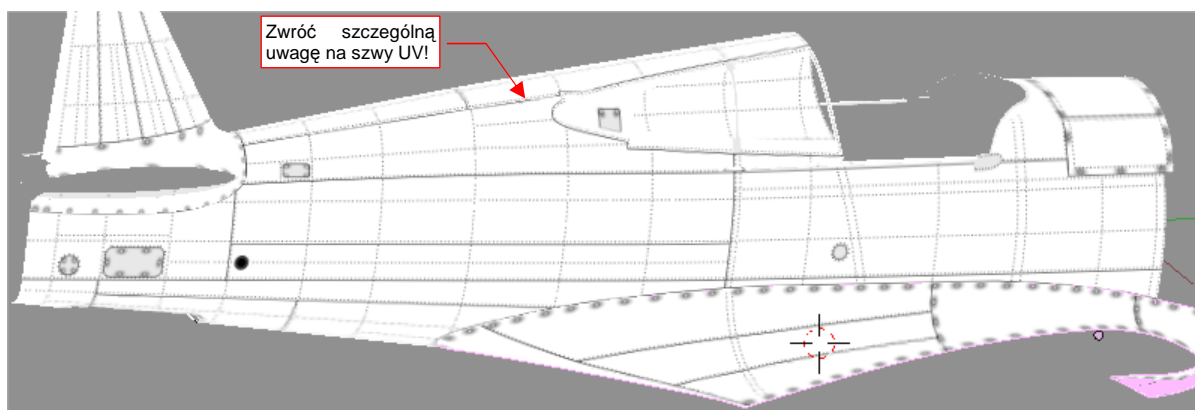
Nanieś w Inkscape na rozwinięcie kadłuba (Rysunek 6.7.4) linie podziału (warstwa **Lines**), śruby (**Screws**), ich zagłębienia (**Bumps**), pierwszoplanowe „pokrywy” (**Cover**), nity (**Rivets**), drugoplanowe „pokrywy” (**Overlay**). Narysuj najpierw te szczegóły na lewej połowie kadłuba, sprawdź „jak leżą” w Blenderze (tryb *textured*), i w razie czego popraw, by leżały lepiej (Rysunek 6.7.5) :



Rysunek 6.7.5 Sprawdzanie poprawności nałożenia rysunku na kadłub — strona lewa.

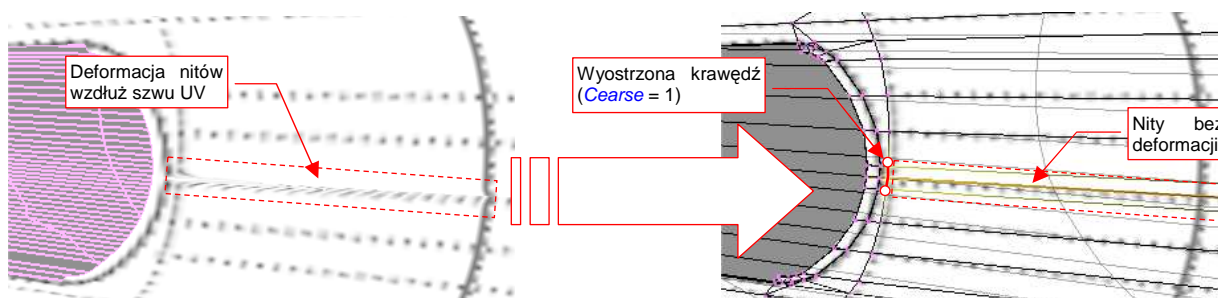
Przy okazji prac nad lewą stroną, okazało się że kolejność warstw zaproponowana w poprzednich sekcjach (str. 319) wymaga poprawki. Trzeba było przenieść warstwę **Bumps**, oryginalnie umieszczoną dość „głęboko”, tuż po warstwę **Screws**. Inaczej nie widać by było zagłębienia pod śrubami na różnych zastonach wżerników.

Potem skopiuj obraz tych wszystkich szczegółów na drugą połowę kadłuba i także ją sprawdź (Rysunek 6.7.6):



Rysunek 6.7.6 Sprawdzanie poprawności nałożenia rysunku — strona prawa.

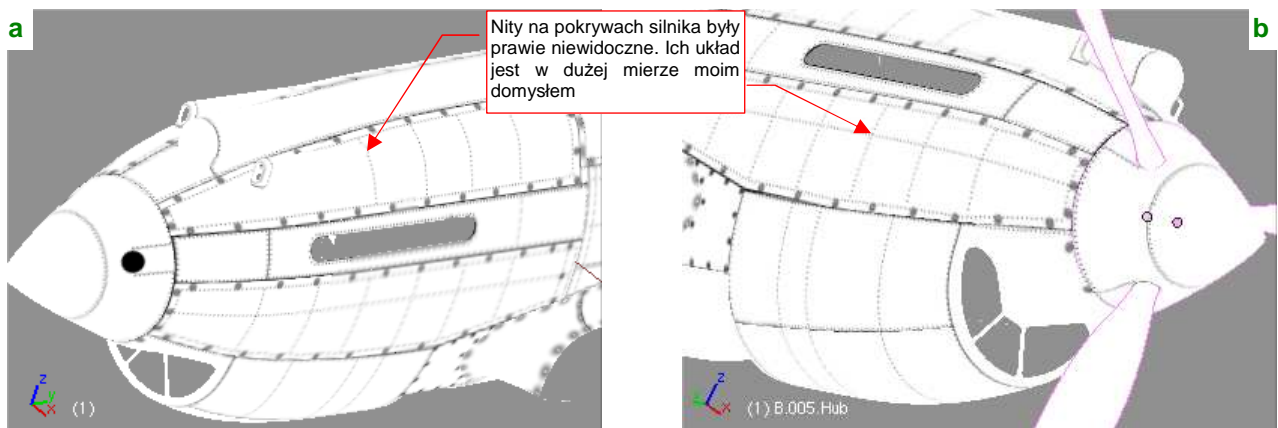
Szczególnie uważnie przyjrzyj się tym wszystkim miejscom, gdzie biegną szwy podziału rozwinięcia UV. Tam najczęściej gromadzą się problemy! Niektóre z występujących tam deformacji obrazu na można skorygować poprzez wyostrenie krawędzi poprzecznej (Rysunek 6.7.7) :



Rysunek 6.7.7 Korekta deformacji obrazu w okolicach szwu (spód kadłuba, przy kółku ogonowym).

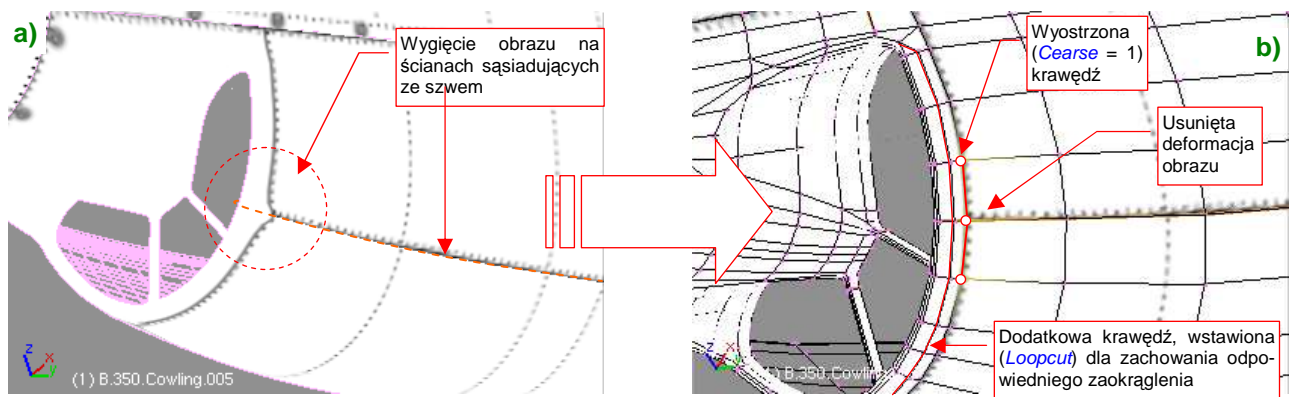
(Jest to inny sposób rozwiązywania problemu, który po raz pierwszy opisywałem na str. 334, Rysunek 6.4.15).

Podobnie jak tył kadłuba, przygotuj obraz maski silnika: najpierw z lewej (Rysunek 6.7.8a), potem z prawej (Rysunek 6.7.8b) :



Rysunek 6.7.8 Nałożenie rysunku na okapotowanie silnika.

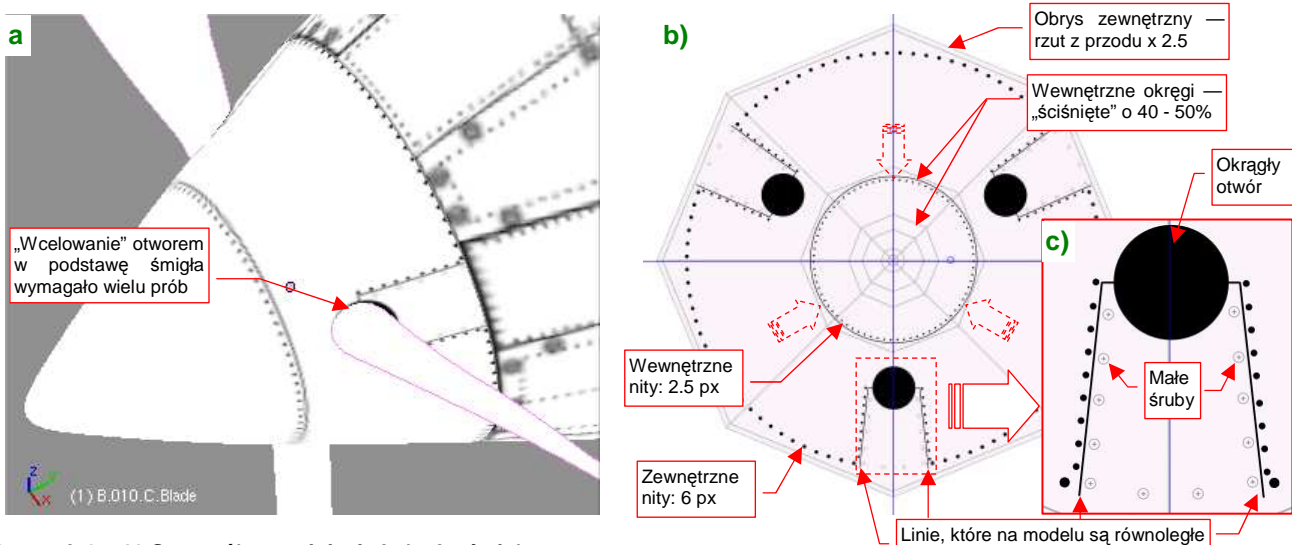
Czasami dopiero na tym etapie można się przekonać o niedoskonałości siatki. Rysunek 6.7.9a) pokazuje przykład deformacji obrazu, jaka wystąpiła na ścianach sąsiadujących z krawędzią szwu:



Rysunek 6.7.9 Skaza rozwinięcia w pobliżu szwu.

Ten błąd poprawiłem tak jak poprzednio — zwiększając ostrość (*Cearse*) dwóch krawędzi poprzecznych (Rysunek 6.7.9b). W tym miejscu trzeba było wstawić w siatkę dodatkową krawędź, by zachować zaokrąglony nosek chwytu powietrza.

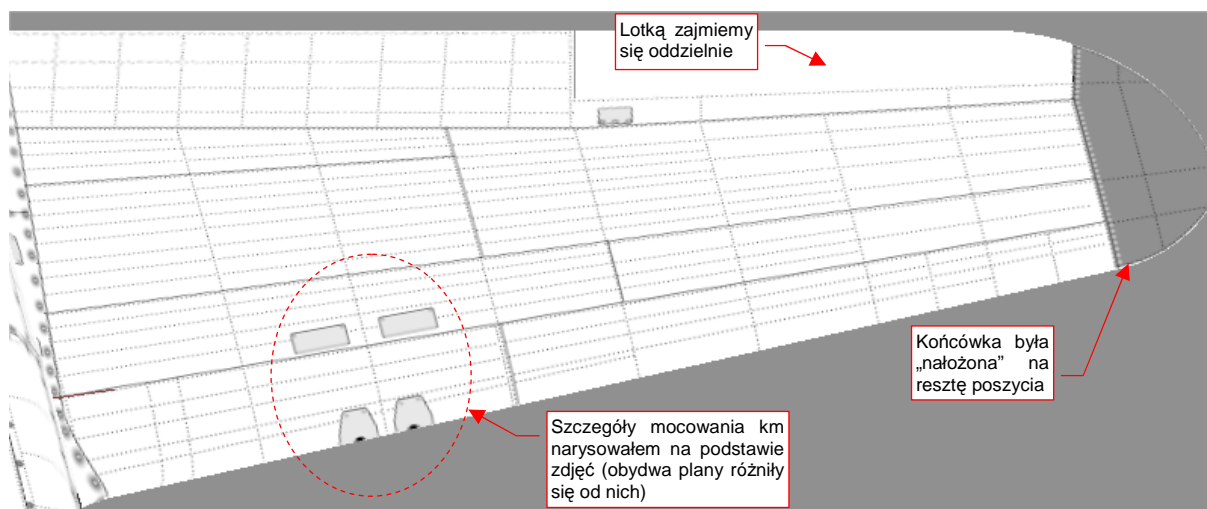
Rozwinięcie kołpaka, mimo 2.5-krotnego powiększenia, nie wyglądało jednak najlepiej na modelu (por. str. 349, Rysunek 6.6.1). Pomogło dopiero zmniejszenie („zsuniecie”) ścian czubka tego elementu (Rysunek 6.7.10) :



Rysunek 6.7.10 Szczegóły rozwinięcia kołpaka śmigła.

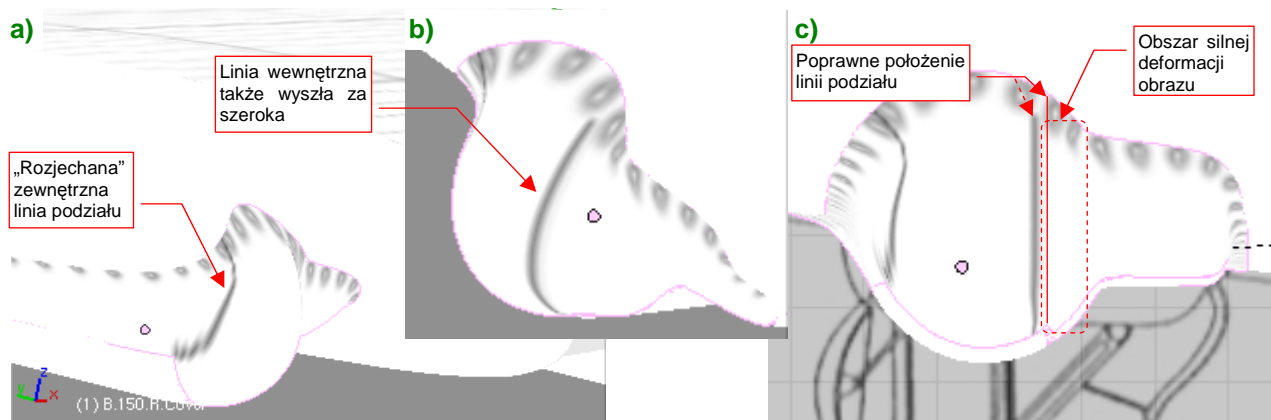
Wszystkie wręgi kołpaka, poza ostatnią, „ściskałem” o 40-50%. Zwiększyłem w ten sposób niemal dwukrotnie obszar, na którym znajdują się ważne fragmenty obrazu — nity, otwory na łopaty śmigieł, i krawędzie blach za nimi (Rysunek 6.7.10b). Zminimalizowało to także poprzeczną deformację kształtów — okrąg na modelu to w tym obszarze w Inkscape nieznacznie spłaszczona elipsa (Rysunek 6.7.10c). W efekcie jakość obrazu na kołpaku bardzo się poprawiła, i stała się porównywalna z resztą rozwinięcia (Rysunek 6.7.10a). Obsłużenie „efektów ubocznych” takiej poprawki wymagało jednak pewnej pracy. Najpierw — trudno było trafić rysunkiem otworu (Rysunek 6.7.10c) w podstawę łopaty śmigła. Potem trzeba było w Inkscape trochę rozchylić linie krawędzi blachy za łopatą, aby na modelu stały się równoległe. Wreszcie — trzeba było zróżnicować średnice nitów w zależności od odległości od środka kołpaka (Rysunek 6.7.10b). Rezultat — ładne rozwinięcie, bez żadnego szwu — był jednak wart tego wysiłku.

Szczegóły powierzchni płata rysuje się tak samo, jak szczegóły kadłuba, a nawet prościej — skrzydło ma powierzchnię rozwijalną (Rysunek 6.7.11) :



Rysunek 6.7.11 Rysunek szczegółów górnej powierzchni płata.

Przy okazji pracy nad płatem zdecydowałem się narysować także szczegóły osłony podwozia. Tu czekało mnie niemiłe zaskoczenie: linie podziału blach na „nosie” tego elementu wyszły bardzo źle (Rysunek 6.7.12) :

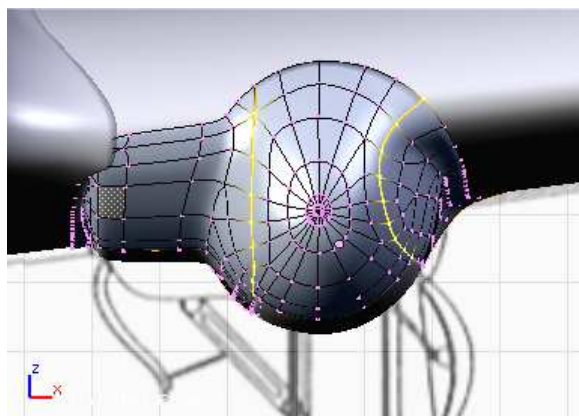


Rysunek 6.7.12 Problem z deformacją obrazu podziału poszycia (osłona podwozia).

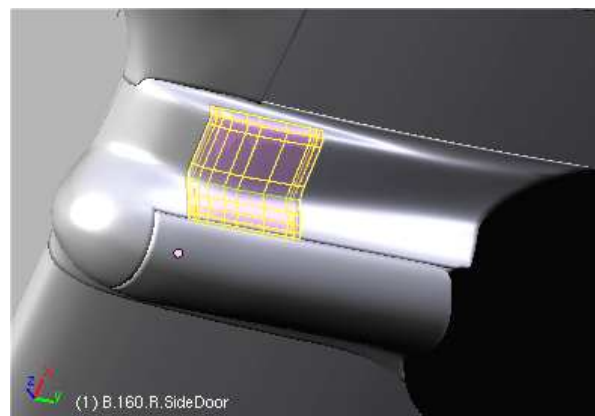
Na gondoli podwozia P-40 widać, w rzucie z przodu, dwie linie podziału: wygiętą od strony zewnętrznej i pionową od strony kadłuba. Najgorzej wyszła linia zewnętrzna (Rysunek 6.7.12a). Linia wewnętrzna wyglądała nieco lepiej, ale była za szeroka (Rysunek 6.7.12b). W dodatku gdyby przesunąć ją nieco bardziej w bok, na właściwe miejsce, dostałaby się w obszar silnych deformacji obrazu (Rysunek 6.7.12c).

Wygląda na to, że oryginalny pomysł (por. str. 350, Rysunek 6.6.4) na rozwinięcie tej powierzchni nie zdał egzaminu. (Wszystko byłoby w porządku, gdyby nie istnienie tych dwóch linii podziału, biegnących przez bardzo zdeformowane obszary tekstury).

Aby poprawnie nanieść obraz na nos owiewki podwozia, najlepiej byłoby ją inaczej rozwinąć w UV. Linia szwu powinna przebiegać wzdłuż linii podziałów. Na razie na siatce nie ma żadnej krawędzi, która by biegła choć w zbliżony w sposób. Trzeba powrócić do modelowania: ponacinać niektóre ściany, pousuwać niektóre krawędzie, aby ostatecznie dwie z nich biegły prawie tak, jak oryginalne linie paneli poszycia (Rysunek 6.7.13) :



Rysunek 6.7.13 Krawędzie podziału, nacięte na siatce owiewki



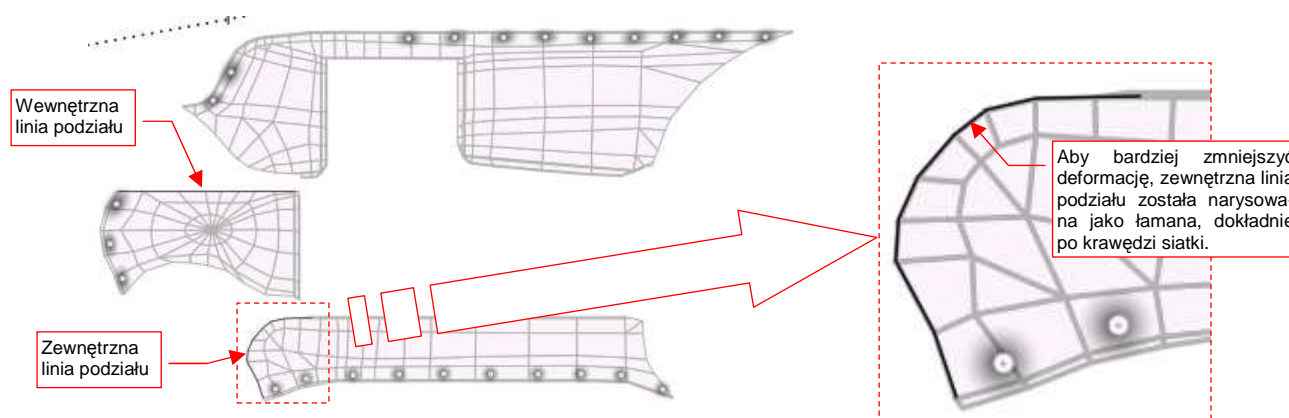
Rysunek 6.7.14 Powiększona pokrywa wspornika goleni

Nieuniknionym efektem takiego nacinania jest pojawienie się ścian trójkątnych. Wewnątrz takich ścian wygładzenie modyfikatorem *subsurf* tworzy drobne, ale denerwujące wypukłości. Staraj się je eliminować, dopóki jest to możliwe. Na koniec pozostaniesz z kilkoma „niedobitkami” — te postaraj się zmniejszyć i ulokować w jakimś „gęstszym” fragmencie siatki, lub tam, gdzie powierzchnia jest wklęsła — przy skrzydle. Nie będę udawał, że jest to proste — zeszło mi na tym parę ładnych godzin. Ostatecznie jednak udało się uzyskać powłokę z odpowiednimi krawędziami i minimalnymi defektami kształtu (Rysunek 6.7.14). Swoją drogą - to naučka na przyszłość:

- Zawsze warto modelować siatkę tak, by któraś z krawędzi odpowiadała linii podziału występującej na prawdziwym samolocie.

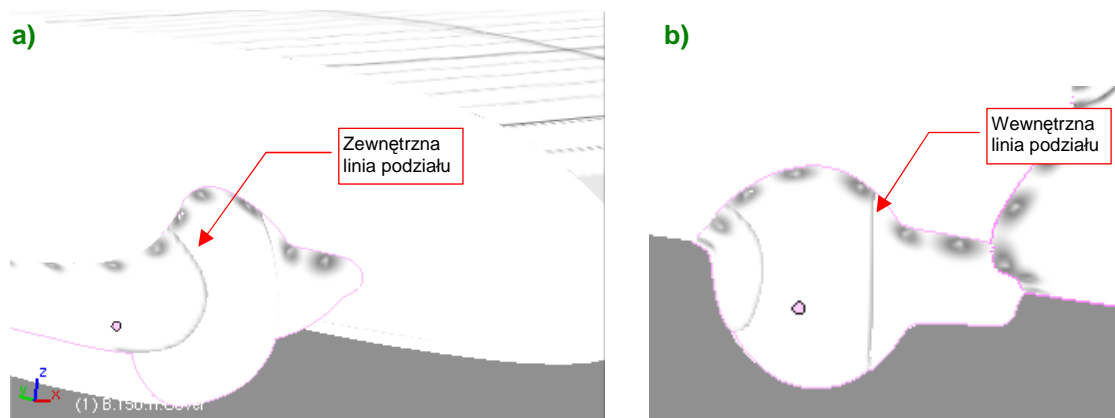
Pewną pociechą w tej pracy było odkrycie, że ostatnio jakaś dobra dusza umieściła na <http://p40warhawk.com> kolejne rysunki konstrukcyjne, w tym — dwa arkusze dotyczące owiewki podwozia. Gdy je przymierzyłem do planów, okazało się, że boczna pokrywa (pokazuje ją Rysunek 6.7.14) była niemal o 50% większa niż ta rysowana przez Jacka Jackiewicza i Mariusza Łukasika! Mówiąc szczerze, ja już zrobiłem ją nieco większą — bo inaczej podwozie nie mogłoby się złożyć. Staralem się jednak nie odbiegać za bardzo od planów, więc ta pokrywa nadal była mniejsza od oryginału. Teraz trzeba powiększyć otwór w owiewce o jakieś 30%. To też była poważna przeróbka.

Po tym wszystkim, mogłem ostatecznie rozwinąć owiewkę w UV, dzieląc ją na trzy części, wzdłuż krawędzi podziału blach (Rysunek 6.7.15):



Rysunek 6.7.15 Rozwinięcie siatki owiewki podwozia

Rysunek 6.7.16 pokazuje uzyskany rezultat:

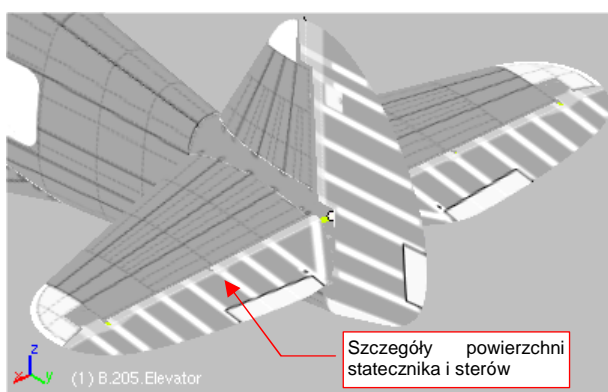


Rysunek 6.7.16 Poprawiony obraz linii podziału blach na owiewce podwozia

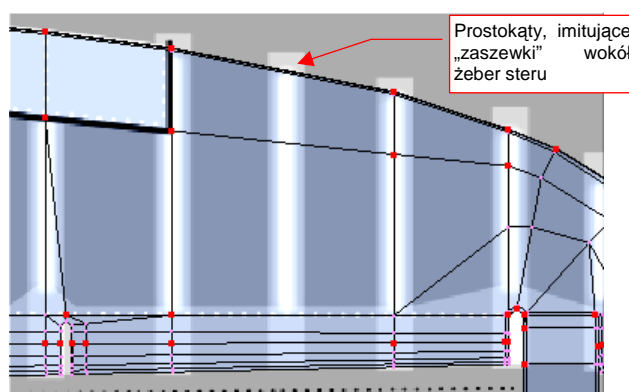
Zewnętrzna linia podziału uzyskała znośną grubość i już nie straszy kształtem (Rysunek 6.7.14a). Linia wewnętrzna także stała się cieńsza (Rysunek 6.7.14b). Można ją było umieścić we właściwym miejscu — na przedłużeniu krawędzi pokrywy goleni podwozia.

Muszę przyznać, że na tym etapie pracy rysunek *skin.svg* osiągnął rozmiar ponad 3 MB i Inkscape podczas edycji zaczął poważnie spowalniać¹. Przestały już pomagać typowe sztuczki, jak zamknięcie i ponowne uruchomienie. (Wydaje mi się, Inkscape w czasie dłuższych sesji zostawia sobie jakieś „śmieci” w pamięci, i w ciągu kilku godzin się nimi coraz bardziej „zapycha”. Proste wyłączenie i ponowne włączenie pomaga w pozbyciu się tego). Okazuje się, że większą część rysunku stanowiły, zgrupowane na warstwie **UV**, rozwinięcia siatek, zaimportowane z Blendera (jako pliki **.svg*). Pomogło, gdy przeniosłem je wszystkie do oddzielnego pliku *uv.svg*. Eksport z tego rysunku do obrazu o dużej rozdzielczości (2048 x 2048px) znajduje się w danych przykładowych pod nazwą *uv.png*. W pliku *skin.svg* wektorowe obrazy rozwinięć zastąpiłem rastrowym *uv.png*.

Po tych poprawkach można było już swobodniej zająć ostatnim fragmentem samolotu: usterzeniem. Tak, jak to opisałem poprzednio, odwzorowałem poszycie metalowych stateczników (Rysunek 6.7.17). W nieco inny sposób narysowałem szczegóły sterów, które były pokryte płótnem (Rysunek 6.7.18) :



Rysunek 6.7.17 Obraz szczegółów usterzenia

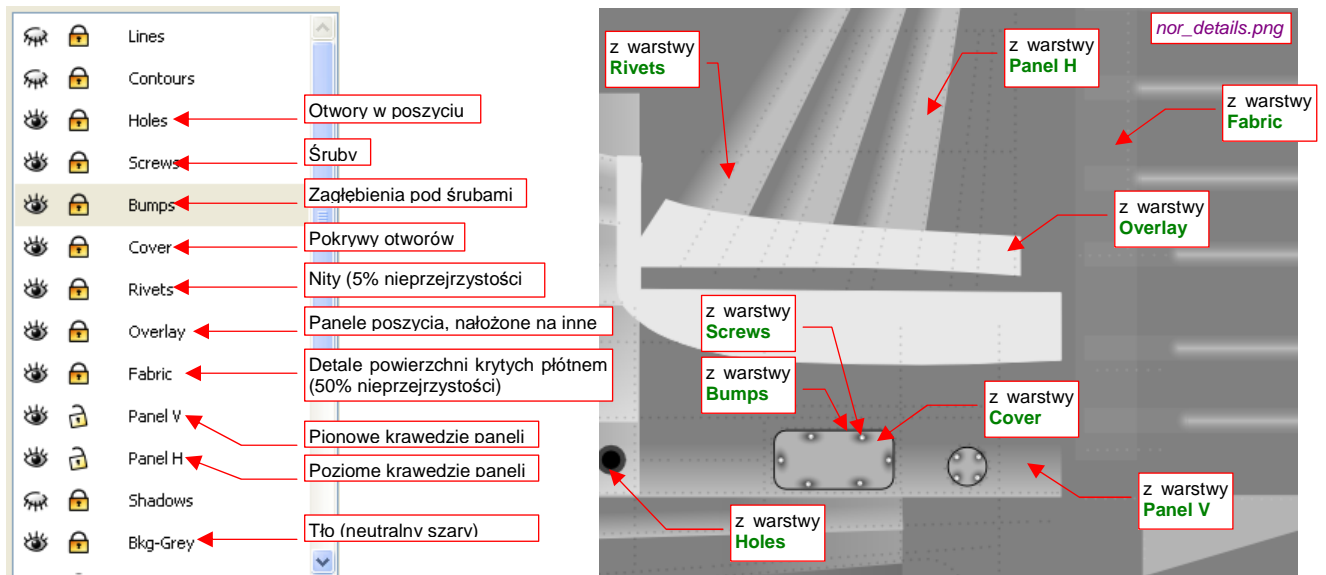


Rysunek 6.7.18 Odwzorowanie pokrycia płótnem

Aby w ogóle widać było wypukłości na płóciennym poszyciu, zmieniłem kolor tła obrazu na 50% szarości. Wypukłości na żebrach steru i lotki uzyskałem za pomocą specjalnego gradientu. Szczegółowy opis, jak uzyskać taki obraz nierówności dla powierzchni krytych płótnem — zob. str. 730.

¹ Inna sprawa, że komputer, który wykorzystuję, jest całkiem skromny: Dell Latitude D 610, z procesorem Intel Celeron 1.6 GHz i 1 GB RAM. System operacyjny — Windows XP. Model z 2006r.

Zbliżamy się już do końca tworzenia obrazu podstawowych nierówności. Pozostało jeszcze tylko nanieść gradienty wzdłuż krawędzi paneli (por. str. 724). Najlepiej przy okazji zacząć sprawdzać, jak wychodzą te nierówności na renderze. Wyeksportuj więc do pliku *nor_details.png* odpowiednią kompozycję (por. str. 319). W stosunku do tej, opisaną wcześniej, metody, przybyło nam kilka dodatkowych warstw. Wyliczę więc wszystkie jeszcze raz (Rysunek 6.7.19):



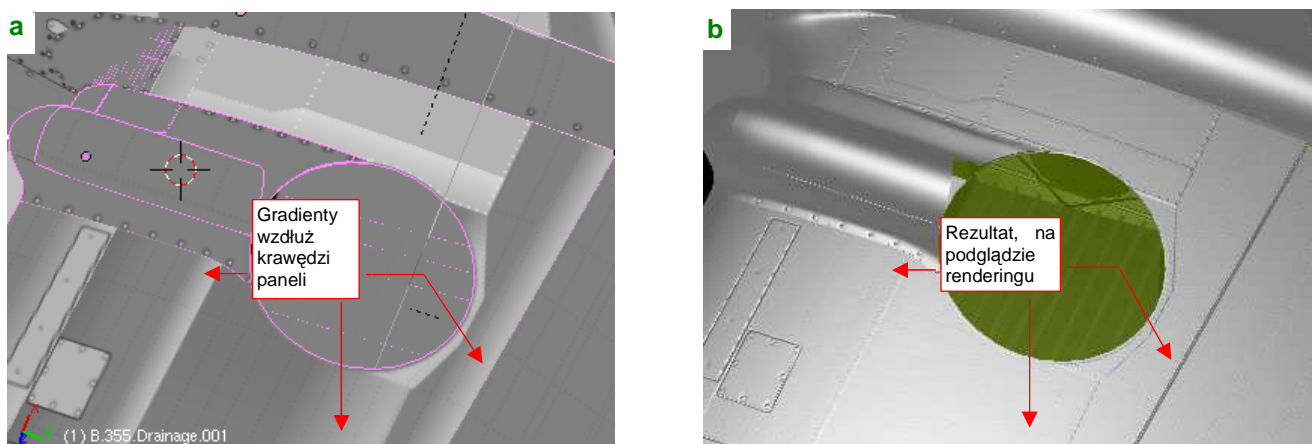
Rysunek 6.7.19 Warstwy, użyte do skomponowania podstawowej mapy nierówności (*nor_details.png*)

W stosunku do schematu ze na str. 319, w *skin.svg* mamy trzy nowe warstwy:

- **Cover**: pokrywy otworów, które mają zasłonić nity;
- **Fabric**: szczegóły powierzchni krytych płótnem (stery, lotki) ;
- **Holes**: otwory (będą także wykorzystane w oddzielnej teksturze przejrzystości) ;

Z innych zmian — warstwa **Bumps** została przesunięta do góry (aby wgniecenia pod śrubami były także widoczne na pokrywach z warstwy **Cover**).

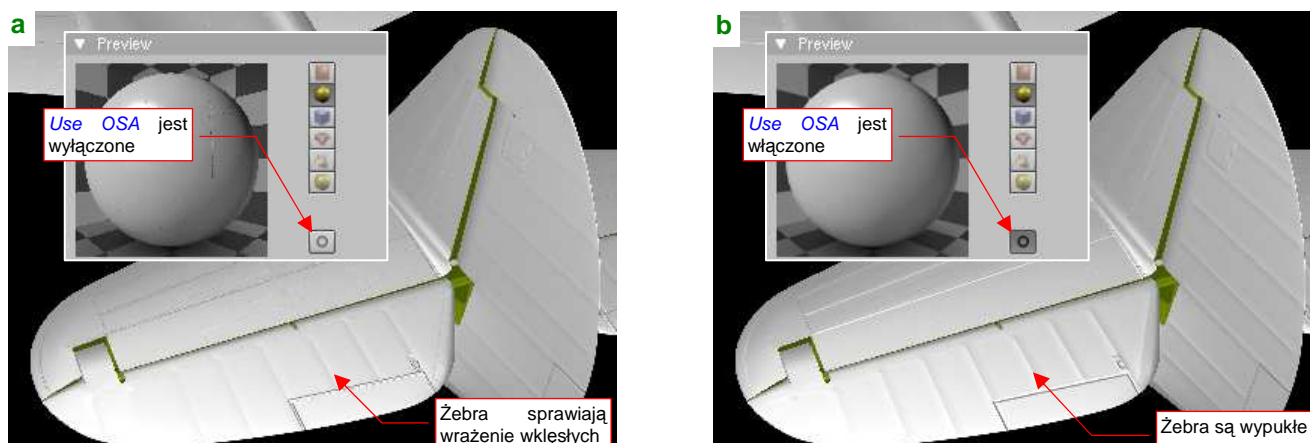
Utwórz w Blenderze dla obrazu *nor_details.png* teksturę o nazwie **B.Skin.Nor-Details**, i przypisz ją do materiału **B.Skin.Camuflage** (por. str. 323, Rysunek 6.3.13). Teraz możesz już włączyć w Blenderze podgląd renderu, i obejrzeć ze wszystkich stron rezultaty dotychczasowej pracy (Rysunek 6.7.20) :



Rysunek 6.7.20 Weryfikacja gradientów, naniesionych wzdłuż krawędzi paneli (na podglądzie renderingu)

Rysunek 6.7.20a) przedstawia obraz nierówności, nałożony (w trybie *textured*) na powierzchnię samolotu. Tak go sprawdzaliśmy do tej pory. Rysunek 6.7.20b) przedstawia ten sam fragment w oknie podglądu renderingu (**Shift-P**). To miejsce, gdzie dostrzeżesz wszystkie błędy!

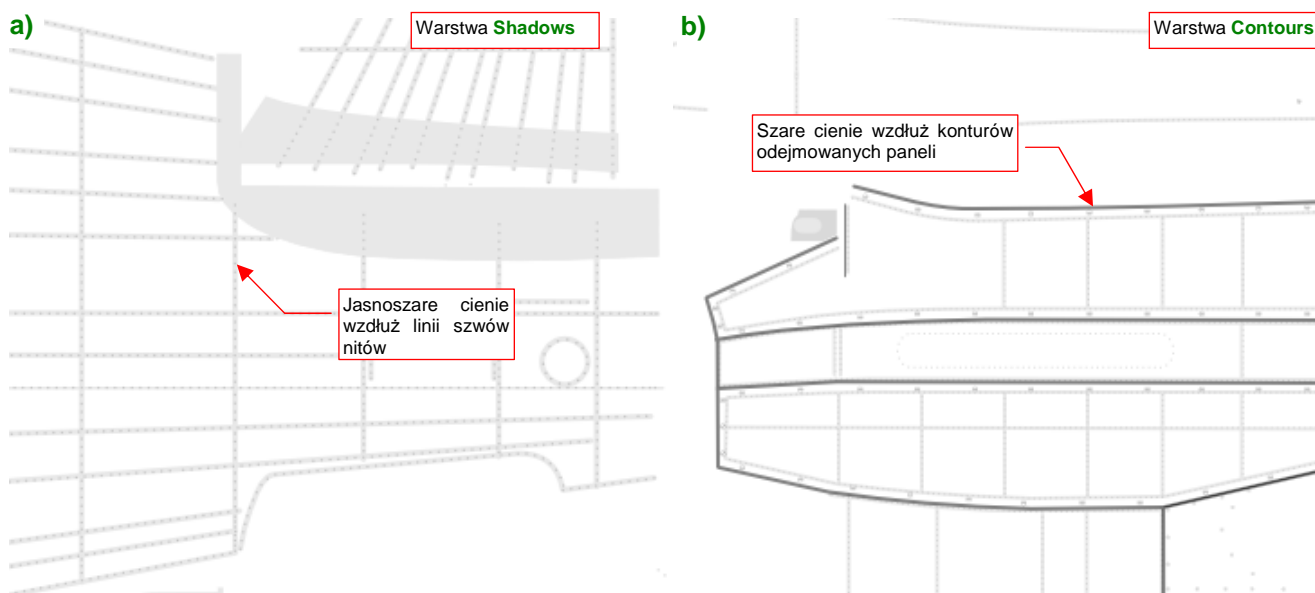
Podczas pracy z podglądem renderu uważaj na przełącznik **Use OSA on Preview**, umieszczony na panelu **Preview** (Rysunek 6.7.21):



Rysunek 6.7.21 Mylące efekty podglądu renderingu z bez opcji użycia OSA

Jeżeli przełącznik jest wyłączony — łagodne wypukłości mogą wyglądać jak zagłębienia (np. żebra na sterze wysokości — Rysunek 6.7.21a). Także zagłębienia pod śrubami mogą się wydawać wypukłe. Gdy **Use OSA on Preview** jest włączony — wszystko wraca do normy (Rysunek 6.7.21b). Problem tylko z tym, że nawet z włączonym przełącznikiem Blender po wykonaniu jednego — dwóch podglądów renderu „zapomina” o tym ustawieniu. Wtedy znów pojawiają się znów błędy, takie, jakie pokazywał Rysunek 6.7.21a). Jedyna rada: gdy coś wygląda w oknie **Preview** nie tak, jak powinno — wyłącz **Use OSA on Preview** i poczekaj, aż zobaczysz że Blender zaczyna ponownie renderować obraz podglądu. Wówczas przerwij mu to, włączając ponownie **Use OSA on Preview**. Pierwszy render podglądu po włączeniu tej opcji na pewno będzie poprawnie „wygladzony”!

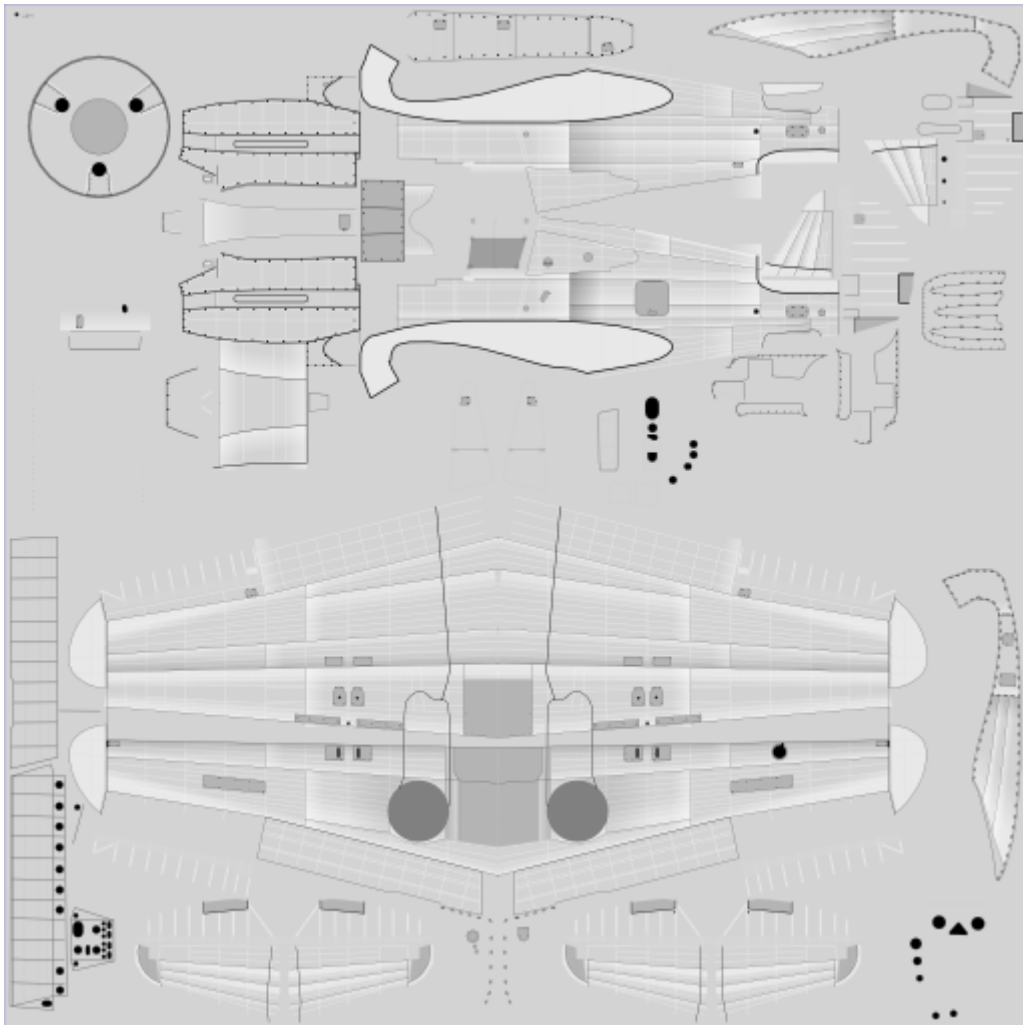
Prace nad obrazem nierówności zbliżają się szczęśliwie do końca. Pozostało jeszcze dorysować elementy przeznaczone dla pozostałych tekstur: zawartość warstw **Contours** i **Shadows** (Rysunek 6.7.22) :



Rysunek 6.7.22 Dodatkowe akcenty, używane w pozostałych teksturach: cienie pod nitami i wzdłuż konturów

Tak, jak było to podane na str. 320: na warstwie **Shadows** narysuj pod każdym rzędem nitów szeroką, jasnoszaryą linię („cień”). Krawędzie każdej siatki, którą na modelu zakończyłeś „na grubość blachy” (np. panele okapotowania silnika) obrysuj na warstwie **Contours** grubą, ciemną linią. Zawartość obydwu warstw będzie wykorzystana podczas tworzenia drugorzędnej tekstury nierówności (**B.Skin.Nor-Bump**) i tekstury odbić (**B.Skin.Ref**).

Warstwy **Contours** i **Shadows** były ostatnimi, które należało wypełnić. Rysunek 6.7.23 pokazuje zawartość pliku *skin.svg*, która została wykonana w tej sekcji:



Rysunek 6.7.23 Zawartość pliku *skin.svg*

Trzeba przyznać, że wysiłek, włożony w te wszystkie cienie i nity jest porównywalny z wykonaniem kilku stron planów modelarskich! Gdybyś chciał coś z tego pominąć, by przyspieszyć pracę — zrezygnuj z nitów (warstwa **Rivets**) i ich cieni (**Shadows**). Te fragmenty rysunku były bardzo pracochłonne, a są widoczne na renderingu tylko z niewielkich odległości. Zobacz chociażby dość surowy przykład (Rysunek 6.7.24):



Rysunek 6.7.24 Rezultat zastosowania obrazu jako podstawowej tekstury nierówności (*nor_details.png*)

Model na tym renderingu ma tylko podstawową teksturę nierówności (**B.Skin.Nor-Details**). O ile linie podziałów paneli i punkty śrub w znaczący sposób dodają realizmu, o tyle wszelkie nity są na nim niemal niewidoczne!

Podsumownie

- Rysowanie szczegółów powierzchni samolotu zaczyna się od przeniesienia z Blendera do Inkscape rozwinięć w UV siatek wszystkich elementów (str. 359);
- Typowa taktyka pracy nad obrazem powierzchni polega na wykonywaniu kolejnych „przymiarek” do modelu. Masz jednocześnie otwarte: Blender i Inkscape. Po narysowaniu kolejnego fragmentu rysunku w Inkscape, eksportujesz całość do pliku rastrowego. W Blenderze obraz, związany z tym plikiem, jest nałożony (w trybie *textured*) na model. Wystarczy go odświeżyć (*Image→Reload*) i sprawdzić, czy nowy fragment jest dobrze dopasowany. Potem pozostaje nanieść w Inkscape poprawki (str. 359);
- Jeżeli chcesz uprościć obraz szczegółów technicznych powierzchni modelu — zrezygnuj w pierwszej kolejności z nitów (warstwa *Rivets*) i ich cieni (warstwa *Shadows*) (por. str. 369);
- Inkscape nie jest specjalnie szybkim edytorem. Gdy rozmiar mojego rysunku przekroczył 3MB, zaczęło wyglądać na to, że — paradoksalnie — wykonanie obrazu powierzchni wymaga więcej zasobów komputera niż rendering całego modelu. Obejściem tego problemu jest zastąpienie w pliku Inkscape wektorowych reprezentacji rozwinięć UV siatek pojedynczym obrazem rastrowym. Stwórz oddzielny plik *uv.svg* i wczytaj do niego wszystkie pliki **.svg* uzyskane z Blendera (str. 366). Następnie z *uv.svg* wygeneruj obraz rastrowy o odpowiedniej rozdzielczości (np. 2048x2048) i wstaw do *skin.svg*, na warstwę **UV**. Teraz każdy z plików: *uv.svg* i *skin.svg*, ma rozmiar nie przekraczający 2MB. Przy takim rozmiarze możliwa jest jeszcze w miarę wygodna edycja. Jednocześnie możesz nadal, korzystając z pliku *uv.svg*, uzyskać obraz rozwinięcia o dowolnej rozdzielczości;
- W Blenderze ta sama siatka może mieć kilka alternatywnych rozwinięć w przestrzeni UV (*UV Layers*). Ta właściwość przydaje się czasami, gdy inne wymagania rozwinięciu UV stawia tekstura barwy, a inne — tekstura nierówności czy odbić (str. 361);
- Deformacje rozwinięcia w UV siatek wzdłuż szwów można poprawiać poprzez wyostrenie krawędzi poprzecznej (str. 362, 363);
- „Bezszwowe” rozwinięcie stożka kołpaka śmigła w koło okazało się całkiem dobrym rozwiązaniem, wymagającym drobnej korekty. Rozwinięcia UV ścian czubka stożka musiały być pomniejszone, by poprawić poprzeczne proporcje obrazu w okolicach łopat śmigła (por. str. 349 i str. 364);
- „Bezszwowe” rozwinięcie gondoli podwozia (por. str. 350) okazało się niewypałem — linie podziału blach w najbardziej zdeformowanej części — nosie gondoli — nie wyglądały dobrze. Należało przemodelować całą siatkę, by nanieść na nią krawędzie, biegnące wzdłuż linii podziału blach. Następnie trzeba było poprowadzić szwy wzdłuż tych krawędzi, i poprawić rozwinięcia UV (str. 364 — 366);
- Do sprawdzania poprawności układu podziału blach warto jest utworzyć odpowiednią teksturę nierówności, i przeglądać ją szczegółowo w trakcie rysowania (podglądem renderu — **Shift-P**);
- Uważaj na „efekty specjalne” podglądu renderingu w Blenderze: stopniowe gradienty (takie jak na żebrach powierzchni sterów, lub w zagłębieniach pod śrubami) mogą się wydawać wypukłe. Nim rzucisz się do poprawiania obrazu w Inkscape, najpierw sprawdź, czy to nie błąd wyświetlania. Pomaga wyłączenie i włączenie opcji *Use OSA for preview*, w panelu *Preview* (str. 368).

6.8 Kompozycja obrazów tekstur

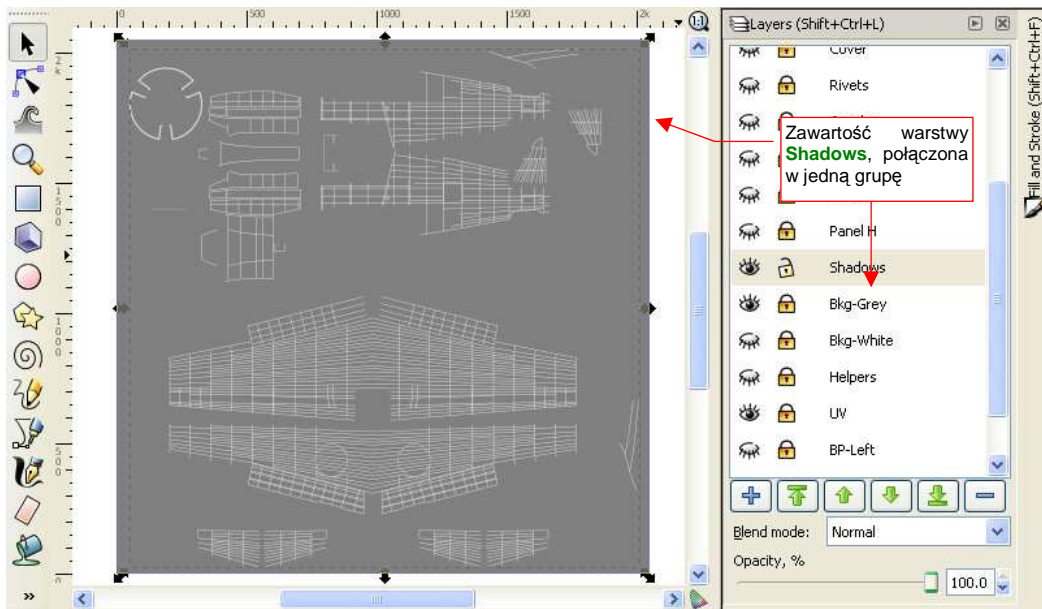
Rezultatem poprzedniej sekcji jest plik *skin.svg*, wypełniony do końca detalami. Niejako przy okazji testowania wygenerowaliśmy plik *nor_details.png*, wykorzystywany przez teksturę nierówności „technicznych” (**B.Skin.Nor-Details**). W tej sekcji skoncentrujemy się na pozostałych obrazach:

- innych nierówności (*nor_bump.png*, wykorzystywany przez teksturę **B.Skin.Nor-Bump** — por. str. 321);
- intensywności odbicia światła (*ref.png*, wykorzystywany przez teksturę **B.Skin.Ref** — por. str. 323);

Obydwa można uzyskać metodą opisaną w sekcji 6.3 (str. 320 — 323). Ogólnie rzecz biorąc, polegała ona na złożeniu w warstwach Gimpa kilku kopii obrazu wyeksportowanego z Inkscape. Każda z tych warstw jest poddawana innemu przekształceniu (np. rozmyciu o innym promieniu).

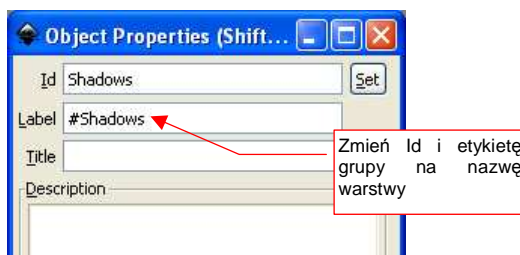
Tę metodę możesz zastosować także teraz, by uzyskać odpowiednie obrazy dla tekstur obejmujących cały model. Jeżeli jednak chcesz to zrobić szybciej i dokładniej — skorzystaj ze skrótów, które przedstawię w tej sekcji. Nie chciałem ich wprowadzać wcześniej, aby niepotrzebnie nie komplikować opisu. Teraz jednak czas już o nich opowiedzieć.

Nim zaczniemy, uporządkujmy trochę zawartość pliku *skin.svg*. Zaznacz i połącz (**Ctrl-G**) wszystkie obiekty, należące do tej samej warstwy, w jedną grupę (Rysunek 6.8.1):

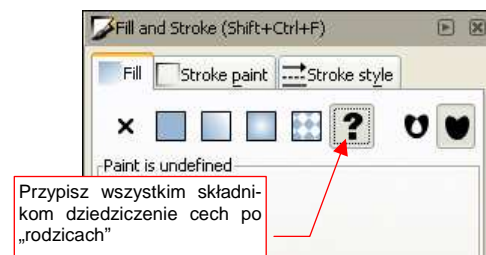


Rysunek 6.8.1 Łączenie zawartości warstwy w jedną grupę (na przykładzie warstwy **Shadows**)

Od razu zmień także nic nie mówiącą, domyślną nazwę tych grup na taką samą, jak nazwa warstwy (Rysunek 6.8.2). O ile to możliwe (np. nie uda się dla niektórych elementów warstwy **Cover**), zmień ustawienia wypełniania i rysowania obiektów na „dziedziczenie” z ustawień grupy (Rysunek 6.8.3):



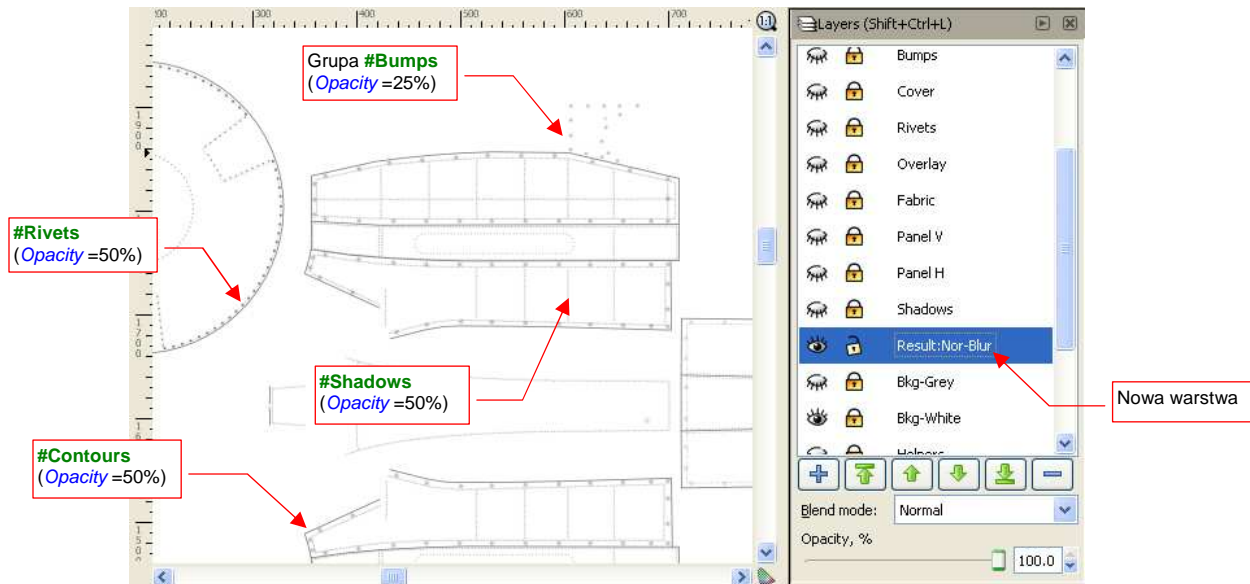
Rysunek 6.8.2 Ustalenie identyfikatora (*id*) i nazwy (*Label*) grupy



Rysunek 6.8.3 Włączenie dziedziczenia ustawień wypełnienia i linii (we wszystkich elementach grupy)

Pierwszym „skrót”, który chcę pokazać w tej sekcji, jest wygenerowanie obrazu „drugorzędnej” mapy nierówności wprost w Inkscape. W ten sposób pominiemy etap przetwarzania jej w Gimpie (ten pokazany na str. 321).

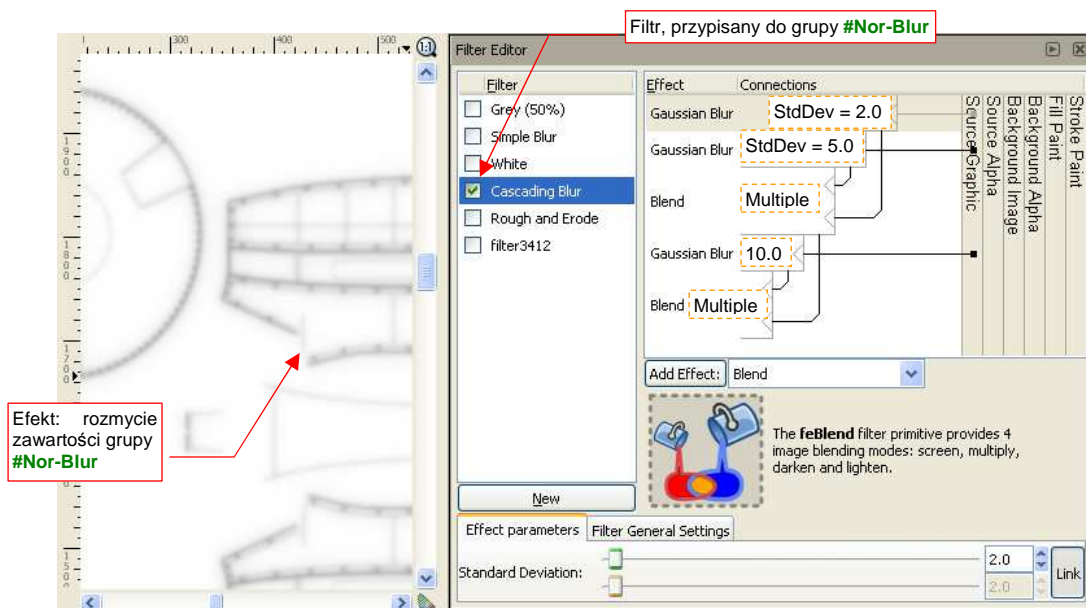
Dodaj do rysunku nową warstwę. Stworzymy na niej finalny obraz, gotowy do zapisania do pliku rastrowego, więc nadaj jej jakąś wyróżniającą się nazwę. Proponuję użyć przedrostek „Result:” (Rysunek 6.8.4):



Rysunek 6.8.4 Złożenie na nowej warstwie („rezultatu”) klonów zawartości kilku innych warstw

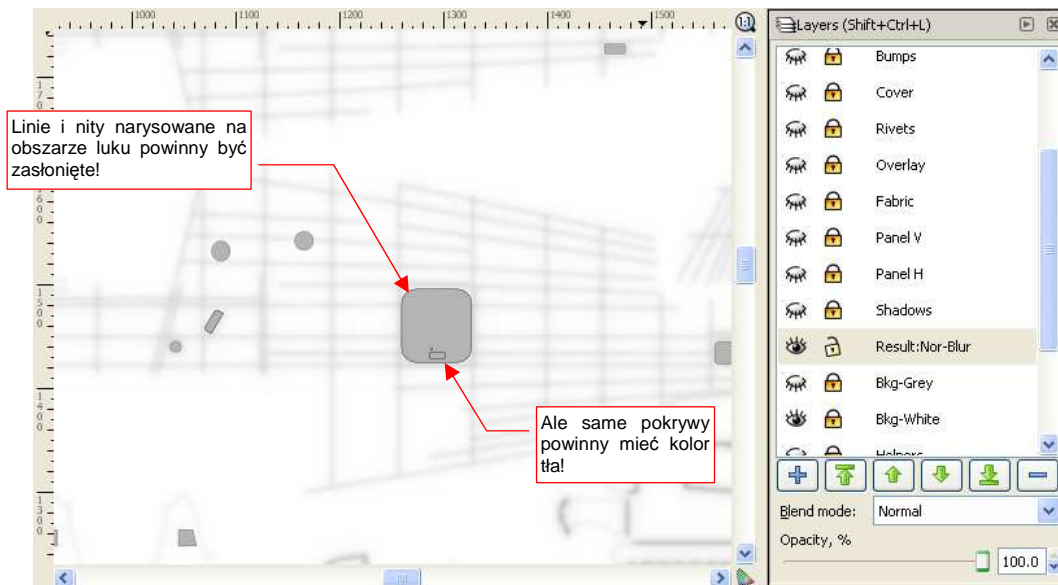
„Sklonuj” (**Alt-D**, por. str. 716) zawartość warstw: **Contours**, **Bumps**, **Rivets**, **Shadows**. Każdy z tych klonów przenieś na warstwę **Result:Nor-Blur** (np. naciskając kilka razy **Shift-PgDn** — por. str. 718). Przypisz poszczególnym klonom taką nieprzejrzyistość, jaką podaje Rysunek 6.8.4. (Użyj do tego kontrolki **Opacity** — zob. str. 696). Połącz potem wszystkie klony w jedną grupę i nadaj jej nazwę **#Nor-Blur**.

W Inkscape różnorodne „efekty specjalne” można osiągnąć za pomocą tzw. filtrów (menu **Filters**). Przejdź do ich edytora (**Filters** → **Filter Editor...**), i przypisz grupie **#NorBlur** filtr, złożony z trzech gaussowskich rozmyć. Szczegółowy opis, jak to zrobić, znajdziesz na str. 732. Rysunek 6.8.5 przedstawia rezultat:



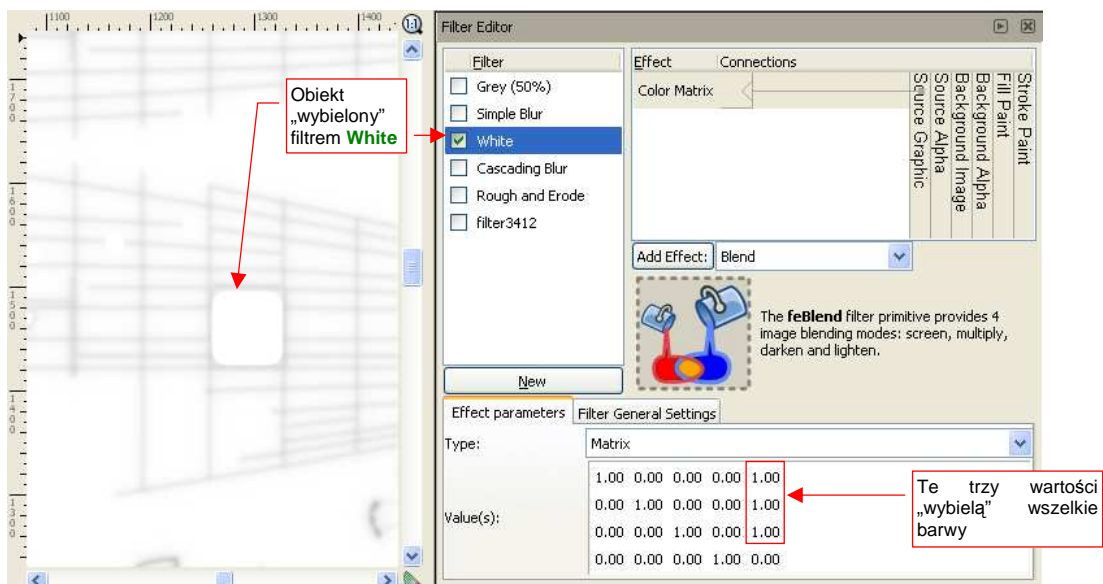
Rysunek 6.8.5 Filtr, tworzący efekt kaskadowego rozmycia obrazu

Do poprawienia pozostał jeszcze tylko jeden szczegół: elementy z grupy **#Nor-Blur** nie powinny być widoczne na obszarach zasłoniętych różnego rodzaju pokrywami. Przykładem takich obszarów może być pokrywa luku bagażowego (z lewej strony kadłuba), czy osłony zbiorników paliwa na dolnej powierzchni centroplata¹. Sklonuj zawartość warstwy **Cover**, zawierającej te wszystkie elementy. Przenieś ten klon na warstwę **Result:Nor-Blur** (Rysunek 6.8.6):



Rysunek 6.8.6 Klon obrazu pokryw (**#Cover**), przeniesiony na warstwę z rozmytym obrazem nierówności

Klon obrazu pokryw (**#Cover**) zasłania teraz linie, których nie powinno być na obrazie mapy nierówności. Jest jednak drugi problem: wszystkie pokrywy powinny być w kolorze tła (białym), a nie szarym (Rysunek 6.8.6)! Elementy grupy **#Cover** muszą mieć na tyle zróżnicowane ustawienia stylu linii i wypełnienia, że nie można było ustawić im wszystkim „dziedziczenia” ustawień po obiekcie nadrzędnym (Rysunek 6.8.3). W tej sytuacji można wykorzystać prosty filtr, by skutecznie nadać klonowi **#Cover** barwę tła (Rysunek 6.8.7):



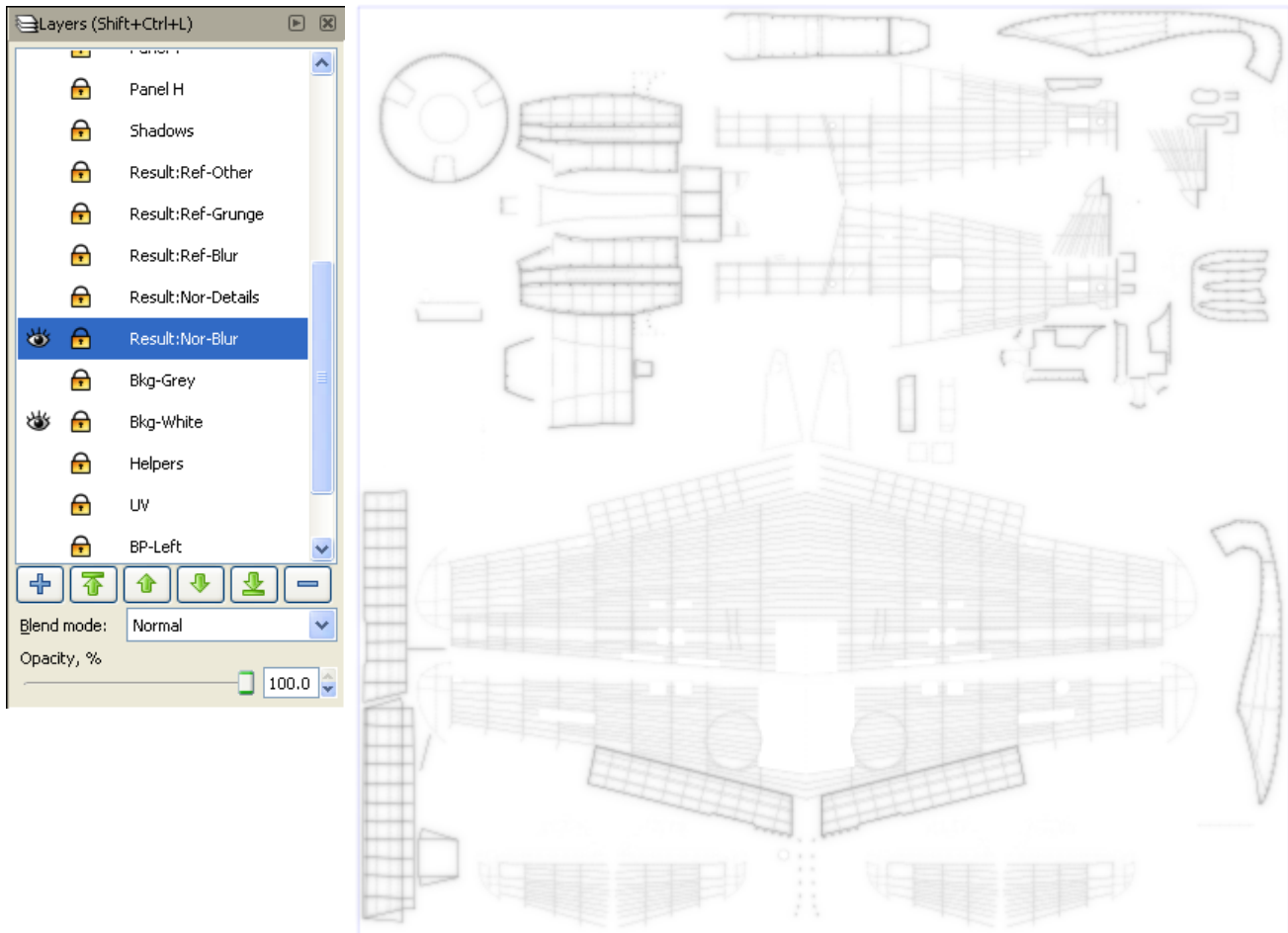
Rysunek 6.8.7 Prosty filtr, nadający obiektowi barwę białą (zarówno liniom, jak i wypełnieniom)

Nazwałem taki filtr **White**. Wykorzystałem w nim element *Color Matrix*, wpisując w pierwsze trzy pola prawej kolumny wartości 1.0. (Przez tę macierz jest mnożony wektor wartości *R,G,B,A* każdego piksela grupy **#Cover**).

¹ Nie byłoby tego problemu, gdybym linie nitów i ich cieni konsekwentnie przerywał wszędzie tam, gdzie nie powinny być widoczne. Nie robiłem tego z czystego lenistwa, więc teraz muszę zrobić coś w zamian

- Jeżeli nie wiesz, co to są „macierze” i na czym polega ich mnożenie — poszukaj w Internecie wyjaśnienia. (Na pewno znajdziesz, jeżeli wpiszesz w wyszukiwarkę te słowa po polsku). Możesz także stosować przedstawione tu filtry na zasadzie „przepisów kuchennych”, nie wnikając w ich szczegóły.

Rysunek 6.8.8 przedstawia ostateczną zawartość warstwy **Result:Nor-Blur**, gotową do wyeksportowania wprost do pliku *nor_blur.png* i użycia w Blenderze:

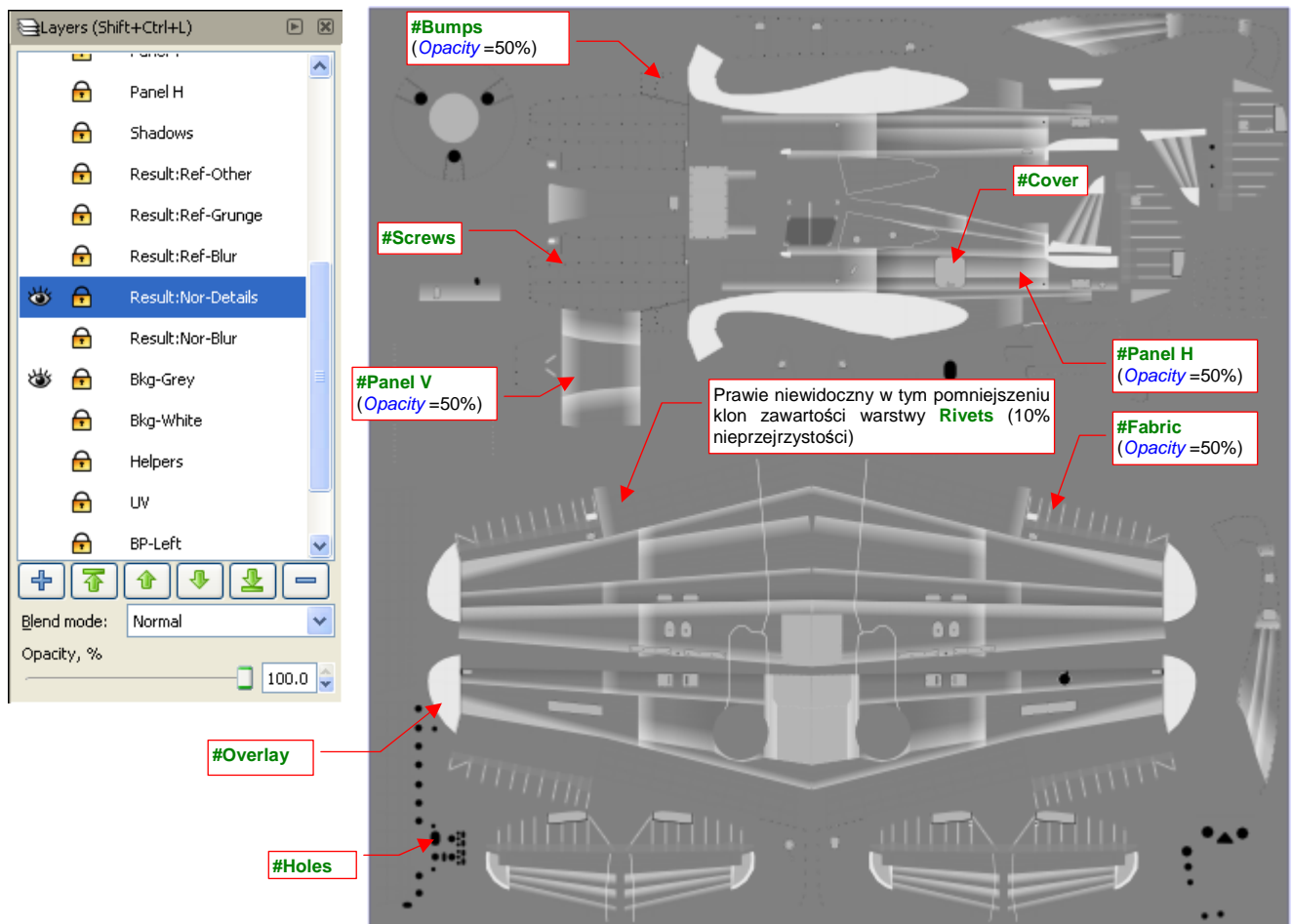


Rysunek 6.8.8 Obraz drugorzędnej mapy nierówności gotowy do eksportu do pliku *nor_blur.png*

Dzięki temu, że do kompozycji takich obrazów używaliśmy wyłącznie klonów poszczególnych warstw — zachowujemy nadal możliwość łatwej modyfikacji zawartości rysunku. Scalenie zawartości warstw w grupy nie jest w tym żadną przeszkodą. W Inkscape możesz „wejść” do wnętrza każdej grupy (wystarczy dwukrotnie w nią kliknąć) i poddać edycji jej zawartość. (W istocie grupy są tu traktowane jak „podwarstwy” — por. str. 719). A gdy zmieni się grupa wzorcowa (na warstwie, powiedzmy, **Rivets**) zmieniają się także wszystkie jej klony. Także te wchodzące w skład warstwy **Result:Nor-Blur**. To właściwość bardzo ważna przy różnych drobnych modyfikacjach. Przy większych zmianach — np. gdy chcesz włączyć do grupy (np. **#Rivets**) nowy element — wystarczy go „wyciąć” z „zewnętrznego” rysunku i wkleić do jej wnętrza operacjami *Cut/Paste*.

Pewnym problemem przy pracy z rysunkiem o dużej liczbie elementów jest spowolnienie pracy Inkscape. Staje się ono odczuwalne na słabszych komputerach (takich, jak na przykład mój). Szczególnie skutecznym „spowalniaczem” jest zawartość warstwy **Rivets**. Można trochę złagodzić ten efekt, wyłączając widoczność tej warstwy gdy tylko nie jest potrzebna. Gorzej na takich warstwach „wynikowych”, jak **Result:Nor-Blur**. Tu występuje klon grupy **#Rivets**, i nie możesz go selektywnie ukryć. Stąd całą tę warstwę, po przygotowaniu, odstawiaj tylko wtedy, gdy będziesz chciał wykonać jej eksport do pliku rastrowego. Poza tymi chwilami niech zawsze będzie wyłączona.

Zawartość warstwy **Result:Nor-Blur** jest obrazem, gotowym do wyeksportowania do pliku rastrowego *nor_blur.png*. Możesz także przygotować kolejną warstwę — **Result:Nor-Details**, zawierającą gotowy obraz szczegółowej mapy nierówności (*nor_details.png*). Ten obraz należy skomponować z klonów warstw wyliczonych w poprzedniej sekcji (**Panel H**, **Panel V**, **Fabric**, **Overlay**, **Rivets**, **Cover**, **Bumps**, **Screws**, **Holes** — por. str. 367) Rysunek 6.8.9 przedstawia gotową kompozycję:



Rysunek 6.8.9 Obraz podstawowej mapy nierówności, gotowy do eksportu do pliku *nor_details.png*

Mógłbyś plik *nor_details.png* wygenerować „po staremu” — włączając widoczność odpowiednich warstw i zmieniając dodatkowo w niektórych ustawienia przejrzystości. Ale ile wtedy trzeba pamiętać, co i jak ustawić! Na przykład — w każdym eksportowanym z Inkscape obrazie nity z warstwy **Rivets** muszą mieć inną przejrzystość. Umieszczenie gotowej kompozycji klonów na warstwie **Result:Nor-Details** rozwiązuje ten problem. Jeżeli masz słabszy komputer, odłóż operację utworzenia tej wynikowej warstwy na sam koniec prac na rysunkiem *skin.svg*. W przeciwnym razie jeszcze bardziej wydłużysz czas działania programu. Wcześniej warto dodać do pliku chociażby kompozycję tworzącą obraz odbicia i połyskliwości — *ref.png*.

Większość zabrudzeń (np. ślady spalin) najlepiej jest nanosić na powierzchnię modelu za pomocą tekstury modulującej współczynnik rozpraszania światła odbitego przez materiał (*Reflection*). (Omawialiśmy już to w sekcji 6.2). W ramach pewnego uproszczenia ten sam obraz można także użyć do modulacji połyskliwości (*Specular*). Tekstury barwy należy raczej używać do barwnych zabrudzeń — brązowych zacieków od oleju, oraz przetarć, odsłaniających warstwę podkładu, czy wręcz „goły metal”.

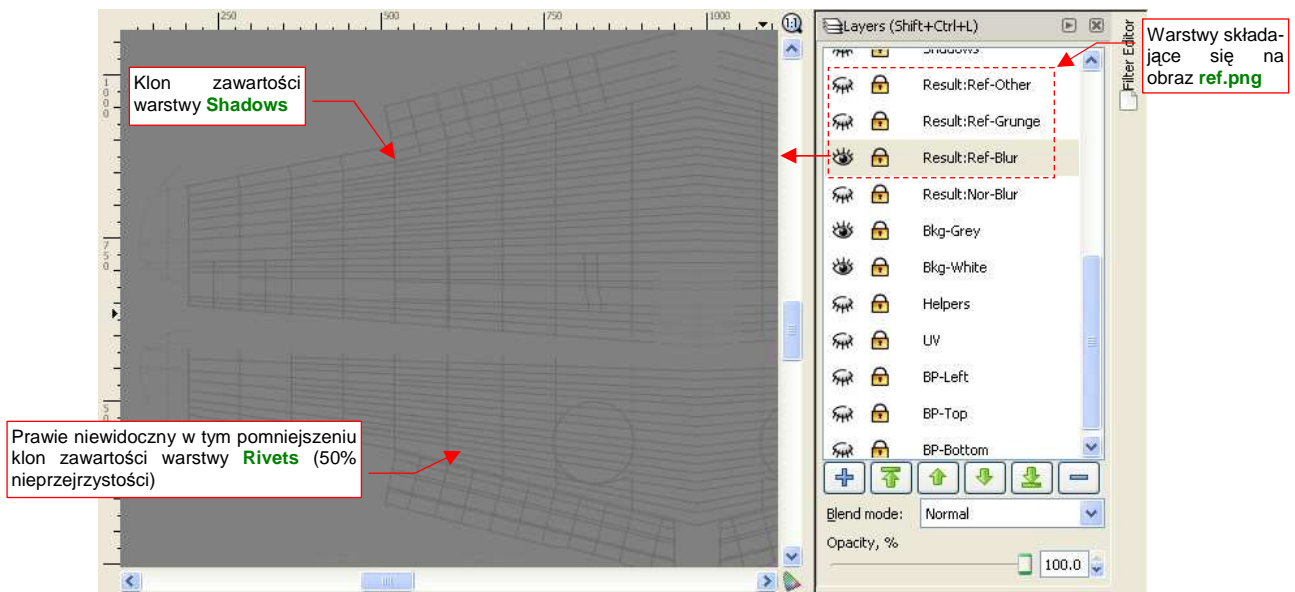
Przejrzałem setki historycznych zdjęć P-40 z wielu obszarów II wojny światowej. Jakoś tak się składało, że samoloty te operowały zazwyczaj z lotnisk polowych. Warto sobie uświadomić, że warunki eksploatacji na takich lądowiskach są zbliżone do warunków pracy współczesnych samolotów rolniczych — wszędzie pył, a czasami także błoto. Z tego powodu maszyny należało okresowo czyścić. Stan pokrycia samolotów zależał w dużym stopniu od liczebności i zaangażowania ludzi z obsługi naziemnej. Jeżeli było ich wystarczająco wielu — można

było sobie pozwolić na mycie myśliwców po każdym locie. Niezależnie jednak od „ogólnego zabrudzenia” maszyn, wygląda na to, że farby nanoszone w zakładach Curtiss dobrze się trzymały powierzchni. Jedyne przetarcia „do gołej blachy” można zaobserwować u nasady skrzydeł (tam, gdzie pilot i obsługa naziemna najczęściej wchodzili w butach).

Obraz mapy odbicia będzie się składać z trzech części:

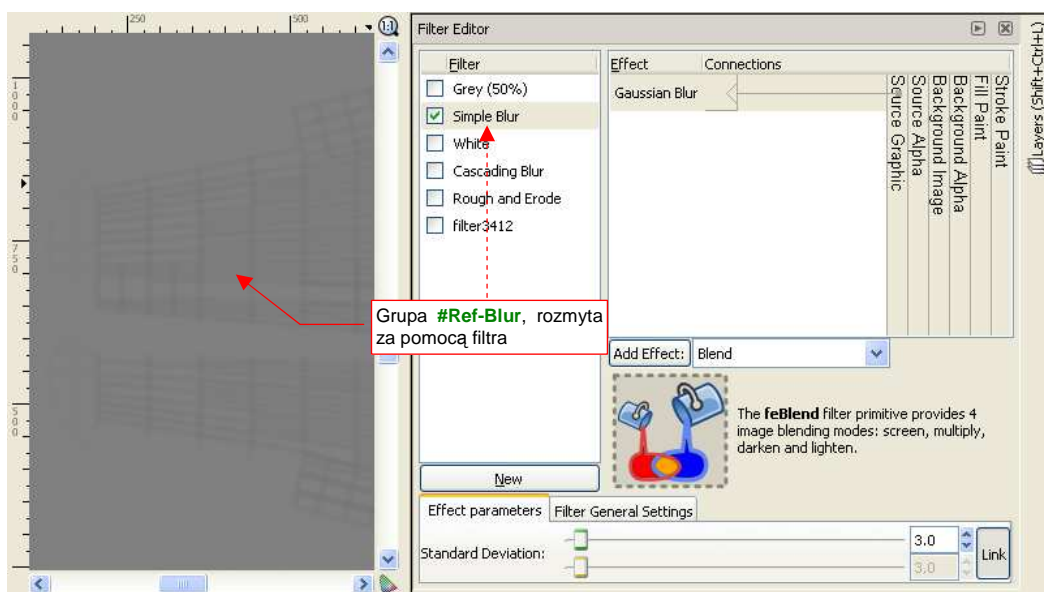
- nitów i ich cieni (umieść je na warstwie **Result:Ref-Blur**), których obraz ulegnie rozmyciu;
- linii połączeń poszycia (umieść je na **Result:Ref-Grunge**), które zostaną poddane „porysowaniu”;
- elementów dodatkowych (nitów, śrub) (umieść je na warstwie **Result:Ref-Other**);

Na pierwszej z warstw (**Result:Ref-Blur**) umieściłem klony zawartości warstw **Rivets** i **Shadows** (Rysunek 6.8.10):



Rysunek 6.8.10 Początek kompozycji mapy odbić (*ref.png*) — złożenie nitów i ich „cieni” na warstwie **Result:Ref-Blur**.

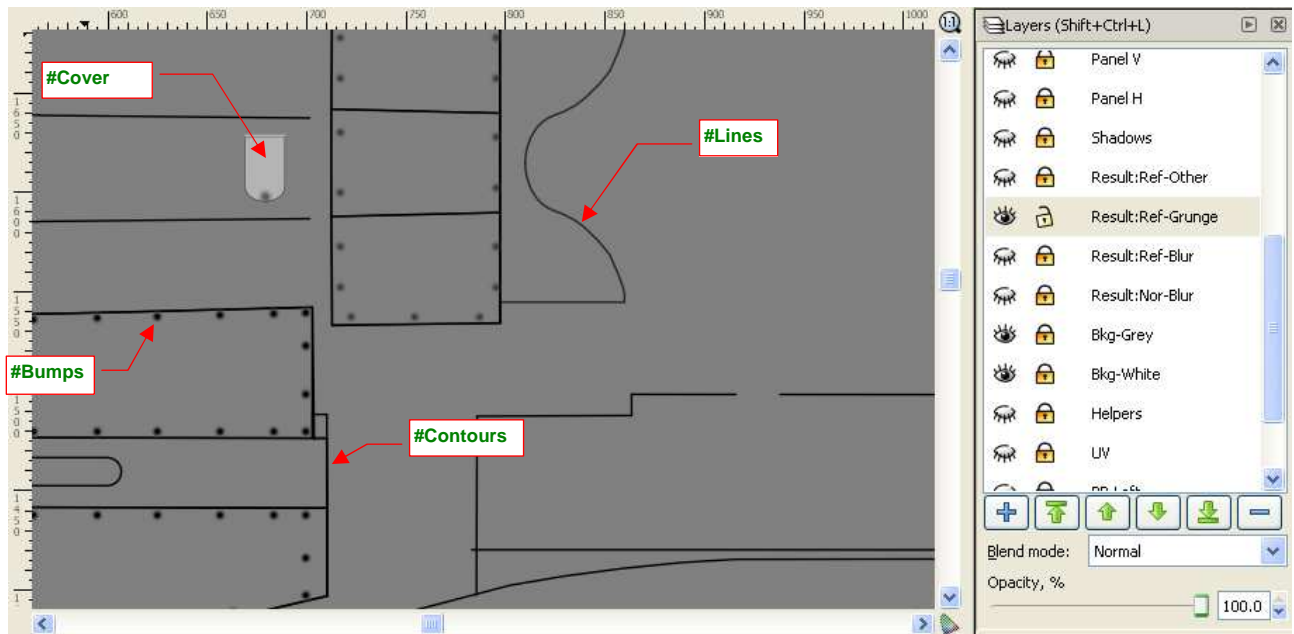
Połączyłem te klony w jedną grupę **#Ref-Blur**, i „rozmyłem” jej obraz za pomocą jednokrotnego rozmycia Gaussa (Rysunek 6.8.11):



Rysunek 6.8.11 Proste, jednokrotne rozmycie zawartości warstwy **Result:Ref-Blur** (filtrem **Simple Blur**)

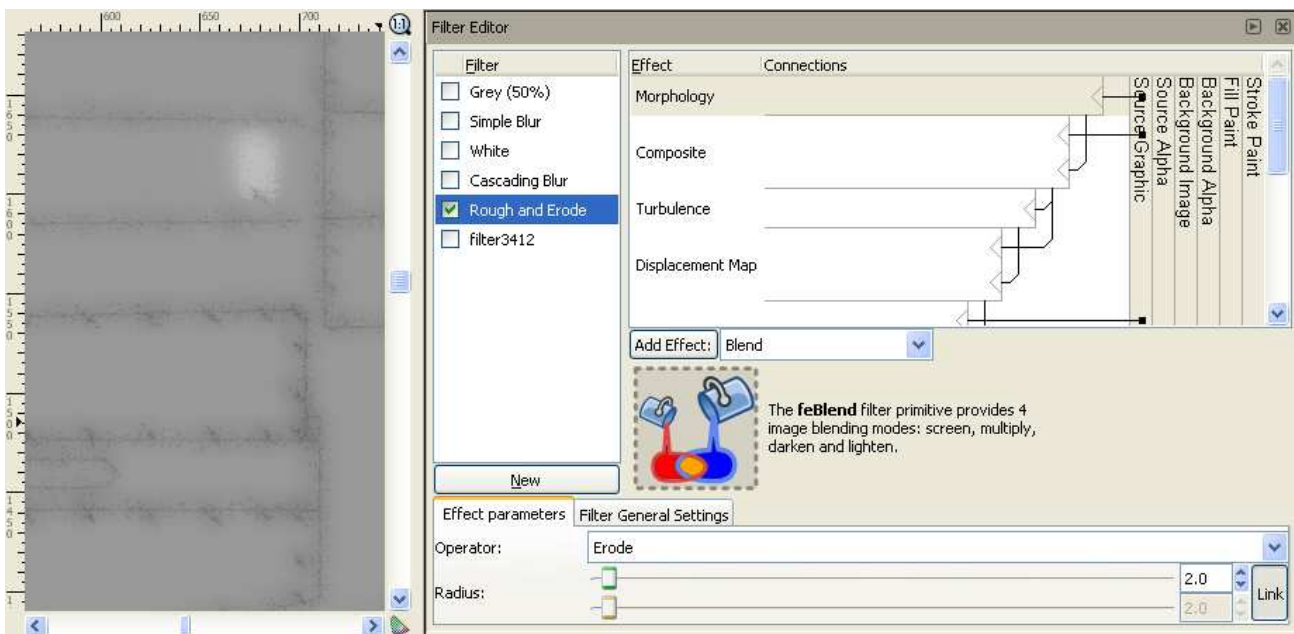
Współczynnik *Std Deviation* tego filtru ustawiłem na umiarkowaną wartość — **3.0**. Dla porządku nadałem zastosowanemu filtrowi nazwę **Simple Blur** (może do czegoś jeszcze się w przyszłości przyda).

Kolejna warstwa — **Result:Ref-Grunge** — ma zawierać obraz drobnych zabrudzeń, rozrzuczonych wzdłuż linii połączeń poszycia samolotu. Umieść na niej klony następujących warstw: **Lines**, **Bumps**, **Cover**, **Contours** (Rysunek 6.8.12):



Rysunek 6.8.12 Elementy, które zostaną przekształcone w „zabrudzenia” (warstwa **Result:Ref-Grunge**)

Klony, umieszczone na warstwie **Result:Ref-Grunge**, połącz w jedną grupę: **#Ref-Grunge**. Przypisz do niej specjalnie przygotowany w tym celu filtr **Rough and Erode** (Rysunek 6.8.13):

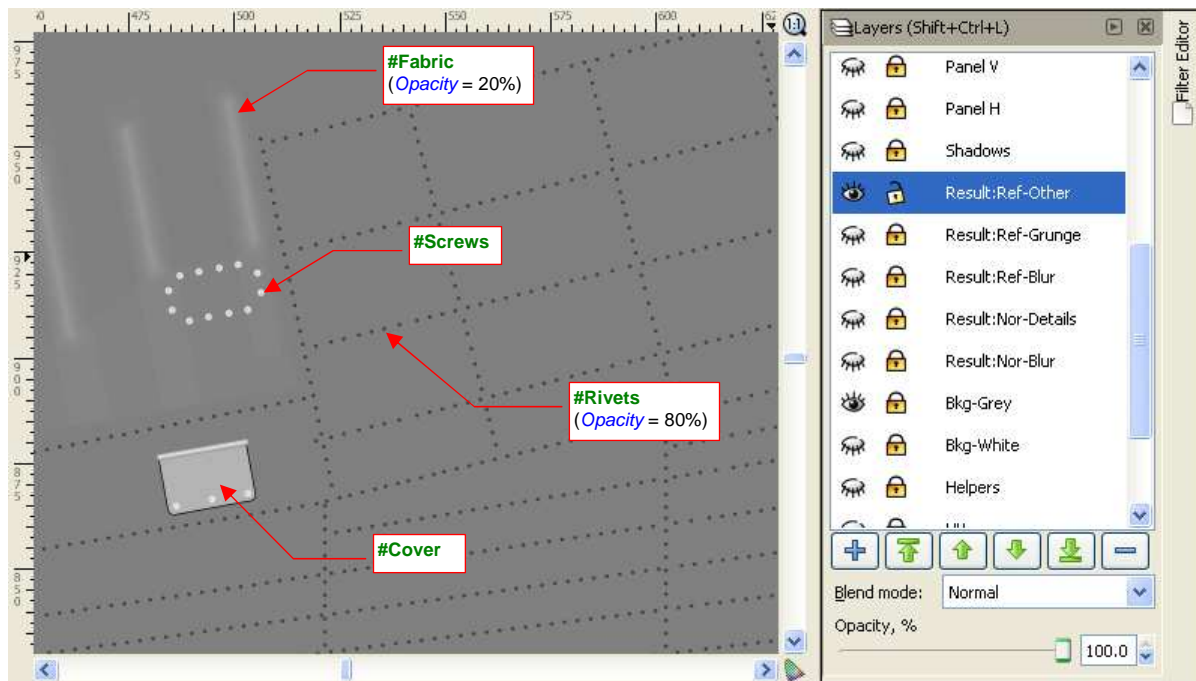


Rysunek 6.8.13 „Zabrudzenia” — rezultat zastosowania filtra **Rough and Erode** (warstwa **Result:Ref-Grunge**)

Trzeba przyznać, że efekt działania filtra **Rough and Erode** stworzył naprawdę ciekawy rezultat. Dawniej, gdy Inkscape nie miał takich możliwości, trzeba było w Gimpie ręcznie „pacykować” podobny wzór wzdłuż każdej linii. To była masa roboty! Teraz wyręczył nas w tym Inkscape. Być może wzór, który wytworzył, jest nieco jednostajny, i można go wzbogacić później w GIMP kilkoma dodatkowymi zabrudzeniami. To jednak pestka w porównaniu z mozolnym „brudzeniem” każdego szwu!

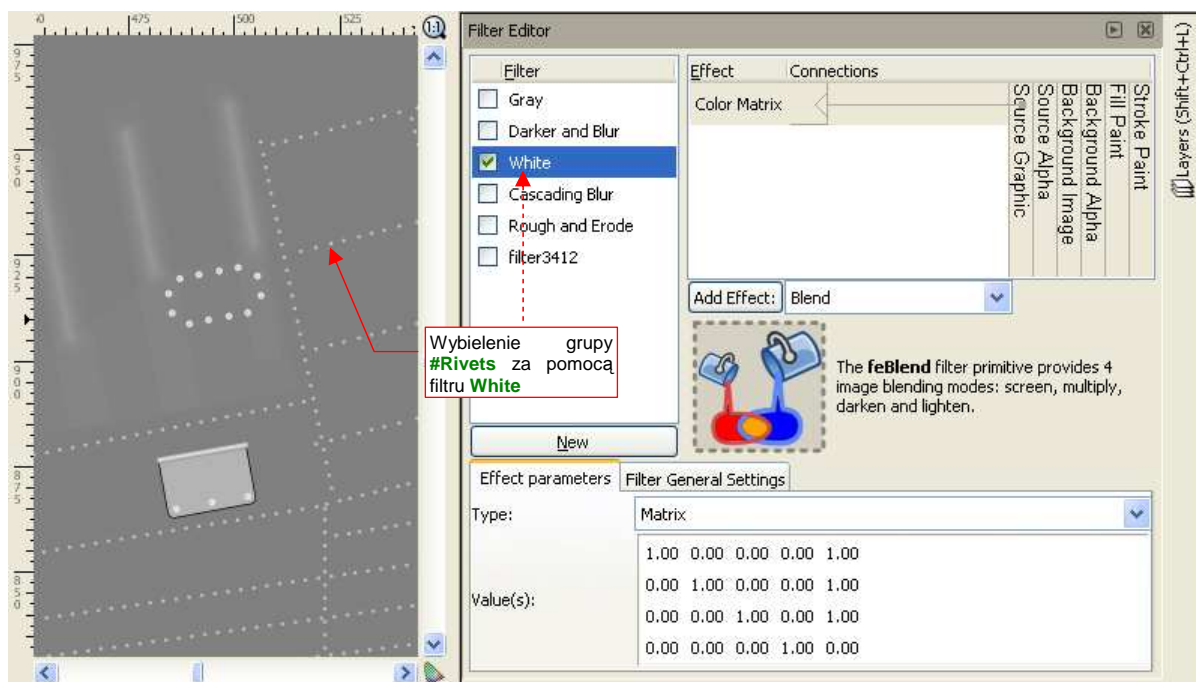
Filtr **Rough and Erode** powstał na podstawie standardowego filtra Inkscape o nazwie **Rough and Dilate**. Szczegółowy opis jego budowy i parametrów znajdziesz na str. 737.

Pozostało jeszcze dodać do mapy odbić takie szczegóły, jak rozjaśnienia w miejscu śrub i nitów, oraz przetarc na płótnie sterów. Dodatkowo, podobnie jak w przypadku warstwy **Result:Nor-Blur**, trzeba także zasłonić obszary luków (por. str. 373) — za pomocą kolejnego klonu warstwy **Cover**. Klony wszystkich tych dodatków (**#Screws**, **#Rivets**, **#Fabric**, **#Cover**) zgromadziłem na warstwie **Result:Ref-Other** (Rysunek 6.8.14):



Rysunek 6.8.14 Dodatkowe elementy obrazu *ref.png* (warstwa **Result:Ref-Other**)

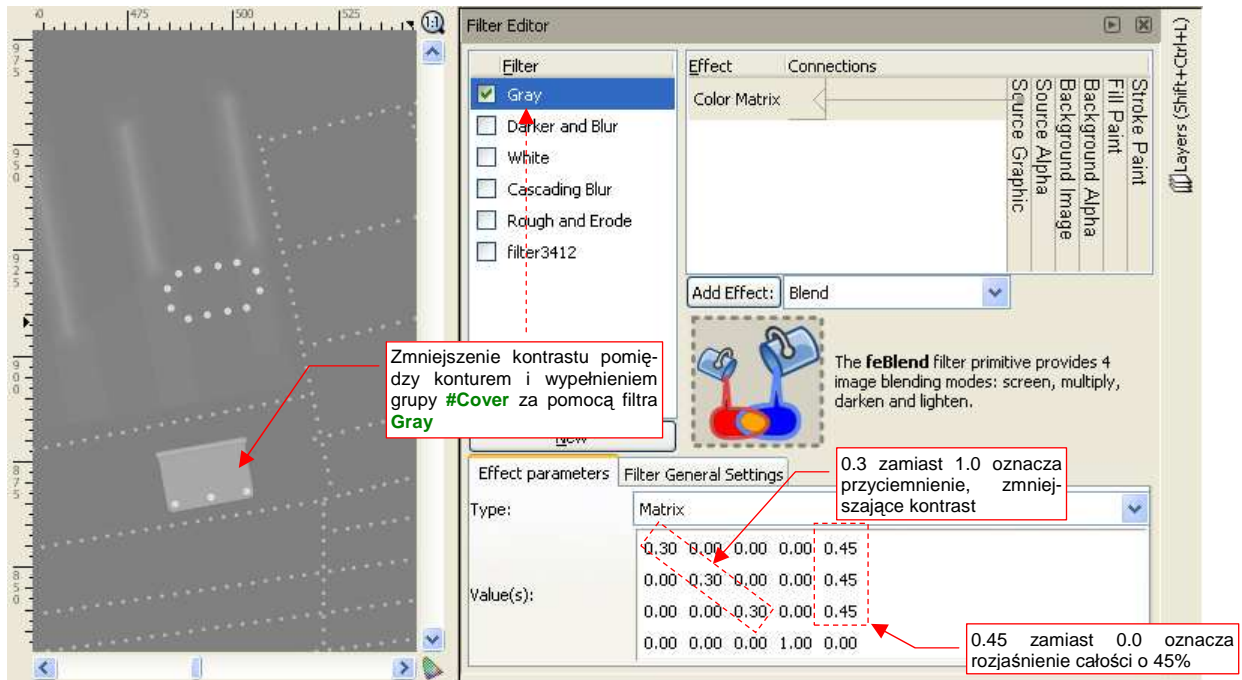
Śruby (klon **#Screws**) mają białe wypełnienie i dzięki temu nie wymagają żadnej korekty. Wybielenia płótna na krawędziach żeber (klon **#Fabric**) zrób prawie przezroczyste (*Opacity* = 20%), aby się za bardzo nie wyróżniały. Nity (klon **#Rivets**) są czarne, a w tym przypadku powinny być białe. Aby to osiągnąć, wystarczy zastosować dla ich klonu filtr **White** (Rysunek 6.8.15):



Rysunek 6.8.15 „Wybielenie” nitów za pomocą filtra **White** (warstwa **Result:Ref-Other**)

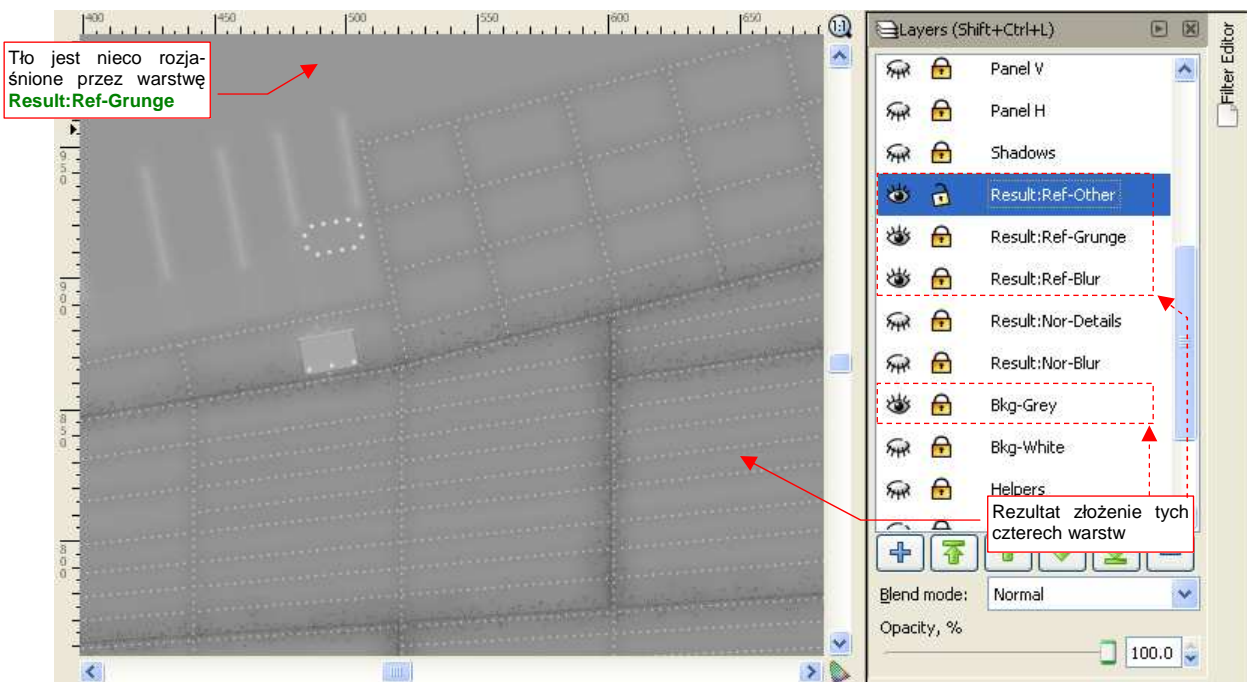
Nieprzejrzystość (*Opacity*) **#Rivets** ustaw na poziomie jakichś 80%, aby na rysunku nie były zupełnie białe.

Grupę **#Cover** dodałem do tej warstwy przede wszystkim po to, by odrobinę odróżnić wszelkie kłapy i zaślepki na od reszty poszycia za pomocą różnicy w odcieniu barwy. W „surowej postaci” występuje na nich duży kontrast pomiędzy czarnym konturem i stosunkowo jasnym wypełnieniem (czarny i szary z 70% bieli — por. Rysunek 6.8.14). Ten kontrast można „spłaszczyć” za pomocą kolejnego filtra, któremu nadałem nazwę **Gray** (Rysunek 6.8.16):



Rysunek 6.8.16 „Wyszarczenie” rysunku osłon za pomocą filtra **Gray** (warstwa **Result:Ref-Other**)

Jaki właściwie efekt osiągniemy za pomocą trzech tak przygotowanych warstw? Rysunek 6.8.17 przedstawia odpowiednio powiększony fragment, na którym widać wszystkie szczegóły:

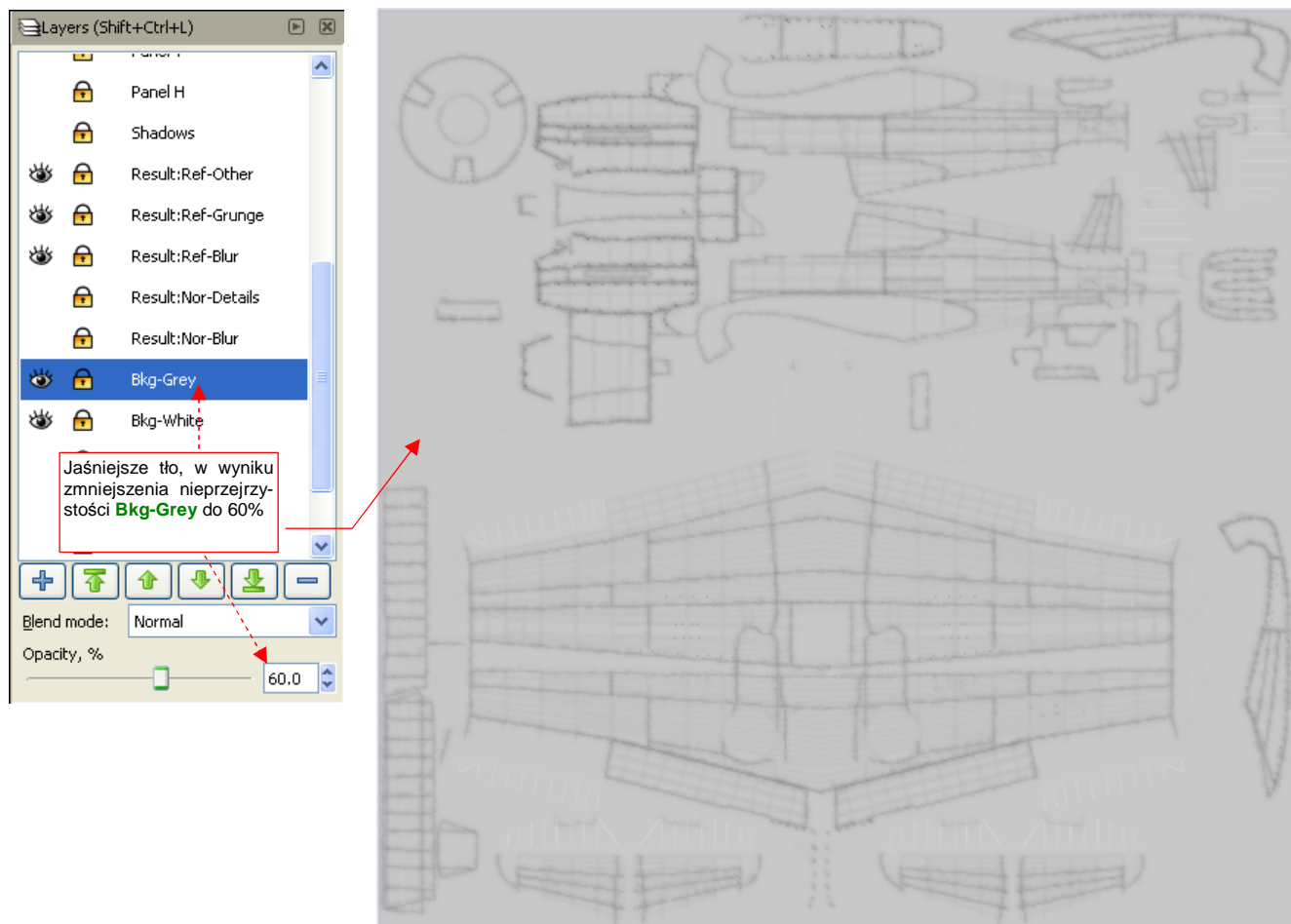


Rysunek 6.8.17 Fragment mapy odbić/odbłyśków (złożenie warstw **Result:Ref-Other**, ***-Grunge**, ***-Blur**)

Uważam, że jest to całkiem przyzwoite „ogólne zabrudzenie” powierzchni. Na marginesie: gdy w pliku *skin.svg* umieściłem już wszystkie opisane tu warstwy i filtry, Inkscape wyraźnie zwolnił podczas wielu operacji. Po dłuższym przełączaniu warstw zaczęły się w nim pojawiać błędy krytyczne (gdy jego proces zajmował więcej niż 700 MB RAM). Wyraźnie osiągnąłem jakąś granicę jego wydajności!

Na szczęście spowolnienie Inkscape zbiegło się z końcem prac nad plikiem *skin.svg*, i nie jest poważną przeszkodą w dalszej budowie modelu¹.

Po kilku testowych renderach stwierdziłem, że tło o barwie neutralnej szarości (50% bieli) na mapie odbić powoduje nienaturalne zaciemnienie modelu. Zdecydowałem się je rozjaśnić do poziomu 70% bieli. Przy tej wartości jest ono jeszcze na tyle ciemne, by jeszcze się wyróżniały na nim białe przetarcia. Jednocześnie jest już na tyle jasne, że efektywny by współczynnik *Reflection* (por. str. 300, Rysunek 6.1.23) głównych powierzchni będzie gdzieś na poziomie 0.8. Rozjaśnienie uzyskałem poprzez włączenie widoczności warstwy **Bkg-White**, i zmniejszenie przejrzystości warstwy **Bkg-Grey** do 60% (Rysunek 6.8.18):



Rysunek 6.8.18 Obraz mapy odbić/odbłyśków, gotowy do eksportu do pliku *ref.png*

Plik *ref.png* na razie nie zawiera jeszcze różnych „miejscowych” zabrudzeń: śladów po spalinach i prochu strzelniczym, oraz wszelkich innych pomniejszych zaciemnień. Nie będziemy już męczyli Inkscape tego rodzaju obiektami. Dodamy je za chwilę, w Gimpie.

¹ Zaintrygowało mnie jednak to zjawisko. Spowolnienie Inkscape odczuwałem wyraźnie na moim, niezbyt silnym komputerze (Intel Centrino 1.6 MHz, 1 GB RAM). Dlaczego? Okazało się, że przyczyną są nity, modelowane jako tekst. Testowo usunąłem z pliku wszystkie klony warstwy **Rivets**, a później także samą warstwę. Spowodowało to zmniejszenie rozmiaru pliku rysunku o 40%, a zapotrzebowanie programu na RAM spadło o 50%. Inkscape bez tej warstwy zaczął działać całkiem normalnie (można powiedzieć, że „odzyskał dawny wigor”).

Jakie z tego należy wyciągnąć wnioski na przyszłość?

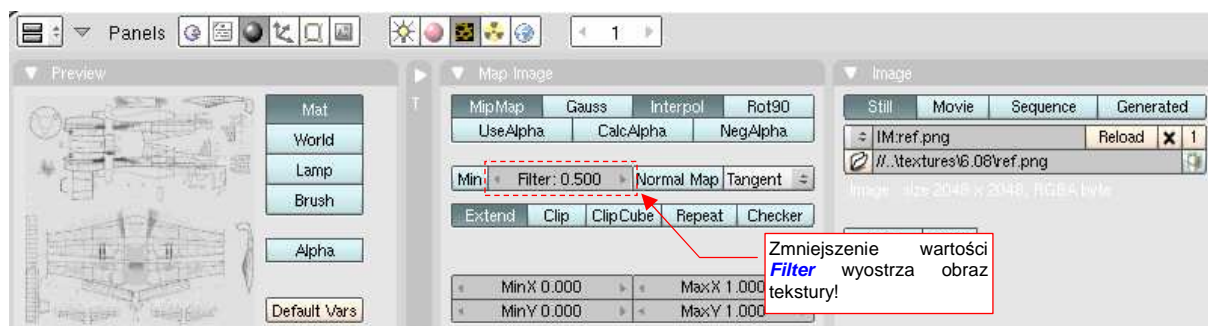
Metoda odwzorowania nitów za pomocą tekstu jest najdokładniejsza. Inkscape nie jest jednak zoptymalizowany do wyświetlania dużej liczby napisów. Wykorzystaj załączony do tej książki plik *skin.svg* do sprawdzenia, na ile nity, odwzorowane w ten sposób, spowalniają Inkscape na Twoim komputerze. Jeżeli przymierzasz się do modelu większego samolotu — np. bombowca — powiel warstwę **Rivets**, aby sprawdzić, jak będzie wyglądała praca, gdy będzie ich jeszcze więcej. Jeżeli Inkscape spowolni w sposób utrudniający edycję rysunku, zastosuj mniej dokładną alternatywę: linie kropkowe (*dashes*). Możesz zmienić styl linii na kropkowaną w zakładce **Stroke style**. Dobierz odpowiednio odstęp między punktami oraz grubość. Głównym mankamentem takich linii jest kwadratowy, a nie okrągły, kształt kropki. Na teksturach nie powinno to jednak być specjalnie rażące.

Rysunek 6.8.19 przedstawia, jak wygenerowane wyłącznie za pomocą Inkscape tekstury prezentują się na naszej testowej scenie:



Rysunek 6.8.19 Rezultat zastosowania tekstur nierówności i odbić, wygenerowanych w Inkscape

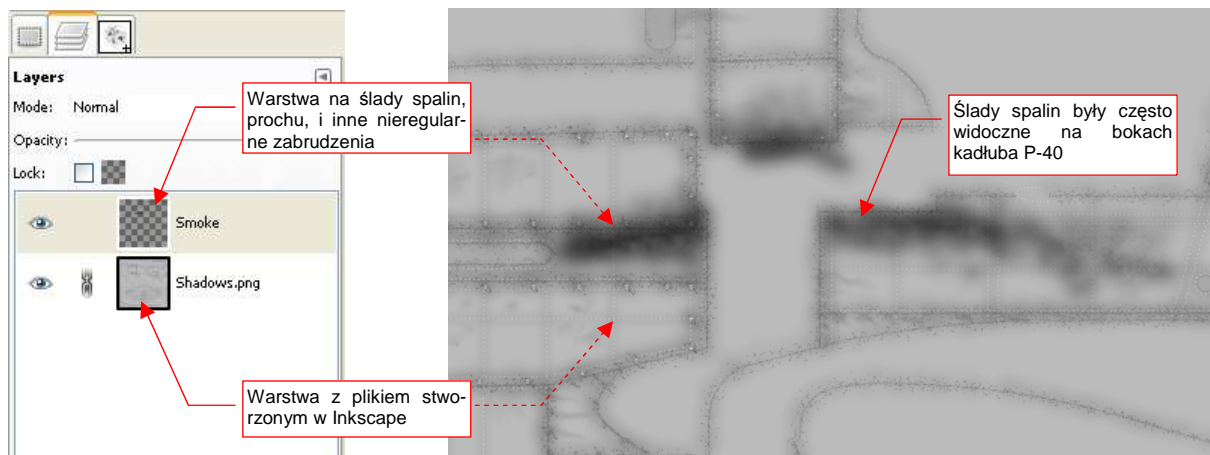
Porównaj ten obraz z ilustracją ze str. 289. Prawda, że tekstury zdecydowanie poprawiły realizm powierzchni? Z początku linie połączenia blach wychodziły mi na renderze zbyt rozmyte. Pomogło przestawienie w teksturach **B.Skin.Nor-Details** i **B.Skin.Ref** niepozornego parametru **Filter** z 1.0 na **0.5** (w panelu **Map Image**, podzestawu **Texturing** — Rysunek 6.8.20):



Rysunek 6.8.20 Zmiana wartości filtra dla obrazu tekstu

Na koniec mała uwaga o doborze oświetlenia: aby tekstury mogły w pełni pokazać swoje „walory”, muszą być oświetlone pod odpowiednim kątem względem kamery. Chodzi tu przede wszystkim o światło sferyczne (**Hemi**). Mimo dobrych tekstur, wiele scen, które będziesz ustawiał, nie będzie wyglądać z początku najlepiej. Linie podziału i inne szczegóły poszycia, widziane pod zbyt małym kątem, rozmywają się i nikną. Dlatego nie zrażaj się z początku ich brakiem, tylko poeksperymentuj z oświetleniem i kamerą, aby wydobyć ze swojego modelu to, co najlepsze. Na przykład — na srebrnych powierzchniach, oświetlonych prostopadle do kierunku kamery, możesz uzyskać ciekawy efekt, gdy użyjesz oddzielnej, w miarę kontrastowej, tekstury połyskliwości (**Specular**).

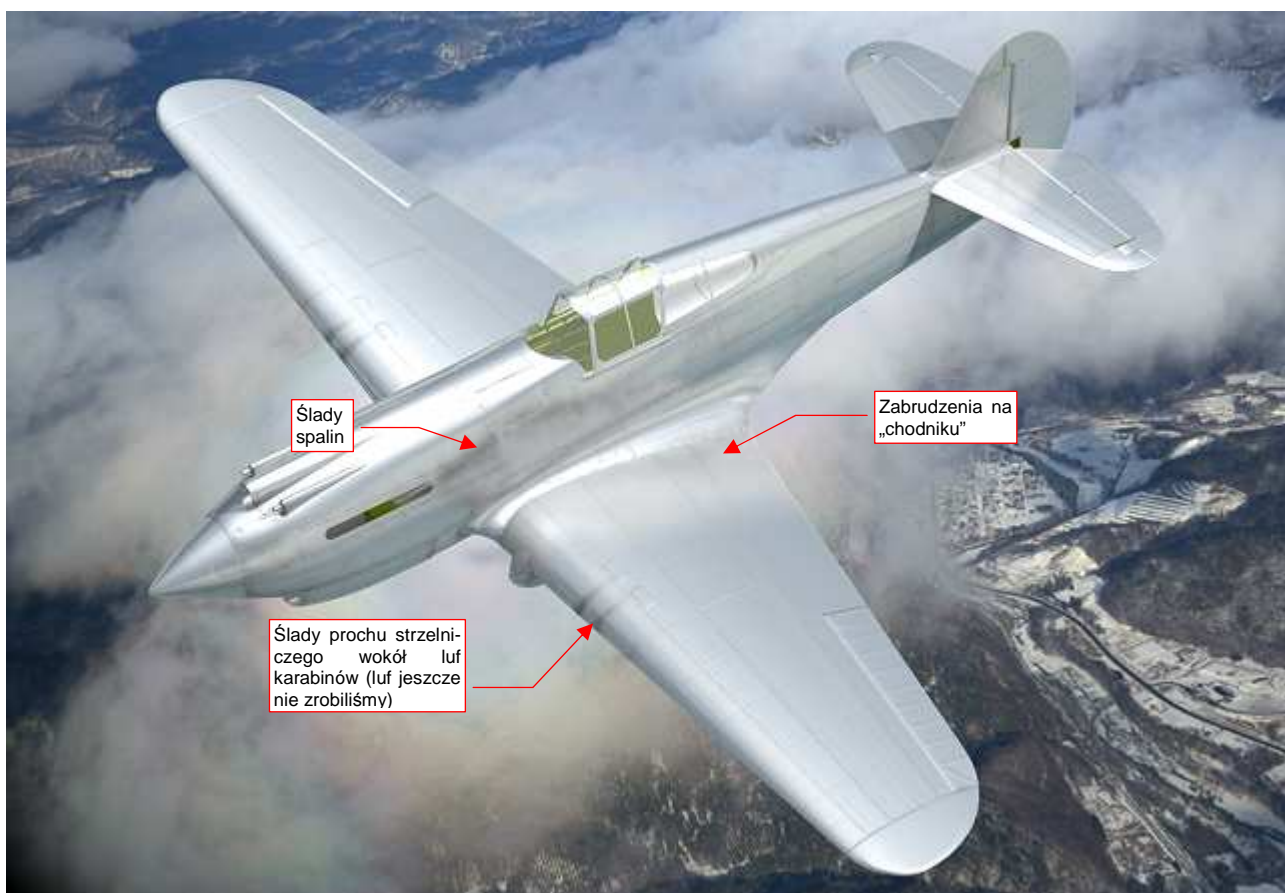
Obraz *ref.png* wzbogacimy jeszcze o zabrudzenia, które najwygodniej jest nanieść w Gimpie: okopczenia i przypadkowe plamy. Stąd zmień nazwę wyeksportowanego z Inkscape pliku z *ref.png* na *shadows.png* i wczytaj go do Gimpa jako odrębną warstwę. Zablokuj ją. Następnie dodaj nową, przejrzystą warstwę **Smoke**. Namaluj na niej obraz kolejnych zabrudzeń (Rysunek 6.8.21):



Rysunek 6.8.21 Obraz odbić, wzbogacony o kolejne zabrudzenia w GIMP (*skin.xcf*)

Opis, jak rysować zabrudzenia w GIMP znajdziesz na str. 664. Zachowaj ten plik pod nazwą *skin.xcf*, bo wykorzystamy go jeszcze w następnym rozdziale do stworzenia obrazu barwy. Złożenie warstw **Smoke** i **Shadows.png** zapisz (*File → Save a Copy*) jako *ref.png* — plik używany przez Blender.

Nie mogę powiedzieć, abym był specjalnie zachwycony pobrudzeniem takiej ładnej, srebrnej maszyny. Wygląda teraz jak wołający o pomstę do nieba efekt lenistwa całej ekipy naziemnej, której nie chciało się umyć samolotu przed kolejnym lotem (Rysunek 6.8.22):



Rysunek 6.8.22 „Wstępnie pobrudzony” P-40B.

Zanieczyszczenia umieściłem w miejscach, w których występowały na większości zdjęć. Wygląda na to, że w P-40 najbardziej brudziła się centralna część kadłuba. Mam teraz wątpliwości, czy nie powinienem dodatkowo pobrudzić krawędzi natarcia skrzydła. Na ilustracji wygląda zbyt czysto w stosunku do reszty maszyny (Rysunek 6.8.22). Proponuję jednak wstrzymać się z tym do zakończenia następnej sekcji. Być może po nałożeniu kamuflażu te plamy będą wyglądać inaczej.

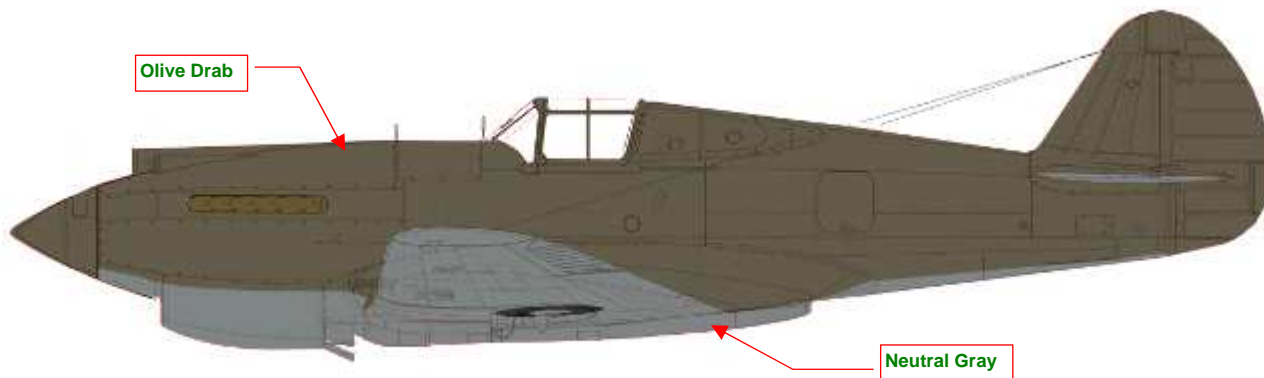
Malując ślady po spalinach, przyjrzyj się uważnie zdjęciom. To jedno z najbardziej wyraźnych zanieczyszczeń na wszystkich samolotach tłokowych. Lokalizacja tych zabrudzeń na kadłubie jest stała i specyficzna dla każdego typu maszyny (wynikała ze sposobu, w jaki powietrze opływało samolot). Kształt śladów spalin z lewej strony może się różnić od kształtu spalin z prawej strony — gdyż opływający kadłub strumień zaśmigłowy miał lekką rotację wokół osi śmigła.

Podsumownie

- Ta sekcja przedstawia metody, umożliwiające szybkie uzyskanie z rysunku wektorowego obrazów tekstur nierówności i odbić. Jest to uszczegółowienie metod, opisanych w sekcji 6.3 (str. 316);
- Obrazy w Inkscape komponujemy na wydzielonych „warstwach rezultatu” (warstwach o nazwach wyróżnionych np. przedrostkiem **Result:**). Kompozycja powstaje z tzw. klonów (czyli referencji) zawartości oryginalnych warstw roboczych. Takie klony które modyfikujemy za pomocą filtrów. W niektórych kompozycjach można użyć, z różnymi filtrami, nawet kilku klonów tej samej warstwy (np. **#Rivets** na str. 376 i 378);
- Aby używać klonów warstw, należy najpierw połączyć ich zawartość w grupy (str. 371). W Inkscape po takim połączeniu możesz nadal zmieniać ich „wnętrze”. Taka zmiana, wprowadzona w we wnętrzu oryginalnej grupy, jest natychmiast widoczna na wszystkich jej kopiach (także tych na warstwach **Result:**). To bardzo ułatwia nanoszenie w obrazie tekstury ewentualnych poprawek (prędzej czy później — na pewno będzie taka potrzeba);
- Stosując w Inkscape do kompozycji filtry, można uzyskać nie tylko szczegółowy obraz nierówności (*nor_details.png* — str. 375), ale także gotowy do użycia w Blenderze, rozmyty obraz nierówności (*nor_blur.png* — str. 374). Używając podobnych technik, uzyskasz również 90% obrazu mapy odbić (*ref.png* — str. 380);
- Inkscape może mieć problemy z dużą liczbą nitów, odwzorowanych jako tekst (str. 379-380). Wydaje mi się, że na moim przeciętnym laptopie z 2006r, wraz z zakończeniem prac nad plikiem *skin.svg*, osiągnął granicę akceptowalnego spowolnienia. Ten plik jest załączony do książki, i możesz z nim poeksperymentować na swojej maszynie. W razie problemów z Inkscape spróbuj modelować nity za pomocą linii kropkowych (*dashes*), lub w ogóle z nich zrezygnować;
- Jeżeli obraz tekstury jest na ostatecznym renderze zbyt rozmyty, możesz spróbować go wyostrzyć, zmniejszając parametr **Filter** (str. 381);

6.9 Tekstura barwy

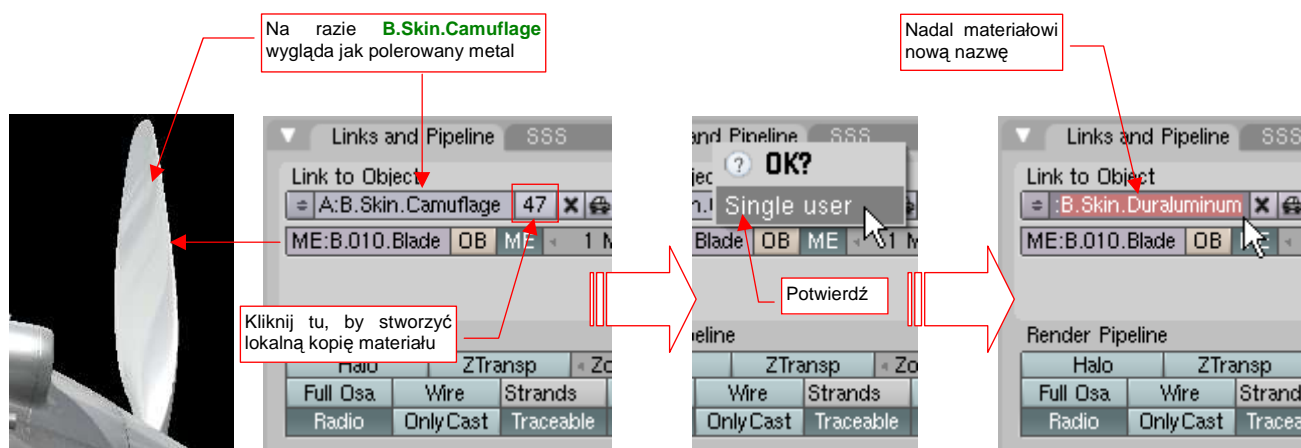
Czas nałożyć na nasz samolot kamuflaż. W tej sekcji wykonamy najprostszy, dwukolorowy schemat — taki jak ten, stosowany w USAAC w 1941r (Rysunek 6.9.1):



Rysunek 6.9.1 Kamuflaż stosowany w USAAC w 1941r (pominąłem znaki rozpoznawcze i wszelkie inne dodatki).

Górne i boczne powierzchnie samolotu były pokryte barwą **Olive Drab**, a dolne — **Neutral Gray**. Wewnętrzne powierzchnie (kabina, wnętrza podwozia, wnętrza kłap, itp.) — farbą podkładową **Zinc Chromate**. (Najprawdopodobniej była to odmiana tego podkładu z dodatkiem czerni, określana często jako **Curtiss Green**). Na rysunku pominąłem wszelkie oznaczenia, napisy i inne „ornamenty”, bo w tej sekcji nie będziemy się nimi jeszcze zajmować.

W tej chwili materiał **B.Skin.Camuflage** odwzorowuje naturalne duraluminium. Wypracowaliśmy taki efekt w poprzednich sekcjach. Szkoda byłoby teraz go tak po prostu wyrzucić z rysunku. Na szczęście pozostało dla niego w naszym modelu miejsce: łopaty śmigieł w USAAC w 1941r były pozostawiane w kolorze wypolerowanego metalu. Nasze duraluminium jest dla nich ze wszech miar odpowiednie. Tak więc nim zaczniemy zmieniać nasz podstawowy materiał **B.Skin.Camuflage**, stwórz dla łopat śmigła (**B.10.Blade**) jego indywidualną kopię (Rysunek 6.9.2). Materiałowi łopat nadaj nazwę **B.Skin.Duraluminium**:

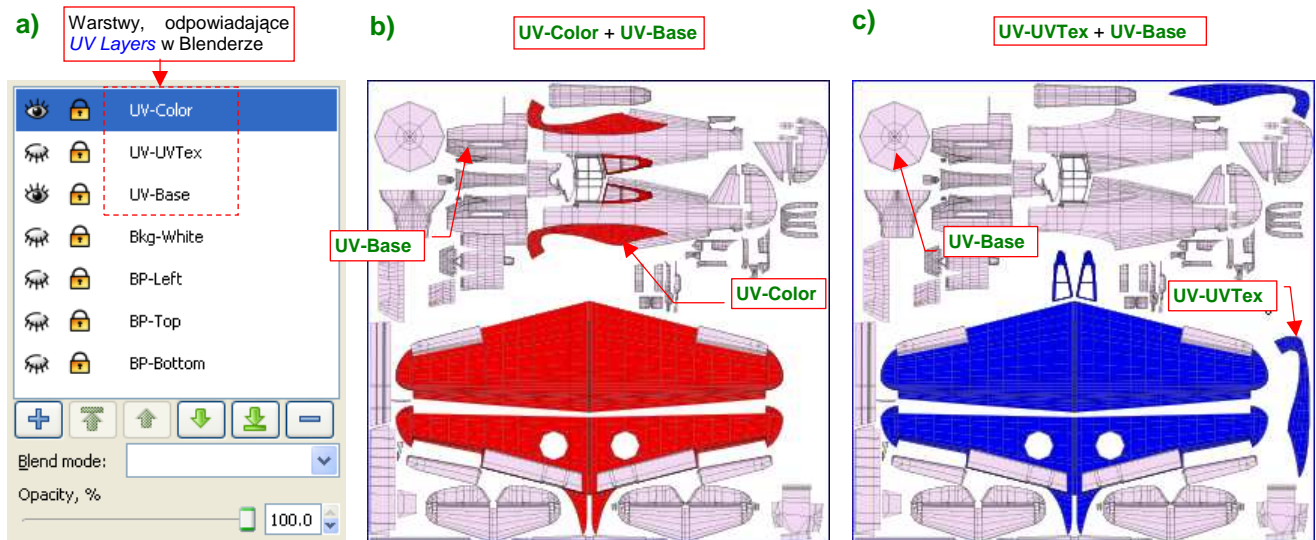


Rysunek 6.9.2 Przypisanie łopatom kopii materiału **B.Skin.Camuflage** (w wersji „lustrzanego duralu”)

Potem do śmigła dodamy jeszcze odpowiednie „metki” z napisami. (Duże etykiety „Curtiss Electric” — to były śmigła z łopatami nastawianymi elektrycznie, produkowane przez jeden z zakładów Curtissa) .

Pracę nad kamuflażem zaczniemy od przygotowania obrazu referencyjnego siatek rozwiniętych w **UV**. Pamiętaj, że dla obrazów kamuflażu przygotowaliśmy w Blenderze alternatywną warstwę UV (**UV Layer**) o nazwie **Color?** (Aby sobie przypomnieć sprawę, zerknij na str. 361) . Obrazy referencyjne wyeksportowane z Blendera zgromadziliśmy w pliku **uv.svg**. Wczytaj teraz do tego rysunku alternatywne rozwinięcia siatek oprofilowania płata i ramek tylnych szyb — takie, jak są rozwinięte na warstwie UV o nazwie **Color**.

Aby się w tych rozwinięciach nie pogubić, stwórzmy w pliku *uv.svg* warstwy o takich samych nazwach jak warstwy UV, istniejące w Blenderze (Rysunek 6.9.3):



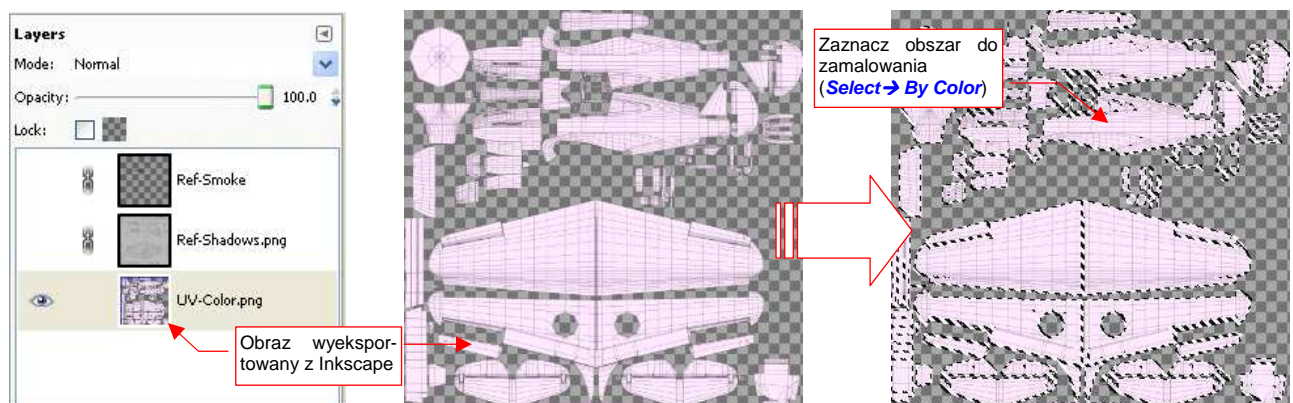
Rysunek 6.9.3 System warstw w pliku *uv.svg*.

Na ilustracji sztucznie zabarwiłem zawartość warstwy **UV-Color** na czerwono, a **UV-UVTex** — na niebiesko, abyś mógł je łatwo odróżnić. Rysunek 6.9.3a) pokazuje układ, który proponuję. Warstwa **UV-Base** zawiera wszystkie siatki z Blendera, które mają tylko jedno rozwinięcie (w Blenderze są przypisane do domyślnej warstwy **UVTex**). Warstwa **UV-UVTex** z *uv.svg* zawiera pozostałe rozwinięcia z warstwy **UVTex** Blendera. (Są to te elementy, które występują jeszcze na innych warstwach UV). Warstwa **UV-Color** zawiera rozwinięcia siatek z warstwy **UV Color**.

Teraz, aby z *uv.svg* uzyskać kompletny układ UV dla tekstury używającej w Blenderze warstwy **Color**, należy wyeksportować z Inkscape kompozycję warstw **UVColor + UV-Base** (Rysunek 6.9.3b). Takiego właśnie obrazu potrzebujemy w tej sekcji. Podobnie, by uzyskać podstawowy układ UV dla tekstur (tych, które używają domyślnej warstwy UV) — należy wyeksportować złożenie **UV-UVTex + UV-Base** (Rysunek 6.9.3c). Taki obraz wykorzystywaliśmy dla pozostałych tekstur, omawianych poprzednio.

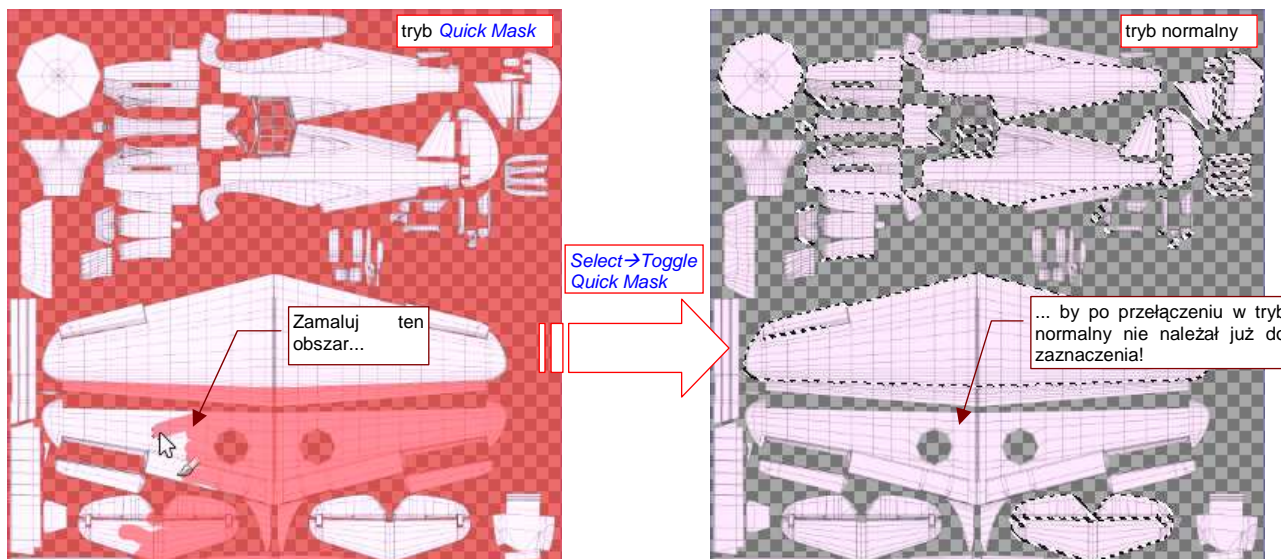
Zwróć uwagę (Rysunek 6.9.3b,c), że rozwinięcia płatów są umieszczone warstwach **UV-Color** i **UV-UVTex**, choć niczym się nie różnią. To już przygotowanie do trzeciej warstwy UV — **UV-Decals**. Stworzymy ją w Blenderze w sekcji 6.10, przy okazji nanoszenia znaków rozpoznawczych. Będzie zawierać inaczej rozwinięte skrzydło (ze szwem wzdłuż krawędzi natarcia).

Kamuflaż stworzymy w Gimpie, w pliku *skin.xcf* (to ten, stworzony w poprzedniej sekcji). Na początek zmień nazwy istniejących w nim warstw na **Ref-Shadows.png** i **Ref-Smoke**, abyś je kojarzył z generowaniem obrazu dla tekstury **B.Skin.Ref**. Potem wstaw wyeksportowany z Inkscape rysunek rozwinięć siatek w UV jako warstwę **UV-Color.png** (Rysunek 6.9.4):



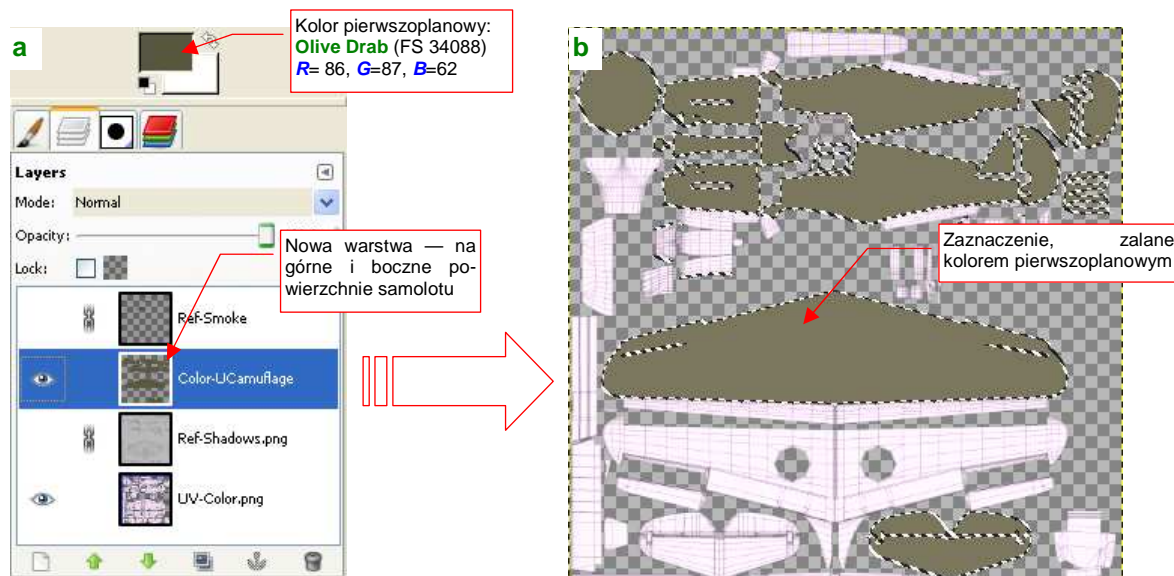
Rysunek 6.9.4 Wykorzystanie obrazu rozwinięć UV do zaznaczenia obszaru (GIMP, plik *skin.xcf*).

Zaznacz cały obszar rozwinięcia UV poleceniem **Select→By Color** (**Shift-O**, szczegóły — str. 646), wskazując seledynowe wypełnienie któreś z siatek. Aby „rozlać” selekcję także na krawędzie — powiększ ją o 2 piksele (**Select→Grow...**, szczegóły — str. 647). Następnie ogranicz zaznaczenie tylko do granic barwy **Neutral Gray**. Najłatwiej to zrobić, zamalowując odpowiednie obszary w trybie **Quick Mask** (szczegóły — str. 650) (Rysunek 6.9.5):



Rysunek 6.9.5 Ograniczenie zaznaczonego obszaru za pomocą **Quick Mask**.

Dodaj teraz do rysunku kolejną warstwę, o nazwie **Color-UCamouflage**. (Proponuję użyć przedrostka „Color-” do wszystkich warstw, składających się na obraz kamuflażu). Na nowej warstwie „zalejemy” (👉) zaznaczony obszar barwą **Olive Drab** (Rysunek 6.9.6) :



Rysunek 6.9.6 „Zalanie” barwą zaznaczonych powierzchni górnych.

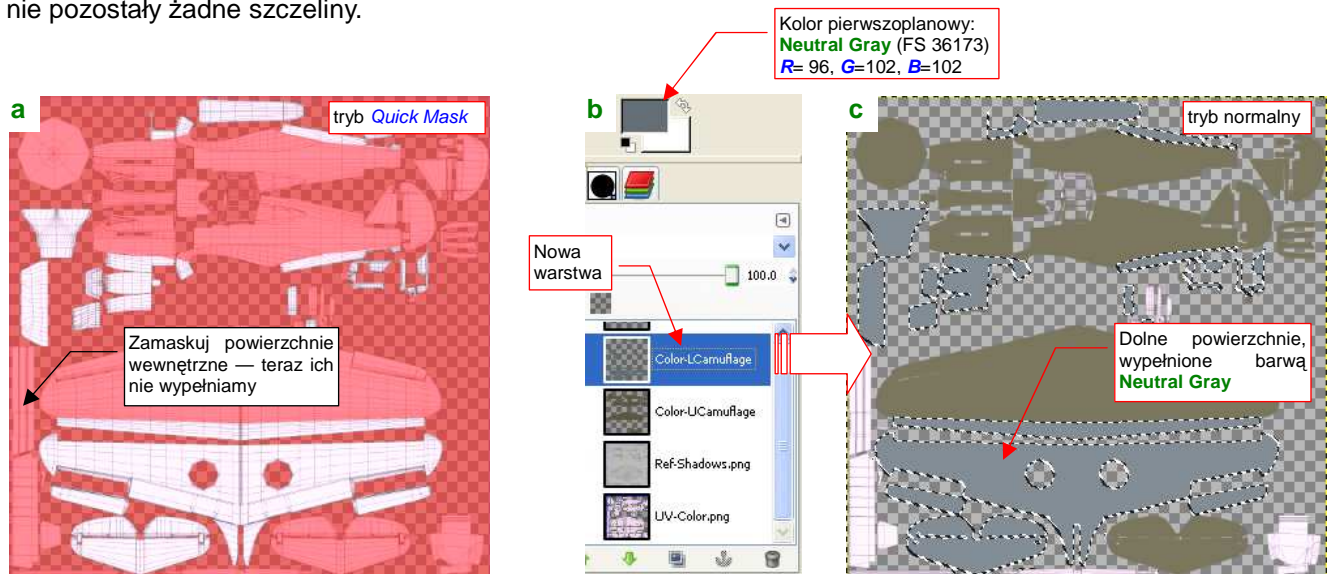
Zmień najpierw barwę pierwszoplanową na kolor, którym wypełnimy obszar selekcji (Rysunek 6.9.6a). Skąd wiem, jaki jest symbol tej barwy w katalogu **Federal Standard (FS)** i znam konkretne wartości **R,G,B**? Poszperałem po opisach malowań dla modelarzy, umieszczonych w Internecie. Ówczesne farby zmieniały swój odcień wraz z upływem czasu, więc nie traktuj podanej tu wartości jako wyroczni, tylko jako przybliżenie. Więcej na temat identyfikacji kolorów kamuflażu znajdziesz na str. 609.

Teraz wywołaj polecenie **Tools→Paint Tools→Bucket Fill** (👉), albo **Shift-B**). Spowoduje to zalanie obszaru selekcji kolorem pierwszoplanowym.

Na koniec zapamiętaj obszar zaznaczenia górnych powierzchni poleceniem **Select→Save to Channels** (szczegóły — str. 652). Za chwilę się przyda do „wykrojenia” innego obszaru.

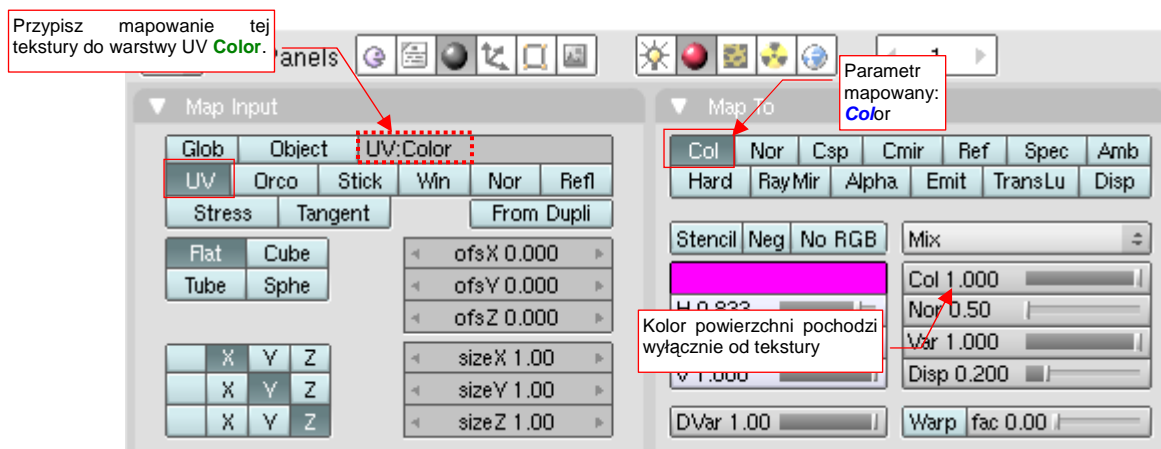
Aby uzyskać maskę dla powierzchni dolnych, zaznacz powtórnie całą powierzchnię rozwinięcia UV (**Select→ByColor**, **Select→Grow...**). Następnie odejmij od niej (**Channels→Subtract from Selection** — zob. str. 652, Rysunek 11.22.2) zapamiętany przed chwilą w zakładce **Channels** obszar górnych powierzchni. Potem pozostaje już tylko wymazać powierzchnie wewnętrzne (w trybie **Quick Mask** — Rysunek 6.9.7a).

Utwórz nową warstwę na powierzchni dolne: **Color-LCamouflage** (Rysunek 6.9.7b). Zmień kolor pierwszoplanowy na ekwiwalent **Neutral Gray** (FS 36173 — ale podane na ilustracji wartości **R,G,B** to tylko przybliżenie). Przed zalaniem barwą - powiększ obszar zaznaczenia o 2px (**Select→Grow...**), aby na pewno na granicy barw nie pozostały żadne szczeliny.



Rysunek 6.9.7 Przygotowanie maski i zalewanie barwą powierzchni dolnych.

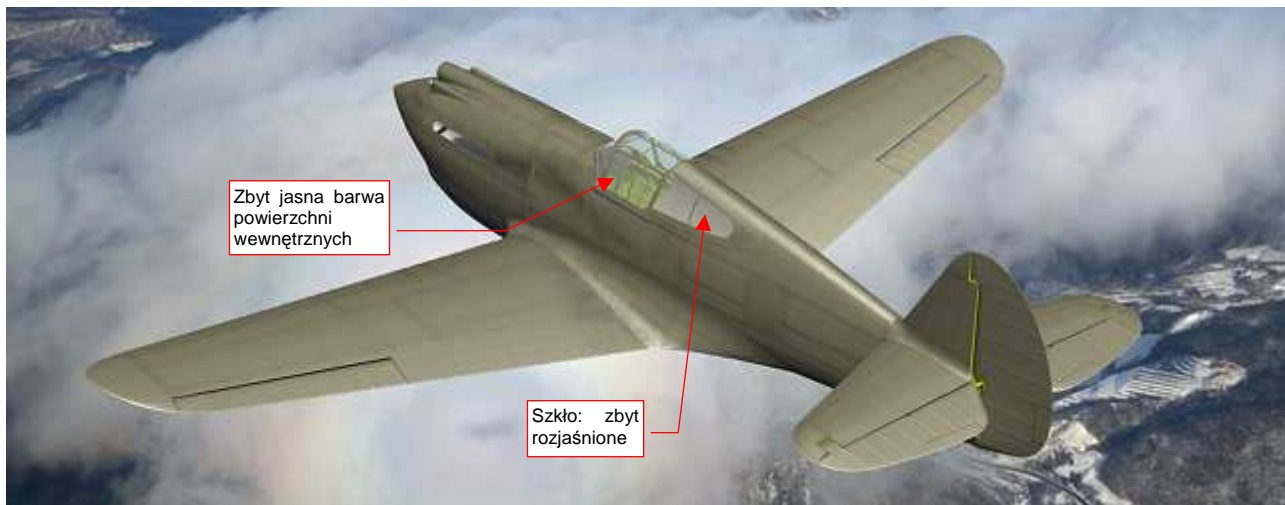
Rysunek 6.9.7c) przedstawia złożenie warstw **Color-UCamouflage** i **Color-LCamouflage**. W miejscach, gdzie są rozwinięte powierzchnie wewnętrzne, przezświta jeszcze pomocnicza **UV-Color**, bo na razie nie będziemy do materiału **B.Skin.Inner** dodawać tekstury. Wyeksportuj (**File→Save Copy**) kopię złożenia obydwu warstw **Color-*** do pliku **color.png**. Utwórz w Blenderze nową teksturę: **B.Skin.Color**, związaną z materiałem **B.Skin.Camouflage**. Przypisz do tej tekstury obraz **color.png**. W zestawie **Material** ustaw parametry mapowania na powierzchni (Rysunek 6.9.8):



Rysunek 6.9.8 Tekstura barwy **B.Skin.Color** — szczegóły przypisania do materiału **B.Skin.Camouflage**.

Zwróć uwagę na przypisanie tekstury do konkretnej warstwy UV (**Color**) w panelu **Map Input** (to po to właśnie tworzyliśmy tę warstwę — por. str. 361)

Wyłącz jeszcze w materiale **B.Skin.Camouflage** odbicia otoczenia (panel *Mirror Transp*). Rysunek 6.9.9 przedstawia pierwszy, testowy rendering modelu z teksturą **B.Skin.Color**:



Rysunek 6.9.9 Pierwszy render z nową teksturą.

Przynajmniej namalowane w poprzedniej sekcji ślady spalin wyglądają na takim kamuflażu zupełnie naturalnie. Z elementów, które wyraźnie wymagają poprawy:

- barwa powierzchni wewnętrznych — jest zbyt jasna. Skoro na razie nie zamierzamy „zamalować” ich teksturą, należy zmienić barwę materiału **B.Skin.Inner** na właściwy odcień **Zinc Chromate: Curtiss Green**. Kolor przypisany obecnie był dobrany w poprzednim rozdziale „na wycucie”, bez szczegółowej weryfikacji.
- oszklenie kabiny — jest zbyt jasne. Taki odcień pasował do samolotu w kolorze naturalnego duralu, ale na tle ciemniejszym kamuflażu odrobinę razi.

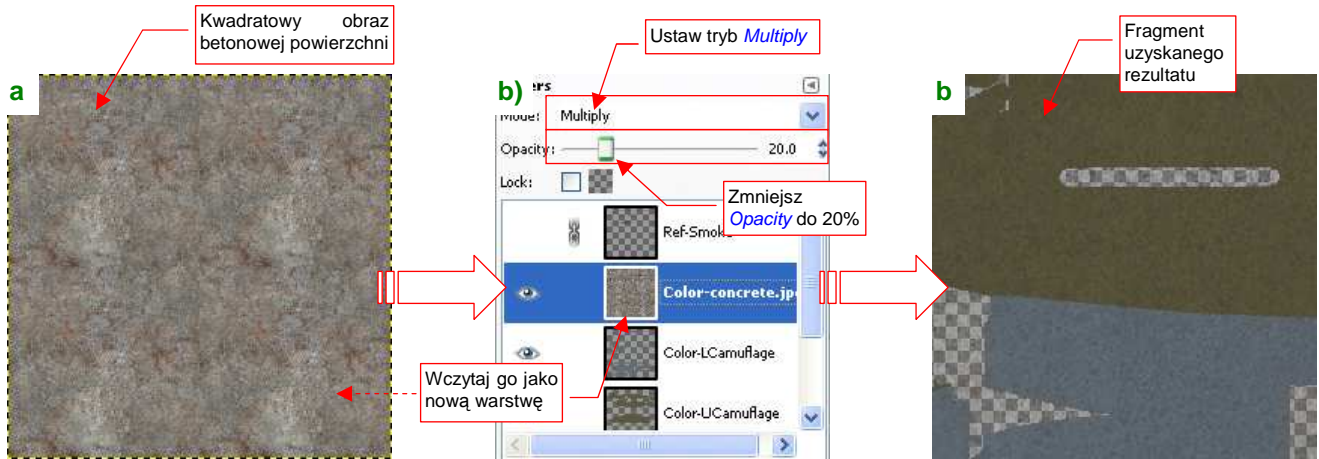
Pierwsza poprawka to zmiana koloru materiału **B.Skin.Inner** (Rysunek 6.9.10b). Jaką jednak konkretnie barwą był **Curtiss Green**? W literaturze można znaleźć, że „miał nieco więcej zieleni niż regulaminowy **Interior Green**”. Kolor **Interior Green** to FS 34151. Okazuje się, że wzory tej barwy, podawane przez różne serwisy internetowe, różnią się znacznie od siebie! (Por. str. 612, Rysunek 10.7.8). Ostatecznie zdecydowałem się przyjąć jako wzór **Curtiss Green** barwę FS 34151 z *colorserver.net*, gdyż jest nieco zieleńsza od koloru, który uznałem za najlepsze przybliżenie **Interior Green** (str. 612). Tak więc wartości **R,G,B** dla **Curtiss Green** to (80, 98, 36).

Oszklenie kabiny — materiał **B.Glass.Canopy** — wymagał generalnej przeróbki, której efekty przedstawia Rysunek 6.9.10. Zdecydowałem się użyć innych shaderów: *Fresnel* i *WardIso* (szczegóły — str. 980 i dalsze):



Rysunek 6.9.10 Efekt zmiany shaderów materiału **B.Glass.Canopy**.

W rzeczywistym świecie, farba naniesiona na poszycia samolotów nie miała zupełnie jednorodnej barwy. Trudno mi nawet teraz rozstrzygnąć, czy to były jakieś ogólne zabrudzenia od kurzu i pyłu, czy też różne obszary farby wietrzały w różnym tempie. Dość, że nałożenie na jednolitą barwę kamuflażu delikatnego „szumu” zaciemnień i rozjaśnień czyni powierzchnię modelu bardziej wiarygodną. Taki „szum” można uzyskać używając jednego z filtrów Gimpa — *Plasma*¹. Ja jednak wolę oprzeć mój szum na mocnych fundamentach — i użyję w tym charakterze zdjęcia fragmentu powierzchni z betonu (Rysunek 6.9.11) :

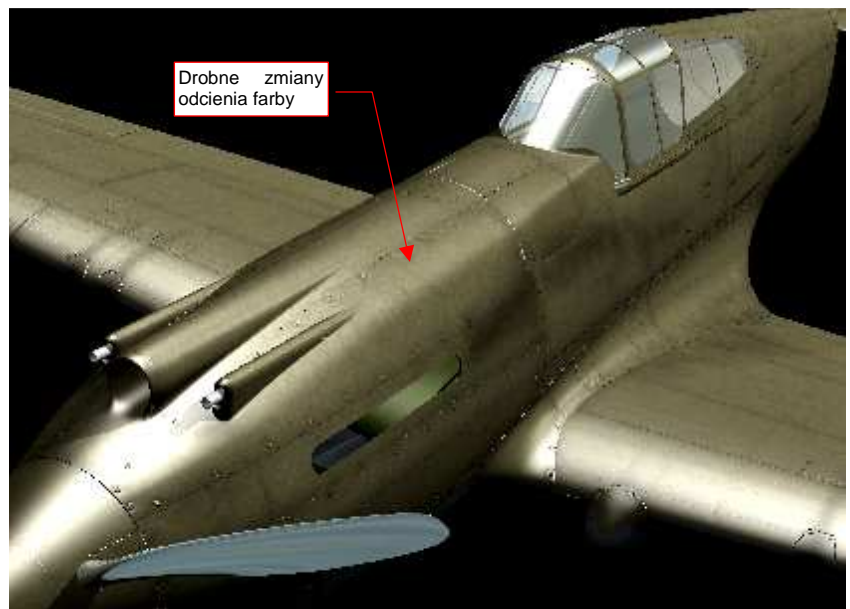


Rysunek 6.9.11 Naniesienie na podstawową barwę obrazu „szumu”.

Oczywiście, wcześniej spośród kilku zdjęć wybrałem takie, które przedstawiało odpowiednio nieregularny wzór. W związku z tym, że miało rozmiary mniejsze od obrazu tekstury, poddałem je w Gimpie „wstępnej obróbce”, aby uzyskać obraz 2048x2048. Wyciąłem (*Image→Canvas Size*) ze zdjęcia betonu kwadratowy obszar 1024x1024 (to dokładnie ćwiartka docelowego obrazu). Następnie przekształciłem jego krawędzie tak, by można było je łączyć ze sobą (*Filters→Map→Make Seamless*). Wreszcie złożyłem 4 kopie tego obrazu w jedną całość, o docelowym rozmiarze 2048x2048 (*Filters→Map→Tile..*). Rezultat tych operacji masz udostępniony w materiałach związanych z tą sekcją jako plik *concrete.jpg* (Rysunek 6.9.11a)

Wczytaj zawartość tego pliku do *skin.xcf* jako nową warstwę (*Color-concrete.jpg*). Umieść ją na samej górze, ponad wszystkimi innymi warstwami *Color-**. Zmień jej tryb mapowania z *Normal* na *Multiple*, a nieprzejrzystość (*Opacity*) zmniejsz do 20% (Rysunek 6.9.11b). (Za pomocą nieprzejrzystości tej warstwy sterujesz intensywnością „szumu”). Rysunek 6.9.11c) pokazuje efekt, uzyskany na obrazie. Jest bardziej widoczny na jaśniejszych powierzchniach dolnych, niż górnych.

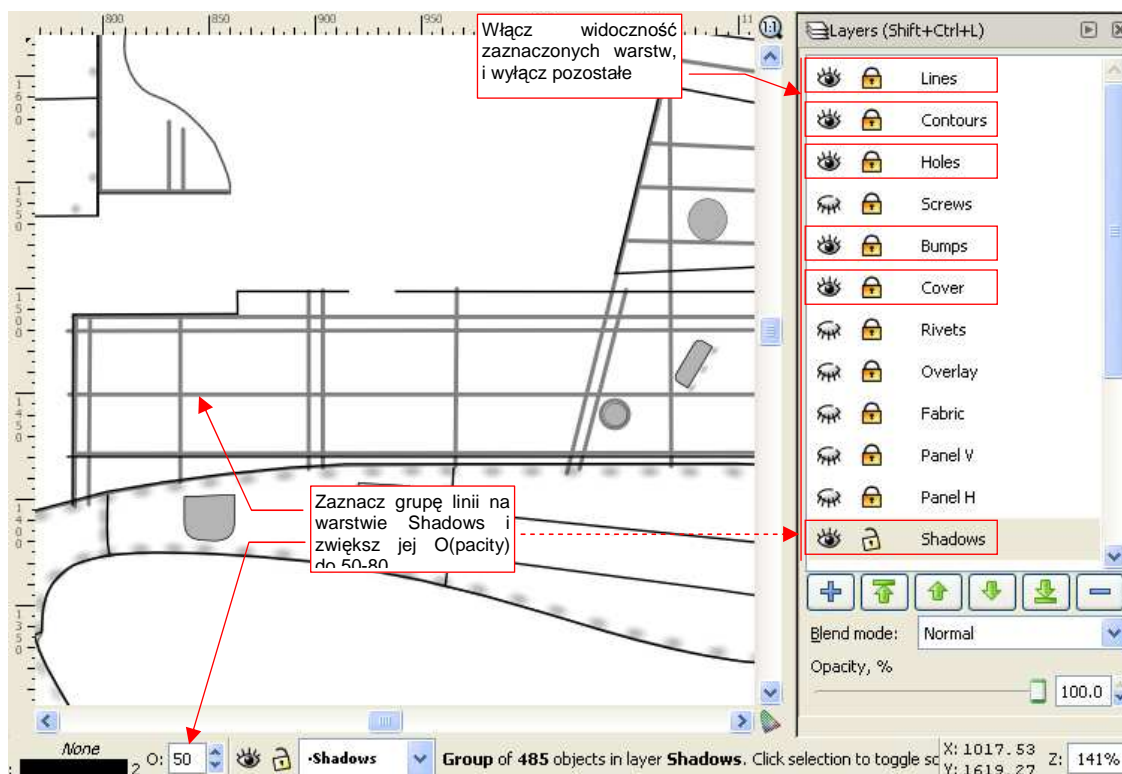
Rezultat zastosowania tak zmienionej tekstury na modelu przedstawia Rysunek 6.9.12.



Rysunek 6.9.12 Efekt „szumu” na powierzchni modelu

¹ Należałoby stworzyć nową warstwę i wypełnić ją barwnym szumem: *Filters→Render→Clouds→Plasma*, o odpowiednio wysokiej turbulencji (*Turbulence* = 6.0..7.0). Następnie przekształcić ten obraz na odcienie szarości, poleceniem *Tools→Colors→Desaturate*. Potem zmniejszyć przejrzystość warstwy nałożyć, w trybie *Multiple*, na pozostałe warstwy obrazu tekstury.

Do kolejnego etapu pracy potrzebujemy wzorca, w postaci linii połączeń na powierzchni samolotu. Powinny być na przezroczystym tle, aby można je było łatwo „nałożyć” na pozostałe obrazy w Gimpie. Wyeksportuj taki obraz z Inkscape (*skin.svg*) do chwilowego pliku, o nazwie *lines.png* (Rysunek 6.9.13):



Rysunek 6.9.13 Warstwy ze *skin.svg*, których zawartość należy wyeksportować do pliku *lines.png*.

Przed zapisaniem rastrowej kopii do pliku *lines.png*, przyciemnij na chwilę w Inkscape linie na warstwie **Shadows** — do poziomu 50-80% czerni (Rysunek 6.9.13).

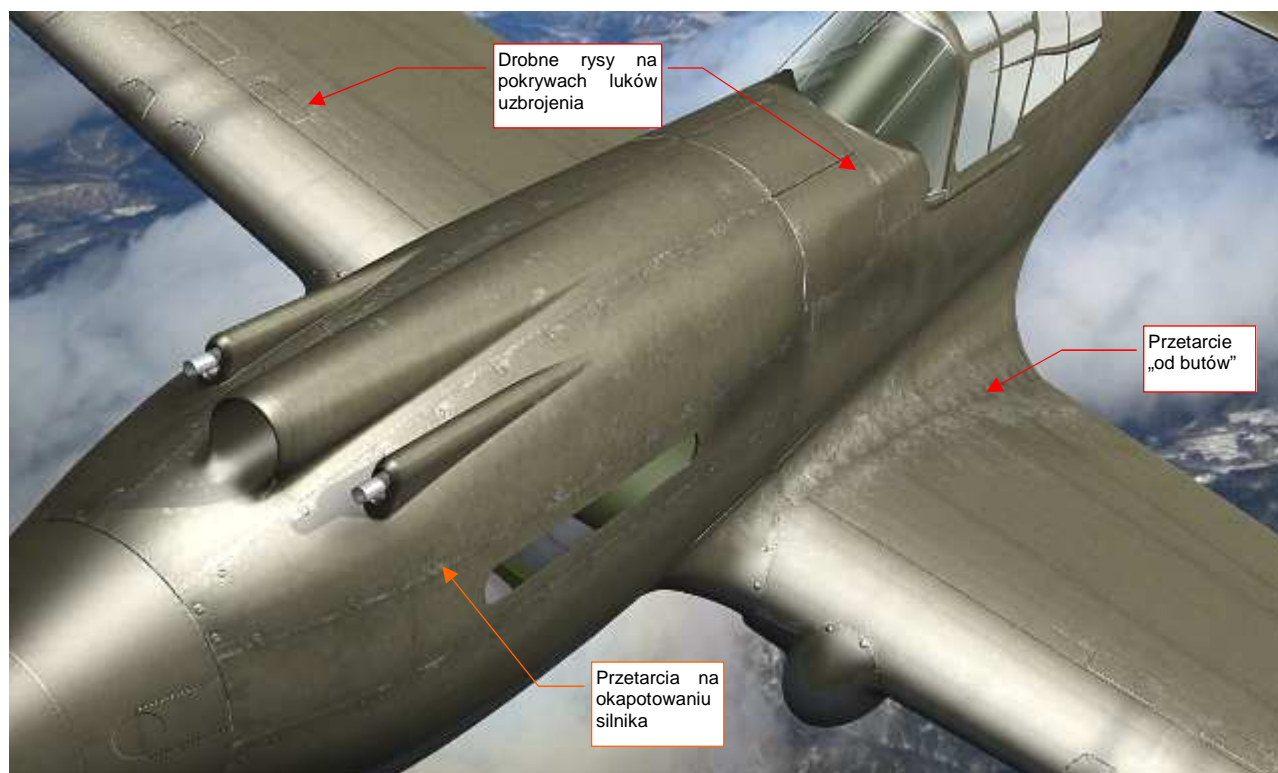
Lines.png wczytaj jako nową, pomocniczą warstwę do GIMP (do pliku *skin.xcf*). Nadaj jej nazwę **UV-Lines.png** i umieść ponad pozostałymi warstwami koloru (Rysunek 6.9.14a):



Rysunek 6.9.14 Malowanie rys na powierzchni kadłuba — w GIMP.

Wstaw także nową, pustą i przezroczystą warstwę o nazwie **Color-Chips** (Rysunek 6.9.14a). Namaluj na niej rysy i przetarcia (szczegółowy opis, jak to zrobić, znajdziesz na str. 668). Podczas tworzenia tych elementów trzeba uwzględnić „techniczne” nierówności poszycia, stąd tak potrzebna jest pomocnicza warstwa z ich obrazem. Aby przetarcia na modelu nie były zbyt ostre, przed wygenerowaniem pliku *color.png* zmniejszaj nieprzejrzystość warstwy **Color-Chips** — np. do 50% (por. str. 672, Rysunek 11.31.10 i Rysunek 11.31.11).

Rysunek 6.9.15 przedstawia efekt, uzyskany na modelu:



Rysunek 6.9.15 Drobne rysy i zadrapania na powierzchni modelu.

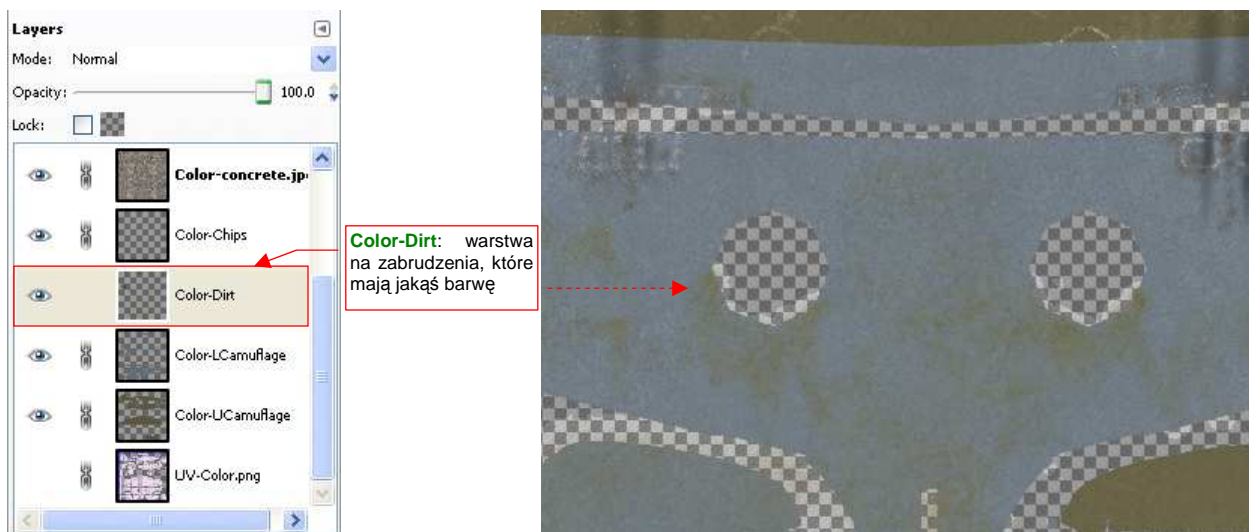
Pokrycie farbą, nanoszone w zakładach Curtiss, było dobrej jakości, stąd na P-40 prawie w ogóle nie występują odpryski farby. Na zdjęciach widać tylko przetarcia. Największe z nich to pas wzdłuż krawędzi skrzydła i kadłuba. Zostało wydeptane butami pilotów i obsługi (używanie ochronnych „dywaników” tylko zmniejszyło jego rozmiar). Uwaga: przetarcie na prawym skrzydle było mniejsze, bo uchwyt, ułatwiający wchodzenie, znajdował się z lewej strony kadłuba.

Inne, drobniejsze zadrapania, umieściłem wokół zdejmowanych elementów poszycia, które mogły być często w użyciu: panelach okapotowania silnika, pokrywach sekcji uzbrojenia (Rysunek 6.9.15). Takie rysy, pochodzące od narzędzi obsługi naziemnej, są o wiele delikatniejsze. Rysuję je w GIMP w inaczej, niż bardziej intensywne przetarcia „od butów” (por. str. 673 i 670). Dodałem jeszcze „losowo” kilka małych rys na krawędziach natarcia płatów. Poza tymi obszarami przetarcia w zasadzie nie występowały¹.

Przetarciom towarzyszy otoczka zdartej farby podkładowej. Widać ją dobrze na amerykańskich maszynach, w których podkładem był czysty, nie „złamany” czernią **Zinc Chromate**. Zakładam jednak, że Curtiss stosował podkład z **Curtiss Green**. Ta farba jest tylko niewiele jaśniejsza od zużytego **Olive Drab**, więc efekt kontrastowej „otoczki” na P-40 nie występuje. Byłby widoczna na powierzchniach dolnych, ale tam z kolei nie ma przetarć (poza pokrywami komór uzbrojenia).

¹ Nie sugeruj się pracami innych modelarzy, którzy potrafią „wypacykować” odpryskami, rysami i przetarciami całą powierzchnię samolotu. Kieruj się tym, co widać na archiwalnych zdjęciach. Oczywiście, takie „wymęczone” poszycia też się zdarzały — na przykład farba z maszyn japońskich potrafiła schodzić całymi płatami. Pomalowane we Francji Hawki 75 także cierpiały, podczas kampanii w 1940r, na podobną przypadłość. Czasami jednak artystyczna ekspresja twórców ilustracji prowadzi do przesady. Na przykład — na okładce jednego z numerów (z 2009r) magazynu „Militaria” widziałem obraz Mustanga Mk III E. Horbaczewskiego, z dywizjonu 315. Rysy, przetarcia i zadrapania ciągnęły się na nim wzdłuż całej krawędzi natarcia płata, w dodatku wyraźnie było widać linie nitów. Efekt ciekawy, tylko autor wybrał niewłaściwy obiekt. Na archiwalnych zdjęciach ten egzemplarz wygląda prawie „jak spod igły”. (Zresztą tak właśnie było. Samolot E. Horbaczewskiego — PK⁹G, otrzymany w lutym 1944, była w już czerwcu wymieniony na inny egzemplarz. Na pewno nie zdążył się tak zużyć, bo został zestrzelony w połowie sierpnia). A nity na krawędzi natarcia płata P-51 to już gruba skucha — ten samolot miał profil laminarny. Poza krawędzią spływu, całe skrzydła były pokrywane kilkoma warstwami szpachlówki i zeszlifowywane, aby zapewnić skrzydłu wymaganą gładkość. Gdzie jak gdzie, ale na krawędziach natarcia „Mustanga” nitów widać nie było!

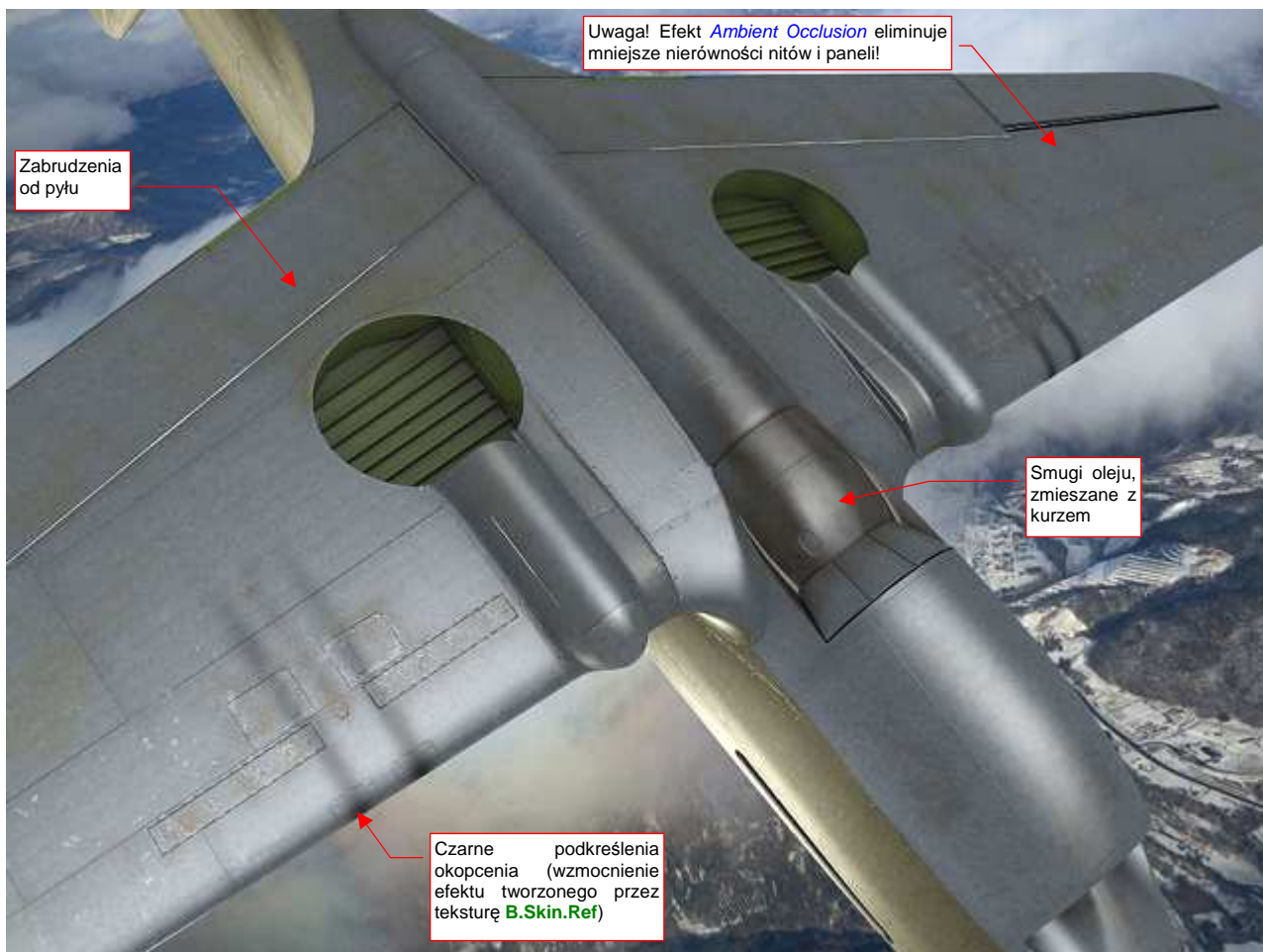
O ile na górnych powierzchniach gromadzą się rysy i zadrapania, o tyle na dolnych znajdziesz zawsze sporo kurzu i brudu — szczególnie, gdy samolot operuje z lotniska gruntowego. Tekstura odbić (**B.Skin.Ref**) nadaje się do odwzorowania jasnych i ciemnych plam, ale nie do zabrudzeń o określonej barwie (*Ref* to pojedyncza wartość, lub, inaczej na to patrząc, mapa odcieni szarości). Przeznaczmy na te kolorowe plamy w pliku *skin.xcf* kolejną warstwę: **Color-Dirt** (Rysunek 6.9.16):



Color-Dirt: warstwa na zabrudzenia, które mają jakąś barwę

Rysunek 6.9.16 Warstwa **Color-Dirt**: ślady brunatnego kurzu, tłustych smug oleju, itp.

Nanieś plamy zabrudzeń na warstwę **Color-Dirt** podobną techniką, jaką wykonywaliśmy przetarcia (narzędziami *Paint*, *Airbrush*, *Smudge*, *Blur*, *Erase*). Rezultat na modelu przedstawia Rysunek 6.9.17:

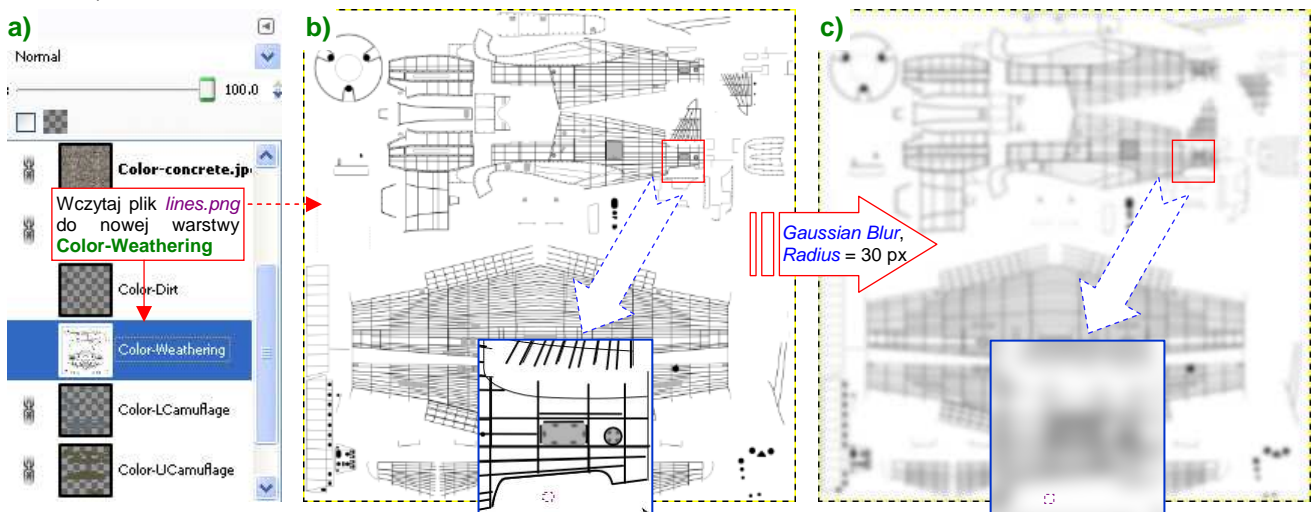


Rysunek 6.9.17 Naniesione zabrudzenia na dolnej powierzchni modelu (warstwa **Color-Dirt**).

Aby rozświetlić spód modelu, pokazywanego przez Rysunek 6.9.17, dodałem pod samolotem dodatkowe światło *Hemi*, o energii = 0.3. Włączyłem także efekt *Ambient Occlusion*, z *Energy* = 1.0 (a więc stosunkowo mocne — por. str. 968). Zrobiłem to tylko na chwilę — *Ambient Occlusion* „rozmywa” drobne detale powierzchni, takie jak linie nitów. W normalnym ujęciu samolotu z góry, w jasnym świetle słońca, ten efekt nie jest potrzebny.

Na jednym z forów modelarskich, w wątku o barwach, doczytałem się następującej uwagi: *Klimat Hawajów wykańcza barwę każdej powłoki. Zostaw na parkingu na Oahu jaskrawoczerwonego Porsche, i wróc tam za pół roku. Przez ten czas samochód z czerwonego stanie się różowy.*

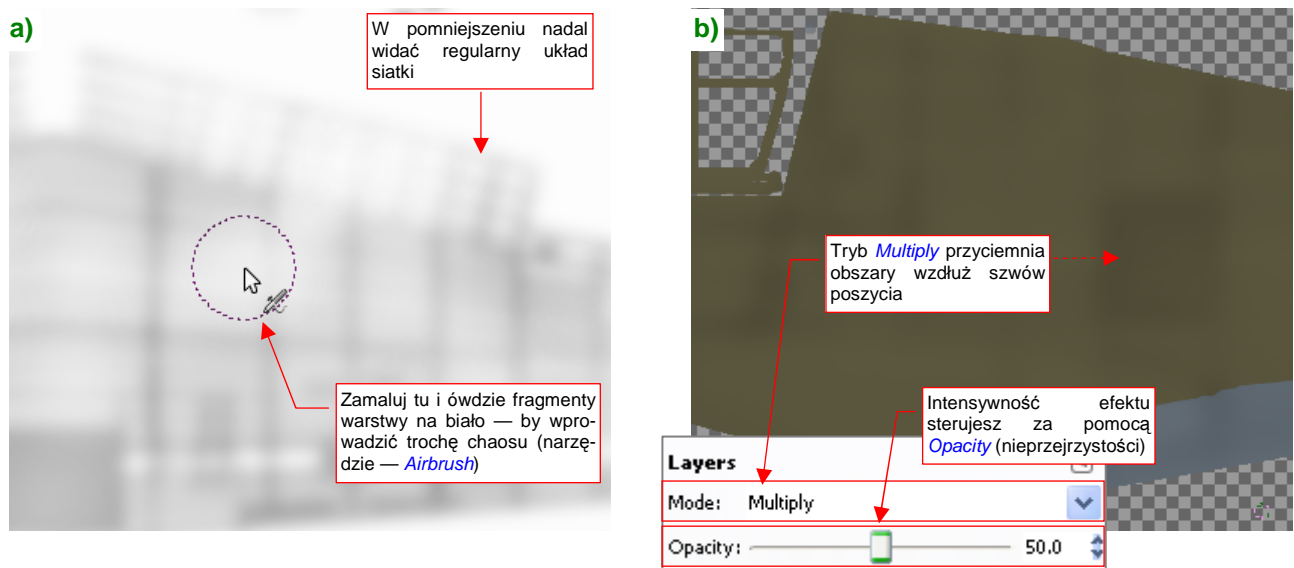
Nasz model P-40 z Pearl Harbor powinien więc także mieć odpowiednio wyblakłe poszycie. Może nie aż tak bardzo jak ten Porsche, bo przypuszczam, że obsługa miała do dyspozycji hangary, a także jakieś pokrowce. Poszycie samolotu zazwyczaj nie blaknie równomiernie — obszary wzdłuż linii łączeń różnią się o ton od reszty. Zaczniemy od przygotowania tych linii: wczytaj na nową warstwę (**Color-Weathering**) obraz *lines.png* (Rysunek 6.9.18a):



Rysunek 6.9.18 Warstwa **Color-Weathering**: rozmyte linie poszycia.

To ten sam plik, który wstawiliśmy na warstwę **UV-Lines.png** (Rysunek 6.9.18b, por. także str. 390, Rysunek 6.9.13). Tyle, że przed eksportem z Inkscape włączyłem pod liniami białe tło. W Gimpie poddaj warstwę **Color-Weathering** rozmyciu filtrem *Gaussian Blur*, o promieniu 30 px (Rysunek 6.9.18c, por. także str. 663).

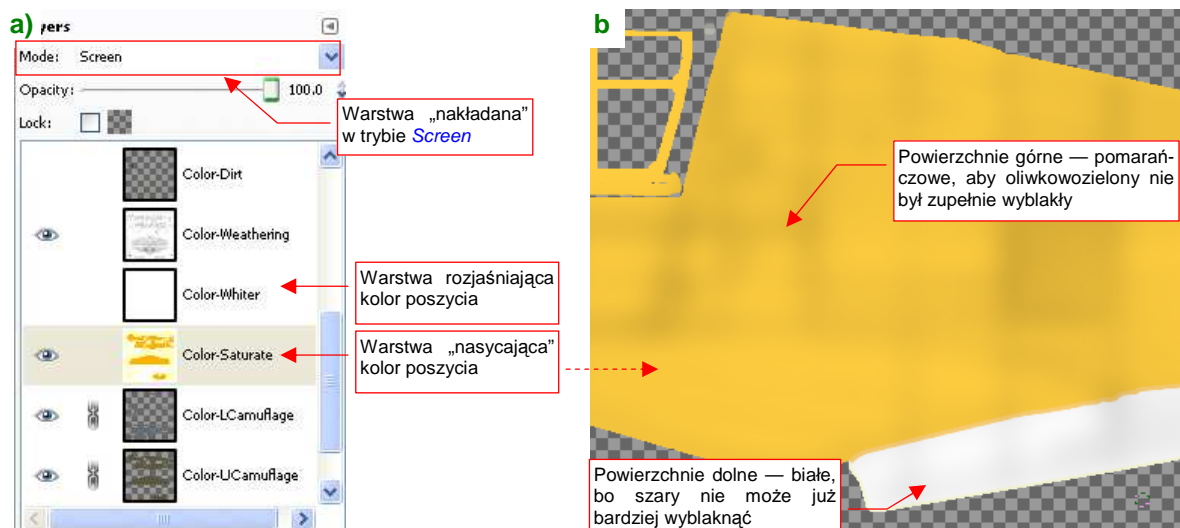
Zamaluj fragmenty warstwy na biało, by były bardziej „losowe” (Rysunek 6.9.19a):



Rysunek 6.9.19 Wykończenie warstwy **Color-Weathering**.

Gdy nałożysz taki obraz na resztę rysunku w trybie *Multiply*, uzyskasz zaciemnienia (Rysunek 6.9.19b).

Barwa tych „zaciemnień” powinna odpowiadać „zwietrzałej” **Olive Drab** (FS 34088), a na pozostałych obszarach powinna być jaśniejsza. Aby taki efekt osiągnąć, wstaw do *skin.xcf* nowe warstwy: **Color-White** i **Color-Saturate**, obydwie w trybie **Screen** (Rysunek 6.9.20a):

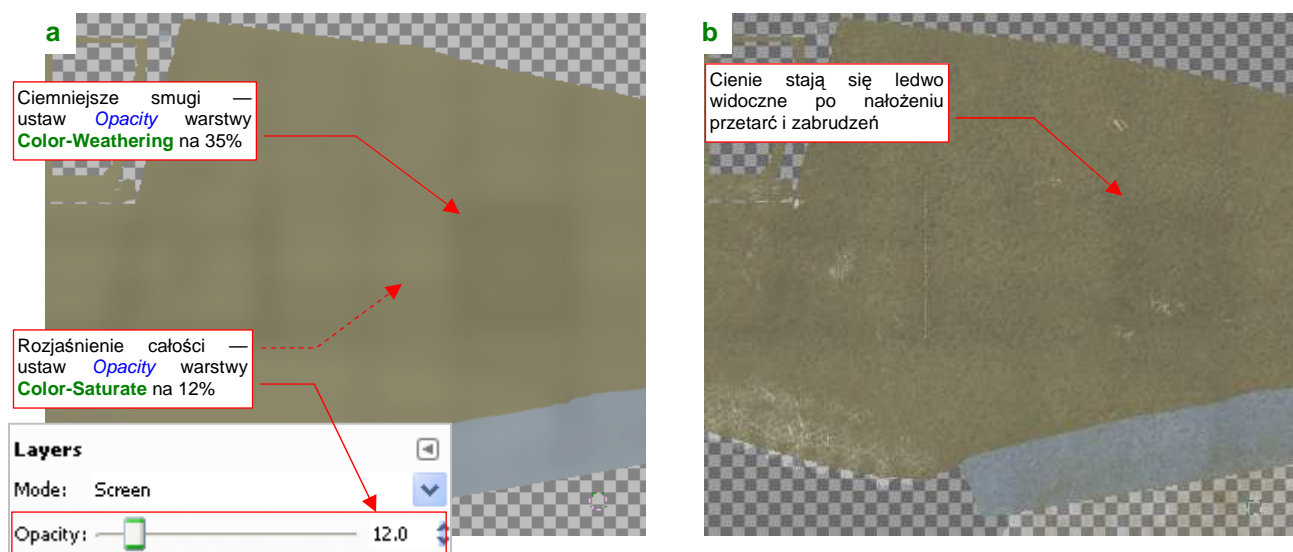


Rysunek 6.9.20 Warstwa **Color-Saturate**: rozjaśnienie poszycia.

Warstwę **Color-White** wypełnij kolorem białym (np. podczas tworzenia). Zmieniając jej nieprzeźrystość będziesz mógł sterować stopniem „wyblaknięcia” poszycia.

Warstwę **Color-Saturate** dodałem, aby sterować nasyceniem koloru (wybielony wygląda nieciekawie). Zaznacz na niej obszar górnych powierzchni. (Najszybciej — poleceniem **Layer**→**Transparency**→**Alpha to Selection** na warstwie **Color-UCamouflage**. Potem przełącz się na warstwę **Color-Saturate**). Zalej ten obszar kolorem pomarańczowym (Rysunek 6.9.20b) — by **Olive Drab**, „przefiltrowany” przez tę warstwę, zachował trochę ciepłego odcienia. Potem analogicznie zaznacz dolne powierzchnie (wykorzystując zawartość warstwy **Color-LCamouflage**). **Neutral Gray** nie ma prawie wcale „ciepłych” tonów, więc ten obszar na **Color-Saturate** może być wypełniony barwą białą (Rysunek 6.9.20b).

Gdy zmniejszysz nieprzeźrystość **Color-White** do 5% a **Color-Saturate** do 12% (**Color Weathering** jest na 50%), uzyskasz efekt delikatnych zaciemnień wzdłuż linii szwów (Rysunek 6.9.21a):



Rysunek 6.9.21 Kompozycja zaciemnień, wywołanych wietrzeniem farby.

Aby pogłębić wrażenie „zużycia”, zwiększyłem nieprzeźrystość **Color-Concrete.jpg** z 20 do 30%. Po dodaniu warstwy z brudem i przetarciami zaciemnienia stały się ledwo widoczne, (Rysunek 6.9.21b).

Zobacz jednak na finalny rendering (Rysunek 6.9.22)¹. Samolot wyblakł trochę, a wzdłuż linii połączeń widać wpływ rozmytych cieni z warstwy **Color-Weathering**:



Rysunek 6.9.22 Model w wersji „wyblakłej”.

Przy tak jasnym poszyciu musiałem trochę bardziej podkreślić przetarcia — w *skin.xcf* zwiększyłem nieprzejrzyistość warstwy **Color-Chips** z 50% do 70%. Zmniejszyłem z kolei w Blenderze intensywność tekstury **B.Skin.Ref** (*Map To:DVar* z 0.8 do 0.6 — por. str. 324, Rysunek 6.3.14, oraz str. 380).

Efekt „tropikalnego wyblaknięcia” powierzchni sterujesz zmieniając w *skin.xcf* nieprzejrzyistość trzech warstw: **Color-Weathering**, **Color-Saturate**, i **Color-White**. Zwiększając nieprzejrzyistość **Color-Weathering** pogłębisz różnice w odcieniach farby. Nieprzejrzyistość **Color-Saturate** i **Color-White** zmieniaj w zasadzie proporcjonalnie, by rozjaśnić powierzchnię samolotu. Zwiększenie nieprzejrzyistości samej **Color-White** pogłębi tylko wrażenie „wyblakłej powierzchni”.

Z innych ulepszeń — możesz jeszcze wkomponować w całość przeniesione z Inkscape śruby (chodzi o warstwę **Screws** ze *skin.svg*). Wczytaj je do *skin.xcf* jako nową warstwę (**Color-Screws**). Wymaż z niej te, które powinny wyglądać jak zamalowane, a pozostaw te, które mogły być często używane. Biały (a właściwie — na renderingu — srebrnoszary) kolor ich łbów powinien wyglądać jak efekt częstych „spotkań ze śrubokrętem”!

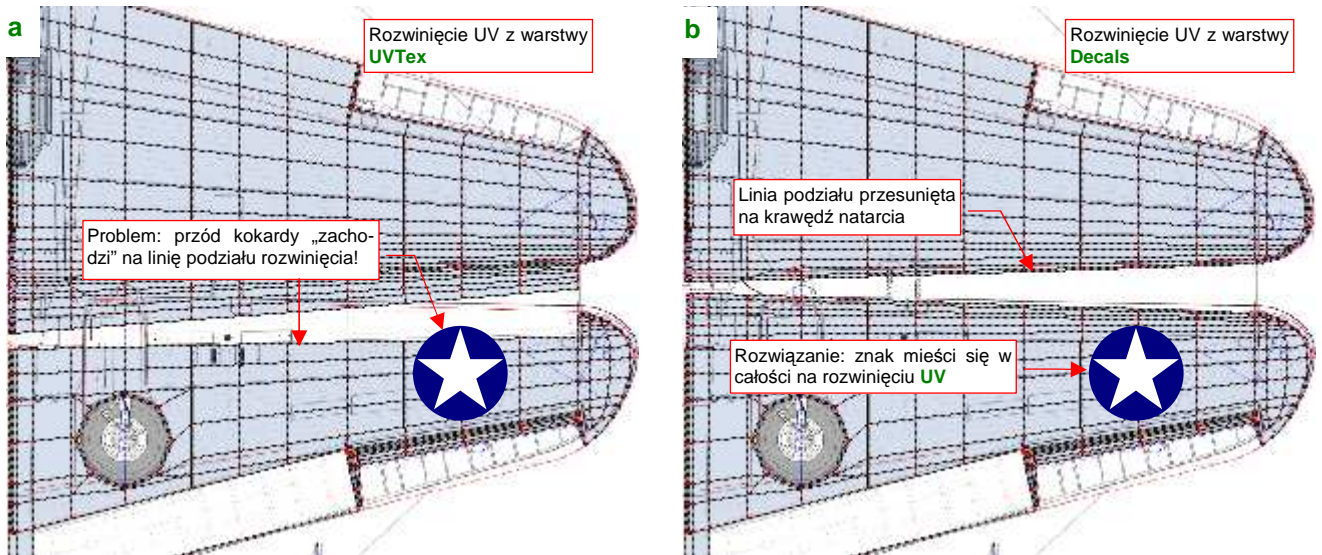
¹ Wiem, wiem, nie musisz mi mówić: nie powinienem wyblakłego od słońca tropików samolotu umieszczać na tle ośnieżonych gór! Ale przywiązałem się jakoś do tego otoczenia, poza tym nie tworzymy tu jakiejś konkretnej sceny. Lubię „wstawiać” model w jakieś zdjęcie. Uważam, że w ten sposób na bieżąco sprawdzam, czy wygląda dostatecznie „realnie” na tak realistycznym tle.

Podsumownie

- Plik z wyeksportowanymi z Blendera rozwinięciami **UV** (*uv.svg*) warto podzielić na warstwy, odpowiadające **UV Layers** w Blenderze (str. 385). Oprócz nich utwórz warstwę „wspólną” — dla wszystkich siatek, które nie mają alternatywnych rozwinięć;
- Wyeksportowany z pliku *uv.png* obraz rozwinięć siatek można w Gimpie wykorzystać do szybkiego „zalanania” (**Bucket Fill**) powierzchni samolotu podstawowymi barwami (str. 385 - 387);
- Aby tekstura wykorzystwała jakąś konkretną warstwę UV w Blenderze, musisz wpisać jej nazwę w panelu **Map Input** (str. 387). Dla siatek, które nie mają rozwinięcia w warstwie podanej nazwie, Blender użyje warstwy wskazanej jako domyślna (por. str. 906, Rysunek 15.34.2);
- Ciekawy wzór drobnych, losowych zabrudzeń powierzchni modelu można uzyskać podstawiając fotografię betonowej powierzchni (str. 389);
- Do malowania przetarć i złuszczeń farby przyda się pomocnicza warstwa ze wzorem linii połączeń poszycia — *lines.png* (str. 390). Potem wystarczy do tego pliku dodać w Inkscape białe tło, i użyć powtórnie do efektu „wyblakłej powierzchni” (str. 393);
- Kolorowe plamy od oleju i kurzu lądowiska należy umieścić na odrębnej warstwie (str. 392);
- Stwórz wyblakłą powierzchnię modelu za pomocą warstw „rozjaśniających” (**Color-Saturate**, **Color-White**). Dodatkowe zaciemnienia (czy właściwie — „niedobitki oryginalnej barwy”) wzdłuż szwów poszycia uzyskasz stosując bardzo rozmytą wersję *lines.png* (**Color-Weathering**), nałożoną w trybie **Multiply** (str. 394). Sterujesz efektem, zmieniając nieprzejrzystości tych trzech warstw (str. 395).

6.10 Znaki rozpoznawcze i napisy

Pozostało jeszcze nałożyć na model „naklejki”: znaki rozpoznawcze, napisy eksploatacyjne. Te elementy mogłyby być kolejnym komponentem obrazu *color.png*, używanego przez teksturę barwy (**B.Skin.Color**). Niestety, tekstura barwy jest namalowana na domyślnym rozwinięciu płata — z linią podziału biegnącą poniżej krawędzi natarcia. Gdy nałożysz na tę siatkę zarys amerykańskiej (lub brytyjskiej) kokardy, okaże się że jej przednia część wystaje poza krawędź podziału (Rysunek 6.10.1a):

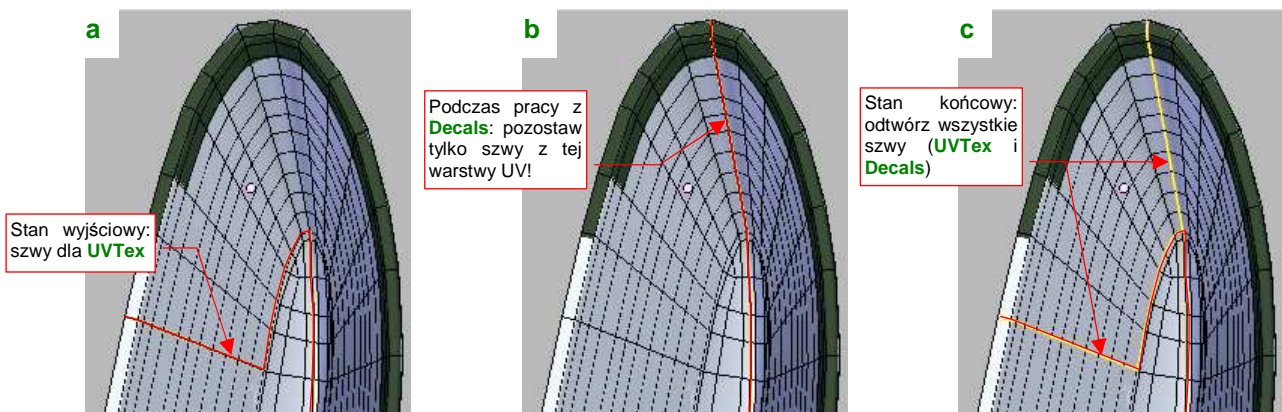


Rysunek 6.10.1 Przyczyna stworzenia warstwy UV **Decals** : wygodne naniesienie znaków rozpoznawczych

Jak pamiętasz, specjalnie tak podzieliliśmy płat, by linia szwu rozwinięcia UV nie wyróżniała się na renderze (por. str. 361). Tyle, że takie rozwinięcie nie jest najwygodniejsze do nanoszenia oznaczeń. Dlatego, zamiast umieszczać znaki rozpoznawcze i napisy w charakterze dodatku do kamuflażu, umieścimy je na oddzielnej teksturze. Przygotujemy dla niej odpowiednie rozwinięcie, podzielone wzdłuż krawędzi natarcia. (Rysunek 6.10.1b). Nadamy tej warstwie UV nazwę **Decals**.

Właściwie to warstwę **Decals** powinniśmy już stworzyć o wiele wcześniej - przed skopiowaniem siatki lewego skrzydła w skrzydło prawe (por. str. 361). Mielibyśmy wtedy jeden płat do rozwinięcia, a tak — tę samą pracę trzeba wykonać dla każdego skrzydła oddzielnie. Nie chciałem jednak wprowadzać tej warstwy na wcześniejszym etapie prac, aby tekst książki był bardziej zrozumiały.

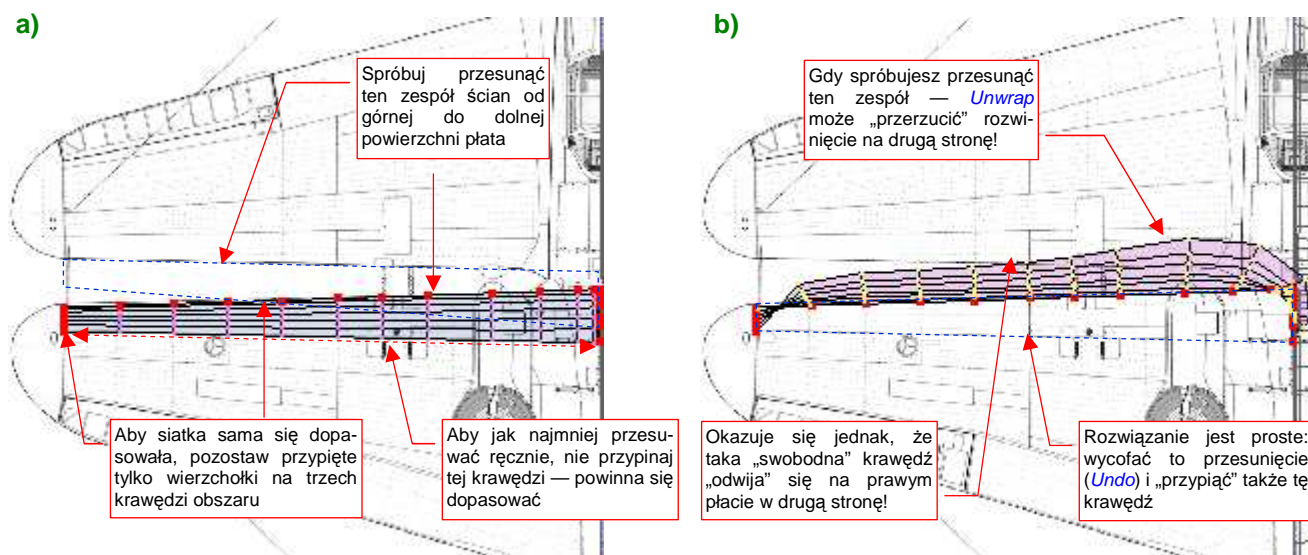
Zacznij standardowo — utwórz w siatce płata nowe rozwinięcie o nazwie **Decals**, i skopiuj na nie współrzędne UV z warstwy **UVTex**. Aby pozwolić krawędzi natarcia rozwinąć się w nowy kształt (Rysunek 6.10.1b), musisz na chwilę usunąć z niej dotychczasowe szwy (Rysunek 6.10.2a), i nanieść nowe (Rysunek 6.10.2b):



Rysunek 6.10.2 Zmiany szwów przy tworzeniu warstwy **Decals**.

Gdy skończysz formować rozwinięcie z warstwy **Decals**, „przytnij” (**Pin**) jej wszystkie wierzchołki UV. Potem zaznacz powtórnie na siatce szwy, wykorzystywane przez **UVTex**. Gdyby ich nie było, przypadkowe naciśnięcie **E** (**Unwrap**) na rozwinięciu **UVTex** połączyłoby ze sobą to, co powinno pozostać rozdzielone. Tak więc brak szwów może szkodzić, a ich nadmiar — nie, o ile już masz wszystko uformowane i przypięte. Rysunek 6.10.2c) pokazuje ostateczny układ szwów wokół krawędzi natarcia płata. Jest to złożenie tego, czego potrzebują wszystkie warstwy UV tej siatki.

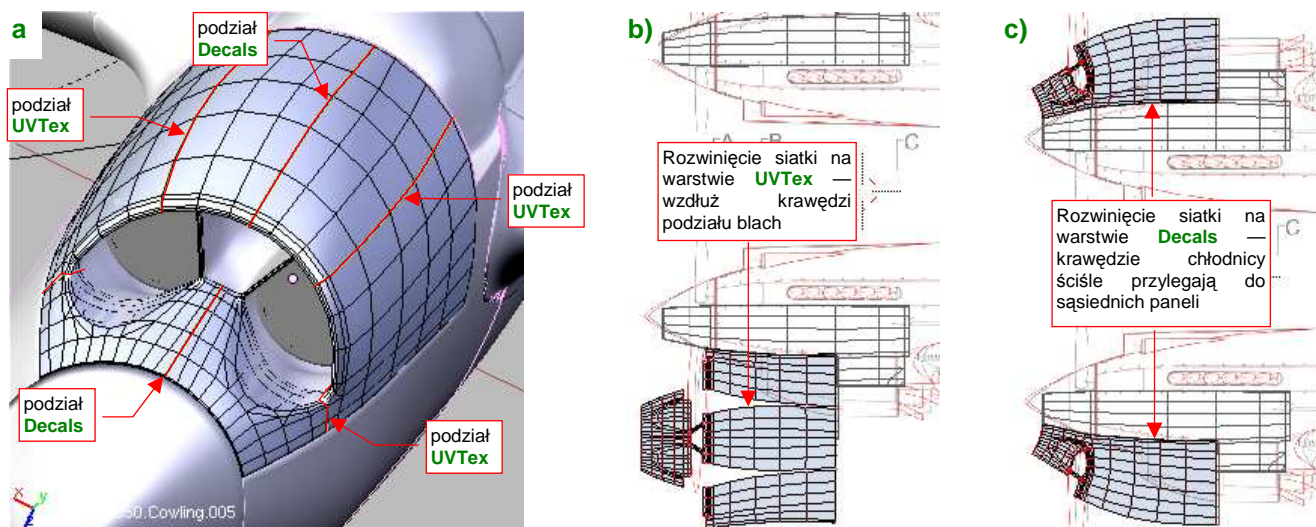
Cała różnica pomiędzy **UVTex** i **Decals** polega na „odklejeniu” części ścian krawędzi natarcia od górnej powierzchni płata, i „przyklejeniu” ich do dolnej (Rysunek 6.10.3a):



Rysunek 6.10.3 Problemy z rozwinięciem krawędzi prawego płata

Siatka prawego płata jest umieszczona w obiekcie poddanemu transformacji o ujemną skalę (tak się realizuje symetryczne odbicie). To rodzi tendencje do samoistnego „rozwijania” w złym kierunku (Rysunek 6.10.3b). Na szczęście możesz nad tym zapanować, przypinając (**Pin**) wierzchołki wszystkich czterech narożników krawędzi natarcia.

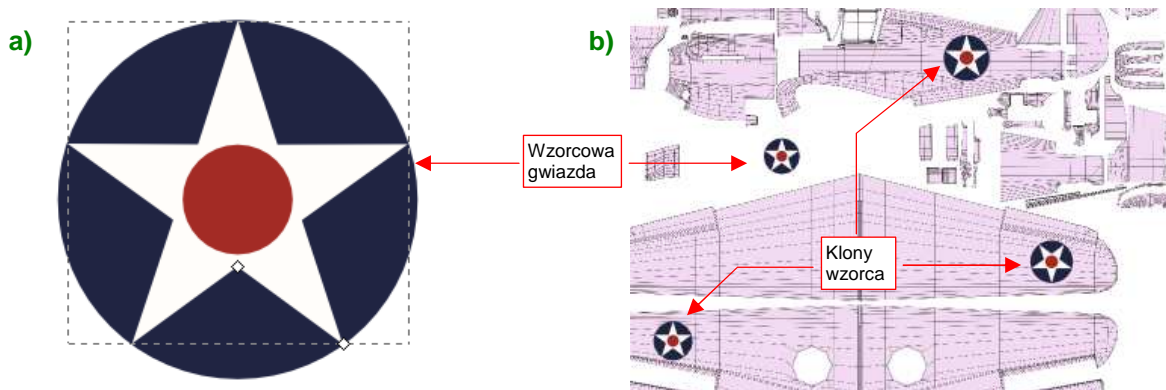
Drugą siatką, która powinna mieć także rozwinięcie na warstwie **Decals**, jest osłona chłodnicy cieczy. To po to, by w innych schematach malowania łatwo na nią nanieść słynne szczęki rekina (Rysunek 6.10.4):




Rysunek 6.10.4 Alternatywne rozwinięcia osłony chłodnicy (**UVTex** i **Decals**)

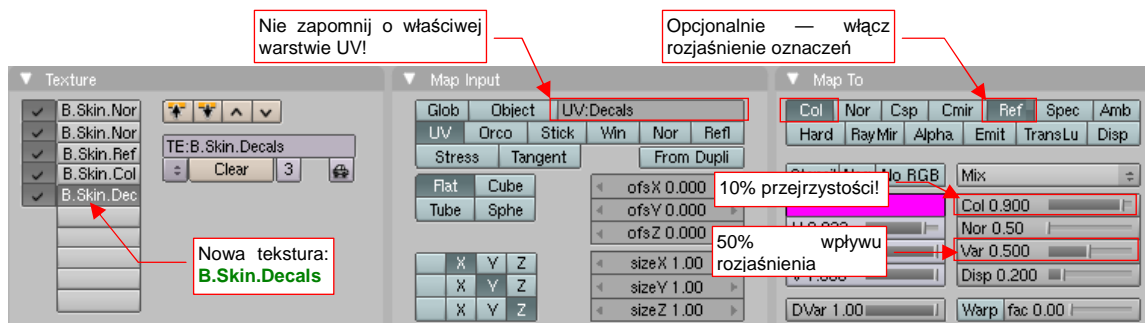
Chłodnica na warstwie **Decals** jest „rozcięta” wzdłuż płaszczyzny symetrii, i ściśle dopasowana do sąsiednich elementów osłony silnika (Rysunek 6.10.4c).

Znaki rozpoznawcze i napisy przygotujemy w Inkscape, w nowym pliku o nazwie *decals.svg*. Dotychczasowy plik *skin.svg* był przeznaczony na elementy wspólne dla wszystkich tekstur, a oznaczenia do takich nie należą. Jak pamiętasz, odwzorowujemy samolot z Pearl Harbor, więc obraz *decals.svg* rozpocznij od narysowania kołkard USAAC, używanej do wiosny 1942r (Rysunek 6.10.5a):



Rysunek 6.10.5 Przygotowanie w Inkscape znaków rozpoznawczych (*decals.svg*)

Zacznij od białej pięcioramiennej gwiazdy (na szczęście w Inkscape ma oddzielny tryb rysowania wieloboków i gwiazd — ) . Ten element był w kolorze **Insignia White** (FS 37875), czyli miał niewielką domieszkę błękitu. Następnie umieść pod gwiazdą błękitne koło w kolorze **Insignia Blue** (FS 15044), a ponad gwiazdą — czerwony okrąg (**Insignia Red** — FS 11136). Całość złącz w grupę. Klony tej grupy rozmieść, dopasowując rozmiar, we właściwych miejscach siatek (Rysunek 6.10.5b). Rezultat, bez żadnego tła, wyeksportuj do pliku *decals.png*. Ten plik wykorzystaj w Blenderze do stworzenia nowej tekstury: **B.Skin.Decals** (Rysunek 6.10.6):



Rysunek 6.10.6 Nowa tekstura materiału **B.Skin.Camouflage**: **B.Skin.Decals**.

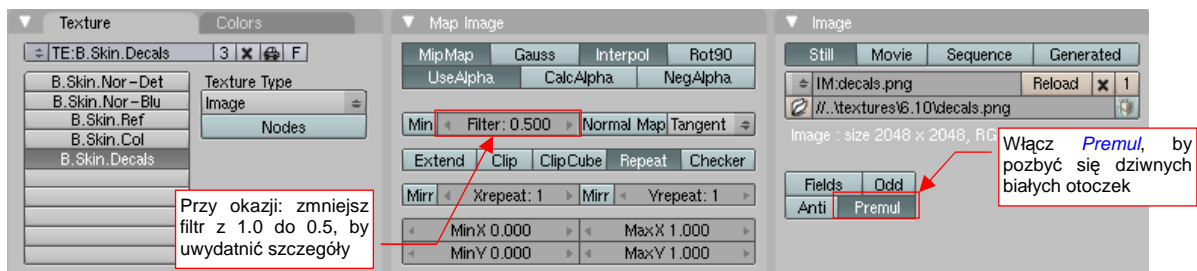
Rysunek 6.10.7 przedstawia pierwszy rendering z użyciem tej tekstury:



Rysunek 6.10.7 Przygotowanie w Inkscape znaków rozpoznawczych (*decals.svg*)

A skąd się na nim wzięły białe otoczki wokół gwiazd!? Nie rysowaliśmy ich przecież!

Okazuje się, że Blender w ten sposób pokazuje obszary o częściowej przezroczystości pikseli (Inkscape „wygładził” w ten sposób granice kokard). Rozwiązanie tkwi w niepozornym przełączniku **Premul**, w panelu **Image**, zestawu **Shading:Texture buttons** (Rysunek 6.10.8):



Rysunek 6.10.8 Zmiana właściwości obrazu tekstuury **B.Skin.Decals**.

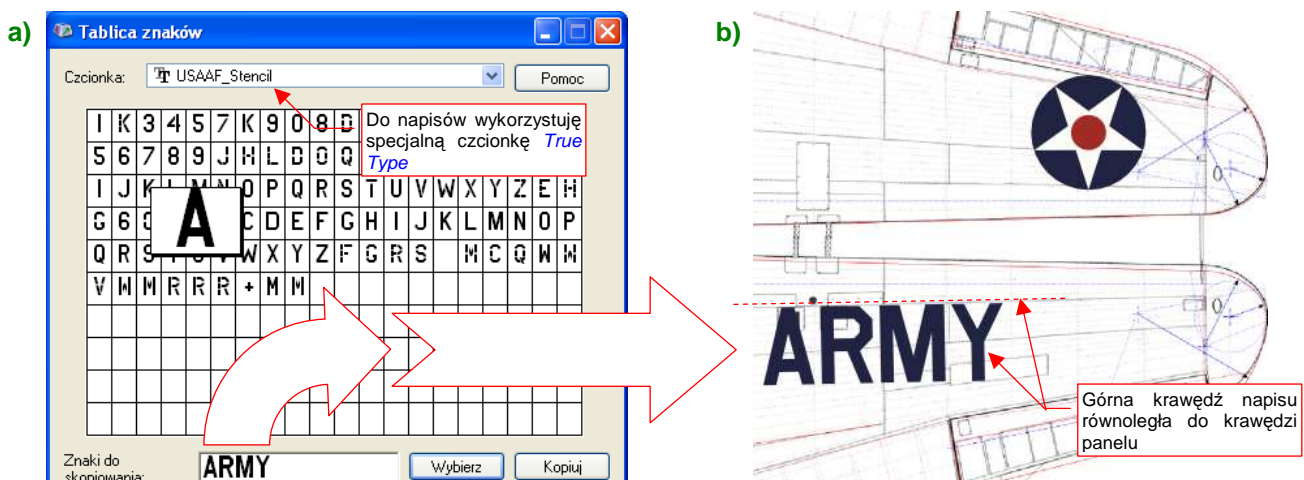
Po tej poprawce rezultat wygląda już tak, jak tego oczekiwaliśmy (Rysunek 6.10.9):



Rysunek 6.10.9 Rezultat włączenia opcji **Premul**.

Jeżeli chciałbyś uzyskać nieco głębszy odcień niebieskiego tła gwiazd — zwiększ wartość parametru **Col** z panelu **Map To** (Rysunek 6.10.6) z 0.9 do 1.0.

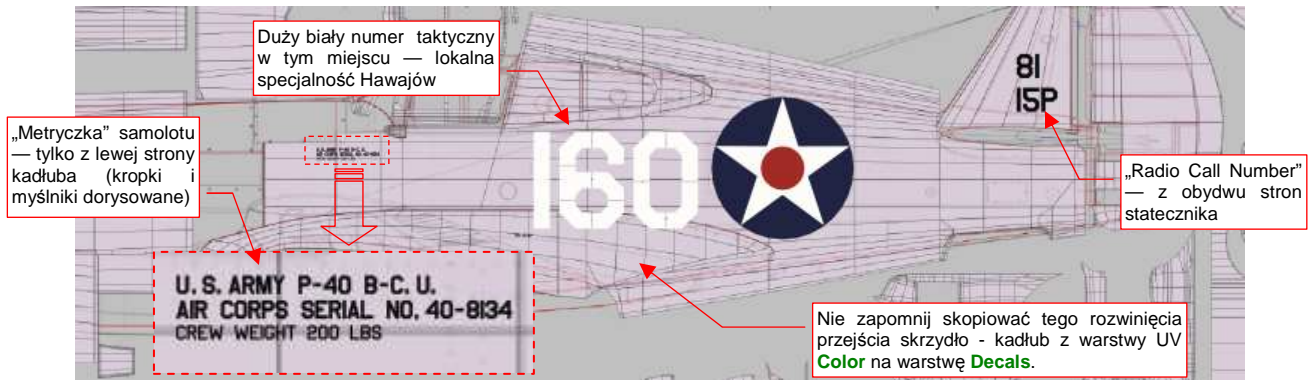
Na dolnej powierzchni płata, oprócz gwiazdy na prawym skrzydle, malowano także napis **U.S. ARMY** (Rysunek 6.10.10b):



Rysunek 6.10.10 Nanoszenie napisów — za pomocą odpowiedniej czcionki.

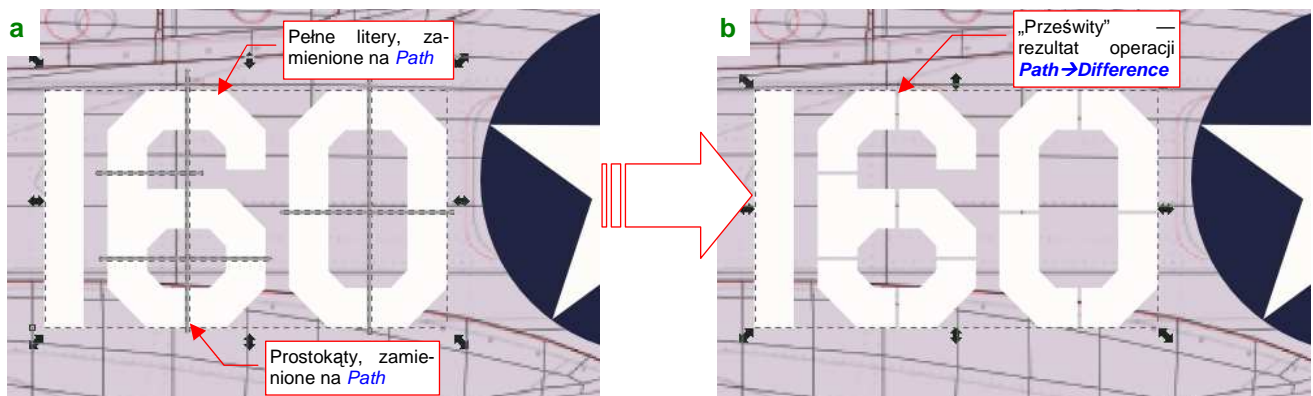
Z narysowaniem takich litery byłoby trochę roboty. Na szczęście znalazłem w Internecie (simmerpaintshop.com) czcionki o kroju szablonów używanych w USAAF (Rysunek 6.10.10a) . O tym, jak ich użyć — patrz str. 744.

Czas nanieść kolejne napisy — tym razem na kadłubie. Nasz samolot będzie miał duży, biały numer taktyczny (takie numery były stosowane wyłącznie na Hawajach w 1941r). Aby widzieć ten element podczas rysowania, podstawiłem na najniższej warstwie szary prostokąt — jako pomocnicze tło (Rysunek 6.10.11):



Rysunek 6.10.11 Napisy na kadłubie.

Numer taktyczny na tym egzemplarzu powinien mieć „prześwity”. Napis uzyskany za pomocą znaków **USAAF_Stencil** miał ze zbyt duże, poza tym brakowało cyfry „0” podzielonej na cztery części (była tylko na dwie lub na sześć). Zdecydowałem się przekształcić numer „160” na ścieżkę (*Path* → *Object to Path*) i narysować na niej prostokąty, rozłożone tak, jak paski szablonu (Rysunek 6.10.12a):



Rysunek 6.10.12 Wykonanie mniejszych „prześwitów” na numerze taktycznym

Potem wystarczyło „odjąć” (*Path* → *Difference*) od obrysu „160” te prostokąty, by uzyskać podział cyfr o odpowiednim położeniu i rozmiarze (Rysunek 6.10.12b).

Rysunek 6.10.13 pokazuje, jak się prezentują tak przygotowane napisy na renderingu:



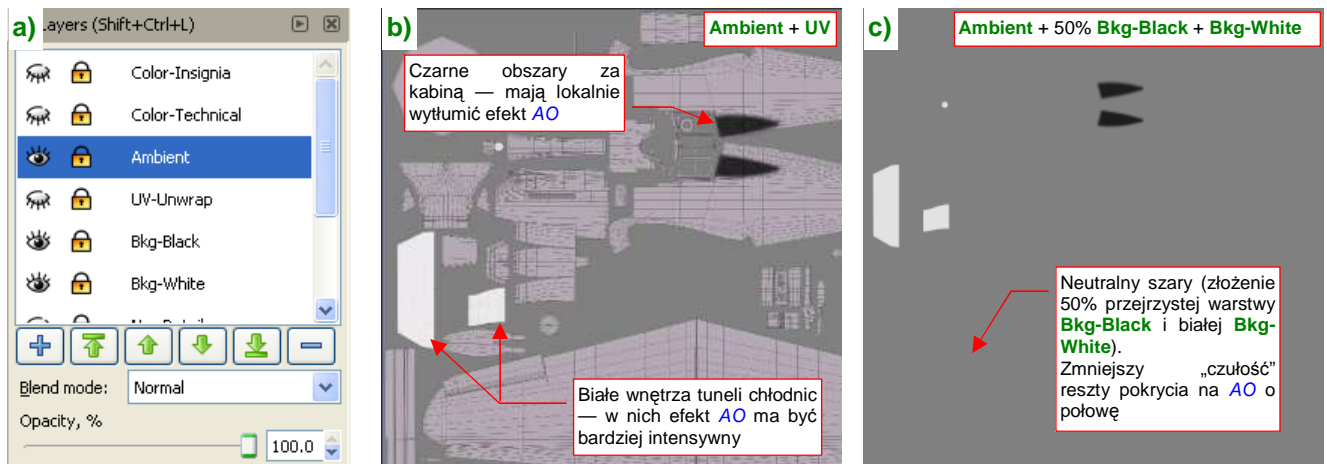
Rysunek 6.10.13 Napisy z tekstury **B.Skin.Decals** na ostatecznym renderingu

Podsumownie

- Teksturę z oznaczeniami i napisami należy wydzielić z tekstury barwy, gdy ma wykorzystywać inne rozwinięcie UV siatek (str. 397);
- Wszystkie alternatywne rozwinięcia UV należy przygotować jak najwcześniej — jeszcze przed skopiowaniem siatek Blendera, „utrwalającym” drugą, symetryczną połowę samolotu. Unikniesz w ten sposób połowy pracy — bo np. wystarczy wykonać wszystkie alternatywne rozwinięcia dla jednego płata, a nie dla dwóch! (str. 397);
- Znaki rozpoznawcze i napisy, składające się na obraz tekstury, najlepiej jest narysować w Inkscape (str. 399). Do odwzorowania napisów bardzo wygodne jest wykorzystanie odpowiedniej czcionki *True Type* — o ile uda Ci się ją gdzieś znaleźć (str. 400);
- „Prześwity” na dużych literach i cyfrach, nanoszonych na prawdziwy samolot za pomocą szablonu, można uzyskać w Inkscape poprzez różnicę dwóch kształtów (str. 401);

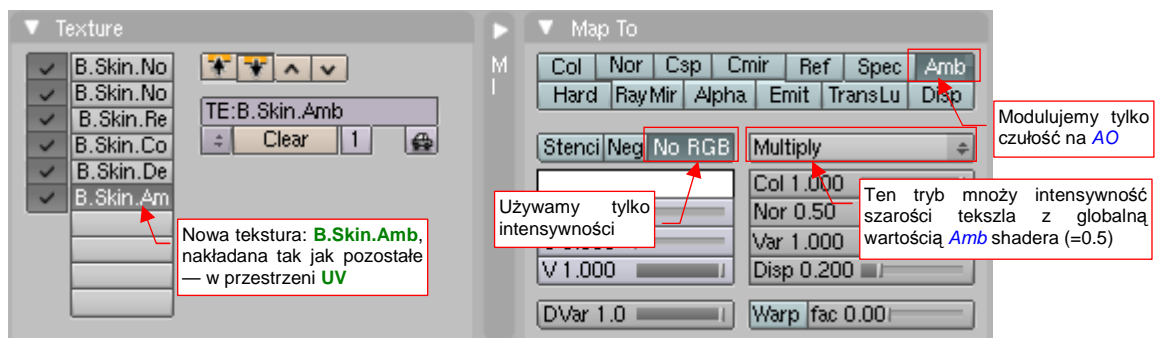
6.11 Inne tekstury

Na początku pokażę rozwiązanie problemu zaciemnienia poszycia położonego zaraz za szybą. (Mieliśmy z tym kłopot — por. str. 282). W pliku *decals.svg* przygotowujemy teksturę **Ambient** (Rysunek 6.11.1a):



Rysunek 6.11.1 Obraz, modułujący efekt **Ambient Occlusion** — *ambient.png*

Obszar za kabiną pokryłem w niej czarnym polem (Rysunek 6.11.1b). Aby z kolei „zintensyfikować” efekt AO wewnątrz kanałów chłodnic, ich obszary są białe. Reszta poszycia — neutralnie szara (Rysunek 6.11.1c). Tak przygotowany obraz eksportuję z Inkscape do pliku *ambient.png*. Podstawiam go jako kolejną teksturę — **B.Skin.Ambient** — do materiału **B.Skin.Camouflage**. Ta tekstura moduluje wartość **Amb** (Rysunek 6.11.2):



Rysunek 6.11.2 Mapowanie *ambient.png* jako tekstury **B.Skin.Ambient**

Rysunek 6.11.3 przedstawia model bez tekstury **B.Skin.Ambient**, a Rysunek 6.11.4 — model z teksturą (w obydwu $AO = 1.0$):

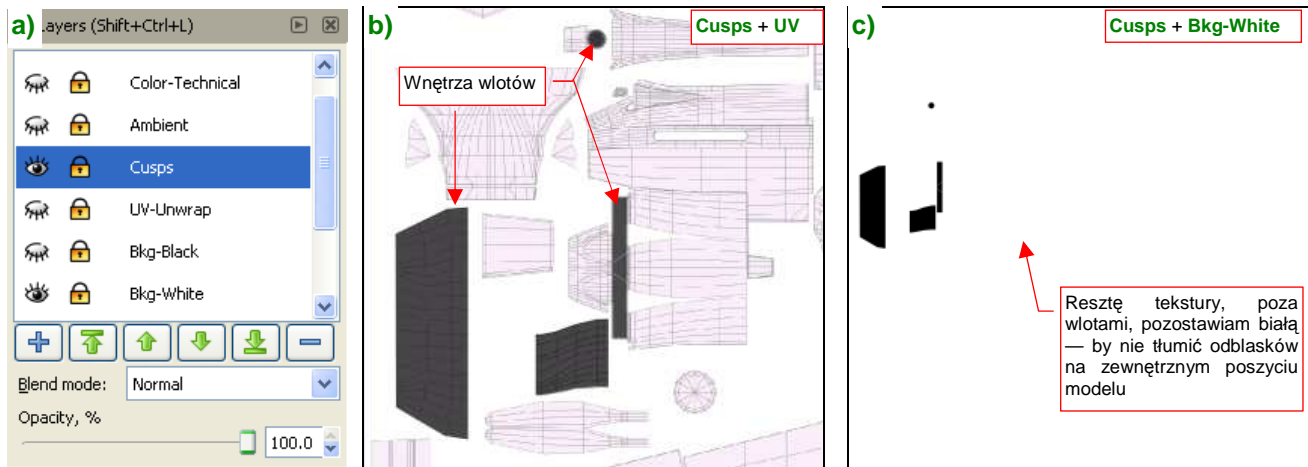


Rysunek 6.11.3 Model bez tekstury **B.Skin.Ambient**



Rysunek 6.11.4 Efekt użycia tekstury **B.Skin.Ambient**

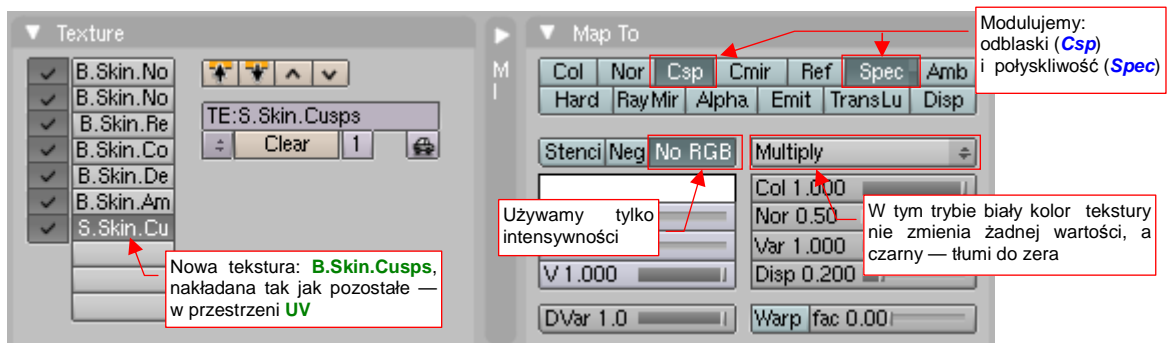
Podobną „kosmetyczną” teksturę można przygotować dla wyeliminowania nieprawidłowych odbić światła, rzucanych przez lampy typu *Hemi*. (Światło półsferyczne ma w Blenderze wadę: nie rzuca cienia, bo przenika „na wskroś” wszelkie ściany. W związku z tym potrafi stworzyć odbłask tam, gdzie go być nie powinno, na przykład w środku chwytu powietrza). Przygotowałem w *decals.svg* kolejną warstwę: **Cusps** (Rysunek 6.11.5a):



Rysunek 6.11.5 Obraz, tłumiący w niektórych miejscach odbłaski poszycia — *cusps.png*

Obraz tekstury to na razie tylko zamalowane na czarno wnętrza wlotów powietrza (Rysunek 6.11.5b). Tło tekstury jest białe (Rysunek 6.11.5c), by nie tłumić odbłasków na pozostałych powierzchniach.

Wyeksportuj warstwy **Cusps** i **White-Bkg** z Inkscape do pliku *cusps.png*. Podstaw go jako kolejną teksturę — **B.Skin.Cusps** — do materiału **B.Skin.Camouflage**. Ta tekstura zmniejsza połyskliwość (Rysunek 6.11.6):



Rysunek 6.11.6 Mapowanie *cusps.png* jako tekstury **B.Skin.Cusps**

Rysunek 6.11.7 przedstawia model bez tekstury, a Rysunek 6.11.8 — model z teksturą **B.Skin.Cusps**:

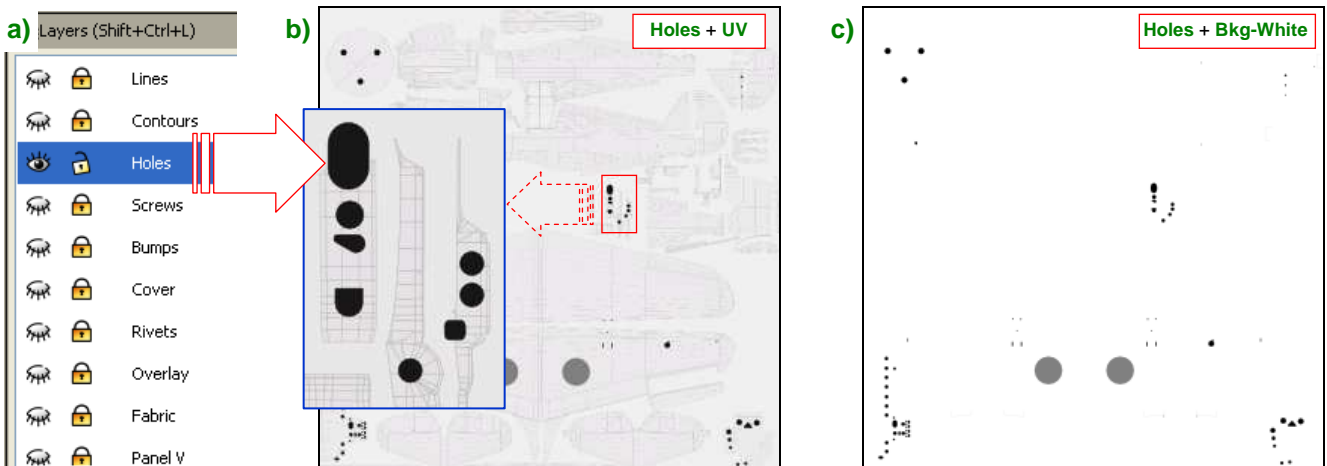


Rysunek 6.11.7 Model bez tekstury **B.Skin.Cusps**



Rysunek 6.11.8 Efekt użycia tekstury **B.Skin.Cusps**

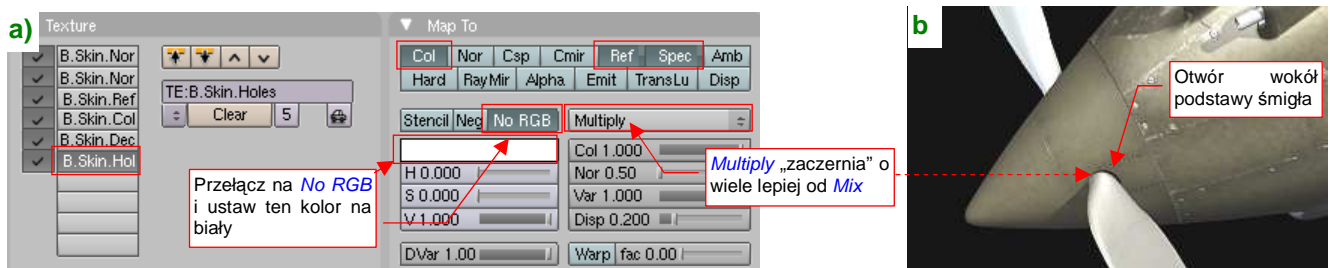
Ostatnią „obowiązkową” teksturą jest tekstura otworów. W każdym samolocie jest ich mnóstwo. Obraz „dziur” w powłoce był już wcześniej narysowany w Inkscape (w pliku *skin.svg* — por. 367). Specjalnie stworzyliśmy dla nich oddzielną warstwę **Holes** (Rysunek 6.11.9):



Rysunek 6.11.9 Rysunek otworów (plik *skin.svg*, warstwa **Holes**) - eksportowany do pliku *holes.png*.

Dla przypomnienia, Rysunek 6.11.9a) pokazuje, gdzie w *skin.svg* znajduje się warstwa **Holes**, a Rysunek 6.11.9b) — co zawiera. Dla większej czytelności ilustracji dodałem do obrazu, jaki pokazuje Rysunek 6.11.9b), zarys rozwinięcia UV. Bez tego podkładu trudno byłoby się zorientować, jaki otwór odwzorowuje każdy z czarnych konturów. Do eksportu do pliku *holes.png* wykorzystaj jednak wyłącznie warstwę **Holes** i **Bkg-White**: mają to być ostre, czarne plamy na białym tle (Rysunek 6.11.9c).

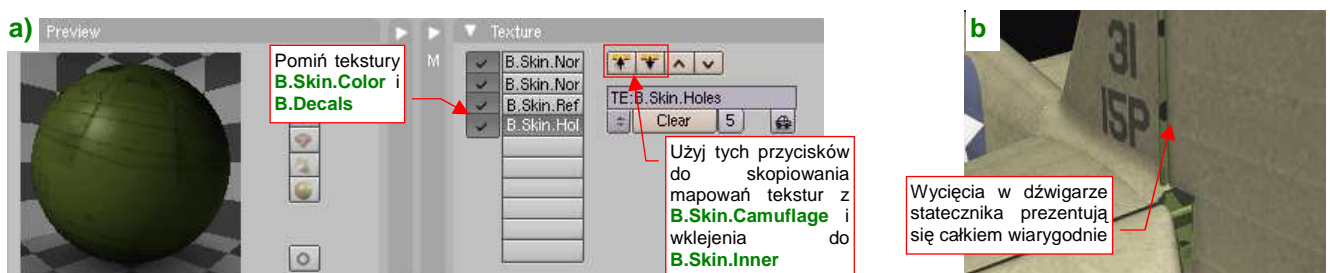
Stwórz w Blenderze nową teksturę: **B.Skin.Holes**, wykorzystującą obraz *holes.png*. W panelu *Map To* włącz jej mapowanie tak, jak pokazuje to Rysunek 6.11.10:



Rysunek 6.11.10 Tekstura otworów (**B.Holes**) — ustawienia

Mapowanie czerni i bieli obrazu z *holes.png* na wartości **Ref**, **Spec** i **Col**, pokazane przez Rysunek 6.11.10a), tworzy na powierzchni matowe, zupełnie czarne obszary. Taki efekt wystarcza w zupełności do odwzorowania małych otworów — jak, na przykład, ten u podstawy śmigła (Rysunek 6.11.10b).

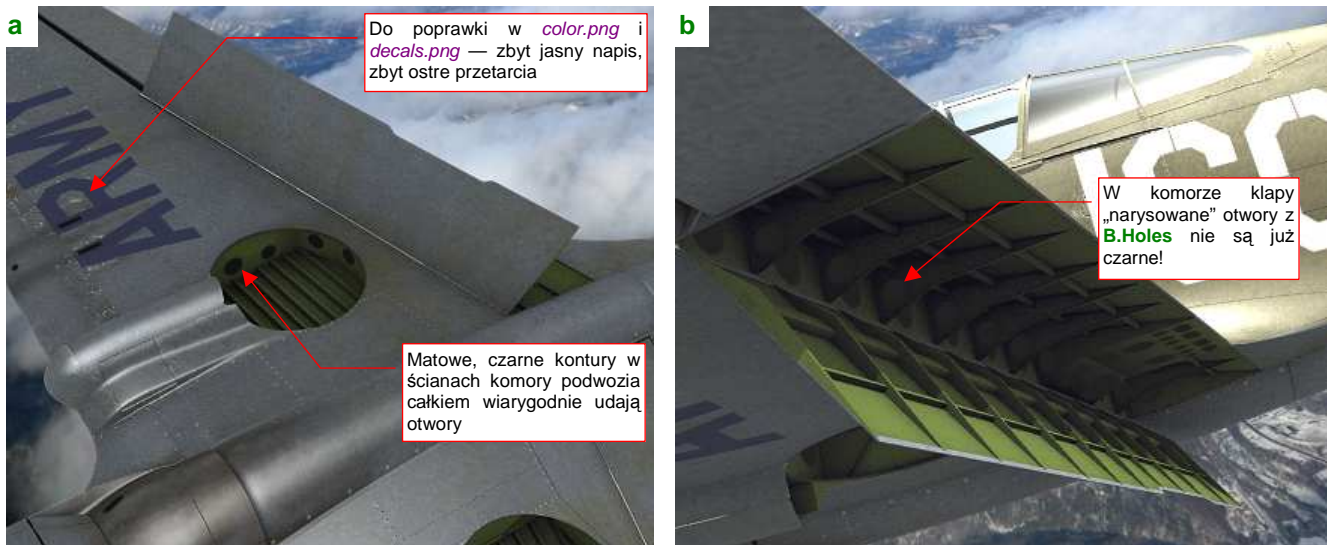
Na koniec czas się zająć teksturami powierzchni wewnętrznych, czyli materiałem **B.Skin.Inner**. Skopiuj teraz do jego panelu *Texture* mapowania z materiału **B.Skin.Camouflage** (Rysunek 6.11.11a):



Rysunek 6.11.11 Tekstury materiału **B.Skin.Inner**

Pomiń tylko teksturę barw i oznaczeń. Teraz otwory z **B.Holes** zobaczysz w pozostałych zakamarkach modelu.

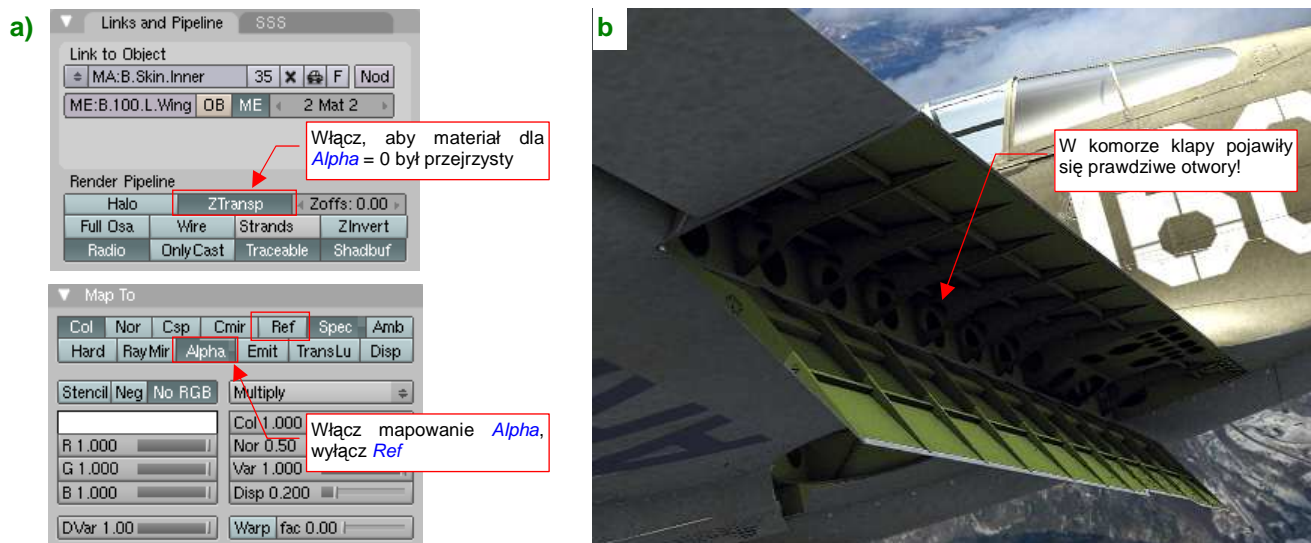
Włączyłem na chwilę *Ambient Occlusion* z *Energy* = 1.0, oraz dodałem u dołu sceny niewielkie światło typu *Hemi* z *Energy* = 0.3. Przy takim oświetleniu możemy się przyjrzeć się, jak na renderingu wygląda spód samolotu. Dodatkowo obróciłem klapę — jest teraz otwarta, jak do lądowania (Rysunek 6.11.12):



Rysunek 6.11.12 Otwory ulżeniowe w elementach płata

Od razu można widać błędy, które popełniłem w teksturach materiału *B.Skin.Camuflage*: napis „U.S. ARMY” jest zbyt jasny, a białe przetarcia — zbyt widoczne (Rysunek 6.11.12a). Za chwilę to poprawię! Wróćmy jeszcze do odwzorowania „dziur”. We wnętrzu komory podwozia i otwartej klapy widać powierzchnie pokryte materiałem *B.Skin.Inner*. Są dość ażurowe. Wykonano w nich otwory, zmniejszające masę żeber i dźwigarów. (Inżynierowie nazywają je „otworami ulżeniowymi”). W komorze podwozia czarne, matowe plamy z tekstury *B.Holes* odwzorowują je całkiem wiarygodnie (Rysunek 6.11.12a, Rysunek 6.11.11b). Gorzej jednak wyglądają takie otwory w komorze klapy (Rysunek 6.11.12b). Tam efekt *Ambient Occlusion* zupełnie je rozjaśnił!

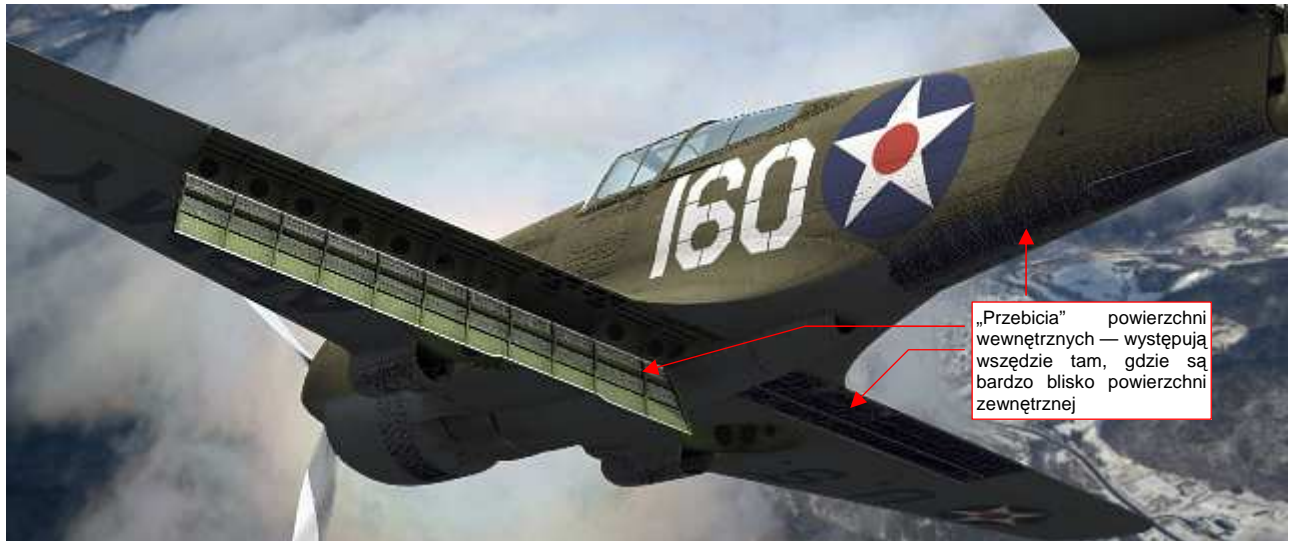
Można, co prawda, włączyć w opcjach tekstury dodatkowo mapowanie intensywności AO. (Tak, jak to zrobiliśmy dla tekstury *B.Skin.Ambient*). Pokażę Ci jednak lepszy efekt. Przetaw w materiale *B.Skin.Inner* mapowanie tekstury *B.Skin.Holes* z odbić światła (*Ref*) na nieprzejrzystość (*Alpha*) (Rysunek 6.11.13):



Rysunek 6.11.13 Zmiana mapowania tekstury *B.Holes* (w materiale *B.Skin.Inner*)

Oprócz zmiany wartości, mapowanej przez teksturę, w panelu *Map To*, musisz jeszcze włączyć efekt *ZTransp* (w panelu *Links and Pipeline* — Rysunek 6.11.13a). Rezultat jest bardzo ciekawy — w żebrach i dźwigarach pojawiły się prawdziwe otwory, przez które widać inne ściany (Rysunek 6.11.13b)! Nie trzeba było nic modelować — wystarczyło narysować!

Nie spieszmy się jednak z tym entuzjazmem. Po pierwsze, włączenie opcji **ZTransp** spowolniło nieco rendering. Z tym można się jeszcze pogodzić. Gdy jednak odsuniesz kamerę dalej i zmienisz nieco projekcję, zobaczysz na powierzchni modelu dziwne zaciemnienia (Rysunek 6.9.19):



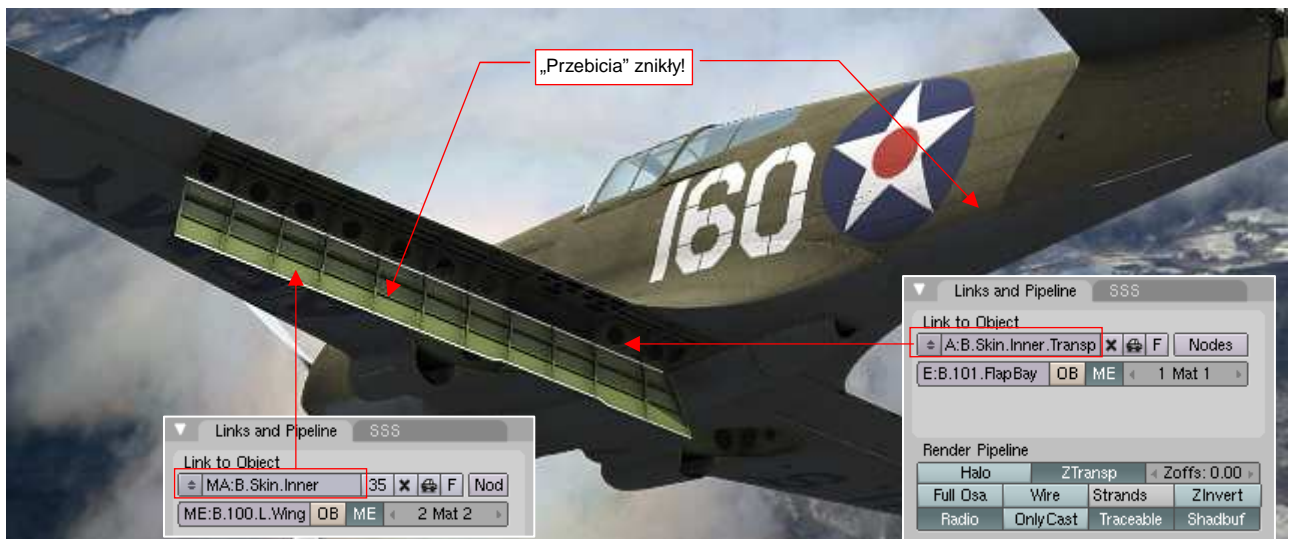
Rysunek 6.11.14 Niepożądane „efekty uboczne” włączenia opcji **ZTransp**.

Co to jest!? To są ślady po powierzchniach, które:

- są pokryte materiałem **B.Skin.Inner** z włączoną opcją **ZTransp**;
- znajdują się bardzo blisko powierzchni zewnętrznych

Ten niepożądany efekt pojawił się wszędzie tam, gdzie znajdują się powierzchnie wewnętrzne, odsunięte „na grubość blachy” od poszycia: klapach, ogonie, kabynie pilota.

Jak sobie z nim poradzić? No cóż, rozwiązanie istnieje, choć nie uważam go za specjalnie błyskotliwe. Powierzchnie, które powodują niepożądane efekty, nie są na szczęście tymi, które zawierają otwory. Zróżnicuj więc materiały wewnątrz na wersję „transparentną” i zwykłą, nieprzezroczystą (Rysunek 6.11.15):

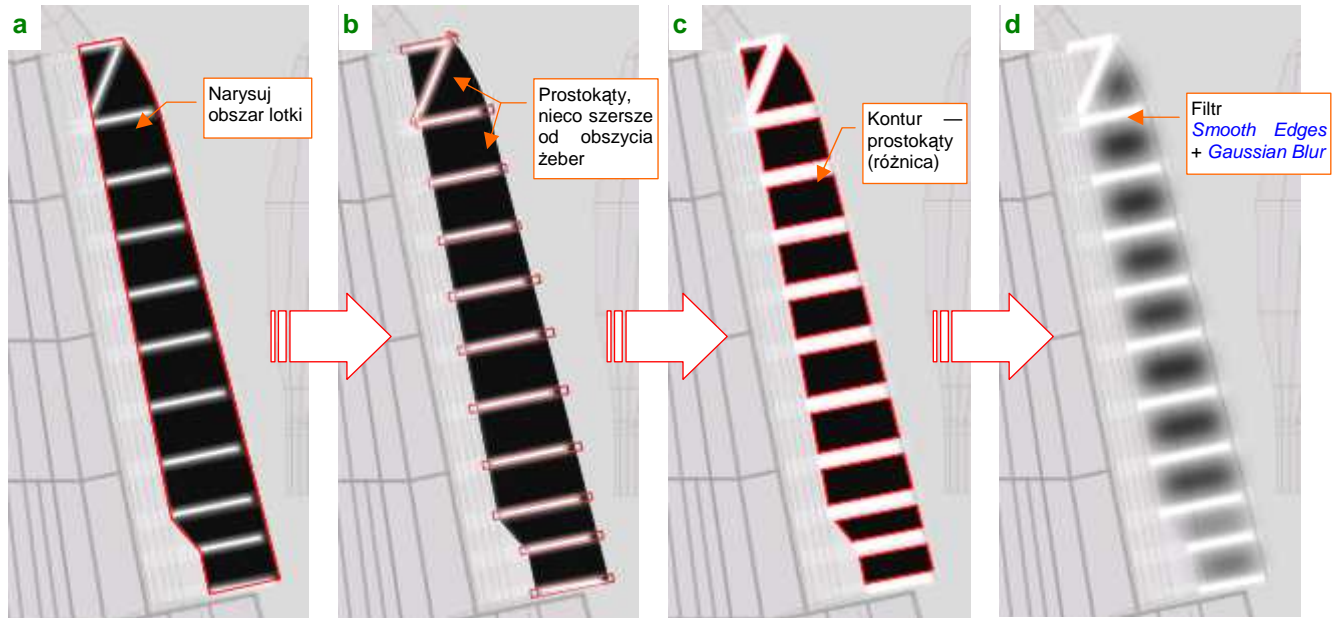


Rysunek 6.11.15 Rozwiązanie — zróżnicowanie materiałów powierzchni wewnętrznych

Stwórz kopię (por. str. 384, Rysunek 6.9.2) materiału **B.Skin.Inner** i nadaj mu nazwę **B.Skin.Inner.Transp**. To będzie materiał z włączoną przezroczystością. Przypisz go do ścian, które zawierają otwory: komór klap, wnęck podwozia. Jednocześnie w materiale **B.Skin.Inner** wyłącz opcję **ZTransp** i przestaw mapowanie tekstury **B.Skin.Holes** z powrotem na współczynnik **Ref** (tak, jak to pokazuje Rysunek 6.11.10a na str. 405). To odtąd będzie „zwykły” materiał, dla powierzchni nie zawierających otworów.

Zajmijmy się teraz poprawieniem innego efektu: pokrytych płótnem powierzchni sterów. Mapy nierówności, które wykorzystujemy, tworzą wrażenie wypukłości tylko lokalnie, na żebrach (por. Rysunek 6.11.21, str. 410). Tak rzeczywiście wygląda naprężone płócienne pokrycie w sytuacji „statycznej”, gdy samolot stoi na lotnisku. Ale w locie to już inna sprawa: pod wpływem gwałtownych różnic ciśnienia płótno potrafi się deformować jak balon!

Przygotujmy obraz takich dynamicznych wgłębień w powierzchniach sterów (Rysunek 6.11.16) :

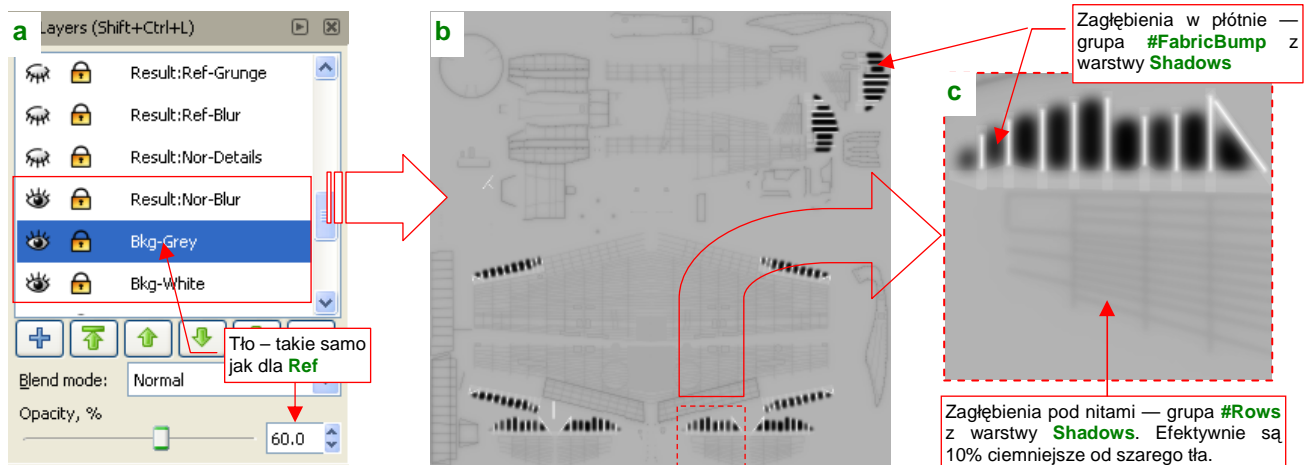


Rysunek 6.11.16 Rysowanie zagłębień w płótnie lotki w Inkscape (plik *skin.svg*, warstwa *Shadows*)

Pokażę to na przykładzie lotki. W Inkscape, w pliku *skin.svg*, na warstwie *Shadows* narysuj czarny obszar na powierzchni sterowej (Rysunek 6.11.16a). Potem ponad każdym żebrzem umieść prostokąt (Rysunek 6.11.16b). Te prostokąty połącz w jedną siatkę i odejmij (*Difference*) od obszaru steru (Rysunek 6.11.16c). Na koniec „rozmyj” uzyskany obrys zmodyfikowanym filtrem *Rounded* (Rysunek 6.11.16d). (Uzyskasz go poprzez rozmycie standardowego filtra: *Filters* → *Morphology* → *Smooth Edges* dodaną na końcu operacją *Gaussian Blur* w której *Standard Deviation* = 6).

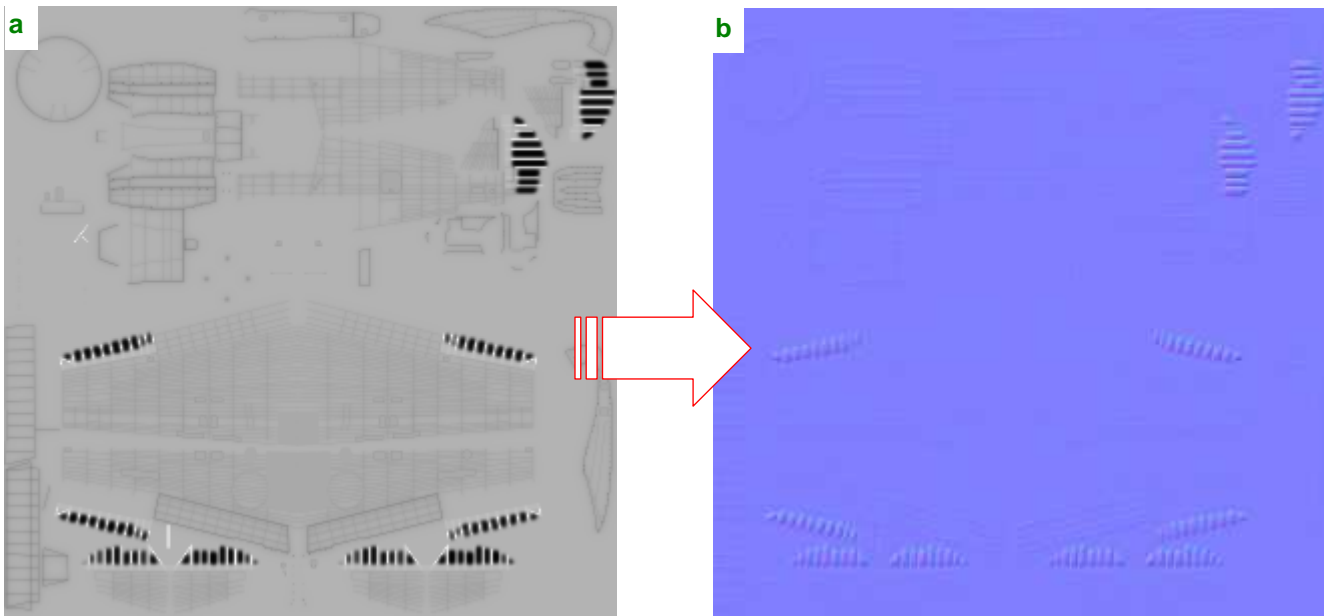
Wykorzystamy ten element w obrazie *nor_blur.png*. W zestawie warstw „do eksportu” (*Result:Nor-Blur* i reszta) włączyłem częściowo nieprzejrzystą (60%) warstwę *Bkg-Grey*. Uzyskałem w ten sposób szare tło (Rysunek 6.11.17a,b). Wykorzystuję tu min. zawartość warstwy *Shadows*, ale obecnie podzieloną na dwie grupy:

- **#Rows**: linie pod nitami — to elementy dotychczasowej grupy **#Shadows** (por. str. 372, Rysunek 6.8.4);
- **#FabricBump**: narysowane przed chwilą zagłębienia w materiale (Rysunek 6.11.17b,c);



Rysunek 6.11.17 Zmieniona wersja zespołu warstw tworzących plik *nor_blur.png*.

Eksportuję obraz z Inkscape do pliku *nor_blur.png*. Następnie przekształcam tę „mapę szarości” za pomocą Gimpa w tzw. „mapę normalnych”. W takim obrazie kierunek stycznych do powierzchni jest określony za pomocą wartości **R**, **G**, **B** barwy każdego piksela (Rysunek 6.11.18) :



Rysunek 6.11.18 Przekształcenie mapy szarości (*bump map*) w mapę normalnych (*normal map*)

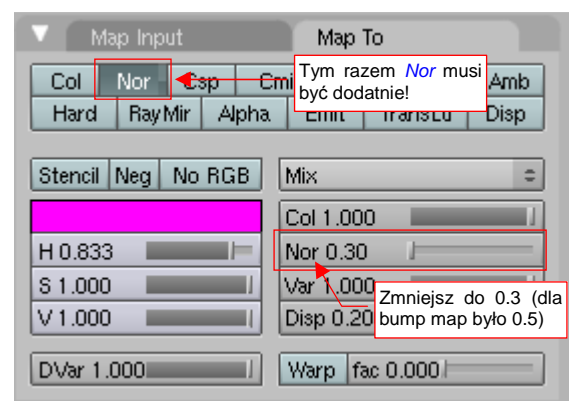
(Szczegółowy opis tej transformacji znajdziesz na str. 675). Obraz, który pokazuje Rysunek 6.11.18b zapisz na dysku, pozostawiając nazwę bez zmian. Wykorzystamy go w Blenderze (Rysunek 6.11.19) :



Rysunek 6.11.19 Przełączenie tekstury Blendera na mapę normalnych

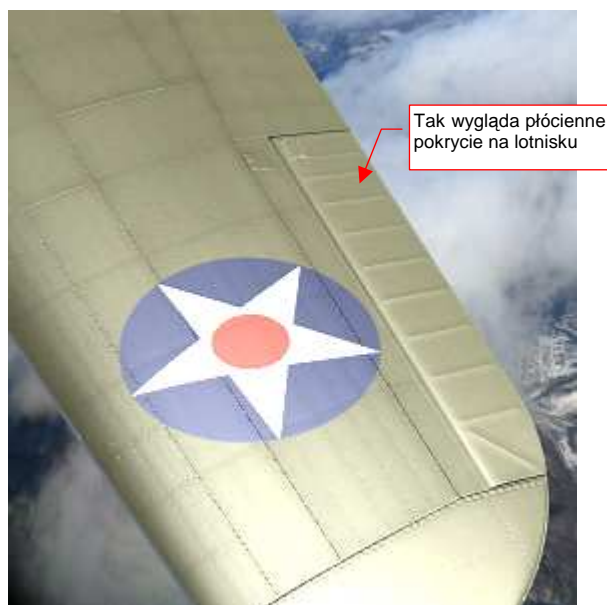
Technicznie sprowadza się to do włączenia w panelu *Map Image* przelącznika **Normal Map**. Dodatkowo w panelu *Map To* przelącz **Nor** na „pozytywny” (Rysunek 6.11.20).

Tekstury oparte o mapy normalnych tworzą o wiele wyraźniejsze nierówności, niż te, wykorzystujące odcienie szarości (*bump map*). W komputerowych modelach czołgów są wykorzystywane do odwzorowania spawów, a także nadlewk i chropowatej powierzchni odlewanych panczerzy. Ich efekt jest zbyt „mocny” do zwykłych łączek blach na powierzchni samolotu. Nadają się jednak idealnie do wygodnego sterowania takimi efektami, jak wgniecenia poszycia czy „wydęte” płóciennne pokrycie sterów. O ile jednak dla dotychczasowego „białego” obrazu mapy nierówności stosowaliśmy współczynnik **Nor** = 0.50 (por. str. 323, Rysunek 6.3.13), to teraz warto go zmniejszyć — przynajmniej do 0.30 (Rysunek 6.11.20). Inaczej rezultat będzie zbyt głęboki!

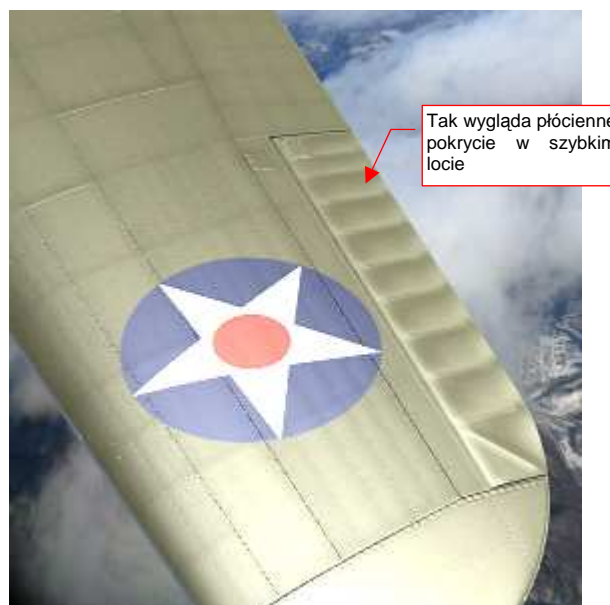


Rysunek 6.11.20 Mapowanie parametrów

Rysunek 6.11.21 przedstawia płat z dotychczas stosowaną teksturą nierówności **B.Skin.Nor-Blur** (taką, jaka była używana w poprzednich sekcjach). Na lotce widać tylko lokalne wypukłości tam, gdzie biegły krawędzie żeber, a reszta powierzchni pokrytej płótnem jest płaska. Tak wyglądają poszycia na samolotach stojących na lotnisku lub w muzeum.



Rysunek 6.11.21 Skrzydło z dotychczas używaną w teksturze **B.Skin.Nor-Blur** mapą nierówności (*bump map*).



Rysunek 6.11.22 Skrzydło z użytą w teksturze **B.Skin.Nor-Blur** mapą normalnych (*normal map*).

Rysunek 6.11.22 przedstawia ten sam płat, ale zamiast mapy nierówności użyłem w **B.Skin.Nor-Blur** mapy normalnych. Pomiędzy żebrami lotki pojawiły się wyraźne zagłębienia. Tak wygląda pokrycie płócienne w szybkim locie. Czasami potrafi się także „wydymać” w drugą stronę — na zewnątrz!

Wraz z końcem tej sekcji, nasz model osiągnął już duże podobieństwo do oryginału — choć nadal brakuje mu wielu dziesiątek drobiazgów (Rysunek 6.11.23):



Rysunek 6.11.23 Rezultat — właściwe oznaczenia i wygląd powierzchni wewnętrznych modelu

Ten rendering został wykonany z niewielki oświetleniem z dołu (światło odbijane przez chmurę symuluję za pomocą lampy *Hemi*, o energii = 0.3). Spód samolotu jest dodatkowo rozjaśniony za pomocą *Ambient Occlusion* (*Energy* = 1.0). Zwróć uwagę, że już poprawiłem kolor napisów na dolnych powierzchniach płata. W tej projekcji tego nie widać, ale skorygowałem także zadrapania wokół komór amunicyjnych.

Tekstura **B.Skin.Nor-Details** ma w tym modelu największą rozdzielczość — 4096x4096 pikseli. Podobny rozmiar możesz jeszcze przyjąć dla tekstury otworów (**B.Skin.Holes**). Pomocnicze tekstury, modulujące AO i odbłaski są cztery razy mniejsze (1024x1024 pikseli). Wszystkie pozostałe obrazy mają umiarkowaną rozdzielczość 2048x2048 pikseli. Nie chciałem użyć większej, aby nie wzrósł zbytnio rozmiar plików, towarzyszących tej książce. (I tak pliki GIMP są największe) . Sądzę, że ciekawsze efekty w zbliżeniach modelu można osiągnąć z teksturami o rozmiarach 4096x4096. Możesz także się zastanowić nad zastąpieniem niektórych tekstur rastrowych teksturami wektorowymi (szczegółowe omówienie zalet i wad tekstur wektorowych — patrz str. 613)

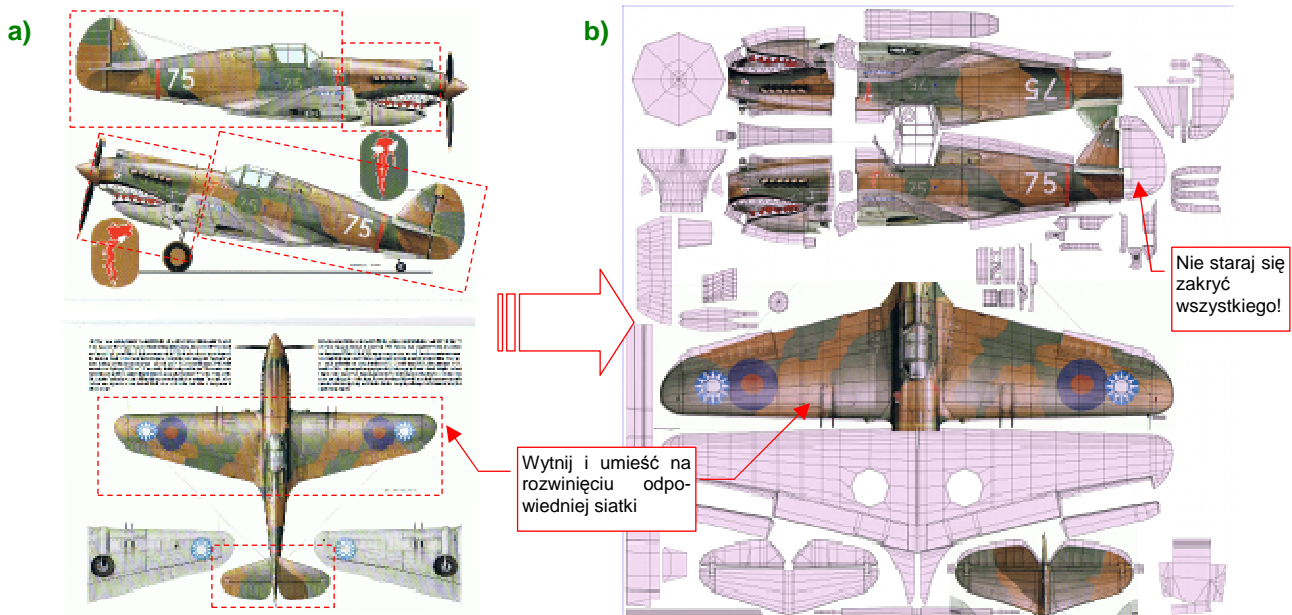
Podsumownie

- Intensywność efektu *Ambient Occlusion* można modulować teksturą. W panelu *Map To* służy do tego przełącznik *Amb* (str. 403). Taki obraz można wykorzystać do rozjaśnienia wnętrza tuneli chłodnic, czy korekty problemu z AO powierzchni leżącej blisko „szkła” (por. str. 282);
- Pewne ułomności modelu oświetlenia, stosowanego w Blenderze (odbłaski na powierzchniach wewnętrznych) można skorygować za pomocą tekstury modulującej odbicia. W panelu *Map To* służy do tego przełącznik *Csp* (str. 404);
- Drobne otwory można odwzorować za pomocą obrazu (str. 405). Na większości powierzchni wystarczy „narysować dziury” jako matowe, zupełnie czarne obszary. W pewnych przypadkach ta metoda jest niewystarczająca (str. 406). Wówczas można zamapować czarno-białą teksturę otworów jako wartość nieprzejrzystości (*Alpha*) (str. 406). Wiąże się to zazwyczaj z koniecznością stworzenia dwóch wersji materiału: zwykłej i przejrzystej (tzn. z otworami) — str. 407;
- Do materiału powierzchni wewnętrznych można skopiować mapowania tych samych tekstur, które są używane na powierzchniach zewnętrznych (str. 405). Podstawowy kolor materiału pozostaw bez zmian (bo w tym przykładzie jest jednolity), stąd można pominąć tekstury: barwy i oznaczeń. Zazwyczaj na renderingu widać niewielkie skrawki wewnętrznych powierzchni samolotu, więc nie cyzeluję ich w takim stopniu, jak powierzchni zewnętrznych;
- Do tekstury „rozmytych nierówności” (wygięcia blach, wgłębienia pod nitami — obraz *nor_blur.png*) można wykorzystać zamiast mapy nierówności (*bump map*) mapę normalnych (*normal map*). Wartości komponentów koloru (**R**, **G**, **B**) każdego piksela takiego obrazu są interpretowane jako niezależne wartości **X**, **Y**, **Z** wektora normalnego (prostopadłego) do powierzchni modelu. Dzięki temu mapy normalnych pozwalają osiągnąć głębsze nierówności (str. 410). Nadają się do odwzorowania odkształconych w locie powierzchni pokrytych płótnem;

6.12 Alternatywny kamuflaż — plamy

W tej sekcji pokażę, jak przekształcić proste malowanie samolotów USAAC z Hawajów (por. sekcje 6.9, 6.10 — str. 384 i następane) w zupełnie inny, bardziej złożony kamuflaż. Przygotujemy tu tekstury dla samolotu, na którym latał w AVG *flight leader* William Reed, z dywizjonu „Hell’s Angeles”. Posłużę się tu doskonałym opracowaniem barw tej maszyny, autorstwa Janusza Świątkonia (z publikacji [6]).

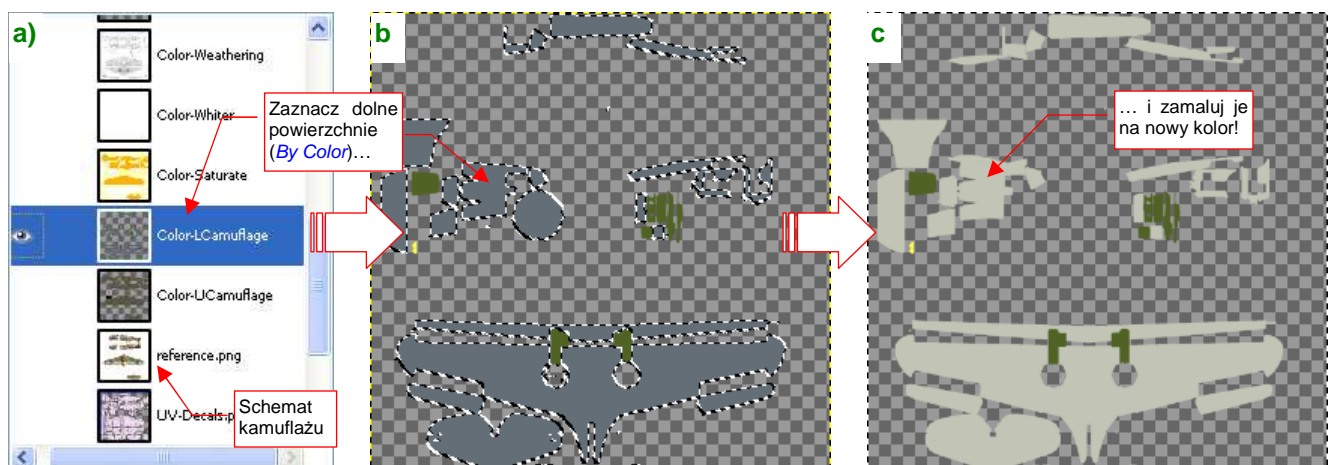
Pracę rozpoczynam od zeskanowania schematu malowania. Następnie „tnę go na kawałki”, które dopasowuję do rozwinięcia UV modelu (Rysunek 6.12.1):



Rysunek 6.12.1 Przeniesienie schematu malowania na rozwinięcie siatek samolotu

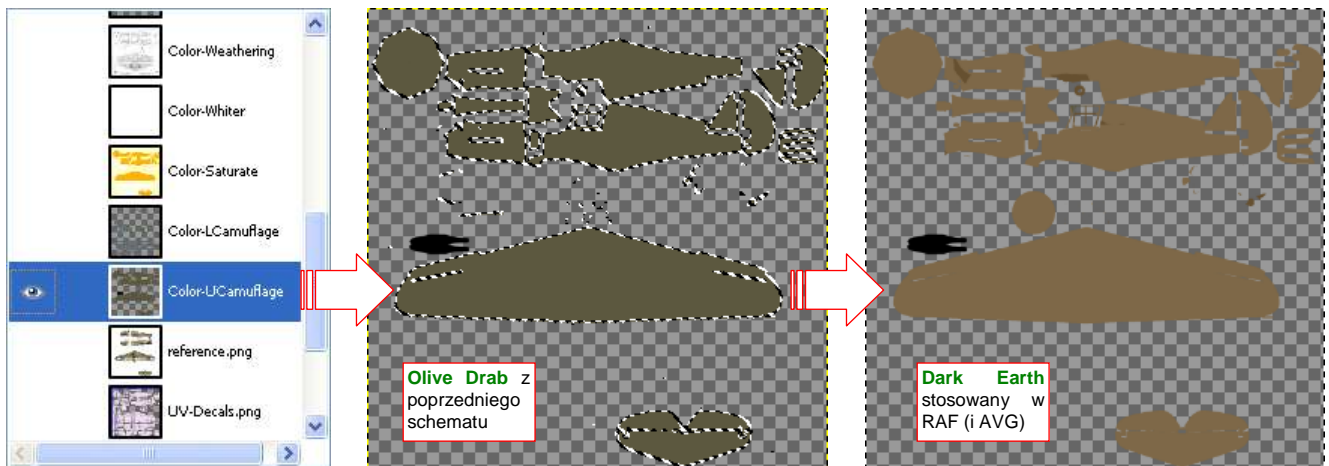
Dopasowanie wyciętych fragmentów wykonuję w Inkscape, gdyż najłatwiej w nim obracać i skalować obrazy. Rezultat posłuży nam jako pomoc przy malowaniu plam kamuflażu i nanoszeniu oznaczeń. Nie trzeba przenosić tu wszystkich szczegółów schematu. Pomiąłem np. ster kierunku, bo byłoby z nim dużo roboty, podobnie jak z prawą stroną statecznika pionowego. Ten obraz ma z grubsza sygnalizować układ plam maskowania. Przeniosłem więc tylko górne powierzchnie skrzydeł. Nie „naciągam” też na siłę rzutów z boku kadłuba na jego rozwinięcie. Wystarczy, by pasowały do środkowej części siatek (Rysunek 6.12.1b). Rezultat wczytuję do Gimpa (plik *skin.xcf*) jako osobną warstwę o nazwie **reference.png** (Rysunek 6.12.2a). Przyda się za chwilę.

Teraz zmienimy w GIMP barwy ogólne. Zaznacz (**Select→By Color**) obszary zamalowane na warstwie **Color-LCamouflage** barwą **Neutral Grey**. Zamaluj to zaznaczenie kolorem **Sky** RAF-u (Rysunek 6.12.2b,c):



Rysunek 6.12.2 Zmiana barwy dolnych powierzchni z Neutral Grey na Sky (warstwa Color-LCamouflage)

W istocie to był substytut brytyjskiej farby **Sky**, używany w latach czterdziestych przez producentów z USA: lakier **DuPont 71-021**. Symbol ten jest „ogólnie znany” i powtarzany przez wiele źródeł, ale mimo to trudno jest zdeterminować, jaką miał właściwie barwę. W doborze skorzystałem z sugestii Rato Marcza, opublikowanych w artykule na ten temat (na www.ratomodeling.com).



Rysunek 6.12.3 Zmiana barwy górnych powierzchni z Olive Drab na Dark Earth (warstwa Color-UCamouflage)

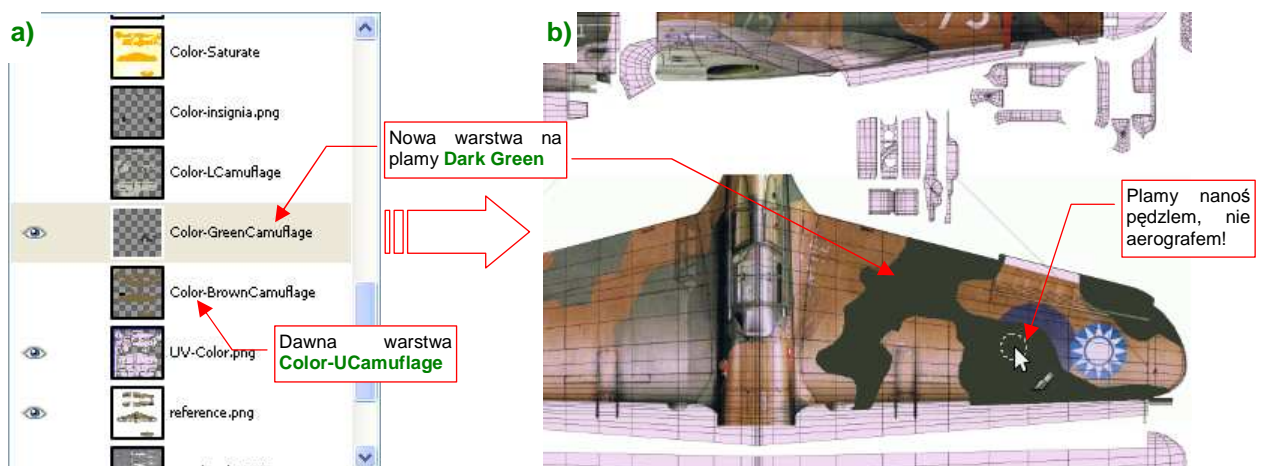
W analogiczny sposób zamieniłem na górnych powierzchniach samolotu (warstwie **Color-Ucamouflage**) barwę **Olive Drab** USAAC na **Dark Earth** RAF (**DuPont 71-009** — Rysunek 6.12.3).

Następnie zmieniłem nazwę tej warstwy na **Color-BrownCamouflage**. Dodałem ponad nią przezroczystą warstwę **Color-GreenCamouflage** (Rysunek 6.12.5a). Namalujemy na niej, w oparciu o schemat, plamy kamuflażu w kolorze **Dark Green** (**DuPont 71-013**).

Popatrz na Rysunek 6.12.4. To zdjęcie z hali produkcyjnej P-40. Robotnicy nanosili kamuflaż, posługując się gumowymi wzorcami. W rezultacie na pomalowanych przez zakłady Curtiss samolotach granice kolorów były ostre i wyraźne. Aby uzyskać zbliżony efekt w GIMP, nie maluj ich aerografem, tylko pędzlem (**Brush**) — o kształcie koła (Rysunek 6.12.5b):

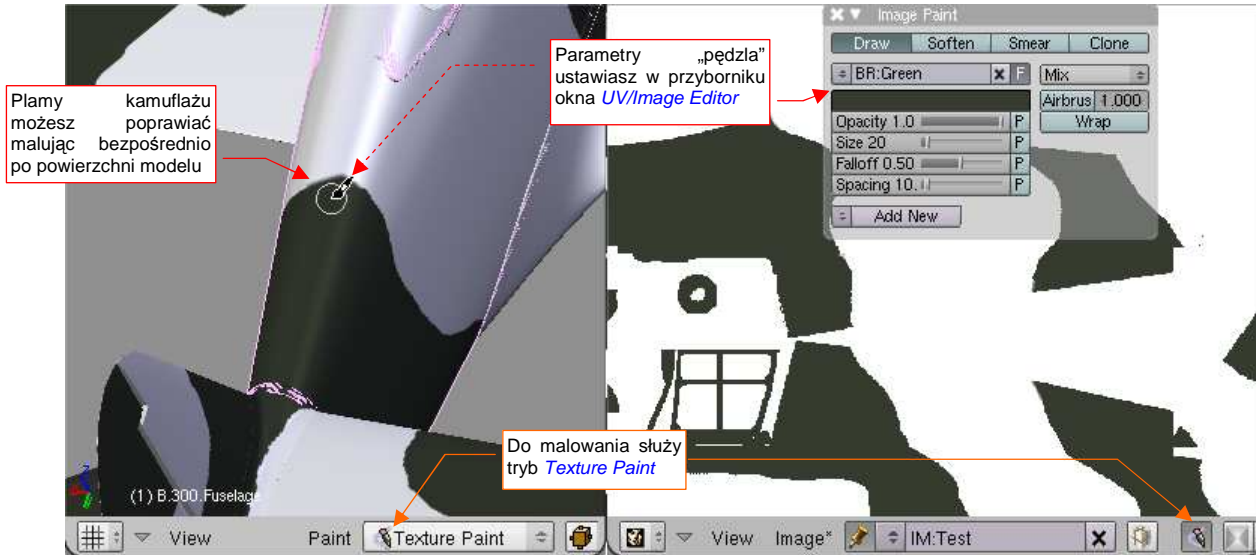


Rysunek 6.12.4 Malowanie płatów P-40 w zakładzie (Curtiss)



Rysunek 6.12.5 Nanoszenie plam kamuflażu (Dark Green) na warstwę Color-GreenCamouflage

Plamy kamuflażu namalowane w Gimpie będą zawsze zawierały jakieś błędy. Są najczęściej niedopasowane wzdłuż któregoś ze szwów siatek, lub na granicy obiektów. Koniecznie musisz nałożyć ich obraz na model, aby to sprawdzić. Zapisz zawartość warstwy z plamami do pomocniczego pliku (np. [camouflage.png](#)). Potem wskaż ten plik Blenderowi (w *UV/Image Editor*) jako nową zawartość obrazu **Test**. Włącz jeszcze w oknie *3D View* tryb wyświetlania tekstur (*Solid Text*), i już możesz korygować kamuflaż bezpośrednio na powierzchni modelu (Rysunek 6.12.6):



Rysunek 6.12.6 Poprawianie plam kamuflażu — poprzez bezpośrednie malowanie na modelu

W Gimpie warstwa z plamami kamuflażu (**Color-GreenCamouflage**) miała przejrzyste tło. Przy eksporcie do pliku [camouflage.png](#) specjalnie podłożyłem pod nią nieprzezroczysty, biały „podkład”. Takie tło lepiej wygląda na modelu. Więcej na temat trybu *Texture Paint*, oraz importu zmian wprowadzonych w Blenderze do GIMP znajdziesz na str. 951 i dalszych.

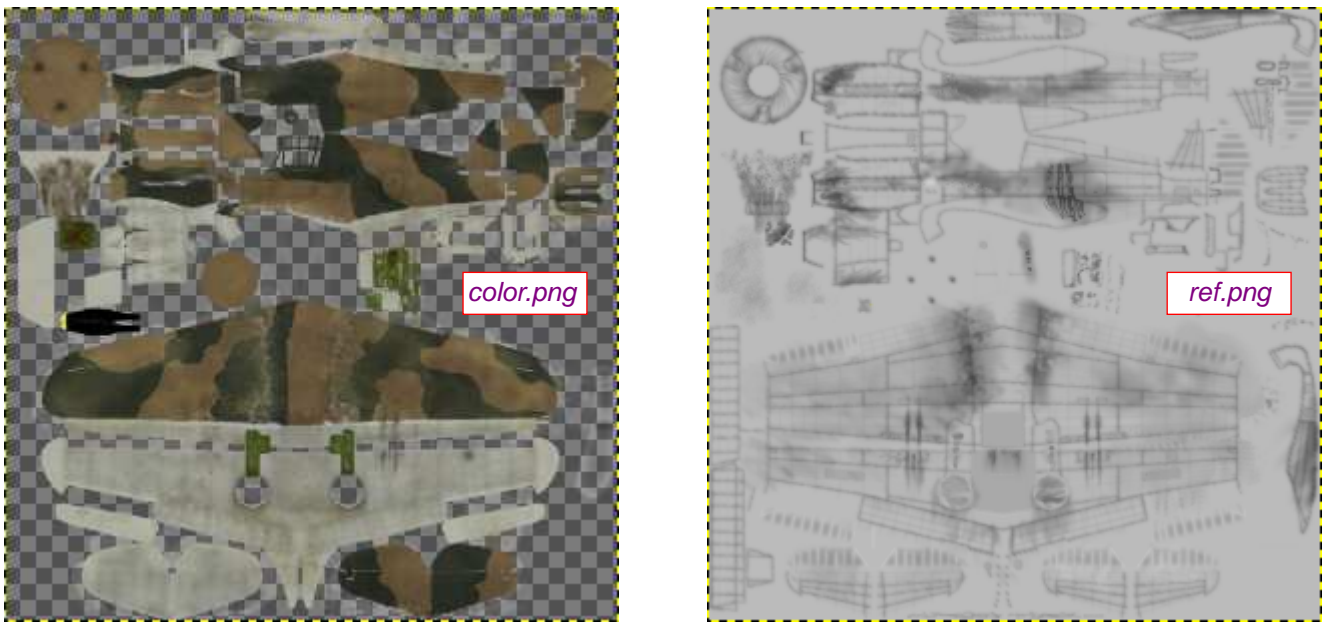
Samoloty AVG wyglądają na bardziej „chropowate” i zużyte od swoich odpowiedników z Pearl Harbor. Rysunek 6.12.7 przedstawia inną maszynę z tego samego dywizjonu („Hell's Angeles”):



Rysunek 6.12.7 Inny egzemplarz P-40 z tego samego dywizjonu — maszyna Charlesa Oldera ([www.ratomodeling.com](#))

Zwróć uwagę chociażby na zacieki za kabiną pilota. Podobne występowały także na naszej „białej 75”. (To chyba ślady po tankowaniach). Z kolei maszyna na schemacie Janusza Świątłonia nie ma naklejonego żółtego, disneyowskiego tygrysa. Być może tak ten samolot wyglądał przed wizytą dziennikarzy, którzy je przywieźli.

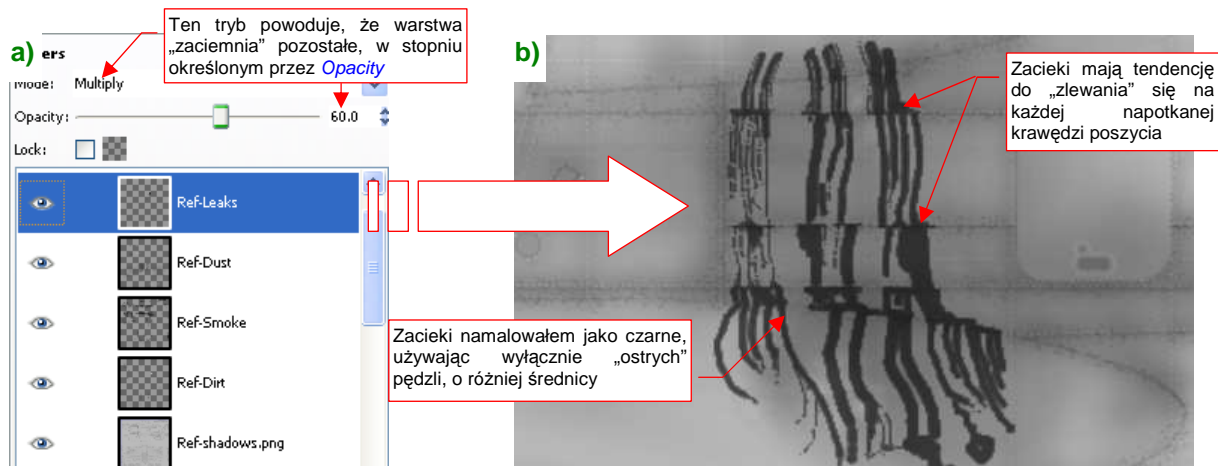
Aby odwzorować zabrudzenia i wytarcia widoczne na zdjęciu, musimy zintensyfikować efekty na warstwach ***Chips** i ***Dirt** w pliku *skin.xcf* (Rysunek 6.12.8):



Rysunek 6.12.8 Odpowiednio „zabrudzone” tekstury barwy (*color.png*) i odbicia (*ref.png*)

Te warstwy wchodzi w skład obrazów tekstury barwy (*color.png*) i odbicia (*ref.png*). Dodaj przetarcia i odpryski farby wzdłuż krawędzi natarcia skrzydeł i stateczników, oraz „wydeptaj” wyraźniejszą ścieżkę u nasady skrzydła. W bezpośrednim sąsiedztwie rur wydechowych nanieś białe „przepalenia”. Dalej powinny przechodzić w czarny nalot (sadzy?), noszący ślady wielokrotnych prób zmywania i czyszczenia.

Ciekawym elementem tego obrazu zanieczyszczeń są zacieki, widoczne na wszystkich maszynach „Hells Angels” za kabiną pilota¹. Wydzieliłem dla tego efektu odrębne warstwy ***Leaks** (po jednej dla tekstury koloru i odbić). Rysunek 6.12.9) przedstawia szczegóły warstwy **Ref-Leaks**, jednego z komponentów pliku *ref.png*:

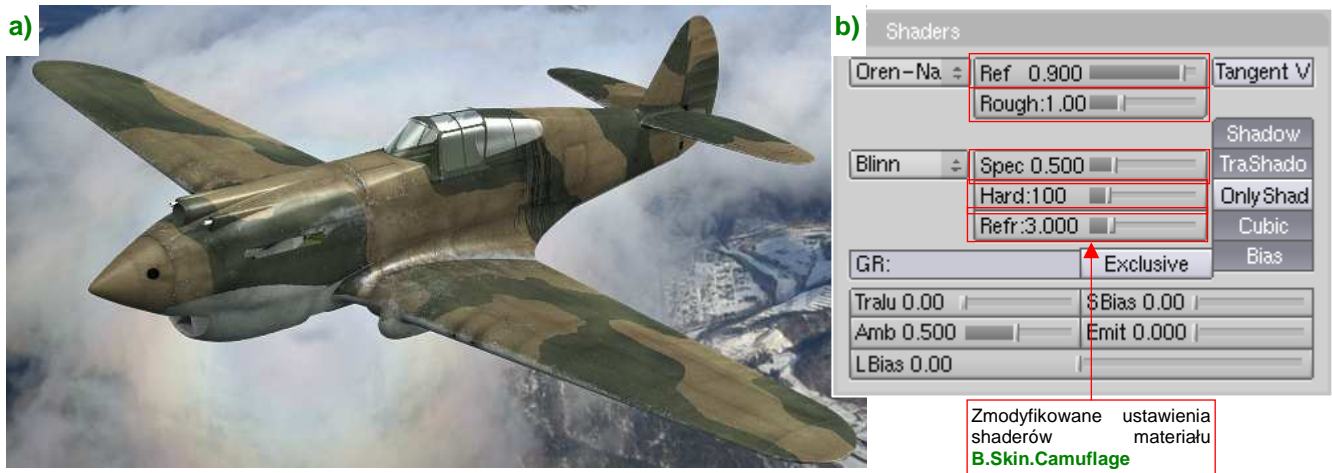


Rysunek 6.12.9 Szczegóły zacieków za kabiną pilota (*ref.png*)

Do namalowania zacieków nie używałem żadnego specjalnego narzędzia. Wystarczyło poprowadzić kilka linii różnymi średnicami standardowego pędzla GIMP („kółka”). Malowałem je „z natury”, na podstawie jedyne zdjęcia fragmentu „białej 75”, jakie posiadam. Zaobserwowałem, że zacieki mają tendencję do rozlewania się i łączenia na krawędziach paneli poszycia. To nadaje im realistyczny wygląd (Rysunek 6.12.9b).

¹ Przypuszczam, że to ślad po „polowych” metodach tankowania tych maszyn. Gdzieś czytałem, że AVG nie miało cysterny z paliwem. Zbiorniki samolotów napełniano podobno ręcznie — benzynę przelewano wprost z dziesiątek kanistrów. Można sobie wyobrazić, jak ile pracy wymagało przygotowanie każdego startu tych myśliwców!

Pora na próbny rendering, aby sprawdzić skuteczność naszych wysiłków nad kamuflażem (Rysunek 6.12.10a):



Rysunek 6.12.10 Próbny render modelu

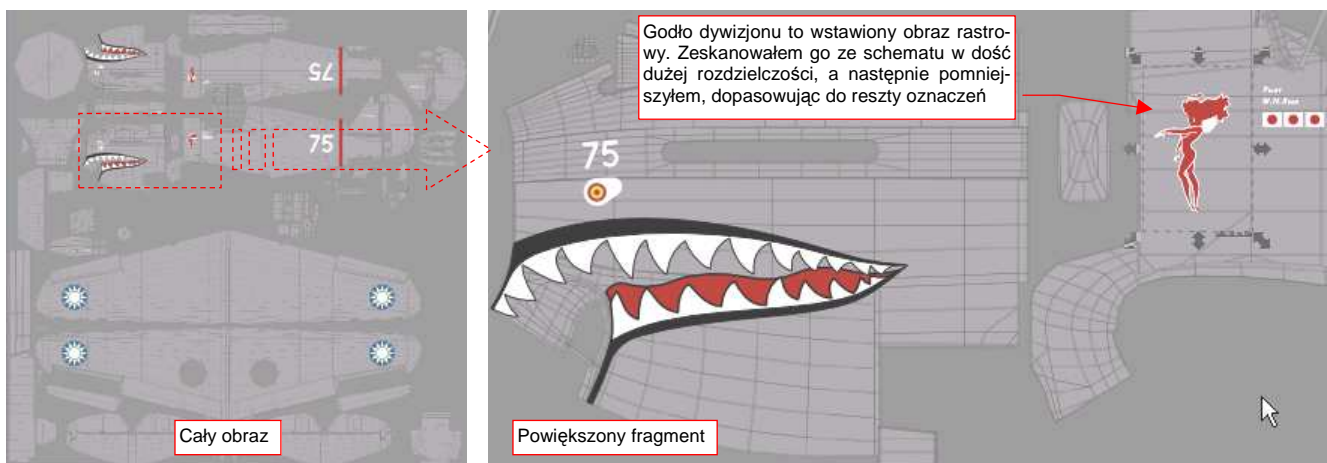
Aby lepiej odwzorować widoczne na zdjęciach, zużyte poszycie samolotów AVG, trzeba przestawić nieco parametry shaderów. Rysunek 6.12.10b) pokazuje, co zmieniłem w globalnych ustawieniach materiału **B.Skin.Camouflage**. (Porównaj go z wartościami, które na str. 324 pokazuje Rysunek 6.3.15).

Na górnej powierzchni płatów „białej 75” znajdował się zaskakujący element — zapomniane kokardy RAF, których chyba nikomu nie chciało się zamalować (Rysunek 6.12.11):



Rysunek 6.12.11 „Zapomniane” znaki rozpoznawcze

Narysowałem je w Inkscape, ale dodałem jako oddzielną warstwę do *skin.xcf*, by były porządnie pokryte brudem i zadrapaniami. (W odróżnieniu od pozostałych oznaczeń, na pewno nikt ich nie konserwował). Inne znaki rozpoznawcze i godła przygotowałem w pliku *decals.svg* (Rysunek 6.12.12), z którego eksportuję plik *decals.png*:



Rysunek 6.12.12 Oznaczenia w pliku *decals.svg* (na tej ilustracji dodałem szare tło, by widać było białe elementy)

Rysunek 6.12.13 przedstawia ostateczny rezultat:



Rysunek 6.12.13 Gotowe malowanie „białej 75” z 3-go dywizjonu AVG „Hell’s Angeles”

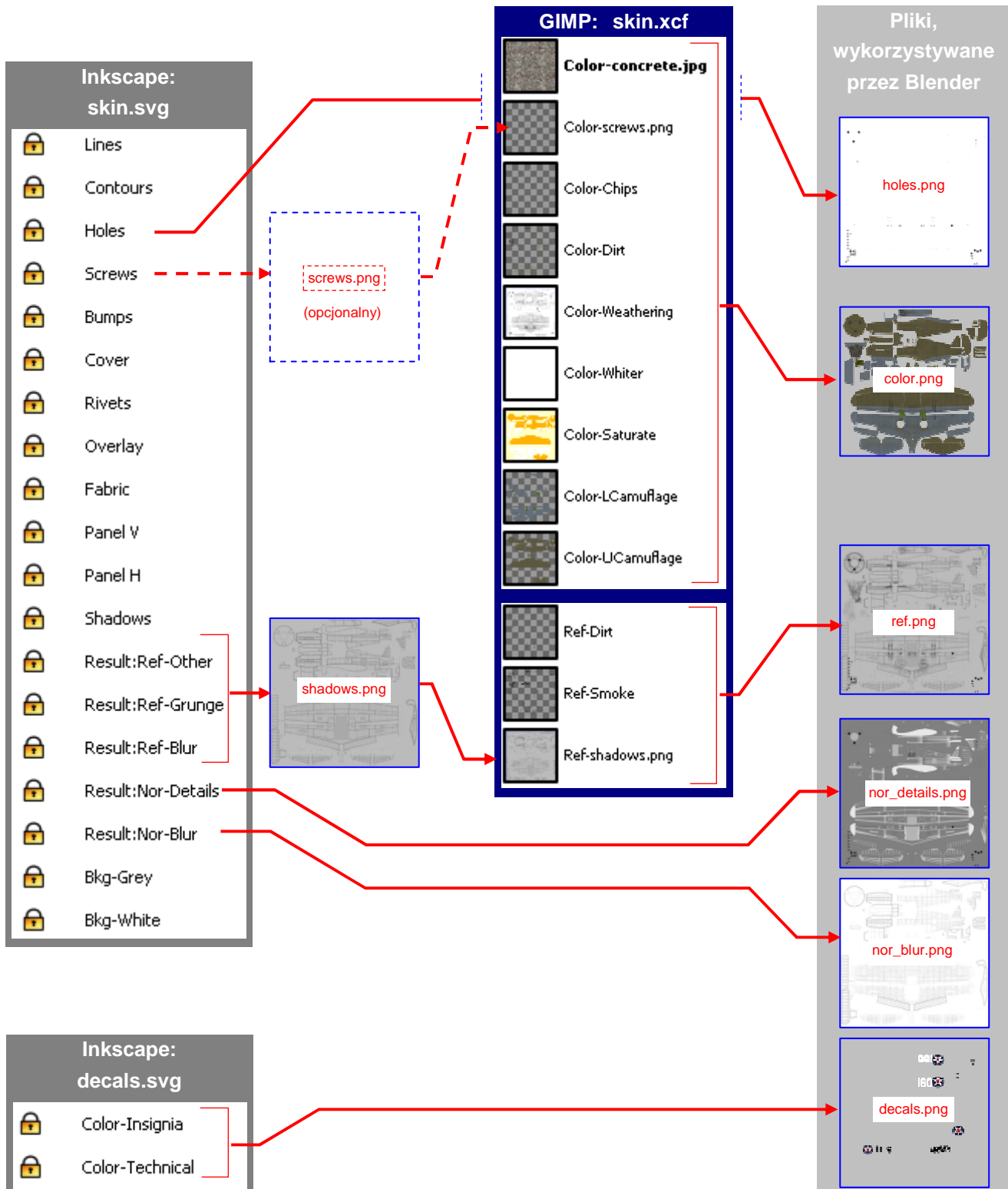
W parametrach tekstury oznaczeń — **B.Skin.Decals** — wyłączyłem mapowanie parametru *Ref* (por. ustawienia na str. 399, Rysunek 6.10.6). Gdy to ustawienie było włączone, znaki rozpoznawcze i godło źle się komponowały ze „zużytym” tłem samolotu. (Ich barwy były zbyt jaskrawe i wyraźne).

Podsumowanie

- Zmiana kamuflażu samolotu sprowadza się do modyfikacji tylko trzech obrazów jego tekstur. Są to, przede wszystkim: *color.png* i *decals.png*. Jeżeli nowy kamuflaż wymaga poważnych zmian w „zabrudzeniu” modelu, trzeba także nieco zmienić obraz *ref.png*. Zmiany wprowadzasz w GIMP (w pliku *skin.xcf*) i Inkscape (*decals.svg*);
- Barwy podstawowe zmieniasz w GIMP, w pliku *skin.xcf*, na warstwach **Color-UCamuflage** i **Color-LCamuflage**. Zmiana polega na zaznaczeniu dotychczasowego koloru (*By Color*) i zamalowaniu zaznaczenia nowym (str. 412);
- Plamy kamuflażu nanosisz w *skin.xcf* na oddzielnej warstwie (str. 413). Gdy je namalujesz, koniecznie sprawdź czy dobrze się „układają” wzdłuż szwów modelu!
- Aby sprawdzić poprawność plam kamuflażu, należy wkopiować na chwilę ich warstwę z GIMP i podstawić jako obraz tekstury w Blenderze. Tryb *Texture Paint* Blendera umożliwia wygodne malowanie poprawek bezpośrednio na powierzchni modelu (str. 414). Poprawiony obraz przenosimy z powrotem do Gimp’a.

6.13 Podsumowanie

Uff! W tym rozdziale żonglowaliśmy plikami obrazów, wstawiając je na różne warstwy w Inkscape lub Gimpie. Abyś się w tym nie pogubił, na koniec przedstawiam ogólny obraz tego procesu. Możesz na nim sprawdzić, skąd pochodzi konkretna tekstura i jak ją otrzymać (Rysunek 6.13.1):



Rysunek 6.13.1 Schemat generowania obrazów podstawowych tekstur dla zewnętrznych powierzchni modelu P-40

Tekstury Blendera oczekują, że na dysku znajdą co najmniej sześć plików: *holes.png*, *color.png*, *ref.png*, *nor_details.png*, *nor_blur.png*, *decals.png*. Są to wyniki naszego przetwarzania obrazów, więc umieściłem je na schemacie po prawej. Po lewej podałem warstwy w plikach Inkscape i GIMP, z których pochodzą.

Większa część obrazów używanych przez Blender pochodzi bezpośrednio z dwóch plików Inkscape:

- **holes.png**: to wyeksportowane z pliku *skin.svg* warstwy **Holes + BkgWhite**;
- **nor_details.png**: to wyeksportowane z pliku *skin.svg* warstwy **Result:Nor-Details + BkgGrey** (nieprzejrzyste w 100%);
- **nor_blur.png**: to wyeksportowane z pliku *skin.svg* warstwy **Result:Nor-Blur + BkgWhite**. Opcjonalnie można ten obraz przekształcić z *Bump Map* w *Normal Map* za pomocą wtyczki Gimpa (por. str. 409);
- **decals.png**: to wyeksportowane z pliku *decals.svg* warstwy **Color-Insingnia + Color-Technical** (bez żadnego tła);

Dotyczy to także dwóch tekstur pomocniczych (nie narysowałem ich na poprzedniej stronie, by nie komplikować schematu):

- **ambient.png**: to wyeksportowane z pliku *decals.svg* warstwy **Ambient + Bkg-Black + Bkg-White** (służy do lokalnego tłumienia lub wzmacniania efektu *Ambient Occlusion* — por. str. 403);
- **cusps.png**: to wyeksportowane z pliku *decals.svg* warstwy **Cusps + Bkg-White** (służy do tłumienia niepożądanych odbłyśków — por. str. 404);

Oprócz tego z pliku Inkscape *skin.svg* eksportowane są dwa obrazy „do dalszej obróbki” w GIMP:

- **shadows.png**: to wyeksportowane z pliku *skin.svg* warstwy **Result:Ref-Other + Result:Ref-Grunge + Result:Ref-Blur + BkgGrey** (nieprzejrzyste w 60%) + **BkgWhite**. Obraz należy wstawić do pliku GIMP *skin.xcf* jako warstwę **Ref-shadows.png** (por. Rysunek 6.13.1);
- **screws.png**: to wyeksportowana z pliku *skin.svg* warstwa **Screws**, bez żadnego tła. Ten obraz można opcjonalnie wstawić do *skin.xcf* jako warstwę **Color-screws.png**. Służy do rozjaśnienia łbów śrub na teksturze barwy;

Ostatecznie, z pliku Gimpa uzyskujemy obrazy dwóch istotnych tekstur:

- **ref.png**: to wyeksportowane ze *skin.xcf* złożenie wszystkich warstw o przedrostku **Ref*** (**Ref-Dirt, Ref-Smoke, Ref-shadows.png**);
- **color.png**: to wyeksportowane ze *skin.xcf* złożenie wszystkich warstw o przedrostku **Color***;

- Podczas prac nad detalami samolotu na pewno będzie trzeba uzupełnić teksturę poszycia o jakieś śruby, nity, czy łączenia blach. Oznacza to, że jeszcze co najmniej kilka razy będziesz musiał wygenerować nowe wersje plików obrazów dla Blendera.

Zmiany obrazów tekstur należy nanieść w odpowiednich warstwach „szczegółowych” pliku *skin.svg* (**Screws, Rivets, PanelIV, PanelH, ...**) wewnątrz umieszczonych na nich grup (**#Screws, #Rivets, #PanelIV, #PanelH, ...**). Warstwy przygotowane w *skin.svg* do eksportu (**Result:***) zawierają referencje do tych grup, więc są natychmiast aktualizowane. Po wprowadzeniu zmian w Inkscape należy ponownie „przejsć” przez schemat, przedstawiony przez Rysunek 6.13.1:

1. wygenerować pięć plików z Inkscape (*holes.png, screws.png, shadows.png, nor_details.png, nor_blur.png*);
2. włączyć do GIMP pliki *shadows.png* i *screws.png* (na odpowiednie warstwy). To tymczasowe pliki, które po wczytaniu można usunąć;
3. wygenerować ze *skin.xcf* nowe wersje *color.png* i *ref.png*;

Oczywiście, jeżeli niczego nie zmieniałeś w układzie „dziur” na warstwie **Holes**, możesz nie generować pliku *holes.png*. To samo dotyczy *screws.png*. Pozostałe trzy pliki, wyliczone w pkt. 1, są złożeniem wielu grup, i na wszelki wypadek generuj je po każdej zmianie!

Rozdział 7. Pozostałe detale samolotu

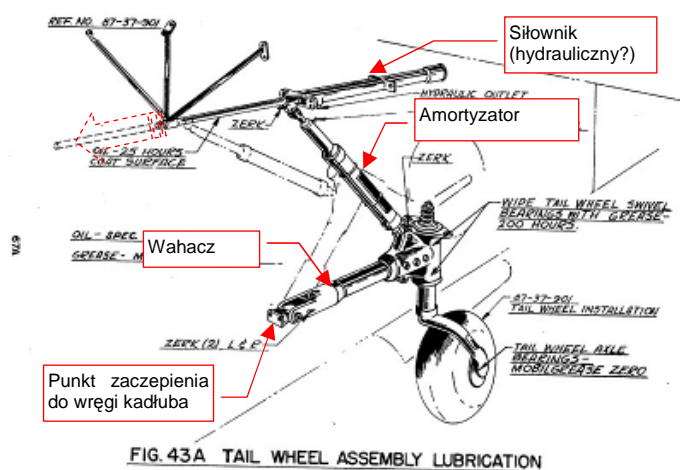
W tym rozdziale zakończymy modelowanie samolotu. Powstanie tu mnóstwo drobnych części, które — w większości przypadków — nie będą rozwijane i teksturowane. Zamiast tego do ich pokrycia użyjemy prostszych, jednorodnych materiałów, opartych o tekstury proceduralne. Nie będę w tym rozdziale opisywał każdego detalu. Skupię się raczej na tych, które wymagają jakiejś nowej, nie omawianej do tej pory, metody wykonania. Zaczniemy, dla nabrania wprawy, od szczegółowego omówienia sposobu tworzenia kółka ogonowego. To prosty mechanizm, więc dobrze jest na nim pokazać, jak „pracować z detalem”. Potem przejdziemy do bardziej złożonych całości: najpierw podwozia głównego, a później — do wnętrza kabiny pilota.

Gdy skończysz kabinę pilota, cała reszta pracy wyda Ci się już łatwa i bardzo prosta!

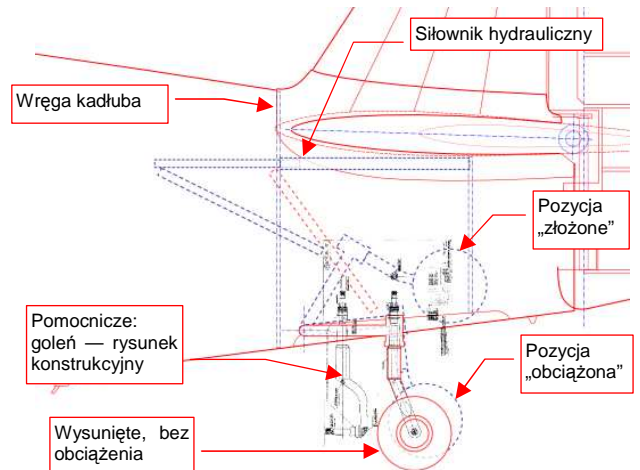
7.1 Kółko ogonowe

Szczegóły samolotu zaczniemy od kółka ogonowego. Wybrałem je na początek tego rozdziału, gdyż nie jest zbyt skomplikowane. Jednocześnie wykonanie tego elementu pozwala pokazać kilka technik, które zastosujemy także w innych miejscach modelu.

Nim zabierzesz się za modelowanie podwozia, postaraj się zgromadzić jak najwięcej zdjęć tego elementu. Czasami są to dość skomplikowane mechanizmy! Na szczęście kółko ogonowe P-40 do takich nie należy¹. Wśród dokumentacji, opublikowanej w Internecie, można znaleźć całkiem przejrzysty rysunek tego zespołu (Rysunek 7.1.1 — w istocie to schemat okresowego smarowania). Dodatkowo znalazłem tam także rysunek fabryczny goleni. Przygotowałem na tej podstawie „szkic wykonawczy” kółka ogonowego, wkomponowany w plany samolotu (Rysunek 7.1.2):

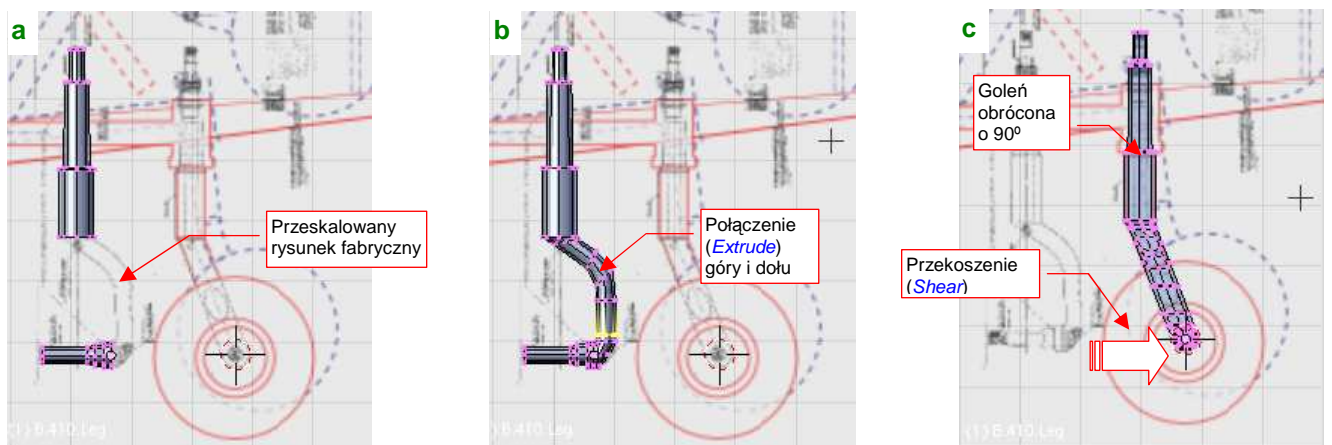


Rysunek 7.1.1 Oryginalny schemat zespołu kółka ogonowego



Rysunek 7.1.2 Rysunki wykonawcze dla modelu

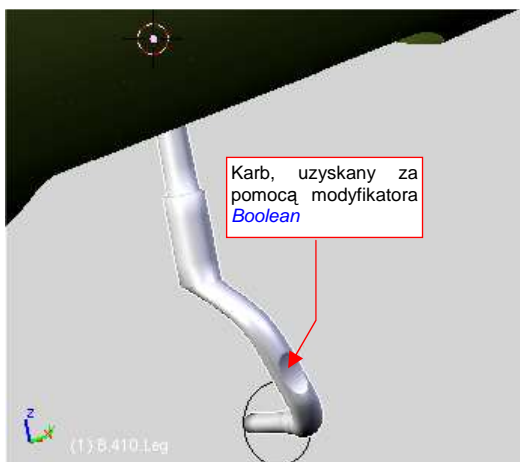
Cały zespół zaczniemy od goleni. W oparciu o rysunek fabryczny, zmniejszony do odpowiedniej skali, uformowałem najpierw dwa elementy cylindryczne: oś koła i górną część goleni (Rysunek 7.1.3a):



Rysunek 7.1.3 Formowanie goleni kółka ogonowego

Połączyłem te dwie „rury” wytłoczeniem, wygiętym jak na rysunku fabrycznym (Rysunek 7.1.3b). Następnie odwróciłem całą goleń o 90°, w położenie docelowe, i przesunąłem (przekoszeniem — *Shear*) oś w położenie zgodne z rzutem z boku (Rysunek 7.1.3c).

¹ Warto zauważyć, że w odróżnieniu od wielu innych konstrukcji z tego okresu (np. Bf-109G, Ła-5) mechanizm chowania kółka ogonowego w P-40 nie sprawiał problemów podczas eksploatacji z lotnisk polowych. Nie zauważyłem nigdzie przypadków blokowania tego kółka przez warsztaty w pozycji „wysunięte” — bardzo częstych sytuacji w myśliwcach Luftwaffe i WWS.



Rysunek 7.1.4 Uformowana goleń (B.410.Leg)

potrafi „z własnej inicjatywy” dorzucić do rezultatu dodatkowe ściany. Trzeba mu wtedy te twórcze podejście wyperswadować, dodając do siatki parę dodatkowych krawędzi. (Chodzi o to, by zmienić jej topologię, uzyskując inny przebieg linii wzajemnego przenikania powłok).

Od razu przypiszmy wykonany element do odpowiedniego materiału. Na zachowanych kolorowych zdjęciach z lat 40-tych XX w. podwozie P-40 ma wyraźny, metaliczny połysk. Nie wygląda to na farbę, tylko na inny sposób pokrycia (np. ocynk¹). Taka powłoka miałaby w tym miejscu sens. W końcu podwozie jest bardziej narażone na korozję, niż reszta samolotu.

Stworzyłem odpowiedni materiał, który będzie wyglądał jak lekko chropowata stal, pokryta jakąś warstwą zabezpieczającą w kolorze metalu. Szczegóły, jak to zrobić, znajdziesz na str. 989. Przygotowałem materiał tak, jak tam podano, tylko zmniejszyłem wartość *Ref* (panel *Shaders*) z 1.0 do 0.7. Nadałem mu nazwę **B.Steel.Rough**, i przypisałem do siatki **B.410.Leg**. Rysunek 7.1.5 pokazuje, jak wygląda goleń podwozia na próbnym renderze.



Rysunek 7.1.5 Próbnny rendering z materiałem B.Steel.Rough.

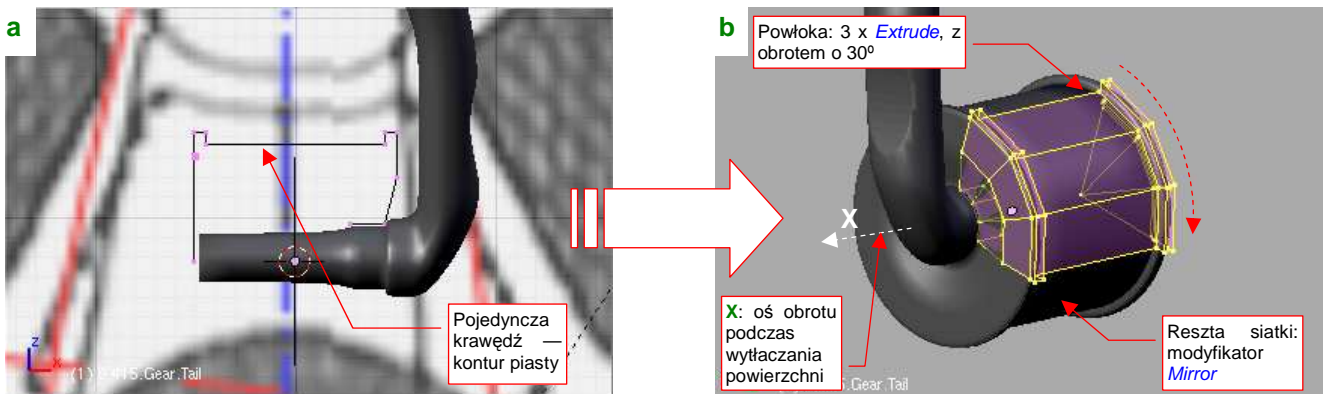
- Dla wszystkich drobnych części samolotu, za wyjątkiem paru elementów kabiny pilota, nie stosuj pracochłonnych rozwinięć w UV i „ręcznie malowanych” tekstur. Na typowych ujęciach i tak będą za małe, by takie detale można było dostrzec.

Zamiast tego, wykorzystaj do pokrycia drobnych części takie materiały jak **B.Steel.Rough**. Użyto w nich co najwyżej tekstur proceduralnych, nałożonych jakimś inną metodą niż pracochłonne UV (np. **Orco**, albo **Nor**).

Oczywiście, jeżeli planujesz robić jakieś ujęcie podwozia z bliska, to wtedy warto się postarać. Trzeba na każdą siatkę nanieść szwy, rozwinąć, sprawdzić „jak leży” testowy obraz na poszczególnych detalach. Potem na obrazie tekstury namalować wszystkie zabrudzenia, plamy oleju, zacieki... Licz się jednak z tym, że zajmie Ci to dzień lub dwa. To poniekąd powtórzenie, tylko w trochę mniejszej skali, tego, co opisywał Rozdział 6. Mówiąc krótko: masa dodatkowej roboty!

¹ Mam na myśli pokrycie elementów stalowych warstwą cynku. To popularna, niezbyt droga technologia, zapewniająca lepsze zabezpieczenie przed korozją niż pomalowanie. Możesz ją dostrzec na co dzień: prawie wszystkie kolanka, złączki, a także rury instalacji gazowych wykonuje się ze stali ocynkowanej.

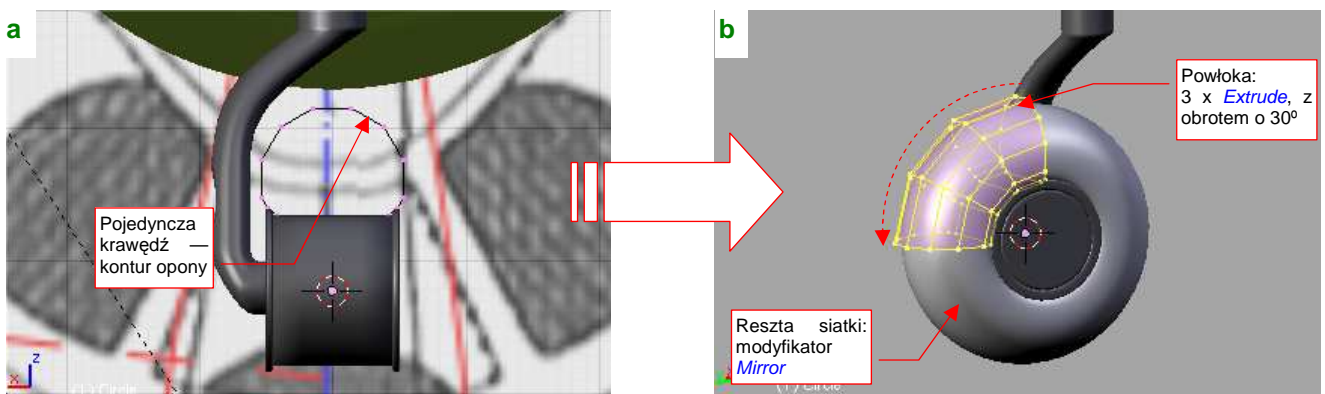
Piastę koła najszybciej jest uformować, zaczynając od jej przekroju poprzecznego (Rysunek 7.1.6a):



Rysunek 7.1.6 Formowanie piasty kółka ogonowego

Potem wystarczy wytłoczyć ten kontur poprzez kolejne obroty o 30° wokół lokalnej osi **X** obiektu (Rysunek 7.1.6b). Na koniec dodałem do siatki modyfikator *Mirror*, wzdłuż osi **Y** i **Z**. Piastę nazwałem **B.515.Gear.Tail** i przypisałem jej ten sam materiał, co goleni (**B.Steel.Rough**).

Tak samo uformowałem oponę (**B.520.Tyre.Tail**). Zacząłem od linii konturu (Rysunek 7.1.7a), a potem wytłoczyłem ją w „ćwiartkę” koła (Rysunek 7.1.7b):



Rysunek 7.1.7 Formowanie opony kółka ogonowego

Oponie kółka ogonowego przypisałem właściwości „zakurzonej gumy” — materiał **B.Rubber.Tyre**. Gdybyś miał wątpliwości, jak powinna wyglądać, po prostu przyjrzyj się uważnie kołom jakiegoś niezbyt nowego samochodu.

Rysunek 7.1.8 przedstawia próbny rendering tego zespołu. Muszę przyznać, że uzyskanie właściwego efektu zużycia koła nie było łatwe. Wymagało wykorzystania wielu tekstur proceduralnych. Najpierw ustaliłem bazowe własności materiału opony, takie jak barwa, rozpraszanie światła (tylko zupełnie nowa guma jest czarna!) i połyskliwość. Potem za pomocą dwóch tekstur proceduralnych naniosłem efekty chropowatości i nieznacznego zakurzenia. Następnie nałożyłem maskę, która „przepuszcza” kolejne tekstury tylko wzdłuż bieżnika. Jako, że bieżnik jest zawsze bardziej wytarty, powtórzyłem na nim, dla wzmocnienia, efekty chropowatości i zabrudzeń. Dokładny opis, jak przygotować taki materiał dla opony, znajdziesz na str. 998.

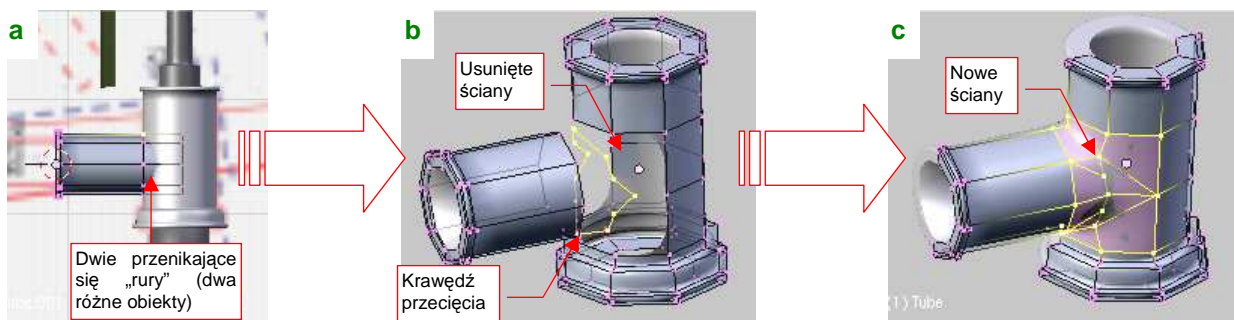


Rysunek 7.1.8 Próbny rendering z materiałem **B.Rubber.Tyre**

Mówiąc szczerze, zawsze zaczynam modelowanie takich mechanizmów, jak podwozie, od odrębnego szkicu. To taka moja metoda na dogłębne poznanie rzeczy, którą mam odtworzyć. Konieczność narysowania poszczególnych detali (nawet niestarannie!) zmusza mnie do zastanowienia się nad ich kształtem i rolą. W czasie szkicowania decyduję, na jakie części podzielę cały zespół, oraz jakie szczegóły pominę. Po zakończeniu pracy taki szkic jest już niepotrzebny i łąduje w koszu. Przypuszczam, że możesz spróbować innych metod „rozumienia” modelowanego mechanizmu. Najważniejsze w każdym razie, by najpierw ułożyć sobie w głowie plan pracy, a potem go zrealizować. Nie zaczynaj takich rzeczy impulsywnie, nie kieruj się naszym tradycyjnym (narodowym?) podejściem „jakoś to będzie” — bo zmarnujesz niepotrzebnie swój czas.

Po bliższej analizie stwierdzisz zapewne, że nawet najprostsze podwozie samolotu składa się z kilkunastu części, o różnym kształcie. Oznacza to, że trzeba tworzyć je co najmniej w tempie kilku dniennie, aby całość prac nie rozciągnęła się w tygodnie. Nie zawsze jest to takie łatwe. Muszę przyznać, że wymyślenie w miarę prostej siatki dla każdego niebanalnego detalu zajmuje mi trochę czasu. Na tej i następnych stronach pokażę formowanie szczegółów dwóch części: wahacza i amortyzatora. W ten sposób będziesz mógł skorzystać z moich doświadczeń, i podpatrzeć typowe metody tworzenia takich detali. Resztę elementów zespołu kółka ogonowego omówię bardzo pobieżnie — po jednej ilustracji na każdy.

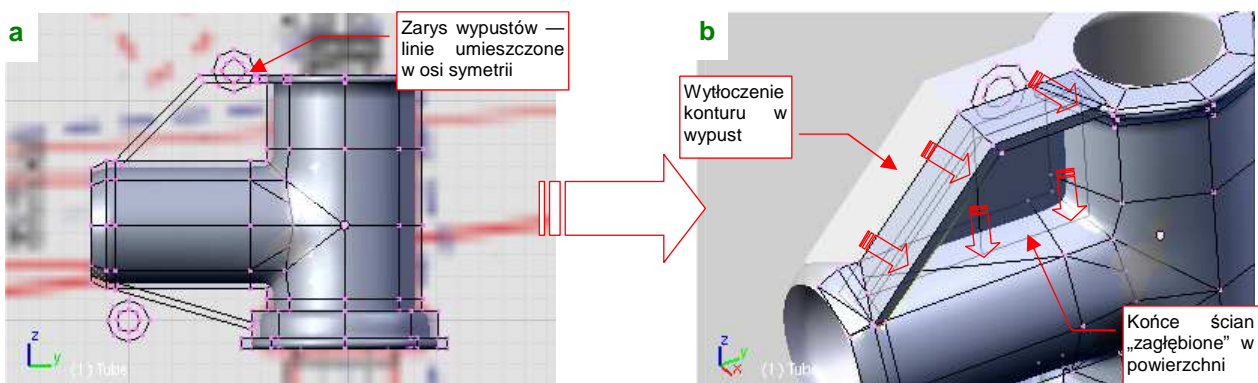
Zacznijmy od końcówki wahacza, w której ma być osadzona goleń podwozia (Rysunek 7.1.9):



Rysunek 7.1.9 Początek formowania wahacza — miejsce na goleń podwozia

Podstawowy kształt końcówki to dwie rury, połączone w poziome „T” (Rysunek 7.1.9a). Każda z nich jest początkowo oddzielnym obiektem, bym mógł wyznaczyć ich krawędź przecięcia (za pomocą skryptu [Cross Section](#) — por. str. 803). Po wyznaczeniu tej krawędzi scalałem (**Ctrl-J**) obydwie siatki, i usunąłem ściany otaczające linię przenikania połówek (Rysunek 7.1.9b). Utworzyłem w ich miejsce nowy układ ścian, włączając w siatkę krawędź przecięcia (Rysunek 7.1.9c). Przy okazji usunąłem jedną z połówek siatki i włączyłem modyfikator [Mirror](#).

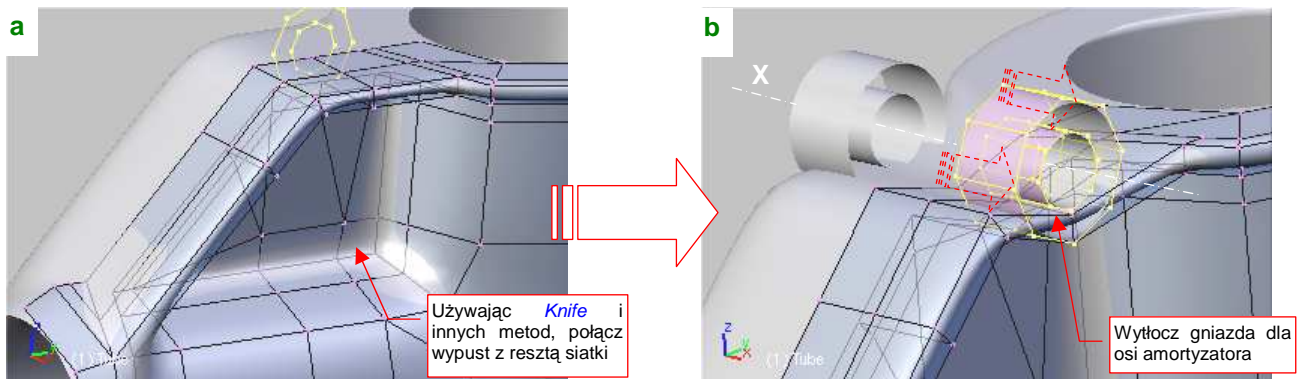
Kolejnym utrudnieniem są wypusty, umieszczone u góry i dołu końcówki. Zacząłem ich formowanie od zarysu w rzucie z boku. Do odwzorowania okręgów użyłem ośmioboków (Rysunek 7.1.10a):



Rysunek 7.1.10 Wahacz — początek formowania wypustu

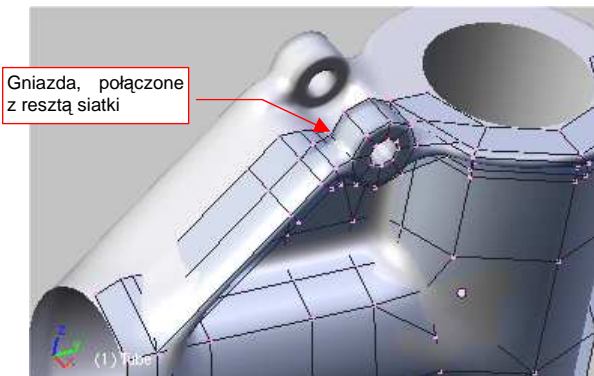
Potem wytłoczyłem kontury wypustów na boki i do dołu, by uformować ich zasadniczy kształt (Rysunek 7.1.10b). Zrobiłem to tak, by wytłoczone ściany zagłębły się wszędzie w powierzchni „rur” końcówki.

Kolejnym krokiem jest scalenie siatki „nur” i wypustu. Zrobiłem to, tworząc nacięcia *Knife*, a potem zmieniając układ niektórych krawędzi i ścian (Rysunek 7.1.11a):

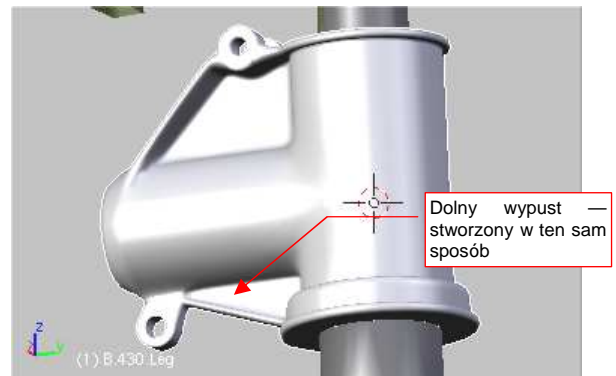


Rysunek 7.1.11 Wahacz — formowanie wypustu

Następnie przesunąłem w odpowiednie miejsce zarys gniazda osi amortyzatora, i wyłoczyłem je wzdłuż osi **X** (Rysunek 7.1.11b). Tymi samymi metodami, których użyłem poprzednio do scalenia wypustu z resztą siatki, scalałem teraz z nią cylindry gniazd osi (Rysunek 7.1.12):



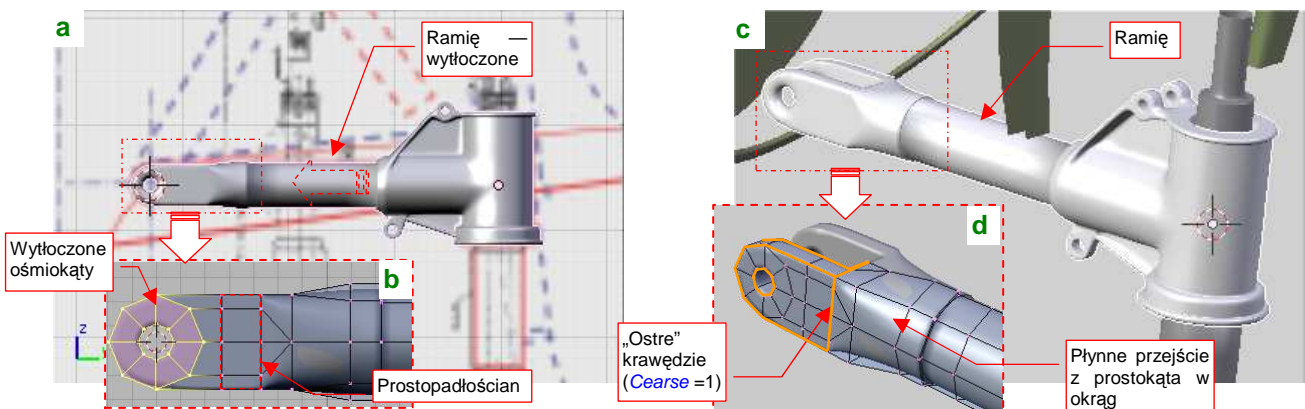
Rysunek 7.1.12 Gotowy wypust górny



Rysunek 7.1.13 Wahacz — gotowa końcówka

I to wszystko — górny wypust jest gotowy. W ten sam sposób uformuj drugi, u dołu wahacza (Rysunek 7.1.13).

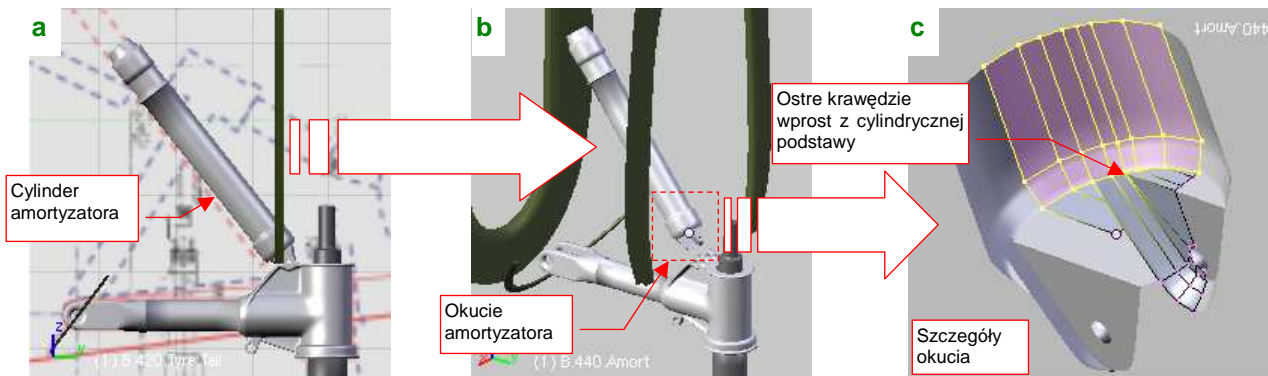
Do wykonania pozostała jeszcze reszta wahacza: ramię, które wyłoczę z końcówki, oraz okucie osi obrotu (Rysunek 7.1.14a):



Rysunek 7.1.14 Wahacz — okucie osi obrotu

Okucie osi obrotu wahacza wyłoczyłem z dwóch współosiowych ośmiokątów (Rysunek 7.1.14b). Potem połączyłem je z prostopadłościanem, który z kolei płynnie łączy się z okrągłym ramieniem wahacza (Rysunek 7.1.14d). Takie końcówki napotkasz w wielu elementach tego modelu. Temu wahaczowi nadałem nazwę **B.530.SwingArm**.

Amortyzator wydaje się na pierwszy rzut oka walcem, zupełnie łatwym do uformowania (Rysunek 7.1.15a). Ot, wystarczy stworzyć cylinder, rozciągnąć, dodać kilka wytłoczeń w odpowiednich miejscach, a na koniec pochylić, i gotowe. A jednak, gdy przyjrzyś się bliżej jego dolnej (tej lepiej widocznej z zewnątrz!) części (Rysunek 7.1.15b), natokasz tam niby proste okucie, którego wykonanie może przysporzyć niespodziewanych kłopotów (Rysunek 7.1.15c):

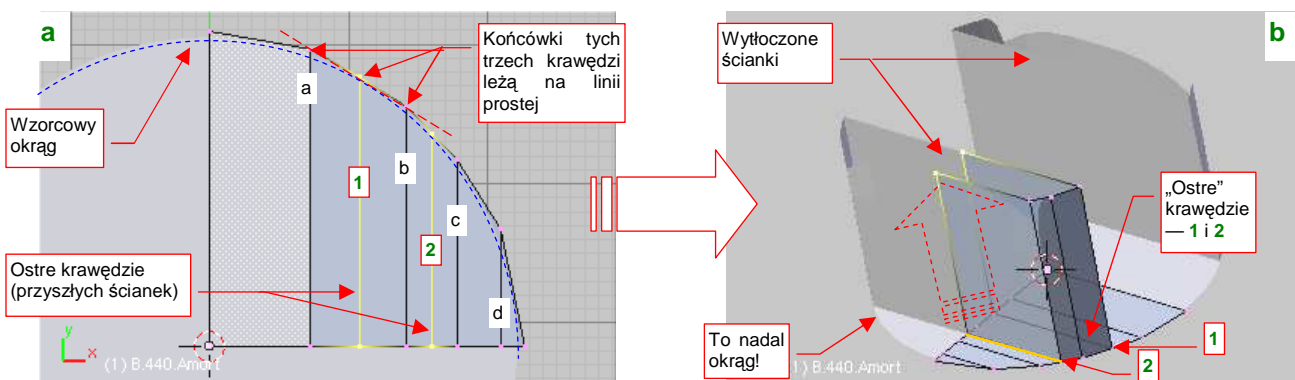


Rysunek 7.1.15 Amortyzator i jego okucie

Problem z kształtem tego okucia polega na tym, że jego ścianki „wyrastają” wprost z okrągłej podstawy (Rysunek 7.1.15c). Takie ostre załamania psują zawsze kształt wygładzonych powierzchni podziałowych. Jak więc uzyskać w tym miejscu taki „kant”, a jednocześnie zachować wygładzony, okrągły kształt krawędzi?

Można to zrobić całkiem łatwo, pod warunkiem że zaczniemy formowanie całego amortyzatora właśnie od tego okucia. Wstaw do rysunku jakiś okrąg, który będzie nam służył za wzorec kształtu. Potem wstaw drugi okrąg (np. ośmiokąt) — to początek amortyzatora. Możesz od razu dodać do siatki odpowiednie modyfikatory *Mirror* w kierunkach **X**, **Y**, i usunąć niepotrzebne wierzchołki, abyśmy dalej pracowali na „ćwiartce” okręgu. (Im mniej punktów do zmiany, tym lepiej!). Wytłocz (*Extrude* → *Edges*) krawędź ośmiokąta, zmieniając jej skalę wzdłuż osi **Y** do zera, by wypełnić „ćwiartkę” koła (Rysunek 7.1.16a).

Następnie wstaw w naszą „ćwiartkę” dodatkowe krawędzie przyszłych ścianek okucia: **1** i **2**. Obok nich dodaj kolejne, pomocnicze krawędzie: **a** i **c** (**b** już istniała — to był wierzchołek oryginalnego ośmiokąta) :

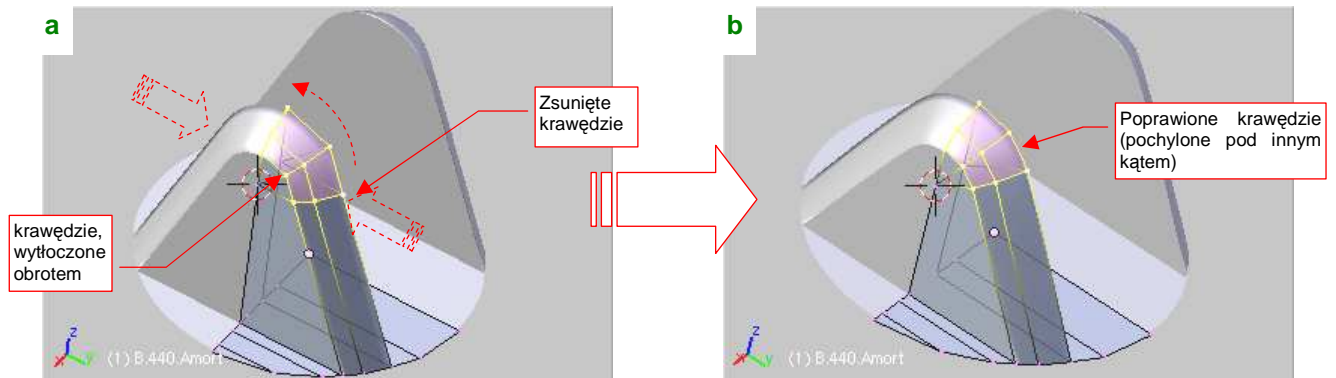


Rysunek 7.1.16 Końcówka amortyzatora — początki formowania

Jest taka własność powierzchni podziałowych: jeżeli końcówki „ostrej” krawędzi (np. **1**) i jej „sąsiadów” (**a**, **b**) leżą na linii prostej — to powłoka pozostanie w tym miejscu gładka (pokazuje to Rysunek 7.1.16a). Wystarczy teraz poprzesuwać trochę wierzchołki, by dopasować kształt obrysu do wzorcowego okręgu. Aby jak najlepiej odwzorować łuk, dodaj do siatki ostatnią, pomocniczą krawędź **d**. Całe dopasowanie zajmuje tylko chwilę. Potem możesz zaznaczyć krawędzie **1** i **2** jako „ostre” (*Cease* = 1). Sam zobaczysz, że nie zaburzy to w żaden sposób kształtu okręgu obwodu.

Teraz spokojnie możesz już wytoczyć (*Extrude* → *Region*) powierzchnię ograniczoną krawędziami **1** i **2** w ścianki okucia (Rysunek 7.1.16b).

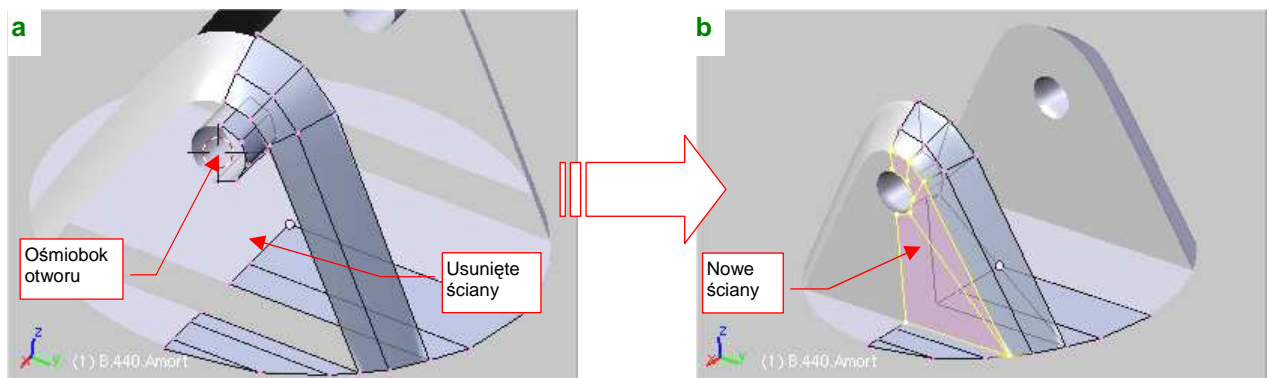
Końcówki wytłoczonych ścianek „zsuń” wzdłuż osi **Y** do środka, by nadać im kształt trójkąta. Następnie ustaw kursor 3D w wierzchołku leżącym w na płaszczyźnie symetrii — tu będzie biegła oś otworu. Wytłocz krawędź końcówek w dwóch obrotach w półokrągłe zakończenie (Rysunek 7.1.17a):



Rysunek 7.1.17 Końcówka amortyzatora — formowanie wypustu

Potem obróć nieco te krawędzie końcówki jeszcze raz, aby dopasować je lepiej do pochylenia ścianek okucia (Rysunek 7.1.17b).

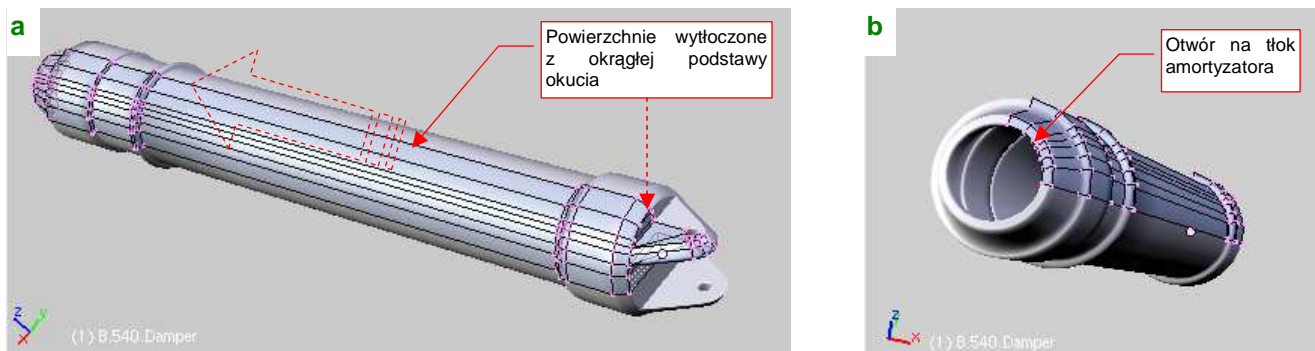
Następnie usuń dwa wierzchołki z centrum ścianki, by znikły dotychczasowe ściany boczne, i wstaw w ich miejsce kolejny, ośmioboczny cylinder (Rysunek 7.1.18a):



Rysunek 7.1.18 Końcówka amortyzatora — formowanie wypustu

Połącz krawędzie ścian otworu ze zewnętrznymi ścianami siatki, uzyskując w ten sposób nowe powierzchnie boczne (Rysunek 7.1.18b). Potem pozostaje tylko zaznaczyć je jako ostre, oraz zmienić tryb cieniowania na **Solid**, by okucie było gotowe.

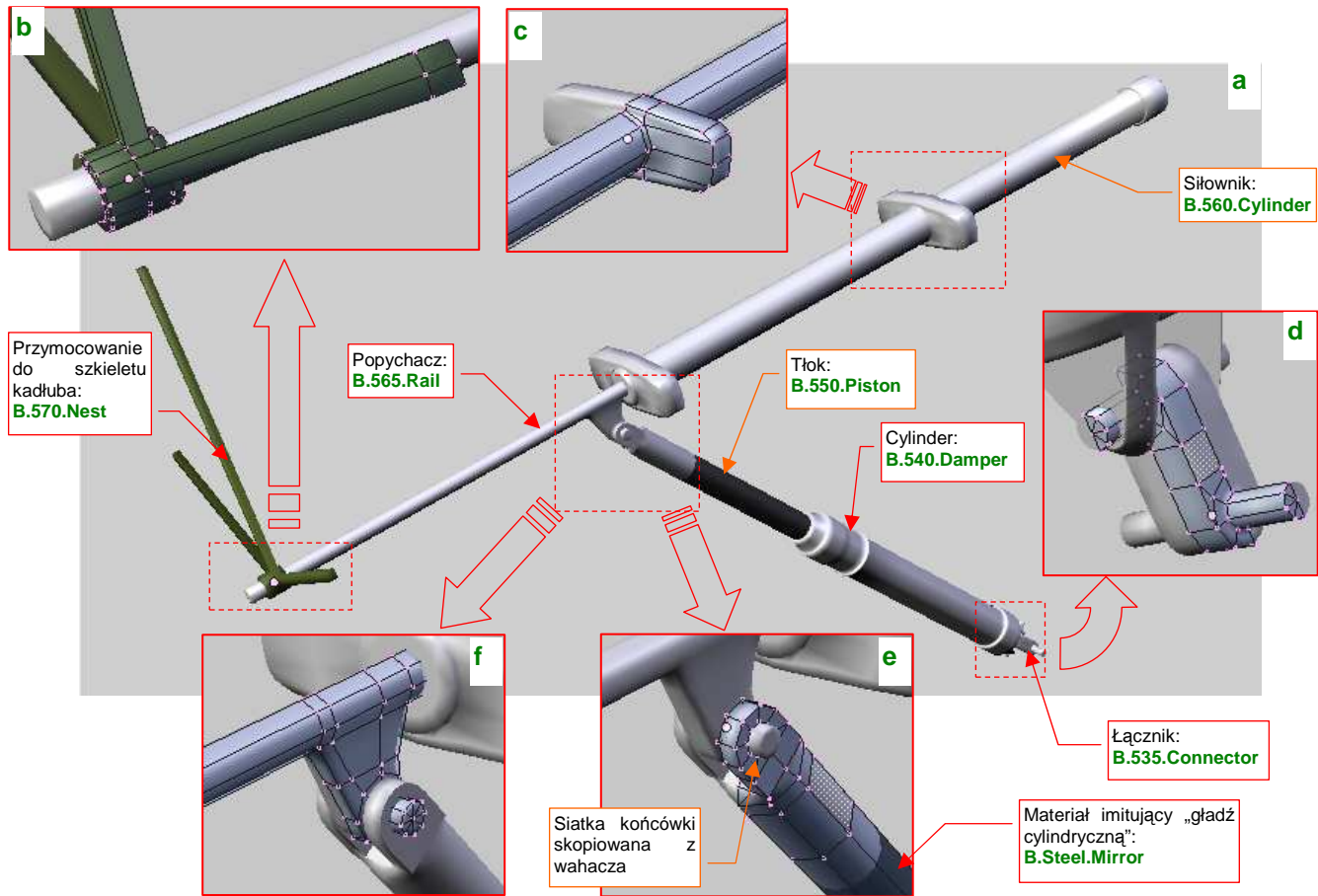
Resztę siatki amortyzatora uzyskasz przez wytłoczenie okrągłej krawędzi podstawy okucia (Rysunek 7.1.19a):



Rysunek 7.1.19 Gotowy cylinder amortyzatora (B.540.Damper)

Na drugim końcu tego cylindra pozostaw otwór na tłok (Rysunek 7.1.19b). Nadaj tej części nazwę „z serii 500”, np. **B.540.Damper**.

Rysunek 7.1.20 przedstawia elementy podzespołu amortyzatora (por. str. 421, Rysunek 7.1.1):

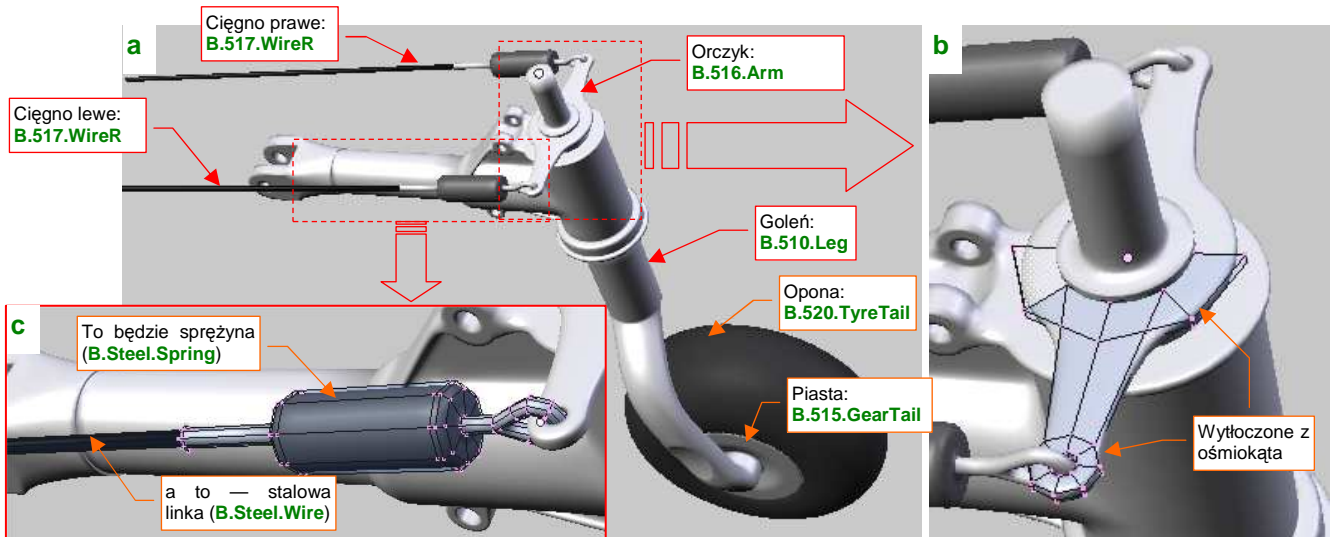


Rysunek 7.1.20 Podzespół amortyzatora

Cylinder amortyzatora był połączony z wahaczem poprzez dodatkowy łącznik (**B.535.Connector** — Rysunek 7.1.20d). Taki element umożliwiał dodatkowo zginanie się cylindra na boki. (Przypuszczam, że czasami wahaczem mogło całkiem porządnie „machnąć” w poprzek kadłuba, szczególnie na jakimś nierównym lądowisku). Siatka **B.335.Connector** powstała z połączenia dwóch wytłoczonych w cylindry ośmiokątów. Element jest niewielki, więc jest tylko wygładzona „zgrubnym” modyfikatorem *Subsurf* (*Level* = 1). Aby oszczędzić sobie pracy, zamodelowałem tylko „ćwiartkę” tej części, a resztę załatwiły za mnie modyfikatory *Mirror* wzdłuż lokalnych osi **X** i **Z** (Rysunek 7.1.20d). Wydaje mi się, że takie elementy były pozostawione w kolorze „surowej” stali — więc zastosowałem tu gładzy materiał **B.Steel.Smooth** (to **B.Steel.Rough** bez tekstury nierówności — p. str. 992). Tłok amortyzatora (**B.550.Piston**) to prosty cylinder, zakończony „widelcem” z otworem na oś (Rysunek 7.1.20e). Siatkę widelca skopiowałem (**P** — *Separate*) z wykonanej wcześniej końcówki wahacza. Potem wystarczyło ją odpowiednio ustawić, zmniejszyć, i złączyć (**Ctrl-J** — *Join Meshes*) z siatką cylindra. Zwróć uwagę, że obszar roboczy cylindra ma bardzo gładką powierzchnię. Odzworowałem to, stosując w tym miejscu inny materiał: **B.Steel.Mirror** (to taka trochę ciemniejsza odmiana **B.Steel.Smooth**, bez tekstury zabrudzeń). Siłownik (**B.560.Cylinder**) to walec, z którego w miejscu mocowań wytłoczyłem poprzeczne „skrzydełka” (Rysunek 7.1.20c). Grubość tych wypustków jest dopasowana do szerokości siatek żeber — tak, aby razem wyglądały jak zupełnie cienkie, blaszane wzmocnienia. Popychacz siłownika (**B.565.Rail**) to także cylinder, z którego w odpowiednim miejscu wytłoczyłem wypust z osią (Rysunek 7.1.20f). Przyłączyłem do niej cylinder amortyzatora. Ostatnim, najmniej widocznym z zewnątrz elementem całego zespołu, są wysięgniki (**B.570.Nest**). Mocują koniec popychacza do szkieletu kadłuba. W odróżnieniu od pozostałych części nie zastosowałem tu żadnego wygładzenia — bo i tak ten element będzie tylko majaczył w głębi kadłuba.

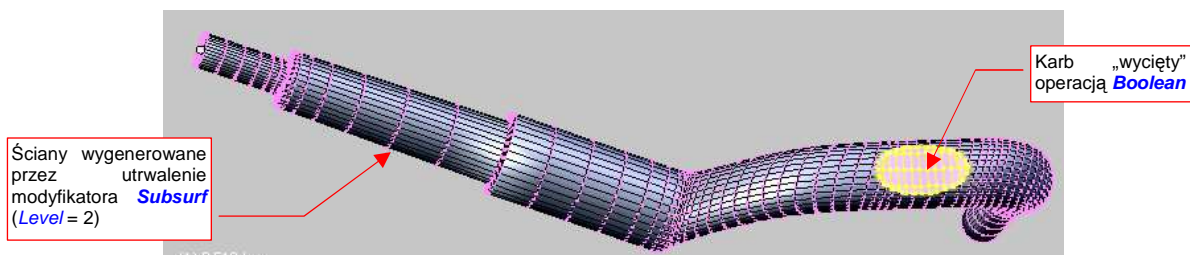
B.535.Connector jest „rodzicem” (*Parent*) cylindra amortyzatora (**B.540.Damper**). Siłownik (**B.560.Cylinder**) jest „rodzicem” popychacza (**B.565.Rail**), a ten z kolei — „rodzicem” tłoka amortyzatora (**B.550.Piston**).

Rysunek 7.1.21a) przedstawia zespół wahacza, wraz z cięgnami służącymi do skręcania kółka ogonowego (były sprzężone ze sterem kierunku):



Rysunek 7.1.21 Podzespół wahacza

Siatki wahacza (**B.530.SwingArm**), opony (**B.520.TyreTail**), piasty (**B.515.GearTail**) i goleni (**B.510.Leg**) prezentowałem już w tej sekcji, więc nie ma co ich tu drugi raz pokazywać. Chociaż co do goleni, to muszę odnotować, że zdecydowałem się już ostatecznie „utrwalić” jej karb, uzyskany za pomocą modyfikatora *Boolean* (por. str. 422 i 909). Dlaczego teraz? Bo wydaje mi się, że nie będzie już trzeba poprawiać jej kształtu¹. Aby utrwalić modyfikator *Boolean*, trzeba utrwalić także *Subsurf*. To dodaje goleni tyle wierzchołków, że można się pożegnać z myślą o jakichkolwiek dalszych poprawkach tej siatki (Rysunek 7.1.22):



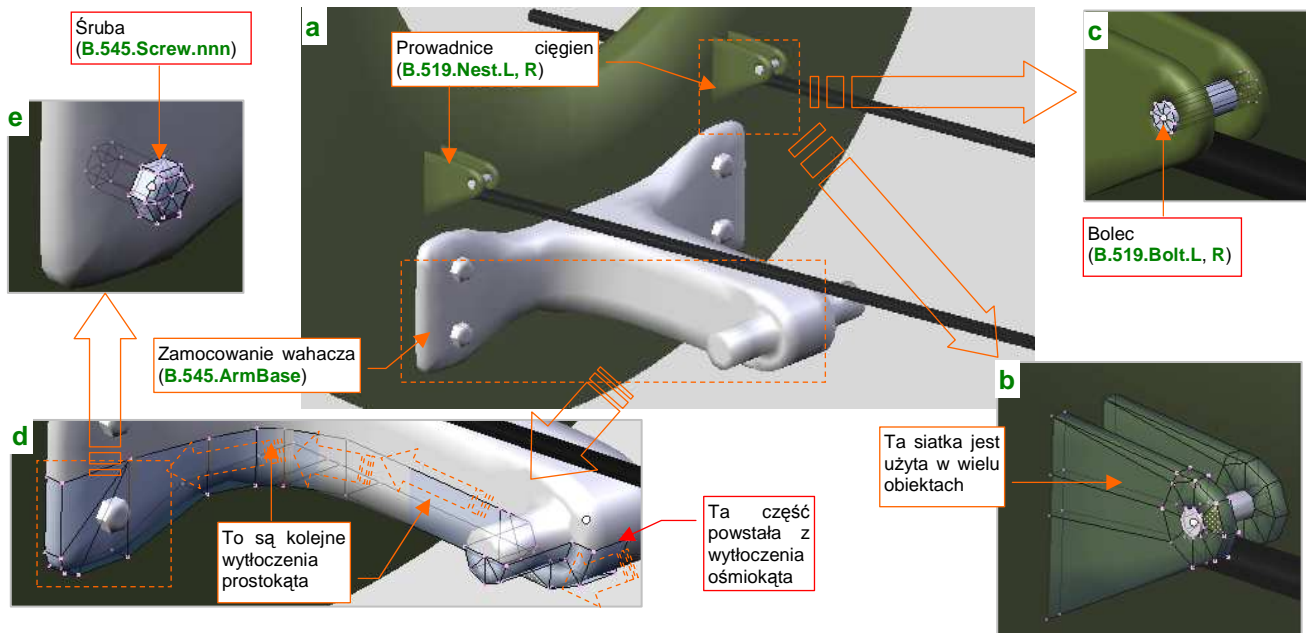
Rysunek 7.1.22 Siatka goleni (**B.510.Leg**) po „utrwaleniu” modyfikatorów *Subsurf* i *Boolean*

Elementem zespołu pokazywanego przez Rysunek 7.1.21a), którego do tej pory jeszcze nie omawialiśmy, jest orczyk (**B.516.Arm**), przymocowany do końca goleni. Wytłoczyłem go z dwóch ośmiokątów, które następnie połączyłem (Rysunek 7.1.21b). Zastosowałem tu symetrię wzdłuż osi **X** i **Z** (można było i wzdłuż **Y**, ale nim o tym pomyślałem, miałem już element gotowy). Podobnie jak łącznik wahacza z amortyzatorem (**B.535.Connector**), orczyk jest wykonany z „surowej” stali (materiał **B.Steel.Smooth**). Cięgna — lewe i prawe (**B.517.Wire.L** i **B.517.Wire.R**) używają tej samej siatki **B.517.Wire**. Sama siatka to odpowiednio wytłoczone cylindry (Rysunek 7.1.21c). „Rurki”, modelujące cięgna, mają przypisany specjalny materiał **B.Steel.Wire**. Na renderze wyglądają dzięki niemu jak plecione linki stalowe (szczegóły — str. 993) Zwróć uwagę na zgrubienia przy orczyku — za pomocą odpowiedniego materiału (**B.Steel.Spring**) zmienię je na renderingu w realistyczne sprężyny (szczegóły — p. str. 994).

Jeżeli chodzi o hierarchię: wahacz (**B.530.SwingArm**) jest „rodzicem” goleni (**B.510.Leg**). Goleń jest z kolei „rodzicem” piasty koła (**B.515.GearTail**) i orczyka (**B.516.Arm**). Piasta jest „rodzicem” opony (**B.520.TyreTail**), a orczyk — cięgien (**B.517.Wire.R** i **L**).

¹ Gdyby jednak trzeba było je jeszcze poprawić, skopiowałem (**Shift-D**) oryginalne: goleń z włączonymi modyfikatorami i obiekt „tnącym”, i przeniósłem te kopie (*Object→Make Links→To Scene...*) do sceny *Spares*. To nasz schowek na różne elementy, które mogą się jeszcze przydać.

Jako kolejny zespół można wyróżnić elementy, przymocowane „na sztywno” do wzmocnionej wręgi kadłuba (Rysunek 7.1.23a) :

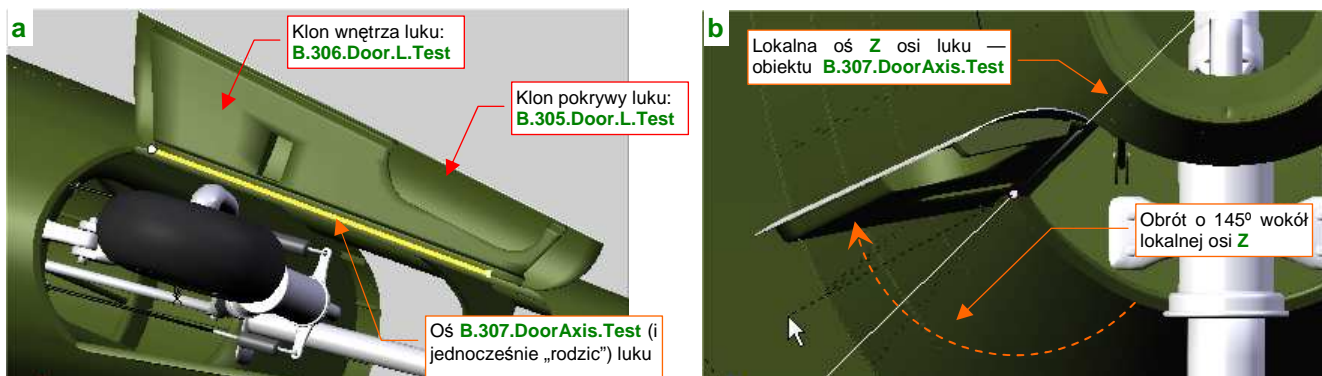


Rysunek 7.1.23 Elementy przymocowane do wręgi ogonowej

Najważniejszą częścią jest tu okucie **B.545.ArmBase**, mocujące wahacz do wręgi. Oś obrotu wahacza wytłoczyłem z ośmiokąta, a resztę — za pomocą kolejnych wytłoczeń sekcji prostokątnej (Rysunek 7.1.23d). Formowałem tylko symetryczną „ćwiartkę” okucia, a potem ją powieliłem za pomocą modyfikatora *Mirror* wzdłuż lokalnych osi **X** i **Z**. W tym miejscu były bardzo widoczne łby czterech śrub, więc nie pozostało mi nic innego, jak je zamodelować (**B.545.Screw.001 - .004**) . Śruby przydadzą się w dziesiątkach innych miejsc, więc utworzyłem je jako cztery klony tej samej siatki — **B.Screw**. Sama siatka jest bardzo prosta (Rysunek 7.1.23e). Zwróć uwagę na położenie punktu centralnego obiektu — jest w płaszczyźnie podstawy łba śruby. Tak jest najwygodniej. „Rodzicem” wszystkich czterech śrub jest oczywiście okucie **B.545.ArmBase**.

Kolejnymi składnikami zespołu pokazywane przez Rysunek 7.1.23a są prowadnice cięgien (**B.517.Nest.L** i **.R**). Takie trójkąty z otworem na końcu przydadzą się jeszcze w innych miejscach, więc, podobnie jak śruby, są to klony jednego wzorca (Rysunek 7.1.23b). Łączy je bolec (**B.519.Bolt.L, .R**) . Siatka tego cylindra także będzie zawsze powieleniem jednego pierwowzoru: **B.Bolt**. Jeżeli chodzi o hierarchię, to bolec (**B.519.Bolt.L** lub **.R**) i prawa ścianka (**B.519.Nest.002.L** lub **.R**) są przypisane do lewych ścianek (**B.519.Nest.001.L** i **.R**), a te — do wręgi kadłuba.

Nim zabierzemy się za formowanie popychaczy luków podwozia, sklonujmy (**Alt-D**) do testów jeden luk wraz z osią (**B.307.DoorAxis.R**) (Rysunek 7.1.24a):

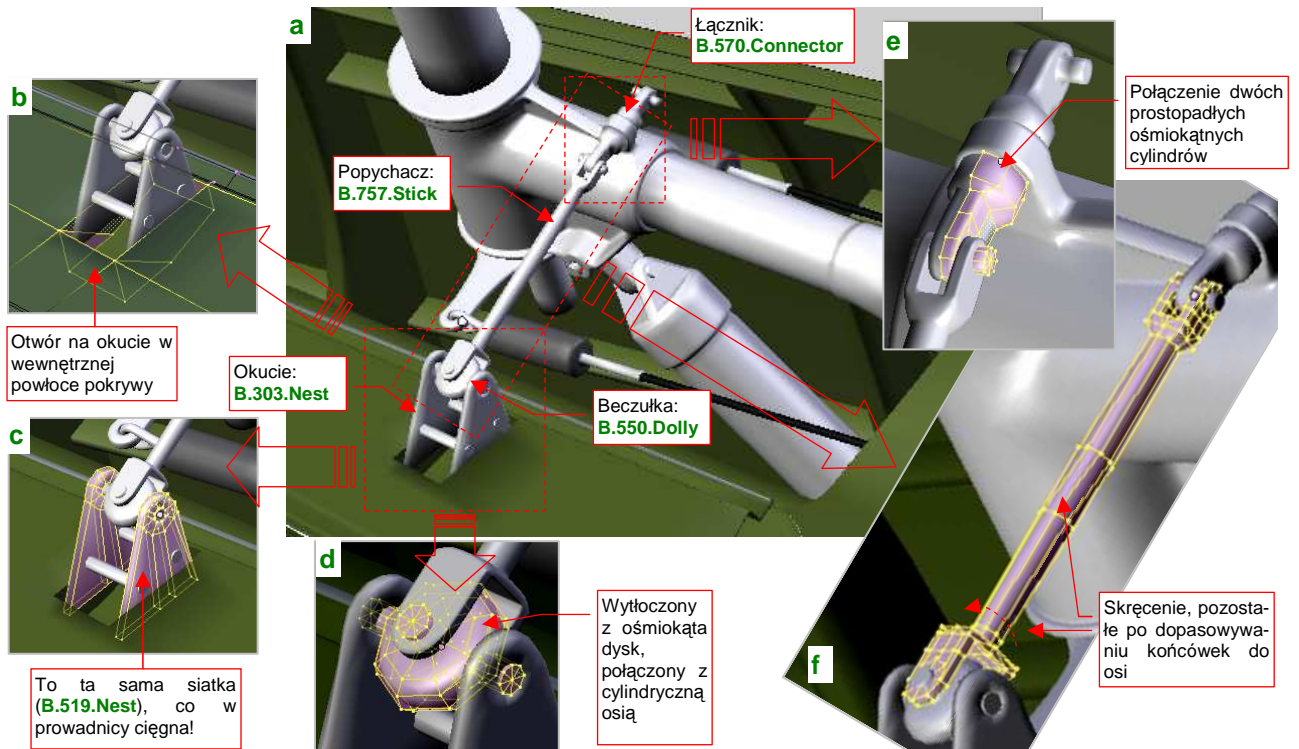


Rysunek 7.1.24 Robocza kopia luku podwozia i jego osi

Luk po skopiowaniu otwórz, obracając oś **B.307.DoorAxis** o jakiś „równy” kąt — np. 145° (Rysunek 7.1.24b).

Jeżeli obrócisz zespół luku podwozia o jakiś przypadkowy kąt, będziesz musiał potem go z powrotem pracownie dopasowywać do pozycji „zamkniętej”. Dlatego — na wszelki wypadek — lepiej jest stworzyć robocze klony pokryw i do nich przymierzać otwarte podwozie. Ustaw taki klon luku w pozycji „otwarte” i dopasuj go do kółka ogonowego. Przekonasz się, że to bardzo wygodne. Możesz np. zmieniać kształt jego siatki, a zmiany są od razu widoczne na pierwowzorach pokryw. Konieczność takiej zmiany przytrafiła się i mi: podczas formowania zapomniałem wykonać w wewnętrznej powierzchni pokrywy podwozia otworu na okucie popychacza (Rysunek 7.1.25b). Musiałem ją uzupełnić teraz, oczywiście przymierzając od razu okucie do właściwych rozmiarów.

Rysunek 7.1.25a) pokazuje szczegóły popychacza pokrwy kółka ogonowego:



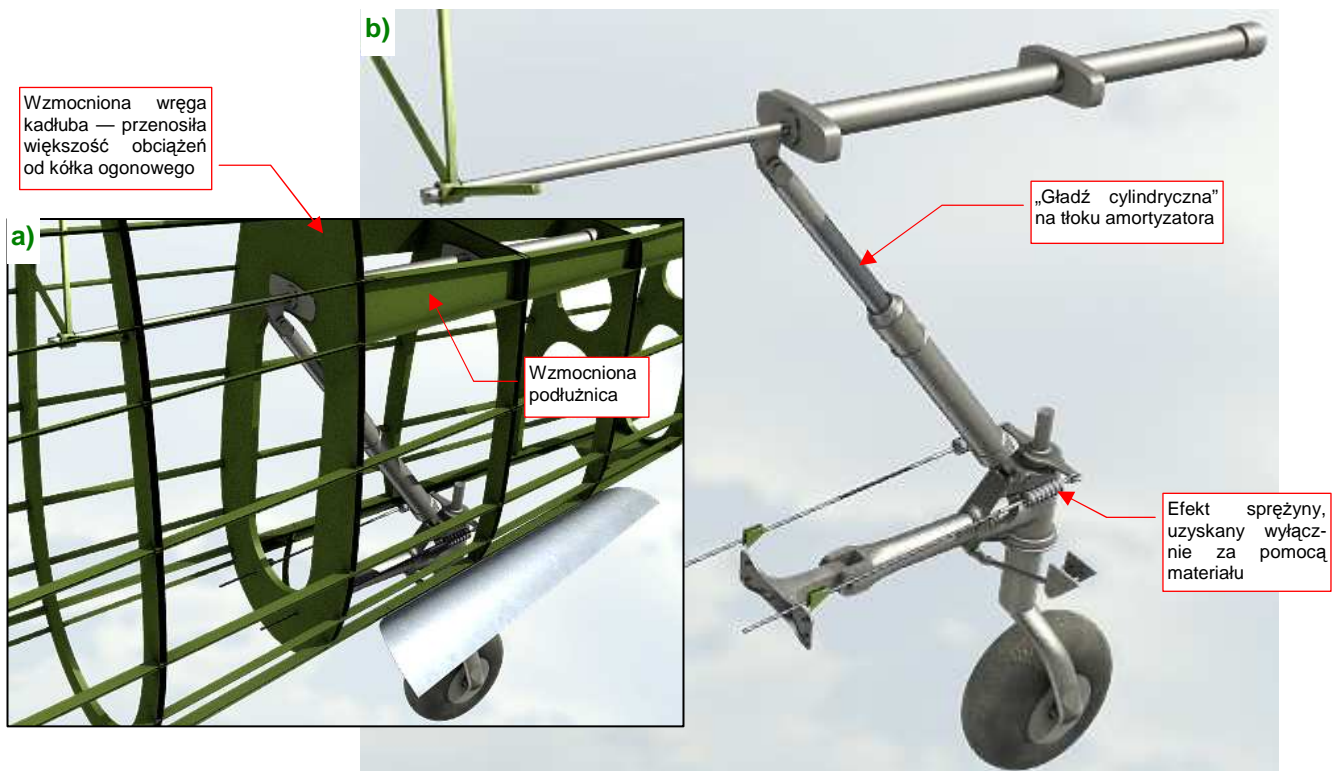
Rysunek 7.1.25 Zespół popychaczy luku podwozia

Popychacze lewy i prawy (**B.757.Stick.L** i **.R**) są połączone ze sobą poprzez otwór w wahaczu łącznikiem **B.570.Connector** (Rysunek 7.1.25e). Ten łącznik może się obracać — bo inaczej popychacze by się zablokowały podczas chowania podwozia. Każda z końcówek popychacza **B.575.Stick** ma inny kształt i jest pochylona pod innym kątem, by dopasować się do „swojej” osi. Uzyskałem to poprzez obrót części siatki wokół lokalnej osi **Z** obiektu. Śladem p tych zabiegach jest skręcona siatka pośrodku popychacza (Rysunek 7.1.25f).

Okucie pokrywy podwozia zbudowałem z klonów tej samej trójkątnej siatki „blaszki” (**B.519.Nest**), co przewodnice ciągnie (por. str. 430, Rysunek 7.1.23b). Skoro wszystkie te obiekty używają tej samej siatki, to jak udało mi się przypisać im inny kolor? To nic trudnego: na okuciu pokryw przełączyłem tryb przypisania materiału z **ME**(sh) na **OB**(ject) (szczegóły — str. 959). W trybie **OB** renderer używa materiału przypisanego do obiektu, a nie siatki. Dzięki temu każdy z klonów może mieć inny kolor, bo jest odrębnym obiektem. Do każdego z okuc **B.303.Nest.L** i **.R** dodałem u dołu dwa dodatkowe bolce (**B.303.Bolt.L.nnn** lub **.R.nnn**) — bo są widoczne na zdjęciach. W osi okucia umieściłem „beczułkę” (**B.550.Dolly**). Ten element umożliwia obrót końcówki popychacza w dwóch płaszczyznach. Mówiąc szczerze, nie jestem pewien kształtu tego elementu — na wszystkich fotografiach, które posiadam, jest zasłonięty przez blaszki okucia.

Hierarchia tego zespołu wygląda następująco: centralny łącznik (**B.570.Connector**) jest „rodzicem” popychacza (**B.575.Stick**). („Rodzicem” centralnego łącznika jest wahacz — **B.530.SwingArm**). Wewnętrzna część pokrywy luku podwozia (**B.306.Door**) jest „rodzicem” okucia (**B.303.Nest**). Okucie jest „rodzicem” beczułki (**B.550.Dolly**) oraz bolców wzmacniających.

Rysunek 7.1.26a) przedstawia uformowany mechanizm kółka ogonowego, wkomponowany w szkielet kadłuba, a Rysunek 7.1.26b) — bez szkieletu (widać wtedy więcej szczegółów):



Rysunek 7.1.26 Mechanizm kółka ogonowego — „w szkielecie” i osobno

Teraz konstrukcja ogona kadłuba stała się bardziej zrozumiała. Wręga przed lukiem podwozia musiała być taka szeroka (wzmocniona), bo przenosiła większość obciążeń pochodzących od kółka ogonowego. Skrzynkowe, wzmocnione podłużnice pod statecznikiem poziomym tworzyły wraz z tą wręgą „ramę”, w której zamocowany był siłownik.

Rysunek 7.1.27 przedstawia, jak teraz wygląda wnętrze luku podwozia (zewnątrzna powierzchnia kadłuba jest niewidoczna). Przyznasz, że prezentuje się już bardziej realistycznie, prawda?



Rysunek 7.1.27 Widok do wnętrza komory kółka ogonowego

Myślę, że nie będziemy już dodawać tutaj dalszych detali. Oczywiście, w następnej sekcji uzupełnimy jeszcze tylko brakujący, prawy popychacz pokryw, wraz z okuciem.

Uff, to była bardzo długa sekcja. Staralem się w niej pokazać ze wszystkimi szczegółami, jak modeluje się podwozie samolotu. Wybrałem do tego przykładu stosunkowo prosty zespół kółka ogonowego. Gdy w dalszych sekcjach będę omawiał podwozie główne, pominię już szczegóły formowania każdej śrubki czy popychacza. Po zapoznaniu się z poprzednimi stronami, powinieneś być w stanie tworzyć je szybko, bez żadnych podpowiedzi.

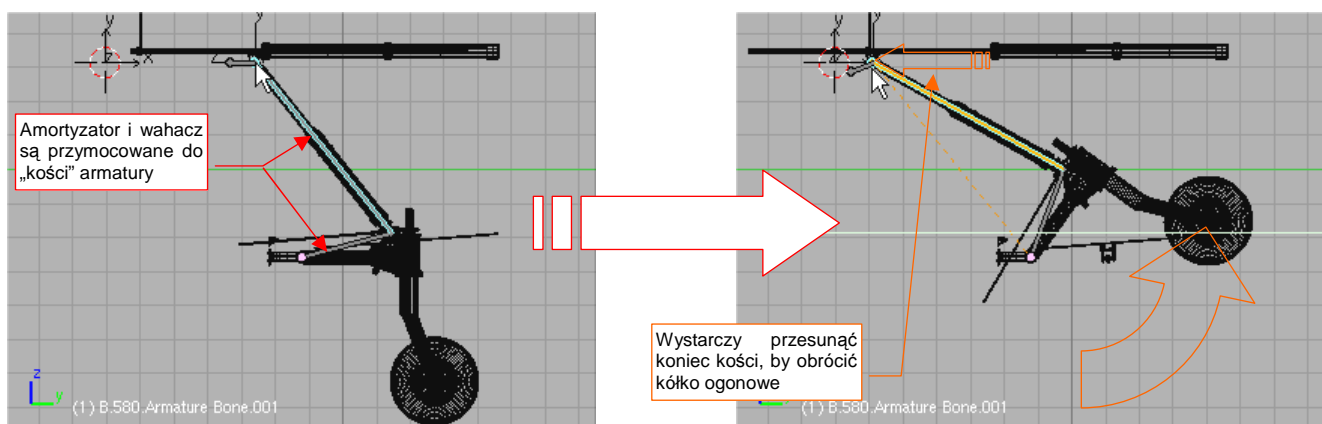
Podsumowanie

- Podwozie na zwykłych planach samolotu jest zazwyczaj narysowane w zbyt małej skali, a przez to — niewystarczająco dokładnie. Aby jak najlepiej odwzorować je w modelu, zgromadź możliwie dużo zdjęć tego zespołu. Nie zaszkodzi także przygotować jakiegoś schematycznego rysunku (str. 421);
- Przed rozpoczęciem modelowania podwozia dobrze przemyśl, co i jak odwzorujesz. Musisz zdecydować, co należy pominąć, a co — uprościć (str. 424). Mnie pomaga w tym wykonanie odręcznych szkiców modelowanego mechanizmu. Na pewno istnieją także inne metody ☺;
- Najtrudniejszymi do modelowania fragmentami są elementy z wieloma wypustami i otworami. Przykładem tak skomplikowanej części jest np. wahacz kółka ogonowego. Jego formowanie składa się z wielu etapów (str. 424 i dalsze);
- Kształty prawie wszystkich części mechanizmów można „wyprowadzić” z początkowej kombinacji cylindrów i prostopadłościanów. Dobre przybliżenie cylindra uzyskuje się z ośmiokąta, „wygładzonego” modyfikatorem *Subsurf* (z *Level* = 2 dla większych obiektów, lub *Level* = 1 dla mniejszych). Tylko w wyjątkowych wypadkach należy stosować operacje typu *Boolean* (str. 422, 429);
- Inne problemy mogą się kryć w prostych z pozoru przypadkach, jak wyprowadzenie prostopadłej ścianki z okrągłej podstawy (str. 426). Aby coś takiego uzyskać z powierzchni podziałowej (*Subsurf*), musisz przygotować odpowiedni układ wierzchołków. Jeżeli rozpoczniesz siatkę, od razu uwzględniając powstanie takich ostrych krawędzi, nie jest to nawet specjalnie trudne (str. 426);
- Zaraz po stworzeniu nowego obiektu przypisz mu odpowiedni materiał. Do drobnych części używaj prostszych materiałów, których tekstury nie wymagają rozwinięcia siatki w przestrzeni UV. Zazwyczaj taka „stal”, „guma”, czy „ciągną”, będą się później powtarzać w innych zespołach samolotu (str. 422, 423);
- Drobne sprężyny można modelować za pomocą zwykłych walców, pokrytych specjalnym, półprzezroczystym materiałem (str. 429, 432);
- Jako elementy, które się powtarzają (śruby, bolce, płaskowniki, ...) warto wykorzystywać klony pojedynczej siatki (np. wzorcowa śruba — str. 430);
- Czasami trzeba w jakimś konkretnym klonie zmienić materiał (chodzi o sytuacje, gdy ma być inny niż ten, przypisany do wzorcowej siatki). Wystarczy wówczas przełączyć taki element z wykorzystania materiału siatki (*ME*) na materiał obiektu (*OB*) — str. 431;
- Przy wzajemnym dopasowywaniu pokryw luków i mechanizmu podwozia, warto pozostawić oryginalne pokrywy w pozycji „zamkniętej” (tak, jak je wcześniej zamodelowaliśmy). Stwórz za to dodatkowy, roboczy klon pokrywy i jej osi, i ustaw je w pozycji „otwarte” (str. 430);

7.2 Mechanizacja kółka ogonowego

Jak już zdążyłeś się przekonać w poprzedniej sekcji, każde podwozie to mniej lub bardziej złożony zespół kół, goleni, amortyzatorów i różnorodnych popychaczy. Większość samolotów z okresu II Wojny Światowej miała w dodatku podwozie chowane. Wyobraź sobie, że robisz dwie sceny ze swoim modelem: jedną na lotnisku, a drugą w locie. W pierwszej podwozie musi być wysunięte, a w drugiej — schowane. Oczywiście, można je chować i wysuwać element po elemencie. Zapewniam Cię jednak, że za drugim razem podobna zabawa staje się już bardzo nużąca. Po co zresztą się tak męczyć, skoro Blender udostępnia nam różnorodne środki animacji? Wystarczy z nich skorzystać, by związać te wszystkie części w jeden mechanizm, uruchamiany przesunięciem pojedynczego uchwytu.

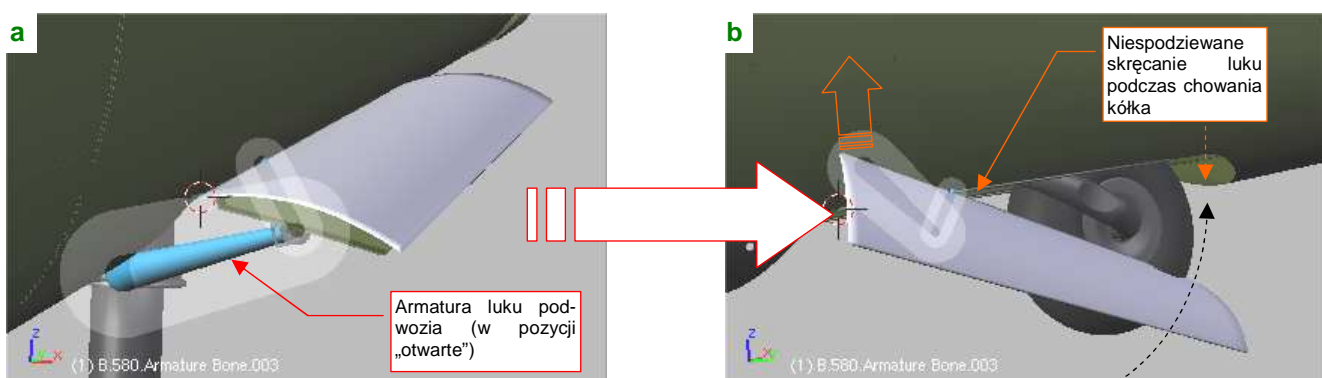
Pierwszym rozwiązaniem, które się w takiej sytuacji nasuwa, jest wykorzystanie takich samych szkieletów, jakich używa się w Blenderze do animacji postaci ludzi czy zwierząt. Te szkielety nazywane są w grafice komputerowej *armaturami* (*armatures*), i składają się (a jakże by inaczej!) — z kości (*bones*). Wstawiający do rysunku nieskomplikowaną armaturę, złożoną z dwóch połączonych kości, można szybko uzyskać podstawowy efekt chowania i wysuwania kółka ogonowego (Rysunek 7.2.1):



Rysunek 7.2.1 Chowanie kółka ogonowego za pomocą armatury

(Wszystko na temat budowy takiej armatury znajdziesz na str. 814 i następnych). Niestety, tak prosto można określić tylko płaski zespół elementów. W przypadku ruchu w przestrzeni kości zaczynają się skręcać wokół osi podłużnej, co prowadzi do zaskakujących efektów.

Zobacz, na przykład, układ dwóch kości, modelujący mechanizm zamykania luku podwozia (Rysunek 7.2.2a):

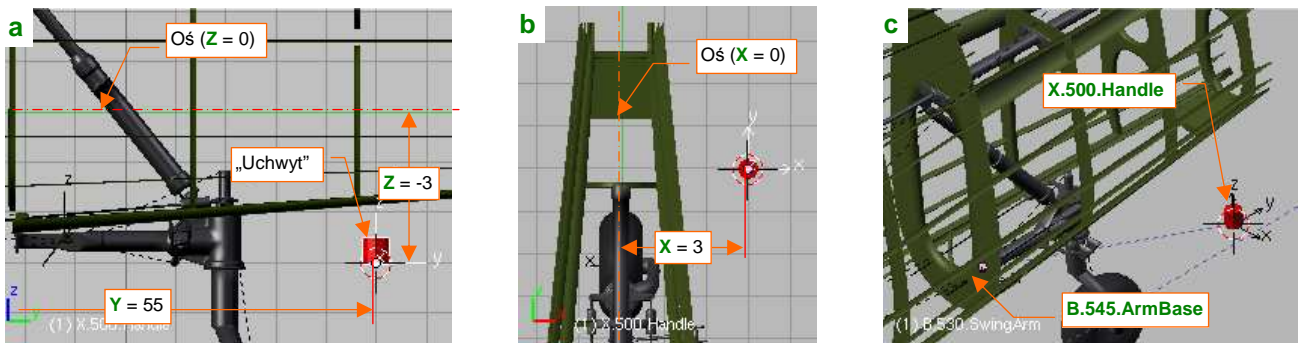


Rysunek 7.2.2 Przykład problemów z odwrotną kinematyką kości (armatura luku podwozia)

Wydaje się równie prosty jak ten poprzedni, prawda? A jednak, gdy koniec ramienia zaczyna wędrować, wraz z wahaczem, do góry, cała pokrywa także się składa, ale jednocześnie — skręca (Rysunek 7.2.2b). Co prawda, można zapanować nad takim efektem ubocznym za pomocą różnych ograniczeń (*Constraints*), ale cała praca zamienia się w dość męczące zajęcie.

Sądę, że taką „niesforną” armaturę można okiełznać, ale, mówiąc szczerze, nie chciało mi się poświęcać na to czasu. Przy okazji prób radzenia sobie z jej obrotami poznałem system ograniczeń (*constrains*) Blendera. Szybko doszedłem do wniosku, że do osiągnięcia zamierzonego efektu — otwierania i zamykania całego podwozia za pomocą jednego przesunięcia. — kości właściwie nie są potrzebne. Wystarczy tylko zamienić miejscami przyczynę ze skutkiem. To nie wahacz będzie się chował, bo jest ciągnięty w górę przez amortyzator, tylko amortyzator podniesie się do góry, bo jest popychany przez obrót wahacza. Gdy to dobrze rozegramy, zewnętrzny obserwator nawet nie zwróci uwagi, jakie są prawdziwe zależności pomiędzy poszczególnymi częściami. A gdy odwrócisz przyczynę i skutek, możesz cały mechanizm zamodelować za pomocą kilku ograniczeń. Nie trzeba do tego żadnej armatury, ani *Pose Mode*!

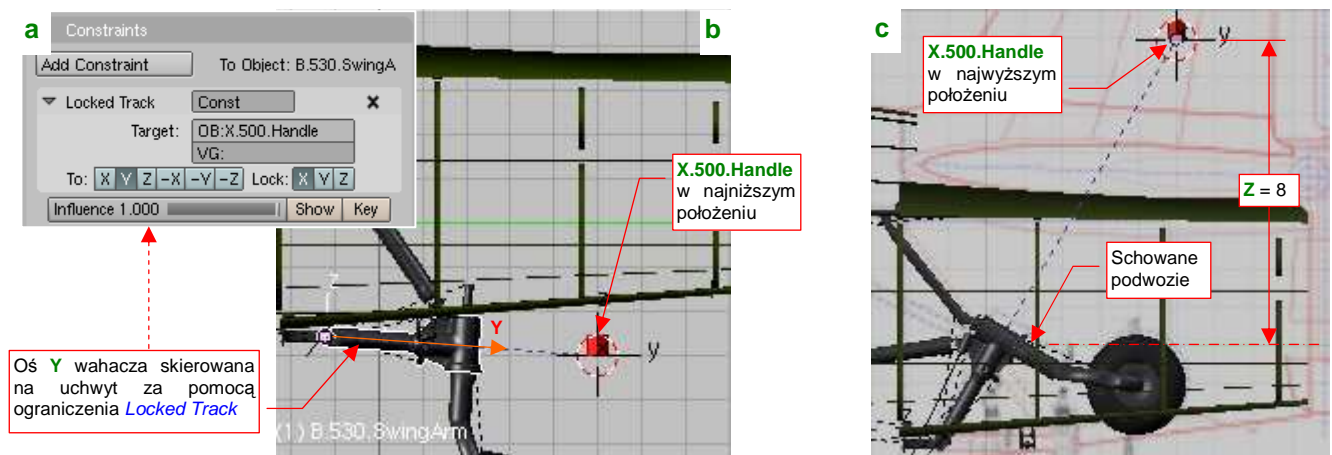
Zacznijmy od wstawienia obiektu — uchwytu, którego przemieszczenie będzie sterować wysuwaniem i chowaniem podwozia (Rysunek 7.2.3):



Rysunek 7.2.3 Uchwyt, który będzie poruszał całym zespołem kółka ogonowego

Osobiście używam na uchwyty zwykłych, ośmiobocznych cylindrów. Przypisałem mu materiał **Artificial** i umieściłem na warstwie **10** (tej samej, na której znajduje się „cel” kamery — por. str. 261). Uchwyt położony jest nieco z boku kadłuba (Rysunek 7.2.3a,b) by w razie potrzeby łatwo go było dostrzec. Postaraj się dobrać jego położenie tak, by jego współrzędne były liczbami całkowitymi. Nie jest to niezbędne, ale bardzo ułatwia dalszą pracę. Nadajmy mu nazwę z innym przedrostkiem, by odróżniał się od „zwykłych części”. Niech to będzie **X.500.Handle**. Włącz uchwyt do hierarchii modelu, przypisując go (relacją *Parent*) do okucia wahacza (**B.545.ArmBase** — por. Rysunek 7.2.3c, a także str. 430).

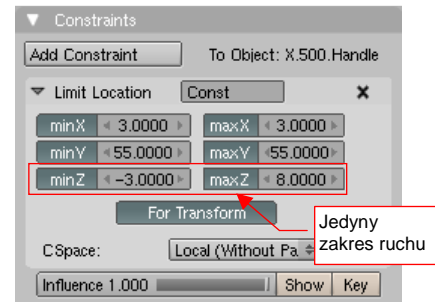
Aby wahacz (**B.530.SwingArm**) podążał za ruchem uchwytu, przypisz mu ograniczenie *Locked Track* (Rysunek 7.2.4, więcej na temat tego ograniczenia — str. 823):



Rysunek 7.2.4 Przepisanie do wahacza ograniczenia *Locked Track*.

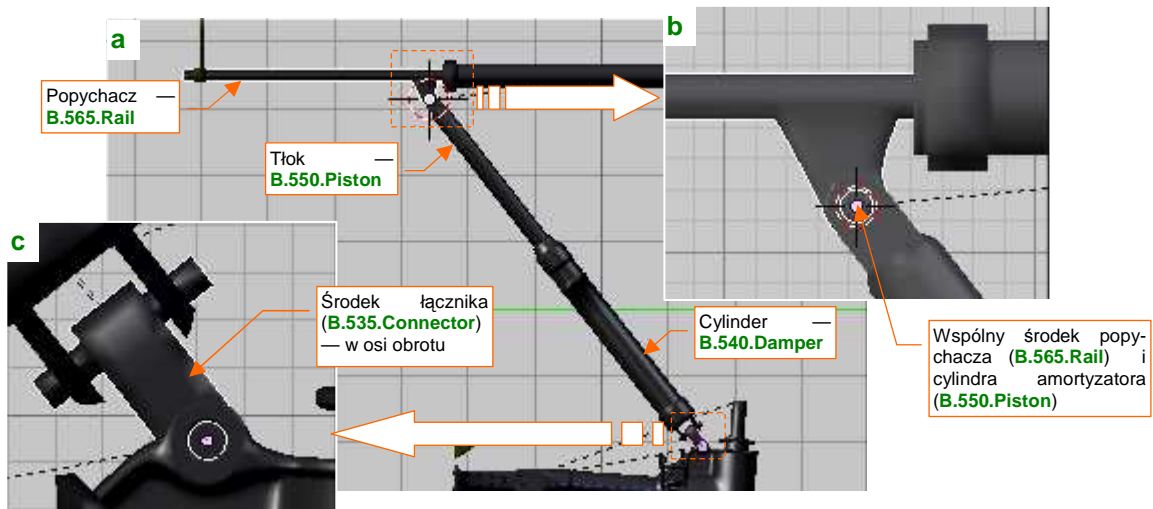
W parametrach ograniczenia wskaż jako cel obiekt **X.500.Handle** (Rysunek 7.2.4a). Ustal **X** jako oś obrotu, a **Y** niech celuje w środek uchwytu (Rysunek 7.2.4b). Gdy przesuniesz uchwyt do góry (do pozycji **Z = 8.0**), koło podwozia znajdzie się w pozycji „schowane” (Rysunek 7.2.4b).

Dolne i górne położenia uchwytu musisz dopasować tak, by odpowiadały właściwemu położeniu kółka ogonowego. (Położenie dolne powinno odpowiadać podwoziu całkowicie wysuniętemu, a górne — schowanemu). W razie czego możesz lepiej dobrać to położenie, zmieniając odległość uchwytu od środka obrotu wahacza (zmieniając współrzędną **Y**). Gdy zakres ruchu uchwytu jest już ustalony, „utwral” go za pomocą odpowiedniego ograniczenia *Limit Location* (Rysunek 7.2.5). (Więcej na temat tego rodzaju ograniczenia i jego parametrów znajdziesz na str. 827.



Rysunek 7.2.5 Ograniczenie ruchu uchwytu.

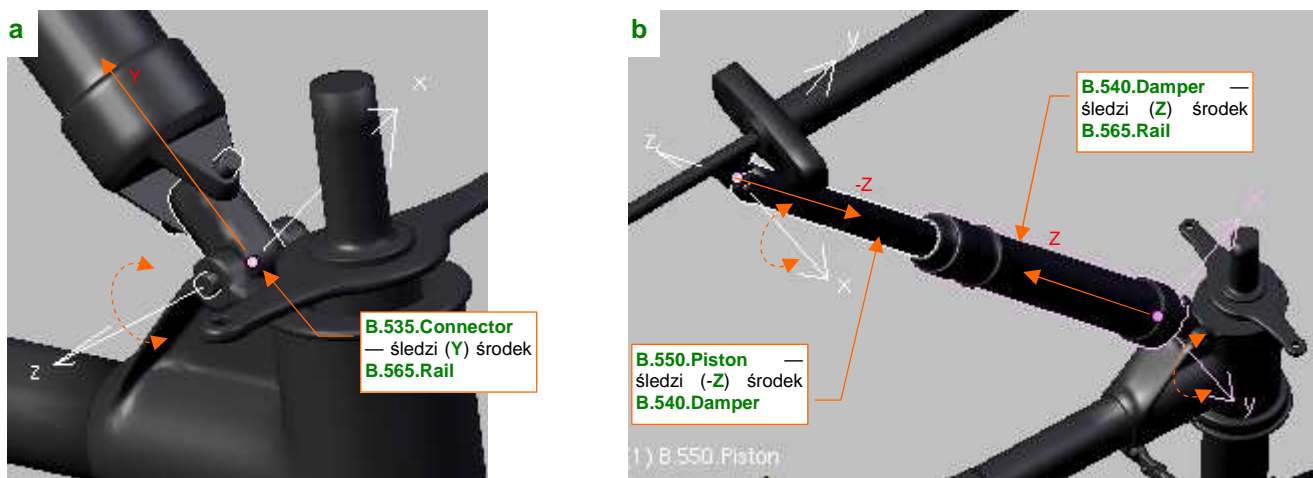
Zajmijmy się teraz górną częścią podwozia: popychaczem i amortyzatorem. Bardzo ważne jest odpowiednia pozycja środków i hierarchii tych elementów (Rysunek 7.2.6):



Rysunek 7.2.6 Położenie środków poszczególnych części zespołu amortyzatora

Środek popychacza (**B.565.Rail**) umieść (jak — zob. str. 808) w osi obrotu tłoka amortyzatora (Rysunek 7.2.6b). Jeżeli chodzi o hierarchię, to przypisz (relacją *Parent*) tłok (**B.550.Piston**) do popychacza **B.565.Rail**. Cylinder amortyzatora (**B.540.Damper**) przypisz (relacją *Parent*) do niepozornego łącznika (**B.535.Connector** — Rysunek 7.2.6c), a sam łącznik — do wahacza (**B.530.SwingArm**).

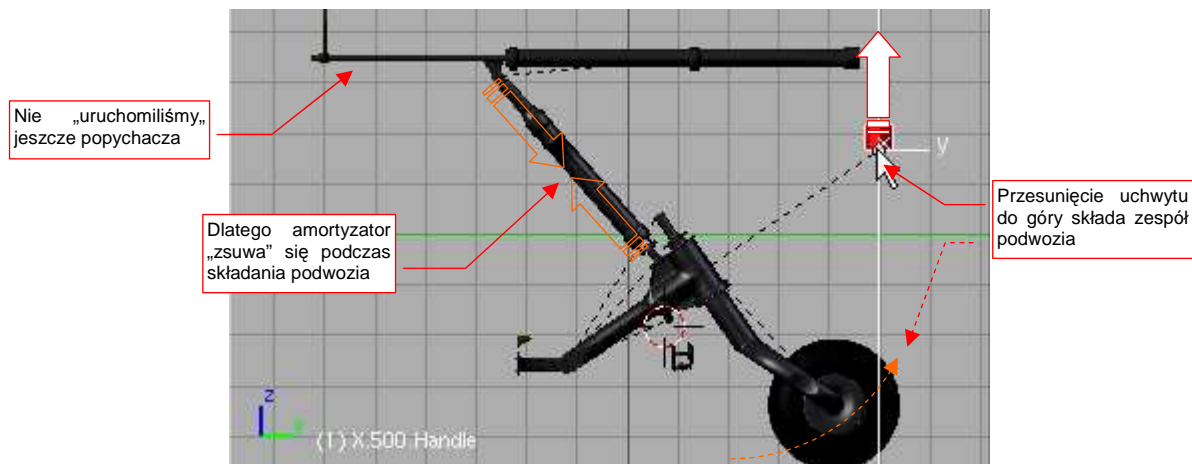
Teraz przypisz łącznikowi **B.535.Connector** ograniczenie *Locked Track* tak, by jego oś **Y** „celowała” w środek popychacza (Rysunek 7.2.7a):



Rysunek 7.2.7 Ograniczenia *Locked Track*, przypisane do elementów amortyzatora

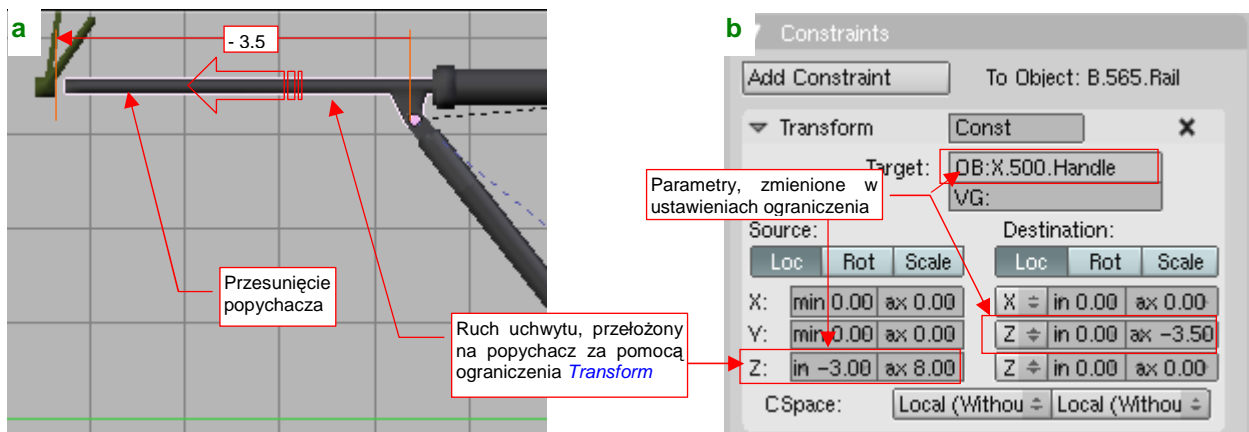
Jednocześnie ogranicz cylinder **B.550.Piston** tak, by jego oś **Z** śledziła środek cylindra **B.540.Damper** (Rysunek 7.2.7b). Na wszelki wypadek możesz także dodatkowo ograniczyć cylinder, by „celował” w tłok.

Na razie nasze ograniczenia powodują, że w trakcie obrotu wahacza amortyzator jest niemiłosiernie ściskany (Rysunek 7.2.8):



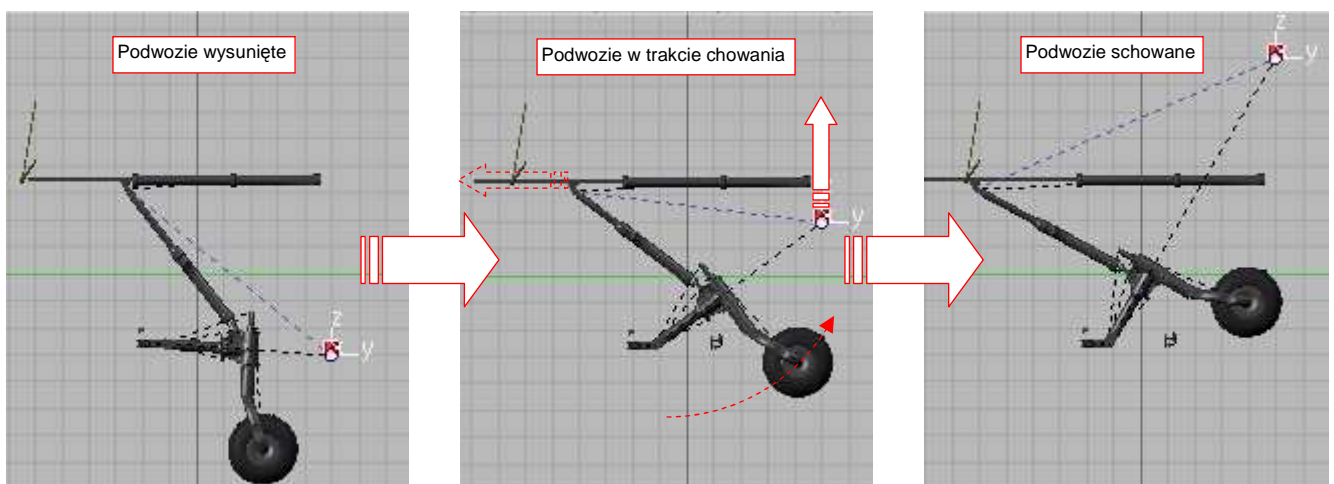
Rysunek 7.2.8 Rezultat działania ograniczeń: ugięcie amortyzatora

To dlatego, że nie uruchomiliśmy jeszcze popychacza. Gdy będziesz przesuwał uchwyt **X.500.Handle** do góry, popychacz powinien się przesuwać w lewo (Rysunek 7.2.9a). Najprościej ten efekt uzyskać za pomocą „uniwersalnej przekładni” — ograniczenia **Transform** (Rysunek 7.2.9b):



Rysunek 7.2.9 Przełożenie ruchu uchwyty na przesunięcie popychacza (ograniczenie **Transform**)

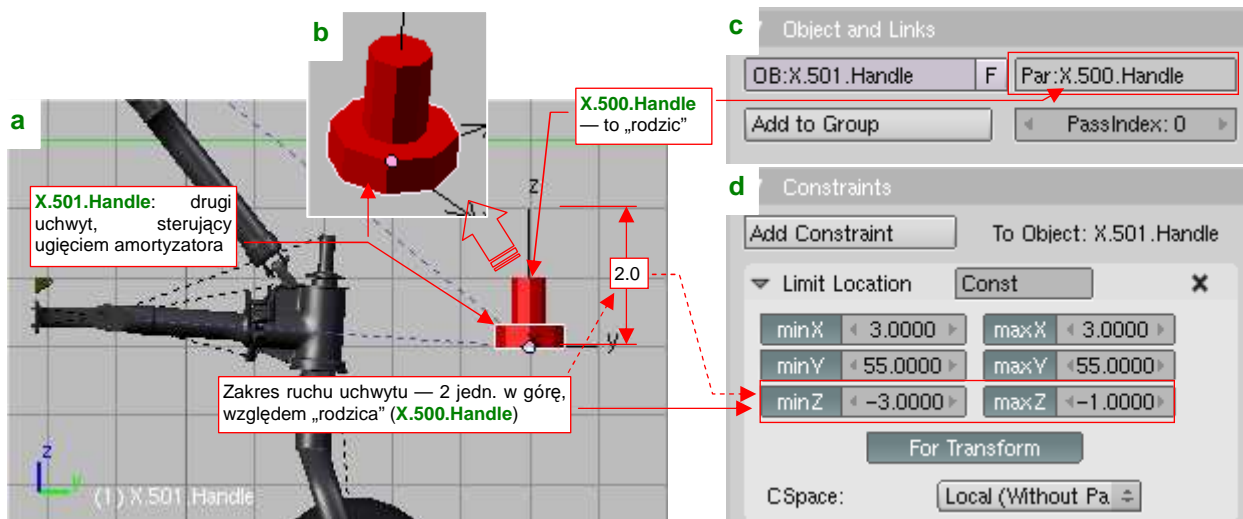
(Szczegółowy opis parametrów i działania ograniczenia **Transform** znajdziesz na str. 829). Dystans przesunięcia popychacza — 3.5 jedn. — dopasowałem po kilku „przymiarkach”. W ten sposób uzyskaliśmy już całkiem poprawny ruch mechanizmu podwozia (Rysunek 7.2.10):



Rysunek 7.2.10 Chowanie podwozia za pomocą uchwyty **X.500.Handle**.

Do tej pory ustawialiśmy koło w pozycji wysuniętej tak, jak wyglądało tuż przed lądowaniem — gdy amortyzator był zupełnie bez obciążenia. Jednak wtedy, gdy samolot stoi na ziemi, amortyzator „zsuwa” się trochę. Powoduje to odchylenie wahacza.

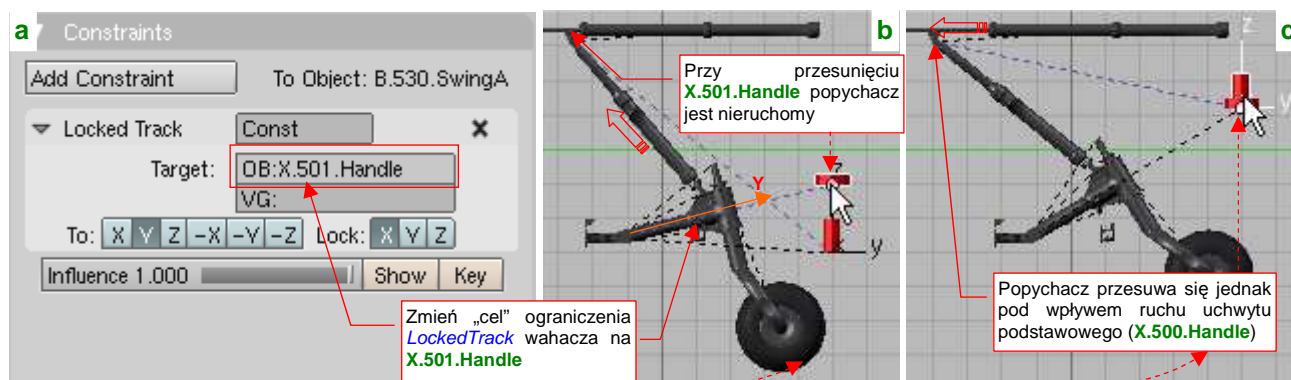
Aby odwzorować takie ugięcie podwozia, „nałóż” na uchwyt **X.500.Handle** drugi, mniejszy (ale szerszy! — Rysunek 7.2.11b). Nadajmy mu nazwę **X.501.Handle** (Rysunek 7.2.11a):



Rysunek 7.2.11 Dodatkowy uchwyt, sterujący ugięciem amortyzatora (**X.501.Handle**).

Przypisz (relację **Parent**) uchwyt **X.501.Handle** do podstawowego uchwytu (**X.500.Handle**) (Rysunek 7.2.11c). Dzięki temu uchwyt pomocniczy będzie „przyczepiony” do **X.500.Handle**, gdy zaczniesz nim poruszać, by schować podwozie. Aby ugięcie amortyzatora nie było „przeięciem”, dodaj do uchwytu **X.501.Handle** ograniczenie **Limit Location** (Rysunek 7.2.11d). Pozwól przesuwac mu się wyłącznie w pionie (wzdłuż lokalnej osi **Z**), na dystans 2 jednostki (od -3.0 do -1.0). (Po kilku przymiarkach zdecydowałem, że taki zakres będzie odpowiedni — powoduje „zsuniecie” amortyzatora o około 1 jednostkę Blendera. Odpowiada to 10 cm na rzeczywistym samolocie).

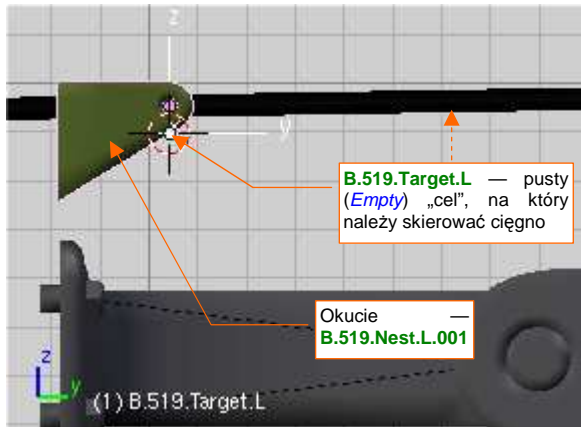
Teraz zmodyfikuj „cel” ograniczenia **Locked Track** wahacza (**B.530.SwingArm**). Wpisz tam, w miejsce nazwy uchwytu podstawowego, uchwyt pomocniczy (**X.501.Handle**) (Rysunek 7.2.12a):



Rysunek 7.2.12 Sterowanie ugięciem amortyzatora.

Początkowo nie zmieni to niczego, gdyż środki obydwu uchwytów się pokrywają (por. Rysunek 7.2.11a). Gdy jednak zaczniesz przesuwac **X.501.Handle** do góry, zauważysz że ten ruch wywołuje nasunięcie na tłok cylindra amortyzatora — tak, jak gdyby był obciążony (Rysunek 7.2.12b). Jednocześnie — popychacz zacznie się wysuwać tak jak to sprawdzaliśmy poprzednio, gdy przesuniesz do góry uchwyt podstawowy (**X.500.Handle**) (Rysunek 7.2.12c). Zwróć uwagę, że **X.501.Handle** porusza się wraz z nim. To dzięki ich przypisaniu (w hierarchii przedmiotów — relacją **Parent**). Musisz tylko pamiętać, by przed zamknięciem podwozia przesunąć uchwyt pomocniczy zupełnie do dołu (tj. ustawić koło w pozycji „swobodnej”).

Kolejnym elementem „do ograniczania” są cięgna. Zaczynj od wstawienia w każde z okuc — lewe i prawe — pomocniczych obiektów typu *Empty* (por. str. 791). Nadaj im nazwę **B.519.Target.L** i **.R** (Rysunek 7.2.13):



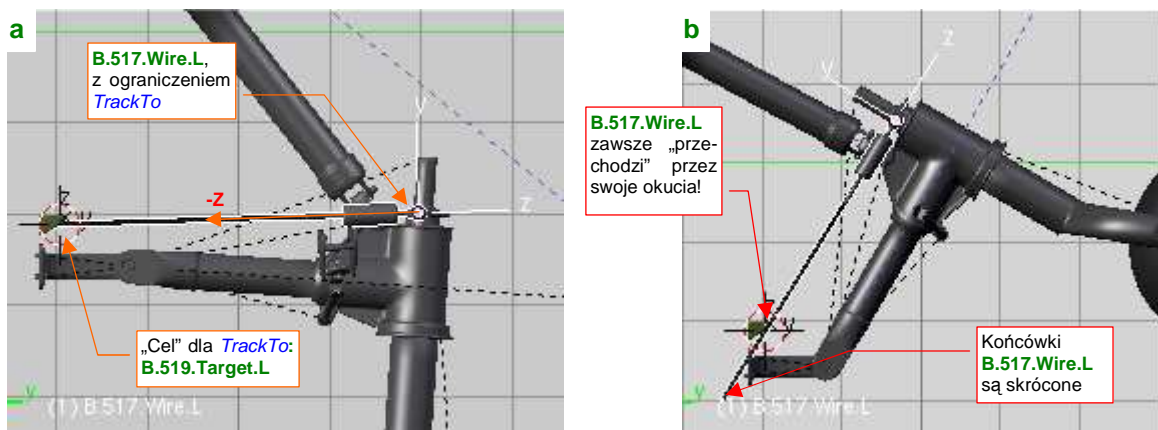
Rysunek 7.2.13 Pusty obiekt (*Empty*) — cel dla cięgna



Rysunek 7.2.14 Położenie środka cięgna

Jeżeli chodzi o strukturę modelu — przypisz (relacją *Parent*) każdy z tych „celów” do odpowiedniego okucia. (**B.519.Target.L** do **B.519.Nest.L.001**, a **B.519.Target.R** do **B.519.Nest.R.001**)

Zajmijmy się teraz cięgnami. Zwróć uwagę na ich środki — powinny się znajdować w miejscu ich zaczepienia (Rysunek 7.2.14). Gdy już tam są, możesz do każdego cięgna dodać ograniczenie *Track To* (por. str. 821). Jako „cel” (*Traget*) tych ograniczeń wpisz odpowiedni z obiektów **B.519.Target** (**.L** lub **.R**) (Rysunek 7.2.15a):



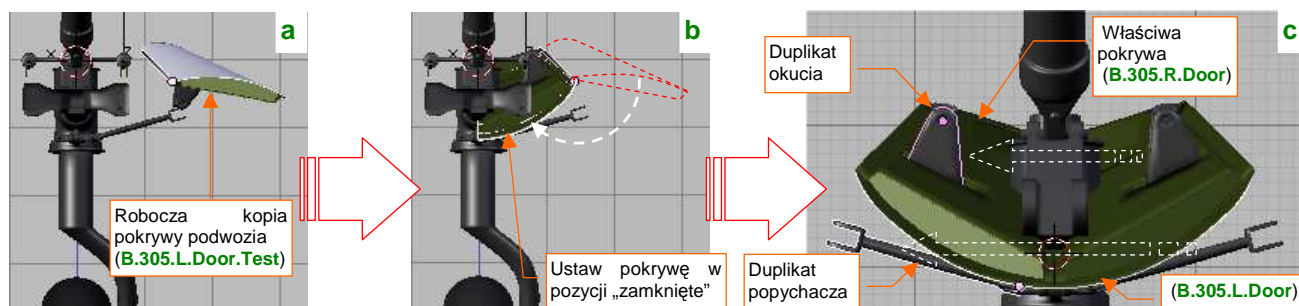
Rysunek 7.2.15 „Układanie się” cięgien podczas ruchu podwozia

- W przypadku cięgien należy stosować ograniczenie *Track To*, a nie *Locked Track*, gdyż mogą się obracać względem dwóch osi. (*Locked Track* imituje możliwość obrotu wokół jednej osi)

Za pomocą ograniczeń *Track To* sprawiłeś, że w każdej pozycji podwozia cięgna będą „przechodzić” przez własne okucia. W przyszłości, aby podnieść realizm modelu, możesz przełożyć ruch steru kierunku na skręcenie goleni kółka ogonowego. (Oryginalnie cięgna **B.517.Wire** służyły właśnie do tego). W naszym modelu nie będzie to przyczyną, a skutkiem ruchu: w wyniku obrotu goleni obróci się przypisany do niej orczyk. To z kolei spowoduje niesymetryczne przesunięcie środków cięgien (jedno się cofnie, drugie przesunie do przodu). Obydwa zbliżą się nieznacznie do osi kadłuba (poruszają się po okręgu). Dzięki ograniczeniu *Track To*, nawet przy takim przemieszczeniu ich końce będą przechodzić przez okucia, przymocowane do wręgi kadłuba.

Na koniec warto skrócić końcówki tych drutów, aby przy całkowicie schowanym podwoziu nie „sterczały” z poszycia (Rysunek 7.2.15b). Na szczęście można dobrać ich długość tak, by jednocześnie przy zupełnie wysuniętym kole „dotykały” powierzchni wręgi. Kłopot może się zacząć, gdy obrócisz orczyk — wtedy końcówka jednego z nich stanie się widoczna! Może trzeba tu będzie potem „dosztukować” jakiś pomocniczy „drut”? Udawałby dalszą część cięgna, ale poruszałby się tylko poziomo. Byłby wysuwany tylko przy obrocie orczyka.

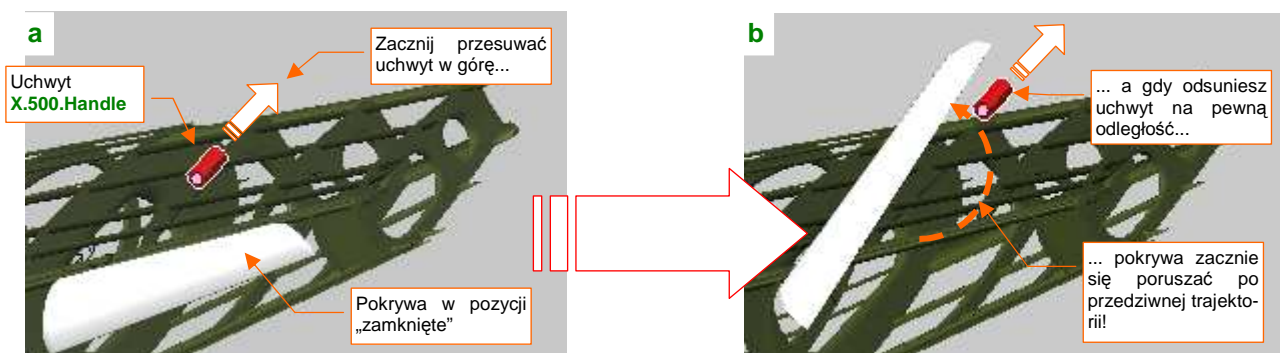
Ruch wahacza powodował w P-40 otwieranie lub zamykanie pokryw podwozia. Włączmy je więc w wirtualny mechanizm, który tu budujemy. W poprzedniej sekcji zamodelowaliśmy okucie i popychacz tylko dla lewej pokrywy. Umieściliśmy je na jej „roboczej” kopii — **B.305.L.Door.Test** (por. str. 430). Włącz teraz widoczność warstwy, na której znajduje się ten obiekt (Rysunek 7.2.16a):



Rysunek 7.2.16 Powielenie okuc i popychacza pokryw podwozia

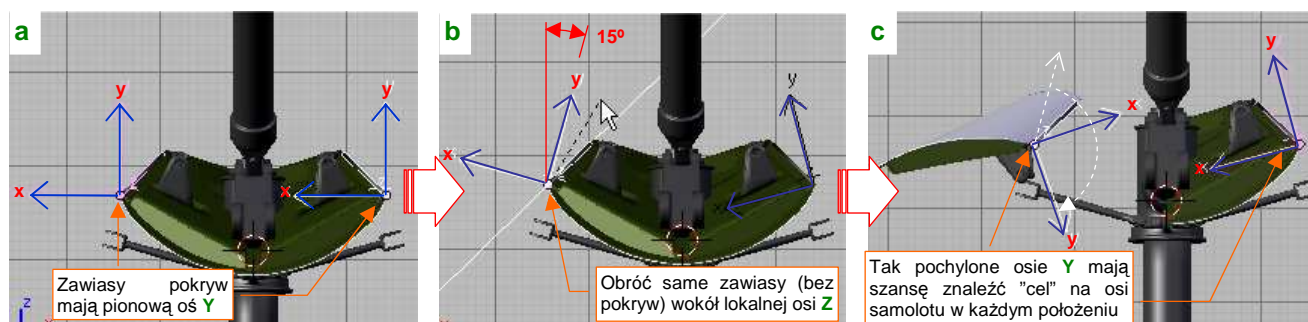
Obróć pokrywę wokół lokalnej osi **Z** jej zawiasów, tak, by przyjęła pozycję „zamkniętą”. W ten sposób okucie znalazło się w położeniu dopasowanym do „właściwych” pokryw — **B.305.L.Door** i **B.305.R.Door** — których nigdy dotąd nie ruszyliśmy z pozycji „zamkniętej”. Odłącz je od roboczej kopii (**Alt-P** — *Clear Parent*) i przypisz do pokrywy **B.305.L.Door**. Jego lustrzane odbicie przypisz do **B.305.R.Door**. (Szczegółowy opis tej operacji — jak stworzyć lustrzane odbicie okucia, jak przypisywać je do pokryw — znajdziesz na str. 838). Potem możesz już usunąć cały zespół roboczej pokrywy **B.305.L.Door.Test** — nie będziemy go więcej potrzebować.

Ruchu uchwyty nie da się dobrze przełożyć na obrót pokrywy za pomocą *Transform* (Rysunek 7.2.17):



Rysunek 7.2.17 Nieoczekiwany efekt przełożenia ruchu uchwyty na obrót pokrywy za pomocą *Transform*.

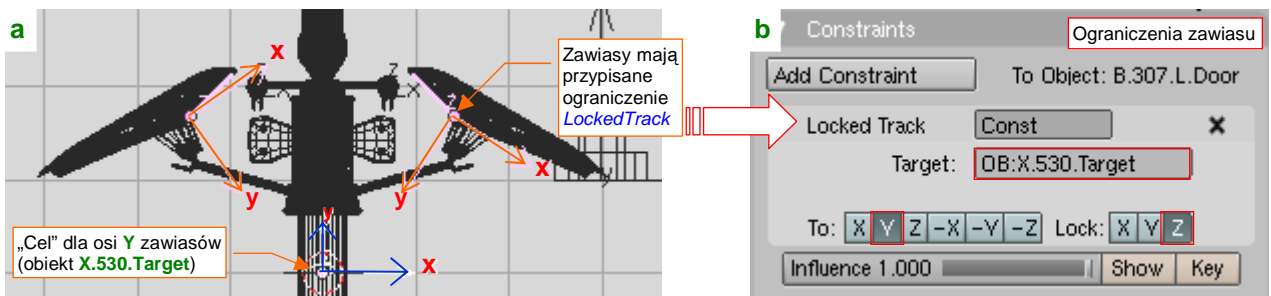
Szczegółowe wyjaśnienie, dlaczego pojawił się efekt z Rysunek 7.2.17b), znajdziesz na str. 831. A nam pozostaje wywołać obrót pokryw za pomocą ograniczenia *Locked Track*. Nim jednak przypiszemy je zawiasom, trzeba trochę pochylić ich osie **Y** — bo obecnie są pionowe, a to uniemożliwia ich domknięcie (Rysunek 7.2.18a):



Rysunek 7.2.18 Zmiana orientacji zawiasów pokryw podwozia

Odłącz na chwilę pokrywę od zawiasów (**Alt-P**). Obróć zawiasy o 15° wokół lokalnych osi **Z** (Rysunek 7.2.18b). Potem z powrotem przypisz pokrywę do zawiasów. Teraz w całym zakresie położenia osie **Y** przecina się z płaszczyzną symetrii samolotu (Rysunek 7.2.18c) — więc można tam umieścić „cel” dla ograniczenia *Locked Track*.

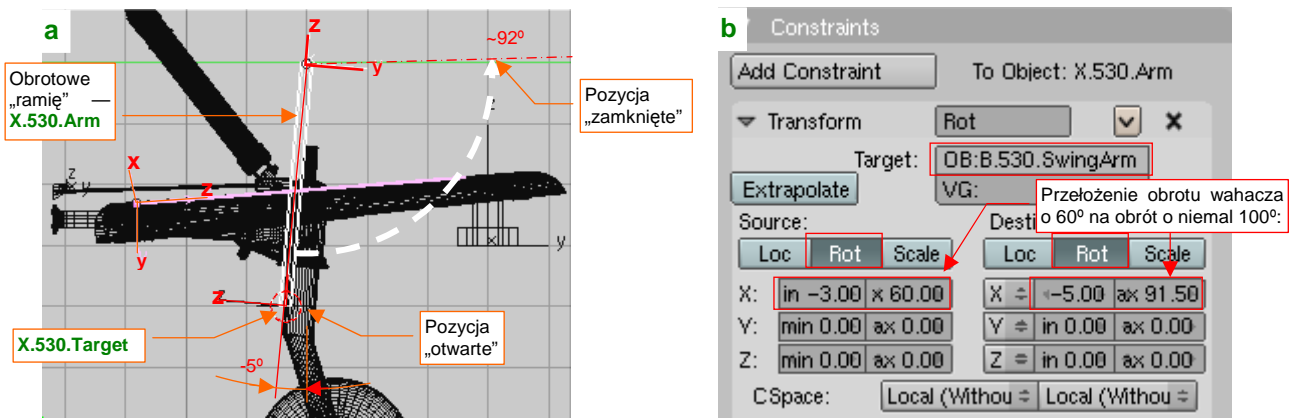
Wstaw w płaszczyźnie symetrii modelu „cel” dla osi **Y** zawiasów: pusty (*Empty*) obiekt o nazwie **X.530.Target** (Rysunek 7.2.19a):



Rysunek 7.2.19 Skierowanie zawiasów na pomocniczy obiekt — cel (ograniczenie *Locked Track*)

Następnie każdemu z zawiasów przypisz odpowiednie ograniczenia *Locked Track* — z zablokowaną osią **Z** (Rysunek 7.2.19b). Sam cel tego ograniczenia — **X.530.Target** — umieść na takiej wysokości, by pokrywy odchyliły się jak w pozycji „otwarte” ($Z = -4.0$).

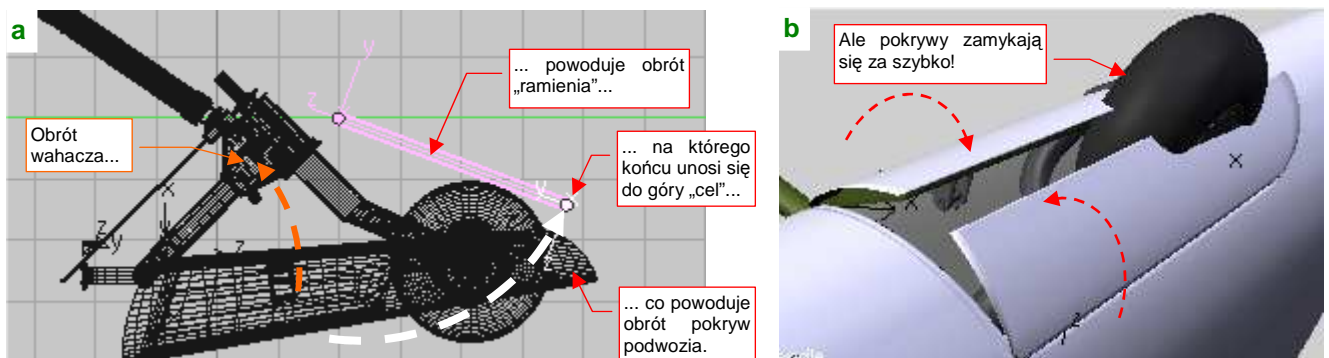
A jak wywołać ruch tego układu? „Zamocuj” (relacją *Parent*) obiekt — „cel” (**X.530.Target**) na obrotowym ramieniu (Rysunek 7.2.20a):



Rysunek 7.2.20 Ramie, po którym porusza się obiekt — cel (przełożenie obrotu wahacza ograniczeniem *Transform*)

Stwórz je jako „pręt”, umieszczony — jak wszystkie obiekty pomocnicze — na warstwie 9. Nadaj mu nazwę **B.530.Arm** i przypisz (relacją *Parent*) do kadłuba. Środek (oś obrotu) jest na końcu tego pręta, w punkcie $Y = 51.0$, $Z = 0.0$. Długość — 4.0. Na przeciwległym krańcu znajduje się „cel” — **X.530.Target**. Równie dobrze mógłby to być obiekt typu *Empty*, ale uważam, że lepiej jest użyć w tej roli coś bardziej „namacalnego”.

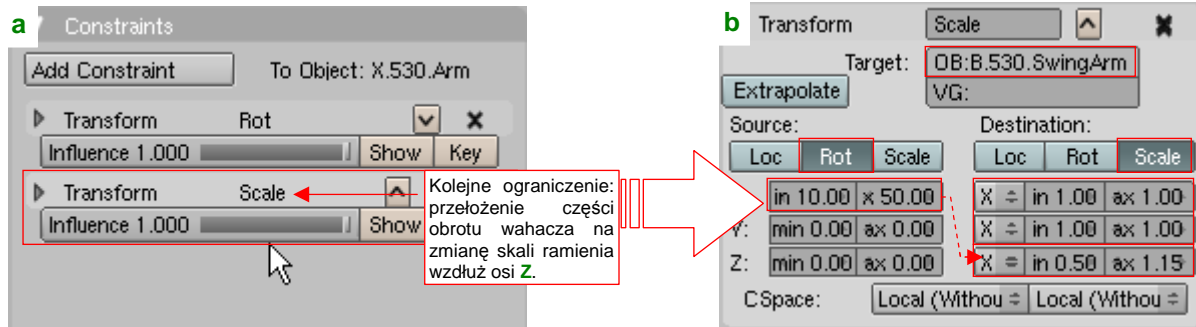
Obrót **X.530.Arm** jest powiązany z obrotem wahacza **B.530.SwingArm** ograniczeniem *Transform* (Rysunek 7.2.20b). Zakres ruchu — od -5° do około 92° . Ramie obraca się szybciej od wahacza (Rysunek 7.2.21a):



Rysunek 7.2.21 Problem: pokrywy zamykają się zbyt szybko!

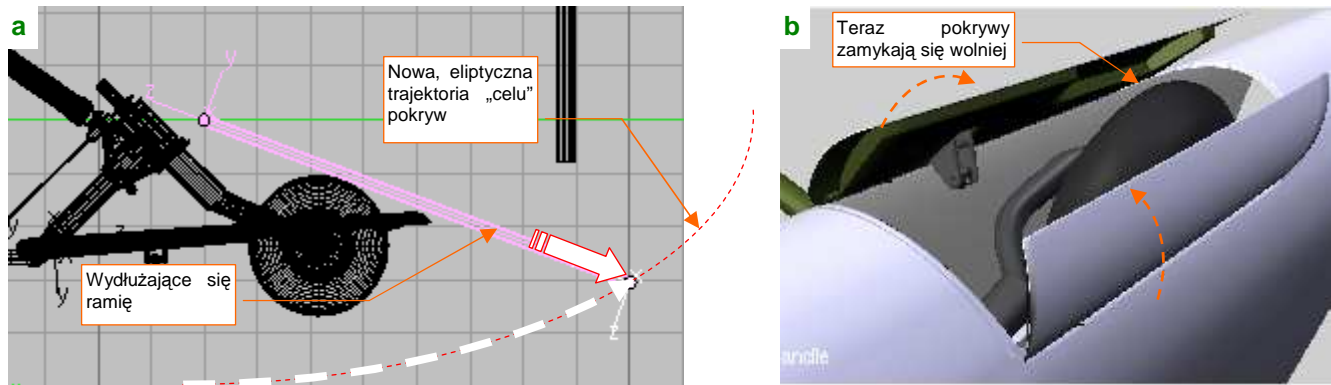
Choć na koniec koło poprawnie zniknie pod pokrywami, to jednak w trakcie ruchu pokrywy zamykają się zbyt szybko i w końcowej fazie „przycinają” oponę i piastę (Rysunek 7.2.21b).

To „przycinanie” koła pokazuje, że prawdziwa trajektoria „celu” dla osi **Y** zawiasów nie może być okręgiem (takim, jaki pokazuje Rysunek 7.2.21a). Dokładne odwzorowanie byłoby zbyt pracochłonne, więc przybliżymy je za pomocą drugiego ograniczenia, zmieniającego długość (skalę wzdłuż osi **Z**) ramienia **X.530.Arm**:



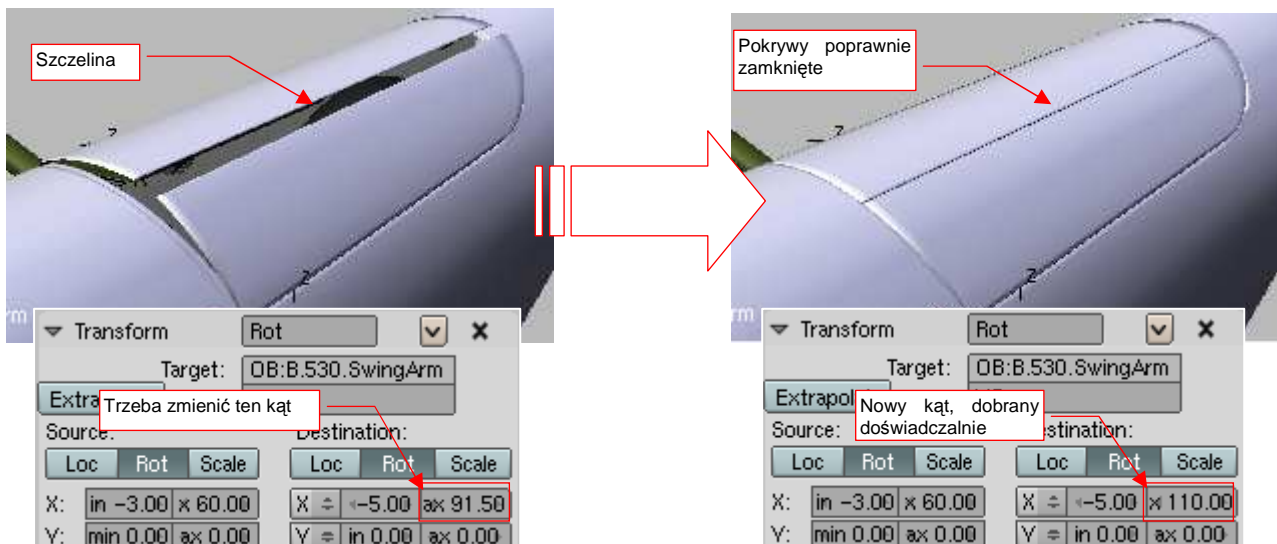
Rysunek 7.2.22 Dodanie do ramienia dodatkowej zmiany skali

Do „stosu” ograniczeń ramienia **X.530.Arm** dodaj drugie, o nazwie **Scale** (Rysunek 7.2.22a). Źródło (**Target**, **Source**) transformacji jest to samo — obrót wahacza **B.530.SwingArm**. Tym razem podczas „środkowego” etapu ruchu (kął pochylenia wahacza od 10° do 50°) ramię stopniowo się wydłuża — z 0.50 (dotychczasowa skala) do 1.15. W efekcie trajektoria „celu” pokryw zmienia się z okręgu na elipsę (Rysunek 7.2.23a):



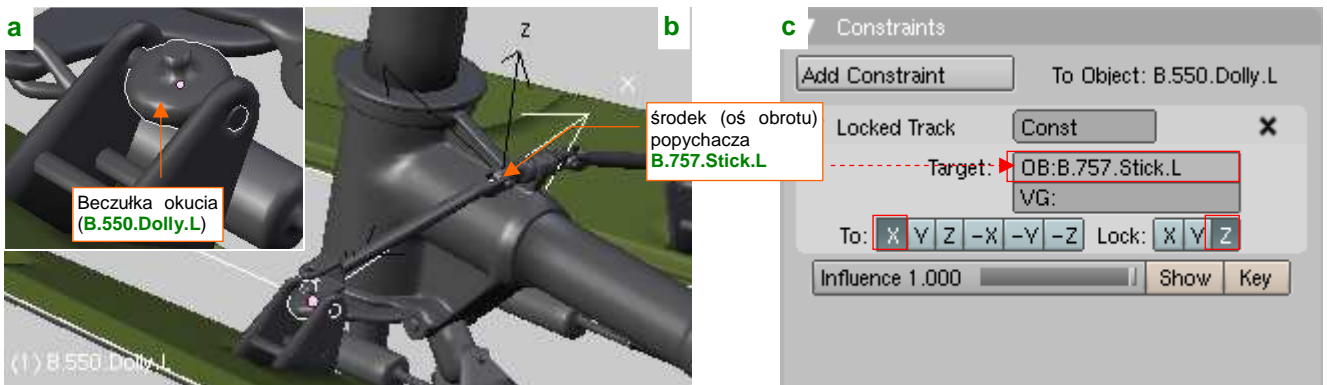
Rysunek 7.2.23 Dodanie do ramienia dodatkowej zmiany skali

W wyniku dynamicznego wydłużania ramienia, dla tego samego kąta wahacza „cel” jest znacznie niżej (por. str. 441, Rysunek 7.2.21). Dzięki temu pokrywy są szerzej otwarte i nie „przycinają” kółka ogonowego (Rysunek 7.2.23b). Pozostało jeszcze tylko dobrać końcowy kął pochylenia **X.530.Arm** (w ograniczeniu **Rot**). Zrób to tak, by nie pojawiała się pomiędzy pokrywami żadna szczelina (Rysunek 7.2.24):



Rysunek 7.2.24 „Domknięcie” pokryw — dopasowanie końcowego kąta ramienia **X.530.Arm**

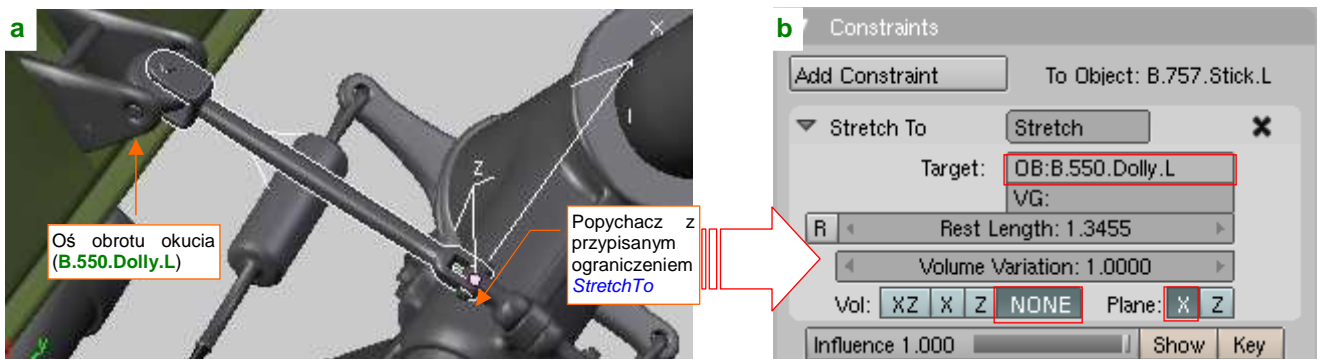
Ostatnim elementem, który pozostał nam do mechanizacji, są popychacze pokryw podwozia. Zaczniemy od beczulek okucia, do których są przymocowane (Rysunek 7.2.25a):



Rysunek 7.2.25 Skierowanie beczułki okucia na oś popychacza (**Locked Track**)

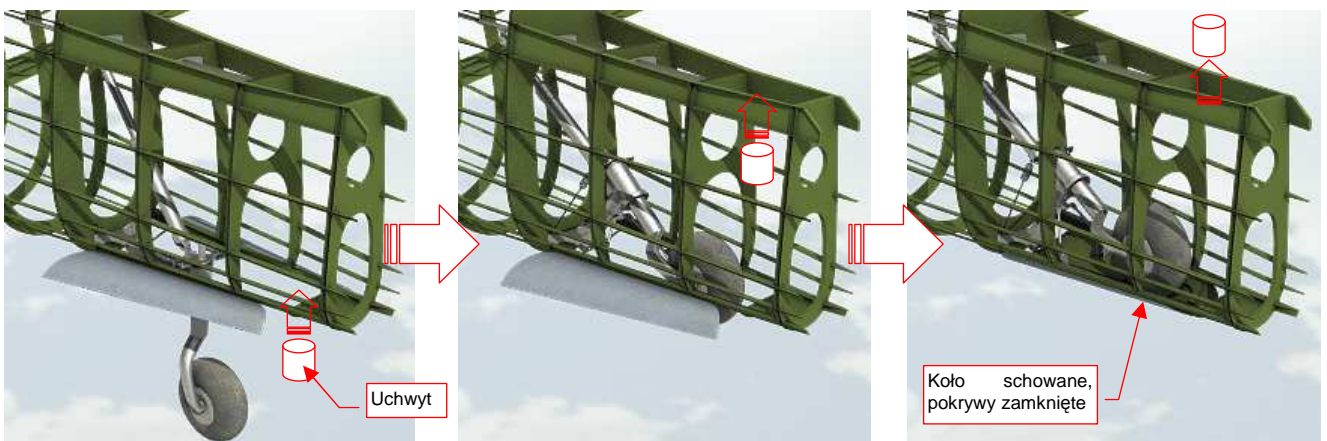
Przypisz beczułkom ograniczenia **Locked Track**. Skieruj ich oś **X** na środki (*origin*) popychaczy (Rysunek 7.2.25c). (Te punkty znajdują się na wewnętrznych krawędziach popychaczy — por. Rysunek 7.2.25b).

Jednocześnie skieruj oś **Y** popychaczy na beczułki okuć (**B.550.Dolly.L** lub **.R**). Tutaj jednak nie posłużymy się ograniczeniem **Locked Track**. Gdybyśmy to zrobili, to pomiędzy końcami popychaczy i beczułkami pojawiałyby się wyraźne odstępstwa (por. str. 833). (Jest to rezultat przybliżenia rzeczywistego ruchu pokryw podwozia za pomocą elipsy — por. str. 442). Zamiast tego wykorzystamy inny rodzaj ograniczenia: **Stretch To** (Rysunek 7.2.26):



Rysunek 7.2.26 Dopasowanie popychacza do okucia (**Stretch To**)

Szczegółowe informacje o działaniu i parametrach tego ograniczenia znajdziesz na str. 833. Dzięki **Stretch To** końce popychaczy będą się trzymać beczulek „jak przyklejone”. Rysunek 7.2.27 przedstawia ostateczne działanie mechanizmu, który stworzyliśmy w tej sekcji:



Rysunek 7.2.27 Składanie kółka ogonowego — jednym przesunięciem uchwytu

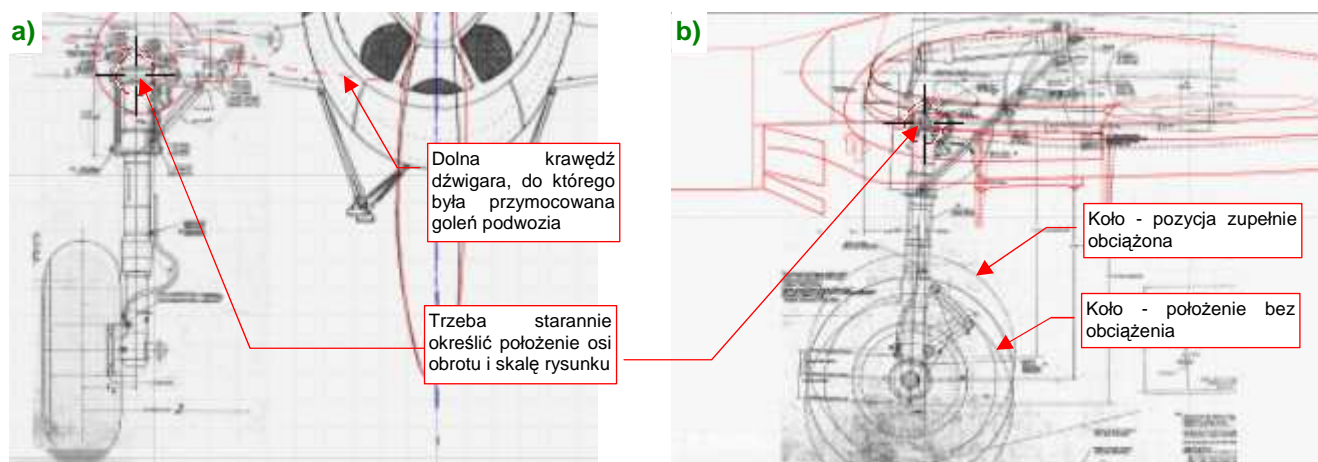
W niektórych stadiach chowania podwozia popychacze, w wyniku działania **Stretch To**, rozciągają się jak gdyby były z gumy. To kompromis, z którym musiałem się pogodzić. Najważniejsze jest, by podwozie wyglądało poprawnie w pozycji „otwarte”. W pozycji „zamknięte” nie powinno razić, choć może odbiegać od oryginału w nieznaczących szczegółach (nikt pod poszycie nie będzie zaglądał). Układ mechanizmu podczas chowania podwozia nie odpowiada dokładnie oryginałowi (pokrywy zamykają się zbyt wolno), ale przynajmniej — nie razi.

Podsumownie

- „Mechanizacja” polega na połączeniu poszczególnych części modelu w jedną całość (mechanizm). Chodzi o to, by można było łatwo uruchomić model jakiegoś zespołu — np. podwozia — za pomocą jednego przesunięcia jakiegoś pomocniczego uchwytu (str. 434);
- Ruch i wzajemne zależności części mechanizmu można najwierniej odwzorować za pomocą tzw. armatury (**Armature**), zawierającej zespół tzw. „kości” (**bones**). Niestety, w przypadku takich elementów jak podwozie, próba zastosowania kości może się wiązać z poważnymi trudnościami (str. 434);
- W tej sekcji przedstawiam metodę alternatywną: zamiast używać armatury i jej kości, można zbudować cały „wirtualny” mechanizm przypisując elementom zespołu różnego typu ograniczenia ruchu (**constraints**);
- Pracę zaczynamy od stworzenia na warstwie 10 łatwo dostępnego „uchwytu”. Ruch tej części będzie poruszał całym mechanizmem (str. 435);
- Podstawowym ograniczeniem, imitującym zawiasy i inne połączenia osiowe, jest **Locked Track** (str. 435). Przed zastosowaniem tego ograniczenia warto jest zadbać o odpowiednią orientację osi — by w ogóle miały szansę odpowiednio „wycelować” (str. 440);
- Ograniczenie **Limit Location** pozwala ustalić zakres ruchu uchwytu — a w rezultacie całego mechanizmu — do zakresu położenia odpowiadającego rzeczywistości (str. 436);
- Ograniczenie **Transform** można traktować jako „uniwersalną przekładnię” ruchu jednego przedmiotu na inny. Można jej użyć, by uzyskać obrót, czy nawet zmianę skali, z przesunięcia jakiegoś wzorcowego obiektu (str. 437). Tego ograniczenia nie należy stosować do przełożenia skomplikowanego ruchu — na przykład jednoczesnego obrotu wokół wszystkich trzech osi (str. 440);
- „Zsuwający” się amortyzator należy zamodelować z dwóch części: cylindra i tłoka. Każda z nich powinna mieć środek obrotu na przeciwległym krańcu, i innego „rodzica” (**parent**). Tłok powinien być „celem” (**Target**) ograniczenia **Locked Track** cylindra, a cylinder — tłoka (str. 436);
- Ugięcie amortyzatora pod obciążeniem jest osobnym ruchem mechanizmu. Dlatego można je uzależnić od dodatkowego uchwytu (str. 438);
- Ograniczenia **Track To** należy użyć do obiektów, które mogą się obracać w dwóch kierunkach — na przykład cięgien (str. 439);
- Zamykanie pokryw podwozia można uzyskać za pomocą obracanego „ramienia”, zakończonego obiektem — „celem”. Ten „cel” jest śledzony przez osie **Y** zawiasów (bo mają przypisane ograniczenia **Locked Track** — str. 441). Trajektoria tego „celu” może nie być okręgiem (str. 442);
- Ograniczenie **Stretch To** można użyć do „przyłączenia” do mechanizmu popychaczy. Unikniemy w ten sposób „odrywania” ich końcówek od okuć, występującego w niektórych pośrednich pozycjach mechanizmu podwozia (str. 443);

7.3 Podwozie główne

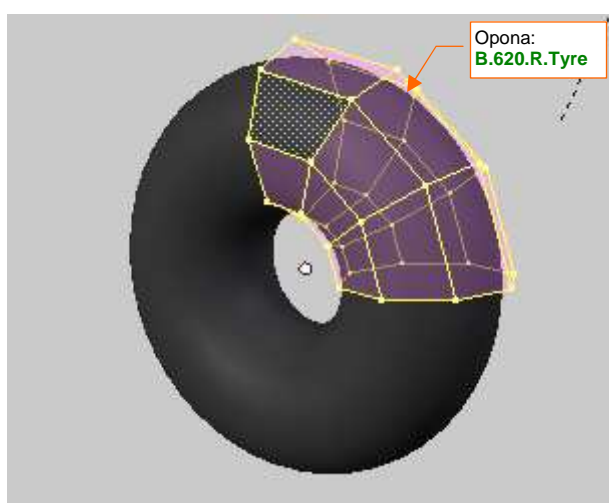
Jak przekonałeś się w poprzednich sekcjach, podwozie składa się z dziesiątek drobnych elementów. Zazwyczaj są one zbyt małe, by zostać prawidłowo nakreślone na planach modelarskich. O ile autor nie załączył jakiegoś rysunku szczegółowego, podczas wykonywania podwozia jesteś skazany na analizę dostępnych zdjęć. W przypadku P-40 jesteśmy w tej szczęśliwej sytuacji, że wśród udostępnionych w Internecie dużej liczby fotografii, można znaleźć także oryginalny rysunek złożeniowy podwozia głównego (widok z przodu i z boku). Pozostaje wkomponować go w rzuty samolotu (Rysunek 7.3.1):



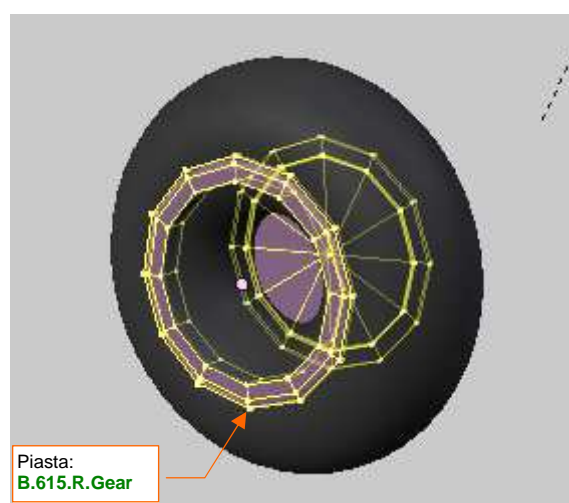
Rysunek 7.3.1 Fabryczne rysunki zespołu koła głównego

Oryginalny rysunek fabryczny podzieliłem na rzut z przodu i rzut z boku. Dopasowywanie zacząłem od rzutu z przodu, gdyż zawiera zarys dolnej krawędzi przedniego dźwigara. (Było do niej przymocowane okucie osi obrotu goleni). Na siatce skrzydła modelu zidentyfikowałem podłużnicę, która odpowiada tej krawędzi, i przenieśliem jej zarys na plany (Rysunek 7.3.1a). W oparciu o tę linię, można było poprawnie „zawiesić” podwozie pod skrzydłem. Potem dla tej samej współrzędnej **Z** i skali ustawiłem rzut z boku (Rysunek 7.3.1b). Aby nie wierzyć ślepo planom, położenie goleni wzdłuż osi samolotu (ich współrzędną **Y**) ustaliłem na podstawie zdjęć.

Modelowanie podwozia zaczynam od opony. Wykonałem ją tą samą techniką, co kółko ogonowe — jako „ćwiartkę” torusa, odbitą modyfikatorem *Mirror* względem dwóch osi (Rysunek 7.3.2).



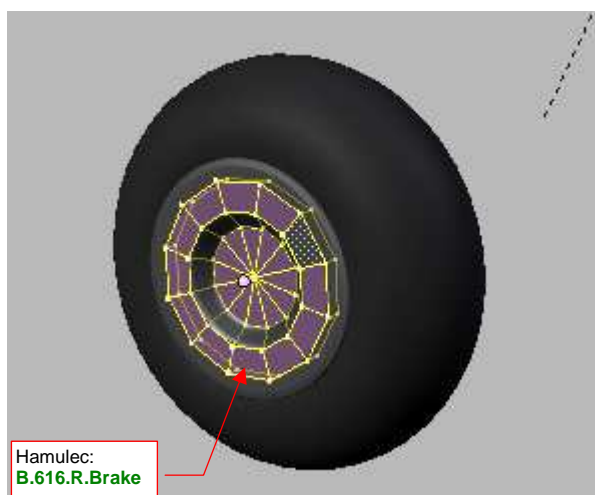
Rysunek 7.3.2 Siatka opony



Rysunek 7.3.3 Siatka piasty koła

(Ze zdjęć wynika, że opony wczesnych wersji P-40 zupełnie nie miały bieżnika. W razie czego — bieżnik można zamodelować lub odwzorować za pomocą tekstury nierówności). Podczas wykonywania piasty koła nie skorzystałem z modyfikatora (Rysunek 7.3.3). Tarcze piast były często na P-40 malowane w fantazyjne wzory, więc jako jedyny element podwozia jej siatka zostanie rozwinięta w płaszczyźnie UV.

W bardzo podobny sposób wykonałem tarczę hamulca (Rysunek 7.3.4). Choć wygląda jak fragment piasty, to, w odróżnieniu od niej, była „na sztywno” przymocowana do osi koła, więc musi być odrębnym obiektem.



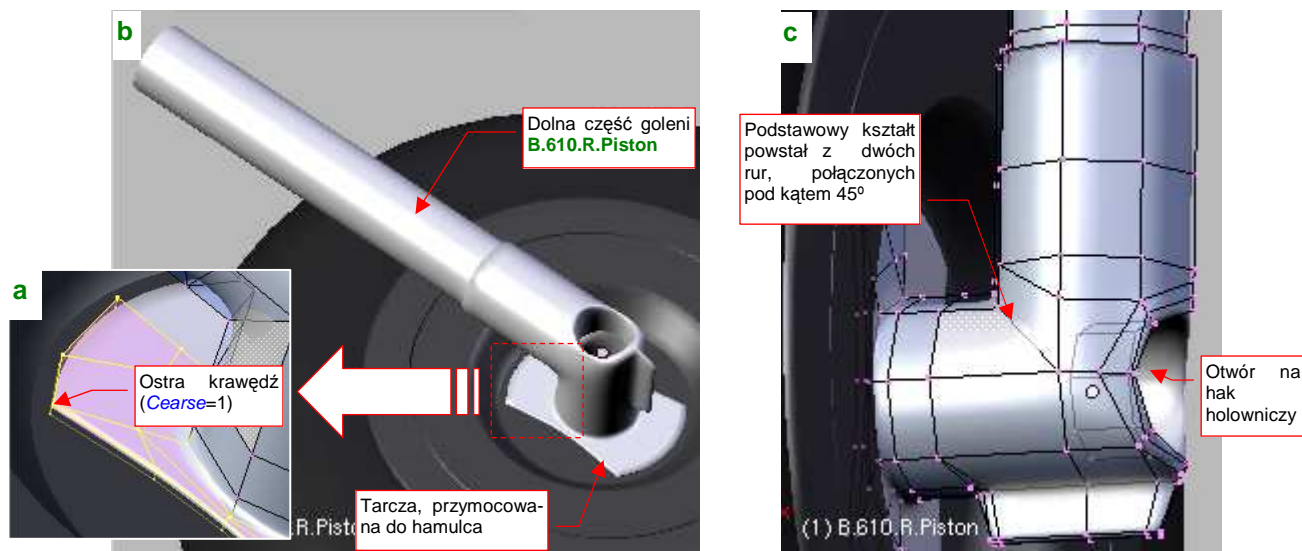
Rysunek 7.3.4 Siatka tarczy hamulcowej



Rysunek 7.3.5 Koło główne — obiekty i ich materiały

Nadałem tej oponie nazwę **B.620.R.Tyre**, piastę — **B.615.R.Gear**, a tarczy hamulca — **B.616.R.Brake**. Zbudowałem z nich prostą hierarchię, przypisując oponę do piasty, a piastę do hamulca. Zaraz po skończeniu modelowania warto także przypisać poszczególnym siatkom odpowiednie materiały, by już do nich nie wracać. Przy okazji pracy nad kółkiem ogonowym „dorobiliśmy” się już odpowiedniego zestawu wykończeń. Przydzieliłem oponie koła głównego ten sam materiał, jaki wykorzystaliśmy na oponę kółka ogonowego: **B.Rubber.Tyre**. Pozostałym elementom przypisałem typową powłokę metalu, czyli **B.Steel.Rough** (Rysunek 7.3.5).

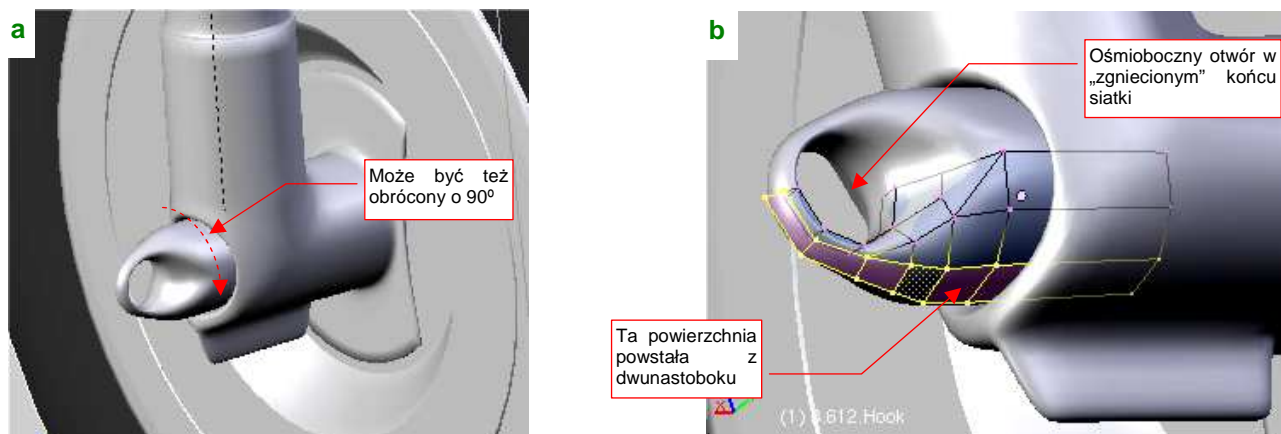
Teraz wykonamy dolną część goleni, pełniącą jednocześnie rolę tłoka amortyzatora (Rysunek 7.3.6):



Rysunek 7.3.6 Dolna część goleni — tłok amortyzatora

Podstawowy kształt tej siatki powstał ze złożenia pod kątem 45° dwóch rur (Rysunek 7.3.6c). Następnie wyznaczyłem na tylnej ścianie okrągłą krawędź otworu na zaczep (hak) holowniczy. (Zrobiłem to za pomocą skryptu [Cross Section](#) — por. str. 803). W oparciu o tę krawędź wkomponowałem w siatkę goleni odpowiedni otwór. Z przeciwnej strony dodałem do siatki okrągłą tarczę, do której w prawdziwym samolocie był przykręcony zespół hamulca. Przy odpowiednim przesunięciu i zagęszczeniu wierzchołków, udało mi się przekształcić ten ośmiokąt w kształt przypominający klepsydrę (Rysunek 7.3.6a). Oczywiście, uzyskanie ostrych krawędzi było tylko możliwe poprzez zwiększenie ich wartości **Cearse** do 1.0. Zamodelowałem tylko jedną stronę siatki — reszta jest wygenerowana przez modyfikator **Mirror**. Nadałem tej części goleni nazwę **B.610.R.Piston** i ustaliłem materiał na **B.Steel.Rough**. W hierarchii modelu ta goleń jest „rodzicem” tarczy hamulca.

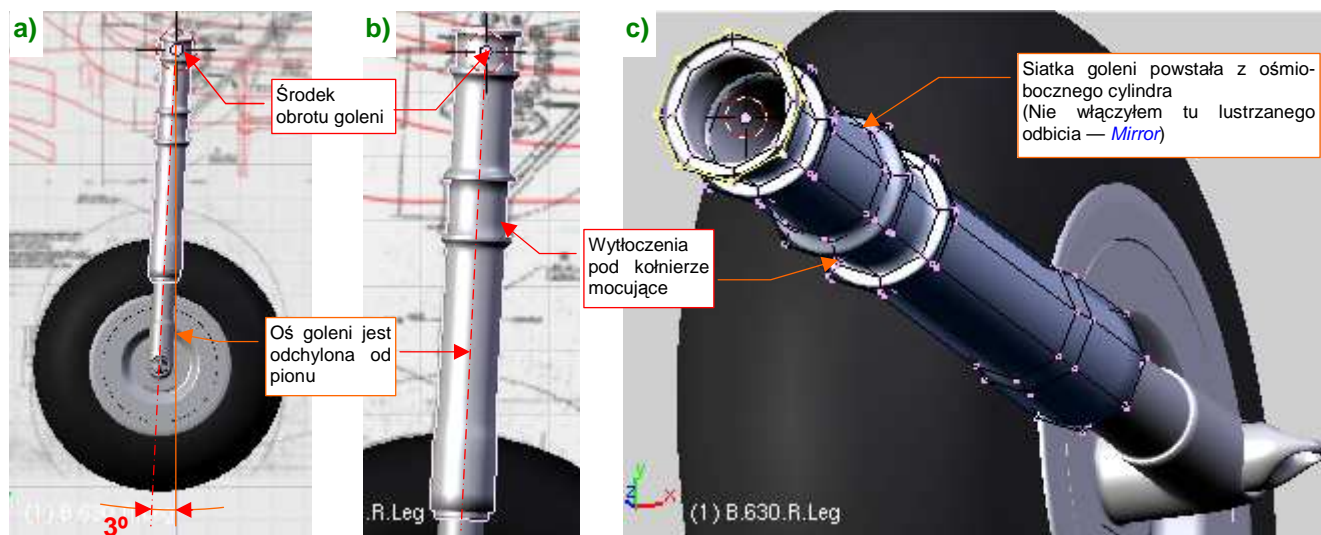
Kolejnym fragmentem podwozia jest zaczep (hak) holowniczy (Rysunek 7.3.7):



Rysunek 7.3.7 Hak do holowania

Według rysunków fabrycznych, hak powinien być ustawiony pionowo (Rysunek 7.3.7a), choć na zdjęciach odrestaurowanych samolotów najczęściej jest obrócony o 90° (w tym położeniu najprawdopodobniej łatwiej jest przymocować do każdego z kół końcówkę jakiegoś pomocniczego „zaprzęgu” holowniczego). Siatka tej części to dwunastoboczny cylinder, któremu „zgniotłem” końcówkę, wkomponowując w nią otwór, oparty na ośmioboku (Rysunek 7.3.7b). Aby się nie przemęczać, modelowałem tylko „ćwiartkę” tej powierzchni — reszta to rezultat użycia modyfikatora *Mirror*, generującego odbicie względem dwóch osi. Nadałem tej części nazwę **B.612.Hook**, i umieściłem w hierarchii obiektów jako „potomka” goleni (**B.610.R.Piston**). Tak jak pozostałym elementom podwozia, przypisałem do siatki **B.612.Hook** materiał **B.Steel.Rough**.

Jak się powiedziało „A”, trzeba powiedzieć i „B”, więc skoro mamy dolną część goleni (tłok amortyzatora), dodajmy zaraz górną, zawierającą jego cylinder (Rysunek 7.3.8):

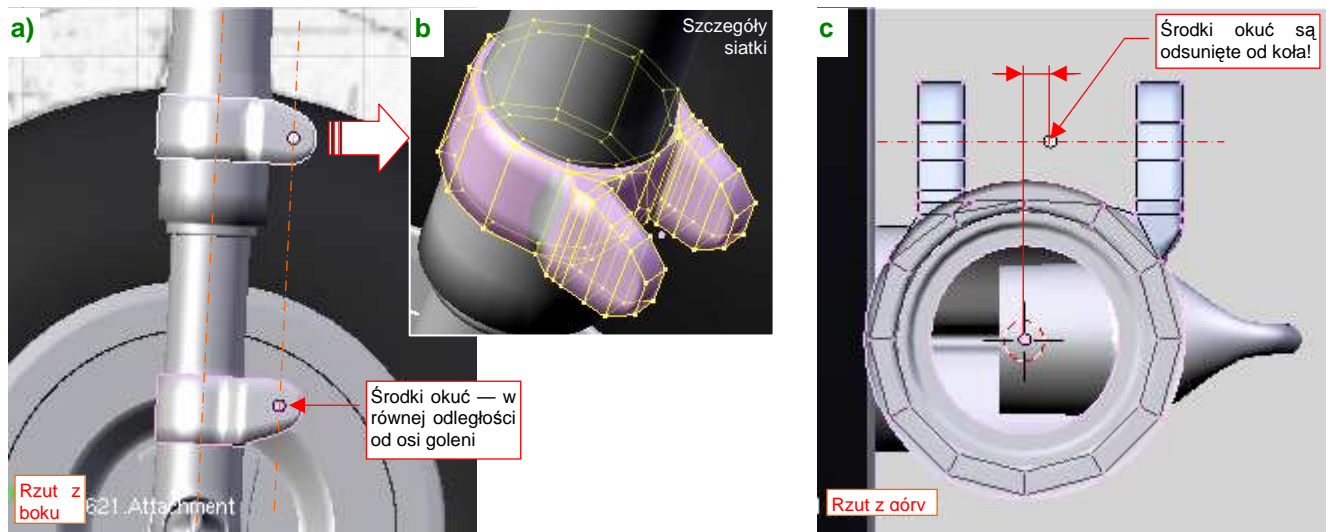


Rysunek 7.3.8 Druga część goleni — cylinder amortyzatora

Cylinder amortyzatora stanowił integralny fragment górnej części goleni podwozia. Siatka tego elementu powstała z ośmioboku (Rysunek 7.3.8c). To stosunkowo prosty kształt, jak z tokarki. Nie redukowałem tu liczby oryginalnych ścian za pomocą modyfikatora *Mirror* — bo z jednej strony ta siatka będzie miała „wypustkę” (por. str. 453). Goleń podwozia P-40 ma lekko pochyloną oś. Podczas pracy będziesz wielokrotnie ustawiał ją na chwilę do pionu, więc warto ustalić jej pochYLENIE na jakiś okrągły kąt, by łatwo było w to położenie wrócić. Po sprawdzeniu planów i zdjęć, zdecydowałem się na pochYLENIE osi goleni dokładnie o 3° (Rysunek 7.3.8a).

Goleń podwozia P-40 podczas skłAdnia obracała się wokół swojej osi o ponad 90° . Utrzymują ją obejmY osi obrotu i popychaczy. Stąd na powierzchni **B.630.R.Leg** są przygotowane małe wytłoczenia dla tych obejm.

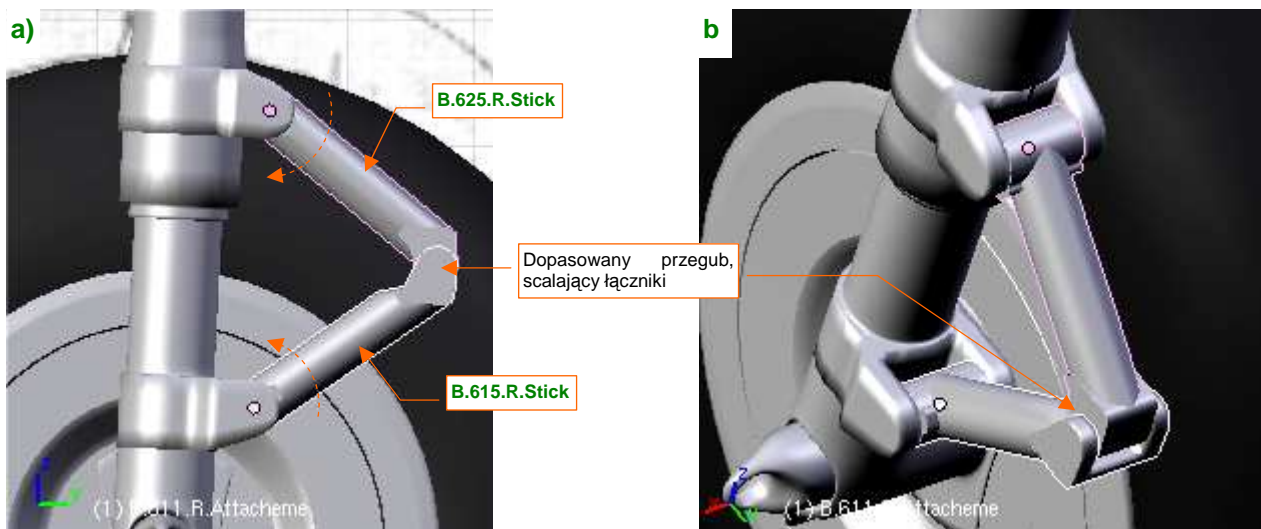
Aby zapobiec przypadkowemu obrotowi, górna i dolna część goleni są w samolotach łączone za pomocą dwóch przegubowych łączników (Rysunek 7.3.10). Modelowanie tego zespołu zaczniemy od ich okuc (Rysunek 7.3.9):



Rysunek 7.3.9 Okucia łączników

Okucia łączników w P-40 wyglądają jak dwa „paski”, wygięte wokół goleni (Rysunek 7.3.9a). Wydaje mi się, że takie rozwiązanie znajdziesz na większości samolotów z okresu II Wojny Światowej. Technologicznie nie opłacało się wykonać „w jednym kawałku” goleni razem z okuciami. Rysunek 7.3.9b pokazuje szczegóły siatki okuc — to w zasadzie cylinder z dołączonymi „uszami” na oś obrotu łącznika. Świadomie zrezygnowałem tu z modelowania otworu osi (por. np. 427, Rysunek 7.1.18) — bo zostanie i tak zostanie zupełnie zasłonięty przez łeb śruby lub nakrętkę (na przeciwnej ściance). Zwróć uwagę, że „uszy” okuc są odsunięte w bok od koła (Rysunek 7.3.9c). Tak wynika ze zdjęć (gdyby płaszczyzna symetrii łączników leżała na osi goleni, wówczas nakrętka śruby zawadzałaby o oponę). Środki okuc umieściłem w osiach obrotu łączników (są równoległe, ale odsunięte od goleni — por. Rysunek 7.3.9a). Takie położenie będzie w przyszłości bardzo przydatne do zbudowania poprawnego „mechanizmu” dla tego zespołu. Górnemu okuciu nadałem nazwę **B.621.R.Attachment**, a dolnemu — **B.611.Attachment**.

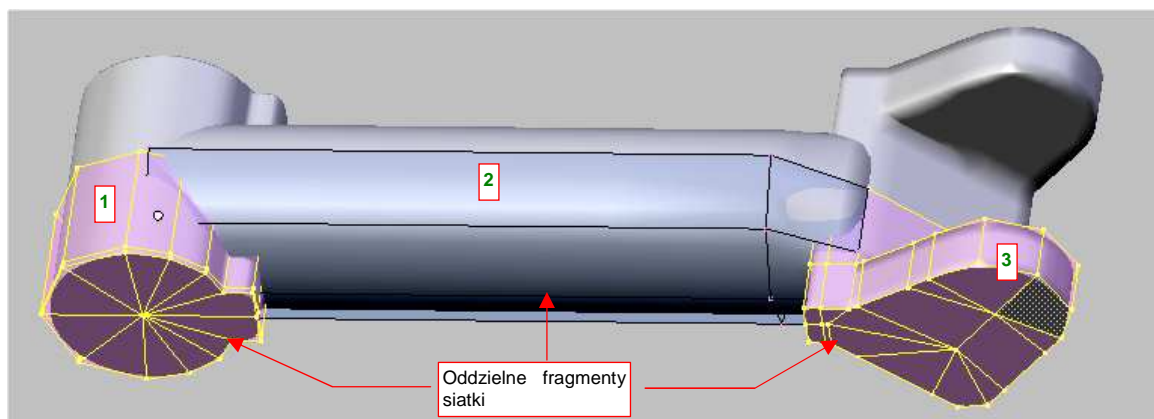
Gdy mamy już w czym „osadzić” łączniki, można je wykonać (Rysunek 7.3.10):



Rysunek 7.3.10 Łączniki tłoka i cylindra amortyzatora

Środki łączników znajdują się w tym samym punkcie, co środki ich okuc (por. Rysunek 7.3.10a i Rysunek 7.3.9a). Łączniki nie są identyczne — dolny jest zakończony „widelcem”, który zachodzi na końcówkę górnego (Rysunek 7.3.10b).

Sam łącznik wygląda na solidną, krótką sztangę. Jest na tyle drobny, że tworząc jego siatkę zrezygnowałem z pracochłonnego łączenia poszczególnych zespołów (Rysunek 7.3.11):

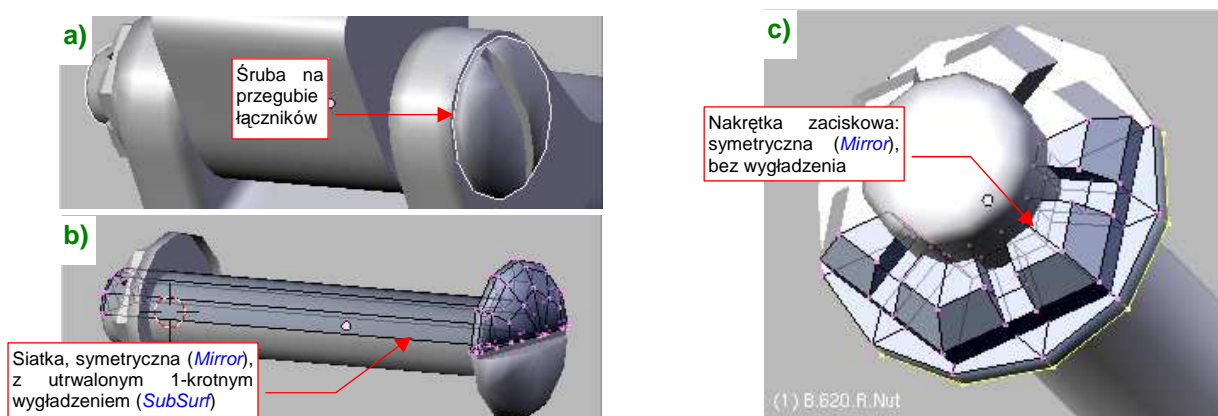


Rysunek 7.3.11 Szczegóły siatki łącznika amortyzatora

Siatka łącznika powstała ze złożenia trzech oddzielnych powłok: cylindra wokół osi okucia (1), właściwego ramienia (2), oraz widelca (3) (w górnym łączniku ma inny kształt). Mimo ostrych krawędzi przenikających się powierzchni, element w *Object Mode* i na renderze wygląda to całkiem normalnie. Trzeba tylko dokładnie dosunąć do siebie wszystkie trzy powłoki, by nigdzie nie było widać jakichś szczelin.

Wreszcie doszliśmy do śrub (Rysunek 7.3.12a). Tak, tak, zdecydowałem się zamodelować co większe egzemplarze, choć sam wcześniej ostrzegałem przed popadaniem w przesadę. (I zamiast modelować np. śruby mocujące owiewki połączeń skrzydła i kadłuba, odwzorowałem je za pomocą tekstury nierówności — por. str. 312). Tym razem jednak robię to z całą premedytacją. Po pierwsze — śruby, wykorzystane do połączenia elementów goleni miały większy rozmiar od tych, wykorzystywanych do mocowania blach płatowca. Po drugie — do modelowania podwozia stosujemy tylko tekstury proceduralne, więc nie ma gdzie narysować odpowiednich łbów i nakrętek. Po trzecie — aby poprawnie „zmechanizować” ruch łączników towarzyszący ugięciu amortyzatora, potrzebujemy oddzielnego obiektu w każdej z trzech osi obrotu tego zespołu. Po co wstawiać w to miejsce jakieś „puste” (*Empty*) twory, skoro możemy w naturalny sposób skorzystać ze śrub, umieszczonych tam przez konstruktora?

Siatkę śruby wygenerowałem z połówki cylindra, z włączonym modyfikatorem *Mirror* (Rysunek 7.3.12b):

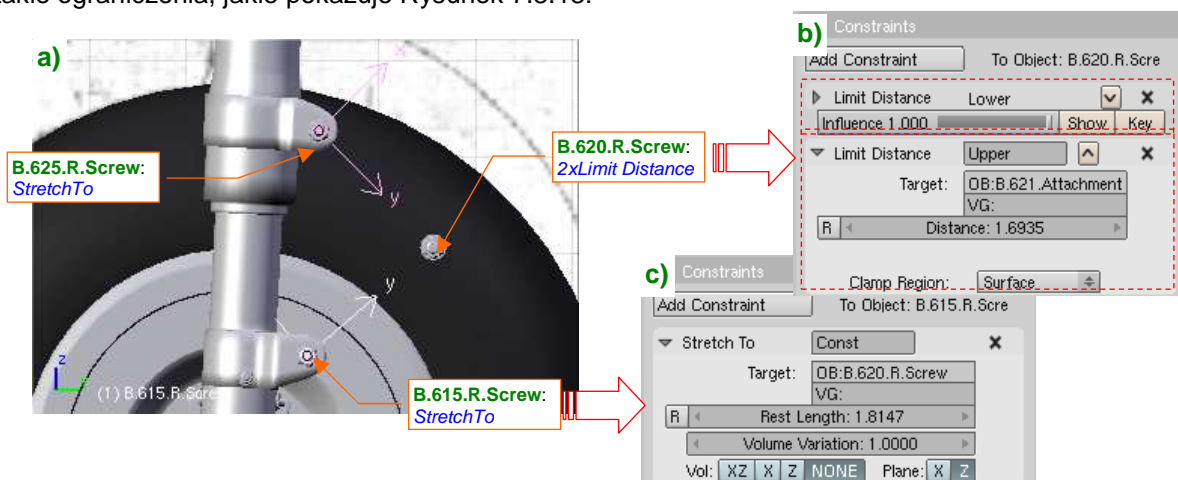


Rysunek 7.3.12 Śruba i nakrętka

Kulisty łeb śruby wytłoczyłem z końcówki walca. Po włączeniu umiarkowanego wygładzenia (modyfikator *Subsurf* z *Level* = 1) utrwaliłem je (*Apply*). Zrobiłem to po to, by wygodnie naciąć we łbie szczelinę. Śruby wykorzystamy w wielu miejscach podwozia, więc przygotowałem kilka alternatywnych siatek, różniących się długością gwintu (**B.Screw.Flat.008**, **B.Screw.Flat.010**, **B.Screw.Flat.011** — końcówki oznaczają długość, w 1/10 jednostki Blendera). Zastosujemy je w wielu klonach. Nakrętka zaciskowa („bezpieczna” — **B.Nut.Safe**) ma siatkę na bazie dwunastoboku, bez żadnych wygładzeń (Rysunek 7.3.12c).

Nie wiem, czy w oryginalnym P-40 stosowano takie zaciskowe nakrętki, jakie pokazuje Rysunek 7.3.12c). Zamodelowałem ją na podstawie zdjęć jednego z odrestaurowanych P-40E.

Umieściłem śruby w osiach ramion łącznika. Same ramiona można na chwilę ukryć (**H** — *Hide*). Przypisałem im takie ograniczenia, jakie pokazuje Rysunek 7.3.13:

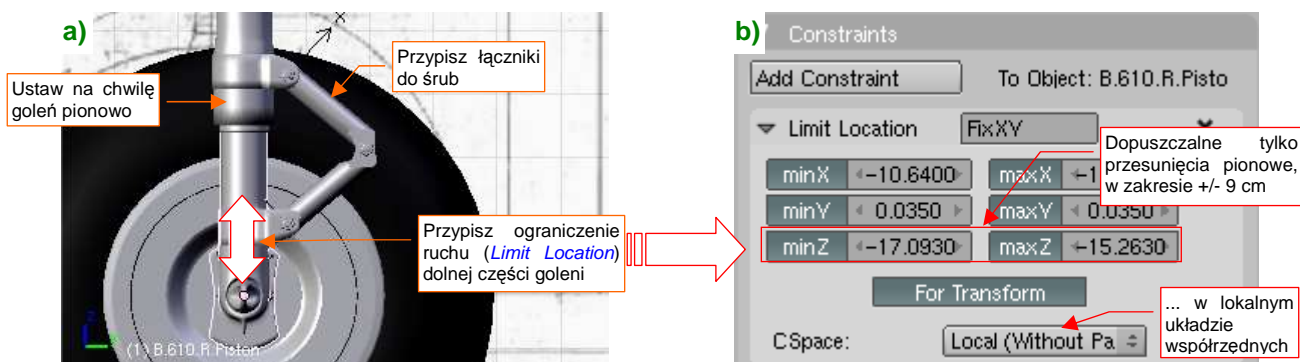


Rysunek 7.3.13 Budowa mechanizmu przegubowego połączenia goleni.

Śrubie umieszczonej w osi przegubu nadałem nazwę **B.620.R.Screw** (Rysunek 7.3.13a). Przypisałem jej dwa ograniczenia *Limit Distance* (Rysunek 7.3.13b). Każde z nich wymusza utrzymanie przez ten obiekt stałej odległości (*Clamp Region* = *Surface*) od środków okuc (leżą w tym samym miejscu, co osie obrótu ramion). Śruby umieszczone w tych osiach — **B.625.R.Screw** i **B.615.R.Screw** — przypisałem (relacją *Parent*) do okuc. Nadałem im ograniczenia *Stretch To*, by ich osie *Y* były zawsze skierowane na oś przegubu. Potem możesz z powrotem „odstąpić” (**Alt-H**) schowane przed chwilą ramiona. Przypisz każdą z nich (relacją *Parent*) do odpowiedniej śruby (**B.625.R.Screw** dla górnego ramienia, **B.615.R.Screw** dla dolnego). Powinieneś uzyskać rezultat jaki pokazuje Rysunek 7.3.14a).

- Szczegółowy opis budowy tego mechanizmu znajdziesz w sekcji dotyczącej ograniczenia *Limit Distance*, na str. 835. Wykorzystałem tam go jako przykład.

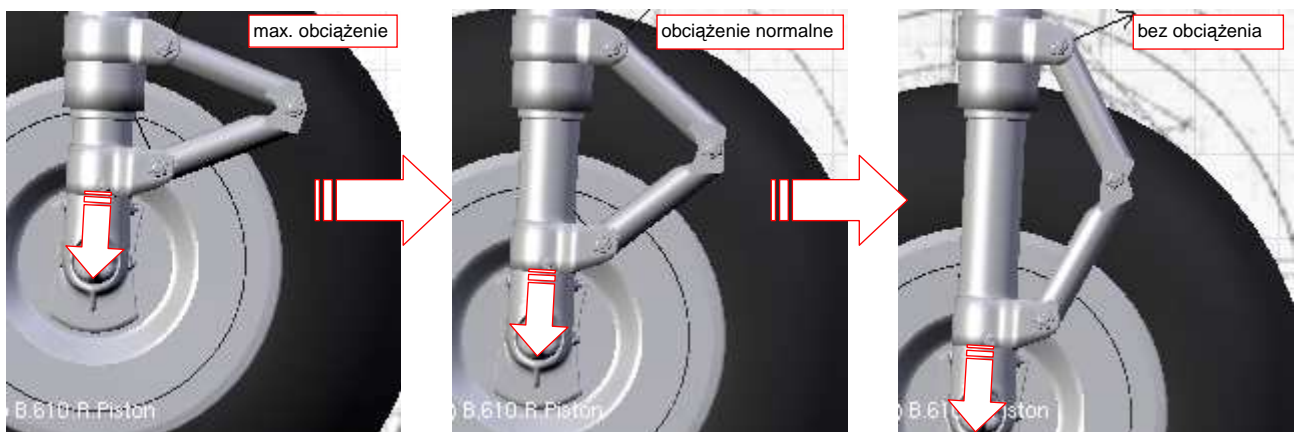
Aby wymusić ruch dolnej części amortyzatora tylko w założonych granicach (max. skok tłoka — +/- 9 cm), przypiszemy mu ograniczenie *Limit Location* (Rysunek 7.3.14):



Rysunek 7.3.14 Ograniczenie ruchu amortyzatora.

Uważaj: przed przypisaniem tłokowi ograniczenia *Limit Location*, ustaw na chwilę całą goleń zupełnie pionowo (Rysunek 7.3.14a). (To dlatego poprzednio podkreślałem, że powinna być pochylona o jakąś „okrągłą” wartość kąta, by łatwo było ją na chwilę przywrócić do pionu — por. str. 447). Tylko w takim położeniu Blender poprawnie „zrozumie”, co masz na myśli pozostawiając obiektowi swobodę ruchu tylko wzdłuż osi *Z* (Rysunek 7.3.14b). Potem możesz z powrotem pochylić całą goleń — dzięki przełączeniu *Cspace* na *Local*, kierunki działania ograniczeń obróca się wraz z nią.

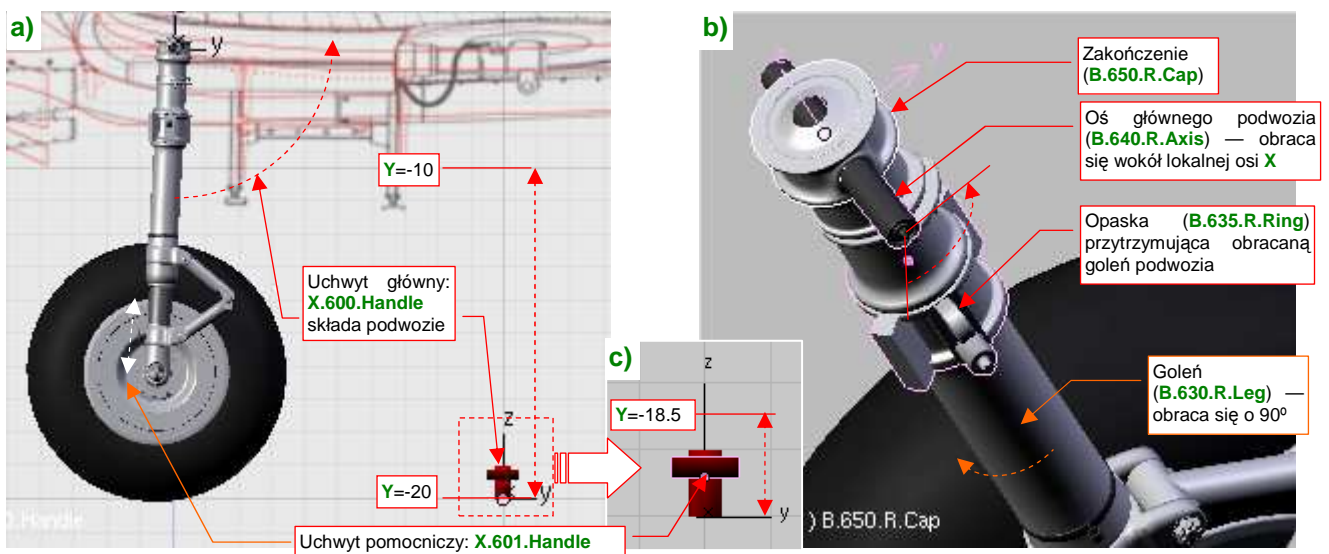
Rysunek 7.3.15 przedstawia działanie mechanizmu, który zbudowaliśmy. Wraz z ruchem tłoka ramiona łączników poprawnie się składają i rozkładają:



Rysunek 7.3.15 Działanie mechanizmu przegubowego połączenia goleni.

Zapewne, ten sam efekt można było uzyskać za pomocą armatury, złożonej z dwóch kości (por. str. 815). Jednak w poprzedniej sekcji zdecydowałem się wyrugować armatury z mechanizmu kółka ogonowego. Aby zachować jednorodność rozwiązań w modelu, muszę teraz konsekwentnie wykonać każdy mechanizm wyłącznie za pomocą ograniczeń. Zresztą — to nie jest aż takie trudne, jak mogłoby się wydawać.

Czas pomyśleć o dalszej „mechanizacji” naszego podwozia. Zaczniemy od przygotowania dwóch uchwytów, działających w sposób podobny do uchwytów kółka ogonowego (Rysunek 7.3.16a):

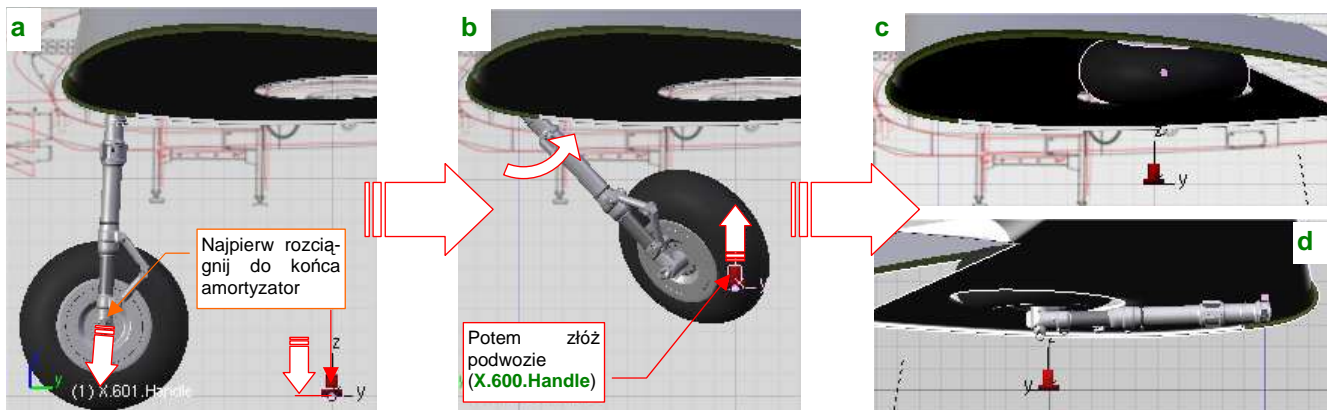


Rysunek 7.3.16 Podstawowe elementy animacji goleni

Podstawowym uchwytem, odpowiedzialnym za złożenie podwozia, jest pomocniczy obiekt **X.600.Handle**. Jego ruch ograniczyłem do osi **Y**, od -10 (podwozie schowane) do -20 (zupełnie wysunięte). **X.600.Handle** jest „rodzicem” pomocniczego uchwytu **X.601.Handle** (Rysunek 7.3.16c). To uchwyt sterujący ugięciem amortyzatorów. Ograniczyłem jego ruch do 1.5 jednostki Blendera (15 cm), by dokładnie odpowiadał zakresowi ugięcia podwozia głównego. (Z rysunków fabrycznych wynika, że dla normalnej masy startowej ugięcie wynosiło 6cm. Gdy zakresy ruchu amortyzatora i sterującego uchwytu są takie same, ustawienie go w odpowiedniej pozycji nie nastęrcza problemów).

Goleń podwozia P-40 nie tylko obracała się do tyłu, ale także wokół swojej osi. Aby dobrze odwzorować ten ruch, odtworzyłem elementy oryginalnego podwozia (Rysunek 7.3.16b). Dodałem oś — **B.640.R.Axis** — obracaną za pomocą uchwytu **X.600.Handle** (poprzez ograniczenie *Transform*). Bezpośrednio do osi przypisane są trzy elementy: opaska (**B.635.R.Ring**) i „czepiec” (**B.650.R.Cap**), oraz sama goleń (**B.630.R.Leg**). Podczas składania podwozia goleń dodatkowo obraca się wokół swojej osi (w wyniku ograniczenia *Transform*) o 90°.

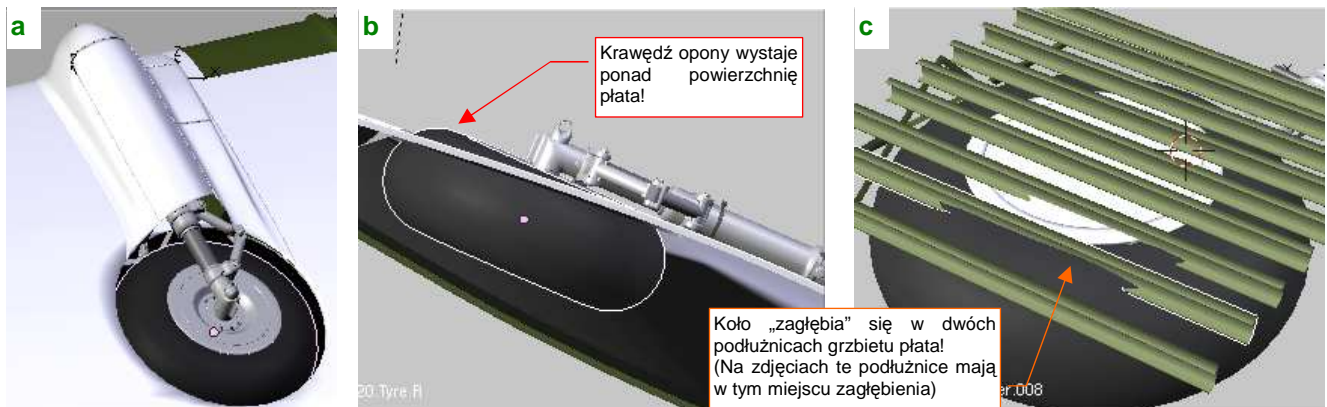
A jak to wygląda w działaniu? Składanie podwozia zacznij od rozciągnięcia amortyzatora (za pomocą uchwytu **X.610.Handle**) do pozycji swobodnej (Rysunek 7.3.17a):



Rysunek 7.3.17 Składanie podwozia głównego

(Inaczej koło nie trafi w swój otwór!). Następnie złap za główny uchwyt (**X.600.Handle**) i zacznij go przesuwając do góry. Spowoduje to złożenie goleni, połączone z jednoczesnym obrotem (Rysunek 7.3.17b) — tak jak w prawdziwym P-40. Zakres obrotu **B.640.R.Axis** wokół lokalnej osi **X** — od -3° do $+88^\circ$. Zakres obrotu goleni **B.630.R.Leg** wokół lokalnej osi **Z** — od 0° do $+96^\circ$ (trochę więcej niż 90° , by płaszczyzny kół leżały na powierzchni płata o wzniosie $+6^\circ$). Rysunek 7.3.17c, d) pokazuje podwozie główne w pozycji złożonej.

Dopasowanie odpowiednich kątów złożenia wymaga paru iteracji, podczas których należy uważnie sprawdzać położenie koła względem pozycyja płata i ścian komory. Te, które podałem, dobrałem na podstawie rysunków fabrycznych. Pozwalają złożyć podwozie tak, jak to pokazuje Rysunek 7.3.18a):



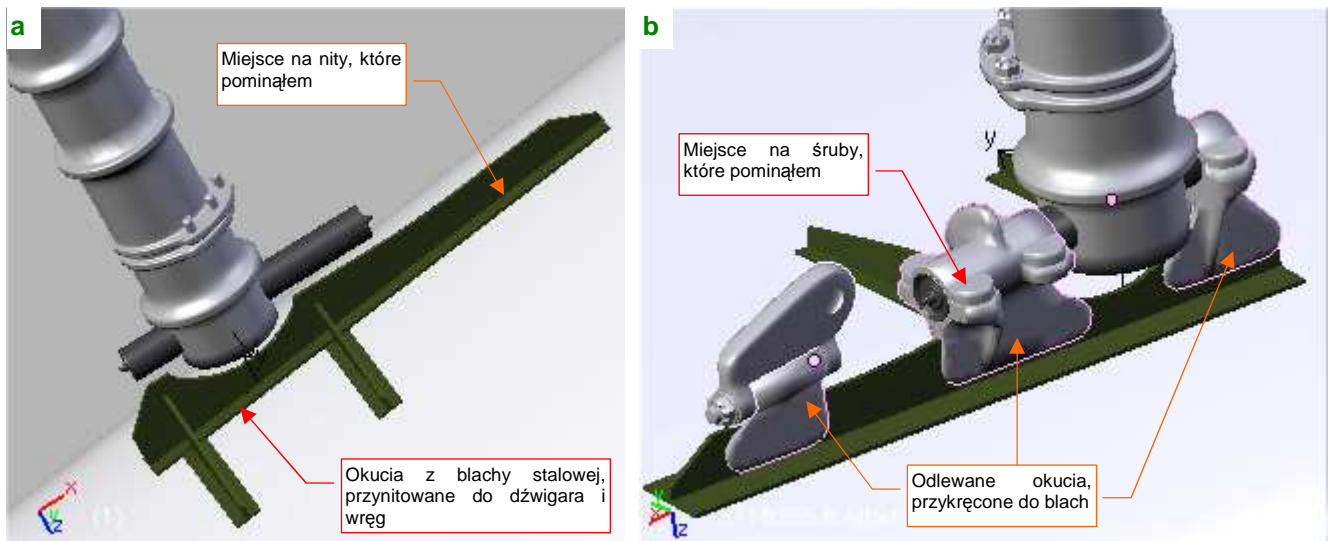
Rysunek 7.3.18 Dopasowanie kół do komory podwozia

Wydaje się być całkiem poprawne — tak samo złożone podwozie wygląda na dostępnych zdjęciach P-40, wykonanych podczas lotu. Przy okazji dopasowywania wyszły na jaw ciekawe szczegóły:

- Tylna krawędź opony wystaje z dolnej powierzchni skrzydła (Rysunek 7.3.18b)! Sprawdzałem trzy razy rozmiar opony, kąt pochylenia złożonej goleni, i doszedłem do wniosku, że tak było naprawdę¹. Jak pokazuje Rysunek 7.3.18a), w większości ujęć zupełnie tego nie widać, gdyż otwór komory jest nieco większy od koła. Dzięki temu czarna, matowa, wystająca opona nie rzuca się w oczy;
- Wewnętrzna powierzchnia koła zagłębia się w dwóch tylnych podłużnicach górnego pokrycia płata (Rysunek 7.3.18c)! Dzięki temu zrozumiałem, dlaczego te dwie podłużnice na zdjęciach mają, wzdłuż komory podwozia, wyraźne wgłębienia. Nie zamodelowałem ich, bo mało kto w to miejsce modelu będzie zaglądał. Oczywiście, jeżeli chcesz wykonać dokładniejszy model, nie zapomnij o tym szczególe;

¹ P-36 Hawk i nawet prototyp XP-40 miały mniejsze koła, które dokładnie mieściły się w płacie. To większe podwozie wprowadzono podczas przygotowywania produkcji seryjnej. Z tego powodu został wygięty tylny dźwigar (por. str. 138, Rysunek 4.7.2). Przy tak poważnej zmianie parę centymetrów gumy pod skrzydłem nic nie znaczyło! Prawdopodobnie to z tego powodu zrezygnowano z pokryw kół, które miał P-36.

Uruchomiliśmy już podwozie, ale czas je wzbogacić o resztę „żelastwa”, które widać na zdjęciach. Zaczni od przygotowania okuć, które mocowały oś do skrzydła (Rysunek 7.3.19a):

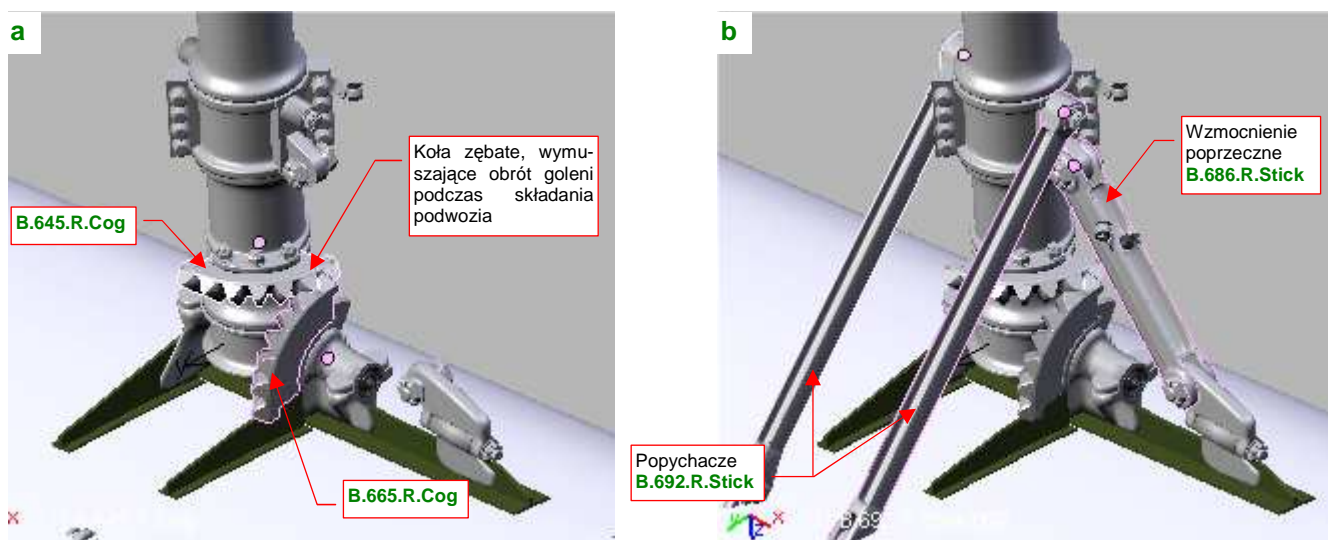


Rysunek 7.3.19 Okucia osi podwozia

Na zdjęciach i rysunkach konstrukcyjnych P-40 widać blachy (lub odkuwki) o profilu w kształcie „T”, przynitowane do dźwigara i wręg. Zamodelowałem je jako jeden obiekt (**B.660.R.Frame**), starannie dopasowując do powierzchni skrzydła. Gdybyś chciał robić jakiś superdokładny model, należałoby odwzorować — np. za pomocą mapy nierówności — wypukłe nity, którymi przymocowano półki tych elementów do płata. Ja jednak przypisałem tym wzmocnieniom standardowy materiał **B.Inner.Details**, bez nitów. I tak nie będzie ich prawie widać.

Do blach okuć były przykręcone (za pomocą wielu śrub) kolejne elementy, mocujące oś podwozia (Rysunek 7.3.19b). Mówiąc szczerze, mimo rysunków i paru zdjęć, jakie miałem do dyspozycji, trudno było zdeterminować ostateczny kształt tych części. Kilka razy musiałem je szkicować na kartce papieru, by uświadomić sobie ich wszystkie zakamarki. I w tym przypadku pominąłem kilkanaście śrub, którymi były przykręcone do blach okuć — ich także prawie nie widać.

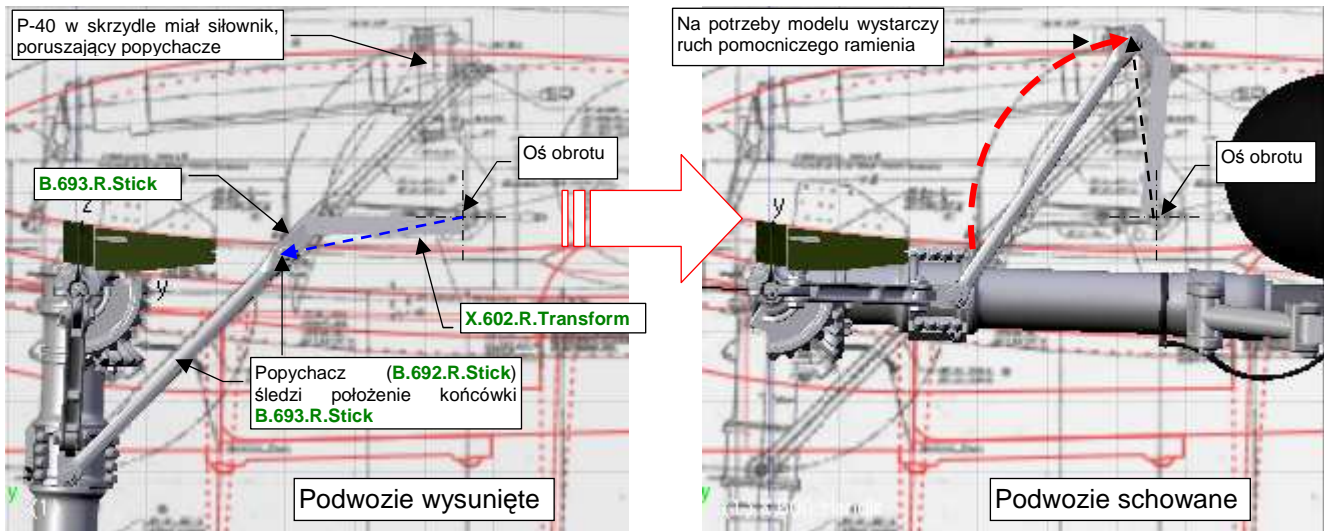
Następnie dodałem dwie zębatki, które wymuszały obrót goleni podczas składania podwozia (Rysunek 7.3.20a):



Rysunek 7.3.20 Dalsze szczegóły podwozia

Zębatka **B.645.R.Cog** jest przypisana do obracającej się goleni **B.630.R.Leg**. (W tym momencie przydało się zamodelowanie goleni jako pełnej siatki: można było z niej łatwo wytłoczyć niesymetryczną wypustkę do umocowania zębatki). Zębatkę **B.665.R.Cog** przypisałem do nieruchomych okuć osi. Potem dodałem pozostałe elementy: popychacze (**B.692.R.Stick**) i wzmocnienie poprzeczne (**B.686.R.Stick**) (Rysunek 7.3.20b). Każde z nich jest przypisane (relacją *Parent*) do opaski **B.635.R.Ring**, by składały się wraz z resztą podwozia.

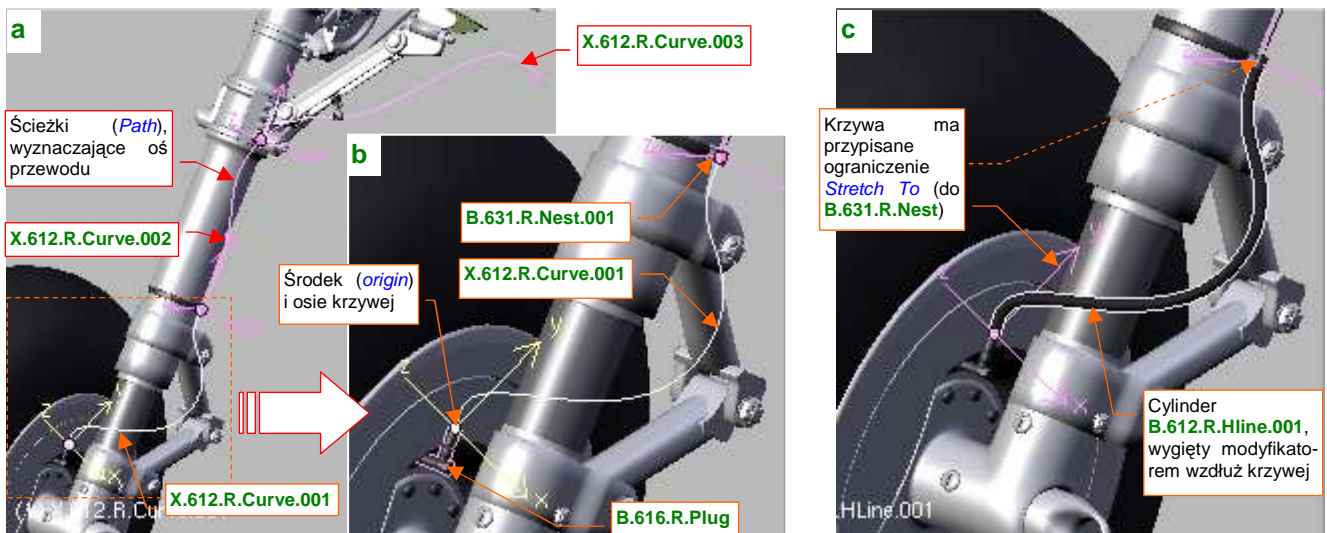
Aby popychacze wykonywały ruch przypominający rzeczywisty, dodałem na ich krańcach końcówki (**R.693.R.Stick**). Są one przypisane do zupełnie niewidocznej ramki, która je obraca (**X.602.R.Transform**) (Rysunek 7.3.21):



Rysunek 7.3.21 Mechanizm popychaczy

Ramka **X.602.R.Transform** ma przypisane ograniczenie *Transform*. Dzięki temu podczas składania podwozia wykonuje obrót o taki sam kąt, jak ramka popychaczy. Do ramki są przypisane (relacją *Parent*) końcówki **R.693.R.Stick**, więc obracają się wraz z nią. Popychacze **B.692.R.Stick** mają ustawione ograniczenia *Locked Track* na swoje końcówki, więc podczas chowania podwozia poruszają się po trajektorii bardzo zbliżonej do rzeczywistej. Mechanizmu, ukrytego wewnątrz skrzydła, nie modelowałem. I tak jest zupełnie niewidoczny.

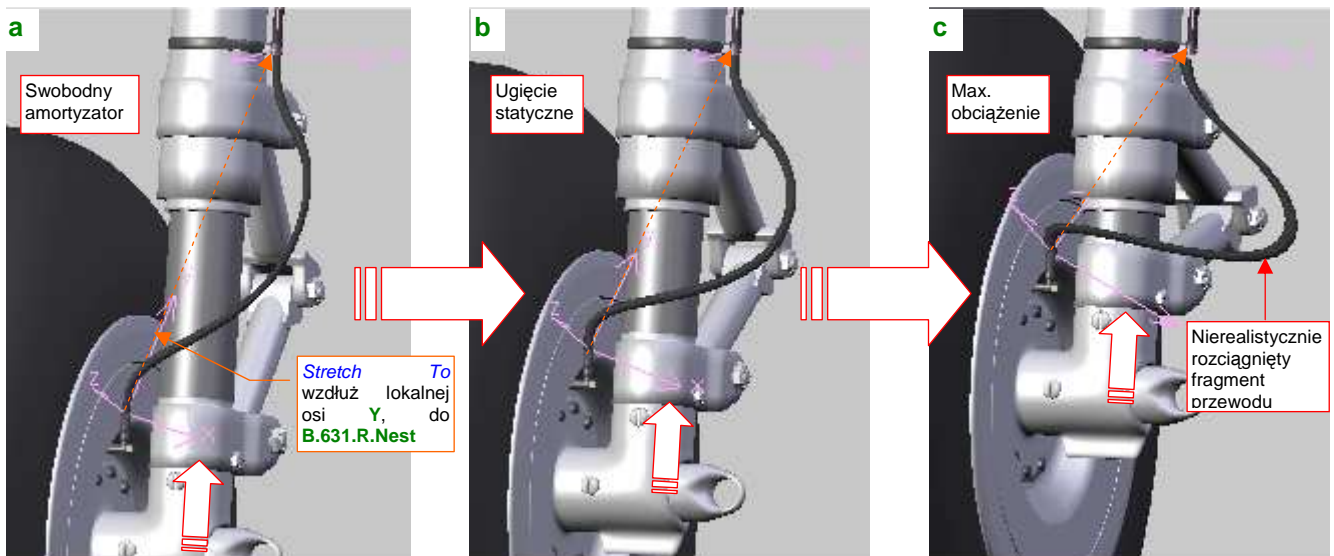
Wzdłuż goleni P-40 (i większości samolotów) biegnie elastyczny przewód z płynem hamulcowym. Ten detale zamodelowałem za pomocą krzywej (*Curve*: szczegóły — str. 842), wokół której „owinałem” rurkę (cylinder) przewodu (za pomocą polecenia *Parent* → *Curve Deform*, opisanego na str. 913). Gdyby chodziło o statyczny model, faktycznie to by wystarczyło. Nasza goleń potrafi się jednak obrócić, i może się w niej ugiąć amortyzator. To zmusiło mnie do zamodelowania przewodu za pomocą trzech oddzielnych krzywych (Rysunek 7.3.22a):



Rysunek 7.3.22 Odwzorowanie przewodu hamulcowego

Krzywe — **X.612.R.Curve.001** .. **003** — są łączone w dwóch opaskach, mocujących przewód do goleni. Na przykład pierwszy segment — **X.612.R.Curve.001** (Rysunek 7.3.22b) — ma swój początek (i punkt odniesienia) we wtyczce do tarczy hamulca. Drugi koniec dotyka opaski **B.631.R.Nest.001**. Aby przewód ugiął się elastycznie przy ruchu amortyzatora, jest powiązany z opaską ograniczeniem *Stretch To*. Wzdłuż krzywej wygięciem długi i cienki cylinder **B.612.R.HLine.001**, który udaje przewód (Rysunek 7.3.22c)

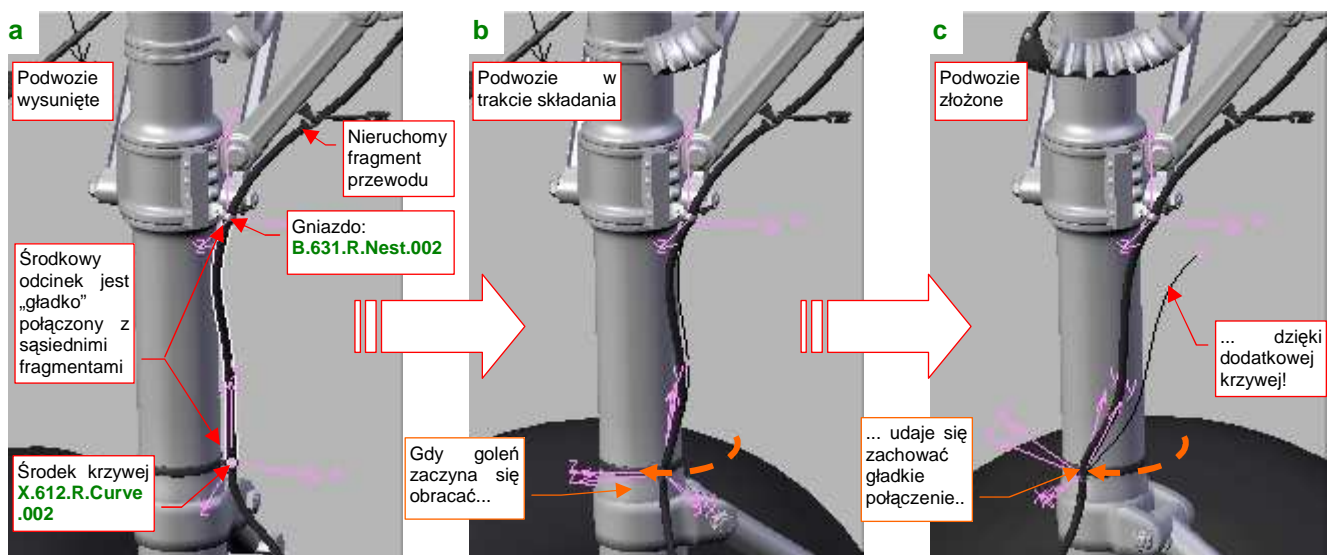
Sprawdźmy, jak „pracuje” przygotowany w ten sposób przewód podczas ruchu amortyzatora (Rysunek 7.3.23):



Rysunek 7.3.23 Ugięcie dolnej części przewodu hamulcowego

Gdy amortyzator jest zupełnie rozciągnięty (bez obciążenia — Rysunek 7.3.23a), ograniczenie **Stretch To** wydłuża wielobok sterujący krzywej **X.612.R.Curve.001**. Odpowiedniemu wydłużeniu ulega także powiązany z nią przewód — przekrój poprzeczny w jego środkowej części staje się wtedy nieznacznie eliptyczny. Tym niemniej nie jest to specjalnie widoczne. Przy ugięciu statycznym amortyzatora (Rysunek 7.3.23b) wszystko wygląda normalnie (bo jest to pozycja „neutralna” modyfikatora **Stretch To**). Przy maksymalnym ugięciu (Rysunek 7.3.23c) na przewodzie pojawiają się nierealistyczne zgrubienie. Zdecydowałem się jednak tak to pozostawić, gdyż w tej pozycji amortyzator będzie się znajdował bardzo rzadko, i tylko przez chwilę. Zresztą w ujęciach z większych odległości ten defekt w ogóle nie będzie widoczny.

Podobnie chciałem zamodelować środkową część przewodu (**X.612.R.Curve.002**). Jej górny kraniec był przymocowany do nieruchomej „opaski”, a dolny — obracał się razem z gołenią (Rysunek 7.3.24):

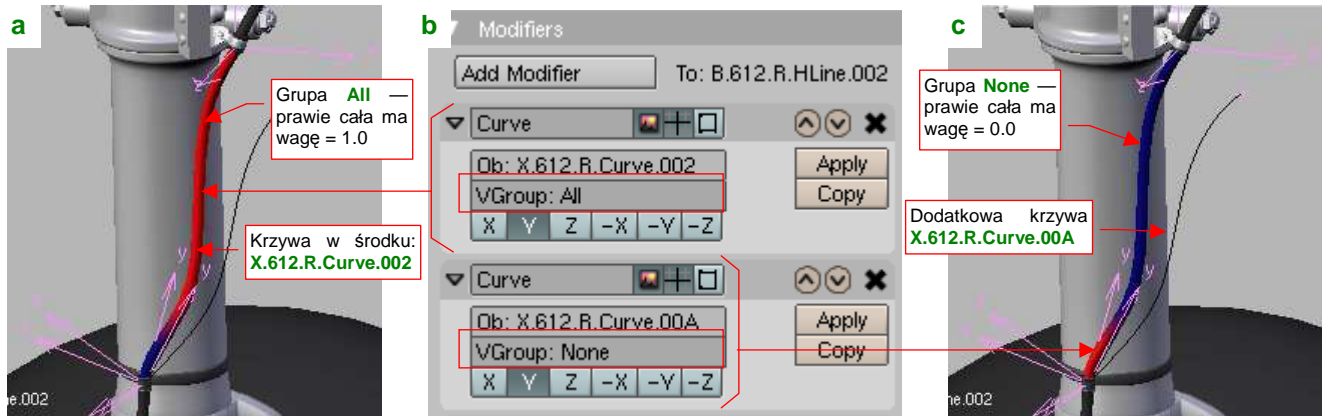


Rysunek 7.3.24 Skręcenie środkowej części przewodu

Jak przystało na elastyczny, ciągły kabel, końcówki naszego przewodu powinny zawsze przechodzić „gładko” w odcinki sąsiednie. Krzywa **X.612.R.Curve.002** ma środek na dolnym krańcu, i jest „przymocowana” (relacją **Parent**) do obracanej części gołeni. Podobnie jak poprzedni fragment, jest „rozciągana” ograniczeniem **Stretch To**, wzdłuż osi **Y**, do nieruchomego gniazda **B.631.R.Nest.002** (Rysunek 7.3.24a). Okazało się jednak, że, trzeba użyć drugiej krzywej, aby zachować w miarę gładki styk z dolną częścią przewodu (Rysunek 7.3.24b,c)!

W ferworze pracy, dopiero po znalezieniu rozwiązania uświadomiłem sobie, że po złożeniu podwozia jest to miejsce zupełnie zasłonięte pokrywą ☹️. Zdecydowałem się jednak opisać tutaj szczegóły tego efektu. To rozwiązanie jest dość skomplikowane i nie jestem z niego specjalnie dumny, ale jest przykładem sterowania modyfikatorami za pomocą wag (*weight*).

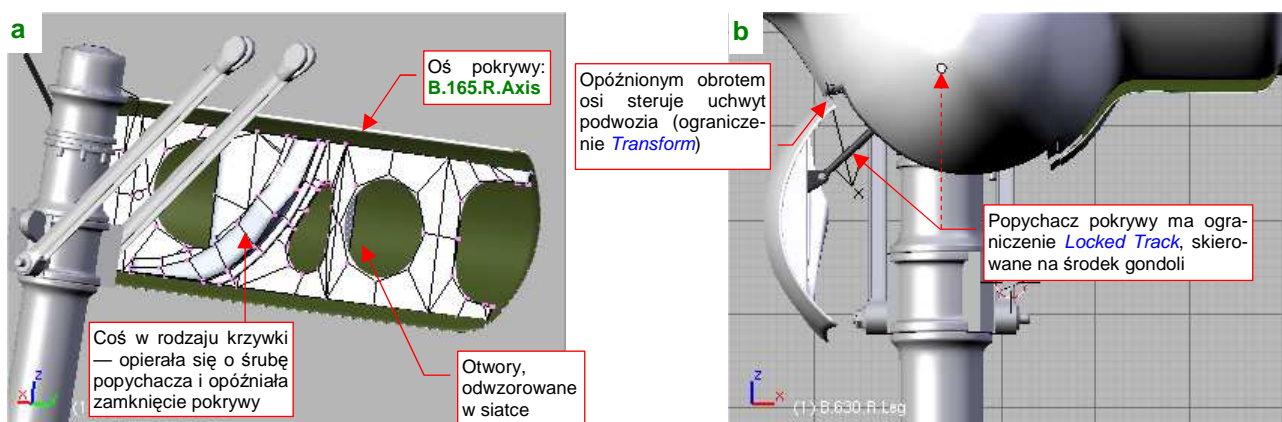
Rysunek 7.3.25 przedstawia „wykrzywiony” przewód na zupełnie obróconej goleni:



Rysunek 7.3.25 Szczegóły deformacji środkowej części przewodu (tryb *Weight Paint*)

W środku przewodu znajduje się podstawowa krzywa: **X.612.R.Curve.002** (Rysunek 7.3.25a). Siatka kabla — **B.612.Hline.002** — ma zdefiniowaną grupę wierzchołków o nazwie **All**. „Pomalowałem” (w trybie *Weight Paint*) prawie całą powierzchnię tej grupy współczynnikiem wpływu (*weight* = 1.0), stąd ma kolor czerwony. (Więcej o trybie *Weight Paint* i współczynnikach wpływu i ich malowaniu znajdziesz na str. 919). Tylko sam dolny koniec pozostawiłem „nieczuły” na wpływ krzywej (*weight* = 0.0 to kolor niebieski). Grupa **All** jest przypisana w panelu modyfikatora *Curve* krzywej **X.612.R.Curve.002** (pole *VGroup*), przez co większość kabla wygina się zgodnie z jej kształtem (Rysunek 7.3.25b). Wygięciem dolnego końca steruje druga krzywa — **X.612.R.Curve.00A**. Ma taki sam kształt, jak pierwsza. Przypisałem jej jednak odwrotne wagi, związane z grupą **None**. W tej grupie waga = 1.0 występuje tylko na samym końcu przewodu. Aby zapewnić właściwy kształt kabla, pomocnicza krzywa **X.612.R.Curve.00A** pokrywa się z **X.612.R.Curve.002** gdy podwozie jest wysunięte (por. Rysunek 7.3.24a). Gdy goleń zaczyna się obracać, krzywa **X.612.R.Curve.00A** zaczyna się odchyłać (ma przypisane odpowiednie ograniczenie *Transform*). Dobrałem jej ruch w ten sposób, by w krańcowym położeniu jej odchylenie wyginało końcówkę kabla we właściwą stronę („gładkiego” połączenia z resztą).

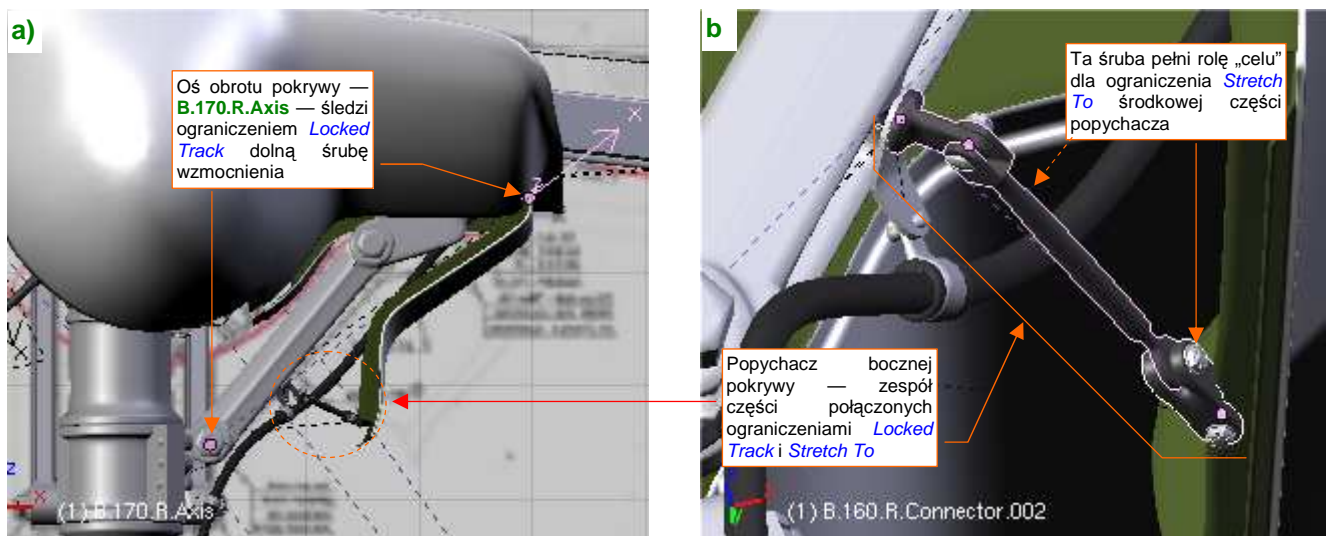
Kolejnym elementem zespołu podwozia jest pokrywa goleni (Rysunek 7.3.26):



Rysunek 7.3.26 Pokrywa goleni wraz z popychaczem

Przy otwartym podwoziu jej otwory są dość widoczne, więc zdecydowałem się je wykonać nie teksturą przejrzystości, a „w siatce” (Rysunek 7.3.26a). Najważniejszą częścią pokrywy jest oś (**B.165.R.Axis**). Przypisałem jej ograniczenie *Transform*, by zamykała się w odpowiedni sposób. Popychacz i jego okucie (Rysunek 7.3.26b) to przerobione siatki z pokryw kółka ogonowego. Popychacz ma przypisane ograniczenie *Locked Track*.

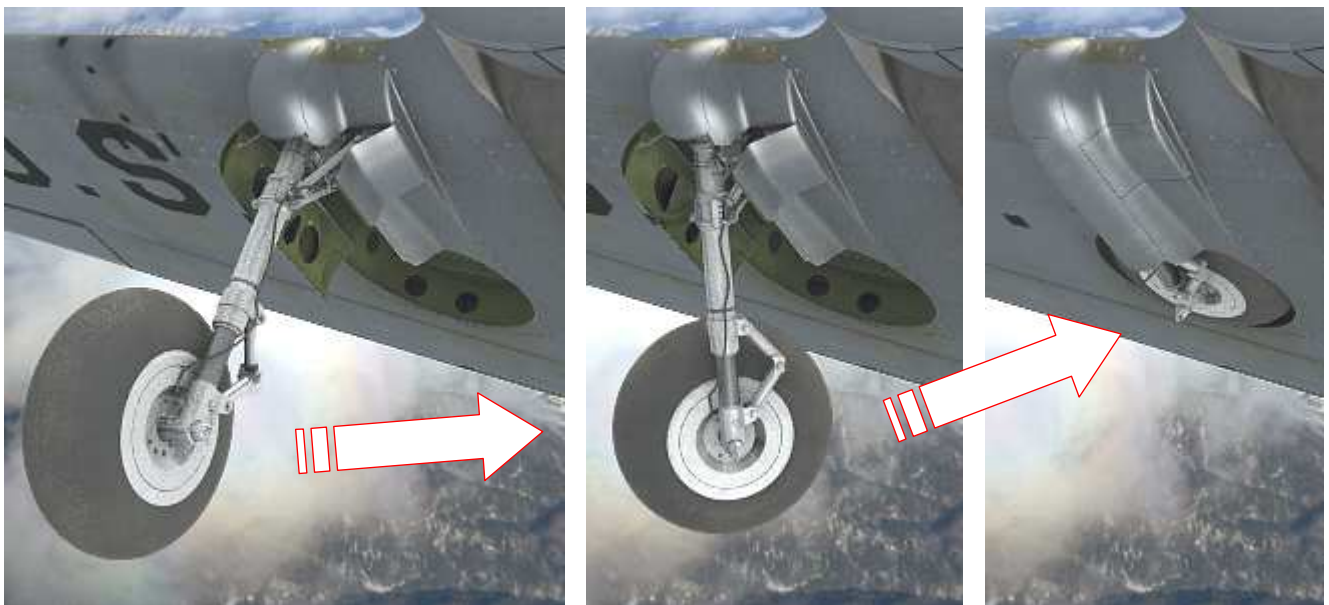
Oś pokrywy bocznej obraca się w trakcie wysuwania goleni dzięki ograniczeniu *Locked Track*, kierującemu oś **X** na jedną ze śrub¹ (Rysunek 7.3.27a):



Rysunek 7.3.27 Pokrywa boczna i jej popychacz

Wraz z osią obraca się połączona z nią „na sztywno” (relacją *Parent*) pokrywa. Pomiędzy pokrywą a golenią podwozia znajdował się mały popychacz (Rysunek 7.3.27b). Powstał ze złożenia trzech śrub i tyłu elementów „podłużnych”. (To znacznie przerobiony fragment popychacza pokryw kółka ogonowego — por. str. 443, Rysunek 7.2.25). Śruby w tym elemencie nie są tylko „upiększeniem”. Pełnią także rolę „celów” dla poszczególnych ograniczeń *Locked Track* i *Stretch To*. W ten sposób unikamy komunikatów w konsoli Blendera o wykryciu zapętlenia w zależnościach pomiędzy obiektami. (Z tego samego powodu dodałem podobne śruby do mechanizmu kółka ogonowego).

Rysunek 7.3.28 prezentuje ostateczny efekt — podwozie główne w kolejnych fazach składania:



Rysunek 7.3.28 Podwozie główne podczas wciągania

¹ Gdyby na przedłużeniu osi **X** nie leżał środek żadnej ze śrub, odłączyłbym ją na chwilę od pokrywy, i odpowiednio obrócić, kierując oś **X** na właściwy cel. Należy to robić, gdy podwozie jest złożone, a pokrywa - domknięta. Cel musi być tak dobrany, by przy wysuniętym podwoziu oś **X** odchyliła się o taki kąt, o jaki obracała się pokrywa. Gdyby w modelu nie byłoby na co wycelować osi — dodałbym odpowiedni obiekt *Empty*. Potem ponownie przypisałbym pokrywę do osi relacją *Parent*.

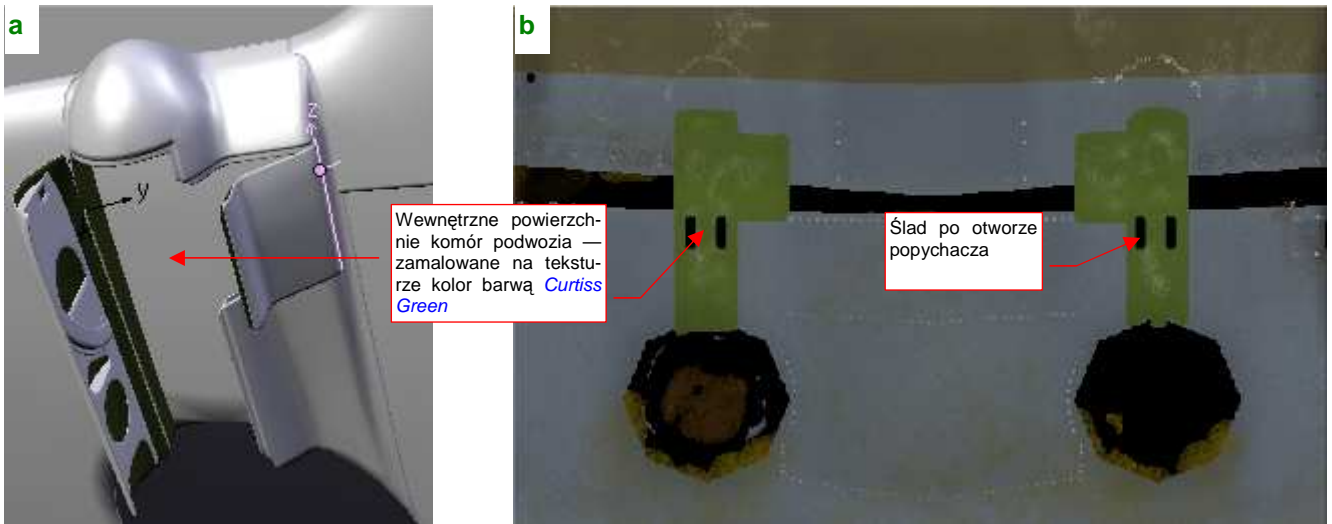
Podsumownie

- Dokładne rysunki podwozia samolotu często nie są dostępne. Należy wówczas posłużyć się zdjęciami. Zazwyczaj najlepszej jakości, kolorowe ujęcia pochodzą ze współcześnie odrestaurowanych egzemplarzy. Takie „maszyn z odzysku” powinienś traktować z pełną rezerwą: w wielu szczegółach mogą się różnić od oryginału! (Zazwyczaj dlatego, że nie zachowały się odpowiednie detale, a ich wierne odtworzenie było zbyt drogie);
- Opony koła głównego i kółka ogonowego można pokryć tym samym materiałem (w tym modelu jest to **B.Rubber.Tyre** str. 445). Gdyby koło główne miało bieżnik (a tak jest w późniejszych wersjach P-40) — trzeba byłoby stworzyć nowy materiał, z odpowiednią teksturą nierówności. Można byłoby jednak w nim powtórnie wykorzystać przynajmniej większość tekstur proceduralnych, które opracowaliśmy w poprzedniej sekcji;
- Podwozie główne jest modelowane w ten sam sposób, co kółko ogonowe (str. 446 - 447). Czasami, by uniknąć kłopotliwego łączenia siatek, „łączyłem” dwie powłoki poprzez zwykłe złożenie (str. 449);
- Do uzyskania realistycznego ruchu ramion łącznika można użyć ograniczenia **Limit Distance** (str. 450);
- Do „uruchomienia” podwozia używany zespół dwóch uchwytów — pomocniczego do ugięcia amortyzatora i głównego do chowania i otwierania (str. 451). Takie samo rozwiązanie zastosowaliśmy w poprzedniej sekcji, do wymuszenia ruchu kółka ogonowego;
- Koło podwozia musi być prawidłowo dopasowane do swojej komory (str. 452). Ten proces wymaga zazwyczaj kilku przybliżeń. Czasami można odkryć, że opona jest zbyt szeroka, lub amortyzator miał w pozycji „swobodnej” trochę inną długość;
- Okucia, mocujące podwozie, i inne detale mogą przysporzyć dużo pracy, jeżeli chcesz je wykonać dokładnie. Lepiej uważaj, i naucz się w odpowiednim momencie rezygnować z części drobnych, mało widocznych szczegółów!
- Do odtworzenia przewodu, doprowadzającego płynem hamulcowym do tarczy koła, najlepiej jest skorzystać z krzywej (**Path**) i modyfikatora **Curve** (str. 454);

7.4 Podwozie — wykończenie

W poprzednich sekcjach uformowaliśmy i uruchomiliśmy kółko ogonowe i jedno z kół głównych. W tej sekcji uzupełniamy wszystko, czego jeszcze w podwoziu brakuje, by definitywnie zakończyć ten zespół.

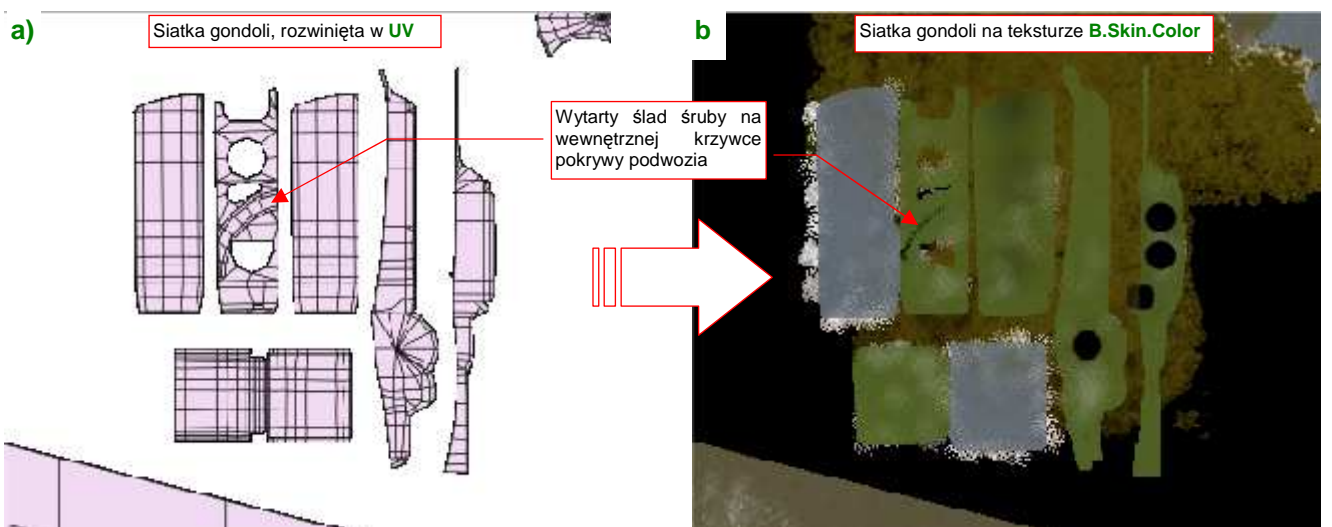
Zacznijmy od wnętrza komory podwozia. W przypadku kółka ogonowego wypełniliśmy ją wręgami już na etapie modelowania (por. str. 259). Uważam, że ten fragment jest niemal na każdym ujęciu niewidoczny, więc nie trzeba go o nic dodatkowego wzbogacać. Co innego z wnętrzem gondoli koła głównego (Rysunek 7.4.1a):



Rysunek 7.4.1 Zamalowane fragmenty płata wewnątrz owiewek goleni podwozia

W P-40 była to wzmocniona powierzchnia płata, pokryta taką samą farbą jak inne powierzchnie wewnętrzne: **Curtiss Green**. Uznałem, że nie trzeba w tym miejscu zagęszczać siatki skrzydła tylko po to, by przypisać odpowiednim ścianom materiał **B.Skin.Inner**. Tak więc ten fragment jest pokryty materiałem **B.Skin.Camuflage**, tak jak cała reszta płata. Po prostu zamalowałem odpowiednie miejsca tekstury barwą (*color.png*) odpowiednim kolorem (Rysunek 7.4.1b).

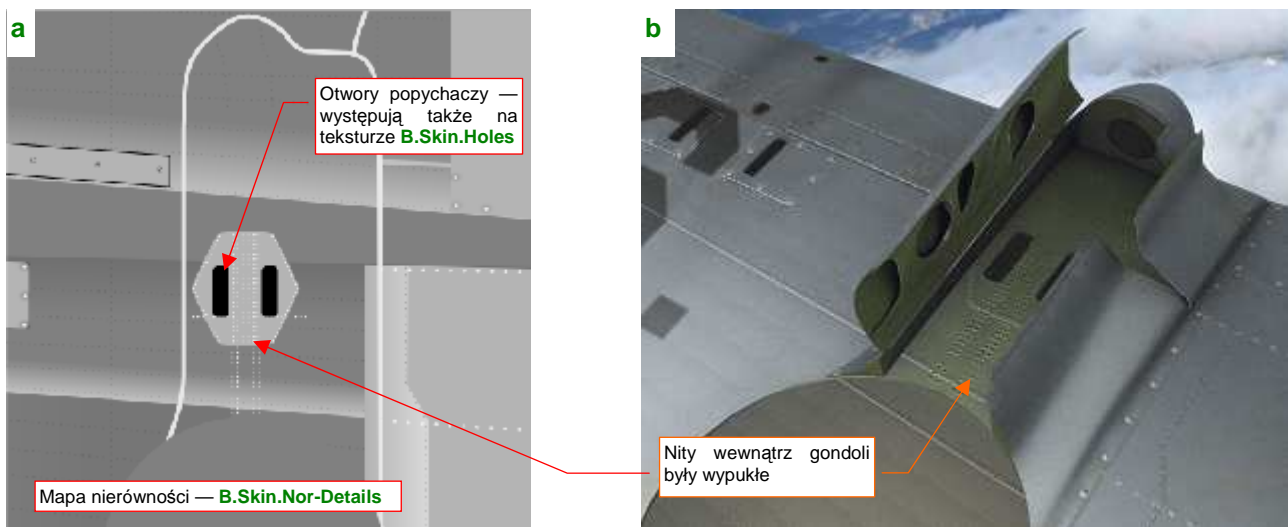
Na tym samym obrazie zamalowałem barwą **Curtiss Green** ścianki boczne gondoli (obydwie wykorzystują tę samą siatkę, stąd na powierzchni tekstury tylko jedno rozwinięcie UV (Rysunek 7.4.2a):



Rysunek 7.4.2 Zamalowane rozwinięcia owiewki goleni podwozia

Co prawda kilka z tych ścian jest i tak pokrytych materiałem **B.Skin.Inner**, który nie wykorzystuje tekstury barw. Zamalowałem je jednak „przy okazji” — a nuż kiedyś się przyda? Najważniejsze było namalowanie zabrudzeń na wewnętrznej powierzchni pokrywy podwozia (podobnie jak skrzydło, jest pokryta **B.Skin.Camuflage**).

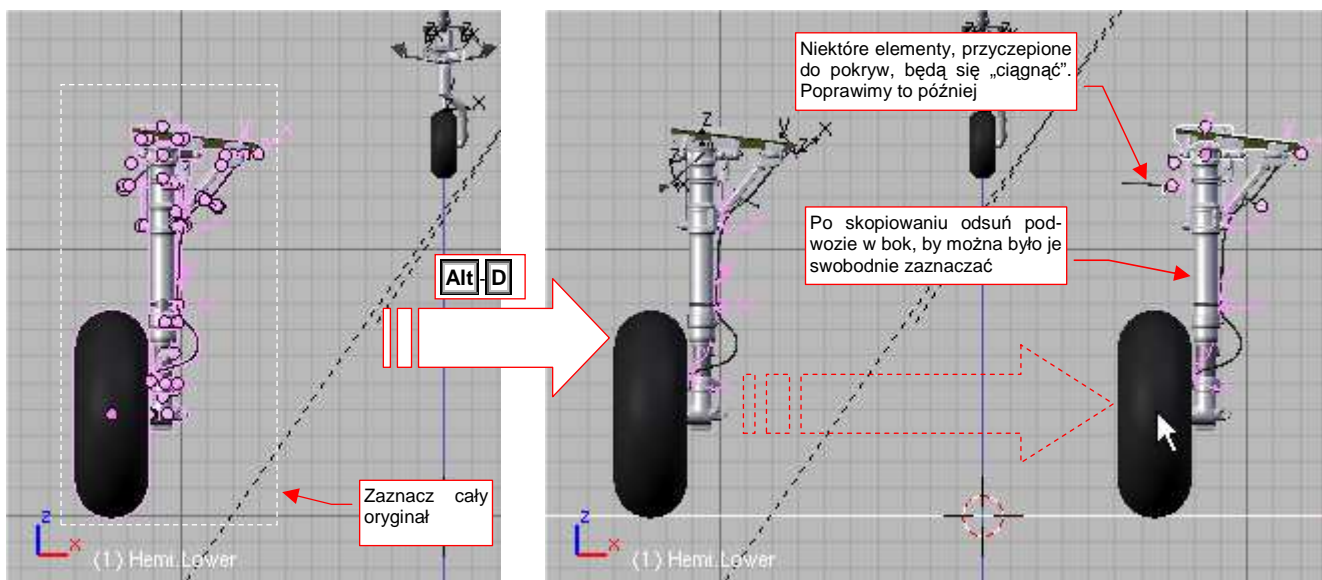
Poza barwą, warto wzbogacić ten fragment poszycia o zarys blach, naniesionych w charakterze wzmocnienia, nity, oraz małe otwory (Rysunek 7.4.3):



Rysunek 7.4.3 Odzworowanie szczegółów powierzchni płata wewnątrz owiewki podwozia

Nity na wszystkich powierzchniach wewnętrznych były wypukłe (bo naniesienie takiego szwu było mniej pracochłonne i tańsze, a sam szew — bardziej wytrzymały). Naniósłem więc zespół białych „kótek” na odpowiednią warstwę rysunku *skin.svg*. Na tym rysunku wektorowym znalazło się także wzmocnienie wokół otworów w skrzydle (Rysunek 7.4.3a), oraz same otwory. Z pliku *skin.svg* powtórnie wygenerowałem ponownie wszystkie pliki rastrowe, by uzyskać nowe obrazy tekstur (zgodnie ze schematem ze str. 418). Rezultat zastosowania tych poprawionych tekstur pokazuje Rysunek 7.4.3b).

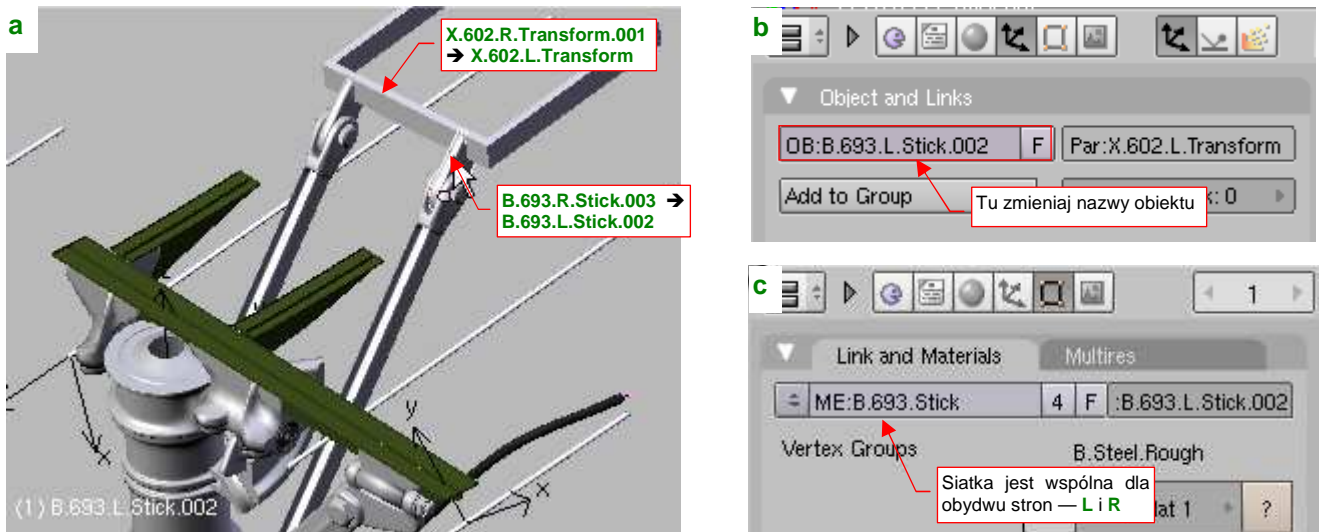
W ten sposób zespół prawego koła głównego jest kompletny i ukończony. Teraz można go skopiować w koło lewe (Rysunek 7.4.4):



Rysunek 7.4.4 Skopiowanie (sklonowanie) podwozia

Jak się przekonałeś w poprzedniej sekcji, kopiowany zespół ma wiele wzajemnie zależnych części. Kilka z nich jest powiązanych z pozostałymi za pomocą ograniczeń *Transform*, *Locked Track*, *Stretch To*. Takich całości lepiej nie powielać poleceniem *Mirror*, bo potem poprawianie rezultatu może zająć dużo czasu. Zamiast tego proponuję zaznaczyć całość i sklonować (**Alt-D**). (W ten sposób obiekty wchodzące w skład lewego koła będą wykorzystywać te same siatki, co koło prawe). Przed zaznaczeniem pamiętaj, aby włączyć także warstwę nr 9, z pomocniczymi obiektami (zawiera krzywe, „wyginające” przewód hydrauliczny).

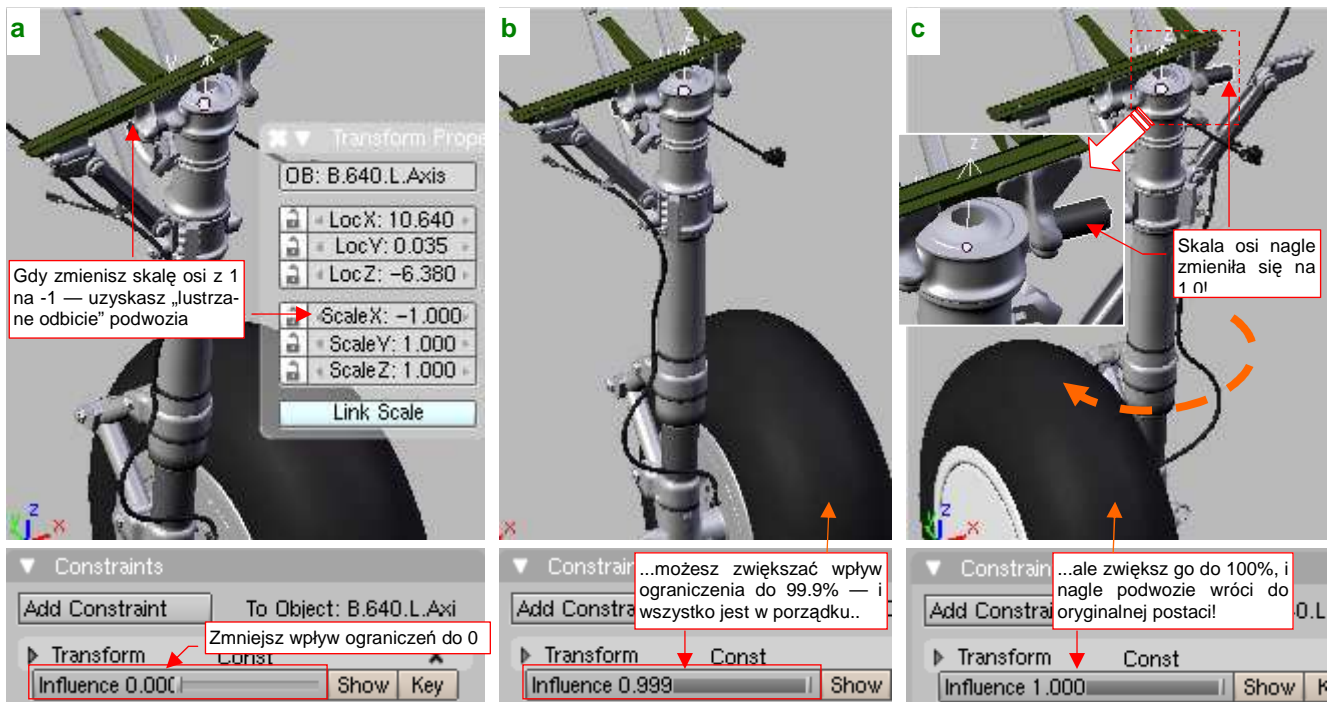
Teraz czeka nas trochę żmudnej pracy „porządkowej”: zmiana nazw wszystkich obiektów, wchodzących w skład skopiowanego zespołu. Blender domyślnie dodał do nich końcówki „001”, „002” (albo niektórym z nich takie końcówki usunął). By mieć porządek w modelu, musimy poprawić wszystkie nazwy, zmieniając w nich symbol strony z „R” na „L”. Aby niczego nie przeoczyć, rób to metodycznie, zaczynając np. od góry (Rysunek 7.4.5):



Rysunek 7.4.5 Porządkowanie nazw

Przesuwaj się sukcesywnie do dołu, aż nie poprawisz nazw całego zespołu. Na koniec sprawdź, czy o czymś nie zapomniałeś, przeglądając ten fragment w oknie *Outliner* (p. str. 58).

Najszybszą metodą na uzyskanie „lustrzanego” odbicia koła prawego jest zmiana skali wzdłuż osi **X** na przeciwną (z 1.0 na -1.0) paru kluczowych elementów. Wystarczy tak przestawić kilka kluczowych elementów, które są „rodzicami” pozostałych. W przypadku naszego podwozia jest to ramka okucia (**B.660.L.Frame**) i oś obrotu goleni (**B.640.L.Axis**). Rysunek 7.4.6a) przedstawia przestawienie skali dla osi obrotu goleni:

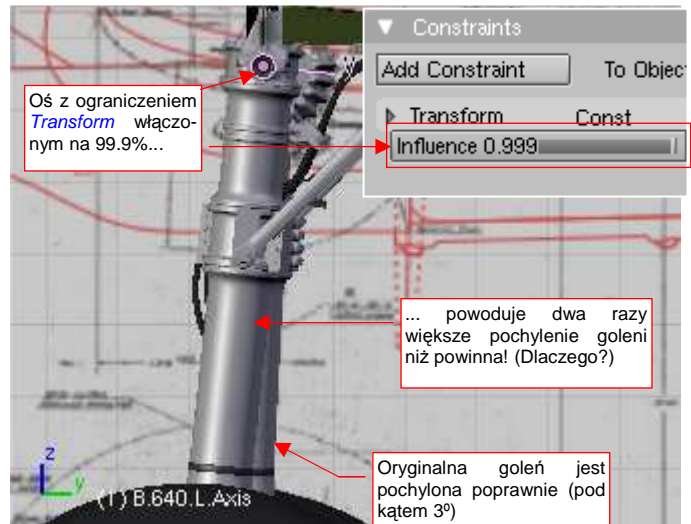


Rysunek 7.4.6 Nieoczekiwane „efekty uboczne” ograniczeń

O ile z ramką okuć nie było problemów, o tyle z osią okucia jest coś nie tak. Dopóki wpływ jej ograniczenia *Transform* jest < 100% (Rysunek 7.4.6b) wygląda prawidłowo, ale po osiągnięciu 100% (Rysunek 7.4.6c) nagle „przeskakuje” na drugą stronę! (Tak, jak gdyby skala **X** osi z powrotem zmieniła się na 1.0)!

Może więc ustawić wpływ ograniczenia *Transform* na 99.9% (Rysunek 7.4.6b)? Różnica transformacji w stosunku do „pełnego” 100% powinna być niezauważalna...

Niestety, to nie koniec niespodzianek! Okazuje się, że po zmianie skali w kierunku **X** na ujemną, transformacja związana z ograniczeniem zaczęła działać dziwnie. Rysunek 7.4.7 pokazuje, jak to wygląda w rzucie z boku. Dla *Influence* = 0.999 oś jest pochylona o dwa razy większy kąt, niż powinna! (Na oko wygląda to na 6° — z tyłu widać prawą goleń, której oś ma wszystkie skale dodanie. Ta, pod wpływem takiego samego ograniczenia, jest pochylona pod poprawnym kątem 3°.

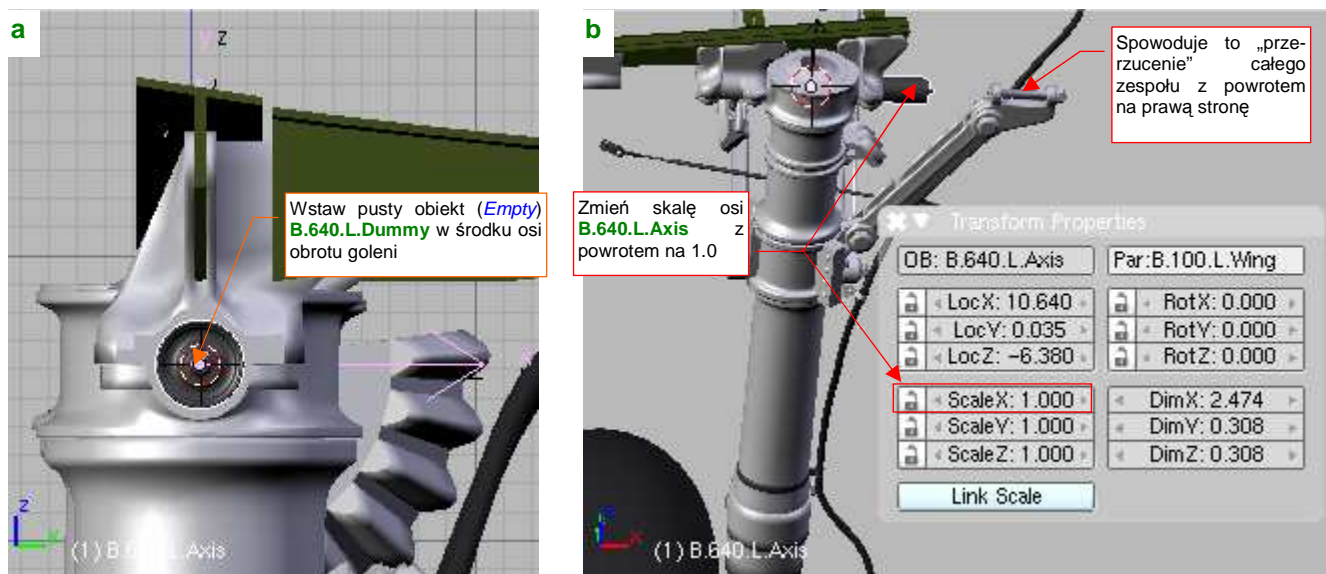


Rysunek 7.4.7 Nieoczekiwane „efekty uboczne” ograniczeń, c.d.

- Wygląda na to, że w Blenderze nie należy stosować ograniczeń dla obiektów, których skala względem jednej z osi jest ujemna. To może być błąd w programie. Jeżeli nawet tak jest, to od dawna nie był poprawiany — pamiętam go od pierwszej wersji, w której pracowałem (2.42, z połowy 2006r).

Jak sobie poradzić z tym problemem? Wystarczy, by ujemną skalę zastosować do jakiegoś dodatkowego obiektu, który „przymocujemy” (relacją *Parent*) do osi. Ten pomocniczy obiekt przejmie jednocześnie rolę „rodzica” wszystkich dalszych elementów, oryginalnie przypisanych do osi obrotu gołeni.

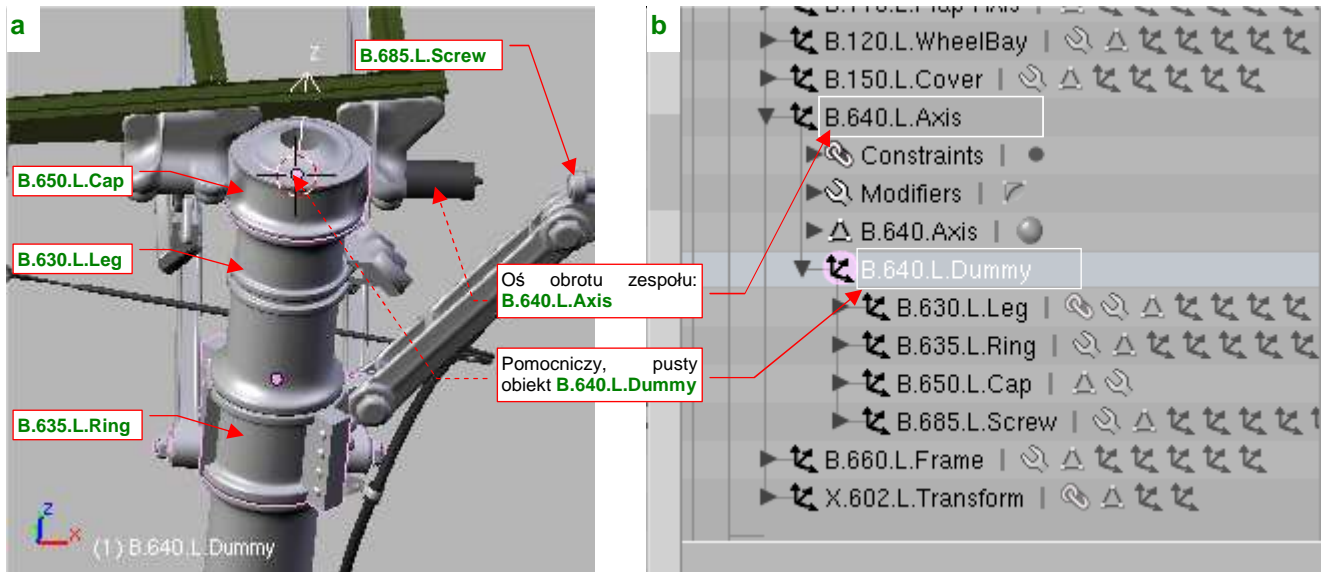
Wyłącz na razie wpływ ograniczenia *Transform* (*Influence* = 0.0). To ustawi cały zespół gołeni pionowo i ułatwi pracę. Ustaw kursor w środku (*origin*) osi **B.640.L.Axis** (najłatwiej zaznaczyć oś i wywołać **Shift-S**, *Cursor→Selection*). Wstaw tam pomocniczy, pusty (*Empty*) obiekt (Rysunek 7.4.8a). Nadaj mu nazwę **B.640.L.Dummy**. Dla pewności, zorientuj jego osie tak, pokrywały się z osiami obiektu **B.640.L.Axis**.



Rysunek 7.4.8 Wstawienie pomocniczego obiektu i wyłączenie ujemnej skali osi

Teraz można zmienić skalę **B.640.L.Axis** w kierunku osi **X** z powrotem na 1.0 (Rysunek 7.4.8b). Spowoduje „odbicie” kształtu całej ruchomej części podwozia z „lewej” na „prawą”. Za chwilę to poprawimy, ale na razie nie będzie pasować do nieruchomych okuć ramki **B.640.L.Frame**.

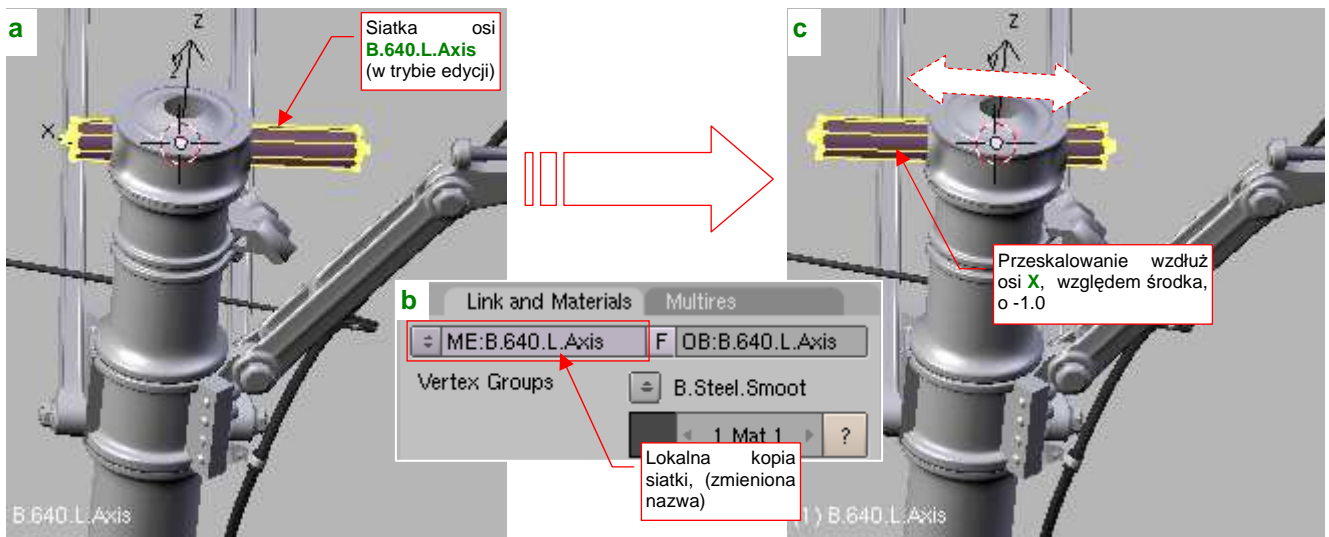
Teraz przypisz (**Ctrl-P**) wszystkim czterech „bezpośrednich potomków” osi **B.640.L.Axis** do pomocniczego obiektu **B.640.L.Dummy** (Rysunek 7.4.9a):



Rysunek 7.4.9 Zmiana hierarchii lewej goleni

Obiekt **B.640.L.Dummy** pozostanie jedynym „bezpośrednim potomkiem” **B.640.L.Axis**. W rezultacie powinno się uzyskać taką hierarchię, jaką pokazuje Rysunek 7.4.9b).

Możemy się już zająć kształtem osi zespołu — obiektu **B.640.L.Axis**. Przejdź do trybu edycji jej siatki (Rysunek 7.4.10a):

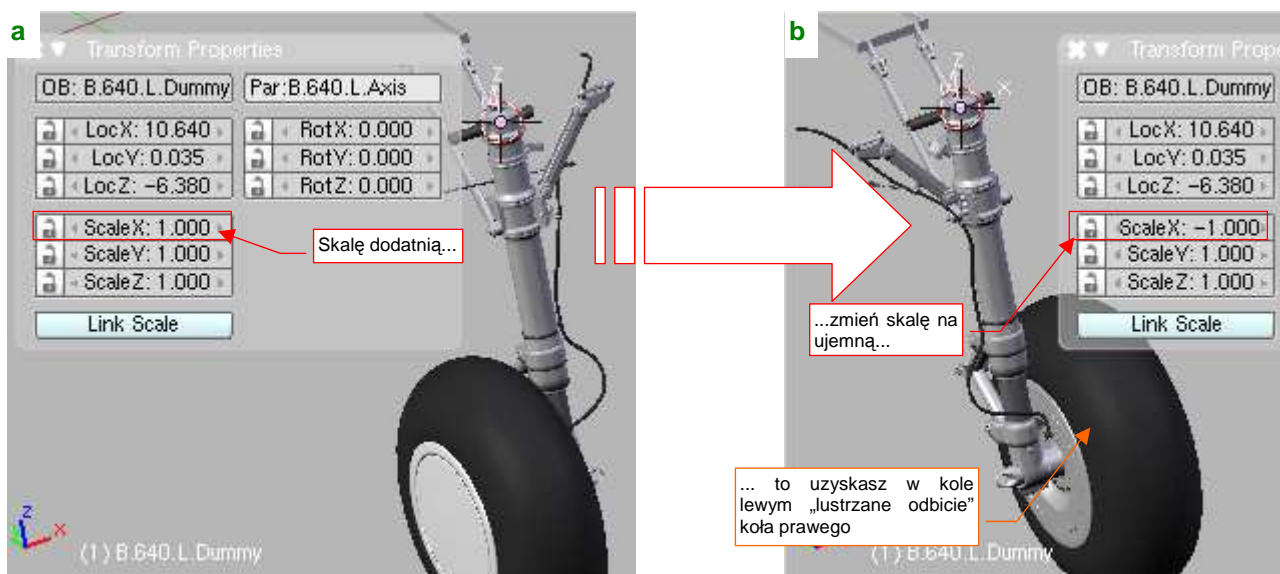


Rysunek 7.4.10 Modyfikacja siatki osi (odbicie lustrzane)

Skoro nie możemy zmienić skali tego obiektu na ujemną, zmienimy jego kształt, przeskalowując w odpowiednim kierunku wierzchołki. Nim to zrobisz, w panelu *Link and Materials* (zestaw *Editing*) zmień nazwę jego siatki na **B.640.R.Axis** (nie zapominaj, że współdzielił ją z prawą golenią!). Potem skopiuj tę siatkę w nową, i nadaj jej nazwę **B.640.L.Axis** (Rysunek 7.4.10b). Teraz możesz już ją zmieniać.

Umieść kursor w środku **B.640.L.Axis** (nie chodzi tu o środek geometryczny, a punkt odniesienia — *origin*). Zaznacz wszystkie wierzchołki jego siatki, i przeskaluj je wzdłuż osi **X**, względem kursora 3D, o wartość = -1.0. To nada z powrotem osi obrotu zespołu odpowiedni kształt, pasujący do okuć goleni (Rysunek 7.4.10c).

Wystarczy już tylko zmienić skalę X pomocniczego obiektu **B.640.L.Dummy**, by uzyskać poprawny zespół lewego koła (Rysunek 7.4.11):

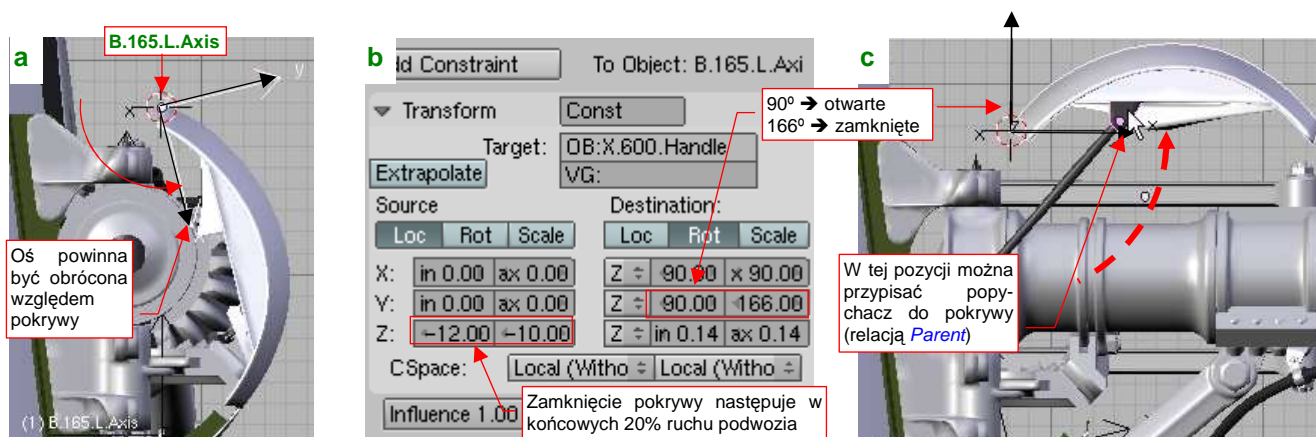


Rysunek 7.4.11 Zmiana znaku skali pomocniczego obiektu

Dzięki „rozdzieleniu ról”: inny obiekt ma przypisane ograniczenie *Transform*, a inny — ujemną skalę, wszystko w mechanizmie lewego koła zaczęło działać poprawnie. No, właściwie z jednym wyjątkiem: pomocniczej krzywej **X.612.L.Curve.A**, odpowiedzialnej za dodatkową deformację środkowego segmentu przewodu (por. str. 456). Jej kształt także uległ nieoczekiwanej zmianie skali, gdy udział (*Influence*) transformacji = 100%. Na szczęście w tym przypadku wystarczyło zmniejszyć ten parametr do 99.9%.

Teraz pozostało „uruchomić” osie pokryw lewego podwozia. (Przewidując problemy z ujemną i ograniczeniami, każda z tych osi jest obiektem „pozytywnym”, gdzie wszystkie skale są dodatnie).

Zacznij od dopasowania „pozycji spoczynkowych”, jeszcze przed przypisaniem ograniczeń. Najlepiej to zrobić, gdy podwozie jest złożone (tak, przekonaj się sam: obydwie golenie już się składają!). Osie będą musiały zostać nieco obrócone względem pokryw. Posługując się współrzędnymi osi prawej pokrywy jako wzorcem, popraw obrót pokrywy lewej (**B.165.L.Axis**, Rysunek 7.4.12a):

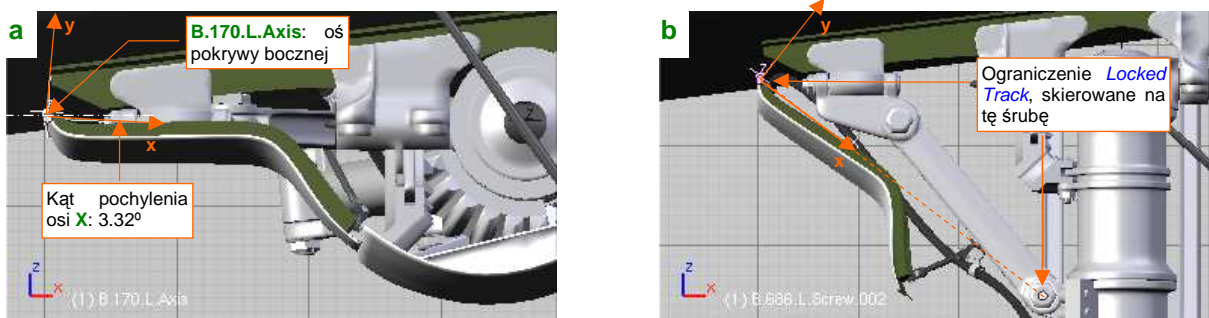


Rysunek 7.4.12 Regulacja osi obrotu pokrywy podwozia (uwaga: skrzydło na ilustracji jest ustawione pionowo)

Potem przypisz do **B.165.L.Axis** ograniczenie *Transform*, uzależniające jej obrót wokół osi **Y** od głównego uchwytu **X.600.Handle** (Rysunek 7.4.12b). Zwróć uwagę, że kąty obrotu tego ograniczenia są nieco inne niż w prawej, „wzorcowej” osi (**B.165.R.Axis**). Po prostu obydwie pokrywy obracają się w przeciwnie strony.

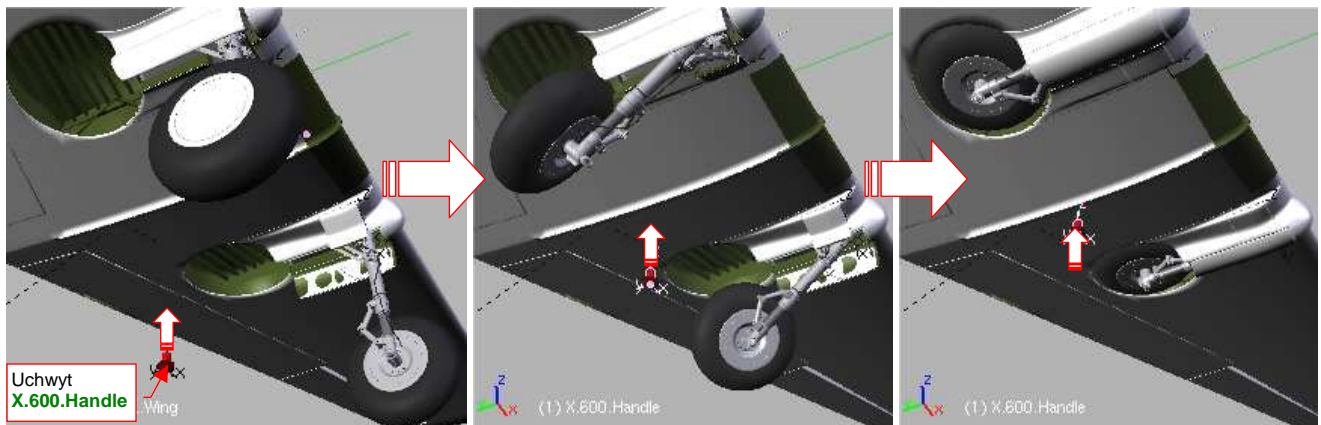
Teraz możesz już sprawdzić, jak pokrywa się otwiera. Wsuń podwozie (Rysunek 7.4.12c)! Przy okazji, gdy pokrywa goleni znajdzie się w położeniu „otwarte”, przypisz do niej (relacją *Parent*) popychacz. (Ta kopia do tej pory nie miała „rodzica”, więc się w ogóle nie poruszała).

Analogicznie jak pokrywę goleni, „uruchom” pokrywę boczną. Zaczynij od dopasowania „spoczynkowego” kąta osi obrotu (gdy podwozie jest zamknięte) (Rysunek 7.4.13a), a potem przypisz jej odp. ograniczenie *Locked Track* (Rysunek 7.4.13b):



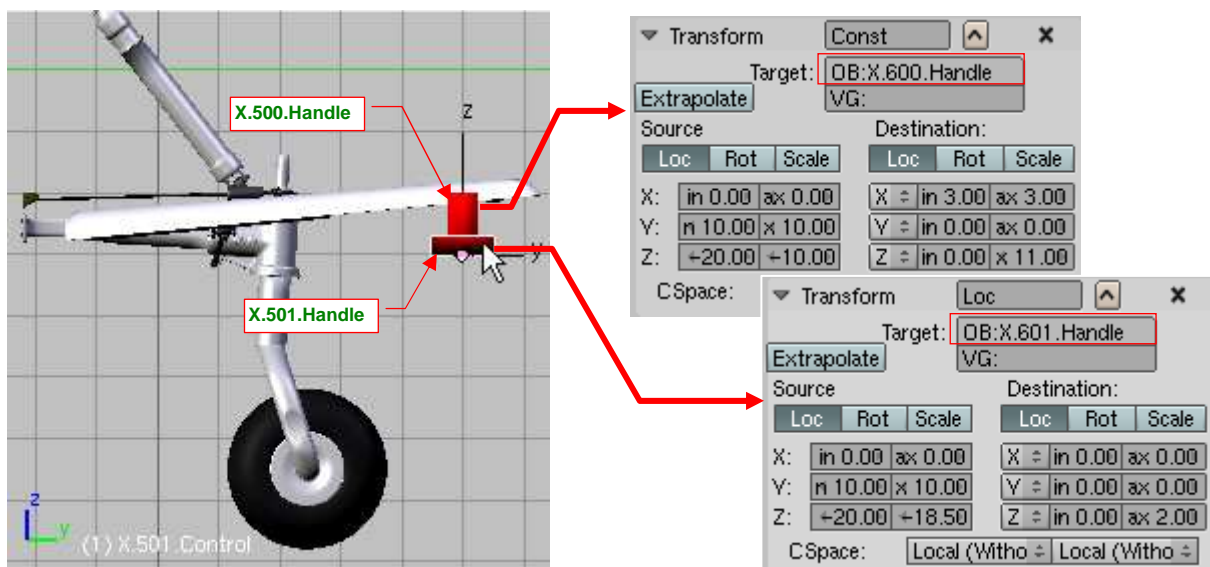
Rysunek 7.4.13 Dopasowanie zakresu kątów pokrywy bocznej

Gdy przypiszesz już jej wszystkie ograniczenia i popychacz, można sprawdzić działanie pełnego zespołu podwozia głównego (Rysunek 7.4.14):



Rysunek 7.4.14 Test składania całego podwozia głównego

Składa się całkiem realistycznie, nieprawdaż? Skoro tak, to po co nam dwie pary uchwytów — jeden do kół głównych, a drugi do kółka ogonowego? Przypisz im odpowiednie ograniczenia *Transform*, wiążące ich ruch z ruchem uchwytów *X.600.Handle* i *X.601.Handle* (Rysunek 7.4.11):

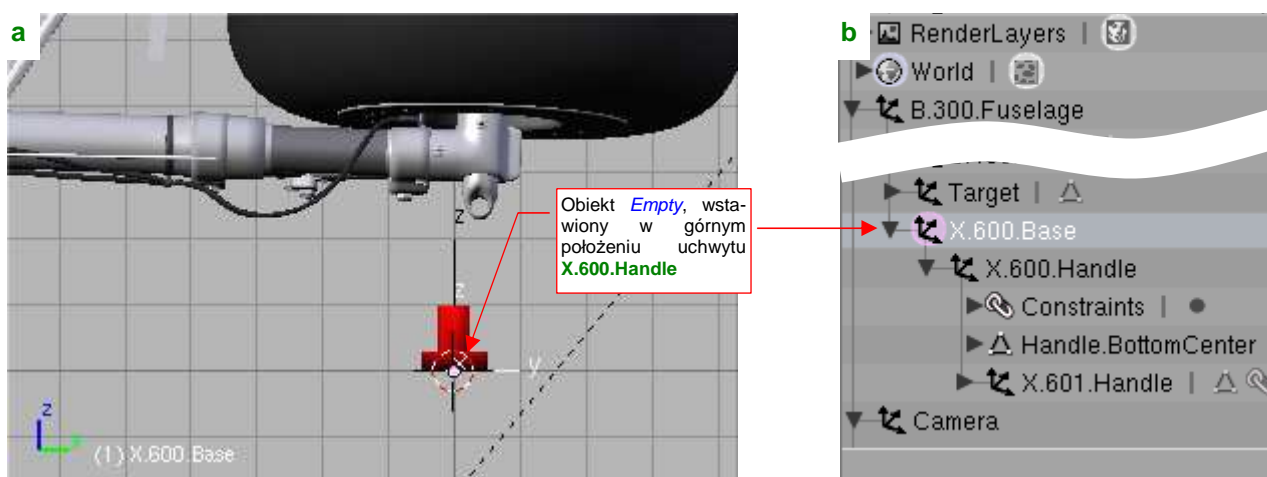


Rysunek 7.4.15 „Sprzężenie” mechanizmu kółka ogonowego z uchwytami podwozia głównego

W ten sposób chowaniem i wysuwaniem podwozia naszego modelu steruje jeden uchwyt — *X.600.Handle*, a ugięcie wszystkich amortyzatorów można ustawić za pomocą uchwytu pomocniczego — *X.601.Handle*.

Nim ukończymy ten model, takich uchwytów jak podwozia będzie potrzeba więcej: do sterów, lotek, klap... Przydałaby się do nich jakaś „panel sterowania”, aby nie trzeba było ich szukać po przestrzeni modelu.

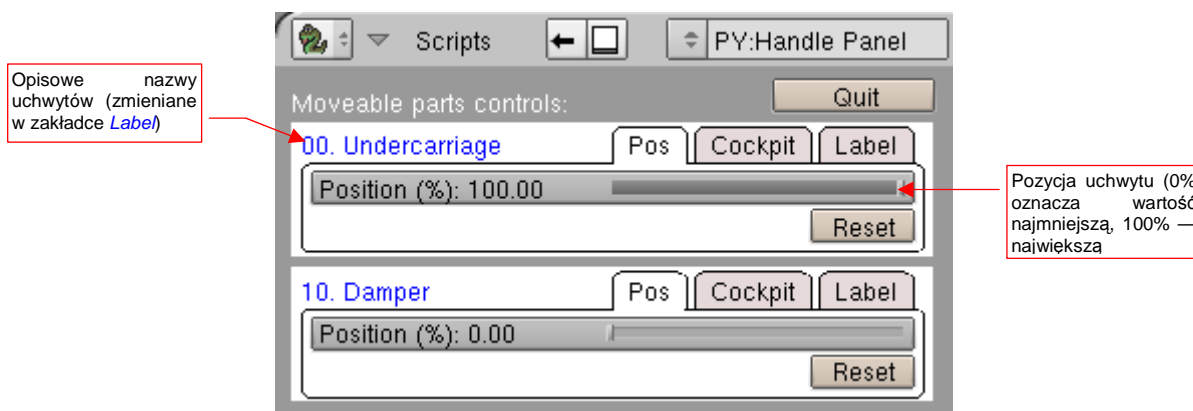
Przygotowując sobie warsztat pracy w Blenderze, parę lat temu stworzyłem właśnie taką uniwersalną panel sterowania modelem. Jest to skrypt *HandlePanel.py* (dołączony do materiałów, towarzyszących tej książce, w folderze *source/python*). Szczegółowy opis, jak się nim posługiwać, znajdziesz na str. 845. Skrypt jest uniwersalny, bo samoczynnie wykrywa w pliku modelu wszystkie uchwyty. Muszą to być po prostu obiekty o nazwie zakończonej przyrostkiem **.Handle*, z przypisanym ograniczeniem *Limit Location* (por. str. 846). Muszą być także przypisane (relacją *Parent*) do jakiegoś obiektu nadrzędnego („rodzica”). Środek takiego obiektu jest traktowany przez skrypt jako „położenie domyślne” uchwytu. Załóżmy, że domyślnie podwozie ma być schowane. Stwórz w górnym położeniu uchwytu *X.600.Handle* nowy, pusty (*Empty*) obiekt (Rysunek 7.4.16a), i nadaj mu nazwę *X.600.Base*. Przypisz *X.600.Handle* do *X.600.Base*, a *X.600.Base* — do kadłuba (*B.300.Fuselage*). Hierarchia tego fragmentu powinna wyglądać tak, jak to pokazuje Rysunek 7.4.16b:



Rysunek 7.4.16 Przygotowanie do uchwytu „punktu odniesienia”

Wygląda to w tej chwili tak, że „rodzicem” pomocniczego obiektu, sterującego ugięciem amortyzatora (*B.601.Handle*) jest główny uchwyt podwozia (*B.600.Handle*). W efekcie domyślnym położeniem amortyzatora jest pełne rozciągnięcie (w tej pozycji byłyby rzeczywiście chowane).

Położenie obiektów *X.500.Handle* i *X.501.Handle*, sterujących położeniem kółka ogonowego, uzależniliśmy od uchwytów podwozia głównego. Aby te obiekty nie zostały zidentyfikowane przez skrypt jako uchwyty (ich położenie jest związane z *X.60*.Handle*), musisz zmienić im nazwę — np. na *X.500.Control* i *X.501.Control*. Na razie panel sterowania samolotem zawiera tylko dwa panele (Rysunek 7.4.17):



Rysunek 7.4.17 Panel sterowania modelem (na razie tylko dwa uchwyty podwozia)

Dzięki panelowi sterowania nie musisz się zastanawiać, do czego służy konkretny uchwyt. (Parę miesięcy po zakończeniu modelu możesz już mieć taki dylemat). W oknie *Handle Panel* masz wszystko czytelnie popisywane. Z czasem okno tego skryptu zapełni się panelami różnorodnych uchwytów.

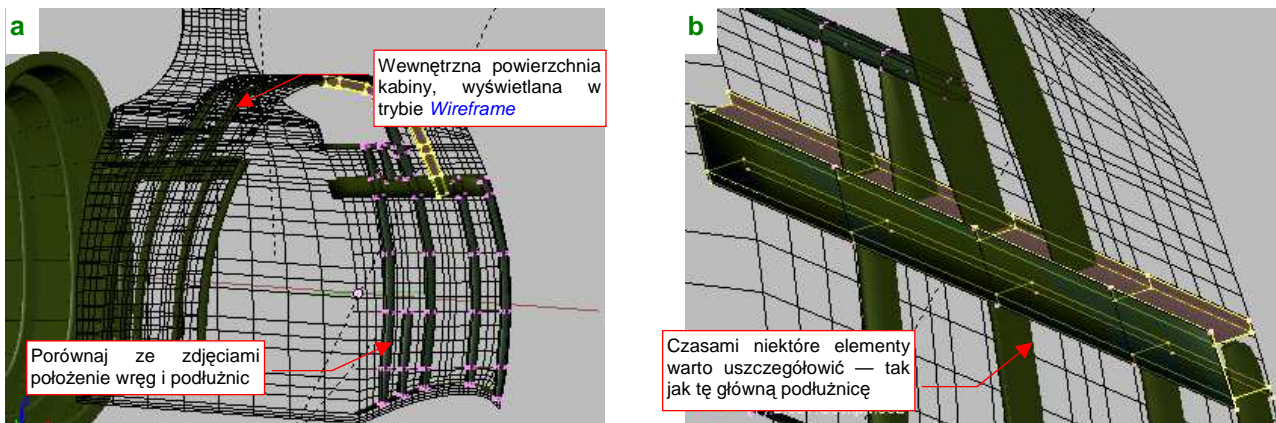
Podsumownie

- Aby nie komplikować niepotrzebnie siatki, część powierzchni wewnętrznych można namalować wprost na teksturze kamuflażu (str. 459 - 460);
- Zespół drugiego koła (prawego, lewego — w zależności od tego, które wykonałeś jako pierwsze) najlepiej jest stworzyć poprzez sklonowanie (str. 460). Potem rezultat tej operacji wymaga jeszcze trochę pracy, m.in. poprawienia nazw skopiowanych obiektów (str. 461);
- „Lustrzane odbicie” zespołu podwozia najprościej uzyskać, zmieniając skalę na ujemną dla kilku wybranych obiektów (str. 461). (Chodzi zazwyczaj o dwa — trzy elementy, znajdujące się „na szczycie” hierarchii całego zespołu);
- Nie należy zmieniać skali na ujemną dla obiektu, który ma przypisane jakieś ograniczenia (str. 461). W razie czego należy zawsze rozdzielać te role tak, by ujemną skalę przypisać do jakiegoś bezpośredniego potomka elementu z ograniczeniami. W ostateczności można zawsze wstawić w tym celu jakiś dodatkowy obiekt pomocniczy (str. 462 - 464);
- Pokrywy podwozia powstają zazwyczaj wcześniej niż koła i golenie — już podczas modelowania powierzchni samolotu (por. str. 230 i dalsze). Najlepiej dopasować je do reszty zespołu podwozia w pozycji „złożonej” (str. 464 - 465);
- Całe podwozia — główne i ogonowe — można „sprząc” ze sobą tak, by było sterowane pojedynczym zespołem uchwytów (str. 465);
- Na koniec warto uporządkować nazwy wszystkich pomocniczych obiektów. Tylko nazwy „prawdziwych” uchwytów mogą mieć przyrostek „***.Handle**”. Dobrze jest także przypisać je (relacją *Parent*) do elementów, których środki wyznaczają „położenie neutralne” (str. 466). To wszystko pozwoli później na prawidłową identyfikację zakresu ruchu całego zespołu przez specjalną „paneli sterowania” (*Handle Panel* — str. 466);

7.5 Wnętrze kabiny

Budując wnętrze kabiny, trzeba polegać głównie na zdjęciach - jakiegokolwiek rysunki na planach modelarskich są niemal zawsze za mało dokładne. Podczas budowy modelu stosowaliśmy zasadę „jeżeli czegoś nie odwzorowujesz, to przynajmniej przygotuj tak, aby łatwo można było zrobić to później”. Dzięki niej podczas formowania kadłuba przygotowaliśmy wewnętrzną powłokę kokpitu, wraz z wręgami i podłużnicami (por. str. 222).

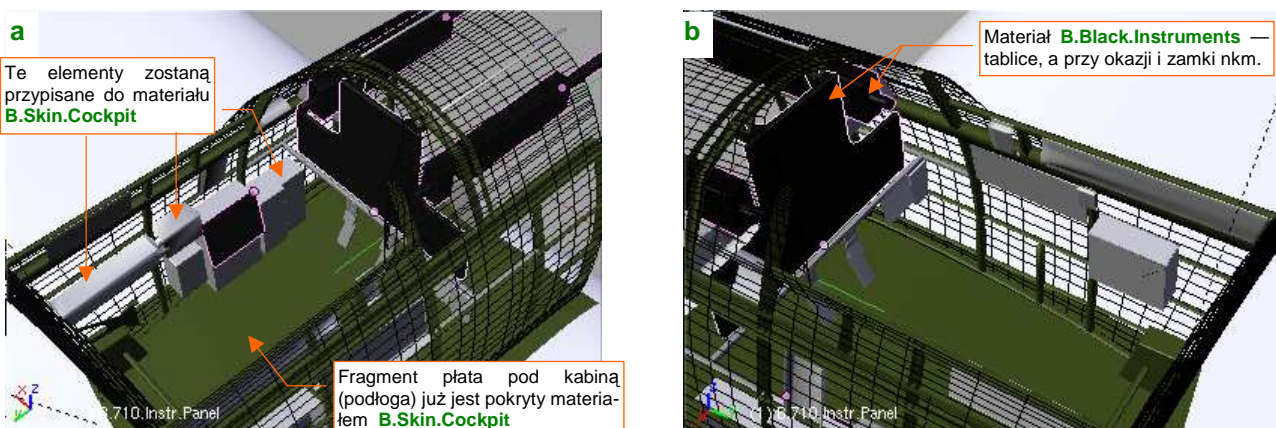
Pracę nad kabiną najlepiej jest zacząć od przełączenia wewnętrznej powłoki z domyślnego trybu wyświetlania *Shaded* w tryb *Wireframe* (zestaw *Object*, panel *Draw*). Ułatwia to znacznie dalsze prace, bo możesz teraz widzieć na wskroś poprzez powierzchnię kadłuba (Rysunek 7.5.1):



Rysunek 7.5.1 Przygotowanie szkieletu kadłuba i poszycia kabiny

Kolejnym krokiem jest powtórne zweryfikowanie kształtu i rozłożenia elementów szkieletu wewnątrz kabiny (Rysunek 7.5.1a). Porównaj je starannie z dostępnymi zdjęciami. To bardzo ważne, bo potem krzyżujące się wręgi i podłużnice będą służyły Ci za coś w rodzaju „siatki odniesienia”. Analizując fotografie, będziesz mógł na ich podstawie szacować wielkość pozostałych elementów wyposażenia. Przy okazji możesz zdecydować się na jakieś uszczegółowienia ich kształtu — na przykład zdecydowałem się zmienić przekrój głównej podłużnicy z „C” ma „H”, bo taki widać na zdjęciach (Rysunek 7.5.1b).

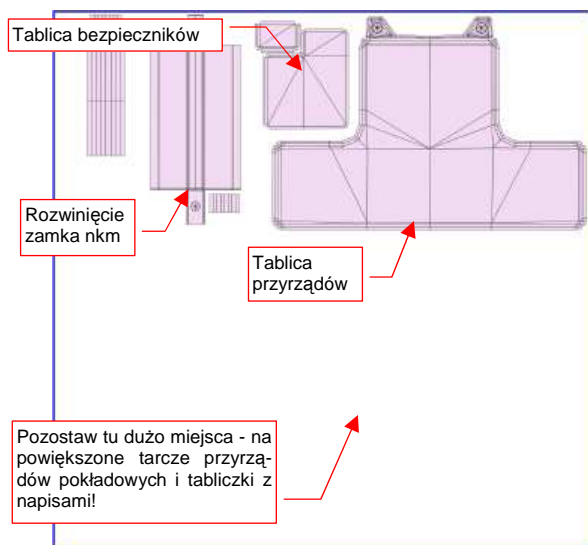
Zdjęcia kabiny przytłaczają liczbą szczegółów. Nie przejmuj się tym tak bardzo! Przyjrzyj się fotografiom i wyodrębni na nich elementy podstawowe (te, do których są przymocowane pozostałe) (Rysunek 7.5.2):



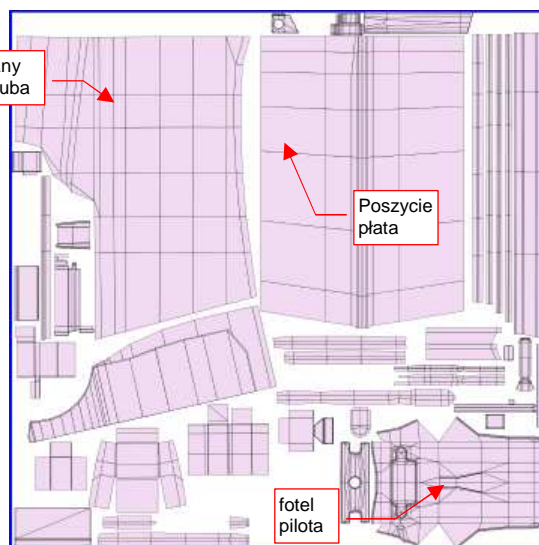
Rysunek 7.5.2 Podstawowe „bryły” wyposażenia kabiny

Zazwyczaj zidentyfikujesz i stworzysz tablicę przyrządów (wraz ze stelażem), oraz parę „pudełek” i „płytek”, ciągnących się wzdłuż lewej (Rysunek 7.5.2a) i prawej (Rysunek 7.5.2b) strony kabiny. Krawędzie „pudełek” warto fazować (poleceniem *Bevel* — por. str. 922). Przygotuj także dwa nowe materiały (możesz je skopiować z *B.Inner.Details*). Pierwszym: *B.Skin.Cockpit*, pokryj „wszystko, co nie jest czarne”. Drugim — *B.Black.Instruments* — pokryjesz „wszystko, co czarne” (tablicę przyrządów, pokrętła, itp.).

Materiał **B.Black.Instruments** będzie miał przypisane oddzielne tekstury, na których odwzorujemy wszystkie drobne szczegóły: tabliczki z napisami, tarcze przyrządów pokładowych. Trochę „na doczepkę” zaliczyłem do nich także wystające w kabinie zamki „półcalówek” Browinga. (Na zdjęciach także są czarne i mają taki sam połysk, co tablica przyrządów). Przygotuj rozwinięcia siatek należących do tego materiału. Aby uzgodnić ich położenie w UV, przypisz wszystkie do pomocniczego obrazu o nazwie **Test-Instruments** (Rysunek 7.5.3):



Rysunek 7.5.3 Rozłożenie w UV siatek przypisanych do materiału **B.Black.Instruments** (obraz **Test-Instruments**).

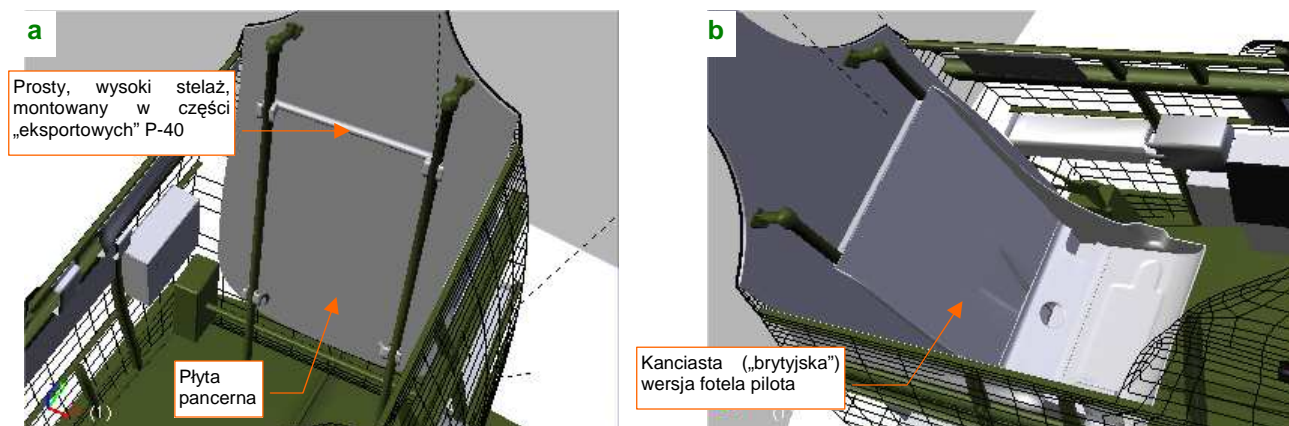


Rysunek 7.5.4 Rozłożenie w UV siatek przypisanych do materiału **B.Skin.Cockpit** (obraz **Test-Cockpit**).

Rozwinięcia ułóż tak, by zostawić na teksturze dużo wolnego miejsca — umieścimy tam powiększone obrazy tarcz instrumentów pokładowych, i różnych innych „opisanych” elementów. (Na przykład: bloku sterowania przepustnicą, mieszanką i skokiem śmigła, pokręteł trymerów, itp.).

Należy oczekiwać, że ciekawscy obserwatorzy będą częściej zaglądać do kabiny niż do luków podwozia. Warto więc zastosować w materiale **B.Skin.Cockpit** odpowiednią mapę nierówności, odwzorowującą łączenia blach i nity, a także mapę barw, odwzorowującą różnorodne przetarcia, zadrapania i zabrudzenia. Aby to było możliwe, rozwiń w **UV** odpowiednie powierzchnie (Rysunek 7.5.4). By nie było ich zbyt dużo, możesz pominąć drobniejsze elementy, przypisując je do materiału **B.Inner.Details**. Dla uproszczenia rozwinąłem tylko symetryczną półkę kadłuba (zabrudzenia będą lustrzanym odbiciem, ale to nie powinno razić).

Zdecydowałem się odwzorować już na tym etapie fotel pilota (Rysunek 7.5.5b). (Jest najbardziej „wyeksponowany”, i na pewno będzie miejscami zabrudzony, więc trzeba go także wkomponować w rozwinięcie **UV**).

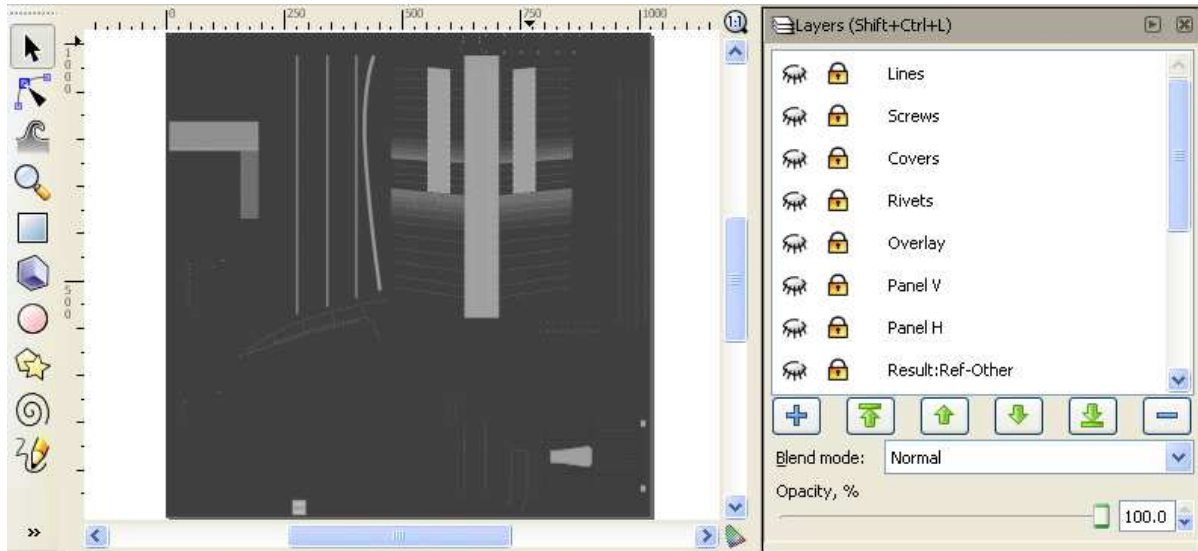


Rysunek 7.5.5 Stelaż i fotel pilota

W P-40 stosowano dwa rodzaje foteli pilota i stelaży, w zależności od odbiorcy: „brytyjski” i „amerykański”. Samoloty AVG miały, wg Hume Batesa ([7]), kanciasty model „brytyjski”, na prostym stelażu (Rysunek 7.5.5a).

Tekstury dla materiału **B.Skin.Cockpit** uzyskamy w ten sam sposób, jak tekstury powierzchni zewnętrznych samolotu (por. str. 371 - 384). Przygotujemy je w oddzielnych plikach, w podkatalogu o nazwie *cockpit*. (Uważam, że oddzielny folder jest wygodniejszym do rozróżniania plików z obrazami tekstur, niż dodawania jakichś przedrostków do ich nazw).

Najpierw wyeksportuj z Blendera rozwinięcia siatek (tych, które pokazywał Rysunek 7.5.4) w formacie SVG, i złóż je w Inkscape (por. str. 949), w pliku *cockpit\cockpit.svg*. Obraz *cockpit\cockpit.svg* będzie mniejszy od obrazu powierzchni zewnętrznych — nadaj mu rozmiar, powiedzmy, 1024x1024px. Potem przygotuj podobne warstwy, jak w pliku *skin.svg* (por. str. 367). (Niektóre możesz pominąć, bo ten rysunek nie będzie miał takich elementów, jak cienie pod nitami lub zagłębienia pod śrubami). Narysuj na nich obraz nierówności wnętrza kabiny (Rysunek 7.5.6):

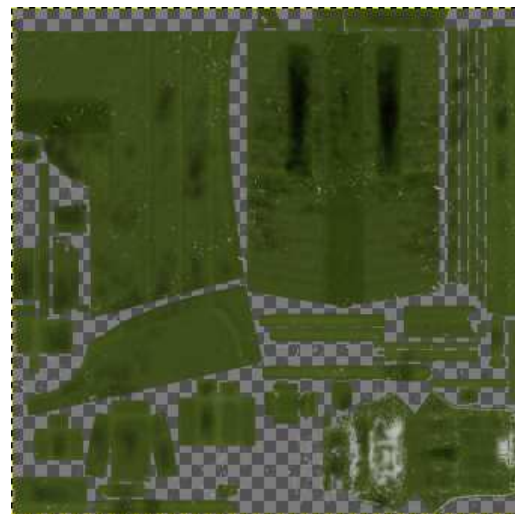


Rysunek 7.5.6 Przygotowywanie w Inkscape tekstury nierówności (plik *cockpit\cockpit.svg*)

Sprawdź w Blenderze, jak ta mapa nierówności „leży” na siatkach, i nanieś odpowiednie poprawki. Gdy będzie gotowa — połącz w Inkscape poszczególne warstwy w grupy (por. str. 371). Skomponuj z klonów tych grup na oddzielnej warstwie obraz map nierówności (**Result:Nor**). Używając odpowiednich filtrów (por. str. 737) przygotuj z klonów tych samych warstw mapę odbić (*ref.png* — por. str. 376-380). Podobnie jak w pliku *skin.svg*, będzie złożenie trzech warstw: **Result:Ref-Blur**, **Result:Ref-Grunge**, **Result:Ref-Other** (Rysunek 7.5.7):



Rysunek 7.5.7 Tekstura odbić (*cockpitref.png*)



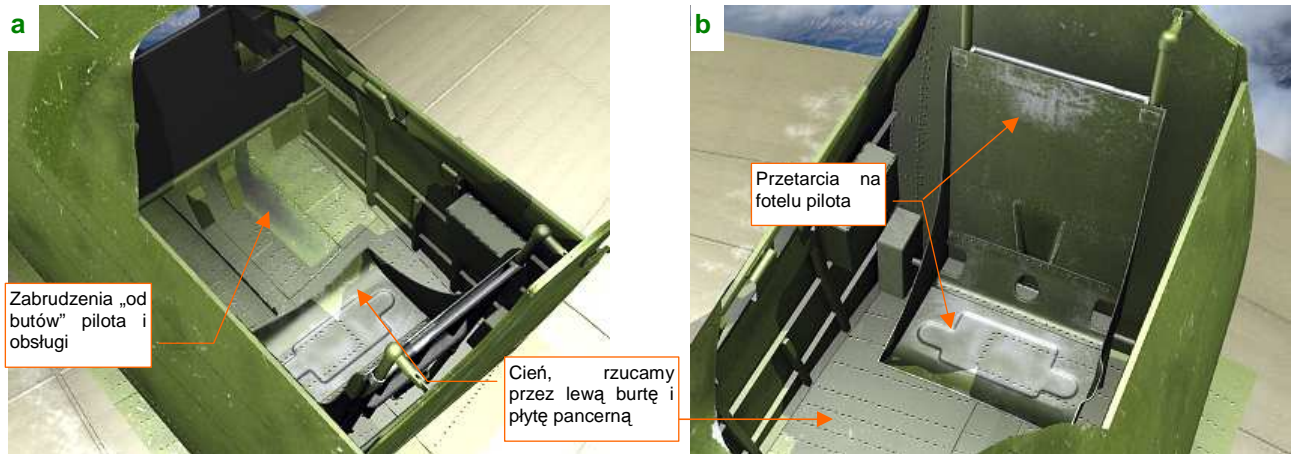
Rysunek 7.5.8 Tekstura barwy (*cockpit\color.png*)

Obraz rozwinięć UV wyeksportuj z Inkscape do pliku rastrowego, i wczytaj do Gimpa (jako plik *cockpit\cockpit.xcf*). Posługując się tymi samymi technikami, co w sekcji „Tekstura barwy” (str. 384) stwórz obraz tekstury barwy. Rezultat wyeksportuj do pliku *cockpit\color.png*.

Przygotowaliśmy w ten sposób trzy obrazy dla odpowiednich tekstur materiału **B.Skin.Cockpit**:

- plik *cockpit\nor.png* zawiera obraz dla tekstury nierówności **B.Cockpit.Nor**;
- plik *cockpit\ref.png* zawiera obraz dla tekstury rozpraszania światła **B.Cockpit.Ref**;
- plik *cockpit\color.png* zawiera obraz dla tekstury barwy **B.Cockpit.Color**;

Rysunek 7.5.9 przedstawia rezultat, osiągnięty na renderze po zastosowaniu tego materiału. (Dodałem do sceny półsferyczne światło od spodu, by lepiej było widać szczegóły „podłogi”):

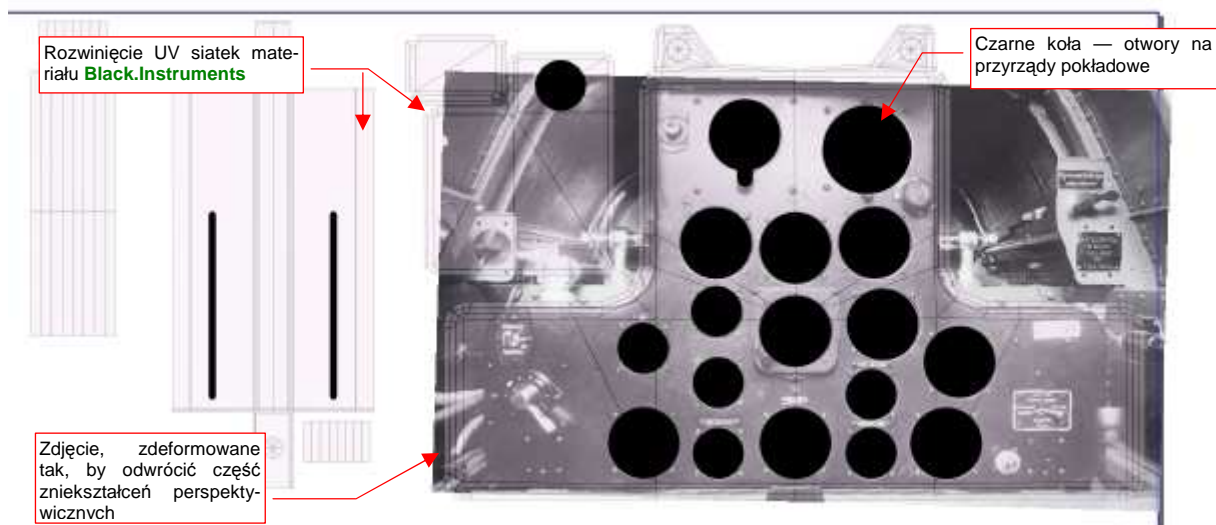


Rysunek 7.5.9 Rezultat zastosowania tekstur materiału **B.Skin.Cockpit**

Podłogą kabiny jest górna powierzchnia płata (Rysunek 7.5.9a). Obszary zakryte, tak jak ten, były nitowane za pomocą zwykłych nitów z łbami wypukłymi (a nie wpuszczanymi, jak na powłokach zewnętrznych). Jak przystało na podłogę, musi być zabrudzona, szczególnie tam, gdzie najczęściej stawiano stopy: w okolicach pedałów orczyka. Dodatkowo wzbogaciłem ją serią innych niewielkich zabrudzeń i zadrapań.

Fotel pilota (Rysunek 7.5.9b) należy zawsze do najbardziej „wytartych” elementów kabiny. Ten sam typ siedzenia był wykorzystywany w innym samolocie, produkowanym dla Wielkiej Brytanii: North American „Mustang”. Dokumentacja tego detalu to kilka zdjęć z restauracji P-51A, które znalazłem w Internecie. Wygląda na to, że o ile siedzenia pilota P-40 w USAAF pozostawiano w kolorze naturalnego duralu, to te fotele były malowane. W przypadku „Mustanga” były szaroniebieskie (farba **Dull Grey**)? Mogę tylko spekulować, w jakim kolorze były w samolotach AVG, więc pozostawiłem je w **Curtiss Green**, tak jak resztę kabiny.

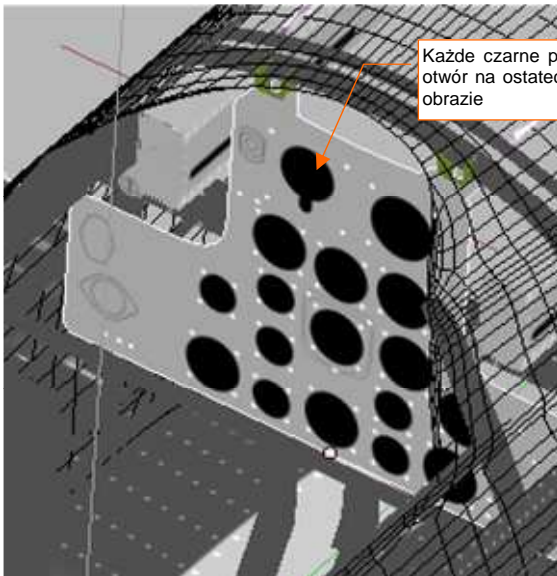
Tablica przyrządów jest najbardziej wyeksponowanym fragmentem kabiny pilota, więc warto jej poświęcić nieco więcej uwagi. Zaczniemy od naniesienia w Inkscape miejsc na tarcze przyrządów (Rysunek 7.5.10):



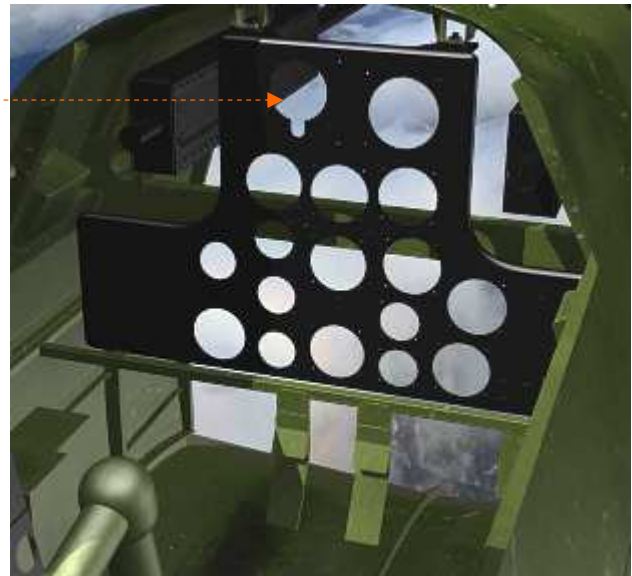
Rysunek 7.5.10 Przygotowanie tekstury otworów (głównie z myślą o tablicy przyrządów)

Pod rozwinięciem UV podstawiłem zdjęcie prawdziwej tablicy, i naniósłem w odpowiednich miejscach czarne koła.

Stworzony w Inkscape rysunek wyeksportuj do bitmapy. W trybie wyświetlania *Textured* podstaw go w Blenderze pod rozwinięcia siatek (jako plik przypisany do obrazu **Test-Instruments** — Rysunek 7.5.11). Sprawdź, czy wszystkie szczegóły dobrze „leżą” i czy nie są zdeformowane:



Każde czarne pole to otwór na ostatecznym obrazie

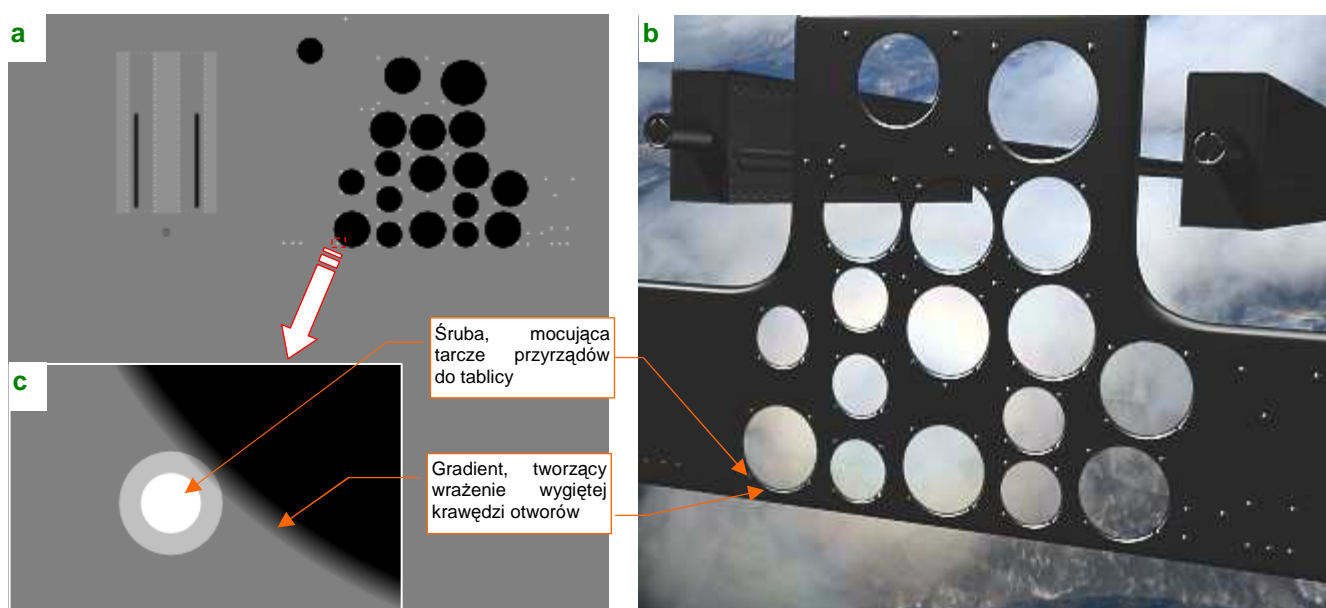


Rysunek 7.5.11 Dopasowanie obrazu otworów do rozwinięcia siatek (3D View, tryb *Textured*)

Rysunek 7.5.12 Test zastosowania tekstury otworów

Tarcze każdego wskaźnika, umieszczonego na tablicy, znajduje się w odpowiednim otworze. Przy krawędziach tych otworów widać okrągłe łby śrub, mocujących przyrządy. Śruby odwzorujemy za pomocą mapy nierówności. Otwory na tarcze przyrządów można byłoby zamodelować w siatce (wielu modelarzy tak robi). Ja jednak proponuję tu alternatywne rozwiązanie: zamiast wycinać dziur w siatce — uzyskajmy je za pomocą tekstury nierówności **B.Instruments.Holes** (Rysunek 7.5.12). Efekt jest równie dobry, nawet przy użyciu obrazu o umiarkowanej rozdzielczości. (Użyłem pliku *instruments\holes.png*, który dla takiego rozłożenia siatek, jaki pokazuje Rysunek 7.5.3 ze str. 469, ma rozdzielczość 1024x1024 pikseli).

Blacha na krawędziach otworów w tablicy była wygięta do środka (typowy efekt technologii tzw. cięcia gumą). Aby odtworzyć ten szczegół, przygotowałem odpowiednią mapę nierówności (Rysunek 7.5.13a):



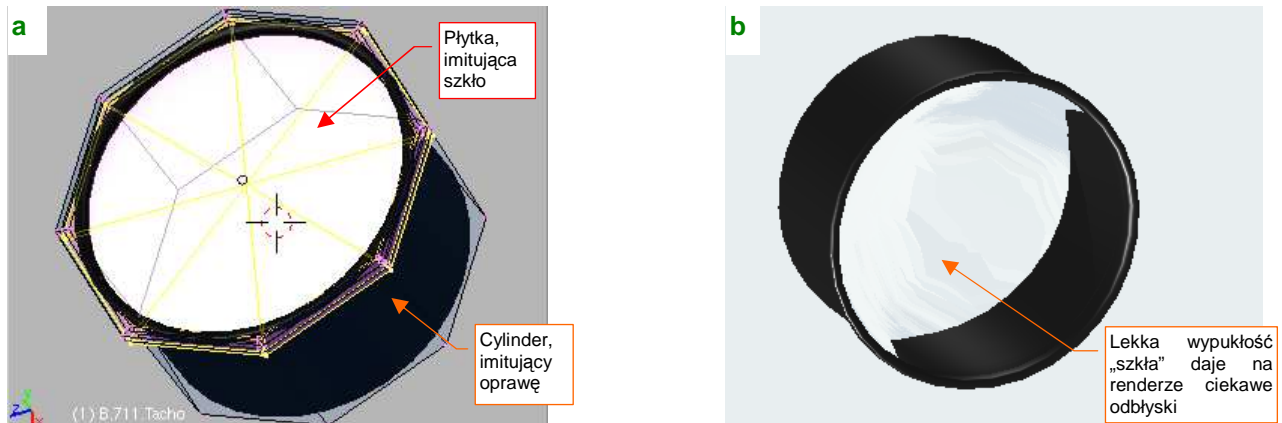
Śruba, mocująca tarcze przyrządów do tablicy

Gradient, tworzący wrażenie wygiętej krawędzi otworów

Rysunek 7.5.13 Szczegóły tekstury nierówności

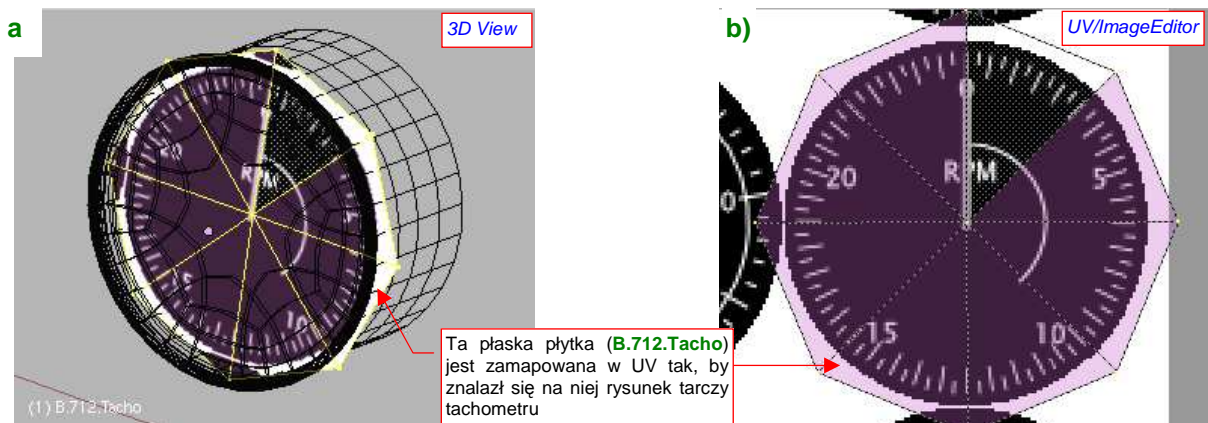
Otworów na obrazie (*instruments\nor.png*) tekstury nierówności są otoczone obrysem, wypełnionym odpowiednim gradientem kołowym (Rysunek 7.5.13c). Daje to całkiem poprawny rezultat (Rysunek 7.5.13b).

W tak przygotowane otwory wstawimy przyrządy. Większość z nich miała niemal identyczne oprawy (na tablicy występują w zasadzie tylko dwie średnice tarcz — wyjątkiem jest sztuczny horyzont). W tej sytuacji proponuję stworzyć większość opraw jako klony jednej siatki **B.711.Dial** (Rysunek 7.5.14):



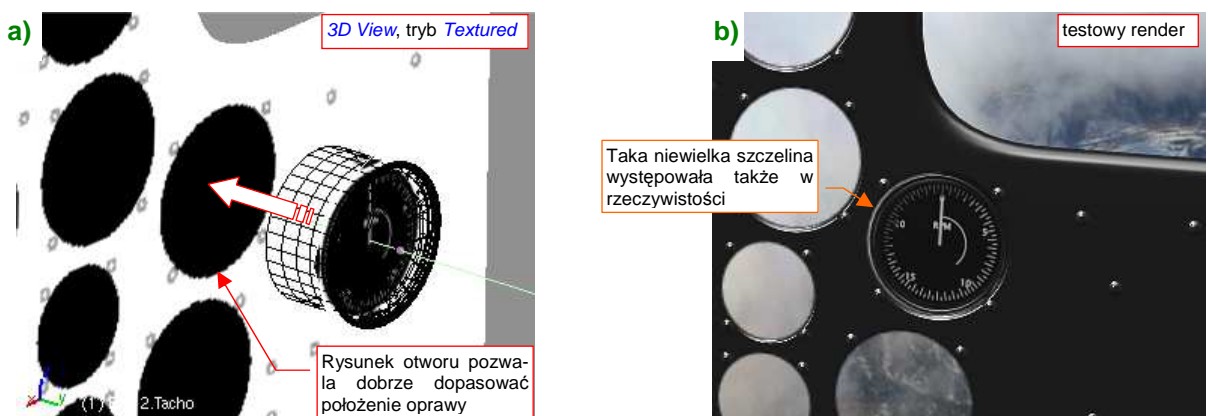
Rysunek 7.5.14 „Oprawa” wskaźnika

Oprawa składa się z cylindra, pokrytego tą samą czernią, co tablica przyrządów (**B.Instruments.Black**). W środek cylindra wstawiłem „płytkę”, imitującą szkło (Rysunek 7.5.14a). Ta płytka jest pokryta materiałem **B.Glass.Instruments** — kopią **B.Glass.Canopy**. Krawędzie „szkła” pozostawiłem zaokrąglone przez modyfikator *subsurf*, więc ich delikatna wypukłość pozostawia na renderze ciekawe odbłyski (Rysunek 7.5.14b). W środku oprawy umieściłem oddzielny obiekt. W tym przypadku to **B.712.Tacho** — płaska płytka, na której znajduje się rysunek tarczy przyrządu (Rysunek 7.5.15):



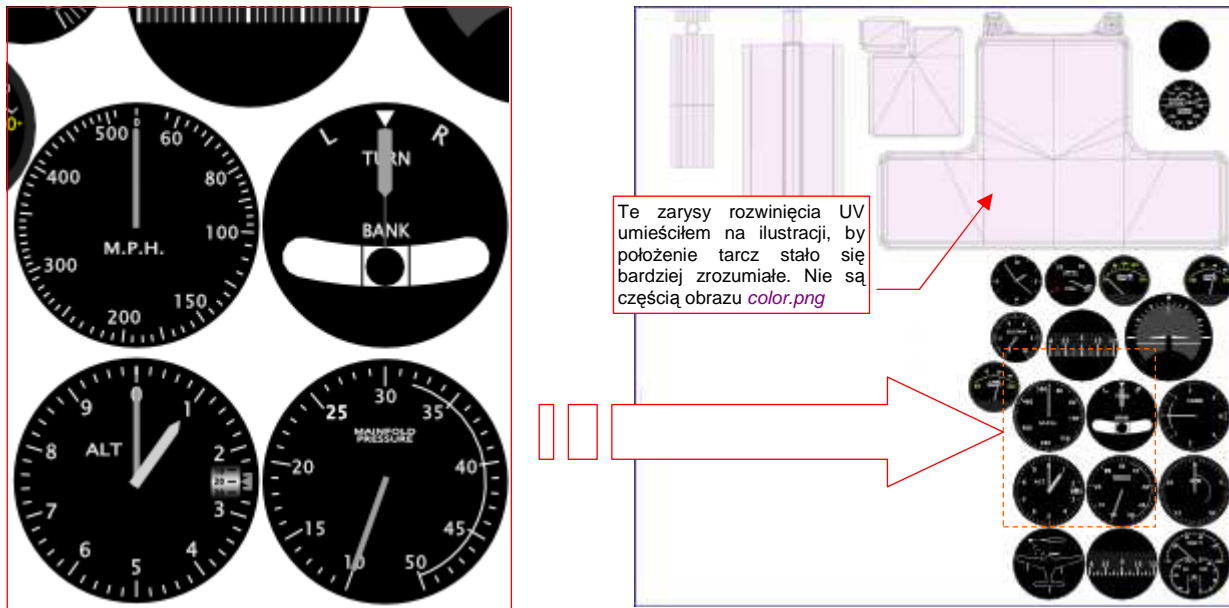
Rysunek 7.5.15 Tarcza wskaźnika

Potem pozostaje tylko umieścić oprawę w tablicy (najlepiej w trybie *Textured*, by trafić dobrze w otwór — Rysunek 7.5.16a). Rezultat na renderze pokazuje Rysunek 7.5.16b):



Rysunek 7.5.16 Osadzenie wskaźnika w tablicy

W ten sposób wykonaj wszystkie wskaźniki, umieszczone na tablicy przyrządów. Muszę przyznać, że najbardziej pracochłonną czynnością było ich narysowanie. (Wskazówki dot. szybkiego rysowania skali na tarczy przyrządu znajdziesz na str. 717). Stworzyłem je w Inkscape, na podstawie dostępnych zdjęć (Rysunek 7.5.17):



Rysunek 7.5.17 Tekstura B.Instruments.Color z narysowanymi tarczami wskaźników

Tarcze są dość duże — ich rozmiar dobrałem tak, by po eksporcie do obrazu rastrowego *instruments\color.png*, o wymiarach 1024x1024, nadal wyglądały w miarę dokładnie. Stworzenie takiego rysunku wymagało kilku godzin pracy. Rozdzielczość większości zdjęć kabiny, którymi dysponowałem, nie pozwalała na dokładne odczytanie cyfr i opisów na tarczach wskaźników. Czasami musiałem szukać podobnych przyrządów w konstrukcjach pokrewnych, np. w P-51. Rezultat wyszedł jednak dość zadowolająco (Rysunek 7.5.18):



Rysunek 7.5.18 Render tablicy przyrządów, po wstawieniu wszystkich wskaźników

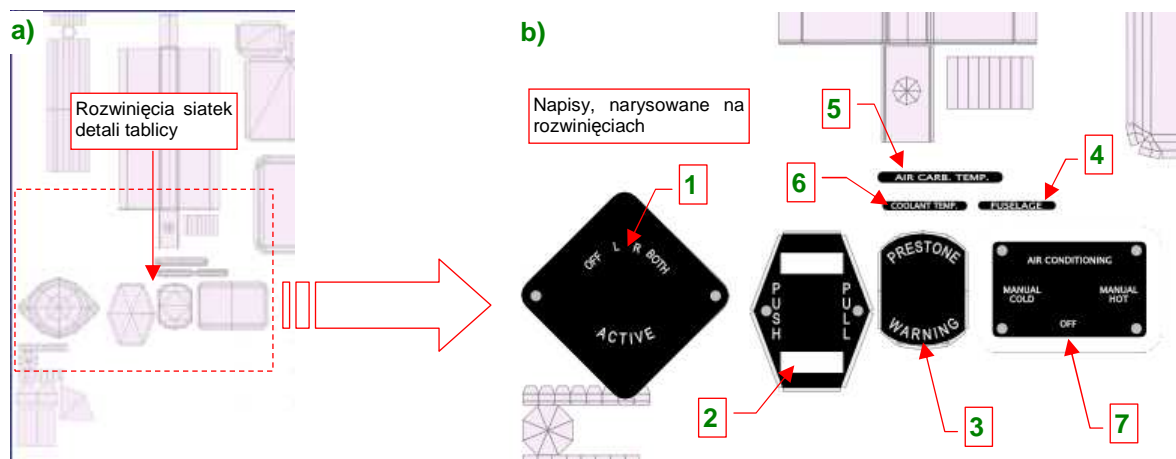
Refleksy od lekko wypukłych szkieł przyrządów dodają całości realizmu. Paradoksalnie, w rzeczywistości szkło przyrządów było zupełnie płaskie. Jeżeli chcesz bardzo wiernie odtworzyć oryginał, możesz je „spłaszczyć”. Należy wówczas oznaczyć krawędzie obwodu „płytki”, którą jako zaznaczoną zaznaczony pokazuje Rysunek 7.5.14a) (str. 473), jako ostre (*Cearse* = 1). Dzięki temu, że prawie wszystkie tarcze wykorzystują tę samą siatkę oprawy, wystarczy ją raz zmodyfikować — a wszystkie jej klony także ulegną zmianie.

Teraz pozostaje uzupełnić tablicę przyrządów o kilka ostatnich detali (Rysunek 7.5.19):



Rysunek 7.5.19 Tablica przyrządów, uzupełniona o pozostałe szczegóły

Umieszczono na niej kilka plaketek z napisami (4, 5, 6, 7), wskaźnik ostrzegawczy przegrzania silnika (3), oraz parę przełączników (1, 2, 7). Siatki elementów, na których znajdował się tekst lub inny znak graficzny warto nanieść na teksturę barwy **B.Instruments.Color** (Rysunek 7.5.20a):

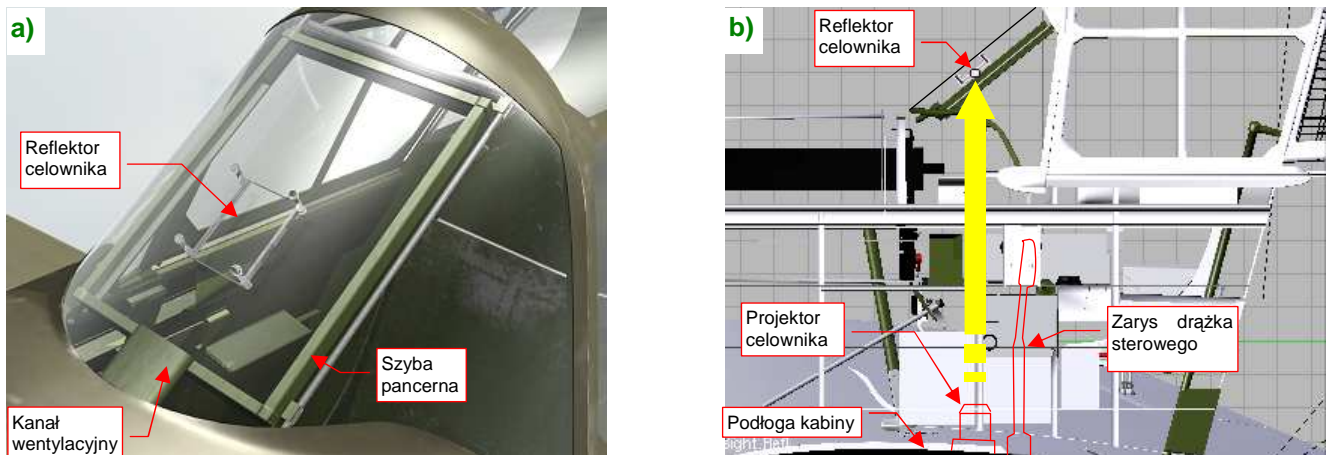


Rysunek 7.5.20 Napisy na detalach tablicy przyrządów — kolejny fragment obrazu *instruments\color.png*

(Nie będę tu opisywał tworzenia i rozwijania siatek, bo są trywialne — sądzę, że sam już dobrze wiesz, jak je wykonać). Rozwinięcia dodałem do warstwy UV w pliku *instruments\instruments.svg*. Posługując się Inkscape, naniósłem na nie odpowiednie napisy i inne elementy (np. białe krawędzie). Na warstwie **Screws** dodałem także do grupy **#Screws** śruby, umieszczone w narożnikach plaketek. Po wygenerowaniu kolejnej wersji mapy kolorów (*instruments\color.png*) i nierówności (*instruments\nor.png*) uzyskałem efekt jak na renderze, który pokazuje Rysunek 7.5.19.

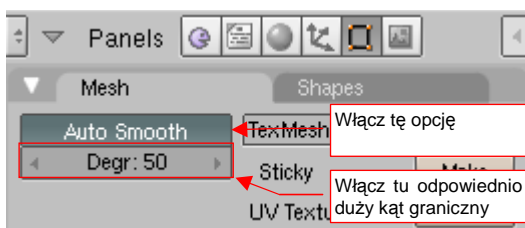
Zwróć może uwagę, że w niektórych elementach tablicy przyrządów wykorzystałem inne materiały, niż **B.Cockpit.Instruments**. Uchwyt przełącznika iskrowników (1) był czerwony, więc cały jest w materiale **B.Red.Details** (dzięki temu nie musiałem go rozwijać w UV). Podobnie przełączniki na plakietkach 2 i 7 to klony tej samej siatki, przypisane do materiału **B.Steel.Rough** (bo zapewnia im najbardziej odpowiedni „odblask”).

Tablica przyrządów jest już gotowa. To jednak dopiero „przygrzywka” do dalszej pracy nad wnętrzem kabiny. Czeką nas jeszcze wykonanie mnóstwa drobiazgów. Rysunek 7.5.21a) przedstawia wykończone wnętrze wiatrochronu:



Rysunek 7.5.21 Szczegóły wnętrza wiatrochronu

Pomiędzy prętami owiewki umieściłem ramkę z szybą pancerną. Szyba miała grubość 1.5 cala (38 mm). Nie byłem pewien, czy miała taki sam zielonkawy odcień, jak na P-40E. Przypisałem jej więc ten sam materiał „szkła”, jaki został użyty w pozostałych szymbach owiewki (**B.Glass.Canopy**).



Rysunek 7.5.22 Sposób na zaokrąglenia drobnych siatek — opcja **Auto Smooth**

zaokrąglania krawędzi — opcji **Auto Smooth**, z odpowiednio dużą wartością granicznego kąta pomiędzy ścianami (Rysunek 7.5.22).

W maszynach produkowanych dla USAAC ponad szybą pancerną był umieszczony reflektor celownika (Rysunek 7.5.21a). Projektor celownika była nietypowo umieszczona na podłodze kabiny (Rysunek 7.5.21b). To rozwiązanie odziedziczone po P-36. Samoloty produkowane dla Wielkiej Brytanii miały klasyczny, jednoczęściowy celownik refleksyjny za szybą pancerną.

Kłopoty mieli za to zbrojmistrzowie AVG, otrzymawszy brytyjskie samoloty bez celowników. Po wielu „podchodach” udało im się uzyskać amerykańskie projektory podłogowe (takie, jakie pokazuje Rysunek 7.5.21b). Musieli jednak sami do nich dorobić prowizoryczne reflektory (Rysunek 7.5.23).



Rysunek 7.5.23 Reflektor celownika, dorabiany dla samolotów AVG

Aby się w tych wszystkich szczegółach nie pogubić, w dalszej pracy nad kabiną proponuję przyjąć zasadę „wykańczania strefy”. Dzielisz w niej kabinę na kilka stref: wnętrze wiatrochronu, otoczenie tablicy przyrządów, lewą burtę, podłogę, prawą burtę. Każdą z nich wypełniasz wszystkimi detalami, i nie przechodzisz do następnej dopóty, dopóki aktualna nie będzie zupełnie wykończona. (Chodzi tu o pozostawienie wszystkiego — modelu, materiałów, tekstur — w takim stanie, byś nie musiał do nich nigdy wracać, by cokolwiek zmienić).

Pierwszą strefę — wnętrze wiatrochronu — już wykończyliśmy (por. Rysunek 7.5.21, str. 476), pora teraz uzupełnić detale wokół tablicy przyrządów (Rysunek 7.5.24):

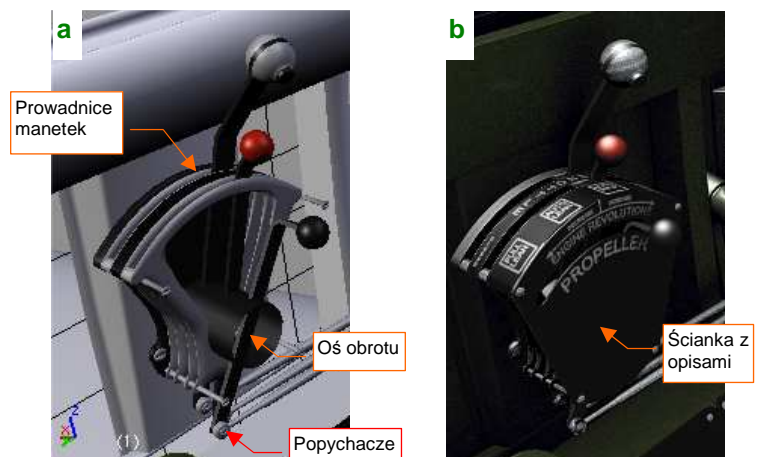


Rysunek 7.5.24 Detale wokół tablicy przyrządów

Najbardziej okazałym elementem tej strefy są pedały orczyka. Wnętrze kabiny wykonuję w sposób uproszczony, stąd zdecydowałem się użyć w obydwu tej samej siatki. W konsekwencji w przestrzeni **UV** materiału **B.Skin.Cockpit** istnieje tylko jedno rozwinięcie tego elementu. Wadą takiego podejścia jest identyczny układ rys i zabrudzeń na każdym z pedałów, ale nie rzuca się to specjalnie w oczy. Zaletą jest możliwość użycia przez siatkę większej powierzchni tekstury. Przyniosło to szczególnie dobry efekt w przypadku tekstury nierówności. Na renderze (Rysunek 7.5.24) na każdym z pedałów wygrawerowany napis eksploatacyjny („PUSH FORWARD TO RELEASE PARKING BRAKES”), oraz wyraźną, gęstą „kratkę” na końcach.

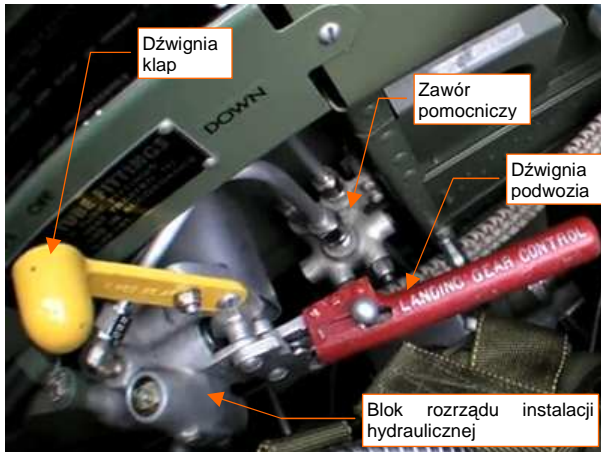
Oprócz orczyka odtworzyłem wiele innych detali — np. uchwyty służące do przeładowywania karabinów skrzydłowych, regulator ciśnienia tlenu, czy przełącznik sterujący odladzaniem gaźnika (Rysunek 7.5.24).

Po ukończeniu tej strefy, mamy gotowy cały przód kabiny, do wysokości tablicy przyrządów. Czas zabrać się za kolejny obszar — lewą burtę. Z tej strony znajduje się większość różnorodnych dźwigni i pokręteł. W szczególności zespół manetek silnika (przeputnicy i mieszanki) oraz skoku śmigła (Rysunek 7.5.25). Modelarze zazwyczaj odwzorowują obudowę tego zespołu jako trójkątne „pudełko”. Ze zdjęć wynika jednak, że była to raczej grupa blaszanych prowadnic (Rysunek 7.5.25a), bez jakichkolwiek ścianek bocznych. Z przodu była do niej tylko przykręcona „maskownica”, z napisami eksploatacyjnymi (Rysunek 7.5.25b).

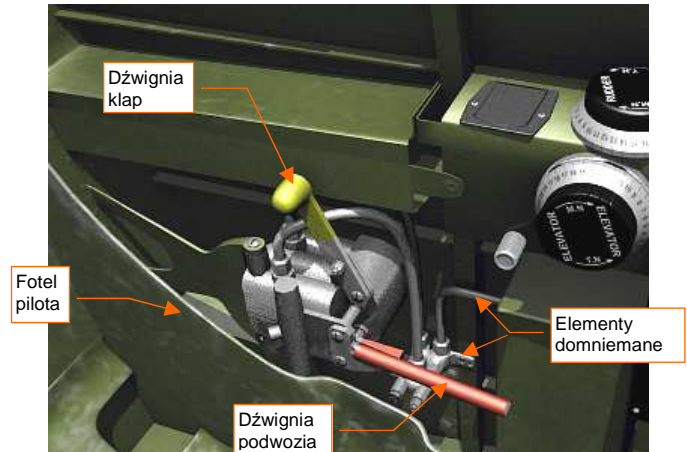


Rysunek 7.5.25 Szczegóły osłony manetek silnika i śmigła

Dalej wzdłuż lewej burty, przy fotelu pilota, znajdował się skomplikowany rozrząd instalacji hydraulicznej, z dwoma dźwigniami: klap i podwozia. Trudno jest znaleźć zdjęcia tego „wciśniętego” w kąt kabiny zespołu: wszystkie dokładniejsze fotografie pochodzą z późniejszych wersji P-40 (E i następnych) (Rysunek 7.5.26):



Rysunek 7.5.26 Zawór, sterujący klapami i podwoziem (P-40E)



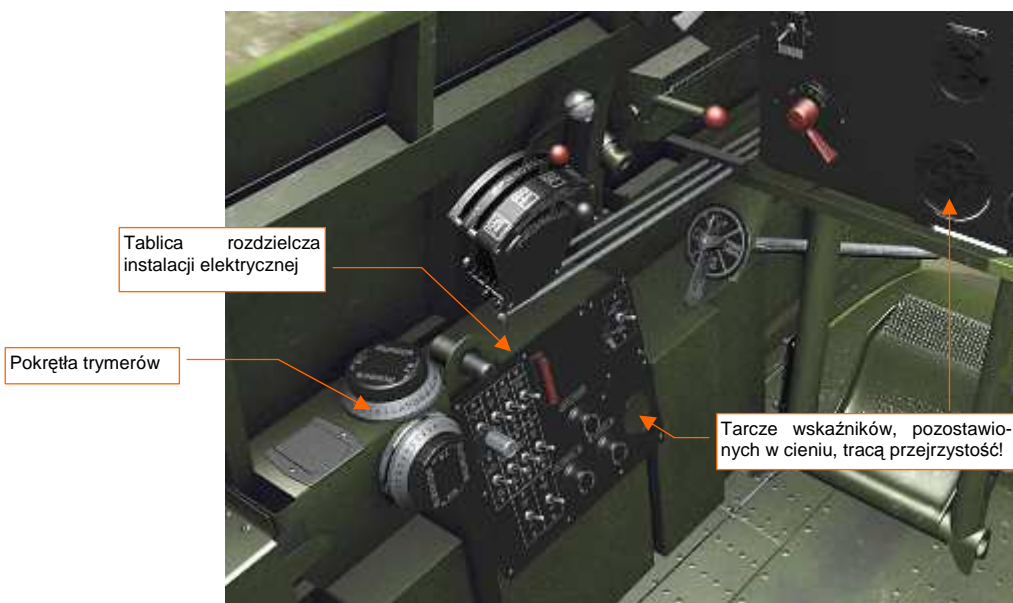
Rysunek 7.5.27 Odwzorowanie zaworu w naszym modelu

Tylko na dwóch zdjęciach pewnego P-40C w jednym z muzeów w USA dostrzegłem wystającą zza fotela dźwignię sterującą klapami skrzydłowymi. W dodatku ten egzemplarz nie ma całkiem oryginalnego wyposażenia: wygląda na to, że zespół sterowania silnikiem zaadaptowano z P-40E. Nie widać tam też śladu po przewodach, zasilających ten rozrząd. (Tak w ogóle, to w jego kabinie brak jeszcze wielu innych szczegółów). Nic dziwnego, że modelarze często pomijają ten detal, a ci, którzy się na niego natkną, czasami przypisują mu błędną funkcję. Spotkałem się np. z książką dla modelarzy ([14]), gdzie autor opisał ten zespół jako pompę paliwową!

Korpus rozrządu był na pewno odlewany — świadczą o tym obecne wszędzie zaokrąglenia i wyoblenia. Dokładne odtworzenie takiego kształtu byłoby bardzo pracochłonne. Ten szczegół jest tak mało widoczny, że zdecydowałem się odwzorować go w sposób uproszczony, bez zaokrągleń (Rysunek 7.5.27). Przebieg jednego z przewodów i sposób zamocowania pomocniczego zaworu są oparte wyłącznie na domysłach, które mogą okazać się fałszywe. Pomiąłem za to wiele innych przewodów, kryjących się za fotelem.

Kolejnym uproszczeniem jest także pominięcie napisów eksploatacyjnych, biegnących wzdłuż burt samolotu. Wprawdzie wykonanie napisów „DOWN” lub „OFF”, widocznych na fotografii (Rysunek 7.5.26) nie stanowiłoby większego problemu, ale co jest napisane na tej czarnej tabliczce obok?

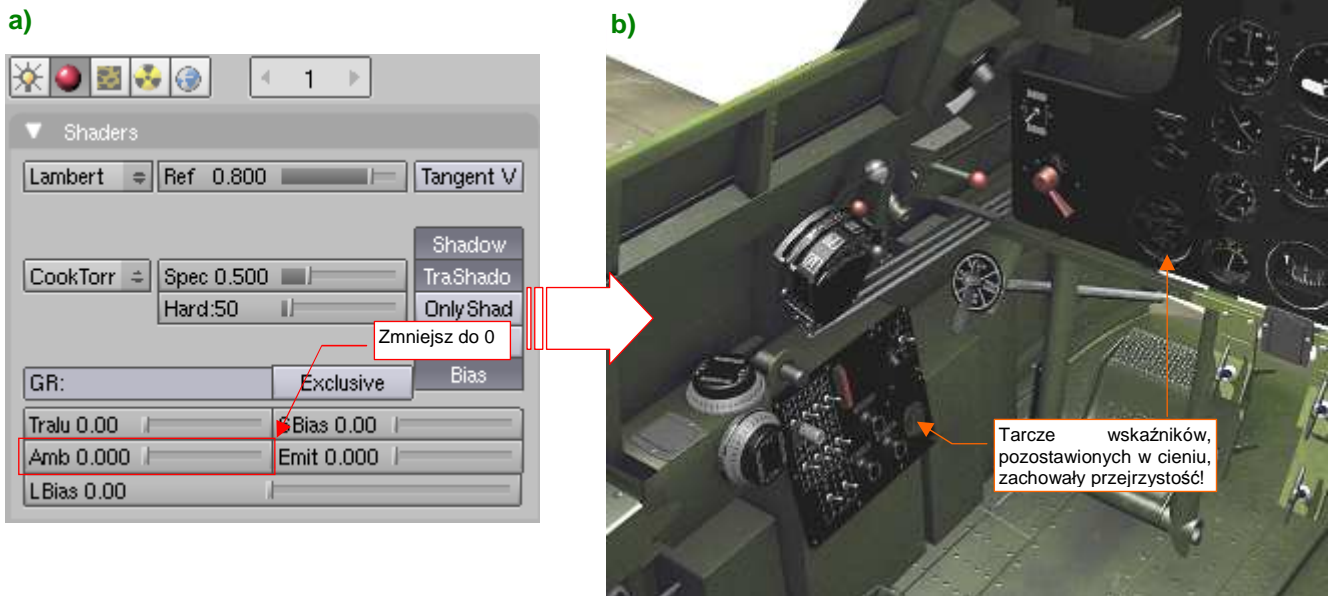
Innym szczegółem lewej burty jest tablica rozdzielcza instalacji elektrycznej (Rysunek 7.5.28):



Rysunek 7.5.28 Detale lewej burty (render z aktywnym efektem *Ambient Occlusion*).

Wykorzystałem na niej wiele klonów przełącznika, użytego po raz pierwszy na tablicy przyrządów (por. str. 475). Ponieważ lewa burta naszego modelu jest w cieniu, render, który przedstawia Rysunek 7.5.28 wykonałem z włączonym efektem *Ambient Occlusion* (por. 968). Pojawił się na nim brzydki efekt uboczny, czy może błąd Blendera: na tarczach wskaźników, znajdujących się w cieniu, nie widać niczego.

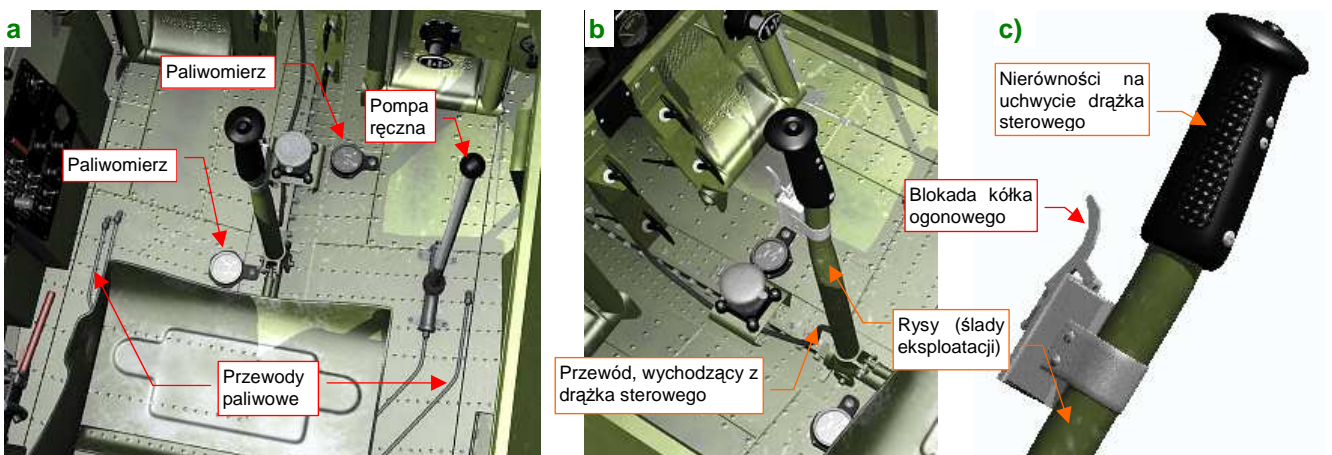
Ten błąd można obejść, minimalizując intensywność efektu *Ambient Occlusion* dla konkretnego materiału, w tym przypadku — instrumentów (**B.Black.Instruments**). Wystarczy zmniejszyć w panelu *Shaders* przełącznik **Amb** do 0.0 (Rysunek 7.5.29a):



Rysunek 7.5.29 Kompensacja błędu w obliczeniach *Ambient Occlusion*.

W wyniku zmniejszenia parametru **Amb**, tarcze zegarów przestały się chować w cieniu, i teraz pokazują swoje napisy. Taką samą zmianę należy wprowadzić w „pokrewne” czarne materiały, którymi są pokryte niektóre przełączniki i inne elementy kabiny: **B.Black.Opaque**, **B.Black.Details**.

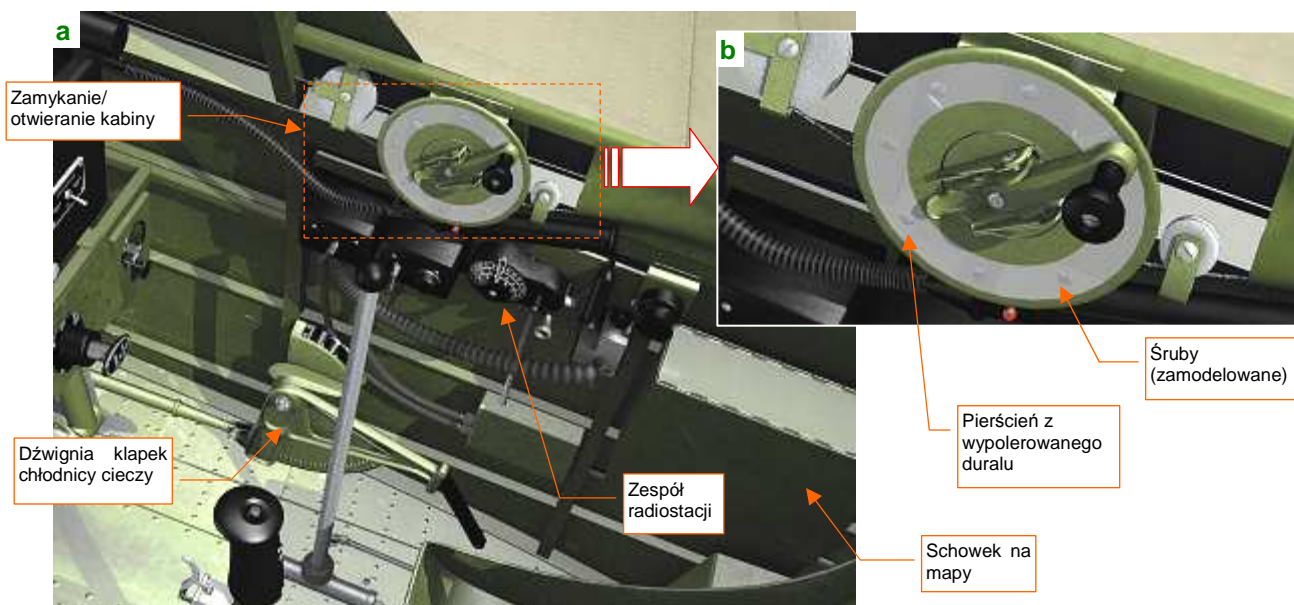
Kolejnym obszarem do wypełnienia jest podłoga kabiny (Rysunek 7.5.30). W P-40 tę funkcję pełniła górna powierzchnia płata. Na szczęście nie ma tu dużo detali do wykonania. Specyficzne dla tej konstrukcji są przymocowane do na podłogi paliwomierze zbiorników skrzydłowych (Rysunek 7.5.30a). Najważniejszymi elementami na tym obszarze są: zespół drążka sterowego i projektor celownika (Rysunek 7.5.30b):



Rysunek 7.5.30 Szczegóły podłogi kabiny pilota

Drążek był najbardziej narażony na rysy i zadrapania farby, więc rozwinąłem ten fragment siatki w przestrzeni **UV** materiału **B.Skin.Cockpit**. Zwróć uwagę na przewód, wychodzący z drążka. To szczegół dość często pomijany przez modelarzy. Rysunek 7.5.30c) przedstawia szczegóły górnej części drążka sterowego. Wytlóczenie na uchwycie uzyskałem za pomocą mapy nierówności (materiału **B.Black.Instruments**).

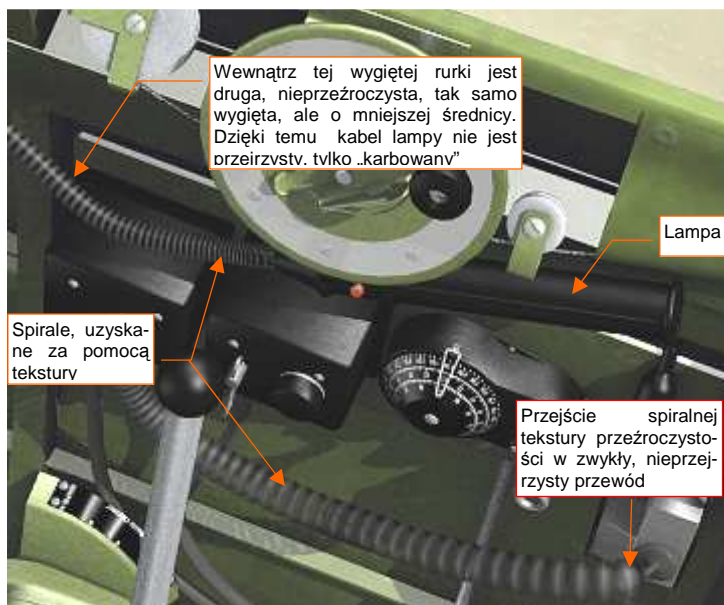
Wreszcie prawa burta kabiny (Rysunek 7.5.31). Konstruktorzy umieścili z tej strony „korbkę” służącą do odsuwania i zasuwania osłony, kontrolki radiostacji, oraz dźwignię sterowania chłodnicy (Rysunek 7.5.31a):



Rysunek 7.5.31 Szczegóły prawej burty kabiny pilota

Tarcza korby osłony kabiny miała fragment powierzchni zachowany w naturalnej barwie duralu, wypolerowanego niemal jak lustro (Rysunek 7.5.31b). Powiniennem właściwie go pokryć materiałem **B.Skin.Duraluminum**, takim jak poszycie samolotu (por. str. 382). Przygotowanie dla tego tak małego fragmentu odpowiedniej tekstury nierówności byłoby jednak zbyt pracochłonne. Zrobiłem więc to „na skróty”: pokryłem tę powierzchnię materiałem, użytym do tłoków amortyzatorów podwozia (**B.Steel.Mirror**). Łby ośmiu śrub, które są na niej widoczne, to siatki, a nie tekstura (Rysunek 7.5.31b). (Wykorzystałem klony standardowych śrub, często używanych w innych miejscach kabiny i podwozia). Tak po prostu było najszybciej, a wpływ na komplikację modelu tych kilkudziesięciu dodatkowych ścian jest minimalny.

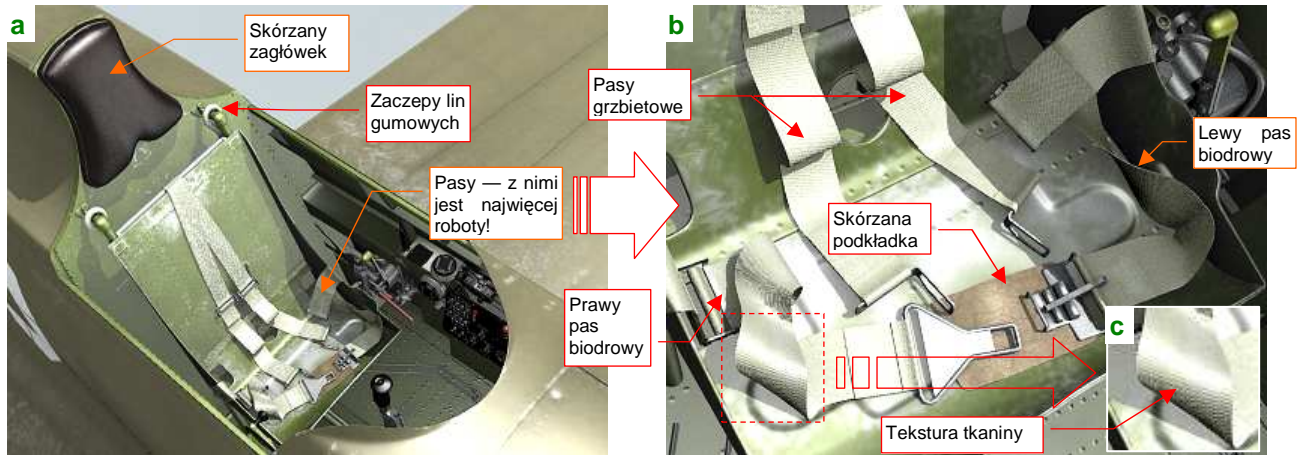
Na prawej burcie występują dwa spiralne przewody (Rysunek 7.5.32). Pierwszy to elastyczny kabel pomocniczej lampy (spotyka się takie nadal w niektórych lampkach biurowych). Drugi — to zawijany kabel od wtyczki (mikrofonu?) radiostacji, przypominający kable słuchawek starych, przewodowych telefonów. Są to na tyle drobne elementy, że zostały odwzorowane za pomocą tekstury. Już raz taką sztuczkę wykonaliśmy, przy sprężynach kółka ogonowego (por. str. 994). Wykorzystałem do tego celu, podobnie jak wtedy, odpowiednio spłaszczoną teksturę proceduralną typu **Wood**. Każdy z kabli to po prostu wygięty wzdłuż krzywej cylinder. Pewną niedogodnością jest tu konieczność indywidualnego dopasowania mapowania zwojów tekstury. Zwróć uwagę np. na zakończenie przewodu od radiostacji (Rysunek 7.5.32) — „kabel”, imitowany przez teksturę dyskretnie przekształca się w nieprzejrzystą końcówkę. Wymagało to „trafienia” końcem zwoju w początek nieprzejrzystego kabla. W rezultacie dla każdego z tych przewodów trzeba było stworzyć indywidualny materiał. Dla dwóch elementów, jak w tej kabine, to jeszcze nie był problem. Pamiętaj jednak o tym ograniczeniu, gdybyś chciał wykorzystywać to rozwiązanie częściej. Zbyt dużo materiałów może bardzo utrudnić wprowadzanie zmian w modelu.



Rysunek 7.5.32 Szczegóły spiralnych kabli

Wymagało to „trafienia” końcem zwoju w początek nieprzejrzystego kabla. W rezultacie dla każdego z tych przewodów trzeba było stworzyć indywidualny materiał. Dla dwóch elementów, jak w tej kabine, to jeszcze nie był problem. Pamiętaj jednak o tym ograniczeniu, gdybyś chciał wykorzystywać to rozwiązanie częściej. Zbyt dużo materiałów może bardzo utrudnić wprowadzanie zmian w modelu.

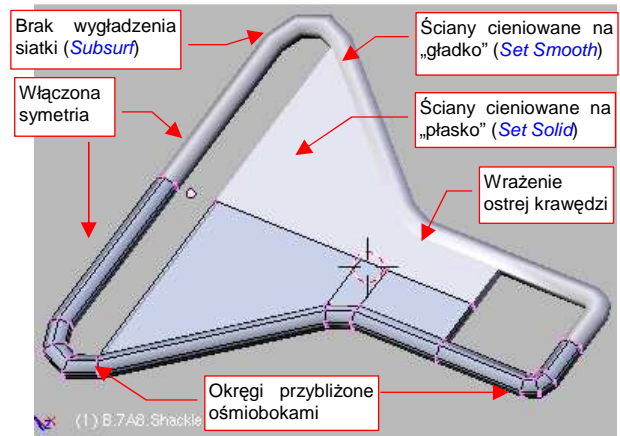
Ostatnim obszarem kabiny, który „uszczegółowiłem”, była tylna ściana, wraz z fotelem pilota (Rysunek 7.5.33):



Rysunek 7.5.33 Szczegóły tylnej ściany kabiny pilota

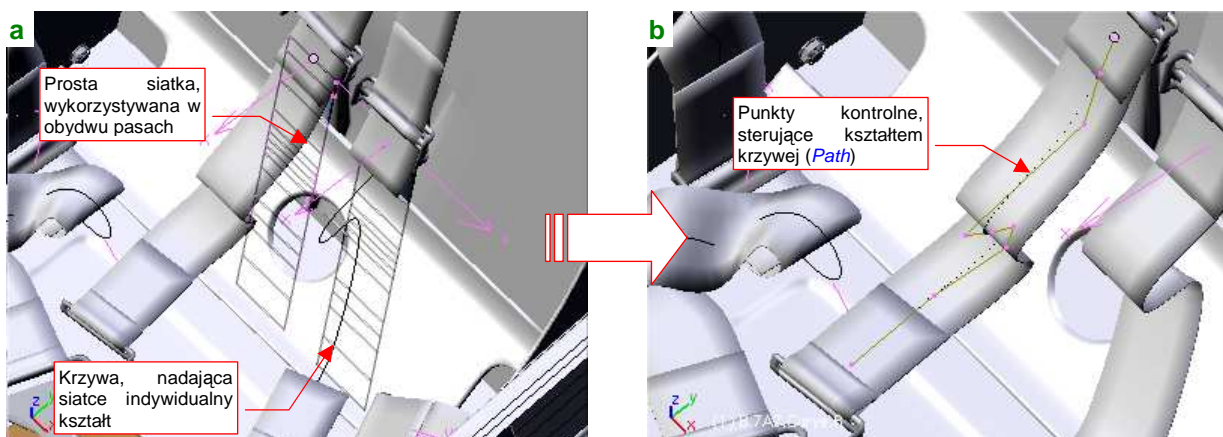
Wykonanie tego fragmentu wydaje się prostsze od pozostałych — bo zawiera mniej detali. Ot, zagłówek, pasy, i jakieś inne drobiazgi (Rysunek 7.5.33a). A jednak modelowanie „luźno rzuconej” uprząży pilota (Rysunek 7.5.33b) wymagało istotnego wysiłku. I to wcale nie z powodu zróżnicowanych materiałów!

Tworzenie tego zespołu zacząłem od wykonania kompletu sprzączek. Są to stosunkowo małe detale, więc nie trzeba było tu wygładzać siatki modyfikatorem *Subsurf*. Do uzyskania odpowiedniego efektu wystarczyło użyć uproszczeń — np. okręgu ośmiokątem (Rysunek 7.5.34). Wrażenie zaokrąglenia uzyskałem wyłącznie przez oznaczanie cieniowania odpowiednich ścian jako „gładkie” (*Set Smooth*). Ewentualne ostre krawędzie powstawały samoistnie na granicy ścian, różniących się tym ustawieniem. Zastosowałem także inne uproszczenia, jak lustrzane odbicie siatki. Rezultaty na renderze wyglądają całkiem realistycznie, nawet w zbliżeniach (Rysunek 7.5.33b).



Rysunek 7.5.34 Siatka sprzączki

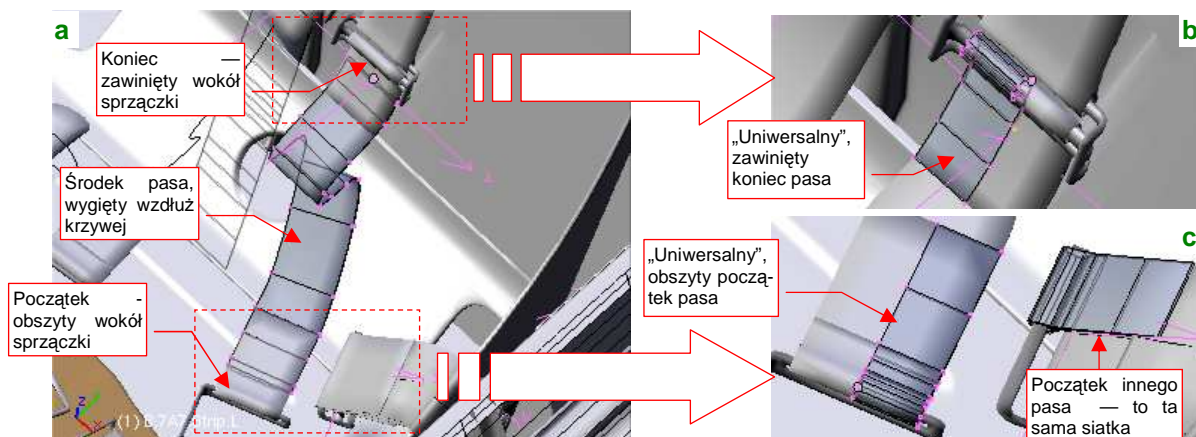
Same pasy to bardzo płaskie prostopadłości (Rysunek 7.5.35a). Ich grubość odpowiada 1 mm w rzeczywistym samolocie. Te siatki są wygięte wzdłuż odpowiedniej krzywej (modyfikatorem *Curve Deform*, tak jak wyginaliśmy kable i rurki). To te krzywe nadają im indywidualny kształt (Rysunek 7.5.35b):



Rysunek 7.5.35 Pasy — płaskie siatki, wygięte wzdłuż krzywej

Do stworzenia lewego i prawego pasa użyłem dwóch klonów tej samej siatki (por. Rysunek 7.5.35a).

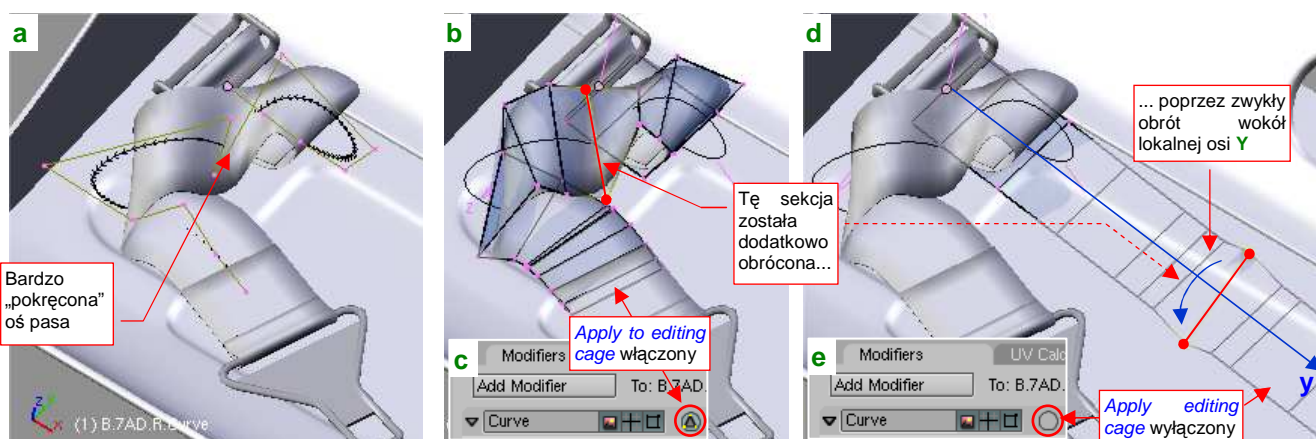
W zasadzie uprząż pilota składa się z czterech pasów: dwóch biodrowych i dwóch grzbietowych (choć te ostatnie są właściwie połączone w jeden długi odcinek — por. Rysunek 7.5.33a). W środku każdego pasa jest sprzączka, dzieląca go na dwie części. Początek każdej z tych części jest obszyty wokół jednej ze sprzączek, a koniec — zawinięty wokół poprzeczki drugiej (Rysunek 7.5.36a):



Rysunek 7.5.36 Trzy elementy każdego pasa: wygięty środek i dwie nie zdeformowane końcówki

Zamodelowanie takich końcówek poprzez wygięcie wokół krzywej jest możliwe, ale wymagałoby powtórzenia wiele razy tej samej, żmudnej roboty. (Mamy tu siedem fragmentów upręży, z których każdy ma swój indywidualny kształt — i swoją własną krzywą). Można jednak to zdecydowanie uprościć, gdy w charakterze obszycia użyjemy klonu jednej, uniwersalnej siatki. Dosztukujemy ją, jako oddzielny obiekt, do początku każdego pasa (Rysunek 7.5.36c). Podobnie każde owinięcie tkaniny wokół sprzączki to klon innej, uniwersalnej siatki, nakładany na koniec wygiętego odcinka pasa. Wystarczy tak skomponować krzywe, modelujące fragmenty upręży, by płaskie końcówki wydawały się być ich naturalnym przedłużeniem. (Obszycia, przez to, że łączą „na zakładkę” dwie warstwy tkaniny, rzeczywiście układają się płasko. Nie można tego powiedzieć o zawiniętych końcach pasów. Te jednak wystarczy pochylić pod różnymi kątami, by także nie raziły swoją „sztywnością”). Dzięki temu, że ani obszycie, ani zawinięcie nie są wyginane wzdłuż krzywej, można je jeszcze bardziej uprościć, modelując tylko połowę ich siatek — a drugą uzupełnić modyfikatorem *Mirror* (Rysunek 7.5.36b,c).

Przy bardziej „pokręconych” fragmentach pasów możesz mieć problemy z ich dopasowaniem do „sztywnych” końcówek. Dzieje się tak dlatego, że dla krzywych przestrzennych Blender sam ustala lokalny kąt skręcenia. Rysunek 7.5.37a) pokazuje przykład takiej sytuacji — prawy pas biodrowy, z bardzo wygiętą osią:



Rysunek 7.5.37 Korygowanie niewłaściwego skręcenia pasa wokół osi

Udało się mi tu się tak dobrać kształt ścieżki, by „trafić” w sprzączki tego fragmentu. Jednak środek wymagał poprawy. Przy włączonym trybie *Apply to editing cage* (Rysunek 7.5.37c), można zaznaczyć niewłaściwie skręconą sekcję (Rysunek 7.5.37b). Potem wystarczy wyłączyć ten tryb (Rysunek 7.5.37e), i obrócić kłopotliwą krawędź wokół lokalnej osi **Y** (Rysunek 7.5.37d), por. także str. 918).

- Gdy zamierzasz skompensować automatyczne skręcenie siatki wokół krzywej, poprzez „ręczny” obrót jej krawędzi, stwórz najpierw jej lokalną kopię! Takie zmiany dotyczą zawsze konkretnego fragmentu uprząży, i nie powinny być powielane w pozostałych częściach (np. pasie lewym i pasie prawym)!

Mówiąc szczerze, układanie pasów uprząży tak, by wyglądały jak swobodnie rzucone na siedzenie, uważam za jeden z trudniejszych elementów modelowania samolotu. Gdy się z tym uporamy, nadchodzi pora, by przypisać poszczególnym obiektom odpowiednie materiały. Skórzanemu zagłówkowi przypisałem materiał **B.Black.Leather**, a podkładce pod „spinką” pasów (por. Rysunek 7.5.33b, str. 481) **B.Brown.Leather** (szczegóły konfiguracji - str. 1005). Pasom uprząży przypisałem materiał **B.White.Belt** (szczegóły konfiguracji — str. 1012), gdyż na zdjęciach i w filmach te pasy wyglądają na białe. Liny gumowe, zaczezione za fotelem, także wydawały się białe, więc przypisałem im ten sam materiał, co pasom (to pewne uproszczenie, ale nie razi).

Wnętrze naszej kabiny jest ukończone. Nie może się jeszcze równać z dobrymi symulatorami tego samolotu. Pomiąłem wiele przewodów i napisów eksploatacyjnych, których nie byłem w stanie odcyfrować. (Zawsze można je dodać później, gdy natkniesz się na nowe, dokładniejsze materiały). Tym niemniej osiągnęliśmy całkiem przyzwoite przybliżenie oryginału. Rysunek 7.5.38 przedstawia dwa ujęcia gotowej kabiny pilota:



Rysunek 7.5.38 Gotowa kabina (na razie bez pilota)

Rysunek 7.5.38a) to ujęcie (trochę ukośne) z wnętrza kadłuba. Zwróć uwagę na silne odbicia wnętrza kabiny na wygiętej szybie wiatrochronu. Co prawda ich intensywność zależy od punktu obserwacji. Gdy kamera znajduje się w osi samolotu i jest skierowana na wprost — pozostają widoczne głównie na szybie pancerniej. Na wielu zdjęciach archiwalnych wnętrza kabin także można dostrzec zbliżone efekty¹. Jeżeli uznasz je za nierealistyczne, możesz zmniejszyć w materiale **B.Glass.Canopy** ich wpływ — wystarczy przesunąć suwak *Ray Mir* w panelu *Mirror Transp* (por. str. 977).

Rysunek 7.5.38b) przedstawia kabinę widzianą z zewnątrz. W tym ujęciu źródło światła **Sun** jest nieco z tyłu, stąd cały fotel znalazł się w cieniu. Pasy wydają się na nim szarzielone — to wpływ efektu *Ambient Occlusion*. Tym niemniej i w tym stanie całkiem dobrze pasują do kabiny, więc nie zmniejszam im „czułości” na ten efekt (mam na myśli parametr *Amb* w panelu *Shaders* — por. str. 479).

¹ Swoją drogą, jeżeli szkło w rzeczywistym samolocie miało zbliżone właściwości, to nic dziwnego, że większość myśliwców z okresu II wojny światowej doczekała się wiatrochronów z płaskimi szybami. Taką zmianę owiewki przeszedł Spitfire (pomiędzy wersją V i IX), Messerschmitt (w wersji F), P-47 Thunderbolt, a także P-40. (Od wersji P-40D płaska płyta z kuloodpornego szkła stała się integralnym elementem centralnym nowego wiatrochronu. Boczne panele zachowały wygięcie, ale z szybą pancerną łączyły się pod kątem ostrym, minimalizując efekt odbicia otoczenia).

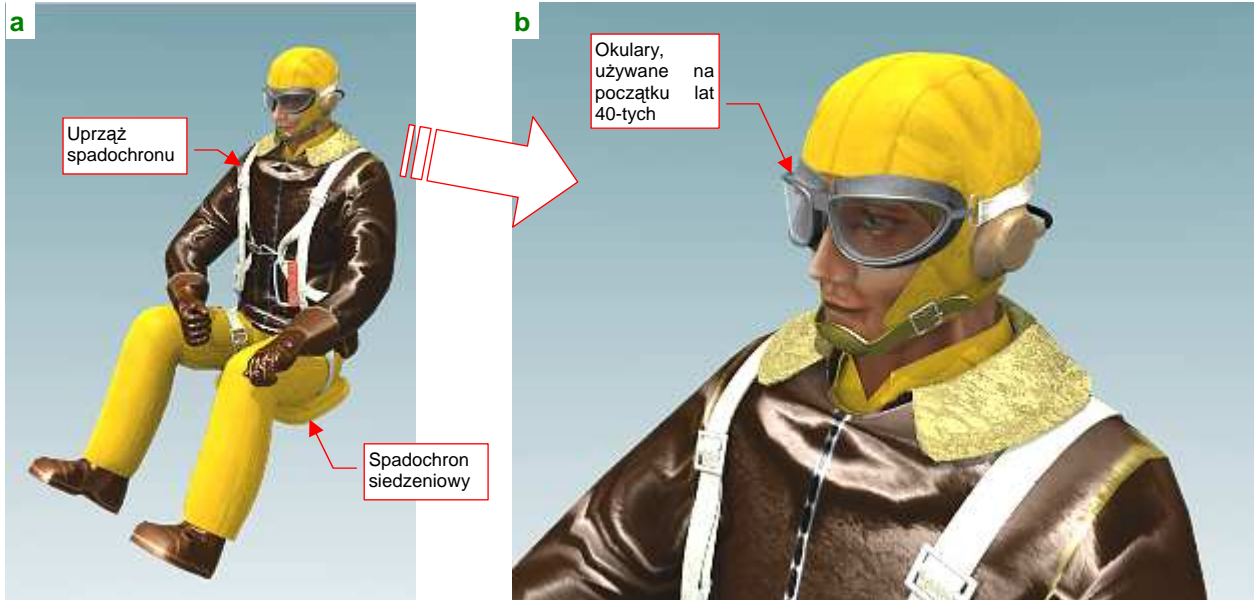
Podsumownie

- Wnętrze kabiny samolotu odtwarza się głównie na podstawie zdjęć (str. 468, 478). Jest to zazwyczaj bardzo skomplikowany zespół. Dobrze jest zawsze przed rozpoczęciem pracy ustalić jakiś poziom uproszczeń — na przykład rezygnację z pomniejszych przewodów czy części napisów eksploatacyjnych;
- Rysunki w trzech rzutach przydają się głównie do dokładnego ustalenia położenia wręg i podłużnic wewnątrz kabiny. Te elementy szkieletu pełnią później rolę czegoś w rodzaju „układu współrzędnych”. Pomagają lepiej oszacować rozmiary i położenie poszczególnych elementów wyposażenia (str. 468);
- Pracę zaczynamy od identyfikacji i wymodelowania podstaw, do których są przymocowane wszystkie pozostałe elementy wyposażenia (str. 468). Sprowadza się to zazwyczaj do umieszczenia z przodu tablicy przyrządów, a jakiegoś zespołu „pudełek” po lewej i prawej burcie. Do „podstaw” zaliczam także fotel pilota (str. 469);
- W kabinie użyłem dwóch podstawowych materiałów (str. 468):
 - **B.Cockpit.Skin**: do „pomalowanych” powłok, czyli wewnętrznej strony poszycia samolotu, szkieletu, a także fotela pilota i innych większych elementów;
 - **B.Black.Instruments**: do wszystkich „czarnych” części: tablicy przyrządów, tabliczek z napisami eksploatacyjnymi;
 Dla każdego z tych materiałów trzeba przygotować rozwinięcia w **UV** odpowiednich siatek (str. 469). Posłużyłem się nim do mapowania tekstur nierówności (str. 470), odbić i barwy;
- Otwory w tablicy przyrządów najlepiej jest uzyskać za pomocą odpowiedniej tekstury przejrzystości (str. 471 - 472), oraz tekstury nierówności (str. 472);
- Każdy wskaźnik można wykonać jako zespół dwóch części:
 - szkła i oprawy, wspólnego dla wszystkich przyrządów. (Każdy ze wskaźników wykorzystuje klon tej siatki, w razie potrzeby — w zmienionej skali);
 - prostej tarczy zegara, która jest przygotowywana indywidualnie dla każdego wskaźnika (nanoszony jest na nią odpowiedni obraz wskazówek i skali);
 Tak przygotowany wskaźnik umieszczam w odpowiednim otworze tablicy przyrządów (str. 473 - 474);
- Efekt *Ambient Occlusion* (**AO**) potrafi zupełnie wymazać obraz umieszczonych „za szybką” wskaźników, gdy tylko pada na nie jakiś cień (str. 478). Obejściem problemu jest zmniejszenie „czułości” na efekt **AO** materiału, którym pokryte są tarcze — **B.Black.Instruments** (str. 479). Właściwie, to najlepiej jest wydzielić odrębny materiał wyłącznie dla tarcz przyrządów, aby nie ograniczać wpływu efektu **AO** na inne powierzchnie. Nie zdecydowałem się na ten krok wyłącznie dlatego, że nie chciałem bardziej komplikować tego przykładowego modelu;
- Tabliczki znamionowe i inne napisy eksploatacyjne to proste siatki, pokryte materiałem **B.Black.Instruments** (a właściwie jego „nieprzejrzystą” odmianą **B.Black.Opaque**). W ich rozwinięciach **UV** są umieszczone odpowiednie fragmenty tekstury barwy (str. 475);
- Szczegóły wyposażenia kabin mogą się różnić nawet w obrębie tej samej wersji samolotu. Widać to na przykładzie odmiennych reflektorów celowników w samolotach należących do USAAC i AVG (str. 476);
- Aby nie pogubić się w detalach, proponuję podzielić pracę nad kabiną na 5 stref:
 - przód, z tablicą przyrządów i wiatrochronem;
 - lewa burta;
 - podłoga;
 - prawa burta;
 - ściana tylna, wraz z fotelem pilota;
 Każdą z nich konsekwentnie wypełniamy wszystkimi szczegółami. Pracę nad następną strefą zaczynamy dopiero wtedy, gdy poprzednia została zupełnie skończona (str. 477);

- Dla różnych drobnych elementów, przygotowałem materiał **B.Inner.Details** (str. 475, 476). Efektywnie ma taką samą barwę, co wnętrze kabiny (**B.Skin.Cockpit**). Zawiera jednak tylko jedną, proceduralną teksturę „ogólnego zabrudzenia”, nałożoną w trybie *Orco*. Dzięki temu nie wymaga pracochłonnego rozwijania siatek w **UV**. Dla pokrycia detali w innych kolorach powstały z niego (zmieniłem tylko barwę podstawową) inne materiały: **B.Red.Details**, **B.Black.Details**;
- Wiele szczegółów trzeba wykonać w sposób uproszczony, o ile nie chcesz spędzić roku nad samą kabiną. Przykładem takiej części jest odlewany korpus sterowania hydrauliczną klapą i podwozia (str. 478). To niewielki, mało widoczny element, wciśnięty w kąt kabiny. Próba dokładnego odwzorowania jego kształtu pochłonięłaby tyle samo pracy, co całe skrzydło!
- Elastyczne, spiralne przewody można łatwo uzyskać za pomocą odpowiedniej tekstury przejrzystości (str. 480). Mankamentem tego rozwiązania jest to, że trzeba stworzyć odrębny materiał dla każdego rodzaju przewodu. Dobrze się za to nadaje się do wykonania kilku takich elementów w kabinie;
- Pasy fotela pilota najlepiej zbudować z odcinków, połączonych sprzączkami. Każdy odcinek pasa składa się z trzech elementów:
 - obszycia początkowej sprzączki (jedna, uniwersalna siatka, której klony są użyte w każdym odcinku);
 - środka (prostokątna siatka, wygięta wzdłuż krzywej w indywidualny kształt);
 - zawinięcia wokół sprzączki końcowej (uniwersalna siatka, której klony są użyte w każdym odcinku);Taka metoda pozwala uniknąć pracochłonnego „obszycia” każdej sprzączki (str. 481, 482);
- Blender automatycznie skręca pasy, wygięte wokół krzywej przestrzennej. Nieodpowiednie skręcenia można skompensować, skręcając w przeciwną stronę odpowiednie krawędzie siatki. Ośią obrotu powinna być zawsze lokalna oś **Y** „wykrzywionego” obiektu (str. 482);

7.6 Figura pilota

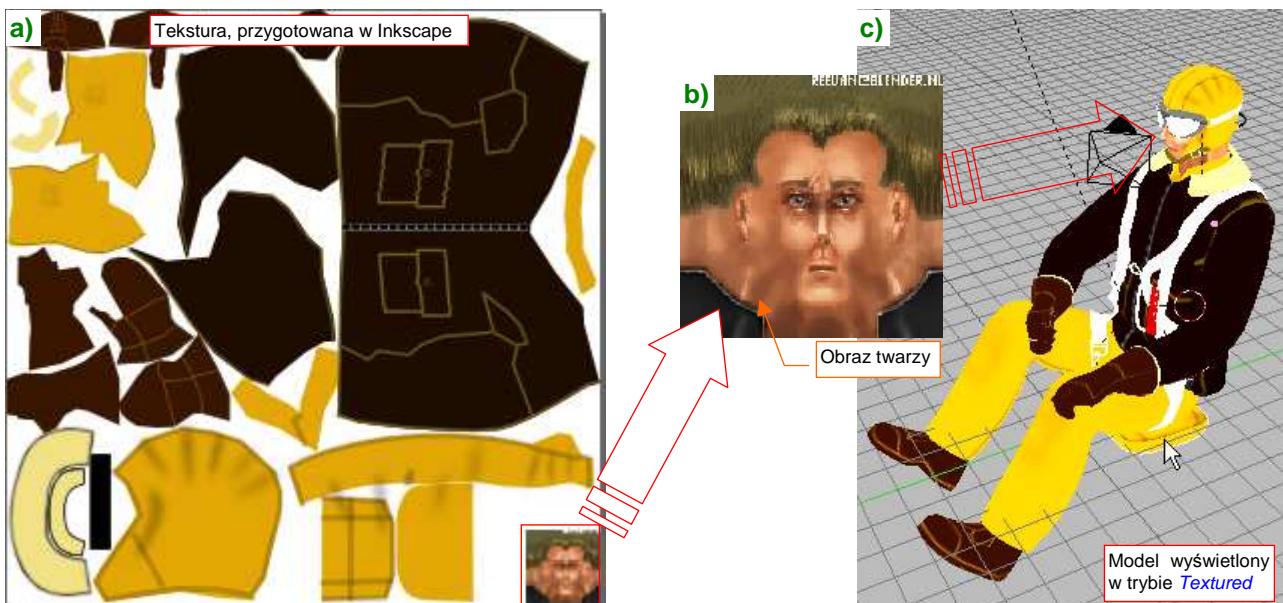
Kabina jest już gotowa, ale w scenach w locie dziwnie by wyglądała bez pilota. Tak się miło składa, że tę samą figurkę (byleby tylko była ubrana odpowiednio dla właściwych sił powietrznych) można wstawić do wielu modeli. Przygotowałem więc „uniwersalnego” pilota USAAC, w hełmofonie, goglach, kombinezonie i kurtce używanych w latach 1941-42. Założyłem mu także spadochron siedzeniowy, razem z uprzężą (Rysunek 7.6.1):



Rysunek 7.6.1 Figurka pilota USAAC/AVG (render)

Najbardziej szczegółowo przygotowałem górne partie tego modelu (Rysunek 7.6.1b) — gdyż te, po wsadzeniu pilota wabinę, będą najbardziej widoczne. Nie poświęciłem dużo uwagi na spodnie (np. pominąłem na nich kieszenie, znajdujące się pod kolanami) oraz buty (Rysunek 7.6.1a).

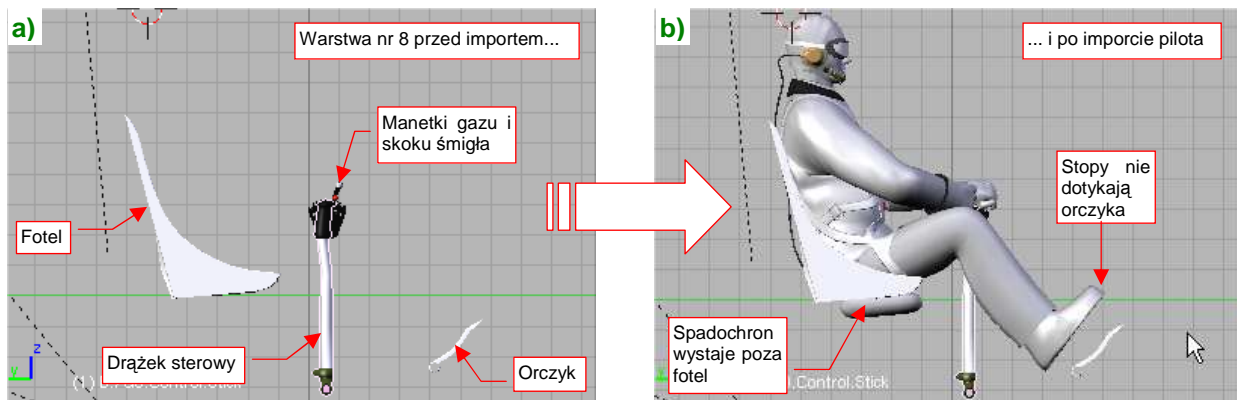
Plik z pilotem znajdziesz w folderze *source/pilot/*, pod nazwą *pilot(AVG).blend*. (Zdjęcia wykazują, że lotnicy AVG ubierali się tak samo, jak piloci USAAC). W pliku jest także „zapakowany” obraz tekstury, wykorzystywanej w modelu (Rysunek 7.6.2a). W prawym dolnym rogu umieściłem obraz twarzy (Rysunek 7.6.2b), zapożyczony z *Blender Art Magazine* (sam nie potrafiłbym tak namalować). Dla porządku zachowałem na nim podpis autora:



Rysunek 7.6.2 Tekstura i jej rozłożenie na modelu

Źródłowy plik obrazu (wykonany w Inkscape) tekstury znajdziesz w <p40/textures/7.06/pilot.src/000.svg>.

Jeżeli sprawdzisz wcześniej sam plik *pilot(AVG).blend* w Blenderze, przekonasz się, że pilot znajduje się w nim na warstwie 8, niewidoczne elementy pomocnicze (krzywe) na 9, a armatura („kości” — por. str. 815) — na warstwie 10. Na tych samych warstwach pojawiają się po wczytaniu do modelu P-40. Warto więc włączyć elementom, do których pilot musi się „dopasować” — dodatkową obecność na warstwie 8 (Rysunek 7.6.3a). Potem wystarczy wczytać z pliku *pilot(AVG).blend* figurkę (poleceniem **File → Append or Link**, szczegóły str. 767) :

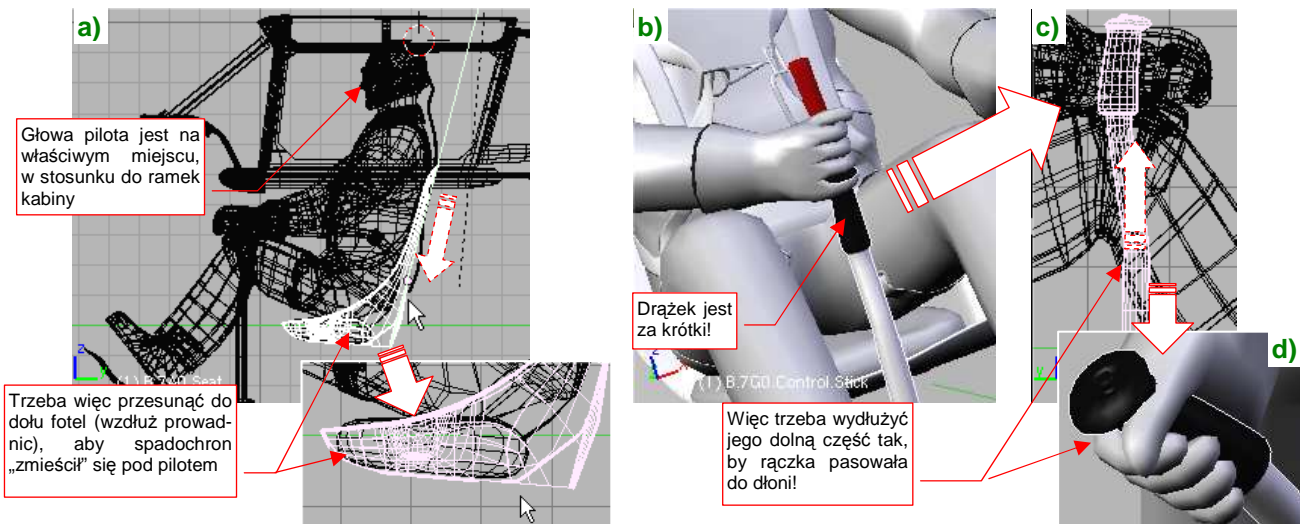


Rysunek 7.6.3 Import pilota do naszego modelu

Rysunek 7.6.3b) pokazuje sytuację zaraz po wczytaniu: zazwyczaj, trzeba dokonać kilku dopasowań. Nie inaczej jest w tym przypadku: spadochron wystaje za dno fotela, a stopy nie sięgają orczyka. Dodatkowo włączyłem widoczność ramek kabiny (warstwa 4) (Rysunek 7.6.4a). Wygląda na to, że głowa pilota znajduje się na prawidłowym poziomie, więc trzeba obniżyć fotel, by dopasować go do spadochronu.

- Gdybyś miał chcieć przesunąć pilota, „łap” go za pakunek spadochronu (**000.Parachute**). To do niego są przypisane wszystkie pozostałe elementy (także te na innych warstwach: krzywe i armatura) .

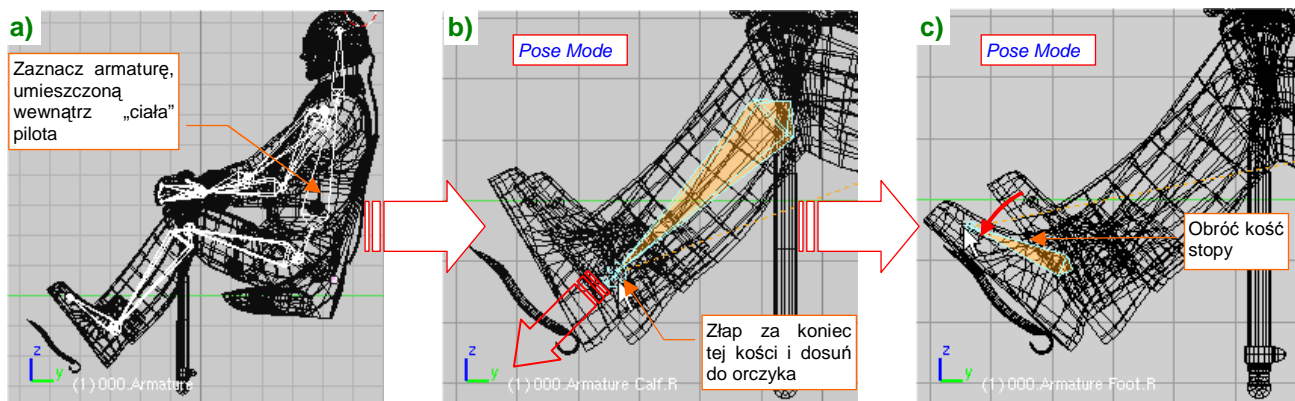
Rysunek 7.6.4a) przedstawia dopasowywanie do „poziomu siedzenia” pilota. Tak się dobrze składa, że lokalna oś **Y** fotela biegnie wzdłuż prowadnic — więc wszystko, co trzeba zrobić, to przesunąć go do dołu wzdłuż tej osi. Wystarczy obserwować (w trybie *wireframe*), kiedy spód siedzenia pilota obejmie cały spadochron:



Rysunek 7.6.4 Dopasowanie elementów kabiny do pilota

Teraz przyjrzyj się uważnie rękom pilota. Lewa pewnie spoczywa na manetkach gazu i obrotów — nie wymaga żadnych poprawek. Za to z prawą jest kłopot: drążek sterowy jest za krótki o jakieś 10 cm (licząc w jednostkach rzeczywistych) (Rysunek 7.6.4b). To raczej wygląda na mój błąd podczas modelowania — nieprawidłowo oceniłem długość tego elementu na podstawie zdjęć. Na szczęście nie jest to jakiś duży problem: wydłużyłem siatkę w dolnej części drążka (tam, gdzie była prostą rurą) (Rysunek 7.6.4c). Zrobiłem to tak, by zachować proporcje pomiędzy częścią prostą i wygiętą. Potem pozostało jeszcze przesunąć do góry parę elementów związanych z rączką, i całość znalazła się na właściwym miejscu (Rysunek 7.6.4d).

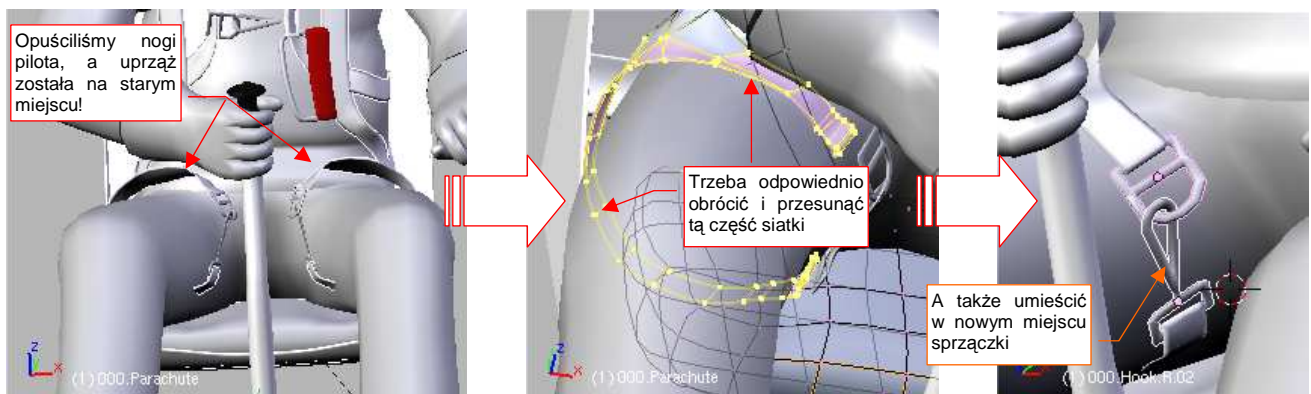
Teraz trzeba wyprostować nogi pilota, by spoczęły na pedałach orczyka. Model, który wczytałeś, ma siatkę przypisaną do armatury („kości”). Wystarczy włączyć dodatkowo widoczność warstwy 10, na której je umieściłem. W związku z tym, że armatura znajduje się wewnątrz „ciała” lotnika, najwygodniej ją zaznaczyć po przełączeniu trybu wyświetlania na *wireframe* (Rysunek 7.6.5a):



Rysunek 7.6.5 Dosuwanie stóp pilota do pedałów orczyka

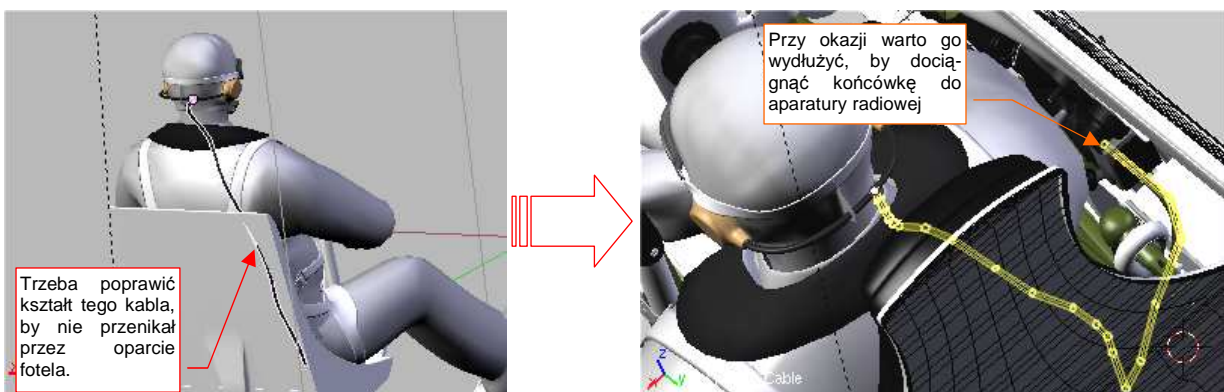
Następnie przełącz się w *Pose Mode* (por. str. 817), i zaznacz koniec kości łydki (Rysunek 7.6.5b). Przesuń ją tak, by obcas oparł się o pedał. Następnie zaznacz kość stopy (Rysunek 7.6.5c), i obróć ją, by cała podeszwa buta spoczęła na orczyku. Tak samo zmień położenie drugiej nogi.

W rezultacie poprawnego ustawienia nóg trzeba poprawić pasy uprząży na udach pilota (Rysunek 7.6.6). (Zawsze zapominam przypisać ją do kości armatury).



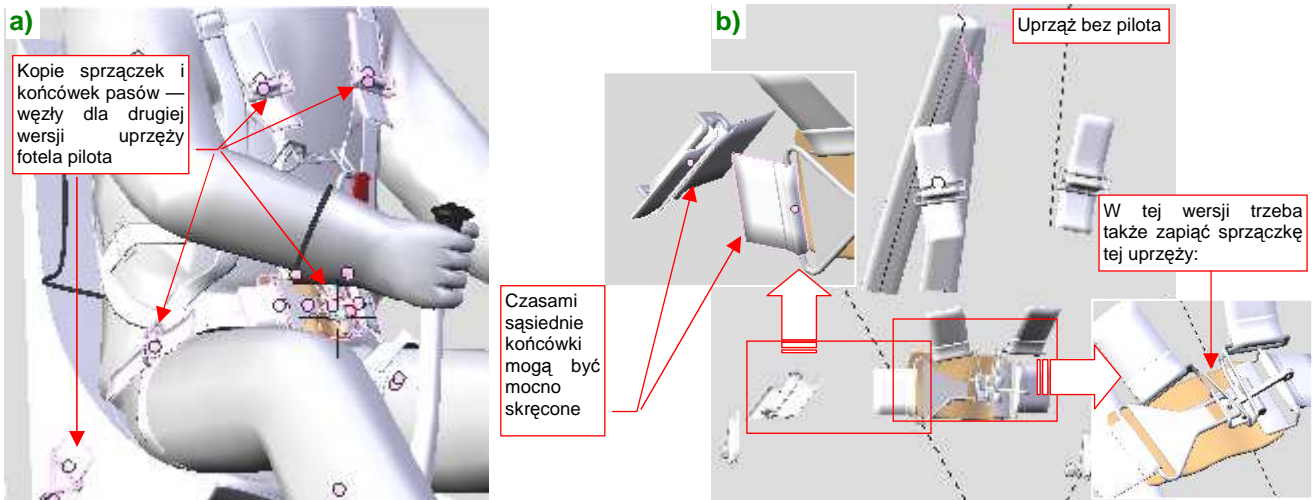
Rysunek 7.6.6 Poprawianie uprząży spadochronu

Trzeba przejść do edycji siatki uprząży spadochronu, i odpowiednio obrócić — tak, jak obróciły się uda — odpowiednie fragmenty siatki. Potem należy dopasować sprzączki do zmienionego położenia końcówek pasów. Ostatnim elementem, który na pewno będzie wymagał poprawienia, jest kabel radiowy, biegnący z hełmofonu pilota (Rysunek 7.6.7). Trzeba go inaczej wygiąć, by nie przechodził przez oparcie fotela, i wydłużyć:



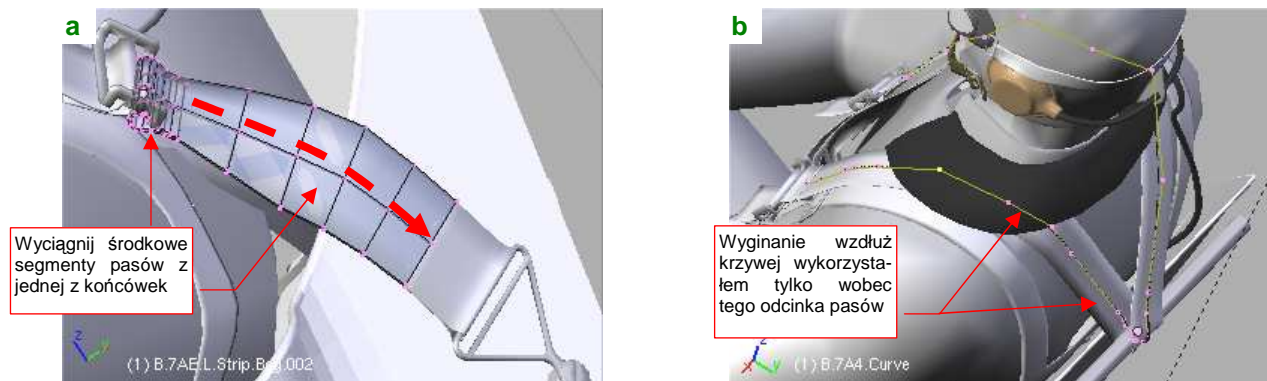
Rysunek 7.6.7 Poprawianie przebiegu kabla hełmofonu

Pozostaje „przywiązać” pilota do fotela. Umieść w tym celu na warstwie 8 wszystkie sprzączki i końcówki pasów upręży, którą przygotowaliśmy w poprzedniej sekcji (por. str. 481). Rozmieść je w nowych położeniach — tam, gdzie powinny się znaleźć na ciele pilota (Rysunek 7.6.8a). To drugi zestaw pasów, do scen w locie:



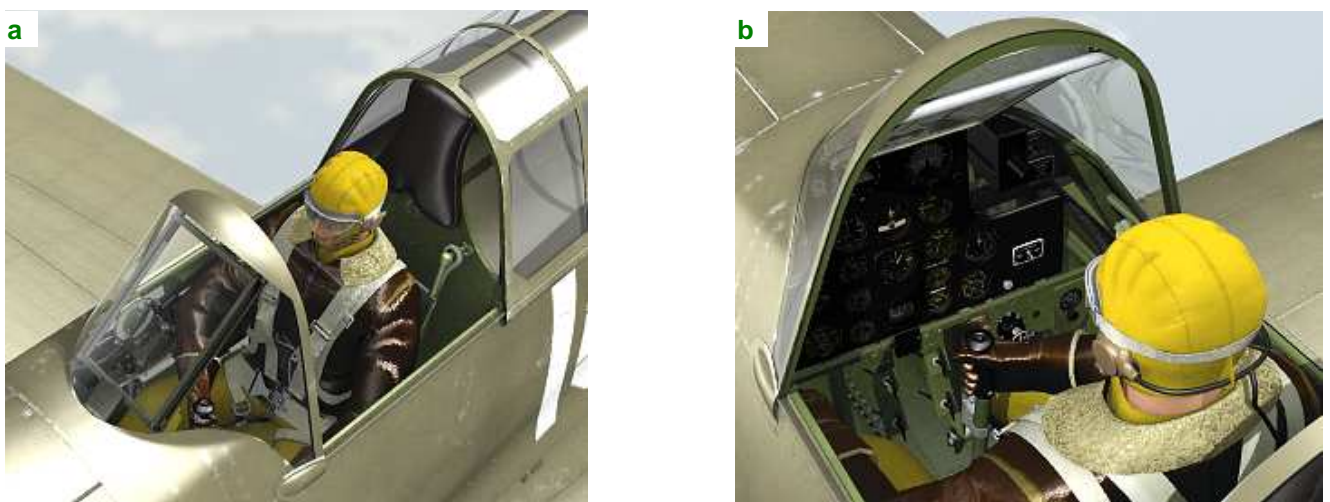
Rysunek 7.6.8 Ponowne rozłożenie upręży fotela pilota

Przy okazji trzeba „zapiąć” wszystkie elementy sprzączki (Rysunek 7.6.8b), i ustawić odpowiadające sobie węzły tak, by mimo skręcenia miały szansę zostać poprawnie połączone. Tym razem pasy nie są tak bardzo „pokręcone”, więc najlepiej jest je „wyciągnąć” z jednej z końcówek (Rysunek 7.6.9a). Krzywej użyłem tylko dla najdłuższego odcinka na plecach (Rysunek 7.6.9b):



Rysunek 7.6.9 Szczegóły wykonania pasów

Rysunek 7.6.10 przedstawia pilota w ujęciu z przodu (a) i z tyłu (b). „Słońce” świeci tu z tylnej półsfery.



Rysunek 7.6.10 Pilot w kabinie — ujęcie z przodu i z tyłu

Rysunek 7.6.11 przedstawia bardziej szczegółową wersję ujęcia z przodu. Tym razem umieściłem słońce na przedniej półsferze, stąd odbłask na wiatrochronie. Przy takim, bardziej intensywnym, oświetleniu, zdecydowałem się odrobinę przesunąć teksturę „fałd” na kurtce pilota, uzyskując intensywne odbłyski (por. str. 1011):



Rysunek 7.6.11 Ukończona kabina, wraz z pilotem

Uważam, że pilot i kabina na tym testowym renderze wyglądają zupełnie dobrze. Co prawda, dla takiego ujęcia warto by było zastosować na zewnętrznych powierzchniach samolotu teksturę barw o większej rozdzielczości. Taką decyzję trzeba było jednak podjąć wcześniej — teraz obraz poszycia jest już wykonaną w GIMP, i trzeba byłoby go tworzyć od nowa. Tak więc pamiętaj o tym na przyszłość, jeżeli planujesz zbliżenia!

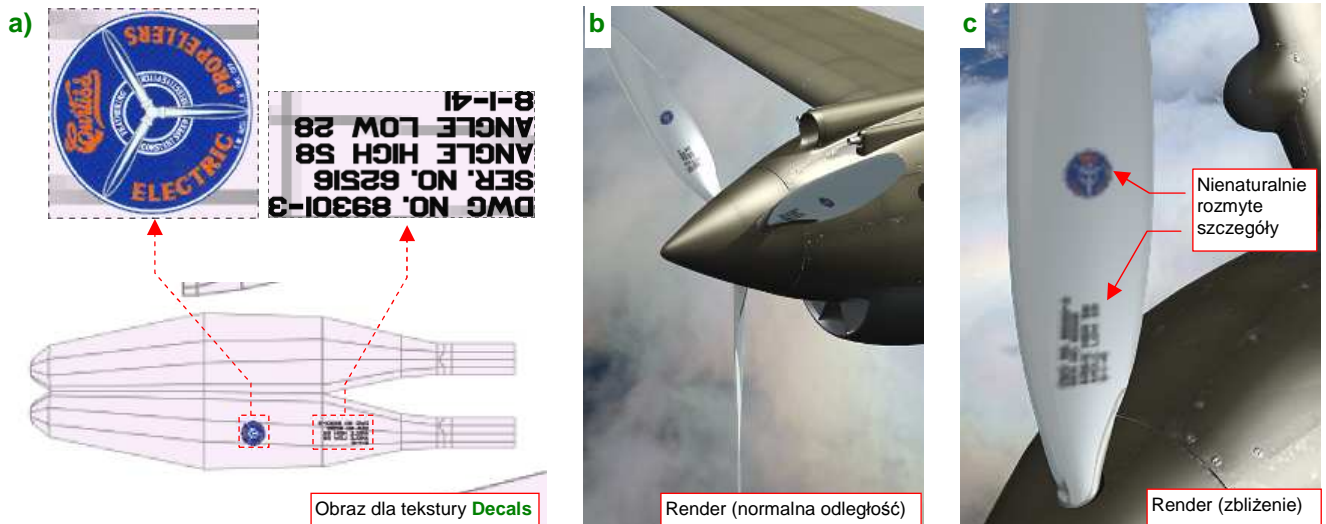
Podsumownie

- Figurę pilota masz przygotowaną w odrębnym pliku Blendera (by można ją było wykorzystać w wielu modelach). Jest przypisana do warstwy 8. Zaimportuj ją do modelu p-40 (str. 486);
- Model pilota trzeba dopasować do kabiny. Czasami oznacza to poprawki w szczegółach jej wyposażenia (str. 487). Czasami jednak trzeba zmienić „pozę” pilota (str. 488). Do zmiany pozycji figurki służy umieszczona wewnątrz armatura („kości”);
- Po dopasowaniu pilota do kabiny, trzeba poprawić parę szczegółów, takich jak uprząż spadochronu (str. 489), czy kabel radiowy hełmofonu;
- Ostatnim elementem, jakim pozostał, jest druga wersja pasów fotela pilota (do scen „w locie”). Skopiuj w tym celu na warstwę 8 wszystkie sprzączki i końcówki pasów, stworzone w poprzedniej sekcji (str. 481). Należy je rozmieścić w nowych miejscach na figurce pilota (str. 489). Potem wystarczy połączyć je ze sobą nowymi segmentami pasa. Te fragmenty są zazwyczaj dość proste, i wtedy nie trzeba wykorzystywać do ich formowania krzywych.

7.7 Pozostałe szczegóły zewnętrzne

Do wykończenia pozostało jeszcze trochę drobiazgów. Aby o żadnym nie zapomnieć, proponuję zacząć je uzupełniać od nosa samolotu. Zasada jest podobna do tej, którą stosowaliśmy w kabinie (por. str. 477): sukcesywnie posuwamy się w kierunku ogona, tworząc po drodze wszystkie brakujące detale. Każdy z nich należy wykończyć nie pomijając materiałów i tekstur, by już nie trzeba było do niego więcej wracać. To także dobra okazja, by po kolei sprawdzić wygląd wszystkich zakamarków naszego modelu.

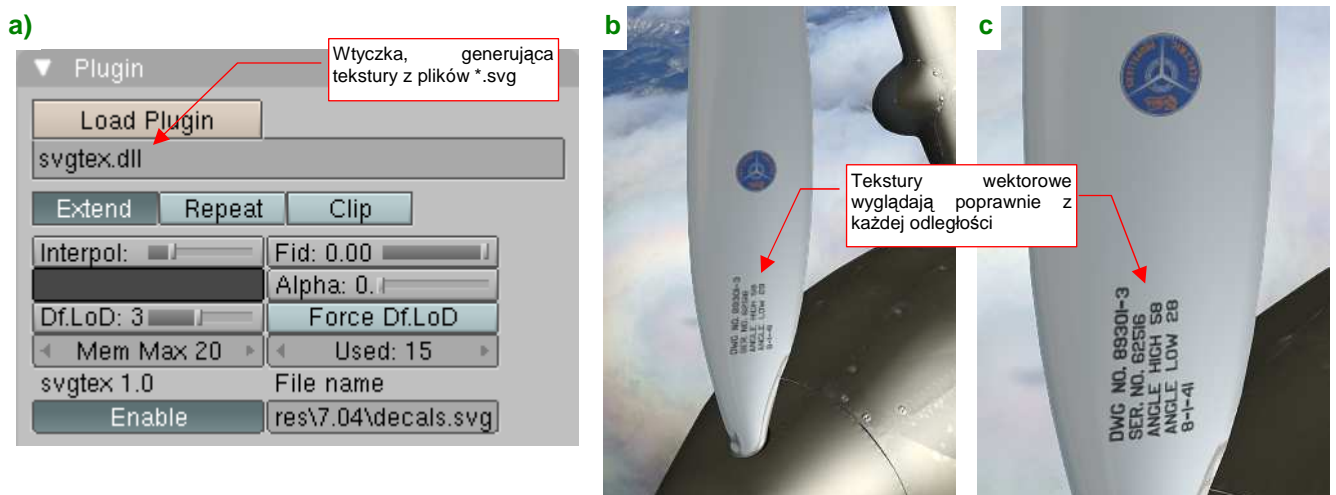
Zacznijmy od śmigła: na łopaty należy nałożyć teksturę z metryczką części i znakiem firmowym Curtiss. Jak pozostałe elementy tego typu, wkomponujemy ją w teksturę **B.Skin.Decals** (Rysunek 7.7.1a,b, por. str. 399):



Rysunek 7.7.1 Drobne oznaczenia (tekstura Decals) — problemy ze zbliżeniami

Okrągły emblemat „Curtiss Electric Propellers” możesz zeskanować z jakiegoś schematu malowania, pomniejszyć i wstawić do rysunku *decals.svg*. W tej dość „surowej”, rastrowej postaci powinien zadowalająco wyglądać na ujęciach z normalnej odległości (Rysunek 7.7.1b). Jeżeli chcesz, możesz poprawić jego jakość, poddając „wektoryzacji” (jak — patrz str. 746). Jednak mimo tych wysiłków, żadna rastrowa tekstura nie będzie dobrze wyglądać na zbliżeniach (Rysunek 7.7.1c). Akurat łopaty śmigła mogą być renderowane z takiej odległości: to ulubiony element fotografów, przy którym każą pozować pilotom... Czy coś z tym możemy zrobić?

Na szczęście — tak. Możesz zastosować specjalną wtyczkę Blendera, która umożliwia wykorzystanie wektorowych rysunków SVG jako tekstur. Tekstury, które generuje, „nie boją” się żadnych zbliżeń (Rysunek 7.7.2):



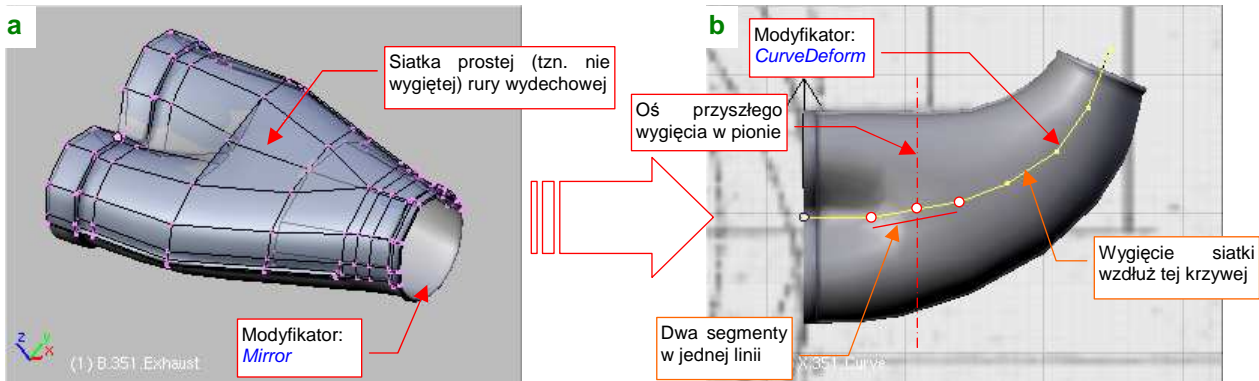
Rysunek 7.7.2 Rozwiązanie problemu zbliżeń za pomocą tekstury wektorowej

Więcej o użyciu tekstur wektorowych znajdziesz na str. 1017 i 613. Takie rozwiązanie ma także pewne wady.

Podstawową wadą tekstur wektorowych jest mniejsza „przeñośność” modelu. Oprócz pliku **.blend* trzeba także dostarczyć wtyczkę. Obecnie kod binarny tego komponentu działa wyłącznie w środowisku Windows. Oznacza to, że tego efektu nie można osiągnąć np. na Blenderze pracującym pod Linuxem.

Wróćmy do modelu i jego tekstur rastrowych. Na kołpaku śmigła namalowałem jeszcze trochę zacieków (na obrazach *color.png* i *ref.png*). Teraz można przejść do kolejnego obszaru: okapotowania silnika. Do tej pory brakowało na nim kolektora spalin, teraz wreszcie nadszedł czas, by go wykonać.

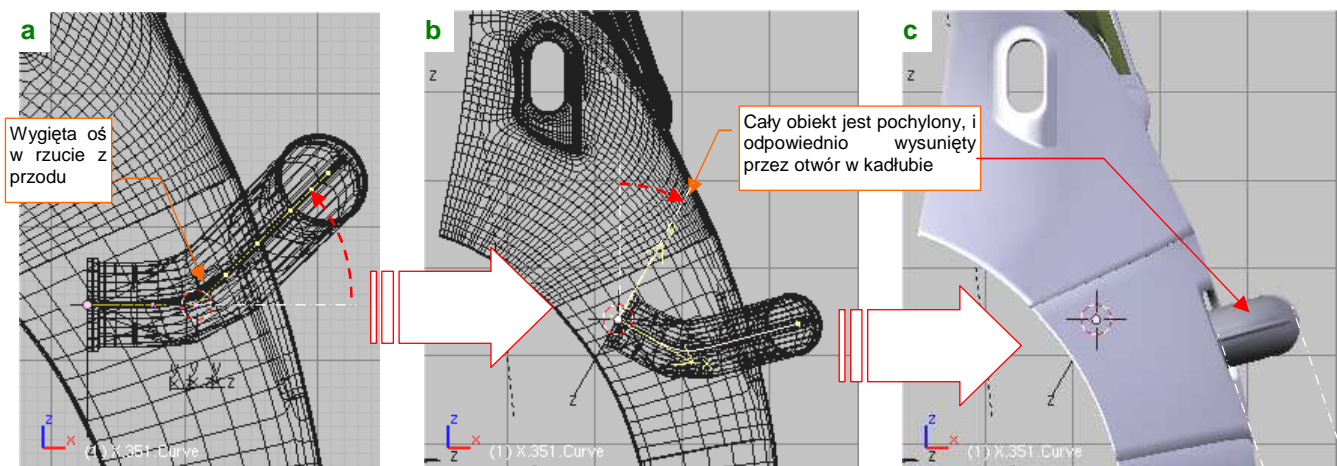
Kolektor zacznę od uformowania pojedynczej rury wydechowej. Takie rury miały dość „pogięty” kształt. Aby nie namęczyć się nad nim bez potrzeby, przygotowałem najpierw „wyprostowaną” wersję tego elementu (Rysunek 7.7.3a):



Rysunek 7.7.3 Formowanie pojedynczej rury wydechowej

Na takiej siatce zdecydowanie łatwiej jest kształtować odpowiednie przejścia pomiędzy kolejnymi sekcjami. Aby sprawę jeszcze bardziej uprościć, wykonuję tylko górną połowę siatki — dolną generuje mi modyfikator *Mirror* (Rysunek 7.7.3a). Potem wystarczy dodać modyfikator *Curve Deform*, związany z odpowiednią krzywą (*Path*), by wygiąć rurę w kształt, który widać na zdjęciach i rzutach z góry (Rysunek 7.7.3b).

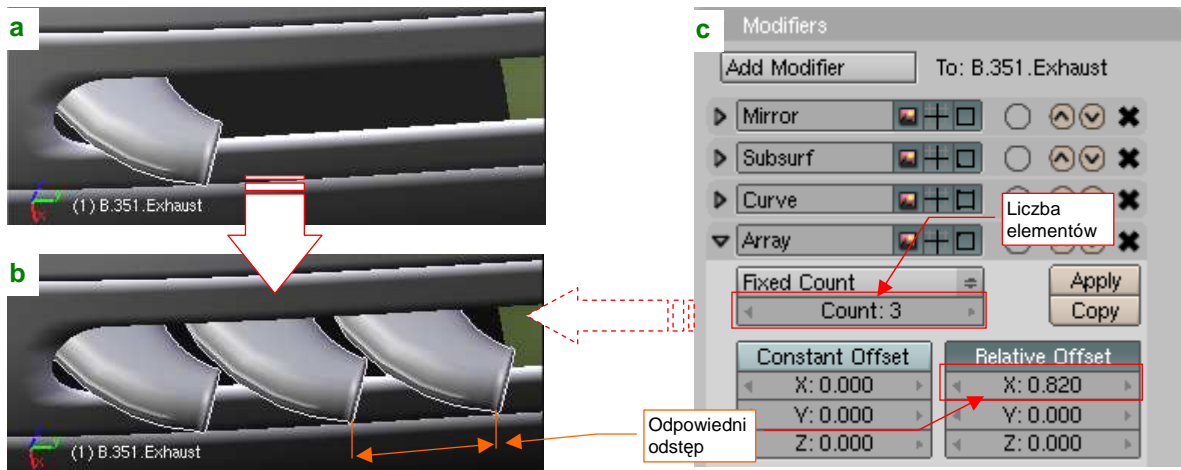
Na tym jednak formowanie się nie kończy, bo rura była wygięta także w płaszczyźnie prostopadłej (Rysunek 7.7.4a). To lokalne zagięcie, na przestrzeni dwóch segmentów wieloboku sterującej krzywą. Aby modyfikator *Curve Deform* nie skrzył nam siatki wokół tak „pogiętej” osi, w rzucie z góry ustawiłem te dwa odcinki w jednej linii (por. Rysunek 7.7.3b).



Rysunek 7.7.4 Kolektor spalin — ustalenie położenia w kadłubie

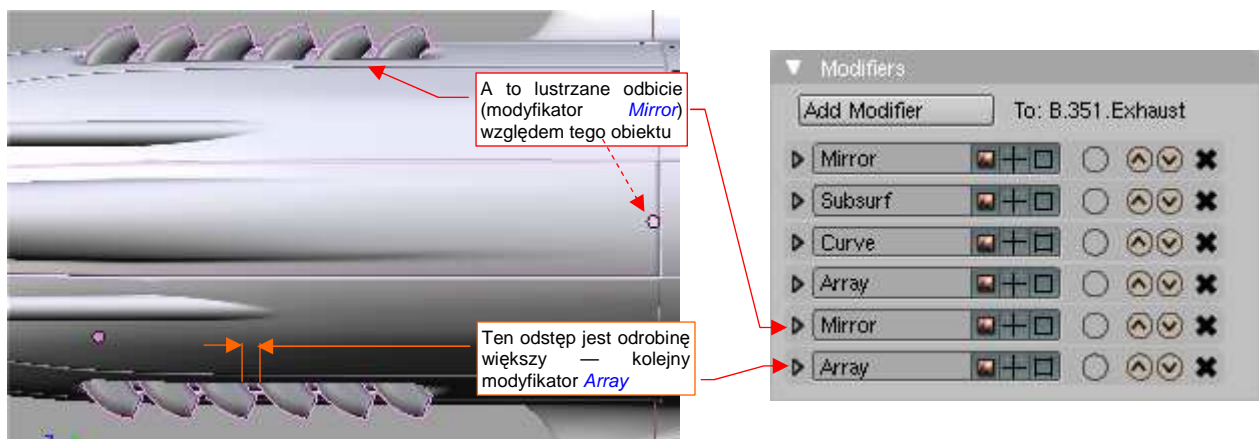
Gdy siatka jest już powyginana na wszystkie strony, pozostaje ją ustawić we właściwym miejscu. Zaczęłem od odpowiedniego pochylecia rury (tym razem jako obiektu, a nie siatki) (Rysunek 7.7.4b). Obróciłem ją o 30°, bo przypuszczałem że pod takim kątem była pochylona boczna ścianka cylindrów silnika, do której był przymocowany kolektor. Potem pozostało odpowiednio go ustawić wewnątrz kadłuba, by wystawał z niego na właściwą odległość. (Jaka? Co tu dużo gadać, na planach była za duża, dobrałem ją na podstawie zdjęć).

Mamy już pierwszą rurę, teraz należy ją powielić. Użyłem tu innego modyfikatora: **Array** (Rysunek 7.7.5a,b):



Rysunek 7.7.5 Powielenie rury wydechowej (modyfikator **Array**)

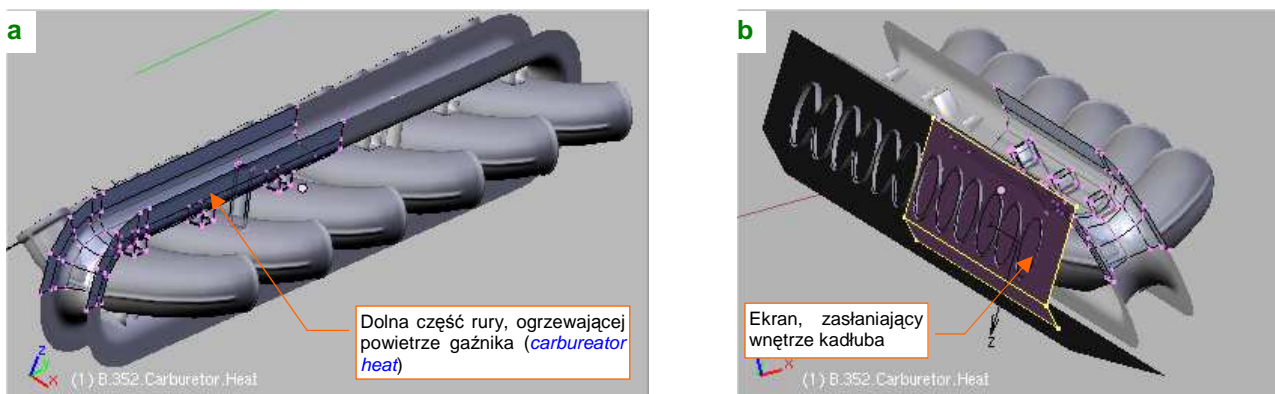
Wystarczyło go dodać i wpisać odpowiedni odstęp (**Offset** — por. Rysunek 7.7.5c), by pojawiły się kolejne rury! Drugi rząd rur (z prawej strony kadłuba) można wygenerować za pomocą kolejnego modyfikatora **Mirror** (Rysunek 7.7.6). Wystarczy podać jako punkt odniesienia środek innego obiektu (np. okapotowanie silnika):



Rysunek 7.7.6 Formowanie całości kolektora (wyłącznie za pomocą modyfikatorów!)

Dlaczego w poprzednim kroku wygenerowałem tylko trzy, a nie sześć rur? Bo pozostało coś dla koneserów: odstęp pomiędzy trzecim i czwartym cylindrem silnika Allison był nieco większy! Załatwi to kolejny modyfikator **Array** (Rysunek 7.7.6, a szczegóły o modyfikatorze **Array** — str. 923 i następna).

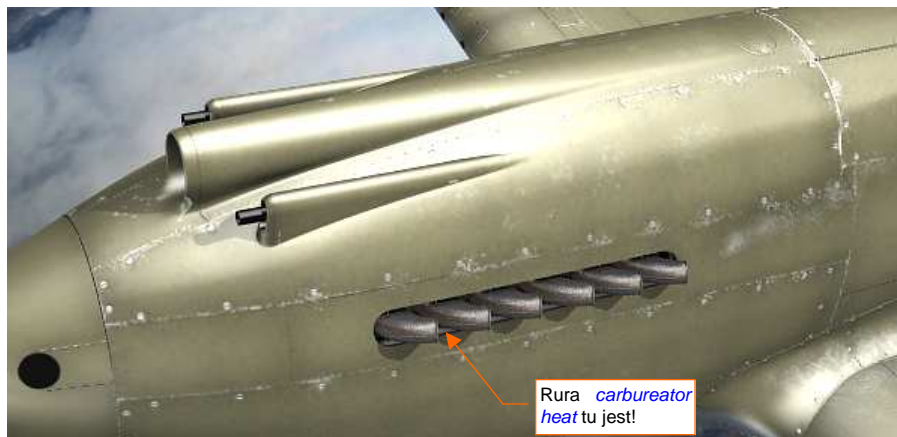
Pozostało już tylko „owinąć” wokół kolektora połowę rury ogrzewającej powietrze gaźnika (Rysunek 7.7.7a):



Rysunek 7.7.7 „Obudowa” kolektora spalin — ogrzewanie powietrza dla gaźnika

Na koniec dodałem z tyłu czarny „ekran”, by nie straszyć prześwitami w modelu (Rysunek 7.7.7b).

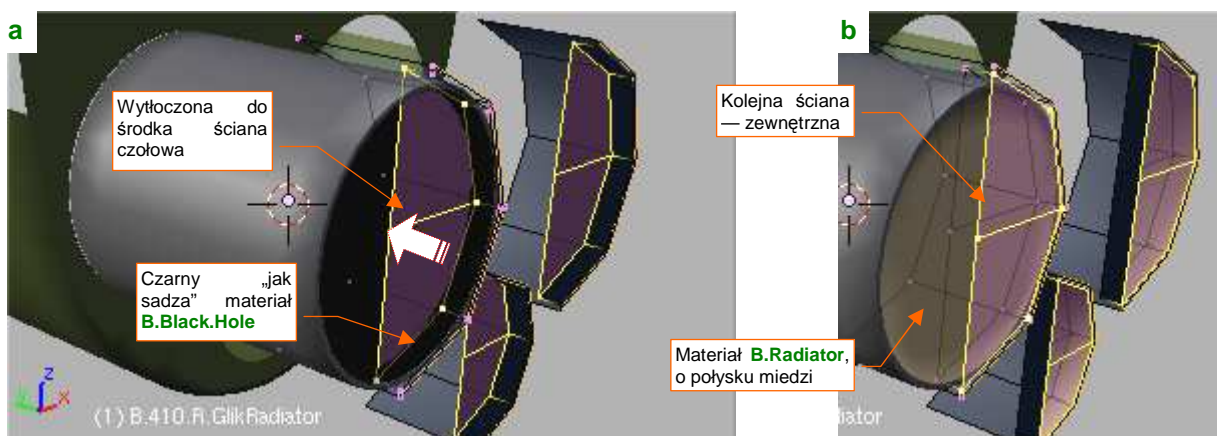
Kolektor pokryłem nowym materiałem **B.Steel.Exhaust**. To przerobiony **B.Steel.Rough**, w którym nałożyłem, za pomocą kolejnej tekstury proceduralnej „brudno-rdzawe” naleciałości (Rysunek 7.7.8):



Rysunek 7.7.8 Gotowy kolektor spalin — testowy render

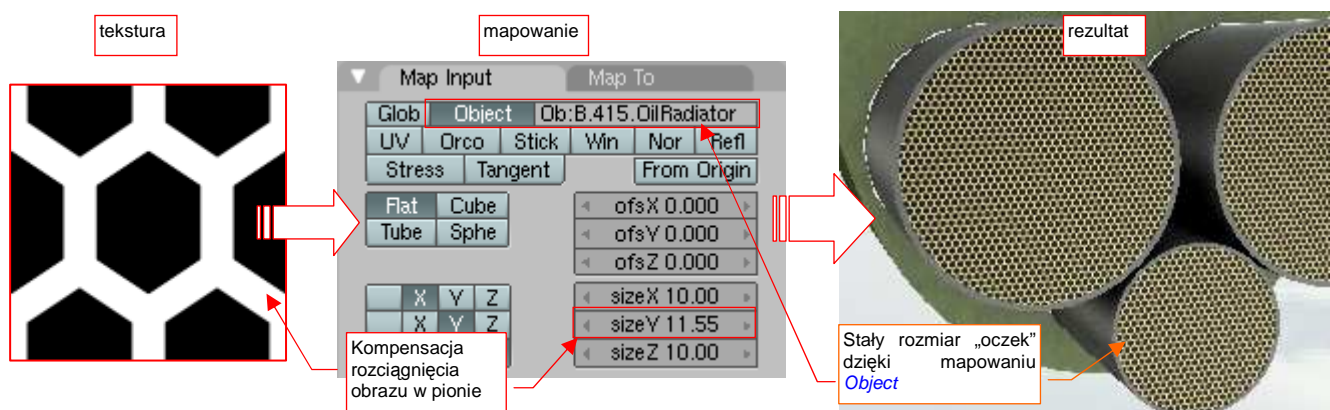
Rura z powietrzem dla gaźnika biegnie wewnątrz kadłuba, tuż przy krawędzi otworu. Nie jest na tej ilustracji specjalnie widoczna. Musisz mi uwierzyć na słowo, że pokryłem ją zwykłą stalą — materiałem **B.Steel.Rough**.

Kolejnym elementem, który wykończymy, jest zespół chłodnic. To ta sama siatka, powielona trzy razy. Ściankę czołową wytłoczyłem na niewielką głębokość do wnętrza, i pokryłem czarnym jak sadza, i podobnie wchłaniającym światło materiałem **B.Black.Hole** (Rysunek 7.7.9):



Rysunek 7.7.9 Poprawianie siatki chłodnic

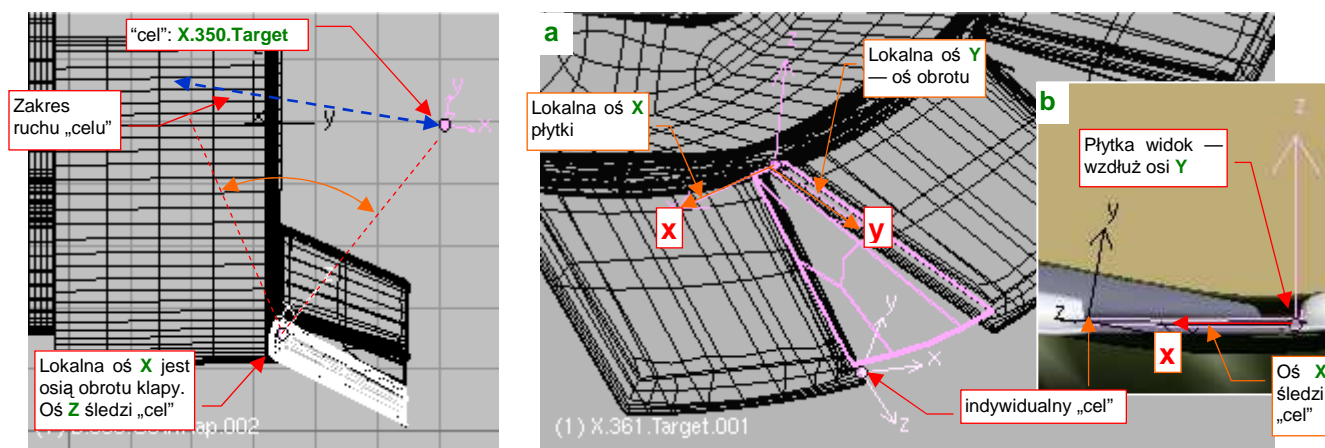
Następnie zasłoniłem tę wnękę ścianą zewnętrzną, którą pokryłem „zażółconą” odmianą **B.Steel.Smooth** (ma wyglądać jak mosiądz lub miedź). Przede wszystkim jednak ta ściana ma być perforowana, więc dodałem do tego materiału wzór „plastra miodu” w charakterze tekstury przejrzystości (*Alpha*) (Rysunek 7.7.10):



Rysunek 7.7.10 Odwzorowanie perforacji na wlocie (i wylocie) z chłodnicy (materiał **B.Radiator**)

Materiał, imitujący wygląd ścianek chłodnicy (por. Rysunek 7.7.10), nosi nazwę **B.Radiator**. Otrzymał „miedziany” połysk, gdyż chłodnice Prestone, stosowane w P-40 aż do wersji „M”, były miedziane lub mosiężne¹. Miały ścianki ułożone w sześciokątny wzór „plastra miodu”, który odtworzyliśmy za pomocą tekstury **B.Honeycomb**². Rozmiar tych ścianek był taki sam, dla każdego rozmiaru chłodnicy. Aby taki efekt uzyskać, zamapowałem teksturę **B.Honeycomb** w trybie *Object*, dopasowując jej ostateczny rozmiar do najmniejszej chłodnicy oleju. (To ta w środku, o nazwie **B.415.OilRadiator**).

Skoro chłodnice są już gotowe, czas popracować nad ich tunelem wylotowym. Na jego obwodzie umieszczono cztery kłapy. „Zmechanizowałem” je za pomocą ograniczenia *Locked Track*, śledzącego pojedynczy obiekt - cel **X.360.Target** (Rysunek 7.7.11):

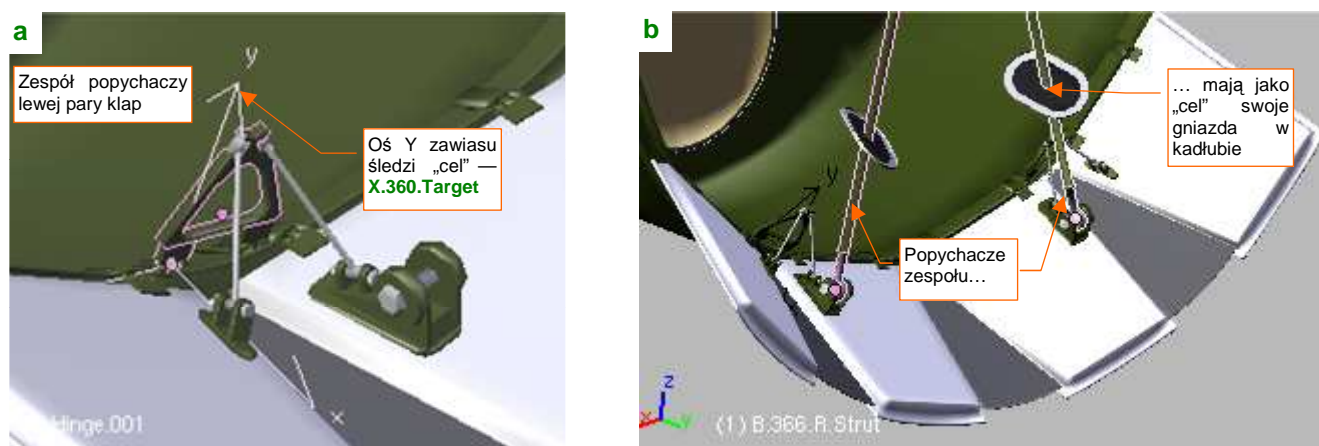


Rysunek 7.7.11 „Mechaniczacja” kłap chłodnic

Rysunek 7.7.12 Dopasowanie „uszczelnień” pomiędzy kłapami

Aby pojawiające się w szczelinach trójkątne „zastłonki” nie rozjeżdżały się podczas ruchu kłap, musiałem także dodać im ich własne ograniczenia *Locked Track* (Rysunek 7.7.12a). Ich osie **X** śledzą indywidualne „cele”, umieszczone na krawędzi sąsiedniej kłapy (Rysunek 7.7.12b).

Podobnie jak w przypadku podwozia, ruch obiektu-celu (**X.360.Target**) wymusza, za pomocą kolejnych ograniczeń *Locked Track*, ruch popychaczy. Zamodelowałem dwie pary takich elementów, by udawały, że to one poruszają kłapami (Rysunek 7.7.13):

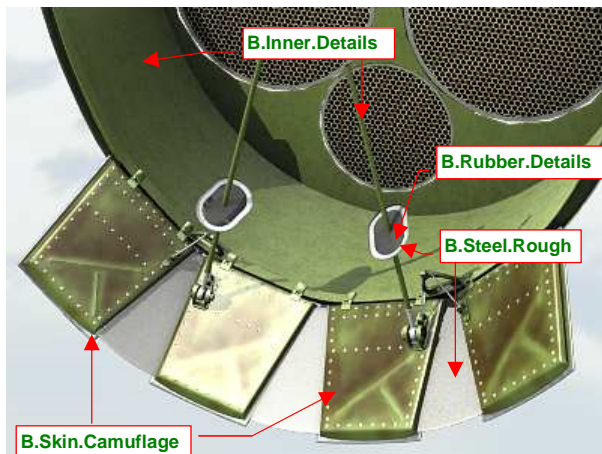


Rysunek 7.7.13 Odwzorowanie mechanizmu sterującego kłapami

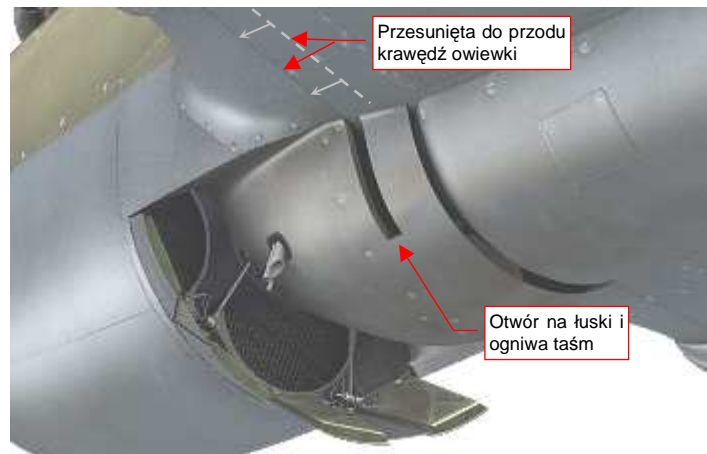
¹ W późniejszych konstrukcjach, jak choćby P-51 „Mustang”, czy nawet P-40N, napotkasz lżejsze chłodnice aluminiowe. Te chłodnice miały wzór ścianek zbliżony do tego, który do dziś jest używany w silnikach samochodowych, chłodzonych cieczą. Tak więc, gdy będziesz robił ich modele, w poszukiwaniu referencji wystarczy zajrzeć pod maskę własnego auta!

² Plik jest tak prosty i mały — 128x128 pikseli — że „spakowałem” go do pliku Blendera, a nie zostawiłem na dysku, jak inne obrazy. Wątpliwe, by trzeba było go w przyszłości zmieniać. W razie czego — źródłowy, wektorowy plik [honeycomb.svg](#) znajdziesz w materiałach źródłowych, folderze [source/p40/textures/7.07/src](#).

Jeżeli chodzi o dobór materiałów, to ostatecznie wnętrze kanału wylotowego pokryłem standardowym **B.Inner.Details** (Rysunek 7.7.14)¹. Można tak zrobić, gdyż te powierzchnie są mało widoczne. Tym samym materiałem pokryte są części mechanizmu poruszającego całym zespołem — bo są małe. Otwory w kadłubie były zakryte gumowymi uszczelkami (**B.Rubber.Details**), z metalowym obramowaniem (**B.Steel.Rough**) — przynajmniej na rekonstrukcji z Duxford! W kolorze stali pozostawiłem także trójkąty zamykające szczeliny pomiędzy klapami. Za to same klapki, jako elementy najlepiej widoczne, pokryte zostały materiałem **B.Skin.Camouflage**, z odpowiednimi teksturami nierówności, odblasku i barwy. Pobrudziłem je na brązowo, zakładając jakieś drobne wycieki oleju z instalacji chłodnicy. Ostateczny rezultat przedstawia Rysunek 7.7.15:



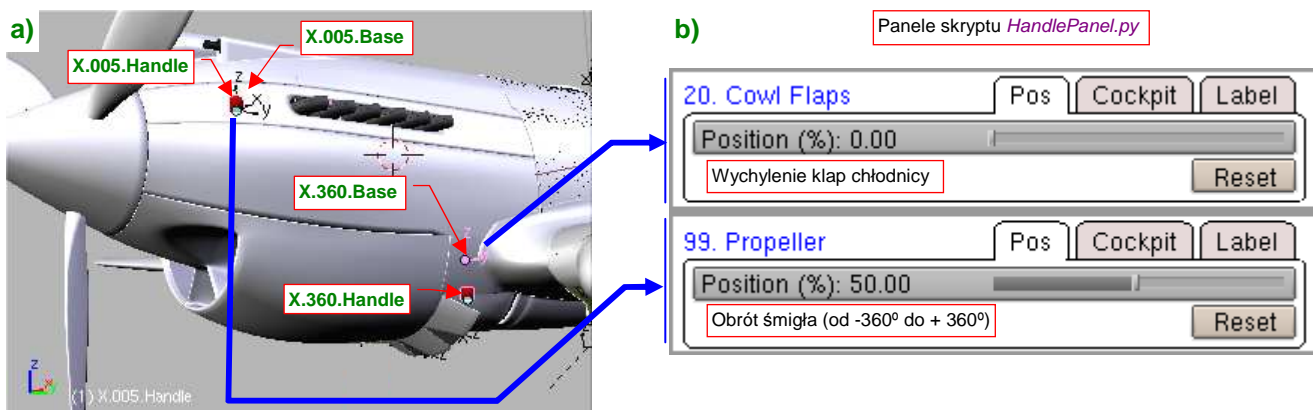
Rysunek 7.7.14 Wylot z chłodnicy — dobór materiałów



Rysunek 7.7.15 Ukończony wylot z chłodnicy (testowy render)

Zwróć uwagę na otwory na łuski, umieszczone za chłodnicą (Rysunek 7.7.15). Dodałem ten szczegół po zebraniu i przeanalizowaniu większej liczby zdjęć. Przeróbka siatki modelu na tym etapie była kłopotliwa, szczególnie związane z nią przesunięcie do przodu krawędzi owiewek skrzydeł, razem z teksturą śrub!

Zdecydowałem się dodać do paneli sterowania modelem (*HandlePanel.py*) dwa zestawy kontrolki, związane z nosem samolotu: jedną dla otwierania i zamykania klap, a drugą — dla obrotu śmigła (Rysunek 7.7.16b) :

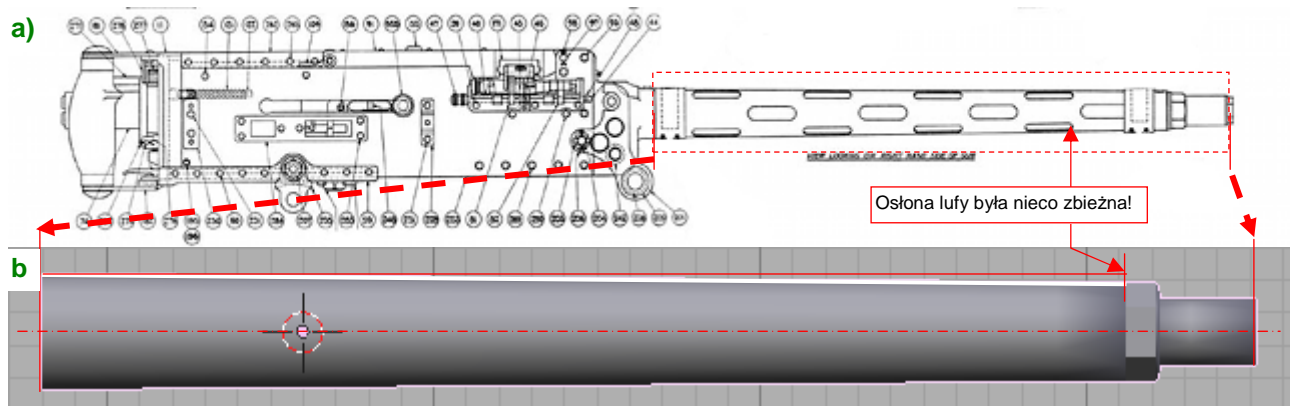


Rysunek 7.7.16 Nowe kontrolki, sterujące obrotem śmigła i klapami chłodnicy

Kontrolki tworzę tak samo, jak to robiliśmy dla podwozia (por str. 435 i dalsze). Najpierw wstawiam na warstwę 9 „punkt odniesienia”, przymocowany na trwałe (relacją *Parent*) do kadłuba. Dla obrotu śmigła to pusty obiekt (*Empty*) **X.005.Base**, a dla klap — **X.360.Base** (Rysunek 7.7.16a). Na warstwę 10 dodałem uchwyty **X.005.Handle** i **X.350.Handle**. Są powiązane z **.Base* relacjami *Parent* i ograniczeniami *Limit Location*. Z tymi uchwytami, za pomocą ograniczeń *Transfrom*, jest skojarzony ruch elementów modelu. Dla śmigła to po prostu obrót kołpaka (**B.005.Hub**), a dla klap — przesunięcie wzdłuż lokalnej osi **X** obiektu **B.360.Target** (por. str. 495).

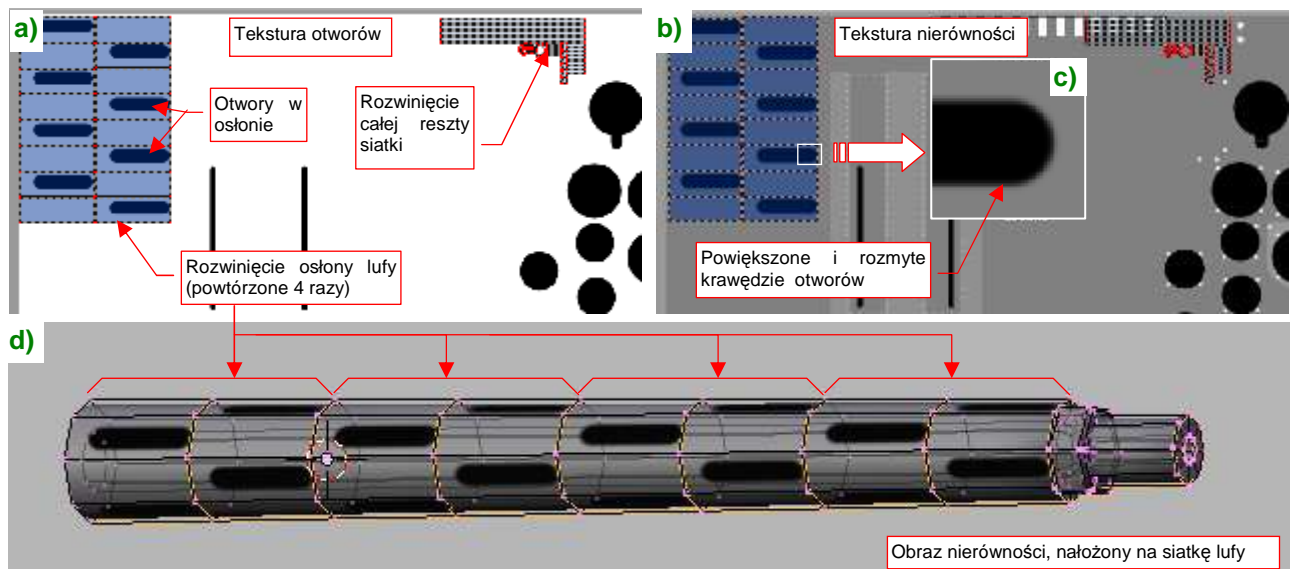
¹ Wcześniej był przewidziany dla **B.Skin.Camouflage** (por. str. 357). Dzięki temu zwolniło mi się miejsce na mapie **UV**. Wykorzystałem je na wstawienie większego rozwinięcia tarczy koła. (W oryginalnej, „małej” wersji, śruby na jej powierzchni wyglądały brzydko)

Przygotowując się do odwzorowania luf karabinów, zamontowanych w skrzydłach, ściągnąłem ze strony poświęconej karabinom Browing rysunek wersji lotniczej, kalibru 0.303 cala (Rysunek 7.7.17a) :



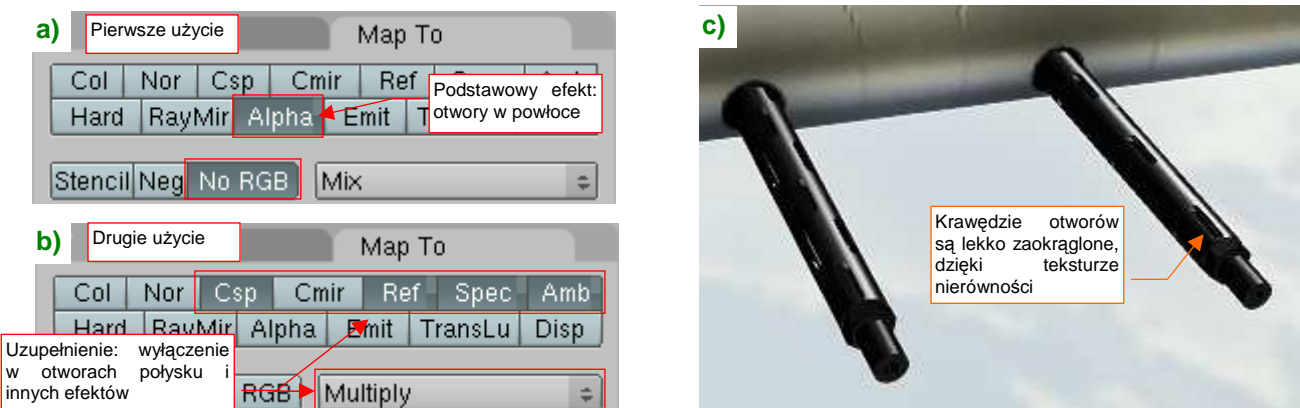
Rysunek 7.7.17 Odwzorowanie kształtu lufy karabinu Browing 0.303 cala

Z zaskoczeniem stwierdziłem, że zewnętrzna osłona lufy była lekko stożkowa! Oczywiście zaraz to odwzorowałem (Rysunek 7.7.17b). Widoczne na rysunku otwory w osłonie wykonałem za pomocą dwóch tekstur: otworów (**B.Instruments.Holes**, Rysunek 7.7.18a) i nierówności (**B.Instruments.Nor**, Rysunek 7.7.18b):



Rysunek 7.7.18 Przygotowanie otworów w osłonie lufy

Lufy wykorzystują ten sam materiał co zamki w kabinie pilota: **B.Instruments.Transp**, bo jest „odpowiednio czarny”. W tym materiale zwróć uwagę na dwukrotne użycie tej samej tekstury otworów (Rysunek 7.7.19a,b):



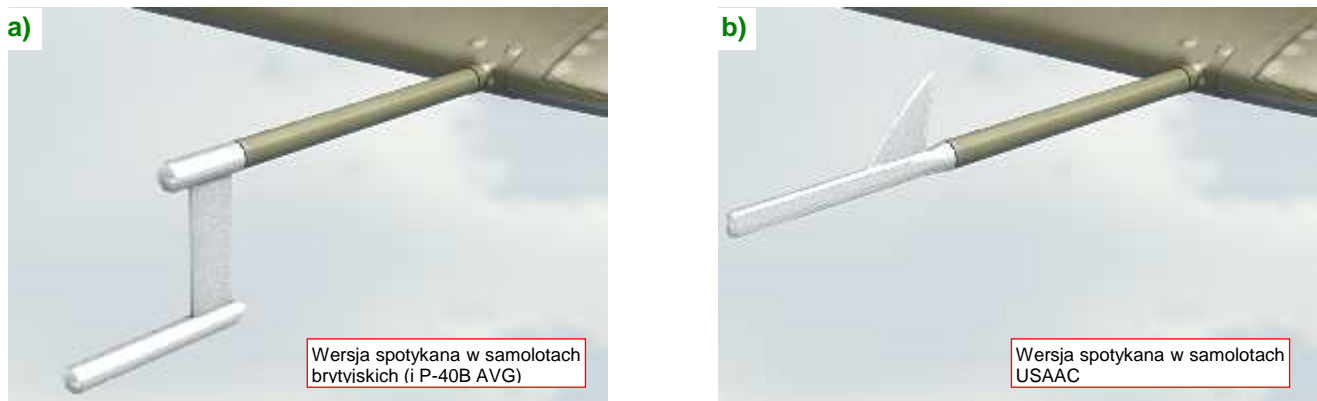
Rysunek 7.7.19 Szczegóły dwukrotnego mapowania tekstury otworów **B.Instrument.Holes** w materiale **B.Instruments.Transp**.

Rysunek 7.7.19c pokazuje uzyskany rezultat — myślę, że jest wystarczający dla ujęć z większej odległości.

- Przy modelowaniu konkretnej maszyny zwróć uwagę, czy końce luf karabinów nie były zaklejone jakąś jaskrawą taśmą klejącą. Tak często zabezpieczano je przed kurzem, wzbijanym przez samolot podczas startu i lądowania. To już indywidualny szczegół samolotu, który w razie czego musisz uzupełnić.

Właśnie z tego powodu nie cyzelowałem specjalnie końcówek luf karabinów — i tak były zazwyczaj zasłonięte...

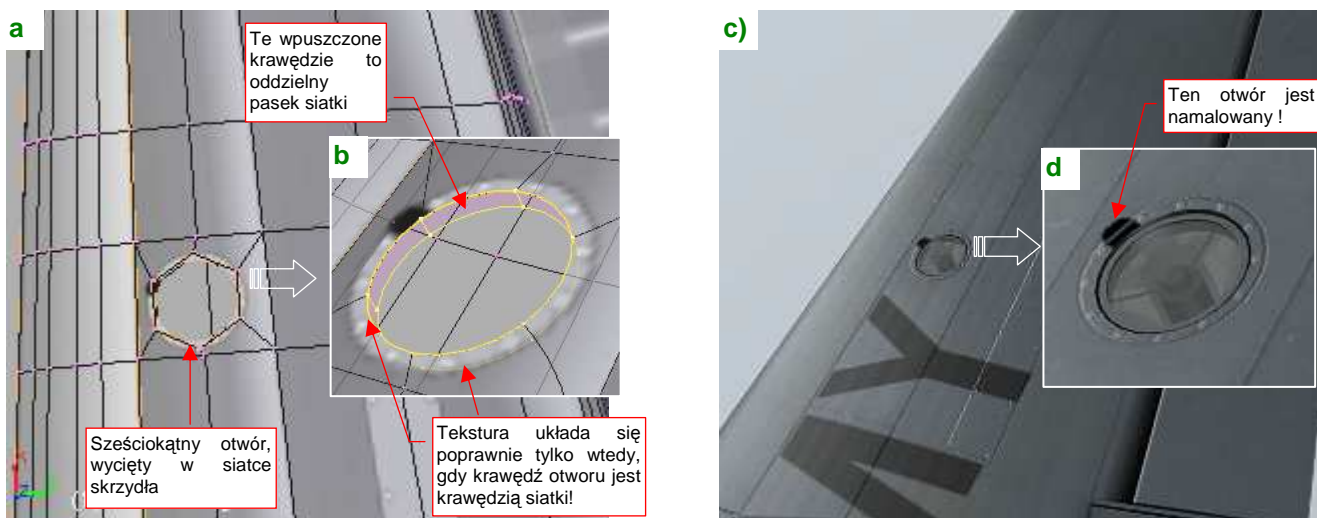
Kolejną „rurką” sterzącą z krawędzi natarcia samolotu jest czujnik prędkościomierza, nazywany od nazwiska wynalazcy „rurką Pitota”. Egzemplarze P-40 produkowane dla Wielkiej Brytanii miały inną końcówkę tego przyrządu (Rysunek 7.7.20a), niż samoloty wytwarzane na zamówienie USAAC (Rysunek 7.7.20b):



Rysunek 7.7.20 Dwie wersje rurki Pitota

Podobnie jak w przypadku reflektora celownika (por. str. 476), przygotowałem obydwie wersje, i umieściłem je na razie na różnych warstwach. W następnym rozdziale podzielimy ten plik Blendera na różne sceny: jedną z Pearl Harbor, inną z AVG. Umieścimy wtedy odpowiednią wersję w odpowiedniej scenie.

Innym szczegółem jest wysuwany reflektor do lądowania w nocy. Wbudowano go w lewe skrzydło. Zdecydowałem się wykonać w siatce tego płata rzeczywisty otwór, w oparciu o sześciokąt (Rysunek 7.7.21a). Ściany w tym miejscu są płaskie, więc na brzegach nie było niebezpieczeństwa deformacji:

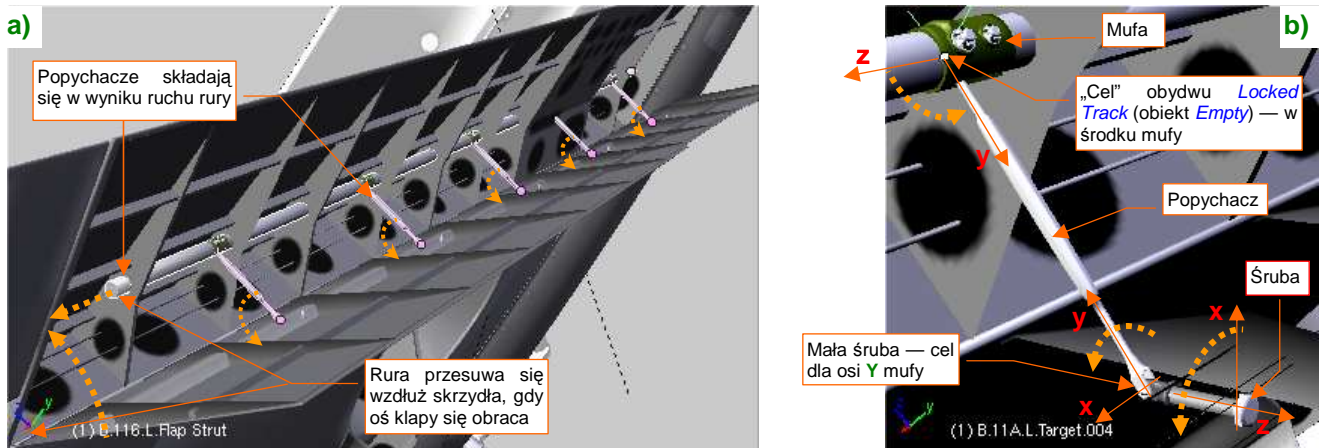


Rysunek 7.7.21 Składany reflektor do lądowania (w lewym płacie)

Po tej lokalnej zmianie siatki musiałem ponownie ułożyć w przestrzeni UV zmienione ściany by koło, narysowane na teksturze wokół otworu, wyglądało poprawnie. Gdy je uformowałem, zaznażyłem krawędź otworu jako „ostrą” (*Cearse* = 1) i wytłoczyłem wgłęb dodatkowy „pasek” (Rysunek 7.7.21b). Ku mojemu zaskoczeniu, obecność tych nowych ścian znów „powyginała” narysowany na teksturze okrąg! Żadne zaznaczanie szwów wzdłuż krawędzi nie pomogło, i jedynym rozwiązaniem okazało się fizyczne oddzielenie siatki paska od reszty skrzydła. Uformowanie samego reflektora nie było jakąś specjalną filozofią: ot, stożek z jakimś cylindrem (pełniącym rolę „żarówki”) i szybka. Testowy render reflektora i skrzydła przedstawia Rysunek 7.7.21c,d).

Kolejnym elementem płata jest mechanizm klap. W P-40 zastosowano kłapy „krokodylowe”. Po otwarciu takich klap wewnątrz skrzydła staje się widoczne, a w nim — mechanizm, który nimi porusza, oraz jakieś elementy szkieletu płata. Na szczęście już na etapie modelowania odwaliliśmy połowę roboty, umieszczając gdzie trzeba wszystkie żebra i podłużnice (por. str. 257). Teraz pozostał do dorobienia sam mechanizm.

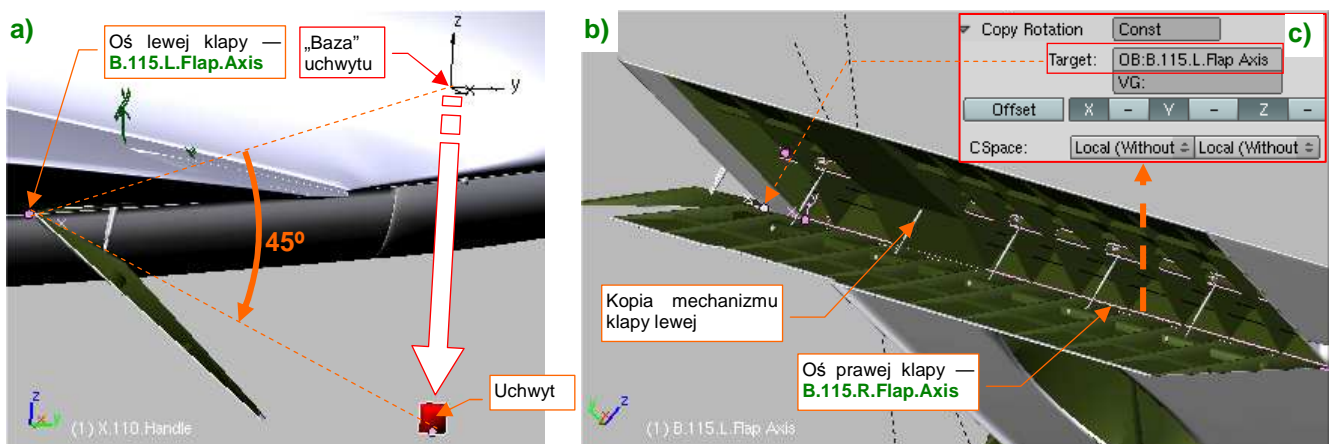
Mechanizm klap krokodylowych działał w każdej konstrukcji w ten sam sposób: wzdłuż skrzydła biegła rura, do której były przymocowane popychacze (Rysunek 7.7.22a). Drugi koniec każdego popychacza były przymocowane przegubowo do szkieletu kłapy (Rysunek 7.7.22b):



Rysunek 7.7.22 Mechanizm składający kłapę

Aby złożyć kłapę, wystarczyło by siłownik hydrauliczny przesunął rurę wzdłuż jej osi podłużnej. Przesuwająca rura „ciągnęła” za sobą popychacze, a te — kłapę. Przy otwieraniu wszystko poruszało się po prostu w przeciwną stronę. Mechanizując nasz model jak zwykle zamieniłem przyczynę na skutek: tu kłapę porusza obracający się wałek zawiasów. Z obrotem walca skojarzone jest (ograniczeniem *Transformation*) odpowiednie przesunięcie rury (Rysunek 7.7.22a). Rysunek 7.7.22b) przedstawia zespół pojedynczego popychacza (aby go dobrze pokazać, kłapa jest na nim zupełnie przezroczysta). Na rurze umieściłem mufę. W środku mufy jest niewidzialny obiekt (*Empty*) — cel dla ograniczeń *Locked Track* popychacza i mocującej go śruby. Śledzi go, obracając się wokół Z, oś X śruby. Śledzi go także oś Y popychacza, obracając się wokół lokalnej osi X. Cała rura się tylko przesuwana, ale sama mufa się obraca, śledząc osią Y małą śrubę na drugim końcu popychacza.

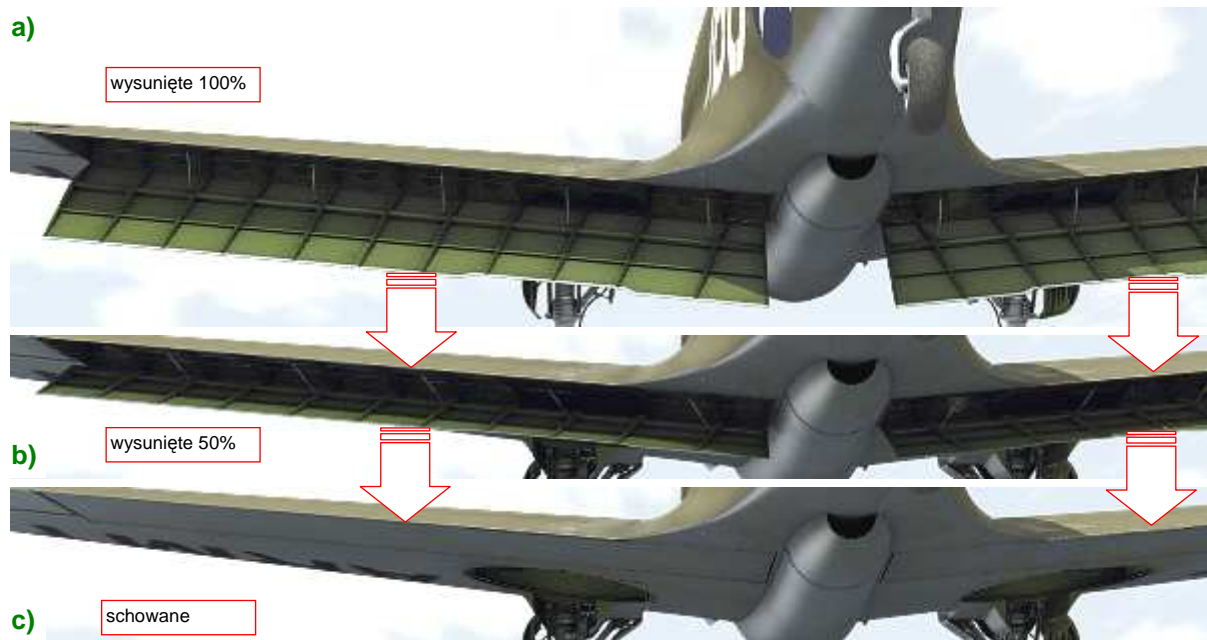
By ułatwić obrót osią kłapy, dodałem do modelu kolejny uchwyt (wraz z bazą — „rodzicem”) (Rysunek 7.7.23a):



Rysunek 7.7.23 Sterowanie kłapą za pomocą uchwytu

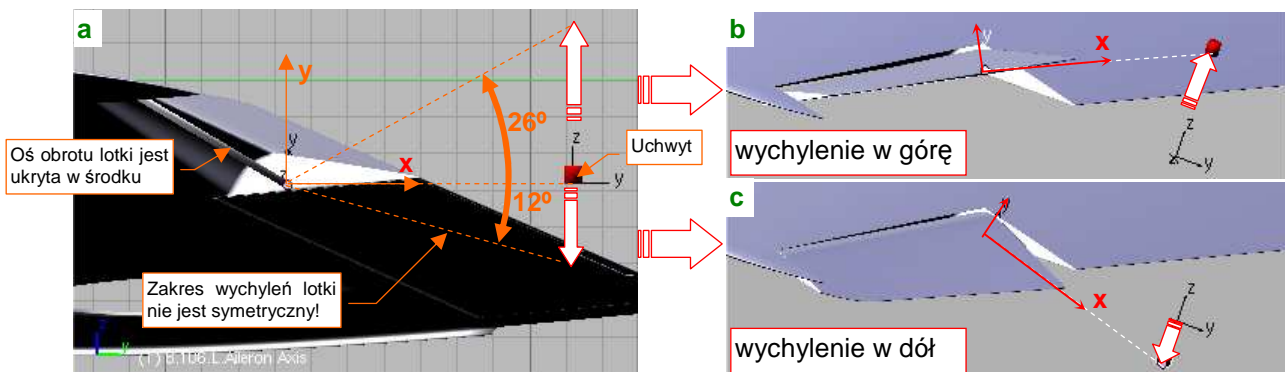
Szczegółowy opis ustalania krańcowych położenia dla takiego uchwytu znajdziesz na str. 824 i dalszych. Gdy mechanizm lewej kłapy zaczął działać, skopiowałem go do kłapy prawej. Okazało się, że z tym płatem jest trudniej, gdyż ma ujemną skalę (*ScaleX=-1*) i ograniczenie *Locked Track* działa tu zupełnie niepoprawnie. Na szczęście można było powiązać obrót osi prawej kłapy z lewą ograniczeniem *Copy Rotation* (Rysunek 7.7.23c).

Rysunek 7.7.24 przedstawia kolejne fazy chowania kłapy P-40. Zwróć uwagę na charakterystyczne „składanie” popychaczy na boki:



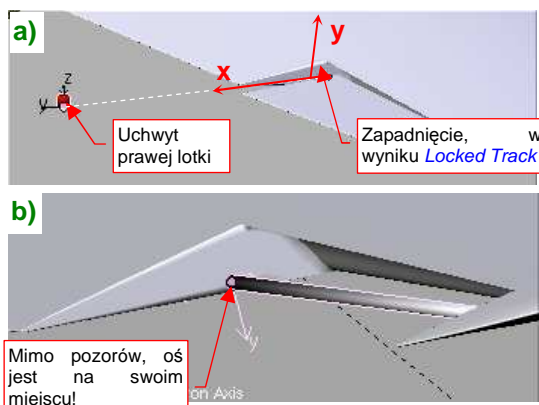
Rysunek 7.7.24 Kolejne fazy chowania kłapy

Lotki także mają swoje osi obrotu. Dodałem do lewej uchwyt, by nimi sterować (Rysunek 7.7.25):

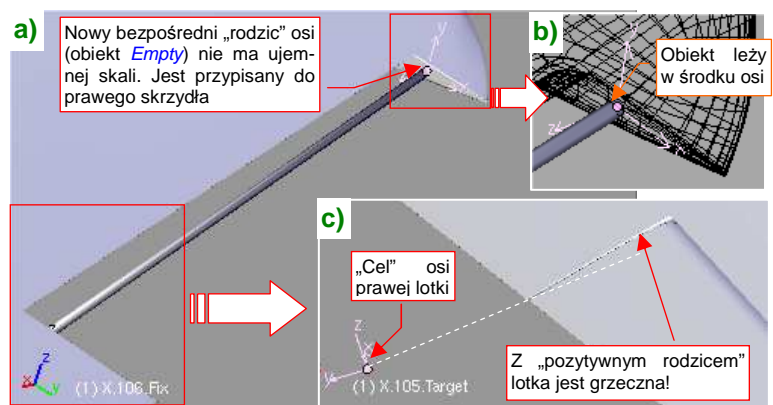


Rysunek 7.7.25 Sterowanie lewą lotką

Oś lotki śledzi za pomocą ograniczenia *Locked Track* aktualne położenie uchwytu. Lotki wychylają się niesymetrycznie (Rysunek 7.7.25b,c), więc uchwyt ma niesymetryczny zakres ruchu wzdłuż osi *Z* (Rysunek 7.7.25a). To rozwiązanie nie działa na prawym płacie: lotka z niewiadomych przyczyn „zapada się”! (Rysunek 7.7.26):



Rysunek 7.7.26 Problem z prawą lotką



Rysunek 7.7.27 Eliminacja wpływu ujemnej skali skrzydła na lotkę

To wpływ ujemnej skali prawego skrzydła. Pomogło dodanie nowego „rodzica” osi lotki (Rysunek 7.7.27).

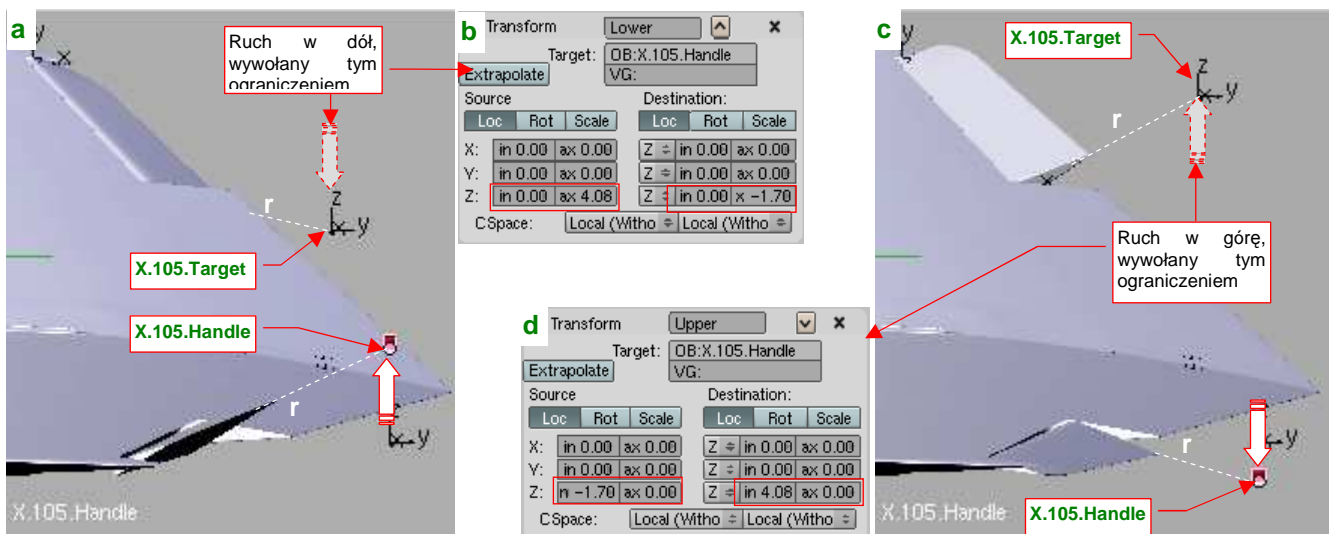
Rozwiązanie, które pokazuje Rysunek 7.7.27, polega na wstawieniu w strukturę hierarchii modelu (powiązań *parent-child*) nowego, bezpośredniego „rodzica” osi lotki. To pusty obiekt (*Empty*), przypisany relacją *parent* do prawego skrzydła. Zajmie w hierarchii miejsce, które poprzednio należało do osi. W odróżnieniu od płata, ten pomocniczy obiekt ma wszystkie skale dodatnie. Dzięki „pozytywnemu” rodzicowi, osi prawej lotki można przypisać poprawnie działające ograniczenie *Locked Track*.

- Postaraj się pamiętać, by przed rozwinięciem w UV siatki płatów wyeliminować obiekty o skali = -1. Można to zrobić przeskalowując ich siatki o -1 wzdłuż odpowiedniej osi, by cały obiekt nie miał ujemnej skali.

Jeżeli jednak o tym zapomniawsz — tak jak ja — musisz, radzić sobie z różnymi ubocznymi skutkami ograniczeń, nałożonych na takie „obiekty ujemne” jak prawe skrzydło. Nie ukrywam, że próbowałem na obecnym etapie prac zmienić jego skalę na dodatnią. Spowodowało to jednak „rozkraczenie” prawej nogi podwozia (tam też są użyte ograniczenia!). Ostatecznie wolałem się skoncentrować na skorygowaniu samej lotki, bo to było prostsze niż poprawki w mechanizmie składania koła głównego.

Dlaczego nie poradziliśmy sobie z tą lotką tak, jak to zrobiliśmy z klapą — stosując zamiast *Locked Track* ograniczenie *Copy Rotation* (por. str. 499)? Ponieważ lotki wychylają się różnicowo: gdy jedna porusza się w górę, to druga — w dół. W dodatku różne są kąty tych wychyleń: gdy prawa jest podniesiona do góry o 26° , to lewa jest obrócona w dół o 12° , i na odwrót (por. Rysunek 7.7.25)¹.

Aby dokładnie odwzorować różnicowe wychylenia lotek, skierowałem (za pomocą ograniczenia *Locked Track*) oś prawej lotki na pomocniczy obiekt **X.105.Target** (Rysunek 7.7.28a):

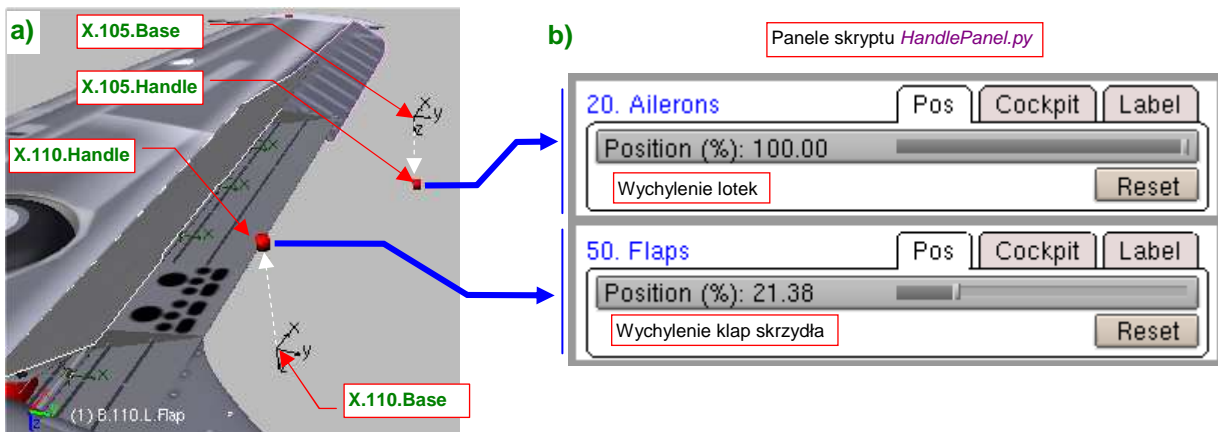


Rysunek 7.7.28 Różnicowe wychylenia lotek, uzyskane za pomocą dwóch ograniczeń *Transform*.

Gdy lotki nie są wychylone, „cel” **X.105.Target** znajduje się dokładnie w tym samym miejscu co uchwyt lewej lotki (**X.105.Handle**), ale po przeciwnej stronie samolotu (ich położenie różni się tylko znakiem współrzędnej **X**). Całym zespołem lotek steruje ruch uchwytu **X.105.Handle**. Położenie „celu” prawej lotki — **X.105.Target** — jest z nim powiązane za pomocą dwóch ograniczeń *Transform*. Pierwsze z nich nazwałem **Lower**, bo powoduje, że gdy **X.105.Handle** przesuwa się do góry o 4.08 jednostki, **X.105.Target** wykonuje ruch do dołu o 1.7 jednostki. (Rysunek 7.7.28a,b). Drugie ograniczenie — **Upper** — odpowiada za alternatywny ruch **X.105.Target** do góry (Rysunek 7.7.28c,d). (Wartość 4.08 to $\tan(26^\circ) \cdot r$, a 1.7 to $\tan(12^\circ) \cdot r$, gdzie r to odległość „celu” do osi lotki).

¹ Lotki wychylają się o różne kąty w górę i w dół, aby zapewnić (choć w przybliżeniu) podobne siły aerodynamiczne. Wynika to z niesymetrycznego profilu płata (górną część jest bardziej wypukła niż dolna) oraz faktu, że skrzydło jest zazwyczaj ustawione pod pewnym kątem do toru lotu samolotu. (Ten kąt, nazywany „kątem zaklinowania”, podczas lotu z dużą prędkością jest bardzo mały, ale może dochodzić do $13\text{--}15^\circ$ podczas lądowania!)

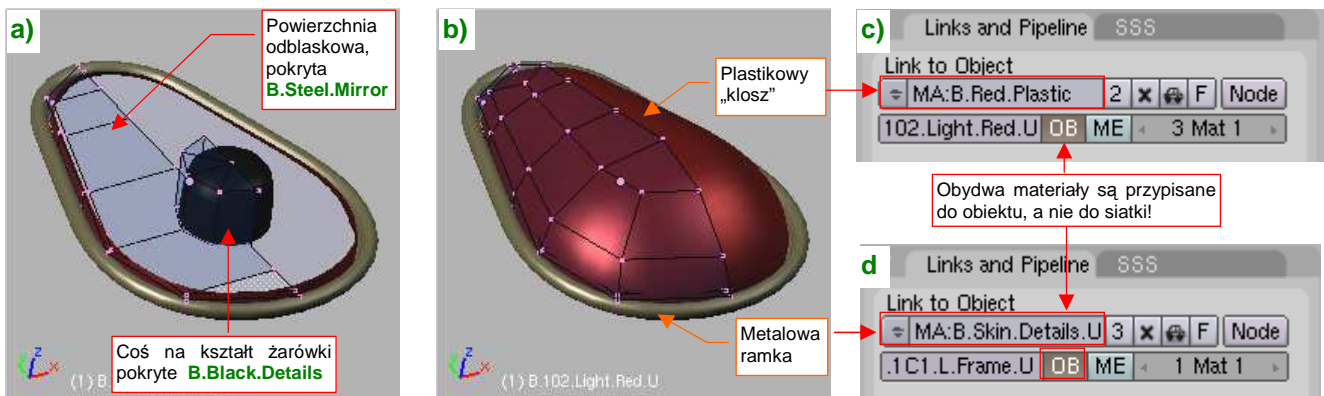
Na koniec pozostało nadać uchwytem lotek i klap odpowiednie oznaczenia na naszym panelu sterowania modelem (*HandlePanel.py*) (Rysunek 7.7.29):



Rysunek 7.7.29 Nowe kontrolki, sterujące klapami i lotkami

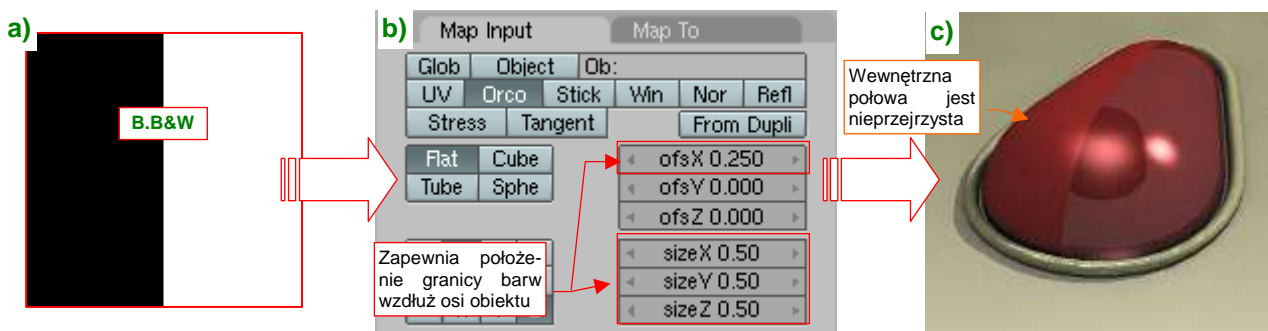
Obiekty „bazowe” (**X.105.Base**, **X.110.Base**) są „przyczepione” do lewego płata relacją *Parent*. Ich położenie wyznacza domyślne pozycje uchwytów **X.105.Handle** i **X.110.Handle** (Rysunek 7.7.29a). Przedrostki etykiet kontrolki („20.”, „50.” — por. Rysunek 7.7.29b) ustalam, starając się je ułożyć w logicznej kolejności. (Pomiędzy lotkami i klapami zostawiłem miejsce w numeracji na stery kierunku i wysokości).

Ostatnim szczegółem, który pozostał do ukończenia obszaru płatów, są światła pozycyjne. Element niewielki, ale wyeksponowany na końcówkach skrzydeł. Uformowałem najpierw ich podstawę (Rysunek 7.7.30a):



Rysunek 7.7.30 Światło sygnalizacyjne — szczegóły

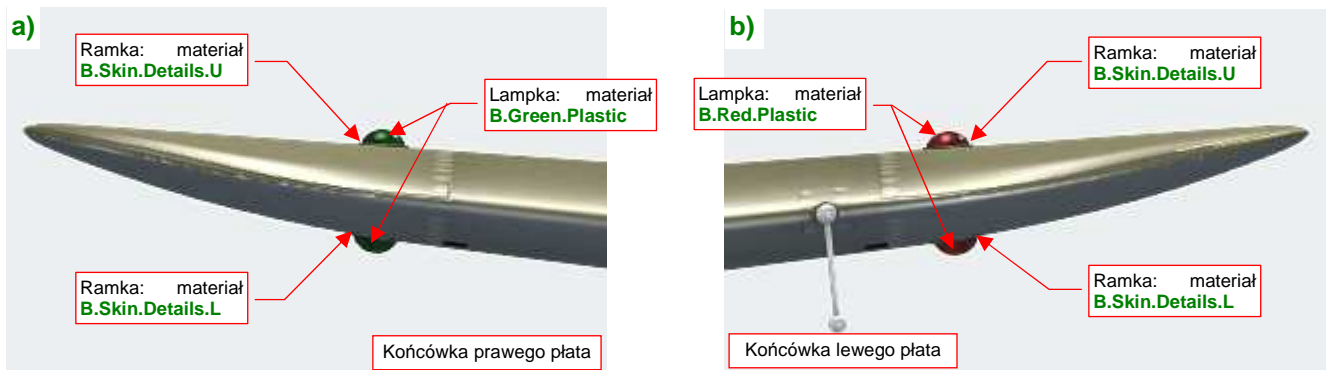
Potem zakryłem tę lampę „kloszem”, pokrytym materiałem **B.Red.Plastic** (Rysunek 7.7.30b). (Opis tego materiału znajdziesz na str. 983). P-40 miał sześć takich światel — po dwa z każdej strony skrzydeł i statecznika. Materiały plastiku i ramki pochodzą z przypisanego obiektu, a nie z siatki (Rysunek 7.7.30c,d) — by jej nie powielać. Osłony światel pozycyjnych były z jednej strony nieprzezroczyste, by nie oślepić pilota (Rysunek 7.7.31c):



Rysunek 7.7.31 Częściowe „zaślepienie” osłony lampki za pomocą tekstury (materiał **B.Red.Plastic**)

Uzyskałem ten efekt poprzez odpowiednie mapowanie (Rysunek 7.7.31b) tekstury **B.&W** (Rysunek 7.7.31a).

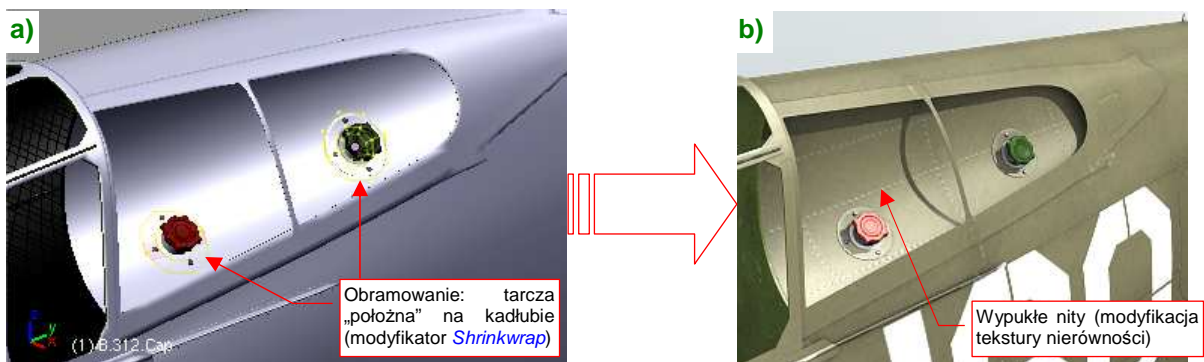
Inna sprawa, że cyzelowanie takiego szczegółu, jak lampka pozycyjna, wynika wyłącznie z czystej modelarskiej pasji. Na wszystkich renderach nie będzie tego widać — bo ten detal jest po prostu za mały (Rysunek 7.7.32):



Rysunek 7.7.32 Materiały, przypisane do poszczególnych obiektów (klonów) lampek pozycyjnych

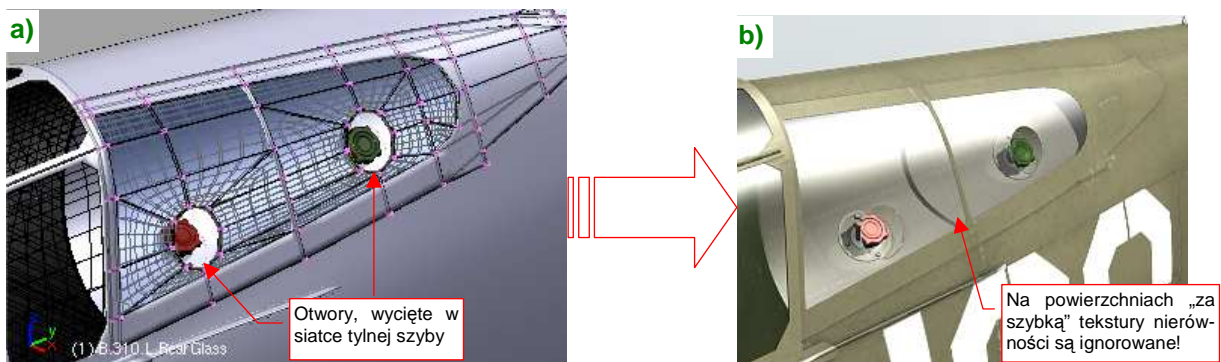
Rysunek 7.7.32a) pokazuje, jak wyglądają lampki na prawej końcówce płata, a Rysunek 7.7.32b) — na lewej. Prawda, że nie są duże? Zwróć za to uwagę, że mają różne barwy — mimo tego, że wszystkie cztery wykorzystują tę samą siatkę! (Dopóki jest to możliwe, staram się nie powielać siatek. To bardzo się przydaje, gdy za jakiś czas okaże się, że ich kształt trzeba poprawić). Możliwość zróżnicowania barw dla poszczególnych obiektów uzyskaliśmy w wyniku powiązania materiału „klosza” i ramki z obiektem, a nie siatką (por. str. 502, Rysunek 7.7.30). Ramek lamp nie rozwijałem w UV, tylko przypisałem im „uproszczone” wersje barw powierzchni wewnętrznych samolotu: szarą **B.Skin.Details.L** i oliwkowozieloną **B.Skin.Details.U**. (Podobne rozwiązanie zastosowaliśmy we wnętrzu kabiny). Tych dwóch barw użyjemy także do pokrycia innych detali zewnętrznych.

Wlew paliwa do zbiornika kadłubowego znajdował się w P-40 za kabiną pilota. W wersjach B/C były to dwa „korki”, umieszczone w ciągnących się za nią wyźłobieniach (Rysunek 7.7.33):



Rysunek 7.7.33 „Korki” tylnego zbiornika paliwa

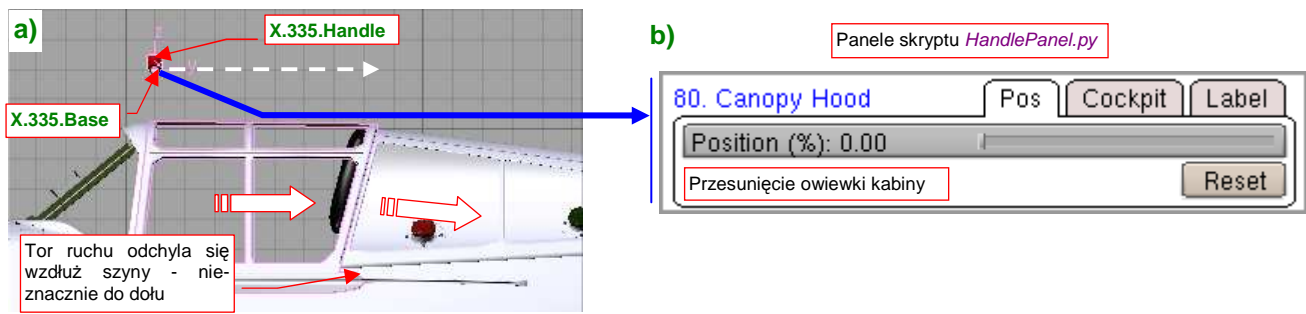
Było to dość dziwne rozwiązanie: w lewej szybie ponad „korkami” były wycięte dwa otwory (Rysunek 7.7.34):



Rysunek 7.7.34 Modyfikacja lewej tylnej szyby kabiny

Okrągłe wzmocnienia wokół „korków”, oraz umieszczone na nich śruby to wymodelowane siatki. Chciałem, by były widoczne, bo Blender ignoruje tekstury nierówności „za szybą” (por. Rysunek 7.7.34b) i Rysunek 7.7.33b).

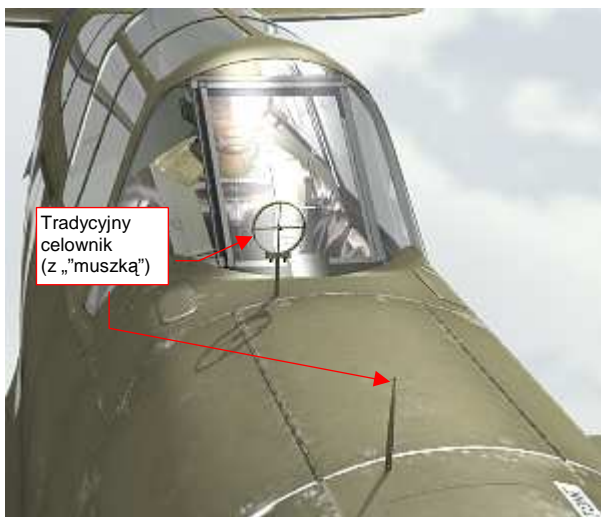
Proponuję dodać do naszego zestawu kontrolki sterujących modelem kolejną, odsuwającą owiewkę kabiny pilota (Rysunek 7.7.35). W domyślnym położeniu (0%) jest zamknięta (Rysunek 7.7.35b):



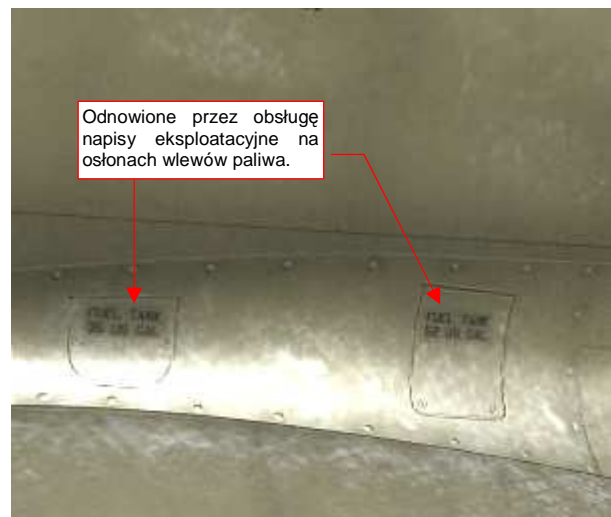
Rysunek 7.7.35 Nowa kontrolka, sterująca przesunięciem osłony kabiny

Szyny owiewki P-40 były nieznacznie wygięte do dołu (Rysunek 7.7.35a), stąd ruch owiewki jest powiązany z przesunięciem uchwytu (X.335.Handle) za pomocą dwóch ograniczeń Transformation. Jedno z nich wywołuje przesunięcie w poziomie, a drugie - to niewielki obrót (o 1°).

Obok celownika odbłaskowego, P-40 miały także drugi, tradycyjny. Umieszczono go z boku (Rysunek 7.7.36):

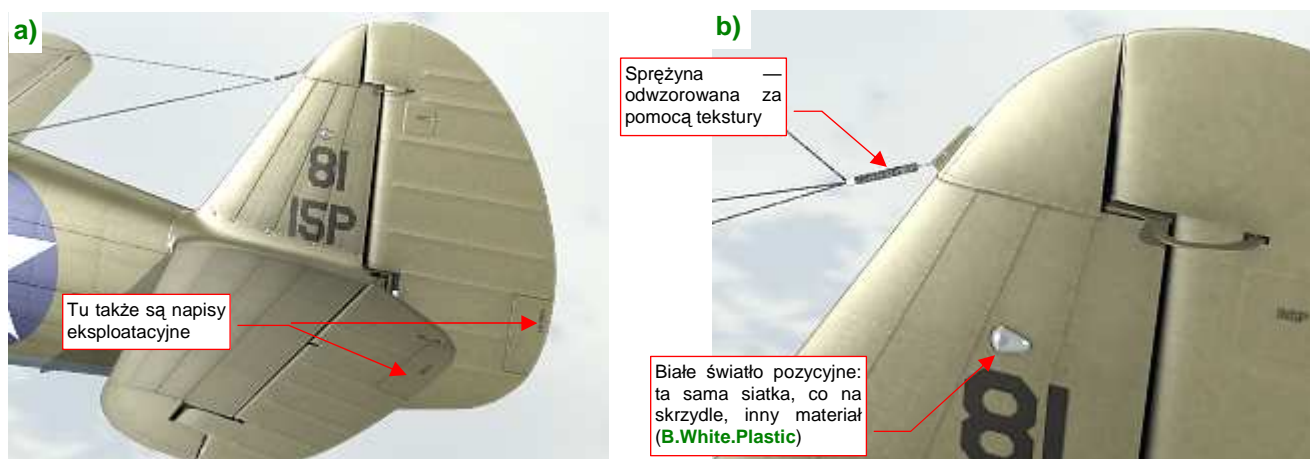


Rysunek 7.7.36 Dodatkowy celownik „szczerbinkowy”



Rysunek 7.7.37 Odnawiane napisy eksploatacyjne

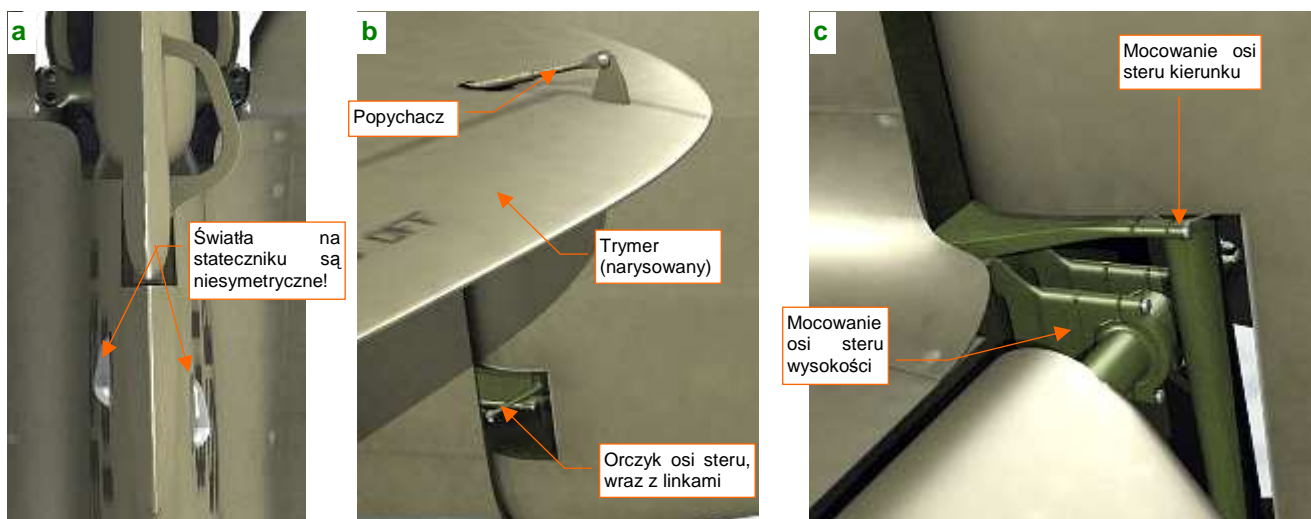
Nawet w AVG, mimo „polowych” warunków eksploatacji, mechanicy odnawiali co ważniejsze napisy eksploatacyjne. Naniósłem na tekstury teksty z osłon wlotów paliwa do zbiorników skrzydłowych (Rysunek 7.7.37). Inne napisy, które potwierdzają zdjęcia, umieściłem na usterzeniu (Rysunek 7.7.38a):



Rysunek 7.7.38 Usterzenie, wraz z anteną

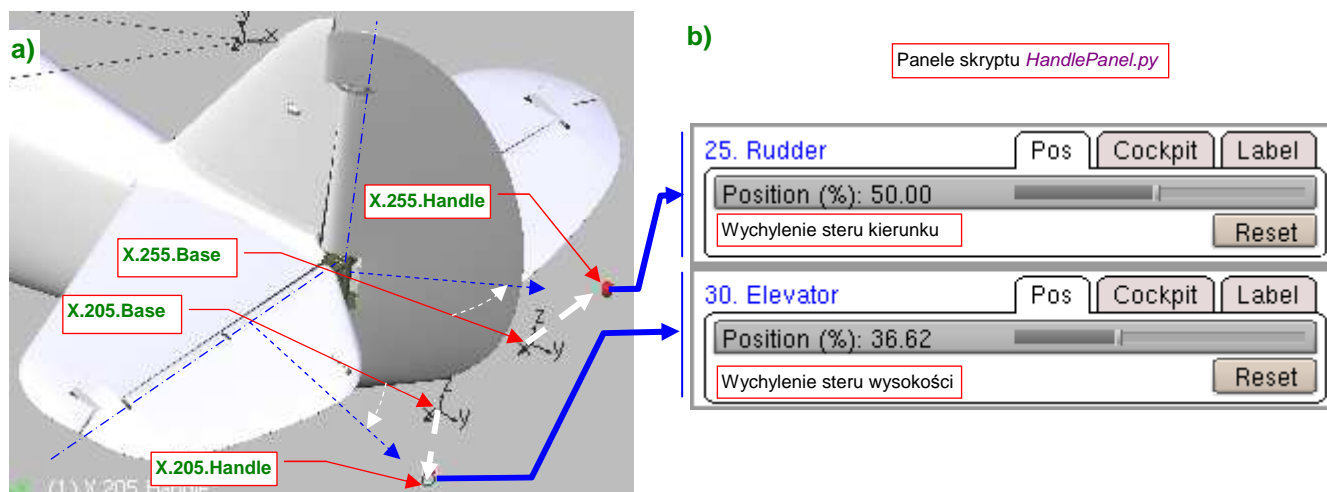
Na tym etapie prac wiele części masz już gotowych: na przykład światło na usterzeniu (Rysunek 7.7.38b).

Jeżeli chodzi o światła sygnalizacyjne, to rysunek fabryczny statecznika pionowego P-40 pozwolił mi wyśledzić pewien szczegół: były umieszczone niesymetrycznie (Rysunek 7.7.39a). Innym elementem „z odzysku” jest sprężyna, naciągająca druty anteny¹ (Rysunek 7.7.38b). Odwzorowałem ją za pomocą odpowiedniej tekstury przejrzystości. (To ten sam materiał **B.Steel.Spring**, którego użyliśmy w zespole kółka ogonowego — por. str. 429 i 432). Kolejnym przydatnym drobiazgiem okazały się popychacze, wykorzystane w klapach. Mogłem ich użyć powtórnie, wraz ze śrubką i nakrętką, do zamodelowania napędu trymeru (Rysunek 7.7.39b). W porównaniu z tym szczegółem sam trymer wygląda trochę nieładnie — bo jest tylko narysowany, a nie wycięty w siatce. Pozostawię go jednak już tak, jak jest. Z nieco większej odległości (por. np. Rysunek 7.7.38a) to zupełnie nie razi. Zawsze możesz sam uszczegółwić ten fragment.



Rysunek 7.7.39 Szczegóły usterzenia ogonowego

W przedniej części steru kierunku P-40 znajdowały się dwa otwory. W dolnym (Rysunek 7.7.39b) umieściłem orczyk na osi steru. Do końców orczyka przymocowane są linki. Do ich zamodelowania wykorzystałem tę samą siatkę, co w kabinie pilota (w istocie to końce tych samych linek). W górnym odwzorowałem okucia, mocujące osie sterów do stateczników (Rysunek 7.7.39c). Na koniec przygotowałem odpowiednie mechanizmy poruszania powierzchniami sterowymi (Rysunek 7.7.40) :



Rysunek 7.7.40 Nowe kontrolki, sterujące sterem kierunku i wysokości

¹ Swoją drogą, ta postać anteny była odziedziczona po P-36, i pochodziła z poprzedniej epoki rozwoju lotniczych urządzeń radiowych. Musiała stawiać poważny opór. Dla porównania: prototyp MiG-3 miał tylko jedną taką pochyłą „nitkę”, biegnącą od statecznika pionowego do osłony kabiny. Zastąpienie jej masztem z zupełnie poziomą anteną zwiększyło prędkość maksymalną o 3 km/h. A P-36 i P-40 B/C/D/E miały aż trzy takie druty, i to o wiele dłuższe! Myślę, że mogły spowalniać samolot nawet o jakieś 10 km/h. W P-40 maszt antenowy zaczęto stosować od wersji F.

W tej sekcji przebyliśmy drogę „od nosa do ogona” samolotu, uzupełniając po drodze wszystkie szczegóły zewnętrzne. Zakończyliśmy w ten sposób budowę naszego modelu!

Rysunek 7.7.41 przedstawia rezultat:



Rysunek 7.7.41 Gotowy model

Na razie nie umieszczam go na żadnym zdjęciu. (Jakoś nie pasuje mi to wysunięte podwozie do dotychczasowego tła, pokazującego ziemię z dużej wysokości). W następnym rozdziale pokażę, jak dopasować nasz model do jakiegoś przekonującego otoczenia.

Podsumownie

- Aby uzyskać w zbliżeniach modelu bardzo wyraźne napisy i oznaczenia, możesz użyć tekstur wektorowych (str. 491). Wymaga to jednak zastosowania specjalnej wtyczki do Blendera, która obecnie działa tylko w środowisku Windows. Jest to poważna przeszkoda, gdy np. chciałbyś taki model udostępnić komuś, kto używa innego systemu operacyjnego;
- Praca nad detalami oznacza także konieczność poprawiania fragmentów tekstur. Może to być, na przykład, tekstura barwy (str. 504), czy nierówności (str. 503);
- Kolektor spalin najprościej jest wykonać z pojedynczej, prostej „rury wydechowej”, stosując kilka modyfikatorów. Modyfikator *Curve Deform* użyłem do wygięcia siatki w odpowiedni kształt (str. 492). Potem powiększyłem siatkę pojedynczej rury za pomocą modyfikatorów *Array* (str. 493);
- Ściany chłodnic cieczy można odwzorować za pomocą odpowiedniej tekstury przejrzystości (str. 494);
- W czasie prac nad ostatnimi szczegółami może się zawsze pojawić konieczność poprawy jakiegoś dawno uformowanego fragmentu poszycia. Tak się stało z otworami wyrzutników łusek karabinowych, które umieściłem na spodzie kadłuba (str. 496). Takie poprawki są dość kłopotliwe, gdyż wymagają zmian w rozwinęciach UV, a te z kolei pociągają za sobą konieczność modyfikacji podstawowych tekstur;
- Do paneli sterujących modelem (skrypt *HandlePanel.py*) warto dodać także uchwyt odpowiedzialny za obrót śmigła (str. 496). To ułatwi „pozowanie” modelu na ziemi i uzyskanie efektu rozmycia łopat w locie;
- Otwory w osłonach luf karabinów maszynowych najłatwiej jest uzyskać za pomocą tekstury przejrzystości (str. 497);
- Unikaj pozostawienia jednego z płatów z ujemnym współczynnikiem skali (a taki pozostaje np. po lustrzanym odbiciu — transformacji *Mirror*). Jakakolwiek negatywna liczba występująca w polach *ScaleX*, *Y* lub *Z* obiektu powoduje, że wiele ograniczeń, w tym *Locked Track*, nie działa poprawnie. Ten „feler” propaguje się także hierarchicznie — na wszystkie bezpośrednie obiekty potomne (*immediate children*). Tak właśnie było z osiami kłap i lotek prawego skrzydła w moim modelu (str. 499, 500). Konieczne okazało się przypisanie im nowego, „pozytywnego rodzica”;
- Do zestawu paneli sterowania modelem warto dodać, oprócz sterów kierunku, lotek i kłap, także owiewkę kabiny (str. 504);

Rozdział 8. Rendering

Pokazuję tu ostateczne zakończenie pracy nad naszym modelem: umieszczam go na jakimś przekonującym obrazku.

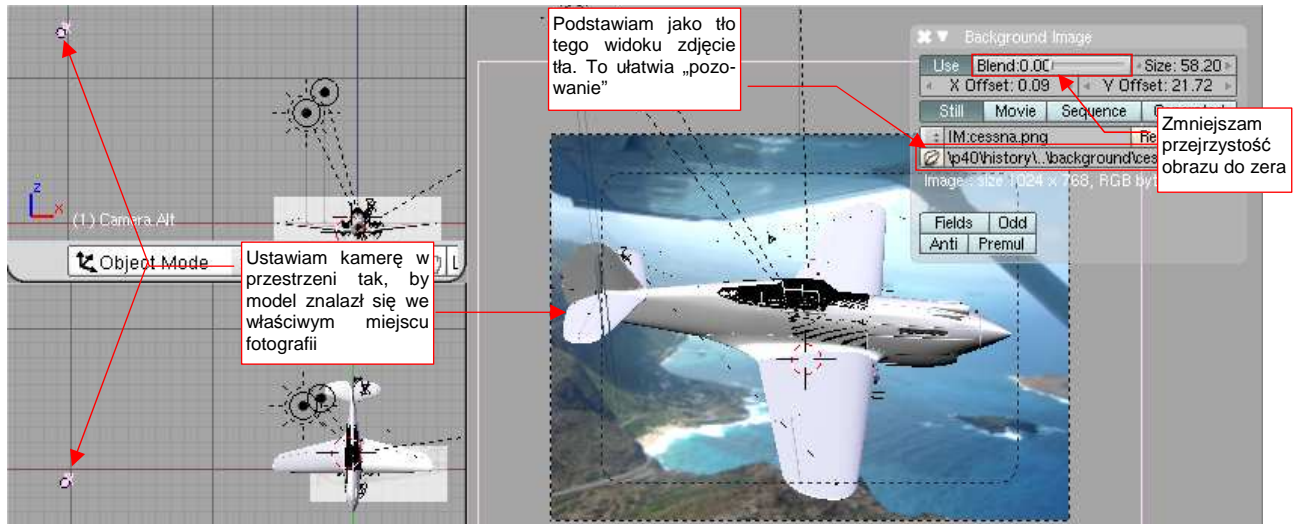
Ten rozdział zawiera tylko dwie sekcje. Pierwsza sekcja opisuje zagadnienia związane z przygotowaniem sceny w locie. Jak się przekonasz, większość czasu będziesz się w niej zajmował „kręceniem śmigłem”. (Bo uzyskanie poprawnego i szybkiego obrazu rozmytych ruchem łopat nie jest takie proste).

Druga sekcja pokazuje, jak „postawić samolot na ziemi”, którą widać na podstawionej za modelem fotografii. W tym przypadku większość wysiłku idzie na „walkę z cieniem” — samolotu, oczywiście. (Pokażę, jakimi zabiegami można dobrze scalić komputerowy model z obrazem tła).

8.1 Realistyczna scena w locie

W tej sekcji pokażę, jak przygotować scenę w locie. Omówię poszczególne zagadnienia, posługując się przykładami z różnych scen¹. Zaczynam od wyszukania w Internecie jakiegoś darmowego zdjęcia o odpowiedniej rozdzielczości. Potem podstawiam je za modelem, komponując prostą scenę. Jest to dla mnie swoisty „ostateczny test” realizmu: jeżeli mój samolot będzie dobrze wyglądał na tle fotografii, oznacza to że udało mi się go dobrze odwzorować. Specjalnie zresztą wyszukuję zdjęcia okolic, nad którymi naprawdę latała konkretna maszyna, której barwy nosi mój model. Chcę w ten sposób odtworzyć jej „naturalne otoczenie”.

Pracę nad sceną zaczynam od podstawienia „pod” widok z kamery fotografii — jako tła (*Background Image*²) (Rysunek 8.1.1). Potem w widokach z przodu i z góry przesuwam odpowiednio kamerę, „pozując” model:



Rysunek 8.1.1 „Pozowanie” — dopasowanie pozycji kamery (a w efekcie – modelu) do tła

Następnie włączam podgląd renderu (**Shift-P**) i ustalam pozycje i energie podstawowych „lamp” sceny: **Sun** i **Hemi.Upper**. Robię to tak, by światło padało na model z tej samej strony, co na fotografii (Rysunek 8.1.2):



Rysunek 8.1.2 Dopasowanie położenia światła — słońca i nieboskłonu

¹ W związku z tym, trochę nietypowo, w folderze *p40history* znajdziesz nie jeden, a kilka plików Blendera związanych z tą sekcją książki (*P40B-8.01a.blend...p40B-8.01d.blend*). Każdy z nich to pojedyncza scena, z innym tłem. Źródła zdjęć, które wykorzystałem jako tło, podaję w podpisach pod ilustracją z ostatecznym renderem każdej sceny.

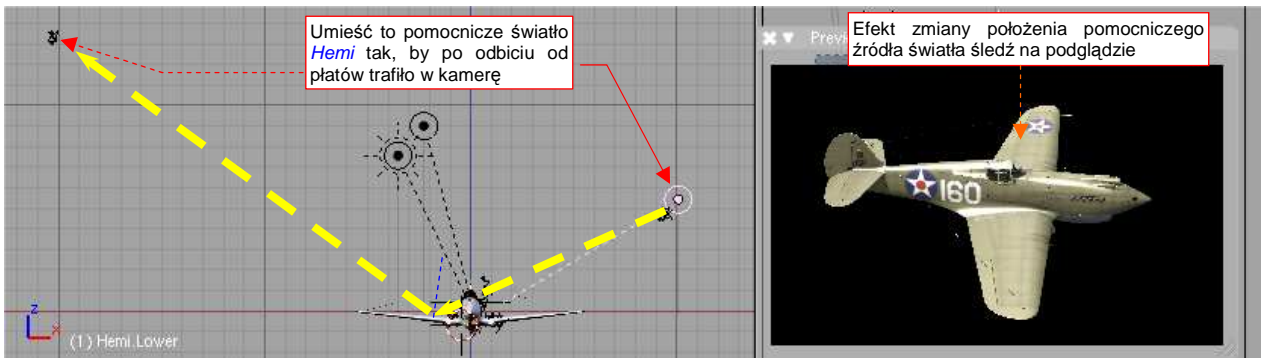
² Por. str. 772. Rozmiary i przesunięcia *X Offset* i *Y Offset* obrazu w projekcji „z kamery” nie mają znaczenia. Zdjęcie możesz więc podstawić wprost w miejsce planów samolotu. (A potem bez problemu znów na to miejsce wstawić plan).

Gdy dopasujesz oświetlenie, przypisz jeszcze obraz jako tło sceny (por. str. 971). Potem wykonaj pierwszy render i sprawdź, jak się na nim prezentuje model (Rysunek 8.1.3):



Rysunek 8.1.3 Próbnny render

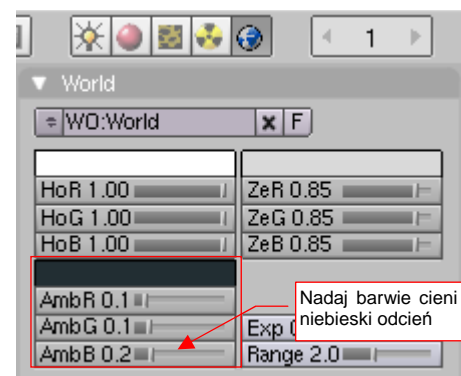
Płaty wyglądają „płasko”. Ożywimy je za pomocą słabego ($Energy = 0.2.. 0.3$) światła *Hemi* (Rysunek 8.1.4):



Rysunek 8.1.4 Pomocnicze światło — odbłask na płatach i usterzeniu poziomym

Nawet za pomocą słabej, pomocniczej lampy *Hemi*, można uzyskać silny odbłask. Należy ustawić ją tak, by światło oduciło się od powierzchni modelu i trafiło w obiektyw kamery (Rysunek 8.1.4). (Pamiętasz lekcje fizyki? „Kąt padania równa się kątowi odbicia”. Tutaj także!). W takim odbłasku stają się wyraźne wszystkie łączenia blach i drobne nierówności. Dzięki nim cały model zaczyna wyglądać ciekawiej. To pomocnicze światło możesz umieścić w dowolnym miejscu — byleby wywołało na modelu odpowiedni efekt.

Inną adaptacją to kolor cieni (a dokładniej: barwa bezkierunkowego światła otaczającego: *Ambient*). Do tej pory stosowaliśmy neutralny szary. Scena na zdjęciu sprawia jednak wrażenie niebieskawej. Zmień barwę światła otaczającego nieco bardziej niebieską, by lepiej wpasować model w otoczenie (Rysunek 8.1.5).



Rysunek 8.1.5 Zmiana barwy cieni — z 10% szarości na niewiele jaśniejszą szarobłękitną

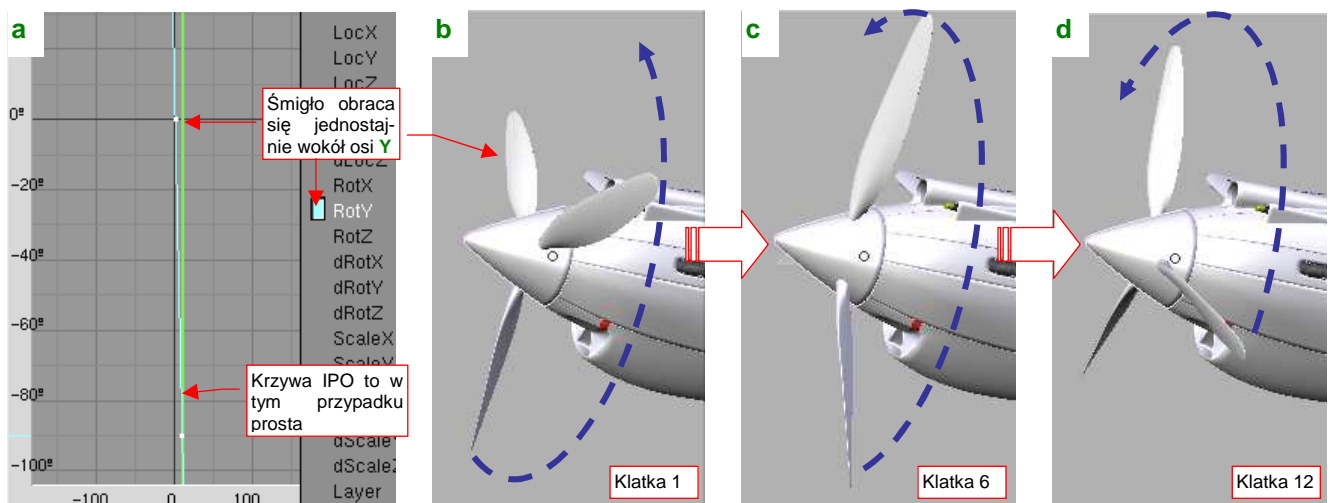
Po tych poprawkach czas na kolejny testowy render (Rysunek 8.1.6). Uważam, że tym razem oświetlenie wygląda już całkiem poprawnie (porównaj je zresztą z wersją pokazywaną przez Rysunek 8.1.3):



Rysunek 8.1.6 Próbny render — wersja ze światłem pomocniczym i lekko niebieskawymi cieniami (*Ambient*)

Do takich „przymiarek” modelu wyłączaj warstwy z elementami które nie są na razie istotne, a wydłużyłyby czas renderowania. (Jest to zazwyczaj pilot i wnętrze kabiny). Na razie na renderze nie są także widoczne łopaty śmigła, a sam kołpak jest nieruchomy. Czas już, by zaczęły się kręcić!

Mógłbym przypisać sekwencję ruchu (tzw. „krzywą IPO” — *IPO curve*) do uchwytu, poruszającego kołpakiem. Jednak z powodu pewnych problemów, które wystąpią za chwilę, wolę zmniejszyć do zera jego wpływ na przypisany obiekt. Odpowiednią krzywą IPO, odpowiedzialną za obrót śmigła, przypisuję bezpośrednio do kołpaka (Rysunek 8.1.7a). Wraz z nim obracają się łopaty. (Naciśnij **Alt-A** w którychś z okien *3D View*, by się o tym przekonać — Rysunek 8.1.7b,c,d):



Rysunek 8.1.7 Animacja obrotu śmigła

Szczegółowy opis, jak przypisać śmigłu linię ruchu, znajdziesz na str. 1029 i następnych. Śmigła samolotów z lat 40-tych obracały się zazwyczaj z prędkością 1000 – 1500 obr/min. (Reduktory silników miały przełożenie ok. 2:1). Tej prędkości odpowiada w naszym modelu obrót o 60 – 90° pomiędzy klatkami 1 i 16.

Gdy animacja śmigła jest już gotowa, możemy ten ruch uchwycić na naszej scenie. Wystarczy w panelu **Render** włączyć opcję **MBLUR** (*Motion Blur* — rozmycie ruchu). Aby obraz wirujących łopat śmigła był bardzo znacznie rozmyty, przestaw parametr **OSA** na **16**, a współczynnik **Bf** (*Blur factor*) na wartość maksymalną: 5.0 (Rysunek 8.1.8a). Potem wystarczy wcisnąć przycisk **Render**, by otrzymać rezultat (Rysunek 8.1.8b):



Rysunek 8.1.8 Efekt „rozmycia” wirujących łopat śmigła — metoda najprostsza (i najwolniejsza)

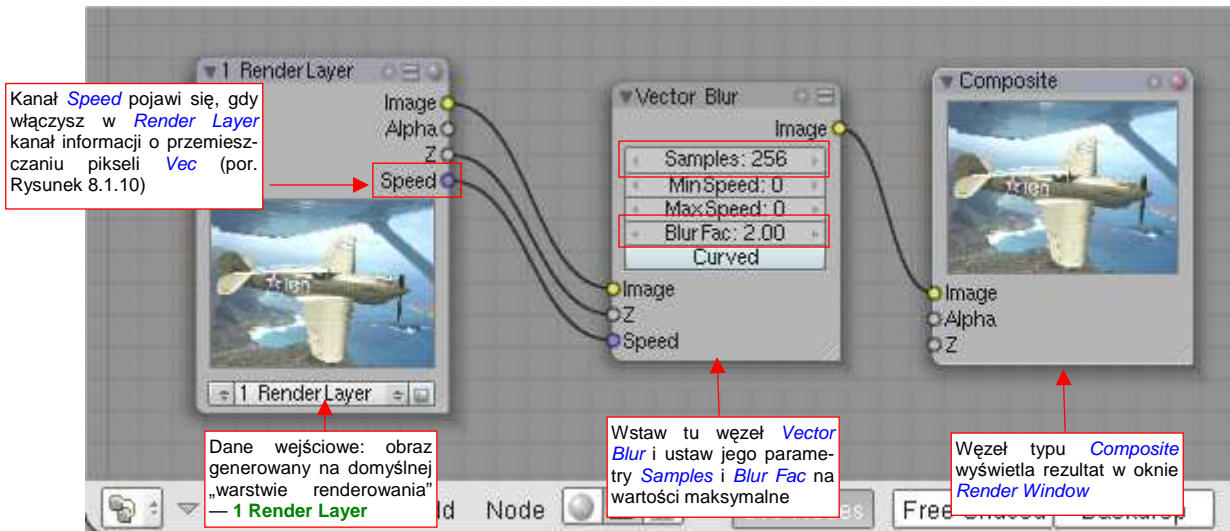
Efekt jest całkiem zadowalający tylko...strasznie długo się generował! Czas tworzenia ostatecznego obrazu wydłużył się z ok. 45s (**MBLUR** wyłączone) do 14 min 13s (**MBLUR** włączone). Patrząc na okno renderu w czasie tego kwadransa, zapewne zauważyłeś, że Blender generował nie jeden, a 16 kolejnych obrazów! (Dokładnie rzecz biorąc: jest ich tyle, na ile jest ustawiona liczba próbek **OSA**). Było to 16 kolejnych klatek animacji. W naszym przypadku te ujęcia różnią się wyłącznie pozycją kołpaka i łopat śmigła¹. Potem te obrazy zostały połączone, tworząc znany z fotografii efekt „rozmycia ruchu”.

Jeżeli tak długi czas generowania ostatecznego obrazu Ci nie przeszkadza, możesz nie czytać następnych stron i pozostać przy prostym użyciu **MBLUR**. Testowe rendery można przecież zawsze wykonać, bez tej opcji. Włączysz ją dopiero wtedy, gdy będziesz generował ostateczny rezultat. Wszystko właściwie zależy od rozmiaru (w pikselach) obrazu, który tworzysz, i czasu, jaki to zajmuje Twojemu komputerowi.

Osobiście jednak nie lubię, gdy renderowanie trwa zbyt długo. Zawsze na finalnym obrazie też znajdę jakiś błąd, który koniecznie muszę poprawić. Koryguję go, i zaraz znów zapuszczam kolejne „finalne” renderowanie. Oczekiwanie za każdym razem 15min, patrząc jak w tym czasie komputer niepotrzebnie generuje 16 razy to samo, to dla mnie za dużo! Popatrz na Rysunek 8.1.8c). Renderowanie z **MBLUR** tylko tego, co naprawdę się zmienia — samego śmigła — trwa raptem 46s. Reszta to czysta strata czasu!

¹ Dlatego przy wzmiance o animacji (str. 511) podawałem, że prędkości obrotowej 1500obr/min odpowiada obrót śmigła o 90° pomiędzy klatkami 1 i 16. Możesz traktować ustawioną w **OSA** liczbę próbek jako „czas wykonania fotografii” naszego modelu. (Nie znam się na fotografii, ale to się chyba fachowo nazywa „przesłona”, albo „czas ekspozycji”). Prędkość 1500 obr/min to 25 obr/s. Gdybyś wykonywał zdjęcie tego samolotu z przesłoną 1/100s, w ciągu tego czasu łopata śmigła wykona 25 obr/s * 1/100s = 0.25 pełnego obrotu, czyli właśnie 90°. Śmigła większości samolotów obracały się trochę wolniej. Przy tej samej przesłonie i prędkości obrotowej 1000 obr/min łopata zatoczy proporcjonalnie mniejszy łuk — 60°. Oczywiście nie jestem pewien, czy przypadkiem fotografowie z lat 40-tych nie ustawiali przesłony na krótsze czasy — np. 1/200s. Wtedy ślady śmigieł byłyby dwa razy węższe (i odpowiednio „gęstsze”). Wydaje mi się jednak, że takie i jeszcze krótsze przesłony zaczęły się pojawiać w aparatach fotograficznych w latach 1944-1945. To chyba sprawa postępu technicznego. Gdy przeglądam zdjęcia dwupłatów z lat 20-tych z pracującym silnikiem, ślad ich śmigieł jest kołem. Oznacza to, że do wykonania tych fotografii użyto dłuższych czasów ekspozycji — być może 1/50, a może nawet 1/25s. Chyba innych aparatów po prostu wtedy nie było....

Czy można uzyskać efekt rozmycia ruchu jakoś szybciej, by nie czekać kwadransa na każdy render? Spróbujmy innej metody: *Vector Blur*. Jest to efekt, który można uzyskać po przełączeniu sterowania renderowaniem na tzw. „węzły kompozycji” (*Composite Nodes* — Rysunek 8.1.9):

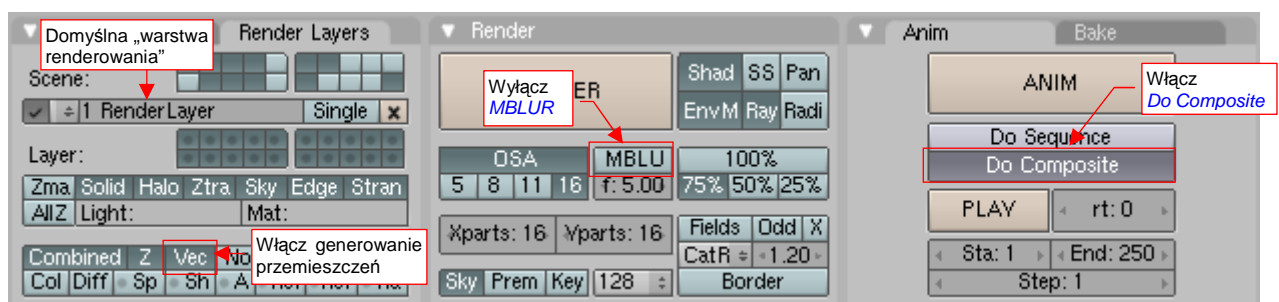


Rysunek 8.1.9 Przygotowanie innego efektu rozmycia — *Vector Blur*

Na pierwszy rzut oka sterowanie efektem za pomocą węzłów może wyglądać trochę obco. Myślę jednak, że szybko się do niego przekonasz. Może w paru słowach poniżej opiszę, jak należy „czytać” takie schematy.

Węzły to prostokąty połączone liniami. Każda linia oznacza przepływ jakichś danych. Każdy węzeł po prawej stronie ma kanały wyjściowe: to dane, które generuje. (Na przykład węzeł *Composite* nie ma żadnych, bo to *output node*: wyświetla otrzymany obraz w oknie na ekranie). Po prawej stronie węzła znajdują się „wtyczki” na oczekiwane dane wejściowe. (Tu z kolei węzeł *Render Layer* nie ma żadnych, bo to *input node*: dostarcza rezultatów działania podstawowego renderera sceny). Nie zawsze musisz podłączać wszystkie „wtyczki” węzła — to zależy od jego specyfiki. (Czasami niektóre informacje mogą być pominięte). Najprostsza kompozycja tworząca render sceny składa się z dwóch węzłów: *Render Layer*, dostarczającego danych, oraz *Composite*, wyświetlającego otrzymany obraz w *Render Window* Blendera. To połączenie dostarcza tego samego rezultatu co renderowanie bez użycia węzłów. Istota wykorzystania tego narzędzia polega na tym, że pomiędzy te dwa domyślne węzły możesz wstawić dziesiątki innych. Pozwala to uzyskiwać różnorodne efekty, niedostępne w żaden inny sposób. Dokładniejsze wprowadzenie w ten temat znajdziesz na str. 1033.

W układzie, który pokazuje Rysunek 8.1.9, pomiędzy węzły *Render Layer* i *Composite* wstaw efekt dodatkowy: *Vector Blur*. (Oczywiście, przełączając odpowiednie „kabelki”). *Vector Blur* musi otrzymać na wejściu, oprócz pikseli obrazu (wtyczka *Image*) i ich głębokości (wtyczka *Z*) także informację o przemieszczeniach: (wtyczka *Speed*). Ten kanał pojawi się wśród danych wejściowych, gdy włączysz dla domyślnej warstwy renderowania kanał *Vec* w panelu *Render Layers* — Rysunek 8.1.10):



Rysunek 8.1.10 Ustawienia opcji renderera do współpracy z efektem *Vector Blur*

Wyłącz także, w panelu *Render*, opcję *MBLUR*. Włącz za to w panelu *Anim* opcję *Do Composite*. Inaczej Blender nie zwróci uwagi na nasze węzły.

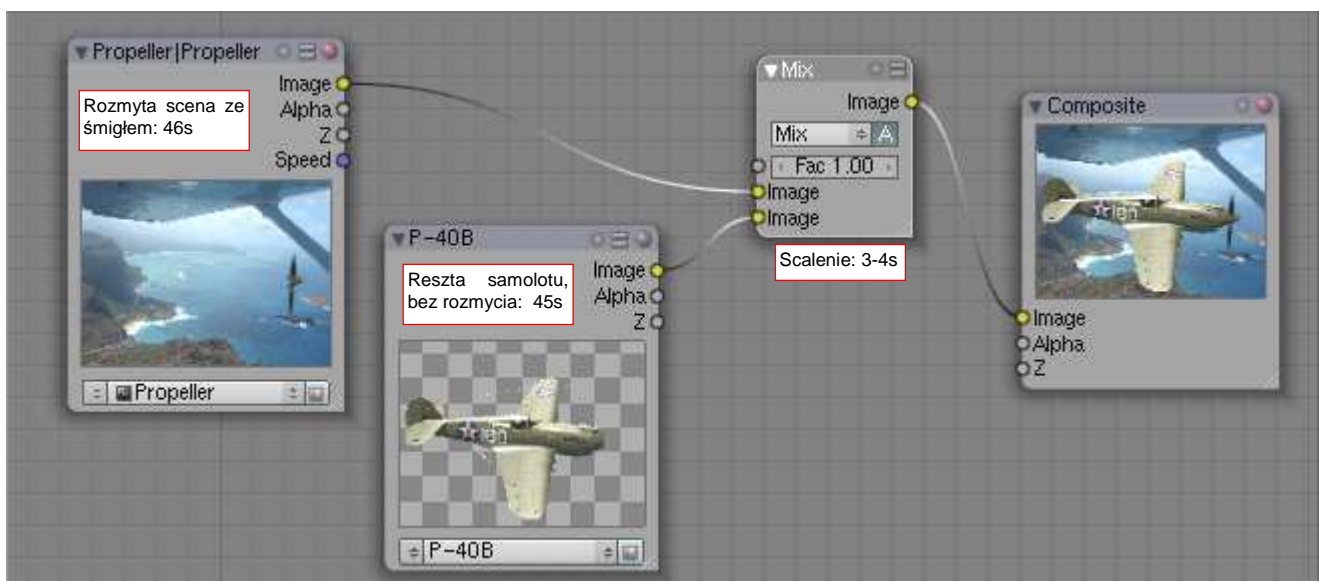
Rezultat użycia węzła *Vector Blur* przedstawia Rysunek 8.1.11:



Rysunek 8.1.11 Rezultat zastosowania *Vector Blur*

Czas generowania tego obrazu różni się tylko o kilkanaście sekund od wersji bez śmigła i wynosi 58s. Ale to koniec dobrych wiadomości. Rozmycie jest wyraźnie słabsze niż to, uzyskane za pomocą *Motion Blur* (por. str. 512, Rysunek 8.1.8). W dodatku na kołpaku pojawił się wyraźny cień nieruchomej łopaty śmigła. I nie jest to jakiś drobny błąd, bo w opisie działania *Vector Blur* wyraźnie zaznaczono, że cienie nie ulegają rozmyciu. Krótko mówiąc: efekt *Vector Blur* nie nadaje się do tego przypadku. Mimo ustawienia maksymalnej liczby próbek (*Samples* = 256) i współczynnika rozmycia (*Blur Fac* = 2.0) efekt jest daleki od oczekiwań.

Czy jest jakiś inny sposób, który pozwoli nam uniknąć renderowania 16 razy tego samego obrazu samolotu? Pewien pomysł nasunął mi stosunkowo krótki czas renderowania z *MBLUR* samego śmigła (por. Rysunek 8.1.8c). A gdyby tak podzielić samolot na dwie sceny? Na jednej wygenerować obraz samych wirujących części, rozmytych za pomocą *Motion Blur*. Na drugiej renderować całą resztę samolotu, bez rozmycia. A potem te dwa wyniki scalić za pomocą odpowiedniego węzła? Tak, to jak najbardziej jest możliwe! (Rysunek 8.1.12):



Rysunek 8.1.12 Kompozycja dwóch scen: rozmytego obrotu śmigła (*Propeller*) i reszty samolotu (*P-40B*).

Przygotuj drugą, pomocniczą scenę i nadaj jej nazwę — powiedzmy, **Propeller**. Umieść na niej referencje do aktualnych światel i kamer, oraz wirujące elementy śmigła. Włącz na niej **MBLUR**. Ta scena tworzy swój render „tradycyjnie”, bez węzłów. Na scenie podstawowej (**P-40B**) wyłącz widoczność warstwy śmigła. Przygotuj jej węzły kompozycji tak, jak pokazuje to Rysunek 8.1.12 (str. 514). Rezultat pokazuje Rysunek 8.1.13:



Rysunek 8.1.13 Ostateczny rendering — rezultat złożenia scen (tło: www.archerbravo.com)

(Szczegółowy opis przygotowania tego rozwiązania znajdziesz na str. 779 i następnych). Wydaje się, że ta kombinacja pozwala uzyskać dziesięć razy krótszy czas renderowania od „zwykłego” MBLUR. Dla zestawu warstw, z którymi porównywaliśmy się do tej pory (czyli bez pilota i wnętrza kabiny) generuje się w 1 min. 35s. (16 renderów śmigła i połączenie ich w MBLUR zajęło tyle samo czasu, co render reszty samolotu — por. Rysunek 8.1.12). Ostateczny render (Rysunek 8.1.13), na którym włączyłem wszystkie warstwy, trwał oczywiście nieco dłużej: 2 min. 15s. W każdym razie są to czasy całkiem rozsądne, więc ta metoda „dwóch scen” jest ze wszelkich miar godna polecenia. (Zwróć uwagę, że nie można jej osiągnąć inaczej, jak przez montaż za pomocą węzłów. I za to te [Composite Nodes](#) lubię!)

Ubocznym efektem nałożenia samolotu bez tła na obraz z tłem jest uzyskanie za szybami kabiny poprawnego fragmentu podstawionej fotografii (Rysunek 8.1.14). Były z tym problemy dla szyb stosujących metody [Ray Transp](#) (por str. 981, Rysunek 17.12.13):



Rysunek 8.1.14 Efekt „zanikania szyby” przy złożeniu scen

Niestety, przy okazji znikły z szyb odbłyski, które powinno rzucać słońce — więc nie jest to dobry efekt! Dlatego w ostatecznej scenie (Rysunek 8.1.13) model jest bardziej przechylony (por. Rysunek 8.1.14). Chodziło o to, by nawet przy zamkniętej kabinie jej szkło znalazło się na tle samolotu. Wtedy odbłask słońca nie znika.

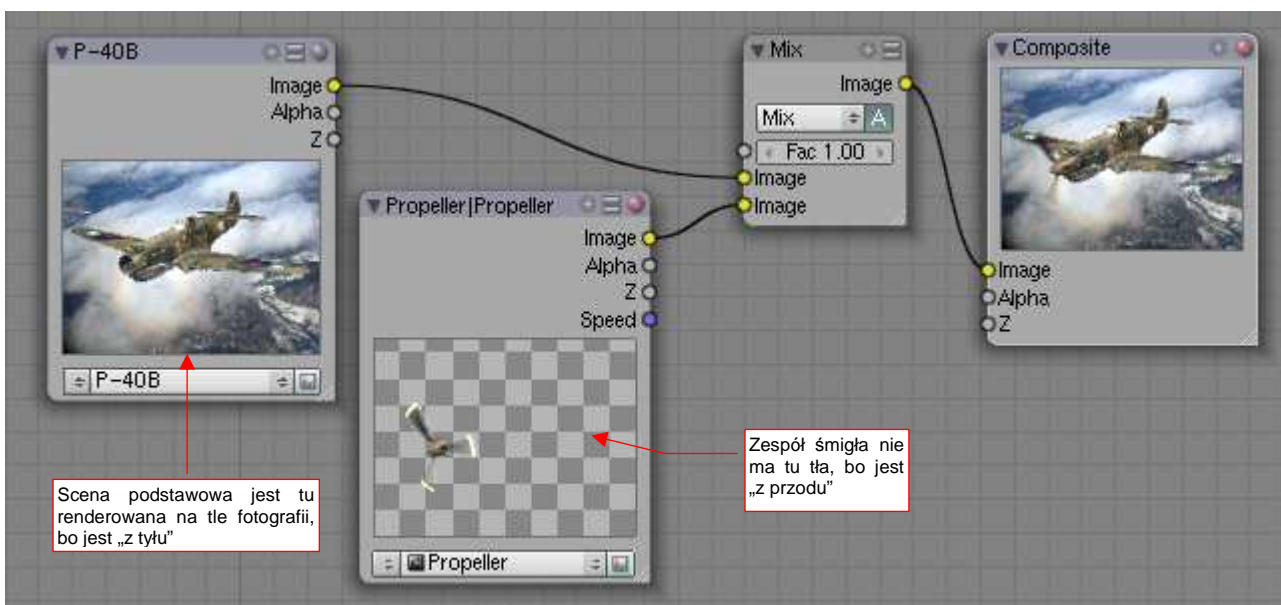
Fotografię tła należy umieścić zawsze na tej scenie, która jest dalej od obserwatora. W kompozycji, nad którą pracowaliśmy na poprzednich stronach (np. str. 515 Rysunek 8.1.13) model był do nas ustawiony bokiem. Jednak jego nos minimalnie odchyłał się na zewnątrz (to może być zresztą efekt zniekształcenia perspektywicznego). O takim odchyleniu świadczy widoczne na pomocniczej scenie wnętrze kołpaka śmigła (por. chociażby na str. 512, Rysunek 8.1.8c). Dlatego na schemacie, który zastosowaliśmy, fotografia była podstawiona jako tło pomocniczej sceny **Propeller**, a reszta samolotu była przygotowywana na tle przezroczystym. W tej sytuacji mogliśmy się natknąć na opisany przed chwilą „efekt zanikania szyby”.

Na szczęście na wielu typowych scenach śmigło jest — z punktu widzenia obserwatora — przed samolotem. Popatrz chociażby na obraz, który pokazuje Rysunek 8.1.15:



Rysunek 8.1.15 W tej scenie śmigło znajduje się „przed” modelem (tło: © Tomo Yun, www.yunphpto.net)

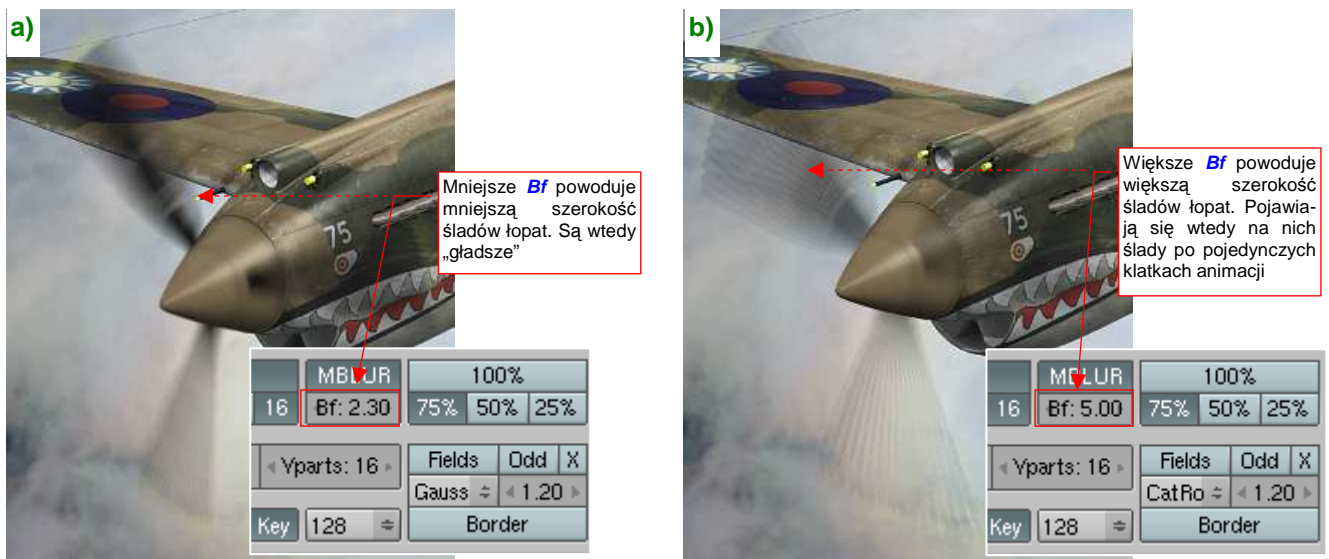
To inne zdjęcie i inna maszyna — „biała 75” W.N. Reeda z 3 dywizjonu AVG („Hell’s Angels”), uchwycona nad wyższymi partiami gór w okolicach Kunmingu. Obserwator widzi tutaj „portretowany” samolot nieco z przodu — pod kątem zbliżonym do 45°. W każdym razie, w tej kompozycji to scena z samolotem jest renderowana od razu na tle zdjęcia. Scena z wirującym śmigłem nie ma tu tła (Rysunek 8.1.16):



Rysunek 8.1.16 Kompozycja rezultatu — tym razem przejrzyste tło jest za śmigłem.

W tym układzie nie ma problemu z odbiaskami na szkłe kabiny (tylko znów trzeba ją pozować na jasnym tle).

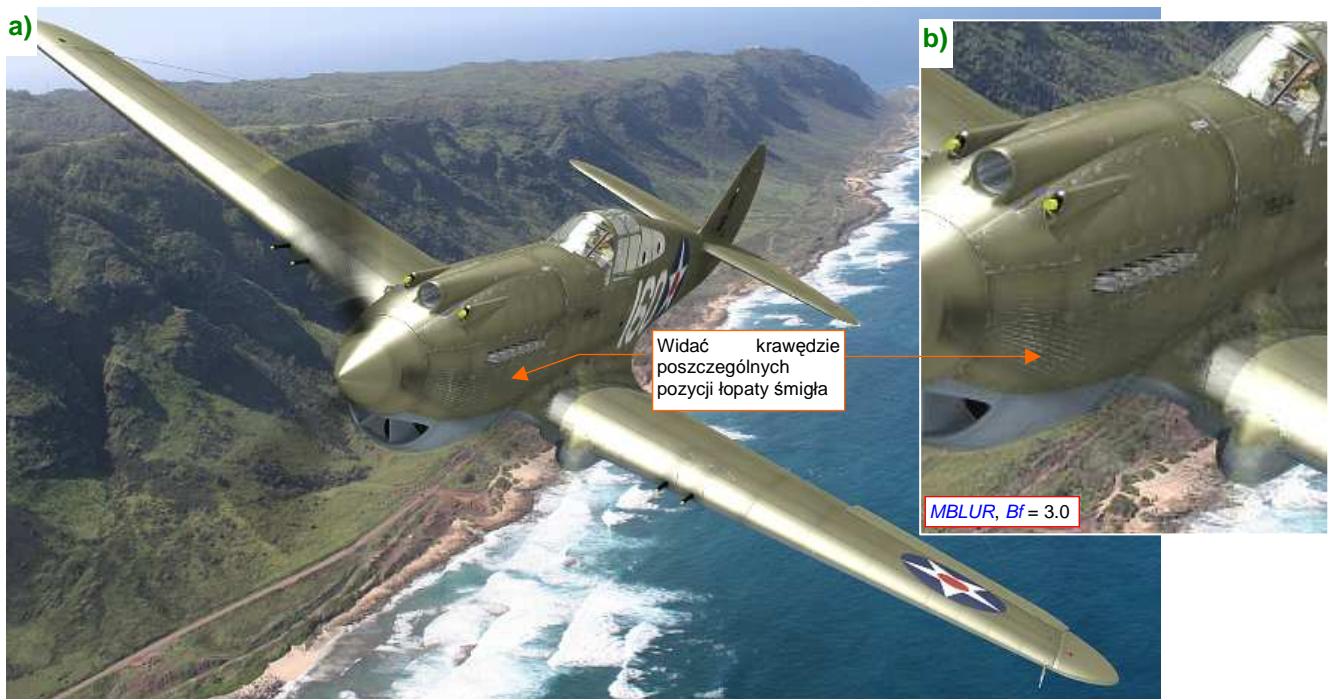
Dla tego samolotu z AVG zastosowałem mniejszą wartość współczynnika rozmycia — Bf — niż w poprzedniej kompozycji. Użyłem tu $Bf = 2.3$, by uzyskać płynne rozmycia łopat śmigła (Rysunek 8.1.17a):



Rysunek 8.1.17 Rozmycie śmigła dla różnych wartości Bf (Blur factor)

Takie śmigło wygląda, jak na zdjęciu zrobionym aparatem o krótkiej przesłonie ($1/200s$ lub mniej). Gdybym pozostał przy $MBLUR$ z $Bf = 5.0$, ślady po łopatach byłyby szersze. Dostrzegłbyś jednak na nich zarysy pozycji śmigła w poszczególnych klatkach, użytych do tego efektu (Rysunek 8.1.17b). To dyskwalifikuje takie ustawienie. Na szczęście do tej sceny tak wąskie ślady łopat są całkiem odpowiednie, bo ten samolot raczej nie leci na pełnych obrotach. (Popatrz na Rysunek 8.1.15 — owiewka kabiny jest otwarta).

Niestety, takie „twarde ślady” obrazów kolejnych klatek mogą się pojawiać także dla o wiele mniejszych wartości Bf . Wszystko zależy od oświetlenia. Jeżeli na krawędzi łopata śmigła pojawia się jasny odbłask słońca, to takie linie będą się wyróżniać na rozmyciu $MBLUR$ nawet dla $Bf = 3.0$ (Rysunek 8.1.18):

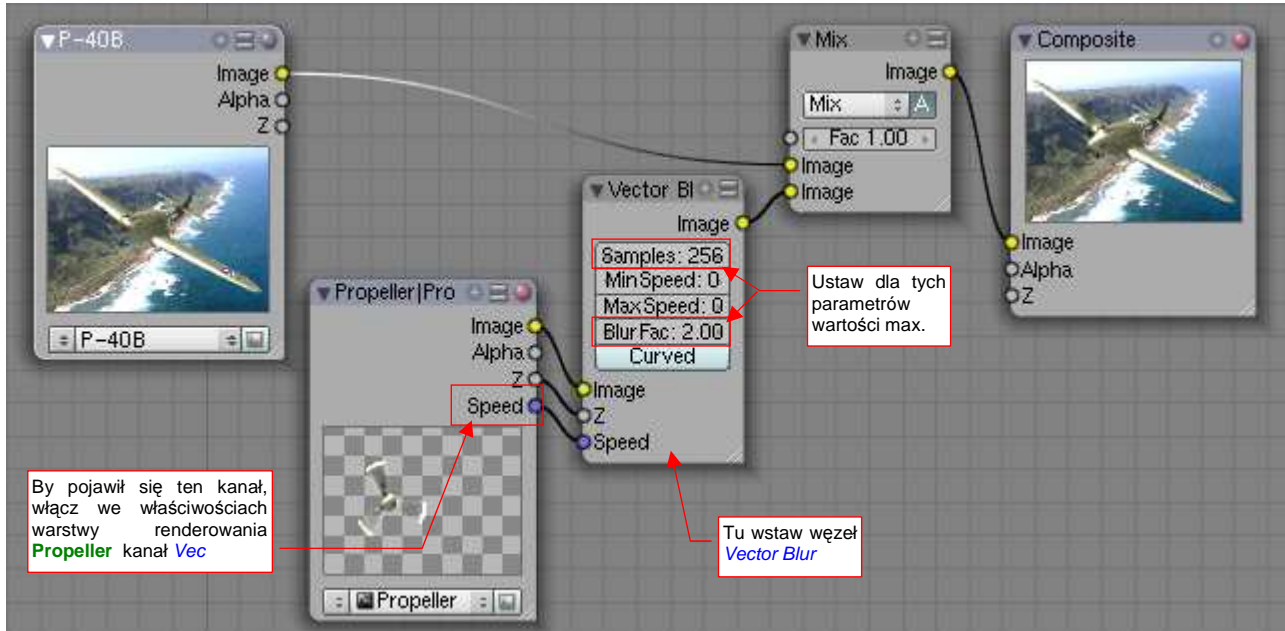


Rysunek 8.1.18 „Twarde” krawędzie poszczególnych pozycji śmigła dla rozmycia $MBLUR$

Samolot na tej scenie to wznoszący się P-40B z 47 PS, stacjonującego w grudniu 1941 na Hawajach. Podczas wznoszenia obroty silnika są większe, więc łopaty śmigła zataczają szersze łuki. Niestety, pojawiły się na nich ostre krawędzie. (Popatrz na Rysunek 8.1.18b) — to fragment obrazu w rozmiarze oryginalnym).

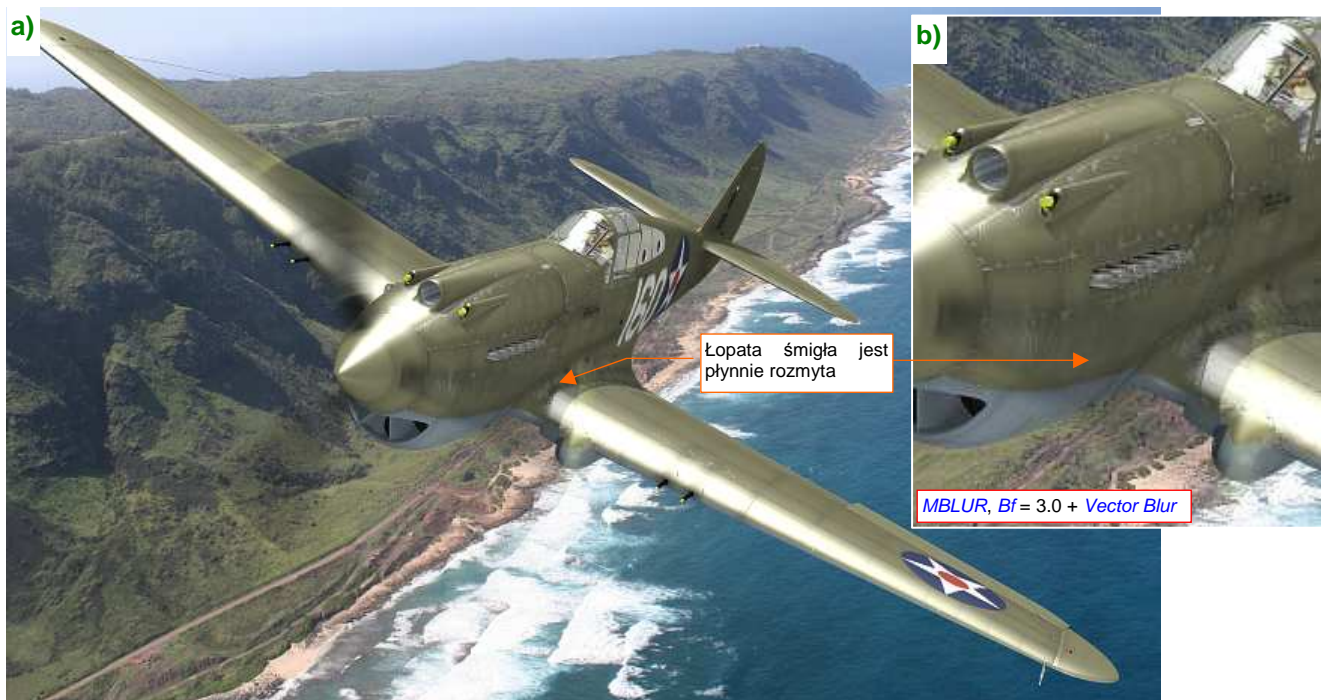
Czy coś można na takie ostre krawędzie zaradzić? W tej scenie silnik samolotu powinien pracować na wysokich obrotach, więc szersze rozmycia łopat śmigieł są bardzo potrzebne!

Oczywiście! Pamiętasz efekt *Vector Blur*? Gdy działał w pojedynkę, był za słaby. Ale kto powiedział, że nie można nim dodatkowo „rozmyć” efektów działania *Motion Blur (MBLUR)*? Spróbujmy dać mu drugą szansę, i dodajmy ten węzeł do schematu (Rysunek 8.1.19):



Rysunek 8.1.19 Dodatkowe „rozmycie” śmigła za pomocą *Vector Blur*.

Włącz na warstwie renderowania **Propeller** pomocniczej sceny generowanie informacji o przesunięciach (przełącznik *Vec* — por str. 513, Rysunek 8.1.10). Dzięki temu w węźle reprezentującym tę warstwę pojawi się dodatkowy kanał *Speed* (Rysunek 8.1.19). Następnie wstaw do schematu nowy *Vector Blur*. Przyłącz jego wejścia do sceny **Propeller**, a wyjścia — do złożenia *Mix*. Zwiększ także współczynniki *Vector Blur* (*Samples* i *Blur Fac*) do maksimum (Rysunek 8.1.19). Rezultat przedstawia Rysunek 8.1.20:



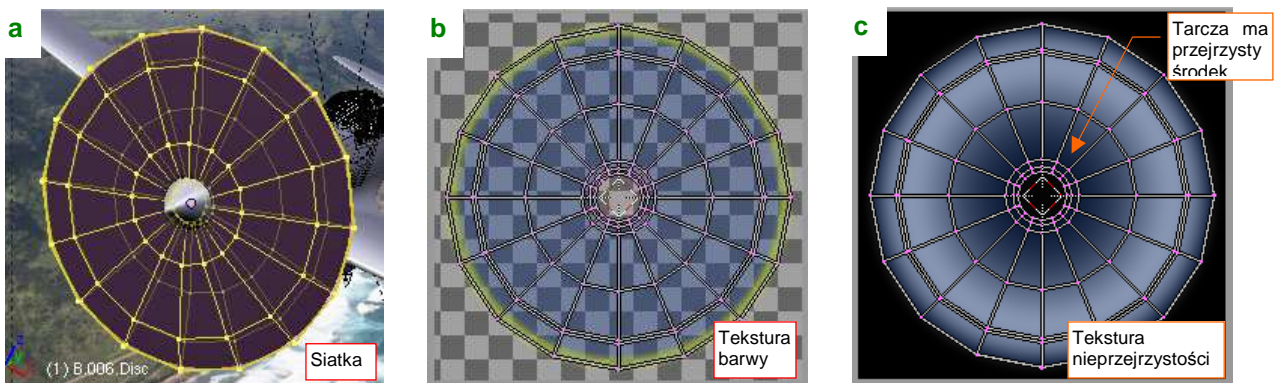
Rysunek 8.1.20 Rezultat złożenia efektów *MBLUR* i *Vector Blur*

Rozmycie jest płynne, bez śladów krawędzi (Rysunek 8.1.20b). *Vector Blur* dobrze sprawdza się w tej roli!

Czy zastanawiałeś się nad tym, dlaczego właściwie staramy się w efekcie rozmycia wirującego śmigła odtworzyć to, co widać na fotografiach? (Wiele razy przewinięły się przez tę sekcję takie pojęcia jak przesłona czy czas ekspozycji). Większości z nas, gdy patrzymy na scenę w locie, takie rozmycie wydaje się naturalne. Dlaczego? Bo znamy samoloty i śmigłowce głównie z fotografii¹!

Niestety, „fotograficzna” konwencja na obrazach samolotów zadomowiła się w naszych umysłach tak dalece, że realistyczna, jednolicie przezroczysta tarcza śmigła wygląda trochę ...dziwnie. Myślę, że takie „tarcze” wirników mogą jeszcze znaleźć zastosowanie w animacji. (Uzyskanie tego efektu wymaga krótszego czasu renderowania niż rozmycie ruchu). Tak czy siak, pokrótce omówię tutaj, jak można odwzorować taki „krąg śmigła”.

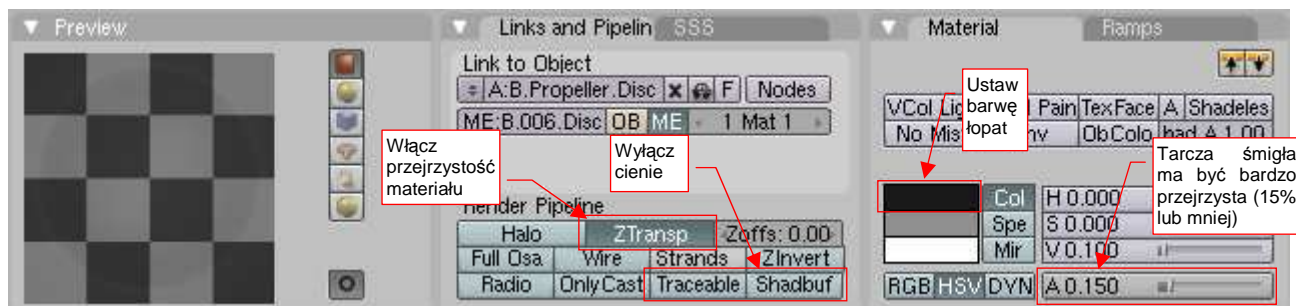
Umieściłem w naszej scenie dysk, którego kontury obejmują tylne i przednie krawędzie łopat śmigła (Rysunek 8.1.21a). Dysk ma więc pewną grubość — taką, jak szerokość łopat w rzucie z boku. Warstwa 17, na której go umieściłem, była do tej pory pusta. Pozwoli nam to włączać jej widoczność tylko w scenach, w których będziemy chcieli użyć tego efektu.



Rysunek 8.1.21 Tarcza, imitująca wirujące śmigło i jej tekstury

Materiał, który pokrywa tarczę, ma kolor łopat śmigła (w tym przypadku to czerni). Dodatkowa tekstura barwy (Rysunek 8.1.21b) nakłada na brzeg dysku żółty akcent (od żółtych końcówek). Najważniejsza jest jednak tekstura nieprzejrzystości (Rysunek 8.1.21c). Moduluje wartość komponentu *Alpha* barwy materiału. Jest nakładana na materiał w trybie *Multiple*. Jej białe obszary zachowują ogólną nieprzejrzystość tarczy, a czarne stają się zupełnie przezroczyste. Zwróć uwagę, że taki właśnie czarny obszar o rozmytych granicach umieściłem w centrum dysku. Maskuję w ten sposób krawędź połączenia tarczy z kołpakiem śmigła.

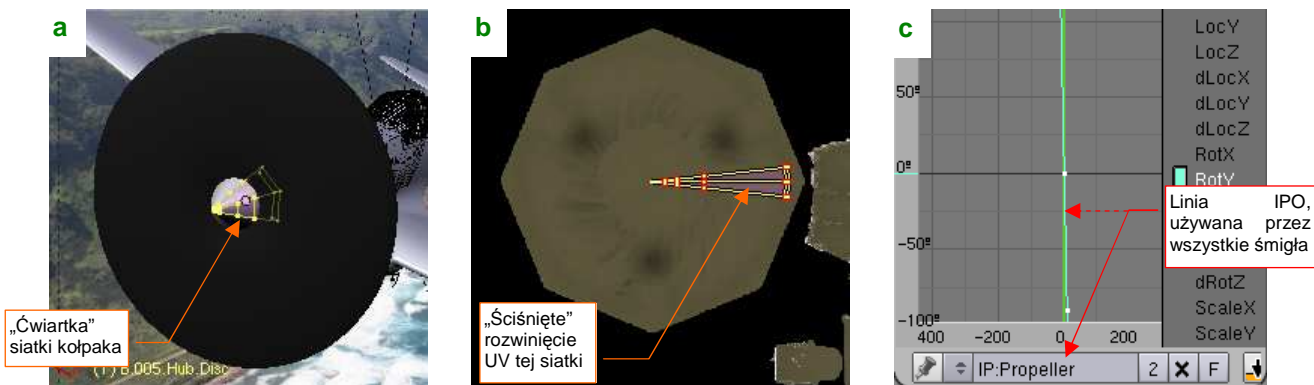
W ustawieniach materiału tarczy, w panelu *Links and Pipeline*, wyłączyłem generowanie cieni (opcje *Shadbuf* i *Traceable*). Włączyłem parametr *ZTransp*. Tarcza będzie miała niewielką przezroczystość: ustawiłem wartość *A(lpha)* na 15% (Rysunek 8.1.22):



Rysunek 8.1.22 Ustawienia materiału tarczy śmigła

¹ Tak się składa, że w ciągu ostatnich dziesięciu lat zdarzało mi się wiele razy lecieć turbośmigłowym ATR-72. Łopaty śmigieł tych samolotów miały takie same barwy, jak łopaty samolotów z lat 40-tych. (Pomalowano je na czarno, z żółtymi końcówkami). ATR-72 także lata na podobnych pułapach i z podobnymi prędkościami, co myśliwce z tego okresu. Podczas lotu zawsze uważnie przyglądałem się śmigłom tej maszyny. Oglądałem je przy różnej pogodzie i oświetleniu. Mogę powiedzieć z ręką na sercu: gdy łopaty wirują, to tworzą jednolite, słabo widoczne koło. Nic więcej! (Taka leciutka, ciemna „mgiełka”). Żółte końcówki są nieco bardziej widoczne, ale nie rzucają specjalnie w oczy.

Oprócz tarczy, na warstwie 17 umieściłem także „wirującą” wersję kołpaka śmigła. Musi mieć jak najbardziej jednolite barwy wzdłuż kierunku obrotu. Dlatego z oryginalnej siatki pozostawiłem tylko „ćwiartkę”, powieloną modyfikatorami *Mirror* w cały stożek (Rysunek 8.1.23a):



Rysunek 8.1.23 Kołpak tarczy śmigła — siatka i animacja

Na rozwinięciu UV dodatkowo „ściskałem” ściany tej siatki w bardzo wąski trójkąt (Rysunek 8.1.23b). (Dzięki temu wszystkie zabrudzenia, namalowane na kołpaku, rozciągną się wzdłuż kierunku obrotu). Do kołpaka przypisałem (relacją *Parent*) tarczę śmigła. Sam kołpak „uruchomiłem” krzywą IPO *Propeller*, używaną przez pozostałe śmigła tej sceny (Rysunek 8.1.23c). (To z myślą o ewentualnych animacjach — tarcza będzie lepiej wyglądać, gdy będzie się nieznacznie poruszać).

Teraz w ustawieniach renderowania należy wyłączyć użycie węzłów (opcja *Do Composite* — por. str. 513, Rysunek 8.1.10). Powrócimy w ten sposób do „prostego” generowania obrazu na podstawie pojedynczej sceny. Potem pozostaje nacisnąć *Render* i poczekać chwilę na rezultat (Rysunek 8.1.24):



Rysunek 8.1.24 Efekt z dyskiem, imitującym wirujące śmigło

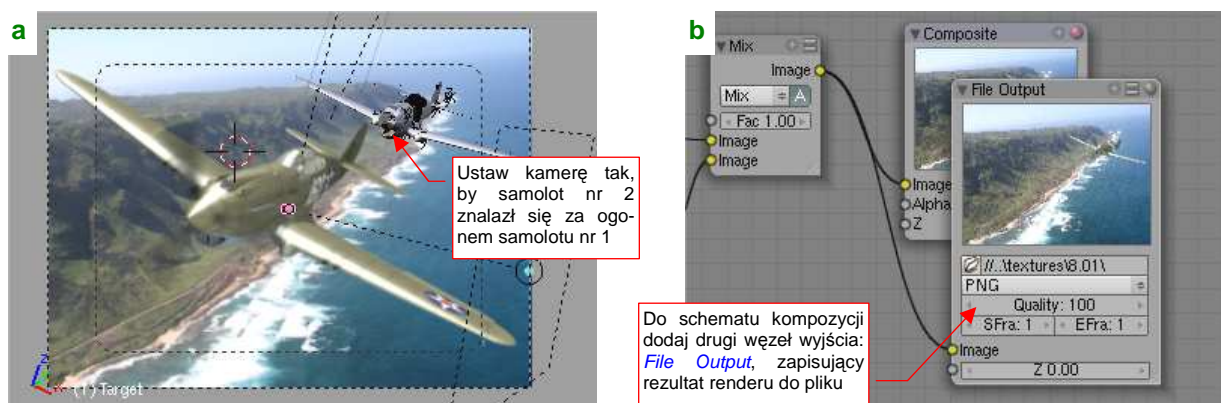
Hmm..., no cóż z tym okrągłym „kółkiem” model wygląda trochę dziecinnie. Widzisz, jak głęboko tkwi w nas świat „widziany fotografiami”? Sądzę, że można jeszcze trochę zmniejszyć przejrzystość tarczy (parametr *A(lpha)*, por. Rysunek 8.1.22) — do, powiedzmy, 10%. Wierz mi czy nie, ale ten samolot tak by wyglądał, gdybyś miał okazję zobaczyć go na własne oczy w locie!

Czy renderowanie modelu z jednolitą tarczą trwało krócej? Owszem, Blender tworzył obraz, który pokazuje Rysunek 8.1.24, przez 2 min 8s. Tę samą scenę, ale z efektem rozmycia łopat śmigła (Rysunek 8.1.20) generował przez 2 min 44s. Oznacza to, że renderowanie modelu „z tarczą śmigła” zajęło raptem o 23% czasu mniej. Mówiąc szczerze, spodziewałem się większej różnicy. (Wygląda na to, że mamy dobrze opracowany efekt rozmycia). Skrócenie czasu renderowania animacji o 20% raczej nie będzie decydować o wyborze efektu dla odwzorowania śmigła. Przy tak niewielkiej różnicy zadecyduje raczej indywidualny gust autora¹.

Twoje kompozycje nie muszą się ograniczać do jednego samolotu. Możesz tworzyć także sceny z udziałem wielu maszyn. Nie trzeba ich nawet łączyć w jednym pliku Blendera. Często spotykaną metodą „powielenia” modelu jest zapisanie obrazu samolotu do pliku. Możesz do tego użyć np. dodatkowego węzła rezultatu, typu [File Output](#) (Rysunek 8.1.25b — więcej szczegółów na str. 1036). Taki obraz powinien mieć przejrzyste tło. Potem można wstawić go kilka razy w GIMP, w różnej skali, ponad dowolnym obrazem tła. W ten sposób najlepiej wychodzi tworzenie formacji bombowców (bo wszystkie samoloty lecą w nich w tym samym kierunku). Mankamentem tej metody jest jednak ułomność Blendera: na tak wyeksportowanych obrazach brakuje części odbłasków słońca na szybach! To ten sam efekt, o którym wspominałem na str. 515 (por. Rysunek 8.1.14). Refleksy świetlne, widoczne na normalnym tle w [Render Window](#), znikają wszędzie tam, gdzie za szybą jest przezroczyste tło, a nie jakiś fragment samolotu. Potem jest z tym kłopot, bo trzeba jakoś „ręcznie” domalować odbłaski w Gimpie. Przy odrobinie wprawy nie jest to jednak aż tak trudne, i wielu grafików stosuje tę metodę.

Jeżeli jednak chcesz zrobić scenę z parą lub kluczem samolotów — można to zrobić w samym Blenderze, bez użycia Gimpa. Zaczynasz od przygotowania podstawowej sceny z jednym samolotem. Zazwyczaj jest to maszyna, która ma się znajdować najbliżej obserwatora. Dopasowujesz na niej wszystkie szczegóły: oświetlenie, położenie na tle fotografii. Gdy jesteś z całości zadowolony, zachowaj jej ostatni render (przyda się za chwilę). Następnie skopiuj tak przygotowany plik Blendera tyle razy, ile samolotów ma być na ostatecznej scenie. Stworzymy tutaj obraz pary P-40, więc potrzebujemy tylko jednej kopii. Nadaj temu plikowi nazwę, powiedzmy, [2.blend](#) (bo będzie to obraz samolotu „prowadzonego” — nr 2 pary bojowej). Nazwę oryginalnego pliku zmień na [1.blend](#) (bo jest to obraz samolotu „prowadzącego” — nr 1 pary bojowej). Oczywiście, możesz je także nazwać inaczej, ale w każdym razie takich nazw będę używał w dalszym opisie.

W pliku [2.blend](#) ustaw jako tło kamery (nie renderu!) wygenerowany przed chwilą obraz samego samolotu prowadzącego (Rysunek 8.1.25a):



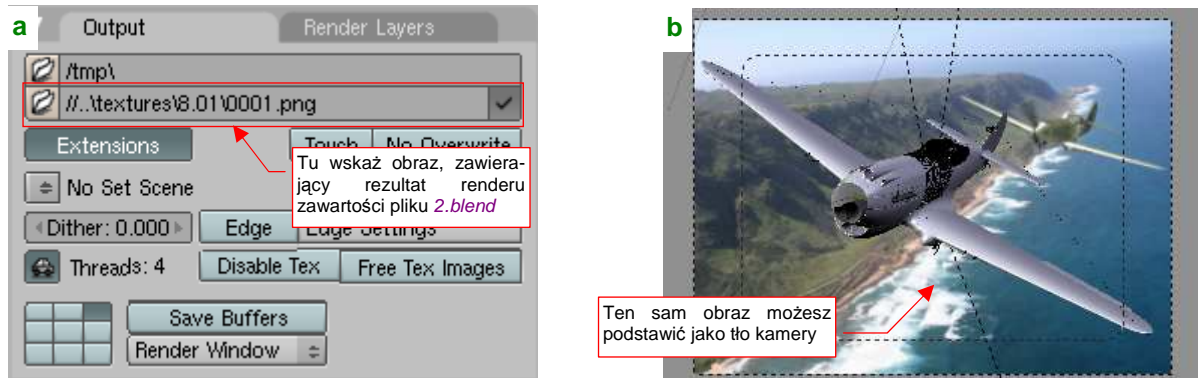
Rysunek 8.1.25 Kompozycja pary samolotów: przygotowanie samolotu dalszego (plik [2.blend](#))

Taka pomoc bardzo ułatwia ustawienie model samolotu prowadzonego. Umieść model (tzn. kamerę) w odpowiednim miejscu sceny. Nasz „nr 2” ma się znaleźć za ogonem samolotu nr 1. Dodaj także do schematu węzeł [Output File](#), zapisujący rezultat renderu sceny z samolotem nr 2 do pliku (Rysunek 8.1.25b).

¹ Spotkałem się też z jeszcze innymi metodami odwzorowania śmigła, opartymi o podobną przejrzystą tarczę. Można, na przykład, namalować „fotograficznie” rozmyte łopaty na jej teksturze barw i przejrzystości. Takie podejście pozwala dodać do obrazu nieco „malarzkiej ekspresji”, niedostępnej w metodach opartych o matematycznie wyznaczone rozmycie ruchu!

File Output tworzy we wskazanym folderze plik o nazwie odpowiadającej numerowi aktualnie wybranej klatki (nieco więcej na ten temat — str. 1036). Ustaw w pliku *2.blend* klatkę nr 1, aby podczas renderu powstawał plik o nazwie *0001.png*.

Otwórz teraz plik z samolotem prowadzącym (*1.blend*). Ustaw w nim obraz *0001.png* jako tło renderu (w panelu **Output** — Rysunek 8.1.26a):



Rysunek 8.1.26 Kompozycja pary samolotów: przygotowanie samolotu bliższego (plik *1.blend*)

Obraz tła możesz także podstawić pod widok z kamery (Rysunek 8.1.26b). Zawsze się przecież może zdarzyć, że będziesz chciał trochę poprawić położenie samolotu wiodącego. Wtedy takie tło będzie bardzo przydatne! Pozostaje wykonać render pliku *1.blend*, i mamy rezultat (Rysunek 8.1.27):



Rysunek 8.1.27 Para P-40 z 47 PS w locie ponad półwyspem Kaena (Hawaje, wyspa Oahu, tło: www.hawaii.gov)

Obiekty odleglejsze od obserwatora wydają się jaśniejsze od bliższych. Dlatego, w ramach „drobnej kosmetyki”, możesz rozjaśnić barwę cieni samolotu prowadzonego (*2.blend*) o jakieś 10%. (Chodzi o kolor **Ambient** — por. str. 510, Rysunek 8.1.5). Nie zapomnij też przygotować dla samolotu nr 2 indywidualnej tekstury *decals.png*, z innym numerem taktycznym! Mimo, że obserwator widzi burty samolotów pod bardzo małym kątem, to jednak są nadal czytelne!

Podsumownie

- W tej sekcji pokazałem, jak stworzyć scenę w locie poprzez wkomponowanie modelu w fotografię. Zdjęcia, których do tego używam, znajdują w Internecie. Korzystam z wyszukiwarek, by znaleźć darmowe fotografie o odpowiedniej rozdzielczości. Na przykład Google pozwala ustawić min. rozmiar obrazu w kryteriach wyszukiwania;
- „Pozowanie” samolotu odbywa się poprzez przesunięcia kamery, albo przesunięcie lub obrót jej „celu” (obiektu **Target**). Dużą pomocą jest ustawienie fotografii tła w oknie widoku z kamery (jako *Background Image* — str. 509);
- Po ustaleniu pozycji i orientacji kamery, trzeba ustalić pozycję i energię światła. Chodzi o odtworzenie warunków oświetlenia widocznych na fotografii (str. 509). Oprócz dwóch światła podstawowych — *Sun* i *Hemi* — możesz wykorzystać słabe światło pomocnicze (także typu *Hemi* — str. 510). Za pomocą takiego światła można uzyskać na powierzchni modelu dodatkowe odbłaski i rozjaśnienia. Często przydaje się także zmienić trochę barwę otoczenia (*Ambient* — str. 510) (Można ją także określić jako „kolor cieni”);
- Efekt „rozmycia ruchu” łopat śmigła jest kanonem, który powstał i utrwalił się dzięki fotografii (str. 519). Nie sposób się od niego uwolnić. Aby go uzyskać, musisz najpierw animować obrót zespołu śmigła (str. 511). Typowa „prędkość” tego ruchu to 50-65 klatek na pełen obrót (str. 511 — 512). (Wartość dobrana do efektu *MBLUR* — *Motion Blur*).
- Efekt *MBLUR* (*Motion Blur*) tworzy poprawny obraz rozmycia ruchu, ale wiąże się z koniecznością renderowania całej sceny 16 razy (str. 512). Uważam, że zabiera to za dużo czasu. Obejściem problemu jest podział modelu na dwie sceny. W jednej renderowane jest tylko element wirujący — samo śmigło. Ta scena ma włączone rozmycie ruchu (*MBLUR*). Druga scena to cała reszta samolotu, renderowana bez *MBLUR* (str. 512, 514). Potem obydwie obrazy są łączone za pomocą odpowiedniego schematu kompozycji (*Composite Nodes*). Taki podział pozwala skrócić czas uzyskania efektu 10 razy (z 14 minut do 1 min 40s). Alternatywny efekt — *Vector Blur* — jest za słaby. Nadaje się wyłącznie do dodatkowego rozmycia obrazu śmigła, uzyskanego za pomocą *MBLUR* (str. 514, 518);
- Przy okazji prób skrócenia czasu renderowania rozmycia ruchu poznaliśmy schematy węzłów Blendera (str. 513, 514, 516, 518). Do pracy z nimi służy okno *Node Editor*. To bardzo elastyczne narzędzie o dużych możliwościach. Pozwala na łączenie ze sobą wielu różnych obrazów, poddając je przedtem różnorodnym transformacjom;
- Typowym węzłem, dostarczającym schematom kompozycji Blendera danych wejściowych jest *Render Layer*. Reprezentuje na schemacie pojedynczą „warstwę renderowania” (*Render Layer*). Każda scena Blendera może mieć wiele różnych warstw renderowania. Zresztą nazwa jest trochę myląca — może bardziej poprawną byłby może „przebieg renderera” (*render pass*). Możesz zdefiniować wiele alternatywnych warstw renderowania. Każda z nich to indywidualny zestaw parametrów dla renderera. Opisuje, co ma być przetworzone, oraz wskazać rodzaje danych udostępnianych na wyjściu (str. 513). Domyślnie każda scena Blendera ma jedną taką warstwę, o nazwie **1 Render Layer**;
- Wirujące śmigło wygląda w ludzkich oczach (a nie na fotografii) jak jednolity, lekko nieprzejrzysty dysk. Na str. 519 — 520 pokazuję, jak osiągnąć ten efekt. Może się czasami przydać — np. w sekwencji filmowej;
- Istnieje wiele metod stworzenia sceny z kilkoma samolotami. Na str. 521 — 522 pokazuję, jak uzyskać obraz pary P-40. Używam do tego dwóch plików Blendera (po jednym na każdy samolot);

8.2 Realistyczna scena na ziemi

Choć może wydawać się to dziwne, trudno jest znaleźć duże, dobre zdjęcie lotniska polowego, które nadaje się na tło sceny. Szczególnie, jeżeli szukamy fotografii z określonej okolicy, z której operował nasz model. W tej sekcji „postawimy” na lotnisku polowym P-40 („białą 75”) z AVG. Szukałem przez parę dni dużych zdjęć z prowincji Yunnan (Chiny), ale niczego odpowiedniego nie znalazłem. Jedyne, co mogłem po takiej „foto-wycieczce” stwierdzić, to, że lasy i zarośla tych górskich obszarów nie różnią się specjalnie od drzew i krzewów znanych nam ze strefy umiarkowanej. Szczególnie, jeżeli patrzymy na nie z większej odległości, np. ze środka jakiegoś dużego pola. Kierując się tym spostrzeżeniem, wybrałem na tło naszego samolotu następującą fotografię (Rysunek 8.2.1):

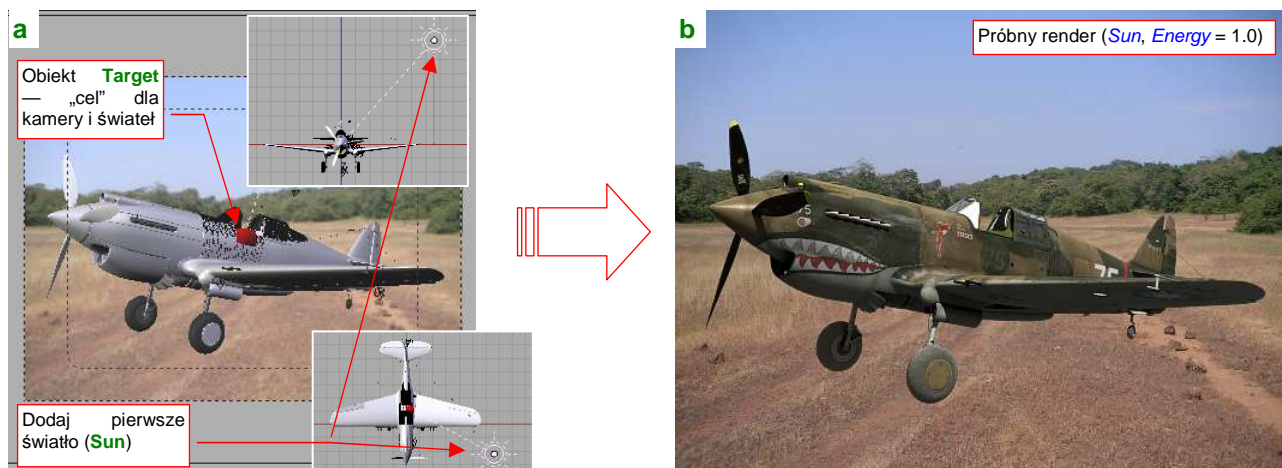


Rysunek 8.2.1 Nasz zakątek lotniska (zdjęcie z blogs.bootsnall.com)

Obawiam się, co prawda, że to zdjęcie przedstawia kawałek ziemi z zupełnie innego regionu świata (może Afryki Południowej?). Założmy jednak, że jest to ustronny zakątek lotniska w Kunming lub jakiegoś tymczasowego lądowiska, z którego także operowały pary samolotów dywizjonu „Hell’s Angeles”. Oryginalną fotografię poddałem najpierw małej „obróbce” w GIMP. Obraz został przerzucony w poziomie, oraz uległ wyostrzeniu (*Filters* → *Enhance* → *Sharpen*) o 40%. (Takie wyostrzone krawędzie lepiej pasują do linii renderu, wygładzanych „twardym” filtrem *CatRom* — por. str. 971) .

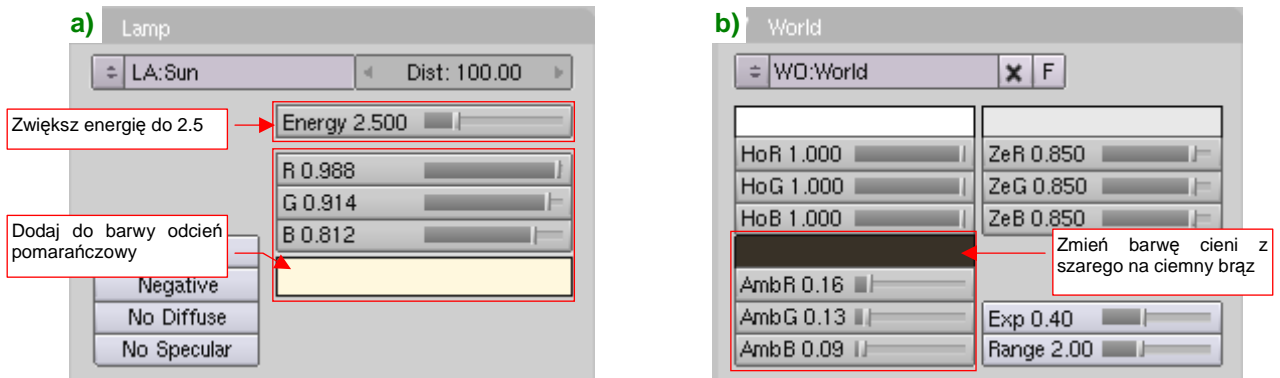
Podstaw to zdjęcie jako tło sceny. Kamerę ustaw tak, by koła modelu „stanęły” na gruncie (Rysunek 8.2.2). (To wymaga pochylecia „celu” kamery — włącz w jej ograniczeniu *Track To* przełącznik *TargetZ*).

W poprzedniej sekcji, omawiającej scenę w locie, „prześlizgnąłem” się pośpiesznie ponad aranżacją świateł. (Ustawialiśmy je już w poprzednich rozdziałach — por. str. 285, 271). W scenie na ziemi trzeba „poustawiać” je inaczej. Pokażę więc teraz budowanie nowego systemu oświetlenia od podstaw, krok po kroku. Zaczniemy od dodania słońca (światła typu *Sun*). W tym przypadku umieść je ponad kamerą (Rysunek 8.2.2a):



Rysunek 8.2.2 Ustawienie kamery i słońca

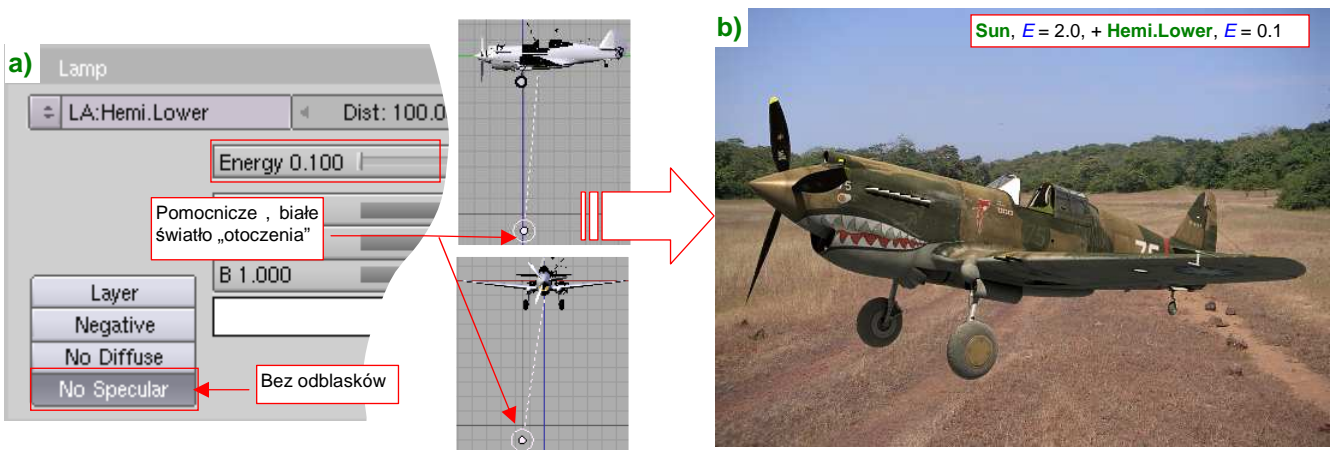
Samolot na próbnym renderze (Rysunek 8.2.2b) jest zbyt ciemny. Aby to skorygować, zwiększ energię światła **Sun** do 2.5. Przy okazji, aby dopasować „temperaturę” oświetlenia do zdjęcia, zmień także jego barwę, z białej na „bardzo wyblakły pomarańczowy” (Rysunek 8.2.3a):



Rysunek 8.2.3 Poprawki w barwie i sile oświetlenia

Z tego samego powodu dodaj do barwy światła otaczającego (cieni) nieco żółci i czerwieni (Rysunek 8.2.3b).

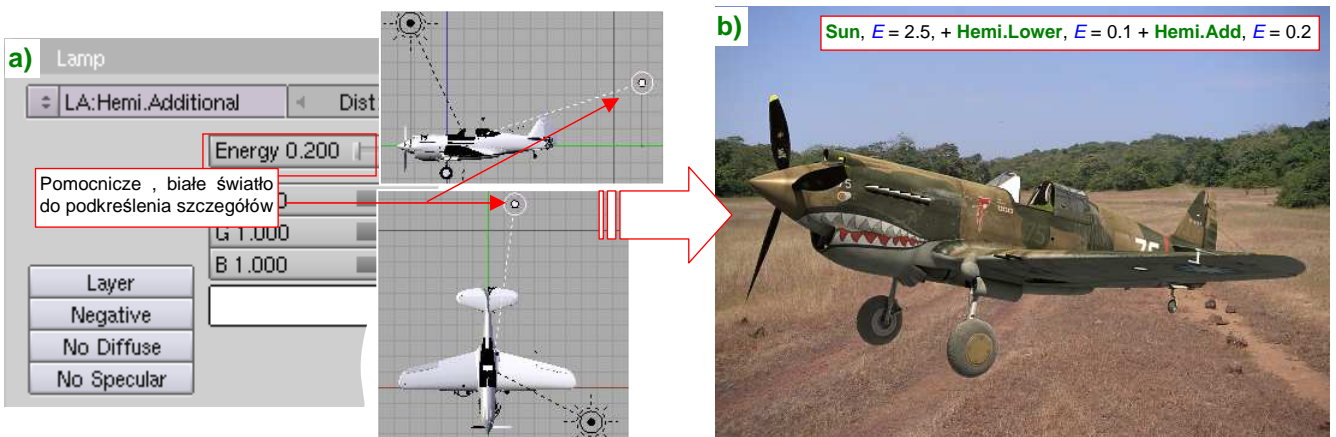
Teraz dodamy słabe światło typu **Hemi** ($Energy = 0.1$), oświetlające model od dołu (Rysunek 8.2.4a). Nazwałem je **Hemi.Lower**. Służy to rozproszeniu zbyt gęstych cieni na spodzie samolotu (Rysunek 8.2.4b):



Rysunek 8.2.4 Podświetlenie spodu samolotu

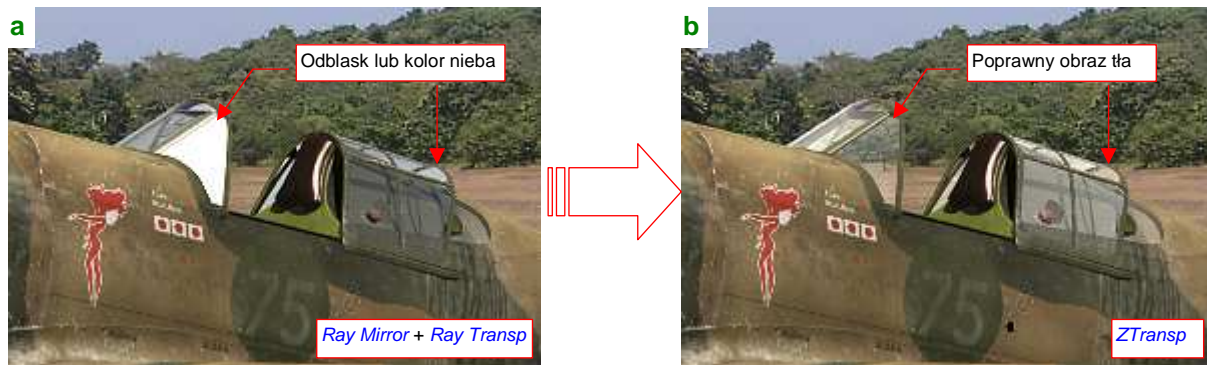
Aby na spodzie modelu nie pojawiły się odbłyski, wyłącz je (przełącznikiem **No Specular** — Rysunek 8.2.4a).

Ostatnią „lampą” na tej scenie jest druga, pomocnicza hemisfera o nazwie **Hemi.Additional** (Rysunek 8.2.5a). To typowe, słabe ($Energy = 0.2$) białe światło „do podkreślenia walorów powierzchni”. Ustawiłem je tak, by swoimi odbłaskami rozjaśniło piastę i goleń prawego koła, oraz uwydatniło zagłębienia na poszyciu steru kierunku (Rysunek 8.2.5b):



Rysunek 8.2.5 Podświetlenie podwozia i steru kierunku

Światła na scenie mamy już ustawione, czas wziąć się za kolejny szczegół: oszklenie kabiny. Widoczny na niej odbłask, rozciągnięty na cały bok wiatrochronu, wydaje się przesadzony (Rysunek 8.2.6a):



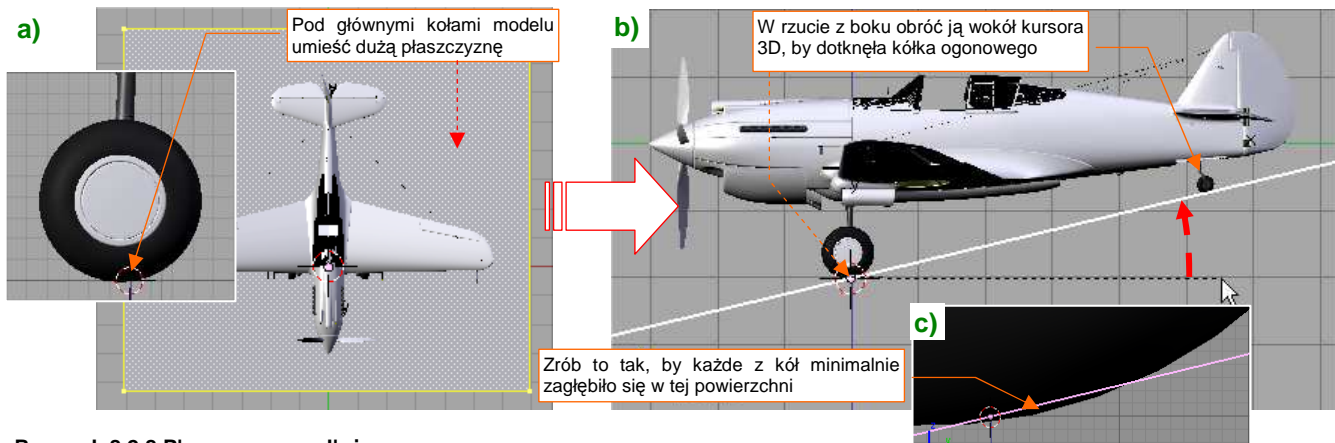
Rysunek 8.2.6 Zmiana materiału „szkła” na uproszczony model (**ZTransp**)

Co gorsza, to nie jest kwestia tylko zmniejszenia połyskliwości. Popatrz w inne miejsca owiewki, przez które powinny prześwitywać drzewa lub trawa lotniska. Nic takiego tam nie ma! Zamiast tego widać tam... niebo. To błąd Blendera, o którym już wspominaliśmy przy okazji konfiguracji materiału na oszklenie kabiny (por str. 981, 982). W tym przypadku mniejszym złem będzie zastosowanie tej samej recepty, którą podałem w tamtej sekcji. Wyłącz w materiale **B.Glass.Canopy** opcje **Ray Transp** i **Ray Mirror** (panel **Mirror Transp**), i zastąp je uproszczonym modelem przejrzystości (opcją **ZTransp**). Co prawda zupełnie znikną z szyby odbłaski słońca (Rysunek 8.2.6b), ale i tak sądzę, że w tym ujęciu powinny być minimalne. Po tej korekcie uległ skróceniu czas renderu: z 2 min 33s do 1 min dla **ZTransp**. Szczegóły zmian w materiale przedstawia Rysunek 8.2.7:



Rysunek 8.2.7 Szczegóły zmiany materiału szkła

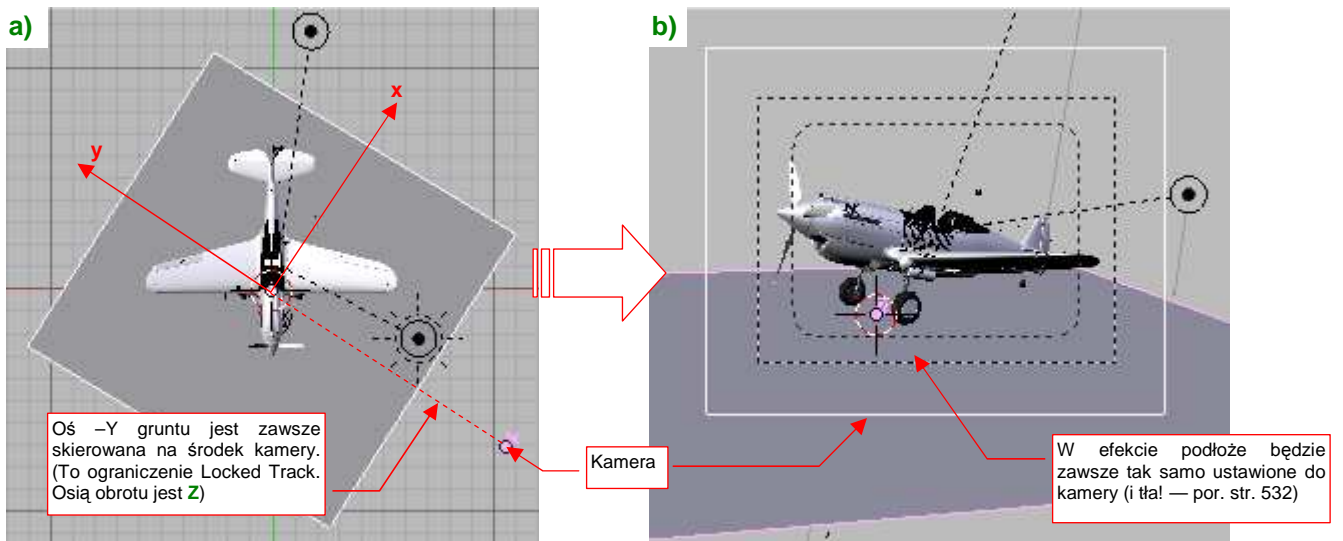
„Wierzch” samolotu już całkiem dobrze pasuje do tła (por. chociażby Rysunek 8.2.6b). Teraz musimy zająć się jego spodem, a dokładniej: stworzyć na zdjęciu cień naszego modelu. Umieść kursor 3D w środku samolotu, ale na poziomie kół (Rysunek 8.2.8a). Wstaw w tym miejscu duży kwadrat (**Plane**) — to będzie nasz „grunt”:



Rysunek 8.2.8 Płaszczyzna podłoża

Nadaj temu obiektowi nazwę **Ground**, i umieść na warstwie 17. Podstaw go, w rzucie z góry, pod koła główne. Potem przełącz się na rzut z boku, i obróć tę płaszczyznę tak, by dotknęła kółka ogonowego (Rysunek 8.2.8b). Upewnij się, że wszystkie koła minimalnie przenikają przez jej powierzchnię (Rysunek 8.2.8c).

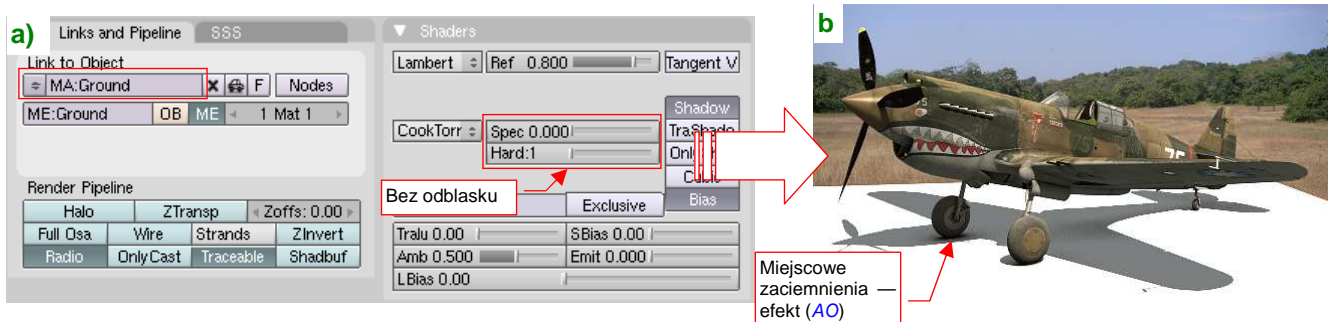
Przy okazji możesz naszemu „gruntowi” przypisać ograniczenie *Locked Track*, kierujące na kamerę oś $-Y$ tej płaszczyzny (Rysunek 8.2.9a):



Rysunek 8.2.9 Skierowanie podłoża na kamerę (za pomocą ograniczenia *Locked Track*)

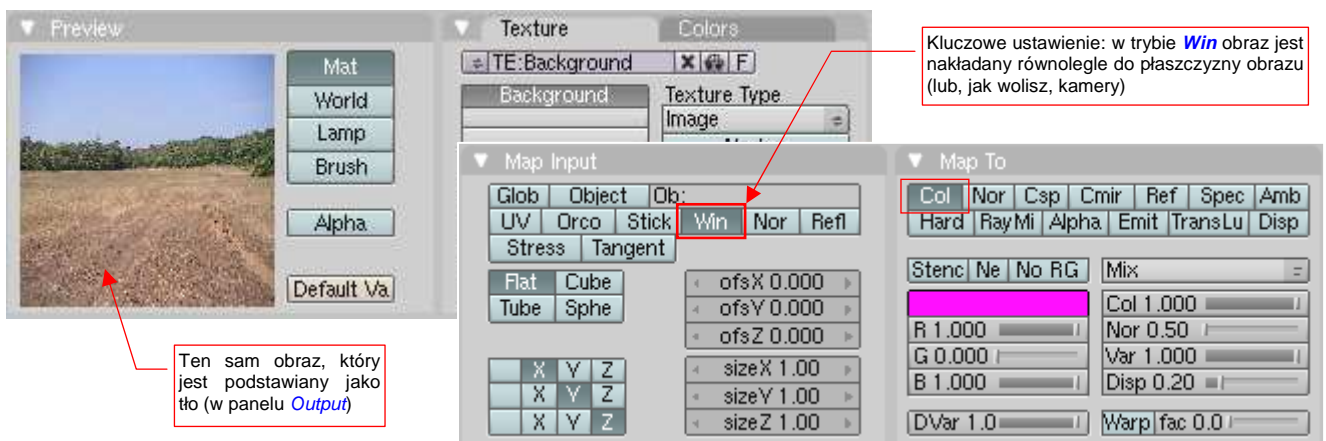
Ośią obrotu tego ograniczenia jest lokalna oś Z podłoża. Takie ustawienie pozwala na obracanie modelu w kamerze (a właściwie — kamery wokół modelu) bez zmiany tła (por. str. 535, Rysunek 8.2.34). To bardzo ułatwia późniejsze poprawki sceny.

Przypiszmy do powierzchni **Ground** materiał (na razie biały). Wyłącz na nim wszelkie blaski (*Shaders:Spec*) i cienie (*Links and Pipeline:Shadbuf*), które może rzucać sama płaszczyzna (Rysunek 8.2.10a):



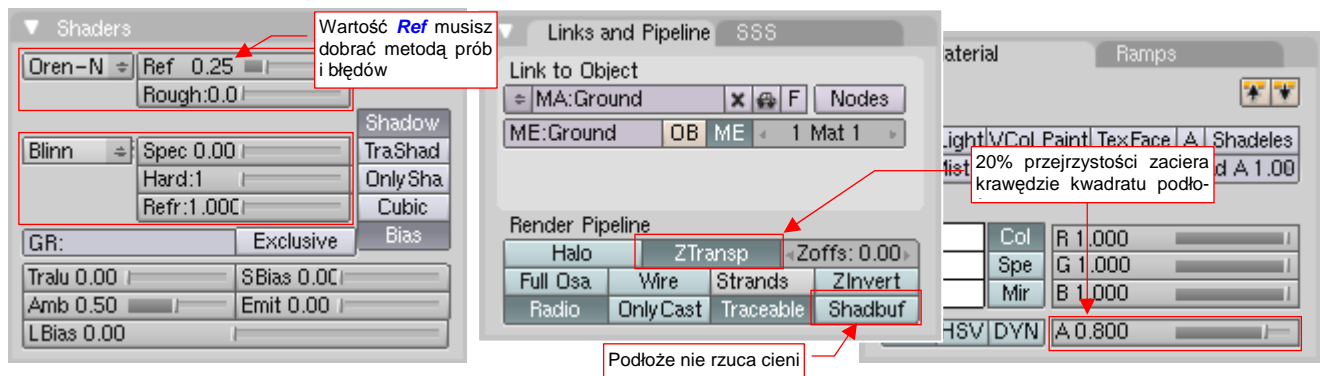
Rysunek 8.2.10 Przymiarka podłoża

Wykonaj próbny render, by sprawdzić, gdzie jak wygląda na niej cień samolotu (Rysunek 8.2.10b). Barwę podłoża nadamy za pomocą tekstury (dlatego materiał **Ground** miał kolor biały — by jej nie przyciemniać). Nałóż na tę powierzchnię obraz tła, stosując specjalny rodzaj mapowania: *Win* (Rysunek 8.2.11):



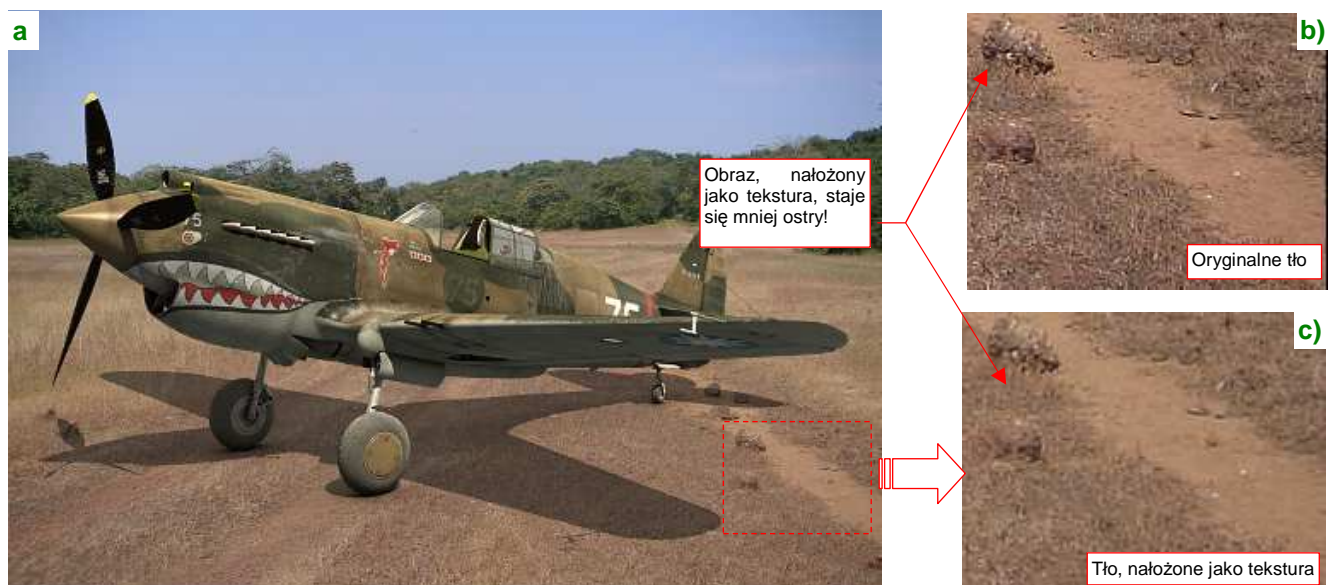
Rysunek 8.2.11 Wykorzystanie obrazu tła jako tekstury

W trybie **Win** obraz tekstury jest „przyczepiony” nie do obiektu, ale do kamery! (To tak, jak gdybyś wyświetlał na siatce modelu obraz z rzutnika slajdów). Przy takim mapowaniu każdy piksel tekstury jest tam, gdzie na obrazie tła. Jeżeli jeszcze dobierzesz (niestety, za pomocą kilku „prób i błędów”) odpowiednią wartość **Ref** materiału (Rysunek 8.2.12), to uzyskasz doskonałe scalenie naszego podłoża z resztą zdjęcia (Rysunek 8.2.13a):



Rysunek 8.2.12 Szczegóły dopasowania materiału podłoża (Ground)

Uzyskaliśmy w ten sposób nasz upragniony cień! No, z tym idealnym scaleniem z obrazem to nie jest tak do końca, jak napisałem. Gdzieś tam na renderze możesz zauważyć cieniutkie na 1 piksel linie, biegnące wzdłuż krawędzi siatki podłoża. Na szczęście łatwo je wyeliminować. Musisz tylko nadać materiałowi **Ground** niewielką przezroczystość — włączając opcję **Links and Pipeline:ZTransp** i ustawiając **Material:A(alpha)** na 80% (por. Rysunek 8.2.12). Aha, i koniecznie opcja **Shadbuf**, z panelu **Links and Pipeline**, musi być wyłączona. Jeżeli o tym zapomnisz — zepsuje cały efekt, który pokazuje Rysunek 8.2.13a):



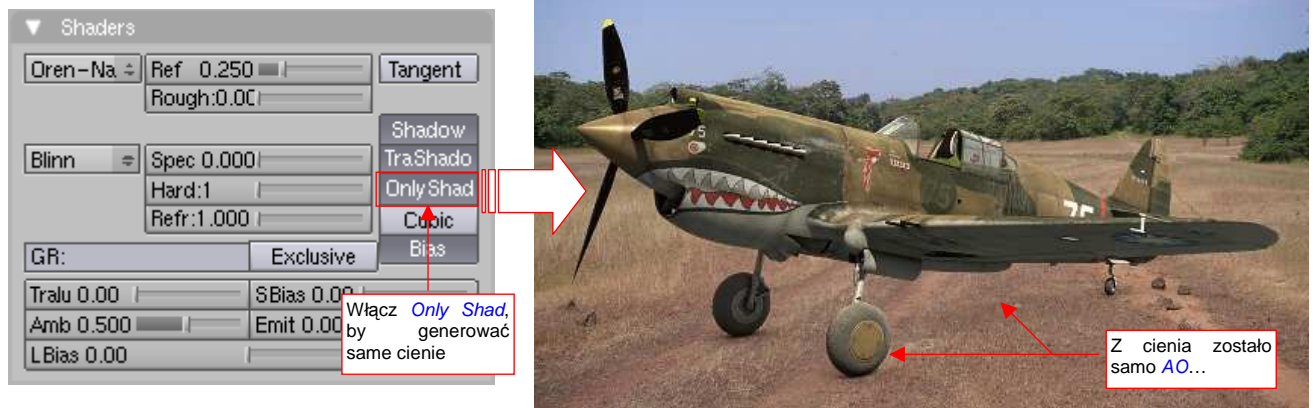
Rysunek 8.2.13 Rezultat mapowania tekstury w trybie **Win**(dow)

Czy na pewno to jest już dokładnie to, o co nam chodziło? Przyjrzyj się uważnie źdźbłom trawy pod samolotem. Nie wyglądają tak ostro, jak na oryginalnym obrazie (por. Rysunek 8.2.13b i c). To rozmycie co prawda zanika, jeżeli zastosujesz teksturę o większej (np. dwukrotnie) rozdzielczości niż tło obrazu. Innym mankamentem jest brak możliwości uzyskania ciemniejszych cieni — bo jak zwiększymy wartość **A(alpha)** materiału, znów pojawią się na renderze cienkie linie wzdłuż krawędzi gruntu¹. W każdym razie, nie jestem zadowolony z tego efektu.

- Uzyskanie cienia modelu za pomocą powierzchni z obrazem tła nałożonym w trybie **Win** warto zapamiętać jako prostą i szybką metodę. Myślę, że w wielu przypadkach może okazać się wystarczająca.

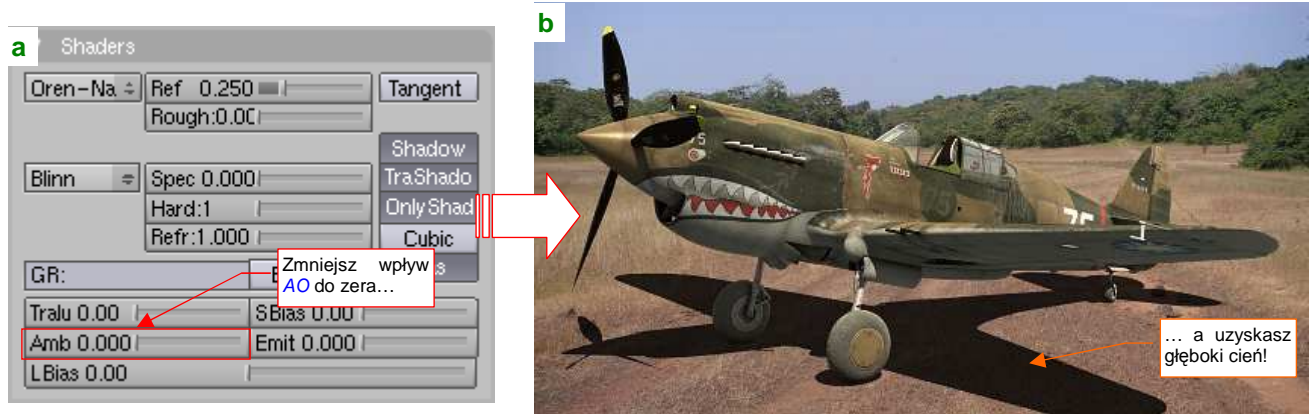
¹ Co prawda, te krawędzie można „rozmyć”, nakładając na powierzchnię kolejną teksturę, modulującą przejrzystość brzegów siatki.

Dokładniejszym, choć w ostatecznym rachunku nieco bardziej pracochłonnym, sposobem jest wykorzystanie opcji **Shaders:Only Shad** (ows). Usuń teksturę z materiału **Ground** i włącz ten efekt (Rysunek 8.2.14a):



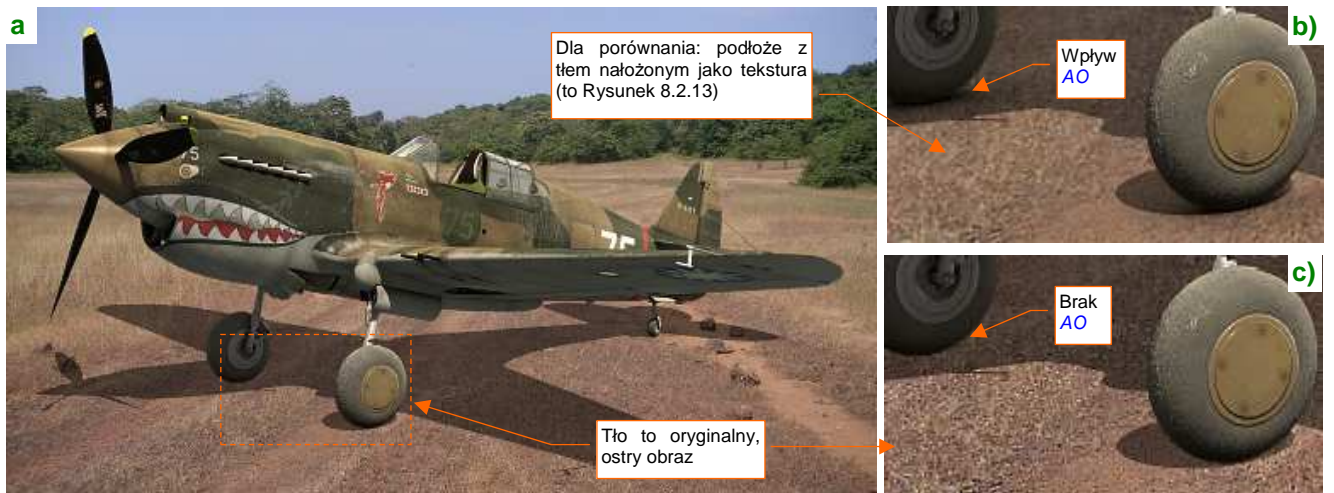
Rysunek 8.2.14 Inna możliwość uzyskania cienia bez tekstury — przełącznik **Only Shad**(ows)

Hmm, w tutorialach pisano, że pod samolotem powinien pojawić się cień, a tutaj widać tylko drobne ślady po **Ambient Occlusion** (Rysunek 8.2.14b). Choć dzięki nim model wydaje się jakoś stać na tym polu (porównaj ze str. 525, Rysunek 8.2.5), to jednak nie o to nam chodziło! Okazuje się, że w ustawieniach materiału trzeba zmniejszyć **Shaders:Amb** dokładnie do zera (Rysunek 8.2.15a):



Rysunek 8.2.15 Rozwiązanie problemu — wyłączenie wpływu **AO** na materiał **Ground**

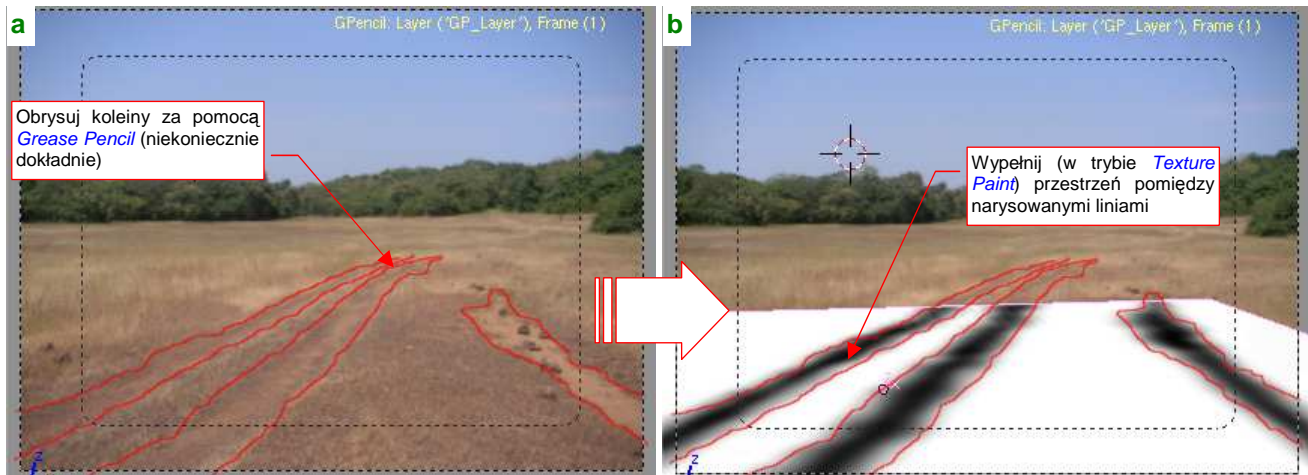
Teraz uzyskaliśmy głęboki, czarny cień (Rysunek 8.2.15b). Możesz go rozjaśnić, zmniejszając wartość **Shaders:A(lpha)** do, powiedzmy, 50% (Rysunek 8.2.16a):



Rysunek 8.2.16 Analiza rezultatu (cień jest nieco rozjaśniony — **Material:A(lpha) = 0.5**)

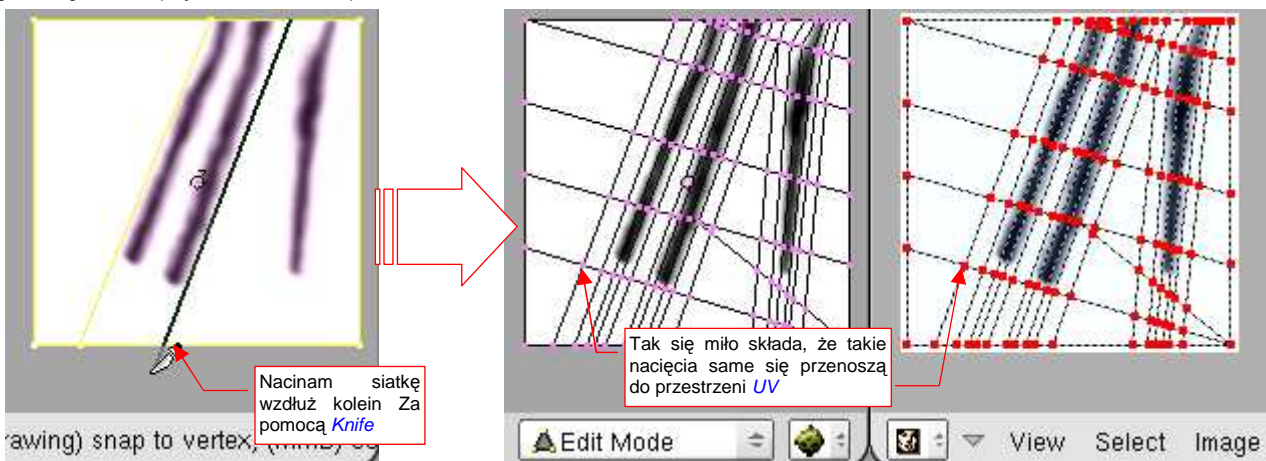
Porównajmy obecny rezultat (Rysunek 8.2.16c) z tym, uzyskanym za pomocą tekstury (Rysunek 8.2.16b). Wygląda na to, że otrzymaliśmy ostry i wyraźny obraz tła. „Zgubiliśmy” jednak pewien drobiazg, dodający realizmu: efekt **Ambient Occlusion**. O tym, jak go przywrócić, napiszę za chwilę (na str. 531).

Na razie wykonamy inny „krok w stronę realizmu”: przez obraz biegną koleiny. Cień samolotu, który na nie pada, powinien być odpowiednio zniekształcony. Powyginamy w takim razie siatkę podłoża modyfikatorem *Displace* (por. 925), by osiągnąć ten efekt. Niezbędny obraz tekstury narysujemy od razu, w Blenderze (Rysunek 8.2.17):



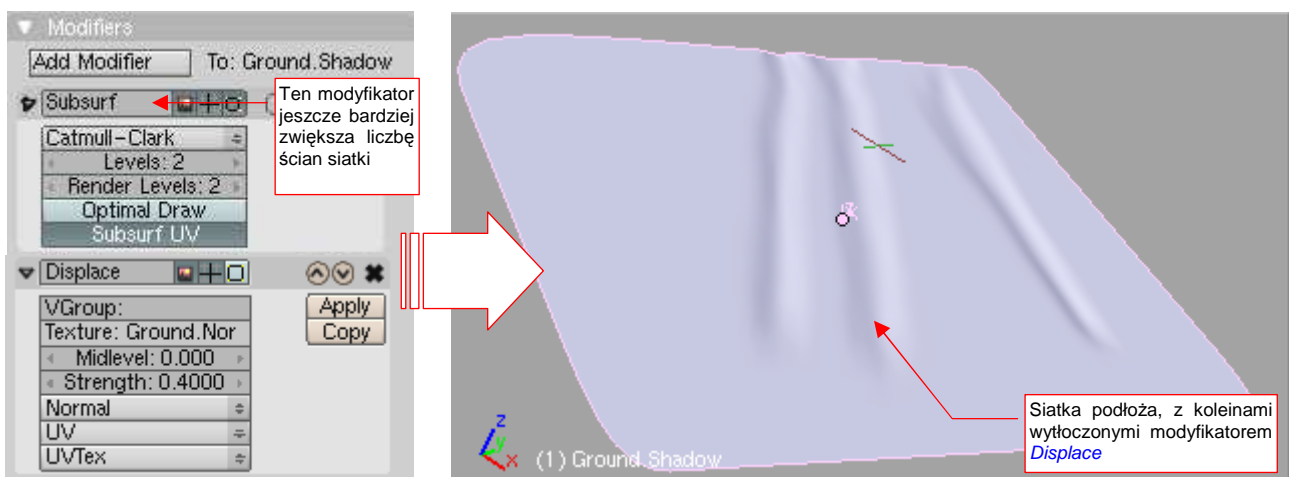
Rysunek 8.2.17 Przeniesienie zarysu kolein na obraz tekstury podłoża

Koleiny, widoczne na obrazie tła, obrysuj za pomocą *Grease Pencil* (Rysunek 8.2.17a). Te linie pomogą Ci namalować obszary wgłębień na obrazie, nałożonym na siatkę podłoża (Rysunek 8.2.17b). (Więcej na ten temat — str. 1037 i następne). Potem podziel siatkę tak, by modyfikator *Displace* miał do dyspozycji odpowiednio dużą liczbę ścian (Rysunek 8.2.17):



Rysunek 8.2.18 Zagęszczanie siatki podłoża w okolicach wgłębień

By jeszcze bardziej zwiększyć ilość ścian, dodałem przed *Displace* modyfikator *Subsurf* (Rysunek 8.2.19):



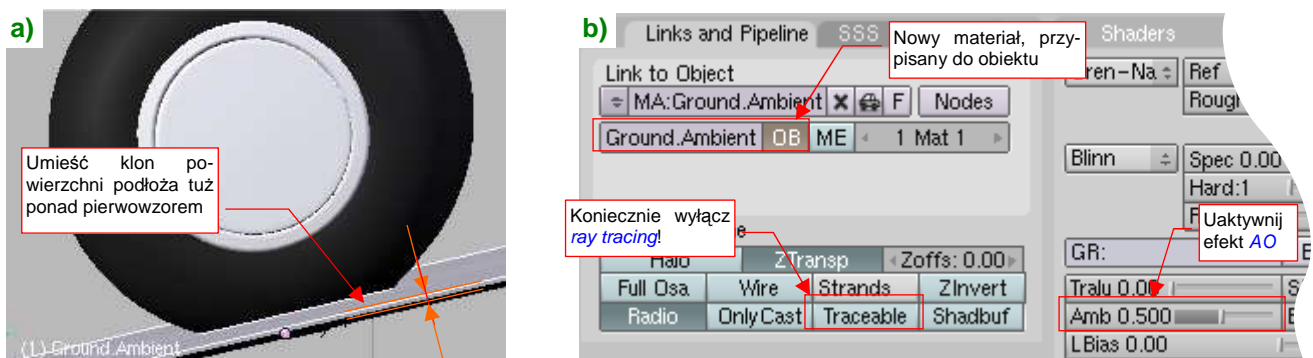
Rysunek 8.2.19 Naniesienie kolein na siatkę za pomocą modyfikatorów

Rezultat jest bardzo dyskretny (Rysunek 8.2.20) — ale realizm składa się także z takich małych szczegółów:



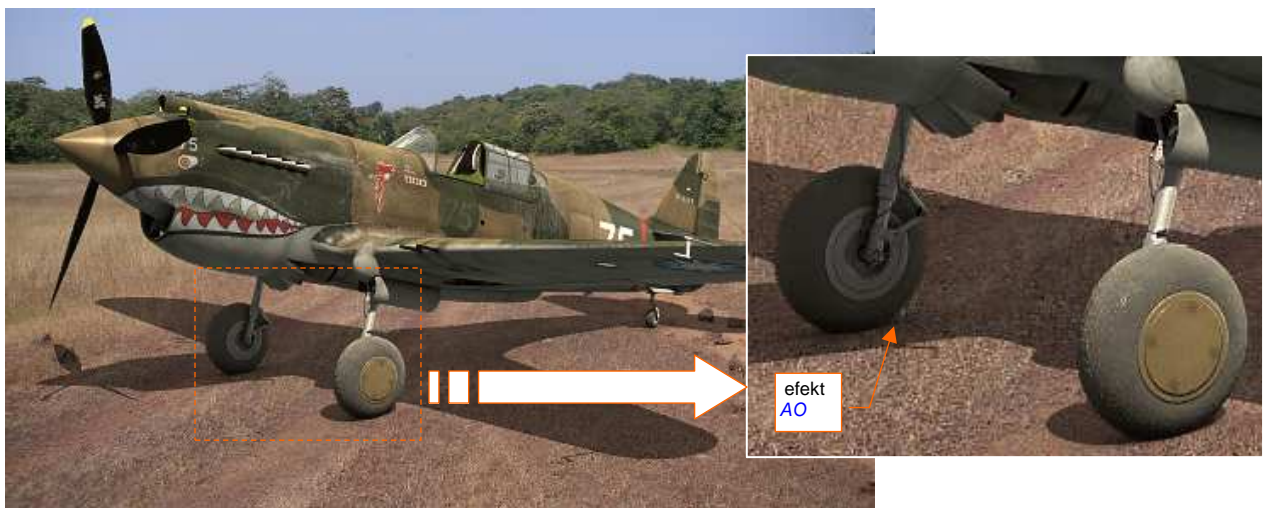
Rysunek 8.2.20 Podłoże z zagłębieniami

Teraz, gdy siatka podłoża ma odpowiedni kształt, stwórz jej klon, i umieść o centymetr (0.1 jedn. Blendera) wyżej (Rysunek 8.2.21a). To będzie dodatkowa powierzchnia, za pomocą której dodamy brakujący efekt **AO**:



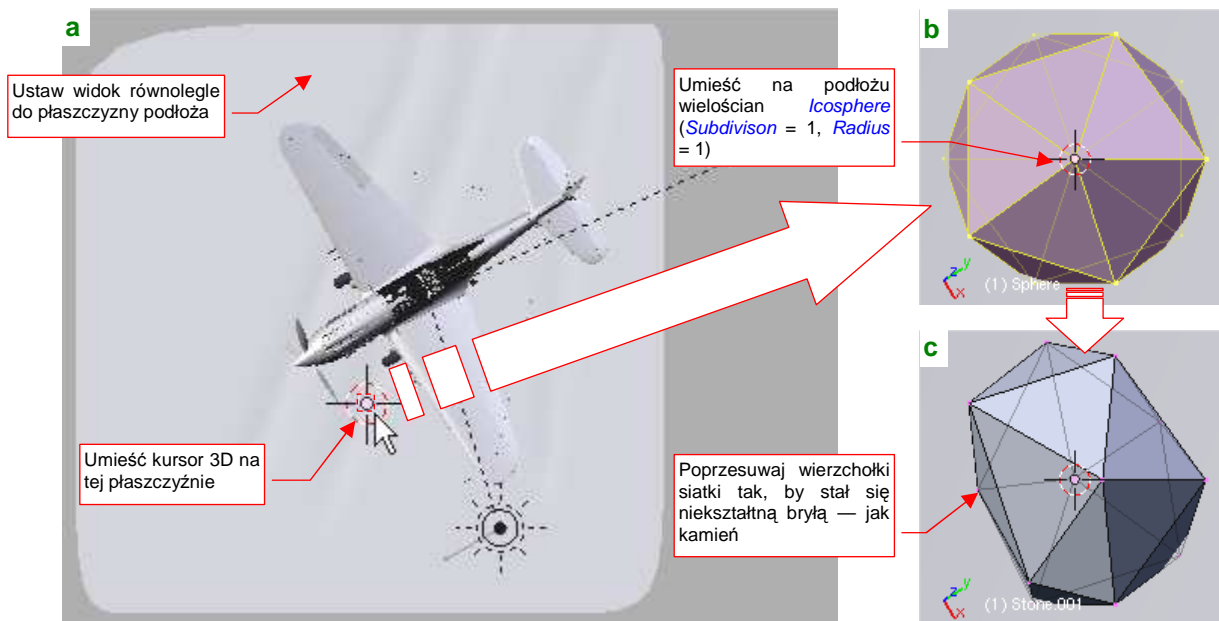
Rysunek 8.2.21 Drugie podłoże — dla „zagęszczenia” cieni przy kołach (efekt **Ambient Occlusion**)

Aby rozróżnić obydwa podłoża, zmień nazwę oryginalnego na **Ground.Shadow**. Nowe nazwij **Ground.Ambient** i umieść na osobnej warstwie (18). Zmień także nazwę materiału **Ground** na **Ground.Shadow**. Przypisz jego kopię do obiektu (nie siatki, bo ta jest wspólna!) **Ground.Ambient**. Nazwij ją **Ground.Ambient** i włącz na niej efekt **AO** (**Shaders:Amb** = 0.5) . Konieczniewyłącz także opcję **Links and Pipeline:Traceable** (Rysunek 8.2.21b), bo inaczej zepsuje cały efekt, który pokazuje Rysunek 8.2.14:



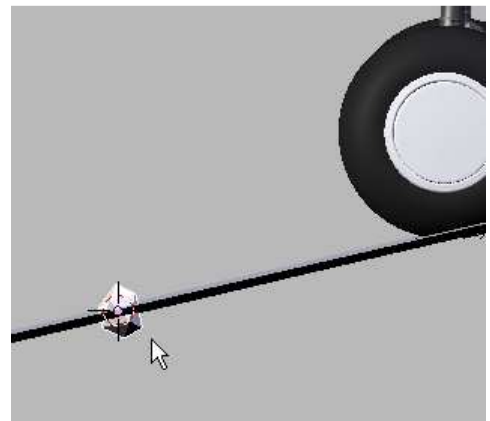
Rysunek 8.2.22 Złożenie obydwu efektów (cień + **AO**)

Przyjrzyj się teraz, czy przypadkiem na fotografii tła nie ma jakichś kamieni, które mogą zmienić granice cienia. W tym przykładzie jest takich kilka — pod lewym statecznikiem i w płaszczyźnie śmigła. Ustaw aktualny widok równoległe do powierzchni podłoża (**Ground.Shadow**), i umieść na nim kursor 3D (Rysunek 8.2.23a). Następnie wstaw „wzorcowy kamień”: wielościan zbudowaną z trójkątów (**Icosphere** — Rysunek 8.2.23b):



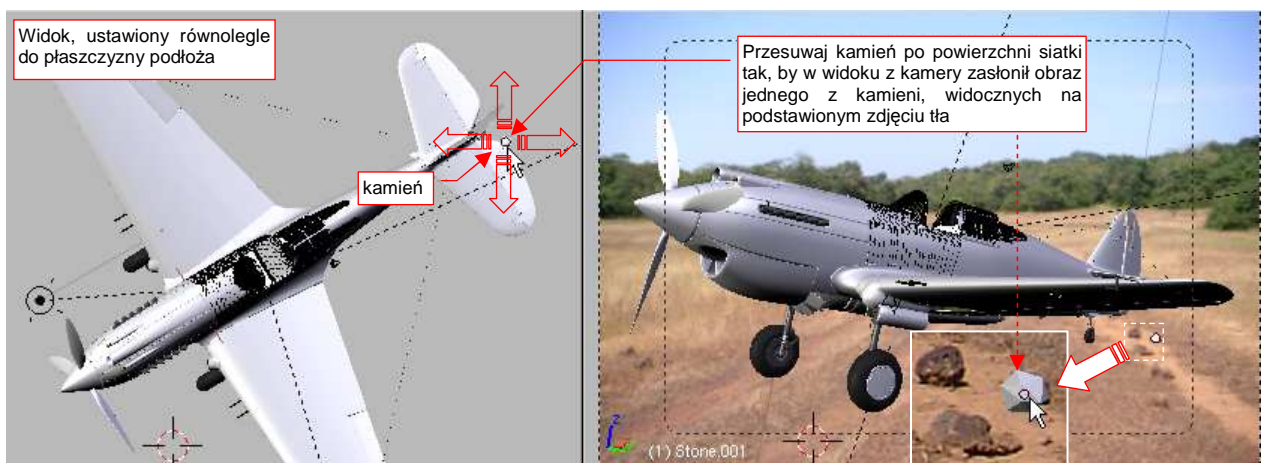
Rysunek 8.2.23 Wstawienie „wzorcowego” kamienia

Przesuwaj losowo wierzchołki tej siatki, by zaczęła wyglądać jak nieforemny kawałek skały (Rysunek 8.2.23c). Na koniec upewnij się, że obiekt jest odpowiednio „zagłębiony” w podłożu (Rysunek 8.2.24). Nadaj siatce nazwę **Stone**, a samemu obiektowi — **Stone.001** (bo będzie ich kilka). Umieść go na tej samej warstwie, co podłoże (17).



Rysunek 8.2.24 Kamień na płaszczyźnie „gruntu”

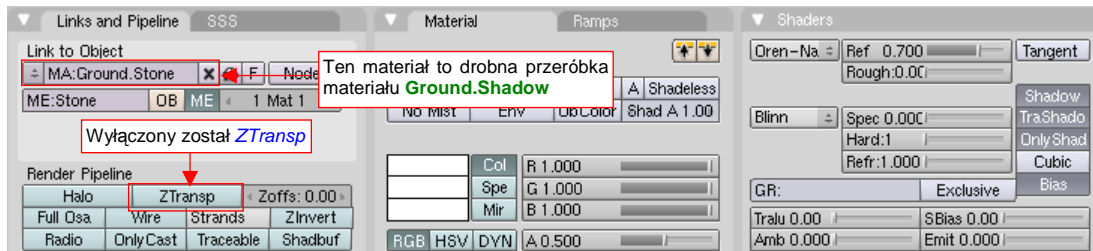
Teraz trzeba ustawić ten obiekt tak, by zasłonił jeden z kamieni widocznych na fotografii. Umieść obok siebie dwa okna **3D View** (Rysunek 8.2.25). W lewym zachowaj projekcję równoległą do podłoża. W prawym ustaw widok z kamery, z włączonym obrazem tła. Następnie zaznacz i ukryj podłoże (**H**). Potem przesuвай w lewym oknie kamień tak, by w prawym zakrył widoczny na fotografii pierwowzór (Rysunek 8.2.25):



Rysunek 8.2.25 Podstawianie kamieni pod zdjęcie

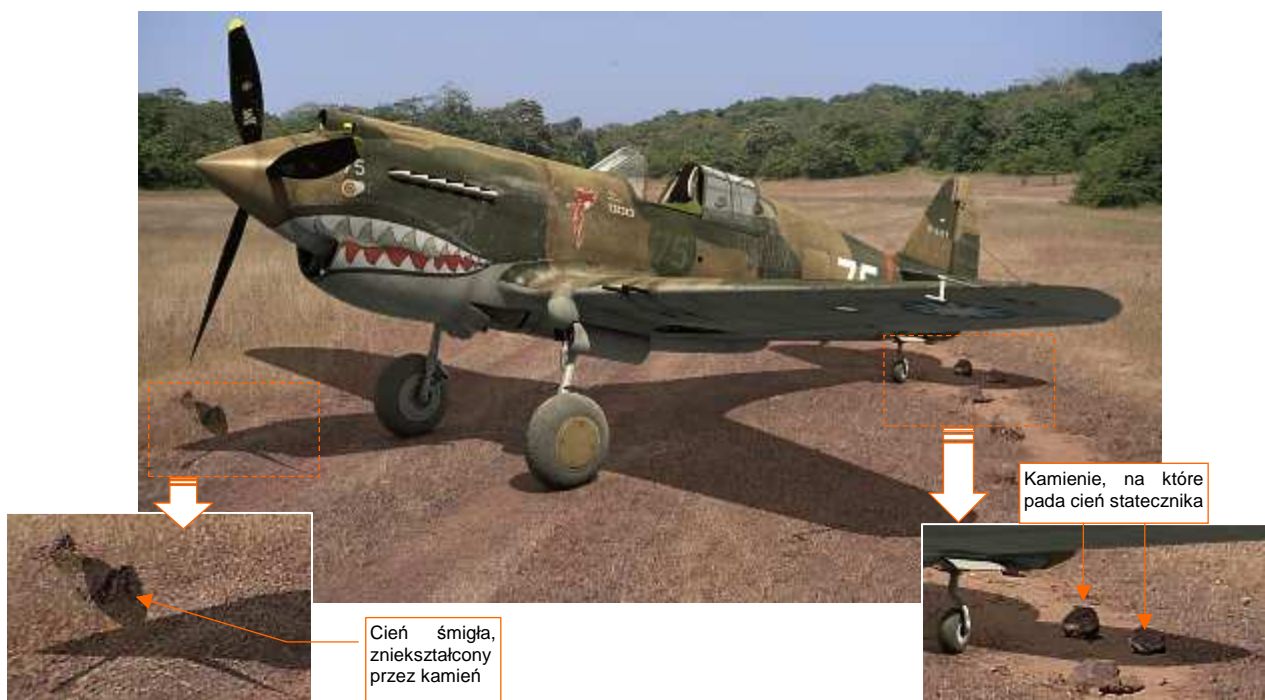
Aby lepiej dopasować zarys bryły do kształtu kamienia, trzeba czasami ją obrócić lub zmienić skalę. Wszystkie te zmiany wykonuj w widoku kamery, względem lokalnego środka obiektu.

Po umieszczeniu pierwszego kamienia sklonuj go, i ustaw ten klon pod kamień następny. Gdy już wszystkie będą rozmieszczone, przypisz siatce **Stone** nowy materiał. Powinna to być drobna przeróbka materiału podłoża (**Ground.Shadow**), polegająca na wyłączeniu opcji **Links and Pipeline:ZTransp** (Rysunek 8.2.26):



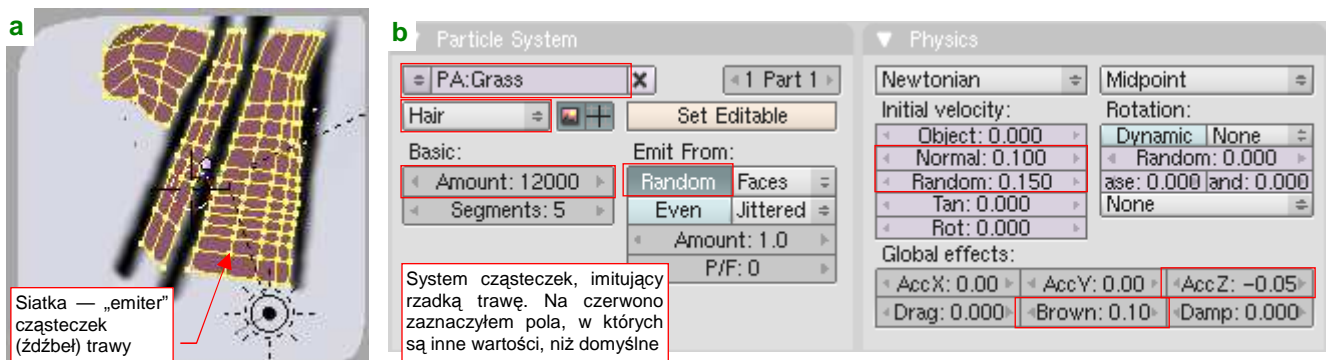
Rysunek 8.2.26 Materiał, przypisany kamieniom (**Ground.Stone**)

Nadaj temu materiałowi nazwę **Ground.Stone**. Rysunek 8.2.27 przedstawia uzyskany rezultat:



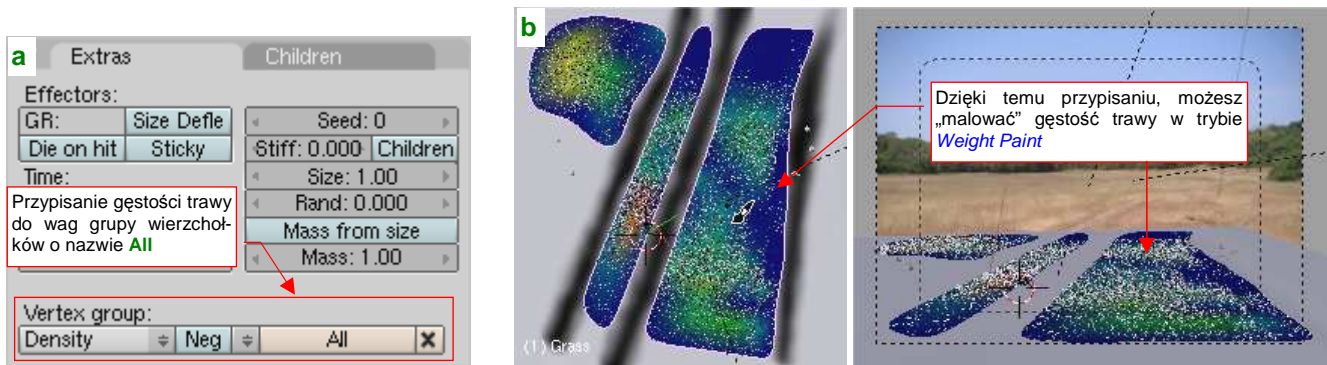
Rysunek 8.2.27 Rezultat pocieniowania kamieni

Kolejnym drobnym krokiem w kierunku realizmu będzie dodanie efektu oświetlonych i zacienionych źdźbeł trawy, widocznej na fotografii. Pełen opis, jak je przygotować, znajdziesz na str. 1040. Tutaj omówię tylko główne fazy przygotowania tego efektu. Zacznij od naniesienia na podłoże siatki (Rysunek 8.2.28a). Potem stwórz przypisany do niej system cząsteczek typu **Hair** (Rysunek 8.2.28b):



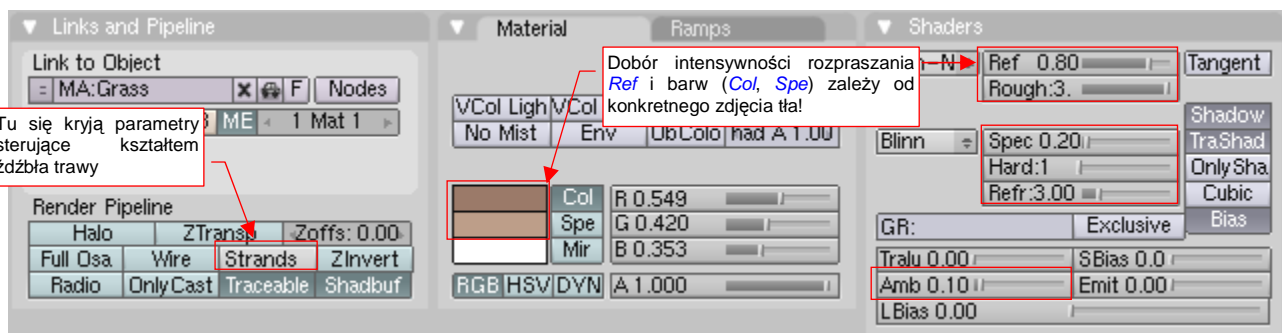
Rysunek 8.2.28 Trawa — siatka i jej system cząsteczek (**Particles**)

Wszystkie wierzchołki siatki emitującej trawę przypisałem do grupy o nazwie **All**. Powiązałem z tą grupą system cząsteczek (Rysunek 8.2.29a). Pozwala to „malować” gęstość trawy za pomocą wag (Rysunek 8.2.29b):



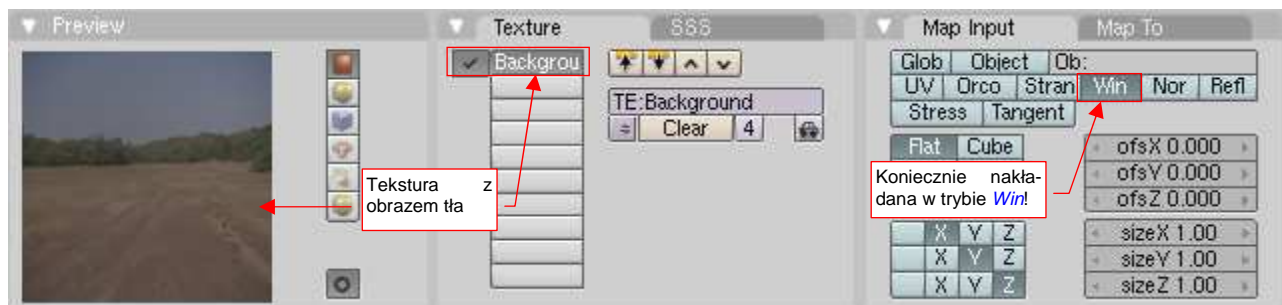
Rysunek 8.2.29 Malowanie (wag) gęstości trawy trybie (tryb **Weight Paint**)

Przypisałem trawie (a w gruncie rzeczy siatce, która ją „emituje”) materiał **Grass** (Rysunek 8.2.30):



Rysunek 8.2.30 Materiał, jakim jest pokryta trawa (**Grass**)

To materiał o minimalnej połyskliwości (**Shaders:Spec**) i niewielkim wpływie efektu AO (**Shaders:Amb**). Jego globalna barwa **Col** jest modulowana przez teksturę z obrazem tła (Rysunek 8.2.31):



Rysunek 8.2.31 Tekstura barwy materiału **Grass**

Zwróć uwagę, że ta tekstura jest nakładana prostopadłe do płaszczyzny widoku (**Map Input:Win** — por. str. 527, 528). Rysunek 8.2.32b) przedstawia render z tak przygotowaną trawą:



Rysunek 8.2.32 Porównanie: cień bez trawy i cień z trawą

Był to już ostatni ze szczegółów, którymi starałem się „urealnić” cień samolotu. Żaden z nich nie zmieniał rezultatu w sposób znaczący. A jednak, wszystkie razem sprawiły, że nasz model wydaje się teraz w pełni wiarygodnie stać na tym zdjęciu (Rysunek 8.2.33):

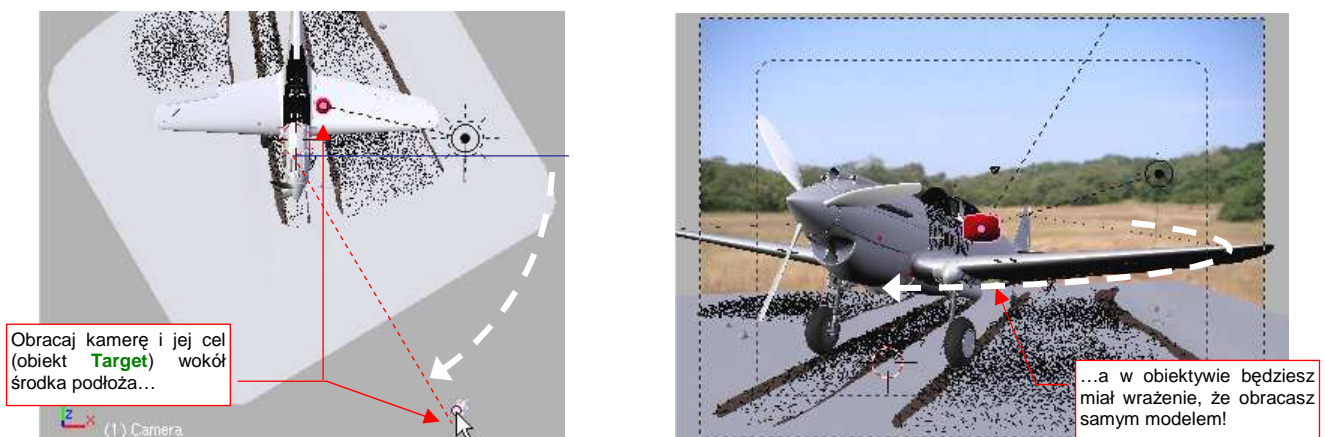


Rysunek 8.2.33 Ostateczny efekt — ukończony cień samolotu

Na pewno niejedyn z grafików komputerowych wszystkie takie poprawki cienia woli po prostu domalować na ostatecznym renderze. Można to zrobić w dowolnym programie do grafiki rastrowej (Photoshop, GIMP...). Ja jednak uważam, że lepiej przygotować podłoże w przestrzeni 3D, w oryginalnej scenie Blendera. Łatwiej później jest poprawić pozycję kamery, czy też wykonać inne zmiany w układzie sceny.

Zobacz chociażby, jak łatwo jest teraz zmienić kompozycję obrazu. Załóżmy, że chcesz ustawić samolot pod innym kątem, a tło i podłoże mają pozostać nieruchome. Pamiętaj, jak przypisaliśmy „gruntowi” ograniczenie *Locked Track*, śledzące położenie kamery (por. str. 527)? To właśnie dla szybkiego wykonania takich zmian!

Przypisz jeszcze tylko do „gruntu” wszystkie światła (relacją *Parent*). W ten sposób zapewnimy sobie ich niezmienną pozycję¹. Teraz ustaw płaszczyznę widoku równoległą do podłoża (*View→Align View→Align View To Selected*). Umieść w jej środku kursor 3D (*Object→Snap→Cursor -> Selection*). Ustaw oś obrotu (*Pivot*) na *3D Cursor*. Następnie zaznacz kamerę i jej cel (obiekt *Target*). Zaczynij je obracać (Rysunek 8.2.34a):



Rysunek 8.2.34 Obracanie kamery bez zmiany pozycji podłoża

¹ Tylko nie zapomnij przed przypisaniem usunąć na chwilę z tych lamp ich ograniczeń *TrackTo*. (Obiekty z ograniczeniami „złe znoszą zmianę rodzica” — ulegają wtedy dziwnym przesunięciom i obrotom). Po przypisaniu do podłoża z powrotem przypisz światłom te ograniczenia, kierujące je na obiekt *Target*.

Jednocześnie obserwuj w drugim oknie, co się dzieje w obiektywie kamery. Choć obracasz tylko kamerę, to tam wygląda to wszystko tak, jak gdybyś obracał sam model! Reszta „sceny” — podłoże, oświetlenie i tło — jest w kamerze nieruchoma. I właśnie o taki efekt chodziło! W ten sposób możesz zmienić ujęcie modelu, nie tracąc czasu na dopasowania trawy, kamieni, podłoża do nieruchomej fotografii tła. Zobacz sam: jednym ruchem ustawieś nasz samolot równoległe do widocznej na zdjęciu drogi (Rysunek 8.2.35):



Rysunek 8.2.35 Ujęcie z innej pozycji

Grafik, który poprawia render w Photoshopie, musiałby w takim przypadku usiąść, i ponownie poprawiać „surowy” cień samolotu. A my mamy to gotowe! Teraz można byłoby po lewej wstawić drugi samolot, a wokół niego — figurki pilota i ze dwóch mechaników... Spróbuj tego sam, bo ja muszę już ograniczać rozmiar tej książki!

Skończmy więc poprzednie ujęcie. Na ostatecznym obrazie zdecydowałem się jeszcze tylko dodać drugą maszynę (ale bez mechaników), by podkreślić, że jest to coś w rodzaju polowego lotniska (Rysunek 8.2.36):



Rysunek 8.2.36 Ostateczna wersja sceny

Zrobiłem to metodą „dwóch plików”, opisaną w poprzedniej sekcji (por. str. 521).

Jak się chyba już przekonałeś, przygotowanie sceny na ziemi, a szczególnie na lotnisku gruntowym, jest bardziej pracochłonne niż sceny w powietrzu. Wszystko to wiąże się z „walką z cieniem” (samolotu), który trzeba jak najlepiej wkomponować w zdjęcie tła. Wyraźnie to widać chociażby we wnioskach, podsumowujących tę sekcję.

Podsumownie

- Fotografię, którą wykorzystujemy jako tło, można przed użyciem poddać „wstępnej obróbce” w GIMP. W tym przypadku zdjęcie zostało wyostzone (*Sharpen*), by lepiej pasowało do „twardego” wykończenia detali na renderze modelu (str. 524);
- Oświetlenie sceny na ziemi składa się z 3 „lamp”. Podstawową jest słońce (*Sun* — str. 524), o odpowiednio dużej energii. Dwa pozostałe to słabe światła półsferyczne (*Hemi*). Jedno z nich rozjaśnia spód modelu, i ma wyłączone odbłyски (*No Specular*). Drugie służy do „zaakcentowania” wybranych elementów (str. 525);
- Cień samolotu uzyskujemy na powierzchni, podstawionej pod koła modelu (str. 526). To nasz model „gruntu”. Najprostszą metodą integracji cienia z tłem jest pokrycie powierzchni gruntu odpowiednią teksturą, mapowaną w trybie *Win*. Niestety, wadą tego rozwiązania jest niewielkie rozmycie obrazu tła na teksturze i brak pełnej możliwości sterowania całym zakresem jasności cienia (str. 528);
- Lepszym, choć bardziej skomplikowanym, sposobem uzyskania cienia jest wykorzystanie dwóch powierzchni, pokrytych materiałem z włączoną opcją *Only Shad(ow)* (str. 529). Pierwsza z nich ma wyłączony wpływ efektu *AO (Ambient Occlusion)* i tworzy podstawowy cień. Druga ma włączony wpływ *AO* i odpowiada za zaciemnienia wokół kół samolotu (str. 531). Intensywnością każdego z tych dwóch efektów można niezależnie sterować, zmieniając przejrzystość tych powierzchni;
- Cień samolotu można dodatkowo „urealnić”, modelując na siatce podłoża niektóre widoczne na obrazie tła nierówności. (Chodzi o te, które zniekształcają cień). Mogą to być koleiny polnej drogi (str. 530), a także kamienie (str. 532);
- Podczas pracy może Ci się przydać narzędzie do nanoszenia „linii koncepcyjnych” — *Grease Pencil* (str. 530);
- W scenach na lotniskach polowych zawsze warto odwzorować trawę, na którą pada cień samolotu. Można ją uzyskać za pomocą tzw. systemu cząsteczek (*Particles*), typu *Hair* (str. 534);
- Światła sceny warto przypisać (relacją *Parent*) do płaszczyzny podłoża. Podłoże można skierować (ograniczeniem *Locked Track*) na kamerę (str. 527). Takie ustawienia umożliwiają wygodne obracanie kamery wokół modelu (str. 535, 536);

Dodatki

Czytając wcześniejsze rozdziały, zapewne przekonałeś już się, że uwielbiam umieszczać u dołu strony przypisy z dodatkowymi informacjami. Ta część książki to właściwie wybór takich "uwag na marginesie", które w trakcie pisania urosły do rozmiaru całej sekcji ☺.

Jak w każdym dodatku, są to informacje, z których nie musisz korzystać, aby stworzyć e-model samolotu. Czasami jednak mogą się przydać, by coś wyjaśnić lub ułatwić. Mam jednak nadzieję, że znajdziesz tu rozwinięcie wielu zagadnień, które świadomie skracałem w głównym tekście książki.

Rozdział 9. Szczegółowa weryfikacja planów samolotu

Można powiedzieć, że jest to rozdział dla prawdziwych modelarzy — istot, które chcą odtworzyć pierwowzór najdokładniej, jak to jest możliwe. Efektem porównań, które pokażę poniżej, będzie poprawiona sylwetka P-40. Szczerze mówiąc, metody, które tu przedstawiam, pozwoliłyby opracować solidne plany modelarskie. Nie to było to jednak w tym przypadku moim celem.

9.1 Porównanie z rysunkami fabrycznymi

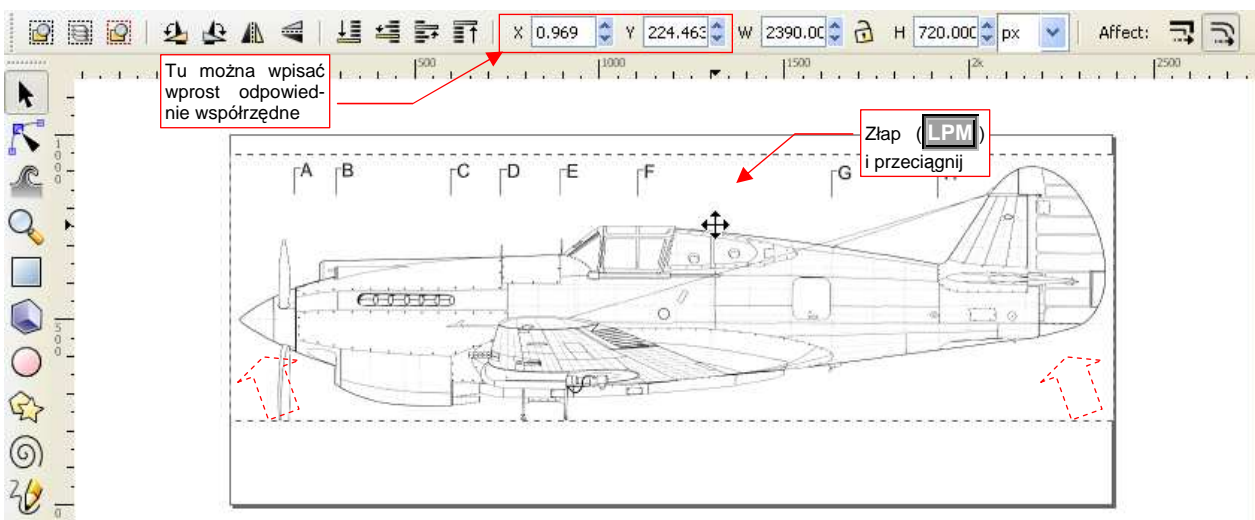
Znalazłem w Internecie¹ obrazy kilku rysunków fabrycznych P-40. Niestety, nie mają zbyt dużej rozdzielczości, więc większości wymiarów nie można odczytać. Mimo tego są i tak cenną pomocą. W tej sekcji spróbujemy porównać fragmenty samolotu, widoczne na tych rysunkach, z planami, które przygotowaliśmy.

To porównanie wykonamy w Inkscape (wprowadzenie — patrz str. 679), a nie w GIMP. Dlaczego? W Inkscape wygodniej jest skalować i obracać obrazy. GIMP na czas takiej operacji wyłącza wszelkie "przejrzystości" warstw. Inkscape podczas transformacji niczego nie przełącza ani nie wyłącza - warstwy pozostają przejrzyste. Dzięki temu przez cały czas nie tracisz z oczu wzorca, do którego się dopasowujesz. To ogromna różnica. Dopóki nie chcemy ingerować we "wnętrze" porównywanych rysunków, Inkscape jest lepszym narzędziem porównawczym.

Zacniemy od weryfikacji kształtu usterzenia poziomego. Zmień nazwę pierwszej warstwy (utworzonej domyślnie w nowym rysunku przez Inkscape) z *Layer 1* na **Image** (szczegóły — str. 686). Dodaj także drugą warstwę — nazwijmy ją **Drawing**.

W warstwę **Image** wstawimy obraz rzutu z lewej:

- wybierz warstwę **Image** jako aktualną;
- wczytaj (**File**→**Import**, str. 682) plik **P40C-ML-Left.tif**;
- dosuń wczytany obraz do lewego górnego narożnika obrazu (Rysunek 9.1.1):



Rysunek 9.1.1 Przesuwanie obrazu na docelowe miejsce

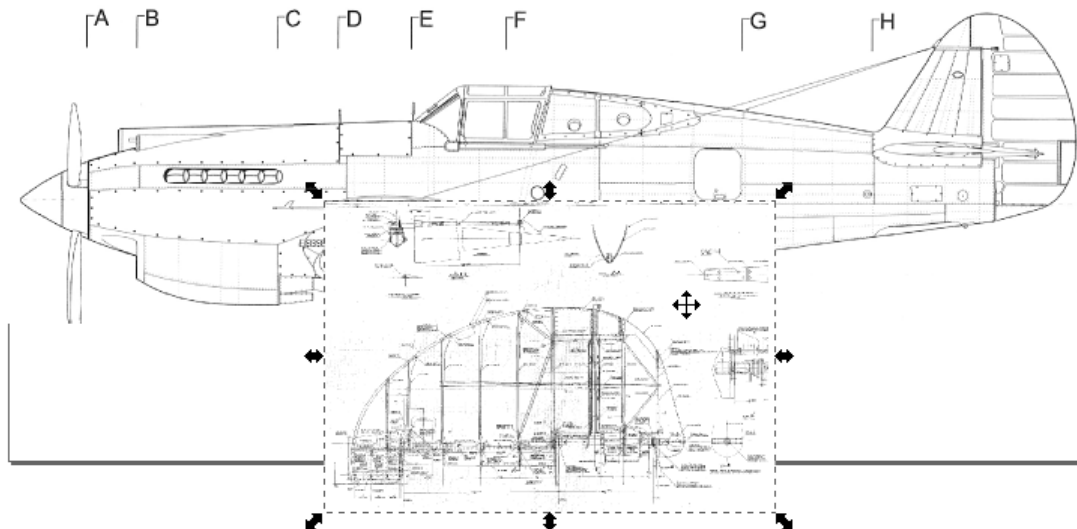
Na koniec zablokuj warstwę **Image** przed zmianami (p. str. 686). Dzięki tej blokadzie nie będziesz w stanie omyłkowo zaznaczyć i przesunąć obrazu.

¹ <http://www.p40warhawk.com>

Teraz załadujemy rysunek fabryczny steru kierunku na warstwę **Drawing**:

- wybierz warstwę **Drawing** jako aktualną;
- wczytaj *Source\Curtiss\Tail-Rudder framework.gif* (z pliku *source.zip*)

Rysunek 9.1.2 pokazuje rezultat:

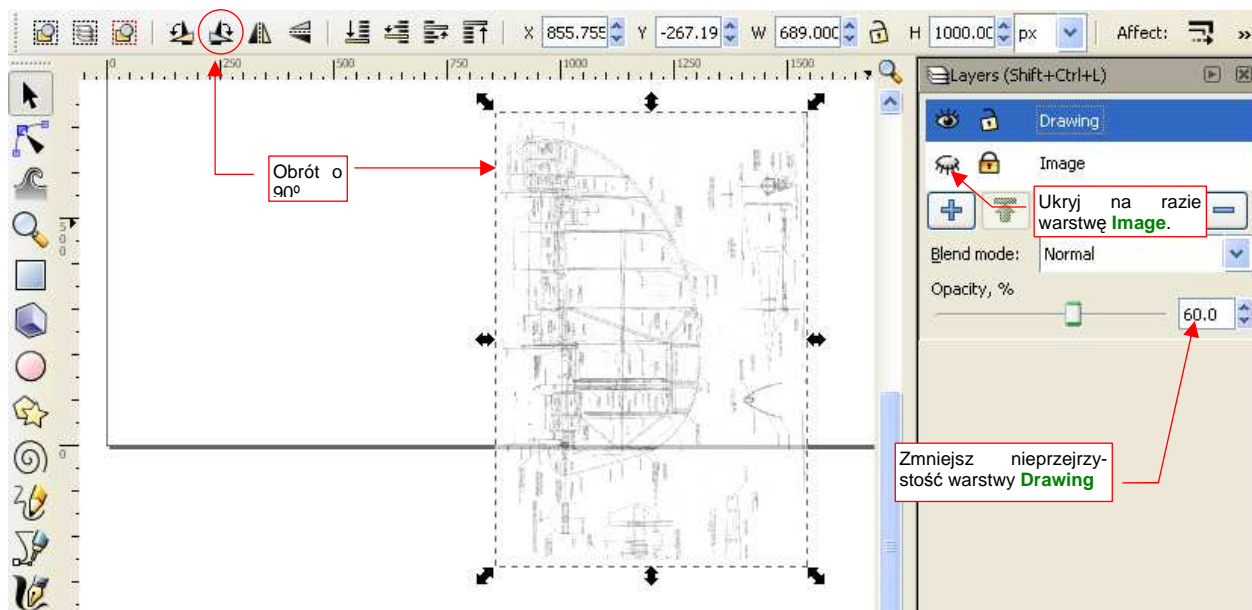


Rysunek 9.1.2 Rysunek steru kierunku, zaraz po wczytania

Jak widać (Rysunek 9.1.2), wczytany obraz musimy nieco przygotować, nim zaczniemy przymierzać do planów:

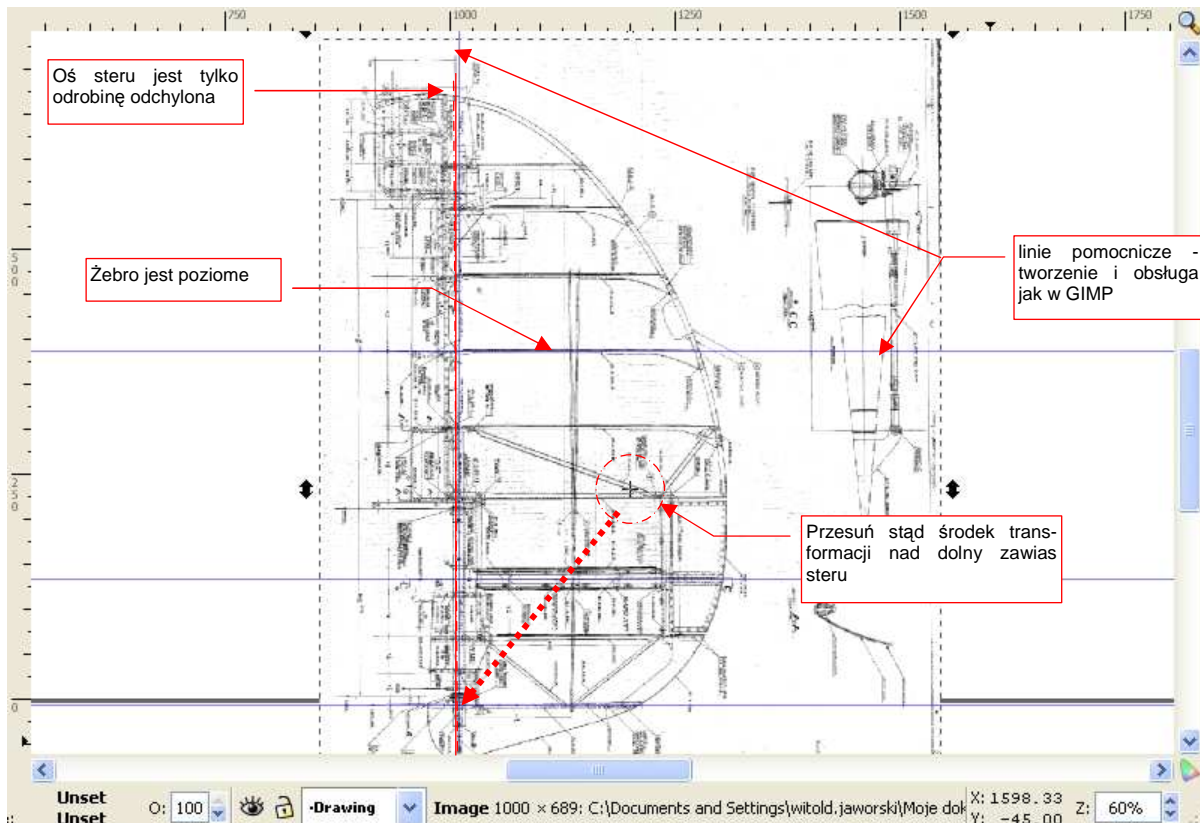
- wywołaj polecenie **Object → Rotate 90° CW** (lub użyj przycisku z paska skrótów);
- ukryj na razie warstwę **Image** (p. str. 686);
- zmniejsz nieprzejrzystość warstwy **Drawing** do 60% (p. str. 686);

Rysunek 9.1.3 pokazuje rezultat:



Rysunek 9.1.3 Wstępne przygotowanie rysunku

Zbliż się do obrazu steru kierunku (str. 685) i przyjrzyj mu się uważnie. Czy osie są proste? Czy wzajemnie prostopadłe? (Rysunek 9.1.4):



Rysunek 9.1.4 Wyszukiwanie deformacji w rysunku fabrycznym

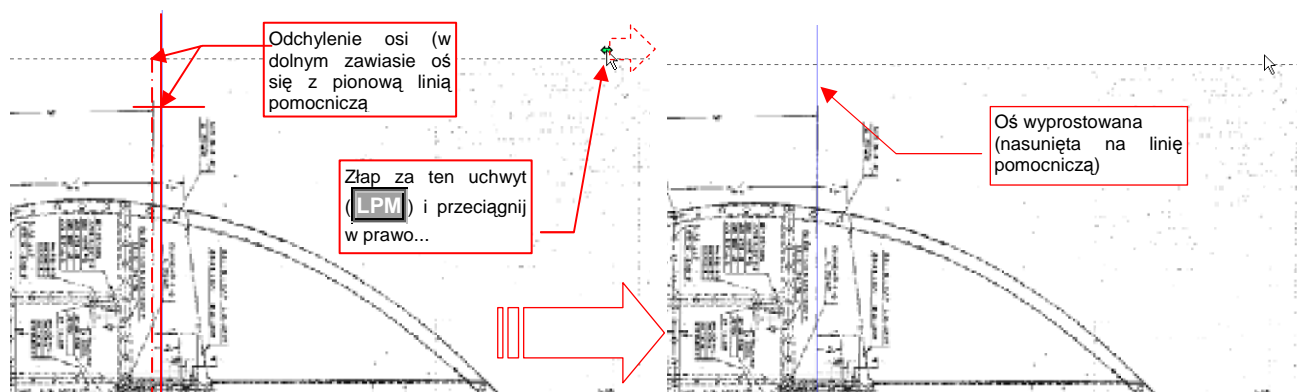
Dodaj do rysunku kilka linii pomocniczych (p. str. 692). Rozmieść je tak, by można było sprawdzić, czy kluczowe linie rysunku są pionowe lub poziome.

W przykładzie na ilustracji wygląda na to, że oś steru ma odchylenie, podczas gdy linie żeber są poprawne (poziome) (Rysunek 9.1.4). Taka sytuacja oznacza, że rysunek ma drobne przekoszenie. Będzie to trzeba poprawić przez przekoszenie w przeciwnym kierunku (szczegóły - str. 712).

Musimy jednak wcześniej zadbać o właściwe położenie środka tej transformacji (p. str. 709). Przesuń rysunek tak, by dolny zawias steru znalazł się tam, gdzie przecinają się dwie linie pomocnicze. Przesuń w ten punkt także środek obrazu (transformacji).

Każdą transformację korygującą staraj się wykonać w tak dużym powiększeniu, jak jest to możliwe. (Powiększaj widok dopóty, dopóki widzisz na ekranie uchwyt, który będziesz przesuwac, i masz jeszcze przestrzeń, by to zrobić.)

Rysunek 9.1.5 pokazuje, w jakim powiększeniu można wygodnie i dokładnie skorygować znaną deformację osi. Widzimy tu tylko fragment ramki obrotu. To nic nie szkodzi, bo najważniejszy element — uchwyt przekoszenia — jest dostępny do "złapania". Na ekranie jest także miejsce na jego przesunięcie.

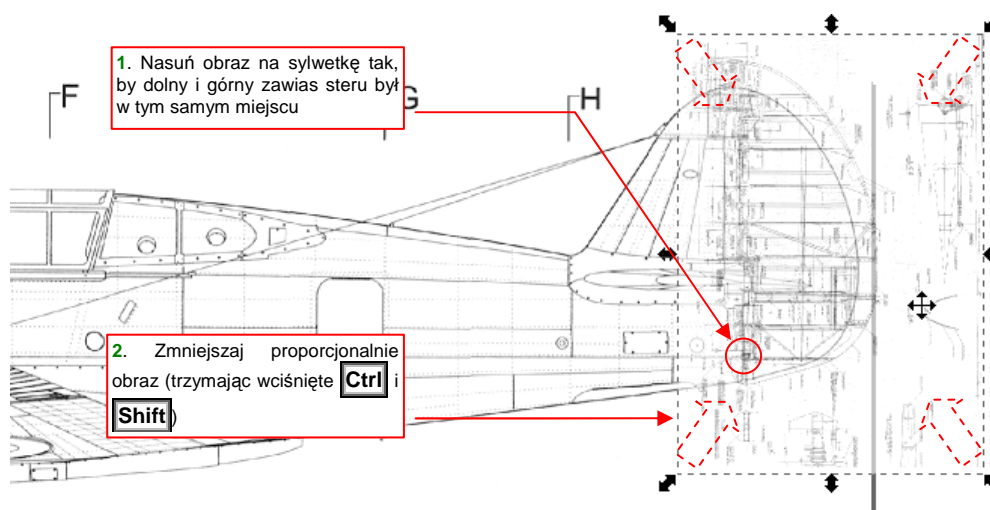


Rysunek 9.1.5 Prostowanie odchylenia

Przeciągnij uchwyt w prawo tak, by oś na obrazie pokryła się z linią pomocniczą (Rysunek 9.1.5).

- Jeżeli w czasie przeciągania drgnęła Ci ręka - dopóki nie zwolniłś **LPM**, możesz nacisnąć **Esc**. To przezwie całą operację.
- Jeżeli już skończyłeś - i skrzywiłeś rysunek - zawsze możesz wycofać ostatnie polecenie (*Edit*→*Undo*, albo **Ctrl-Z**).

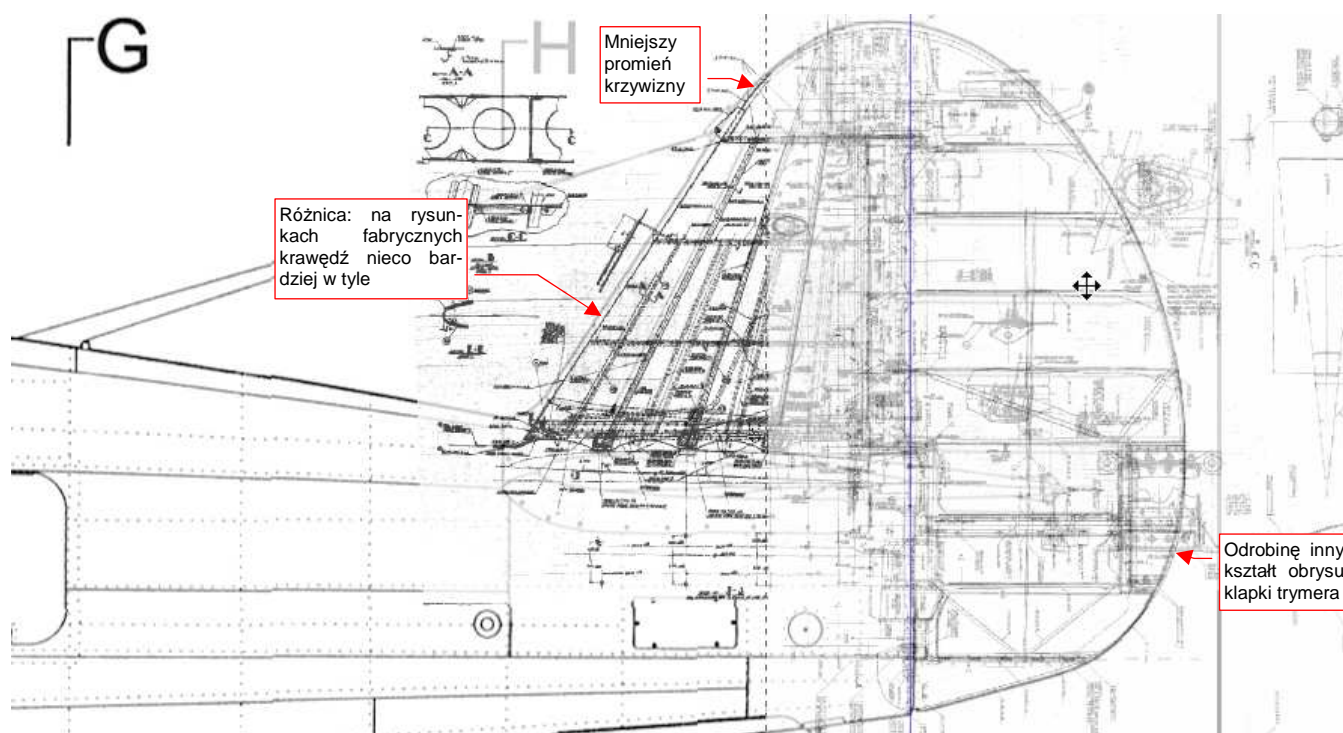
Włącz z powrotem widoczność warstwy **Image**, z sylwetką samolotu. Nasuń obraz steru na sylwetkę tak, by w tym samym miejscu miały dolny zawias. (Pamiętasz? tam umieściliśmy środek tego obrazu.) Zmniejsz rysunek steru, za pomocą narożnego uchwytu ramki (Rysunek 9.1.6). Zrób to, tak, by rozmiar zmienił się proporcjonalnie względem ustalonego środka transformacji. (Trzymaj wciśnięte klawisze **Shift** i **Ctrl** — por. str. 710)



Rysunek 9.1.6 Nanoszenie rysunku fabrycznego na sylwetkę samolotu

Podobnie jak rysunek steru kierunku, wczytaj i dopasuj rysunek statecznika pionowego (plik *Source\Curtiss\Tail-Fin.gif*, z pliku *source.zip*). Uwaga: rysunek jest nieco obrócony i przekoszony — popraw go nim złożysz ze obrazem steru. Statecznik dopasuj do steru tak, by pokrywała się oś (zaznaczona na obydwu) oraz punkty zawiasów. Obraz statecznika umieść na tej samej warstwie, co obraz steru (**Drawing**).

Rysunek 9.1.7 przedstawia ostateczny efekt nałożenia rysunków fabrycznych na rzut z lewej. Różnice pomiędzy liniami planów modelarskich i dokumentacji samolotu są zaskakująco niewielkie.



Rysunek 9.1.7 Efekt nałożenia rysunków fabrycznych na rzut z lewej

Gdy znaleźliśmy różnice — warto tę wiedzę wykorzystać przy budowie modelu. Korzystanie jednak wprost z rysunków fabrycznych bywa trochę nieporęczne. Jest ich dużo, zresztą zawierają sporo nieczytelnych, przez to zupełnie bezużytecznych wymiarów. Proponuję nanieść na nasz rzut z lewej poprawiony obrys usterzenia pionowego, odpowiadający rysunkom fabrycznym. Linię tego obrysu narysujemy w Inkscape, na oddzielnej warstwie. Nazwiemy ją — **Correction**. Aby nasze poprawki odróżniały się od reszty rysunku, wszystko na tej warstwie będzie w kolorze czerwonym. Złożenie warstw **Correction** i **Image** wyeksportujemy jako rysunek rastrowy **P40C-ML-Right.png**, który użyjemy w Blenderze.

Zróbmy to. Zablokuj warstwę **Drawing** przed zmianami. Dodaj do rysunku nową warstwę - **Correction** (str. 687).

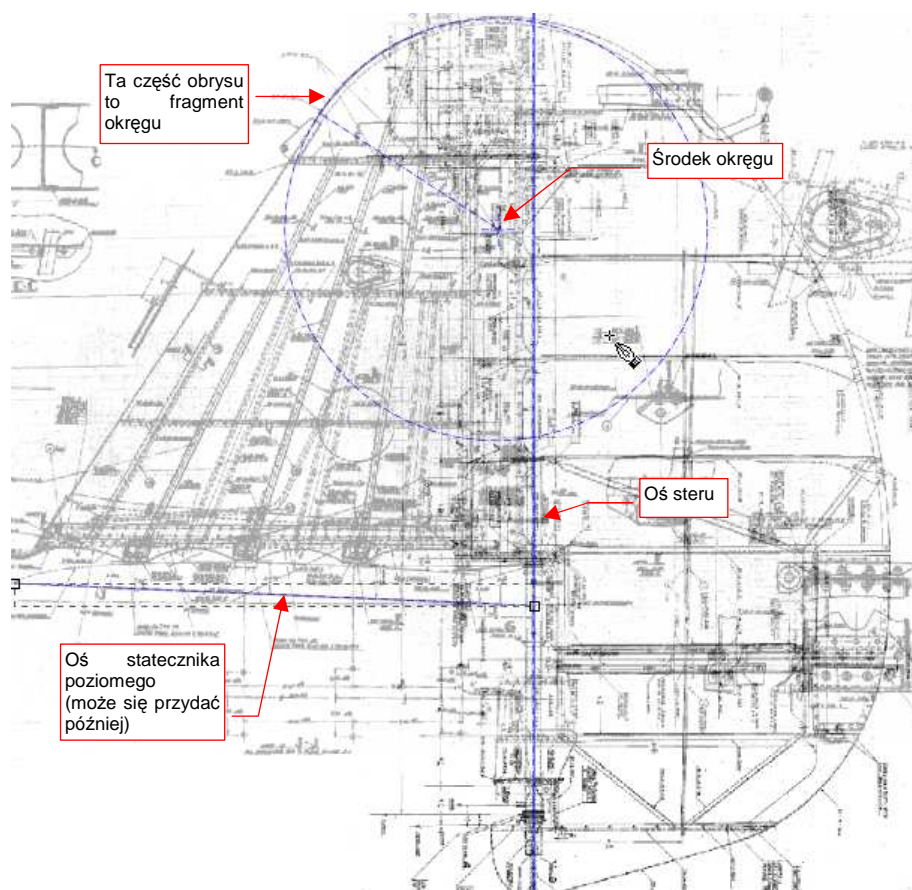
Rysowanie poprawek zaczniemy od naniesienia osi i kilku linii pomocniczych. Narysujemy je w kolorze niebieskim, by zaznaczyć w ten sposób, że nie są żadnym "namacalnym" elementem konstrukcji.

Narysuj linię osi steru (Rysunek 9.1.8). Po narysowaniu pierwszej linii przestaw (por. str. 695):

- grubość na 0.5 px;
- wzór na linię kreskowaną;
- barwę na kolor niebieski.

(Dopóki tych ustawień nie zmienisz, każdy kolejny obiekt, który narysujesz, będzie miał właśnie taką grubość, barwę i wzór).

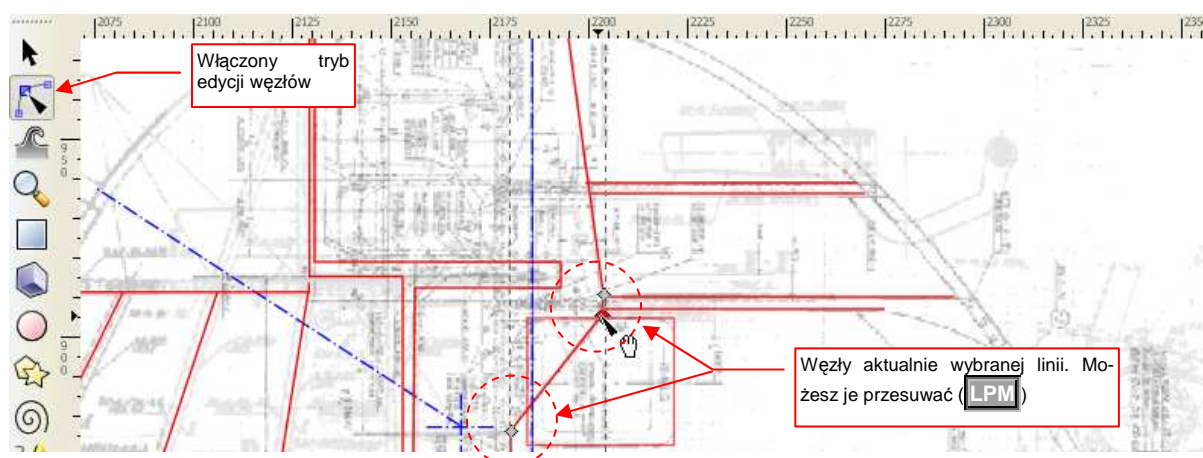
Na rysunku statecznika pionowego znajduje się także oś i zarys profilu statecznika poziomego. Teraz narysuj samą oś, potem skopiuj także profil. (Na wszystkich planach modelarskich statecznik wydaje się mieć zbyt zaokrągloną krawędź natarcia. Dokumentacja fabryczna i zdjęcia wskazują raczej na zastosowanie profilu z ostrym noskiem — p. str. 595.)



Rysunek 9.1.8 Naniesienie na rysunek osi steru i kilku pomocniczych obrysów

Rysunek 9.1.8, oprócz linii, zawiera także okrąg. Na planach fabrycznych jest zaznaczone, że obrys zaokrąglonej końcówki statecznika był łukiem. Aby to sprawdzić, umieściłem w podanym przez plany środku okrąg, o odpowiednim promieniu (rysowanie okręgu — p. str. 705). Zgadza się z zarysem statecznika!

Teraz narysuj wszystkie ważne linie wewnętrzne. Są to linie proste, czasami składające się z kilku segmentów. Po narysowaniu pierwszej z nich zmień jej właściwości: barwę linii na kolor czerwony, a wzór linii na linię ciągłą.



Rysunek 9.1.9 Poprawianie narysowanych linii

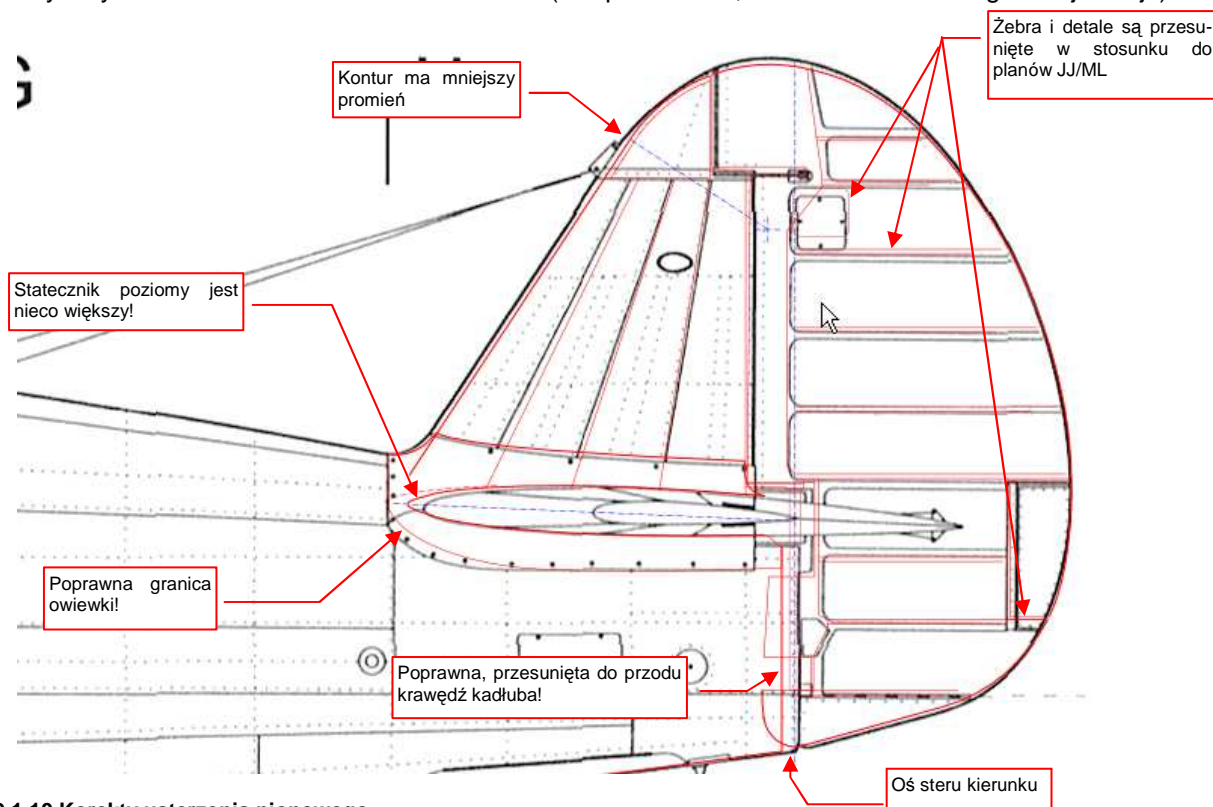
Podczas rysowania nie zapomnij trzymać wciśnięty klawisz **Ctrl**, aby linie były dokładnie pionowe lub poziome. Gdy jednak zdarzy Ci się popełnić błąd — możesz to poprawić. Wystarczy przełączyć się w tryb edycji węzłów (p. str. 697) (Rysunek 9.1.9).

Linie krzywe, odwzorowujące kształt samolotu, najlepiej jest tworzyć w dwóch etapach:

- najpierw obrysować kontur przybliżoną linią łamaną, o niezbyt dużej liczbie wierzchołków;
- potem wygładzić tę przybliżoną linię tak, by dokładnie oddać kształt obrysu.

Na str. 698 znajdziesz ogólne informacje o pracy z krzywymi w Inkscape. Na stronie 701 umieściłem się opis, jak odwzorować krawędź natarcia statecznika pionowego (jest to złożenie linii prostej i łuku). Na str. 702 znajdziesz opis, jak odwzorować kontur steru kierunku (jest to krzywa "ogólna", a nie żadne złożenie łuków).

Rysunek 9.1.10 przedstawia ostateczny efekt korekt. Wykorzystałem tu wszystko, czym dysponowałem, nawet rysunek fabryczny owiewki wokół usterzenia i kadłuba. (Nie pokazałem, ani nie omawiałem go w tej sekcji.)



Rysunek 9.1.10 Korekty usterzenia pionowego

Szczególnie zaskakujące na tym rysunku jest przesunięcie tylnej krawędzi kadłuba. (Chodzi o krawędź ostatniej wręgi kadłuba, wzdłuż której biegnie oś steru kierunku — Rysunek 9.1.10.) Według wszelkich zdjęć, oś steru leżała z tyłu tej linii, a na rysunkach JJ/ML - z przodu. Także kształt dolnej krawędzi owiewki usterzenia ma jest inny, niż na planach modelarskich.

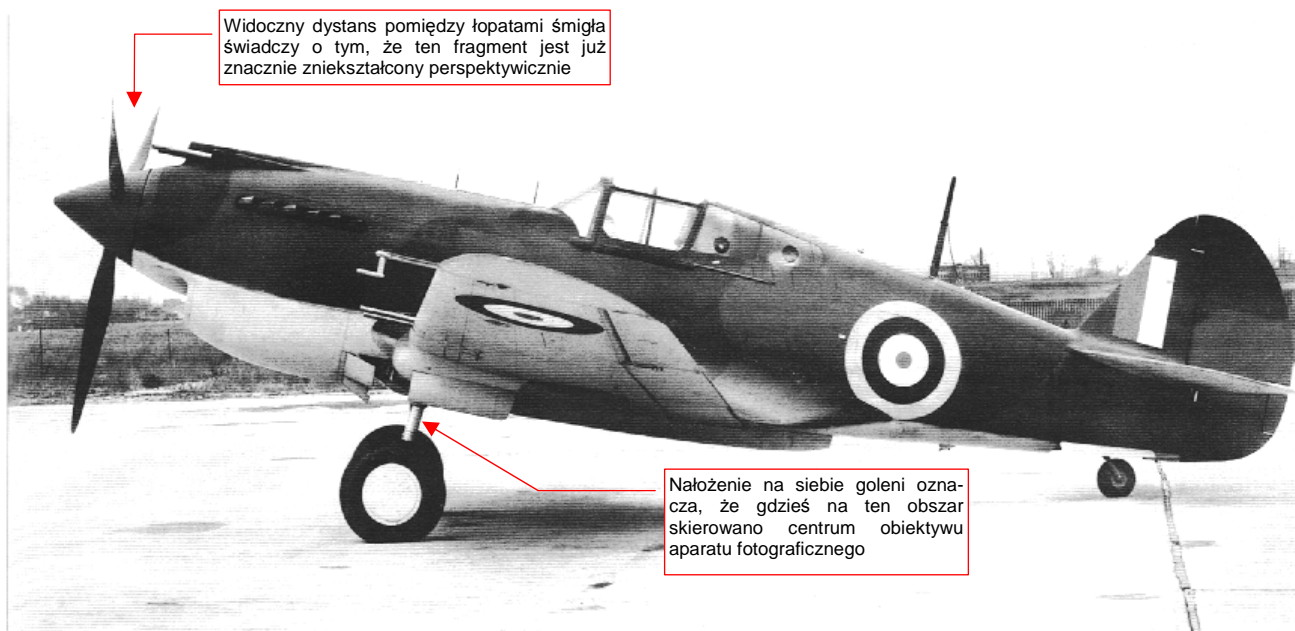
Zachowaj to porównanie jako plik **P40C-ML-Left.svg**. Wyeksportuj także do bitmapy (*File* → *Export Bitmap*) jako plik **P40C-ML-Left.png**.

Podsumowanie

- Jeżeli dysponujemy rysunkami fabrycznymi, choćby fragmentów samolotu — warto je nałożyć na plany modelarskie. Możemy odkryć wiele różnic!
- Do porównania (poprzez nałożenie) wielu obrazów wygodniej jest używać Inkscape, a nie GIMP. W Inkscape podczas każdej transformacji (skalowania lub obracania) nie tracisz z oczu żadnej z warstw. To zdecydowanie ułatwia wzajemne dopasowanie.
- Korekty oryginalnych rysunków nanosimy w Inkscape na oddzielnej warstwie, w kontrastowym kolorze (np. czerwonym)

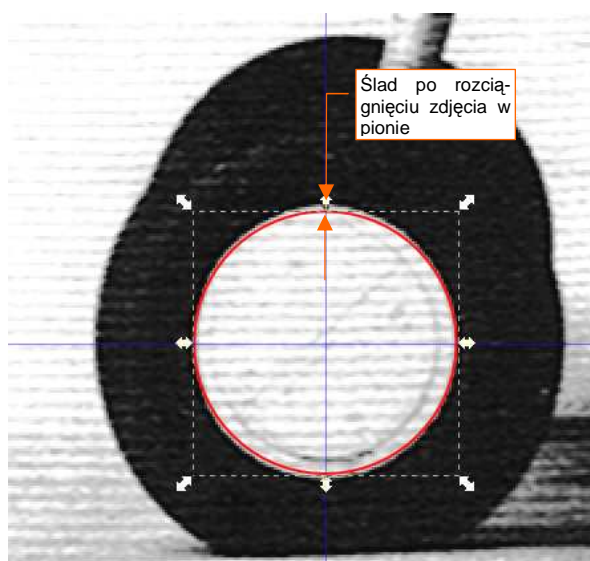
9.2 Rzut z boku: porównanie ze zdjęciami

Porównanie posiadanych planów modelarskich z rysunkami fabrycznymi zmusiło nas w poprzedniej sekcji do poprawienia planów. Mieliśmy do dyspozycji tylko rysunki fragmentów ogona: statecznika pionowego, jego owiewki, i steru kierunku. A co z resztą? Nie mamy już więcej fabrycznej dokumentacji kadłuba wersji P-40 B/C. Czy nie czają się tam kolejne niespodziewane różnice? Pozostaje porównać naszą sylwetkę z jakimś wyraźnym zdjęciem (Rysunek 9.2.1):

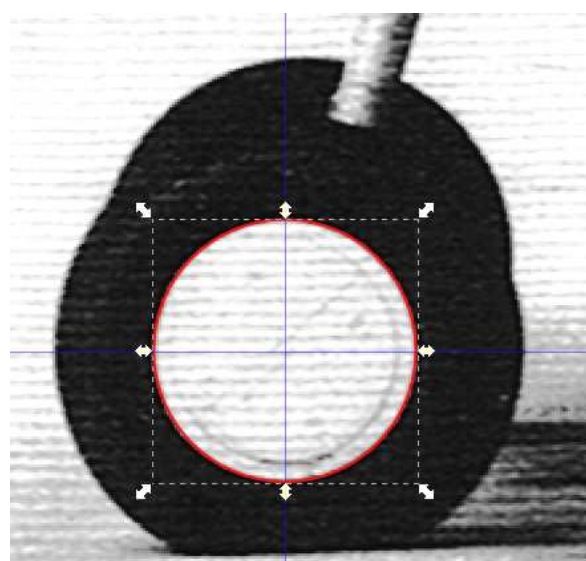


Rysunek 9.2.1 Tomahawk IIA (Hawk 81-A2, czyli P-40B) na lotnisku fabrycznym (Curtiss).

Wczytaj to zdjęcie ([Source\Photo\P40B-Left-Photo.png](#) z pliku [source.zip](#)) do Inkscape. Warstwę, na której je umieścisz, nazwij *Photo*. Zaczynij zawsze od sprawdzania, czy fotografia jest zdeformowana — nieproporcjonalnie rozciągnięta w pionie lub w poziomie. Wybierz w tym celu na obrazie coś, co powinno być kołem. W przypadku tego zdjęcia (Rysunek 9.2.1) są to piasty podwozia głównego:



Rysunek 9.2.2 Oryginalne zdjęcie



Rysunek 9.2.3 Zdjęcie po przeskalowaniu (Y: -4%)

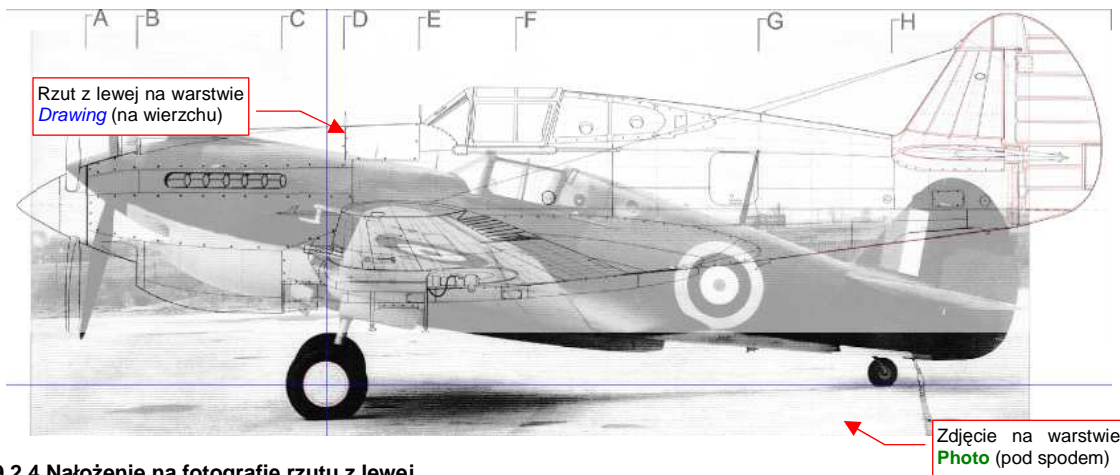
Narysuj ponad piastą okrąg (rysuj z wciśniętym **Ctrl**), by na pewno nie był elipsą). Jeżeli dostrzeżesz odchylenia w kształcie piasty (Rysunek 9.2.2) — przeskaluj zdjęcie (tj. obraz), aby stała się z powrotem kołem (Rysunek 9.2.3).

- Podczas dopasowywania zdjęcia, ułatwisz sobie pracę przesuwając jego środek do środka wzorcowego okręgu. Gdy będziesz zmieniał skalę obrazu, trzymaj wciśnięty klawisz **Shift** — przeskalowanie odbędzie się względem wyznaczonego środka.

Po sprawdzeniu i ewentualnym "wyprostowaniu" zdjęcia, usuń niepotrzebny już okrąg. Zablokuj także przed zmianami warstwę, na której znajduje się ta fotografia.

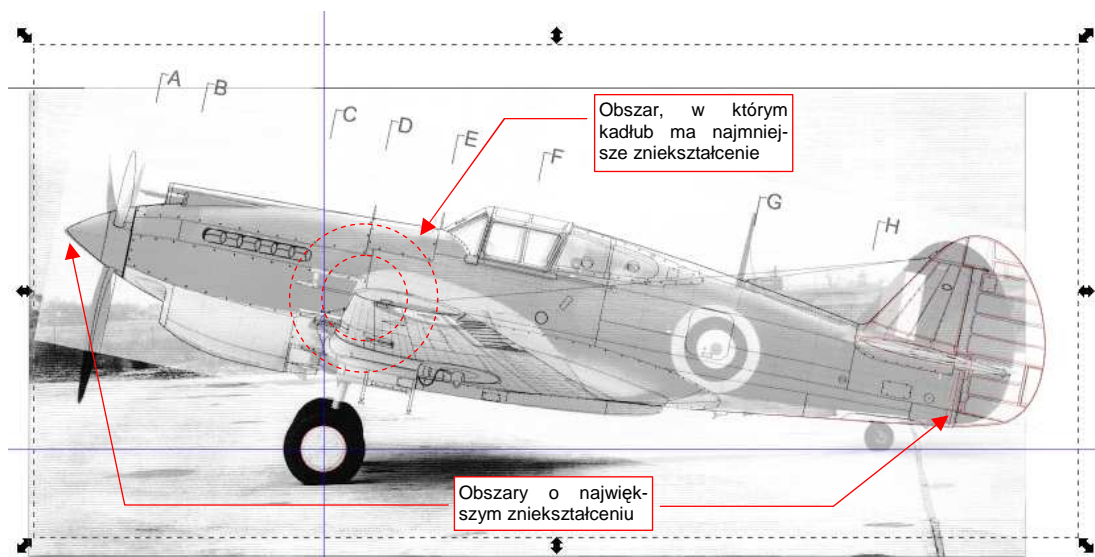
- Używaj zdjęć o jak największej rozdzielczości. Na zdjęciach marnej jakości poprawny okrąg może się wydawać odrobinę spłaszczony, z powodu dużego rozmiaru rastra (pikseli). Kierując się tą fałszywą przesłanką, możesz spłaszczyć zdjęcie. Potem będziesz sądził, że cały rzut z lewej jest do poprawy, gdyż nie pasuje do fotografii.

Utwórz nową warstwę (o nazwie **Drawing**) i wczytaj na nią rzut z lewej (*P40C-ML-Left.png*). Następnie zwiększ przejrzystość tej warstwy (Rysunek 9.2.4):



Rysunek 9.2.4 Nałożenie na fotografię rzutu z lewej

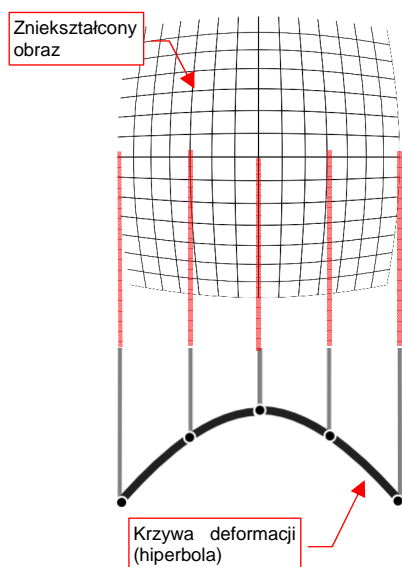
Dopasuj rzut z lewej do sylwetki na fotografii. Pochyl go w ten sam sposób, co samolot na zdjęciu. Zmniejsz skalę tak, by wysokość kadłuba w okolicy najmniejszego zniekształcenia była zgodna z wysokością na zdjęciu (Rysunek 9.2.5):



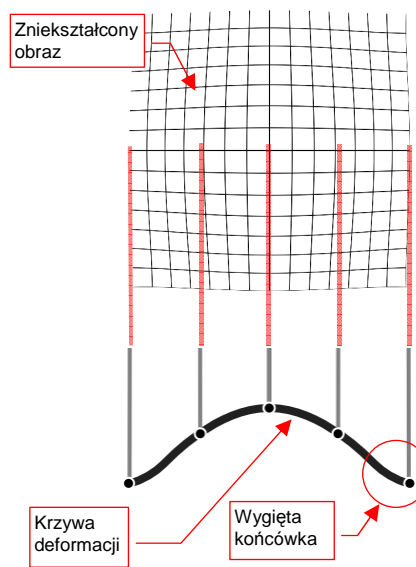
Rysunek 9.2.5 Wstępne dopasowanie sylwetki do zdjęcia

Po wstępnym dopasowaniu sylwetki do zdjęcia widać, że nie będziemy ich w stanie od razu porównać. Zniekształcenie geometryczne fotografii jest zbyt duże. Pomijam zniekształcenie perspektywiczne skrzydła (jego końcówka jest o wiele bliżej obiektywu). Kształtem płata nie będziemy przejmować. Ważny jest tylko jego profil na styku z kadłubem, w szczególności punkt na krawędzi spływu.

W rzucie z boku najważniejszy jest obrys kadłuba. Linia ta leży na jednej płaszczyźnie —symetrii kadłuba. Na analizowanym zdjęciu (Rysunek 9.2.2) uległa tzw. "zniekształceniu beczkowatemu". Rysunek 9.2.6 i Rysunek 9.2.7 pokazują, jak wygląda takie zniekształcenie na przykładzie fotografii regularnej, prostokątnej siatki.



Rysunek 9.2.6 Proste zniekształcenie beczkowate



Rysunek 9.2.7 Złożone zniekształcenie beczkowate

Gdyby soczewka obiektywu aparatu fotograficznego miała idealną ogniskową — uzyskalibyśmy zniekształcenie proste (Rysunek 9.2.6). Deformacja obrazu ma tu kształt hiperboli.

W realnym świecie nic nie jest jednak proste, a ogniskowe - idealne. Deformacja zdjęcia wykonanego obiektywem o złożonej ogniskowej może mieć skomplikowany kształt — przykład pokazuje Rysunek 9.2.7. W okolicy krawędzi tej fotografii krzywa deformacji obrazu ma końcówki wygięte do góry. (Dokładniejsze wyjaśnienie natury tej transformacji możesz znaleźć w dodatku 10.1, na str. 565).

Czy można jakoś zdeformować rzut z boku tak, by odpowiadał sylwetce na porównywanym zdjęciu? Ze względu na pracochłonność, bez zastosowania komputera jest to niewykonalne. A to oznacza, że wszelkie rysunki samolotów wykonywane metodą tradycyjną mogą zawierać różnorodne błędy kształtu. Autor takich rysunków na pewno dokładał wszelkich starań, aby zrobić je jak najdokładniej. Zazwyczaj jednak (prawie zawsze) podstawą do opracowania nowych planów modelarskich były:

- rysunki samolotu opracowane przez innych autorów;
- zdjęcia, które były porównywane z planami w dużej mierze "na oko". Deformacja perspektywiczna była kompensowana tylko w za pomocą bardzo zgrubnych poprawek.

Z kolei sam fakt opracowania rysunków na komputerze nie świadczy jeszcze o tym, że są bezbłędne. Jeżeli bazowały wyłącznie na wcześniejszych opracowaniach - mogą tylko powtarzać popełnione wcześniej pomyłki innych autorów.

Obecnie istnieją już wyspecjalizowane programy, odwzorowujące deformację perspektywiczną — jednym z nich jest np. Hungin (dostępny w ramach licencji Open Source). Ku mojemu zaskoczeniu, znalazłem jednak tę funkcjonalność także w Gimpie. (W każdym razie oceniam, że jest wystarczająca do naszych celów). Spróbujmy ją zastosować. W tym celu przygotuj odpowiednie zestawienie w Gimpie:

- wyeksportuj (*File* → *Export Bitmap*) z Inkscape zawartość warstwy z fotografią (por. Rysunek 9.2.5, str. 548) do pliku **P40C-ML-Left-Photo.png**;
- wyeksportuj z Inkscape zawartość warstwy **Drawing** (zawiera odp. pochylony rzut z lewej) do pliku **P40C-ML-Left-Drawing.png**;
- otwórz w GIMP utworzony przed chwilą plik **P40C-ML-Left-Photo.png**;
- dodaj do niego, jako dodatkową warstwę, plik **P40C-ML-Left-Drawing.png**;
- zapisz złożenie tych dwóch rysunków jako plik GIMP o nazwie **P40C-ML-Left.xcf**;
- zablokuj przed zmianami warstwę **Background** (zawierającą fotografię samolotu);
- ustaw jako aktualną warstwę **P40C-ML-Left-Drawing** (czyli rzut z boku), i zmniejsz jej nieprzejrzystość (*Opacity*) do 50-60%

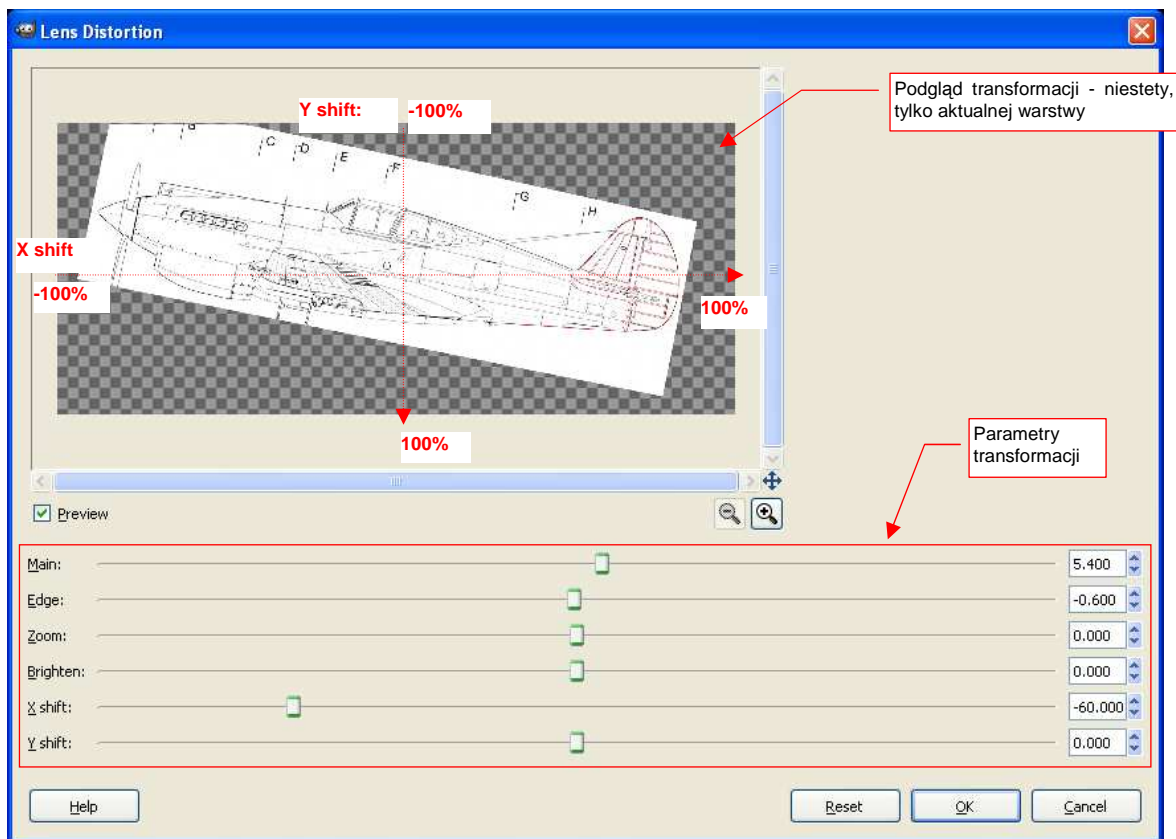
Rysunek 9.2.8 pokazuje efekt tych operacji - przeniesione do GIMP złożenie z Inkscape (por. Rysunek 9.2.5, str. 548):



Rysunek 9.2.8 Złożenie zdjęcia i rzutu z lewej — przeniesione z Inkscape do GIMP

Może, tak na marginesie, wyjaśnię dlaczego nie zacząłem od razu od Gimpa: w Inkscape jest wygodniej skalować i obracać obrazy. Do GIMP proponuję wczytać nie oryginalne zdjęcie, tylko obrazy wyeksportowane z Inkscape. W ten sposób zawartość obydwu warstw ma identyczne wymiary. Dzięki temu rzut z lewej znajdzie się w GIMP dokładnie w tym samym położeniu ponad zdjęciem, co w Inkscape.

Teraz wywołaj polecenie **Filters → Distorts → Lens Distortion**. Spowoduje to pojawienie się okna dialogowego, z parametrami zniekształcenia beczkowatego (Rysunek 9.2.9):



Rysunek 9.2.9 GIMP — okno dialogowe transformacji **Lens Distortion**.

Okno zawiera suwaki, odpowiadające następującym parametrom transformacji:

- **X shift, Y shift**: położenie na fotografii środka obiektywu. (Chodzi o punkt, na który skierowany był aparat w chwili wykonywania zdjęcia). Położenie jest określane w zakresie od -100% do +100%. Wartość 0% odpowiada środkowi obrazu (patrz Rysunek 9.2.9);
- **Main**: główny współczynnik zniekształcenia. Dodatni oznacza "skurczenie" obrazu wokół krawędzi. Ujemny — to oczywiście efekt odwrotny. Przy dopasowywaniu do zdjęć będziesz używać wartości dodatnich;
- **Edge**: dodatkowa deformacja w okolicy krawędzi. Podobnie jak **Main** może być dodatnia (dodatkowe "skurczenie" obrazu) lub ujemna.
- **Zoom**: powiększenie (zwykła zmiana skali, bez żadnej "magii") względem punktu określonego przez **X shift, Y shift**. Ten parametr warto użyć, gdy nie doceniłeś deformacji zdjęcia i np. nie możesz osiągnąć odpowiedniej wysokości kadłuba w obszarze wokół środka obiektywu

Ustalanie transformacji zacznij zawsze od ustalenia punktu, na który była wycelowana kamera (**X shift, Y shift**). W przypadku klasycznego zdjęcia samolotu stojącego na lotnisku, współrzędna **Y** środka obiektywu wypada zazwyczaj na poziomie horyzontu/wzrostu człowieka. Położenia współrzędnej **X** możesz się domyśleć, szukając obszaru, w którym nie widać żadnego odchylenia płaszczyzn poprzecznych. (Na przykład — końcówki łopat śmigła, albo golenie podwozia, zasłaniające się wzajemnie).

Po ustaleniu celu kamery staraj się osiągnąć deformację jak ze zdjęcia za pomocą zmiany głównej krzywizny: **Main**. Staraj się ją dobrać w ten sposób, by przynajmniej długość obydwu sylwetek stała się taka sama. Jednocześnie, jak najwięcej "kluczowych" punktów konstrukcji w okolicy "celu" kamery (jak nasada skrzydła, statecznika poziomego, ramki kabiny...) powinno się zgadzać.

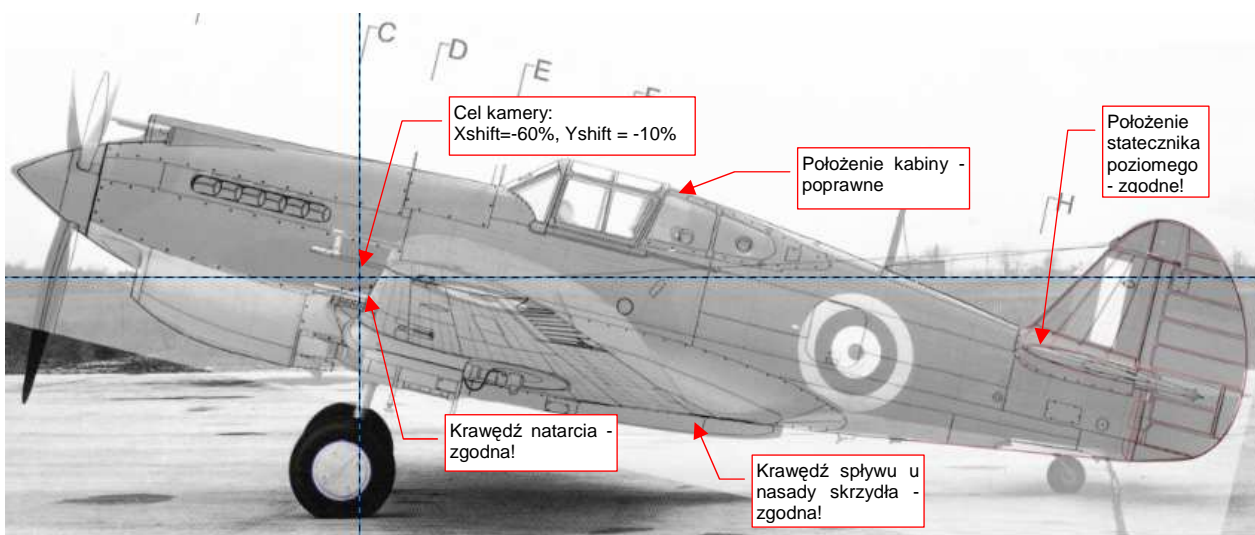
W oknie **Lens Distortion** jest dostępny podgląd efektu transformacji (Rysunek 9.2.9). Niestety, widać w nim tylko aktualną warstwę, więc nie wiemy, czy "trafiliśmy" w zdjęcie, czy nie. Pozostaje tylko taktyka "kolejnych przybliżeń":

- ustaw parametry transformacji (zazwyczaj zmieniasz tylko **Main**);
- naciśnij przycisk **OK**;
- obejrzyj rezultat;
- gdy nie jest odpowiedni:
- cofnij efekt transformacji (**Edit**→**Undo Lens Distortion**);
- wywołaj ponownie okno dialogowe **Lens Distortion** (**Filters**→**Re-Show "Lens Distortion"**). Na szczęście okno "pamięta" ostatnio użyte wartości parametrów;
- popraw parametry transformacji i spróbuj jeszcze raz.

Parametru **Edge** używaj dopiero wówczas, gdy w żaden sposób nie możesz odwzorować zdjęcia za pomocą samego parametru **Main**. Może to wyglądać tak:

- długość zdeformowanej sylwetki dokładnie zgadza się z długością na zdjęciu, podobnie jak część kluczowych wymiarów;
- mimo to kształt usterzenia pionowego nie jest zgodny ze zdjęciem.

Rysunek 9.2.10 pokazuje efekt transformacji dla **X shift = -40%**, **Y shift = -10%**, **Main = 5.8** (pozostałe parametry są pozostawione w pozycji neutralnej):

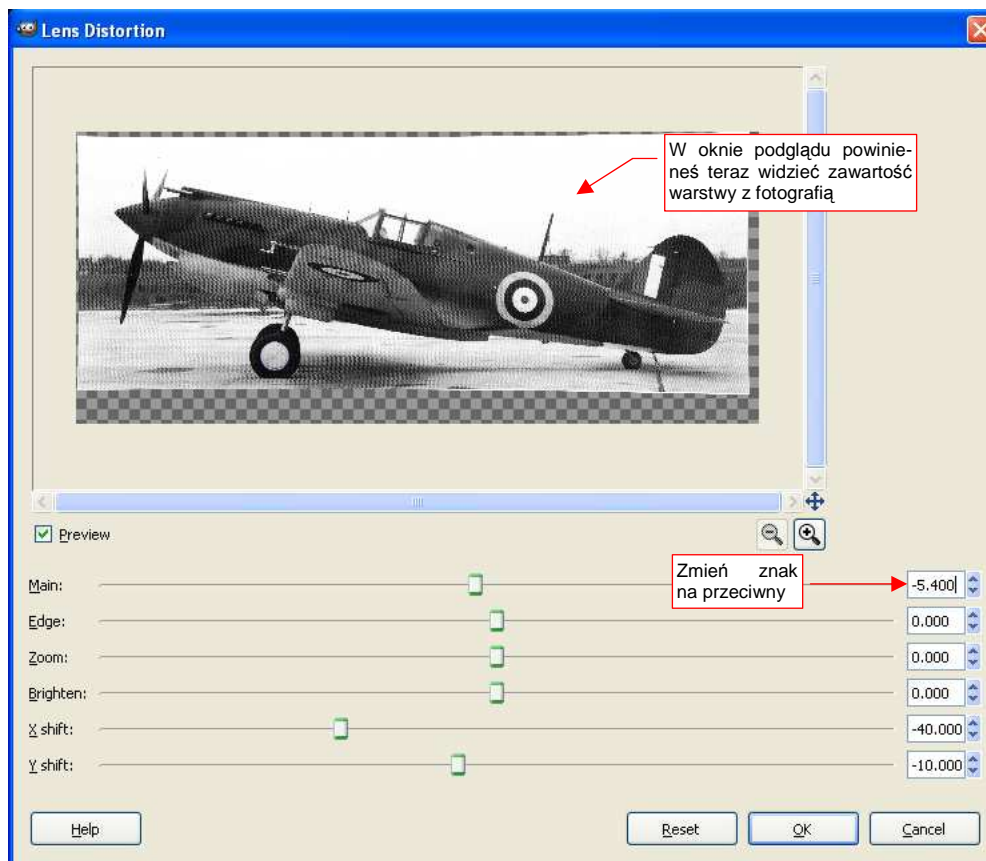


Rysunek 9.2.10 GIMP — Rzut z lewej, dopasowany do zdjęcia (transformacja **Lens Distortion**)

Oprócz linii zgodnych, dostrzeżemy szybko na złożeniu wiele niedokładności. Widać nieco zbyt wygięty grzbiet kadłuba za kabiną, zbyt głęboka chłodnicę pod silnikiem... Czy można w jakiś łatwy sposób przenieść te poprawki na niezdeformowany rzut z lewej?

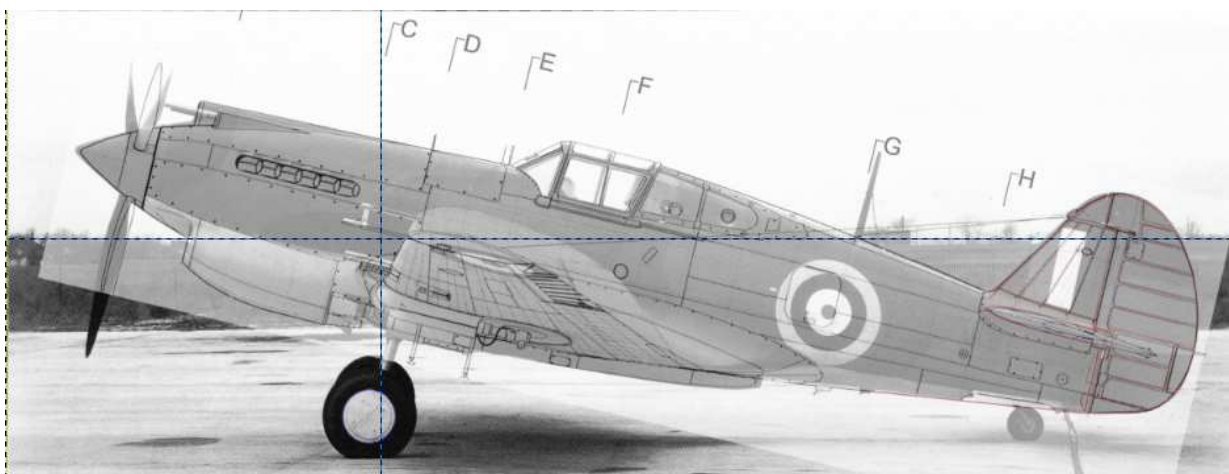
Oczywiście! Wystarczy, że poddamy odwrotnej deformacji nie plany modelarskie, a samo zdjęcie:

- wycofaj (**Edit→Undo Lens Distortion**) ostatnią transformację;
- zmień aktywną warstwę na **Background** (to ta, zawierająca fotografię);
- wywołaj ponownie okno dialogowe **Lens Distortion** (**Filters→Re-Show "Lens Distortion"**) i zmień znaki parametrów **Main** i **Edge** (Rysunek 9.2.11):



Rysunek 9.2.11 Parametry odwrotnej transformacji — z fotografii do rzutu prostopadłego

Rysunek 9.2.12 pokazuje efekt odwrotnej transformacji - zdjęcie dopasowane do rzutu z lewej! (**Main = -5.4**, pozostałe parametry transformacji — bez zmian.)

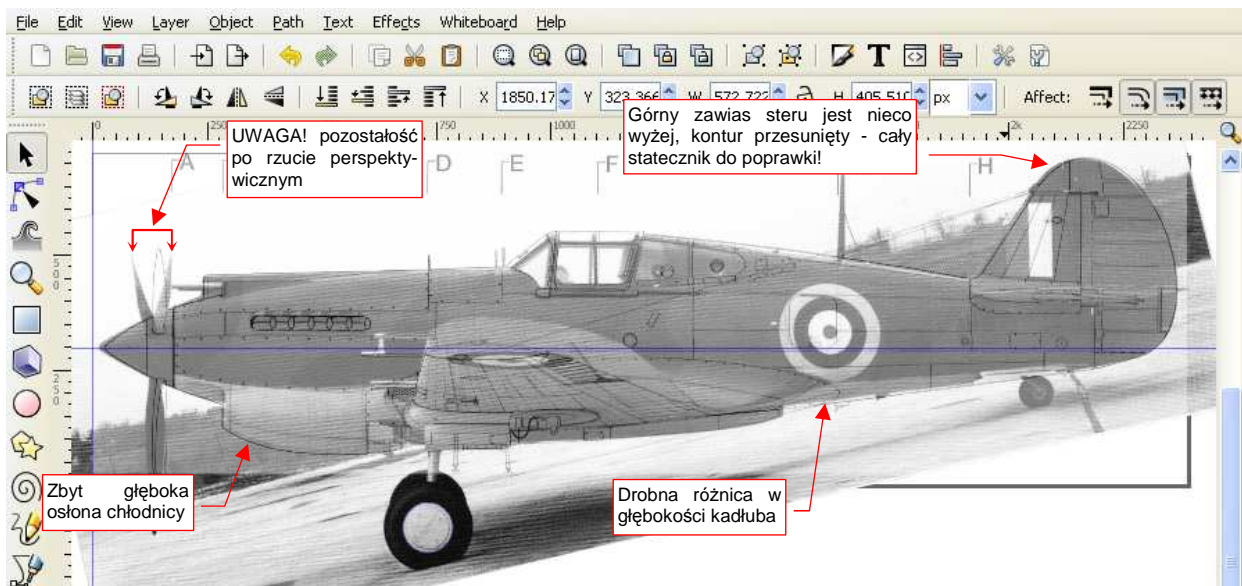


Rysunek 9.2.12 Fotografia, "rozciągnięta" za pomocą **Lens Distortion** do rzutu prostopadłego

Teraz wystarczy przenieść zawartość warstwy **Background** do Inkscape. W ten sposób będziemy mogli porównać rysunek z prawdziwym samolotem!

Aby to zrobić:

- (w GIMP:) wyłącz widoczność warstwy **P40C-ML-Left-Drawing** (to ta z rzutem z lewej). Na ekranie powinna pozostać tylko zdeformowana fotografia;
- zapisz widoczną warstwę (*File* → *Save As*) do pliku o nazwie **P40C-Left-Photo.tif**;
- otwórz (w Inkscape) plik **P40C-ML-Left.svg** (stworzyliśmy go w poprzedniej sekcji — zobacz str. 546);
- wyłącz w pliku **P40C-ML-Left.svg** (Inkscape) widoczność wszystkich warstw, oprócz warstwy **Image**;
- dodaj nową warstwę: **Photo**. Umieść ją pod warstwą **Image**;
- wczytaj na warstwę **Photo** (*File* → *Import...*) plik **P40C-Left-Photo.tif**. (To ten utworzony przed chwilą w Gimpie);
- przesuń i obróć wczytany obraz, tak, by pasował do rzutu z lewej (Rysunek 9.2.13):



Rysunek 9.2.13 Inkscape — złożenie rzutu z lewej z "wyprostowanym" zdjęciem

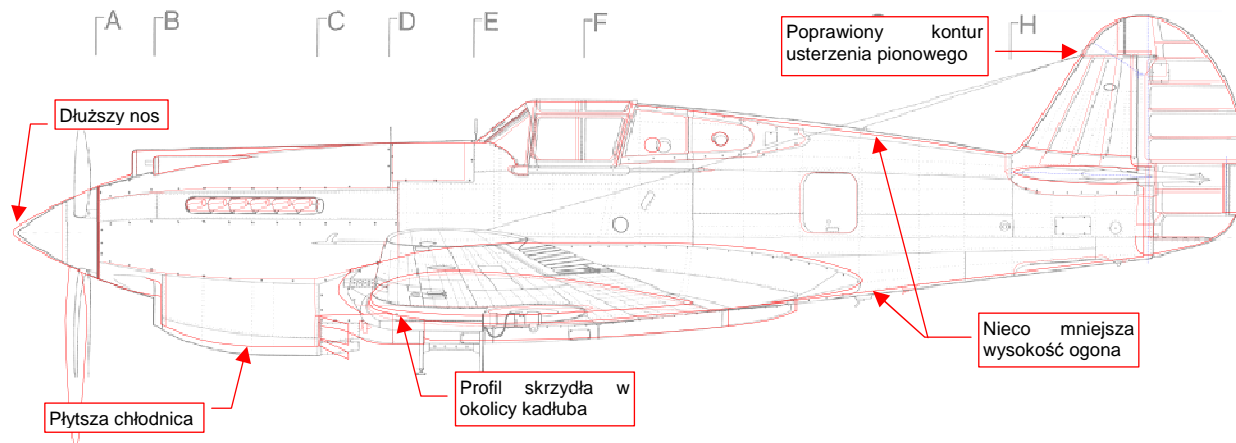
Teraz pozostaje tylko obrysować różnice kształtu na warstwie **Correction**, tak jak to robiliśmy w poprzedniej sekcji (por. str. 545). Na przykład — ze zdjęcia wynika, że górny zawias steru kierunku jest nieco wyżej. Czy pamiętasz, że właśnie do tych zawiasów przykładaliśmy rysunki fabryczne (por. Rysunek 9.1.6, str. 543)? Założyliśmy wówczas, że są we właściwym miejscu. Teraz będzie trzeba przesunąć trochę cały obrys.

- Jeżeli nie porównasz rysunków fabrycznych z odpowiednim zdjęciem, możesz je zastosować w sposób niepoprawny, i nie uzyskać prawdziwego kształtu samolotu

Podczas porównywania planów z fotografią pamiętaj także o tym, że nie wszystkie efekty zniekształcenia perspektywicznego zniknęły z rysunku. Przyjrzyj się końcówkom łopat śmigła (Rysunek 9.2.13): nadal są wygięte względem obserwatora. Ten efekt powoduje, że np. luk akumulatora na planach powinien znajdować się nieco bardziej z przodu, niż na zdjęciu. Jedynie elementy leżące dokładnie w osi symetrii kadłuba nie będą miały takiego przesunięcia. Możesz je oszacować, mierząc np. odchylenie krawędzi pokrywy kółka ogonowego. Potem proporcjonalnie zmniejszaj tę odległość, jeśli element jest bliżej centrum deformacji. (No cóż, jak widać, nawet tu odwzorowujemy coś "na oko". Zapewniam jednak, że ogólna niedokładność tego porównania jest o niebo lepsza niż to, z czego mogliśmy korzystać przed "erą komputerów".¹)

¹ Wiele bym dał, aby mieć do dyspozycji takie narzędzia, gdy w 1988 opracowywałem rysunki McDonell Douglas F4E! (Opublikowane później w małej monografii tego samolotu, w styczniu 1990.)

Rysunek 9.2.14 pokazuje rezultat — korekty naniesione na rzut z lewej. Rysowałem je w kolorze czerwonym. Dodatkowo na rzut naniosłem wzory profilu płata - w osi symetrii i u nasady skrzydła. (Zgodnie z dokumentacją, był to NACA 2215. Jeżeli chcesz dowiedzieć się, w jaki sposób na podstawie symbolu profilu narysować jego obrys — patrz "Kształt profili lotniczych (metody odwzorowania)" na str.590.) Kształt przekroju skrzydła bardzo się przydaje w weryfikacji dolnej krawędzi kadłuba dolnopłata. Większość autorów rysuje ten fragment dość nieuważnie, podobnie jak rzut z boku skrzydła. (Na przykład - na rysunkach Jacka Jackiewicza i Mariusza Łukasika złożone koła podwozia głównego są w rzucie z boku za szerokie. Wygląda to tak, jak gdyby dotykały kadłuba.)



Rysunek 9.2.14 Korekty rzutu z boku, naniesione po porównaniu ze zdjęciem

Ogólnie rzecz biorąc, nasza sylwetka wyszła z porównania ze zdjęciem "obronną ręką". Poważnych różnic nie ma. Z większych:

1. Chłodnica cieczy okazała się na fotografii płytsza, niż na rysunku.
2. Tylna krawędź kadłuba leży bardziej z przodu, niż na planach.
3. Oś obrotu steru pozostała w tym samym miejscu, więc obecnie jest poza kadłubem.
4. Kołpak śmigła okazał się dłuższy, niż na planach (patrz Rysunek 9.1.8 — weryfikowałem to także z innymi zdjęciami).

Ta ostatnia poprawka wydłużyła całą sylwetkę o ok. 0,3%. Jednocześnie niemal niezauważalnie przesunęła się do przodu tylna krawędź steru kierunku. W sumie sylwetka wydłużyła się o 0,25%, co oznacza różnicę w skali rzeczywistej o ok. 2,5 cm. Może jestem chorobliwie dokładny, ale jest to zbyt drobna różnica, by powtórnie korygować cięciwę płata. (W skali rzeczywistej, w najszerszym miejscu, różnica wynosiłaby ok. 8 mm. To zupełnie niezauważalne. Mimo to, jak pokażę w następnej sekcji, dopasowałem płat do tego rozmiaru.)

Na koniec powiększyłem wysokość tego obrazu z 720 do 1024 jednostek, tak, by obejmował cały obrys dolnej łopaty śmigła. (Nie po to się męczyłem się nad jej obrysem, by teraz go obcinać.) Uzyskany rysunek zapisz, na wszelki wypadek, jako dokument Inkscape (**P40C-ML-Left.svg**). Stwórz także jego kopię rastrową (**File→Export Bitmap**). Nadaj jej nazwę **P40C-ML-Left.png**.

Dzięki porównaniu ze zdjęciami uzyskaliśmy poprawiony rzut z boku. Oszczędzamy sobie w ten sposób późniejszego odkrywania tych wszystkich różnic. (Modelowanie w 3D bezbłędnie wyłapuje wszelkie niekonsekwencje rysunku) Każda z nich objawia się tym, że nagle coś do czegoś nie pasuje. Takie błędy znajdowałibyśmy w trakcie budowy modelu, jeden po drugim. Zapewniam, że wtedy ich poprawianie wymaga większego wysiłku. Oznaczałoby konieczność ciągłego poprawiania ukończonych już elementów, a to hamowałoby cały postęp prac.

Podsumowanie

- Za pomocą narzędzia GIMP — *Lens Distortion* — możesz "rozwinąć" zdjęcie, dopasowując je do rzutu z boku (str. 548 - 553). Otwiera to nowe możliwości weryfikacji planów modelarskich.
- Zdjęcie, którego użyjesz do porównania z rzutem z boku, powinno mieć jak największą rozdzielczość. Samolot na nim powinien być na nim jak najmniej zniekształcony (str. 548 - 549).
- Staraj się zawsze sprawdzić, czy zdjęcie nie jest zdeformowane (zanadto wyciągnięte w pionie lub poziomie). W tym celu wybierz na fotografii kształt, o którym wiesz, że powinien być dokładnym kołem. Porównaj go z okręgiem, narysowanym w Inkscape (str. 547).
- Uzyskane w GIMP "rozwinęte" zdjęcie można przenieść do Inkscape, aby znaleźć i poprawić różnice na planach (str. 554 - 555).

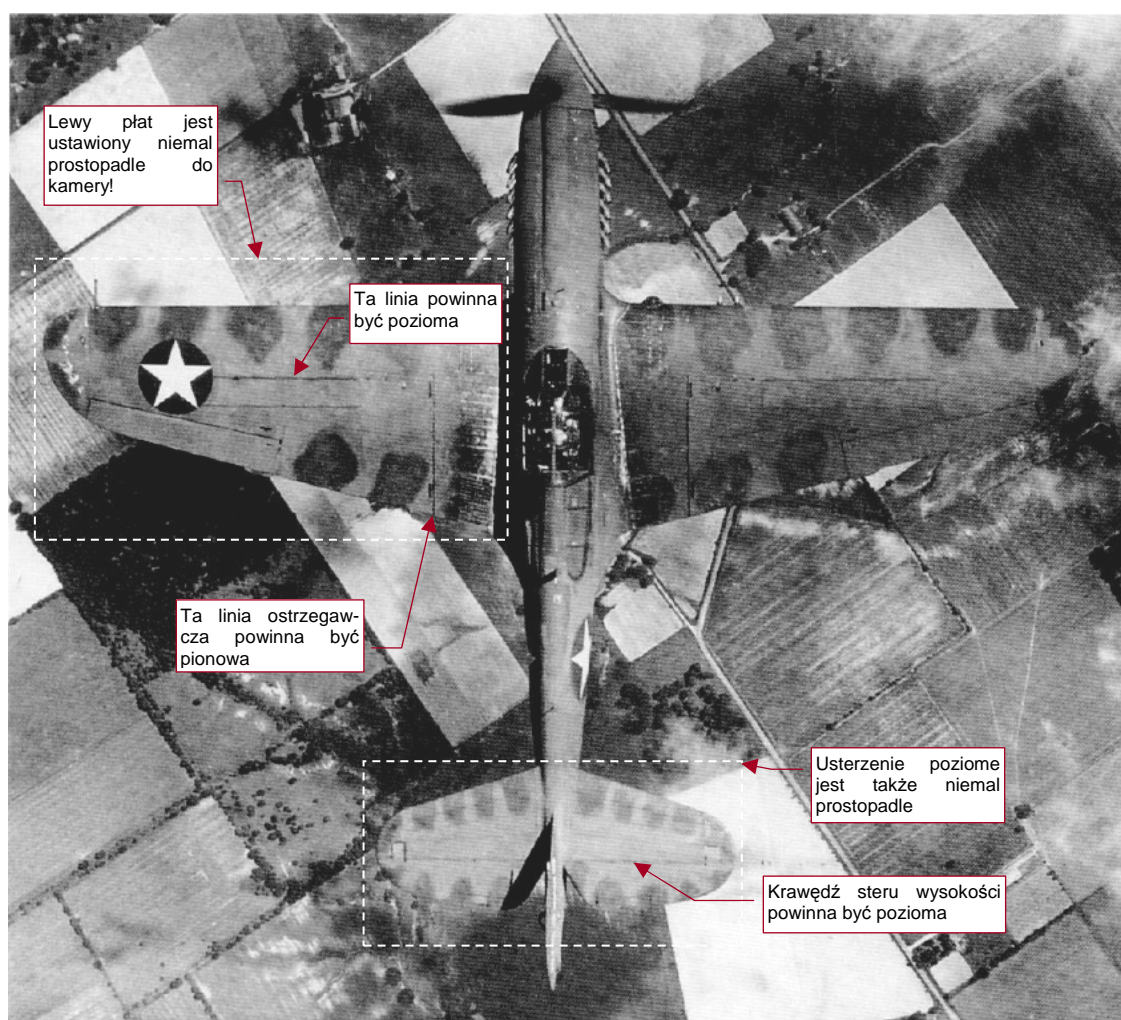
9.3 Rzut z góry: porównanie ze zdjęciami i rysunkami fabrycznymi

Sprawdziłiśmy już tak dokładnie, jak się tylko dało, rzut z boku P-40. Pozostał nam jeszcze do sprawdzenia rzut z góry. Z nieocenionego <http://www.p40warhawk.com> można pobrać rysunki fabryczne dwóch elementów:

- kompletnego płata ([Source\Curtiss\Wing-overall.gif](#) z pliku [source.zip](#));
- steru wysokości ([Source\Curtiss\Tail-elevator.gif](#) z pliku [source.zip](#));

Jeżeli chodzi o zdjęcia, to niestety, metoda jaką zastosowaliśmy do "wyprostowania" rzutu z lewej (patrz str. 547), tu nie zdaje egzaminu. Problem polega na tym, że rzut z góry nie ma jednej płaszczyzny, nad którą można by się było skoncentrować. Jest tu kilka ważnych powierzchni: płata, usterzenia poziomego, kadłuba. Niestety, każda z nich jest w innej odległości od obserwatora. W dodatku płaty mają wznios, co jeszcze bardziej komplikuje sprawę. Zresztą zdjęć z góry samolotu jest o wiele mniej niż zdjęć z boku. Wynika to z prostego faktu, że z góry trzeba było zazwyczaj wykonać w powietrzu. Na taki "strzał" fotograf ma o wiele mniej okazji — aby go zrobić, musi się znaleźć w innym samolocie.

Szukając w ogóle jakichkolwiek zdjęć z góry, natknąłem się na następujące (Rysunek 9.3.1):



Rysunek 9.3.1 P40N — zdjęcie z góry (USAF)

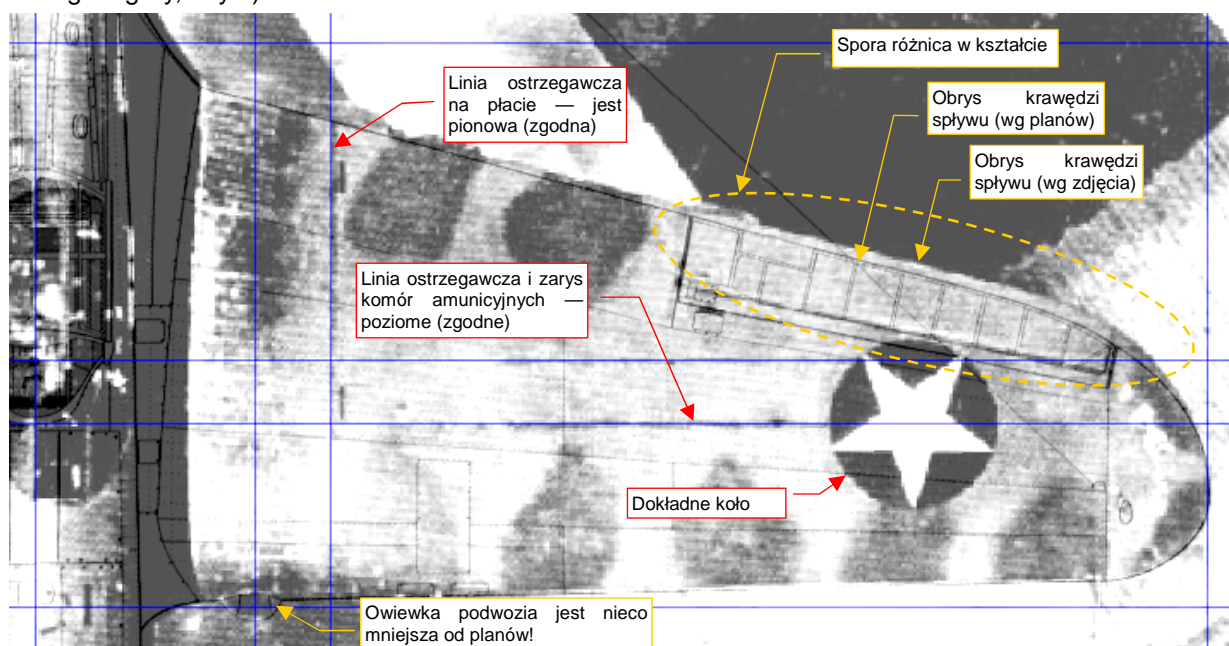
To nic, że fotografia przedstawia późną wersję P-40. Wszystkie — od pierwszych do ostatniej serii — miały takie same kształty skrzydeł i usterzenia poziomego.

Rysunek 9.3.1 zawiera unikalne ujęcie. Ten P-40N jest przechylony na lewo — o 7-8°. Dzięki temu lewy płat jest ustawiony niemal prostopadle do obserwatora. Jednocześnie zniekształcenie perspektywiczne jest niewielkie. Koło, w które wpisana jest gwiazda na lewym płacie nie ma żadnych widocznych zniekształceń. Także maszt anteny na ogonie samolotu jest tylko odrobinę odchyłony od pionu. Kamera była skierowana na okolicę kabiny pilota. Całej fotografii "rozwinąć" z perspektywy, tak jak to zrobiliśmy z rzutem z lewej, nie jesteśmy w stanie. Ale pojedyncze obszary - to co innego! Użyjemy tego zdjęcia do weryfikacji dwóch elementów. Rysunek 9.3.1 pokazuje je, obrysowane liniami przerywanymi:

- obrys płata¹;
- obrys usterzenia poziomego.

Ewentualne różnice naniesiemy jako poprawki na plany samolotu (tak samo, jak to zrobiliśmy z rzutem z lewej).

Zacznijmy od porównania płata z fotografii i płata z planów. Otwórz w Inkscape plik **P40C-ML-Top.tif**. Utwórz nową warstwę (pod spodem) i wczytaj na nią to zdjęcie (*SourcePhotoP40N- Top-Photo.png* z pliku *source.zip*). Dopasuj jak najdokładniej do planów lewe skrzydło samolotu z fotografii. W pierwszym kroku dopasuj jego rozmiary (szerokość i wysokość). Następnie ustaw fotografię tak, by linia ostrzegawcza była pionowa. Jednocześnie osłony zasobnika z amunicją powinny być poziome (Rysunek 9.3.2). Osiągnięcie tego efektu wymaga drobnego obrotu i minimalnego przekoszenia fotografii. (Przekoszenie niweluje drobny efekt wzniosu płata, widzianego z góry, z tyłu):



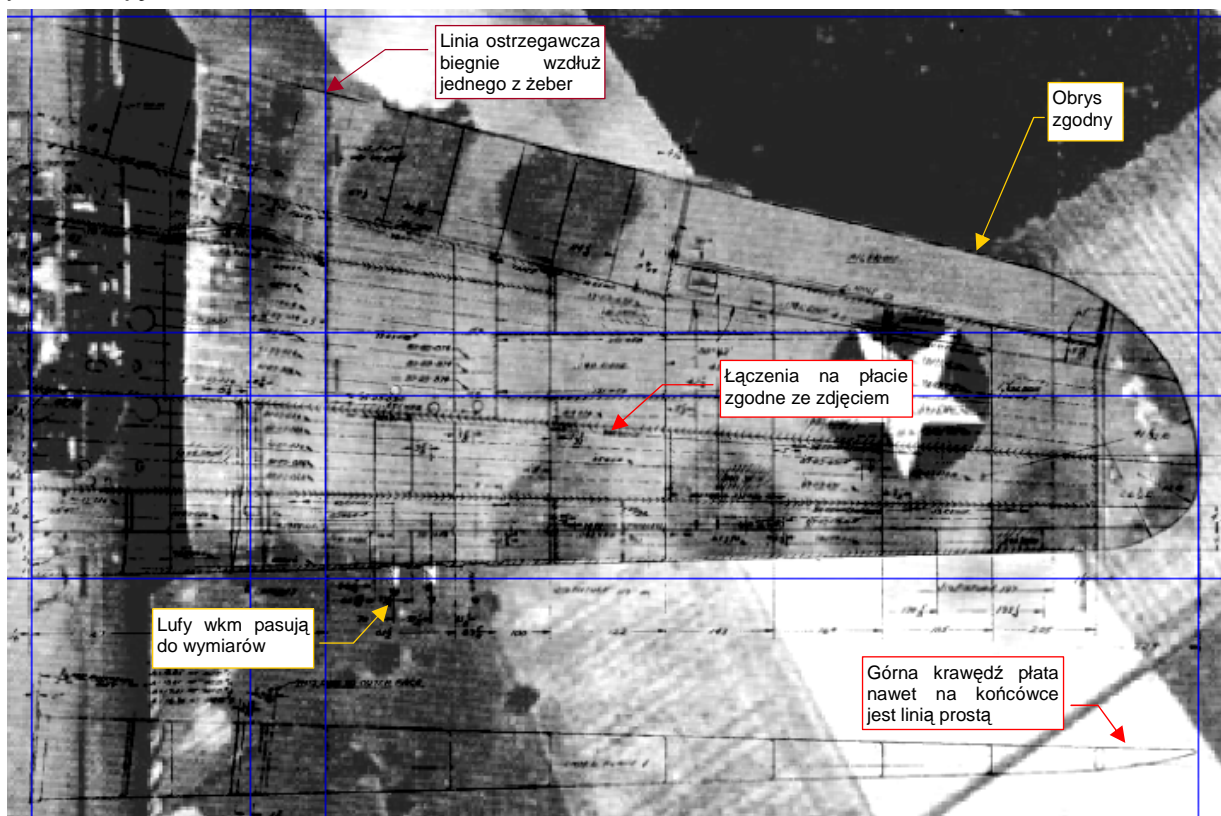
Rysunek 9.3.2 Kształt płata — porównanie fotografii z planami M. Łukasika (i J. Jackiewicza)

Efekt jest zaskakujący: krawędź spływu i kocówka płata są na planach źle narysowane! Pociągnęło to za sobą także błędne położenie osi lotki — jest za bardzo przesunięta do przodu.

- Na planach modelarskich samolotu, powierzchnie poziome — płat, usterzenie — zawierają częściej błędy, niż lepiej udokumentowane fotografiami powierzchnie pionowe

¹ Rysunek fabryczny to "położony" płat. W związku ze wzniosem płata o 6°, zmniejszyłem proporcjonalnie rozpiętość w rzucie z góry do $\cos(6^\circ) = 99.5\%$ oryginalnego rozmiaru.

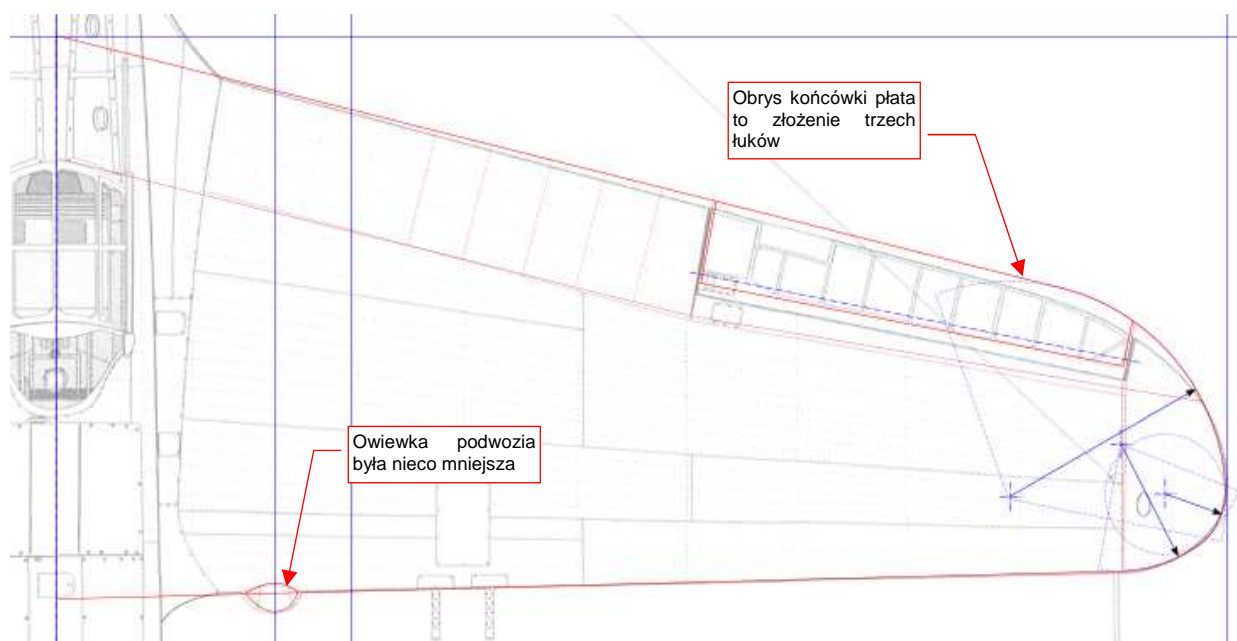
Upewnijmy się, czy możemy zastosować posiadany fragment dokumentacji fabrycznej. Wczytaj na kolejną warstwę plik *Source\CurtissWing-overall.gif* z pliku *source.zip*. Rysunek 9.3.3 pokazuje złożenie tego rysunku skrzydła ze zdjęciem:



Rysunek 9.3.3 Porównanie fotografii z fabrycznymi rysunkami płata

Jak można było przypuszczać, tym razem różnic nie ma. Być może autorzy planów (Jacek Jackiewicz, a potem Mariusz Łukasik) nie mieli okazji skorzystać w odpowiednim czasie z tego rysunku.

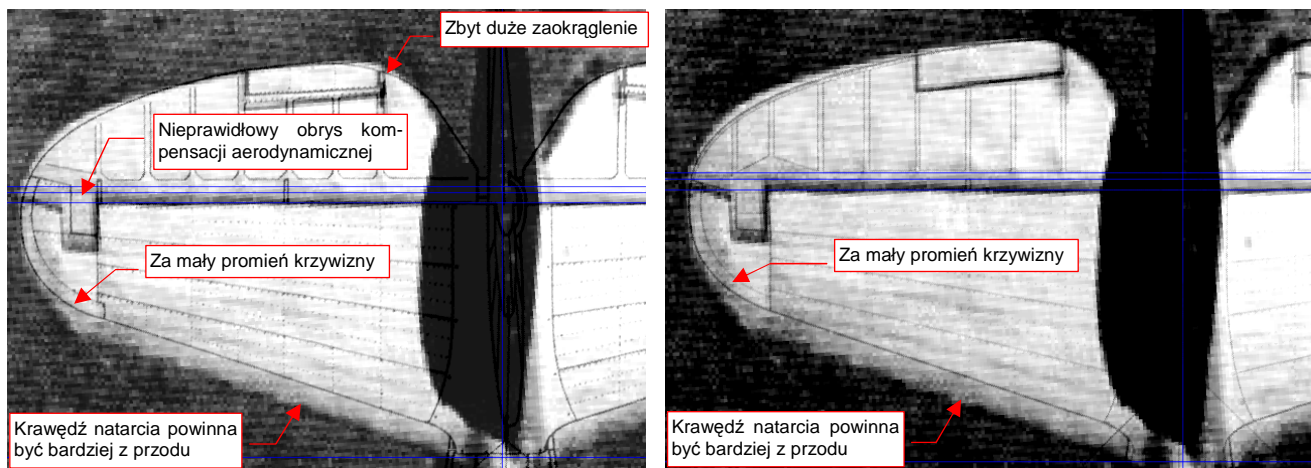
Rysunek 9.3.4 przedstawia rzut z góry z naniesionymi poprawkami. O dziwo, poza tylnym dźwigarem, wszystkie łączenia blach i linie nitów na planach pasują do rysunków fabrycznych!



Rysunek 9.3.4 Rzut z góry — poprawiony obrys płata

W podobny sposób zweryfikujmy obrys usterzenia poziomego. W tym szczególnie rysunki Jacka Jackiewicza i Mariusza Łukasika różnią się od siebie.

Na rysunku Jacka Jackiewicza ster wysokości ma bardziej zaokrągloną krawędź spływu. Jego kompensacja aerodynamiczna znajduje się także w innym miejscu, niż na zdjęciu — i nie jest to mała różnica (Rysunek 9.3.5). Ster na tym rysunku zawiera tyle różnic, że nie ma co się nim posługiwać¹.



Rysunek 9.3.5 Obrys usterzenia P-40 wg planów J. Jackiewicza **Rysunek 9.3.6** Obrys usterzenia P-40 wg planów M. Łukasika

Mariusz Łukasik zauważył tę różnicę, i starał się ją poprawić. Jego obrys usterzenia jest bardziej zbliżony do fotografii (Rysunek 9.3.6). Krawędź steru znajduje się w poprawnym miejscu, a wyważenie masowe ma rozmiar zbliżony do rzeczywistego. Wygląda jedynie, że w tym przypadku autor nie zauważył niewłaściwych proporcji statecznika — jego krawędź natarcia jest nadal przesunięta do tyłu. To w efekcie spowodowało (przy próbie dopasowania steru do statecznika) zmniejszenie promienia obrysu końcówek usterzenia. (Ster musiał pasować do statecznika). Wygląda na to, że Mariusz Łukasik starał się zachować kształt krawędzi natarcia jak na rysunkach Jacka Jackiewicza. Czyli — jest lepiej, ale też nie za dobrze.

Co z tym fantem robić? Spróbujmy złożyć całą posiadaną dokumentację fabryczną, która dotyczy tego fragmentu (Rysunek 9.3.7).

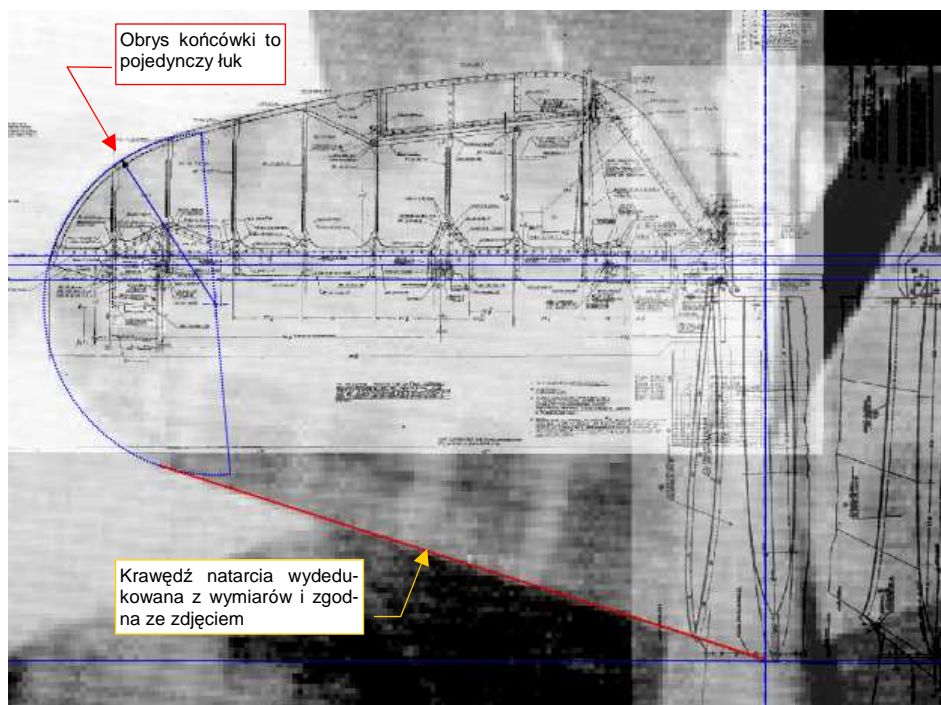
Na zdjęcie usterzenia nałóż rysunki fabryczne:

- steru wysokości ([Source\Curtiss\Tail-elevator.gif](#) z pliku [source.zip](#));
- oprofilowania usterzenia ([Source\Curtiss\Tail-fairing.gif](#) z pliku [source.zip](#));

Na pierwszym z nich jest oznaczony środek okręgu - obrysu końcówki usterzenia. Przedłużam go sponad steru na statecznik, gdyż taki kształt jest zgodny ze zdjęciem.

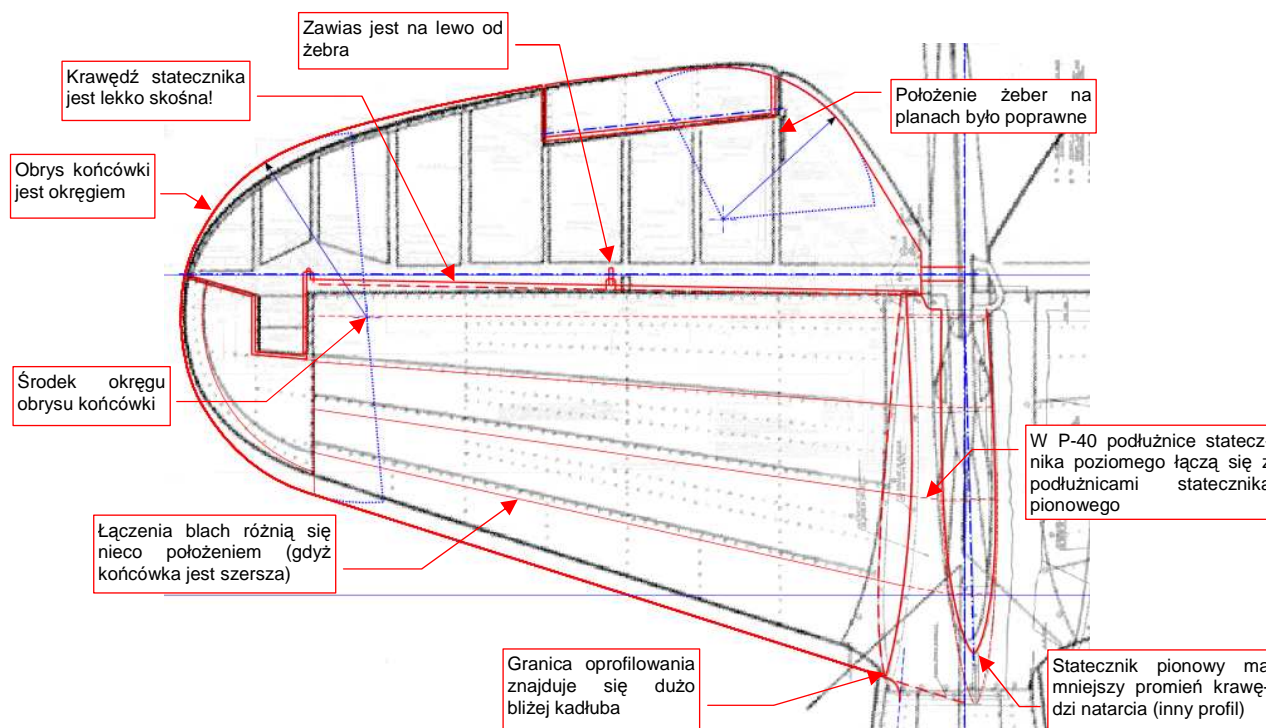
¹ Muszę przyznać, że zaciekawiony tym błędem na skądinąd dokładnych planach, spróbowałem dociec ich przyczyny. W tym samym czasie, co rysunki P-40, Jacek Jackiewicz opublikował także rysunki do innej monografii AJ Press: P-36. Samolot ten, znany także pod nazwą Curtiss "Hawk" 75, był przodkiem P-40. P-40 "odziedziczył" po nim prawie wszystko, poza przodem kadłuba. I właśnie tu może tkwić pułapka: usterzenia poziome P-36 i P-40 różnią się od siebie! Na rysunkach Jacka Jackiewicza są identyczne. W rzeczywistości, wyglądały podobnie, ale w P-36 ster wysokości miał wzdłuż całej krawędzi dodatkowe wyważenie aerodynamiczne. Oznacza to, że statecznik kończył się niemal dokładnie wzdłuż swego tylnego dźwigara statecznika. W P-40 ta krawędź była o kilka centymetrów przesunięta do tyłu. Rysunek Jacka Jackiewicza wydaje się być "złożeniem" tych dwóch podobnych, ale nie identycznych, usterzeń. Stąd błędna krawędź podziału statecznika i steru. Trudno jednak dociec, skąd się wziął niepoprawny obrys całego usterzenia. Być może był taki na rysunkach, na podstawie których Jacek Jackiewicz opracowywał swoje plany.

Następnie narysuj prostą linię krawędzi natarcia. Linia ta jest styczną do okręgu końcówki, a z drugiej strony — przechodzi przez punkt wskazany na rysunku oprofilowania usterzenia. Tak "wydedukowany" obrys jest zgodny ze zdjęciem, a więc — poprawny.



Rysunek 9.3.7 Obrys usterzenia P-40 — złożenie dostępnej dokumentacji fabrycznej

Rysunek 9.3.8 przedstawia korekty naniesione na plan usterzenia poziomego (statecznika i steru).

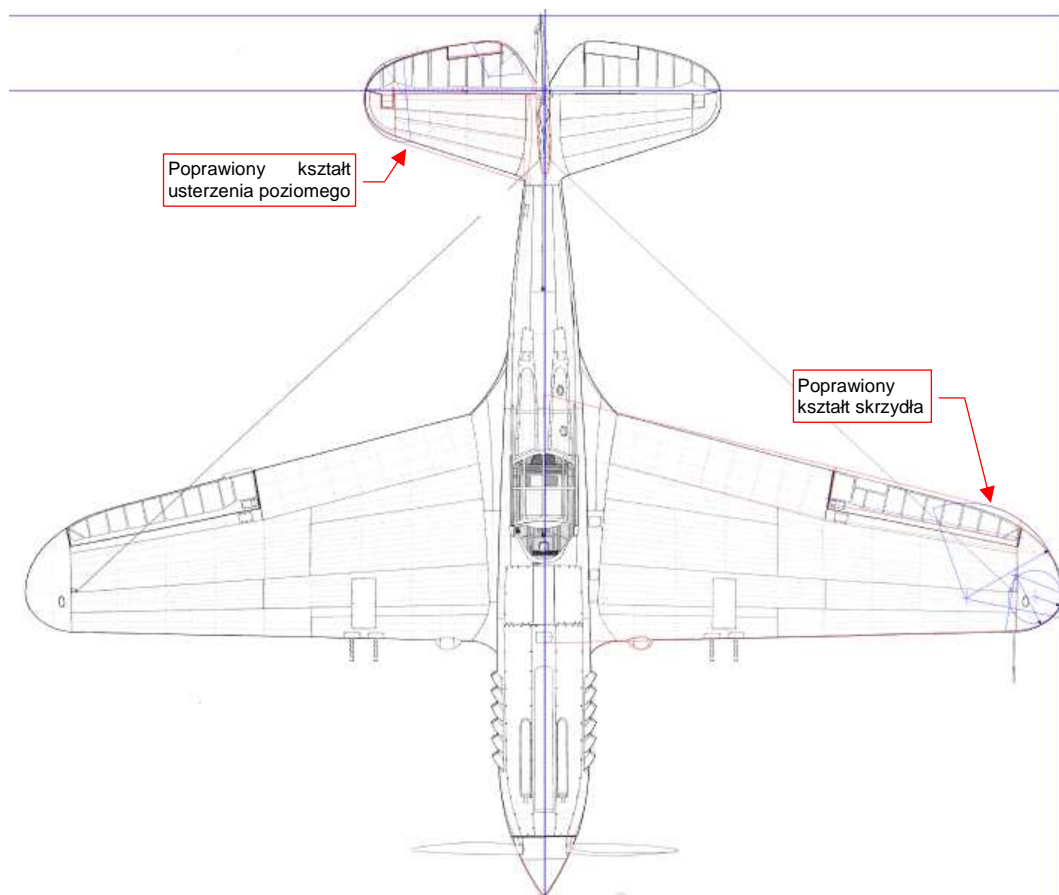


Rysunek 9.3.8 Korekty kształtu usterzenia poziomego

Łączenia blach poszycia statecznika poziomego biegną wzdłuż wzmocnionych podłużnic. Podobne podłużnice biegną przez statecznik pionowy. Obydwa stateczniki były, w miejscu styku tych podłużnic, skręcone śrubami. (Usterzenie pionowe "stało" na niedzielonym stateczniku poziomym, który z kolei był przykręcony do kadłuba). Na rysunkach fabrycznych statecznika pionowego zaznaczone są punkty połączeń z usterzeniem poziomym. Pozwala to wyznaczyć położenie podłużnic statecznika poziomego, u jego nasady. (Rysunek 9.3.8 zaznacza je

liniami przerywanymi.) Jak widać, różnią się tylko nieznacznie od położenia wg planów. Położenie tych podłużnic i szwów blachy przy końcówce statecznika wypada inaczej, gdyż skorygowana końcówka jest dużo szersza. Położenie żeber na sterze na rysunkach M. Łukasika jest zgodne z dokumentacją fabryczną.

Rysunek 9.3.9 przedstawia ostateczną postać rzutu z góry, zawierającą poprawiony obrys usterzenia poziomego i skrzydła.



Rysunek 9.3.9 Rzut z góry z naniesionymi poprawkami

Wyeksportuj ten rysunek Inkscape do pliku obrazu o nazwie **P40C-ML-Top.png** (*File*→*Export Bitmap*). Aby zaoszczędzić czas, nie kopiuję tych poprawek na drugą, symetryczną stronę samolotu, ani nie przenoszę ich na inne rzuty. Wystarczy, aby pamiętać, że płat lub usterzenie należy wykonywać z rzutu z góry, wg czerwonych, a nie czarnych (oryginalnych), linii.

Jak widzisz — każdy popełnia błędy, nawet twórcy planów modelarskich. Opierając się jednak na jak najlepszych planach, możemy zidentyfikować i poprawić większość pomyłek, które się na nich znalazły. Jest to możliwe za pomocą odpowiedniego oprogramowania, które umożliwi porównanie wielu obrazów naraz. W poprzednich dekadach taka możliwość jeszcze nie istniała.¹

¹ Widziałem w wielu recenzjach modeli plastikowych następującą weryfikację: autor przykładał kadłub czy skrzydło do planów. Gdy coś się nie zgadzało — ogłaszał, że model jest niepoprawny wymiarowo, i sugerował, jak to skorygować. Z perspektywy naszych doświadczeń planami P-40 (które są naprawdę niezłe) takie postępowanie wygląda na dość naiwne. Autorzy recenzji modelarskich zakładali, że plany są nieomyłne!

Podsumowanie

- Zdjęcia samolotu z góry nie poddają się tak łatwo rozwinięciu, jak rzut z boku. Zrezygnowałem z tej operacji, bo możliwość błędu w rezultacie takiej pracy byłaby zbyt duża.
- Liczba dostępnych, w przybliżeniu prostopadłych, zdjęć samolotu z góry (lub z dołu) jest o wiele mniejsza od zdjęć "horyzontalnych". Dzieje się tak dlatego, że takie fotografie muszą być robione wyłącznie z powietrza.
- Plany modelarskie mogą zawierać więcej błędów kształtu płata i usterzenia poziomego, niż kadłuba i usterzenia pionowego. Wynika to z mniejszej liczby dostępnych fotografii.
- Rysunki fabryczne skrzydła, stateczników i sterów są w tej sytuacji właściwie jedyną metodą weryfikacji. (Chyba, że uda Ci się trafić na jakieś zdjęcie, wykonane z dużej odległości pod kątem niemal 90°).

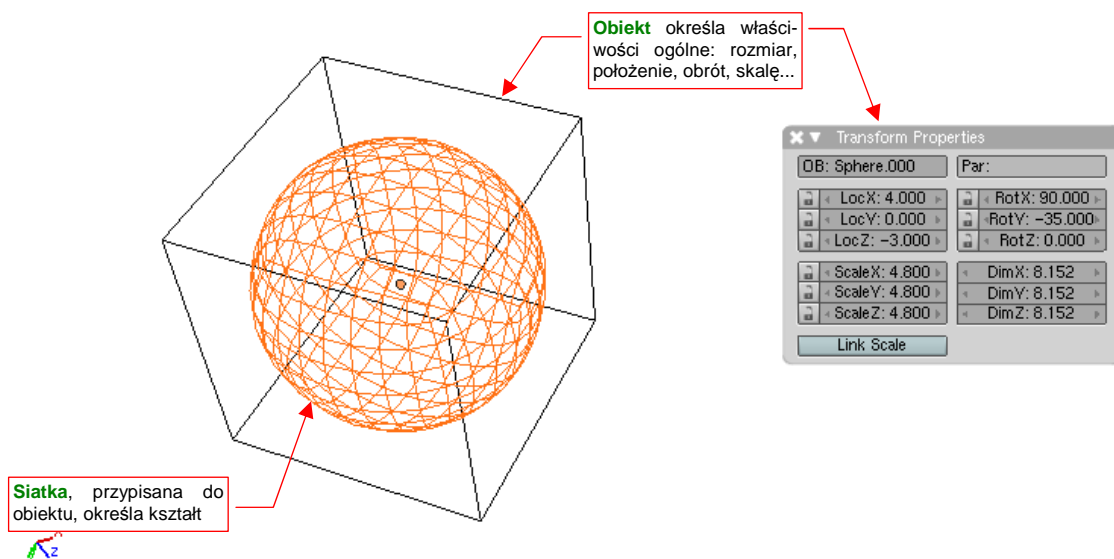
Rozdział 10. Dodatkowe wyjaśnienia

W tym rozdziale umieściłem informacje "dla dociekliwych". Znajdują się tu szczegółowe wyjaśnienia wybranych zagadnień, nad którymi nie chciałem się rozwodzić w części głównej. (Aby nie zbaczać z tematu).

10.1 Struktura modelu w Blenderze

Zapewne wiele razy, podczas pracy z Blenderem, mignęło Ci przed oczami tajemnicze słowo "*datablock*" ("blok danych"). Pojawia się w różnych miejscach i znaczeniach. Gdy zrozumiesz, czym w istocie jest dla Blendera "blok danych", zrozumiesz także zasady, rządzące elementami modelu w tym programie. Pozwoli Ci to poprawnie przewidywać zachowanie Blendera, i bardzo ułatwi pracę¹.

Każdy model, który stworzyłeś w Blenderze, złożony jest z obiektów (*Object*). Obiekt możesz traktować jak doskonale przejrzyste "pudełko": ma określony rozmiar, środek (punkt odniesienia), położenie, obrót, skalę. Obiekt "sam z siebie" nie ma żadnego kształtu. Kształt określa siatka (*Mesh*). Siatka właśnie jest pewnym rodzajem "bloku danych" (*datablock*). Zawiera złożone informacje o wierzchołkach, krawędziach, ścianach powłoki, która ma być rysowana na ekranie. Zazwyczaj każdy obiekt ma przypisaną "własną" siatkę² (Rysunek 10.1.1):



Rysunek 10.1.1 Obiekt i jego siatka

Czasami ten sam blok danych — siatka — może być użyta przez kilka różnych obiektów. Przykładem takiej sytuacji jest śmigło modelu P-40 (Rysunek 10.1.2).

Śmigło składa się z trzech identycznych łopat. Rysunek 10.1.2 przy każdym z tych obiektów pokazuje odpowiedni fragment panelu *Link and Materials* (z zestawu *Editing*). Dwie nazwy, które są na nim widoczne, to odpowiednio:

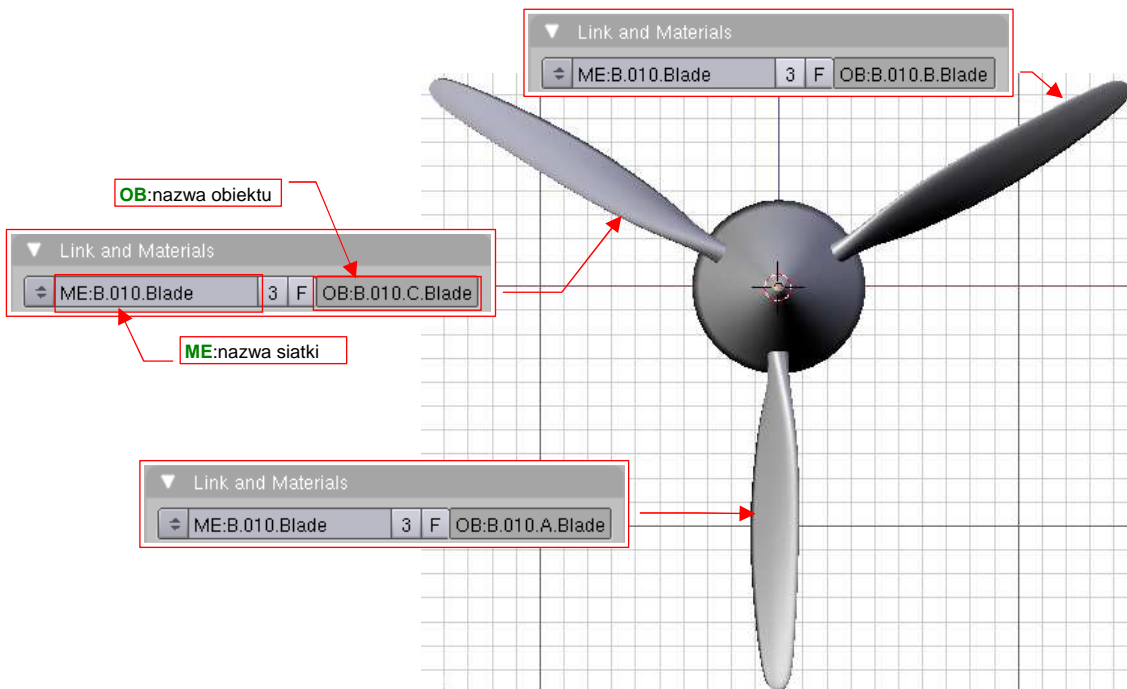
- poprzedzona przedrostkiem ME: nazwa siatki (*MEsh*);
- poprzedzona przedrostkiem OB: nazwa obiektu (*OBject*);

(W Blenderze każdy rodzaj bloku danych posiada odpowiedni, dwuznakowy przedrostek)

¹ "*Datablock*" należy do "słów - potworków", którym udaje się czasami wymknąć z żargonu programistów. W istocie każdy większy program posiada swoje własne słownictwo. "Potworkami słownymi" bywają w nim określenia żargonowe, które zespół twórców używał tak często, że zaczął umieszczać w komunikatach i objaśnieniach. Ci ludzie żyją z tymi słowami na co dzień, i zupełnie nie zauważają, że "zwykli" użytkownicy mogą ich nie rozumieć. Na przykład w AutoCAD-zie podobnym "potworkiem" było słowo "*entity*", przeniesione żywcem z fachowej terminologii baz danych.

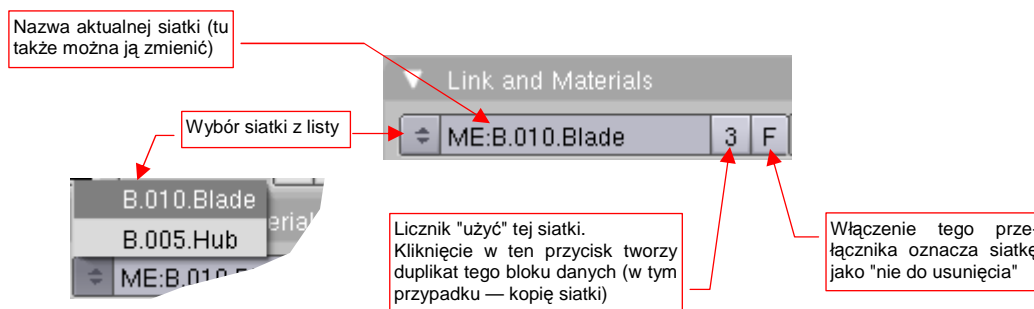
² Choć nie jest to regułą. W Blenderze istnieje specjalny rodzaj obiektu "pustego", który nie zawiera żadnej siatki. Można go utworzyć za pomocą polecenia *Add→Empty*. "Puste" obiekty używane są do wielu pomocniczych ról — oznaczania ważnego miejsca modelu, określania orientacji tekstur, itp.

Przyjrzyj się dokładnie poszczególnym panelom *Link and Materials* (Rysunek 10.1.2), a stwierdzisz, że każda z łopat jest obiektem o nazwie wyróżnionej środkową literą. (**B.010.A.Blade**, **B.010.B.Blade**, **B.010.C.Blade**). Zwróć także uwagę, że każdy z tych obiektów używa tej samej siatki — **B.010.Blade**. Gdy zmodyfikujesz kształt siatki w którymkolwiek z nich — zmienisz kształt wszystkich trzech łopat.



Rysunek 10.1.2 Łopaty śmigła — przykład jednej siatki współdzielonej przez trzy obiekty

Przypisanie bloku danych — w tym przypadku siatki do obiektu — jest na panelach Blendera obsługiwane przez typowy zestaw kontrolki (Rysunek 10.1.3) :



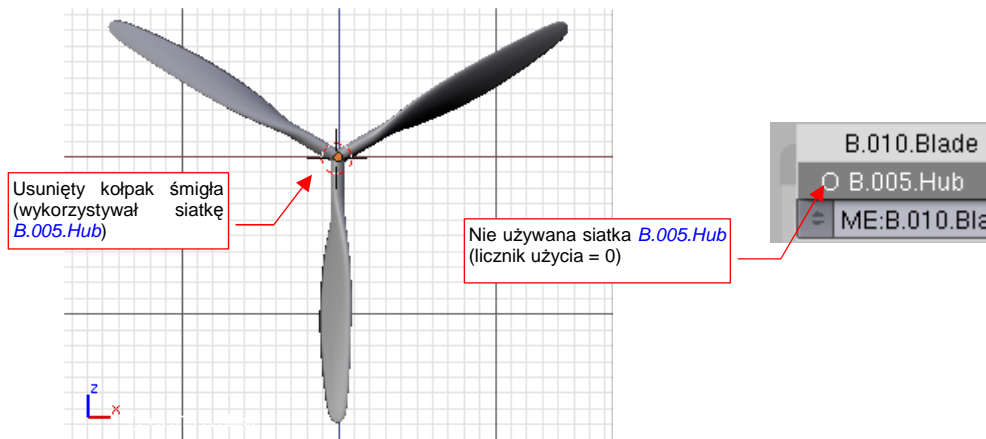
Rysunek 10.1.3 Kontrolki, zarządzające przypisanym blokiem danych

Największym elementem tego zespołu kontrolki jest pole edycji **ME:**. Tu widzisz nazwę siatki, aktualnie przypisanej do obiektu. Aby ją zmienić, należy wybrać inną z listy rozwijalnej, otwieranej przyciskiem po lewej. Jeżeli wybierzesz w tym miejscu siatkę o innym kształcie — zmieni się kształt obiektu.

Po prawej stronie nazwy bloku danych umieszczony jest licznik "użycia" (referencji). Siatka **B.010.Blade** jest przypisana do trzech obiektów, stąd na ilustracji widoczna jest liczba 3. Kiedy klikniesz w ten przycisk — Blender utworzy duplikat aktualnej siatki. Duplikat nosi taką samą nazwę jak pierwowzór, z dodatkową końcówką ".001". Duplikat zastępuje oryginalną siatkę, przypisaną do obiektu.

Licznik referencji ("użycia") bloku danych jest w Blenderze niezwykle ważny. Gdy siatka nie jest "użyta" przez żaden obiekt — jej licznik spada do zera. Wszelkie bloki danych o liczniku równym zero są pomijane przy zapisie pliku na dysk. Kołpak śmigła w naszym przykładzie — **B.005.Hub** — miał własną siatkę, o identycznej nazwie: **B.005.Hub**. Gdy usuniemy ten obiekt (*Delete*), siatka **B.005.Hub** nadal będzie istnieć, ale jej licznik "użycia" spadnie do zera.

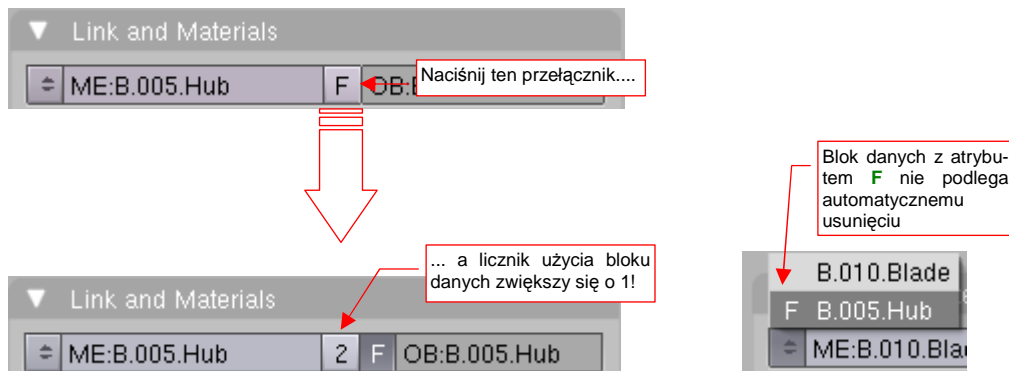
Taki nie używany blok danych Blender oznacza na liście literą "O" (Rysunek 10.1.4) :



Rysunek 10.1.4 Siatka usuniętego kołpaka śmigła

- Wszystkie bloki danych, które nie są wykorzystywane ("osieroczone"), Blender pomija przy zapisie na dysk. Są w ten sposób, z opóźnieniem, usuwane z pliku.

Mimo wszystko, jeżeli tego chcesz, możesz uchronić siatkę **B.005.Hub**, przed "czystką" podczas zapisu. Trick polega na włączeniu przelącznika **F** (*Fake user*) przed usunięciem obiektu, który zawiera ten blok danych (Rysunek 10.1.5):



Rysunek 10.1.5 Zabezpieczenie bloku danych przed usunięciem — "Fałszywe" (*Fake*) użycie

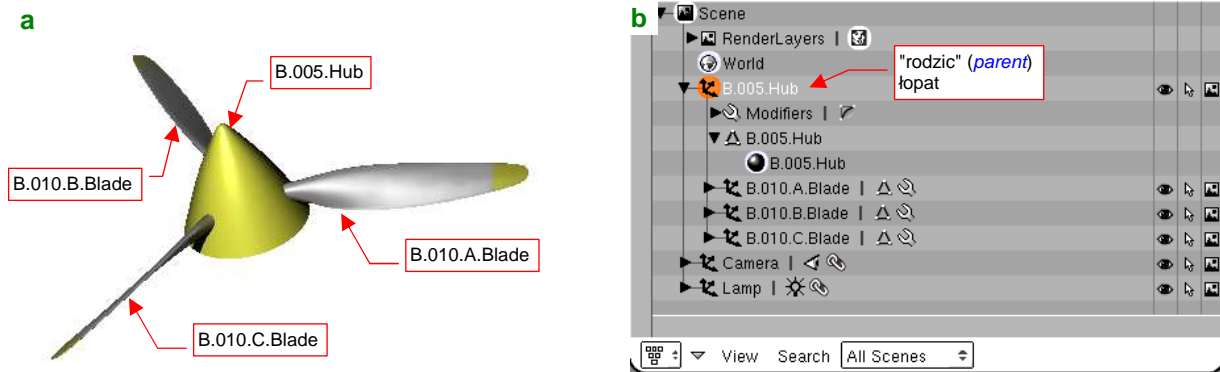
Włączenie **F** powoduje zwiększenie licznika "użycia" o 1. (Oczywiście, zawsze możesz go z powrotem wyłączyć). Dzięki przelącznikowi **F**, licznik użycia bloku danych zawsze jest > 0.

- Blok danych z atrybutem **F** nigdy nie będzie usunięty z pliku Blendera. (Nawet wtedy, gdy nie jest użyty przez jakiegokolwiek obiekt, jego licznik użycia jest = 1).

Blokiem danych w Blenderze jest praktycznie wszystko, z czym pracujesz tworząc model. W szczególności są to takie typowe elementy, jak:

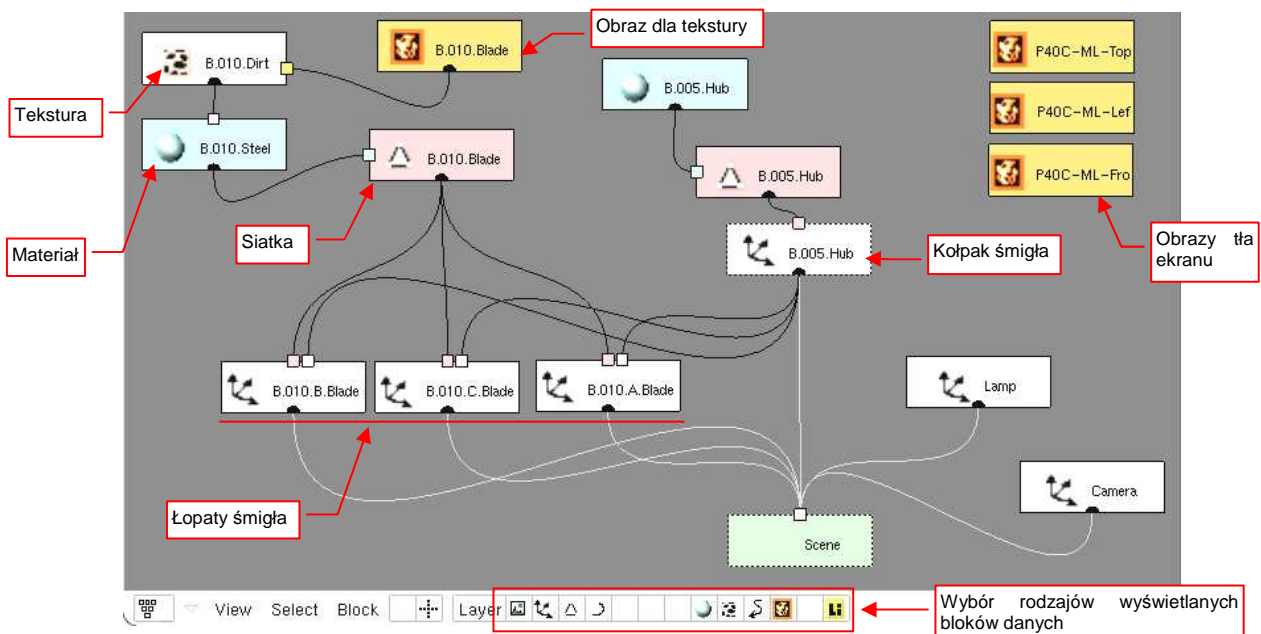
- siatki** (*meshes*, **ME**: — o nich już mówiliśmy): nadają obiektom kształt. Zawierają także inne szczegóły, m.in. współrzędne mapowania tekstury dla każdego wierzchołka;
- materiał(y)** (*materials*, **MA**:), przypisane do siatek: nadają powierzchniom podstawową barwę, oraz określają inne ich parametry, takie jak przejrzystość, połyskliwość, itp.;
- tekstury** (*textures*, **TE**:), przypisane do materiałów: wzbogacają jednolitą barwę materiału elementy w innych kolorach, zabrudzenia. Pozwalają także uzyskać efekt drobnych nierówności;
- obrazy** (*images*, **IM**:), przypisane do tekstur: zawierają obraz, wykorzystywany przez teksturę;

Prezentowany wcześniej model kołpaka śmigła składa się z czterech obiektów: kołpaka śmigła (**B.005.Hub**) i trzech łopat (**B.010.x.Blade**) (Rysunek 10.1.6a). Łopaty są przypisane (relacją *parent*) do kołpaka (Rysunek 10.1.6b):



Rysunek 10.1.6 Śmigło i jego struktura (w oknie *Outliner*)

Kołpak ma przypisany materiał **B.005.Hub** (nadający mu żółty kolor). Łopaty wykorzystują materiał **B.010.Steel**, który ma przypisaną teksturę **B.010.Dirt**. Tekstura **B.010.Dirt** korzysta z obrazu **B.010.Blade**, nakładając na łopatę żółte końcówki i zabrudzenia (Rysunek 10.1.7) :



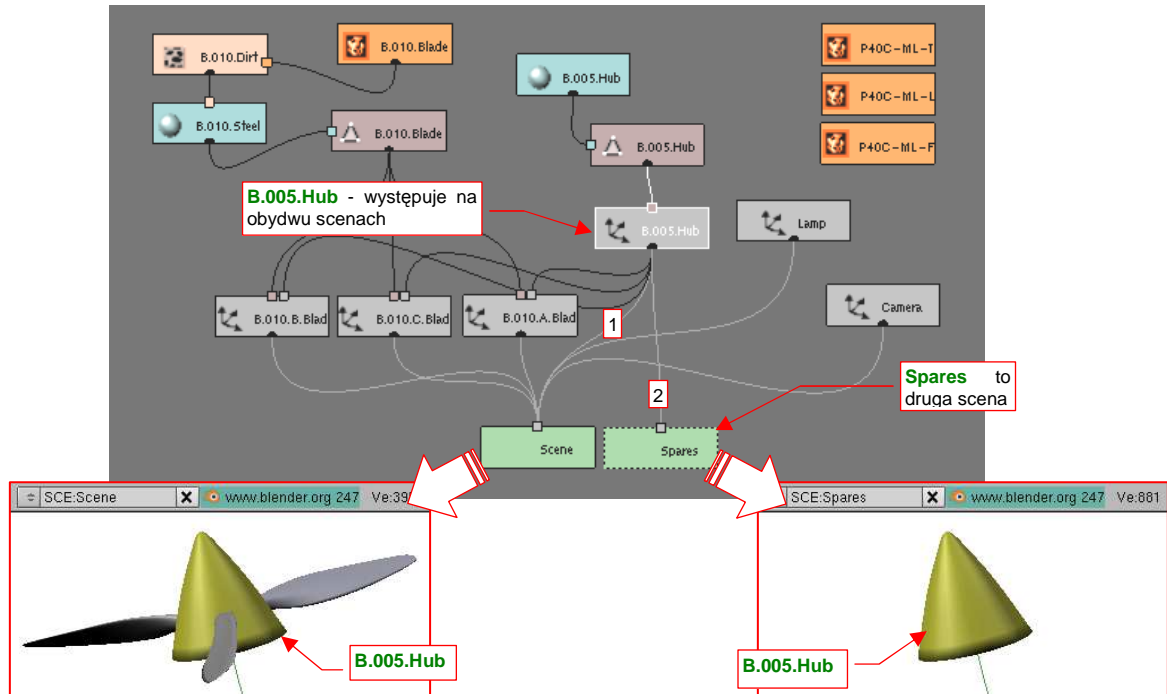
Rysunek 10.1.7 Inny sposób przedstawienia struktury modelu śmigła (*View→Show Oops Schematic*)

Każda z linii, poprowadzonych na schemacie *Oops* (Rysunek 10.1.7) oznacza pojedyncze zwiększenie licznika odpowiedniego bloku danych. Na przykład: tekstura **B.010.Dirt** jest używana tylko raz. Jeżeli zostanie usunięta z materiału **B.010.Steel**, zostanie pominięta przy najbliższym zapisaniu pliku. "Osierocony" zostanie wówczas używany przez tę teksturę obraz — więc zostanie pominięty przy kolejnym zapisie. (Stąd uwaga praktyczna: czasami trzeba dwa — trzy razy zapisać, zamknąć i otworzyć plik, by wszelkie niepotrzebne "śmieci" zostały z niego usunięte).

W prawym górnym narożniku schematu *Oops* (Rysunek 10.1.7) widać trzy obrazy, które nie są "powiązane" z niczym. Dlaczego nie zostały usunięte? Ponieważ są to tła poszczególnych widoków 3D: rysunki samolotu w rzucie z góry, lewej i przodu. Każdy z nich ma w istocie licznik użycia = 1, bo jest przypisany do konkretnego okna *3D View* (poleceniem *View→Background Image*). Schemat *Oops* nie jest w stanie pokazać wszelkich połączeń w pliku Blendera, choć pokazuje strukturę samego modelu. Np. innym rodzajem bloku danych są teksty, które można przeglądać w oknie *Text Editor*. To także bloki danych "używane" przez plik, a nie sam model.

Rysunek 10.1.7 pokazuje, że obiekty — **B.005.Hub**, **B.010.x.Blade**, a także **Lamp** i **Camera** — są także blokami danych. Ich "użytkownikiem", dzięki któremu mają przypisane "użycia", jest scena (*Scene* — p. str. 775).

Rysunek 10.1.8 demonstruje strukturę pliku Blendera, w którym utworzyłem drugą scenę — nazwałem ją **Spares**.



Rysunek 10.1.8 Dwie oddzielne sceny w jednym pliku

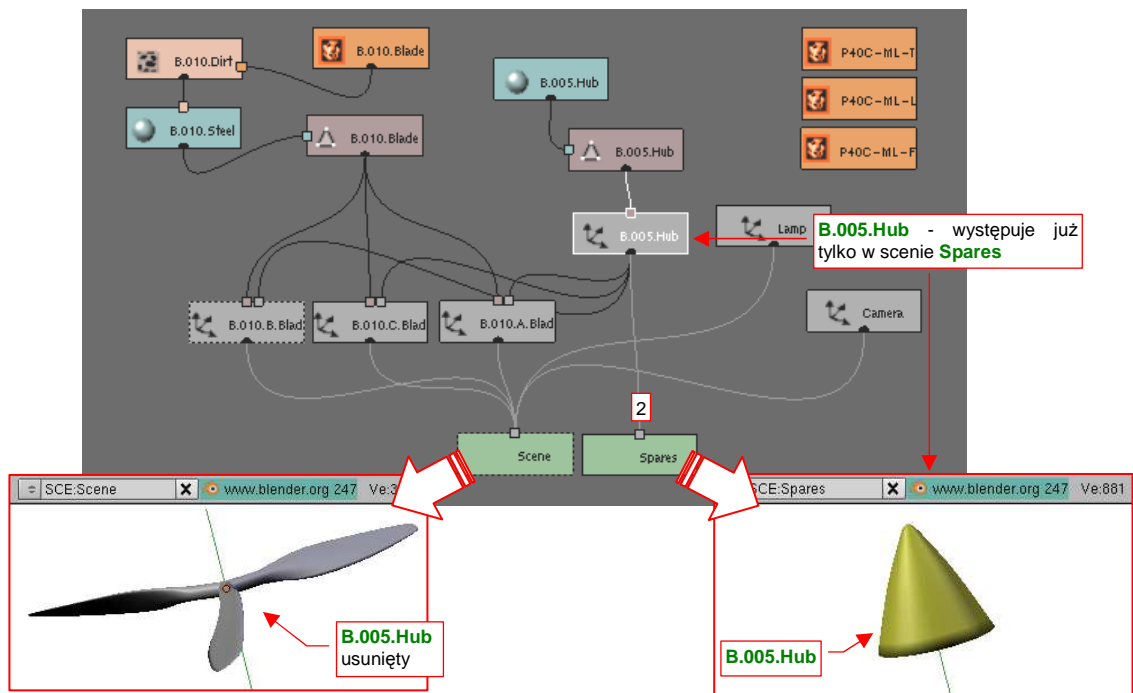
Scena — to brzmi dumnie. W tym przypadku jednak to tylko nowa, pusta przestrzeń, w której umieściłem drugi raz kołpak śmigła¹. Popatrz na schemat *Oops* (Rysunek 10.1.8) — obiektowi **B.005.Hub** przybyła jeszcze jedna linia, czyli jeszcze jedno "użycie". Jeżeli teraz nawet usunę ten obiekt ze sceny **Scene**, to pozostanie w drugiej scenie — **Spares**. Zawsze mogę go stamtąd przywołać. W ten sposób można używać drugiej sceny jak "podręcznego składziku". W przestrzeni **Spares** można przechowywać różne obiekty, które się jeszcze przydadzą, a których nie chcę widzieć w podstawowej scenie.

Obiekt, który jest użyty na wielu scenach, w każdej z nich ma to samo położenie, obrót, skalę. W końcu nic dziwnego — każda ze scen zawiera tylko odnośnik do jednego bloku danych, opisującego obiekt.

Rysunek 10.1.9 przedstawia strukturę pliku po usunięciu ze sceny **Scene** kołpaka śmigła (obiektu **B.005.Hub**). Usunięcie spowodowało zmniejszenie licznika użycia obiektu **B.005.Hub** o 1. Gdyby występował tylko na jednej scenie — zostałby pominięty przy najbliższym zapisie na dysk². Tak się jednak nie stanie, gdyż **B.005.Hub** nadal występuje w drugiej scenie, i jego licznik jest nadal większy od 0.

¹ poleceniem *Object→Make Links→To Scene*

² Zauważ, że mimo usunięcia ze przestrzeni **Scene**, obiekt **B.005.Hub** pozostał obiektem nadrzędnym (*parent*) dla łopat śmigła (Rysunek 10.1.9). Dzięki temu ma trzy dodatkowe "użycia". To wygląda trochę na jakieś niedopatrzenie w Blenderze, gdyż w sytuacji jak na rysunku te powiązania nie działają poprawnie. (Gdy w przestrzeni **Spares** przesuń lub obróć **B.005.Hub**, nie spowoduje to żadnych zmian w położeniu łopat w przestrzeni **Scene**). W dodatku, gdyby **B.005.Hub** istniał tylko na scenie **Scene**, jego usunięcie usunęłoby także powiązania typu "*parent*" z łopatami. W efekcie zostałyby "wyrugowane" z pliku, tak jak to opisałem.



Rysunek 10.1.9 Struktura pliku po usunięciu obiektu B.005.Hub ze sceny Scene

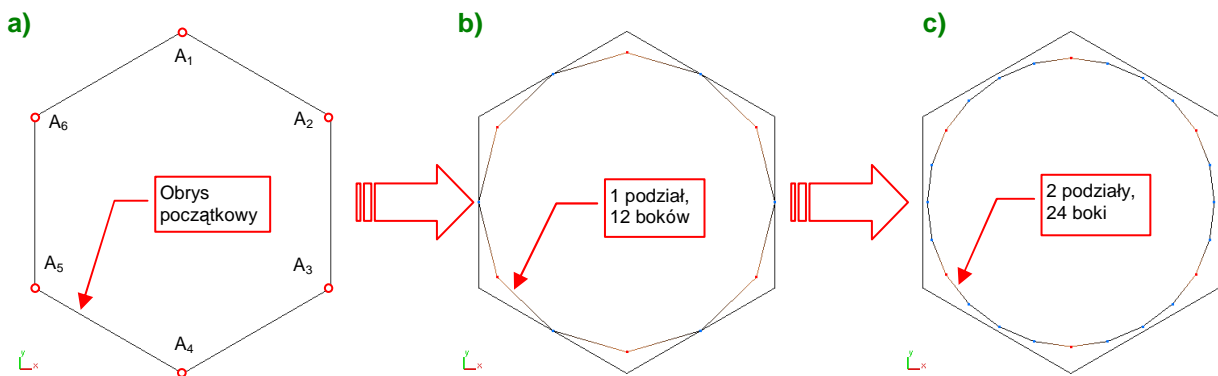
- Plik Blendera może zawierać wiele scen. Te same elementy modelu może występować w każdej z nich. Można ich także użyć tylko w jednej ze scen.

Za pomocą scen można przechowywać w jednym pliku różne wersje samolotu. Części wspólne dla wszystkich wersji są wówczas współdzielone pomiędzy scenami. Części specyficzne — występują tylko w jednej scenie.

10.2 Powierzchnie podziałowe (modyfikator *Subsurf*)

Nim opowiem o powierzchniach podziałowych, zacznijmy od przypadku prostszego — linii (krzywej) podziałowej. Linia taka powstaje w Blenderze wówczas, gdy zastosujesz modyfikator *Subsurf* do siatki, składającej się z tylko jednej linii wierzchołków. *Subsurf* w pojedynczym kroku dzieli każdą krawędź oryginalnego wieloboku na dwie, tworząc nową, bardziej "gładką" linię.

Rysunek 10.2.1 pokazuje przykład podziału. Sześciokąt (Rysunek 10.2.1a) jest linią przed wygładzeniem. Będę ją określał dalej jako **wielobok oryginalny**. Każda zmiana położenia któregoś z jego wierzchołków ($A_1..A_6$) zmieni kształt wyznaczonej linii podziałowej. Z tego powodu wielobok oryginalny jest także nazywany **wielobokiem sterującym** (ang. *control polyigon*)¹. Punkty $A_1..A_6$ to **punkty sterujące**.



Rysunek 10.2.1 Linie podziałowe sześciokąta — wyjściowa i po kolejnych podziałach

Każda kolejna linia podziałowa to wielobok, który ma dwa razy więcej wierzchołków niż ten, z którego powstał. Rysunek 10.2.1b) przedstawia rezultat pierwszego podziału sześciokąta. (W Blenderze, w ustawieniach modyfikatora *Subsurf*, odpowiada to wartości *Level* = 1). Jest to regularny wielobok, o dwunastu wierzchołkami. Rysunek 10.2.1c) przedstawia rezultat kolejnego podziału, tym razem wieloboku z rysunku b). (W Blenderze, w ustawieniach modyfikatora *Subsurf*, odpowiada to wartości *Level* = 2). Jest to obrys o 24 wierzchołkami, bardzo zbliżony do okręgu!

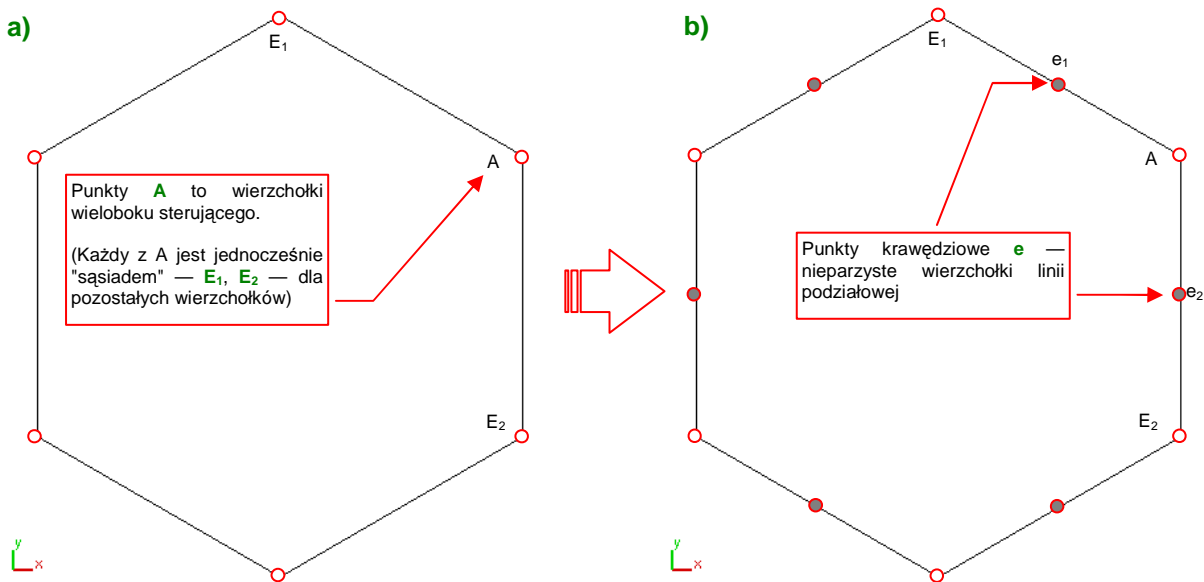
Krzywa, którą stałaby się linia podziałowa w wyniku nieskończonej liczby podziałów, nazwijmy krzywą "**ostateczną**". Zazwyczaj już po dwóch - trzech podziałach oryginalnego wieloboku, linie podziałowe osiągają kształt niewiele różniący się od ostatecznego. Dzięki tej właściwości, w wyniku niewielkiej liczby obliczeń można uzyskać dobre przybliżenie właściwego kształtu. To duża zaleta tego modelu matematycznego.

Według jakich reguł są wyznaczane wierzchołki krzywych podziałowych? Przedstawię je na przykładzie wyznaczania nowych punktów wokół pojedynczego wierzchołka oryginalnego sześciokąta (Rysunek 10.2.2). (Taki sam proces podziału zachodzi we wszystkich wierzchołkach).

Analizowany wierzchołek oryginalnego wieloboku oznaczmy jako **A** (Rysunek 10.2.2a). Sąsiednie wierzchołki oznaczyłem jako **E₁** i **E₂**. (Każdy z nich odegra identyczną rolę jak wierzchołek **A**, wobec "swojego" fragmentu linii podziałowej. Dla wierzchołka **A** są jednak tylko "sąsiadami").

Co drugi wierzchołek linii podziałowej leży w środku boku oryginalnego wieloboku. W przykładzie (Rysunek 10.2.2b) to sześć wierzchołków (wśród nich punkty **e₁**, **e₂**, związane z wierzchołkiem **A**). Nazwijmy je "**krawędziowymi**", bo leżą na krawędziach wieloboku sterującego.

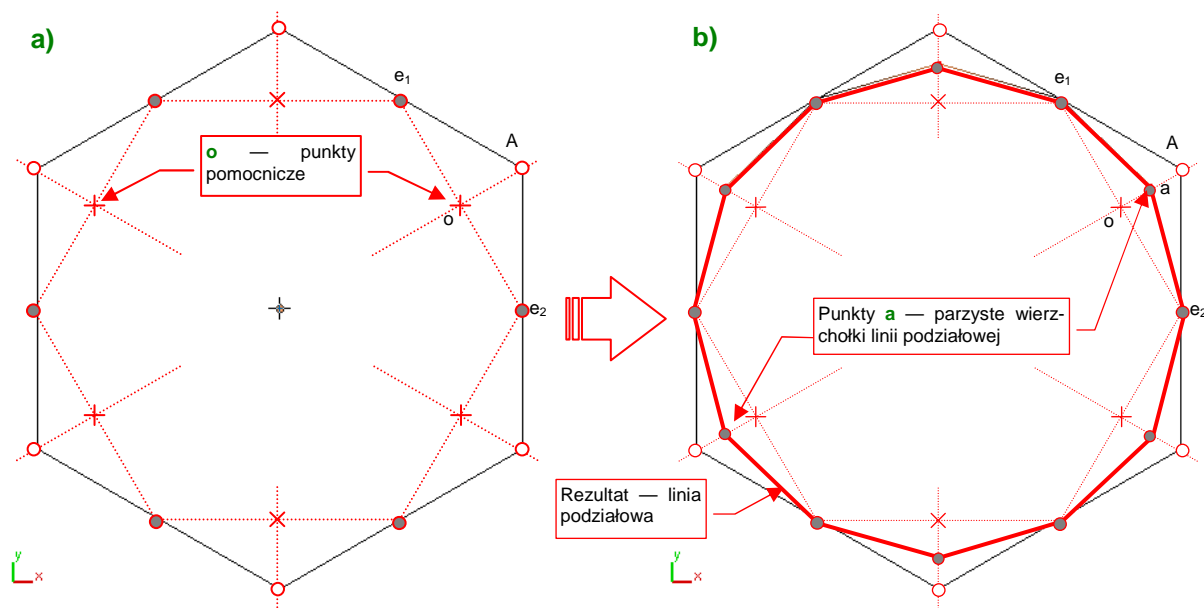
¹ W wielu polskich publikacjach używane jest także inne określenie — punkty kontrolne. Uważam to za nieszczęśliwą kalkę z języka angielskiego. Angielskie *control* oznacza po polsku *sterowanie*, a "kontrola" w naszym języku oznacza raczej *sprawdzanie*, *weryfikację*. "Punkty kontrolne" krzywych (podziałowych, Beziere, B-sklejanych) wcale nie służą do jakiegokolwiek kontroli!



Rysunek 10.2.2 Wyznaczenie wierzchołków **e** — "krawędziowych" punktów linii podziałowej

Aby znaleźć pozostałe wierzchołki, wyznacz najpierw pomocnicze punkty o_k , leżące w połowie odległości pomiędzy odpowiednimi punktami krawędziowymi e_k i e_{k+1} . (Rysunek 10.2.3a pokazuje jeden z nich jako punkt o , umieszczony w połowie odcinka $|e_1 e_2|$).

Pozostałe sześć punktów linii podziałowej — **a**, "wierzchołkowych" — leży w połowie odpowiednich odcinków $|A o|$ (Rysunek 10.2.3b). Łącząc wierzchołki **a** i **e** uzyskamy linię podziałową:

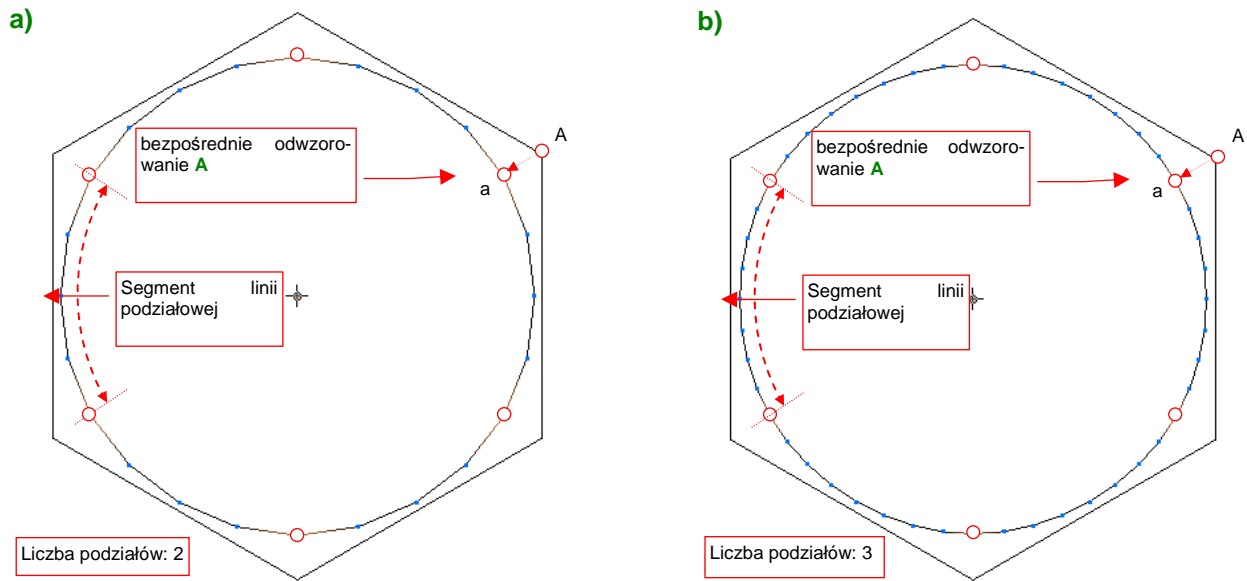


Rysunek 10.2.3 Wyznaczenie wierzchołków **a** — "wierzchołkowych" punktów linii podziałowej

Rysunek 10.2.3b pokazuje, że z wierzchołka **A** oryginalnej siatki powstały:

- wierzchołki e_1 i e_2 (współdzielone z rezultatami podziału sąsiednich wierzchołków);
- wierzchołek **a**, który można traktować jako odwzorowanie oryginalnego wierzchołka **A** na nowym wieloboku.

W każdym kolejnym podziale można wskazać taki punkt wierzchołkowy **a**, który jest bezpośrednim odwzorowaniem oryginalnego wierzchołka wieloboku sterującego **A** (Rysunek 10.2.4):



Rysunek 10.2.4 Segmenty linii podziałowej dla różnych poziomów podziału

Te "bezpośrednie odwzorowania" punktów **A** pozwalają wyróżnić na linii podziałowej tyle **segmentów**, ile boków ma wielobok sterujący (Rysunek 10.2.4).

Rysunek 10.2.2 i Rysunek 10.2.3 podały "wykreślną" metodę wyznaczenia nowej linii podziałowej. Komputery nie jest jednak maszyną "geometryczną", tylko "algebraiczną". Jego procesor oblicza linie i powierzchnie podziałowe w oparciu o współrzędne wierzchołków wieloboku sterującego. W porównaniu z innymi krzywymi stosowanymi w grafice komputerowej (*Beziera*, *B-sklejanymi*), wzory te są bardzo proste. Sądzę, że pozwalają dostrzec zależności linii podziałowej od wieloboku sterującego, które nie są oczywiste w metodzie "wykreślniej":

$$e_1 = \frac{1}{2}(E_1 + A); \quad e_2 = \frac{1}{2}(A + E_2) \quad (\text{p. Rysunek 10.2.2})$$

Wyr. 10-1 Współrzędne punktów krawędziowych¹

$$a = \frac{1}{8}E_1 + \frac{6}{8}A + \frac{1}{8}E_2 \quad (\text{p. Rysunek 10.2.3})$$

Wyr. 10-2 Współrzędne punktów wierzchołkowych

Matematycy dowiedli, że krzywa ostateczna, do której zbiegają linie podziałowe opisane Wyr. 10-1 i Wyr. 10-2, to tzw. jednorodna linia B-sklejana (*uniform B-spline* — *UB*), trzeciego stopnia (*cubic*). Oznacza to tyle, że linie podziałowe są dobrym przybliżeniem pewnej odmiany stosowanych od lat w grafice komputerowej krzywych NURBS².

¹ Wszystkie wyrażenia w tej sekcji tekstu operują na zapisie wektorowym. Symbole, które w nich występują, to w istocie wektory trzech współrzędnych: $\{x, y, z\}$. Stąd np. wzór na e_i z Wyr. 10-1 może być zapisany jako układ trzech niezależnych równań, dla każdej współrzędnej oddzielnie:

$$x_e = \frac{1}{2}(X_E + X_A); \quad y_e = \frac{1}{2}(Y_E + Y_A); \quad z_e = \frac{1}{2}(Z_E + Z_A);$$

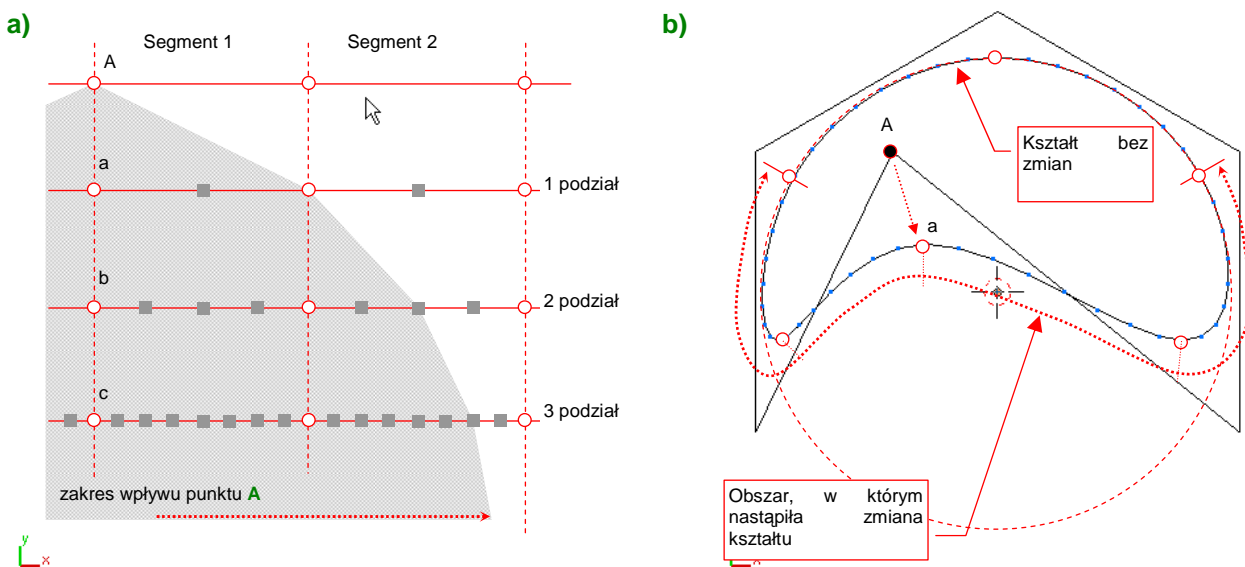
gdzie $e_i = \{x_e, y_e, z_e\}$, $E_i = \{X_E, Y_E, Z_E\}$, $A = \{X_A, Y_A, Z_A\}$

² Dokładniej: NURBS oznacza "**N**on-**U**niform, **R**ational **B**-**S**pline" — "niejednorodna, ułamkowa krzywa B-sklejana". Jest to szeroka rodzina różnorodnych linii. Wśród nich są także "jednorodne krzywe B-sklejane" (oznaczane czasami jako UB). Tak więc ostatecznym kształtem, do jakiego dąży każda linia podziałowa, jest krzywa UB, której punktami sterującymi są wierzchołki oryginalnego wieloboku linii podziałowej.

Linie podziałowe zachowują właściwości NURBS, m.in. :

- ciągłość promienia krzywizny wzdłuż całej linii (dzięki temu krzywa wydaje się być bardziej "płynna" od np. połączenia kilku łuków);
- sterowanie kształtem linii poprzez zmianę położenia wierzchołków oryginalnego wieloboku (punktów sterujących);
- "lokalność" zmian: przesunięcie pojedynczego punktu sterującego wywołuje zmianę kształtu linii podziałowej tylko w pobliżu tego punktu.

Ta ostatnia z wyliczonych właściwości — ograniczony zasięg wpływu punktu sterującego na kształt krzywej — bardzo się przydaje w praktyce. Ale co to właściwie znaczy "w pobliżu punktu sterującego"? Otóż z Wyr. 10-1 i Wyr. 10-2 wynika, że położenie każdego wierzchołka linii podziałowej zależy od (co najwyżej) trzech sąsiednich punktów sterujących (E_1 , A , E_2). Ta reguła dotyczy pojedynczego podziału. A gdzie się kończy wpływ punktu A na krzywą podziałową, która powstała w wyniku dwóch lub więcej podziałów? Rysunek 10.2.5a) pokazuje rozszerzanie się obszaru wpływu oryginalnego wierzchołka A na kolejne linie podziałowe. Wygląda na to, że wpływ ten nigdy nie osiągnie granicy drugiego segmentu linii:



Rysunek 10.2.5 Granica wpływu punktu sterującego na kształt krzywej

Rysunek 10.2.5b) pokazuje tę właściwość w praktyce. Zmieniłem położenie wierzchołka A oryginalnego sześciokąta. Krzywa podziałowa zmieniła swój kształt z "prawie idealnego okręgu" (por. Rysunek 10.2.4b) na coś mniej regularnego. Przyjrzyj się temu kształtowi dokładnie. Zauważ że zmianie uległ kształt tylko 4 segmentów najbliższych wierzchołkowi A (po dwa z każdej strony). Segmenty bardziej odległe (mierząc wzdłuż linii) są bez zmian!

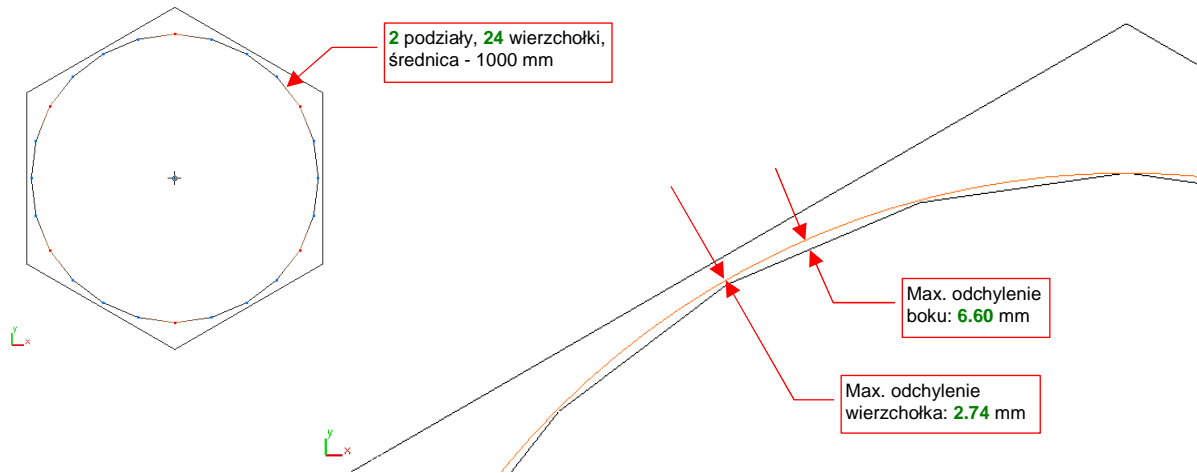
- Wpływ każdego punktu sterującego na kształt linii podziałowej jest ograniczony tylko do czterech najbliższych segmentów tej linii (po dwa z każdej strony punktu).

Podczas modelowania różnorodnych konstrukcji mechanicznych trzeba tworzyć różne okrągłe elementy, lub otwory. Im mniej punktów ma ich wielobok sterujący, tym lepiej (szybszy rendering, mniej pracy z modelowaniem). Z drugiej strony rezultat podziału powinien być jak najbardziej zbliżony do okręgu. Warto więc sprawdzić, na ile dokładne "koło" można uzyskać z podziału jakiejś figury o niewielkiej liczbie boków, np. sześciokąta.

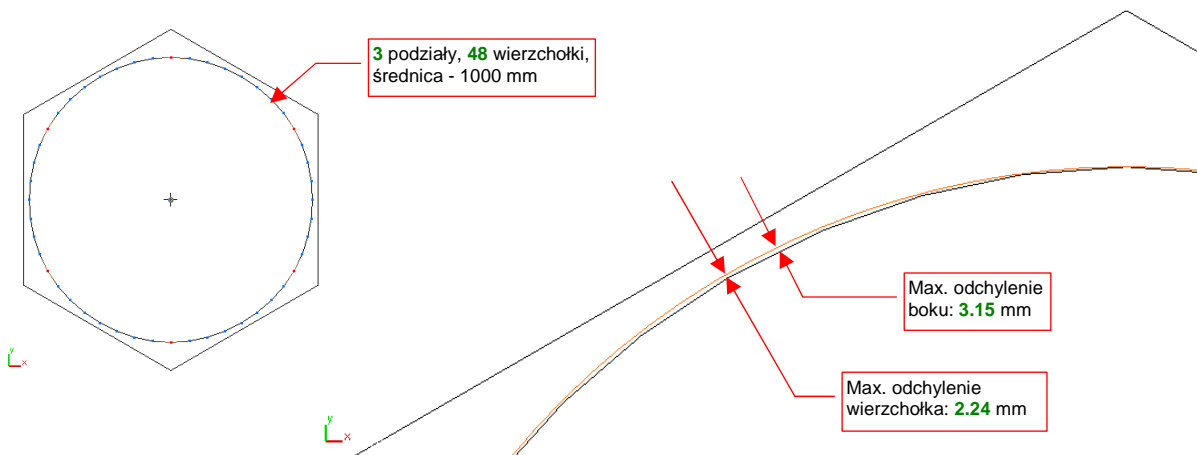
Aby sprawdzić odchylenia od regularnego kształtu, porównamy kształt kilku linii podziałowych, wpisanych w okrąg o promieniu 1000 jednostek. Zmierzymy dwa rodzaje różnic:

- max. odległość wierzchołka linii podziałowej do okręgu (idealnie — powinna być =0);
- max. odległość boku linii podziałowej do okręgu (zależy od liczby wierzchołków linii);

Rysunek 10.2.6 i Rysunek 10.2.7 pokazują wartości odchyień dla podziału sześciokąta:



Rysunek 10.2.6 Odchylenie od okręgu dwukrotnego podziału sześciokąta

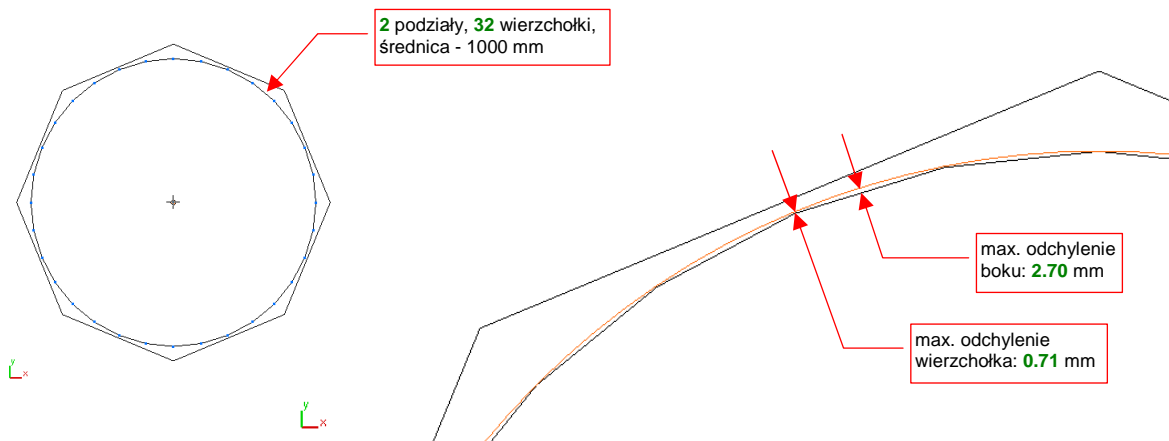


Rysunek 10.2.7 Odchylenie od okręgu trzykrotnego podziału sześciokąta

Linia podziałowa regularnego wielokąta jest nieco spłaszczona w środku każdego segmentu. Stąd w tym miejscu występują największe odchylenia (p. Rysunek 10.2.6 i Rysunek 10.2.7). Należy zdawać sobie sprawę, że odsunięcie wierzchołka linii podziałowej od okręgu wynika wyłącznie z różnicy kształtu krzywej ostatecznej. Drugie odchylenie, które mierzyliśmy — odległość środka boku od okręgu — zależy także od liczby wierzchołków linii podziałowej. Będzie zawsze większe od odchylenia wierzchołka. (Im linia ma więcej wierzchołków, tym jest mniej "graniasta"). Błąd położenia wierzchołków przy zwiększeniu poziomu podziału sześciokąta z 2 (Rysunek 10.2.6) do 3 (Rysunek 10.2.7) zmniejszył się tylko o kilkanaście procent (z 0.274% do 0.224%). W związku jednak z dwukrotnym wzrostem liczby boków, trzykrotny podział sześciokąta ma dwukrotnie mniejsze odchylenie ściany (0.66% dla podziału dwukrotnego, 0.315% dla trzykrotnego).

Czy trzykrotny podział sześciokąta jest dobrym kandydatem na siatkę, którą warto stosować do modelowania okręgów? Niestety nie: w praktyce naszego modelowania nie stosujemy trzykrotnych powierzchni podziałowych. Mają zbyt wiele ścian, a kształt, który uzyskamy, nie jest zdecydowanie lepszy od powierzchni dwukrotnych. Podział dwukrotny sześciokąta, z poziomem odchyień w granicy 0.7%, jest dobry do modelowania małych elementów. (Wyposażenie kabiny, drobne otwory, różnego rodzaju rury). Aby dokładnie zamodelować większe okręgi — o średnicy ok. 80 cm (kołpak śmigła, koła podwozia głównego) — potrzebne jest odchylenie rzędu

0.3%. Powinna je posiadać jakaś dwukrotna linia podziałowa. Cóż, skoro sześciokąt nie spełnił naszych oczekiwań, sprawdźmy dwukrotny podział ośmiokąta (Rysunek 10.2.8):



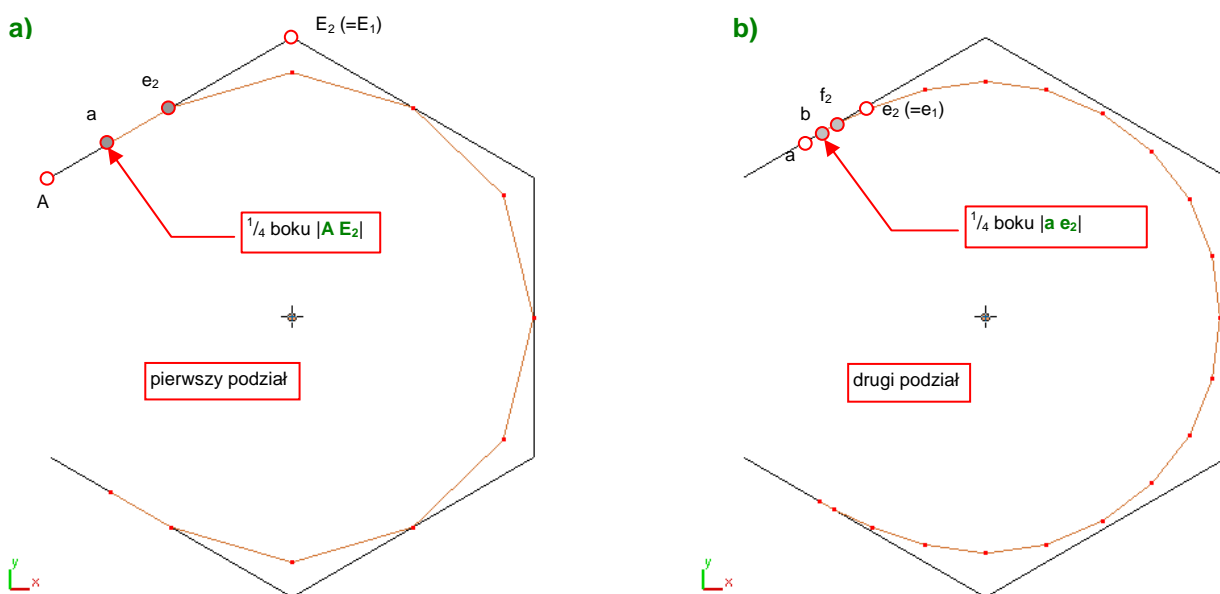
Rysunek 10.2.8 Odchylenie od okręgu dwukrotnego podziału ośmiokąta

Wygląda na to, że dwukrotny podział ośmiokąta jest zadowalająco dobrym przybliżeniem okręgu. Odchylenia wierzchołków są na poziomie 0.07%, a odchylenie boku też leżą w zakresie tolerancji: 0.27%.

- Do zamodelowania mniejszych okręgów wystarczy użyć dwukrotnego podziału sześciokąta (max. odchylenie kształtu rzędu 0.66%). Do większych okręgów lepiej użyć dwukrotnego podziału ośmiokąta (max. odchylenie kształtu rzędu 0.27%).

Do tej pory zajmowaliśmy się wyłącznie krzywymi podziałowymi, które powstały poprzez podział jakiejś linii zamkniętej. Skoncentrowałem się na nich, gdyż większość linii podziałowych, które napotkasz w Blenderze, to krzywe zamknięte. (Linia podziałową jest kraniec każdej powierzchni podziałowej, a granica każdej powierzchni musi być obrysem zamkniętym).

Na koniec jednak, dla porządku, wspomnę o krzywych podziałowych opartych o siatkę, której końce nie są ze sobą połączone (Rysunek 10.2.9):



Rysunek 10.2.9 Linia podziałowa dla obrysu otwartego — wyznaczanie punktów końcowych

Dla końca otwartego wieloboku sterującego **A** nie można wyznaczyć punktu wierzchołkowego **a** według Wyr. 10-2 (str. 573). Brak jest kolejnego wierzchołka, który powinien istnieć z lewej strony **A** — jakiegoś punktu **E₁** (por. Rysunek 10.2.9a) i Rysunek 10.2.3). Autorzy Blendera przyjęli, że w takim przypadku brakujący punkt **E₁** leży w tym samym miejscu, co **E₂**. W tym przypadku krańcowy punkt wierzchołkowy **a** leży na $\frac{1}{4}$ boku $|\mathbf{A} \mathbf{E}_2|$:

$$a = \frac{3}{4} A + \frac{1}{4} E_2$$

Wyr. 10-3 Współrzędne końca linii podziałowej (ostatni punkt wierzchołkowy)

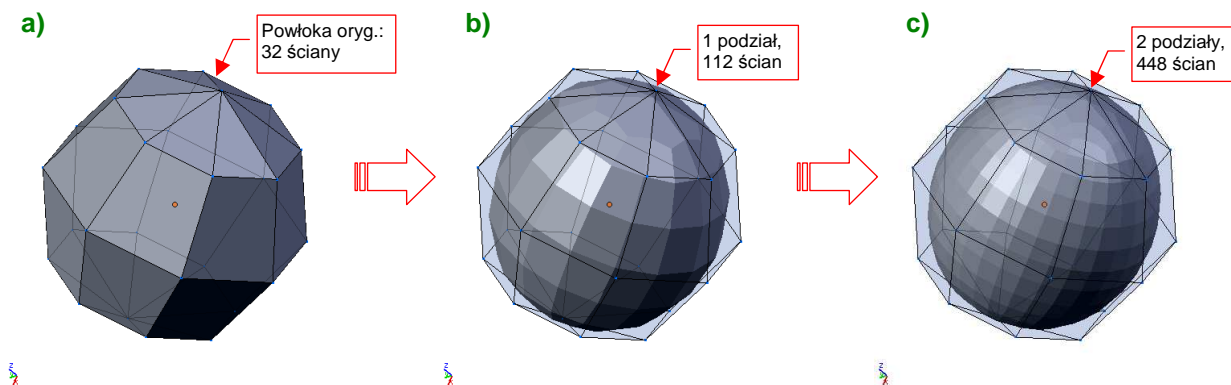
Zwróć uwagę, że z każdym kolejnym podziałem koniec linii podziałowej będzie się zbliżał do środka ostatniego boku oryginalnej linii. Rysunek 10.2.9b) pokazuje wyznaczenie punktu **b** — ostatniego punktu wierzchołkowego dla drugiego podziału. Punkt **b** leży na $\frac{1}{4}$ boku $|\mathbf{a} \mathbf{e}_2|$.

Końce otwartej linii podziałowej mają następujące właściwości:

- w trakcie kolejnych podziałów oryginalnego wieloboku długość ostatniego boku linii podziałowej szybko się skraca;
- leżą zawsze pomiędzy $\frac{1}{4}$ (pierwszy podział) a $\frac{1}{3}$ (krzywa ostateczna) ostatniego boku oryginalnego wieloboku;
- krzywa ostateczna jest na końcach styczna do krańcowych boków oryginalnego wieloboku.

* * *

Powierzchnie podziałowe powstają w wyniku podziału oryginalnej powłoki (siatki). Wierzchołki oryginalnej powłoki to punkty sterujące powierzchni podziałowej. Podczas podziału każda czworokątna ściana dzieli się na cztery nowe ściany, a trójkątna - na trzy. Rysunek 10.2.10 przedstawia kolejne podziały powłoki, "rozpiętej" na wierzchołkach czterech ośmiokątów. (Z powodu układu ścian, biegnących jak południki i równoleżniki, nazwaliśmy ją "globusem"):

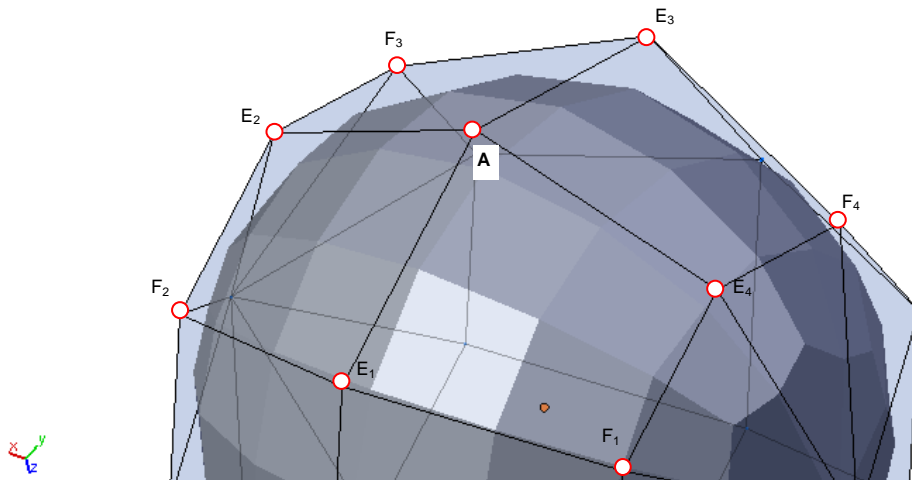


Rysunek 10.2.10 Podział 32-ściennego "globusa"

Rysunek 10.2.10a) przedstawia oryginalną powłokę, złożoną z 32 ścian. Jej 26 wierzchołków (zbyt wiele, aby je na tej ilustracji zaznaczać) to punkty sterujące powierzchni podziałowej. Rysunek 10.2.10b) przedstawia rezultat pierwszego podziału tej siatki. Zwróć uwagę na kształt podziału ścian w okolicach "biegunów" oryginalnej powłoki. Rysunek 10.2.10c) to wynik dwukrotnego podziału. Kształt powłoki stał się już zbliżony do kształtu powierzchni **ostatecznej**. W przypadku naszego "globusa" wcale nie jest to kula, tylko elipsoida. (Przekrój w płaszczyźnie równoleżnika jest okręgiem, a w płaszczyźnie południka - elipsą)

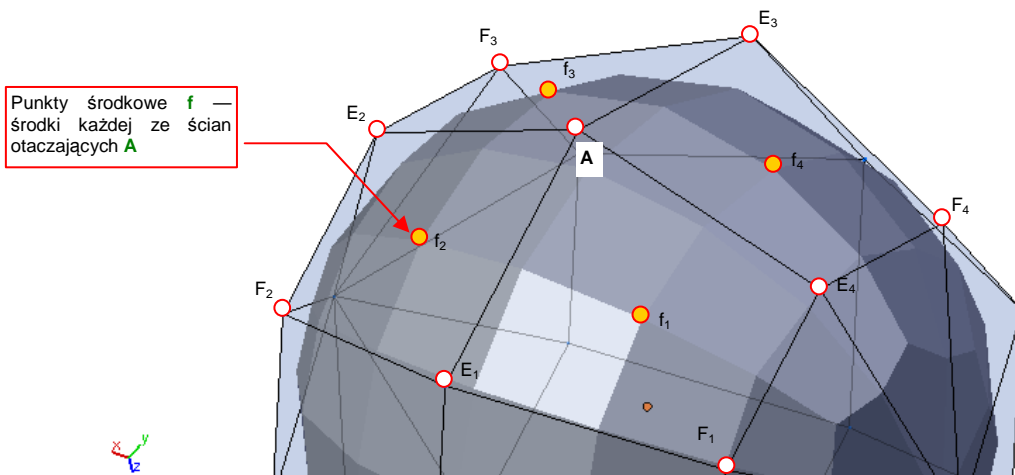
Istnieje wiele metod (nazywanych także "schematami") podziału powierzchni. Blender wykorzystuje schemat **Catmulla - Clarka**. Opublikowany po raz pierwszy w 1978r, przeleżał "na półce" ponad dwadzieścia lat, zanim

go "odkurzono" i zastosowano¹. Reguły wyznaczania wierzchołków powierzchni podziałowej w tym schemacie podam na przykładzie pojedynczego punktu sterującego **A** i sąsiednich wierzchołków (Rysunek 10.2.11):



Rysunek 10.2.11 Punkt sterujący **A** i jego otoczenie

Wierzchołek **A** łączy kilka krawędzi. Na ilustracji — Rysunek 10.2.11 — są to cztery krawędzie, na których leżą punkty **E₁**, **E₂**, **E₃**, **E₄**. Otacza go także kilka innych punktów, z którymi nie jest bezpośrednio połączony. Są to pozostałe wierzchołki ścian, do których należy **A**. Na ilustracji oznaczyłem cztery takie punkty: **F₁**, **F₂**, **F₃**, **F₄**. Pierwszą grupą wierzchołków powierzchni podziałowej leży w pośrodku każdej ze ścian powłoki kontrolnej. Oznaczmy je jako punkty "środkowe" (Rysunek 10.2.12):



Rysunek 10.2.12 Wyznaczanie wierzchołków **f** — "środkowych" punktów powierzchni podziałowej

Punkty środkowe można wyznaczyć wg Wyr. 10-4:

$$\text{dla ściany czworokątnej: } f_k = \frac{1}{4} (F_k + E_k + A + E_{k+1})$$

$$\text{dla ściany trójkątnej: } f_k = \frac{1}{4} (E_k + A + E_{k+1})$$

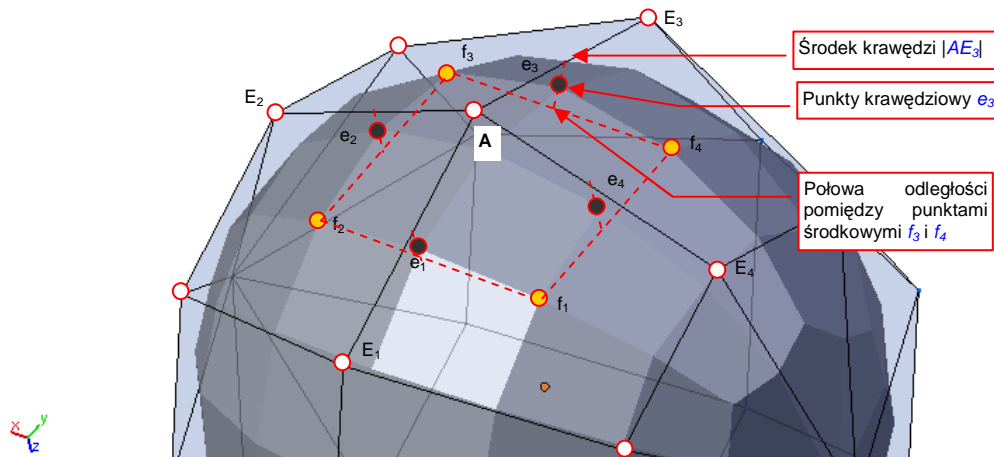
gdzie² **k** = 1,2,...,**n**; a **n** — to liczba ścian wokół wierzchołka **A**.

¹ Zrobiło to studio Pixar, do modelowania postaci w "Toy Story 2". Przyczyną było "pękanie na szwach" powierzchni NURBS podczas animacji bohaterów ich pierwszego filmu - "Toy Story". W ten sposób ktoś wreszcie "odstawiono do kąta" powierzchnie NURBS, do których mankamentów cały przemysł CAD/CAM zdążył się już przyzwyczaić.

² Wierzchołki wokół **A** ponumerowałem cyklicznie — gdy **k** = **n**, to przyjmujemy, że **k+1** = 1. Na przykład w Wyr. 10-4, przy obliczaniu **f₄**, punkt **E_{k+1}** powinien nosić oznaczenie **E₅**, podstawiamy jednak na to miejsce **E₁**.

Wyr. 10-4 Współrzędne punktów środkowych ścian wokół wierzchołka A

Kolejne wierzchołki powierzchni podziałowej to punkty krawędziowe — e_k . Każdy z nich leży w połowie odległości pomiędzy środkiem odcinka $|AE_k|$, a środkiem odcinka $|f_k, f_{k+1}|$ (Rysunek 10.2.13):


Rysunek 10.2.13 Wyznaczanie wierzchołków e — punktów "krawędziowych" pow. podziałowej

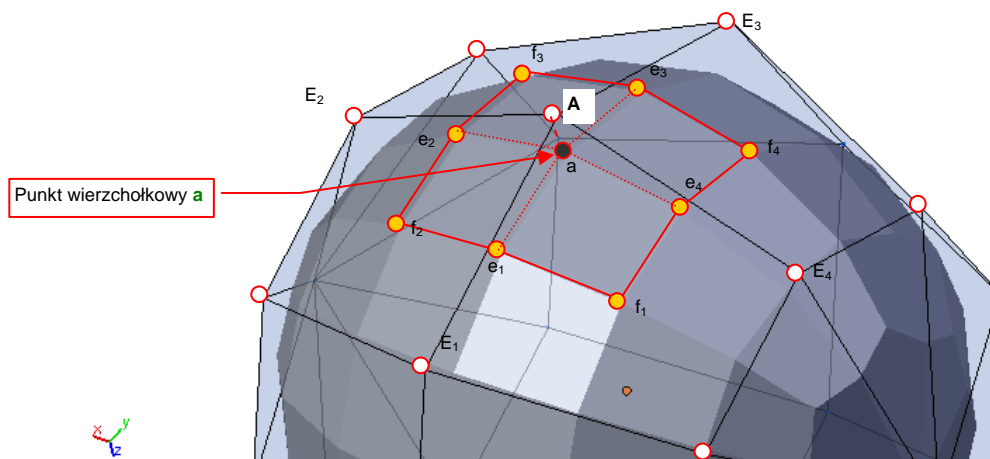
Każdy z punktów krawędziowych — e_1, e_2, e_3, e_4 — może być wyznaczony wg Wyr. 10-5:

$$e_k = \frac{1}{4}(f_k + f_{k+1} + E_k + A)$$

gdzie $k = 1, 2, \dots, n$, a n — to liczba ścian wokół wierzchołka A.

Wyr. 10-5 Współrzędne punktów krawędziowych wokół wierzchołka A

Punkty środkowe f_k i krawędziowe e_k wyznaczają zewnętrzną krawędź nowych ścian, które powstają wokół wierzchołka A (Rysunek 10.2.14). (Ta krawędź jest "współdzielona" ze ścianami podziałowymi sąsiednich wierzchołków). Do zakończenia wyznaczenia czterech ścian brakuje już tylko ostatniego punktu — a. Punkty a, tak jak w przypadku krzywych, nazywamy punktami wierzchołkowymi:


Rysunek 10.2.14 Punkt a — punkt "wierzchołkowy" pow. podziałowej

Punkt wierzchołkowy a leży zawsze pomiędzy punktem A, końcami krawędzi oryginalnej powłoki E_k , oraz punktami środkowymi f_k . Dokładną zależność pomiędzy nimi opisuje Wyr. 10-6:

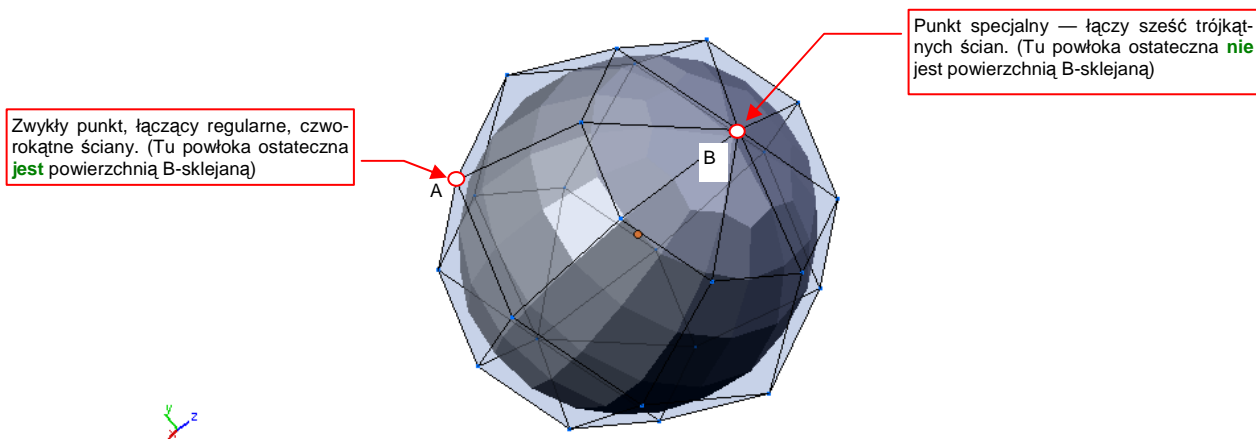
$$a = \frac{(n-2)}{n}A + \frac{1}{n^2}(E_1 + E_2 + \dots + E_n) + \frac{1}{n^2}(f_1 + f_2 + \dots + f_n)$$

gdzie n — to liczba ścian wokół wierzchołka A

Wyr. 10-6 Współrzędne punktu wierzchołkowego a — odwzorowania punktu sterującego A

Powstanie powierzchni podziałowej pokazałem na przykładzie wierzchołka łączącego cztery czworokątne ściany. Dla tak zbudowanych powierzchni sterujących, powłoka ostateczna, do której zbiegają kolejne podziały *Catmull-Clarka*, jest jednorodną powierzchnią B-sklejaną, trzeciego stopnia¹.

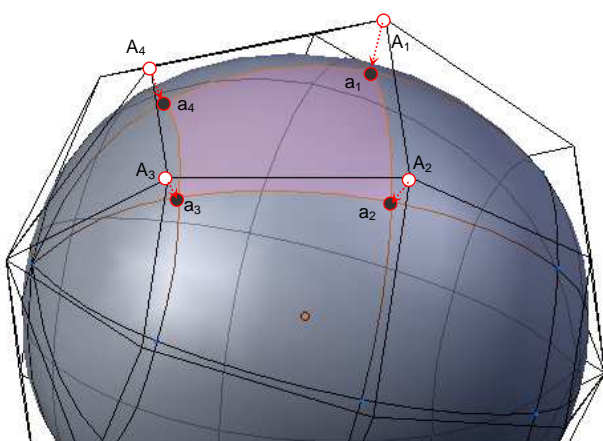
Powierzchnie podziałowe potrafią jednak utworzyć gładką powłokę z dowolnej kombinacji ścian, z których każda może mieć inną liczbę boków². Przykładem takiego "trudnego" wierzchołka są chociażby "bieguny" siatki o układzie "globusa" (Rysunek 10.2.15). Co prawda w okolicach takich punktów nie jest gwarantowana ciągłość promienia krzywizny (w tych miejscach powierzchnia ostateczna nie jest powłoką B-sklejaną). Na pewno jednak powierzchnie podziałowe pozostają "gładkie". (Wokół wierzchołków "specjalnych" zachowują przynajmniej ciągłość stycznych do powierzchni).



Rysunek 10.2.15 Zwykłe i "specjalne" wierzchołki powłoki sterującej

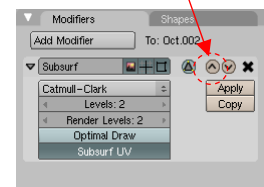
Wyrażenia opisujące powierzchnie podziałowe (Wyr. 10-4, Wyr. 10-5, Wyr. 10-6) są podane w sposób ogólny, dla dowolnej liczby ścian wokół wierzchołka oryginalnej powłoki. Używając ich, można także wyznaczyć wierzchołki siatki wokół takich "specjalnych" wierzchołków jak punkt B (Rysunek 10.2.15).

Na każdej powłoce podziałowej Catmull-Clarka można wskazać krawędzie, stanowiące bezpośrednie odwzorowanie ("ślad") krawędzi powłoki sterującej (Rysunek 10.2.16):



Rysunek 10.2.16 Segment powierzchni podziałowej

Przełączenie na wyświetlanie segmentów powierzchni podziałowych



Rysunek 10.2.17 Blender: przełącznik wyświetlania segmentów

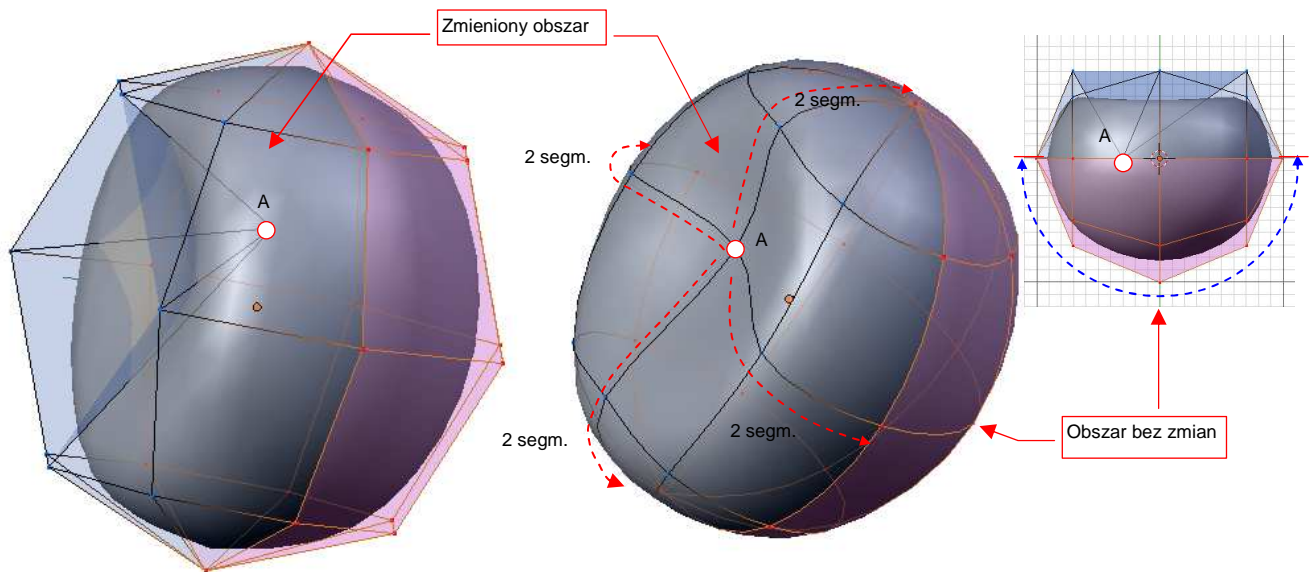
¹ Jest to więc jeden z rodzajów powierzchni NURBS.

² Tego powierzchnie B-sklejane, nawet tak "elastyczne" jak NURBS, nie są w stanie obsłużyć. Powłoki NURBS są powłokami parametrycznymi, przez co wymagają siatek punktów sterujących, w których wszystkie ściany mają taką samą liczbę boków. Skomplikowane, rzeczywiste kształty są więc "szyte" z czworokątnych lub trójkątnych "skrawków" powierzchni (*patches*). I właśnie te "szywy" były horrorem programistów. W dodatku "pękały" podczas animacji.

tów powierzchni podziałowych

Fragment powierzchni podziałowej ograniczony "śladami" krawędzi powłoki sterującej nazwiemy **segmentem**. Każda powłoka podziałowa ma tyle segmentów, ile ścian ma jej powierzchnia sterująca. (Jest to analogia do segmentów krzywych podziałowych — p. str. 573).

- W Blenderze, podczas edycji siatki, możesz się swobodnie przełączać pomiędzy ścianami powłoki sterującej i jej segmentami. Służy do tego niepozorny przełącznik w panelu modyfikatora *Subsurf* (Rysunek 10.2.17).
- Zakres wpływu pojedynczego punktu sterującego na kształt powierzchni podziałowej jest ograniczony. Zmiany nigdy nie przekroczą obszaru sąsiednich 4 x 4 segmentów. (Po dwa segmenty w każdą stronę, licząc od odwzorowania zmienionego wierzchołka — p. Rysunek 10.2.18).

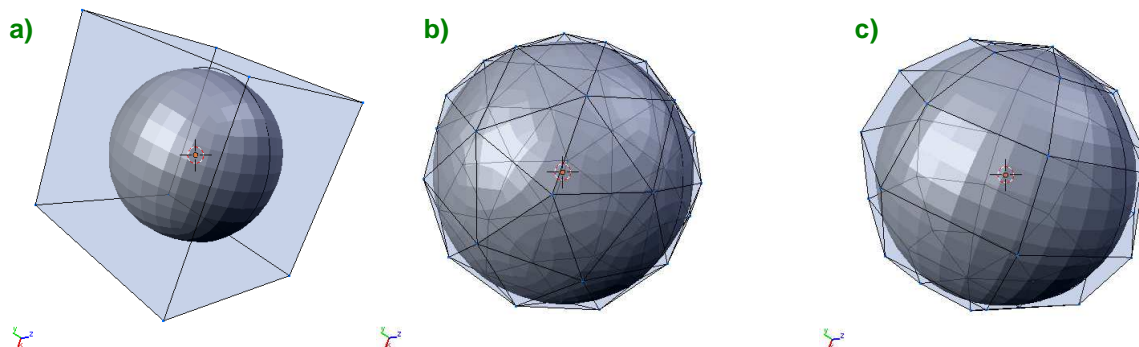


Rysunek 10.2.18 Granica wpływu punktu sterującego A na kształt powierzchni podziałowej

Wspomniałem wcześniej, że siatki typu "globus", na których do tej pory eksperymentowaliśmy, pozwalają uzyskać elipsoidę, a nie kulę. Są dwie drogi, aby uzyskać za pomocą powierzchni podziałowych kształt kuli:

- zastosować jako powłokę sterującą jakiś wielościan foremny (powierzchnię, której wszystkie ściany są jednakowe);
- zwiększyć liczbę, oraz zmienić położenie "równoleżników" na powłoce typu "globus";

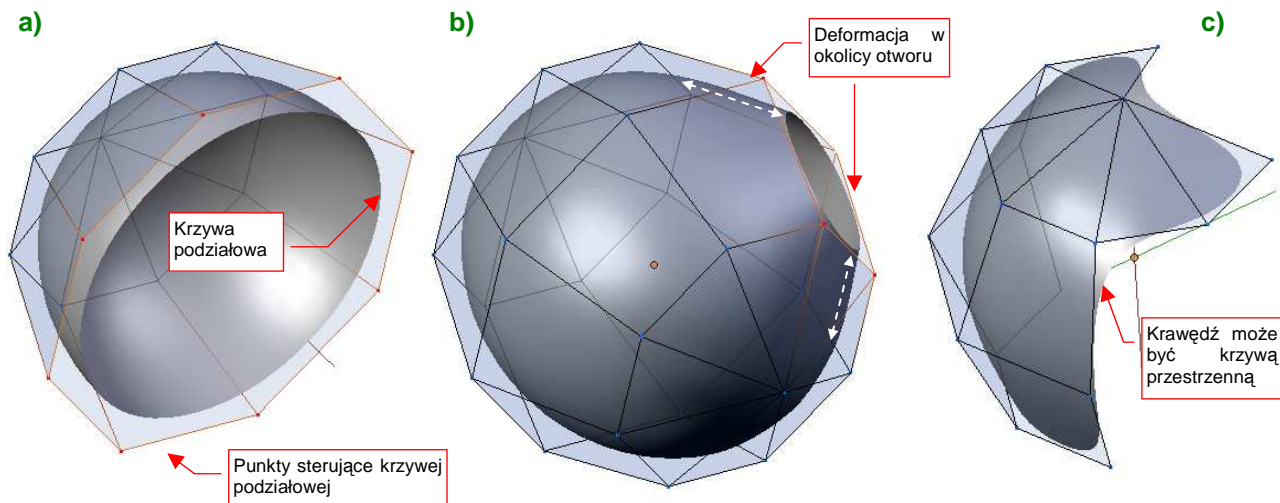
Najprostszym przykładem pierwszej metody — użycia wielościanów foremnych — jest sześciąt Rysunek 10.2.19a). Innym, lepszym przybliżeniem jest powłoka o większej liczbie ścian (Rysunek 10.2.19b):



Rysunek 10.2.19 Powłoki, pozwalające uzyskać powierzchnie podziałowe zbliżone do kuli

Rysunek 10.2.19c) przedstawia przykład drugiego rozwiązania — modyfikację siatki typu "globus". Mimo, że okolice "biegunów" mają w takiej powłoce największe odchylenie od kształtu kuli, w praktyce często stosuje właśnie to rozwiązanie. Dlaczego? Zazwyczaj modelujemy nie pełną kulę, ale jej fragment — jakieś zaokrąglenie. Fragment siatki typu "globus", zawierający punkt biegunowy, łatwo jest "wyprowadzić" z fragmentów innych siatek. A odchylenie w okolicy bieguna? Cóż, jest to pewien problem, ale zazwyczaj wystarcza dodać jeden - dwa dodatkowe równoleżniki, i kształt staje się wystarczająco "kulisty".

Do tej pory demonstrowałem wyłącznie powierzchnie zamknięte. Rysunek 10.2.20 pokazuje przykłady powierzchni podziałowych dla powłok, które są otwarte:



Rysunek 10.2.20 Powierzchnie podziałowe dla powłok otwartych

Rysunek 10.2.20a) przedstawia efekt usunięcia połowy "globusa". Pozostała powłoka sterująca w kształcie czaszy. Jej krawędź jest krzywą podziałową — taką jaką analizowaliśmy w pierwszej części tej sekcji. O kształcie tej linii decydują wyłącznie punkty krawędzi powłoki sterującej. (W tym przypadku jest okręgiem, powstałym w wyniku podziału ośmiobocznej krawędzi czaszy).

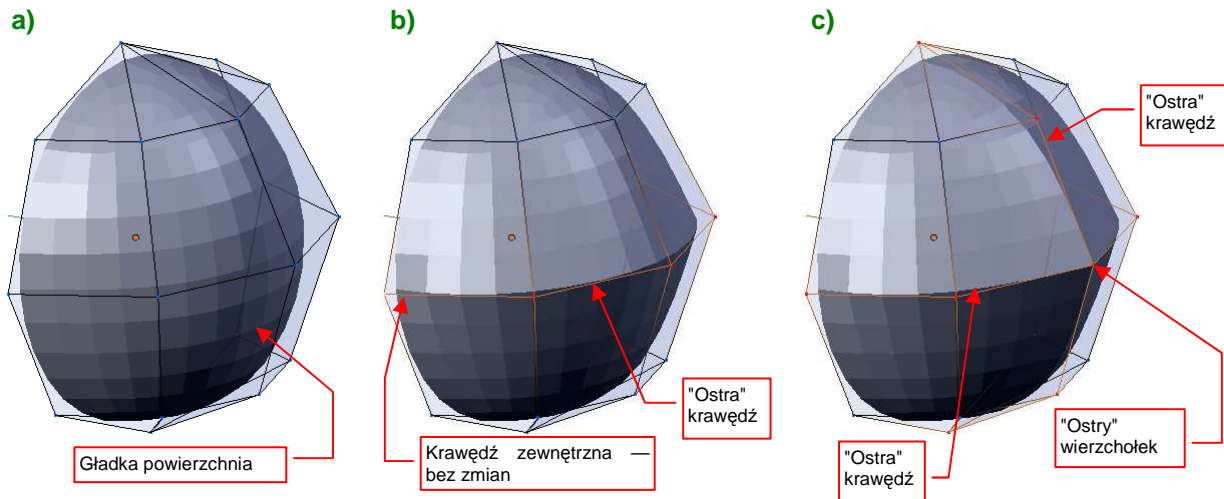
Czasza z przypadku a) ma nieco większą średnicę, niż elipsoida, z której powstała. Ten efekt widać dobitniej w drugim przykładzie. Rysunek 10.2.20b) przedstawia powierzchnię, która także powstała z siatki "globusa". Tym razem nie usunęliśmy żadnego wierzchołka. Usunięta została tylko pojedyncza ściana — i powstał w powłoce otwór. Jego krawędź zależy tylko od wierzchołków tej usuniętej ściany, więc leży w ich płaszczyźnie. W efekcie krawędź otworu znalazła się powyżej oryginalnej powłoki, i "pociągnęła" za sobą inne ściany z otoczenia. Wygląda to trochę jak krawędź "formującego się wulkanu". Dla powłok o niewielkim zaokrągleniu ten efekt jest praktycznie niewidoczny. Może stanowić problem, gdy będziesz próbował wykonać większy otwór w bardziej zaokrąglonej powierzchni — np. kadłuba (por. Rysunek 10.2.28, str. 587).

Abyś nie odniósł mylnego wrażenia, że krawędź powierzchni podziałowej zawsze jest jakimś płaskim obrysem, przygotowałem ostatni, trzeci przykład. Rysunek 10.2.20c) pokazuje nieregularną powierzchnię, w której jedne ściany są trójkątne, a inne — czworokątne. Krawędź takiej powłoki jest także krzywą podziałową — tyle, że tym razem przestrzenną¹.

- Krawędzią powierzchni podziałowej jest zawsze krzywa podziałowa. Wielobokiem sterującym tą krzywą jest krawędź powłoki sterującej.

¹ Krzywej podziałowej tak naprawdę jest "wszystko jedno", czy leży na jednej płaszczyźnie, czy nie. Każda z nich jest tak naprawdę krzywą przestrzenną — por. str. 573.

Krawędzie otwartych powłok podziałowych przyjmują opisany powyżej kształt, bo zastosowano do ich podziału inne wyrażenia, niż dla pozostałych wierzchołków powierzchni. Ich punkty krawędziowe są wyznaczone według Wyr. 10-1 (str. 573) a nie Wyr. 10-5 (str. 579). Podobnie punkty wierzchołkowe — ich współrzędne opisuje Wyr. 10-2, a nie Wyr. 10-6. W sumie to program obliczający wierzchołki podejmuje decyzję, według jakiego wyrażenia podzieli daną krawędź. W związku z tym programiści stworzyli dodatkową możliwość: użytkownik może sam oznaczyć niektóre krawędzie oryginalnej powłoki jako "ostre" (*cearses*). Zostaną wówczas potraktowane jak gdyby były krawędziami zewnętrznymi, mimo że leżą pośrodku powierzchni. Ich odwzorowaniem na powłoce podziałowej jest ostra krawędź, o kształcie krzywej podziałowej (Rysunek 10.2.21):



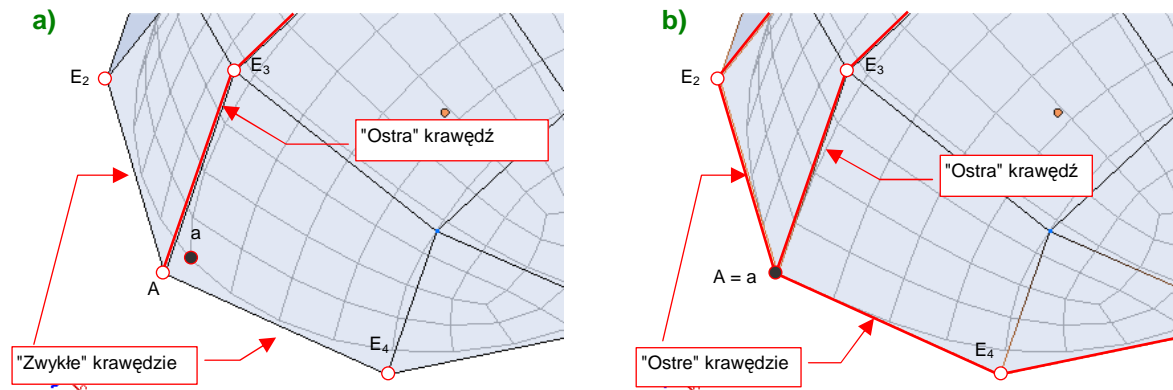
Rysunek 10.2.21 Ostre krawędzie wewnątrz powierzchni podziałowych

Rysunek 10.2.21 a) przedstawia sytuację wyjściową — zwykłą, gładką powłokę. Rysunek 10.2.21 b) pokazuje, jak zmieni się ten kształt, gdy "równik" powłoki sterującej został oznaczony jako "ostry" (*cearse*). Pojawiło się w tym miejscu ostre załamanie kształtu powłoki podziałowej (nie jest zachowana ciągłość stycznych). Kształt końcowych krawędzi powłoki nie uległ zmianie, mimo że mają wspólny punkt przecięcia z "ostrą" krawędzią.

Rysunek 10.2.21c) demonstruje efekt przecięcia się dwóch krawędzi oznaczonych jako "ostre". Oprócz "równika", oznaczyłem jako "ostry" jeden z południków. Punkt, w którym przecięły się te dwie krawędzie, znalazł się na powłoce sterującej.

- Jeżeli z punktu sterującego wychodzą co najmniej trzy "ostre" krawędzie, to taki wierzchołek także nazywamy "ostrym", albo "narożnym". Każda powierzchnia podziałowa (dowolnego poziomu) ma w takim punkcie odpowiedni punkt wierzchołkowy.

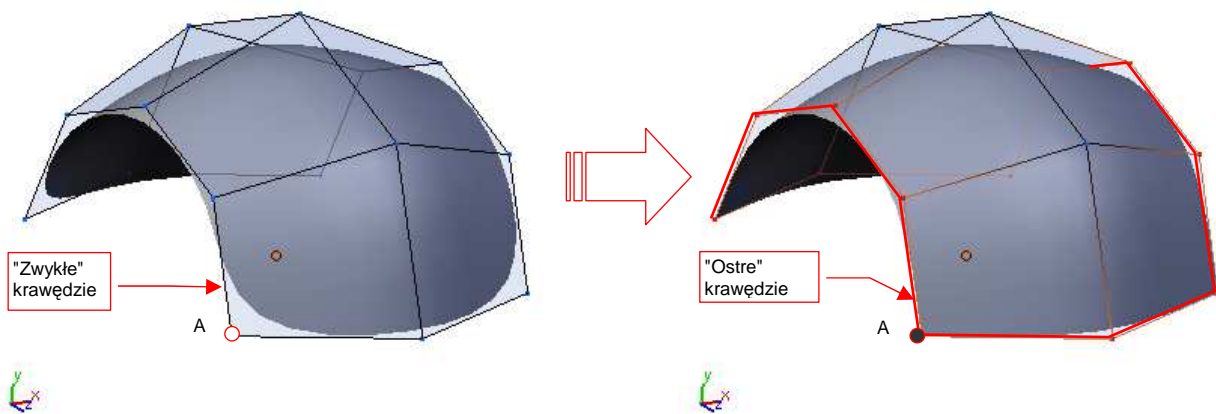
Na pierwszy rzut oka powyższa reguła wydaje się nie obowiązywać na przecięciu "ostrej" krawędzi z krawędzią powłoki (Rysunek 10.2.22a). W punkcie **A**, gdzie krawędź zewnętrzna styka się z równoleżnikiem, oznaczonym jako "ostry" (krawędź $|AE_3|$), powinien się pojawić wierzchołek narożny. Nic takiego jednak nie wystąpiło — ostra krawędź płynnie "rozmywa" się w krawędzi powłoki. Punkt wierzchołkowy **a** leży nadal na nie zdeformowanym okręgu podstawy. Dlaczego?



Rysunek 10.2.22 Uzyskanie narożnika na krawędzi powłoki

Krawędź powłoki jest wyznaczana w taki sam sposób (według tych samych wzorów), co krawędzie "ostre". Sposób obliczeń nie czyni z niej jednak samoczynnie krawędzi "ostrej". Dopóki użytkownik nie oznaczy jej w ten sposób, będzie przez program traktowana jak gładka. Dlatego z wierzchołka **A** wychodzi tylko jedna ostra krawędź — $|AE_3|$, i nie ma tu narożnika (Rysunek 10.2.22a)¹. Aby uzyskać w punkcie **A** narożnik, należy oznaczyć krawędzie $|AE_2|$ i $|AE_4|$ jako "ostre" (Rysunek 10.2.22b).

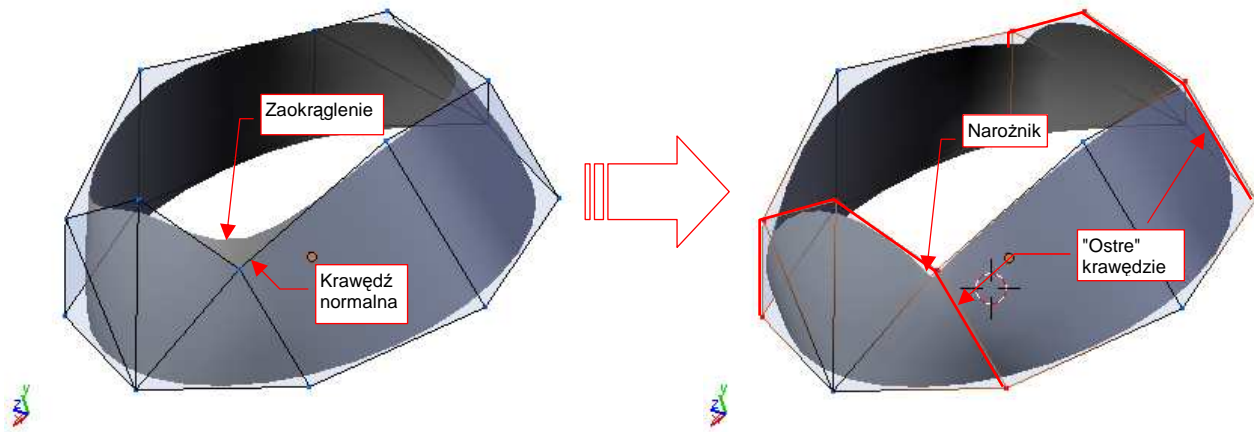
Faktycznym wyjątkiem od reguły "punktu narożnego" jest narożnik prostokątnej ściany, leżący na krawędzi powłoki. Rysunek 10.2.23 przedstawia taki punkt **A**: "gładka" krawędź powłoki omija go szerokim łukiem. Gdy jednak "wyostrzymy" jego obydwie krawędzie — stanie się narożnikiem:



Rysunek 10.2.23 Uzyskanie narożników na zewnętrznej krawędzi powłoki prostokątnej

Wyostrenie krawędzi umożliwia także uzyskanie prostokątnego otworu wewnątrz powłoki podziałowej. W takim przypadku wystarczy "wyostrzyć" tylko dwie przeciwległe krawędzie otworu (Rysunek 10.2.24). Spowoduje to uzyskanie ostrych narożników, mimo że nie są to punkty narożne, i nie leżą na powierzchni siatki sterującej. Zazwyczaj taki efekt oznacza mniejsze deformacje oryginalnego kształtu siatki, i jest często bardzo pożądany. (Wyostrenie krawędzi zawsze zmienia kształt powłoki — różnica polega tylko na tym, jak duża jest to deformacja)

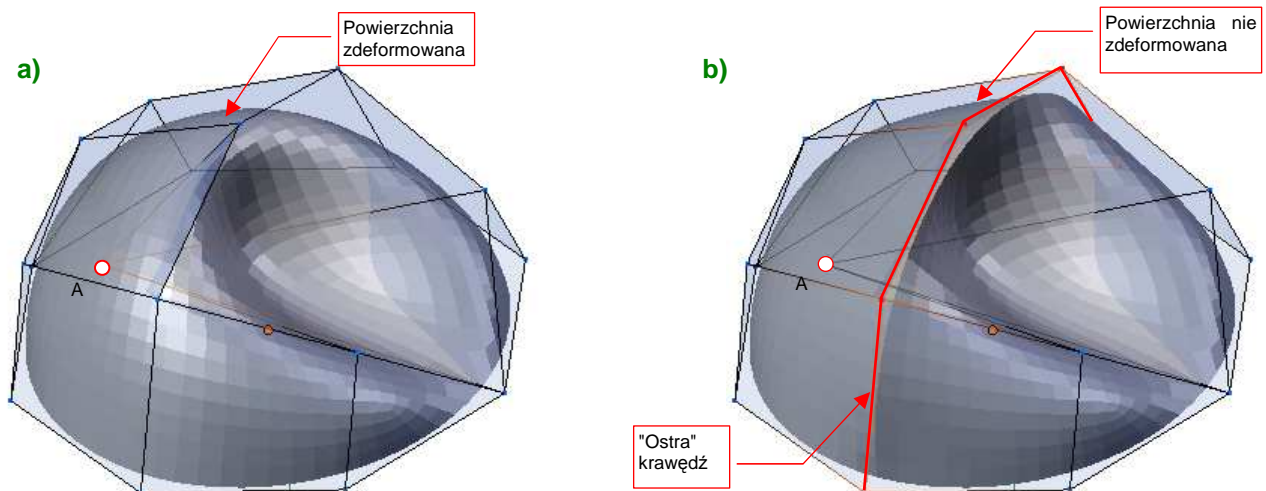
¹ Inna sprawa, że jeżeli wzdłuż krawędzi $|AE_2|$ biegnie linia podziałowa, to jej koniec — dwa ostatnie wierzchołki (Rysunek 10.2.22a) zostały wyznaczone według innych reguł, niż te, które podałem na str. 577. Wygląda na to, że w charakterze brakującego wierzchołka E_1 został tu wykorzystany środek odcinka $|E_2E_4|$



Rysunek 10.2.24 Uzyskanie narożników na krawędzi wewnętrznej, prostokątnego otworu

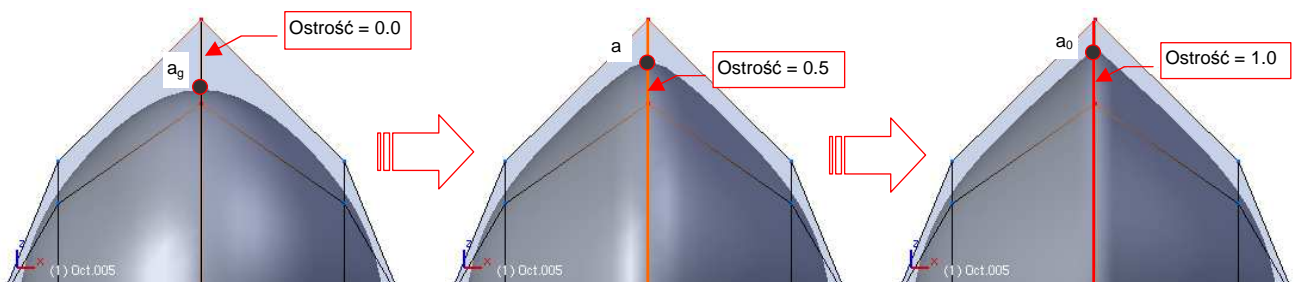
- "Ostra" krawędź ogranicza także wpływ punktów sterujących na kształt powierzchni. Punkty sterujące po jednej stronie "ostrej" krawędzi nie mają żadnego wpływu na kształt powierzchni po drugiej stronie.

Rysunek 10.2.25 ilustruje, jaką "barierą dla zmian" jest ostra krawędź. Przedstawiona powłoka zawiera dużą deformację, wywołaną przesunięciem punktu sterującego **A**. Przypadek a) to kształt gładkiej, zdeformowanej powierzchni. Przypadek b) — powierzchni, w której wpływ punktu **A** został ograniczony przez "ostrą" krawędź.



Rysunek 10.2.25 Ograniczenie wpływu punktu sterującego **A** przez "ostrą" krawędź

Krawędzie nie muszą być zawsze "całkiem ostre" lub "całkiem gładkie". W istocie Blender pozwala na płynną regulację "ostrości" w zakresie od 0 (zwykła, gładka krawędź) do 1 (krawędź ostra) (Rysunek 10.2.26) :



Rysunek 10.2.26 Stopniowa zmiana ostrości krawędzi

Wierzchołek a_g leży na zwykłej, gładkiej powierzchni, a_o — na zupełnie ostrej (Rysunek 10.2.26). Jak wyznaczony jest a — wierzchołek krawędzi o "częściowej" ostrości ($cearse = 0.5$)? Współrzędne punktów krawędzi-

wych i wierzchołkowych wzdłuż takiej krawędzi są "średnią ważoną" współrzędnych punktów a_g i a_o . "Wagą" w tej średniej jest wartość "ostrości" — od 0.0 do 1.0:

$$a = \sigma a_o + (1 - \sigma) a_g \quad (\text{p. Rysunek 10.2.26})$$

gdzie: σ — "ostrość": od 0.0 (całkowicie gładkie) do 1.0 (całkowicie ostre);

a_o — punkt wierzchołkowy dla krawędzi całkowicie "ostrej", wg Wyr. 10-2;

a_g — punkt wierzchołkowy dla krawędzi całkowicie "gładkiej" wg Wyr. 10-6;

Wyr. 10-7 Współrzędne punktów wierzchołkowych a dla krawędzi "półostrych"

$$e = \sigma e_o + (1 - \sigma) e_g$$

gdzie: σ — "ostrość": od 0.0 (całkowicie gładkie) do 1.0 (całkowicie ostre);

e_o — punkt krawędziowy dla krawędzi całkowicie "ostrej", wg Wyr. 10-1;

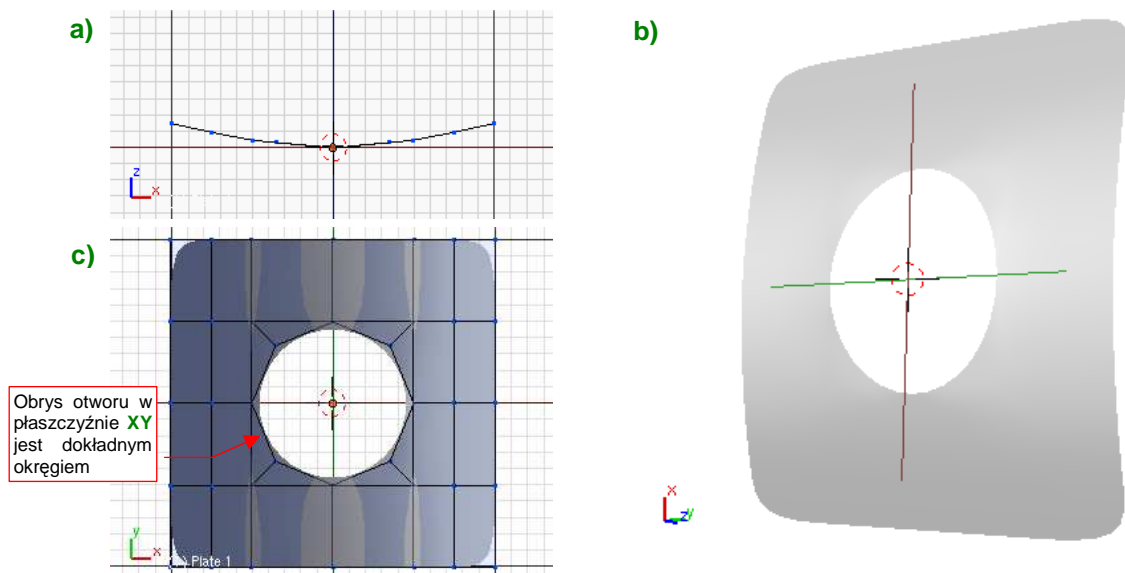
e_g — punkt krawędziowy dla krawędzi całkowicie "gładkiej", wg Wyr. 10-5;

Wyr. 10-8 Współrzędne punktów krawędziowych e dla krawędzi "półostrych"

Pamiętasz, jak podkreślałem, że współrzędna X każdego punktu powłoki podziałowej zależy tylko od współrzędnej X odpowiednich punktów sterujących (str. 573)? Podobnie współrzędna Y takiego wierzchołka zależy od Y, a Z od współrzędnej Z punktów sterujących.

- Kształt rzutu powierzchni podziałowej na płaszczyznę zależy tylko od kształtu rzutu jej punktów sterujących na tej płaszczyźnie.

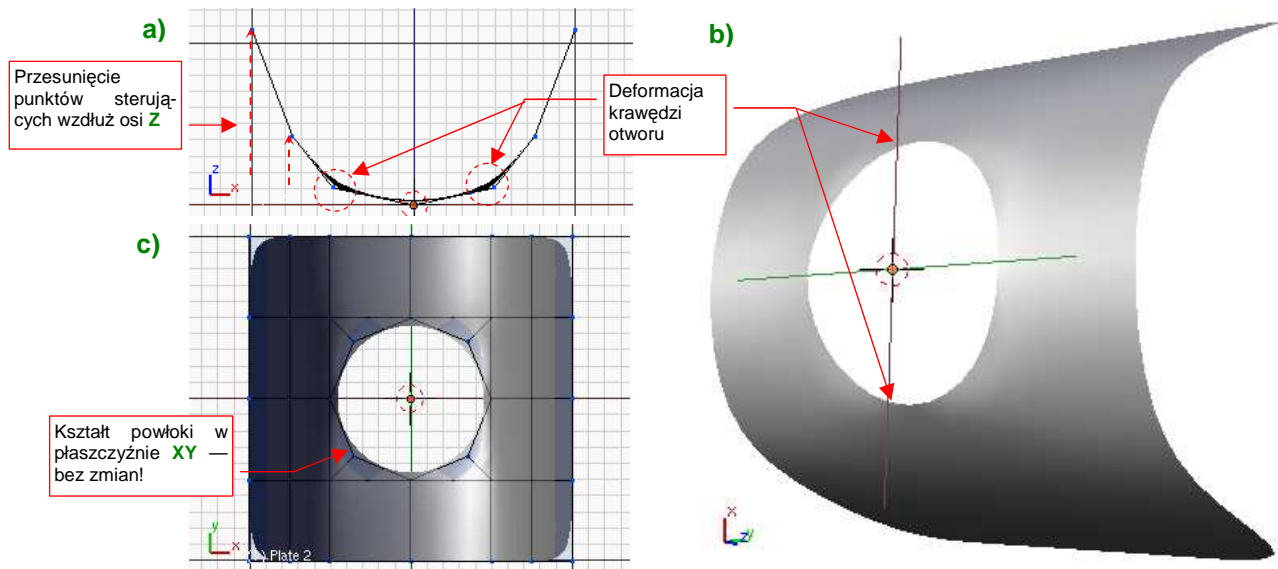
Ta reguła nie wygląda dość przejrzysto, ale jej znajomość bardzo ułatwia modelowanie. Postaram się ją pokazać na przykładzie. Rysunek 10.2.27 pokazuje lekko wygiętą powłokę, w której wykonałem otwór. Krawędź otworu w płaszczyźnie **XY** jest okręgiem (Rysunek 10.2.27c):



Rysunek 10.2.27 Okrągły otwór w lekko wygiętej powłoce

Jak się zmieni kształt tej powierzchni w rzucie z góry (płaszczyźnie **XY**), gdy wygnę tę powierzchnię (Rysunek 10.2.28)? Wygięcie uzyskałem, przesuując punkty sterujące w kierunku prostopadłym do **XY** (wzdłuż osi **Z**). Rysunek 10.2.28c) pokazuje, że jej rzut z góry nie uległ żadnej zmianie! (Porównaj Rysunek 10.2.28c i Rysunek 10.2.27c.)

Ta właściwość jest nieoceniona szczególnie w przypadku konieczności dokonania jakichś niewielkich poprawek kształtu. Możesz je zazwyczaj zaplanować jako przesunięcia wierzchołków wzdłuż pojedynczej osi. W ten sposób masz gwarancję, że kształt obiektu w kierunku prostopadłym nie ulegnie żadnej zmianie.



Rysunek 10.2.28 Okrągły otwór w bardzo wygiętej powłoce

Na koniec mała dygresja o otworach w powierzchniach o małym i dużym promieniu krzywizny. Każda krawędź otworu w wygiętej powłoce podziałowej wywołuje lokalne zaburzenia kształtu. Wspomniałem to zjawisko na str. 582 (Rysunek 10.2.20b), używając nieco romantycznego określenia "efekt krawędzi wulkanu". Efekt ten jest praktycznie do zaniedbania na powierzchniach o małej krzywiznie, jakiej przykład pokazuje Rysunek 10.2.27. Taką niewielką krzywiznę ma np. skrzydło samolotu (poza krawędzią natarcia). Stąd bardzo łatwo w skrzydle wykonać różnego kształtu otwory i wycięcia.

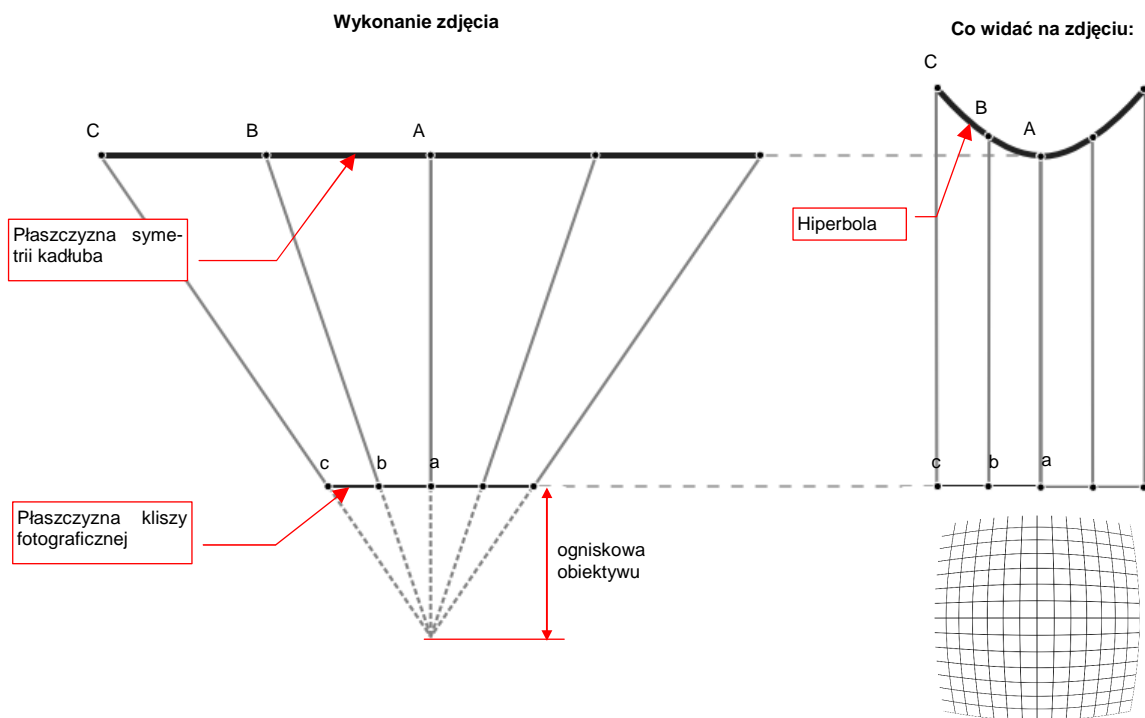
Problem jednak narasta, gdy rośnie krzywizna powierzchni. Na powłoce wygiętej tak, jak bywa często wygięty przekrój kadłuba, wypukłości wokół otworu stają się widoczne (Rysunek 10.2.28a). Jak napisałem wcześniej, nie wpływają na kształt powierzchni w rzucie prostopadłym, ale na pewno nie można ich tak zostawić. Z tym problemem możesz sobie poradzić, zagęszczając siatkę punktów sterujących w okolicy deformacji. Takie odchylenia powłoki szybko znikają. Już przy dwukrotnym zwiększeniu liczby ścian w takim miejscu deformacja jest o wiele mniejsza.

Podsumownie

- Oryginalna siatka, z której powstaje powłoka podziałowa, nazywa się **siatką sterującą**, a jej wierzchołki — **punktami sterującymi** (*control points* — str. 571).
- Krzywe i powłoki podziałowe można podzielić na segmenty. Każdy segment odpowiada krawędzi (dla krzywych) lub ścianie (dla powłok) siatki sterującej (str. 573, 580).
- Wpływ przesunięcia pojedynczego punktu sterującego na kształt krzywej / powłoki podziałowej nie przekracza dwóch segmentów (w każdym kierunku) (str. 574, str. 581).
- Do dobrego odwzorowania okręgu wystarczy dwukrotny podział sześciokąta. Dla bardzo dokładnego okręgu — dwukrotny podział ośmiokąta (str. 576)
- Krawędzią każdej powierzchni otwartej jest krzywa podziałowa (str. 582).
- Powierzchnie podziałowe mogą zawierać krawędzie oznaczone jako "ostre" (str. 583). Możliwa jest także ostrość częściowa (str. 585)
- Ostra krawędź jest "barierą" dla propagacji zmiany kształtu powłoki (str. 585)
- Rzut powierzchni podziałowej na płaszczyznę zależy wyłącznie od rzutu jej punktów sterujących na tę płaszczyznę (str. 586). Dzięki tej właściwości można bez problemu "wycinać" okręgi w powierzchniach, które nie są zbyt wygięte. przy większym wygięciu pojawiają się deformacje na brzegu otworu.

10.3 "Zniekształcenie beczkowate" fotografii

Fotografia utrwała rzeczywisty obiekt w ściśle określonym ujęciu perspektywicznym. Podstawowym parametrem tego ujęcia jest długość ogniskowej obiektywu (patrz Rysunek 10.3.1). Powiedzmy, że wynosi 50mm. Wymiary kliszy były standardowe (wysokość 35mm, szerokość 48mm). Obraz na odbitce 10x15cm wyglądałby "zupełnie jak prawdziwy", gdybyś oglądał go z odległości 30 cm, zamknąwszy przy tym jedno oko. Oczywiście, nigdy tak zdjęć nie oglądamy. Napotykając je na co dzień, przyzwyczailiśmy się nawet do takich drastycznych deformacji beczkowatych jak "rybie oko". (Mimo, że nie mamy szans zobaczyć świata w ten sposób — wyklucza to budowa ludzkiego oka).



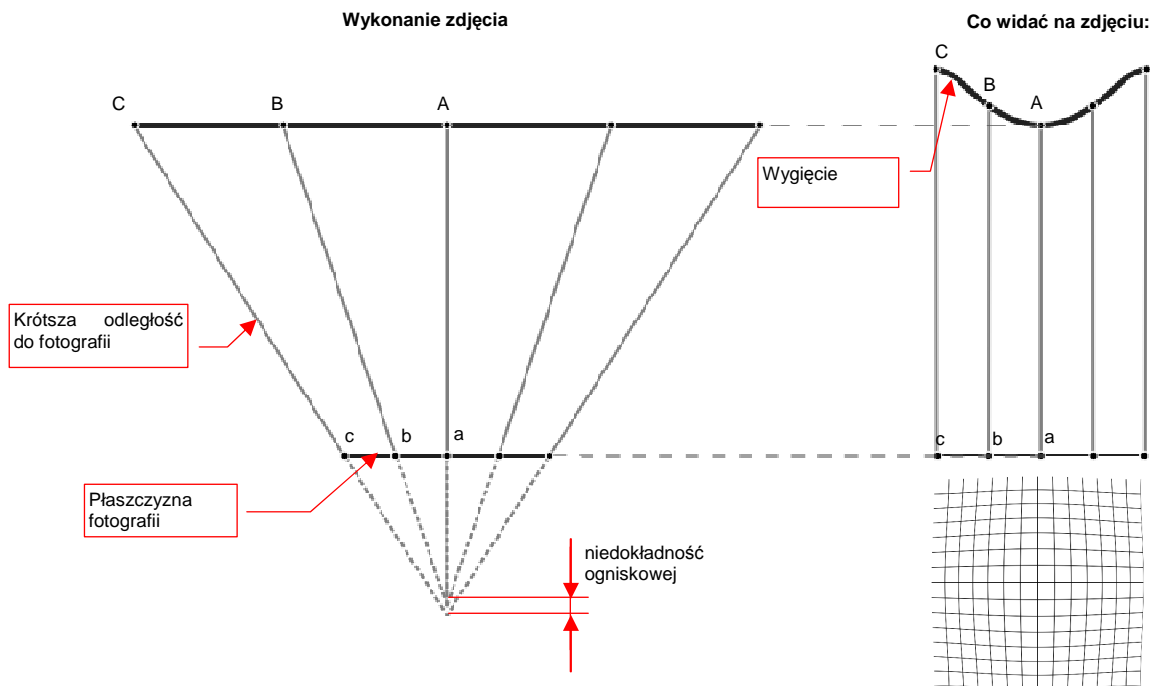
Rysunek 10.3.1 Zniekształcenie beczkowate na fotografii

Rysunek 10.3.1 pokazuje:

- po lewej: geometrię projekcji podczas wykonywania zdjęcia. Linia z punktami **A**, **B**, **C** to np. oś symetrii prawdziwego samolotu. Linia z punktami **a**, **b**, **c** to obraz tej osi na zdjęciu. Zwróć uwagę, że odcinek **|Cc|** jest o wiele dłuższy od **|Aa|**;
- po prawej: sytuację, gdybyśmy odbitkę tej fotografii obserwowali z nieskończonej odległości (czyli nie byłaby to w ogóle perspektywa, a techniczny rzut z lewej). Dlatego tu wszystkie odcinki **|Aa|**, **|Bb|**, **|Cc|** są równoległe. Różne odległości pomiędzy obiektem a jego obrazem, występujące w perspektywie, zrobiły jednak już swoje. Jeżeli wysokości oryginału (np. kadłuba) w punktach **A** i **C** są identyczne, to w punkcie **c** (na zdjęciu) jest ona mniejsza niż w pkt. **a**.

Linie, demonstrującą stopień zniekształcenia beczkowatego, można uzyskać ustawiając linie **|Cc|**, **|Bb|**, **|Aa|** pod kątem 90° do płaszczyzny zdjęcia (Rysunek 10.3.1). Długość tych odcinków jest taka sama jak podczas tworzenia zdjęcia. Ich końce wyznaczają teraz **krzywą deformacji**. Krzywa deformacji ma w tym przypadku kształt hiperboli.

W rzeczywistości soczewki obiektywu nie mają idealnych ogniskowych. Na większości zdjęć krzywa deformacji nie jest idealną hiperbolą — może być dodatkowo wygięta na krańcach. Rysunek 10.3.2 pokazuje, jak powstaje taki efekt:

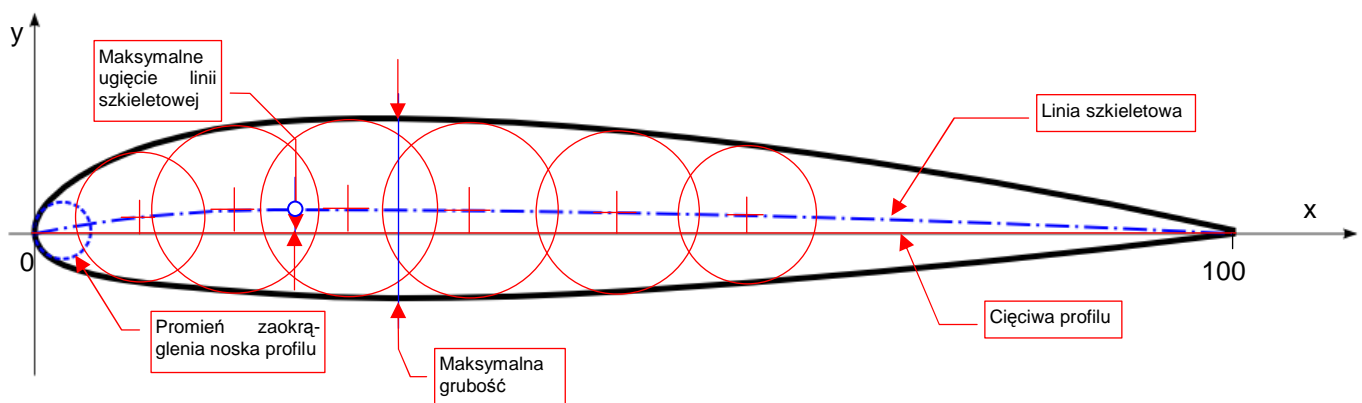


Rysunek 10.3.2 Przykład złożonego zniekształcenia beczkowatego

10.4 Kształt profili lotniczych (metody odwzorowania)

Wśród konstruktorów lotniczych funkcjonuje powiedzenie "the wing is the king". Ma to znaczyć, że geometria płata ma decydujący wpływ na wszelkie charakterystyki samolotu. Na przykład — P-40E "Warhawk" i P-51A "Mustang" miały niemal identyczną powierzchnię płata, i zbliżoną powierzchnię poprzeczną kadłuba. Używały takich samych silników *Allison*, miały bardzo podobną powierzchnię czołową — chłodnic, kadłuba, skrzydeł. Różniły się jednak drastycznie oporem, jaki stawały podczas lotu. Współczynnik oporu P-40E wynosił 0.0242¹. Ten sam współczynnik dla P-51A wynosił 0.0176. Co powodowało tę różnicę? Przede wszystkim profil płata! W wyniku zastosowania skrzydła o profilu laminarnym pierwsze "Mustangi" był o 45 km/h szybsze od "Warhawków"².

Profil płata jest odwzorowywany w lotnictwie bardzo dokładnie — nawet nieznaczne różnice kształtu mogą w znaczny sposób zmienić np. charakterystyki przeciągnięcia. Rysunek 10.4.1 wyjaśnia podstawowe pojęcia, używane w opisie geometrii profili lotniczych:



Rysunek 10.4.1 Geometria profilu lotniczego

Tradycyjnie profile lotnicze rysuje się w płaszczyźnie **XY**. Z lewej strony, w punkcie (**X=0**, **Y=0**), znajduje się zawsze tzw. nos profilu, określający kształt krawędzi natarcia płata. Nos jest zazwyczaj zaokrąglony. Czasami jest podawany promień tego zaokrąglenia. Profil jest zawsze zakończony w punkcie (**X=100**, **Y=0**). Linia profilu jest często dzielona na dwie części: **obrys górny** i **obrys dolny**. Obrisy łączą się na krańcach profilu (w **X = 0** i **X=100**).

Prosty odcinek, łączący nos z krawędzią spływu nazywamy **cięciwą**. Drugą linią charakterystyczną jest **szkielekowa**. Punkty tej linii leżą w równej odległości od górnej i dolnej krawędzi profilu. Można ją sobie wyobrazić jako linię przechodzącą przez środki okręgów, wpisanych w obrys profilu (Rysunek 10.4.1).

Dla profilu podawana jest często także:

- maksymalną grubość (informacyjnie — chodzi tu o wysokość, mierzoną wzdłuż osi Y);
- punkt maksymalnego ugięcia linii szkielekowej (Rysunek 10.4.1).

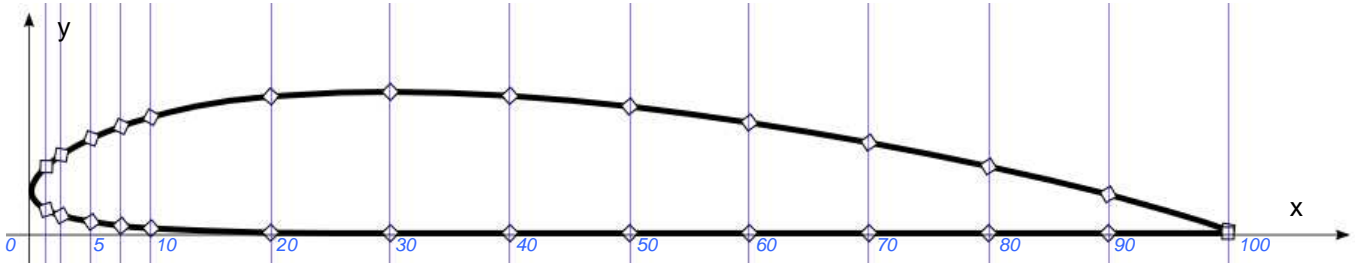
Gdzieś tak do lat dwudziestych XX wieku profile płatów opracowywali sami konstruktorzy. Robili to metodą prób i błędów. Na przykład popularny profil Clark Y powstał właśnie w tym czasie (opracował go w 1922 r. Virginus A. Clark) . Użyto go w dziesiątkach samolotów z lat dwudziestych. Aby inżynierowie na całym świecie byli w stanie poprawnie odtworzyć kształt profili, zaczęto publikować współrzędne ich obrysów (Tabela 10.4.1, Rysunek 10.4.2):

¹ Współczynnik "czystego oporu" mierzony w sytuacji, gdy płat nie wytwarza siły nośnej (samolot jest wówczas pochylony o 2—3° do dołu).

² Z prędkością wznoszenia już nie było tak dobrze: obydwa samoloty nie były pod tym względem najlepsze. Przy praktycznie takiej samej masie całkowitej (porównywany "Warhawk" był nieznacznie — o 120 kg — lżejszy) "Mustang" osiągał 610 m/min, a "Warhawk" — 670 m/min. (Profil laminarny "Mustanga" miał o wiele niższy opór, ale także wytwarzał relatywnie niższą siłę nośną.) Dla porównania — Messerschmitt Bf 109E miał prędkość wznoszenia 1020 m/min, a Bf 109F — 1260 m/min (ta ostatnia była jedną z najlepszych w ciągu całej wojny).

Tabela 10.4.1 Współrzędne profilu Clark Y

X	0	1.25	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Yg	3.49	5.53	6.50	7.87	8.86	9.63	11.35	11.73	11.40	10.52	9.18	7.72	5.54	3.32	0.25
Yd	3.49	1.94	1.46	0.94	0.61	0.40	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Rysunek 10.4.2 Profil Clark Y, wykreślony na podstawie współrzędnych z Tabela 10.4.1

Gdzieś w latach dwudziestych coraz szerzej zaczęto używać profili, opracowanych przez placówki naukowe. Na przykład publikował je niemiecki uniwersytet w Getyndze. (Były oznaczane np. "Götingen - 623", albo "Götingen - 543".) W 1933 r. finansowana przez rząd USA NACA opublikowała istotny raport, zawierający geometrię i charakterystyki 78 profili lotniczych. Były to tak zwane "profile rodziny 4-cyfrowej". Od tamtej pory profile te były szeroko wykorzystywane w wielu konstrukcjach lotniczych, nie tylko amerykańskich¹. Do rodziny tej należą także profile płata P-36 i P-40: NACA 2215 i NACA 2209.

Czy wiesz, że numer profilu NACA nie jest wcale numerem kolejnym? Tak naprawdę zawiera opis jego kluczowych parametrów geometrycznych:

- 1 cyfra: największe ugięcie szkieletowej (czyli wartość Y max. ugięcia w %).
- 2 cyfra: odległość punktu o największym ugięciu szkieletowej od nosa profilu, podzielona przez 10. Na przykład — "2" oznacza, że max. ugięcie szkieletowej znajduje się 20% od krawędzi natarcia.
- 3 i 4 cyfra: grubość profilu (%).

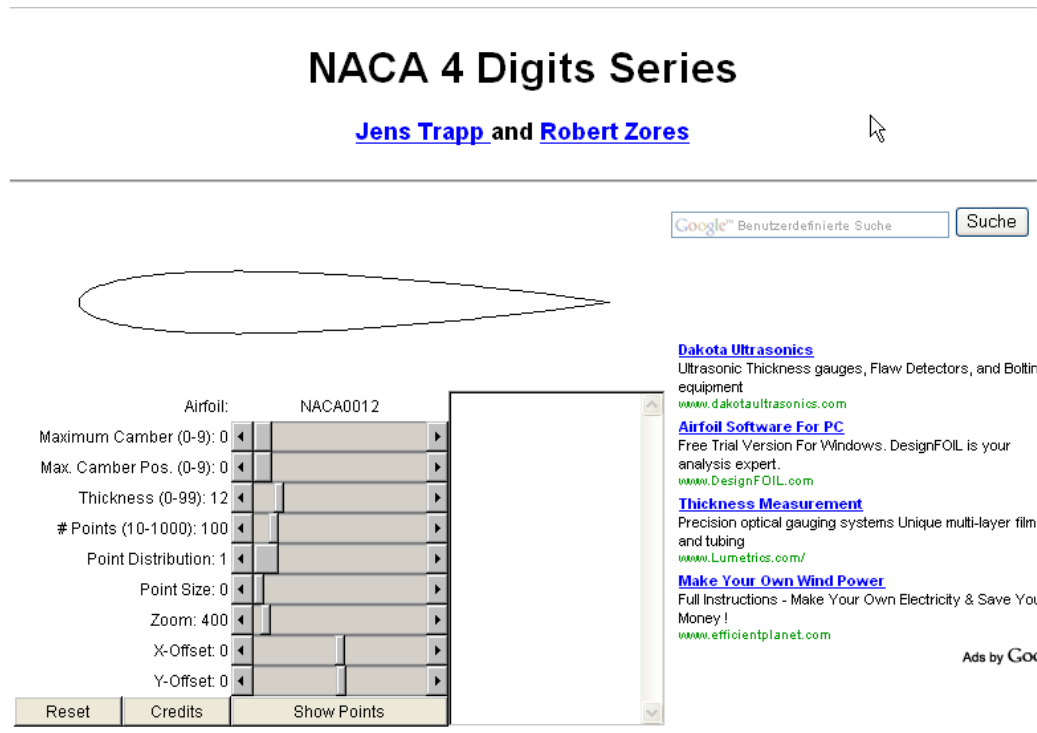
Tak więc symbol profilu P-40 — "NACA 2215" — oznacza profil o grubości 15% i maksymalnym ugięciu szkieletowej 2%, w X = 20% cięciwy. W istocie kształty NACA 2215 i NACA 2209 różnią się tylko grubością. Gdy przeskalujesz rysunek NACA 2209, rozciągając go w pionie, uzyskasz NACA 2215. (Na odwrót to także działa!)

Co więcej — NACA opublikowało wzory matematyczne, które pozwalają odwzorować kształt profilu z dowolną dokładnością. (Trzydzieści punktów, jakie Tabela 10.4.1 dla profilu Clark Y, pozostawia jeszcze pole do pewnej dowolności).

- NACA opublikowała parametry także tzw. "rodziny 5-cyfrowej", ale nie będziemy się nią tu zajmować. Poza tym istnieją także profile NACA, noszące inne oznaczenia. Na przykład — laminarny profil płata "Mustanga" to NACA 45-100. A profil skrzydła Messerschmitta Bf 109 jest podany jako NACA 2R₁14.2 (to oznacza podwójne załamanie szkieletowej).

¹ Skąd tak wielka popularność? Sekret kryje się w sposobie pomiaru. NACA dysponowało wówczas jedynym w świecie pełnowymiarowym tunelem aerodynamicznym, w którym się mieścił np. cały myśliwiec. Charakterystyki opublikowanych profili były zmierzone na dużych płytach, w warunkach zbliżonych do rzeczywistego lotu. Wcześniej wszyscy "dmuchali" (tak to się mówi w lotnictwie) płyty o rozmiarze niewielkiego modelu w małych tunelkach aerodynamicznych. Potem starano się te "modelarskie" charakterystyki przeliczyć na prawdziwe warunki lotu. Zdradzę tu wszystkim tym, którzy nie zetknęli się z praktyką inżynierską, mały sekret: obliczenia aerodynamiczne, szczególnie bez użycia komputerów, są strasznie niedokładne! Profile NACA były więc w oczach konstruktorów o wiele bardziej "pewne", niż wszystkie inne.

Gdy zaczniesz szukać w Internecie hasła "NACA, airfoil", znajdziesz szybko kilka stron podających współrzędne wielu różnych profili lotniczych. Uważam, że godny polecenia jest w szczególności serwis dostępny pod adresem <http://www.ppart.de//programming/java/profiles/NACA4.html>:

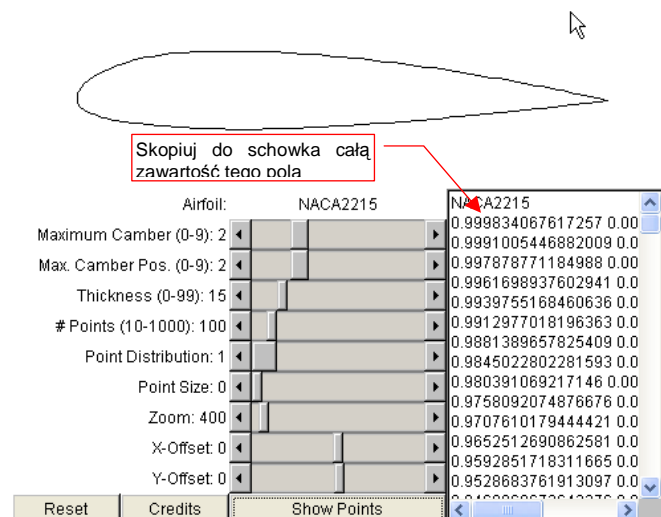


Rysunek 10.4.3 Serwis internetowy — generator współrzędnych 4-cyfrowych profili NACA

Gdy ustawisz na tej stronie odpowiednio parametry:

- **Maximum Camber**: ugięcie szkieletowej (1-sza cyfra);
- **Max. Camber Pos**: pozycja ugięcia szkieletowej (2-ga cyfra);
- **Thickness**: grubość profilu (dwie ostatnie cyfry).

i naciśniesz przycisk **Show Points**, w polu po prawej stronie ekranu zobaczysz współrzędne. Wygenerowano je dla profilu o długości cięciwy = 1.0. (Po 100 pkt na obrys).

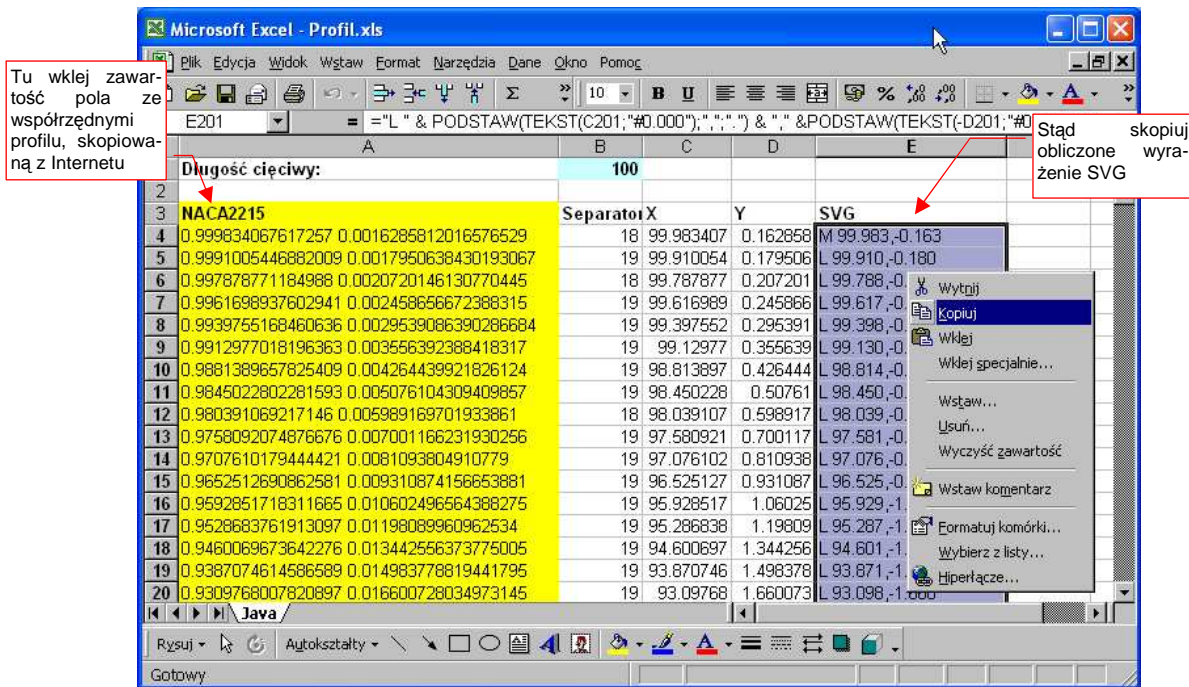


Rysunek 10.4.4 Wygenerowane współrzędne profilu NACA 2215

Zaznacz całą zawartość pola tekstowego ze współrzędnymi (**Ctrl-A**) i skopij ją do schowka (**Ctrl-C**).

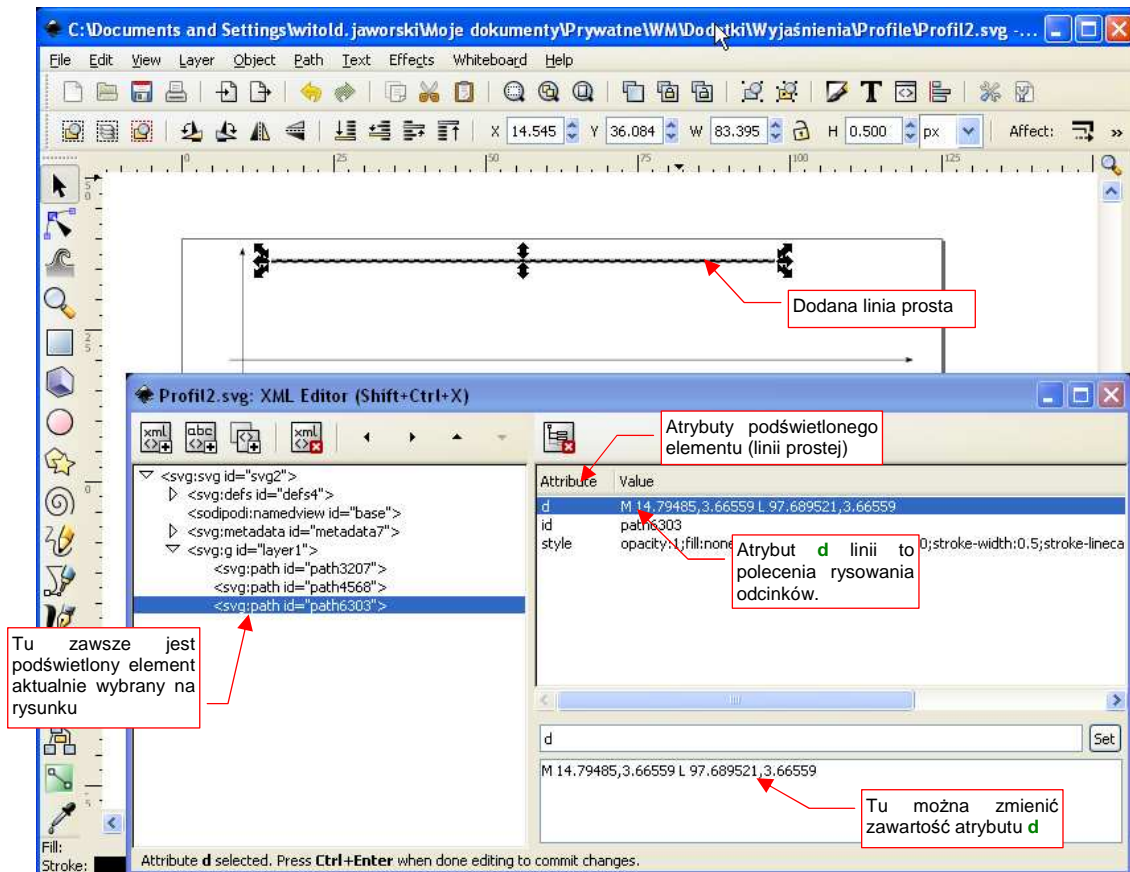
Co dalej zrobić z tymi współrzędnymi? Będziemy pracować rysować w Inkscape ten profil, "punkcik po punkciku"? Na szczęście nie — istnieje szybsza droga.

Otwórz arkusz kalkulacyjny, który przygotowałem specjalnie tym celu (*SourceToolsAirfoil.xls* z pliku *source.zip* — Rysunek 10.4.5):



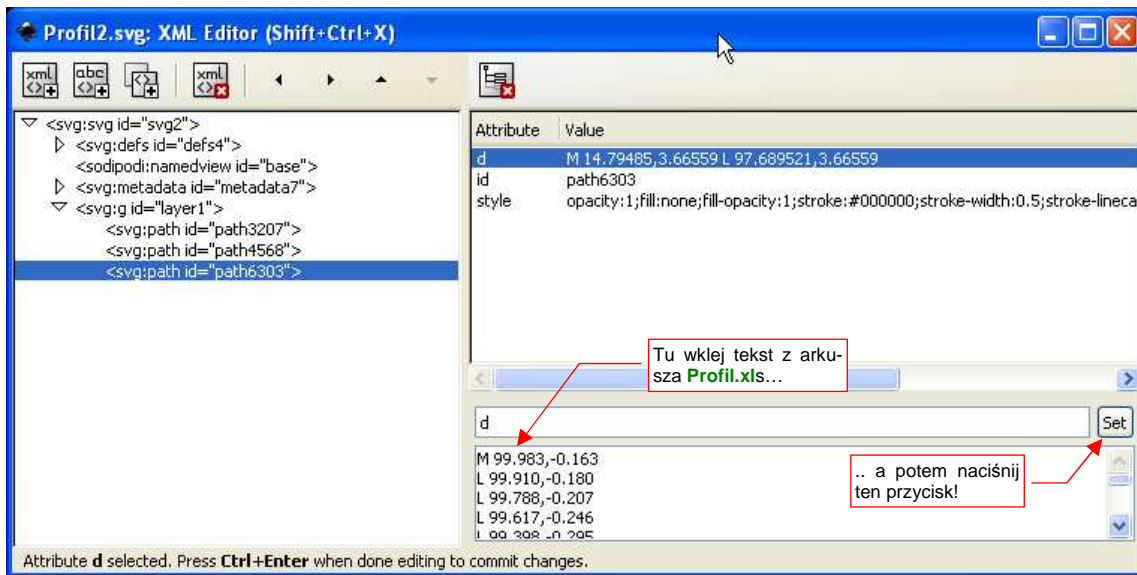
Rysunek 10.4.5 Arkusz kalkulacyjny — przygotowanie wyrażenia SVG

Teraz przełącz się do Inkscape, i: narysuj w nim dowolną linię prostą. Następnie przełącz się na tryb selekcji i otwórz okno edytora XML (*Edit→XML Editor...*)



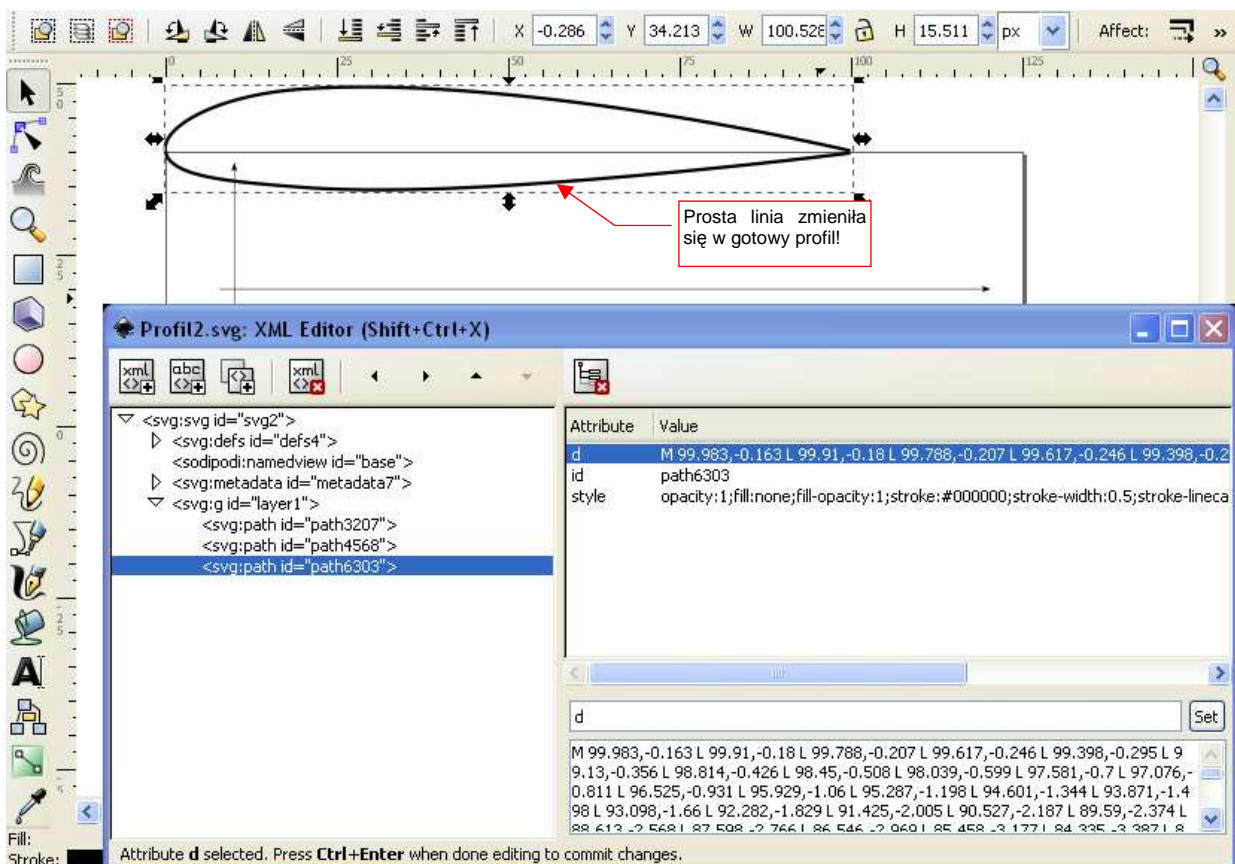
Rysunek 10.4.6 Linia na rysunku i jej definicja w edytorze XML (SVG)

Wklej zawartość schowka (kopię obszaru "SVG" z arkusza Profil.xls — por. Rysunek 10.4.5) jako nową wartość atrybutu **d**¹ (Rysunek 10.4.7):



Rysunek 10.4.7 Wartość atrybutu **d** (wierzchołki linii) przeniesiona z arkusza Profil.xls

Gdy naciśniesz przycisk **Set**, wprowadzisz nowe wartości do dokumentu Inkscape (Rysunek 10.4.8):

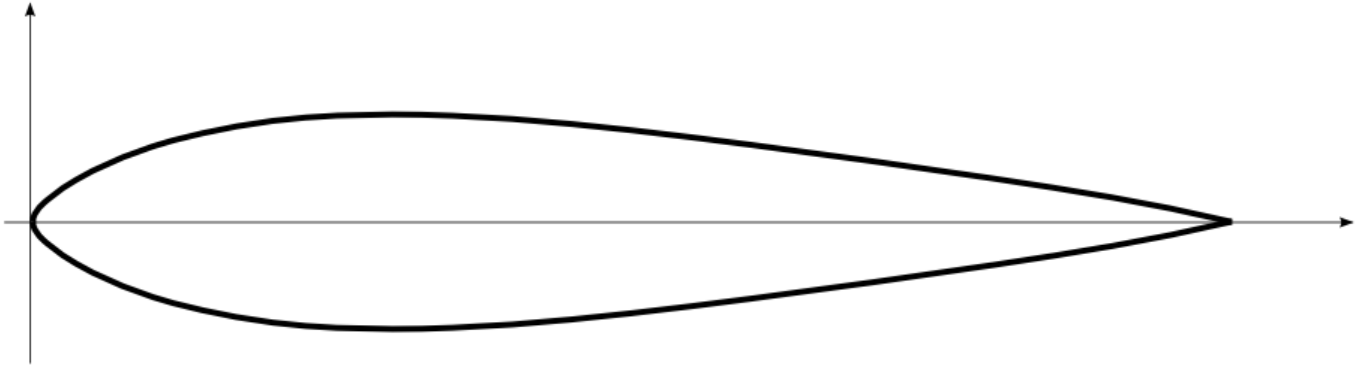


Rysunek 10.4.8 Uzyskany w Inkscape profil NACA 2215

¹ Inkscape zapisuje dokumenty w standardzie SVG (*Scalable Vector Graphics*). Są to w istocie pliki tekstowe, przypominające trochę sposobem zapisu strony HTML. Możesz je nawet otworzyć w zwykłym Notatniku (*notepad.exe*) i coś w nich zmienić — pod warunkiem, że wiesz, co robisz. Do tego także służy okno *XML Editor*. Za jego pomocą możesz zmieniać w Inkscape "surową" zawartość aktualnego dokumentu. Jest to o tyle prostsze od użycia notatnika, że przed zapisem jest sprawdzana poprawność danych.

W ten sposób nasza linia nagle zmieniła się w gotowy rysunek profilu NACA 2215! Pozostaje teraz tylko zmienić jego skalę i przesunąć w odpowiednie miejsce rysunku.

Na koniec warto wspomnieć o odmianie profili NACA, z końcówką "T". Są to wersje o zmniejszonym promieniu noska. Wersje "T" mają promień noska zmniejszony o 75% w stosunku do promienia noska użytego w serii NACA 00xx (bez końcowej litery). Odpowiednio do tego jest także zmodyfikowany cała kształt przedniej sekcji - na "ostrzejszą". "T" w zamyśle twórców mogło to znaczyć tyle, co angielskie "thinner", czyli "cieńszy" (albo, równie dobrze, "tapered"). Przykładem profilu "T" jest NACA 0018T (Rysunek 10.4.9):



Rysunek 10.4.9 Profil NACA 0018T ("T" oznacza zmieniony przód — zmniejszony promień noska)

Nigdzie nie znalazłem opisu, jaki profil użyto w usterzeniu P-40. Przymierzałem do rysunków fabrycznych (np. owiewki usterzenia) wiele profili. Ostatecznie doszedłem do wniosku, że była to właśnie rodzina NACA 00xxT. W P-40 wykorzystano "cieńsze" wersje profilu, jaki pokazuje Rysunek 10.4.9:

- usterzenie pionowe, u nasady: NACA 0008T;
- usterzenie poziome, u nasady: NACA 0010T;
- usterzenie poziome, u końca: NACA 0009T.

Tabela 10.4.2 określa współrzędne obrysu profilu NACA 0018 T dla piętnastu punktów. Wykorzystałem je do wyznaczenia obrysu profilu. Aby uzyskać z tych współrzędnych cieńszą wersję, wystarczy przeskalować je w kierunku pionowym. Na przykład, po "ściśnięciu" NACA 0018T o 50% uzyskamy NACA 0009T, wykorzystywany w końcówce usterzenia poziomego.

Tabela 10.4.2 Współrzędne profilu NACA 0018T (cieńsze wersje profilu są używane w usterzeniach).

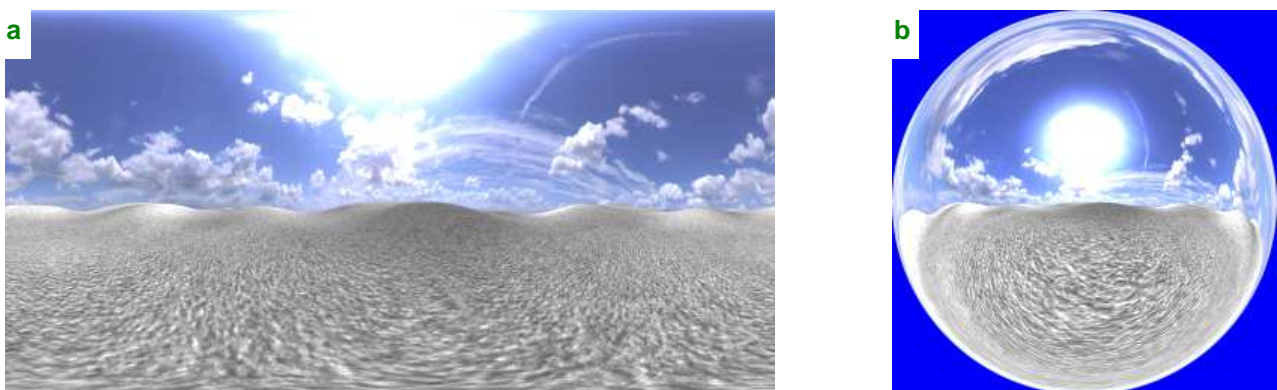
X	0	1.25	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Yg	0.00	1.87	2.83	4.28	5.41	6.32	8.46	9.00	8.62	7.67	6.44	5.09	3.65	2.05	0.00
Yd	0.00	-1.87	-2.83	-4.28	-5.41	-6.32	-8.46	-9.00	-8.62	-7.67	-6.44	-5.09	-3.65	-2.05	0.00

10.5 Panoramy otoczenia w Blenderze

W scenach "na wolnym powietrzu", jakimi zazwyczaj są sceny lotnicze, trzeba umieścić wokół modelu imitację otoczenia. Najprościej jest "wstawić" za model jakąś fotografię — tak jak jest to opisane na str. 998. Jeżeli jednak coś na scenie ma wyglądać jak metal, albo odbijać obraz otoczenia jak lustro — potrzebujemy czegoś więcej. Zamiast płaskiego zdjęcia, "postawionego za modelem", potrzebujemy obrazu, który zostanie rozpostarty wokół sceny. Takiej kulistej "panoramy", obejmującej 360° równika, i 180° południków (od zenitu do nadiru) . Obrazy tego rodzaju można znaleźć w Internecie, ale nie ma ich tak wiele, jak zwykłych zdjęć. Zazwyczaj, te dostępne za darmo mają niewystarczającą rozdzielczość, by można je było zastosować do pełnego odwzorowania tła (do tego celu potrzebne są obrazy rzędu 4000x4000 pikseli lub większe). Stąd — nadal będziesz potrzebować "płaskiego zdjęcia za modelem". Na szczęście do uzyskania lustrzanego odbicia nie potrzeba aż takich rozdzielczości, i darmowe pliki, znalezione w Internecie, zupełnie do tego wystarczą. W dalszej części tekstu będziemy się koncentrować właśnie na odbitym obrazie otoczenia, dodającemu realizmu metalicznej powierzchni samolotu.

Panoramy, przeznaczone do zastosowania w komputerowych scenach, to dość nietypowe obrazy. Zwykły plik graficzny przechowuje informację o barwach w postaci tzw. "8-bitów na składnik" („*per channel*”). (Oznacza to przypisanie każdemu ze składników: **R,G,B** 8-bitowej intensywności — więcej na ten temat na str. 604). Taki zapis umożliwia odwzorowanie do 24 milionów barw. Zazwyczaj to wystarcza (oko ludzkie nie rozróżnia ich więcej). Ale nie w przypadku panoram! Ich barwy są zapisane z większą dokładnością: 10, 12 i więcej bitów na składnik. Oznacza to, że potrafią odwzorować nie miliony, a miliardy odcieni. Ma to znaczenie przy zaawansowanych technikach imitacji oświetlenia (tzw. *global illumination* — *GI*). Stąd panoramy są zapisywane w specjalnych formatach — ***.HDR**, ***.EXR**. To obrazy określane jako *High Dynamic Range Image* — **HDRI**. Nie wszystkie programy graficzne potrafią obsłużyć pliki o takich "rozszerzonych" kolorach. (Nasz GIMP jeszcze nie potrafi). W związku z tym możesz mieć problem z ewentualnymi zmianami zgromadzonych plików.

Póki co, znalazłem na <http://qtpfsgui.sourceforge.net> program o niemożliwej do zapamiętania nazwie **Qtpfsgui**, który jest edytorem plików HDR. **Qtpfsgui** jest udostępniony na zasadach Open Source. Możesz stamtąd pobrać jego pliki, które wystarczy umieścić na dysku (nie wymaga żadnego instalatora). Za pomocą **Qtpfsgui** można dokonać z plikiem HDR, takich operacji, jak zmiana projekcji (Rysunek 10.5.1) :



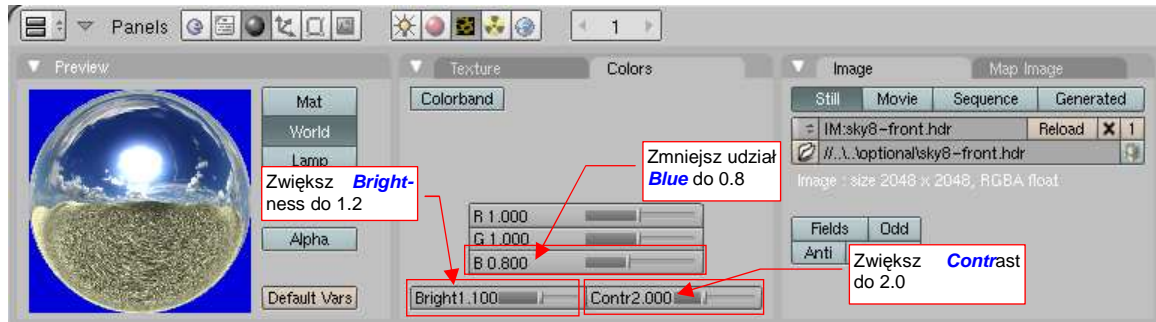
Rysunek 10.5.1 Przykładowa tekstura otoczenia — w mapowaniu *cylindric* (a) i *angular map* (b).

Rysunek 10.5.1a przedstawia przykładową panoramę, którą znalazłem w Internecie, w tzw. rozwinięciu (mapowaniu) cylindrycznym. To takie dobrze znane rozwinięcie Merkatora, stosowane od wieków w geografii. W Blenderze istnieje jedyne rozwinięcie, mapujące obraz zarówno na górną, jak i dolną hemisferę sceny: to rozwinięcie (mapowanie) kątowe (*angular map*). Rysunek 10.5.1b przedstawia ten sam obraz w mapowaniu kątowym. Za pomocą **Qtpfsgui** możesz przekształcić jedno rozwinięcia na drugie. Przy okazji możesz także obrócić panoramę wokół horyzontu. (Chodzi o to, aby słońce, widoczne na wielu obrazach, umieścić raczej za obserwatorem, a nie na wprost — tam, gdzie jeszcze pokazuje je Rysunek 10.5.1).

Obrazy, na których będziemy ćwiczyć w tej sekcji, nie są niezbędne do wykonania modelu. Stąd umieściłem je w oddzielnym pliku. Zawiera elementy opcjonalne, które można pominąć. Można go pobrać z <http://www.samoloty3d.pl/downloads/wm/optional.zip>.

- Nie musisz pobierać pliku *optional.zip*. Do "opanowania materiału" wystarczy, abyś uważnie przeczytał dalsze strony i przyjrzał się umieszczonym na nich ilustracjom

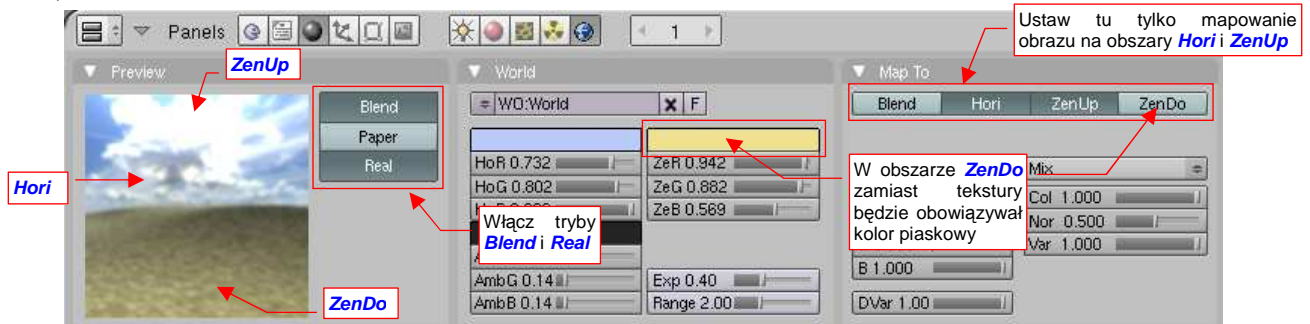
Zacznijmy od załadowania pliku *optional/sky8-front.hdr* jako tekstury (jak to zrobić — patrz str. 962). Bezpośrednio po załadowaniu obrazu możemy nieco poprawić jego ogólne barwy, zwiększyć kontrast oraz rozjaśnić (w zestawie *Shading:Texture buttons* — Rysunek 10.5.2):



Rysunek 10.5.2 Drobne poprawki obrazu otoczenia.

Taka poprawka jest potrzebna — co prawda podgląd w panelu *Preview* (Rysunek 10.5.2) wygląda tylko trochę "żywiej" od oryginalnego obrazu (Rysunek 10.5.1b). Spróbuj jednak załadować ten plik *.hdr, a przekonasz się, jak bardzo domyślne kolory były szare i wyblakłe.

Teraz, w zestawie *Shading:World buttons*, ustaw parametry nałożenia tekstury na otoczenie sceny (Rysunek 10.5.3):



Rysunek 10.5.3 Mapowanie tekstury na otoczenie.

Rysunek 10.5.3 nie pokazuje panelu *Texture and Input* (nie zmieścił się na ilustracji). Co prawda, niewiele na nim jest do zmiany: należy tylko zaznaczyć rozwinięcie typu *AngMap* (jak na str. 987, Rysunek 17.14.5).

Upewnij się, że w panelu *Preview* masz włączone ustawienia *Blend* i *Real*. To "przymocuje" horyzont do globalnego (niezmiennego) układu współrzędnych, niezależnego od kamery. Aby ożywić jakąś ciepłą barwą szary piach na obrazie, proponuję nanieść teksturę tylko na zenit (*ZenUp*) i boki (*Hori*) kuli otoczenia. Rysunek 10.5.3 pokazuje, gdzie to należy zaznaczyć na panelu *Map To*. Nadir (*ZenDo*) pozostaw wyłączony: tam ma się pojawić żółtawa barwa piasku, którą ustawimy w panelu *World* jako barwę *Zenitu* (Rysunek 10.5.3)¹. Efekt widać w panelu *Preview*. W razie czego nie przejmuj się, że na podglądzie widać tak mało — to tylko fragment z centrum obrazu.

¹ W związku z tym, że masz włączone w panelu *Map To* nałożenie tekstury na zenit (*ZenUp*) i boki (*Hori*) otoczenia, barwa *Zen* nie ma na nie żadnego wpływu. Pozostaje jej tylko nadir.

Przyjrzyjmy się teraz, jak wygląda na tle takiej tekstury model. Pozostawiłem powierzchnię tego samolotu ustawioną na idealnie lustrzane odbicie ($Ray\ Mir = 0.5$, $Gloss = 1.0$ — por. str. 985, 987). Zrobiłem tak, gdyż tekstur otoczenia będziesz używał w Blenderze głównie do uzyskania realistycznych odbić na powierzchniach modelu. Przeanalizuj, jak takie odbicia wyglądają dla tekstury *sky-front.hdr* (Rysunek 10.5.4) :

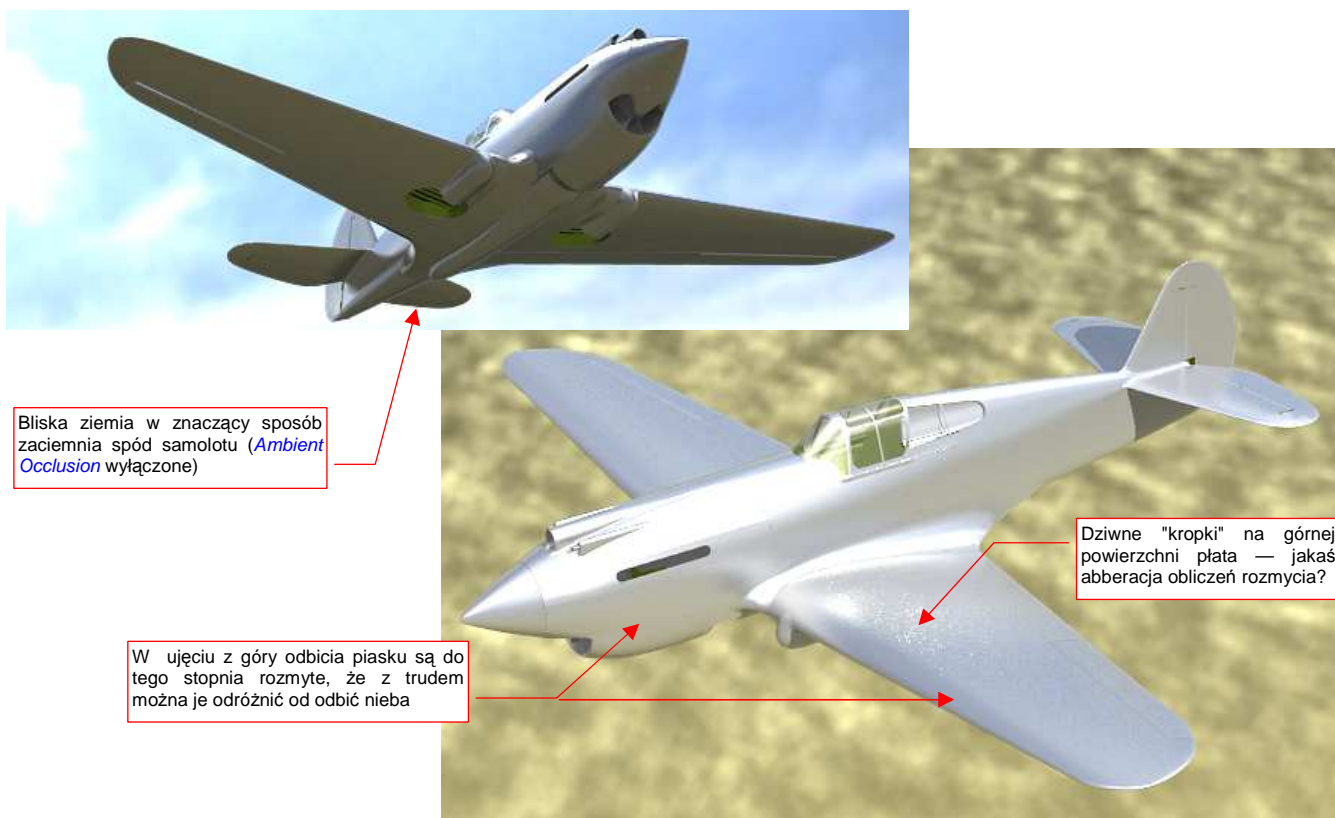


Rysunek 10.5.4 Testowy model na tle zwykłej panoramy (linia horyzontu w połowie wysokości obrazu, $Gloss = 1.0$)

W ujęciu z dołu model widać ładnie na tle nieba (Rysunek 10.5.4a). Widok z boku wygląda tak, jak gdyby samolot leciał lotem koszącym nad pustynią (Rysunek 10.5.4b). Gdy podniesiemy kamerę jeszcze wyżej — wrażenie lotu koszącego jest nadal bardzo silne: widać bliskie szczegóły ziemi (Rysunek 10.5.4c). (O ile tak się można wyrazić o tych zbyt rozmytych, z powodu zbyt małej rozdzielczości tekstury, tekstelach, widocznych pod samolotem). Taką sytuację napotkasz z większością map HDR: są zazwyczaj robione z perspektywy obserwatora stojącego na ziemi. Linia horyzontu (rozumiem przez to "krawędź ziemi") leży w połowie wysokości obrazu.

- Zazwyczaj panoramy są wykonywane z perspektywy obserwatora stojącego na ziemi. Ich horyzont, położony w środku obrazu, kwalifikuje je jedynie do scen "w locie koszącym".

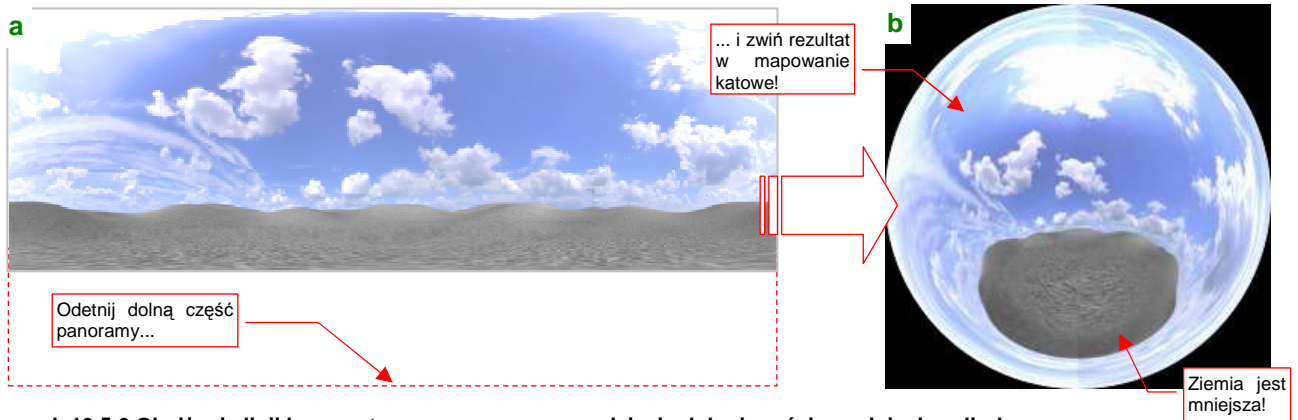
Przyjrzyjmy się jeszcze uważniej realistycznym (tzn. rozmytym) odbiciom takiej panoramy z "wysokim" horyzontem na powierzchni samolotu (Rysunek 10.5.5):



Rysunek 10.5.5 Testowy model na tle panoramy z horyzontem w połowie obrazu, odbicia rozmyte ($Gloss = 0.85$)

Samolot zazwyczaj lata wyżej, niż kilka metrów nad ziemią. Do uzyskania panoramy odpowiedniej dla pułapu rzędu jednego — dwóch kilometrów, powinniśmy zdecydowanie obniżyć linię horyzontu. Wówczas powierzchnie samolotu będą odbijać głównie otaczające go niebo, a nie — jak na poprzednich ilustracjach — w połowie ziemię.

Gdy nie dysponujemy gotowym obrazem, możemy sztucznie dostosować „zwykłą” panoramę — poprzez odcięcie dolnej części rozwinięcia cylindrycznego (Rysunek 10.5.6) :

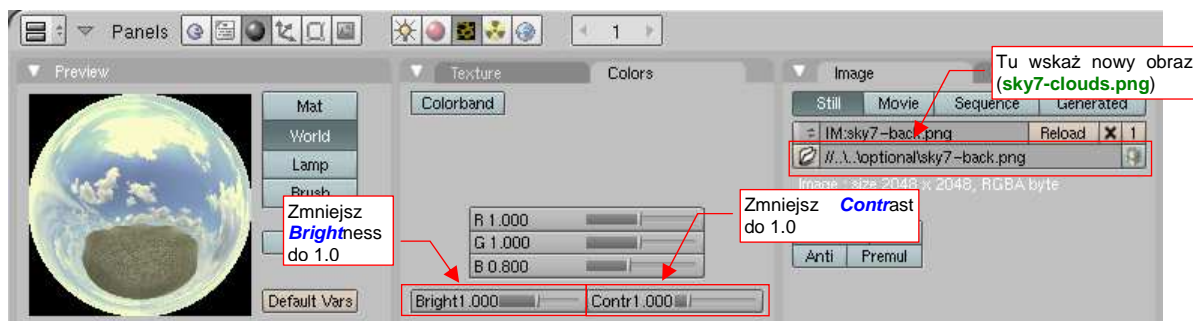


Rysunek 10.5.6 Obniżenie linii horyzontu panoramy poprzez odcięcie dolnej części rozwinięcia cylindrycznego

Nie miej złudzeń — taka adaptacja musi się odbić na jakości tekstury. Najpierw przekształciłem rozwinięcie za pomocą Qtpfsgui z kąтового na cylindryczne. (Przy okazji obróciłem całość wokół horyzontu o 180° — aby mieć słońce z tyłu kamery — porównaj Rysunek 10.5.6a i Rysunek 10.5.1a). Potem wyeksportowałem całość do zwykłego pliku rastrowego (*.png). Podczas tej operacji następuje "obcięcie" barw do 8 bitów na składnik¹. Plik *.png zmieniłem za pomocą Gimp'a i zapisałem (do formatu *.tif, bo tylko taki Qtpfsgui potrafi wczytywać). Następnie w Qtpfsgui przekształciłem ten obraz z powrotem w mapę kątową. Porównaj Rysunek 10.5.6b i Rysunek 10.5.1b. Czy widzisz, że rozmiar "ziemi" znacznie się zmniejszył?

Nie będę udawał, że tak przekształcony obraz jest nadal plikiem HDRI. To zwykły plik z obrazem po 8 bitów na każdy ze składników R, G, B. Dlatego towarzyszy tej książce jako plik *.png, a nie *.hdr. Znajdziesz go pod [optional/sky7-clouds.png](#).

załaduj obraz [sky7-clouds.png](#) do tekstury, na miejsce poprzedniego ([sky8-front.hdr](#)). Tym razem, ze względu na nieuniknione "spłaszczenie" barw na obrazie *.png, trzeba zmniejszyć jasność i kontrast do wartości 1.0 (Rysunek 10.5.7):



Rysunek 10.5.7 Zmniejszenie jasności i kontrastu dla tekstury z obrazem [sky7-clouds.png](#).

¹ Już po napisaniu tej sekcji zorientowałem się, że najmniejsze straty zapewni Ci wyeksportowanie obrazu w tak dobranej jasności, by żaden piksel nie był zupełnie czarny ani biały. W Qtpfsgui służy do tego cały zestaw kontrolerek.

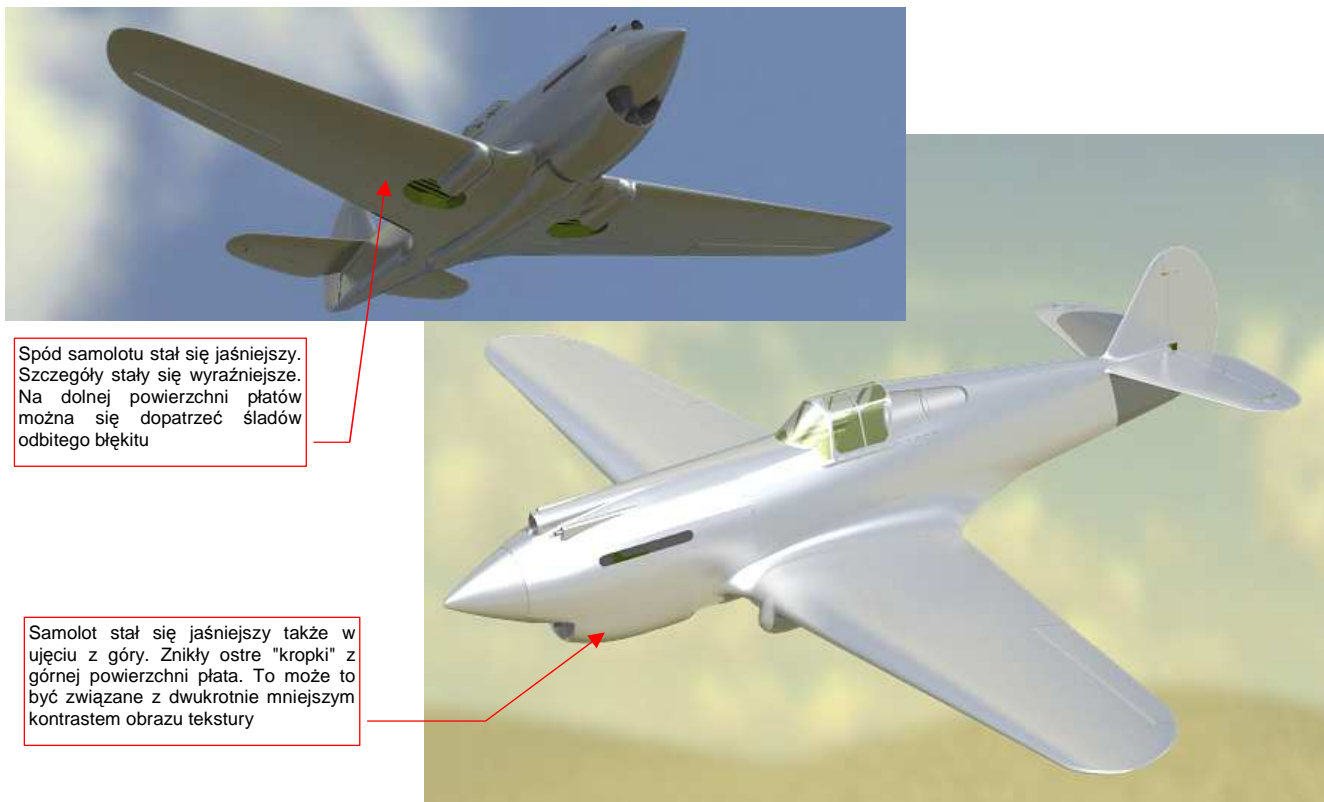
Jak na tle takiej tekstury wygląda model? Najpierw przyjrzyjmy się wersji "lustrzanej" (*Gloss* = 1.0) (Rysunek 10.5.8) :



Rysunek 10.5.8 "Lustrzany" samolot na tle panoramy z obniżonym horyzontem ([sky7-clouds.png](#)).

Mówiąc krótko, jest lepiej. Większa powierzchnia nieba rozjaśniła spód płatów i poprawiła odbicia w ujęciu z dołu (Rysunek 10.5.8a). W ujęciu z boku samolot jest już na tle nieba, choć na masce silnika widać jeszcze odbicia leżącej niżej ziemi (Rysunek 10.5.8b). Linia horyzontu pojawia się dopiero w ujęciu z góry (Rysunek 10.5.8c). (Płaty w ujęciu z góry odbijają teraz obraz chmur, które są nad nimi. To wynik obrócenia całej panoramy o 180°, które wykonaliśmy przy okazji odcinania dolnej części obrazu).

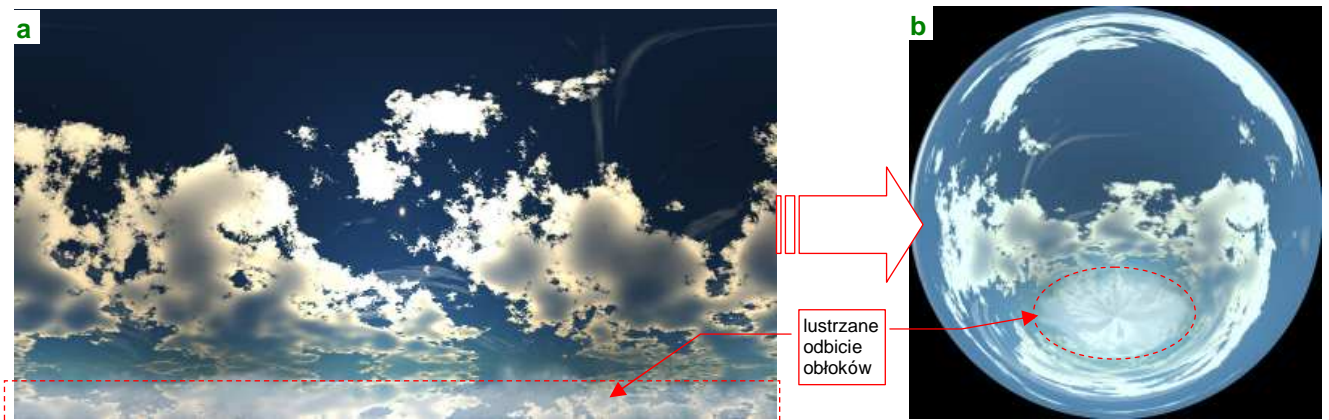
A jak wyglądają rozmyte odbicia tego nowego otoczenia? Rezultat przedstawia Rysunek 10.5.9:



Rysunek 10.5.9 Testowy model na tle panoramy z obniżonym horyzontem, odbicia rozmyte (*Gloss* = 0.85)

Podsumowując: do scen w locie zawsze staraj się znaleźć panoramę z obniżonym horyzontem. Będziesz jej potrzebował do modeli, których poszycie było utrzymane w naturalnej barwie metalu. (Dotyczy to także starszych konstrukcji — czasami dwupłaty były po prostu pomalowane na srebrno). Jeżeli powierzchnia Twojego modelu nie była "wypolerowana na lustro" — a zazwyczaj nie były — to panorama użyta do odbić może nie mieć dużo wspólnego ze zdjęciem otoczenia, które podłożysz jako tło renderingu. Ot, dopilnuj by barwa ziemi była zbliżona do tej na tle, a linia horyzontu na odpowiednim poziomie. "Rozmyte" odbicia na powierzchni samolotu są stosunkowo nieczułe na pozostałe szczegóły.

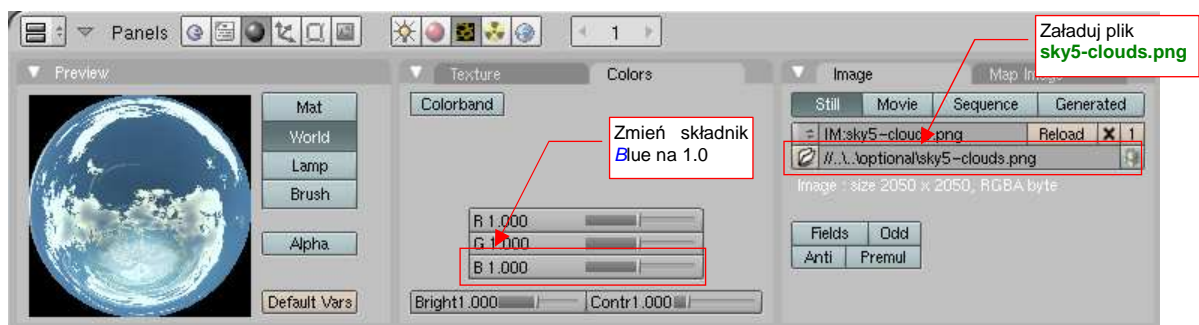
Skoro nasz model lepiej wyglądał na tle panoramy "z dużą ilością nieba", to jak by wyglądał, gdyby w ogóle pozbyć się ziemi? Pytanie nie jest teoretyczne — w powietrzu często możesz uchwycić samolot ponad białą, odbijającą słońce powierzchnią stratusów, zakrywających wszystko, co się znajduje poniżej. Spróbujmy przygotować taką właśnie "niebiańską" panoramę (Rysunek 10.5.10) :



Rysunek 10.5.10 przygotowanie panoramy zawierająca wyłącznie chmury

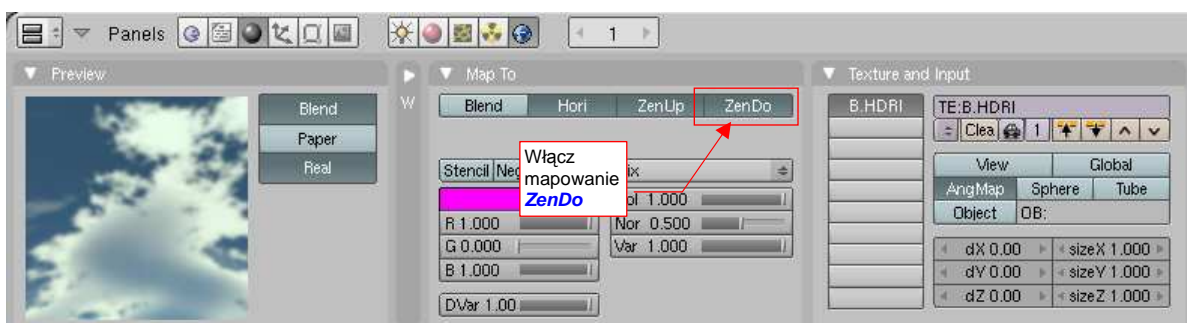
Na <http://lfggrafix.com/> możesz znaleźć wiele darmowych obrazów nieba w rozwinięciu cylindrycznym. Nie mają barw HDRI, tylko zwykłe 8 bitów na składnik. Są za to dość duże — 2050 x 1050 pikseli. Właśnie jeden z takich obrazów odrobinę "spreparowałem" w Gimpie: dodałem u dołu rozjaśnione lustrzane odbicie chmur (Rysunek 10.5.10a). Na razie to nie wygląda w ogóle na stratusy. Jednak nie ma potrzeby jakiegось artystycznego malowania powierzchni obłoków u dołu panoramy. I tak podczas "zwinięcia" w mapę kątową, cały ten obszar ulegnie daleko posuniętemu "zgnieceniu". Następnie, za pomocą Qtpfsgui, przekształciłem tę mapę cylindryczną na kątową (Rysunek 10.5.10b).

Obraz, jaki pokazuje Rysunek 10.5.10b, znajdziesz w opcjonalnych dodatkach do tej książki, pod nazwą *optionalsky5-clouds.png*. Wstaw go jako obraz tekstury. Teraz nie trzeba "zażółcać" obrazu, więc zmień globalny składnik *Blue* z powrotem na 1.0 (Rysunek 10.5.11) :



Rysunek 10.5.11 Drobne poprawki obrazu otoczenia.

Ta tekstura ma pokryć całą kulę otoczenia, więc włącz także jej mapowanie *ZenDo* (Rysunek 10.5.12):



Rysunek 10.5.12 Drobne poprawki mapowania tekstury otoczenia.

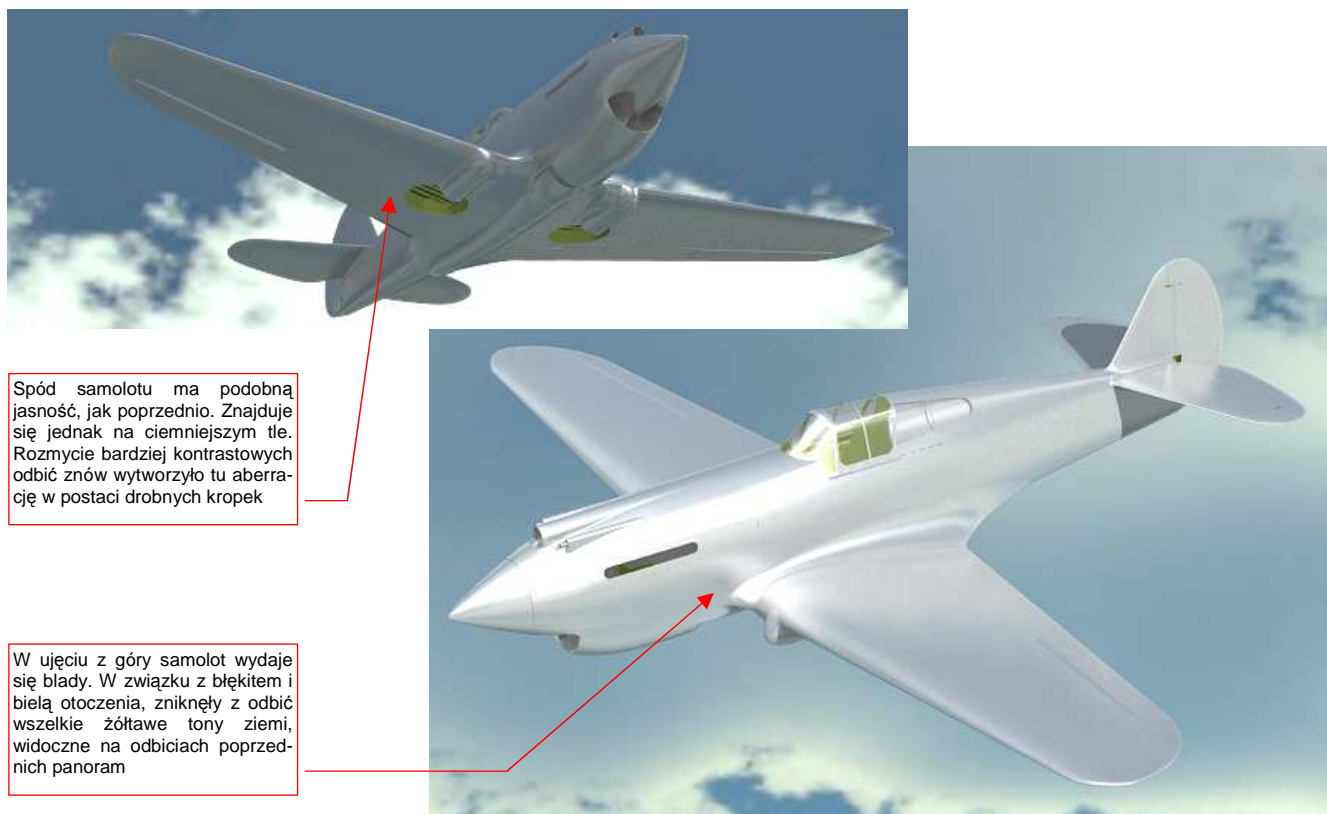
Jak będą wyglądały odbicia takiego "morza chmur" na naszym "lustrzanym" ($Gloss = 1.0$) modelu, pokazuje Rysunek 10.5.13:



Rysunek 10.5.13 "Lustrzany" samolot na tle panoramy z samymi chmurami (sky5-clouds.png).

Ciemniejsze niebo spowodowało ciemniejsze i bardziej kontrastowe odbicia na spodzie samolotu (Rysunek 10.5.13a). Do ujęcia "poziomego" (Rysunek 10.5.13b) nie mam właściwie zastrzeżeń. W ujęciu z góry (Rysunek 10.5.13c) płyty powtórnie odbijają bezchmurny fragment nieba, tak jak to już było w przypadku pierwszej panoramy (por. Rysunek 10.5.4c).

Rysunek 10.5.14 pokazuje, jak wygląda obraz takiej panoramy na powierzchniach z nieostrym ($Gloss = 0.85$) odbiciem:



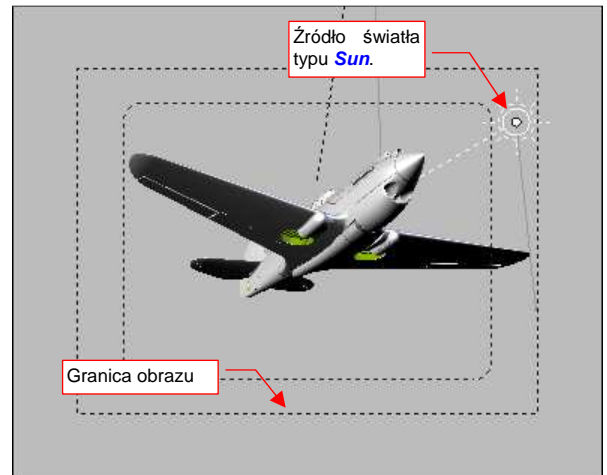
Rysunek 10.5.14 Testowy model na tle panoramy "chmur", odbicia rozmyte

W ujęciu z góry samolot prezentuje się poprawnie. Wydaje się jakby jaśniejszy i bledszy. To wynik zniknięcia z panoramy ostatnich śladów ziemi. Wraz z nią znikły cieplejsze, żółtawe tony barwy piasku, którą poprzednio przypisywaliśmy do nadiru (por. str. 597, Rysunek 10.5.3).

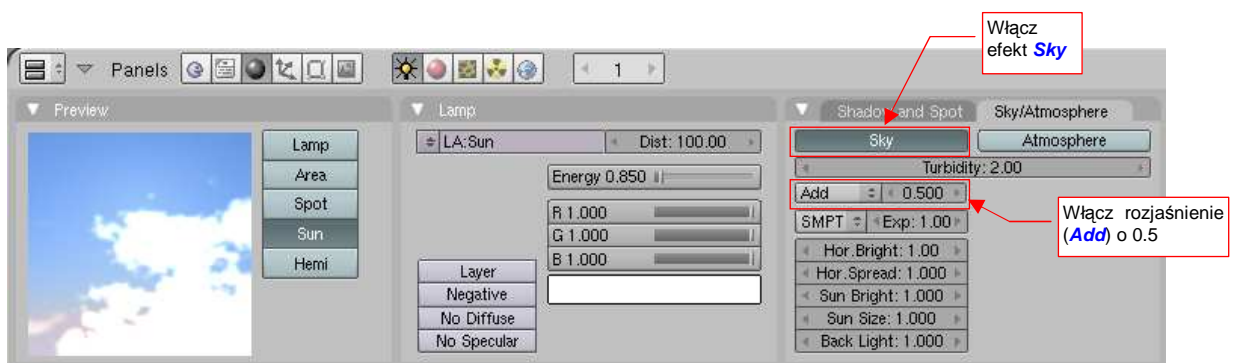
Ujęcie z dołu znów się stało ciemniejsze. Przyczyną jest zapewne ciemniejszy odcień błękitu tej panoramy. Na dolnej powierzchni skrzydeł widać także artefakty w postaci drobnych kropek. Są co prawda mało kontrastowe, ale to ślad po bardzo ostrych granicach barw w rozmytym odbiciu.

Czy można jakoś rozjaśnić ujęcie z dołu? Pierwszą metodą jest użycie efektu *Ambient Occlusion* (por. str. 968). Czasami jednak możemy nie chcieć go stosować, gdyż, w wyniku błędu w programie, zaciemnia wszystko to, co jest pod przezrzystym oszkleniem kabiny (por. str. 979). W przypadku ujęcia z dołu istnieje alternatywa: włączenie efektu "oświetlonego słońcem nieba" (*Sky*). Efekt jest związany ze źródłem światła typu *Sun*. To "słońce" musi być widoczne w obiektywie — a tak się szczęśliwie składa, że w ujęciu z dołu jest to możliwe (Rysunek 10.5.15).

We właściwościach lampy typu *Sun* znajduje się panel *Sky/Atmosphere*. Wystarczy w nim włączyć efekt *Sky* (Rysunek 10.5.16). Nie zaszkodzi także zmniejszyć intensywności do 0.5 lub niższej (inaczej prześwietlisz cały rendering):



Rysunek 10.5.15 Położenie lampy *Sun* w ujęciu z dołu



Rysunek 10.5.16 Włączenie dla lampy *Sun* efektu *Sky* ("słońca na niebie")

Rezultat przedstawia Rysunek 10.5.17:



Rysunek 10.5.17 Rezultat efektu *Sky* — rozjaśniony spód samolotu

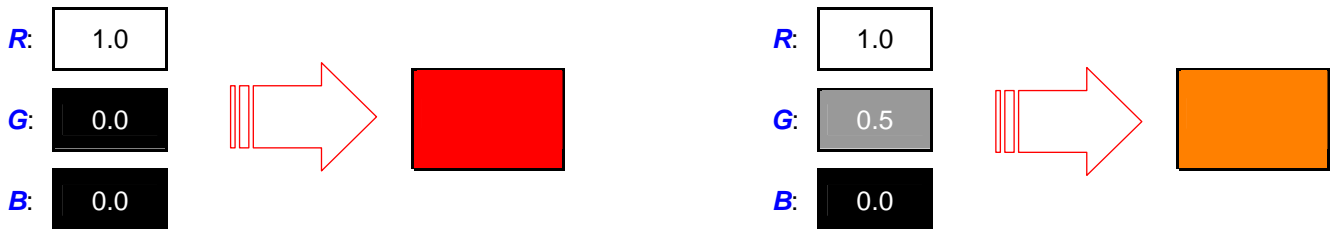
Co prawda rozjaśnione barwy nieba "spłaszczyły" się zupełnie w prostą biel i jasny błękit. Nie ma co się tym zbyt przejmować, bo zapewne wstawisz na ich miejsce jakieś zdjęcie. Za to spód modelu zdecydowanie zyskał — rozjaśniły się wszystkie dolne powierzchnie, szczegóły stały się bardziej widoczne.

Niestety, tak na efekt *Sky* „reaguje” tylko materiał „lustrzany” — jak wypolerowany dural. Materiały matowe pozostają, mimo jego użycia, ciemne.

10.6 Arytmetyka barw

Każdy z programów, wykorzystywanych w tej książce, używa barw wyrażonych poprzez intensywność trzech niezależnych składników (kanałów): czerwonego (**R**), zielonego (**G**) i niebieskiego (**B**). Taki model często określa się jako „RGB”, i jest niezwykle popularny w grafice komputerowej.

Intensywność każdego ze składników barwy jest wyrażona liczbą od 0.0 (brak) do 1.0 („najjaśniejszy”). Rysunek 10.6.1 pokazuje, jak z wartości składników **R**, **G**, **B** jest tworzona barwa:



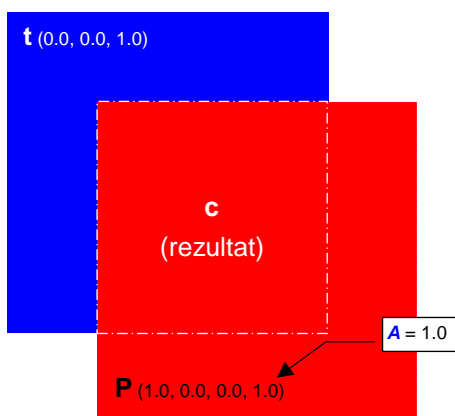
Rysunek 10.6.1 Przykład zakodowania barwy za pomocą składników RGB — różne odcienie czerwieni

Czasami wraz z trójką **R**, **G**, **B** występuje czwarty składnik — nieprzejrzystość. Oznaczany jest jako „alfa” (**A**) i używany jako dodatkowy czynnik przy łączeniu barw. Steruje udziałem każdego ze składników. $A = 1.0$ oznacza kompletną nieprzejrzystość, $A = 0.0$ — zupełną przejrzystość.

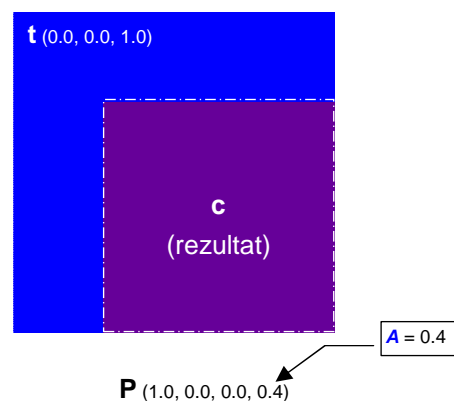
Aby przyspieszyć obliczenia i zmniejszyć ilość pamięci, potrzebnej do przechowywania obrazu, składniki **R**, **G**, **B**, **A** zapisuje się w obrazie jako 8-bitowe liczby całkowite (o wartościach od 0 do 255). W takim przypadku 255 odpowiada oryginalnej wartości 1.0. Z zapisu barw na liczbach całkowitych wziął się, występujący w GIMP i Inkscape, zwyczaj podawania intensywności składnika barwy w skali od 0 do 255.

We wszystkich programach, opisywanych w tej książce, pojawiają się nazwy operacji, przeprowadzanych na barwie (lub intensywności) pikseli: **Add**, **Multiply**, **Subtract**, W przypadku Blendera jest to tryb nakładania tekstury na podłoże — czyli sumę ogólnej barwy materiału i nałożonych wcześniej tekstur (por. str. 295, Rysunek 6.1.11). W przypadku Gimpa to tryb *Mode* (str. 641, Rysunek 11.14.2), a w Inkscape — *Blending Mode* (str. 686, Rysunek 12.9.1). Wszystkie służą do nakładania obrazu z aktualnej warstwy na warstwy poprzednie (czyli sumę warstw leżących „poniżej”). Postaram się w tej sekcji wyjaśnić efekty każdego z tych trybów, gdyż czasami nie są intuicyjne.

Zacznijmy od zwykłego złożenia dwóch warstw — w Blenderze to nazywa się *Mix*, a w Gimpie i Inkscape — *Normal*. Rysunek 10.6.2 pokazuje przykład prostego nałożenia czerwonej, całkowicie nieprzejrzystej warstwy **P**, na niebieskie tło **t**. Rysunek 10.6.3 przedstawia tę samą sytuację, ale z częściową przejrzystością warstwy **P**. Jak programy obliczają kolor złożenia tych dwóch warstw (obszaru rezultatu — **c**)?



Rysunek 10.6.2 Złożenie podłoża **t** i warstwy **P** w trybie *Mix/Normal*. **P** zupełnie nieprzejrzysta



Rysunek 10.6.3 Złożenie podłoża **t** i warstwy **P** w trybie *Mix/Normal*. **P** o nieprzejrzystości = 0.4

Przyjrzyjmy się dokładniej przypadkowi, który pokazuje Rysunek 10.6.3. W metodzie **Mix/Normal** składniki **R, G, B** barwy wynikowej **c** są wyznaczone jako tzw. „średnia ważona” składników barw **t** i **P**. „Wagą” tej średniej jest nieprzejrzystość **A** warstwy leżącej „na wierzchu” — **P**¹:

$$c = (1 - A)t + AP$$

gdzie: **c** — rezultat nałożenia barw (por. Rysunek 10.6.3);
t — barwa tła (por. Rysunek 10.6.3);
P — barwa warstwy nakładanej (por. Rysunek 10.6.3);
A — nieprzejrzystość (składnik **Alfa**) warstwy **P**;

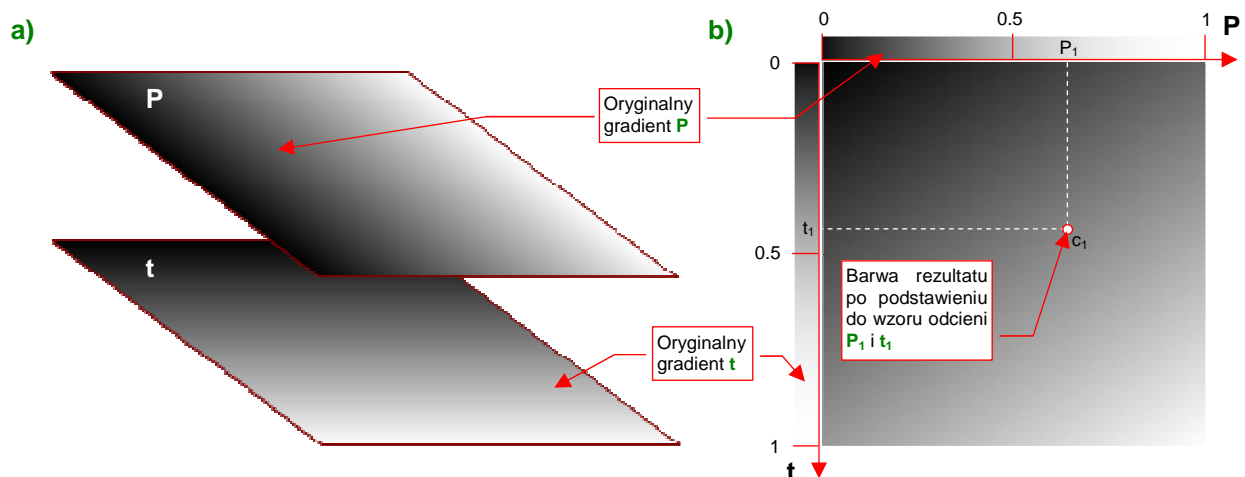
Wyr. 10-9 Wyznaczenie rezultatu „zwykłego” mieszania barw (operacja nazywana **Mix** lub **Normal**)

Jak „działa” Wyr. 10-9? Podstawmy do niego wartości, jakie podaje Rysunek 10.6.3. Na niebieskie ($R = 0, G = 0, B = 1$) tło **t** została nałożona półprzezroczysta ($A = 0.4$) warstwa **P**, w kolorze czerwonym ($R = 1, G = 0, B = 0$). Komponenty **R, G, B** barwy **c** wyznaczamy, podstawiając do Wyr. 10-9 odpowiednie komponenty barw **t** i **P** (Rysunek 10.6.4):

R:	(1.0 - 0.4)	0.0	+	0.4	1.0	=	0.4
G:	(1.0 - 0.4)	0.0	+	0.4	0.0	=	0.0
B:	(1.0 - 0.4)	1.0	+	0.4	0.0	=	0.6
sumarycznie:		t	+	0.4	P	=	c

Rysunek 10.6.4 Wyznaczenie nałożenia barw warstwy **t** i **P** ($A = 0.4$ — por. Rysunek 10.6.3) w trybie **Mix/Normal**.

Rysunek 10.6.4 pokazuje, że każdy z komponentów barwy można traktować jako intensywność — czyli odcień szarości. Komponenty rezultatu **c** są wyznaczone niezależnie, poprzez podstawienie do odpowiedniego wzoru. Dlatego w dalszej części tej sekcji, każdą z operacji na barwach będę omawiał, przedstawiając jej ogólny wzór (taki, jak ten z Wyr. 10-9), oraz rezultat — w postaci złożenia dwóch prostopadłych gradientów szarości (Rysunek 10.6.5a):



Rysunek 10.6.5 Sposób prezentacji wyników nałożenia dwóch warstw, z różnymi kierunkami gradientu szarości.

Rezultat nałożenia — z odpowiednim operatorem — warstwy **P** na **t** (Rysunek 10.6.5a) będą pokazywać na schematycznym kwadracie (Rysunek 10.6.5b). Możesz na nim zobaczyć wynik połączenia każdego odcienia

¹ Uwaga: wydaje się, że w Blenderze wartość **A** jest wcześniej mnożona przez parametr: **Col** z panelu **Map To** (dla mapowania barw) lub **Var** dla pozostałych wartości (**Ref, Spec**).

szarości **P** z każdym odcieniem szarości tła **t**. Z góry i z lewej strony kwadratu są pokazane oryginalne kolory pikseli z warstw **P** i **t**. To jakby osie układu współrzędnych, z których możesz wybrać interesujący Cię odcień pikseli wejściowych. Na przecięciu prostopadłych do osi **P** i **t** widzisz barwę rezultatu operacji (por. Rysunek 10.6.5b).

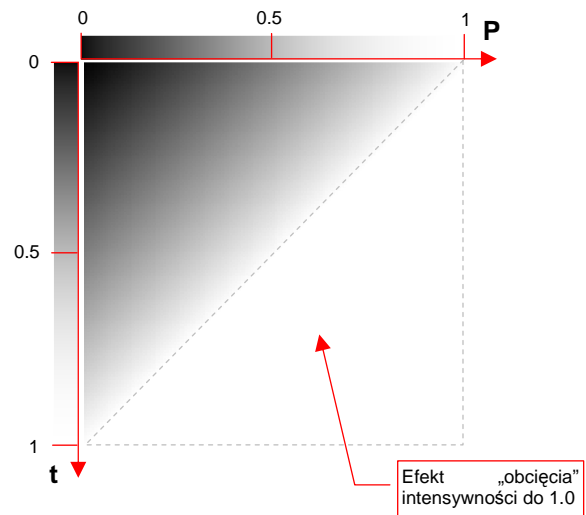
Domyślną operację — **Mix / Normal** — już omówiliśmy. Rysunek 10.6.6 przedstawia operację dodawania:

Dodawanie:

$$c = \text{Clip}(t + AP)$$

gdzie: **c** — rezultat nałożenia barw;
t — barwa tła;
P — barwa warstwy nakładanej;
A — nieprzeźrystość (składnik **Alfa**) warstwy **P**;

Clip: funkcja „obcinająca” do 1.0 wartości > 1.0 .



Wyr. 10-10 Dodawanie wartości pikseli (**Add** lub **Addition**)

Rysunek 10.6.6 Przykład dodawania pikseli

Dodawanie wartości pikseli rozjaśnia obraz. Charakterystyczne dla dodawania jest „obcinanie” rezultatu do 1.0. (Nie ma nic „bielszego od bieli”). Tę operację zapisałiśmy w Wyr. 10-10 jako funkcję **Clip**. Rysunek 10.6.6 pokazuje efekt jej „załączenia” — pół testowego kwadratu jest biała. To obszar, gdzie suma składników barwy **t** i **P** była > 1.0 .

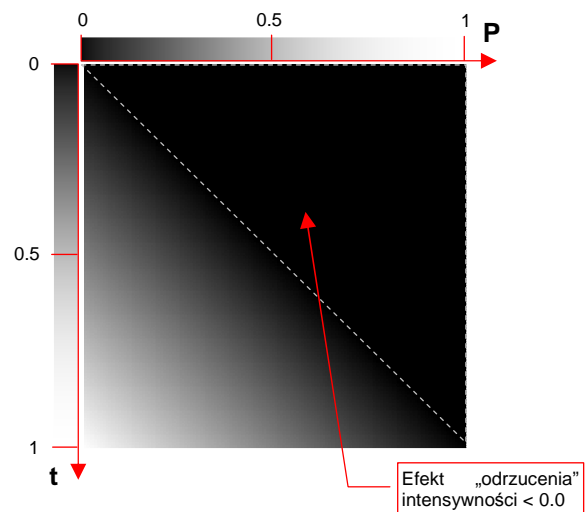
A teraz odwrotność dodawania: — **Subtract**. Rysunek 10.6.7 przedstawia rezultaty tej operacji:

Odejmowanie:

$$c = \text{Clip}(t - AP)$$

gdzie: **c** — rezultat nałożenia barw;
t — barwa tła;
P — barwa warstwy nakładanej;
A — nieprzeźrystość (składnik **Alfa**) warstwy **P**;

Clip: funkcja „obcinająca” do 0.0 wartości < 0.0 .



Wyr. 10-11 Odejmowanie wartości pikseli (**Subtract** lub **Subtraction**)

Rysunek 10.6.7 Przykład odejmowania pikseli

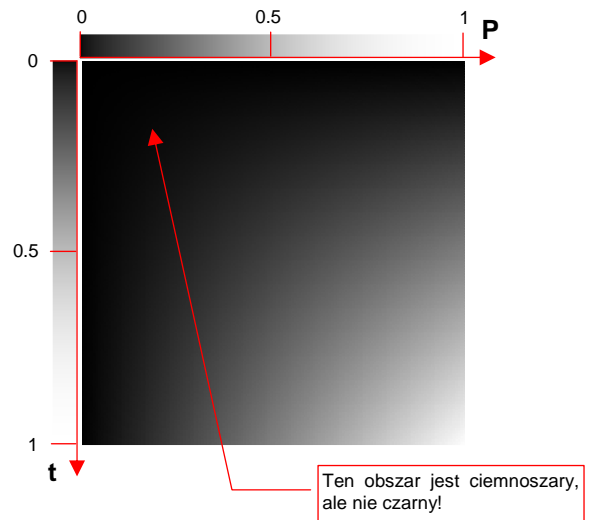
Odejmowanie wartości pikseli ściemnia obraz. Charakterystyczne dla odejmowania jest „odrzućenie” rezultatów < 0 . (Nie ma nic „czarniejszego od czerni”). Tę operację zapisałiśmy w Wyr. 10-11 jako funkcję **Clip**. Rysunek 10.6.7 pokazuje efekt jej „załączenia” — pół testowego kwadratu jest całkowicie czarne. To obszar, gdzie różnica składników barwy **t** i **P** była < 0 .

Kolejną typową operacją jest mnożenie — **Multiply**. Rysunek 10.6.8 przedstawia rezultaty tej operacji:

Możenie:

$$c = tAP$$

gdzie: **c** — rezultat nałożenia barw;
t — barwa tła;
P — barwa warstwy nakładanej;
A — nieprzejrzystość (składnik **Alfa**) warstwy **P**;



Wyr. 10-12 Mnożenie wartości pikseli (**Multiply**)

Rysunek 10.6.8 Przykład mnożenia pikseli

Mnożenie wartości pikseli ściemnia obraz (gdyż mnożysz przez wartości poniżej 1.0). W odróżnieniu od odejmowania, żadna część testowego kwadratu, który przedstawia Rysunek 10.6.7, nie jest czarna. To są obszary zabarwione na bardzo ciemny kolor szary.

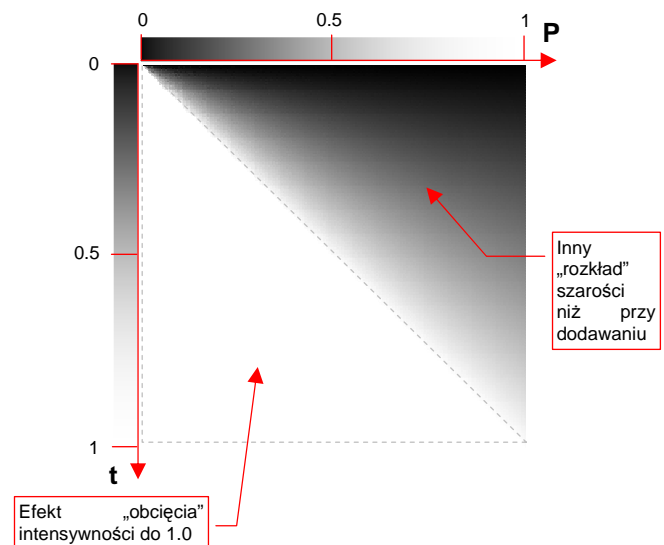
Kolejną typową operacją jest dzielenie — **Divide**. Rysunek 10.6.9 przedstawia rezultaty tej operacji:

Dzielenie:

$$c = \text{Clip}\left(\frac{t}{AP}\right)$$

gdzie: **c** — rezultat nałożenia barw;
t — barwa tła;
P — barwa warstwy nakładanej;
A — nieprzejrzystość (składnik **Alfa**) warstwy **P**;

Clip: funkcja „obcinająca” do 1.0 wartości > 1.0 , w tym także nieskończoność (gdy $AP = 0$)



Wyr. 10-13 Dzielenie wartości pikseli (**Divide**)

Rysunek 10.6.9 Przykład dzielenia pikseli

Dzielenie wartości pikseli rozjaśnia obraz (gdyż dzielisz przez wartości poniżej 1.0). Charakterystyczne dla dzielenia jest „obcinanie” rezultatu do 1.0. (W tym także nieskończoności, występującej dla $A = 0$ lub $P = 0$). Tę operację zapisałismy w Wyr. 10-13 jako funkcję **Clip**. Rysunek 10.6.9 pokazuje efekt jej „załączenia” — pół testowego kwadratu jest białe. To obszar, gdzie suma składników barwy **t** i **P** była > 1.0 . Zwróć uwagę, że rozkład szarości na przeciwległej połowie jest inny, niż w przypadku dodawania (por. Rysunek 10.6.6)

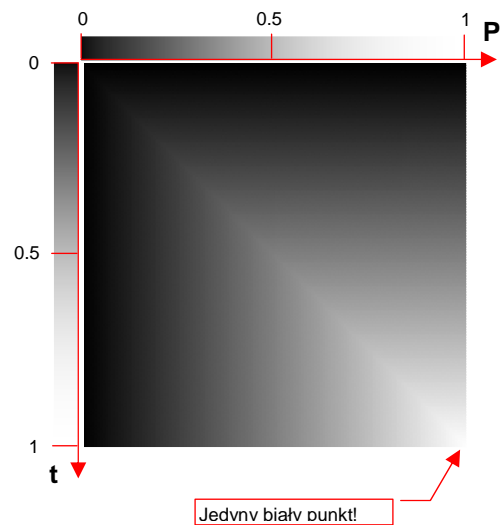
Kolejną typową operacją jest przyciemnienie — **Darken**. Rysunek 10.6.10 przedstawia rezultaty tej operacji:

Zaciemnienie:

$$c = \text{Min}(t, AP)$$

gdzie: **c** — rezultat nałożenia barw;
t — barwa tła;
P — barwa warstwy nakładanej;
A — nieprzejrzystość (składnik **Alfa**) warstwy **P**;

Min: funkcja, zwracająca wartość mniejszego z dwóch argumentów



Wyr. 10-14 Ściemnianie wartości pikseli (**Darken**)

Rysunek 10.6.10 Przykład ściemniania pikseli

Ściemnianie obrazu jest operacją dość intuicyjną. Z każdej pary pikseli (jeden należy do tła, drugi — do nakładanej warstwy) wybiera ten ciemniejszy.

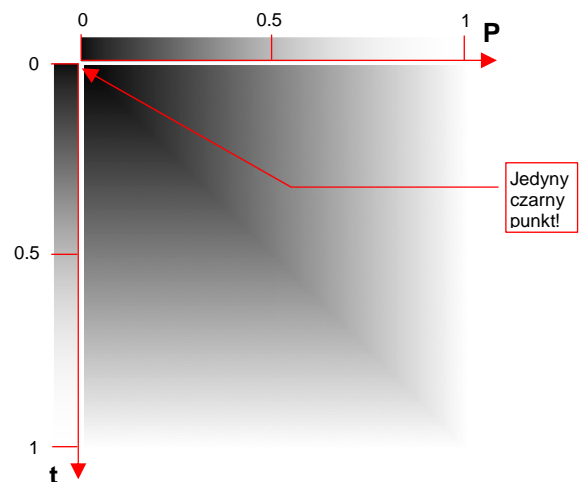
Operacją odwrotną do ściemnienia jest rozjaśnienie — **Lighten**. Rysunek 10.6.11 przedstawia rezultaty tej operacji:

Rozjaśnienie:

$$c = \text{Max}(t, AP)$$

gdzie: **c** — rezultat nałożenia barw;
t — barwa tła;
P — barwa warstwy nakładanej;
A — nieprzejrzystość (składnik **Alfa**) warstwy **P**;

Max: funkcja, zwracająca wartość większego z dwóch argumentów



Wyr. 10-15 Rozjaśnianie wartości pikseli (**Lighten**)

Rysunek 10.6.11 Przykład rozjaśniania pikseli

Rozjaśnianie obrazu jest operacją dość intuicyjną. Z każdej pary pikseli (jeden należy do tła, drugi — do nakładanej warstwy) wybiera ten jaśniejszy.

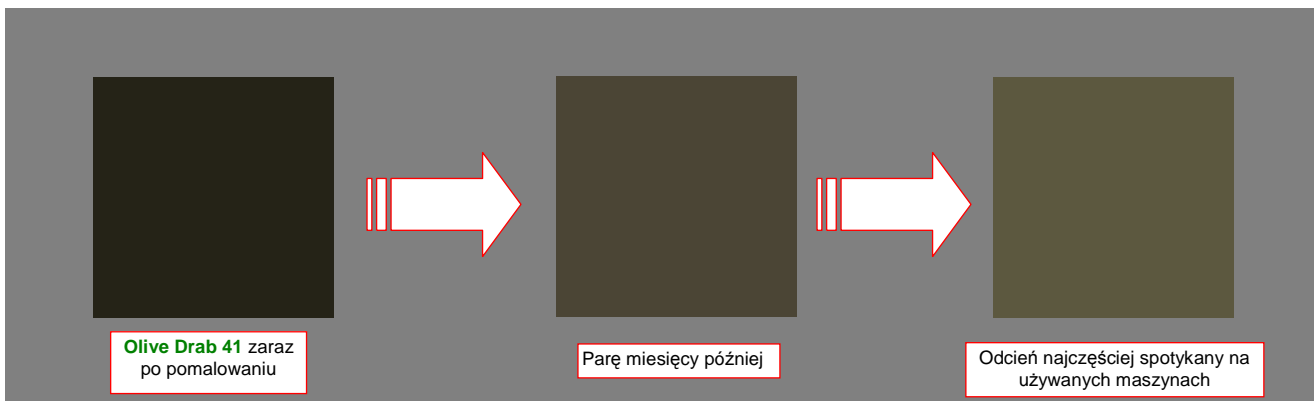
Na listach rozwijalnych Blendera i Gimpa znajdziesz więcej operacji, niż omówiłem w tym dodatku. Mówiąc szczerze, nie miałem okazji ich do tej pory używać. Jeżeli jednak chciałbyś sprawdzić, jak każda z nich działa — możesz skorzystać z pliku [optional/pixel_operations.xcf](#). To obraz Gimpa, zawierający dwie warstwy, odpowiadające gradientom **t** i **P**. Wykorzystywałem go do wygenerowania ilustracji dla tej sekcji. Możesz go otworzyć i wybrać w Gimpie, z zakładki **Layers** jakiś inny tryb mieszania barw. Sam się wtedy przekonasz, jak działa.

10.7 Określanie dokładnych barw samolotu

Jak przełożyć typowy opis barw samolotu — „górne powierzchnie w kolorze **Olive Drab**, dolne — **Neutral Gray**, wewnętrzne — **Zinc Chromate**” — na konkretne wartości **R**, **G**, **B**, które można wpisać w program komputerowy?

Omówię to właśnie na przykładzie podanego powyżej, regulaminowego maglownia P-40 w USAAC¹. Sprawa wydaje się prosta jak drut: znamy nazwy farb, więc wystarczy gdzieś znaleźć obraz ich próbek, zidentyfikować wartości komponentów **R**, **G**, **B**, i po sprawie. Regulamin to regulamin!

No właśnie — regulamin regulaminem, a w rzeczywistości nic nie jest takie oczywiste. Farby stosowane w latach 40-tch XXw. w lotnictwie to nie współczesne lakiery samochodowe! Z upływem czasu zmieniały barwę — na skutek długotrwałego działania promieni słonecznych, wilgoci, różnic temperatur występujących na różnych pułapach lotu. Zazwyczaj kolory blakły (Rysunek 10.7.1):



Rysunek 10.7.1 Zmiany odcienia **Olive Drab** w zależności od stopnia zużycia powierzchni.

Farby pochodziły od wielu dostawców (każdy producent samolotów miał ich prawdopodobnie paru). Po rozpoczęciu wojny przez USA wystąpiły braki komponentu stabilizującego barwę, opartego na kadmie. (Ten rzadki metal zawłaszczył przemysł ciężki do uszlachetniania pancerzy czołgów). Substytuty nie pozostały bez wpływu na jakość pokrycia samolotów. W szczególnych przypadkach na ich powierzchni mogły zajść dziwne reakcje chemiczne. Na przykład **Olive Drab** na wczesnych modelach P-38 „Lightning” z 14 FG, walczącej w Afryce Północnej, osiągnął po jakimś czasie odcień jaskrawej purpury!

Dolne powierzchnie samolotu nie są prawie nigdy poddane działaniu promieni słonecznych, stąd nie ulegają tak intensywnemu wietrzeniu, jak powierzchnie górne. Rysunek 10.7.2 przedstawia kolor, który według modelarzy najlepiej odpowiada „eksploatacyjnemu” **Neutral Gray**.

Na tej ilustracji (Rysunek 10.7.2) specjalnie umieściłem go na tle „komputerowej” barwy szarej (50% czerni i 50% bieli). Widzisz, że ten kolor ma jakiś błękitnawy odcień? Gdybyś zasugerował się nazwą, na pewno użyłbyś prostej mieszanki bieli i czerni! Świat nazw barw, określonych regulaminami, pełen jest takich pułapek.

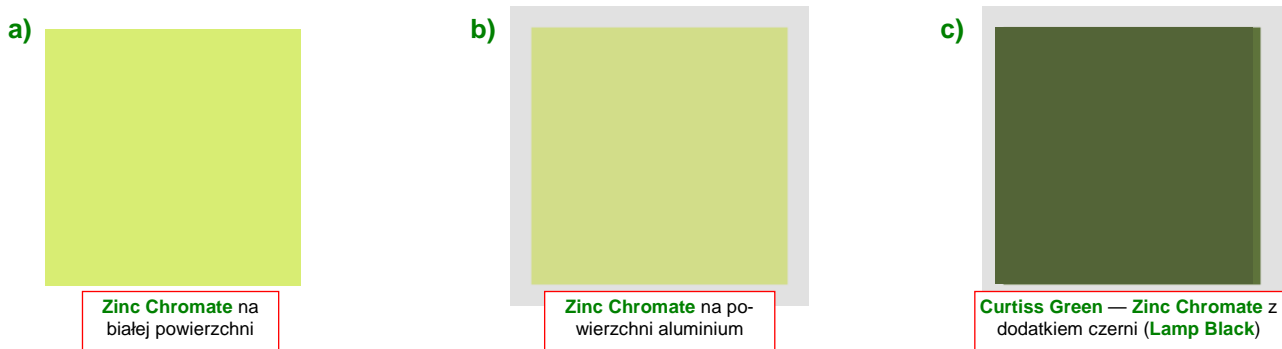


Rysunek 10.7.2 Przyjęty w modelarstwie odcień, odpowiadający barwie **Neutral Grey**.

Swoją drogą — to była dość ciemna farba, jak na dolne powierzchnie. W pozostałych armiach używano do tego celu o wiele jaśniejszych odcieni (no, może poza **Azure Blue** RAF z Afryki Północnej).

¹ Do 1942r. siły powietrzne armii USA nosiły nazwę **USA Air Corps** — USAAC. Dopiero potem zmieniono je na **USA Air Force** (USAAF).

A jaką właściwie miał barwę miała farba podkładowa **Zinc Chromate**? Tu się zaczynają jeszcze większe kłopoty, bo to właściwie nie była farba w pełnym tego słowa znaczeniu, tylko dość rzadki i przezroczysty podkład, o właściwościach antykorozyjnych. Jego barwa zależała od barwy pomalowanego materiału: żółtozielona na białej kartce papieru, stawała się bardziej zielona na powierzchniach aluminiowych¹ (Rysunek 10.7.3a,b):



Rysunek 10.7.3 Barwy podkładów **Zinc Chromate** w zależności od zastosowanych dodatków i powierzchni.

„Surowy” **Zinc Chromate** nie nadawał się do pomalowania wnętrza kabiny — był zbyt jasny i, w pewnych sytuacjach, kontrastowy. Siły powietrzne zalecały używać do malowania takich miejsc **Zinc Chromate** zaciemnionego za pomocą czerni **Lamp Black**. Curtiss uprościł sobie malowanie, zamawiając u dostawcy gotową, zaciemnioną farbę. Używał jej jako podkładu oraz do zabezpieczenia wszelkich powierzchni wewnętrznych, nie tylko kabiny (chyba nakładał tam drugą warstwę?). Barwa ta była często określana jako **Curtiss Green** (Rysunek 10.7.3c). Różniła się nieco odcieniem od ostatecznie ustalonej regulaminem z 1943r barwy **Interior Green** (Rysunek 10.7.4), która także była po prostu zaciemnionym **Zinc Chromate** — tyle, że w nieco innej proporcji.



Rysunek 10.7.4 Przepisowa barwa **Interior Green**.

Skąd właściwie wzięłem przedstawione tu próbki kolorów? No cóż, w różnorodnych modelarskich opisach dość często jest podawany ekwiwalent barwy, wyrażony za pomocą symbolu z jednego z powszechnie używanych wzorców. Najczęściej chyba stosowany jest amerykański **Federal Standard 595B**, określany także skrótem **FS**. Na przykład na stronie <http://www.fed-std-595.com/FS-595-Paint-Spec.html> można znaleźć listę stosowanych w modelarstwie nazw farb, wraz z próbką koloru i wartościami **RGB** (Rysunek 10.7.5):

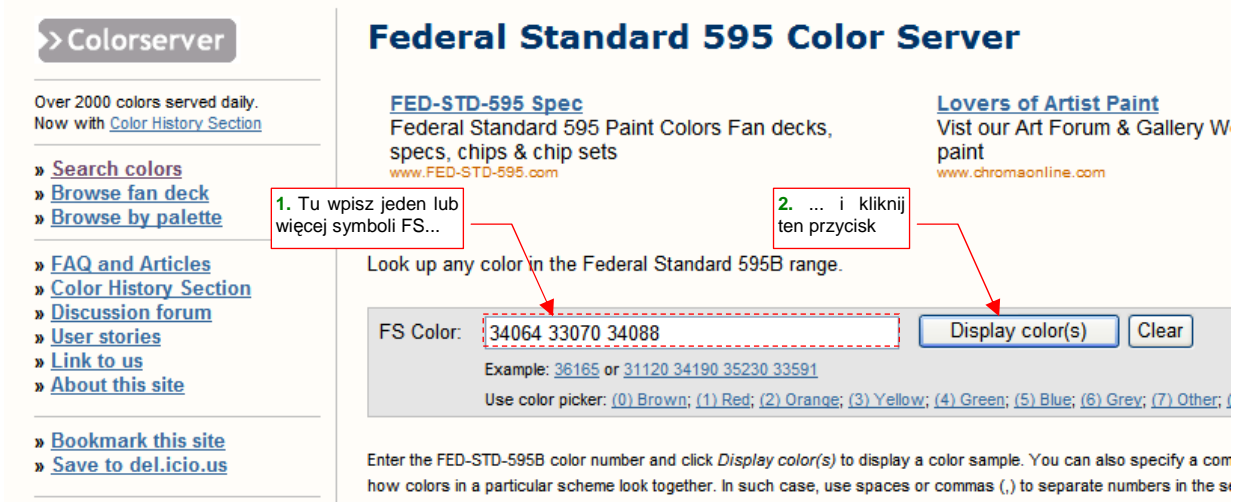
Próbka koloru	FS 34088	3C341F	Olive Drab
	FS 34092	364A41	Dark Green
Symbol barwy		Wartości RGB (heksadecymalnie)	Popularna nazwa

Rysunek 10.7.5 Fragment listy wybranych barw (tzw. „Fan Deck”) z serwisu www.fed-std-595.com.

¹ W budownictwie i przemyśle stalowym lokalne odmiany **Zinc Chromate** nadal są stosowane (oczywiście, pod różnymi nazwami). Prawdopodobnie widziałeś nie raz stalowe elementy konstrukcji, pokryte czerwonawą, matową farbą. To właśnie **Zinc Chromate**, z dodatkiem czerwonego tlenku żelaza. O ile się nie mylę, taki podkład nazywany jest w Polsce „minią”.

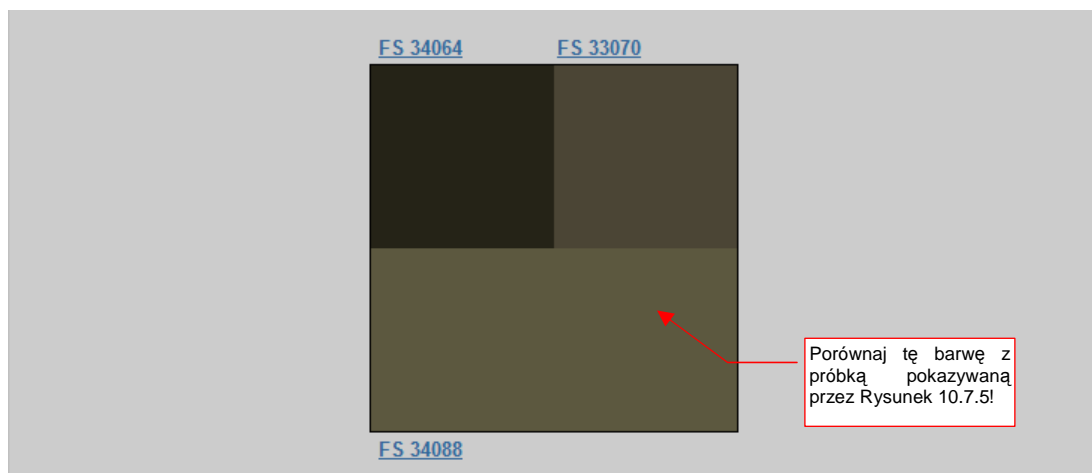
Wartości **R,G,B** są w serwisie www.fed-std-595.com podawane w postaci szesnastkowej (heksadecymalnej). Wartość składnika **R** to pierwsze dwa znaki, określające liczbę od 0 do 255, wartość składnika **G** to dwa znaki środkowe, a **B** — dwa ostatnie. Gdy podzielisz każdą z tych liczb przez 255, uzyskasz wartości z zakresu 0..1, takie jak te używane do „arytmetyki barw” (por. str. 604). Zresztą — nie musisz się nawet tak wysilać, bo i w Inkscape, i w GIMP, i w Blenderze można wpisać wprost te heksadecymalne kody. Nazywa się to tam [HTML notation](#), czy jakoś podobnie.

Serwis www.fed-std-595.com udostępnia tylko za darmo wybór najczęściej spotykanych wzorów barw. Aby uzyskać próbki dowolnego z istniejących symboli **FS**, skorzystaj z innego serwisu: <http://colorserver.net> (Rysunek 10.7.6):



Rysunek 10.7.6 Początkowy ekran serwisu colorserver.net.

Na ekranie początkowym możesz wpisać w pole **FS Color** jeden lub więcej (gdy chcesz zobaczyć próbki obok siebie) symboli FS. Po naciśnięciu przycisku **Display color(s)** zobaczysz rezultat (Rysunek 10.7.7):

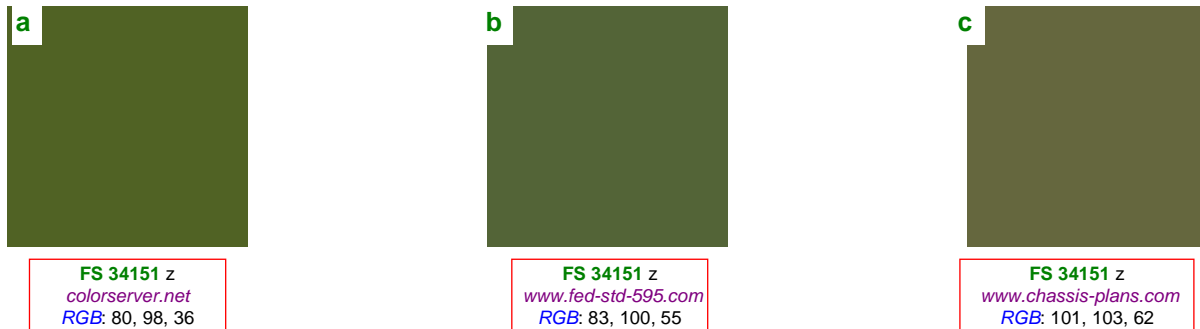


Rysunek 10.7.7 Przykładowa próbka, zwrócona przez serwis colorserver.net.

Mówiąc szczerze, rozmyślnie umieściłem na ilustracji powyżej próbkę **FS 34088** (typowy, najczęściej spotykany odcień **Olive Drab**). Porównaj odcień tę próbkę z próbką tego samego symbolu, przedstawioną przez serwis www.fed-std-595.com (Rysunek 10.7.5). Różnią się zdecydowanie! I która z tych próbek jest prawidłowa? W takich sytuacjach możesz „sprawdzić zeznania trzeciego świadka”, np. serwisu http://www.chassis-plans.com/paint_fed-std-595.html (myślnik występuje w oryginalnym adresie). Wydawałoby się, że powinna się tam znajdować kopia www.fed-std-595.com, bo strona wyraźnie mówi że skorzystała z tych zasobów. Ku mojemu zaskoczeniu, **FS 34088** ma tam jasny odcień — taki jak ten pokazywany przez colorserver.net!

- Zawsze warto sprawdzić próbkę barwy, odpowiadającą danemu symbolowi FS, w co najmniej dwóch źródłach. W przypadku różnicy — warto sprawdzić jeszcze w trzecim, i wybrać najbardziej prawdopodobny kolor. Dopóki można, kieruj się wiedzą historyczną. Gdy wszystko zawiedzie — zdaj się na wyczucie ☺.

Po wielu próbach odnoszę wrażenie, że na www.fed-std-595.com wiele barwy jest ciemniejsza — wzorowali się na odcieniach widocznych w otwartej puszcze ze świeżą farbą, czy jak? Serwisu colorserver.net też nie należy traktować jako wyroczni: zdarzają się im błędy. Na przykład barwa **Interior Green (FS 34151)**, podana przez każdy z tych trzech serwisów wygląda inaczej (Rysunek 10.7.8):



Rysunek 10.7.8 Próbką Interior Green, wg trzech różnych serwerów barw.

Ciekawe, prawda? Każda z próbek ma inny odcień. Wartości **R,G,B**, podane explicite przez www.fed-std-595.com i www.chassis-plans.com są potwierdzeniem, że to nie jest przypadek. Być może cały problem z odwzorowaniem cyfrowym polega na tym, że *Federal Standard 595b* jest oparty na zestawie fizycznych wzorników (można je kupić po 158 USD za komplet). Barwy, pokazywane w Internecie, mogły powstać poprzez skanowanie powierzchni tych wzorników. Wygląda na to, że każdy z użytych skanerów był nieco inaczej skalibrowany ☺. Próbką z www.chassis-plans.com jest najbardziej żółta. Znajac „pochodzenie” **Interior Green** (zacerniony **Zinc Chromate**) — można przypuszczać, że ta właśnie wersja (Rysunek 10.7.8c) jest najbliższa prawdy.

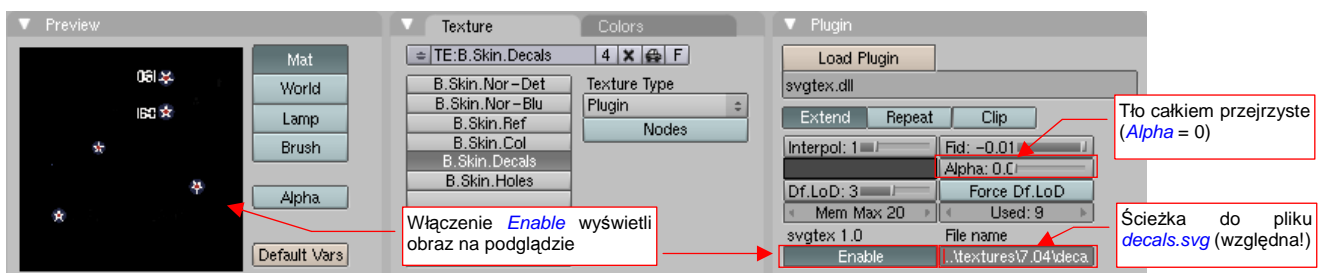
- Jak na razie, w literaturze modelarskiej nikt nie podaje barw posługując się wprost wartościami **R,G,B**. Odniesienia do takich wzorców, jak barwy FS, traktuj jako pewne przybliżenia. Dla tego samego symbolu FS próbki barw, pokazywana przez różne serwisy internetowe, mogą się różnić!

Jedno z podanych tu źródeł — colorserver.net — pokazuje tylko próbki koloru, bez podawania wartości liczbowych **R, G, B**. Na szczęście nie jest to duże utrudnienie. Możesz załadować do GIMP „zrzut ekranu” z oknem przeglądarki. Potem w GIMP pobrać próbkę barwy za pomocą narzędzia **Color Picker**, i sprawdzić w oknie właściwości koloru wartości liczbowe jego komponentów (szczegóły — str. 658):

10.8 Tekstury wektorowe

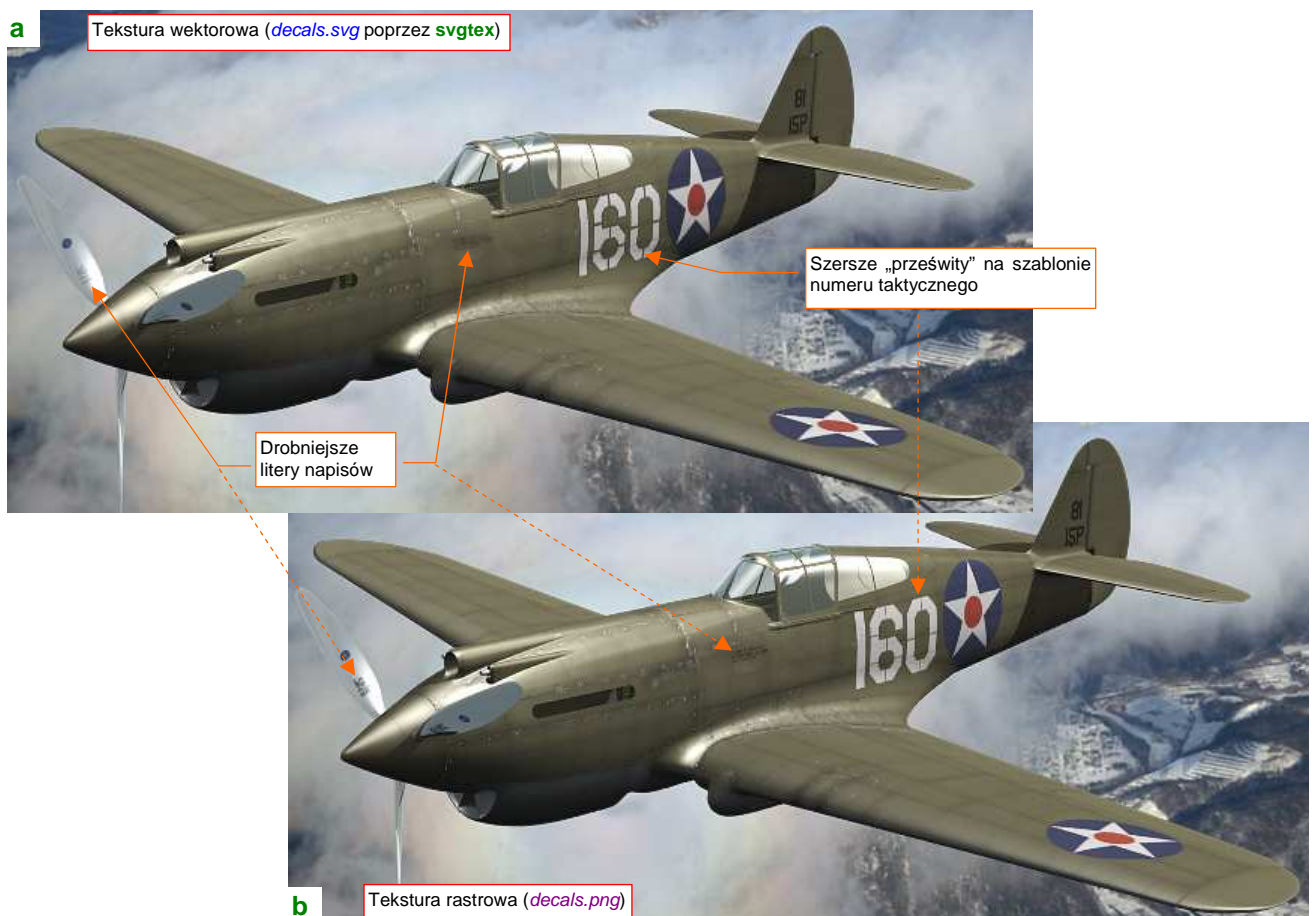
Aby uzyskać w Blenderze „teksturę, która nie boi się zbliżeń” napisałem wtyczkę (*plugin*) podstawiającą jako teksturę zawartość pliku **.svg*. Nadałem jej nazwę **svgtex**. Statyczny obraz rastrowy ma skończoną rozdzielczość. **Svgtex**, korzystając z wektorowej definicji rysunku z pliku **.svg*, generuje żądne przez Blender fragmenty tekstury z dowolną rozdzielczością.

Aby przekonać się, jak działa **svgtex**, proponuję użyć go w teksturze **B.Skin.Decals**. W miejsce statycznego pliku rastrowego *decals.png* podstawimy bezpośrednio jego wektorowe źródło — plik *decals.svg*. Aby to zrobić, zmień typ tekstury **B.Skin.Decals** z *Image* na *Plugin*, i załaduj wtyczkę *svgtex.dll* (szczegóły — patrz str. 1017) (Rysunek 10.8.1):



Rysunek 10.8.1 Tekstura **B.Skin.Decals** — wersja wektorowa (plik *decals.svg*)

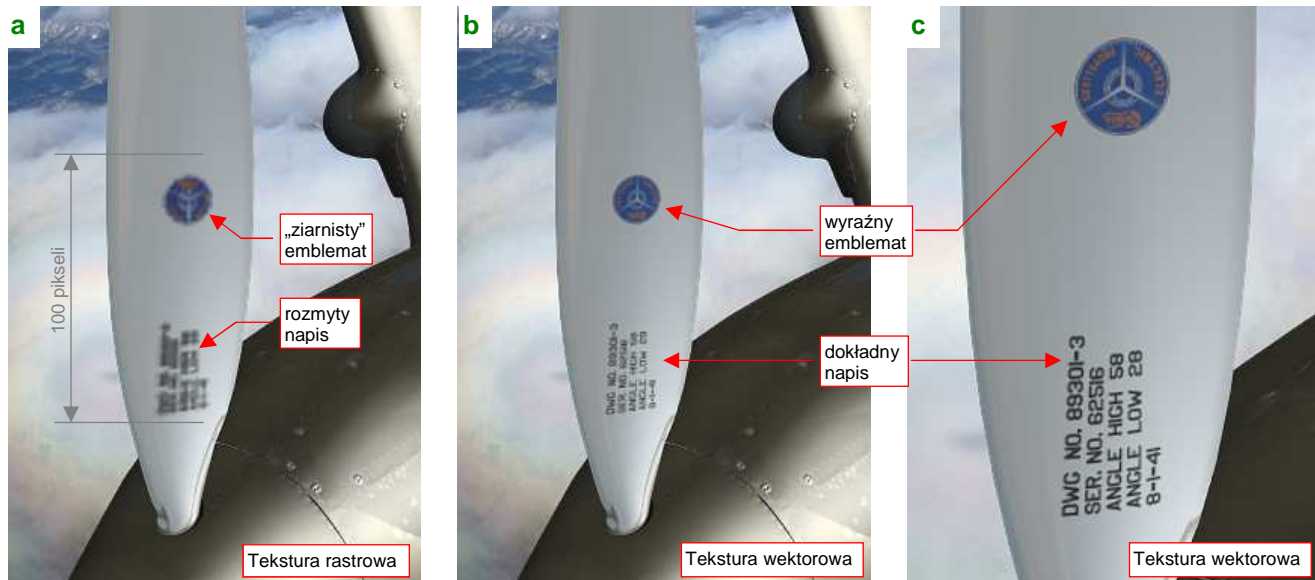
W pole **File name** wpisz ścieżkę do pliku *decals.svg*. (Należy wpisywać ścieżki względne — względem pliku, który masz otwarty w Blenderze). Zmień jeszcze tło na ciemnoszare, **Alpha** na 0, i możesz już włączyć **Enable**. W panelu **Preview** pojawi się podgląd tekstury. Na renderingu nie widać specjalnych różnic (Rysunek 10.8.3):



Rysunek 10.8.2 Porównanie renderingu w wersji wektorowej (*decals.svg*) i rastrowej (*decals.png*)

Porównywanie rezultatów renderingu, pokazywanych przez Rysunek 10.8.3a) i Rysunek 10.8.3b) przypomina trochę łamigłówki typu „znajdź różnice pomiędzy obrazkami”. Znalazłem dwie: na teksturze wygenerowanej przez **svgtex** litery napisów są drobniejsze, a „prześwity” pozostawione przez szablon numeru taktycznego — szersze. Obydwie różnice wynikają przypuszczalnie z użycia w **svgtex** prostszego algorytmu uśredniającego wartości sąsiednich pikseli.

Efekt zastosowania tekstury wektorowej stanie się od razu widoczny, gdy zbliżymy kamerę do modelu. Rysunek 10.8.3 przedstawia zbliżenie łopaty śmigła:



Rysunek 10.8.3 Porównanie małych napisów w wersji rastrowej (*decals.png*) i wektorowej (*decals.svg*)

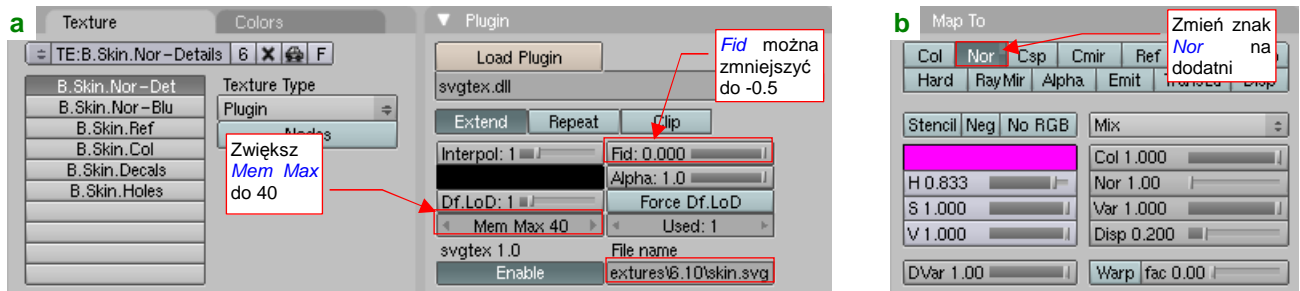
Na łopate, pokazaną przez Rysunek 10.8.3a), jest naniesiona tradycyjna tekstura rastrowa (plik *decals.png*, o rozmiarach 2048x2048 pikseli). Plik z oznaczeniami jest jeden dla całego samolotu, więc efektywna długość rozwinięcia całej łopaty śmigła nie przekracza na nim 200 pikseli. Miejsca na znaczki firmowy „*Electric Curtiss Propellers*” i napis znamionowy jest jeszcze mniej — to obszar rzędu 40x100 pikseli. Trudno się spodziewać cudów po takiej rozdzielczości, spotykanej zazwyczaj w co większych ikonach. Tu widać już pojedyncze piksele, stąd „ziarnistość” granic emblematu Curtissa, i kompletnie zamazane kwadraciki liter. To rozmycie dodatkowo kontrastuje z całkiem jeszcze wyraźnymi zarysami śrub i nitów na powierzchni. (To efekt podstawowej tekstury nierówności, która jest naniesiona z dwukrotnie większą rozdzielczością: plik *nor_details.png* ma rozmiar 4096x4096 pikseli). Najprostszym rozwiązaniem problemu, pokazanego przez Rysunek 10.8.3a), byłoby zwiększenie rozdzielczości pliku *decals.png* — do, powiedzmy, 4096x4096 pikseli. To jednak metoda „siłowa” — większy plik tekstury to więcej zużytych zasobów komputera. W dodatku prawie cała powierzchnia *decals.png* jest pusta (przezroczysta), więc ciężkie megabajty RAM będą poświęcone w ten sposób na przechowywanie niczego. Zresztą — w jeszcze większym zbliżeniu i ten obraz stanie się „ziarnisty”.

Rysunek 10.8.3b) i c) pokazują efekt zastosowania wtyczki **svgtex**. Widać na nich, że, mimo kolejnych zbliżeń kamery, szczegóły emblematu i napisów pozostają ostre i wyraźne. Rysunek 10.8.3c) umożliwia wręcz odczytanie znaku firmowego „Curtiss”. Cały zespół (wtyczka + załadowany do pamięci plik **.svg*) zajmują w pamięci mniej więcej połowę tego, co rastrowy plik *decals.png*. Czas renderingu modelu z zastosowaniem wektorowej tekstury oznaczeń praktycznie jest taki sam, co tekstury rastrowej¹.

¹ Pewnym mankamentem jest tylko „przeñośność” pliku Blendera, używającego wtyczki. Można go renderować tylko pod Windows, i trzeba mieć do tego plik *svgtex.dll*. Komponent jest oczywiście ogólnodostępny (na zasadach licencji GPL), ale zawsze jest to jakieś utrudnienie. Być może ktoś przerobi jego kod na wersję dla Linuxa (źródła, udostępniane na zasadzie licencji Open Source na <http://airplanes3d.net>, są w zasadzie do tego przygotowane).

Skoro użycie tekstury wektorowej poprawiło rendering zbliżenia tekstów i emblematów, to może użyć **svgtex** do obsługi podstawowej tekstury nierówności (**B.Skin.Nor-Det**)? Mówiąc szczerze, specjalnie z myślą o tym eksperymencie przygotowałem w modelu dwie tekstury nierówności: podstawową, zawierającą wyłącznie elementy wektorowe, i pomocniczą, „rozmytą” (**B.Skin.Nor-Blur**), w której na pewno lepiej się sprawdza obraz rastrowy.

Przygotuj najpierw plik **skin.svg**: wyłącz widoczność wszystkich warstw poza **Result:Nor-Details** (por. str. 375), oraz szarym tłem **Bkg-Grey**. (Przy okazji upewnij się, że nieprzezroczystość **Bkg-Grey** jest ustawiona na 100%). Potem, podobnie jak zmieniliśmy typ tekstury **B.Skin.Decals** na początku tej sekcji, zmień teraz teksturę **B.Skin.Nor-Details**. Przypisz ją do pliku **skin.svg** (Rysunek 10.8.4a):



Rysunek 10.8.4 Podstawowa tekstura nierówności (**B.Skin.Nor-Det**) w wersji wektorowej

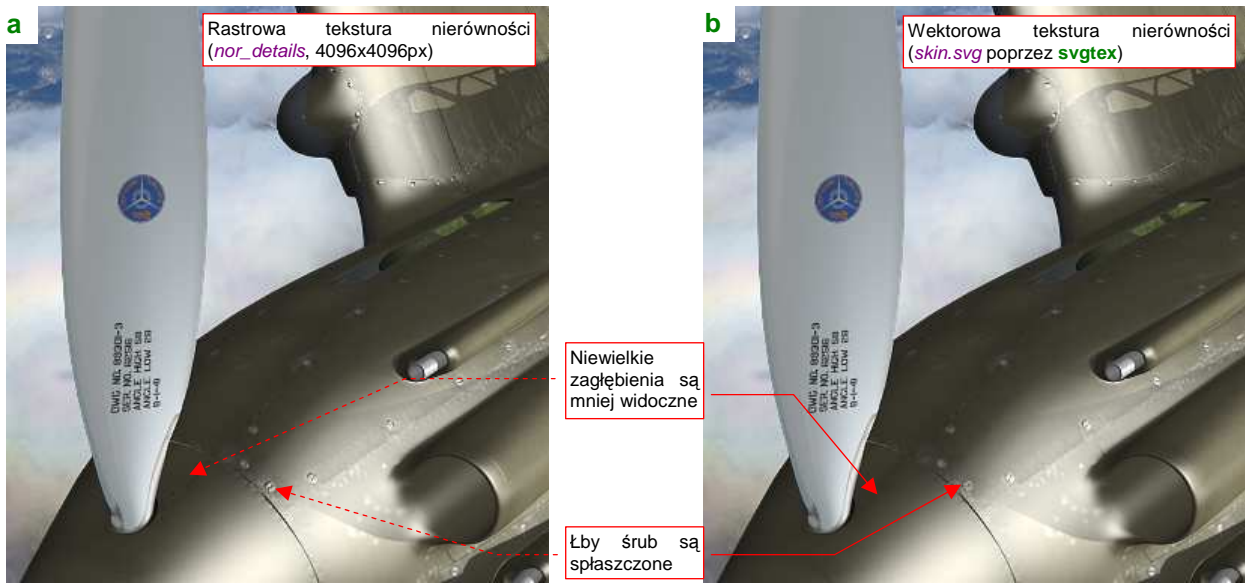
W odróżnieniu od **decals.svg**, ten rysunek ma tło (dzięki warstwie **Bkg-Grey**). Nie musisz się więc przejmować ustawieniami koloru i nieprzezroczystości tła w panelu **Plugin**. To duża tekstura, więc warto zwiększyć **Mem Max** do 40 MB. Możesz także zmniejszyć **Fidelity** do -0.5, aby zaokrąglić i podkreślić nierówności. Oprócz tych ustawień, zmień jeszcze w zestawie **Shading:Material buttons**, panelu **Map To**, znak mapowania normalnych **Nor** z ujemnego (żółtego) na dodatni (biały) (Rysunek 10.8.4b). (Szczerze mówiąc, nie mam pojęcia dlaczego obraz rastrowy wymagał mapowania odwrotności **Nor** — wydaje mi się to nielogiczne).

I jak wygląda rezultat? Porównajmy najpierw rendery modelu z normalnej odległości (Rysunek 10.8.5):



Rysunek 10.8.5 Porównanie nierówności powierzchni w wersji wektorowej (**decals.svg**) i rastrowej (**decals.png**)

Tak jak poprzednio — nie widać specjalnych różnic. (Na obydwu rysunkach wykorzystano wektorową wersję oznaczeń i napisów, by te, omówione wcześniej, efekty nie były widoczne). Różnicy także nie widać nawet przy pierwszym zbliżeniu (Rysunek 10.8.6):



Rysunek 10.8.6 Porównanie nierówności powierzchni w wersji rastrowej (*decals.png*) i wektorowej (*decals.svg*)

Z porównania rezultatów wygląda na to, że **svgtex** tworzy nieco delikatniejsze nierówności. Najprawdopodobniej znów, podobnie jak w przypadku różnic oznaczeń, to kwestia filtra. Widać to, czym sterują kontrolki *Interpol* i *Fid*, jest jeszcze dość „toporne”. Nie są to jednak znaczące różnice.

W zasadzie wygląda na to, że w zakresie typowych zbliżeń kamery rastrowa tekstura nierówności o rozmiarach 4096x4096 daje zadowalający efekt. W dodatku wykorzystanie tak złożonej tekstury wektorowej, jak plik *skin.svg*, ma wpływ na czas redneringu. (Chodzi tu szczególnie o pierwszą próbę, gdy **svgtex** generuje potrzebne fragmenty). O wektorowych teksturach nierówności można więc pamiętać jako o alternatywnym rozwiązaniu do jeszcze większych zbliżeń (wnętrze kabiny?) niż te, pokazywane przez Rysunek 10.8.6.

Szczegóły obsługi programów

Zawartość tej części bardzo przypomina zawartość plików odpowiedzi do trzech programów: GIMP, Inkscape i Belndera. Są tu zestawione opisy tych poleceń, które zostały wykorzystane w poprzednich częściach książki.

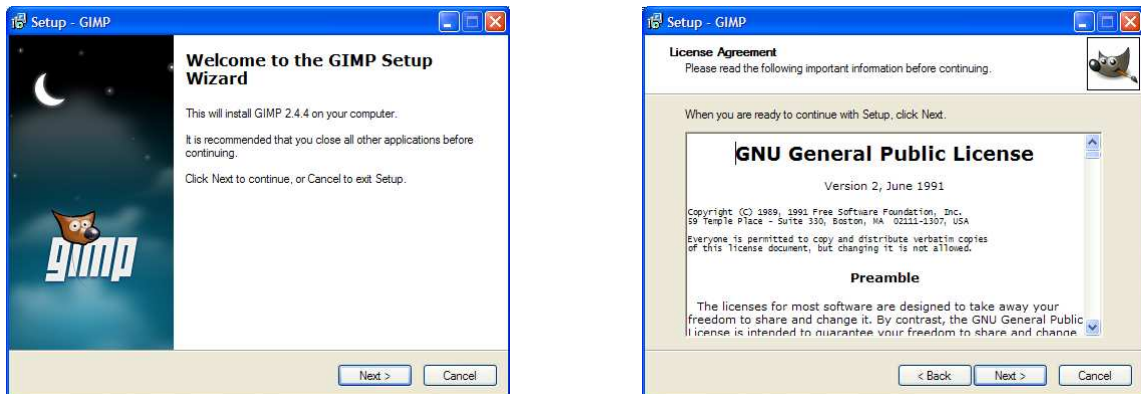
Gdybyś chciał wydrukować tę książkę na własne potrzeby, rozważ, czy przynajmniej tej części nie pozostawić w postaci elektronicznej. W przeglądarce PDF szybciej znajdziesz podaną w tekście stronę, niż kartkując gruby wydruk. (No i zużyjesz mniej drzew z lasów...).

Rozdział 11. GIMP — szczegóły obsługi

Nazwa GIMP pochodzi, jak sądzę, od pierwszych liter angielskiego **G**raphic **I**mage **P**rocessor. Jest to jeden z pierwszych, dużych i ukończonych projektów [Open Source](#).

11.1 Instalacja

Po uruchomieniu programu instalacyjnego pojawia się ekran "powitalny", a następnie ekran z umową licencyjną (Rysunek 11.1.1):



Rysunek 11.1.1 Instalacja GIMP — pierwsze dwa ekrany

Po naciśnięciu przycisku *Agree* na ekranie *License Agreement*, przejdziemy do ekranu *Ready to Install* (Rysunek 11.1.2). Można tu wybrać normalną, "szybką" instalację (*Install Now*) lub nietypową (*Customize*):

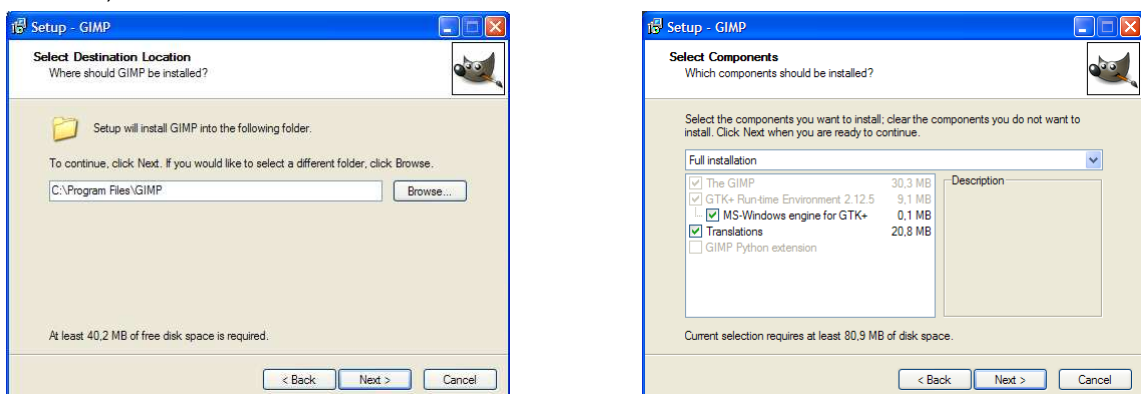


Rysunek 11.1.2 Wybór drogi instalacji

Jeżeli naciśniesz przycisk *Install Now*, zainstalujesz program z domyślnymi ustawieniami. W takim przypadku po tym ekranie zobaczysz od razu ekran postępu i finalny (Rysunek 11.1.7).

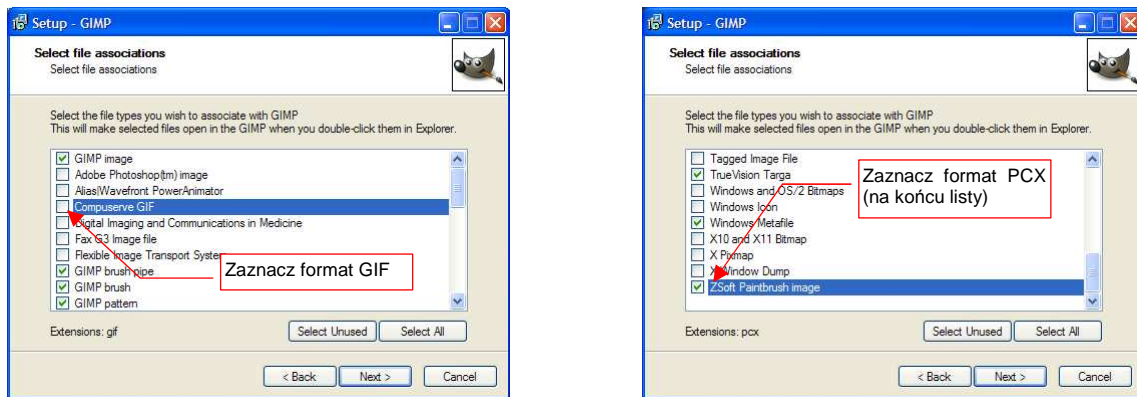
Jeżeli jednak naciśniesz przycisk *Customize*, pojawią się kolejne ekrany.

Pierwsze z nich pozwalają Ci określić folder programu i składniki, jakie mają być wgrane na Twój komputer (Rysunek 11.1.3):



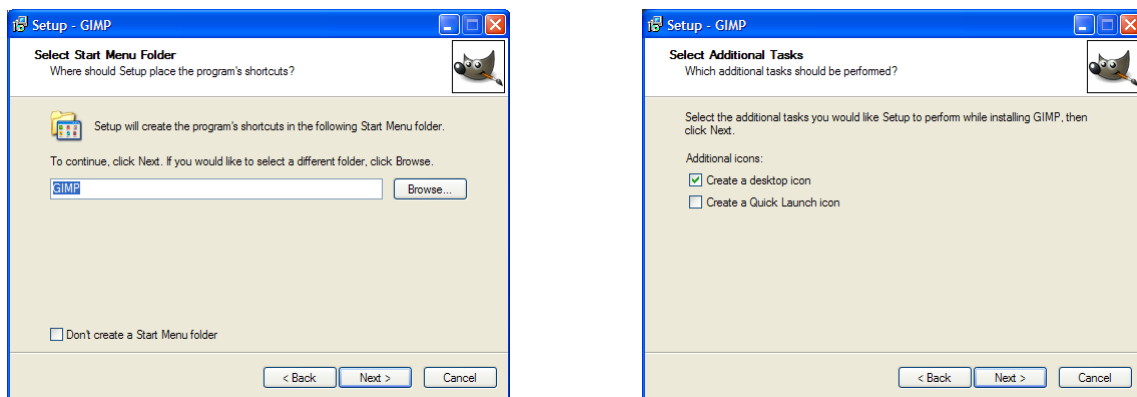
Rysunek 11.1.3 GIMP — wybór folderu i składników programu

Następny (**Select file associations**) pozwala wybrać formaty obrazów, dla których GIMP ma być domyślnym programem do wyświetlania/ edycji. Zaznacz tu m.in. formaty: GIF, PCX ():



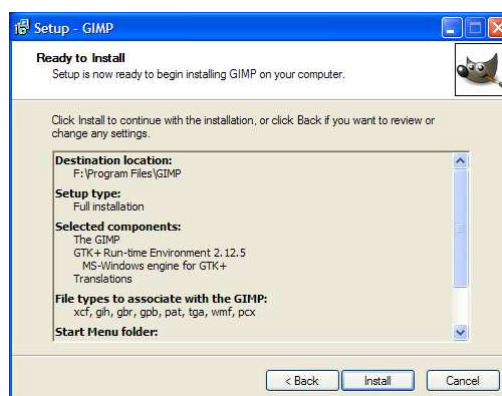
Rysunek 11.1.4 Ustalanie domyślnie obsługiwanych formatów plików

Wreszcie ustalone są szczegóły reprezentacji w menu i na pulpicie (Rysunek 11.1.5):



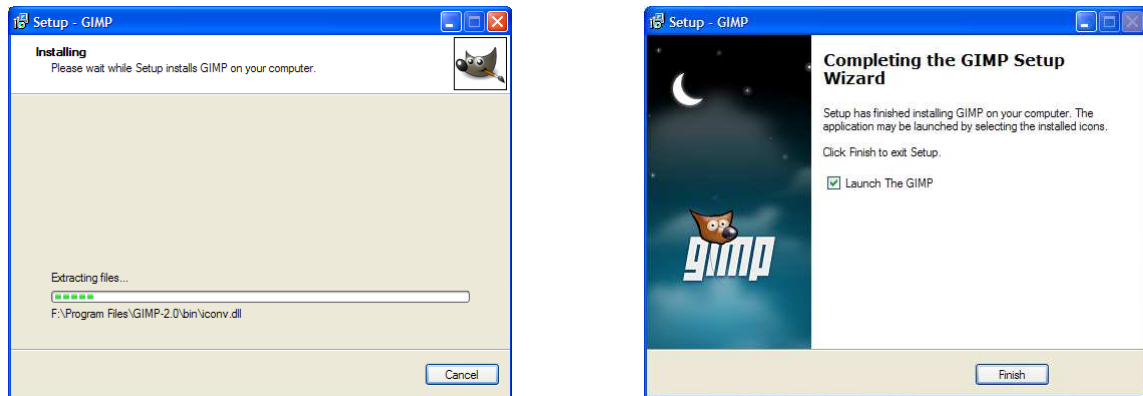
Rysunek 11.1.5 Instalacja GIMP — szczegóły reprezentacji

Na zakończenie program wyświetla podsumowanie wybranych opcji (Rysunek 11.1.6):



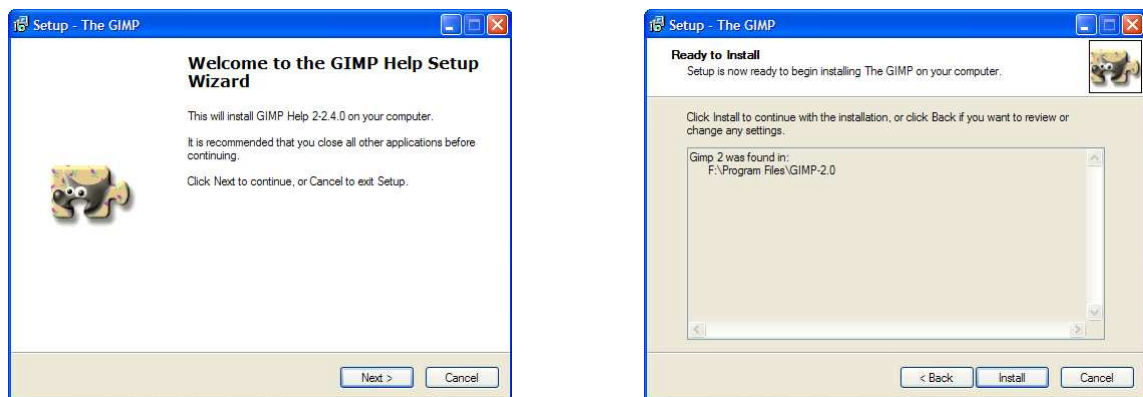
Rysunek 11.1.6 Instalacja GIMP — wyciszenie wybranych opcji

Po naciśnięciu przycisku **Install** rozpoczyna się instalacja (Rysunek 11.1.7):



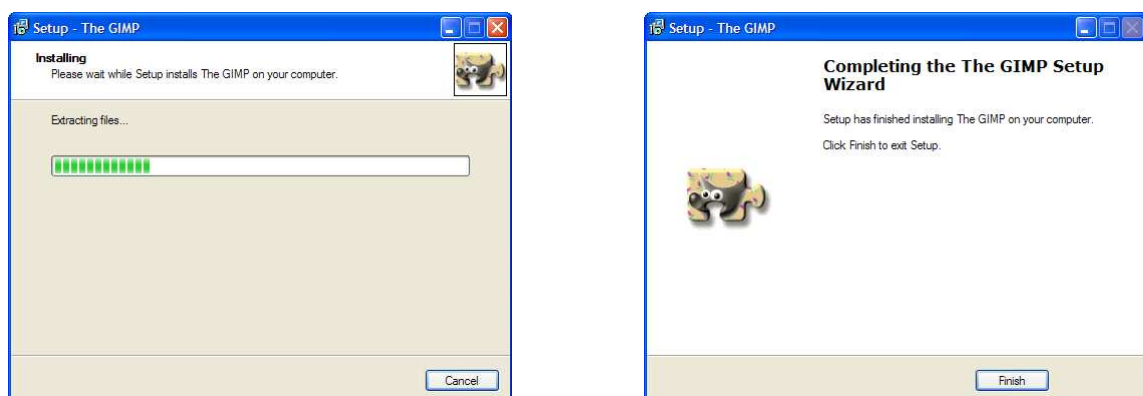
Rysunek 11.1.7 Instalacja GIMP - ekrany: postępu i finalny

Po zainstalowaniu GIMP, możesz także zainstalować rozbudowany system podpowiedzi (**Help**) (Rysunek 11.1.8). Program instalacyjny może być pobrany z Internetu, (z tej samej witryny, co GIMP):



Rysunek 11.1.8 Pierwsze dwa ekrany instalacji podpowiedzi

Po naciśnięciu na ekranie **Ready to Install** przycisku **Install**, rozpoczyna się kopiowanie plików (Rysunek 11.1.9):



Rysunek 11.1.9 Instalacja GIMP — ekrany postępu i finalny

Instalacja systemu podpowiedzi kończy się ekranem finalnym (Rysunek 11.1.9).

Opcjonalnie, możesz jeszcze dodać do Gimp'a wtyczkę, która służy do generowania tzw. map normalnych (będziemy ich używać do odwzorowania drobnych nierówności na naszym modelu — por. str. 410, 675). Po rozpakowaniu towarzyszącego tej książce pliku *source.zip*, znajdziesz w folderze *source\gimp* plik o nazwie *gimp-normalmap-win32-1.2.2.zip*. To spakowane pliki wtyczki, w wersji dla Windows (32 bit). Zgodnie z załączoną do niej instrukcją, należy:

1. rozpakować plik *normalmap.exe* do folderu wtyczek GIMP (zazwyczaj to *C:\Program Files\GIMP-2.0\lib\gimp2.0\plug-ins*);
2. rozpakować znajdujące się w pakiecie 3 pliki **.dll* do folderu, gdzie się znajdują pliki wykonywalne GIMP (zazwyczaj to *C:\Program Files\GIMP-2.0\bin*);

Przy najbliższym uruchomieniu GIMP odnajdzie tę wtyczkę i umieści jej wywołanie w menu *Filters → Map* jako polecenie *Normalmap...*

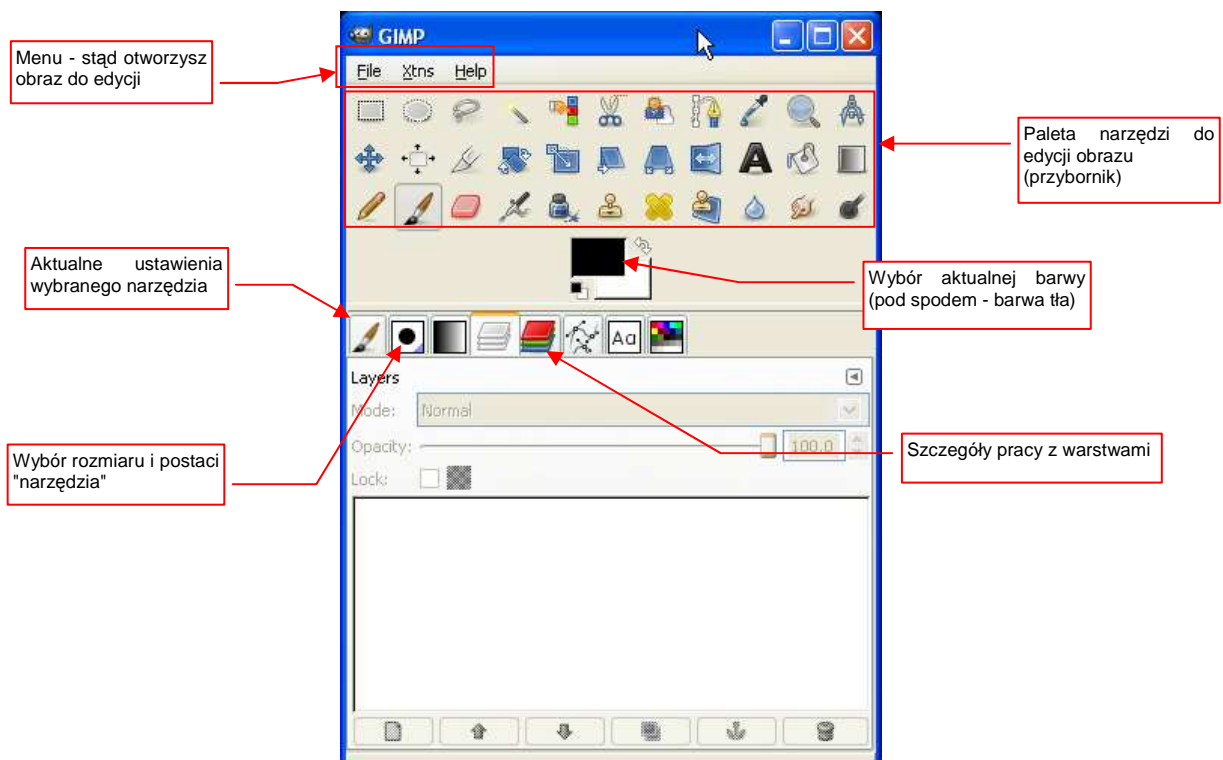
11.2 Wprowadzenie (GIMP 2.4)

Ładowanie wszystkich komponentów zajmuje Gimpowi parę sekund podczas uruchamiania. W tym czasie pokazywane jest "okno startowe" (Rysunek 11.2.1):



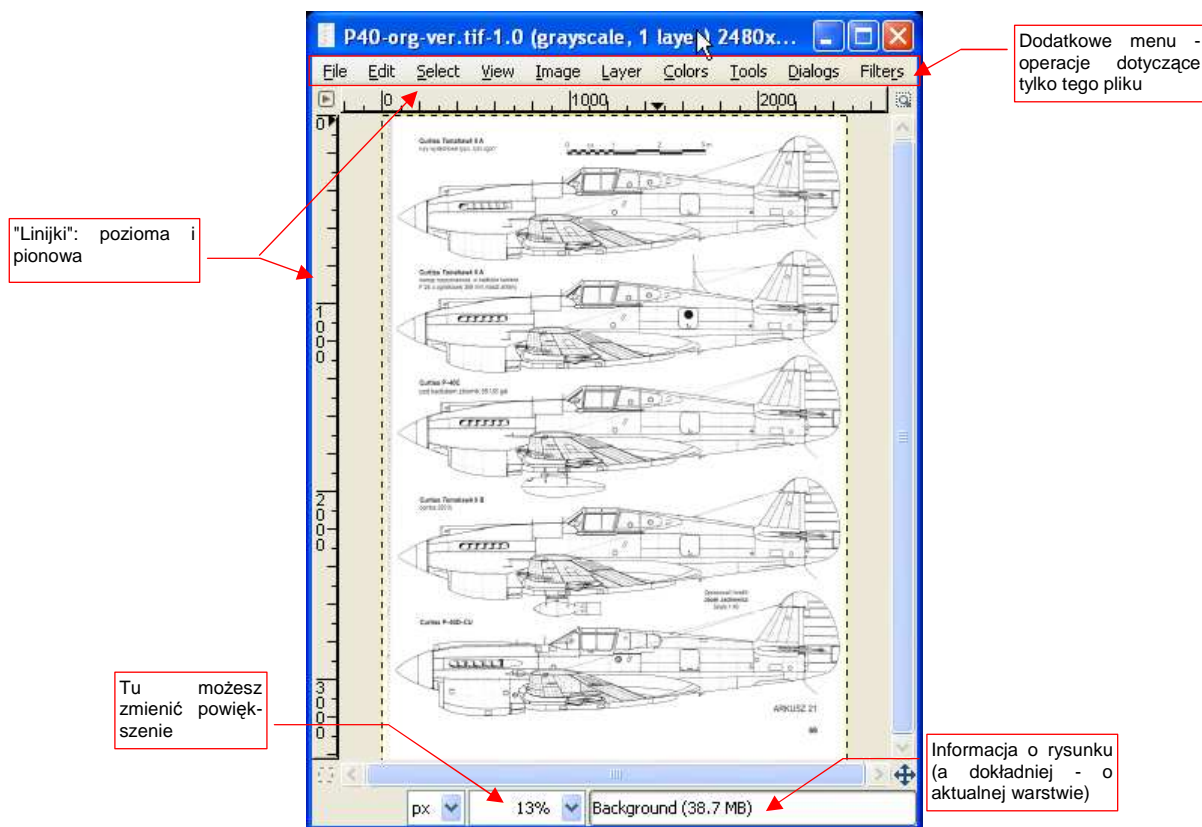
Rysunek 11.2.1 Okno startowe GIMP — pokazuje postęp ładowania komponentów

Po zakończeniu ładowania, ujrzysz główne okno programu. Pełni ono jednocześnie rolę przybornika narzędzi (Rysunek 11.2.2). (Uwaga: GIMP 2.6 wygląda nieco inaczej — patrz str. 625)



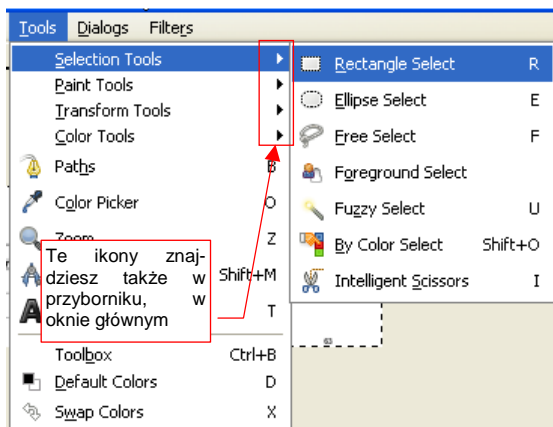
Rysunek 11.2.2 GIMP (2.4) — okno główne

- Wszystkie programy w tej książce pokazuję w wersji anglojęzycznej. GIMP ma także dobre tłumaczenie na język polski. Jeżeli będzie Ci łatwiej, możesz podczas instalacji wybrać polską translację. Możesz także ze strony Gimpa pobrać plik polskich podpowiedzi/opisów! (Patrz str. 619 i dalsze)



Rysunek 11.2.3 GIMP - załadowany obraz (drugie okno)

W GIMP każdy obraz umieszcza w odrębnym oknie. Będziesz więc miał zawsze obok siebie: **okno główne** (paletę narzędzi) oraz **okno obrazu**. Umieść je na ekranie tak, aby wzajemnie sobie nie przeszkadzały.



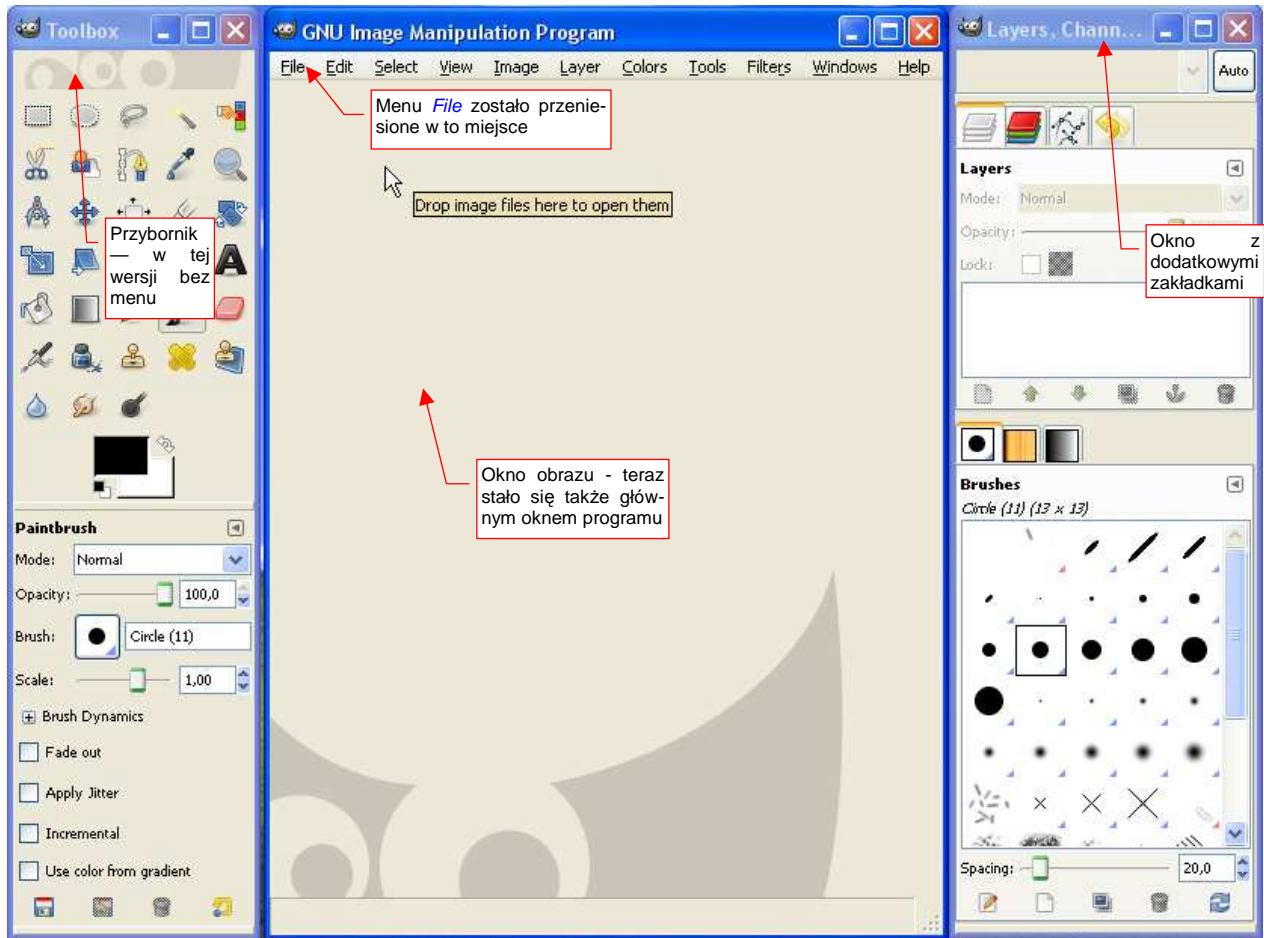
Rysunek 11.2.4 Menu **Tools** (okno obrazu)

W GIMP polecenia z palety narzędzi (przybornika), są dostępne także w oknie obrazu, poprzez menu **Tools** (Rysunek 11.2.4). Są w nim pogrupowane w kilka submenu: **Selection Tools**, **Paint Tools**, **Transform Tools**. W tekście książki łatwiej i bardziej jednoznacznie jest mi podawać polecenia z menu, niż umieszczać obrazki ikon do naciśnięcia. Będę więc powoływał się na nazwy poleceń. Jeżeli wolisz korzystać z przybornika - otwórz tylko raz podane przez mnie menu, aby upewnić się o którą ikonę chodzi. (Są zawsze widoczne obok napisów) Gdy już będziesz wiedział - używaj ich z przybornika.

- W dalszym tekście tego rozdziału, wszystkie nazwy poleceń są poleceniami z menu okna obrazu. Gdy będzie chodziło o menu okna głównego, wyraźnie o tym napiszę. Dla GIMP w wersji od 2.6 to rozróżnienie nie istnieje — nie ma innego menu, niż menu obrazu.

11.3 GIMP 2.6 — różnice

W nowej wersji GIMP — 2.6 — uległ zmianie układ okien (Rysunek 11.3.1):



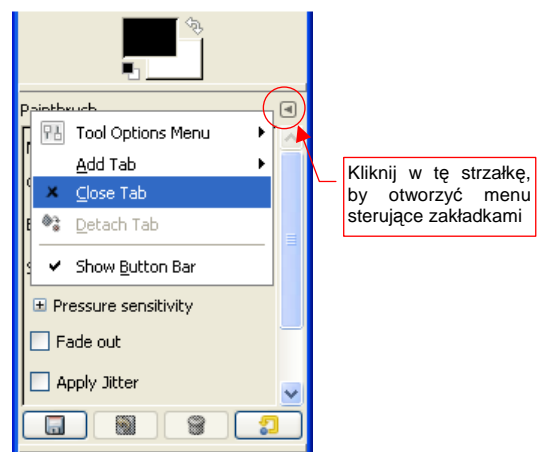
Rysunek 11.3.1 Nowy układ okien w GIMP wersji 2.6

Teraz okno obrazu pojawia się od razu, zaraz po uruchomieniu programu, gdy jeszcze nie został załadowany żaden nowy plik. Menu *File* przesunięto z okna przybornika (por. Rysunek 11.2.2, str. 623) do okna obrazu. Od tej chwili GIMP ma tylko jedno menu rozwijalne. Tym niemniej wszystkie polecenia, jakie opisuje Rozdział 2 ("Przygotowanie rysunków samolotu") pozostają takie, jakie były. Po prostu pamiętaj, że teraz menu *File* jest w nowym miejscu (a wraz z nim wszelkie polecenia typu *File* → *Save*, *File* → *Open*,...).

Dodatkowe okno po prawej (*Layers, Channel, ...*) możesz w każdym momencie zamknąć, jeżeli będzie Ci brakować na ekranie miejsca.

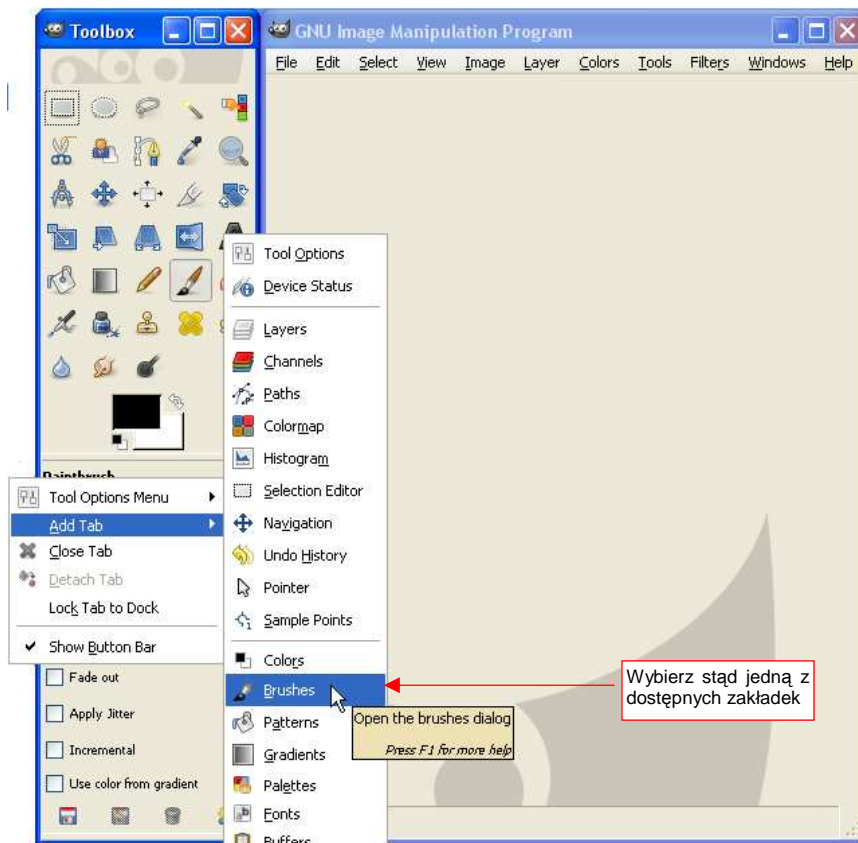
W oknie *Toolbox* możesz umieścić wszystkie potrzebne zakładki. Służy do tego menu, otwierane w każdej zakładce za pomocą małej strzałki (Rysunek 11.3.2).

Polecenie *Close Tab* zamyka aktualną zakładkę.



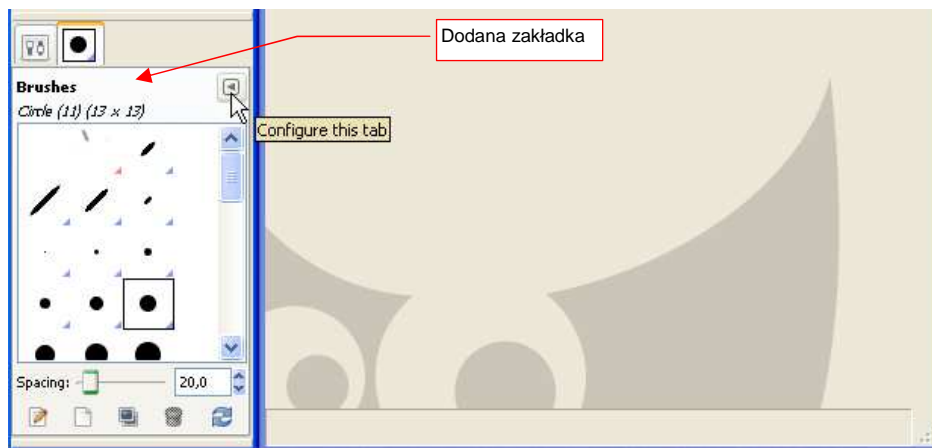
Rysunek 11.3.2 Przycisk zarządzający zakładkami

Zajmijmy się jednak poleceniem **Add Tab**. Jest to zagnieżdżone menu, prezentujące do wyboru wszystkie dostępne zakładki (Rysunek 11.3.3):



Rysunek 11.3.3 Dodawanie do przybornika dodatkowej zakładki

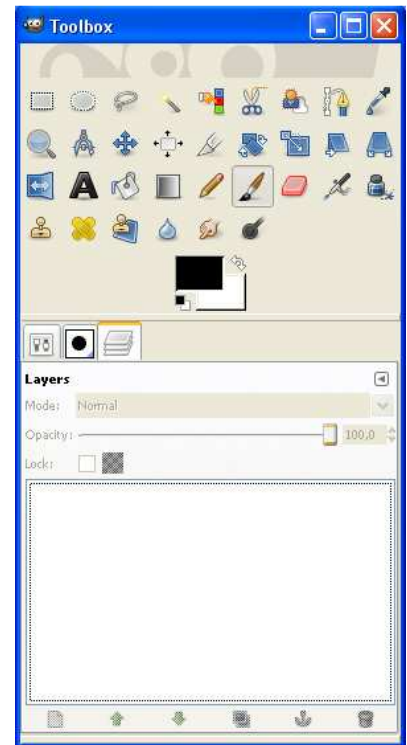
Wybierz z tego menu jedną z zakładek (np. **Brushes** — kształty narzędzi). Zostanie dodana w ten sposób do przybornika (Rysunek 11.3.4):



Rysunek 11.3.4 Dodana zakładka **Brushes**.

W ten sposób możesz w przyborniku skompletować wszystkie zakładki, które są Ci potrzebne do pracy. Wydaje mi się, że do naszych celów wystarczą trzy: *Tool Options*, *Brushes* i *Layers* (Rysunek 11.3.5).

Dokładnie tak samo możesz dobierać zakładki we wcześniejszym GIMP 2.4. Możesz w nim także otworzyć zakładkę jako oddzielne okno. (Służy do tego polecenie *Detach Tab* z menu rozwijalnego zakładki — Rysunek 11.3.2).

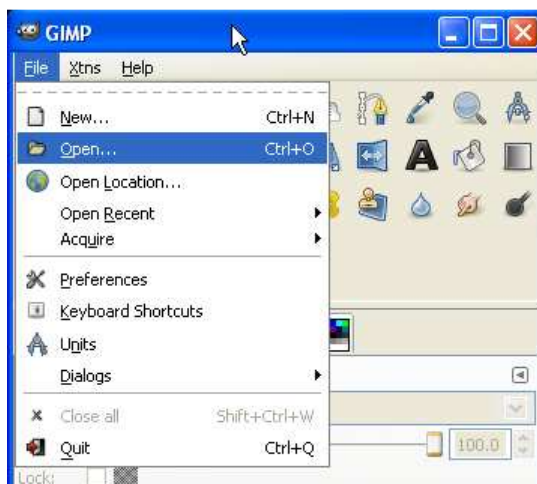


Rysunek 11.3.5 Przybornik z wybranymi zakładkami

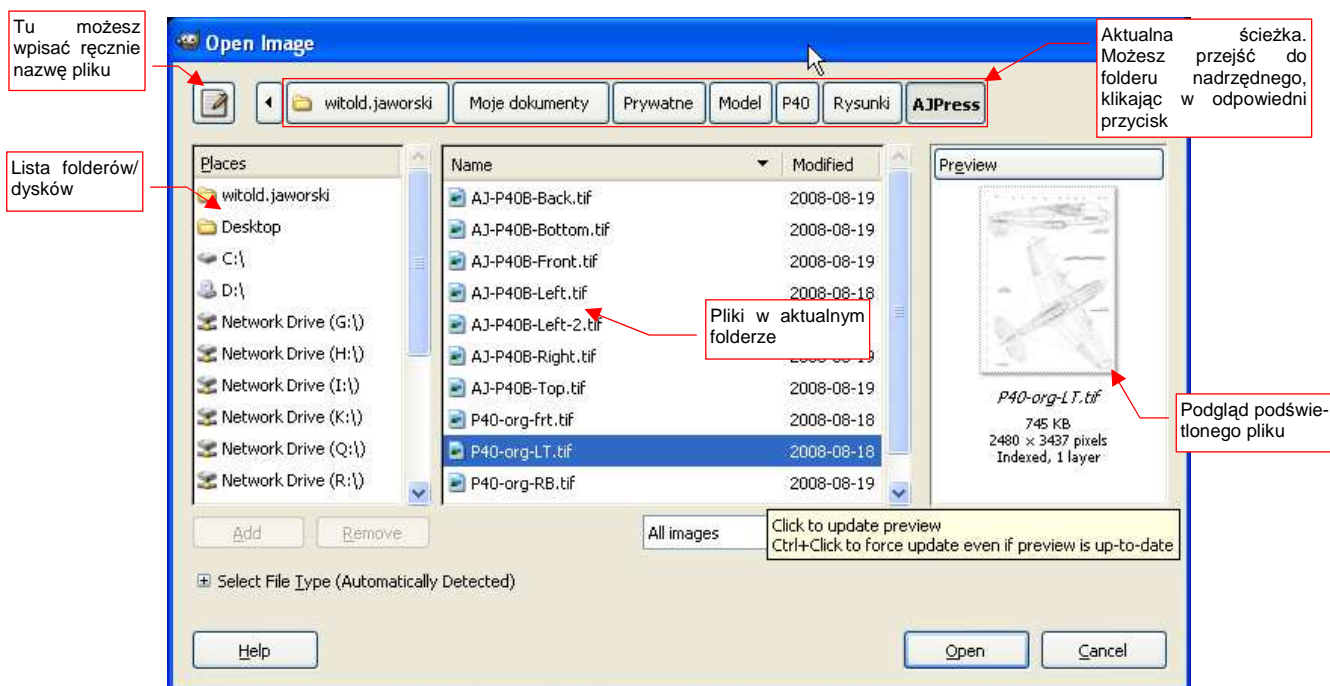
11.4 Otwieranie pliku (obrazu)

Aby otworzyć obraz, wybierz z menu polecenie **File→Open** (Rysunek 11.4.1).

Spowoduje to pojawienie się okna dialogowego wyboru pliku (Rysunek 11.4.2). Okno to nie przypomina standardowego okna Windows. Dzieje się tak dlatego, że GIMP (a także Inkscape) używają do obsługi okienek zestawu komponentów o nazwie GTK+¹. Tak właśnie wygląda w GTK+ komponent do wyboru plików.



Rysunek 11.4.1 Otwarcie istniejącego obrazu



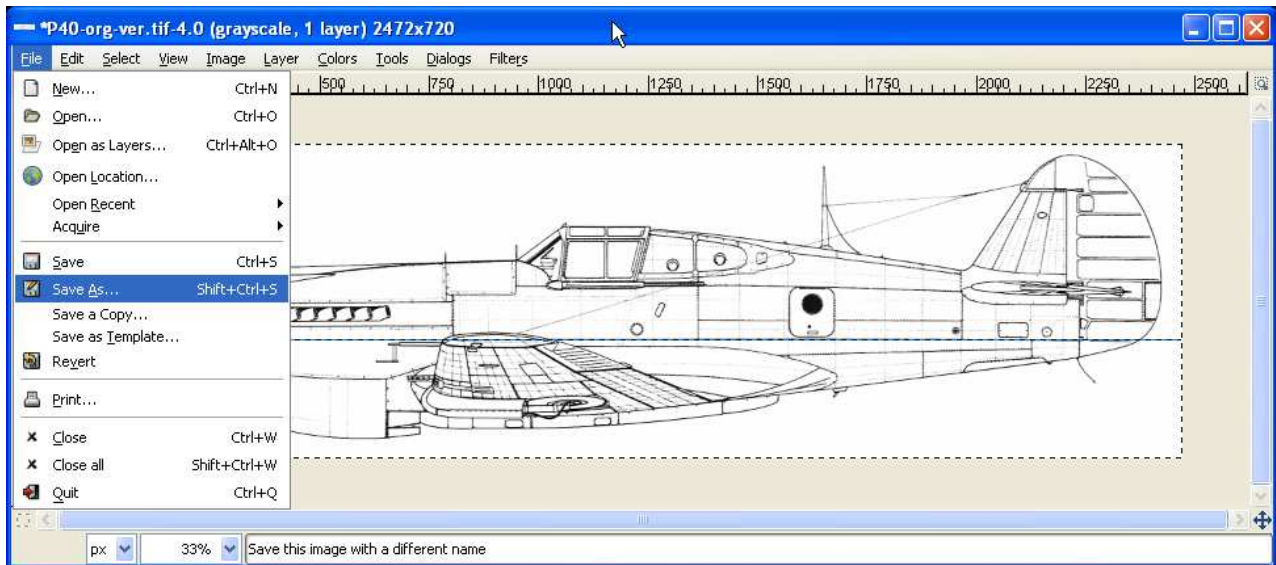
Rysunek 11.4.2 GIMP - okno wyboru plików

GIMP rozpoznaje wiele różnych formatów zapisu obrazu. Po naciśnięciu **Open** załaduje wskazany w oknie dialogowym plik.

¹ GTK+ jest biblioteką procedur Open Source, pozwalającą na pisanie programów, które będą działały w wielu różnych systemach operacyjnych, m. in. Linux, Windows, Mac OS. Posiada nawet polską wersję językową!

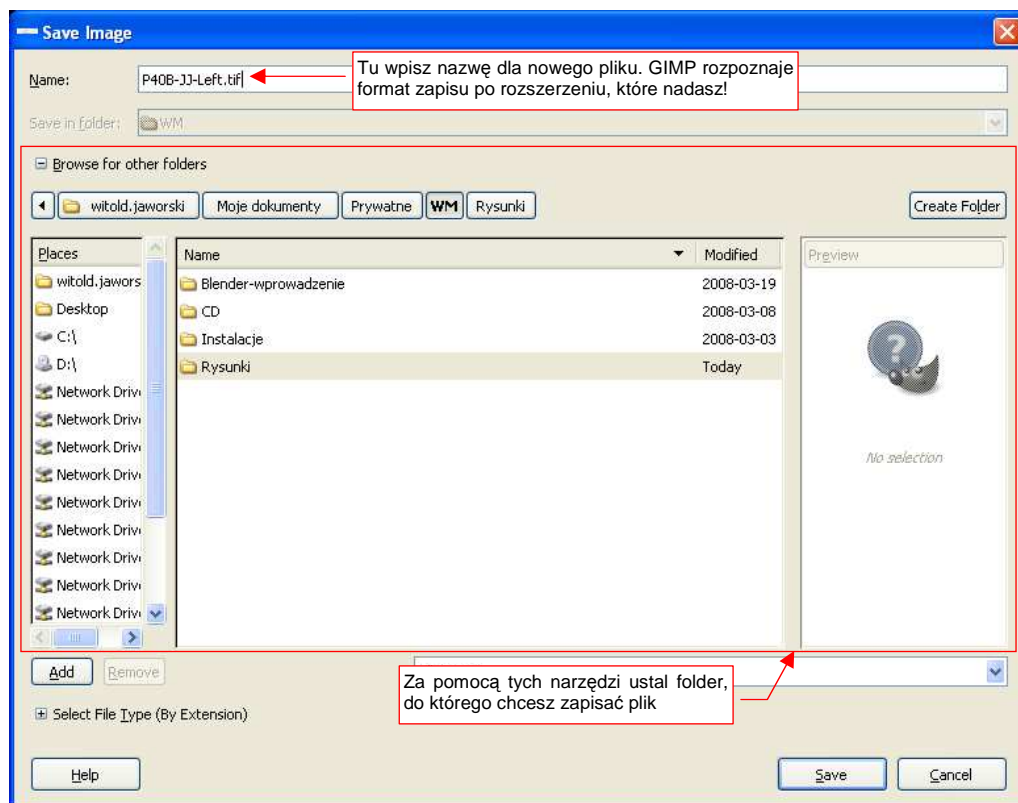
11.5 Zapisanie pliku (obrazu)

Wybierz polecenie **File→Save As** (Rysunek 11.5.1):



Rysunek 11.5.1 Zapisywanie gotowego rysunku pod nową nazwą

Spowoduje to pojawienie się okna (Rysunek 11.5.2), podobnego do tego, w którym wybieraliśmy plik do załadowania (por. Rysunek 11.4.2, str. 628):



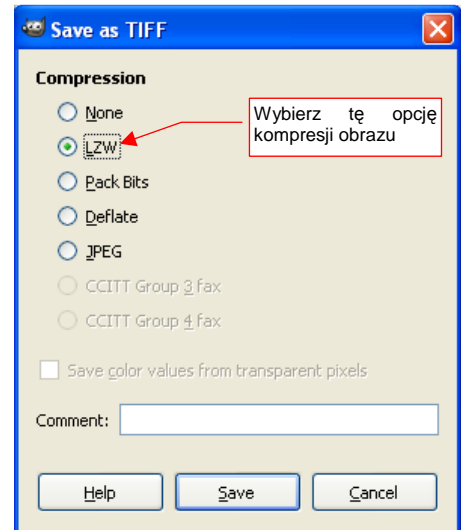
Rysunek 11.5.2 Okno do zapisywania pliku

W oknie **Save Image** (Rysunek 11.5.2) wybieramy folder, do którego zapiszemy rysunek. Wpisujemy także nazwę pliku. Bardzo ważne jest także wpisanie właściwego rozszerzenia pliku — np. **.png**, **.tif**, albo **.jpg**. (GIMP określa sposób zapisu obrazu na podstawie rozszerzenia pliku, które wpiszesz.)

Na koniec naciśnij na w oknie *Save Image* przycisk **Save**. W zależności od formatu zapisu, który wybrałeś, GIMP może jeszcze pokazać pomocnicze okno, z dodatkowymi opcjami. Rysunek 11.5.3 pokazuje takie okno dla formatu TIFF. Można tu ustalić sposób kompresji obrazu. Wybieraj zawsze opcję **LZW**.

(Nie sprawdzałem innych, ale **LZW** jest bardzo popularną metodą, i poprawnie wczytuje się do Blendera.)

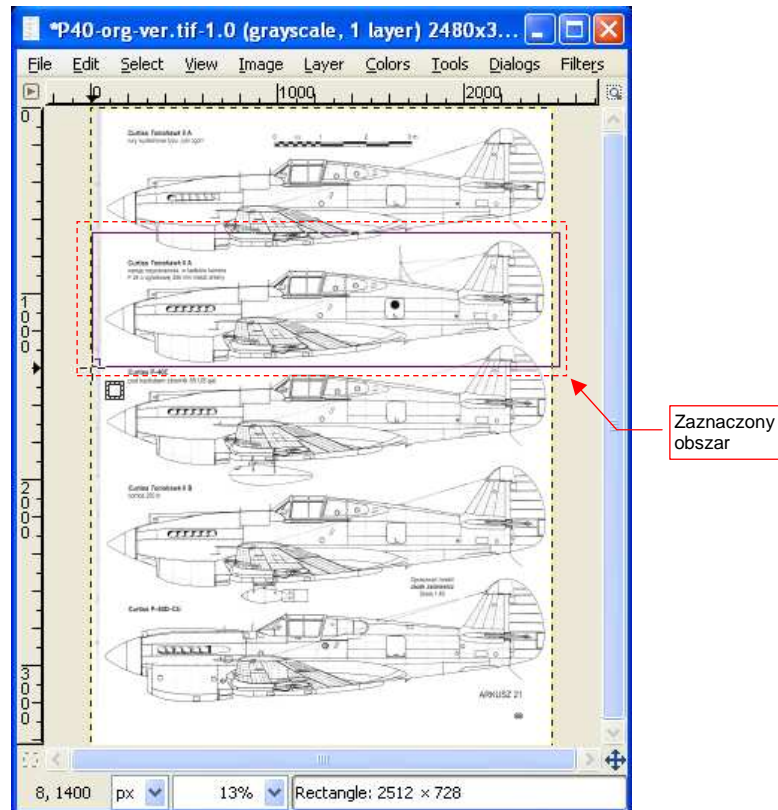
Po naciśnięciu kolejnego przycisku **Save**, nasz rysunek zostanie ostatecznie zapisany na dysku.



Rysunek 11.5.3 Okno dodatkowe — Szczegóły zapisu formatu TIFF

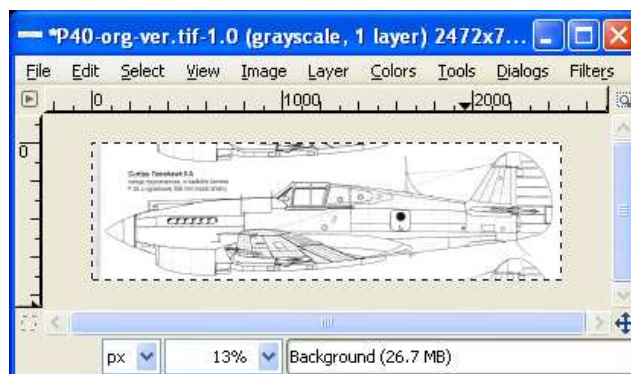
11.6 Kadrowanie obrazu

Wybierz z menu polecenie **Tools**→**Selection Tools** →**Rectangle Select**, (lub naciśnij na klawiaturze **R**). Przesuwając myszkę z wciśniętym **LPM**, zaznacz obszar dookoła rzutu z boku (Rysunek 11.6.1).



Rysunek 11.6.1 Zaznaczenie rzutu z boku

Następnie poleceniem **Image**→**Crop to Selection** ogranicz cały obraz do zaznaczonego obszaru (Rysunek 11.6.2):

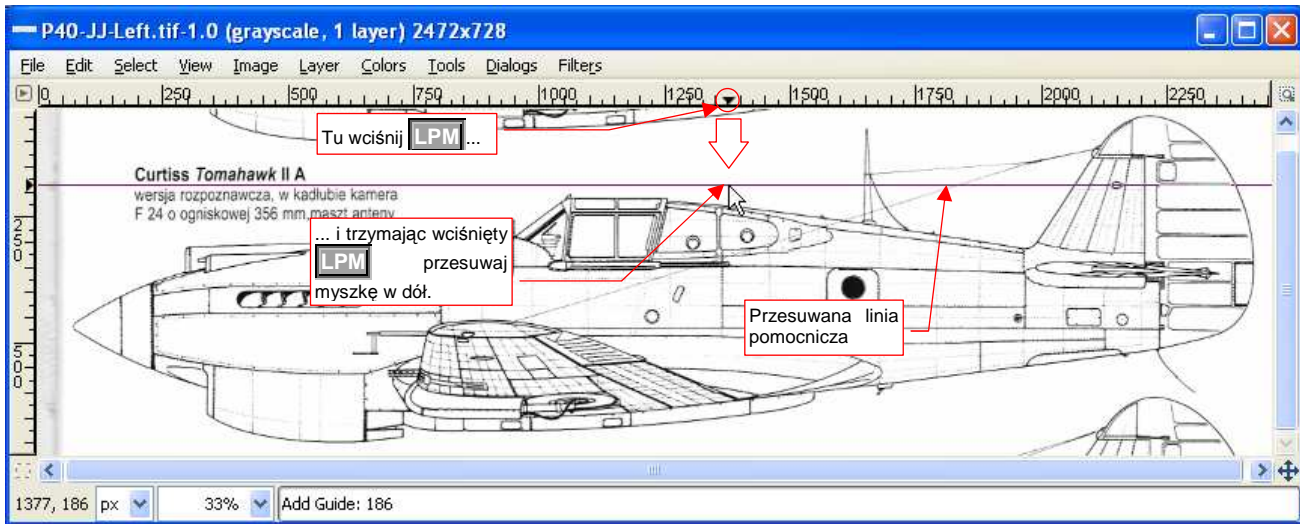


Rysunek 11.6.2 Wycięta część obrazu

11.7 Linie pomocnicze (*guides*)

Linie pomocnicze (*guides*) służą do oznaczenia jakiegoś istotnego miejsca, a także porównań.

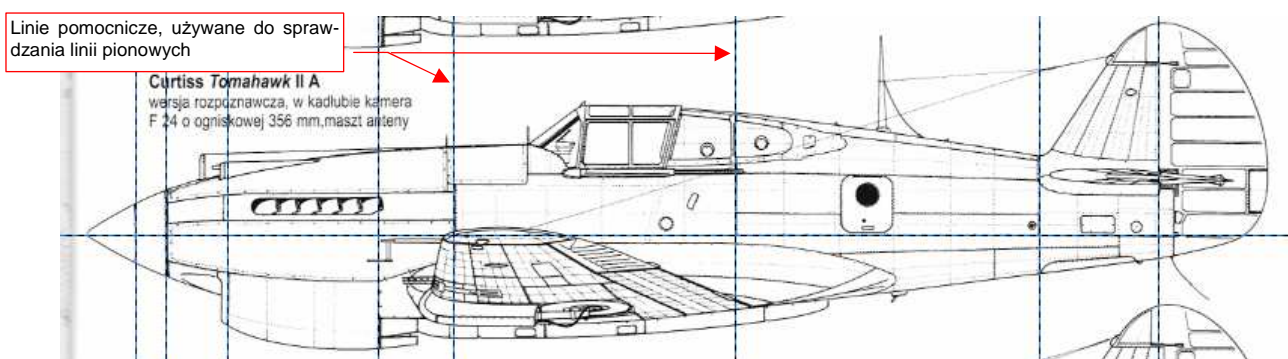
Aby dodać do rysunku linię pomocniczą, "złap" myszką (**LPM**) za linijkę, umieszczoną ponad obrazem. Trzymając przez cały czas wciśnięty **LPM** przesuń ją do dołu. Zobaczysz wówczas, że przesuwasz poziomą linię pomocniczą (Rysunek 11.7.1):



Rysunek 11.7.1 "Pobranie" linii pomocniczej

Gdzie zwolnisz **LPM** ("upuścisz" linię pomocniczą), tam zostanie. Nie jest częścią obrazu. Możesz ją powtórnie złapać myszką i przesunąć w inne miejsce. (Jeżeli nie reaguje na myszkę - naciśnij na klawiaturze **M**, aby przejść w tryb przesuwania).

W podobny sposób pobierz także kolejne linie pomocnicze, tym razem pionowe, z linijki po lewej stronie obrazu. Umieść je na kluczowych liniach konstrukcyjnych, o których wiesz, że powinny być pionowe lub poziome (Rysunek 11.7.2):

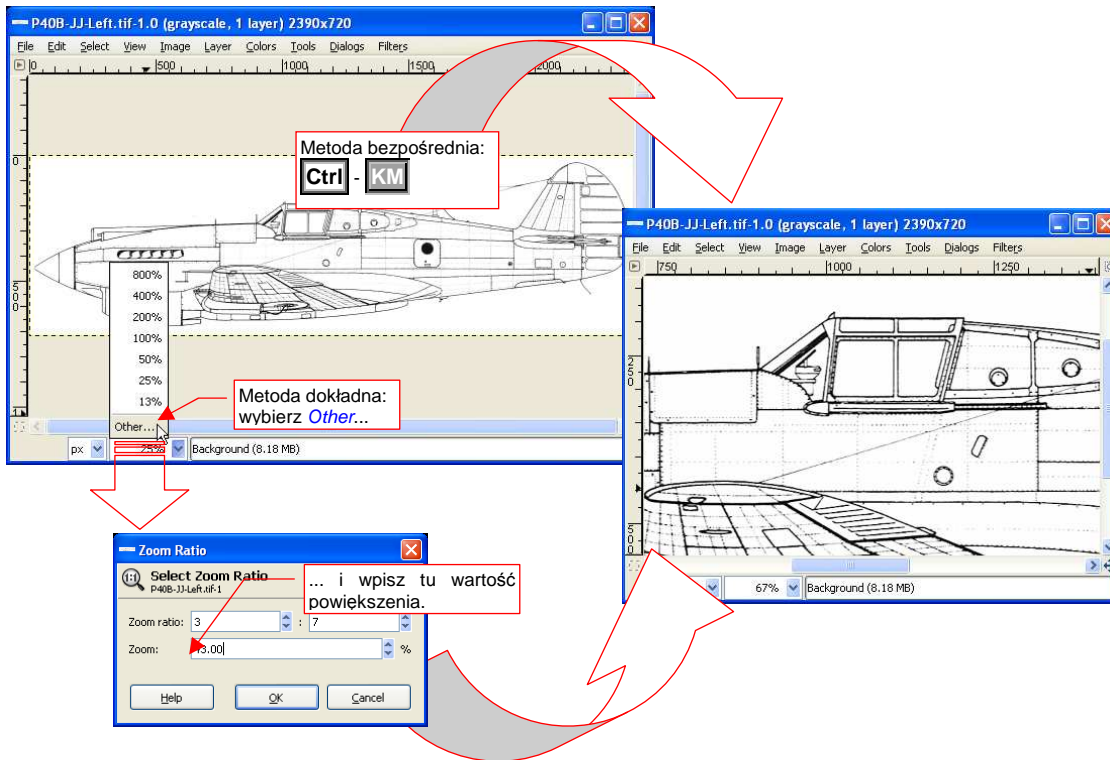


Rysunek 11.7.2 Przykładowe rozmieszczenie linii pomocniczych

11.8 Widok: powiększanie, przesuwanie

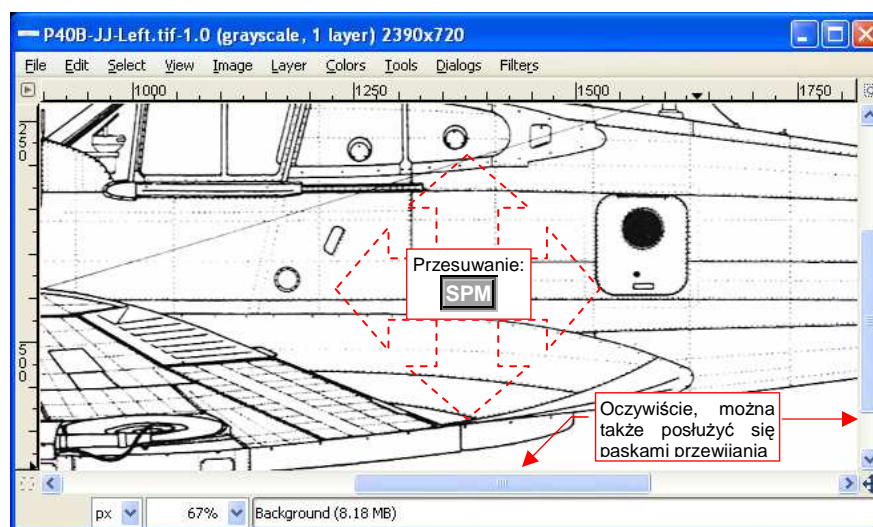
W GIMP powiększenie można zmienić na dwa sposoby (Rysunek 11.8.1):

- szybko i mniej dokładnie: trzymając wciśnięty **Ctrl** i obracając kółkiem myszki (**KM**);
- dokładnie, ale nie tak szybko: wybierając z listy u dołu ekranu jedno z predefiniowanych powiększeń, lub wpisując nowe za pomocą polecenia **Other...**



Rysunek 11.8.1 Widok: dwie metody zmiany powiększenia (**Zoom**)

Przesunięcie widoku to ruch myszki z wciśniętym **SPM** (Rysunek 11.8.2):



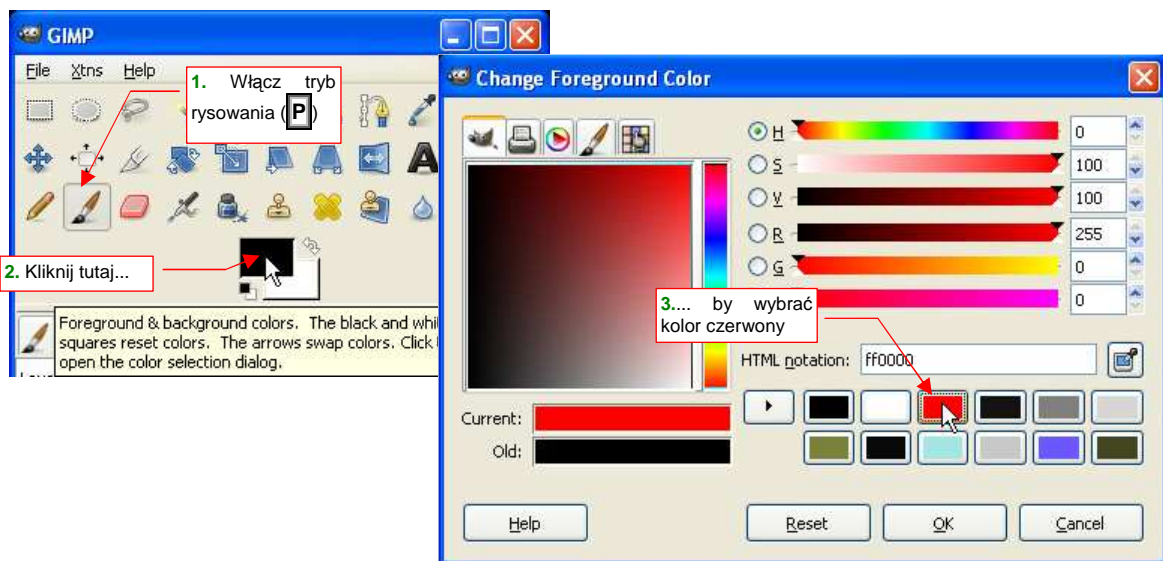
Rysunek 11.8.2 Przesuwanie widoku (**Pan**)

11.9 Rysowanie

Rysowanie pokażę na przykładzie "z życia wziętym": na półprzeźroczystej warstwie narysujemy kształt kadłuba. Linie rysunku wzorcowego, do którego mamy się dopasować, są widoczne na warstwie leżącej pod spodem (Rysunek 11.9.5 pokazuje, co ma być narysowane).

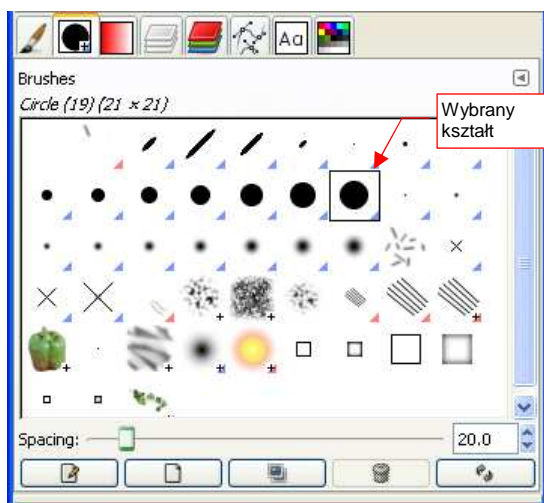
Nim zaczniesz rysować, upewnij się, że tryb koloru twojego rysunku jest ustawiony na **RGB**. W razie czego — przestaw go w ten tryb (**Image → Mode → RGB**). Inaczej zamiast czerwonego będzie szary!

Zacznijmy od momentu, gdy warstwy są odpowiednio ustawione. Przed rozpoczęciem rysowania często zmienia się aktualny kolor. W tym przypadku wybierz czerwony (Rysunek 11.9.1).

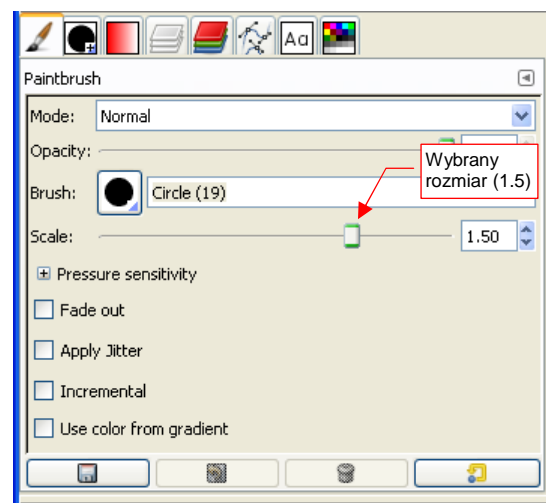


Rysunek 11.9.1 Ustalenie aktualnego koloru

Z palety narzędzi wybierz "pędzelek" (**Tools → Paint Tools → Paintbrush** z menu, albo **P** na klawiaturze). Następnie ustal formę narzędzia (Rysunek 11.9.2), oraz jego rozmiar (Rysunek 11.9.3):



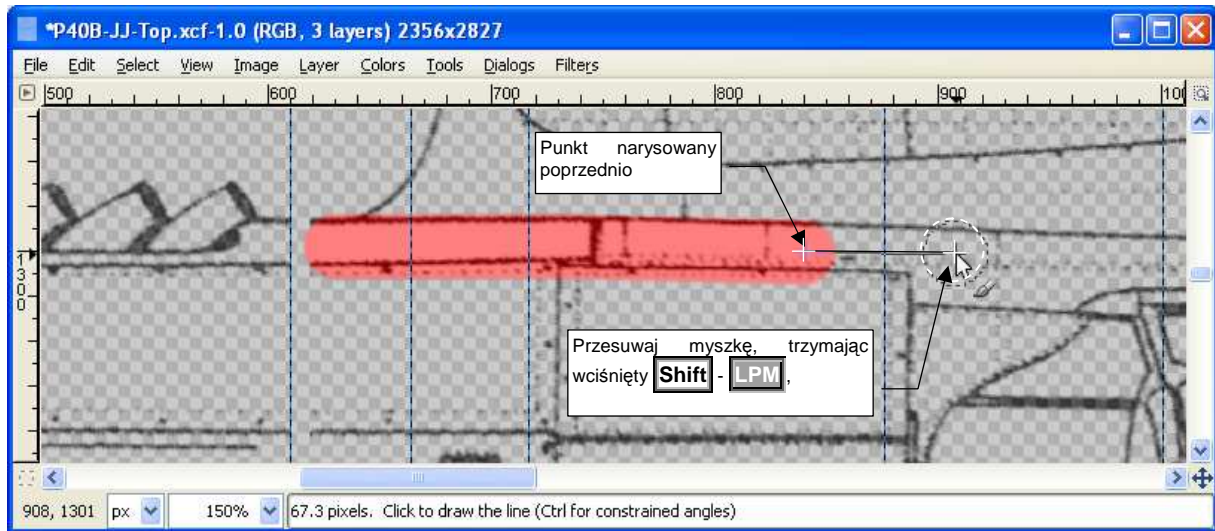
Rysunek 11.9.2 Wybór kształtu "pędzelka"



Rysunek 11.9.3 Ustalenie rozmiaru rysowania

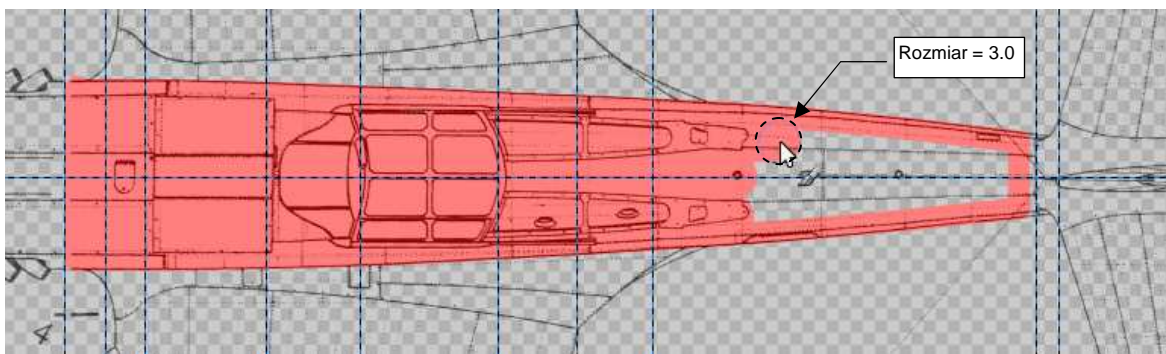
W trybie rysowania, gdzie tylko naciśniesz **LPM**, na rysunku pojawi się okrągła "plama". Obrysowanie kadłuba najwygodniej jest wykonać za pomocą krótkich odcinków linii prostych. Aby zacząć taką sekwencję, kliknij **LPM**

w narożnik obszaru, który chcesz zaznaczyć. Następnie trzymając wciśnięty **Shift**, wciśnij **LPM**, i nie zwalniając go, przesuń myszkę (Rysunek 11.9.4). Widzisz, że ciągniesz koniec prostej linii? Gdy trzymasz wciśnięty **Shift**, GIMP zawsze łączy aktualne położenie kursora z końcem ostatnio narysowanej linii. W ten sposób możesz szybko i dokładnie narysować kształt przyszłej selekcji.



Rysunek 11.9.4 Rysowanie prostymi odcinkami

"Ciągnięta" w ten sposób linia zakończy się tam, gdzie zwolnisz **LPM**. Po obrysowaniu kształtu należy zamalować wewnątrz obszaru (Rysunek 11.9.5):



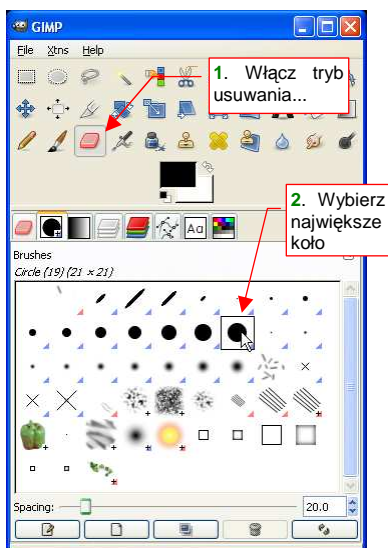
Rysunek 11.9.5 Do wypełniania wnętrza wygodniej jest zmienić rozmiar narzędzia na większy

Jeżeli pomylisz się i narysujesz coś, czego nie powinieneś - użyj polecenia **Edit → Undo** (**Ctrl-Z**).

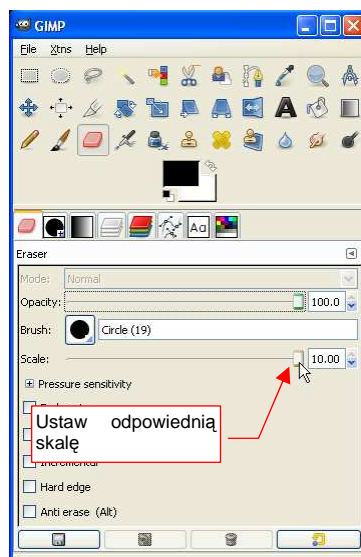
- Jeżeli na rysunku masz już zaznaczony obszar selekcji — GIMP pozwoli Ci rysować tylko wewnątrz tego obszaru. Możesz go więc wykorzystywać do celowego nakładania ograniczeń (np. aby na pewno żadna linia nie wystawała poza założony obrys).

11.10 Usuwanie fragmentów obrazu

Do usunięcia czegoś z obrazu służy "gumka": **Tools**→**Paint Tools**→**Eraser**. Znajdziesz ją także w oknie przybornika, pod odpowiednią ikoną (Rysunek 11.10.1). Możesz także skorzystać ze skrótu na klawiaturze: **Shift-E**. Po wybraniu narzędzia, wybierz jego kształt z zakładki **Brushes**. (Rysunek 11.10.1). W zakładce opcji narzędzia ustal rozmiar (Rysunek 11.10.2), a potem zaczynaj usuwać (Rysunek 11.10.3).

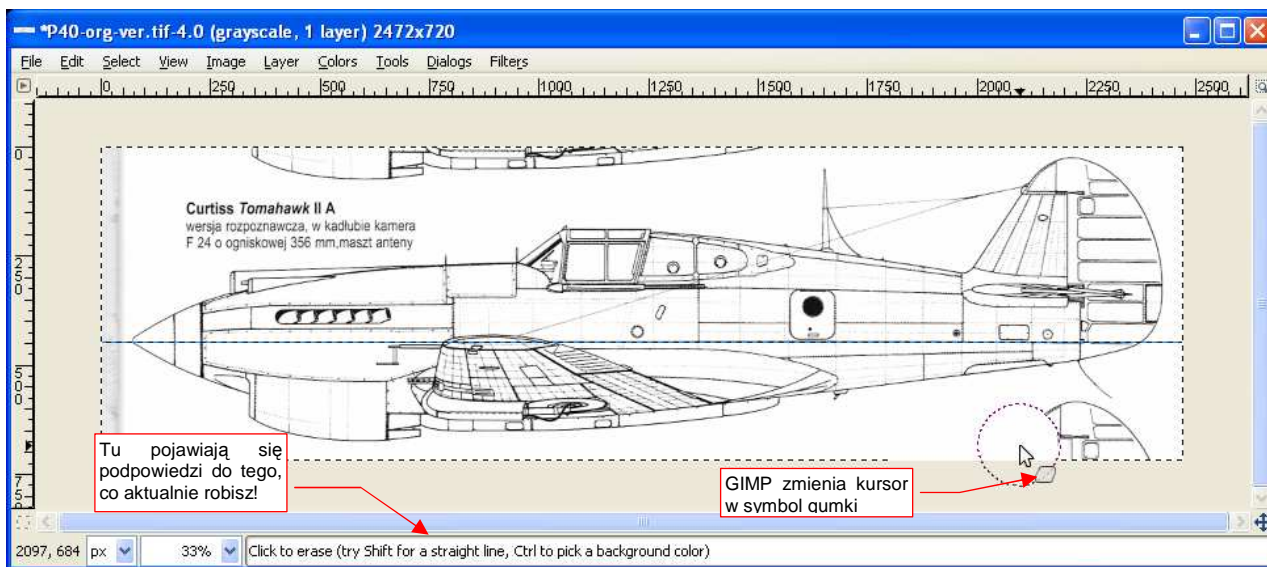


Rysunek 11.10.1 Wybór narzędzia ("gumki") i jej kształtu



Rysunek 11.10.2 Wybór rozmiaru gumki

Teraz już możesz wymazać z rysunku to, czego nie ma na nim być (Rysunek 2.1.4):



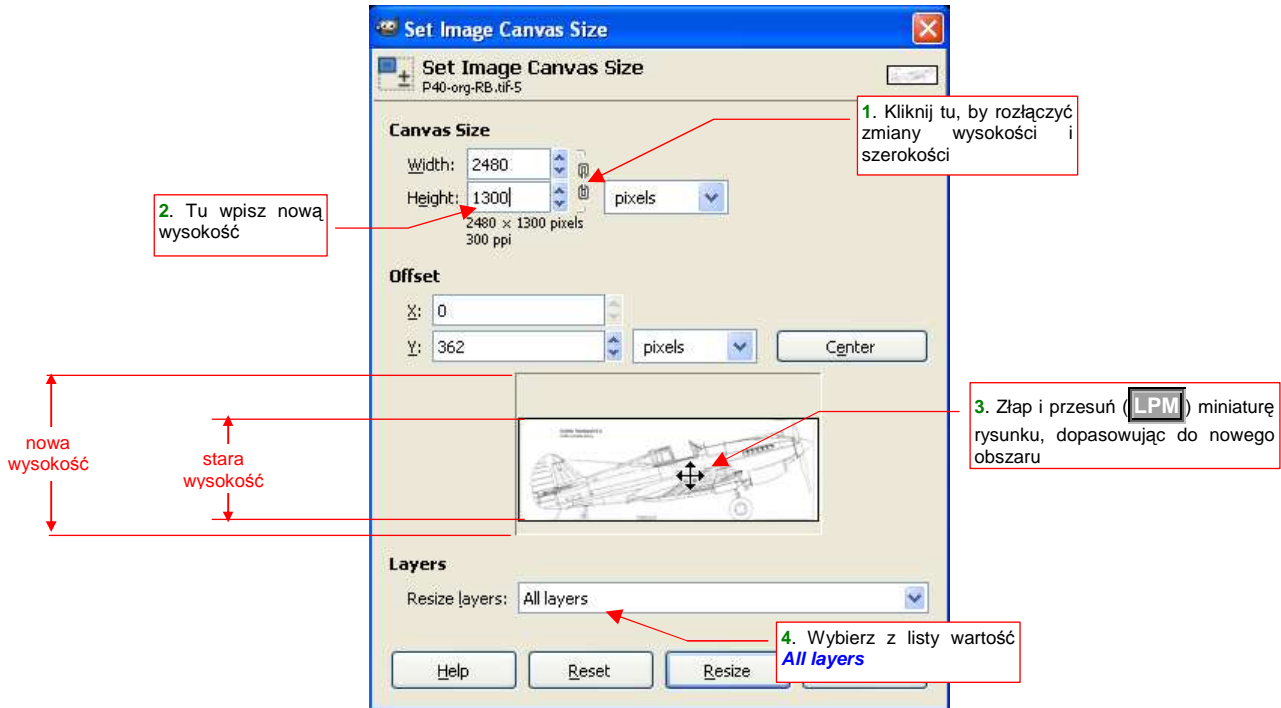
Rysunek 11.10.3 Wymazywanie z rysunku niepotrzebnych elementów

Gumka ściera, gdy trzymasz wciśnięty **LPM**. (Ta zasada obowiązuje w Gimpie dla każdego narzędzia: pędzla, aerografu, itd.). Jeżeli pomylisz się i zetrzesz coś, czego nie powinieneś - użyj polecenia **Edit**→**Undo** (**Ctrl-Z**).

- Jeżeli na rysunku masz już zaznaczony obszar selekcji — GIMP pozwoli Ci usuwać obraz tylko wewnątrz tego obszaru. Możesz go więc wykorzystywać do celowego nakładania ograniczeń (np. aby na pewno nie usunąć niczego więcej).

11.11 Zmiana rozmiaru obrazu

Aby zmienić rozmiar obrazu (np. powiększyć), użyj polecenia **Image→Canvas size...** W oknie dialogowym, które się pojawi (Rysunek 11.11.1), rozłącz powiązanie pomiędzy wysokością i szerokością (przycisk z "ogniwami"). Potem np. zwiększ wysokość (**Height**).



Rysunek 11.11.1 Okno zmiany rozmiaru obrazu

Następnie przesun **(LPM)** miniaturę aktualnego obrazu do dołu, aby przestrzeń, którą dodajemy, znalazła się u góry. Gdy skończysz, naciśnij przycisk **Resize**.

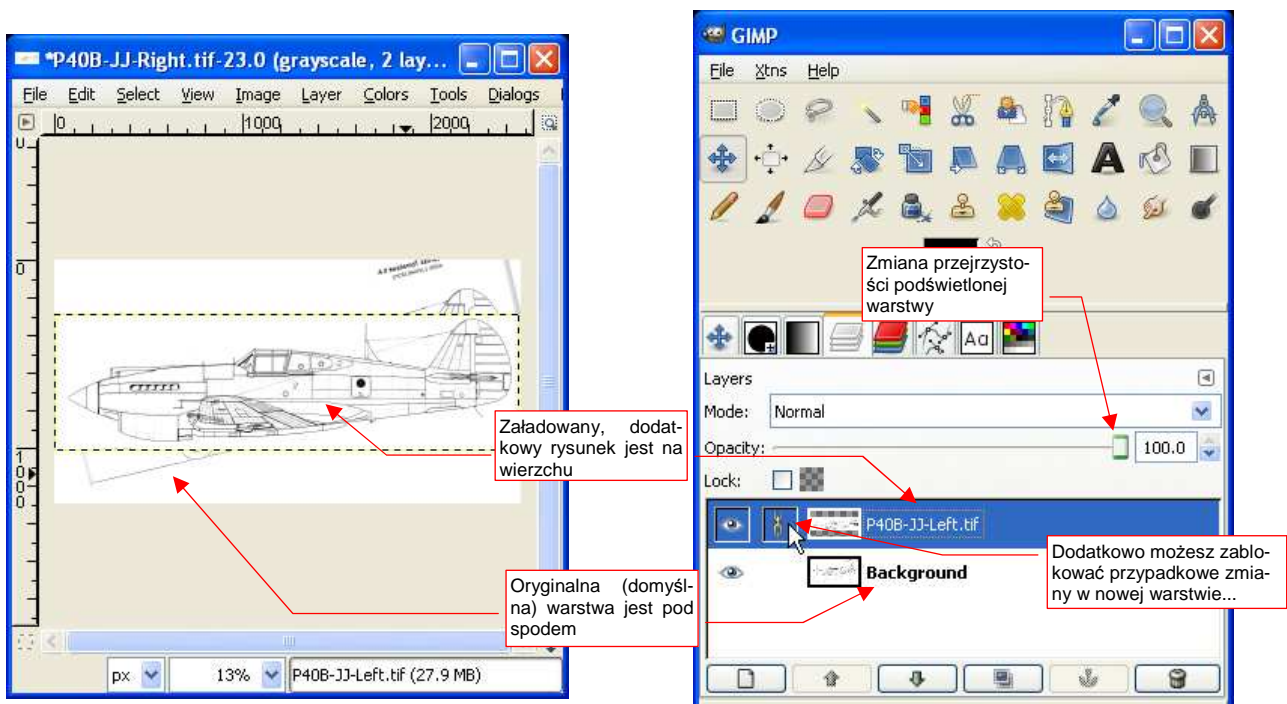
Na koniec nie zaszkodzi wywołać polecenie **Layer→Layer to Image Size**. Co prawda nie używamy w tym rysunku warstw (**layers**), ale GIMP traktuje całą zawartość obrazu jako pojedynczą, domyślną warstwę.

11.12 Dodanie warstwy (z innego pliku)

Wczytamy zawartość drugiego pliku jako dodatkowy obraz, do nowej warstwy. Zazwyczaj chodzi o to, aby nałożyć na siebie obydwa rysunki, i je porównać. W tym celu po wczytany obraz uczynimy częściowo przezroczystym. Aby taki efekt był możliwy, aktualny rysunek nie może zapisywać barw jako tzw. indeksowanych kolorów. Jeżeli w menu **Image→Mode** zobaczysz, że twój rysunek ma włączony tryb **Indexed**, musisz to zmienić. Najlepiej będzie, jeżeli wywołasz polecenie **Image→Mode→Grayscale**, To zmieni odwzorowanie barw na 256 odcieni szarości. Możesz także przełączyć się w tryb barwny — **Image→Mode→RGB**.

Następnie załaduj zawartość drugiego pliku z obrazem jako nowej warstwy: **File→Open as Layers**. W oknie dialogowym wyboru pliku znajdź i wskaż obraz — powiedzmy, że nazywa się **P40B-JJ-Left.tif**.

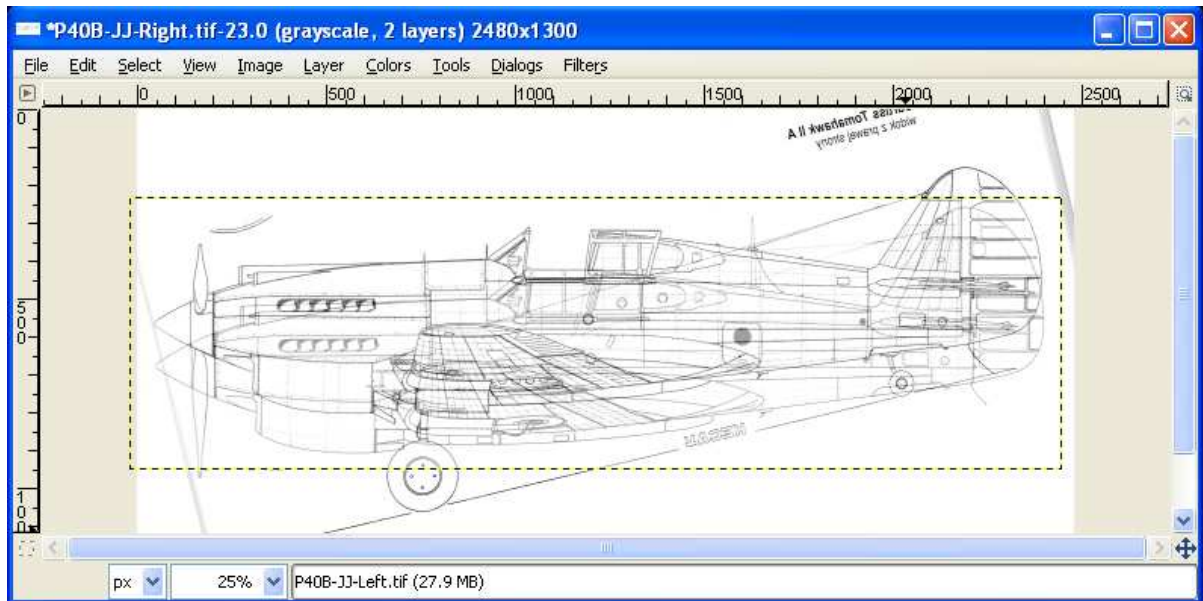
W efekcie zobaczysz w oknie obrazu obydwa rysunki. Wczytany obraz przykrył dotychczasowy (Rysunek 11.12.1):



Rysunek 11.12.1 Dwie warstwy rysunku, każda z sylwetką samolotu

Otwórz w przyborniku zakładkę sterującą warstwami (**Layers** - Rysunek 11.12.1). Widać tu listę z dwoma wierszami. Każdy z nich to jedna z warstw. Dotychczasowa zawartość rysunku znajduje się na warstwie **Background**. (To domyślna nazwa warstwy w GIMP). Druga warstwa nosi nazwę wczytanego pliku. Efekt "nałożenia" obydwu rysunków na siebie wziął się stąd, że warstwa **P40B-JJ-Left.tif** znajduje się powyżej warstwy **Background**, i po prostu ją zasłania.

Teraz zmienimy przejrzystość warstwy **P40B-JJ-Left.tif**. Upewnij się, że jest podświetlona na liście *Layers* (oznacza to, że jest aktywna). Następnie zmień wartość, ustawioną na suwaku *Opacity*, z 100 na 40 (Rysunek 11.12.1). Zobaczysz, że spod spodu zaczną "prześwitywać" linie warstwy **Background** (Rysunek 11.12.2).



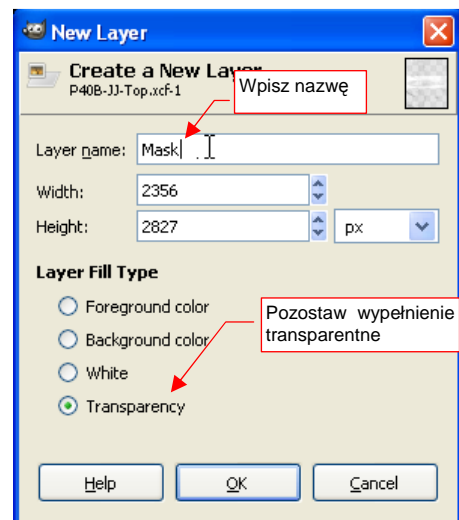
Rysunek 11.12.2 Efekt włączenia przejrzystości na górnej warstwie obrazu

11.13 Dodanie warstwy (pustej)

W wyniku polecenia **Layer→New Layer** pojawi się okno dialogowe **New Layer** (Rysunek 11.13.1).

W polu **Layer name** wpisz nową nazwę warstwy. Spośród grupy opcji **Layer Fill Type** wybierz sposób wypełnienia tła warstwy. Zazwyczaj wybieram tło w pełni przejrzyste (**Transparency**).

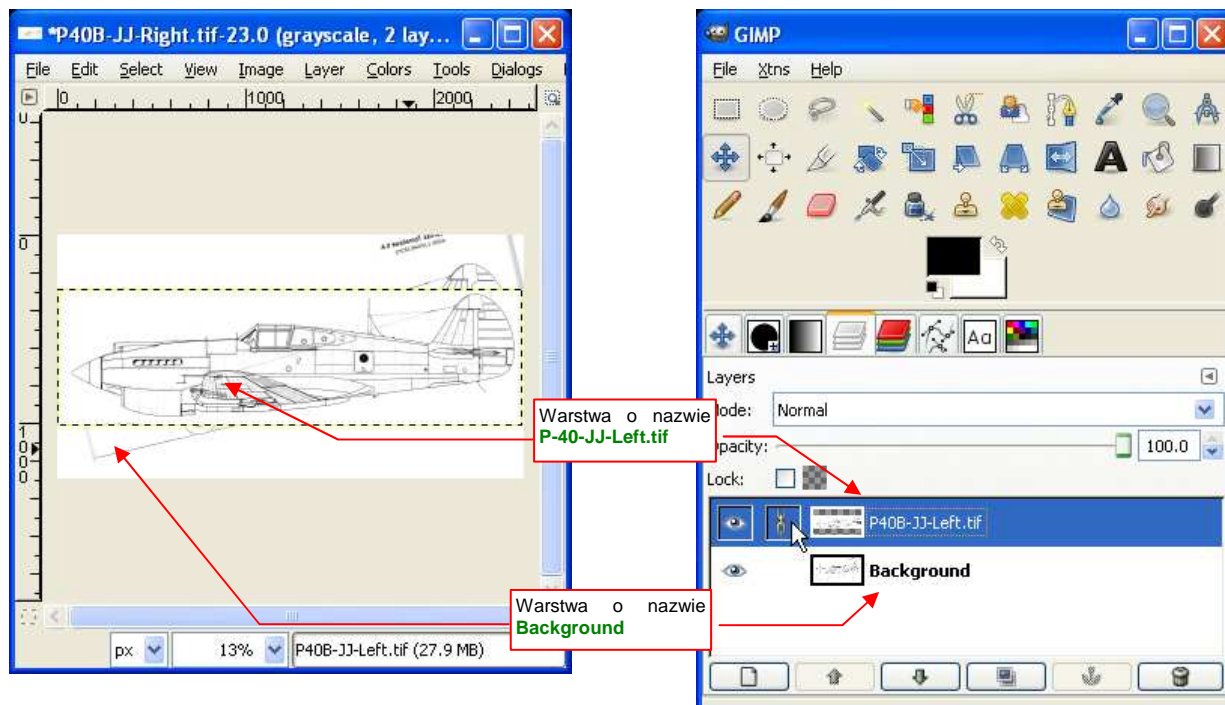
Po naciśnięciu **OK** nowa warstwa zostanie stworzona.



Rysunek 11.13.1 Tworzenie nowej warstwy

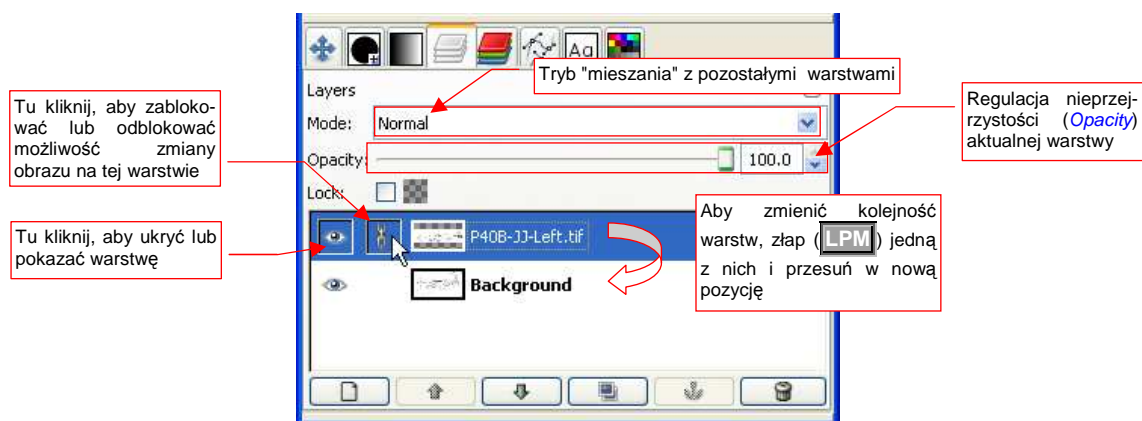
11.14 Warstwy — zarządzanie

Warstwy w GIMP możesz sobie wyobrazić, jako oddzielne powierzchnie przezrystej folii. Każda z nich może zawierać oddzielny obraz. Obrazy te nakładają się na siebie (Rysunek 11.14.1). Do zarządzania warstwami służy zakładka **Layers**, dostępna w przyborniku.



Rysunek 11.14.1 Warstwy — na obrazie i w zakładce **Layers**

Zakładka **Layers** zawiera listę warstw, oraz kilka pomocniczych kontrolki. Rysunek 11.14.2 wyjaśnia, jak się nią posługiwać:



Rysunek 11.14.2 Funkcje zakładki **Layers**

Warstwy mogą zasłaniać się wzajemnie. Jak w świecie rzeczywistym, obowiązuje zasada, że warstwa leżąca wyżej zasłania warstwę leżącą niżej. Stąd, w przykładzie na ilustracji (Rysunek 11.14.1), warstwa **P-40-JJ-Left.tif** zasłoniła obraz na warstwie **Background**. Tę nieprzejrzystość można jednak zmniejszyć. Służy do tego suwak **Opacity**, umieszczony powyżej listy warstw (Rysunek 11.14.2).

Kolejność warstw także można zmienić — wystarczy "złapać" pojedynczy wiersz **LPM** i przesunąć w nowe położenie na liście (Rysunek 11.14.2).

Warstwa może być **zablokowana**. Na zablokowanej warstwie nie można niczego rysować, zaznaczać, ani w żaden inny sposób usuwać zawartego na niej obrazu. Do włączenia/wyłączenia blokady służy ikona "łańcucha", po lewej stronie nazwy warstwy (Rysunek 11.14.2).

Wreszcie — warstwę można **ukryć**. Służy do tego ikona "oka", umieszczona z lewej strony nazwy każdej warstwy.

Aby **zmienić nazwę** warstwy — kliknij w nią dwukrotnie. W wierszu pojawi się chwilowe pole edycji, w którym będziesz mógł ją poprawić.

Na koniec może wyjaśnię, pochodzenie nazw warstw w tym przykładzie:

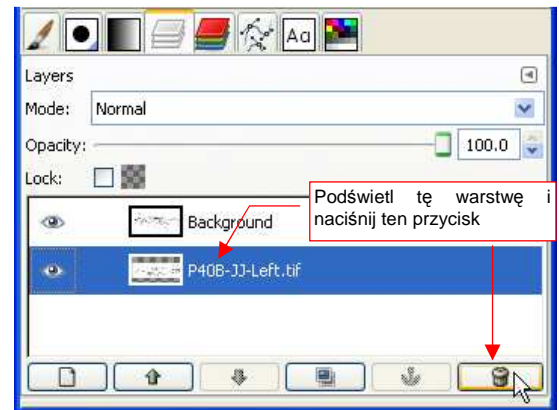
Background — jest to warstwa domyślna. Taka warstwa istnieje w każdym obrazie, otwartym w GIMP. (Chyba, że ją usuniesz i zapiszesz całość w natywnym formacie tego programu, czyli **.xcf**.)

P40B-JJ-Left.tif — warstwa powstała poprzez wczytanie dodatkowego obrazu (*File → Open As Layer*). GIMP nadaje w takim przypadku nazwę wczytanego pliku.

11.15 Usunięcie warstwy

Warstwę możesz usunąć na dwa sposoby:

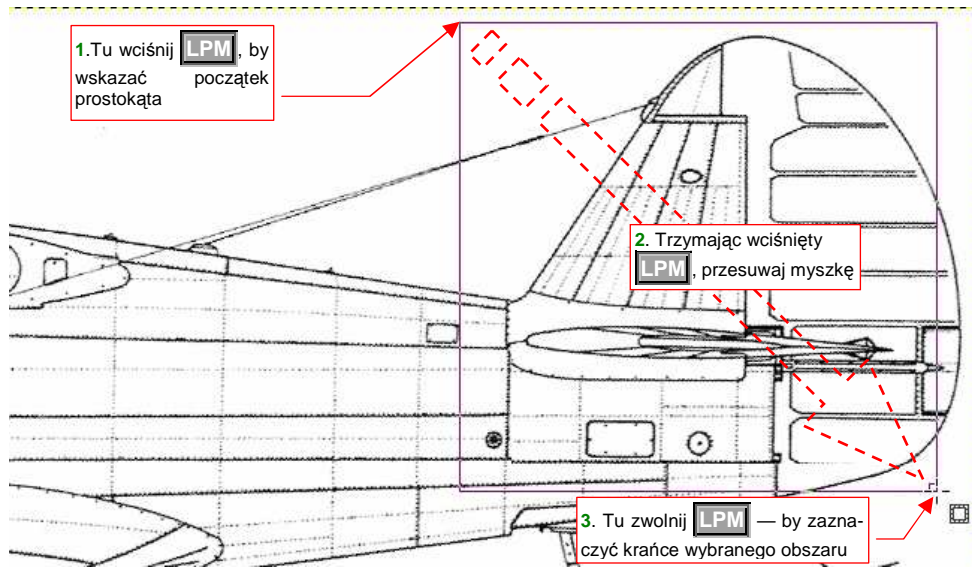
1. Poleceniem **Layer→Delete Layer**. Usuwa aktualną warstwę (zawsze się upewnij, która jest aktualna...)
2. W zakładce **Layers**: Podświetl wiersz, odpowiadający warstwie, którą chcesz usunąć. Następnie naciśnij przycisk z ikoną kosza (Rysunek 11.15.1).



Rysunek 11.15.1 Usuwanie warstwy (zakładka **Layers**)

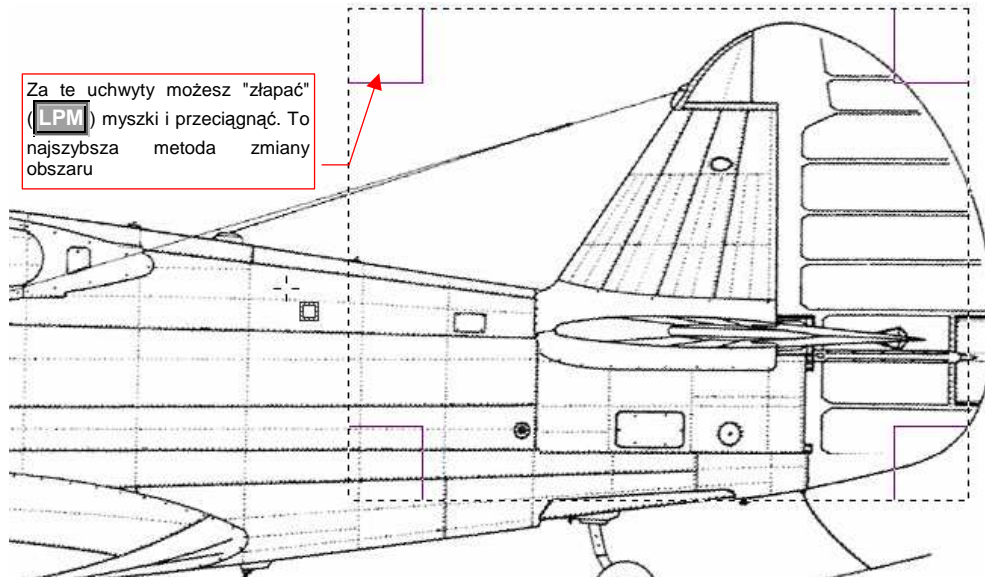
11.16 Zaznaczenie obszarem prostokątnym

Zaznaczanie obszaru selekcji za pomocą prostokąta jest w GIMP najprostszą formą selekcji. Naciśnij na klawiaturze klawisz **R**, lub wybierz z menu polecenie **Tools → Selection Tools → Rectangle Select**.



Rysunek 11.16.1 Zaznaczenie obszaru selekcji

Rysunek 11.16.2 pokazuje wybrany obszar. Nadal można go jeszcze zmienić (powiększyć, pomniejszyć). Służą do tego uchwyty w narożnikach obszaru. (Są tak duże, że trudno ich nie zauważyć:

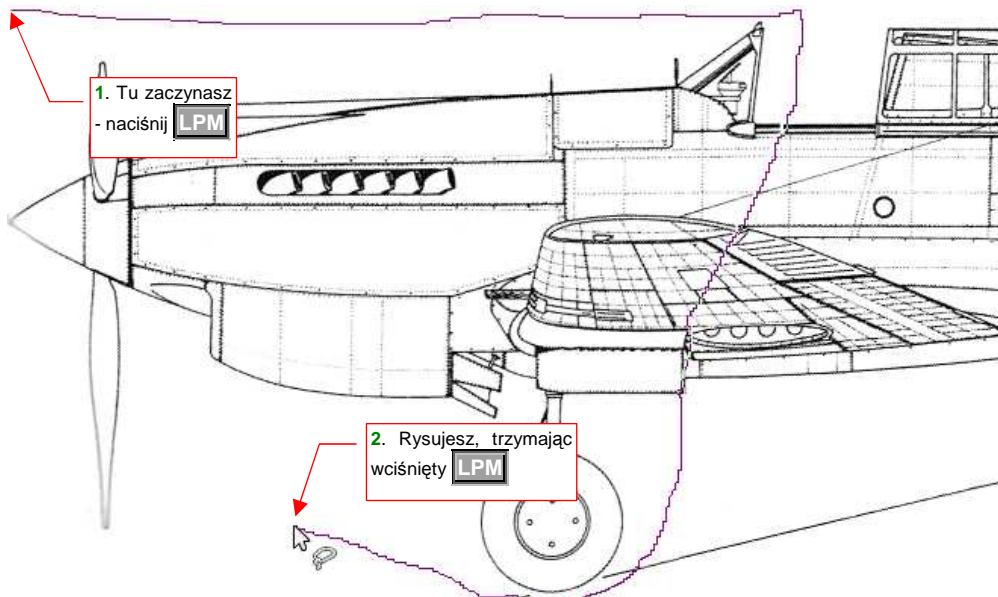


Rysunek 11.16.2 Prostokątny obszar wyboru

Aby wyłączyć obszar selekcji — wystarczy wywołać polecenie **Select → None**.

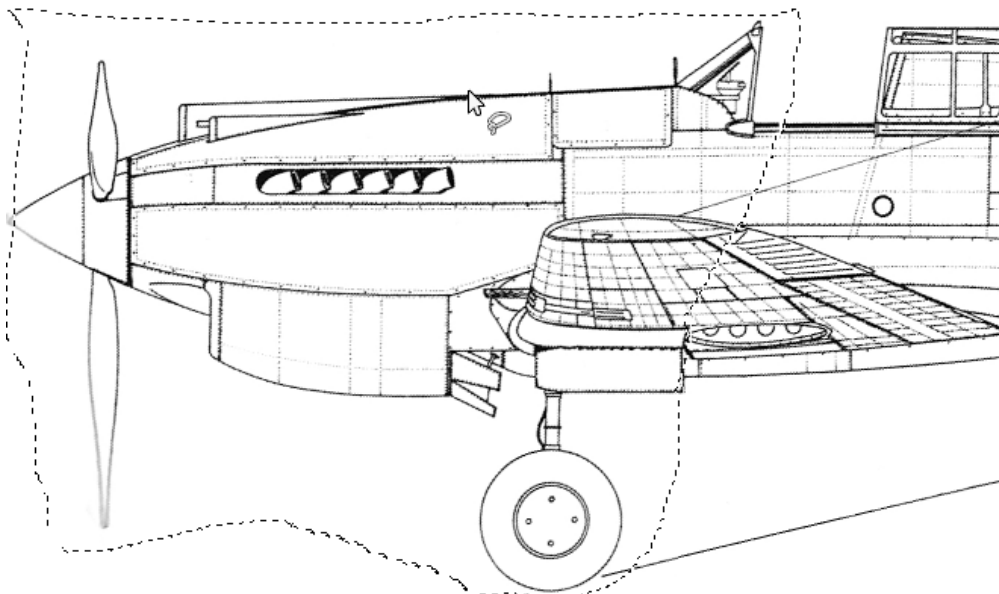
11.17 Zaznaczenie obszarem nieregularnym

Narzędzie dla ludzi o pewnej ręce! Wybierz polecenie **Tools**→**Selection Tools**→**Free Select** (lub **F** z klawiatury). Zacznij rysować zamknięty obszar (Rysunek 11.17.1):



Rysunek 11.17.1 Rysowanie granic obszaru selekcji

Obszar po zamknięciu jest obrysowany linią przerywaną (Rysunek 11.17.2):

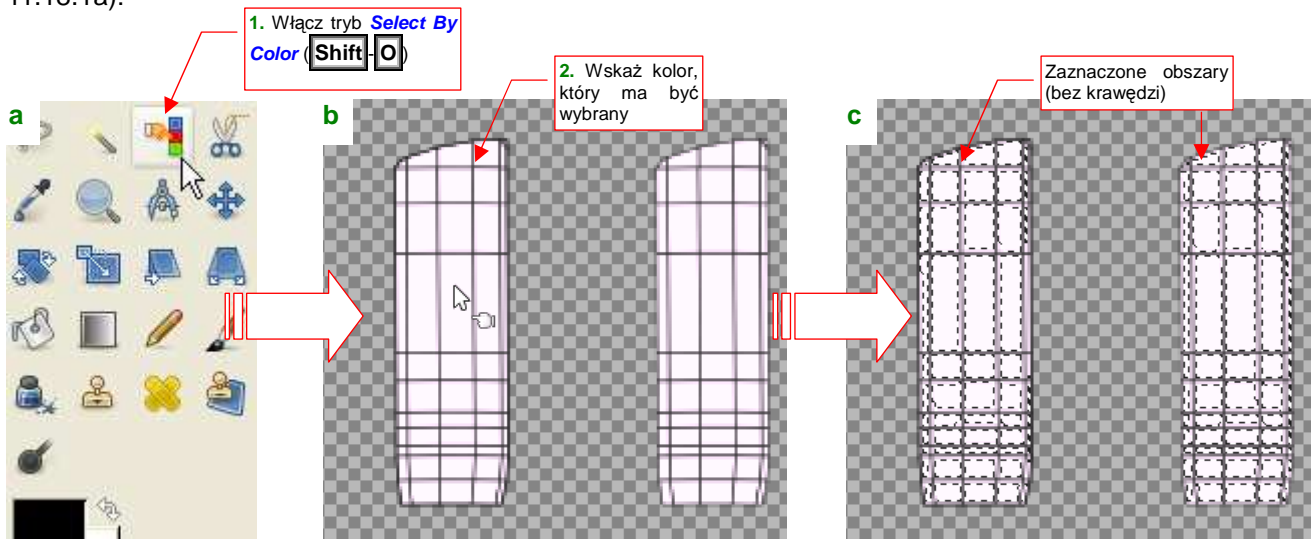


Rysunek 11.17.2 Przykład nieregularnego obszaru selekcji

Aby wyłączyć obszar selekcji — wystarczy wywołać polecenie **Select**→**None**.

11.18 Zaznaczanie — wg wskazanego koloru

Wywołaj polecenie z menu: **Select→By Color** (**Shift-O**), albo naciśnij przycisk z przybornika (Rysunek 11.18.1a):

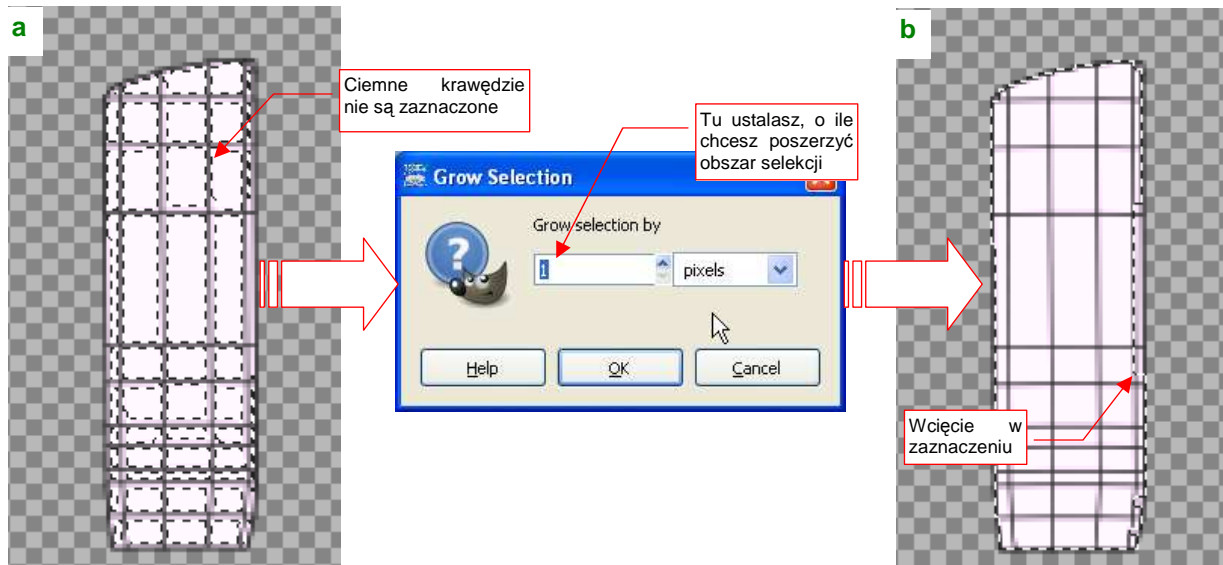


Rysunek 11.18.1 Zaznaczenie poprzez wskazanie koloru

Następnie kliknij (**LPM**) w obszar o odpowiednim kolorze (Rysunek 11.18.1b). W efekcie na rysunku zostanie zaznaczony każdy piksel o wskazanej barwie. Zwróć uwagę, że czarne krawędzie siatek nie zostały zaznaczone (Rysunek 11.18.1c).

11.19 Zmniejszanie/zwiększanie obszaru zaznaczenia

Aby poszerzyć obszar selekcji, wywołaj polecenie **Select→Grow...** (Rysunek 11.19.1):



Rysunek 11.19.1 Poszerzanie zaznaczonego obszaru (polecenie **Select→Grow...**)

W oknie dialogowym **Grow Selection** (Rysunek 11.19.1a) ustal rozmiar powiększenia (w pikselach) i naciśnij **OK**. Czasami, gdy krawędź biegła na brzegu obszaru, mogą tam pozostać wcięcia (Rysunek 11.19.1b). Takie miejsca trzeba zaznaczać ręcznie.

- Odwrotną operacją do **Select→Grow** jest **Select→Shrink**: zmniejsza obszar zaznaczenia

11.20 Zaznaczanie — narysowanym obszarem

W GIMP obszar selekcji może być dowolną plamą/plamami. Może także mieć rozmyte krawędzie. Takie efekty możesz uzyskać tylko w jeden sposób: malując obszar selekcji, tak jak maluje się jakiś kształt.

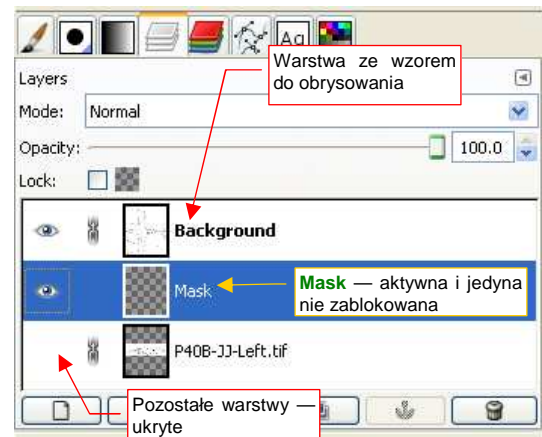
- Narysowanie obszaru selekcji nie zadziała, jeżeli rysunek jest zapisany w trybie tzw. indeksowanych barw. Aby mieć pewność, że wszystko będzie poprawnie, przełącz go w tryb **RGB** (*Image→Mode→RGB*)

Pokażę, jak to zrobić na przykładzie opisanym w pierwszej części tej książki (str. 47). Chodzi o objęcie ściśle "przylegającą" selekcją rysunku tylnej części kadłuba samolotu. Linie rysunku znajdują się na warstwie o nazwie **Background**.

Obszary selekcji będziemy malować na oddzielnej warstwie, którą stworzymy wyłącznie dla tego celu. Wywołaj polecenie **Layer→New Layer**. Dodaj do rysunku na nową warstwę, o nazwie **Mask** (szczegóły — str. 640). Warstwa musi być zupełnie przezroczysta. (Podczas tworzenia, w oknie dialogowym **New Layer**, określ kolor tła jako **Transparency**).

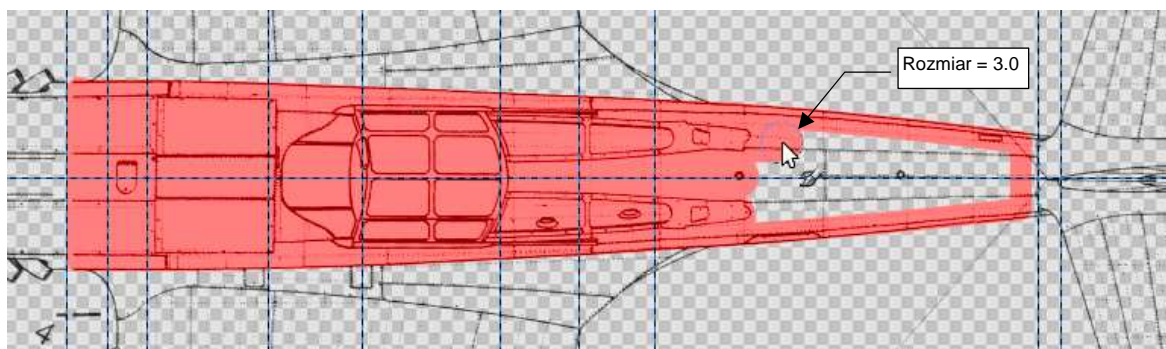
Rysunek 11.20.1 pokazuje, jak należy przygotować układ warstw (szczegóły - str. 641):

- Zablokuj wszystkie inne warstwy, poza **Mask**. (Będziemy rysować, więc chodzi o to, by to robić wyłącznie na warstwie **Mask**.);
- Ukryj wszystkie inne warstwy poza **Mask** i **Background**;
- Przesuń warstwę ze wzorcem kształtu do narysowania — **Background** — ponad **Mask**;
- Ustaw nieprzejrystość **Background** na 50%, by wygodniej dopasować rysowany kształt do linii kadłuba;
- Podświetl **Mask**, aby stała się warstwą aktywną.



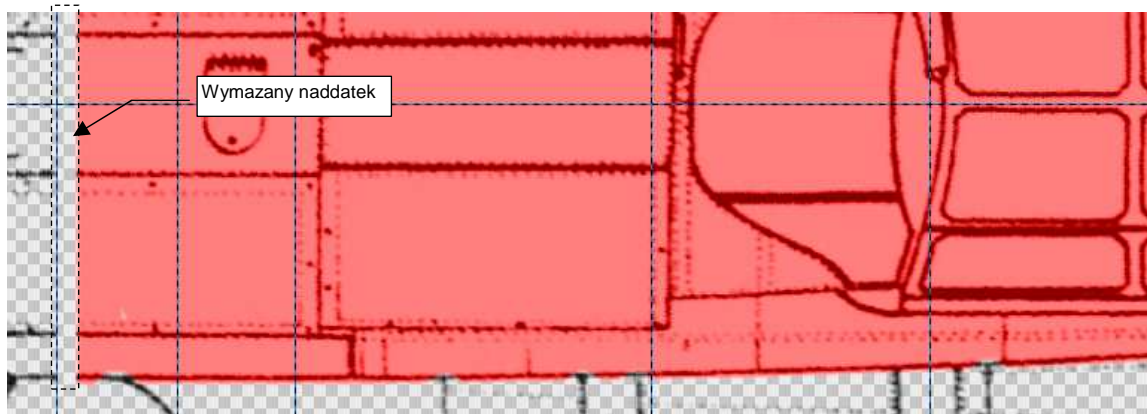
Rysunek 11.20.1 Zmienione uporządkowanie warstw

Po ustaleniu stanu warstw należy na warstwie **Mask** obrysować i wypełnić (szczegóły — str. 634) kształt kadłuba (Rysunek 11.20.2):



Rysunek 11.20.2 Rysowanie kształtu selekcji

Na koniec zmień narzędzie na "gumkę" (**Tools**→**Paint Tools**→**Eraser**, z klawiatury **Shift**-**E**). Kształt narzędzia pozostaw bez zmian, za to rozmiar przestaw na 1.0. Użyjemy go do drobnych wygładzeń i korekt narysowanego kształtu, np. wymazania naddatku linii (Rysunek 11.20.3).

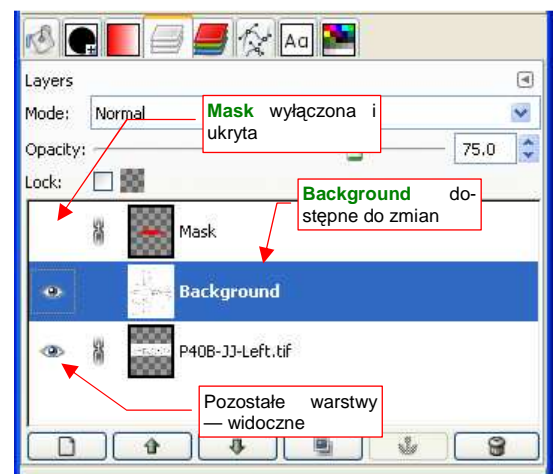


Rysunek 11.20.3 Końcowe przygotowania - wymazanie "naddatków"

Pozostaje zmienić narysowany kształt na selekcję. Wywołaj polecenie: **Layer**→**Transparency**→**Alpha to Selection**.

I to wszystko. Na koniec porządkujemy warstwy (Rysunek 11.20.4):

- zablokuj i ukryj **Mask** (można by ją było usunąć, ale może się przydać przy następnym takim przypadku);
- odkryj inne warstwy (te, które są potrzebne do dalszej pracy);
- odblokuj warstwę, na której chcesz coś zmienić za pomocą aktualnie wybranego obszaru (np. **Background**). Podświetl ją, by uczynić aktywną.



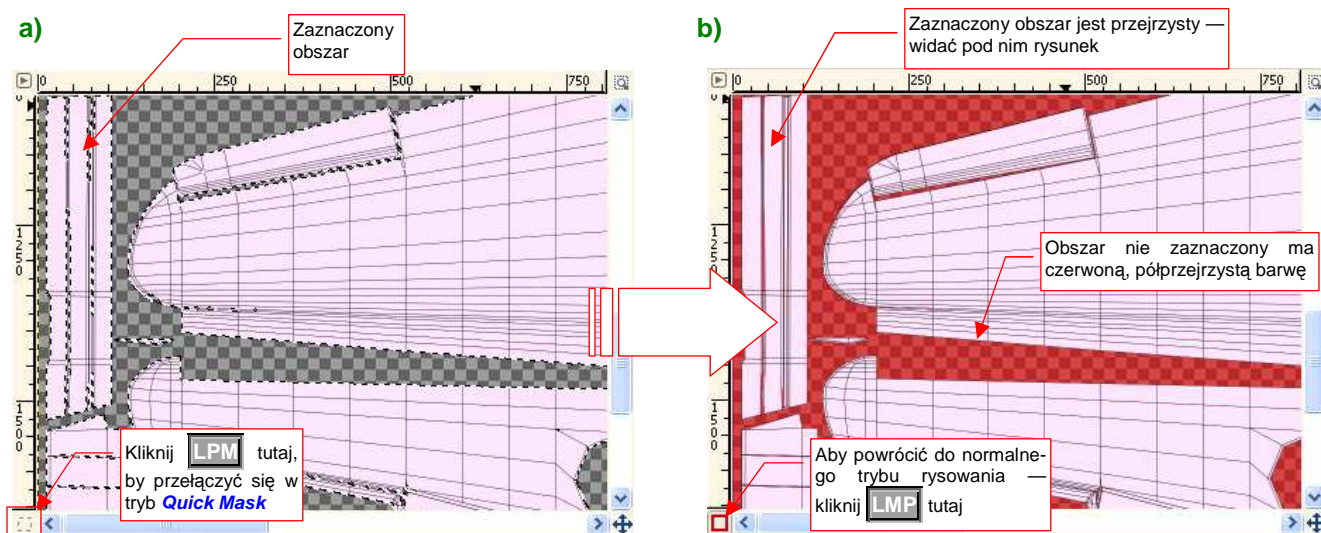
Rysunek 11.20.4 Przygotowanie warstw

- W GIMP kształt selekcji "przenika" przez wszystkie warstwy. Nie jest związany w szczególny sposób z żadną z nich. Dzięki temu warstwa, na której rysowałeś kształt selekcji, może być zaraz usunięta

11.21 Zaznaczenie — poprawianie za pomocą *Quick Mask*

W sekcji 11.18 (str. 646) przedstawiłem tworzenie zaznaczenia z kanału Alfa (nieprzejrzystości) aktualnej warstwy. Podobny efekt można także osiągnąć w inny sposób — wykorzystując tzw. „chwilową maskę” (*Quick Mask*). Jest to metoda bardzo przydatna do obsługi obszarów selekcji o bardzo złożonych kształtach.

Rysunek 11.21.1a) przedstawia przykład skomplikowanego obszaru selekcji. Przełączymy się w tryb *Quick Mask*, aby go zmienić. Możesz to zrobić na kilka sposobów: wywołując polecenie z menu (*Select→Toggle Quick Mask*), skrótem **Shift-Q**, lub klikając **LPM** w lewy dolny narożnik rysunku (Rysunek 11.21.1a):

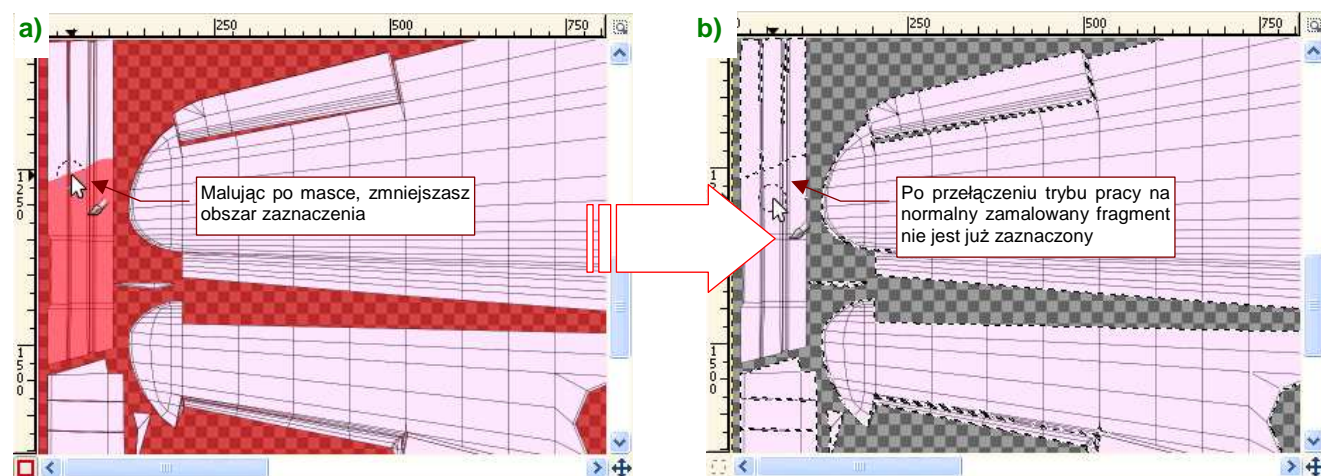


Rysunek 11.21.1 Przełączenie w tryb rysowania zaznaczenia (*Quick Mask*)

Możesz traktować *Quick Mask* jak specjalną, chwilową warstwę, nałożoną na rysunek. Zaznaczony obszar jest na niej zupełnie przezroczysty. Reszta jest pokryta półprzezroczystym kolorem czerwonym (Rysunek 11.21.1b).

- Do przełączenia się z powrotem w tryb normalny służą te same polecenia (*Select→Toggle Quick Mask*, skrót **Shift-Q**).

Po powierzchni chwilowej maski możesz rysować, używając dowolnego narzędzia z przybornika. Rysunek 11.21.2a przedstawia przykład użycia pędzelka (*Paintbrush*). Rysując, zmniejszasz obszar zaznaczenia:



Rysunek 11.21.2 Zmiana obszaru zaznaczenia — poprzez malowanie

- Aby zwiększyć obszar zaznaczenia, użyj w trybie *Quick Mask* „gumki” (*Eraser*). Wystarczy usunąć z maski kolor czerwony.

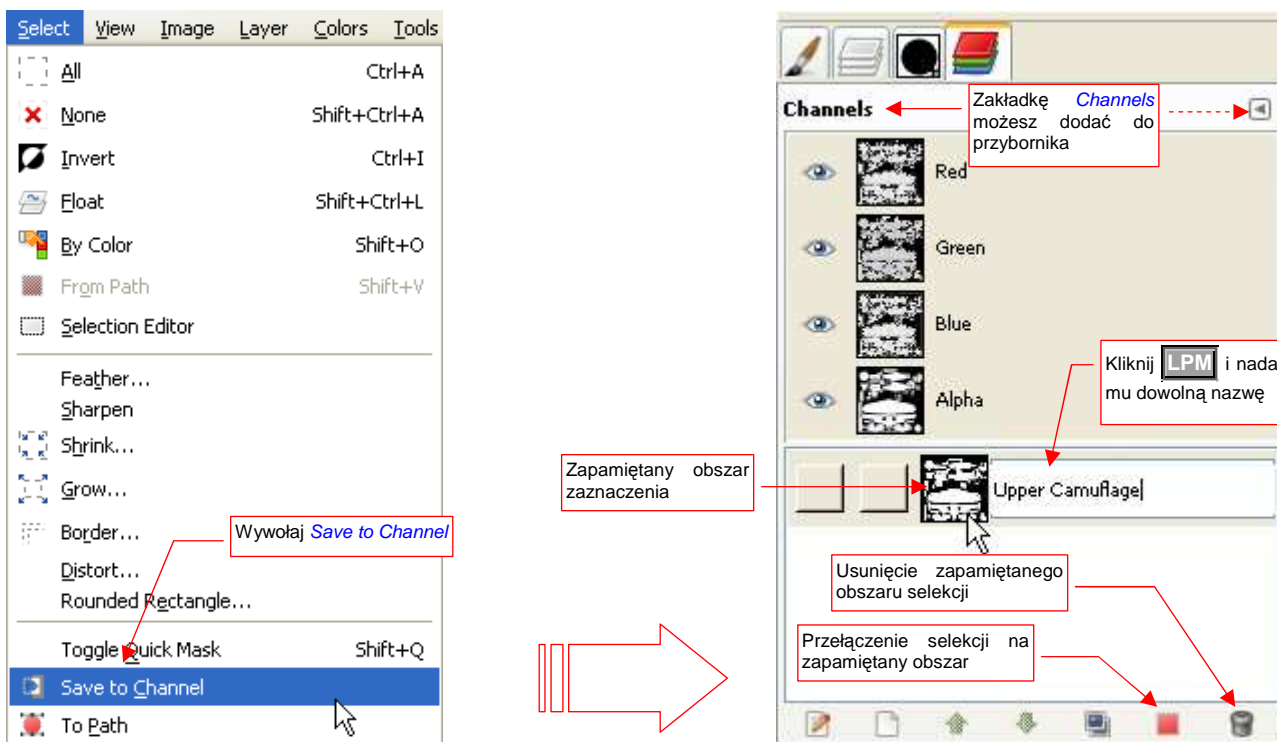
Podczas pracy z maską chwilową należy uważać na wybieranie narzędzi. Jeżeli wybrałeś w trybie normalnym wybrane narzędzie *Paintbrush*, i przełączyłeś się na *Quick Mask*, to dalej będziesz malować po powierzchni normalnej warstwy, a nie po masce.

- Wszystkie narzędzia, których chcesz użyć do zmiany *Quick Mask*, wybierz po przełączeniu się w ten tryb. Nawet jeżeli jest to ten sam *Paintbrush*, aktualnie używany w trybie normalnym — wybierz go raz jeszcze.

Może to efekt jakiegoś błędu w programie i zniknie w kolejnych wersjach — ale przezorność nie zawadzi.

11.22 Zaznaczenie — zachowywanie obszaru w zakładce *Channels*

Czasami najbardziej pracochłonną częścią malowania w Gimpie jest rysowanie odpowiedniego obszaru selekcji (na przykład w trybie *Quick Mask*). Czy można taki obszar zaznaczenia zachować do późniejszego użycia? Na szczęście — tak. Służy do tego polecenie **Select→Save to Channel** (Rysunek 11.22.1):

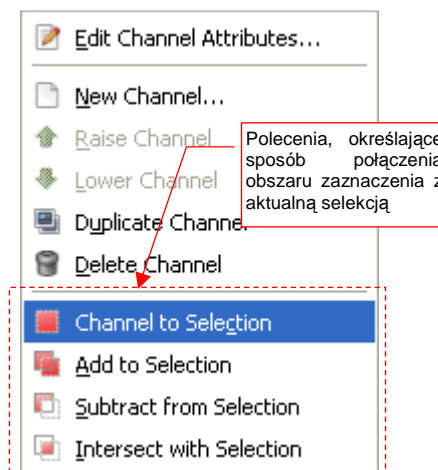


Rysunek 11.22.1 Zapamiętanie obszaru zaznaczenia — do powtórnego użycia

Obszary zaznaczenia, zapamiętane w zakładce *Channels*, są przechowywane w pliku rysunku i mogą być użyte także po ponownym uruchomieniu programu. Użyj przycisku, umieszczonego u dołu zakładki *Channels* (Rysunek 11.22.1), aby przekształcić je z powrotem w aktualną selekcję.

Gdy w zakładce *Channels* klikniesz **PPM** na jednym z zapamiętanych zaznaczeń, otworzysz menu kontekstowe (Rysunek 11.22.2). Znajdziesz tam kilka przydatnych poleceń, służących do łączenia zapamiętanego obszaru zaznaczenia z aktualnym obszarem selekcji:

- **Channel to Selection** oznacza zwykłe zastąpienie aktualnego obszaru przez obszar zaznaczenia;
- **Add to Selection** pozwala dodać do aktualnie zaznaczonego na ekranie obszaru obszar zaznaczenia;
- **Subtract from Selection** zmniejsza aktualną selekcję o obszar zaznaczenia;
- **Intersect with Selection** zmniejsza obszar aktualnej selekcji do części wspólnej z obszarem zaznaczenia

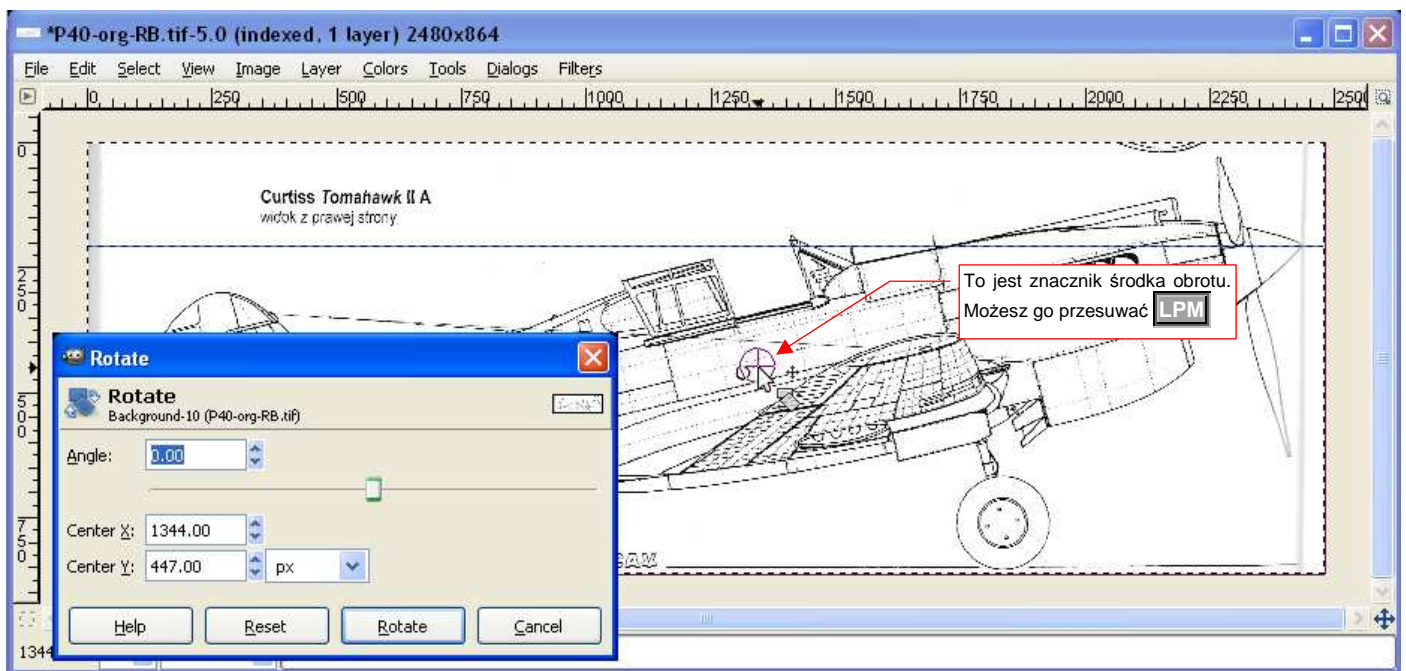


Rysunek 11.22.2 *Channels* — menu kontekstowe

11.23 Obrót

Jeżeli w GIMP jakiś obszar jest wybrany (selekcją) — obrót będzie dotyczył tylko tego obszaru. Jeżeli jednak nic nie jest wybrane, obracana jest cała zawartość pierwszej warstwy (tej "najbardziej na wierzchu"). Operację pokazę na przykładzie właśnie takiej sytuacji.

Wywołaj polecenie **Tools→Transform Tools→Rotate** (**Shift-R**). Pojawi się dodatkowe okno **Rotate** (Rysunek 11.23.1). Zauważysz także pewne pogorszenie jakości wyświetlanego obrazu. Linie stały się mniej gładkie, gdyż GIMP przełączył się na wyświetlanie "roboczej kopii" rysunku. Pokazuje teraz, jak będzie wyglądał obraz, gdy zatwierdzisz ten obrót. (Czyli gdy naciśniesz przycisk **Rotate**. Jeżeli naciśniesz **Cancel** - zrezygnujesz z całej operacji).



Rysunek 11.23.1 Okno obrotu obrazu (**Rotate**)

Zwróć uwagę, że okno **Rotate** nie przeszkadza w zmianie powiększania widoku, ani w przesuwaniu poziomym i pionowym suwakiem. To bardzo wygodne, gdyż z większą dokładnością możesz obserwować zgodność linii pomocniczej i linii na kadłubie samolotu. Podczas obrotu pokazywana jest także oś obrotu — kółko z krzyżykiem, wyglądające jak celownik (Rysunek 11.23.1). Możesz w każdym momencie ją złapać (**LPM**) i przesunąć w nowe miejsce.

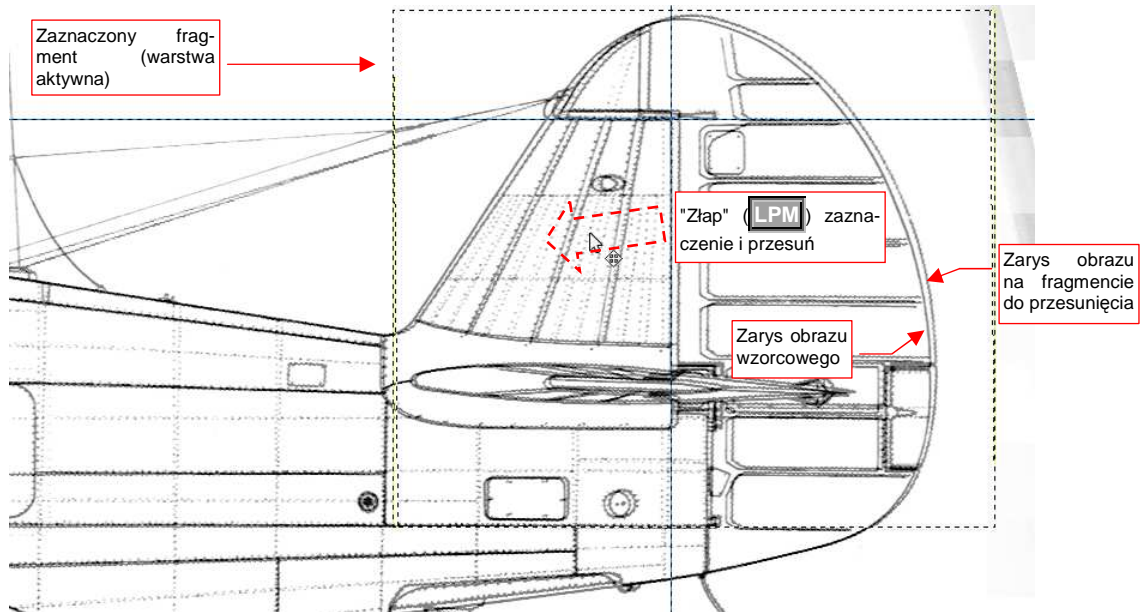
Obraz można obracać przesuając myszkę z wciśniętym **LPM** (dobre na pierwsze, duże przybliżenia). Można także zmienić numeryczną wartość kąta obrotu w oknie **Rotate**, polu **Angle** (tak najwygodniej wprowadzać ostatnie, drobne poprawki). Wartość kąta w polu **Angle** zmienia się także wtedy, gdy obracasz obraz myszką.

Obrót zatwierdzamy naciskając przycisk **Rotate**. Jeżeli obracaliśmy tylko wybrany obszar — po zakończeniu obrotu należy dodatkowo wywołać polecenie **Layer→Anchor Layer**, by "zatwierdzić" rezultat operacji.

11.24 Przesunięcie

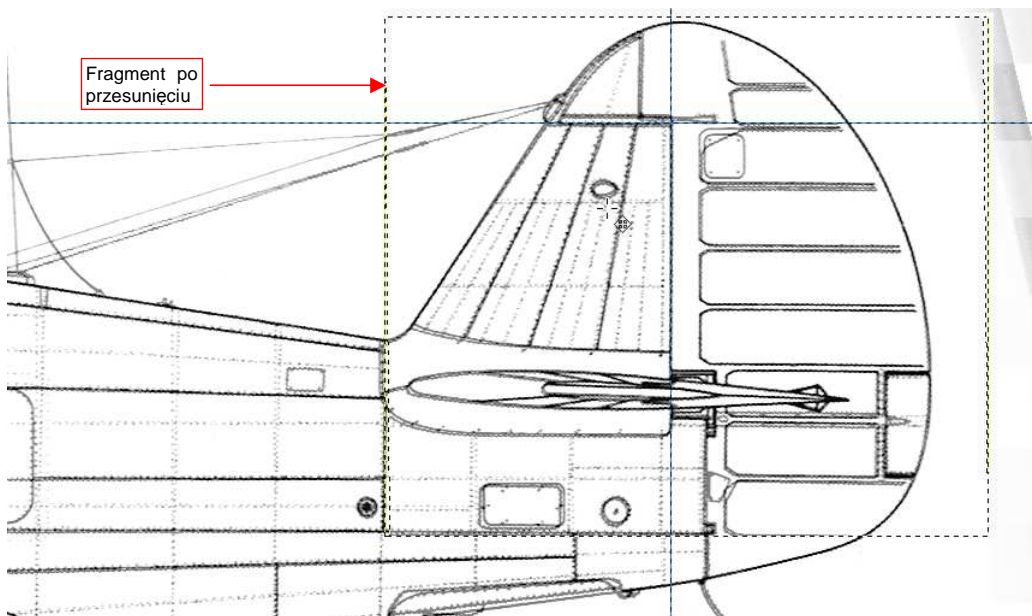
Jeżeli w GIMP jakiś obszar jest wybrany (selekcją) — przesunięcie będzie dotyczyło tylko tego obszaru. Jeżeli jednak nic nie jest wybrane, zmianie ulega cała zawartość pierwszej warstwy (tej "najbardziej na wierzchu").

Transformację zademonstruję na przykładzie, gdzie przesuвам fragment półprzezroczystego obrazu z górnej (aktywnej) warstwy ponad obraz na drugiej warstwie. (Został tam umieszczony jako wzorec). Na warstwie aktywnej jest zaznaczony prostokątny obszar (Rysunek 11.24.1). Naciśnij na klawiaturze **M** (jest to skrót polecenia **Tool → Transform Tools → Move**). "Złap" zmieniamy obszar (**LPM**) i przenieś we właściwe miejsce:



Rysunek 11.24.1 Przesuwanie fragmentu obrazu

Przesunięcie kończysz, zwalniając **LPM** (Rysunek 11.24.2):



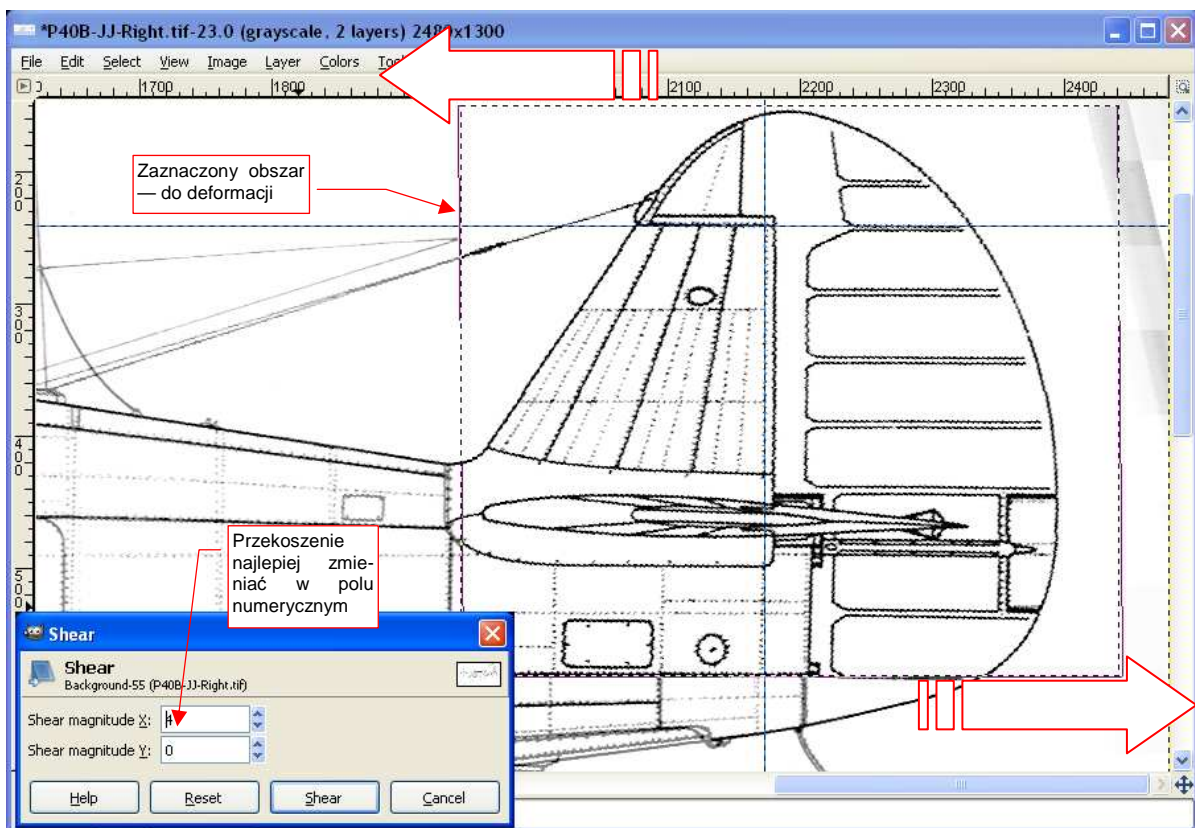
Rysunek 11.24.2 Obraz po przesunięciu

Na koniec wywołaj polecenie **Layer → Anchor Layer** (**Ctrl-H**). To scali "pływający" ponad rysunkiem, deformowany obszar, z resztą obrazu, i zakończy całą operację.

11.25 Przekoszenie (*Shear*)

Jeżeli w GIMP jakiś obszar jest wybrany (selekcją) — transformacja będzie dotyczyć tylko tego obszaru. Jeżeli jednak nic nie jest wybrane, zmianie ulega cała zawartość pierwszej warstwy (tej "najbardziej na wierzchu").

Transformację zademonstruję na przykładzie, gdy wybrany jest prostokątny obszar. Wywołaj polecenie **Tools→Transform Tools→Shear** (lub **Shift-S**). Pojawi się dodatkowe okno *Shear* (Rysunek 11.25.1). Zauważysz także pewne pogorszenie jakości obrazu w zaznaczonym obszarze. Linie stały się mniej gładkie, gdyż GIMP przełączył się na wyświetlanie "roboczej kopii" tego fragmentu. Pokazuje teraz, jak będzie wyglądał obraz, gdy zatwierdzisz tę transformację. (Czyli gdy naciśniesz przycisk *Shear*. Jeżeli naciśniesz *Cancel* - zrezygnujesz z całej operacji).



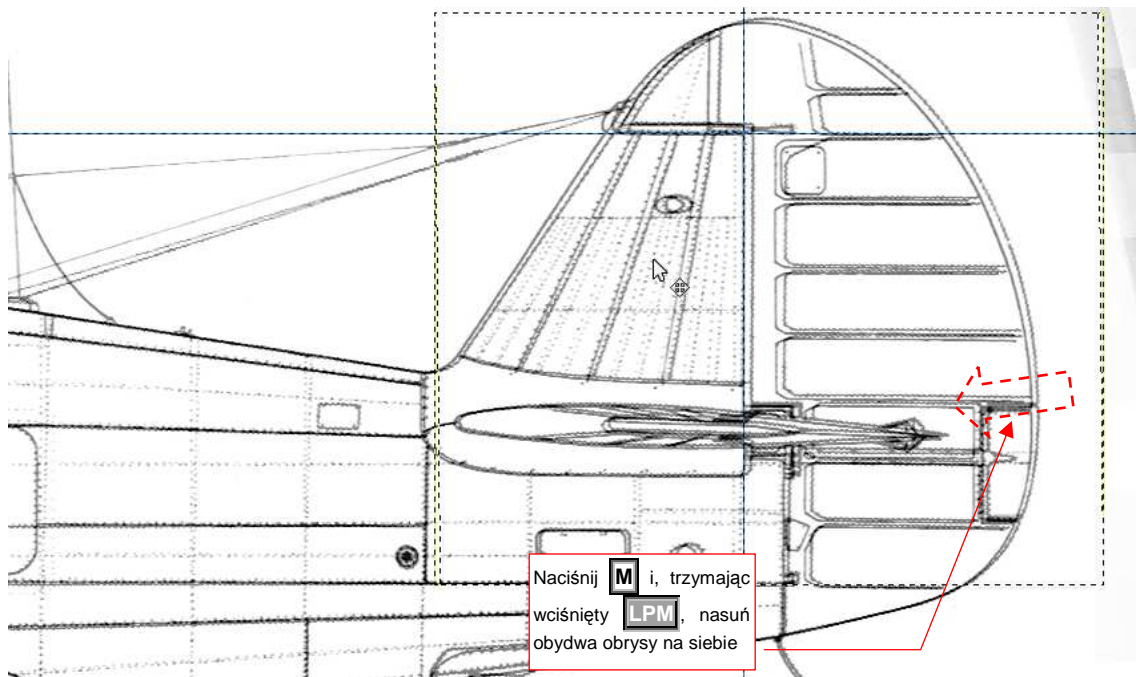
Rysunek 11.25.1 Przekoszenie (poziome)

Polecenie *Shear* działa podobnie do obrotu. (Zresztą wszystkie transformacje w GIMP działają w taki sposób). Obecność okna *Shear* nie przeszkadza w zmianie powiększenia widoku, ani w przesuwaniu pionowym i poziomym suwakiem. Przekoszenie nie ma, niestety, widocznego środka, który można by było przesunąć. Punkt ten jest stały i znajduje się w środku obszaru selekcji.

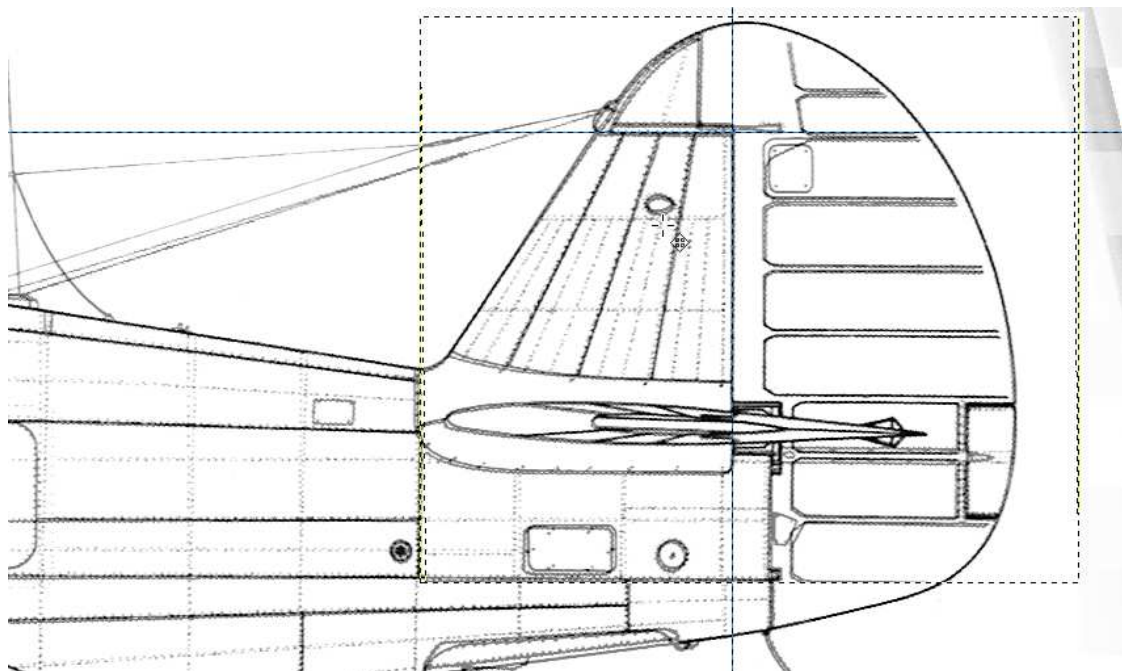
Podświetlony na rysunku fragment można deformować przesuując myszkę z wciśniętym **LPM** (dobre na pierwsze, duże przybliżenia). Można także zmienić numeryczną wartość transformacji w oknie *Shear*, polu *Shear magnitude X* (Rysunek 11.25.1) (tak najwygodniej wprowadzać ostatnie, drobne poprawki). Wartość w polu *Shear magnitude X* zmienia się także wtedy, gdy dokonujesz deformacji myszką. Przekoszenie zatwierdzasz naciskając przycisk *Shear*.

W związku z tym, że nie masz wpływu na położenie osi, po transformacji zmieniony fragment leży niezupełnie tam, gdzie trzeba. Po zakończeniu przekoszenia zazwyczaj musisz go dodatkowo przesunąć we właściwe miejsce.

Naciśnij na klawiaturze **M** (jest to skrót polecenia **Tool→Transform Tools→Move**). "Złap" zmieniamy obszar (**LPM**) i nasuń na linie obrysu widoczne pod spodem (Rysunek 11.25.2, Rysunek 11.25.3):



Rysunek 11.25.2 Wyprostowany obszar - trzeba jeszcze dosunąć



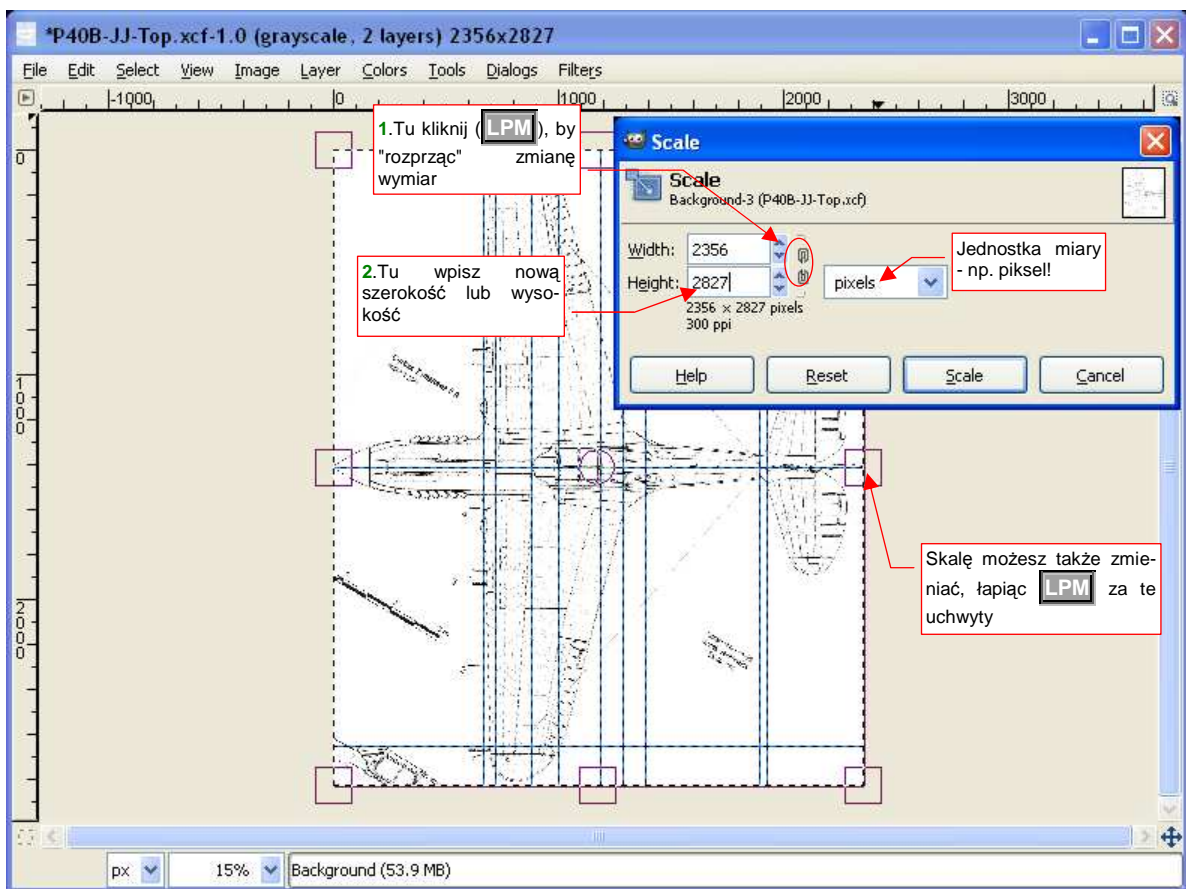
Rysunek 11.25.3 Obrys statecznika po nasunięciu

Na koniec wywołaj polecenie **Layer→Anchor Layer** (**Ctrl-H**). To scali "pływający" ponad rysunkiem, deformowany obszar, z resztą obrazu, i zakończy całą operację.

11.26 Skalowanie

Jeżeli w GIMP jakiś obszar jest wybrany (selekcją) — zmiana skali będzie dotyczyła tylko tego obszaru. Jeżeli jednak nic nie jest wybrane, zmianie ulega cała zawartość pierwszej warstwy (tej "najbardziej na wierzchu"). Operację pokażę na przykładzie właśnie takiej sytuacji.

Wywołaj polecenie **Tools→Transform Tools→Scale** (lub **Shift-T**). Pojawi się okno dialogowe **Scale** (Rysunek 11.26.1). Zauważysz także pewne pogorszenie jakości wyświetlanego obrazu. Linie stały się mniej gładkie, gdyż GIMP przełączył się na wyświetlanie "roboczej kopii" rysunku. Pokazuje teraz, jak będzie wyglądał obraz, gdy zatwierdzisz tę zmianę skali. (Czyli gdy naciśniesz przycisk **Scale**. Jeżeli naciśniesz **Cancel** - zrezygnujesz z całej operacji).



Rysunek 11.26.1 Zmiana rozmiaru obrazu w kierunku pionowym

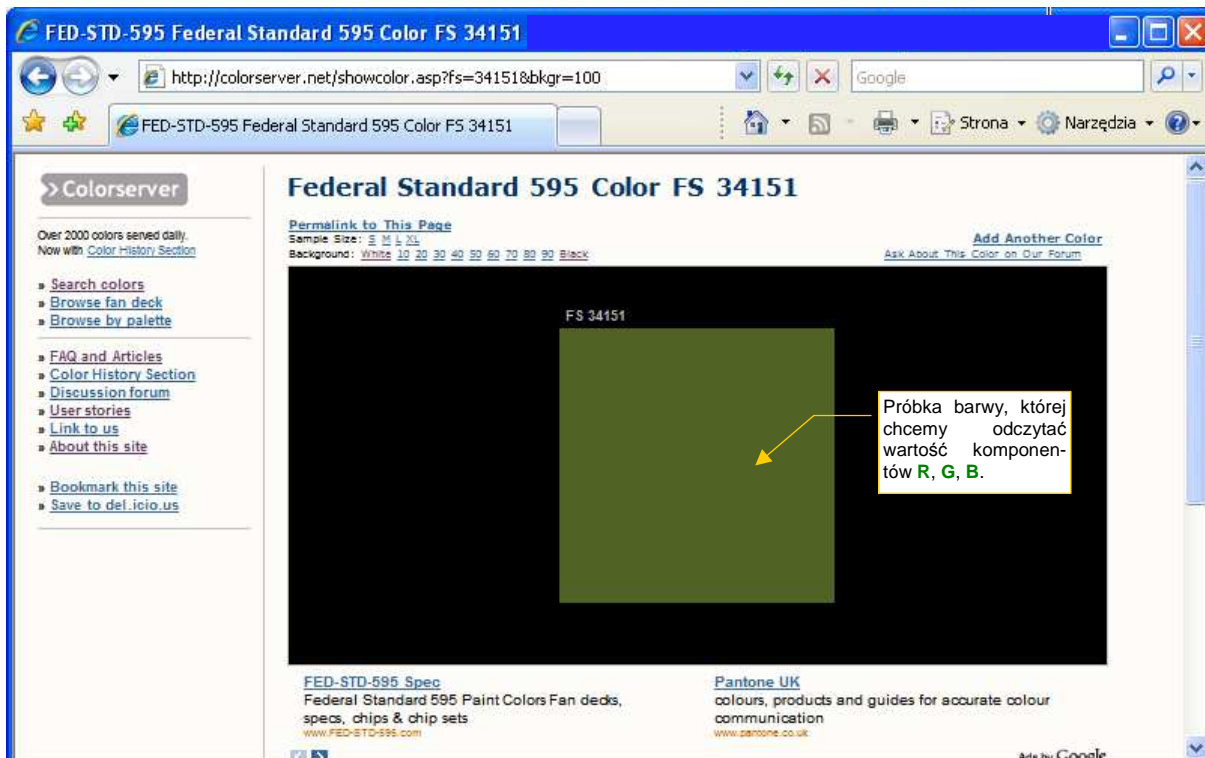
Zwróć uwagę, że okno **Scale** nie przeszkadza w zmianie powiększania widoku, ani w przesuwaniu poziomym i pionowym suwakiem. To bardzo wygodne, gdyż z większą dokładnością możesz obserwować zgodność linii pomocniczej i linii na rysunku samolotu.

Jeżeli nie zamierzasz zmieniać skali tak samo w obydwu kierunkach: upewnij się, że wysokość i szerokość są "rozprężnięte". (Ogniwa łańcucha w oknie dialogowym **Scale** powinny być przerwane). Następnie w polu **Height** lub **Width** wpisz nowy rozmiar obiektu.

Transformację zatwierdzamy naciskając przycisk **Scale**. Jeżeli przekształcaliśmy tylko wybrany obszar, a nie całą warstwę — po zakończeniu skalowania należy dodatkowo wywołać polecenie **Layer→Anchor Layer**. To "zatwierdzi" rezultat operacji.

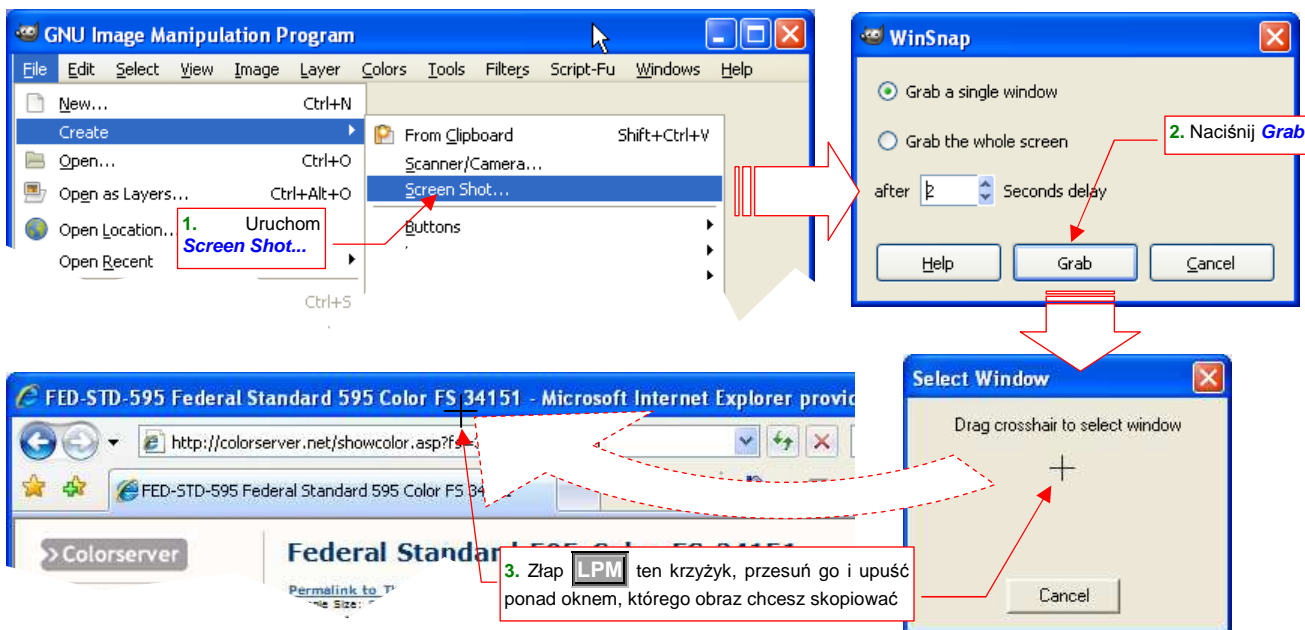
11.27 Identyfikacja wartości RGB z obrazu wyświetlanego na ekranie

Czasami może zająć potrzeba identyfikacji wartości komponentów **R**, **G**, **B** (więcej na temat tych komponentów — str. 604) jakiejś barwy, widocznej na ekranie. Na przykład — jeden z serwerów wzorów barw, <http://colorserver.net>, pokazuje tylko obrazy próbek koloru. Liczbowe wartości **RGB** nie są tam nigdzie podane (Rysunek 11.27.1):



Rysunek 11.27.1 Próbka koloru, wyświetlanego przez colorserver.net.

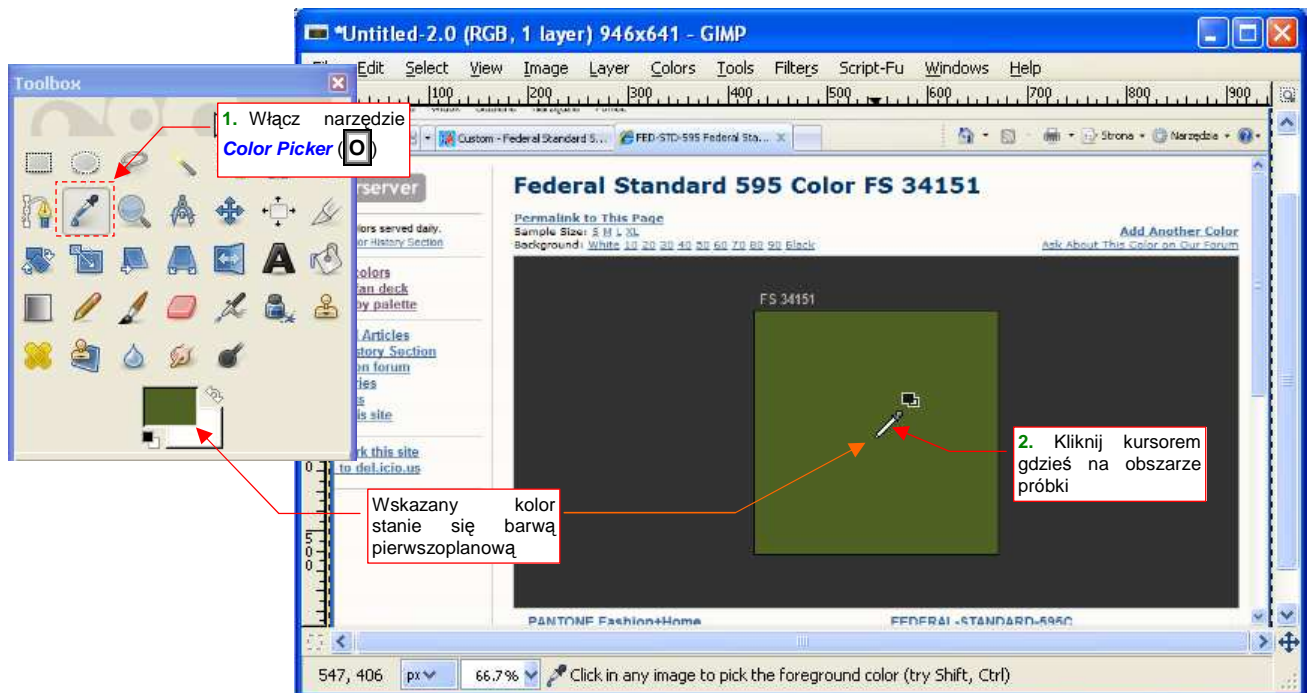
Aby skopiować zawartość jakiegoś innego okna, uruchom GIMP i z menu **File** wywołaj polecenie **File→Create→Screen Shot** (Rysunek 11.27.2):



Rysunek 11.27.2 GIMP — uruchomienie kopiowania z zawartości wybranego okna.

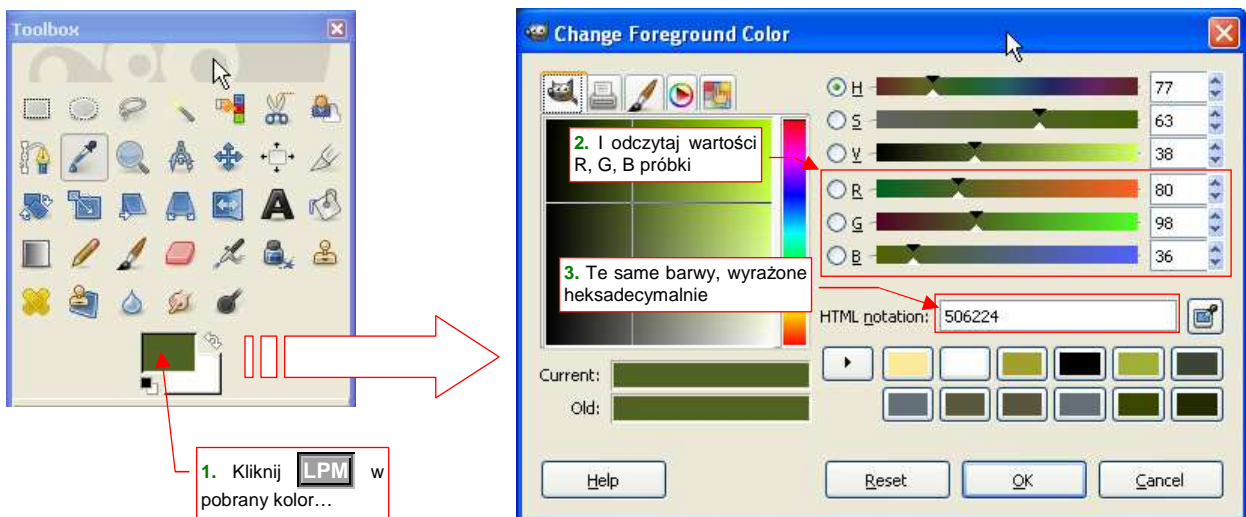
W oknie **WinSnap** naciśnij przycisk **Grab**. Potem wskaż za pomocą „krzyżyka” z **Select Window** okno do skopiowania. Po chwili kopia wskazanego fragmentu ekranu zostanie umieszczona w oknie Gimp'a.

W GIMP wybierz narzędzie **Color Picker** (☐), albo **Tools→Color Picker**. Kliknij nim (LPM) w obszar, którego barwę chcesz poznać (Rysunek 11.27.3):



Rysunek 11.27.3 GIMP — pobieranie barwy z obrazu

Color Picker zmienia kolor pierwszoplanowy (*Foreground Color*) na kolor piksela, wskazanego na obrazie. Teraz wystarczy otworzyć okno edycji tej barwy, by odczytać jego właściwości (Rysunek 11.27.4):



Rysunek 11.27.4 GIMP — odczytanie wartości **R,G,B** pobranego z próbek koloru

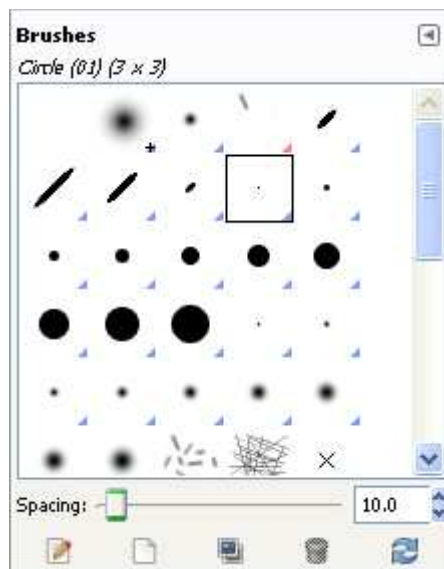
W oknie **Change Foreground Color** można odczytać wartości komponentów barwy z pól **R**, **G**, **B**. Są podane jako liczby całkowite z zakresu 0..255. W polu **HTML notation** te same liczby, ale w postaci heksadecymalnej (szesnastkowej), są „sklejone” w jeden symbol.

11.28 Definiowanie nowego pędzla

Czasami możesz stwierdzić, że potrzebujesz pędzla o innym kształcie, niż te, które są dostępne w przyborniku *Brushes* (Rysunek 11.28.1).

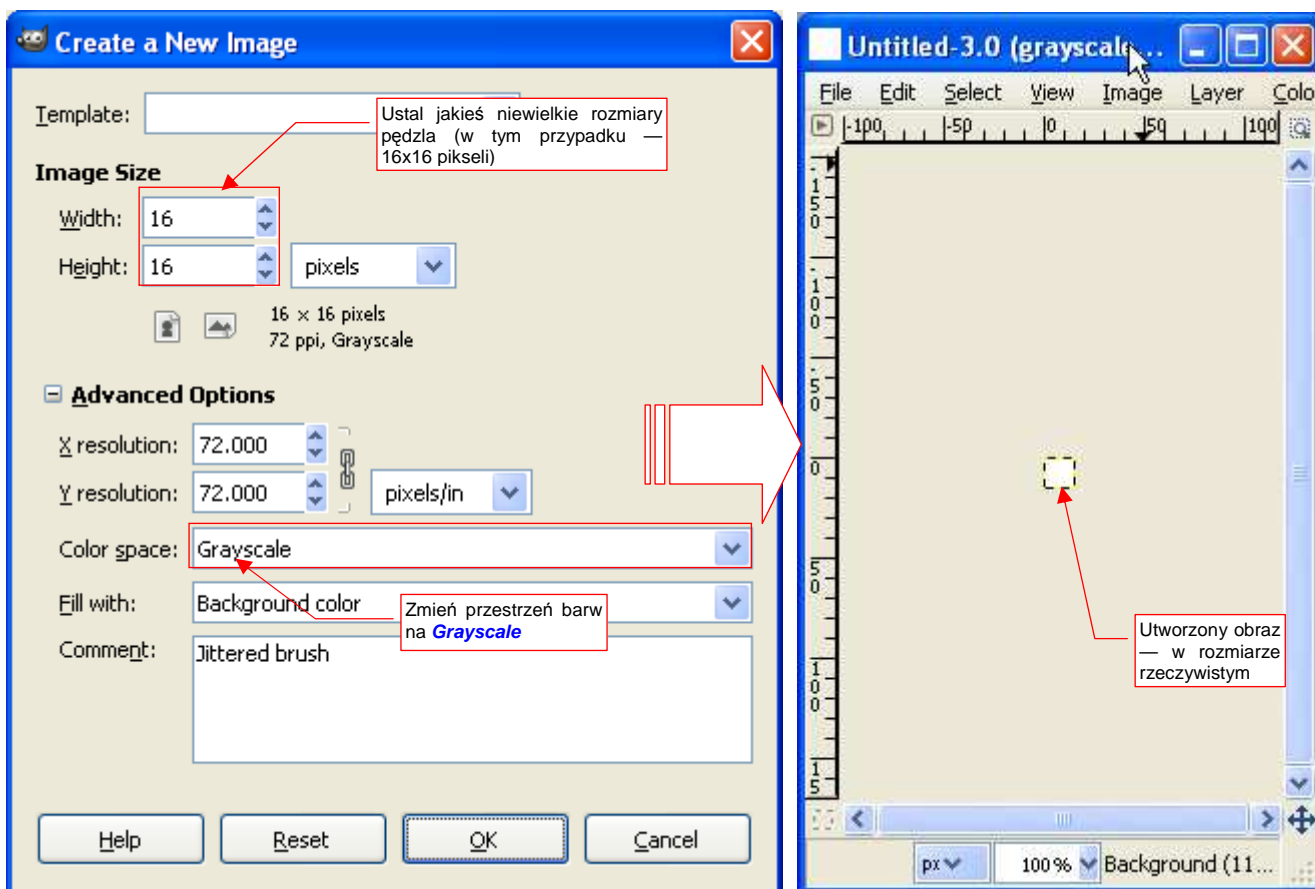
Nic prostszego — w istocie tworzenie nowego wzoru pędzla w Gimpie nie różni się specjalnie od stworzenia nowego rysunku.

W tej sekcji utworzymy nowy pędzel, złożony z rozrzuczonych losowo pojedynczych pikseli, o „twardych” („ostrzych”) krawędziach. Taki pędzel bardzo się przydaje do malowania przetarców farby na poszyciu samolotu.



Rysunek 11.28.1 Przybornik *Brushes* — zestaw pędzli różnego rozmiaru i kształtu

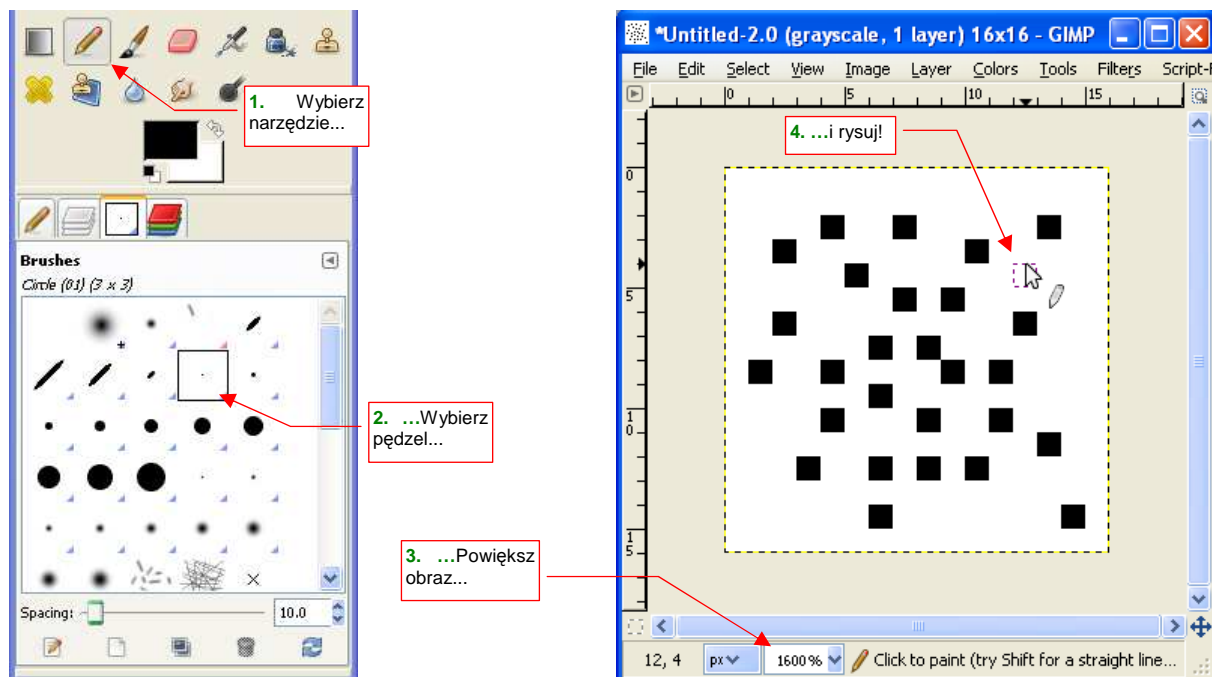
Zacznij od stworzenia nowego rysunku (*File*→*New*). Nadaj mu jakiś niewielki rozmiar, a w ustawieniach zaawansowanych zmień typ przestrzeni barw (*Color space*) z *RGBColor* na *Grayscale* (Rysunek 11.28.2):



Rysunek 11.28.2 Tworzenie nowego obrazu — wzoru pędzla

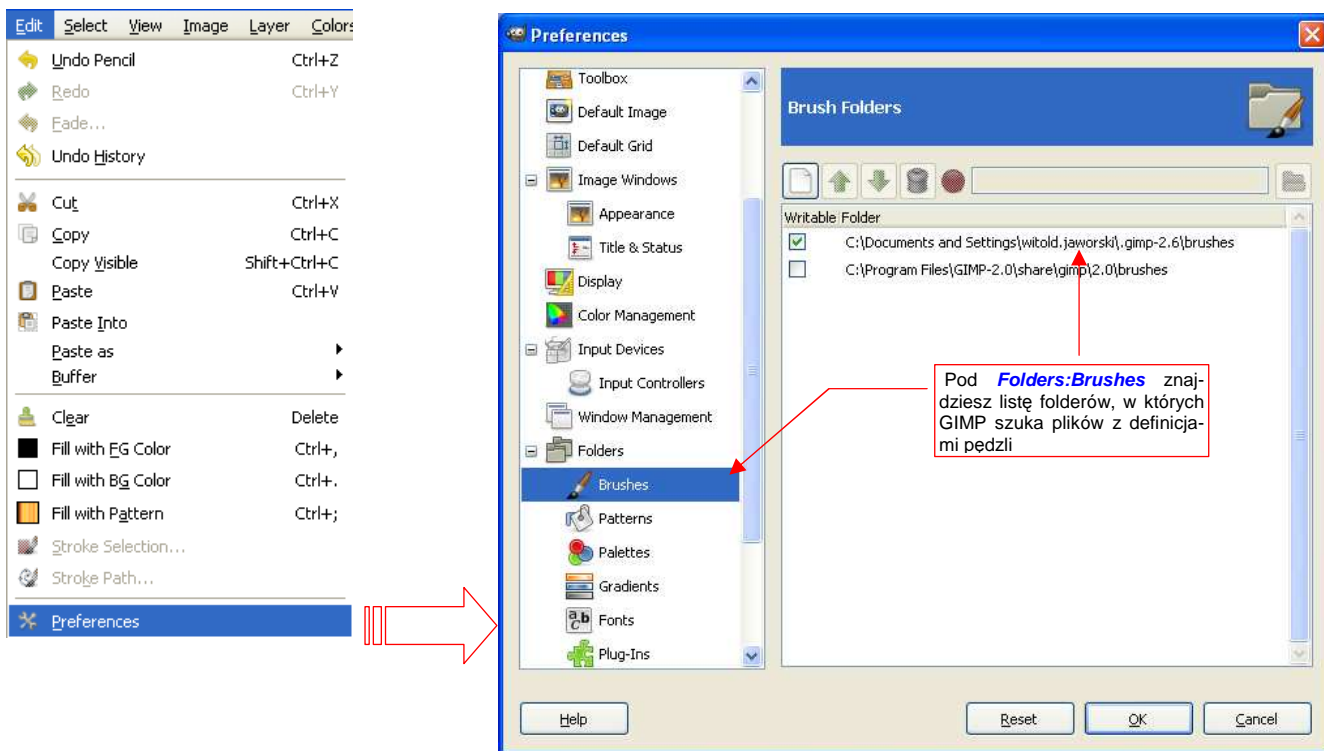
Powinieneś zacząć od obrazu zupełnie wypełnionego bielą. (Kolor biały w pędzlu jest traktowany jako przezroczysty, a czarny — jako zupełnie nieprzezroczysty).

Gdy już znasz zasadę, nic prostszego jak namalować odpowiedni kształt. W tym przypadku chodzi o kilkadziesiąt rozrzuczonych losowo pikseli. Wybrałem więc zamiast pędzla narzędzie o ostrych krawędziach linii: ołówek (N, **Tools→Paint Tools→Pencil**), oraz najmniejszy pędzel, o rozmiarze 1 piksela (Rysunek 11.28.3):



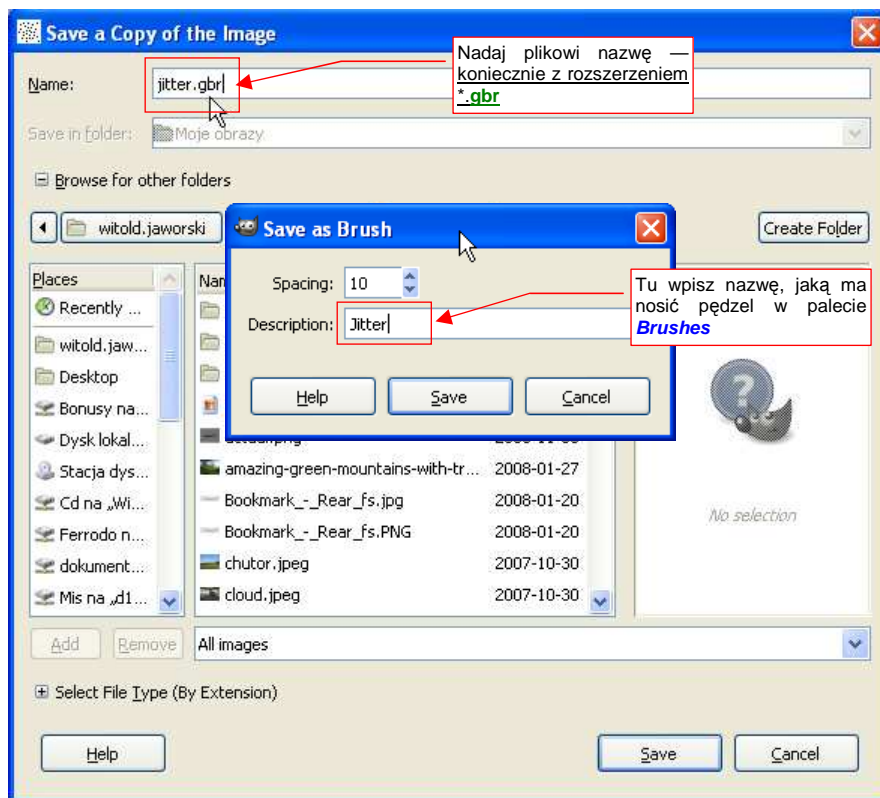
Rysunek 11.28.3 Rysowanie kształtu pędzla

Powiększ nasz malutki obraz do jakichś sensownych rozmiarów — i rysuj. Gdy już narysujesz pędzel, sprawdź, do którego folderu należy go zapisać. GIMP podczas uruchamiania przeszukuje kilka folderów w poszukiwaniu plików z definicjami pędzli. Otwórz okno preferencji (**Edit→Preferences**), aby sprawdzić (w **Folders:Brushes**), jakie to są foldery (Rysunek 11.28.4):



Rysunek 11.28.4 Foldery, w których są wyszukiwane pędzle

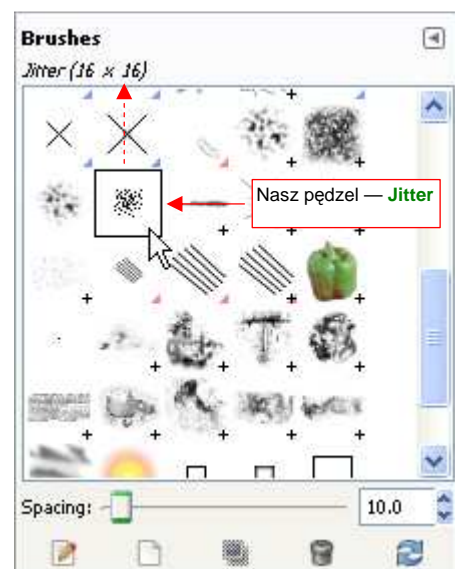
Gdy wiesz już, do jakiego folderu trzeba zapisać plik, nie pozostaje nic innego, jak to zrobić. Wywołaj polecenie **File→Save As** (Rysunek 11.28.5):



Rysunek 11.28.5 Zapisywanie obrazu jako definicji pędzla GIMP (plik *.gbr)

Wskaż odpowiedni folder i nadaj plikowi nazwę — koniecznie z rozszerzeniem *.gbr („gimp brush”). Gdy naciśniesz przycisk **Save**, pojawi się dodatkowe okno **Save a Brush** (Rysunek 11.28.5). W polu **Description** wpisz nazwę pędzla — taką, pod jaką ma figurować w zakładce **Brushes**.

Gdy uruchomisz ponownie GIMP, nasz pędzel powinien już się pojawić w zakładce **Brushes** (Rysunek 11.28.6):

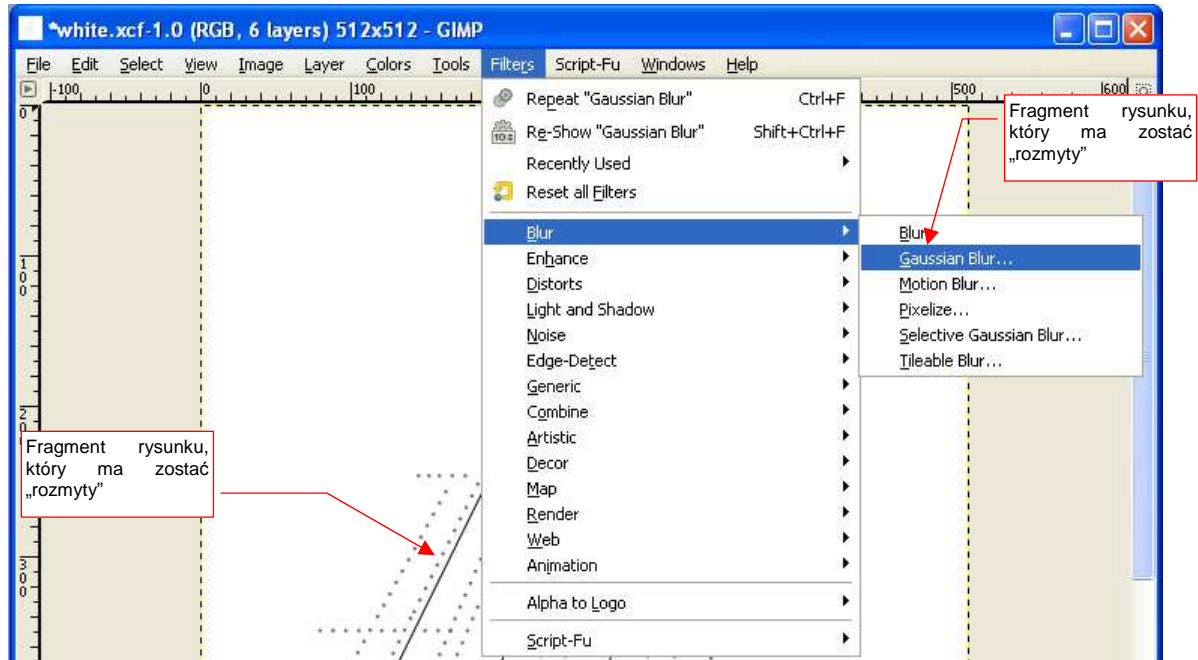


Rysunek 11.28.6 Nowy pędzel w palecie GIMP

11.29 Rozmycie metodą Gaussa

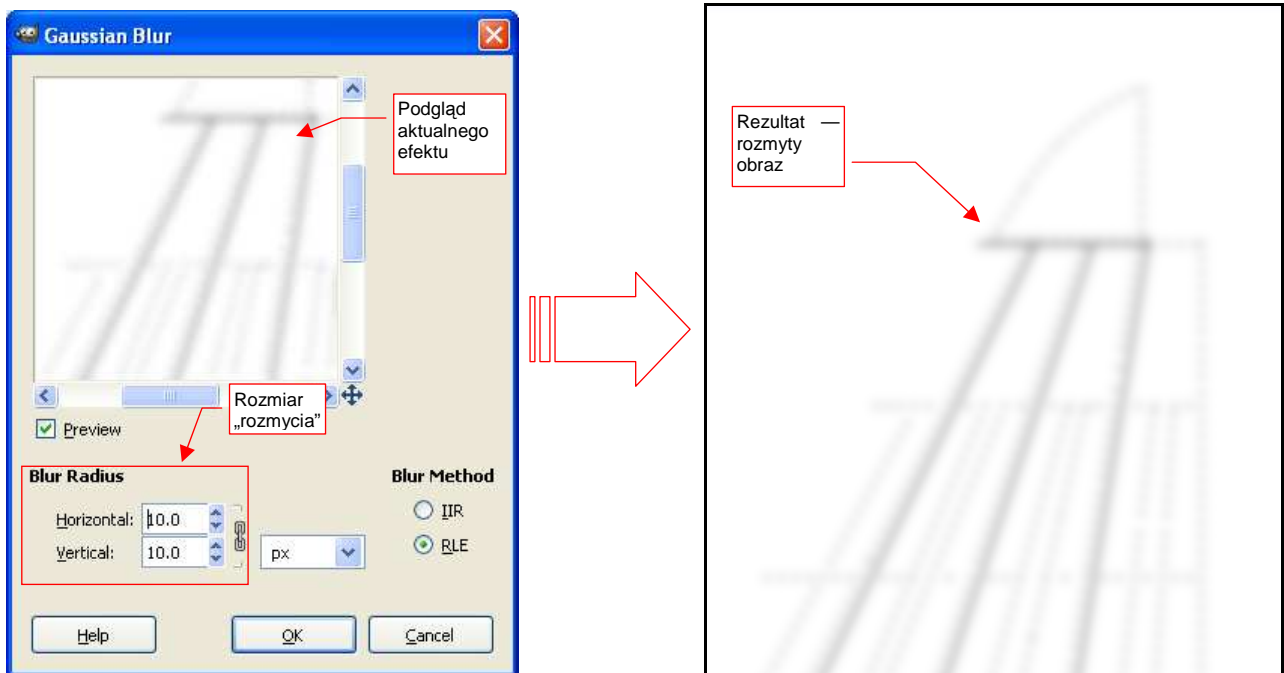
Jeżeli w GIMP jakiś obszar jest wybrany (selekcją) — transformacja będzie dotyczyć tylko tego obszaru. Jeżeli jednak nic nie jest wybrane, zmianie ulega cała zawartość aktualnej warstwy.

Rozmycie zademonstruję na przykładzie ostrego, biało-czarnego rysunku. Wywołaj polecenie **Filters→Blur→Gaussian Blur...** (Rysunek 11.29.1):



Rysunek 11.29.1 Menu efektów rozmycia (*Blur*)

W oknie dialogowym, które się pojawi, ustaw odpowiedni **Blur Radius** (Rysunek 11.29.2). Im większy promień ustawisz, tym intensywniejsze będzie rozmycie. Ma to także wpływ na czas przeliczania całego obrazu (większe promienie zabierają procesorowi więcej czasu).

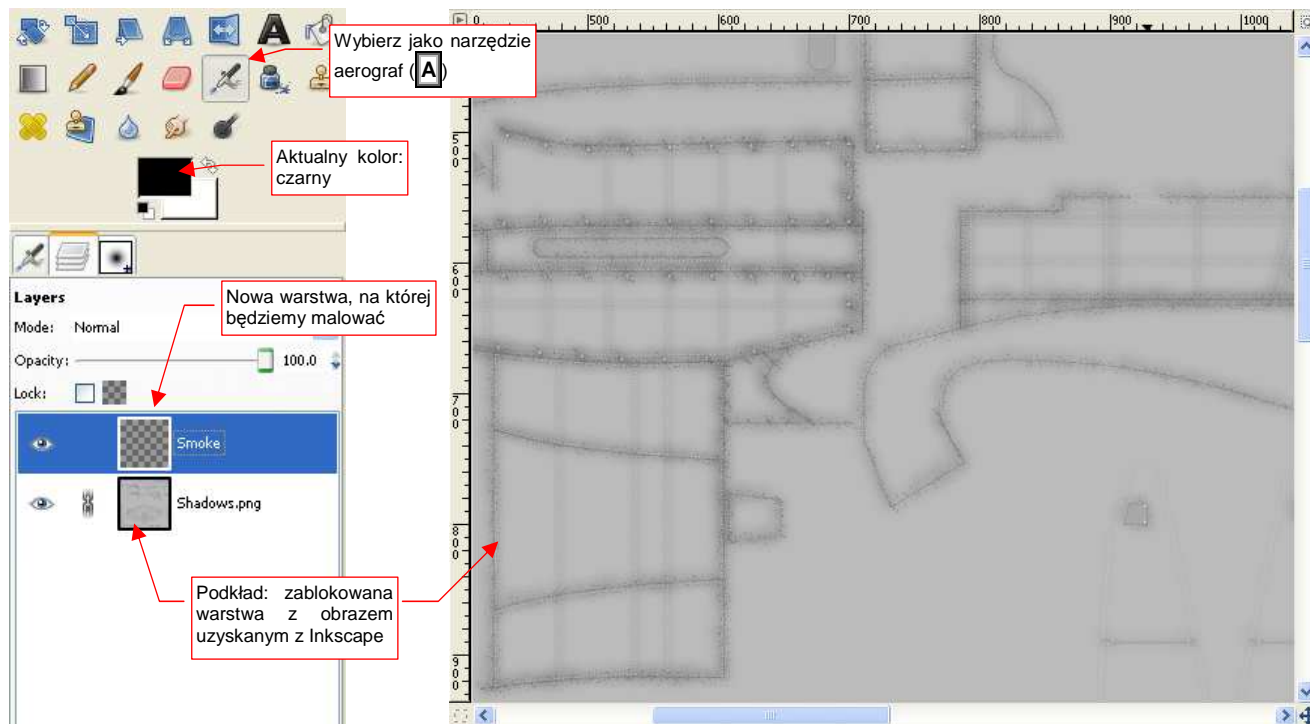


Rysunek 11.29.2 Okno polecenia *Gaussian Blur* i jego efekt


11.30 Nanoszenie śladów dymu i innych zabrudzeń

Za pomocą Inkscape można wygenerować mapę „podstawowych zabrudzeń”, biegnących wzdłuż krawędzi paneli poszycia samolotu (por. str. 379). W tej sekcji pokażę, jak szybko wzbogacić ten obraz o inne, mniej regularne efekty — losowe zabrudzenia i ślady spalin.

Aby wygodnie nanosić te elementy w GIMP, wczytaj na oddzielnej warstwie (*File→Open as Layers*) obraz uzyskany z Inkscape (**Shadows.png**). Nie zapomnij zablokować tej warstwy (Rysunek 11.30.1):



Rysunek 11.30.1 Układ warstw w GIMP

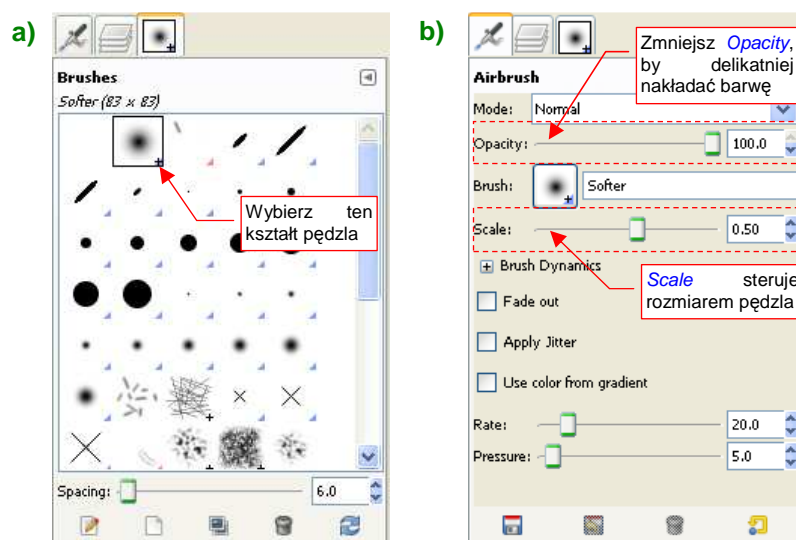
Ponad warstwę **Shadows.png** umieść nową, przezroczystą (*Transparent*) warstwę o nazwie **Smoke**. To na niej będziemy rysować. Wybierz z palety odpowiednie narzędzie:  — aerator (**A**).

Dobierz odpowiedni pędzel (z zakładki *Brushes*) — ten o nazwie **Softer** (Rysunek 11.30.2a).

Potem przejdź do zakładki narzędzia i ustaw jego parametry mniej więcej tak, jak to pokazuje Rysunek 11.30.2b):

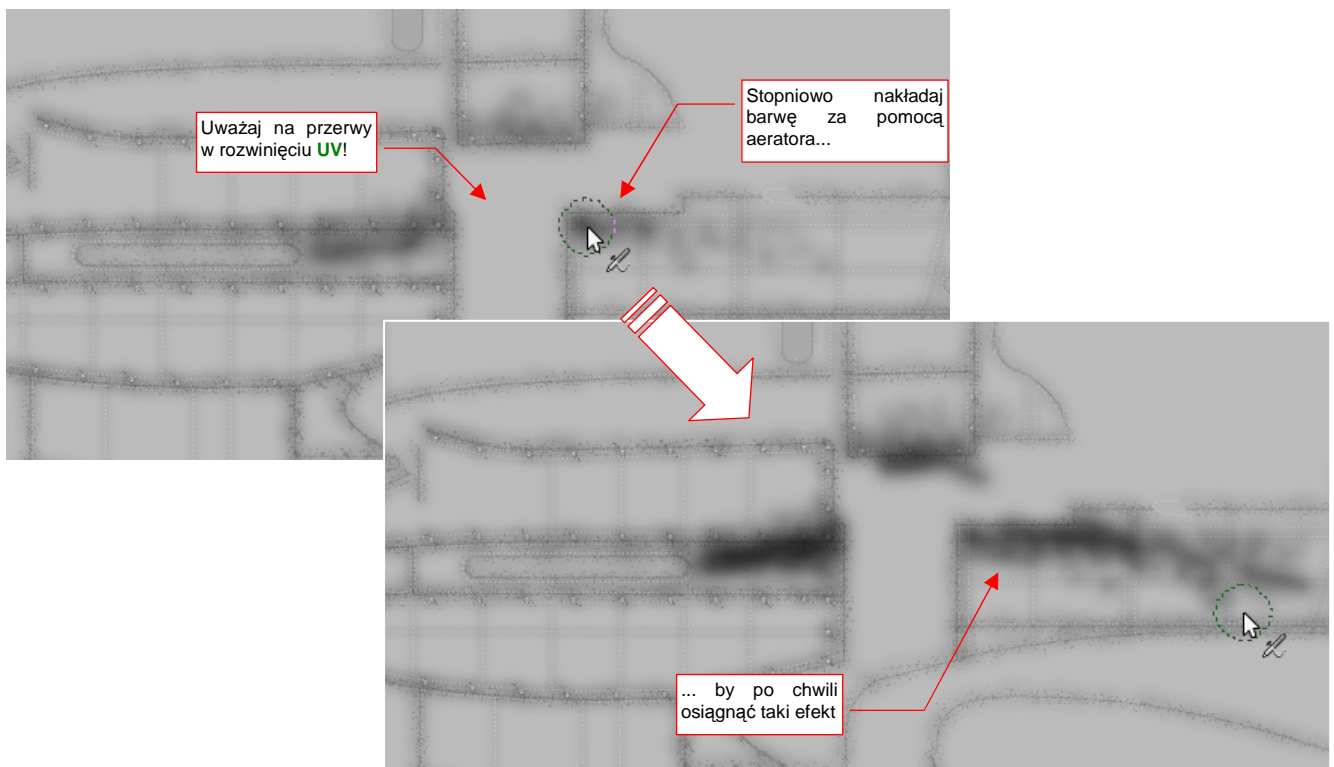
- **Scale** — nie za duża: **0.5**;
- **Rate** — umiarkowane **20.0**;

Jeżeli chcesz nakładać efekt stopniowo i powoli, możesz dodatkowo zmniejszyć wartość **Opacity** ze 100 do, powiedzmy, **50** (Rysunek 11.30.2b).




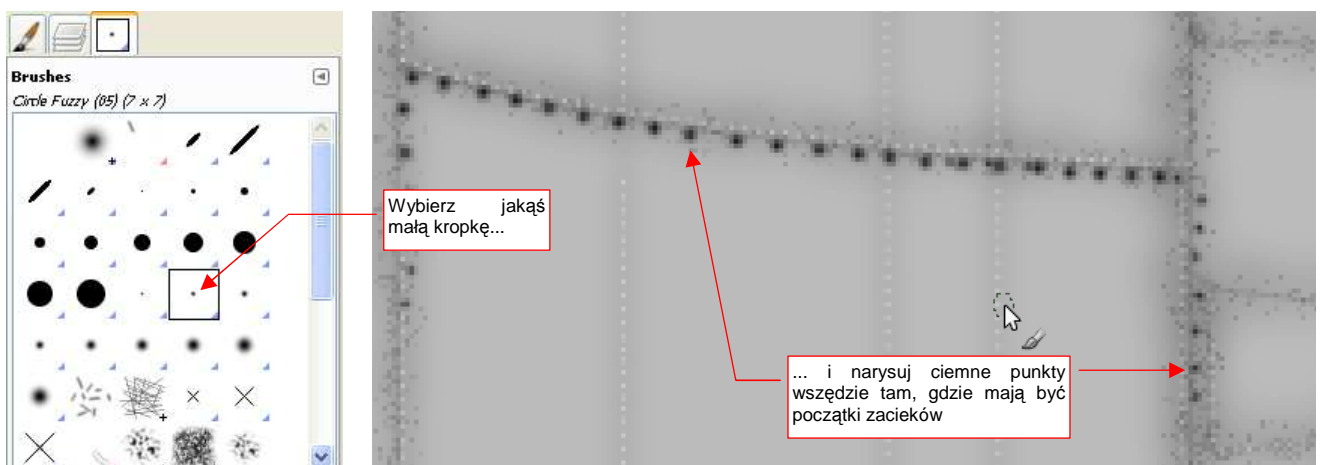
Rysunek 11.30.2 Pędzel do malowania dymu i jego ustawienia

Teraz zacznij nanosić ślady brudu i spalin. Pamiętaj, że szczególnie wyraźne powinny być ślady za kolektorem spalin (Rysunek 11.30.3):




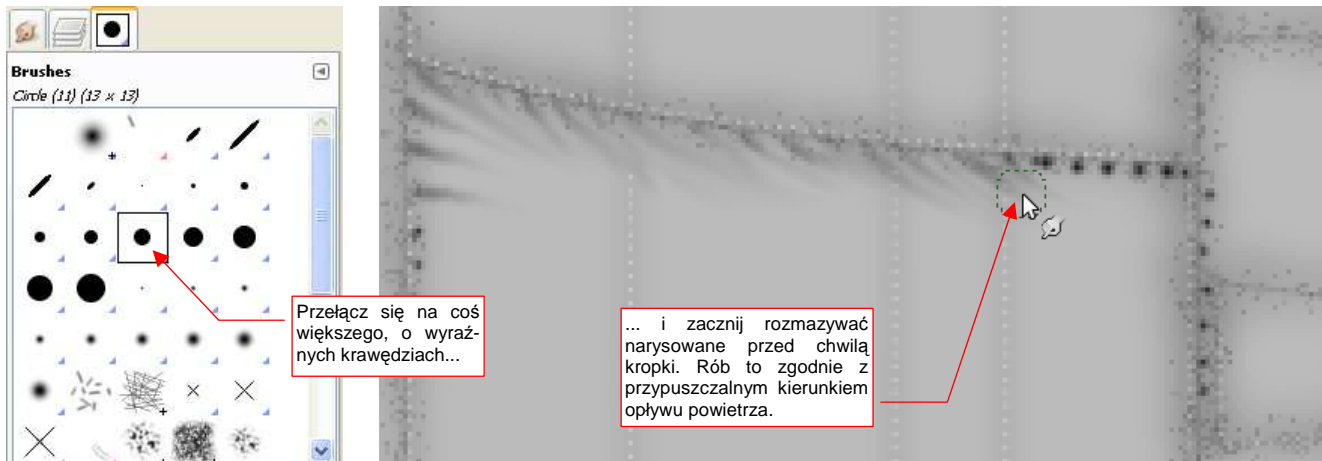
Rysunek 11.30.3 Malowanie śladu spalin za rurami wydechowymi silnika

Aby uzyskać inny efekt: zacieków — zmień narzędzie na zwykły pędzel  (**Paintbrush** — **P**). Zmień także jego rozmiar na niewielką, rozmytą kropkę (**Circle Fuzzy**). Użyj go, by nanieść ciemne punkty tam, skąd mają się zaczynać zacieki (Rysunek 11.30.4):



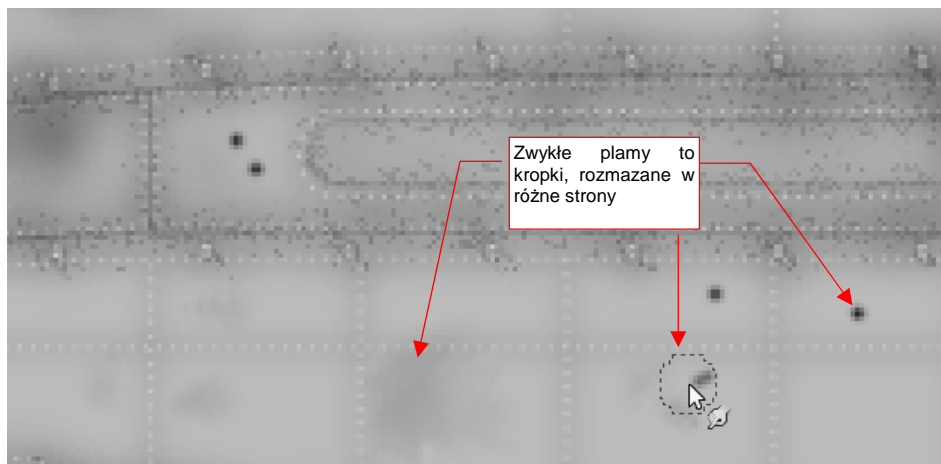
Rysunek 11.30.4 Zacieki: naniesienie punktów początkowych

Potem przełącz się na „rozmywanie” (**Smudge** — **S**): . Zmień rozmiar narzędzia na średniej wielkości kółko (**Circle**) i zacznij rozmywać narysowane przed chwilą kropki zgodnie z kierunkiem opływu powietrza (Rysunek 11.30.5):



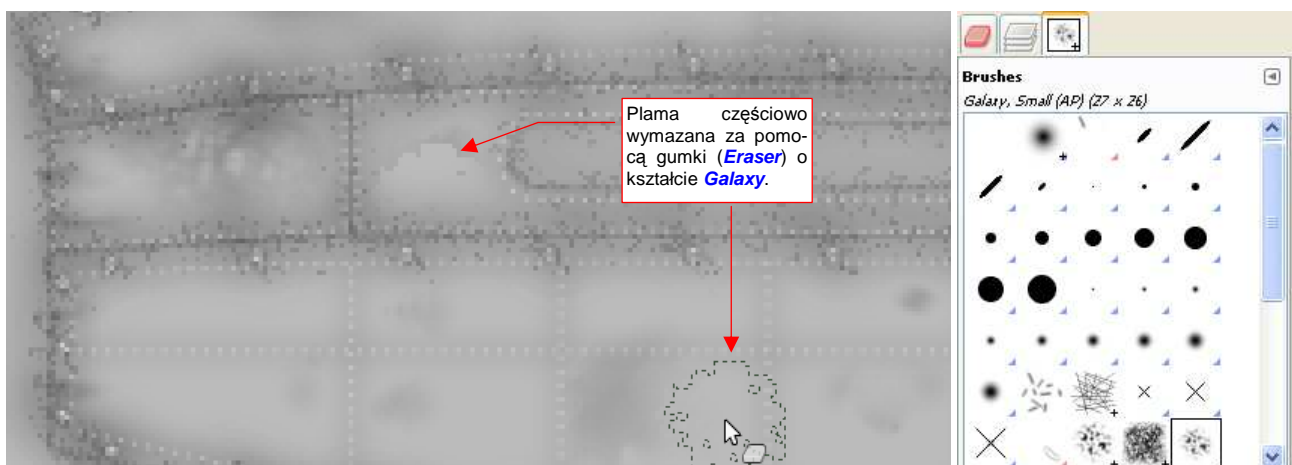
Rysunek 11.30.5 Zacieki: rozmywanie (*Smudge*)

„Ogólne” plamy, o kształcie nie związanym z kierunkiem opływu, uzyskasz w ten sam sposób, tylko rozmazując je we równomiernie we wszystkie strony (Rysunek 11.30.6):



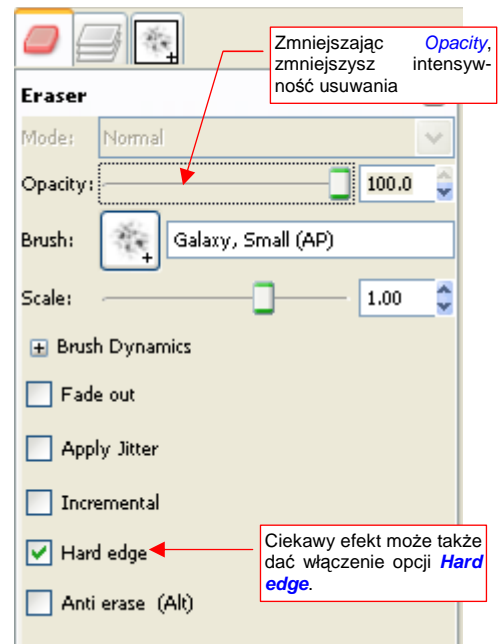
Rysunek 11.30.6 Zwykłe plamy: kropki rozmazywane (*Smudge*) w różne strony

Ciekawy efekt w plamieniu można uzyskać, przełączając narzędzie na gumkę (*Eraser* — **Shift-E**) i zmieniając kształt pędzla na jakąś złożoną, bezkierunkową plamę — np. *Galaxy* (Rysunek 11.30.7):



Rysunek 11.30.7 Nanoszenie kontrastów na plamach poprzez usuwanie (*Erase*) ich części

Czasami dobry efekt daje także wykonanie „drugiego przebiegu” narzędziem o zmodyfikowanych parametrach. przypadku gumki można np. zmniejszyć jej intensywność (*Opacity*), albo włączyć ostre granice efektu (*Hard edge*) (Rysunek 11.30.8):



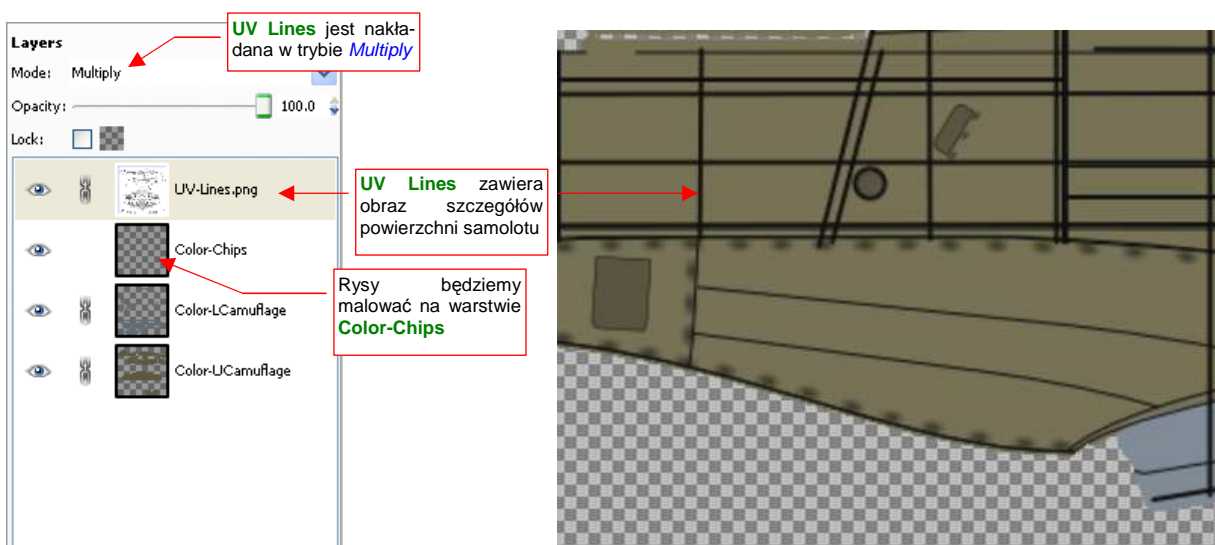
W

Rysunek 11.30.8 Typowe zmiany ustawień gumki podczas korygowania plam

11.31 Nanoszenie przetarć i odprysków farby

Każda maszyna do chwili rozpoczęcia eksploatacji, zaczyna „obracać” w ślady zużycia. W przypadku samolotu są to, między innymi, odpryski i przetarcia farby. Właściwie naniesione, znacznie poprawiają realizm modelu. Każdy typ samolotu ma charakterystyczny układ takich śladów. Nim zaczniesz te skazy malować, warto najpierw przejrzeć zdjęcia, aby określić ich położenie, rozmiar i rodzaj. W czasie malowania uważaj, by nie ulec pokusie i nie pokrywać rysami całej powierzchni maszyny. W normalnej sytuacji obsługa naziemna nie próżnowała, i na bieżąco zamalowywała spostrzeżone uszkodzenia. Obszarem, z którym nie była w stanie sobie na dłuższą metę poradzić, jest w dolnopłatach górne poszycie skrzydła, przy kabinie. Mimo odpowiednich „dywaników”, widocznych na wielu zdjęciach, to miejsce zawsze było porysowane butami pilotów i mechaników. Każde zamalowanie w tym obszarze szybko zniknęło. W tej sekcji pokażę, jak można uzyskać efekt zużycia powłok samolotu właśnie na przykładzie tego fragmentu.

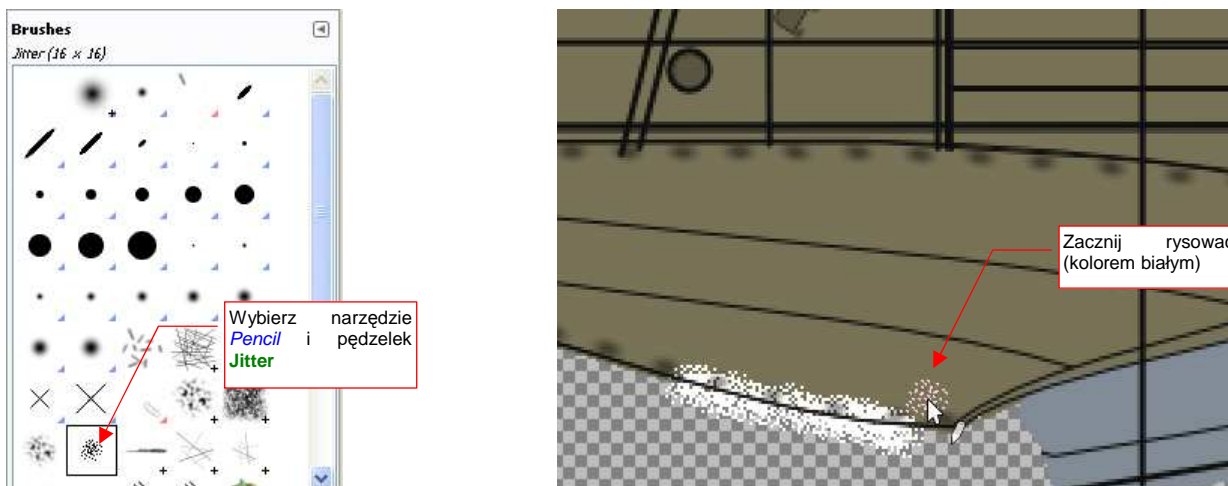
Do pracy bardzo się nam przyda obraz linii nitów i krawędzi paneli poszycia (np. wyeksportowany z wektorowego pliku Inkscape). Wczytaj go na odpowiednią warstwę referencyjną: **UV-Lines.png** (Rysunek 11.31.1):



Rysunek 11.31.1 Wstawienie warstw: podstawowej i referencyjnej

Wstaw do rysunku także nową warstwę **Color-Chips**, na którą naniesimy obraz rys na powierzchni.

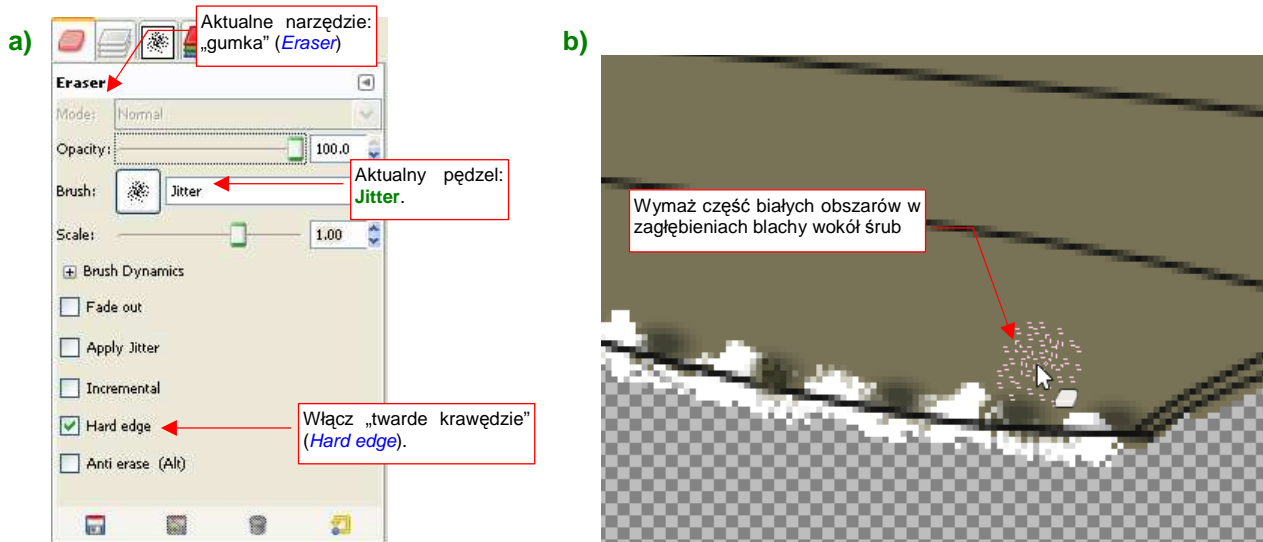
Zmień aktualny kolor na biały, i za pomocą „ołówka” (**N**, **Tools**→**Paint Tools**→**Pencil**) oraz specjalnego pędzelka o nazwie **Jitter**, zacznij rysować na warstwie **Color-Chips** obszar złuszczonej farby (Rysunek 11.31.2):



Rysunek 11.31.2 Wybór narzędzia i rysowanie

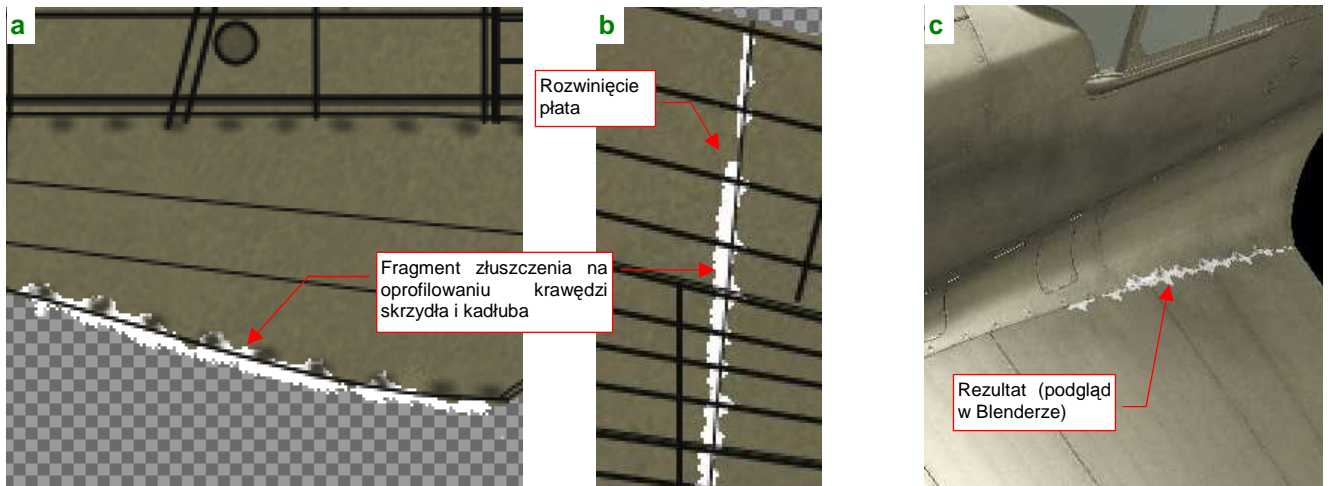
Jitter to dodatkowy typ pędzla, który stworzyłem specjalnie do rysowania odprysków farby. Plik z jego definicją znajdziesz w folderze `source\gimp\brushes` pod nazwą `jitter.gbr`. Aby stał się widoczny w zakładce **Brushes**, wgraj go do jednego z folderów ustalonych w konfiguracji Gimpa (zob. str. 661, Rysunek 11.28.4)¹.

Nadal używając pędzla **Jitter**, przełącz się na usuwanie barwy za pomocą „gumki” (**Eraser**). Włącz w zakładce właściwości tego narzędzia opcję **Hard edge** (Rysunek 11.31.3a), i pousuwaj część obszarów odprysków, redukując je do właściwego kształtu. Postaraj się, aby „plamy” białego koloru miały jak najbardziej realistyczny (a jednocześnie — chaotyczny) kształt. To dobra okazja, by uwolnić w sobie uśpionego impresjonistę ☺. Postaraj się uwzględnić mniej przetartą powierzchnię w drobnych zagłębieniach — na przykład wokół śrub (Rysunek 11.31.3b):



Rysunek 11.31.3 Ustawienie „gumki” i usuwanie nadatków

Rysunek 11.31.4 pokazuje narysowaną na warstwie **Color-Chips** białą plamę, która na modelu wygląda jak złuszczenie farby:



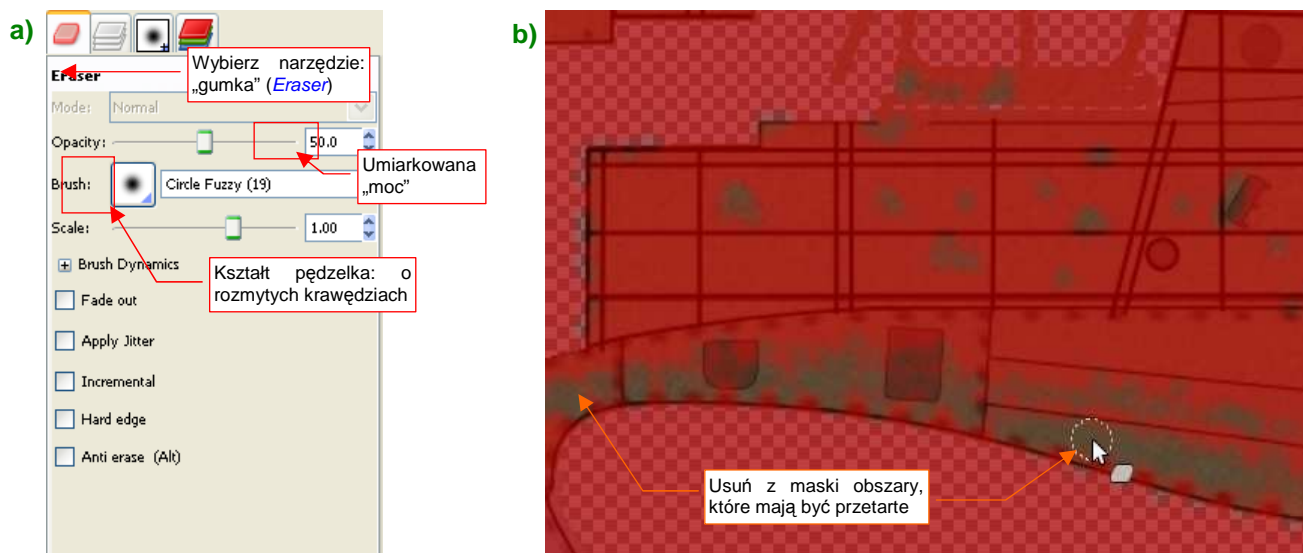
Rysunek 11.31.4 Przykład efektu łuszczącej się farby

Zwróć uwagę, że każda ze stron tego fragmentu była na obrazie tekstury malowana osobno: część na rozwinięciu kadłuba (Rysunek 11.31.4a), a część — na rozwinięciu płata (Rysunek 11.31.4b). Mimo pozorów, niespecjalnie starałem się te dwie plamy „zsynchronizować”. Złożenie wyszło „samo” (Rysunek 11.31.4c) — wydaje mi się, że całkiem dobrze.

¹ W istocie pędzel **Jitter** to raptem kilkanaście ostrych, czarnych kropek. Jeżeli sam chciałbyś przygotować swój własny pędzel — p. str. 660.

Odchodząca całym płatami farba świadczy o kiepskich składnikach, użytych do jej produkcji, i/lub problemach z obsługą naziemną¹. Powłoki nanoszone bezpośrednio w zakładach Curtissa były dobrej jakości. Przejrzałem wiele zdjęć, ale nawet na szkolnych P-40, używanych intensywnie przez kilka ładnych lat, nie znalazłem śladu łuszczącej się farby. Co najwyżej — przetarte „do gołej blachy” pokrycie tam, gdzie wszyscy chodzili: na krawędzi kadłuba i skrzydeł.

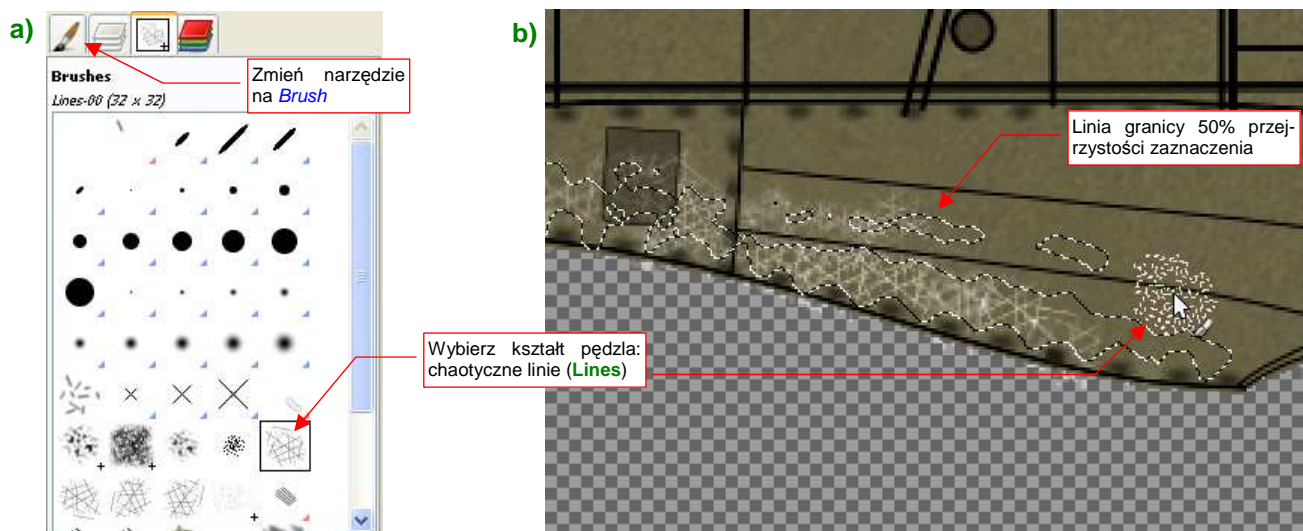
Malowanie przetarcia zacznij od przygotowania odpowiedniej maski, poprzez którą będziemy nanosić barwę. Najłatwiej jest ją narysować w trybie **Quick Mask** (**Shift+Q**, szczegóły — str. 650) (Rysunek 11.31.5b):



Rysunek 11.31.5 Efekt przetarcia — przygotowanie maski (tryb **Quick Mask**)

Z maski usuń za pomocą „gumki” (Eraser) kolor z tych obszarów, które mają być poprzecierane. Stosuj tu w dużym stopniu obszary półprzezroczyste — aby przetarcia płynnie zanikały w otoczeniu. Aby to osiągnąć, zmniejsz nieprzejrzystość (Opacity) „gumki” do 50%. Do usuwania stosuj pędzelek o rozmytych brzegach (Circle Fuzzy — Rysunek 11.31.5a).

Teraz wyłącz **Quick Mask** i zacznij malować białe linie zarysowań powłoki. Użyj do tego zwykłego narzędzia **Paint Tool** i jednego z dołączonych do tej książki pędzli ([source\gimp\brushes\lines.gbr](#)) (Rysunek 11.31.6):



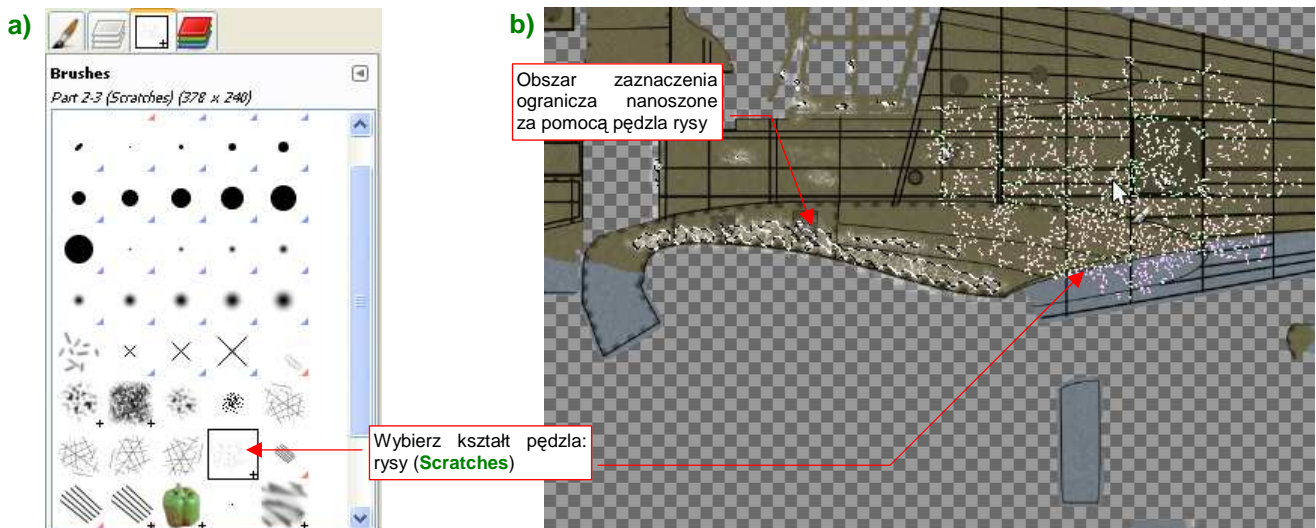
Rysunek 11.31.6 Efekt przetarcia — nanoszenie linii „zadrapań”

¹ Dużo „złuszczeń” widać na zdjęciach samolotów japońskich, operujących w trudnym, gorącym klimacie południowej Azji i wysp Pacyfiku. Innym przypadkiem takiego „obłazenia” były francuskie Hawk 75 pod koniec maja i w czerwcu 1940r. (Curtiss dostarczał je w barwie naturalnego duralu. Kamuflaż był nanoszony już po odbiorze, w warsztatach francuskich)

Aby znaleźć pokazywane przez Rysunek 11.31.6a) pędzle **Lines** w przyborniku **Brushes**, musisz przenieść pliki ***.gbr** do jednego z folderów, figurujących w konfiguracji GIMP (zob. str. 661). Alternatywnie — możesz dopisać w ustawieniach GIMP folder **source\gimp\brushes** jako jeden z folderów z definicjami pędzli.

Podczas malowania za pomocą końcówki **Lines** unikaj nakładania równoległych linii blisko siebie. Umieść kolejne „przyłożenia” narzędzia w takiej odległości, by widać było pojedyncze kreski (Rysunek 11.31.6b).

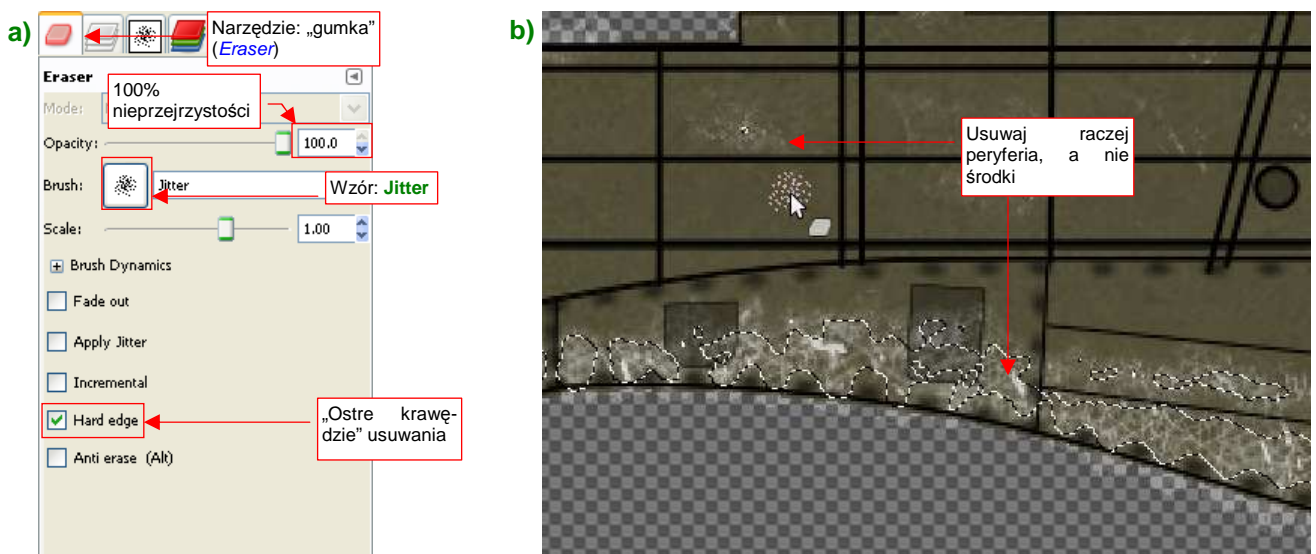
Aby uczynić układ rys na powierzchni bardziej chaotycznym, zmień teraz kształt końcówki na pędzel **Scratches** (Rysunek 11.31.7a):



Rysunek 11.31.7 Efekt przetarcia — nanoszenie innych szkaz powierzchni

Wzór tego pędzla — plik **scratches.gbr** — jest w tym samym folderze, co pozostałe wzory dołączone do tej książki (**source\gimp\brushes**). To relatywnie duża końcówka (Rysunek 11.31.7b). Nie przejmuj się jednak tak bardzo jej rozmiarem. Zaznaczony obszar rysowania skutecznie ograniczy jej zasięg. Tak samo jak linie, nanieś jej obrazy kolejnymi „kliknięciami” tak, by nie nakładały się na siebie.

Na koniec można trochę ograniczyć różne naddatki plam, które w nieunikniony sposób pojawiły się podczas malowania. To ten sam finalny krok, co w przypadku odprysków farby. Zmień z powrotem narzędzie na „gumkę” (**Eraser**). Tym razem wymazywanie ma działać z pełną ostrością, więc zwiększ **Opacity** narzędzia **Eraser** do 100%, i włącz opcję **Hard edge** (Rysunek 11.31.8a):



Rysunek 11.31.8 Efekt przetarcia — usuwanie naddatków

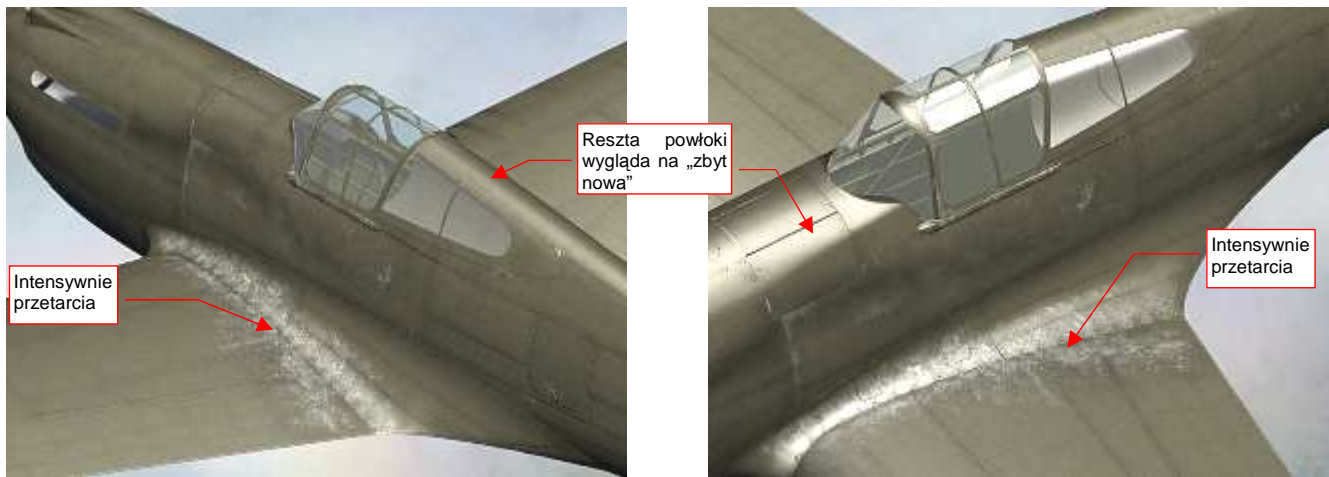
Wyłącz ograniczenie do zaznaczonego obszaru (**Select→None**). Wybierz pędzel **Jitter**. Używając „gumki” tego kształtu, postaraj się zmienić granice wytartych obszarów na mniej regularne (Rysunek 11.31.8b).

Wyeksportuj tak przygotowany obraz barw do pliku. We właściwościach tekstury w Blenderze możesz zmniejszyć wartość filtra (**Map Image:Filter** — Rysunek 11.31.9), aby wyostrzyć rysy, namalowane na warstwie **Color-Chips**:



Rysunek 11.31.9 Wyostrenie obrazu tekstury poprzez zmianę filtra

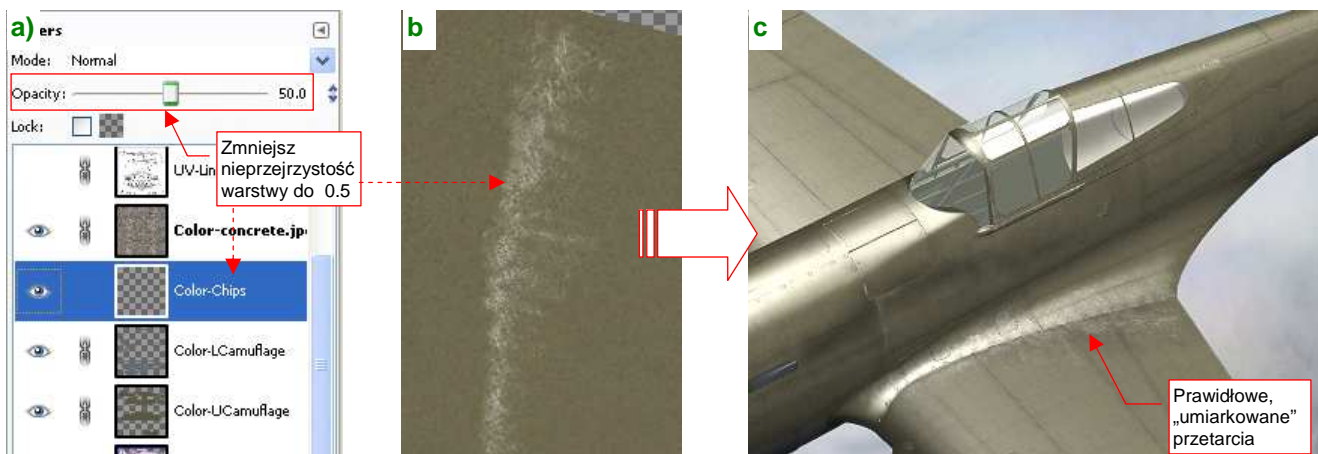
Rysunek 11.31.10 pokazuje, jak nasze przetarcia prezentują się w różnych ujęciach modelu:



Rysunek 11.31.10 Przetarcia na modelu (pełna intensywność)

Mówiąc szczerze, efekt jest na tyle intensywny, że reszta powierzchni wydaje się wręcz wołać o podobne „przetarcie"! To oznaczałoby dużo pracy. Na szczęście, obsługa naziemna zazwyczaj stawała na wysokości zadania a samoloty podczas wojny rzadko kiedy mają się okazać aż tak zesterce.

Zmniejsz w GIMP nieprzejrzystość warstwy **Color-Chips** do ok. 50% (Rysunek 11.31.11a). Rysunek 11.31.11b) pokazuje, jak „zbladły” w wyniku tej zmiany rysy na górnej powierzchni płata. Gdy wyeksportujesz ten obraz do pliku dla Blendera, uzyskamy na modelu właściwe, „umiarkowane” przetarcia (Rysunek 11.31.11c):



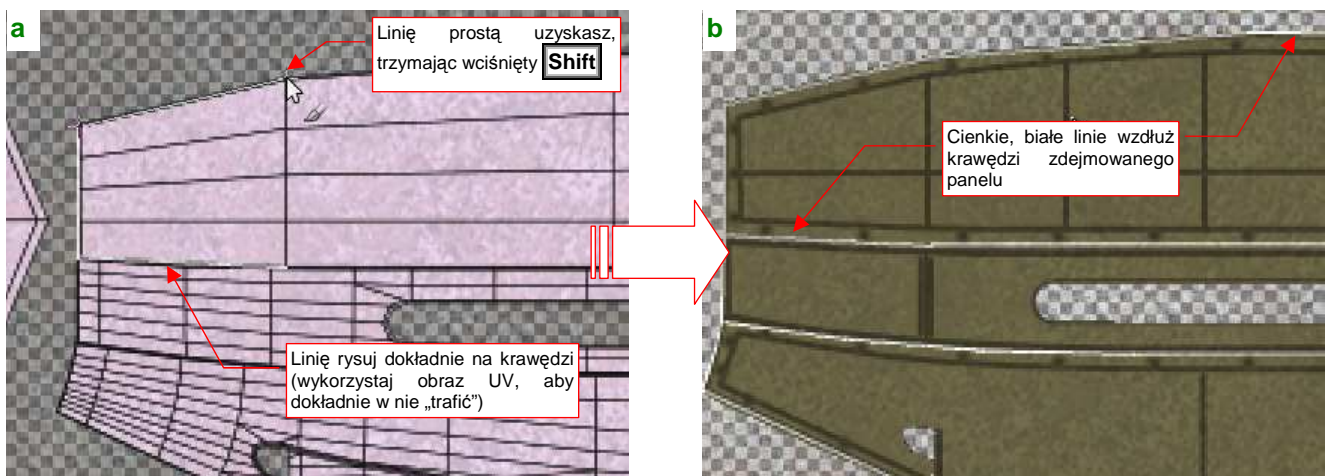
Rysunek 11.31.11 Efekt przetarcia — zmniejszenie intensywności

- Rysy na poszyciu warto malować jako bardzo wyraźne — tak, jak na jakimś „starym gracie”. Potem zawsze możesz je stonować, adekwatnie do stopnia zużycia odwzorowywanego egzemplarza samolotu. Wystarczy zmniejszyć nieprzejrzystość (*Opacity*) warstwy **Color-Chips**.

Jeżeli producent samolotu używał jakiejś kontrastowej farby podkładowej (w wielu samolotach z USA była to jasna, żółtozielona **Zinc Chromate**), możesz spróbować ją odwzorować. Dodaj do rysunku GIMP jeszcze jedną warstwę: **Color-Primer**. Umieść ją pod warstwą **Color-Chips**. Zaznacz całą zawartość **Color-Chips** (**Layer**→**Transparency**→**Alpha to Selection**), i powiększ ją o 1-2 piksele (**Select**→**Grow...**). Potem zalej tak zaznaczony obszar na warstwie **Color-Primer** barwą farby podkładowej. Uzyskasz w ten sposób wokół przetarć „otoczkę” w barwie podkładu. To może podnieść realizm rys na powierzchni. W przypadku modelu P-40 darowałem sobie ten element. Kolor farby podkładowej (**Curtiss Green**) tak niewiele odróżnia się od barwy powierzchni górnych, że „otoczka” w tym kolorze była niemal niezauważalna. Rysy na powierzchniach dolnych są na tyle nieznaczne, że nie ma sensu tworzyć tego efektu wyłącznie dla nich.

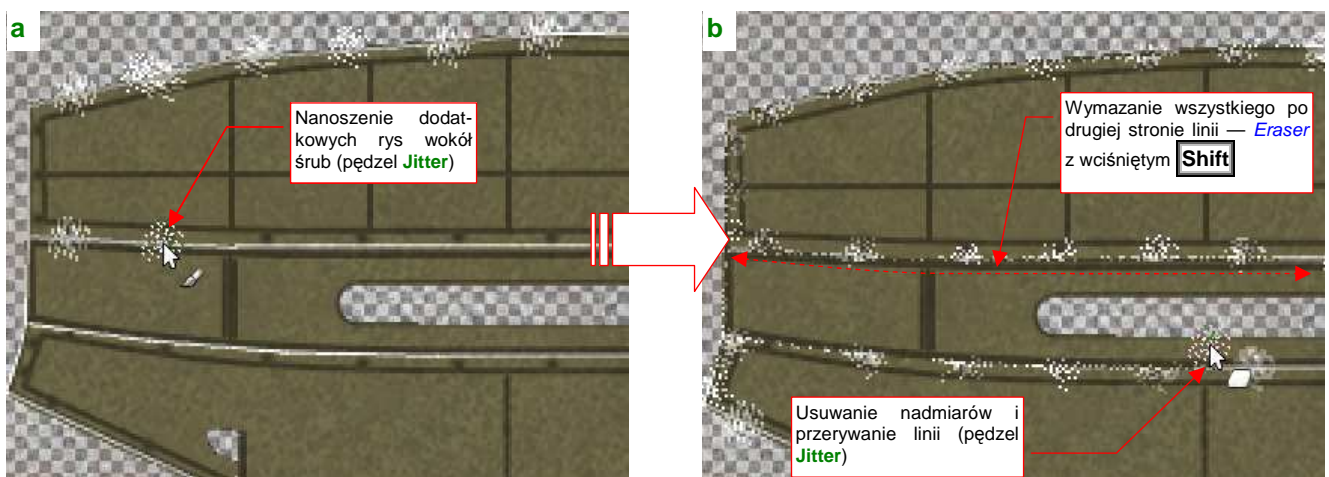
Choć sam pisałem, na poprzedniej stronie, że powierzchnie P-40 były traktowane „z należyтым szacunkiem”, pokażę jeszcze, jak uzyskać drobne rysy wzdłuż krawędzi często zdejmowanych paneli. Rysuje się je prościej niż „szerokie” przetarcia, takie jak u nasady skrzydła.

Zmień aktualny kolor na biały, narzędzie — na **Paint Tool**, i wybierz bardzo cienki pędzel (**Circle 03**). Narysuj wzdłuż krawędzi, które mają być porysowane, cienką białą linię (Rysunek 11.31.12):



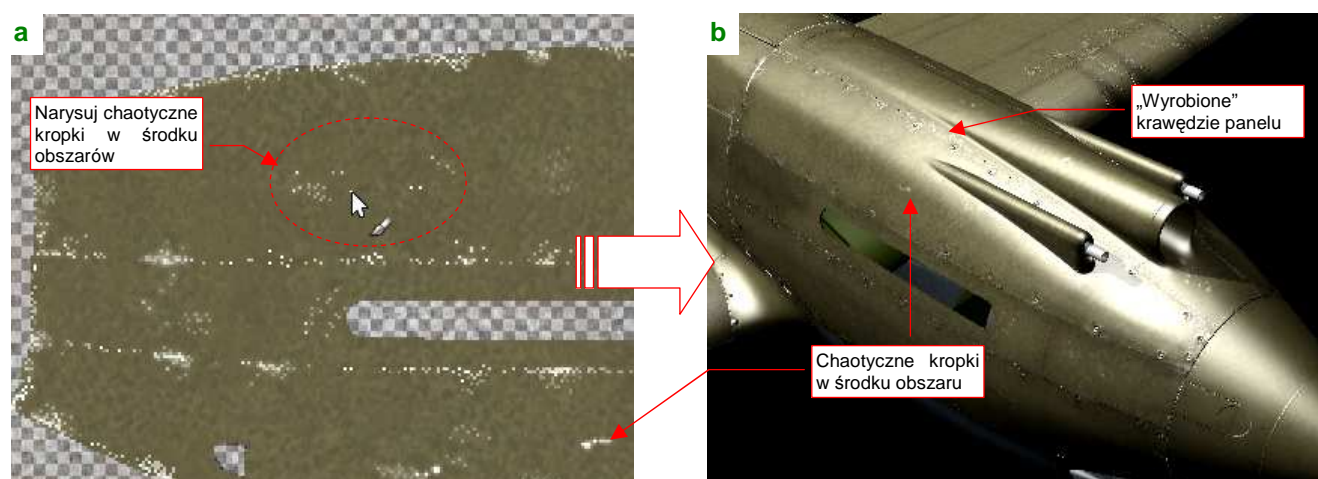
Rysunek 11.31.12 Zużyte krawędzie — naniesienie linii bazowej

Następnie zmień pędzel na **Jitter**, i dodaj po „pacnięciu” w okolicach każdej śruby (Rysunek 11.31.13a). Potem ogranicz te „pacnięcia” i poprzerywaj białą linię za pomocą „gumki” (pędzel bez zmian: **Jitter**), z włączoną opcją **Hard Edge** (Rysunek 11.31.13b):



Rysunek 11.31.13 Zużyte krawędzie — malowanie i wycieranie

Na koniec jeszcze namaluj najdrobniejszym pędzlem, gdzieś na środku każdego panelu, parę chaotycznych kropek — aby nie było tam „za czysto” (Rysunek 11.31.14a):



Rysunek 11.31.14 Zużyte krawędzie — ostatnie dodatki i efekt finalny

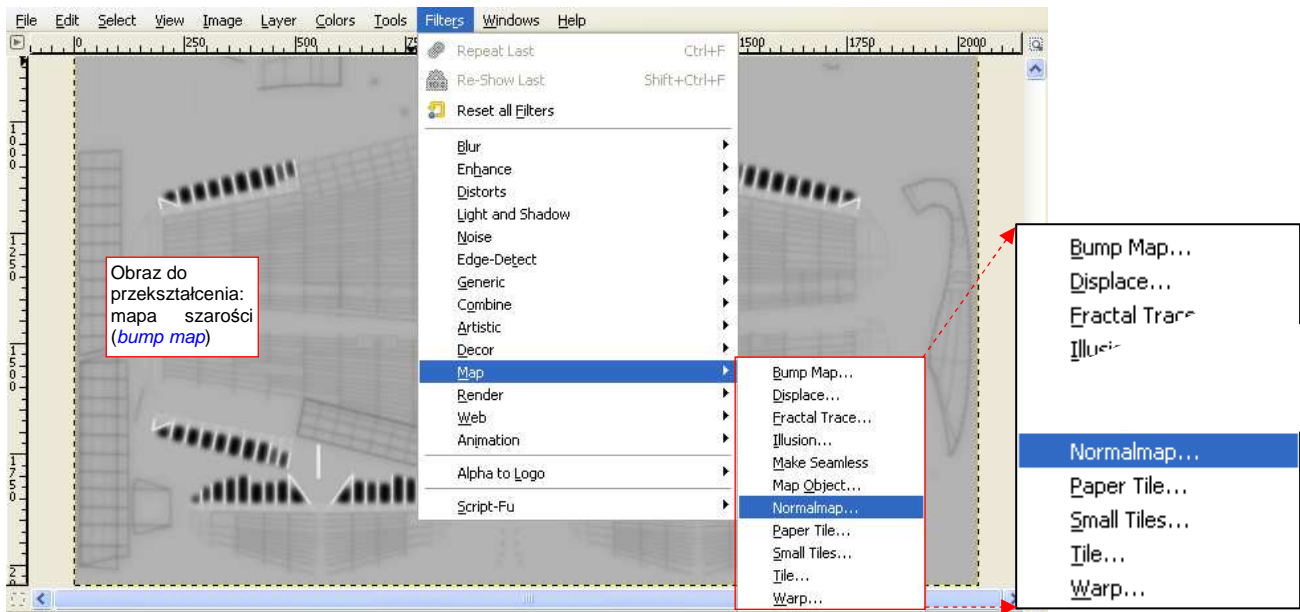
Rysunek 11.31.14b) przedstawia ostateczny efekt na modelu (po zmniejszeniu nieprzejrzystości warstwy **Color-Chips** do 50%). Uzyskaliśmy dyskretne rysy, podkreślające nieco krawędzie okapotowania silnika (na modelu wyszły nam zbyt dokładnie dopasowane, więc staram się je w ten sposób dodatkowo wyróżnić).

Rysowanie przetarć, zadrapań i zabrudzeń to zajęcie, w pewnym sensie, artystyczne. Często dwa zupełnie różne (i wykonane różnymi technikami) obrazy tekstur znajdują jednakowo wysokie uznanie wśród widzów. Pod żadnym pozorem nie należy traktować metod, które przedstawiłem w tej sekcji, jako ostatecznych. Pokazałem tu kilka rzemieślniczych „sposobów”, jak osiągnąć efekt na — bądźmy szczerzy — średnim poziomie. (To znaczy na poziomie, który przynajmniej nie razi widza). Na pewno można to zrobić lepiej lub inaczej. Jestem pewien, że z czasem dopracujesz się swojego własnego stylu.

11.32 Przekształcenie mapy szarości w mapę normalnych (*normal map*)

Mapą normalnych (*normal map*) nazywa się w grafice komputerowej obraz, w którym każdy piksel przechowuje konkretne współrzędne kierunku wektorów prostopadłych do powierzchni modelu (tzw. „wektorów normalnych”). Mapy normalnych pozwalają uzyskać bardziej „przestrzenne” efekty niż mapy nierówności (*bump map*), oparte na odcieniach szarości¹. W tej sekcji pokażę, jak przekształcić zwykły obraz szarości w mapę normalnych.

Załaduj do Gimpa obraz, który ma zostać przekształcony. Następnie wywołaj polecenie **Filters→Map→Normalmap** (Rysunek 11.32.1):



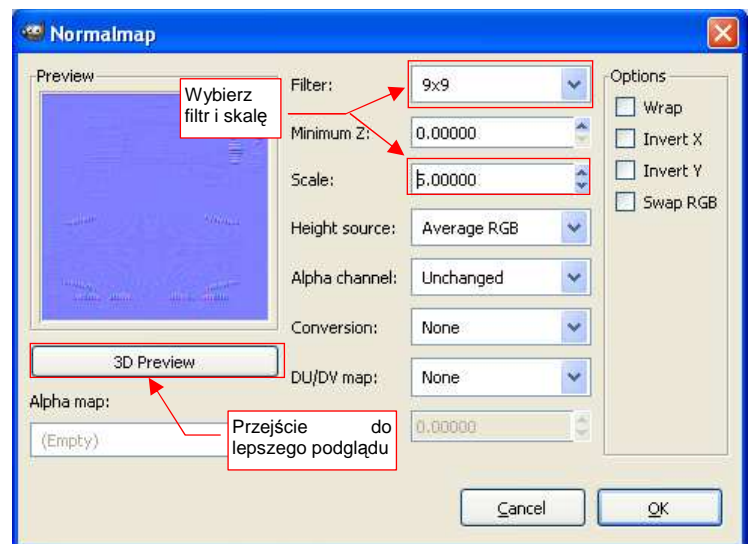
Rysunek 11.32.1 Wywołanie wtyczki *Normalmap*.

- Jeżeli w swoim menu **Filters→Map** nie widzisz polecenia **Normalmap** — najprawdopodobniej nie zainstalowałeś tej wtyczki. Zrób to, zgodnie z opisem umieszczonym na stronie 622.

Po wywołaniu polecenia pojawi się okno dialogowe (Rysunek 11.32.2). Zawiera dużo różnych parametrów, oraz niewielki podgląd na możliwy rezultat działania.

Właściwie nie musisz się przejmować wielkością widocznych w oknie kontrolki. Wybierz z listy **Filter** jeden z dostępnych algorytmów (osobiście proponuję **9x9**). Po wybraniu filtra może okazać się konieczne dopasowanie skali (**Scale**).

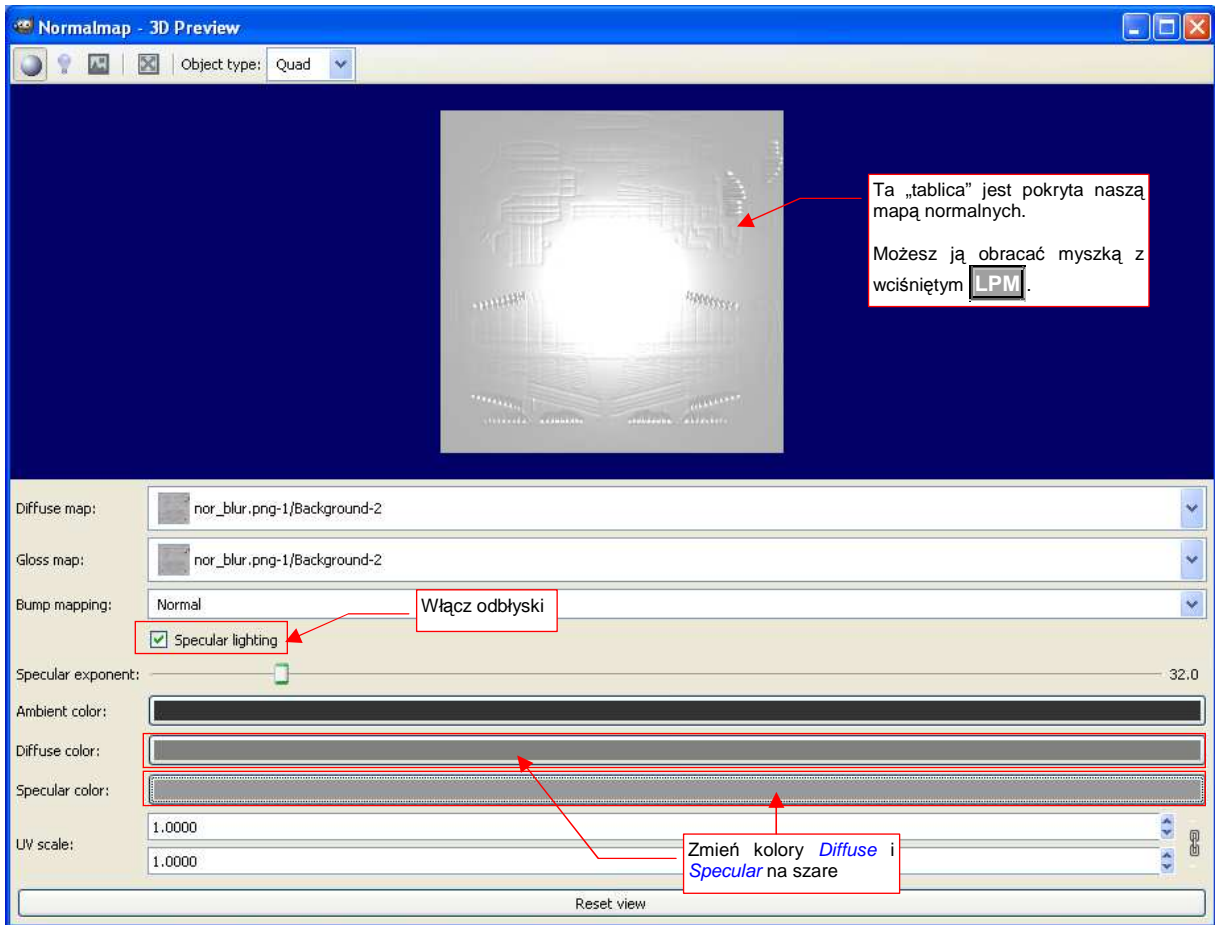
Podgląd po prawej stronie okna jest zdecydowanie za mały, by dobrze ocenić rezultat wykonanych ustawień. Na szczęście jednak, po naciśnięciu przycisku **3D Preview** możesz



Rysunek 11.32.2 Okno dialogowe wtyczki *Normalmap*

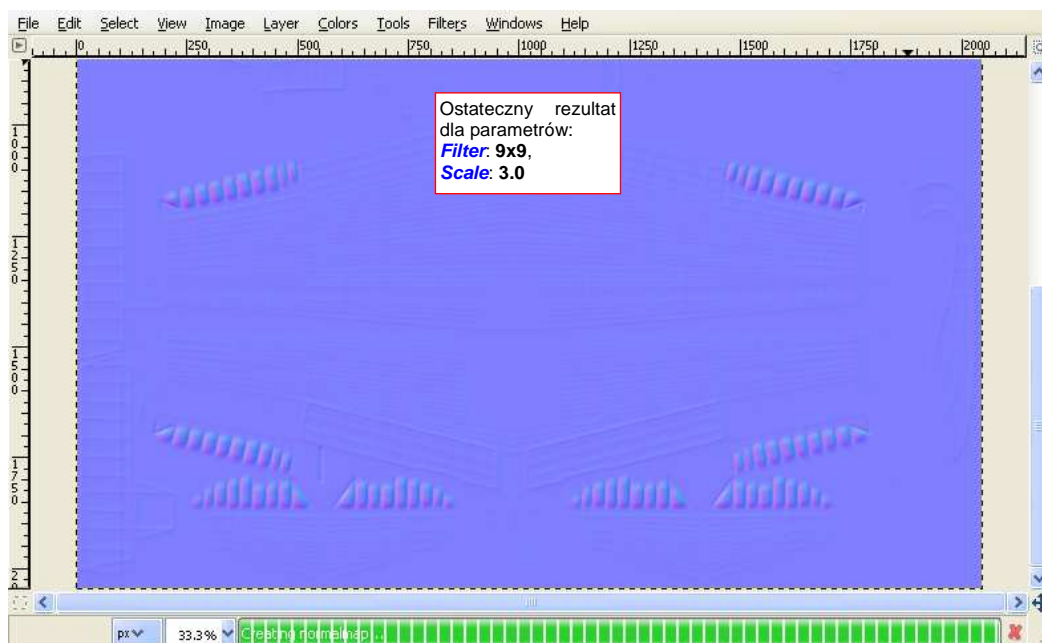
¹ Gdy Blender odwzorowuje nierówności za pomocą mapy szarości (*bump map*), musi podczas renderowania „w locie” oszacować, jak odchylony jest kierunek normalnej w aktualnym pikselu (tekselu). Zazwyczaj stara się to zrobić próbując obszar wokół takiego punktu. Wtyczka GIMPa pozwala zawczasu przekształcić mapę nierówności w mapę normalnych, gdzie konkretnemu pikselowi jest przyporządkowana odpowiednia barwa. Wartości **R**, **G**, **B** jego koloru są traktowane jak współrzędne **X**, **Y**, **Z** kierunku wektorów normalnych.

zobaczyć o wiele więcej (Rysunek 11.32.3):



Rysunek 11.32.3 Dodatkowe okno podglądu efektu działania mapy normalnych

W oknie *3D Preview* włącz połyskliwość (*Specular lighting*) i ustaw barwy rozpraszania (*Diffuse color*) i odbłyски (*Specular color*) na odcienie szarości. Możesz obok ustawić okno dialogowe, i obserwować, jaki wpływ ma zmiana konkretnego parametru. Gdy już je dobierzesz, zatwierdzasz parametry naciskając **OK** w oknie *Normalmap*. Wtyczka dokona wówczas konwersji obrazu (Rysunek 11.32.4) :



Rysunek 11.32.4 Uzyskana mapa normalnych

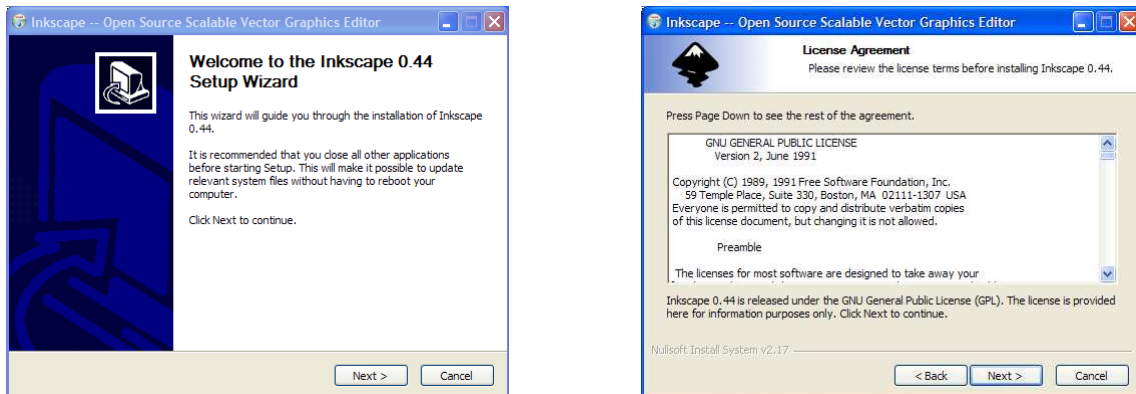
Rozdział 12. Inkscape — szczegóły obsługi

Na Inkscape natknąłem się przypadkiem. Szukałem wtedy czegoś, w czym można by było wygodnie rysować (i poprawiać) linie nitów i łączenia blach. GIMP ma pewne marginalne możliwości rysowania linii wektorowych. Gdy jednak wertowałem jego plik odpowiedzi, szukając szczegółów tej funkcji, natknąłem się na zdanie: "Rysowanie linii w GIMP nie jest tak wygodne, jak w wyspecjalizowanych programach, np. Inkscape".

Co to jest to "Inkscape"? Wystarczyło wpisać to hasło w Google, by znaleźć stronę tego projektu. Jest to najmłodszy z programów, używanych w tej książce. Nie osiągnął jeszcze "pełnoletności" (aktualne wersje mają nadal numer poniżej 1.00). W związku z tym potrafi czasami się "zawiesić", lub zakończyć się nagle z jakimś krytycznym błędem. Na szczęście nie dzieje się to zbyt często. W każdym razie nie zapominaj o częstym zapisywaniu swojej pracy do pliku!

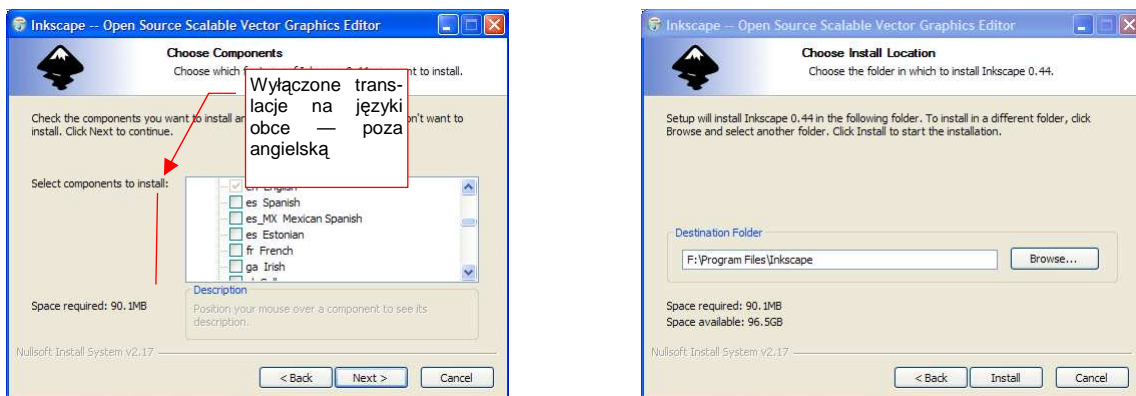
12.1 Instalacja Inkscape

Po uruchomieniu programu instalacyjnego pojawia się ekran "powitalny", a następnie ekran z umową licencyjną (Rysunek 12.1.1):



Rysunek 12.1.1 Instalacja GIMP — pierwsze dwa ekrany

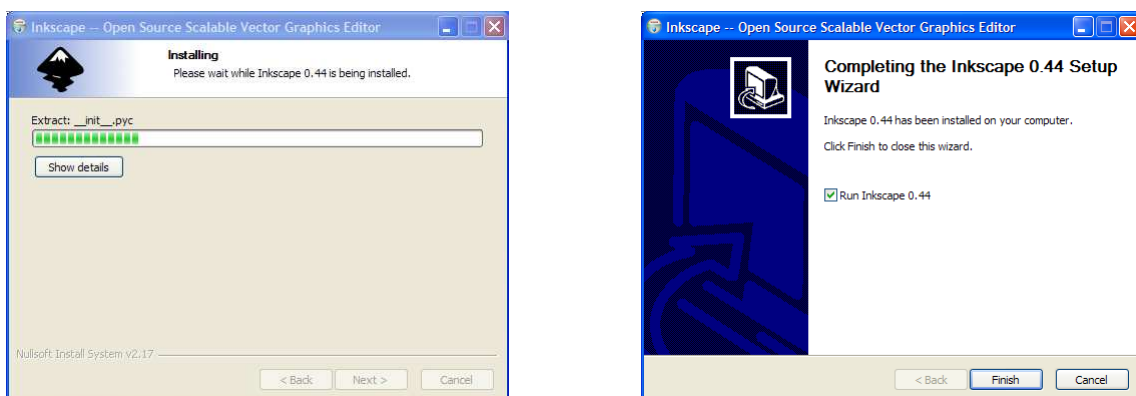
Po naciśnięciu przycisku **I Agree** na ekranie *License Agreement*, przejdziemy do ekranu *Choose Components* (Rysunek 12.1.2):



Rysunek 12.1.2 Wybór opcji instalacji

Warto dopilnować, aby na ekranie *Choose Components* wyłączyć z komponentów wszelkie tłumaczenia poza angielskim (obowiązkowe) i polskim. Na ekranie *Choose Install Location* można zmienić domyślny folder programu.

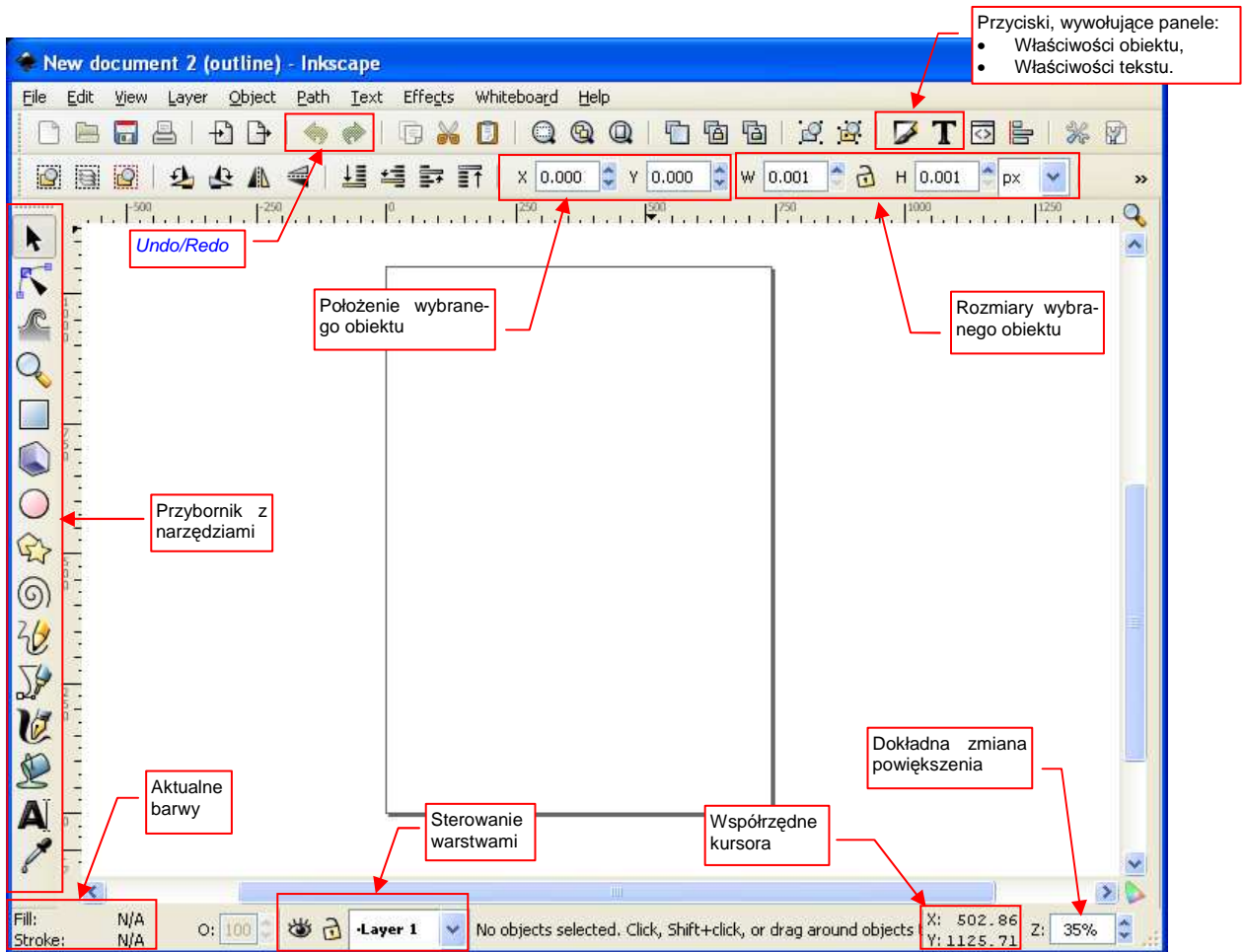
Po naciśnięciu przycisku **Install** wykonuje się instalacja (Rysunek 12.1.3):



Rysunek 12.1.3 Instalacja Inkscape - ekrany: postępu i finalny

12.2 Wprowadzenie

Rysunek 12.2.1 pokazuje, jak wygląda ekran Inkscape zaraz po pierwszym otwarciu:

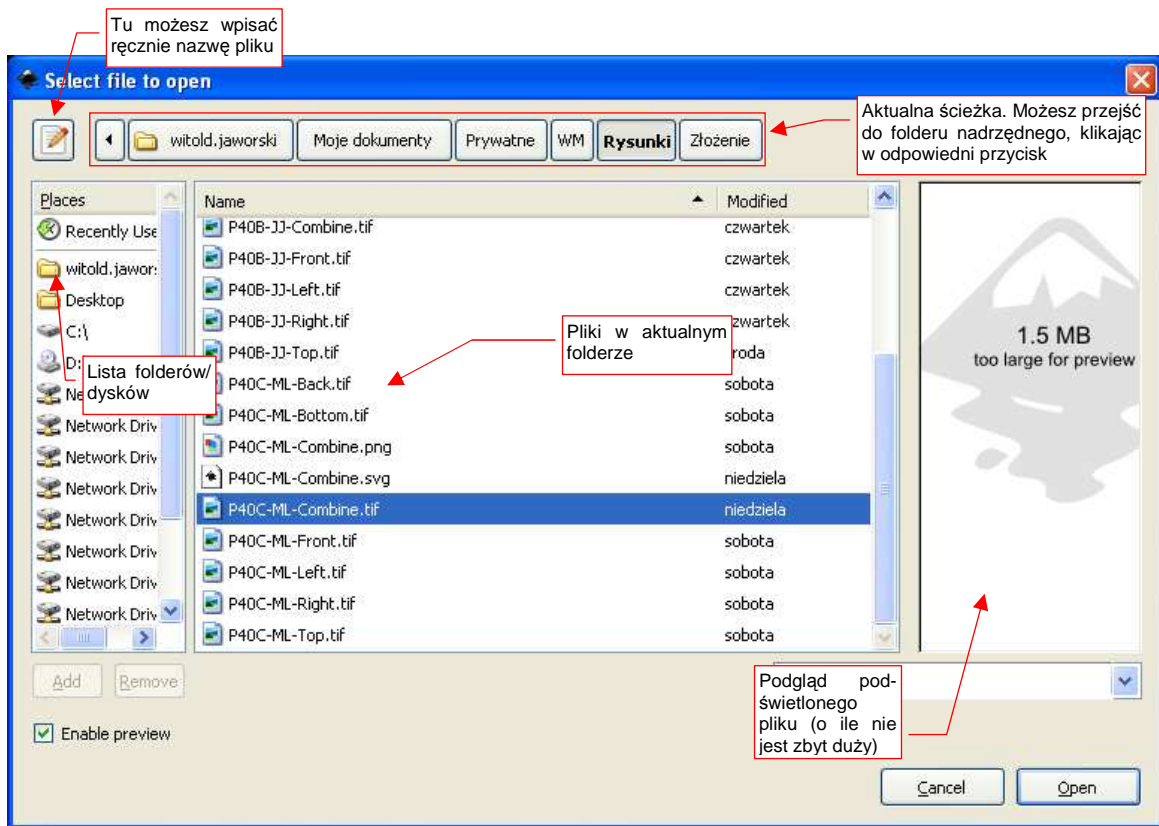


Rysunek 12.2.1 Okno Inkscape

Okno programu jest tu jednocześnie oknem obrazu. Wokół krawędzi są rozmieszczone różnorodne przybory z ikonami (Rysunek 12.2.1). Pionowo, po lewej — przybory z narzędziami edycji. U góry — m.in. pola umożliwiające zmianę położenia i rozmiarów wybranego obiektu.

12.3 Otwieranie pliku

Wybierz polecenie **File** → **Open**. Pojawi się okno wyboru plików (Rysunek 12.3.1), bardzo podobne do okna Gimpa (por. str. 628):



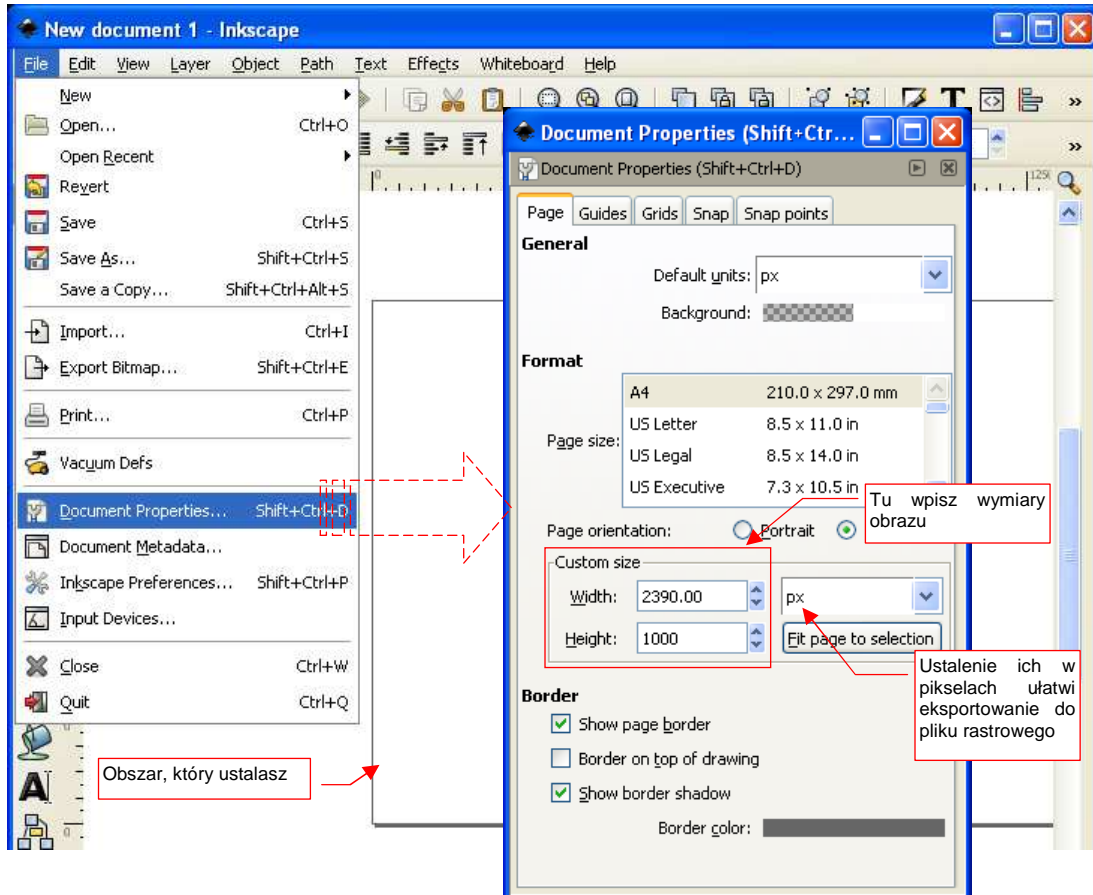
Rysunek 12.3.1 Inkscape - okno wyboru plików

Inkscape umożliwia podgląd zawartości pliku, podświetlonego na liście — ale, jak widać (Rysunek 12.3.1), tylko do pewnego rozmiaru.

Po naciśnięciu przycisku **Open**, w Inkscape pojawi się załadowany plik.

12.4 Ustalenie rozmiaru obrazu

Wywołaj polecenia **File** → **Document Properties**. (Rysunek 12.4.1):



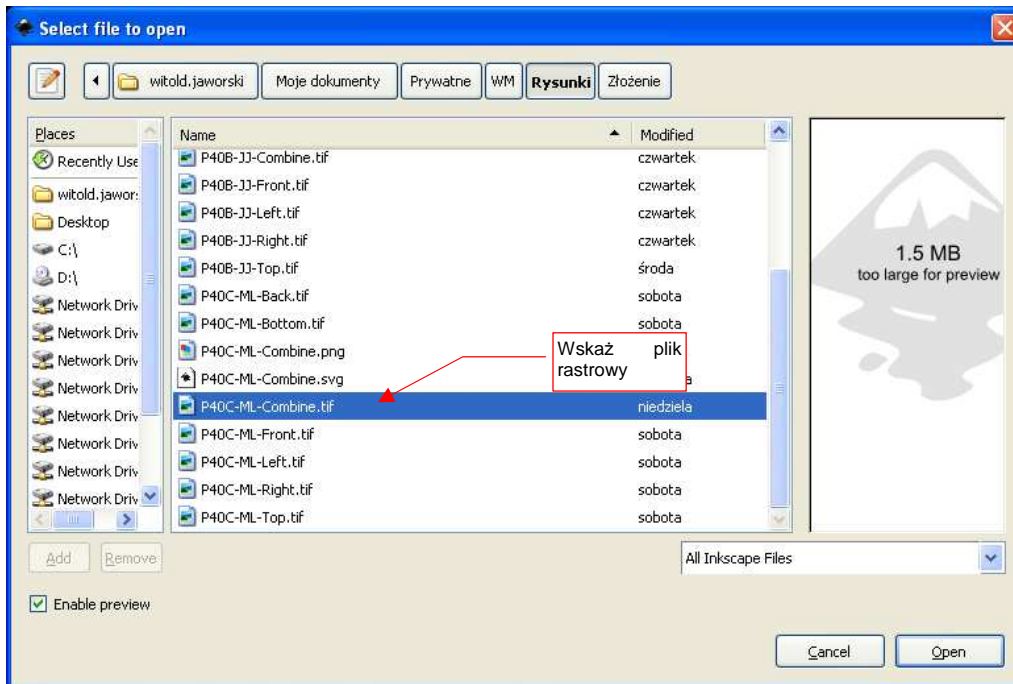
Rysunek 12.4.1 Ustalenie rozmiaru dokumentu

W oknie dialogowym *Document Properties*, w pola **Width**, **Height** sekcji **Custom size**, wpisz wymiary dokumentu. Sugerowałbym, aby — dla wygody — założyć, że 1 jednostka Inkscape = 1 piksel weryfikowanego obrazu.

Okno *Document Properties* nie ma przycisku "OK." — zmiany zostają wprowadzone, gdy tylko opuścisz to okno.

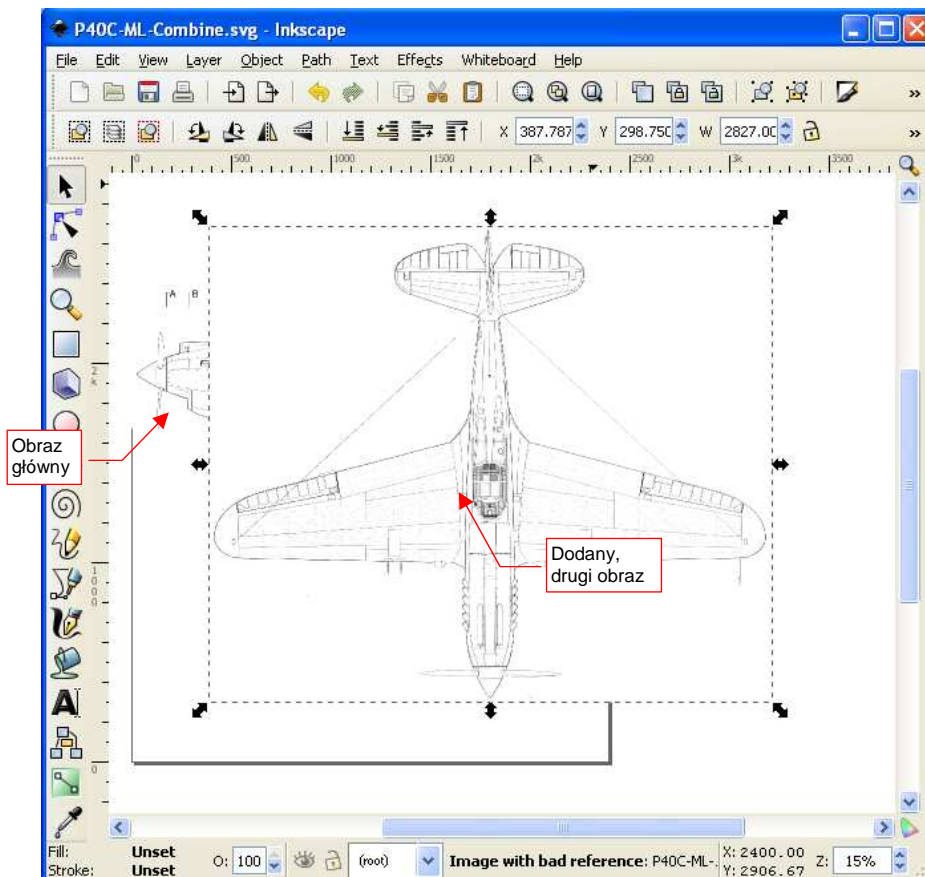
12.5 Wstawienie dodatkowego obrazu rastrowego

Wywołaj polecenie **File→Import**. W oknie dialogowym wyboru plików, które się pojawi, wskaż jakiś plik rastrowy (Rysunek 12.5.2):



Rysunek 12.5.1 Wybór pliku rastrowego

Inkscape wstawi ten obraz do aktualnego rysunku (Rysunek 12.5.2):

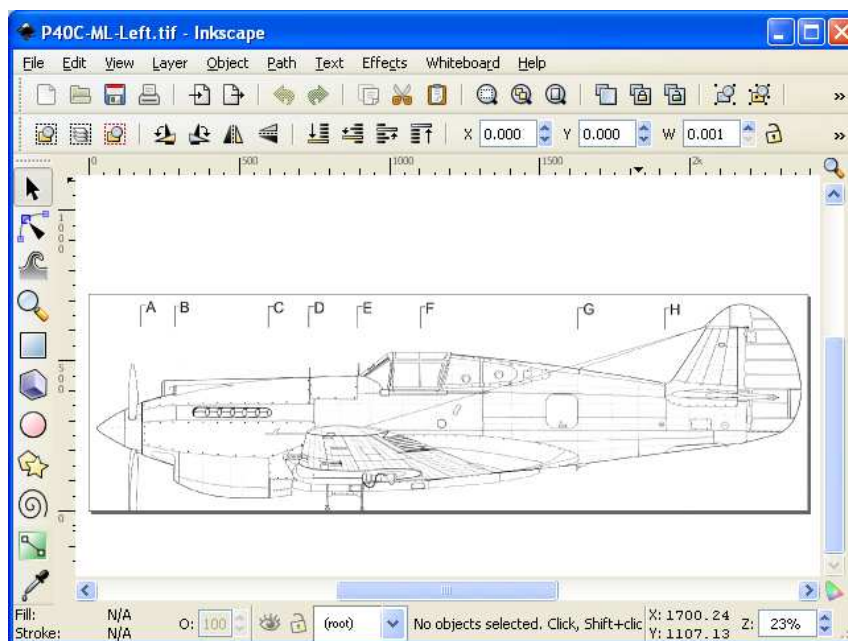


Rysunek 12.5.2 Kolejny obraz rastrowy, dodany do dokumentu Inkscape

12.6 Obrazy rastrowe — właściwości

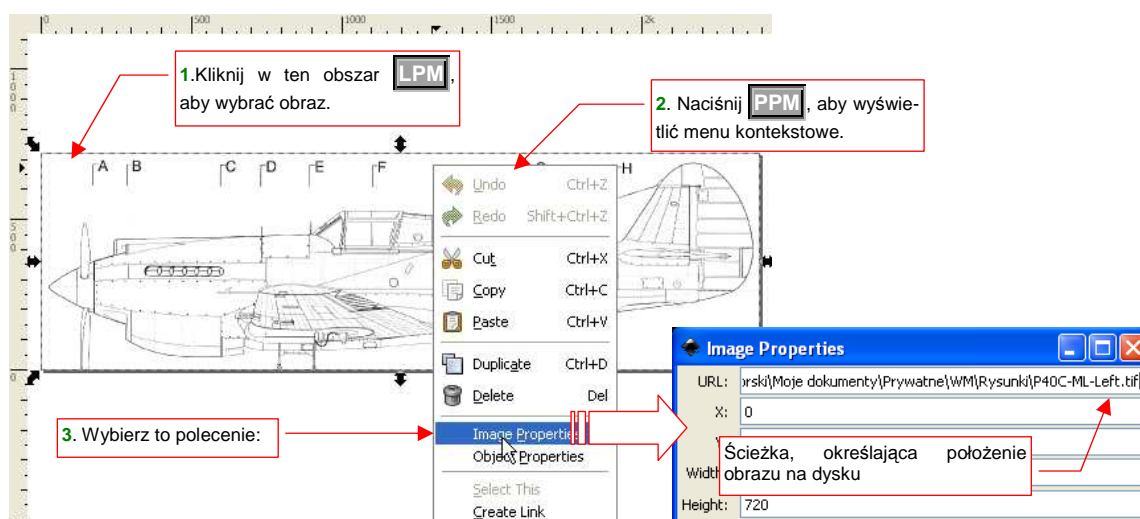
Inkscape potrafi wyświetlać zawartość plików rastrowych. Traktuje je jako niepodzielną całość, której wnętrze nie podlega żadnej edycji. Program nawet nie przechowuje kopii takich obrazów w swoich rysunkach (*.svg). Zapamiętuje tylko ścieżki do plików, które ma wyświetlić¹. Ma to dwie konsekwencje:

- jeżeli usuniesz z dysku plik, który wstawiłeś w rysunek Inkscape — program już go nie wyświetli;
- jeżeli zmienisz za pomocą GIMP coś w pliku wstawionym do rysunku Inkscape, zmiany wprowadzone w ten sposób staną także widoczne w Inkscape.



Rysunek 12.6.1 Rysunek rastrowy wczytany do Inkscape

W razie potrzeby sam możesz zmieniać w Inkscape referencje do pliku. Zaznacz obraz, który chcesz zmienić. Naciśnij teraz **PPM**, aby otworzyć jego menu kontekstowe, i wybierz z niego polecenie **Image Properties** (Rysunek 12.6.2):



Rysunek 12.6.2 Okno właściwości obrazu rastrowego

W oknie **Image Properties** możesz wpisać nazwę zupełnie innego pliku, z innym obrazem. Inkscape go wyświetli, w aktualnie zaznaczonym miejscu.

¹ Działa w ten sam sposób, jak strony internetowe (HTML) — one także przechowują tylko referencje do obrazów, które wyświetlają.

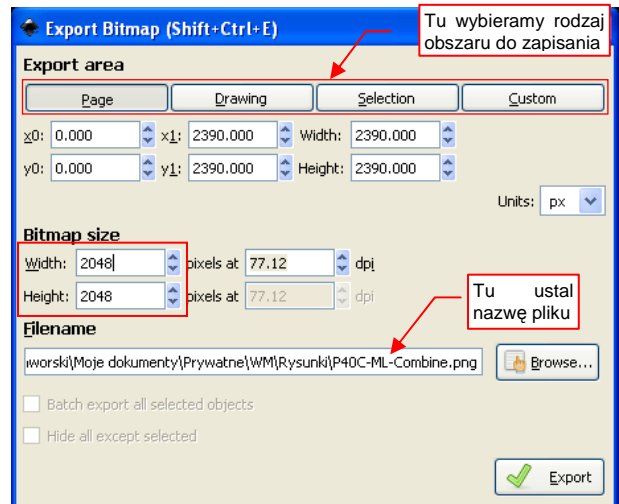
12.7 Eksport do obrazu rastrowego

Wywołaj **File→Export Bitmap**. Inkscape otworzy odpowiednie okno dialogowe (Rysunek 12.7.1):

W oknie tym ustal - w sekcji **Bitmap size** - rozmiary obrazu rastrowego. Jeżeli eksportowany plik ma być użyty jako tekstura, postaraj się, by miał taką samą wysokość i szerokość. Jeszcze lepiej, gdy rozmiar obrazu w pikselach jest jakąś potęgą liczby 2. Zazwyczaj stosuje się rozmiary 512, 1024, 2048. Jak widać na ilustracji, ja wybrałem 2048 (aby było widać jak najwięcej szczegółów).

W polu **Filename** ustalamy nazwę pliku. Aby uniknąć pomyłek, zapisuję obraz pod tą samą nazwą, co plik ***.svg**, tylko z innym rozszerzeniem: **P40C-ML-Combine.png**. Inkscape zapisuje (na razie?) bitmapy tylko w jednym formacie: ***.png**. Nie jest to jednak duży problem, możemy ją później przekształcić na inny format za pomocą Gimp'a. Zresztą Blender akceptuje obrazy także w formacie ***.png**.

Po naciśnięciu przycisku **Export** zostanie utworzony obraz, gotowy do użycia w Blenderze.



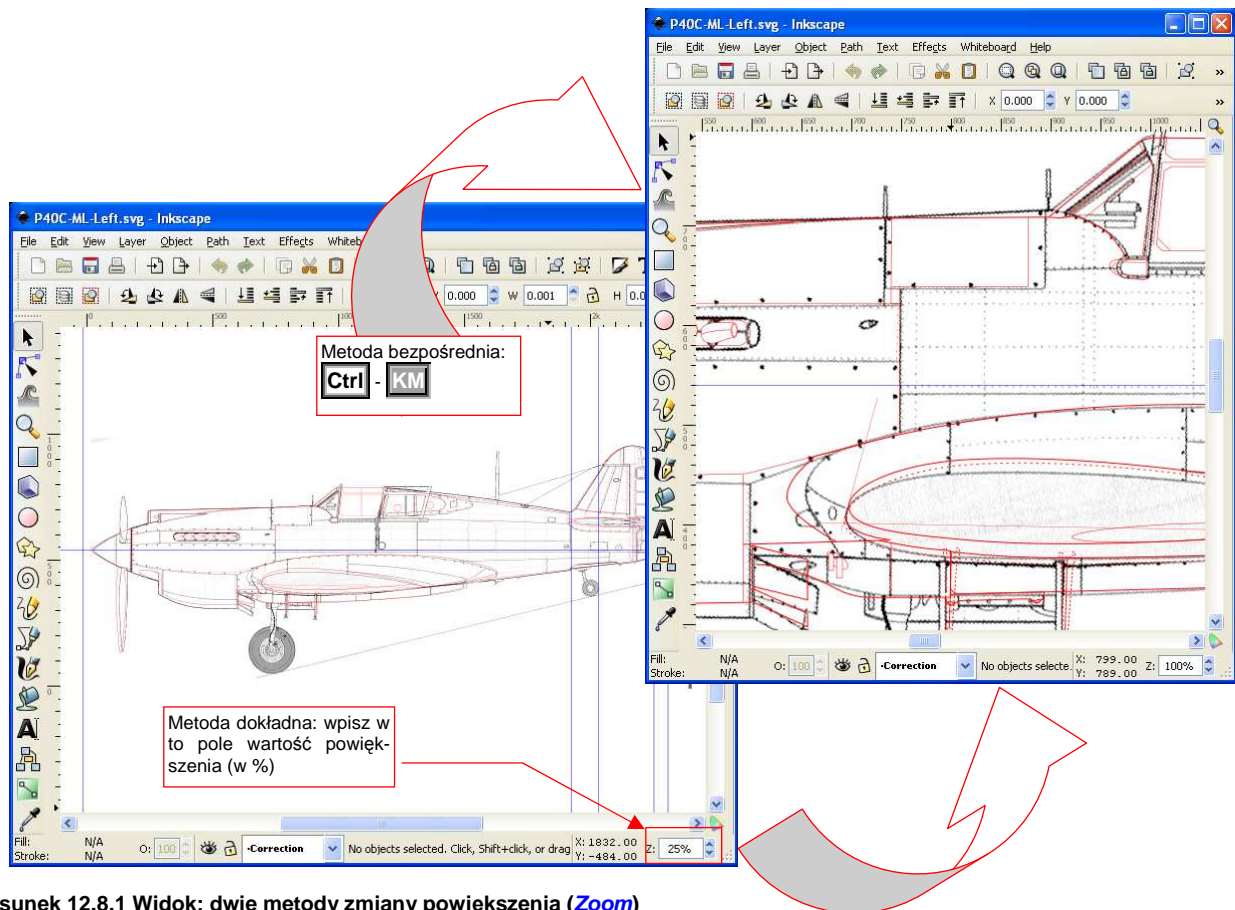
Rysunek 12.7.1 Szczegóły eksportu do bitmapy (obrazu rastrowego)

12.8 Widok: powiększanie, przesuwanie

Obsługa zmiany powiększenia (*zoom*) i przesuwania obrazu (*pan*) jest w Inkscape prawie tak samo jak w GIMP.

Zmiany powiększenia można dokonać na dwa sposoby:

- szybko i mniej dokładnie: trzymając wciśnięty **Ctrl** i obracając kółkiem myszki (**KM**);
- dokładnie: wpisując %powiększenia w pole Zoom, u dołu ekranu (Rysunek 12.8.1);



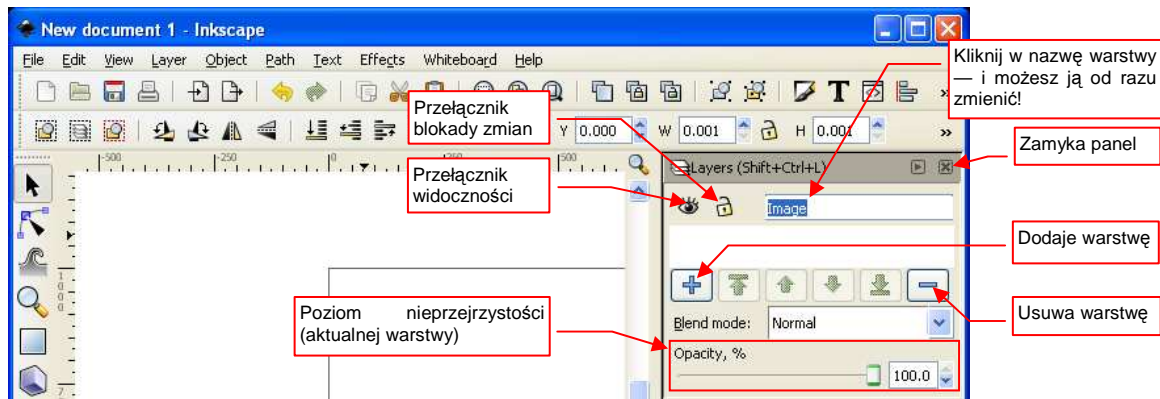
Rysunek 12.8.1 Widok: dwie metody zmiany powiększenia (*Zoom*)

Przesunięcie widoku to ruch myszki z wciśniętym **SPM** (identycznie jak w GIMP — str. 633). Możesz także użyć w tym celu pasków przewijania (*scrollbars*), umieszczonych z boku ekranu.

Dodatkowo, zgodnie ze standardem Windows, obrót **KM** powoduje przewijanie obrazu w górę i w dół. Już poza tym standardem, kombinacja **Shift** - **KM** przesuwa widok w poziomie.

12.9 Warstwy — zarządzanie

W Inkscape, podobnie jak w GIMP, istnieją warstwy, za pomocą których możesz grupować elementy rysunku. Gdy wywołasz polecenie **Layer→Layers** (**Shift-Ctrl-L**), na ekranie pojawi się dodatkowy panel (Rysunek 12.9.1) :

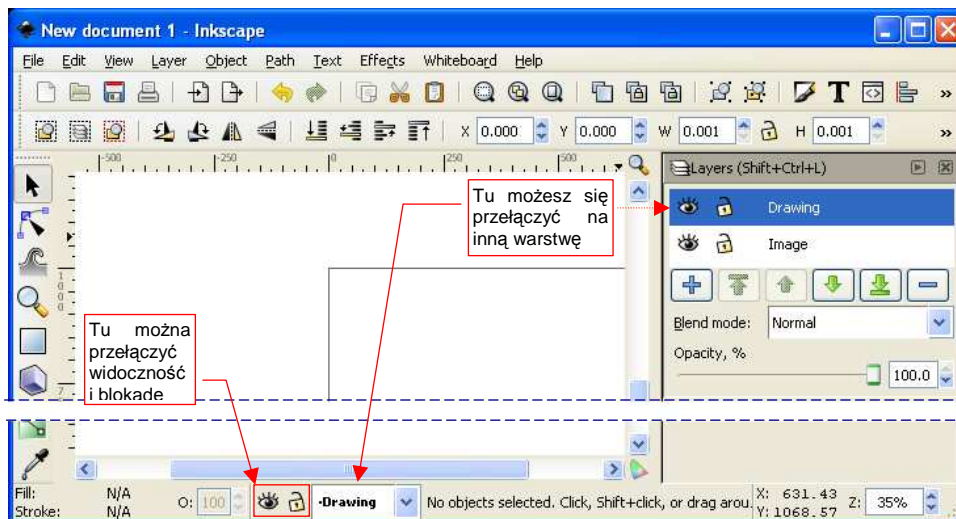


Rysunek 12.9.1 Panel zarządzania warstwami

Panel sterowania warstwami zapewnia "pełną kontrolę" ich stanu. Zwróć szczególną uwagę na kontrolkę **Opacity** — zmienia przejrzystość podświetlonej na liście warstwy. Będziesz jej często używał. Panel **Layers** (i wszystkie inne) możesz "schować" lub przywołać z powrotem naciskając **F12** (**View→Show/Hide Dialogs**)

Oprócz paneli zarządzania, Inkscape ma dodatkową kontrolkę u dołu ekranu (Rysunek 12.9.2). Za pomocą tej listy rozwijalnej i dwóch przełączników można:

- zmienić aktualną warstwę;
- włączyć lub wyłączyć widoczność warstwy;
- włączyć lub wyłączyć blokadę zmian dla obiektów umieszczonych na warstwie.



Rysunek 12.9.2 Elementy szybkiego zarządzania warstwami


Z kontrolki umieszczonej u dołu ekranu korzysta się najczęściej, gdyż nie zajmuje tyle cennej przestrzeni ekranu, co panel **Layers**.

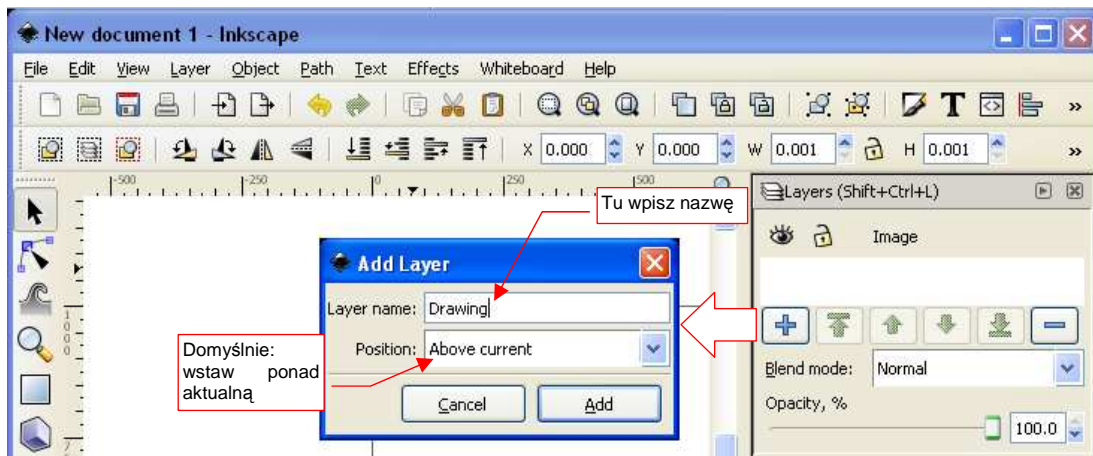
Warto zwrócić uwagę na pewne konwencję prezentowania nazwy warstw na liście rozwijalnej:

- nazwa zablokowanej warstwy jest ujęta w nawiasy kwadratowe.
- nazwa warstwy ukrytej jest szare, a nie czarna.

W ten sposób, zaraz po rozwinięciu listy, możesz się szybko zorientować co do stanu każdej z warstw.

12.10 Warstwy — dodanie nowej


Otwórz panel *Layers* (*Layer*→*Layers*). Na panelu naciśnij przycisk . Możesz także (alternatywnie) użyć polecenia z menu: *Layer*→*Add Layer...* Pojawi się okno dialogowe nowej warstwy (Rysunek 12.10.1):

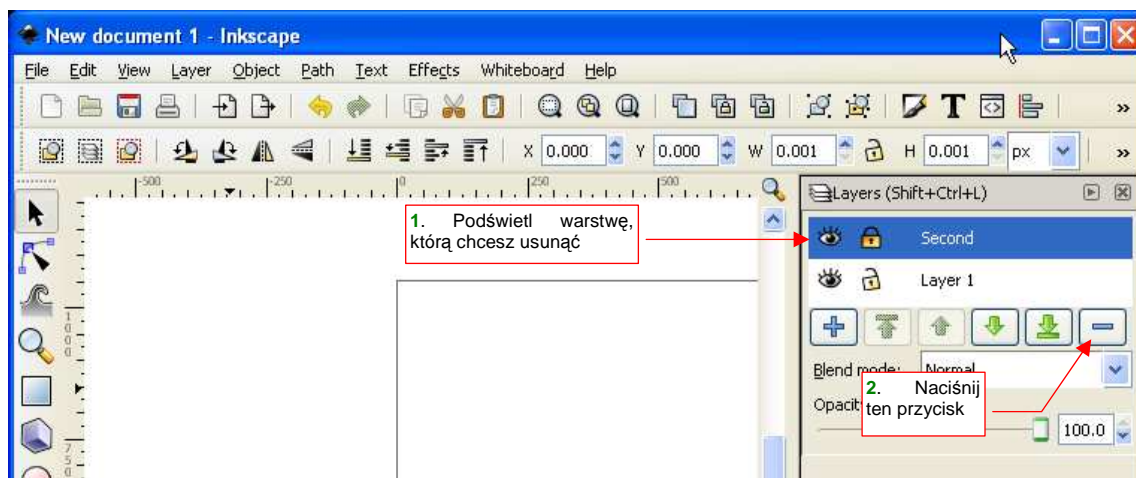


Rysunek 12.10.1 Dodawanie nowej warstwy

W oknie *Add Layer* wpisz w pole *Layer name* nazwę nowej warstwy. W polu *Position* możesz ustalić, w którym miejscu na liście ma być umieszczona (powyżej lub poniżej warstwy aktualnej).

12.11 Warstwy — usuwanie

Otwórz panel *Layers* (*Layer→Layers*). Na panelu podświetl warstwę do usunięcia i naciśnij przycisk  (Rysunek 12.11.1). (Możesz także — alternatywnie — użyć polecenia z menu: *Layer→Delete Current Layer..*).

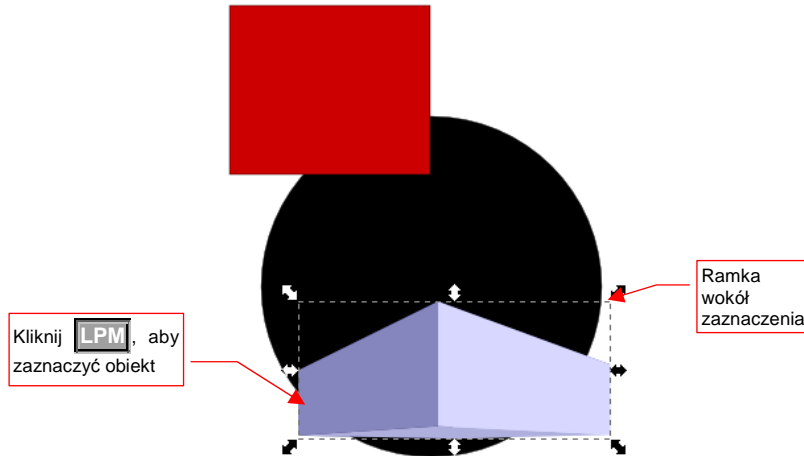


Rysunek 12.11.1 Usunięcie warstwy

12.12 Zaznaczanie obiektów (selekcja)

Wybór (selekcja) obiektów odbywa się w Inkscape w sposób typowy dla aplikacji Windows. Zaznaczony obiekt/obiekty są obramowane prostokątną ramką z uchwytemi (Rysunek 12.12.1). Naciśnięcie klawisz **Esc** powoduje rezygnację z wykonanego wyboru (w menu jest to polecenie **Edit→Deselect**).

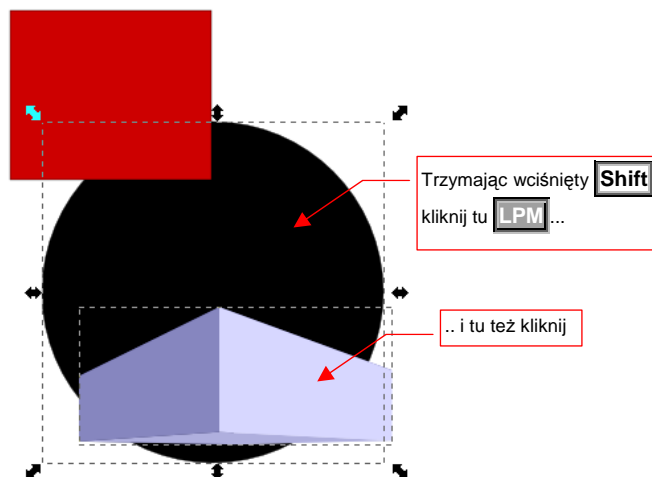
Wybór pojedynczego obiektu to kliknięcie w jego obszar **LPM**. Powoduje jednocześnie wyłączenie z selekcji ewentualnych obiektów wybranych wcześniej (Rysunek 12.12.1):



Rysunek 12.12.1 Zaznaczony, pojedynczy obiekt

- Gdy chcesz zaznaczyć obiekt, który nie ma wypełnienia, musisz kliknąć **LPM** dokładnie w jedną z jego linii. Jeżeli np. wybierasz kwadrat, który nie ma wypełnionego środka, kliknięcie w jego wnętrze wcale go nie zaznaczy!

Aby **wybrać wiele obiektów**, jeden po drugim: trzymaj wciśnięty **Shift** i klikaj w nie po kolei **LPM** (Rysunek 12.12.2):

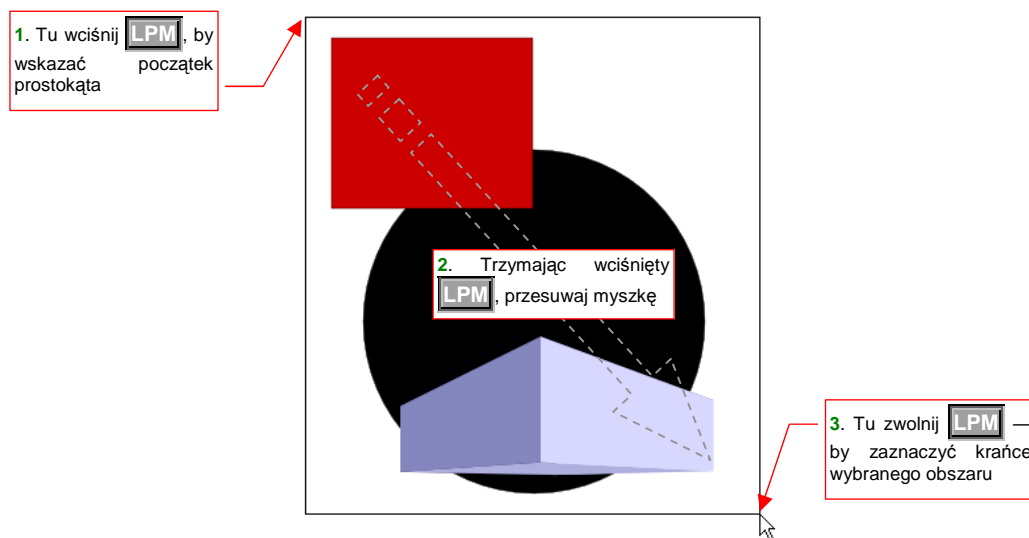


Rysunek 12.12.2 Zaznaczanie wielu obiektów — metoda bezpośrednia

Jeżeli powtórnie klikniesz **Shift** - **LPM** w zaznaczony obiekt - zostanie wykluczony z selekcji.

Aby wybrać wiele obiektów za **pomocą prostokątnego obszaru**: wciśnij **LPM** w miejscu, gdzie nie ma żadnego obiektu. To wyznacza jeden z narożników prostokąta; Następnie, trzymając wciśnięty **LPM**, przesuwać kur-

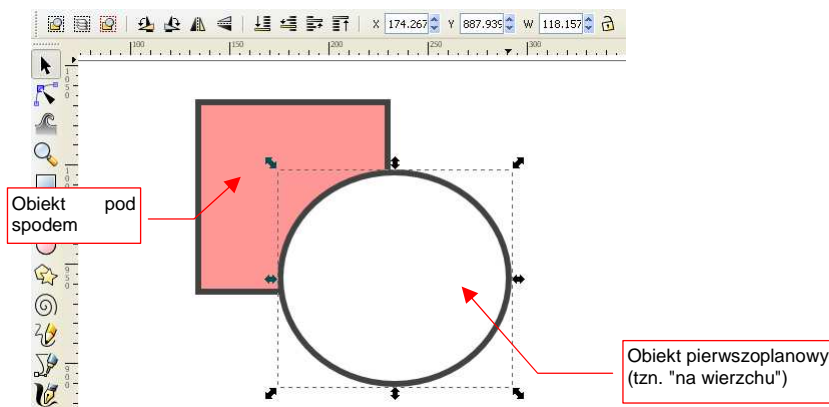
sor. Będziesz "ciągnął" w ten sposób przeciwny narożnik obszaru selekcji. Miejsce, w którym zwolnisz **LPM**, wyznaczy rozmiar prostokąta. Wybrane zostaną wyłącznie obiekty, które mieszczą się w nim w całości (Rysunek 12.12.3):



Rysunek 12.12.3 Zaznaczanie obiektów obszarem prostokątnym

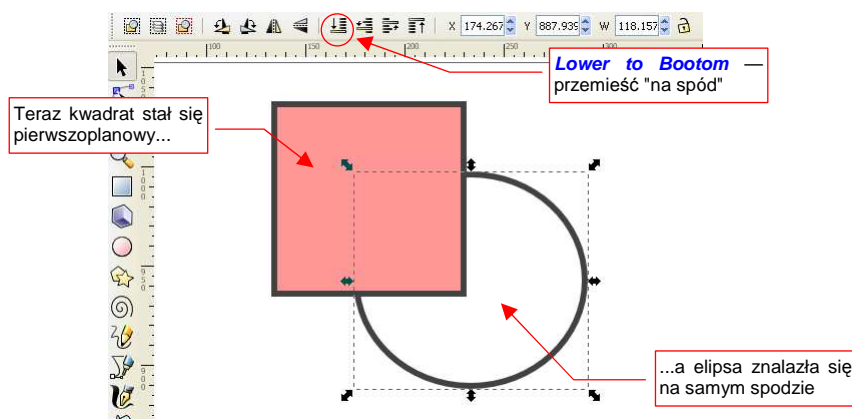
12.13 Zmiana kolejności obiektów

W Inkscape każdy obiekt jest umieszczony "ponad" albo "poniżej" innych. Przyjrzyjmy kwadratowi i elipsie, umieszczonym na tej samej warstwie (Rysunek 12.13.1). Elipsa zasłania kwadrat — jest obiektem pierwszoplanowym:





Rysunek 12.13.1 Oryginalna kolejność obrazów

Zaznacz elipsę. Następnie wywołaj polecenie **Object → Lower to Bottom**. Sytuacja ulegnie zmianie (Rysunek 12.13.2):



Rysunek 12.13.2 Kolejność obrazów po przesunięciu pierwszoplanowego "na dno".

Spośród czterech poleceń, za pomocą których można w Inkscape zmieniać kolejność obiektów, w praktyce używałem tylko dwóch:

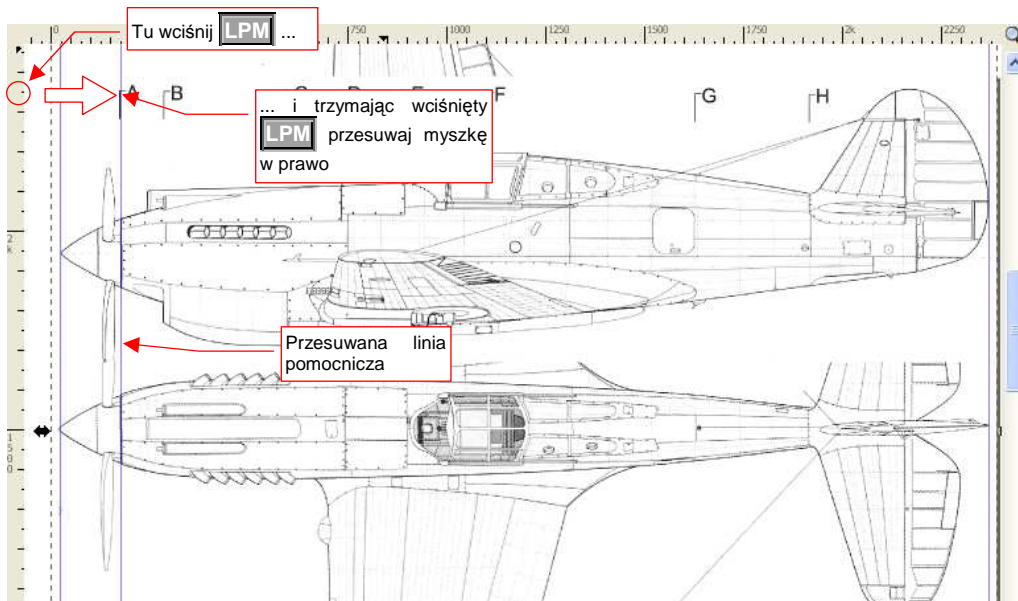
- **Object → Lower to Bottom** (skrót klawiaturowy: **End**, ikona: ): umieszcza zaznaczony obiekt poniżej wszystkich innych;
- **Object → Raise to Top** (skrót klawiaturowy: **Home**, ikona: ): umieszcza zaznaczony obiekt powyżej wszystkich dotychczas narysowanych;

Każdy nowy obiekt, który tworzysz, jest umieszczany ponad wszystkimi narysowanymi do tej pory.

W Inkscape istnieją także warstwy, pełniące podobną rolę jak w GIMP: podzielenia rysunku na fragmenty, łatwiejsze do zarządzania (patrz str. 686). W ogólnej hierarchii Inkscape najważniejsza jest kolejność warstw. To ona określa "zgrubnie", co jest widoczne, co nie widoczne, a także co jest na wierzchu a co pod spodem. Omawiane w tej sekcji operacje — "przesuń na spód", "przesuń na wierzch" — zmieniają kolejność obiektów tylko w obrębie pojedynczej warstwy.

12.14 Linie pomocnicze (*guides*)

W Inkscape możesz użyć linii pomocniczych (*guides*). Służą do zaznaczania jakiegoś istotnego miejsca, a także porównań. Tworzy się je tak samo jak w GIMP: poprzez "wyciągnięcie" z linijki z boku lub z góry ekranu (Rysunek 12.14.1):



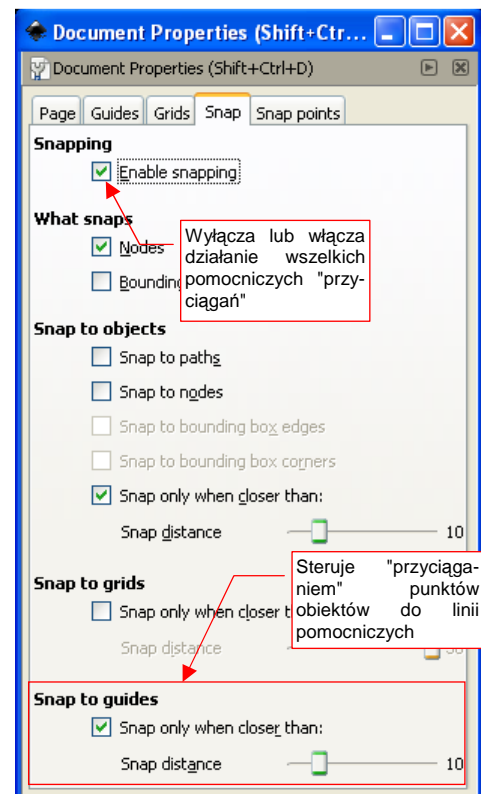
Rysunek 12.14.1 "Pobranie" linii pomocniczej

Linia pomocnicza nie jest częścią obrazu — nie jest drukowana, ani nie pojawia się w obrazach wyeksportowanych do pliku rastrowego.

Istniejące linie pomocnicze można przesuwać. Gdy zbliżasz do nich wskaźnik myszki na odległość kilkunastu pikseli, linie zmieniają kolor na czerwony. W ten sposób Inkscape sygnalizuje, że wciśnięcie w tym obszarze **LPM** i przesunięcie myszki przeniesie linię pomocniczą w nowe miejsce. Zostanie umieszczona tam, gdzie zwolnisz **LPM**.

Aby usunąć linię pomocniczą — trzymając wciśnięty **Ctrl**, kliknij w nią **LPM**.

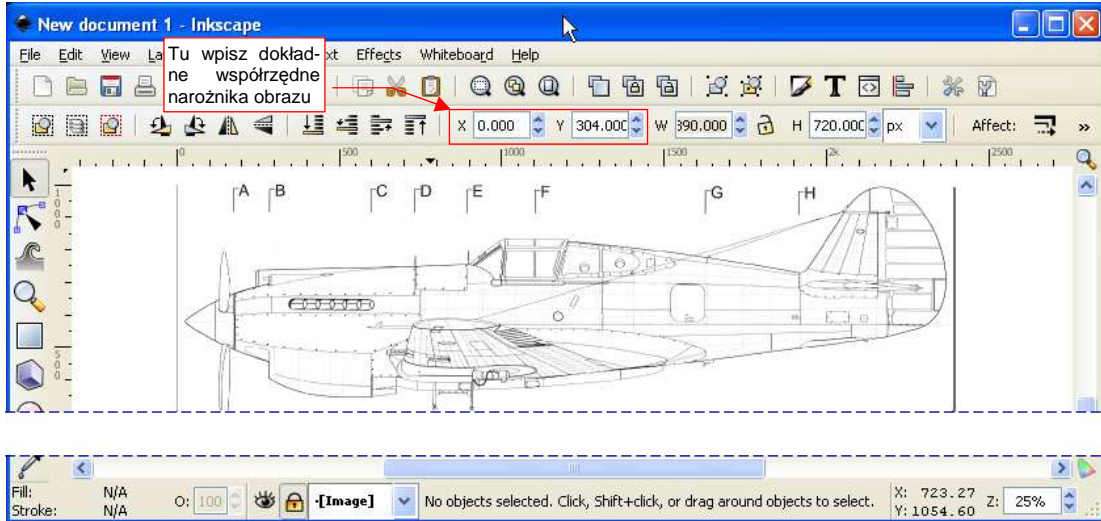
Jeżeli w oknie *Document Properties* (**Shift-Ctrl-D**) "przyciąganie" do punktów charakterystycznych jest włączone (Rysunek 12.14.2) — tworzone lub edytowane obiekty będą się dopasowywać do linii pomocniczych.



Rysunek 12.14.2 Włączenie "przyciągania" do linii pomocniczych

12.15 Dokładnie określanie pozycji obiektu

Przesunięcie za pomocą myszki zawsze jest obciążone jakimś błędem. Inkscape umożliwia — jako alternatywę — wpisanie dokładnych wartości numerycznych dla położenia i rozmiaru obiektu. Służą do tego pola **X**, **Y**, **W**, **H**, umieszczone ponad rysunkiem.

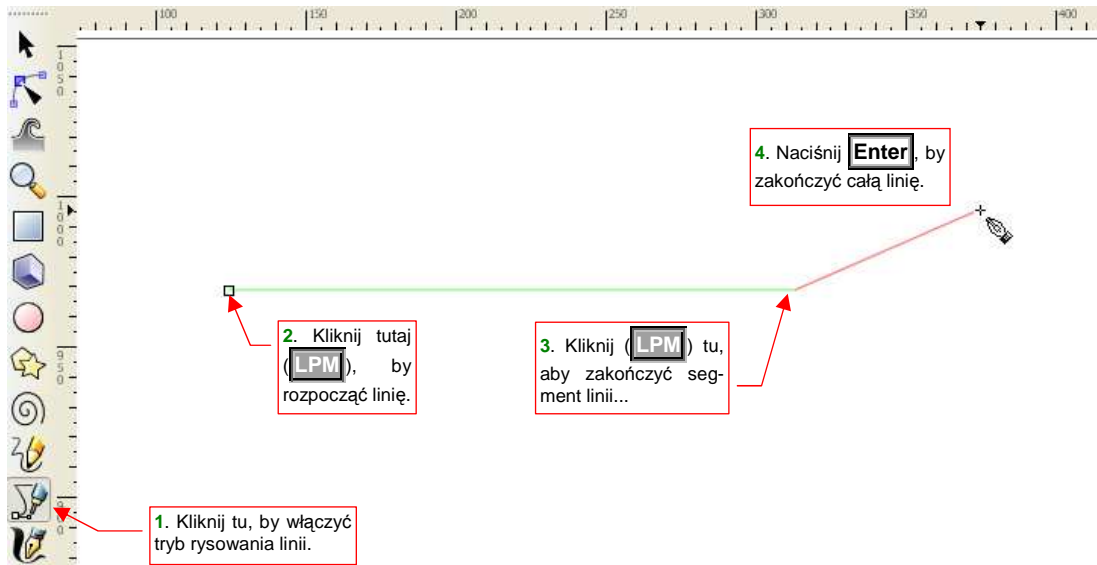


Rysunek 12.15.1 Obraz: ustalenie dokładnego położenia

Najczęstsze zastosowanie tej funkcji, to dokładne pozycjonowanie obrazów na rysunku. Aby ustalić ostateczną pozycję, wpisz w pola **X** i **Y** współrzędne lewego górnego narożnika obrazu (Rysunek 12.15.1):

12.16 Rysowanie linii

Rysowanie linii zaczynamy od przełączenia się w odpowiedni tryb pracy — rysowania linii (Rysunek 12.16.1):



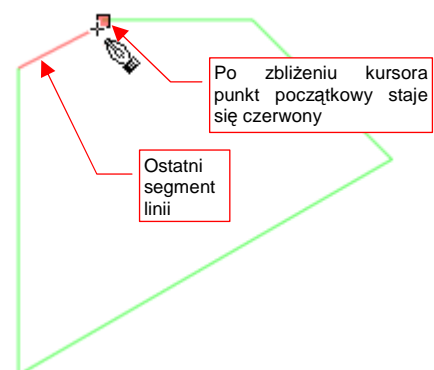
Rysunek 12.16.1 Rysowanie linii w Inkscape

Linie zaczynasz od kliknięcia **LPM** w punkt, który będzie początkiem pierwszego odcinka linii. Od tej chwili za kursorem myszki zaczyna się "ciągnąć" czerwona linia (mimo, że nie naciskasz żadnego klawisza). Gdy po raz drugi klikniesz **LPM** — zaznaczysz koniec prostoliniowego odcinka. Linia może się składać z jednego lub więcej takich segmentów. Zwróć uwagę, że po wskazaniu drugiego punktu Inkscape "z własnej inicjatywy" rozpoczął "ciągnąć" kolejny odcinek linii. Musisz na koniec nacisnąć **Enter**, aby zasignalizować programowi, że "na tym kończymy".

- Aby usunąć ostatnio narysowany odcinek linii — naciśnij **Backspace**.

- Jeżeli rysowany odcinek ma być poziomy lub pionowy — podczas rysowania trzymaj wciśnięty **Ctrl**.

Inkscape stara się ułatwić rysowanie linii jako figury zamkniętej. Stąd, gdy podczas rysowania linii zbliżysz koniec ostatniego odcinka do początku pierwszego — punkt początkowy ulegnie podświetleniu (Rysunek 12.16.2). Gdy umieścisz w nim punkt końcowy odcinka, który rysujesz (kliknięcie **LPM**) — linia stanie się zamknięta.



Rysunek 12.16.2 "Zamykanie" obrysu

12.17 Właściwości kształtu

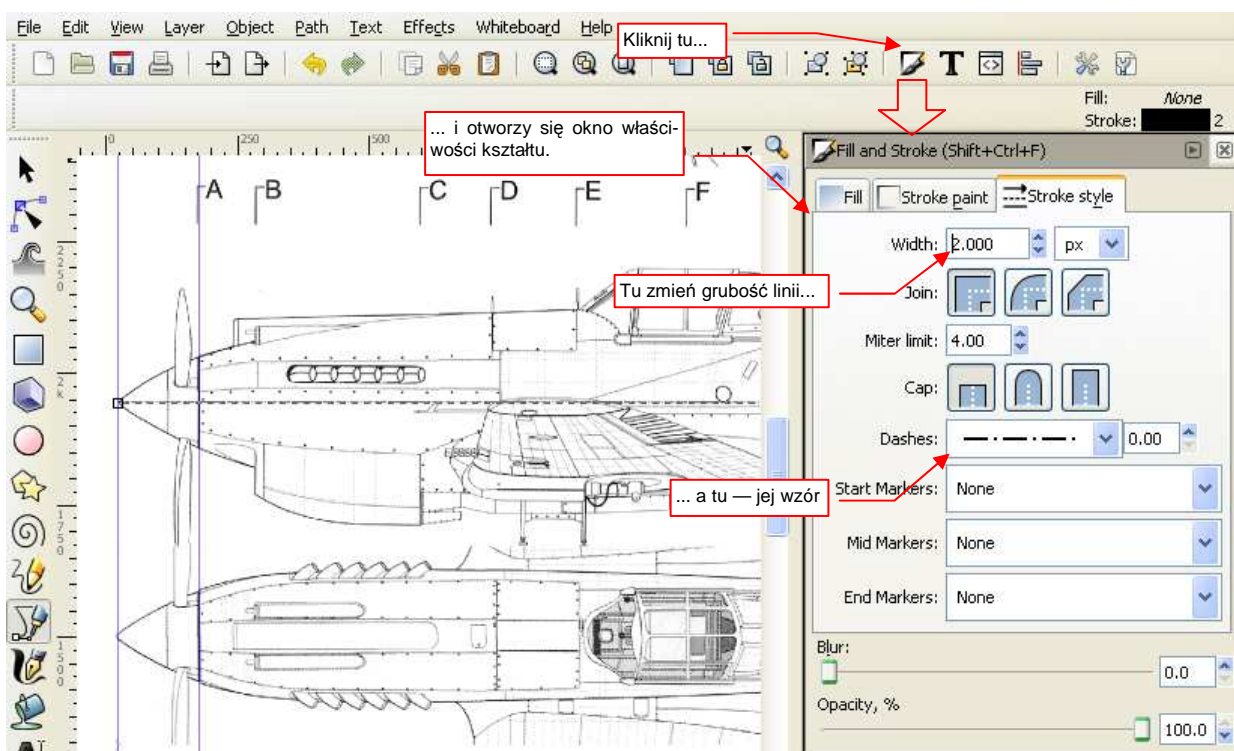
Każdy obiekt w dokumencie Inkscape — poza obrazem rastrowym — jest figurą geometryczną, złożoną z dwóch elementów:

- linii obrysu (*stroke*);
- wypełnienia (*fill*);

Dla obydwu można ustalić kolor, a w bardziej złożonych przypadkach — gradient czy deseń, jakim są rysowane. Linia obrysu dodatkowo posiada takie właściwości jak grubość i wzór (ciągła, kreskowana, kropkowa,...)

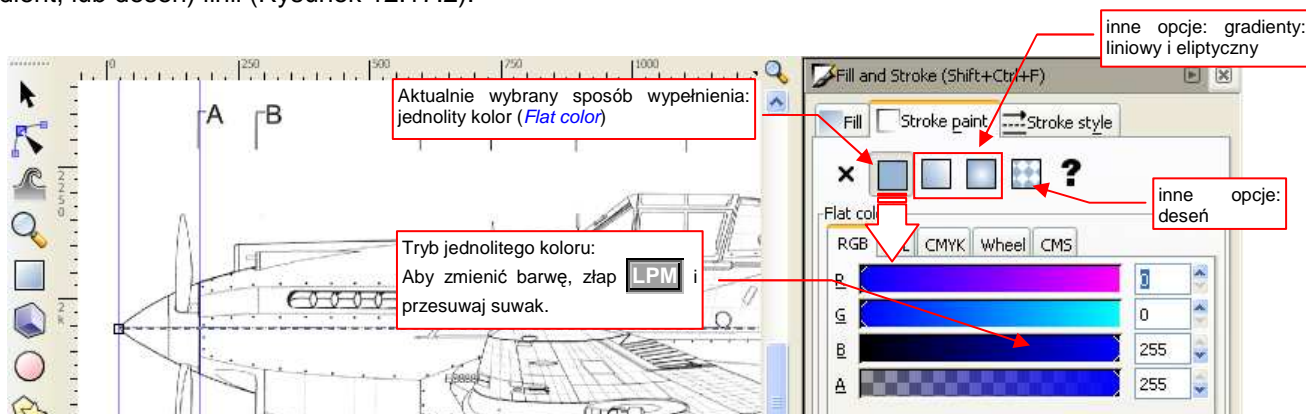
Wypełnienie mogą nawet posiadać obrysy (linie) otwarte — choć w takim przypadku wygląda nieco dziwnie.

Do zmiany wypełnienia i obrysu obiektu służy panel *Fill and Stroke* (Rysunek 12.17.1):




Rysunek 12.17.1 Okno właściwości kształtu (*Fill and Stroke*)

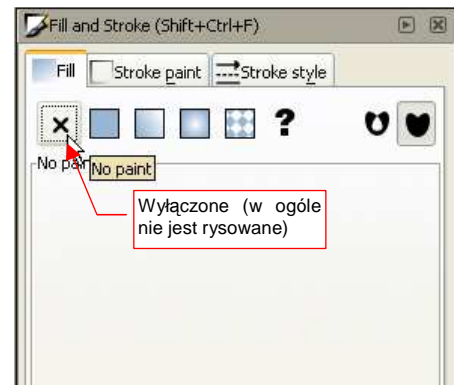
W zakładce *Stroke style* ustalasz grubość i deseń linii obrysu. W zakładce *Stroke paint* ustalasz barwę (lub gradient, lub deseń) linii (Rysunek 12.17.2):




Rysunek 12.17.2 Zmiana barwy linii — zakładka *Stroke paint*

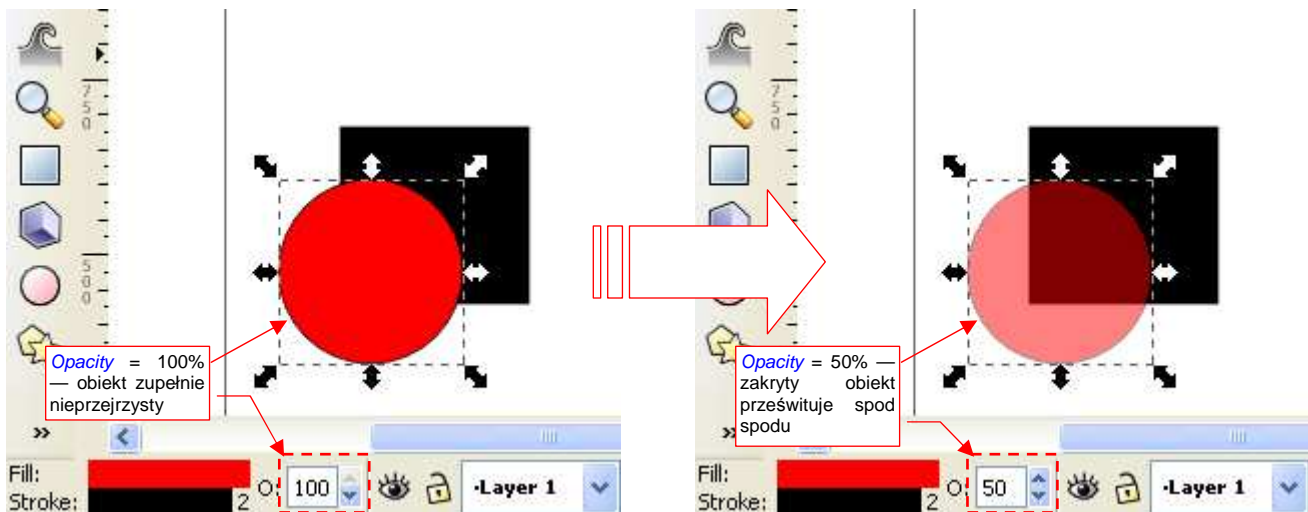
Zakładka sterująca wypełnieniem obiektu to **Fill**. Zawiera identyczne kontrolki jak **Stroke paint**.

Spośród możliwych trybów wypełnienia wyróżnia się pierwsza opcja od lewej —  (Rysunek 12.17.3). Gdy ją wybierzesz w zakładce **Fill**, obiekt w ogóle nie będzie miał wypełnienia. (Analogicznie, wybór tej opcji w **Stroke paint** spowoduje, że obiekt w ogóle nie będzie miał obrysu).



Rysunek 12.17.3 Wyłączenie wypełnienia wnętrza obiektu

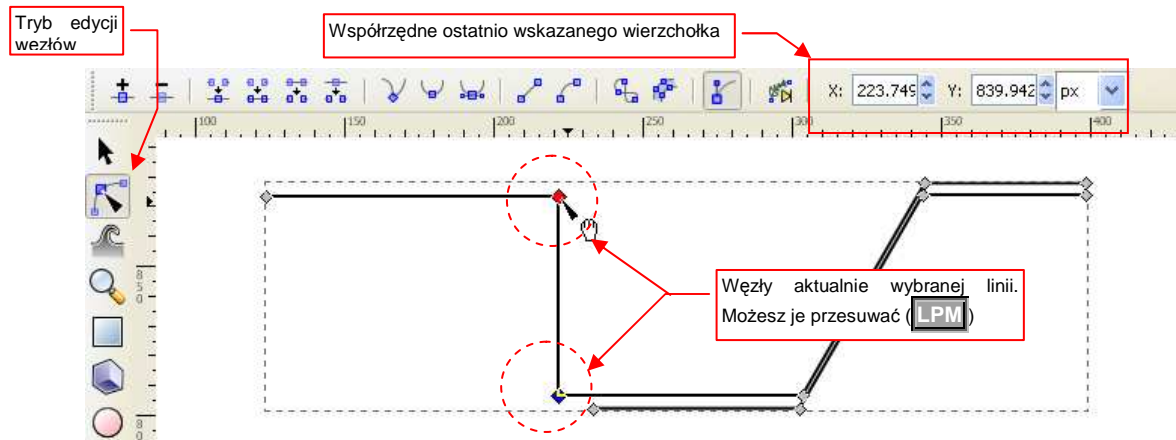
Na zakończenie warto wspomnieć o jeszcze jednej właściwości obiektu w Inkscape: przejrzystości. Możesz tu sterować nieprzejrzystością pojedynczego obiektu dokładnie tak samo, jak w GIMP steruje się nieprzejrzystością całych warstw. Służy do tego niewielka kontrolka , umieszczona u dołu ekranu (Rysunek 12.17.4):



Rysunek 12.17.4 Zmiana nieprzejrzystości obiektu (**Opacity**)

12.18 Edycja linii

Linie (a właściwie — "ścieżki", bo Inkscape określa je jako *paths*), które narysowałeś, możesz później modyfikować. Służy do tego oddzielny tryb — edycji węzłów (Rysunek 12.18.1). (Węzłem linii jest każdy z jej wierzchołków):



Rysunek 12.18.1 Edycja wierzchołków wybranej linii

W tym trybie każdy punkt linii (węzeł) jest oznaczony małym rombem. Możesz za nie "łapać" (**LPM**) i przesuwać w nowe miejsca. Obowiązują tu dokładnie te same reguły, co przy edycji całych obiektów. Pojedyncze kliknięcie w węzeł oznacza go jako wybrany (Węzeł wybrany zmienia swój kolor na niebieski). Jeżeli podczas wskazywania węzłów będziesz trzymać wciśnięty klawisz **Shift** - możesz zaznaczyć wiele punktów naraz. Możesz je także zaznaczać obszarem prostokątnym.

- Aby dodać do linii nowy wierzchołek — kliknij dwukrotnie **LPM** w segment, w miejscu w którym ma być wstawiony.
- Aby usunąć wybrany węzeł/węzły — naciśnięcie klawisza **Del** usuwa aktualnie wybrane węzeł/węzły. To zazwyczaj powoduje zmianę kształtu linii.

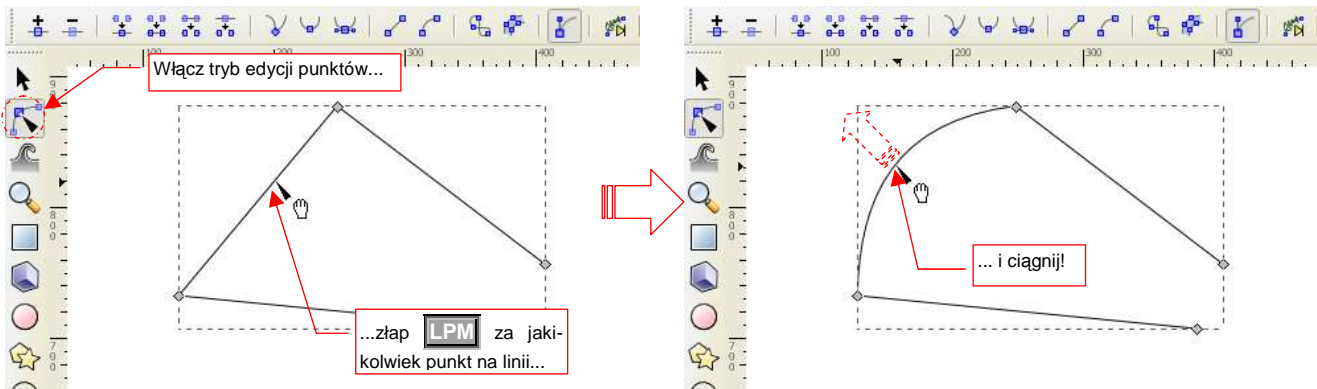
12.19 Linie krzywe

Inkscape pozwala od razu rysować linie krzywe — wystarczy w trakcie rysowania kolejnego segmentu trzymać przez cały czas wciśnięty **LPM**. Muszę jednak przyznać, że dla dokładnego odwzorowania kształtu ta metoda jest trochę nieodpowiednia. (A może — nie przećwiczyłem jej dostatecznie.) W każdym razie pokażę tu sposób, którego używam "na co dzień".

Polega on na:

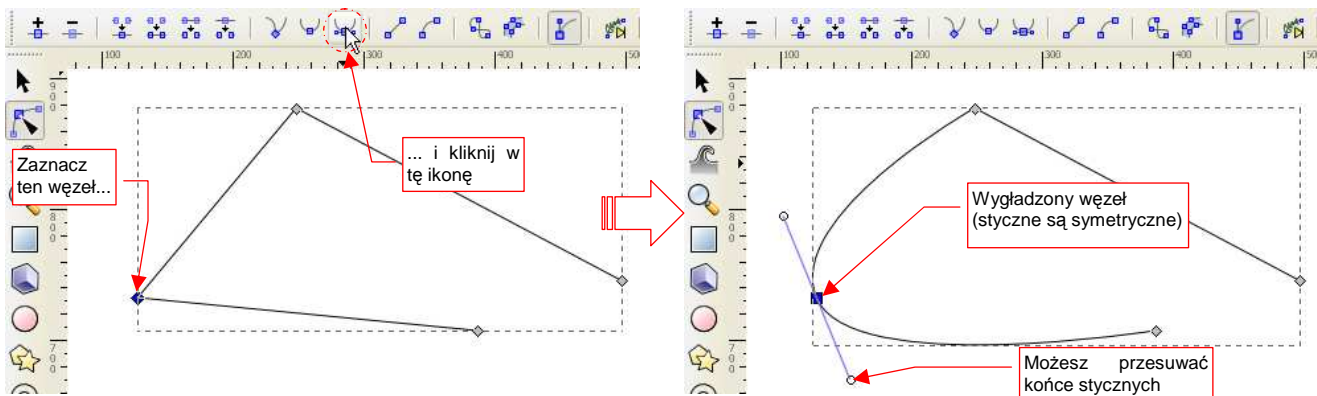
- pierwszym przybliżeniu obrysu za pomocą linii łamanej (patrz str. 694);
- przekształceniu kolejnych segmentów łamanej w odcinki krzywej.

Aby zmienić kształt linii łamanej w krzywą, musisz się przełączyć w tryb edycji. Potem wystarczy "złapać" za segment linii **LPM** i wygiąć w odpowiedni kształt (Rysunek 12.19.1):




Rysunek 12.19.1 Linia krzywa uzyskana poprzez "wyciągnięcie"

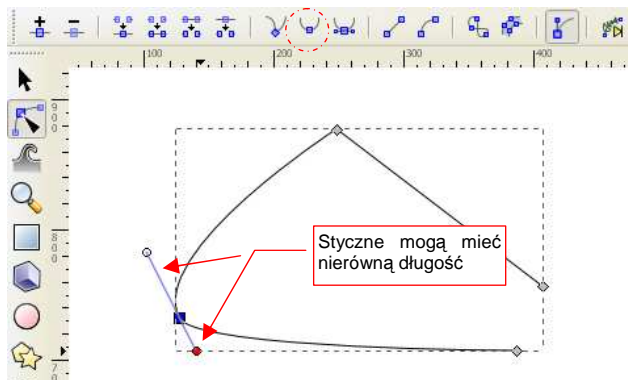
Alternatywną metodą jest zamiana poszczególnych węzłów (wierzchołków) z "ostrzych" na "gładkie", poprzez naciśnięcie ikony . Rysunek 12.19.2 przedstawia, na czym to polega:



Rysunek 12.19.2 Linia krzywa uzyskana poprzez zmianę typu węzła na "gładki, symetryczny"


W węźle pojawiły się dwie styczne do krzywej. Możesz sterować kształtem linii zmieniając ich pochylenie i długość. Przedstawiony na rysunku węzeł jest "symetryczny", co oznacza że zmiana jednej stycznej powoduje identyczną zmianę drugiej. (Dzięki temu wygięcie będzie bardziej "płynne", gdyż krzywe z obydwu stron węzła mają w tym miejscu taki sam promień krzywizny).

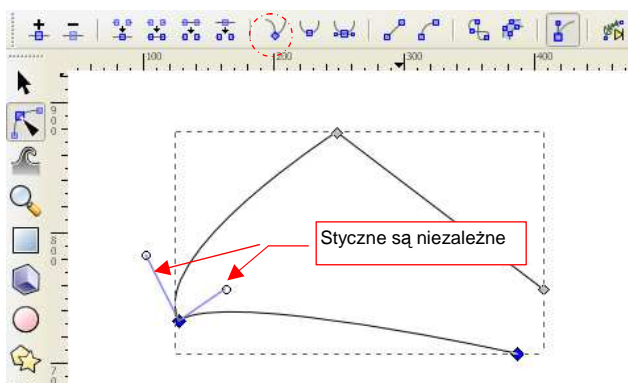
Jeżeli nie zależy Ci na aż tak "dokładnych" zaokrągleniach — możesz węzeł przełączyć w tryb  (Rysunek 12.19.3). Wtedy styczne z każdej strony węzła będą utrzymywały współliniowość. Będą się jednak mogły różnić długością.



Rysunek 12.19.3 Węzeł gładki, niesymetryczny

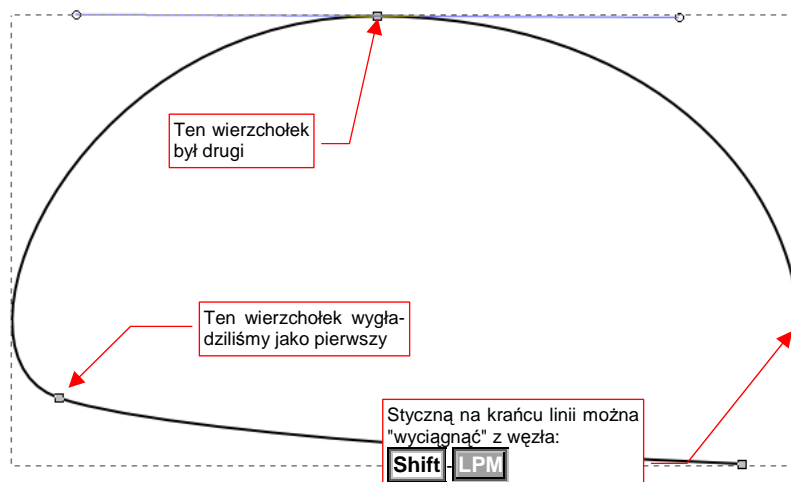
Krzywe, uzyskane w ten sposób, "na oko" wyglądają na gładkie. Gdy jednak styczne w węźle różnią się długością, występuje w nich skokowa zmiana promienia krzywizny.

Gdy wreszcie chcesz uzyskać w węźle załamanie — przełącz się w tryb . Wtedy możesz manipulować każdą ze stycznych oddzielnie (Rysunek 12.19.4):



Rysunek 12.19.4 Węzeł ostry

Ostateczny kształt krzywej uzyskujesz, przekształcając kolejne węzły na "gładkie" i — zazwyczaj — symetryczne (Rysunek 12.19.5). Zaczynasz ten proces od jednego krańca linii łamanej. Sukcesywnie przekształcasz w krzywą i nadajesz właściwy kształt kolejnym segmentom, dopóki nie dotrzesz do końca linii.



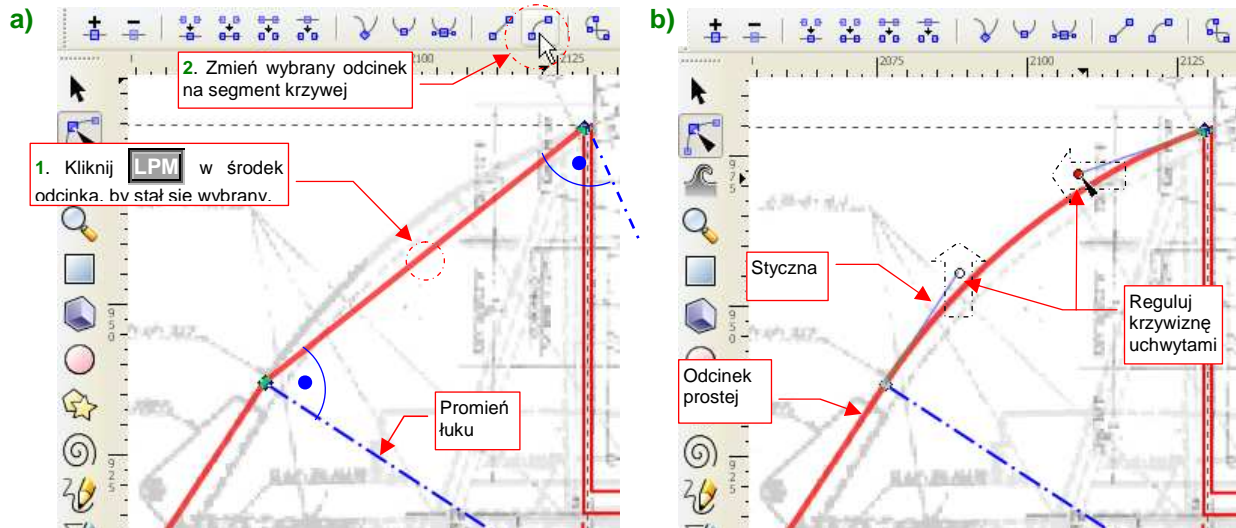
Rysunek 12.19.5 Krzywa z wieloma wierzchołkami

Podobnie jak podczas edycji linii łamanych:

- Aby dodać nowy wierzchołek, kliknij dwukrotnie **LPM** w miejscu, gdzie ma powstać.
- Aby wierzchołek usunąć — zaznacz go i naciśnij **Delete**;

12.20 Odzworowanie obrysu zawierającego łuk

Łuk to specjalny przypadek krzywej. Operację pokażę na przykładzie formowania obrysu krawędzi natarcia statecznika pionowego. Jest to odcinek prostej i fragment łuku. Zaczęłam jednak od narysowania dwóch prostych odcinków (Rysunek 12.20.1a):



Rysunek 12.20.1 Obrys — wygładzanie

Aby zmienić drugi segment w łuk:

- przełącz się w tryb edycji węzłów;
- kliknij w środek segmentu, który ma być zakrzywiony. (Jego obydwa wierzchołki powinny zabarwić się na niebiesko);
- naciśnij przycisk w pasku narzędzi, zmieniający odcinek w segment krzywej (Rysunek 12.20.1a);
- ustaw odpowiednio uchwyty stycznych na końcu linii, aby nadać krzywiznę właściwy kształt (Rysunek 12.20.1b);

W Inkscape każda krzywa to tzw. krzywa Beziera. Pojedynczy segment takiej linii potrafi całkiem dokładnie odwzorować łuk o kącie do 60° . W tym przypadku kąt nie przekracza 45° , więc nie dodawałem żadnego dodatkowego węzła pośrodku.

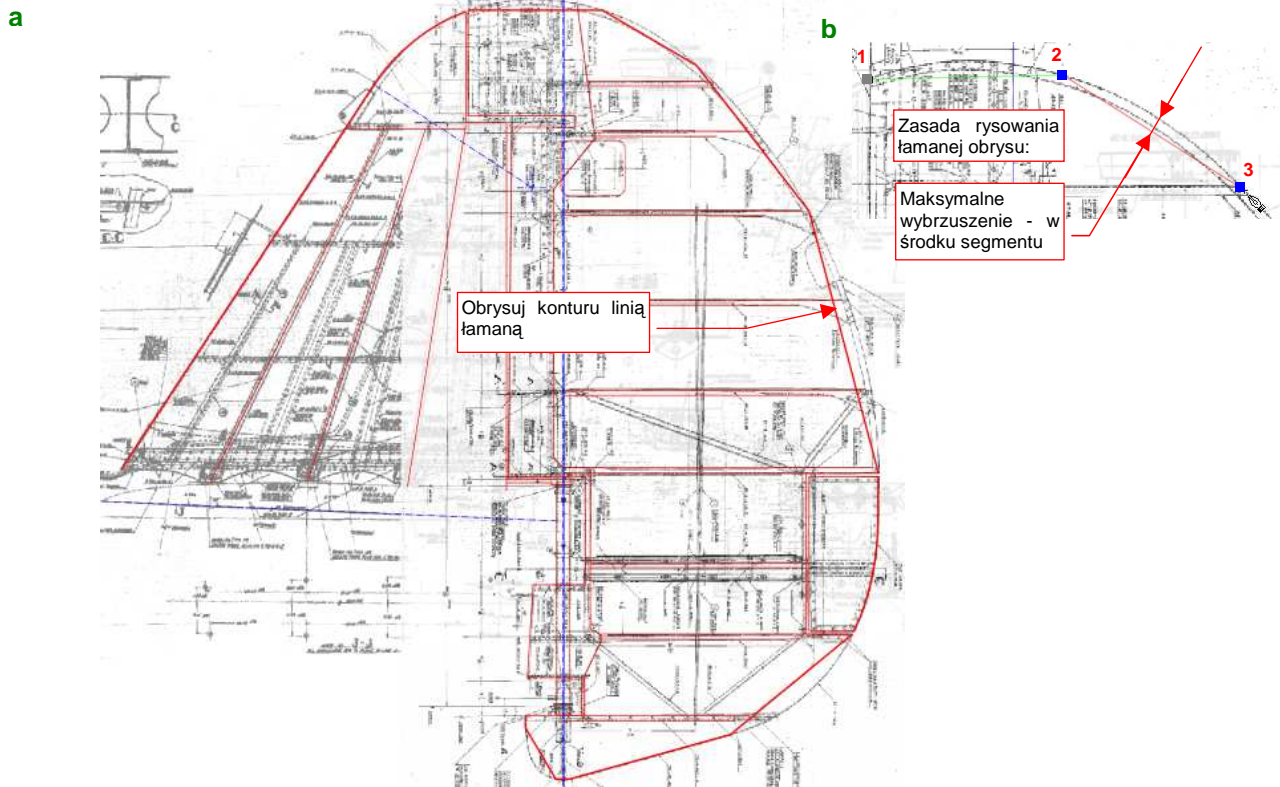
Gdy za pomocą krzywej Beziera masz zamodelować łuk, trzymaj się następujących zasad:

- kierunki stycznych na końcach krzywej powinny być takie same, jak styczne łuku;
- długości obydwu odcinków stycznych powinny być równe.

12.21 Odwzorowanie krzywizny

W tej sekcji pokażę, jak za pomocą krzywych odwzorować zadany kontur - na przykładzie obrysu steru kierunku P-40. (Odwzorowanie przedniej części — konturu krawędzi natarcia statecznika pionowego — jest opisane na str. 701.) Jeżeli do tej pory w Inkscape rysowałeś tylko linie łamane — zerknij na str. 698. Znajdziesz tam wprowadzenie do tworzenia linii krzywych.

Najpierw obrysuj kontur linią łamaną (Rysunek 12.21.1a). Wierzchołki linii wstawiaj w takich miejscach, by największe wybrzuszenie krzywej leżało w równej odległości od początku i końca odcinka (Rysunek 12.21.1b).

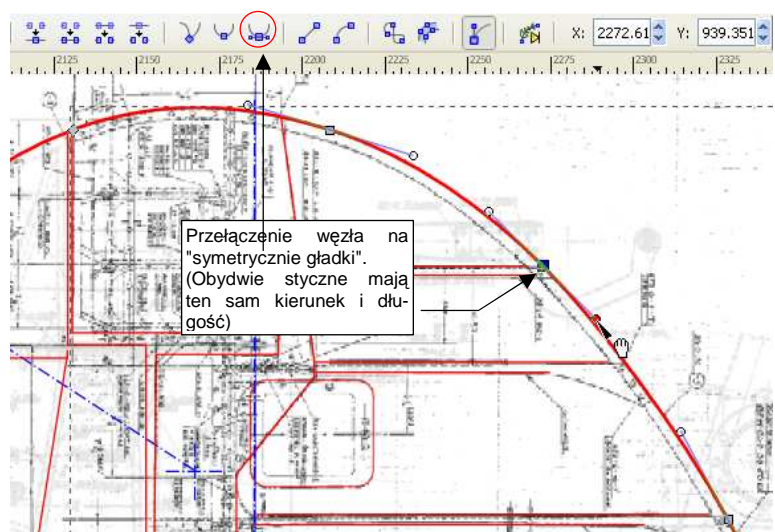


Rysunek 12.21.1 Wstępny obrys steru kierunku — odcinkami prostych

Po narysowaniu linii, włącz tryb edycji węzłów. Zamień łamaną na krzywą, wygładzając kolejne wierzchołki (p. str. 699).. Dla kolejnych węzłów (poza końcowymi):

- zaznacz węzeł jako "symetrycznie gładki" (Rysunek 12.21.2);
- dostosuj krzywiznę za pomocą stycznych. Czasami trzeba także przesunąć węzeł.

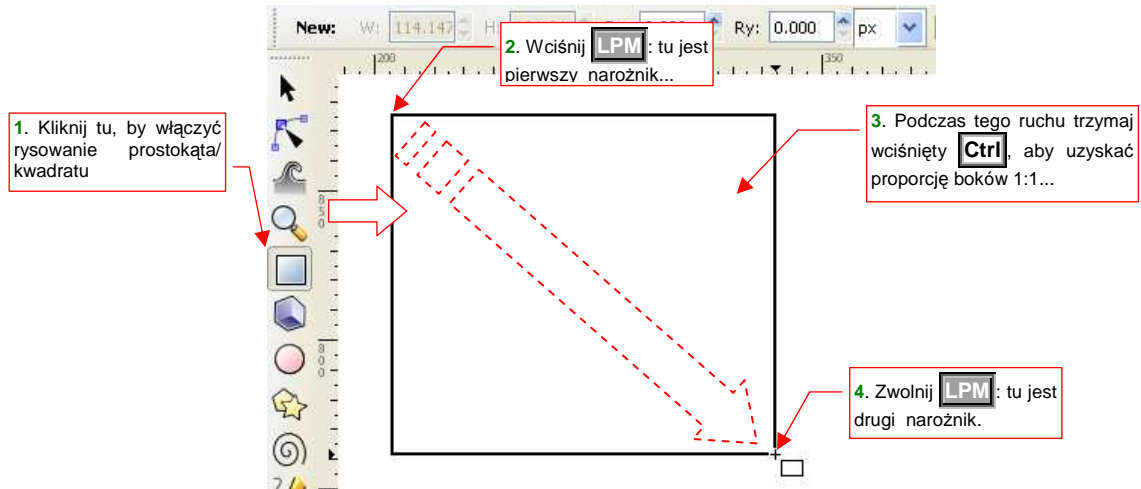
Podczas wygładzania może się także zdarzyć, że zdecydujesz się jakiś węzeł dodać lub usunąć.



Rysunek 12.21.2 Wygładzanie linii łamanej

12.22 Rysowanie prostokąta

Przełącz się w tryb rysowania prostokątów (Rysunek 12.22.1):

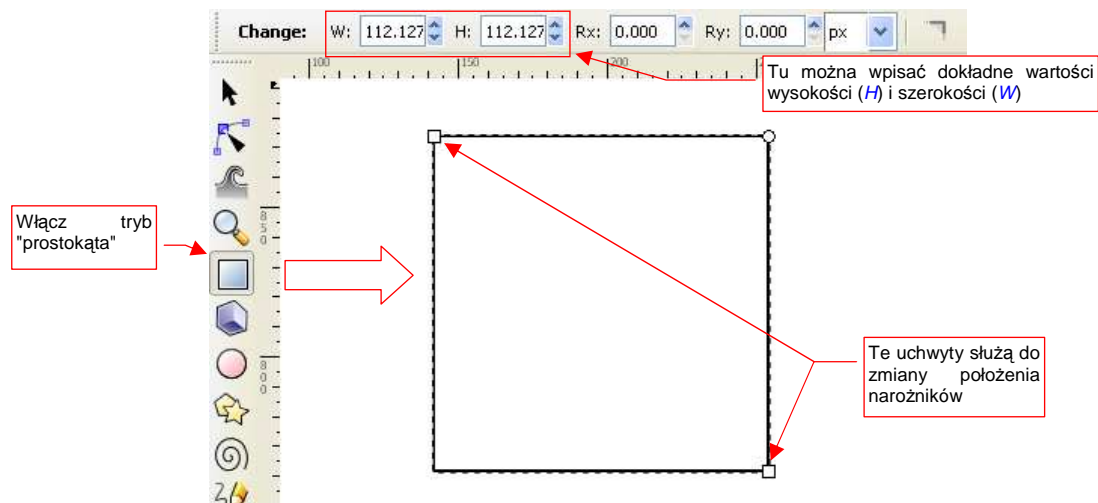


Rysunek 12.22.1 Rysowanie kwadratu

Wciśnij **LPM** w miejscu, gdzie ma się znajdować jeden z narożników prostokąta. Następnie, trzymając wciśnięty **LPM**, przesuвай kursor. Będziesz "ciągnął" w ten sposób przeciwległy narożnik prostokąta. Aby uzyskać kształt kwadratu, trzymaj jednocześnie wciśnięty **Ctrl**. Miejsce, w którym zwolnisz **LPM**, wyznaczy przeciwległy narożnik obiektu.

12.23 Edycja prostokąta

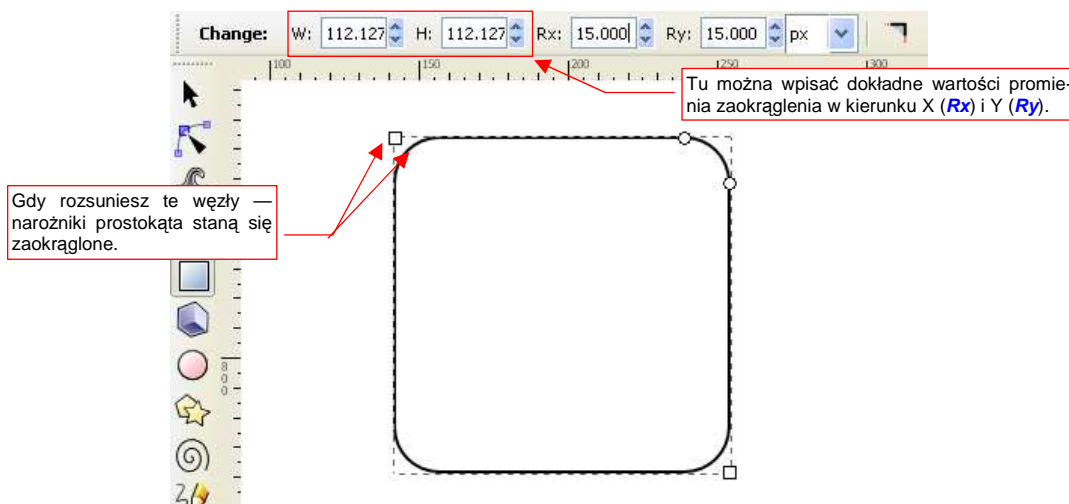
Zaznacz prostokąt i przełącz się w tryb "prostokąta" (Rysunek 12.23.1):



Rysunek 12.23.1 Punkty sterujące rozmiarem prostokąta

Możesz przeciągnąć **LPM** kwadratowe uchwyty, umieszczone w narożnikach prostokąta, w nowe miejsce. W ten sposób zmienić rozmiar tego obiektu. Alternatywnie — możesz ustalić rozmiar w sposób dokładny — wpisując wartości numeryczne w pola **W**, **H**, umieszczone ponad obszarem rysunku (Rysunek 12.23.1).


Dodatkowo, prostokąt ma w pobliżu prawego górnego narożnika widoczne jeden lub dwa okrągłe węzły. Gdy widzisz jeden, oznacza to, że są na siebie nałożone (jak na Rysunek 12.23.1). Węzły okrągłe służą do ustalenia promienia zaokrąglenia narożników prostokąta (Rysunek 12.23.2):

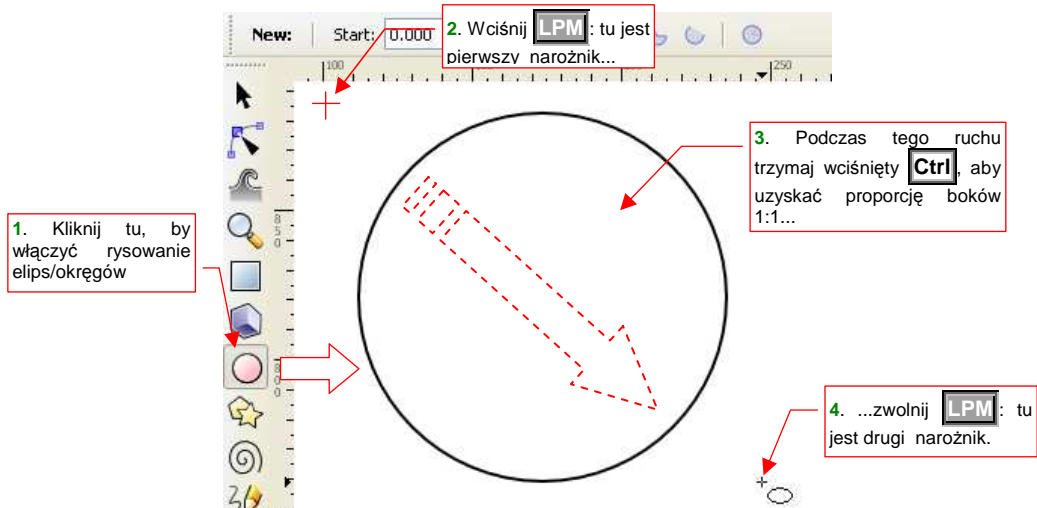


Rysunek 12.23.2 Prostokąt - zaokrąglenie

Jeżeli przeciągniesz jeden okrągły węzeł do dołu, a drugi - w lewo (Rysunek 12.23.2) — narożniki prostokąta staną się zaokrąglone. Jeżeli zsuniesz je w to samo miejsce — narożniki staną się ostre. Możesz ustalić dokładne wartości promieni zaokrąglenia, wpisując je w pola **Rx** i **Ry**, umieszczone ponad obszarem rysunku. Zwróć uwagę, że zaokrąglenia mogą być eliptyczne (gdy **Rx** i **Ry** nie są równe).

12.24 Rysowanie elipsy

W Inkscape okręgi rysuje się tak samo jak kwadraty (por. str. 703). Wybierasz tylko inny tryb rysowania: okręgow (oznaczony ikoną: ). Następnie naciskasz **LPM** w miejscu, gdzie mają sięgać lewe, górne granice elipsy. Przeciągasz kursor z wciśniętym **LPM**, i zwalniasz ten przycisk w miejscu, do którego mają sięgać prawe, dolne granice elipsy (Rysunek 12.24.1):

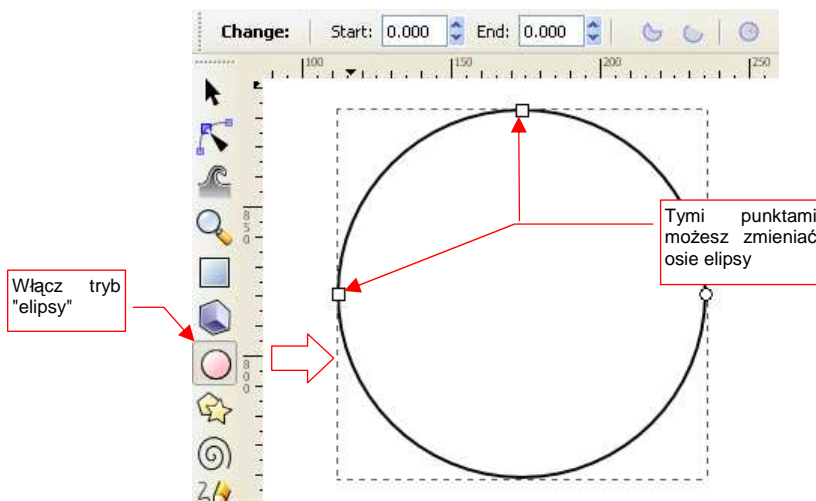


Rysunek 12.24.1 Rysowanie okręgu

Podobnie jak w przypadku kwadratów, ważne jest wciśnięcie klawisza **Ctrl** podczas "przeciągania" drugiego punktu, bo inaczej narysujesz elipsę.

12.25 Edycja elipsy

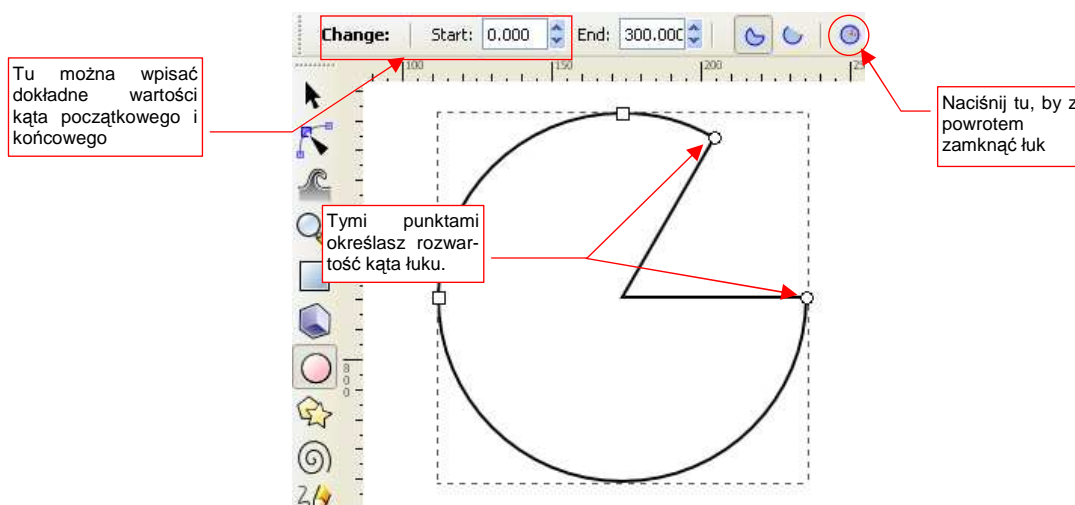
Zaznacz okrąg/elipsę i przełącz się w tryb "okręgu" (Rysunek 12.25.1):



Rysunek 12.25.1 Węzły sterujące elipsy/łuku


Kwadratowe węzły sterujące, umieszczone z lewej strony i u góry, służą do zmiany długości promieni elipsy/promienia okręgu.

Okrągłe uchwyty służą do zmiany elipsy w łuk (eliptyczny) (Rysunek 12.25.2):

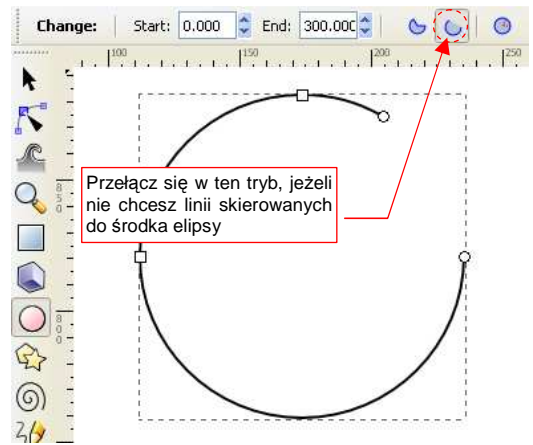


Rysunek 12.25.2 Przekształcenie w łuk

Dokładną wartość kąta początkowego można wpisać w pole **Start**, a końcowego — w pole **End**, umieszczone ponad obszarem rysunku (Rysunek 12.25.2).

Ikona , umieszczona z lewej strony, służy do ponownego zamknięcia elipsy (zmiany kąta łuku na 360°).

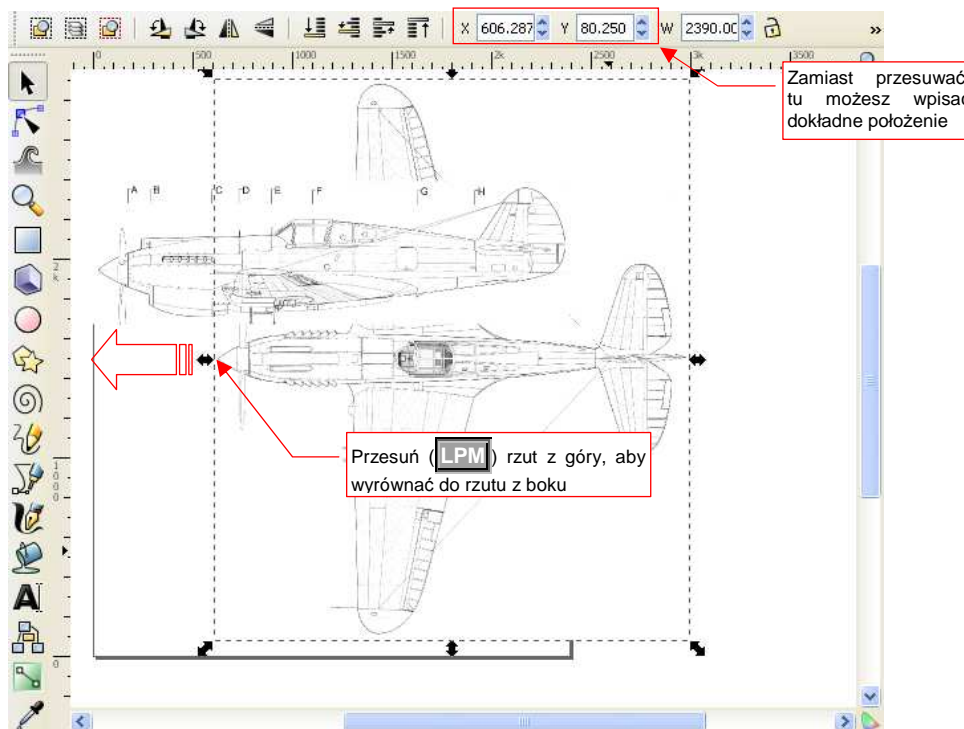
Jeżeli nie chcesz widzieć linii skierowanych od krańców łuku do środka elipsy — przełącz się na alternatywny tryb rysowania (Rysunek 12.25.3).



Rysunek 12.25.3 Drugi sposób rysowania łuku

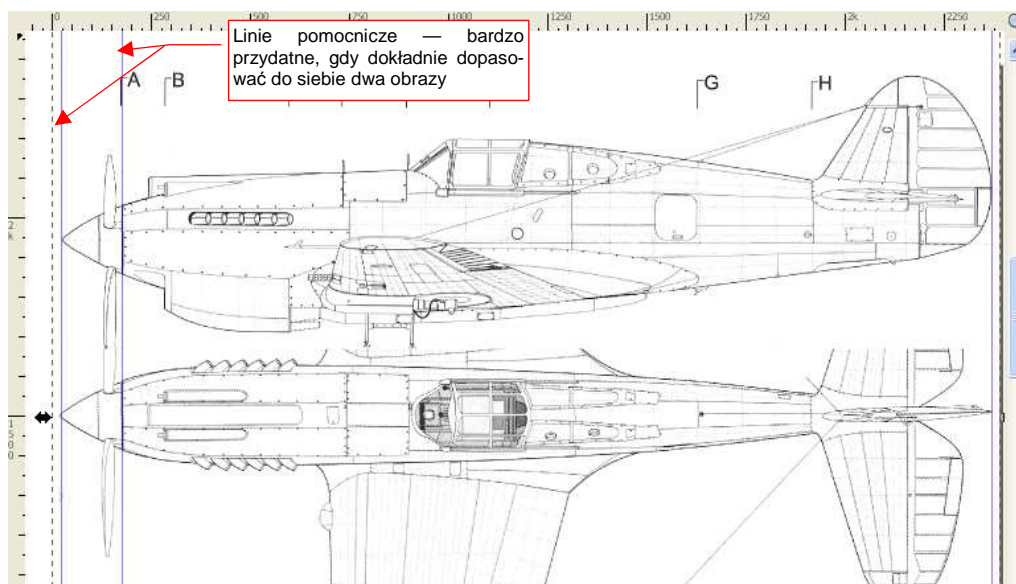
12.26 Przesunięcie

"Złap" **LPM** obiekt (tylko nie ramkę zaznaczenia!) i przesuвай. Punkt, gdzie zwolnisz **LPM**, określi nowe położenie obiektu. Na przykład, złap **LPM** za obraz rzutu z góry i przesuń, aby wyrównać z rzutem z lewej (Rysunek 12.26.1).



Rysunek 12.26.1 Przesunięcie — dopasowywanie rzutu z góry do rzutu z boku

Aby dobrze dopasować do siebie obydwa obrazy, często warto użyć linii pomocniczych (Rysunek 12.26.2):



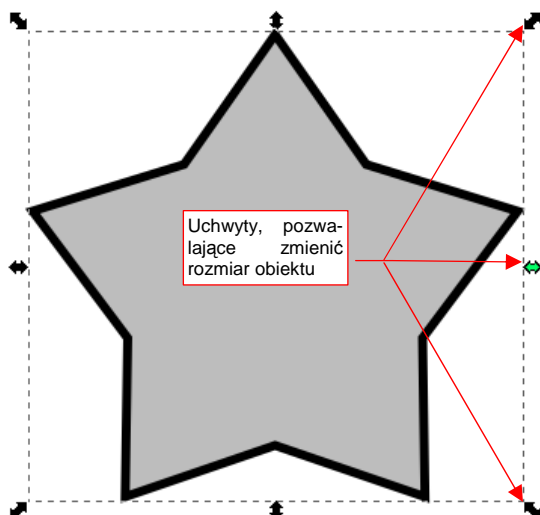
Rysunek 12.26.2 Linie pomocnicze — ułatwiają dopasowanie dwóch obrazów

Zamiast przesuwać obiekt myszką, możesz także wpisać dokładne współrzędne jego nowego położenia. Możesz to zrobić w polach **X**, **Y**, ponad obszarem rysunku (Rysunek 12.26.1).

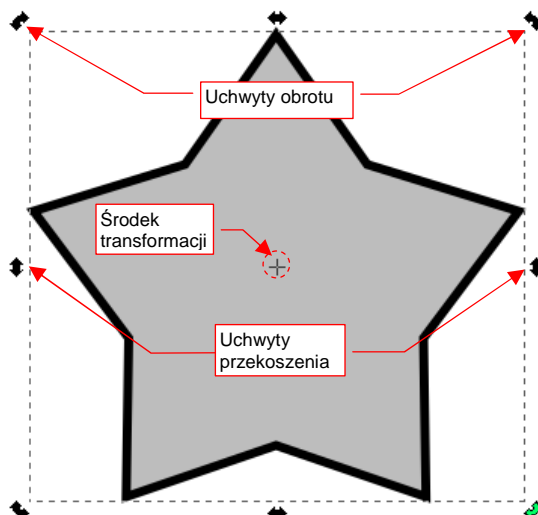
12.27 Ramka selekcji

W Inkscape, wokół każdego zaznaczonego obiektu rysowana jest ramka. Nazwijmy ją **ramką selekcji**.

Początkowo ramka selekcji pojawia się zawsze w trybie "zmiany rozmiaru" (Rysunek 12.27.1). Jeżeli jednak jeszcze raz klikniesz w zaznaczony obiekt **LPM**, przełączysz się w tryb "obrotu/przekoszenia" (Rysunek 12.27.2):



Rysunek 12.27.1 Ramka zmiany rozmiaru

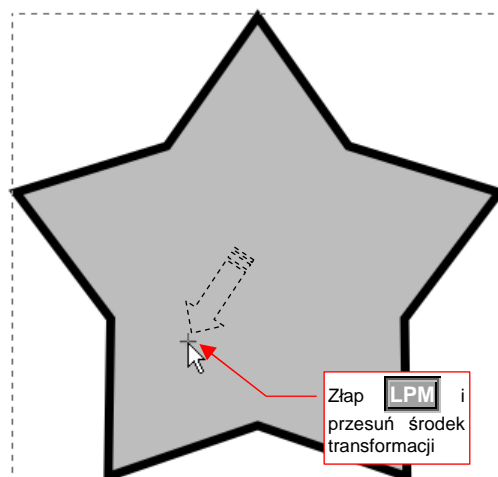


Rysunek 12.27.2 Ramka obrotu/przekoszenia

Ramka obrotu zawiera bardzo ważny punkt — środek transformacji. Jest oznaczony niewielkim krzyżykiem (Rysunek 12.27.2). (Gdy nie możesz go od razu dostrzec, zmniejsz powiększenie — wtedy łatwiej go znaleźć).

Środek transformacji można "złapać" **LPM** i przesunąć w inne miejsce (Rysunek 12.27.3).

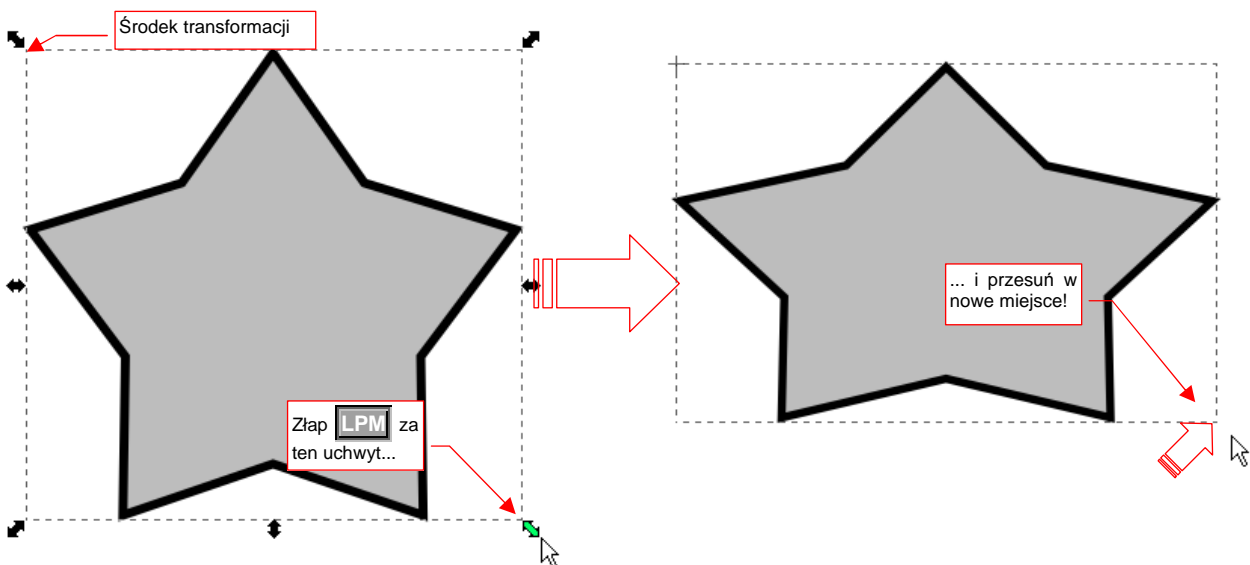
Środek jest zawsze wykorzystywany przez Inkscape podczas obrotu, oraz — gdy trzymasz wciśnięty klawisz **Shift** — podczas zmiany skali i przekoszenia.



Rysunek 12.27.3 Przesuwanie środka obiektu

12.28 Skalowanie

Zaznacz obiekt, który ma być zmieniony. Następnie złap **LPM** za uchwyt ramki selekcji i przeciągnij. Nowe rozmiary obiektu będą ustalone dla miejsca, w którym zwolniłeś **LPM** (Rysunek 12.28.1):



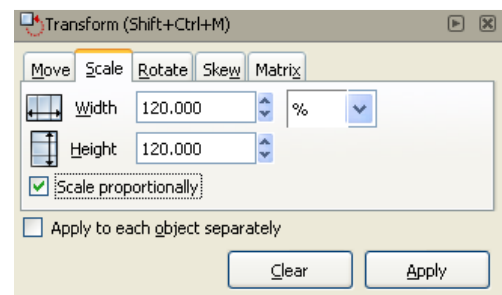
Rysunek 12.28.1 Zmiana rozmiaru (skali) obiektu

Domyślnym środkiem skalowania jest przeciwległy narożnik ramki.

Aby zmieniać skalę względem środka obiektu (patrz str. 709) — podczas przesuwania myszki dodatkowo trzymaj wciśnięty klawisz **Shift**.

Aby zmienić skalę równomiernie we wszystkich kierunkach — podczas przesuwania myszki dodatkowo trzymaj wciśnięty klawisz **Ctrl**.

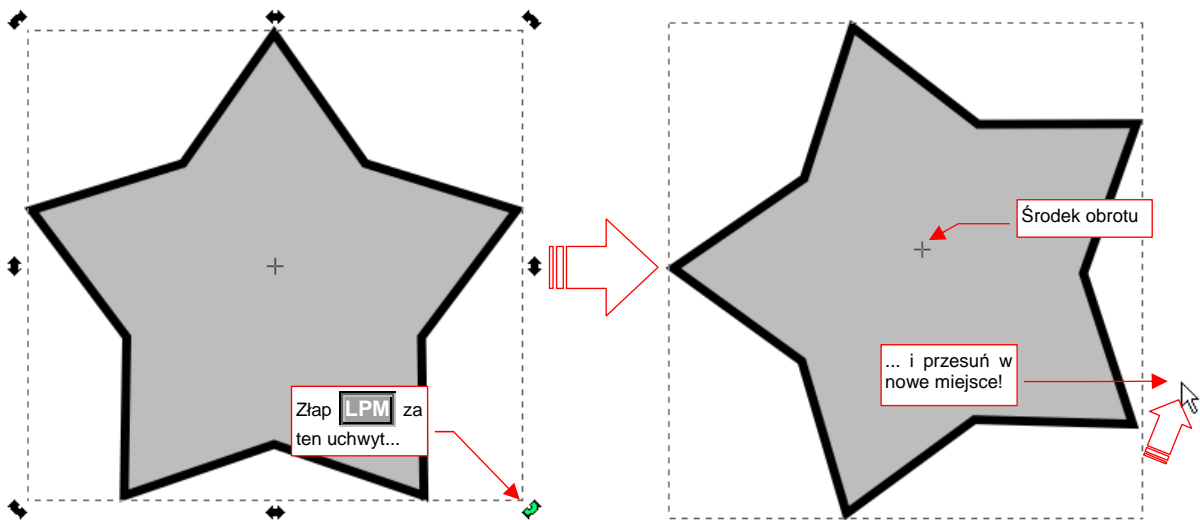
Jeżeli chcesz dokonać zmiany skali o dokładnie ustaloną wartość — otwórz panel **Transform** za pomocą polecenia **Object→Transform** (**Shift-Ctrl-M**). Wybierz w niej zakładkę **Scale** (Rysunek 12.28.2). W pola **Width**, **Height** możesz wpisać dokładne wartości nowej skali.



Rysunek 12.28.2 Panel transformacji — zakładka skalowania

12.29 Obrót

Zaznacz obiekt, który ma być obrócony. Kliknij w niego jeszcze raz, aby przełączyć ramkę selekcji w tryb obrotu (szczegóły - str. 709). Następnie złap **LPM** za jeden z narożników ramki przesuw. Obrót obiektu będzie ustalony dla miejsca, w którym zwolnisz **LPM** (Rysunek 12.29.1):



Rysunek 12.29.1 Obrót obiektu

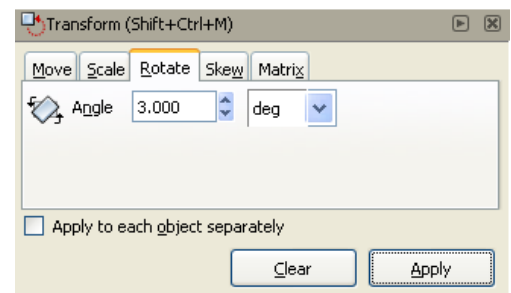
Przed obrotem możesz przesunąć środek transformacji w inne miejsce. Wystarczy go "złapać" **LPM** i przesunąć (szczegóły - str. 709).

Aby obrót następował skokowo, dokładnie co 15° — podczas przesuwania myszki dodatkowo trzymaj wciśnięty klawisz **Ctrl**.

Jeżeli chcesz dokonać obrotu o dokładnie ustaloną wartość — otwórz panel *Transform* za pomocą polecenia *Object → Transform* (**Shift-Ctrl-M**). Wybierz w niej zakładkę *Rotate* (Rysunek 12.29.2).

W polu *Angle* możesz wpisać dokładne wartości nowej skali.

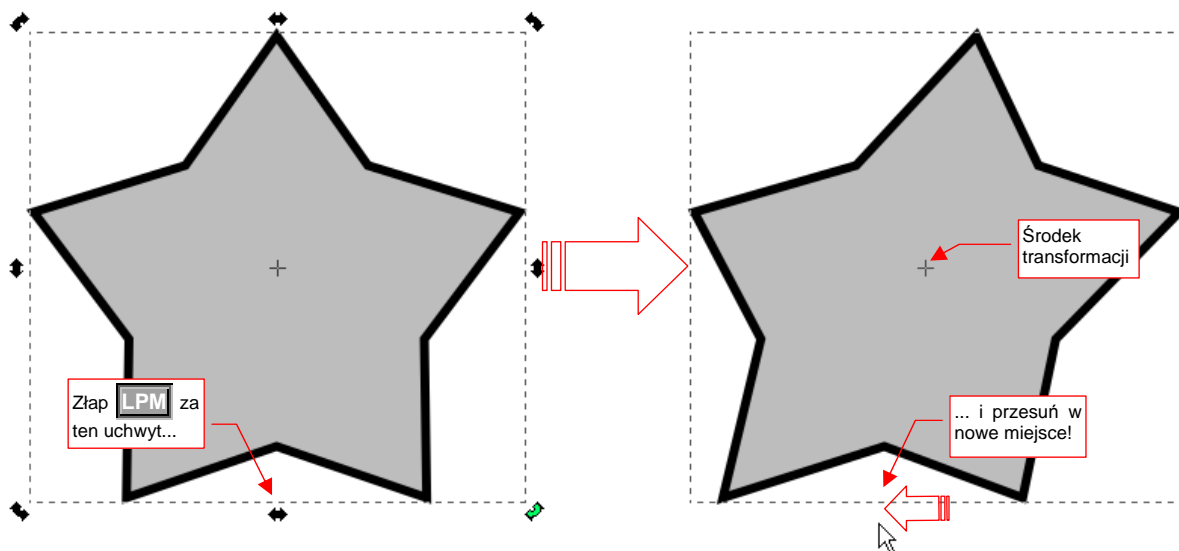
(**Shift-Ctrl-M**)



Rysunek 12.29.2 Panel transformacji — zakładka obrotu

12.30 Przekoszenie (*Skew*)

Zaznacz obiekt, który ma być przekoszony. Kliknij w niego jeszcze raz, aby przełączyć ramkę selekcji w tryb przekoszenia (szczegóły - str. 709). Następnie złap **LPM** za jeden z uchwytów na boku ramki, i przesuń. Przekoszenie obiektu będzie ustalone dla miejsca, w którym zwolnisz **LPM** (Rysunek 12.29.1):

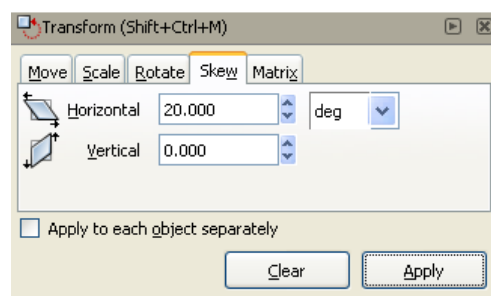


Rysunek 12.30.1 Obrót obiektu

Przed przekoszeniem możesz przesunąć środek transformacji w inne miejsce. Wystarczy go "złapać" **LPM** i przesunąć (szczegóły - str. 709).


Aby przekoszenie następowało skokowo, dokładnie co 15° — podczas przesuwania myszki dodatkowo trzymaj wciśnięty klawisz **Ctrl**.

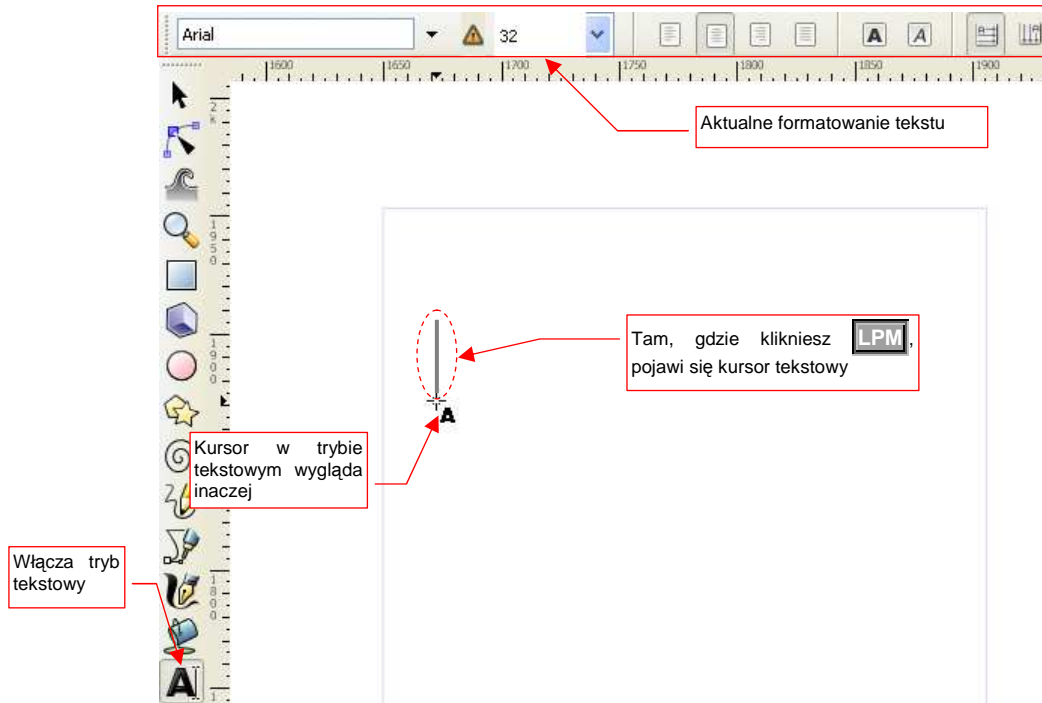
Jeżeli chcesz dokonać przekoszenia o dokładnie ustaloną wartość — otwórz panel *Transform* za pomocą polecenia **Object→Transform** (**Shift-Ctrl-M**). Wybierz w niej zakładkę **Skew** (Rysunek 12.30.2). W pola **Horizontal**, **Vertical** możesz wpisać dokładne wartości przekoszenia.




Rysunek 12.30.2 Panel transformacji — zakładka przekoszenia

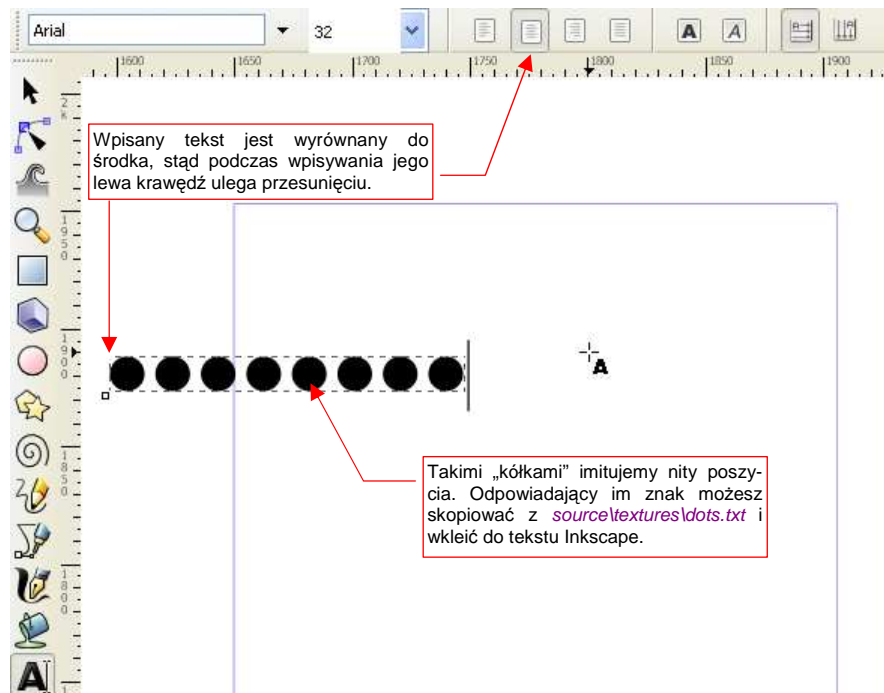
12.31 Wstawienie i edycja tekstu

Gdy włączysz tryb tekstowy (oznaczony ikoną: ) Inkscape zamienia się w typowy edytor tekstu. W pasku narzędzi pojawiają się typowe kontrolki formatowania: wybór czcionki, jej rozmiar, wyrównanie tekstu, pogrubienie, pochylenie, kierunek (Rysunek 12.31.1):



Rysunek 12.31.1 Włączenie trybu wpisywania tekstu

Kursor myszki zmienia w tym trybie postać — staje się małym krzyżykiem. Tam, gdzie klikniesz , Inkscape wstawia kursor tekstowy (pionowa, mrugająca kreska). Tekst, który zaczniesz wpisywać, będzie się pojawiać w tym miejscu (Rysunek 12.31.2):



Rysunek 12.31.2 Wpisywanie/edycja tekstu

Podobnie, gdy klikniesz **LPM** w jakiś istniejący tekst, Inkscape wstawi w to miejsce kursor tekstowy, umożliwiając edycję tego fragmentu. Uważaj tylko na „podpowiedzi” programu: w trybie tekstowym kursor myszki może zmieniać swoją postać, w zależności od tego, co znajduje się pod nim na ekranie. Kursor w kształcie krzyża z małą literą „A” oznacza, że kliknięcie **LPM** w tym miejscu rozpocznie nowy tekst (Rysunek 12.31.3a):

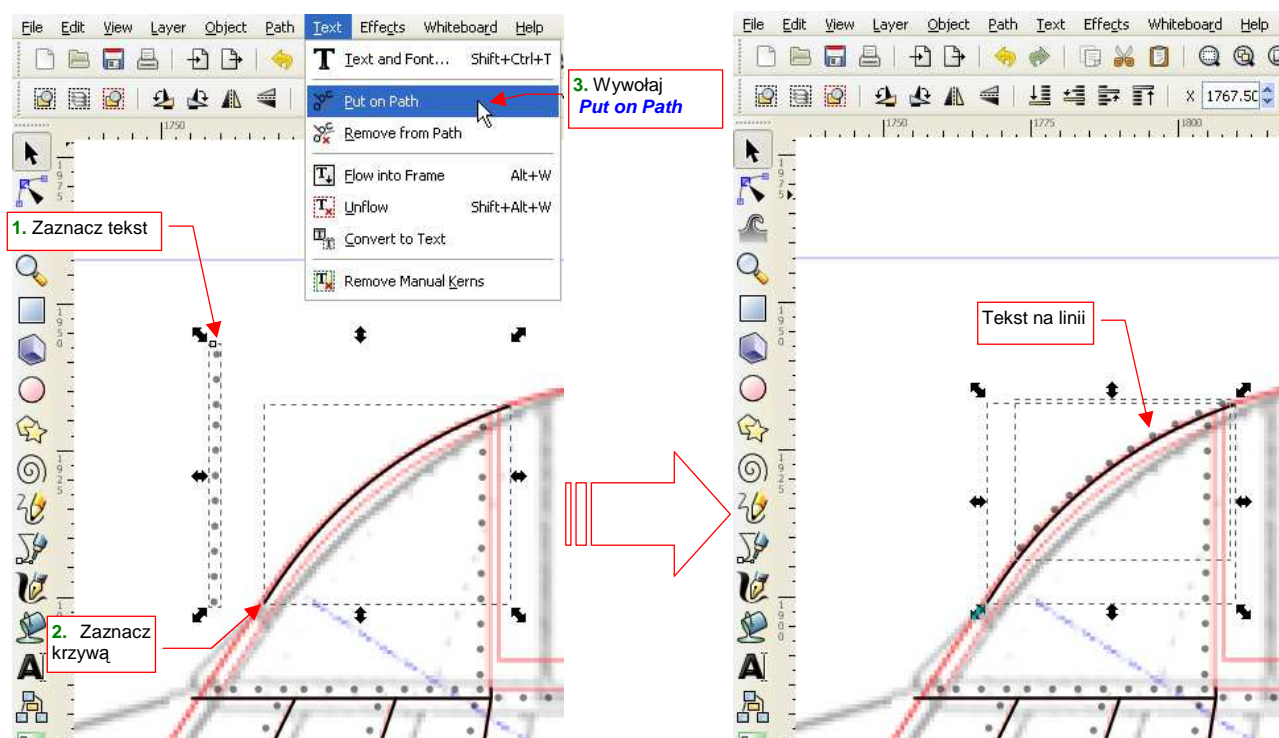


Rysunek 12.31.3 Oznaczenie „gotowości do edycji tekstu”.

Gdy przesuwasz kursor myszki ponad jakimś tekstem, zmienia swój kształt w pionową kreskę (ang. „*I-beam*” — Rysunek 12.31.3b). Jeżeli w tym miejscu naciśniesz **LPM**, przejdziesz do edycji tekstu. Abyś nie miał wątpliwości, o który tekst chodzi, Inkscape otoczył go niebieską obwódką (Rysunek 12.31.3b).

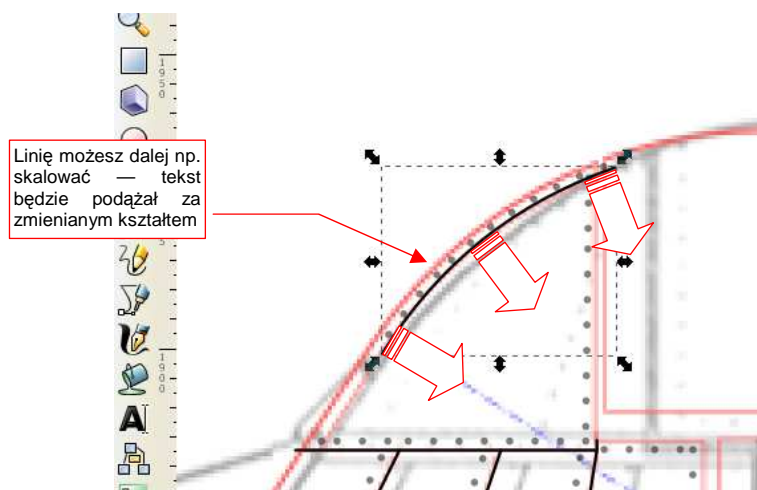
12.32 Wyrównanie tekstu do krzywej

Tekst w Inkscape może być ułożony wzdłuż dowolnej linii — łamanej lub krzywej. Aby uzyskać ten efekt, zaznacz tekst, zaznacz krzywą, i wywołaj polecenie **Text→Put on Path** (Rysunek 12.32.1):



Rysunek 12.32.1 Ustawienie tekstu wzdłuż krzywej

Mimo powiązania, obydwa elementy można nadal modyfikować: edytować tekst w trybie tekstowym (por. str. 714), lub zmieniać kształt krzywej (Rysunek 12.32.2):



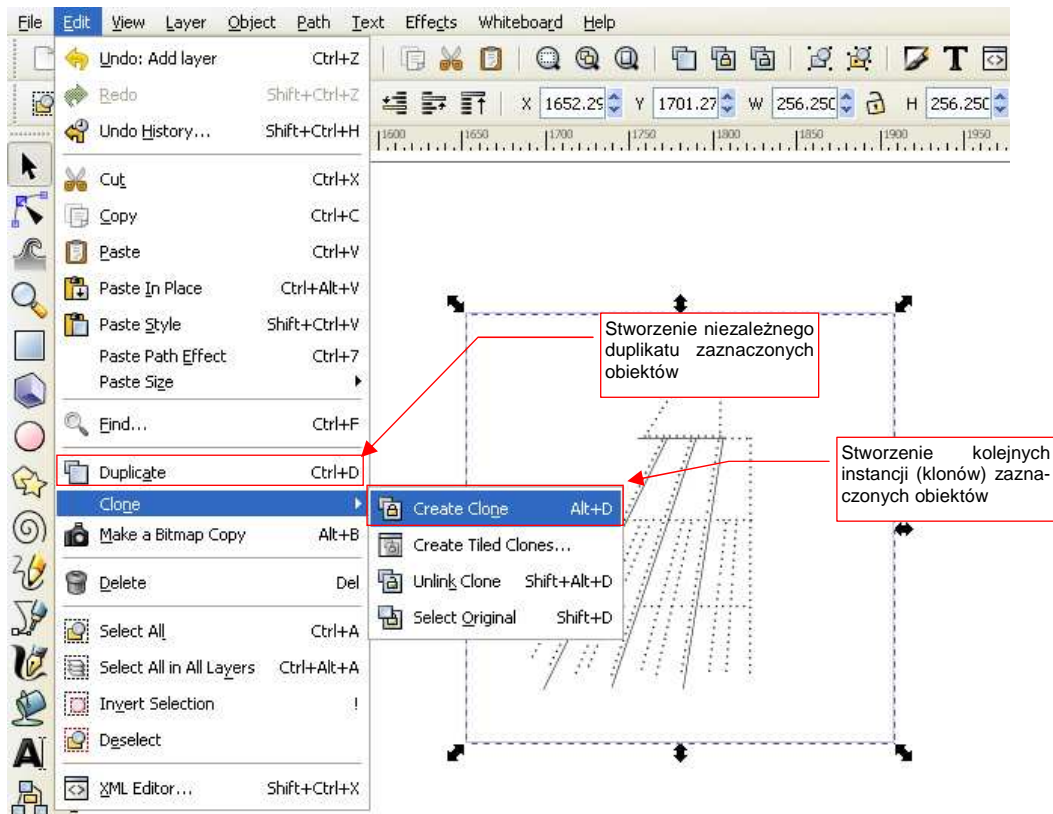
Rysunek 12.32.2 Tekst podąża za zmianą kształtu linii

- Operacją odwrotną do **Put on Path** jest — jak łatwo się domyśleć — **Text→Remove from Path**.

12.33 Powielenie obiektu

W Inkscape istnieją dwie metody powielenia obiektu: w „duplikat” i w „klon”. **Duplikat** to niezależna kopia (taka, która „ma wszystko własne”: wierzchołki, ustawienia barwy wypełnienia i linii, itp.) Tworzymy go, zaznaczając pierwowzór i wywołując polecenia **Edit→Duplicate** (**Ctrl-D**) (Rysunek 12.33.1).

Klon — to kolejna instancja pierwowzoru. Inkscape zamienia zaznaczony obiekt we wzorec, którego referencje zostają umieszczone na rysunku. W przypadku jakiegokolwiek zmiany kształtu czy barwy wzorca, tej samej zmianie ulegają wszystkie jego referencje (klony). Zaznaczony obiekt „klonujemy” jednym z poleceń z menu **Edit→Clone** (Rysunek 12.33.1). Najbardziej popularne, tworzące pojedynczy klon — **Edit→Clone→Create Clone** — ma skrót na klawiaturze: **Alt-D**.



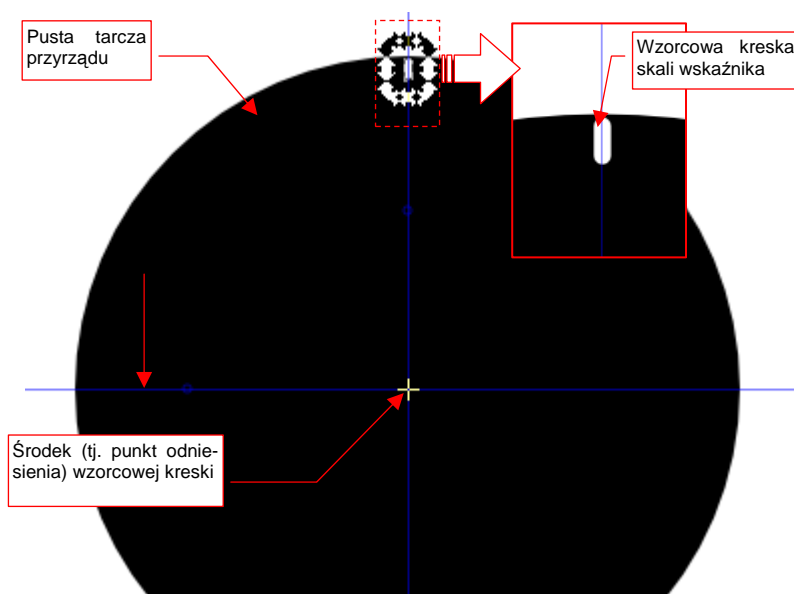
Rysunek 12.33.1 Powielenie obiektów — polecenia.

- „Klon” możesz zmienić w „duplikat” poleceniem **Edit→Clone→Unlink Clone** (**Shift-Alt-D**). Pamiętaj tylko, że jest to w zasadzie operacja nieodwracalna — chyba, że wycofasz ją ogólnym poleceniem **Edit→Undo**.

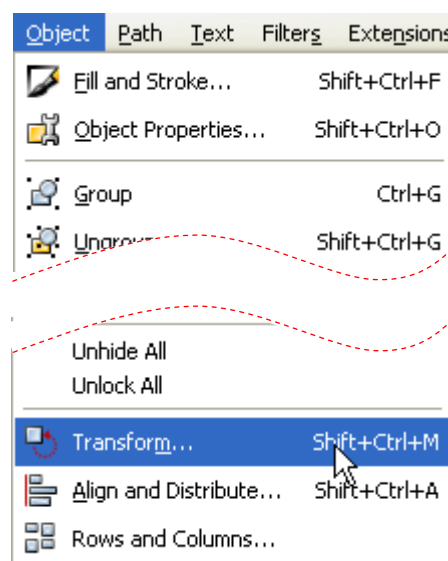
12.34 Dokładna transformacja obiektu (*Transform*)

Choć o wiele łatwiej jest dokonywać wszelkich przesunięć, obrotów i zmian skali „łapiąc” myszką za uchwyty obiektu, czasami trzeba wykonać transformację o dokładnie określone, ułamkowe wartości liczbowe. Taka sytuacja ma na przykład miejsce, gdy rysujesz tarcze przyrządów pokładowych. Na wielu z nich skala jest podzielona np. na 32 „kreski”. Oznacza to, że kąt pomiędzy kreskami skali musi wynosić dokładnie 11.25° . Takiego obrotu nie uzyskamy za pomocą skoku *Snap* (klawisz **Ctrl**). Najprościej to zrobić, używając panelu *Transform*.

Rysunek 12.34.1 pokazuje przygotowanie do takiej operacji. Narysowałem pustą tarczę przyrządu, a w jej środku umieściłem przecięcie linii pomocniczych — by jego środek sam przyciągał przesuwane obiekty. Następnie narysowałem „wzorcową”, pojedynczą kreskę skali. Przesunąłem jej środek do środka tarczy (bo wokół tego punktu będzie obracana). Następnie wywołałem polecenie *Object→Transform* (Rysunek 12.34.2):

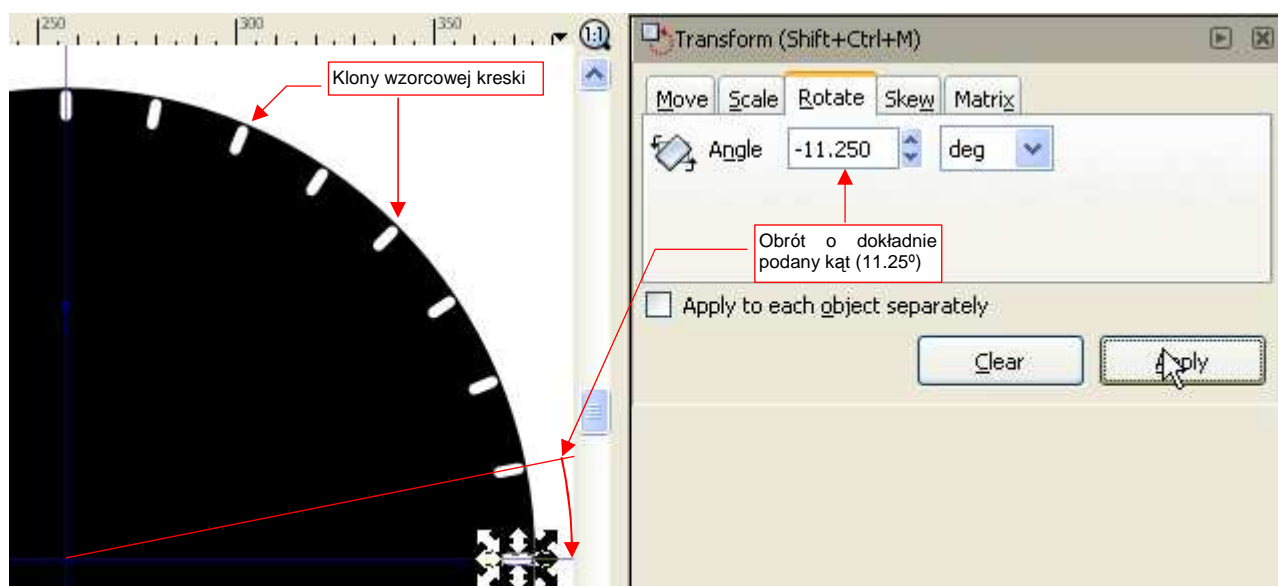


Rysunek 12.34.1 Przygotowanie obiektu do transformacji



Rysunek 12.34.2 Wywołanie polecenia

W panelu *Transform*, który w ten sposób otworzyłem, wpisałem w zakładce *Rotate*, polu *Angle*, dokładny kąt pomiędzy kreskami skali (Rysunek 12.34.3):



Rysunek 12.34.3 Wykonanie dokładnego obrotu

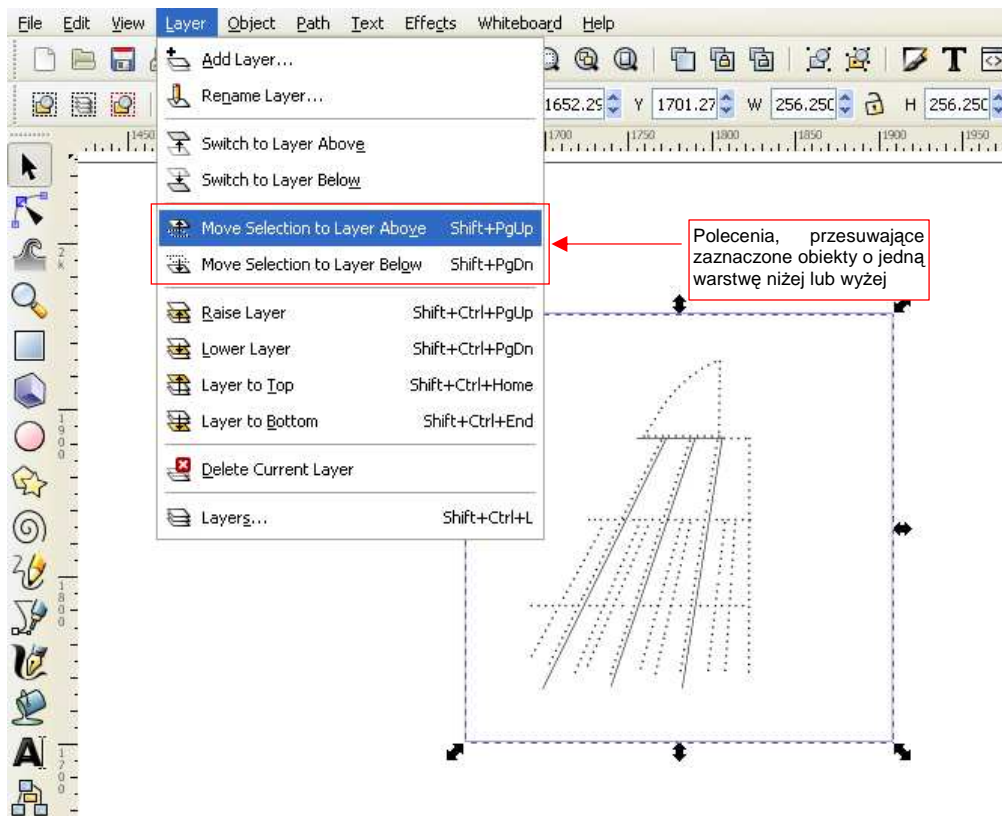
Teraz wystarczy ostatnią kreskę zaznaczyć, skopiować, i nacisnąć przycisk *Transform:Apply*. I tak po kolei, dopóki nie wypełnisz całego zakresu skali klonami „wzorca”.

12.35 Przeniesienie obiektu na inną warstwę

W Inkacape masz do dyspozycji dwa polecenia przenoszące zaznaczony obiekt na inną warstwę:

- przeniesienie na wyższą warstwę (**Shift-PgUp**, albo **Layer→Move Selection to Layer Above**);
- przeniesienie na niższą warstwę (**Shift-PgDn**, albo **Layer→Move Selection to Layer Below**);

Obydwa są dostępne w menu **Layer** (Rysunek 12.35.1):



Rysunek 12.35.1 Polecenia zmiany warstwy obiektu.

Z poleceń tych będziesz korzystać dość często, więc warto zapamiętać ich skróty na klawiaturze. O ile warstwa docelowa nie ma jakichś specjalnych ustawień przezroczystości czy rozmycia, jedynym widocznym na ekranie efektem jest zmiana nazwy w liście rozwijalnej u dołu ekranu. Rysunek 12.35.2 pokazuje przykład takiej operacji — przesunięcie prostokąta z warstwy **Bkg-White** na **Bkg-Grey**:

Przed zmianą:

Fill: Stroke: 0.25 O: 100 **Bkg-White** Rectangle in layer Bkg-White. Click selection to toggle scale



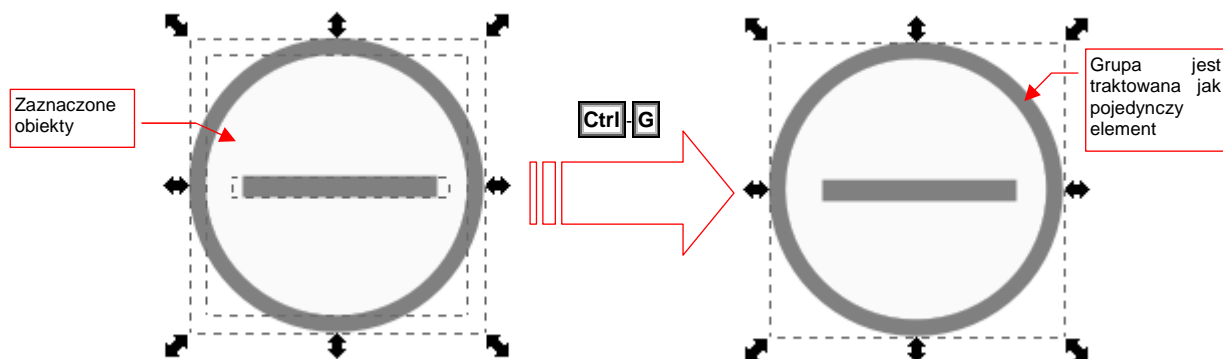
Po zmianie:

Fill: Stroke: 0.25 O: 100 **Bkg-Grey** Rectangle in layer Bkg-Grey. Click selection to toggle scale/rot

Rysunek 12.35.2 Efekt zmiany warstwy jest widoczny tylko na pasku stanu.

12.36 Łączenie obiektów w grupę

Zaznacz elementy, z których chcesz stworzyć grupę, i wywołaj polecenie **Object→Group** (**Ctrl-G**) (Rysunek 12.36.1):

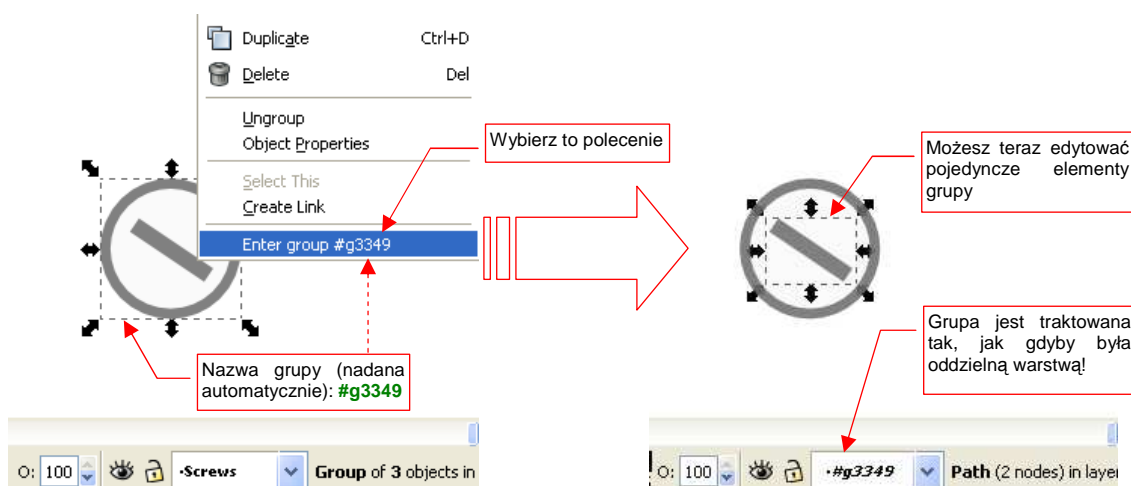


Rysunek 12.36.1 Grupowanie obiektów

Inkscape traktuje grupę obiektów jak pojedynczy element. Klonowanie (por str. 716) grup obiektów jest efektywną techniką, pozwalającą zmniejszyć rozmiar rysunku, i ułatwiającą jego późniejsze zmiany. (Wystarczy tylko raz zdefiniować grupę „śruba”, a później wstawić w całym rysunku setki klonów tej grupy.)

- Operacją odwrotną do grupowania jest **Object→Ungroup** (**Shift-Ctrl-D**). „Rozkłada” grupę na elementy, z których powstała. Transformacje (obrót, przesunięcie, skala), jakim została poddana grupa, zostają zachowane.

Inkscape pozwala na edycję elementów wchodzących w skład grupy. Służy do tego polecenie **Enter group**, z menu kontekstowego (Rysunek 12.36.2):



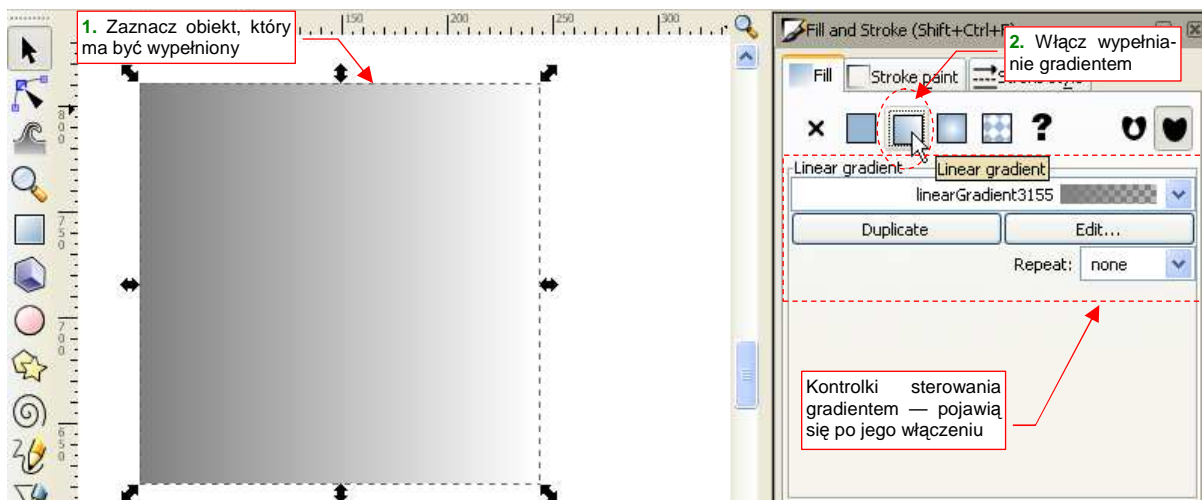
Rysunek 12.36.2 Przejście do edycji grupy

W istocie, warstwy w Inkscape to z punktu widzenia standardu SVG takie duże grupy, zawierające wiele elementów.

- Jeżeli grupowane elementy znajdują się na wielu warstwach — to po połączeniu zostaną przeniesione na jedną, wspólną warstwę.

12.37 Wypełnienie gradientem

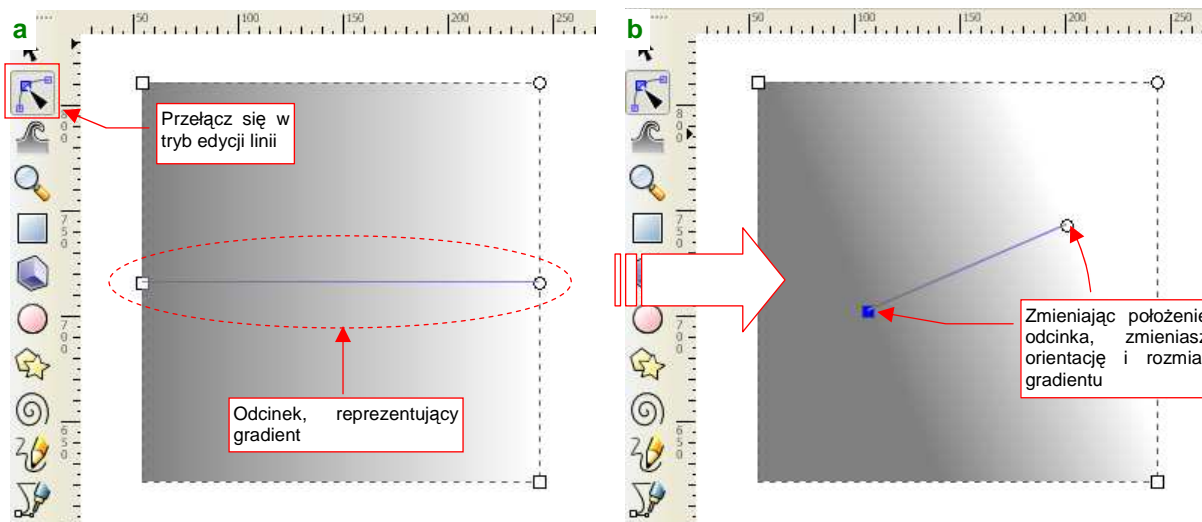
Zaznacz obiekt, który ma być wypełniony. Następnie w panelu *Fill and Stroke*, zakładce *Fill*, wybierz opcję wypełnienia gradientem (Rysunek 12.37.1):



Rysunek 12.37.1 Włączenie wypełnienia gradientem (liniowym)

Domyślny gradient jest płynnym przejściem pomiędzy dwoma kolorami: początkowym i końcowym. Gdy go włączysz, zmieni się zawartość zakładki *Fill*. Pojawią się w niej kontrolki, służące do zmiany gradientu (zob. Rysunek 12.37.1).

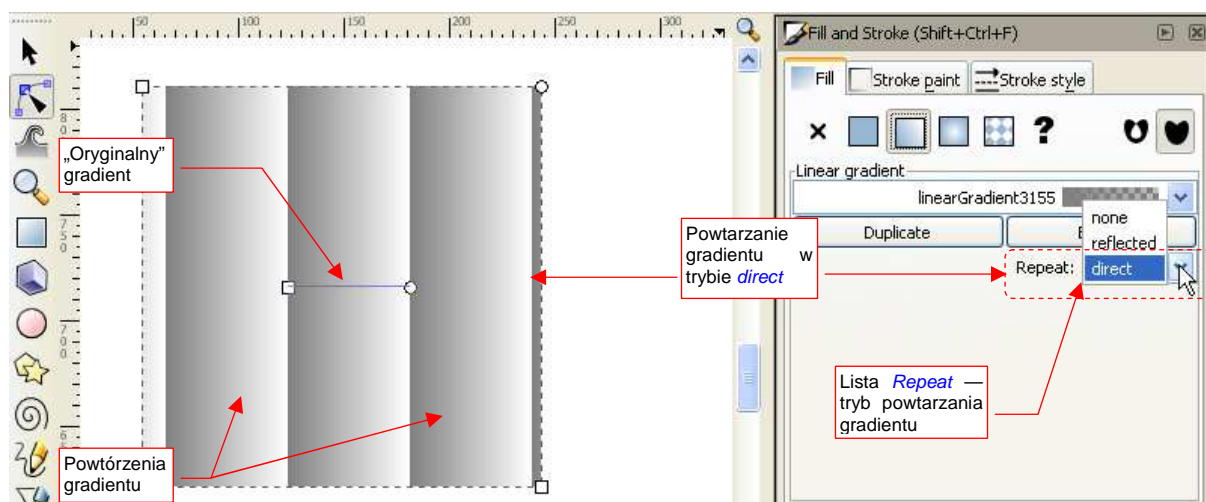
Układ geometryczny gradientu możesz zmieniać, po przełączeniu w tryb edycji linii (Rysunek 12.37.2a):



Rysunek 12.37.2 Odcinek, sterujący położeniem, rozmiarem i orientacją gradientu

W trybie edycji linii pojawi się, obok punktów sterujących kształtem obiektu, dodatkowy odcinek: to sterowanie geometrią gradientu (Rysunek 12.37.2a). Zmieniasz ją, przesuując końce odcinka sterującego w nowe miejsce. Możesz w ten sposób zmienić rozmiar gradientu (zwążyć lub poszerzyć), a także zmienić jego orientację, oraz położenie (Rysunek 12.37.2b).

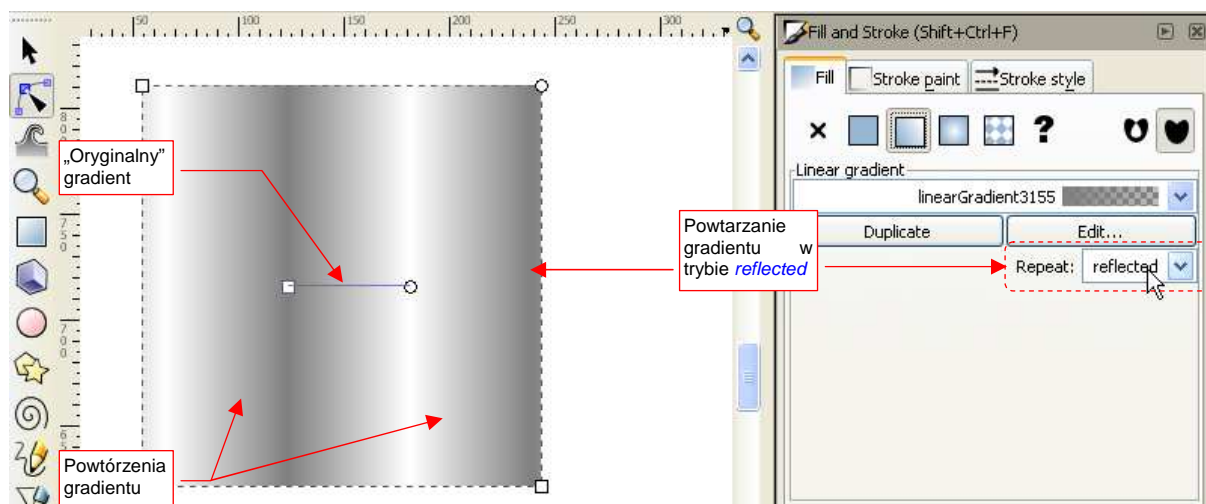
Gdy zawężasz gradient tak, aby był mniejszy od obiektu (np. tak jak to pokazuje Rysunek 12.37.2b), możesz włączyć inny efekt: powtórzenie. Służy do tego lista **Repeat** (Rysunek 12.37.3):



Rysunek 12.37.3 Powtarzanie gradientu, w trybie **direct**

W Inkscape masz dostępne dwa sposoby powtarzania gradientu: bezpośredni (**direct**) i odbity (**reflected**). Przykład zastosowania trybu **direct** przedstawia Rysunek 12.37.3. Zasada jest prosta: koniec jednego segmentu gradientu jest jednocześnie początkiem następnego.

Rysunek 12.37.4 przedstawia inny tryb powtórzenia: **reflected**. W tym trybie koniec jednego segmentu gradientu spotyka się z końcem „sąsiada”, a początek — z początkiem:



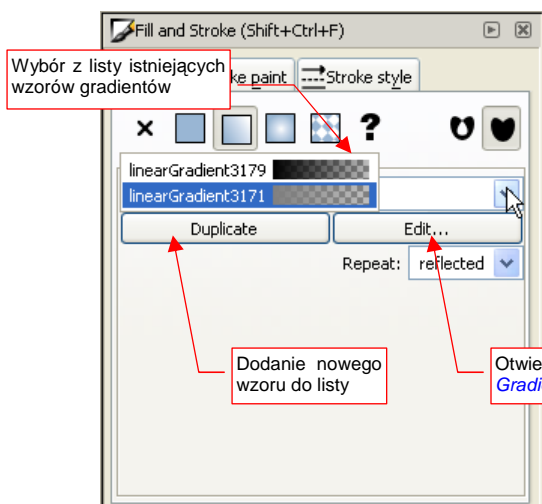
Rysunek 12.37.4 Powtarzanie gradientu, w trybie **reflected**



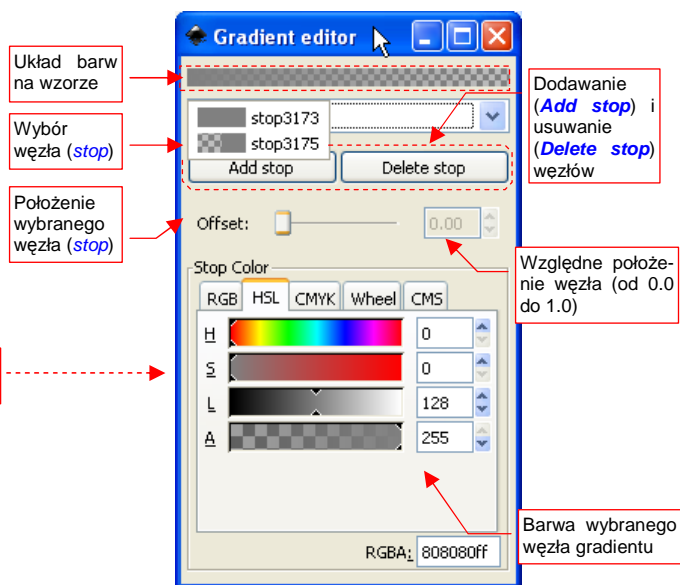
Rysunek 12.37.5 Zagęszczone powtórzenie gradientu (w trybie **reflected**)

Zwróć uwagę na efekt trybu **reflected** dla prostego, dwukolorowego gradientu: to trochę wygląda jak fragment rzędu walców, widzianych z przodu (Rysunek 12.37.5). Ten efekt możesz jeszcze poprawić, zmieniając rozkład barwy wzdłuż gradientu z liniowego na bardziej „kołowy”. (Poprzez wstawienie dodatkowego węzła — patrz na następnych stronach).

Rozkład barwy wzdłuż gradientu, zastosowany do wypełnienia, możesz zmieniać na kilka sposobów. Pierwszym, najbardziej oczywistym, jest wybór z listy jednego z gradientów, które już są zdefiniowane w rysunku (Rysunek 12.37.6). Za każdym razem, gdy włączysz w jakimś kształcie wypełnienie gradientem, na tej liście pojawi się nowa pozycja. Jeżeli z niej nie skorzystasz — zniknie, gdy zaznaczysz na rysunku inny obiekt. Możesz także stworzyć nowy gradient, za pomocą przycisku **Duplicate**. Naturalną konsekwencją takiego powielenia jest jakaś zmiana duplikatu. Służy do tego przycisk **Edit...**, który otwiera okno **Gradient editor** (Rysunek 12.37.7):



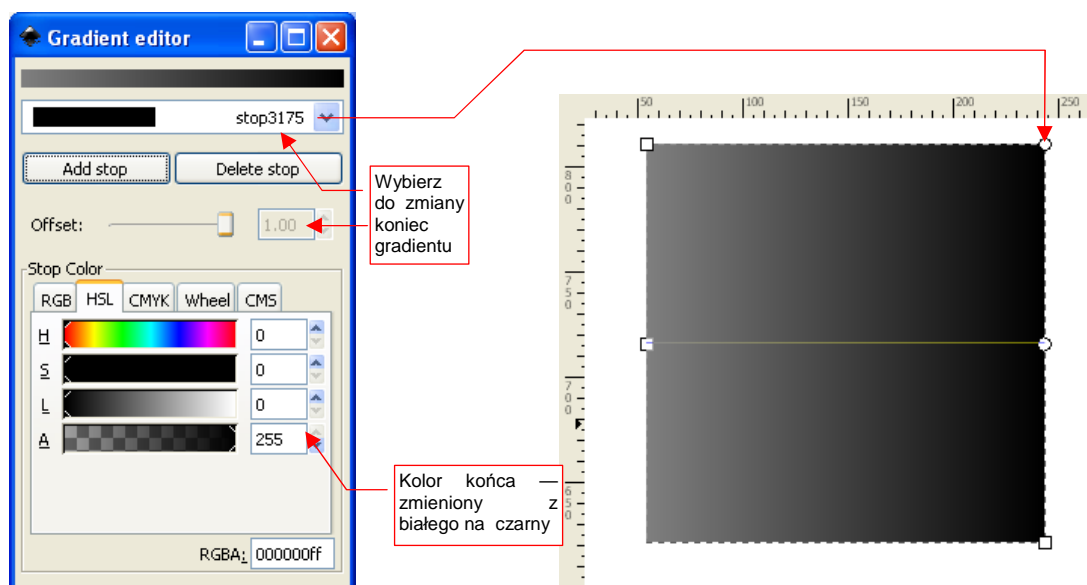
Rysunek 12.37.6 Wybór wzoru (rozkładu) gradientu



Rysunek 12.37.7 Okno edycji wzoru gradientu

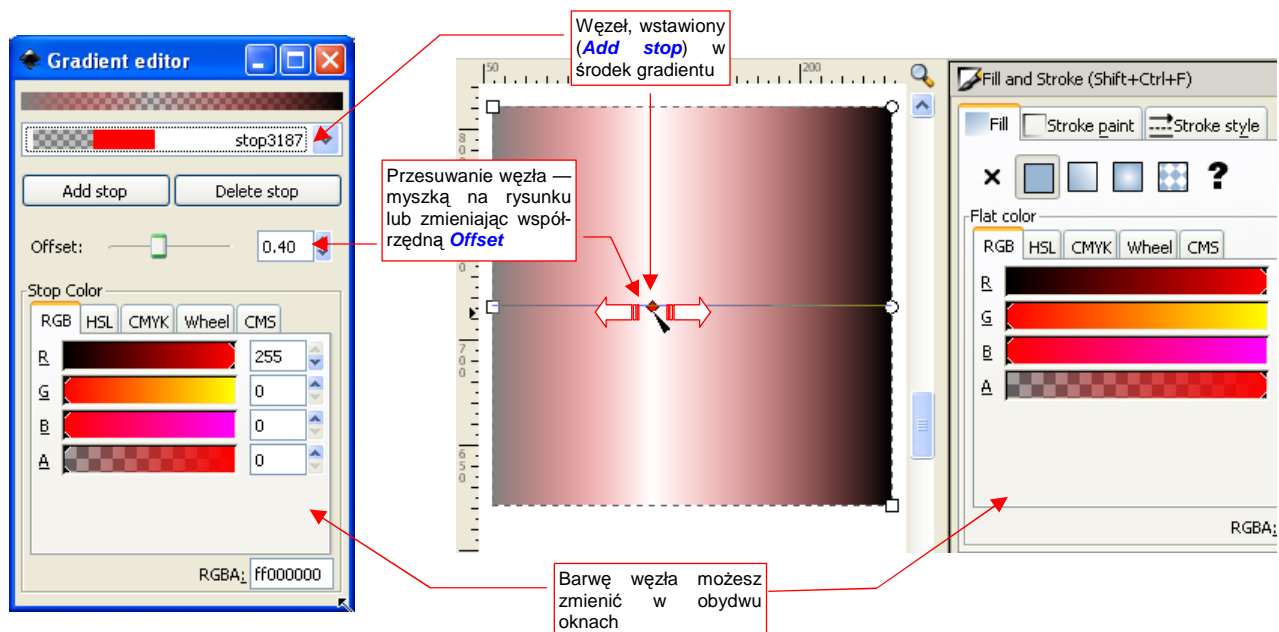
- W Inkscape nie ma możliwości zmiany nazwy gradientu i jego węzłów. Musisz korzystać z nazw wygenerowanych przez program. Może w przyszłości ta niedogodność zostanie usunięta.

W oknie **Gradient editor** możesz zmienić barwy węzła (**stop**) gradientu. Z listy u góry wybierasz punkt, który chcesz zmienić, a następnie ustalasz jego barwę za pomocą kontrolki z sekcji **Stop Color** (Rysunek 12.37.8):



Rysunek 12.37.8 Zmiana barwy końca wzoru gradientu

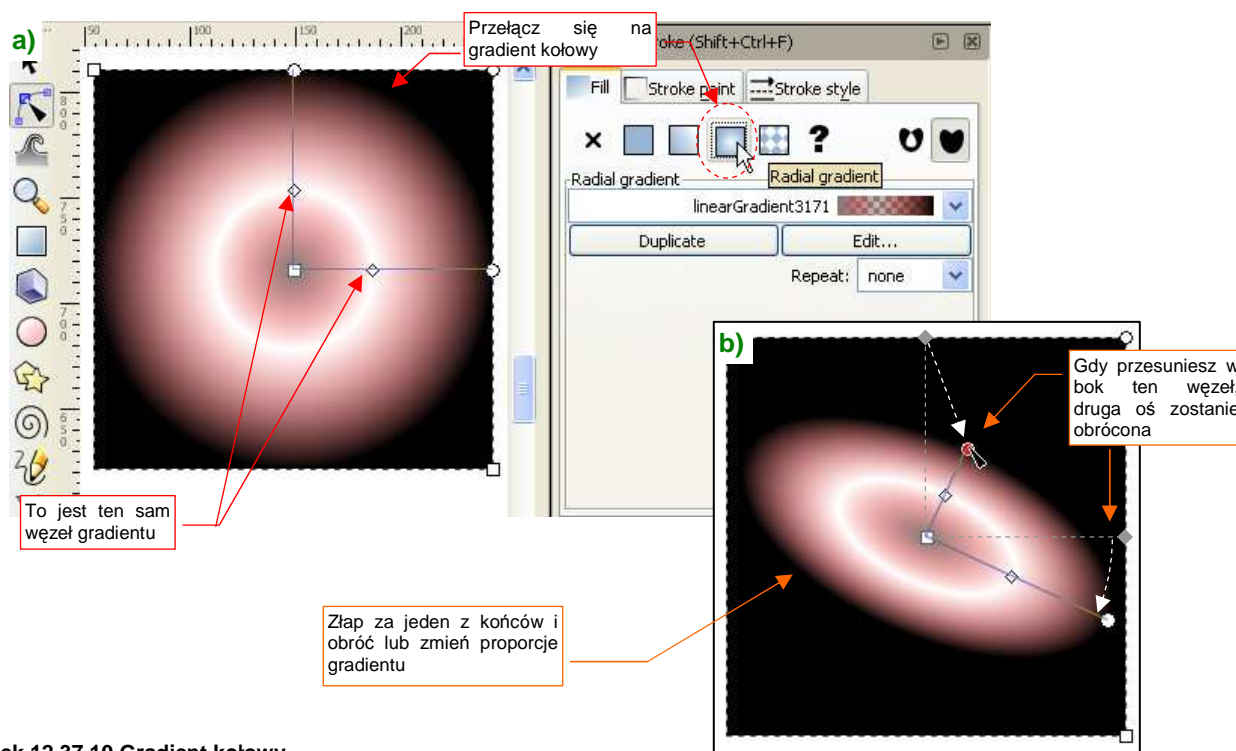
Gradient musi mieć co najmniej dwa węzły: początek i koniec. Może być ich więcej — wystarczy, że dodasz kolejny za pomocą przycisku **Add stop**. Położenie takiego węzła możesz zmieniać w oknie *Gradient editor* za pomocą kontrolki **Offset**. Nowy punkt jest także widoczny na rysunku, i tam także możesz go przesuwać — za pomocą myszki (Rysunek 12.37.9):



Rysunek 12.37.9 Dwie metody zmiany węzła gradientu

Ten „dualizm” metod edycji dotyczy także zmiany barwy — po zaznaczeniu węzła możesz użyć kontrolki z zakładki *Fill* (Rysunek 12.37.9). W sumie — okna *Gradient editor* można tylko używać do dodania lub usunięcia węzła.

W Inkscape, oprócz gradientu liniowego, istnieje także gradient kołowy. Wystarczy włączyć inną opcję wypełnienia (Rysunek 12.37.10):

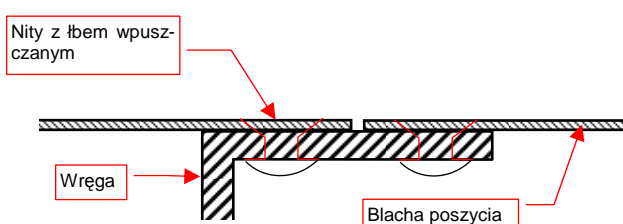


Rysunek 12.37.10 Gradient kołowy

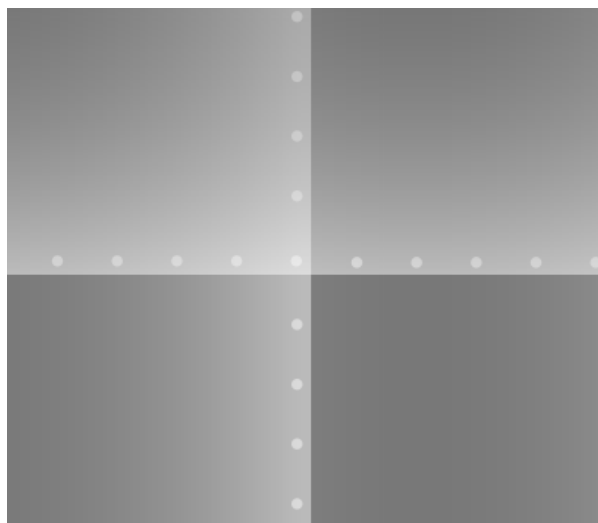
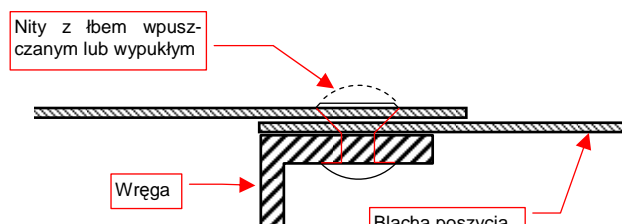
12.38 Odzworowanie nierówności na poszyciu samolotu

Linie połączeń na poszyciu samolotu odwzorowujemy za pomocą tekstury nierówności¹. Proponuję, aby podstawową mapę, odwzorowującą także nity i inne szczegóły konstrukcyjne, wykonać jako rysunek wektorowy w Inkscape (więcej na ten temat — zobacz str. 296 i następne).

Odwzorowanie połączeń blach poszycia samolotów odrzutowych jest, paradoksalnie, najłatwiejsze. Począwszy od lat 50-tych XX w. blachy na ich powierzchni są łączone zazwyczaj „na styk”, by powodować jak najmniejsze zaburzenia warstwy przyściennej. Na rysunkach samolotu takie połączenia poznasz po tym, że mają linię nitów z obydwu stron. Zresztą, łby nitów są „na gładko” zeszlifowane z kadłubem, i często ich obecność można poznać tylko po innej barwie poszycia, utrzymanym w kolorze naturalnego duralu. Takie „wklęsłe” szwy znajdziesz już na MiG-15 czy F-86. Ich odwzorowanie na teksturze nierówności jest banalne — po prostu ciemniejsza linia (Rysunek 12.38.1):



Rysunek 12.38.1 Łączenie poszycia „na styk” i jego odwzorowanie na mapie nierówności



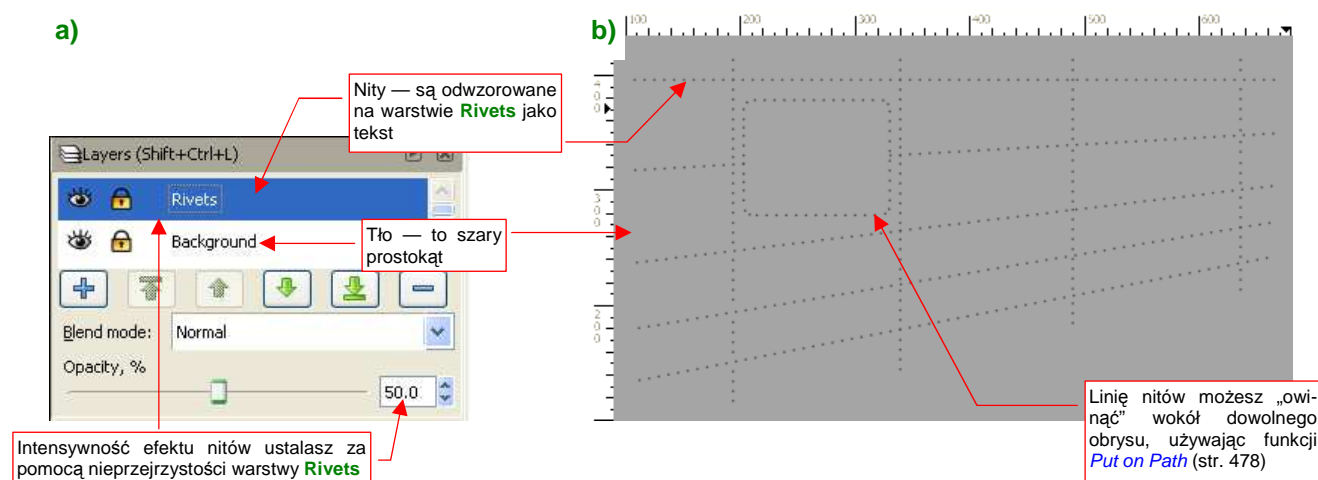
Rysunek 12.38.2 Łączenie poszycia „na zakładkę” i jego odwzorowanie na mapie nierówności

W wolniej latających konstrukcjach lotniczych stosowano (i nadal się stosuje) mniej pracochłonne łączenie „na zakładkę” (Rysunek 12.38.2). Takie szwy wymagają dwa razy mniej nitów, umieszczonych tylko po jednej stronie szwu. Szwy „na zakładkę”, czasami jeszcze z nitami o wypukłych łbach, spotkasz w większości konstrukcji z okresu II Wojny Światowej. Jeżeli miały nawet nity z łbem wpuszczanym — to często nie były szlifowane do poziomu poszycia (wiadomo, produkcja wojenna...). Cały problem z ich narysowaniem to uzyskanie powoli narastającej barwy, która — w miejscu krawędzi — gwałtownie ciemnieje. Można ten efekt uzyskać przy użyciu powierzchni wypełnionych gradientami. Oczywiście, nie jest to tak proste, jak rysowanie pojedynczych linii.

¹ Pouczającym przykładem może być praca, zaprezentowana w 2009r na forum max3d.pl przez użytkownika kliment_woroszytow. To model Bf-109G, na którym autor pracowicie zamodelował łączenia blach jako wklęsłości siatki. Na zbliżeniach fragmentów samolotu wyglądało to bardzo ładnie, choć zapewne wymagało sporo dodatkowej pracy. Takie połączenia komplikowały niewątpliwie siatkę modelu. I co więcej — aby w ogóle być widoczne na renderze, musiały mieć przesadzoną szerokość (może poza zdejmowanymi osłonami na masce silnika). Na renderingu całego samolotu nie było już widać specjalnej różnicy pomiędzy takimi szwami „zamodelowanymi w siatce”, a szwami naniesionymi za pomocą mapy nierówności.

Zacznij od przygotowania poziomego odniesienia — to szare tło. Uzyskałem je poprzez wstawienie na warstwę **Background** prostokąta, zasłaniającego cały obraz. Prostokąt jest wypełniony kolorem szarym, o odcieniu na poziomie 50% czerni (czyli, w wartościach podawanych w Inkscape — 128).

W kolejnej warstwie — **Rivets** — umieściłem linie nitów. Nie obawiaj się — nie rysowałem każdego osobno! Pojedyncza linia nitów to tekst złożony ze znaków „•” (unicode - hex. 25CF), rozdzielonych spacjami (pisanie i edycja tekstu — p. str. 713). Znaki „•” możesz skopiować do schowka z towarzyszącego tej książce pliku [source\textures\dots.txt](#), a potem wkleić do Inkscape. Nadaj czcionce jakiś niewielki rozmiar — np. 2.5px. Linie nitów wydłużasz, wklejając do niej kolejne fragmenty tekstu. Skracasz — usuwając znaki. W pobliżu miejsca, gdzie przecinają się dwie linie nitów, możesz trochę pokombinować ze spacjami, aby na takim „skrzyżowaniu” nity nie zachodziły na siebie (Rysunek 12.38.3):



Rysunek 12.38.3 Faza pierwsza — neutralne tło i linie nitów.

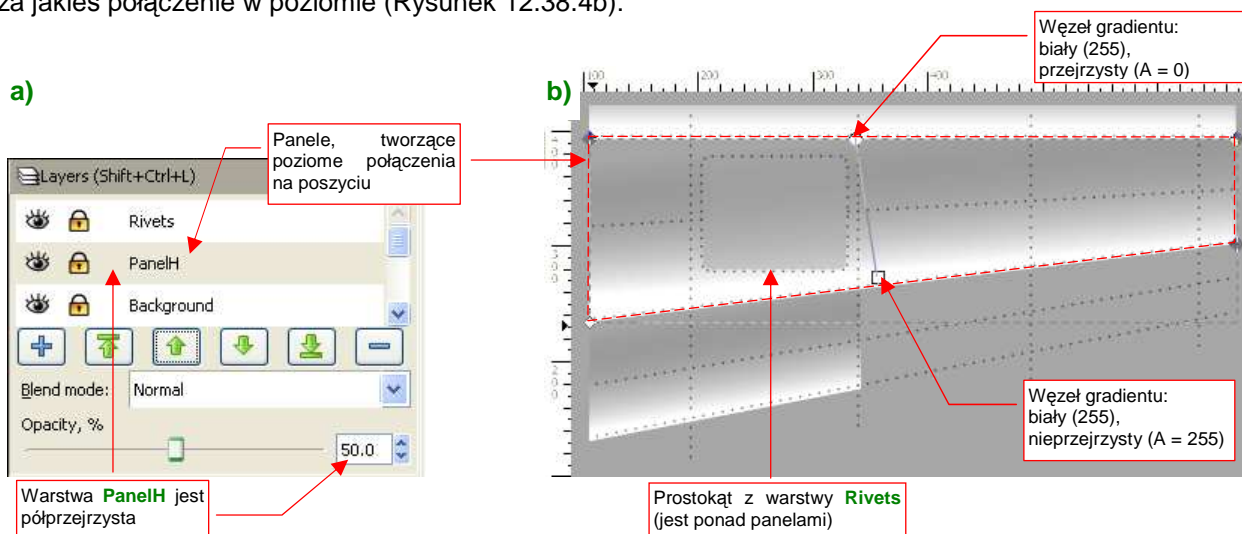
Jeżeli nity mają być wypukłe, nadaj im barwę białą (255), a jeżeli wklęsłe - czarną (0). W razie czego — zawsze przyglądaj się zdjęciom. Nawet tam, gdzie poszycie było „z zasady” pokryte nitami z łbem wpuszczanym, mogą się trafić jakieś szczególnie obciążone szwy, w których konstruktorzy zdecydowali się użyć nitów z łbem wypukłym (mają większą wytrzymałość)¹. „Napisz” je jako oddzielny tekst, i nadaj mu barwę białą.

Głębokość / wysokość nitów ustalasz, zmieniając nieprzejrzystość warstwy **Rivets** (Rysunek 12.38.3a). Pamiętaj, że nity wpuszczane są niemal niewidoczne. Tylko dlatego, aby coś było widać na ilustracjach, ustawiłem nieprzejrzystość tej warstwy na 50%. Zazwyczaj odpowiednią wartością jest 5%, może czasami 10%. (Przy takich wartościach nity na obrazie są niemal niewidoczne, ale mimo to „wyjdą” po zastosowaniu tekstury na modelu!).

Zwróć uwagę na zaokrąglony prostokąt, który przerywa linię nitów (Rysunek 12.38.3b). Specjalnie umieściłem go na naszej próbce, gdyż takie elementy występują powszechnie na powierzchni samolotów. To może być wzmocnienie wokół jakiegoś otworu, lub innego szczegółu konstrukcji. Jego kształt naniosłem na warstwę **Rivets**, a następnie „otoczyłem” oddzielną linią tekstu. (Użyłem funkcji [Text→Put on Path](#) — str. 715). Gdy nie chcesz, aby obiekty, które otaczasz tekstem były widoczne — umieść je na oddzielnej, wyłączonej warstwie. Do tego przykładu jej nie dodałem, ale znajdziesz ją np. w pliku ze wzorem tekstur, stworzonym dla modelu P-40 ([texture.svg](#)). Nosi tam nazwę **Helpers**.

¹ Szwy nitów z łbem wypukłym są także łatwiejsze (tańsze, szybsze) do wykonania. Ciekawym przypadkiem jest Spitfire. Konstruktorzy tego samolotu wykonali kompleksowe badania, szukając miejsc, gdzie zastosowanie nitów „wpuszczanych” daje wyraźne korzyści. Ostatecznie zdecydowali się zastosować je w przedniej części skrzydeł (od krawędzi natarcia do dźwigara). Reszta powierzchni Spitfire była pokryta nitami wypukłymi.

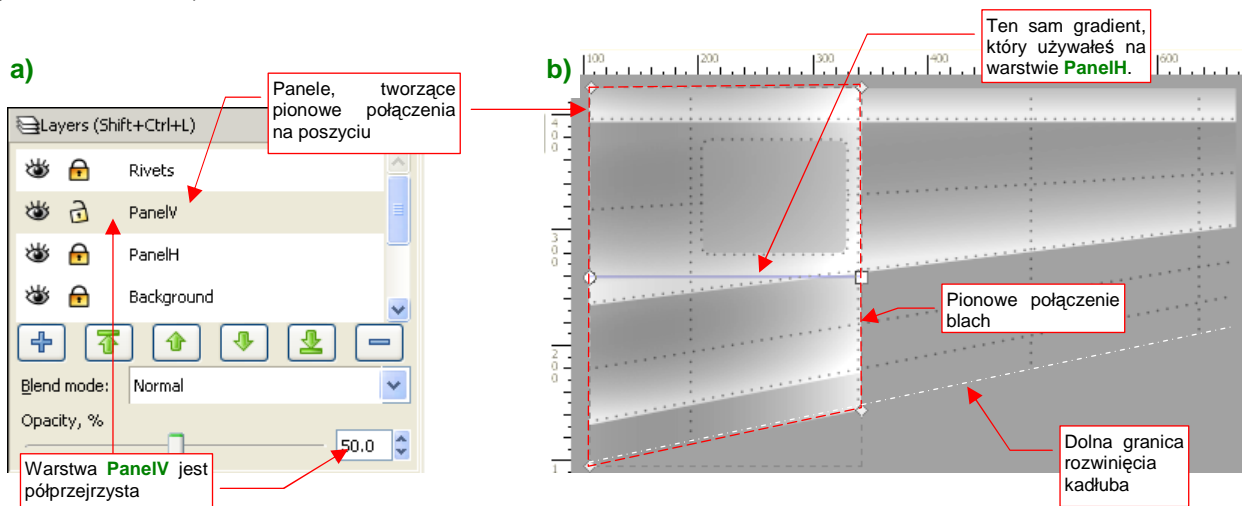
Utwórz teraz kolejną warstwę poniżej warstwy **Rivets**. Nadaj jej nazwę **PanelH** i ustal nieprzeźrystość na 50% (Rysunek 12.38.4a). Narysuj na niej zamknięte obrysy paneli. Nie rysuj wszystkich — tylko te, które odpowiadają za jakieś połączenie w poziomie (Rysunek 12.38.4b):



Rysunek 12.38.4 Faza druga — poziome połączenia blach.

Do wypełnienia paneli użyj najprostszego gradientu (jak — str. 720), w którym obydwa krańce mają kolor biały. Różnią się tylko przeźrystością — jeden z nich jest zupełnie przeźrysty ($A = 0$), a drugi — wcale ($A = 255$). Użyj tego samego gradientu na wszystkich narysowanych panelach (wspominam o tym tylko „na wszelki wypadek”, gdybyś w przyszłości chciał go zmienić). Zorientuj rozmiar i pochylenie gradientu tak, by biała, nieprzeźrysta krawędź biegła wzdłuż linii szwu, a przeźrysta mieściła się mniej więcej w zarysie panelu (Rysunek 12.38.4b).

Utwórz jeszcze jedną warstwę ponad warstwą **PanelH**. Nadaj jej nazwę **PanelV**, i także ustal jej przeźrystość na 50% (Rysunek 12.38.5a). Na tej warstwie umieść z kolei panele odpowiedzialne za krawędzie pionowe (Rysunek 12.38.5b):

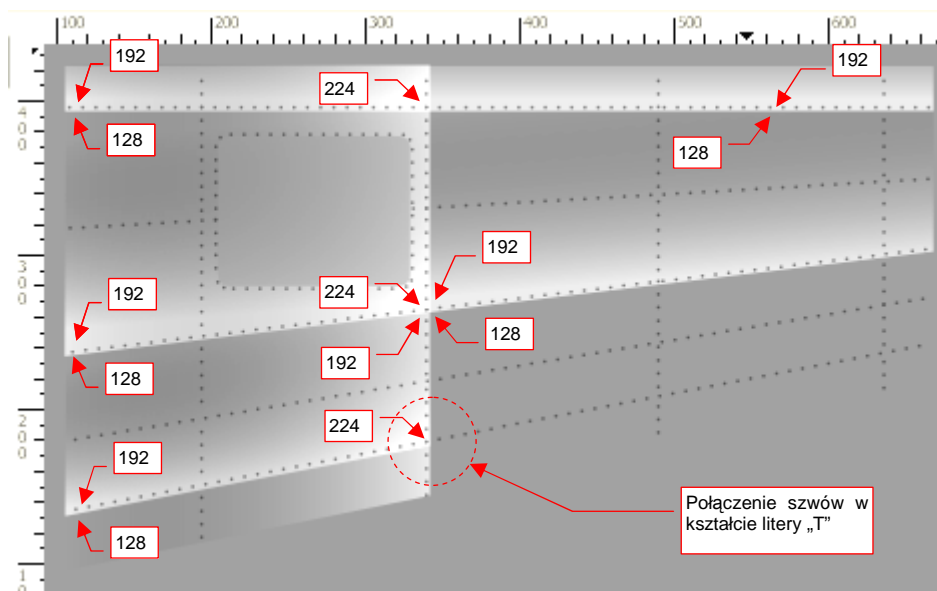


Rysunek 12.38.5 Faza trzecia — pionowe połączenia blach.

Do wypełnienia narysowanych paneli użyj tego samego gradientu, jaki stosowałeś do obiektów na warstwie **PanelH**. Dopasuj go według tych samych reguł — jasna krawędź wzdłuż linii szwu, przeciwległa — na przeciwnym krańcu panelu (tam, gdzie biegnie linia kolejnego pionowego połączenia). Panele należy rozciągnąć do granic obrysu kadłuba — nawet tam, gdzie do tej pory nie było paneli poziomych (Rysunek 12.38.5b).

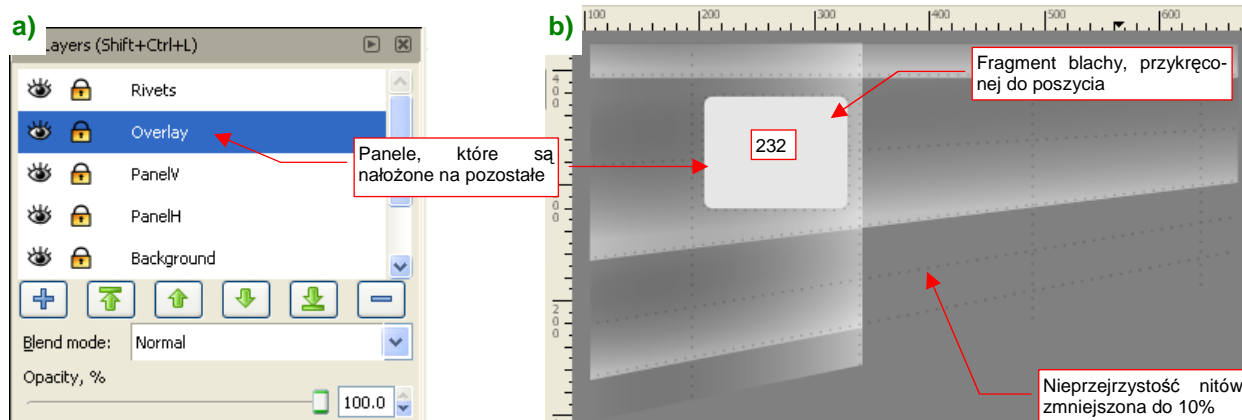
Zwróć uwagę, że dzięki zastosowaniu „krzyżowania” obrysów z dwóch warstw, odwzorowaliśmy oryginalne 7 „kawałków blachy” poszycia tylko za pomocą 4 elementów! Oszczędziło to nam sporo pracy przy wzajemnym dopasowaniu kształtów (ta rośnie geometrycznie w stosunku do liczby dopasowywanych obiektów).

Czy już widzisz, co udało się nam uzyskać? W wyniku zastosowania gradientów panele stają się coraz jaśniejsze, by doprowadzić do dużego kontrastu wzdłuż linii szwu. To na mapie nierówności wywoła właściwe wrażenie zachodzących na siebie blach. Nawet narożniki nie są tu przeszkodą — są dwa razy jaśniejsze od środka szwu. Dokładne intensywności szarości (w skali 0..255) przedstawia Rysunek 12.38.6. Z jednej — „wyższej”, — strony szwu są piksele o jasności 192, z drugiej — „niższej” — 128 (kolor tła). Daje to różnicę poziomów (kontrast) rzędu 64. W narożnikach, gdzie nakładają się na siebie dwa gradienty, „najwyższy” narożnik ma jasność 224. Graniczy z liniami o jasności 192 (kontrast - 32). Największy kontrast — 96 — występuje na połączeniach w kształcie litery „T”. Tam narożnik o jasności 224 graniczy z jednej strony z tłem (Rysunek 12.38.6):



Rysunek 12.38.6 Rezultat złożenia paneli „pionowych” (PanelV) i „poziomych” (PanelH).

Na powierzchni samolotu mogą wystąpić jeszcze elementy nałożone na wszystkie inne blachy — jakieś pokrywy, czy temu podobne. Stworzymy dla nich specjalną warstwę **Overlay**, umieszczoną ponad **PanelV** i **PanelH** (Rysunek 12.38.7a):



Rysunek 12.38.7 Faza czwarta — blachy, które są nałożone na pozostałe.

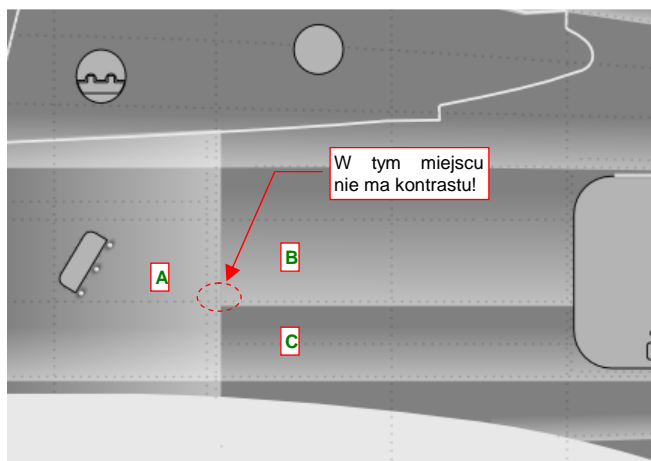
Elementy, umieszczone na warstwie **Overlay** muszą być jaśniejsze od jakiegokolwiek krawędzi powstałej z nałożenia paneli z warstw **PanelH** i **PanelV**. W przykładzie, jaki pokazuje Rysunek 12.38.7b, jest to jakiś prostokątny fragment blachy, przykręcony do poszycia. Nadałem mu odpowiednio „wysoką” jasność (232). Warstwa **Overlay** jest całkowicie nieprzejrzysta (oczywiście tam, gdzie jest cokolwiek na niej narysowane).

- Aby wypukłe (białe) nity lepiej „wyszły” na renderingu, możesz przyciemnić tło — z 50% np. do 25% szarości (ze 128 do 64). Taka ściemni wszystkie barwy na panelach, ale zachowa kontrasty wzdłuż linii szwów.

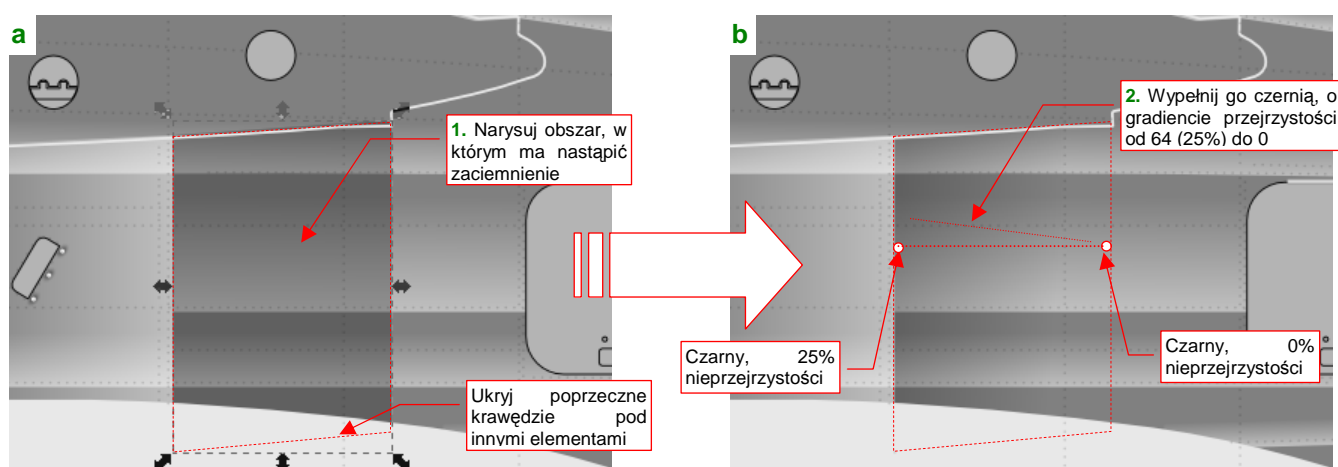
Na koniec warto wspomnieć o pewnym typowym problemie. Pokażę go na przykładzie z realnej konstrukcji — fragmentu kadłuba P-40.

W miejscu, które pokazuje Rysunek 12.38.8, z jednolitą krawędzią panelu **A** graniczą początki dwóch innych paneli (**B** i **C**). W takiej sytuacji mamy problem z kontrastem w lewym dolnym narożniku panelu **B**. Odcień szarości jest tam taki sam, jak w sąsiedniej panelu **A**. (Rysunek 12.38.8). Oznacza to, że na modelu krawędź podziału blach w tym miejscu zaniknie.

Jak poradzić sobie z takim problemem? Należy „obniżyć” odcień obszaru za panelem **A** — zarówno wypukłości, jak też barwę „bazy” (tło). Narysuj najpierw obszar tego obniżenia. Musisz nadać mu taki kształt, by krawędzie poprzeczne były ukryte (Rysunek 12.38.9a):



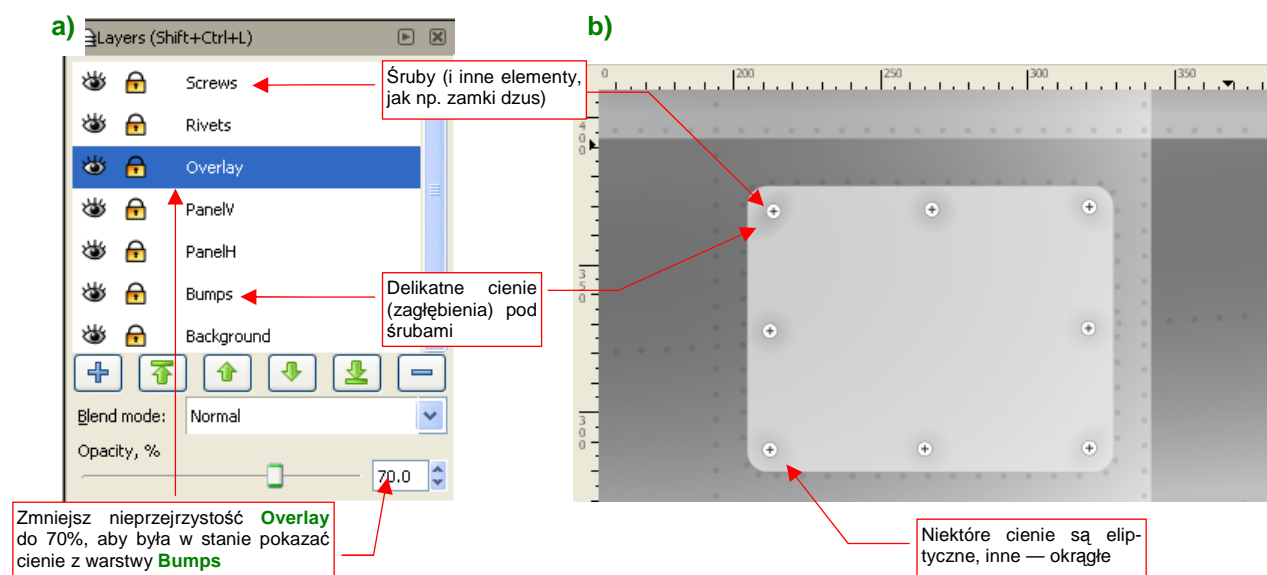
Rysunek 12.38.8 Brak kontrastu na narożniku panelu



Rysunek 12.38.9 Uzyskanie kontrastu wzdłuż krawędzi panelu za pomocą gradientu „przyciemniającego”.

Potem wypełnij ten obszar gradientem, którego przezroczystość zmienia się od 0 do 25% (64) (Rysunek 12.38.9b).

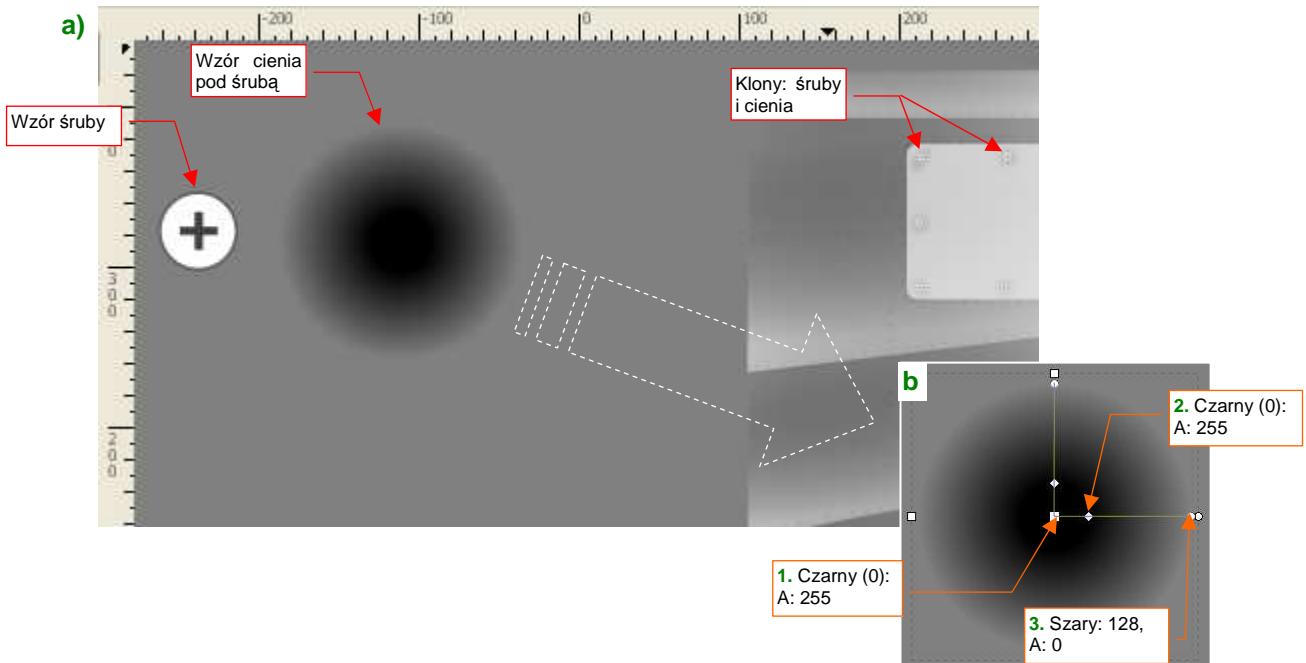
Ostatnim elementem poszycia, który odwzorujemy, są śruby (przymocowujące do poszycia np. prostokątny panel z warstwy **Overlay**). Umieść je ponad nitami, na oddzielnej warstwie **Screws** (Rysunek 12.38.10):



Rysunek 12.38.10 Faza piąta — inne elementy poszycia (śruby, zamki, itp.)

Blacha poszycia tworzy często drobne zagłębienia wokół dokręconych śrub (Rysunek 12.38.10b) . Możesz je odwzorować za pomocą kolistych gradientów, umieszczonymi na specjalnej warstwie **Bumps**. Umieść ją pod innymi warstwami. Aby cienie pod śrubami były widoczne, zwiększ nieco (np. o 30%) przezroczystość warstwy **Overaly** (Rysunek 12.38.10a).

Aby ułatwić ewentualne przyszłe modyfikacje, proponuję nanieść na rysunek „klony” (*Object→Clone→Create Clone*, p. str. 716) wzorców tych elementów, które narysujesz gdzieś z boku (Rysunek 12.38.11a):



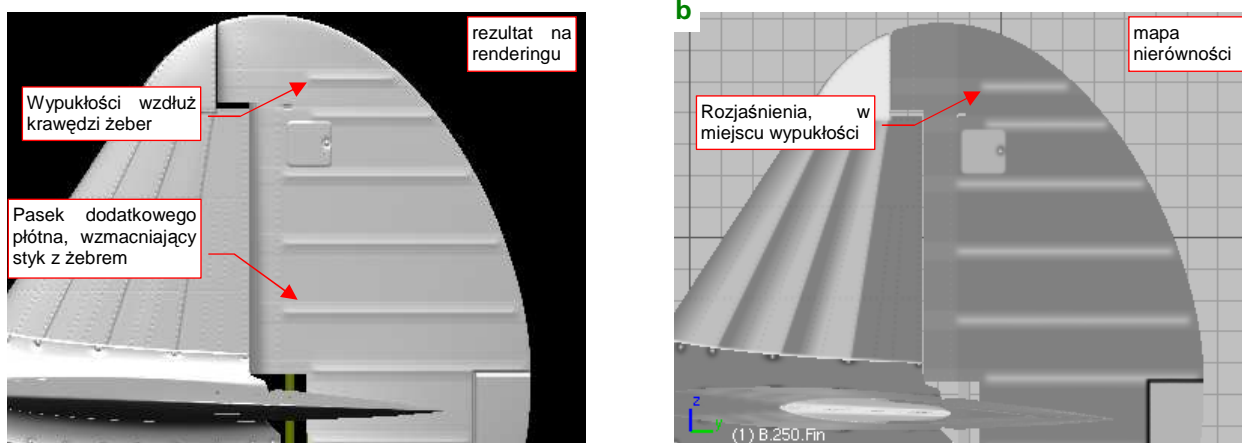
Rysunek 12.38.11 Wzorce śrub i cieni

Wzorce mogą być o wiele większe od swoich klonów — gdyż rozmiar (oraz ewentualną deformację — zobacz cienie na narożnikach przyśrubowanej na rysunku płyty) można ustalić dla każdego klonu indywidualnie. Wzór zaciemnienia uzyskasz, wypełniając koło odpowiednim gradientem (Rysunek 12.38.11b).

12.39 Odzworowanie szczegółów powierzchni krytych płótnem

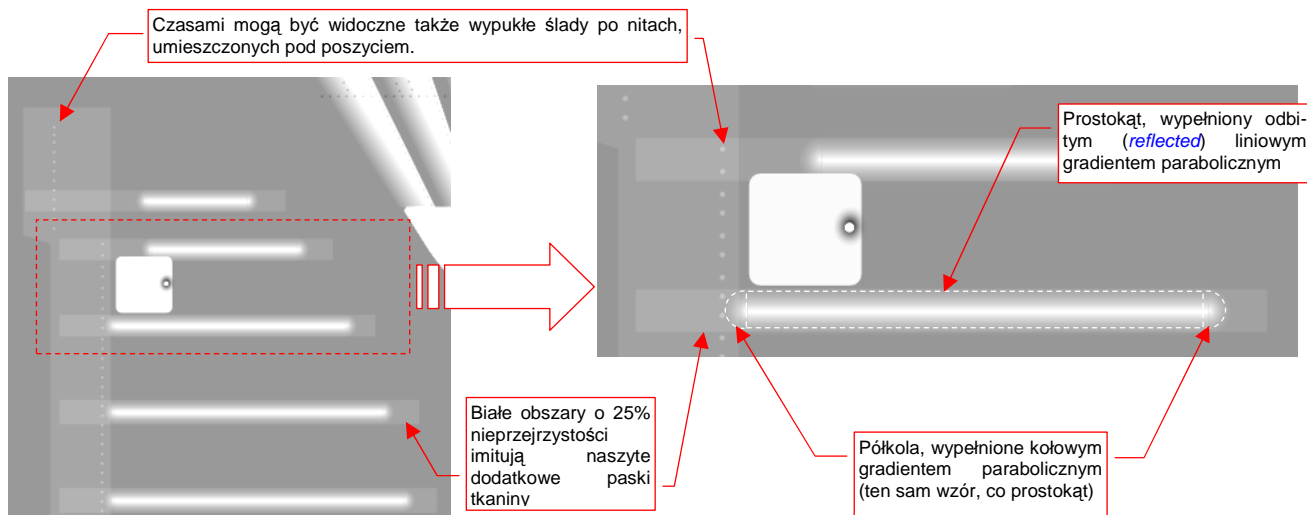
Pewne powierzchnie samolotów mogą być pokryte płótnem. Jest to stosunkowo gruba tkanina, naprężona jak bęben za pomocą impregnatów. Myśliwce z pierwszej połowy lat 40-tych zazwyczaj miały pokryte w ten sposób powierzchnie sterów i lotek.

Specyfiką takich powierzchni są wypukłości wzdłuż krawędzi żeber (Rysunek 12.39.1a). Płótno na szkieletcie jest napięte, więc w dalszej odległości od żeber wygląda na zupełnie płaskie. (O ile krawędzie żeber są linią prostą. Jeżeli jest to wyraźna krzywa — pomiędzy żebrami pojawiają się zagłębienia). Rysunek 12.39.1b) pokazuje typową mapę nierówności, imitującą pokrycie z płótna:



Rysunek 12.39.1 Odzworowanie płóciennego pokrycia steru na mapie nierówności

Obraz mapy nierówności został narysowany w Inkscape (Rysunek 12.39.2):

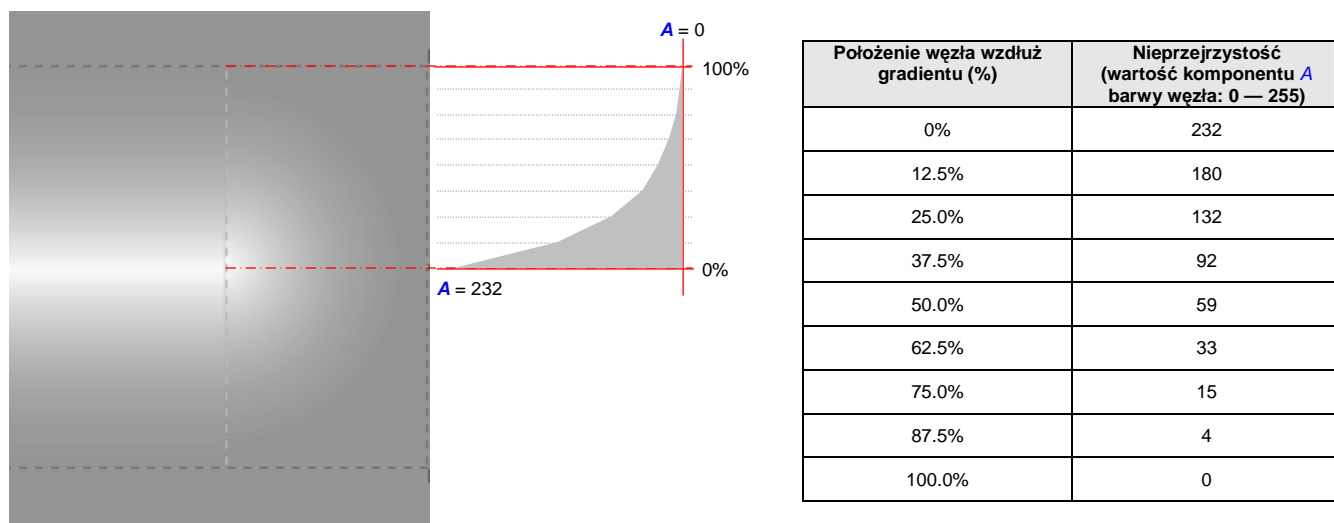


Rysunek 12.39.2 Szczegóły obrazu nierówności pokrycia steru

W miejscu każdego żebra narysuj prostokąt, wypełniony liniowym gradientem odbitym (*reflected*) wzdłuż osi żebra. Z obydwu stron prostokąta umieść zamykające półkola, wypełnione tym samym gradientem, ale w układzie kołowym (Rysunek 12.39.2). Wzmacniające paski tkaniny, naszyte na płótno w miejscach narażonych na przetarcia można łatwo odzworować za pomocą jednolitych, białych obszarów o niewielkiej nieprzejrzystości (komponent **A** barwy wypełnienia rzędu 25%, czyli 64). Tam, gdzie takie fragmenty się nałożą, uzyskasz w naturalny sposób dodatkowe „pogrubienie”.

Czasami na płótnie widoczne były nierówności od leżących pod spodem nitów (w tym miejscu były to zawsze nity z łbem wypukłym). Właściwie należałoby każdy z nich zamodelować kołowym gradientem. Nity są jednak małe, a podczas eksportu do obrazu rastrowego i tak się rozmyją, więc zdecydowałem się odzworować je tak samo, jak pozostałe nity — jako tekst.

Do uzyskania właściwej wypukłości wzdłuż żebra należy użyć białego gradientu ($R, G, B = 100\%$, czyli 255), w którym kolejne węzły będą się różnić tylko nieprzejrzystością (A). Nieprzejrzystość powinna się zmniejszać nie liniowo, a parabolicznie (Rysunek 12.39.3):



Rysunek 12.39.3 Gradient paraboliczny, wykorzystany do odwzorowania wypukłości żeber

Gradient paraboliczny dobrze odwzorowuje wypukłość wokół żebra nawet na dużo szerszych obszarach, niż te, pokazywane na poprzedniej stronie. Takie szersze obszary możesz stosować w konstrukcjach, gdzie zagłębienia płótna pomiędzy żebrami były głębsze.

Wykonanie obrazu nierówności całego steru zaczynasz od narysowania zespołu pojedynczego żebra — prostokąta i dwóch okrągłych końcówek, wypełnionych gradientem. Nanieś na nie także pasek, imitujący naszyte wzmocnienia — prostokąt o 25% nieprzejrzystości. Dla ułatwienia dalszych kroków nadaj tym wszystkim elementom jakieś całkowite współrzędne położenia i wymiary. (Jeżeli zadeklarowane w Inkscape rozmiary Twojego obrazu to 2048x204 px, nie powinno być z tym problemu).

Potem po prostu kopiuje tę grupę w miejsce kolejnego żebra. Zazwyczaj po skopiowaniu będziesz musiał zmienić długość prostokątów i odpowiednio przesunąć półokrągłą końcówkę. Aby półkoła końcówki i prostokąt były dobrze do siebie dopasowane — ustalaj nowe rozmiary numerycznie, w polu powyżej ekranu. (Dlatego przydatne jest posługiwanie się wymiarami bez części ułamkowych — bo można je szybko przeliczyć w pamięci).

Cały obraz nierówności powierzchni krytych płótnem umieść na jakiejś wydzielonej warstwie. Ustaw nieprzejrzystość takiej całej warstwy na np. na 50%. Umożliwi Ci to w wygodne sterowanie głębokością nierówności na powierzchniach pokrytych płótnem.

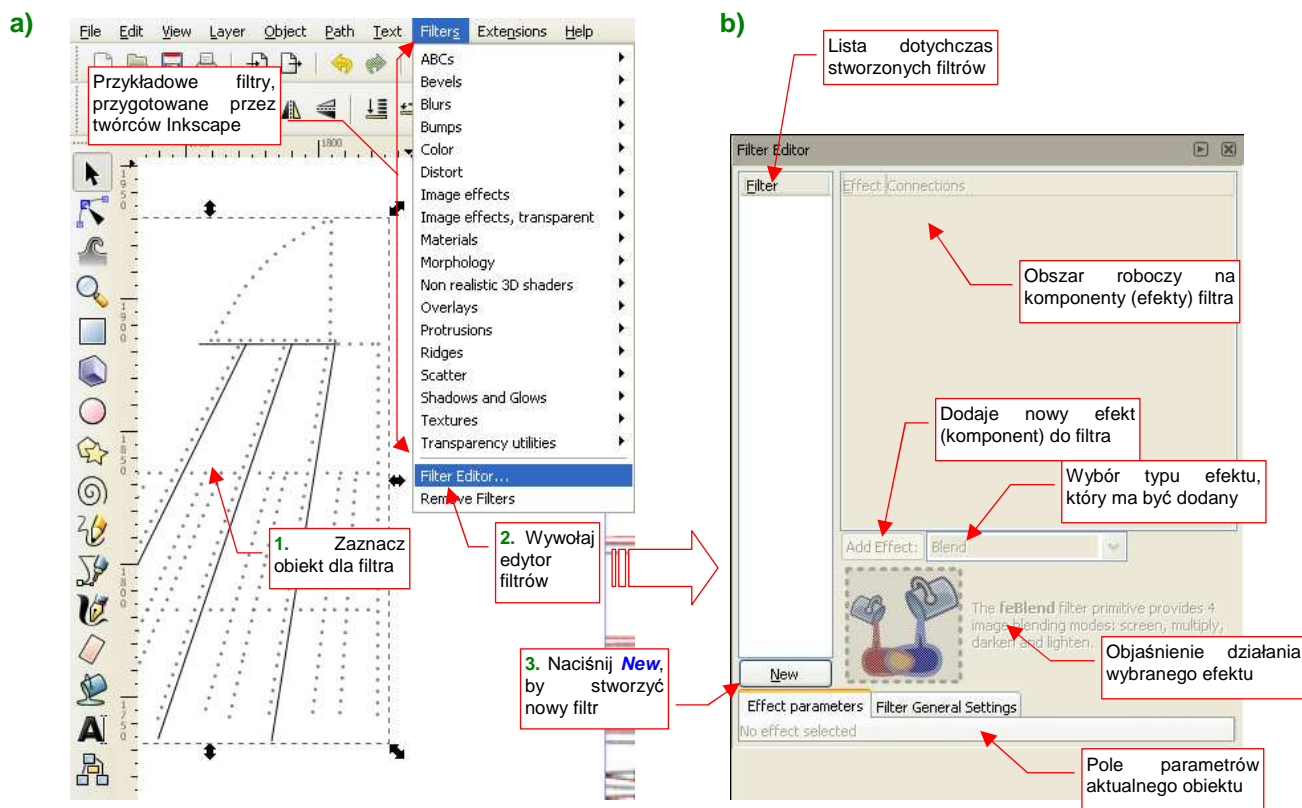
12.40 Posługiwanie się filtrem

Do przygotowania obrazów drugorzędnej tekstury nierówności (**B.Skin.Nor-Bump**), a także tekstury odbić i odbłyśków (**B.Skin.Ref**) należy ostre i dokładne linie obrazu wektorowego poddać „rozmyciu”. Najbardziej oczywistą metodą jest wyeksportowanie ostrego obrazu z Inkscape do pliku rastrowego, by potem „rozmyć” go w Gimpie. Taką właśnie metodą pokazałem w początkowych sekcjach o teksturuowaniu (por. str. 298-299). Do obrazu tekstury potrzebne było złożenie trzech kolejnych „rozmyć”, różniących się promieniami: 5, 10, 25 px. Każde z nich było tworzone w GIMP na oddzielnej warstwie.

Okazuje się, że ten sam efekt można osiągnąć wprost w Inkscape, za pomocą tzw. **filtrów** (*Filters*). Nie będę się tutaj szczegółowo rozwodził, jakie filtry są dostępne w Inkscape i co umożliwiają, bo to bardzo rozległy temat. (W razie czego spróbuj sam poszukać w Internecie materiałów na ich temat — to tzw. „*SVG filters*”). Zamiast tego skoncentruję się na przykładzie konkretnego filtra, wykonującego „w locie” kaskadowe rozmycie metodą Gaussa. Zastosowanie tego filtra pozwoli nam uzyskać obraz drugorzędnej tekstury nierówności — *nor_bumps.png* (por. str. 321) — wprost z Inkscape.

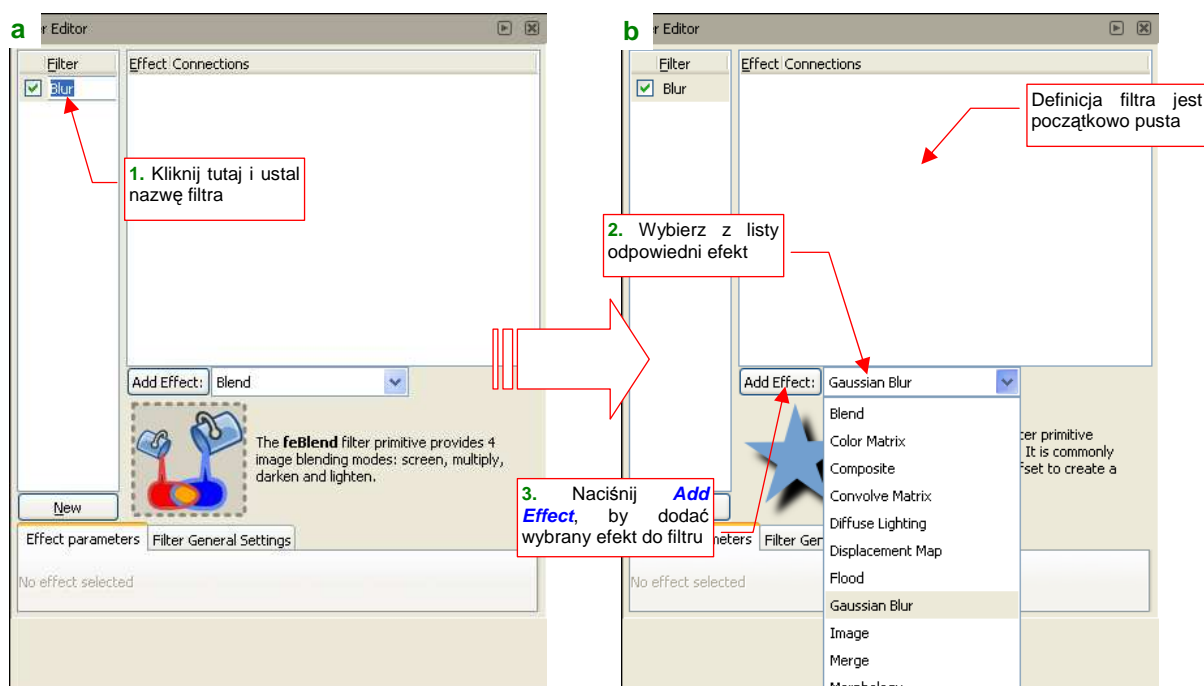
Przygotowanie filtra zacznij od zaznaczenia na rysunku obiektu/obiektów, wobec których ten filtr ma być zastosowany. Ze względu na wydajność nie przypisuj tego samego filtra do zbyt wielu obiektów na rysunku. Lepiej jest je połączyć w grupę (str. 719), wobec której zastosujesz odpowiedni filtr.

Polecenia związane z filtrami znajdziesz w menu **Filters**. Twórcy Inkscape umieścili tu mnóstwo gotowych kompozycji filtrów — możesz z nimi poeksperymentować. Aby stworzyć nowy filtr „od zera”, wybierz polecenie **Filters → Filter Editor...**. Spowoduje to pojawienie się po prawej stronie okna edytora filtrów (Rysunek 12.40.1):



Rysunek 12.40.1 Tworzenie nowego filtra — wywołanie i ekran edytora

Rysunek 12.40.1b) pokazuje, z jakich elementów składa się edytor filtrów. Aby dodać do rysunku nowy filtr, naciśnij przycisk **New**. Rysunek 12.40.2 pokazuje rezultat:

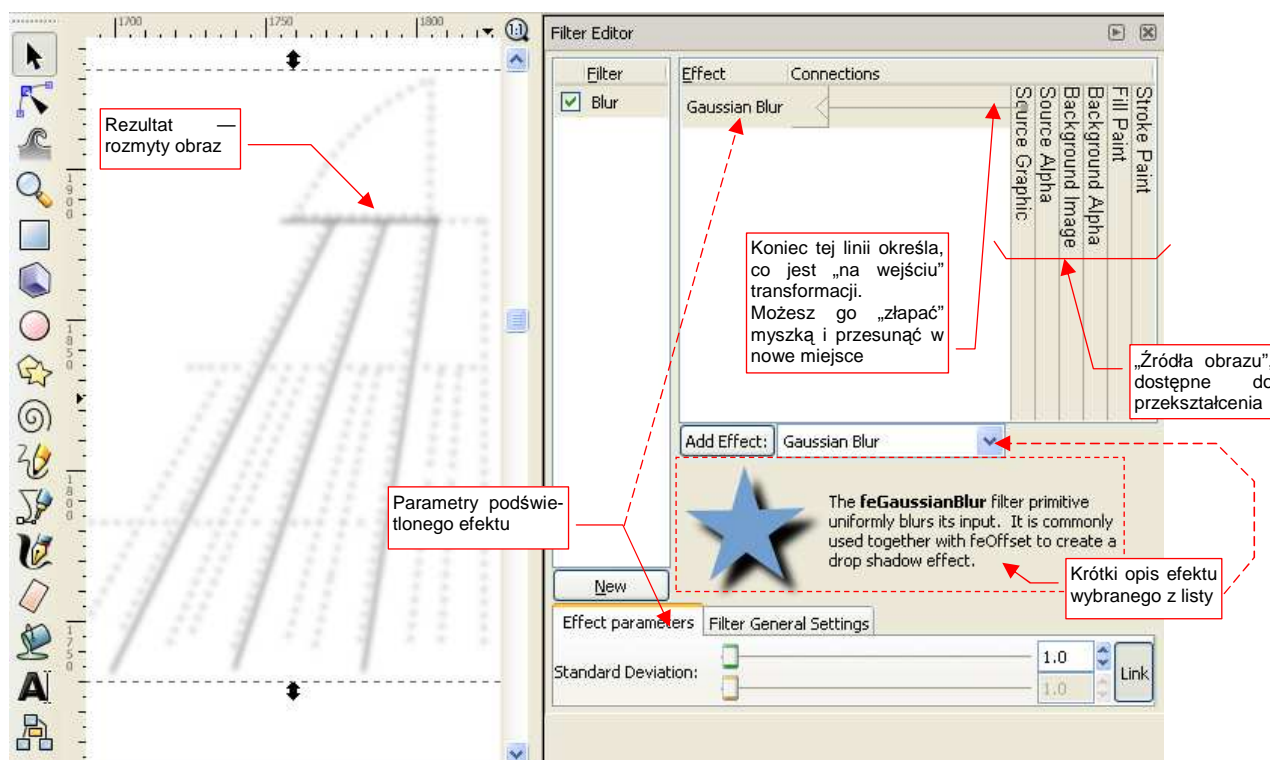


Rysunek 12.40.2 Tworzenie nowego filtra — ustalenie nazwy i wykorzystanie pół wyboru efektu

Najpierw zacznijmy od „czynności porządkowych”: kliknij w nazwę filtra i zmień ją na coś reprezentatywnego (Rysunek 12.40.2a). Temu filtrowi nadałem nazwę **Blur**. Potem możesz zacząć dodawać do definicji filtra kolejne komponenty (tzw. „efekty” — *effects*). Robi się to w dwóch krokach (por. Rysunek 12.40.2b):

1. wybierasz z listy dostępnych efektów odpowiednią pozycję;
2. naciskasz przycisk **Add Effect**;

Wybierz efekt rozmycia metodą Gaussa (*Gaussian Blur*). W rezultacie na liście definicji filtra pojawił się pierwszy komponent, a element przypisany do filtra **Blur** uległ rozmyciu (Rysunek 12.40.3):



Rysunek 12.40.3 Efekt zastosowania pojedynczego komponentu typu *Gaussian Blur*

Popatrz uważnie na obszar definicji filtra. To w istocie schemat, pokazujący co jest wejściowym obrazem do rozmycia (*Source Graphic*). Rezultatem działania filtra jest rezultat zwracany przez ostatni (najniższy) efekt.

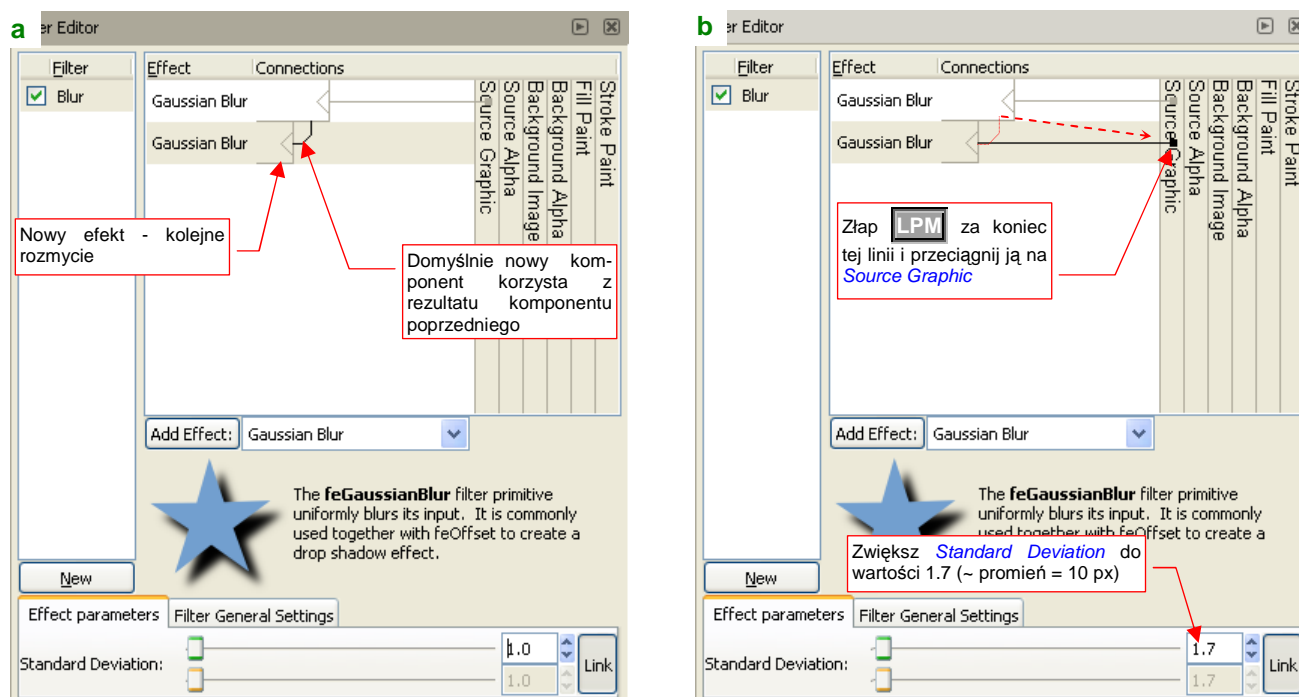
Spośród pięciu potencjalnych źródeł obrazu wejściowego (*Source Graphic*, *Source Alpha*, *Background Image*, *Fill Paint*, *Stroke Paint* — por. Rysunek 12.40.3) najczęściej wykorzystuje się dwa:

- *Source Graphic* oznacza zawartość elementu (wszystkie linie, wypełnienia, itp.), do którego filtr jest przypisany (*Source* = element przypisany) ;
- *Background Image* oznacza cały widoczny rysunek, znajdujący się pod elementem przypisanym do filtru;

Podczas komponowania filtrów zazwyczaj wykorzystujemy *Source Graphic*, choć czasami spotkałem się także z użyciem *Background Image*. Pozostałe są mniej użyteczne, np. *Fill Paint* to barwa, gradient, lub wzór wypełnienia, a *Stroke Paint* — barwa, gradient, lub wzór linii przypisanego obiektu.

Pozostaw w parametrach pierwszego komponentu wartość *Standard Deviation* = 1.0. Dla takiej wartości rozmycie obrazu jest mniej więcej takie, jak w GIMP dla promienia *Blur Radius* = 5. (Promień rozmycia w GIMP i standardowe odchylenie w Inkscape to zupełnie inne parametry! W dodatku zależność pomiędzy nimi wcale nie jest liniowa).

Teraz dodaj do filtra kolejne rozmycie Gaussa (Rysunek 12.40.4):

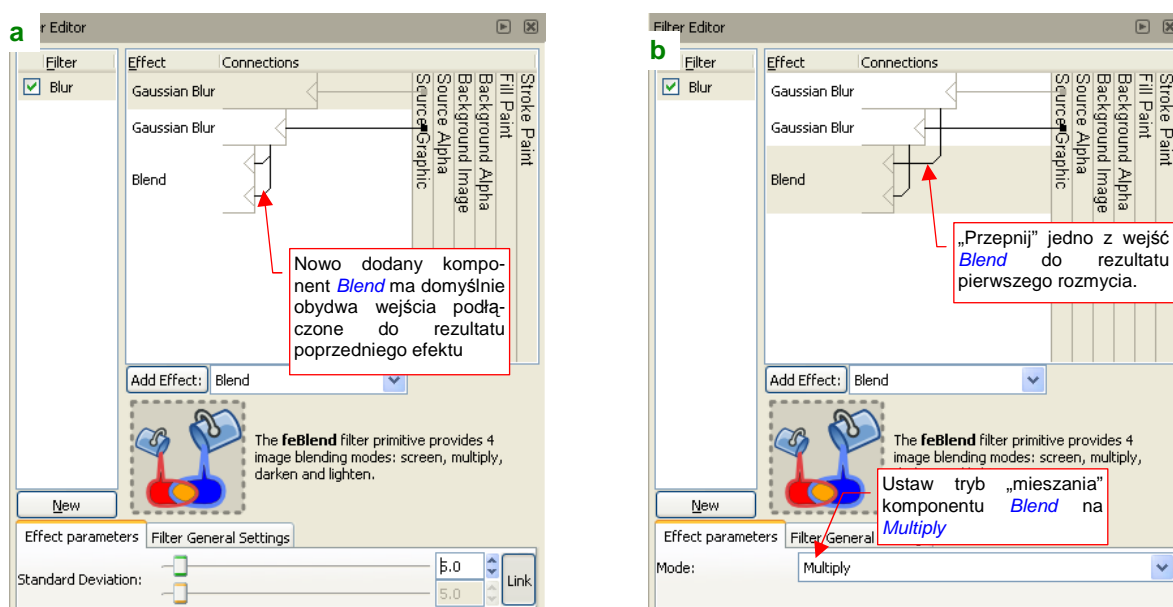


Rysunek 12.40.4 Dodanie do filtra drugiego komponentu typu *Gaussian Blur*

Domyślnie Inkscape podstawia, jako informację wejściową dla nowo dodanego efektu, rezultat wszystkich dotychczasowych komponentów (Rysunek 12.40.4a). Wyszło by z tego jednak zbyt duże rozmycie, a chcemy tu uzyskać złożenie trzech rozmyć oryginalnego, ostrego obrazu, o promieniach 5, 10 i 25 px (por. str. 298-299). Przetwórz więc „wejście” do drugiego komponentu: złap LPM za końcówkę jego „wejścia” i przesuń ją z wyjścia pierwszego rozmycia ponad obszar *Source Graphic* (Rysunek 12.40.4b) . Zwiększ także odchylenie standardowe drugiego rozmycia z 1.0 do 1.7 (odpowiada to w przybliżeniu *Blur Radius* = 10 w Gimpie).

Zwróć uwagę, że po tym zabiegu obraz na ekranie wygląda jakby był rozmyty wyłącznie przez drugi komponent (nie widać żadnego wpływu pierwszego rozmycia). Tak jest w istocie: w obecnym układzie wyjść i wejść z komponentów rezultat pierwszego rozmycia (tego o *Standard Deviation* = 1.0) nie jest podłączony do niczego. Podczas przerysowania ekranu jest „po cichu” pomijany przez Inkscape.

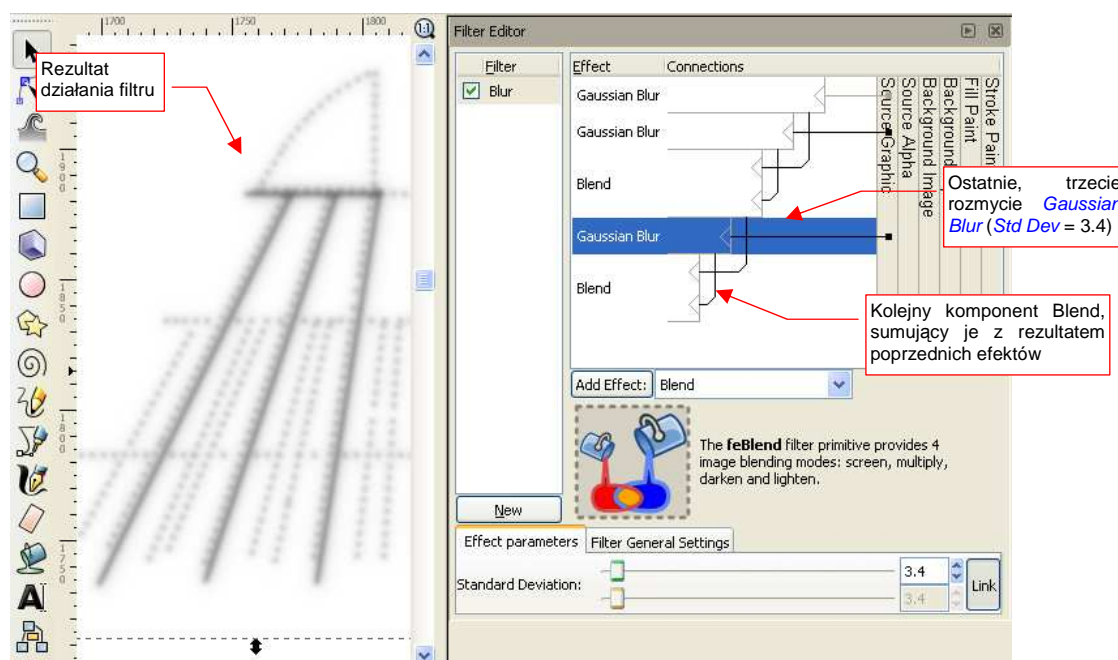
Jak „złożyć” rezultaty tych dwóch rozmyć ze sobą? Można to zrobić np. za pomocą kolejnego komponentu: *Blend* (Rysunek 12.40.5):



Rysunek 12.40.5 Dodanie do filtra drugiego komponentu typu *Gaussian Blur*

Komponent *Blend* dokonuje złożenia dwóch wejściowych obrazów, stąd ma dwa wejścia. Dokonuje tego zgodnie z regułami „arytmetyki barw” (patrz str. 604). W zależności od tego, jaką operację ustawisz w jego parametrach, będzie wykonywał „zwykłe” sumowanie (*Normal*), mnożenie (*Multiply*), rozjaśnianie (*Lighten*) lub zaciemnianie (*Darken*). Zaraz po dodaniu, obydwie wejścia komponentu *Blend* są podłączone do rezultatu poprzedniego efektu, a tryb jest ustawiony na *Normal* (Rysunek 12.40.5a). (Przy takich ustawieniach tego komponentu na rysunku nic nie ulegnie zmianie). Przełącz jedno z jego wejść na rezultat pierwszego rozmycia, a operację *Blend* — na *Multiply* (Rysunek 12.40.5b). Uzyskasz w ten sposób na rysunku złożenie dwóch rozmyć — zupełnie tak samo, jak wcześniej w Gimpie.

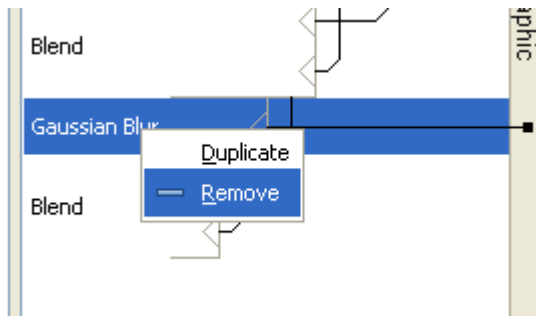
Pozostaje teraz dodać kolejny efekt: trzeci, najbardziej rozmyty obraz. Wstaw do filtra kolejny komponent *Gaussian Blur*, tym razem ze *Standard Deviation* = 3.4 (odpowiada to w przybliżeniu *Blur Radius* = 25px w GIMP). Zsumuj rezultat tego efektu z pozostałymi za pomocą kolejnego komponentu *Blend* (Rysunek 12.40.6) :



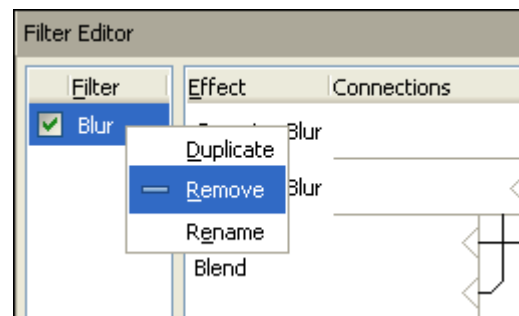
Rysunek 12.40.6 Gotowy filtr: złożenie trzech rozmyć *Gaussian Blur* (Std Dev. = 1, 1.7, 3.4)

Na zakończenie warto wspomnieć o kilku typowych operacjach w edytorze filtra:

- aby przesunąć jeden z komponent w górę lub w dół, wystarczy go „złapać” LPM i „upuścić” w docelowym miejscu;
- aby usunąć komponent z filtra, zaznacz go, i z menu kontekstowego (PPM) wybierz polecenie **Remove** (Rysunek 12.40.7);
- aby usunąć cały filtr, zaznacz go, i z menu kontekstowego (PPM) wybierz polecenie **Remove** (Rysunek 12.40.8);



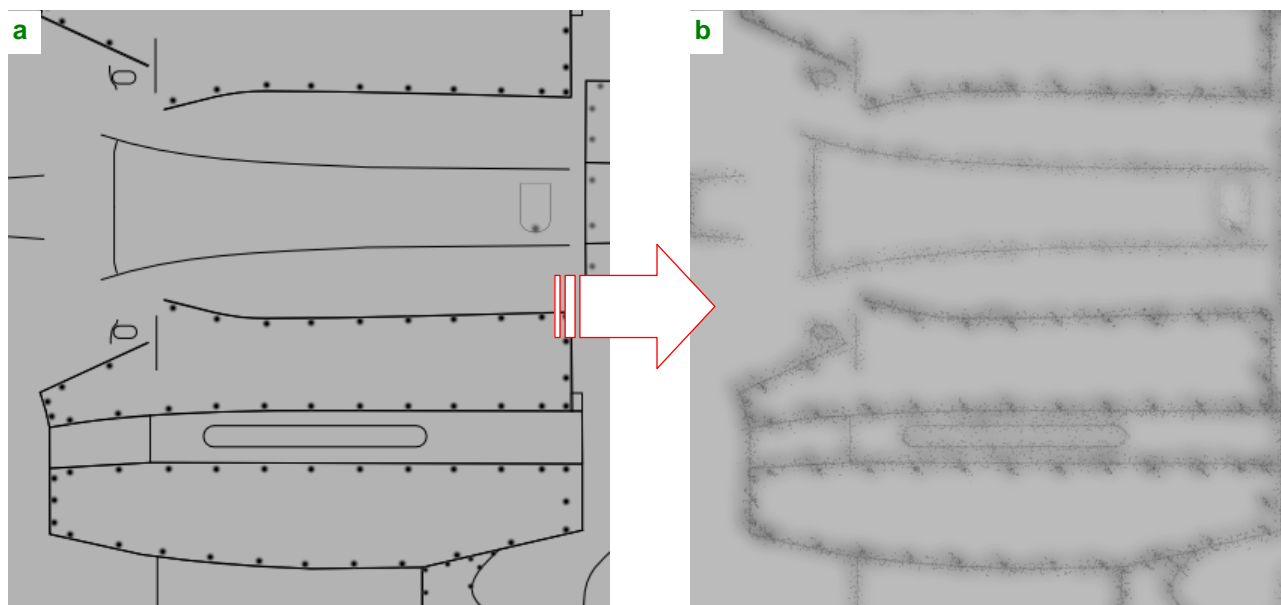
Rysunek 12.40.7 Usuwanie pojedynczego efektu



Rysunek 12.40.8 Usuwanie całego filtra

12.41 Stworzenie filtra imitującego zabrudzenia

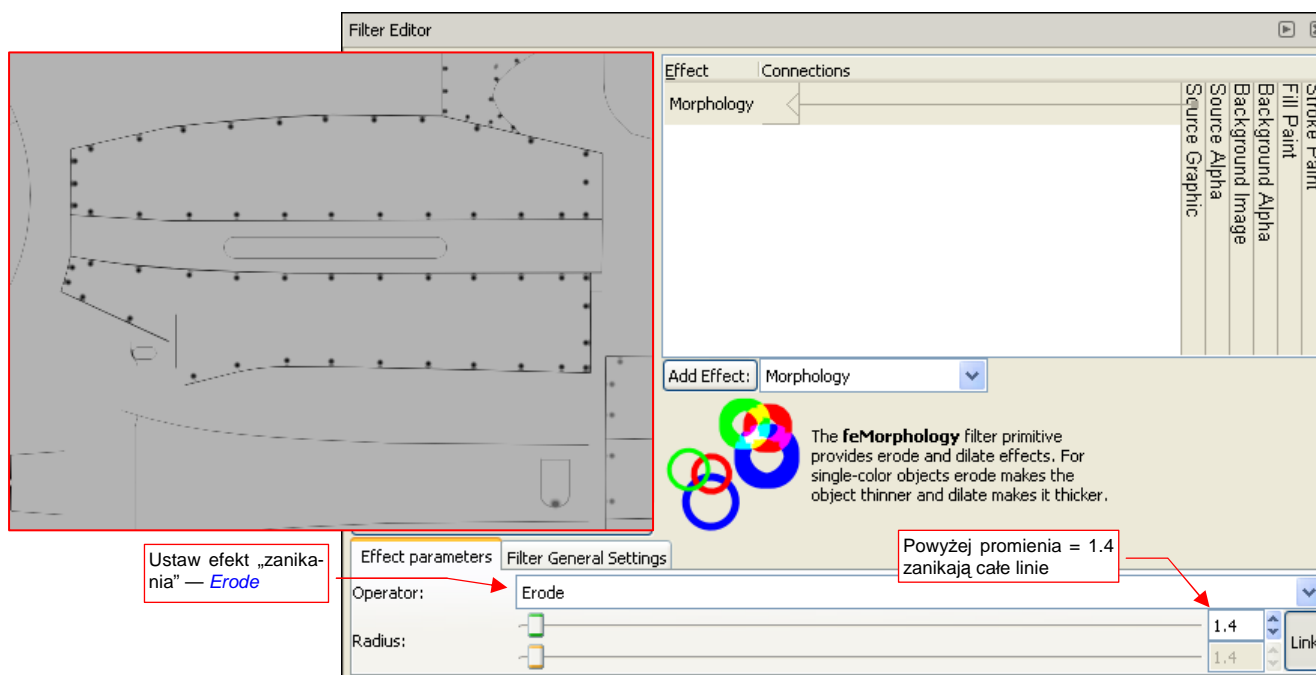
Przy tworzeniu tekstur dla modelu samolotu dużo czasu może zająć stworzenie efektu zabrudzeń, biegnących wzdłuż linii połączeń poszycia. W tej sekcji pokażę, jak można ten efekt uzyskać w Inkscape za pomocą filtra (Rysunek 12.41.1):



Rysunek 12.41.1 Cel: stworzenie filtra przekształcającego prosty rysunek połączeń w obraz „zabrudzeń”

Zawartość tej sekcji może także posłużyć także jako ilustracja praktycznego zastosowania różnorodnych efektów, dostępnych w Inkscape.

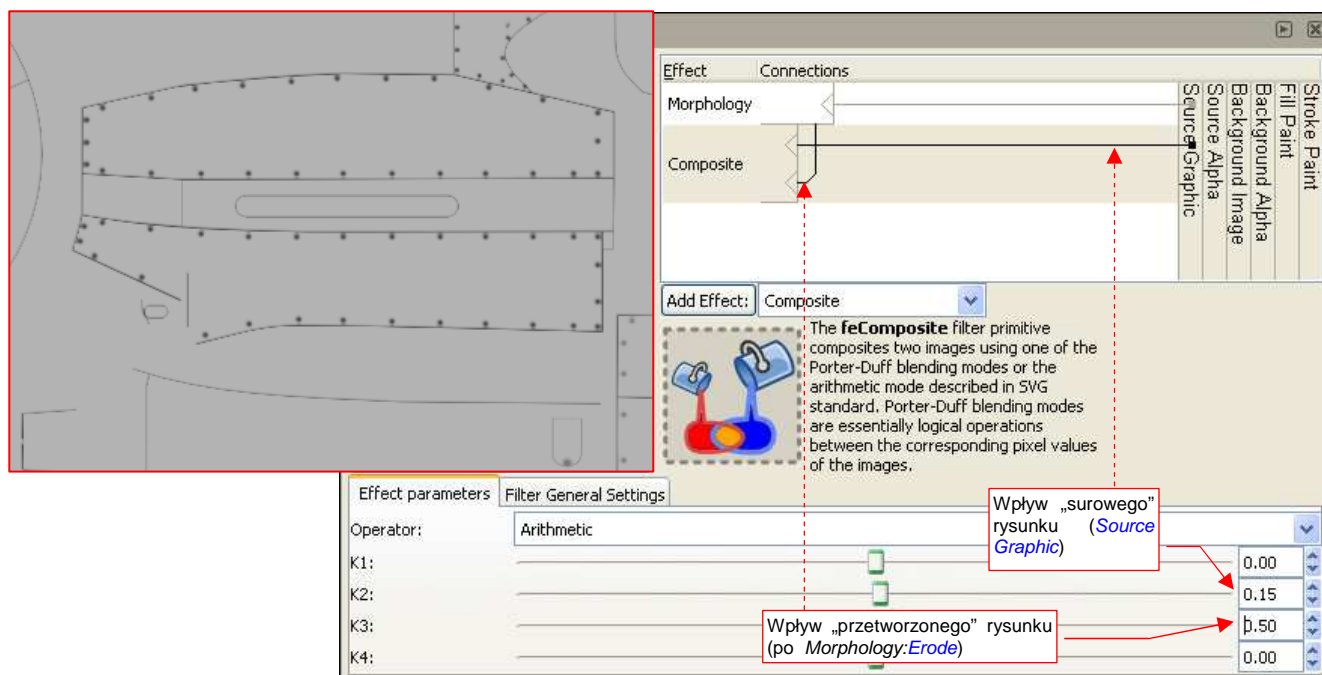
Stwórz nowy filtr i przypisz go do rysunku linii. Wstaw do edytora pierwszy komponent: *Morphology*. Ustaw go w tryb „zanikania” linii: *Erode* (Rysunek 12.41.2):



Rysunek 12.41.2 Użycie efektu *Morphology:Erode* do zmniejszenia grubości linii

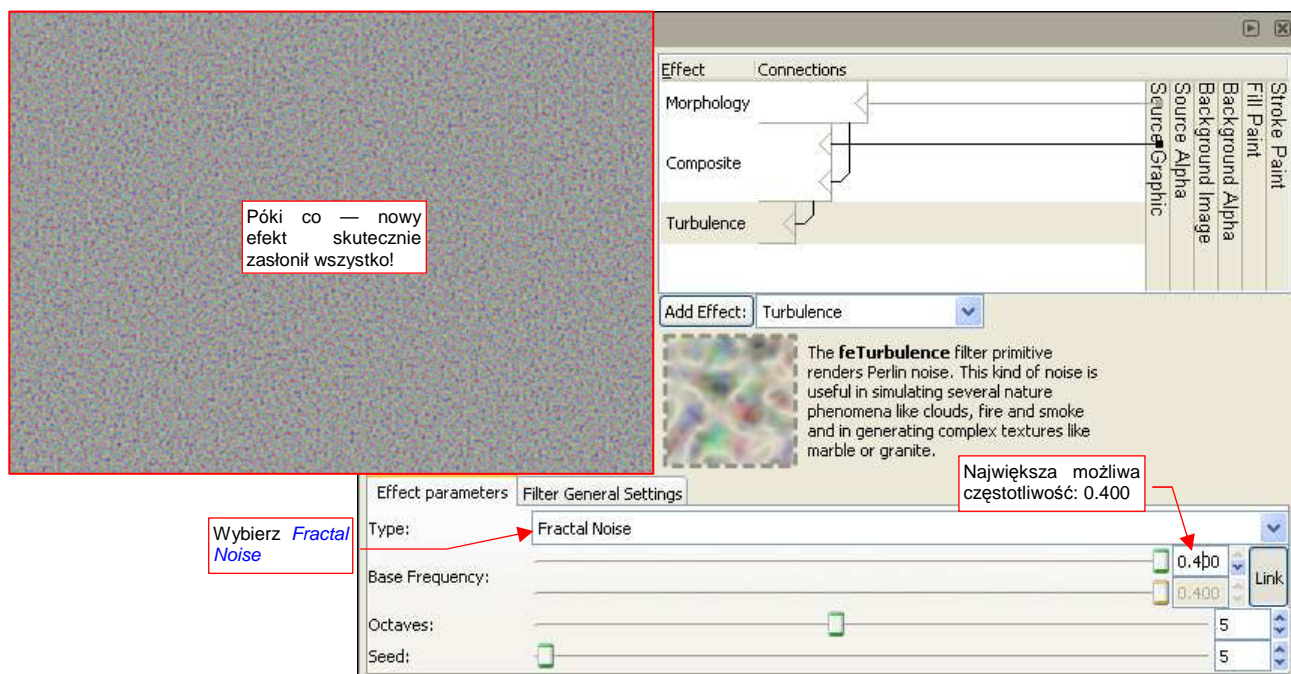
Ustaw promień efektu (*Radius*) 1.5 - 2.0. Przy takich wartościach z oryginalnych linii prawie nic nie zostanie, ale nie przejmuj się tym. Im promień jest mniejszy, tym bardziej kontrastowe będą ciemne „odpryski” wokół linii na ostatecznym obrazie. Gdybyś ustawił go np. na wartość = 1.4, rezultat byłby zbyt wyrazisty.

Aby „zmiękczyć” trochę efekt „zanikania” linii, dodaj kolejny komponent **Composite**, „mieszający” zanikające linie z oryginalnym obrazem (Rysunek 12.41.3):



Rysunek 12.41.3 Użycie efektu **Composite** do stonowania efektu **Morphology:Erode**.

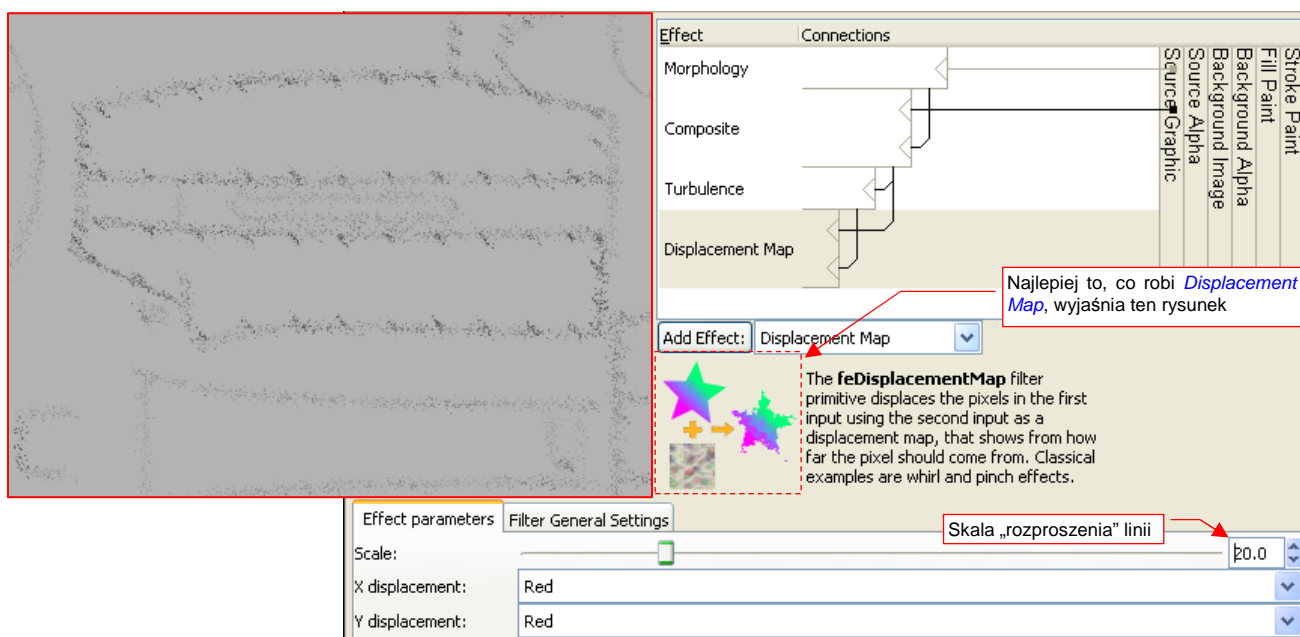
Dodajmy teraz zaburzenia: efekt **Turbulence**. Po jego dodaniu uważaj: dopóki nie zmienisz parametru **Base Frequency**, Inkscape może niczego nie pokazywać na ekranie (to chyba jakiś błąd programisty). Ustaw typ zaburzeń (**Type**) na **Fractal Noise**, o największej częstotliwości **Base Frequency** = 0.4 (Rysunek 12.41.4):



Rysunek 12.41.4 Użycie efektu **Composite** do stonowania efektu **Morphology:Erode**.

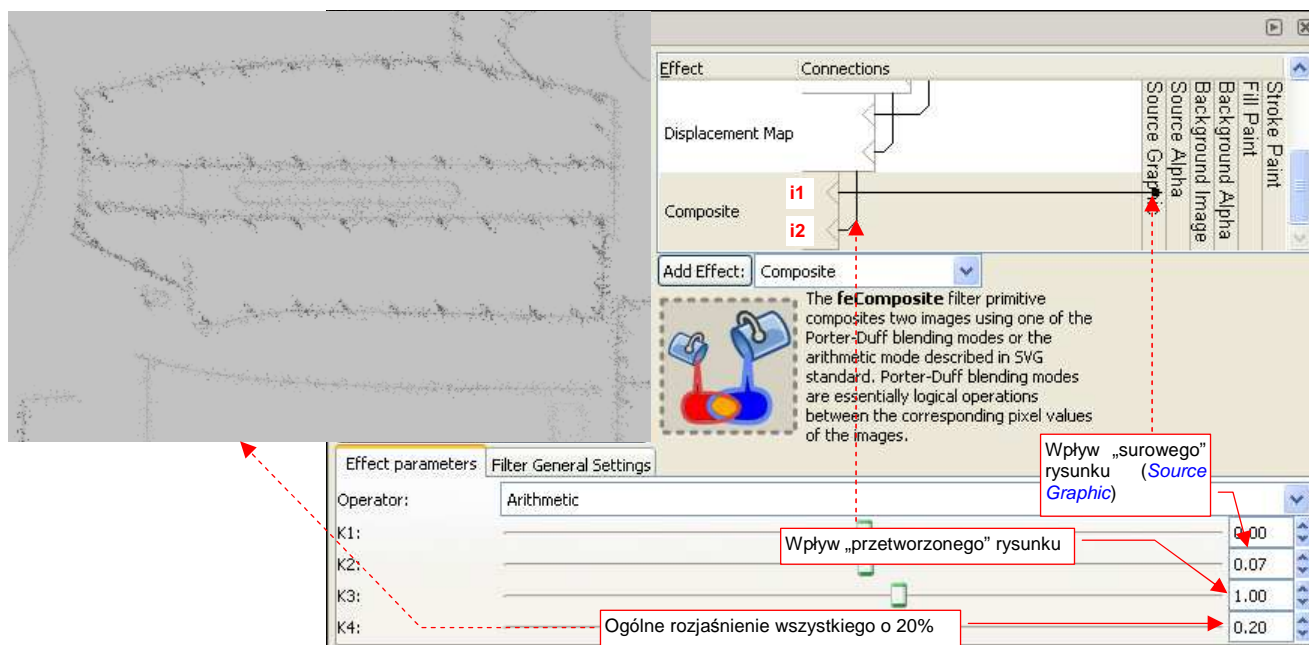
Choć nie ma to wielkiego znaczenia, ustaw także **Octaves** i **Seed** na wartość 5. Na razie wygląda na to, że zepsuliśmy sobie tą turbulencją cały efekt, ale wstrzymaj się z oceną do następnego kroku.

Teraz dodaj kolejny komponent: **Displacement Map**. Zasadę działania tego efektu najlepiej chyba ilustruje obrazek, załączony przez twórców Inkscape (Rysunek 12.41.5). Ustaw jedno z jego wejść na obraz przed zastosowaniem **Turbulence**, a drugie — po **Turbulence**. Wartość **Scale** ustaw na = 20. Ten parametr określa szerokość „rozrzutu” śladu linii (im mniejsza, tym rozrzut mniejszy).



Rysunek 12.41.5 Użycie efektu **Displacement Map** i **Turbulence** do „rozproszenia” linii obrazu.

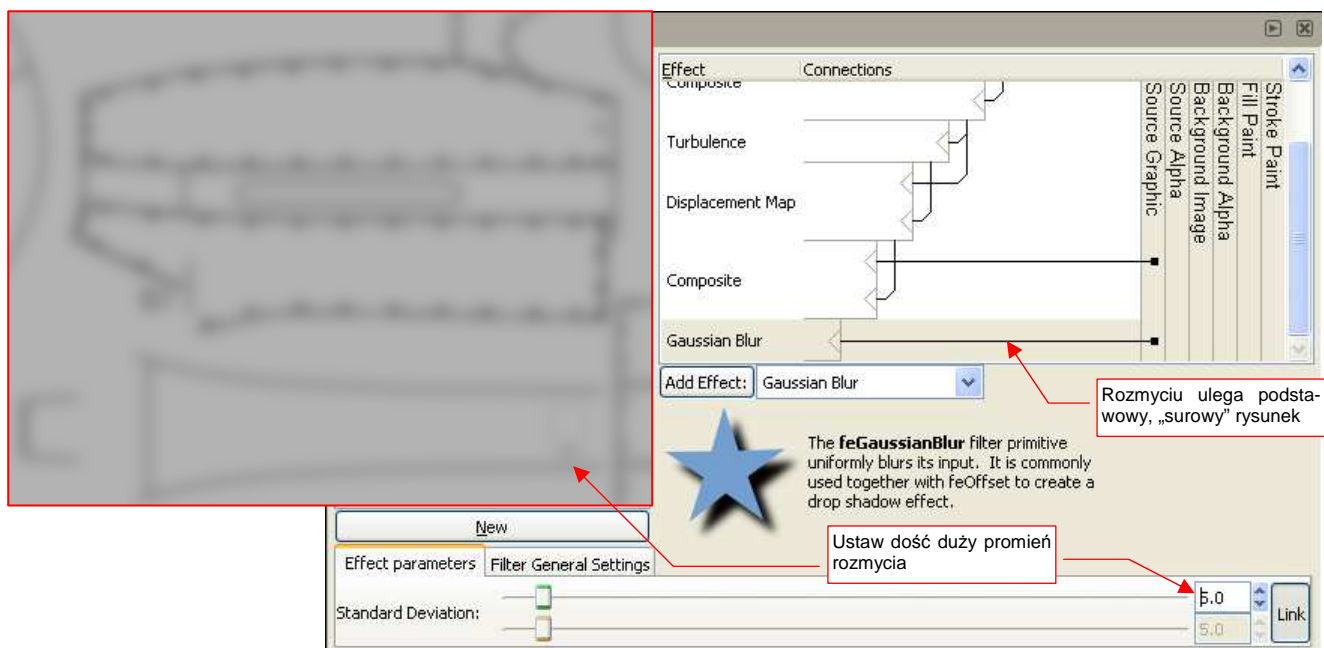
Aby „wzmocnić” nieco centrum śladu linii, wstawmy tam bardzo słaby ślad ich oryginałów. Użyjemy do tego kolejnego komponentu **Composite** (Rysunek 12.41.6). Aby to scalenie wyglądało lepiej, rozjaśnimy całość o 20% (parametr **K4**).



Rysunek 12.41.6 Dodanie „centralnych” śladów linii i rozjaśnienie efektu za pomocą kolejnego efektu **Composite**.

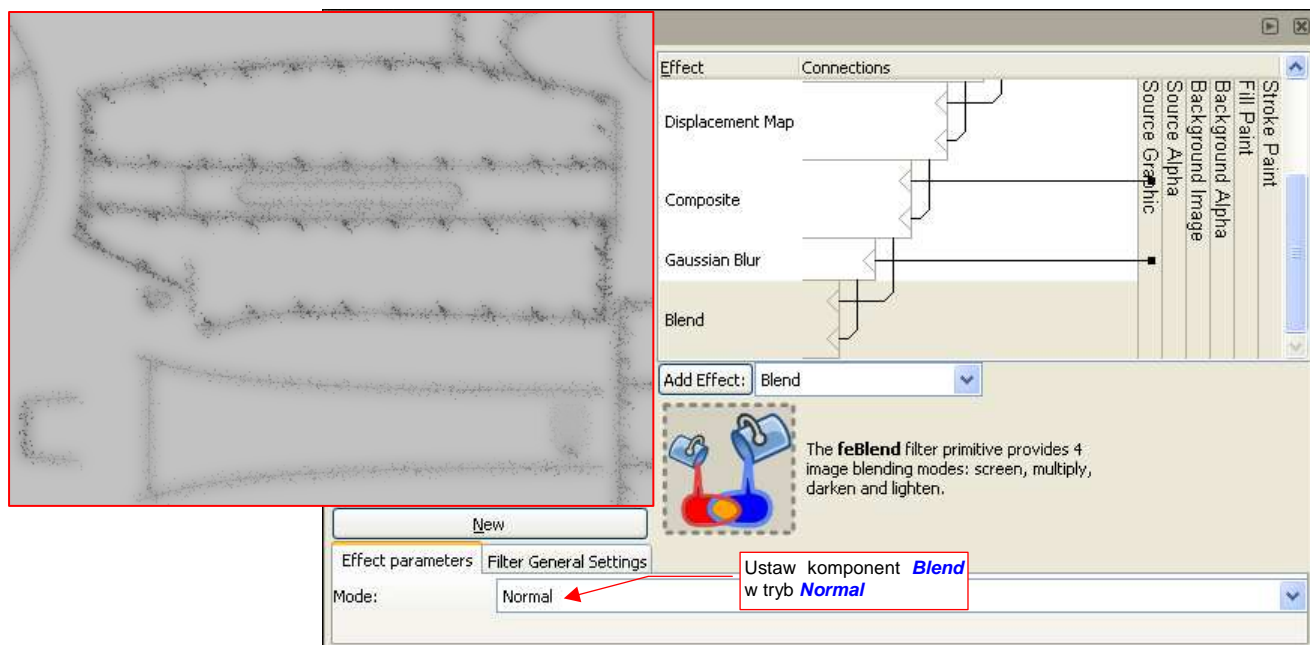
Komponent **Composite** ma wiele trybów, ale zazwyczaj używam go do arytmetycznego sumowania obrazów (**Operator** = **Arithmetic**). Gdy pozostawiasz współczynnik **K1** = 0, wówczas **K2** określa udział obrazu podłączonego do wejścia **i1**, a **K3** — do wejścia **i2** (Rysunek 12.41.6). Oprócz tego istnieje jeszcze współczynnik **K4**, który jest wartością stałą, dodawaną do reszty. Wartości **R,G,B,A** każdego piksela obrazów **i1** i **i2** są podstawiane do wzoru: $I = i1 * K2 + i2 * K3 + K4$. Potem rezultat **I** jest „obcinany” do zakresu 0.0 .. 1.0.

Pod te „kropkowe” zabrudzenia pasowało mi podstawić jakieś rozmycie Gaussa o dość dużym **Std Deviation** — powiedzmy, równym 5.0 (Rysunek 12.41.7):



Rysunek 12.41.7 Obraz linii, rozmyty metodą Gaussa — dodatkowy komponent obrazu.

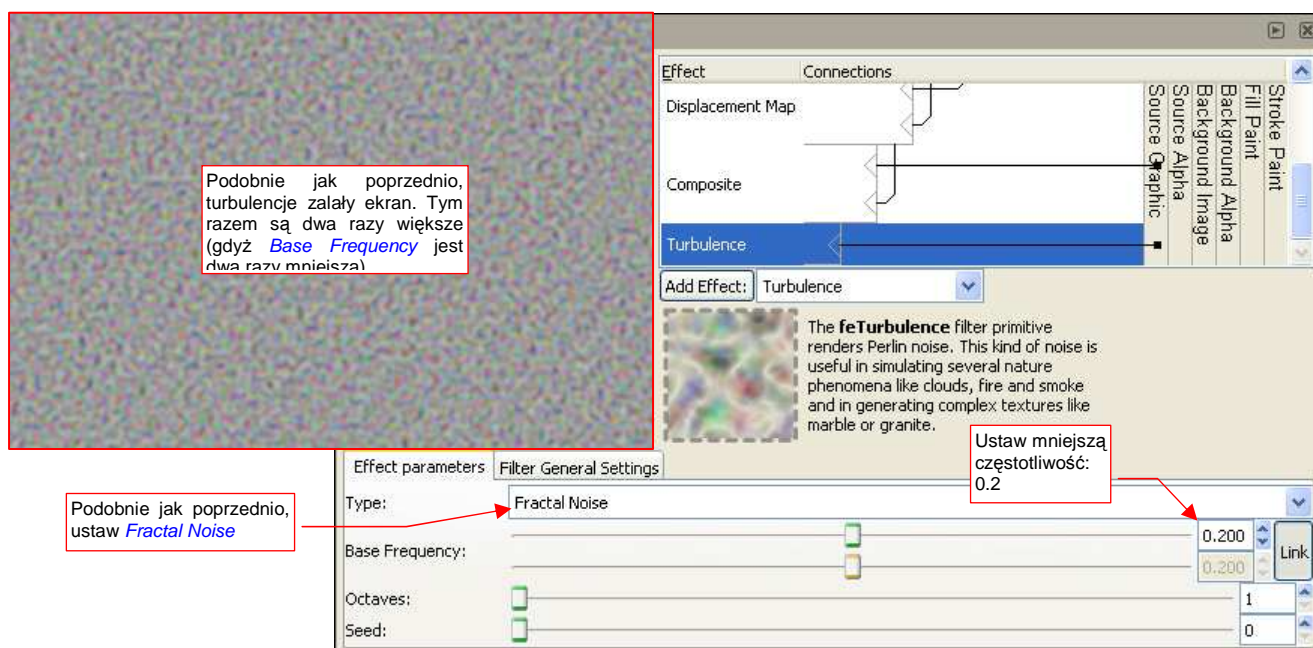
Teraz pozostaje złożyć „cienie” linii (Rysunek 12.41.7) z dotychczasowym rezultatem. Użyjemy do tego komponentu **Blend**. Ten efekt imituje operacje, użyte w trybach nakładania warstw: **Multiply**, **Darken**, **Lighter**, itp. Więcej na ich temat znajdziesz na str. 604 i dalszych. Rysunek 12.41.8 przedstawia rezultat złożenia efektów „rozproszczenia” i „rozmycia” linii:



Rysunek 12.41.8 Złożenie za pomocą komponentu **Blend** „rozproszonych” i „rozmytych” linii.

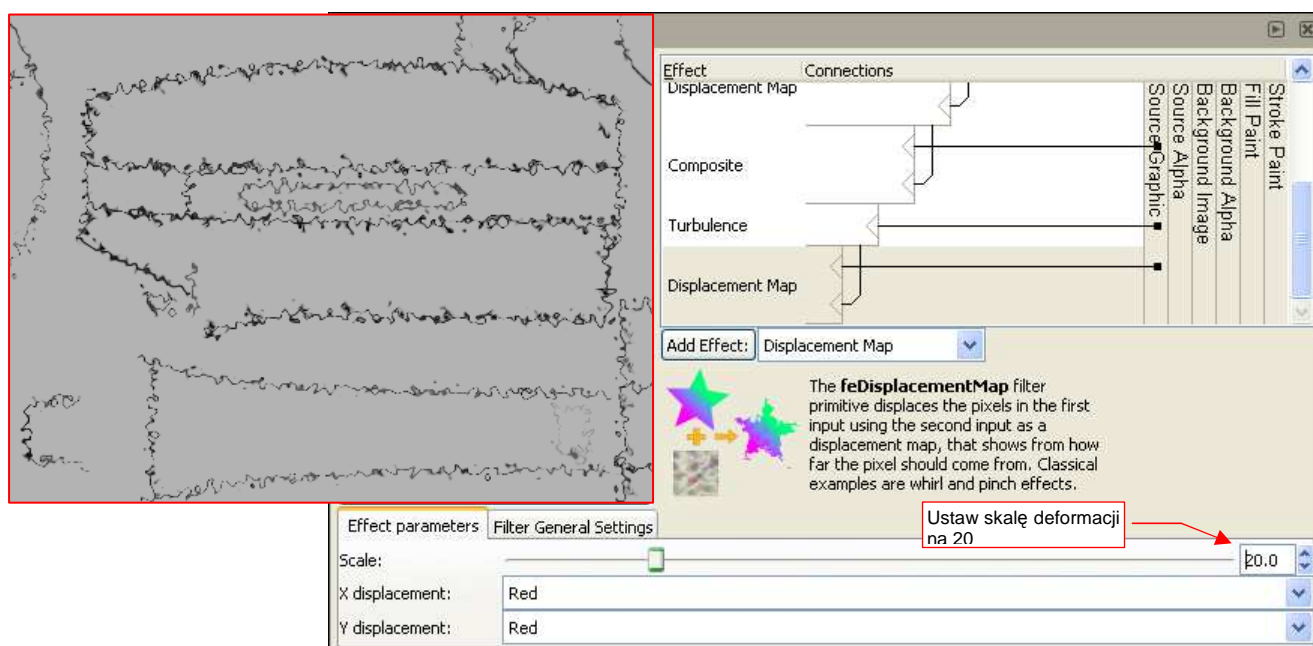
Do połączenia tych dwóch obrazów wybrałem tryb „zwykły” — **Normal** (Rysunek 12.41.8). Daje to taki efekt, jak gdyby każdy ze składników znajdował się na oddzielnej warstwie. Wygląda to już całkiem nieźle, ale przydałoby się jakoś zaburzyć te gaussowskie rozmycia — biegną zbyt regularnie wzdłuż linii podziału blach.

Zaburzenie linii uzyskamy w ten sam sposób co poprzednio: wstaw przed rozmycie Gaussa efekt **Turbulence**. Tym razem ustaw w nim dwukrotnie mniejszą częstotliwością niż poprzednio (Rysunek 12.41.9):



Rysunek 12.41.9 Przygotowanie do zaburzenia rozmycia Gaussa — dodanie kolejnego efektu **Turbulence**.

Nieodłącznym następcą turbulencji jest **Displacement Map** (te efekty zawsze chyba trzeba używać w parze). Wstaw go pomiędzy **Turbulence** i **Gaussian Blur**. Rysunek 12.41.10 przedstawia, jak wyglądają „surowe” linie (**Source Graphic**), przetworzone przez zespół **Turbulence** + **Displacement Map**:

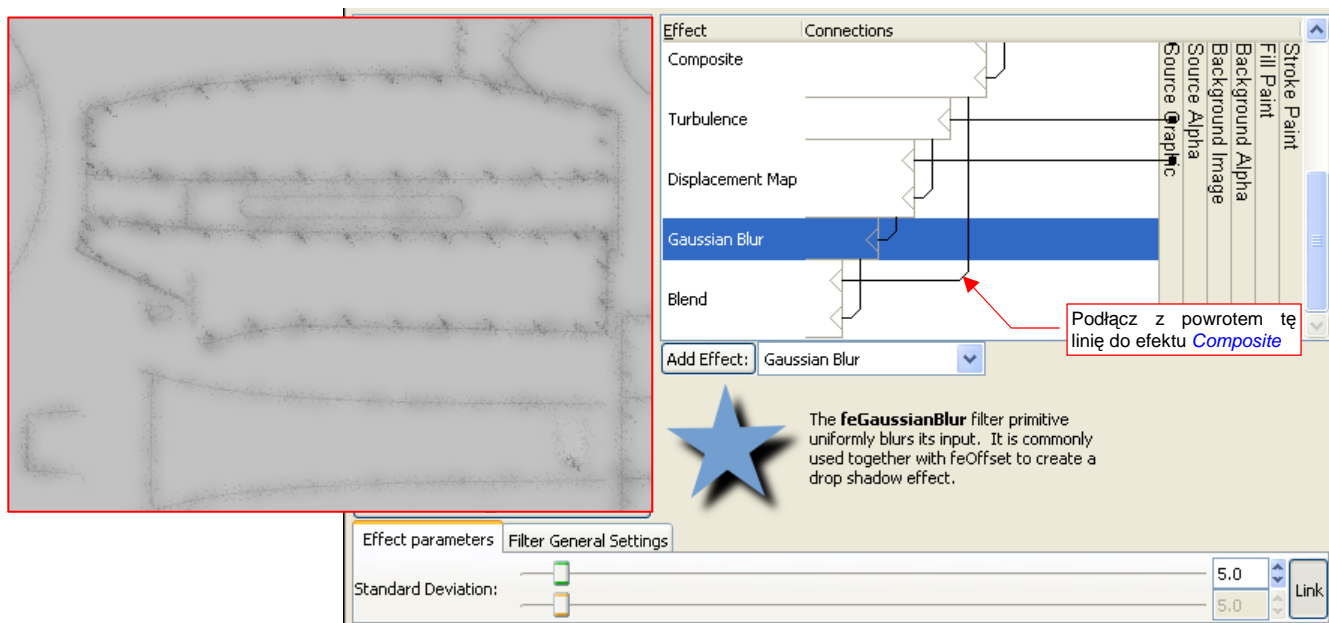


Rysunek 12.41.10 Efekt przetworzenia prostych linii przez złożenie **Turbulence** i **Displacement Map**.

Porównaj Rysunek 12.41.10 z efektem działania pokazanym przez Rysunek 12.41.5 (str. 739). Czy widzisz jak różne efekty można osiągnąć zmieniając częstotliwość komponentu **Turbulence**? Linie, które przedstawia Rysunek 12.41.5 zostały „rozbite w proch” za pomocą najwyższej częstotliwości: 0.4. Gdy użyliśmy częstotliwości dwa razy mniejszej (0.2 — por. Rysunek 12.41.10), to linie jeszcze się nie rozerwały. Zamiast tego wiją się po obrazie jak dym z papierosa.

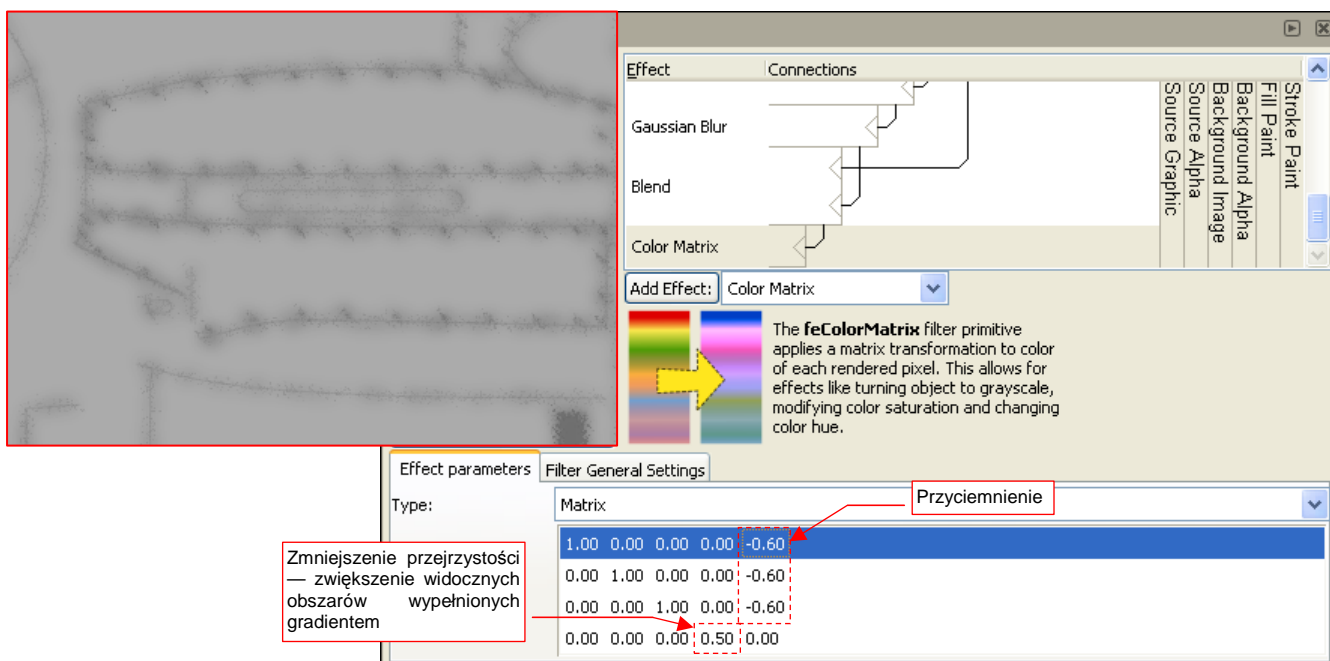
- Z połączenia komponentów **Turbulence** i **Displacement Map** można uzyskać dużo różnorodnych deformacji prostych linii — od „zacieków” po „rozproszenie”.

Włącz teraz ten zespół (*Turbulence* i *Displacement Map*) przed *Gaussian Blur* (Rysunek 12.41.11):



Rysunek 12.41.11 Złożenie obrazów: rozproszonego i rozmytego („turbulentnie”).

Pozostają teraz jeszcze drobne poprawki końcowe. Pierwszą z nich jest przyciemnienie za pomocą odpowiedniej *Color Matrix* (Rysunek 12.41.12):



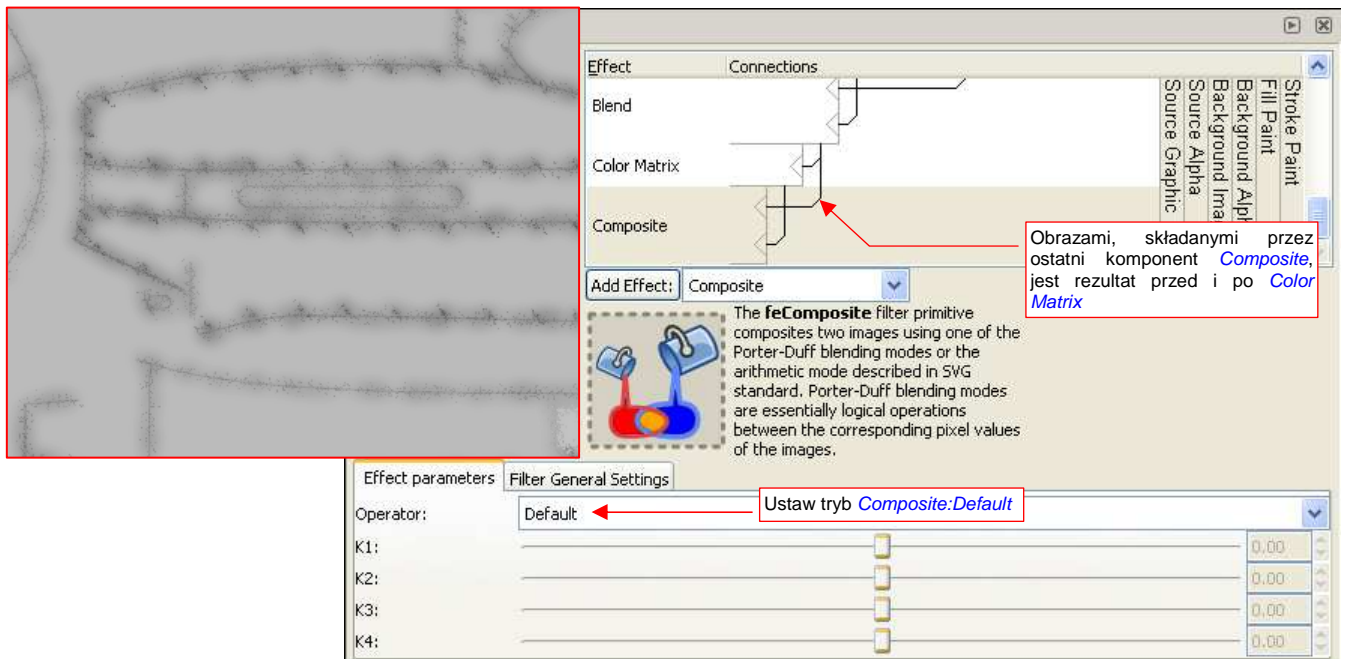
Rysunek 12.41.12 Wzmocnienie kontrastów obrazu poprzez przyciemnienie i zmniejszenie przejrzystości rozmyć.

W sumie macierz, którą przedstawia Rysunek 12.41.12, wykonuje dwie operacje równocześnie:

- zwiększa przejrzystość obiektu, przypisanego do filtra, o 50%;
- ściemnia całość — a przede wszystkim chodzi tu o rozproszone linie — o 60%;

Wizualnie spowodowało to przyciemnienie linii i ich tła o jakieś 10% (bo linie, choć ciemniejsze, stały się jednocześnie bardziej przejrzyste). Obszary pomiędzy liniami także stały się ciemniejsze, gdyż nie były zupełnie przezroczyste — wcześniej rozjaśnialiśmy je o 20% (por. str. 739, Rysunek 12.41.6). W sumie „spłaszczyło” to kontrast pomiędzy filtrowanym obiektem, a jego tłem.

Na koniec dodajmy jeszcze jeden komponent *Composite*, by rozjaśnić efekt ostateczny (Rysunek 12.41.13):



Rysunek 12.41.13 Ostateczny obraz, rozjaśniony za pomocą komponentu *Composite*.

Element ten łączy obraz sprzed i po przetworzeniu przez *Color Matrix*. Robi to w trybie *Default*, który nie wymaga podania żadnych dodatkowych parametrów.

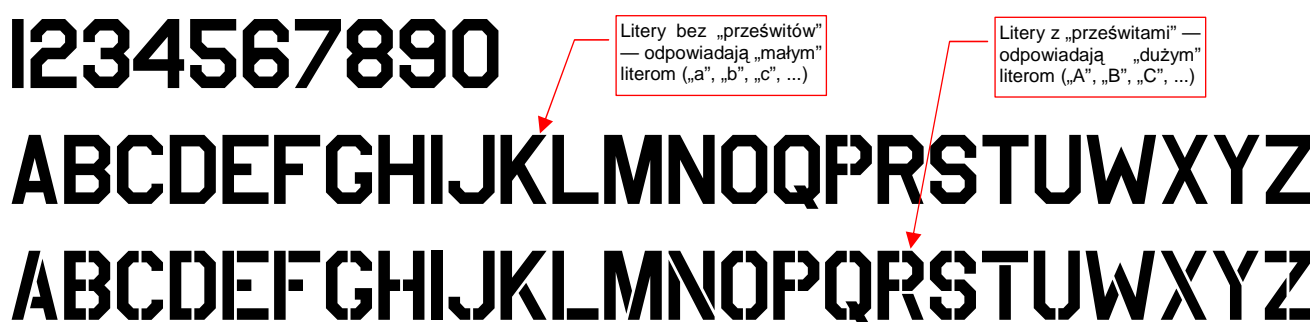
12.42 Wykorzystanie specjalnych czcionek True Type

Na samolocie można wyróżnić wiele większych i mniejszych napisów. Do większych należą numery seryjne, oznaczenia kodowe, a do mniejszych — napisy eksploatacyjne. Małe napisy można wykonać, używając czcionki o kształcie liter zbliżonym do oryginału — w Windows będzie to zazwyczaj **Arial**. Gorzej jednak z większymi elementami — tu każdy dostrzeże różnice! Czasami trzeba zakasać rękawy i po prostu je narysować.

Na szczęście ktoś specjalnie przygotował czcionkę **True Type**, o kształcie takim, jak szablony używane w USAAC/USAAF w latach 40-tych. Jest do pobrania z serwisu <http://www.simmerspaintshop.com>¹. Możesz ją swobodnie używać do celów niekomercyjnych. Kopie tych plików znajdziesz wśród materiałów towarzyszących książce — umieściłem je w folderze [source\stencil](#).

- Czcionki True Type można stosować tylko w środowisku Microsoft Windows. Możesz sprawdzić, czy istnieją gdzieś wersje tych czcionek dla Apple Mcintosh. Niestety, nie można ich używać pod Linuxem.

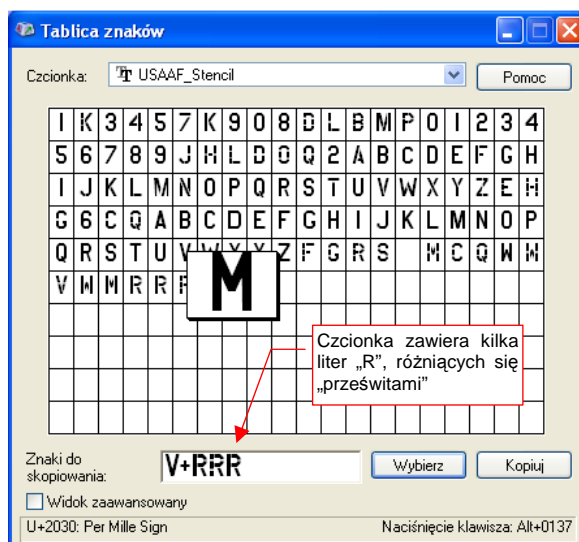
W [source\stencil](#) znajdują się dwa pliki **.ttf*. Podstawowym jest **USAAF_Stencil.ttf**. Zawiera definicję „ogólnego” kroju pisma, o nazwie **USAAF Stencil**, stosowanego w Siłach Powietrznych USA podczas drugiej wojny światowej (Rysunek 12.42.1):



Rysunek 12.42.1 Czcionka USAAF Stencil.

Aby **USAAF Stencil** stał się dostępny we wszystkich aplikacjach Windows, skopiuj plik **USAAF_Stencil.ttf** do systemowego folderu Windows: **C:\Windows\fonts**.

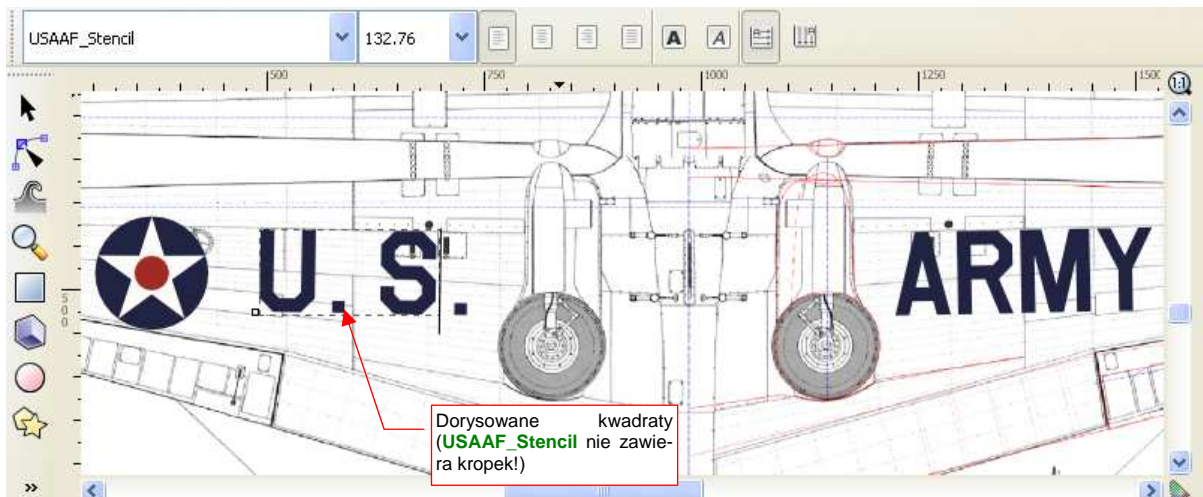
Czcionka zawiera, oprócz liter pokazywanych przez Rysunek 12.42.1, także dodatkowe wersje poszczególnych znaków, różniące się układem „prześwitów”. (Autor naniósł wszystkie przypadki, jakie mógł zidentyfikować na podstawie zdjęć). W odróżnieniu od podstawowego zestawu, te dodatkowe litery są przypisane w sposób trochę przypadkowy, do różnych innych znaków (np. apostrof, cudzysłów, itp.) Najwygodniejszą metodą wyboru takich liter jest skorzystanie ze standardowej aplikacji Windows „Tabela znaków”. Ten program znajdziesz w menu Windows: **Start** → **Akcesoria** → **Narzędzia systemowe** → **Tablica znaków** (Rysunek 12.42.2)



Rysunek 12.42.2 Wszystkie znaki USAAF Stencil.

¹ Oprócz wzorów USAAF, znajdziesz tam także czcionki używane w RAF i w Luftwaffe, oraz jeden krój rosyjski (nie jestem jednak pewien, czy to nie jest zwykły **Arial**, tyle że z podzbiorem znaków dla cyrylicy).

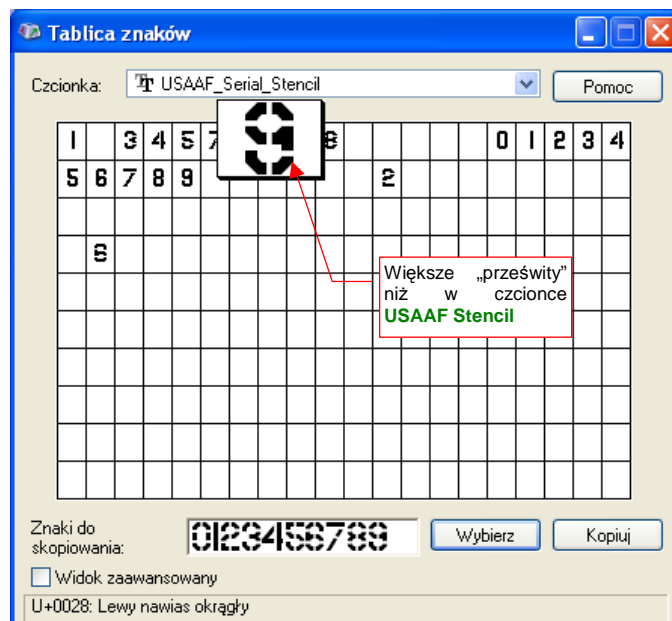
Używając w Inkscape tekstów napisanych czcionką **USAAF_Stencil**, możesz błyskawicznie stworzyć takie elementy oznakowania samolotu, jak napis na dolnej powierzchni płata (Rysunek 12.42.3) :



Rysunek 12.42.3 Zastosowanie czcionki **USAAF_Stencil** — odtworzenie napisów na samolocie.

Gdybyś nie miał do dyspozycji tego zestawu znaków — trzeba byłoby podstawić „pod spód”, jako tło, jakiś wzorek. Zapewne byłaby to zeskanowana kopia jakiegoś schematu malowania. Potem musiałbyś obrysować każdą literę napisu „U.S. ARMY”. Zajęłoby to dłuższą chwilę. A tu — do narysowania pozostały mi dwa małe kwadraty, udające „kropki” w napisie „U.S.” (kropek nie ma w zestawie **USAAF_Stencil**).

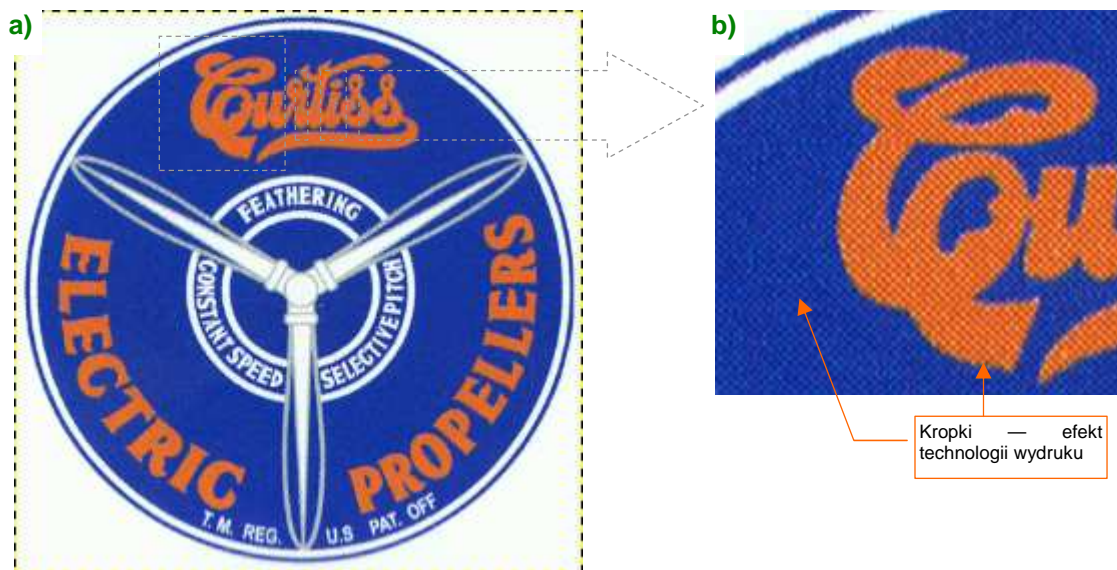
W folderze source\stencils znajdziesz jeszcze drugi plik: **USAAF_Serial_Stencil.ttf**. Ta czcionka jest uzupełnieniem **USAAF_Stencil**. Zawiera wyłącznie pomniejszone definicje cyfr, z podkreślonymi (poszerzonymi) „prześwitami”. Według twórcy czcionki, „takie litery będą lepiej wyglądać na małych napisach, takich jak numery seryjne” (Rysunek 12.42.4):



Rysunek 12.42.4 Czcionka **USAAF Serial Stencil** — do małych numerów seryjnych.

12.43 Wektoryzacja bitmap

Czasami trzeba odwzorować na modelu jakieś skomplikowane godła lub inne oznaczenia. Na przykład — na każdej z łopat śmigła P-40 był naniesiony znak firmowy „Curtiss Electric”. Rysunek 12.43.1a) przedstawia „surowy” obraz, wycięty z zeskanowanej strony monografii:

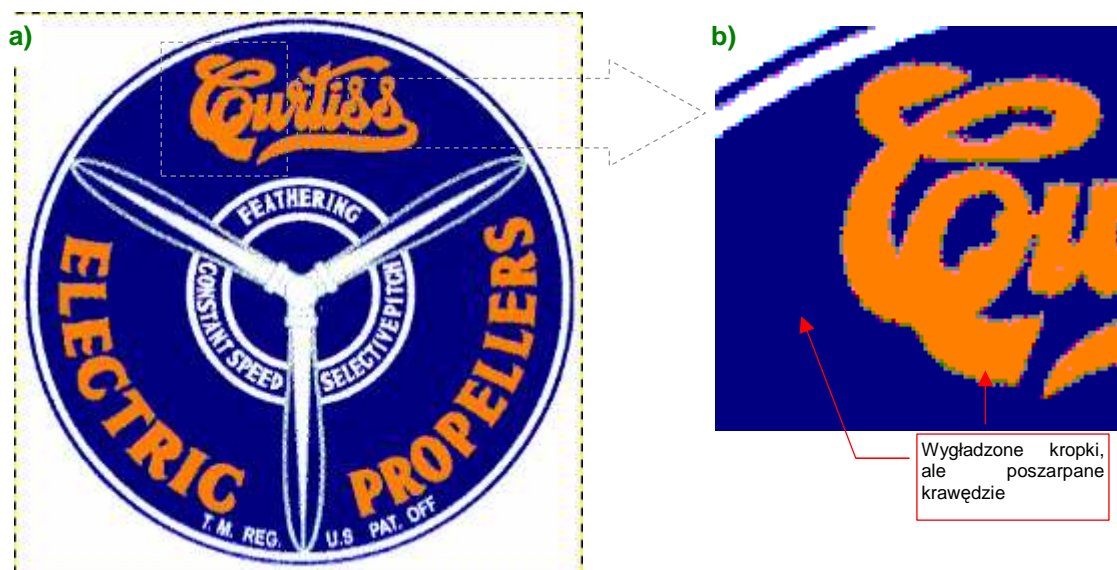


Rysunek 12.43.1 „Surowy” obraz naklejki z łopaty śmigła *Curtiss Electric*, zeskanowany z planszy barwnej

W takiej postaci obraz pokryty jest rastrem o nieco innym odcieniu (Rysunek 12.43.1b). Może to jest efekt druku w technologii offsetu?. Aby te kropki wyeliminować, poddaj go „wstępnej obróbce” w GIMP:

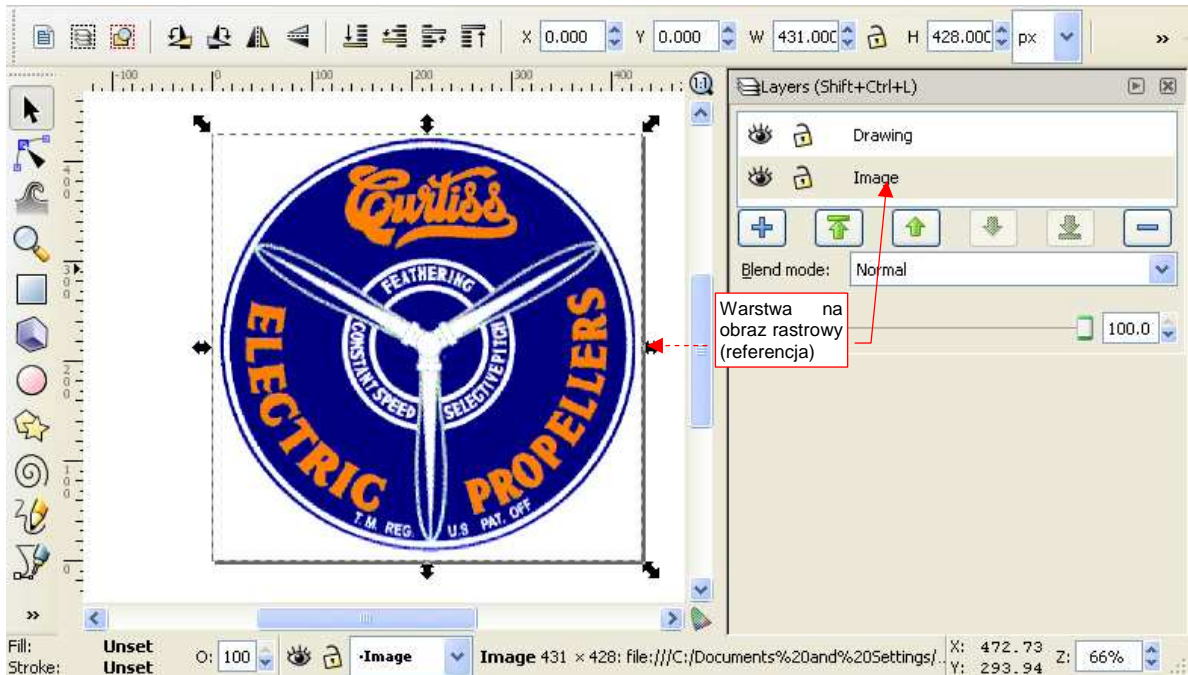
- **Image→Scale**, (zmniejsz obraz do 50%, z filtrem **Linear**) — to eliminuje część „kropek”;
- **Color→Posterize** (zmniejsz liczbę barw do 6);
- Wybrać (**Select By Color**) na napisie *Curtiss Electric Propellers* „kropki” innych kolorów niż pomarańczowy, i zamalować je na pomarańczowo (barwą pobraną z napisu);
- Powtórnie wywołać **Color→Posterize** (zmniejszyć liczbę barw do 3);
- Wybrać (**Select By Color**) na napisie *Curtiss Electric Propellers* „kropki” innych kolorów niż pomarańczowy. Zamalować je barwą pomarańczową pobraną z napisu;

Powinieneś uzyskać w ten sposób uproszczony obraz, o liczbie barw zredukowanej do minimum (Rysunek 12.43.2):



Rysunek 12.43.2 Ten sam obraz, po ujednocnieniu barw (do trzech)

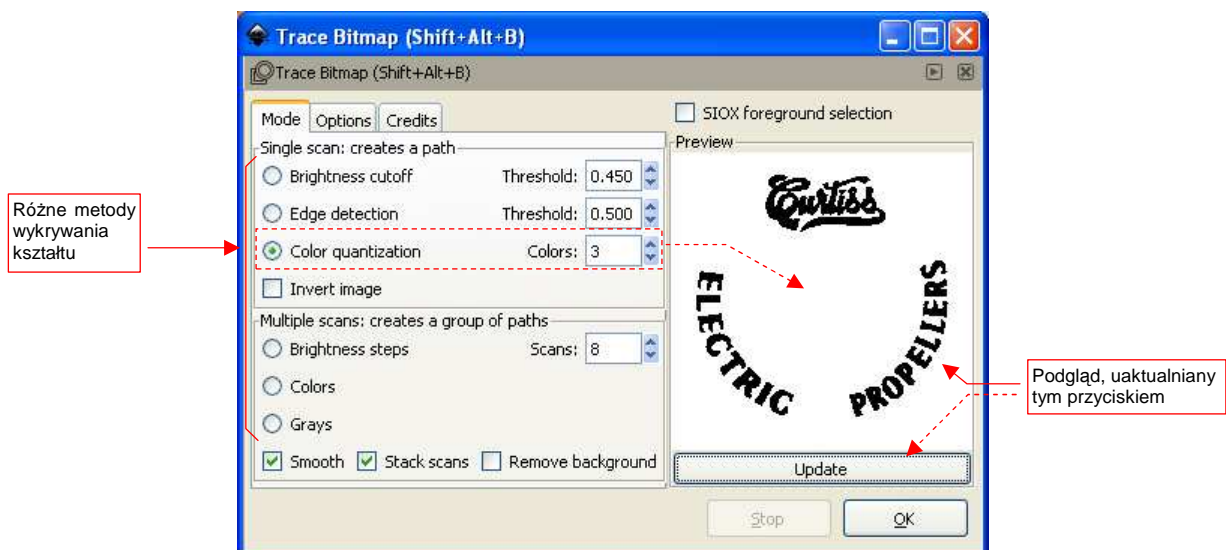
Tak przygotowany obraz załaduj do Inkscape (Rysunek 12.43.3):



Rysunek 12.43.3 Rastrowy wzorzec, załadowany do Inkscape

Przyjrzyj się uważnie temu wzorcowi i zastanów, które szczegóły szybciej i dokładniej można narysować od podstaw w Inkscape, a które lepiej będzie uzyskać poprzez automatyczne odwzorowanie kształtu. (To polecenie nie działa idealnie — czasami pozostawia jakieś niewielkie przekłamanie). Osobiście, patrząc na Rysunek 12.43.3, zdecydowałem się automatycznie przenieść tylko główny napis: „Curtiss Electric Propellers”. Szczególnie sam „Curtiss” jest bardzo fantazyjny i trudno byłoby go narysować od podstaw.

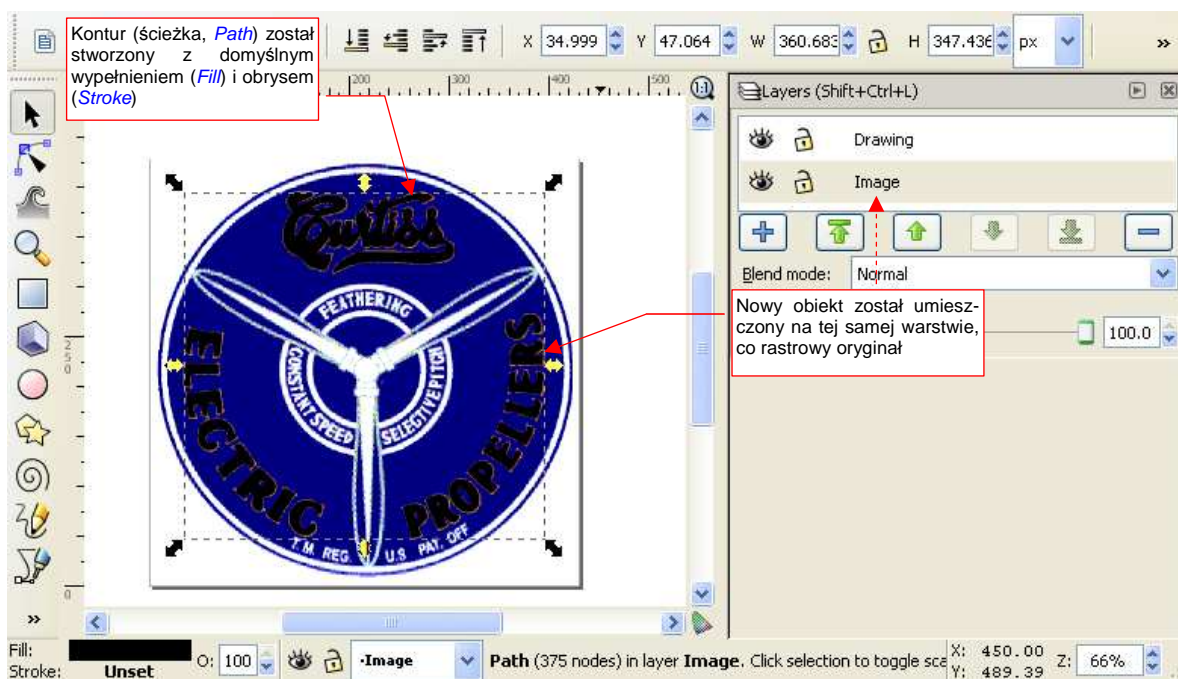
Aby stworzyć wektorową kopię obrazu rastrowego, zaznacz go na rysunku i wywołaj polecenie **Path→Trace Bitmap**. Spowoduje to pojawienie się okna dialogowego z opcjami wykrywania kształtu (Rysunek 12.43.4):



Rysunek 12.43.4 Okno dialogowe polecenia **Trace Bitmap**.

Możesz poeksperymentować chwilę z różnymi opcjami wykrywania kształtu i rezultatami ich działania, pokazwanymi obok, w obszarze podglądu (*Preview*). Przekonasz się, że każda z nich tworzy efekt znacznie różniący się od pozostałych. W tym konkretnym przypadku zdecydowałem się użyć metody **Color quantization**, z **Colors** = 3, gdyż z takim ustawieniem „wydobywa” z obrazu rastrowego sam napis „Curtiss Electric Propellers”. Niczego więcej nie potrzebuję, więc oszczędzę sobie w ten sposób usuwania zbędnych rezultatów wektoryzacji.

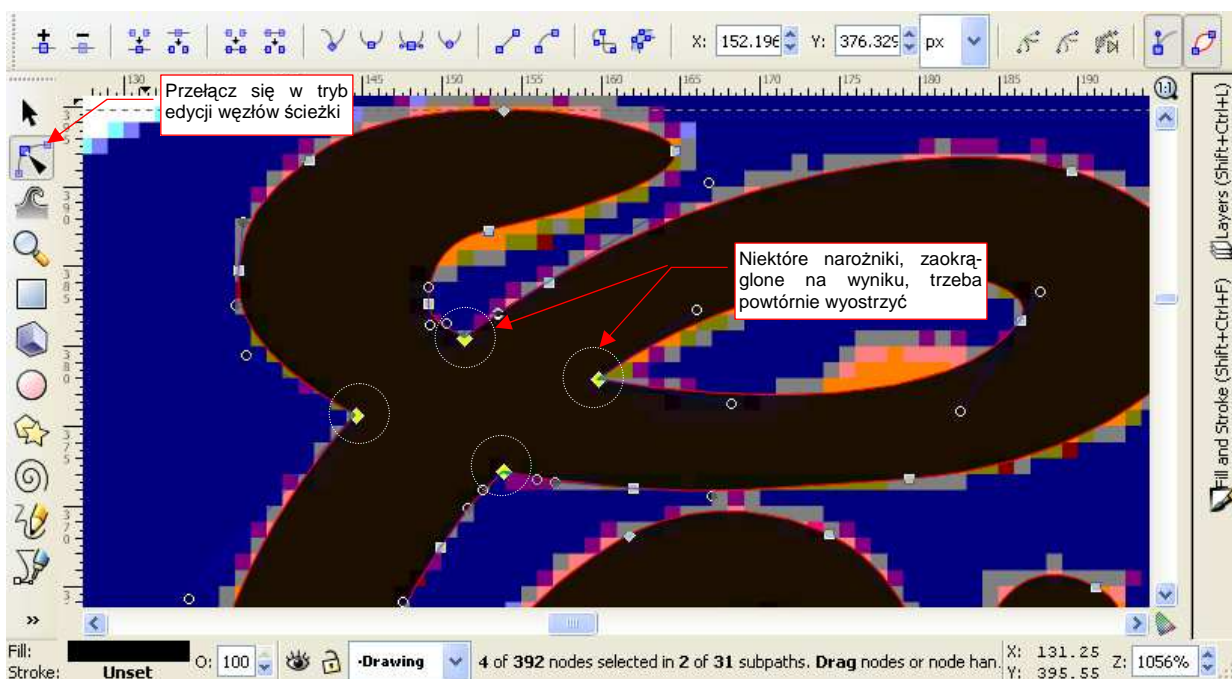
Po naciśnięciu w oknie *Trace Bitmap* przycisku *OK*, Inkscape stworzy nową ścieżkę, o konturach odpowiadających kształtom, które wykrył w obrazie rastrowym (Rysunek 12.43.5):



Rysunek 12.43.5 Rezultat polecenia *Trace Bitmap*.

Domyślnie nowy kontur powstał na tej samej warstwie, na której umieszczony jest rastrowy pierwowzór. Aby ułatwić sobie dalszą pracę, przenieś go na jakąś warstwę powyżej. Będziesz mógł wtedy łatwo manipulować przejrzystością wzorca.

Ogólny kształt, uzyskany w wyniku polecenia *Trace Bitmap*, wygląda poprawnie. Gdy jednak wyłączysz na chwilę widoczność leżącego pod spodem wzorca, zaczniesz dostrzegać pewne różnice. Podczas śledzenia kształtu Inkscape ma tendencję do zaokrąglania wszelkich ostrych narożników i uskoków. Takie drobne zaokrąglenia składają się jednak na ogólny efekt. Warto więc skorygować nieco uzyskany kształt, nadając odpowiednim narożnikom z powrotem kąty ostre (Rysunek 12.43.6):



Rysunek 12.43.6 „Wyostrzenie kątów” na ścieżce stworzonej poleceniem *Trace Bitmap*.

Tak jak wspomniałem wcześniej, pozostałe elementy obrazu prościej jest narysować od podstaw. Używając obrazu rastrowego jako „podkładki”, narysuj jedną łopatę śmigła, a następnie skopiuj ją i obróć o 120° , by uzyskać dwie pozostałe. Tło, wraz z wewnętrznymi kręgami, narysuj jako zespół kół, z których niektóre mają białe obwódki. Napis „T.M. REG. U.S. PAT. OFF.” bardzo ładnie można odwzorować za pomocą jakiejś prostej czcionki bezszeryfowej — nawet standardowej **Arial**.

Gorzej z białymi napisami: „CONSTANT SPEED”, „SELECTIVE PITCH”, „FEATHERING”. Użyto do nich bardzo podobnej czcionki, co w napisie „Electric Propellers”. Nie udało mi się znaleźć podobnej, a wektoryzacja tego kształtu nie wyszłaby zbyt dobrze — za dużo byłoby „babrania” się z poprawianiem kątów ostrych. Ostatecznie zdecydowałem się użyć innego kroju pisma. Choć nie jest takie samo, to na pierwszy (a może i drugi) rzut oka nie razi, szczególnie gdy nigdzie obok nie widać oryginału¹ (Rysunek 12.43.7):



Rysunek 12.43.7 Efekt finalny — całkowicie wektorowy obraz rastrowego pierwowzoru

¹ Swoją drogą — wygląda na to, że datujący się z początku XX w. krój markowego napisu „Coca-Cola” jest wykonany w bardzo popularnym w tym czasie stylu. Tyle, że inne firmy, używające w swoich logo podobnych czcionek, już zdążyły poznać.

Rozdział 13. Blender — ogólne

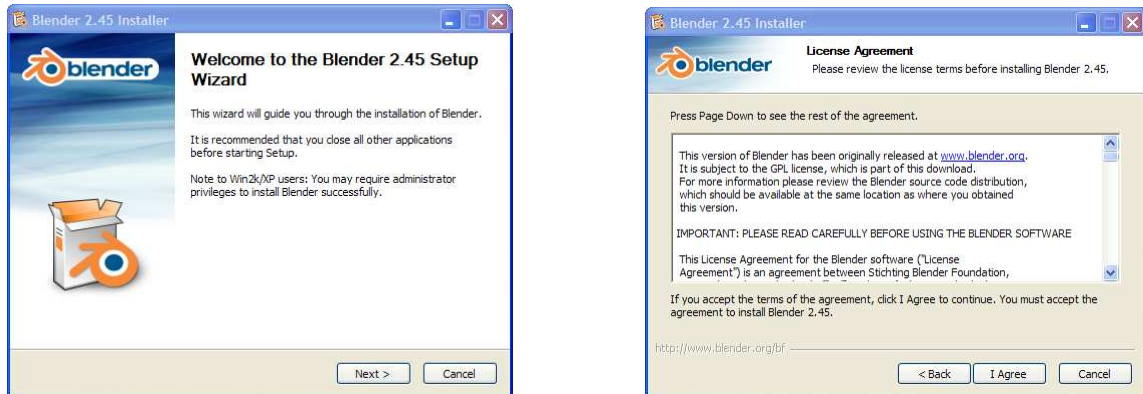
W tym rozdziale przedstawione są zagadnienia związane "ogólnie" z Blenderem. Często są to także takie tematy, których nie potrafiłem jednoznacznie przypisać do grup tematycznych, zawartych w dalszych rozdziałach.

Pominę w tym rozdziale zagadnienia, które przedstawiłem wcześniej (Rozdział 3). Chodzi tu o:

- wprowadzenie do programu. Opisałem je już w sekcji 3.1 (str. 55)
- metody zmiany projekcji (zoom, pan, obrót wokół obiektu). Opisałem je już w sekcji 3.2 (str. 62);

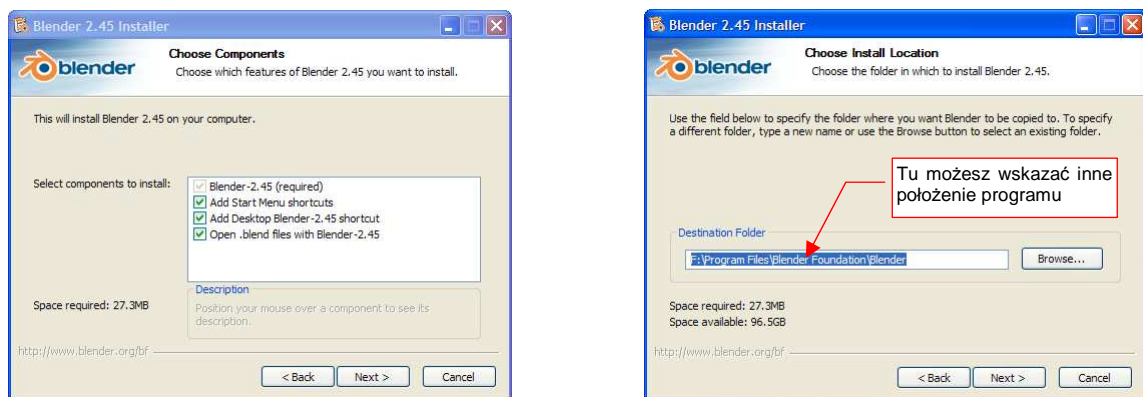
13.1 Instalacja

Ta sekcja opisuje instalację Blendera w wersji 2.47. Po uruchomieniu programu instalacyjnego pojawia się ekran "powitalny", a następnie ekran z umową licencyjną (Rysunek 13.1.1):



Rysunek 13.1.1 Instalacja Blendera - pierwsze dwa ekrany

Po naciśnięciu przycisku **I Agree** na ekranie **License Agreement**, przejdziesz do dwóch kolejnych ekranów. Można tu zmienić opcje instalacji (Rysunek 13.1.2):



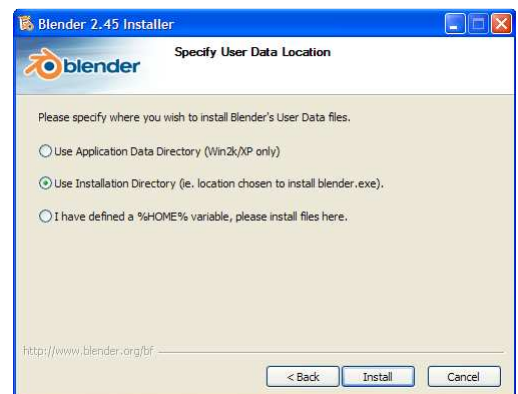
Rysunek 13.1.2 Instalacja Blendera — wybór opcji instalacji

Na ekranie **Choose Components** nie ma co, szczerze mówiąc przebierać. Za to na ekranie **Choose Install Location** możesz wskazać inny folder dla Blendera, jeżeli nie odpowiada Ci położenie domyślne.

Wreszcie na ekranie **Specify User Data Location** możesz określić, gdzie Blender ma umieścić swoje dane konfiguracyjne (Rysunek 13.1.3).

Dane, o które tutaj chodzi, to folder **.blender**, wraz z całą zawartością. Składają się na nią:

- domyślne ustawienia użytkownika (zapisane w pliku **.B.blend**);
- folder **locale**, zawierający translację programu na różne języki;
- folder **scripts**, zawierający skrypty Pythona, dostarczane wraz z Blenderem. Są to implementacje wielu dodatkowych poleceń menu.



Rysunek 13.1.3 Określanie położenia danych konfiguracyjnych Blendera

Domyślnie dla programów Windows jest proponowana pierwsza pozycja (**Use Application Data Directory**). Co ta opcja oznacza? Gdy ją wybierzesz, Blender umieści folder **.blend** w Twoim katalogu użytkownika (nazywanego

w Windows także "profilem"), w folderze *Dane aplikacji*.¹ (Pełna ścieżka to *C:\Document and Settings\<Twoje id>\Dane aplikacji*.) Wiele różnych programów przechowuje tu Twoje indywidualne ustawienia. Umieszczenie tu folderu *.blender* ma swoje dobre i złe strony. Dobre — to niezależność danych konfiguracyjnych (pliku *.B.blend*) na wgranie nowej wersji programu. Złe — skrypty, implementujące dodatkowe polecenia, także od tego nie zależą. Zakładając, że każda nowa wersja coś tam dogra, będą się tylko kumulować - stare i nowe dodatki. Nie jest to pożądane: nieraz obserwowałem, jak jakaś dodatkowa funkcja, realizowana we wczesnej wersji przez skrypt, po dwóch — trzech aktualizacjach Blendera zostaje przepisana w C++ i dodana do jądra programu. Po takiej zmianie skrypt jest już niepotrzebny. Nie pojawia się już więcej w wśród plików tej nowej wersji. Jeżeli jednak folder *.blender\scripts* znalazłby się w katalogu *Dane aplikacji* — to nic, poza Twoją ręczną interwencją, go stamtąd nie usunie.

Osobiście wolę trzymać wszystko, co dotyczy konkretnej wersji Blendera w jednym miejscu. Proponuję więc wybrać z ekranu *Specify User Data Location* drugą możliwość: *Use Installation Directory*. Spowoduje to umieszczenie folderu *.blender* w folderze *Blender*. (Czyli w tym samym miejscu, co *blender.exe* i pozostałe pliki.) Jest to jednak tylko moja sugestia: jeżeli wybierzesz opcję proponowaną domyślnie, też będzie dobrze. (Pamiętaj tylko potem, gdzie szukać tych dodatkowych plików Blendera).

Po naciśnięciu przycisku *Install* rozpoczyna się proces instalacji (Rysunek 13.1.4):



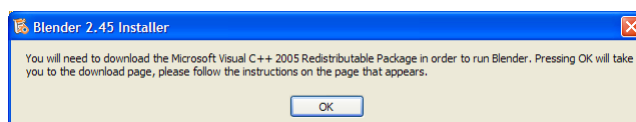
Rysunek 13.1.4 Postępy instalacji

Po wgraniu plików Blendera pojawi się komunikat o sprawdzaniu obecności wymaganych bibliotek (Rysunek 13.1.5):



Rysunek 13.1.5 Informacja o rozpoczęciu sprawdzania środowiska

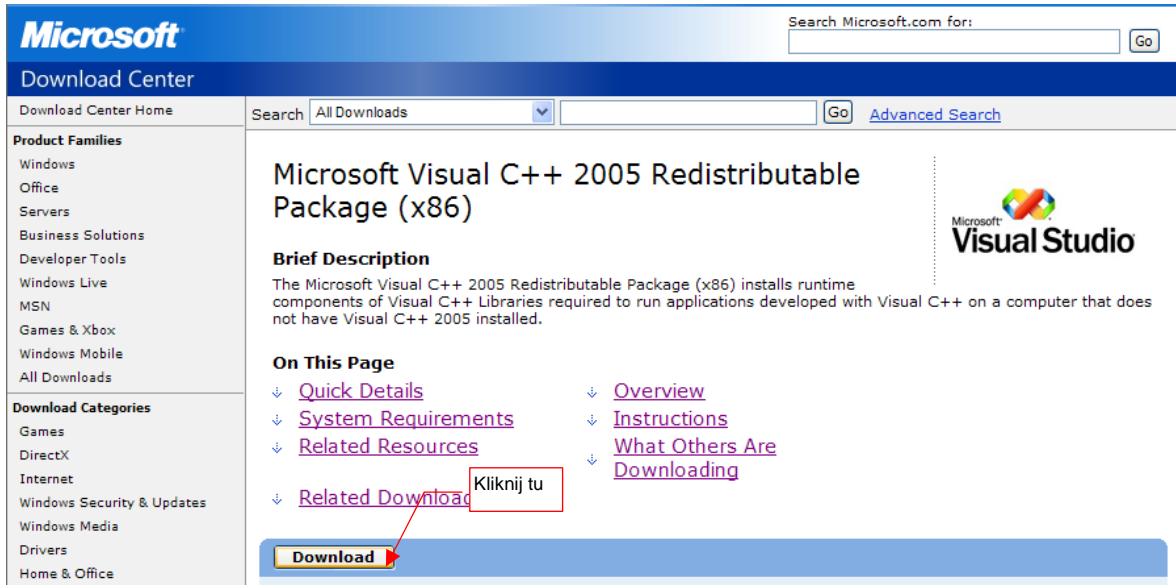
Jeżeli masz zainstalowane wszystkie wymagane dodatki (tak jest np. na Windows Vista), zobaczysz po chwili okno finalne (Rysunek 13.1.10, str. 754). Jeżeli jednak brakuje Ci komponentów wymaganych dla programów skompilowanych w MS Visual C++ 2005, pojawi się odpowiedni komunikat (Rysunek 13.1.6):



Rysunek 13.1.6 Informacja o braku bibliotek (tzw. *runtime*) dla MS Visual C++ 2005

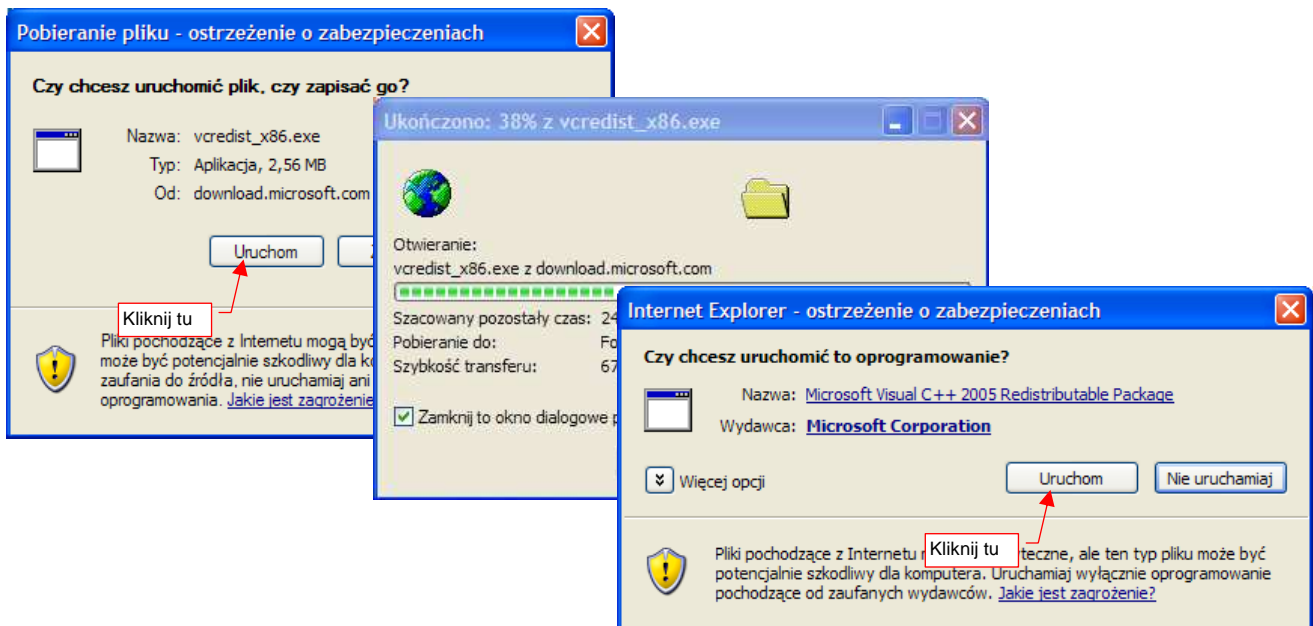
¹ Nazwa tego folderu jest spolszczona. W anglojęzycznych Windows nosi nazwę *Application Data*. (Podobnie jak angielskie *My Documents* w polskiej wersji Windows nazywa się *Moje dokumenty*.)

Brakujący komponent jest swobodnie rozpowszechniany (choć, oczywiście nie na zasadach licencji [Open Source](#)). Jeżeli w trakcie tej instalacji Twój komputer jest podłączony do Internetu, Blender po tym komunikacie sam otworzy stronę Microsoftu (Rysunek 13.1.7):



Rysunek 13.1.7 Strona, z której można pobrać program instalacyjny *runtime* MS VC++ 2005

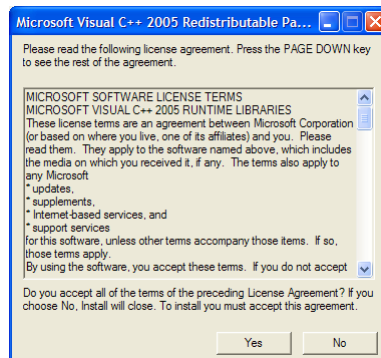
Wystarczy kliknąć w przycisk [Download](#) na tej stronie Microsoftu (Rysunek 13.1.8):



Rysunek 13.1.8 Pobieranie i uruchamianie komponentów wymaganych przez MS VC++ 2005

Po co się jednak tak męczyć? Wśród plików, dostarczonych wraz z tą książką, znajdziesz dokładnie ten sam plik. Pobierz i uruchom: http://www.samoloty3d.pl/downloads/wm/install/blender/vcredist_x86.exe.

Po uruchomieniu instalacji brakującego komponentu, pojawi się ekran z warunkami licencji (Rysunek 13.1.9):



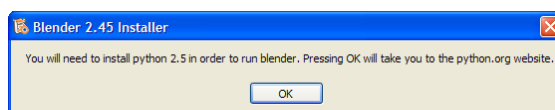
Rysunek 13.1.9 Warunki licencji na runtime MS Visual C++ 2005

Po naciśnięciu **Yes** biblioteki VC++ 2005 zostaną zainstalowane. W tym czasie instalator Blendera pokazuje już ostatni ekran:



Rysunek 13.1.10 Blender — finalne okno instalacji

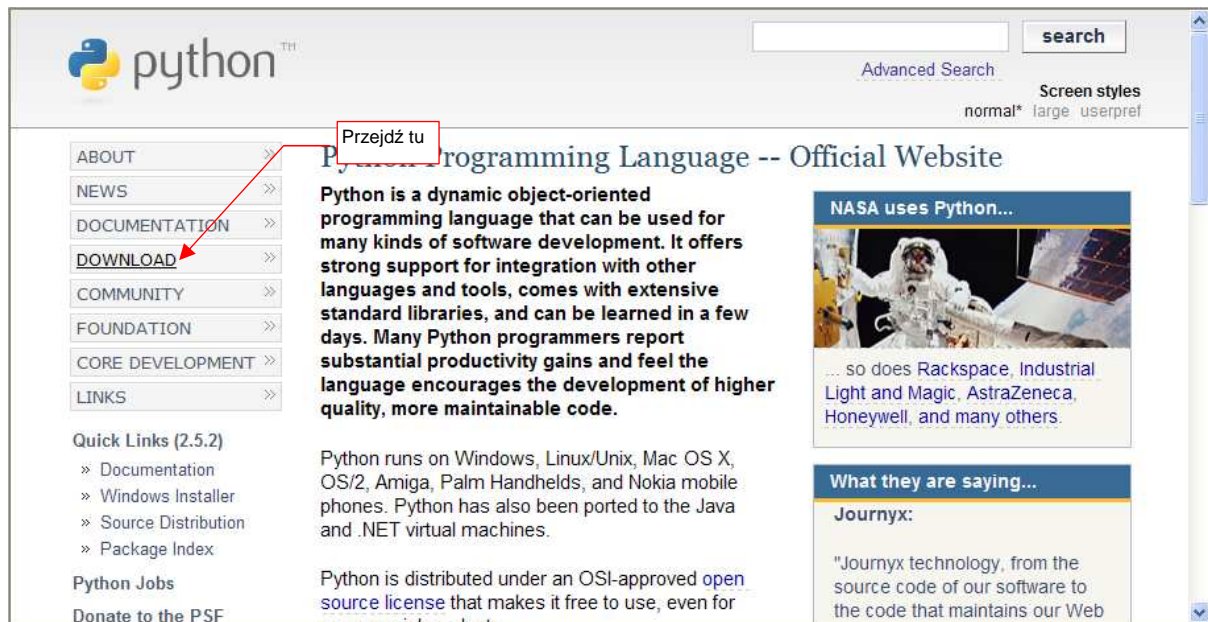
Po naciśnięciu **Finish** pojawi się sugestia, by zainstalować pełną wersję interpretera języka Python (Rysunek 13.1.11). Stanie się to jednak tylko wtedy, gdy Twój komputer będzie połączony z Internetem:



Rysunek 13.1.11 Informacja, by zainstalować Python 2.5

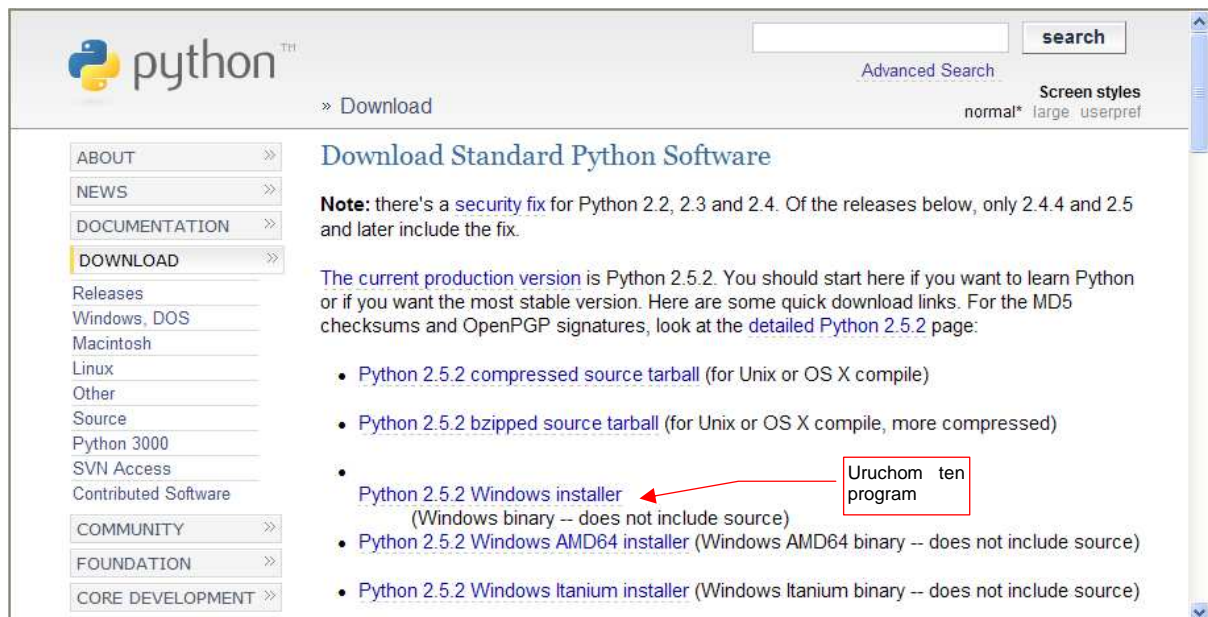
W istocie, Blender zawiera ograniczoną wersję Pythona 2.5. Krok, który tu jest proponowany, jest opcjonalny. (Wiele przydatnych skryptów, napisanych przez użytkowników Blendera, może wymagać pełnej wersji Pythona).

Jeżeli w czasie instalacji byłeś połączony z Internetem, Blender sam otworzy w przeglądarce stronę projektu Python (www.python.org — Rysunek 13.1.12):



Rysunek 13.1.12 Strona główna Pythona

Przejdź do sekcji **DOWNLOAD** (Rysunek 13.1.13):

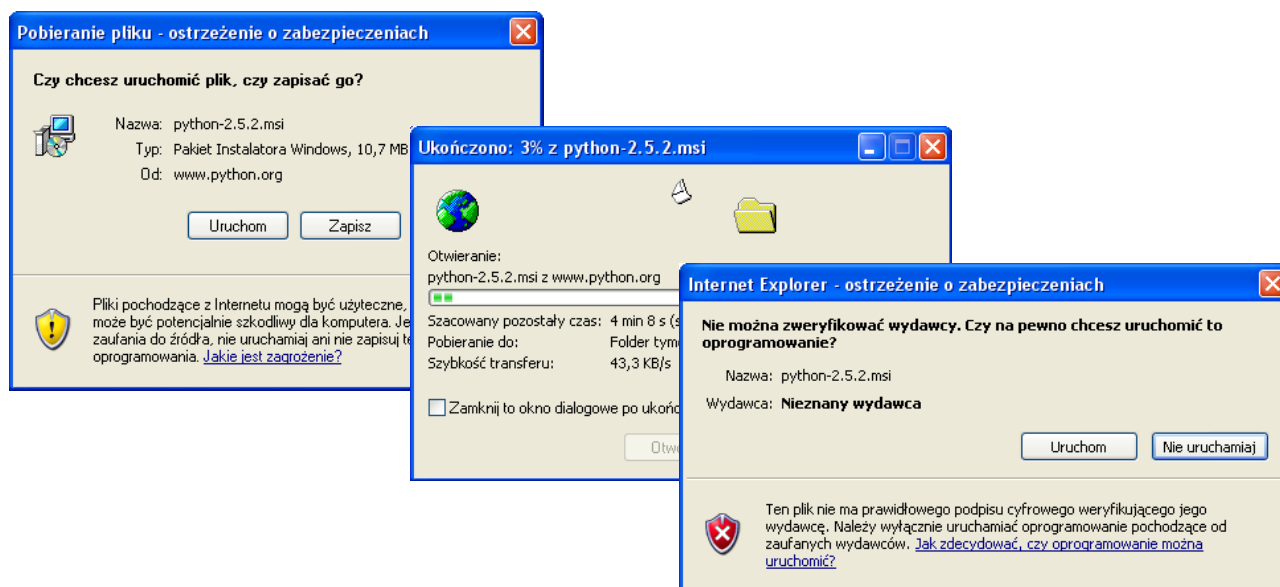


Rysunek 13.1.13 Strona, z której możesz pobrać instalator Pythona

Spośród wielu możliwości, które są na tej stronie, pobierz instalator dla Windows, bez kodu źródłowego (ten plik będzie najmniejszy).

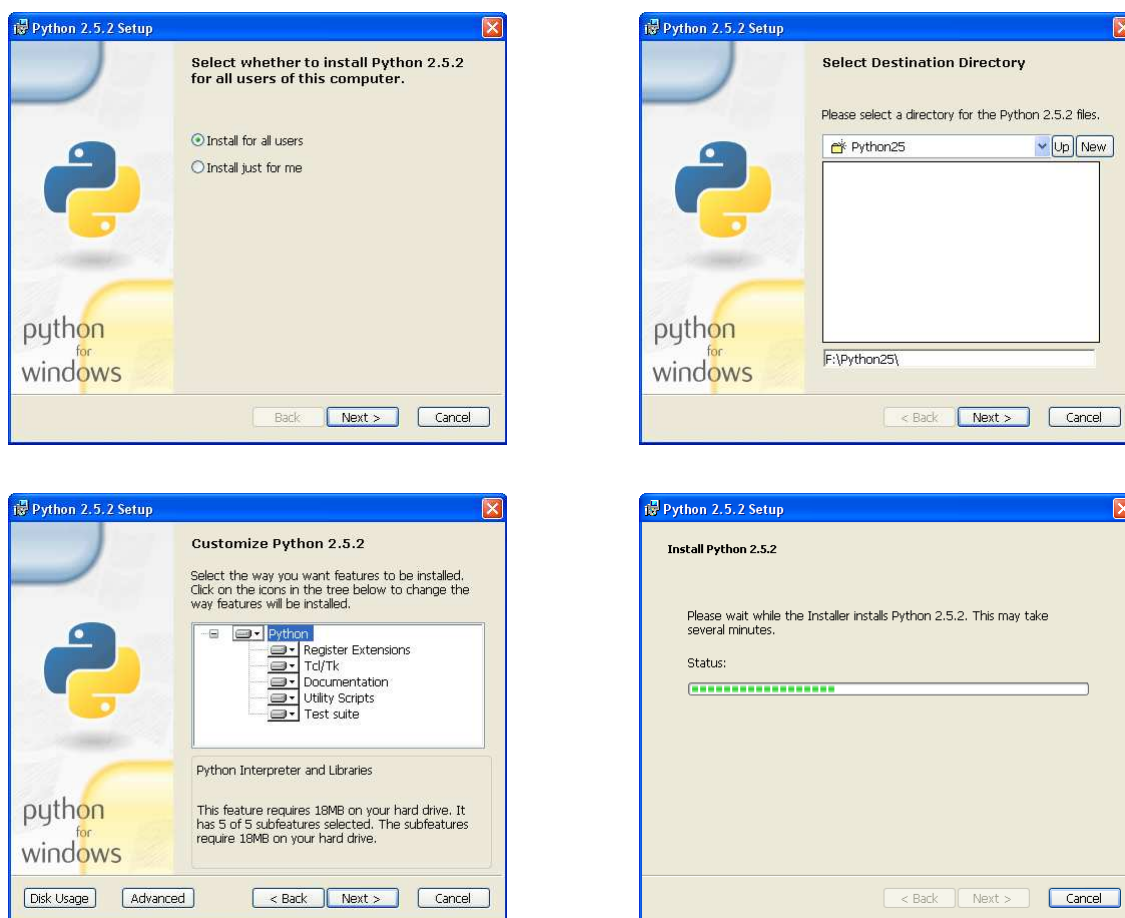
Plik instalacyjny Pythona masz także wśród plików towarzyszących tej książce (<http://www.samoloty3d.pl/downloads/wm/install/blender/python-2.5.2.msi>). Wolę jednak podać, skąd można pobrać nowsze wersje.

Jeżeli chcesz zainstalować plik wprost z Internetu — kliknij w jego skrót, i potwierdź, że chcesz go uruchomić (Rysunek 13.1.14):



Rysunek 13.1.14 Uruchomienie instalatora Pythona — wprost z Internetu

W instalatorze Pythona po prostu potwierdzaj wszystkie domyślne propozycje (Rysunek 13.1.15):



Rysunek 13.1.15 Python — instalacja pełnej wersji

Instalacja Pythona kończy się ekranem podziękowaniem dla Marka Hammonda (Rysunek 13.1.16):



Rysunek 13.1.16 Python — ekran finalny instalacji

(Zaglądałem na stronę tego autora, mogę potwierdzić, że zrobił bardzo wiele, by Python dobrze pasował do środowiska Windows).

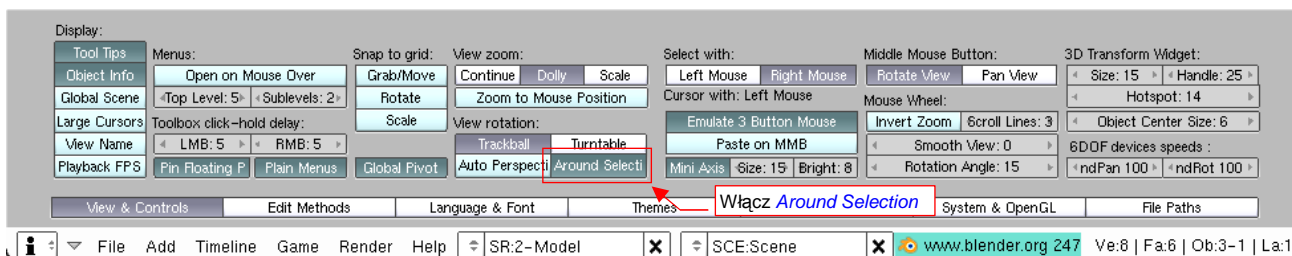
13.2 Ustawienie środowiska pracy

Wszelkie zmiany ustawień, jakich dokonasz w oknie *User Preferences*, zostaną zapamiętane tylko wtedy, gdy wywołasz polecenie **File → Save Default Settings**. Oznacza to, że te ustawienia nie są związane z jakimkolwiek aktualnym rysunkiem. Traktuj je jako konfigurację Twojej instalacji Blendera.

- Wszelkie zmiany w tej konfiguracji warto jest wykonywać po otwarciu Blendera bez żadnego konkretnego rysunku (pliku). Polecenie **File → Save Default Settings** zapisuje całą zawartość aktualnego stanu Blendera. Oznacza to, że jeżeli wywołasz je, gdy masz w oknie widoku jakiś model, to ten model będzie się od tej pory pojawiał jako domyślna zawartość każdego nowego pliku. Ustawienia, jakich teraz dokonasz w *User Preferences* i tak będą dotyczyły wszystkich rysunków, także tych, które zapisałeś już wcześniej.

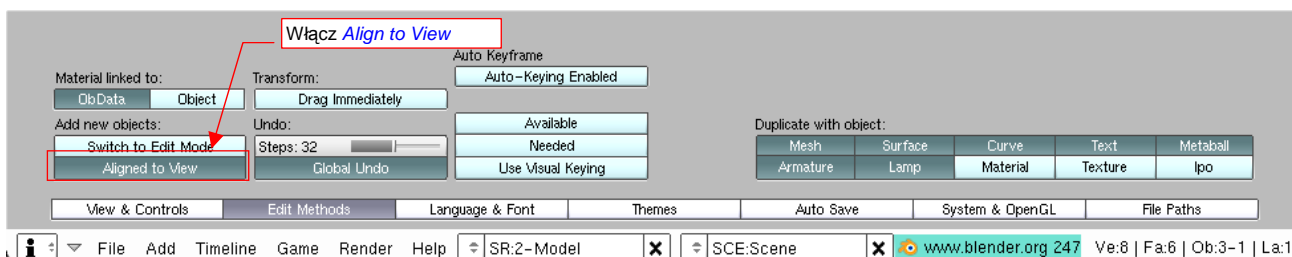
W tej sekcji pokażę, jakie domyślne ustawienia Blendera warto jest zmienić, aby ułatwić sobie pracę. Przejdę przez kolejne sekcje okna *User Preferences*, pomijając oczywiście te, w których nic nie trzeba zmieniać.

W sekcji *View & Controls* — włącz *View rotation: Around Selection* (Rysunek 13.2.1) . To ułatwi obracanie widoku wokół detali:



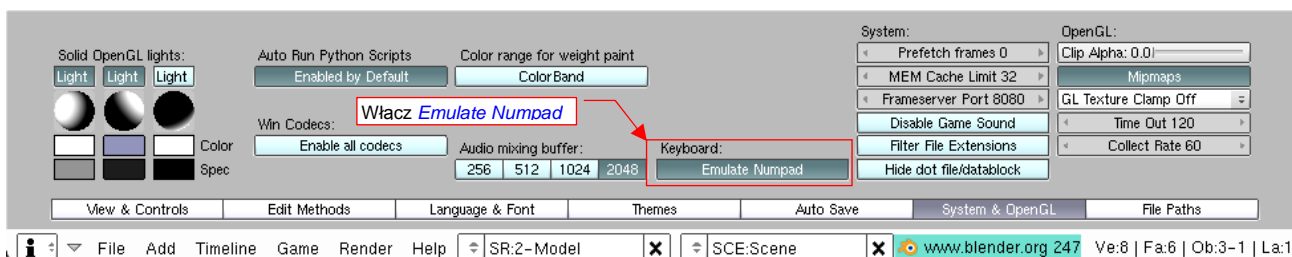
Rysunek 13.2.1 Ustawienia Blendera — sekcja *View & Controls*

W sekcji *Edit Methods* — włącz *Add new objects: Aligned to View* (Rysunek 13.2.2). Dzięki temu każdy obiekt, który stworzysz, powstanie w płaszczyźnie równoległej do aktualnego widoku. (Inaczej, aby odpowiednio zorientować nowo powstały element, miałbyś go dodatkowo obracać.)



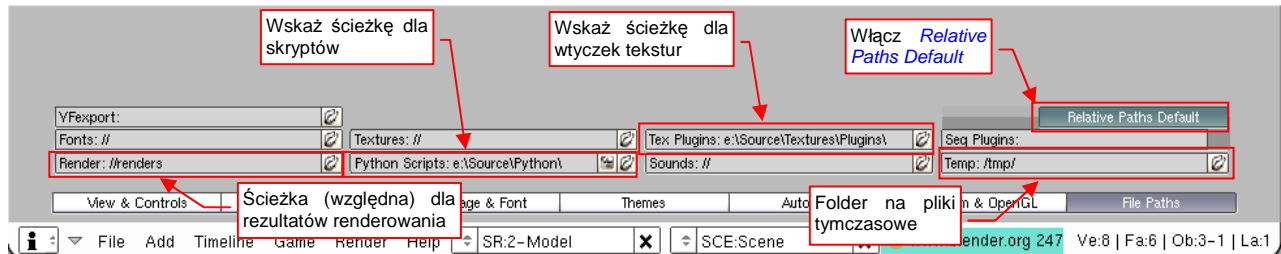
Rysunek 13.2.2 Ustawienia Blendera — sekcja *Edit Methods*

W sekcji *System & OpenGL* — włącz *Keyboard: Emulate Numpad* (Rysunek 13.2.3). Choć jest to praktyczne przede wszystkim dla notebooków, może okazać się przydatne także na tradycyjnych komputerach. (Pozwoli utrzymywać lewą rękę ponad centrum klawiatury, a nie przesuwając ją ponad całą jej szerokością).



Rysunek 13.2.3 Ustawienia Blendera — sekcja *System & OpenGL*

Wreszcie ustawienia domyślnych ścieżek, na których Blender ma poszukiwać różnych rodzajów plików. Służy do tego sekcja *File Paths* (Rysunek 13.2.4). Sądzę, że po pierwsze warto tu zaznaczyć opcję **Relative Paths Default**. Dzięki temu wszelkie referencje do plików obrazów (*images*) i innych danych, zostaną zapamiętane w pliku Blendera w sposób względny. Zdecydowanie to ułatwi przenoszenie całości w inne miejsca, lub tworzenie alternatywnych wersji modelu (każdej w we własnym folderze).



Rysunek 13.2.4 Ustawienia Blendera — sekcja *File Paths*

Dodatkowo — radziłbym na tym ekranie od razu ustawić kilka ścieżek. Będzie to potrzebne, aby poprawnie zadziałały dodatki do Blendera, opisane w kilku rozdziałach tej książki. Pobierz plik <http://www.samoloty3d.pl/downloads/wm/source.zip> i rozpakuj — powiedzmy, że zrobisz to do folderu *e:\Source*. Wskaż Blenderowi następujące foldery:

- *Python Scripts*: folder, w którym Blender wyszukuje dodatków napisanych w języku Python. Wskaż *e:\Source\Python*;
- *Tex Plugins*: folder, w którym Blender wyszukuje "wtyczek" pozwalających uzyskiwać specjalne efekty tekstur. Wskaż *e:\Source\Textures\Plugins*. (UWAGA: aby to ustawienie zadziałało, musisz także dopisać pełną ścieżkę do tego folderu do zmiennej środowiskowej *Path*¹);

• Na ilustracji (Rysunek 13.2.4) założyłem, że pliki, udostępnione wraz z tą książką, są na dysku *e:*².

• Jeżeli Blender nie będzie potrafił, mimo wszystko, znaleźć wtyczki w folderze *Texture Plugins* — umieść jej plik w tym samym folderze, co rysunek Blendera. (Tak się może zdarzyć, jeżeli nie dopiszesz poprawnie tego folderu do zmiennej środowiskowej *Path*.)

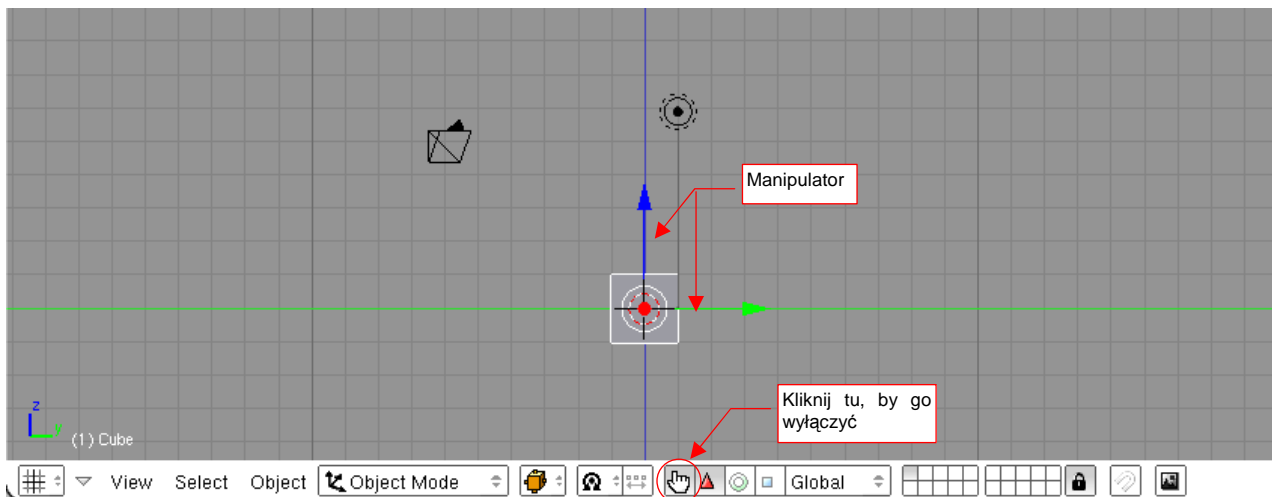
Ostatnią, opcjonalną ścieżką do ustalenia w sekcji *File Paths* jest *Renderers* (Rysunek 13.2.4). To domyślny folder, w którym zostaną umieszczone wyniki renderowania — np. pliki animacji. Zwróć uwagę, że wpisałem go w sposób względny — *//renders*. Podwójny ukośnik na początku oznacza aktualny folder rysunku. (To ustawienie sprawi, że wszystkie rezultaty renderowania będą zapisywane w podkatalogu o nazwie *renders*, utworzonym w aktualnym folderze rysunku.)

Teraz — trochę nadmiarowo — wykonajmy jeszcze parę wstępnych zmian w domyślnym oknie widoku. Nie musimy tego robić, ale często łąpałem na tym, że ciągle w ten sam sposób poprawiam zawartość nowo utworzonego rysunku. Po co to robić? Zapiszmy poprawioną postać rysunku domyślnego, i oszczędźmy sobie tej roboty.

¹ Zmienne środowiskowe to lista prowadzona przez system Windows (sam pomysł zaczerpnięto jeszcze z Unixa). Dochodzi się do nich poprzez *Mój komputer* → *Właściwości*. W oknie dialogowym *Właściwości systemu*, w zakładce *Zaawansowane* naciskasz przycisk *Zmienne środowiskowe*. W oknie dialogowym *Zmienne środowiskowe*, które się otworzy, zmienną *Path* znajdziesz w dolnej liście (*Zmienne systemowe*). Naciśnij przycisk *Edytuj* i, po średniku, dopisz do jej wartości ścieżkę *e:\Source\Textures\Plugins*. Przykład nadawania wartości zmiennej środowiskowej znajdziesz na str. 24, a zmianę *Path* — na str. 1018.

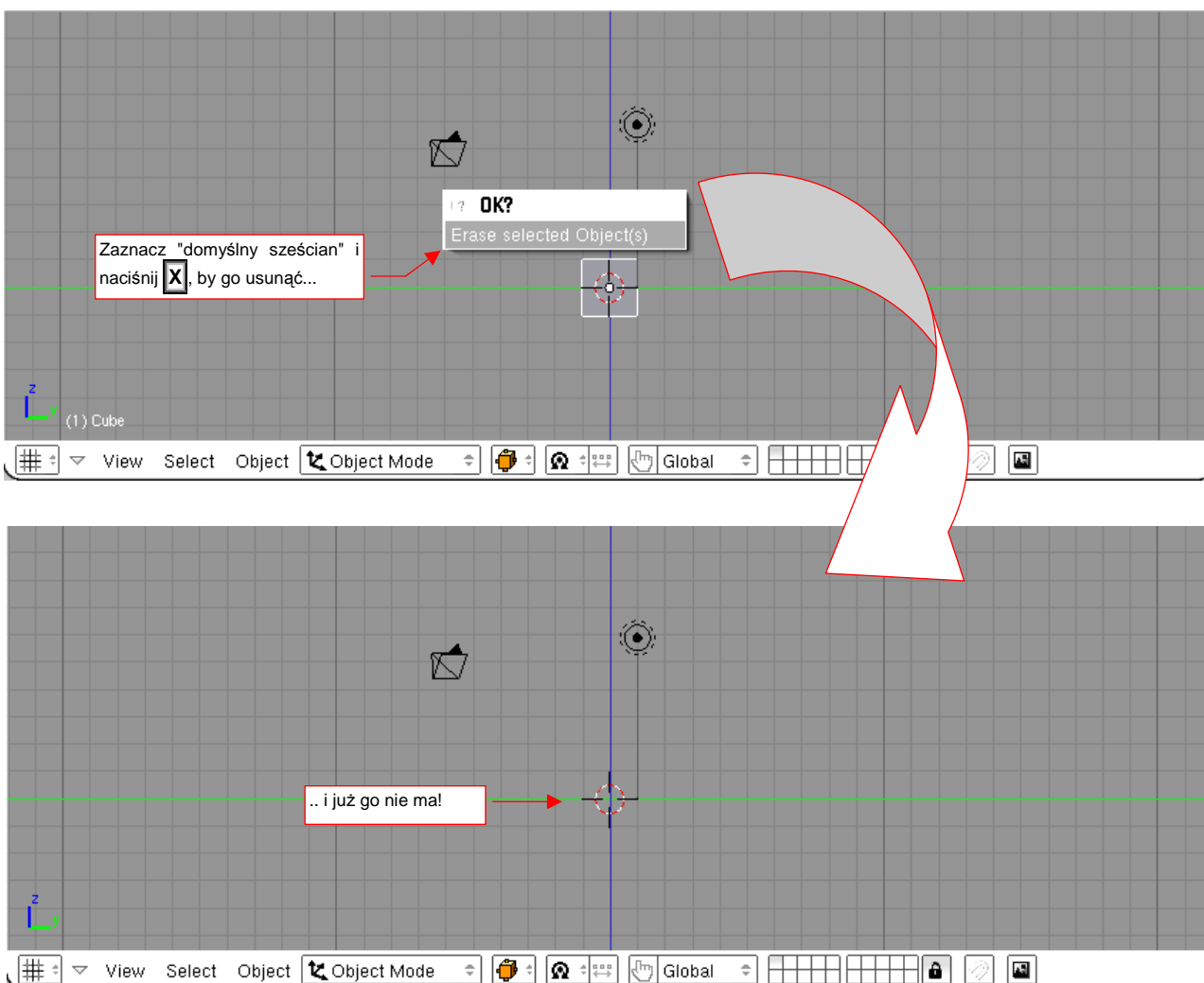
² Podstaw w miejsce tej litery ścieżkę dostępu do folderu, gdzie zapisałeś te pliki. Użyłem tu litery "e:" tylko dlatego, że to najkrótsza do zapisania ścieżka.

Zacznijmy od wyłączenia manipulatora (Rysunek 13.2.5). (Mówiąc szczerze, nigdy go nie używałem.):



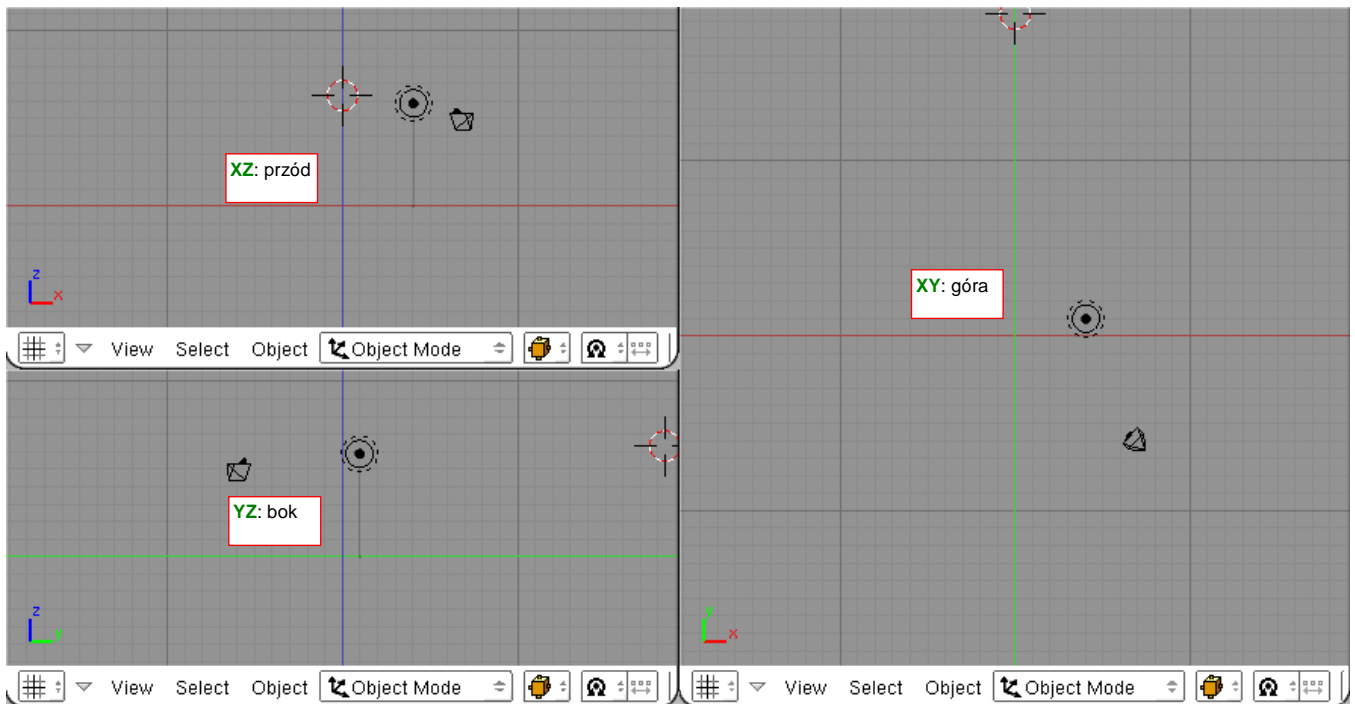
Rysunek 13.2.5 Wyłączenie manipulatora

Zróbmy coś jeszcze — usuńmy domyślne "pudełko", które Blender domyślnie umieszcza na każdym nowym rysunku. (Zawsze pierwszą rzeczą, którą robiłem, było pozbycie się tego obiektu.) Zaznacz go i naciśnij **X** (*Object*→*Delete*). W oknie dialogowym, które się pojawi, potwierdź *Erase selected Object(s)* (Rysunek 13.2.6):



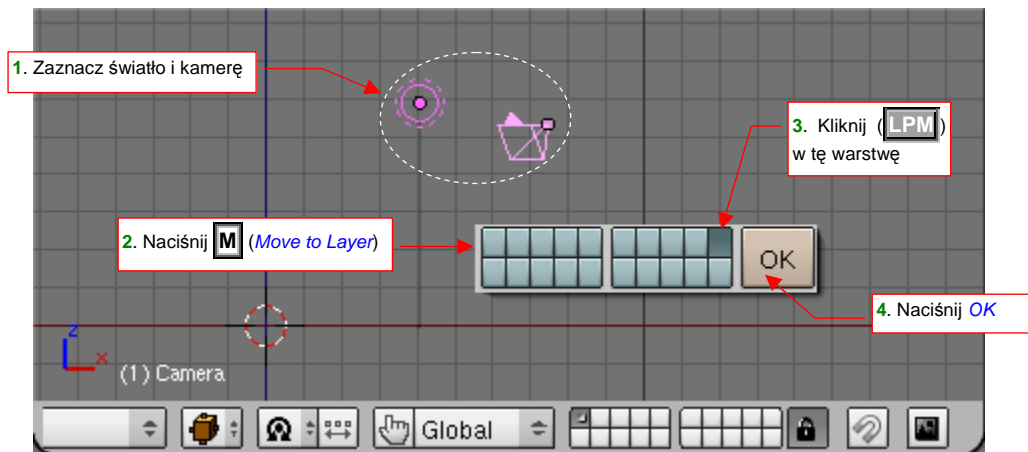
Rysunek 13.2.6 Usunięcie "domyślnego sześcianu"

Na koniec — podzielmy okno widoku (poleceniem [Split Area](#) — p. str. 57) na trzy okna widoku. Każde z nich z odrębnym rzutem: z przodu, z boku, i z góry (Rysunek 13.2.7):



Rysunek 13.2.7 Podział ekranu na trzy rzuty

Pozostało już tylko przesunąć kamerę i źródło światła ("lampę") na ostatnie warstwy rysunku. (To czynność opcjonalna — wypraktykowałem, że w ten sposób nie zaznaczysz ich przypadkowo w ferworze formowania samolotu). Zaznacz obydwa obiekty i naciśnij **M** ([Object→Move to Layer](#)). Rysunek 13.2.8 pokazuje, jak to masz zrobić, i o którą warstwę chodzi:



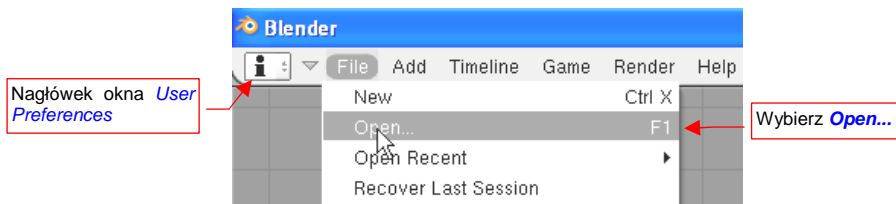
Rysunek 13.2.8 Przeniesienie kamery i źródła światła na warstwę 10

W wyniku zmiany warstwy kamera i światło znikną z rysunku (gdyż warstwa 10 ma aktualnie wyłączoną widoczność). Nie przejmuj się tym, one tam są i spokojnie czekają aż do nich wrócisz!

Pozostaje już tylko zapisać te ustawienia jako domyślne: [File→Save Default Settings](#).

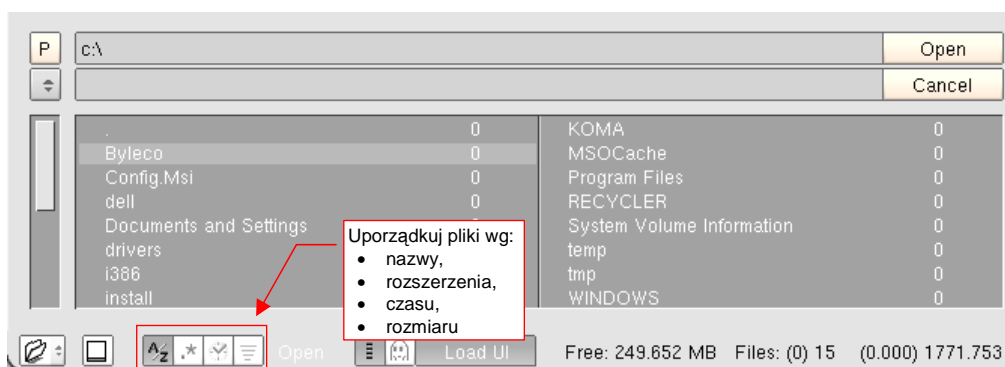
13.3 Otwieranie pliku

Wybierz z menu Blendera (nagłówek okna *User Preferences*) polecenie *File→Open* (lub naciśnij **F1**) (Rysunek 13.3.1):



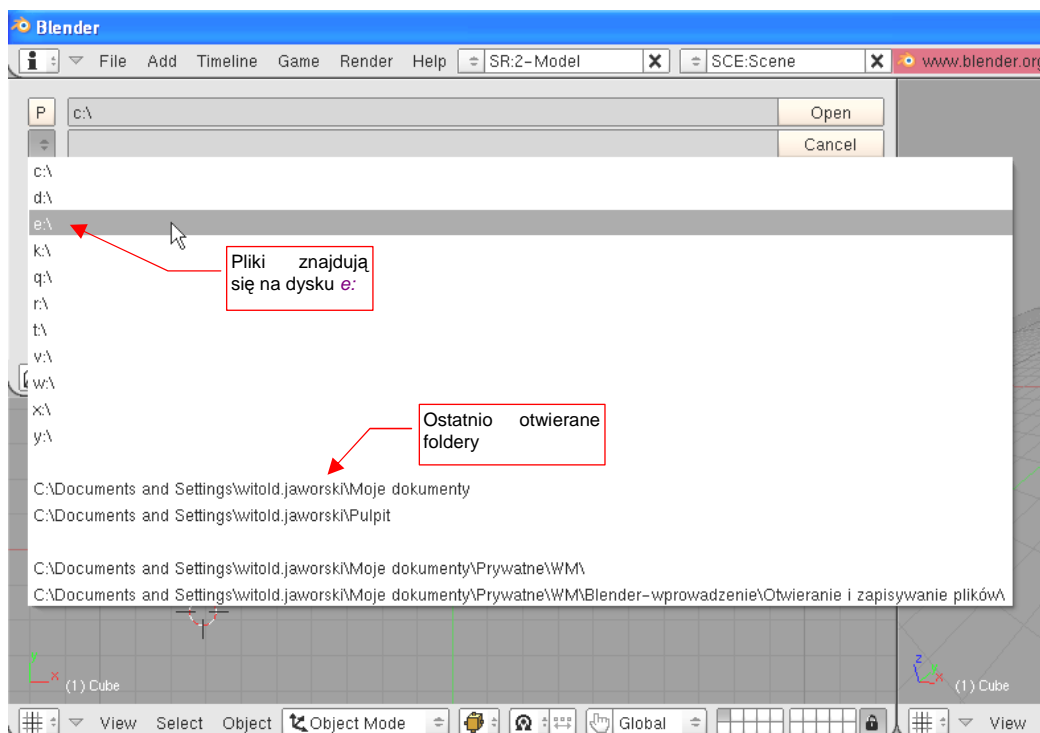
Rysunek 13.3.1 Otwieranie pliku

Spowoduje to chwilowe przekształcenie aktywnego okna w okno wyboru plików (*File Browser Window*) – Rysunek 13.3.2:



Rysunek 13.3.2 Okno wyboru pliku

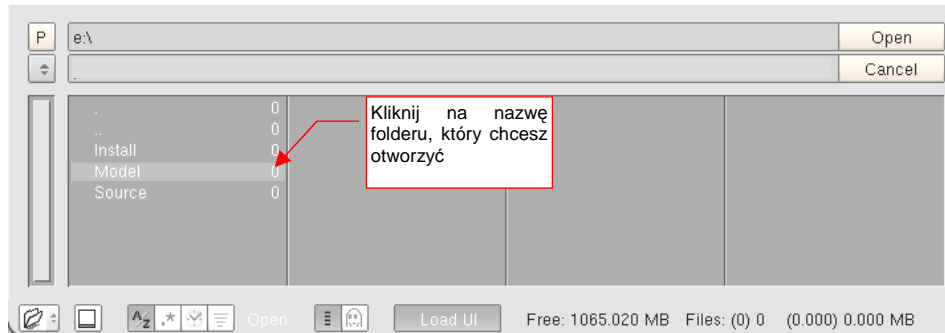
Jak widać, Blender ma własne okno do wskazywania pliku – jest to konsekwencja decyzji o zastosowaniu własnego interfejsu użytkownika. Z listy rozwijalnej po lewej stronie można wybrać napęd (lub ostatnio otwierany folder) (Rysunek 13.3.3):



Rysunek 13.3.3 Lista podpowiedzi ścieżek (dysków lub folderów)

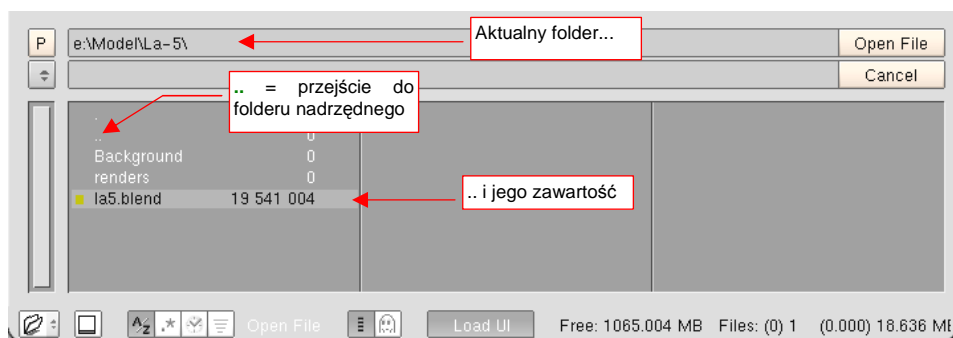
Pobierz towarzyszący tej książce plik <http://www.samoloty3d.pl/downloads/wm/model/la5.zip>. Rozpakuj jego zawartość do folderu o nazwie, powiedzmy, *Model*. Teraz otworzymy plik *Model\la5\la5.blend*.

Założmy, że na potrzeby tego przykładu pliki te umieściłeś na jakimś dysku *E:*. Otwórz w oknie wyboru plików ten napęd (Rysunek 13.3.4):



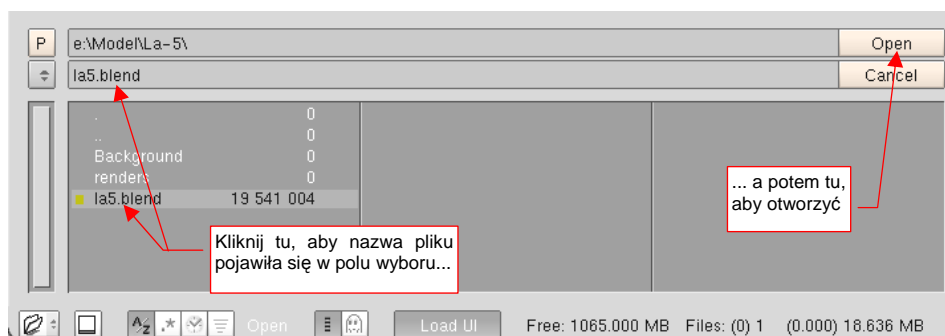
Rysunek 13.3.4 Nawigacja w oknie wyboru plików

Wystarczy kliknąć (LPM) w nazwę folderu *Model*, aby go otworzyć. W podobny sposób przejdź do folderu *La-5* (Rysunek 13.3.5):



Rysunek 13.3.5 Zawartość folderu *Model*

Kliknij w plik, który chcesz otworzyć – jego nazwa pojawi się w polu na nazwę pliku do otwarcia (Rysunek 13.3.6). (Można było, oczywiście, wpisać ją z klawiatury, ale komu by się chciało...):



Rysunek 13.3.6 Otwieranie pliku Blendera

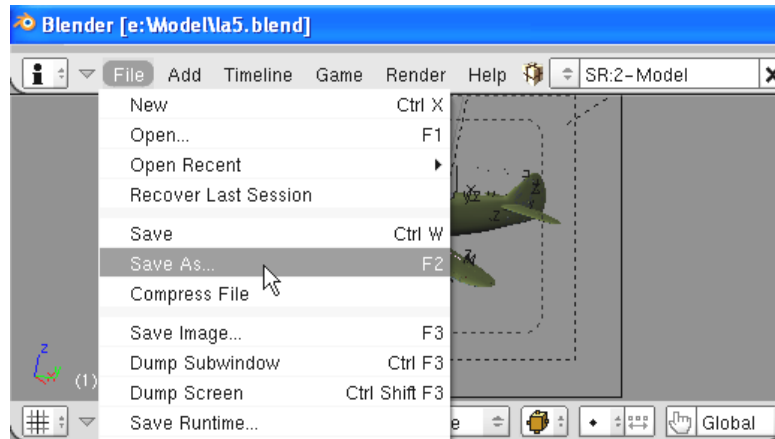
Po naciśnięciu przycisku **Open** plik zostanie załadowany. W zależności od mocy obliczeniowej Twojego komputera, może to zająć Blenderowi sekundę lub dwie.

Z innych poleceń z menu **File** (okna [User Preferences](#)), które mogą okazać się przydatne, warto wspomnieć:

- **File→Open Recent**: pozwala otworzyć jeden z dziesięciu ostatnio zapisywanych plików;
- **File→Recover Last Session**: pozwala odzyskać plik w wersji sprzed ostatniego zapisu. (Blender zawsze tworzy „cień” oryginalnego pliku – poprzednią wersję zapamiętuje w kopii o rozszerzeniu [.blend1](#)). Więcej o odtwarzaniu ostatnich wersji danych — p. str. 769;

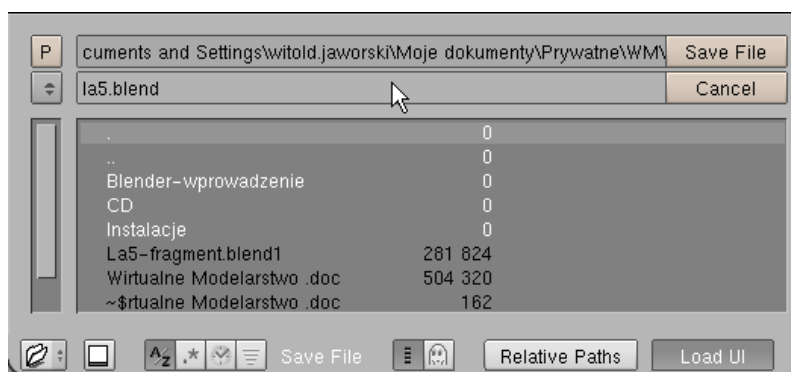
13.4 Zapisanie pliku

Aby zapisać otwarty plik pod inną nazwą, wybieramy polecenie **File→Save As** (Rysunek 13.4.1). Alternatywnie możesz nacisnąć na klawiaturze **F2** — to skrót do tego polecenia.



Rysunek 13.4.1 Polecenie - zapisanie pliku pod inną nazwą

Analogicznie jak przy otwarciu pliku, aktywne okno na ekranie zostanie na chwilę zastąpione oknem wyboru pliku (Rysunek 13.4.2). Otwierając kolejne foldery, przejdź do miejsca, gdzie chcesz zachować aktualnie otwartą pracę.



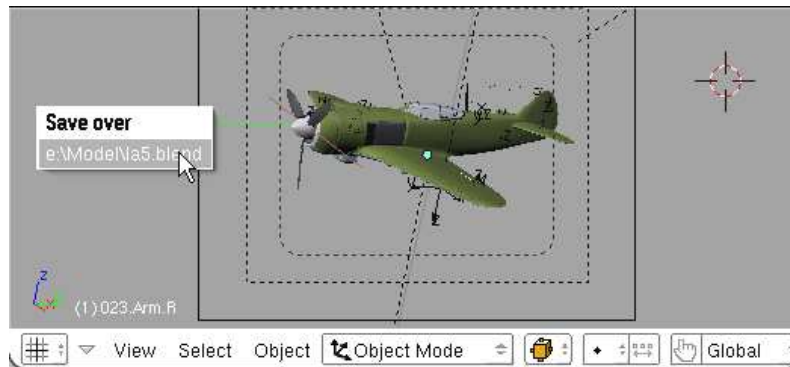
Rysunek 13.4.2 Okno wyboru nazwy pliku do zapisu

Zwróć uwagę, że w polu z nazwą do zapisania przez cały czas pozostaje oryginalna nazwa pliku. Możesz ją zmienić, wpisując nową z klawiatury (lub po prostu klikając w inny plik, jeżeli chcesz go nadpisać).

Zapis pod nową nazwą nastąpi po naciśnięciu przycisku **Save File**.

Osobiście używałem tego polecenia co najmniej raz dziennie – do zapamiętania kolejnej wersji pliku. Nazywałem to „wersją dzienną”. Takie wersje bywają przydatne. Na początku pracy z Blenderem, zdarzało mi się poprzestawiać dziesiątki parametrów i nie uzyskać oczekiwanego efektu. Czułem, że szukając rozwiązania zabrnąłem w „ślepą uliczkę”. Wycofanie dokonanych zmian do stanu początkowego wyglądało często na bardzo pracochłonne, a czasami na praktycznie niemożliwe. O wiele prościej było zacząć jeszcze raz od „czystej” wersji z poprzedniego dnia. Twórcy Blendera z myślą o takich jak ja, dodali do okna zapisu pliku (Rysunek 13.4.2) dodatkowy „gadżet”. Klawisze **+** i **-** z klawiatury numerycznej zwiększają lub zmniejszają cyfrę (numer wersji) na końcu nazwy pliku.

Aby zapisać plik bez zmiany nazwy, wybierz polecenie **File→Save** (albo **Ctrl-W**). Spowoduje to pojawienie się okna dialogowego **Save over**, w którym Blender upewnia się, że wiesz, co robisz (Rysunek 13.4.3).



Rysunek 13.4.3 Potwierdzenie zapisania pliku

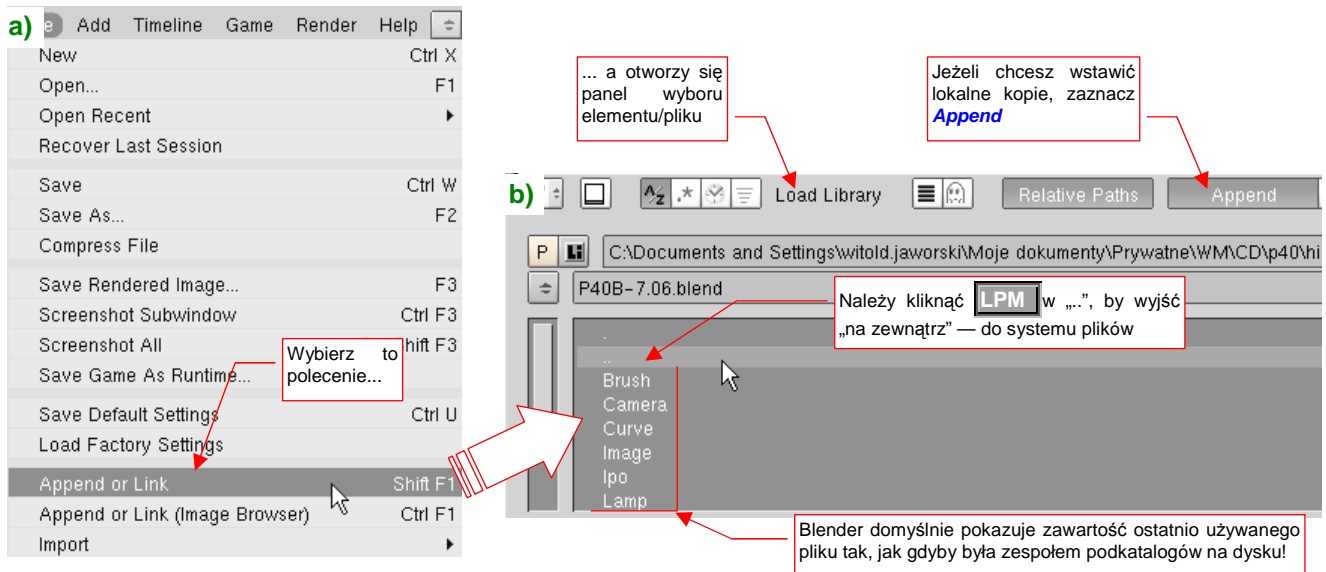
- Pamiętaj: zapis nastąpi **tylko** wtedy, gdy klikniesz myszką (**LPM**) w nazwę pliku, wyświetloną w oknie **Save over!**

Z innych poleceń z menu **File** (okna **User Preferences**), które mogą okazać się przydatne, warto wspomnieć:

- **File→Dump Subwindow**: najczęściej wywoływane nie z menu, ale za pomocą skrótu: **Ctrl-F3**. Pozwala zapisać na dysku obraz przedstawiający aktywne okno Blendera. Format obrazu (JPG, PNG, ...) – ustalamy w oknie przycisków (**Buttons Window**), zestaw **Scene**, podzestaw **Render Buttons**, panel **Format**. (patrz str. 87);
- **File→Dump Screen**: najczęściej wywoływane nie z menu, ale za pomocą skrótu: **Ctrl-Shift-F3**. Działa tak samo jak **Dump Subwindow**, ale zapisuje wszystkie widoczne okna – cały ekran Blendera
- **File→Save Rendered Image** (**F3**): zapisuje wyrenderowany (w oddzielnym oknie) finalny obraz. Podobnie jak w **File→Dump Subwindow/Dump Screen**, format obrazu jest ustalany na panelu **Format**.

13.5 Import obiektów z innego pliku Blendera

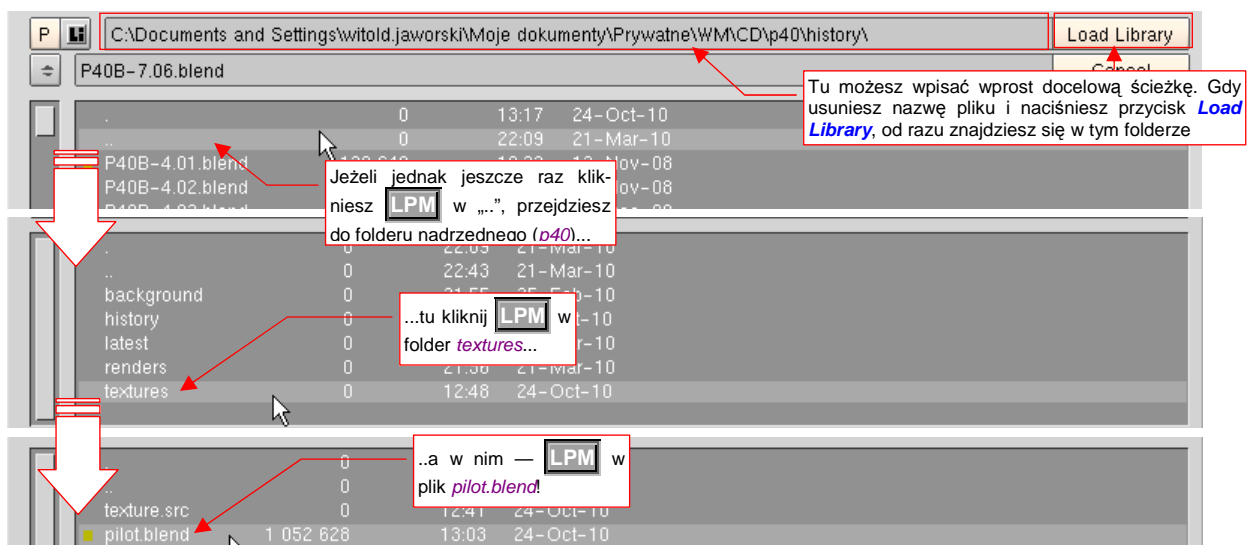
Aby wstawić do aktualnej sceny obiekty z innego pliku, wybierz polecenie **File→Append or Link** (Rysunek 13.5.1a). Alternatywnie możesz nacisnąć na klawiaturze **Shift-F1** — to skrót do tego polecenia:



Rysunek 13.5.1 Polecenie - import elementów innego pliku

Tak jak przy otwarciu pliku, aktywne okno na ekranie zostanie na chwilę zastąpione oknem **Load Library**, (Rysunek 13.5.1b) przypominającym do złudzenia okno wyboru plików. Gdy jednak przyjrzy się uważnie wyświetlonym „folderom” zauważysz, że nie są to katalogi na dysku, ale nazwy klas obiektów, przechowywanych w rysunku Blendera. To taka konwencja - zawartość każdego pliku **.blend* jest wyświetlana, jak gdyby jej struktura była przedłużeniem struktury folderów i plików na dysku.

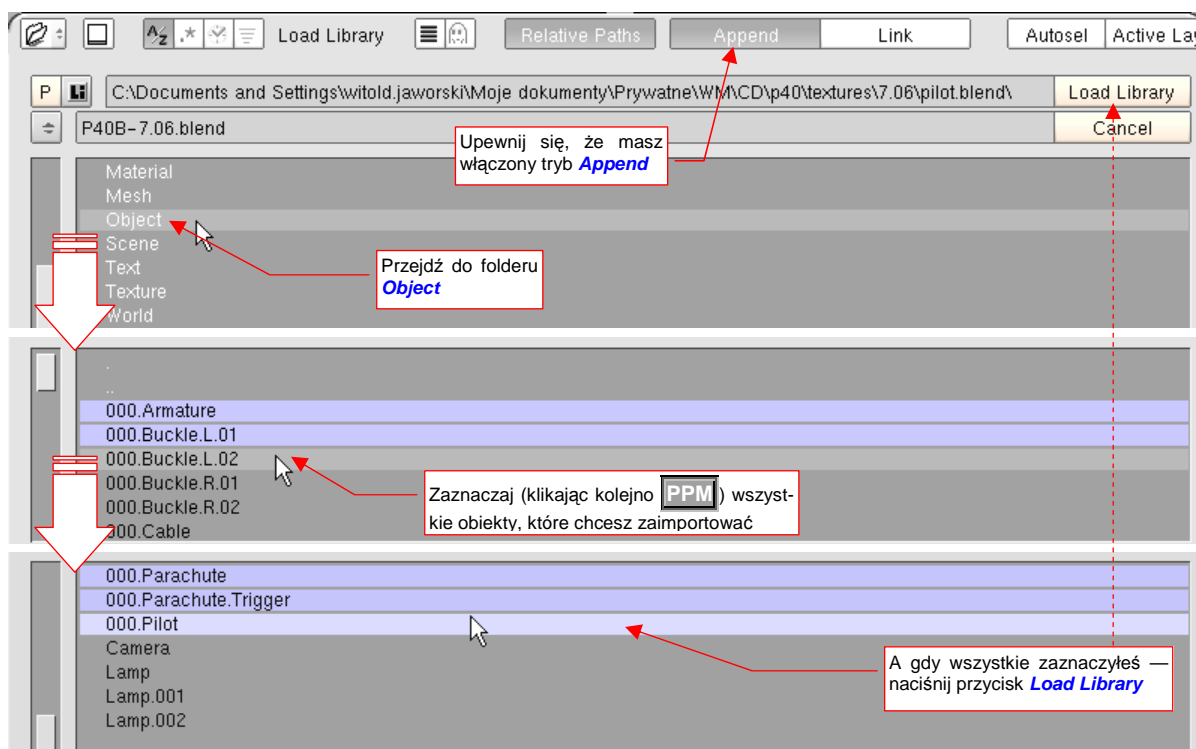
Domyślnie oknie **Load Library** wyświetlany jest ostatnio użyty plik. Załóżmy, że chcemy zaimportować figurę pilota z pliku *p40\textures\7.06\pilot.blend*. Zaczynaj więc od wyjścia z aktualnego pliku „na zewnątrz” — należy kliknąć w pseudofolder „...” (Rysunek 13.5.1b). Znajdziesz się wówczas np. w folderze *p40\history*, w którym zobaczysz inne pliki (Rysunek 13.5.2) :



Rysunek 13.5.2 Nawigacja myszką w systemie plików

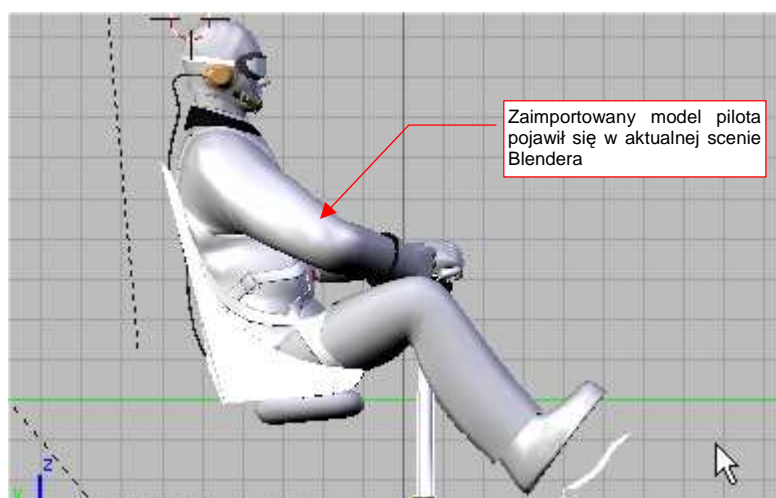
Jeżeli wolisz korzystać z klawiatury, możesz od razu wpisać w pole u góry okna docelowy folder (*../textures\7.06*), a w pole poniżej — nazwę pliku (*pilot.blend*). Potem wystarczy nacisnąć przycisk **Load Library**. Alternatywnie możesz także posłużyć się myszką, przechodząc po strukturze katalogów na dysku.

Gdy „wejdiesz do środka” pliku *pilot.blend* (klikając **LPM**), upewnij się, że zaznaczyłeś przełącznik **Append** (Rysunek 13.5.3). Włączenie tego trybu oznacza, że wstawisz do aktualnej sceny kopie importowanych elementów¹. Potem przejdź do folderu **Object** (zazwyczaj importujemy obiekty — Blender sam zadba o to, by przenieśli się za nimi wszystkie siatki, materiały i tekstury):



Rysunek 13.5.3 Wybór elementów do importu

W środku folderu **Object** zobaczysz wszystkie obiekty, znajdujące się w *pilot.blend*. Aby ułatwić wybór, elementom składającym się na model pilota nadałem przedrostek „000.”. Pozaznaczaj je, klikając w każdy **PPM**. Potem wystarczy nacisnąć przycisk **Load Library** i pilot znalazł się w aktualnej scenie Blendera (Rysunek 13.5.4):



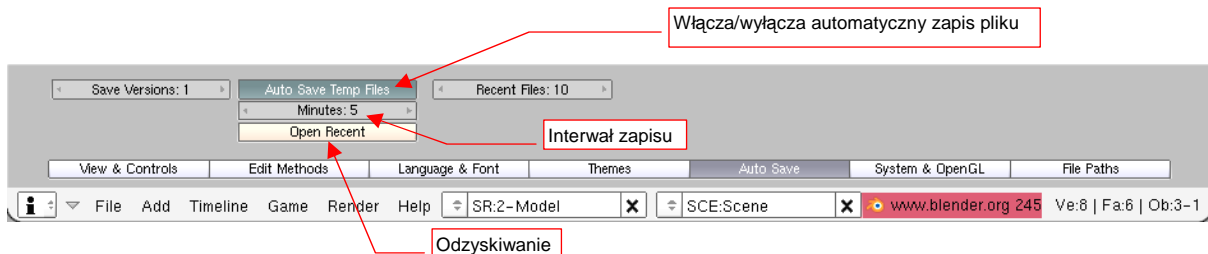
Rysunek 13.5.4 Model pilota, wczytany do aktualnej sceny

¹ Gdybyś wybrał alternatywną opcję **Link** — do aktualnej sceny wstawione zostałyby tylko „odsyłacze” (referencje) do obiektów umieszczonych we wskazanym pliku Blendera (w tym przykładzie byłby to *pilot.blend*). Możesz w ten sposób wykorzystywać pewne pliki *.blend jako biblioteki. Przechowywałbyś w nich wzorce elementów wykorzystywanych w wielu różnych projektach. Gdybyś zmienił definicję takiego „odsyłacza” — uległby zmianie wszędzie tam, gdzie jest użyty. Podłączając w ten sposób możesz nie tylko całe obiekty, ale — na przykład — same siatki. Wymaga to jednak przemyślanej struktury projektu. Poza tym — nie można modyfikować takich „podłączonych” elementów tam, gdzie są użyte. W praktyce często kończy się to i tak stworzeniem ich lokalnej kopii.

13.6 Kopia bezpieczeństwa i odtwarzanie

W tej sekcji opiszę sposoby „awaryjnego” odzyskiwaniu pliku. Uczciwie mogę powiedzieć, że przez długi czas (pierwszych 7-8 miesięcy pracy) Blender zachowywał mi się bardzo stabilnie. Na palcach jednej ręki mógłbym policzyć sytuacje, gdy straciłem choć trochę pracy z powodu niespodziewanego zakończenia przez błąd w programie. Potem, gdy model przekroczył ok. 500 tys. ścian, bywało, że czasami Blender mi się nagle „wysypał”¹. W każdym razie – istnieje pewien sposób, pozwalający odzyskać choć część pracy od ostatniego zapisu.

W oknie **User Preferences** przejdź do sekcji **Auto Save** (Rysunek 13.6.1):



Rysunek 13.6.1 Panel automatycznego zapisu

Ważne są tu trzy kontrolki:

- Przełącznik **Auto Save Temp Files**: moja rada: pozostaw go zawsze włączonym, jak na ilustracji;
- Pole numeryczne **Minutes**: tu wpisz, co ile minut ma być zachowywany stan pliku;
- Przycisk **Open Recent**: Załaduje ostatni stan pliku (uwaga: dopóki nie opuścisz Blendera!).

Gdy Blender nagle zgłosił „fatalny” błąd i został zamknięty przez system operacyjny, nie popadaj w rozpacz. Jeżeli miałeś włączony **Auto Save**, możesz jeszcze odzyskać swoją pracę. Uruchom ponownie Blender. Najprawdopodobniej gdy naciśniesz przycisk **Open Recent** ujrzysz komunikat w rodzaju „*Loading C:\tmp2020.blend failed: unable to open*”. To normalne – nazwą pliku tymczasowego jest numer procesu, przypisany Blenderowi przez system operacyjny. Teraz Blender jest uruchomiony ponownie, więc ma inny numer. Tym niemniej nasze dane można jeszcze odzyskać ręcznie.

W folderze, który Blender podaje w komunikacie – w tym przykładzie to „*C:\tmp*”, ale na Twoim komputerze może być inny² – znajdziesz co najmniej kilka plików Blendera. Wszystkie mają nazwy numeryczne i rozszerzenie **.blend*, np. „1140.blend”, lub podobne. To właśnie efekt automatycznego zachowywania. Uporządkuj je malejąco według daty. Jeżeli widzisz jakiś plik z ostatnich kilkunastu minut – spróbuj go otworzyć w Blenderze. Może się okazać, że to jest Twój model, zachowany jakiś czas temu! Zapisz go pod inną nazwą, jako kolejną wersję swego pliku, otwórz za pomocą Blendera, i pracuj dalej. Robiłem tak niejednym razem. Pliki, odzyskane w ten sposób, są zupełnie normalnymi plikami – bez żadnych luk w danych, czy skaz w zapisie.

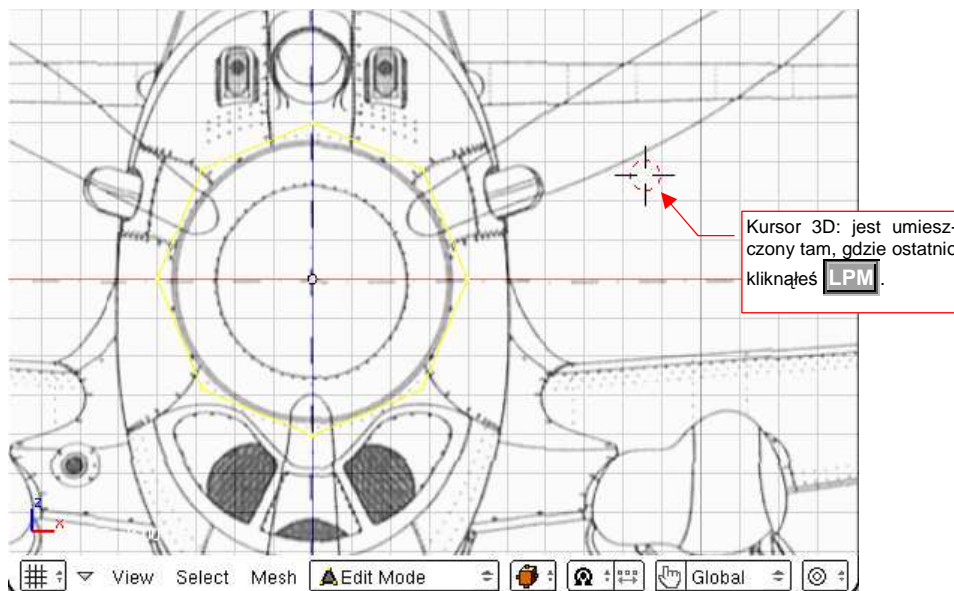
¹ Zaobserwowałem, że błąd w Blenderze występował zazwyczaj po wycofaniu poleceniem **Undo** kilku zmian w edytorze UV (*UV/Image Editor Window*). To było w wersji 2.45. Potem pojawiła się wersja 2.46, w której ten fragment uległ gruntownym przeróbkom. Miejmy nadzieję, że wyeliminowały one także tę przypadłość.

² Patrz na str. 759, Rysunek 13.2.4: folder, w którym znajdują się pliki tymczasowe, jest tam wpisany w polu *Temp*. Pojedynczy ukośnik na początku ścieżki jest konwencją przejętą z Unixa. W praktyce Windows *"/tmp/* oznacza *"C:\tmp*"

13.7 Kursor 3D — ustalanie położenia

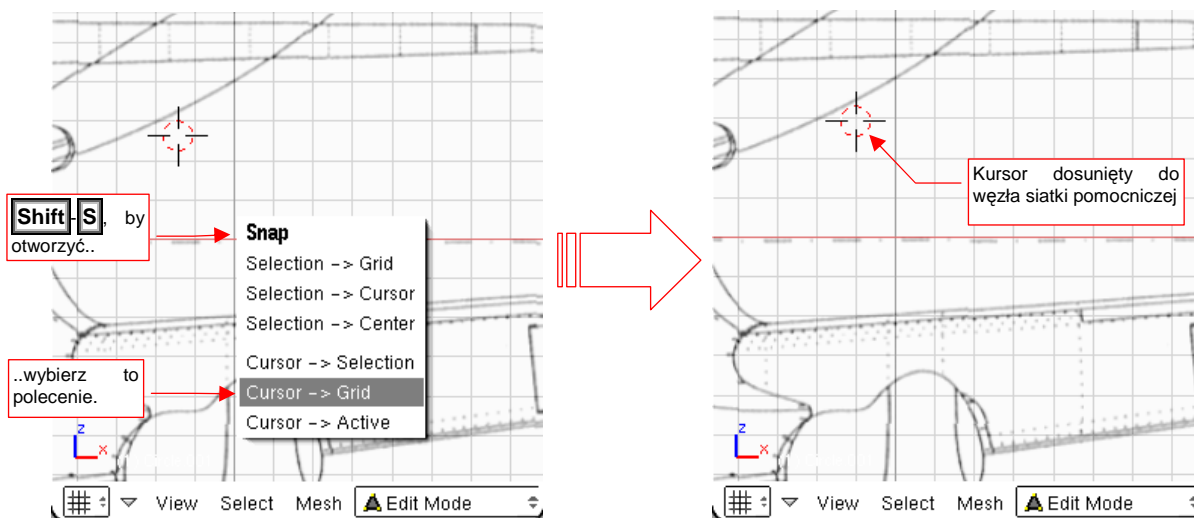
Kursor 3D (*3D Cursor*) jest w Blenderze specjalnym punktem w przestrzeni. Wyznacza "aktualną pozycję", która jest używana podczas dodawania do sceny nowych obiektów. Może być także wykorzystany jako punkt odniesienia podczas obrotu, zmiany skali, lub odbicia lustrzanego (*Mirror*).

Położenie kursora 3D jest oznaczane niewielkim krzyżem, otoczonym czerwono-białą obwódką (Rysunek 13.7.1):



Rysunek 13.7.1 Kursor 3D na scenie

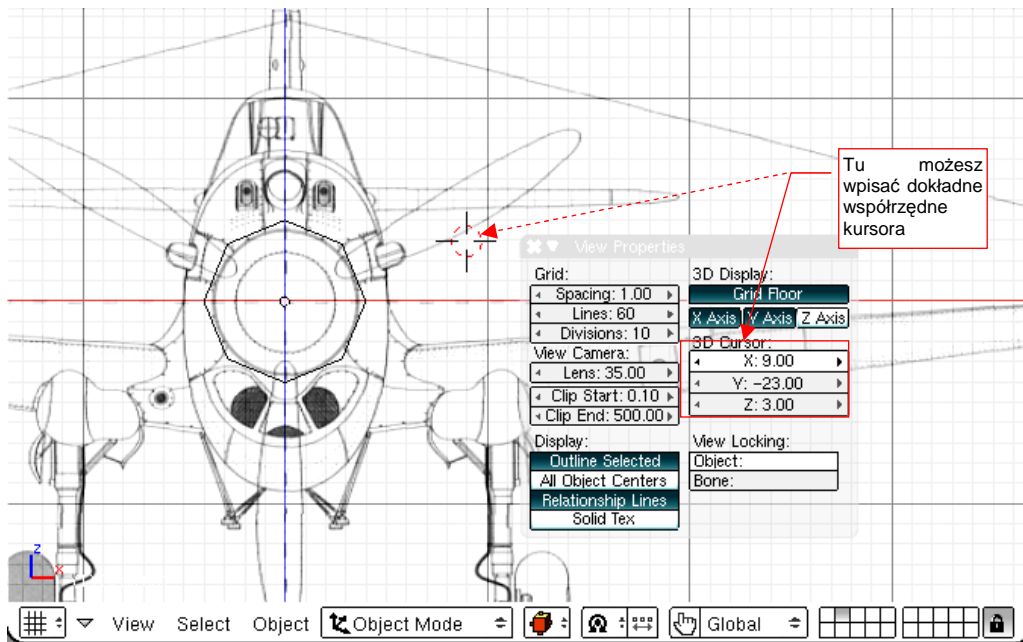
Kliknięcie **LPM** można traktować jako pierwszą, przybliżoną metodę wskazania położenia kursora. Z oczywistych przyczyn nie jest specjalnie dokładnie. Potem możesz zawsze dosunąć kursor do najbliższego węzła "kratki pomocniczej" (*grid*), która jest naniesiona na płaszczyznę widoku. Naciśnij w tym celu **Shift-S** (*Object*→*Snap*), i wybierz z menu *Snap* polecenie *Cursor*→*Grid* (Rysunek 13.7.2):



Rysunek 13.7.2 Dosunięcie kursora do węzła siatki pomocniczej (*grid*)

- W podobny sposób możesz także wybrać polecenie *Cursor*→*Selection*. W trybie obiektu (*Object Mode*) kursor zostanie umieszczony w środku (tzn. punkcie odniesienia) aktualnie zaznaczonego obiektu. W trybie edycji siatki (*Edit Mode*) kursor przesunie się do aktualnie zaznaczonego wierzchołka

Aby dokładnie wpisać położenie kursora — wywołaj polecenie **View→View Properties**. Spowoduje to pojawienie się na ekranie okna dialogowego **View Properties** (Rysunek 13.7.3):

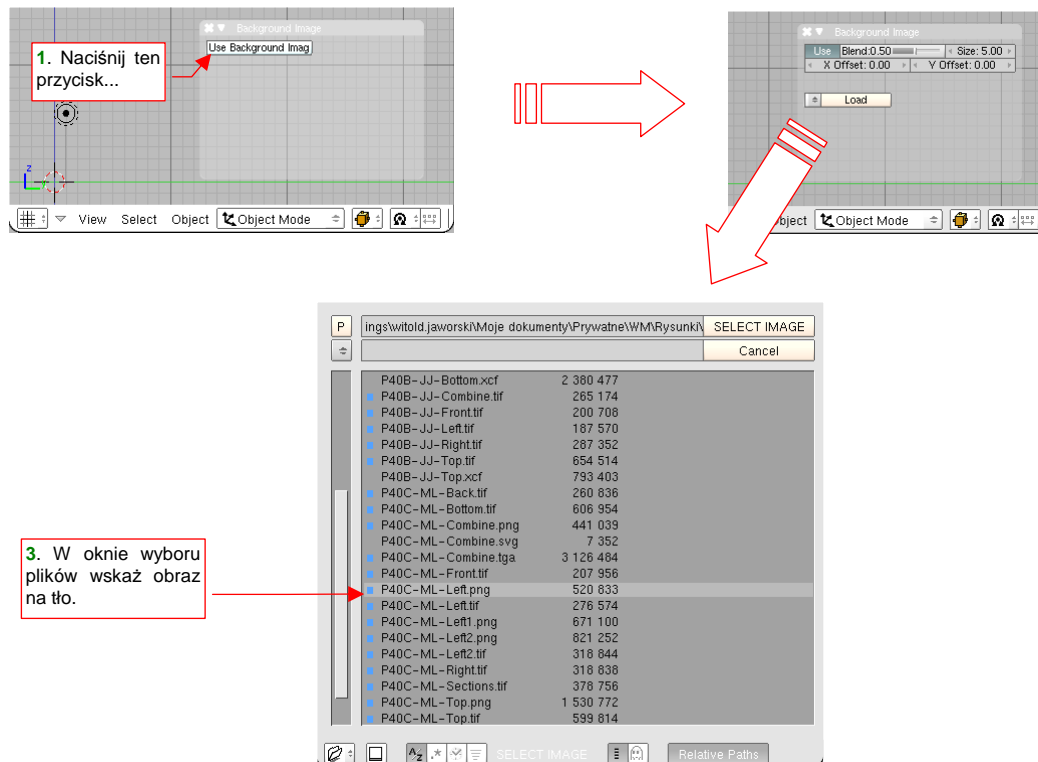


Rysunek 13.7.3 Ustawianie położenia kursora w oknie **View Properties**

W sekcji **3D Cursor** okna dialogowego **View Properties** możesz bezpośrednio wpisać liczbowe wartości współrzędnych **X**, **Y**, **Z** kursora.

13.8 Ustalenie tła widoku (planów samolotu)

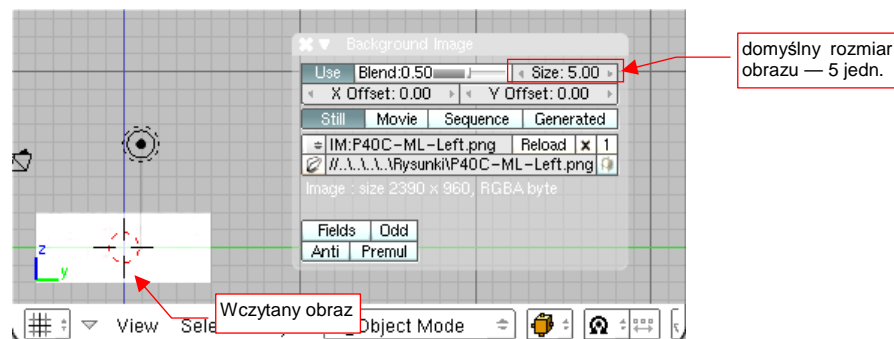
Aby podstawić plany samolotu jako tło, wywołaj polecenie **View→Background Image**. W oknie widoku pojawi się wówczas półprzezroczyste okno **Background Image** (Rysunek 13.8.1). Jak wszystkie okna, rysowane w Blenderze w ten sposób, jest to okno niemodalne (tzn. możesz dalej, nie zamykając go, edytować obiekty lub zmieniać projekcję).



Rysunek 13.8.1 Otwieranie obrazu — tła okna 3D View

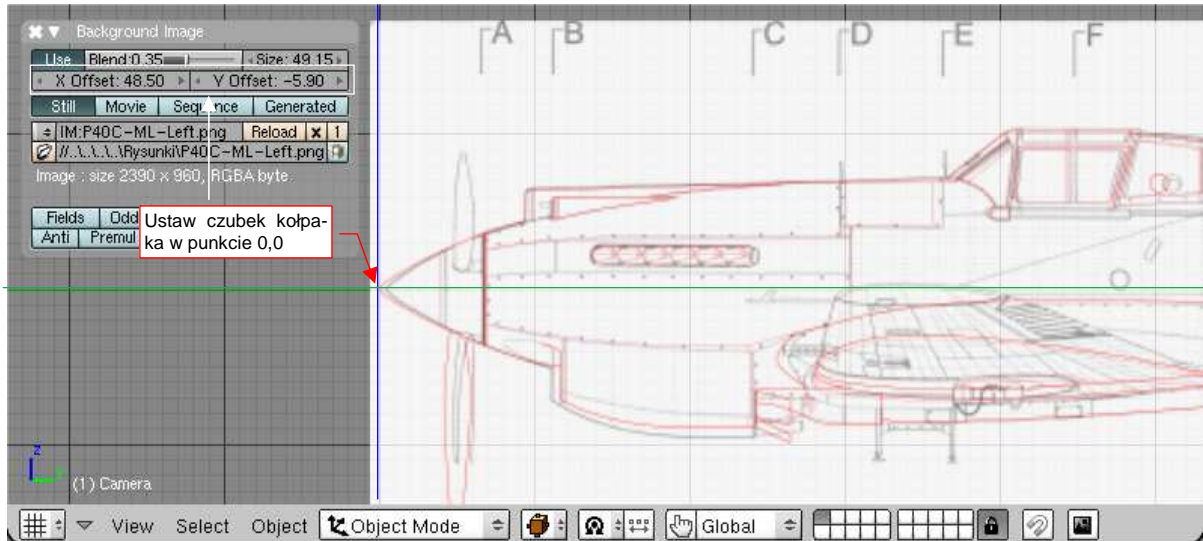
W oknie **Background Image** kliknij w przycisk **Use Background Image**. Następnie naciśnij przycisk **Load**, i w oknie wyboru plików wskaż plik, który ma być użyty jako tło (Rysunek 13.8.1).

Obraz po załadowaniu wygląda dość niepozornie — jest bardzo mały (Rysunek 13.8.2). Blender umieścił jego środek w środku układu współrzędnych.



Rysunek 13.8.2 Plan samolotu zaraz po wczytaniu

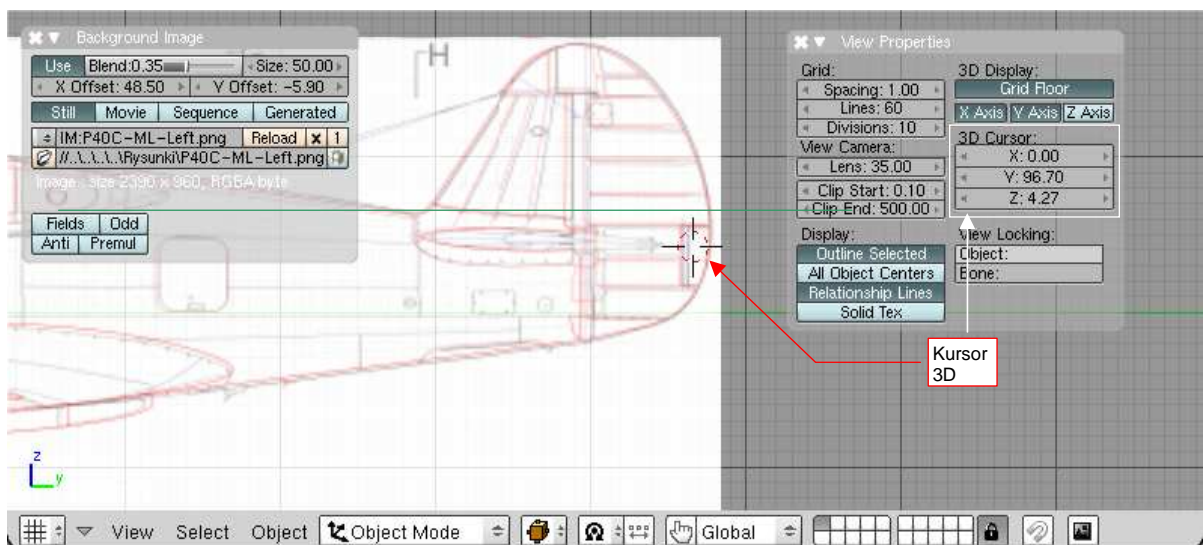
Niewielki rozmiar wczytanego rysunku wynika z domyślnego rozmiaru (**Size**), jaki jest wpisany w oknie **Background Image**: 5.0 (Rysunek 13.8.2). Wartość, wpisywana w to pole, określa rozmiar połowy dłuższego boku obrazu. Zakładając, że 1 jednostka Blendera to 10 cm rzeczywistego samolotu, powinniśmy zwiększyć **Size** do **50.0**. (Długość kadłuba P-40C wynosiła 967cm, a nasz cały obraz będzie się w tej skali rozciągał na niewiele więcej — 100 jednostek, czyli 1000cm). Jednocześnie przesuń obraz (pola **X Offset**, **Y Offset**) tak, by oś kadłuba pokryła się z osią **Y**, a czubek kołpaka śmigła dotykał osi **Z** (Rysunek 13.8.3).



Rysunek 13.8.3 Obraz tła — wyrównanie do dokładnego ustalenia rozmiaru

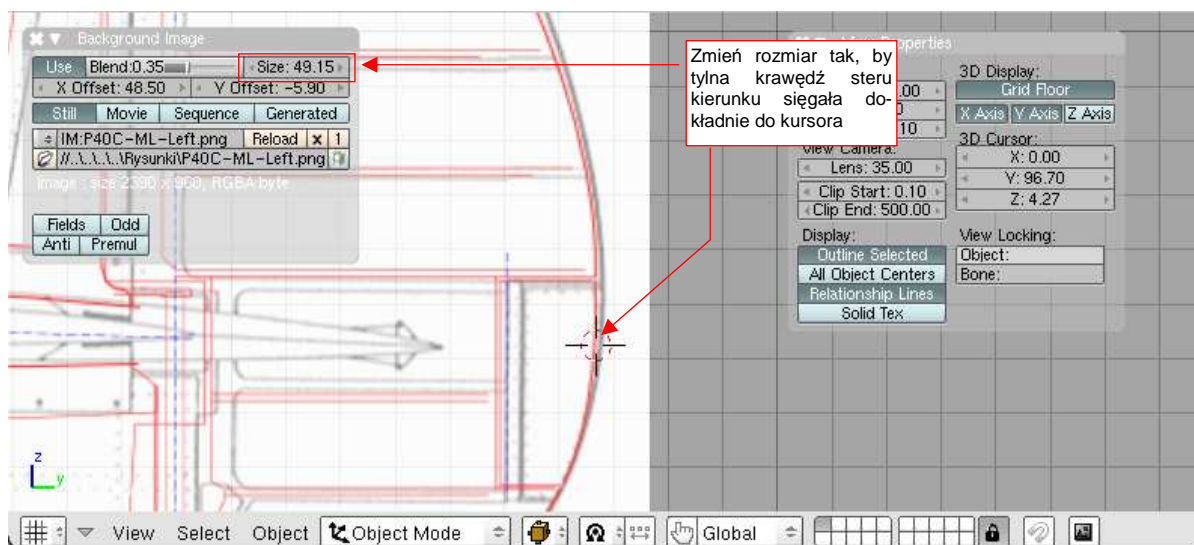
Możesz jednocześnie — na czas tych "przymiarek" — zmniejszyć przejrzystość tła. Służy do tego suwak **Blend** w oknie **Background Image**.

Aby wyznaczyć punkt, do którego ma sięgać koniec kadłuba samolotu, wywołaj polecenie **View→View Properties**. Spowoduje to otwarcie okna dialogowego **View Properties**. Podobnie jak **Background Image**, okno to nie jest modalne — możesz je pozostawić na ekranie i dalej zmieniać rysunek. W sekcji **3D Cursor** okna **View Properties**, ustaw współrzędne: **X = 0.0**, **Y = 96.7** (odpowiada 967 cm rzeczywistej długości kadłuba), **Z = 0.0**. Spowoduje to pojawienie się kursora 3D w odpowiednim miejscu na osi Y. (Potem możesz zmienić współrzędną **Z** na nieco większą, by kursor znalazł się dokładnie tam, gdzie leży koniec kadłuba — trochę ponad osią Y).



Rysunek 13.8.4 Przymiarki do ustalenia końca kadłuba

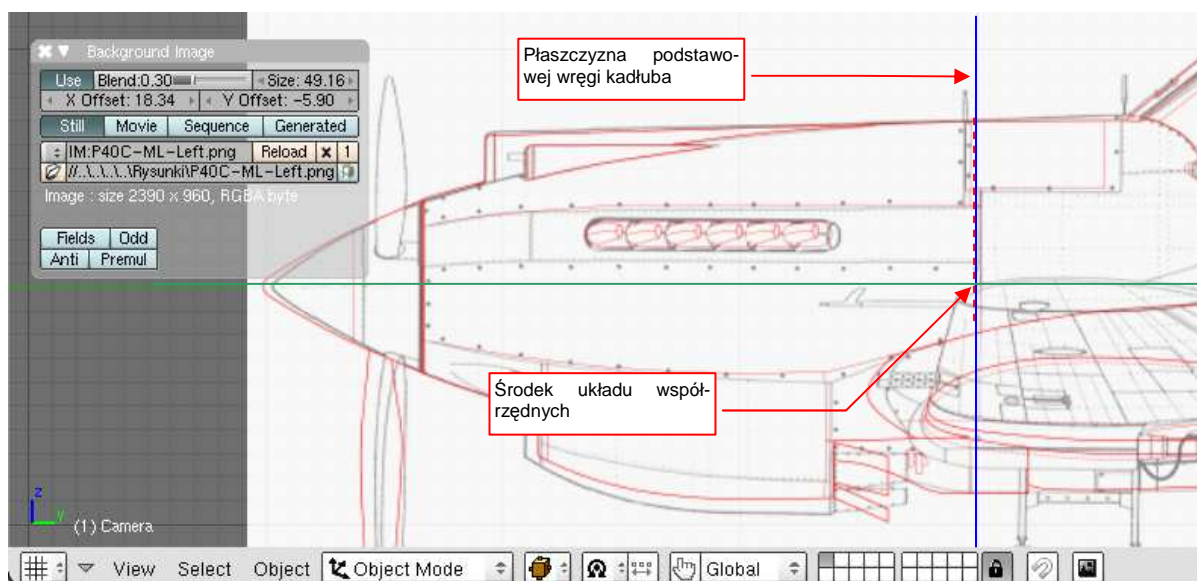
Teraz zmień wartość w **Background Image:Size** na trochę mniejszą — aby krawędź steru kierunku sięgnęła dokładnie punktu, wyznaczonego przez kursor 3D (Rysunek 13.8.5).



Rysunek 13.8.5 Dopasowywanie rysunku tła do zadanych wymiarów

Pamiętaj, że zmiana rozmiaru zachodzi względem środka obrazu — w obydwu kierunkach! Po każdej zmianie skali tła sprawdź obydwa krańce obrazu. Czasami będziesz musiał go odrobinę przesunąć (zmianą wartości **X Offset**), aby skorygować powstałą różnicę. Po kilku takich przybliżeniach powinieneś osiągnąć założone położenie rzutu z lewej. (Czubek kołpaka śmigła ma znajdować się w środku układu współrzędnych, krawędź steru dotykać kursor 3D).

Po wyskalowaniu obrazu pozostaje przesunąć go w docelowe położenie. W praktyce końcówka nosa samolotu nie jest najlepszą powierzchnią odniesienia. Proponuję ustawiać obrazy tak, by przez środek układu współrzędnych przechodziła jakaś inna, "ważniejsza" dla konstrukcji powierzchnia. Użyjmy do tego celu podstawowej wręgi kadłuba, do której były zamocowane: silnik i przedni dźwigar płata¹. Przesuń obraz (zmieniając wartość **X Offset**) tak, by środek układu współrzędnych znalazł się w tym miejscu (Rysunek 13.8.6):

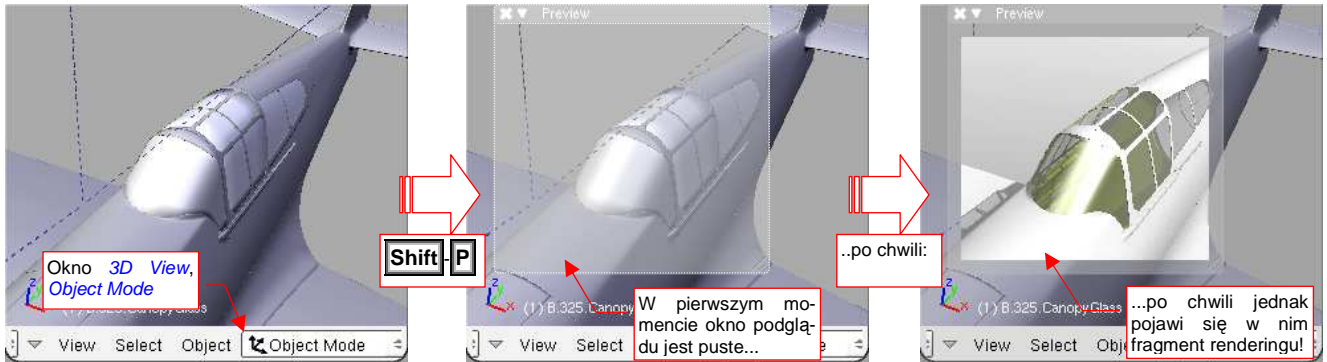


Rysunek 13.8.6 Ostateczne położenie tła — podstawa kołpaka śmigła będzie powierzchnią bazową

¹ Jeżeli nie planowałbym wykonania innych wersji P-40, wybrałbym jako bazę płaszczyznę podstawy kołpaka śmigła. Płaszczyzna ta uległa jednak przesunięciu od P-40D, i taki wybór utrudniłby użycie elementów z P-40B do stworzenia modelu tej nowej wersji.

13.9 Szybki podgląd fragmentu renderingu (*Render Preview*)

Gdy pracujemy nad szczegółem jakiejś tekstury czy materiału, właściwie co chwila coś zmieniamy, a następnie sprawdzamy jak wygląda efekt na finalnym renderingu. Korzystanie z **F12** (*Render Current Frame* — por. str. 88) byłoby w tym przypadku uciążliwe: trzeba by było co chwila ustawiać kamerę i jej cel w nowe miejsca! Aby tego uniknąć, twórcy Blendera dodali specjalne polecenie: **View → Render Preview...** (dostępne pod skróttem **Shift-P**, w *Object Mode*). Jego działanie ilustruje Rysunek 13.9.1:

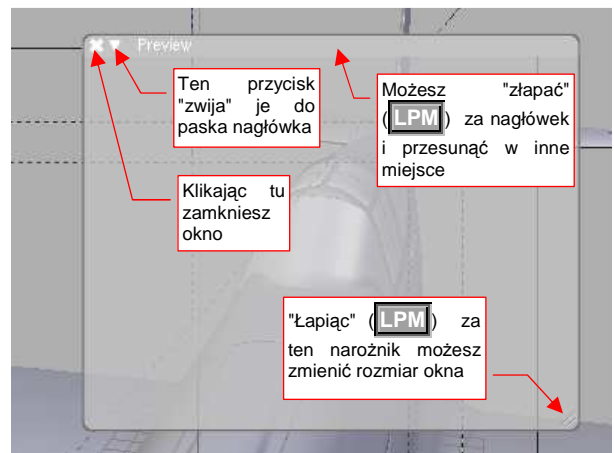


Rysunek 13.9.1 Wywołanie podglądu renderingu

Po naciśnięciu **Shift-P** pojawia się półprzezroczyste okno. Jeżeli przez chwilę nie będziesz niczego robił — zacznie się wypełniać renderowanym obrazem. Jeżeli nie czekając na zakończenie zmienisz cokolwiek w rysunku (Blender nadal śledzi Twoją myszkę!) — rendering zostanie przerwany. Potem, przy okazji kolejnego "bezzruchu", obraz zacznie być wyznaczany na nowo.

Okno podglądu, choć zajmuje miejsce na ekranie, nie blokuje dostępu ani do modelu, ani do przycisków.

Rysunek 13.9.2 pokazuje zastosowanie poszczególnych elementów ramki okna podglądu.



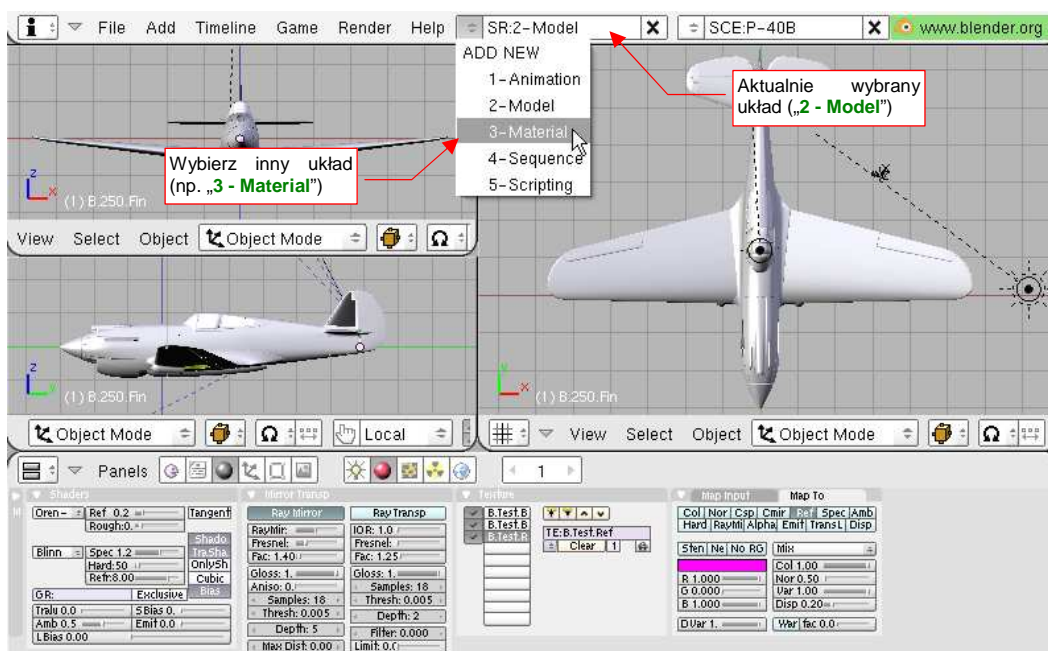
Rysunek 13.9.2 Funkcja ramki okna podglądu

- Podgląd w oknie *Preview* należy traktować wyłącznie jako orientacyjną pomoc. Pomija się w nim pewne czasochłonne operacje, które są wykonywane podczas generowanego ostatecznego obrazu. Na przykład — wygładzanie konturów (*antialiasing*). Także inne, bardziej złożone efekty mogą "wyjść" na ostatecznym renderingu nieco inaczej, niż na podglądzie. Warto więc co jakiś czas jednak wygenerować ostateczny obraz, aby upewnić się, czy wszystko wychodzi na nim tak, jak chcemy.

- Preview* nie reaguje na zmianę widoczności warstwy. Potrafi pokazywać na podglądzie elementy, które w oknie *3D View* już zostały ukryte. Odświeżenie można zazwyczaj wymusić niewielkim obrotem widoku w jakąkolwiek stronę. Jeżeli masz wątpliwości, czy widzisz prawdziwy rezultat tego, co przed chwilą zmieniłeś — zamknij okno *Preview* i otwórz je ponownie.

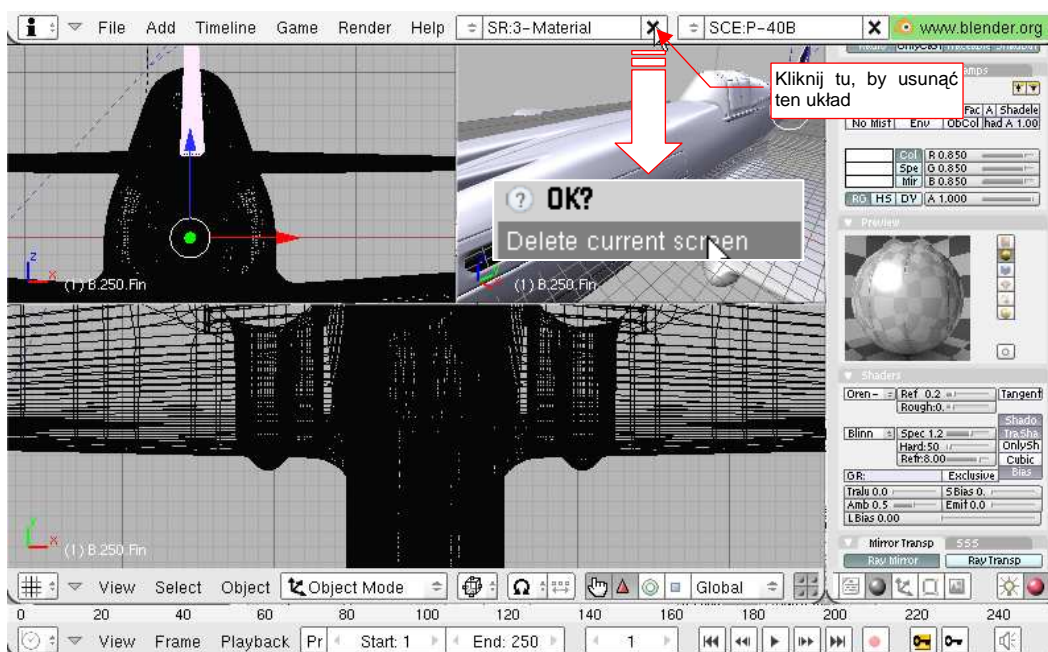
13.10 Układ ekranu (**Screen**) — zarządzanie

Blender domyślnie proponuje kilka różnych układów ekranu, przygotowanych do różnych faz pracy nad projektem. Możesz się pomiędzy nimi przełączać za pomocą listy **SR** (**Sc**Reen — Rysunek 13.10.1):



Rysunek 13.10.1 Przełączenie na inny układ ekranu (aktualny układ — „2 - Model”)

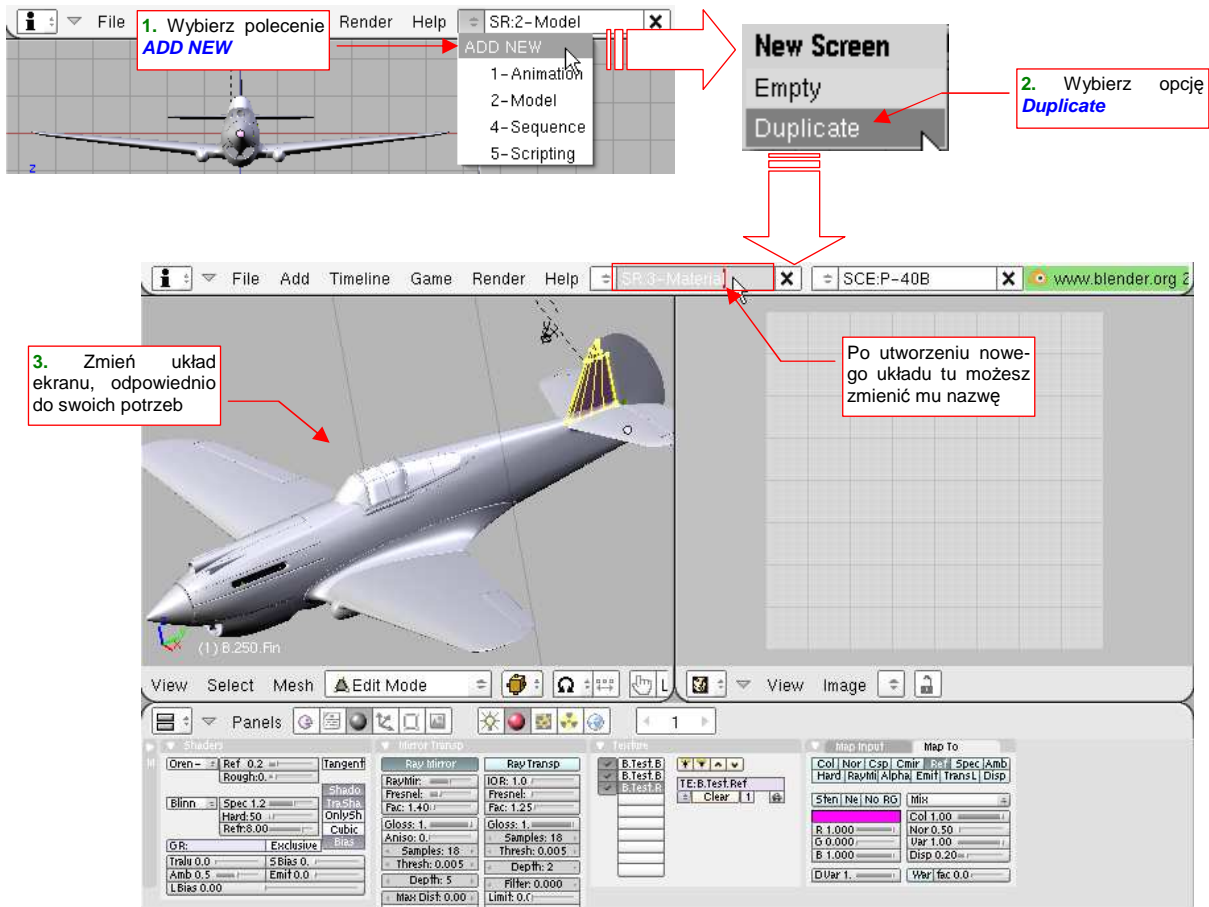
Po wybraniu z listy **SR** np. układu do pracy nad materiałami (**3 - Material**), zobaczysz zupełnie inne okna (Rysunek 13.10.2):



Rysunek 13.10.2 Przełączenie na inny układ ekranu (nowy układ — „3 - Material”)

Jeżeli nie jesteś zadowolony z domyślnych ustawień Blendera — możesz tu wszystko pozmienić. Możesz także usunąć ten układ — klikając w przycisk **X**, umieszczony po prawej stronie listy **SR**. Blender upewni się tylko, czy wiesz co robisz, wyświetlając pytanie „Delete current screen?” (Rysunek 13.10.2). Gdy potwierdzisz, aktualny układ ekranu zostanie usunięty, a Ty znajdziesz się w poprzednim układzie (w tym przykładzie będzie to „2 - Model”).

Czasami szybszą drogą do osiągnięcia układu, o który nam chodzi jest stworzenie nowego, na podstawie jednego z istniejących. Aby stworzyć nowy układ ekranu, wybierz z listy **SR** polecenie **ADD NEW** (Rysunek 13.10.3):



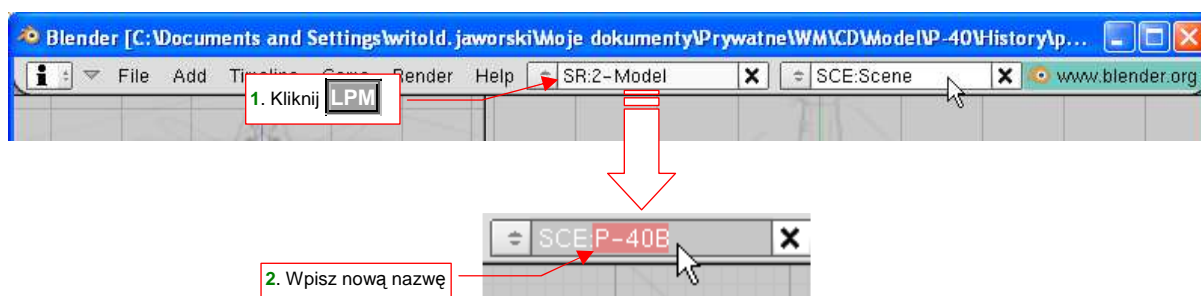
Rysunek 13.10.3 Utworzenie nowego układu ekranu

W oknie **New Screen**, które się pojawi, wybierz opcję **Duplicate**. W odpowiedzi Blender stworzy nowy układ ekranu, i nada mu taką samą nazwę, jaką miał poprzedni, z przyrostkiem „001” (np. „2 - Model.001”). Dostosuj ten ekran stosowanie do swoich potrzeb. Rysunek 13.10.3 pokazuje układ, w którym najwygodniej mi się pracuje z materiałami: pojedyncze okno **3D View** z lewej, okno **UV/Image Editor** z prawej. Możesz temu układowi nadać nawet nazwę „3 - Material” — taką, jaką miał układ ekranu, który przed chwilą usunęliśmy.

13.11 Sceny — zarządzanie

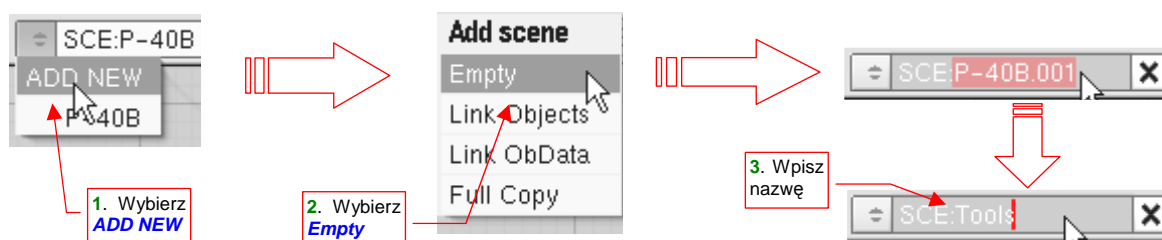
Plik Blendera może zawierać wiele scen. Każda z nich to odrębna "przestrzeń", w której można umieszczać obiekty (więcej na ten temat — str. 569). Domyślnie w nowym rysunku istnieje tylko jedna, o nazwie **Scene**. Do zarządzania scenami służy zespół kontrolki umieszczony w nagłówku okna *User Preferences* (Rysunek 13.11.1). Składa się z pola, pokazującego nazwę aktualnej sceny, przycisku rozwijającego listę scen, oraz przycisku usuwającego aktualną scenę.

Aby zmienić nazwę aktualnej sceny, kliknij **LPM** w jej nazwę, i wpisz nową (Rysunek 13.11.1):



Rysunek 13.11.1 Zmiana nazwy aktualnej sceny

Aby stworzyć nową scenę, wybierz z listy scen polecenie **ADD NEW** (Rysunek 13.11.2):



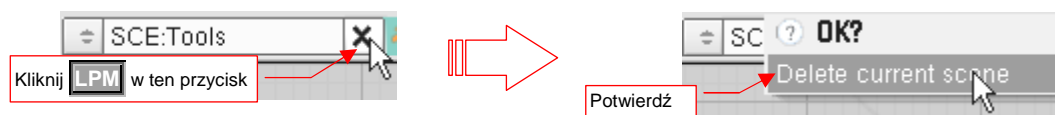
Rysunek 13.11.2 Dodanie nowej sceny

Spowoduje to pojawienie się menu *Add scene*, z którego możesz wybrać jedną z opcji:

- **Empty**: tworzy nową, pustą scenę;
- **Link Objects**: wypełnia nową scenę referencjami do obiektów z aktualnej sceny. (Ten sam obiekt będzie "użyty" przez obydwie sceny. Więcej na ten temat — str. 569);
- **Link ObData**: tworzy w nowej scenie kopie obiektów z aktualnej sceny, które współdzielą z obiektami aktualnej siatki, materiały, itp. (To tak, jak gdybyś wszystkie powielił poleceniem **Alt-D** — *Duplicate Linked* — str. 796);
- **Full Copy**: cała zawartość nowej sceny będzie niezależną kopią aktualnej;

W praktyce stosuję zazwyczaj opcję **Empty** (pojedyncze obiekty można później dodać do innej sceny poleceniem *Object→Make Links→To Scene*). Nowa scena nosi taką nazwę, jak scena oryginalna, z dodanym na końcu ".001". Zmień ją na właściwą.

Aby usunąć aktualną scenę, naciśnij przycisk z prawej strony nazwy (Rysunek 13.11.3):



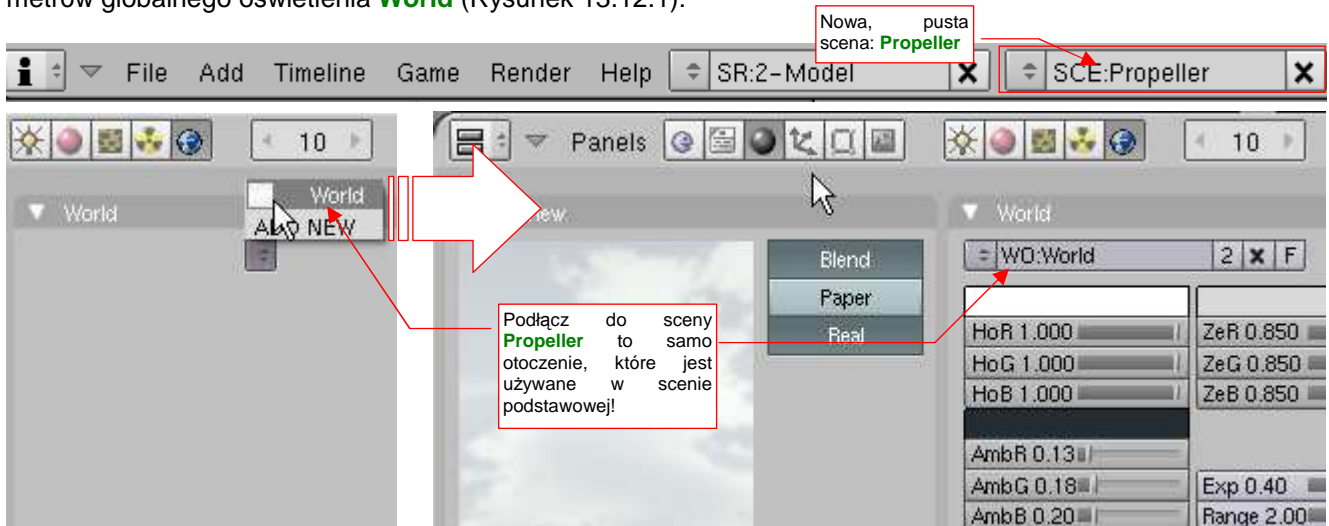
Rysunek 13.11.3 Usunięcie aktualnej sceny

Potwierdź **Delete current scene**, i cała scena zniknie z pliku Blendera.

13.12 Przykład wykorzystania drugiej sceny

W tej sekcji pokażę, jak zastosować drugą scenę do uzyskania szybkiego (pod względem czasu renderowania) efektu rozmycia ruchu śmigła¹. Chodzi tu o znaczną redukcję czasu, jaki zabiera renderowanie pojedynczej sceny z włączoną opcją *MBLUR (Motion Blur)*. To szczegółowy opis rozwiązania, które wprowadziłem w sekcji o kompozycji sceny w locie (por. sekcja 8.1, str. 514). Dlatego w tym przykładzie użyjemy tego samego pliku, który jest tam wykorzystywany: *p40history/P40-8.01a.blend*.

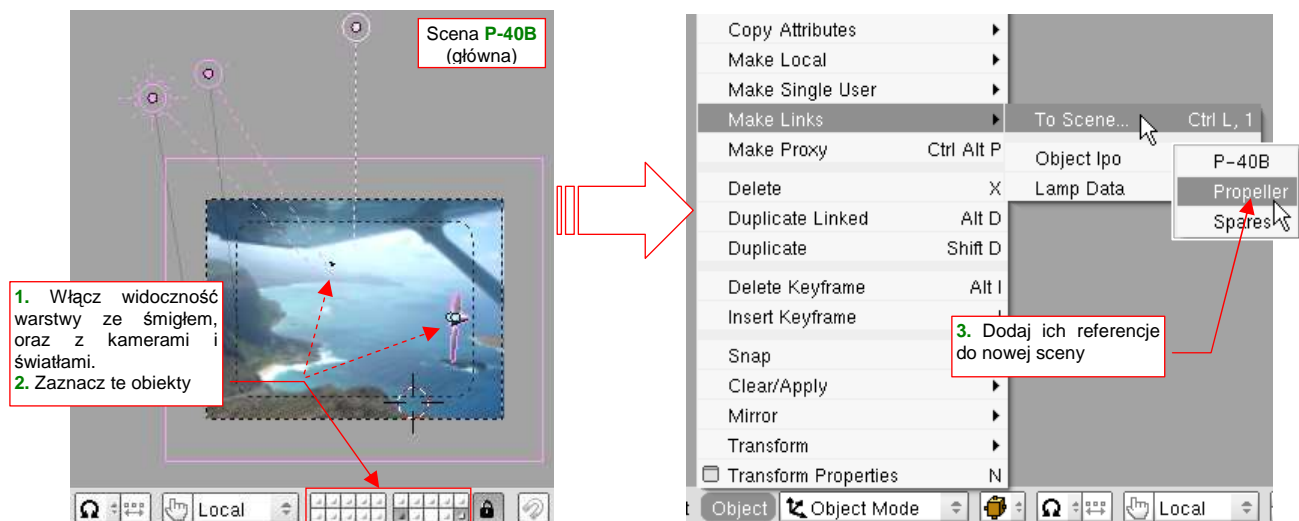
Zacznijmy od dodania do pliku nowej, pustej sceny (por. str. 778). Nadaj jej nazwę **Propeller**, bo będziemy na niej renderować samo śmigło. Od razu podłącz do niej wykorzystywany w scenie głównej (**P-40B**) zestaw parametrów globalnego oświetlenia **World** (Rysunek 13.12.1):



Rysunek 13.12.1 Podłączenie do sceny **Propeller** otoczenia **World**

Zawartość obydwu scen: **P-40B** (głównej) i **Propeller** będzie składana w jeden obraz. Wykorzystanie tych samych ustawień globalnego oświetlenia **World** znacznie to ułatwi.

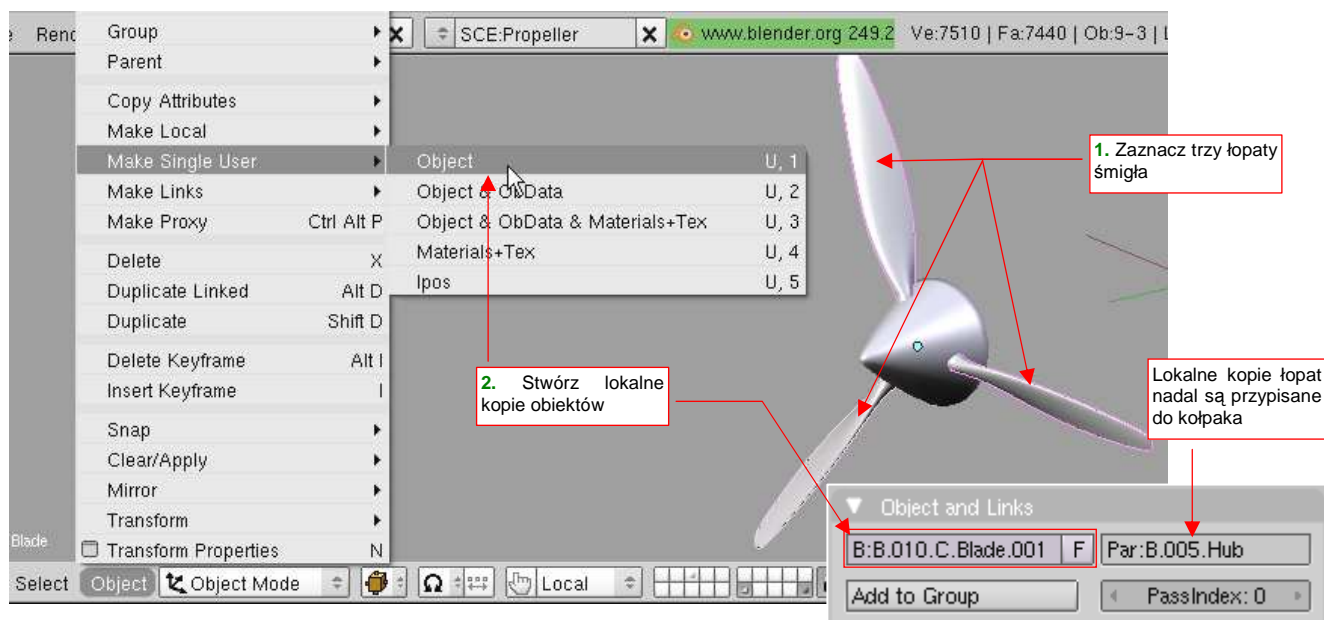
Zaznacz w scenie głównej zespół śmigła, oraz kamery, oświetlenia, i ich „cel” (obiekt **Target**). Wstaw odnośniki (**Object → Make Links → To Scene**) tych obiektów do sceny **Propeller** (Rysunek 13.12.2):



Rysunek 13.12.2 Podłączenie do sceny **Propeller** kamery, światła, i śmigła.

¹ Zagadnienie, które opisuje ta sekcja, jest „przekrojowe”. Łączy się z nim zastosowanie edytora obiektów, animacji (krzywe IPO), edytora węzłów (*Node Editor*), ... Nie mogłem zdecydowanie zakwalifikować tego fragmentu do żadnego konkretnego rozdziału ze szczegółowym opisem poleceń Blendera. Umieściłem więc go tutaj, w rozdziale „ogólnym”. W razie czego pamiętaj, że to jedno z ostatnich objaśnień, dodanych do tej książki. Łączy wiele zagadnień, które wyjaśniałem wcześniej.

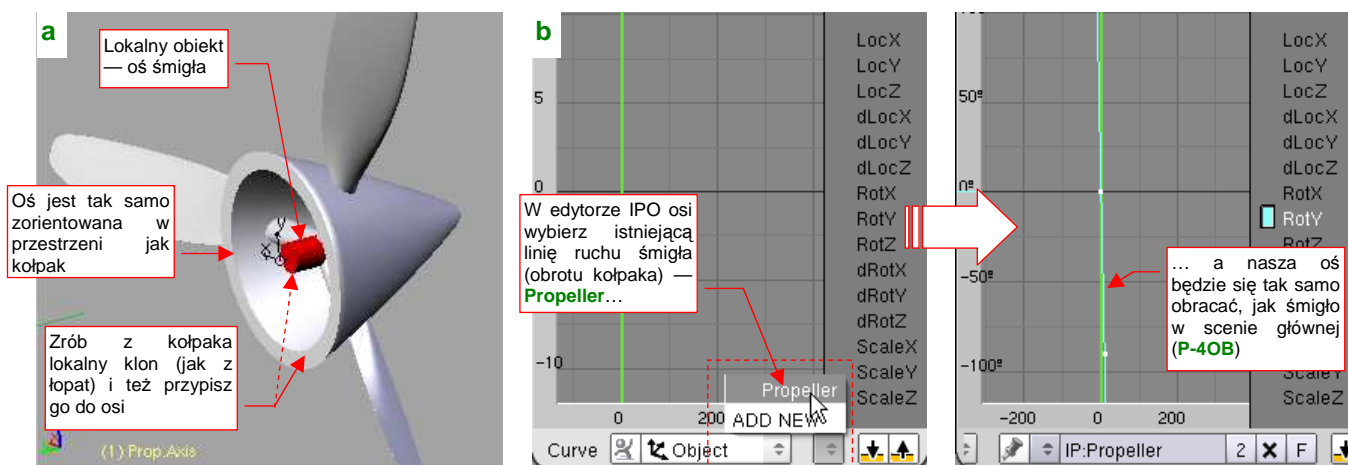
Przełącz się teraz na scenę **Propeller**. Zmniejsz do zera wpływ (*Influence*) położenia uchwytu sterowania na kąt obrotu kołpaka. Teoretycznie można byłoby teraz przejść do ustawiania parametrów renderowania tej sceny. Sprawdź jednak najpierw, czy przygotowana jeszcze na scenie głównej animacja działa poprawnie. Naciśnij **Alt-A**, aby „puścić śmigło w ruch”. I co? Okazuje się, że łopaty nie obracają się jak powinny, za swoim „rodzicem” (*parent*) — kołpakiem! Wygląda mi to na błąd Blendera. No cóż, aby go obejść, musimy zamienić wszystkie łopaty śmigła na lokalne obiekty tej sceny. Zaznacz je, a następnie wywołaj polecenie **Object → Make Single User** (Rysunek 13.12.3):



Rysunek 13.12.3 Przekształcenie łopat śmigła w obiekty lokalne

Zwróć uwagę, że wybierając opcję **Make Single User → Object** tworzymy lokalny „klon” łopaty. Ten obiekt nadal używa tej samej siatki, co wszystkie pozostałe łopaty na obydwu scenach. Dzięki temu nadal łatwo jest w razie potrzeby skorygować jej kształt, czy też umieszczony na powierzchni napis.

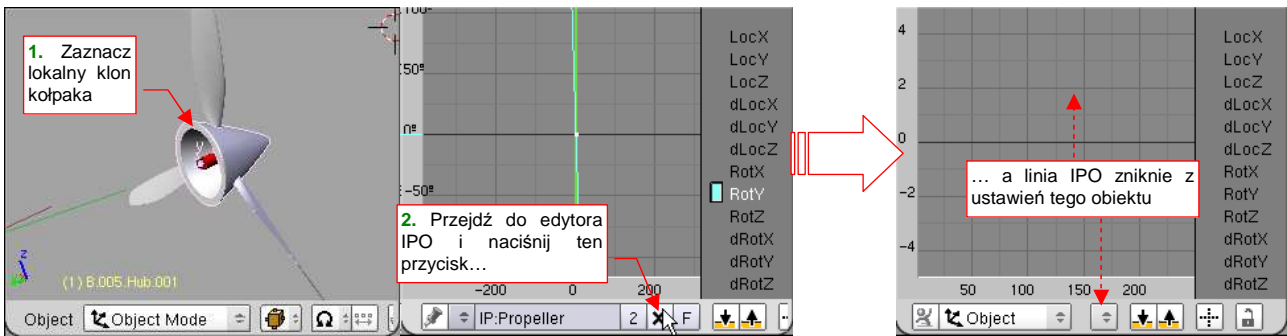
Nawet lokalne klony łopat, choć są przyłączone do kołpaka relacją *Parent*, nie obracają się wraz z nim w kolejnych klatkach animacji. Rozwiązaniem okazało się dopiero wstawienie do sceny **Propeller** nowego obiektu: osi śmigła (**Prop Axis** — Rysunek 13.12.4a). Przypisałem do niej także lokalny klon kołpaka:



Rysunek 13.12.4 Nowa oś śmigła (**Prop.Axis**) i przypisanie jej krzywej animacji (linii IPO)

Ustawiłem ten obiekt tak, by był zorientowany w przestrzeni identycznie jak kołpak. Pozwala to przypisać mu krzywą IPO kołpaka (o nazwie **Propeller** — Rysunek 13.12.4b). Ta linia była już raz użyta w scenie **P-40B**, do obrotu śmigła. Podobnie jak w przypadku klonów siatki, takie współdzielenie bloku danych pomiędzy scenami ułatwia zachowanie ich spójności.

Z kolei tę samą linię IPO należy „odpisać” (usunąć) z lokalnego klonu kołpaka śmigła, by nie obracał się dwa razy szybciej od reszty zespołu (Rysunek 13.12.5):



Rysunek 13.12.5 Usunięcie krzywej animacji z kołpaka śmigła

Teraz można już przestawić parametry renderowania sceny **Propeller** (Rysunek 13.12.6):



Rysunek 13.12.6 Ustawienia renderowania pomocniczej sceny **Propeller**

Włącz maksymalne rozmycie ruchu **MBLUR**, wyłącz **Do Composite**. Gdy to zrobisz, możesz wykonać testowy render (**F12**). Przekonamy się, czy śmigło jest dostatecznie rozmyte (Rysunek 13.12.7):

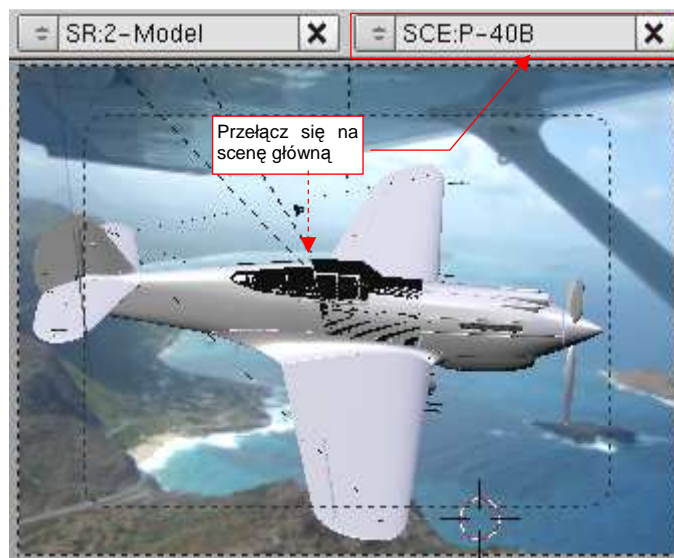


Rysunek 13.12.7 Testowy render sceny **Propeller**

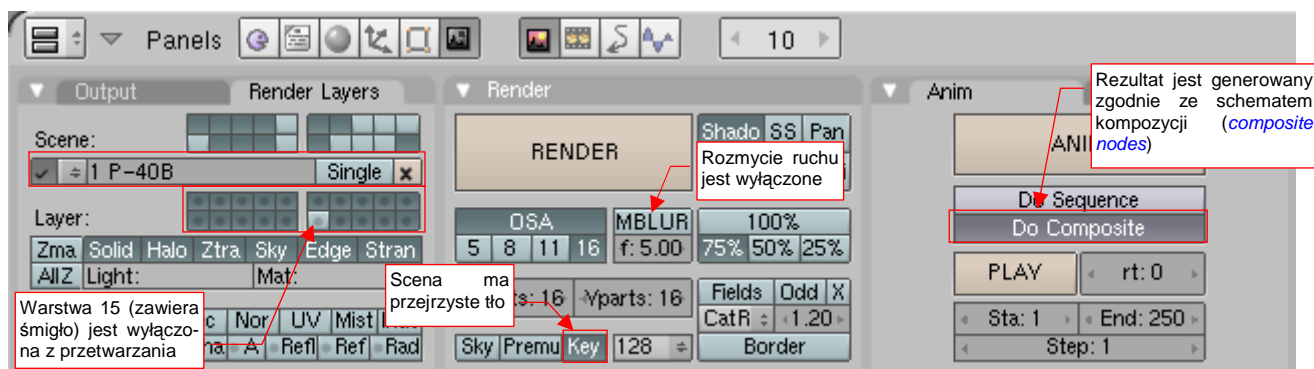
Pomocnicza scena ze śmigłem jest już gotowa. Teraz przełącz się na scenę główną (**P-40B** — Rysunek 13.12.8).

- Uważaj, aby na obydwu scenach była zawsze aktywna ta sama kamera.

Rysunek 13.12.9 przedstawia ustawienia renderowania tej sceny. Zwróć uwagę, że zawartość warstwy 16 jest wyłączona z przetwarzania. To właśnie na niej są umieszczone kołpak i łopaty śmigła — czyli to, co się renderuje na scenie **Propeller** (por. Rysunek 13.12.7). **P-40B** ma przezroczyste tło (opcja **Render:Key**) i wyłączony **MBLUR** (*Motion Blur*). Dla porządku nazwałem jego domyślną warstwę renderowania tak samo, jak scena — **P-40B** (Rysunek 13.12.9):

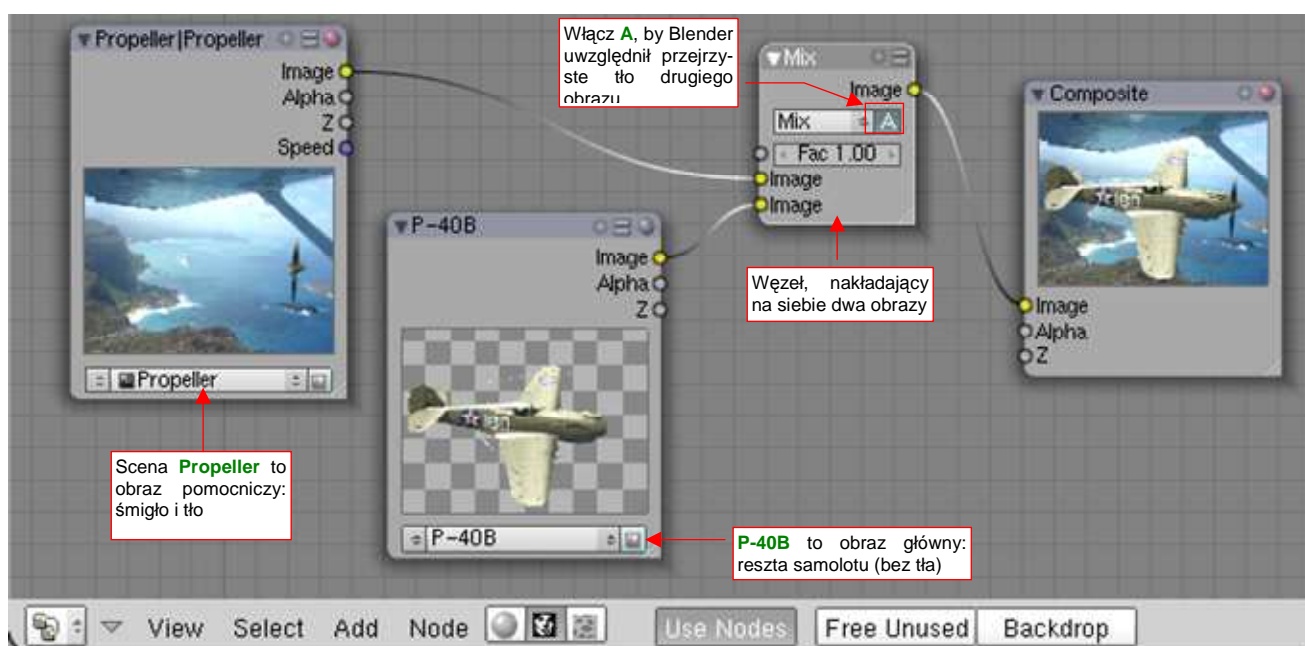


Rysunek 13.12.8 Przełączmy się teraz na scenę podstawową (**P-40B**)



Rysunek 13.12.9 Ustawienia renderowania podstawowej sceny (**P-40B**)

Zwróć uwagę, że w zakładce **Anim** jest włączony przycisk **Do Composite**. To oznacza, że wynik zostanie stworzony zgodnie ze schematem kompozycji, przygotowanym w **Node Editor** (Rysunek 13.12.10):



Rysunek 13.12.10 Schemat połączenia obrazów z dwóch scen w ostateczny render

Obrazy z obydwu scen składam za pomocą węzła **Mix** w ostateczny rezultat: samolot z rozmytym śmigłem.

Zobaczmy, jak prezentuje się rezultat na próbnym renderze (Rysunek 13.12.11):



Rysunek 13.12.11 Połączenie obrazów z dwóch scen w ostateczny render

Samolot wygląda tak samo, jak wynik zwykłego włączenia opcji *MBLUR* w scenie głównej. Różnica to czas generowania tego obrazu. Maszyna na rysunku powyżej tworzył się niecałe dwie minuty (dokładniej: 1 min 46s). Na render tego samego modelu, ale generowanego bez użycia węzłów, zużyłem nieco ponad 14 min. Oznacza to, że dzięki podziałowi na dwie sceny renderujemy 16 razy (tak jest ustawiony tutaj *MBLUR*) tylko to, co jest potrzebne — śmigło. Unikamy bezsensownego, wielokrotnego przetwarzania tego, co się nie porusza. W efekcie uzyskaliśmy dziesięciokrotne skrócenie czasu generowania ostatecznego obrazu!

Rozdział 14. Blender — edytor obiektów (Object Mode)

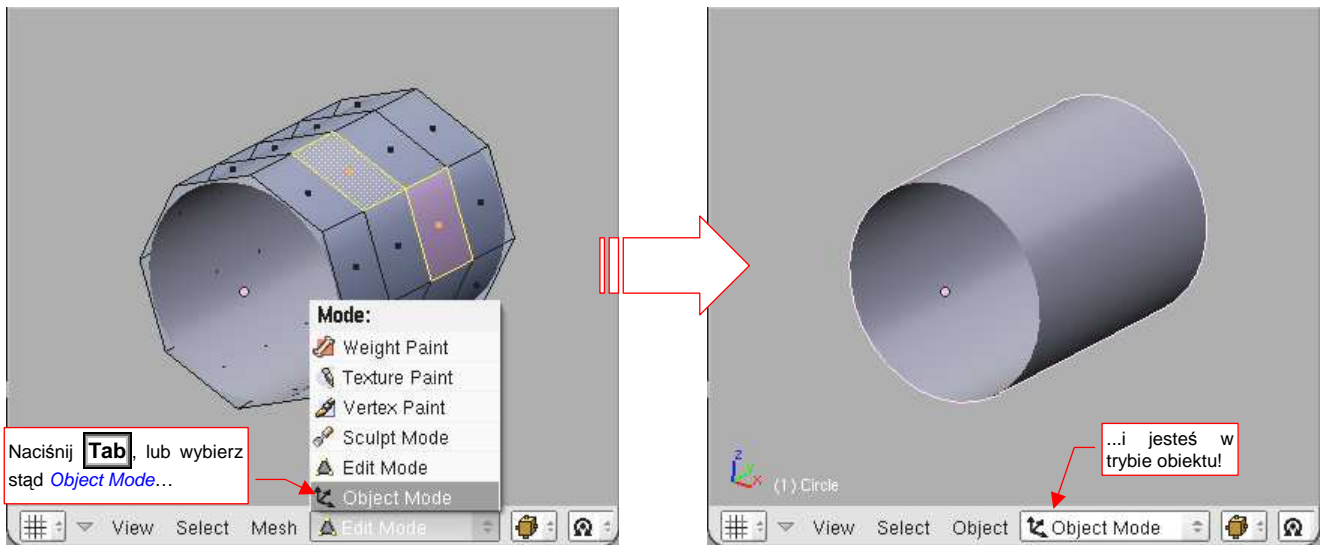
Z edytorem obiektów miałeś już okazję się zetknąć (Rozdział 3, "Blender – pierwsze kroki"). W tym rozdziale omówimy podstawowe pojęcia, które się z nim wiążą.

Pominę tu zagadnienia, które przedstawiłem wcześniej (Rozdział 3). Chodzi o:

- metody selekcji. Opisałem je już w sekcji 3.3, (str. 70)
- podstawowe transformacje (przesunięcie, obrót obiektu). Opisałem je już w sekcji 3.4 (str. 74). Opiszę jednak zmianę skali, bo tam tylko o niej wspomniałem.

14.1 Włączenie trybu obiektów (*Object Mode*)

Tryb edycji siatki włączasz naciskając przycisk **Tab**. Alternatywnie możesz także zrobić to za pomocą menu z nagłówka okna widoku (Rysunek 14.1.1):



Rysunek 14.1.1 Okno widoku: przełączenie w trybie obiektu (*Object Mode*)

Powtórne naciśnięcie **Tab** przełączy Cię z powrotem do poprzedniego trybu (np. edycji — *Edit Mode*). Możesz także wybrać inny tryb z nagłówka widoku, listy rozwijalnej *Mode*.

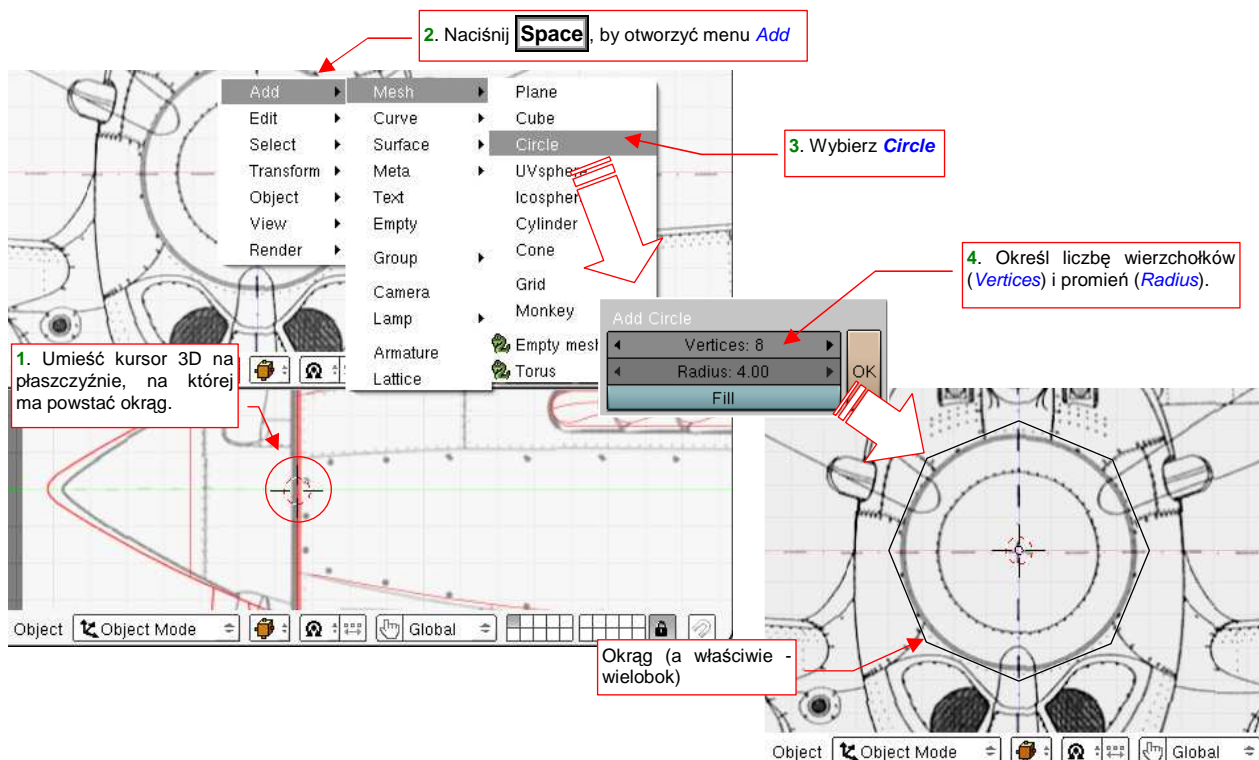
Nagłówek okna *View 3D* ma w trybie obiektu wiele przydatnych kontrolki (Rysunek 15.2.2) :



Rysunek 14.1.2 Okno widoku: kontrolki dostępne w trybie edycji

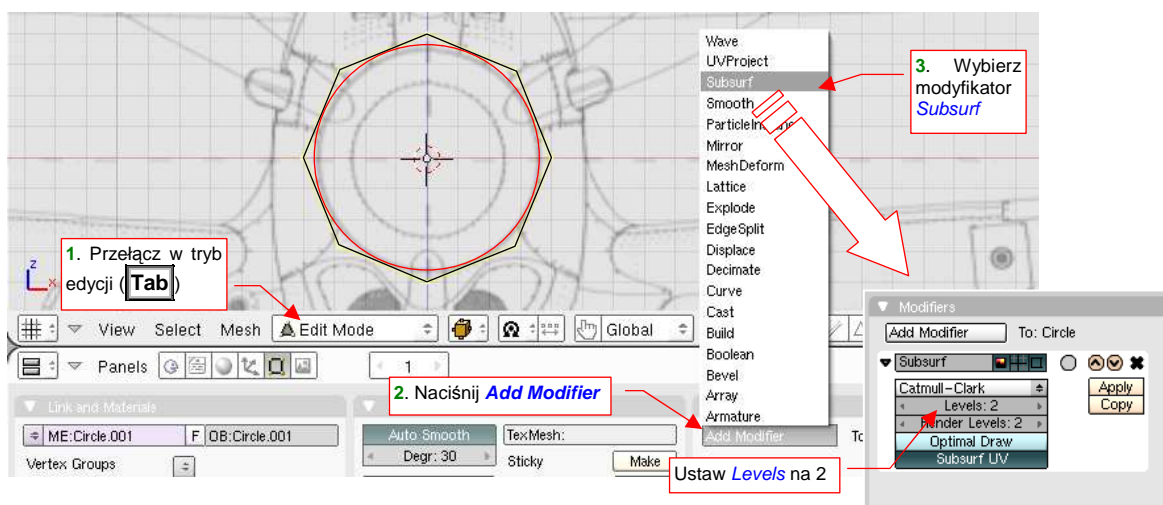
14.2 Rysowanie okręgu (*Circle*)

Najpierw umieść kursor 3D w miejscu, gdzie ma być środek okręgu. (Każdy nowa siatka jest umieszczana tam, gdzie aktualnie jest kursor). Następnie naciśnij **Space** (lub rozwiń menu *Add* — jest zaraz obok menu *File*). Wywołaj polecenie *Add*→*Mesh*→*Circle*. W oknie dialogowym, które się pojawi, określ liczbę wierzchołków i promień okręgu. Nie staraj się wybierać zbyt wielu wierzchołków (pole *Vertices*). Za chwilę zobaczysz, że 8 zupełnie wystarczy. Po naciśnięciu OK, na rysunku ujrzysz rezultat (Rysunek 14.2.1):



Rysunek 14.2.1 Stworzenie okręgu (wieloboku)

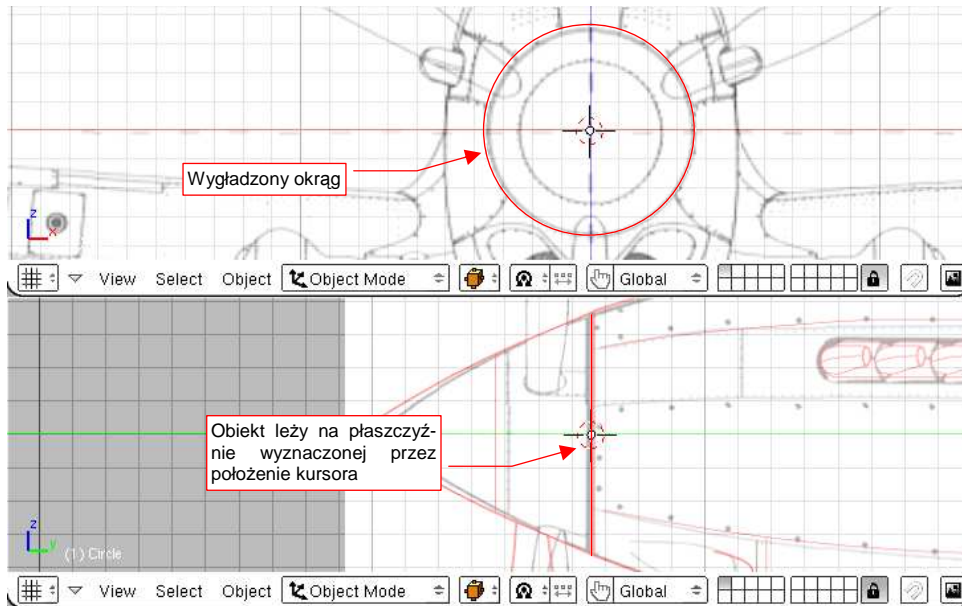
Jest to właściwie wielobok, a nie okrąg. Aby bardziej odpowiadał nazwie polecenia, które go stworzyło, należy jeszcze go wygładzić. Naciśnij **Tab**, aby przełączyć się w tryb edycji. Następnie w panelu *Modifiers* wybierz z listy *Add Modifier* modyfikator *Subsurf* (Rysunek 14.2.2):



Rysunek 14.2.2 "Wygładzenie" okręgu

Dodałeś w ten sposób do siatki modyfikator, który w sposób dynamiczny zmienia jej właściwości. Modyfikator *Subsurf* posiada parametry, które możesz zmienić w panelu *Modifiers* (Rysunek 14.2.2). Ustaw wartości *Levels*

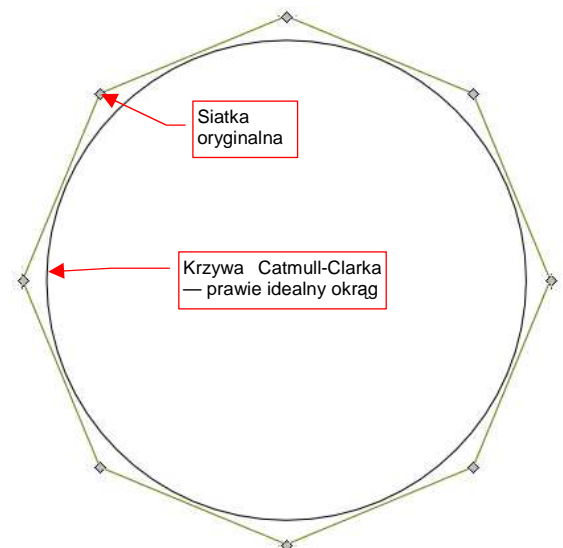
i **Render Levels** na 2. To wystarczy do uzyskania całkiem porządnego przybliżenia okręgu. Naciśnij teraz powtórnie **Tab**, aby przełączyć się z powrotem w tryb obiektu, i zobaczysz rezultat wygładzenia (Rysunek 14.2.3):



Rysunek 14.2.3 Wygładzony okrąg, i jego położenie w innym rzucie

Do wygładzania okręgu i elips najlepiej jest używać schematu obliczeniowego o nazwie **Catmull-Clark**. Nie zmieniaj tego ustawienia w modyfikatorze **Subsurf** (Rysunek 14.2.2). Schemat Catmulla-Clarka całkiem dokładnie odwzorowuje takie krzywizny już dla oryginalnej siatki złożonej z 6-8 wierzchołków, i dla niewielkiego poziomu podziału (**Levels** = 2).

W przypadku, gdy stworzone koło ma być podstawą do utworzenia jakiegoś niewielkiego, mało istotnego elementu (np. rurek, kabli) — możesz zmniejszyć poziom podziału do 1. Zmniejszy to ogólną liczbę ścian modelu. Gdy chodzi o duży obiekt, jak kołpak śmigła — możesz zwiększyć poziom podziału do renderowania do 3 (aby na pewno wyeliminować nawet małe "nierówności" na obwodzie okręgu).

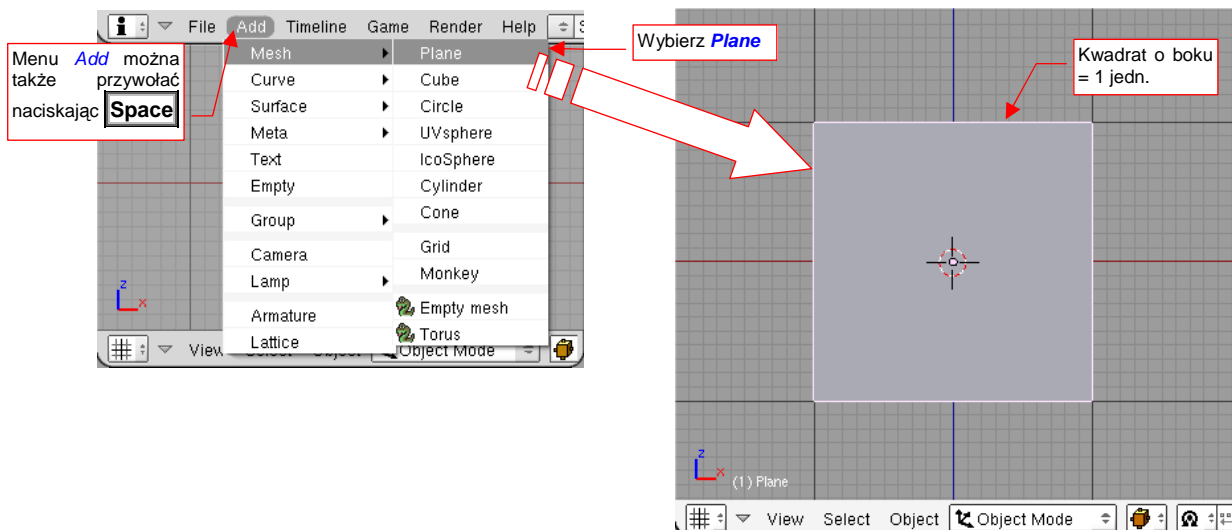


Rysunek 14.2.4 Linia podziałowa, uzyskana z 8 wierzchołków linii bazowej i poziomu podziału (**Level**) = 3

- Jeżeli chcesz dowiedzieć się więcej o krzywych i powierzchniach podziałowych — p. "Powierzchnie podziałowe", str. 571.

14.3 Rysowanie kwadratu (*Plane*)

Umieść kursor 3D w miejscu, gdzie ma być środek kwadratu. (Każdy nowa siatka jest umieszczana tam, gdzie aktualnie jest kursor). Następnie naciśnij **Space** (lub rozwiń menu *Add* — jest zaraz obok menu *File*). Wywołaj polecenie *Add*→*Mesh*→*Plane* (Rysunek 14.3.1):

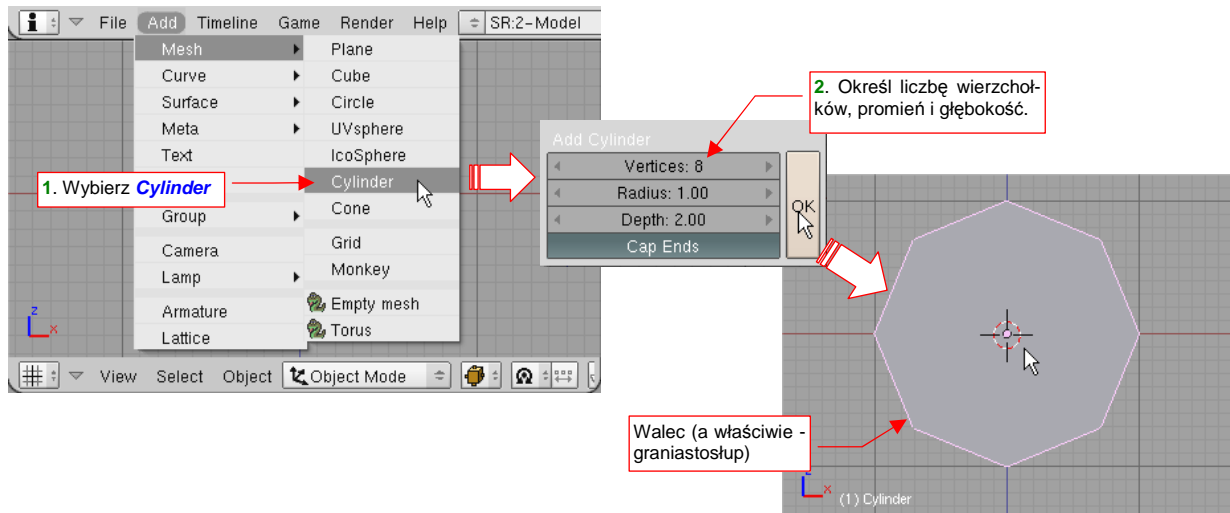


Rysunek 14.3.1 Stworzenie kwadratu

Utworzeniu kwadratu nie towarzyszy żadne okno dialogowe. Nowy obiekt ma zawsze bok = 1 jednostce. Możesz zaraz po utworzeniu nacisnąć **S** (*Scale*) i powiększyć go do odpowiedniego rozmiaru.

14.4 Rysowanie walca (*Cylinder*)

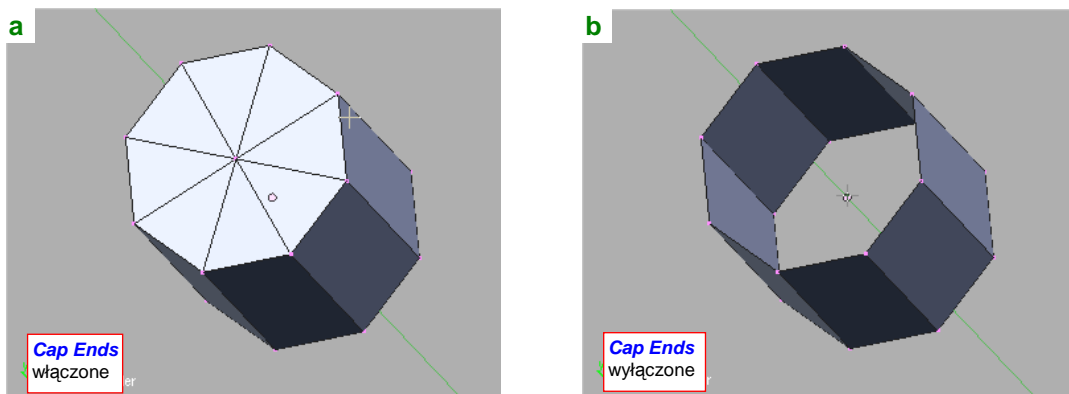
Najpierw umieść kursor 3D w miejscu, gdzie ma być środek walca. Następnie naciśnij **Space** (lub rozwiń menu **Add** — jest zaraz obok menu **File**). Wywołaj polecenie **Add→Mesh→Cylinder**. W oknie dialogowym, które się pojawi, określ liczbę wierzchołków (**Vertices**) i promień (**Radius**), oraz głębokość walca (**Depth**). Po naciśnięciu **OK** na rysunku zobaczysz rezultat (Rysunek 14.4.1):



Rysunek 14.4.1 Stworzenie walca (graniastosłupa)

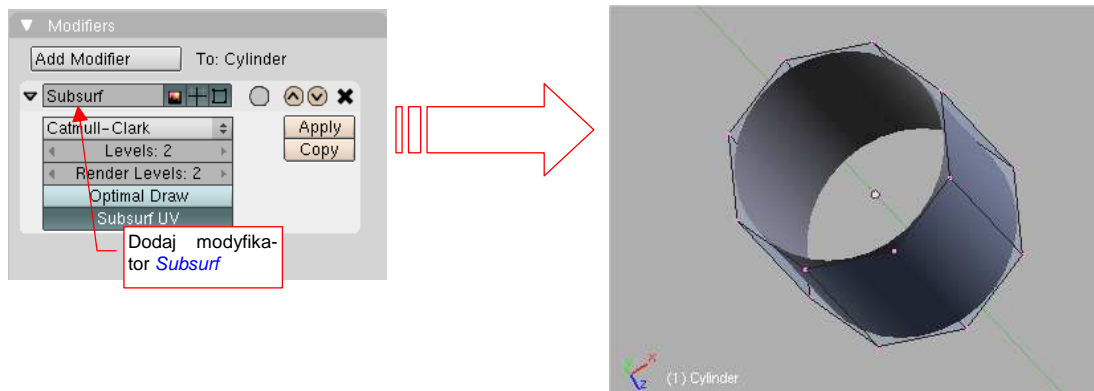
Jest to właściwie graniastosłup, a nie walec. Przełącznik **Cap Ends** z okna **Add Cylinder** pozwala uzyskać:

- włączony: walec zamknięty (z obydwu stron) — Rysunek 14.8.2a;
- wyłączony: otwartą "rurę" — Rysunek 14.8.2a



Rysunek 14.4.2 Działanie przełącznika **Cap Ends**

Podobnie jak okrąg, walec można jeszcze wygładzić. Wystarczy w trybie edycji, w panelu **Modifiers** wybrać z listy **Add Modifier** modyfikator **Subsurf** (Rysunek 14.4.3):



Rysunek 14.4.3 "Wygładzenie" walca

Ustaw parametry **Subsurf:Levels** i **Subsurf:Render Levels** na **2**. To wartość wystarczająca do uzyskania całkiem porządnego przybliżenia okręgu.

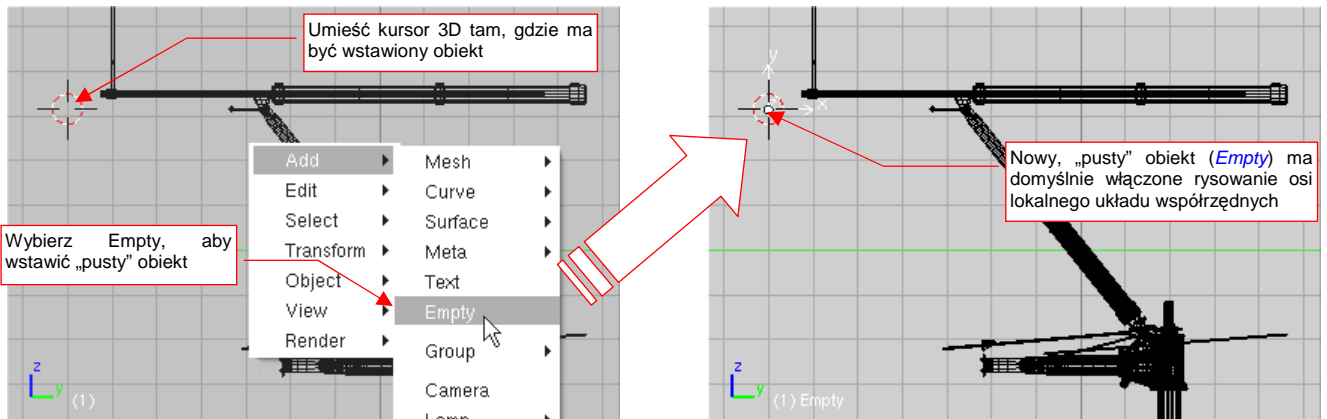
Do wygładzania okręgu i elips najlepiej jest używać schematu obliczeniowego o nazwie **Catmull-Clark**. Nie zmieniaj tego ustawienia w modyfikatorze **Subsurf** (Rysunek 14.2.2). Schemat Catmulla-Clarka całkiem dokładnie odwzorowuje takie krzywizny już dla oryginalnej siatki złożonej z 6-8 wierzchołków, i dla niewielkiego poziomu podziału (**Levels** = 2).

- Jeżeli chcesz dowiedzieć się więcej o krzywych i powierzchniach podziałowych — p. "Powierzchnie podziałowe", str. 571.

14.5 Wstawienie pustego obiektu (*Empty*)

Czasami, podczas pracy z ogranicznikami (*constrains*) przydają się pomocnicze elementy, służące wyłącznie jako „punkty odniesienia” w przestrzeni. Takie obiekty określane są w Blenderze jako „puste” (*Empty*), gdyż nie zawierają żadnej siatki. To samo „opakowanie”: środek (położenie), obrót, a także skala. (Skala nie ma wpływu na sam obiekt *Empty*, ale może mieć na inne, zwykłe elementy „siatkowe”, dla których jest „rodzicem”).

Aby dodać do rysunku nowy obiekt *Empty*, umieść kursor 3D w miejscu, gdzie ma być jego środek. Następnie naciśnij **Space** (lub rozwiń menu *Add* — jest zaraz obok menu *File*). Wywołaj polecenie *Add*→*Empty* (Rysunek 14.5.1):



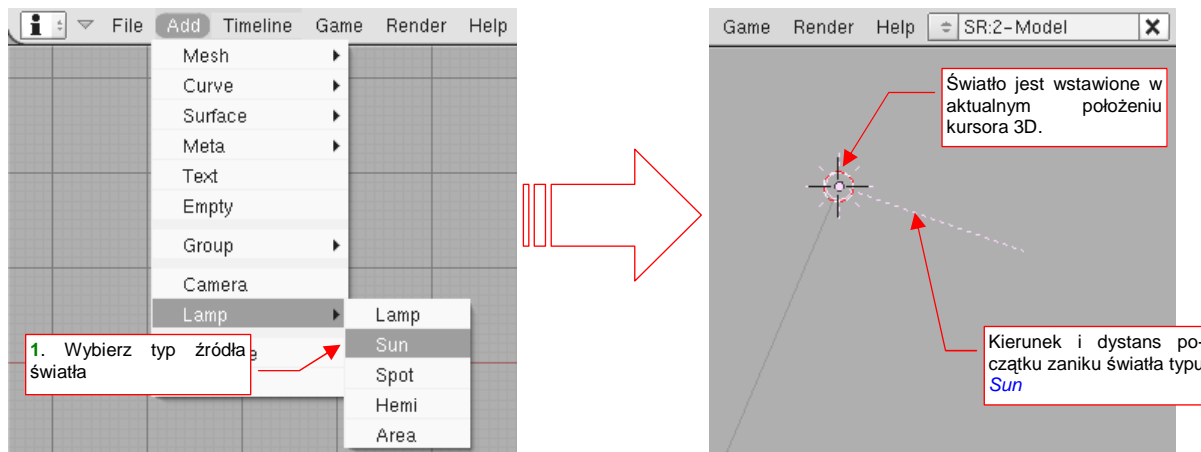
Rysunek 14.5.1 Stworzenie walca (graniastosłupa)

Spowoduje to stworzenie nowego obiektu. Aby w ogóle był widoczny, każdy obiekt typu *Empty* ma włączoną opcję rysowania osi lokalnego układu współrzędnych

14.6 Wstawienie źródła światła (*Lamp*)

Umieść kursor 3D w miejscu, gdzie ma być umieszczone źródło światła. (Każdy nowy obiekt jest umieszczany tam, gdzie aktualnie jest kursor). Następnie naciśnij **Space** (lub rozwiń menu *Add* — jest zaraz obok menu *File*).

Wywołaj polecenie *Add*→*Lamp*→*Sun* (Rysunek 14.6.1):

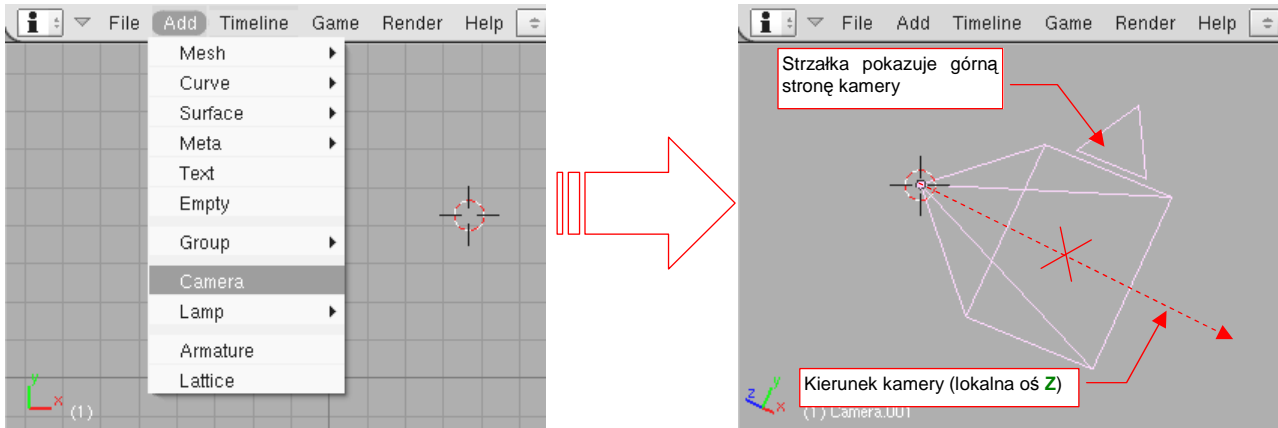


Rysunek 14.6.1 Wstawienie źródła światła (lampy)

Z submenu wybierz jeden z dostępnych typów źródeł światła. (Jeżeli nawet wybierzesz nieprawidłowy — nic złego się nie stanie. Typ źródła światła można zmienić także po jego stworzeniu).

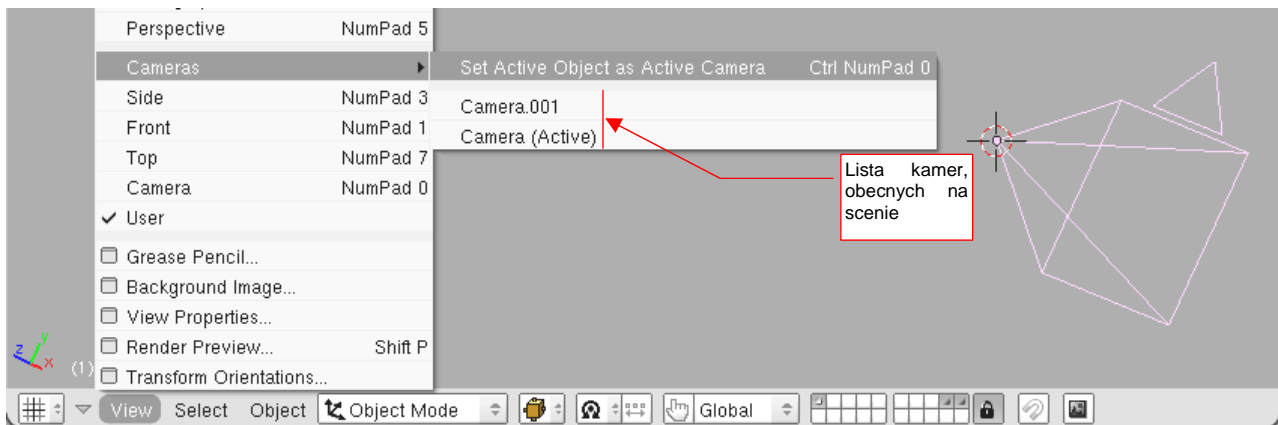
14.7 Wstawienie kamery (*Camera*)

Umieść kursor 3D w miejscu, gdzie ma być umieszczona nowa kamera. (Każdy nowy obiekt jest umieszczany tam, gdzie aktualnie jest kursor). Następnie naciśnij **Space** (lub rozwiń menu *Add* — jest zaraz obok menu *File*). Wywołaj polecenie *Add*→*Camera* (Rysunek 14.7.1):



Rysunek 14.7.1 Wstawienie nowej kamery

Jeżeli dodasz do sceny drugą kamerę, będziesz musiał się pomiędzy nimi przełączać. Służy do tego polecenie *View*→*Cameras* (Rysunek 14.7.2):

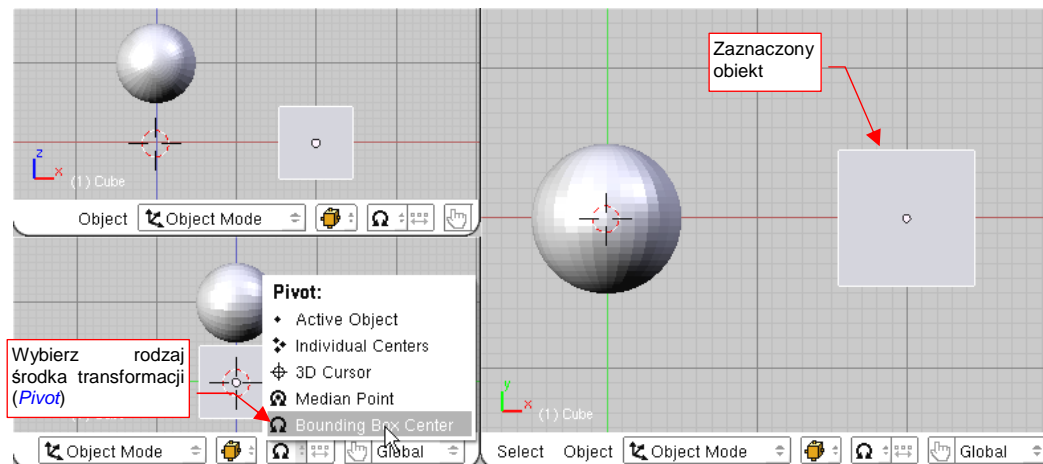


Rysunek 14.7.2 Menu przełączania kamer

W menu rozwijalnym widzisz nazwy wszystkich kamer, istniejących w aktualnej scenie. Wybierając jedną z nich, czynisz ją aktualną (*Active*). Jednocześnie bieżący widok zostaje przełączony na projekcję z tej kamery.

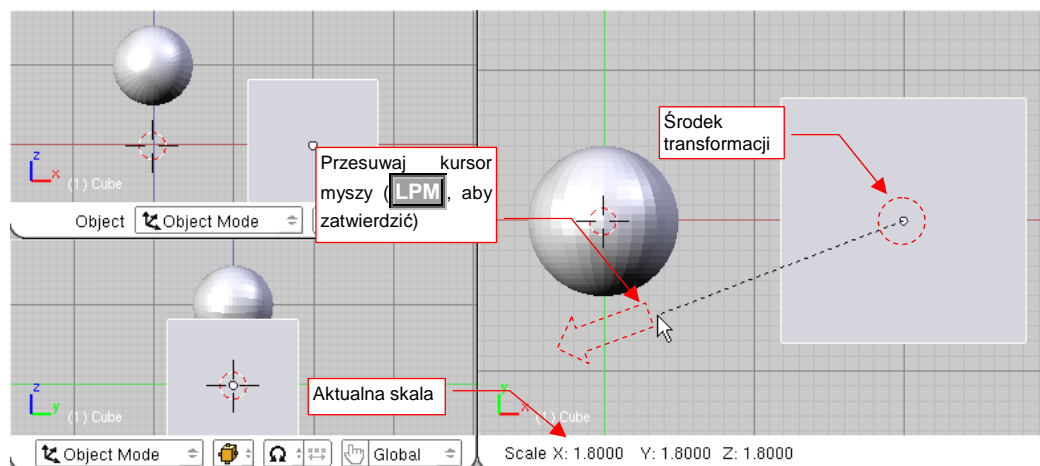
14.8 Skalowanie (*Scale*)

Zaznacz obiekt, które chcesz powiększyć/pomniejszyć, oraz ustal środek transformacji (lista *Pivot*). Praktycznie stosują jeden z dwóch rodzajów środka: *Bounding Box Center* albo *Cursor 3D*. *Bounding Box Center* to środek najmniejszego "pudełka", które zawiera środki wszystkich zaznaczonych obiektów. Zaczniemy od przypadku, gdy środkiem skalowania jest właśnie *Bounding Box Center* (możesz go ustawić z klawiatury — **[N]**). Na początek zaznaczymy pojedynczy obiekt (Rysunek 14.8.1):



Rysunek 14.8.1 Zaznaczenie obiektu i wybór środka transformacji

Naciśnij **[S]** (*Object* → *Transform* → *Scale*). Przełączysz się w ten sposób w tryb skalowania. Na rysunku pojawi się kreskowana linia od kursora myszy do środka transformacji. Każde przesunięcie myszy będzie powodować zmianę skali zaznaczonego obiektu — proporcjonalnie do zmiany długości kreskowanej linii. Dokonywane zmiany są pokazywane na bieżąco we wszystkich oknach Blendera (Rysunek 14.8.2):



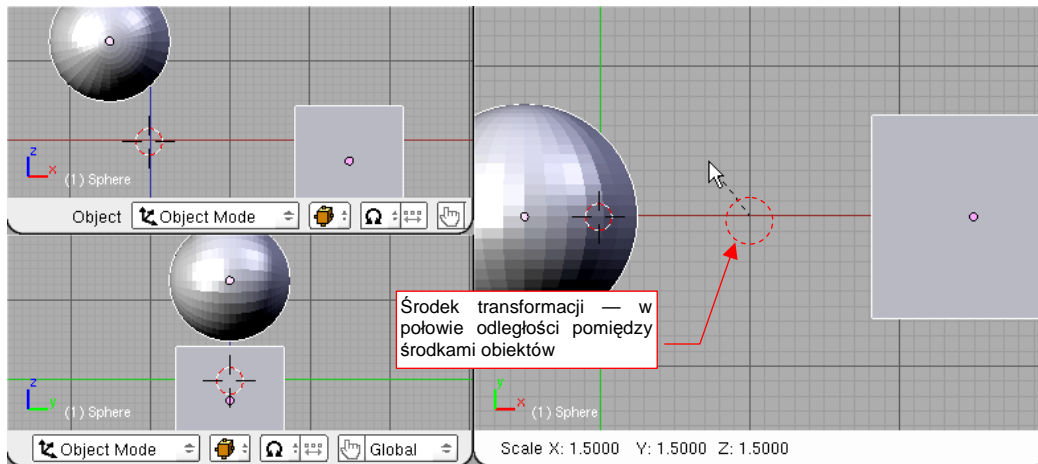
Rysunek 14.8.2 Powiększanie pojedynczego obiektu

W nagłówku aktywnego okna jest wyświetlana aktualna zmiana skali wzdłuż każdej osi. Aby zatwierdzić nowe wymiary obiektu (zakończyć transformację), należy kliknąć **[LPM]**. Aby zrezygnować z operacji, możesz w każdej chwili nacisnąć **[Esc]**.

Podczas zmiany skali możesz dodatkowo trzymać wciśnięty klawisz **[Ctrl]**. Spowoduje to skokową zmianę proporcji (np. co 0.1). Jeżeli będziesz trzymał wciśnięty klawisz **[Shift]** — zmiana skali na ekranie "wyhamuje", pozwalając na dokładniejsze ustalenie. Wreszcie kombinacja obydwu — **[Shift-Ctrl]** — umożliwi skokową zmianę skali o niewielkie odległości (np. co 0.01).

Zwróć uwagę, że gdy zaznaczysz pojedynczy obiekt, całe to *Bounding Box Center* wypada po prostu w środku obiektu (Rysunek 14.8.2). (To dlatego, że dla jednego punktu *Bounding Box* ma zerowy rozmiar).

A jak działa *Bounding Box Center* dla grupy obiektów? Spróbujmy na naszym rysunku powiększyć sześcian i kulę (Rysunek 14.8.3):



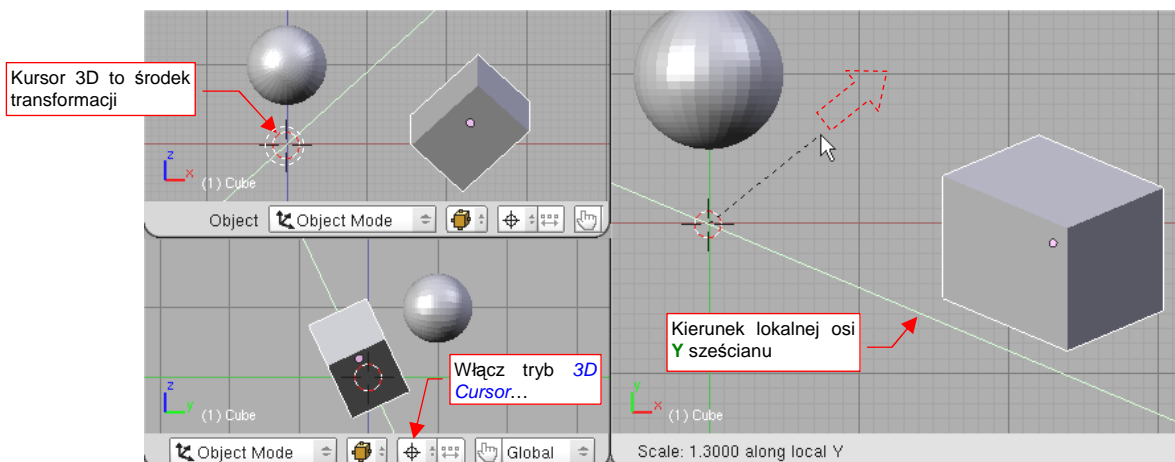
Rysunek 14.8.3 Zmiana skali grupy obiektów, dla *Pivot* = *Bounding Box Center*

Obydwa obiekty jednocześnie oddalają się od siebie i zmieniają rozmiar. Dzieje się tak dlatego, że środkiem transformacji jest punkt w połowie odległości pomiędzy środkami kuli i sześcianu.

- *Bounding Box Center* dla obiektów leży w środku ich punktów odniesienia, a nie siatek (tzn. kształtu)

Jeżeli w trakcie przesuwania naciśniesz **X**, **Y**, lub **Z** — ograniczysz zmianę skali do jednej z tych osi. W pozostałych kierunkach żaden rozmiar nie ulegnie zmianie. Po pierwszym naciśnięciu klawisza wybrana jest oś globalna. Jeżeli jednak jeszcze raz naciśniesz ten sam klawisz — przełączysz się na lokalną oś obiektu. (Odpowiada to poleceniom *Object*→*Transform*→*Scale on Axis*). To rozróżnienie pomiędzy osią globalną i lokalną ma swój sens wtedy, gdy obiekt jest w jakiś sposób obrócony.

Rysunek 14.8.4 pokazuje przykład skalowania wzdłuż jednej osi — **Y**. Wybrałem tu także inny sposób określenia środka — tym razem jest to *3D Cursor*. Obróciłem trochę sześcian, by oś lokalna różniła się od globalnej. Przełączyłem typ punktu odniesienia na *3D Cursor* (na klawiaturze: **I**).



Rysunek 14.8.4 Zmiana skali w jednym kierunku, i względem kursora 3D

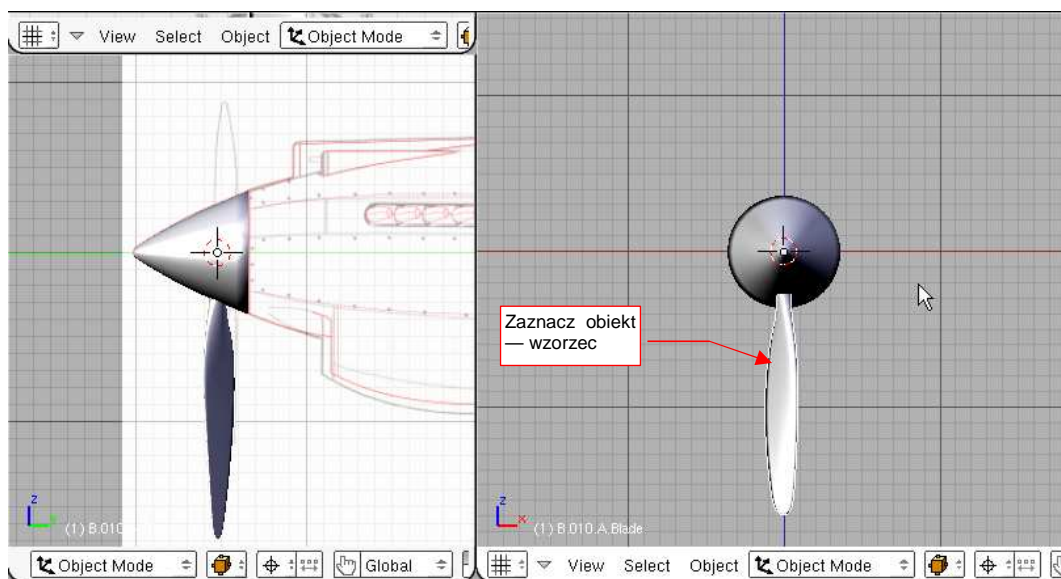
Naciśnąłem **S**, **Y**, **Y**. Trzymając wciśnięty klawisz **Ctrl** (aby uzyskać dokładną zmianę skali) zwiększyłem grubość sześcianu tylko wzdłuż jego lokalnej osi **Y** o 1.3.

14.9 Powielanie obiektu (*Duplicate*)

W Blenderze istnieją dwa polecenia do tworzenia duplikatów obiektu:

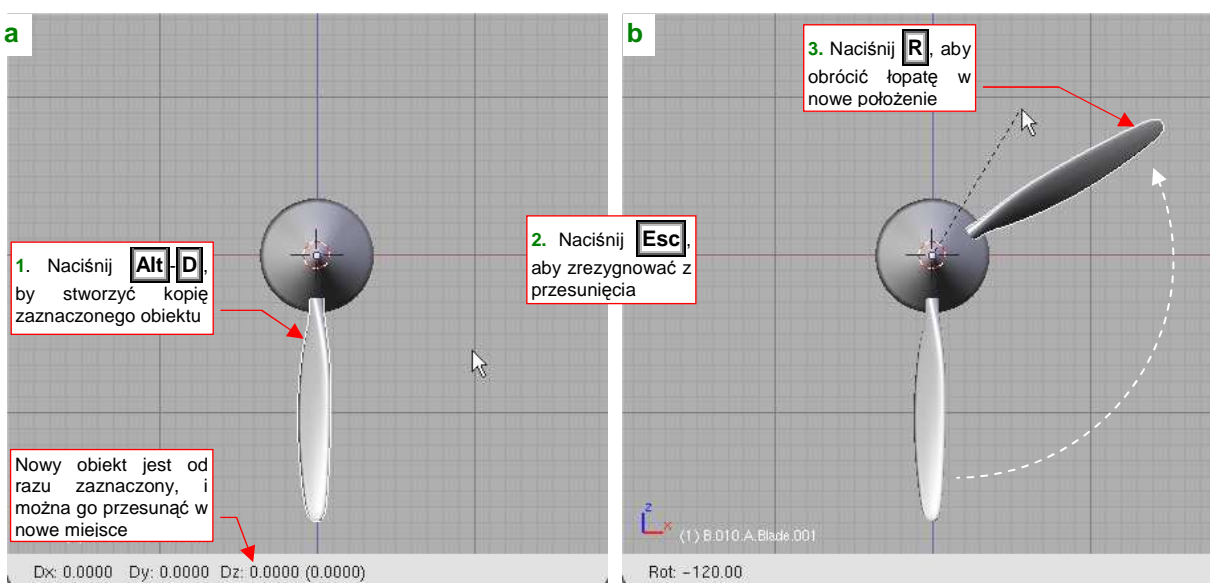
1. Duplikat jest stworzony jako kopia "powiązana" (**Object**→**Duplicate Linked**, **Alt-D**). Kopia może mieć oddzielną skalę, położenie, obrót, ale korzysta nadal z tej samej siatki, co wzorzec. (W efekcie ma zawsze ten sam kształt, co oryginał);
2. Duplikat jest stworzony jako zwykła kopię (**Object**→**Duplicate**, **Shift-D**). Kopia jest obiektem, który w żaden sposób nie zależy od oryginału.

Wywołanie i obsługa obydwu poleceń jest identyczna, więc opiszę je na przykładzie tworzenia kopii "powiązanej". Rysunek 14.9.1 pokazuje sytuację początkową. Zaznaczyliśmy obiekt — wzorzec: łopatę śmigła. Utworzymy jej dwie powiązane kopie, tworząc trójłopatowe śmigło.



Rysunek 14.9.1 Łopata śmigła, do której dodamy dwie dalsze — jako powiązane kopie

Naciśnij teraz **Alt-D** (**Object**→**Duplicate Linked**). To stworzyło nowy obiekt. Blender nadaje mu unikalną nazwę poprzez dołączenie do nazwy oryginału końcówki w rodzaju ".001". Od razu także proponuje dokonać jego przesunięcia (Rysunek 14.9.2a):

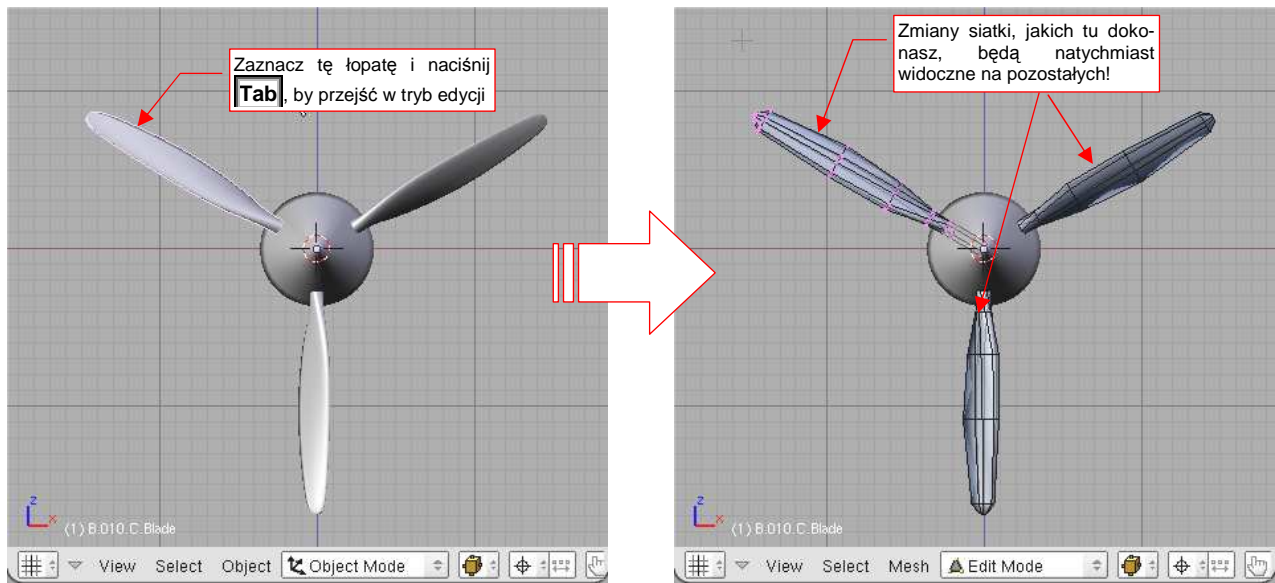


Rysunek 14.9.2 Powielenie (poprzez obrót)

Jeżeli nie chcesz przesunąć nowego obiektu, a np. obrócić, wystarczy nacisnąć **Esc**. To przerwie przesuwanie kopii, ale pozostawi ją jako zaznaczoną. Teraz wystarczy wybrać polecenie dowolnej innej transformacji, którą chcesz zastosować — na przykład **R**, by nowy obiekt obrócić (Rysunek 14.9.2b).

- Zwykłą kopię obiektu tworzysz identycznie, tyle tylko że zaczynasz poleceniem **Shift-D** (**Object**→**Duplicate**)

Jaka jest w takim razie praktyczna różnica pomiędzy kopią zwykłą, a kopią powiązaną? Pokażę to na przykładzie śmigła (w którym dodałem już także trzecią łopatę). Wszystkie trzy łopaty są kopiami połączonymi. Gdy zaznaczysz jedną z nich, i wejdiesz w tryb edycji siatki — siatka stanie się widoczna na wszystkich trzech (Rysunek 14.9.3):



Rysunek 14.9.3 Obiekty powiązane — siatka jest zmieniana we wszystkich równocześnie

Gdy teraz zmienisz kształt siatki — zmiana będzie natychmiast widoczna także na pozostałych obiektach powiązanych. (Więcej na ten temat — patrz "Struktura modelu w Blenderze", str. 565.) Jeżeli przyjrzyj się dokładnie, zobaczysz że tylko wybrana łopata ma zaznaczone wierzchołki. Siatki pozostałych są widoczne, ale składają się z samych krawędzi. Nie są także wygładzone. (Choć to akurat jest jakiś mankament wyświetlania w tym trybie — po powrocie w tryb obiektu wygładzenie znów stanie się widoczne).

14.10 Nadanie obiektowi nazwy

Każdy element rysunku Blendera musi mieć unikalną nazwę. Blender nadaje pewne nazwy domyślne, ale w bardziej złożonym modelu konieczne jest wprowadzenie nazewnictwa w sposób bardziej kontrolowany. Stąd, po utworzeniu każdego nowego obiektu powinieneś nazwać go na nowo.

Zacznijmy od zasad: jaki system nazewnictwa przyjąć dla elementów naszego modelu? Maksymalna długość nazwy w Blenderze to 20 znaków. Proponuję w związku z tym stosować tekst składający się z następujących segmentów:

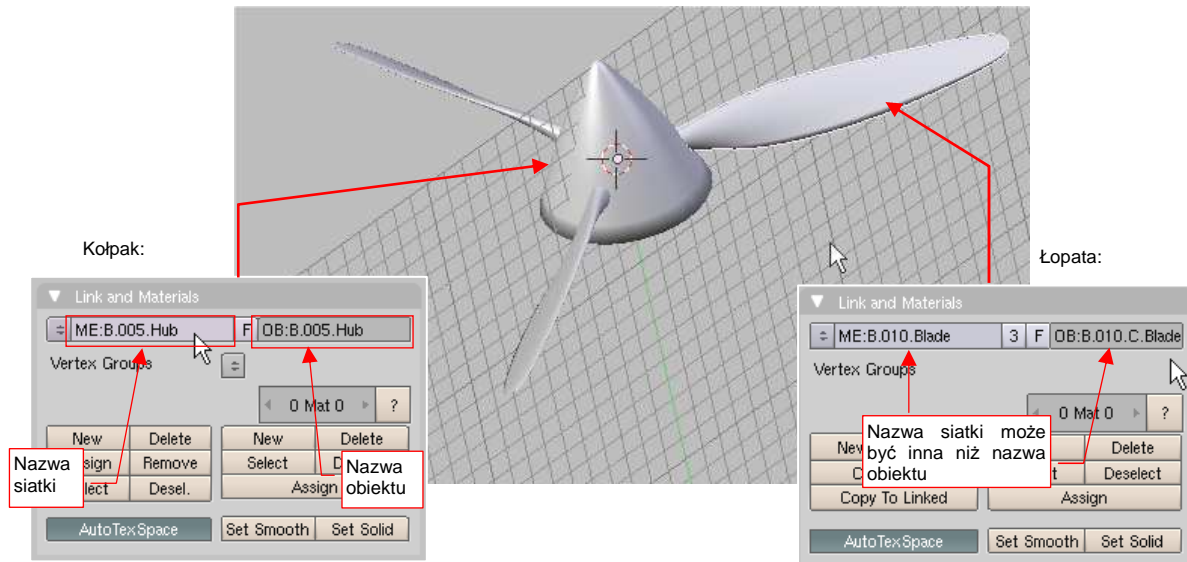
- segment pełniący rolę unikalnego identyfikatora: składa się z 2 lub 3 części, oddzielonych kropkami:
 - o **1 znak**: znak, który będzie pełnił rolę wyróżnika wersji samolotu. Wszystkie części w pojedynczym pliku Blendera będą używać takiej samej litery. Na przykład w modelu P-40B nazwy będą zaczynać się od "B". Okaże się to przydatne później¹. Wyjątkiem są elementy specjalne: uchwyty i inne artefakty, używane wyłącznie do animacji modelu. Te mają przedrostek „X”
 - o **3 znaki**: unikalny numer części. Wydaje mi się, że dobrze jest wydzielić główne podzespoły za pomocą pierwszego znaku. Pozostałe dwa — może to być cyfra, określająca numer części w obrębie zespołu. Oczywiście, także można starać się, aby elementy podzespołów miały zbliżone numery. W takim przypadku radziłbym zwiększać numerację nie co 1, a co 5 (np. "A05", "A10", "A15", "A20",...). W ten sposób pozostawiamy sobie miejsce w numeracji na ewentualne dodatkowe elementy. (Podczas pracy często się okazuje, że trzeba przekonstruować gotowy zespół. Takie luki w numeracji są wtedy jak znalazł!);
 - o **1 znak**: opcjonalny znacznik "powielenia". Może to być "L" lub "R" dla części lewej lub prawej, które są symetryczne. Może także być "nr kolejny", np. dla 3 łopat śmigła jest to "A", "B", "C";
- segment z dodatkową, "ludzka" nazwą (na ile się zmieści w 15-13 znakach, które pozostały). Rola tego fragmentu jest pomocnicza — ma ułatwić identyfikację przez użytkownika. Sądzę, że w związku z tym, że nigdy nie wiesz, do kogo trafi Twoja praca, najlepiej jest stosować nazwy angielskie.

Zgodnie z powyższymi regułami, kołpak i jego siatka (Rysunek 14.10.1) noszą nazwę **"B.005.Hub"**:

- segment identyfikatora:
 - o "B" — przedrostek, którego będę używał do wszystkich części P-40B;
 - o "005" — numer tej części: "0" będę używał dla podzespołu śmigła, a "05" — to numer kolejny, nadany z zachowaniem zasady "odstępu w numerach co 5";
- segment nazwy: angielska (mam nadzieję, że się nie mylę) nazwa tej części — "Hub". (Szczęśliwie jest bardzo krótka);

¹ Gdy będziesz tworzył, w innym pliku Blendera, model P-40D, nadasz jego elementom przedrostek "D". Podczas pracy nad wariantem "D" może okazać się przydatne np. dołączenie do rysunku kadłuba z P-40B. (Aby porównywać go z kadłubem P-40D). Dzięki temu przedrostkowi unikniesz konfliktu nazw tych części!

Aby zmienić nazwę, zaznacz obiekt, i w zestawie edycji (*Editing* — **F9**), w panelu *Link and Materials*, wpisz nazwę w obydwu pola: nazwy siatki i nazwy obiektu (Rysunek 14.10.1). (Przedrostki "ME:" i "OB:" nadaje sam Blender — nie masz na nie wpływu). Zazwyczaj obydwie nazwy są identyczne (por. nazwę kołpaka śmigła, Rysunek 14.10.1). Dlaczego trzeba nadawać oddzielne nazwy obiektowi i siatce? Skąd w ogóle taki podział, i czym w Blenderze jest w takim razie "obiekt"? Jeżeli nurtują Cię takie pytania, zajrzyj na str. 565, do sekcji "Struktura modelu w Blenderze".

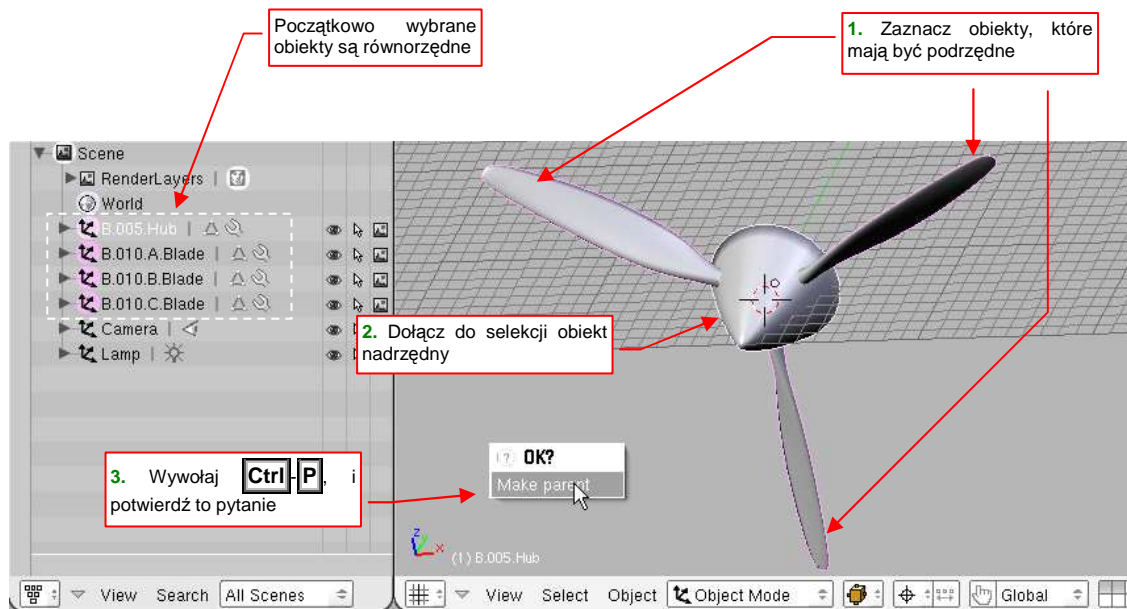


Rysunek 14.10.1 Przykłady nazw obiektów i siatek

Rysunek 14.10.1 pokazuje także, oprócz kołpaka, szczegóły łopaty śmigła. Nazwa jej siatki (**B.010.Blade**) i nazwa obiektu (**B.010.C.Blade**) różnią się od siebie. Stało się tak dlatego, że wszystkie trzy łopaty śmigła (**B.010.A.Blade**, **B.010.B.Blade**, **B.010.C.Blade**) używają jednej i tej samej siatki, o nazwie **B.010.Blade**. Są one tzw. kopiami powiązаныmi, które, w wyniku użycia tej samej siatki, będą miały zawsze ten sam kształt. (Więcej szczegółów na temat kopii powiązanych — str. 786)

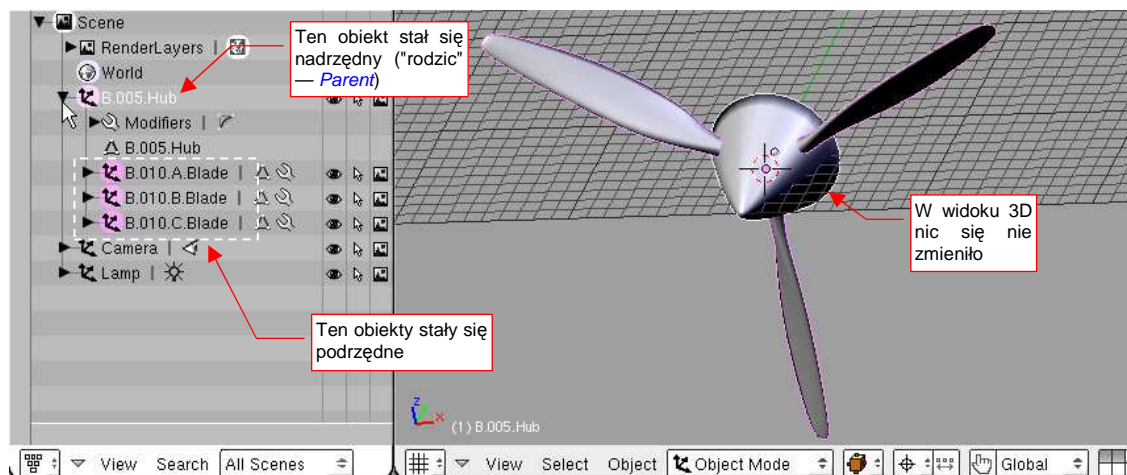
14.11 Przypisanie do hierarchii (*Parent*)

Najpierw zaznacz obiekty, które chcesz uczynić podrzędnymi. Gdy wszystkie już zaznaczysz, włącz do selekcji obiekt, który ma być ich obiektem nadrzędnym. Koniecznie upewnij się, że jego nazwa pojawiła się w lewym, dolnym narożniku ekranu, (tzn. że stał się obiektem aktywnym). Następnie naciśnij **Ctrl-P** (**Object→Parent→Make Parent**). Rysunek 14.11.1 pokazuje ten moment w przypisywaniu trzech łopat śmigła (**B.010.*.Blade**) do kołpaka (**B.005.Hub**):



Rysunek 14.11.1 Tworzenie powiązań hierarchicznych — przygotowania

Gdy potwierdzisz pytanie *Make Parent*, które pojawi się na ekranie (Rysunek 14.11.1), nic właściwie widocznego na scenie się nie zmienia. Dopiero w podglądzie struktury sceny zobaczysz różnice (Rysunek 14.11.2):



Rysunek 14.11.2 Utworzone powiązanie hierarchiczne

Bezpośrednim efektem przypisania łopat do kołpaka jest ułatwienie w manipulacji obiektami na scenie. Wcześniej, aby obrócić czy przesunąć ten zespół, musiałbyś dokonać odpowiedniej transformacji oddzielnie na każdym obiekcie. Przypisując łopaty do kołpaka, "skleiłeś" je ze sobą. Od tej chwili, gdy tylko obrócisz lub przesuńiesz kołpak, łopaty będą także się obracać i przesuwać — jak w prawdziwym śmigle.

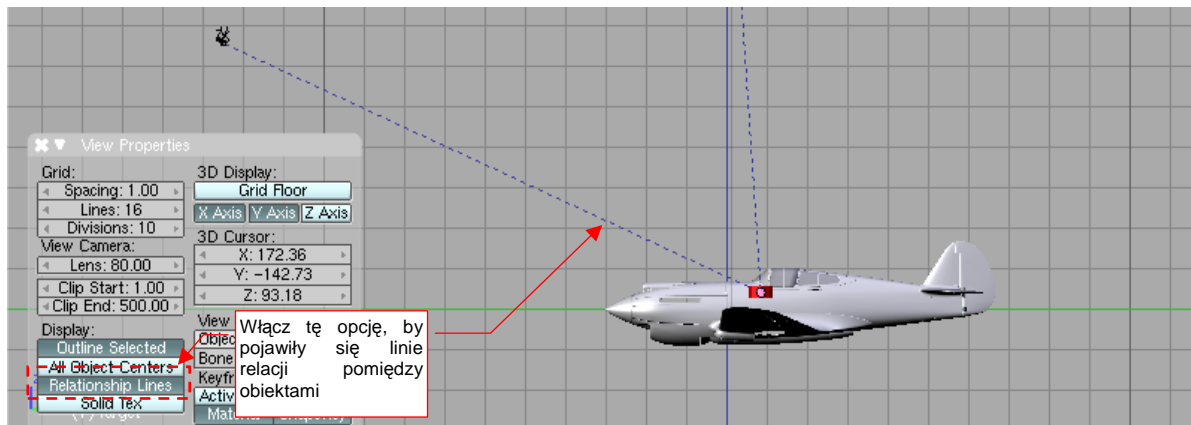
Nic nie stoi na przeszkodzie, aby później uczynić kołpak śmigła obiektem podrzędnym kadłuba. W ten sposób stworzysz bardzo istotną hierarchię części modelu.

- Pamiętaj, że powinieneś doprowadzić do sytuacji, gdy cały samolot ma jedną część główną, do której należą, pośrednio lub bezpośrednio, wszystkie podzespoły. Tylko takim modelem będziesz mógł wygodnie manipulować, przygotowując statyczną scenę czy film.

- Aby wyłączyć obiekt z hierarchii — zaznacz go i naciśnij **Alt-P** (*Object → Parent → Clear Parent*).

14.12 Wizualizacja powiązań pomiędzy obiektami (*Relationship Lines*)

W Blenderze można włączyć pokazywanie linii relacji pomiędzy obiektami. Chodzi wizualizację powiązań hierarchicznych (*parent*) i ograniczeń (*constraints*). Robi się to we właściwościach widoku *3D View* (*View*→*View Properties*). Należy tam włączyć opcję *Relationship Lines* (Rysunek 14.12.1):

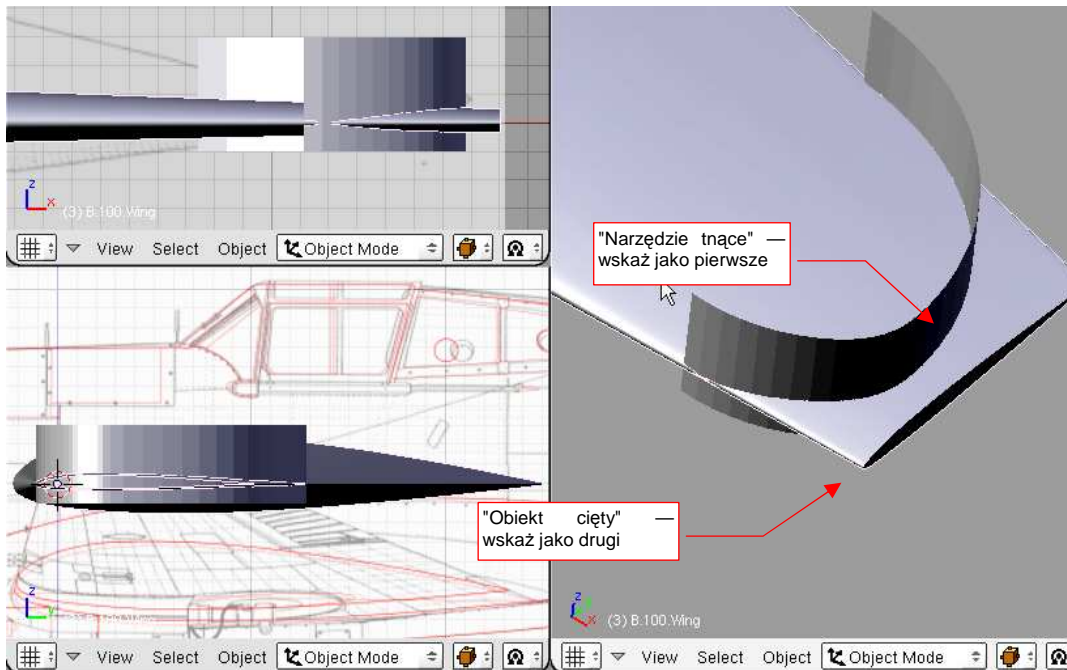


Rysunek 14.12.1 Włączenie wizualizacji powiązań obiektów

Relacje hierarchiczne (*parent*) są oznaczane liniami czarnymi. Linie niebieskie to powiązania wynikające z ograniczeń (*constraints*) pomiędzy obiektem i jego celem.

14.13 Wyznaczenie krawędzi przecięcia dwóch powłok

Zaznacz najpierw dwa obiekty, które się przenikają (Rysunek 14.13.1) :



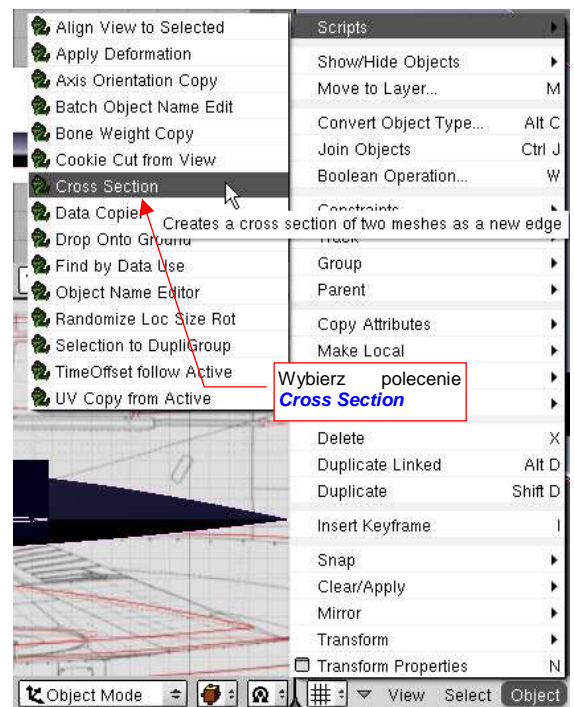
Rysunek 14.13.1 Dwie powierzchnie, dla których ma być wyznaczona krawędź przecięcia

Do wyznaczenia krawędzi przecięcia dwóch dowolnych powierzchni służy skrypt *Pythona*, który opracowałem¹.

Jego wywołanie znajdziesz w menu **Object**→**Scripts** (Rysunek 14.13.2) — jest to skrypt **Cross Section**. (To polecenie pojawi się w menu, gdy w konfiguracji Blendera wskażesz odpowiedni folder dla skryptów *Pythona* — por. str. 759.

Gdyby jednak coś Ci z tym przypisaniem nie wyszło — załaduj udostępniony wraz z tą książką (w pliku *source.zip*) plik `Source\Python\CrossSection.py` do okna edytora tekstu, i naciśnij **Alt-P**.)

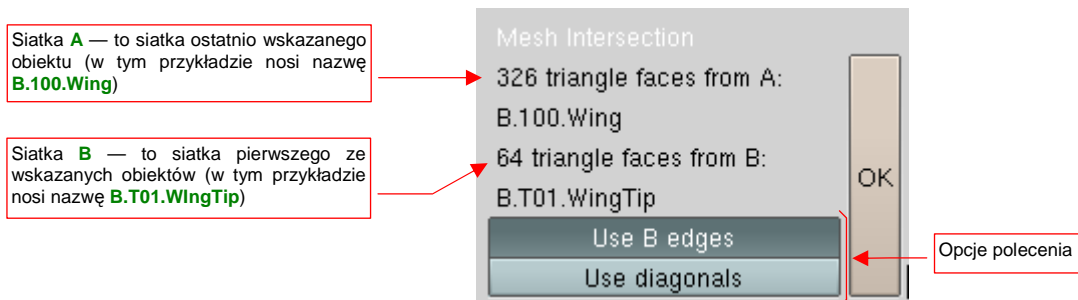
Wyznaczona przez skrypt krawędź przecięcia zostanie dodana do siatki ostatniego ze wskazanych obiektów.



Rysunek 14.13.2 Wywołanie skryptu **Cross Section**

¹ Owszem, Blender ma zespół funkcji, pozwalających wykonać na siatkach operacje "Boole'a": różnicę, sumę, część wspólną. Mankamentem jednak wszelkich takich rozwiązań jest siatka, uzyskana jako rezultat. Zawiera wiele wierzchołków, których nie potrzeba do dalszej pracy, a które tylko niepotrzebnie zwiększają liczbę ścian i komplikują model. Osobiście wolę mieć pełną kontrolę nad siatką, którą formuję. Stąd przygotowałem skrypt, który wyznacza tylko krawędź przecięcia. Co później z nią zrobisz — to zależy wyłącznie od Ciebie. Zazwyczaj, przy dobrze zaplanowanych siatkach, wkomponowanie nowej krawędzi w dotychczasową powierzchnię nie wymaga dużo pracy. Usuniesz parę ścian, stworzysz — korzystając z wierzchołków wyznaczonej krawędzi — kilkanaście nowych. W ten sposób uzyskujesz zaplanowany kształt za pomocą ładnej — bo prostej i regularnej — siatki. (Jest takie stare inżynierskie przysłowie: "co oko lubi, to i konstrukcja lubi")

Nim jednak zobaczysz rezultat — pojawi się okno dialogowe tego polecenia (Rysunek 14.13.3):

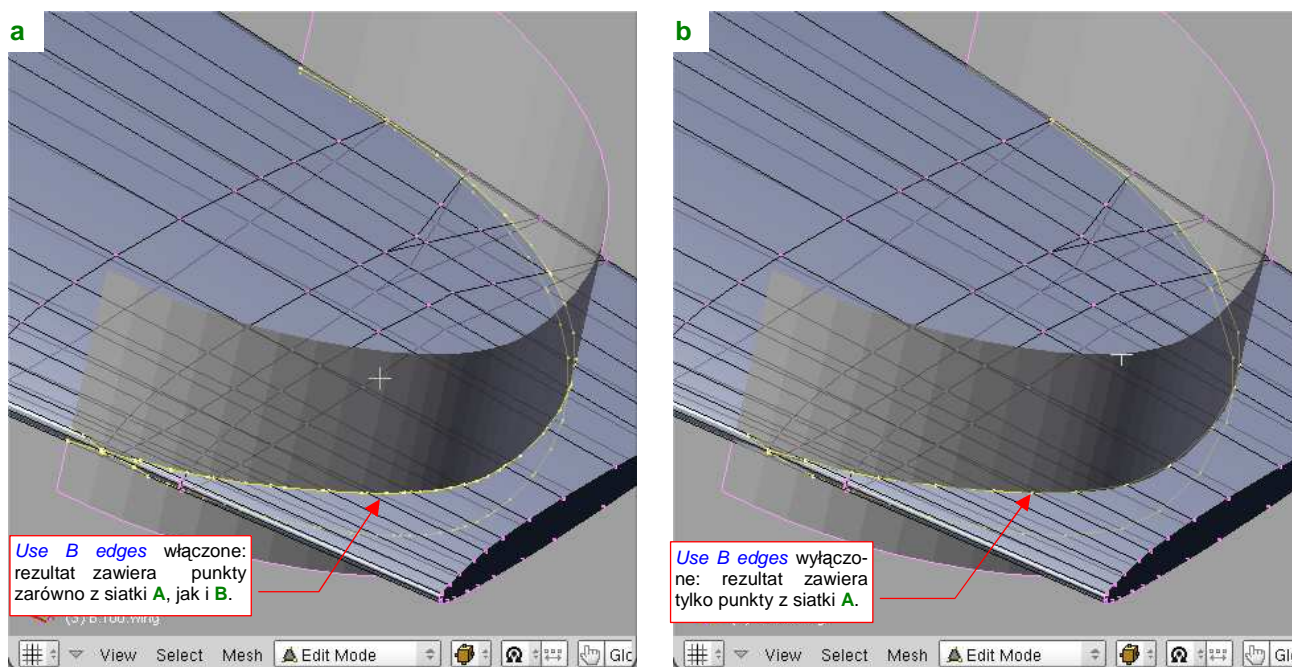


Rysunek 14.13.3 Okno dialogowe polecenia *Cross Section*

Okno *Mesh Intersection* podaje liczbę trójkątnych ścian użytych do obliczeń, z każdego z obiektów. Siatką **A** nazywana jest siatka ostatniego wskazanego obiektu (czyli obiektu aktywnego). Siatką **B** nazywana jest siatka pierwszego ze wskazanych obiektów. Zazwyczaj wygodnie jest traktować siatkę **B** jako "narzędzie", a siatkę **A** — jako "przecinany obiekt".

- Jeżeli na siatce zaznaczono wcześniej (w *Edit mode*) jakieś wierzchołki — przecinane będą wyłącznie zaznaczone ściany. Jeżeli nic nie jest zaznaczone — użyte są wszystkie ściany siatki

Naciśnij *Mesh Intersection:OK*, aby wyznaczyć krawędź przenikania. Skrypt przełącza Blendera w tryb edycji aktywnego obiektu (obektu **A**). Krawędź jest nową linią wierzchołków. Linia ta jest od razu zaznaczona. Jeżeli nie jesteś zadowolony z rezultatu, wystarczy jeden klawisz (**X**, lub **Delete**), by wymazać wynik operacji. Rysunek 14.13.4a) przedstawia rezultat, uzyskany w wyniku domyślnych ustawień parametrów operacji (por. Rysunek 14.13.3):

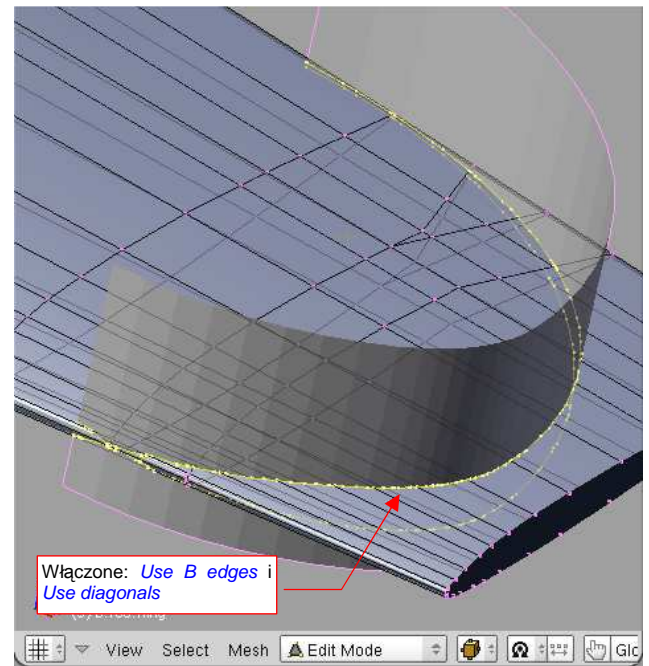


Rysunek 14.13.4 Rezultaty przecięcia — w zależności od ustawienia *Mesh Intersection:Use B edges*

Skrypt *Cross Section* wyszukuje punkty przecięcia krawędzi siatki **A** ze ścianami siatki **B**. Jeżeli włączona jest opcja *Mesh Intersection:Use B edges*, to wyszukiwane są także punkty przecięcia krawędzi **B** ze ścianami **A**. (W takim przypadku krawędź przecięcia zawiera więcej punktów).

Podczas obliczeń każda czworokątna jest dzielona przekątną (*diagona*), aby zamienić ją na dwie ściany trójkątne. (Stąd w informacjach o siatce w oknie *Mesh Intersection* podawana jest liczba ścian trójkątnych).

Ostatnia opcja okna dialogowego (Rysunek 14.13.3) to *Mesh Intersection:Use diagonals*. Ta rzadko używana możliwość powoduje włączenie do rezultatu także punktów przecięcia tymczasowych przekątnych czworokątnych ścian z drugą siatką. Rezultat takiej operacji to bardzo "gęsta" linia wierzchołków (Rysunek 14.13.5):

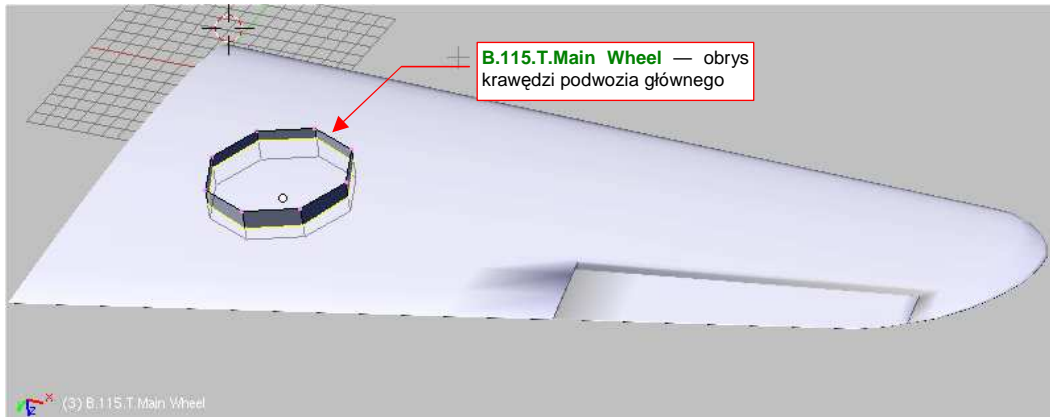


Rysunek 14.13.5 Rezultat włączenia *Mesh Intersection:Use diagonals*

14.14 Scalanie obiektów (*Join Objects*)

Scalenie dwóch obiektów oznacza scalenie ich siatek. Jednocześnie wszystkie wskazane obiekty, poza obiektem aktywnym, przestają istnieć.

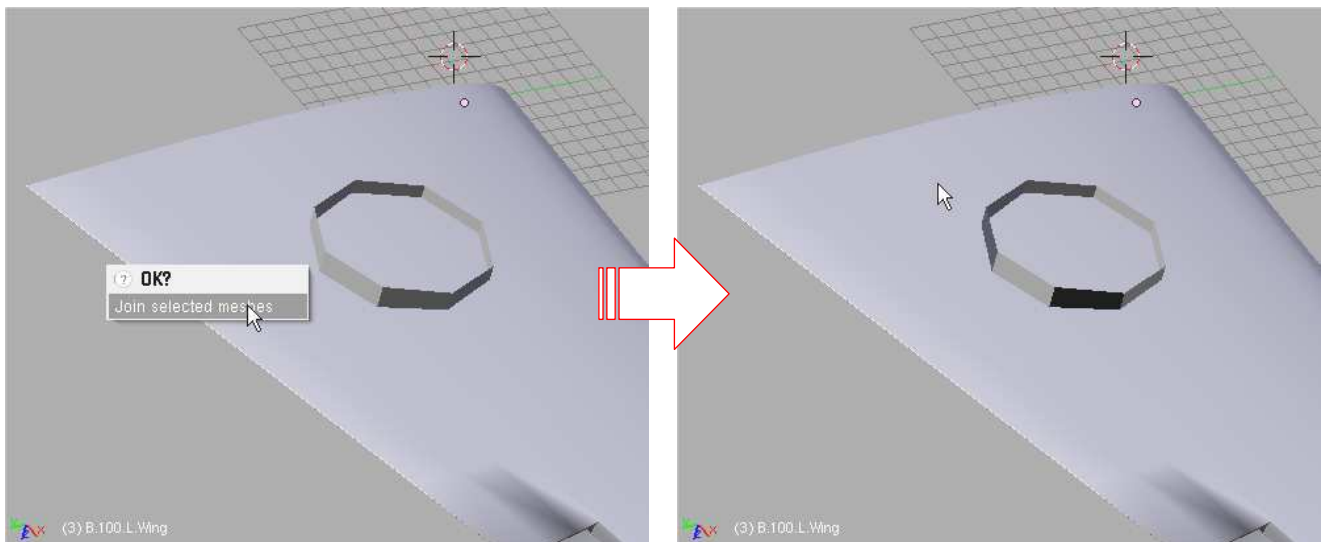
Operację tę wykonuję często by przenieść uzyskaną krawędź przecięcia (p. str. 802) do drugiej siatki. Rysunek 14.14.1 przedstawia jedną z takich sytuacji. Pomocniczy obiekt (**B.115.T.Main Wheel**) to obrys (nie wygładzony) otworu na koło główne. Jego siatka zawiera także krawędź przecięcia z powierzchnią płata:



Rysunek 14.14.1 Pomocniczy obiekt — zawiera krawędź przecięcia ze skrzydłem

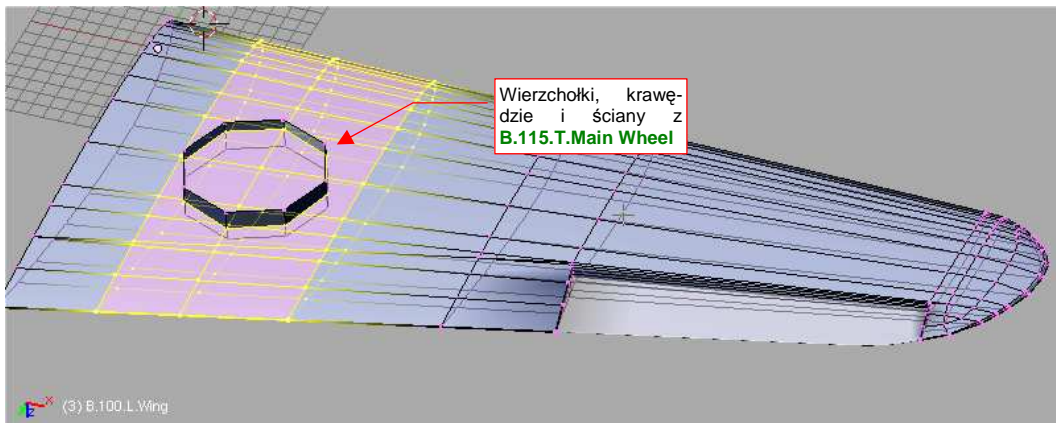
Tylko ta krawędź jest potrzebna do dalszej pracy. Powinna się jednak znaleźć w siatce skrzydła, aby można z niej było stworzyć otwór na podwozie główne. W tym celu należy scalić obydwie obiekty.

Zaznacz najpierw obiekt, który zniknie, a na koniec — obiekt, który ma pozostać po tej operacji. (Podczas scalania obiekt aktywny "wchłania" pozostałe). Następnie naciśnij **Ctrl-J** (*Object→Join Objects*), i potwierdź pytanie "*Join selected meshes*" (Rysunek 14.14.2):



Rysunek 14.14.2 Połączenie siatek dwóch obiektów

I co, wszystko wygląda jak przedtem? Niby tak, ale przejdź teraz w tryb edycji aktywnego obiektu (naciśnij **Tab** — Rysunek 14.14.3):



Rysunek 14.14.3 Rezultat — połączone siatki

Pomocniczy obiekt (**B.115.T.Main Wheel**) przestał istnieć — elementy jego siatki zostały dodane do siatki skrzydła. Możesz teraz usunąć niepotrzebne wierzchołki, i masz w płacie krawędź do wykonania otworu.

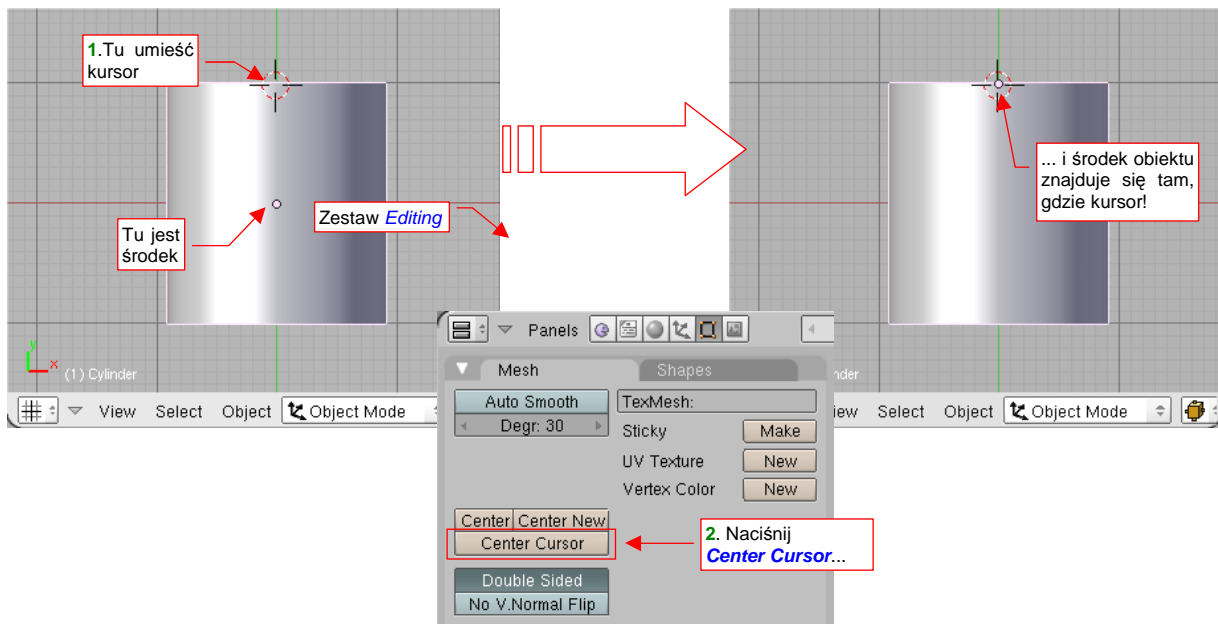
- Operacją odwrotną do scalenia siatek obiektów jest wydzielenia siatki ([Separate](#), str. 887).

14.15 Zmiana położenia środka obiektu (*Center*)

Punkt odniesienia obiektu, używany dla określenia położenia, obrotu, i skali, nazywany jest w Blenderze **środkiem** obiektu. Nazwa wywołuje czasem niewłaściwe skojarzenia, bo środek obiektu często wcale nie leży w jego środku geometrycznym.

Stosunkowo często pojawia się konieczność zmiany położenia środka obiektu względem jego siatki. Najszybciej możesz to zmienić w następujący sposób (Rysunek 14.15.1):

- umieść kursor 3D w miejscu, w którym chcesz umieścić nowy środek obiektu;
- przełącz się na zestaw paneli *Editing* (**F9**)
- na panelu *Mesh* naciśnij przycisk *Center Cursor*;



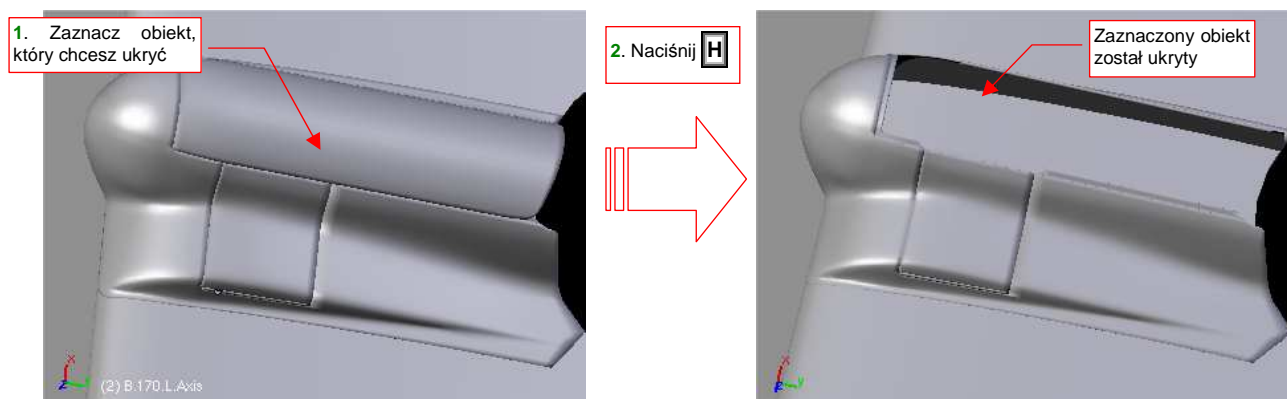
Rysunek 14.15.1 Zmiana położenia środka obiektu

Zmiana położenia środka obiektu jest "jego wewnętrzną sprawą". Nie powinna wpłynąć na jego rozmiar ani położenie w przestrzeni.

14.16 Chwilowe ukrycie obiektu (*Hide Selected*)

Czasami, podczas pracy, przydatna jest możliwość ukrycia na jakiś czas niektórych obiektów. Jest to szczególnie ważne wtedy, gdy jedna część zasłania drugą.

Aby ukryć zaznaczony obiekt (lub obiekty), po prostu naciśnij **H** (*Object*→*Show/Hide Objects*→*Hide Selected*). To sprawi, że zaznaczenie zniknie (Rysunek 14.16.1):



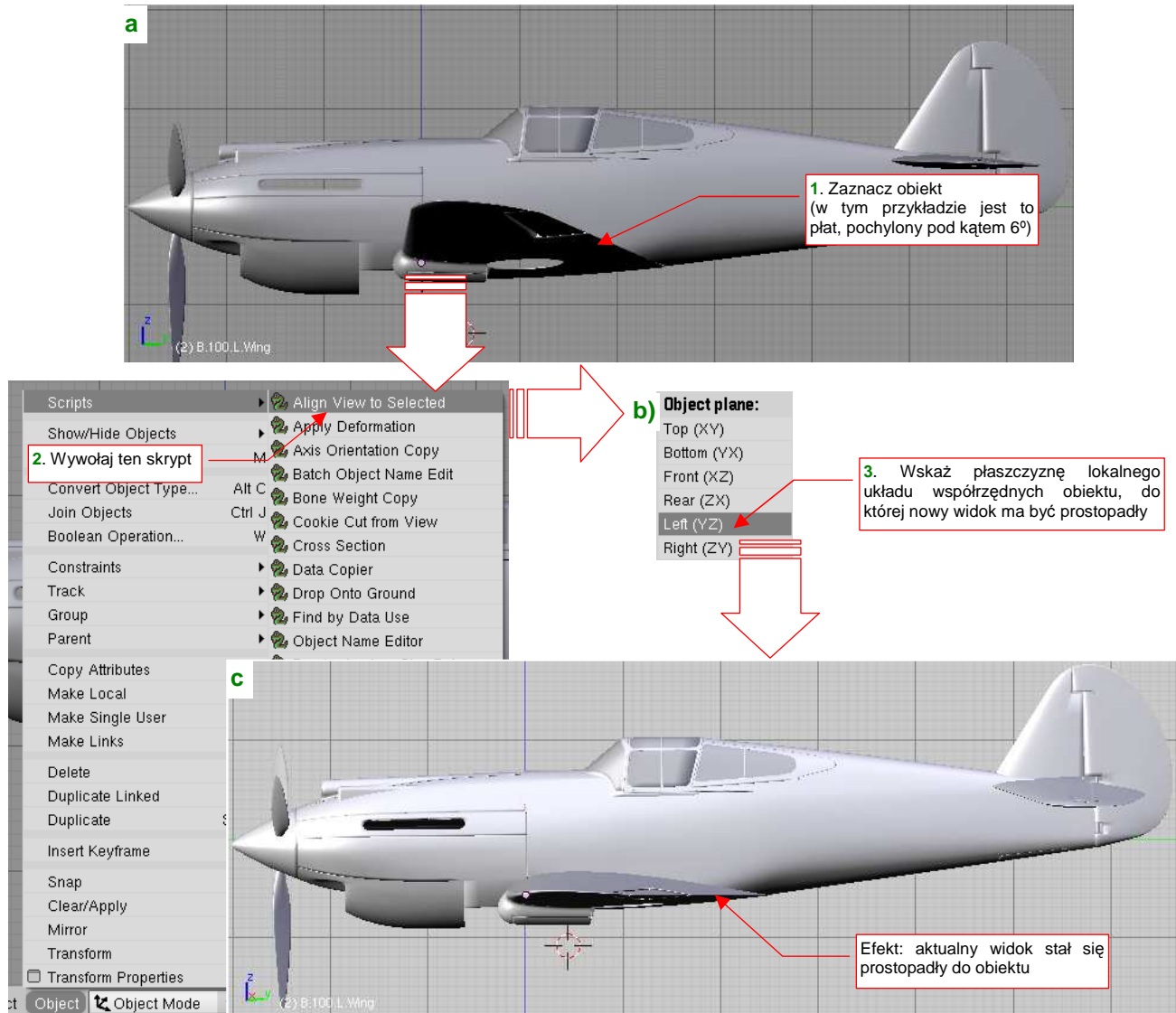
Rysunek 14.16.1 Ukrycie wybranego obiektu

Aby ukryte obiekty stały się z powrotem widoczne — naciśnij **Alt-H** (*Object*→*Show/Hide Objects*→*Show Hidden*).

14.17 Wyrównanie widoku do orientacji obiektu (*Align View*)

Podczas pracy nad modelem potrzeba czasami ustawić płaszczyznę widoku (czyli płaszczyznę, po której możemy przesuwać obiekty) prostopadłe do wybranego obiektu. W edytorze siatki takie polecenie: *View→Align View to Selected* (str. 893). W edytorze obiektów istnieje analogiczne polecenie, ale jest ograniczone: umożliwia tylko dopasowanie się do płaszczyzny **XY**. Stworzyłem więc specjalny skrypt, który umożliwi dopasowanie widoku do dowolnego z sześciu boków "pudełka", w którym jest opisany obiekt.

Aby z tego skryptu skorzystać, zaznacz obiekt, do którego chcesz się "wyrównać" (Rysunek 14.17.1a). Następnie wywołaj skrypt *Align View to Selected* (z menu *Object→Scripts*):

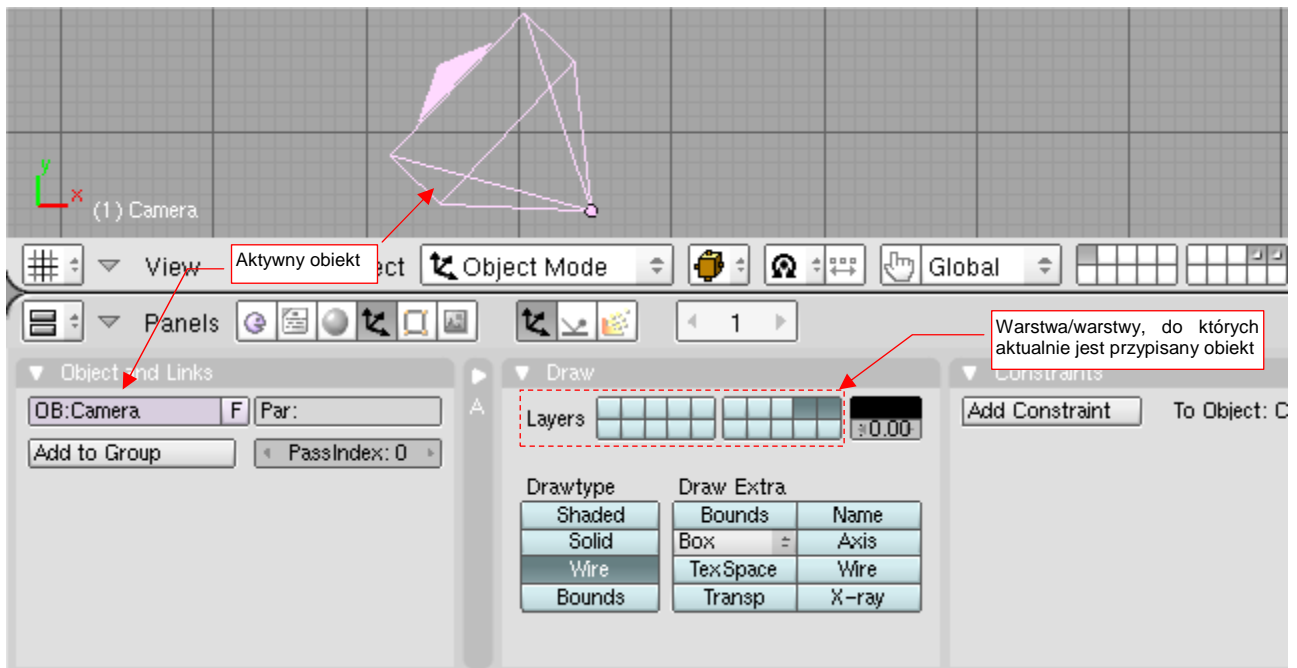


Rysunek 14.17.1 Wyrównanie aktualnego widoku do wybranego obiektu

Spowoduje to pojawienie się na ekranie okna, z którego wybierz jedną z sześciu "kardynalnych" płaszczyzn obiektu (Rysunek 14.17.1b). Efekt zobaczysz natychmiast (Rysunek 14.17.1c). W razie czego, jeżeli za pierwszym razem wybrałeś złą płaszczyznę kardynalną - wywołaj ten skrypt jeszcze raz, i wybierz właściwą.

14.18 Przepisanie obiektu do warstwy

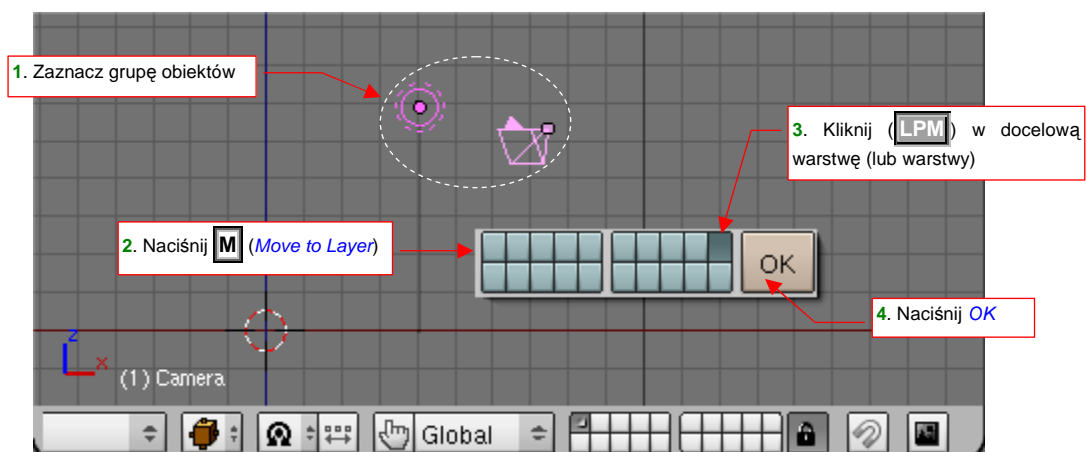
Aby sprawdzić, na jakiej warstwie jest pojedynczy obiekt: Zaznacz go, i przejdź do zestawu przycisków **Object** (**F7**). Tam, w panelu **Draw** widzisz, warstwę, do której należy wybrany element (Rysunek 14.18.1):



Rysunek 14.18.1 Warstwy, do których jest przypisany aktywny obiekt.

Klikając w kontrolki **Layers** (Rysunek 14.18.1) zmienisz przypisanie obiektu do warstwy. Zwróć uwagę, że w Blenderze obiekt może być równocześnie na wielu warstwach. Jeżeli włączysz widoczność którejkolwiek z nich — obiekt także stanie się widoczny.

Aby zmienić warstwę dla wielu obiektów jednocześnie: zaznacz je i naciśnij **M** (**Object** → **Move to Layer**). Rysunek 14.18.2 pokazuje, jak to masz zrobić:

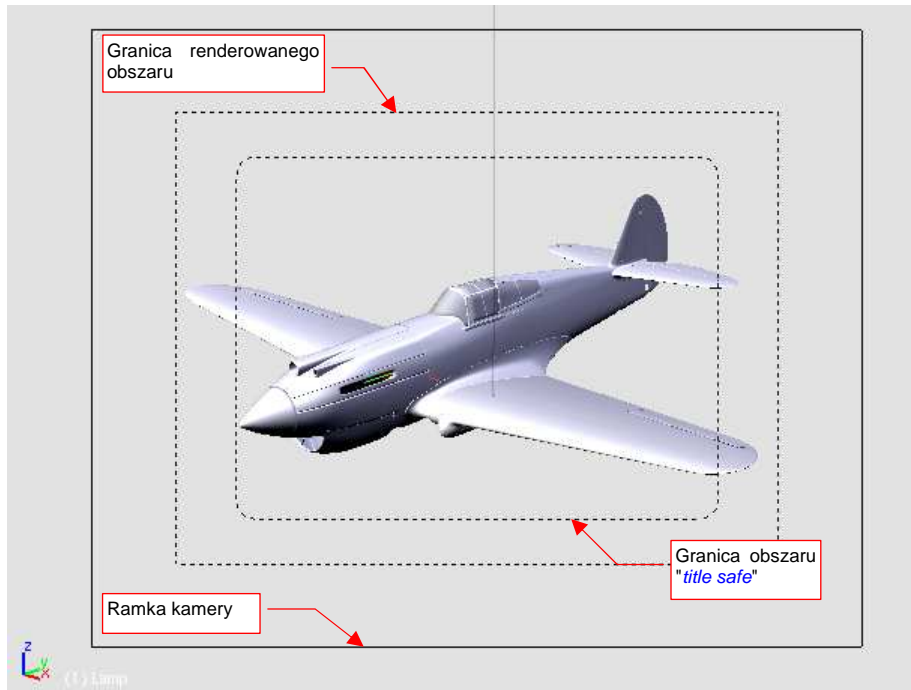


Rysunek 14.18.2 Zmiana warstwy dla grupy obiektów


Na kontrolce, pokazanej w oknie dialogowym (Rysunek 14.18.2) także możesz wskazać naraz wiele warstw. Pamiętaj, że jeżeli wybrane obiekty przypiszesz do warstwy, która jest aktualnie niewidoczna, znikną z ekranu!


14.19 Zmiana właściwości kamery (*Camera*)

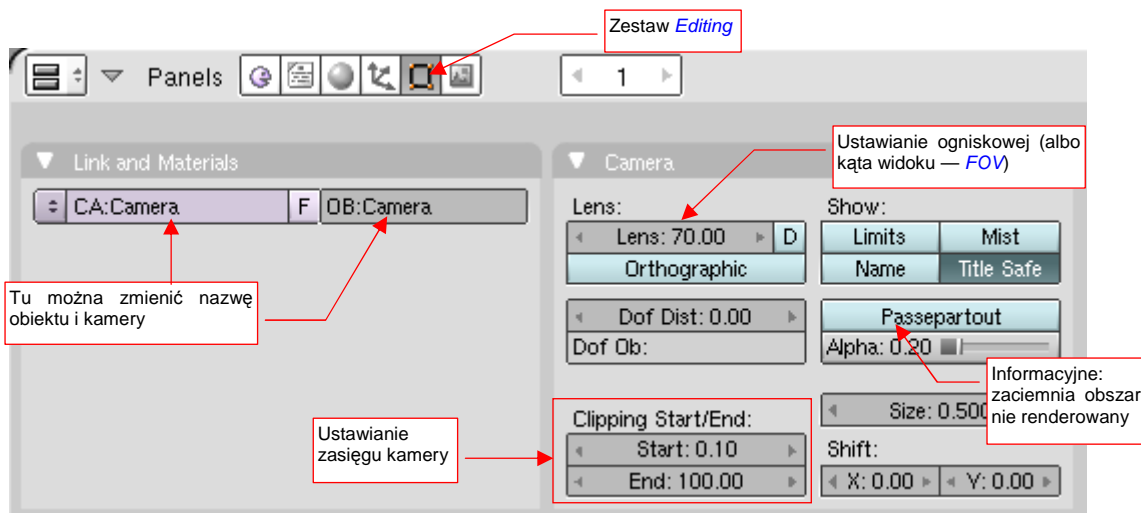
Widok z kamery (, albo **View→Cameras→Camera (Active)**) jest w oknie *3D View* pokazywany w następujący sposób (Rysunek 14.19.1):



Rysunek 14.19.1 Widok z kamery (w oknie *3D View*)

Największa ramka, narysowana linią ciągłą, to sama kamera. (Możesz np. w nią kliknąć , aby została zaznaczona). Wewnątrz niej znajduje się drugi prostokąt, narysowany linią przerywaną. To obszar, który pojawi się na renderowanym obrazie. Najmniejszy obszar — prostokąt o zaokrąglonych narożnikach — to informacja, gdzie się kończą brzegi renderowanego obrazu.

Aby dostać się do właściwości kamery, zaznacz ją, i przełącz się na zestaw przycisków *Editing*¹ () (Rysunek 14.19.2):

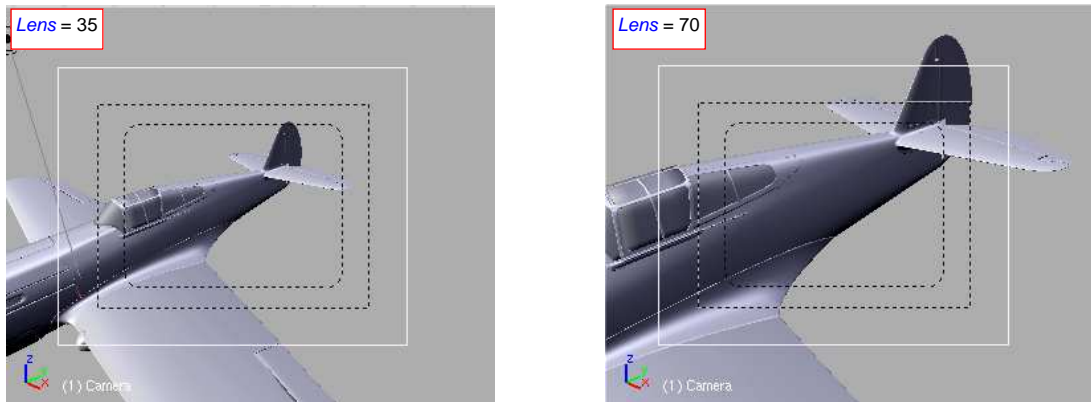


Rysunek 14.19.2 Panel właściwości kamery (zestaw *Editing*)

Rysunek 14.19.2 pokazuje istotne pola panelu *Camera*. (Pozostałych w tym modelu nie używałem).

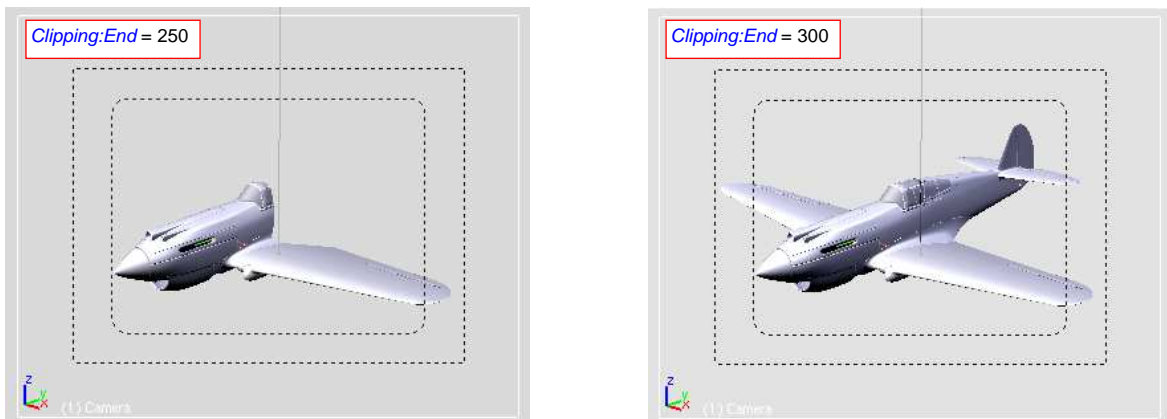
¹ Kamera to w Blenderze coś takiego jak siatka (*mesh*). To alternatywna zawartość obiektu (*datablock*, por str. 565), i dlatego jej właściwości są wyeksponowane tym samym zestawie *Editing*, służącym do zmiany zawartości obiektów.

Najbardziej oczywistym parametrem kamery jest ogniskowa (**Lens** — p. Rysunek 14.19.2). Domyślna ogniskowa kamery w Blenderze to 35mm. Odpowiada to kątowemu rozwarciu 50°. To nieco za duży kąt jak dla odległości oczu od ekranu. Często powoduje, że zniekształcenie perspektywiczne kamery wywołuje wrażenie "rybiego oka". Lepiej jest ją przestawić na większą wartość, np. 70mm (Rysunek 14.19.3):



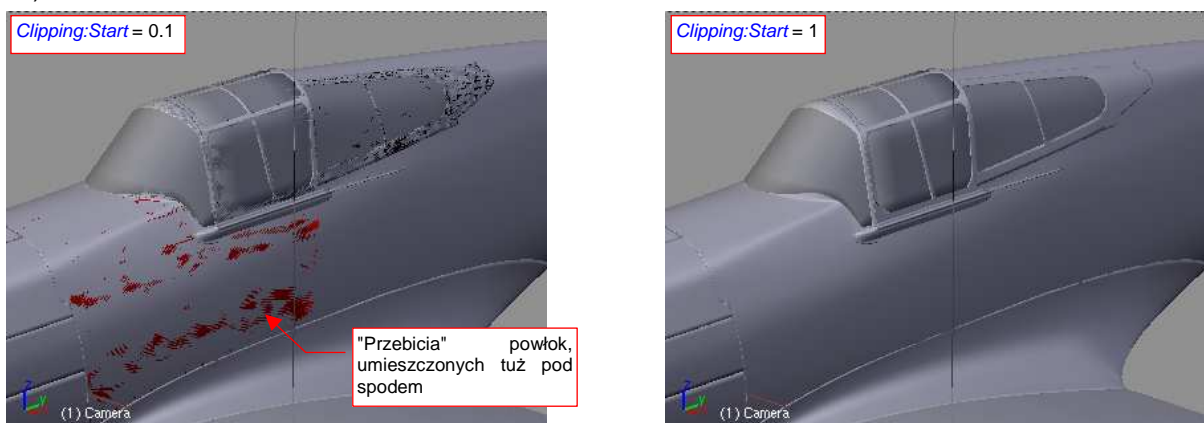
Rysunek 14.19.3 Kamera — efekt zmiany ogniskowej z 35mm do 70mm

Aby kamera nie "obciąła" zbyt odległej części modelu, wydłuż także jej zasięg. Chodzi o pola **Clipping Start/End**. Zmień pole **End** z domyślne 100 na 1000 jedn. Blendera, gdyż inaczej kamera może "obciąć" model (Rysunek 14.19.4):



Rysunek 14.19.4 "Obcięcie" modelu przez zbyt małą wartość **Clipping:End**

Warto także wydłużyć wartość **Clipping:Start** z domyślnego 0.1 do 1 jednostki, aby w widoku **3D View** blisko położone powłoki modelu nie generowały artefaktów "przebić" jednej powierzchni przez drugą (Rysunek 14.19.5):

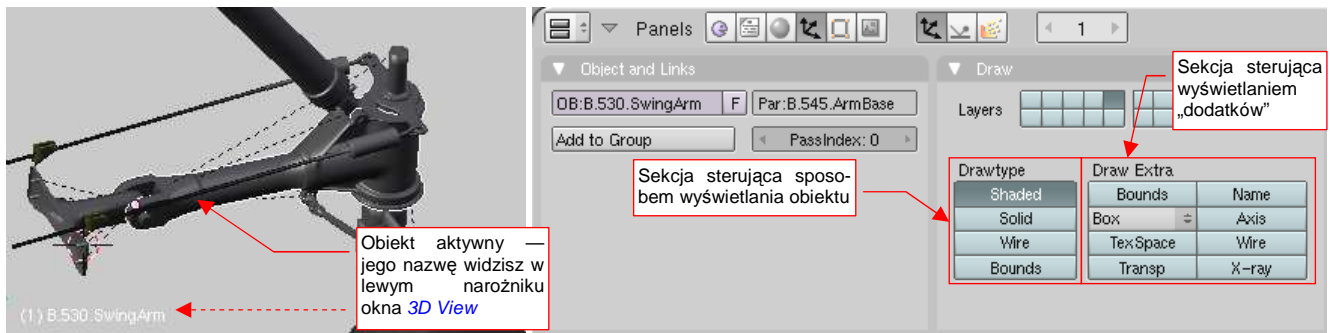


Rysunek 14.19.5 Artefakty na powierzchni modelu, powstałe przez zbyt małą wartość **Clipping:Start**

Co prawda, "przebić", które pokazuje Rysunek 14.19.5 nie pojawią się na ostatecznym renderze. Po co jednak mają nas drażnić podczas edycji obiektu!? Lepiej zmienić pole **Clipping:Start** i po kłopotcie!

14.20 Opcje wyświetlania obiektu

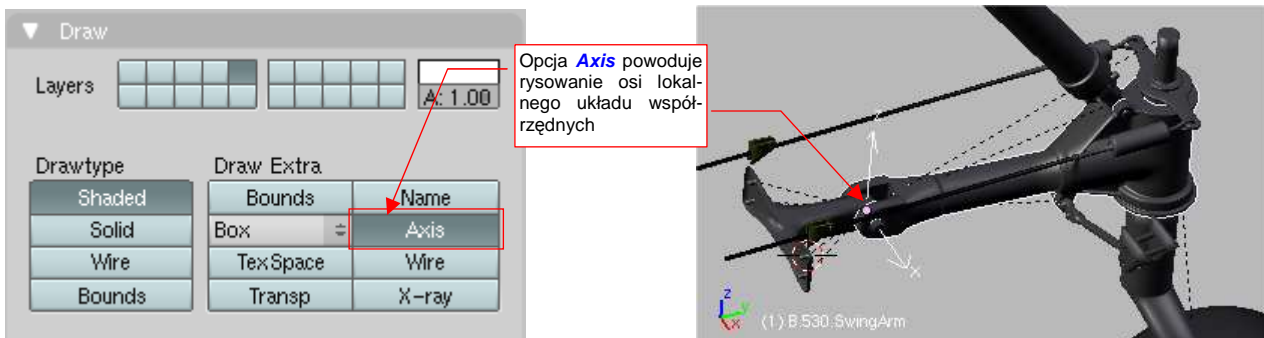
W panelu **Draw** zestawu **Object** (F7) znajdziesz opcje wyświetlania obiektu. Pamiętaj, że dotyczą zawsze obiektu aktywnego (Rysunek 14.20.1):



Rysunek 14.20.1 Panel **Draw** — opcje rysowania obiektu w oknie widoku.

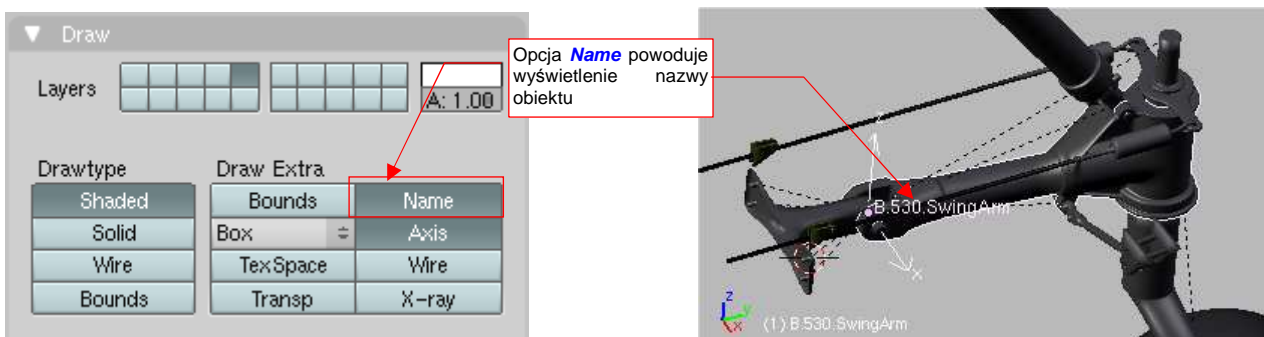
W opcjach **Drawtype** zazwyczaj nic nie musisz zmieniać — pozostaw sposób wyświetlania na **Shaded**. No, może czasami, można przełączyć wyświetlanie powierzchni szyb kabiny na **Wire**. (Dzięki temu także podczas modelowania będziesz „przez nie widzieć” wewnątrz kabiny).

Z kolei najczęściej wyświetlanym przez mnie elementem dodatkowym są osie lokalnego układu współrzędnych. Ich widocznością steruje opcja **Axis**, z sekcji **Draw Extra** (Rysunek 14.20.2):



Rysunek 14.20.2 Włączenie rysowania osi lokalnego układu współrzędnych (**Axis**).

Czasami, podczas pracy z ograniczeniami, przydaje się włączyć także wyświetlanie nazw obiektów. Służy do tego opcja **Name**, z tej samej sekcji (Rysunek 14.20.3):

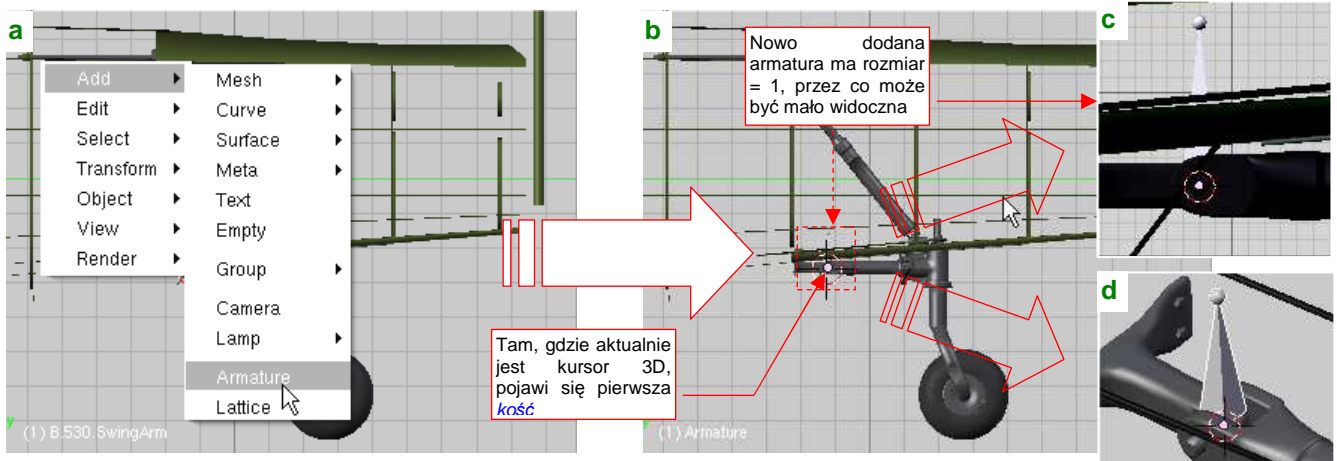


Rysunek 14.20.3 Włączenie rysowania nazwy obiektu (**Name**).

14.21 Dodanie armatury (*Armature*)

Aby „puścić w ruch” wykonany model, w grafice komputerowej używa się specjalnych szkieletów, nazywanych także armaturami (*Armature*). Skoro szkielet, to (jak skojarzyło się artystom), muszą być i kości. I tak się już utarło, że szkielety używane do animacji są złożone z „kości” (*Bones*). W tej sekcji pokażę ich zastosowanie na przykładzie animacji mechanizmu chowania kółka ogonowego (idea tego mechanizmu — zob. str. 421, Rysunek 7.1.1)

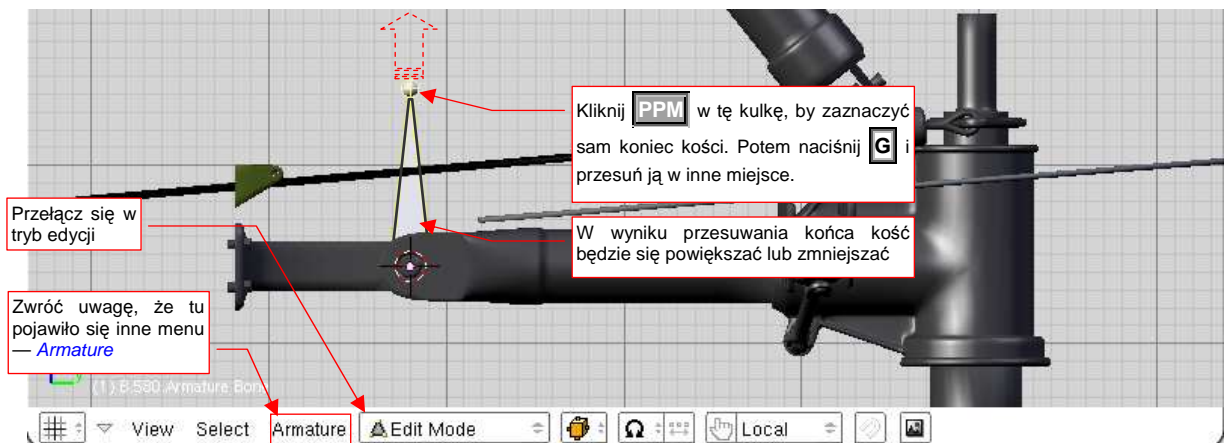
W Blenderze armaturę można dodać jak każdy inny obiekt: najpierw ustaw kursor 3D w miejscu, gdzie ma się znaleźć początek pierwszej kości. Potem wywołaj z menu **Add** polecenie *Armature* (Rysunek 14.21.1a):



Rysunek 14.21.1 Dodanie armatury

W pierwszym momencie po stworzeniu armatury, jeżeli pracujesz w mniejszym powiększeniu, możesz jej nie dostrzec (Rysunek 14.21.1b). To dlatego, że początkowo to jest jedna kość (skierowana do góry), o rozmiarze 1 jednostki (Rysunek 14.21.1c,d). Zdecydowanie odradzam zmianę skali armatury jako obiektu¹.

Zamiast tego, przełącz się w tryb edycji, i zacznij dopasowywać położenie i rozmiar kości do obiektu (Rysunek 14.21.2):

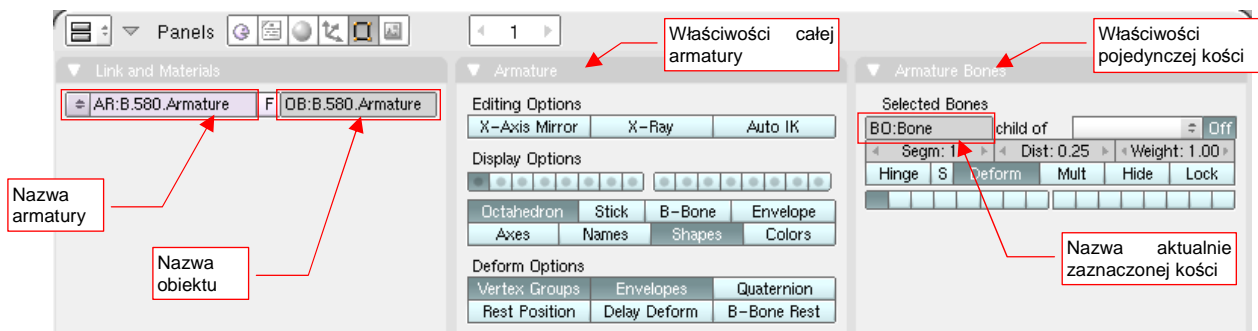


Rysunek 14.21.2 Powiększenie kości do odpowiednich rozmiarów

W trybie edycji armatury kość możesz zaznaczyć na dwa sposoby. Gdy klikniesz **PPM** w jej trzon — podświetli się cała, i możesz ją całą przesunąć w inne miejsce. Gdy klikniesz **PPM** w jej końcówkę — podświetli się tylko umieszczona na niej kula. W tym trybie przesuwasz sam koniec kości (początek pozostaje tam, gdzie jest).

¹ Gdy zmienisz skalę całej armatury, a potem przypiszesz do jej kości jakieś obiekty, to w trybie edycji zobaczysz je wszystkie odpowiednio pomniejszone. To może być trochę deprymujące (w *Object Mode* będą wszystkie wyglądały normalnie);

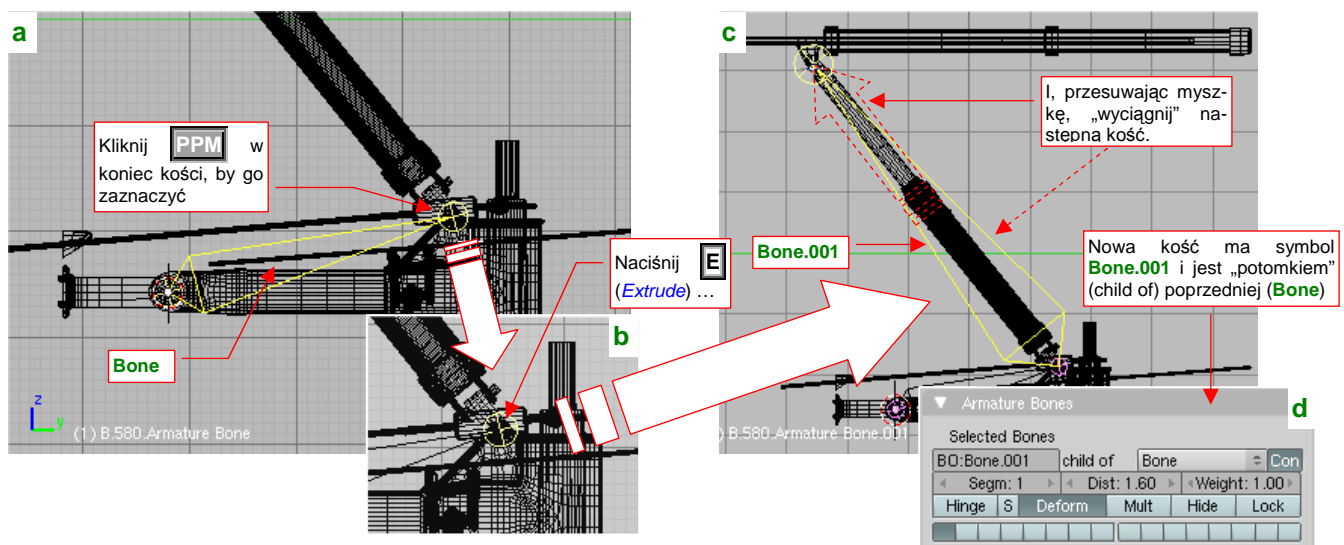
Gdy w oknie przycisków przełączysz się na zestaw *Editing* (**F9**), to zobaczysz dwie nowe panele: *Armature* (z ogólnymi ustawieniami aktualnej armatury) i *Armature Bones* — z ustawieniami aktualnie wybranej kości (Rysunek 14.21.3):



Rysunek 14.21.3 Właściwości obiektu *Armature* i jego kości (*Bone*)

Domyślnie pierwsza kość nosi nazwę **Bone**, a następne — **Bone.001**, **Bone.002**, itd. Oczywiście, można je nazwać inaczej, adekwatnie do konkretnej roli, którą pełnią (np. **ramię**, **przedramię** czy coś w tym stylu). Nazwy kości muszą być unikalne tylko w obrębie pojedynczej armatury. (W innej armaturze możesz użyć takich samych nazw). Tu także (Rysunek 14.21.3), w panelu *Link and Materials*, możesz nadać całej armaturze i obiektowi, do którego jest przypisana, odpowiednie nazwy (najlepiej takie same).

Aby dodać do armatury nową kość, która łączy się z poprzednią, należy użyć lokalnej odmiany operacji wytłaczania (*Extrude*). Kliknij najpierw **PPM** w koniec kości — punkt, w którym ma się zaczynać następna kość (Rysunek 14.21.4a):

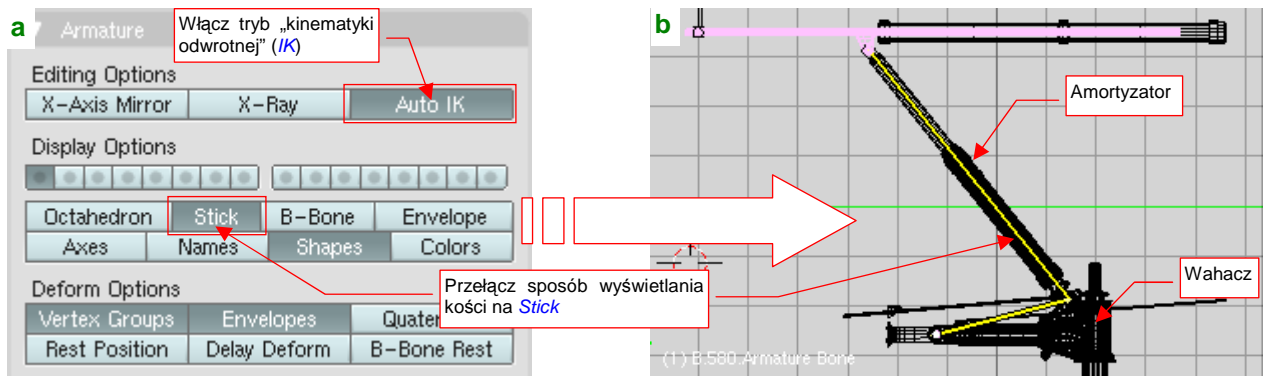


Rysunek 14.21.4 Wytłoczenie (*Extrude*) kolejnej kości

W odpowiedzi Blender powinien podświetlić samą końcówkę kości (Rysunek 14.21.4b). (Jeżeli zaznaczył całą — kliknij w **PPM** w to samo miejsce jeszcze raz. Cała kość i końcówka są wybierane naprzemiennie). Następnie naciśnij przycisk **E** (lub wybierz z menu *Armature*→*Extrude*). W tym momencie do armatury zostanie dodana nowa kość, której koniec możesz przesunąć myszką w odpowiednie miejsce (Rysunek 14.21.4c). Gdy klikniesz **LPM** — kość zostanie ostatecznie dodana. Gdybyś chciał z niej jednak zrezygnować — w trakcie przesuwania wystarczy nacisnąć **Esc**.

Nowa kość otrzymuje automatycznie taką samą nazwę, jak kość z której powstała, z dodaną numeryczną końcówką (np. z **Bone** wytłoczysz **Bone.001**, a z **Bone.001** — **Bone.002**). Blender przypisuje ją także do poprzedniej kości jako „rodzica” (zobacz pole *child of* na panelu *Armature Bones* — Rysunek 14.21.4d).

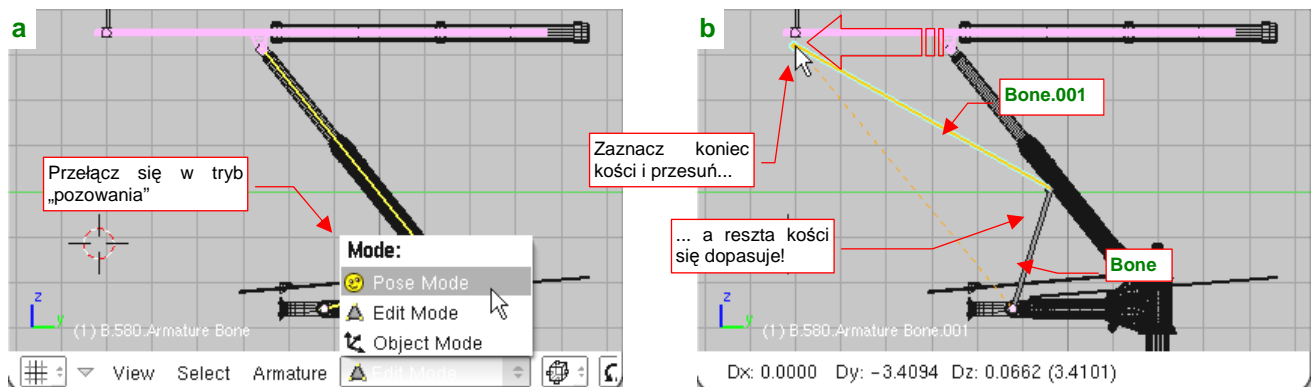
„Rozpięliśmy” już dwie kości, odpowiadające wahaczowi i amortyzatorowi kółka ogonowego. Inna sprawa, że są rysowane przez Blender jako dość duże ośmioboki (*Octahedron*). Na szczęście w panelu *Armature* masz do wyboru kilka innych sposobów reprezentacji kości. Przełącz się na przykład na „pręty” (*Stick* — Rysunek 14.21.5):



Rysunek 14.21.5 Dostosowanie ogólnych ustawień armatury

Przy okazji włącz w panelu *Armature* opcję *Auto IK* (Rysunek 14.21.5a). To spowoduje, że cały układ kości zacznie się zachowywać jak prawdziwy zespół powiązanych przegubami prętów¹.

Zobaczmy, jak to wygląda w działaniu. Przełącz się w specjalny tryb „pozowania” — *Pose Mode*. Wystarczy wybrać *Pose Mode* z listy trybów pracy w nagłówku okna widoku 3D (Rysunek 14.21.6a):



Rysunek 14.21.6 „Pozowanie” armatury

- Zawartość listy trybów pracy zależy od rodzaju aktywnego obiektu. Tryb *Pose Mode* pojawia się na niej tylko wtedy, gdy aktywnym obiektem jest jakaś armatura.

W trybie pozowania można eksperymentować, ustawiając armaturę na najróżniejsze sposoby. Gdy przełączysz się z powrotem w tryb edycji, wszystko powróci do pozycji początkowej (*Rest position*).

Spróbujmy poruszać naszą armaturą. W *Pose Mode* kliknij **PPM** w kość **Bone.001**, aby ją zaznaczyć (powinna się podświetlić na niebiesko). Następnie naciśnij **G** (*Pose* → *Transform* → *Grab*) i przesunij koniec zaznaczonej kości w nowe miejsce (Rysunek 14.21.6b). Czy widzisz? Obydwie kości poruszają się całkiem realistycznie, jak dwa połączone przegubowo segmenty.

¹ *IK* to skrót od angielskiego *inverse kinematics*. W języku polskim nosi nazwę „kinematyki odwrotnej” i pochodzi z automatyki/robotyki. Zazwyczaj chodziło o ramię robota, złożone z kilku ruchomych segmentów. „Zwykła” kinematyka pozwalała rozwiązać prostsze zagadnienie: „jeżeli pierwszy segment obrócimy o 30°, a drugi względem pierwszego o 20°, to gdzie się znajdzie koniec ramienia?”. Kinematyka odwrotna znajduje odpowiedź na pytanie postawione bardziej praktycznie: „o jaki kąt należy odwrócić każdy z segmentów, by koniec ramienia znalazł się tam, gdzie chcemy?”

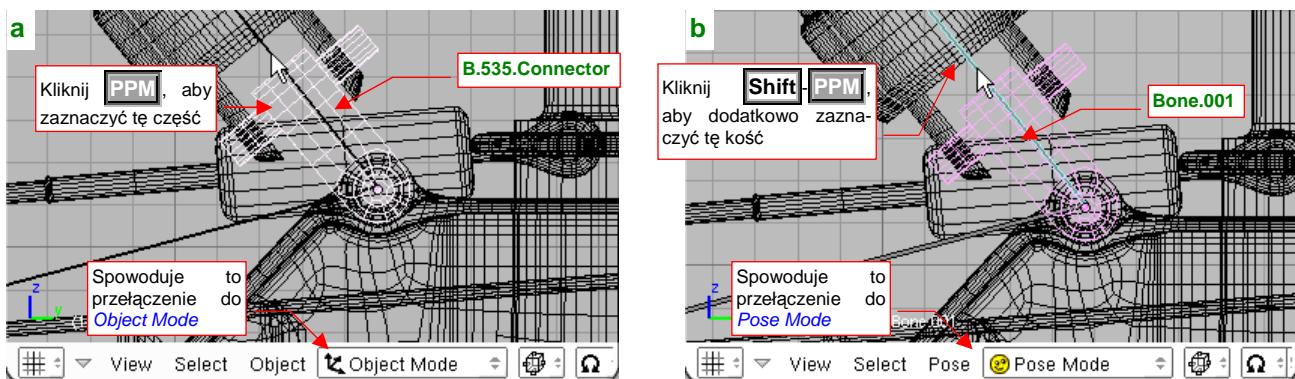
Teraz wystarczy przyłączyć do tych kości odpowiednie obiekty. Upewnij się, że jesteś w *Pose Mode*.

- Aby zaznaczyć obiekt i kość tak, jak to jest pokazane poniżej, musisz zacząć zaznaczanie w trybie *Pose Mode*. Inaczej nie uda Ci się wskazać konkretnej kości.

Jeżeli chodzi o amortyzator, to w hierarchii obiektów jego „rodzicem” powinien być niewielki **B.355.Connector**. Zaznacz go (**PPM**).

- Jeżeli w *Pose Mode*, mimo klikania **PPM**, Blender nie chce obiektu podświetlić, to oznacza to, że masz zaznaczoną jakąś kość. Wyłącz ją (klawisz **A** — *Select/Deselct All*) i spróbuj jeszcze raz.

Zwróć uwagę, że to zaznaczenie przełączyło tryb pracy w *Object Mode* (Rysunek 14.21.7a):

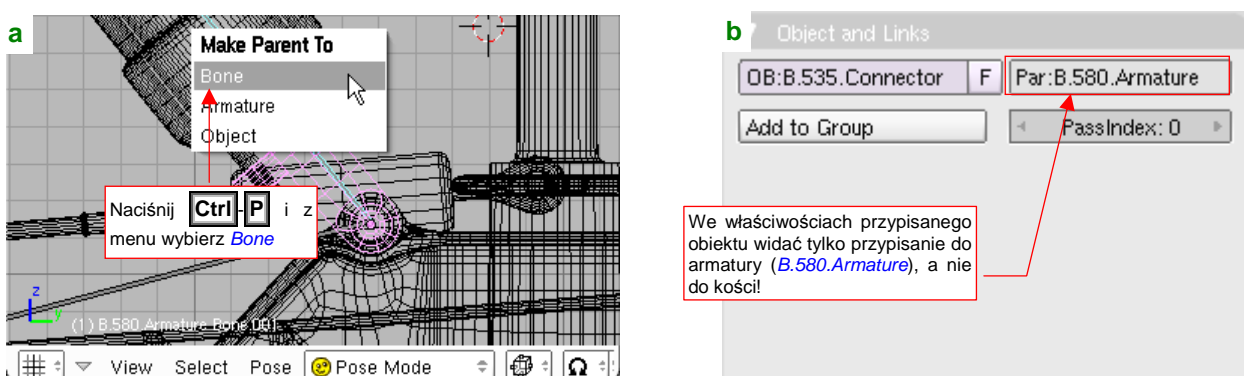


Rysunek 14.21.7 Zaznaczenie początku amortyzatora i kości (Bone.001)

Do złączki **B.535.Connector** powinny być hierarchicznie przypisane (relacją „parent - child”): cylinder (**B.540.Damper**) i tłok (**B.550.Piston**). W przypadku obiektów przyłączonych do kości, bardzo ważny jest środek. Najlepiej, aby się znajdował w tym samym miejscu, co początek kości. Zwróć uwagę, że właśnie tak jest zlokalizowany środek obiektu **B.535.Connector**.

Teraz dodaj do wybranych elementów odpowiednią kość — w tym przypadku to **Bone.001**. Kliknij w nią **PPM**, trzymając wciśnięty klawisz **Shift**. Spowoduje to przełączenie Blendera w *Pose Mode*. Powinieneś w tym momencie widzieć: obiekt, który chcesz przypisać do kości w kolorze bladnoróżowym („pozostałe zaznaczenie”) i kość w kolorze niebieskim (Rysunek 14.21.7b).

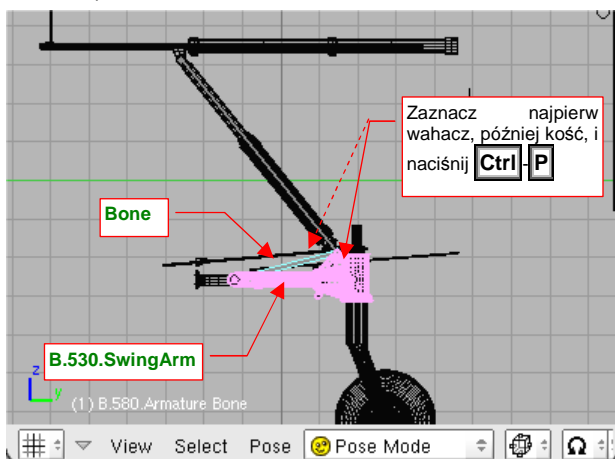
Gdy dla tak wskazanych obiektów naciśniesz **Ctrl-P**, pojawi się menu *Make Parent To*, z którego należy wybrać opcję *Bone* (Rysunek 14.21.8a):



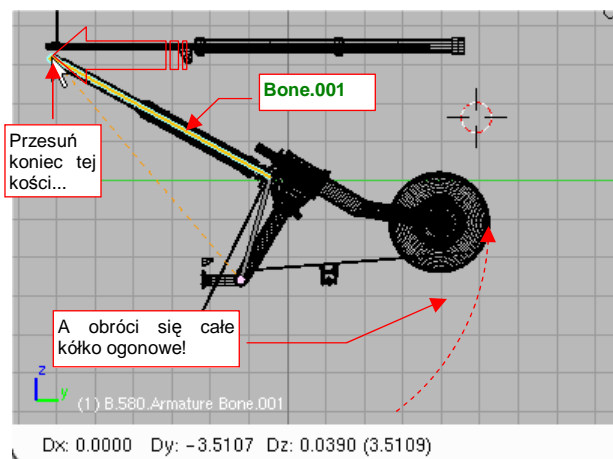
Rysunek 14.21.8 Przypisanie amortyzatora do kości (Bone.001)

To wszystko — złączka amortyzatora jest przypisana do kości (a wraz z nią — wszystkie jej obiekty „potomne”: cylinder i tłok, czyli cały amortyzator). Co prawda we właściwościach obiektu **B.535.Connector** wygląda, jak gdyby jego „rodzicem” była cała armatura (Rysunek 14.21.8b), ale to powiązanie jest bardziej wysublimowane.

W ten sam sposób zrób pierwszą kość armatury — **Bone** — rodzicem wahacza (**B.530.SwingArm**) (Rysunek 14.21.9):



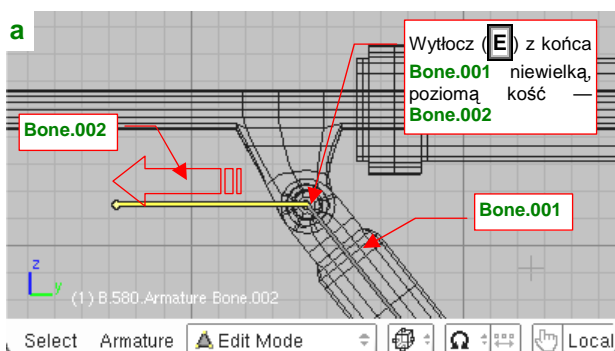
Rysunek 14.21.9 Przypisanie wahacza do kości **Bone**



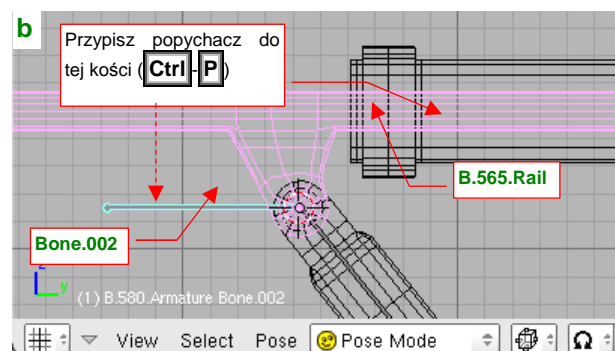
Rysunek 14.21.10 Rezultat — składające się kółko ogonowe

Zwróć uwagę, że środek wahacza znajduje się tam, gdzie początek kości **Bone** — w osi, do której wahacz jest przyczepiony. Teraz wystarczy w *Pose Mode* powtórnie przesunąć poziomo (**G**, **Y**) koniec kości amortyzatora (**Bone.001**) — i cały zespół kółka ogonowego składa się i rozkłada jak pierwowzór (Rysunek 14.21.10)!

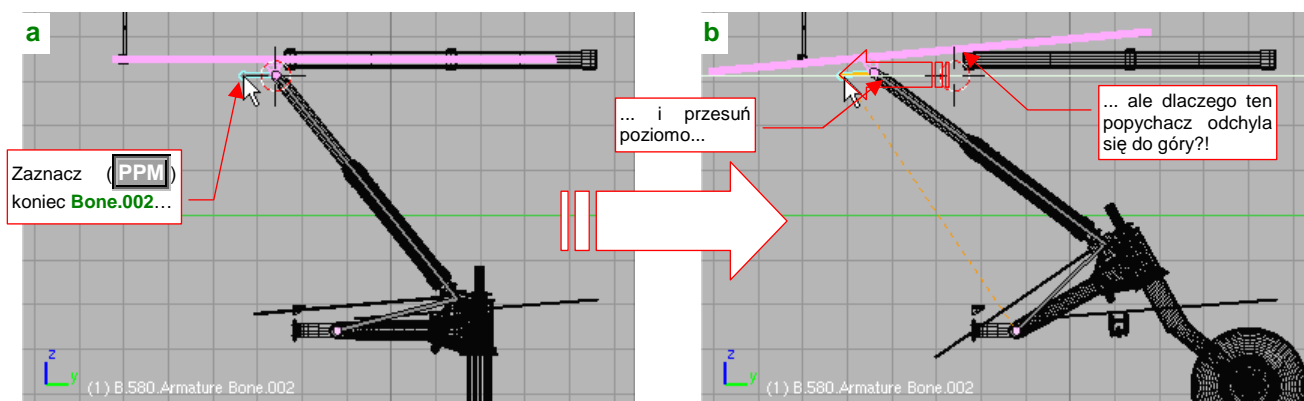
Skoro nam tak dobrze idzie, włączmy w ten mechanizm popychacz (**B.565.Rail**). W prawdziwym samolocie ten element przesunął koniec amortyzatora do tyłu i do przodu, wymuszając otwieranie i zamykanie podwozia. Wytłocz z końca **Bone.001** kolejną, poziomą kość (**Bone.002**) (Rysunek 14.21.11a):



Rysunek 14.21.11 Wytłoczenie trzeciej kości (**Bone.002**) i przypisanie jej do popychacza



Przypisz do kości **Bone.002** popychacz **B.565.Rail** (Rysunek 14.21.11b). Teraz wystarczy zaznaczyć tę ostatnią kość (Rysunek 14.21.12a) i przesunąć:

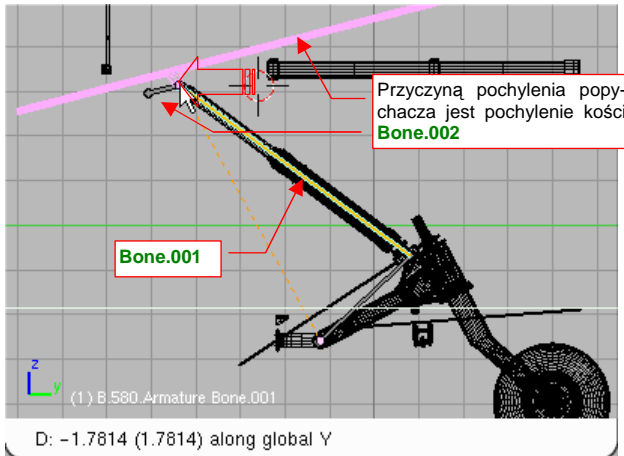


Rysunek 14.21.12 Niespodziany rezultat poziomego przesunięcia kości **Bone.002**

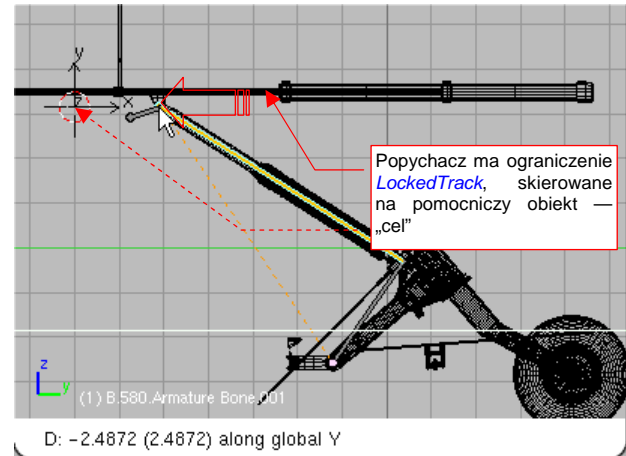
Ale zaraz, dlaczego w miarę, jak przesuwasz koniec **Bone.002** w lewo, cały popychacz coraz bardziej odchyła się do góry (Rysunek 14.21.12b)!!?

Jeżeli podczas przesuwania przyjrzyj się dokładniej zachowaniu kości **Bone.002**, zauważysz że w miarę oddalania się od „pozycji spoczynku” coraz bardziej odchyła się do dołu. A skoro kość się odchyła, to robi to także jej obiekt potomny — popychacz.

W takim razie, może jeżeli przesuwając będziemy koniec poprzedniej kości — amortyzatora (**Bone.001**) — to następna (**Bone.002**) podczas ruchu zachowa poziome położenie? Spróbujmy (Rysunek 14.21.13):



Rysunek 14.21.13 Podobny efekt dla kości **Bone.001**



Rysunek 14.21.14 Rozwiązanie problemu — dodanie do popychacza ograniczenia **Locked Track**.

Niestety, nic z tego. Pozostawiona „samej sobie” swobodna kość **Bone.003** odchyła się jeszcze bardziej niż poprzednio. Takie są, niestety, efekty działania kinematyki odwrotnej (*Auto IK*).

Ten problem można rozwiązać za pomocą ograniczenia:

- wstaw na linii ruchu środka popychacza (osi obrotu tłoka amortyzatora) pomocniczy, pusty obiekt (**Add→Empty** — szczegóły na str. 791). Ten obiekt będzie pełnić rolę „celu”;
- dodaj do popychacza ograniczenie **Locked Track** (szczegóły — zob. str. 823). W parametrach ograniczenia lokalna oś **Z** obiektu na śledzić umieszczony z przodu „cel”, a obrót może następować wyłącznie wokół lokalnej osi **X**;

Rysunek 14.21.14 przedstawia rezultat tego rozwiązania. Popychacz ignoruje, dzięki dodanemu ograniczeniu, poprzeczne obroty kości **Bone.002**. Gdy przesuwasz poziomo koniec kości **Bone.001**, cały zespół prawidłowo składa się i rozkłada.

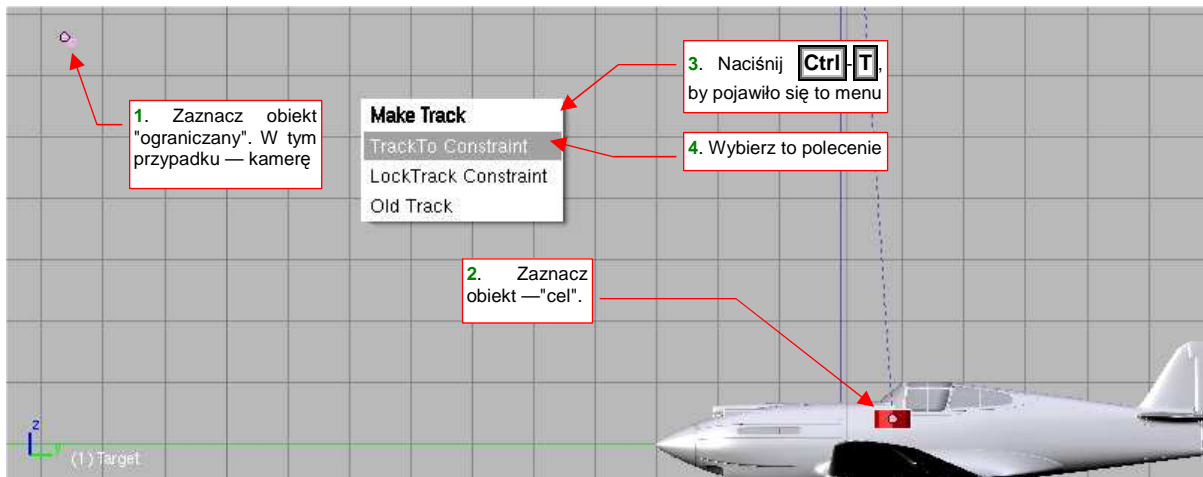
14.22 Przypisanie ograniczenia *Track To*

Obiekt z ograniczeniem *Track To* jest zawsze zorientowany w przestrzeni tak, by jego oś była skierowana na środek wskazanego celu (innego obiektu). Domyślnie w cel kierowana jest lokalna oś **Z**, ale oczywiście we właściwościach ograniczenia można wskazać inną (**X** lub **Y**).

Najszybsza metoda utworzenia ograniczenia *Track To* to:

- zaznaczenie obiektu/obiektów podlegających ograniczeniu;
- zaznaczenie obiektu - celu (to musi być ostatni zaznaczony — tzn. to musi być obiekt aktywny!);
- naciśnięcie skrótu **Ctrl-T** i wybranie z podręcznego menu polecenia *Track To Constraint*:

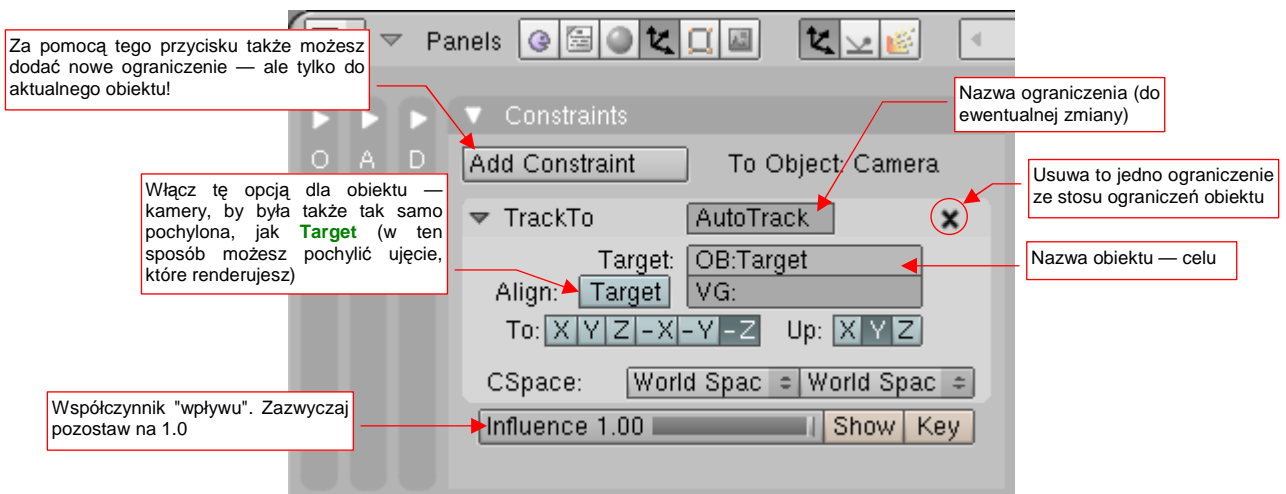
Rysunek 14.22.1 pokazuje, jak to zazwyczaj wygląda:



Rysunek 14.22.1 Dodanie ograniczenia *Track To* za pomocą skrótu *Make Track*

Bardziej ogólna metoda, pozwalająca dodać każde ograniczenie, polega na zaznaczeniu obiektów "ograniczanych" oraz "celu", i wywołaniu polecenia *Object→Constraints→Add Constraint...* (**Ctrl-Alt-C**). Lista rozwijalna, która się wówczas pojawi, zawiera wszystkie typy ograniczeń.

Właściwości ograniczenia *Track To* wybranego obiektu można zmienić w zestawie *Object* (**F8**), panelu *Constraints* (Rysunek 14.22.2):



Rysunek 14.22.2 Właściwości ograniczenia *Track To*

W przypadku tworzenia powiązania kamery z celem, nie zapomnij włączyć przełącznika *Target*.

- Najprostszą drogą do usunięcia ograniczenia **Track To** jest użycie skrótu **Alt-T**. W menu, które wówczas się pojawi, warto wybrać opcję **Clear Track and Keep Transform**. Po jej wybraniu obiekt/obiekty zostaną "uwolnione", ale nie zmienią swojego położenia ani orientacji w przestrzeni.

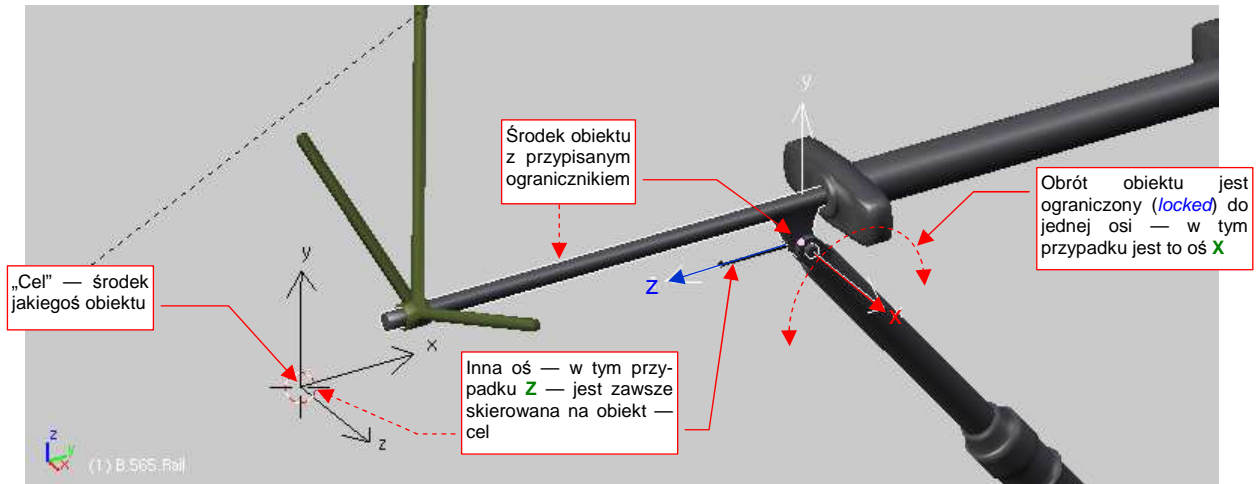
Innymi drogami do usunięcia ograniczenia są:

- wywołanie polecenia **Object→Constraints→Clear Constraints**;
- usunięcie pojedynczego ograniczenia ze stosu ograniczeń aktualnego obiektu (Rysunek 14.22.2).

Te metody nie gwarantują jednak zachowania aktualnej transformacji obiektu, jak to ma miejsce przy użyciu skrótu **Alt-T**.

14.23 Przypisanie ograniczenia *Locked Track*

Ograniczenie *Locked Track* działa podobnie do *Track To* (por. str. 814). Także tutaj obiekt obraca się zawsze tak, by wskazana w parametrach ograniczenia oś lokalnego układu współrzędnych była skierowana na środek wskazanego celu. Jednak w tym przypadku obiekt może się obracać tylko wokół jednej osi (Rysunek 14.23.1):

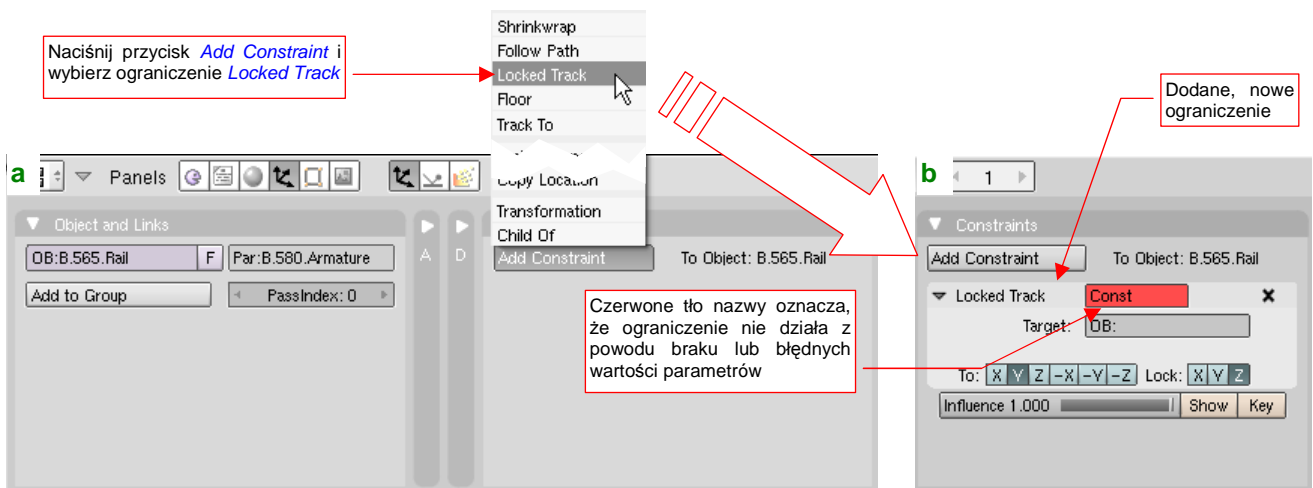


Rysunek 14.23.1 Zasada działania ograniczenia *Locked Track*.

Oznacza to, że wybrana oś może nie być dokładnie skierowana na cel, (bo np. cel jest przesunięty w bok, poza płaszczyznę obrotu). Tym niemniej obiekt z ograniczeniem *Locked Track* zawsze będzie się „starał wycelować” ją jak najlepiej — na tyle, na ile pozwala mu podana w parametrach oś obrotu.

- Ograniczenia typu *Locked Track* doskonale nadają się do modelowania mechanizmów. Prawie każdy element takich zespołów ma „jeden stopień swobody” — może się obracać wokół jednej osi.

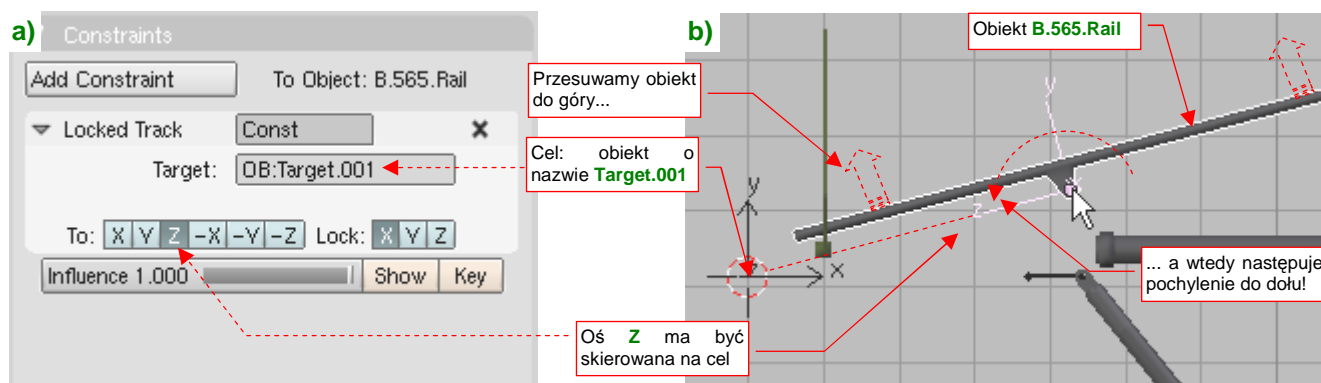
Aby dodać ograniczenie *Locked Track*, zaznacz odpowiedni obiekt, i w zestawie *Object Buttons*, panelu *Constraints*, naciśnij przycisk *Add Constraint* (Rysunek 14.23.2a):



Rysunek 14.23.2 Dodanie do obiektu ograniczenia *Locked Track*.

Z listy rozwijalnej, która się pojawi ponad przyciskiem, wybierz opcję *Locked Track*. Blender wstawi to ograniczenie na koniec listy („stosu”) ograniczeń przypisanych do obiektu. W pierwszej chwili pole *Locked Track* w panelu ograniczenia, (to z nazwą), jest czerwone (Rysunek 14.23.2b). To oznacza, że coś z parametrami tego ograniczenia jest nie tak. W tym przypadku w polu *Target* nie wpisaliśmy jeszcze nazwy obiektu — „celu”. Gdy to uzupełnimy, czerwony kolor zniknie z panelu.

Zróbmy to: wpisz w pole **Target** nazwę obiektu **Target.001** (którego używam wyłącznie w celach szkoleniowych). Oprócz tego na liście **To** zaznacz oś **Z**, a na **Lock** — **X** (Rysunek 14.23.3a):

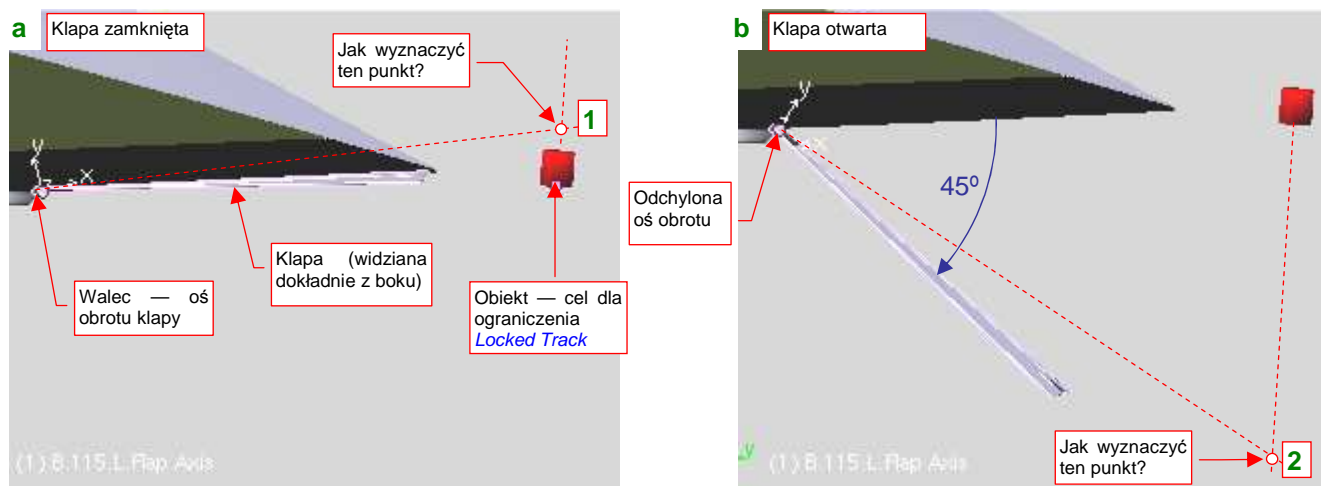


Rysunek 14.23.3 Przykład przypisania parametrów **Locked Track**.

Gdy teraz spróbujesz przesunąć ograniczony obiekt do góry — zobaczysz że zacznie się obracać tak, by jego oś **Z** nadal „celowała” w środek obiektu **Target.001** (Rysunek 14.23.3b). Gdybyś zaczął przesunąć ten obiekt **B.565.Rail** wzdłuż lokalnej osi **X**, nie spowodowałoby to żadnego dodatkowego obrotu (tym właśnie się różni to ograniczenie od ograniczenia **Track To**).

Ograniczenie **Locked Track** doskonale się nadaje do sterowania ruchem sterów, lotek lub klap samolotu. Zazwyczaj przypisuje się je do ich osi obrotu (zamodelowanych jako oddzielny obiekt — por. str. 133). Często jednak te osie nie są ustawione równoległe do globalnego układu współrzędnych. (Tak bywa, gdyż w czasie formowania samolotu nie zawsze byłes w stanie o to odpowiednio zadbać). Pojawia się wówczas problem: jak umieścić obiekt — „cel” ograniczenia **Locked Track** we właściwym położeniu?

Przykładem takiego problemu jest kłapa skrzydła, którą pokazuje Rysunek 14.23.4:

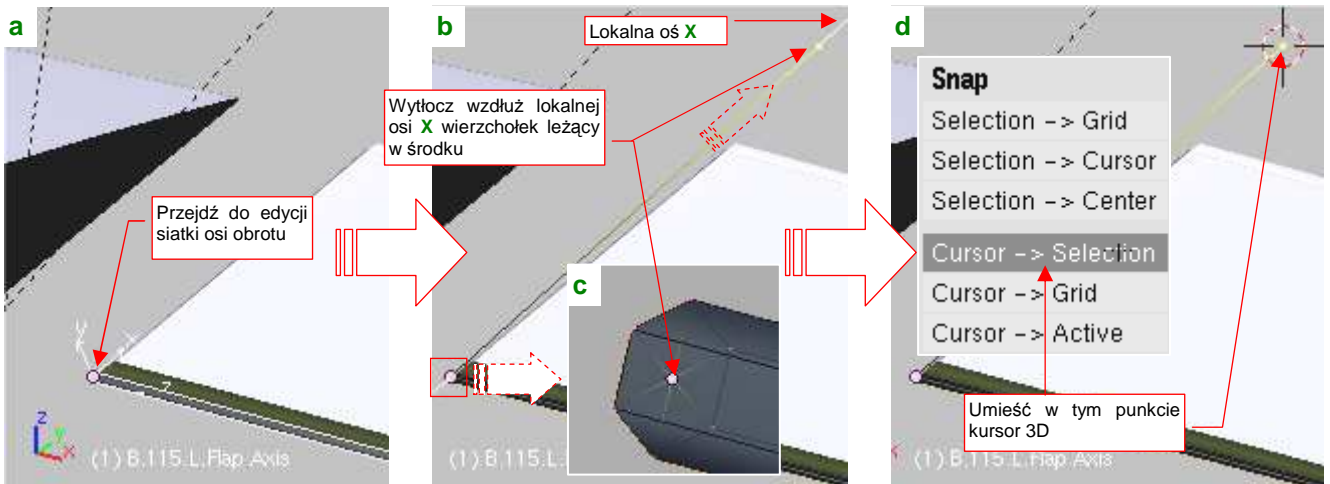


Rysunek 14.23.4 Problem: określenie dokładnego położenia „celu” ograniczenia **Locked Track**

Kłapa to z grubsza prostokątny fragment powierzchni. Jest przymocowana (relacją **Parent**) do długiego walca, imitującego jej zawiasy (por. str. 259). Kłapę należy „zmechanizować”: przypiszemy osi **X** zawiasów ograniczenie **Locked Track**, śledzące specjalnie w tym celu przygotowany obiekt — „cel” (Rysunek 14.23.4a). Obrót będzie się odbywał wokół lokalnej osi **Z**. Dzięki temu użytkownik będzie mógł sterować kłapą za pomocą łatwo dostępnego uchwytu („celu”), a nie ukrytej głęboko osi, którą trudno jest wskazać myszką.

Niestety, lokalna oś **X** zawiasów kłapy jest pochylona w stosunku do globalnego układu współrzędnych, w którym umieściliśmy obiekt — „cel”. Jak ustawić ten „uchwyt” dokładnie w punkcie **1** (Rysunek 14.23.4a), aby po włączeniu ograniczenia zamknięta kłapa się nie „poruszyła”? Jak wyznaczyć drugie położenie „uchwytu”, odpowiadające całkowicie wychylonej (w tym przypadku — o kąt 45°) kłapie (punkt **2**, Rysunek 14.23.4b)?

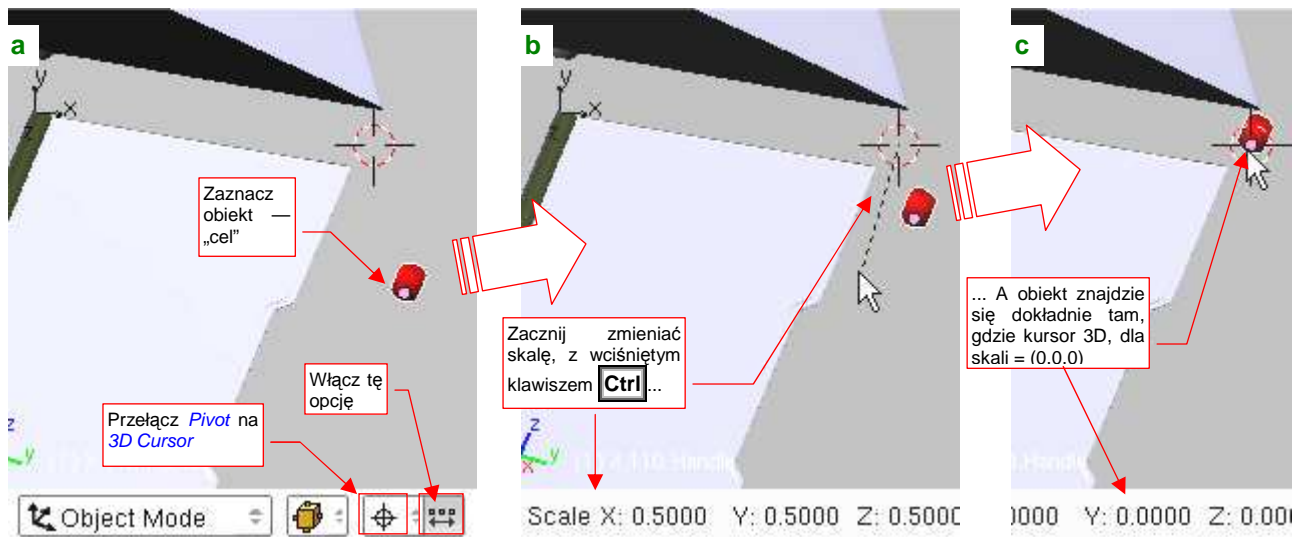
Aby wyznaczyć górne położenie „celu”, przejdź do edycji siatki zawiasów (Rysunek 14.23.5a):



Rysunek 14.23.5 Umieszczenie kursora 3D w górnym położeniu „celu”

W tym przypadku tak się szczęśliwie składa, że siatka ma wierzchołek w tym samym punkcie, co środek (punkt odniesienia) tego obiektu (Rysunek 14.23.5c). Zaznacz go, i wytłocz z niego nową krawędź wzdłuż lokalnej osi X (**E**, **X**, **X**). Odsuń jej koniec na jakąś większą odległość (Rysunek 14.23.5b). Powinna być na tyle duża, by końcowy wierzchołek znalazł się znacznie poza powierzchnią płata. Potem wystarczy wywołać polecenie, które umieści w tym punkcie kursor 3D: **Shift-S** (**Snap**), **Cursor**→**Selection** (Rysunek 14.23.5d).

Umieściliśmy już w odpowiednim miejscu „punkt zaczepienia” — kursor 3D. Mógłbyś teraz odczytać jego współrzędne i wpisać je jako nowe położenie uchwytu. Znam jednak prostszą metodę, nie wymagającą przepisowywania, które zajmuje czas i podczas którego można się pomylić. To przesuwanie obiektów za pomocą zmiany skali (Rysunek 14.23.6):

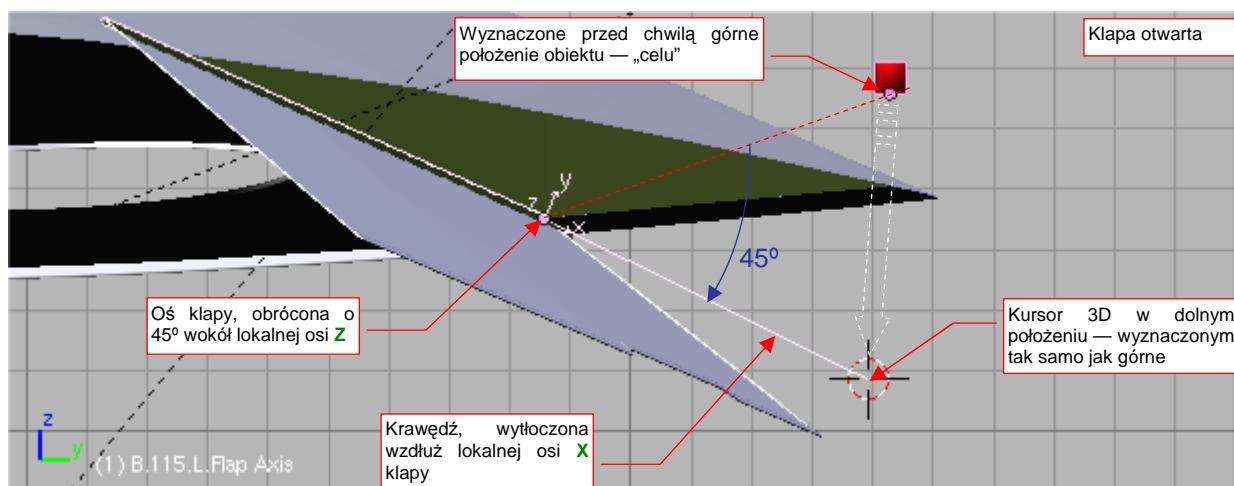


Rysunek 14.23.6 Umieszczenie środka obiektu — „celu” w punkcie wyznaczonym przez kursor 3D

Zaznacz obiekt, który ma być umieszczony tam, gdzie znajduje się kursor 3D. Następnie przełącz **Pivot** w tryb **3D Cursor** i włącz przełącznik **Move object centers only**, umieszczony obok (Rysunek 14.23.6a). (Jego włączenie powoduje, że zmiana skali i obrót stosuje się nie do całego obiektu, a tylko do jego środka). Potem naciśnij **S** (**Scale**), i trzymając wciśnięty klawisz **Ctrl** przesunij kursor myszki tak, by znalazł się ponad kursorem 3D. Nasz obiekt („uchwyt”) podąży w tym samym kierunku, a gdy skala transformacji osiągnie (0,0,0) — jego środek znajdzie się w docelowym miejscu (Rysunek 14.23.6a,b). Zatwierdź tę transformację.

- Po operacji nie zapomnij tylko o wyłączeniu przełącznika **Move object centers only**, bo inaczej nie będziesz mógł obrócić żadnego obiektu!

W analogiczny sposób możesz także określić drugie położenie „uchwyty”, odpowiadające klapie całkowicie otwartej (Rysunek 14.23.7):



Rysunek 14.23.7 Wyznaczenie dolnego położenia obiektu — „celu”

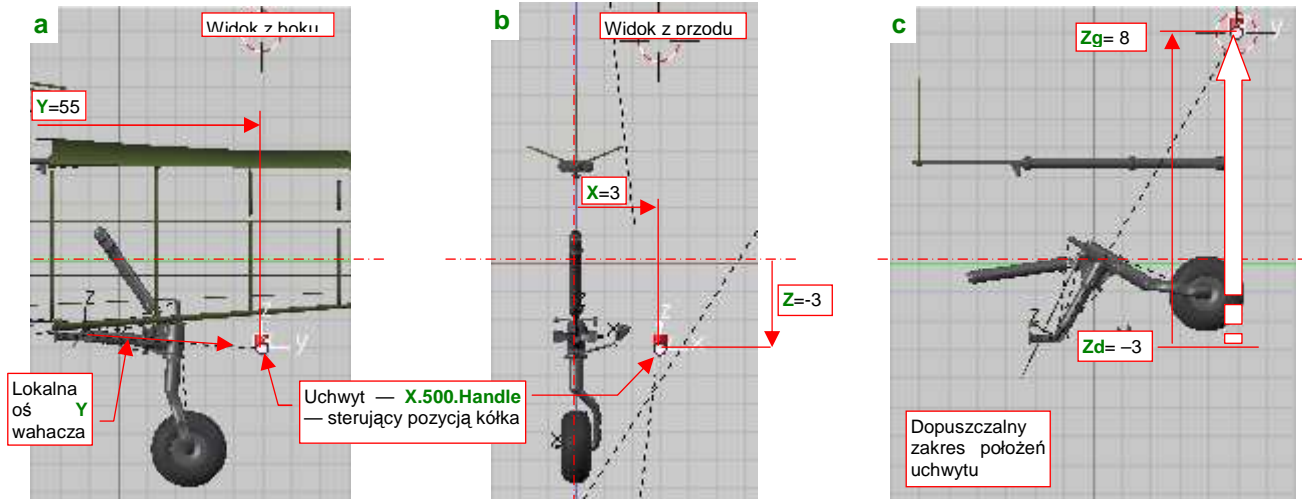
Wystarczy:

- obrócić oś (zawiasy) o odpowiedni kąt (tutaj: 45°);
- przejść do edycji siatki zawiasów;
- ponownie zaznaczyć nasz „roboczy” wierzchołek i umieścić na nim kursor 3D;
- zakończyć edycję siatki zawiasów;
- przesunąć „uchwyt” do kursora 3D;

Na koniec usuń, oczywiście, z siatki zawiasów wytłoczony podczas tej operacji wierzchołek!

14.24 Przepisanie ograniczenia *Limit Location*

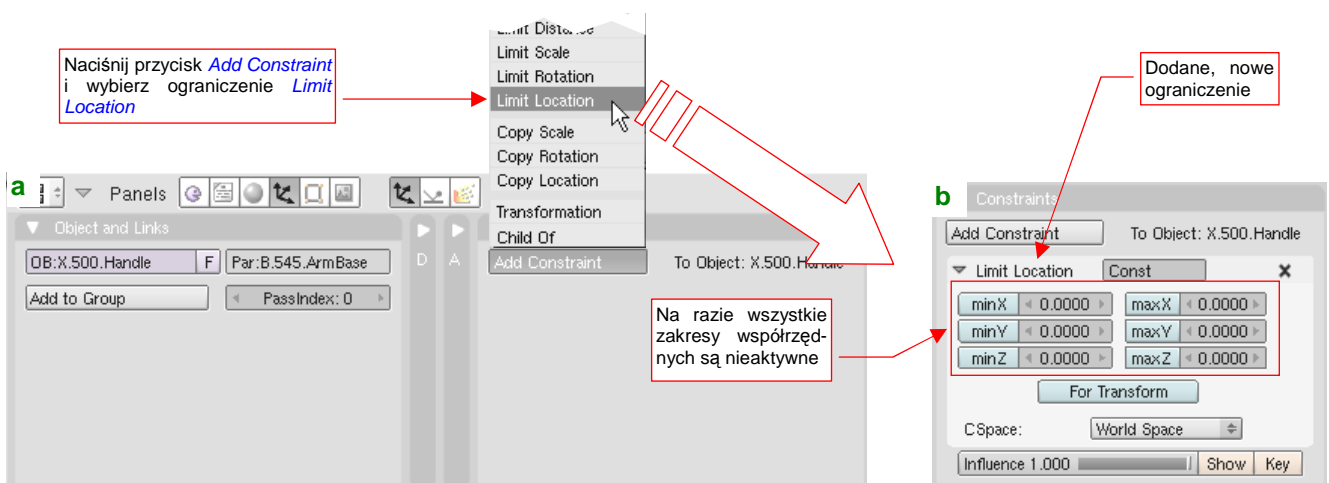
Aby części naszego modelu nie mogły się poruszać po całej scenie, tylko same „pilnowały” swoich właściwych położeń, można zastosować ograniczenie *Limit Location*. Oczywiście, opłaca się go użyć tylko dla kluczowych elementów. Na przykład — dla uchwytu odpowiedzialnego za chowanie i wysuwanie podwozia (Rysunek 14.24.1):



Rysunek 14.24.1 Położenie i dopuszczalny zakres ruchu „uchwytu”, sterującego pozycją kółka ogonowego.

O pozycji podwozia decyduje uchwyt **X.500.Handle**, którego środek jest śledzony przez lokalną oś **Y** wahacza (Rysunek 14.24.1a). (Ten efekt jest uzyskany pomocą ograniczenia *Locked Track* — por. str. 823). Gdy podwozie jest całkowicie otwarte, uchwyt znajduje się w punkcie **X=3, Y=55, Z=-3** (Rysunek 14.24.1a,b). Na razie uchwyt można omyłkowo przesunąć w każdą stronę, bez żadnych ograniczeń. Użytkownik może się więc pomylić, i ustawić podwozie w nienaturalnej pozycji. Ograniczymy to, pozwalając uchwytowi **X.500.Handle** przesunąć się wzdłuż osi **Z**, w zakresie od -3 (podwozie wysunięte) do +8 (podwozie schowane) (Rysunek 14.24.1c).

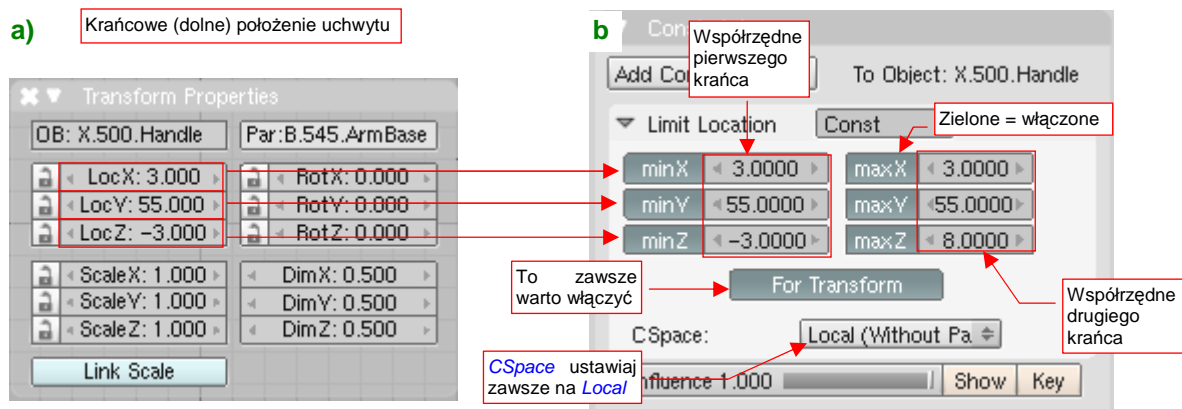
Aby dodać ograniczenie *Limit Location*, zaznacz obiekt (uchwyt), i w zestawie *Object Buttons*, panelu *Constraints*, naciśnij przycisk *Add Constraint* (Rysunek 14.24.2a):



Rysunek 14.24.2 Dodanie do obiektu ograniczenia *Limit Location*.

Z listy rozwijalnej, która się pojawi ponad przyciskiem, wybierz opcję *Limit Location*. Blender wstawi to ograniczenie na koniec listy („stosu”) ograniczeń przypisanych do obiektu. W pierwszej chwili wszystkie pola *min#* i *max#* są wyłączone (Rysunek 14.24.2b) — oznacza to, że nie obowiązuje jeszcze żadne z nich (tzn. ograniczenie nie jest aktywne).

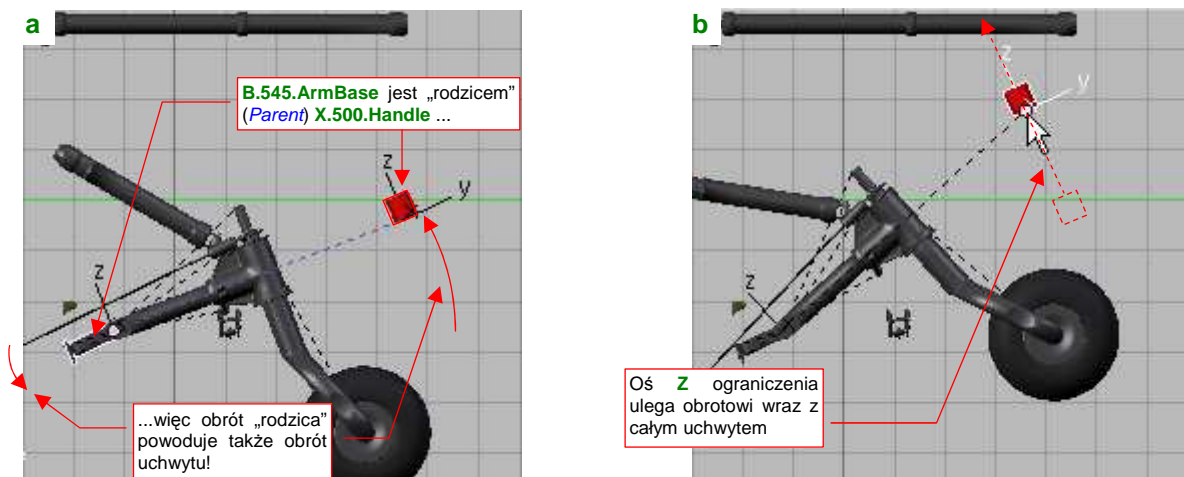
Zacznij od przepisania w pola **minX**, **maxX**, **minY**, **maxY**, **minZ**, **maxZ** aktualnych współrzędnych uchwytu, np. z okna **Transform Properties** (N) (Rysunek 14.24.3):



Rysunek 14.24.3 Przykład ustawienia parametrów ograniczenia **Limit Location**.

Gdy je przepiszesz, możesz kliknąć **LPM** w te przełączniki, by zmienić ich kolor na zielony (tj. włączyć ograniczenia) (Rysunek 14.24.3b). W pole **maxZ** wpisz wartość dopuszczalnego, górnego położenia uchwytu. Poza tym — warto jeszcze włączyć opcję **For Transform**. (Jeżeli tego nie zrobisz, po ewentualnym zdjęciu ograniczeń pozycja obiektu może Cię zaskoczyć). Przełącz także układ współrzędnych (**CSpace**), w którym obliczane są ograniczenia na **Local (Without Parent)**. Dlaczego właśnie ten? Także po to, by uniknąć niespodzianek. W przyszłości, podczas kompozycji sceny, możesz chcieć przechylić lub przesunąć model. Uchwytu powinny być wkomponowane w hierarchię jego zespołów, i podążać za ruchem całego samolotu. Przełączenie ich ograniczeń na lokalny układ współrzędnych to właśnie zapewnienie.

Na przykład **X.500.Handle** jest przypisany do nieruchomego okucia wahacza: **B.545.ArmBase** (Rysunek 14.24.4a):

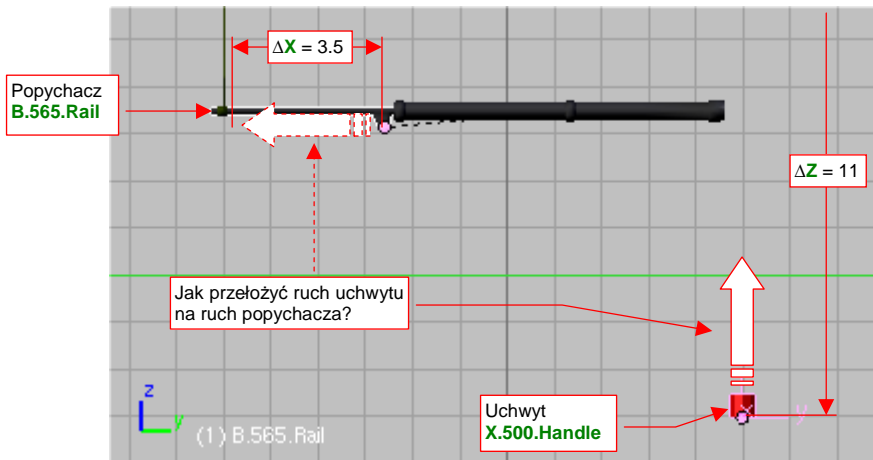


Rysunek 14.24.4 Rezultat wyboru dla **Limit Location** lokalnego układu współrzędnych (**Local**).

Gdy pochyłisz to okucie (tak jak mógłbyś pochylić cały samolot, np. aby wyglądał jak podczas nurkowania), pochyli się odpowiednio także „sztywno” powiązany z nim uchwyt (Rysunek 14.24.4a). Gdybyś w ograniczeniu **Limit Location** pozostawił jako **CSpace** domyślny układ współrzędnych **World Space**, to ograniczenie działałoby dalej pionowo, i podwozie „samo” zaczęłoby Ci się podczas obrotu okucia przesunąć. (Taki problem miałem we wcześniejszych wersjach Blendera — do 2.44 — w których **Limit Location** było zawsze obliczane w **World Space**). Na szczęście przełączenie **CSpace** na **Local** powoduje, że osie ograniczenia są „przymocowane” do lokalnego układu współrzędnych uchwytu. Dzięki temu ich położenie względem reszty modelu nie ulega zmianie (Rysunek 14.24.4b) i w czasie animacji samolotu nie jesteś narażony na takie zaskoczenia, jak samoczynne otwieranie się podwozia.

14.25 Przypisanie ograniczenia *Transform*

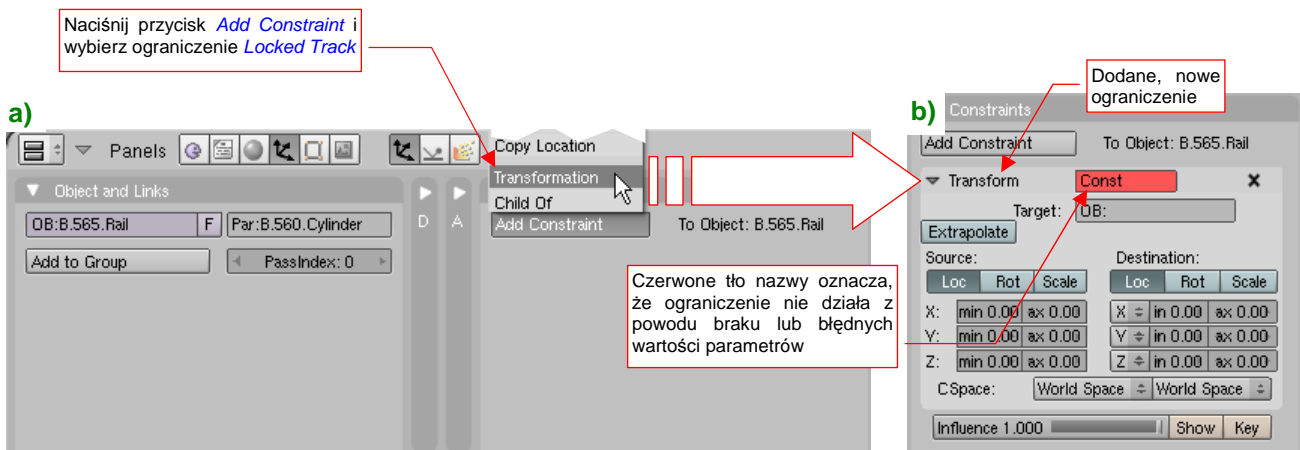
Ograniczenie *Transform* można traktować jako rodzaj „uniwersalnej przekładni”. Pokażę je na przykładzie przełożenia ruchu pionowego uchwyty (X.500.Handle) na poziome przesunięcie popychacza (B.565.Rail) (Rysunek 14.25.1):



Rysunek 14.25.1 Przykład typowego zagadnienia dla ograniczenia *Transform*.

Gdy użytkownik przesuwa uchwyt do góry, popychacz powinien przesuwać się w lewo, przy czym każdy z nich ma inną prędkość ruchu. W czasie gdy uchwyt X.500.Handle przesunie się o 11 jednostek, popychacz B.565.Rail ma przebyć tylko 3.5 (Rysunek 14.25.1). Aby uzyskać ten efekt, przypiszemy do popychacza ograniczenie *Transform*.

Aby dodać ograniczenie *Transformation*, zaznacz obiekt (uchwyt), i w zestawie *Object Buttons*, panelu *Constraints*, naciśnij przycisk *Add Constraint* (Rysunek 14.25.2a):

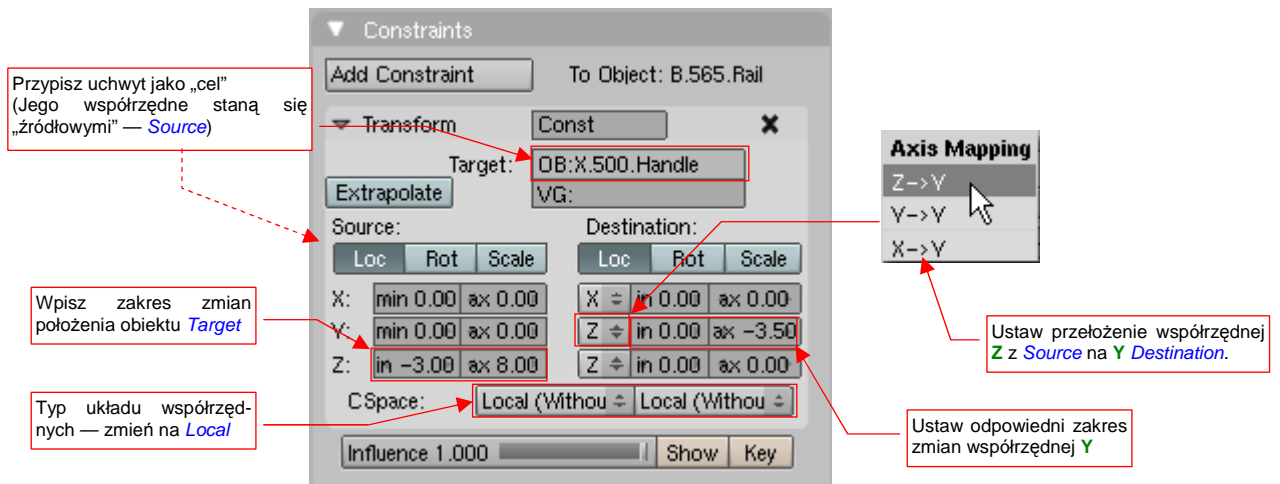


Rysunek 14.25.2 Dodanie do obiektu ograniczenia *Transformation*.

Z listy rozwijalnej, która się pojawi ponad przyciskiem, wybierz opcję *Transformation*. Blender wstawi to ograniczenie na koniec listy („stosu”) ograniczeń przypisanych do obiektu. W pierwszej chwili pole *Transform* w panelu ograniczenia, (to z nazwą), jest czerwone (Rysunek 14.23.2b). To oznacza, że coś z parametrami tego ograniczenia jest nie tak. W tym przypadku w polu *Target* nie wpisaliśmy jeszcze nazwy obiektu — „celu”. Gdy to uzupełnimy, czerwony kolor zniknie z panelu.

Zwróć uwagę, że domyślnie włączone jest przełożenie położenia (*Loc*) obiektu — „celu” (*Source*) na położenie (*Loc*) obiektu *Destination* (obektu, do którego jest przypisane ograniczenie). Możliwe są jednak i inne przełożenia — np. obrotu (*Rot*) na położenie (*Loc*), skali (*Scale*) na obrót (*Rot*), itp. Wszystko zależy wyłącznie od tego, jaką kombinację tych opcji zaznaczysz.

Ustawienia transformacji dla popychacza **B.565.Rail** przedstawia Rysunek 14.25.3:



Rysunek 14.25.3 Przykład ustawienia parametrów ograniczenia *Transform*.

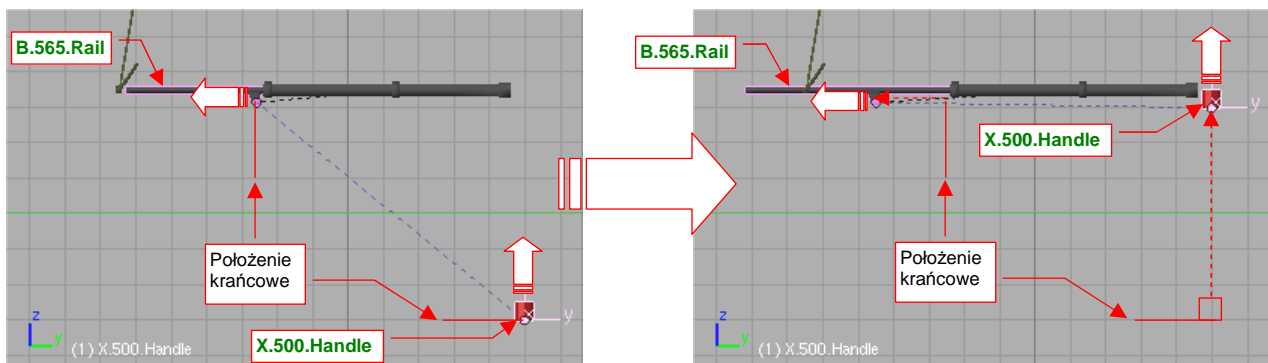
W pole *Target* wpisałem nazwę uchwytu — **X.500.Handle**. W zespole *Source* pozostawiłem śledzenie położenia (*Loc*), i wpisałem pełen zakres dopuszczalnych ruchów uchwytu (**Z**: *min* = -3.00, *max* = 8.00). Ten ruch przekładam na zmianę współrzędnej **Y** popychacza. Dlatego w zespole *Destination* wybrałem dla współrzędnej **Y** z listy rozwijalnej *Axis Mapping* kombinację **Z→Y** (Rysunek 14.25.3). W towarzyszące jej pole *min* pozostawiłem 0.00, a w pole *max* wpisałem wartość mniejszą: -3.50. W ten sposób zapewniłem popychaczowi ruch z prawej na lewo. Oczywiście, zmieniłem także typ obydwu (*Source* i *Destination*) układów współrzędnych na *Local*, by to ograniczenie było niezależne od orientacji modelu w przestrzeni (por. str. 828).

Ustawienia, które pokazuje Rysunek 14.25.3, przekazują Blenderowi prostą zależność:

- dla położenia uchwytu pomiędzy **Z** = -3.00 ... +8.00 współrzędna **Y** popychacza ma się proporcjonalnie zmniejszać, o wartości od 0.00 do -3.50;

Wartości przesunięcia dla położenia pośrednich są zawsze wyliczane proporcjonalnie (gdy uchwyt jest „w połowie drogi” — **Z** = +2.50 — to popychacz także jest już przesunięty o połowę dystansu: **Y** = -1.75)

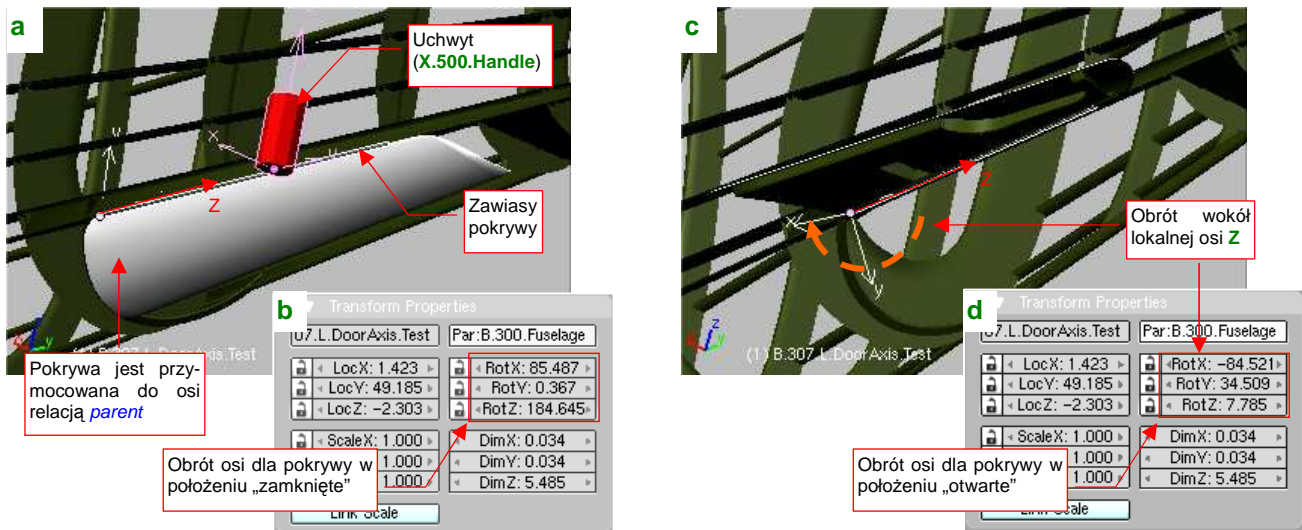
Rysunek 14.25.4 przedstawia rezultat działania ograniczenia *Transform* — ruch popychacza **B.565.Rail** wymuszony przez przesunięcie uchwytu **X.500.Handle**:



Rysunek 14.25.4 Działanie ograniczenia *Transform*.

Proporcjonalny sposób działania ograniczenia *Transform* powoduje, że nie nadaje się do „przełożenia” bardziej złożonych ruchów, np. równoczesnego obrotu względem wszystkich trzech osi. Mimo pozorów, taki ruch może wystąpić dość często — chociażby podczas obrotu wokół jednej z osi lokalnych, gdy obiekt jest obrócony względem swojego „rodzica”.

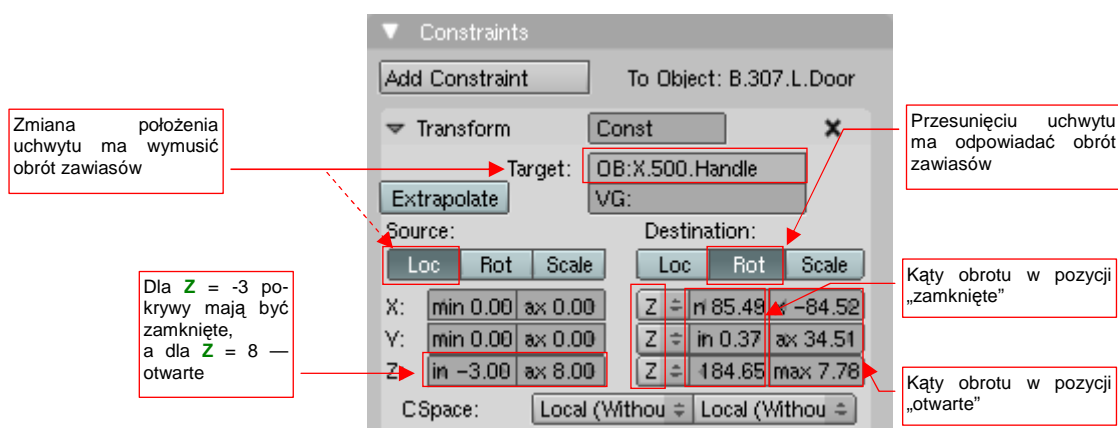
Dla przykładu, spróbujmy przełożyć za pomocą ograniczenia *Transform* przesunięcie uchwytu na obrót pokrywy podwozia (Rysunek 14.25.5):



Rysunek 14.25.5 Ruch złożony: obrót (osi) pokrywy podwozia wokół lokalnej osi Z.

Zawiasy pokrywy, które należy obrócić, to zwykle cylindry, wyciągnięte do odpowiedniego rozmiaru wzdłuż lokalnych osi Z (Rysunek 14.25.5a). Ich „rodzicem” jest kadłub. Są względem niego obrócone — wokół wszystkich trzech osi (por. okno *Transformation Properties* — Rysunek 14.25.5b). Do zawiasów jest „przymocowana” (relacją *Parent*) sama pokrywa. Aby ją otworzyć, należy obrócić zawias wokół lokalnej osi Z (Rysunek 14.25.5c). Porównaj jednak w oknie *Transformation Properties* obroty wokół osi X, Y, Z przed i po tej transformacji (por. Rysunek 14.25.5b z Rysunek 14.25.5d). Zauważ, że każdy z nich uległ zmianie: *RotX* (z 85.487 na -84.521), *RotY* (z 0.367 na 34.509), *RotZ* (z 184.645 na 7.785). (W oknie *Transform Properties* podawane są obroty względem osi „rodzica”).

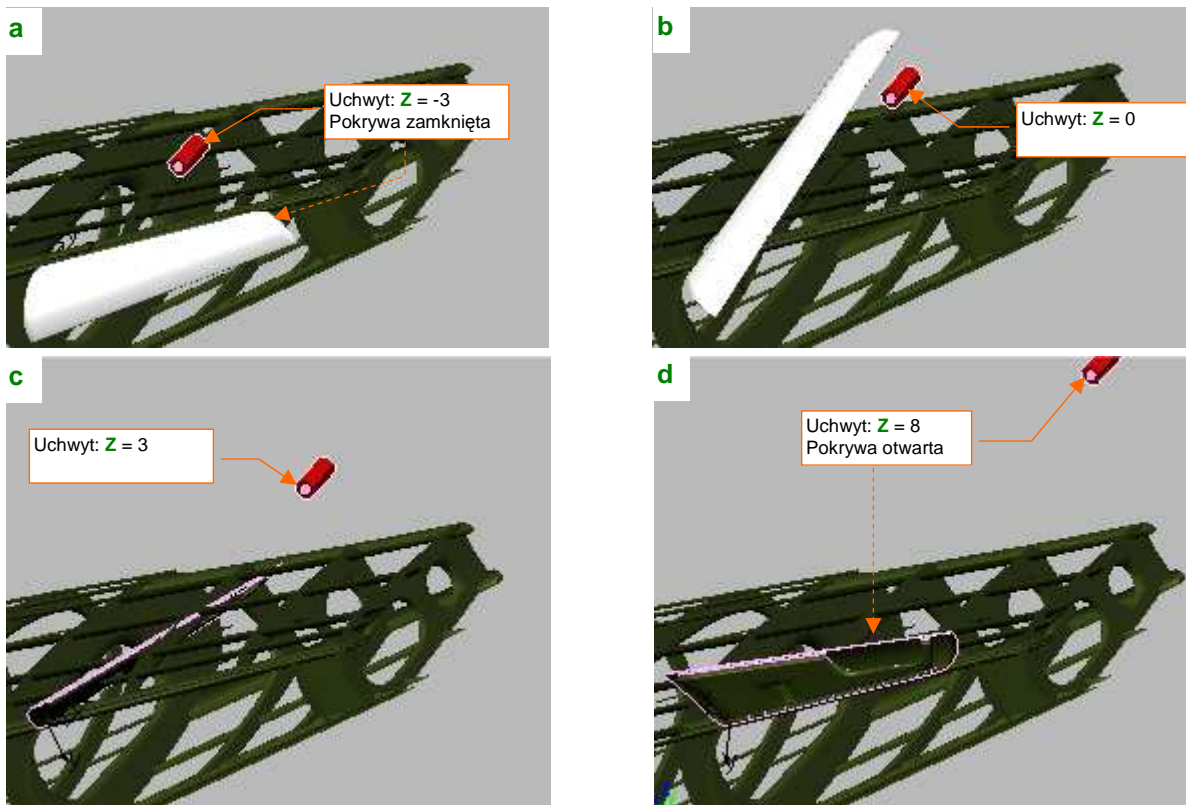
No dobrze, skoro zawiasy mają się obrócić wokół wszystkich trzech osi, to przypiszmy im ograniczenie *Transform*. Powiążmy je ze zmianą położenia (*Loc*) uchwytu (*Target: X.500.Handle*) wzdłuż osi Z (od Z = -3 do Z = 8) (Rysunek 14.25.6):



Rysunek 14.25.6 Ograniczenie, przypisane do zawiasów pokrywy podwozia

Ustalmy w obszarze *Destination*, że zmieniać się ma obrót (*Rot*). Przypiszmy zmianę każdej z trzech osi ze zmianą współrzędnej Z uchwytu („celu”). W odpowiednie pola *min* przepisujemy obroty *RotX*, *RotY*, *RotZ* z okna *Transformation Properties* dla położenia „zamknięte”. W pola *max* przepisujemy obroty *RotX*, *RotY*, *RotZ* dla położenia „otwarte”.

Po przypisaniu ograniczenia spróbuj przesunąć uchwyt. Zawiasy zaczynają się obracać, ale trajektoria pokrywy podwozia jest zupełnie nieoczekiwana (Rysunek 14.25.7a,b,c,d):

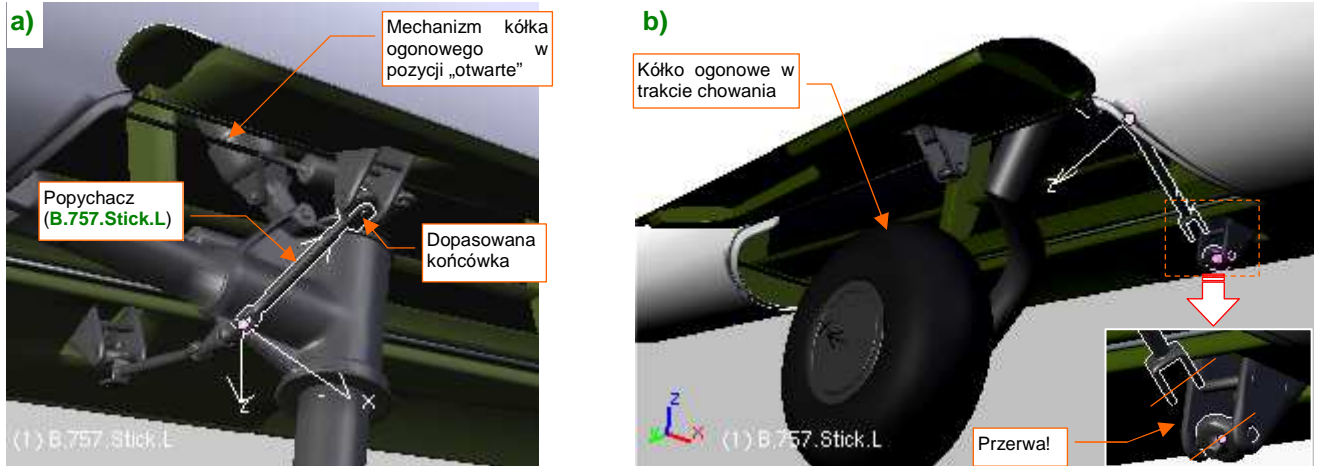


Rysunek 14.25.7 Rezultat — zaskakująca droga od jednego do drugiego położenia końcowego

O ile obydwie krańcowe pozycje są poprawne (por. Rysunek 14.25.7a,d — w końcu podaliśmy dokładne współrzędne), o tyle położenia pośrednie są bardzo dziwne (Rysunek 14.25.7b,c). Dlaczego? Dlatego, że poszczególne kąty obrotu wokół lokalnej osi **Z** zawiasów powinny się zmieniać nieliniowo (najpierw jeden z nich powinien rosnać szybciej niż pozostałe, potem inne to mają „nadrobić”). Takiego efektu nie można uzyskać za pomocą ograniczenia *Transform*. Do wywołania obrotu zawiasów lepiej jest użyć ograniczenia *Locked Track* (por. str. 823).

14.26 Przypisanie ograniczenia *Stretch To*

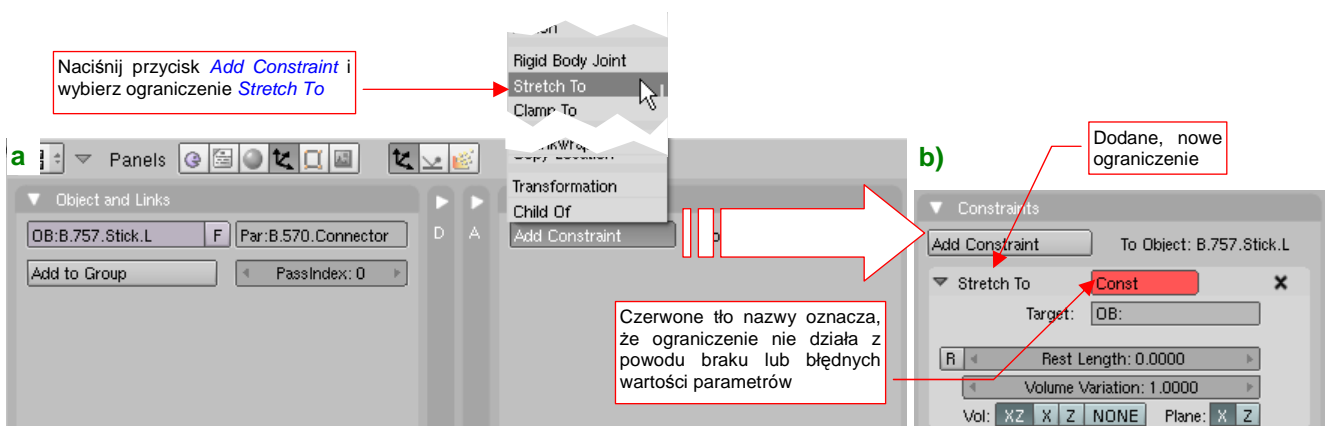
Ograniczenie *Stretch To* łączy w sobie dwie operacje: skierowania na “cel” określonej osi obiektu (przypomina w tym działanie *Locked Track*), i zmianę skali wzdłuż tej osi. Nadaje się doskonale do drobnych “naciągnięć”, maskujących pewne niedokładności w torach ruchu poszczególnych części mechanizmów. Popatrz, na przykład, na popychacze pokrywy kółka ogonowego (Rysunek 14.26.1):



Rysunek 14.26.1 Przykład typowego zagadnienia dla ograniczenia *Stretch To*.

Rysunek 14.26.1a) pokazuje mechanizm podwozia w pozycji “otwarte”. Popychacz (B.757.Stick.L) jest tu skierowany na okucie pokrywy ograniczeniem *Locked Track*. W tym położeniu wszystko wygląda poprawnie — w koniec popychacza wpasowana jest oś beczułki okucia. Gdy jednak zaczniesz składać podwozie, zauważysz że w szerokim zakresie położen pośrednich popychacz “odrywa” się od okucia (Rysunek 14.26.1b). Na zmianę dystansu pomiędzy obiektem i jego celem ograniczenie *Track To* nic poradzić nie może¹. Pomoże za to inne — *Stretch To*.

Aby dodać ograniczenie *Stretch To*, zaznacz obiekt (popychacz), i w zestawie *Object Buttons*, panelu *Constraints*, naciśnij przycisk *Add Constraint* i wybierz *Stretch To* (Rysunek 14.26.2a):

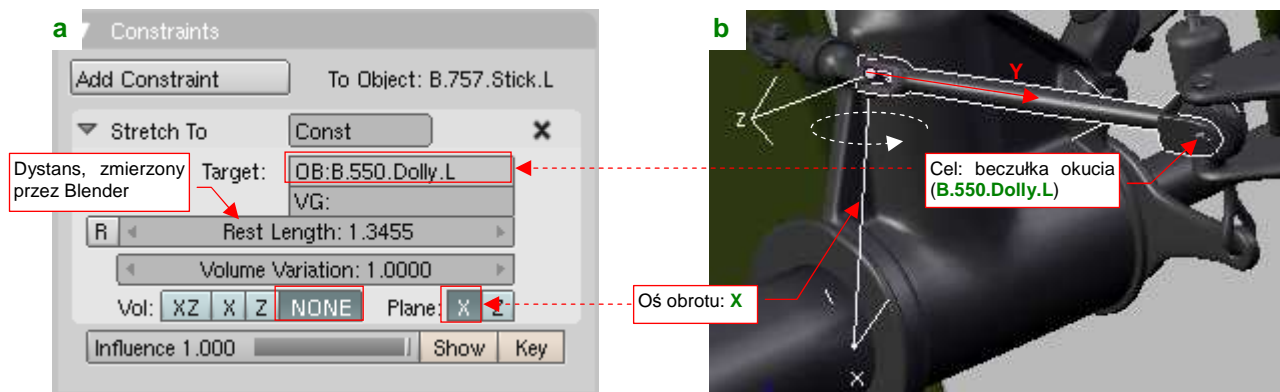


Rysunek 14.26.2 Dodanie do obiektu ograniczenia *Stretch To*.

W pierwszej chwili pole *Transform* w panelu ograniczenia, (to z nazwą), jest czerwone (Rysunek 14.23.2b). To oznacza, że coś z parametrami tego ograniczenia jest nie tak. W tym przypadku w polu *Target* nie wpisaliśmy jeszcze nazwy obiektu — „celu”. Gdy to uzupełnimy, czerwony kolor zniknie z panelu.

¹ Oczywiście, cały problem bierze się z niezbyt dokładnego odwzorowania obrotu pokrywy. Na etapie, który pokazuje Rysunek 14.26.1b), powinna być już bardziej obrócona. Niestety, zrezygnowałem z dokładnego odwzorowanie jej ruchu (jest bardzo nieliniowy, więc byłoby to bardzo pracochłonne). W efekcie muszę “tuszować” takie niedociągnięcia, jak przerwy pojawiające się między elementami mechanizmu.

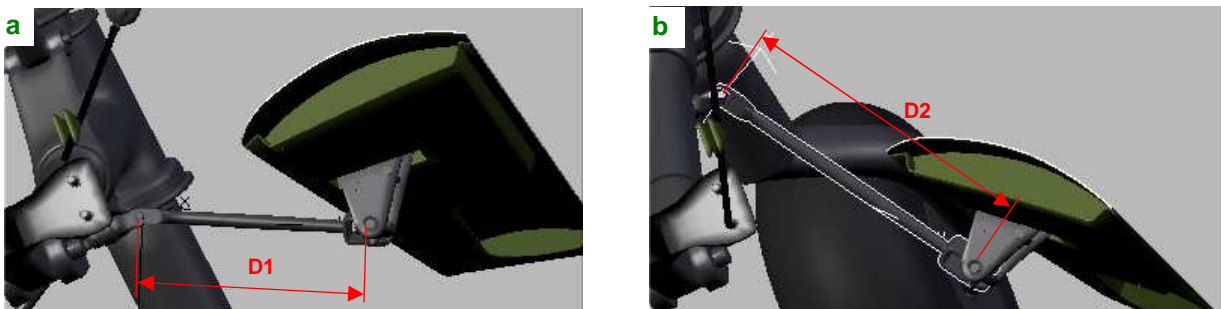
Wpisz w pole **Target** nazwę beczułki okucia (**B.550.Dolly.L**). Oprócz tego na liście **Plane** zaznacz oś **X**, a na **Vol** — **NONE** (Rysunek 14.26.3a):



Rysunek 14.26.3 Przykład przypisania parametrów **Stretch To**.

Ograniczenie **Stretch To** zawsze „celuje” we wskazany w polu **Target** obiekt lokalną osią **Y** (Rysunek 14.26.3b). (Nie można tego zmienić, tak jak w **Locked Track**). Jeżeli masz inaczej zorientowane osie — musisz wcześniej obrócić siatkę względem środka obiektu. Możesz nadal, podobnie jak w **Locked Track**, określić oś, która ma pozostać nieruchoma — **X** lub **Z**. (Traktuj ją jako „oś obrotu” — por. Rysunek 14.26.3b). Po przypisaniu obiektu Blender odnotowuje w polu **Rest Length** odległość do środka „celu”. Od tej chwili zaczyna zmieniać skalę obiektu wzdłuż osi **Y** o tyle, o ile różni się aktualny dystans od dystansu wpisanego w **Rest Length**.

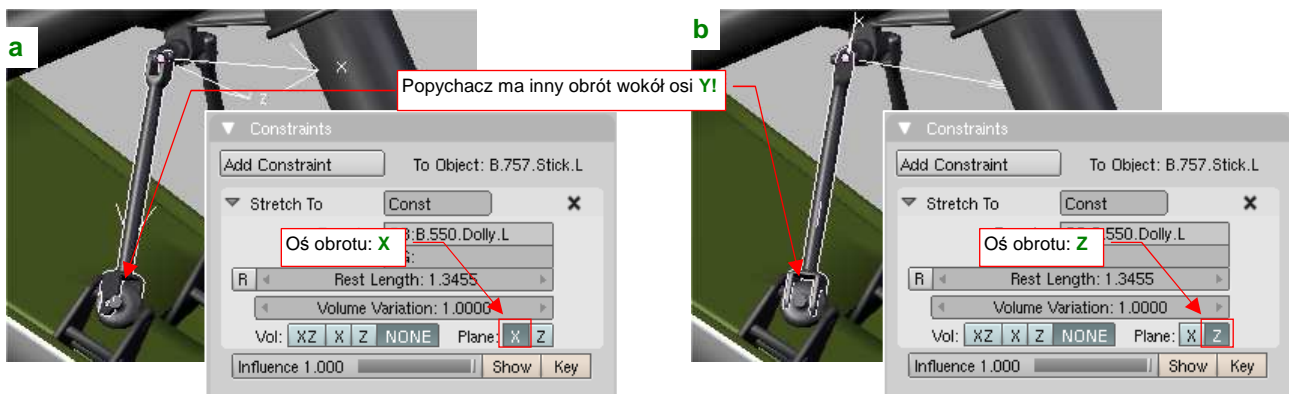
Rezultat działania ograniczenia pokazują ujęcia popychacza w dwóch kolejnych położeniach mechanizmu (Rysunek 14.26.4a i b są wykonane dokładnie w tej samej projekcji):



Rysunek 14.26.4 Rezultat ograniczenia **Stretch To**.

Koniec popychacza trzyma się „jak przyklejony” beczułki okucia. Przy okazji rozciąga się jak guma — zwróć uwagę, że dystanse **D1** i **D2** na ilustracjach bardzo się różnią!

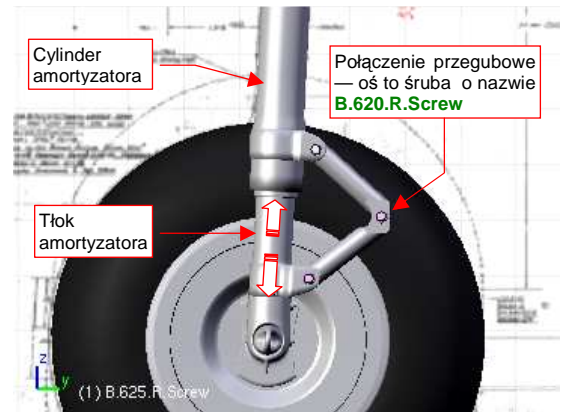
Przy pracy z ograniczeniem **Stretch To** zwracaj zawsze uwagę na oś podaną w parametrze **Plane**. Rysunek 14.26.5 pokazuje, jak może się różnić orientacja obiektu w przestrzeni dla każdej z opcji:



Rysunek 14.26.5 Rezultat przełączenia „blokady” osi obrotu z **X** na **Z**.

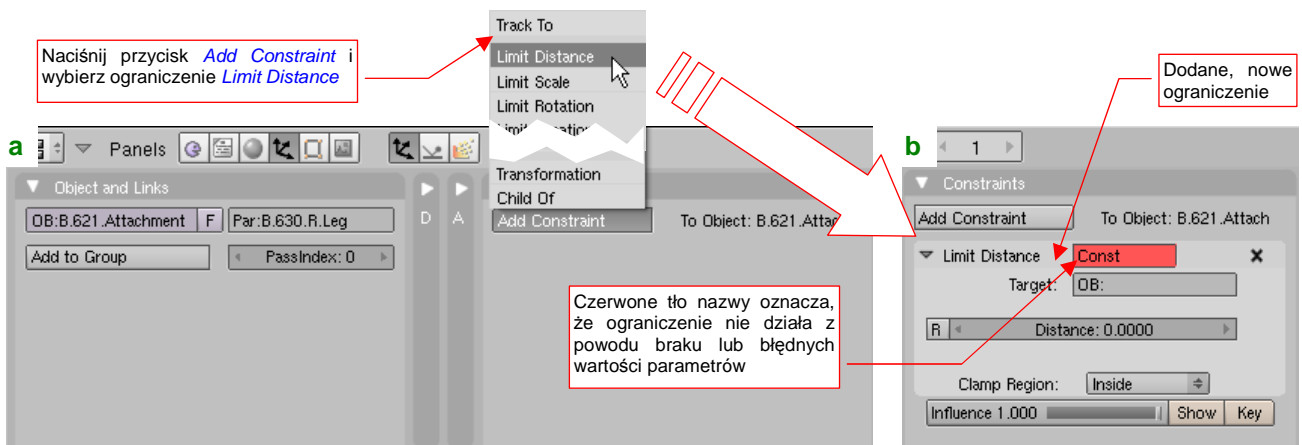
14.27 Przypisanie ograniczenia *Limit Distance*

Ograniczenie *Limit Distance* wymusza na obiekcie zachowanie odpowiedniej odległości od środka obiektu — celu. Ta właściwość przyda się do zamodelowania działania połączenia przegubowego, takiego jak u tych dwóch łączników na amortyzatorze goleni podwozia (Rysunek 14.27.1). To typowe rozwiązanie, stosowane w konstrukcji samolotów od początku lat czterdziestych: dwa składające się „jak nożyce” pręty, zapobiegające przypadkowemu obrotowi koła wokół goleni. Wydaje się, że najłatwiej odwzorować ten mechanizm za pomocą wewnętrznego szkieletu (*armatury* — por. str. 815). Można to także zrobić w inny sposób. Wystarczy użyć ograniczeń *Limit Distance* i *Stretch To*.



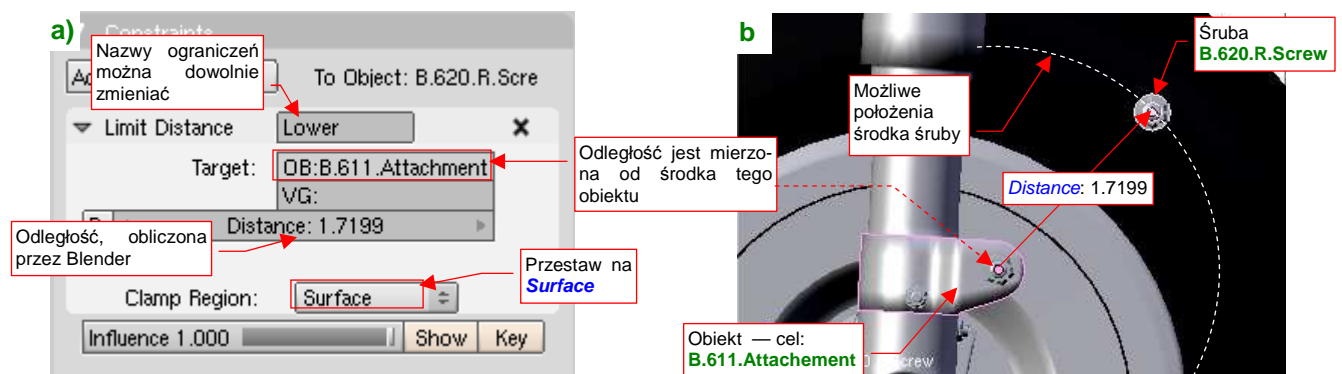
Rysunek 14.27.1 Połączenie przegubowe

Zacznijmy od dodania ograniczenia *Limit Distance*, do osi przegubu. W naszym przykładzie to śruba B.620.R.Screw (por. Rysunek 14.27.1). W zestawie *Object Buttons*, panelu *Constraints*, naciśnij przycisk *Add Constraint* (Rysunek 14.27.2a):



Rysunek 14.27.2 Dodanie do obiektu ograniczenia *Limit Distance*.

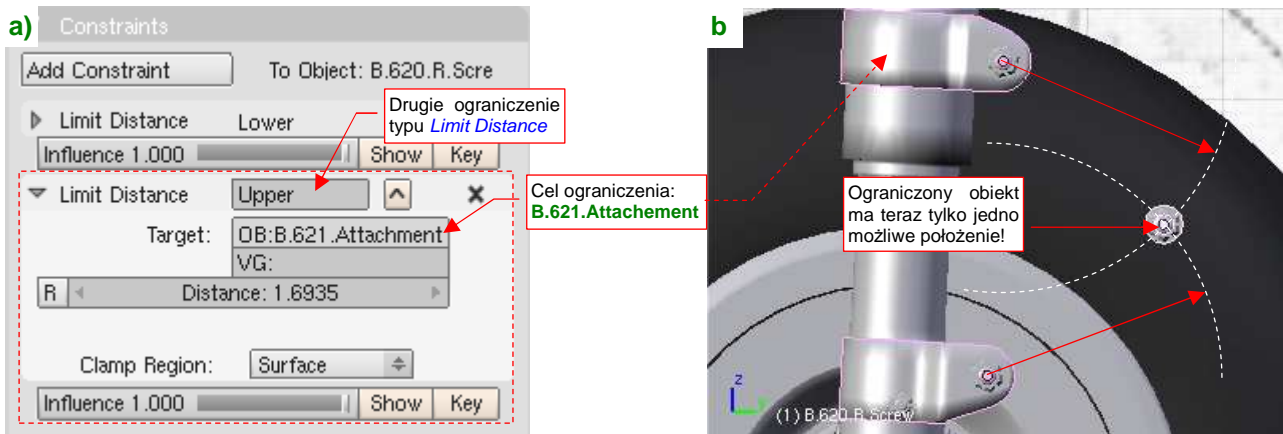
Z listy rozwijalnej, która się pojawi ponad przyciskiem, wybierz opcję *Limit Distance*. W pierwszej chwili pole *Limit Distance* w panelu ograniczenia, (to z nazwą), jest czerwone (Rysunek 14.27.2b). To oznacza, że coś z parametrami tego ograniczenia jest nie tak. Po prostu w *Target* nie wskazaliśmy jeszcze obiektu — „celu”. Wpisz tam nazwę okucia (**B.611.Attachment**), a czerwony kolor zniknie z panelu (Rysunek 14.27.3a):



Rysunek 14.27.3 Przykład przypisania parametrów *Limit Distance*.

Jednocześnie przestaw *Clamp Region* na *Surface*. To wymusza na śrubie zachowanie stałej odległości od środka okucia (Rysunek 14.27.3b). (Zauważ, że środek okucia nie musi być jego środkiem geometrycznym).

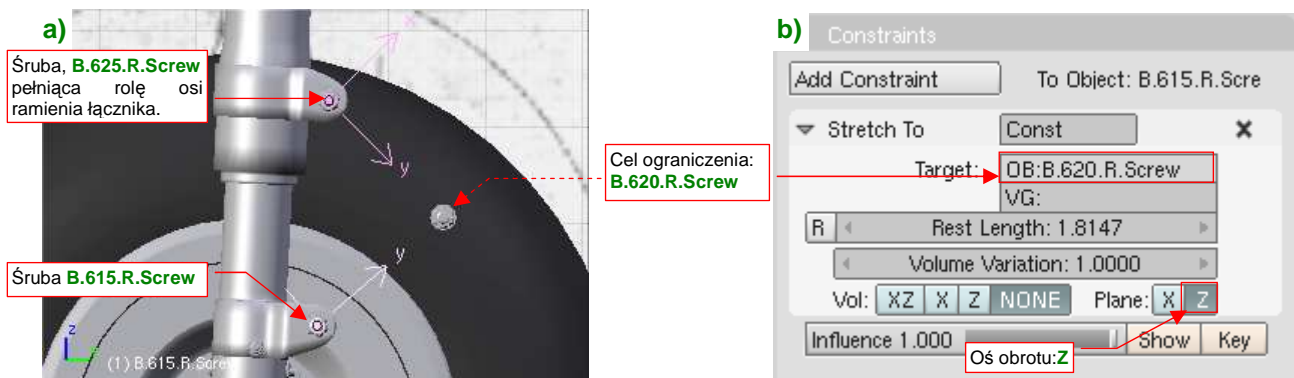
Z jednego ograniczenia *Limit Distance* nie ma jeszcze efektu, o który chodzi. Dodaj jednak do tej samej śruby (**B.620.R.Screw**) drugie ograniczenie tego samego typu — tyle że tym razem względem górnego okucia (**B.621.Attachment**) (Rysunek 14.27.4a):



Rysunek 14.27.4 Przykład zastosowania dwóch ograniczeń *Limit Distance*.

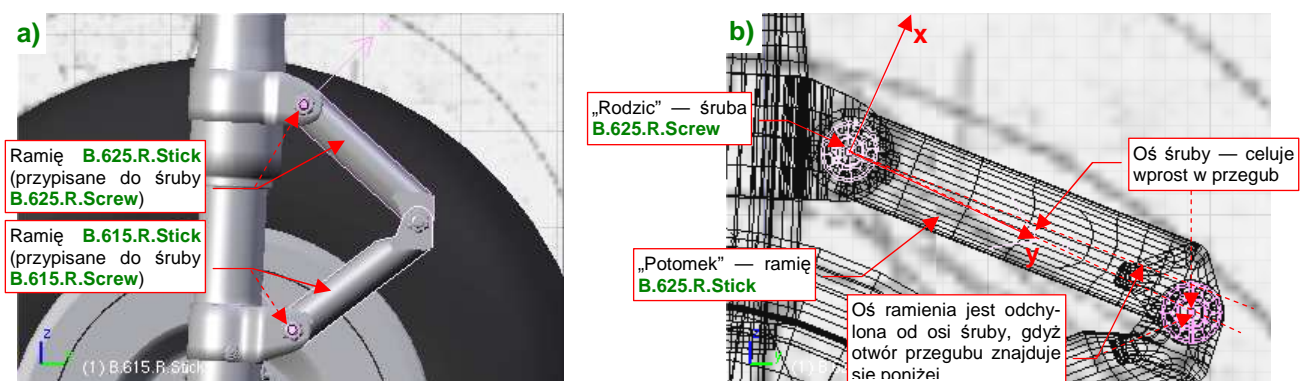
Rysunek 14.27.4b) pokazuje, że środek ograniczonej w ten sposób śruby może leżeć tylko w jednym, jedynym miejscu: tam, gdzie odległości od obydwu okuc są takie same. Ten punkt zmienia się, gdy okucia zbliżą się do siebie lub oddalą, w wyniku ruchu amortyzatora. W ten sposób ograniczenia *Limit Distance* zastępują ramiona łączników.

Teraz pozostaje tylko przypisać śrubom w osiach obrotu ramion ograniczenia *Stretch To* (por. str. 833) — tak, by ich lokalne osie **Y** „celowały” w oś przegubu (Rysunek 14.27.5a):



Rysunek 14.27.5 Przypisanie osiom łączników ograniczeń *Stretch To*.

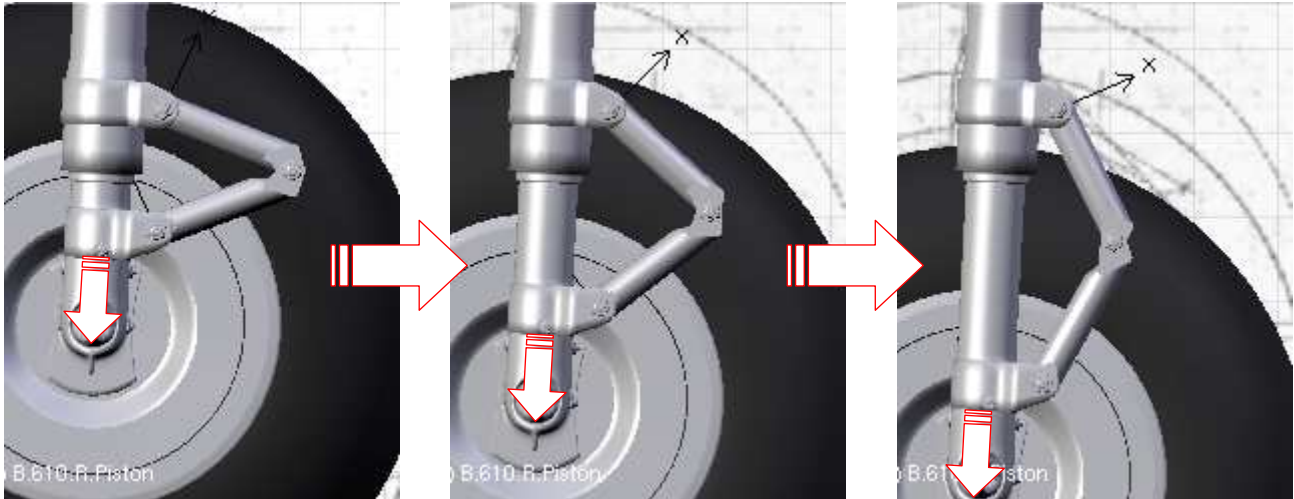
(Rysunek 14.27.5b) pokazuje parametry jednego z tych ograniczeń — jako *Target* jest wpisana śruba **B.620.R.Screw**, a osią obrotu jest lokalna oś **Z**). Potem pozostaje tylko przypisać do osi same ramiona (relacją *Parent*), by same się kierowały na oś przegubu (Rysunek 14.27.6a):



Rysunek 14.27.6 Przypisanie łączników do osi obrotu.

Zwróć uwagę, że ramiona są lekko odchylone od osi **Y** ich „rodziców” — śrub (Rysunek 14.27.6b).

Rysunek 14.27.7 przedstawia mechanizm, który stworzyliśmy, w działaniu:



Rysunek 14.27.7 Działanie mechanizmu połączenia przegubowego.

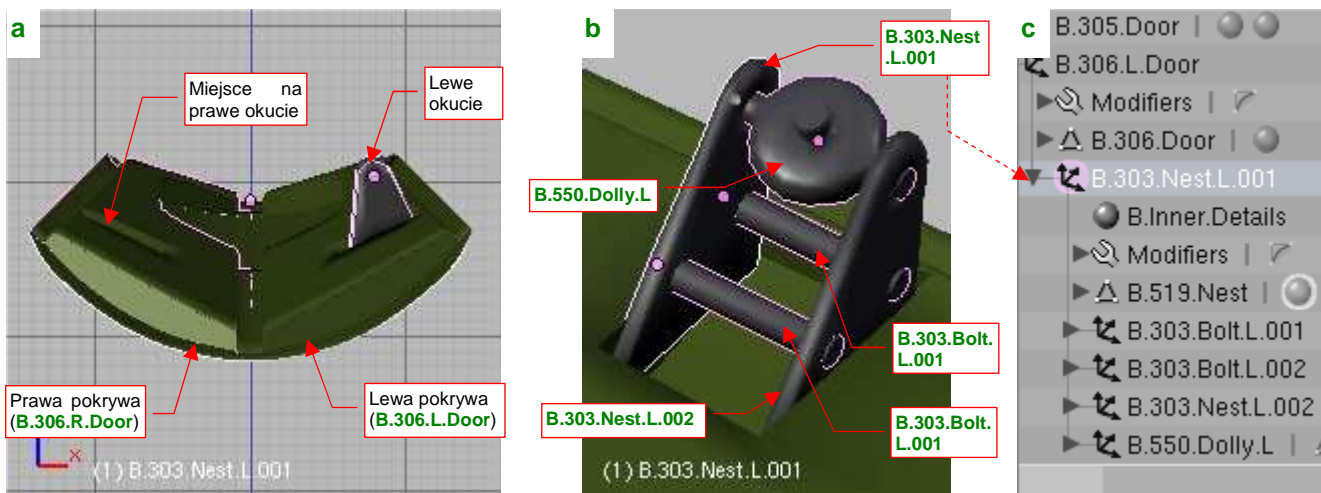
Wygląda to na poprawnie zginające się połączenie przegubowe. Na pierwszy rzut oka efektu nie można odróżnić od klasycznego zastosowania armatury (por. str. 815 i następane). Na koniec tej sekcji warto odnotować, że:

- Jako cel ograniczeń *Limit Distance* można wskazać wprost śruby w osiach obrotu ramion łącznika (chodzi o obiekty **B.625.R.Screw**, **B.615.R.Screw** — por. str. 836, Rysunek 14.27.5). W ten sposób mechanizm byłby złożony z mniejszej liczby obiektów, czyli — prostszy. Nie zrobiłem tego jednak ze względów „porządkowych”. (Blender wtedy wyświetla od czasu do czasu w konsoli ostrzeżenia o wzajemnej referencji — *circular reference* — tych dwóch śrub). Zamiast tego użyłem ich „rodziców” — okuć, którym specjalnie ustawiłem środki w osiach obrotu ramion.
- Gdyby otwory na oś przegubu **B.620.R.Screw** leżały na osi ramiona łączników (**B.625.R.Stick**, **B.615.R.Stick**) — ograniczenia *Stretch To* zostałyby przypisane bezpośrednio do nich. Wtedy ramiona mogłyby być bezpośrednimi „potomkami” okuć, a śruby, leżące w ich osiach obrotu, nie byłyby w mechanizmie potrzebne. Zastosowałem je wyłącznie dlatego, że oś przegubu leży poniżej lub powyżej osi podłużnej ramienia łącznika, więc nie można jej wycelować prosto w jego środek (por. str. 836, Rysunek 14.27.6b).
- Teoretycznie, do skierowania ramion na oś przegubu, zamiast ograniczeń *Stretch To* można by było zastosować ograniczenia *Locked Track* (por. str. 823). Jednak wtedy końcówki ramion mogą w pewnych położeniach „odstawać” od przegubu. Wygląda na to, że Blender wyznacza położenie wynikające z ograniczeń *Limit Distance* w sposób przybliżony (iteracja?), co prowadzi do powstania takich odstępów. Jedynym lekarstwem na to są ograniczenia *Stretch To*, które same dbają o to, by końcówki ramion były „dociągnięte” do zadanego punktu. (Niewielkie zmiany skali wzdłuż lokalnych osi **Y** śrub są przenoszone na obiekty potomne — ramiona. I to wystarcza).

14.28 Odbicie lustrzane (*Mirror*) i uboczne efekty ujemnej skali obiektu

Transformacja *Mirror* jest właściwie skrótem — specyficzną formą zmiany skali obiektu poprzez pomnożenie jej wartości względem jednej z lokalnych osi przez -1 . Można ją wywołać skrótem **Ctrl-M** lub poleceniem *Object*→*Mirror*. (Ten sam rezultat można uzyskać poprzez odpowiednią zmianę skali w jednym kierunku). W tej sekcji pokażę praktyczny przypadek zastosowania lustrzanego odbicia (*Mirror*). Omówię także pewien zakłajający efekt uboczny, który może wystąpić dla rezultatów tej transformacji — obiektów o skali ujemnej.

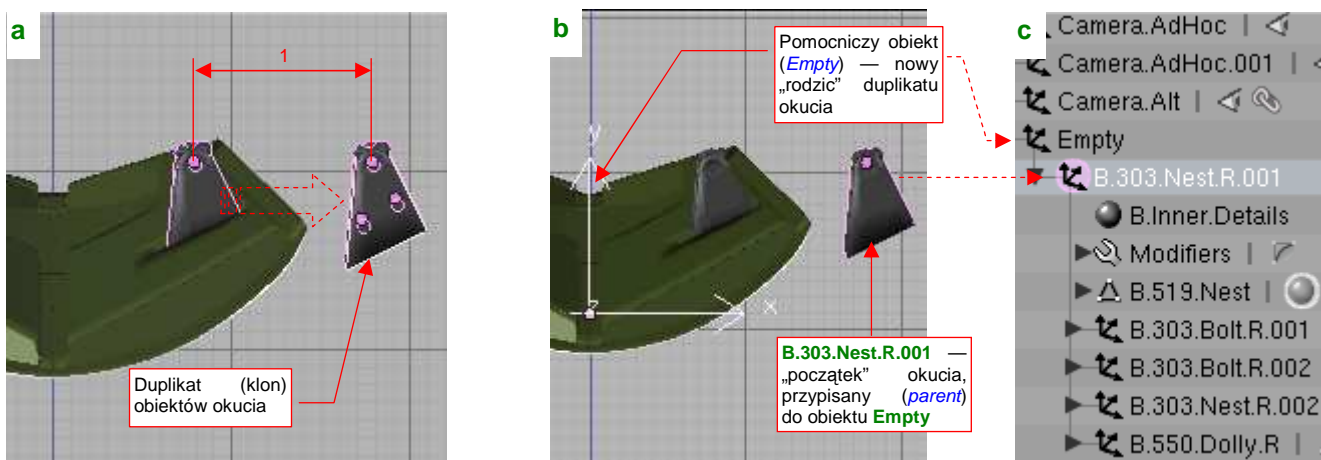
Naszym zadaniem jest skopiowanie i przypisanie do prawej pokrywy luku podwozia okucia, do którego ma być potem przyczepiony popychacz (Rysunek 14.28.1a):



Rysunek 14.28.1 Okucie pokrywy podwozia i jego struktura

Okucie składa się z dwóch trójkątnych blach, połączonych bolcami (nazwy poszczególnych części podaje Rysunek 14.28.1b). W hierarchii modelu (Rysunek 14.28.1c) jedna z tych blach (**B.303.Nest.L.001**) jest „rodzicem” (*parent*) pozostałych elementów okucia. Jednocześnie jej „rodzicem” jest lewa pokrywa podwozia (**B.306.L.Door**).

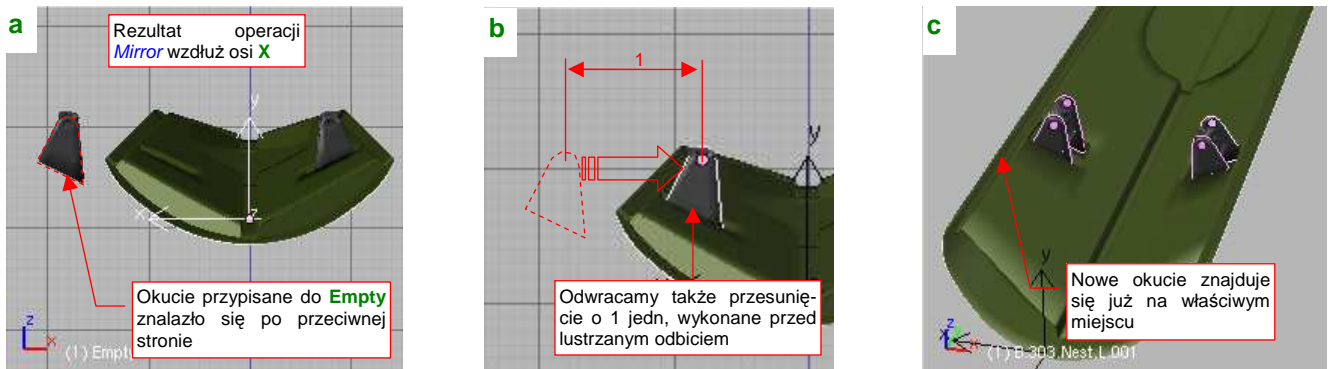
Zaznacz wszystkie elementy okucia i zduplikuj je (**Alt-D**, str. 796). Zaraz po stworzeniu przesuń te duplikaty w bok, na jakiś „równy” i łatwy do zapamiętania dystans — np. o 1 jednostkę Blendera (Rysunek 14.28.2a). (Robimy to wyłącznie po to, by łatwo było je zaznaczać). Przy okazji zmień w nazwach nowo utworzonych obiektów końcówki **L** na **R** (choć jeszcze na to nie wygląda, będzie to okucie prawej pokrywy):



Rysunek 14.28.2 Powiązanie duplikatu okucia z pomocniczym obiektem *Empty*

W związku z tym, że polecenie *Mirror* działa tylko wzdłuż lokalnych osi obiektu, musimy „obejść” to ograniczenie. Wstaw na chwilę w osi samolotu pomocniczy obiekt *Empty* (jak — str. 791). Uczyń go rodzicem blaszki **B.303.Nest.R.001** (Rysunek 14.28.2c).

Teraz można wywołać transformację *Mirror* (**Ctrl-M**) dla obiektu **Empty**. To w istocie zmiana skali wzdłuż osi **X** z 1.0 na -1.0. „Rodzic” okucia — blaszka **B.303.Nest.R.001** — jest jednocześnie „dzieckiem” **Empty** (Rysunek 14.28.2c). Zmiana skali „rodzica” przekłada się na wszystkie obiekty do niego przypisane, stąd okucie znalazło się już po przeciwległej stronie osi samolotu (Rysunek 14.28.3a):



Rysunek 14.28.3 Przeniesienie duplikatu okucia ponad drugą pokrywę (*Mirror*)

Przesuń jeszcze okucie wzdłuż osi **X** o 1 jedn. (por. str. 838, Rysunek 14.28.2a) — tak, jak to pokazuje Rysunek 14.28.3b). W rezultacie mamy je już w miejscu docelowym (Rysunek 14.28.3c).

Pozostał do wykonania ostatni krok: zamiana „rodzica” okucia (a konkretnie: jego blaszki **B.303.Nest.R.001**) z tymczasowego obiektu **Empty** na pokrywę podwozia (**B.306.R.Door**) (Rysunek 14.28.4):



Rysunek 14.28.4 Niespodziewany efekt zmiany przypisania (*Parent*) obiektu

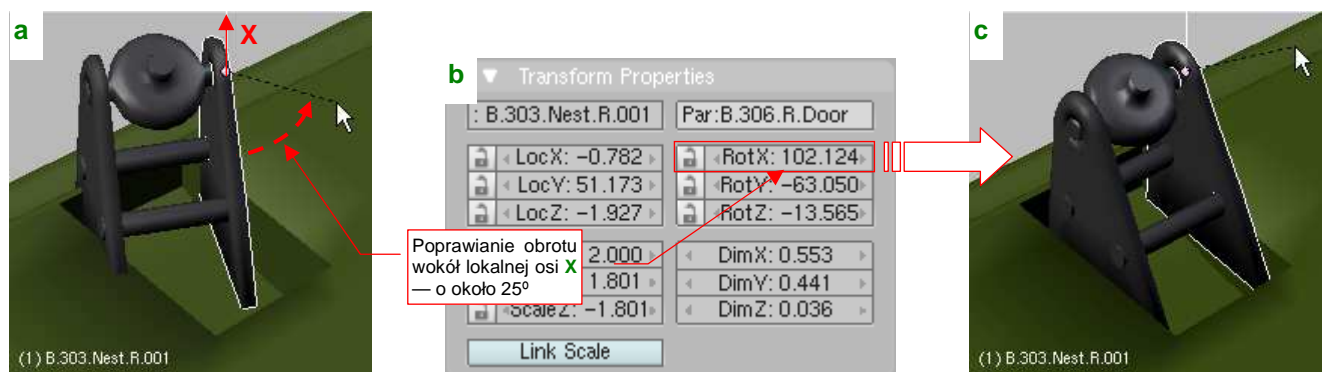
I nagle możesz stwierdzić, że nieoczekiwanie, tylko w wyniku zmiany „rodzica”, okucie obróciło się o jakiś dziwny kąt (Rysunek 14.28.4b)! Co się dzieje!?

No cóż, tak właśnie może się objawić efekt uboczny rezultatu operacji *Mirror* — zmiany skali na ujemną. Nim cokolwiek z tym zrobisz, przyjrzyj się uważnie transformacjom każdego z okuć (Rysunek 14.28.5):



Rysunek 14.28.5 Analiza różnic transformacji

Prawe okucie jest wyraźnie skrzywione, więc zacznijmy od kątów obrotu. Spróbuj najpierw obrócić blaszkę **B.303.Nest.R.001** wokół każdej z lokalnych osi: **X**, **Y**, **Z**. Wygląda na to, że zdecydowanie poprawia sprawę obrót wokół lokalnej osi **X** (Rysunek 14.28.6):

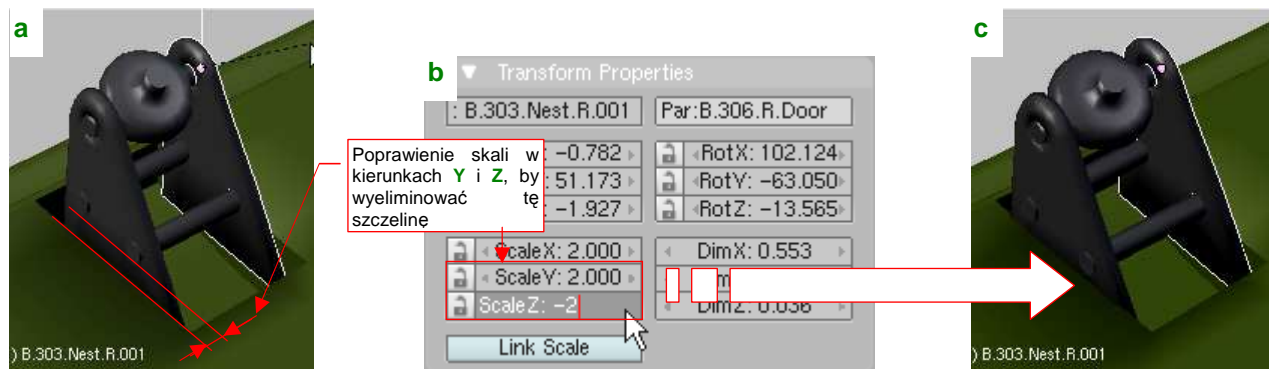


Rysunek 14.28.6 Pierwsza poprawka: obrót wokół lokalnej osi **X**

W wyniku operacji *Mirror* zmianie mogą ulec kąty obrotu obiektu. Ich zmiana zależy od osi, wzdłuż której nastąpiła transformacja. W tym przypadku (porównując Rysunek 14.28.5a i b) wygląda na to, że Blender zwiększył kąt **RotX** o 180° , zamiast zmienić mu znak na przeciwny.

- Nie potrafię znaleźć wyjaśnienia dla tak dziwnego zachowania Blendera. Przypuszczam, że jest to objaw jakiegoś błędu w programie. W chwili obecnej (czerwiec 2010) wszystkie wysiłki *Blender Foundation* są skierowane na prace nad nową wersją Blendera — 2.5. Gdy opublikowany zostanie Blender 2.5 beta, sprawdzę czy ten błąd w nim nadal występuje, i postaram się go zgłosić do poprawy.

Po wyprostowaniu okucia widać wyraźniej, że coś jest nie tak z jego rozmiarem — z boku otworu w pokrywie podwozia pojawiła się szczelina (Rysunek 14.28.7a):

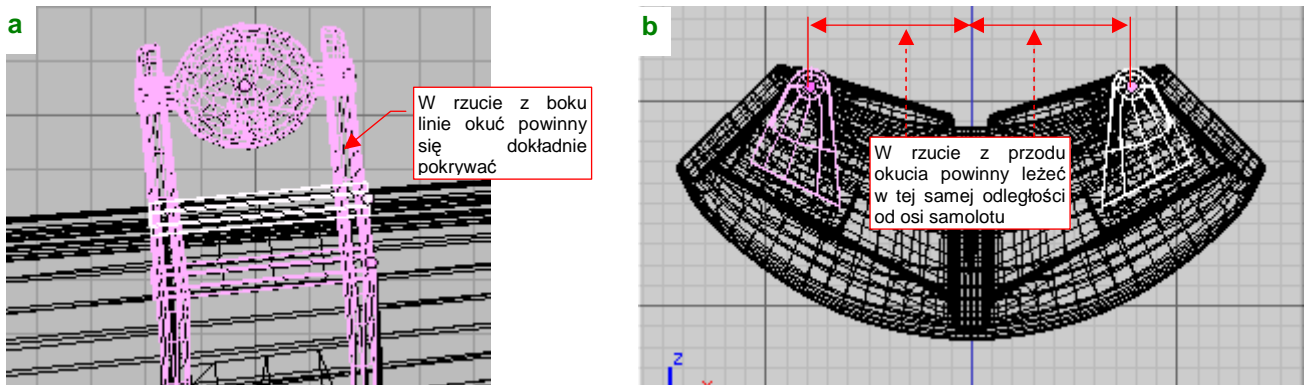


Rysunek 14.28.7 Druga poprawka: zmiana skali wzdłuż lokalnych osi **Y** i **Z**

Tym razem przyczynę łatwo dostrzec: z zupełnie niezrozumiałych powodów skala „rodzica” okucia — blaszki **B.303.Nest.R.001** — została zmniejszona w kierunkach **Y** i **Z** z 2.000 do 1.801 (por. Rysunek 14.28.5a). Skala „rodzica” jest dziedziczona przez obiekty potomne, stąd całe okucie jest w tych kierunkach mniejsze. Wystarczy wpisać w pola **ScaleY** i **ScaleZ** z powrotem poprawne wartości (Rysunek 14.28.7b), by „dociągnąć” krawędź okucia do krawędzi jego otworu w pokrywie podwozia (Rysunek 14.28.7c).

- Podczas poprawiania skali w oknie *Transform Properties* zmieniaj wartości, ale nie znaki! Jeżeli byś je zmienił, odwrócisz efekt transformacji *Mirror* (por. Rysunek 14.28.7b, znak w polu **ScaleZ**)

Na koniec warto jeszcze przełączyć się na tryb wyświetlania *Wireframe* (**Z**), i sprawdzić, czy w rzucie z boku linie obydwu okuć dokładnie się pokrywają (Rysunek 14.28.8a):



Rysunek 14.28.8 Weryfikacja poprawności — w rzucie z boku i z przodu

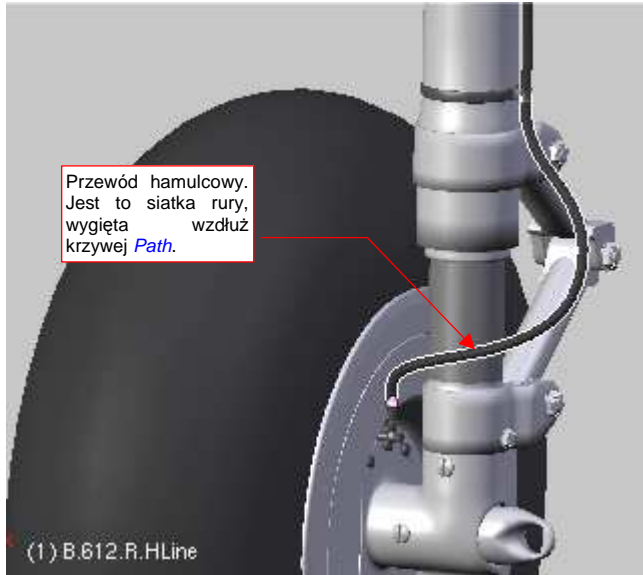
Nie zaszkodzi zerknąć także na rzut z przodu (Rysunek 14.28.8b), czy są w równych odległościach od osi samolotu. Rysunek 14.28.9 przedstawia ostateczny rezultat — prawidłowo ustawione okucia, przypisane do odpowiednich pokryw luku podwozia:



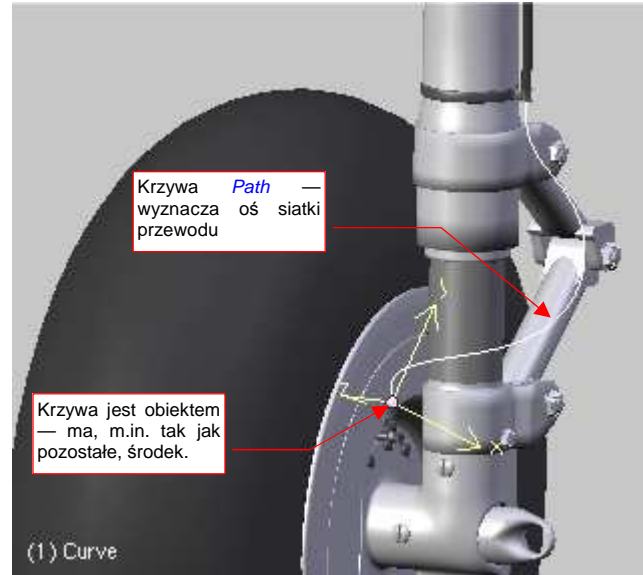
Rysunek 14.28.9 Ostateczny rezultat

14.29 Wstawienie krzywej (*Curve*)

Zastosowanie dla krzywych znajduje w Blenderze stosunkowo rzadko: gdy trzeba zamodelować jakiś wygięty kabel czy rurkę. Przykładem takiego elementu jest przewód z płynem hamulcowym, doprowadzany do piasty koła głównego (Rysunek 14.29.1):



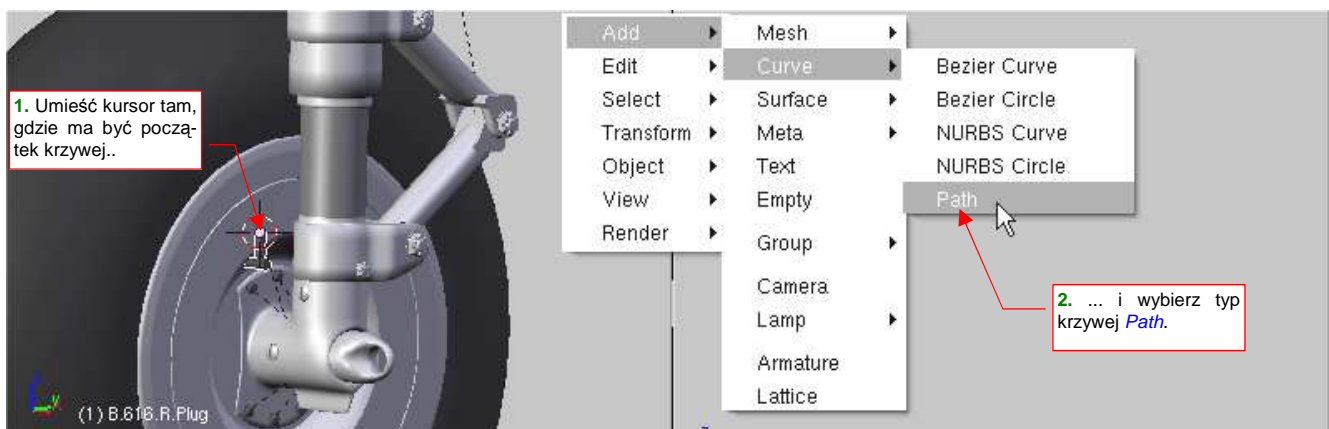
Rysunek 14.29.1 Przykład siatki, wygiętej wzdłuż krzywej



Rysunek 14.29.2 Krzywa, determinująca kształt siatki

Przewód, który pokazuje Rysunek 14.29.1, został uformowany jako prosta „rurka”. Następnie wygiąłem go, za pomocą odpowiedniego modyfikatora *Curve Deform* (por. str. 913) wzdłuż odpowiedniej krzywej przestrzennej (Rysunek 14.29.2). To jeden z typów linii dostępnych w Blenderze. Można byłoby tę siatkę „powyginać” bez pomocy krzywej, ale tak jest wygodniej modyfikować jej kształt. W dodatku mamy gwarancję, że przekrój poprzeczny tak wygiętej „rury” nie będzie w żadnym miejscu zdeformowany.

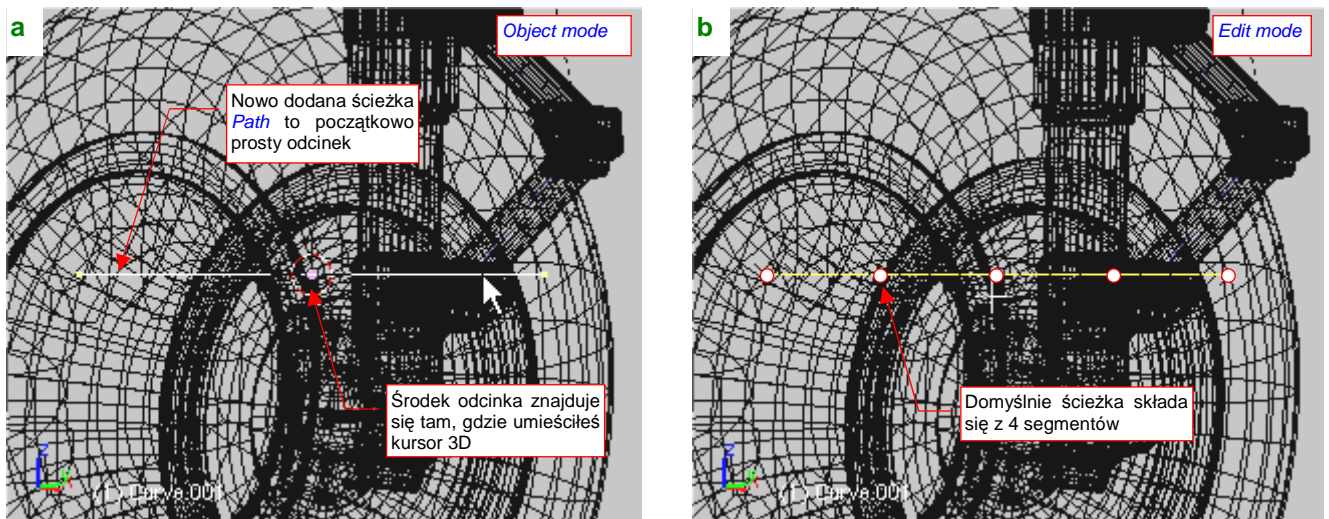
Aby dodać do rysunku krzywą (ścieżkę), umieść kursor 3D tam, gdzie ma być jej „punkt odniesienia” (np. początek). Następnie naciśnij **Space** (lub rozwiń menu *Add* — jest zaraz obok menu *File*). Wywołaj polecenie *Add→Curve→Path* (Rysunek 14.29.3):



Rysunek 14.29.3 Tworzenie krzywej typu *Path*.

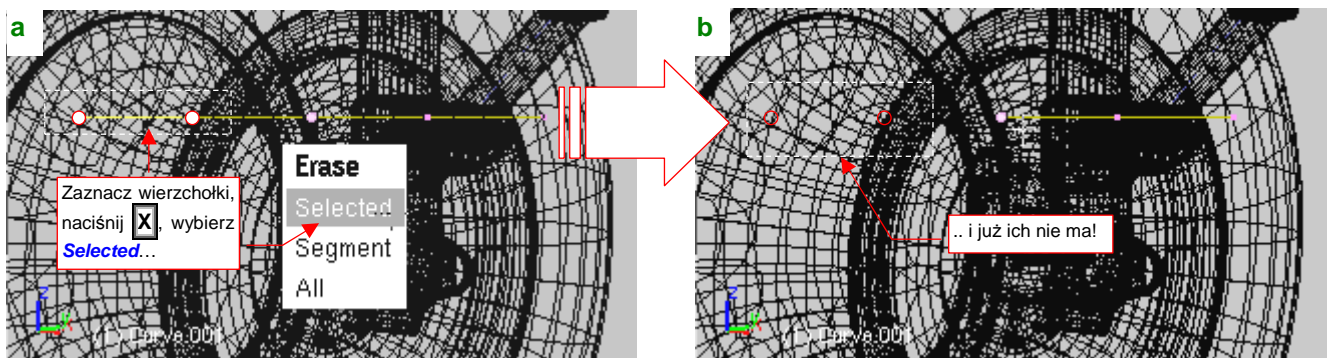
Zwróć uwagę, że masz do wyboru w Blenderze aż pięć rodzajów krzywych. Niech Cię to jednak nie kusi — wszystkie poza *Path* muszą być zupełnie „płaskie”. (To znaczy, że, wszystkie punkty krzywych Bezier czy Nurbs muszą leżeć na jednej płaszczyźnie, dowolnie zorientowanej w przestrzeni). Tylko *Path* jest prawdziwą krzywą przestrzenną

Blender zawsze wstawi obiekt typu *Path* jako zupełnie prosty, poziomy odcinek. Jego geometryczny środek znajduje się tam, gdzie kursor 3D (Rysunek 14.29.4a):



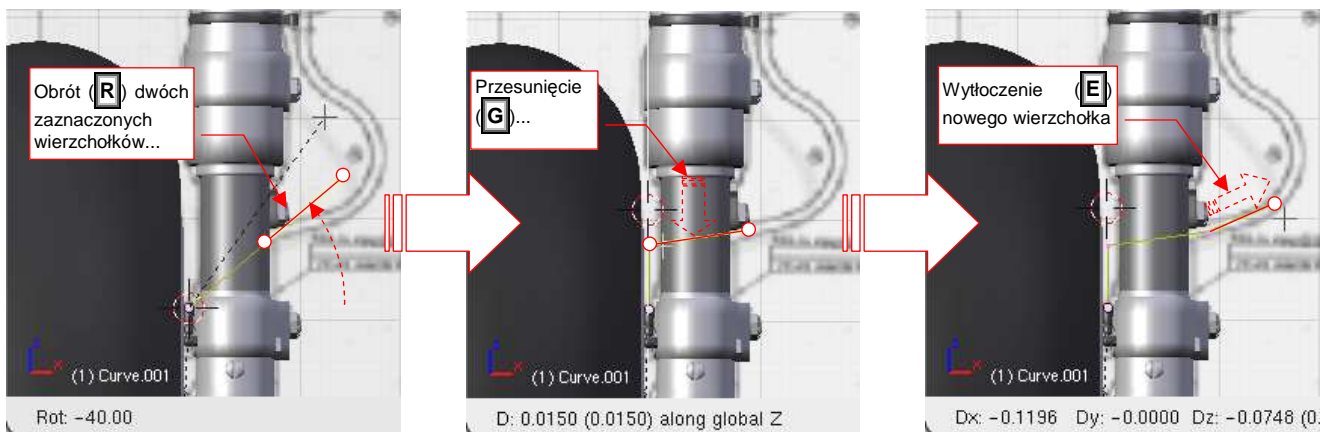
Rysunek 14.29.4 Nowo utworzona ścieżka (krzywa) *Path* — jako obiekt i w trybie edycji

(Rysunek 14.29.4 pokazuje obiekty w trybie wyświetlania *Wireframe*, gdyż część odcinka przenika do wnętrza innych powłok). Krzywą można zmieniać tak samo, jak zmienia się siatki. Wystarczy przełączyć się w tryb edycji (**Tab**). Zaraz po utworzeniu ścieżka składa się z czterech równych segmentów, łączących pięć wierzchołków (Rysunek 14.29.4b). Aby usunąć niepotrzebne wierzchołki, wystarczy je zaznaczyć i nacisnąć **X** (*Curve* → *Delete*) (Rysunek 14.29.5):



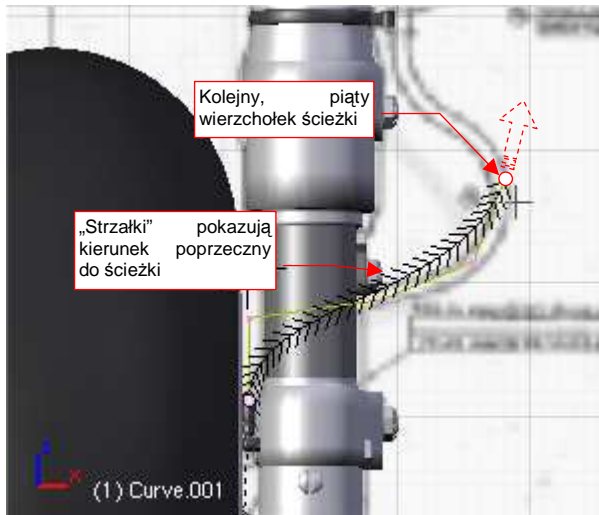
Rysunek 14.29.5 Usuwanie wierzchołków ze ścieżki

W menu, które się pojawi (Rysunek 14.29.5a), wystarczy wybrać opcję *Selected*. Wierzchołki ścieżki możesz obracać (**R**), przesuwać (**G**), czy wyłaczać (**E**) tak samo, jak wierzchołki siatki (Rysunek 14.29.6):

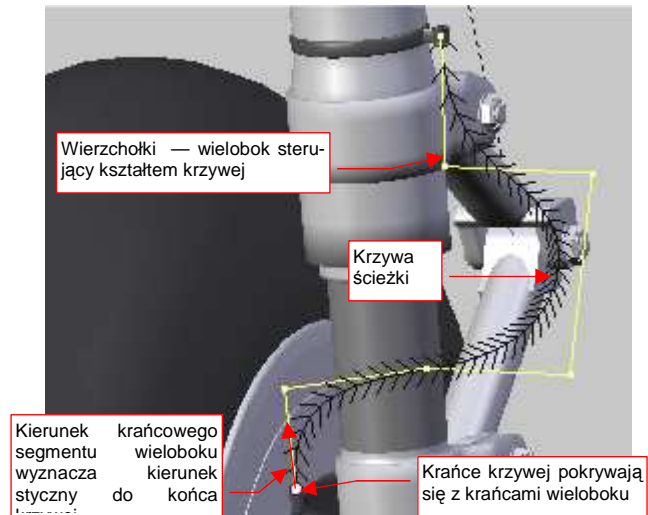


Rysunek 14.29.6 Dalsza edycja ścieżki

Po wyłoczeniu piątego wierzchołka ścieżka staje się linią krzywą (Rysunek 14.29.7):



Rysunek 14.29.7 Dalsza edycja ścieżki



Rysunek 14.29.8 Uformowana krzywa przestrzenna

Na krzywej ścieżki Blender rysuje pomocnicze „strzałki”. Pokazuje w ten sposób kierunek poprzeczny w każdym punkcie tej linii. (Ta informacja jest używana np. do orientacji kamery, przesuwanej wzdłuż ścieżki, lub innych efektów animacji). Wierzchołki, którymi manipulujemy, to punkty sterujące kształtem krzywej. Tworzą tzw. wielobok sterujący. Odpowiednio dobierając jego kształt, można uzyskać krzywą przestrzenną, wyglądającą jak wygięty kawałek elastycznego przewodu (Rysunek 14.29.8).

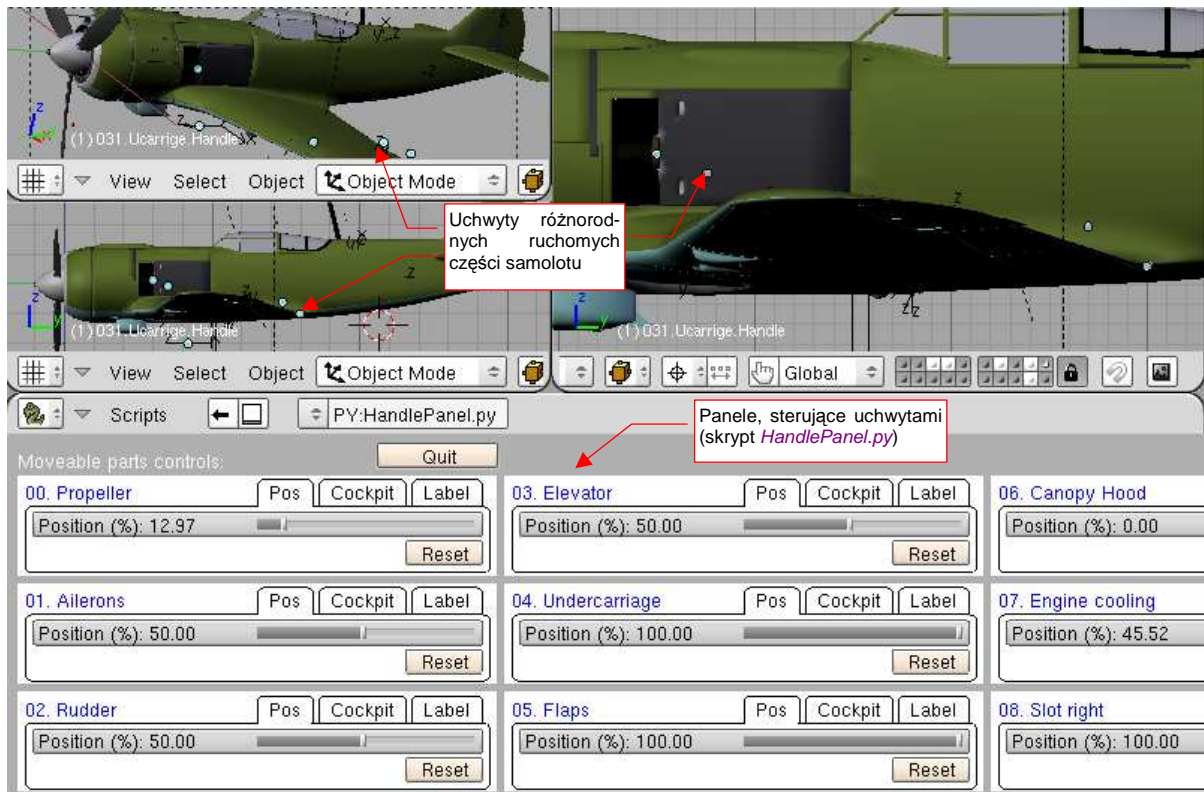
- Końce krzywej *Path* znajdują się zawsze w końcowych wierzchołkach wieloboku sterującego. Kierunki końcowych segmentów wieloboku wyznaczają kierunki styczne na końcach krzywej (Rysunek 14.29.8).
- Minimalna liczba wierzchołków, przy której *Path* zaczyna być krzywą, wskazuje na to, że jest to tzw. krzywa czwartego stopnia. Jest to najmniejszy stopień krzywej przestrzennej, zapewniający ciągłość i „gładkie” zmiany promienia krzywizny wzdłuż jej całej długości.

Opis, jak wygiąć siatkę przewodu wzdłuż tej krzywej znajdziesz w sekcji o modyfikatorze *Curve Deform* (na str. 913 i następnych)

14.30 Panel sterowania ruchem obiektów (*HandlePanel.py*)¹

W ukończonym modelu znajdzie się około dziesięciu uchwytów (pomocniczych obiektów, służących do poruszania w określony sposób jakiejś części). Jeden służy do wysuwania i chowania podwozia, inny steruje obrotem steru kierunku, jeszcze inny — lotkami, kolejny — klapami, itd. Za jakiś czas, gdy zajrzysz do pliku z ukończonym modelem, możesz mieć problemy z szybkim zidentyfikowaniem, do czego służy konkretny element jego „chmurki” uchwytów. Odkrywanie na nowo ich funkcji „metodą prób i błędów” nie jest specjalnie zachęcającą perspektywą.

Dlatego opracowałem specjalny dodatek do Blendera. Jest to skrypt *HandlePanel.py*¹. Po uruchomieniu przeszukuje cały model i znajduje w nim wszystkie uchwyty. Dla każdego znalezionego uchwytu wyświetla panel z opisową nazwą i „suwakiem”, umożliwiającym wygodne określenie aktualnego położenia każdego z podzespołów samolotu (Rysunek 14.30.1):



Rysunek 14.30.1 Panel sterowania zespołami samolotu

Nazwy, które widzisz na ilustracji, zostały przypisane poszczególnym uchwytom za pomocą pola w zakładce **Label** (umieszczonej na każdej z paneli). Te teksty są przechowywane i zapisywane razem z całym modelem (jako dodatkowe dane poszczególnych obiektów).

¹ Skrypt powstał dla wersji 2.43 Blendera. W tej wersji ograniczenia *Limit Location*, ograniczające zakres ruchu uchwytów, były jeszcze niedopracowane. Używały współrzędnych mierzonych względem układu współrzędnych obiektu — „rodzica” uchwytu. W dodatku, gdy obracałeś cały model, kierunek działania tych ograniczeń nie obracał się wraz z nim, i wszystkie mechanizmy się „rozjeżdżały”. Aby temu zapobiec, gdy zakres ruchu uchwytu był już sprawdzony, wyłączałem jego współczynnik wpływu (*Influence* = 0). Za resztę odpowiadał skrypt *HandlePanel.py*. Odczytywał z ograniczeń uchwytu dopuszczalny zakres ruchu, i stosował go odpowiednio, nawet gdy model został obrócony. Dzięki wyłączeniu współczynnika wpływu ograniczenia żaden „rozjazd” mechanizmów modelu nie występował.

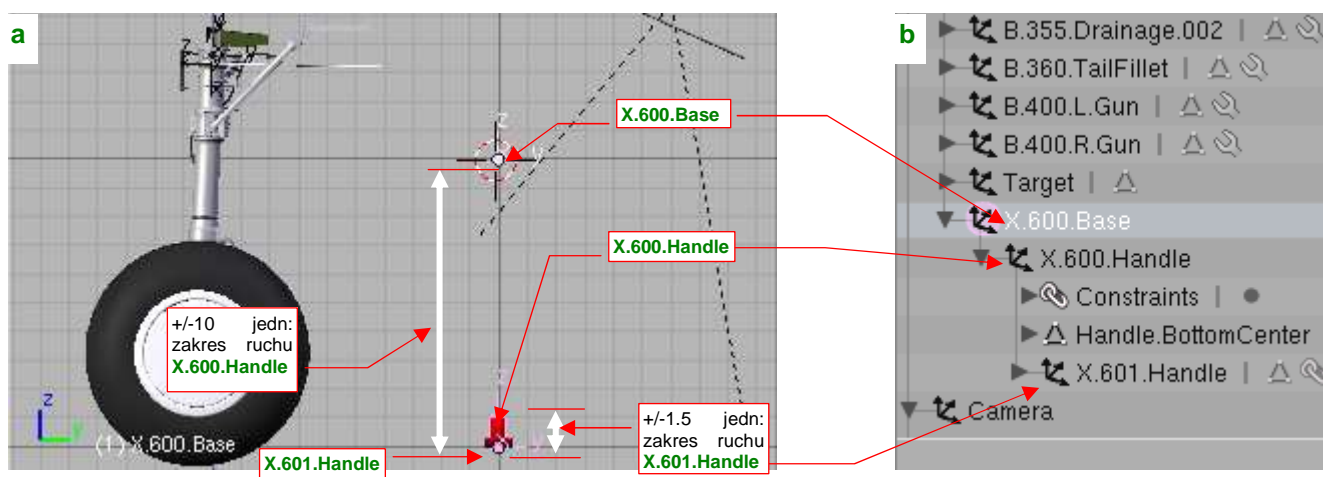
W wersji 2.49 kierunek ograniczeń *Limit Location* obraca się poprawnie, razem z obrotem „rodzica”. Jednocześnie zmieniono konwencję zapisu zakresu ograniczeń: teraz są wyrażone we współrzędnych globalnych, a nie lokalnych. Nową wersję skryptu *HandlePanel.py* dołączyłem do materiałów, towarzyszących tej książce. Uważaj tylko w modelu Ła-5: wymaga starej wersji skryptu! Robiłem go w Blenderze 2.43, i od tego czasu wartości jego ograniczeń są nadal względne. W tekstach (oknie *Text Editor*), towarzyszących temu modelowi, znajdziesz starą wersję *HandlePanel.py*. Uruchom ją (**Alt-P**) by wygodnie sterować tym modelem.

Skąd *HandlePanel.py* wie, co jest uchwytem, a co nim nie jest? To proste: program buduje i wyświetla panel dla każdego obiektu spełniającego następujące kryteria:

- jego nazwa musi mieć przyrostek ***.Handle**, np. **X.600.Handle** (uważaj więc na takie nazwy);
- ma przypisane ograniczenie *Limit Location*, z włączoną opcją *Local (without Parent)*;
- jest przyporządkowany (relacją *Parent*) do jakiegoś innego obiektu („rodzica”);

Program zakłada, że środek (tzn. punkt odniesienia — *origin*) „rodzica” znajduje się w położeniu neutralnym uchwyty. Położenie neutralne uchwyty powinno odpowiadać jakiejś szczególnej pozycji mechanizmu. (Na przykład steru kierunku jest w nim ustawiony dokładnie wzdłuż osi kadłuba, podwozie jest zupełnie wciągnięte, a klapy — schowane).

Przygotowałem dwa uchwyty, sterujące ruchem podwozia — **X.600.Handle** i **X.601.Handle** — tak, by skrypt mógł je odnaleźć (Rysunek 14.30.2):



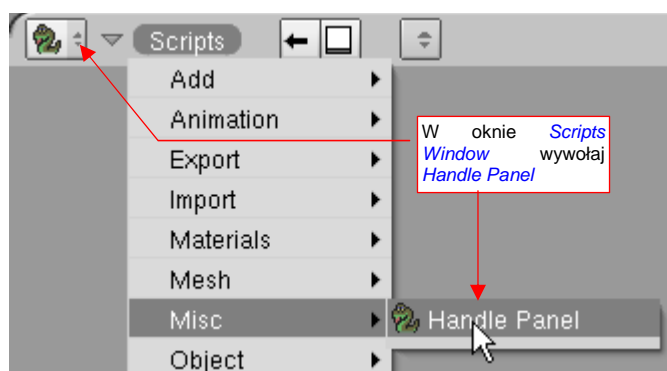
Rysunek 14.30.2 Przypisanie uchwyty „rodzica”

Uchwyt **X.600.Handle** steruje wysuwaniem i chowaniem podwozia. Ma przypisane ograniczenie *Limit Location*, wymuszające jego położenie do pionowego odcinka o długości 10 jednostki Blendera (Rysunek 14.30.2a). Gdy jest w położeniu górnym, podwozie jest schowane. W tym właśnie, górnym punkcie znajduje się jego „rodzic” (Rysunek 14.30.2b) — pusty (*Empty*) obiekt **X.600.Base**. Wyznacza w ten sposób domyślne położenie podwozia — w pozycji „złożone”.

Drugi uchwyt — **X.601.Handle** — służy do „ściskania” i „rozciągania” amortyzatorów kół głównych i pochylania wahacza kółka ogonowego. Ma przypisane ograniczenie *Limit Location*, wymuszające ruchu tego uchwyty wzdłuż pionowego odcinka o długości 1.5 jednostki Blendera. (Odpowiada to dokładnie skokowi amortyzatorów podwozia głównego). Rodzicem **X.601.Handle** jest uchwyt **X.600.Handle**. W dolnym położeniu, środek **X.601.Handle** pokrywa się z **X.600.Handle**. Położenie neutralne amortyzatora odpowiada więc całkowitemu rozciągnięciu (brakowi obciążenia).

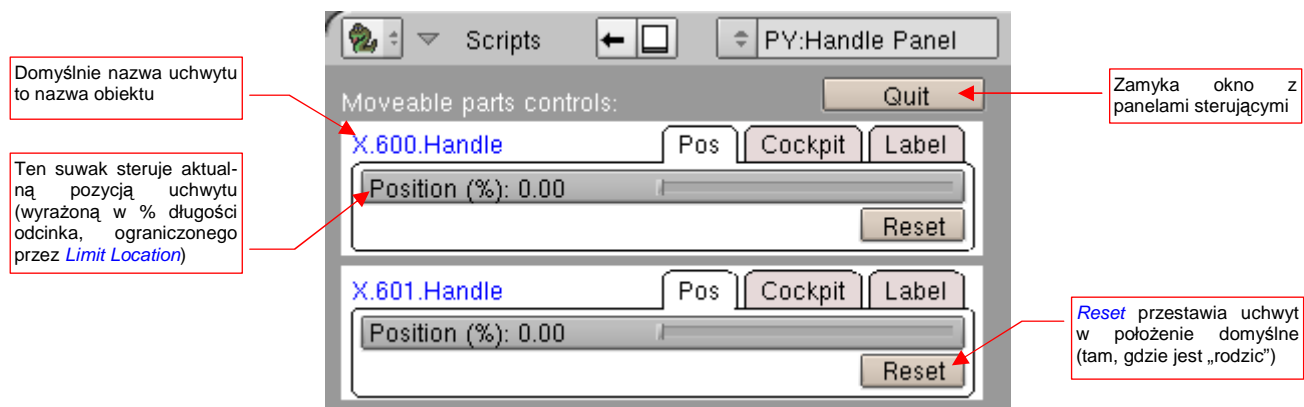
Po tych przygotowaniach można wywołać skrypt. Przełącz na chwilę okno przycisków (*Buttons Window*) na okno skryptów (*Scripts Window*). O ile ustawiłeś ścieżki tak, jak podałem to na str. 759, powinieneś go znaleźć w menu **Scripts → Misc → Handle Panel** (Rysunek 14.30.3).

Jeżeli nie znajdziesz go tam — załaduj do okna tekstowego (*Text Editor*) dostarczony wraz z tą książką plik *source/python/HandlePanel.py*. Potem uruchom go poleceniem **Text → Run Python Script**.



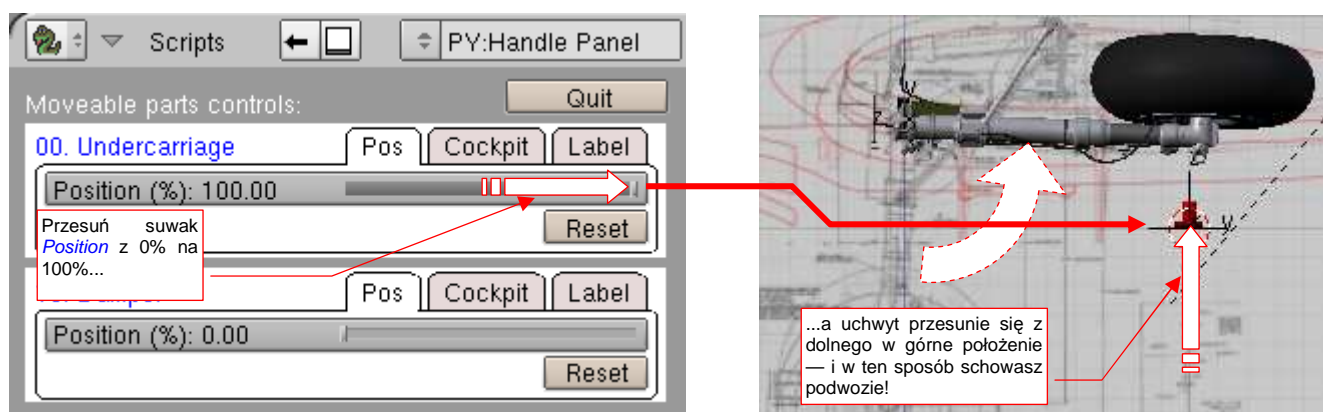
Rysunek 14.30.3 Wywołanie skryptu *Handle Panel*

W rezultacie pojawiają się dwie panele, z których każda odpowiada jednemu z uchwytów (Rysunek 14.30.4):



Rysunek 14.30.4 Panele sterowania modelem

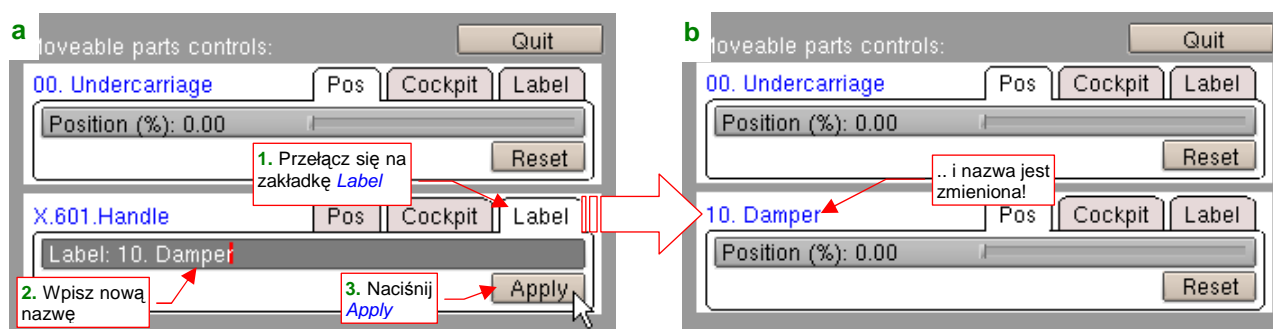
Przypuszczam, że wystarczył Ci rzut oka, by wiedzieć jak posługiwać się tym programem: należy przesunąć suwak **Position**, umieszczony na każdym panelu. (W tę kontrolkę możesz także wpisać dokładną wartość numeryczną). Gdy podwozie jest wysunięte (por. Rysunek 14.30.2), uchwyt **X.600.Handle** jest w najniższym położeniu (0%). Także uchwyt amortyzatora **X.601.Handle** jest w położeniu 0% (najniższym) — gdy amortyzator jest całkowicie rozciągnięty. Wystarczy którykolwiek z tych suwaków przesunąć, by wywołać ruch odpowiedniego mechanizmu (Rysunek 14.30.5):



Rysunek 14.30.5 Zmiana nazwy panelu

Dodatkowo, aby ułatwić ustawienie zespołu w jakiejś wyróżnionej pozycji neutralnej, dodałem przycisk **Reset**. Gdy go naciśniesz, środek uchwytu zostanie przesunięty w miejsce, w którym znajduje się środek jego obiektu — „rodzica” (*Parent*). W przypadku uchwytu z tego przykładu „rodzic” to pomocniczy obiekt **X.600.Base**.

Jak pokazuje Rysunek 14.30.4, domyślna nazwa uchwytu jest zapożyczona z nazwy obiektu. Warto ją zmienić na coś bardziej „reprezentatywnego”. Służy do tego zakładka **Label** (Rysunek 14.30.6):

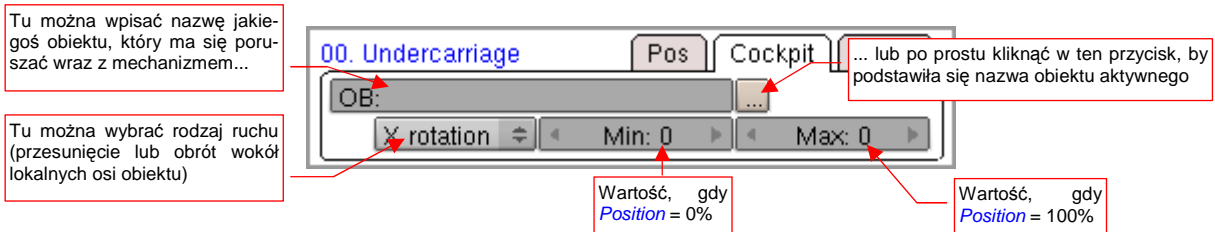


Rysunek 14.30.6 Zmiana nazwy panelu

Po naciśnięciu przycisku **Apply** nazwa, wyświetlana u góry panelu, ulegnie zmianie.

- Skrypt ustawia zawsze panele wg ich nazw, w kolejności alfabetycznej. Warto więc poprzedzić je jakimś numerycznym przedrostkiem, by amortyzator został umieszczony przy podwoziu, a ster wysokości (*Elevator*) przy sterze kierunku (*Rudder*).

Ostatnia zakładka panelu uchwytu — **Cockpit** — służyła do „przełożenia” transformacji mechanizmu na jakiś element w kabinie pilota (stąd nazwa) (Rysunek 14.30.7):



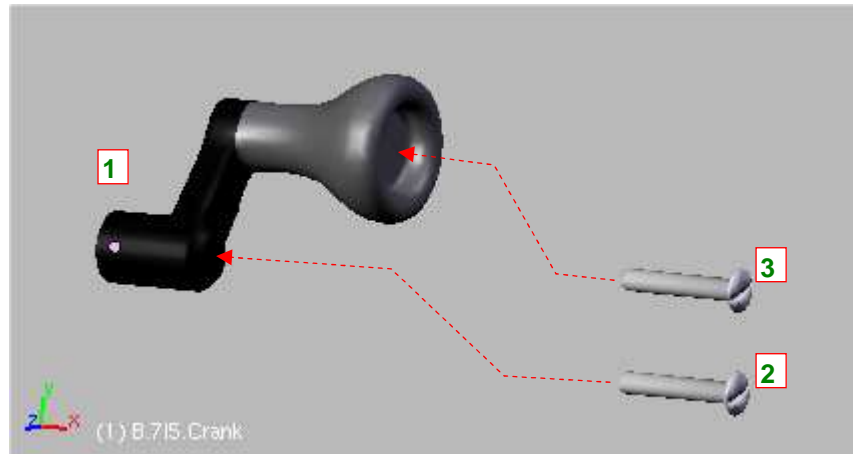
Rysunek 14.30.7 Zakładka **Cockpit**

Zazwyczaj chodziło o to, by np. drążek sterowy wychylał się wraz z ruchem sterów lub lotek. Miało to sens w starszych wersjach Blendera (np. 2.43 i kilku następnych), gdy jeszcze nie istniało ograniczenie *Transform*. Teraz nie ma już chyba potrzeby używać zakładki **Cockpit**. (Adaptując ten skrypt do Blendera 2.5/2.6 na pewno jej nie uwzględnię).

14.31 Dokładne umieszczanie obiektów w zadanym miejscu

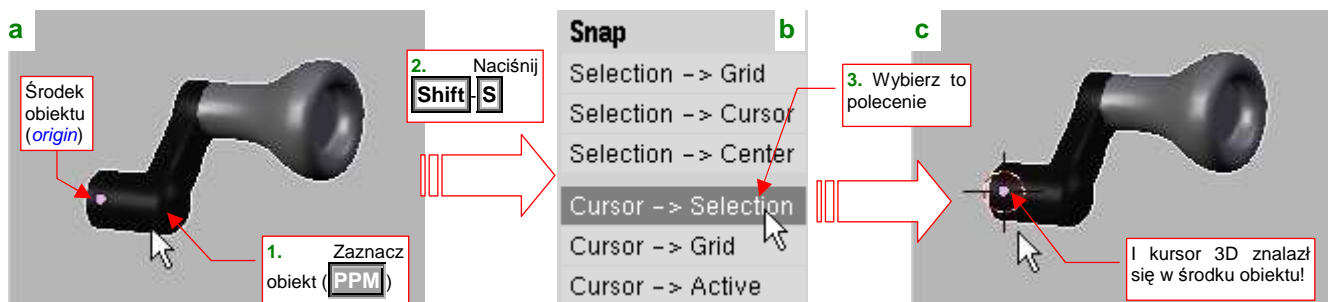
Podczas pracy nad modelem często powstaje sytuacja, gdy jakiś obiekt należy umieścić w dokładnie określonym miejscu. Jego aktualne położenie może być przypadkowe, a w każdym razie nieistotne. Tę czynność wykonuje się dość często wszędzie tam, gdzie modelujemy zespół złożony z wielu części — np. podwozie lub wnętrze kabiny. Ta sekcja pokazuje szybką i dokładną metodę wykonania takiej operacji.

Rysunek 14.31.1 przedstawia typowy przypadek opisanego powyżej problemu. Właśnie sklonowaliśmy dwie śruby (2 i 3). Śruba 2 ma się znaleźć w osi korbki 1, a śruba 3 — w centrum jej rączki. Jak to zrobić najszybciej i najłatwiej?



Rysunek 14.31.1 Typowy problem: jak najszybciej/najłatwiej osadzić śruby w osiach korbki?

Środek (punkt odniesienia — *origin*) korbki leży w jej osi obrotu. W tym samym miejscu ma się znaleźć śruba 2. Skorzystajmy z tego faktu i umieśćmy w tym punkcie kursor 3D. Aby to zrobić: zaznacz korbkę (Rysunek 14.31.2a) i naciśnij **Shift-S**, by rozwinąć podręczne menu **Snap** (Rysunek 14.31.2b). Wybierz z niego polecenie **Cursor→Selection**:



Rysunek 14.31.2 Przeniesienia kursora 3D do punktu odniesienia obiektu (*origin*)

W rezultacie, kursor 3D znajdzie się w środku (punkcie odniesienia) korbki (Rysunek 14.31.2c).

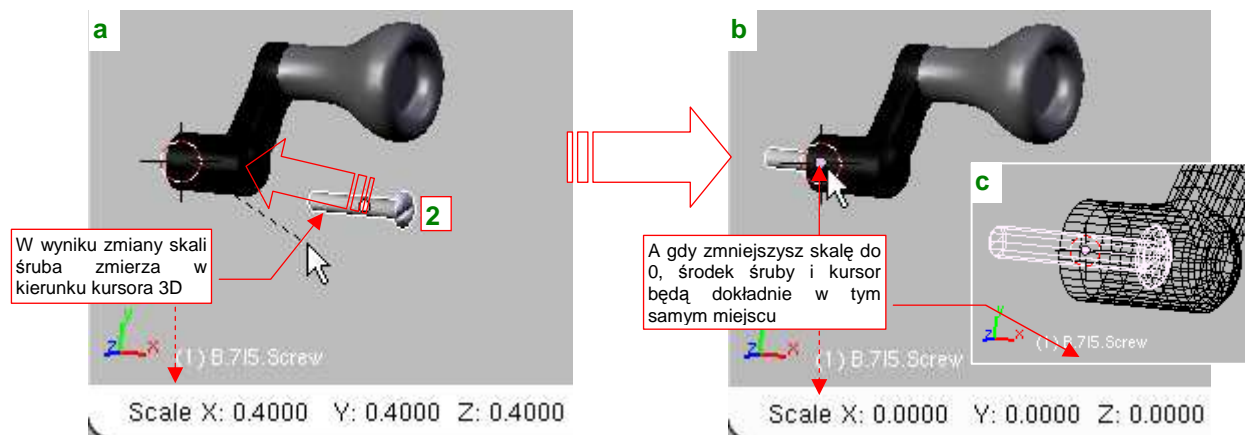
Teraz trzeba jeszcze odpowiednio ustawić tryb transformacji:

- przełącz tryb **Pivot** na **3D Cursor** (Rysunek 14.31.3a),
- włącz **Move object centers only** (Rysunek 14.31.3b):



Rysunek 14.31.3 Ustawienie odpowiednich trybów dla punktu odniesienia i transformacji

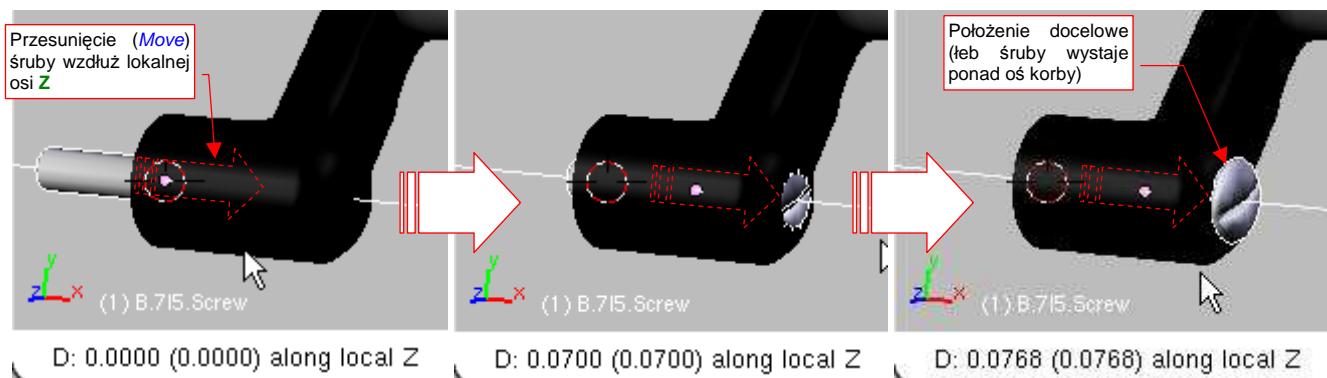
Zaznacz śrubę **2**, i naciśnij **[S]**, rozpoczynając operację zmiany skali. Gdy jest włączony tryb **Move object centers only**, rozmiar śruby nie ulegnie zmianie. Gdy podczas zmiany skali tylko jej środek zacznie zmierzać w kierunku środka transformacji - kursora 3D. I o to chodzi! (Rysunek 14.31.4a):



Rysunek 14.31.4 Umieszczenie śruby w zadanym punkcie (poprzez zmianę skali)

Gdy przesuwając myszkę wciśniesz jednocześnie klawisz **[Ctrl]**, szybko i łatwo zmniejszysz skalę do zera. Dla tej wartości środek śruby **2** znajdzie się dokładnie w tym samym miejscu, co kursor 3D — czyli w osi korbki (Rysunek 14.31.4b). Tyle tylko, że został „zagłębiony” w materiale (Rysunek 14.31.4c).

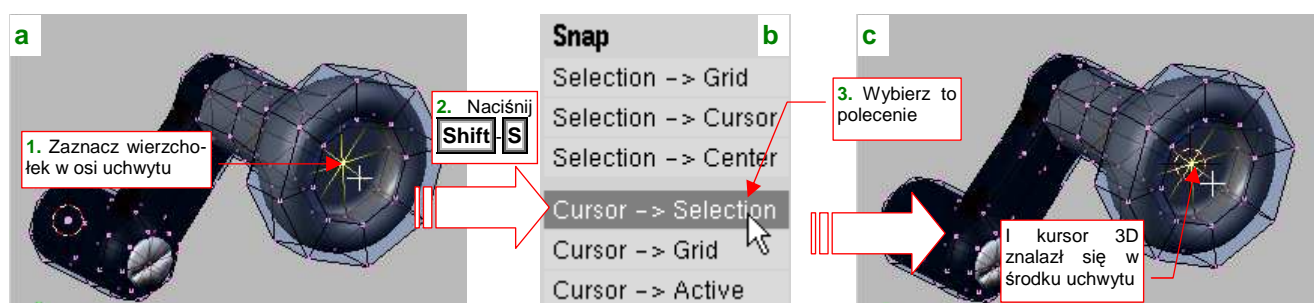
To na szczęście można szybko skorygować: wystarczy przesunąć śrubę wzdłuż jej lokalnej osi **Z** (**[G][Z][Z]**) dopóki jej łeb nie „wynurzy” się z korbki (Rysunek 14.31.5):



Rysunek 14.31.5 Finalne dopasowanie (przesunięcie wzdłuż osi śruby)

Śrubę **3** umieścimy w korbce w ten sam sposób. Musimy tylko umieścić w innym miejscu kursor 3D.

W tym celu przełączymy się na chwilę w tryb edycji siatki (**[Tab]**), i zaznaczymy wierzchołek leżący w centrum uchwyty (Rysunek 14.31.6a):

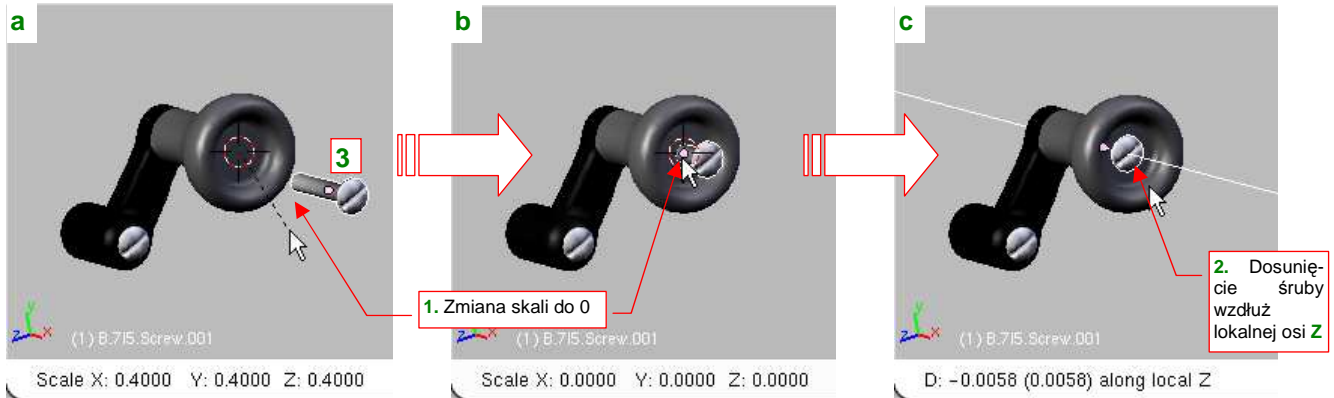


Rysunek 14.31.6 Przeniesienia kursora 3D do środka uchwyty

Potem postępujemy tak samo, jak poprzednio: **[Shift][S]**, by przywołać menu **Snap**, i wybrać z niego polecenie **Cursor→Selection**. W efekcie kursor 3D zostanie umieszczony w podświetlonym wierzchołku.

- Wierzchołki siatki bardzo się przydadzą do ustawienia kursora 3D w różnych kluczowych miejscach. Na przykład, jeżeli nawet nie masz wierzchołka w środku otworu, wystarczy zaznaczyć dwa przeciwległe wierzchołki na jego obwodzie. Polecenie *Cursor*→*Selection* umieści kursor 3D dokładnie pomiędzy nimi.

Gdy mamy już kursor 3D w odpowiednim miejscu, można się znowu przełączyć w *Object Mode* (**Tab**). Potem ze śrubą **3** postępujemy tak samo, jak ze śrubą **2**: zmiana skali do zera (Rysunek 14.31.7a, b):



Rysunek 14.31.7 Umieszczenie śruby w centrum uchwyty

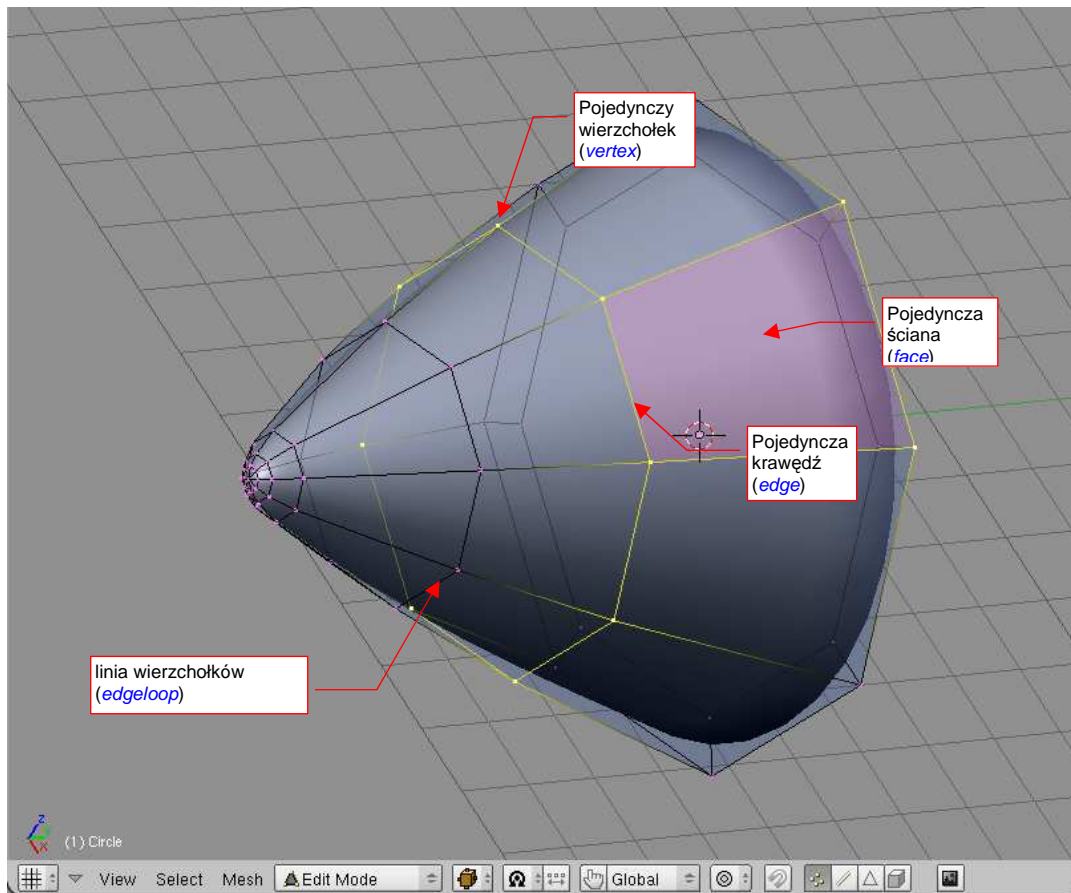
Na koniec dosuwamy łeb śruby do powierzchni korbki, przesuwając ją wzdłuż lokalnej osi **Z**. Rysunek 14.31.7c przedstawia gotową korbkę, z dwoma śrubami osadzonymi we właściwych miejscach.

Rozdział 15. Blender — edytor siatki (Edit Mode)

Prawie każdy obiekt w Blenderze zawiera siatkę wierzchołków. W ten sposób w Blenderze odwzorowany jest kształt. Tryb edycji służy do zmiany siatki pojedynczego obiektu.

15.1 Pojęcia podstawowe

Prawie każdy obiekt Blendera zawiera "w środku" siatkę (*mesh*). Siatka to zbiór elementarnych ścian (*face*), ich krawędzi (*edge*) i wierzchołków (*vertex*). Rysunek 15.1.1 pokazuje przykład takiej siatki:



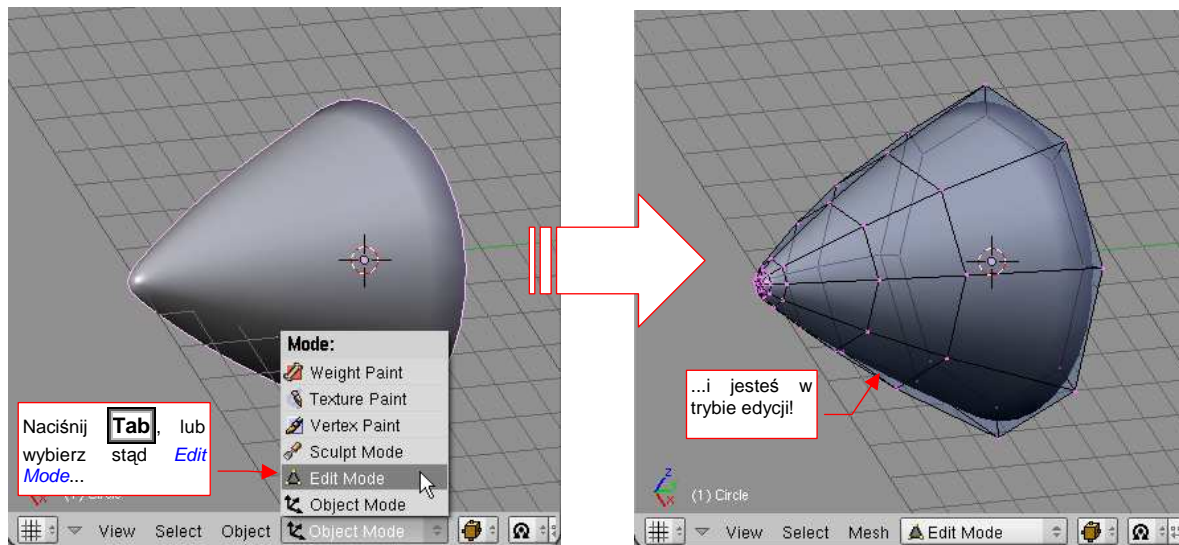
Rysunek 15.1.1 Siatka (*mesh*): elementy

Ściany w Blenderze mogą być kwadratowe lub trójkątne. W szczególnych przypadkach mogą w siatce mogą istnieć krawędzie bez ścian, czy wręcz "osamotnione" wierzchołki bez krawędzi.

W Blenderze występuje także pojęcie "linii wierzchołków" (*edgeloop* — Rysunek 15.1.1). Najłatwiej wskazać je na siatkach o ścianach prostokątnych. Blender potrafi jednak także znaleźć takie linie także na siatkach o ścianach trójkątnych.

15.2 Włączenie trybu edycji (*Edit Mode*)

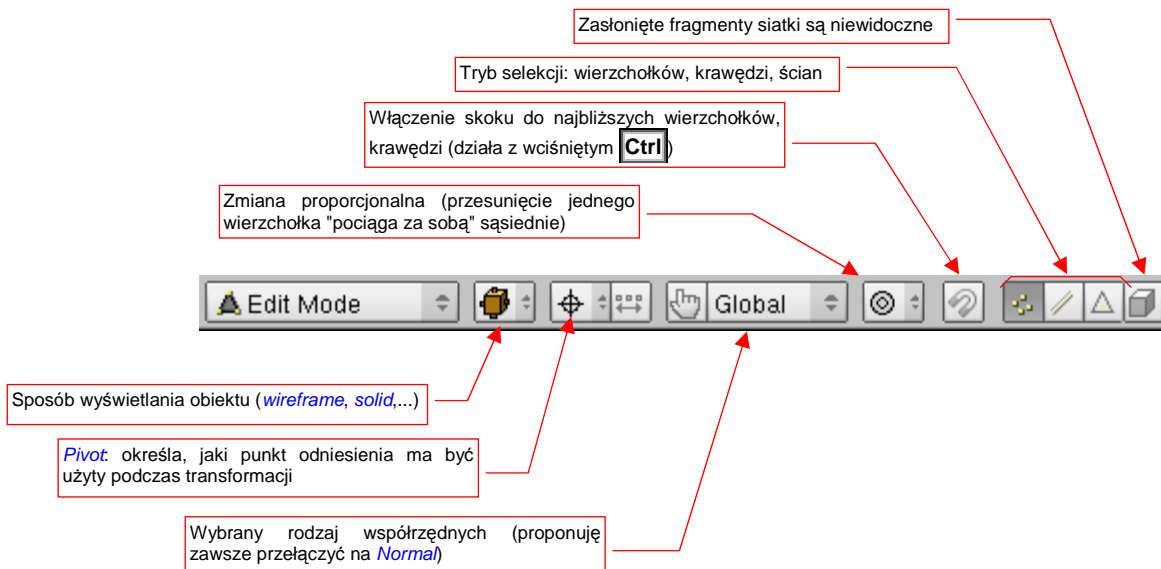
Tryb edycji siatki włączasz naciskając przycisk **Tab**. Alternatywnie możesz także zrobić to za pomocą menu z nagłówka okna widoku (Rysunek 15.2.1):



Rysunek 15.2.1 Okno widoku: włączenie trybu edycji

Powtórne naciśnięcie **Tab** przełączy Cię z powrotem do poprzedniego trybu (np. obiektu — *Object Mode*). Możesz także wybrać inny tryb z nagłówka widoku, listy rozwijalnej *Mode*.

Nagłówek okna *View 3D* ma w trybie edycji wiele przydatnych kontroltek:

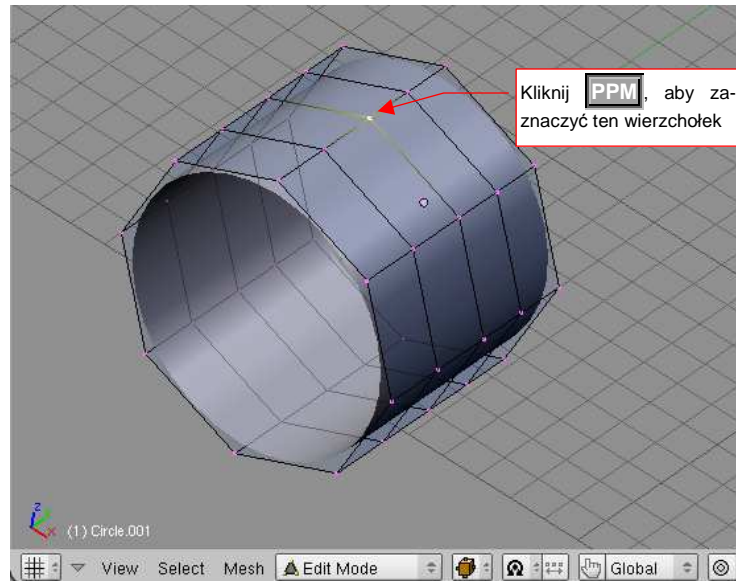


Rysunek 15.2.2 Okno widoku: kontrolki dostępne w trybie edycji

Mankamentem tego nagłówka jest brak możliwości włączania i ukrywania warstw. (Aby to zrobić, musisz się przełączyć w *Object Mode*)

15.3 Zaznaczanie elementów siatki

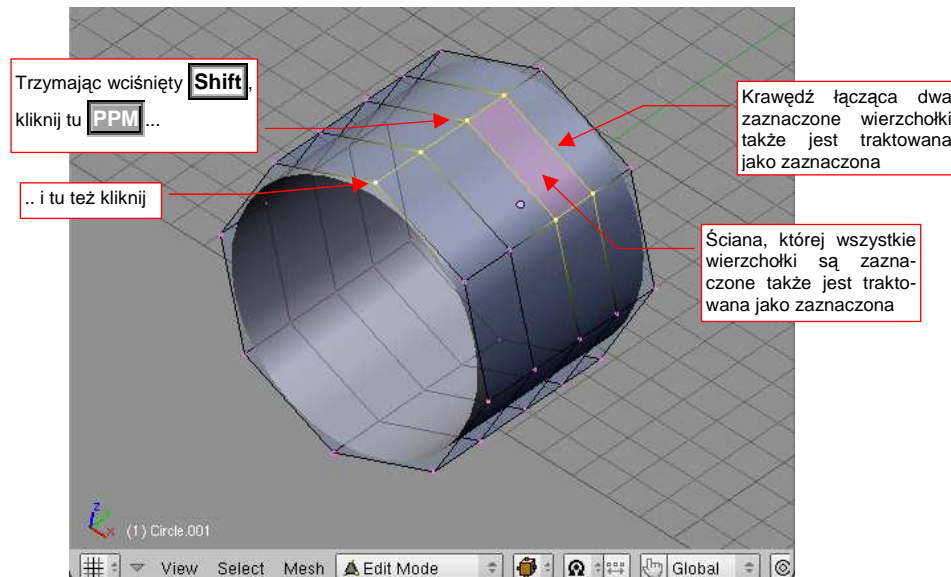
W zasadzie, wierzchołki można zaznaczać tak samo, jak całe obiekty (por. str. 72). Gdy klikniesz w jeden z nich **PPM** — stanie się zaznaczony, i zmieni swój kolor na żółty (Rysunek 15.3.1):



Rysunek 15.3.1 Zaznaczenie pojedynczego wierzchołka

Zwróć uwagę, że kolor krawędzi, wychodzących z zaznaczonego wierzchołka także ulega stopniowej zmianie. Im bliżej zaznaczenia, tym bardziej są żółte. Taka konwencja ułatwia szybkie odnalezienie zaznaczonego na siatce obszaru.

Aby **wybrać wiele wierzchołków**, jeden po drugim: trzymaj wciśnięty klawisz **Shift** i klikaj w nie po kolei **PPM** (Rysunek 15.3.2):

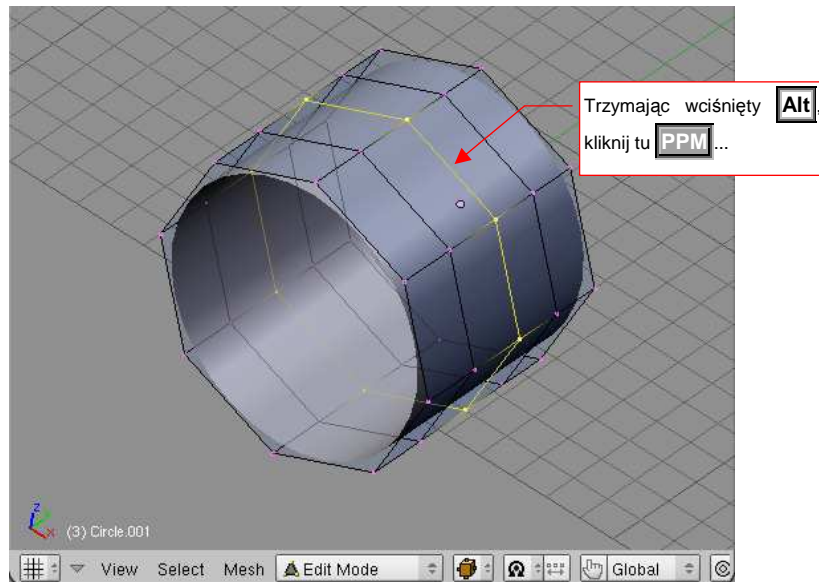


Rysunek 15.3.2 Wybór wielu wierzchołków

Kombinacja **Shift** - **PPM** działa jak przełącznik stanu zaznaczenia: pierwsze kliknięcie w wierzchołek włącza go do wybranych wierzchołków. Następne kliknięcie — wyklucza z tego zbioru.

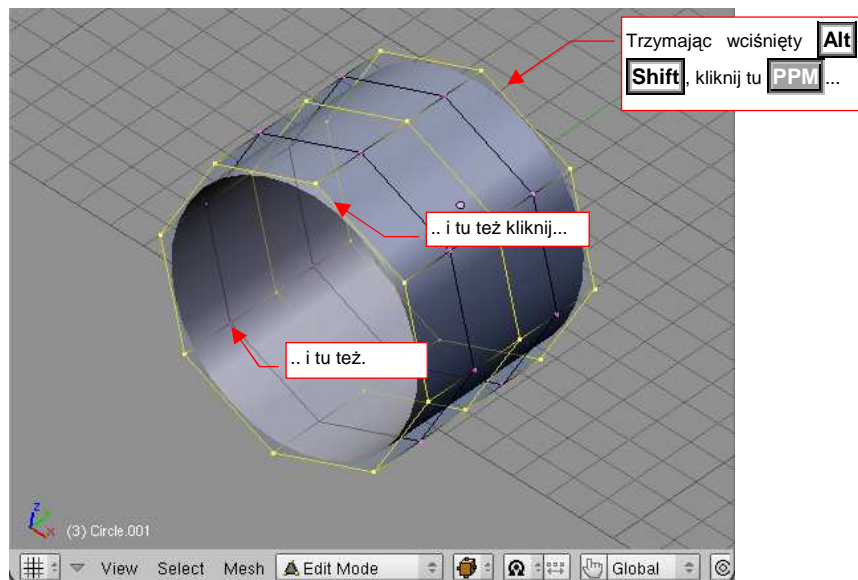
- Jeżeli chcesz szybko zrezygnować z aktualnego zaznaczenia — naciśnij klawisz **A** (*Select* → *Select/Deselect All*). Jeżeli chcesz zaznaczyć wszystko — naciśnij ten klawisz powtórnie. (Polecenie to działa jak przełącznik: "wszystko - nic").

Na siatkach Blendera można także szybko **wskazać cały rząd wierzchołków**, tworzących topologicznie linię (*edgeloop*). Trzymając wciśnięty **Alt**, kliknij **PPM** w jedną z krawędzi, należącą do tej linii (Rysunek 15.3.3):



Rysunek 15.3.3 Zaznaczanie linii wierzchołków

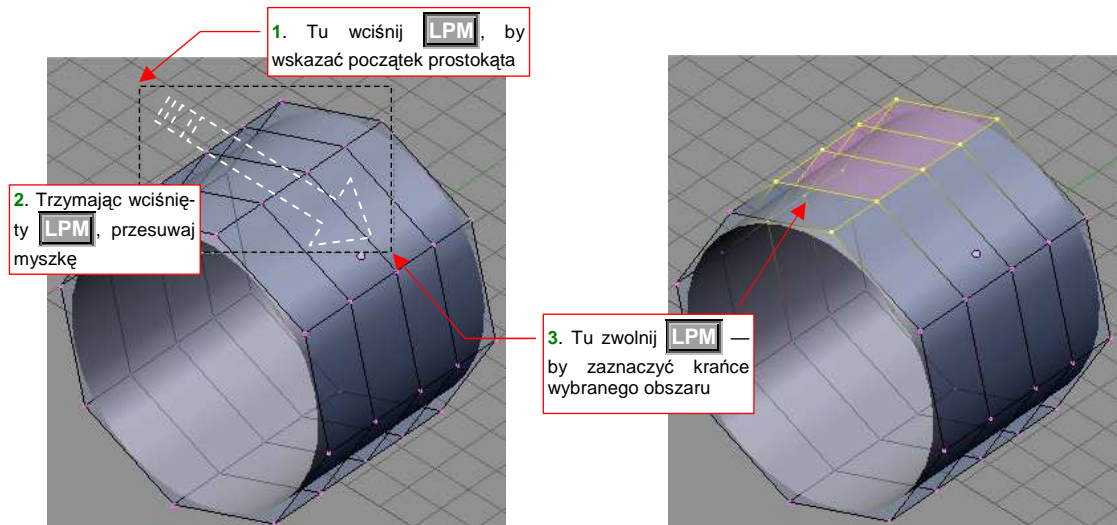
Analogicznie, jak w przypadku pojedynczych wierzchołków, możesz wyłączać/wykluczać z selekcji całe linie. Trzymaj na klawiaturze wciśnięte **Alt** - **Shift**, i klikaj w krawędzie odpowiednich linii **PPM** (Rysunek 15.3.4):



Rysunek 15.3.4 Zaznaczanie wielu linii wierzchołków

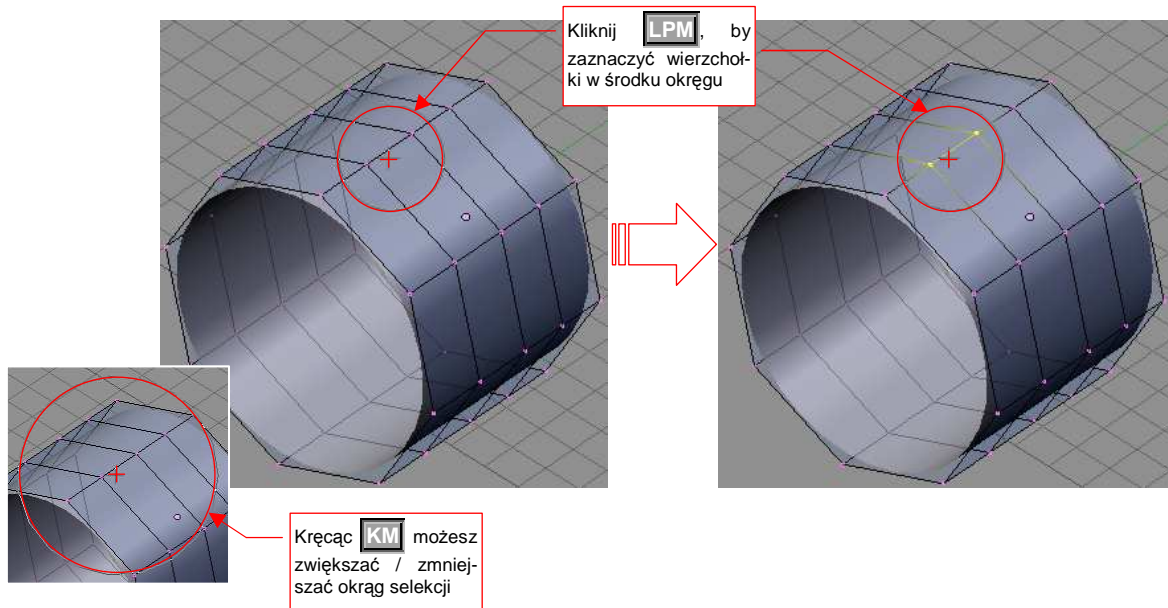
- Możesz także odwrócić selekcję (wybrać to, co nie jest zaznaczone): naciśnij **I** (*Select* → *Inverse*)

Wreszcie — w Blenderze jest także dostępne **wybijanie obszarem prostokątnym**. Naciśnij **B** (*Select*→*Border select*) (Rysunek 15.3.5).



Rysunek 15.3.5 Zaznaczanie obszarem prostokątnym

Osobiście wolę jednak posługiwać się inną odmianą wyboru obszarem: **wyborem okręgiem**. Aby przełączyć się w ten tryb, naciśnij powtórnie klawisz **B**. (Czyli — aby włączyć go "od zera", musisz nacisnąć **B** dwa razy. Możesz to zrobić szybko, traktując tę kombinację jako skrót — **B, B**). Wokół kursora na ekranie pojawi się okrąg (Rysunek 15.3.6):

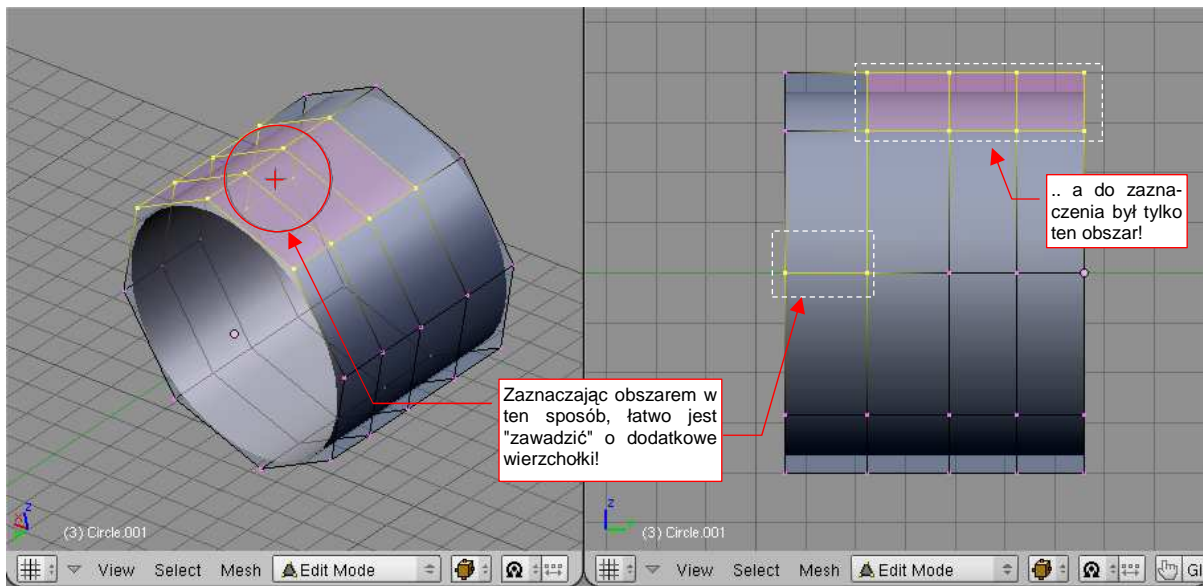


Rysunek 15.3.6 Zaznaczanie okręgiem

W tym trybie, gdy klikniesz **LPM**, zaznaczysz wierzchołki, które są wewnątrz okręgu. Rozmiar okręgu możesz zwiększać lub zmniejszać, obracając **KM**. Klikając w różne miejsca, możesz włączać kolejne wierzchołki do zbioru selekcji.

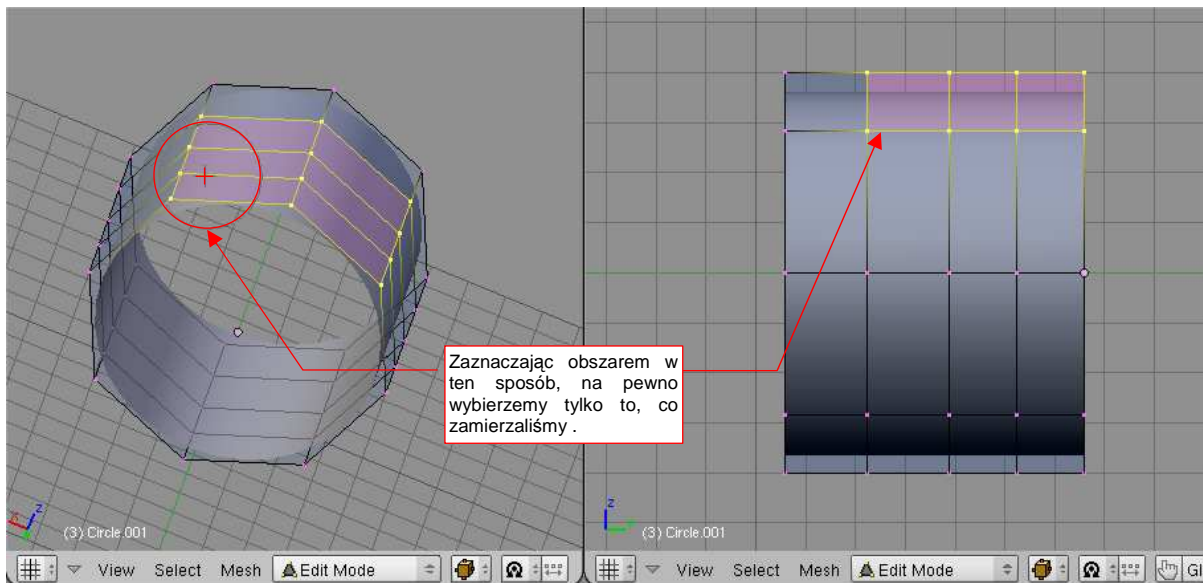
Jeżeli chciałbyś coś z tego zbioru wyłączyć — podczas kliknięcia trzymaj wciśnięty klawisz **Alt**. Tryb wyboru okręgiem możesz zakończyć, naciskając **Esc**.

Na koniec chciałbym przypomnieć, jak ważne podczas zaznaczania jest właściwe dobranie widoku. Rysunek 15.3.7 pokazuje, co się może stać, gdy zaznaczamy obszarem wierzchołki, za którymi są jeszcze dalsze punkty siatki:



Rysunek 15.3.7 Zaznaczanie obszarem — projekcja dobrana niewłaściwie

Rysunek 15.3.8 pokazuje, jak wygląda projekcja lepiej dobrana do tej sytuacji. Gdy nic nie leży poza zaznaczonymi wierzchołkami, nie ma możliwości zaznaczenia czegokolwiek dodatkowego:



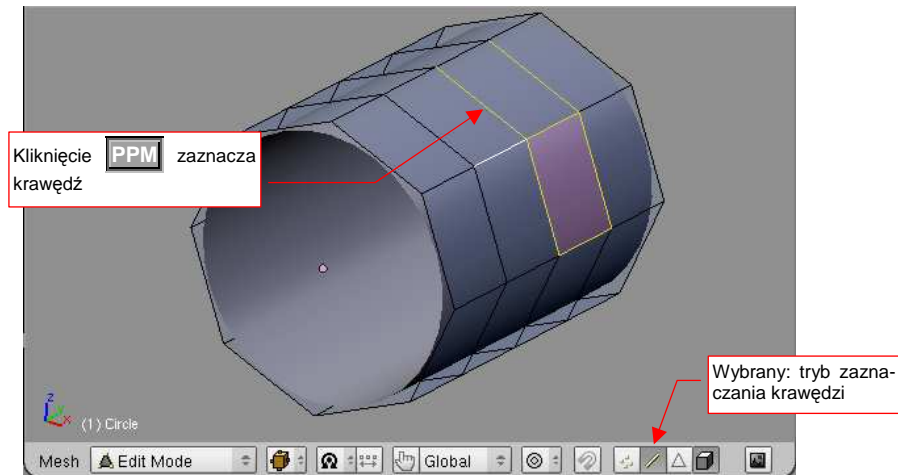
Rysunek 15.3.8 Zaznaczanie obszarem — projekcja dobrana właściwie

Do tej pory omówiłem szczegółowo tryb wybierania wierzchołków. Ale na tym możliwości programu się nie kończą. W nagłówku okna widoku znajduje się odpowiedni przełącznik (Rysunek 15.3.9):



Rysunek 15.3.9 Włączony tryb selekcji wierzchołków w nagłówku okna [View 3D](#)

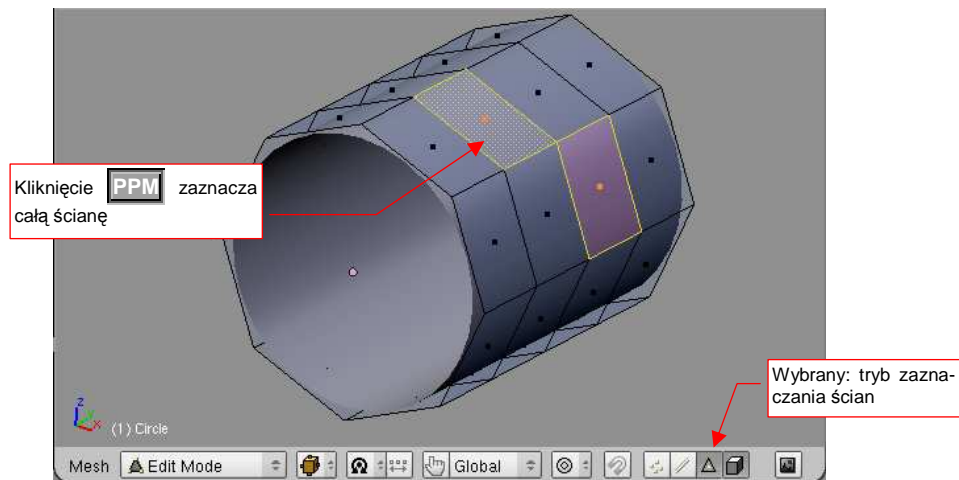
Gdy włączysz tryb zaznaczania krawędzi, zmieni się sposób wyświetlania siatki (Rysunek 15.3.10):



Rysunek 15.3.10 Tryb zaznaczania krawędzi

Tryb zaznaczania krawędzi jest przydatny np. wtedy, gdy chcesz usunąć ich grupę bez usunięcia wierzchołków. W trybie zaznaczania wierzchołków masz dwa razy więcej do "klikania"! W każdym trybie selekcji możesz stosować wszystkie metody zaznaczania, które opisałem na poprzednich stronach.

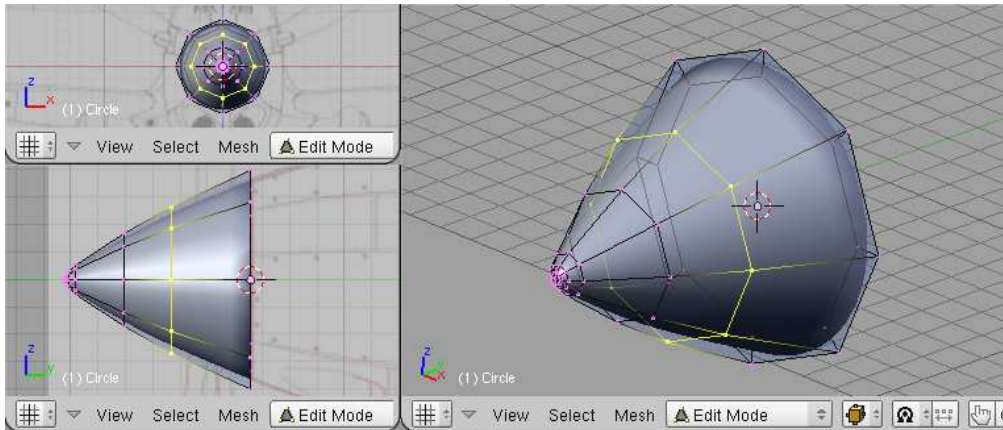
Ostatnim trybem zaznaczania jest zaznaczanie całych ścian (Rysunek 15.3.11):



Rysunek 15.3.11 Tryb zaznaczania ścian

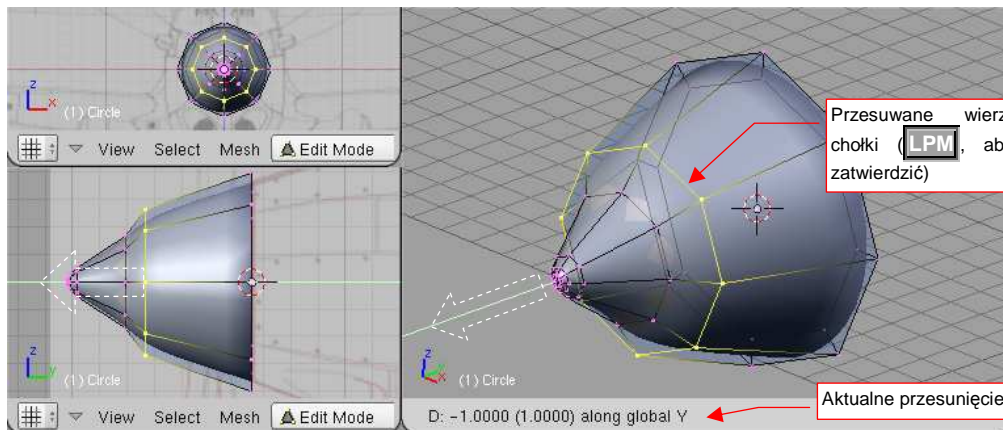
15.4 Przesunięcie (*Grab*)

Zaznacz wierzchołki, które chcesz przesunąć (Rysunek 15.4.1):



Rysunek 15.4.1 Zaznaczenie wierzchołków

Następnie naciśnij **G** (*Mesh* → *Transform* → *Grab/Move*). Przełączysz się w ten sposób w tryb przesuwania. Każde przesunięcie myszy będzie powodować przemieszczenie zaznaczonych wierzchołków. Dokonywane zmiany w kształcie siatki są pokazywane na bieżąco we wszystkich oknach Blendera (Rysunek 15.4.2):

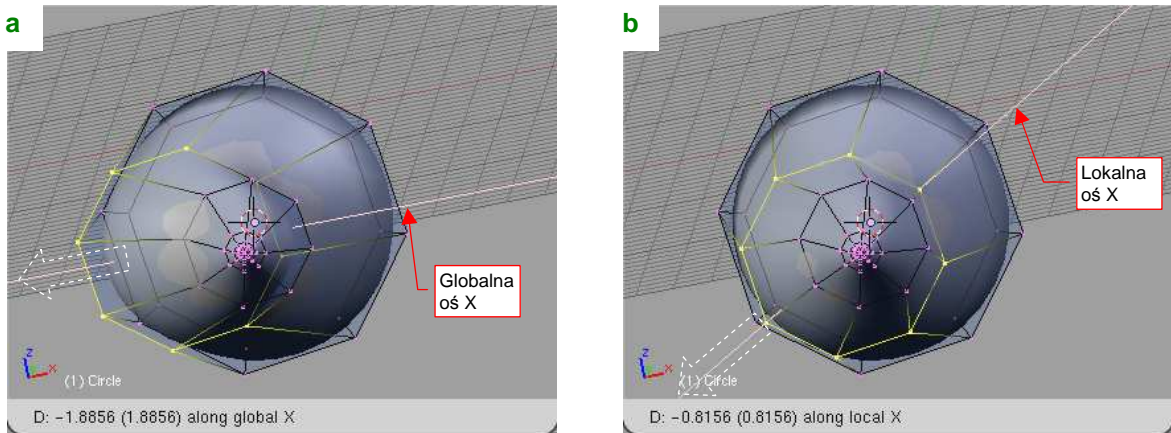


Rysunek 15.4.2 Przesuwanie grupy wierzchołków

W nagłówku aktywnego okna jest wyświetlane aktualne przesunięcie. Aby zatwierdzić nowe położenie (zakończyć przesunięcie), należy kliknąć **LPM**. Aby zrezygnować z operacji, możesz w każdej chwili nacisnąć **Esc**. Podczas przesuwania możesz dodatkowo trzymać wciśnięty klawisz **Ctrl**. Spowoduje to skokową zmianę odległości (np. co 0.1 jednostki). Jeżeli będziesz trzymał wciśnięty klawisz **Shift** — przesunięcia na ekranie "wyhamują", pozwalając na dokładniejsze ustalenie pozycji. Wreszcie kombinacja obydwu — **Shift-Ctrl** — umożliwi skokowe przesuwanie położenia o niewielkie odległości (np. co 0.01 jednostki).

Jeżeli w trakcie przesuwania naciśniesz **X**, **Y**, lub **Z** — ograniczysz swój ruch tylko do translacji wzdłuż jednej z tych osi. Po pierwszym naciśnięciu klawisza jest to oś globalna. Jeżeli jednak jeszcze raz naciśniesz ten sam klawisz — przełączysz się na lokalną oś obiektu. (Odpowiada to poleceniom *Mesh* → *Transform* → *Grab/Move on Axis*). To rozróżnienie pomiędzy osią globalną i lokalną ma swój sens wtedy, gdy obiekt jest w jakiś sposób obrocony.

Rysunek 15.4.3 pokazuje przykład takiej sytuacji. Stożek został najpierw (jako obiekt) obrócony o 30° w lewo. Następnie przełączyłem się w tryb edycji, zaznaczyłem linię siatki, i nacisnąłem **G**, **X**. W efekcie mogę przesunąć wierzchołki wzdłuż globalnej osi X — na bok (Rysunek 15.4.3a). Jeżeli nacisnę jeszcze raz **X** — przełączę się na lokalną oś X obiektu (Rysunek 15.4.3b):

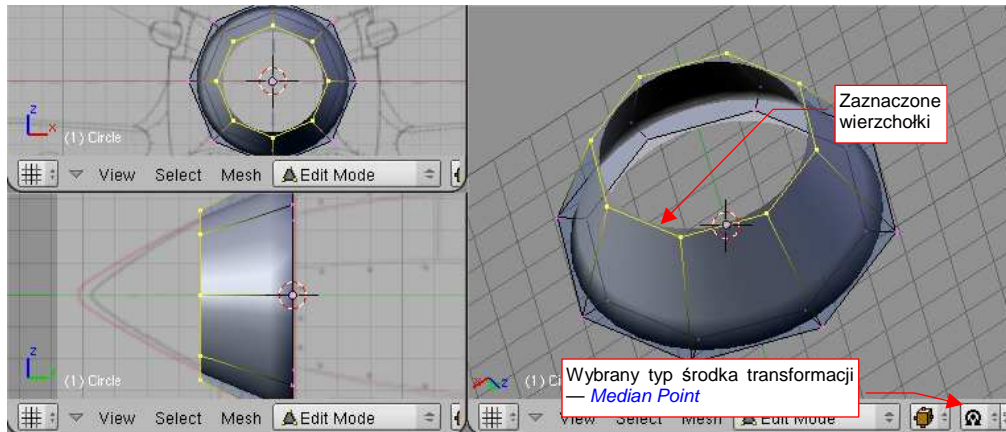


Rysunek 15.4.3 Przesuwanie wzdłuż globalnej osi X (**X**) i lokalnej osi X (**X**, **X**)

W związku z tym, że obiekt został wcześniej obrócony, jego lokalna oś X jest pochylona. Przesunięcie "na bok" zaznaczonej linii siatki oznacza w tym przypadku przemieszczenie pod kątem!

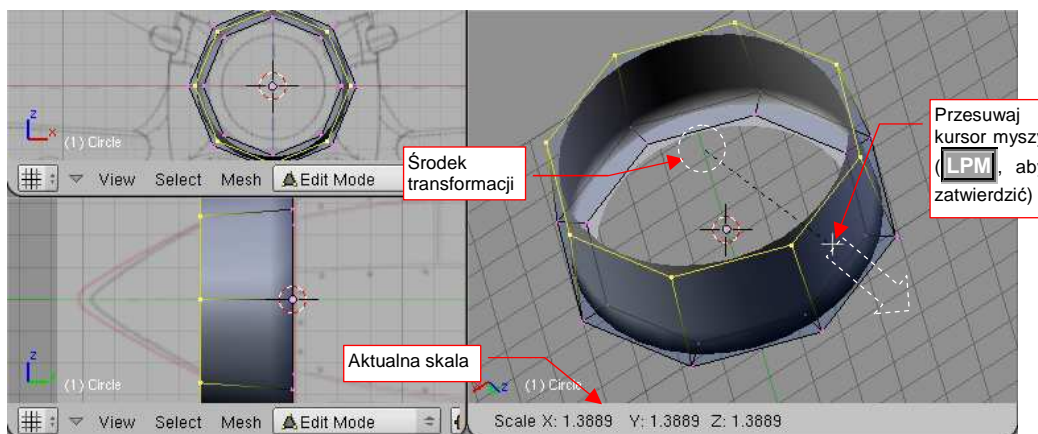
15.5 Skalowanie (**Scale**)

Zaznacz grupę wierzchołków, które chcesz powiększyć/pomniejszyć, oraz ustal środek transformacji (z listy **Pivot** — Rysunek 15.5.1). Praktycznie stosuję dwa — trzy rodzaje środków: **Bounding Box Center**, **Median Point** oraz **Cursor 3D**. **Median Point** to wypadkowy środek wszystkich zaznaczonych wierzchołków. (W przypadku trójkąta leży w "środku ciężkości" tej figury). Zaczniemy od przypadku, gdy środkiem skalowania jest właśnie **Median Point**. (Możesz go ustawić z klawiatury — **Shift-I**)



Rysunek 15.5.1 Zaznaczenie wierzchołków

Naciśnij **S** (**Mesh → Transform → Scale**). Przełączysz się w ten sposób w tryb skalowania. Na rysunku pojawi się kreskowana linia od kursora myszy do środka transformacji. Każde przesunięcie myszy będzie powodować zmianę skali zaznaczonych wierzchołków — proporcjonalnie do zmiany długości kreskowanej linii. Dokonywane zmiany w kształcie siatki są pokazywane na bieżąco we wszystkich oknach Blendera (Rysunek 15.5.2):



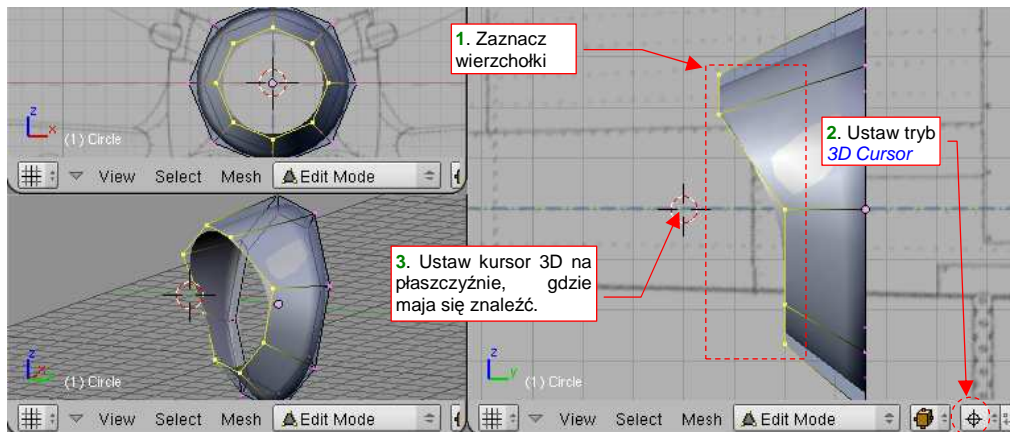
Rysunek 15.5.2 Powiększanie grupy wierzchołków

W nagłówku aktywnego okna jest wyświetlana aktualna zmiana skali wzdłuż każdej osi. Aby zatwierdzić nowe położenie wierzchołków (zakończyć transformację), należy kliknąć **LPM**. Aby zrezygnować z operacji, możesz w każdej chwili nacisnąć **Esc**.

Podczas zmiany skali możesz dodatkowo trzymać wciśnięty klawisz **Ctrl**. Spowoduje to skokową zmianę proporcji (np. co 0.1). Jeżeli będziesz trzymał wciśnięty klawisz **Shift** — zmiana skali na ekranie "wyhamuje", pozwalając na dokładniejsze ustalenie. Wreszcie kombinacja obydwu — **Shift-Ctrl** — umożliwi skokową zmianę skali o niewielkie wartości (np. co 0.01).

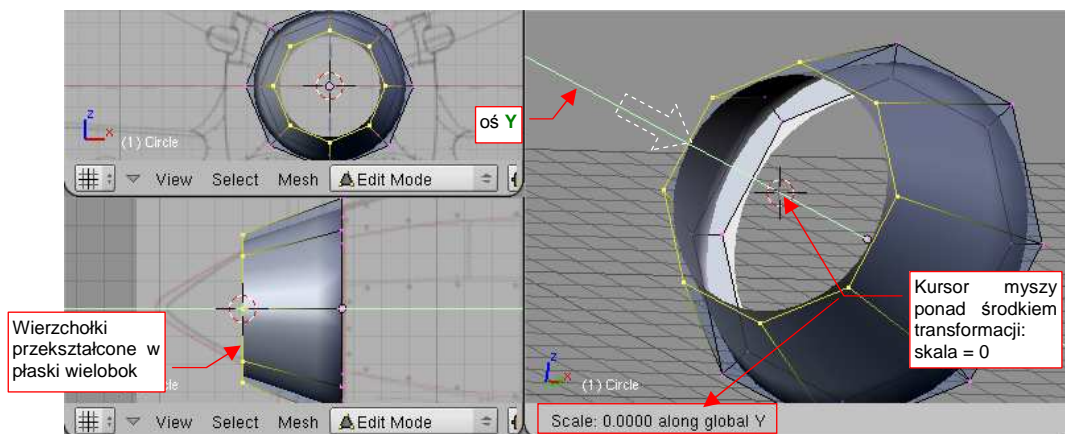
Jeżeli w trakcie przesuwania naciśniesz **X**, **Y**, lub **Z** — ograniczysz zmianę skali do jednej z tych osi. W pozostałych kierunkach żaden rozmiar nie ulegnie zmianie. Po pierwszym naciśnięciu klawisza jest wybrana oś globalna. Jeżeli jednak jeszcze raz naciśniesz ten sam klawisz — przełączysz się na lokalną oś obiektu. (Odpowiada to poleceniom *Mesh*→*Transform*→*Scale on Axis*). To rozróżnienie pomiędzy osią globalną i lokalną ma swój sens wtedy, gdy obiekt jest w jakiś sposób obrócony.

Rysunek 15.5.3 pokazuje przykład skalowania wzdłuż jednej osi. Wybrałem tu także inny sposób określenia środka — tym razem jest to *3D Cursor*. Umieściłem go na płaszczyźnie, gdzie chcę umieścić wszystkie wybrane wierzchołki. Przełączyłem typ punktu odniesienia na *3D Cursor* (na klawiaturze: **.**):



Rysunek 15.5.3 Zmiana skali względem kursora 3D — przygotowanie

Naciśnąłem **S**, **Y**. Trzymając wciśnięty klawisz **Ctrl** (aby uzyskać dokładną zmianę skali) zmniejszyłem odległość wierzchołków od środka skalowania do zera (Rysunek 15.5.4):

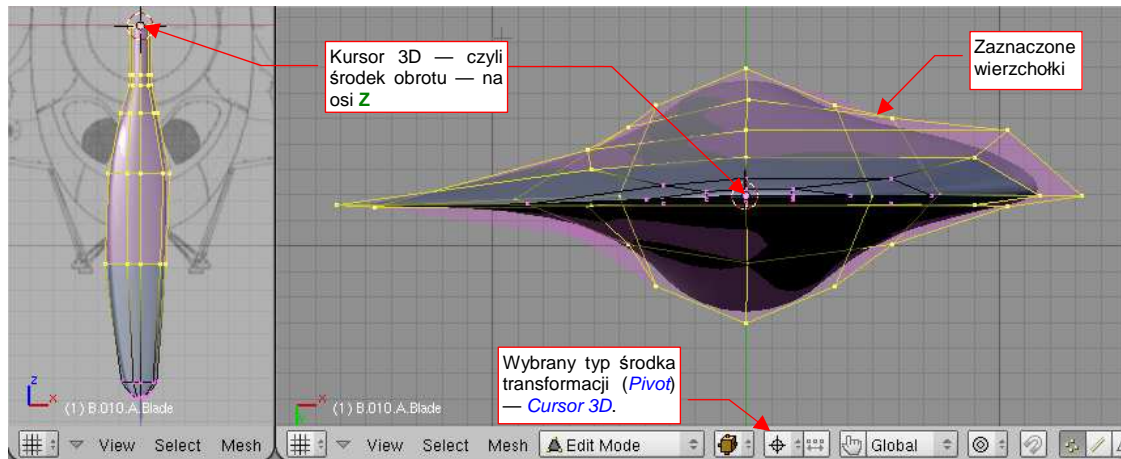


Rysunek 15.5.4 Zmiana skali względem kursora 3D (i wzdłuż jednej osi)

Możesz stosować pokazaną powyżej zmianę skali wzdłuż jednej osi, do zera, jako sposób na dokładne i szybkie "spłaszczenie" grupy wierzchołków i umieszczenie ich w pożądanym miejscu. Taka operacja dość często się przydaje w czasie modelowania samolotu.

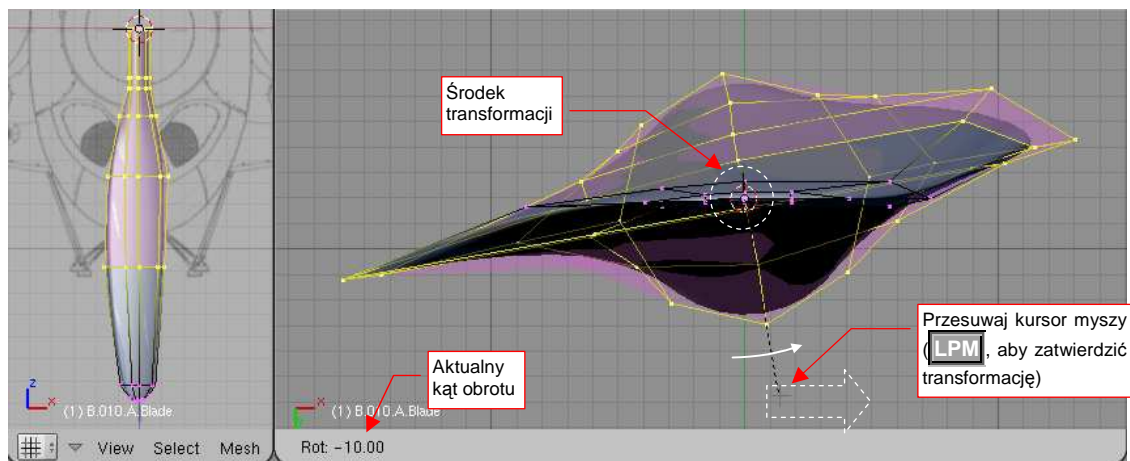
15.6 Obrót (*Rotate*)

Zaznacz grupę wierzchołków, które chcesz obrócić, oraz ustal środek transformacji (*Pivot*) (Rysunek 15.6.1). Praktycznie stosujemy jeden z dwóch rodzajów środka: *Bounding Box Center* albo *Cursor 3D*. W tym przypadku, środkiem obrotu będzie *Cursor 3D*. Możesz go ustawić z klawiatury — naciśnij **[K]** (kropka):



Rysunek 15.6.1 Zaznaczenie wierzchołków

Wybierz okno 3D, którego płaszczyzna widoku ma być płaszczyzną obrotu. (Kursor powinien być widoczny gdzieś w środku tego okna.) Naciśnij **[R]** (*Mesh* → *Transform* → *Rotate*). Przełączysz się w ten sposób w tryb obrotu. Na rysunku pojawi się kreskowana linia od kursora myszy do środka transformacji. Każde przesunięcie myszy będzie powodować obrót zaznaczonych wierzchołków — proporcjonalnie do zmiany kąta kreskowanej linii. Dokonywane zmiany w kształcie siatki są pokazywane na bieżąco we wszystkich oknach Blendera (Rysunek 15.6.2):



Rysunek 15.6.2 Obrót grupy wierzchołków

W nagłówku aktywnego okna jest wyświetlany aktualny kąt obrotu. (Domyślnie obrót następuje w płaszczyźnie aktywnego widoku). Aby zatwierdzić nowe położenie wierzchołków (zakończyć transformację), należy kliknąć **[LPM]**. Aby zrezygnować z operacji, możesz w każdej chwili nacisnąć **[Esc]**.

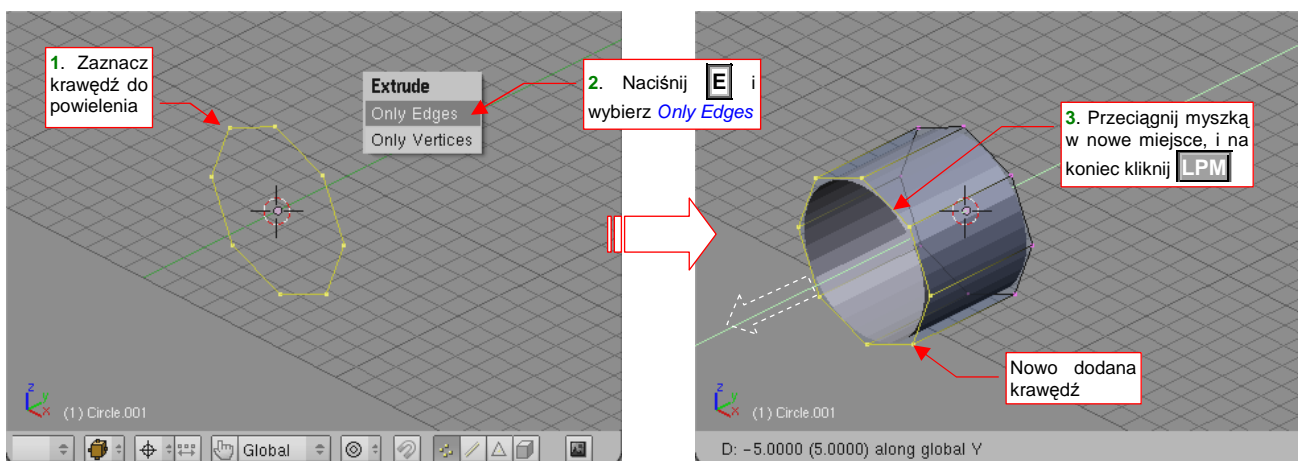
Podczas obrotu możesz dodatkowo trzymać wciśnięty klawisz **[Ctrl]**. Spowoduje to skokową zmianę proporcji (co 5°). Jeżeli będziesz trzymał wciśnięty klawisz **[Shift]** — zmiana obrót na ekranie "wyhamuje", pozwalając na dokładniejsze ustalenie. Wreszcie kombinacja obydwu — **[Shift-Ctrl]** — umożliwia skokową zmianę obrotu o niewielkie kąty (np. co 0.5°).

Jeżeli w trakcie obrotu naciśniesz **X**, **Y**, lub **Z** — przełączysz się na obrót wokół jednej z tych osi. Po pierwszym naciśnięciu klawisza jest wybrana oś globalna. Jeżeli jednak jeszcze raz naciśniesz ten sam klawisz — przełączysz się na lokalną oś obiektu. (Odpowiada to poleceniom *Mesh* → *Transform* → *Rotate on Axis*). To rozróżnienie pomiędzy osią globalną i lokalną ma swój sens wtedy, gdy obiekt jest w jakiś sposób obrócony.

15.7 Wyłaczanie (*Extrude*)

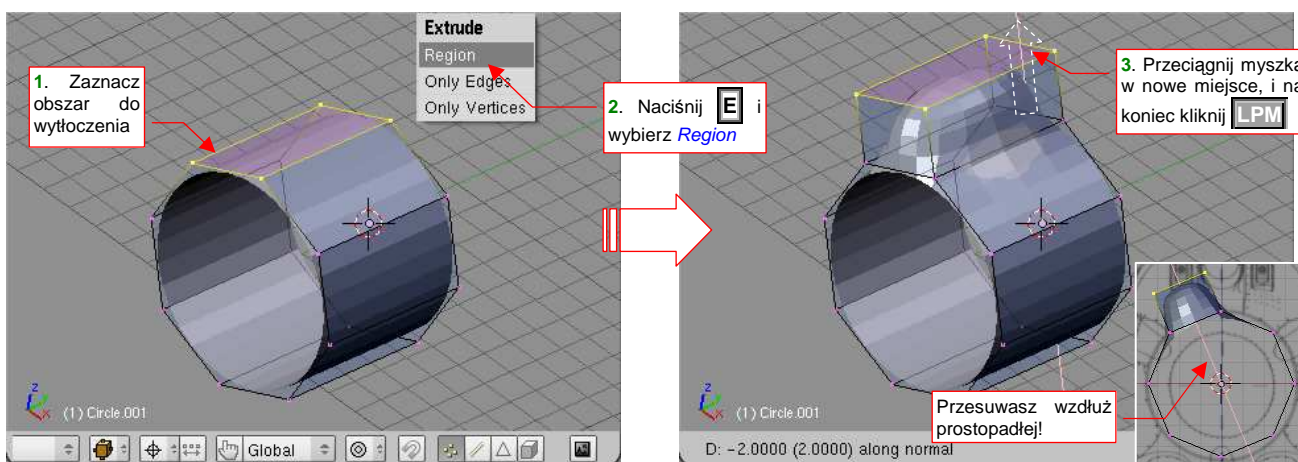
Przełącz się w tryb edycji (**Tab**).

Aby **wyłoczyć wybraną krawędź**, zaznacz ją. Następnie naciśnij **E** (*Mesh*→*Extrude*). Z menu rozwijalnego, które się pojawi, wybierz **Only Edges**. W tym momencie została utworzona kopia zaznaczonej krawędzi. Kopia ta będzie podążać za ruchem myszki, zupełnie jak podczas przesuwania. "Ciągnąć" za sobą będzie krawędzie poprzeczne, łączące jej wierzchołki z wierzchołkami oryginału. Kliknij **LPM** w miejscu, gdzie nowa krawędź ma zostać ostatecznie umieszczona (Rysunek 15.7.1):



Rysunek 15.7.1 Wyłaczanie krawędzi

Aby **wyłoczyć wybrany obszar**, zaznacz go. Następnie naciśnij **E** (*Mesh*→*Extrude*). Z menu rozwijalnego, które się pojawi, wybierz **Region**. W tym momencie wzdłuż krawędzi zaznaczonego obszaru zostały dodane dodatkowa ściany. Sam obszar będzie podążać za ruchem myszki, zupełnie jak podczas przesuwania. Kliknij **LPM** w miejscu, gdzie ma zostać ostatecznie umieszczony (Rysunek 15.7.2):



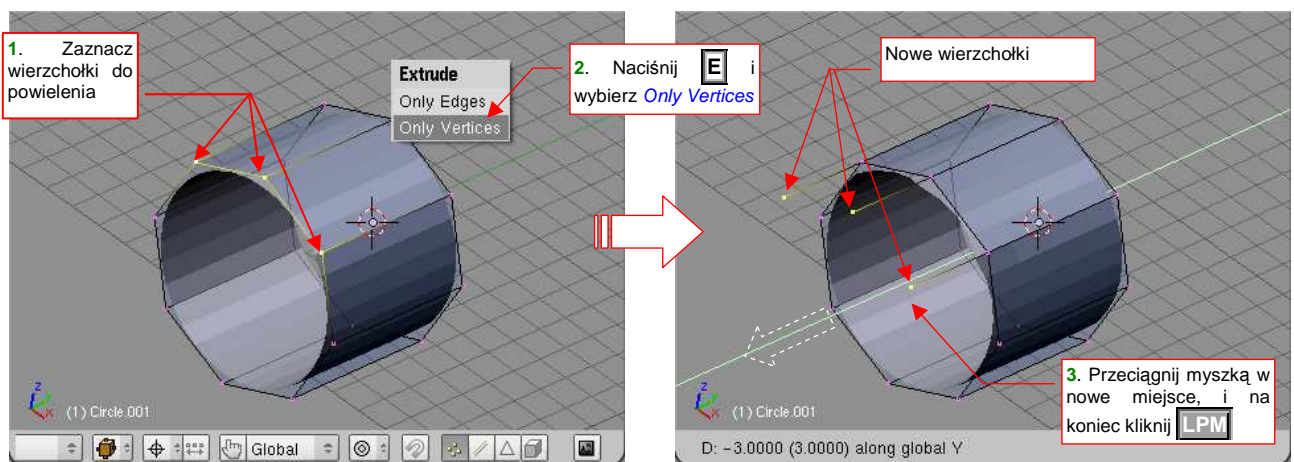
Rysunek 15.7.2 Wyłaczanie obszaru

Domyślnie kierunek przesunięcia jest ograniczony do linii prostopadłej do płaszczyzny przesuwanego obszaru.

- Jeżeli zaraz po wywołaniu polecenia *Extrude* naciśniesz **Esc** — przerwana zostanie (tylko!) druga część operacji. Mimo, że tego zazwyczaj nie widać, odpowiednie krawędzie/ ściany/ wierzchołki uległy już powieleniu, i są zaznaczone.

Gdy np. zaraz po wywołaniu *Extrude* naciśniesz **Esc** i wybierzesz polecenie skalowania — skalowane będą nowo utworzone krawędzie/ściany/wierzchołki. Ten efekt możesz świadomie wykorzystywać, gdy chciałbyś nie przesunąć, a obrócić lub zmienić skalę powielonym elementom. W taki przypadku uważaj na punkt odniesienia! Lepiej jest używać w tym charakterze kursor (tryb *3D Cursor*) — bo to punkt, nad którym w pełni panujesz. Zdanie się na wypadkową środków (*Median Point*, *Bounding Box Center*) może prowadzić do niespodziewanych rezultatów! (Chyba że masz dokładnie symetryczny rozkład zaznaczonych wierzchołków.)

Czasami zachodzi także konieczność **wyłoczenia wybranych wierzchołków** (np. po to, by utworzyć "ręcznie" nową ścianę). Operację zaczynasz tak, jak zazwyczaj — zaznacz wierzchołki do powielenia. Następnie naciśnij **E** (*Mesh→Extrude*). Z menu rozwijalnego, które się pojawi, wybierz **Only Vertices**. W tym momencie została utworzone kopie zaznaczonych wierzchołków. Kopie te będzie podążać za ruchem myszki, zupełnie jak podczas przesuwania. "Ciagnąć" za sobą będą krawędzie, łączące je z oryginałami. Kliknij **LPM** w miejscu, gdzie nowe wierzchołki mają zostać ostatecznie umieszczone (Rysunek 15.7.3):

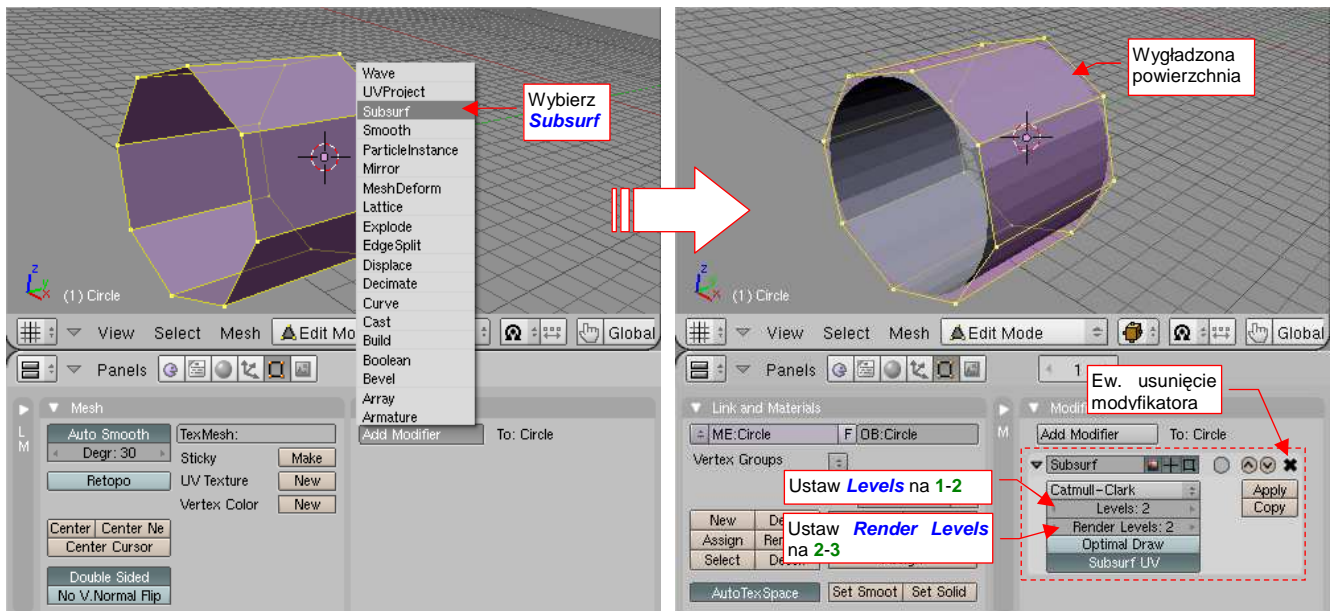


Rysunek 15.7.3 Wyłoczenie wierzchołków

15.8 Wygładzanie siatki (*Subsurf*)

Aby pokazać, jak wygładzić siatkę, przekształcę prosty, ośmiokątny graniastosłup w gładki walec.

W panelu *Modifiers* naciśnij przycisk **Add Modifier**. Spowoduje to rozwinięcie listy dostępnych "modyfikatorów" siatki. Wybierz spośród nich **Subsurf** (Rysunek 15.8.1):




Rysunek 15.8.1 Dodanie modyfikatora wygładzenia siatki (*Subsurf*)

Dodanie modyfikatora spowodowało wygładzenie powierzchni - wszystkie narożniki uległy zaokrągleniu "do środka". Faktura powierzchni zdradza, że teraz zamiast 8 ścian siatka składa się z 32 ścian. Jest to tak zwana "powierzchnia podziałowa" (ang. *subdivison surface*). Wierzchołki oryginalnej siatki pełnią rolę tzw. punktów sterujących (*control points*). Możesz zmienić kształt powłoki, zmieniając ich położenie.

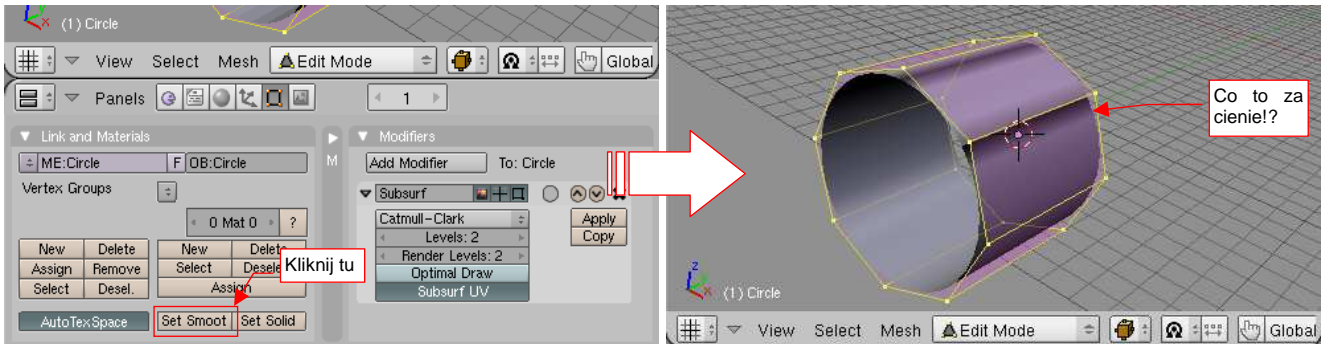
Proponuję ustalać liczbę podziałów powierzchni (*Levels*) na 1-2, w wyjątkowych przypadkach 3. To zapewni odpowiednio małą liczbę ścian przy wystarczającej "gładkości". Poziom podziału do renderowania (*Render Levels*) można ustawić o 1 większy. (Choć na pewno w jakimś stopniu wydłuży to czas obliczania finalnego obrazu). Jeżeli chcesz dowiedzieć się więcej o powierzchniach podziałowych — p. "Powierzchnie podziałowe", str. 571.

Zwróć uwagę, że możesz w każdej chwili zmienić liczbę podziałów. To może mieć znaczenie, gdy dla potrzeb gry chcesz mieć model o jak najmniejszej liczbie ścian. Dzięki *Subsurf* możesz używać tego samego modelu raz w roli "dokładnego" (większa liczba ścian). Innym razem — możesz go użyć w roli modelu "uproszczonego" (zmniejszając liczbę ścian poprzez zmniejszenie liczby podziałów).

Subsurf jest modyfikatorem siatki — oznacza to, że zmiany, jakie wprowadził, są odwracalne. Wystarczy że usuniesz ten modyfikator, klikając w mały przycisk  w jego lewym, górnym narożniku (Rysunek 15.8.1) . Wygładzona siatka zniknie, i pozostaniesz z powrotem z podstawowym zestawem ścian.

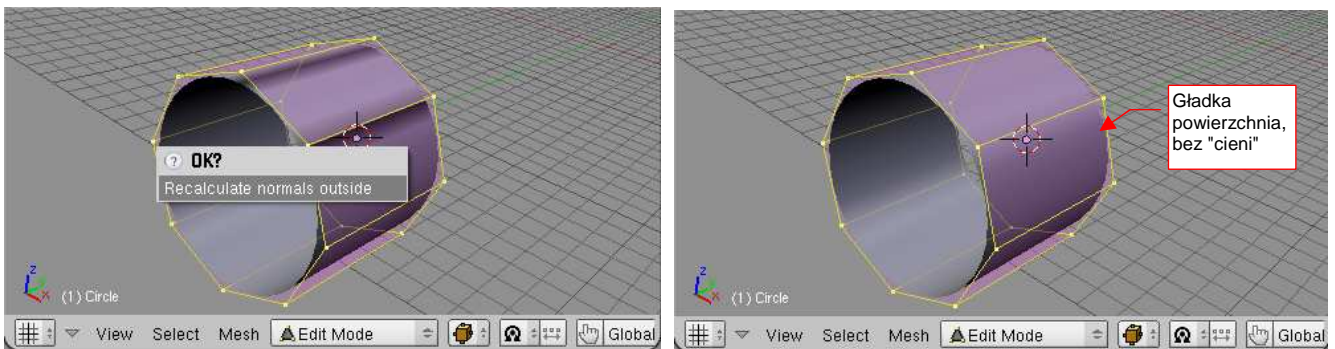
Możesz "utrwalić" podział siatki — naciskając przycisk **Apply** (Rysunek 15.8.1). Spowoduje to zniknięcie modyfikatora i trwałe przyjęcie przez siatkę kształtu powierzchni podziałowej.

Początkowo cienie na wygładzonej siatce zdradzają przebieg krawędzi elementarnych ścian (Rysunek 15.8.1). Aby temu zaradzić, zmienimy model cieniowania. Zaznacz wszystkie wierzchołki siatki (naciskając **A** — *Select* → *Select All*). Następnie na panelu *Link and Materials* kliknij w przycisk *Set Smooth* (Rysunek 15.8.2):



Rysunek 15.8.2 Zmiana modelu cieniowania na "gładki"

Efekt nie całkiem odpowiada naszym oczekiwaniom: co to za ciemne cienie, biegnące wzdłuż oryginalnych krawędzi? To rezultat niewłaściwego skierowania wektorów normalnych w niektórych wierzchołkach! Na szczęście poprawienie tego nie jest kłopotliwe. Naciśnij **Ctrl-N** (*Mesh* → *Normals* → *Recalculate Outside*). W oknie dialogowym, które się pojawi, potwierdź *Recalculate normals outside* (Rysunek 15.8.3):



Rysunek 15.8.3 Uporządkowanie kierunku normalnych

I tym razem rezultat jest już tym, o co nam chodziło - gładką powierzchnią, bez załamań i cieni w miejscu podziału ścian.

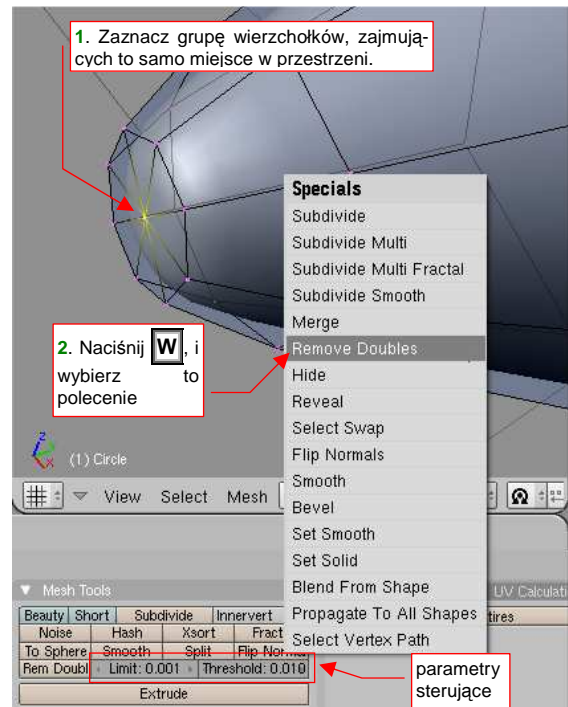
- Aby uzyskać z powrotem powierzchnię z pocieniowanymi ścianami — naciśnij przycisk *Link and Materials: Set Solid*.
- Zmianę metody cieniowania możesz ustalać oddzielnie dla różnych fragmentów siatki. W zależności od tego, jakie wierzchołki zaznaczysz, część powierzchni może być "smooth", a część — "solid".

15.9 Scalanie wierzchołków (*Remove Doubles*)

Zaznacz wierzchołki, które powinny zostać scalone w jeden. Ich współrzędne powinny być identyczne, lub niemal identyczne. Czasami, aby ten warunek zapewnić, zmniejszałem ich skalę do zera (z włączonym środkiem typu *Median Point* - p. str. 862).

Następnie naciśnij **W**, by przywołać menu *Specials*. Wybierz z niego polecenie *Remove Doubles* (Rysunek 15.9.1). (Alternatywna droga wyłącznie poprzez menu — *Mesh* → *Vertices* → *Remove Doubles*).

W efekcie tych kilka wierzchołków zostanie zastąpionych jednym. W razie potrzeby parametry tolerancji są ustawiane w panelu *Mesh Tools* — pola *Limit* i *Threshold* (Rysunek 15.9.1).

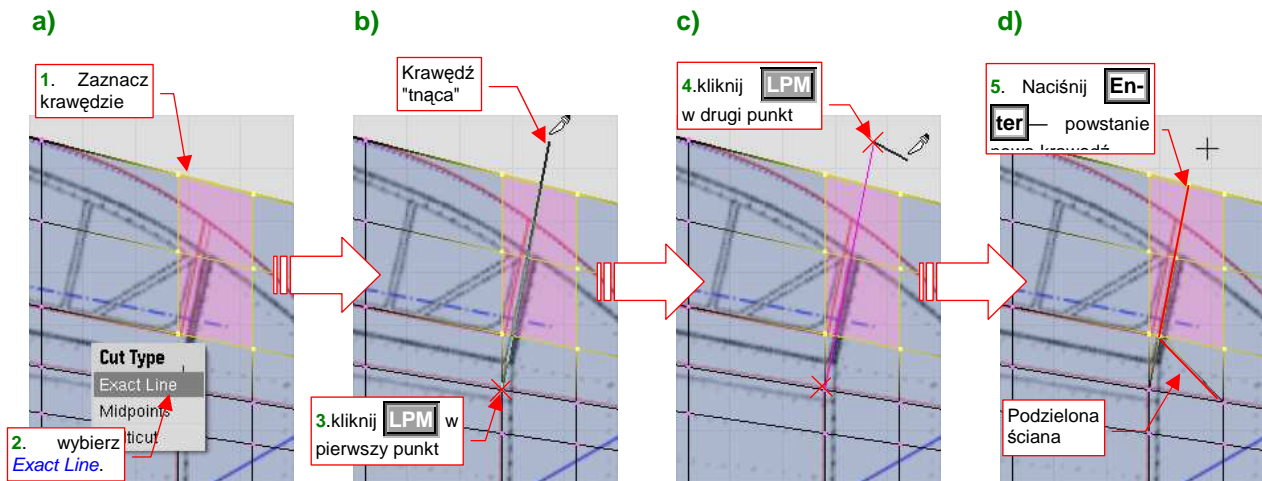


Rysunek 15.9.1 Scalanie wierzchołków

15.10 Nacinanie siatki (*Knife*)

Ta funkcja pozwala stworzyć w siatce nowe krawędzie. Powstają one poprzez przecięcie zaznaczonych ścian, w kierunku prostopadłym do ekranu (tzn. aktualnego widoku). Rolę "krawędzi tnącej" pełni narysowana na ekranie chwilowa linia łamana. Nacięcie często wykonujemy, by odwzorować jaką istotną linię konstrukcyjną — stąd przykład poniżej pokazuje nanoszenie

Zaznacz na siatce krawędzie, które mają zostać przecięte. Następnie naciśnij **Shift-K** (**Mesh** → **Edges** → **Knife Subdivide**). Wybierz z menu, które się pojawi, opcję **Exact Line** (Rysunek 15.10.1a):



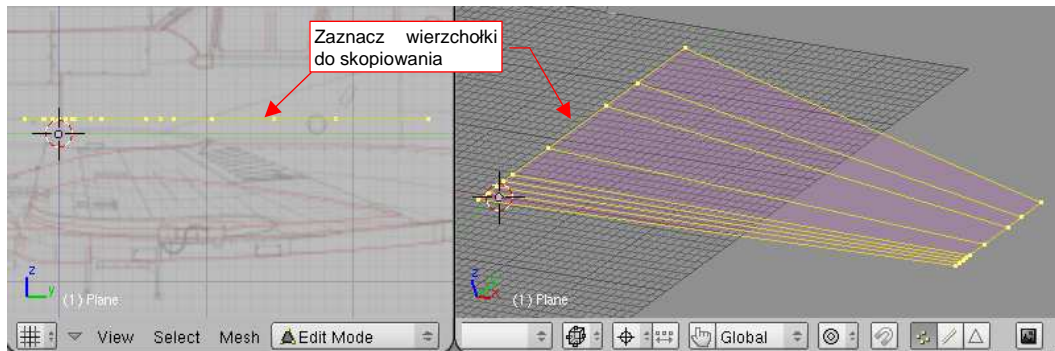
Rysunek 15.10.1 proces nacinania siatki (*Knife*)

Zwróć uwagę, że kursor myszy zmienił się teraz na mały "skalpel". Narysuj teraz "krawędź tnącą". Kliknij **LPM** w miejsce ekranu, gdzie ma się znaleźć pierwszy punkt tej krawędzi (Rysunek 15.10.1b). Za kursorem myszy zaczęła teraz podążać linia, pokazująca przebieg pierwszego segmentu linii. Kliknij **LPM** w drugi punkt — w ten sposób zakończysz rysowanie pierwszego segmentu. Blender automatycznie ciągnie od ostatnio narysowanego punktu do kursora myszy kolejną linię (Rysunek 15.10.1c). Jeżeli nie chcesz dodawać do "krawędzi tnącej" dodatkowego segmentu — naciśnij **Enter**. To zakończy rysowanie linii i spowoduje wykonanie przez Blender "nacięcia" siatki (Rysunek 15.10.1d). (Mógłbyś, oczywiście, narysować linię cięcia złożoną z kilku segmentów, ale nie jest w tym przypadku potrzebna.)

Zwróć uwagę na ścianę, w której zaczyna się krawędź nacięcia (Rysunek 15.10.1d). W wyniku nacięcia czworokątna ściana została zmieniona w trzy ściany trójkątne. To częsty efekt w otoczeniu nacinanych ścian.

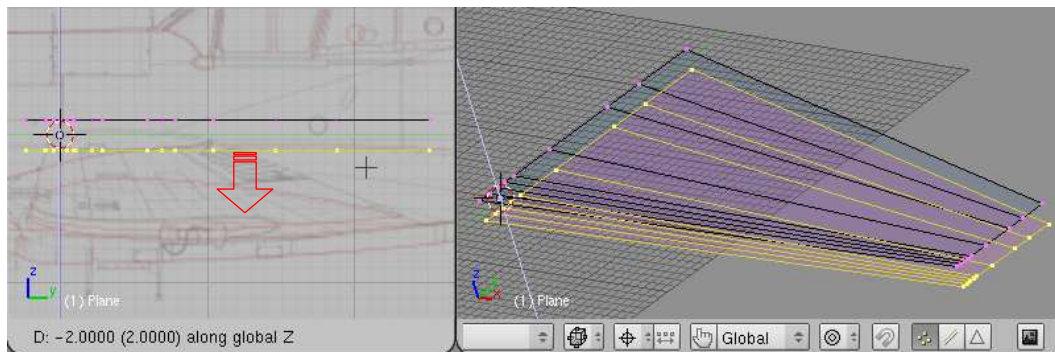
15.11 Kopiowanie wierzchołków

Zaznacz wierzchołki, które chcesz skopiować (Rysunek 15.11.1):



Rysunek 15.11.1 Zaznaczenie wierzchołków do powielenia

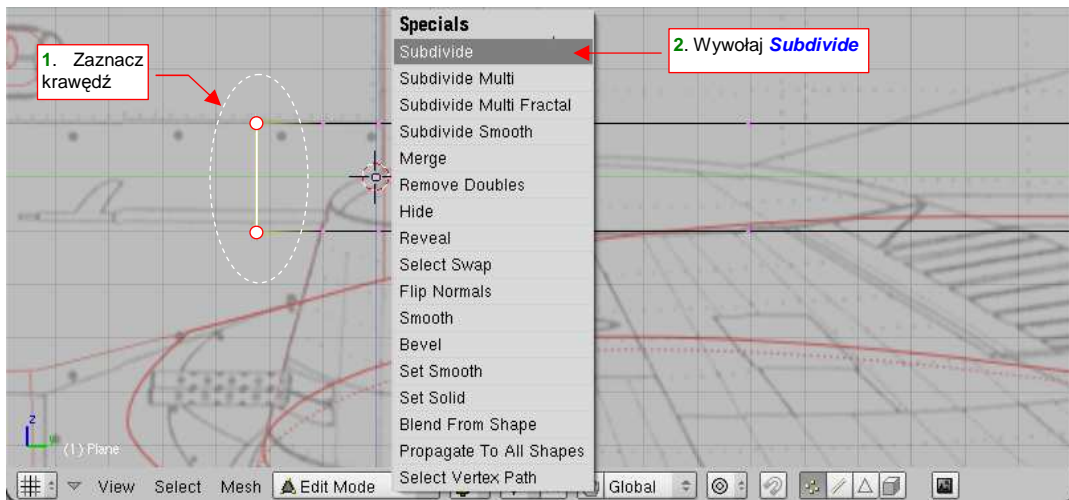
Następnie naciśnij **Shift** → **D** (*Mesh* → *Duplicate*). Powielony fragment siatki możesz od razu odsunąć od oryginału (Rysunek 15.11.2):



Rysunek 15.11.2 Odsunięcie powielonych wierzchołków

15.12 Podział krawędzi (*Subdivide*)

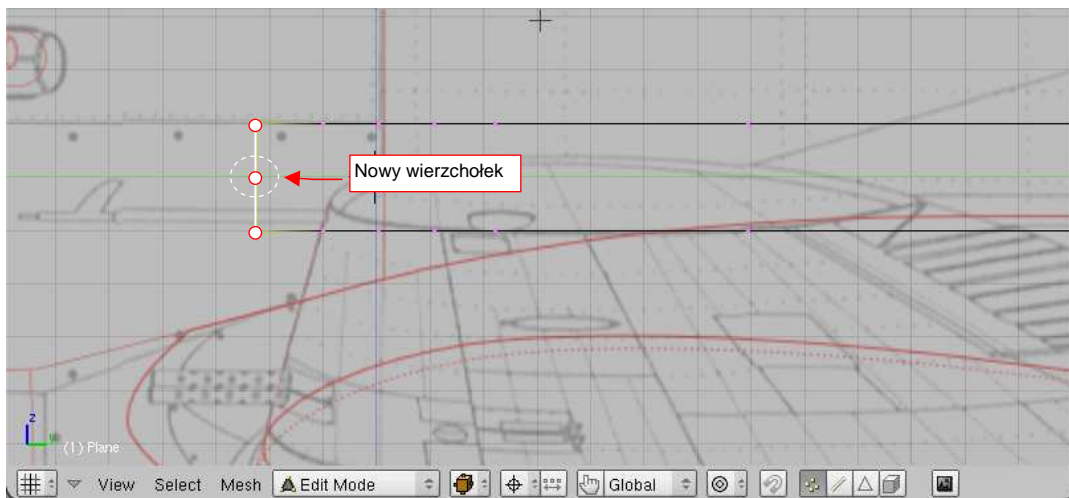
Zaznacz krawędź, które chcesz podzielić, a następnie naciśnij **W**, by otworzyć menu *Specials*. Wybierz stamtąd polecenie *Subdivide* (Rysunek 15.12.1):



Rysunek 15.12.1 Wywołanie z menu *Specials* polecenia *Subdivide*

(To samo polecenie znajduje się także w "zwykłym" menu: *Mesh*→*Edge*→*Subdivide*.)

Rysunek 15.12.2 pokazuje rezultat — w środku krawędzi pojawił się nowy wierzchołek:

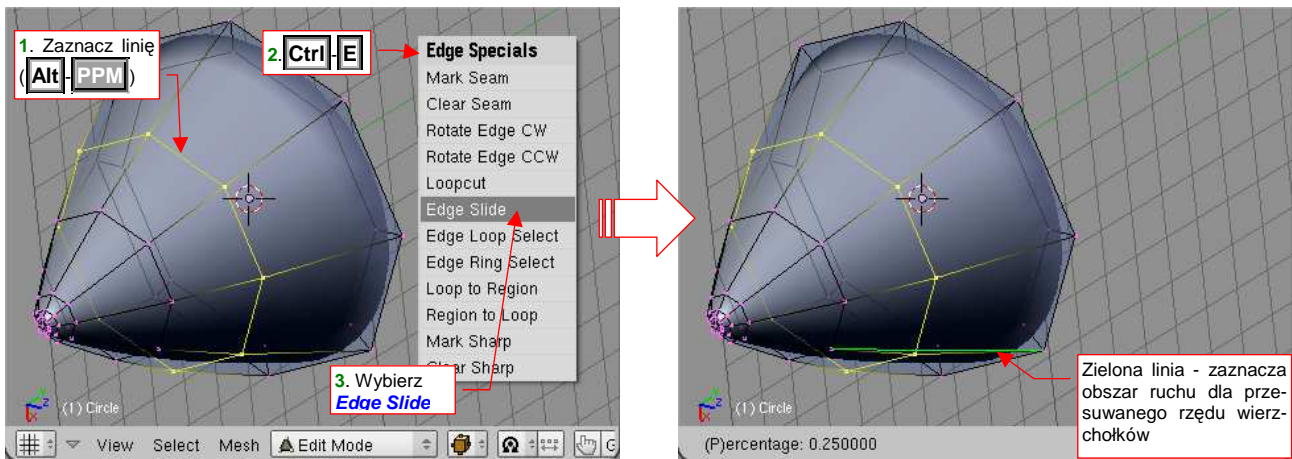


Rysunek 15.12.2 Krawędź po podziale

15.13 Przesuwanie linii wierzchołków (*Edge Slide*)

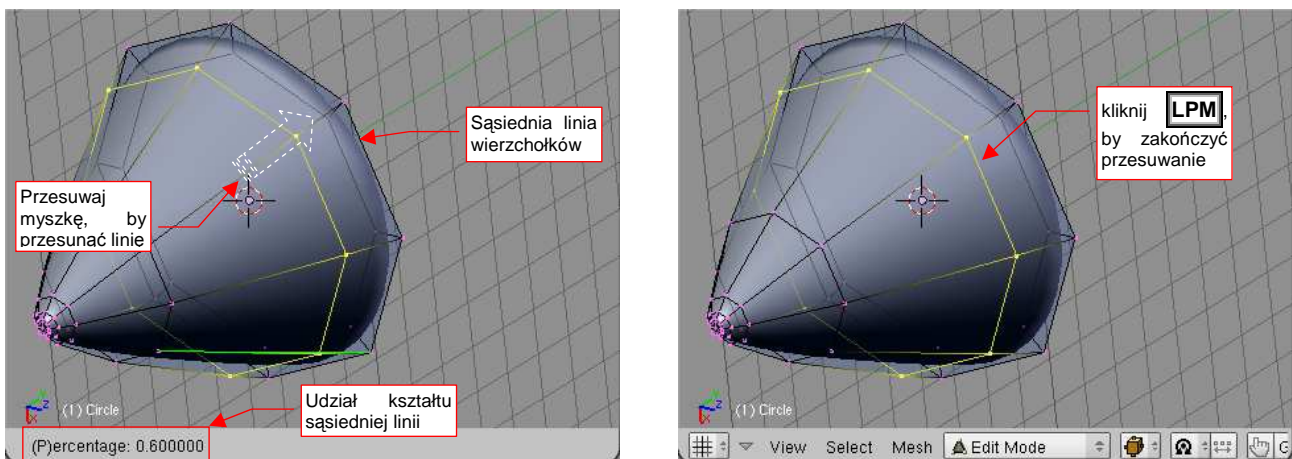
Operacja polega na przesunięciu "po dotychczasowym kształcie siatki" jednej z linii (*edgeloop*), które ją tworzą, w nowe położenie.

Zaznacz rząd wierzchołków, który ma być przesunięty. (Musi to być konkretny rząd, a nie dowolny zbiór wierzchołków — zaznaczaj więc używając **Alt** - **PPM**). Następnie naciśnij **Ctrl** - **E**, i z menu *Edge Specials* wybierz polecenie *Edge Slide* (Rysunek 15.13.1). (Możesz je także wywołać jako *Mesh*→*Edges*→*Slide Edge*):



Rysunek 15.13.1 Rozpoczęcie przesuwania linii wierzchołków

Blender połączył następną i poprzednią linię wierzchołków zieloną linią (Rysunek 15.13.1). W ten sposób zazna-czył granice obszaru, w obrębie którego możemy przesuwać zaznaczone wierzchołki. Od tej chwili każde przesu-nięcie myszy powoduje wybranej linii wierzchołków. Gdy zbliżymy ją do linii z prawej (Rysunek 15.13.2), kształt będzie rósł, aż — na końcu — stanie się identyczny z poprzednim rzędem. Gdy zbliżymy zaznaczo-ną linię do linii z lewej — kształt będzie proporcjonalnie się zmniejszał. Kończymy całą operację, naciskając **LPM** (Rysunek 15.13.2).

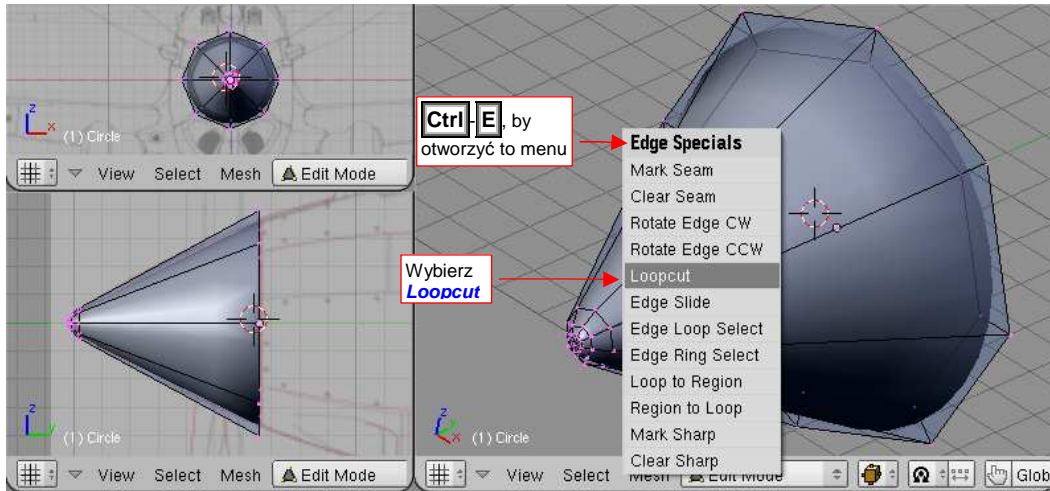


Rysunek 15.13.2 Przesunięcie linii wierzchołków

15.14 Wstawienie nowej linii wierzchołków (*Loopcut*)

Operacja polega na wstawieniu nowej linii wierzchołków (*egdeloop*), pomiędzy istniejące linie siatki.

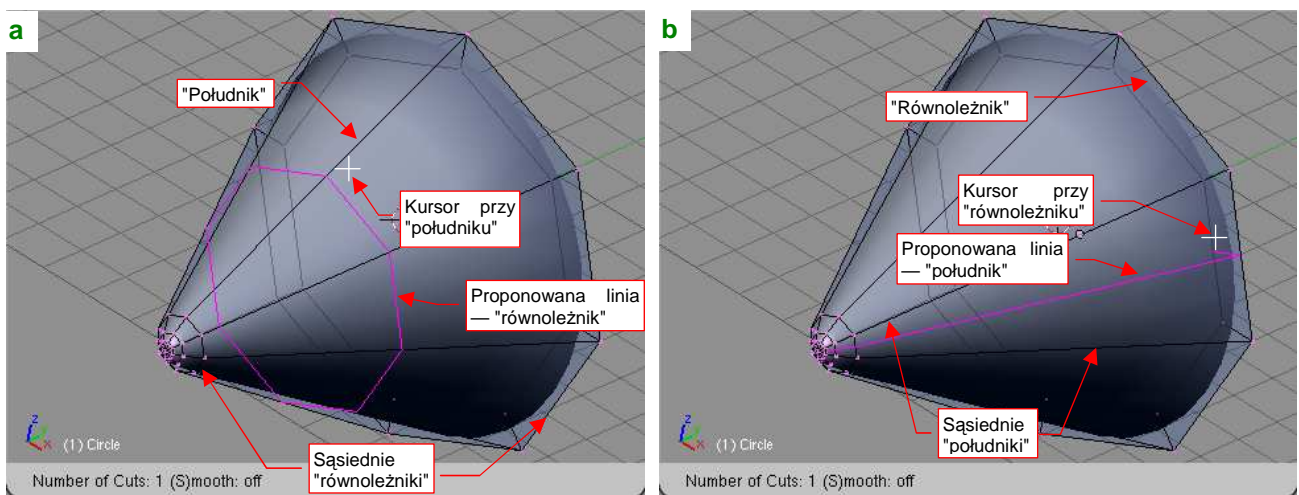
Naciśnij **Ctrl** - **E**, i z menu *Edge Specials* wybierz polecenie *Loopcut* (Rysunek 15.14.1):



Rysunek 15.14.1 Wywołanie polecenia *Loopcut*

Teraz masz wybrać, w jakim kierunku, i pomiędzy którymi liniami chcesz wstawić nowy rząd wierzchołków. W zależności od tego, gdzie ustawisz mysz, Blender będzie pokazywał aktualną możliwość za pomocą fioletowej linii.

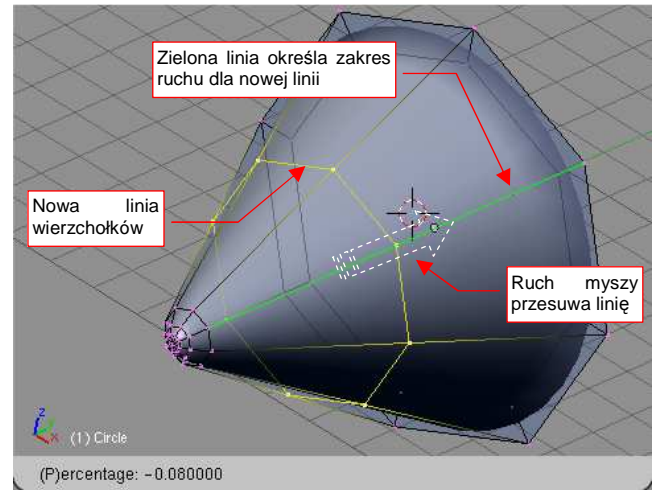
Dla uproszczenia tłumaczenia, nazwijmy jedne linie siatki "równoleżnikami", a drugie "południkami". Rysunek 15.14.2a pokazuje, że gdy zbliżysz kursor do jakiegoś "południka" siatki, Blender zaproponuje utworzenie nowego równoleżnika. Ta nowa linia zostanie utworzona pomiędzy dwoma sąsiednimi równoleżnikami, które są najbliższe kursora. Jeżeli z kolei zbliżysz kursor w pobliże "równoleżnika" — Blender zaproponuje nowy "południk" (Rysunek 15.14.2b).



Rysunek 15.14.2 Wybór kierunku i pary sąsiednich linii

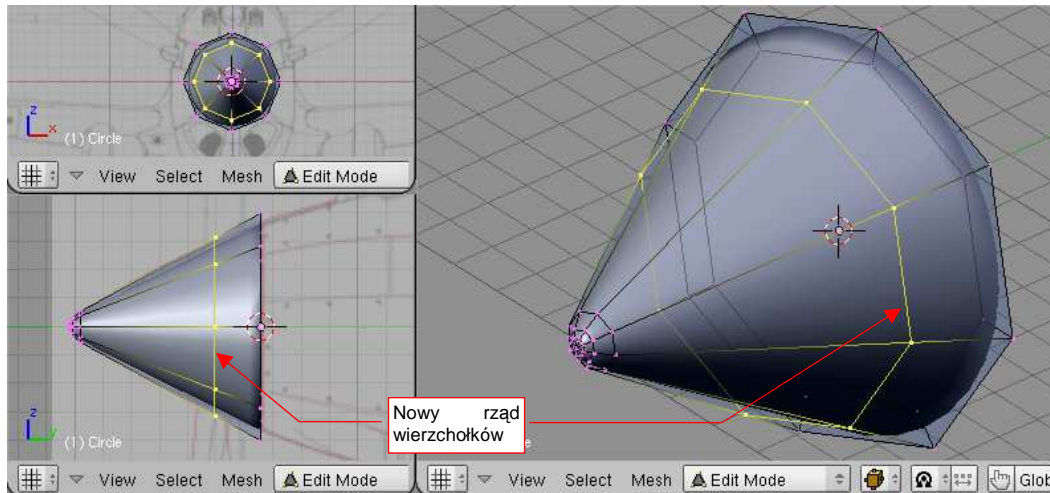
Wybór kierunku i sąsiednich linii siatki zatwierdzasz kliknięciem **LPM**.

Powiedzmy, że wybraliśmy opcję stworzenia nowego "równoleżnika" (Rysunek 15.14.2a). Po kliknięciu **LPM** Blender połączył sąsiednie "równoleżniki" zieloną linią, i wstawił pomiędzy nie nowy (Rysunek 15.14.3). W ten sposób zaznaczył granice obszaru, w obrębie którego możemy przesuwać nowy rząd wierzchołków. Od tej chwili każde przesunięcie myszy powoduje przesuwanie wybranej linii wierzchołków po powierzchni siatki. Kończymy całą operację, naciskając jeszcze **LPM** (Rysunek 15.13.2).



Rysunek 15.14.3 Przesuwanie nowej linii wierzchołków po powierzchni siatki

Ostateczny efekt pokazuje Rysunek 15.14.4 — możesz porównać ze stanem początkowym (Rysunek 15.14.1):

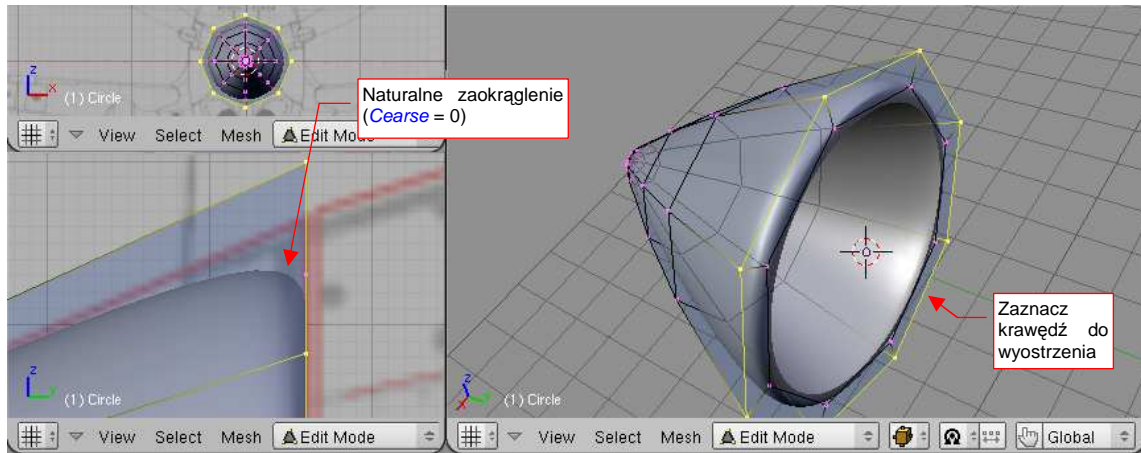


Rysunek 15.14.4 Wstawiony nowy rząd wierzchołków

15.15 Zmiana ostrości krawędzi (*Cearse*)

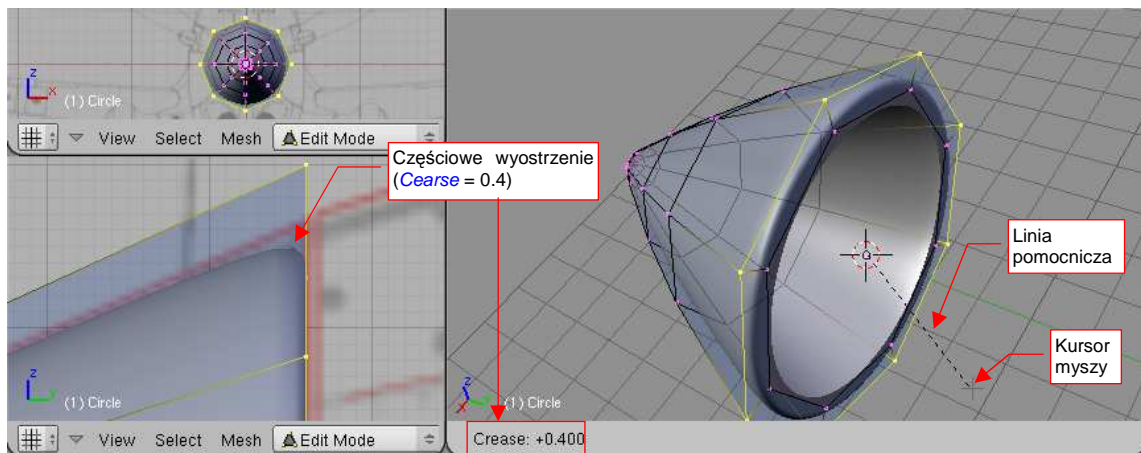
Blender pozwala na zmianę ostrości (*cearse*) wybranych krawędzi "wygładzonej" siatki. Możesz zwiększać ich ostrość, możesz także z powrotem czynić je gładkimi. Sprowadza się to do tego, że każda krawędź ma dodatkowy parametr — *cearse* — który może przyjmować wartości od 0 (zupełnie gładka) do 1 (zupełnie ostra). Zmianę ostrości pokażę na przykładzie zwiększenia ostrości krawędzi podstawy stożka. (Analogicznie możesz ostrą krawędź wygładzić).

Zaznacz krawędzie, które chcesz wyostrzyć. Następnie naciśnij **Shift-E** (*Mesh→Edges→Cearse Subsurf*) (Rysunek 15.15.1):



Rysunek 15.15.1 Stan początkowy: krawędź "naturalnie zaokrąglona"

Spowoduje to pojawienie się pomocniczej, przerywanej linii, biegnącej od środka zaznaczonych wierzchołków do aktualnej pozycji kursora myszy (Rysunek 15.15.2):

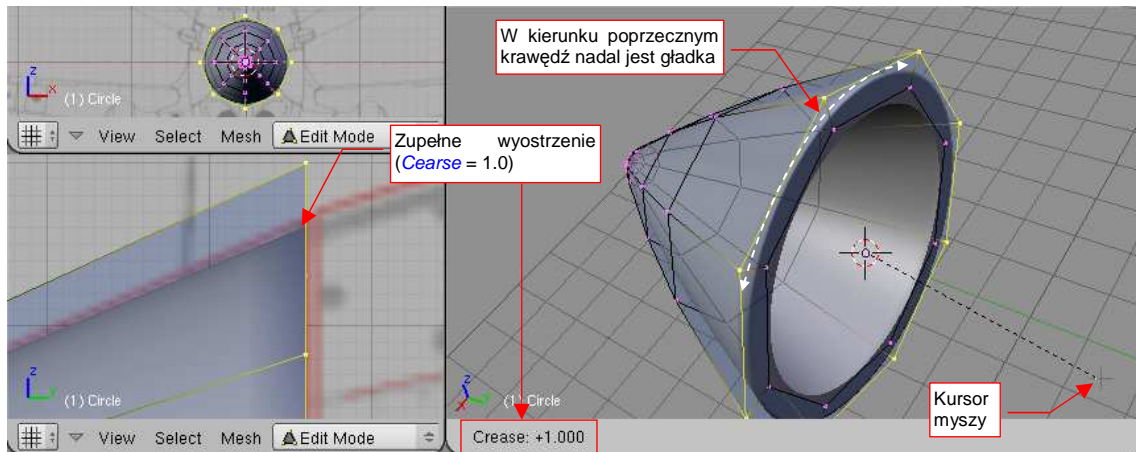


Rysunek 15.15.2 Wyostrzenie krawędzi

Od tej chwili położenie kursora określa poziom wyostrzenia (*cearse*). Jego wartość jest pokazywana na bieżąco w nagłówku aktywnego okna (Rysunek 15.15.2). Do dyspozycji masz zakres wartości od *cearse* = 0 (naturalna powierzchnia, bez żadnego zaokrąglenia), do *cearse* = 1.0 (ostra krawędź). Rysunek 15.15.2 pokazuje, na ile wyostrzyła się krawędź przy *cearse* = 0.4.

- Podczas zmiany ostrości krawędzi możesz także wykorzystywać klawisz **Ctrl** — powoduje skokową zmianę parametru *cearse* o 0.1.

Gdy zwiększysz ostrość (*cearse*) do poziomu = 1.0, uzyskasz absolutnie ostrą krawędź (Rysunek 15.15.3):

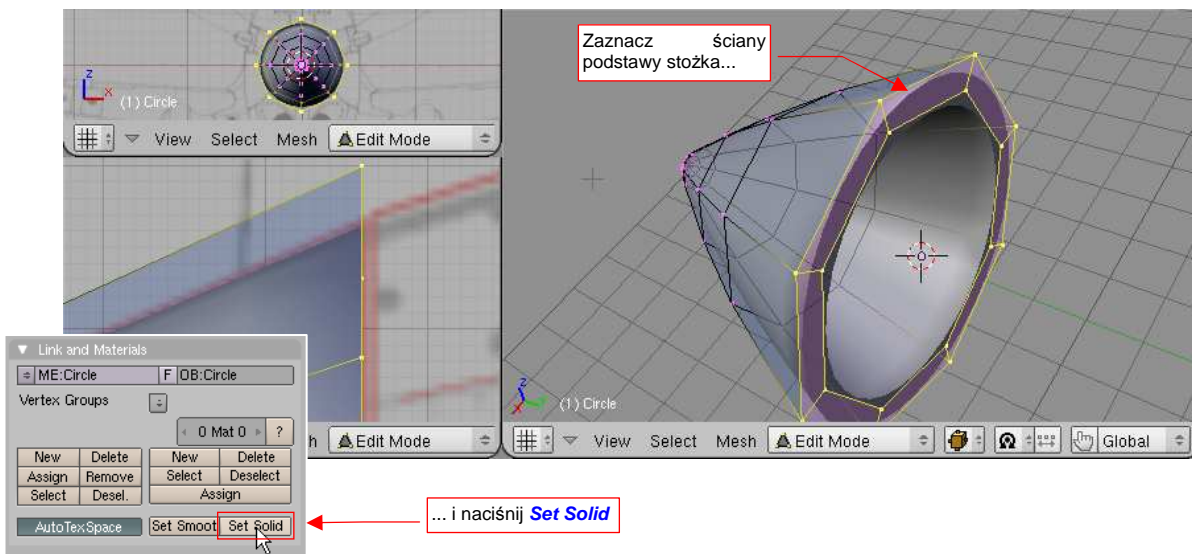


Rysunek 15.15.3 Krawędź ostra (*cearse* = 1.0)

Zwróć uwagę, że krawędź jest ostra tylko w jednym kierunku. W kierunku poprzecznym nadal jest gładka, dzięki czemu zachowała kształt okręgu. (Gdybyś chciał uzyskać kształt ośmiokąta — powinieneś wyostrzyć także krawędzie "południków" tego stożka)

Zatwierdzamy zmianę ostrości krawędzi kliknięciem **LPM**.

Na koniec czynność kosmetyczna — krawędź będzie lepiej wyglądać, gdy zmienimy sposób cieniowania ścian podstawy z "gładkiego" na "płaski". Zaznacz ściany podstawy i w panelu **Link and Materials** naciśnij przycisk **Set Solid**. J (Rysunek 15.15.4):

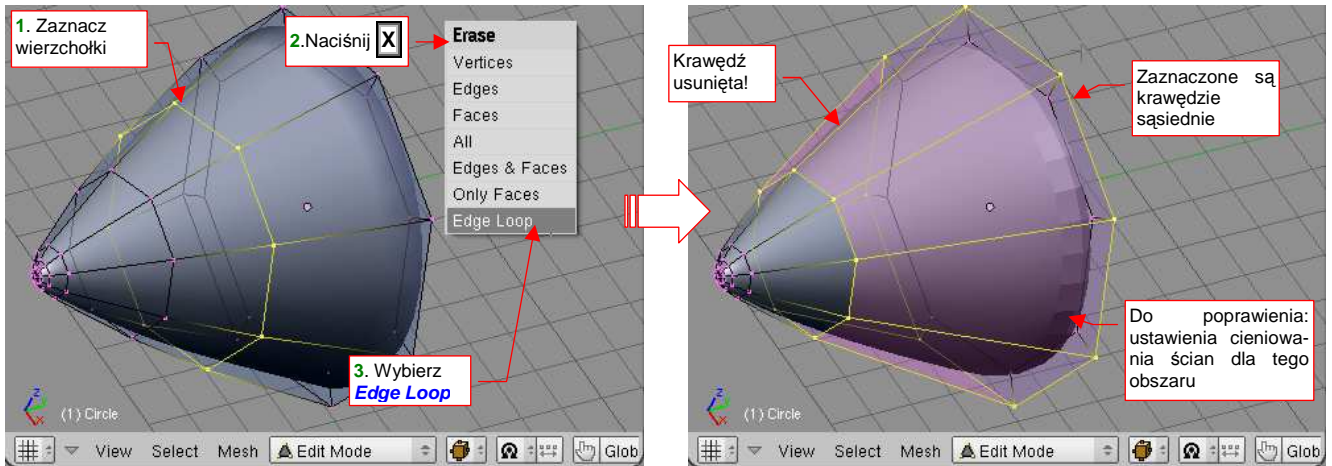


Rysunek 15.15.4 Zmiana sposobu cieniowania ścian podstawy na "płaski" (**solid**)

15.16 Usuwanie linii wierzchołków

Usuwanie linii wierzchołków różni się od wszystkich innych "usunięć" w trybie edycji. Różnica polega na tym, że zachowuje ciągłość ścian siatki. Jest to operacja odwrotna do wstawienia nowej linii wierzchołków poleceniem *Loopcut* (str. 875).

Zaznacz linię wierzchołków, którą zamierzasz usunąć (najlepiej — użyj **PPM** i klawisza **Alt**, aby na pewno zaznaczyć całą linię). Następnie naciśnij **X** (lub *Mesh→Delete...*) i z menu *Erase*, które się pojawi, wybierz opcję **Edge Loop** (Rysunek 15.16.1):



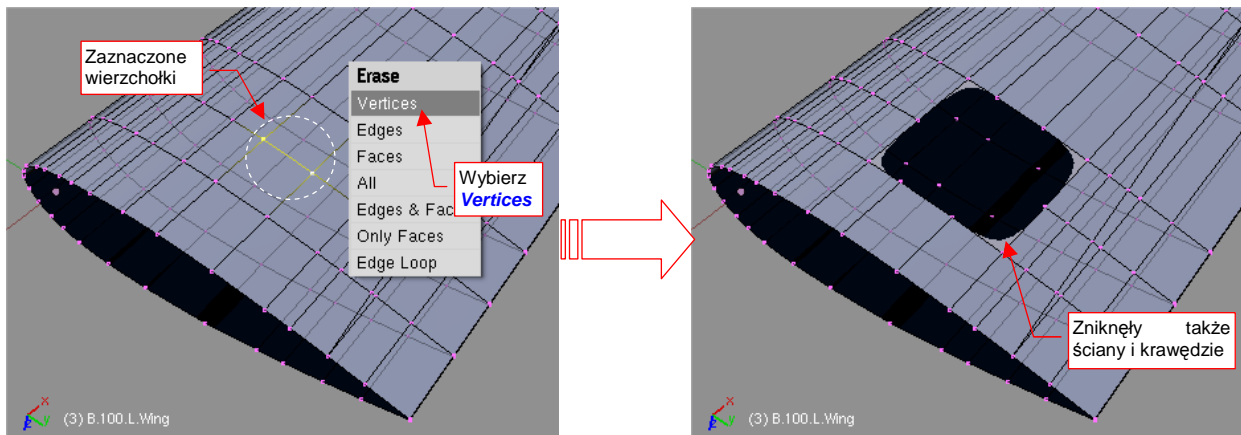
Rysunek 15.16.1 Usuwanie linii wierzchołków

W efekcie rząd wierzchołków, który chcieliśmy usunąć, znikł z siatki. Ciągłość powierzchni została jednak zachowana — sąsiadujące wzdłuż usuwanej krawędzi ściany uległy scaleniu.

Przy usuwaniu krawędzi warto zdawać sobie sprawę, że sąsiednie linie wierzchołków mogą ulec "uproszczeniu": np. tracą przypisaną ostrość (*cearse*). Rysunek 15.16.1 pokazuje właśnie taką sytuację. Należy tu ponownie zaznaczyć krawędź podstawy stożka jako ostrą (p. str. 877).

15.17 Usuwanie wierzchołków

Zaznacz wierzchołki, które chcesz usunąć, a następnie naciśnij **Delete** (lub **X**). Z menu *Erase* wybierz *Vertices* (Rysunek 15.17.1):

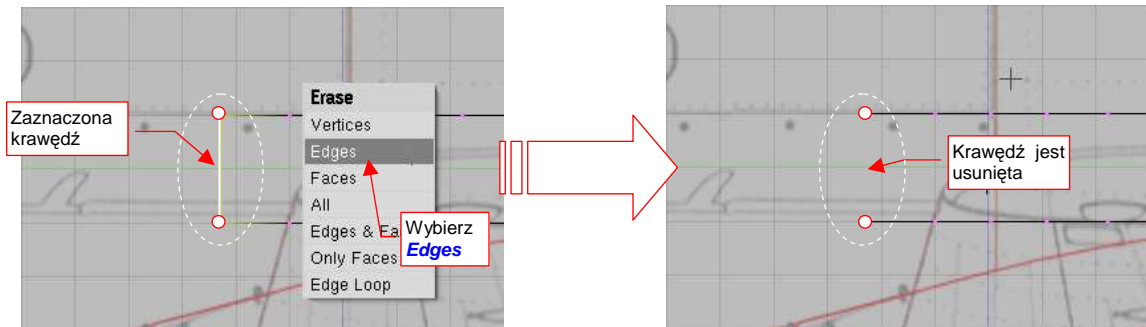


Rysunek 15.17.1 Usuwanie wierzchołków z siatki

W rezultacie usunięcia wierzchołki znikną także wszystkie krawędzie i ściany, do których należał. Stąd zazwyczaj rezultatem takiej operacji jest "dziura" w siatce. (Oczywiście, to "twórcza destrukcja". Zazwyczaj w ten sposób przygotowuje się miejsce na nowe ściany, otaczające np. otwór.)

15.18 Usuwanie krawędzi

Zaznacz krawędź/krawędzie, które chcesz usunąć (wygodniej to zrobić w trybie wyboru krawędzi, a nie wierzchołków — p. str. 859). Następnie naciśnij **Delete** (lub **X**). Z menu *Erase* wybierz **Edges** (Rysunek 15.18.1):

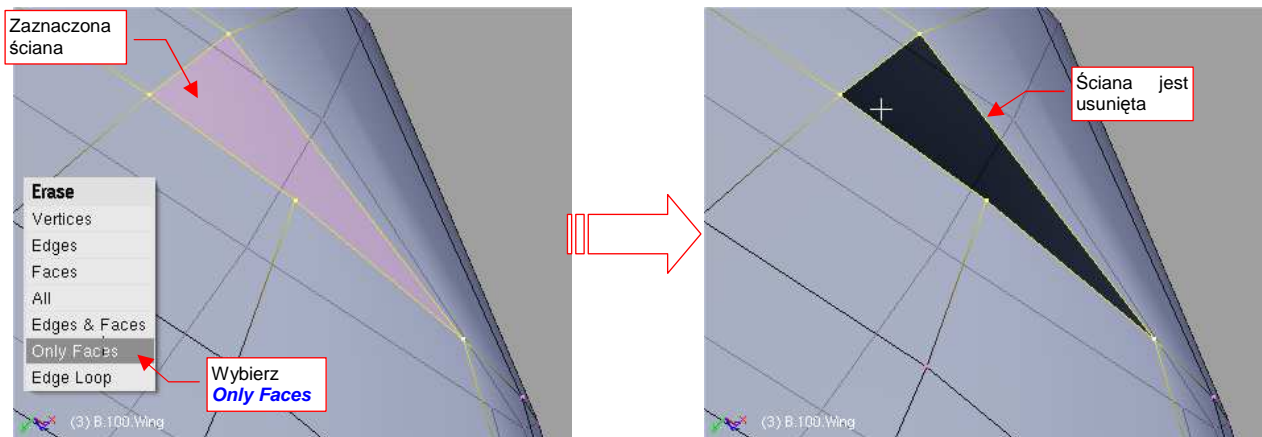


Rysunek 15.18.1 Usuwanie wierzchołków z siatki

W rezultacie usunięcia krawędzi znikną także wszystkie ściany, które dzieliła.

15.19 Usuwanie ścian

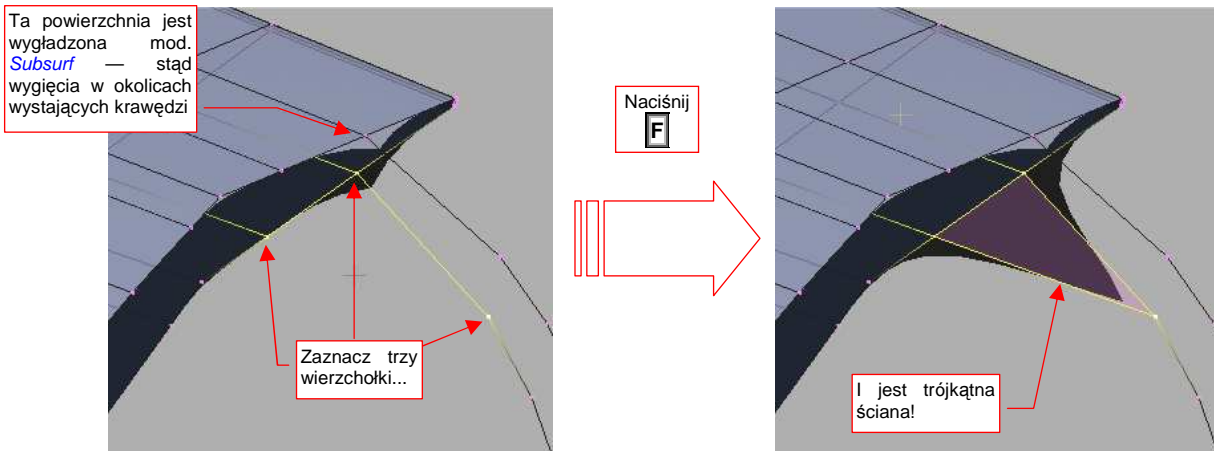
Zaznacz ścianę/ściany, które chcesz usunąć (wygodniej to zrobić w trybie wyboru ścian, a nie wierzchołków — p. str. 859). Następnie naciśnij **Delete** (lub **X**). Z menu *Erase* wybierz **Only Faces** (Rysunek 15.19.1):



Rysunek 15.19.1 Usuwanie ścian z siatki

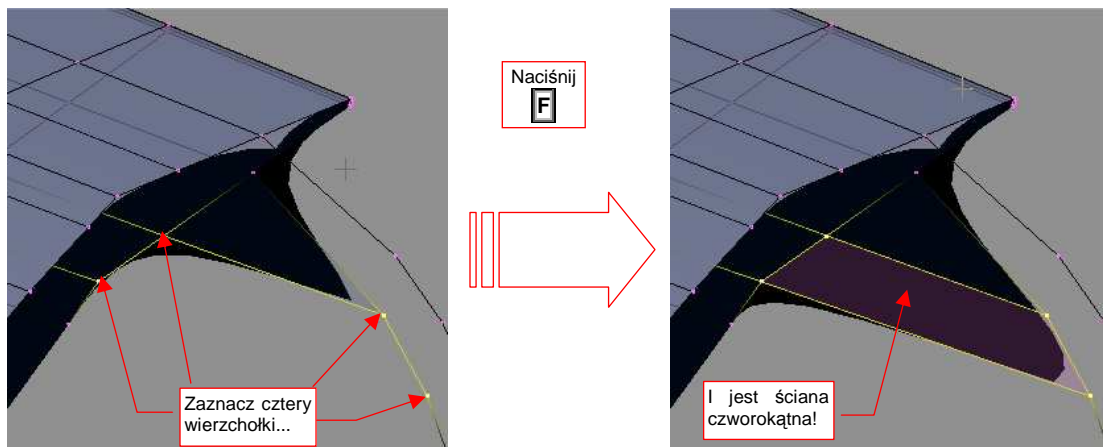
15.20 Tworzenie nowej ściany

Zaznacz wierzchołki (lub krawędzie), na których chcesz "rozpiąć" nową ścianę. Następnie naciśnij **F** — **Mesh → Make Edge/Face** (Rysunek 15.20.1):



Rysunek 15.20.1 Dodanie trójkątnej ściany do siatki

Gdy zaznaczysz trzy wierzchołki i naciśniesz **F**, powstanie ściana trójkątna. Gdy zaznaczysz cztery wierzchołki i naciśniesz **F** — powstanie ściana czworokątna (Rysunek 15.20.2):

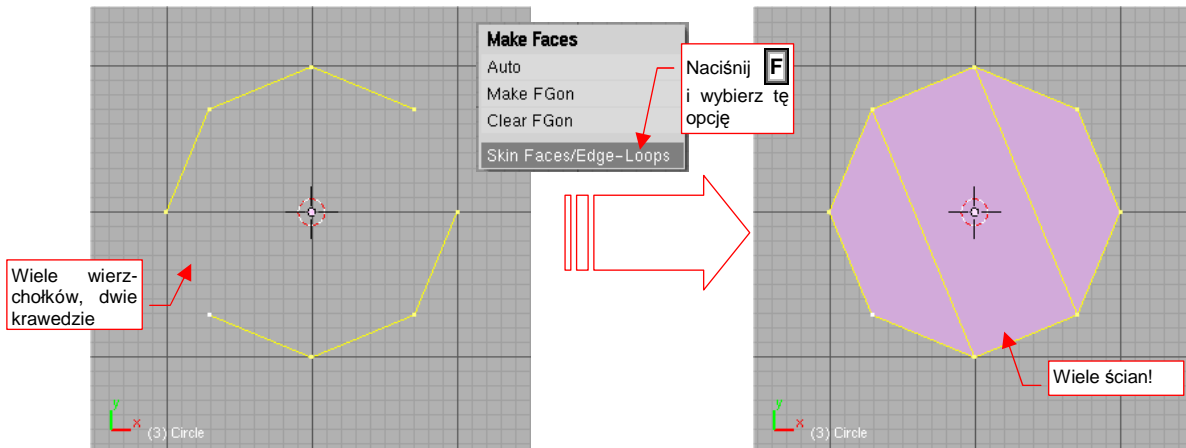


Rysunek 15.20.2 Dodanie czworokątnej ściany do siatki

Wraz z nową ścianą utworzone są nowe krawędzie (tam, gdzie ich brakowało). Siatki w Blenderze mogą się składać ze ścian trójkątnych i czworokątnych.

- W przypadku ścian czworokątnych można tylko tworzyć tzw. czworokąty wypukłe. Gdy kąt rozwarcia krawędzi w jakimkolwiek z wierzchołków jest $> 180^\circ$ — Blender odmawia utworzenia ściany czworokątnej. Mimo to nadal możesz z tych wierzchołków utworzyć dwie ściany trójkątne.

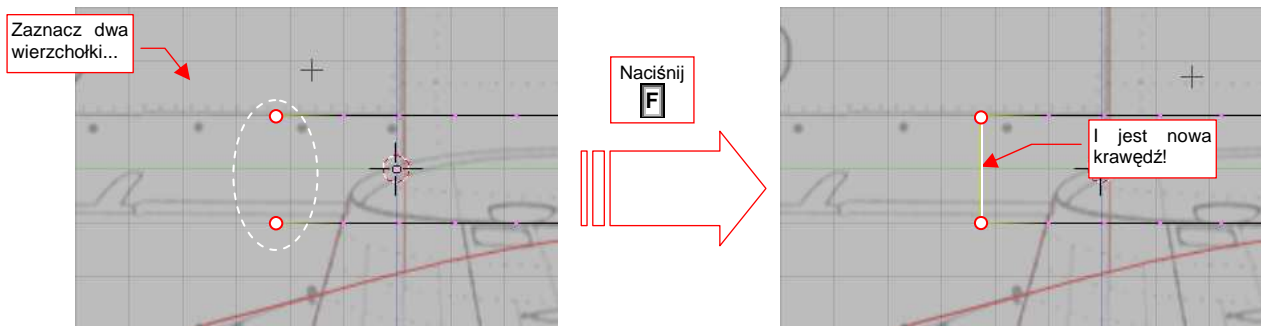
Jeżeli zaznaczysz więcej wierzchołków niż cztery i naciśniesz **F**, Blender zaproponuje automatyczne stworzenie całego ciągu ścian. Wyświetli wówczas na ekranie kilka opcji do wyboru w menu *Make Faces*. Wybierz stamtąd *Skin Faces/Edge Loops*. Jeżeli wskazałeś dwie krawędzie, zostanie automatycznie wygenerowany ciąg ścian, łączących ze sobą poszczególne wierzchołki (Rysunek 15.20.3). (Sądzę, że krawędzie tych nowych ścian są bieżą pomiędzy najbliższymi wierzchołkami każdej ze wskazanych linii). Ta metoda pozwala szybko utworzyć siatkę dla stosunkowo regularnych ciągów wierzchołków. Jak każdy "automat" potrafi dać nieoczekiwany rezultat — ale wtedy wystarczy nacisnąć **Ctrl-Z** (*Undo*), aby wycofać taki niepożądany efekt.



Rysunek 15.20.3 Utworzenie całego ciągu ścian

15.21 Tworzenie nowej krawędzi

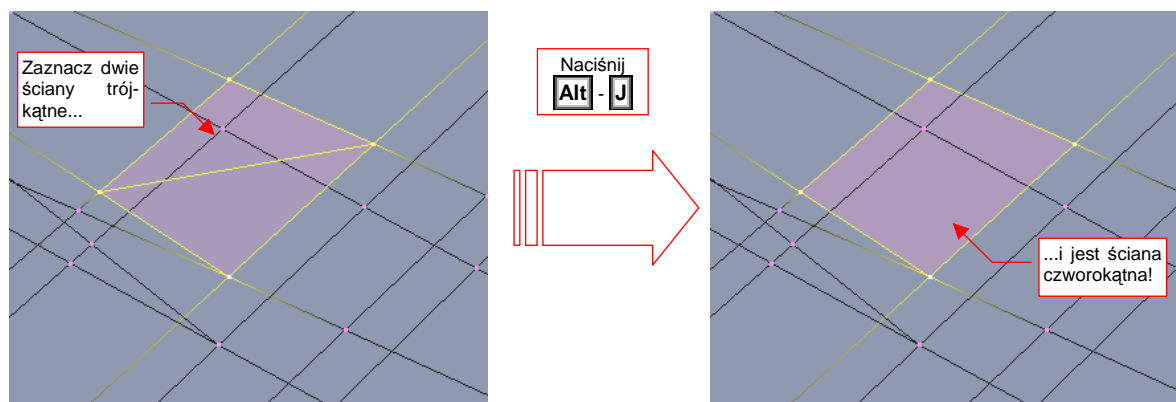
Zaznacz dwa wierzchołki, które chcesz połączyć krawędzią. Następnie naciśnij **F** — **Mesh → Make Edge/Face** (Rysunek 15.21.1):



Rysunek 15.21.1 Dodanie do siatki nowej krawędzi

15.22 Scalanie ścian trójkątnych

Zaznacz trójkątne ściany, które chcesz złączyć ze sobą (muszą mieć wspólną krawędź). Następnie naciśnij **Alt-J** — **Mesh** → **Faces** → **Convert Triangles to Quads** (Rysunek 15.22.1):

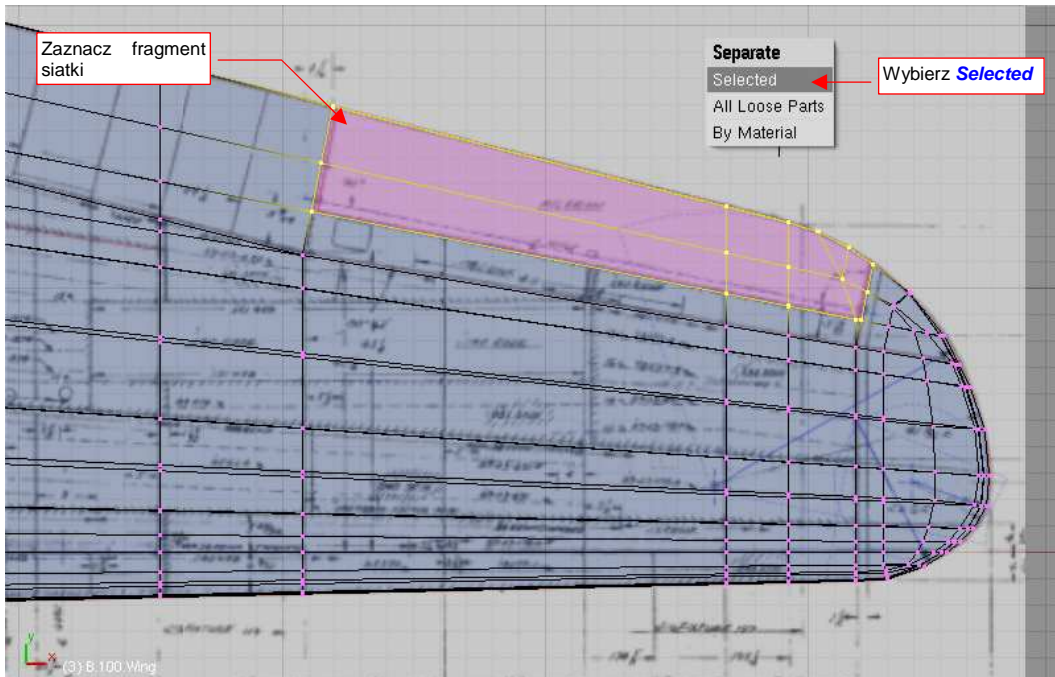


Rysunek 15.22.1 Scalanie dwóch ścian trójkątnych w jedną ścianę czworokątną

- Scalanie nie uda się, gdy trójkąty nie tworzą wypukłego czworokąta (Gdy kąt rozwarcia krawędzi w jakimkolwiek z wierzchołków byłby $> 180^\circ$)

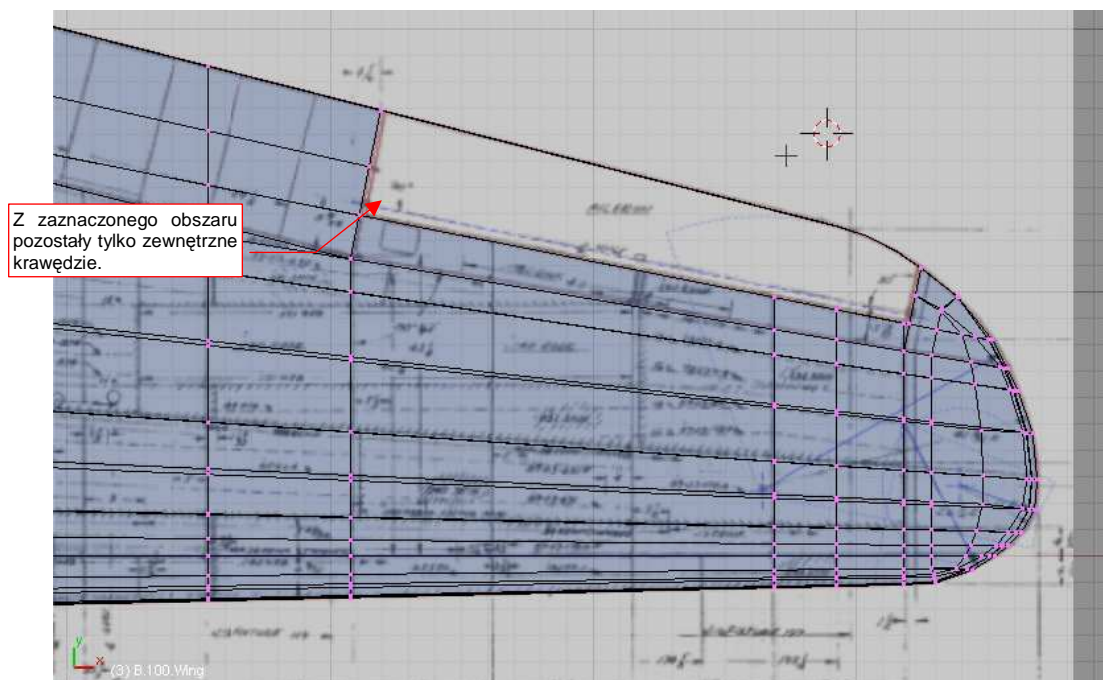
15.23 Wydzielenie fragmentu siatki w nowy obiekt (*Separate*)

Zaznacz fragment siatki, który chcesz przekształcić w nowy obiekt. Następnie naciśnij **P** — **Mesh** → **Vertices** → **Separate**. Z menu opcji, które się pojawiło, wybierz **Selected** (Rysunek 15.23.1):



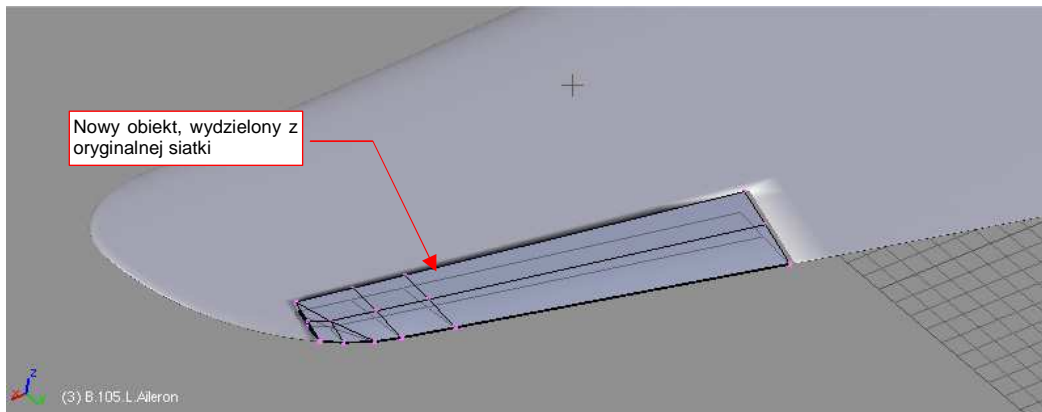
Rysunek 15.23.1 Wydzielenie zaznaczenia (lotki) w nową siatkę

W rezultacie zaznaczone ściany znikają z oryginalnej siatki. Nie są usuwane jednak tak samo, jak gdybyśmy wybrali polecenie *Erase* (str. 880). W tym przypadku krawędzie zaznaczonego obszaru pozostaną na swoim miejscu (Rysunek 15.23.2):



Rysunek 15.23.2 Siatka po wydzieleniu lotki

Gdzie się podział zaznaczony fragment siatki? Został umieszczony w nowym obiekcie (Rysunek 15.23.3):



Rysunek 15.23.3 Lotka, wydzielona z siatki

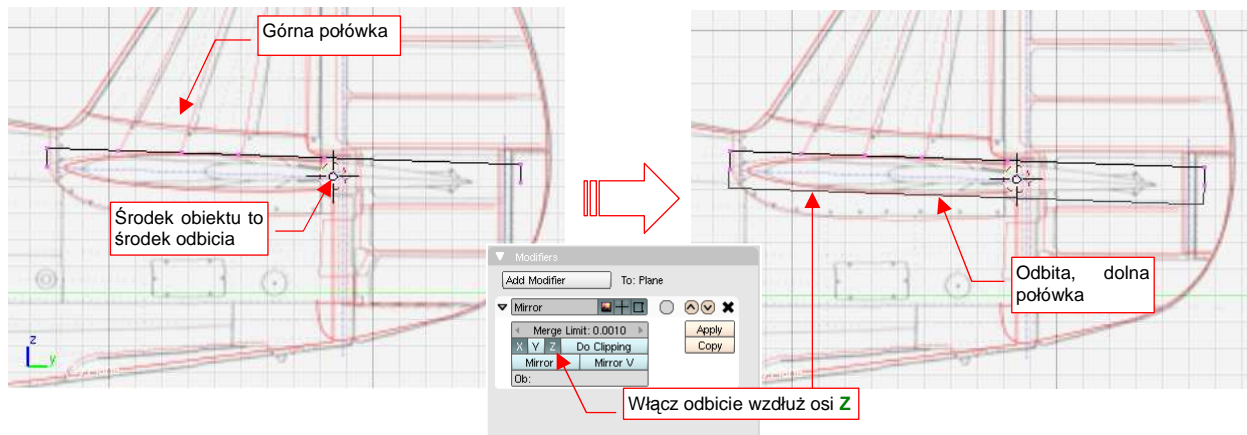
Nowy obiekt otrzymał taką samą nazwę jak ten, z którego powstał, zakończoną jednak dodatkową końcówką typu ".001". Na przykład lotka, wydzielona w ten sposób z płata **B.100.Wing**, otrzymuje początkową nazwę **B.100.Wing.001**. Oczywiście, zmień ją zaraz na prawidłową (str. 798).

- Operacją odwrotną do wydzielenia siatki jest scalenie siatek obiektów ([Join Objects](#), str. 806).

15.24 Lustrzane odbicie siatki (*Mirror*)

Siatki obiektów symetrycznych można tworzyć w uproszczony sposób — modelując tylko jedną połowę. Kształt drugiej strony można uzyskać, stosując modyfikator *Mirror*.

Aby stworzyć lustrzane odbicie siatki, w zestawie *Editing*, panelu *Modifiers*, naciśnij przycisk *Add Modifier*. Spowoduje to rozwinięcie listy dostępnych "modyfikatorów" siatki. Wybierz spośród nich *Mirror*.



Rysunek 15.24.1 Zastosowanie modyfikatora *Mirror*

Środkiem lustrzanego odbicia, wykonywanego przez modyfikator *Mirror*, jest zawsze środek obiektu (tzn. jego punkt odniesienia — nie mylić ze środkiem geometrycznym). Stąd też zawczasu należy zadbać, aby znajdował się we właściwym miejscu (por. str. 808). Odbicie dokonuje się wzdłuż lokalnych osi **X**, **Y**, **Z** obiektu. Oś odbicia ustalasz przełącznikami w panelu modyfikatora (**X**, **Y**, **Z** — Rysunek 15.24.1). Możliwe jest jednoczesne włączenie odbicia wzdłuż dwóch, a nawet wszystkich trzech osi.

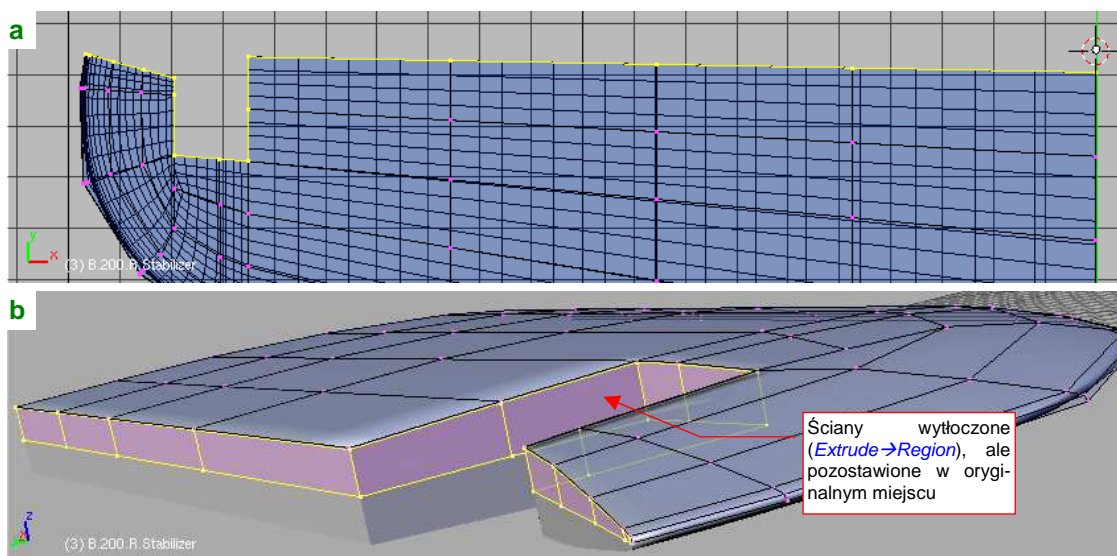
Naciśnięcie przycisku *Apply* spowoduje "utrwalenie" siatki tworzonej przez modyfikator, tzn. stworzenie nowych wierzchołków i usunięcie modyfikatora *Mirror*.

Gdy stosujesz ten modyfikator dla powierzchni podziałowych — razem z modyfikatorem *Subsurf* — pamiętaj, aby *Mirror* był zawsze powyżej *Subsurf*. Szczególnie ważne w przypadku powierzchni podziałowych jest także ustawienie wartości *Merge Limit*. Dwa wierzchołki — oryginał i jego odbity obraz — leżące w odległości mniejszej niż *Merge Limit*, są traktowane jakby były jednym wierzchołkiem. Dzięki tej właściwości wygładzone modyfikatorem *Subsurf* powierzchnie nie mają w płaszczyźnie symetrii ostrej krawędzi, ani przerwy. Zazwyczaj nie musisz zmieniać wartości *Merge Limit*.

15.25 Odsunięcie (*Shrink/Fatten*)

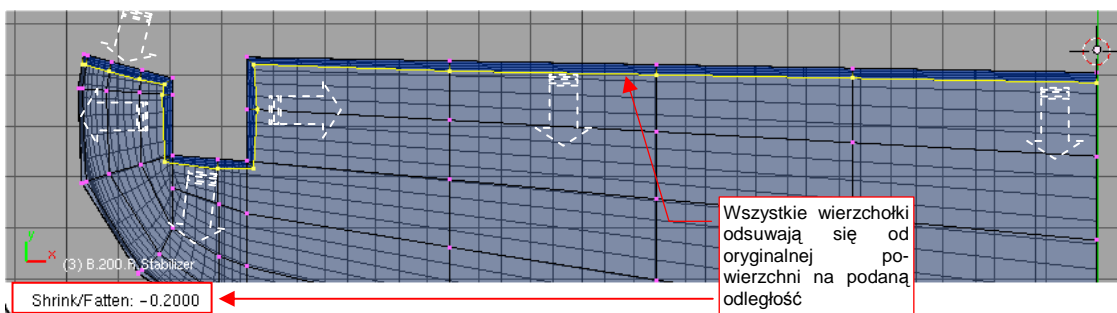
Transformacja polega na odsunięciu¹ wybranych wierzchołków od aktualnej powierzchni. Każdy wierzchołek jest przemieszczony wzdłuż normalnych do powierzchni, na określoną odległość. Za pomocą odsunięcia można łatwo uzyskać takie efekty, jak nadanie powłoce grubości, czy wytłoczenie regularnych wgłębień (np. zeber lub podłużnic).

Operację zaczynamy od zaznaczenia wierzchołków, które mają być odsunięte. Często zaznaczone wierzchołki powstały w wyniku wcześniejszego wytłoczenia (**E,1** — *Extrude→Region*), podczas których zrezygnowaliśmy z domyślnie proponowanego przesunięcia (**Esc**). Rysunek 15.25.1a, b) pokazuje przykład zaznaczonych ścian po takiej właśnie operacji wytłoczenia "bez przesunięcia":



Rysunek 15.25.1 Przygotowanie do operacji — zaznaczenie ścian, które mają być odsunięte

Następnie naciskamy **Alt-S** (*Mesh→Transform→Shrink/Fatten Along Normals*) (Rysunek 15.25.3):

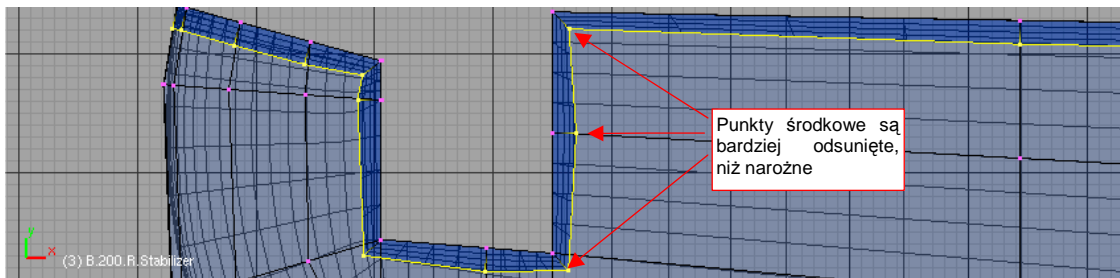


Rysunek 15.25.2 Przebieg operacji — wierzchołki przesuwać się wzdłuż normalnych do oryginalnej powłoki

Sterujesz dystansem odsunięcia przesuując myszkę. W trakcie ustalania tej odległości możesz się także posłużyć standardowymi klawiszami "modyfikującymi" Blendera. Trzymanie wciśniętego **Ctrl** powoduje, że dystans zmienia się skokowo, a **Shift** — zwiększa dokładność ruchu.

¹ Kalką językową z angielskiej nazwy — *Shrink/Fatten* — bytoby "skurczenie/pogrubienie", ale taką nazwą po polsku jest jakoś nieporęcznie operować. Przeszukałem dotychczasowe publikacje na temat Blendera, i znalazłem tylko w jednym miejscu "*Blender-Kompedium*" ([2]) inne określenie: "ekspansja". Wydało mi się jednak zbyt jednostronne.

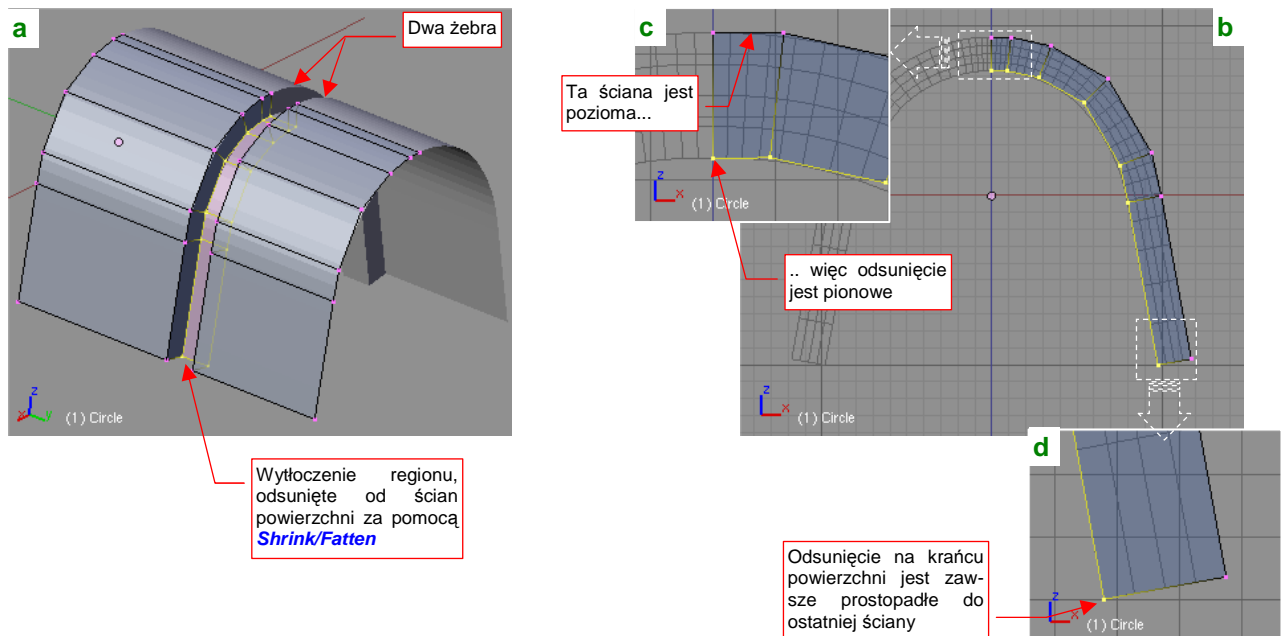
Rysunek 15.25.3 pokazuje efekt, który może wystąpić w przypadku odsuwania wierzchołków od płaskich ścian z ostrymi narożnikami:



Rysunek 15.25.3 Deformacja płaskich ścian w wyniku odsunięcia

Wierzchołki, które leżały w środku płaskich ścian, zostały odsunięte "głębiej" od oryginalnej powierzchni niż wierzchołki narożne. Mimo pozorów, wszystkie wierzchołki zostały przemieszczone na tę samą odległość (0.2 jedn. Blendera). Dysproporcja wynika z różnych kierunków normalnych. Wektory normalne w narożnikach są pochylone pod kątem 45° , więc wierzchołki narożne przesunęły się o 0.2 jedn. pod kątem 45° . Punkty środkowe miały normalne skierowane prostopadle, więc odsunęły się na pełen dystans. W efekcie powstała deformacja, którą trzeba skorygować, "spłaszczając" z powrotem ściany. (Poprzez zmianę skali wzdłuż jednej z osi: **X** lub **Y**).

O wiele lepiej transformacja *Shrink/Fatten* sprawdza się na obłych kształtach. Rysunek 15.25.4a) przedstawia typowy przypadek takiej powierzchni — symetryczną połowę jakiejś powłoki:



Rysunek 15.25.4 Odsunięcie ścian na typowej, obłej powierzchni

W środku powłoki znajdują się dwa żebra. Zazaczyłem ściany pomiędzy nimi i wytłoczyłem je (*Extrude*). Zrezygnowałem z przesuwania (**Esc**) i wywołałem odsunięcie (**Alt-S**).

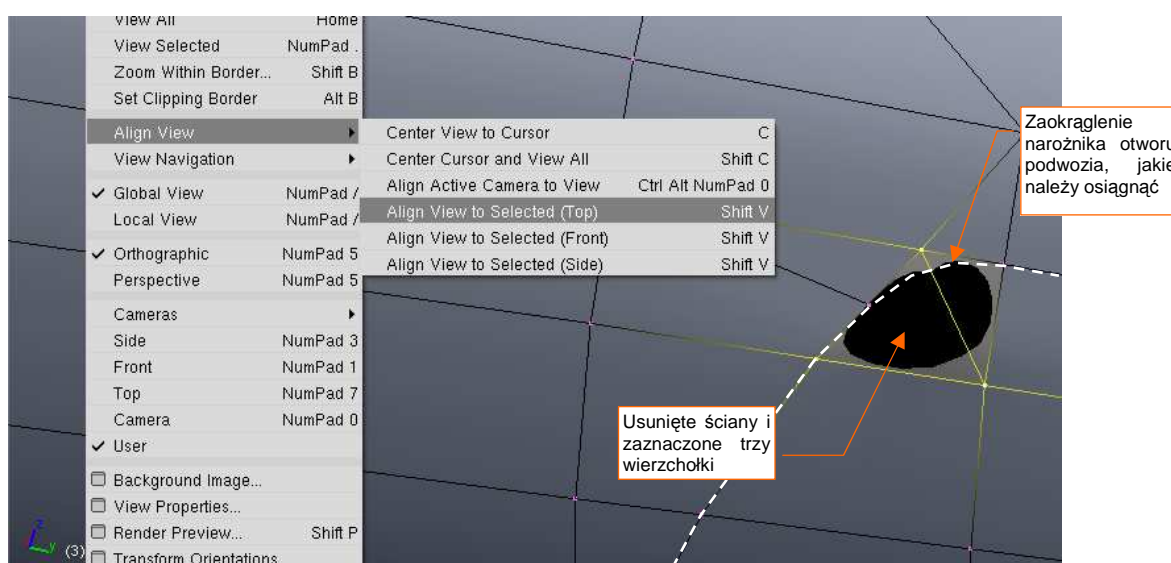
Rysunek 15.25.4b) pokazuje, jak należy przygotować krawędzie siatki, by odsunięcie przebiegło zgodnie z naszymi intencjami. Wykorzystałem tu fakt, że na krańcach powierzchni kierunek odsunięcia jest zawsze prostopadły do ostatniej ściany. Aby przebiegał wzdłuż płaszczyzny lustrzanego odbicia siatki, umieściłem na tym krańcu powierzchni niewielką, poziomą ścianę Rysunek 15.25.4c). Jej istnienie wymusza odsunięcie końcowego wierzchołka pionowo do dołu. Dla porównania przyjrzyj się drugiemu, "wolnemu" końcowi powierzchni (Rysunek 15.25.4d). Tu niczego specjalnego nie przygotowywałem, więc zaznaczony wierzchołek jest odsunięty pod pewnym kątem.

- Aby zobaczyć, jak skierowane są wektory normalne wierzchołków, przełącz w zestawie paneli **Edycji**, w panelu **Mesh Tools More**, przełącznik **Draw VNormals**.
- Operacja odsunięcia jest jednorazową. Po odsunięciu fragmentu powłoki zmienia się układ normalnych. Jeżeli chcesz wrócić do poprzedniego stanu — użyj polecenia **Undo** (**Ctrl-Z**).
- Alternatywną metodą odsunięcia powierzchni jest użycie skryptu **Solidify Selection** — p. str. 897.

15.26 Dopasowanie widoku do wybranej ściany (*Align View*) — zastosowanie

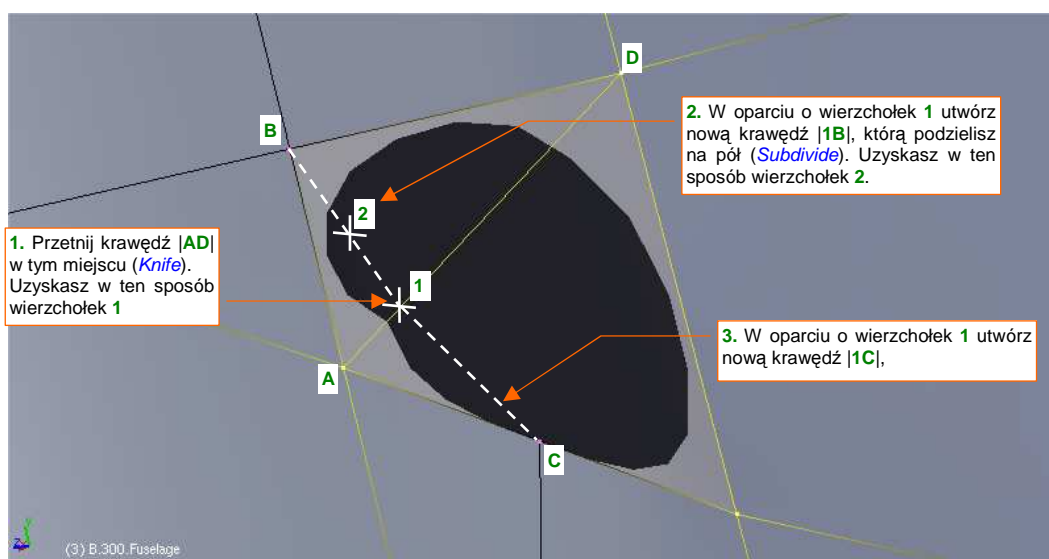
Czasami, podczas formowania otworu, pojawia się potrzeba "narysowania" linii łamanej, której wszystkie wierzchołki będą leżeć dokładnie na powierzchni wybranej ściany. Przykładem takiej sytuacji jest przygotowywanie otworu na kółko ogonowe w kadłubie. Otwór ten miał duży promień zaokrąglenia narożników (Rysunek 15.26.1). Musimy ten efekt odtworzyć.

Zacznij od przygotowania operacji: usuń (**X**, *Erase→Only Faces*) jedną — dwie ściany w obszarze, gdzie ma powstać zaokrąglenie (Rysunek 15.26.1). Następnie zaznacz trzy wierzchołki ściany, na której powierzchni chcesz rysować. (Trzy punkty jednoznacznie wyznaczają płaszczyznę). Potem wywołaj polecenie *View→Align View→Align View to Selected (Top)* (**Shift-V**):



Rysunek 15.26.1 Wywołanie dopasowania widoku do zaznaczonych wierzchołków

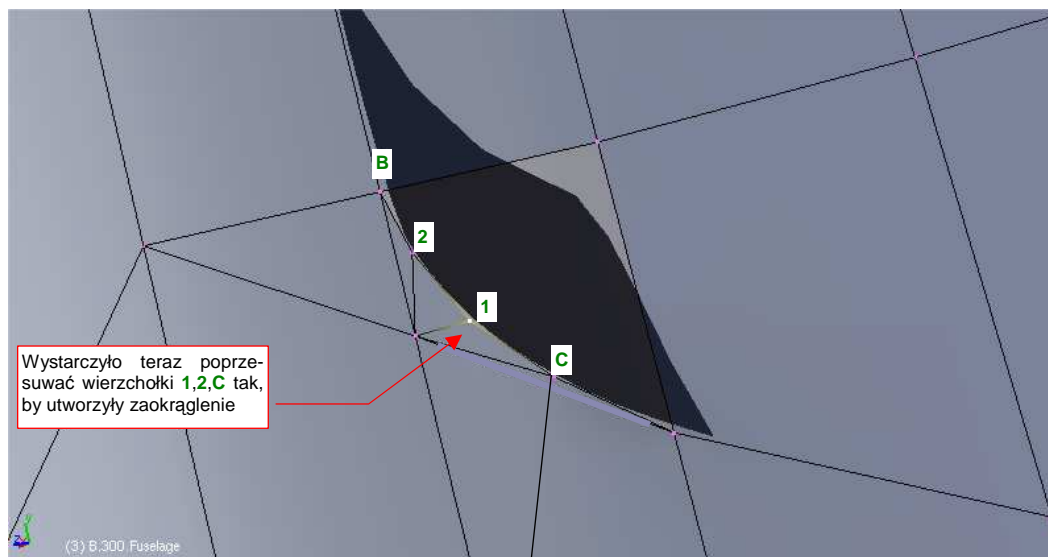
W rezultacie płaszczyzna aktualnego widoku została ustawiona równoległe do ściany (Rysunek 15.26.2):



Rysunek 15.26.2 Widok dopasowany do zaznaczonej ściany (a właściwie — wierzchołków)

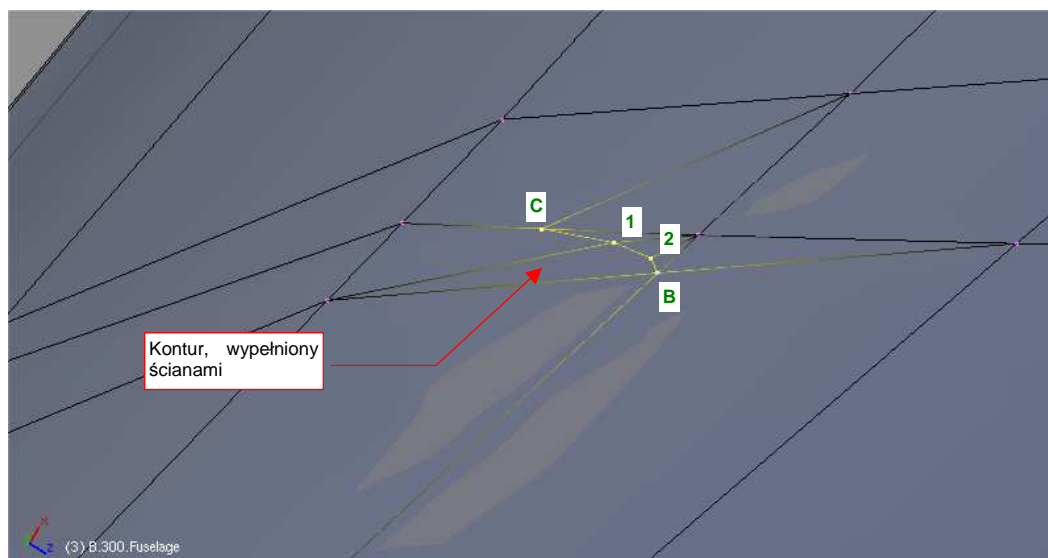
Przetnij krawędź **|AD|** (*Knife*), aby uzyskać wierzchołek **1**. W oparciu o wierzchołek **1** możesz utworzyć dwie kolejne krawędzie — **|1B|** i **|1C|**. Z podziału krawędzi **|1B|** uzyskasz kolejny wierzchołek, potrzebny do stworzenia zaokrąglenia: **2**.

Utworzone w ten sposób wierzchołki na pewno leżą na płaszczyźnie ściany. Korzystając z tego, że znajdujemy się na płaszczyźnie równoległej, wystarczy je zwyczajnie poprzesuwać (*Grab*) tak, by uformowały zaokrąglenie (Rysunek 15.26.3):



Rysunek 15.26.3 Wierzchołki C,1,2, ukształtowane w zaokrągloną krawędź

Jednoczesny widok z innej projekcji potwierdza, że narysowany kontur leży w płaszczyźnie ściany, tak jak chcieliśmy (Rysunek 15.26.4):



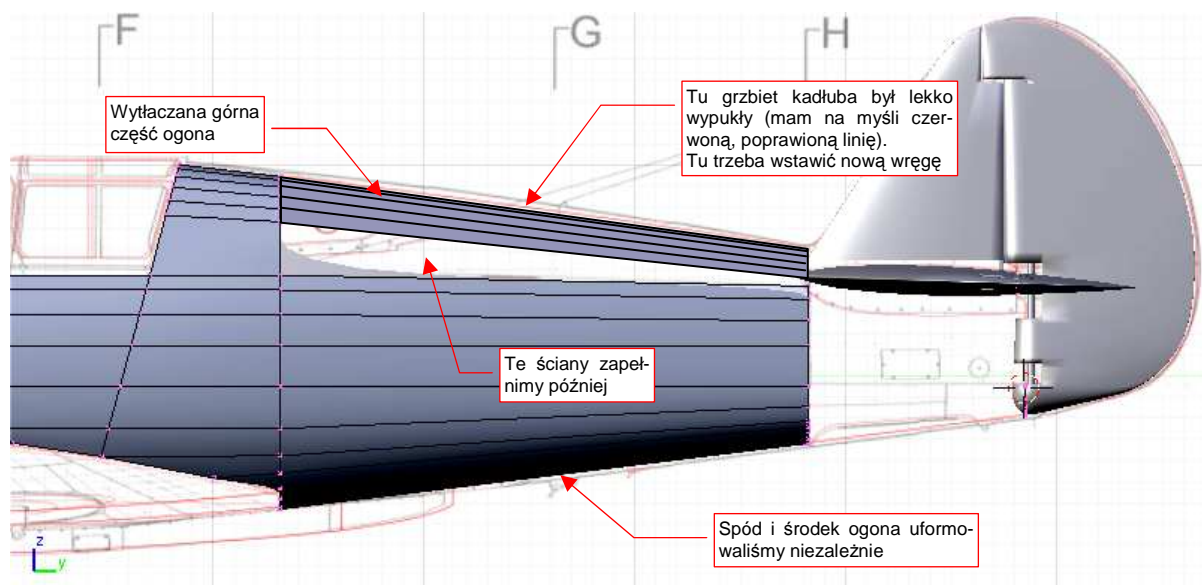
Rysunek 15.26.4 Utworzony kształt, widziany z innej projekcji

15.27 Dopasowanie wręgi do kadłuba

Kadłub proponuję formować metodą "ewolucyjną". Polega to na:

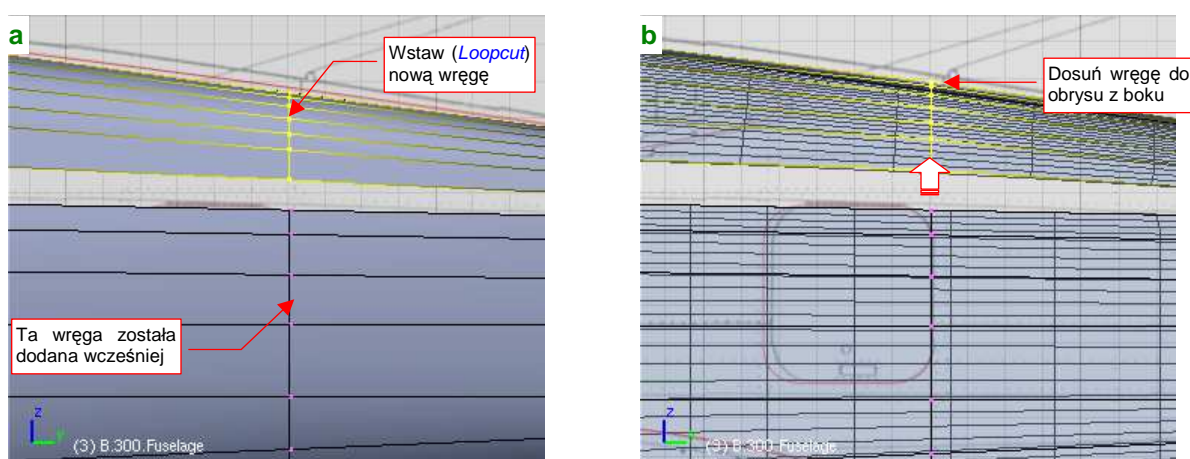
- wytłoczeniu na całą długość jakiegoś dużego, jednorodnego elementu;
- stopniowej modyfikacji takiej "rury" poprzez wstawianie w środek kolejnych wręg. Nadaję za ich pomocą niezbędną wypukłość, tam, gdzie powinna wystąpić.

W tej sekcji chcę pokazać typowe postępowanie podczas dodawania kolejnej wręgi. Przedstawię to na przykładzie formowania górnej części ogona P-40. Kształtujemy ją niezależnie od części środkowej i dolnej. Zaczniemy od wytłoczenia całej długości, do statecznika pionowego (Rysunek 15.27.1):



Rysunek 15.27.1 Wytłoczony zarys ogona P-40

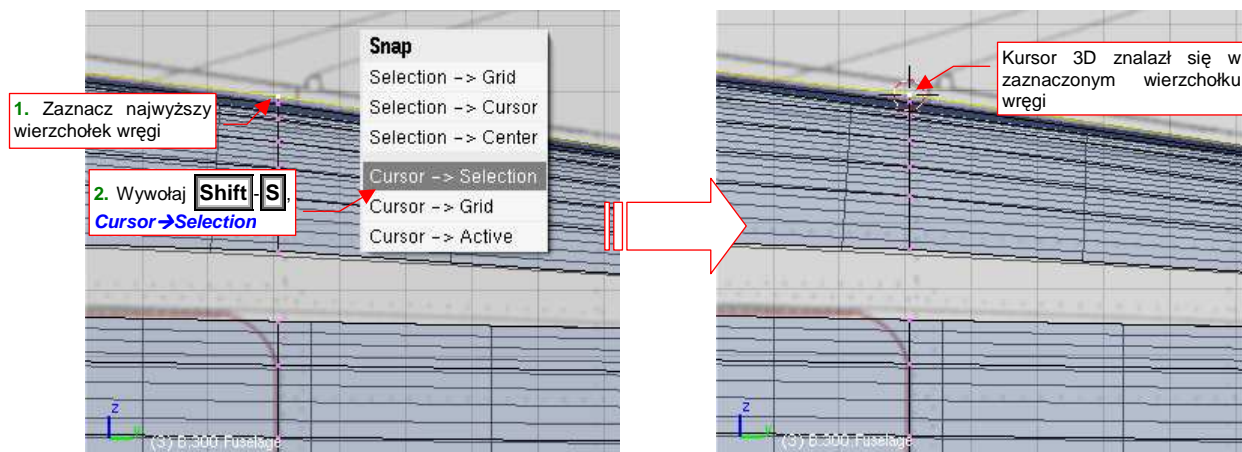
Uzyskany obrys "odstaje" od rzutu z boku w środku długości (mam na myśli czerwoną, poprawioną linię — p. Rysunek 15.27.1). Wstaw więc w tym miejscu nową wręgę (Rysunek 15.27.2a):



Rysunek 15.27.2 Dodanie i dosunięcie do obrysu nowej wręgi

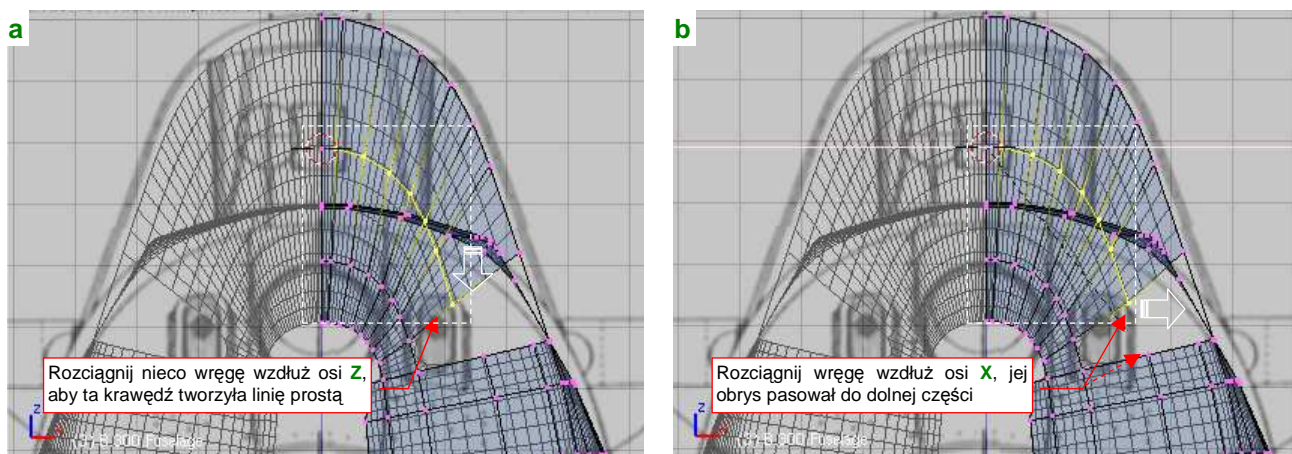
Po wstawieniu przesuń ją do góry (wzdłuż osi Z) tak, by obrys kadłuba z boku pokrył się z obrysem na planach (Rysunek 15.27.2b).

Teraz umieść kursor 3D w najwyższym wierzchołku wręgi. Najszybciej i najdokładniej jest to zrobić zaznaczając ten wierzchołek, i wywołując polecenie **Shift-S** (**Snap**), **Cursor→Selection** (Rysunek 15.27.3):



Rysunek 15.27.3 Umieszczenie kursora 3D w najwyższym wierzchołku wręgi

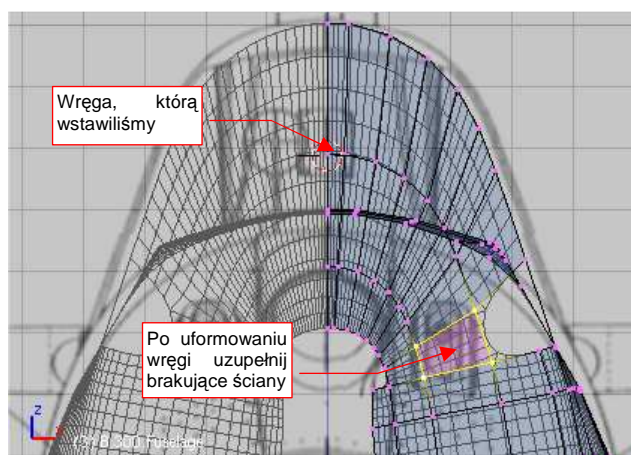
(Zakładam, że najwyższy punkt wręgi leży jednocześnie w osi kadłuba samolotu. Zazwyczaj tak jest). Teraz możesz wygodnie zmienić, poprzez zmianę skali względem kursora 3D, wysokość i szerokość wręgi (Rysunek 15.27.4a,b):



Rysunek 15.27.4 Dopasowanie wysokości i szerokości wręgi do reszty kadłuba

Środek transformacji leży na górnej krawędzi kadłuba. Dzięki temu przeskalowywanie wzdłuż osi **Z** nie zagraża zgodności z obrysem z boku.

Poprawność uformowania wręgi warto jest także ocenić w rzucie z przodu (Rysunek 15.27.5). Podłużnice, które na nim widzimy, powinny wykazywać stopniowe przekształcanie, bez żadnych nagłych załamań.

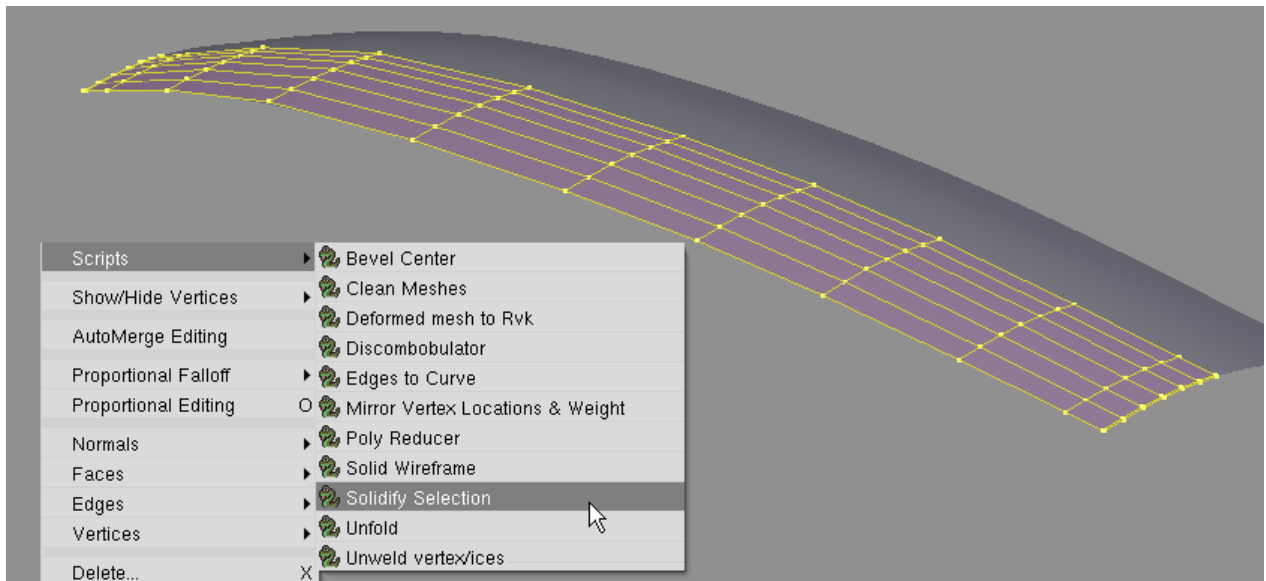


Rysunek 15.27.5 Uzupełnianie brakujących ścian kadłuba

15.28 Pogrubienie (*Solidify Selection*)

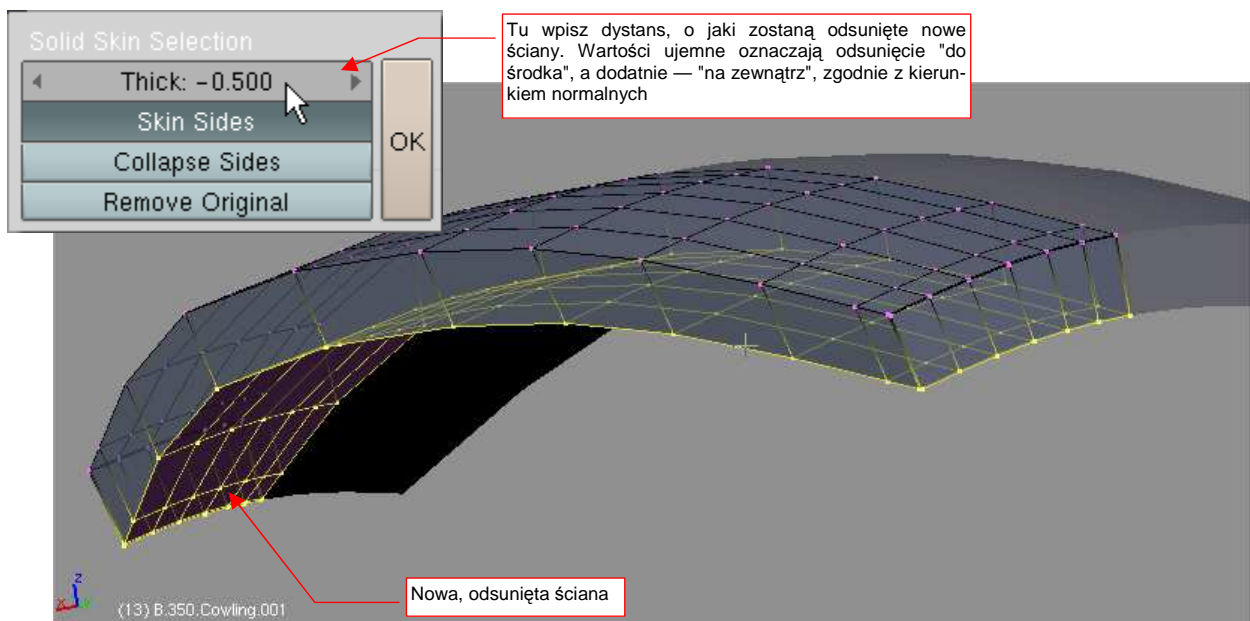
Czasami pogrubienie obiektu za pomocą polecenia *Shrink/Fatten* (str. 890) może nie być poprawne. Dzieje się tak np. dla długiej, wąskiej, wygiętej, powłoki — na jednym z krańców powstaną silnie pochylone ściany (Rysunek 15.28.1).

Na szczęście możemy ją pogubić w inny sposób — za pomocą skryptu *Solidify Selection*. Zaznacz najpierw obszar, dla którego chcesz uzyskać ten efekt (to nie musi być cała powłoka). Następnie wywołaj polecenie *Mesh → Scripts → Solidify Selection* (Rysunek 15.28.1):



Rysunek 15.28.1 Wywołanie skryptu *Solidify Selection*

Na ekranie pojawi się okno dialogowe skryptu (Rysunek 15.28.2). Ustaw odpowiednio dystans odsunięcia (w polu *Thick*). Wartości ujemne oznaczają odsunięcie "w głąb" powłoki. Po naciśnięciu *OK* zobaczysz rezultat — nową, odsuniętą powłokę.

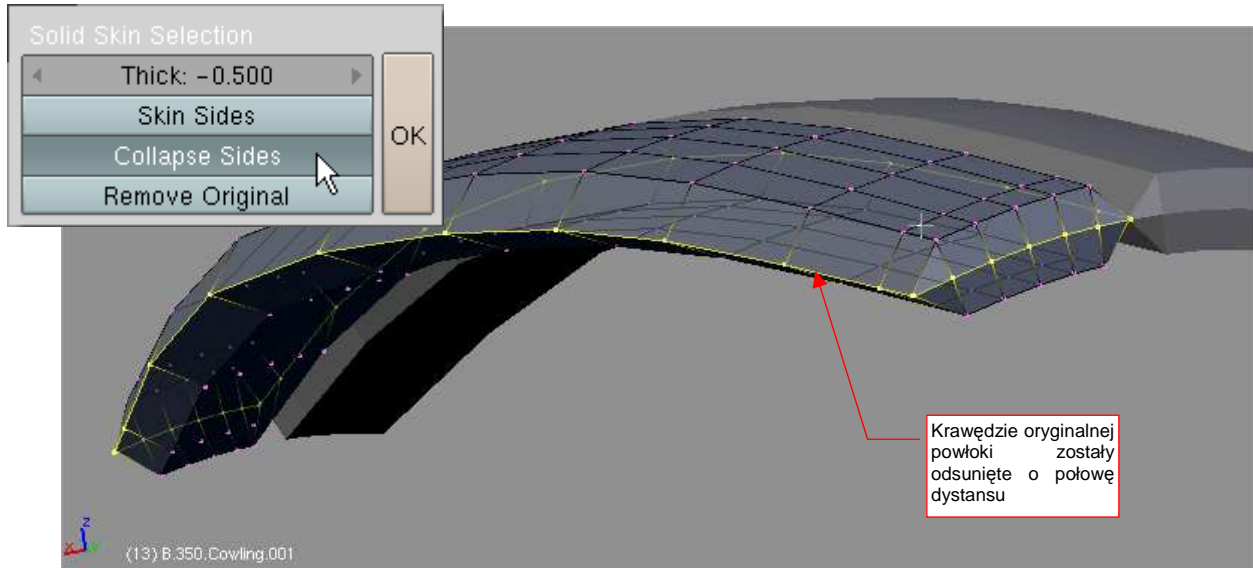


Rysunek 15.28.2 Ustawienie parametrów i efekt działania skryptu *Solidify Selection*

Zwróć uwagę, że nowa powłoka jest połączona z oryginalną ścianami bocznymi. To efekt pozostawienia domyślnego ustawienia przełącznika *Skin Sides* (włączone).

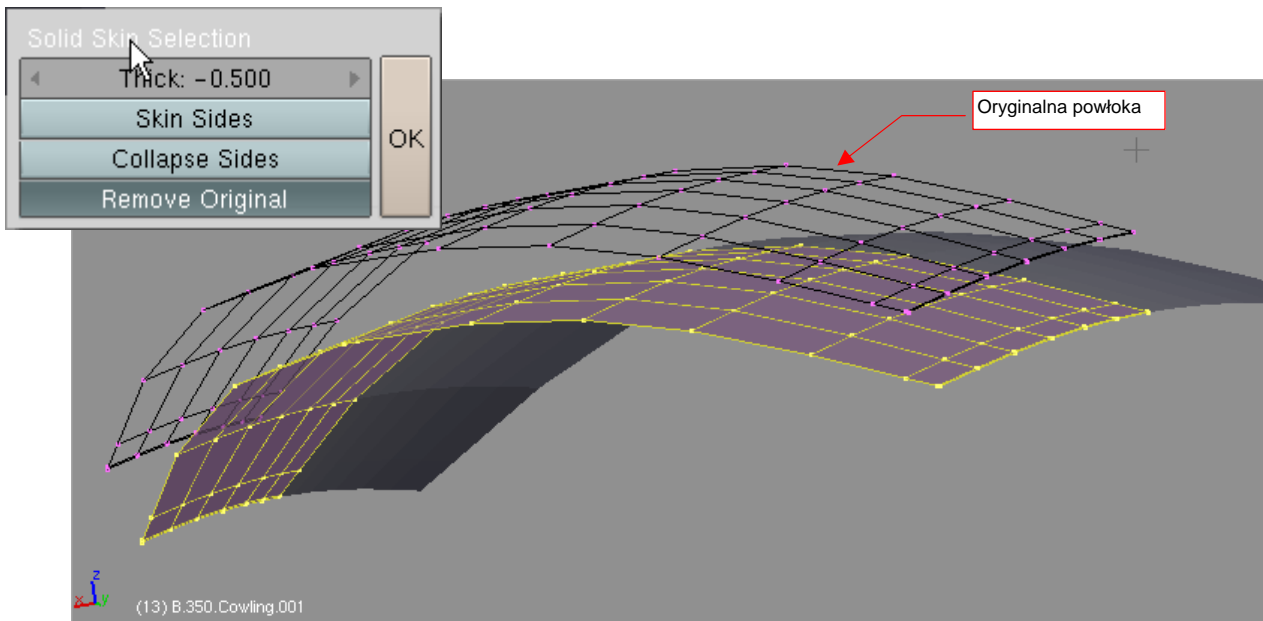
Domyślne ustawienia przełączników skryptu zapewniają uzyskanie typowego efektu — zamiany pojedynczej otwartej powłoki, na powłokę zamkniętą. Dla porządku pokażę jednak działanie pozostałych dwóch przełączników skryptu *Solidify Selection*. Być może kiedyś Ci się przydadzą.

Rysunek 15.28.3 pokazuje efekt włączenia *Collapse Sides*. Zamiast tworzyć wzdłuż krawędzi oryginalnej powłoki nowe ściany, skrypt odsunął ich wierzchołkom o połowę dystansu *Thick*. Uzyskany efekt nazwałbym "efektem poduszki".



Rysunek 15.28.3 Efekt włączenia *Collapse Sides* — krawędzie siatki odsunięte o połowę dystansu

Rysunek 15.28.4 pokazuje efekt włączenia *Remove Original*. Ściany (ale nie krawędzie!) oryginalnej powłoki zostały usunięte. Mówiąc szczerze, nie jest to zbyt praktyczne, gdyż użytkownik nadal musi usunąć pozostałe krawędzie w tradycyjny sposób.

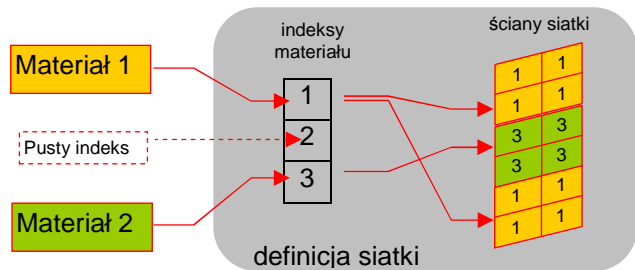


Rysunek 15.28.4 Efekt włączenia *RemoveOriginal* — usunięte oryginalne ściany

15.29 Przypisanie do siatki dodatkowego materiału

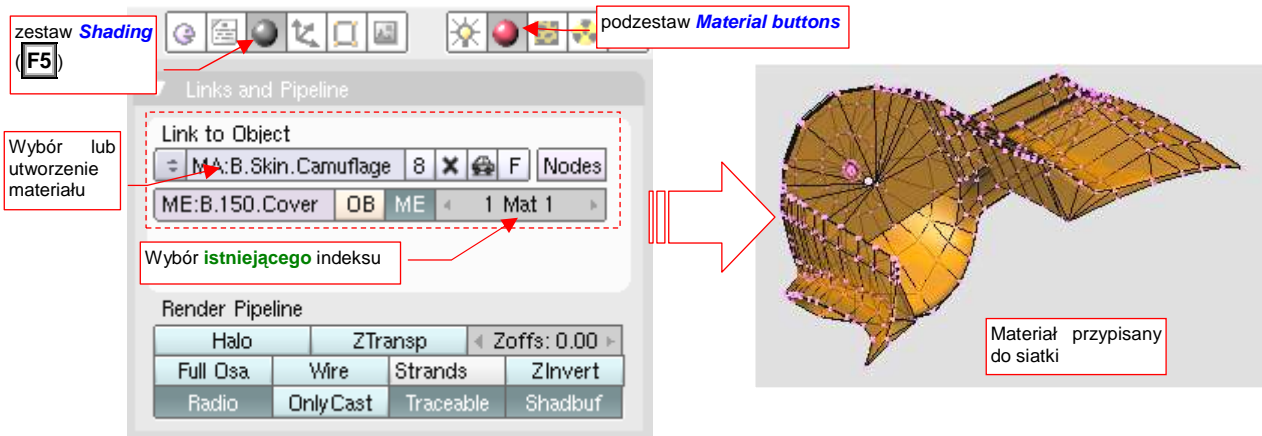
Materiały są przypisane do ścian siatki za pośrednictwem tzw. indeksów (*material index* — Rysunek 15.29.1).

W każdej siatce możesz stworzyć do 16 indeksów materiałów. Każda ściana jest przypisana tylko do jednego indeksu. Niektóre z indeksów mogą nie mieć przypisanych ścian. Mogą także nie mieć przypisanych materiałów. (Takie "zdegenerowane" indeksy nie mają wpływu na rendering).



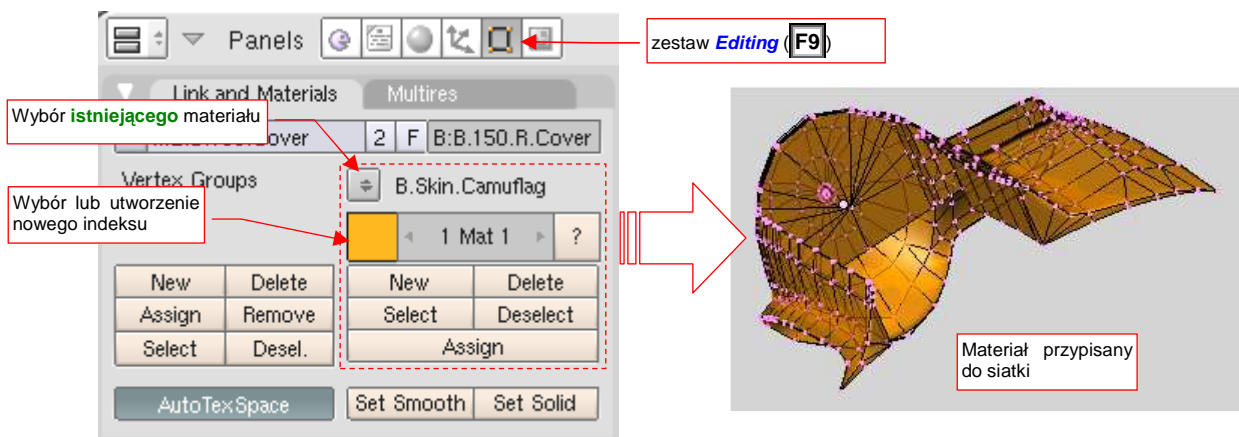
Rysunek 15.29.1 Powiązanie ścian siatki z materiałem (*indeksy*)

W Blenderze istnieją dwie alternatywne metody przypisywania materiału do siatki. Pierwsza (Rysunek 15.29.2) jest dostępna w zestawie *Shading:Material buttons* (por. str. 958, Rysunek 17.1.5). Panel *Links and Pipeline* umożliwia tam utworzenie nowego materiału, lub wybranie jednego z istniejących, i przypisanie go do istniejącego już na siatce indeksu. Wyjątkowo, gdy siatka nie ma jeszcze w ogóle żadnego indeksu materiału, Blender automatycznie tworzy dla niego nowy — nr 1. Przypisuje także do niego wszystkie ściany siatki. To najwygodniejszy sposób na przypisanie do siatki pierwszego materiału (Rysunek 15.29.2):



Rysunek 15.29.2 Pierwsza metoda: przypisanie materiału do istniejącego indeksu siatki — w zestawie *Shading*.

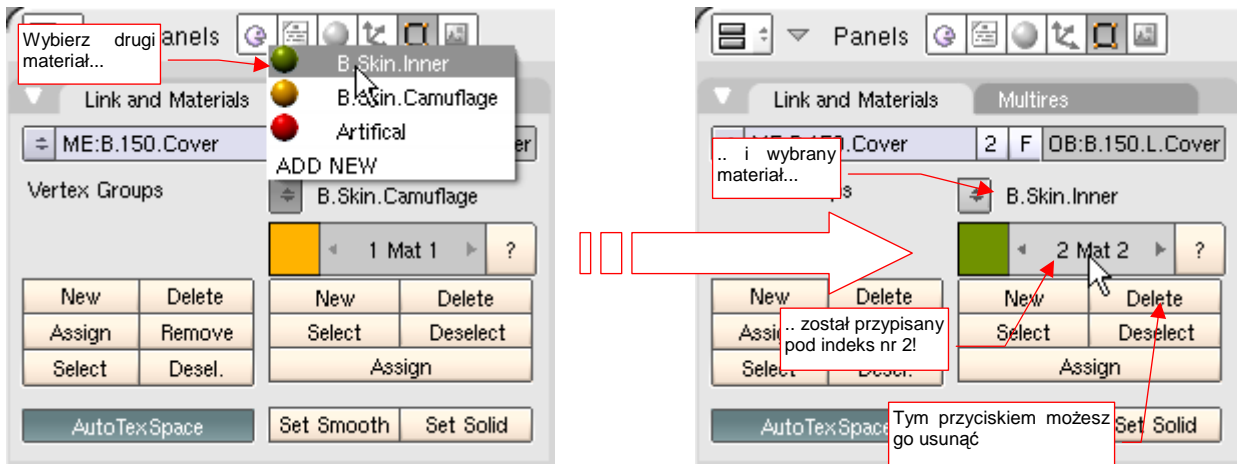
Alternatywna metoda jest dostępna w panelu *Link and Materials*, zestawu *Editing* (Rysunek 15.29.3):



Rysunek 15.29.3 Druga metoda: przypisanie indeksu siatki do istniejącego materiału w zestawie *Editing*.

Panel *Link and Materials* umożliwia pełną kontrolę nad indeksami materiału siatki. Można tu je tworzyć, usuwać, oraz zmieniać przypisanie ścian. Za to z materiałem nie można tu nic więcej zrobić, jak tylko wybrać z listy istniejących. Ten panel najlepiej się nadaje do przypisywania do siatki dodatkowych indeksów materiału.

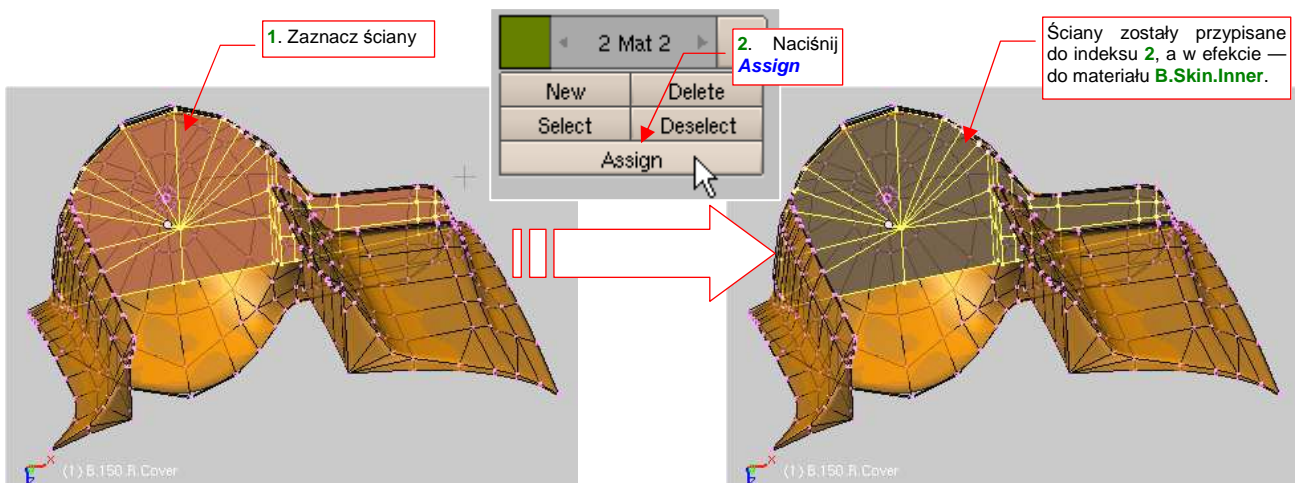
Aby dodać dodatkowy materiał do siatki, trzeba przygotować mu "miejsce" — nowy indeks. Stwórz go w panelu **Link and Materials**, wybierając z listy¹ nowy materiał (Rysunek 15.29.4):



Rysunek 15.29.4 Stworzenie nowego indeksu dla materiału.

- Listę materiałów, którą pokazuje Rysunek 15.29.4, można rozwinąć tylko wtedy, gdy siatka jest w trybie edycji (*Edit Mode*)!
- Przyciskiem **Delete**, który pokazuje Rysunek 15.29.4, można usunąć aktualny indeks materiału. Można to zrobić jednak jedynie w trybie obiektu (*Object Mode*)!

Do nowego indeksu należy teraz przypisać ściany. Zaznaczasz je w oknie **View 3D**, a następnie naciskasz w panelu **Link and Materials** przycisk **Assign** (Rysunek 15.29.5):



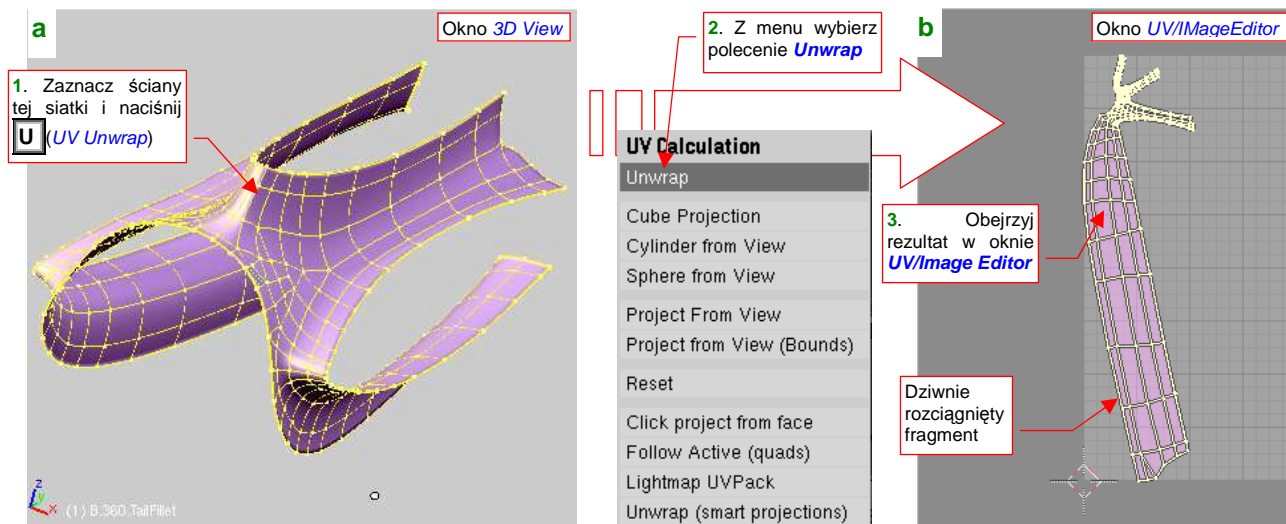
Rysunek 15.29.5 Przypisanie ścian do nowego indeksu materiału.

Nie musisz zaznaczać od razu wszystkich ścian. Możesz tę operację powtórzyć kilka razy (w przypadku bardzo złożonych kształtów tak jest prościej)

¹ Naciśnięcie przycisku **New** także doda do siatki nowy indeks materiału. Tak się to robiło w starszych wersjach Blendera. Nie polecam tego jednak, gdyż domyślnie z nowym indeksem stworzonym przyciskiem **New** kojarzona jest kopia aktualnego materiału. Potem trzeba to zmienić

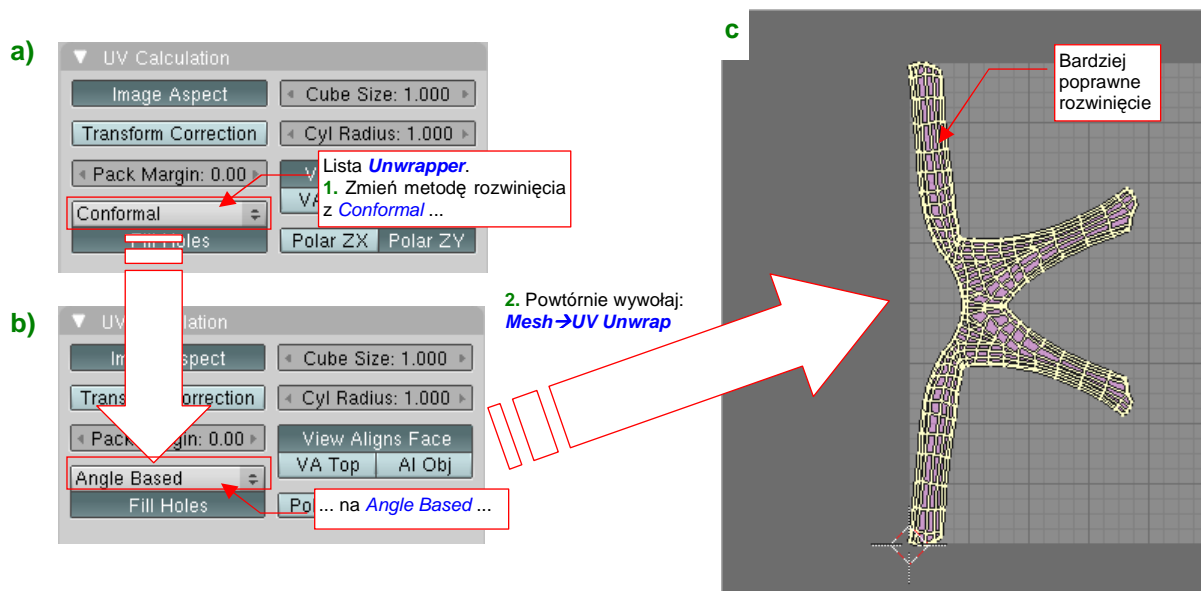
15.30 “Zwykłe” rozwijanie siatki (*Unwrap*)

Zaznacz ściany siatki, które chcesz rozwinąć (to może być nawet mały fragment, niekoniecznie cała siatka). Następnie naciśnij **U** (*Mesh→UV Unwrap*). Na ekranie pojawi się menu *UV Calculation*, z alternatywnymi metodami rozwijania siatek. Wybierz z niego opcję *Unwrap* (Rysunek 15.30.1):



Rysunek 15.30.1 Zwykłe rozwinięcie (*Unwrap*) siatki w przestrzeni UV

Rezultat rozwinięcia zobaczysz w oknie *UV/Image Editor* (p.str. 932). Jeżeli wyszło zdeformowane, np. tak jak pokazuje Rysunek 15.30.1b, możesz spróbować użyć alternatywną metodę rozwijania. Ustawiasz ją w zestawie *Editing* (**F9**), panel *UV Calculation*. Przyjrzyj się, co masz wybrane na liście *Unwrapper* (Rysunek 15.30.2a):

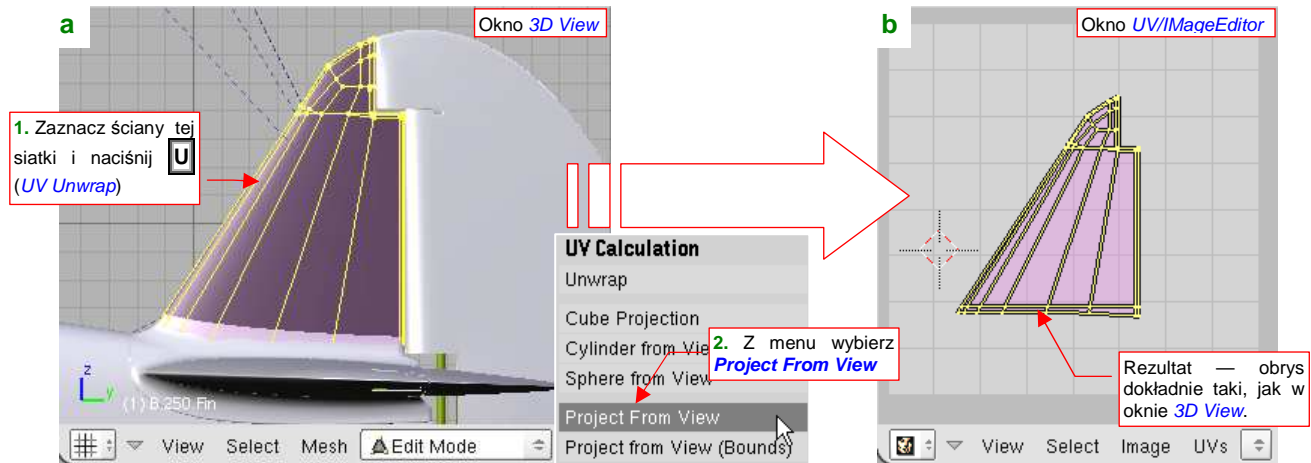


Rysunek 15.30.2 Sterowanie metodą rozwinięcia

Jak do tej pory, Blender oferuje dwie metody rozwijania „ogólnego”: *Conformal* i *Angle Based*. Jeżeli nie jesteś zadowolony z aktualnej, przestaw ją na alternatywę (Rysunek 15.30.2a). Następnie jeszcze raz wywołaj *Mesh→UV Unwrap:Unwrap*. Rezultat może ulec poprawie (porównaj Rysunek 15.30.2c i Rysunek 15.30.1b). Jeżeli nadal nie jesteś zadowolony — pozostaje poprawić rozwinięcie „ręcznie”, tzn. poprzez zmianę położenia ścian w edytorze UV.

15.31 Rozwijanie poprzez rzutowanie siatki (*Project from View*)

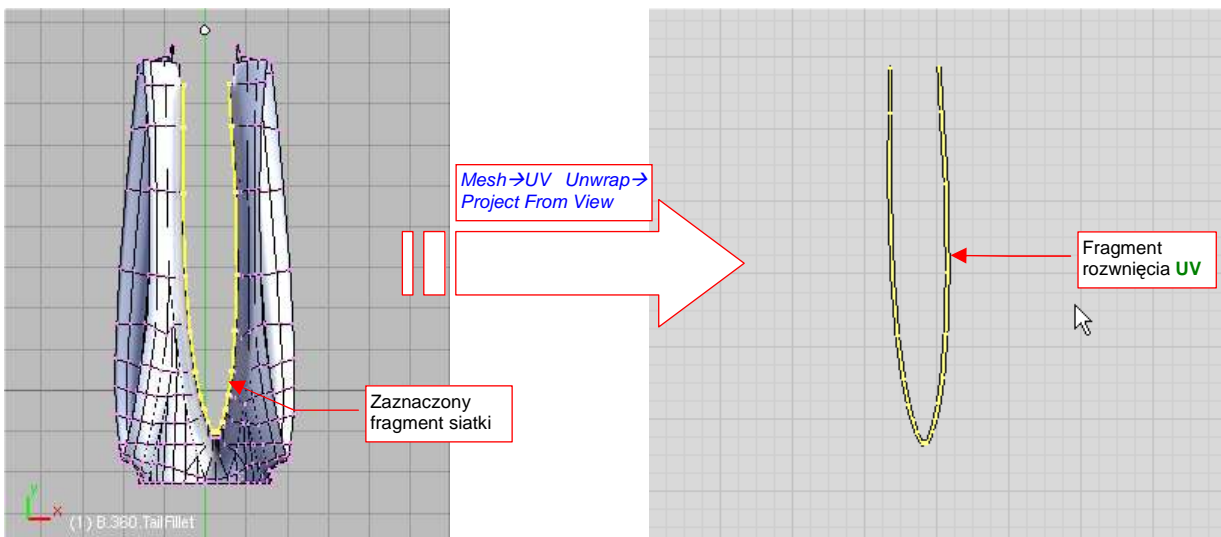
Zaznacz ściany siatki, które chcesz rozwinąć w przestrzeni **UV**. Następnie naciśnij **U** (*Mesh→UV Unwrap*). Na ekranie pojawi się menu *UV Calculation*, z alternatywnymi metodami rozwijania siatek. Wybierz z niego opcję *Project From View* (Rysunek 15.31.1):



Rysunek 15.31.1 Rozwinięcie UV poprzez rzutowanie na płaszczyznę widoku (*Project From View*)

Rezultat rozwinięcia zobaczysz w oknie *UV/Image Editor* (opis — str. 932). Siatka wygląda dokładnie tak samo, jak w oknie *3D View*, ale jest płaskim obrazem, umieszczonym na płaszczyźnie **UV**.

Za pomocą polecenia *Project From View* można rozwijać nie tylko całe siatki, ale także ich pojedyncze fragmenty. Przykład takiej operacji pokazuje Rysunek 15.31.2:



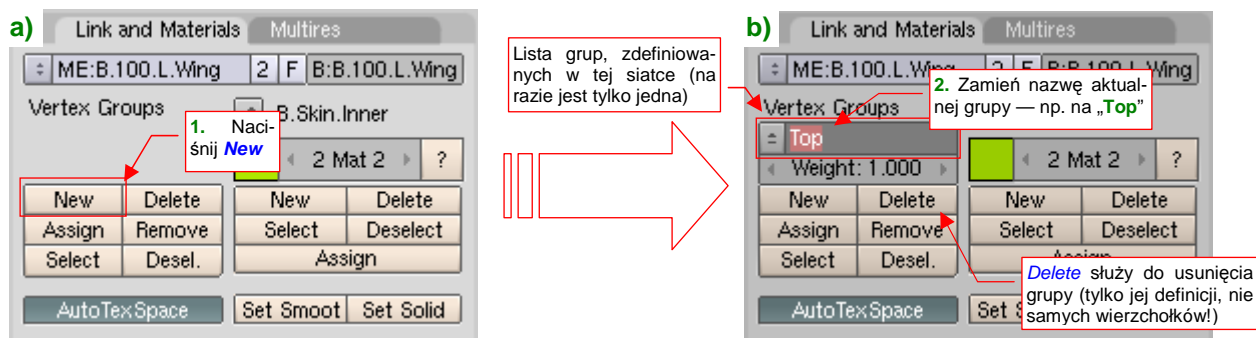
Rysunek 15.31.2 Rzutowanie na płaszczyznę UV fragmentu siatki

Gdy zaznaczysz na siatce w oknie *3D View* tylko jej fragment (jak np. krawędź owiewki, którą pokazuje Rysunek 15.31.2), i wywołasz polecenie *UV Unwrap→Project From View*, w oknie *UV/Image Editor* zobaczysz rzut tego fragmentu. Możesz go np. zaraz po rzutowaniu „przyszpilić” (*UVs→Pin* — patrz str. 943).

15.32 Definiowanie grupy wierzchołków (*Vertex Group*)

W Blenderze istnieje możliwość podzielenia wierzchołków siatki na grupy. Została stworzona z myślą o powiązaniu powierzchni modelu z animowanym szkieletem. Może się jednak przydać do „zapamiętania” jakiegoś skomplikowanego obszaru siatki, który będziesz często zaznaczał.

Nową grupę wierzchołków tworzysz w zestawie *Editing*, panelu *Link and Materials* (Rysunek 15.32.1):

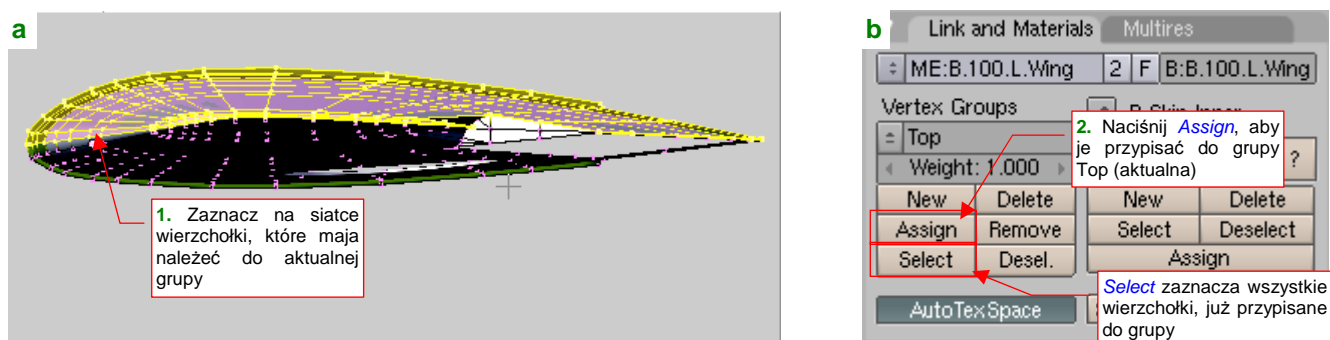


Rysunek 15.32.1 Stworzenie i zmiana nazwy nowej grupy wierzchołków

Po naciśnięciu przycisku **New** (mam na myśli ten z obszaru *Vertex Groups* — Rysunek 15.32.1a) Blender utworzy nową grupę. Poniżej etykiety *Vertex Groups* pojawi się dodatkowa kontrolka — lista rozwijalna wyboru aktualnej grupy (Rysunek 15.32.1b). Zobaczysz w niej napis **Group** (taka nazwa jest domyślnie nadawana każdej nowo utworzonej grupie) . Zmień ją na jakąś inną — na przykład **Top**.

- Do usunięcia aktualnej grupy, której nie potrzebujesz, służy przycisk **Delete**. Usunięciu ulegają tylko przypisania wierzchołków do grupy i sama nazwa grupy. Same wierzchołki siatki nie są, rzecz jasna, usuwane.

Na razie z grupą nie jest związany żaden wierzchołek. Zaznacz odpowiedni obszar siatki w oknie *3D View*, a następnie naciśnij w panelu *Link and Materials* przycisk **Assign**. To przypisze wybrane wierzchołki do aktualnej grupy (Rysunek 15.32.2):

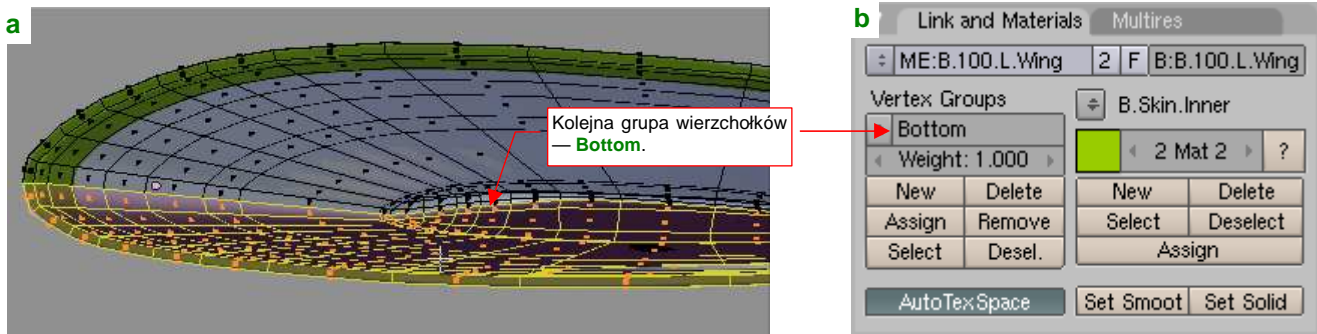


Rysunek 15.32.2 Stworzenie i zmiana nazwy nowej grupy wierzchołków

Samo przypisanie wierzchołków do grupy nie powoduje żadnej widocznej zmiany w oknie *3D View*. Aby się przekonać, czy są naprawdę w aktualnej grupie, wyłącz aktualne zaznaczenie (**A**). Następnie naciśnij przycisk **Select** (Rysunek 15.32.2b). Sprawdź, czy wszystkie wierzchołki, które powinny należeć do grupy, są zaznaczone. Jeżeli nie — zaznacz brakujące, i jeszcze raz naciśnij przycisk **Assign**.

- Przycisk **Select** dodaje do aktualnego zaznaczenia wszystkie wierzchołki grupy, a **Desel.** — wyłącza ich zaznaczenie.

Całą powierzchnię możesz podzielić na kilka grup. Skoro zdefiniowaliśmy już górną powierzchnię płata jako grupę, stwórzmy w ten sam sposób drugą, zawierającą „całą resztę”. Stwórz ją w ten sam sposób, co poprzednią. Nadaj jej nazwę **Bottom** (Rysunek 15.32.3b):



Rysunek 15.32.3 Przepisanie reszty siatki do drugiej grupy wierzchołków (**Bottom**)

Najprościej wybrać „całą resztę” siatki zaznaczając (przycisk **Select**) grupę **Top**. Potem należy przełączyć tryb wyświetlania z wierzchołków na ściany (por. str. 859), i z menu okna **3D View** wywołać polecenie **Selection→Inverse** (**Ctrl** - **I**). Powinieneś uzyskać takie zaznaczenie, jakie pokazuje Rysunek 15.32.3a). Na koniec pozostaje nacisnąć przycisk **Assign**, aby przypisać ten fragment siatki do grupy **Bottom**. Uważaj, aby nie zaznaczyć za dużo, gdyż Blender nie stawia tu przeszkód, i ten sam wierzchołek może należeć do wielu grup.

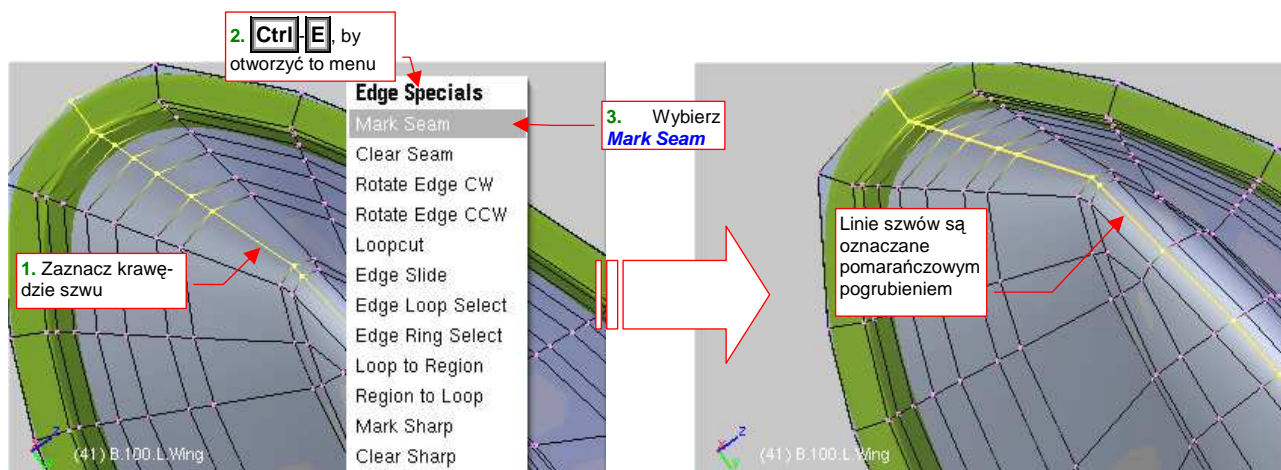
Na koniec kilka dodatkowych wskazówek:

- Wierzchołki siatki mogą należeć równocześnie do wielu grup wierzchołków.
- Do usunięcia wierzchołka z grupy służy przycisk **Remove**.
- Nazwy grup muszą być unikalne tylko w obrębie tej samej siatki. Oznacza to, że wiele różnych siatek w Twoim modelu może mieć grupy o takich samych nazwach — **Top**, **Bottom**, czy podobnych. To pewnie ułatwienie, gdyż nie trzeba tworzyć jakiegoś kolejnego systemu nazw.

15.33 Zaznaczenie krawędzi jako szwu (Seam)

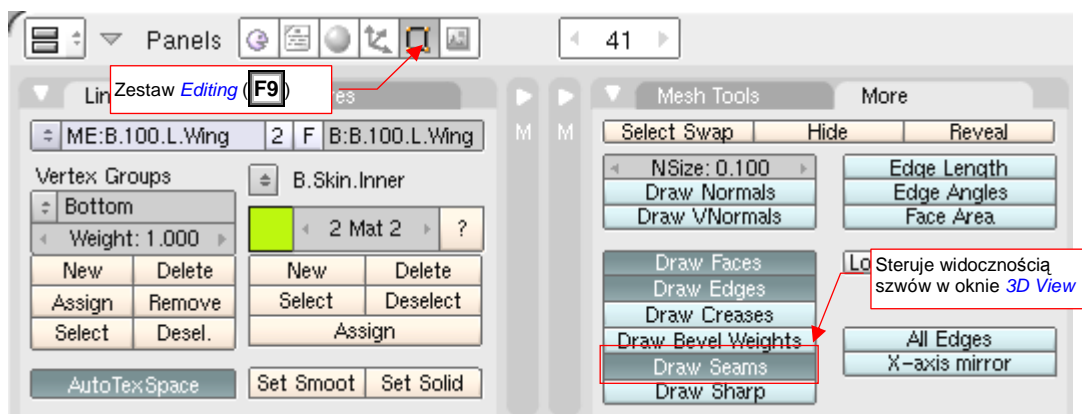
Podczas rozwinięcia UV, Blender automatycznie dzieli siatkę wzdłuż krawędzi, które oznaczysz jako „szwy” (*seams*).

Nanoszenie „szwów” jest bardzo proste: zaznacz krawędzie, wzdłuż których ma być podzielone rozwinięcie UV. Następnie naciśnij **Ctrl-E**, i z menu *Edge Specials* wybierz polecenie *Mark Seam* (Rysunek 15.33.1):



Rysunek 15.33.1 Oznaczenie krawędzi siatki jako linii szwów (*Mark Seam*)

(To samo polecenie znajdziesz także w menu: *Mesh* → *Edges* → *Mark Seam*). Szwy są na siatce oznaczane pomarańczowym pogrubieniem. Jeżeli nie widzisz żadnego dodatkowego oznaczenia linii szwów, które stworzyłeś — zajrzyj do zestawu *Editing* (**F9**), panelu *Mesh Tools - More* (Rysunek 15.33.2):



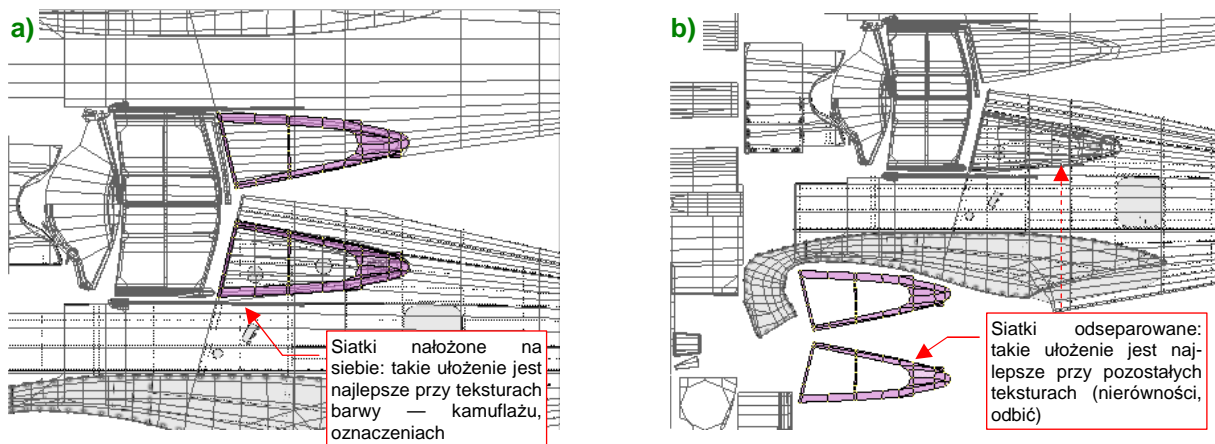
Rysunek 15.33.2 Sterowanie wyświetlaniem linii szwów

Sprawdź, czy w panelu *More* masz włączoną opcję *Draw Seams*. Jeżeli nie — możesz ją tu włączyć.

- Aby usunąć szwy z zaznaczonych krawędzi, użyj polecenia *Clear Seam*.

15.34 Dodanie alternatywnego rozwinięcia UV (*UV Layers*)

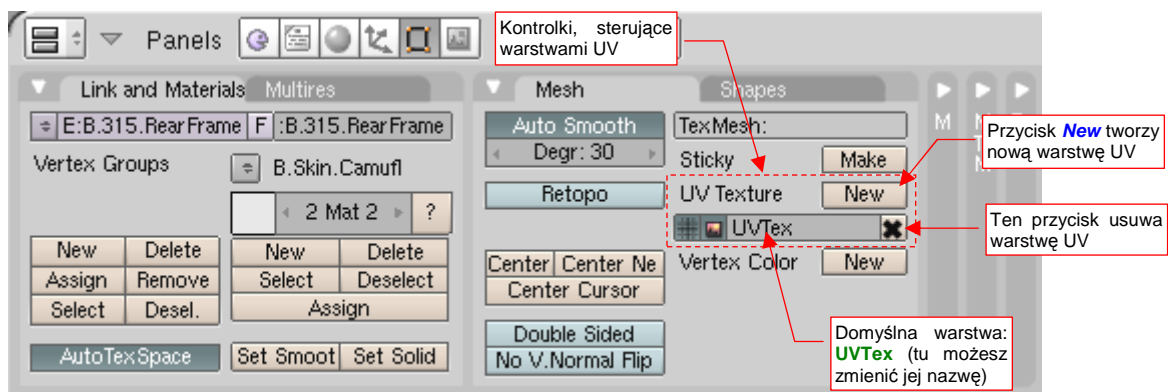
Czasami możesz natknąć się na sytuację, gdy dla dwóch różnych tekstur przydałyby się dwa różne rozwinięcia siatki w UV. Pokażę to na przykładzie ramki oszklenia za kabiną pilota P-40 (Rysunek 15.34.1):



Rysunek 15.34.1 Alternatywne rozwinięcia w UV siatki ramek oszklenia za głową pilota

Przy nakładaniu barw — plam kamuflażu, znaków rozpoznawczych, itp. — najlepiej, by siatka ramki znajdowała się tam, gdzie była przymocowana: na powierzchni kadłuba (Rysunek 15.34.1a). Przy takim ustawieniu jednym pociągnięciem w Gimpie namalujesz idealnie dopasowany kamuflaż na obydwu elementach. Z kolei dla tekstury nierówności (czy też odbić) lepiej byłoby, gdyby rozwinięcia kadłuba i ramki były odseparowane (Rysunek 15.34.1a). Każdy z tych elementów ma swój własny układ linii nitów i innych detali konstrukcyjnych. Gdy jedna siatka leży na drugiej — nie jesteś w stanie ich prawidłowo odwzorować (bo na każdej z powierzchni zobaczysz naraz wszystkie linie).

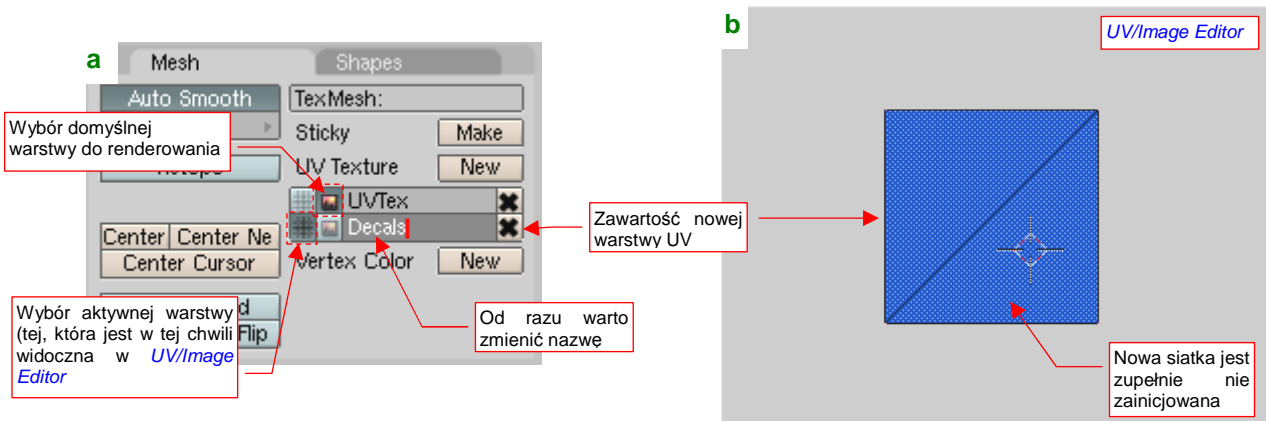
Na szczęście już kilka lat temu wprowadzono w Blenderze możliwość używania dla jednej siatki kilku alternatywnych rozwinięć UV. Są to tak zwane *warstwy UV (UV Layers)*. Każda warstwa zawiera kompletną informację o współrzędnych UV każdego wierzchołka siatki, a także o przypisanym do każdej ze ścian obrazie. Nie wiem, czy określenie „warstwy” nie jest trochę mylące: nie nakładają się w żaden sposób, żadna z nich nie zależy także od pozostałych. Do zarządzania warstwami UV służy kilka niewielkich kontrolerek, wciśniętych (tak, to dobre określenie) w panel *Mesh*, zestawu *Editing* (Rysunek 15.34.2):



Rysunek 15.34.2 Kontrolki, sterujące warstwami UV (*UV Layers*)

Gdy dokonałeś w edytorze UV rozwinięcia siatki, Blender automatycznie utworzył pierwszą warstwę, o nazwie **UVTex** (Rysunek 15.34.2). Gdy naciśniesz przycisk **New** (ten, który pokazuje objaśnienie — por. Rysunek 15.34.2), utworzysz nową. Możesz tu także zmienić nazwę warstwy (pole z nazwą to w istocie pole edycji). Nazwy warstw muszą być unikalne tylko w obrębie pojedynczej siatki. Mogą (a właściwie często muszą — zobacz dalej) powtarzać się w każdej siatce. Przycisk **X**, umieszczony z prawej, umożliwi usunięcie warstwy UV.

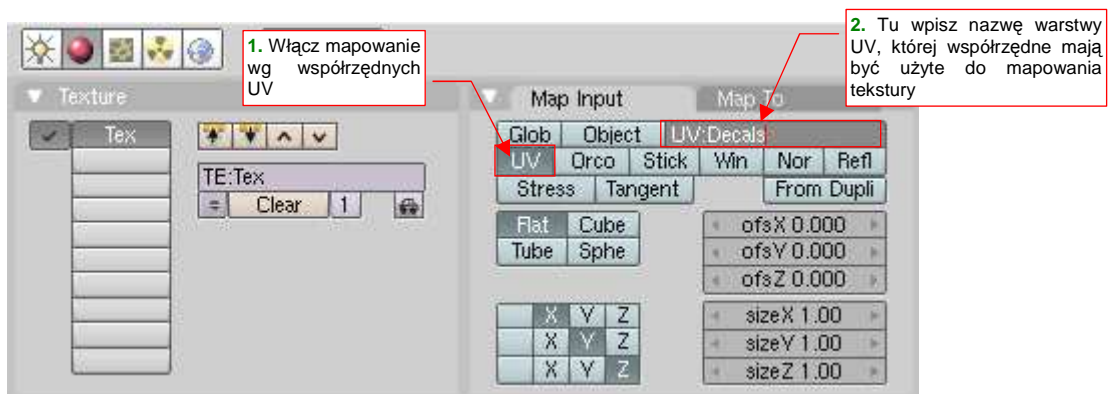
Gdy naciśniesz przycisk **New**, poniżej warstwy **UVTex** pojawi się nowa warstwa, **UVTex.001**. Zmień jej od razu nazwę — np. na **Decals** (Rysunek 15.34.3a):



Rysunek 15.34.3 Nowa warstwa UV

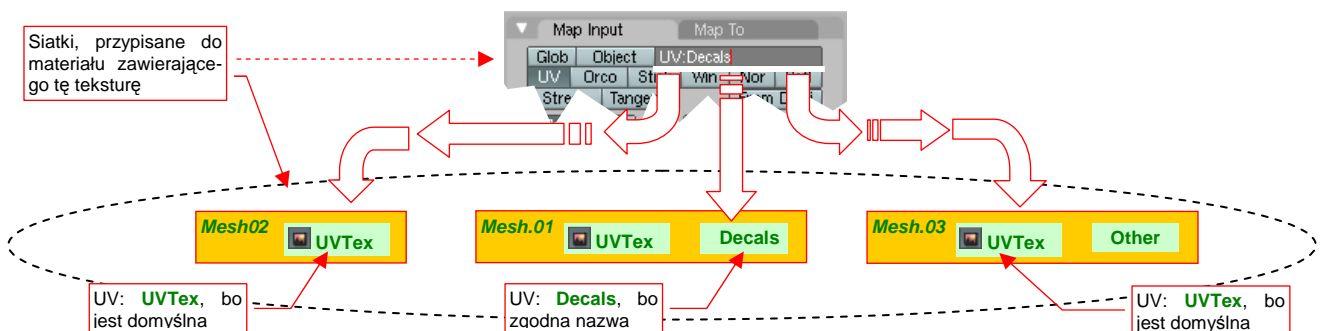
Zwróć także uwagę na przełączniki z lewej strony nazwy warstwy. Pierwszy (☐) służy do wskazania aktywnej warstwy UV — czyli tej, którą aktualnie widzisz w *UV/Image Editor* (a także — współrzędnych UV i obrazu, używanych w oknie *3D View*, w trybie *textured*).

Jak właściwie używać warstw UV? W parametrach mapowania tekstury (*Material buttons:Map Input*) możesz podać jej nazwę (Rysunek 15.34.4):



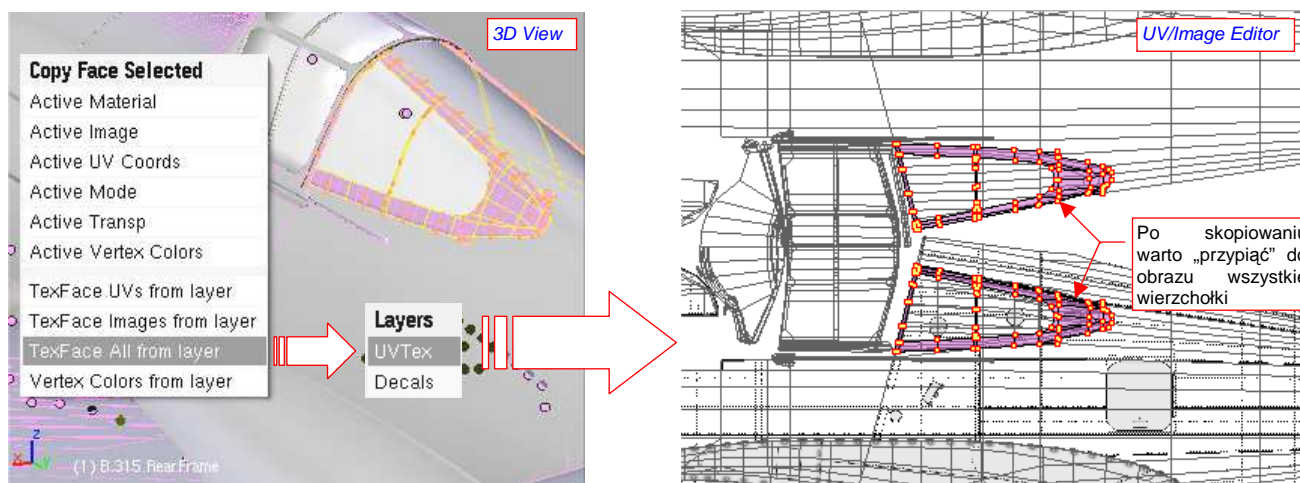
Rysunek 15.34.4 Przypisanie tekstury do konkretnej warstwy UV

Jeżeli nie wpiszesz nic — z każdej siatki zostanie użyta warstwa, która w panelu *Mesh* ma włączony przycisk (por. Rysunek 15.34.3a). Ta domyślna warstwa zostanie także użyta w sytuacji, gdy siatka nie posiada warstwy UV o nazwie podanej w parametrach mapowania (Rysunek 15.34.4). Dzięki mechanizmowi „zastępowania”, możesz umieścić warstwy UV o nazwie **Decals** tylko w kilku siatkach, spośród wszystkich, do których jest przypisany materiał zawierający tę teksturę. Dla pozostałych siatek Blender użyje współrzędnych z warstwy, którą oznaczyłeś jako domyślną (Rysunek 15.34.5):



Rysunek 15.34.5 Zasada wyboru współrzędnych UV do mapowania tekstury

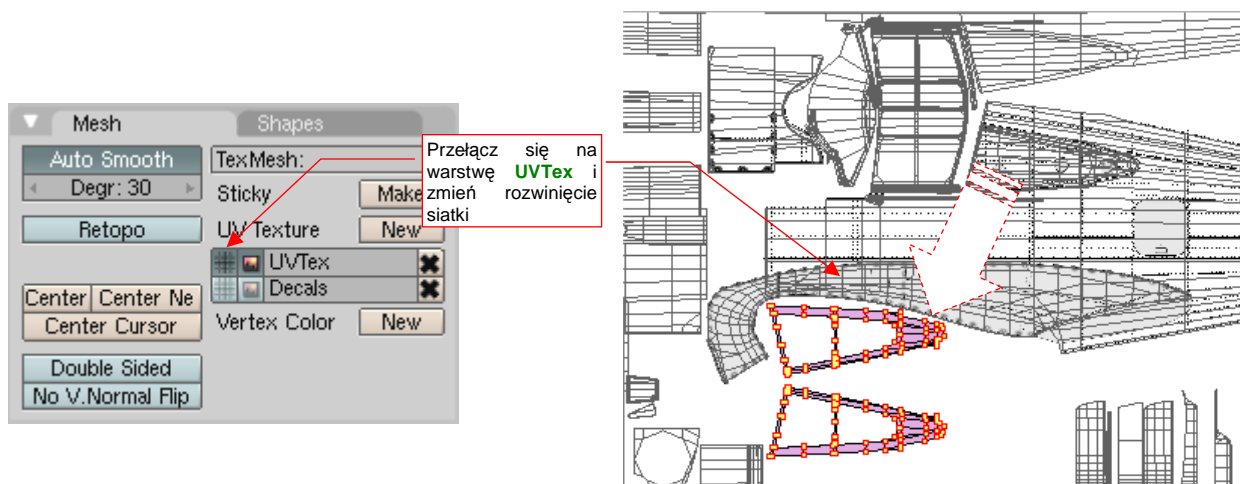
Każda nowa warstwa UV zawiera zupełnie nie zainicjalizowaną siatkę (Rysunek 15.34.3b). Na szczęście ustawienia z innych warstw można bardzo szybko powielić. W oknie **3D View** naciśnij **Ctrl-C**, aby otworzyć menu podręczne **Copy Face Selected** (nie jest dostępne w żaden inny sposób). Z tego menu wybierz polecenie **TexFace All from layer** (Rysunek 15.34.6):



Rysunek 15.34.6 Kopiowanie zawartości warstwy UV

Po wybraniu tego polecenia, pojawi się menu **Layers**, z którego należy wybrać warstwę — wzorec (tę, która już ma wszystkie poustawiane). W przykładzie na ilustracji wskazałem jako wzorec warstwę **UVTex**. W efekcie aktualna warstwa — **Decals** — stała się jej kopią, z jednym istotnym wyjątkiem: nie zostały przeniesione znaczniki „przyięcia” (**Pin**) do obrazu. Zaraz po skopiowaniu warstwy przypnij je wszystkie, aby Ci się nie „odwinęły” w jakąś niespodziewaną stronę, np. w wyniku omyłkowego naciśnięcia przycisku **E** (**Unwrap**).

W rezultacie użycia **Copy Face** → **TexFace All from layer** uzyskaliśmy dwie identyczne warstwy. Którą teraz przekształcić tak, jak pokazuje ją Rysunek 15.34.1b)? Rozwinięte w ten sposób siatki będą użyte przez większą liczbę tekstur, więc zmieńmy warstwę domyślną (**UVTex** — Rysunek 15.34.7):

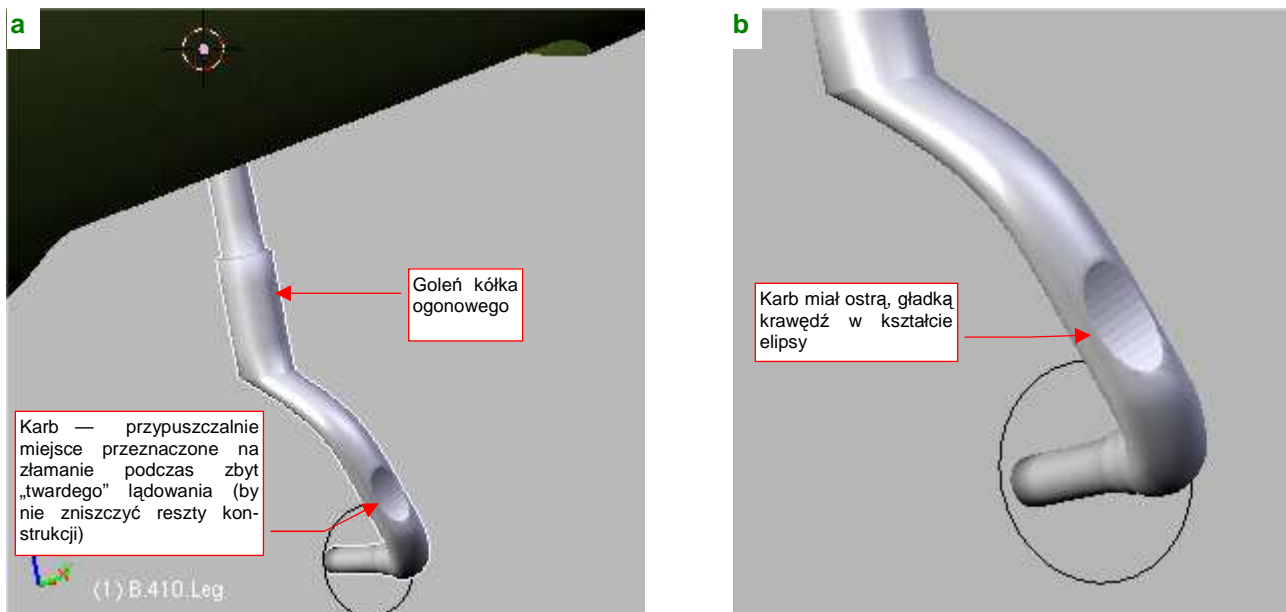


Rysunek 15.34.7 Naniesienie zmian na jedną z warstw UV

Kliknij w przełącznik **UVTex**, by z powrotem uczynić **UVTex** warstwą aktywną, a potem przesuń rozwinięcie siatki ramek poza obszar kadłuba. W ten sposób uzyskałeś dla tej samej siatki dwa alternatywne rozwinięcia, które będziesz mógł użyć przy mapowaniu tekstur.

15.35 Operacje na bryłach (*Boolean*)

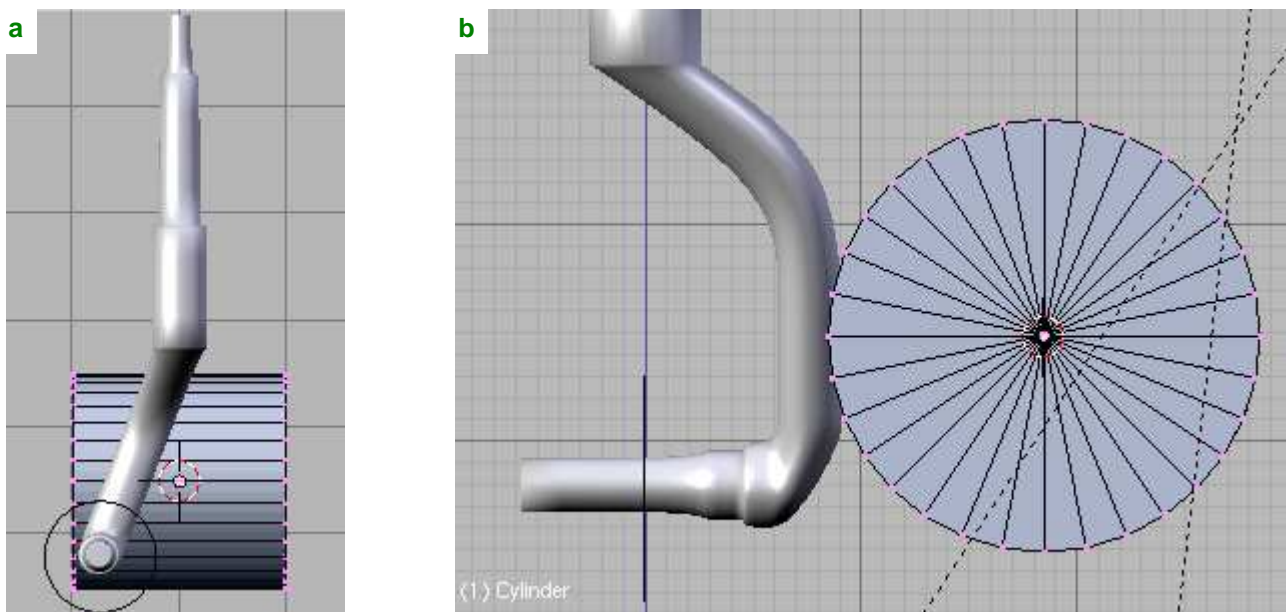
Podczas wykonywania detali, możesz się natknąć na takie drobiazgi, jak nacięcie (karb) na goleni kółka ogonowego (Rysunek 15.35.1a):



Rysunek 15.35.1 „Karb” na goleni kółka ogonowego

Jak szybko uzyskać taki szczegół? Gdybyśmy chcieli wykonać taki karb w ten sam sposób, co otwory w kadłubie — byłoby to bardzo pracochłonne. Trzeba by było wcześniej odpowiednio przygotować poprzeczny kontur goleni, z „ostrymi” (*crease* =1) krawędziami w pobliżu granicy zagłębienia (por. formowanie kadłuba, str. 169). W efekcie otrzymalibyśmy coś, co i tak nie miałoby takiej ładnej, ostrej krawędzi jak zagłębienie, które pokazuje Rysunek 15.35.1b). W takim przypadku bardziej opłaca się zastosować modyfikator *Boolean*.

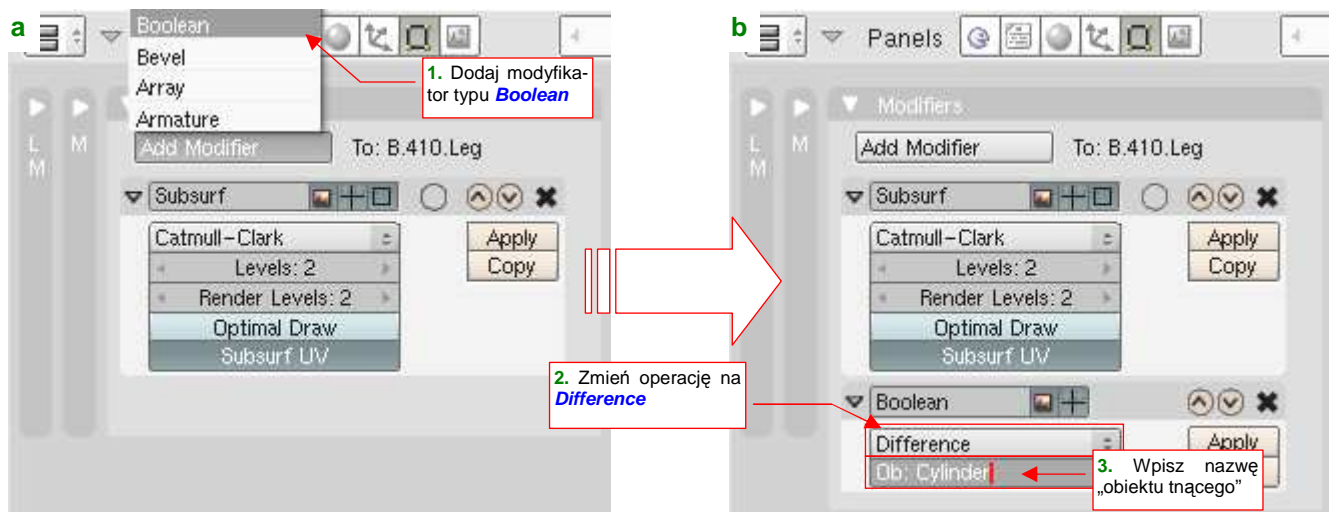
Karb wygląda jak wycięty fragmentem walca, więc wstawmy do rysunku cylinder o dość dużym promieniu (Rysunek 15.35.2a):



Rysunek 15.35.2 „Narzędzie tnące” — walec (*Cylinder*)

Rysunek 15.35.2b) pokazuje, że boczna ściana walca jest nieznacznie zagłębiona w goleni — na tyle, ile ma wynosić głębokość karbu. Na razie pozostawiłem temu obiektowi nazwę *Cylinder*. To nasze „narzędzie tnące”.

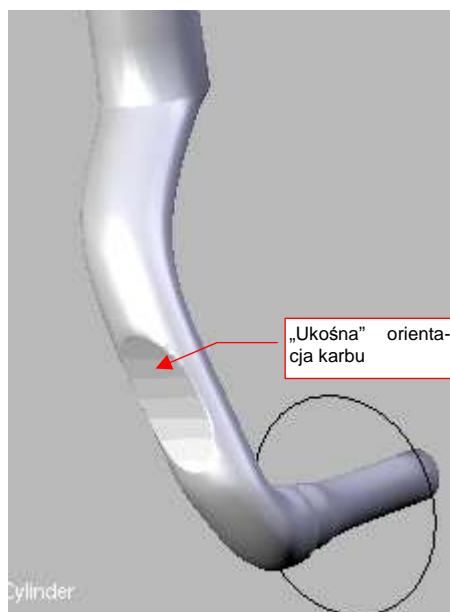
Teraz przełącz się w tryb edycji goleni (**B.410.Leg**), i dodaj nowy modyfikator, typu **Boolean** (Rysunek 15.35.3a):



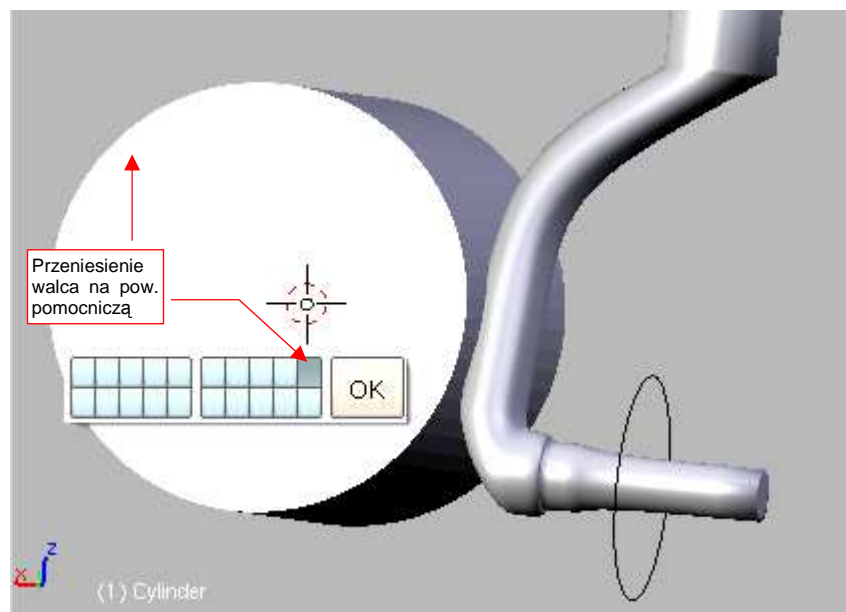
Rysunek 15.35.3 Dodanie do siatki goleni modyfikatora typu **Boolean**

W panelu modyfikatora zmień rodzaj operacji na **Difference**, i wpisz nazwę “narzędzia tnącego” — cylindra, który przed chwilą przygotowaliśmy (Rysunek 15.35.3b).

Rysunek 15.35.4 przedstawia rezultat operacji po ukryciu (**H**) walca:



Rysunek 15.35.4 Rezultat operacji **Boolean**



Rysunek 15.35.5 Przesunięcie walca na niewidoczną (podczas redneringu) warstwę pomocniczą

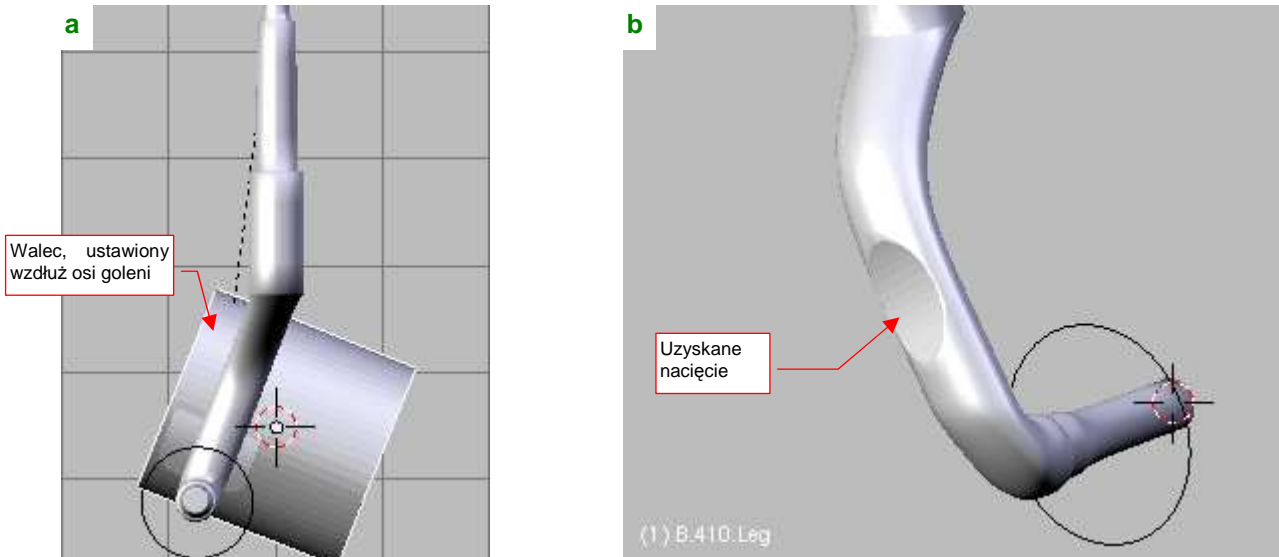
Uzyskany karb ma ładną, ostrą krawędź. Na ostatecznym renderze nie będzie widać lekkich załamania ścianek wewnątrz zagłębienia.

- Operacje typu **Boolean** nie są jeszcze dopracowane w tej wersji Blendera. Czasami w wyniku użycia tego modyfikatora możesz uzyskać dodatkowe ściany, których nie powinno być. Zmień wtedy układ siatki, poprzez dodanie jednej — dwóch nowych krawędzi, i spróbuj ponownie.

Oczywiście, nie chcemy widzieć walca na ostatecznym renderingu. Przesuń go na warstwę 10 (**M**, Rysunek 15.35.5). (Warstwę 10 przeznaczaliśmy na różne pomocnicze obiekty — por. str. 261).

Zaletą operacji *Boolean*, implementowanych jako modyfikator, jest dynamiczne połączenie obydwu brył — „narzędzia” i „obiektu”. Dzięki temu nie komplikujesz oryginalnych siatek i nadal możesz łatwo zmieniać ich kształt podczas edycji. W przypadku wygładzonych powierzchni, krawędź przecięcia jest wyznaczana na ścianach powierzchni podziałowych. Dzięki temu nie zaburzają kształtu reszty powłoki.

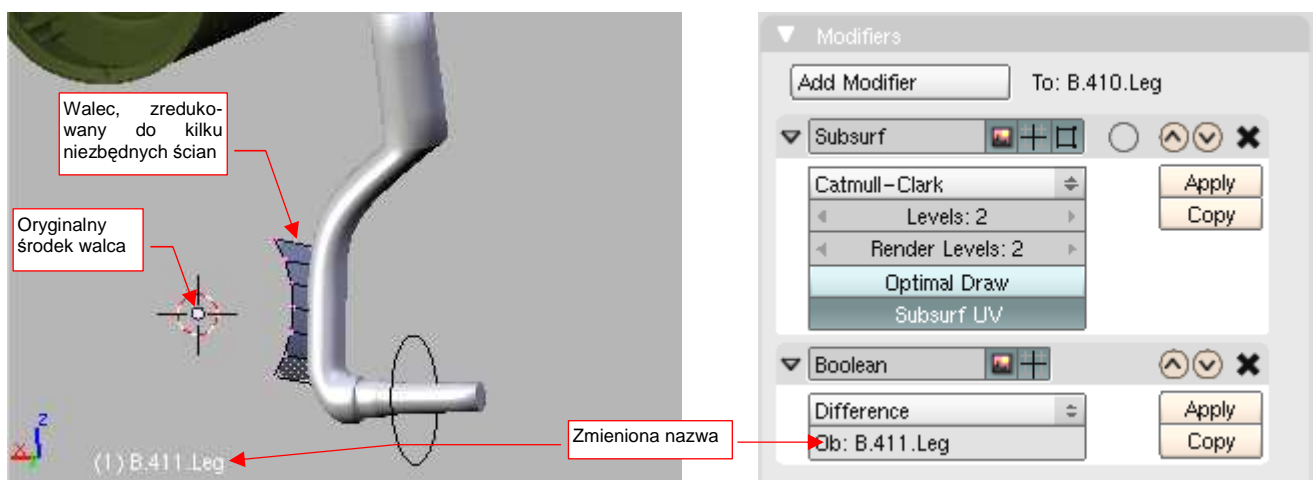
Na razie poprawmy trochę krawędzie karbu: powinny tworzyć elipsę równoległą do osi goleni, więc obróćmy odpowiednio nasz cylinder (Rysunek 15.35.6a):



Rysunek 15.35.6 Dodanie do siatki goleni modyfikatora typu *Boolean*

W rezultacie uzyskaliśmy pożądany kształt (Rysunek 15.35.6b). Zwróć jednak uwagę, że teraz walec obracał się dość „opornie”. Wadą zastosowania modyfikatora *Boolean* jest wolniejsze odświeżanie ekranu podczas przesuwania, obrotu lub innych zmian każdego „składnika” tej operacji. Przy każdym Twoim ruchu wykonywane są ponownie obliczenia przenikania obydwu brył. Na szczęście na finalny czas renderingu to nie ma wpływu. Być może zdecydujesz się wyłączać podczas co intensywniejszych edycji działanie tego modyfikatora. (Wystarczy usunąć z jego parametrów nazwę obiektu „tnącego”, a po zakończeniu zmian — wpisać powtórnie).

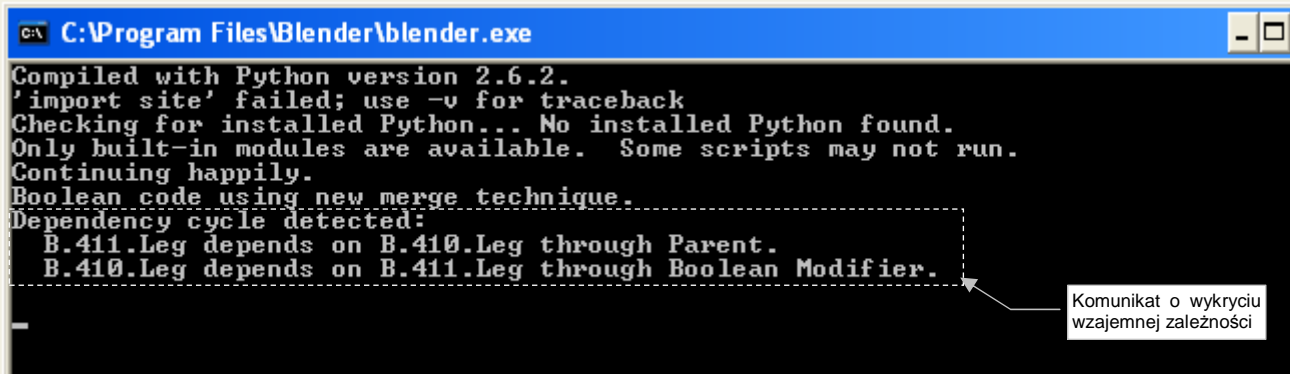
Do uzyskania poprawnego „wycięcia” nie jest właściwie potrzebny cały walec — wystarczy fragment jego ściany (Rysunek 15.35.7):



Rysunek 15.35.7 Walec „tnący”, zredukowany do niezbędnych ścian Rysunek 15.35.8 Uaktualnione parametry modyfikatora

Nadaj temu, co zostało z oryginalnego cylindra jakąś nazwą porządkową (w tym przykładzie — **B.411.Leg**). Zwróć uwagę, że odpowiedniej zmianie uległ także wpis w panelu modyfikatora (Rysunek 15.35.8). Aby karb nie „uciekał” podczas ruchu goleni (będziemy ją animować), przypisz ten obiekt do goleni (*Make Parent* — **Ctrl-P**).

W wyniku dołączenia obiektu **B.411.Leg** do goleni (**B.410.Leg**), w konsoli Blendera zacznie się pojawiać komunikat ostrzegawczy (Rysunek 15.35.9):



```

C:\Program Files\Blender\blender.exe
Compiled with Python version 2.6.2.
'import site' failed; use -v for traceback
Checking for installed Python... No installed Python found.
Only built-in modules are available. Some scripts may not run.
Continuing happily.
Boolean code using new merge technique.
Dependency cycle detected:
  B.411.Leg depends on B.410.Leg through Parent.
  B.410.Leg depends on B.411.Leg through Boolean Modifier.
  
```

Komunikat o wykryciu wzajemnej zależności

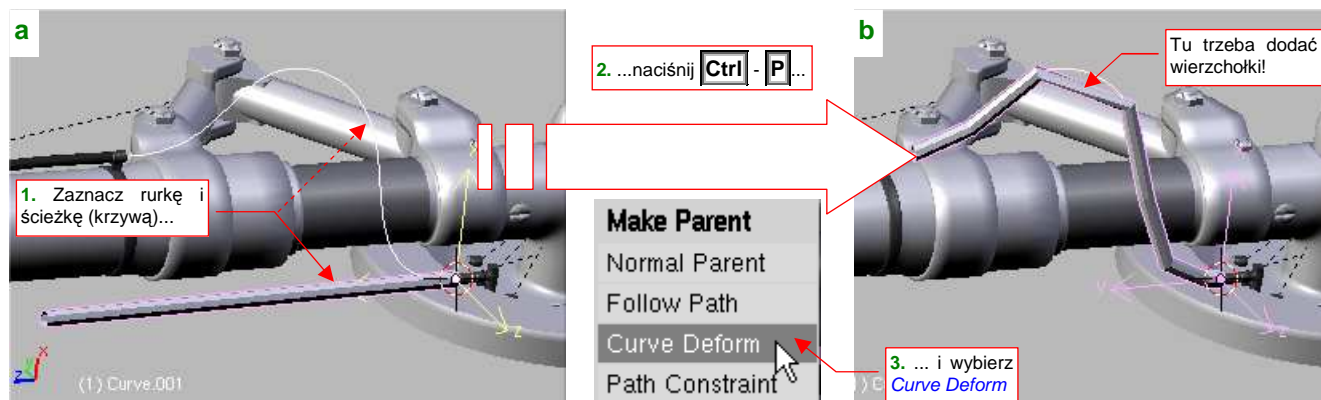
Rysunek 15.35.9 Komunikaty o wzajemnym powiązaniu goleni (**B.410.Leg**) i ściany „tnącej” (**B.411.Leg**)

To trochę „alergiczna” reakcja: **B.411.Leg** wpływa tylko na kształt siatki goleni, w żaden sposób nie zmienia położenia i orientacji obiektu **B.410.Leg**, który jest jego „rodzicem”. Nie ma się czym przejmować!

Oczywiście, gdy będziesz pewien że tego elementu nie będziesz już zmieniał, możesz „utrwalić” obydwie modyfikatory (*Subsurf* i *Boolean*), przypisane do siatki goleni (**B.410.Leg**), i wyrzucić z rysunku niepotrzebny już pomocniczy **B.411.Leg**. Zrób to jednak na sam koniec pracy, bo to jest w sumie krok nieodwracalny. Po „utrwaleniu” tych modyfikatorów, w przypadku konieczności poważniejszej zmiany kształtu, najprościej będzie stworzyć taką goleń od nowa.

15.36 Wyginanie wzdłuż krzywej (Curve)

Zazwyczaj wzdłuż krzywej są trzeba wygiąć jakieś cylindry — aby w ten sposób stworzyć imitację jakiegoś przewodu, kabla, lub rury. W najprostszej wersji polega to na wskazaniu cylindra, krzywej (*Path* — por. str. 842), i naciśnięciu **Ctrl-P** (Rysunek 15.36.1a):

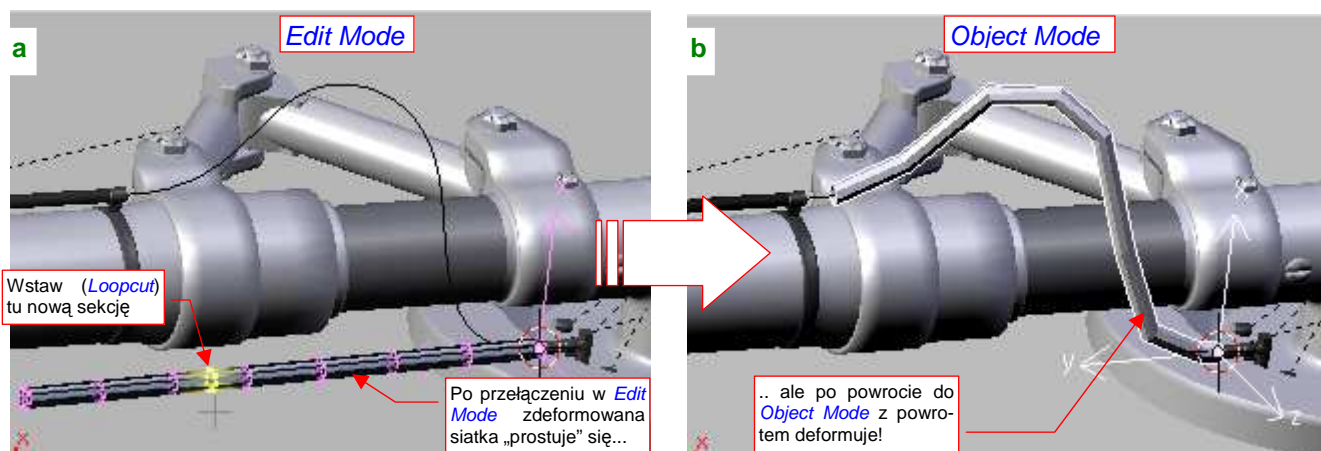


Rysunek 15.36.1 Wygięcie rury (Cylinder) wzdłuż krzywej (Path)

Z menu *Make Parent*, które się pojawi, wybierz opcję *Curve Deform* — i już (Rysunek 15.36.1b)!

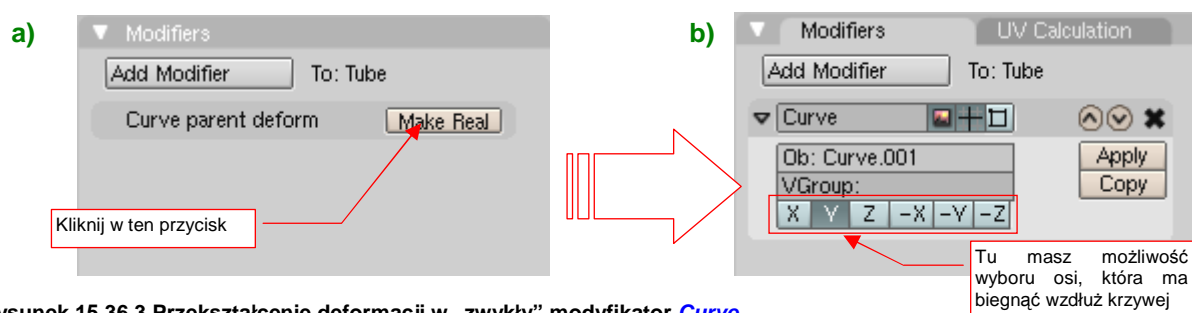
- Przed operacją warto dopilnować, by środki obydwu obiektów — cylindra i krzywej — leżały w tym samym miejscu, oraz by osie Y ich lokalnych układów współrzędnych pokrywały się ze sobą.

Powłóce, którą pokazuje Rysunek 15.36.1b), wyraźnie przydałby się dodatkowy segment. Gdy przejdziesz w tryb edycji wygiętej siatki — ta natychmiast się wyprostuje (Rysunek 15.36.2a):



Rysunek 15.36.2 Edycja siatki wygiętej rury

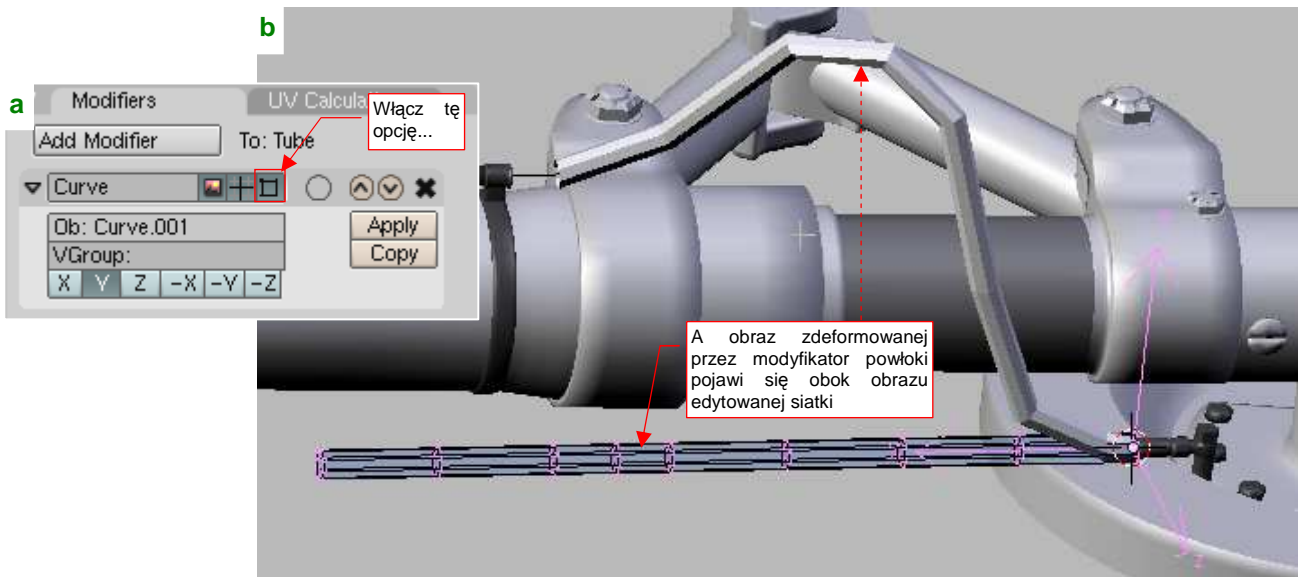
To może utrudnić dostosowanie gęstości siatki do promienia krzywizny. Tym niemniej gdy przełączysz się z powrotem w *Object Mode* — rura znów stanie się wygięta (Rysunek 15.36.2b). Gdy zajrzysz do panelu *Modifiers*, zobaczysz tam dziwny zapis (Rysunek 15.36.3a):



Rysunek 15.36.3 Przekształcenie deformacji w „zwykły” modyfikator Curve

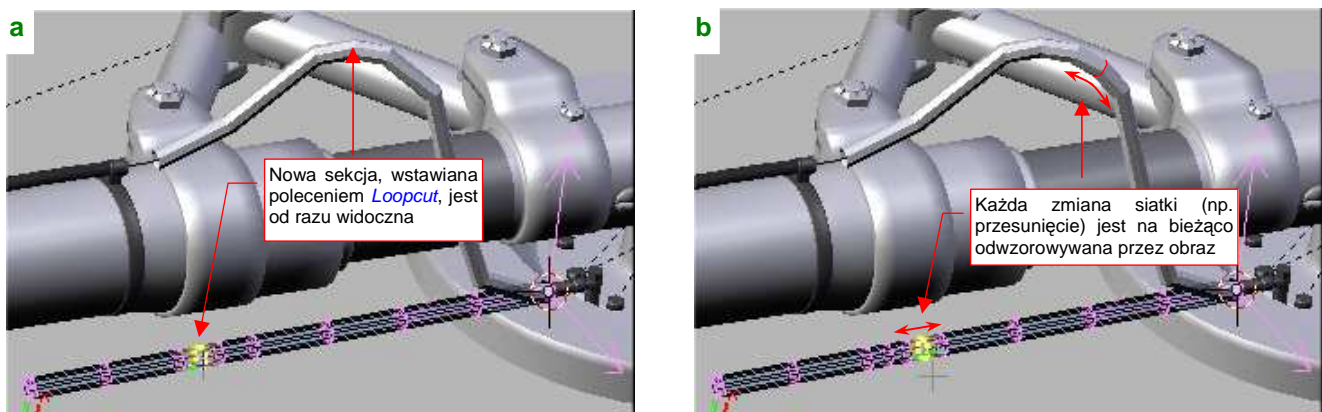
Naciśnięcie *Make Real* przekształci go w „zwykły” modyfikator typu *Curve* (Rysunek 15.36.3b).

W panelu *Modifiers* możesz skorzystać z przełącznika „*Enable modifier during Editmode*”, umieszczonego w „nagłówku” każdego modyfikatora (Rysunek 15.36.4a). Gdy go włączysz, obraz wygiętej siatki pojawi się także podczas edycji (Rysunek 15.36.4b):



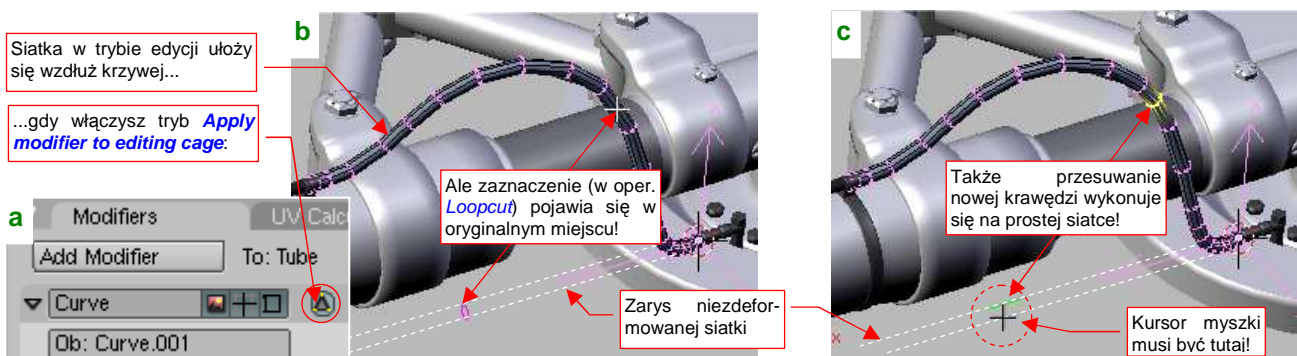
Rysunek 15.36.4 Włączenie podglądu kształtu podczas edycji siatki

Gdy teraz wstawisz nową sekcję w siatkę (np. poleceniem *Loopcut*), natychmiast zobaczysz ją także na obrazie zdeformowanej powłoki (Rysunek 15.36.5a):



Rysunek 15.36.5 Edycja zdeformowanej siatki z bieżącym podglądem zmian

W ten sposób będziesz widział zmiany ostatecznego kształtu „na bieżąco”, w trakcie przesuwania wierzchołków (Rysunek 15.36.5b). Można także jeszcze włączyć tryb *Apply to editing cage* (Rysunek 15.36.6):

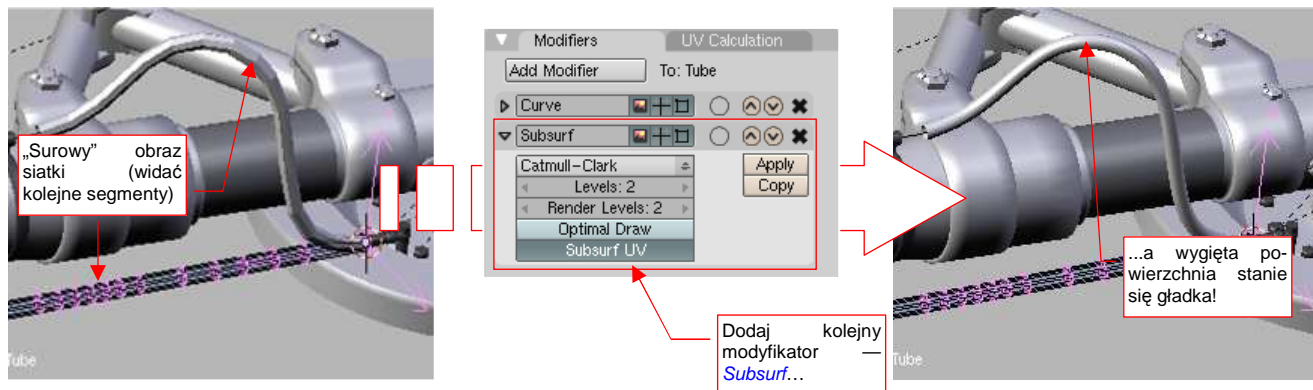


Rysunek 15.36.6 Wynik włączenia trybu *Apply modifier to editing cage* i „efekty uboczne”

Niestety, edycja zakrzywionej siatki nie jest w tym trybie do końca dopracowana. Rysunek 15.36.6b) i c) pokazują kolejne fazy operacji *Loopcut* (**Ctrl**-**R**, por. str. 875). Punkty odniesienia nadal leżą nadal na prostej siatce!

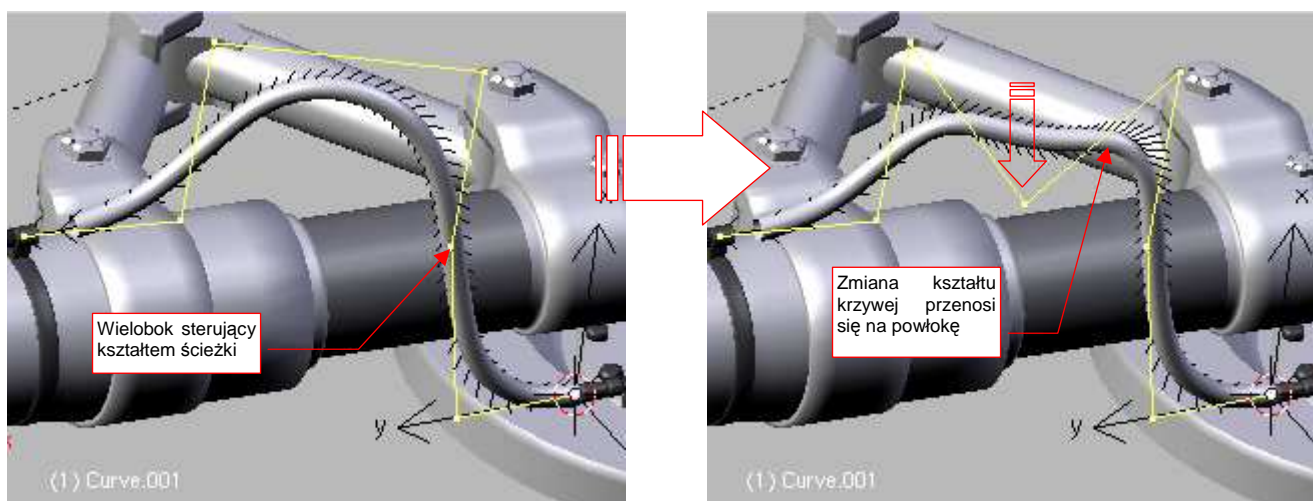
- W edycji z włączonym trybem *Apply modifier to editing cage* elementy interaktywne (zaznaczenia krawędzi, tory przesunięć *Edge Slide*) są rysowane zawsze tak, jak gdyby siatka nie była zdeformowana. To jakiś błąd Blendera. Gdy zostanie usunięty, praca w tym trybie będzie na pewno dużym ułatwieniem.

Po odpowiednim zagęszczeniu siatki „na zakrętach”, można dodać kolejny modyfikator — *Subsurf* — by ją dodatkowo wygładzić (Rysunek 15.36.7):



Rysunek 15.36.7 Dodanie kolejnego modyfikatora — wygładzania

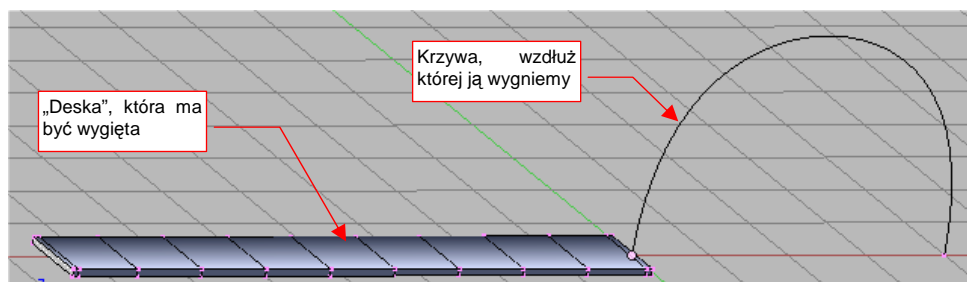
Modyfikator *Curve* można traktować jako specyficzną formę relacji hierarchicznej (*Parent — Child*). Jakkolwiek nie obrócimy lub przesuniemy krzywą, wygięta wzdłuż jej linii rura podąży za nią. Co więcej, zmiana kształtu krzywej zmienia odpowiednio kształt wygiętej powłoki (Rysunek 15.36.8):



Rysunek 15.36.8 Kształt krzywej steruje kształtem rury

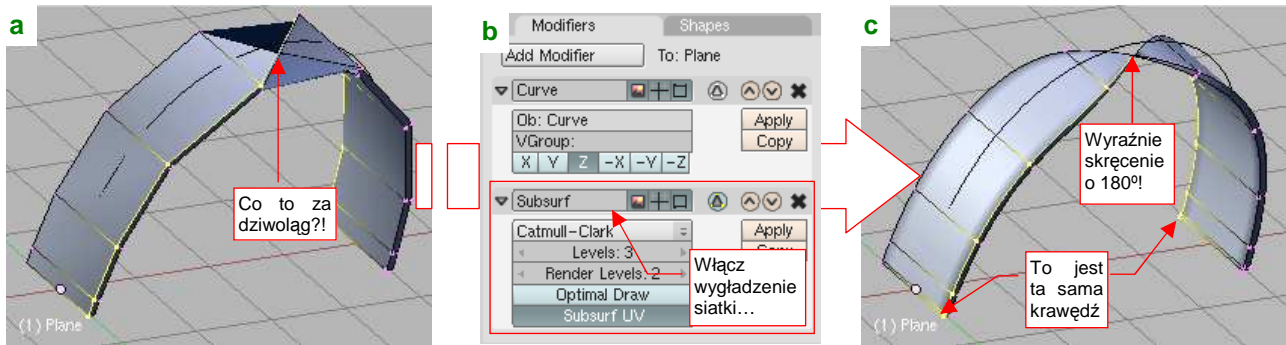
Kształt krzywej zmieniamy, przesuwając (w trybie edycji) jej punkty sterujące (por. str. 843). Gdy zaczniesz to robić, zauważysz że wygięty cylinder „podąża” za deformowaną linią. Takie dynamiczne zmiany, zachodzące w trakcie edycji, bardzo ułatwiają dopasowania zespołu do reszty modelu.

Gdy wyginamy taką „deskę” jaką pokazuje Rysunek 15.36.9, ważny staje się kierunek skręcenia poprzecznego:



Rysunek 15.36.9 Inny przypadek: płaska „deska” i jej krzywa

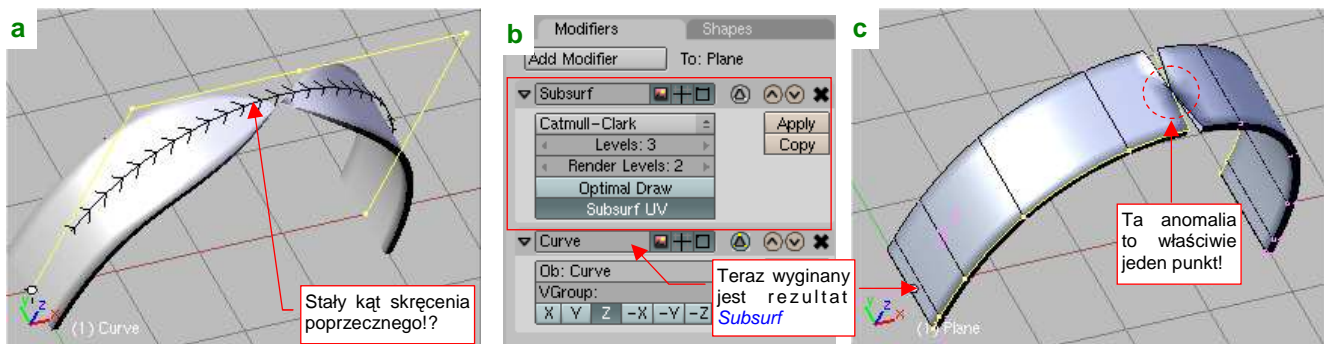
Po wygięciu siatki na środku krzywej może się pojawić nieoczekiwane skręcenie (Rysunek 15.36.10a):



Rysunek 15.36.10 Zaskakujące skręcenie na gładkiej krzywej

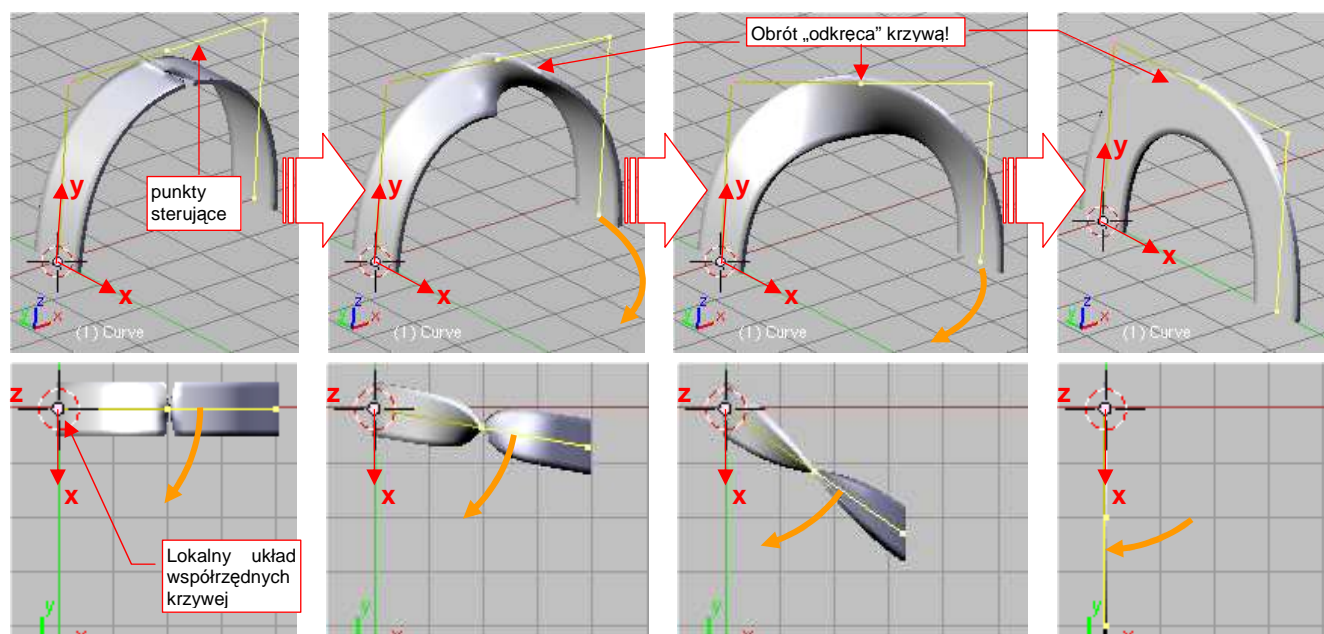
Aby się upewnić co do istoty tego dziwoląga, wygładzam siatkę modyfikatorem **Subsurf** (Rysunek 15.36.10b). Rysunek 15.36.10c) pokazuje dobitnie, że krzywa skręciła siatkę w środku o 180°.

Włączam więc szybko edycję punktów sterujących krzywej (Rysunek 15.36.11a). Strzałki, które powinny wskazywać na kierunek poprzeczny do krzywej, nie wykazują żadnej anomalii:



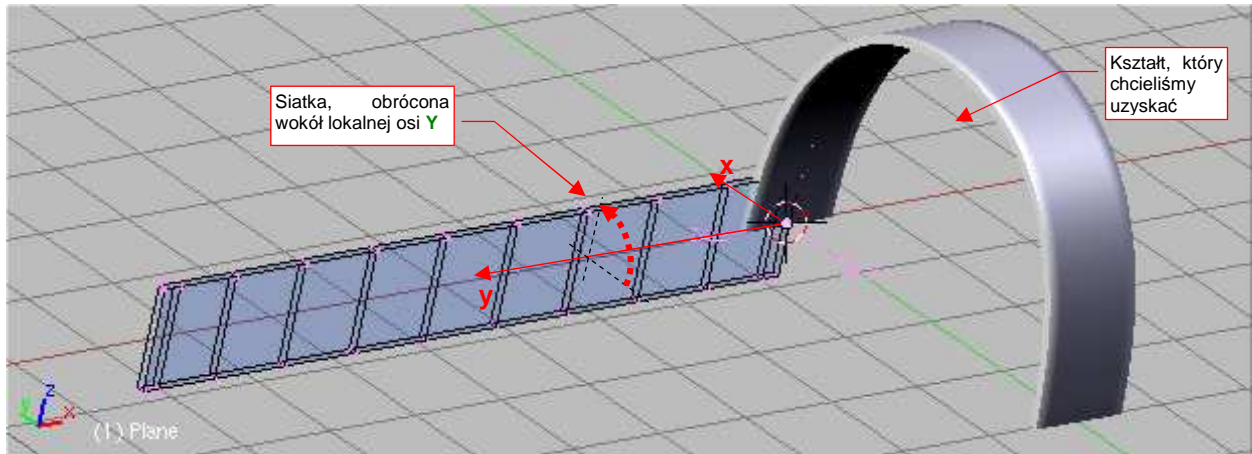
Rysunek 15.36.11 Weryfikacja kształtu krzywej

W takim razie zwiększę gęstość siatki wyginanej wzdłuż krzywej (wy starczy przesunąć modyfikator **Subsurf** przed **Curve** — Rysunek 15.36.11b). Rysunek 15.36.11c) pokazuje teraz wyraźnie, że mamy do czynienia z jednym punktem na krzywej, w którym kierunek poprzeczny „zwarował”. Co ciekawe, wystarczy obrócić punkty kontrolne krzywej o 90°, z lokalnej płaszczyzny **YZ** na **XY**, by wszystko wróciło do normy (Rysunek 15.36.12):



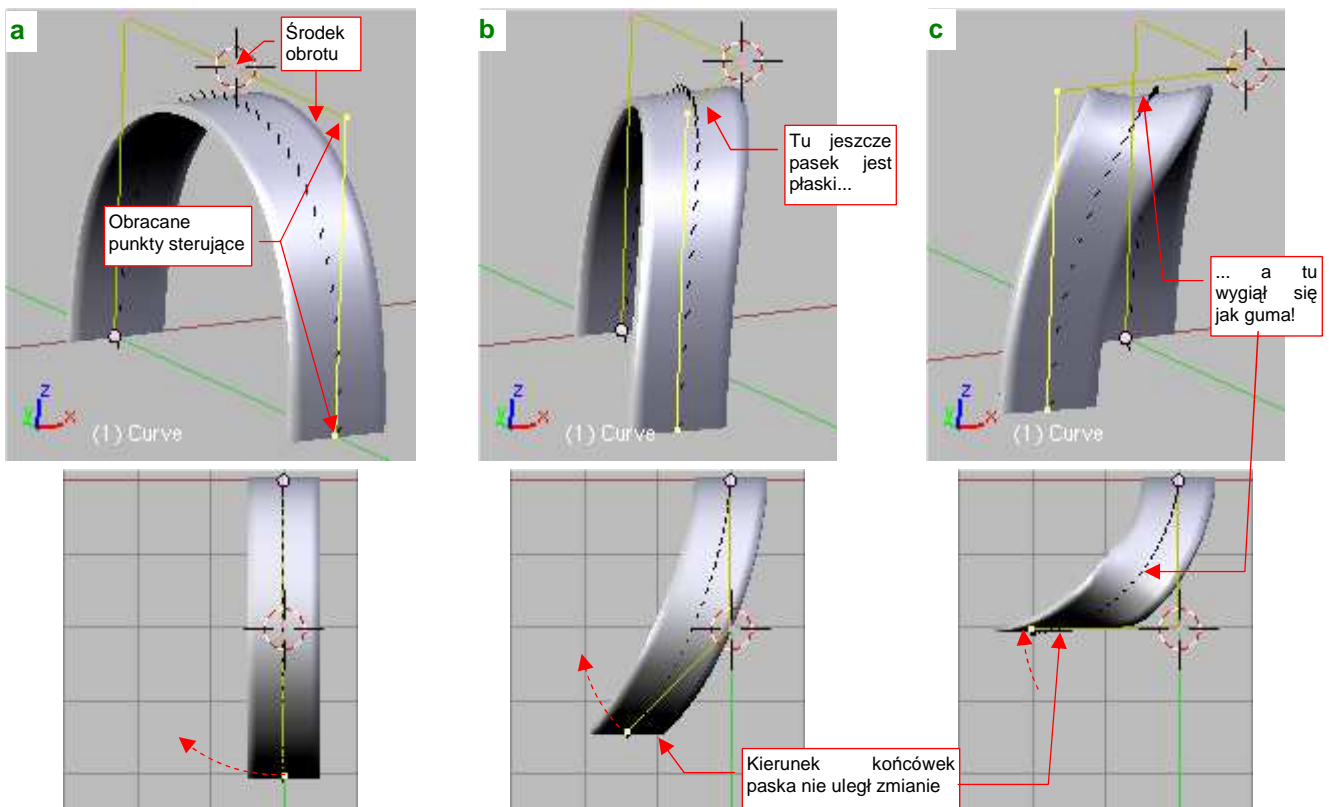
Rysunek 15.36.12 Rezultat obrotu punktów sterujących krzywą

Wygląda więc na to, że wystarczy teraz obrócić deformowaną siatkę wokół lokalnej osi Z, by uzyskać efekt, o który chodziło nam na początku (Rysunek 15.36.13):



Rysunek 15.36.13 Dostosowanie orientacji siatki do poprawionej orientacji krzywej

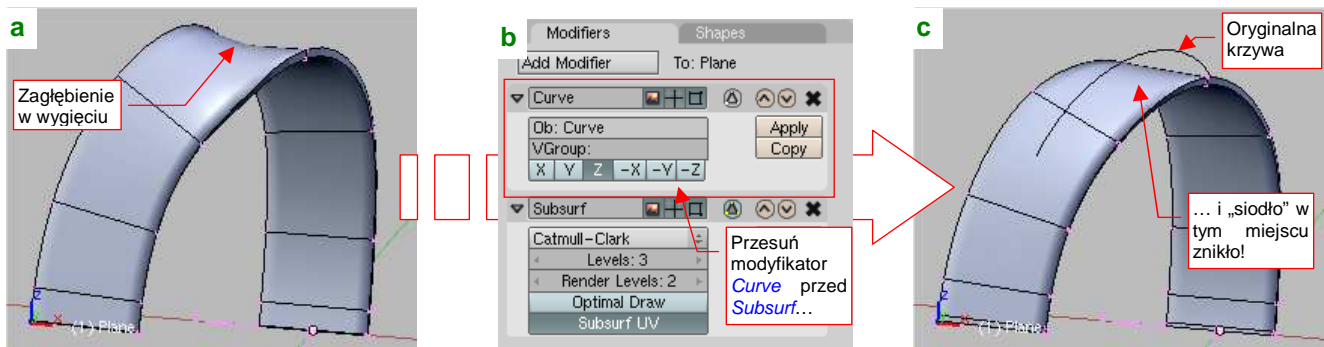
Na razie to były doświadczenia z krzywą płaską, a zobaczymy, jak skręci nasz pasek wygięcie wokół krzywej przestrzennej. Najprostszą operacją, która przekształci w ten sposób naszą linię, jest obrót wokół punktu środkowego dwóch ostatnich wierzchołków wieloboku sterującego (Rysunek 15.36.14a):



Rysunek 15.36.14 Deformacja paska na krzywej przestrzennej

Rysunek 15.36.14a) to siatka wygięta wokół płaskiej krzywej. Zacząłem obracać dwa ostatnie punkty sterujące wokół osi pionowej. Rysunek 15.36.14b) przedstawia kształt krzywej po obrocie końcówki o 45° . Wygląda na to, że żadna część wyginanego paska nie została skręcona wzdłuż osi podłużnej. Zwróć uwagę na koniec paska: przez cały czas nie zmienił swojej orientacji, i jest równoległy do początku. Wreszcie Rysunek 15.36.14c) pokazuje już bardzo zdeformowaną linię — wielobok kontrolny jest zgięty pod kątem 90° . O ile koniec paska nadal jest równoległy do początku, to w jego środku pojawiło się wygięcie w kształcie siodła.

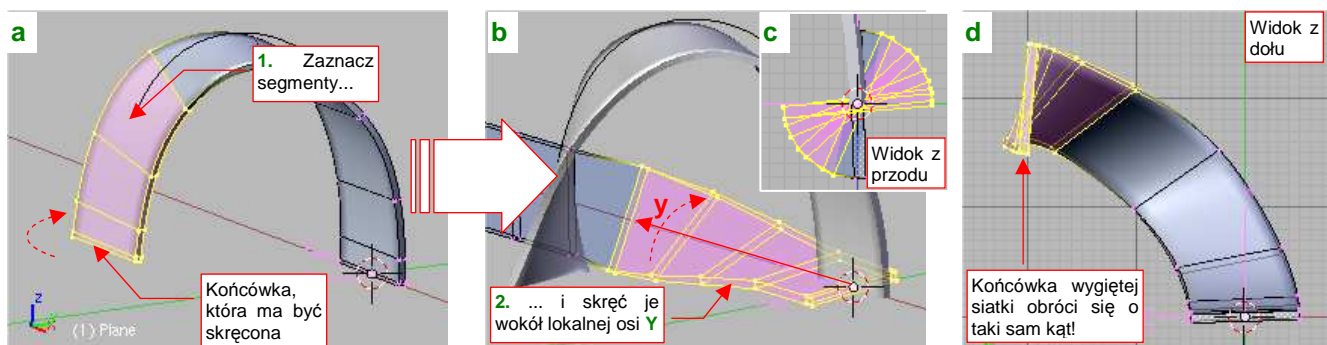
W większych wygięciach siatka ma tendencję do formowania charakterystycznego zagłębienia, w kształcie „siodła”. Przypomina przez to pasek z gumy (Rysunek 15.36.15a):



Rysunek 15.36.15 Prostowanie „gumowych zagłębień”

Jeżeli chcesz uzyskać efekt bardziej zbliżony do paska z papieru lub tkaniny, powinieneś zmienić miejscami modyfikatory siatki. Modyfikator *Subsurf* powinien się znaleźć po modyfikatorze *Curve* (Rysunek 15.36.15b). W efekcie zwiększą się promienie krzywizn, i zmniejszy się, lub wręcz zniknie efekt „siodła” (Rysunek 15.36.15c). Ceną za ten efekt jest odstawanie siatki od krzywej — ale w wielu przypadkach (np. przy modelowaniu pasów uprząży fotela pilota) nie jest to takie ważne.

Blender automatycznie wyznacza poprzeczne skręcenie siatki na podstawie lokalnego promienia krzywizny ścieżki *Path*. Dlatego może się zdarzyć, że koniec lub jakiś inny fragment siatki nie jest skręcony tak, jakbyśmy sobie tego życzyli. Na szczęście można to łatwo skorygować — wystarczy „ręcznie” obrócić wybrane segmenty siatki (Rysunek 15.36.16):



Rysunek 15.36.16 Zmiana kąta skręcenia fragmentu wygiętej siatki

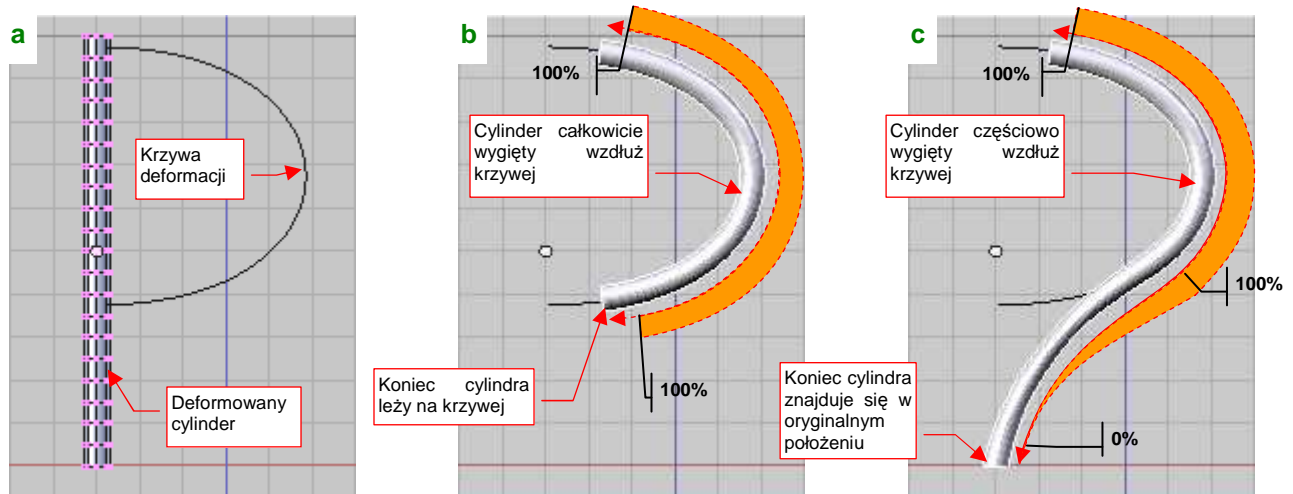
Załóżmy, że zależy nam na skręceniu końca pasa, który pokazuje Rysunek 15.36.16a), o 90° . Zaczynij od zaznaczenia (przy włączonym trybie *Apply modifier to editing cage* — por. Rysunek 15.36.6, str. 914) odpowiednich sekcji siatki. (Chodzi o to, byś dokładnie wiedział, co trzeba obrócić). Następnie umieść kursor 3D w środku siatki (**Shift-S**, *Cursor → Selection*), wyłącz tryb *Apply modifier to editing cage*, i po kolei poobracaj poszczególne sekcje wokół lokalnej osi **Y** (Rysunek 15.36.16b, c). Gdy będziesz to robił, koniec wygiętej siatki będzie się obracał o te same kąty (Rysunek 15.36.16d).

- Uwaga: po naciśnięciu w panelu modyfikatora *Curve Deform* przycisku *Make Real* (por. str. 913, Rysunek 15.36.3) koniecznie zmień rodzica (*Parent*) obiektu! Jeżeli tego nie zrobisz, w wyniku jakiegoś błędu Blendera krzywa zaczyna „tańczyć” w kolejnych klatkach animacji (2, 3, 4, 5, 6, ...).

Może Cię to zaskoczyć podczas komponowania sceny w locie: tam, aby uzyskać rozmycie śmigła, musisz ustawić kilkanaście klatek animacji (por. str. 511). Jeżeli czytasz to ostrzeżenie, gdy już masz takie objawy, to skorzystaj ze skryptu do wykrywania przypisanych w ten sposób obiektów: [source/python/ParentCurves.py](https://source.python/ParentCurves.py). Skrypt podświetla pierwszy znaleziony obiekt, oraz rodzica jego krzywej („dziadek”?). W większości przypadków wystarczy nacisnąć po prostu **Ctrl-P**, by „dziadek” stał się „rodzicem”. To rozwiązuje problem.

15.37 Malowanie wag (*Weight paint*)

W poprzedniej sekcji (str. 913) pokazałem, jak wygiąć siatkę cylindra wzdłuż linii krzywej. Przekształciliśmy prostą „rurę” (Rysunek 15.37.1a) w zakrzywioną powłokę, jaką pokazuje Rysunek 15.37.1b):

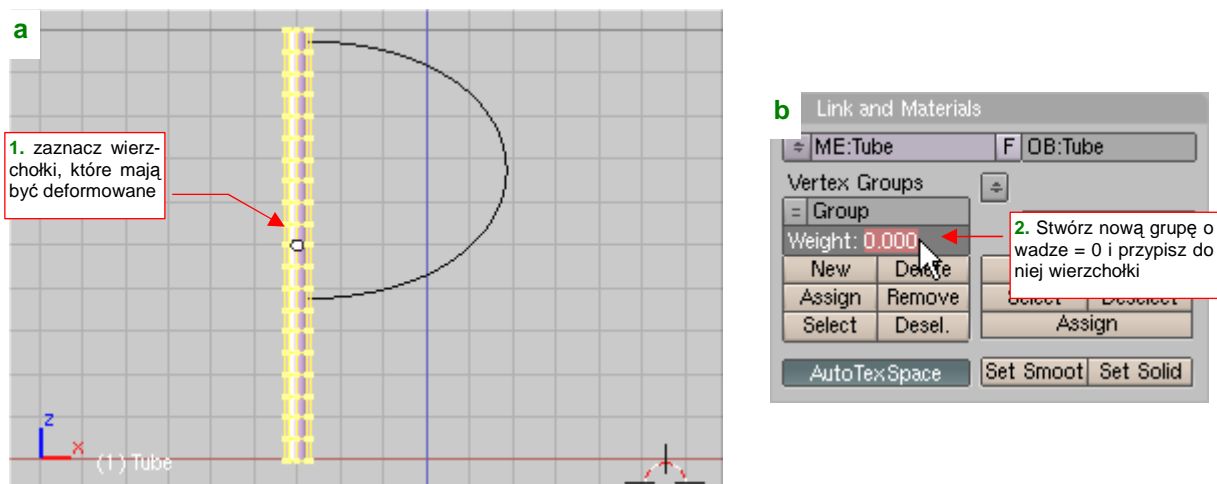


Rysunek 15.37.1 Cylinder wygięty wzdłuż krzywej: całkowicie (b) i częściowo (c)

Czasami potrzebna jest jednak taka deformacja, gdzie tylko część siatki ma się „ułożyć” wzdłuż krzywej, a reszta ma płynnie przechodzić w fragment bez zniekształceń (Rysunek 15.37.1c). Jak taki efekt uzyskać?

W Blenderze służą do tego wagi (*weight*). Waga to przypisana do każdego wierzchołka siatki liczba z zakresu od 1.0 do 0.0. Określa wpływ modyfikatorów (takich, jak *Curve*) na jego położenie. Na przykład wszystkie wierzchołki powłoki, którą pokazuje Rysunek 15.37.1b), mają *Weight* = 1.0 (100% — pełna deformacja). Za to wierzchołki końcówki cylindra, który pokazuje Rysunek 15.37.1c), mają *Weight* = 0.0 (0% — brak deformacji). Punkty leżące na „odchodzącym” od krzywej odcinku cylindra mają odpowiednie wartości pośrednie.

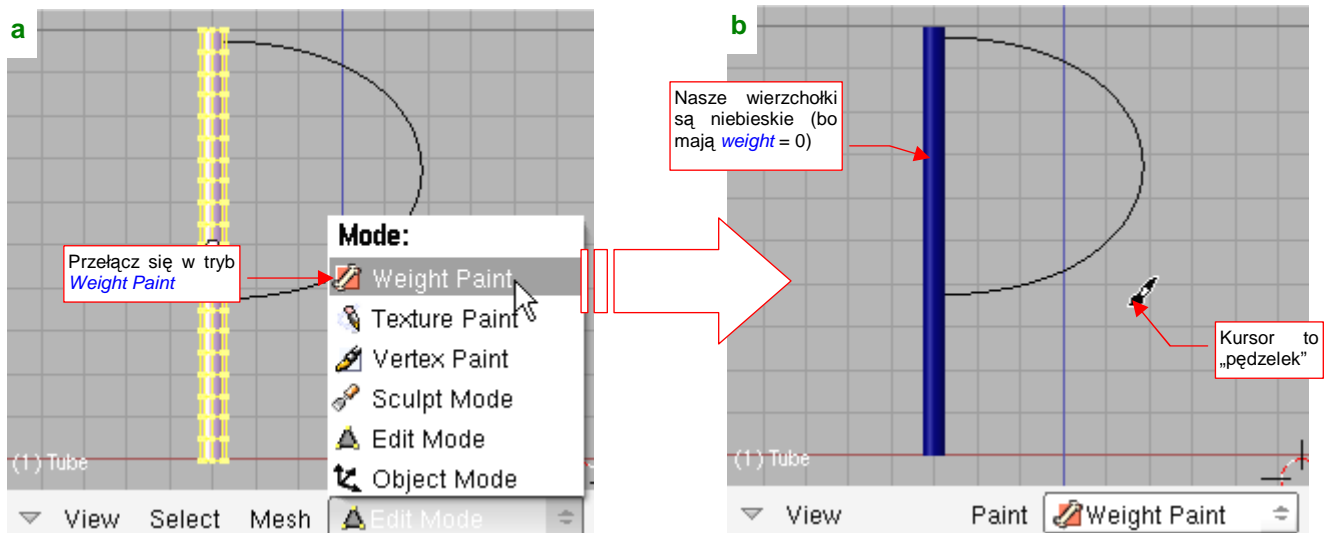
Jak nanosi się wagi na siatkę? Najpierw musisz zaznaczyć obszar, którego w ogóle ma dotyczyć deformacja (Rysunek 15.37.2a):



Rysunek 15.37.2 Zdefiniowanie grupy wierzchołków o początkowej wadze = 0

Następnie stwórz nową grupę wierzchołków (*Vertex Group*, w panelu *Link and Materials* — por. str. 903). W polu *Weight* wpisz początkową wartość wagi (Rysunek 15.37.2b). Na koniec naciśnij przycisk *Assign*, by przypisać zaznaczone na siatce wierzchołki do tej grupy. Na potrzeby tego przykładu nie będę jej zmieniał nazwy — będzie się nazywać *Group*. (W modelu zmieniaj je raczej na coś znaczącego. Nazwy grup wierzchołków muszą być unikalne tylko w obrębie tej samej siatki. Mogą się powtarzać w różnych powłokach, więc zazwyczaj nie ma problemu z ich doborem).

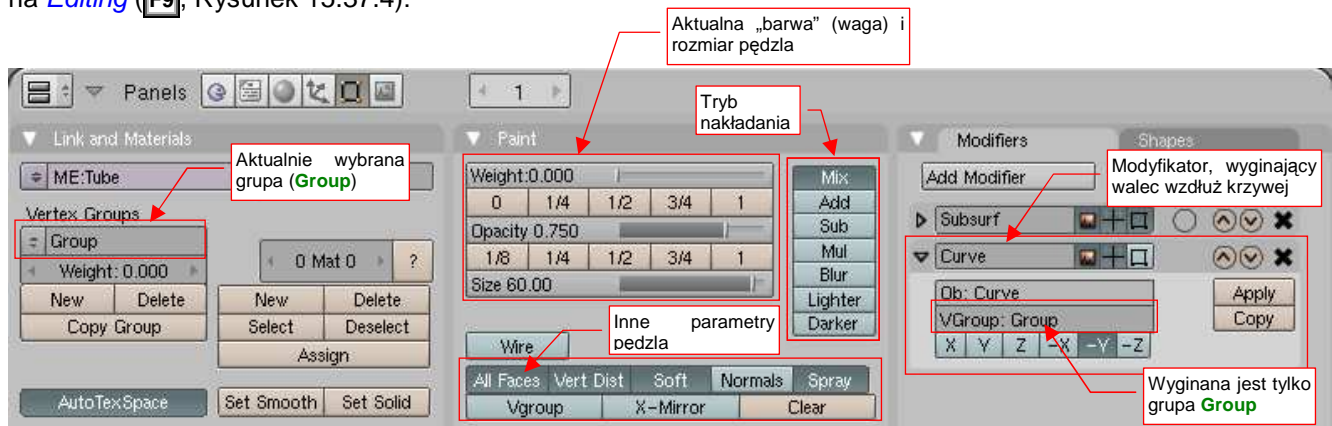
W Blenderze wagi wierzchołków się „maluje”. Zmień tryb pracy z *Edit Mode* na *Weight Paint* (Rysunek 15.37.3):



Rysunek 15.37.3 Przelączenie w tryb *Weight Paint*

Spowoduje to, rzecz jasna, zmianę menu w nagłówku (a właściwie stopce) okna — ze starych pozostanie na nim tylko menu *View*, i pojawi się nowe: *Paint*. Jednocześnie kursor myszki zmieni się w „pędzelek”, a nasza grupa wierzchołków stanie się niebieska (jest to kolor odpowiadający *Weight* = 0.0, którą jej przypisaliśmy).

Nim zaczniemy malować wagi, należy odpowiednio przygotować „środowisko pracy”. Przeląc okno przycisków na *Editing* (**F9**, Rysunek 15.37.4):



Rysunek 15.37.4 Przygotowanie „środowiska pracy” przed malowaniem wag na siatce cylindra

W panelu *Modifiers* dodaj do siatki (o ile nie zrobiłeś tego wcześniej) modyfikator *Curve*. W polu *VGroup* wpisz nazwę odpowiedniej grupy wierzchołków (w naszym przypadku to **Group**).

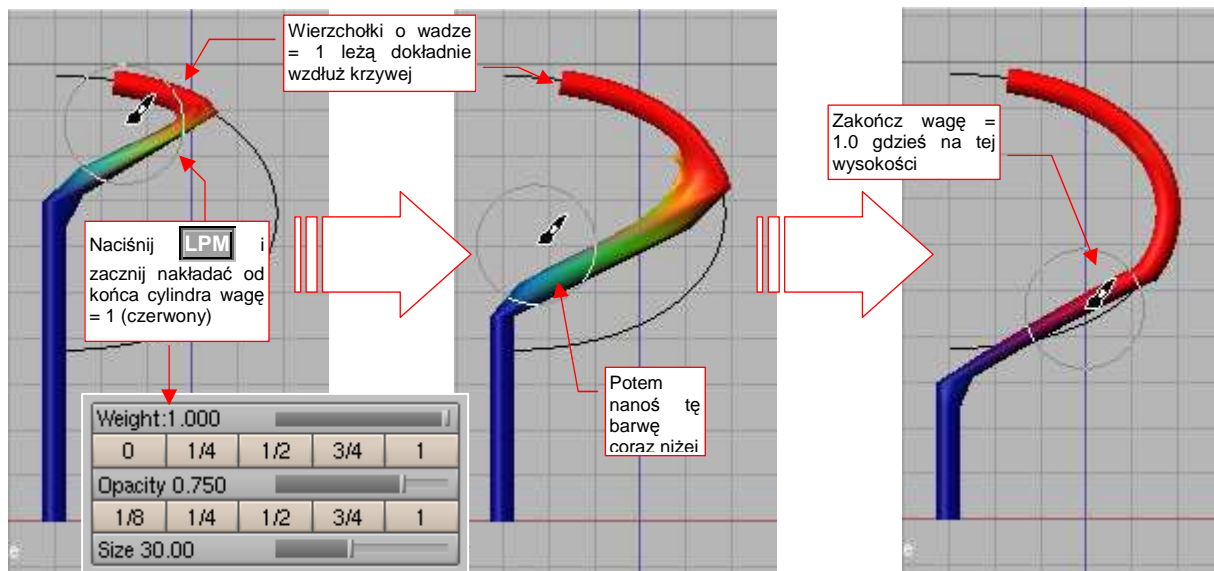
W panelu *Link and Materials*: upewnij się, że aktualnie wybrana grupa jest grupą, której wagi chcesz zmieniać.

- Każda siatka może mieć wiele alternatywnych grup wierzchołków (a każdy wierzchołek może należeć jednocześnie do wielu różnych grup).
- Każda grupa wierzchołków ma swoje własne wagi (więc ten sam wierzchołek siatki może mieć różne wagi — w zależności od grupy, na którą się powołasz).

W trybie *Weight Paint*, w zestawie *Editing* pojawia się dodatkowa panel *Paint* (Rysunek 15.37.4). To „paleta” do malowania wag. W górnej części jest zestaw kontrolki, za pomocą których ustalisz aktualną wartość, którą będziesz nanosił na wierzchołki (*Weight*), rozmiar „pędzla” (*Size*), oraz jego „nieprzejrzystość” (*Opacity*). Ten ostatni parametr jest uwzględniany podczas „mieszania” wartości, którą malujesz, z wartością wagi, którą już posiada „malowany” wierzchołek. Po prawej strony paneli możesz wybrać jeden z trybów tego mieszania (najczęściej używany jest domyślny *Mix*).

Waga 1.0 (100%) jest oznaczana kolorem czerwonym, a waga 0.0 — kolorem niebieskim. Wartościom pośrednim odpowiada spektrum pomiędzy tymi barwami. Powierzchnie z naniesionymi wagami mienia się więc w Blenderze wszystkimi kolorami tęczy.

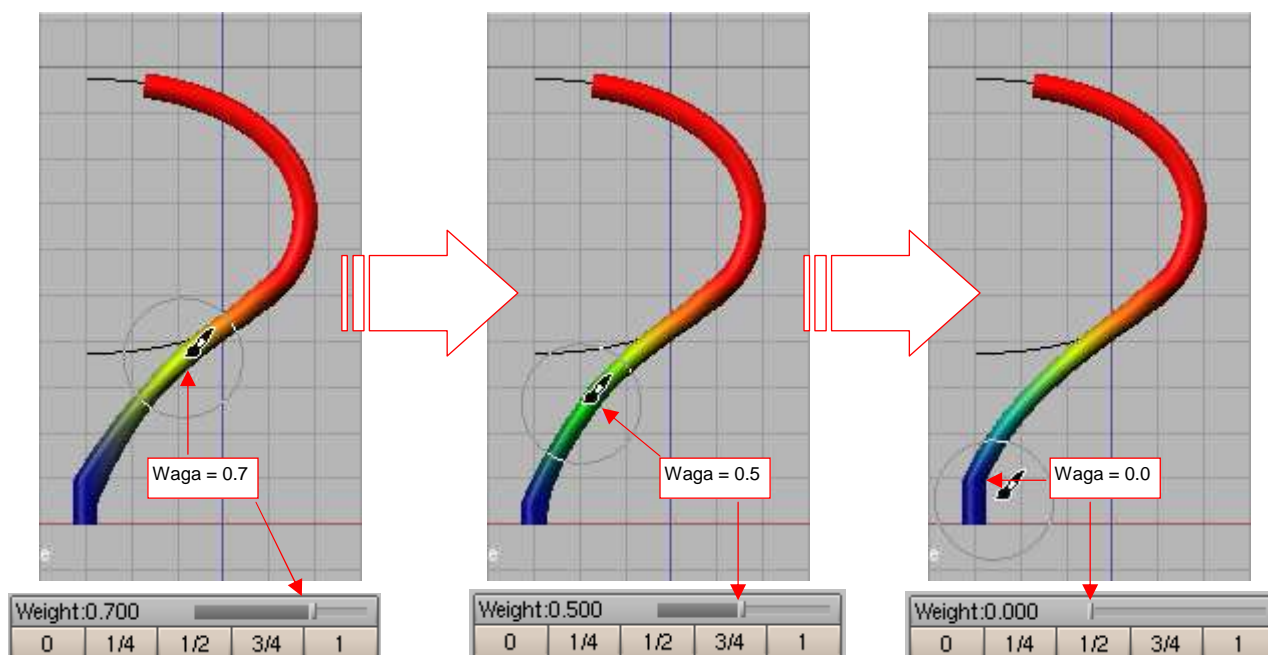
Ustaw najpierw w panelu *Paint* aktualną wagę (*Weight*) na 1.0 i umiarkowany rozmiar pędzla (*Size*) — 30. Malujesz, naciskając **LPM** ponad siatką. Zaczynaj nanosić wagę 100% od końca cylindra (Rysunek 15.37.5):



Rysunek 15.37.5 „Namalowanie” obszaru całkowicie wygiętego

Pomalowane wagą „100%” fragmenty siatki natychmiast „dokleją” się do krzywej, przypisanej przez modyfikator. Podczas malowania staraj się nie robić zbyt gwałtownych ruchów, by „trafić” z odpowiednią wagą na wszystkie ściany.

Po pomalowaniu „na czerwono” mniej więcej 60% długości cylindra, zacznij zmniejszać aktualną wagę co 0.1 (10%). Zbliżając się do drugiego końca powłoki, nanosząc coraz mniejsze wartości (Rysunek 15.37.6):

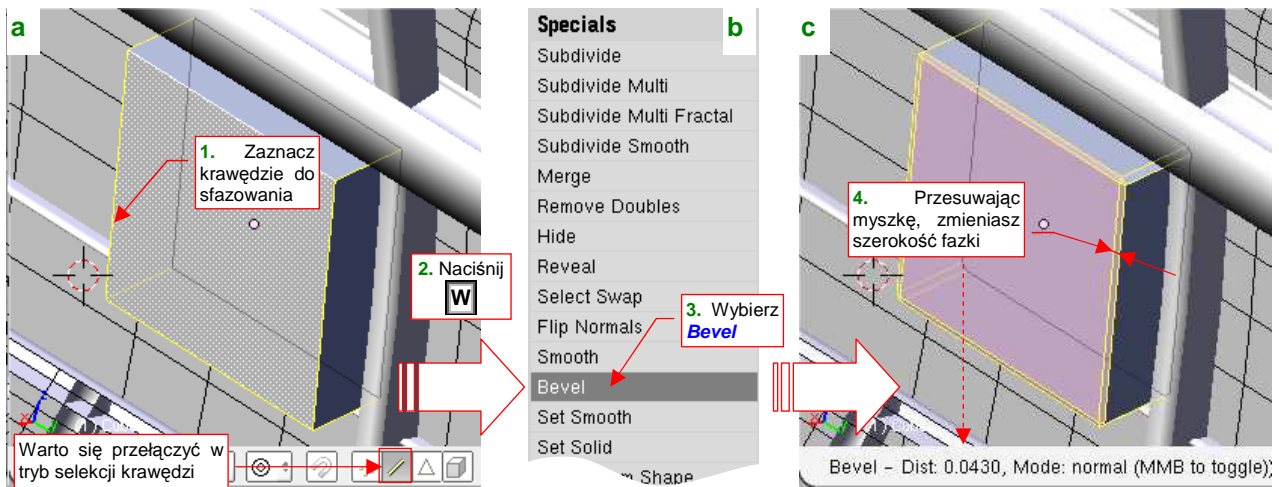


Rysunek 15.37.6 Namalowanie obszaru przejściowego

Spowoduje to pojawienie się na powłoce odcieni żółci, zieleni (waga = 50%), a potem błękitu. Pośrednie wagi nanosząc w ten sposób, by na końcu siatki pozostawić wagę = 0 (kolor niebieski). W ten sposób uzyskasz efekt, który pokazywał Rysunek 15.37.1c (str. 919).

15.38 Fazowanie i zaokrąglanie krawędzi (*Bevel*)

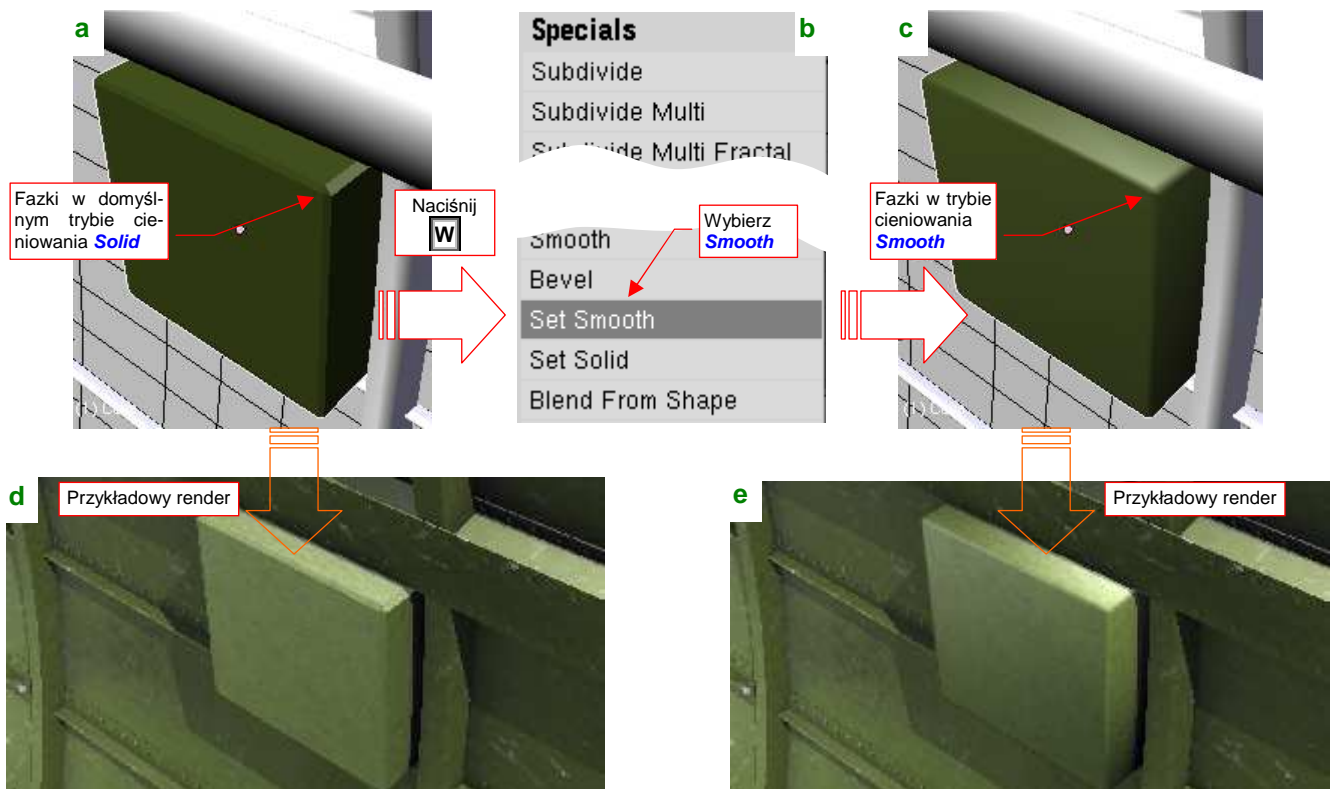
Najpierw zaznacz na siatce krawędzie, które chcesz sfazować. Najwygodniej jest na ten moment przełączyć się z domyślnego trybu selekcji wierzchołków w tryb selekcji krawędzi (Rysunek 15.38.1a):



Rysunek 15.38.1 Przebieg fazowania (*Bevel*)

Następnie naciśnij klawisz **W**, i z menu *Specials* wybierz polecenie *Bevel* (Rysunek 15.38.1b). (To samo polecenie znajdziesz w menu: *Mesh* → *Edges* → *Bevel*). Wzdłuż zaznaczonych krawędzi pojawią się fazki, których szerokość możesz zmieniać dynamicznie, przesuwając myszkę (Rysunek 15.38.1c). Gdy ustawisz właściwą szerokość, potwierdzasz ją naciskając **LPM**. (Możesz też w każdej chwili z niej zrezygnować, naciskając **Esc**).

Rysunek 15.38.2a,d) przedstawia rezultat operacji:



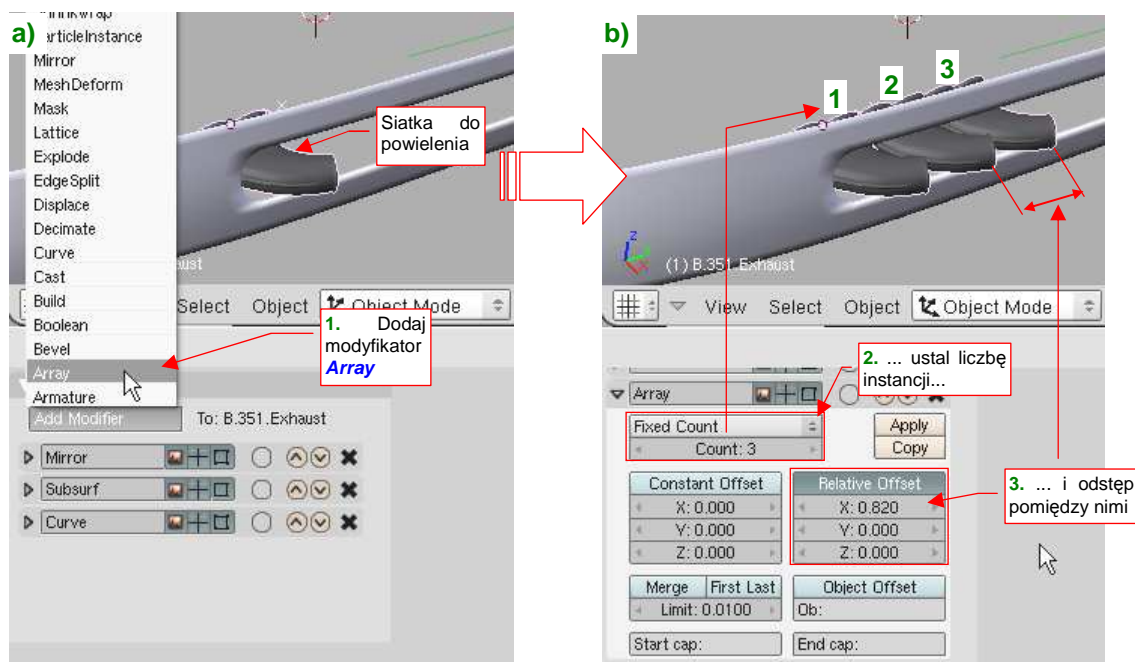
Rysunek 15.38.2 Użycie fazowania do zaokrąglania krawędzi siatki

Zazwyczaj fazujemy po to, by uzyskać wrażenie zaokrąglonych krawędzi. W tym celu należy zaznaczyć ściany siatki, i wybrać z menu *Specials* polecenie *Set Smooth* (Rysunek 15.38.2b). Efekt przedstawia Rysunek 15.38.2c,e).

15.39 Powielenie siatki (*Array*)

Siatkę można powielić poprzez sklonowanie obiektu, który ją zawiera (**Alt-D**, por. str. 796). Jeżeli jednak zależy Ci na szybkim rezultacie i równych odstępach pomiędzy poszczególnymi kopiami, użyj zamiast tego modyfikatora *Array*. Dla przykładu przekształcę za pomocą modyfikatorów pojedynczą rurę wydechową w pełen kolektor spalin. W oryginalnym samolocie cały ten zespół składał się z 12 takich rur, po sześć z każdej strony.

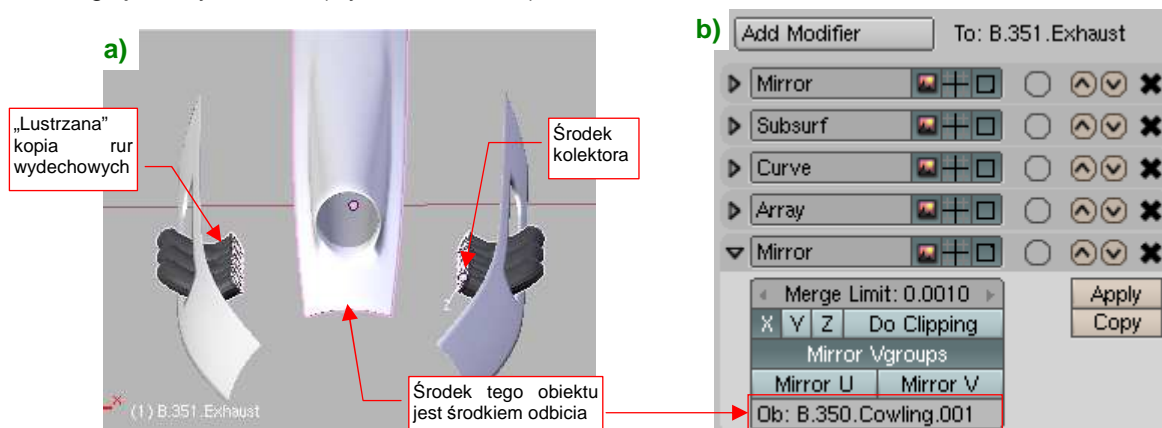
Na początek wygenerujemy za pomocą modyfikatora pierwsze trzy (Rysunek 15.39.1):



Rysunek 15.39.1 Użycie modyfikatora *Array*

Zaznacz odpowiedni obiekt, i w z listy *Add Modifier* wybierz *Array* (Rysunek 15.39.1a). W panelu modyfikatora *Array*, który się pojawi, ustaw licznik instancji (*Count*) na **3**, i dystans pomiędzy nimi (*Relative Offset*) na 0.82 (Rysunek 15.39.1b). Jak sam widzisz na ilustracji, modyfikator *Array* ma jeszcze wiele innych przełączników (a więc i możliwości). Nie były mi jednak potrzebne do stworzenia modelu kolektora spalin, więc nie będę ich tutaj omawiał. (Mówiąc szczerze: jeszcze ich nie sprawdziłem).

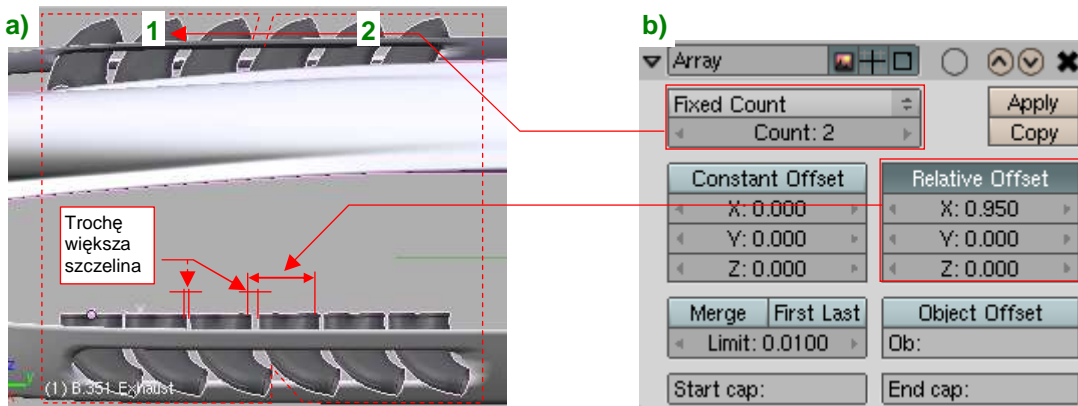
Dlaczego stworzyłem 3 rury, a nie docelowe 6? Wyjaśnię za chwilę. Na razie stwórzmy lustrzane odbicie kolektora z drugiej strony kadłuba (Rysunek 15.39.2):



Rysunek 15.39.2 Powielenie kolektora spalin za pomocą modyfikatora *Mirror*

Wykorzystałem w tym celu modyfikator *Mirror*, wskazując mu jako punkt odniesienia, środek innego obiektu. (Ten obiekt ma środek w osi kadłuba, więc druga część kolektora pojawi się we właściwym miejscu).

Wróćmy do pytania: dlaczego nie stworzyłem od razu rzędu sześciu rur wydechowych? Ponieważ w odwzorowywanym silniku były podzielone na dwie sekcje, po 3 rury każda. Odstęp pomiędzy rurą trzecią i czwartą (na granicy „sekcji”) był nieco większy niż pomiędzy pozostałymi. Aby ten efekt uzyskać, wystarczy jeszcze raz użyć modyfikatora **Array** (Rysunek 15.39.3):

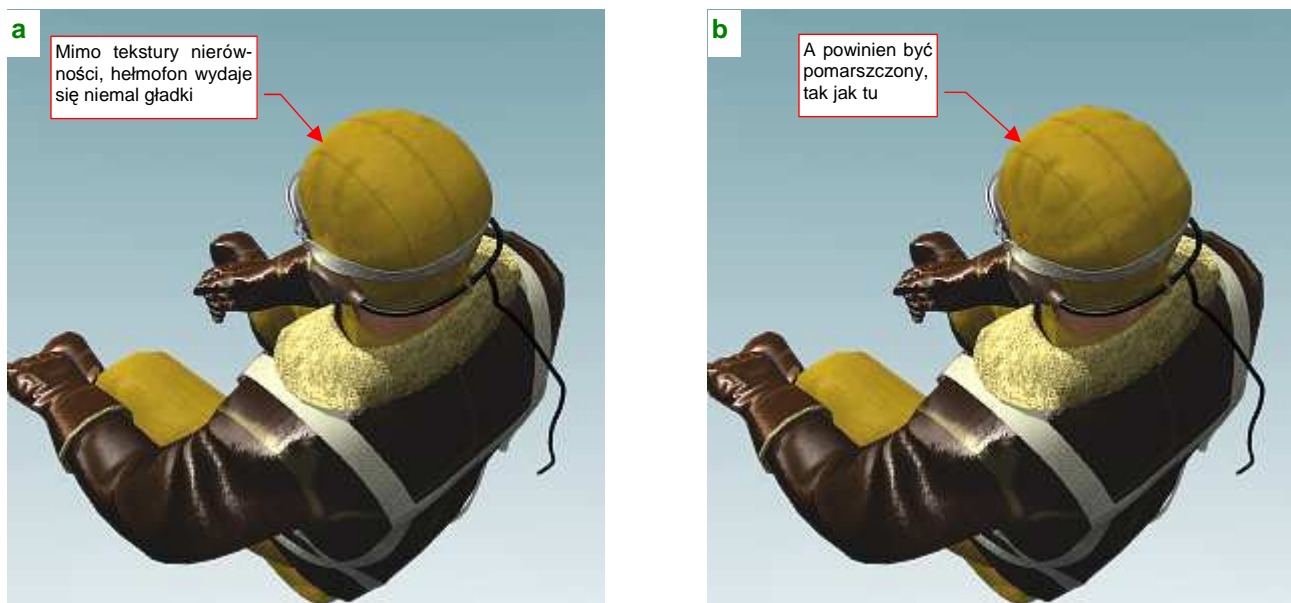


Rysunek 15.39.3 Dodanie kolejnych rur wydechowych — powtórne użycie modyfikatora **Array**

Tym razem powielamy cały rezultat poprzednich modyfikatorów (Rysunek 15.39.3a), więc należy w licznik (**Count**) wpisać 2 (Rysunek 15.39.3b). Także odstęp (**Relative Offset**) pomiędzy segmentami należy zrobić nieznacznie większy — 0.95, a nie 0.82. (Jest o całe 7 mm szerszy — to coś dla koneserów silników Allison ☺).

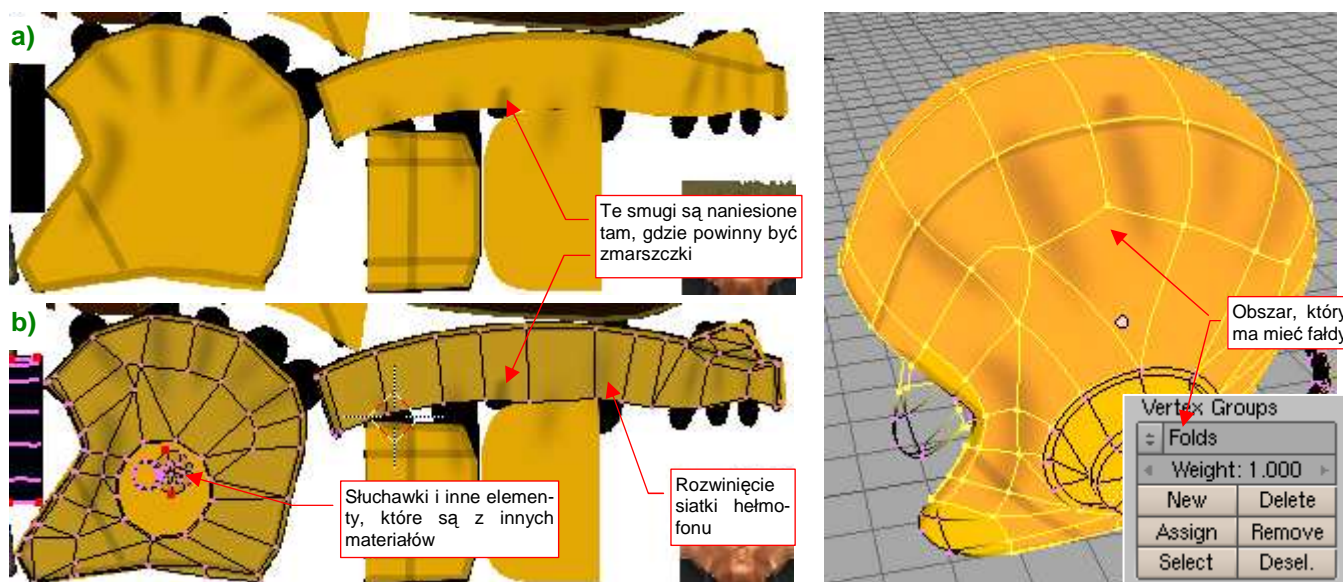
15.40 Deformacja według tekstury (*Displace*)

Czasami potrzebna jest deformacja siatki, która wprowadzi w jej kształt jakiś „nieład”. Na przykład — hełmofon pilota, który pokazuje Rysunek 15.40.1a), wydaje się gładki. Właściwie taki kształt wyglądałby w miarę poprawnie, gdyby to nakrycie z głowy było ze skóry. Niestety, w tym przypadku jest to płócienna „pilotka” USAAC, która powinna się marszczyć na szwach (Rysunek 15.40.1b):



Rysunek 15.40.1 Hełmofon pilota: gładki i z fałdami

Kolory hełmofonu i linie szwów, które pokazuje Rysunek 15.40.1, uzyskałem za pomocą tekstury (Rysunek 15.40.2a). To fragment większego obrazu, naniesiony na rozwinięcie UV siatki hełmofonu (Rysunek 15.40.2b):



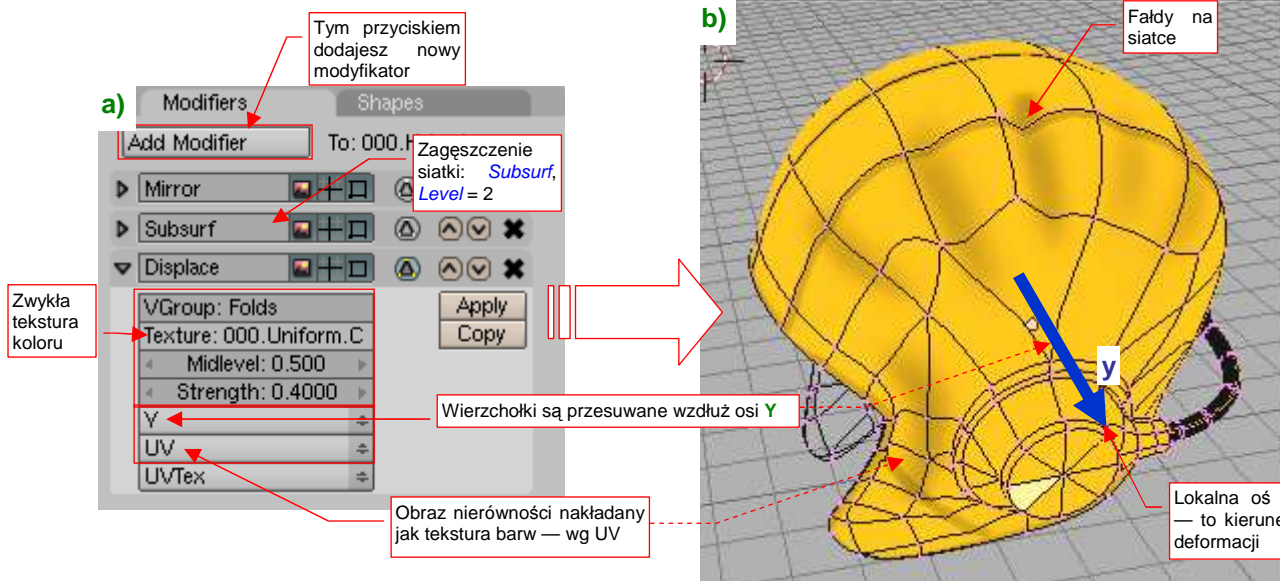
Rysunek 15.40.2 Obraz, nałożony na rozwinięciu UV hełmofonu

Rysunek 15.40.3 Definicja grupy *Folds*

Tekstura, przedstawiana przez Rysunek 15.40.2, służy zarówno do mapowania koloru (*Col*), jak i nierówności (*Nor*). Jak pokazuje render (Rysunek 15.40.1a), wychodzi to zbyt słabo.

Skoro zwykła tekstura nierówności jest zbyt „słaba”, musimy nanieść na siatkę hełmofonu prawdziwe fałdy. Aby to było możliwe, najpierw należy ją odpowiednio zagęścić (modyfikatorem *Subsurf*, z *Level* = 2). Warto także wydzielić nową grupę wierzchołków (por. str. 903), które będą podlegały tej deformacji. Zaznacz odpowiednie wierzchołki i nadaj tej *Vertex Group* nazwę *Folds* (Rysunek 15.40.3).

W charakterze obrazu nierówności wykorzystamy teksturę barwy. Jest dopasowana do rozwinięcia **UV** siatki, więc uzyskanie pofałdowania jest bardzo proste. Wystarczy dodać na „wierzch” stosu modyfikatorów siatki kolejny, o nazwie **Displace** (Rysunek 15.40.4a):



Rysunek 15.40.4 Dodanie modyfikatora **Displace** i jego wpływ na siatkę

W poszczególnych polach modyfikatora wpisujemy:

- **VGroup**: nazwę grupy wierzchołków, na której mają się pojawić „faldki” (w tym przypadku — **Folds**);
- **Texture**: nazwa tekstury (w tym przypadku ta sama, którą stosujemy w materiale hełmofonu: **000.Uniform.Color**) — chodzi tu o obraz przez Rysunek 15.40.2a);
- **Midlevel**: poziom odniesienia (0.0..1.0). Barwy ciemniejsze będą tworzyć wgłębienia, jaśniejsze — wypukłości. Ustawiłem na 0.5;
- **Strength**: skala (wysokość) deformacji — dobrałem tak, by „faldki” nie były zbyt wysokie (0.4).

Dodatkowo w polach bez etykiety wybrałem: kierunek deformacji: **Y**. (Domyślne ustawienie — **Normal** — tworzyło na głowie pilota wybrzuszenia godne starej babci). Typ mapowania — **UV** — pozwala wykorzystać przedstawiony przez chwilę obraz fałdek (nie ma co wymyślać ich po raz drugi). Rysunek 15.40.4b) przedstawia działanie modyfikatora **Displace**. Drobne ściany, stworzone przez **Subsurf**, zostały przesunięte wzdłuż osi **Y**.

Rysunek 15.40.5 przedstawia render tak zmodyfikowanego hełmofonu:

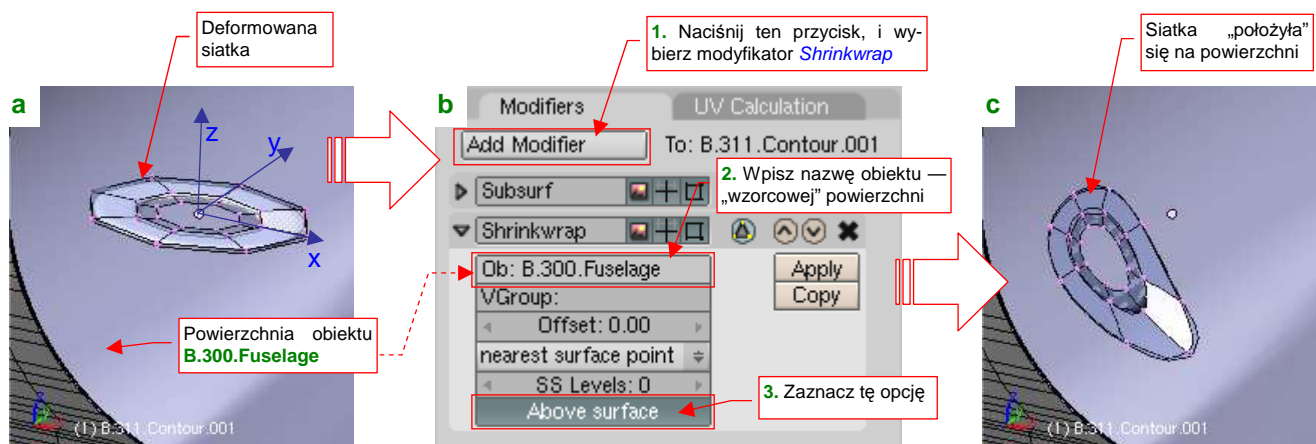


Rysunek 15.40.5 Rezultat (render hełmofonu)

Zwróć uwagę, że dzięki **Displace** mogliśmy zachować do modyfikacji oryginalną, niezdeformowaną siatkę.

15.41 Rzutowanie na powierzchnię (*Shrinkwrap*)

Modyfikator *Shrinkwrap* pozwala położyć siatkę na wskazanej powierzchni („jak naleśnik”) (Rysunek 15.41.1):

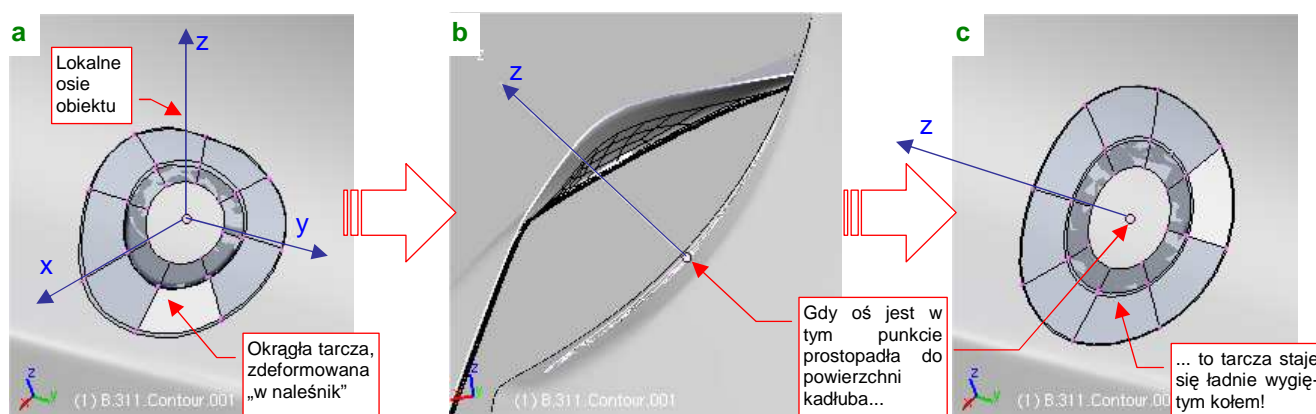


Rysunek 15.41.1 Rzutowanie siatki na inną powierzchnię

Dla przykładu „położymy” na powierzchni kadłuba (obiekt **B.300.Fuselage**) siatkę w kształcie pierścienia (Rysunek 15.41.1a). W zestawie *Editing*, panelu *Modifiers*, naciśnij przycisk **Add Modifier**. Spowoduje to rozwinięcie listy dostępnych modyfikatorów siatki. Wybierz spośród nich **Shrinkwrap**. W panelu modyfikatora (Rysunek 15.41.1b) wpisz w pole **Ob** nazwę obiektu — powierzchni, na którą rzutujemy siatkę. Dodatkowo możesz zaznaczyć jeszcze opcję **Above surface**. W rezultacie nasz pierścień „opadł” na kadłub, zupełnie tak jak naleśnik (Rysunek 15.41.1c)

Na razie ten rezultat jest daleki od satysfakcjonującego: chcielibyśmy, aby nasz pierścień po deformacji wyglądał jak wygięte koło, a nie jak jakiś kawałek gumy!

Na szczęście nie jest to takie trudne do osiągnięcia (Rysunek 15.41.2):



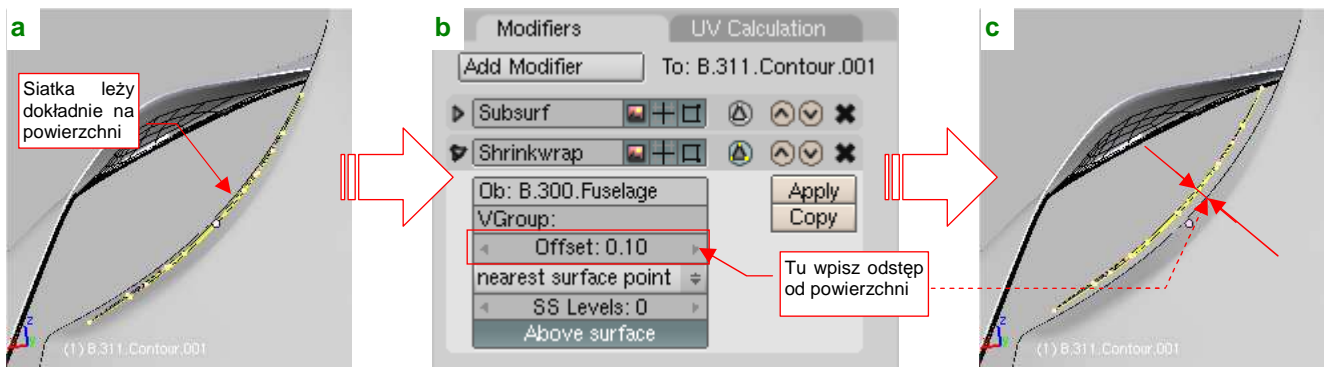
Rysunek 15.41.2 Korygowanie kształtu rzutu

Umieść niezdeformowaną siatkę tak, by środek pierścienia znalazł się na powierzchni kadłuba. (W tym przykładzie to jednocześnie środek obiektu). Następnie obróć obiekt tak, by powierzchnia siatki przed deformacją stała się styczna w tym punkcie (Rysunek 15.41.2b). Widzisz, co się stało?

- Kształt rzutu siatki na powierzchnię zależy od orientacji w przestrzeni obiektu rzutowanego

Jeżeli przed deformacją środek siatki będzie już leżał na powierzchni odniesienia (tutaj: kadłubie), i cała siatka będzie styczna do powierzchni w tym punkcie, to zmiana kształtu rzutowanej siatki będzie minimalna.

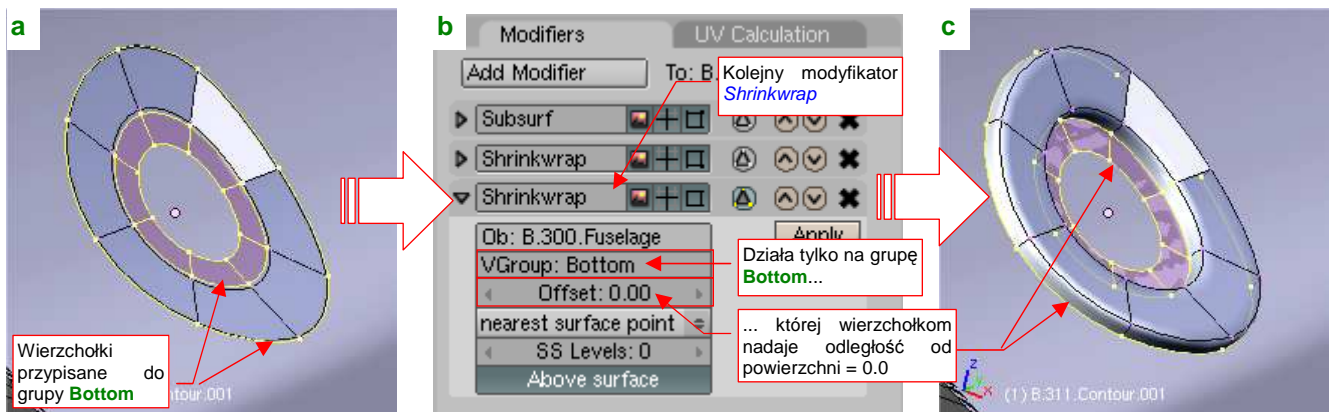
Na razie nasza siatka leży dokładnie na powierzchni kadłuba (Rysunek 15.41.3a):



Rysunek 15.41.3 Odsunięcie od powierzchni

Przy modelowaniu konstrukcji zazwyczaj jednak chcemy, by miała pewną grubość. Do ustalania tego odstęp służy pole **Offset**, umieszczone na panelu modyfikatora (Rysunek 15.41.3b). Gdy wpiszesz tam jakąś niezerową wartość, wygięta siatka ulegnie odsunięciu (Rysunek 15.41.3c).

To jednak dopiero połowa sukcesu. W tej chwili nasz wygięty pierścień „lewituje” nad kadłubem. Aby uzyskać solidne boczne ścianki, zaznacz zewnętrzne krawędzie siatki, i przypisz je do jakiejś nowej grupy wierzchołków (por. str. 903). Nadajmy jej nazwę, np. **Bottom** (Rysunek 15.41.4a):



Rysunek 15.41.4 Nadanie rzutowanej siatce „grubości”

Następnie dodaj kolejny modyfikator **Shrinkwrap** (Rysunek 15.41.4b). Tym razem jednak wpisz w pole **VGroup** nazwę **Bottom**, by działał tylko na krawędzie należące do tej grupy. Potem zmniejsz w tym modyfikatorze **Offset** do zera. W efekcie mamy oczekiwany rezultat: wygięty pierścień z bocznymi ściankami, nadające siatce „grubość”.

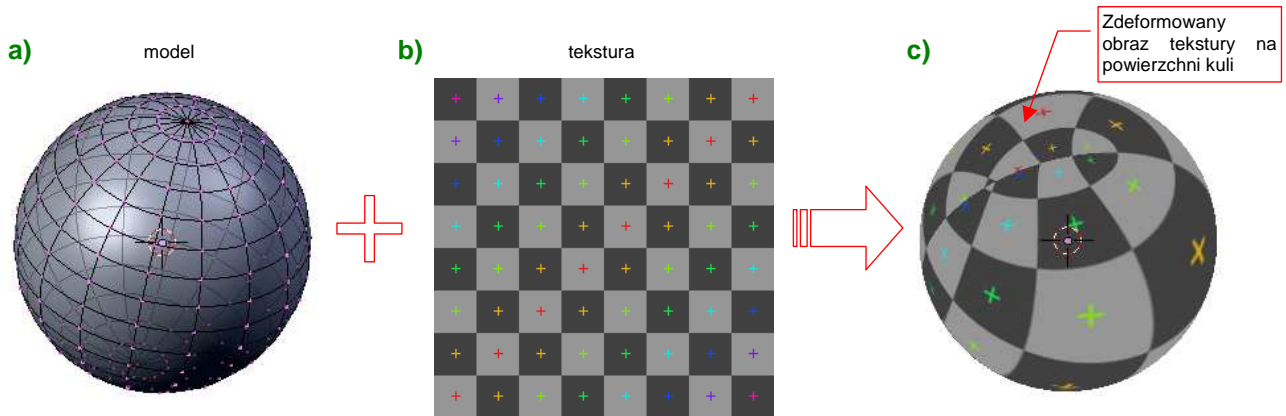
Rozdział 16. Blender — edytor UV (UV/Image Editor)

Edytor UV jest specjalnym narzędziem, przeznaczonym do przypisywania wierzchołkom siatki położenia na powierzchni tekstury. Nazwa pochodzi od nazw współrzędnych teksturowania. Edytor UV przydaje się wyłącznie dla tych siatek, na które tekstury są nakładane z wykorzystaniem tzw. "mapowania UV" (*Shading:Material buttons*, panel *Map Input*).

Drugim trybem pracy edytora jest modyfikacja obrazu tekstury (*Texture Painting*). Zestaw narzędzi, dostępnych do tego celu w Blenderze, nie dorównuje wyspecjalizowanym edytorom obrazów, jak GIMP. Tym niemniej jest wystarczający do wykonania jakichś mniejszych czy większych poprawek (por. str. 933, 951).

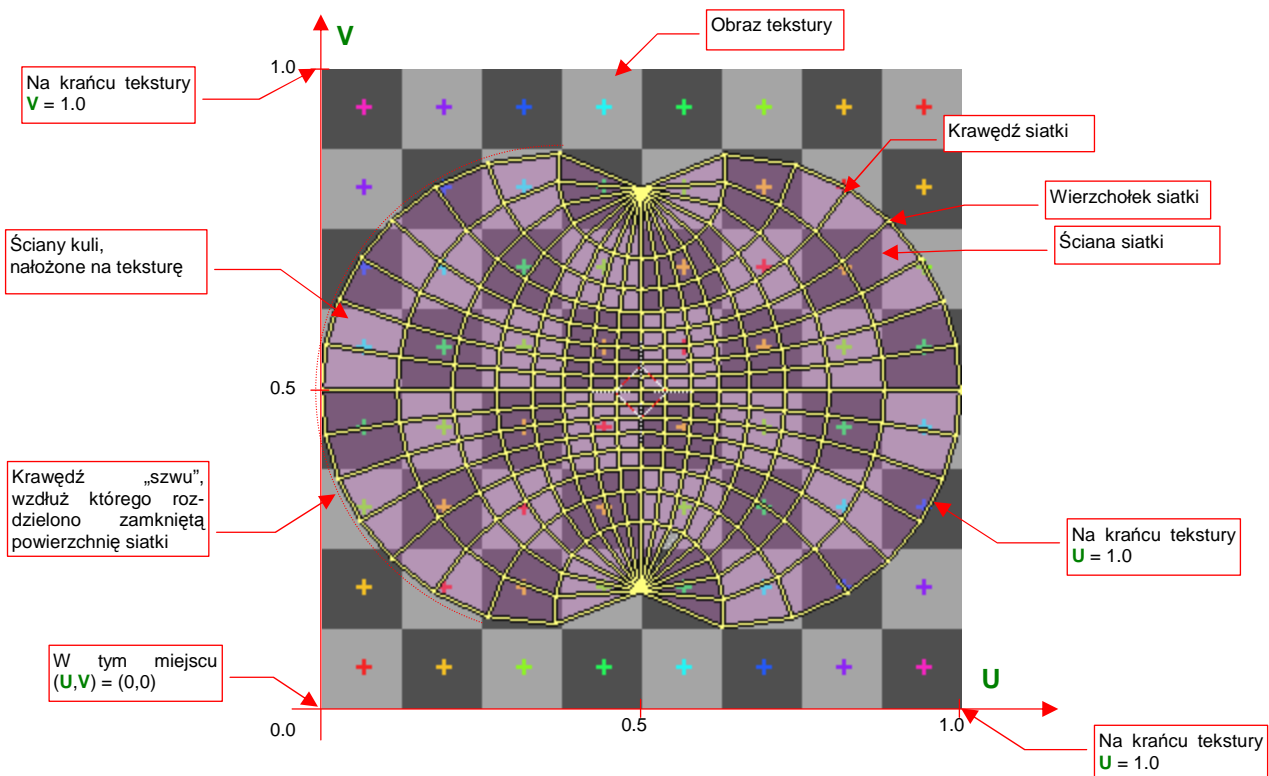
16.1 Pojęcia podstawowe

Obrazy rastrowe w grafice komputerowej są zazwyczaj prostokątne (preferowane są kwadratowe). Gdy taki kwadrat (Rysunek 16.1.1b) chcesz nałożyć na, powiedzmy, kulę (Rysunek 16.1.1a), deformacja obrazu jest nieunikniona (Rysunek 16.1.1c):



Rysunek 16.1.1 Nakładanie prostokątnej tekstu na kulę

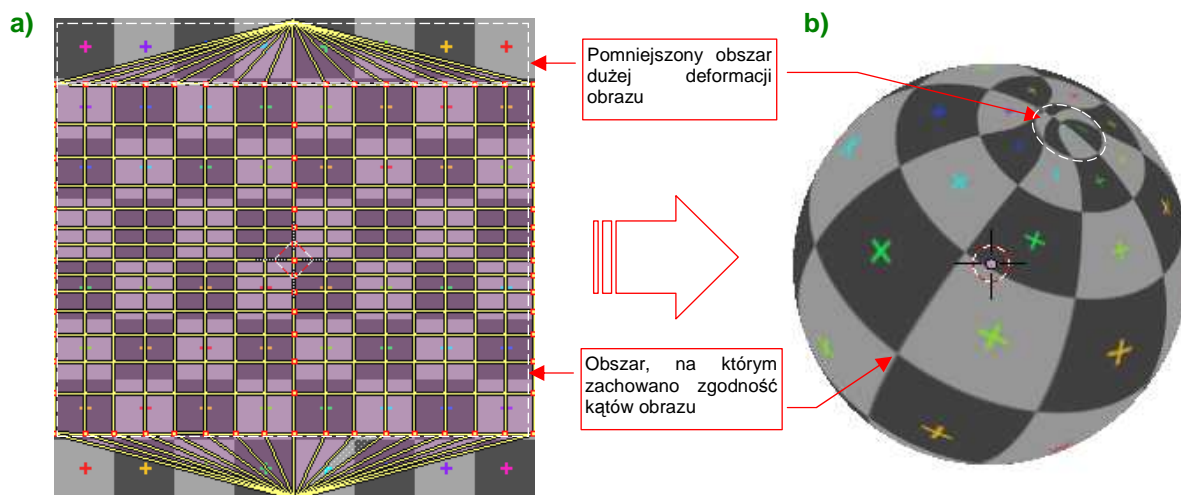
A czy można zobaczyć na obrazie tekstu obszary, które zajmują ściany kuli (zamapowane tak, jak pokazuje to Rysunek 16.1.1c)? Oczywiście! Przedstawia je Rysunek 16.1.2:



Rysunek 16.1.2 Przypisanie ścian do powierzchni tekstu — rozwinięcie w przestrzeni UV.

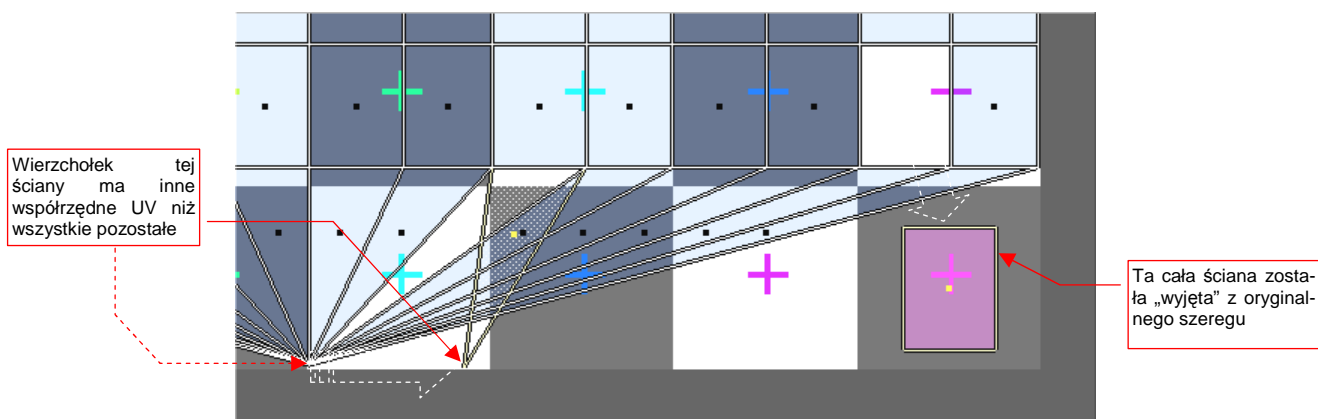
Do powierzchni tekstu zostały przypisany układ współrzędnych. Jego osie, dla odróżnienia od współrzędnych wierzchołków w przestrzeni, otrzymały nazwy **U** (pozioma) i **V** (pionowa). Zazwyczaj przyjmuje się, że każda z tych współrzędnych ma wartość 0 w lewym, dolnym narożniku obrazu. Na krańcu tekstu **U** lub **V** przyjmują wartość = 1.0 (por. Rysunek 16.1.2). (Czasami podaje się je także w innych jednostkach — pikselach obrazu.) Dwuwymiarowa przestrzeń, w której jest rozciągnięta tekstura, nosi nazwę przestrzeni **UV**. Rozwinięcie ścian powierzchni siatki w tej przestrzeni nazywa się rozwinięciem **UV**. W naszym przykładzie topologia rozwiniętych ścian siatki nie ulega zmianie, za wyjątkiem krawędzi „szwów” (por. Rysunek 16.1.2).

Typowym zagadnieniem, z którym się będziesz musiał zmierzyć, jest takie ułożenie ścian siatki w przestrzeni UV, by nałożony na model obraz tekstury nie był zdeformowany. W Blenderze służy do tego specjalne okno *edytora UV (UV Editor)*. Służy do rozwinięcia, a następnie zmiany położenia ścian siatki w przestrzeni tekstury. Rysunek 16.1.3 przedstawia rezultat użycia: poprawione rozwinięcie siatki, którą pokazywał Rysunek 16.1.2. Większość jej obszaru została przekształcona w prostokąt. Pozwoliło to zachować regularny układ prostokątów tekstury i ich kątów na większości powierzchni kuli, oraz ciągłość wzoru na „szwie”:



Rysunek 16.1.3 Przykład innego rozłożenia ścian na teksturze

Rozwinięcia UV w Blenderze mogą nie zachowywać topologii oryginalnej siatki. Świadczy o tym już sam fakt istnienia „szwu”, wzdłuż którego siatka z przykładu została „rozciąta” i rozwinięta. W istocie w Blenderze każda ściana przechowuje „swoje” współrzędne wierzchołków UV, które mogą być zupełnie różne od ścian z którymi sąsiaduje w przestrzeni okna *3D View* (Rysunek 16.1.4, por. także str. 935):



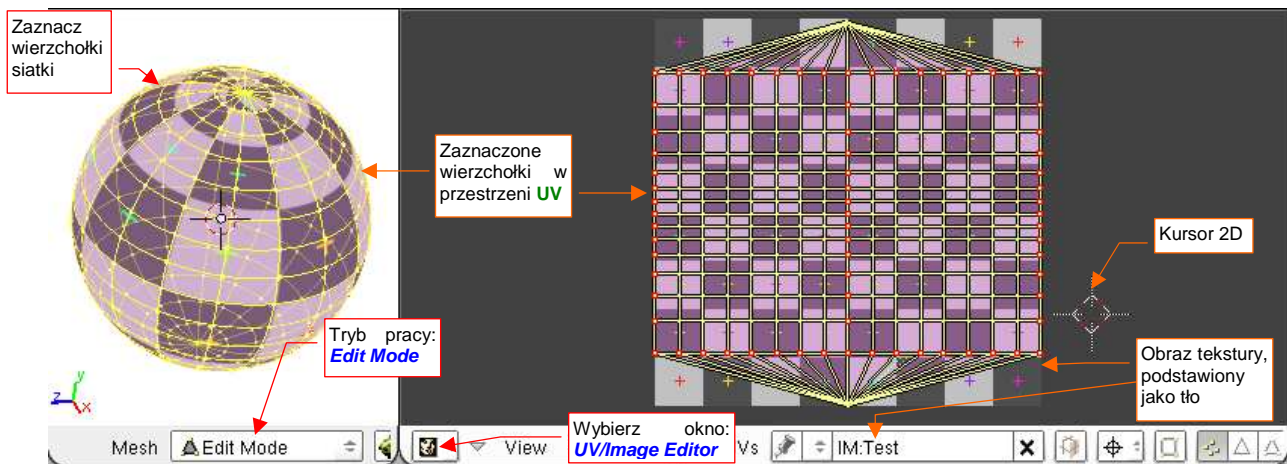
Rysunek 16.1.4 Rozwinięcie UV w Blenderze traktuje każdą ścianę jako osobną całość

Blender domyślnie utrzymuje topologiczną ciągłość siatki, automatycznie włączając do selekcji wszystkie wierzchołki UV o tych samych współrzędnych. Rysunek 16.1.4 pokazuje jednak, że ten tryb można wyłączyć. Czasami takie efekty się przydają.

Siatka kuli w układzie „południki — równoleżniki” (jak w naszym przykładzie), jest właściwie powierzchnią, na którą nie można nałożyć kwadratowej tekstury bez jakiejś deformacji. Można się tylko starać, by odkształcenia obrazu były niewielkie (w końcu nad podobnym zagadnieniem biedziły się pokolenia kartografów). Większość powierzchni, z którymi będziesz miał do czynienia, nie jest aż tak wymagająca. Edytor UV i trochę dobrych pomysłów na rozwinięcie pozwala Ci uniknąć wyraźnych deformacji obrazu.

16.2 Włączenie okna edytora UV

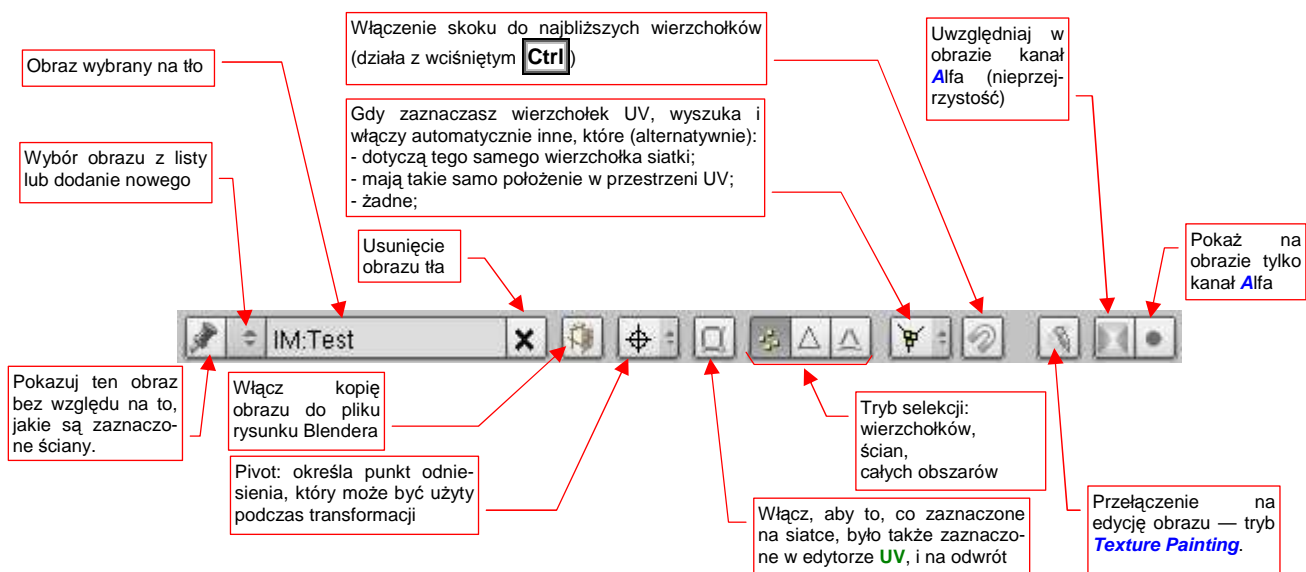
Edytor to odrębny rodzaj okna — **UV/Image Editor** — które można wybrać z listy z lewej strony nagłówka (Rysunek 16.2.1):





Rysunek 16.2.1 Przejście do edytora UV/obrazu (**UV/Image Editor**) — edycji siatki w przestrzeni UV


Aby efektywnie pracować z rozwinięciem UV, Blender musi być w trybie **Edit Mode** (por. str. 854). Okno Edytora UV jest ściśle powiązane z edycją siatki w oknie widoku 3D. (Obydwa modyfikują różne właściwości wierzchołków i ścian tej samej siatki.) Dlatego warto zawczasu ustawić obydwa okna obok siebie (jak to pokazuje Rysunek 16.2.1).

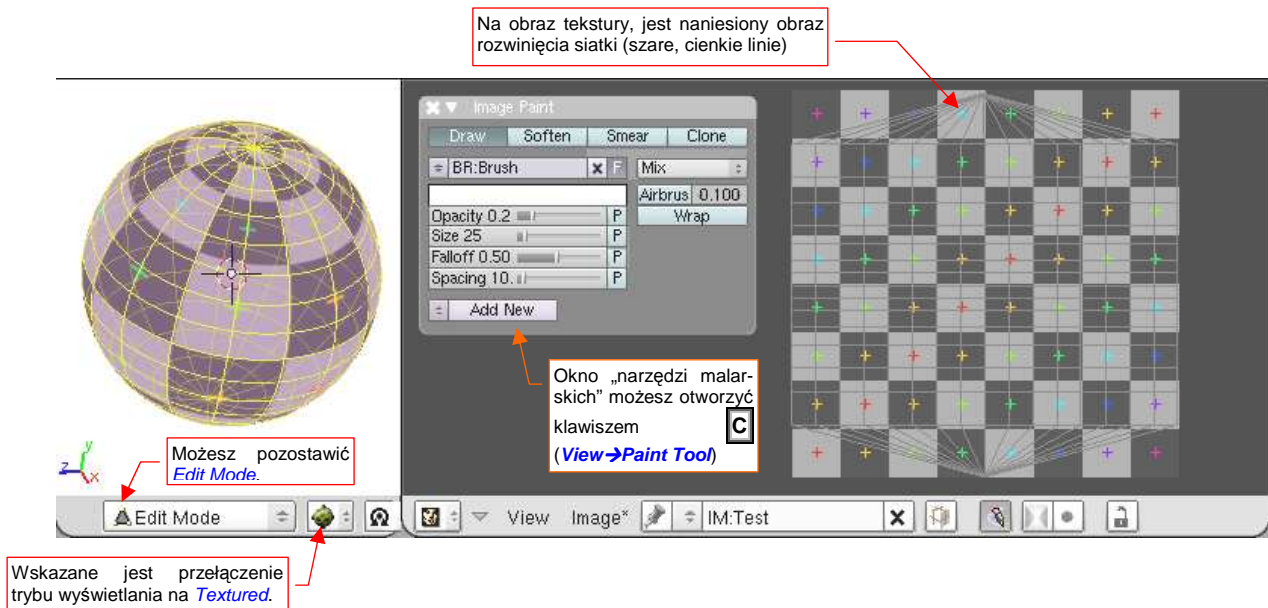
Konwencje i klawisze skrótu, obowiązujące w edytorze UV, są bardzo zbliżone do tych, którymi posługujesz się w oknie **3D View**. Tak jak w tamtej przestrzeni istnieje kursor 3D (**3D Cursor** — por. 770), tak tu znajdziesz jego dwuwymiarowy odpowiednik. Te same kombinacje klawiszy powodują selekcję, zmianę widoku, czy podstawowe operacje edycji (przesunięcie, obrót, zmianę skali). Nagłówek okna **UV/Image Editor** liczbą kontroltek dorównuje niemal oknu **3D View** (Rysunek 16.2.2) :



Rysunek 16.2.2 Okno edytora UV: dostępne kontrolki

Zwróć szczególną uwagę na kontrolkę , pokazaną na obrazie nagłówka. Za jej pomocą możesz przełączyć się na tryb pracy z pojedynczymi ścianami rozwinięcia. (Masz do dyspozycji także dwa inne tryby.) Kontrolka nie jest widoczna, gdy włączysz synchronizację selekcji z oknem **3D View**: .

Okno *UV/Image Editor* umożliwia, oprócz edycji siatki w przestrzeni UV, także zmianę obrazu rastrowego (załadowanego jako tło okna). W tryb edycji obrazu rastrowego przełącza przycisk  (*Texture Painting*), z nagłówka okna. Rysunek 16.2.3 przedstawia zmianę okna *UV/Image Editor* po przełączeniu w tryb „malowania” :

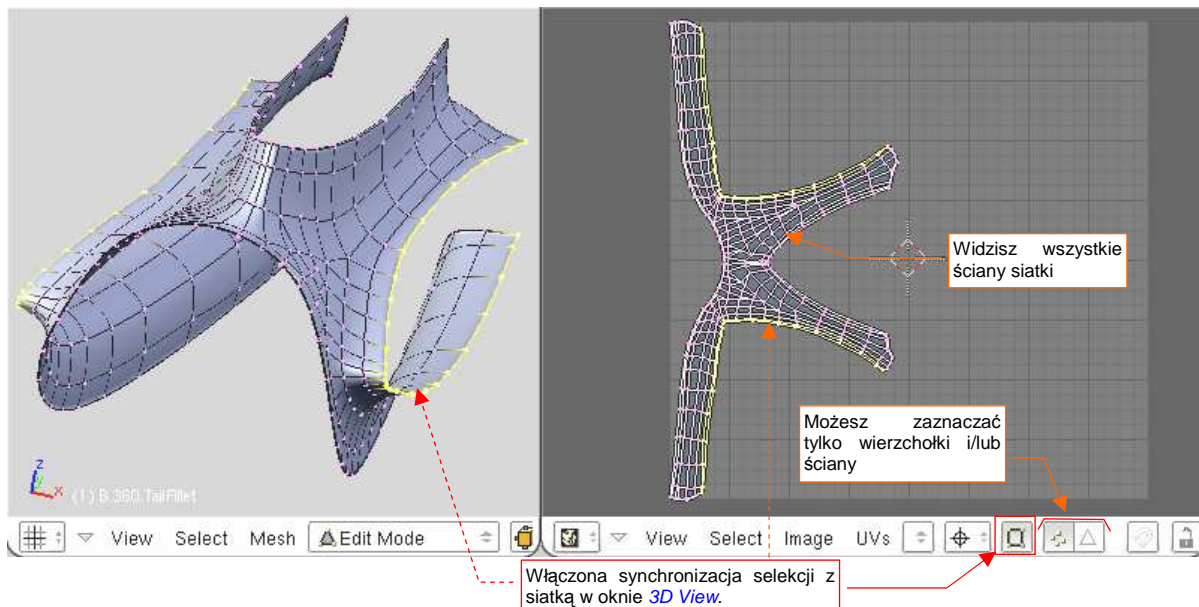


Rysunek 16.2.3 *UV/Image Editor* — tryb „malowania” (*Texture Painting* włączony)

W trybie “malowania” z nagłówka okna zniknęła większość kontrolek. Dostęp do zmiany aktualnego pędzla (*brush*), barwy i funkcji malowania umożliwia okno *Image Paint*. Możesz je otworzyć skrótem klawiaty: **C**, lub poleceniem *View→Paint Tool...*

16.3 Zaznaczanie elementów siatki

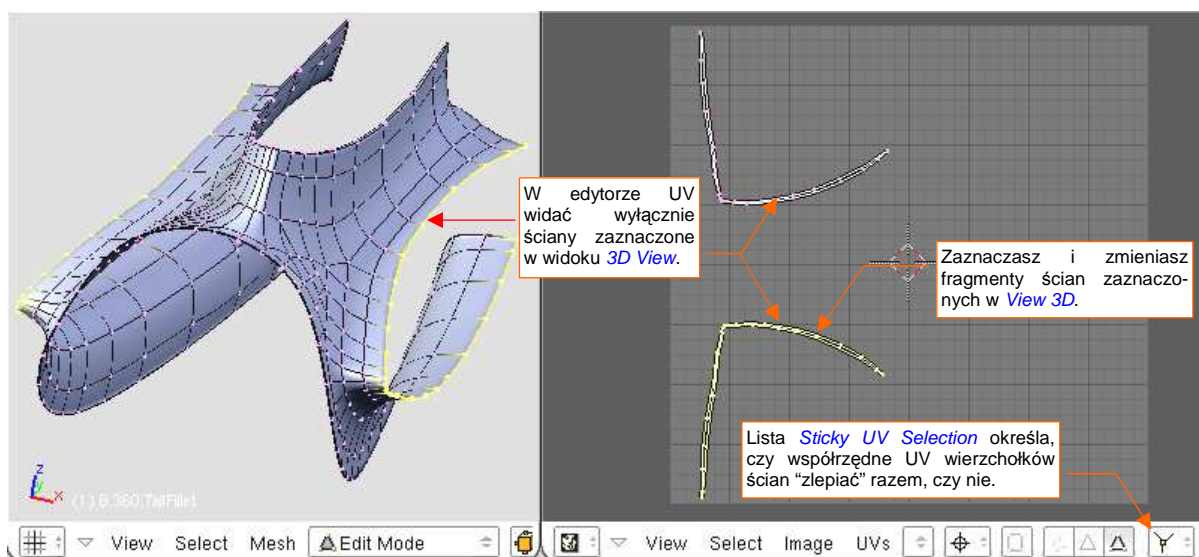
W edytorze UV możesz używać do selekcji tych samych metod i skrótów klawiatury, co w oknie *3D View*, w trybie edycji (zob. str. 855-857). Dokładnie takie samo działanie uzyskasz, gdy włączysz w nagłówku okna *UV/Image Editor* tryb „synchronicznej selekcji” (Rysunek 16.3.1):



Rysunek 16.3.1 Selekcja w trybie "synchronizacji" (z widokiem *3D View*)

W tym trybie obowiązuje zasada dokładnej równoważności — gdy coś zaznaczysz w edytorze UV, staje się także zaznaczone w oknie *3D View*, i odwrotnie. Nagłówek *UV/Image Editor* zawiera tylko opcję wyboru wierzchołków lub ścian (por. Rysunek 16.3.1). W odróżnieniu od edytora siatki nie ma tu oddzielnego trybu wyświetlania/wyboru krawędzi. Wszystkie skróty — np. **Alt** - **PPM** — działają tak samo, jak w oknie *3D View*.

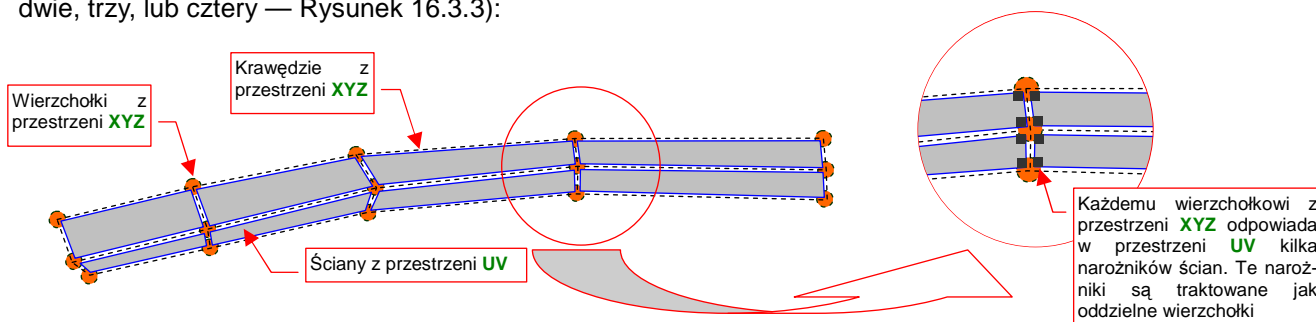
Gdy wyłączysz tryb synchronizacji — w edytorze UV widzisz (i możesz manipulować) wyłącznie ścianami, które są zaznaczone na siatce w oknie *3D View* (Rysunek 16.3.2):



Rysunek 16.3.2 Selekcja w trybie bez "synchronizacji"

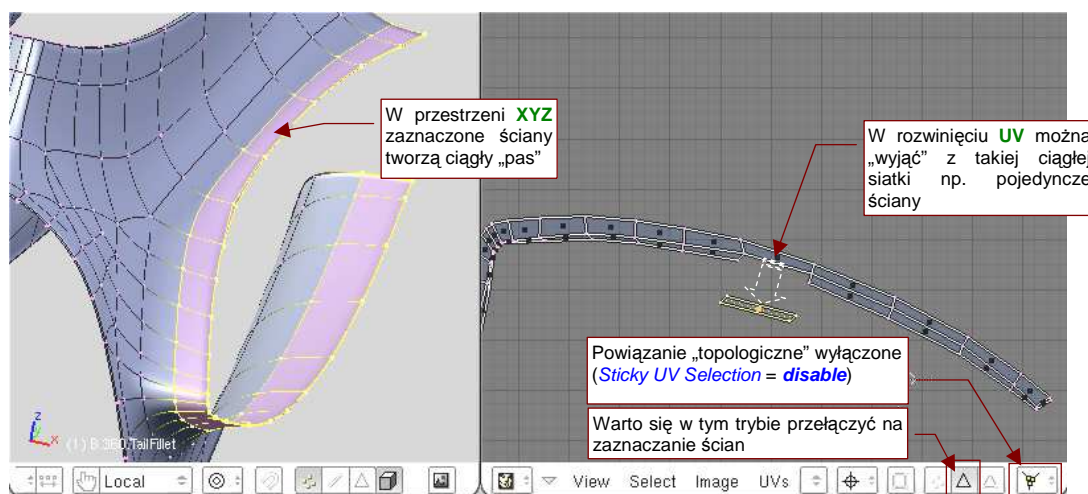
- Jeżeli chcesz przez cały czas widzieć rozwinięcie wszystkich ścian siatki, niezależnie od aktualnej selekcji — włącz tryb synchronizacji z *3D View*.

Wewnątrz Blender przechowuje oddzielnie współrzędne **UV** każdej ściany. Oznacza to, że jednemu wierzchołkowi siatki **XYZ** może odpowiadać tyle punktów w przestrzeni **UV**, ile ścian się w nim łączy (najczęściej dwie, trzy, lub cztery — Rysunek 16.3.3):



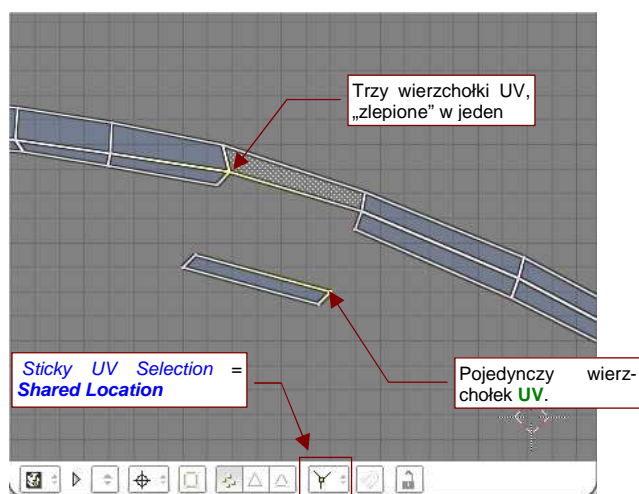
Rysunek 16.3.3 Konceptyjny schemat ścian siatki w rozwinięciu UV — każda ma własne współrzędne

Zazwyczaj, gdy wskażesz jeden z wierzchołków **UV**, metoda wybrana na liście **Sticky UV Selection** (Rysunek 16.3.2) powoduje automatyczne zaznaczenie („zlepianie”) pozostałych wierzchołków, leżących w tym samym miejscu. Możesz także wyłączyć ten tryb (**Sticky UV Selection:disable**). Blender umożliwia wtedy dowolną zmianę topologii (wygodniej się wówczas przełączyć na zaznaczenie ścian) (Rysunek 16.3.4):

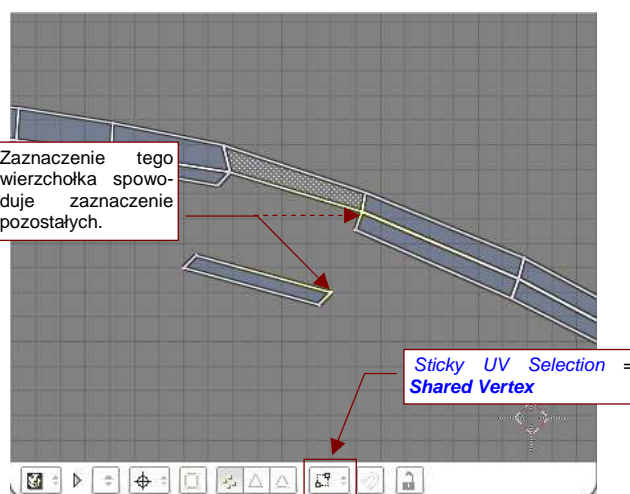


Rysunek 16.3.4 „Zlepianie” rozwinięcia UV wyłączone (**disabled**) — można manipulować oddzielnymi ścianami

Rysunek 16.3.5 i Rysunek 16.3.6 pokazują dwa dostępne tryby „zlepiania” wierzchołków **UV** — **Shared Location** i **Shared Vertex**. Zazwyczaj w czasie pracy będziesz używał trybu **Shared Location**:

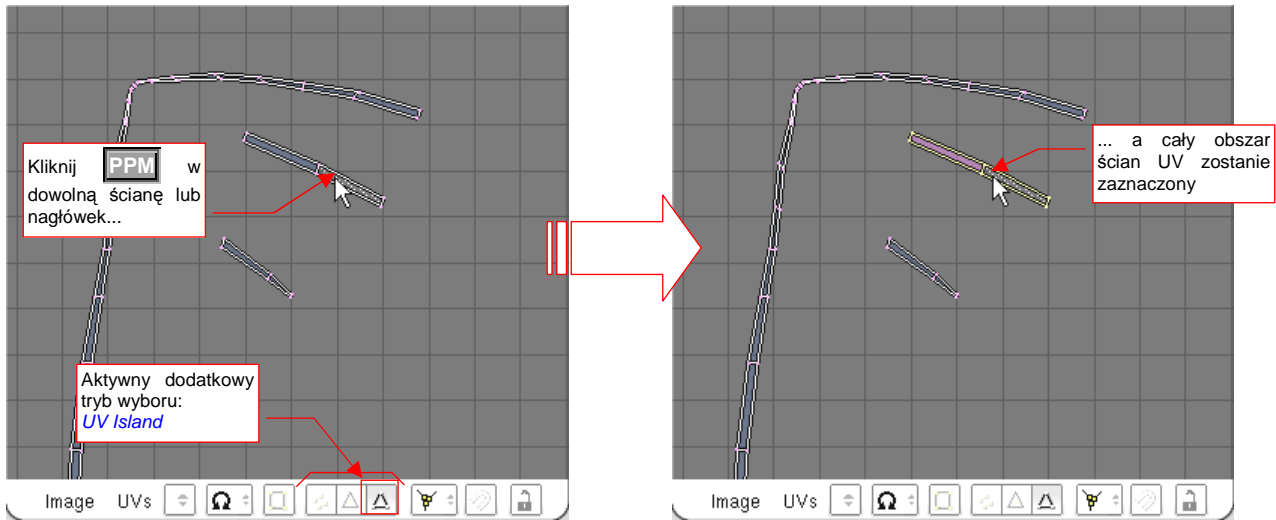


Rysunek 16.3.5 „Zlepianie” wskazanych wierzchołków **UV** w trybie **Shared Location** — efekt taki, jak gdybyś zawsze wybierał małym obszarem prostokątnym



Rysunek 16.3.6 „Zlepianie” wskazanych wierzchołków **UV** w trybie **Shared Vertex** — automatycznie zaznacza wszystkie punkty **UV**, związane z tym samym punktem na siatce (**XYZ**).

Gdy synchronizacja selekcji jest wyłączona, obok ikon zaznaczania ścian lub wierzchołków, w nagłówku okna pojawia się trzecia możliwość: **UV Island** (Rysunek 16.3.7):



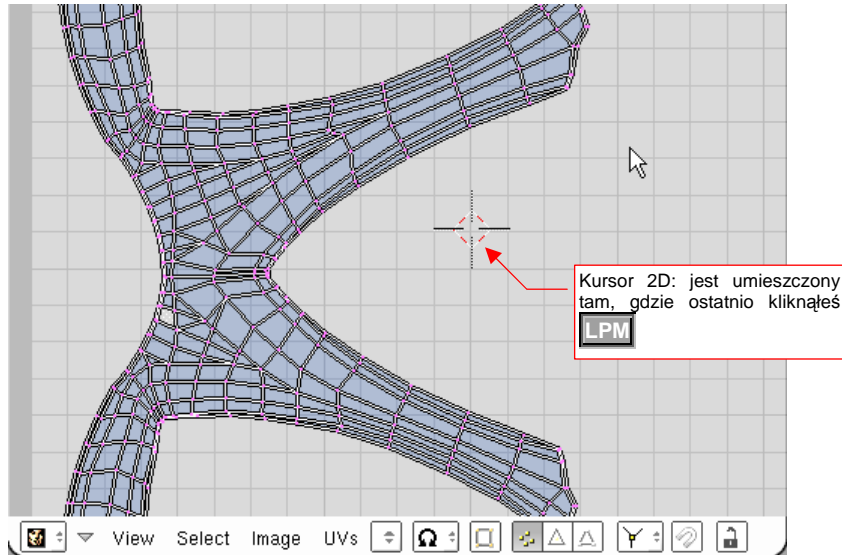
Rysunek 16.3.7 Szybkie zaznaczanie całych fragmentów siatki w trybie wyboru **UV Island**.

Przy włączonym **UV Island** jedno kliknięcie **PPM** zaznacza wszystkie ściany, które w sposób bezpośredni lub pośredni są połączone z miejscem wskazanym przez kursor. Ten tryb jest przydatny np. do szybkiego zaznaczenia i przesuwania drobnych fragmentów siatki.

16.4 Kursor 2D

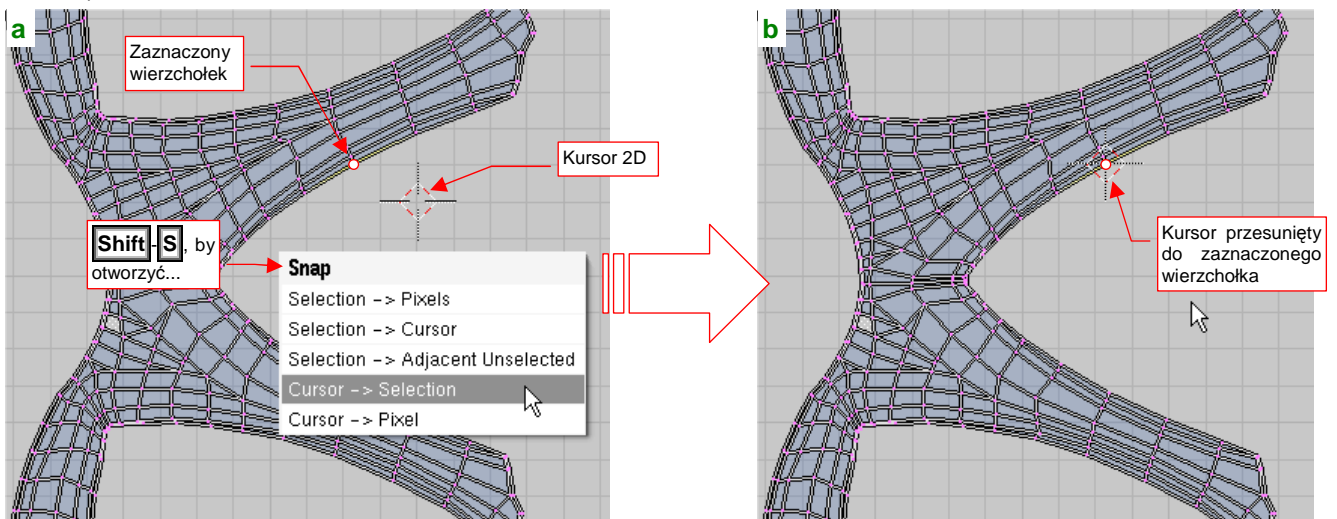
Kursor 2D (*2D Cursor*) pełni w edytorze UV analogiczną rolę do kursora 3D w oknie *3D View* (por. str. 770). I tam, i tu, wyznacza „aktualną pozycję”, która jest używana jako punkt odniesienia podczas transformacji siatki (obrotu, zmiany skali).

Położenie kursora 2D jest oznaczane niewielkim krzyżem, otoczonym czerwono-białym rombem (Rysunek 16.4.1):



Rysunek 16.4.1 Kursor 2D w oknie UV

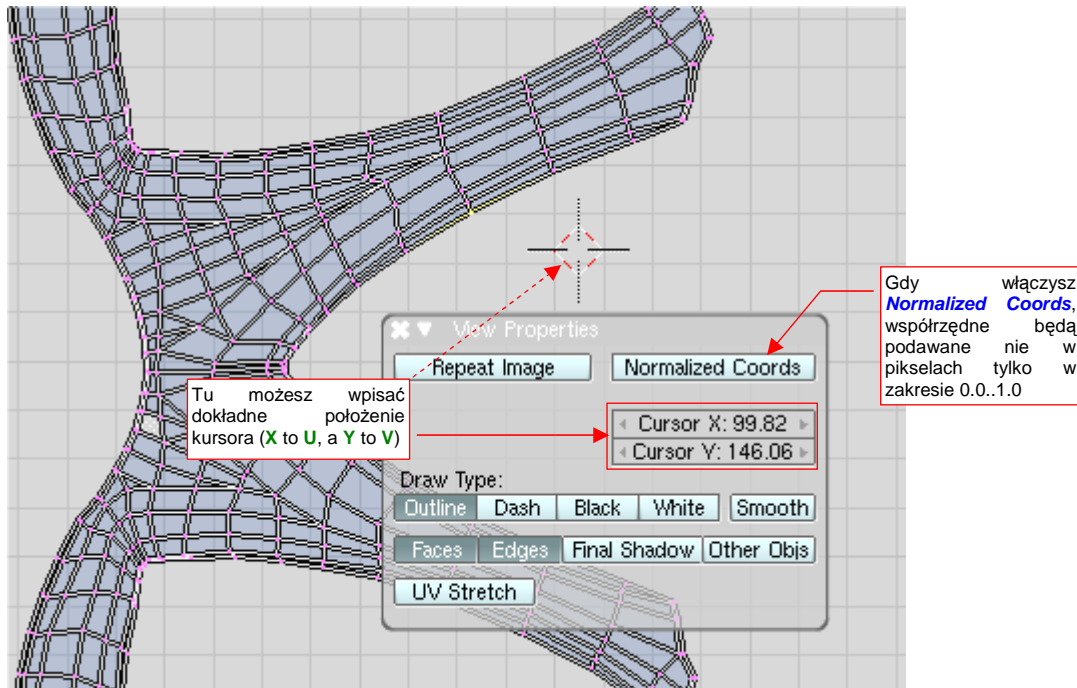
Kliknięcie **LPM** można traktować jako pierwszą, przybliżoną metodę wskazania położenia kursora. Z oczywistych przyczyn nie jest specjalnie dokładnie. W edytorze UV nie ma możliwości „dosunięcia” kursora do najbliższego węzła siatki pomocniczej (choć sama siatka jest widoczna). Gdy naciśniesz **Shift-S** (ten skrót nie ma w oknie *UV/Image Editor* odpowiednika w menu), przekonasz się że lista możliwości jest tu uboższa (Rysunek 16.4.2a):



Rysunek 16.4.2 Dosunięcie kursora do zaznaczonego wierzchołka

W edytorze UV kursor 2D można dosuwać (*Snap*) tylko do wybranych wierzchołków (*Cursor→Selection*) lub najbliższego piksela tekstury (*Cursor→Pixel*). Rysunek 16.4.2 przedstawia przykład użycia polecenia *Snap:Cursor→Selection*. Kursor został dosunięty do zaznaczonego wierzchołka. Mówiąc szczerze, tej funkcji używam częściej od pozostałych.

W *UV/Image Editor* istnieje także możliwość dokładnego wpisania współrzędnych kursora. Służy do tego polecenie **View→View Properties**. Gdy je wywołasz, zobaczysz na ekranie okno dialogowe *View Properties* (Rysunek 16.4.3):

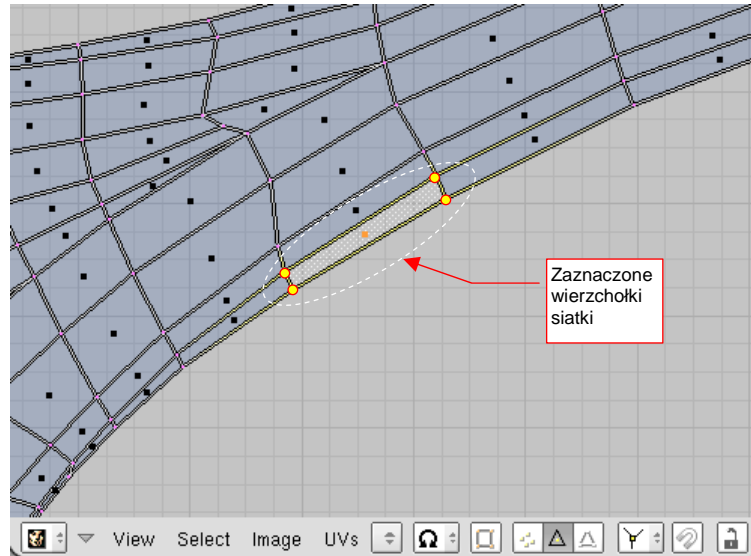


Rysunek 16.4.3 Ustawienie położenia kursora 2D w oknie *View Properties*

Trochę niekonsekwentnie, autorzy tego okna podają nazwę współrzędnej poziomej jako **X** (to **U**), a pionowej — **Y** (to **V**). Obydwie wartości, jakie pokazuje Rysunek 16.4.3, są wyrażone w pikselach. Aby się przełączyć na klasyczny zakres współrzędnych UV — 0.0...1.0 (por. str. 930) — włącz opcję **Normalized Coords**.

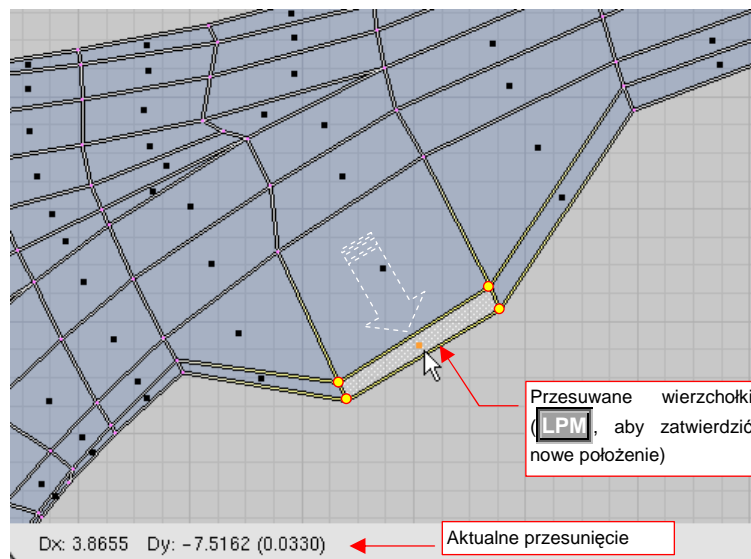
16.5 Przesunięcie (*Grab*)

Zaznacz wierzchołki, które chcesz przesunąć (Rysunek 16.5.1):



Rysunek 16.5.1 Zaznaczenie wierzchołków

Następnie naciśnij **G** (*UVs* → *Transform* → *Grab/Move*). Przełączysz się w ten sposób w tryb przesuwania. Każde przesunięcie myszy będzie powodować przemieszczenie zaznaczonych wierzchołków. Dokonywane zmiany w kształcie siatki są pokazywane na bieżąco we wszystkich oknach Blendera (Rysunek 16.5.2):



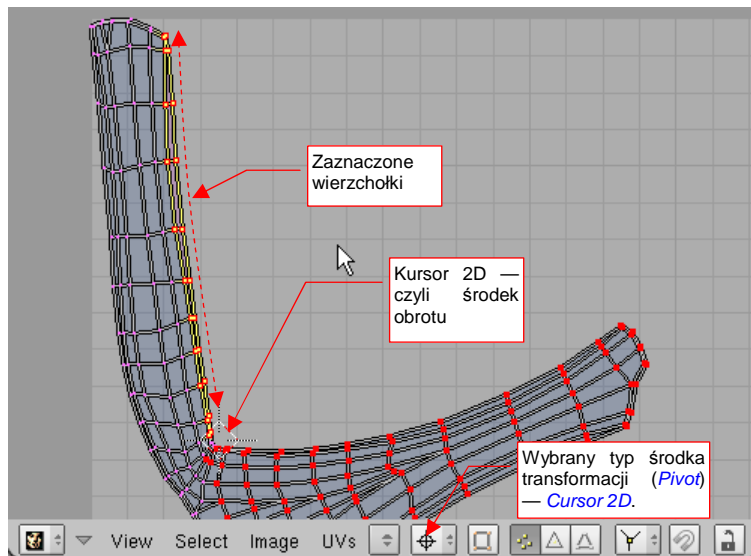
Rysunek 16.5.2 Przesuwanie grupy wierzchołków

W nagłówku aktywnego okna jest wyświetlane aktualne przesunięcie. Aby zatwierdzić nowe położenie (zakończyć przesunięcie), należy kliknąć **LPM**. Aby zrezygnować z operacji, możesz w każdej chwili nacisnąć **Esc**. Podczas przesuwania możesz dodatkowo trzymać wciśnięty klawisz **Ctrl**. Spowoduje to skokową zmianę odległości (np. co 0.1 jednostki). Jeżeli będziesz trzymał wciśnięty klawisz **Shift** — przesunięcia na ekranie "wyhamują", pozwalając na dokładniejsze ustalenie pozycji. Wreszcie kombinacja obydwu — **Shift-Ctrl** — umożliwi skokowe przesuwanie położenia o niewielkie odległości (np. co 0.01 jednostki).

Jeżeli w trakcie przesuwania naciśniesz **X** lub **Y** — ograniczysz swój ruch tylko do translacji wzdłuż jednej z tych osi.

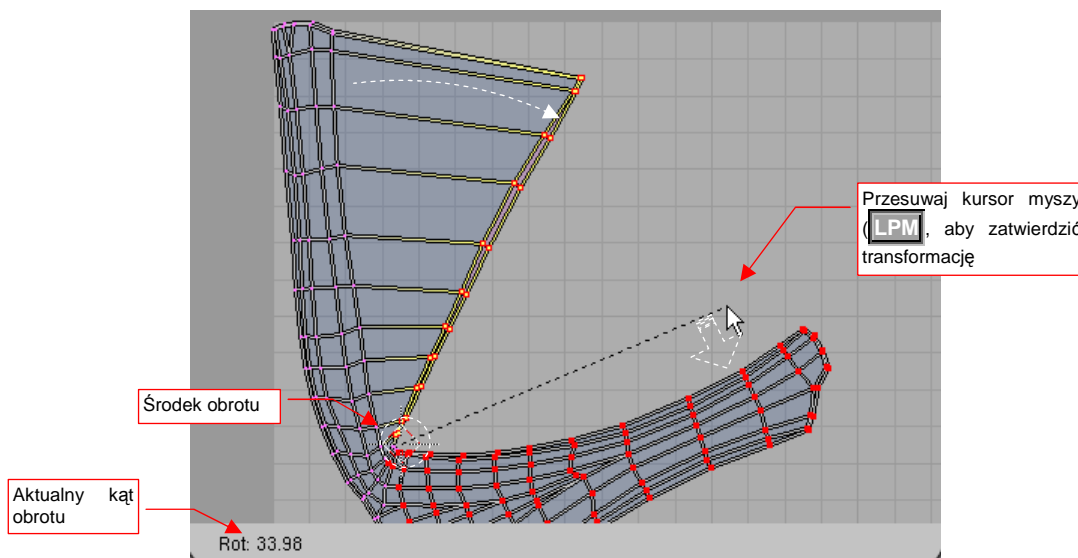
16.6 Obrót

Zaznacz grupę wierzchołków, które chcesz obrócić, oraz ustal środek transformacji (*Pivot*) (Rysunek 16.6.1). Praktycznie stosujemy jeden z dwóch rodzajów środka: *Bounding Box Center* albo *Cursor 2D*. W tym przypadku, środkiem obrotu będzie *Cursor 2D*. Możesz go ustawić z klawiatury — naciśnij **[K]** (kropka):



Rysunek 16.6.1 Zaznaczenie wierzchołków

Naciśnij **[R]** (*UVs*→*Transform*→*Rotate*). Przełączysz się w ten sposób w tryb obrotu. Na rysunku pojawi się kreskowana linia od kursora myszy do środka transformacji. Każde przesunięcie myszy będzie powodować obrót zaznaczonych wierzchołków — proporcjonalnie do zmiany kąta kreskowanej linii. Dokonywane zmiany w kształcie siatki są pokazywane na bieżąco (Rysunek 16.6.2):



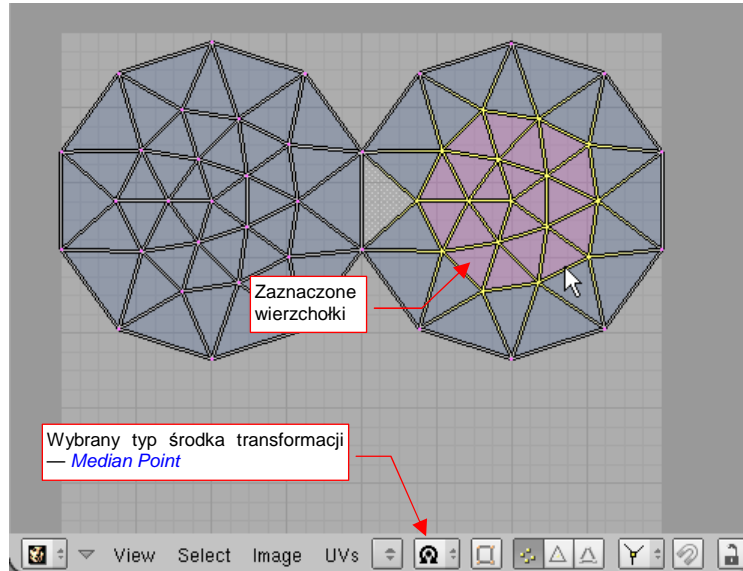
Rysunek 16.6.2 Obrót grupy wierzchołków

W nagłówku okna *UV/Image Editor* jest wyświetlany aktualny kąt obrotu. Aby zatwierdzić nowe położenie wierzchołków (zakończyć transformację), należy kliknąć **[LPM]**. Aby zrezygnować z operacji, możesz w każdej chwili nacisnąć **[Esc]**.

Podczas obrotu możesz trzymać wciśnięty klawisz **[Ctrl]**. Spowoduje to skokową zmianę proporcji (co 5°). Jeżeli będziesz trzymał wciśnięty klawisz **[Shift]** — zmiana obrót na ekranie "wyhamuje", pozwalając na dokładniejsze ustalenie. Wreszcie kombinacja obydwu — **[Shift]-[Ctrl]** — umożliwia skokową zmianę obrotu o niewielkie kąty (np. co 0.5°).

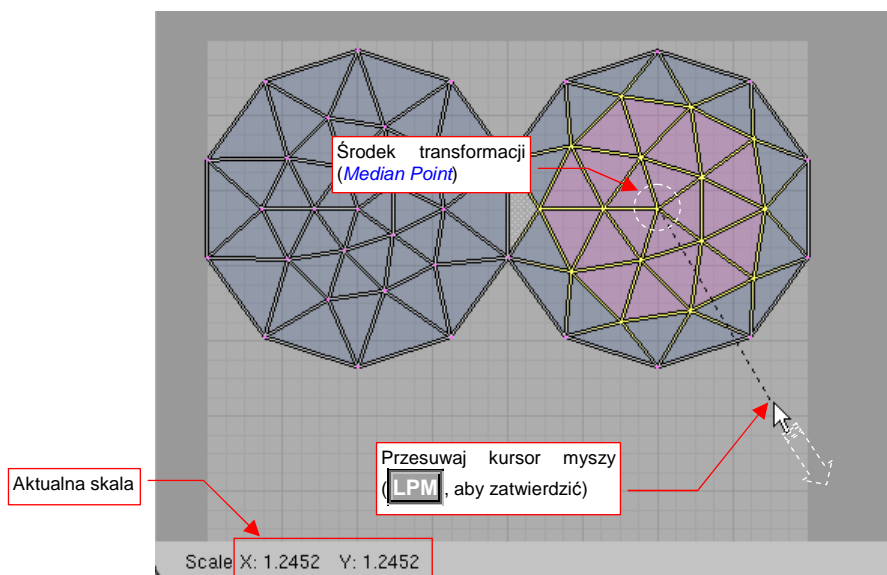
16.7 Skalowanie

Zaznacz grupę wierzchołków, które chcesz powiększyć/pomniejszyć, oraz ustal środek transformacji (z listy *Pivot* — Rysunek 16.7.1). Lista pozwala wskazać trzy rodzaje „środków”: *Bounding Box Center*, *Median Point* oraz *2D Cursor*. *Median Point* to wypadkowy środek wszystkich zaznaczonych wierzchołków. (Leży w ich "środku ciężkości"). Zaczniemy od przypadku, gdy środkiem skalowania jest właśnie *Median Point*. (Możesz go ustawić z klawiatury — **Shift-]**):



Rysunek 16.7.1 Zaznaczenie wierzchołków

Naciśnij **S** (*UVs* → *Transform* → *Scale*). Przełączysz się w ten sposób w tryb skalowania. Na rysunku pojawi się kreskowana linia od kursora myszy do środka transformacji. Każde przesunięcie myszy będzie powodować zmianę skali zaznaczonych wierzchołków — proporcjonalnie do zmiany długości kreskowanej linii. Dokonywane zmiany w kształcie siatki są pokazywane na bieżąco (Rysunek 16.7.2):

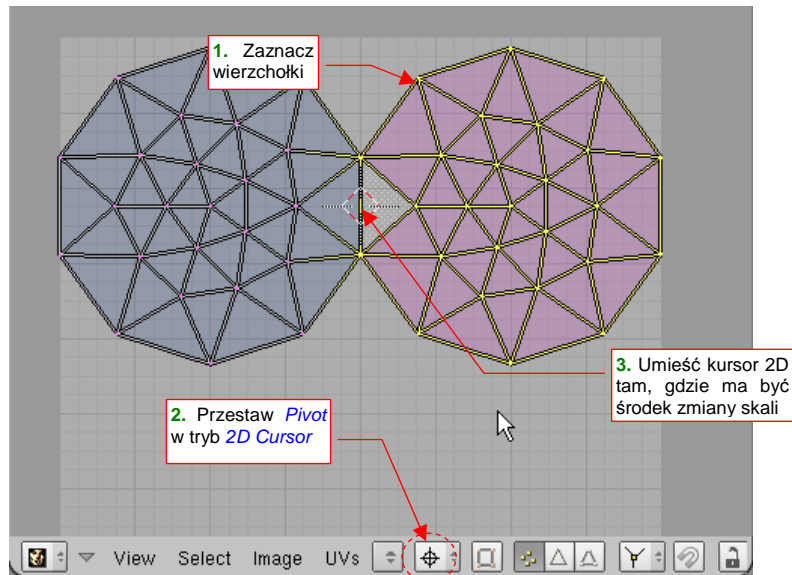


Rysunek 16.7.2 Powiększanie grupy wierzchołków

W nagłówku okna *UV/Image Editor* jest wyświetlana aktualna zmiana skali wzdłuż każdej osi. Aby zatwierdzić nowe położenie wierzchołków (zakończyć transformację), należy kliknąć **LPM**. Aby zrezygnować z operacji, możesz w każdej chwili nacisnąć **Esc**.

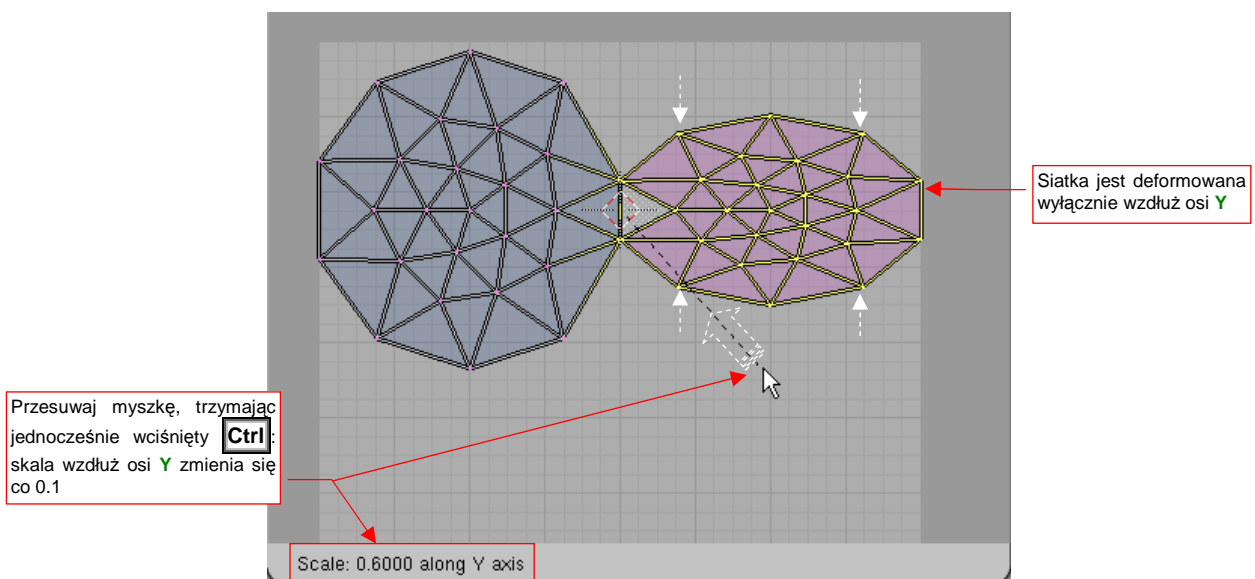
Podczas zmiany skali możesz dodatkowo trzymać wciśnięty klawisz **Ctrl**. Spowoduje to skokową zmianę proporcji (np. co 0.1). Jeżeli będziesz trzymał wciśnięty klawisz **Shift** — zmiana skali na ekranie "wyhamuje", pozwalając na dokładniejsze ustalenie. Wreszcie kombinacja obydwu — **Shift-Ctrl** — umożliwia skokową zmianę skali o niewielkie wartości (np. co 0.01).

Jeżeli w trakcie przesuwania naciśniesz **X** lub **Y** — ograniczysz zmianę skali do jednej z tych osi. W takim przypadku żaden rozmiar w kierunku poprzecznym nie ulegnie zmianie. Rysunek 16.7.3 pokazuje przykład skalowania wzdłuż jednej osi. Wybrałem tu także inny sposób określenia środka — przełączyłem typ punktu odniesienia (*Pivot*) na *2D Cursor* (na klawiaturze: **I**):



Rysunek 16.7.3 Zmiana skali względem kursora 2D — przygotowanie

Nacisnąłem **S**, **Y**. Trzymając wciśnięty klawisz **Ctrl** (aby uzyskać dokładną zmianę skali) możesz zmniejszyć odległość wierzchołków od środka skalowania nawet do zera (Rysunek 16.7.4):

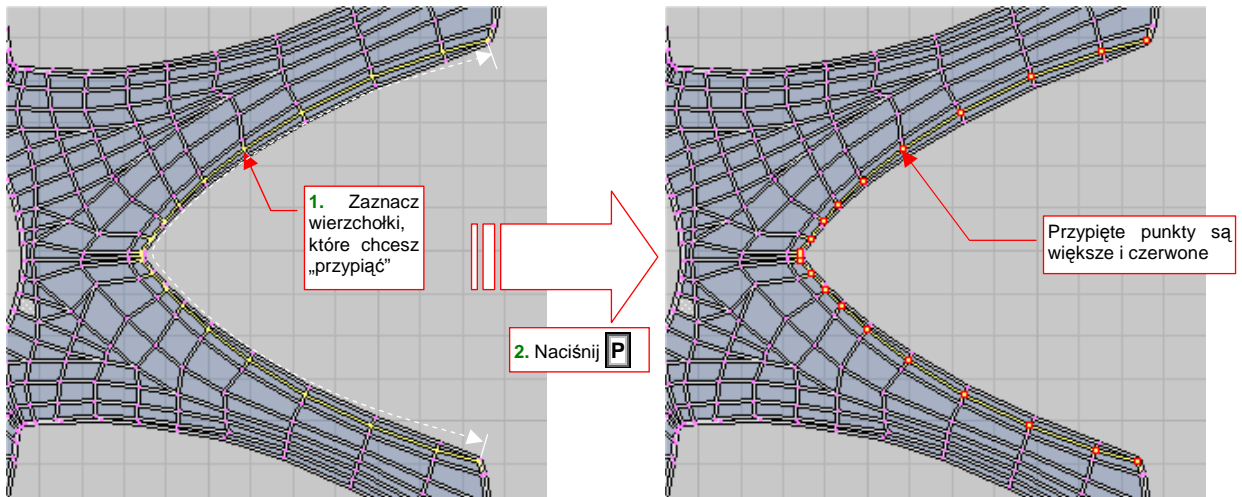


Rysunek 16.7.4 Zmiana skali względem kursora 2D (i wzdłuż jednej osi — Y)

Pokazaną powyżej zmianę skali wzdłuż jednej osi można stosować jako sposób na dokładne i szybkie "spłaszczenie" grupy wierzchołków.

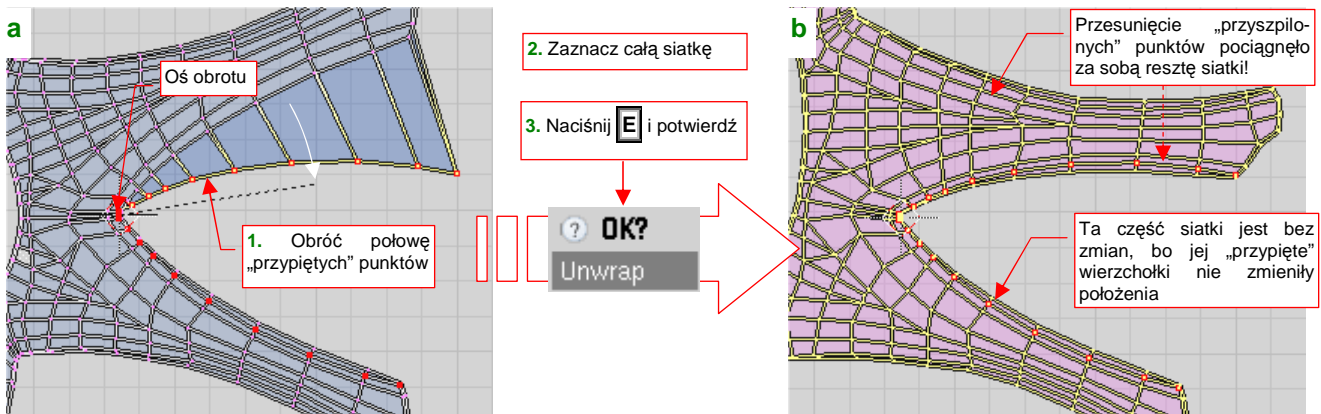
16.8 Przepinanie (*Pin*) i rozwijanie (*Unwrap*)

Do efektywnego przekształcania siatek UV będziesz używał dwóch poleceń, które wydają mi się nierozłączne jak... chyba jak młotek i gwoździe. Dlatego zdecydowałem się opisać je w tej samej sekcji. Pierwszym z nich jest przepinanie (*Pin*) wierzchołków siatki do określonych punktów **UV**. Sprawa jest bardzo prosta — zaznaczasz wybrane wierzchołki i naciskasz **P** (*UVs*→*Pin*, Rysunek 16.8.1):



Rysunek 16.8.1 Przepinanie punktów (*Pin*)

Po co przepinamy wierzchołki? Aby sterować rozwinięciem siatki. Punkty „przypięte” nie będą nigdy zmieniane przez jakikolwiek „automat”. W przypadku punktów nie przypiętych — może być różnie. Sprawdź to sam: obróć górną część zaznaczonych wierzchołków tak, jak to pokazuje Rysunek 16.8.2a:



Rysunek 16.8.2 Wywoływanie powtórnego rozwinięcia siatki (*Unwrap*)

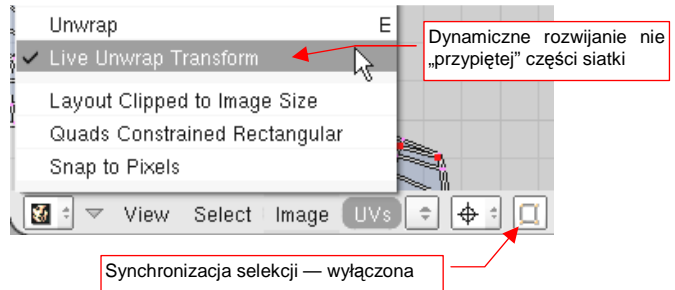
Następnie zaznacz całą siatkę i naciśnij **E** (*UVs*→*Unwrap*). Potwierdź jeszcze operację w okienku, które się pojawi (**OK?**). Rezultat pokazuje Rysunek 16.8.2b. Widzisz? Przesunięcie „przyspilonych” wierzchołków pociągnęło za sobą resztę siatki! Na drugim, dolnym obszarze, gdzie pozostawiliśmy je „w spokoju”, nie nastąpiły żadne zmiany. Przed wywołaniem polecenia *Unwrap* trzeba było zaznaczyć na siatce (w oknie *3D View*!) obszar, który ma ulec zmianie. W przykładzie, który pokazuje Rysunek 16.8.2, zaznaczyliśmy po prostu całą siatkę. Oczywiście, może to być mniejszy fragment¹.

¹ Nie będąc pewnym, czy masz włączony tryb synchronizacji selekcji z oknem *3D View*, czy nie, zaproponowałem zaznaczenie obszaru, który spowoduje ten sam rezultat w obydwu przypadkach. Zwróć uwagę, że w trybie bez synchronizacji dla polecenia *Unwrap* obowiązuje prosta zasada: przekształcane są tylko te wierzchołki, które widzisz w oknie edytora UV. (Bo widzisz w nim tylko to, co jest zaznaczone w oknie *3D View* — por. str. 934, Rysunek 16.3.2)

Pomyśl, ile pracy wymagałoby takie uzyskanie takiego płynnego wygięcia siatki, jakie pokazuje Rysunek 16.8.2b, gdybyś spróbował tradycyjnie przesuwając lub obracając grupy wierzchołków! Najwięcej czasu poświęciłbyś właśnie na uzyskanie płynnego przejścia, pomiędzy tymi punktami, które przemieściłeś bardziej, a tymi, które przemieściłeś mniej. A tutaj — wystarczy wybrać jakiś rząd kluczowych wierzchołków, a reszta dopasowuje się sama!

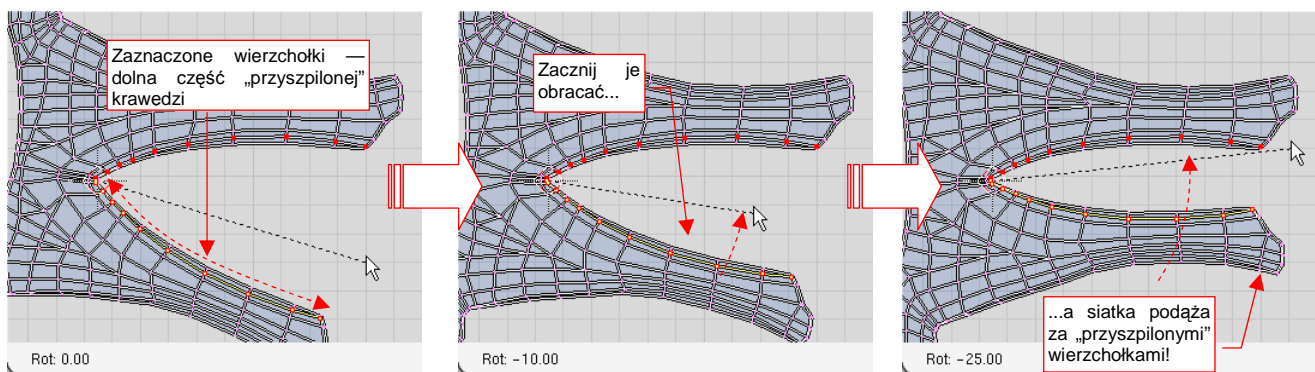
Aby było jeszcze łatwiej, twórcy Blendera umieścili w menu *UVs* przełącznik **Live Unwrap Transform** (Rysunek 16.8.3). Gdy jest włączony, program dokonuje dynamicznego rozwinięcia siatki, gdy tylko przemieścisz jakkolwiek „przyszpilony” wierzchołek.

Aby zobaczyć, jak to działa: włącz ten tryb w menu. Na potrzeby tego przykładu zaznacz w oknie *3D View* całą siatkę, i wyłącz w oknie edytora UV tryb synchronizacji selekcji (por. Rysunek 16.8.3).




Rysunek 16.8.3 Włączenie dynamicznego rozwijania

Zaznacz teraz dolną część „przyszpiloną” krawędzi, i zacznij ją obracać (Rysunek 16.8.4):



Rysunek 16.8.4 Dynamiczne rozwijanie siatki w trakcie przemieszczania punktów (**Live Unwrap Transform**)

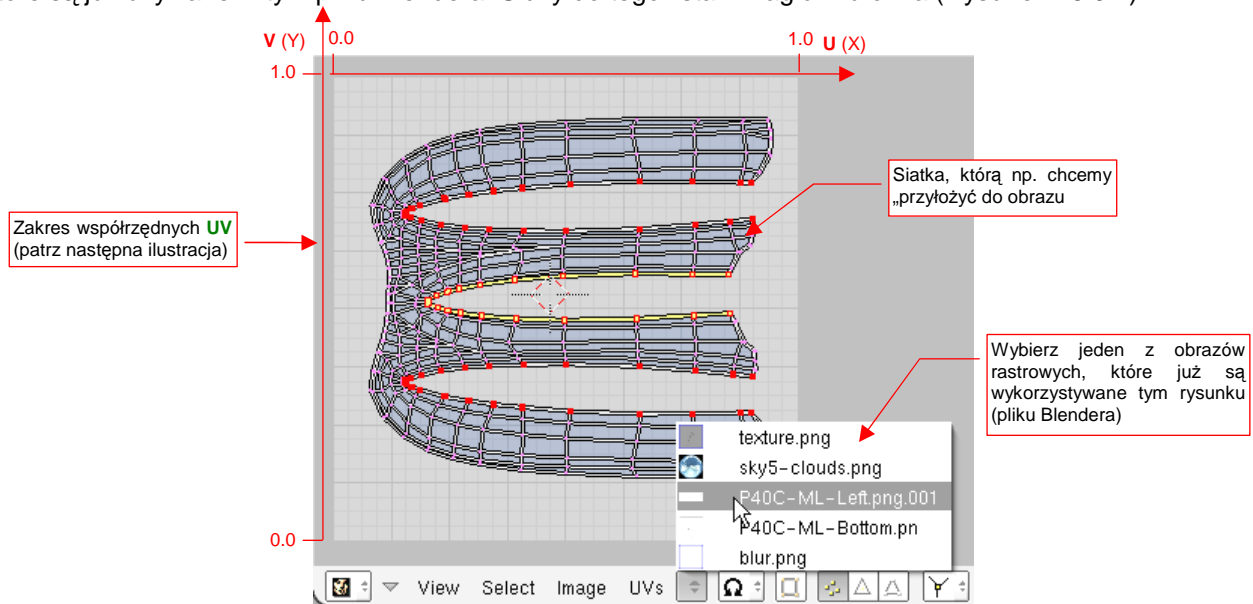
Dzięki **Live Unwrap Transform** możesz lepiej „wyczuć”, jak zachowuje się rozwinięcie siatki. Oczywiście, zetkniesz się na pewno z bardzo złożonymi transformacjami, w których tryb „dynamiczny” tylko by przeszkadzał. Wtedy zawsze możesz go wyłączyć, i korzystać z prostego polecenia **Unwrap** (**E**).

- Aby usunąć znacznik „przyjęcia” z zaznaczonych wierzchołków, naciśnij **Alt-P** (**UVs→Unpin**).
- Polecenie **UVs→Unwrap** (**E**) i opcja **UVs→Live Unwrap Transform** nie działają, gdy włączyłeś synchronizację selekcji z widokiem *3D View* (przycisk  w nagłówku okna).

16.9 Podstawienie obrazu

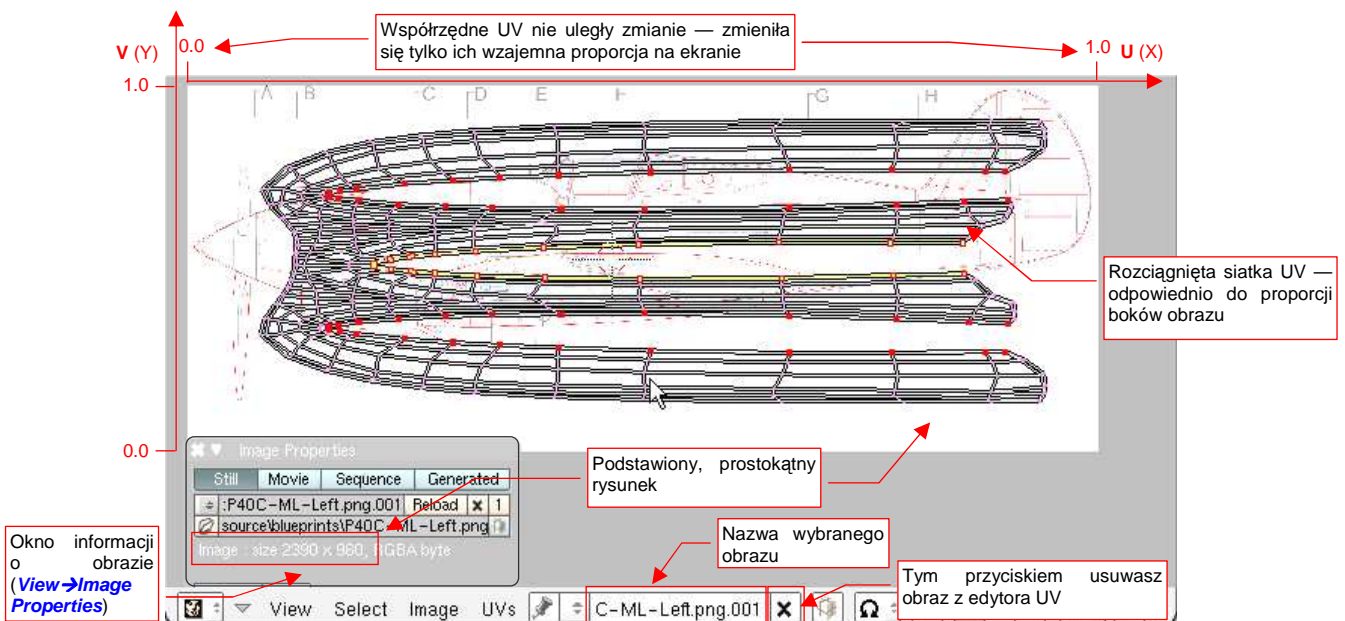
Oprócz rozwinięcia siatki, *UV/Image Editor* umożliwia edycję obrazu rastrowego. Zresztą — nie trzeba go od razu edytować. Częstym zastosowaniem jest po prostu podstawienie zawartości jakiegoś pliku pod rozwinięcie siatki w **UV**, wyłącznie w celach referencyjnych. (*UV/Image Editor* wyświetla jednocześnie i rozwinięcie siatki, i obraz, więc można jedno z drugim porównać).

Najpierw zaznacz całą siatkę w oknie *3D View*. (Obraz jest przypisywany do zaznaczonych ścian siatki — gdy ich nie zaznaczysz, nic się nie stanie). Najprostszą drogą podstawienia obrazu jest wybranie jednego z tych, które są już używane w tym pliku Blendera. Służy do tego lista w nagłówku okna (Rysunek 16.9.1):



Rysunek 16.9.1 Wybór obrazu rastrowego z listy

Jeżeli wybierzesz jakiś obraz, którego boki nie są równe (nie jest kwadratem), przygotuj się na małe zaskoczenie (Rysunek 16.9.2):

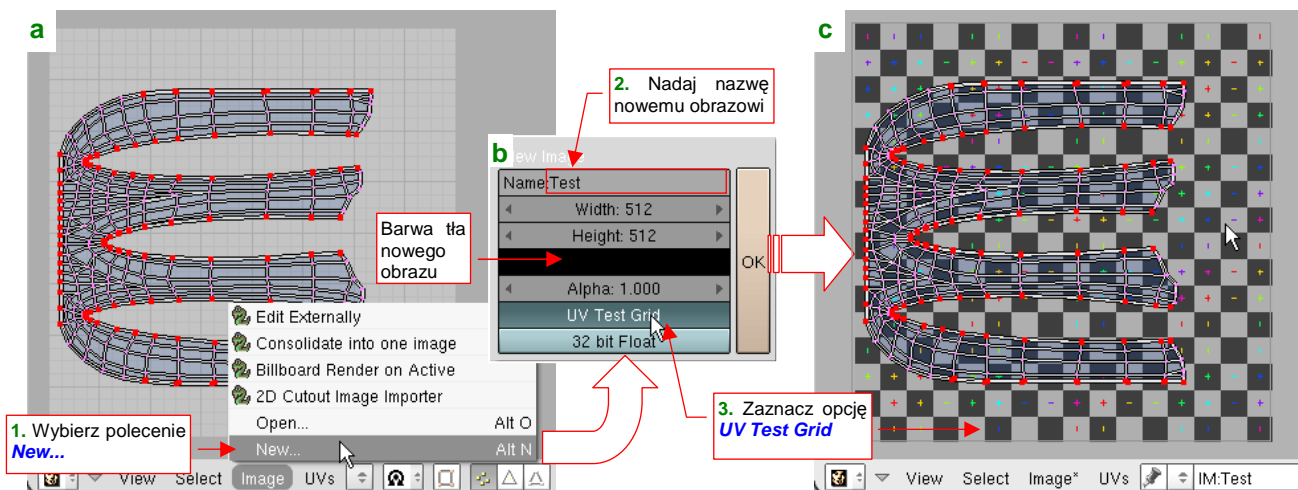


Rysunek 16.9.2 Rezultat podstawienia obrazu, który nie jest kwadratowy

Rozwinięcie **UV** siatki ulega zawsze rozciągnięciu, odpowiedniemu do proporcji boków obrazu. Dzieje się tak dlatego, że współrzędne UV wierzchołków są zawsze wartościami względnymi (0..1), jak to pokazuje Rysunek 16.9.1 i Rysunek 16.9.2. Ich pozycja na ekranie jest wyznaczana na podstawie rozmiarów obrazu tła!

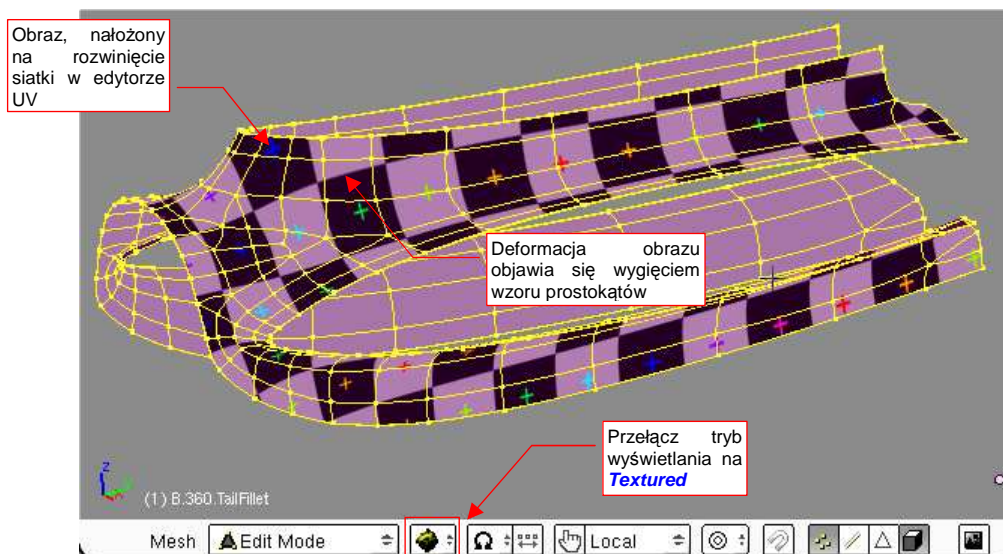
Gdy usuniesz prostokątny obraz z tła (✕, por. Rysunek 16.9.2), rozwinięcie siatki natychmiast wraca do właściwych proporcji (jak to pokazuje Rysunek 16.9.3a). Czy teraz już rozumiesz, dlaczego obrazy wszystkich tekstury są kwadratami?

Oprócz podstawiania jednego z załadowanych obrazów, możesz także wskazać jakikolwiek plik na Twoim dysku. Służy do tego polecenie **Image→Open...** (Rysunek 16.9.3a). Można także utworzyć nowy, pusty obraz — na przykład po to, by za chwilę coś na nim namalować używając **Paint Tools** (por. str. 933, Rysunek 16.2.3). Służy do tego polecenie **Image→New...** (**Alt+N** — Rysunek 16.9.3a):



Rysunek 16.9.3 Utworzenie nowego obrazu (w tym przypadku jest to specjalny **UV Test Grid**)

W oknie dialogowym **New Image** ustal, jaką nazwę będzie nosił obraz (Rysunek 16.9.3b). Możesz tu także zmienić jego rozmiar (w pikselach) — w polach **Width** i **Height**. Nowy obraz będzie wypełniony jednolitą barwą, którą także możesz ustawić w tym oknie (por. Rysunek 16.9.3b). Jeżeli jednak włączysz opcję **UV Test Grid**, ta informacja jest ignorowana. Wybór **UV Test Grid** powoduje wygenerowanie obrazu zawierającego wzór kwadratów i krzyżyków, przypominający szachownicę (Rysunek 16.9.3c). To specjalny obraz, przeznaczony do wyszukiwania deformacji obrazu nałożonego na siatkę. Gdy otworzysz obok okno **3D View**, i przełączysz je w tryb wyświetlania **Textured**, zobaczysz o co chodzi (Rysunek 16.9.4):



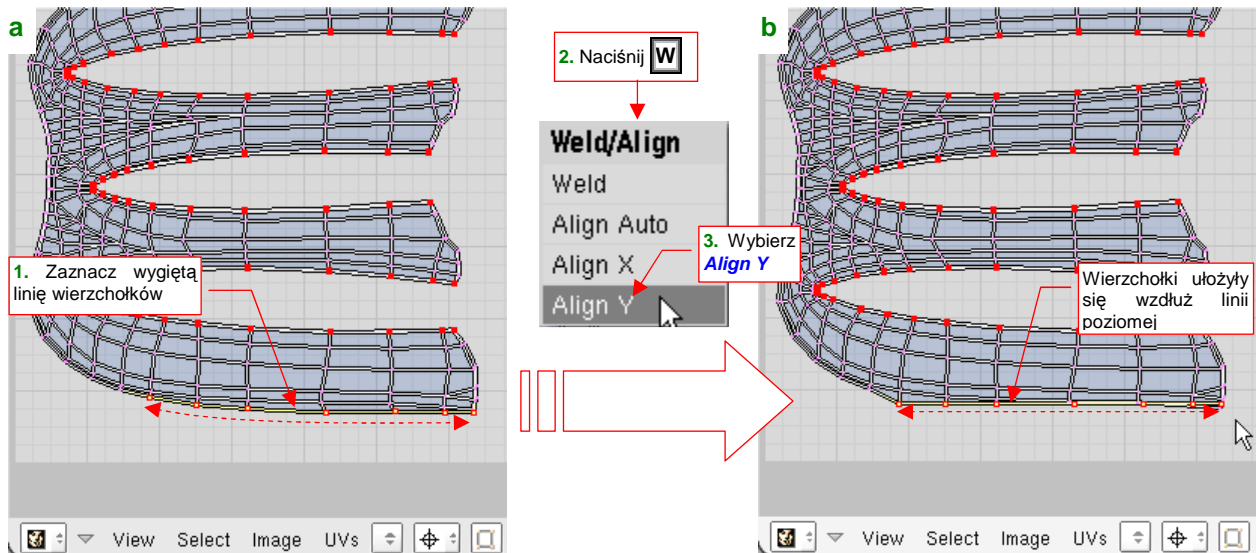
Rysunek 16.9.4 Podgląd obrazu, nałożonego na siatkę w edytorze UV, w oknie **3D View**.

- Podczas edycji siatki w oknie **3D View**, w trybie wyświetlania **Textured** zawsze zobaczysz obraz, aktualnie załadowany w **UV/Image Editor**.

16.10 Wyrównywanie (*Align*)

Wyrównanie oznacza w edytorze UV ustawienie wskazanych wierzchołków pionowo (*Align Y*) lub poziomo (*Align X*). Ten sam efekt możesz osiągnąć zmieniając skalę zaznaczonych wierzchołków wzdłuż jednej z osi do 0. *Align X/Y* jest właściwie „skrótom” takiej operacji.

Zaznacz jakąś linię wierzchołków, które chcesz wyrównać (Rysunek 16.10.1a). Następnie naciśnij **W** (lub *UVs*→*Weld/Align*), aby otworzyć menu *Weld/Align*. Z menu wybierz *Align Y* (bo wierzchołki mają leżeć na linii poziomej). Rezultat przedstawia Rysunek 16.10.1b:



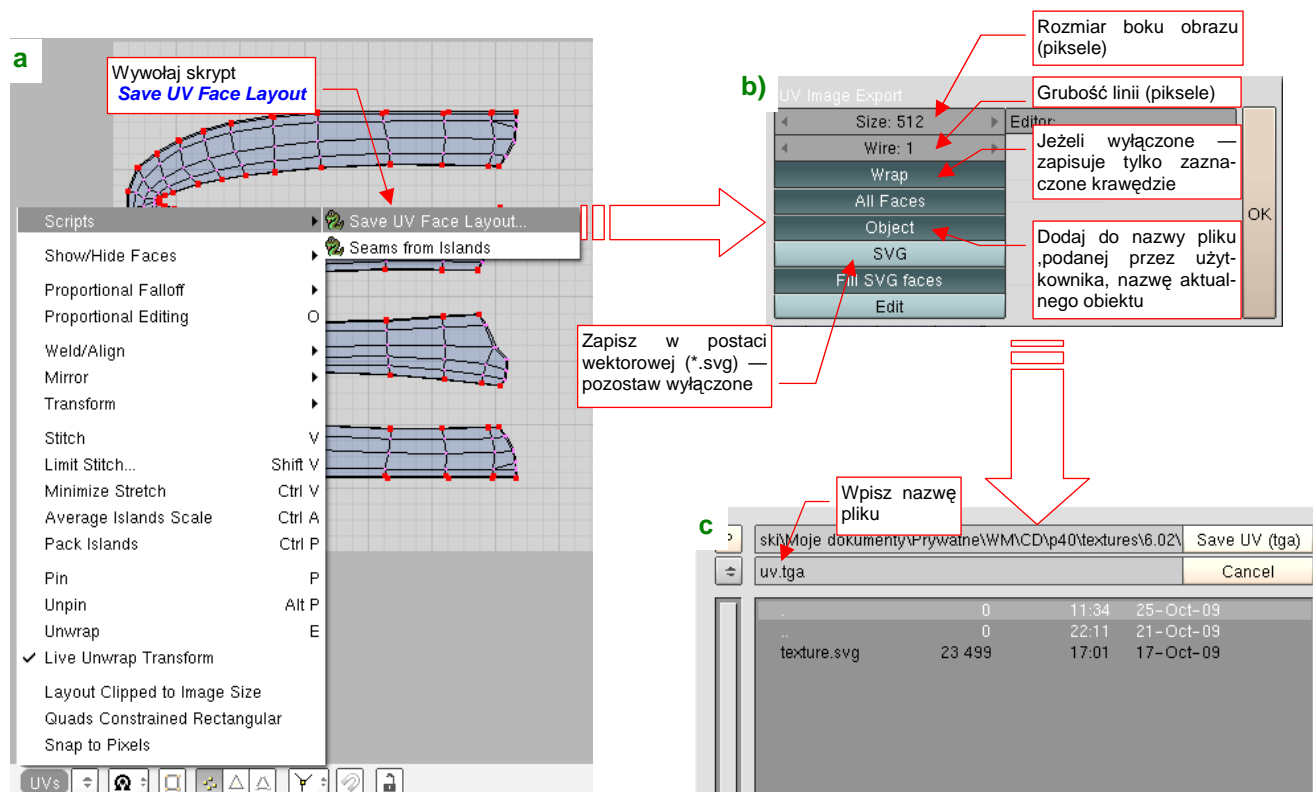
Rysunek 16.10.1 Wyrównywanie linii wierzchołków.

Każde z poleceń *Align X/Y* zmienia tylko jedną ze współrzędnych wierzchołków — tę, którą ma w nazwie. Współrzędne **X** (**U**) punktów, które pokazuje Rysunek 16.10.1, nie uległy żadnej zmianie.

16.11 Zapisanie rozwinięcia UV do pliku

Obraz rozwinięcia UV można zapisać do pliku (rastrowego: *.tga, lub wektorowego: *.svg). Na początek proponuję wykorzystywać domyślną opcję — zapis do pliku rastrowego (w formacie TARGA — *.tga).

Aby zapisać rozwinięcie, wywołaj skrypt **Save UV Face Layout** (z menu **UVs**→**Scripts**) — jak pokazuje to Rysunek 16.11.1a:

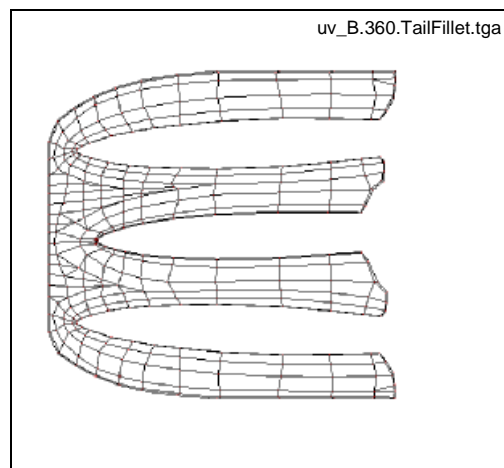


Rysunek 16.11.1 Zapisanie rozwinięcia UV do pliku (rastrowego).

Pojawi się okno dialogowe **UV Image Export** (Rysunek 16.11.1b). Możesz w nim ustalić (w pikselach): grubość linii (**Wire**), oraz rozmiar boku obrazu (**Size**). (Obraz rozwinięcia jest zawsze kwadratowy.) Po naciśnięciu **OK** jedno z okien Blendera zmieni się na chwilę w typowe okno **Save As**. Wskażesz w nim folder i nazwę pliku dla zapisywanego obrazu (Rysunek 16.11.1c).

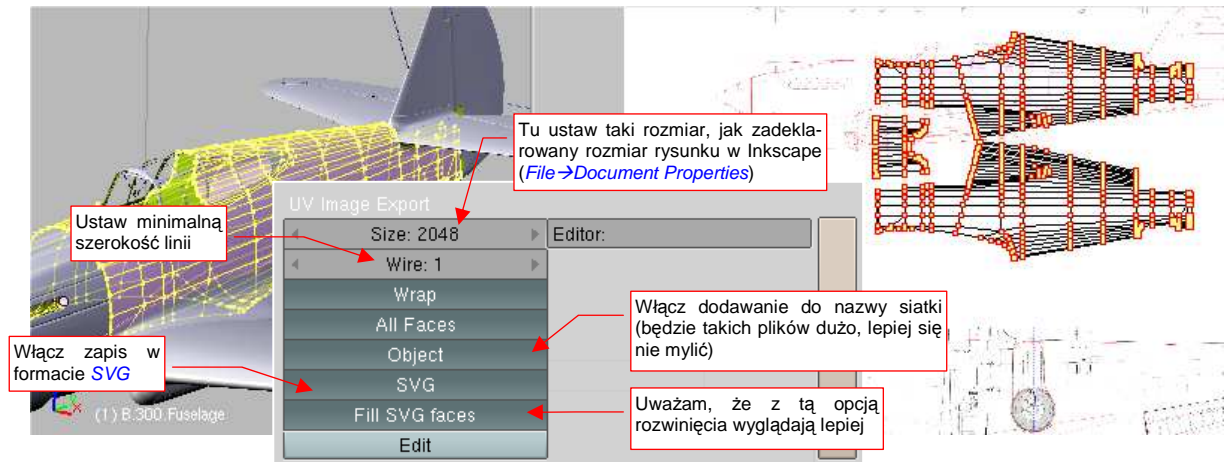
Rezultat przedstawia Rysunek 16.11.2. Jest to obraz rastrowy, zapisany w formacie *.tga. Ma białe tło i czarne linie.

Jeżeli w oknie **UV Image Export** zaznaczyłeś opcję **Object** (Rysunek 16.11.1b), to do nazwy pliku, którą podałeś zostanie jeszcze dołączona nazwa obiektu, zawierającego rozwiniętą siatkę. Powiedzmy, że aktualny obiekt nazywa się **B.360.TailFilllet**, a podczas zapisywania do pliku podałeś jako nazwę pliku **uv.tga** (Rysunek 16.11.1c). Plik z obrazem otrzyma w takim przypadku nazwę **uv_B.360.TailFilllet.tga**. Gdybyś jednak nie włączał opcji **Object**, zostałyby zapisany tak, jak podałeś — jako **uv.tga**.



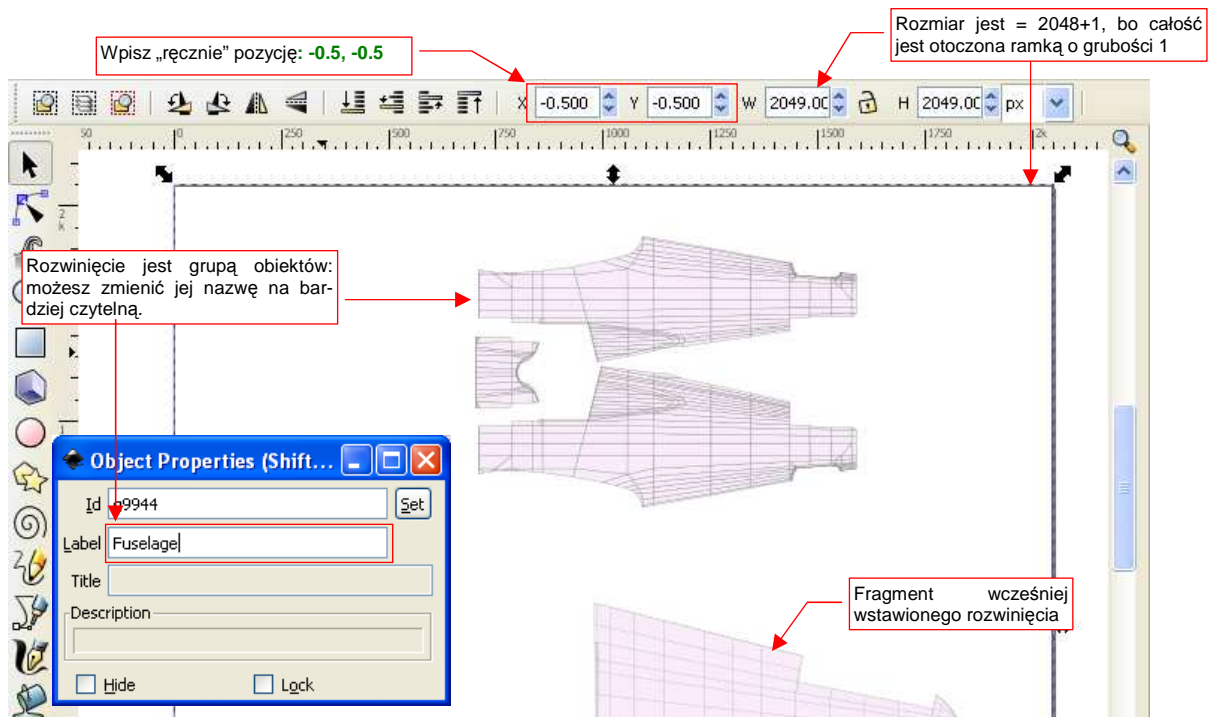
Rysunek 16.11.2 Rastrowy obraz rozwinięcia UV

Wyeksportowane obrazy rozwinięcia UV są niezbędne do przygotowania tekstur modelu. Podstawą do tworzenia tekstur jest rysunek „technicznych” nierówności — krawędzi paneli, nitów, śrub — przygotowany w Inkscape. Jako „podkładkę” pod ten rysunek użyjemy rozwinięć UV, tym razem wyeksportowanych w postaci wektorowej (Rysunek 16.11.3) :



Rysunek 16.11.3 Zapisanie rozwinięcia UV do pliku (wektorowego).

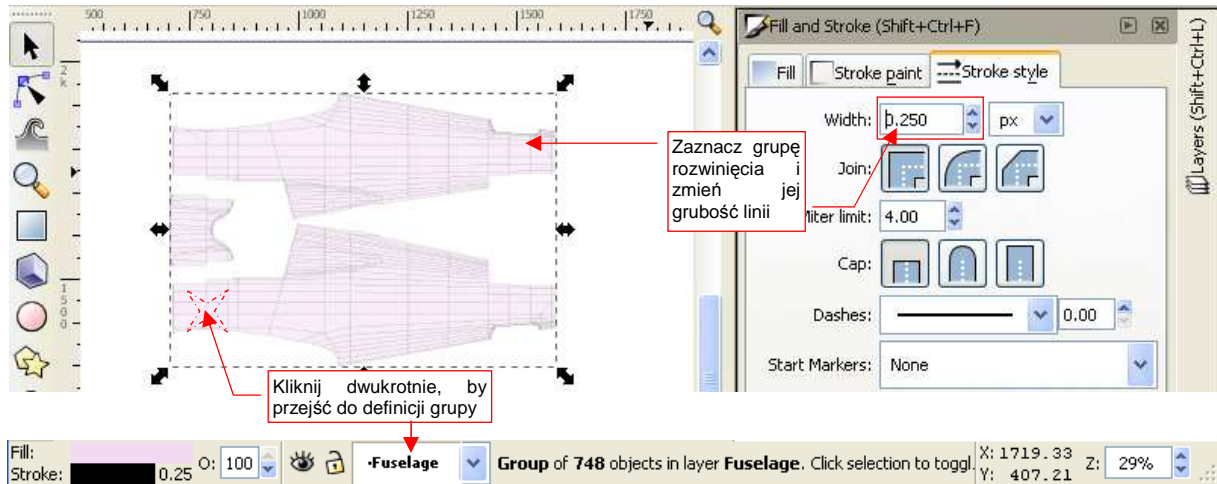
Utworzony plik wczytaj do Inkscape (*File* → *Import* — str. 682) (Rysunek 16.11.4):



Rysunek 16.11.4 Obraz po wczytaniu do Inkscape.

Wczytany plik jest w Inkscape grupą, składającą się z kwadratowej ramki i właściwego rozwinięcia (także grupy). Długość boku ramki jest taka, jak zadeklarowany rozmiar obrazu (2048). Dodatkowo powiększa ją o 1 (do 2049) grubość linii obrysu (1 jedn.). Stąd, aby umieścić rozwinięcie dokładnie we właściwym miejscu rysunku, wpisz we współrzędne **X** i **Y** środka wartości (-0.5, -0.5) (to połowa grubości ramki), a nie (0,0) (por. Rysunek 16.11.4). Po wczytaniu możesz także zmienić nazwę tej grupy — z „automatycznej” na jakąś opisową. Rysunek 16.11.4 pokazuje, w oknie *Object Properties*, o które pole chodzi: **Label**. Po wpisaniu nowej nazwy naciśnij przycisk **Set**. „Na oko” niczego to nie zmienia na rysunku (nawet nie zamknie okna *Object Properties*!). Ale za chwilę zobaczysz, że etykieta naprawdę uległa zmianie. Aha, pod żadnym pozorem nie zmieniaj pola **Id** — to unikalny numer tej grupy, zapamiętany w kilku miejscach rysunku.

Po wczytaniu do Inkscape można wykonać jeszcze jedną, „kosmetyczną” czynność: zmniejszyć grubość linii rozwinięcia (Rysunek 16.11.5):



Rysunek 16.11.5 Zmiana grubości linii obrazu rozwinięcia UV w Inkscape.

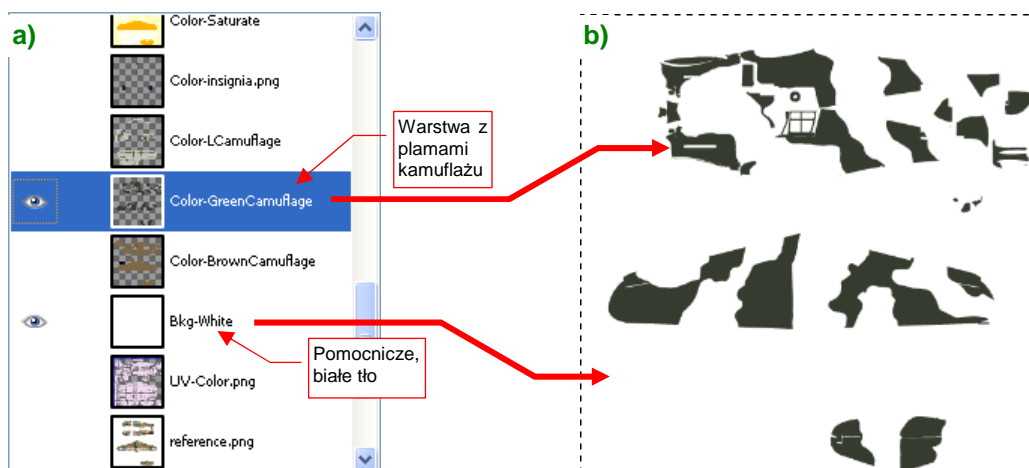
Gdy klikniesz dwukrotnie w kontur rozwinięcia, Inkscape przeniesie Cię do wnętrza grupy. (Poznasz to po tym, że u dołu ekranu zamiast nazwy warstwy pojawi się nazwa grupy — Rysunek 16.11.5). Ten sam efekt można osiągnąć wybierając z menu kontekstowego polecenie *Enter group <nazwa>* (por. str. 719).

Wewnątrz grupy kliknij w obszar rozwinięcia (to także grupa!) i przejdź do jego ustawień *Fill and Stroke*. Zmień w nich grubość linii z 1 na np. 0.25. Dzięki temu rysunek stanie się dokładniejszy

16.12 Bezpośrednie malowanie po powierzchni modelu (tryb *Texture Painting*)

W tej sekcji pokażę w skrócie drugą funkcję okna *UV/Image Editor*: możliwość edycji obrazów rastrowych. Są sytuacje, gdy ta funkcja bardzo się przydaje.

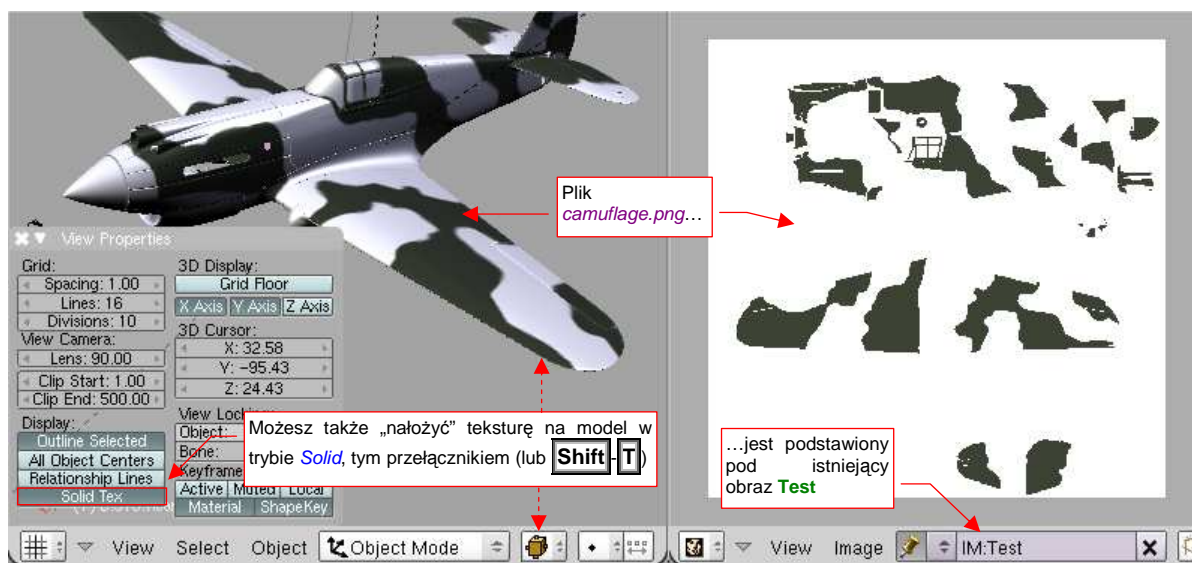
Działanie trybu *Texture Painting* (bo tak się ta funkcja nazywa) przedstawię na przykładzie realnego problemu, na jaki natkniesz zapewne się podczas odtwarzania jakiegoś „plamistego” kamuflażu. W moim przypadku są to zielone plamy, pokrywające górne i boczne powierzchnie samolotu z AVG (Rysunek 16.12.1):



Rysunek 16.12.1 Przygotowanie w GIMP kopii warstwy z kamuflażem dla Blendera (pomocniczy plik *camouflage.png*)

Przygotowałem w GIMP obraz kamuflażu samolotu. Poszczególne elementy barwne są umieszczone na różnych warstwach (Rysunek 16.12.1a). Na jednej z nich, o nazwie **Color-Green.Camuflage**, namalowałem zielone plamy, jakie pokrywały górne i boczne powierzchnie maszyny (Rysunek 16.12.1b). Na pewno granice tych plam będą przesunięte wzdłuż któregoś ze szwów modelu. Aby wykryć i poprawić takie miejsca, wykopiuję zawartość tej warstwy do odrębnego pliku (*camouflage.png*).

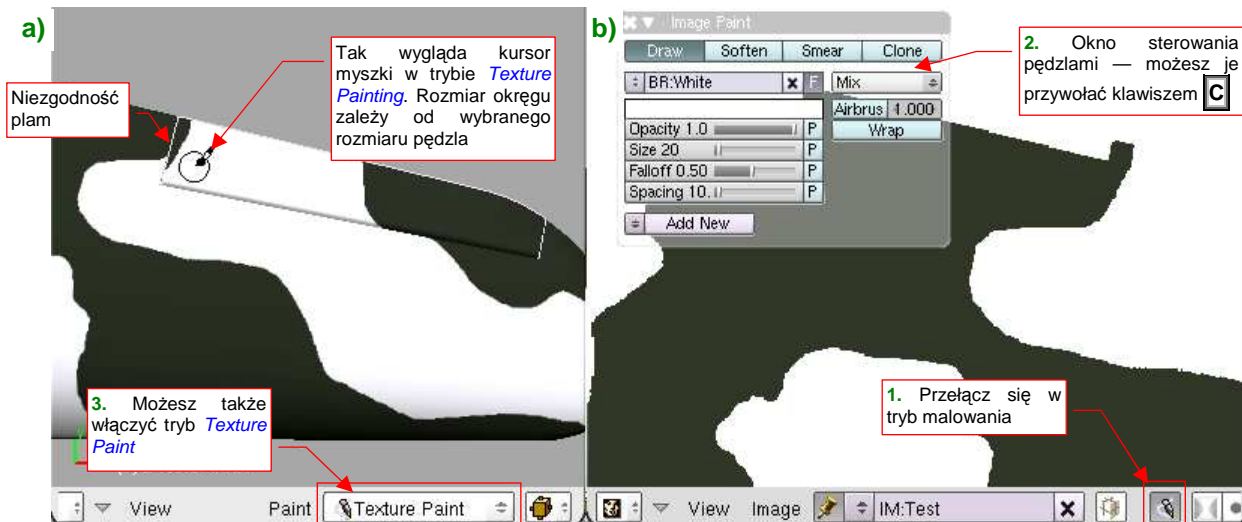
Plik *camouflage.png* podstawiam (poleceniem *Image → Replace*) jako obraz **Test** (Rysunek 16.12.2). (Dlatego, że ten obraz został przypisany wcześniej do wszystkich siatek modelu — por. str. 346).



Rysunek 16.12.2 Przygotowanie obrazu plam kamuflażu w Blenderze

Zamiast przełączać widok *3D View* w tryb *Textured*, można włączyć widoczność obrazu tekstury w trybie *Solid* (wydaje mi się, że tak wygodniej pracować). Wystarczy nacisnąć **Shift-T** (wyłączenie tymi samymi klawiszami). Obraz *camouflage.png* ma białe tło. Dodałem je specjalnie w GIMP (por. Rysunek 16.12.1) dlatego, że Blender w *3D View* ignoruje obszary przezroczyste. Zabarwia je na czarno, a to utrudniłoby nam malowanie!

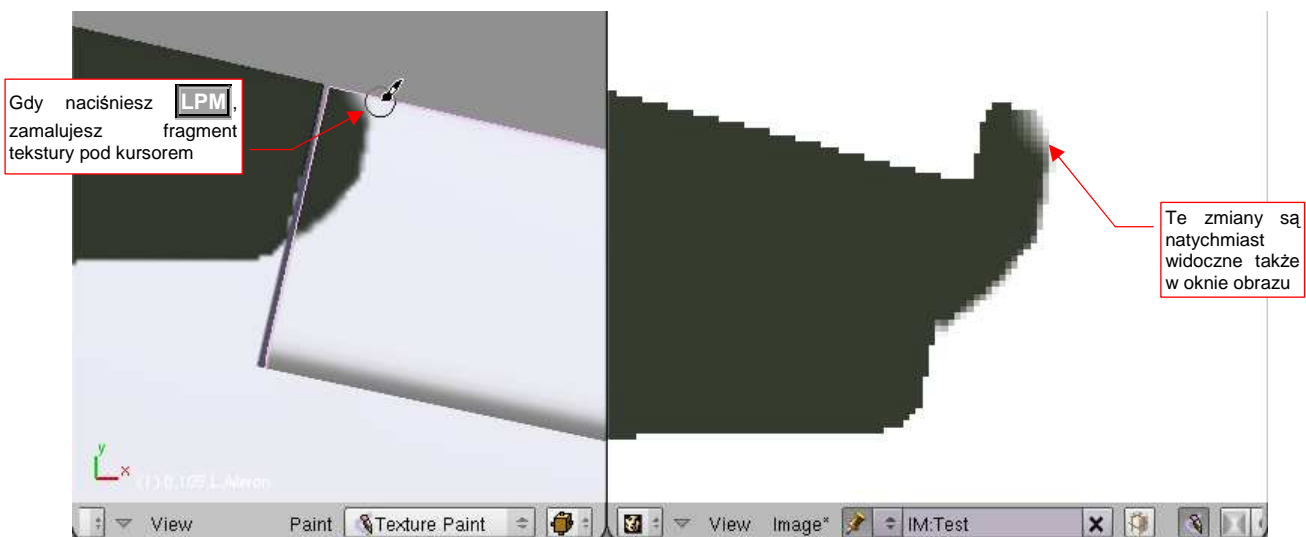
Aby rozpocząć edycję obrazu, włącz w oknie *UV/Image Editor* przycisk *Texture Painting* (Rysunek 16.12.3):



Rysunek 16.12.3 Przełączenie w tryb *Texture Paint*

W tym trybie możesz otworzyć (*View*→*Paint Tool..*, albo po prostu **C**) okno przybornika (*Image Paint*). Możesz w nim zmieniać tryb pracy, barwę, oraz inne parametry aktualnego pędzla. Powiedzmy, że zamierzasz na razie usunąć nadmiar jakiejś plamy, więc wybierz kolor tła — biały¹ (Rysunek 16.12.3b). Zwróć uwagę na nieciągłość kamuflażu na wewnętrznej krawędzi lotki (Rysunek 16.12.3a). Skoryguj ją w oknie *3D View*, malując bezpośrednio po powierzchni modelu. Zaznacz więc (jeszcze w trybie *Object Mode*) lotkę, i przełącz tryb pracy na *Texture Paint* (Rysunek 16.12.3a).

W tym trybie „nanosisz farbę” naciskając **LPM**. Trochę to przypomina pracę aerografem — zamalowaniu ulegnie fragment modelu znajdujący się pod kursorem myszki (Rysunek 16.12.4):

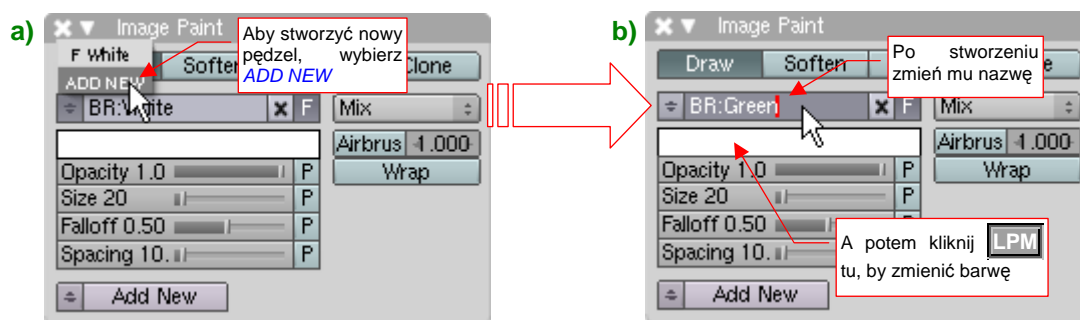


Rysunek 16.12.4 Praca w trybie *Texture Paint*

- W trybie *Texture Paint* malujesz tylko po powierzchni obiektu aktywnego (ostatnio wybranego). Aby pomalować inną część modelu, musisz się przełączyć na chwilę w tryb *Object Mode* i ją zaznaczyć (str. 953).

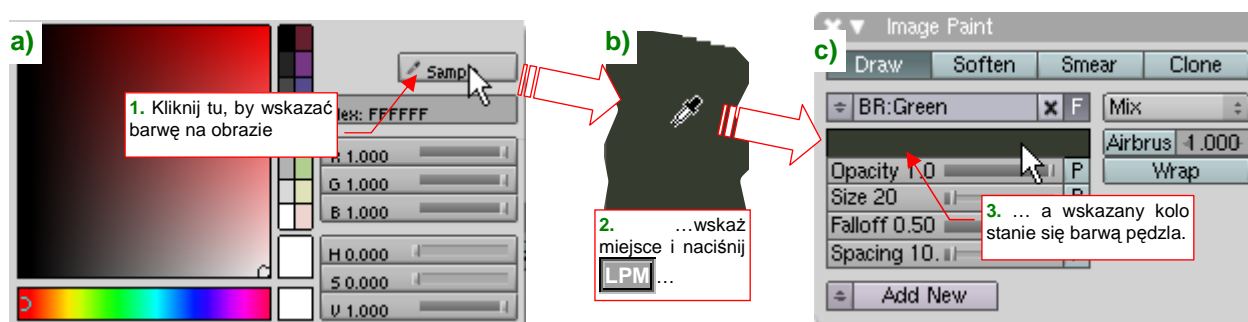
¹ Gdy chcesz zmieniać teksturę wyłącznie w oknie *UV/Image Editor*, możesz pracować z obrazami o przezroczystym tle. Usuwanie tła polega wówczas na malowaniu pędzlem przestawionym z domyślnego trybu *Mix* na *Erase Alpha* (w oknie *Image Paint*). Można wtedy także wykorzystywać tryby *Soften*, *Smear*. Niestety, tak jak pisałem, zmiany nieprzejrzystości nie są widoczne na teksturze nałożonej na model w oknie *3D View*. Stąd, jeżeli chcesz malować bezpośrednio po powierzchni modelu, musisz użyć trybu *Mix* i „nieprzejrzystej” barwy. To właśnie z tego powodu tło obrazu *camouflage.png* jest białe.

Do dalszych korekt przyda się nam drugi, zielony pędzel. Zdefiniujemy go w oknie *Image Paint*. W oknie przybornika masz typową listę, za pomocą której (poleceniem **ADD NEW**) możesz stworzyć nowy pędzel (Rysunek 16.12.5a):



Rysunek 16.12.5 Dodawanie kolejnego pędzla (*UV/Image Editor*)

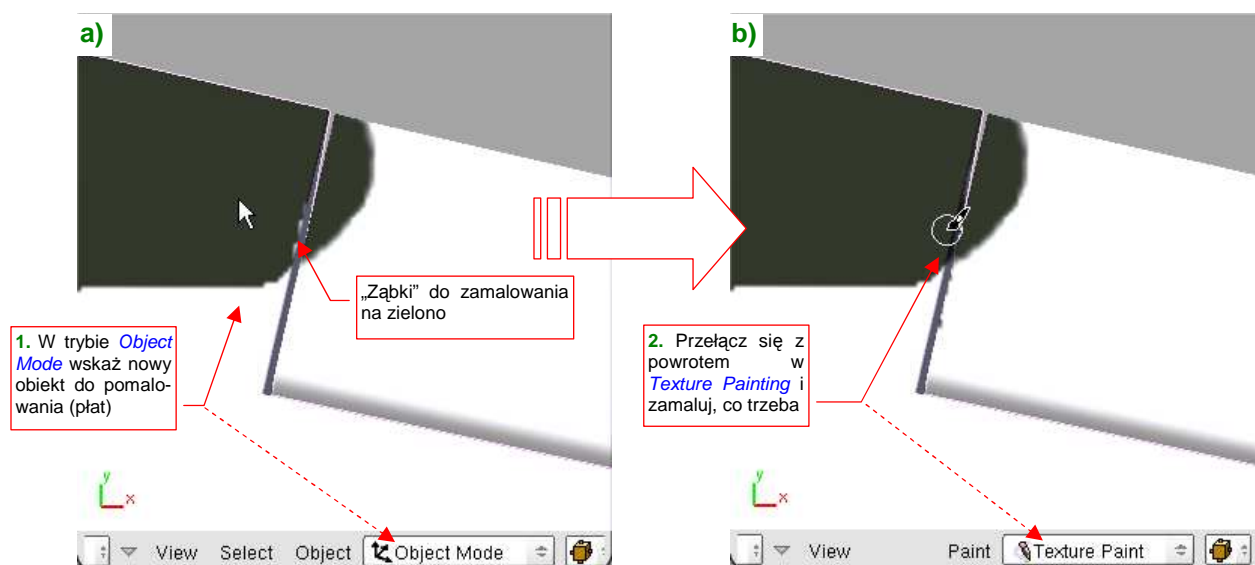
Nowy pędzel jest w pierwszym momencie dokładną kopią poprzedniego, którego używałeś przed chwilą. Zaczynaj od nadania mu nowej nazwy (Rysunek 16.12.5b). Potem kliknij w pole z barwą, by je zmienić. Spowoduje to otwarcie standardowego okna wyboru koloru (Rysunek 16.12.6a):



Rysunek 16.12.6 Zmiana barwy pędzla — poprzez wskazanie pikseli na obrazie

Nie musisz pamiętać, jaki właściwie odcień mają plamy kamuflażu. Wystarczy, że naciśniesz przycisk **Sample**, a kursor zmieni się w „pipetkę”. Możesz wskazać jej końcem miejsce obrazu o odpowiednim kolorze (Rysunek 16.12.5b). Wybrany kolor stanie się barwą aktualnego pędzla (Rysunek 16.12.5c).

Tej zielonej barwy potrzebujemy, by zamalować „ząbki”, widoczne na skrzydle przy krawędzi lotki (Rysunek 16.12.7a) . Ale to jest już inny obiekt: płat. Przełącz się na chwilę w tryb *Object Mode*:



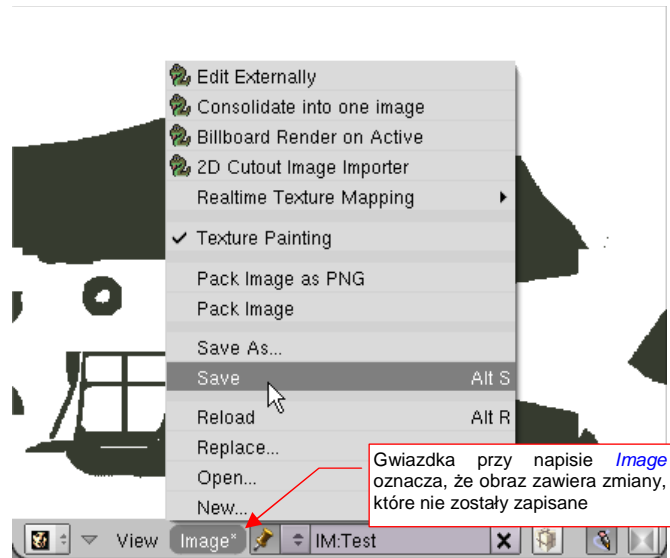
Rysunek 16.12.7 Przełączenie trybów, by zaznaczyć do malowania inną siatkę

Wskaż płat jako nowy obiekt aktywny. Potem z powrotem włącz tryb *Texture Paint* i kontynuuj malowanie.

Przejrzyj w ten sposób wszelkie zakamarki modelu. W zależności od sytuacji, pewne plamy ogranicz barwą białą, inne powiększ kolorem zielonym. Aby nie wchodzić co chwila w okno zmiany barw, przygotuj sobie dwa pędzle: w kolorze tła (**White**) i w kolorze plam (**Green**).

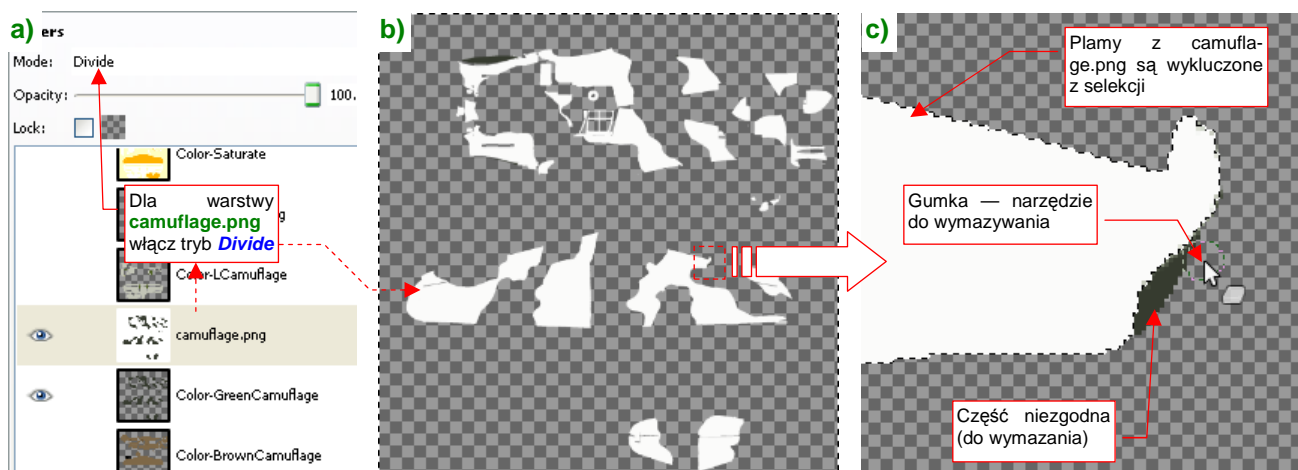
Wszystkie zmiany, które naniosłeś na obraz *camouflage.png* w Blenderze, nie są jeszcze zapisane. Warto je co jakiś czas „utrwalić”. Służy do tego polecenie **Image→Save**, z menu okna *UV/Image Editor* (Rysunek 16.12.8).

Gdy już uzgodniłeś cały kamuflaż i zapisałeś uaktualniony obraz na dysku, pora wczytać rezultaty z powrotem do GIMP. Załaduj plik *camouflage.png* jako nową warstwę¹.



Rysunek 16.12.8 Zapisanie aktualnego obrazu

Najpierw usuńmy z **Color-GreenCamouflage** nadmiar plam. Wczytaj do rysunku GIMP plik z dysku (poleceniem **File→Open As Layers**). Zostanie wczytany jako nowa warstwa, o nazwie *camouflage.png*. Umieść ją powyżej **Color-GreenCamouflage**, i przełącz jej tryb działania (*Mode*) z *Normal* na *Divide* (Rysunek 16.12.9a):



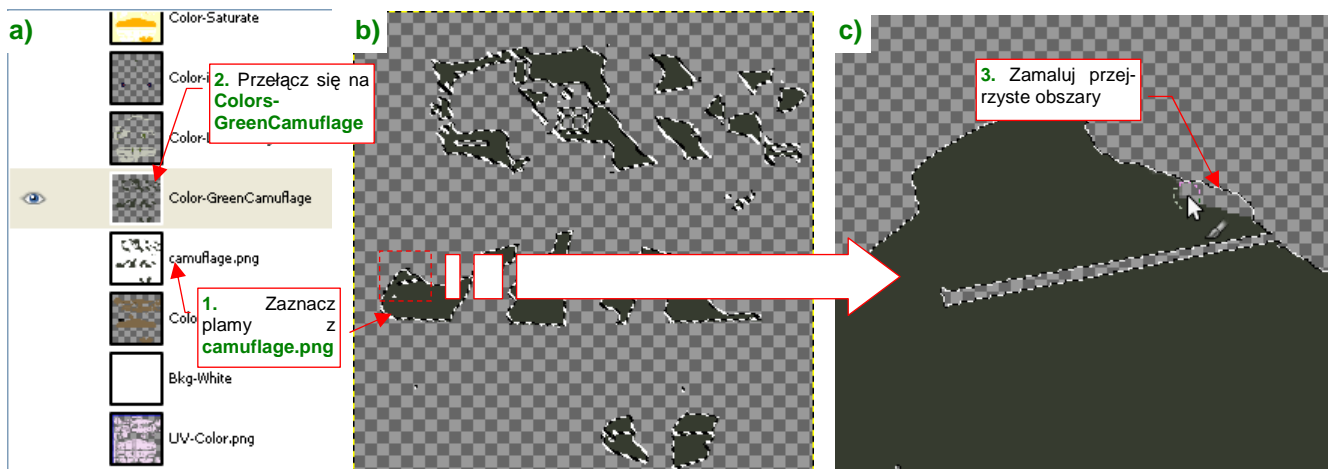
Rysunek 16.12.9 Usuwanie nadmiarów plam kamuflażu

Ten tryb spowoduje, że zielone pozostaną tylko te fragmenty warstwy **Color-GreenCamouflage**, których nie ma na *camouflage.png*. Część zgodna jest biała (Rysunek 16.12.9b). W ten sposób uzyskaliśmy dość kontrastowe zestawienie kolorów, ułatwiające dostrzeżenie różnic.

Wybierz na warstwie *camouflage.png* obszar plam (poleceniem **Select→By Color**). Następnie przełącz zaznaczenie na resztę obszaru (**Select→Invert**). Teraz przejdź na warstwę **Color-GreenCamouflage** i wymaż wszystko, co na niej widzisz zielonego (Rysunek 16.12.9c). Obszar zaznaczenia skutecznie ochroni to, co powinno pozostać nienaruszone.

¹ Teoretycznie możliwe byłoby zastąpienie plikiem *camouflage.png* oryginalnej warstwy **Color-GreenCamouflage**. Potem należałoby zaznaczyć i wymazać na niej całe białe tło. Próbowałem tej metody, ale okazuje się, że Blender nieładnie wyostrzył granice plam, oryginalnie wygładzonych przez pędzle GIMP-a. W efekcie trzeba było je z powrotem „zmiękczać” operacją **Smooth**. To sporo pracy. Przedstawiona tu metoda jest o wiele szybsza, bo poprawiasz za jej pomocą wyłącznie obszary różnic, a nie całą zawartość warstwy.

W podobny sposób domalujemy do plam brakujące fragmenty. Ponownie zaznacz obszary skorygowanych w Blenderze plam na warstwie **camouflage.png**. Następnie przełącz się na **Color-GreenCamouflage** (Rysunek 16.12.10a, b):



Rysunek 16.12.10 Domalowywanie brakujących fragmentów plam kamuflażu

(Warstwę **camouflage.png** możesz już wyłączyć, a nawet usunąć). Wybierz jako narzędzie pędzel, i ustal jego barwę na taką samą, jak zielony kolor plam. Rozmiar pędzla może być nawet bardzo duży. (W ten sposób możesz, nawet mimochodem, pokryć kolorem zielonym jakiś obszar, który powinien być zamalowany). Potem zamaluj wszystkie przejrzyste fragmenty zaznaczonego obszaru (Rysunek 16.12.10c).

Przeniosłeś w ten sposób wszystkie zmiany obrazu z Blendera do Gimp'a. Zwróć uwagę, że dużym ułatwieniem było zastosowanie na warstwie **Colors-GreenCamouflage** tylko dwóch, jednolitych barw: tła i plam. Gdyby nie ta unifikacja, szybka selekcja obszarów „wg koloru” w GIMP nie byłaby możliwa. To bardzo utrudniłoby adaptację zmian, dokonanych w Blenderze.

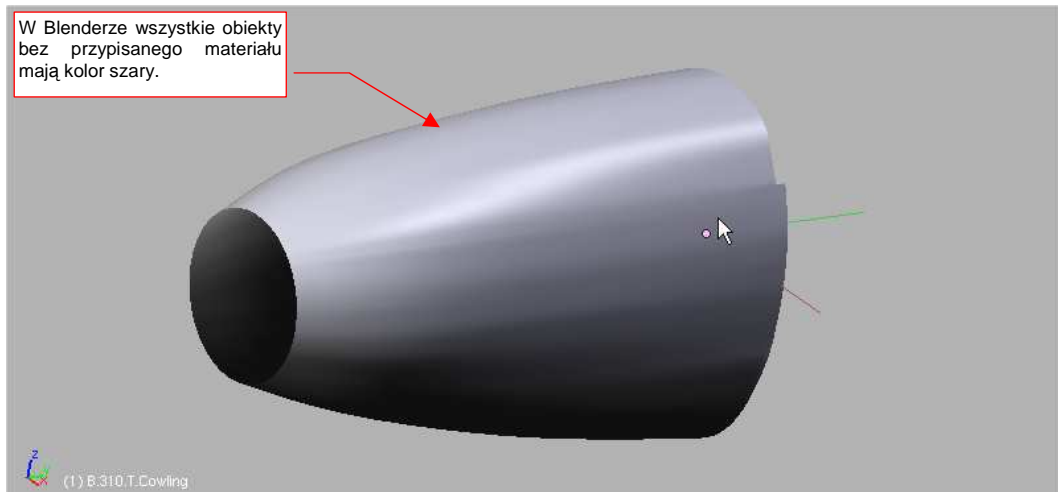
Rozdział 17. Blender — pozostałe

Tu umieściłem wszystkie polecenia Blendera, które nie pasują do pozostałych rozdziałów

17.1 Zdefiniowanie nowego materiału

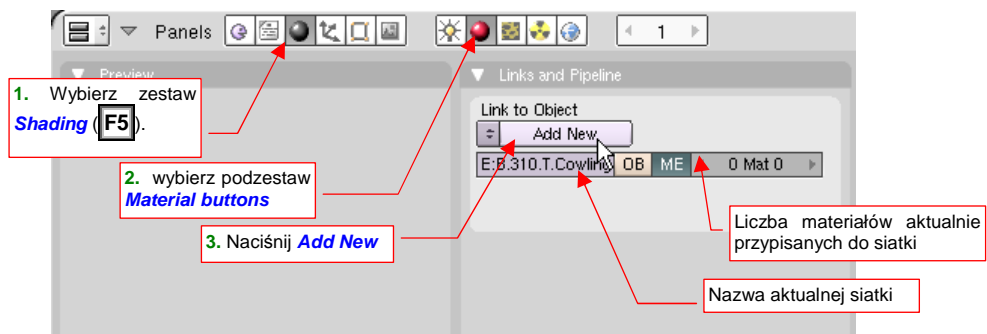
W tym przykładzie poznasz stworzenie najprostszego z możliwych materiałów¹. Nazwiemy go **Artificial** i będzie miał kolor czerwony. Materiału **Artificial** będziemy używać do wszystkich obiektów pomocniczych, które nie mają się pojawić na ostatecznym obrazie. (Intensywny kolor czerwony pozwoli nam je łatwiej dostrzec w *Object Mode*).

Zacznijmy od sytuacji wyjściowej: mamy obiekt (a właściwie — jego siatkę: Rysunek 17.1.1). Jest to obiekt pomocniczy, który nie ma się pojawić na jakimkolwiek renderingu. Chcielibyśmy teraz przypisać mu jakiś kontrastowy kolor — na przykład czerwony:



Rysunek 17.1.1 Obiekt (a właściwie — siatka) bez przypisanego materiału

Aby utworzyć nowy materiał, zaznacz obiekt i przejdź do zestawu **Shading** (F5), podzestawu **Material buttons**. Tam, w panelu **Links and Pipeline**, wybierz przycisk **Add New** (Rysunek 17.1.2):

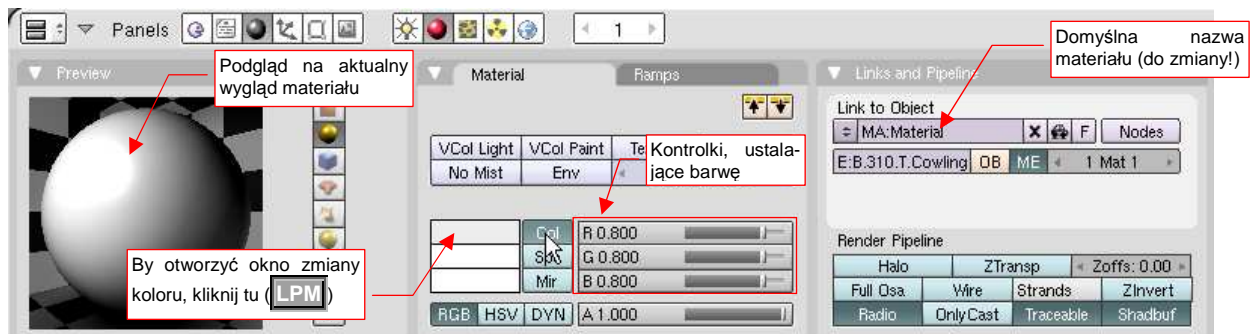


Rysunek 17.1.2 Naciśnięcie **Add New** — utworzenie nowego materiału, związanego z obiektem

W konfiguracji, jaką wybraliśmy (por. Rysunek 13.2.2, str. 758 — okno *User Preferences*, przełącznik **Material linked to:**) materiał jest przypisany do siatki, a nie do obiektu. Stąd w panelu **Links and Pipeline** widzisz pole z nazwą aktualnej siatki oraz licznikiem materiałów, które zostały przez nią użyte. Blender umożliwia przypisanie fragmentom pojedynczej siatki do 16 różnych materiałów (por. str. 797). Więcej informacji na temat różnic pomiędzy przypisaniem materiału do obiektu i siatki znajdziesz na końcu tej sekcji (str. 959). (Czasami przypisanie do obiektu także się przydaje!)

¹ Słowo "materiał" w grafice komputerowej nie całkiem odpowiada popularnemu znaczeniu — patrz słownik na str. 1105.

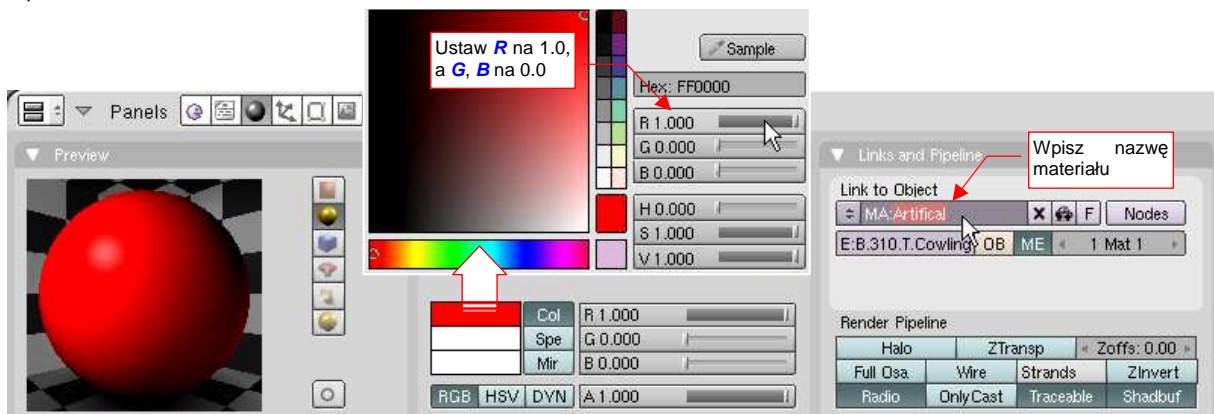
Po naciśnięciu przycisku **Add New** powstał nowy materiał, a w zestawie pojawiły się nowe panele (Rysunek 17.1.3):



Rysunek 17.1.3 Panele podzestawu **Material Buttons**, bezpośrednio po utworzeniu nowego materiału

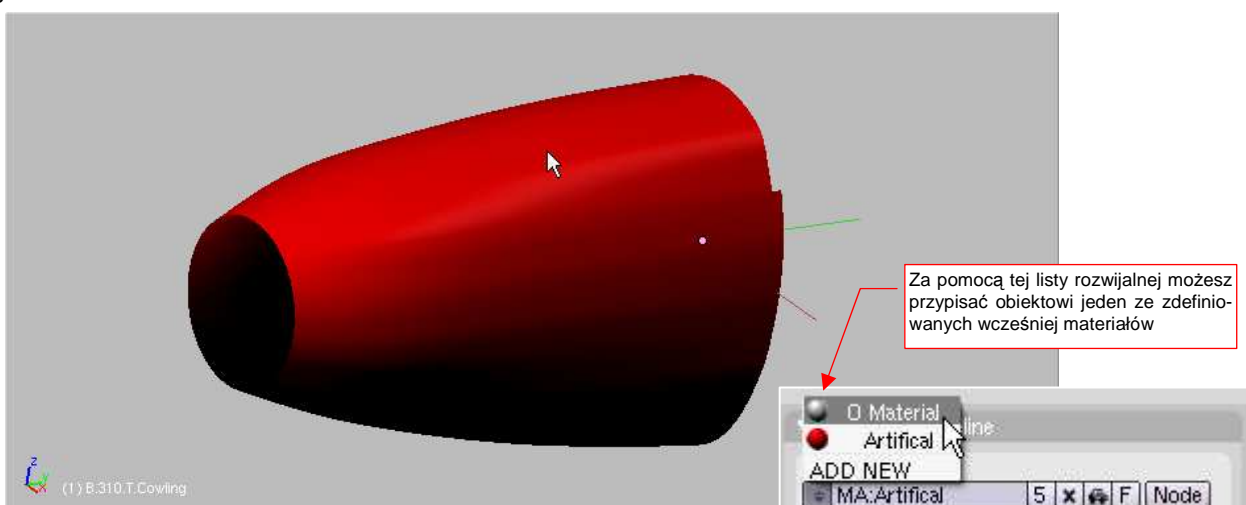
Nowo utworzony materiał domyślnie ma barwę jasnoszarą (wszystkie komponenty barwy — **R**, **G**, **B** — mają wartość = 0.8). Nosi także nic nie mówiącą nazwę **Material**. Teraz to zmienimy.

Kliknij **LPM** w panelu **Material** w prostokąt z barwą (Rysunek 17.1.3), by otworzyć okno wyboru koloru (Rysunek 17.1.4):



Rysunek 17.1.4 Zmiana barwy i nazwy materiału

W oknie wyboru koloru możesz wybrać barwę z palety, lub ustawić dokładną wartość numeryczną. W tym przypadku chcemy uzyskać kolor czerwony, więc ustaw **Red** na 1.0, **Green** i **Blue** na 0.0 (Rysunek 17.1.4). Zmień także nazwę materiału na **Artifical**. Rysunek 17.1.5 przedstawia siatkę przypisaną do materiału, który stworzyliśmy:

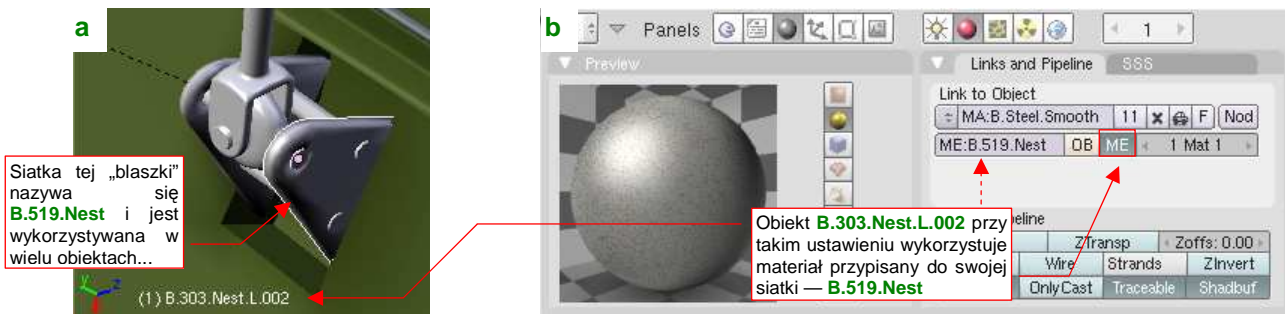


Rysunek 17.1.5 Efekt zastosowania materiału **Artifical** — zmiana barwy obiektu na czerwoną

Raz utworzony materiał można przypisać wielu obiektom/siatkom. Służy do tego lista rozwijalna z lewej strony nazwy materiału (w panelu **Links and Pipeline** — Rysunek 17.1.5).

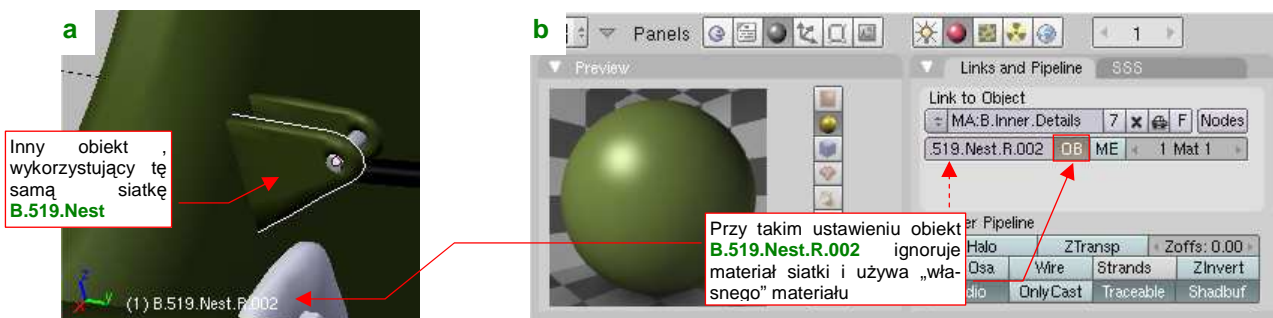
W Blenderze materiał może być przypisany do obiektu, lub do jego siatki. Zazwyczaj stosuje się przypisania do siatki, gdyż umożliwiają m.in. jednoczesne użycie wielu różnych materiałów (zob. str. 899). Gdy zmienisz coś w współdzielonej siatce, przypisanej do wielu obiektów, zmiana pojawi się we wszystkich jej „klonach” (por. str. 797). Popatrz na przykład, na Rysunek 6.11.13 ze str. 406. Wszystkie żebra skrzydła używają tam tej samej siatki, więc na wszystkich, w wyniku dodania do materiału nowej tekstury, pojawiły się otwory.

Czasami jednak potrzebujemy czegoś odwrotnego. Dotyczy to, na przykład, różnych drobnych części o identycznym kształcie — śrub, bolców, jakichś standardowych okucia z otworem na oś, który pokazują: Rysunek 17.1.6a) i Rysunek 17.1.7a). Każde okucie składa się z dwóch takich blaszek. Wszystkie blaszki używają tej samej siatki, o nazwie **B.519.Nest**. (Są to jej „klony”). Siatce jest przypisany materiał wyglądający jak „gładka stal” — **B.Steel.Smooth**. To barwa, w której te płaskowniki najczęściej występowały. Dopóki obiekt ma w panelu *Links and Pipeline* włączoną opcję **ME** (Rysunek 17.1.6b), dopóty „dziedziczy” materiał swojej siatki:



Rysunek 17.1.6 Materiał przypisany do siatki

W innym miejscu — prowadnicy cięgna, przymocowanej do wręgi kadłuba (Rysunek 17.1.7a) — te same blaszki powinny być „pomalowane” na kolor reszty szkieletu: **B.Inner.***. Czy można ten efekt osiągnąć bez powielania siatki? Tak, wystarczy w panelu *Links and Pipeline* przełączyć się z **ME** na **OB**, i wybrać odpowiedni materiał (Rysunek 17.1.7b):

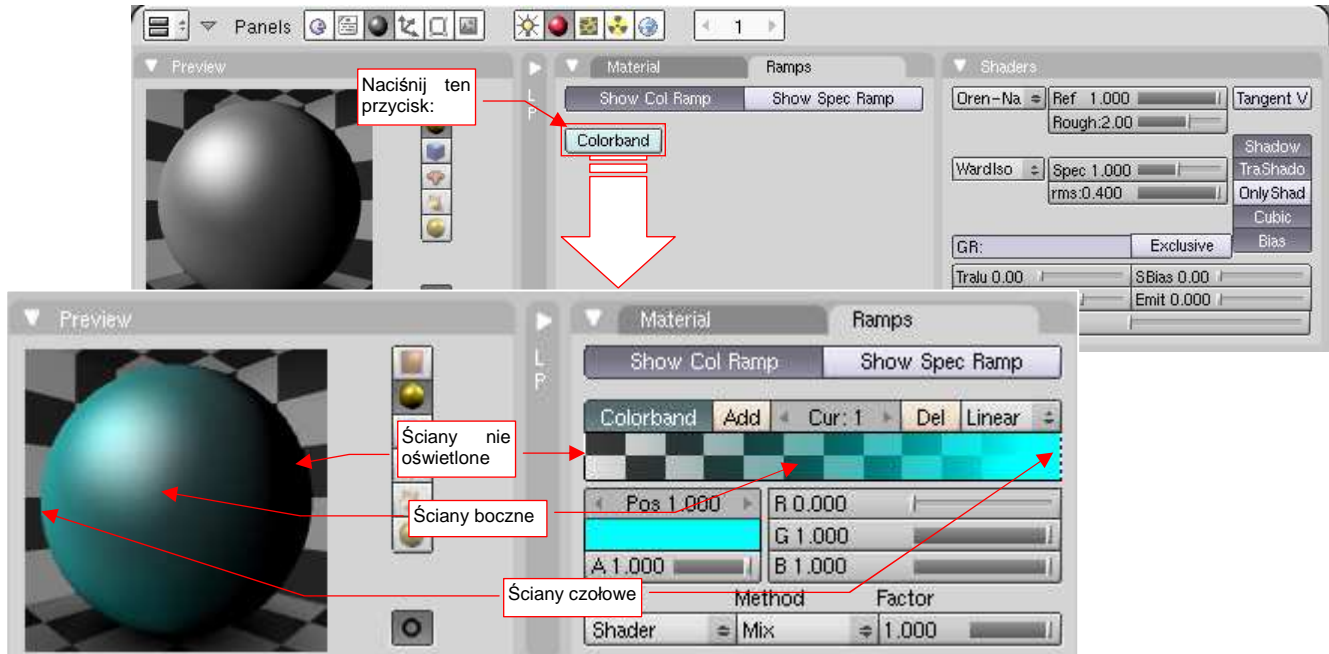


Rysunek 17.1.7 Materiał przypisany do obiektu

Co właściwie ten przełącznik **OB** robi? Informuje Blender, że dla tej konkretnej części, należy użyć materiału przypisanego do obiektu (**OB**), a nie do siatki (**ME**). Zwróć uwagę, że po lewej stronie tego przełącznika widać teraz nazwę obiektu, do którego jest przypisany materiał **B.Inner.Details** (Rysunek 17.1.7b).

17.2 Materiały wielobarwne (**Ramps**)

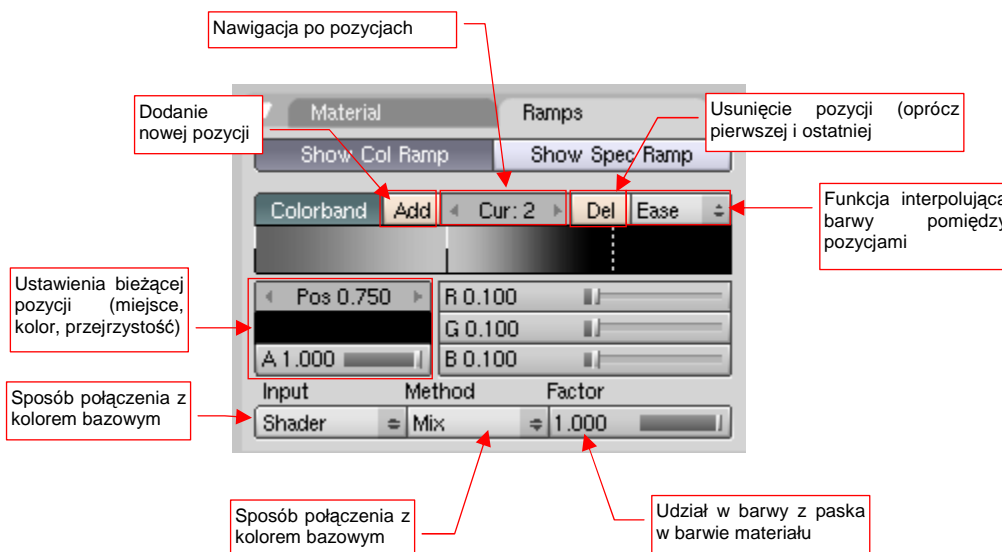
Materiał nie musi mieć stałej barwy. Jego kolor może się zmieniać w zależności od kąta oświetlenia poszczególnych ścian siatki. Dobrym przykładem tej właściwości są powierzchnie metalowe. Aby powłoka wyglądała bardziej „metalowo”, przejdź do panelu **Ramps** i naciśnij przycisk **Colorband** (Rysunek 17.2.1):



Rysunek 17.2.1 Panel **Ramps** — zróżnicowanie barwy materiału w zależności od kąta padania światła

Tytułowy „pasek kolorów” (**colorband**) to spektrum barwy, która zmienia się w zależności od kierunku oświetlenia obiektu (Rysunek 17.2.1). Z lewej strony paska (**Pos** = 0.000) znajduje się barwa materiału na ścianach ustawionej prostopadle do źródła światła. W środku (**Pos** = 0.500) znajduje się barwa ścian równoległych do kierunku światła, a z prawej (**Pos** = 1.000) — ustawionych tyłem (nieoświetlonych).

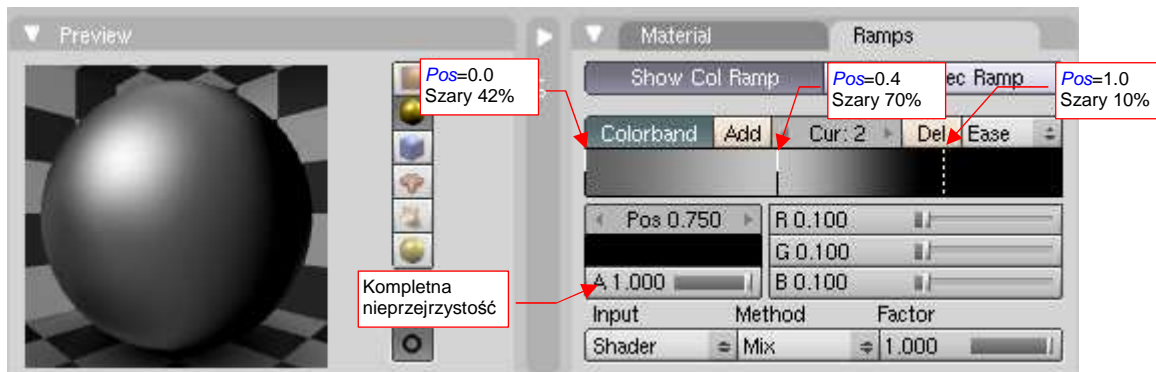
Rysunek 17.2.2 przedstawia funkcje poszczególnych kontrolki panelu **Ramps**:



Rysunek 17.2.2 Kontrolki panelu **Ramps**

Barwy, ustalone na pasku spektrum, są potem „mieszane” (wg jednej z wybranych **Method**) z podstawową barwą materiału. Zwróć uwagę, że możesz za pomocą wartości **Factor** płynnie regulować intensywność tego efektu (Rysunek 17.2.2, u dołu panelu).

Za pomocą przycisku **Add** dodałem do paska barw kolejną „pozycję”, pośrodku. Następnie zmieniłem każdą z nich, ustawiając ich barwy tak, jak pokazuje to Rysunek 17.15.3:



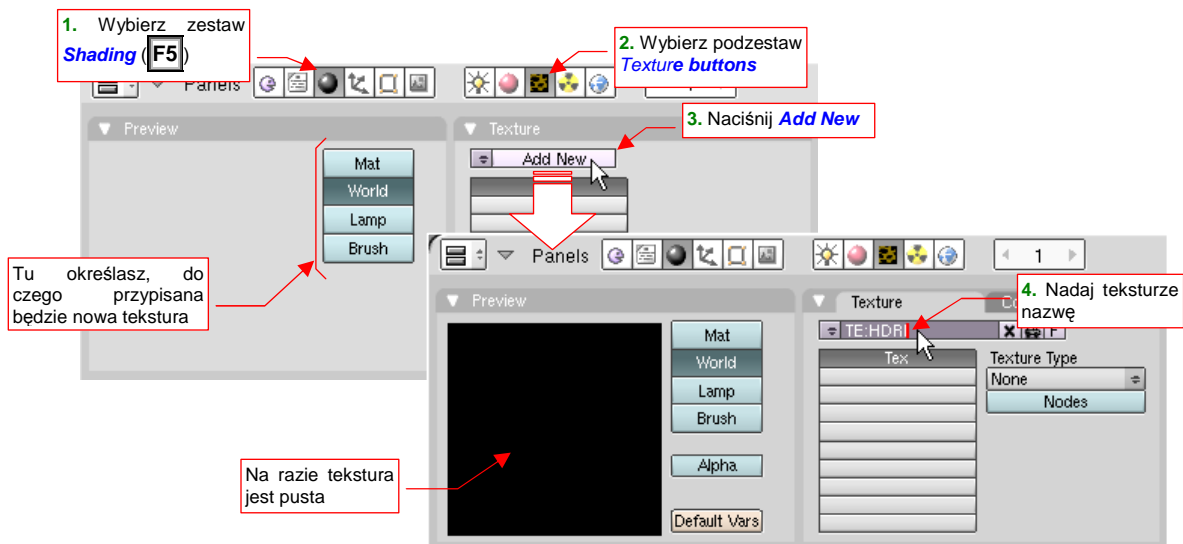
Rysunek 17.2.3 Ustawienie spektrum kolorów materiału

W efekcie materiał na podglądzie uzyskał „metaliczny połysk”.

17.3 Zdefiniowanie nowej tekstury (z obrazu rastrowego)

W tym przykładzie poznasz stworzenie typowej tekstury¹ — na podstawie wskazanego pliku z obrazem rastrowym. Przejdź do zestawu **Shading** (F5), podzestawu **Texture buttons**. Zwróć uwagę na panel **Preview**. Znajduje się tam przełącznik, którym wybierasz, do czego zostanie przypisana nowa tekstura (Rysunek 17.3.1). Zazwyczaj będziesz wybierał przycisk **Mat**, oznaczający aktualny materiał. Czasami możesz się przełączyć na **World**, oznaczający użycie tekstury jako panoramy otoczenia.

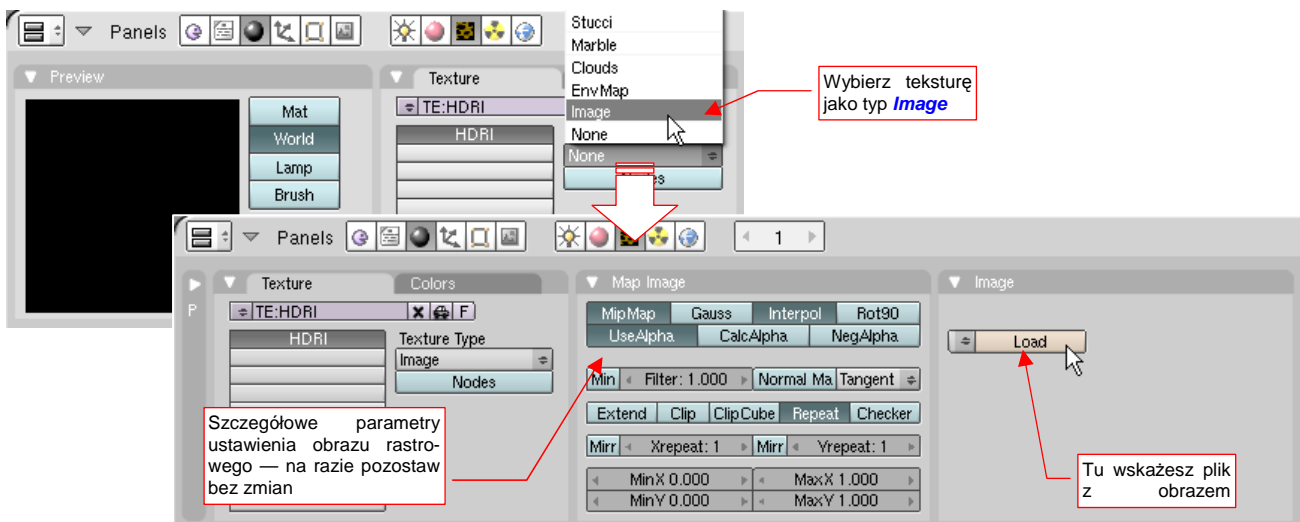
Aby dodać nową teksturę, w panelu **Texture**, naciśnij przycisk **Add New** (Rysunek 17.3.1):



Rysunek 17.3.1 Naciśnięcie **Add New** — utworzenie nowej tekstury, związanej z aktualnym materiałem/otoczeniem

Spowoduje to pojawienie się w panelach nowych kontrolki. W miejscu przycisku **Add New** pojawiło się pole z nazwą tekstury. Domyślnie to **Tex**, ale od razu zmień ją na coś bardziej odpowiedniego.

Kolejnym krokiem jest określenie typu tekstury: z listy rozwijalnej wybierz **Image** (Rysunek 17.3.2):

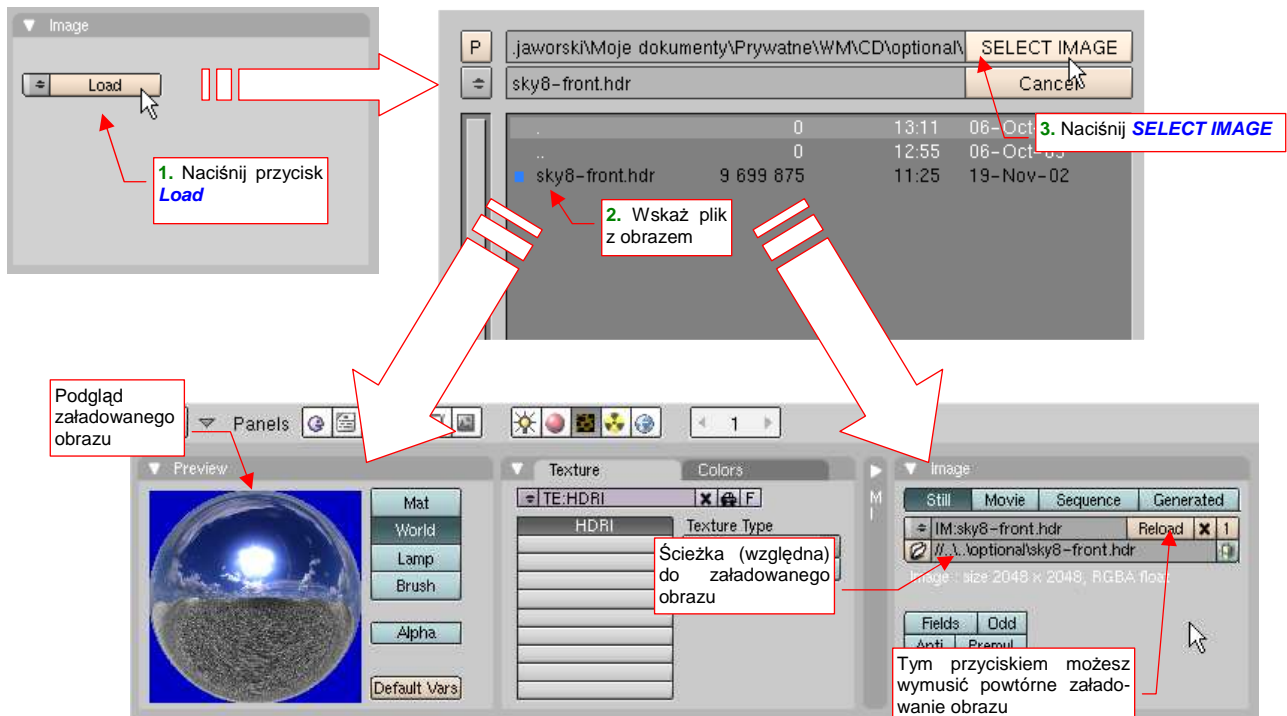


Rysunek 17.3.2 Określenie rodzaju tekstury — w tym przypadku **Image**.

Spowoduje to pojawienie się w zestawie kolejnych paneli: **Map Image** (na razie nic na nim nie zmieniamy) i **Image**, w którym wskażemy plik obrazu.

¹ Słowo "tekstura" w grafice komputerowej nie całkiem odpowiada popularnemu znaczeniu — patrz słownik na str. 1105

W panelu **Image** naciśnij przycisk **Load**. Spowoduje to otwarcie (zapewne w jednym z obszarów **3D View**) okna wyboru plików. Należy wskazać w nim odpowiedni obraz i nacisnąć **SELECT IMAGE** (Rysunek 17.3.3):



Rysunek 17.3.3 Załadowanie pliku z obrazem tekstury.

W efekcie, w panelu **Image** pojawią się nowe kontrolki, a na podglądzie (panel **Preview**) — obraz załadowanej tekstury.

Domyślnie Blender nie kopiuje do pliku ze sceną zawartości obrazu¹. Zapamiętuje tylko ścieżkę, skąd ma pobrać plik. Wynika stąd kilka praktycznych wskazówek:

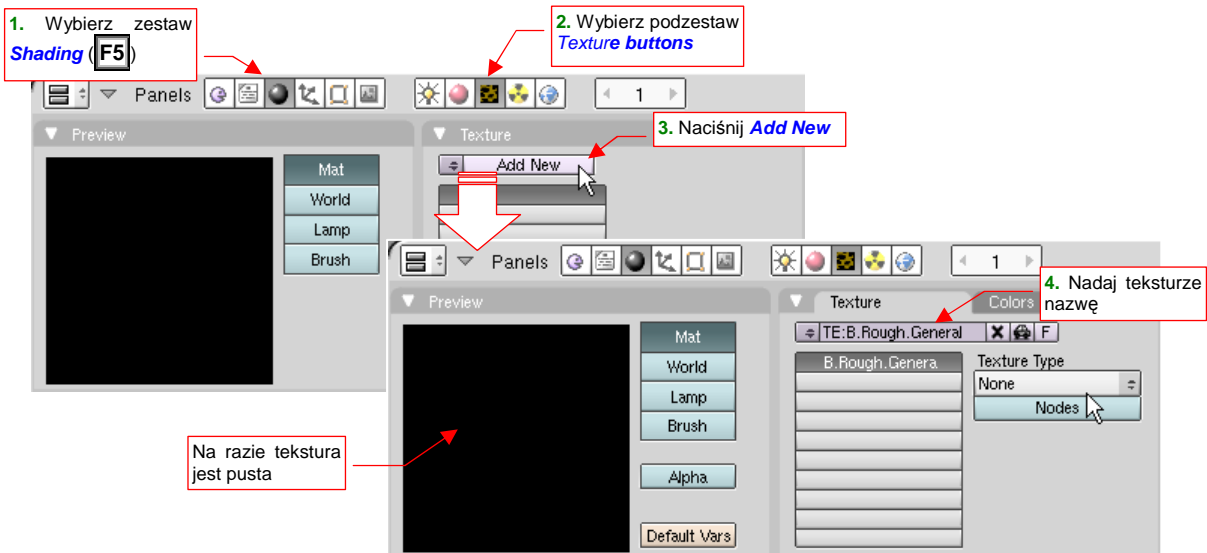
- Do wskazania położenia takich zewnętrznych danych zawsze używaj ścieżek względnych (por. Rysunek 17.3.3). Dzięki temu, gdy np. przesuń folder z plikiem **.blend** i plikami tekstur w nowe miejsce — wszystko będzie dalej się normalnie renderować.
- Możesz zmieniać zawartość obrazu tekstury za pomocą zewnętrznego narzędzia (np. GIMP), bez konieczności zamykania Blendera. Potem wystarczy w panelu **Image** nacisnąć przycisk **Reload** (por. Rysunek 17.3.3) — i uaktualnisz obraz używany w Blenderze.

¹ Możesz go do tego zmusić, poleceniem **File→External data→Pack into .blend file**.

17.4 Zdefiniowanie nowej tekstury proceduralnej

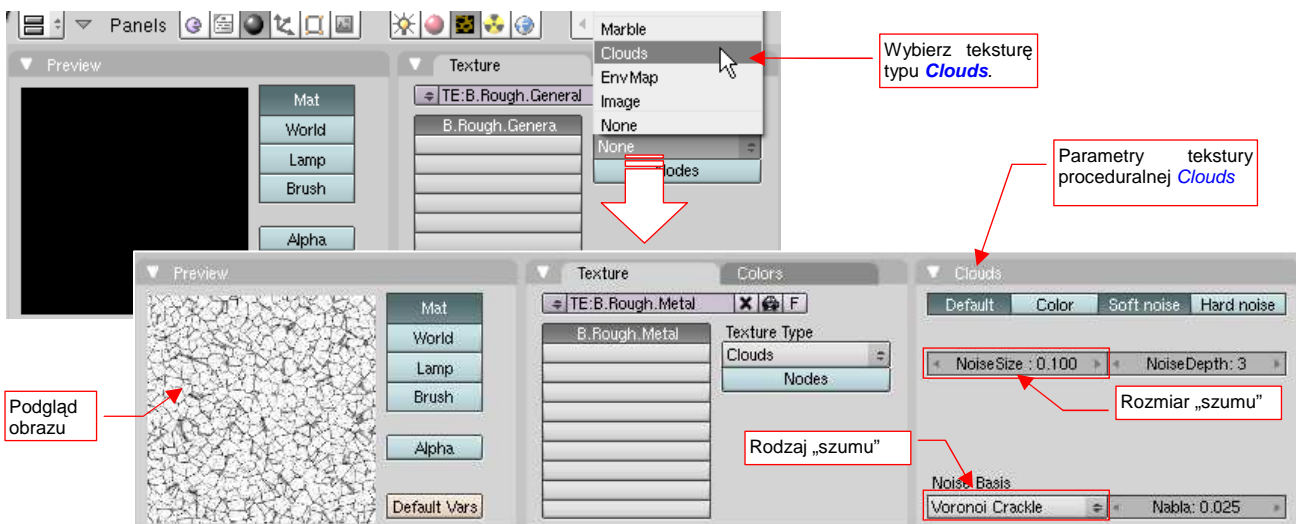
Tekstury proceduralne są oparte na jakimś wyrażeniu matematycznym, lub algorytmie, pozwalającym uzyskać dwuwymiarowy obraz. Są to zazwyczaj jakieś abstrakcyjne (co nie znaczy, że bezużyteczne!) wzory, nieregularne „chmury”. Zdarzają się jednak także wzory regularne — np. procedura generująca rzędy cegieł w ścianie. Tekstury proceduralne stosuje się zazwyczaj razem, a czasami nawet zamiast tekstur rastrowych.

Przejdź do zestawu **Shading** (F5), podzestawu **Texture buttons**. Aby dodać nową teksturę, w panelu **Texture**, naciśnij przycisk **Add New** (Rysunek 17.4.1):



Rysunek 17.4.1 Naciśnięcie **Add New** — utworzenie nowej tekstury, związanej z aktualnym materiałem

Nadaj nowo utworzonej teksturze nazwę (Rysunek 17.4.1), po czym z listy **Texture Type** wybierz któryś z dostępnych rodzajów tekstur (wszystkie są teksturami proceduralnymi, poza **Plugin** i **Image**). Powiedzmy, że wybieramy teksturę **Clouds** (Rysunek 17.4.2):

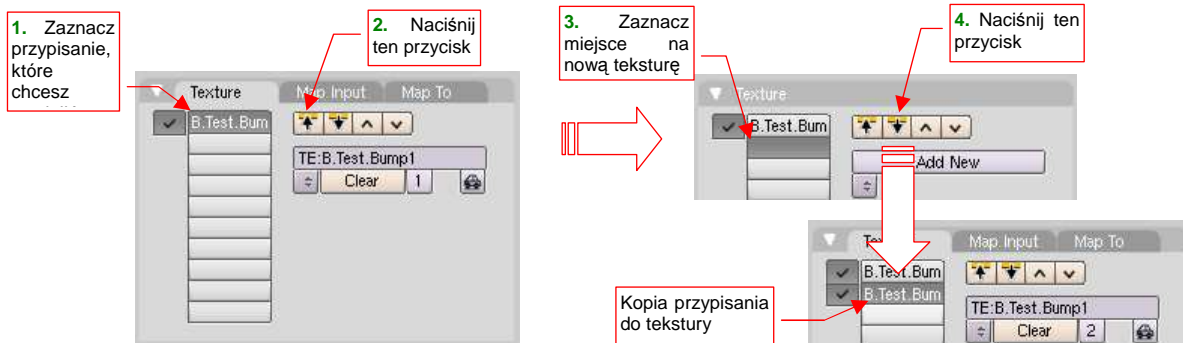


Rysunek 17.4.2 Określenie rodzaju tekstury — w tym przypadku **Clouds**, i ustalenie parametrów

W panelu **Preview** zobaczysz podgląd wygenerowanego obrazu, a w dodatkowym panelu, który się pojawi z prawej — parametry wybranej tekstury (Rysunek 17.4.2). W przypadku tekstur „abstrakcyjnych”, takich jak **Clouds**, możesz zmienić m.in. rodzaj (funkcję matematyczną) generowanego wzoru (pole **Noise Basis**). Możesz także sterować rozmiarem generowanych zaburzeń (pole **Noise Size**). W ten sposób można uzyskać setki różnorodnych obrazów!

17.5 Materiał — powielenie przypisania tekstury

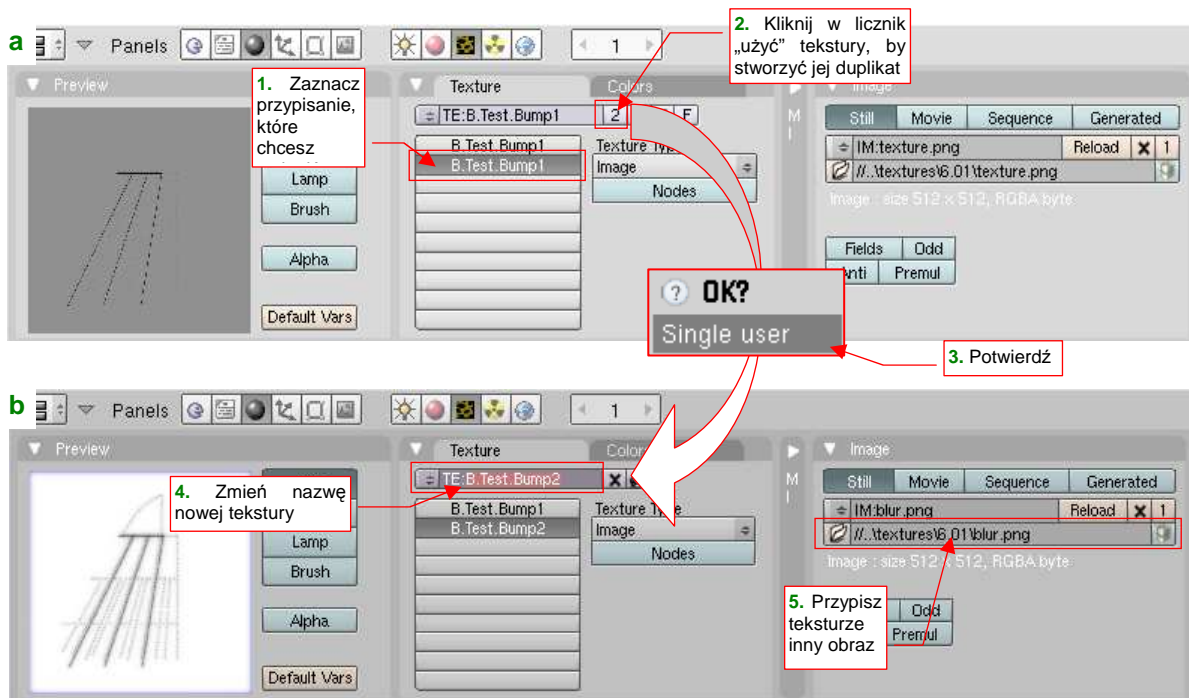
Często przypisanie tekstury do materiału zawiera wiele szczegółowych parametrów mapowania. Gdy chcesz dodać do materiału kolejną teksturę, wpisywanie ich wszystkich w panele *Map Input* i *Map To* zajęłoby dłuższą chwilę. Na szczęście istnieje w Blenderze szybsza metoda (Rysunek 17.5.1):



Rysunek 17.5.1 Skopiowanie mapowania tekstury

Zaznacz najpierw w panelu *Texture* (zestaw *Shading:Material buttons*) przypisanie tekstury, które chcesz powielić. Następnie naciśnij przycisk (kopiowanie ustawień „do bufora”). Potem zaznacz inny, pusty „slot tekstury” (Rysunek 17.5.1) i naciśnij przycisk (kopiowanie ustawień „z bufora”). W zaznaczonym slotcie pojawi się kopia przypisania tekstury. (Masz teraz tę samą teksturę przypisaną dwa razy — w zależności od sytuacji może to np. dwukrotnie wzmocnić jakiś efekt.)

Zazwyczaj jednak nie chodzi o skopiowanie istniejącej tekstury, tylko, np. podstawienie nowej, bardzo podobnej. Aby to osiągnąć, przejdź do zestawu *Shading:Texture buttons*, i stwórz lokalną kopię tekstury (Rysunek 17.5.2):



Rysunek 17.5.2 Stworzenie nowej tekstury z duplikatu istniejącej

Powielenie tekstury przebiega tak samo, jak każdego innego bloku danych — poprzez kliknięcie w „licznik użycia”, umieszczony przy nazwie (Rysunek 17.5.2a, więcej na ten temat — str. 565). Potem można jej zmienić nazwę i — na przykład — przypisanie obrazu (Rysunek 17.5.2b).

17.6 Nazwy materiałów i tekstur

Zazwyczaj w skład modelu wchodzi o wiele mniej materiałów, tekstur niż powłok. Stąd przy nazewnictwie tych elementów nie ma potrzeby stosowania członu z unikalnym numerem. Wystarczą same nazwy.

W przypadku materiałów proponuję stosować tekst składający się z następujących segmentów (rozdzielonych kropkami):

- **1 znak**: segment, który będzie pełnił rolę wyróżnika wersji samolotu. Wszystkie części w pojedynczym pliku Blendera będą używać takiej samej litery. Na przykład w modelu P-40B nazwy będą zaczynać się od "B";
- segment z podstawową, "ludzką" nazwą materiału. Dwóm podstawowym materiałom, używanym do pokrycia samolotu, nadałem nazwę **Skin**. (To dlatego, że imitują różnorodne pokrycia, i nie można im przypisać jakiejś jednej "fizycznej materii".) W pozostałych przypadkach stosujemy nazwy "fizyczne" — "Glass" (np. osłony kabiny), "Rubber" (np. na oponach), "Leather" (np. zagłówek pilota), "Chrome" (dla gładzi cylindrów amortyzatorów). W przypadku imitacji pokrycia farbą w jednolitym kolorze, można stosować nazwę koloru tej farby — np. "Black".
- opcjonalny segment z członem "uszczegóławiającym". W przypadku podstawowych materiałów poszycia (nazwa w pierwszym segmencie — "Skin") ten segment zawiera niezbędne określenia: **Inner** lub **Camouflage**. W pozostałych przypadkach to potoczna nazwa zespołu, do którego należy stosować materiał (np. **Canopy** dla oszklenia kabiny).

Zgodnie z powyższymi regułami, materiał pokrywający zwnętrzne powierzchnie samolotu będzie nosił nazwę **B.Skin.Camouflage**, a materiał osłony kabiny — **B.Glass.Canopy**.

W przypadku tekstur proponuję także stosować tekst składający się z następujących segmentów (rozdzielonych kropkami):

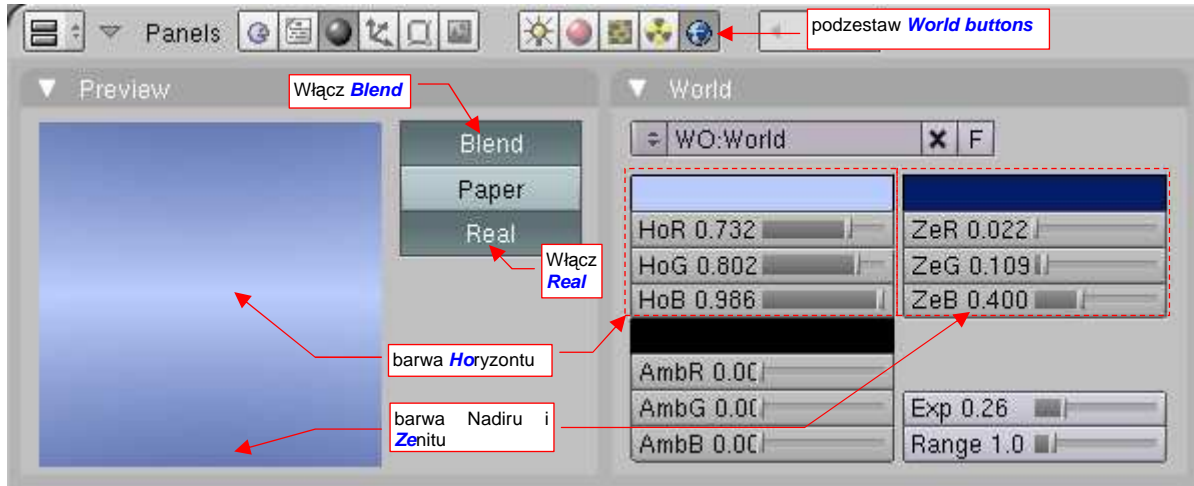
- **1 znak**: segment, który będzie pełnił rolę wyróżnika wersji samolotu. (Analogicznie jak w nazwie materiału — w tym przypadku to **B**);
- segment powtarzający nazwę „rodziny” materiałów, w których tekstura jest używana. Na przykład u tekstur poszycia samolotu ten człon nazywa się **Skin**, tak samo jak u materiałów powierzchni;
- segment określający rolę tekstury. Może to być symbol modulowanej wartości materiału — **Color**, **Nor**, **Ref**, **Spec**,.... Można także użyć bardziej potocznych określeń, np. **Holes**.

Zgodnie z powyższymi regułami, nadałem podstawowej teksturze nierówności poszycia nazwę **B.Skin.Nor-Detalis**, a teksturze otworów — **B.Skin.Holes**.

- W przypadku materiałów i tekstur związanych z konkretną sceną, a nie z modelem (np. trawa lotniska) nie stosuję żadnych 1-znakowych przedrostków.

17.7 Ustalenie koloru tła sceny

Aby ustalić barwę tła sceny, przejdź do zestawu **Shading** (F5), podzestawu **World buttons**. W panelu **Preview**, włącz przełączniki **Blend** i **Real**. W podglądzie, umieszczonym obok, zobaczysz uzyskany dwubarwny obraz (Rysunek 17.7.1):



Rysunek 17.7.1 Panele sterujące barwą tła sceny

Przełącznik **Blend** tworzy płynne przejście od koloru **Horyzontu** do koloru **Zenitu**. Przełącznik **Real** dodaje "symetryczne odbicie" koloru **Zenitu** u dołu (w nadirze). Dodatkowo opcja **Real** powoduje, że horyzont będzie się "ustawiał" odpowiednio do kamery.

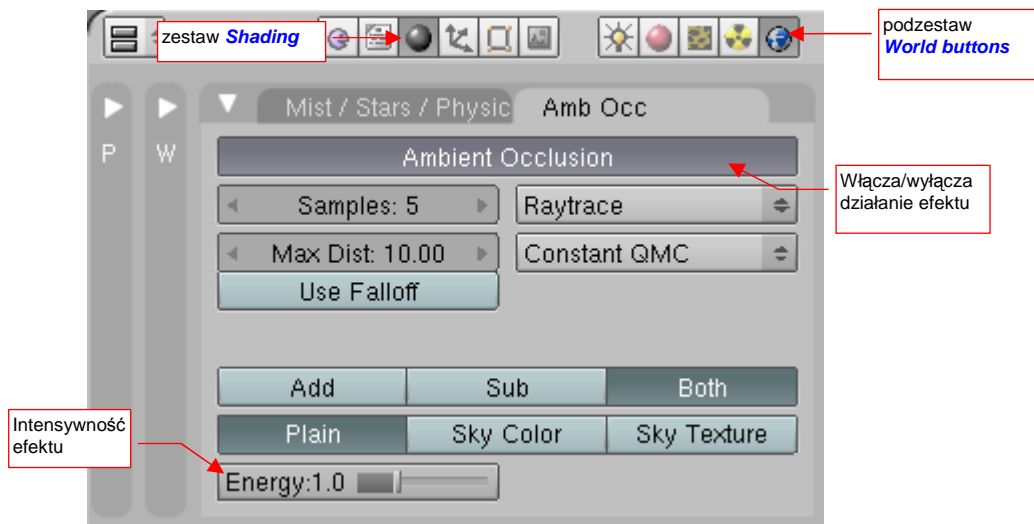


Rysunek 17.7.2 Efekt zastosowania tła **Blend & Real**

17.8 Ustawienie światła otoczenia

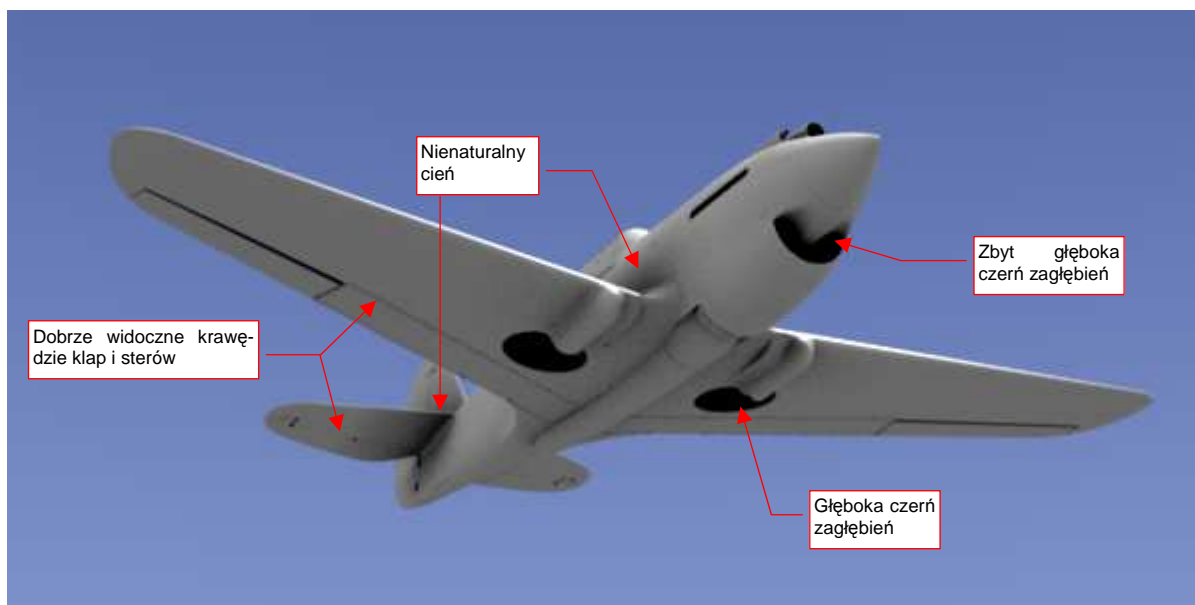
Gdy rozejrzysz się wokół, zauważysz, że zazwyczaj cienie nie są zupełnie czarne. To dzięki światłu, odbitemu od całego otoczenia. Póki co, niewiele programów *raytrace* jest w stanie wyznaczyć takie piąte czy szóste kolejne odbicia (trwałoby to zbyt długo). Zamiast tego, światło otoczenia jest przybliżane za pomocą dodatkowego rozjaśnienia sceny. W Blenderze to rozjaśnienie jest określane jako kolor *Ambient* (otoczenia).

Panel sterowania efektem znajduje się w zestawie przycisków *Shading* (F5), podzestawie *World buttons*. Zaczniemy od włączenia "głównego efektu". W panelu *Amb Occ* włącz przełącznik *Ambient Occlusion*, aby go uaktywnić. (Rysunek 17.8.1):



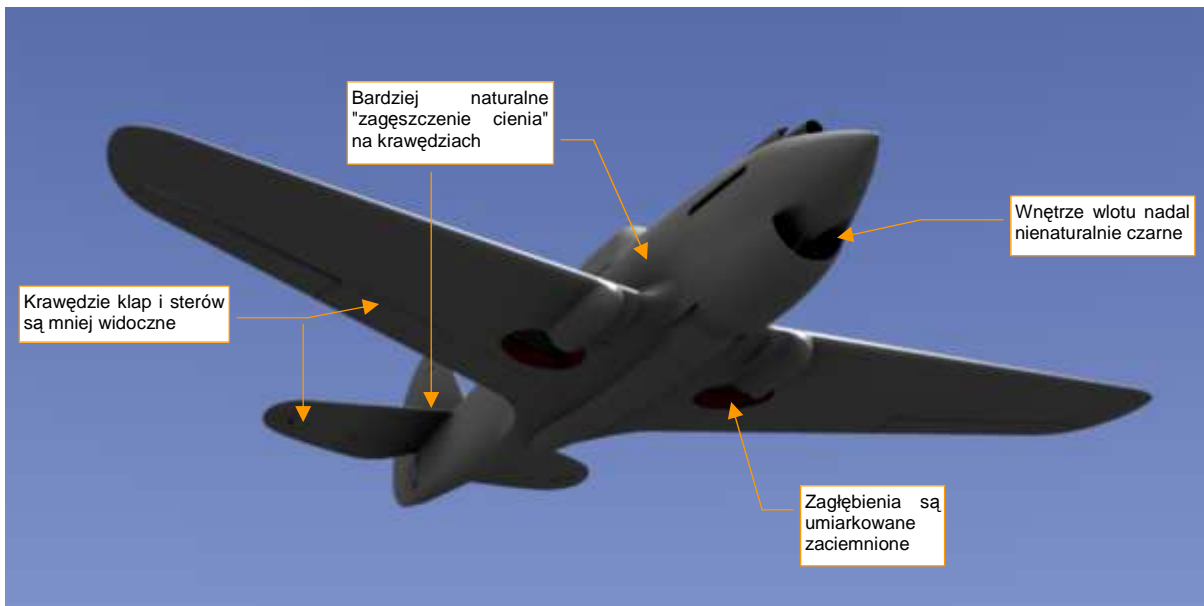
Rysunek 17.8.1 Zawartość panelu *Amb Occ*

Nie wdając się w szczegóły działania każdego z licznych przycisków panelu *Amb Occ*: użyj takich ustawień, jakie pokazuje Rysunek 17.8.1. Zwróć tylko uwagę na odpowiednie dobranie intensywności efektu (pole *Energy*). *Ambient Occlusion* można traktować jako specyficzny rodzaj światła otaczającego. Jeżeli użyłbyś je z pełną energią — efekt byłby zbyt silny (Rysunek 17.8.2):



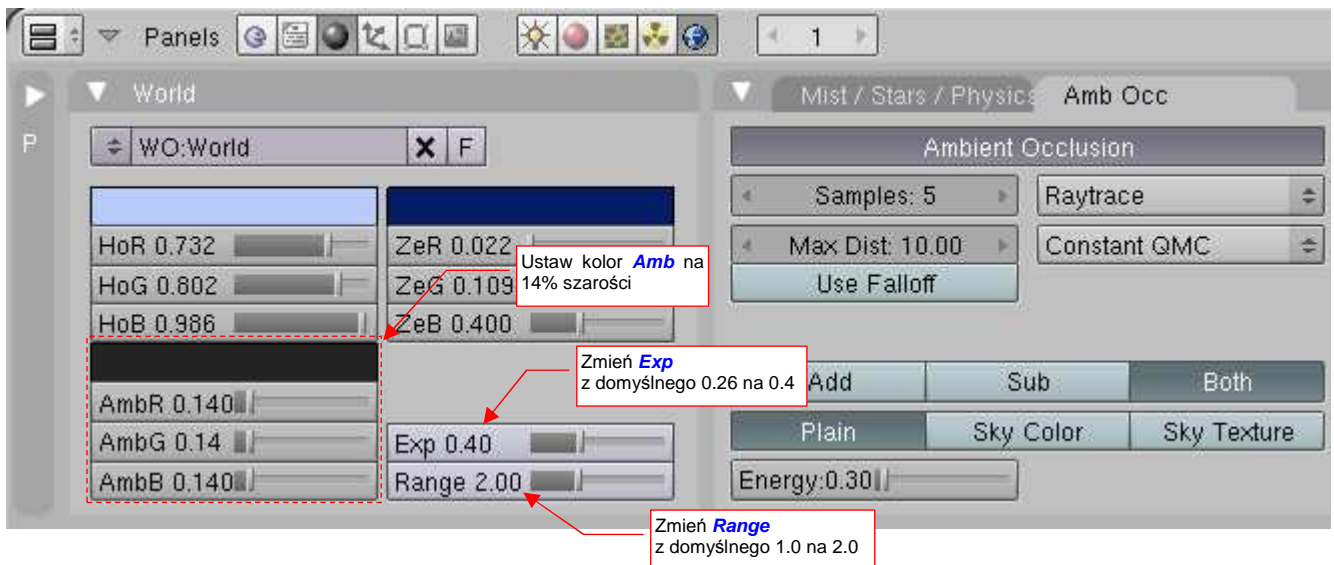
Rysunek 17.8.2 Efekt *Ambient Occlusion* o dużej intensywności (*Energy* = 1.0)

Bardziej poprawny rezultat uzyskasz dla niezbyt dużych wartości parametru **Energy** — 0.2..0.4 (Rysunek 17.8.3):



Rysunek 17.8.3 Efekt **Ambient Occlusion** o mniejszej intensywności (**Energy** = 0.3)

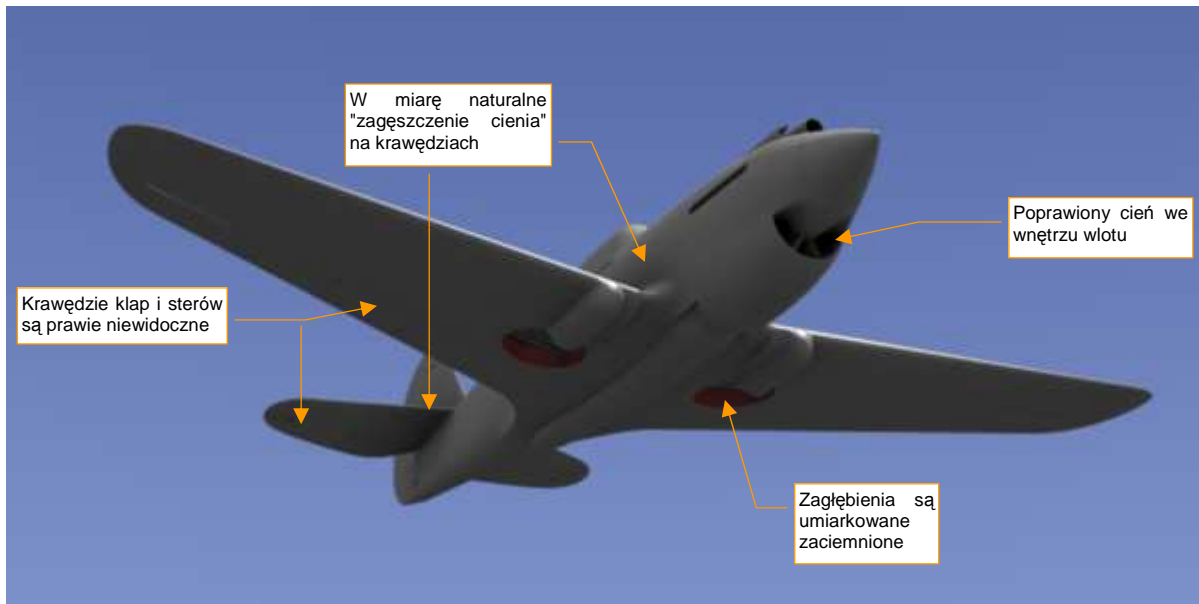
Cienie w takich zagłębieniach, jak wloty powietrza czy połączenie usterzenia z kadłubem, choć bardziej poprawne, nadal wydają się zbyt ciemne (Rysunek 17.8.3). Aby sobie z tym poradzić, w panelu **World** zmień barwę **Amb** z czarnego na ciemnoszary (14%). (To barwa zaciemnień, wywołanych przez **Ambient Occlusion**). Jednocześnie zmień współczynnik **Exp** na 0.4, a **Range** na 2.0 (Rysunek 17.8.4):



Rysunek 17.8.4 Rozjaśnienie koloru cieni **Ambient Occlusion** (kolor **Amb**)

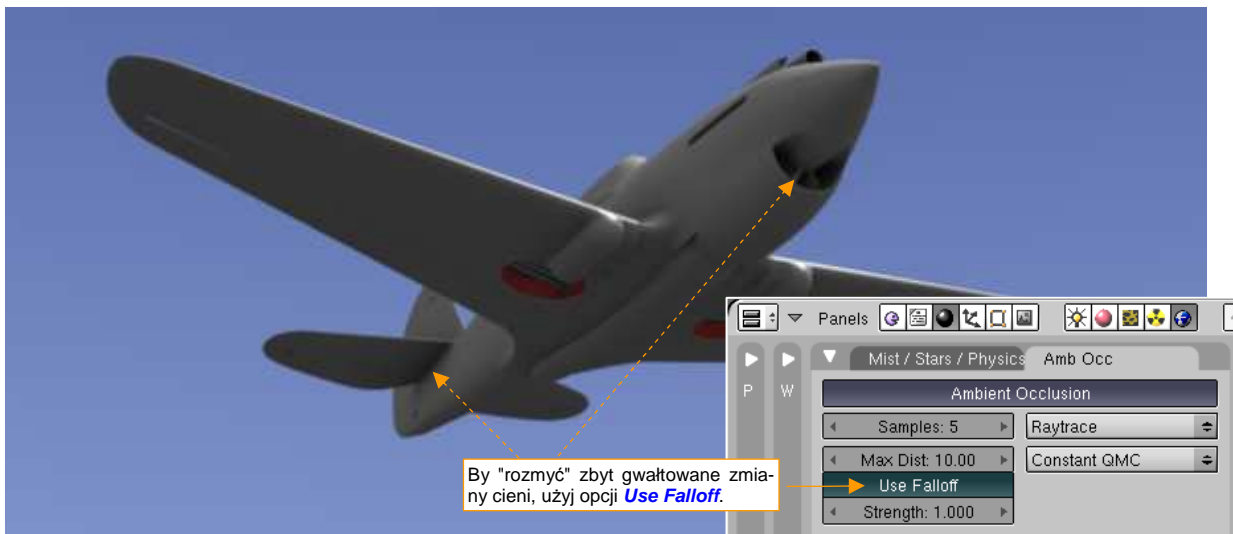
(Samo rozjaśnienie barwy **Amb** powoduje rozjaśnienie całego samolotu. Do kompensacji tego efektu służą właśnie parametry **Range** i **Exp**. Zwiększanie pierwszego wybiórczo zaciemnia fragmenty modelu, a drugiego — rozjaśnia inne.)

Rysunek 17.8.5 pokazuje efekt rozjaśnienia barwy *Amb* oraz kompensacji rozłożenia zaciemnień:



Rysunek 17.8.5 Model po skorygowaniu zbyt głębokich cieni

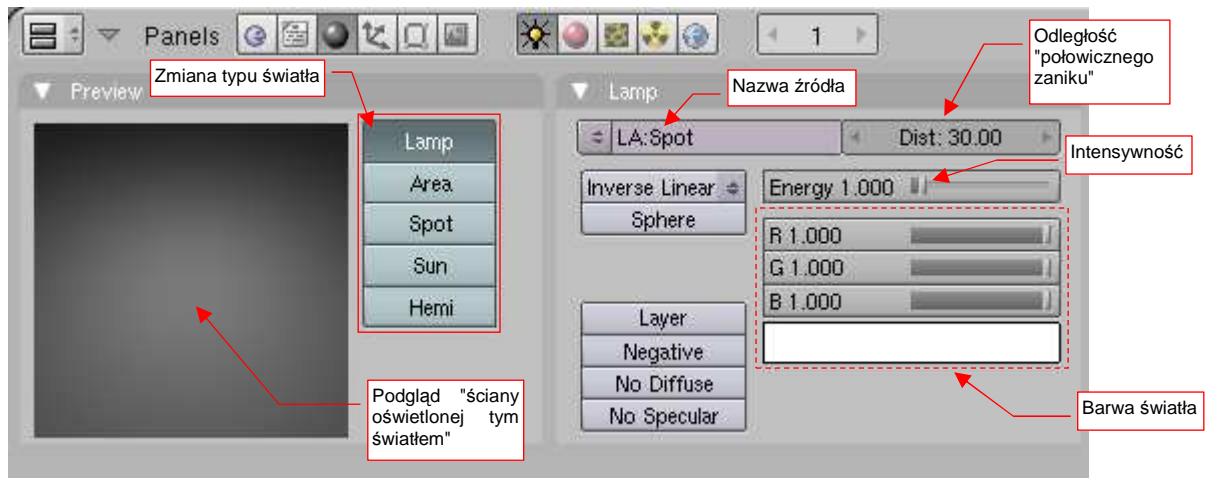
Krawędzie klap i sterów prawie całkiem zanikły — trudno, coś za coś. Poprawimy ich widoczność później, za pomocą tekstur. Za to cienie w zagłębieniach i we wnętrzu wlotów można jeszcze trochę poprawić. Włącz w panelu *Amb Occ* opcję *Use Falloff* (Rysunek 17.8.6):



Rysunek 17.8.6 Dalsze skorygowanie cieni — opcja *Use Falloff*.

17.9 Zmiana właściwości źródła światła (*Lamp*)

Po zaznaczeniu źródła światła, przejdź do zestawu *Shading* (**F5**). Pierwsze dwa panele — *Preview* i *Lamp* — mają identyczną zawartość dla wszystkich rodzajów źródeł (Rysunek 17.9.1):



Rysunek 17.9.1 Panele, wspólne dla wszystkich źródeł światła

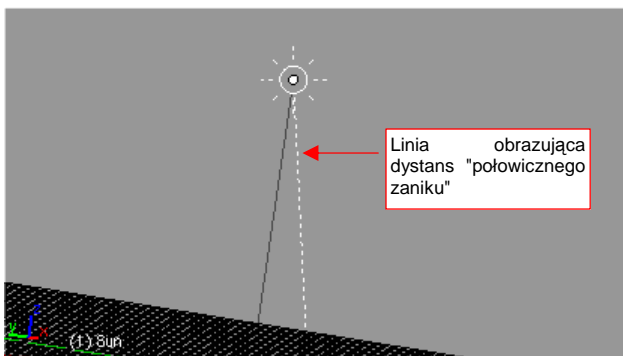
W panelu *Preview* większość miejsca zajmuje obraz z podglądem światła. Pokazano tu efekt, jaki wywoła to oświetlenie na białej "ścianie". Możesz tu, oprócz podglądu, zmienić typ światła. Wystarczy kliknąć w jeden z dostępnych przełączników (*Lamp*, *Area*, *Spot*, *Sun*, *Hemi*).

W panelu *Lamp* umieszczono właściwości wspólne dla wszystkich źródeł światła (Rysunek 17.9.1). Możesz tu:

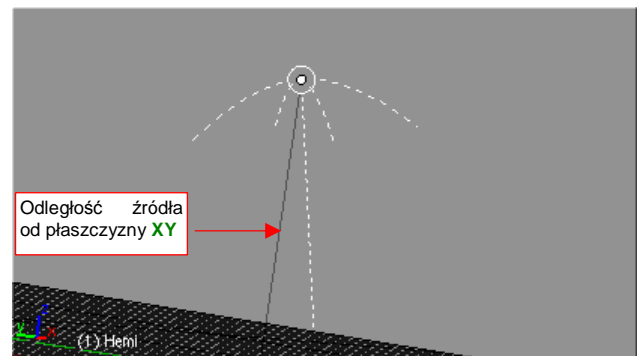
- zmienić nazwę tego źródła (nie myl tego z nazwą obiektu: tę możesz zmienić w zestawie *Object* - **F7**);
- ustalić intensywność (*Energy*) ;
- określić dystans (zasięg), dla którego energia światła zmniejszy się o połowę (*Dist*) ;
- ustalić barwę światła;

W tym podręczniku użyte zostały dwa rodzaje źródeł światła:

- *Sun* to oświetlenie podstawowe, imitujące równoległe promienie słońca. W wewnętrznym renderze Blendera przedmioty oświetlone tym światłem mogą rzucać cień (Rysunek 17.9.2);
- *Hemi* to oświetlenie uzupełniające: emitująca światło półsfera (*Hemi* od *Hemisfera*). Odpowiada za rozjaśnienie tych fragmentów obrazu, do których nie dochodzi światło słońca. To oświetlenie nie rzuca cieni (Rysunek 17.9.3).



Rysunek 17.9.2 Symbol źródła światła równoległego (*Sun*)

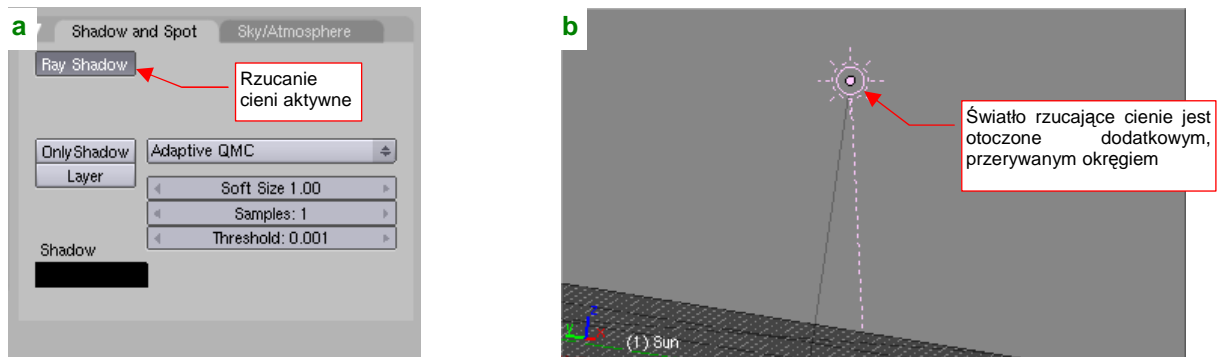


Rysunek 17.9.3 Symbol półkulistego źródła światła (*Hemi*)

Symbol źródła światła jest niezależny od aktualnego powiększenia. Towarzysza mu dwie linie. Linia kreskowana ilustruje "zasięg" światła — a dokładniej dystans "połowicznego zaniku". Linia ciągła to odległość od płaszczyzny *XY*.

Pod względem parametrów do ustawienia *Hemi* jest prostym źródłem. Nie ma żadnych dodatkowych parametrów, tylko te wspólne, z panelu *Lamp*.

O wiele bardziej złożone jest źródło *Sun*. Rysunek 17.9.4a pokazuje dodatkowe dwa panele: do sterowania cieniami (*Shadow and Spot*) oraz efektami atmosferycznymi (*Sky/Atmosphere*) .



Rysunek 17.9.4 Dodatkowe parametry cieni światła *Sun*

Źródło, którego światło wywołuje cienie (przynajmniej w wewnętrznym rendererze Blendera) jest oznaczone dodatkową otoczką z linii kreskowanej (Rysunek 17.9.4b)

17.10 Podstawienie obrazu na tło renderingu

Często tło renderingu, wypełnione prostymi barwami (por. 967), lub panoramą (por. str. 596, 987) pozostawia wiele do życzenia, ze względu na brak realizmu. Rysunek 17.10.1 pokazuje taki właśnie przypadek — chmury tła pochodzą z tekstury (panoramy) otoczenia. Są nierealistycznie "rozmyte", z powodu niedostatecznej rozdzielczości panoramy. Czy można w tło renderingu "podstawić" realistyczne zdjęcie (Rysunek 17.10.2)?

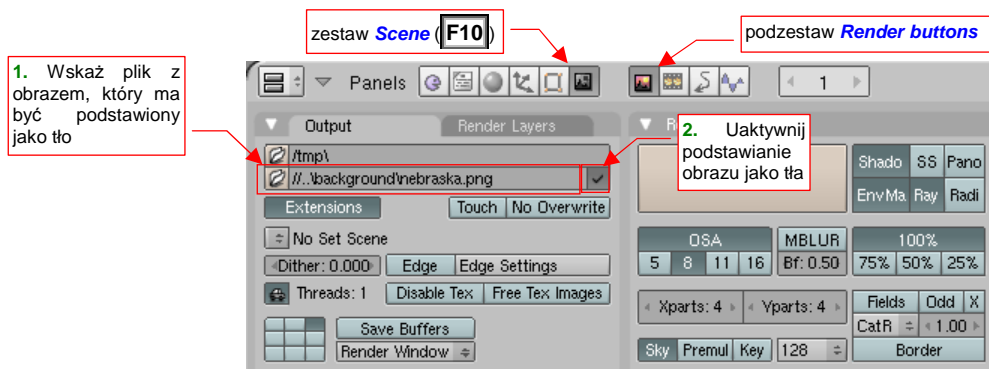


Rysunek 17.10.1 Model z kiepskim tłem



Rysunek 17.10.2 Obraz — lepsze tło dla modelu

Jest to całkiem proste. W zestawie **Scene** (**F10**): **Render buttons**, w panelu **Output**, wskaż Blenderowi plik z obrazem, który ma być użyty jako tło (Rysunek 17.10.3):



Rysunek 17.10.3 Ustalenie obrazu tła w parametrach renderingu

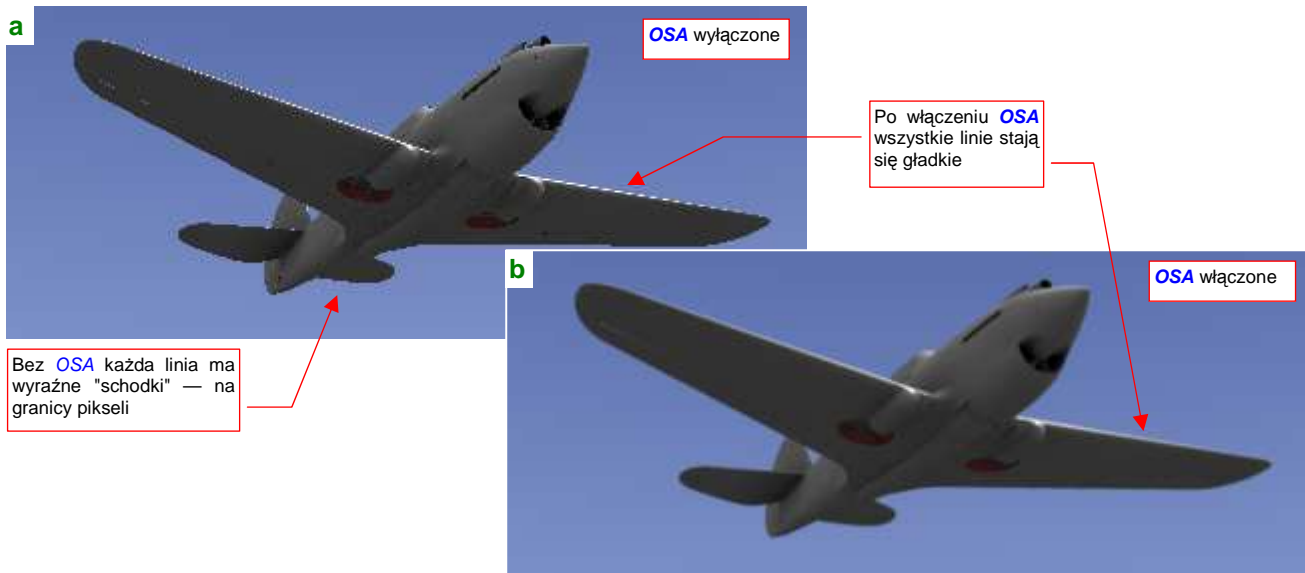
Rysunek 17.10.4 przedstawia rezultat renderingu po ustawieniu obrazu jako tła:



Rysunek 17.10.4 Rezultat: model z lepszym tłem

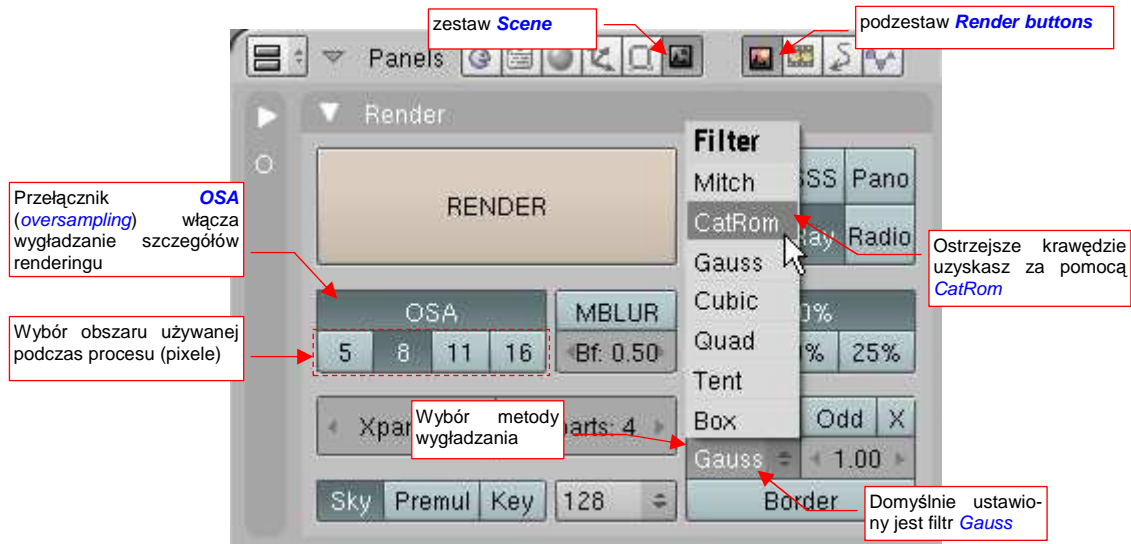
17.11 Wygładzanie linii obrazu

Podczas renderowania rezultatu, Blender musi przeliczyć uzyskane barwne obszary na konkretne piksele ostatecznego obrazu. W najprostszym przypadku wszystkie linie ukośne na obrazie będą narysowane jako "schodki" poszczególnych pikseli (Rysunek 17.11.1a). To nie wygląda dobrze, nawet przy większej rozdzielczości. Algoritmy tzw. nadpróbkowania (*oversampling*, określane także jako *antialiasing*) pozwalają na ich wizualne wygładzenie. W Blenderze *oversampling* występuje pod skrótem **OSA**. Po włączeniu **OSA** całość wygląda o wiele lepiej (Rysunek 17.11.1b):



Rysunek 17.11.1 Wpływ wygładzania **OSA** na renderowany obraz

Panel sterowania efektem znajduje się w zestawie przycisków **Scene** (**F10**), podzestawie **Render buttons**. Wygładzenie włącza się przełącznikiem **OSA** (Rysunek 17.11.2):



Rysunek 17.11.2 Wybór filtra wygładzania w panelu **Render**

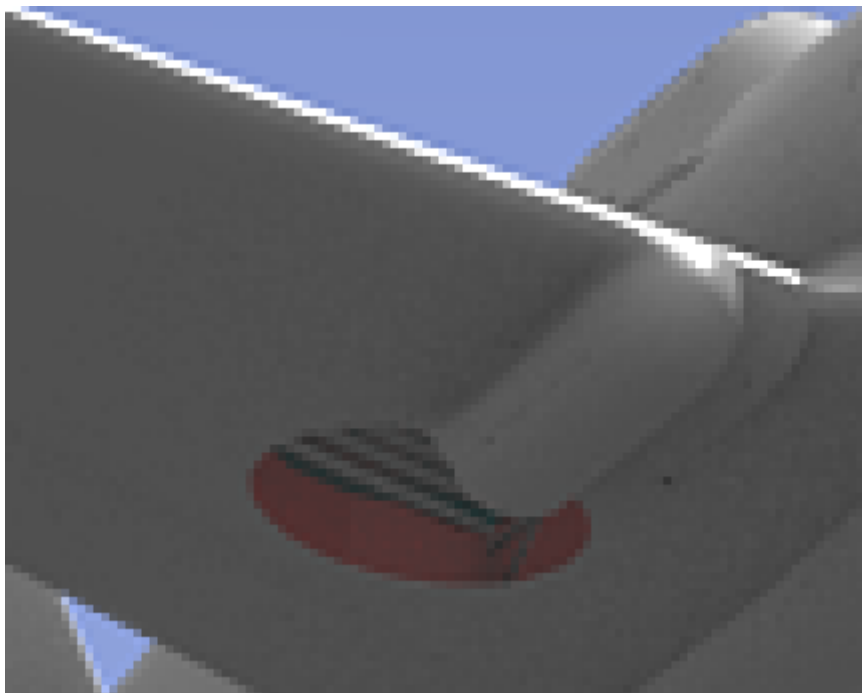
Poniżej przełącznika **OSA** (p. Rysunek 17.11.2) możesz zmienić rozmiar obszaru wygładzania (przyda się, gdy włączysz rozmycie ruchu — **MBLUR**). Oprócz tego panel zawiera tajemniczą listę bez etykiety (p. Rysunek 17.11.2). To **Filter** — pozwalający wybrać jedną z kilku możliwych metod (tzw. "filtrów") wygładzania. Domyślnie ustawiony jest na wygładzanie metodą Gaussa (jedną z najbardziej popularnych). Możesz jednak sprawdzić, jak Twój model będzie wyglądał z użyciem innej metody.

Osobiście uważam, że dla modeli samolotów domyślny filtr (**Gauss**) jest "zbyt gładki". Nie przepadam za drobnym rozmyciem konturów, które są jego "efektem ubocznym"(Rysunek 17.11.3):



Rysunek 17.11.3 Efekt wygładzania metodą **Gauss** (powiększenie x4)

Wolę przełączyć się na filtr **CatRom**, zachowujący ostrość krawędzi (Rysunek 17.11.4):



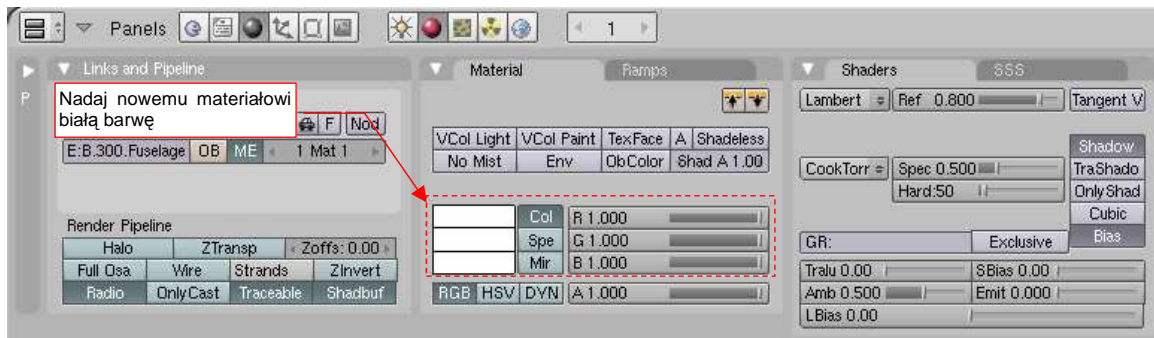
Rysunek 17.11.4 Efekt wygładzania metodą **CatRom** (powiększenie x4)

Myślę jednak, że dobór filtra wygładzania jest decyzją bardzo osobistą¹ — niemal tak, jak wybór tapety na pulpit Twojego komputera ☺.

¹ Leonardo da Vinci wyróżniał się, w oczach współczesnych artystów Renesansu, zastosowaniem techniki malowania "sufmato". (Był jej twórcą.) Efekt "sufmato", przynajmniej na reprodukcjach, wyglądają jak gaussowskie wygładzenie, tyle że malowane ręcznie!

17.12 Skonfigurowanie materiału: szkło

Stwórz nowy materiał i nadaj mu białą barwę (por. str. 957). Rysunek 17.12.1 pokazuje, jak będą wyglądać ustawienia tego materiału w zestawie **Shading:Material buttons**:



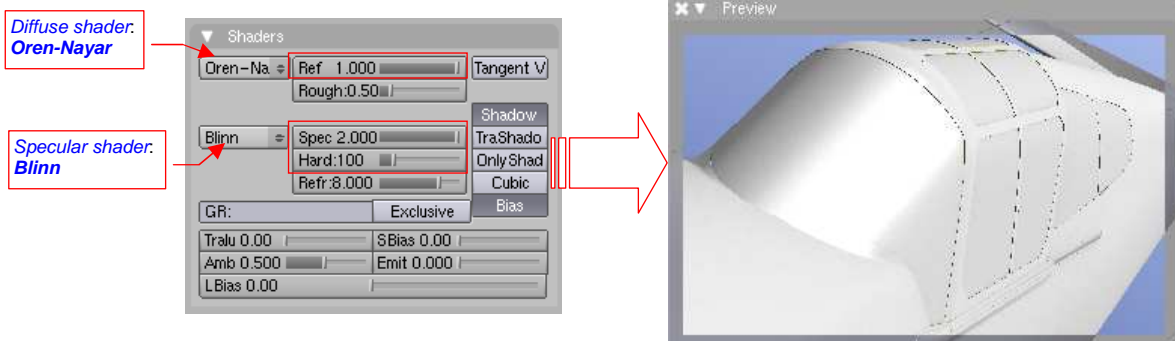
Rysunek 17.12.1 Domyślne ustawienia nowego materiału

Zacniemy od zmian w panelu **Shaders**. Zmień sposób liczenia rozproszenia światła przez materiał (*diffuse*) z **Lambert** na **Oren-Nayar** (Rysunek 17.12.2). Dodatkowo w jego parametrach ustaw:

- **Ref** = 1.0 (gdy dać mu szansę — np. w lustrze — szkło odbije prawie całe światło);

Zmień także sposób wyznaczania odbłyśków (*specular*) światła przez materiał z **Cook-Tor** na **Blinn** (Rysunek 17.12.2). Dodatkowo ustaw:

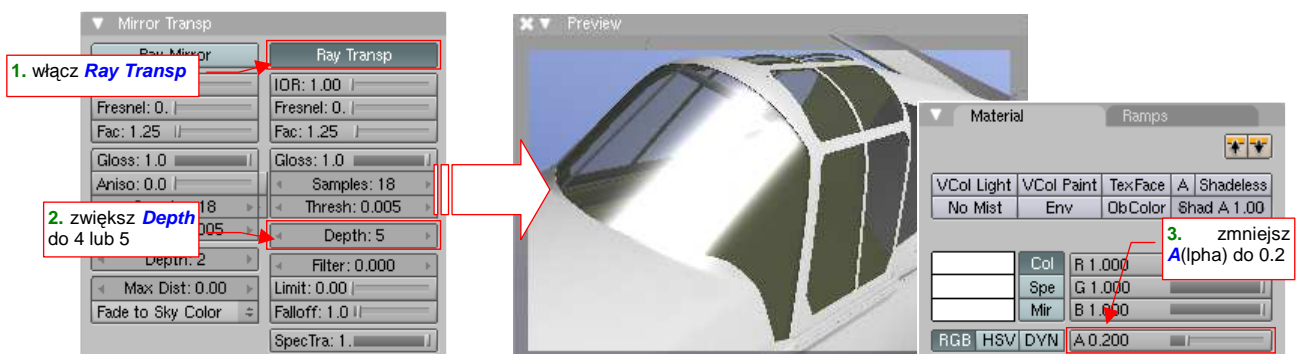
- **Spec** = 2.0 (materiał jest bardzo "połyskliwy");
- **Hard** = 100 (ze zdjęć wynika, że szkło organiczne jest "miększe" od zwykłego szkła — tzn. powstające na nim odbłyски są większe, niż na szkle);



Rysunek 17.12.2 Zmiana typów i parametrów shaderów

W panelu **MirrorTransp** włącz **Ray Transp** (Rysunek 17.12.3). Ustaw także:

- w panelu **MirrorTransp**, w sekcji poniżej **Ray Transp**, wartość **Depth** = 5;
- w panelu **Material** zmień wartość **A** (Ipha) z 1.0 (całkowicie nieprzezroczyste) na 0.2;

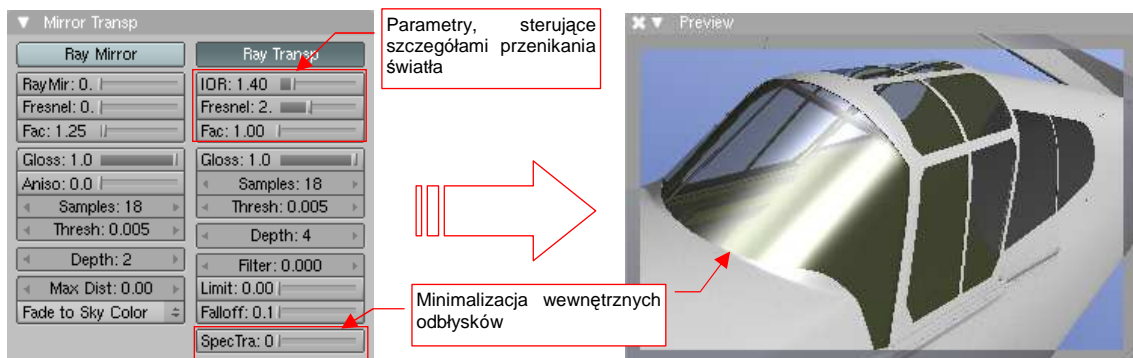


Rysunek 17.12.3 Włączenie przejrzystości materiału

Zaczyna coś już prześwitywać, prawda? Tym niemniej wygląda to nadal jak przyciemniona szyba samochodowa. Póki co poprawimy kilka parametrów, sterujących przenikaniem światła przez materiał szyby. (Szkło kabiny ma co prawda tylko kilka milimetrów grubości. Przy ustawieniu kamery pod bardzo ostrym kątem nawet taka grubość staje się istotna. Poza tym, w tym myśliwcu wystąpi także gruba — 52 mm — szyba pancerna. Co prawda jeszcze jej nie zamodelowaliśmy, ale zrobimy to wraz z innymi szczegółami kabiny. Jej także zostanie przypisany podobny materiał).

Ustaw w panelu **Mirror Transp** (Rysunek 17.12.4):

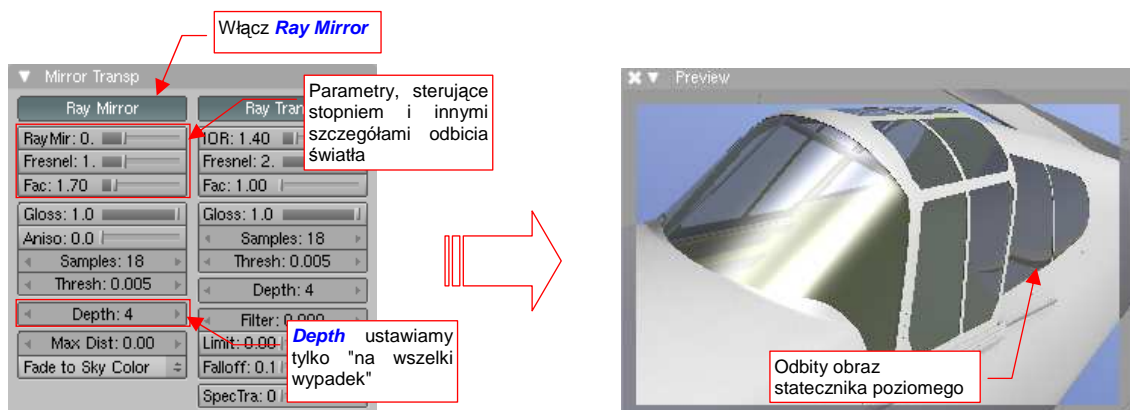
- **IOR** = 1.4 (wspc. załamania światła w plastiku);
- **Fresnel** = 2.0 (wizualne "zagęszczenie" materiału oglądanego pod bardzo dużym kątem);
- **Fac** = 1.0 (granica wizualnego "zagęszczenia" na wygiętej powierzchni będzie dość ostra);
- **Spec Tra** = 0.0 (minimalizacja "drugiego odbicia" światła od wewnętrznych ścian szyby);



Rysunek 17.12.4 Parametry związane z grubością i zakrzywieniem szyby

Na razie nie widać specjalnych zmian (por. Rysunek 17.12.4 i Rysunek 17.12.3). Kolejnym krokiem w kierunku realizmu jest dodanie do materiału możliwości odbicia obrazu otoczenia. Podobnie jak woda w kałuży, przejrzyste szkło zmienia się w lustro, gdy jest oglądane pod odpowiednim kątem. Aby to odwzorować, włącz w panelu **Mirror Transp** funkcję odbicia: **Ray Mirror**. Dodatkowo ustaw (Rysunek 17.12.5):

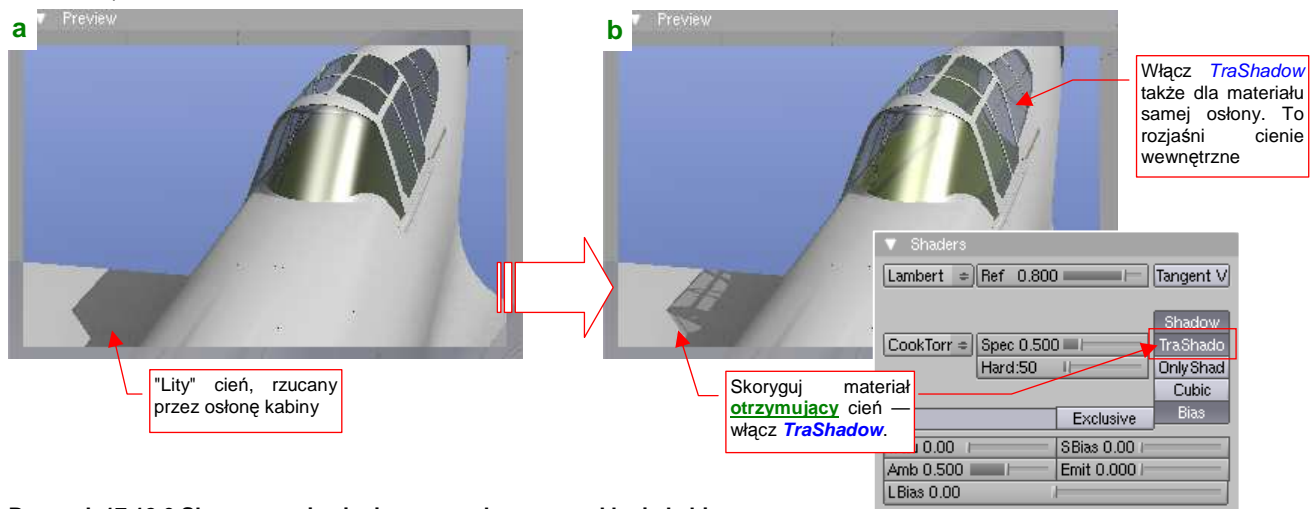
- **Ray Mir.** = 0.3 (to nie będzie zbyt intensywne "lustro");
- **Fresnel** = 1.5 (szyby zmieniają się z przejrzystych w lustrzane pod dość dużym kątem widzenia);
- **Fac** = 1.7 (ta wartość zapewni płynne przejście pomiędzy obszarem szkła przejrzystego i "lustra");
- **Depth** = 4 (na wszelki wypadek — analogicznie jak w **Ray Transp**);



Rysunek 17.12.5 Parametry związane z lustrzanym odbiciem otoczenia

Nasza osłona stała się nieco bardziej przejrzysta, ale nadal jest za ciemna. Gdy jest ustawiona pod tak ostrym kątem, jak na ilustracji, na bocznych ścianach pojawiają się odbicie otoczenia. Na przykład — obraz statecznika poziomego na tylnej szybie kabiny (por. Rysunek 17.12.5). Gdybyś chciał "rozmyć" te odbicia — zmień wartość **RayMirror:Gloss** z 1.0 na 0.95 lub 0.9.

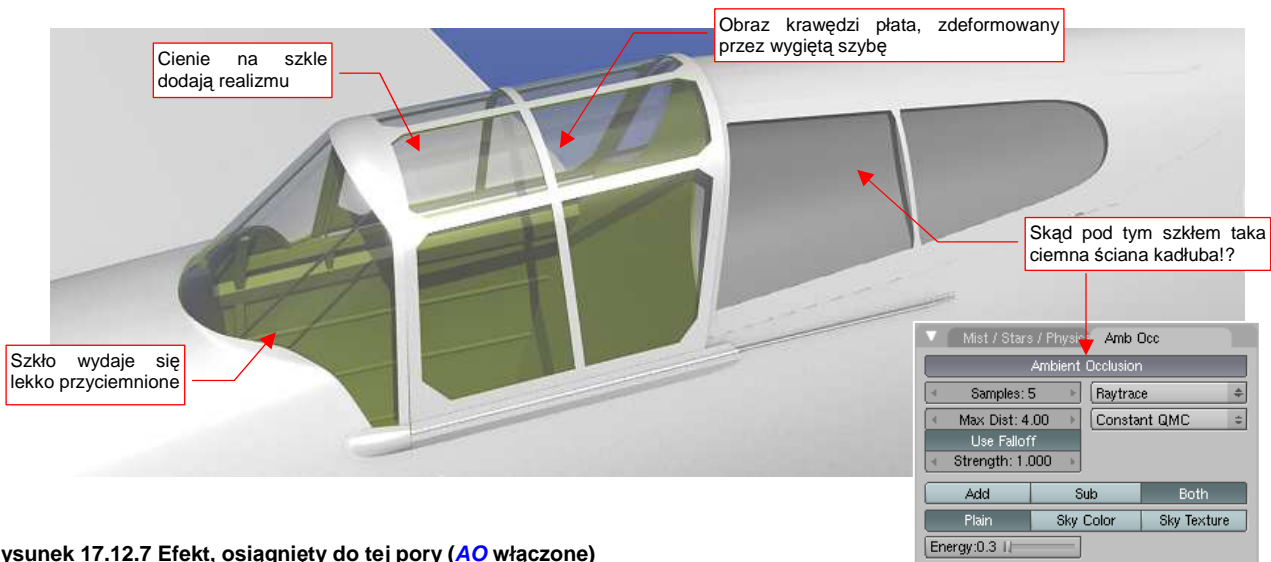
Zajmijmy się jeszcze cieniem, jaki rzuca owiewka na powierzchnię samolotu (Rysunek 17.12.6). Do tej pory cień rzucany przez zespół osłony wygląda tak, jak gdyby całość była wykonana z litego materiału (Rysunek 17.12.6a). Jak to zmienić?



Rysunek 17.12.6 Skorygowanie cieni, rzucanych przez oszklenie kabiny.

Cała sztuka polega na włączeniu jednej opcji w panelu **Shaders: TraShadow** (*Transparent Shadow*). Jest tylko jeden "haczyk": **TraShadow** włączamy dla materiału, **na który pada** cień! Praktycznie warto go włączyć dla wszystkich materiałów, których używasz w modelu, w szczególności dla powierzchni zewnętrznych (**B.Skin.Camuflage**) i wewnętrznych (**B.Skin.Inner**). Dodatkowo, należy go także włączyć dla samego materiału szkła. W takiej "zawiniętej" powłoce jako owiewka, jedna strona oszklenia rzuca cień na drugą. Powoduje to niepotrzebne "przyciemnienie" szyb. Porównaj Rysunek 17.12.6a (**TraShadow** dla szkła wyłączone) i Rysunek 17.12.6b (**TraShadow** dla szkła włączone). Czy zauważyłeś, że owiewka pojaśniała?

Do tej pory pracowaliśmy na podglądzie owiewki, z kamerą położoną blisko osi samolotu. Ustawmy się teraz trochę z boku, i oceńmy osiągnięty do tej pory efekt (Rysunek 17.12.7):

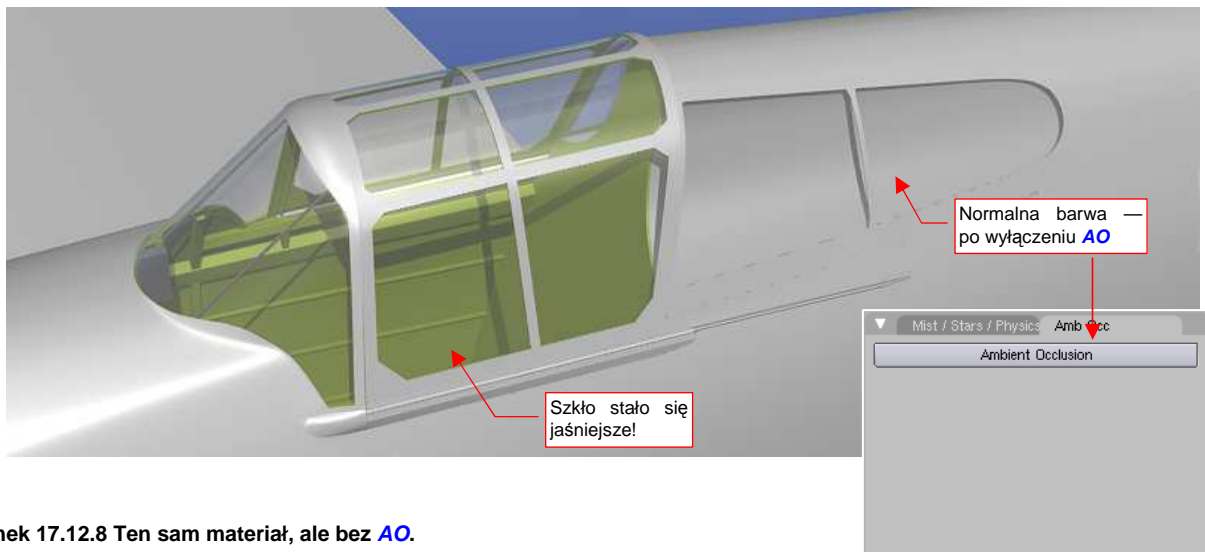


Rysunek 17.12.7 Efekt, osiągnięty do tej pory (**AO** włączone)

Odbicia na oszkleniu wyglądają całkiem realistycznie. Krawędź płata, widziana przez zakrzywiony grzbiet owiewki, jest lekko zdeformowana — tak jak byłaby w rzeczywistości. (Spokojnie, z wnętrza kabiny widok nie jest zdeformowany). Szyby wydają się lekko "przyciemnione", ale może tak musi być... Ale dlaczego ściana kadłuba pod tylną szybą jest tak ciemna?!

Muszę przyznać, że znalezienie odpowiedzi zajęło mi kilka godzin. Przyczyną okazał się jeden z efektów związanych z światłem otoczenia: **Ambient Occlusion** (por. str. 968). Ta trochę długa nazwa będzie dalej w tej sekcji określana skrótem: **AO**.

Wystarczy, że wyłączysz AO, a barwa ścian kadłuba staje się jednolita. Co więcej, szyby wreszcie przestają sprawiać wrażenie "przyciemnionych" (Rysunek 17.12.8):

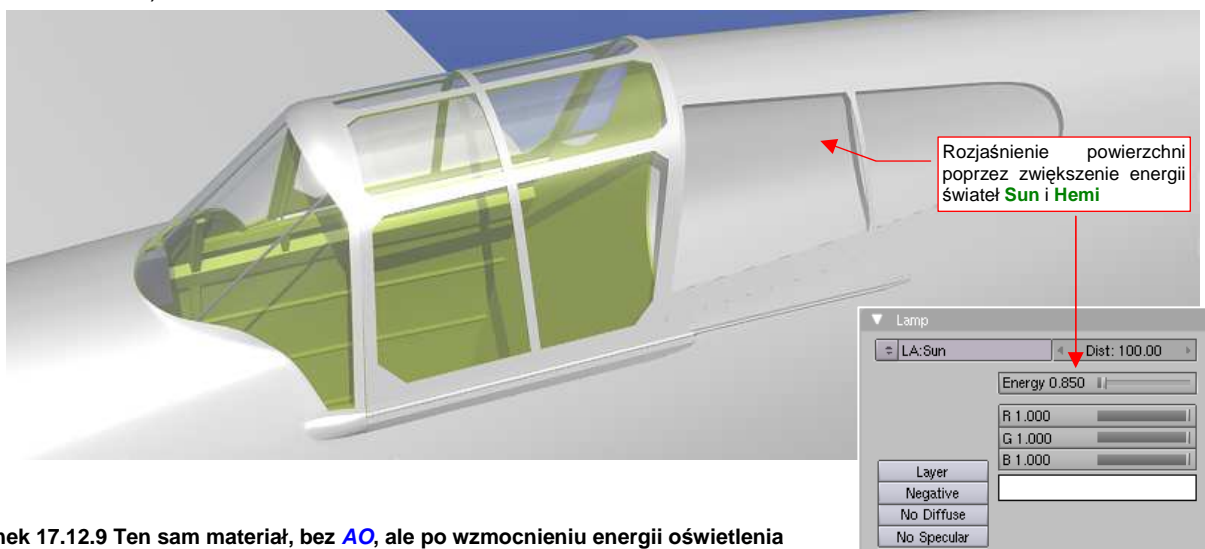


Rysunek 17.12.8 Ten sam materiał, ale bez AO.

Dla przypomnienia: AO został włączony, by "zagęścić cienie" wokół krawędzi i wewnątrz otworów. Był szczególnie przydatny w przypadku słabiej oświetlonych powierzchni, takich jak spód samolotu (por. str. 968 i dalsze). Włączyliśmy go w trakcie eksperymentów z ujęciem modelu "od dołu". Wydawało się, że to samo ustawienie można pozostawić także lepiej oświetlonych projekcjach (por. str. 276). I tak było, dopóki w modelu nie pojawiły się przezryste powierzchnie.

Wygląda na to, że renderer Blendera, którego używamy (tzw. *internal renderer*) przy obliczaniu efektu AO nie zwraca uwagi na przezroczystość materiału. W związku z tym "przyciemnił" wewnętrzne powierzchnie osłony kabiny (gdyż były, według niego, nie oświetlone). Przyciemniony został — i to znacznie — także fragment kadłuba "zasłonięty" przez szybę ciągnącą się za fotelem pilota¹.

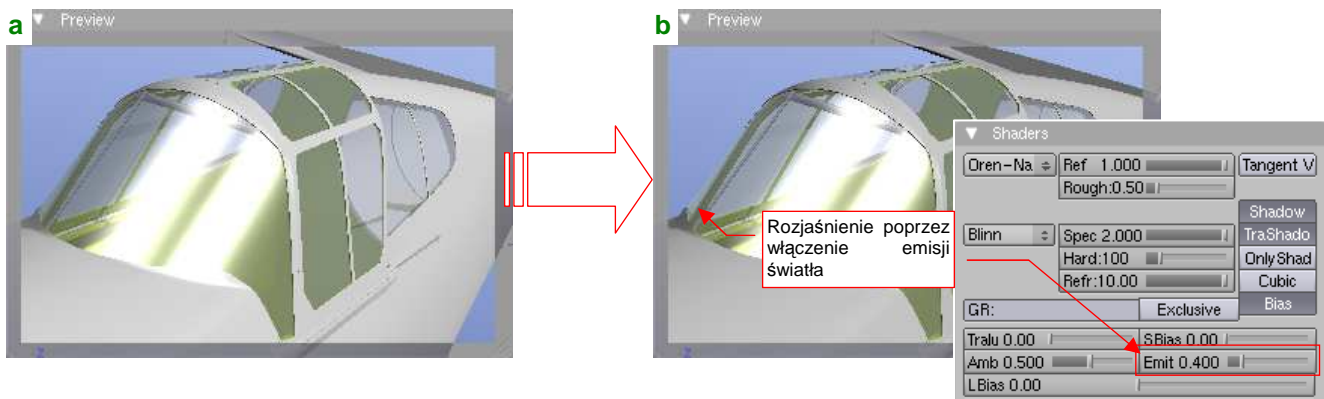
AO można było traktować jak specyficzny rodzaj światła: rozjaśniało większość powierzchni sceny. Po jego wyłączeniu "rozdziel" tę niezbędną energię na zwiększenie intensywności pozostałych światel (**Sun** i **Hemi**) (Rysunek 17.12.9):



Rysunek 17.12.9 Ten sam materiał, bez AO, ale po wzmocnieniu energii oświetlenia

¹ Najbardziej oczywistym rozwiązaniem tego problemu byłoby wykluczenie szklanych elementów owiewki z obliczeń AO. Niestety, nie ma (jeszcze?) we właściwościach materiału lub obiektu takiego przełącznika. Taki efekt można uzyskać inną, bardziej złożoną drogą: wykorzystując tzw. *Composite Nodes*.

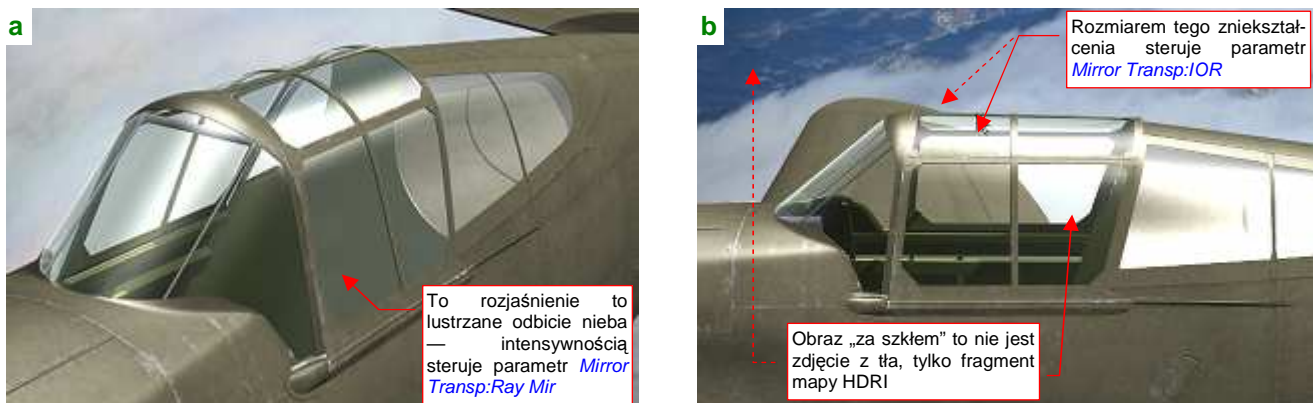
Efekt, jaki przedstawia Rysunek 17.12.9, można już zaakceptować jako wystarczająco realistyczny. W niektórych ujęciach szyby nadal mogą się jednak wydawać odrobinę za ciemne (Rysunek 17.12.10a):



Rysunek 17.12.10 Dalsze rozjaśnienie szyb za pomocą włączenia "emisji" światła

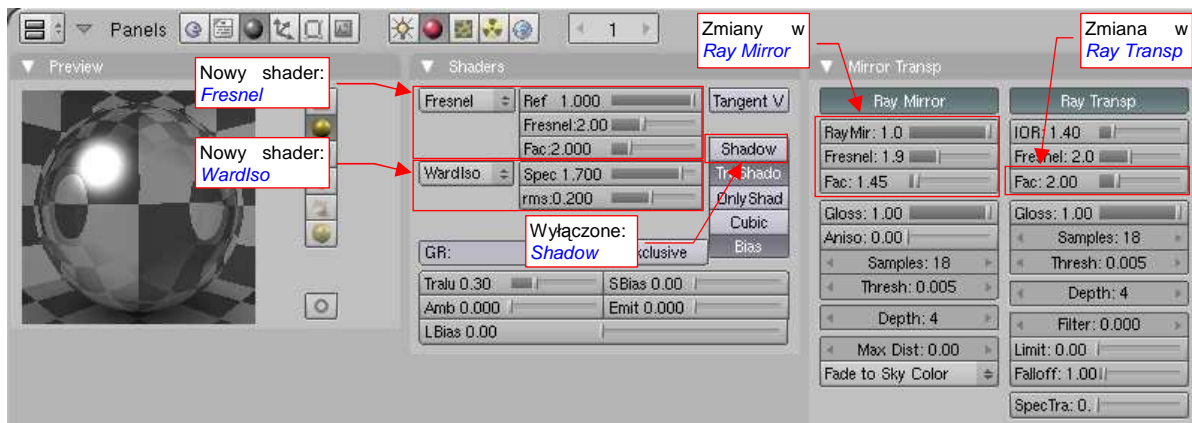
Wciąż jeszcze szkło sprawia w widoku, jaki pokazuje Rysunek 17.12.10a, wrażenie przyciemnionego. Jak je jeszcze rozjaśnić, skoro już i tak nadaliśmy temu materiałowi biały kolor? Rozwiązanie jest trochę dziwne, gdybyśmy szukali odpowiednika w realnym świecie: nasz materiał ma zacząć "emitować" pewną ilość światła! Ustawia się to w panelu **Shaders**. Służy do tego parametr **Emit** (Rysunek 17.12.10b).

Wypracowany do tej pory materiał nie jest całkiem przejrzysty. Wygląda jak szkło, które już się trochę „zestarzało”, bo nie było dobrej jakości. Taki efekt można zobaczyć na kabinach samolotów ZSSR, wyprodukowanych podczas wojny. Pod tym względem materiały brytyjskie, niemieckie i amerykańskie były o wiele lepsze, i „trzymały” przejrzystość mimo upływu czasu. Jak uzyskać taką „lepszą” szybę? (Rysunek 17.12.11):



Rysunek 17.12.11 Alternatywna (bardziej przejrzysta) postać szkła organicznego

Po pierwsze, trzeba użyć innego zestawu shaderów: **Fresnel** (rozproszenia) i **WardIso** (odbłyски). Należy także wyłączyć „przyjmowanie” cieni (**Shaders:Shadow**) (Rysunek 17.12.12):



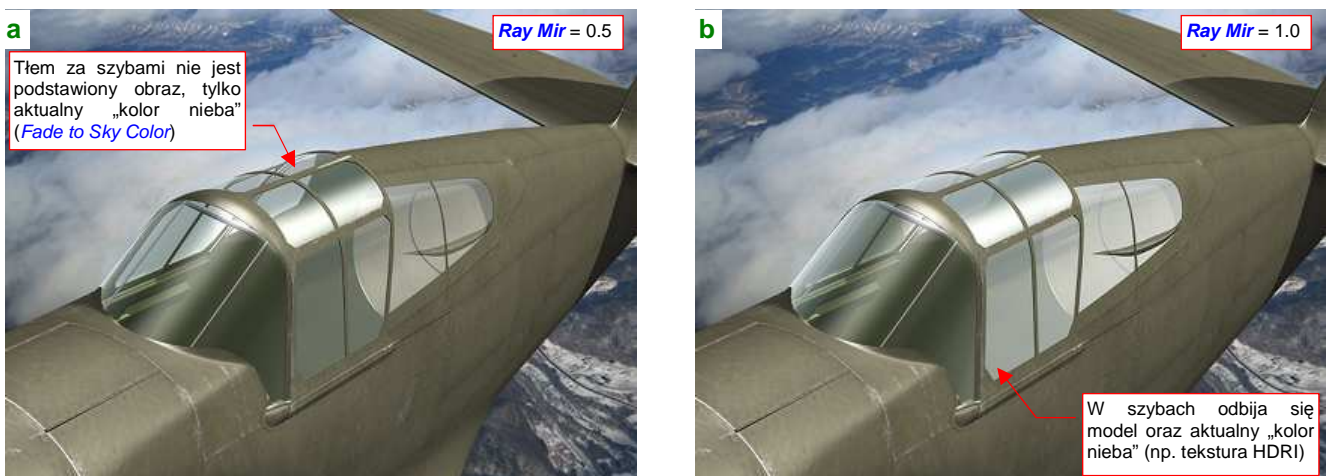
Rysunek 17.12.12 Ustawienia alternatywnej postaci szkła

Wyłączenie opcji *Shadow* w panelu *Shaders* spowodowało rozjaśnienie wewnętrznych powierzchni szyb. Uznałem, że bez tego nasze szkło wygląda korzystniej.

Po zmianie shadera światła rozproszonego na *Fresnel*, ustawiłem dwa specyficzne parametry: *Fresnel* — na 2.0 i *Fac* — także na 2.0 (wsp. *Ref* pozostał bez zmian — 1.0). Po zmianie shadera odbić na *WardIso* zmniejszyłem nieco ich intensywność (parametr *Spec*) — z 2.0 do 1.7. W sumie nie powoduje to jakiejś specjalnej różnicy, ale *WardIso* sam w sobie jest bardziej „połyskliwy” od innych shaderów, i wolałem to uwzględnić. „Twardością” (czyli rozmiarem powierzchni) odbłyśków można teraz płynnie sterować zmieniając parametr *rms*. Ustawiłem go na umiarkowaną wartość (*rms* = 0.2).

Z innych zmian — w parametrach sterujących przejrzystością (panel *Mirror Transp*, grupa *Ray Transp*) zwiększyłem wartość *Fac* do 2.0 (Rysunek 17.12.12). W razie czego możesz tu także zmniejszyć parametr *IOR*, jeżeli uznasz aktualne załamanie światła przechodzącego przez szyby za nierealistyczne. Wartość *IOR* = 1.40 jest „podręcznikową” wartością dla plastików (szkło ma zresztą jeszcze wyższą). Mimo to np. przesunięcie obrazu płata widzianego przez szybę (por. Rysunek 17.12.11b) wydaje mi się przesadzone. W każdym razie wiesz, gdzie to skorygować.

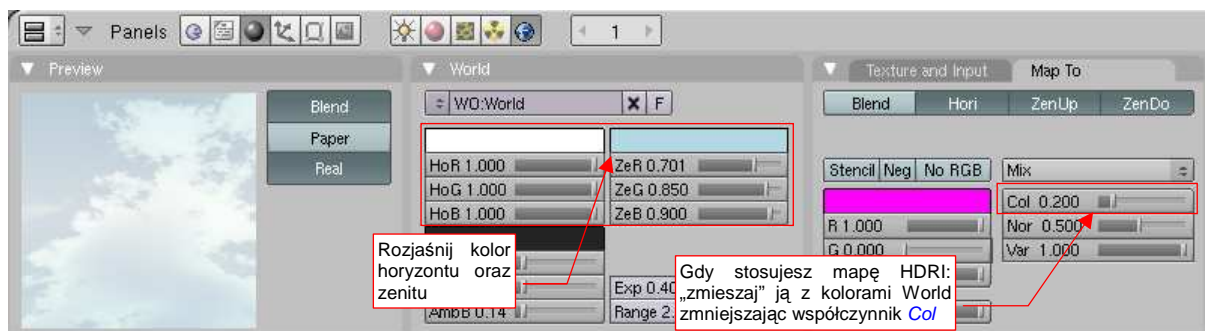
Istotnym zmianom uległy także wartości sterujące lustrzanym odbiciem (panel *Mirror Transp*, grupa *Ray Mirror*). Zdecydowanie wzmocniłem ten efekt, zwiększając wartość *Ray Mir* do 1.0. W razie czego możesz go zmniejszyć o połowę, ale to trochę sprawa gustu. W każdym razie Rysunek 17.12.13 pokazuje różnicę:



Rysunek 17.12.13 Wpływ poziomu lustrzanego odbicia

Rysunek 17.12.13a) pokazuje efekt dla *Ray Mir* = 0.5, a Rysunek 17.12.13b) — dla *Ray Mir* = 1.0. Osobiście uważam, że włączenie pełnego odbicia (Rysunek 17.12.13b) wygląda lepiej. Inne parametry z grupy *Ray Mirror* sprawiają, że nasze szkło nie zamienia się w „lusterko”: *Fresnel* = 1.9, *Fac* = 1.45 (Rysunek 17.12.12).

Wreszcie warto też zwrócić uwagę na jasność tła, widzianego i odbijanego przez szyby. To nie jest zdjęcie „podstawione” za modelem! (Por. Rysunek 17.12.11b, Rysunek 17.12.13). Obraz „dla szyb” (a także wszelkich innych odbić — np. wypolerowanego duralu) ustawiasz w zestawie *Shading:World buttons* (Rysunek 17.12.14):



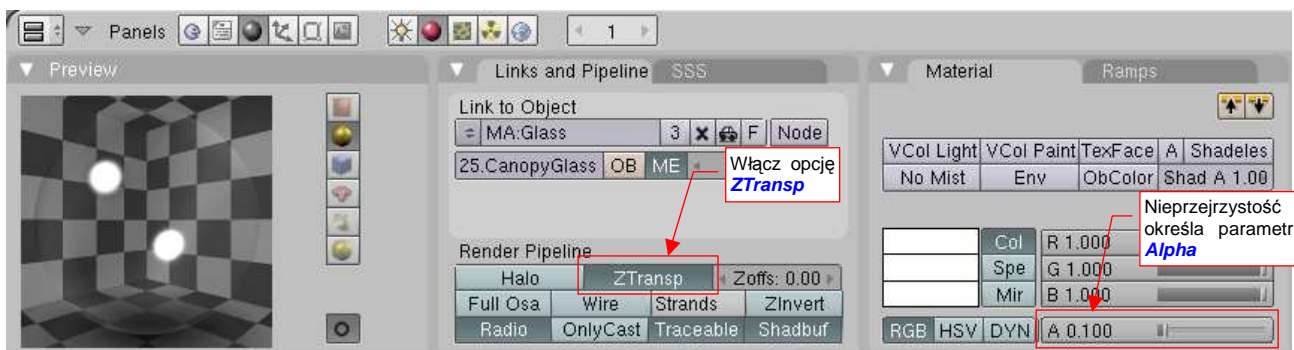
Rysunek 17.12.14 Rozjaśnienie otoczenia sceny (wpływa na barwę odbicia, widocznego na szybach)

Szczegółowe informacje o ustawieniach tekstury otoczenia (obrazu HDRI) znajdziesz na str. 596. Opis zestawu *Shading:World buttons* znajduje się na str. 986.

Kluczowe właściwości naszego materiału są związane z efektami *Ray Mirror* i *Ray Transp*, włączanymi w panelu *Mirror Transp* (por. chociażby Rysunek 17.12.12). Nie byłoby z tym żadnego problemu, gdybyś do odwzorowania otoczenia stosował jakieś bardzo szczegółowe tekstury HDRI. Na razie jednak trudno taki obraz uzyskać i potem renderować (realistyczny rendering wymaga pliku o ogromnym rozmiarze i bardzo wydajnego komputera). Sądzę, że tło dla modelu będziesz uzyskiwać prostszą metodą: poprzez „podstawienie” zdjęcia za finalny rendering (tak, jak jest to opisane na str. 998). W takiej sytuacji pojawia się problem: otoczenie, widziane przez szyby, nie jest tym, które widać na podstawionym zdjęciu (por. Rysunek 17.12.11b, Rysunek 17.12.13). Wynika z tego kilka praktycznych wniosków:

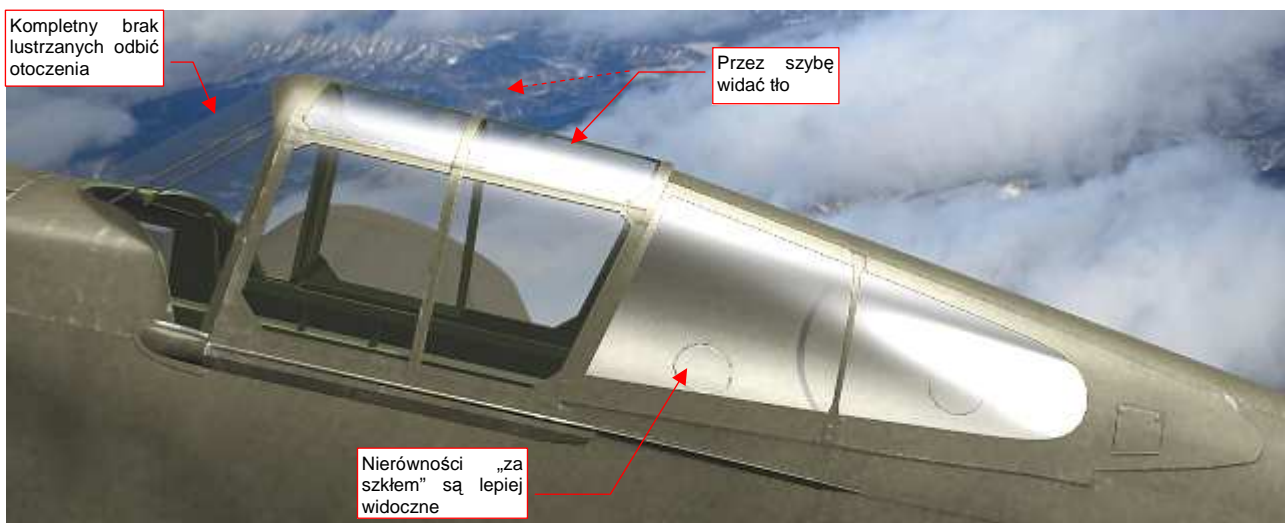
- Komponuj sceny tak, by szyba znajdowała się w jakimś fragmencie obrazu o możliwie jednolitej barwie (chmury, niebo). Do takiego tła można w miarę prosto dopasować jasność i barwę obrazu otoczenia (w zestawie *Materials:World*)
- W scenach, gdzie przez szybę ma być widoczny obraz otoczenia (np. widok z wnętrza kabiny) używaj alternatywnego (prostszego) modelu przejrzystości. Polega to na włączeniu opcji *ZTransp* i sterowaniu przejrzystością za pomocą parametru *A (Ipha)*.

Rysunek 17.12.15 przedstawia ustawienia takiego „uproszczonego szkła”, poprzez które widać zdjęcie, podstawione jako tło:



Rysunek 17.12.15 Ustawienia uproszczonego „szkła”, uzyskanego za pomocą parametrów *ZTransp* i *Alpha*.

Rysunek 17.12.16 przedstawia efekt, jaki daje ten uproszczony materiał (por. z Rysunek 17.12.11b):



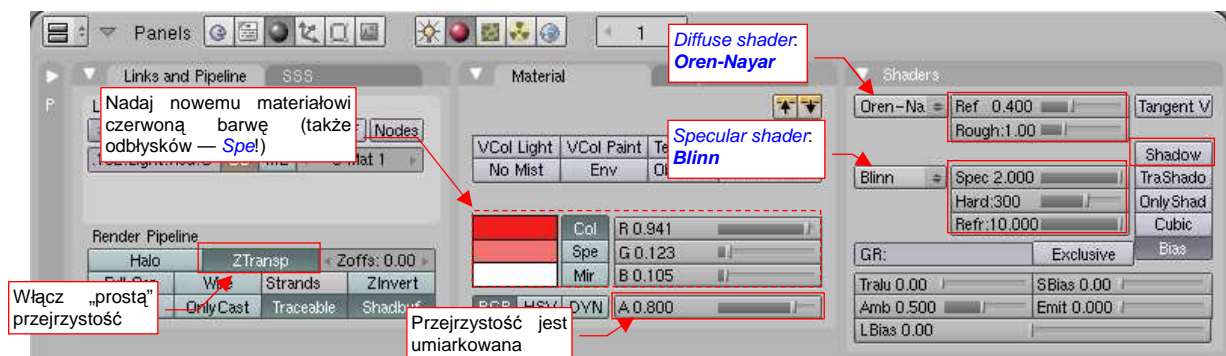
Rysunek 17.12.16 Alternatywny, uproszczony „efekt szkła” (materiał z opcją *ZTransp*)

17.13 Skonfigurowanie materiału: plastik

Gładkie powłoki wykonane z tworzyw sztucznych wydają się najprostsze do odwzorowania za pomocą materiałów „komputerowych”. Choć nie zawsze — w poprzedniej sekcji musieliśmy się jednak sporo napocić, by uzyskać coś, co przypomina szkło organiczne. To jest jednak materiał na bardzo wyeksponowanym elemencie modelu — kabinie pilota. Inne detale, takie jak np. osłony świateł pozycyjnych, nie są aż tak kłopotliwe.

W tej sekcji pokażę, jak uzyskać materiał na osłonę lewego światła pozycyjnego (jest to światło czerwone). Na prawym skrzydle jest umieszczone światło zielone, pokryte takim samym materiałem, tylko o zmienionej barwie.

Stwórz nowy materiał i nadaj mu barwę czerwoną (por. str. 957). Rysunek 17.13.1 pokazuje, jak należy zmienić ustawienia w zestawie **Shading:Material buttons**:



Rysunek 17.13.1 Domyślne ustawienia nowego materiału

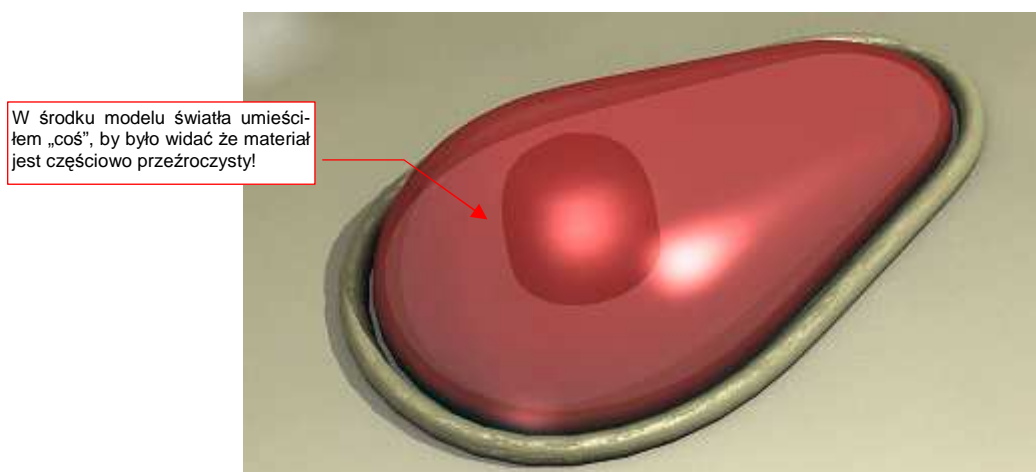
W panelu **Links and Pipeline** włącz opcję **ZTransp**. W panelu **Material** ustaw odpowiednią barwę podstawową (**Col**), oraz odbłyśków (**Spe**). Zmniejszyłem także nieprzezroczystość **A** (**Ipha**). W panelu **Shaders** zmień sposób liczenia rozproszenia światła przez materiał (**diffuse**) z **Lambert** na **Oren-Nayar** (Rysunek 17.12.2). Dodatkowo w jego parametrach ustaw:

- **Ref** = 0.4 (to stosunkowo grube i niezbyt przejrzyste szkło, „wchłonie” sporo światła);
- **Rough** = 1.0, by materiał wydawał się nieco ciemniejszy;

Zmień także shader odbłyśków z **Cook-Tor** na **Blinn**, i w jego parametrach ustaw:

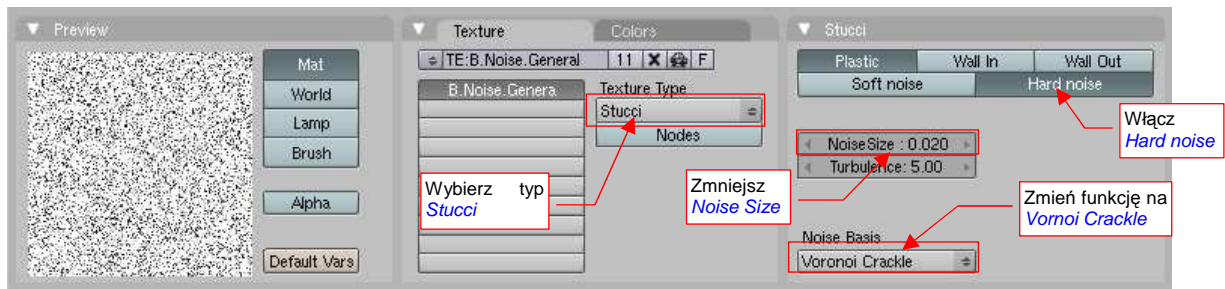
- **Spec** = 2.0 (materiał jest bardzo „połyskliwy”);
- **Hard** = od 150 do 300 (ja się zdecydowałem na 150: większa powierzchnia odbłyśków lepiej wygląda na tak małym detalu, jak światło sygnalizacyjne);
- **Refr** = 10 (wartość maksymalna);

Nadałem temu materiałowi nazwę **B.Red.Plastic**. Rysunek 17.13.2 przedstawia rezultat jego zastosowania:



Rysunek 17.13.2 Materiał — półprzezroczysty, czerwony plastik (próbny rendering światła sygnalizacyjnego)

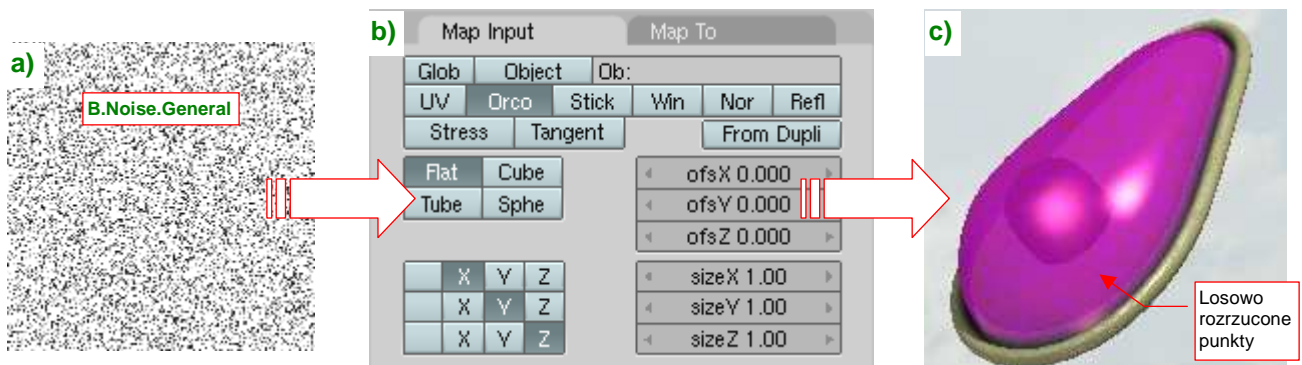
Żadna powierzchnia w realnym świecie nie jest tak gładka (przyjrzyj się, jak wygląda ramka tego światła — Rysunek 17.13.2). Przygotujmy więc teksturę, która odwzoruje drobne nierówności (Rysunek 17.13.3):



Rysunek 17.13.3 Proceduralna tekstura „szumu” — B.Noise.General.

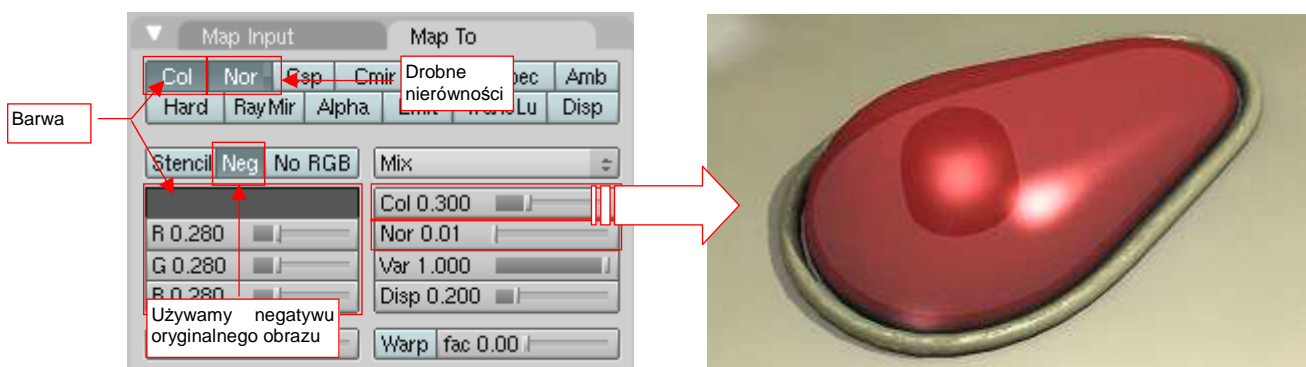
To tekstura proceduralna typu *Stucci*. Nadałem jej nazwę **B.Noise.General**. Po określeniu typu tekstuzy zmień funkcję „szumu” (*Noise Basis*) na *Voronoi Crackle*, oraz zmniejsz jego rozmiar (*Noise Size*) do 0.02.

Rysunek 17.16.5 przedstawia nałożenie tekstuzy **B.Noise.General** na siatkę lampy:



Rysunek 17.13.4 Mapowanie obrazu „szumu” (B.Noise.General) na siatkę lampy pozycyjnej

Żaden z parametrów, podstawionych przez Blender domyślnie w panelu *Map Input*, nie musiał być w tym przypadku zmieniany. Domyślny, purpurowy kolor tekstuzy „zalał” całą powierzchnię, pozostawiając tylko „kropki” w oryginalnym kolorze. Chodzi nam o efekt odwrotny (cała powierzchnia ma być w oryginalnej barwie, a „kropki” — w innej). Dlatego użyjemy negatywu tej tekstuzy. Szczegóły jej mapowania na parametry materiału przedstawia Rysunek 17.13.5a):



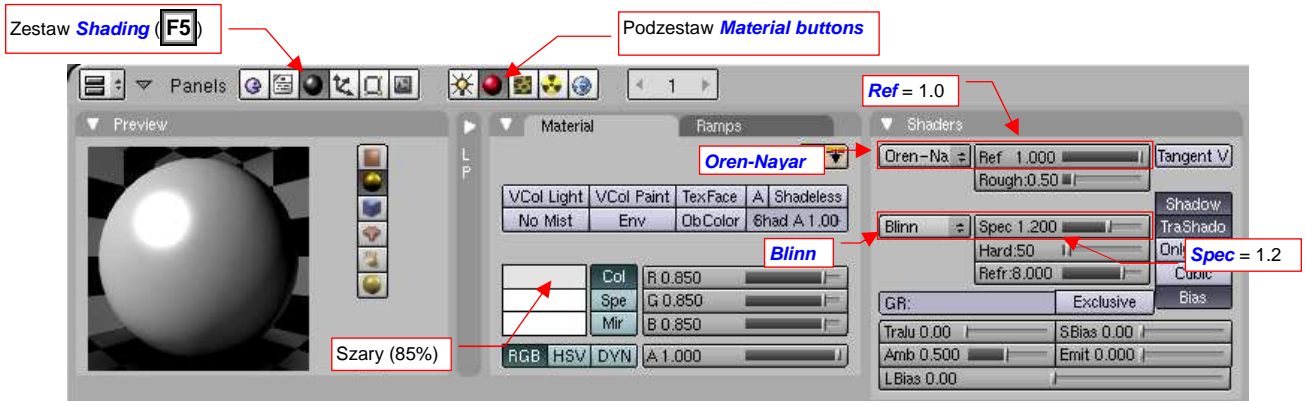
Rysunek 17.13.5 Modulacja parametrów materiału przez teksturę „szumu” (B.Noise.General)

Negatyw tekstuzy włączysz przełącznikiem *Map To:Neg*. Na kolor tych skaz/zabrudzeń wybrałem ciemnoszary (Rysunek 17.13.5a), ale niezbyt intensywny (*Col* = 0.300). Dodatkowo ten sam wzór chaotycznych „kropki” mapuję jako bardzo drobne nierówności (*Nor* = 0.01). Rysunek 17.13.5b) przedstawia ostateczny rezultat

17.14 Skonfigurowanie materiału: dural

Większość samolotów — od drugiej połowy lat trzydziestych do czasów współczesnych — była wykonywana z blachy duraluminiowej. Czasami — w przypadku prototypów, samolotów cywilnych, oraz części maszyn wojсковych — pozostawiano je w naturalnym kolorze poszycia. Prędzej czy później zabierzesz się za wykonanie modelu w takich właśnie barwach. Pojawi się wówczas pytanie: jak stworzyć w Blenderze materiał, który imitowałby blachę (duralową)?

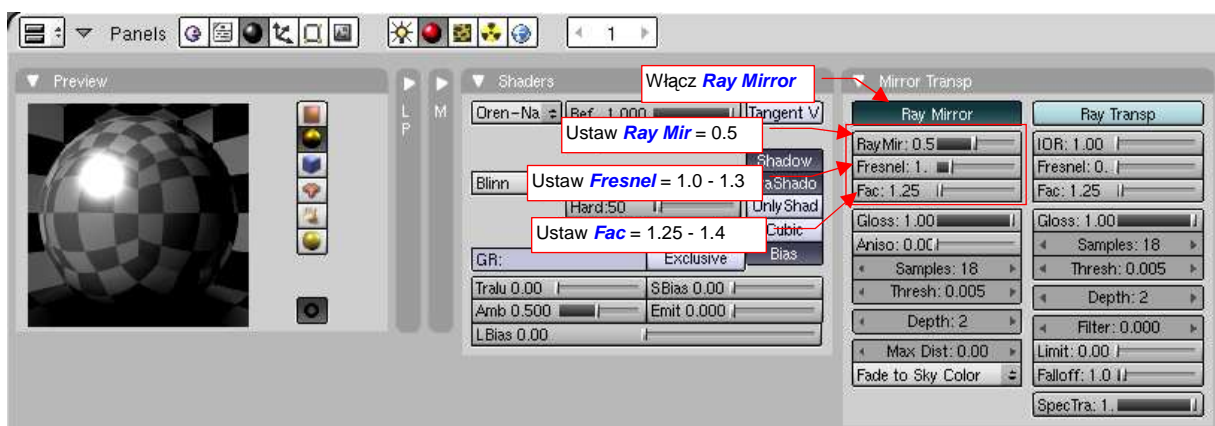
Zacznijmy od podstaw: przejdź do zestawu **Shading** (F5), podzestawu **Material buttons**. Aluminium to jasny metal, więc zmień kolor poszycia na jasnoszary (85% szarości — Rysunek 17.14.1):



Rysunek 17.14.1 Wstępne ustawienia materiału — barwa podstawowa, shading.

Oprócz tego ustaw w panelu **Shaders** typowe metody obliczania odbicia światła: **Oren-Nayar** dla rozproszonego (*diffuse shader*), **Blinn** dla odbłyśków (*specular shader*). Zwiększ współczynnik odbicia światła rozproszonego **Ref** do 1.0 ("lustro" odbija prawie całe światło, które na nie pada). Zwiększ także połyskliwość **Spec** do 1.2. Pozostaw "twardość" (**Hard**) odbłyśków na stosunkowo niskim poziomie — 50. (To specyfika bezbarwnego lakieru, jakim pokryte jest poszycie).

Dlaczego właściwie tak przygotowany materiał wygląda — no, ... "niemetalowo"? Ponieważ prawdziwy metal po części zachowuje się jak lustro¹. W panelu **Mirror Transp** włącz więc opcję **Ray Mirror** (Rysunek 17.14.2):

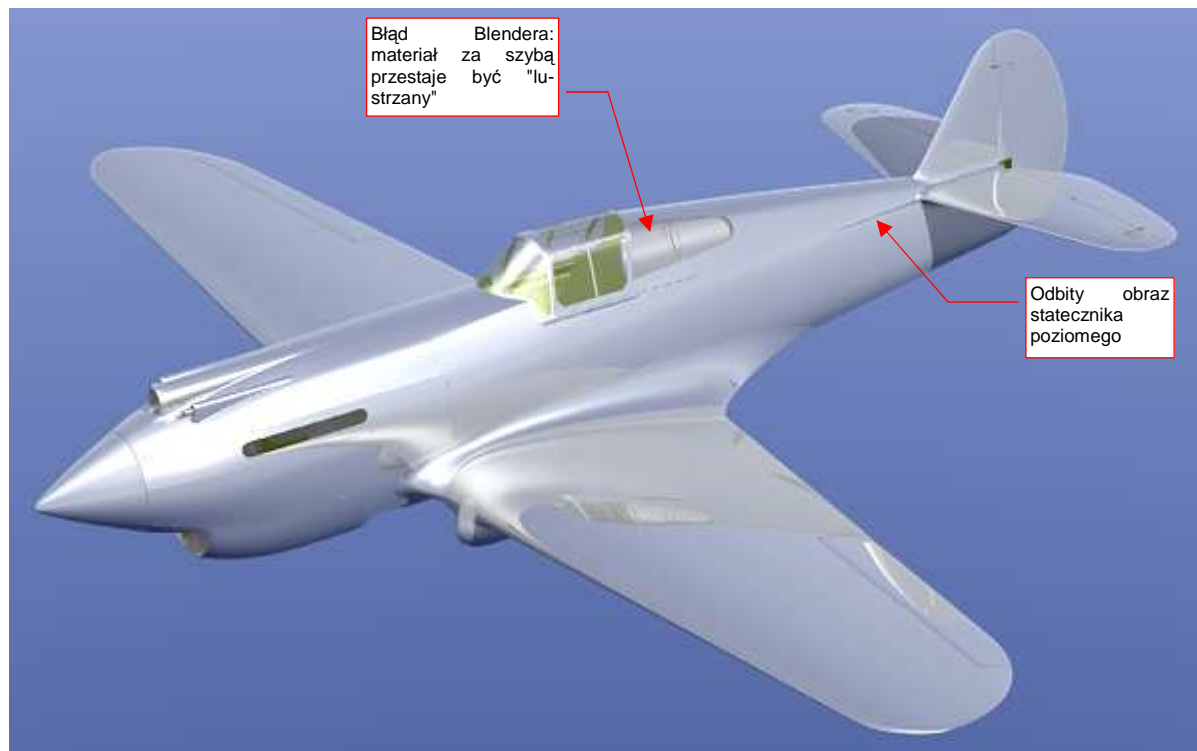


Rysunek 17.14.2 Włączenie odbicia lustrzanego.

Poniżej przełącznika **Ray Mirror** znajduje się zestaw jego parametrów. Ustaw intensywność odbicia (**Ray Mir**) na 0.5 (50%). (Przy 100% widziałbyś wyłącznie to, co się odbiło, a nie barwę samego metalu). Zwiększ także "wyłumienie" odbicia w centrum obrazu — efekt **Fresnel** — do wartości 1.0.

¹ A właściwie: to lustro "udaje" metal. Szkło jest w nim potrzebne wyłącznie do ochrony powierzchni i zapewnienia niezbędnej "gładkości" cienkiej warstwy metalu, naniesionej od wewnątrz.

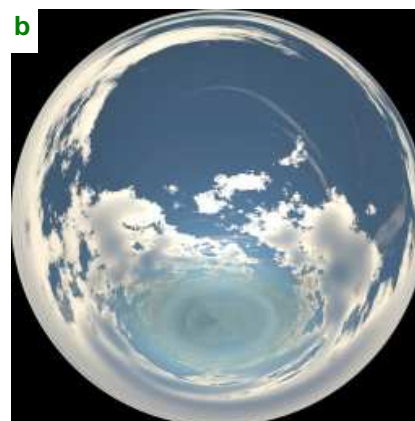
Wykonajmy teraz rendering, aby zobaczyć, jak materiał prezentuje się na modelu (Rysunek 17.14.3):



Rysunek 17.14.3 Odbicie lustrzane — pierwsze przybliżenie

Efekt zbliżony do oczekiwanego, ale pozostawia jeszcze dużo do życzenia. Po pierwsze, jakoś za mało urozmaicona jest powierzchnia samolotu. Na płatach widać tylko odbicie kadłuba, a na kadłubie — płata. A gdzie inne szczegóły?

To, czego nam brakuje, to otoczenie. W realnym świecie zawsze coś się znajduje dookoła — chociażby sam obserwator. Rysunek 17.14.3 pokazuje odbicia, jakie pojawiłyby się na samolocie w bezkresnej, błękitnej otchłani. Musimy ustawić dookoła samolotu jakiś obraz otoczenia — nieba, chmur, a u dołu — ziemi lub chmur... Załaduj (jak — p. str. 962) teksturę otoczenia, składającą się głównie z błękitu i chmur (Rysunek 17.14.4):

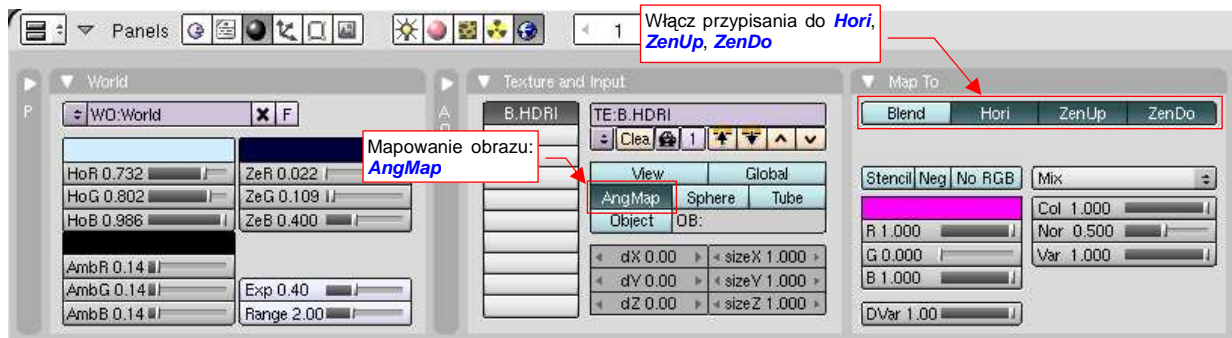


Rysunek 17.14.4 Ten sam obraz otoczenia w dwóch alternatywnych rozwinięciach — cylindrycznym i kątowym (*angular map*).

Plik z obrazem dla tej tekstury — w wersji z mapowaniem kątowym, jaką pokazuje Rysunek 17.14.4b — znajdziesz wśród plików dostarczonych wraz z tą książką: [p40\background\sky5-clouds.png](http://p40/background/sky5-clouds.png)¹.

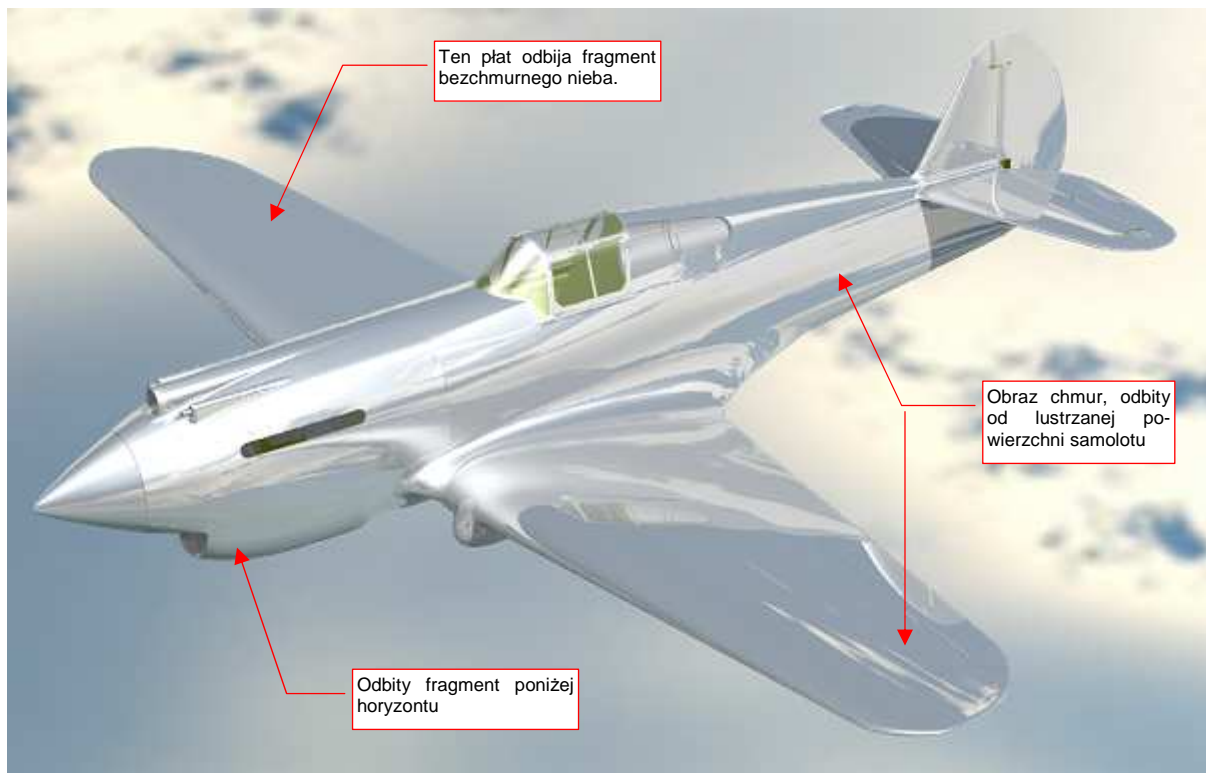
¹ Jest to obraz pobrany z kolekcji "nieb", udostępnianej za darmo na <http://lfggrafix.com/>. Są tam udostępniane w mapowaniu cylindrycznym, jakie pokazuje Rysunek 17.14.4a. Mapowanie kątowe uzyskałem za pomocą programu [Qtfgui](http://qtfgui.sourceforge.net/) (udostępnionego na zasadach GPL). Przy okazji obróciłem niebo o 180°, by słońce było z tyłu obserwatora. [Qtfgui](http://qtfgui.sourceforge.net/) można pobrać z <http://qtfgui.sourceforge.net/>.

Załadowaną teksturę otoczenia zamapuj jako **AngMap**, oraz przypisz do obszarów ekranu: **Hori**, **ZenUp**, **ZenDo** (Rysunek 17.14.5):



Rysunek 17.14.5 Mapowanie tekstury otoczenia

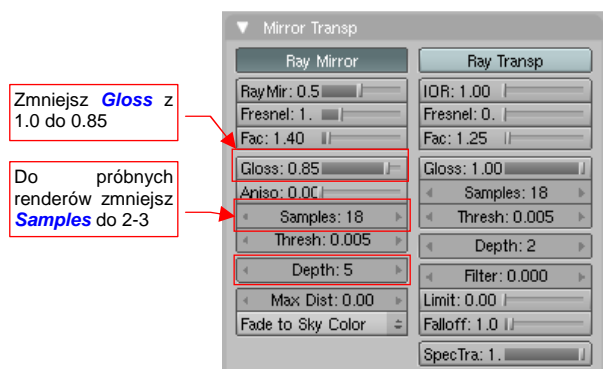
Rezultat wygląda już lepiej (Rysunek 17.14.6):



Rysunek 17.14.6 Aktywne lustrzane odbicia + obraz otoczenia

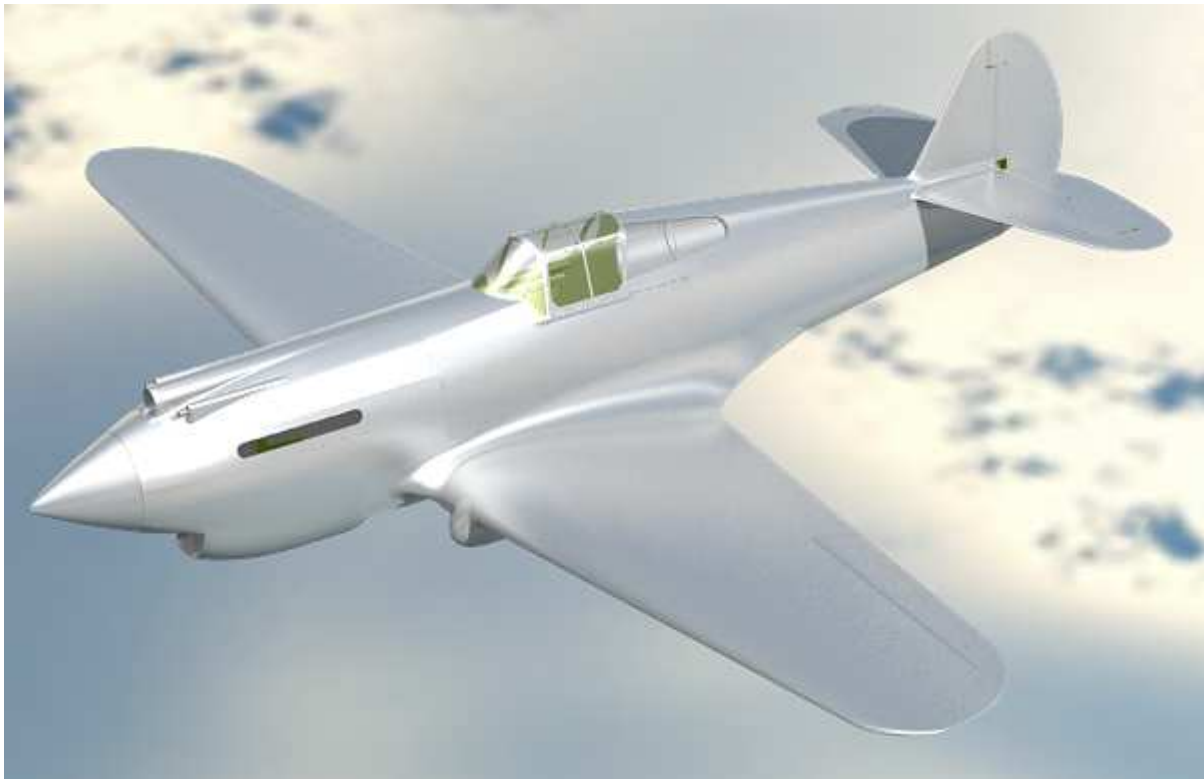
Kadłub i lewe skrzydło wyglądają już całkiem ciekawie (Rysunek 17.14.6). Prawy płat zachował jednolitą barwę, gdyż akurat odbija obraz bezchmurnego fragmentu nieba. (Jedynie na krawędzi natarcia widać zdeformowane odbicie horyzontu).

Pokrycie prawdziwego samolotu nie jest jednak doskonałym lustrem. Nawet maszyny pracowicie "wypucowane" przez obsługę naziemną nie dają tak idealnego odbicia, jakie pokazuje Rysunek 17.14.6. Aby uzyskać taki bardziej realistyczny efekt, zmniejsz w panelu **Mirror Transp** wartość **Gloss** — do poziomu 0.85 (Rysunek 17.14.7). To wydłuży czas renderowania. Możesz jednak tym czasem sterować za pomocą wartości **Samples**. Dla próbnego renderingu używaj **Samples** = 3. Dla ostatecznego — ustaw **Samples** na poziomie 15 - 18.



Rysunek 17.14.7 "Rozmycie" lustrzanego odbicia

Rysunek 17.14.8 przedstawia efekt ustawienia **Gloss** = 0.85:



Rysunek 17.14.8 Aktywne lustrzane odbicia + obraz otoczenia + rozmycie odbicia (**Samples** = 18)

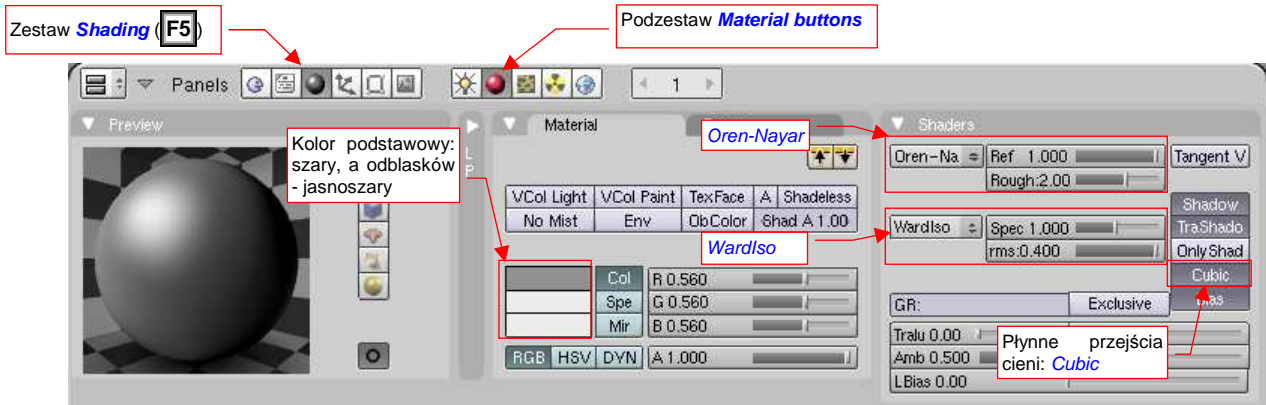
Samolot wygląda na pokryty realistyczną, dość matową blachą. I o taki efekt chodziło.

- Pamiętaj, że możesz płynnie sterować poziomem "wypolerowania" poszycia, zmieniając w panelu **Mirror Transp** wartość **Gloss**.

17.15 Skonfigurowanie materiału: stal

Materiału, który wygląda jak stal, będziemy potrzebować do wykonania różnych drobnych detali samolotu. Ten materiał jest matowy, więc nie będziemy w nim włączać żadnych opcji *Ray Mirror*, jak to robiliśmy dla duralu (por str. 985). Przejdź do panelu *Material buttons* w zestawie *Shading*.

Rysunek 17.15.1 przedstawia podstawowe ustawienia kolorów i shaderów dla stali:



Rysunek 17.15.1 Ustawienia barwy i shaderów

Podstawnym kolorem (*Material:Col*) materiału jest szary (60%). Przyciemniłem także nieco światła odbłyśków (*Material:Spe*) — do 80%. Jeżeli chodzi o shadery, to dla rozpraszania światła zastosowałem typowy *Oren-Nayar*, o dużej chropowatości (*Rough* = 2.0) i w pełnym rozproszeniu światła (*Ref* = 1.0). Jako shader odbłyśków uczyłem tym razem nie występującego w parze z *Oren-Nayar* shadera *Blinn*, tylko bardziej odpowiedniego dla metali *WardIso*. „Podkreśliłem” w nim obszar rozpraszania światła (*rms*).

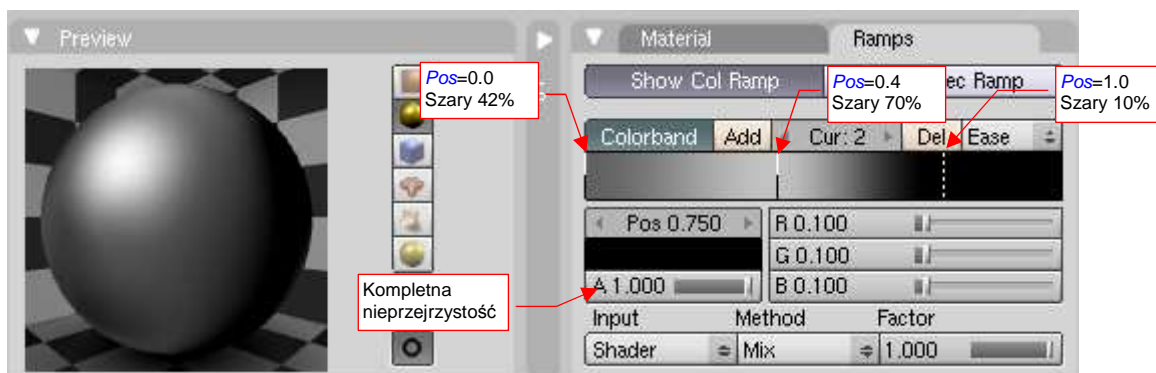
Rysunek 17.14.2 przedstawia, jak takie ustawienia wyglądają na przedmiocie pokrytym tym materiałem (na przykładzie goleni kółka ogonowego — obiektu *B.410.Leg*).



Rysunek 17.15.2 Test materiału na renderingu

Aby całość wyglądała bardziej „metalowo”, nadamy materiałowi kolor zależny od kąta „patrzenia”. Użyłem do tego funkcji z panelu *Ramps* (spektrum barw — więcej na ten temat znajdziesz na str. 960)

Za pomocą przycisku *Add* dodałem do paska barw kolejną „pozycję”, pośrodku. Następnie zmieniłem każdą z nich, ustawiając ich barwy tak, jak pokazuje to Rysunek 17.15.3:



Rysunek 17.15.3 Ustawienie spektrum kolorów materiału

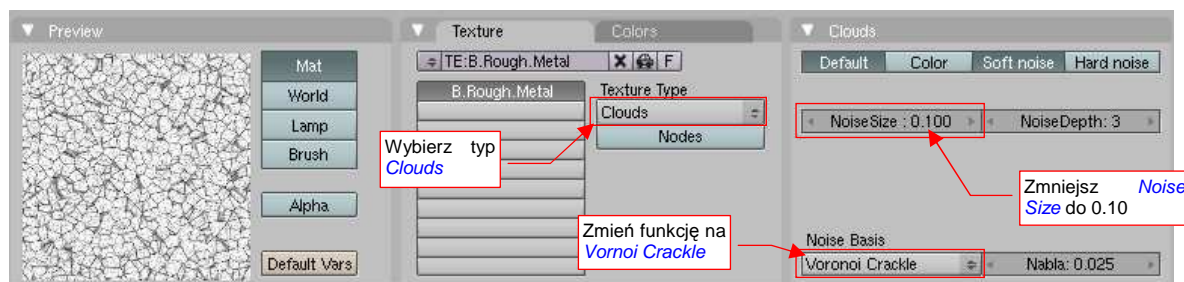
We wszystkich pozycjach paska ustawiłem kompletną nieprzeźrystość ($A = 1.0$). Tryb „aplikacji” barwy pochodzącej „z paska” z podstawową barwą materiału (*Method*) jest ustawiony na *Mix*, a współczynnik udziału *Factor* = 1.0. Oznacza to zupełne wyeliminowanie barwy podstawowej, (ustawionej na str. 989). Wystarczy jednak tylko zmniejszyć wartość *Factor*, by zaczęła „prześwitywać”.

Rysunek 17.15.4 przedstawia rednering naszej testowej goleni z nowymi ustawieniami. Być może w tym ujęciu nie widać tego najlepiej, ale w rezultacie zastosowania paska barw pojawił się na przedmiocie pożądaný „metaliczny połysk”. Na razie uzyskana powierzchnia wygląda jak gładki metal (Rysunek 17.15.4). Gdyby jej zmniejszyć nieco parametr *Ref* (z panelu *Shaders*), to całkiem dobrze udaje zwykłą, gładką powierzchnię stali.



Rysunek 17.15.4 Rezultat na renderingu

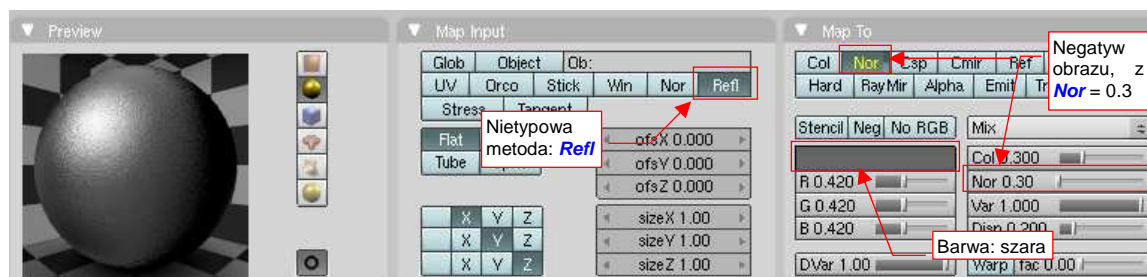
Potrzebujemy także czegoś innego: powierzchni pomalowanej „srebrną” farbą. Przez takie pokrycia sprawia wrażenie lekko chropowatej (a przynajmniej tak odbija światło). Jak wzbogacić materiał o taki efekt, jednocześnie nie tracąc czasu na rysowanie obrazu abstrakcyjnego „szumu”? Wystarczy wykorzystać odpowiednią teksturę proceduralną. Jej przykład przedstawia Rysunek 17.15.5:



Rysunek 17.15.5 Tekstura proceduralna *Clouds*, w układzie przypominającym powierzchnię metalu

Teksturze, którą przedstawia Rysunek 17.15.5, nadałem nazwę *B.Rough.Metal*. Powstała na bazie typu *Clouds*. Wystarczyło zmienić funkcję bazowego szumu (*Noise Basis*) z *Blender Original* na *Voronoi Crackle*, oraz zmniejszyć jego rozmiar (*Noise Size*) do 0.10. (Szczegółowy opis, jak stworzyć taką teksturę, znajdziesz na str. 964).

Rysunek 17.15.6 przedstawia szczegóły mapowania *B.Rough.Metal* w materiale:



Rysunek 17.15.6 Nałożenie tekstury nierówności

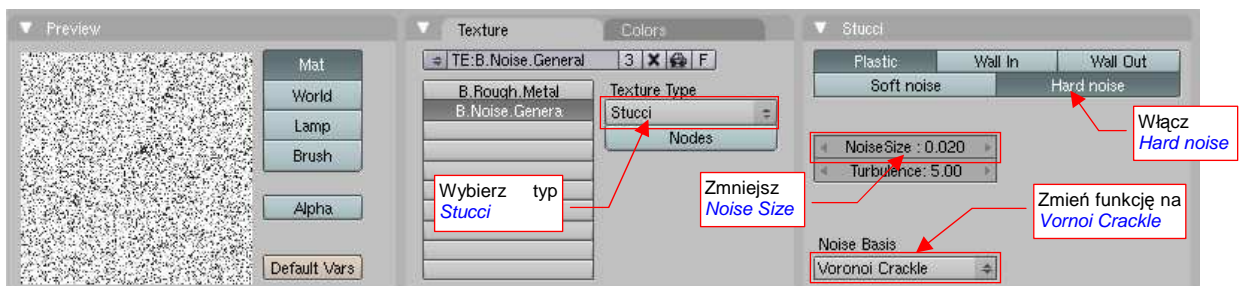
Zwróć uwagę na panel *Map Input*. Zastosowałem tu na dość rzadko używaną metodę mapowania tekstury *RefI*. Po kilku próbach doszedłem do wniosku, że w tym trybie nierówności układają się najlepiej. W panelu *Map To* nie ma żadnych rewelacji: negatyw obrazu moduluje nierówności (*Nor* jest żółte, czyli ujemne), z umiarkowaną intensywnością (=0.3).

Rezultat zastosowania tekstury **B.Rough.Metal** przedstawia Rysunek 17.15.7. Powierzchnia goleni przestała już wyglądać na gładką! Takie drobne nierówności są odpowiednie dla odkuwek.



Rysunek 17.15.7 Efekt nałożenia tekstury nierówności (**B.Rough.Metal**)

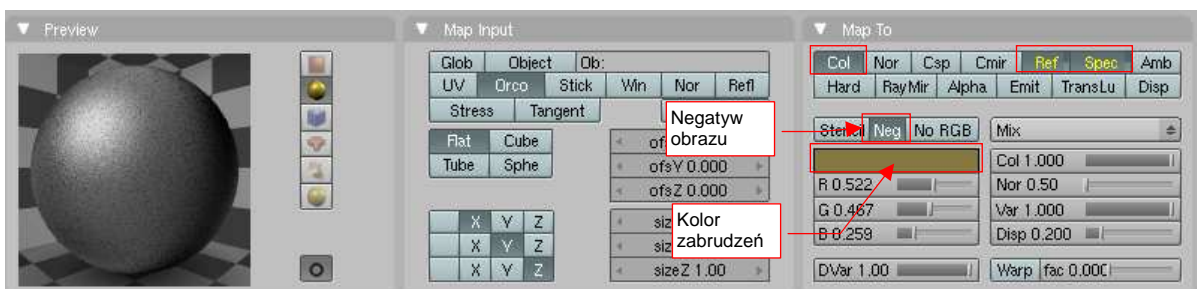
Na takiej chropowatej powierzchni łatwiej osiada kurz, który później zbiera się w jej zagłębieniach. Przygotujmy kolejną teksturę, która odwzoruje takie zagłębienia (Rysunek 17.15.8):



Rysunek 17.15.8 Proceduralna tekstura „szumu” — **B.Noise.General**.

To tekstura proceduralna typu **Stucci**. Nadałem jej nazwę **B.Noise.General**. Po określeniu typu tekstury zmień funkcję „szumu” (**Noise Basis**) na **Voronoi Crackle**, oraz zmniejsz jego rozmiar (**Noise Size**) do 0.02.

Rysunek 17.15.9 przedstawia szczegóły mapowania **B.Noise.General** w materiale:



Rysunek 17.15.9 Mapowanie tekstury **B.Noise.General** w charakterze kurzu/pyłu.

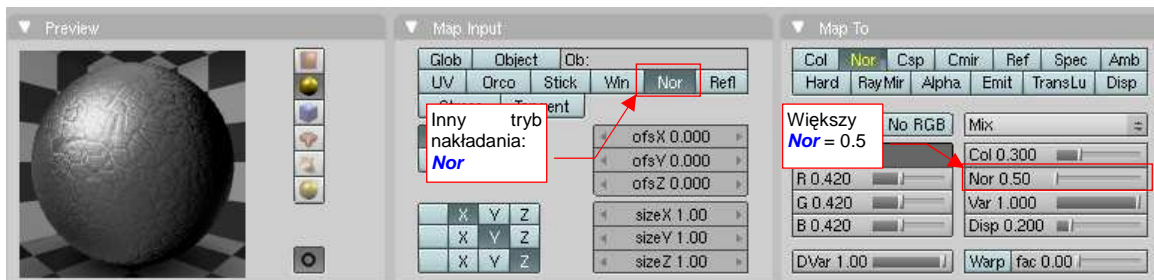
W panelu **Map Input** pozostawiłem wartości domyślne. W panelu **Map To** włącz negatyw obrazu (**Neg**), by pola białe stały się przejrzyste. Włącz mapowanie koloru (**Col**), oraz odwrotności współczynnika rozpraszania (**Ref**) i odbicia (**Spec**) światła. Intensywność zabrudzeń można regulować wartością parametru **Col**.

Rysunek 17.15.10 przedstawia goleń z zabrudzeniami, stworzonymi przez teksturę **B.Noise.General**:



Rysunek 17.15.10 Efekt ostateczny — „zakurzony kawałek pomalowanego na srebrno metalu” (materiał **B.Steel.Rough**)

A co z powierzchniami odlewów? Zazwyczaj są bardziej chropowate. Rysunek 17.15.11 przedstawia zmodyfikowane mapowanie tekstury **B.Rough.Metal**, pozwalające uzyskać bardziej „chropowatą” powierzchnię:



Rysunek 17.15.11 Zmiana parametrów mapowania tekstury — dla „grubszych” nierówności

Przełączyłem w panelu **Map Input** tryb nakładania na **Nor**. Spowodowało to widoczne powiększenie wzoru nierówności. Zwiększyłem w **Map To** także ich skalę — do 0.5.



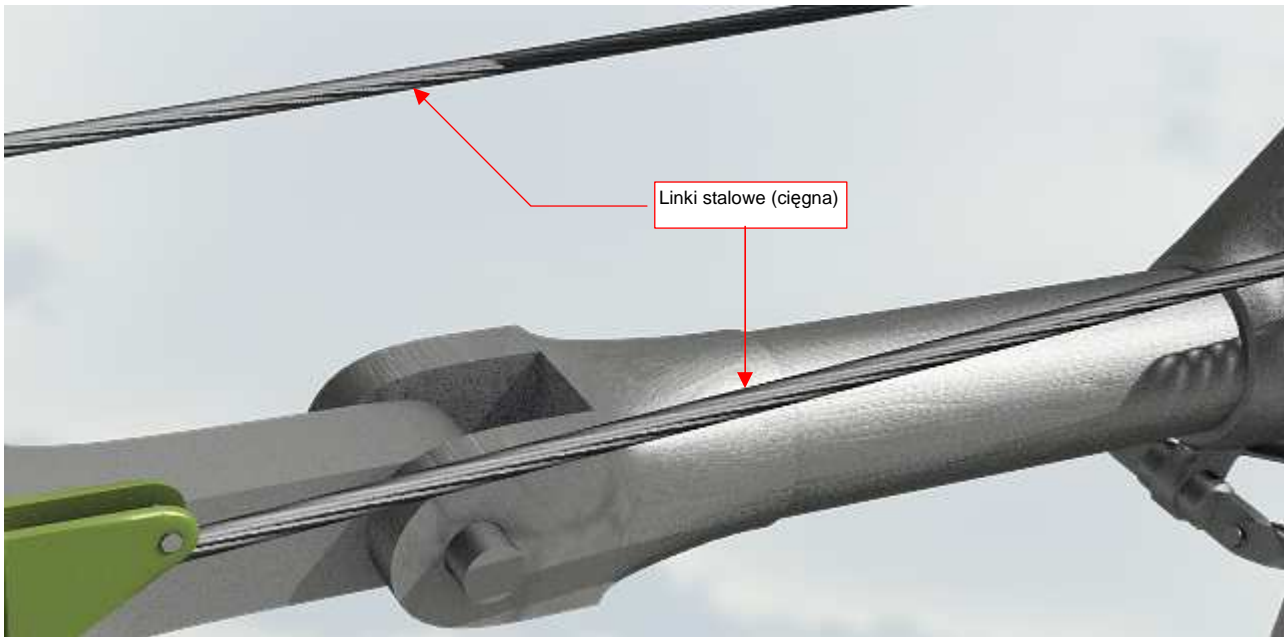
Rysunek 17.15.12 Efekt większej „chropowatości”

Rysunek 17.15.12 przedstawia test materiału z „pogrubionymi” nierównościami (bez zabrudzeń). Pamiętaj, że goleń podwozia P-40B wygląda na kutą, nie odlewaną, i na pewno nie miała tak chropowatej powierzchni. Potraktuj to jako test takiego efektu.

W modelu używam dwóch podstawowych „odmian stali”:

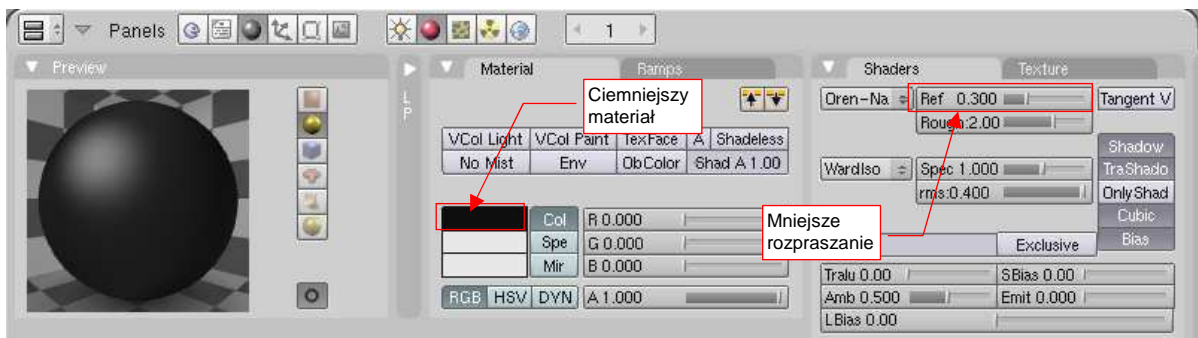
- Materiału z teksturami **B.Rough.Metal** i **B.Noise.General** (por. Rysunek 17.15.10). To „chropowata stal”: **B.Steel.Rough**;
- Tak samo ustawionego materiału, ale bez tekstury **B.Rough.Metal**: imitacji zakurzonej, gładkiej stali. Nosi nazwę **B.Steel.Smooth**;

Inną pochodną stali jest stalowa linka — skręcony splot wielu drobnych drutów (Rysunek 17.15.13):



Rysunek 17.15.13 Inna odmiana stali — pleciona linka (materiał [B.Steel.Wire](#))

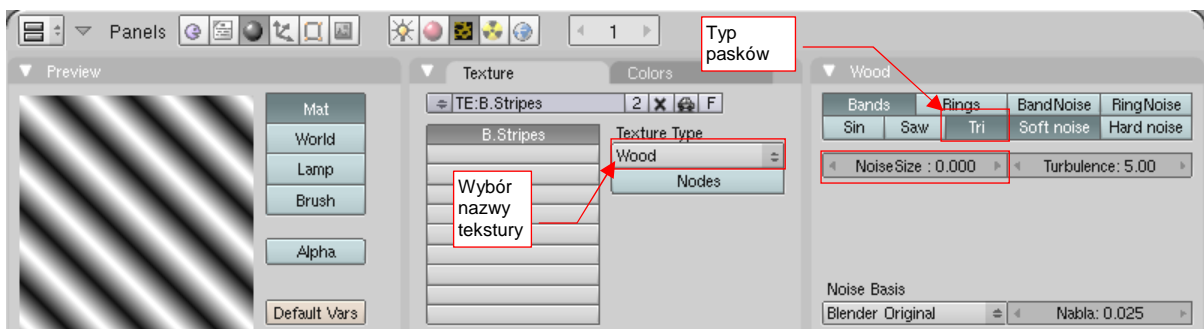
Nadałem temu materiałowi nazwę [B.Steel.Wire](#). W stosunku do poprzednich materiałów, ten jest o wiele ciemniejszy (Rysunek 17.15.14):



Rysunek 17.15.14 Podstawowe ustawienia materiału [B.Steel.Wire](#)

Zmieniłem podstawową barwę materiału na czerń (**Col** w panelu [Materials](#)) i zmniejszyłem współczynnik rozpraszania światła do 0.3 (**Ref** w panelu [Shaders](#)). Materiał nie jest jednak zupełnie czarny, gdyż nadal używa spektrum barw z paska [Ramps](#) (por. Rysunek 17.15.3) — tyle, że ze zmniejszonym udziałem (**Factor** = 0.4).

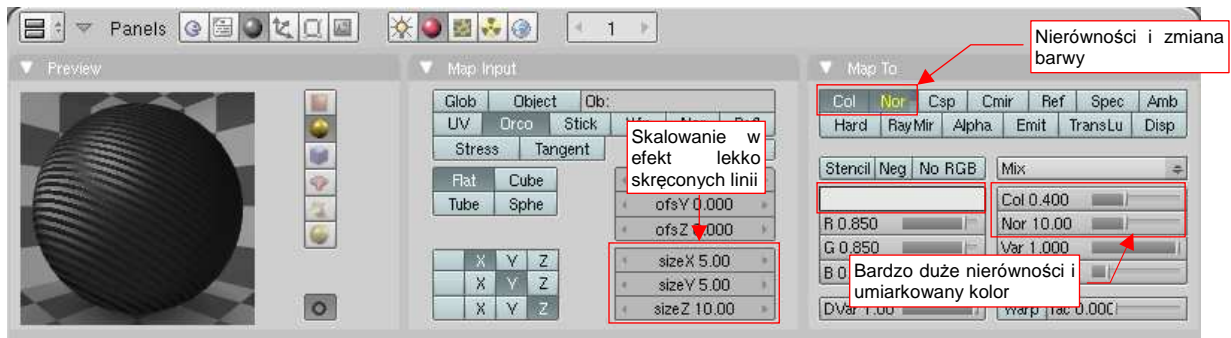
Efekt “plecionki” uzyskamy za pomocą tekstury ukośnych pasków (Rysunek 17.15.15):



Rysunek 17.15.15 Tekstura ukośnych pasków — [B.Stripes](#).

Jest to regularna (tzn. **NoiseSize** = 0) tekstura proceduralna typu **Wood**, z włączoną opcjami **Bands** i **Tri**. Nadałem jej nazwę [B.Stripes](#). Jak za chwilę zobaczysz, przyda się także w kompozycji innych materiałów.

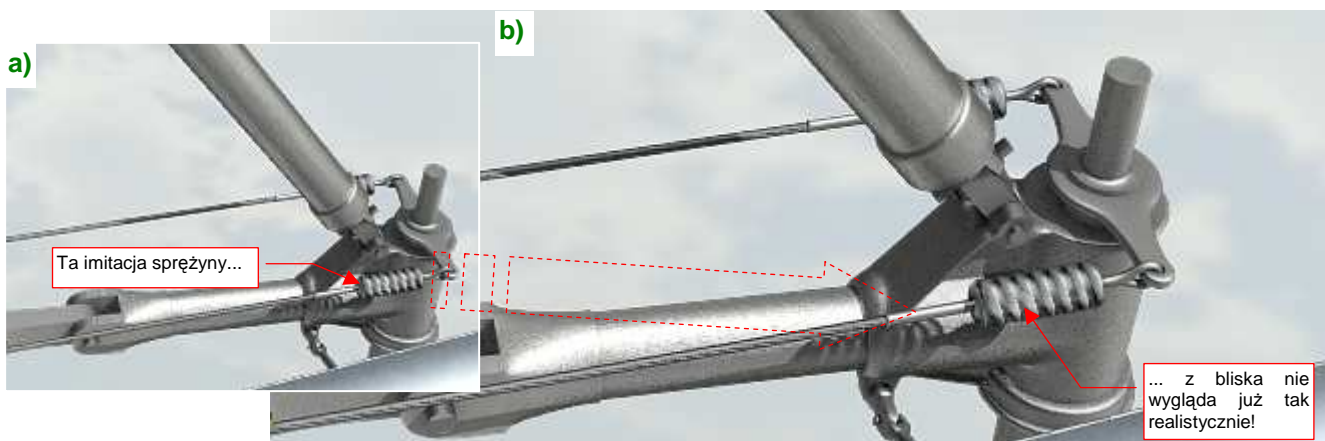
Efekt „plecionej liny” w materiale **B.Steel.Wire** (por. Rysunek 17.15.13) uzyskałem za pomocą odpowiedniego mapowania tekstury **B.Stripes** (Rysunek 17.15.16):



Rysunek 17.15.16 Mapowanie tekstury **B.Stripes**, tworzące efekt „spliczonych drutów” (materiał **B.Steel.Wire**)

Wzór tekstury na obiekt jest nałożony w 5-krotnym pomniejszeniu (**SizeX**, **SizeY** w panelu **Map Input**), i dodatkowo dwukrotnie rozciągnięty wzdłuż osi „linki” (**SizeZ** = 10), by plecionka wydawała się odpowiednio „skręcona”. Paski **B.Stripes** modulują kolor materiału: w panelu **Map To** włączyłem opcję **Col** i nadałem teksturze jasnoszarą barwę. Zmniejszyłem także ich intensywność (**Col** = 0.400). Jednocześnie używam **B.Stripes** jako mapy nierówności (włączona opcja **Nor**). Ten efekt jest bardzo mocny (**Nor** = 10.00).

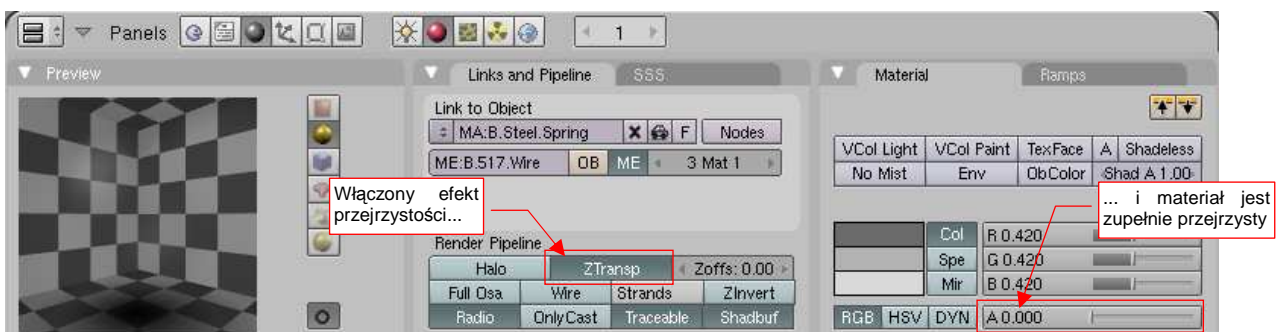
Innym przykładem wykorzystania tekstury **B.Stripes** jest specjalny materiał **B.Steel.Spring**, zmieniający zwykłą siatkę walca w coś, co z większej odległości wygląda jak sprężyna (Rysunek 17.15.17a):



Rysunek 17.15.17 Materiał, imitujący stalową sprężynę (**B.Steel.Spring**)

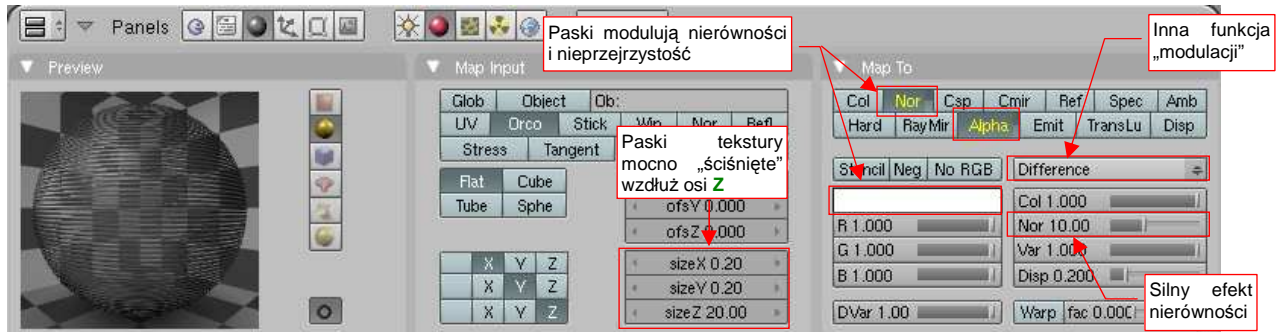
W tym przypadku użyłem **B.Stripes** jako tekstury przezroczystości (**Alpha**). To rozwiązanie dla odwzorowania małych detali, bo w zbliżeniach (Rysunek 17.15.17b) nie wygląda już najlepiej.

Materiał **B.Steel.String** ma takie same ustawienia, jak „zwykła” stal (**B.Steel.Smooth**), ale dodatkowo włączoną przezroczystość (**ZTransp**) i wartość **A**(lpha) = 0 (Rysunek 17.16.18):



Rysunek 17.15.18 Podstawowe ustawienia materiału **B.Steel.Spring**

Cała nieprzejrzystość materiału **B.Steel.Spring** pochodzi od tekstury **B.Stripes** (Rysunek 17.15.19):



Rysunek 17.15.19 Modulowanie nieprzejrzystości za pomocą tekstury **B.Stripes** (materiał **B.Steel.Spring**)

- Uwaga: osią cylindra, na który nakładamy teksturę **B.Steel.Spring**, musi być oś **Z**. To zresztą domyślne ustawienie Blendera podczas dodawania nowej siatki do rysunku.

Paski **B.Stripes** zostały 5-krotnie powiększone na obwodzie walca (panel *Map Input*, *SizeX*, *SizeY* = 0.20). Jednocześnie uległy 20-krotnemu „ściśnięciu” wzdłuż osi **Z** (*SizeZ* = 20.00), by sprężyna wyglądała na odpowiednio gęsto „skręconą”.

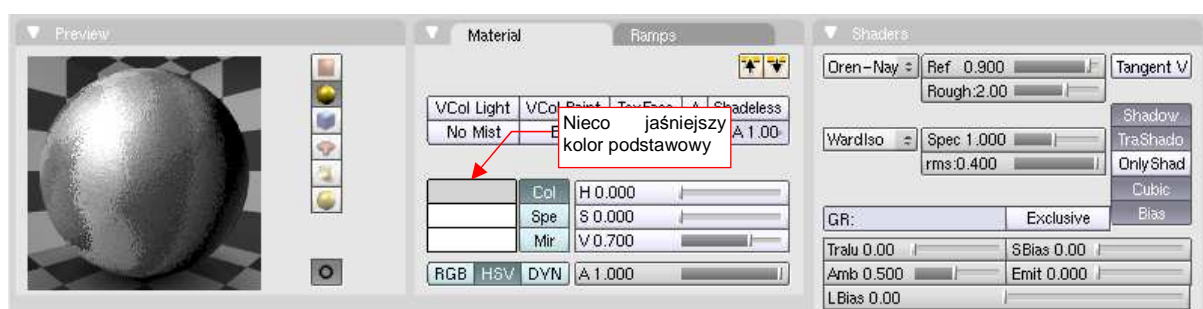
Najważniejszym parametrem, modulowanym przez teksturę, jest *Alpha* (panel *Map To*). Dzięki ustawieniu barwy tekstury na białą, środki pasków są zupełnie nieprzejrzyste. Dla wzmocnienia efektu włączyłem także silny efekt nierówności (*Nor* = 10.00), i zmieniłem funkcję „aplikacji” tekstury z *Mix* na *Difference* (Rysunek 17.15.19).

Na koniec zdecydowałem się wspomnieć o jeszcze jednym efekcie. Można go użyć do poprawienia wyglądu z większej odległości powierzchni, które mają wyglądać jak „posrebrzane” (czyli chodzi tu o alternatywne ustawienie materiału **B.Steel.Rough**). Fragmenty renderów, ilustrujące do tej pory tę sekcję, były wykonywane w mocnym, bezpośrednim oświetleniu. Pozwoliło mi to „wydobyć” z materiału metaliczne odbłyски. Niestety, zazwyczaj na scenie światło nie jest tak ostre. Aby elementy, pokryte materiałem **B.Steel.Rough**, nie wyglądały pod skrzydłem jak pomalowane szarą farbą, można spróbować użyć efektu „przesadzonego”. Spróbuj wyłączyć przejścia między barwami w panelu *Ramps* (Rysunek 17.15.20):



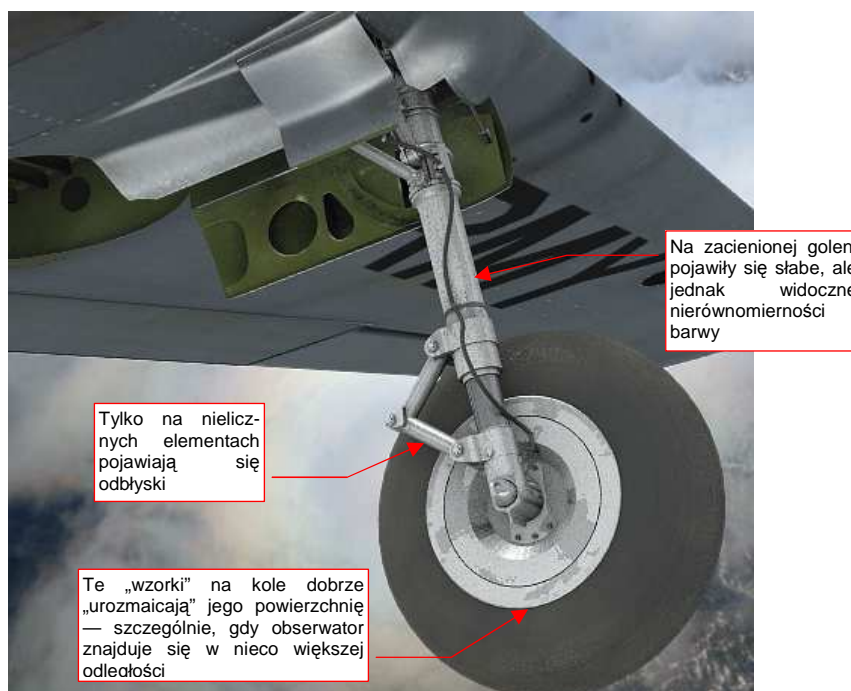
Rysunek 17.15.20 Alternatywne, kontrastowe ustawienia paska barw (materiał **B.Steel.Rough**)

Oprócz tego warto także rozjaśnić materiał (Rysunek 17.15.21):



Rysunek 17.15.21 Alternatywne, kontrastowe ustawienia materiału **B.Steel.Rough** (c. d.)

Choć na podglądzie rezultat wygląda jak pomalowany w „łaty”, to na podwoziu wygląda bardziej przekonująco (Rysunek 17.15.22):

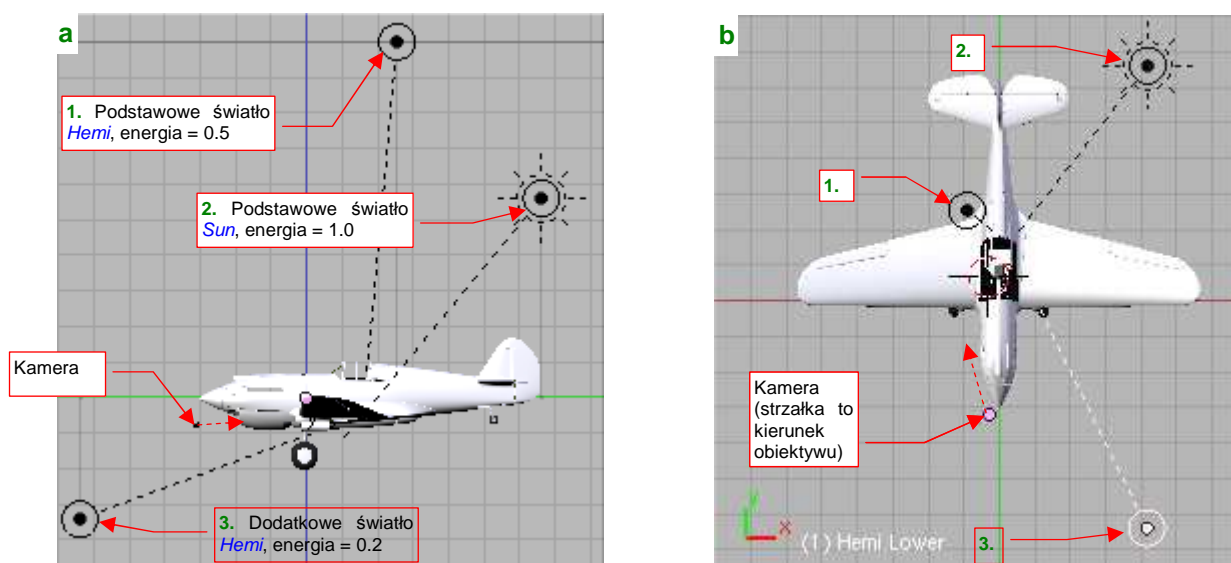


Rysunek 17.15.22 Koło podwozia — częściowo w cieniu skrzydła

Taki „przejaskrawiony” materiał metalu dobrze zdaje egzamin na drobnych elementach, oglądanych z dużej odległości — właśnie takich, jak mechanizm podwozia.

Rozkład odcieni „przejaskrawionego” materiału, w stosowanym przez nas mapowaniu tekstury *Refl*, zależy od kształtu pokrytego nim obiektu. Na przykład, ten materiał daje złe efekty dla dużych, płaskich, prostokątnych powierzchni. Tak naprawdę o tym, czy coś będzie miało „metaliczny poblask”, czy nie, decyduje nie tekstura, a zastosowane oświetlenie.

Rysunek 17.15.23 przedstawia układ oświetlenia, stosowany w scenie, którą pokazuje Rysunek 17.15.22 i wcześniej w tym tekście. Są to dwa podstawowe światła (1 i 2). Jedno to półsfera (*Hemi*), dająca odbłyski (1), drugie — światło kierunkowe (*Sun*), odpowiedzialne za cienie. Na rysunku widać także kamerę i jej kierunek:

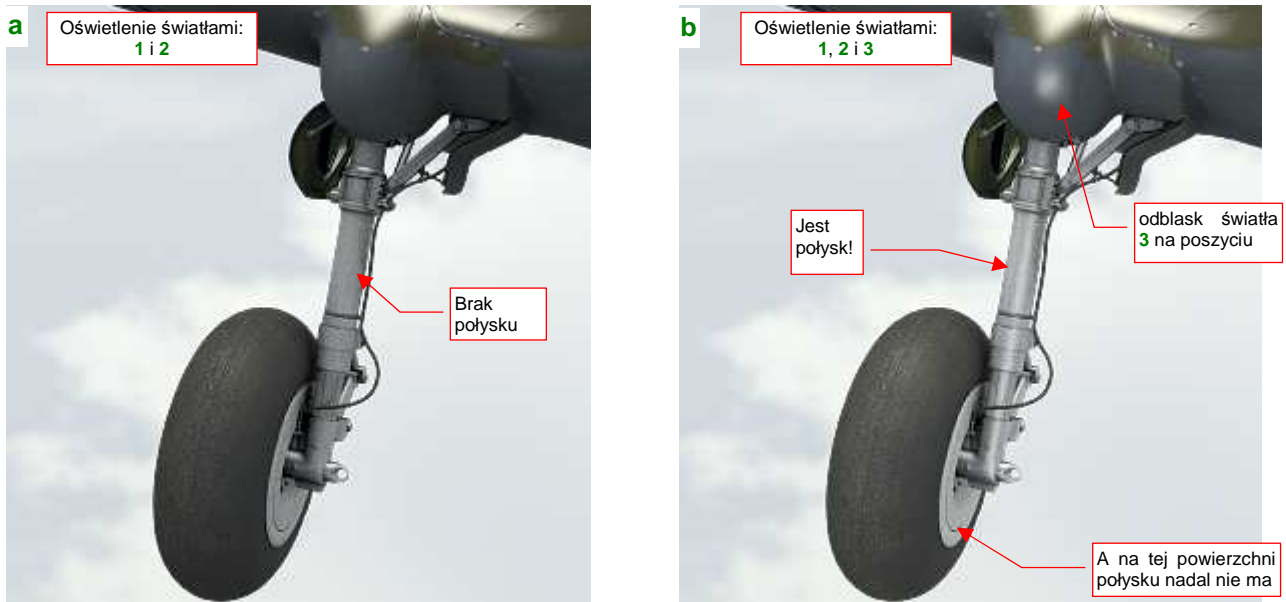


Rysunek 17.15.23 Położenie kamery i pomocniczego światła półsferycznego (*Hemi*)

Trick polega na dodaniu dodatkowego, słabego światła półsferycznego (3). Powinno być umieszczone nieco z boku, „za plecami” kamery (Rysunek 17.15.23a, b).

W ustawieniach materiału powróciłem do płynnych przejść pomiędzy odcieniami. (Czyli w zakładce *Ramps* przełączyłem z powrotem przejścia pomiędzy barwami z *Constant* na *Linear* — wycofałem to, co pokazuje Rysunek 17.15.20, na str. 995).

Rysunek 17.15.24a) przedstawia goleń podwozia, zrenderowaną metodą tradycyjną (tylko podstawowe światła **1** i **2**). Rysunek 17.15.24b) przedstawia ten sam element, ale oświetlony dodatkowym światłem **3**, o niewielkiej energii (0.2).



Rysunek 17.15.24 „Wydobycie” z materiału metalicznego połysku za pomocą dodatkowego źródła światła

Prawda, że goleń oświetlona światłem **3** wygląda lepiej? Światło **3** jest wielokrotnie słabsze od pozostałych, użytych w scenie, więc nie powoduje znacznych zmian w ogólnym oświetleniu samolotu. Ot, na poszyciu skrzydła pojawił się dodatkowy odblask. Jeżeli jednak ten efekt uboczny bardzo Ci przeszkadza, zawsze możesz ograniczyć działanie źródła światła do pojedynczej warstwy — tak, aby oświetlało wyłącznie metalowe elementy podwozia.

- Do uzyskania odblasków potrzebny jest odpowiedni kąt pomiędzy kamerą, powierzchnią modelu i źródłem światła półsferycznego (*Hemi*).

Zwróć uwagę, że światło **3** nie wytworzyło połysku na tarczy koła (Rysunek 17.15.24b). To dlatego, że ta powierzchnia jest ustawiona pod niewłaściwym kątem względem kamery/źródła światła. Jeżeli bardzo Ci na tym zależy, możesz oświetlić je kolejnym słabym światłem półsferycznym. Musiałbyś je umieścić niemal naprzeciw kamery (gdzieś „na godzinie 14”) — aby jego promienie, odbite od tarczy koła, trafiły w obiektyw.

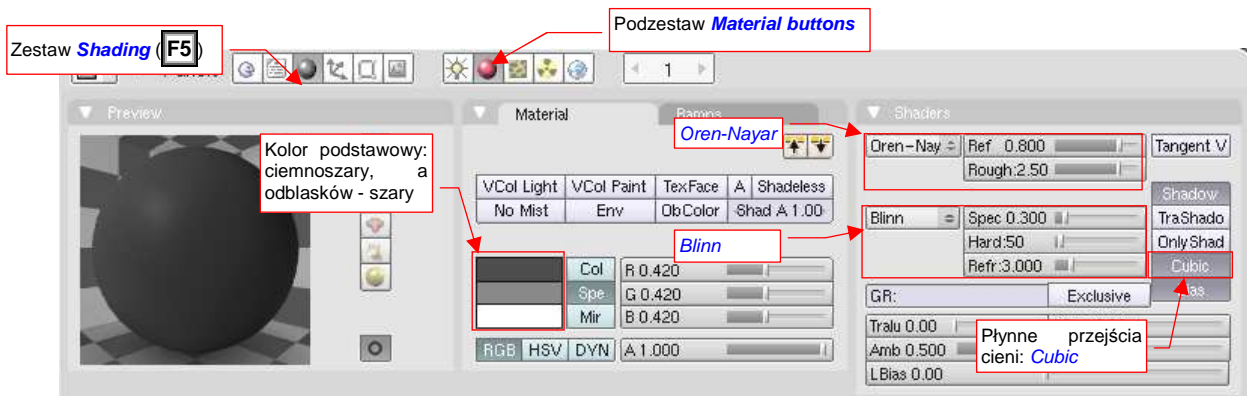
17.16 Skonfigurowanie materiału: guma

W tej sekcji pokażę krok po kroku, jak uzyskać materiał sprawiający wrażenie „zakurzonego kawałka gumy” — taki, jak opona tego kółka ogonowego (Rysunek 17.16.1):



Rysunek 17.16.1 Gumowa, zakurzona opona

Jak się zaraz przekonasz, taki efekt uzyskuje się za pomocą kilku tekstur proceduralnych. Na razie jednak zajmijmy się ustawieniem podstawowych parametrów materiału. Przejdź do panelu *Material buttons* w zestawie *Shading*. Rysunek 17.16.2 przedstawia podstawowe ustawienia kolorów i shaderów:



Rysunek 17.16.2 „Guma” - podstawowe ustawienia barw i shaderów

Podstawnym kolorem (*Material:Col*) materiału jest ciemnoszary (20%) — bo guma nie jest idealnie czarna. Ciemne są także światła odbłasków (*Material:Spe*) — to tylko 40% bieli.

Jeżeli chodzi o shadery, to dla rozpraszania światła zastosowałem typowy *Oren-Nayar*, o bardzo dużej chropowatości (*Rough* = 2.5) i zwykłym rozproszeniu światła (*Ref* = 0.8). Shaderem odbłasków jest *Blinn*, z niewielkim natężeniem połyskliwości (*Spec* = 0.3), przeciętnej „twardości” odbłasków (*Hard* = 50) i zmniejszonym współczynnikiem *Refr* — do 3.0.

Rysunek 17.16.3 przedstawia, jak taki „surowy” materiał prezentuje się na renderze.

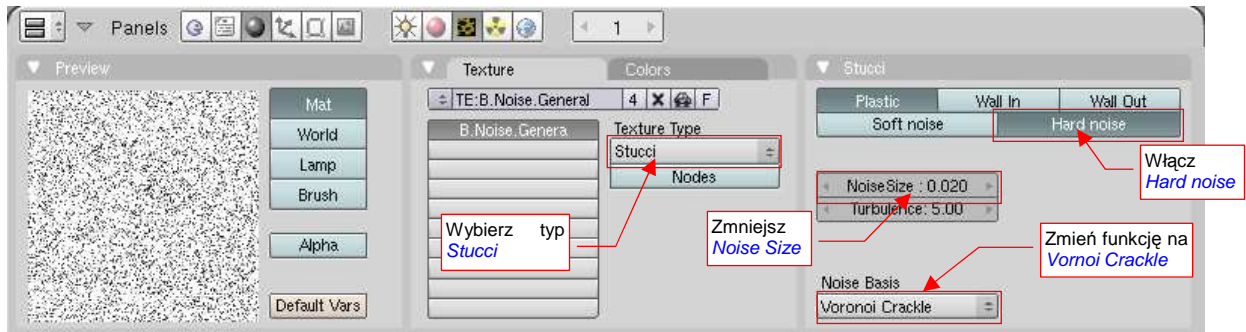


Rysunek 17.16.3 Podgląd na renderze

Resztę tej sekcji zajmują opisy poszczególnych tekstur proceduralnych, jakie nakładam na materiał. Zdecydowałem się je przedstawić w konwencji „krok po kroku”. Dla każdej z nich pokażę trzy ilustracje:

- typ i parametry użytej tekstury proceduralnej (panele z zestawu *Shading:Texture buttons*);
- geometrię nałożenia na siatkę obiektu (Aby łatwo odróżnić obraz tekstury, na tej ilustracji pokazuję ją w kontrastowym, purpurowym kolorze);
- parametry materiału „modulowane” przez obraz tekstury, oraz podgląd renderu z ich rezultatem

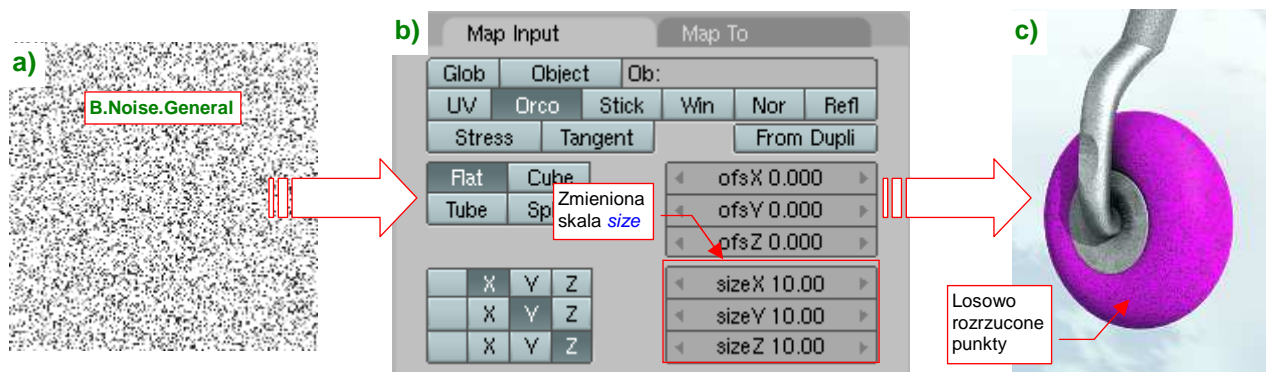
Guma wydaje się zawsze „chropowata”. Aby odtworzyć ten efekt, nałożę na materiał teksturę złożoną z drobnych punktów. Rysunek 17.16.4 przedstawia przykład takiego obrazu:



Rysunek 17.16.4 Losowy „szum” punktów — tekstura proceduralna *B.Noise.General*

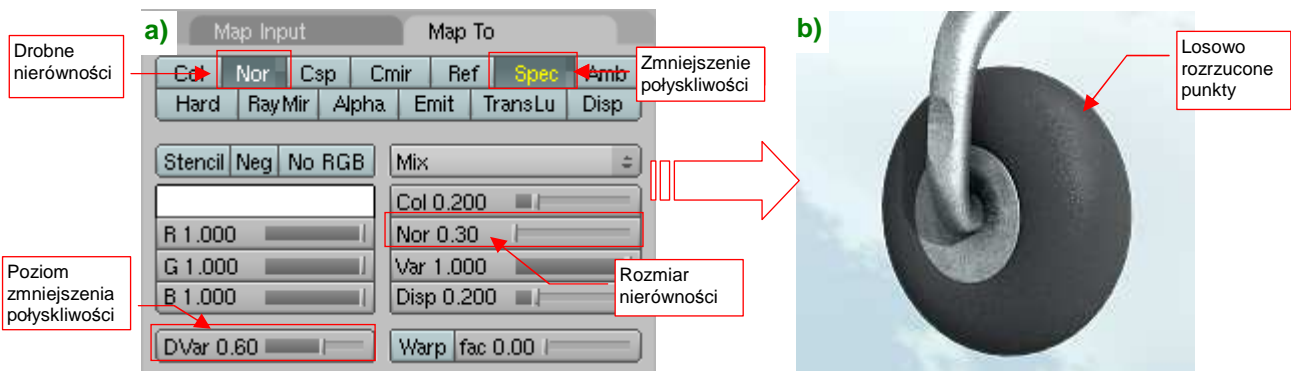
Jest to tekstura proceduralna typu *Stucci*, z funkcją bazową (*Noise Basis*) ustawioną na *Vornoi Crackle*, zmniejszonym rozmiarem (*Noise Size*) do 0.020 i włączoną opcją *Hard Noise*. Nadałem jej nazwę *B.Noise.General*. (Ta sama tekstura została użyta do odwzorowania kurzu na stali — por. str. 991).

Rysunek 17.16.5 przedstawia nałożenie tekstury *B.Noise.General* na siatkę opony:



Rysunek 17.16.5 Mapowanie obrazu „szumu” (*B.Noise.General*) na siatkę opony

Rysunek 17.16.6a) pokazuje parametry, które moduluje tekstura „chropowatości” :

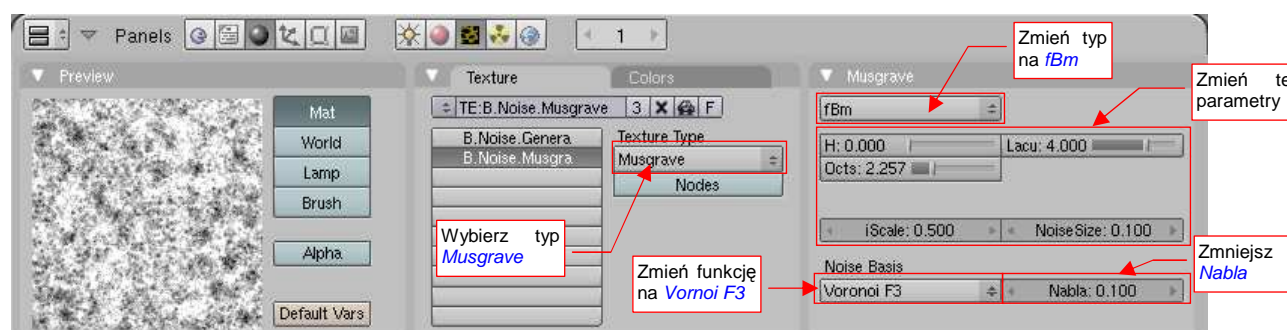


Rysunek 17.16.6 Przepisanie parametrów drobnych chropowatości do tekstury *B.Noise.General*

B.Noise.General wywołuje niewielkie nierówności (*Nor* = 0.30), oraz zmniejszenia połyskliwości (neg. *Spec*, *DVar* - 0.60). Rezultat działania tekstury przedstawia Rysunek 17.16.6b).

Kolejnym elementem, o który wzbogaci się nasz materiał, są smugi (a raczej „plamy”) pyłu. Gdy na lotnisku jest sucho, na różnych elementach gumowych, w szczególności kołach podwozia, osiada sporo różnego rodzaju zabrudzeń.

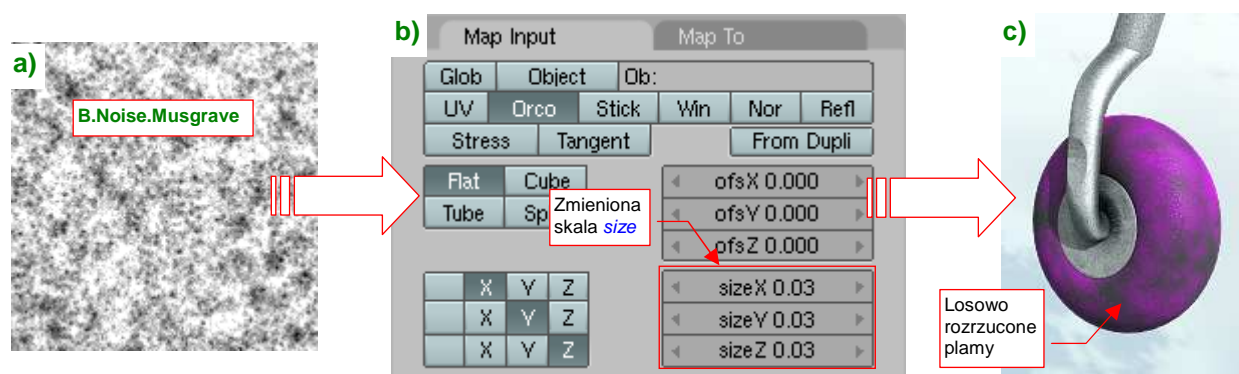
Rysunek 17.16.7 przedstawia przykład obrazu, który można użyć w charakterze nieregularnych plam:



Rysunek 17.16.7 Losowe zabrudzenia — tekstura proceduralna **B.Noise.Musgrave**

Jest to tekstura proceduralna typu **Musgrave**, w odmianie **fBm**, z funkcją bazową przestawioną na **Voronoi F3**. Przystawieniu z wartości domyślnych uległy właściwie wszystkie jej parametry. Rozmiar „szumu” (**Noise Size**) uległ zmniejszeniu do 0.100, parametr **Nabra** funkcji bazowej zwiększyłem do 0.1, wartość **H** została wyzerowana. Tekstura otrzymała nazwę **B.Noise.Musgrave**.

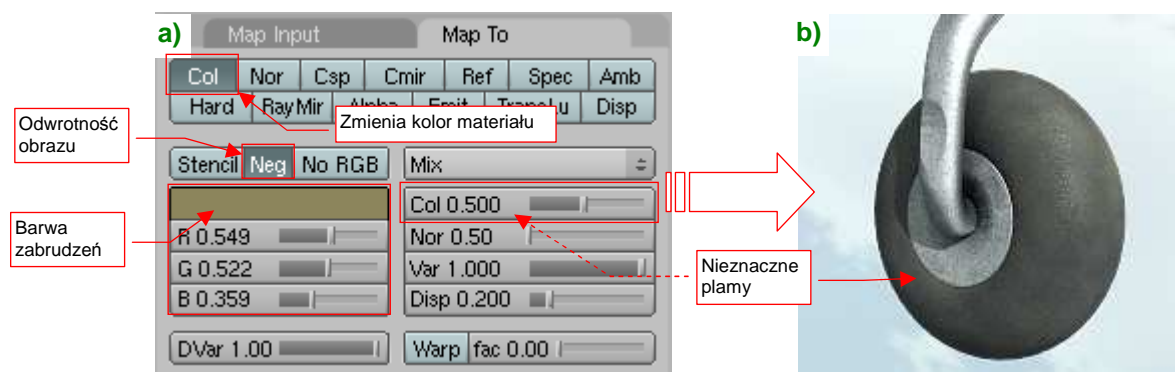
Rysunek 17.16.8 przedstawia nałożenie tekstury **B.Noise.Musgrave** na siatkę opony:



Rysunek 17.16.8 Mapowanie obrazu „plam” (**B.Noise.Musgrave**) na siatkę opony

Zwróć uwagę na bardzo zmniejszoną (w panelu **Map Input** — Rysunek 17.16.8b) skalę tekstury — **SizeX,Y,Z** wynosi zaledwie 0.03. To bardzo powiększa obraz na obiekcie.

Rysunek 17.16.9 pokazuje użycie tekstury **B.Noise.Musgrave** do modulacji koloru opony:

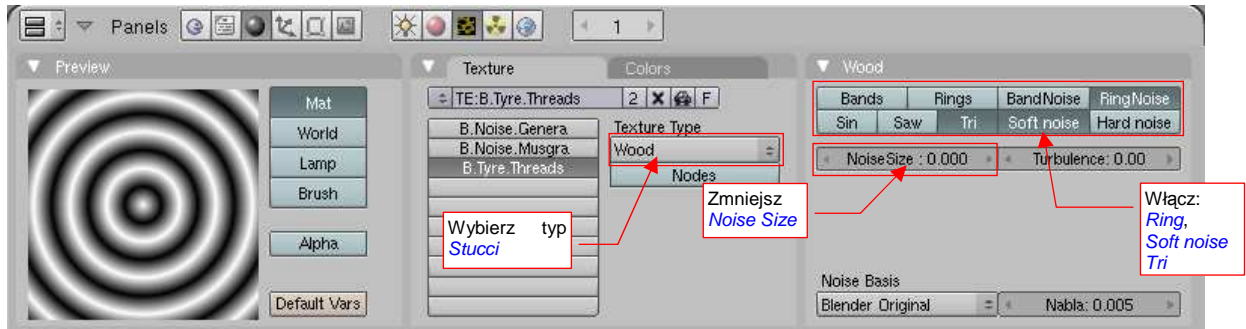


Rysunek 17.16.9 Przypisanie parametrów „plam kurzu” do tekstury **B.Noise.Musgrave**

Zwróć uwagę w panelu **Map To** na włączony parametr **Neg**. Ten przełącznik powoduje, że czarne obszary oryginalnego obrazu tekstury są wypełniane kolorem „zabrudzeń”, a białe są przezroczyste.

Nasz kawałek gumy jest już chropowaty i pobrudzony, ale nadal czegoś mu brakuje. Gdy przyjrzyś się oponie, zauważysz na pewno większe zużycie materiału wzdłuż bieżnika. Na kołach wczesnych wersji P-40 było to dodatkowo widoczne, bo w odmianach B i C stosowano gładkie opony (bez żadnego zagłębienia).

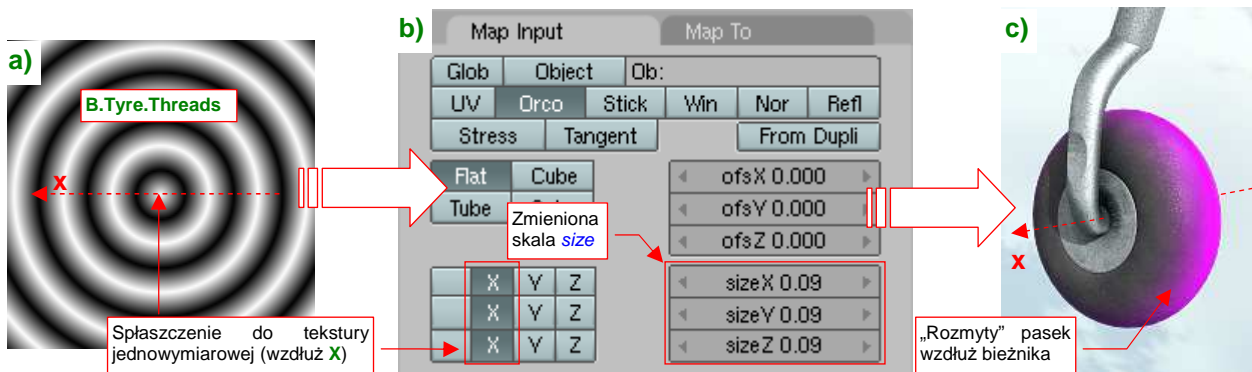
Aby nałożyć dodatkowe przetarcia i zabrudzenia nie na całą powierzchnię, a tylko na jej fragment, posłużymy się teksturą maski (**Stencil**). Potrzebujemy maski w kształcie bieżnika — rozmytego na brzegach pasa, biegnącego po obwodzie opony. Taki efekt można uzyskać za pomocą obrazu, który przedstawia Rysunek 17.16.10:



Rysunek 17.16.10 Kręgi bieżnika — tekstura proceduralna **B.Tyre.Threads**

Jest to tekstura proceduralna typu **Wood**, o regularnym kształcie (**Noise Size** = 0), przełączona w tryb koncentrycznych kół (**Rings**, albo **RingNoise**). Aby uzyskać płynne rozmycia na granicy każdego „słaja”, użyłem przełącznika **Tri**. Nadałem jej nazwę **B.Tyre.Treads**.

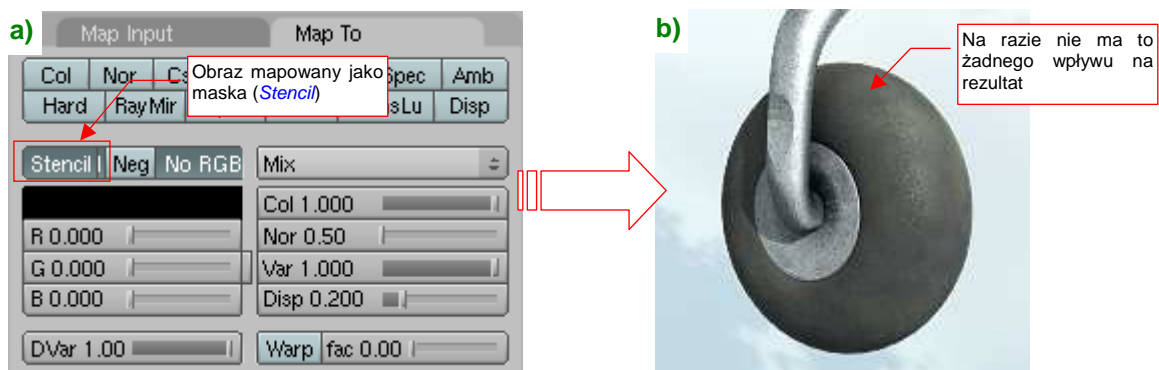
Rysunek 17.16.11 przedstawia nałożenie tekstury **B.Tyre.Threads** na oponę:



Rysunek 17.16.11 Mapowanie obrazu bieżnika (**B.Tyre.Threads**) na siatkę opony

Zwróć na „spłaszczenie” obrazu tekstury do jednego wymiaru w panelu **Map Input** (Rysunek 17.16.11b). Tak łatwiej, przy odpowiednim doborze skali — **SizeX, Y, Z** — uzyskać „rozmyty” pasek o rozmiarze bieżnika. Co więcej, dzięki mapowaniu typu **Orco** ten układ będzie powtórzony na każdej oponie (np. koła głównego), niezależnie od jej rozmiaru!

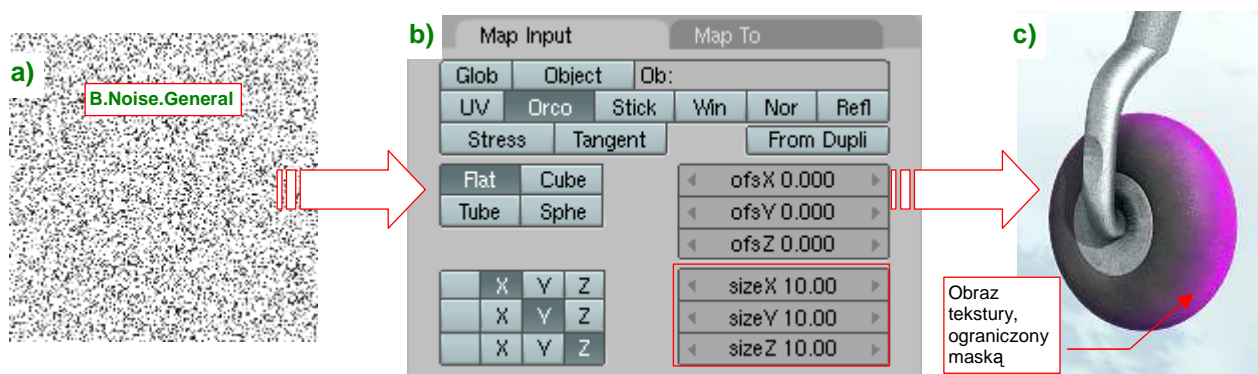
Rysunek 17.16.12a) przedstawia ustawienia, przypisane teksturze **B.Tyre.Threads** w panelu **Map To**:



Rysunek 17.16.12 Przypisanie teksturze **B.Tyre.Threads** roli „maski” (**Stencil**)

Działanie wszystkich kolejnych tekstur, które jeszcze dodamy do materiału, będzie ograniczone do obszaru wyznaczonego przez maskę **B.Tyre.Threads**. I o to chodzi — od tego momentu zaczynamy pracować tylko nad obszarem bieżnika. Nałożymy powtórnie te same tekstury chropowatości i plam, które zastosowaliśmy do całej powierzchni, by bieżnik wyglądał na bardziej zużyty. Przy okazji dodamy jeszcze efekt bruzd/rys, które także mogły się pojawić na oponie podczas eksploatacji.

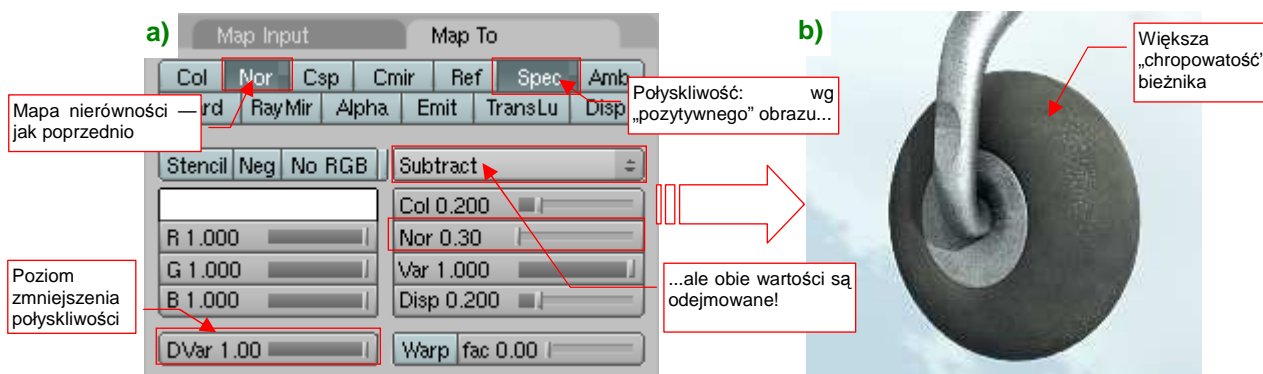
Zacznijmy od dodatkowej chropowatości. Dodaj do materiału jeszcze raz teksturę **B.Noise.General** (Rysunek 17.16.13a — por. ze str. 999, Rysunek 17.16.4). Użyjmy takiego samego mapowania geometrii obrazu na powierzchnię opony, jak poprzednio (Rysunek 17.16.13b, por. ze str. 999). Aby nie zapomnieć o żadnym ustawieniu, najlepiej jest po prostu skopiować mapowanie tekstury (jak — zob. str. 965). Rezultat wygląda jednak inaczej, niż za pierwszym razem (Rysunek 17.16.13c):



Rysunek 17.16.13 Mapowanie dodatkowego „szumu” (**B.Noise.General**) na bieżnik opony

Tym razem, w wyniku działania maski, obraz „szumu” jest ograniczony do obszaru bieżnika (por. ze str. 999, Rysunek 17.16.5) .

Teraz proponuję zastosować nieco odmienne przypisania parametrów, „modulowanych” przez teksturę **B.Noise.General** (Rysunek 17.16.14a) :



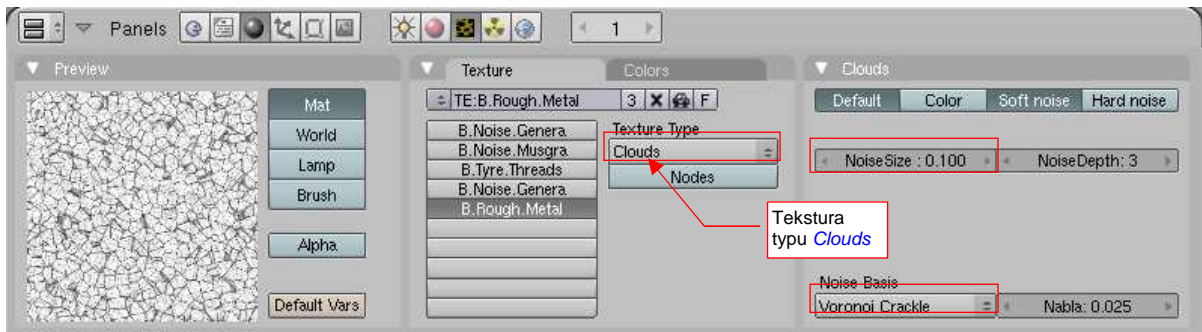
Rysunek 17.16.14 Przypisanie parametrów drobnych chropowatości bieżnika do tekstury **B.Noise.General**

Obraz tekstury nadal zmienia lokalne wartości dwóch parametrów: nierówności (**Nor**) i połyskliwości (**Spec**). Zwróć jednak uwagę na różnice, w stosunku do poprzedniego wystąpienia (por. 999, Rysunek 17.16.6) :

- Obydwie zmieniane wartości (**Nor** i **Spec**) są odejmowane od wartości bazowych (użyłem operatora **Subtract**). Wartości bazowe połyskliwości były już dość wysokie, przez co użycie operatora **Mix** dawało mizerny efekt. Dzięki odejmowaniu (**Subtract**) efekt działania tekstury stanie się bardziej widoczny;
- W związku z użyciem operatora **Subtract**, zmieniłem „znak” wartości połyskliwości pobieranych z tekstury — poprzednio były negatywne (**Spec** był w stanie „żółty”), teraz są „pozytywne” (**Spec** jest w stanie „biały”);
- Współczynnik wpływu zmiany połyskliwości, **DVar**, został zwiększony do 100%;

Rezultat nie jest specjalnie wyraźny (Rysunek 17.16.14b), ale to tylko efekt cząstkowy — zobacz dalej!

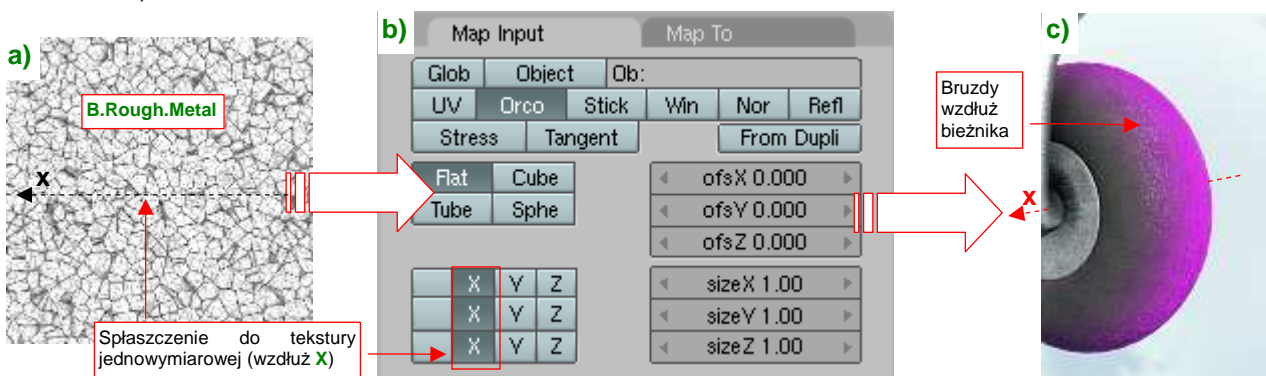
Na bieżniku mogą pojawić się, w wyniku jakichś „twardych” ładowań, podłużne, głębokie bruzdy. Do odwzorowania tego efektu posłużymy się teksturą **B.Rough.Metal** (Rysunek 17.16.15):



Rysunek 17.16.15 Losowy, „twardy szum” — tekstura proceduralna **B.Rough.Metal**

Ta tekstura została już użyta w materiale imitującym stal (por. str. 990, Rysunek 17.15.5). Powstała na bazie typu **Clouds**. Jako funkcji funkcję bazowego szumu (**Noise Basis**) używa **Vornoi Crackle**, o rozmiarze (**Noise Size**) równym 0.10.

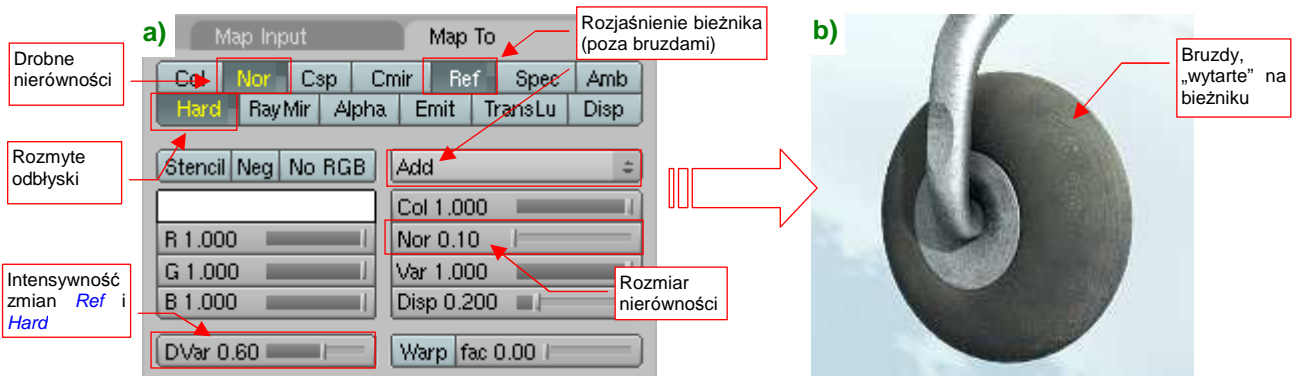
Jak każda tekstura proceduralna, **B.Rough.Metal** jest teksturą trójwymiarową. Aby zmienić jej wzór w jednowymiarowe „bruzdy”, przestawiłem mapowania wszystkich współrzędnych w panelu **Map Input** na **X** (Rysunek 17.16.16b, a) :



Rysunek 17.16.16 Mapowanie obrazu „bruzd” (**B.Rough.Metal**) na bieżnik opony

(Podobne „spłaszczenie” wykonaliśmy już dla tekstury **B.Tyre.Threads**, na str. 1001). W efekcie uzyskujemy w obszarze bieżnika drobne, nieregularne bruzdy (Rysunek 17.16.16c) .

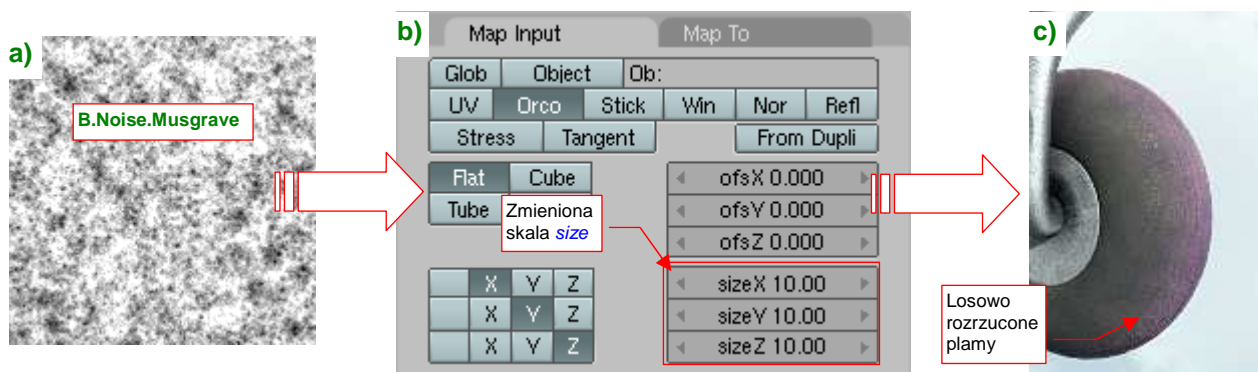
Rysunek 17.16.17a) przedstawia przypisanie tekstury **B.Rough.Metal** w panelu **Map To**:



Rysunek 17.16.17 Przypisanie parametrów drobnych bruzd bieżnika do tekstury **B.Rough.Metal**

Najbardziej widoczny efekt powstaje w wyniku zwiększenia współczynnika rozpraszania światła **Ref**. W trybie **Add** powoduje wyraźne rozjaśnienie obszarów pomiędzy bruzdami. Dwa pozostałe parametry — nierówności (**Nor**) i wielkości odbić (**Hard**) — pełnią rolę uzupełniającą. Zwróć uwagę, że operują na negatywie tekstury (napisy na przełącznikach są żółte). Rezultat „wytartego bieżnika” przedstawia Rysunek 17.16.17b).

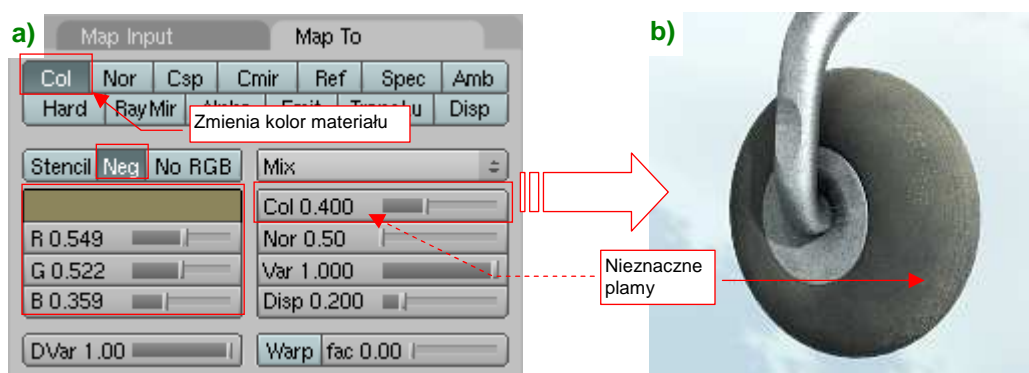
Bieżnik wygląda już całkiem poprawnie, na koniec pozostaje na niego dodatkowe smugi kurzu. Tak jak poprzednio, użyjemy do tego tekstury **B.Noise.Musgrave** (por. str. 1000). Tym razem jednak zdecydowanie zmniejszymy skalę obrazu, by plamy stały się bardzo drobne (Rysunek 17.16.18b) :



Rysunek 17.16.18 Mapowanie obrazu dodatkowych „plam” (**B.Noise.Musgrave**) na siatkę bieżnika

Skala mapowania tekstury **Size X,Y,Z** została zwiększona do 10.00, przez co bieżnik pokrył się „chmurami” drobnych kropek (Rysunek 17.16.18c)¹.

W zasadzie parametry, „modulowane” przez drugie wystąpienie tekstury **B.Noise.Musgrave**, nie różnią się od pierwszego (Rysunek 17.16.19a) :



Rysunek 17.16.19 Przypisanie parametrów „plam kurzu” na bieżniku do tekstury **B.Noise.Musgrave**

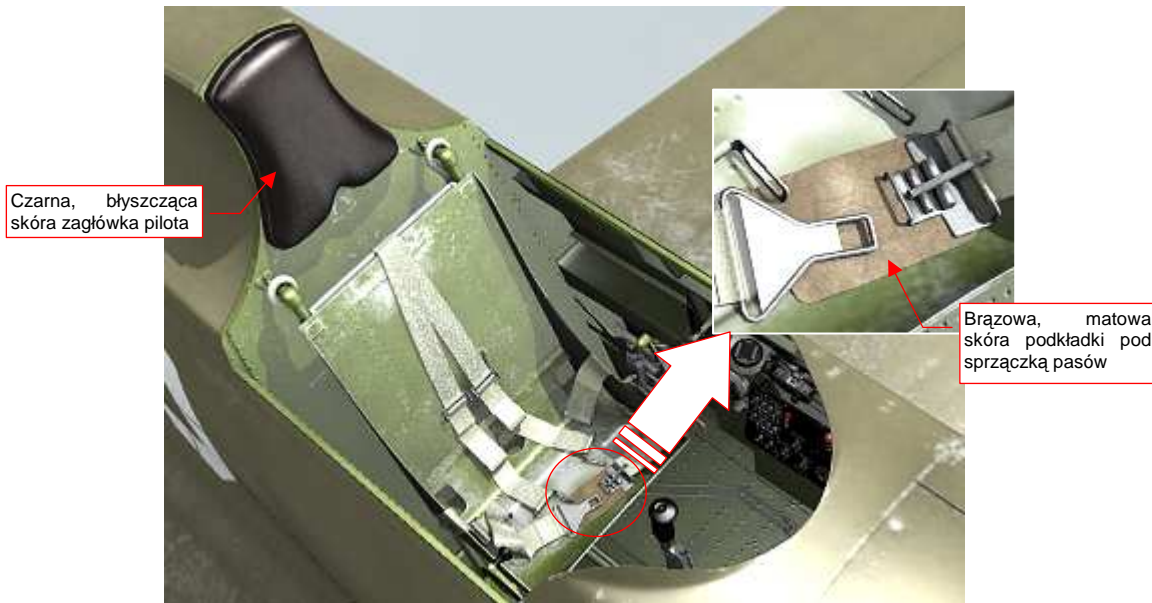
Gdy porównasz te ustawienia z ustawieniami pokazanymi na str. 1000 (Rysunek 17.16.9a), przekonasz się, że są właściwie identyczne. Jedyną różnicą jest nieco mniejsza intensywność „mieszania” z kolorem bazowym (**Col** = 0.400, podczas gdy na str. 1000 jest = 0.500). To jednak już kwestia indywidualnego gustu — gdy chcesz mieć koło bardziej pobrudzone, zwiększ ten współczynnik.

Opona, którą pokazuje Rysunek 17.16.19b), wygląda już identycznie jak ta, pokazana na początku tej sekcji (str. 998, Rysunek 17.16.1). Te ilustracje różnią się tylko rozmiarem.

¹ Uwaga: Rysunek 17.16.18c) pokazuje negatyw oryginalnego obrazu tekstury — tzn. z włączonym przełącznikiem **Neg** w panelu **Map To**.

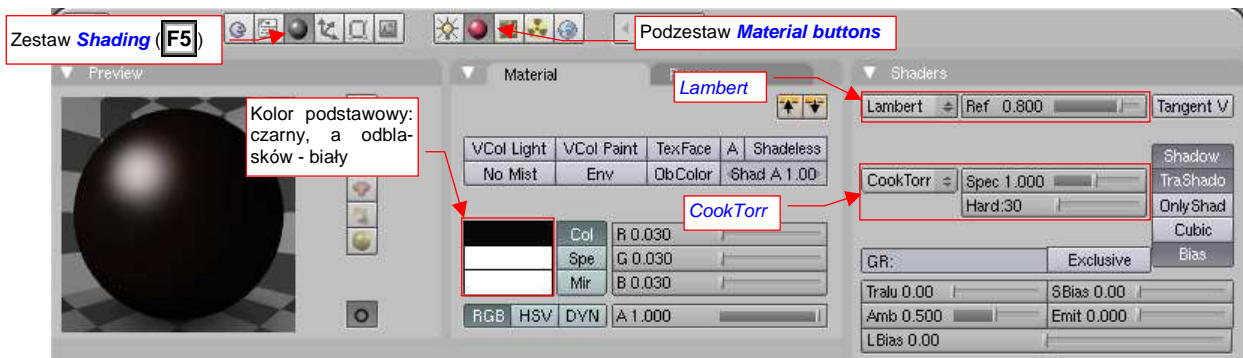
17.17 Skonfigurowanie materiału: skóra

W kabinie występują dwa elementy pokryte skórą: zagłówek i podkładka pod „spinką” pasów (Rysunek 17.17.1):



Rysunek 17.17.1 Elementy skórzane modelu

Zacznijmy może od konfiguracji czarnej, błyszczącej skóry nagłówka (Rysunek 17.17.2):

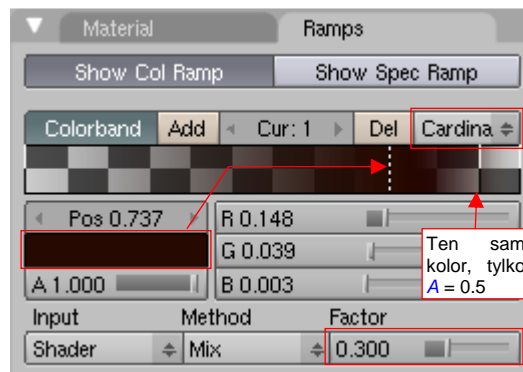


Rysunek 17.17.2 Czarna skóra (B.Black.Leather) — podstawowe ustawienia barw i shaderów

Nadałem temu materiałowi nazwę **B.Black.Leather**. Kolorem podstawowym (**Material:Col**) jest, oczywiście, czarny. Dodatkowo dodałem mu w niektórych miejscach brązowy odcień za pomocą odpowiedniego spektrum barw (Rysunek 17.17.3). (Zagłówek na współczesnych zdjęciach wygląda, jakby był wypolerowany brązową pastą do butów). Materiał jest połyskliwy, więc kolor odbłasków (**Material:Spe**) jest biały.

Rozpraszaniem światła steruje domyślny shader **Labert**, a połyskliwością — **CookTorr**. Materiał jest dość połyskliwy (**Spec** = 1.0), o stosunkowo „miękkich” odbłaskach (**Hard** = 30).

Rysunek 17.17.4 pokazuje, jak te ustawienia wyglądają na testowym renderze.

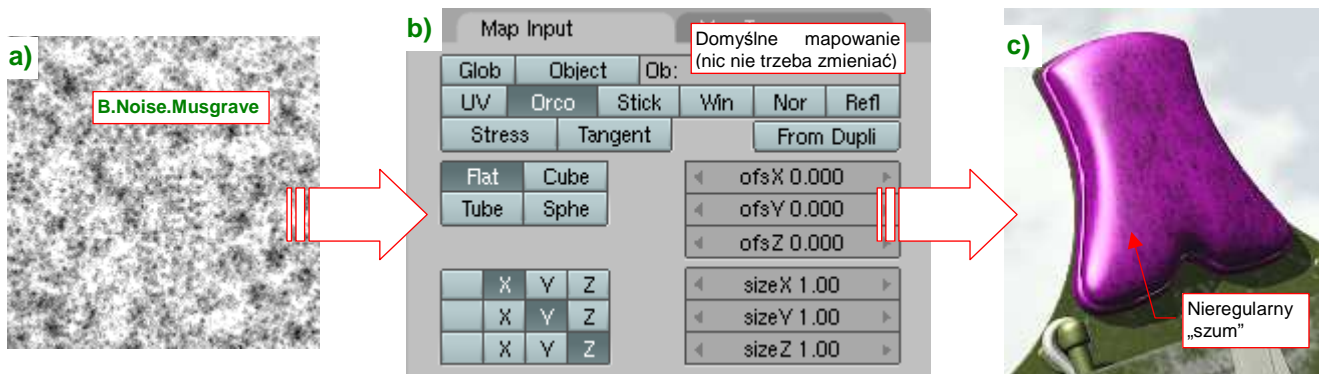


Rysunek 17.17.3 Spektrum barw



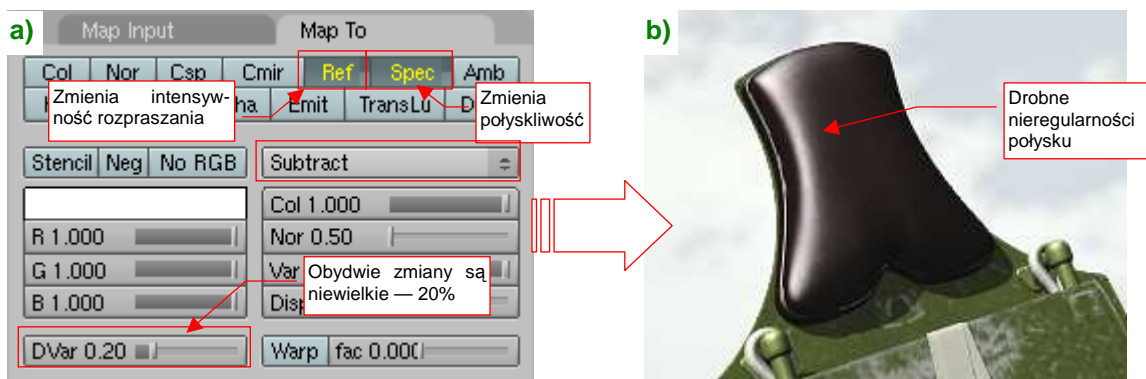
Rysunek 17.17.4 Próbny render

Na razie materiał błyszczy się jak buty oficera, wypolerowane na wielką paradę. Trzeba by go nieco zmatowić, ale tak — nieregularnie. Wykorzystamy do tego teksturę **B.Noise.Musgrave**, której używaliśmy już w innych materiałach (na przykład — oponach, por. str. 1000). Rysunek 17.17.12b) przedstawia parametry, sterujące geometrią nałożenia tego obrazu na zagłówek:



Rysunek 17.17.5 Mapowanie obrazu „plam” (**B.Noise.Musgrave**) na zagłówek

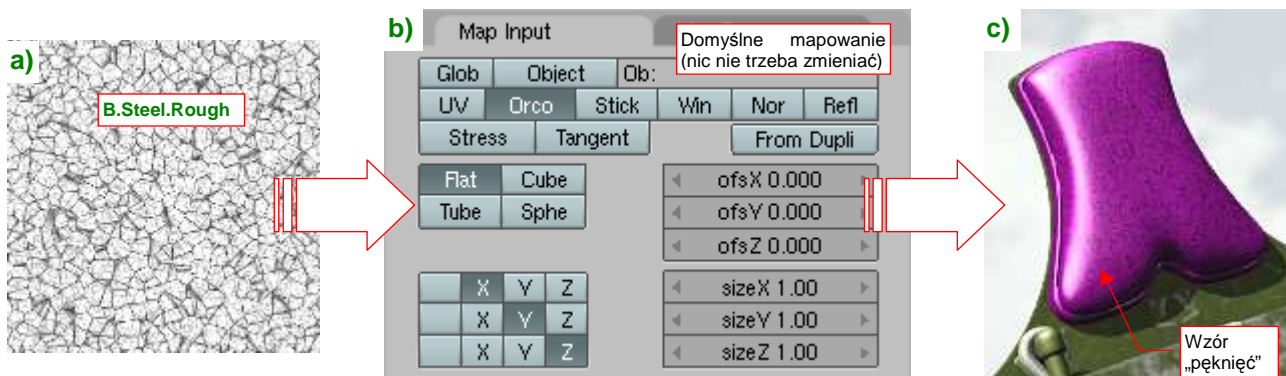
Jak wynika z opisu na ilustracji, to nic szczególnego — wykorzystałem po prostu domyślne ustawienia, przypisane przez Blender gdy dodałem teksturę **B.Noise.Musgrave** do materiału (Rysunek 17.17.12b). Dają mniej więcej taki „rozkład plam”, o jaki chodziło (Rysunek 17.17.12c). Rysunek 17.17.13a) pokazuje, jakie parametry materiału są modulowane przez ten obraz:



Rysunek 17.17.6 Przypisanie modulacji odbłasku i połysków do tekstury **B.Noise.Musgrave**

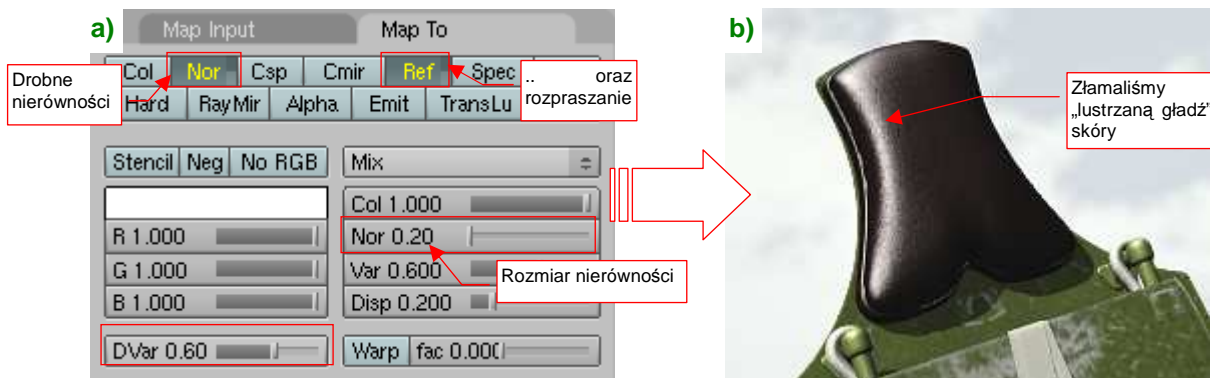
W panelu **Map To** włączyłem („na żółto!”) przełączniki **Ref** i **Spec**. Efekt, który wywołują, nie jest specjalnie silny — raptem 20% (**DVar** = 0.2) „globalnych” wartości materiału. Na pierwszy rzut oka wydaje się, że obraz zagłówka na testowym renderze nie uległ zmianie (Rysunek 17.17.13b). Przyjrzyj się jednak poprzedniej wersji (str. 1005, Rysunek 17.17.4), a dostrzeżesz różnicę!

Teraz nałóż na zagłówek kolejną teksturę „z odzysku”: **B.Steel.Rough**. Wykorzystamy ją do stworzenia drobnych nierówności na powierzchni skóry (Rysunek 17.17.7):



Rysunek 17.17.7 Mapowanie obrazu **B.Steel.Rough** na zagłówek

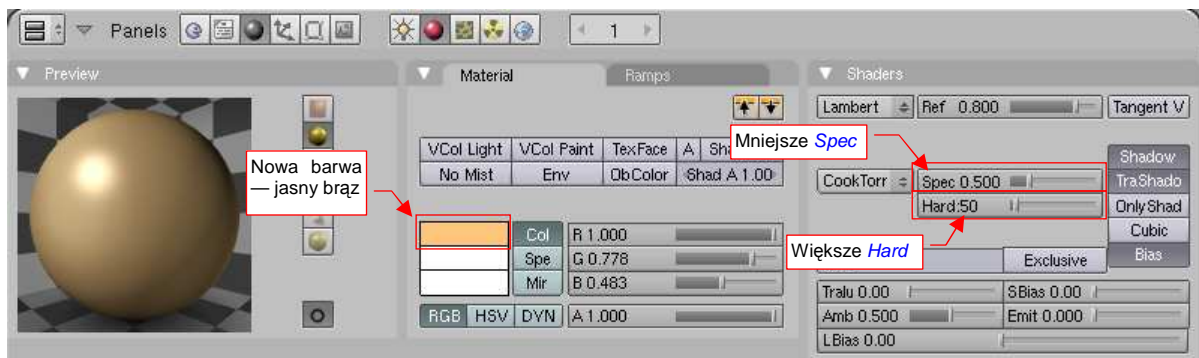
Podobnie jak w przypadku poprzedniej tekstury, pozostawiłem domyślne parametry mapowania geometrii (Rysunek 17.17.7b), bo tworzą na powierzchni zagłówek odpowiedni wzór „drobnych pęknięć” (Rysunek 17.17.7c). W panelu **Map To** przypiszemy do tego obrazu rolę tekstury nierówności (**Nor**) i — jeszcze raz — odbicia (**Ref**) (Rysunek 17.17.8a):



Rysunek 17.17.8 Przypisanie modulacji rozpraszania światła i nierówności do tekstury **B.Steel.Rough**

Nierówności, wywołane przez **B.Steel.Rough** nie są zbyt duże (**Nor** = 0.2), za to ta tekstura ma o wiele większy wpływ na rozpraszanie światła **Ref** (**DVar** = 0.6). Rysunek 17.17.8b) przedstawia ostateczny rezultat — skóra ma na nim ciekawą, lekko „chropowatą” powierzchnię. Taki właśnie efekt zaobserwowałem na zdjęciach z odrestaurowanego egzemplarza z Duxford. Egzemplarz był już trochę zużyty, więc przypuszczam, że na maszynach seryjnych zagłówek musiał wyglądać podobnie.

Zajmijmy się teraz drugą odmianą skóry, wykorzystaną w grubej podkładce pod „spinkę” pasów pilota (por. str. 1005, Rysunek 17.17.1). Nazwijmy go **B.Brown.Leather**, a ogólne parametry przedstawia Rysunek 17.17.9:

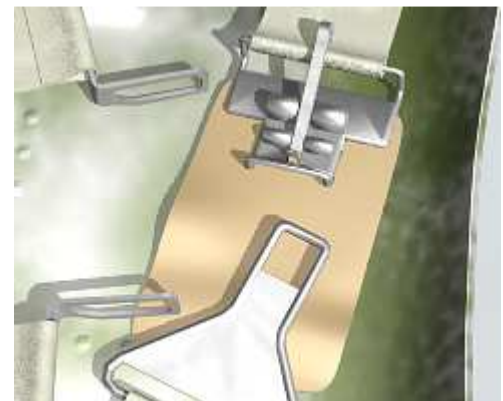


Rysunek 17.17.9 Ustawienia barwy materiału **B.Brown.Leather**

Mówiąc szczerze, materiał **B.Brown.Leather** powstał poprzez skopiowanie **B.Black.Leather**. Usunąłem tylko używane w **B.Black.Leather** tekstury. Od czarnej skóry materiał różni się, oczywiście, barwą — zmieniłem **Col** na jasny brąz. (W pierwszym momencie może się wydawać, że nawet za jasnym). Zachowałem za to spektrum brązowych odcieni, ustalonych w panelu **Ramps** (por. str. 1005, Rysunek 17.17.3).

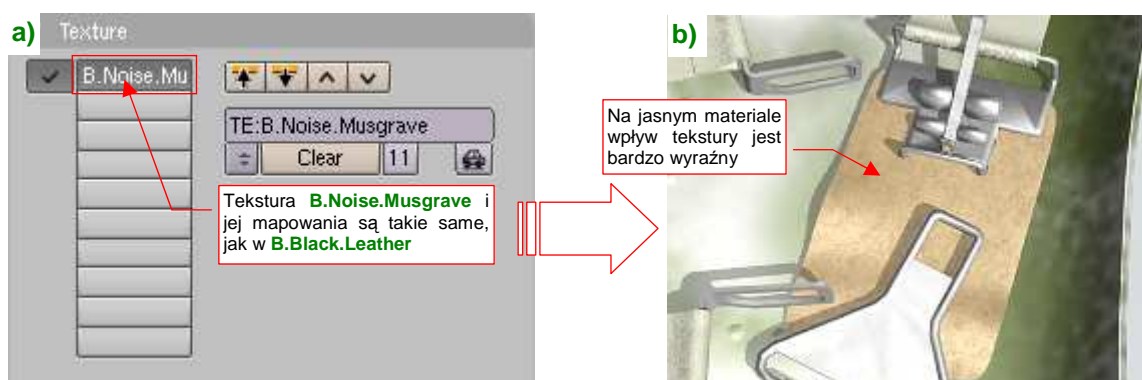
Typy shaderów nie uległy zmianie: są to nadal **Lambert** i **CookTorr**. Zmniejszyłem tylko intensywność odbłyśków **Spec** (do 0.5) i zwiększyłem nieco „twardość” odbić **Hard** (do 50).

Rysunek 17.17.10 przedstawia pierwszy testowy render nowego materiału — jeszcze bez żadnej tekstury. Na razie wygląda płasko i nieciekawie.



Rysunek 17.17.10 Testowy render

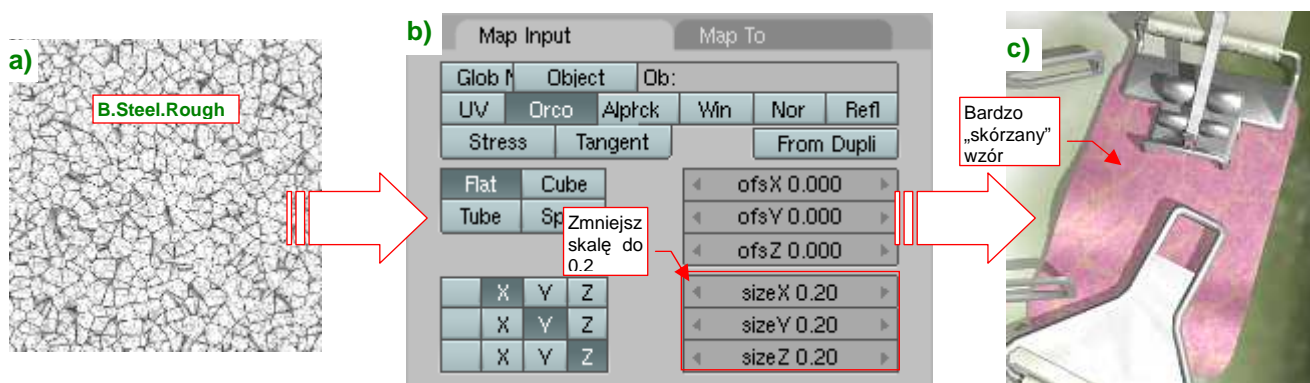
Przypisanie pierwszej tekstury — **B.Noise.Musgrave** — po prostu przenieś, bez żadnych zmian, z materiału **B.Black.Leadher** (Rysunek 17.17.11a). (Jej ustawienia są takie same, jak te, pokazane na str. 1006):



Rysunek 17.17.11 Rezultat zastosowania tekstury **B.Noise.Musgrave**

Dzięki drobnym różnicom w rozpraszaniu światła i połyskliwości, zdecydowanie poprawił się wygląd naszego kawałka skóry (Rysunek 17.17.11b). Trzeba przyznać, że na jasnym materiale ich działanie jest o wiele wyraźniejsze, niż na czarnym **B.Black.Leadher**.

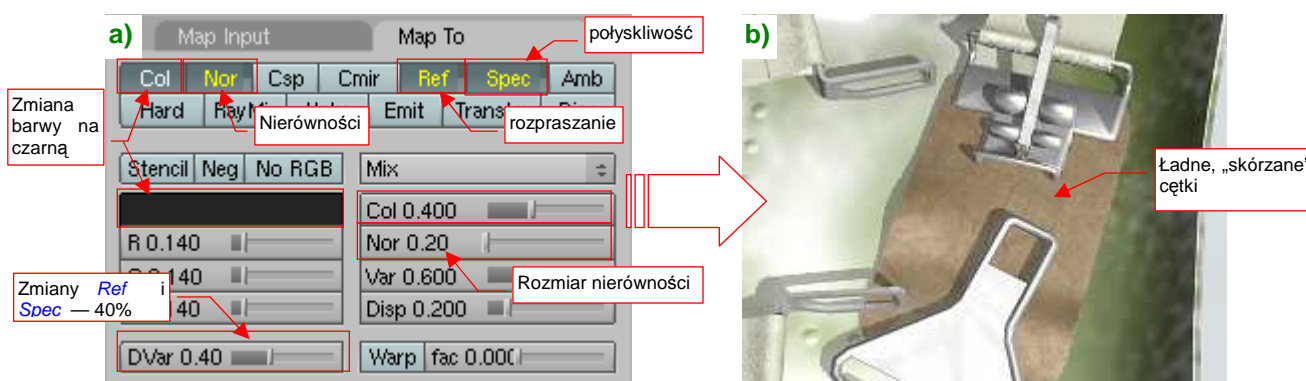
W charakterze drugiej tekstury zastosujemy, podobnie jak w przypadku czarnej skóry, obraz **B.Steel.Rough** (Rysunek 17.17.12a):



Rysunek 17.17.12 Mapowanie obrazu „pęknięć” **B.Steel.Rough** na podkładkę

Tym razem zmień w domyślnych ustawieniach, jakie przypisał Blender, skalę (**SizeX, Y, Z**) z 1.0 na 0.2 (Rysunek 17.17.12b). To zwiększy obraz „pęknięć”, naniesiony na siatkę (Rysunek 17.17.12c).

Tekstura **B.Steel.Rough** moduluje wiele parametrów materiału **B.Brown.Leadher** (Rysunek 17.17.13a):



Rysunek 17.17.13 Przypisanie modulacji barwy, odbłyśności, nierówności i połyskliwości do tekstury **B.Steel.Rough**

Oprócz tego, co zmieniała w poprzednim materiale (**B.Black.Leadher**): nierówności (**Nor**) i rozpraszania (**Ref**), tutaj przyciemnia lokalnie (**Col**, kolor czarny), a także zmniejsza połyskliwość (**Spec**). Te trzy ostatnie wartości są modulowane w zakresie 40% (**Col** = 0.4, **DVar** = 0.4) wartości „globalnych”.

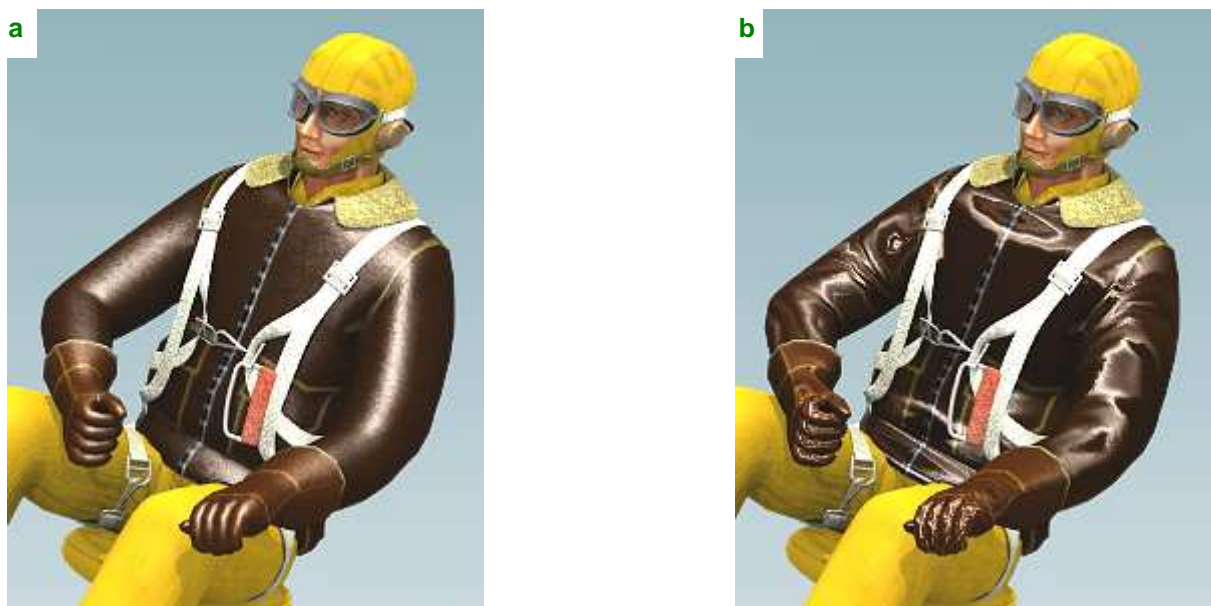
Rysunek 17.17.14 pokazuje ten sam element, tylko z innej strony:



Rysunek 17.17.14 Rezultat — podkładka pod sprzączkę, pokryta materiałem [B.Brown.Leather](#)

Gdyby to była ważniejsza część, można by było tę skórę dalej „uszlachetniać”. W tej chwili jednak ten drobny szczegół wygląda już całkiem dobrze. Nie przewiduję specjalnych zbliżeń w kabinie pilota, więc uważam że osiągnięty efekt jest wystarczający.

Jak na razie zajmowaliśmy się skórą bez fałd i „zmarszczek”. Tak wyglądała na zagłówniku fotelu pilota. Jednak czasami taka gładka skóra nie jest odpowiednia. Porównaj, proszę, kurtki pilota, które przedstawia Rysunek 17.17.15:



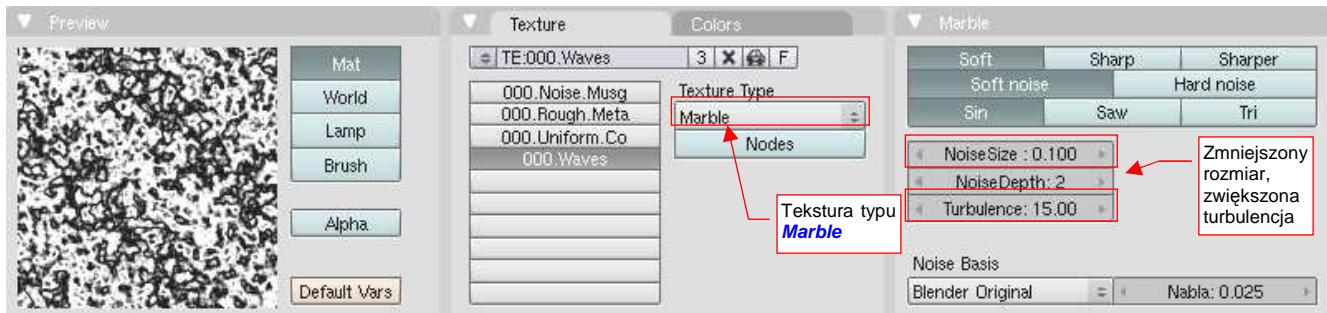
Rysunek 17.17.15 Różnica pomiędzy skórą gładką i zmarszczoną

Rysunek 17.17.15a) to skóra, do którą przygotowaliśmy tak, jak opisałem na wcześniejszych stronach. Niestety, wygląda jak z podrzędnego serialu dla dzieci (typu „Noody”). Jest zupełnie nierealistyczna! Za to wersja, którą pokazuje Rysunek 17.17.15b) wygląda zdecydowanie lepiej. Wszystko to dzięki temu, że jest w różnych miejscach pomarszczona. Takie zmarszczki można uzyskać na kilka sposobów, m.in.:

- poprzez wymodelowanie w siatce (najbardziej pracochłonne, wymaga gęstej siatki);
- za pomocą tekstury, mapowanej jako **Disp**(lace) (w panelu **Map To**), lub modyfikatora **Displace** (ale to wymaga gęstej siatki);
- za pomocą zwykłej tekstury nierówności (efekt trochę mniej od realistyczny, ale nie dodaje ścian);

Rysunek 17.17.15b) pokazuje rezultat wykorzystania tej trzeciej metody — zastosowania zwykłej tekstury nierówności. Zobacz dalej, jak go uzyskać.

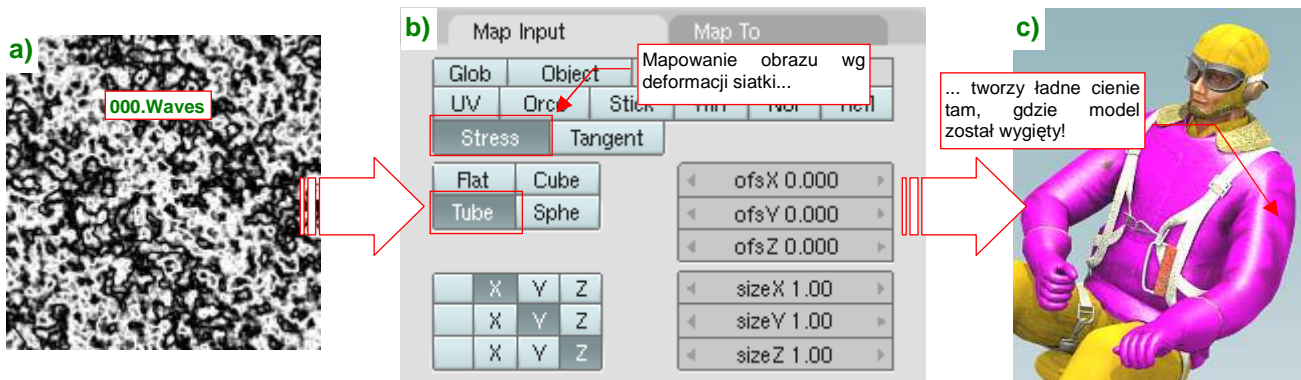
W zasadzie zarys fałd można byłoby namalować w GIMP lub Inkscape (wykorzystując filtry — por. str. 732). My pójdziemy tu jednak na zupełne uproszczenie, i wykorzystamy odpowiednio zamapowaną teksturę proceduralną (Rysunek 17.17.16):



Rysunek 17.17.16 Odpowiednio przygotowany wzór „marmuru” — tekstura proceduralna 000.Waves

Nadałem tej teksturze nazwę **000.Waves** (otrzymała prefiks „000.” a nie „B”, bo należy do uniwersalnego modelu pilota, i nie jest specyficzna dla samolotu P-40B). Powstała na bazie typu **Marble** (marmur). Właściwie niewiele tu zmieniłem ustawienia domyślne. **NoiseSize** został zmniejszony do 0.1, a zwiększyłem **Turbulence**.

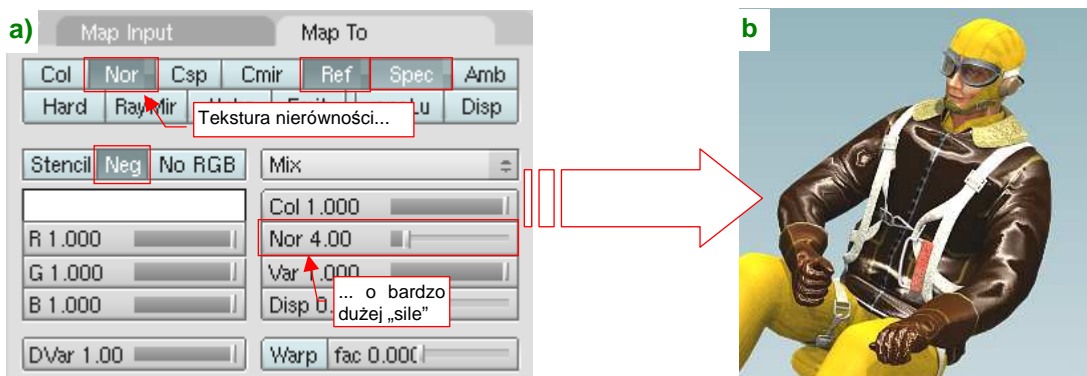
Rysunek 17.17.17 przedstawia nałożenie tekstury **000.Waves** na siatkę kurtki pilota:



Rysunek 17.17.17 Mapowanie „marmurkowego” wzoru (000.Waves) na kurtkę pilota

Trzeba przyznać, że testowa purpura robi dziwne wrażenie na tej figurce. Ale nie przejmujemy się tym szczegółem! Najważniejszym ustawieniem w panelu **Map Input** jest włączenie mapowania wg naprężenia siatki (**Stress** — Rysunek 17.17.17b). Siatka w „stanie spoczynku” nie ma żadnych naprężeń. Wewnątrz tej figury znajduje się jednak szkielet (**Armature** — por. str. 815). Zgięcie ręki do drążka czy do manetki gazu wywołało w siatce lokalne naprężenia, w wyniku czego pojawiają się w odpowiednich miejscach cienie (Rysunek 17.17.17c)!

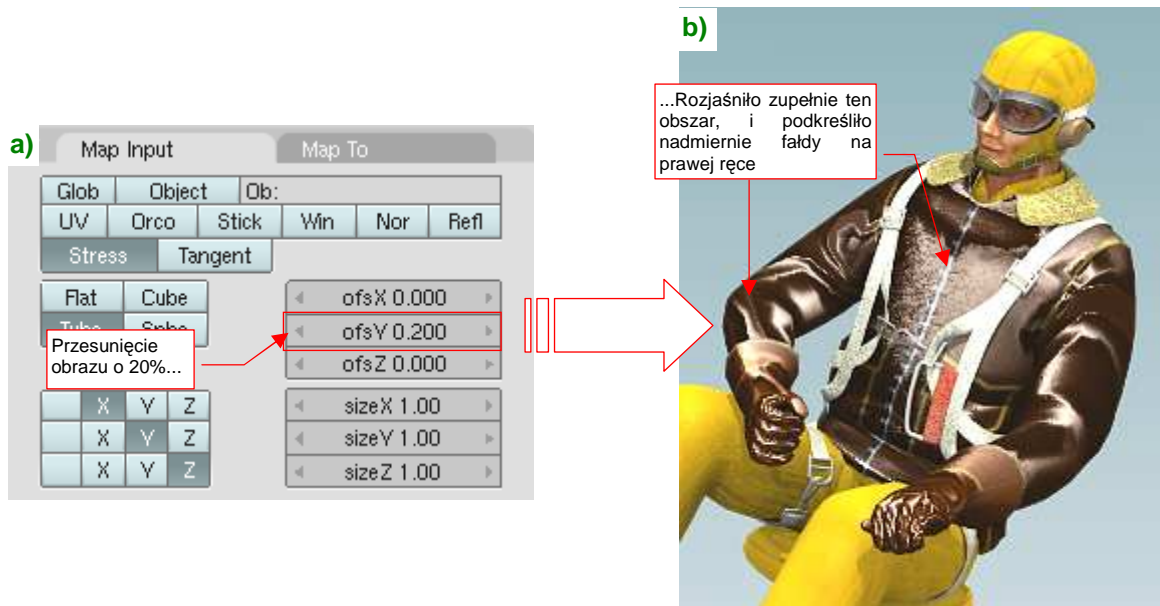
Rysunek 17.17.18a) pokazuje, jakie parametry przypisałem do tak nałożonej tekstury:



Rysunek 17.17.18 Przypisanie parametrów do tekstury 000.Waves

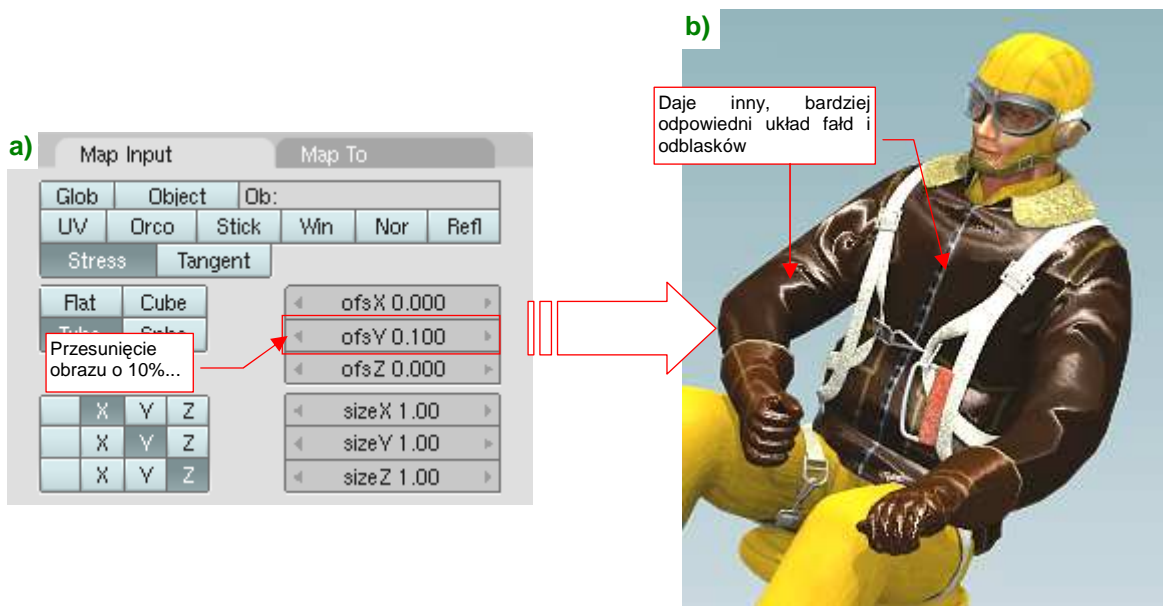
Obraz **000.Waves** pełni tu przede wszystkim rolę tekstury nierówności, o bardzo dużej „sile” (**Nor** = 4.0), pozwalające uzyskać efekt pokazywany przez Rysunek 17.17.18b). Mapowania **Ref** i **Spec** nie są już tak ważne.

Rezultat nie zależy specjalnie od rozmiaru obrazu, który można ustawić w panelu *Map Input*. Jest za to bardzo „czuły” na jego przesunięcia *ofsX, Y, Z*. Rysunek 17.17.19 przedstawia rozkład fałd i odbłasków, uzyskany po przesunięciu tekstury o 20% w kierunku *Y* (*ofsY*):



Rysunek 17.17.19 Efekt przesunięcia tekstury *000.Waves* o 20%

Taka, stosunkowo niewielka zmiana (Rysunek 17.17.19a), potrafi zupełnie przestawić rezultat (por. Rysunek 17.17.18b) i Rysunek 17.17.19b). W dodatku, „po drodze” wystąpiły jeszcze inne, zupełnie inne układy fałd i odbłasków. Zobacz, na przykład, jak wyglądają dla *ofsY* = 10% (Rysunek 17.17.20):

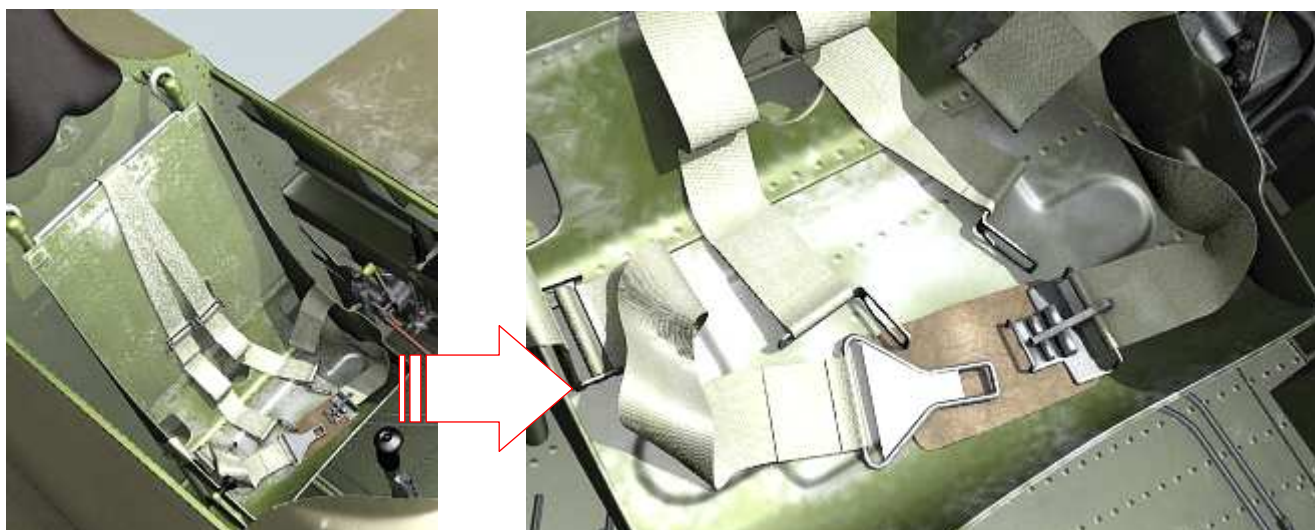


Rysunek 17.17.20 Efekt przesunięcia tekstury *000.Waves* o 10%

Musisz sam dobrać sobie układ fałd, który najbardziej Ci odpowiada. Aby uzyskać jakieś drobne zmiany, a nie tak poważne, jak te powyżej, zmieniaj wartość przesunięć o dziesiąte części % (czyli o wartości rzędu 0.001).

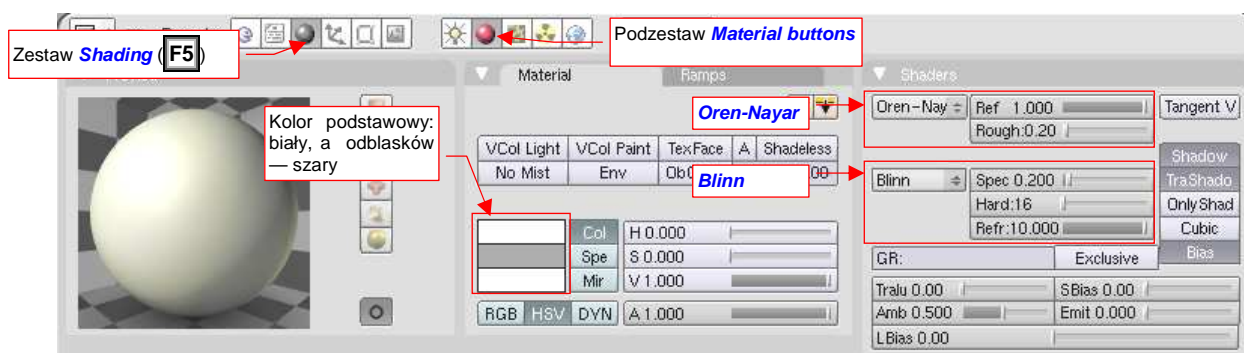
17.18 Skonfigurowanie materiału: tkanina (pasów)

Pasy fotela pilota były wykonane z grubej tkaniny. Miały kolor białokremowy (Rysunek 17.18.1):



Rysunek 17.18.1 Pasy, przymocowane do fotela pilota — przykład materiału, imitującego tkaninę

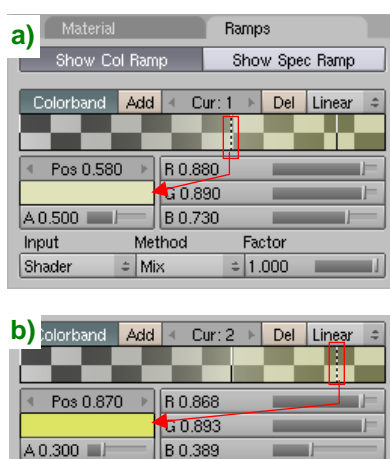
Podstawowe ustawienia materiału **B.White.Belt** wyglądają tak, jak jest to pokazuje Rysunek 17.18.2:



Rysunek 17.18.2 Tkanina (materiał **B.White.Belt**) — podstawowe ustawienia barw i shaderów

Pasy były w zasadzie białe — dlatego taką barwę ustawiłem w sekcji **Material:Col**. Dodatkowo „złamałem” podstawowy kolor, dodając w spektrum barw odcienie kremowe (Rysunek 17.18.3a), a nawet (z przodu) półprzezroczystą żółć (Rysunek 17.18.3b). W rezultacie pasy wydają się kremowobiałe. Kolor odbłasków (**Material:Spe**) jest za to ciemnoszary, by tkanina nie wydawała się zbyt połyskliwą.

Dla światła rozproszonego użyłem shader **Oren-Nayar**, o niewielkiej chropowatości (**Rough** = 0.2) i maksymalnym współczynniku odbicia światła (**Ref** = 1.0). Shaderem odbłasków jest **Blinn**, z małą połyskliwością (**Spec** = 0.2) i bardzo małą „twardością” odbłasków (**Hard** = 16). Za to **Refr** jest ustawione na max. (10.0). Rysunek 17.18.4 przedstawia efekt na próbnym renderze:



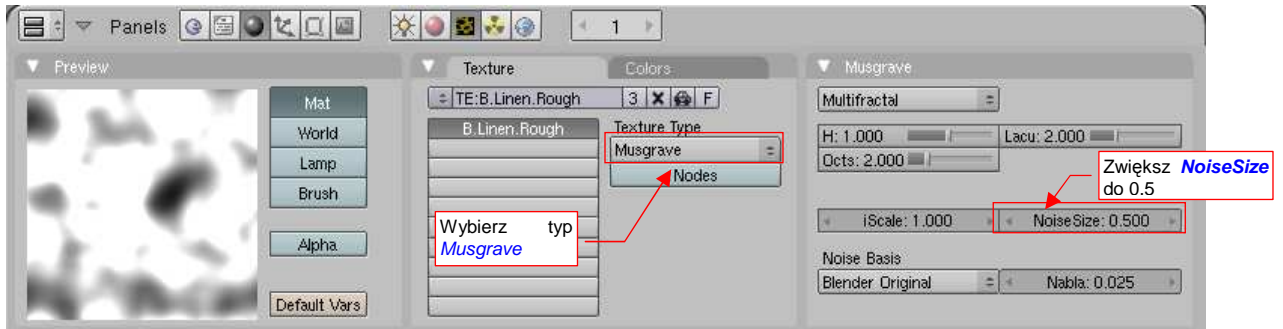
Rysunek 17.18.3 Spektrum barw



Rysunek 17.18.4 Efekt na renderze

Pierwszą teksturą, którą dodamy do naszego materiału, są smugi zabrudzeń. (Choć pasy były fabrycznie białe, to na pewno w trakcie eksploatacji szybko „łapały” różne zanieczyszczenia).

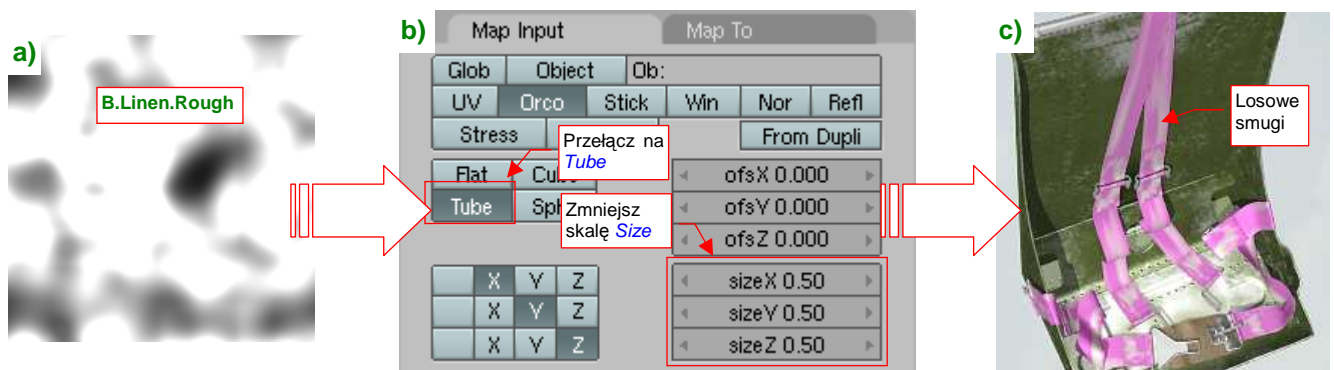
Rysunek 17.18.5 przedstawia obraz, który wykorzystamy do stworzenia wrażenia smug:



Rysunek 17.18.5 Nieregularne plamy na tkaninie — tekstura proceduralna **B.Linen.Rough**

Jest to tekstura proceduralna typu **Musgrave**, w odmianie **Multifractal**. Większość ustawień widocznych w panelu **Musgrave**, to wartości domyślne. Zwiększyłem tylko dwukrotnie wartość **NoiseSize** (do 0.5), by generowane plamy stały się większe. Nadałem tej teksturze nazwę **B.Linen.Rough** (bo zastosujemy ją za chwilę także do odwzorowania chropowatości).

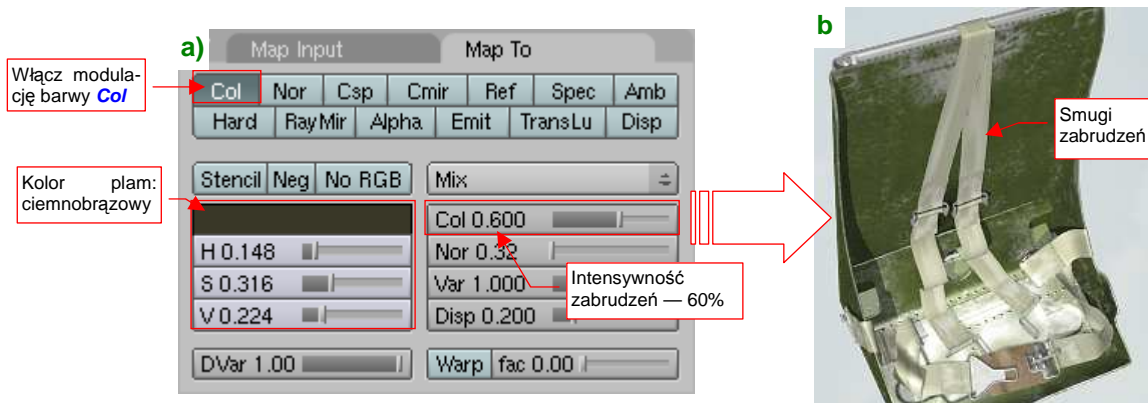
Rysunek 17.18.6 przedstawia mapowanie tekstury **B.Linen.Rough**. Przygotowałem je w tym przypadku tak, by wyglądało jak przypadkowe zabrudzenia pasów:



Rysunek 17.18.6 Mapowanie obrazu „smug” (**B.Linen.Rough**) na siatkę pasów

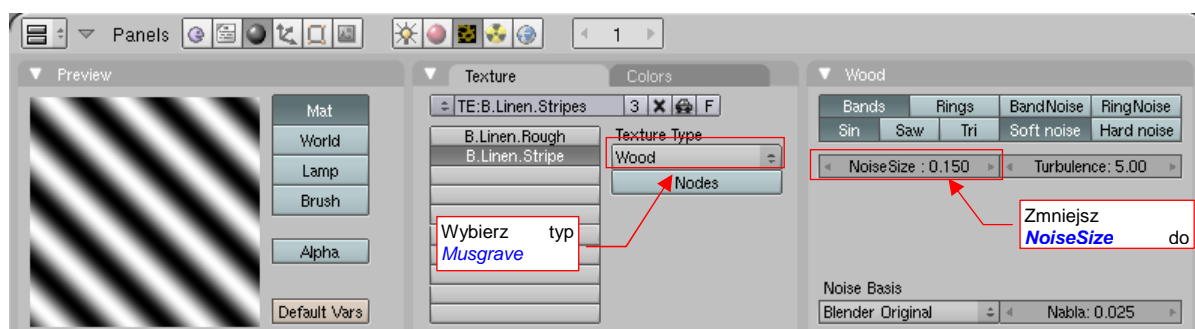
Jak widzisz, nie stosuję jakiegoś mapowania **UV**, tylko domyślne **Orco**. (Dzięki temu nie muszę przygotowywać rozwinięć pasów). Zmieniłem tylko tryb nakładania — z **Flat** na **Tube**, oraz zmniejszyłem dwukrotnie skalę (**Size*** — Rysunek 17.18.6b), by powiększyć rozmiary ciemnych i jasnych plam (Rysunek 17.18.6c).

Rysunek 17.18.7a) pokazuje, jaką barwę przypisaliśmy smugom, a Rysunek 17.18.7b) — rezultat:



Rysunek 17.18.7 Przypisanie teksturze **B.Linen.Rough** roli zabrudzeń

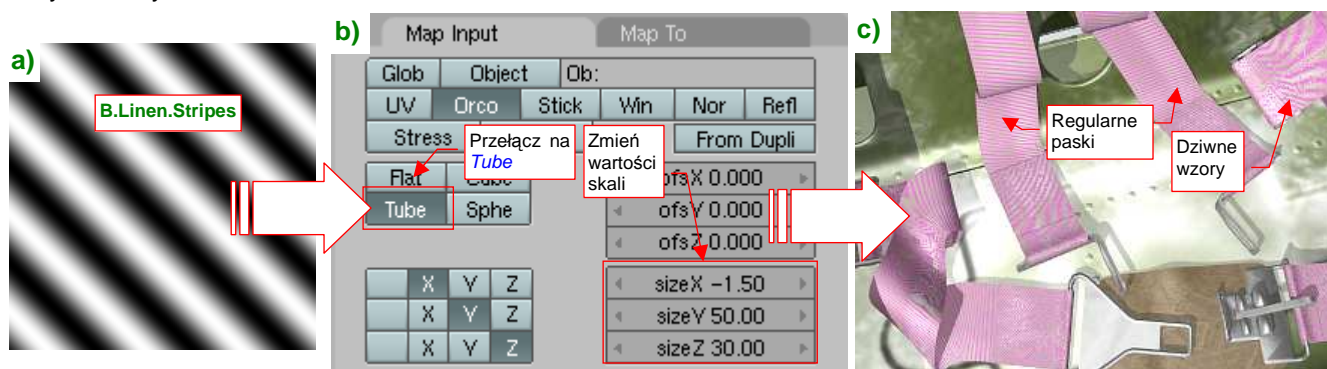
Nasz pas jest już pobrudzony, ale trzeba go pokryć regularnymi nierównościami, imitującymi włókna materiału. Przygotowałem odpowiednią teksturę (Rysunek 17.18.8):



Rysunek 17.18.8 Regularne prążki włókien — tekstura proceduralna **B.Linen.Stripes**

Jest to obraz, wygenerowany przez teksturę proceduralną typu **Wood**, o niemal regularnym kształcie (**Wood:NoiseSize** = 0.150). (Pozostałe przełączniki pozostawiłem w ich ustawieniach domyślnych). Nadałem jej nazwę **B.Linen.Stripes**.

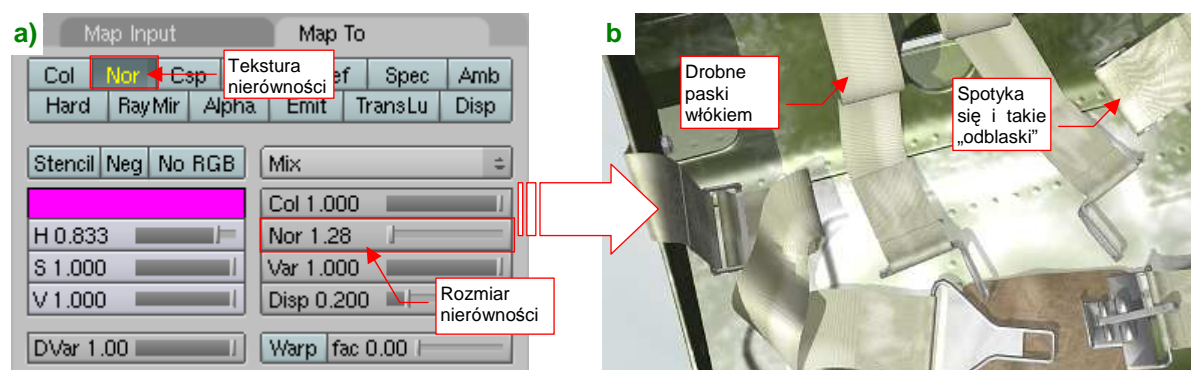
Rysunek 17.18.9 przedstawia parametry nałożenia tej tekstury na siatkę pasów, oraz wzór, który w ten sposób uzyskaliśmy:



Rysunek 17.18.9 Mapowanie obrazu włókien (**B.Linen.Stripes**) na siatkę pasów

Podobnie jak w przypadku tekstury smug, stosujemy tu domyślne mapowanie **Orco**, przełączając tylko tryb na **Tube**. Zwróć za to uwagę na różnorodne wartości **SizeX, Y, Z** (Rysunek 17.18.9b). Te parametry pozwoliły pokryć powierzchnie siatek serią drobnych, równoległych pasków. W zasadzie prawie wszędzie ich wzór jest taki, jak trzeba — regularny. Tylko miejscami przekształca się w coś innego (Rysunek 17.18.9c).

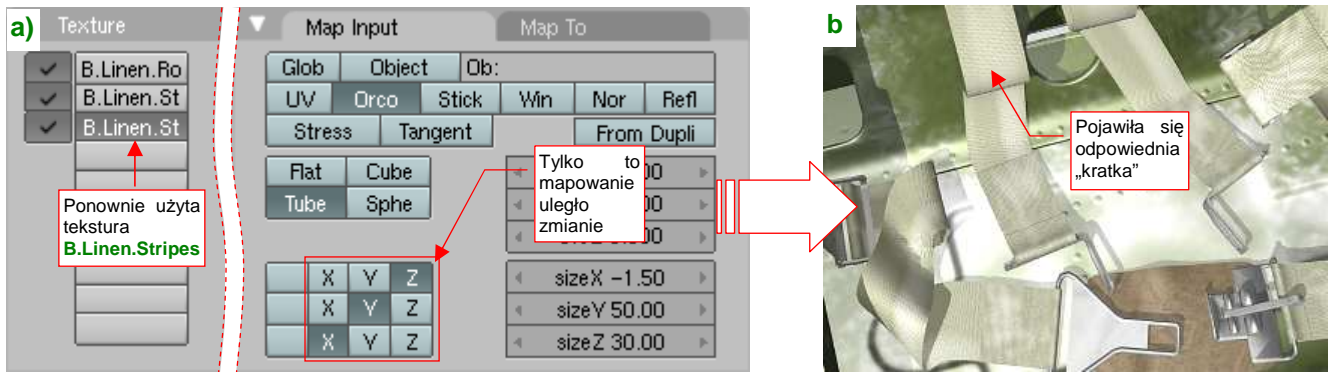
Rysunek 17.18.10a) pokazuje parametry, które zamieniają obraz **B.Linen.Stripes** w teksturę nierówności:



Rysunek 17.18.10 Przypisanie do obrazu **B.Linen.Stripes** roli tekstury nierówności

W panelu **Map To** włączyłem („na żółto!”) przełącznik **Nor**, oraz ustawiłem odpowiednio duży rozmiar nierówności (**Nor** = 1.28). Rysunek 17.18.10b) pokazuje render, na którym sprawdzałem te ustawienia. Zwróć uwagę, że na pasie po prawej nierówności ułożyły się w dziwny wzór. Tym niemniej — jakoś mnie to nie razi.

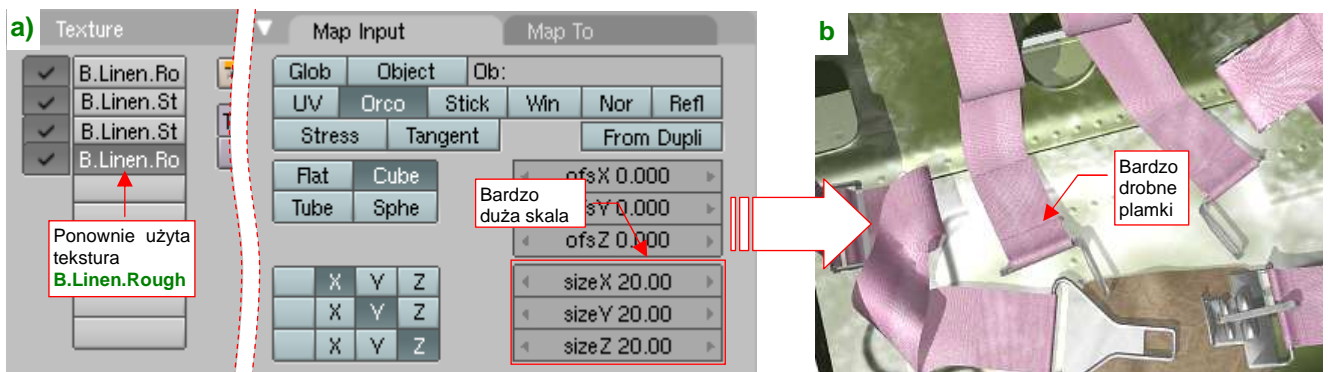
Przeplot włókien tkaniny uzyskamy, nakładając jeszcze raz tę samą teksturę nierówności (Rysunek 17.18.11):



Rysunek 17.18.11 Przeplot włókien: ta sama tekstura **B.Linen.Stripes**, tylko że skierowana w przeciwną stronę

Wstaw zaraz za pierwszym wystąpieniem tekstury **B.Linen.Stripes** następną (Rysunek 17.18.11a). Jedyńa różnica w stosunku do poprzedniego polega na zmianie przypisania współrzędnych w panelu **Map To** — porównaj Rysunek 17.18.11a) i Rysunek 17.18.9a). Na testowym renderze pojawił się charakterystyczny wzór „kratki” — przeplotu włókien (Rysunek 17.18.11b).

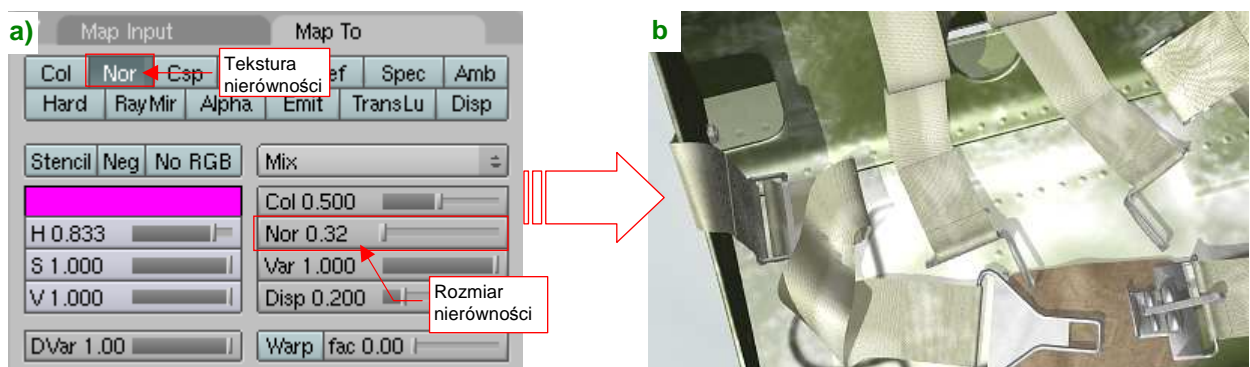
Ostatnią teksturą, jaką zastosujemy w tym materiale, będą drobniutkie nierówności. Użyjemy w tym celu jeszcze raz tekstury **B.Linen.Rough** (por. str. 1013, Rysunek 17.18.5. Po prawdzie właśnie od tego zastosowania pochodzi jej nazwa). Wstaw ją jeszcze raz, na końcu stosu tekstur (Rysunek 17.18.12a):



Rysunek 17.18.12 Tekstura **B.Linen.Rough**, nałożona tym razem bardzo „drobnoziarniście”

Tym razem w panelu **Map To** wpisz bardzo duże wartości **Size*** (= 20). Spowoduje to drastyczne zmniejszenie plamek obrazu, nanoszonego na pasy (Rysunek 17.18.12b).

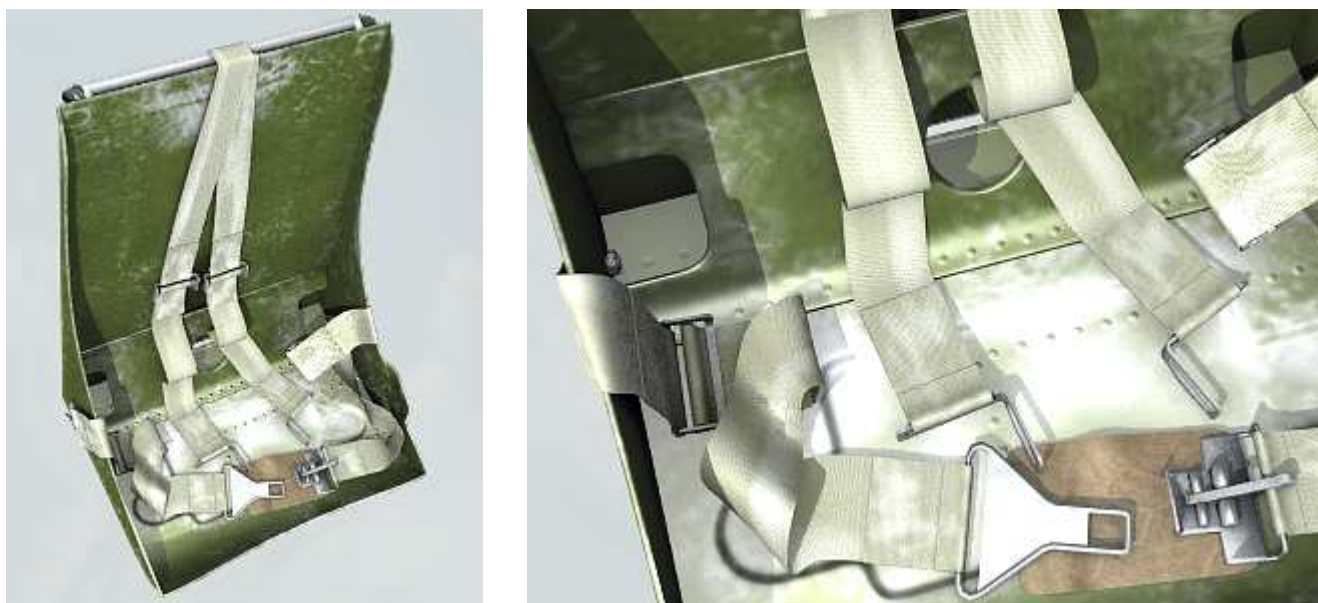
Ten wzór przekształć w drobne nierówności, o niewielkim rozmiarze (Rysunek 17.18.13a):



Rysunek 17.18.13 Mapowanie **B.Linen.Rough**, tym razem w charakterze drobnych chropowatości

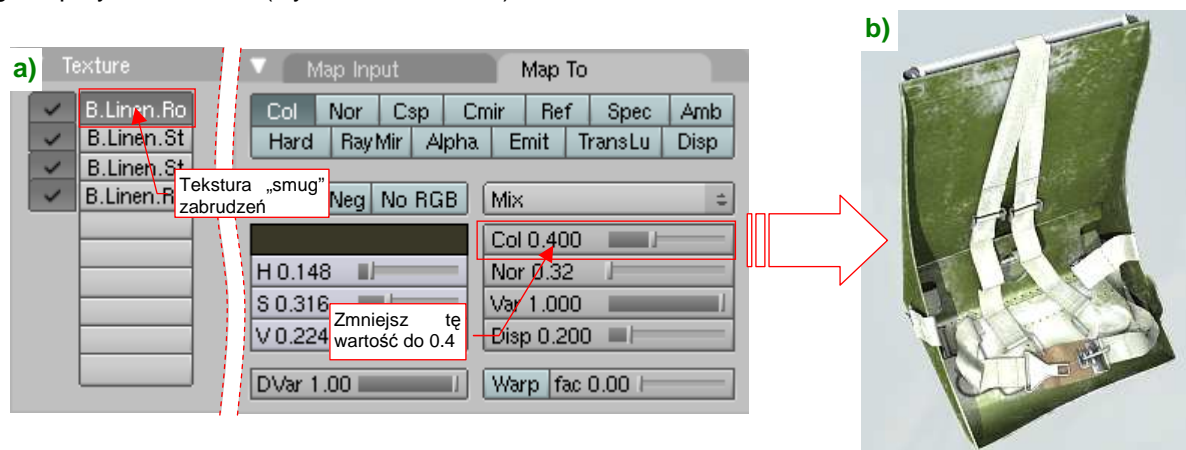
Tym razem ustawiłem **Map To:Nor** na wartość na o wiele mniejszą, niż dla włókien: 0.32. Rysunek 17.18.13b) pokazuje testowy render: układ włókien na tkaninie uległ niewielkiemu rozmyciu.

Rysunek 17.18.14 przedstawia efekt, który uzyskujemy stosując gotowy materiał **B.White.Belt**:



Rysunek 17.18.14 Efekt zastosowania gotowego materiału **B.White.Belt**

Jeżeli uważasz, że pasy nie powinny być aż tak brudne, zmniejsz intensywność (wartości **Map To:Col**) tekstuury smug, na przykład do 40% (Rysunek 17.18.15a):

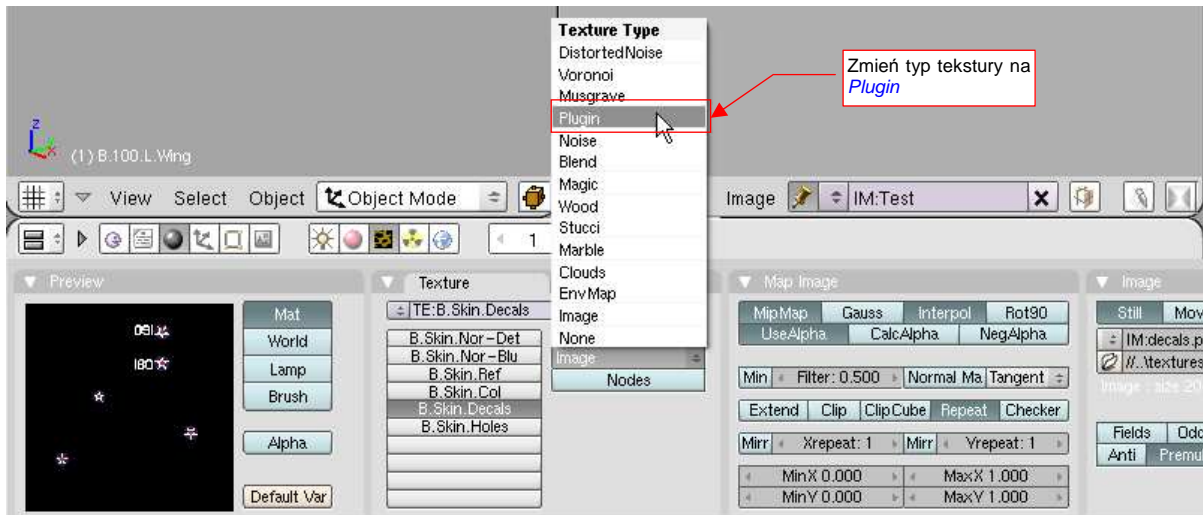


Rysunek 17.18.15 Ten sam materiał, ale w ostrzejszym świetle i ze zredukowanym wpływem „brudu” (**B.Linen.Rough**)

Rysunek 17.18.15b) przedstawia rezultat zastosowania materiału **B.White.Belt** z tym ustawieniem, oraz nieco jaśniejszym światłem kierunkowym (energia **Sun** zwiększona z 0.7 do 1.0). Na tym renderze materiał pasów zasługuje na swoją nazwę (**B.White.Belt** — bo faktycznie wyglądają na realistycznie białe).

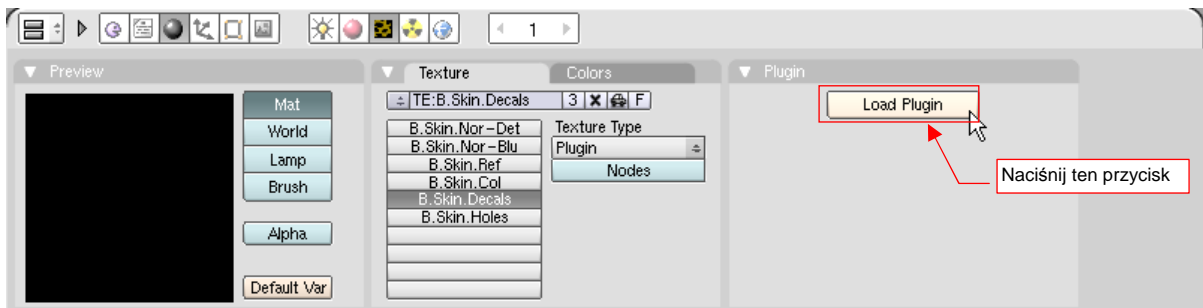
17.19 Załadowanie wtyczki (*plugin*) tekstury

Obraz, wykorzystywany przez teksturę, nie musi zawsze być plikiem rastrowym (*Image*). To tylko jeden z wielu dostępnych w Blenderze typów tekstur. W szczególności twórcy programu umożliwili użytkownikom tworzenie własnych „wtyczek” (*plugins*), generujących tekstury. Wtyczka Blendera to odpowiednio przygotowany, binarna biblioteka funkcji (*Dynamic Linking Library* — plik **.dll* — pod Windows, *Shared Objects* — plik **.so* — pod Linuxem). Aby z niego skorzystać, zmień najpierw typ tekstury na *Plugin* (Rysunek 17.19.1):



Rysunek 17.19.1 Zmiana typu tekstury na „wtyczkę” (*Plugin*)

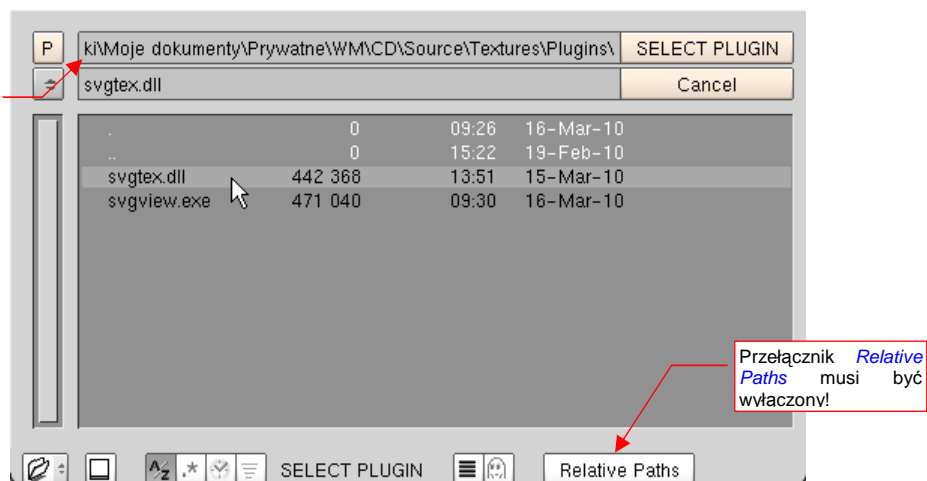
Spowoduje to zmianę układu paneli: w zestawie pojawi się nowa panel *Plugin*. Początkowo zawiera tylko przycisk *Load Plugin* (Rysunek 17.19.2). Naciśnij go:



Rysunek 17.19.2 Panel *Plugin* — stan początkowy

W oknie wyboru plików wskaż plik wtyczki (w tym przykładzie to wtyczka *svgtex.dll*) (Rysunek 17.19.3):

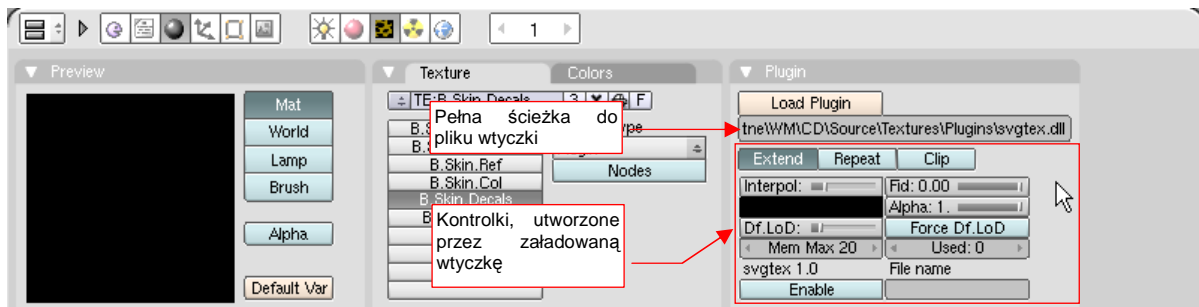
Domyślnie podpowiada się ścieżka, którą wpisałeś w *User Preferences: File Paths* (por. str. 624, Rysunek 13.2.4)



Rysunek 17.19.3 Wskazywanie pliku wtyczki

- Wskazując wtyczkę musisz używać pełnych ścieżek dostępu (przełącznik *Relative Paths* musi być wyłączony). W przeciwnym razie Blender nie odnajdzie pliku **.dll*!

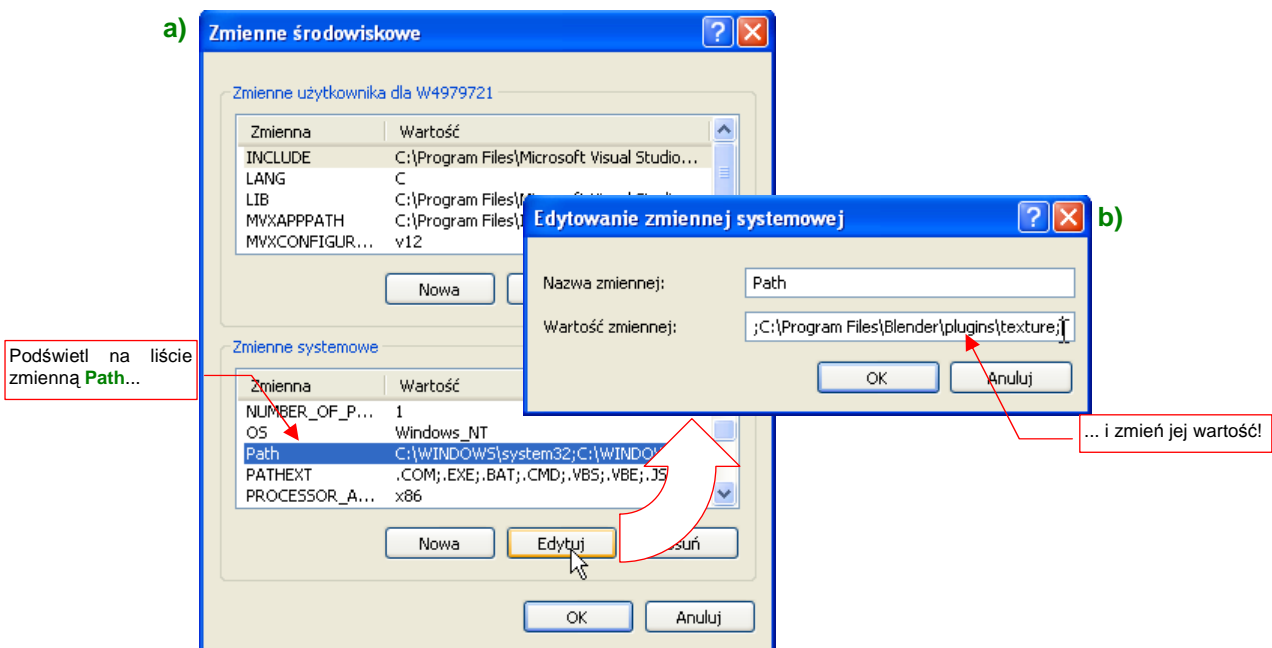
Jeżeli wtyczka załadowała się poprawnie, powinna wyświetlić w panelu *Plugin* jakieś dodatkowe kontrolki (Rysunek 17.19.4):



Rysunek 17.19.4 Przykładowa zawartość panelu *Plugin* po pomyślnym uruchomieniu wtyczki

Konieczność wpisywania pełnych nazw ścieżek jest dość uciążliwa, gdy musisz przenieść plik na inny komputer. Tam odpowiednia wtyczka może być w innym folderze, i trzeba parametry tekstur typu *Plugin* ustawiać od nowa.

Najwygodniej byłoby wpisywać w panelu *Plugin* samą nazwę pliku **.dll* — i niech komputer go sam znajdzie! To, na szczęście, jest możliwe. Wystarczy zebrać wszystkie wtyczki, z których korzystasz, w jedno folder, a następnie dopisać jego nazwę do zmiennej środowiskowej *Path* (Rysunek 17.19.5):

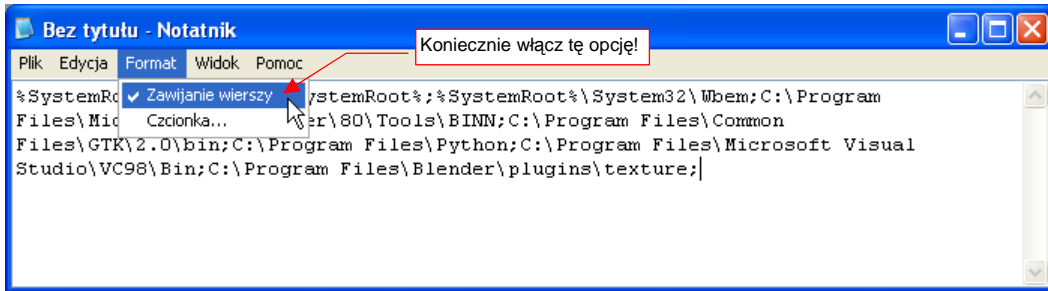


Rysunek 17.19.5 Zmiana zmiennej środowiskowej *Path*

W Windows, aby otworzyć okno *Zmienne środowiskowe*, musisz przejść do *Właściwości* ikony *Mój Komputer*¹. Tam, w oknie dialogowym *Właściwości systemu* przejdź do zakładki *Zaawansowane* i naciśnij umieszczony u dołu przycisk *Zmienne środowiskowe*. W oknie dialogowym podświetl na liście *Zmienne systemowe* zmienną *Path* i naciśnij przycisk *Edytuj* (Rysunek 17.19.5a). W oknie dialogowym *Edytowanie zmiennej systemowej* możesz dopisać ścieżkę do folderu z wtyczkami Blendera (Rysunek 17.19.5b). Zwróć uwagę, że separatorem poszczególnych ścieżek jest średnik. Nie zapomnij sprawdzić, czy jest przed i za dopisaną przez Ciebie nazwą!

¹ Alternatywną metodę dotarcia do okna *Właściwości systemu* pokazuje, na str. 24, Rysunek 1.4.1.

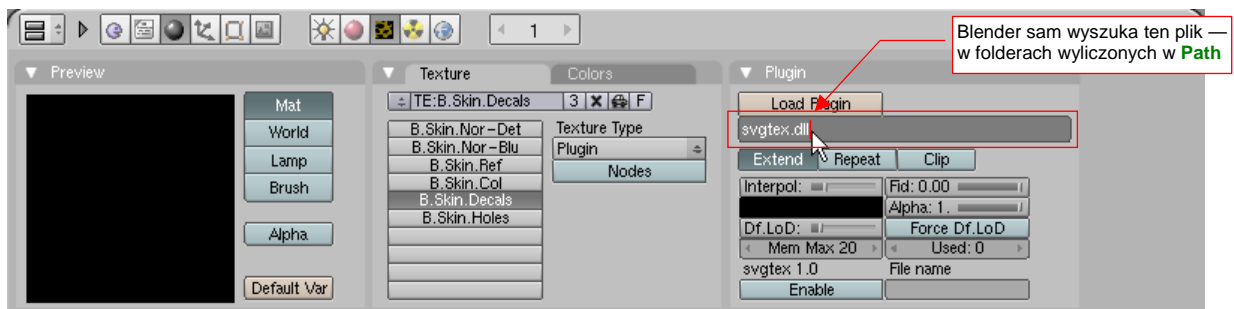
Zazwyczaj zawartość zmiennej **Path** jest dość długa, więc, aby łatwiej było ją edytować, skopiuj ją do schowka a ze schowka do jakiegoś edytora tekstów — chociażby Notatnika (Rysunek 17.19.6):



Rysunek 17.19.6 Wygodniejsze narzędzie do zmiany wartości **Path** — Notatnik

W Notatniku zobaczysz cały tekst, a nie tylko jego fragment (nie zapomnij tylko o włączeniu opcji *Zawijanie wierszy*). Zmienioną wartość zmiennej **Path** skopiuj z powrotem do schowka i wklej do pola *Wartość zmiennej* w oknie *Edytowanie zmiennej systemowej*.

Po tej zmianie nie zaszkodzi zamknąć Blender i ponownie go otworzyć (by mógł się uruchomić ze zmienionymi zmiennymi środowiskowymi). Od tej chwili będziesz mógł wskazywać wtyczkę, posługując się samą nazwą, bez ścieżki (Rysunek 17.19.7):



Rysunek 17.19.7 Wtyczka, zapamiętana w pliku Blendera w sposób niezależny od konfiguracji komputera

Taki sposób zapisu pozwala na wygodne przenoszenie pliku Blendera pomiędzy różnymi konfiguracjami. Jeżeli korzystasz jednocześnie z Linuxa i z Windows, możesz nawet „pójść na całość” i zmienić pod Windows rozszerzenie pliku wtyczki z *.dll* na *.so*. Blenderowi jest w istocie wszystko jedno, jakie rozszerzenie ma plik wtyczki, a w ten sposób jej nazwa jest taka sama w obydwu systemach. Nie będę tu opisywał, jak zmienić ścieżkę **Path** pod Linuxem, ale zasada jest taka sama.

17.20 Wtyczka **svgtext** — zasada działania i obsługa

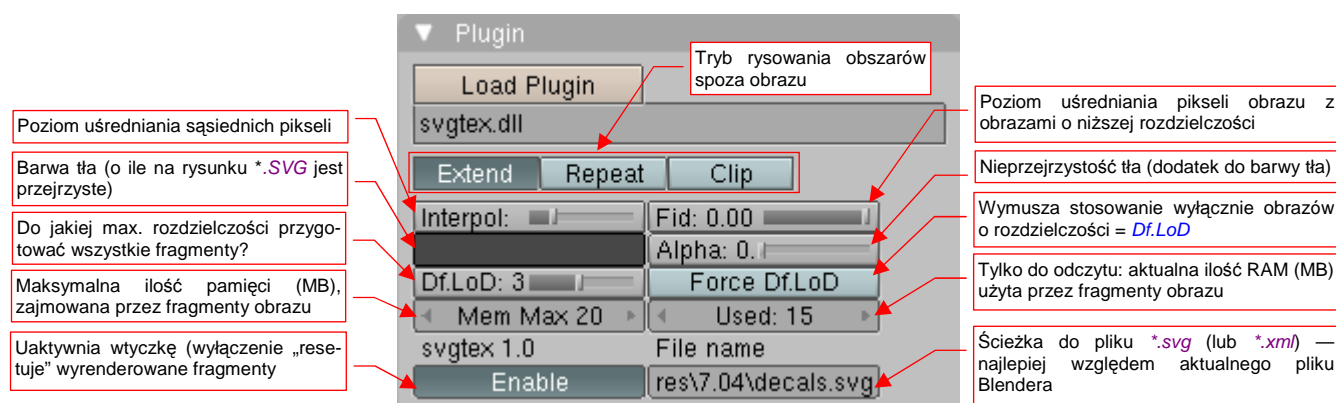
Svgtext to napisana przeze mnie wtyczka Blendera, podstawiającą jako teksturę zawartość pliku ***.svg**. Plik wtyczki — **svgtext.dll** — znajdziesz wśród materiałów dodatkowych, towarzyszących tej książce (w folderze **source\textures\plugins**). Możesz go wgrać w katalog Blendera, gdzie jest miejsce dla wtyczek tekstur: w podkatalog **plugins\texture**. Uruchomienie wtyczki — patrz str. 1017. Przykłady użycia — str. 613.

Zasada działania **svgtext** nie jest jakąś szczególną tajemnicą. Podczas renderowania Blender żąda od wtyczki podania barwy konkretnego teksela (piksela tekstury). **Svgtext**, aby „udzielić odpowiedzi”, tworzy w pamięci rastrowe fragmenty obrazu. Użyje ich także przy okazji następnych „pytań” Blendera. Każdy z tych fragmentów ma rozmiar 256x256 pikseli — tak, by zajmował w RAM nie więcej niż 1 MB. W ten sposób oryginalny obraz jest dzielony jak szachownica, na kwadratowe, jednolite obszary. **Svgtext** przygotowuje i przechowuje tylko takie „pola” tej szachownicy, których zażądał od niego Blender. Dodatkowo, jeżeli całe takie „pole” jest zupełnie jednolite, zamiast 1 MB danych przechowywany jest pojedynczy, reprezentujący je piksel¹.

Svgtext tworzy fragmenty wielu wersji obrazu, różniących się rozdzielczością. Każda kolejna wersja ma czterokrotnie większą liczbę pikseli od poprzedniej. Pierwszy obraz mieści się w pojedynczym fragmencie — czyli jest „wpasowany” w obszar 256x256 pikseli. Następny ma wymiary 512x512 pikseli, i składa się z 4 fragmentów. Kolejna wersja to obraz 1024x1024 pikseli (złożony z 16 fragmentów o rozmiarach 256x256). W grafice komputerowej o takim szeregu obrazów mówi się, że są uporządkowane według „poziomu szczegółowości” (**Level of Details** — **LoD**). Poziom ten określa się jako liczbę całkowitą. Na potrzeby **Svgtext** przypisałem **LoD = 0** dla obrazu 256x256, **LoD = 1** dla 512x512, **LoD = 2** dla 1024x1024, itd. W odpowiedzi na żądane Blendera **svgtext** określa wymagany **LoD** obrazu, i zwraca piksel z jego odpowiedniej wersji. Jeżeli żądany fragment jeszcze nie istnieje — jest w tym momencie generowany.

- Aby **svgtext** działał poprawnie, musisz w ustawieniach renderingu (panel **Renderer**) włączyć opcję **OSA**. W przeciwnym razie wyświetlany będzie obraz o niewielkiej rozdzielczości!

Ten „technologiczny” wstęp był konieczny, abyś mógł zrozumieć działanie niektórych kontrolki, udostępnianych przez wtyczkę (Rysunek 17.20.1):



Rysunek 17.20.1 Kontrolki wtyczki **svgtext**.

¹ Ten pomysł rzucił w lutym 2008, na Blender Artists Forum, **Marcelo de Gomensoro Malheiros**. Opublikował źródła „studyjnego” komponentu, który wykorzystywał do rysowania bibliotekę **AGG** (kilka lat wcześniej opracował ją **Maxim Shemanarev**). Do wczytywania plików XML zastosowano parser **EXPAT** (autor — **James Clark**). Komponent nazywał się **vectex** i z całego bogactwa formatu SVG potrafił rysować tylko kontury (z wypełnieniem lub bez). Mój wkład to uporządkowanie kodu i rozbudowa interpretera, umożliwiającą rysowanie większości elementów wymaganych przez standard SVG (w tym także tekstu).

Rodzaj i położenie kontrolki wtyczki **svgtex** w panelu **Plugin** jest efektem wielu bolesnych kompromisów z ograniczeniami, jakie narzuca struktura danych Blendera (zdefiniowana w *plugin.h*). Na przykład — pole na nazwę pliku **.svg* powinno być pierwszym polem tej wtyczki. Niestety, okazuje się, że można je „wepchnąć” wyłącznie pewnym, nie opisanym w dokumentacji Blendera sposobem, i w dodatku tylko na ostatnie miejsce panelu (po prawej, u dołu).

Poniżej podaję znaczenie wszystkich kontrolki, w tej kolejności, jak występują w paneli:

- **Extend/Repeat/Clip**: Przełącznik określający, co ma być przekazane do Blendera, gdy współrzędne tekstury wykraczają poza granice obrazu. (Analogiczny, nieco bardziej rozbudowany przełącznik jest także w teksturach opartych o obrazy rastrowe: zobacz zestaw *Shading:Texture buttons*, panel *Map Image*). Znaczenie poszczególnych alternatyw:
 - o **Extend**: na zewnątrz obrazu są powielone piksele z jego krawędzi;
 - o **Repeat**: obraz jest powielany w nieskończoność;
 - o **Clip**: poza obszarem obrazu nie jest nic rysowane (obraz jest absolutnie przezroczysty);
- **Interpol (interpolation)** : Poziom wygładzania pikseli obrazu. Gdy **Interpol** = 0, wykorzystywana jest wartość najbliższego piksela. W takim przypadku granice obrazów mogą być nieco „ziarniste”. Dla wartości = 1, wykorzystywana jest średnia z 4 najbliższych pikseli, a dla wartości **Interpol** = 2 — z 16 sąsiednich. Poziom **Interpol** = 3 oznacza uśrednienie z 64 sąsiednich pikseli. Każde zwiększenie poziomu interpolacji w sposób widoczny „rozmywa” ostre granice kolorów na teksturze. Wydłuża także czas obliczeń (każdy kolejny poziom wymaga ich cztery razy więcej, niż poprzedni). Przypuszczam, że zazwyczaj będziesz używał dla **Interpol** wartości = 1 lub 0;
- **Fid (fidelity)** : Poziom doboru rozdzielczości (**LoD**) obrazu. Możliwe jest ustawienie od -5.0 do 0.0, przy czym wartość = 0.0 oznacza największą dokładność. (Przy wartości = 0.0 wykorzystywane są wyłącznie piksele z obrazu o **LoD** >= żądanego przez Blender. Z takim ustawieniem komponent działa najszybciej). Każdy niższy poziom **Fidelity** oznacza wyznaczenie piksela poprzez wyciągnięcie średniej z dwóch obrazów o najbliższych poziomach szczegółowości (**LoD**). Na przykład, założmy że **svgtex** określił dla konkretnego żądania Blendera optymalny **LoD** = 4 (4096x4096 pikseli). Jeżeli **Fid** = -0.5, to zwracana Blenderowi wartość teksela jest w 50% wartością z obrazu o **LoD** = 4, a w 50% — z obrazu o **LoD** = 3 (2048x2048). To przypadek klasycznej techniki „mipmapowania”. Gdyby **Fid** = -0.2, wówczas zwracany Blenderowi teksel byłby średnią pochodzącą w 80% z pikseli tekstury 4096x4096, i 20% tekstury 2048x2048. Gdyby **Fid** = -1.6, uśrednianie rozegrałoby się pomiędzy pikselami z obrazu o rozdzielczości 2048x2048 (**LoD** = $\text{Max}(\text{LoD} + \text{Fid}) = \text{Max}(4 - 1.6) = 3$) i 1024x1024 (**LoD** = $\text{Max}(\text{LoD} + \text{Fid}) = \text{Min}(4 - 1.6) = 2$). W każdym razie używaj tego ustawienia z umiarem — dla map nierówności gdzieś pomiędzy 0.0 a -1.0. Dla zwykłych tekstur barwy pozostaw **Fid** = 0.0;
- **barwa tła**: Standardowy przybornik Blendera do wyboru barwy tła. Ta barwa jest widoczna tylko wtedy, gdy oryginalny obraz **.svg* miał tło przezroczyste. Uwaga: dla rysunków na przezroczystym tle, takich jak oznaczenia samolotu, barwa tła delikatnie wpływa na kontury znaków rozpoznawczych i innych emblematów, nawet gdy ustawisz **Alpha** na 0.0. Stąd do mapowania *decals.svg* ustawiłem ją nie na czerń, a 40% szarość (por. Rysunek 10.8.1).
- **Alpha**: Dodatkowy parametr barwy tła. Określa poziom nieprzejrzystości. Gdy **Alpha** = 0.0 tło jest zupełnie przezroczyste;
- **Df.LoD (Default Level of Details)** : po włączeniu **Enabled**, **svgtex** wygeneruje wszystkie fragmenty obrazu o **LoD** <= **DfLoD**. Ustawiaj zazwyczaj na poziomie 1-2, gdyż inaczej możesz za długo czekać na pojawienie się podglądu tekstury w panelu *Preview*;
- **Force Df.LoD**: Wymusza na **svgtex** wyłączne korzystanie z wersji obrazu o **LoD** = **DfLoD**. Sugestie dotyczące rozdzielczości, dostarczane przez Blender, są ignorowane;
- **Mem Max**: Maksymalna ilość RAM (w MB), jaką mogą zająć fragmenty obrazów, zarządzanych przez **svgtex**. Dobieraj tę wartość uważnie, obserwując wartość umieszczonego obok pola **Used**. Jeżeli ustawisz **MemMax** na poziomie mniejszym od typowych wartości **Used**, zmusisz wtyczkę do „porzucania

nia” fragmentów, które jeszcze się jej przydadzą podczas tej samej sesji renderingu. W takiej sytuacji może tylko, gdy nadejdzie żądanie Blendera, powtórnie wygenerować obraz. To bardzo wydłuża czas renderingu;

- **Used:** Pole wyłącznie informacyjne: aktualna ilość pamięci RAM, zajętej przez fragmenty obrazów (w MB); Czasami może nieco przekroczyć wartość *Mem Max* — o rozmiar pamięci, potrzebnej do przechowania zawartości pliku *.svg. *Used* służy do wyrobienia sobie poglądu, jak powinno być ustawione *Mem Max* aby nie zajmować za dużo RAM, a jednocześnie nie spowalniać niepotrzebnie procesu renderingu;
- **Enable:** Uaktywnia teksturę (sprawia, że w Blenderze pojawia się jej obraz). Możesz także użyć tego przełącznika do „zresetowania” pamięci, zajętej przez fragmenty renderowanych obrazów;
- **File name:** Ścieżka do pliku *.svg lub (lub *.xml — por. str. 1025); To pole nie jest specjalnie długie — ma 63 znaki. Najlepiej wpisać tu ścieżki względne (względem aktualnego pliku Blendera). W ten sposób, gdy kiedyś przeniesiesz folder z całą strukturą projektu w nowe miejsce, nie zaszkodzi to działaniu wtyczki.

Po tym wyczerpującym opisie pozostaje dorzucić kilka rad praktycznych, na podstawie wskazówek z tej i poprzedniej strony:

- Zaraz po załadowaniu wtyczki możesz podnieść limit *Mem Max* i wykonać pierwszy rendering, by potem odczytać z pola *Used*, ile *svgtex* zużył pamięci. Potem ustaw *Mem Max* na 110% wartości *Used*;
- Dla tekstur oznaczeń i innych dokładnych rysunków, stosuj *Interpol* = 0 lub 1 i *Fid* = 0.0;
- Dla tekstur nierówności (*bump map*), stosuj *Interpol* = 0 lub 1 i *Fid* z zakresu -1.0 .. 0.0 (np. -0.5). Mniejsza wartość *Fid* zaokrągli nieco ostre krawędzie zagłębień;

Wtyczkę *svgtex* pisałem przede wszystkim z myślą o użytku własnym. Jednak zdawałem sobie sprawę, że kiedyś udostępnię ją innym użytkownikom. Poświęciłem więc trochę czasu na przygotowanie obsługi większości elementów graficznych, które mogą wystąpić w plikach SVG. W efekcie komponent potrafi narysować prawie wszystko, co przewiduje ten standard. Poniżej wyliczam to, co nie zostało zaimplementowane:

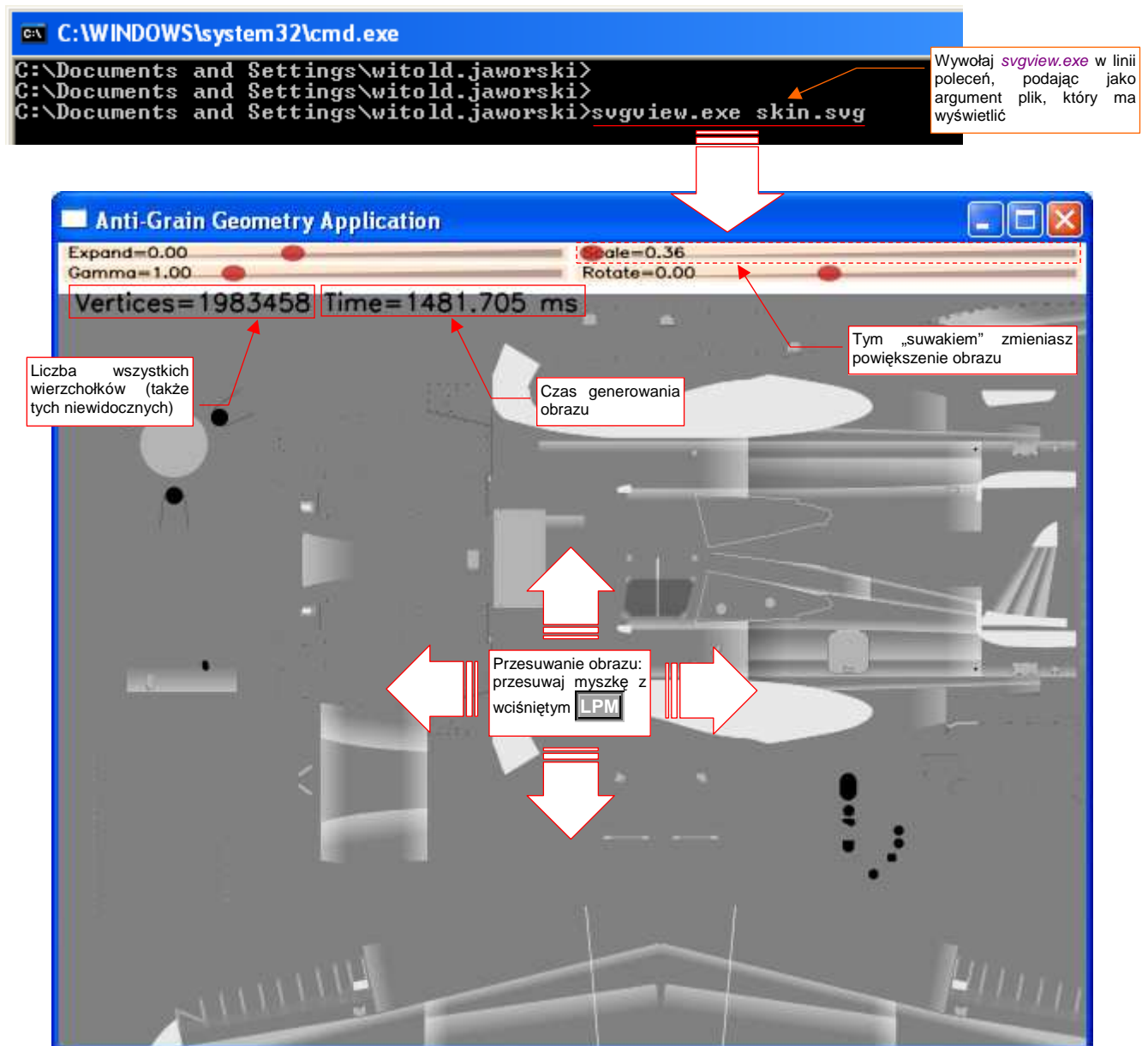
- znaczniki (*markers*) — bo to sporo pracy, a nie miałem pomysłu, do czego mógłbym je wykorzystywać;
- filtry (*filters*) — obecnie obsługiwany jest tylko jeden typ: *Gaussian blur*. W kodzie przygotowałem miejsce na pozostałe, ale nie były mi potrzebne;
- napisy (*text*) — brak obsługi wewnętrznych czcionek SVG. *Svgtex* wykorzystuje obecnie wyłącznie czcionki **True Type**, więc w środowisku Windows wszelkie teksty napisane przy ich użyciu są wyświetlane poprawnie. W kodzie programu jest przygotowane miejsce dla innych typów czcionek — np. **FreeFont**. Nie potrzebowałem ich jednak, gdyż tworzę swoje modele w środowisku Windows;
- obrazy rastrowe — wszelkie referencje do obrazów rastrowych są ignorowane. *Svgtex* ma służyć do rysowania wektorowego;

Oczywiście, odwieczna mądrość programistów mówi „w każdym programie zawsze jest jeszcze co najmniej jeden nie wykryty błąd”. Komponent na razie był porównywany z rezultatami, które zwracał Inkscape, oraz przeszedł test praktyczny na rysunkach, które przygotowywałem dla moich modeli. Wydaje mi się, że udało mi się wyeliminować przynajmniej większość jego błędów. W razie czego, kod źródłowy w całości jest dostępny na www.samoloty3d.pl (dokładny adres: http://www.samoloty3d.pl/downloads-svgtex_p.xml).

17.21 Program *svgview* — podgląd obrazów SVG

Program *svgview.exe* służy do podglądu plików **.svg*. Jest „ubocznym produktem” prac nad wtyczką *svgtex* (por. str. 613, 1020). Znajdziesz go wśród materiałów towarzyszących tej książce (w pliku *source.zip*), w tym samym folderze, co plik *svgtex.dll*: *source\textures\plugin\svgview.exe*. To w istocie testowy program z biblioteki *AGG*, na którym weryfikowałem działanie parsera SVG.

Możesz używać *svgview.exe* do sprawdzenia, jak *svgtex* wyświetli konkretny plik **.svg*. Wystarczy wywołać ten program w linii poleceń, podając jako argument odpowiednią ścieżkę (Rysunek 17.21.1):



Rysunek 17.21.1 Pomocnicza przeglądarka plików SVG — *svgview.exe*.

Powiększenie obrazu możesz w *svgview.exe* zmieniać za pomocą suwaka *Scale*, umieszczonego u góry ekranu. Do przesuwania obrazu służy myszka — wystarczy ją przesunąć z wciśniętym **LPM**. Przy każdej zmianie skali lub przesunięciu obraz jest rysowany na nowo. Liczby u góry ekranu (Rysunek 17.21.1) podają, ile wierzchołków napotkano, i ile trwało przerysowanie obrazu.

Okno, które pokazuje Rysunek 17.21.1, to podstawowy obraz nierówności powierzchni samolotu. Jednocześnie to mój „stress test”: plik *skin.svg*. Znajdziesz go wśród danych towarzyszących tej książce, w pliku *textures.zip*, w folderze *p40/textures/6.10*.

Zwróć uwagę, jak ogromną liczbę wierzchołków pokazuje Rysunek 17.21.1 — niemal 2 miliony. Prawie wszystkie z nich (95%) należą do nitów (po 32 na pojedynczy nit). To trochę tłumaczy problemy, jakie miałem pod koniec tworzenia tego obrazu w edytorze.

Gdy *skin.svg* został ukończony, czas jego przerysowywania w Inkscape osiągnął około 45 sekund, a „świeżo załadowane” dane zajmowały prawie 350 MB RAM. (Potem, w trakcie pracy, ta ilość RAM jeszcze się zwiększała). Już lepiej to wygląda w Firefox — 12 sekund na przerysowanie *skin.svg*, przy zużyciu 27 MB RAM. A *svgview.exe* potrzebuje na to zaledwie 1.4 sekundy i 2 MB RAM! Przy czym zapewniam, że w kodzie można dokonać jeszcze wielu prostych optymalizacji, a sam program jest był skompilowany w pochodzącym z 1998r MS VC 6.0. Co prawda Inkscape jest edytorem, więc musi przechowywać i przetwarzać dane SVG w trochę inny sposób. Powiedzmy, że może to spowolnić przetwarzanie dwukrotnie. Ale taka różnica!? Ta rozrzutność w wykorzystaniu zasobów komputera przez Inkscape może być przejawem jakiegoś grubego błędu w architekturze tego programu.

17.22 Wtyczka **svgtex** — skróty XML

Svgtex to napisana przez mnie wtyczka Blendera, podstawiająca jako teksturę zawartość pliku ***.svg**. W innych miejscach tej książki opisałem jej instalację (str. 1017), zasadę działania i obsługę (str. 1020), użycie (str. 613). W tej sekcji chciałbym wspomnieć o pewnych dodatkowych funkcjach **svgtex**, pozwalających osiągnąć ciekawe efekty, np. dynamiczne kompozycje z kilku obrazów SVG. Możesz z nich skorzystać, tworząc proste pliki ***.xml**. Jeżeli nie wiesz, co to jest **XML**, spróbuj gdzieś znaleźć wprowadzenie na ten temat. Podkreślam, że przedstawione tu rozwiązanie jest zupełnie opcjonalne — jak najbardziej możesz używać **svgtex** bez informacji, zawartych poniżej.

- Do zrozumienia reszty tej sekcji przydatna jest podstawowa znajomość składni **XML**. Informacje na ten temat znajdziesz choćby w Wikipedii: po polsku (<http://pl.wikipedia.org/wiki/XML>), lub trochę więcej po angielsku (<http://en.wikipedia.org/wiki/XML>).

Nawet ubogi opis **XML** w wersji polskiej wystarczy aż nadto. Najważniejsze, abyś w tych artykułach przyjrzał się przykładom. Zupełnie nie przejmuj się takimi rzeczami jak **DTD**, którego opis umieszczono w wersji polskiej — to tutaj bez znaczenia.

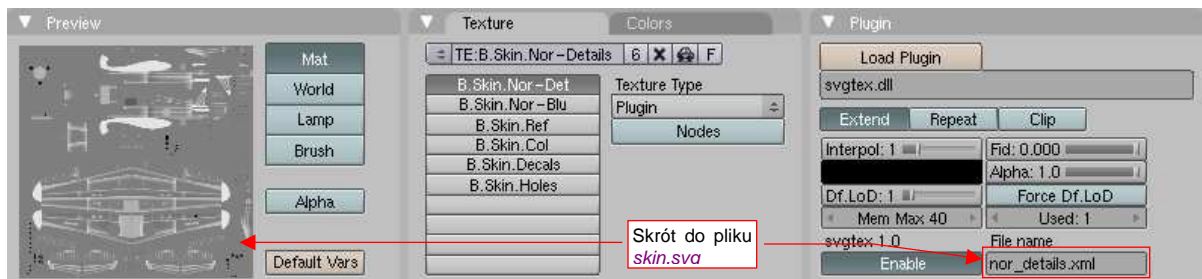
Zacznijmy od prostego przykładu: czy pamiętasz jak narzekałem, że w panelu **Plugin** ścieżka do pliku ***.svg** nie może przekroczyć 63 znaków? Aby użyć dłuższych ścieżek, wystarczy stworzyć gdzieś w pobliżu aktualnego pliku Blendera plik ***.xml**, pełniący rolę „skrótów”. Jego zawartość wygląda tak, jak to pokazuje Rysunek 17.22.1:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes" ?>
<tex:texture xmlns:tex="http://airplanes3d.net">
  <!-- here you can specify path up to 1024 characters long -->
  <tex:src path="C:\Documents and Settings\witold.jaworski\My Documents\textures\6.10\skin.svg"/>
</tex:texture>
```

Rysunek 17.22.1 Zawartość pliku **nor_details.xml** — skrót do obrazu **skin.svg**

Wszystkie elementy tego XML-a koniecznie poprzedzaj przedrostkiem (tzw. przestrzenią nazw) „**tex:**”, bo inaczej plik nie zostanie poprawnie zinterpretowany. Element główny — **tex:texture** — jest zawsze taki sam. W środku jest tylko prosty odnośnik **tex:src**. W wartość jego atrybutu — **path** — wpisz pełną ścieżkę do pliku obrazu. W tym miejscu może mieć do 1024 znaków, więc na pewno każda się zmieści!

Nadaj temu plikowi nazwę **nor_details.xml**. Gdy wpiszesz tę nazwę w pole **File name** wtyczki, w oknie podglądu powinna się pojawić miniatura pliku **skin.svg** (Rysunek 17.22.2). To dowód, że skrót działa poprawnie:



Rysunek 17.22.2 Przykład użycia pliku **nor_details.xml**

Skróty xml pozwalają wykorzystać pliki ***.svg** jako „biblioteki obrazów”. Powiedzmy, że ten sam **skin.svg**, używany w teksturze nierówności (**B.Skin.Nor-Details**), chcemy wykorzystać w innej teksturze: otworów (**B.Skin.Holes** — por. str. 405).

Rysunek 17.22.3 pokazuje zawartość skrótu *holes.xml*, który to umożliwia:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes" ?>
<tex:texture xmlns:tex="http://airplanes3d.net">
  <tex:src path="../textures/6.10/skin.svg">
    <!-- Turn Bkg-Grey layer off -->
    <tex:override for="layer5" propagate="none" display="none" />
    <!-- Turn Result:Nor-Details layer off -->
    <tex:override for="layer19" propagate="none" display="none" />

    <!-- Turn Bkg-White layer on ('inline' means 'visible') -->
    <tex:override for="layer4" propagate="none" display="inline" />
    <!-- Turn Holes layer on -->
    <tex:override for="layer20" propagate="none" display="inline" />
  </tex:src>
</tex:texture>
```

Jak widać, tu także możesz używać ścieżek względnych

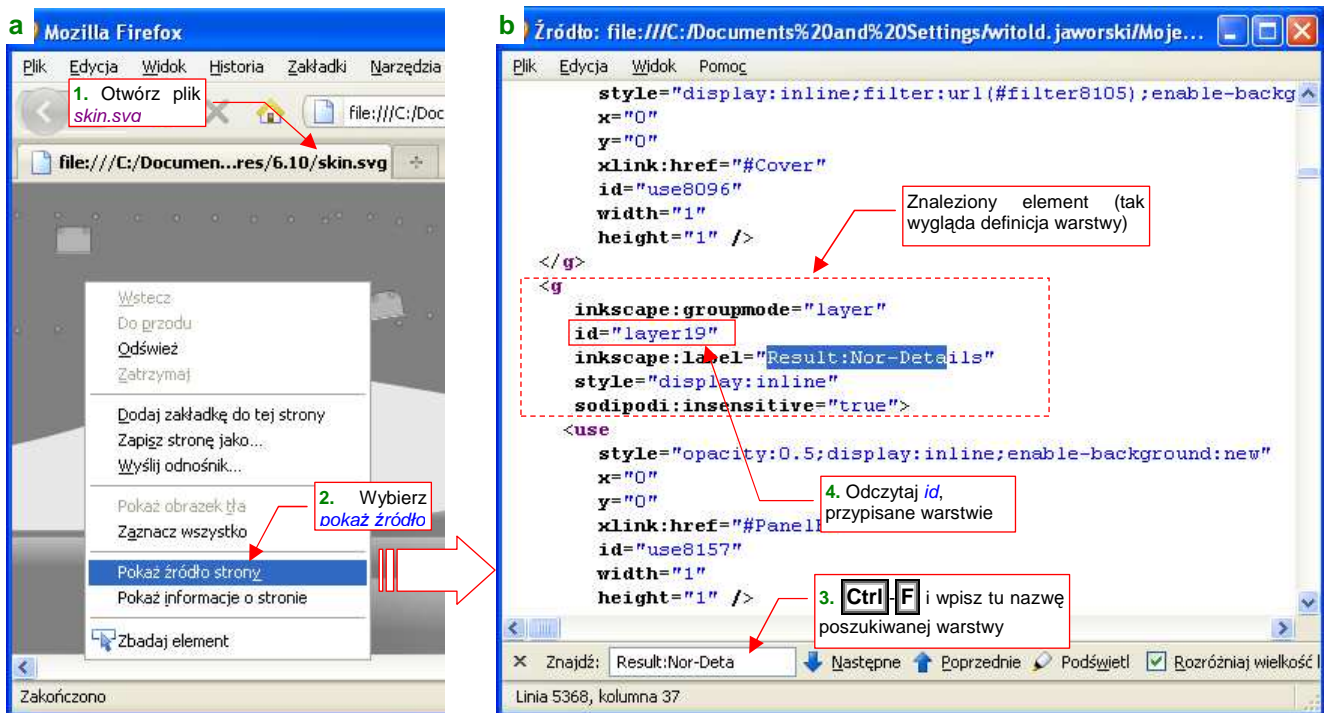
Elementy *tex:override* zmieniają właściwości obiektów z pliku *skin.svg*. W tym przypadku — widoczność warstwy **Bkg-Grey**

Ten *tex:override* czyni widoczną warstwę **Bkg-White**

Rysunek 17.22.3 Zawartość pliku *holes.xml* — kolejny skrótu do obrazu *skin.svg*

W stosunku do poprzedniego przykładu (por. Rysunek 17.22.2), element *tex:src* został tu rozbudowany o kilka elementów *tex:override*. Zadaniem *tex:src* jest wskazanie pliku **.svg*, który ma być wyświetlony (służy do tego atrybut *path*). Do wnętrza *tex:src* można wstawić elementy *tex:override*. Każdy z nich służy do zmiany właściwości jakiegoś obiektu w pliku SVG, wskazanym przez *tex:src*. O tym, o który konkretnie obiekt chodzi, informuje atrybut *for*. Jego wartością jest identyfikator „celu zmian”. W przykładzie pokazywanym przez Rysunek 17.22.3, pierwsze dwa elementy *tex:override* wyłączają widoczność (*display="none"*) warstw **Bkg-Grey** i **Ref:Nor-Details**. Musimy to zrobić, bo te warstwy są w oryginalnym *skin.svg* włączone (używamy ich w tekście **B.Skin.Nor-Details**). Kolejne dwa elementy *tex:override* służą do włączenia widoczności (*display="inline"*) warstw potrzebnych do tekstury otworów: **Bkg-White** i **Holes**. Propagowanie tych zmian na elementy potomne warstw jest wyłączone (*propagate="none"*) - wystarczy zmienić widoczność samej warstwy, nie ma potrzeby zmieniać tego ustawienia dla obiektów, które zawiera.

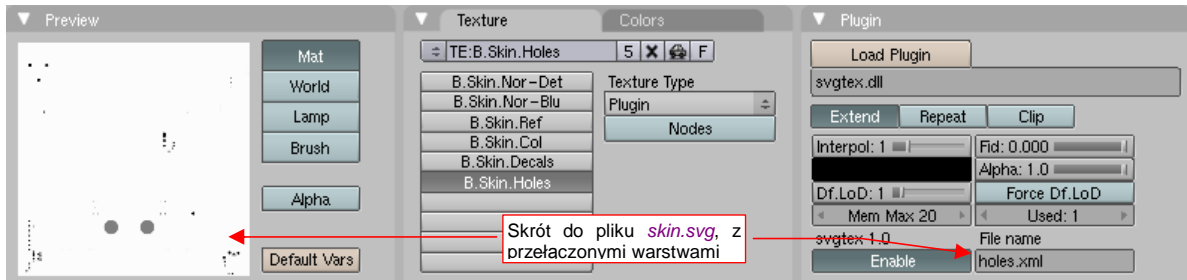
Wszystko pięknie, ale zapewne zapytasz, Uważny Czytelniku, skąd wiem, że identyfikator warstwy **Bkg-Grey** to „layer5”, a **Result:Nor-Details** to „layer19”? Otóż to można wyszukać w treści pliku SVG (Rysunek 17.22.4) :



Rysunek 17.22.4 Wyszukiwanie identyfikatora warstwy w dokumencie **.svg*

Otwórz plik **.svg* w przeglądarce internetowej (np. Firefox) i wybierz polecenie **Pokaż źródło strony**. W oknie, które się pojawi, naciśnij **Ctrl-F**, i wyszukaj warstwę po nazwie (Rysunek 17.22.4b). Warstwy Inkscape to w istocie grupy (*<g>*) elementów. Atrybut *id* znalezionej grupy to identyfikator warstwy.

Rysunek 17.22.5 przedstawia rezultat zastosowania skrótu *holes.xml*.



Rysunek 17.22.5 Działanie pliku *holes.xml*

Na podglądzie tekstury (w panelu *Preview*) widać złożenie warstw **Holes** i **Bkg-White**, mimo tego, że w źródłowym pliku *skin.svg* są nadal wyłączone.

Poniżej podaję pełen opis formatu skrótów xml używanych przez wtyczkę **svgtex**:

Elementem głównym (*root element*) pliku musi być **tex:texture** (por. str. 1025, Rysunek 17.22.1). Poza definicją przedrostka (inaczej mówiąc: przestrzeni nazw — *namespace*) **tex:** nie posiada żadnych atrybutów. Może zawierać jeden lub więcej elementów **tex:src**¹. Oprócz nich może zawierać także, o ile jest to potrzebne, inne elementy przewidziane przez format SVG. Ich nazwy nie mogą mieć przedrostka **tex:**.

Element **tex:src** wskazuje na plik SVG, który należy narysować. Pełna ścieżkę do tego pliku jest wartością atrybutu **path** (max długość — 1024 znaków). Element **tex:src** może (ale nie musi!) zawierać elementy **tex:override**.

Element **tex:override** zmienia właściwości (atrybuty) wybranego elementu pliku SVG. (Tego pliku, który wskazuje jego „rodzic”: element **tex:src**). Identyfikator (**id**) zmienianego elementu jest podawany w obowiązkowej wartości **for**. Oprócz tego **tex:override** powinien podawać jakieś atrybuty SVG, które ulegają zmianie (np. **display**). Wreszcie wartość **propagate** określa zakres („głębokość”) wprowadzanych zmian. Jeżeli **propagate=„none”**, zmiana atrybutów dotyczy wyłącznie „celu” (obiektu wskazywanego przez **for**). Jeżeli **propagate=„all”**, zmiana jest dodatkowo przenoszona na wszystkie elementy zawarte wewnątrz „celu”.

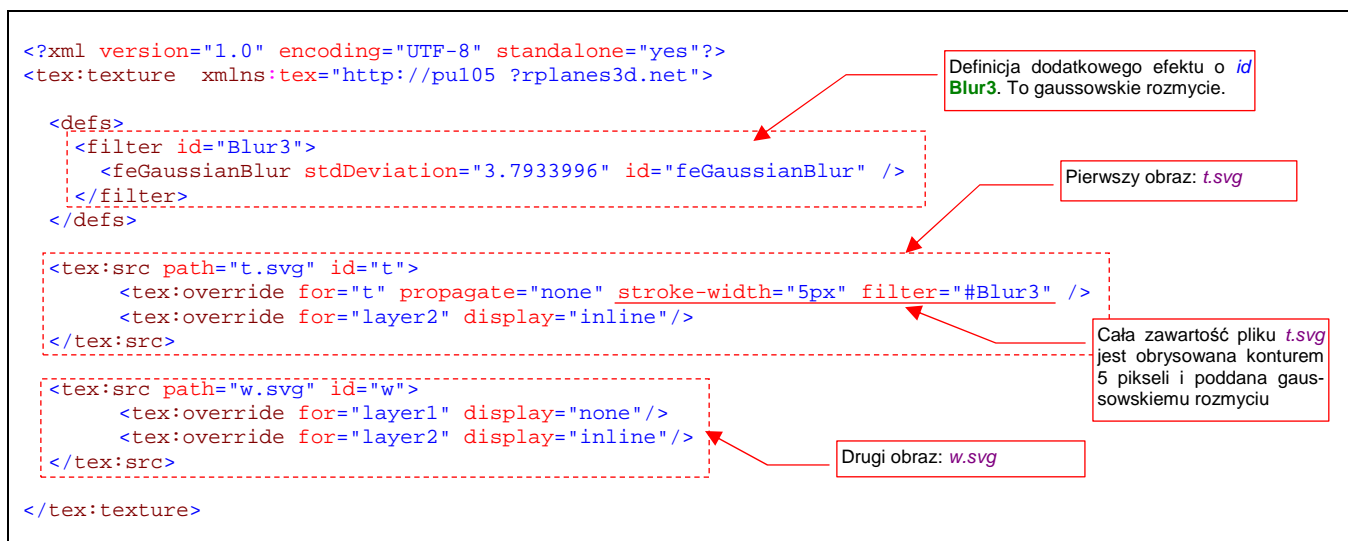
W elemencie **tex:override** mogą wystąpić w zasadzie wszystkie elementy stylu rysowania, które przewiduje specyfikacja SVG (dostępna pod adresem <http://www.w3.org/TR/SVG11>). Poniżej wyliczam te atrybuty, których zmiana może Ci się najczęściej przydać:

- **display**: widoczność elementu (**display=„inline”** jest widoczny, a **display=„none”** niewidoczny);
- **opacity**: ogólna nieprzejrzystość elementu — liczba od 0.0 do 1.0. Np. **opacity=„0.5”** oznacza 50% przejrzystości;
- **fill**: barwa wypełnienia (np. **fill=„#080808”** wypełnia szarością o 50% czerni); Można tu także użyć odsyłacza do gradientu lub wzoru (**pattern**) — patrz specyfikacja SVG;
- **fill-opacity**: nieprzejrzystość wypełnienia — liczba od 0.0 do 1.0, np. **fill-opacity=„0.6”** oznacza wypełnienie w 40% przejrzyste;
- **stroke**: barwa konturu (np. **stroke=„#080000”** oznacza kontur ciemnoczerwony);
- **stroke-opacity**: nieprzejrzystość konturu — liczba od 0.0 do 1.0;
- **stroke-width**: szerokość konturu — jakaś liczba dodatnia;
- **stroke-dasharray**: referencja do wzoru kreskowania linii (szczegóły — patrz specyfikacja SVG);

¹ Na przykład mogą to być dwa lub elementy **tex:src**, z których każdy odnoszący się do innego pliku SVG. **Svgtex** narysuje wówczas złożenie tych dwóch obrazów. Istnieje jedno ograniczenie: każdy obiekt z użytych plików musi mieć unikalną wartość swojego atrybutu **id**. Aby pliki stworzone za pomocą Inkscape spełniły ten warunek, w jednym z nich trzeba zmienić **id** warstw (Inkscape zawsze przypisuje im „layer1”, „layer2”, itd.). Można to zrobić w samym Inkscape (w oknie otwieranym poleceniem **Edit→XML Editor**).

- **font**: specyfikacja czcionki (używana w elementach tekstowych); Szczegóły — patrz specyfikacja SVG;
- **font-size**: rozmiar czcionki (używany w elementach tekstowych); Szczegóły — patrz specyfikacja SVG;
- **filter**: referencja do definicji filtra; Szczegóły — patrz specyfikacja SVG;
- **mask**: referencja do definicji maski; Szczegóły — patrz specyfikacja SVG;
- **clip-path**: referencja do obszaru, „obcinającego” rysunek; Szczegóły — patrz specyfikacja SVG;

Rysunek 17.22.6 przedstawia przykład zaawansowanego skrótu dla **svgtex**, w którym wykorzystałem wiele spośród wyliczonych powyżej reguł¹:



Rysunek 17.22.6 Przykład bardziej złożonego pliku skrótu

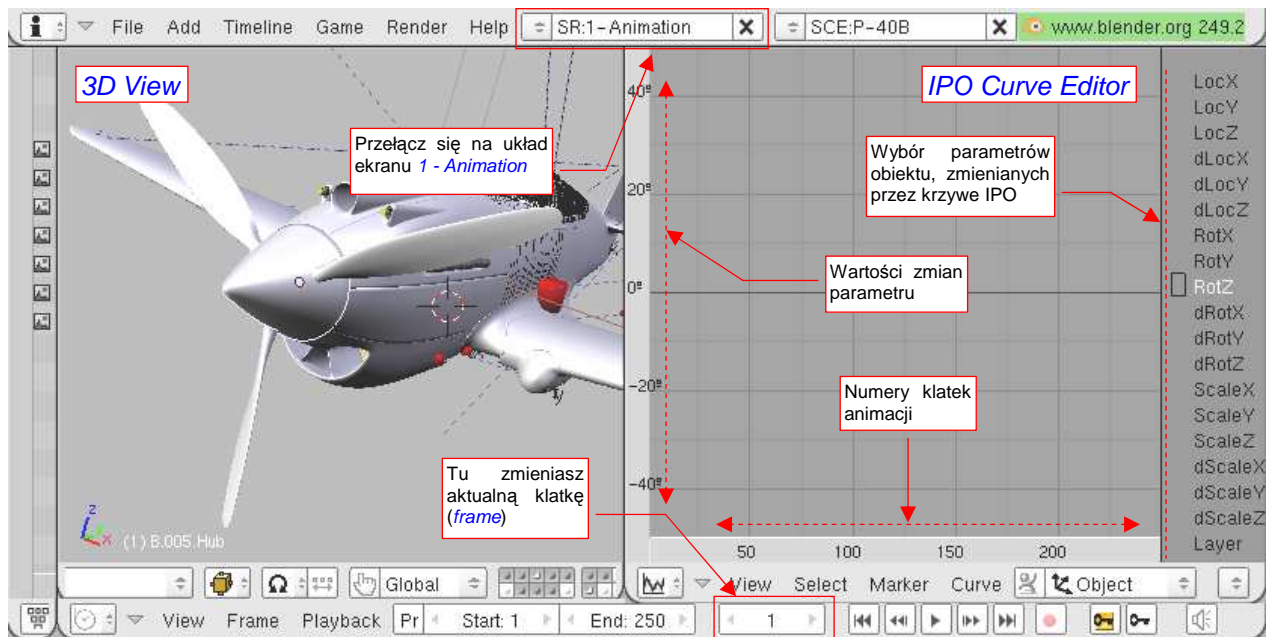
W przykładzie stworzyłem kompozycję, nakładając na rysunek **t.svg** obraz **w.svg**. (To przykład wielokrotnego zastosowania elementu **tex:src**). Dodatkowo zdefiniowane jest tu (wewnątrz grupy **defs**) efekt gaussofskiego rozmycia. (Jest to element SVG typu **filter**, o identyfikatorze "Blur3"). Ten efekt zastosowałem do „rozmycia” obrazu **t.svg**, nadpisując domyślny filtr (wyrażeniem **filter="#Blur3"**). Zwróć uwagę, że komponent **tex:override**, w którym umieściłem ten atrybut **filter**, wskazuje w **for** jako „cel” własnego „rodzica” (element **tex:src** o identyfikatorze **t**). Takie „sztuczki” także są dopuszczalne!

Uff, jeżeli, drogi Czytelniku, dotarłeś aż do tego miejsca, to znaczy że jesteś programistą lub przynajmniej masz zadatki na programistę! Nie chciałbyś może napisać w Pythonie jakiegoś przyjemnego, okienkowego „klikadełka”, które ułatwiłoby szerokim masom tworzenie własnych skrótów xml? Biblioteki do przetwarzania xml masz w standardzie Pythona, a jakieś środowisko „okienkowe” także się znajdzie. Ja sam nigdy nie mogłem na to znaleźć czasu, bo, jak już o tym wspominałem, tworzyłem ten komponent głównie na własne potrzeby...

¹ Nazwy plików: **t.svg** i **w.svg** są przykładowe. Nie ma ich nigdzie w tej książce

17.23 Animacja ruchu śmigła

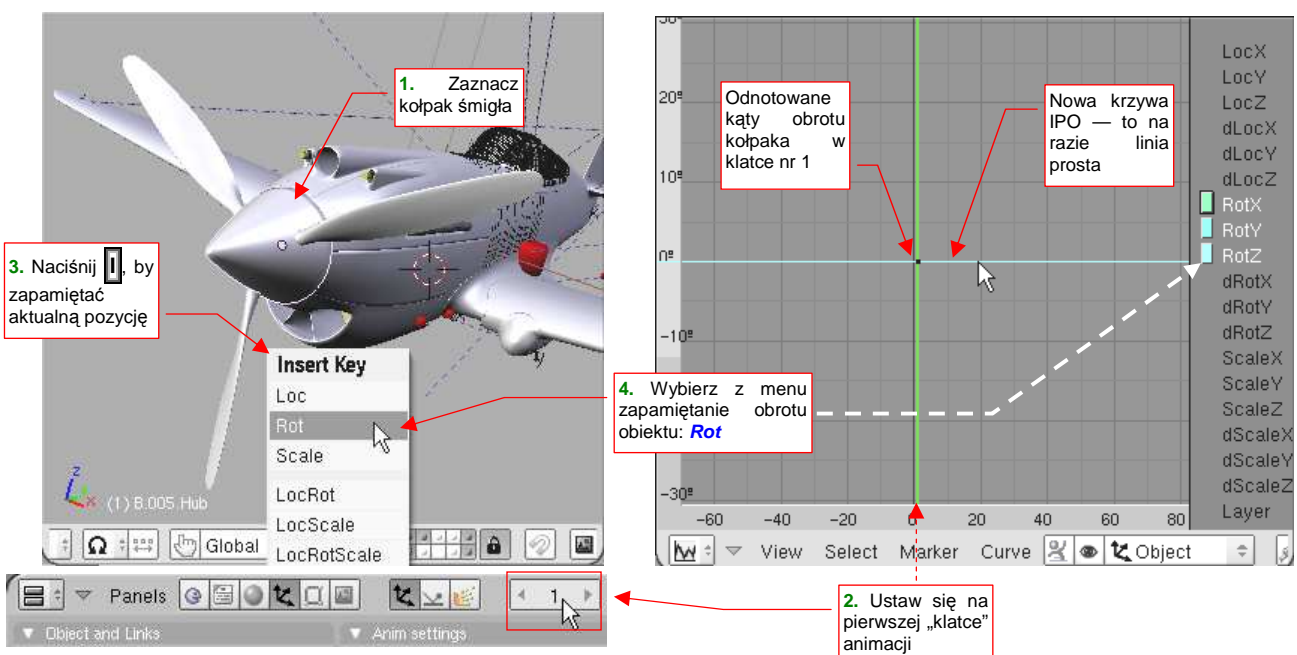
W tej sekcji pokażę, jak przygotować najprostszą animację. Będzie to jednostajny obrót śmigła. Aby zacząć, przełącz się na układ ekranu do animacji (Rysunek 17.23.1):



Rysunek 17.23.1 Układ okien Animation

Ruch na scenie Blendera jest podzielony na pojedyncze klatki (*frames*). W nagłówku *Buttons Window*, i innych (np. *Timeline*) znajduje się kontrolka, w której określasz aktualną klatkę (Rysunek 17.23.1). Animowany obiekt może zajmować w kolejnych klatkach różne położenia. Linia, łącząca współrzędne takich punktów, nosi nazwę *IPO Curve*. W układzie *Animation* po prawej znajduje się okno *IPO Curve Editor*, służące do pracy z takimi liniami. Liniją ruchu — *IPO Curve* — najprościej jest stworzyć pokazując programowi kolejne położenia obiektu w kilku ważniejszych klatkach. Takie klatki nazywamy klatkami kluczowymi (*keyframes*).

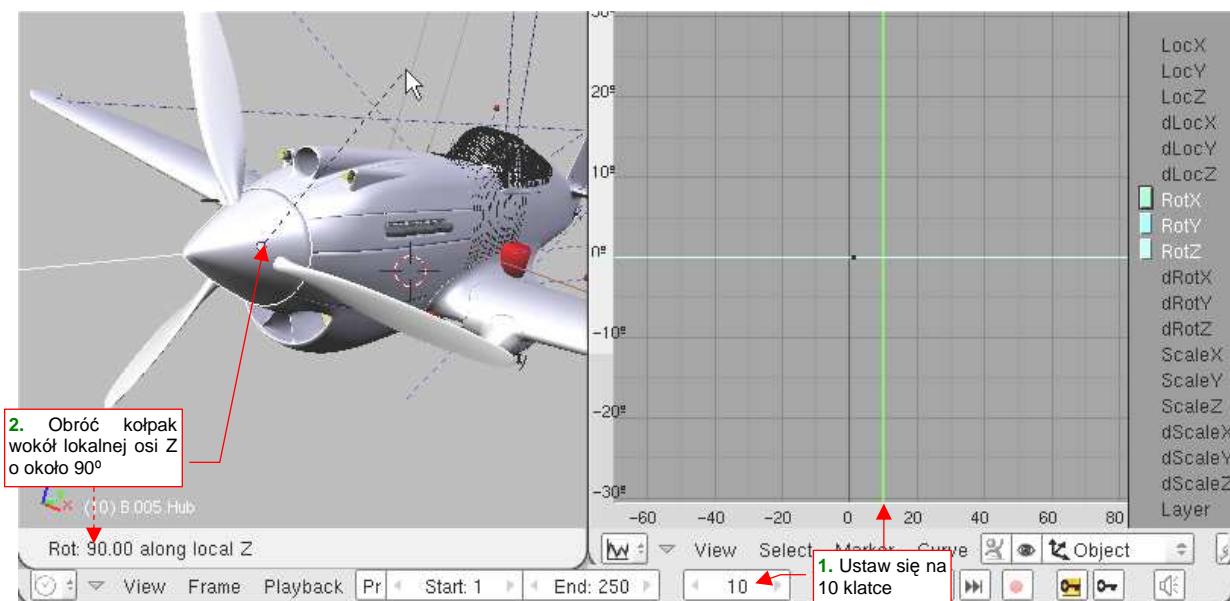
Wskaż w widoku 3D obiekt, który ma być animowany. Ustal, wpisując w kontrolkę, numer aktualnej klatki (najlepiej zacznij od 1). Następnie naciśnij (koniecznie w widoku *3D View*!) klawisz **I** (Rysunek 17.23.2):



Rysunek 17.23.2 Wstawienie pierwszej „pozycji kluczowej” (*keyframe*)

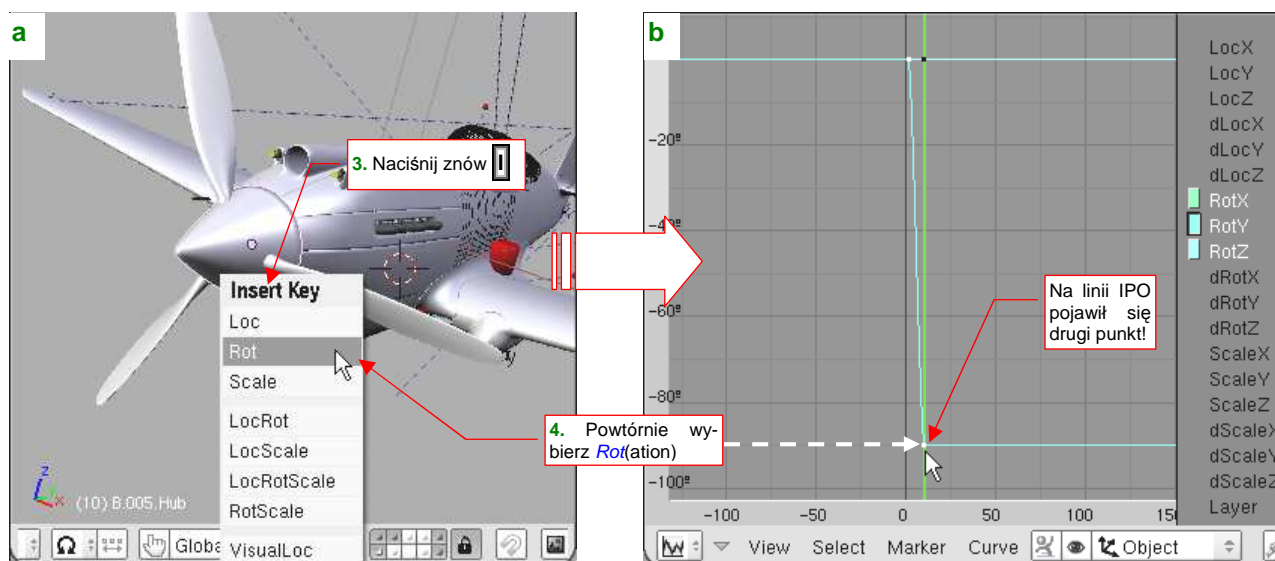
Z menu, które się pojawi, wybierz rodzaj współrzędnej, która ma się zmieniać (w tym przypadku to *Rotation*).

Następnie przejdź do kolejnej klatki kluczowej — powiedzmy nr 10 (Rysunek 17.23.3):



Rysunek 17.23.3 Przygotowanie drugiej pozycji kluczowej — dziesięć klatek dalej

(Zwróć uwagę, że spowodowało to przesunięcie w oknie *IPO* zielonej, pionowej linii — to nasz wskaźnik aktualnej klatki). Obróć w tej klatce kołpak śmigła wokół lokalnej osi **Z** o jakiś solidny kąt — np. 90°. Następnie znów naciśnij w oknie *3D View* klawisz **I**¹. Pojawi się menu *Insert Key*, z którego powtórnie wybierz *Rotation*² (Rysunek 17.23.4a):



Rysunek 17.23.4 Wstawienie kolejnej pozycji kluczowej (*keyframe*) — w klatce 10.

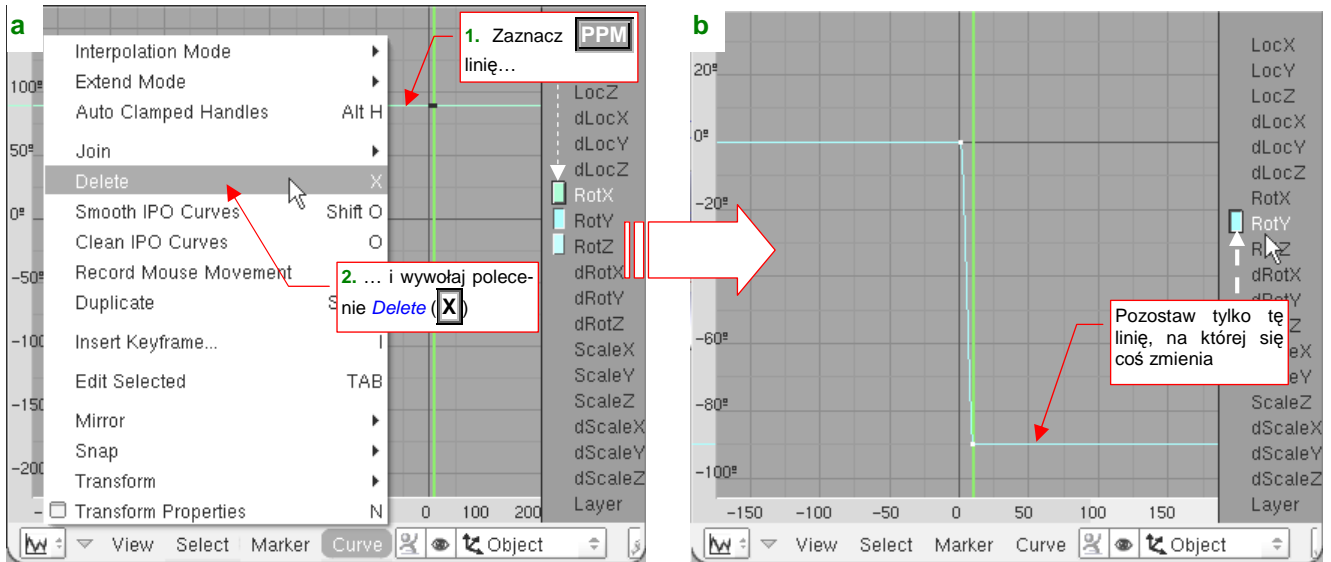
Tym razem spowodowało to dodanie do linii *IPO* drugiego punktu (Rysunek 17.23.4b). Linia z prostej stała się łamaną — dla parametru *RotY*. Wartość tego obrotu dla klatki 10 wynosi 90° (tyle, o ile obróciłeś kołpak przed naciśnięciem **I**). Wygląda na to, że Blender zapamiętuje współrzędne obrotów w globalnym układzie współrzędnych. Lokalna oś **Z** kołpaka śmigła biegnie wzdłuż globalnej osi **Y**, stąd taki efekt.

¹ To skrót do polecenia *Object*→*Insert Keyframe*. Wybieranie jednak co chwilę tej komendy z menu byłoby wysoce niepraktyczne!

² Zwróć uwagę, że na początku menu *Insert Key* znajdują się podstawowe rodzaje współrzędnych: *Loc*(ation) — położenie, *Rot*(ation) — obrót, czy *Scale*. Wybór każdego z nich oznacza zapamiętanie odpowiednich 3 współrzędnych przestrzennych. Dalsze pozycje w menu dają możliwość jednoczesnego zachowania kombinacji tych rodzajów. *LocRot* oznacza *Location* + *Rotation*, *LocScale* to *Location* + *Scale*, a *LocRotScale* to oczywiście wszystkie współrzędne “za jednym zamachem”.

Dwa punkty wystarczą do poprowadzenia linii prostej, a tylko taka jest nam potrzebna do odwzorowania jednostajnego obrotu śmigła. Teraz proponuję zrobić małe porządki i usunąć z rysunku linie IPO związane z obrotami wokół globalnych osi **X** i **Y** — bo te parametry nie mają ulegać żadnym zmianom.

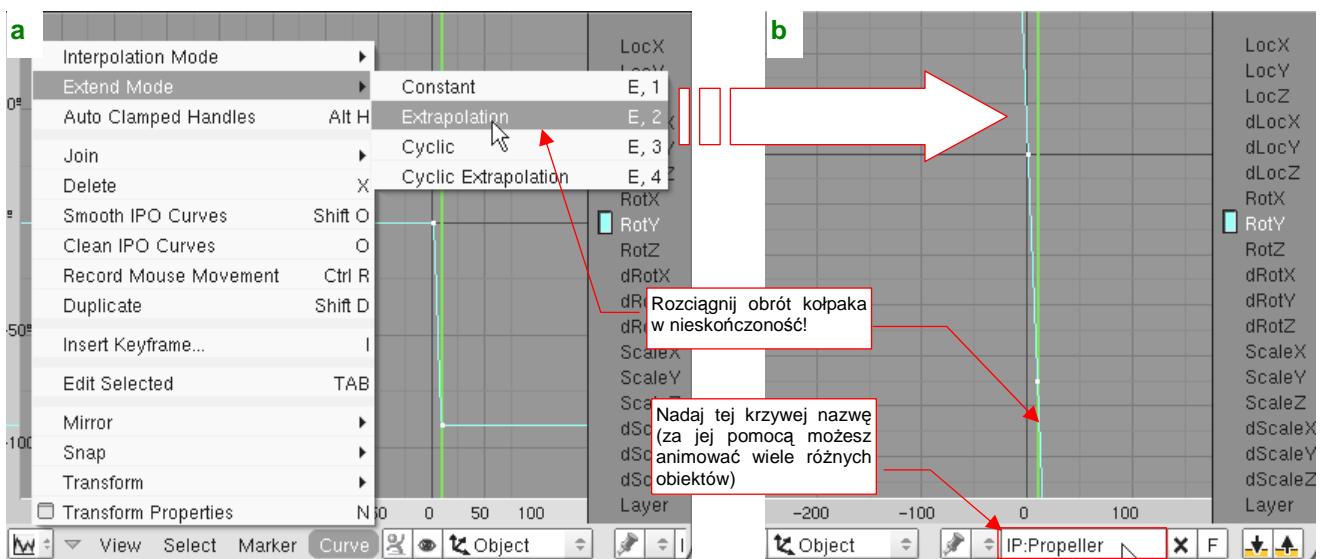
W edytorze linii IPO obowiązują podobne reguły do innych okien Blendera. Poszczególne linie IPO zaznaczasz klikając w nie **PPM**. Na liście po prawej spowoduje to podświetlenie parametru, którego zmianę opisuje krzywa (Rysunek 17.23.5a):



Rysunek 17.23.5 Usuwanie niepotrzebnych współrzędnych obrotu

Możesz także przejść do edycji punktów zaznaczonej krzywej (klawiszem **Tab**) — to odpowiednik trybu edycji siatki. Podobnie klawisz **X** (**Curve→Delete**) powoduje usunięcie tego, co jest zaznaczone. Wskaż więc linię związaną z parametrem **RotX** i naciśnij **X**, by ją usunąć. Zrób to samo dla linii **RotZ**. Na ekranie IPO powinna pozostać tylko linia łamana, związana z „naszym” obrotem: **RotY** (Rysunek 17.23.5b).

Dla takiego „łamanego” kształtu IPO kołpak obracałby się jednostajnie od klatki 1 do 10, po czym cały ruch by ustał. Aby wymusić jednostajny obrót przez cały czas animacji, zaznacz tę linię, po czym przełącz jej **Extend Mode** na **Extrapolation** (Rysunek 17.23.6):

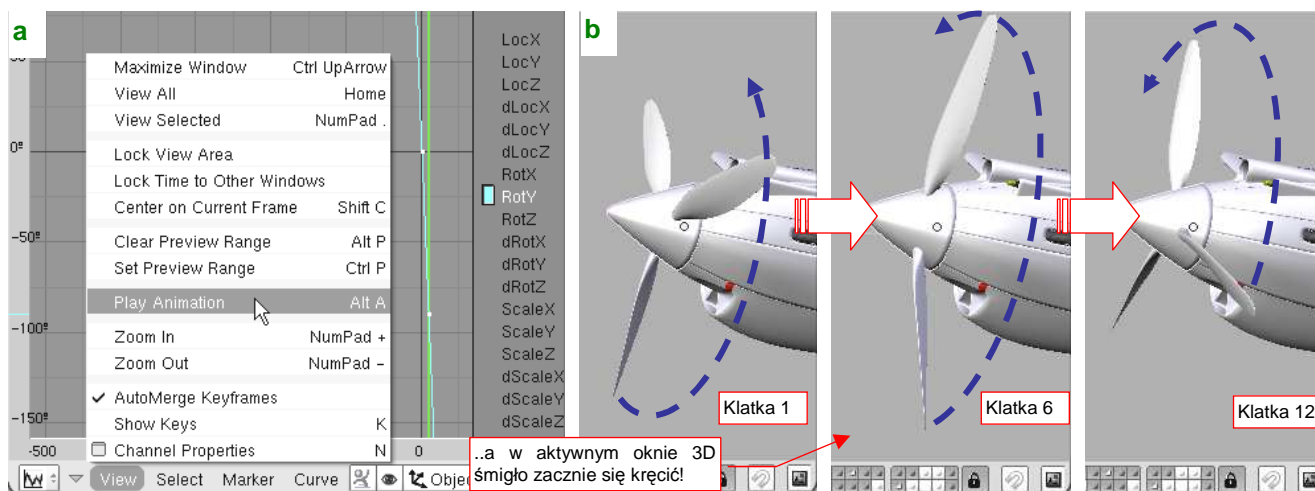


Rysunek 17.23.6 Końcowe dostosowania linii animacji

Teraz linia **RotY** stała się pochyloną linią prostą — i o to chodziło. Na koniec możesz ustalić nazwę zestawu linii IPO, związanych z obrotem śmigła (Rysunek 17.23.6b). Nadałem im tu nazwę **Propeller**.

- Zestaw krzywych IPO to dla Blendera „blok danych”, przypisany do obiektu tak samo, jak np. siatka. Oznacza to, że możesz użyć wielokrotnie tego samego zestawu IPO do różnych obiektów. Czasami ta możliwość się przydaje, więc warto tworzyć krzywe IPO w sposób przemyślany, i nadawać im nazwy, ułatwiające identyfikację

Na koniec sprawdzamy „jak to się kręci”. Naciśnij **Alt-A**. Możesz także wybrać jedno z dwóch poleceń menu: **View→Play Animation** w oknie edytora IPO (Rysunek 17.23.7a), lub **View→Play Back Animation** w oknie **3D View**. Nasze śmigło zacznie się obracać (Rysunek 17.23.7b):



Rysunek 17.23.7 Test animacji

- Animację możesz przerwać w każdym momencie, naciskając **Esc**.

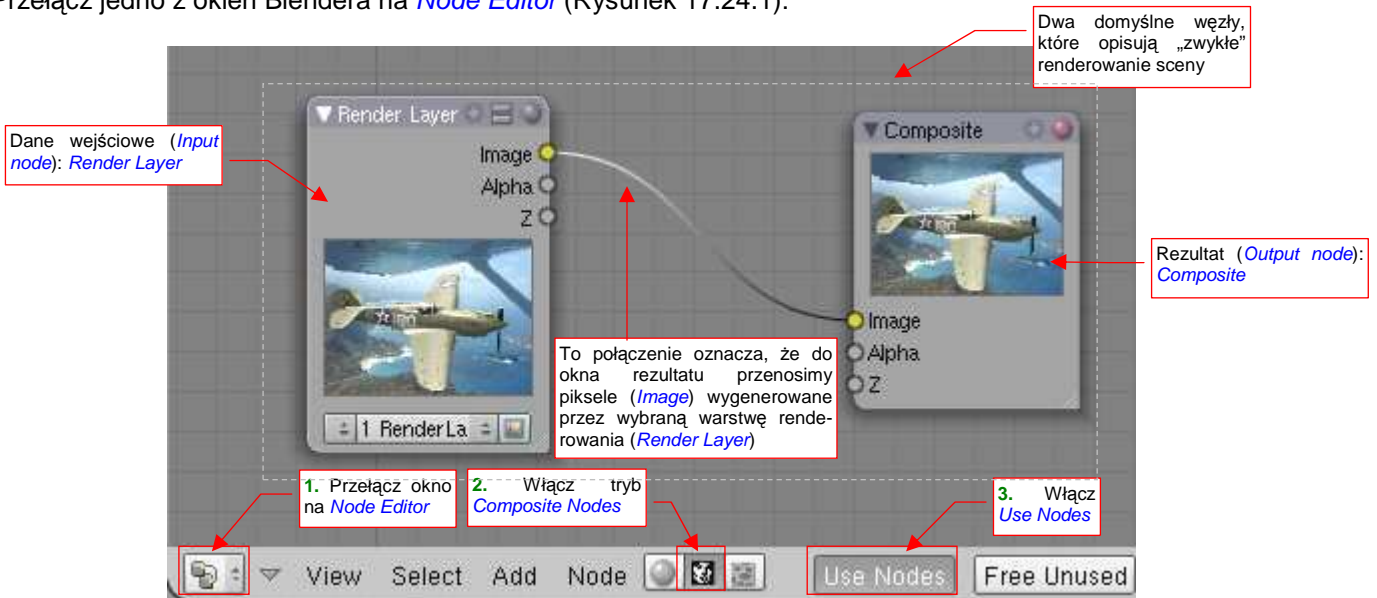
Oczywiście, jeżeli obiekt nie porusza się tak, jak powinien, trzeba trochę pozmienić jego linie IPO. Potem znów sprawdzić, uruchamiając animację. I tak dopóty, dopóki nie uzyskasz zadowolającego efektu.

- Po naciśnięciu **Alt-A** Blender zacznie odtwarzanie animacji tylko w aktywnym oknie **3D View**. Jeżeli nawet na ekranie masz więcej okien tego typu, nie patrz na inne — tam nic się nie będzie poruszać!

17.24 Kompozycja rezultatu (*Composite Nodes*)

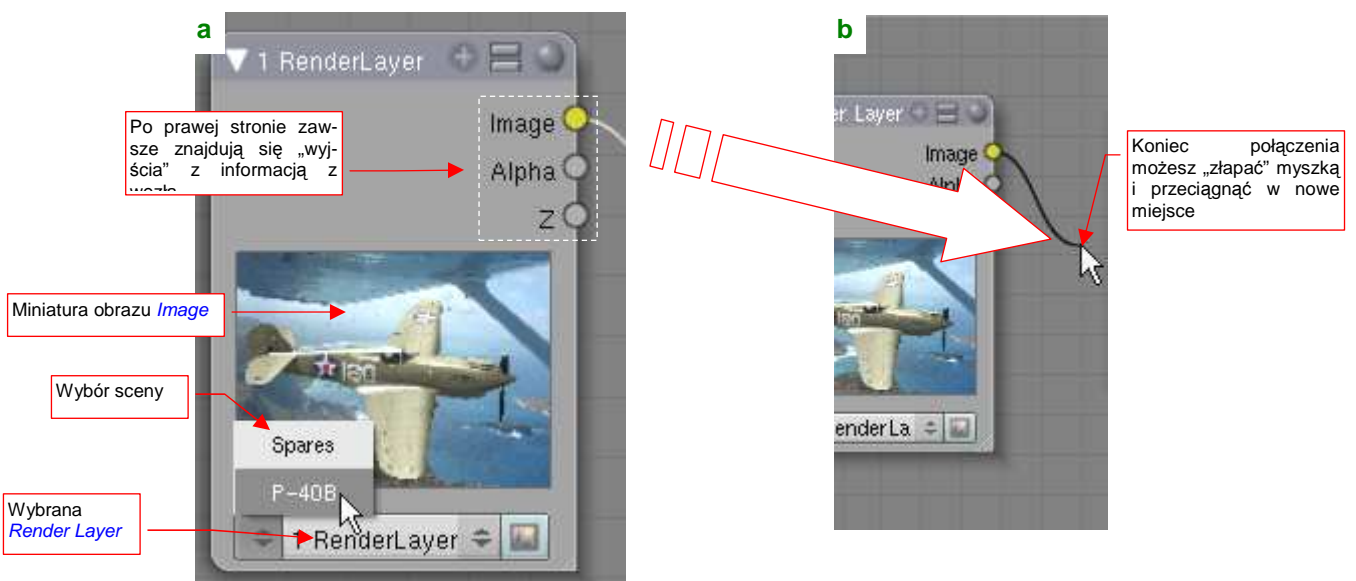
W tej sekcji pokażę posługiwanie się edytorem węzłów (*Node Editor*). Węzły to przygotowane przez twórców Blendera symbole bloków danych lub operacji. Możesz je ze sobą łączyć, tworząc w ten sposób różne ciekawe efekty, nieosiągalne za pomocą innych metod. W wersji 2.49 Blendera *Node Editor* umożliwia komponowanie tekstur, materiałów, oraz ostatecznych obrazów sceny (renderów). W tej sekcji zademonstruję jego zastosowanie właśnie w zakresie kompozycji ostatecznego renderu. Węzły, które to umożliwiają, nazywa się w Blenderze „węzłami kompozycji” (*Composite Nodes*). Jako przykładu użyjemy tu modelu omawianego na str. 509 i dalszych (*p40history*[p-40.8.01a.blend](#)).

Przełącz jedno z okien Blendera na *Node Editor* (Rysunek 17.24.1):



Rysunek 17.24.1 Okno edytora węzłów — na przykładzie węzłów kompozycji (renderu)

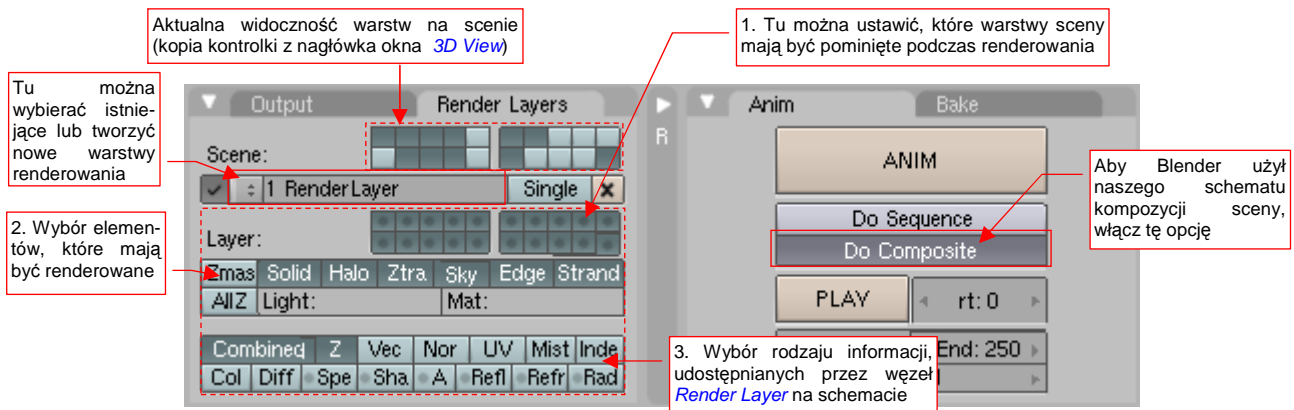
Aby pojawiły się w nim dwa domyślne węzły, opisujące „zwykły” rendering, musisz przełączyć się w tryb *Composite Nodes* i włączyć *Use Nodes* (Rysunek 17.24.1). Po lewej widzisz węzeł typu *Render Layer*. To dane wejściowe. Po prawej znalazł się węzeł typu *Composite*. To okno renderu. Te węzły przekazują sobie (linia łącząca) piksele obrazu (*Image*). Typowe elementy węzła wejściowego pokazuje Rysunek 17.24.2a):



Rysunek 17.24.2 Obsługa węzła — na przykładzie *Render Layers*.

Połączenia pomiędzy węzłami można tworzyć, przeciągając myszką koniec danej linii do „wtyczki” innego węzła. Jeżeli złapiesz za taki koniec i upuścisz gdzieś poza węzłem (Rysunek 17.24.2b) — usuniesz to połączenie.

Dane wejściowe generuje na naszym schemacie węzeł *Render Layer*. Co to właściwie jest, ta „warstwa renderowania”? To zespół parametrów, opisujących szczegółowo, co ma robić (i czego nie robić) wewnętrzny renderer Blendera. Domyślnie w każdej scenie istnieje jedna, domyślna warstwa renderowania, o nazwie **1 Render Layer**. Jej definicję możesz obejrzeć w panelu *Render Layers* (Rysunek 17.24.3):

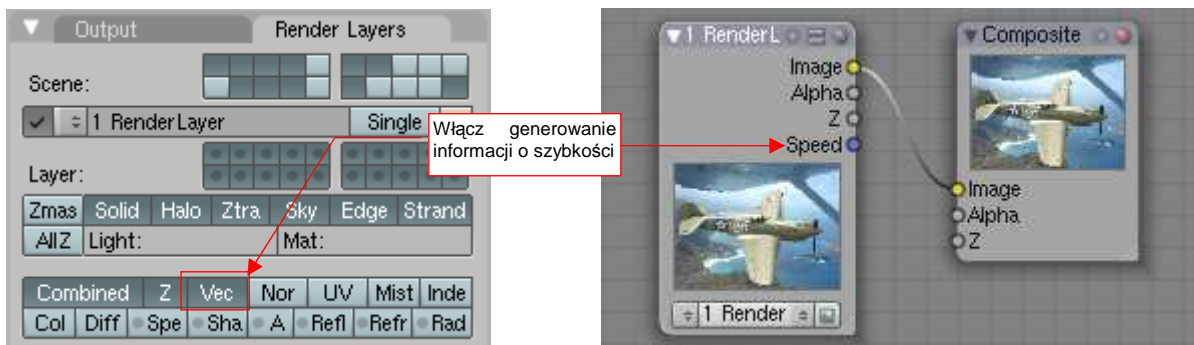


Rysunek 17.24.3 Ustawienia sceny, związane z *Composite Nodes*.

Kontrolka umieszczona u góry panelu *Render Layers* jest nieco myląca. To nie jest część definicji aktualnej warstwy renderowania, tylko kopia przełączników z nagłówka okna *3D View*. Można tu zobaczyć (i przełączyć) widoczność sceny warstw (tych z obiektami). Poniżej znajduje się lista, z której możesz wybrać istniejącą warstwę renderowania, lub zdefiniować nową. (To typowa lista, jaką spotkałeś przy okazji pracy z innymi rodzajami danych. Gdy ją rozwiniesz, zobaczysz spis istniejących elementów oraz polecenie *ADD NEW*, pozwalające dodać nowy). Poniżej listy znajdują się kontrolki, pozwalające zmienić parametry wybranej warstwy renderowania. To w istocie parametry pracy wewnętrznego renderera Blendera. (Każdy węzeł *Render Layer* na schemacie oznacza odrębny „przebieg” renderowania). Można tu wyróżnić trzy zespoły kontrolki (numeracja wg ilustracji):

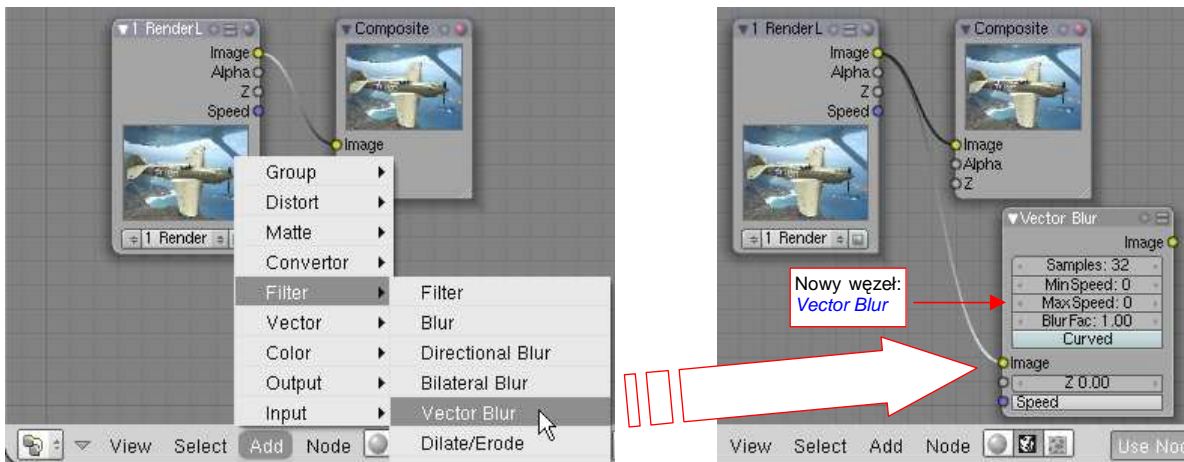
1. Zestaw przełączników, pozwalający określić, które warstwy (obiektów) sceny renderer ma przetwarzać, a które nie. (Traktuj to jako coś w rodzaju „maski”, nakładanej na aktualną widoczność warstw sceny. Na renderze zobaczysz wyłącznie warstwy (obiektów), które w chwili przetwarzania były włączone w oknie *3D View*, i które są zaznaczone na tej masce warstwy renderowania);
2. Zestaw przełączników określających, co ma być w tym przebiegu renderowane. (Można tu np. wyłączyć generowanie obrazu tła — wyłączając opcję *Sky*);
3. Zestaw przełączników, pozwalających włączyć lub wykluczyć jakiś rodzaj informacji, udostępnianej przez węzeł *Render Layer*. Przełącznik *Combined* oznacza połączenie wszystkich opcji z dolnego wiersza (*Col*, *Diff*, *Spe*, ..). To składniki danych, widocznych na schemacie jako *Image*. Te dolne przełączniki (z „szarym kółkiem”) mają trzy stany. Oprócz zwykłych „włączone” i „wyłączone” trzeci stan oznacza „wykluczone z *Combined*”. Twórcy Blendera chcieli w ten sposób ułatwić wykluczanie pojedynczych składników informacji z danych przekazywanych do innych węzłów;

W tym przykładzie nasz węzeł *Render Layer* musi udostępnić dodatkową informację o przemieszczeniu pikseli (w efekcie animacji) — *Speed*. Uzyskasz to, włączając w panelu przełącznik *Vect* (Rysunek 17.24.4):



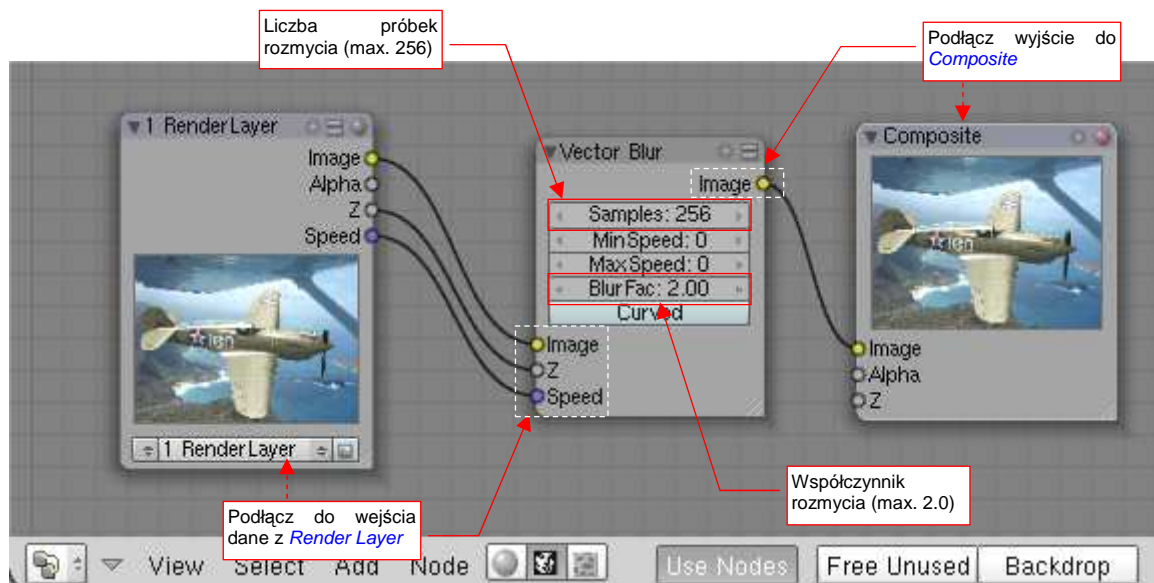
Rysunek 17.24.4 Ustawienia sceny, związane z *Composite Nodes*.

Po tym przygotowaniu możemy wzbogacić nasz schemat o efekt rozmycia ruchu. Wywołaj polecenie **Add → Filter → Vector Blur**. Spowoduje to pojawienie się nowego węzła (Rysunek 17.24.5):



Rysunek 17.24.5 Dodanie węzła **Vector Blur**.

Teraz „poprzepinaj kabelki” — linie łączące węzły — tak, by do **Vector Blur** dochodziły dane ze sceny (**Render Layer**), a wychodził — obraz (**Image**) do węzła rezultatu (**Composite**) (Rysunek 17.24.6):



Rysunek 17.24.6 Podłączenie węzła **Vector Blur** dla uzyskania efektu rozmycia ruchu wirujących łopaty śmigła.

Jeżeli miałeś już wcześniej wykonany render warstwy **Render Layer** (tzn. w okienku węzła widać obrazek) to podłączenie węzła **Vector Blur** od razu stworzy odpowiedni efekt. Nie musisz naciskać klawisza **Render**. Możesz nawet otworzyć okno **Render Window**, i na bieżąco śledzić wpływ zmiany parametrów węzła **Vector Blur** na rozmycie śmigła modelu. Jest to możliwe dlatego, że Blender przez cały czas przechowuje w węźle **Render Layer** rezultat ostatniego przebiegu. To spora oszczędność czasu, prawda?

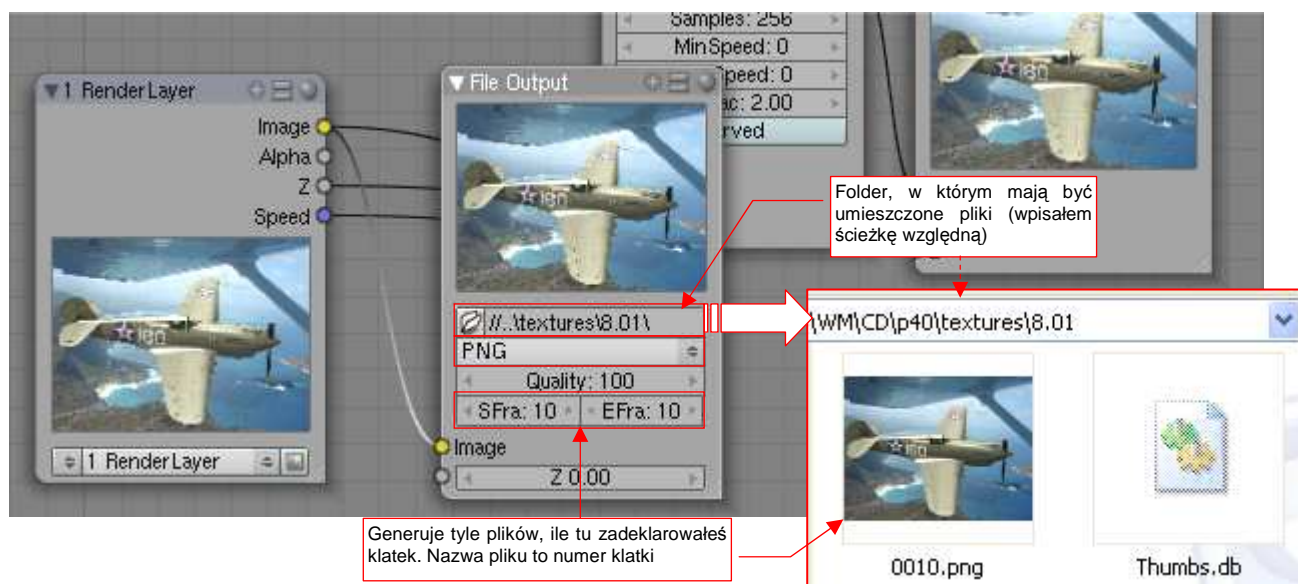
W modelu, na którym pracujemy w tym przykładzie, jedynym ruchomym (tj. animowanym) elementem jest śmigło (kołpak i łopaty). Dodaliśmy do sceny efekt **Vector Blur** aby uzyskać jak najbardziej realistyczne rozmycie ruchu tego zespołu. Dlatego ustawiłem w parametrach węzła wartości maksymalne: **Samples** na 256, a **Blur Fac** na 2.0 (Rysunek 17.24.6). Być może powinienem nadać jeszcze śmigłu większą prędkość obrotową, bo rezultat jest daleki od zadowalającego (Rysunek 17.24.7):



Rysunek 17.24.7 Ocena rezultatów działania **Vector Blur**

Śmigło, mimo maksymalnych wartości **Samples** i **Blur Fac**, nie wygląda na specjalnie rozmyte. W dodatku za jedną z łopat widać na kołpaku wyraźny cień, jak gdyby była nieruchoma. To, niestety, nie jest jakiś drobny błąd w programie. Twórcy tego węzła zastrzegli w instrukcji, że algorytm **Vector Blur** jest szybki, ale nie rozmywa żadnych cieni! Tym niemniej przydaje się do dodatkowego „rozmycia” efektów **MBLUR** (por. str. 518).

Innym przydatnym elementem jest węzeł rezultatu typu **File Output**. Służy do zapisania obrazu/animacji do pliku/plików. Możesz go podłączyć do dowolnego wyjścia typu **Image** (Rysunek 17.24.8):

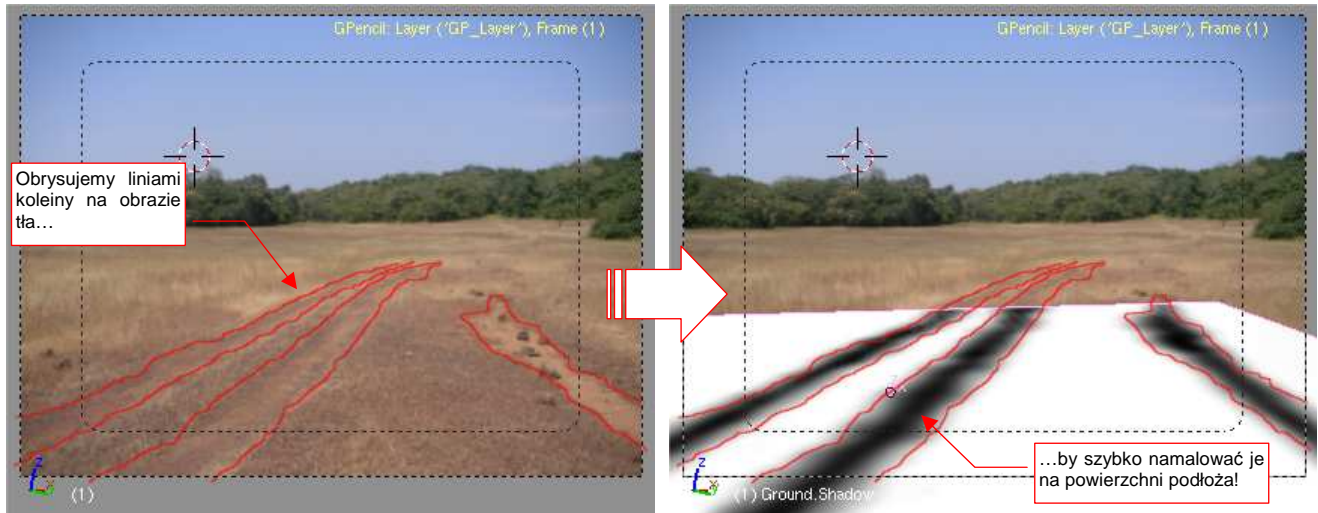


Rysunek 17.24.8 Inny, przydatny węzeł: **File Output**.

W parametrach węzła określasz folder, w którym mają być umieszczone pliki z obrazami, oraz format tworzonego pliku rastrowego. (Parametr **Quality** ma znaczenie jedynie wtedy, gdy wybierzesz format JPG). **File Output** nadaje plikom nazwy numery kolejnych klatek — stąd lepiej ustaw odpowiednio parametry **SFra** i **EFra** (**Start Frame** i **End Frame**). W naszym przykładzie ustawiłem obydwie na klatkę 10, więc węzeł umieścił we wskazanym folderze jeden plik, o nazwie **0010.png**. Zwróć uwagę, że **File Output** generuje plik gdy tylko podłączysz go do „wypełnionego” obrazkiem węzła **Render Layer** (także poprzez węzły pośrednie). Lepiej więc ustaw najpierw wszystkie parametry, a dopiero na koniec „podłączaj kable”.

17.25 Linie pomocnicze (*Grease Pencil*)

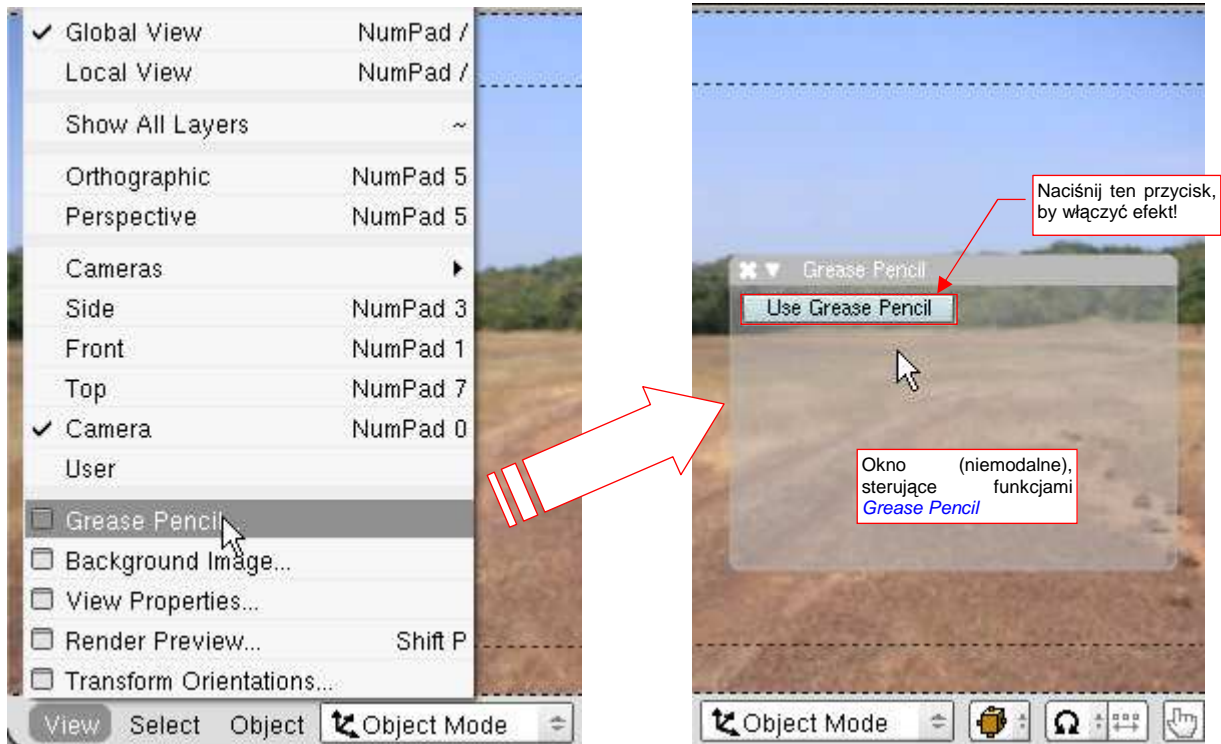
Czasami pojawia się potrzeba szybkiego naszkicowania na ekranie jakiejś linii pomocniczej. W Blenderze służy do tego wprowadzona, bodajże w wersji 2.48, funkcja *Grease Pencil*. Jej nazwa pochodzi od miękkich ołówków lub kredek świecowych, którymi w latach 90-tych animatorzy 3D rysowali na szklanych ekranach monitorów różne pomocnicze linie. W tym przykładzie *Grease Pencil* wykorzystamy do przeniesienia zarysu kolein z fotografii tła na podstawioną pod nim płaszczyznę „gruntu” (Rysunek 17.25.1):



Rysunek 17.25.1 Wykorzystanie linii pomocniczych do stworzenia tekstury kolein

W tym przypadku nie zależy nam specjalnie na dużej dokładności linii — uzyskany obraz kolein wykorzystamy jako teksturę w modyfikatorze *Displace* (por. str. 530, 925). Kształt kolein i tak ma być rozmyty. Do takich właśnie zadań *Grease Pencil* nadaje się najlepiej.

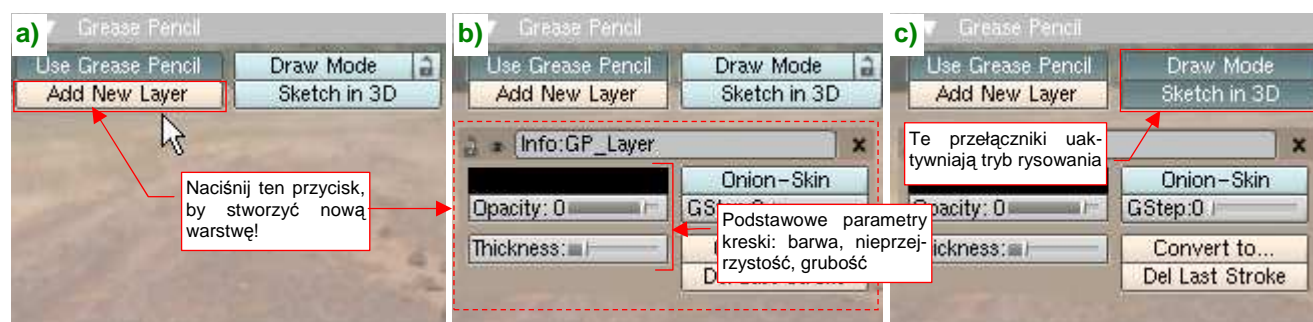
Okno sterujące funkcją wywołujesz z menu *View* → *Grease Pencil* (Rysunek 17.25.2):



Rysunek 17.25.2 Wywołanie *Grease Pencil*

Na razie wszystko jest wyłączone. Naciśnij przycisk *Use Grease Pencil*, by włączyć tę funkcję.

Tak jak w Inkscape czy GIMP, *Grease Pencil* rysuje swoje linie na warstwach. Przy pierwszym uruchomieniu jeszcze nie ma żadnej, więc musisz teraz nacisnąć przycisk **Add New Layer** (Rysunek 17.25.3a):

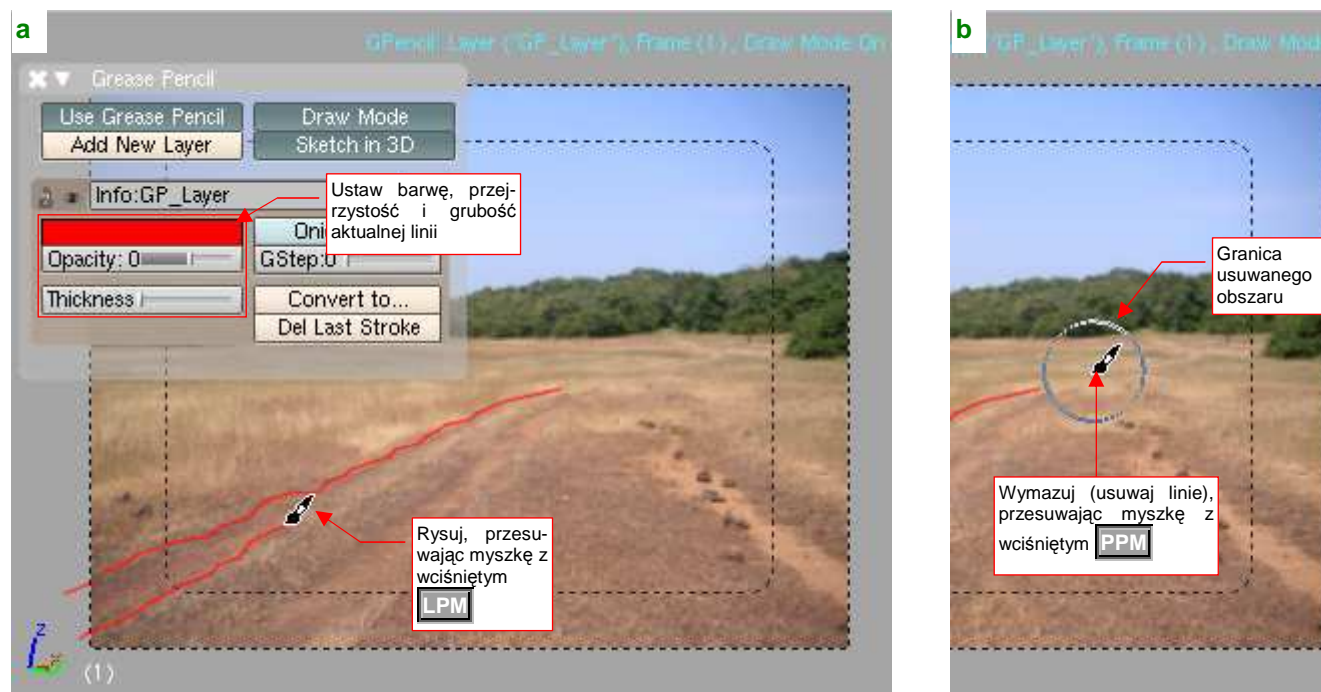


Rysunek 17.25.3 *Grease Pencil* — przygotowanie do pierwszego rysowania

Panel nowej warstwy pojawi się w tym samym oknie, poniżej przycisków (Rysunek 17.25.3b). Jak się już chyba domyślasz, możesz stworzyć wiele różnych warstw *Grease Pencil*. Z każdą z nich jest związany jeden rodzaj linii. W panelu warstwy określasz barwę kreski, jej nieprzeźrystość (**Opacity**), oraz szerokość (**Thickness**) (Rysunek 17.25.3b). W nagłówku panelu możesz także zmienić nazwę warstwy, wyłączyć jej widoczność (ikona „oka”, po lewej), czy, w ostateczności, usunąć (ikona „X” po prawej). *Grease Pencil* przechowuje w takich warstwach to, co naszkicujesz.

Aby rozpocząć rysowanie, włącz przełączniki **Draw Mode** i **Sketch in 3D** (Rysunek 17.25.3c). (**Sketch in 3D** powoduje, że narysowane linie będą zmniejszane i powiększane zgodnie z aktualnym widokiem sceny).

Przed rozpoczęciem rysowania ustal parametry kreski. W naszym przypadku zależy nam na kolorze, który wyraźnie będzie się odcinał od czerni i bieli tekstury nierówności. Wybierz więc czerwony (Rysunek 17.25.4a):



Rysunek 17.25.4 *Grease Pencil* — rysowanie

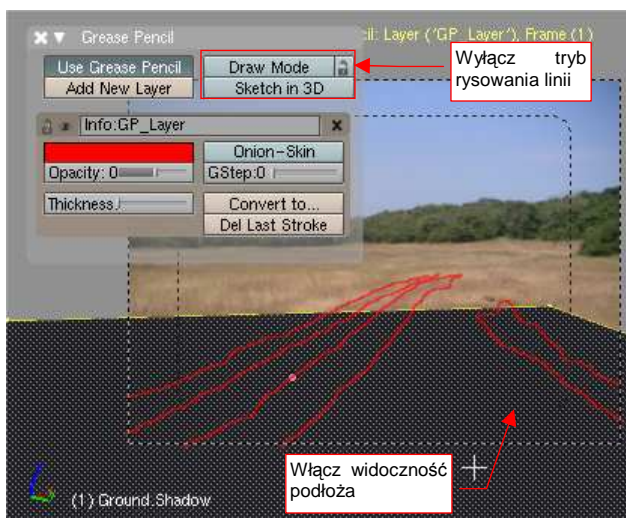
Rysujesz, przesuważając myszkę z wciśniętym **LPM**. *Grease Pencil* traktuje to jako szkicowanie, i odpowiednio „często” zapamiętuje kolejne pozycje kursora jako nowe wierzchołki linii. Do usuwania narysowanych kresek służy drugi przycisk myszki: **PPM**. Gdy go wciśniesz, wokół kursora pojawia się kółko (Rysunek 17.25.4b). To rozmiar naszej „gumki”. Przesuwając myszkę z wciśniętym **PPM** wymazujesz narysowane wcześniej linie.

Jeżeli chciałbyś narysować odcinek linii prostej, rysuj z wciśniętym klawiszem **Ctrl**. Działanie *Grease Pencil* jest w tym przypadku trochę nieintuicyjne, ale można się przyzwyczaić. Z wciśniętym **Ctrl-LPM** dalej powstaje „szkicowana” linia. Jednak gdy zwolnisz przycisk myszki (**LPM**), usunięte zostaną z niej wszystkie środkowe wierzchołki. Powstanie w ten sposób segment linii prostej, łączący punkty wciśnięcia **LPM** i zwolnienia **LPM**.

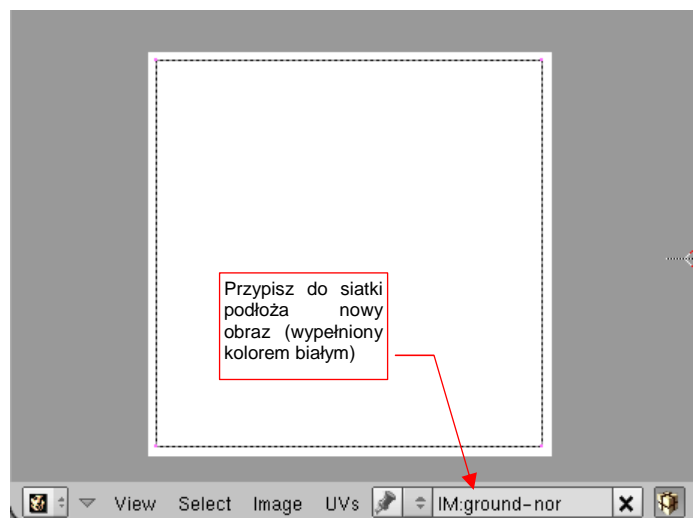
- Warstwy (a więc i linie) *Grease Pencil* są związane z konkretnym oknem widoku. Gdy narysowałeś je w jednym oknie *3D View*, nie zobaczysz ich w drugim!

Gdy skończyłeś rysowanie, wyłącz przełącznik *Grease Pencil:Draw Mode* (Rysunek 17.25.5). Narysowane linie pozostaną na ekranie, ale zwolnione zostaną przypisania funkcji do klawiszy myszki. Pozwala to na pracę w innych trybach Blendera.

Na zakończenie pokażę, jak wykorzystuję naniesione na okno linie *Grease Pencil*. Podstawiam pod nie (włączając widoczność odpowiedniej warstwy) kwadratową powierzchnię, pełniącą rolę „gruntu” sceny (Rysunek 17.25.5). Do siatki gruntu przypisuję w *UV/Image Editor* nowy, biały obraz (Rysunek 17.25.6):

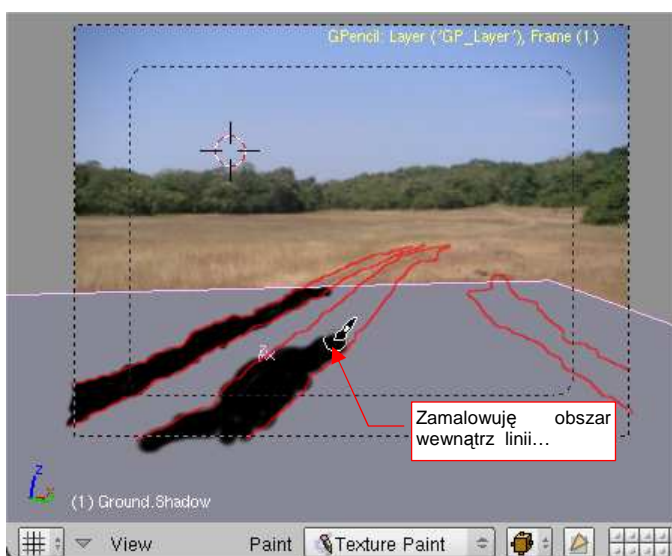


Rysunek 17.25.5 Podstawienie płaszczyzny ziemi (Ground)

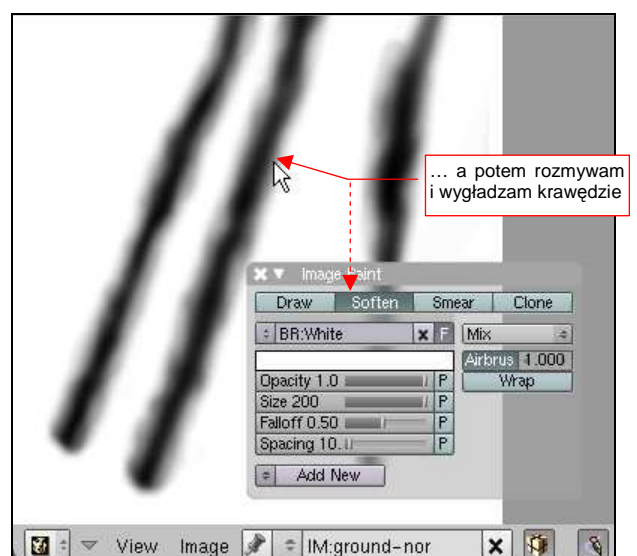


Rysunek 17.25.6 Pusty obraz, przypisany do płaszczyzny Ground

Na ten obraz nanoszę, w trybie *Texture Paint* i projekcji „z kamery”, zarys kolejin (Rysunek 17.25.7):



Rysunek 17.25.7 Malowanie kolejin na powierzchni „gruntu”



Rysunek 17.25.8 Końcowe poprawki uzyskanego obrazu

Na koniec „rozmywam” krawędzie czarnych plam za pomocą półprzeźroczystych bieli i narzędzia *Soften*, dostępnych w przyborniku *UV/Image Editor* (Rysunek 17.25.8). W rezultacie uzyskuję obraz nierówności, odpowiedni do użycia w modyfikatorze *Displace*.

17.26 Trawa (*Particles*)

Do modelowania różnych „masowych i stochastycznych” obiektów, jak włosy czy trawa (a także innych, jak dym czy płomień) stosuje się w Blenderze tzw. „cząsteczki” (*Particles*). Można ich użyć do stworzenia całych pól i trawników. Pokażę tu jedynie dość specyficzne zastosowanie takiego systemu cząstek. W tej książce korzystamy z modelu z podstawionym, w charakterze tła, zdjęciem (por. str. 533, Rysunek 8.2.27). Obraz trawy już na nim jest. Jedyne, co należy zrobić, to „uwiarygodnić” połączenie modelu i tła. Służy do tego m.in. umieszczenie na podłożu stosunkowo rzadkich źdźbeł trawy. Ich podstawowym zadaniem jest „złamanie” gładkich krawędzi i wnętrza cienia, rzucanego przez samolot na podłoże (Rysunek 17.26.1):

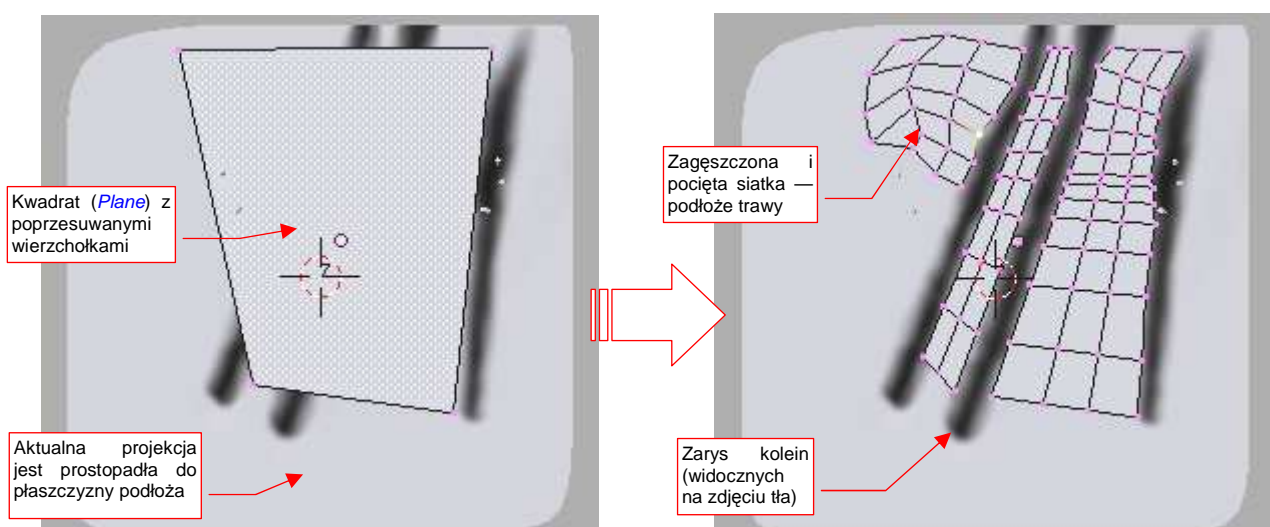


Rysunek 17.26.1 Efekt dodania źdźbeł trawy wokół i wewnątrz cienia samolotu

Rysunek 17.26.1a) przedstawia cień samolotu, rzucany na powierzchnię, imitującą grunt. (Materiał powierzchni jest półprzezroczysty i ma włączoną opcję *Only Shad*, dlatego „widać” poprzez nią zdjęcie tła — por. str. 529). Krawędź cienia jest tu idealnie gładka, a przecież biegnie po ziemi, porośniętej drobną trawą. Także wnętrze cienia jest tu jakieś takie ...płaskie.

Rysunek 17.26.1b) przedstawia tę samą powierzchnię, ale z odpowiednio przygotowanym „efektem trawy”. Zwróć uwagę, jak pojedyncze, oświetlone słońcem źdźbła zaburzają tu przednią krawędź cienia. Tylne krawędź także jest poprzecinana zacienionymi źdźbłami, a we wnętrzu „coś jest”, dzięki czemu ten obszar nie wygląda zupełnie płasko. W tej sekcji pokażę, jak osiągnąć taki właśnie efekt.

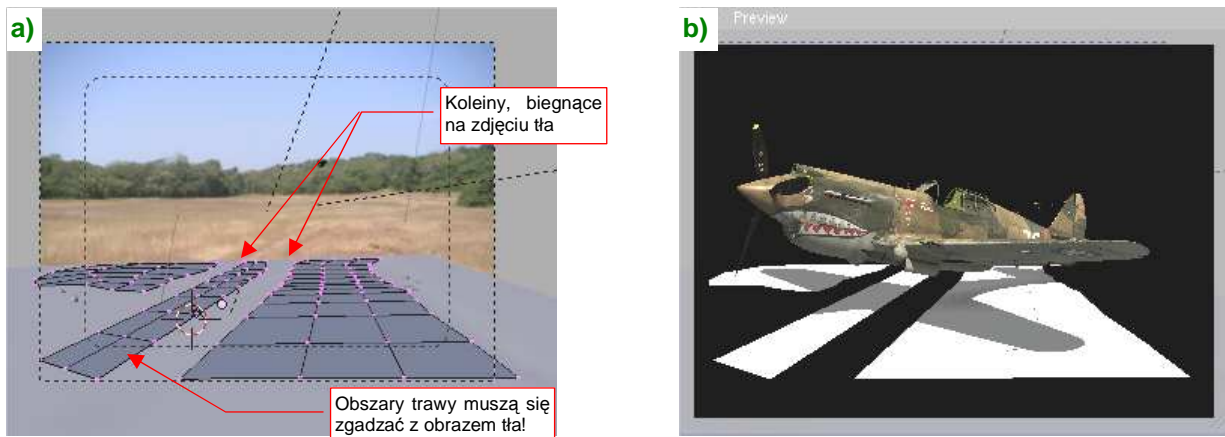
Trawa w Blenderze wyrasta („jest emitowana”) z siatki, więc zaczynamy od przygotowania powierzchni, które mają być pokryte trawą. Dopasujemy ją do kolein, biegnących przez podłoże (Rysunek 17.26.2):



Rysunek 17.26.2 Przygotowanie siatki (*emiter*)

Włączyłem (**Shift-T**) wyświetlanie tekstury, by na powierzchni „gruntu” widać było obraz kolein. W widoku ustawionym równolegle do podłoża naniósłem kwadrat (*Plane*). Potem tę siatkę „pokrzywiłem” i zagęściłem (ułatwi to sterowanie lokalną gęstością trawy). Pociąłem (*Knife*) jej powierzchnię w ten sposób, by omijała koleiny, które nie są na zdjęciu zarośnięte.

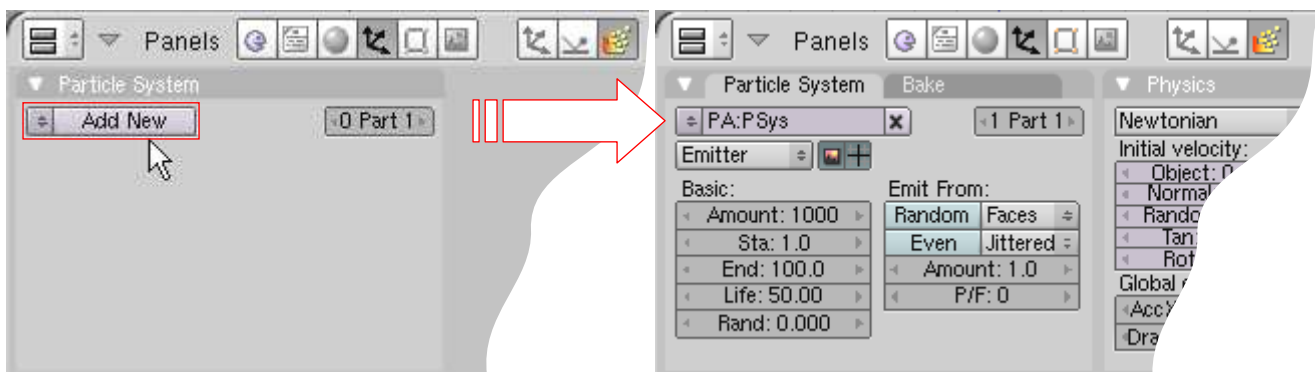
Rozkład siatki „trawnika” musi w miarę dokładnie odpowiadać układowi trawy, widocznemu na tle sceny (Rysunek 17.26.3a):



Rysunek 17.26.3 Siatka w kamerze — pomiarka do cienia samolotu

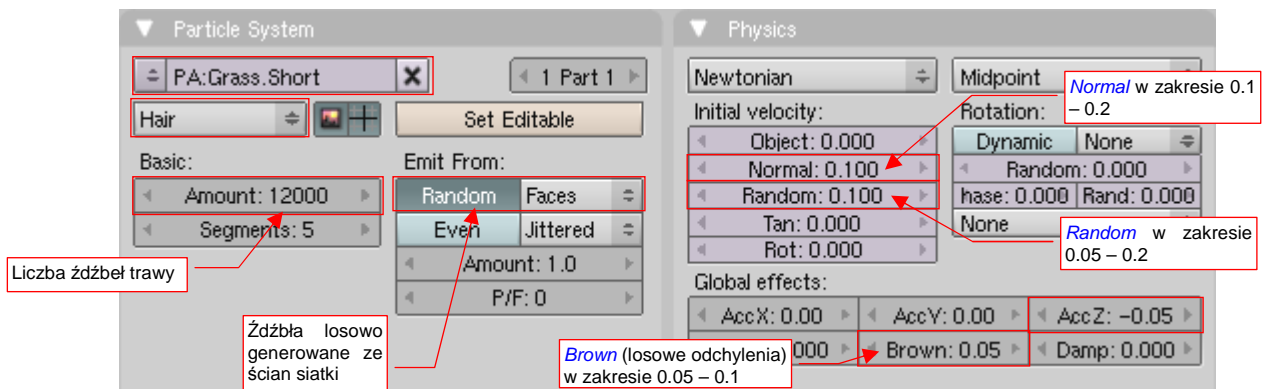
Potem sprawdź jeszcze w podglądzie renderu (**Shift-P**), jak siatka „trawy” obejmuje cień samolotu (Rysunek 17.26.3b). Nie zawsze trzeba pokrywać wszystko — pewne fragmenty cienia mogą pozostawać poza siatką. To zawsze zależy od rozłożenia roślinności na zdjęciu tła.

Gdy kształt „trawnika” masz już przygotowany, przejdź do zestawu **Object:Particles** (Rysunek 17.26.5):



Rysunek 17.26.4 Stworzenie nowego systemu cząstek (**Particle System**)

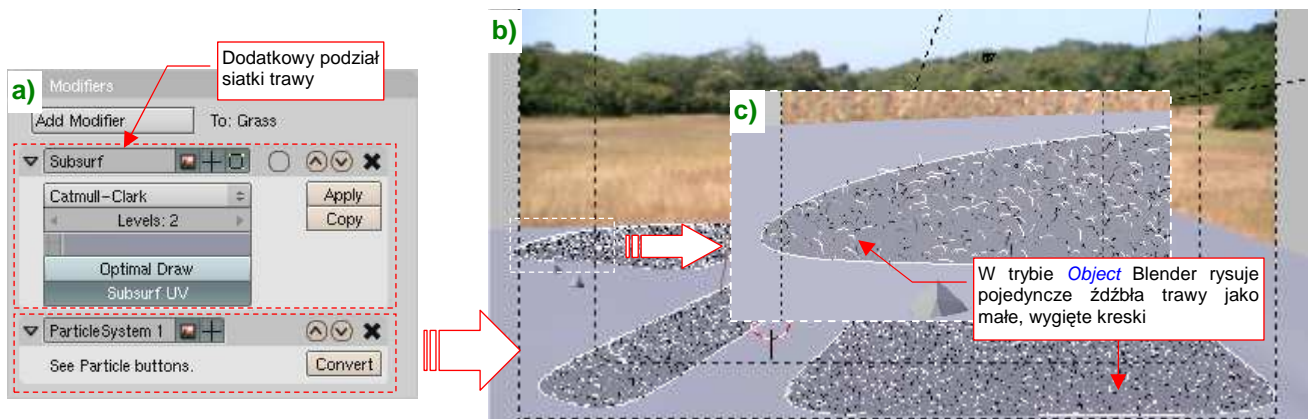
W panelu **Particle System** naciśnij przycisk **Add New**. Stworzy to nowy system cząstek (o domyślnej nazwie **PSys**). Zmień od razu nazwę na inną (np. **Grass.Short**) i typ systemu na **Hair** (Rysunek 17.26.5):



Rysunek 17.26.5 System cząstek **Grass.Short** — ustawienia

W pole **Amount** wpisz liczbę źdźbeł trawy. Zaznacz także opcję **Random**, by były losowo rozrzucone po ścianach siatki. W panelu **Physics** ustal kształt trawy. W sekcji **Initial velocity** parametr **Normal** odpowiada za długość trawy, a **Random** — za losowe odchylenia tej długości. Dodatkowo ustaw **AccZ**, by źdźbła były pochylone, i **Brown** (chodzi o chaotyczne odchylenia — „ruchy Browna”), by trawa była odpowiednio „zmierzwiona”.

Dodany do siatki system cząsteczek widać także w panelu *Modifiers* (z zestawu *Editing*). Aby trawa nam lepiej rosła, dodaj przed modyfikator systemu cząsteczek podział *Subsurf* (Rysunek 17.26.6a):

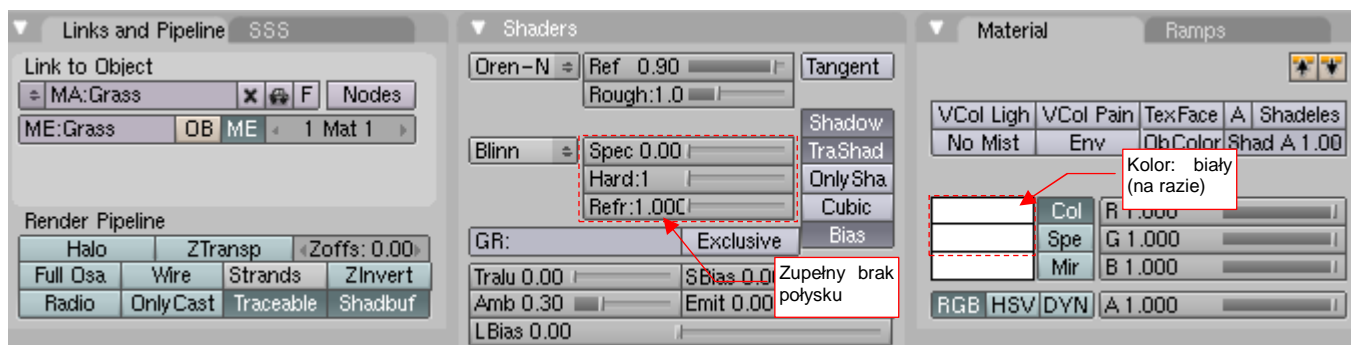


Rysunek 17.26.6 Efekt na siatce

W trakcie tych ustawień zapewne zauważyłeś zmiany, widoczne w widoku *3D View*. Blender rysuje źdźbła trawy jako małe, wygięte kreski. Dla tak niewielkich wartości *Physics:Normal*, których używamy, wyglądają jak kropki (Rysunek 17.26.6b). (To dlatego, że odtwarzamy krótką trawę — zresztą na lotniskach trawa chyba nigdy nie jest długa). Gdy jednak powiększysz jakiś fragment tego obrazu, zauważysz że są to kreski (Rysunek 17.26.6c). Ich kształt, kierunek itp. odpowiadają wartościom wpisanym w panel *Physics*. Możesz tu na bieżąco obserwować, jaki wpływ mają poszczególne parametry (*Normal*, *Random*, *Brown*, ...).

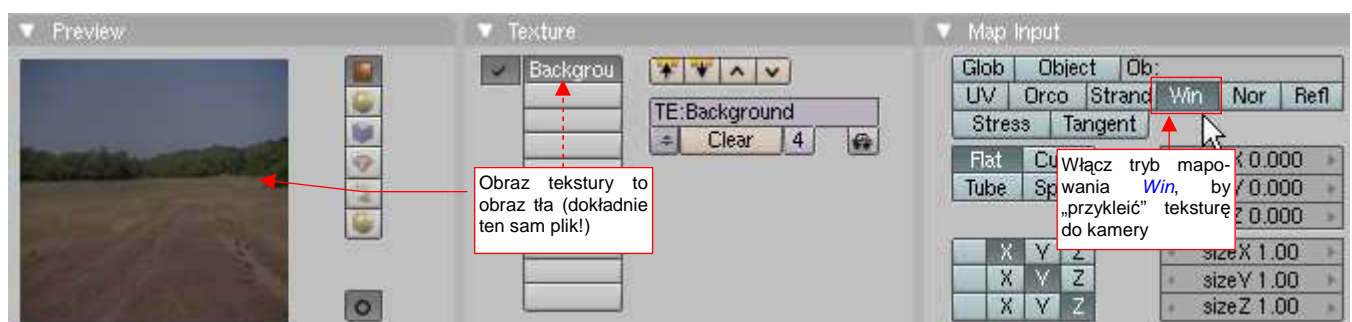
- Im więcej źdźbeł trawy — tzn. im większa wartość *Particie System:Amount* (str. 1041, Rysunek 17.26.5) — tym większy rozmiar pliku Blendera! Wygląda na to, że przechowywane są w nim wszystkie wierzchołki każdego źdźbła.

Siatce trawy należy przypisać jeszcze materiał. Nazwijmy go **Grass**. Rysunek 17.26.7 przedstawia pierwsze, wstępne ustawienia shaderów i barwy:



Rysunek 17.26.7 Podstawowe ustawienia materiału trawy (Grass)

Materiał ma kolor biały, bo za barwę odpowiada tekstura z obrazem łą. Tekstura ta jest nałożona w specjalnym trybie mapowania *Win* (Rysunek 17.26.8). (W tym trybie jest „przyklejona do kamery”, a nie do siatki):



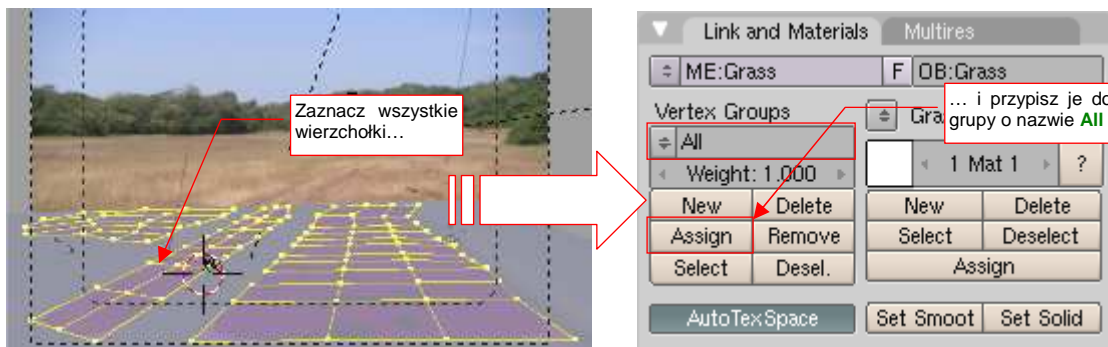
Rysunek 17.26.8 Mapowanie obrazu łą jako tekstury materiału Grass

Zróbmy teraz pierwszy, próbny render. Na razie będziemy starali się jak najbardziej „wpasować” trawę w zdjęcie tła, więc wyłączyłem wszystkie warstwy z modelem samolotu (Rysunek 17.26.9):



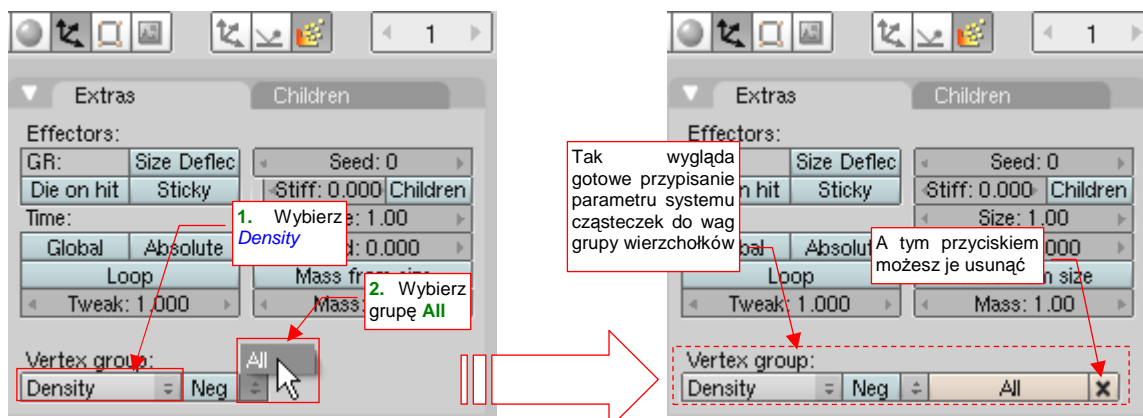
Rysunek 17.26.9 Próbny render trawy

W zasadzie trawa wyszła zbyt jasna (choć zdarzają się w niej ciemne punkty). Widać także różnice w gęstości, wynikające ze zniekształcenia perspektywicznego. (Ta sama ilość źdźbeł widziana z większej odległości wydaje się gęstsza, niż tuż przy krawędzi ekranu). Poprawki zaczniemy od sterowania gęstością trawy. Można przypisać wartość tego parametru do wag, malowanych na powierzchni siatki (por. str. 919). Najpierw przypisz wszystkie wierzchołki siatki emitera do jednej grupy i nadaj jej nazwę **All** (Rysunek 17.26.10):



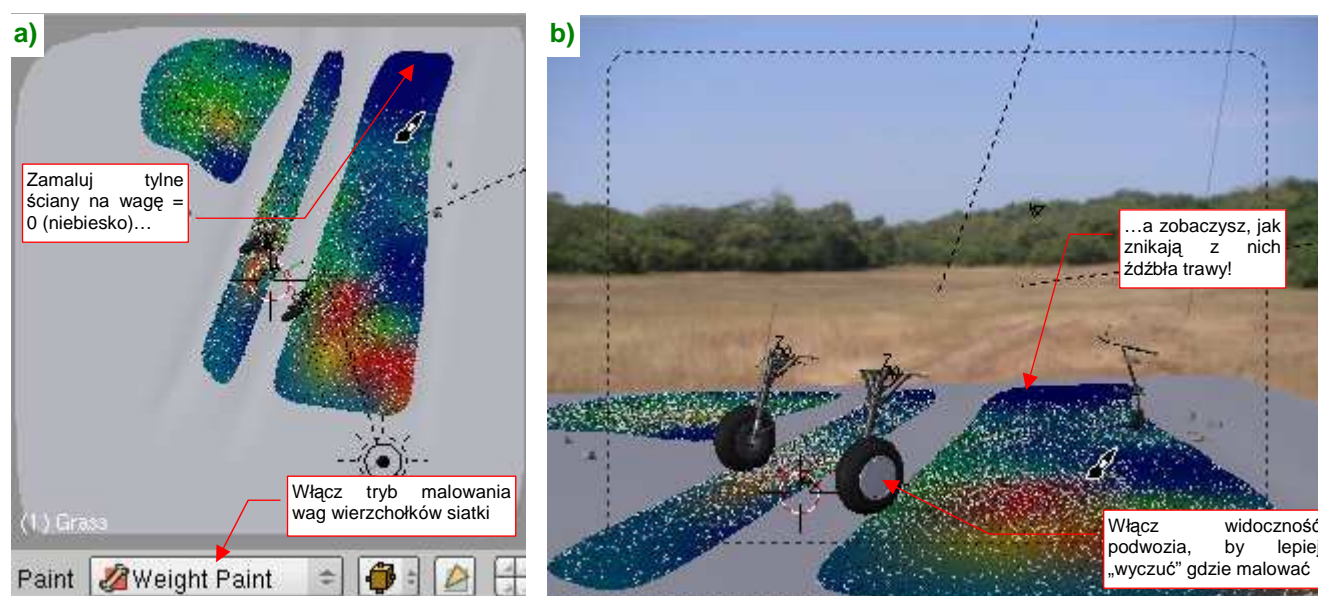
Rysunek 17.26.10 Stworzenie w siatce grupy wszystkich wierzchołków (All)

(Więcej o grupach wierzchołków znajdziesz na str. 903). Potem przejdź do zestawu *Object:Particles*. W panelu *Extras* wybierz z listy parametr do zmiany (*Density*) oraz przygotowaną przed chwilą grupę wierzchołków (**All**) (Rysunek 17.26.11):



Rysunek 17.26.11 Przypisanie wag grupy wierzchołków (All) do gęstości trawy

Teraz przełącz się w tryb *Weight Paint* (szczegóły — por. str. 919) i zamaluj wagą = 0 ściany położone najdalej od kamery (Rysunek 17.26.12a):



Rysunek 17.26.12 Malowanie gęstości trawy

W trakcie malowania zobaczysz, jak znikają z nich źdźbła (Rysunek 17.26.12b). To bardzo wygodna informacja zwrotna: możesz na bieżąco decydować, gdzie zwiększyć wagę (kolor czerwony), a gdzie zmniejszyć (kolor niebieski). W zasadzie powinieneś dążyć do tego, by jak najbardziej zagęścić trawę tam, gdzie pada cień samolotu. Podczas takiego malowania możesz włączyć widoczność podwozia modelu. Położenie kół pozwala się lepiej zorientować, gdzie (mniej więcej) pada cień modelu.

Rysunek 17.26.13 przedstawia kolejny próbny render. Widać na nim bardziej naturalną, nieregularną gęstość trawy, z lokalnymi prześwitami:

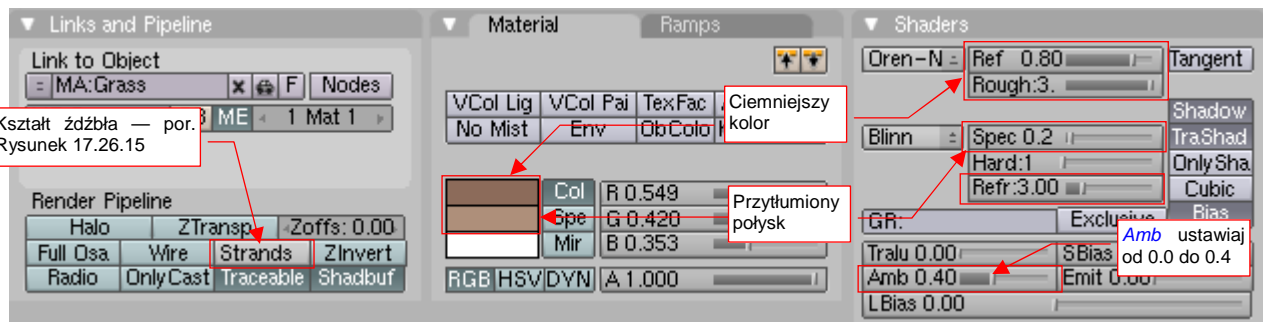


Rysunek 17.26.13 Wynik — bardziej naturalna, zmienna gęstość trawy

Zajmijmy się z kolei barwą trawy. Na następnej ilustracji (Rysunek 17.26.14) przedstawiam poprawioną wersję ustawień kolorów i shaderów materiału **Grass**. Do tychy ustawień dochodziłem stopniowo, zmieniając jeden z parametrów, wykonując próbny render, i analizując wynik. Zależą od konkretnego zdjęcia tła, które stosujesz.

- Aby poprawnie ocenić efekt trawy, musisz wykonywać próbne rendery w pełnej (tzn. docelowej) rozdzielczości. W mniejszych rezultatach może się nieco różnić od ostatecznego!

Zmiany, dopasowujące barwę trawy do naszego tła, sprowadzają się do dodania niewielkiego połysku, ale w barwie zbliżonej do jaśniejszej trawy (por. **Material:Spe** i **Shaders:Spec**). Przyciemnienie trawy uzyskałem zmniejszając wartość **Shaders:Ref**, oraz nadając rozproszonemu światłu ciemniejszą barwę (**Material:Col**). Zmianie uległy także parę innych parametrów (Rysunek 17.26.14):



Rysunek 17.26.14 Modyfikacja ustawień materiału **Grass**

Wartość **Shaders:Amb** wpływa na zaciemnienie końcówek niektórych źdźbeł trawy w obszarze cienia. Dla **Amb** = 0.4 trawa w cieniu ma w sobie coś ze szczeciny. Dla **Amb** = 0.0 wewnątrz cienia wygląda (jak dla mnie) zbyt płasko. Dobierz tę wartość odpowiednio do tła, rodzaju trawy, i własnego wycucia.

Ważny zespół parametrów kryje się w panelu **Links and Pipeline** pod niepozornym napisem **Strands** (Rysunek 17.26.14). Gdy w ten napis klikniesz, rozwija się ni to menu, ni to okno dialogowe (Rysunek 17.26.15). To wartości sterujące kształtem źdźbeł trawy!

Kształt źdźbła jest widoczny np. na tle opon modelu, lub jaśniejszych fragmentów tła. Jeżeli pozostawisz w **Strands** wartości domyślne, źdźbła będą na renderze nieco „druciane”. (Mają stałą szerokość, wzdłuż całej długości). Zmieńmy to: pozostaw początkową szerokość źdźbła (**Start**) na 1.0, ale zmniejsz szerokość końca (**End**) do 0.25. Nadaje to trawie kształt trapezu. Dodatkowe zaostrenie końcówek, oraz wklęsłe boki, uzyskasz zmieniając wartość **Shape** na ujemną (w tym przypadku do -0.5).



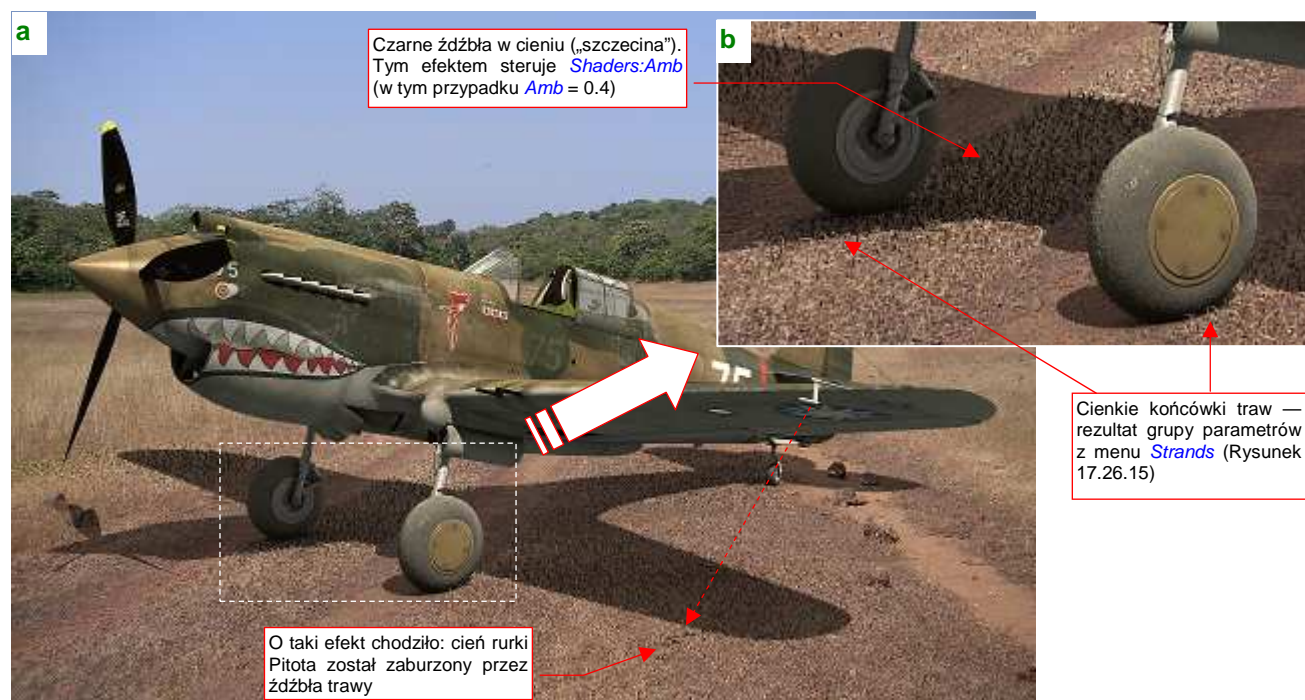
Rysunek 17.26.15 Kształt źdźbła trawy — parametry **Strands**

Rysunek 17.26.16 przedstawia kolejny próby render. Tym razem nasza oświetlona trawa, dzięki poprawionym parametrom materiału **Grass**, nie odróżnia się od tej oryginalnej, ze zdjęcia:



Rysunek 17.26.16 Próbny render trawy z poprawionym materiałem **Grass**

Skoro dopracowaliśmy się już trawy, która dobrze wygląda w słońcu, trzeba zobaczyć, jak sprawdza się w cieniu. Włącz widoczność modelu i wykonaj kolejny render (Rysunek 17.26.17):



Rysunek 17.26.17 Próba z cieniem samolotu

W zasadzie całość wygląda zadowalająco. Zwróć uwagę np. na nieregularny cień, rzucany na trawę przez rurkę Pitota (Rysunek 17.26.17a). Także pojedyncze źdźbła, widoczne na krawędzi cienia, mają realne, cienkie końcówki (Rysunek 17.26.17b). Jedyne, do czego można mieć zastrzeżenia, to duża liczba ciemnych „szczecinek” wewnątrz cienia. Tym efektem sterujesz w materiale **Grass** za pomocą parametru *Shaders:Amb* (por. Rysunek 17.26.14). Przyjąłem dla tego renderu *Amb* = 0.4, i to chyba jest za dużo. Docelowo zdecydowałem się zmniejszyć wartość tego parametru do 0.1, co zdecydowanie zmniejszyło liczbę czarnych źdźbeł trawy.

Skorowidz

- Nazwy poleceń, skróty klawiatury, podane w skorowidzu, dotyczą Blendera, o ile w haśle nie jest zaznaczone inaczej ("GIMP", "Inkscape").

- ,
 - , (przecinek):, *Patrz* Bounding Box Center
 - .
- . (kropka):, *Patrz* 2D Cursor, *Patrz* 3D Cursor, *Patrz* 3D Cursor, wybór z listy *Pivot*
- 2
- 2D Cursor
 - jako punkt odniesienia, 940, 941, 942
 - w oknie UV/Image Editor, 937
 - wpisywanie współrzędnych, 938
- 3
- 3D Cursor
 - jako punkt odniesienia, 79, 794, 795, 825, 849, 862, 863, 864
 - przykład użycia, 100, 103
 - w oknie 3D View, 78, 770
 - wpisywanie współrzędnych, 81, 771
 - wybór z listy *Pivot*, 79, 825, 849
- 3D Preview
 - Diffuse color*
 - wybór barwy (GIMP), 676
 - Specular color*
 - wybór barwy (GIMP), 676
 - Specular lighting*
 - przełącznik (GIMP), 676
- A
- A, *Patrz* Select/Deselect All
 - aktualna przejrzystość z panelu Material, zestawu Shading
 - Material buttons, 976, 982, 983, 994
 - składnik barwy (nieprzejrzystość), 604
- A (GIMP), *Patrz* Aerator
- Above surface*
 - pole z panelu Modifiers, 927
- Add
 - polecenie z menu Add, 786, 788, 789, 791, 792, 793, 842
 - polecenie z menu Armature, 815
 - przycisk z panelu Ramps (Shading Material buttons), 961, 989
 - sposób nakładania barw, 606
- Add Constraint*
 - polecenie z menu Object, 821
 - polecenie z paneli Constraints, zestawu Object, 823, 827, 829, 833, 835
- Add Layer*
 - Above current*
 - opcja z okna Add Layer (Inkscape), 292
 - polecenie z menu Layer (Inkscape), 292, 687
- Add Modifier*
 - polecenie z panelu Modifiers, 790
 - przycisk z panelu Modifiers, 786, 868, 889, 910, 923, 927
- ADD NEW
 - (scena), polecenie z listy SCE, 778
 - (układ ekranu), polecenie z listy SR, 777
- Add scene*
 - opcje tworzenia nowej sceny, 778
- Add stop*
 - przycisk z okna Gradient editor (Inkscape), 723
- Add Tab*
 - polecenie z menu przybornika (GIMP), 626
- Add to Selection*
 - polecenie z menu kontekstowego Channels (GIMP), 652
- Addition*
 - sposób nakładania barw, 606
- aerator
 - narzędzie malarskie w GIMP, 664
- Aerator*
 - polecenie z menu Tools (GIMP), 664
- aksonometryczna
 - projekcja, 69
- aktywne
 - kamera, 793
 - okno, 59
- aktywny
 - obiekt, *Patrz* obiekt, aktywny
- Align View to Selected*
 - przykład użycia, 169

- skrypt z menu Object, 328, 810
- skrypt z menu View, 810
- Align View to Selected (Top)*
 - polecenie z menu View, 893
- Align X*
 - polecenie z menu UVs, 947
- Align Y*
 - polecenie z menu UVs, 947
- Aligned to View*
 - przełącznik z sekcji Edit Methods, 758
- Alpha*
 - aktualna przejrzystość z panelu Material, zestawu Shading
 - Material buttons, 976, 982, 983, 994
 - opcja z panelu Map To, zestawu Shading
 - Material buttons, 406
- Alpha to Selection*
 - polecenie z menu Layer (GIMP), 47, 649, 673
- Alt-A**, *Patrz* Play Animation
- Alt-D**, *Patrz* Duplicate Linked
- Alt-H**, *Patrz* Show Hidden
- Alt-J**, *Patrz* Convert Triangles to Quads
- Alt-P**, *Patrz* Unpin (UV/Image Editor), *Patrz* Clear Parent
- Alt-S**, *Patrz* Separate
- Alt-Spacja**, *Patrz* Normal (orientacja)
- Alt-T**, *Patrz* Clear Track
- Alt-X**, *Patrz* New
- Amb*
 - barwa z panelu World (zestaw Shading World buttons), 275
 - przyciski barwy światła otoczenia z panelu World z zestawu Shading World buttons, 969
 - suwak z panelu Shaders, 479
- Ambient*
 - przykład ustawień światła otaczającego, 275, 510, 525
 - światło otoczenia, 968
- Ambient Occlusion*, *Patrz* AO
 - a materiały w trybie Only Shad(ow), 529, 531
 - alternatywne rozwiązania do, 603
 - efekt oświetlenia, 968
 - kompensacja po wyłączeniu, 979
 - opis problemu z przezrystą owiewką kabiny, 283
 - problem z, 479
 - problemy z przezrystym materiałem, 978, 979
 - przycisk panelu Amb Occ z zestawu Shading World buttons, 968
 - przykład zastosowania, 275
 - sterowanie natężeniem za pomocą tekstury, 403
 - wpływ na efekt trawy, 1045, 1046
 - wpływ na oszklenie i wnętrze kabiny, 282
 - wpływ na sceny z dużą ilością światła, 283
- amortyzator
 - cylinder, 447
 - łączniki, 448
 - kinematyka, 450
 - okucia, 448
 - tłok, 446
 - ugięcie, 450
- Anchor Layer*
 - polecenie z menu Layer (GIMP), 653, 654, 656, 657
- Angle*
 - pole z zakładki Rotate (Inkscape), 717
- Angle Based*
 - opcja polecenia UV Unwrap Unwrap, 901
- Angular map*
 - rozwiniecie panoramy, 596
- animacja
 - edycja linii IPO, 1031
 - korekty IPO Curve po założeniu, 1031
 - odtworzenie w oknie 3D View, 1032
 - przykład (śmigło), 1029
 - przypisanie istniejącej IPO Curve obiektowi, 780
 - śmigła, 511
 - dobór wartości parametrów, 511
 - tryby ekstrapolacji linii IPO, 1031
 - tworzenie nowej linii ruchu (IPO Curve), 1029
 - układ ekranu dla, 1029
 - usunięcie linii IPO, 781, 1031
 - wybór linii, 1031
 - wybór współrzędnych do zmiany, 1029
 - wybranych obiektów sceny, 1029
- Animation*
 - układ ekranu (1-Animation), 1029
- antialiasing*, *Patrz* OSA
 - podczas renderowania, 88
- AO, *Patrz* Ambient Occlusion
- Append*
 - tryb importu z pliku Blendera, 768
- Append or Link*
 - polecenie z menu File, 767
 - przykład użycia, 487
- Apply*
 - przycisk panelu sterowania uchwytem, 847
 - przycisk z panelu Modifiers, 868
 - przycisk z panelu Transform (Inkscape), 717

Apply to editing cage

- błędne wyświetlanie krawędzi siatki, 914
- przełącznik w oknie modyfikatora, 177, 914

armatura

- dodanie do modelu, 815
- dodanie nowej kości, 816
- edycja kości, 815
- kinematyka odwrotna, 817
- parametry sterujące, 816
- pozycja spoczynkowa, 817
- problemy z kierunkiem kości (przykład), 434
- problemy z kinematyką odwrotną, 820
- przykład zastosowania, 434
- tryb wyświetlania, 817
- wprowadzenie, 815
- zaznaczanie kości, 815
- zaznaczanie pojedynczej kości, 818

Armature

- panel z zestawu Editing, 816
- wprowadzenie, 815

Armature Bones

- panel z zestawu Editing, 816

Around Selection

- przełącznik z sekcji View & Controls, 758

Array

- modyfikator siatki, 923
- przykład użycia, 493

Artificial

- materiał elementów pomocniczych, 190

atrefakt

- w projekcji perspektywicznej (okno 3D View), 68, 813

Auto IK

- nieoczekiwane rezultaty, 820
- przełącznik z panelu Armature, 817

Auto Save

- sekcja okna User Preferences, 769

Auto Save Temp Files

- przełącznik z sekcji Auto Save, 769

Auto Smooth

- automatyczne wykrywanie gładkich ścian siatki, 476

B*B, Patrz* Border select

- składnik barwy, 604

B.Skin.Decals

- tekstura znaków rozpoznawczych i tekstów, 399

B.Skin.Holes

- tekstura otworów technicznych, 405

B.Skin.Nor-Details

- podstawowa tekstura nierówności, 367

Backbuf

- plik z obrazem tła renderingu, 973

Background Image

- okno dialogowe, 772
- polecenie z menu View, 509, 772
- typ obrazu wejściowego dla filtra (Inkscape), 734

Bands

- odmiana tekstury proceduralnej Wood, 993

barwa

- dokładność odwzorowania, 596
- linii (Inkscape), 695
- przykład łączenia (mieszania), 605
- składniki, 596
- średnia ważona, 605
- źródła światła, 971

barwy

- tekstura, wymagania, 360

Bates, Hume

- artykuł, 265, 266

bazowa

- płaszczyzna XZ, 92

Bevel

- polecenie z menu Mesh, 922

Bf

- parametr rozmycia ruchu, 512

biblioteki

- elementów — wykorzystanie innych plików Blendera, 768

bieżnik

- opony, geometria tekstury bruzd, 1003
- opony, geometria tekstury chropowatości, 1002
- opony, geometria tekstury zabrudzeń, 1004
- opony, ustawienia tekstury bruzd, 1003
- opony, ustawienia tekstury chropowatości, 1002
- opony, ustawienia tekstury zabrudzeń, 1004

Blend

- efekt filtra obrazu (Inkscape), 740
- komponent filtra (Inkscape), 735
- Normal*, parametr (Inkscape), 740
- przycisk panelu Preview z zestawu Shading World buttons, 967
- przykład zastosowania tła, 274

Blend mode

- tryb nakładania warstw (Inkscape), 327

Blender Original

- funkcja szumu tekstury proceduralnej, 990

Blending Mode

- sposób nakładania barw, 604, 740

Blinn

- shader, przykład użycia, 280
- typ shadera z zestawu Shading
- Material buttons, 976, 983, 985, 998, 1012

blok danych, Patrz datablock

- kopiowanie, 965

blokowanie

- zmian na warstwie (Inkscape), 642, 686

Blur Factor

- i efekt częściowego rozmycia, 517
- współczynnik rozmycia ruchu, 517

Blur Radius

- parametr z menu Gaussian Blur (GIMP), 663

blur.png

- pomocniczy plik drugorzędnej mapy nierówności, 320

błędny

- kształt chłodnicy, 555
- kształt kadłuba, 546, 555
- kształt kołpaka (śmigła), 555
- kształt płata, 558
- rzut z przodu, 145, 159

boleć

- przykład odwzorowania, 430

Bone

- opcja z menu Make Parent To, 818
- wyjaśnienie pojęcia, 815

Boolean

- modyfikator siatki, 910
- modyfikator, problemy z, 422, 429
- modyfikator, przykład zastosowania, 422
- porównanie z *Cross Section*, 122

Border select

- polecenie z menu Select, 857

Border Select

- polecenie z menu *Select*, 72

Bounding Box Center

- jako punkt odniesienia, 794, 864, 940

Brushes

- zakładka (GIMP), 636
- zakładka formy narzędzia (GIMP), 626, 634, 660, 662

Bucket Fill

- polecenie z menu Tools (GIMP), 386

bump map

- mapa nierówności (odcienie szarości), 409, 675

Bump map, Patrz tekstura nierówności**bump.xcf**

- obraz drugorzędnej tekstury nierówności (GIMP), 321

Buttons

- okno, 56, 82

Buttons, okno, Patrz okno przycisków**By Color**

- polecenie z menu Select (GIMP), 386, 412, 646

C**C, Patrz Paint Tool, Patrz Paint Tool (UV/Image Editor)****Camera****Clipping End**

- pole panelu z zestawu Editing, 813

Clipping Start

- pole panelu z zestawu Editing, 813

Lens

- pole panelu z zestawu Editing, 813
- panel z zestawu Editing, 812
- polecenie z menu Add, 793
- polecenie z menu Add, przykład zastosowania w Blenderze, 271
- polecenie z menu *View*, 70

Cameras

- polecenie z menu *View*, 793, 812

Canvas size

- polecenie z menu Image (GIMP), 637

Cap Ends

- opcja z menu *Add Cylinder*, 789

Cascading Blur

- filtr — złożenie kilku rozmyć Gaussa (Inkscape), 372

Catmulla-Clarka

- powierzchnie podziałowe, 787, 790
- schemat podziału powierzchni, 577

Catmull-Clark, Patrz powierzchnie podziałowe**CatRom**

- metoda wygładzania linii (podczas redneringu), 975
- typ filtra OSA (oversampling), 275

cearse, Patrz ostra krawędź**Cearse**

- ostrość krawędzi, 877, 879
- przykład użycia, 101

Cearse Subsurf

- polecenie z menu Mesh, 877

celownik

- odblaskowy, elementy, 476
- projektor, 476
- reflektor, 476

Center Cursor

- przycisk z panelu Mesh, 808

Change Foreground Color

- okno edycji aktualnej barwy (GIMP), 634, 659

channel, Patrz barwa, składniki**Channel to Selection**

- połączenie z menu kontekstowego Channels (GIMP), 652
- Channels*
 - zakładka przybornika (GIMP), 652
- child of*
 - pole z panelu Armature Bones, 816
- chłodnica
 - błędny kształt, 555
 - cieczy, formowanie, 494
 - cieczy, materiał, 494
 - wnętrze, rozwinięcie w UV, 357
- chwyt
 - powietrza, rozwinięcie UV, 343, 344
- cieniowanie
 - wybór trybu, 476
- cień
 - kompensacja w Ambient Occlusion, 969
 - materiał
 - sterowanie intensywnością, 529
 - tryb Only Shad(ow), 529, 531
 - parametr TraShadow, 978
 - podłoże
 - odwzorowanie kamieni, 532, 533
 - odwzorowanie nierówności, 530, 531
 - odwzorowanie trawy, 533, 534
 - przygotowanie, 526
 - ustawienia materiału, 527
 - ustawienia tekstury, 527, 528
 - powierzchnia podłoża
 - przygotowanie, 527
 - włączenie efektu dla źródła światła, 972
 - wygładzanie granic w Ambient Occlusion, 970
 - wzdłuż ostrego załamania krawędzi, 180
- cięciwa
 - profilu lotniczego, 590, 591
- Circle*
 - połączenie z menu Add, 786
 - przykład użycia, 93, 131
 - rodzaj pędzla (GIMP, zakładka Brushes), 665
- Circle Fuzzy*
 - rodzaj pędzla (GIMP), 670
 - rodzaj pędzla (GIMP, zakładka Brushes), 665
- Clark Y
 - profil (lotniczy), 590
- Clear Constraints*
 - połączenie z menu Object, 822
- Clear Parent*
 - połączenie z menu Object, 801
- Clear Seam*
 - połączenie z menu Edge Specials, 905
 - połączenie z menu Mesh, 334, 905
- Clear Track*
 - usunięcie ograniczeń Track To, Locked Track, 822
- Clear Track and Keep Transform*
 - opcja przy usunięciu ograniczenia, 822
- Clip Start*
 - pole z okna View Properties, 68
- Clone*
 - połączenie z menu Edit (Inkscape), 716
 - przykład użycia (Inkscape), 310
- Clouds*
 - Noise Basis*
 - wybór rodzaju 'szumu' na obrazie, 964
 - Noise Size*
 - określanie rozmiaru 'szumu' na obrazie, 964
 - tekstura proceduralna - przykład użycia, 990, 1003
- Cockpit*
 - zakładka panelu sterowania uchwytem, 848
- cockpit.svg*
 - wzorzec tekstur, 318
- Col*
 - podstawowa barwa materiału z zestawu Shading Material buttons, 989, 993, 998, 1005, 1007, 1012
- Collapse Sides*
 - opcja skryptu *Solidify Selection*, 898
- Color*
 - UV, warstwa na rozwinięcia dla tekstur barwy, 361, 384
- Color Matrix*
 - efekt filtra obrazu (Inkscape), 742
 - filtr — zmiana wszystkich kolorów obiektu, 373
- Color Picker*
 - narzędzie z menu Tools (GIMP), 659
- Color quantization*
 - metoda wektoryzacji bitmap (Inkscape), 747
- Color space*
 - ustalenie dla nowego obrazu (GIMP), 660
- color.png*
 - obraz dla tekstury barwy, 387, 415
- Colorband*
 - przycisk z zestawu Shading Material buttons, 960
- Colors*
 - Bright*
 - pole panelu z zestawu Shading Texture buttons, 597
 - Contr*
 - pole panelu z zestawu Shading

- Texture buttons, 597
- Composite*
- Default*, parametr (Inkscape), 743
 - efekt filtra obrazu (Inkscape), 738, 739, 743
 - K1*, parametr (Inkscape), 739
 - K2*, parametr (Inkscape), 739
 - K3*, parametr (Inkscape), 739
 - K4*, parametr (Inkscape), 739
- Nodes*
- odmiana węzłów do kompozycji renderu, 513, 1033
 - odmiana węzła kompozycji, 513, 1033
- Composite Nodes*
- przełącznik w oknie Node Editor, 1033
- concrete.jpg*
- obraz powierzchni betonu (do wykorzystania w teksturach), 389
- Conformal*
- metoda rozwijania siatki w UV, 335
 - opcja polecenia UV Unwrap
 - Unwrap, 901
- constraint, *Patrz* ograniczenie
- Constraints*
- panel z zestawu Object, 821, 823, 827, 829, 833, 835
- Convert Triangles to Quads*
- polecenie z menu Mesh, 886
 - przykład użycia, 125
- CookTorr*
- typ shadera z zestawu Shading
 - Material buttons, 1005, 1007
- Copy Face Selected*
- menu kopiowania właściwości siatki, 908
- Count*
- pole z panelu Modifiers, 923
- Create a New Image*
- opcje nowego obrazu (GIMP), 660
- Crop to Selection*
- polecenie z menu Tools (GIMP), 631
- Cross Section*, *Patrz* przecięcie, powłok
- a polecenia *Boolean*, 122
 - 'obróbka' rezultatów, 122
 - przykład użycia, 122
 - skrypt z menu Object, 803
- CrossSection.py*
- skrypt Pythona, 803
- Ctrl**, *Patrz* przesunięcie, skokowe
- Ctrl-. (kropka):**, *Patrz* *Individual Centers*, wybór z listy
- Pivot*
- Ctrl-Alt-C**, *Patrz* Add Constraint
- Ctrl-C**
- wywołanie menu Copy Face Selected, 908
- Ctrl-E**, *Patrz* Edge Specials
- Ctrl-F3**, *Patrz* Dump Subwindow
- Ctrl-H** (GIMP), *Patrz* Anchor Layer
- Ctrl-I**, *Patrz* Inverse
- Ctrl-J**, *Patrz* Join Objects
- Ctrl-M**, *Patrz* Mirror
- Ctrl-P**, *Patrz* Make Parent
- Ctrl-Shift-F3**, *Patrz* Dump Screen
- Ctrl-T**, *Patrz* Track To, Locked Track
- Ctrl-U**, *Patrz* Save Default Settings
- Ctrl-W**, *Patrz* Save
- Ctrl-Z** (GIMP), *Patrz* Undo
- Cursor* → *Pixel*
- polecenie w oknie UV/Image Editor, 937
- Cursor* → *Selection*
- polecenie w oknie 3D View, 770, 825, 849, 850
 - polecenie w oknie UV/Image Editor, 937
 - polecenie z menu Snap, 896
- Curtiss Green*
- fraba podkładowa używana w zakładkach Curtiss, 610
- Curve*
- modyfikator siatki, 913, 920
 - polecenie z menu Add, 842
- Curve Deform*
- polecenie z menu Make Parent, 913
 - przykład użycia, 481, 492
- Cusp*
- sterowanie odbłaskami za pomocą tekstury, 404
- Cylinder*
- polecenie z menu Add, 789
- Cylindric*
- rozwiniecie panoramy, 596
- czcionka
- True Type (Inkscape), 744
 - USAAF Serial Stencil (Inkscape), 745
 - USAAF Stencil (Inkscape), 744

D

- Darken*
- sposób nakładania barw, 608
- datablock*
- licznik użycia, 566
 - nie używane, 567
 - przykłady, 568
 - w rysunku Blendera, 565
 - zabezpieczone, 567
 - zestaw kontrolerek, 566, 953
- Decals*

- UV, warstwa na oznaczenia, 361, 385, 397, 412
- decals.png*
 - obraz znaków rozpoznawczych i tekstów eksploatacyjnych, 399, 416, 613
- decals.svg*
 - Ambient*
 - obraz intensywności efektu AO, 403
 - warstwa natężenia efektu AO, 403
 - Cusps*
 - obraz intensywności odbić światła, 404
 - warstwa natężenia odblasków, 404
 - czcionki True Type USAAF, 400
 - dodanie oznaczeń taktycznych, 400
 - rysunek znaków rozpoznawczych i tekstów eksploatacyjnych, 399, 416, 613
- deformacja
 - krawędzi wokół otworu powierzchni podziałowej, 587
 - krawędzi wokół otworu powierzchni podziałowej (eliminacja), 426
 - rozwinęcia UV, poprawianie, 307
 - zdjęć (poprawianie), 547
- Delete, Patrz Erase*
 - polecenie z menu Curve, 843
 - polecenie z menu Curve (IPO Curve Editor), 1031
 - polecenie z menu Object, 760
- Delete Current Layer*
 - polecenie z menu Layer (Inkscape), 688
- Delete Layer*
 - polecenie z menu Layer (GIMP), 643
- Depth*
 - parametr przejrzystości (Ray Transp) z zestawu Shading
 - Material buttons, 976
 - współczynnik z panelu MirrorTrans, zestawu Shading
 - Material buttons, 977
- Description*
 - pole z okna Save a Brush (GIMP), 662
- Deselect*
 - polecenie z menu Edit (Inkscape), 689
- Detach Tab*
 - polecenie z menu przybornika (GIMP), 627
- detale
 - bolec, 430
 - sprężyna, 429
 - śruba, 430
- Difference*
 - pole z panelu Modifiers, 910
 - polecenie z menu Path (Inkscape), 401
 - rodzaj operacji Boolean z panelu Modifiers, 910
- Diffuse*
 - shader z zestawu Shading
 - Material buttons, 976, 983
- Diffuse map, *Patrz* tekstura, rozproszenia
- Displace*
 - modyfikator siatki, 530, 926
 - neutralna waga deformacji, 926
 - przypisanie obrazu deformacji, 926
 - przypisanie wierzchołków siatki, 926
 - skala deformacji, 926
 - ustalanie kierunku deformacji, 926
 - ustalanie sposobu mapowania tekstury, 926
- Displacement Map*
 - efekt filtra obrazu (Inkscape), 739, 741
 - Scale*, parametr (Inkscape), 739
- Divide*
 - sposób nakładania barw, 607
- Division*
 - sposób nakładania barw, 607
- Do Composite*
 - przełącznik na panelu Anim, 513, 520, 781, 782
- Document Properties*
 - okno (Inkscape), 681
 - polecenie z menu File (Inkscape), 292
- dodanie
 - modyfikatora (siatki), 889, 910, 923, 927
- dodawanie
 - zakładki w przyborniku GIMP, 626
 - modyfikatora (siatki), 868, 913
 - nowego materiału, 957
 - nowego materiału (do siatki), 900
 - nowego obiektu, 786, 842
 - nowego obrazu, 946
 - nowego układu ekranu, 777
 - nowej kości, 816
 - nowej sceny, 778, 779
 - nowej tekstury proceduralnej, 964
 - nowej tekstury rastrowej (Image), 962
 - nowej warstwy (GIMP), 640
 - nowej warstwy (Inkscape), 687
- dopasowanie
 - zawartości okna *Buttons*, 85
- dopasowywanie
 - modelu do konturu, 96
- Draw*
 - Axis*
 - wyświetlanie osi obiektu, 814
 - Draw Extra*

- wyświetlanie dodatkowych informacji o obiekcie, 814
 - Drawtype*
 - opcje rysowania obiektu, 814
 - Name*
 - wyświetlanie nazwy obiektu, 814
 - panel zestawu Object, 811, 814
 - Shaded*
 - opcja wyświetlania obiektu, 814
 - Wire*
 - opcja wyświetlania obiektu, 814
 - Draw Type*
 - przykład zmiany, 95
 - drażek
 - sterowy, w kabinie, 479
 - Dump Subwindow*
 - polecenie z menu *File*, 766
 - Duplicate*
 - opcja tworzenia nowego układu ekranu, 777
 - polecenie z menu *Edit* (Inkscape), 716
 - polecenie z menu *Mesh*, 872
 - polecenie z menu *Object*, 796, 797
 - przycisk w panelu *Fill and Stroke* (Inkscape), 722
 - przykład użycia, 113
 - przykład użycia (Inkscape), 310
 - Duplicate Layer*
 - polecenie z menu *Layer* (GIMP), 298
 - Duplicate Linked*
 - polecenie z menu *Object*, 796
 - dural
 - materiał, 985
- E**
- E**, *Patrz* *Unwrap*, *Patrz* *Extrude*
 - edge*, *Patrz* *krawędź* (ściany elementarnej)
 - Edge Loop*
 - polecenie z menu *Erase*, 879
 - Edge Slide*
 - polecenie z menu *Edge Specials*, 874
 - polecenie z menu *Mesh*, 874
 - przykład użycia, 121
 - Edge Specials*
 - podręczne menu edycji siatki, 874, 875, 905
 - edgeloop*, *Patrz* *linia*, *wierzchołków*
 - linia wierzchołków, 874, 875
 - Edgeloop*
 - Erase*, przykład użycia, 121
 - Edges*
 - opcja z menu *Erase*, 881
 - Edit*
 - przycisk w panelu *Fill and Stroke* (Inkscape), 722
 - Edit Method*
 - sekcja okna *User Preferences*, 758
 - Edit Mode*
 - odmiana trybu dla armatury, 815
 - Editing*
 - Mesh*
 - UV Layers*, usunięcie, 906
 - UV Layers*, utworzenie nowej, 906
 - UV Layers*, zmiana nazwy, 906
 - warstwy *UV*, przełączniki, 907
 - warstwy, kopiowanie zawartości, 908
 - zestaw paneli, 84
 - editor
 - UV*, opis okna *UV/Image Editor*, 932
 - edycja
 - elipsy (Inkscape), 706
 - linii (Inkscape), 697
 - linii *IPO*, 1031
 - linii krzywych (Inkscape), 698
 - prostokąta (Inkscape), 704
 - punktów (tryb) (Inkscape), 697, 698, 720
 - tekstu (Inkscape), 714
 - tryb pracy, włączanie, 843, 854
 - wzoru gradientu (Inkscape), 722
 - zmiana obiektów w grupie (Inkscape), 719
 - edytor
 - obrazu, okno, 929
 - UV*, okno, 929
 - edytor *UV*
 - opcje automatycznego zaznaczania wierzchołków, 932
 - synchronizacja selekcji z oknem *3D View*, 932
 - efekt
 - 'barwny' szum (Inkscape), 738, 741
 - 'spłaszczenie kontrastów' (Inkscape), 742
 - Blend* (Inkscape), 735
 - dodawanie do filtra (Inkscape), 733
 - Gaussian Blur* — porównanie z *GIMP* (Inkscape), 734
 - Gaussian Blur* (Inkscape), 733
 - łączenie rezultatów innych efektów (Inkscape), 735
 - przełączanie źródła (Inkscape), 734
 - przesuwanie po liście komponentów filtra (Inkscape), 736
 - przykład złożenia rozmyć obrazu (Inkscape), 735
 - rodzaje obrazów wejściowych (Inkscape), 734
 - rozmycie *Gaussa* (Inkscape), 740
 - rozproszone obiekty (Inkscape), 739, 741
 - składnik filtra (Inkscape), 733

usuwanie z listy komponentów filtra (Inkscape), 736
 złożenie dwóch obrazów (Inkscape), 738, 739, 740, 743
 zmniejszanie grubości (Inkscape), 737

efekty
 odpryski (złuszczenia) farby (GIMP), 668
 odpryski i przetarcia farby (GIMP), 668
 rozmycie obrazu (GIMP), 663
 rysy wzdłuż zdejmowanych paneli (GIMP), 673
 zabrudzenia, ślady dymu (GIMP), 664

effects
 patrz efekt (komponent filtra) (Inkscape), 733

ekran
 przełączenie na inny układ, 776, 1029
 stworzenie nowego układu, 777

układ
 1-Animation, 1029
 2-Model, 776
 3-Material, 776
 układ do animacji, 1029
 układ okien dla rozwinięcia UV, 328
 układ okien, zarządzanie, 776
 usunięcie jednego z układów, 776
 zmiana nazwy układu, 777

eksport
 rozwinięcia UV siatki, do pliku, 948
 rysunku do pliku rastrowego (Inkscape), 684

elipsa
 edycja (Inkscape), 706
 rysowanie (Inkscape), 705

Emit
 parametr z panelu Shaders, zestaw Shading Material buttons, 980

Empty
 opcja z menu Add scene, 778, 779
 polecenie z menu Add, 791
 przykład użycia polecenia z menu Add, 820
 utworzenie pustego obiektu, 791

Emulate Numpad
 przełącznik z sekcji System & OpenGL, 758

Energy
 przycisk panelu Amb Occ z zestawu Shading World buttons, 968

Enter group
 polecenie z menu kontekstowego (Inkscape), 719

Erase
 menu opcji usuwania, 843, 880, 881, 882
 podręczne menu edycji siatki, 879

Eraser

polecenie z menu Tools (GIMP), 29, 636, 649, 650, 666

Esc, *Patrz* rezygnacja, z polecenia wyjście z trybu selekcji, 857

Exp
 parametr z panelu World z zestawu Shading World buttons, 969

Export Bitmap
 polecenie z menu File (Inkscape), 293, 684

Extend Mode
 submenu Curve (IPO Curve Editor), 1031

Extras
 panel zestawu Object Particles, 1043
Vertex group
 sekcja panelu, 1043

Extrude
 polecenie z menu Armature, 816
 polecenie z menu Curve, 843
 polecenie z menu Mesh, 866
 przykład użycia, 93, 123

F

F, *Patrz* Make Edge/Face

F (GIMP), *Patrz* Free select

F1, *Patrz* Open

F10, *Patrz* Render, zestaw paneli

F12, *Patrz* Render Current Frame

F2, *Patrz* Save As

F3, *Patrz* Save Image

F5, *Patrz* Lamp, podzestaw paneli, *Patrz* Material, podzestaw paneli

F6, *Patrz* Texture, podzestaw paneli

F7, *Patrz* Object, zestaw paneli

F8, *Patrz* World, podzestaw paneli

F9, *Patrz* Editing, zestaw paneli

Fac
 parametr shadera z zestawu Shading Material buttons, 981
 współczynnik z panelu MirrorTrans, zestawu Shading Material buttons, 977, 981

face, *Patrz* ściana

Fake user
 bloku danych, 567

fałdowanie
 siatki, 530, 926

fazowanie
 wybranych krawędzi siatki, 922

fBm

- odmiana tekstury proceduralnej Musgrave, 1000
- Federal Standard 595B*
 - wzorce barw, 610
- File Browser*
 - nawigacja w oknie, 767
 - okno, 762, 767
- File output*
 - nazwy plików, 1036
- File Output*
 - EFra*
 - kontrolka węzła, 1036
 - Quantity*
 - kontrolka węzła, 1036
 - SFra*
 - kontrolka węzła, 1036
 - węzeł kompozycji, 521, 1036
 - zastosowanie węzła, 521
- File Paths*
 - sekcja okna User Preferences, 759
- fill*
 - wypełnienie obrysu (Inkscape), 695
- Fill and Stroke*
 - panel (Inkscape), 695, 720
- Fill Paint*
 - typ obrazu wejściowego dla filtra (Inkscape), 734
- Filter*
 - lista w panelu Render, zestawu Scene
 - Render buttons, 974
 - parametr z panelu Map Image, 381, 672
- Filter Editor*
 - lista efektów (Inkscape), 733
 - polecenie z menu Filters (Inkscape), 372, 732
 - przełączenie wejścia do komponentu (Inkscape), 734
 - przesuwanie komponentu po liście efektów filtra (Inkscape), 736
 - przycisk Add Effect (Inkscape), 733
 - przycisk New (Inkscape), 732
 - rodzaje obrazów źródłowych (Inkscape), 734
 - usuwanie filtra (Inkscape), 736
 - usuwanie komponentu z listy efektów filtra (Inkscape), 736
 - zmiana nazwy filtra (Inkscape), 733
- Filters*
 - menu rozwijalne efektów specjalnych (Inkscape), 372
- filtr
 - 'spłaszczenie' kolorów obiektu (Inkscape), 379
 - 'zabrudzenie' linii rysunku (Inkscape), 377
 - efekt 'spłaszczenia kontrastów' (Inkscape), 742
 - efekt barwnego 'szumu' (Inkscape), 738, 741
 - efekt rozmycia (Inkscape), 733
 - efekt rozmycia Gaussa (Inkscape), 740
 - efekt rozproszenia obiektów (Inkscape), 739, 741
 - efekt złożenia dwóch obrazów (Inkscape), 738, 739, 740, 743
 - efekt zmniejszania grubości (Inkscape), 737
 - Gaussian Blur* — porównanie z GIMP (Inkscape), 734
 - komponenty (efekty) (Inkscape), 733
 - łączenie efektów (Inkscape), 735
 - przełączanie źródła komponentu (Inkscape), 734
 - przykład złożonego rozmycia obrazu (Inkscape), 735
 - rodzaje obrazów wejściowych (Inkscape), 734
 - stworzenie nowego (Inkscape), 732
 - usuwanie komponentu z listy (Inkscape), 736
 - usuwanie z rysunku (Inkscape), 736
 - wstawienie nowego komponentu (efektu) (Inkscape), 733
 - wybielenie wszystkich kolorów obiektu (Inkscape), 373
 - złożenie kilku rozmyć Gaussa (Inkscape), 372
 - zmiana miejsca komponentu na liście (Inkscape), 736
 - zmiana nazwy (Inkscape), 733
- filtry
 - edytor efektów rastrowych (Inkscape), 372
 - menu *Filters* (Inkscape), 732
 - wprowadzenie do (Inkscape), 732
- Flip Horizontally*
 - polecenie z menu Image (GIMP), 33, 38
- Folders*
 - Brushes*
 - zakładka w oknie preferencji (GIMP), 661
- Foreground Color*
 - kolor pierwszoplanowy (GIMP), 659
- format
 - zapisu obrazów rastrowych, 766
- formowanie
 - chłodnic cieczy, 494
 - detali steru kierunku, 505
 - kabina — fazki na ramce oszklenia, 204
 - kadłub — chłodnice, 250
 - kadłub — chwyt powietrza do sprężarki, 193
 - kadłub — hierarchia części kabiny, 217
 - kadłub — kanały chłodnic, 250, 251
 - kadłub — kłapa skrzydła, 257
 - kadłub — klapy chłodnicy, 253
 - kadłub — krawędzie ogona, 166
 - kadłub — krawędź kabiny, 162
 - kadłub — luk kółka ogonowego, 169
 - kadłub — narożniki przed kabiną, 163

- kadłub — narożniki wlotu powietrza, 185
 kadłub — osłona awaryjnego zrzutu paliwa, 252
 kadłub — osłona silnika, 174
 kadłub — osłony chłodnic, 182, 266
 kadłub — osłony luf nkm, 188, 190
 kadłub — osłony silnika, 173
 kadłub — oszklenie grzbietu, 201
 kadłub — oszklenie za zagłówkiem pilota, 201
 kadłub — otwór kabiny pilota, 209, 213
 kadłub — otwór kolektora spalin, 196
 kadłub — owiewka kabiny, 208
 kadłub — owiewka kabiny pilota, 211
 kadłub — pierścień klap chłodnicy, 253, 495
 kadłub — podłużnice, 222, 468
 kadłub — podział osłony silnika na panele, 179
 kadłub — pokrywa kółka ogonowego, 259
 kadłub — połączenia dwóch części, 177
 kadłub — połączenie ze skrzydłem, 164
 kadłub — ramka oszklenia grzbietu, 202
 kadłub — ramka owiewki kabiny, 215, 216, 218
 kadłub — struktura wewnętrzna, 224
 kadłub — szyna owiewki kabiny, 214
 kadłub — ściany wewnętrzne, 220
 kadłub — tylna krawędź, 167
 kadłub — wgłębienia za zagłówkiem pilota, 198
 kadłub — wgłębienie, poprawianie, 206
 kadłub — wiatrochron kabiny, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 218
 kadłub — wnęka klapy skrzydła, 256
 kadłub — wnęka kółka ogonowego, 259
 kadłub — wnęka podwozia głównego, 256
 kadłub — wręga początkowa, 161
 kadłub — wręgi, 223
 kadłub — wylot z chłodnicy, 251, 267, 496
 kadłub — wytłaczania, 162
 kadłub — zagłębienia, 184
 kadłub — zaokrąglenia wlotu powietrza, 183
 kolektora spalin, 492, 493
 kołpak śmigła, 93
 korekta osłony chłodnicy, 266
 korekta owiewki podwozia, 267
 korekta wylotu z chłodnicy, 267
 lotka, 132
 lotka — oś obrotu, 133
 lotka — przednia krawędź, 131
 lotka — żebra, 132
 luf karabinów, 497
 łopaty śmigła, 100, 101, 103, 104
 oprofilowania płata — powierzchnie dolne, 247
 oprofilowania usterzenia, 237
 oprofilowanie statecznika pionowego, 239
 oprofilowanie statecznika poziomego, 238
 podwozie — kółko ogonowe, 421
 podwozie główne, 445
 poprawianie błędu, 206
 przesuwanie podłużnic, 176
 ramka oszklenia za zagłówkiem pilota, 202
 reflektor do lądowania, 498
 rurki Pitota, 498
 skrzydła — domknięcie końcówki, 125
 skrzydła — komora lotki, 135
 skrzydła — końcówki, 120
 skrzydła — krawędź spływu, 117
 skrzydła — kształt podstawowy, 116
 skrzydła — lotka, wycięcie, 130
 skrzydła — otwór podwozia, 138
 skrzydła — podłużnice, 113
 skrzydła — położenie podłużnic, 112
 skrzydła — profil końcowy, 115
 skrzydła — profil początkowy, 113, 115
 skrzydła — wstawienie żeber, 120
 skrzydła — wycięcie końcówki, 121
 skrzydła — wznios i kąt zaklinowania, 141
 skrzydła — zaokrąglenie końcówki, 123
 skrzydło — owiewki podwozia, 226, 227, 230, 232, 233, 235, 267
 statecznik pionowy, 156
 statecznik poziomy, 148
 statecznik poziomy — tylna ścianka, 148
 ster kierunku — końcówka, 157
 ster kierunku — krawędź spływu, 157
 ster kierunku — podstawa, 157
 ster wysokości, 150
 ster wysokości — końcówki, 150
 ster wysokości — krawędź spływu, 151
 ster wysokości — szczeliny na okucia, 152
 steru kierunku — przednia krawędź, 156
 steru wysokości — podstawa, 151
 stożka oprofilowania płata, 244
 światło pozycyjne, 502
 usterzenie pionowe — końcówka, 155
 usterzenie pionowe — kształt podstawowy, 154
 usterzenie pionowe — położenie podłużnic, 154
 usterzenie poziome — grubość końcówek, 144
 usterzenie poziome — końcówki, 146
 usterzenie poziome — kształt podstawowy, 144
 usterzenie poziome — podłużnice, 143

- usterzenie poziome — profil początkowy, 144
 - weryfikacja kształtu krawędzi siatki, 177
 - wgłębienia w kadłubie, 198
 - wykorzystanie wzorcowej powłoki, 190
 - zagęszczenie siatki, 188
 - zwielokrotnienie podłużnic, 175
 - fotel
 - pilota, 469, 471
 - pilota, różnice w typie, 469
 - fotografia
 - otoczenia
 - gdzie znaleźć, 509, 524
 - użycie, 509, 524
 - Fractal Noise*
 - typ turbulencji (Inkscape), 738
 - frame*
 - klatka animacji, 1029
 - kontrolka do zmiany klatki, 1029
 - Free Select*
 - polecenie z menu Tools (GIMP), 37, 645
 - Fresnel*
 - parametr shadera z zestawu Shading
 - Material buttons, 981
 - typ shadera z zestawu Shading
 - Material buttons, 388, 980
 - współczynnik z panelu MirrorTrans, zestawu Shading
 - Material buttons, 977, 981, 985
 - Full Copy*
 - opcja z menu Add scene, 778
- G**
- G**, *Patrz* Grab/Move
 - składnik barwy, 604
 - gabarytowy
 - rysunek (P-40B/C), 42
 - Galaxy*
 - rodzaj pędzla (GIMP, zakładka Brushes), 666
 - Gauss*
 - metoda rozmycia obrazu (GIMP), 663
 - metoda wygładzania linii (podczas redneringu), 975
 - typ filtra OSA (oversampling), 275
 - Gaussian Blur*
 - Blur radius*
 - parametr w oknie Gaussian Blur (GIMP), 298
 - efekt filtra obrazu (Inkscape), 740
 - komponent filtra (Inkscape), 733
 - polecenie z menu Filters (GIMP), 298, 663
 - różnice w porównaniu z GIMP (Inkscape), 734
 - geometria
 - profilu lotniczego, 590
 - Gloss*
 - parametr odbicia (Ray Mirror) z zestawu Shading
 - Material buttons, 987
 - rozmycie odbicia obrazu otoczenia, 598
 - współczynnik z panelu MirrorTrans, zestawu Shading
 - Material buttons, 977
 - gładki
 - węzeł (Inkscape), 699
 - główne
 - okno (GIMP), 623, 624, 625
 - okno (Inkscape), 679
 - godła
 - w postaci wektorowej (Inkscape), 746
 - gondola podwozia
 - obraz poszycia, 364
 - poprawki siatki, 365
 - Göttingen
 - profile (lotnicze), 591
 - Grab*
 - polecenie z menu Pose, 817
 - Grab On Axis*
 - polecenie z menu *Object*, 76
 - Grab/Move*
 - polecenie z menu Curve, 843
 - polecenie z menu Mesh, 860
 - polecenie z menu *Object*, 74, 850
 - polecenie z menu UVs, 939
 - gradient
 - aktualny wzór (Inkscape), 722
 - dodawanie węzła do wzorca (Inkscape), 723
 - edycja kształtu (Inkscape), 720
 - edycja wzoru (Inkscape), 722
 - położenie węzła we wzorcu (Inkscape), 723
 - ponowne użycie wzoru (Inkscape), 722
 - skopiowanie wzoru (Inkscape), 722
 - tryb powtarzania (Inkscape), 721
 - wybór wzoru (Inkscape), 722
 - wypełnienie kołowe (Inkscape), 723
 - wypełnienie liniowe (Inkscape), 720
 - zmiana geometrii (Inkscape), 720
 - Gradient editor*
 - okno edycji wzoru gradientu (Inkscape), 722
 - Grayscale*
 - polecenie z menu Image (GIMP), 638
 - typ przestrzeni barw (GIMP), 660
 - Grease Pencil*
 - Add New Layer*
 - przycisk w oknie dialogowym, 1038

Draw Mode

przełącznik w oknie dialogowym, 1038
 linie pomocnicze, 530, 1037
 okno dialogowe, 1037

Opacity

przełącznik w oknie dialogowym, 1038
 parametry linii, 1038
 polecenie z menu View, 1037

Sketch in 3D

przełącznik w oknie dialogowym, 1038

Thickness

przełącznik w oknie dialogowym, 1038

Use Grease Pencil

przełącznik w oknie dialogowym, 1037
 warstwy, 1038

Grey

filtr — ‘spłaszczenie’ kolorów obiektu (Inkscape), 379

Group

polecenie z menu Object (Inkscape), 719
 przykład użycia (Inkscape), 310

Grow

polecenie z menu Select (GIMP), 386, 647, 673

Grow Selection

okno dialogowe (GIMP), 647

grubość

linii (Inkscape), 695

grupa

połączenie obiektów (Inkscape), 719
 wierzchołków siatki, 903, 928
 wierzchołków siatki, nazwa, 903
 zmiana wewnętrznych obiektów (Inkscape), 719

guides

linie (Inkscape), 692
 linie pomocnicze (GIMP), *Patrz* linie,pomocnicze
 linie pomocnicze (Inkscape), 692

guma

bruzdy bieżnika opony, 1003
 odwzorowanie bieżnika opony, 1001
 odwzorowanie chropowatości, 999
 odwzorowanie chropowatości bieżnika opony, 1002
 odwzorowanie zabrudzeń, 1000
 podstawowe ustawienia materiału, 998

gumka

narzędzie w GIMP, 29, 636, 649, 650, 666

H

H, *Patrz* Hide Selected

hamulec

tarcza koła głównego, 446

Handle Panel, *Patrz* panel sterowania uchwytami

okno programu, 845
 pole *Position*, 847
 przycisk *Apply*, 847
 przycisk *Reset*, 847
 przykład przygotowania uchwytów, 466
 przykład zastosowania, 466
 skrypt z menu Scripts→Misc, 845
 zakładka *Cockpit*, 848
 zakładka *Label*, 847

HandlePanel.py

skrypt Pythona, 845

Hard

parametr shadera z zestawu Shading
 Material buttons, 976, 983, 985, 998, 1005, 1007,
 1012
 twardość odbłyśków, przykład użycia, 280

Hard edge

zaznaczanie krawędzi pędzla (GIMP), 667, 669, 671

HDR

edycja obrazów HDRI, 596
 format zapisu obrazów panoramicznych, 596

HDRI

obrazy otoczenia wysokiej jakości, 596
 przykład edycji panoramy, 599
 przykład obrazu panoramicznego, 596

Hemi

przykład ustawień dla źródła światła, 273, 275
 utworzenie źródła światła, 792
 właściwości źródła światła, 971

Hide Selected

polecenie z menu Object, 809

hierarchia

elementów skrzydła, 135
 elementów usterzenia poziomego, 152
 ustalanie dla obiektów, 800, 913
 wizualizacja powiązań (parent), 802
 wyłączanie obiektu z, 801

holes.png

obraz otworów technicznych, 405

horyzont

całkowite zasłonięcie chmurami, 601
 przykład obniżenia w panoramie, 599
 wpływ położenia linii na scenę, 598, 600

HTML notation

pole okna Change Color (GIMP), 659

I

I, *Patrz* Insert Keyframe, *Patrz* Inverse

*Image**Load*

przycisk panelu z zestawu Shading

Texture buttons, 963

panel z zestawu Shading

Texture buttons, 962

Reload

odświeżenie (ponowne pobranie z dysku) obrazu,
294

przycisk panelu z zestawu Shading

Texture buttons, 963

typ danych przekazywanych pomiędzy węzłami, 1033

wybór danych w warstwie renderowania, 1034

Image Paint

okno edycji obrazu rastrowego w UV/Image Editor,
933

okno przybornika (UV/Image Editor), 952, 953

Image Properties

polecenie (Inkscape), 683

import

biblioteki dynamicznych wzorców, 768

tryb 'odysłaczy' (Link), 768

tryb kopiowania (Append), 768

wybór elementów z pliku Blendera, 768

z pliku Blendera, 767

Import

polecenie z menu File (Inkscape), 292, 540, 682

informacje

o aktualnym rysunku, 63

Inkscape

wydajność, problem dla większych plików, 366

wydajność, problem z wykorzystaniem RAM, 366

Insert Key

polecenie z menu Object, 1029

Insert Keyframe

polecenie z menu Object (3D View), 1029, 1030

intensywność

składnika barwy, 604

źródła światła, 971

Interior Green

barwa wnętrza kabin samolotów USAAF, 610, 612

Intersect with Selection

polecenie z menu kontekstowego Channels (GIMP),
652

Inverse

polecenie z menu Select, 856, 904

IOR

współczynnik refrakcji z panelu MirrorTransp,
zestawu Shading

Material buttons, 977, 981

IPO Curve

edytor, 1029

korekty po założeniu, 1031

nadanie nazwy, 1031

przykład użycia, 511

przypisanie obiektowi istniejącej, 780

stworzenie nowej, 1029

tryby ekstrapolacji, 1031

wyjaśnienie pojęcia, 1029

IPO Curve Editor

edycja lini IPO, 1031

edytor linii animacji, 1029

elementy okna, 1029

wybór linii, 1031

J*Jackiewicz, Jacek*

nazwy rysunków, 29

pochodzenie rysunków, 26

porównanie rysunków, 52

jednostka

do jedn. rzeczywistych, 92

Jitter

rodzaj pędzla (GIMP), 668

*Join Areas, Patrz scalanie:okna**Join Objects*

polecenie z menu Object, 806

przykład użycia, 139

K*kabina*

Ambient Occlusion, problem, 479

Ambient Occlusion, rozwiązanie problemu, 479

celownik odbłaskowy, elementy, 476

detale tablicy

przrzędów pokładowych, 475

dotatkowe materiały, 475

dopasowanie do figury pilota, 487

dopasowanie figury pilota, 488

drążek sterowy, 479

element główny figury pilota, 487

elementy podstawowe, 468

figura pilota, inne poprawki, 488

figurka pilota, 486

formowanie — poprawianie oszklenia, 388

formowanie — poprawianie wgłębienia, 206

formowanie oszklenia za zagłówkiem pilota, 201

formowanie otworu na, 209, 213

- formowanie owiewki, 208, 211
- formowanie owiewki wiatrochronu, 214
- formowanie podłużnic, 222, 468
- formowanie ramki oszklenia za zagłówkiem pilota, 202
- formowanie ramki owiewki, 215, 216, 218
- formowanie ramki wiatrochronu, 210, 211, 218
- formowanie struktury wewnętrznej, 224
- formowanie szyny owiewki, 214
- formowanie ścian wewnętrznych, 220
- formowanie wgłębienia za zagłówkiem pilota, 198
- formowanie wiatrochronu, 209, 210
- formowanie wręg, 223
- formowanie wzmocnienia wiatrochronu, 212, 213
- fotel pilota, 469, 471
- gotowa (testowy render), 490
- hierarchia części, 217
- import figury pilota, 487
- krawędź otworu, 162
- lewa burta, 477
- mechanizm osłony kabiny, 480
- modelowanie wskaźników, 473
- napisy eksploatacyjne, 475
- odbicia w szkłe wiatrochronu, 483
- orczyk, 477
- otwory w tablicy przyrządów, 472
- pasy — końcówki, 482
- plakietki z napisami, 475
- plik z figurą pilota, 486
- początek modelowania wnętrza, 468
- podłoga, 471, 479
- podstawowe materiały wnętrza, 468
- podział na strefy, 477
- podział na strefy, 484
- prawa burta, 480
- przewody elastyczne, 480
- przygotowanie powłoki, 468
- rozwińnięcie wnętrza w UV, 469
- różnice w typie foteli pilota, 469
- sprzączki pasów, 481
- sterowanie hydrauliką klap i podwozia, 478
- szczególty wiatrochronu, 476
- tablica
 - przyrządów pokładowych, 474
- tablica instalacji elektrycznej, 478, 479
- tablica przyrządów, 471
- tablica przyrządów i otoczenie, 477
- taktyka wykonania szczegółów, 477, 484
- tekstura barwy powierzchni wewnętrznych, 470
- tekstura nierówności powierzchni wewnętrznych, 470
- tekstura odbić powierzchni wewnętrznych, 470
- tekstura tarcz wskaźników, 474
- tylna ściana, 481
- uprząż pilota, 481, 489
- weryfikacja szkieletu kadłuba, 468
- kadłub
 - błędny kształt, 546, 555
 - formowanie chłodnic, 250
 - formowanie chwytu powietrza do sprężarki, 193
 - formowanie kanałów chłodnicy, 250, 251
 - formowanie klap chłodnicy, 253
 - formowanie klapy skrzydła, 257
 - formowanie narożników wlotu powietrza, 185
 - formowanie oprofilowania płata, 242, 244, 247
 - formowanie oprofilowania usterzenia, 237
 - formowanie osłony awaryjnego zrzutu paliwa, 252
 - formowanie osłony chłodnic, 182, 266
 - formowanie osłony luf nkm, 188, 190
 - formowanie osłony silnika, 173, 174
 - formowanie otworu kabiny pilota, 209, 213
 - formowanie otworu na kolektor spalin, 196
 - formowanie owiewki kabiny pilota, 208, 211
 - formowanie owiewki wiatrochronu kabiny, 214
 - formowanie pierścienia klap chłodnicy, 253, 495
 - formowanie podłużnic, 222, 468
 - formowanie ramki owiewki kabiny, 215, 216, 218
 - formowanie ramki wiatrochronu kabiny, 210, 211, 218
 - formowanie struktury wewnętrznej, 224
 - formowanie szyny owiewki kabiny, 214
 - formowanie tylnej krawędzi, 167
 - formowanie wewnętrznych ścian kabiny, 220
 - formowanie wgłębienia za zagłówkiem pilota, 198
 - formowanie wiatrochronu kabiny pilota, 209, 210
 - formowanie wnęki klapy skrzydła, 256
 - formowanie wnęki podwozia głównego, 256
 - formowanie wręg, 223
 - formowanie wylotu z chłodnicy, 251, 267, 496
 - formowanie wzmocnienia wiatrochronu kabiny, 212, 213
 - formowanie zagłębienia, 184
 - formowanie zaokrąglenia wlotu powietrza, 183
 - hierarchia części osłony kabiny, 217
 - kołpak śmigła
 - obraz poszycia, 363
 - krawędź kabiny, 162
 - krawędź przenikania ze skrzydłem, 164
 - luk kółka ogonowego, 169, 259
 - maska silnika

- obraz poszycia, 363
- narożniki przed kabiną, 163
- obraz poszycia, 362
- pierwsza wręga, 161
- podział osłony silnika na panele, 179
- połączenie z osłoną silnika, 177
- przesuwanie podłużnic, 176
- UV, chwyt powietrza, 343
- UV, dopasowanie siatek, 345
- UV, druga, symetryczna połowa, 339, 340, 345
- UV, kołpak śmigła, 349
- UV, łopata śmigła, 349
- UV, maska silnika, 343
- UV, nanoszenie szwów, 339
- UV, oprofilowanie skrzydła, 350
- UV, osłona chłodnic, 343, 398
- UV, osłona chwytu powietrza, 344
- UV, osłony karabinów, 344
- UV, oszklenie kabiny, 352
- UV, powierzchnie wewnętrzne, 355
- UV, pozycja na obrazie, 342
- UV, ramki kabiny, 353
- UV, rozwinięcie ogona, 338
- UV, weryfikacja, 340
- UV, wnętrze chłodnicy, 357
- weryfikacja kształtu krawędzi siatki, 177
- wiatrochron kabiny, 476
- wytlaczanie, 162
- zwielokrotnienie podłużnic, 175
- kadrowanie
 - obrazu, 631
- kamera
 - dostosowanie parametrów, 271
 - elementy podglądu w oknie 3D View, 812
 - ogniskowa, 813
 - podgląd projekcji w oknie 3D View, 812
 - powiązanie z powierzchnią podłoża, 527, 535
 - pozowanie modelu, 509
 - przełączanie na aktywną, 271
 - przykład zastosowania w Blenderze, 271
 - utworzenie, 793
 - użycie obiektu jako celu (focus), 272
 - widok z, 70
 - zasięg, 813
 - zmiana aktywnej, 793
- kamuflaż
 - analiza na podstawie zdjęcia, 414
 - korygowanie bezpośrednio na modelu, 414
 - nałożenie barwnego ‘szumu’, 389
 - nałożenie barwy podstawowej, 386, 412, 413
 - naniesienie barwnych zabrudzeń, 392
 - naniesienie ogólnego ‘wyblaknięcia’, 393
 - naniesienie plam, 413
 - naniesienie przetarć i odprysków farby, 390, 415
 - naniesienie zacieków, 415
 - sprawdzanie układu plam, 414
 - tekstura barwy, 415
 - tekstura odbicia (rozpraszania) światła, 415
- kanal
 - barwy, *Patrz* składnik, RGB
 - chłodnicy, materiały, 496
- karabin
 - formowanie lufy, 497
 - materiał lufy, 497
- kąt zaklinowania
 - skrzydła, 141
- kątowe
 - mapowanie panoramy, 596
- Key*
 - opcja wyboru tła (panel Render), 782
- keyframe*
 - ustalenie położenia obiektu, 1029
 - wyjaśnienie pojęcia, 1029
- kinematyka
 - elastycznego przewodu, 455
- kinematyka odwrotna
 - problemy, 820
- kłapa
 - rozwinięcie w UV, 356
 - skrzydłowa, rozwinięcie w UV, 352
 - wnęka, rozwinięcie w UV, 356
- kłapy
 - chłodnicy, mechanizm, 495
 - dźwignia sterowania, 478
 - skrzydła, mechanizm, 499
 - skrzydła, -pominięcie, 129
- kłapy chłodnicy
 - sterowanie obrotem, 496
- kłapy skrzydła
 - sterowanie obrotem, 502
- klatka
 - aktualna (w animacji), 1029
 - animacji, 1029
 - kluczowa, 1029
 - ustalenie położenia obiektu, 1029
 - wyjaśnienie pojęcia, 1029
 - zmiana aktualnej, 1029
- klawiatura

- laptopa, 758
- numeryczna, 758
- klonowanie
 - podwozia głównego, 460
 - poprawianie nazw po, 461
- Knife*
 - przykład użycia, 121
- Knife Subdivide*
 - polecenie z menu Edges, 871
- kolejność
 - zmiana dla obiektów (Inkscape), 691
- kolektor
 - spalin, formowanie, 492, 493
 - spalin, materiał, 494
- kolor
 - intensywność, składnika barwy, 604
 - materiału, 958
 - nieprzejrzystość, składnik barwy, 604
 - odcienie podkładu (*primer*), 610
 - odniesienia do Federal Standard 595B, 610
 - odwzorowanie barw samolotu, 609
 - pierwszoplanowy (GIMP), 659
 - problemy ze wzorcami, 611
 - składniki barwy, 604
 - sposób zapisu, 604
 - wzorce barw, 610
 - wzorce barw w internecie, 610
 - zmiana aktualnego (GIMP), 634
 - zmiana na wskazany (GIMP), 659
 - zmiana trybu (GIMP), 634, 638, 648
 - zmiany w wyniku eksploatacji, 609
- kolory
 - włączenie (GIMP), 634, 638, 648
- koło główne
 - barwy wnęki, 459
 - cylinder amortyzatora, 447
 - formowanie, 445
 - goleń, 446, 447
 - okucia osi obrotu, 453
 - hak holowniczy, 447
 - luk dla, 452
 - lustrzane odbicie, 461
 - łączniki
 - kinematyka, 450
 - okucia, 448
 - łączniki amortyzatora, 448
 - nakrętki, 449
 - nierówności wneki, 460
 - opona, 445
 - pokrywa boczna, 457, 465
 - popychacz, 457
 - pokrywa goleni, 456, 464
 - poprawianie nazw po powieleniu, 461
 - popychacze, 453
 - powielenie, 460
 - problem z ograniczeniem, 461
 - przewód hamulcowy, 454
 - kinematyka, 455
 - rozwiązanie problemu z ograniczeniem, 462, 463, 464
 - szkice wykonawcze, 445
 - śruby, 449
 - tarcza hamulca, 446
 - tłok amortyzatora, 446
 - ugięcie amortyzatora, 450
 - weryfikacja ruchu, 465
 - zębátky, 453
- kołpak śmigła
 - błędny kształt, 555
 - formowanie, 93
- kontrolki
 - podpowiedzi, 61
- końcówka
 - łopaty śmigła, 104
 - skrzydła, formowanie, 120, 125
 - usterzenia poziomego, formowanie, 146
- kopiowanie
 - obiektu, 796, 797
 - obiektu (Inkscape), 716
 - tekstury, 965
 - wzoru gradientu (Inkscape), 722
- korekta
 - kształtu grzbietu kadłuba, 265, 266
 - owiewki podwozia, 267
 - przesunięcie chłodnicy cieczy, 266
 - wylotu z chłodnicy cieczy, 267
- korekta IPO Curve po złożeniu, 1030
- kości
 - (armatury) — wyjaśnienie pojęcia, 815
 - edycja, 815
 - kinematyka odwrotna, 817
 - nazwy własne, 816
 - parametry sterujące, 816
 - pozycja spoczynkowa, 817
 - problemy z kinematyką odwrotną, 820
 - przypisanie jako 'rodzica' obiektu, 818
 - tryb wyświetlania, 817
 - utworzenie, 816
 - wytłoczenie nowej, 816

- zaznaczanie, 815
- zaznaczanie razem z obiektem, 818
- kółko ogonowe
 - amortyzator, 426, 427, 436
 - amortyzator — okucie, 426
 - ciągna (kierujące), 429, 439
 - formowanie, 421
 - formowanie luku, 169
 - formowanie pokryw, 259
 - formowanie wnęki, 259
 - goleń, 421
 - materiał goleni, 422
 - materiał opony, 423
 - mechanizacja, 434
 - mechanizm chowania, 428, 436
 - okucie pokrywy, 431, 443
 - okucie wahacza, 425
 - opona, 423
 - pisata, 423
 - pokrywa — kopia robocza, 430, 440
 - pokrywy, 440
 - popychacz, 436, 437
 - popychacze pokryw, 431, 443
 - szkice wykonawcze, 421
 - uchwyt (sterujący), 435, 465
 - wahacz, 424, 429, 435
 - wręga (z okuciami), 430
 - wypusty wahacza, 424
- krawędziowe
 - punkty, krzywych podziałowych, 571
 - punkty, powierzchni podziałowych, 579
- krawędź
 - barwa zaznaczonej, 855
 - cienie wzdłuż ostrego załamania, 180
 - częściowo ostre, 585
 - fazowanie, 922
 - formowanie wokół otworu, 162, 166
 - ostra (powłoki podziałowej), 583
 - oznaczanie jako szwu UV, 905
 - podział, 873
 - powierzchni podziałowych, 582
 - przecięcia siatek, 803
 - regulacja ostrości, 877
 - siatki, 853
 - spływu, skrzydła, 117
 - stworzenie, 885
 - szwy UV, widoczność, 905
 - usuwanie, 881
 - wyostrzenie, 97, 98
 - wytłoczenie, 866
 - zaokrąglanie, 922
 - zaokrąglenia, wyznaczanie, 190
- kreskowanie
 - linii (Inkscape), 695
- krzywa
 - edycja, 843
 - kierunek poprzeczny do, 844
 - krańce — położenie, 844
 - krańce — styczne, 844
 - odwzorowanie łuku (Inkscape), 701
 - punkt szczególny, 916
 - skręcenie poprzeczne modyfikowanej siatki, 482, 918
 - styczne do (Inkscape), 698, 699
 - tekst, deformacja (Inkscape), 715
 - utworzenie, 842
 - wielobok sterujący, 844
 - wygięcia deformowanej siatki, 918
 - wyginanie wzdłuż, 481, 492, 913, 919
 - wytłoczenie (rozbudowa), 843
 - z tekstem — zmiany (Inkscape), 715
- krzywa ostateczna
 - linii podziałowych, 571
- krzywe podziałowe
 - a NURBS, 573
 - krzywa ostateczna, 571
 - odwzorowanie okręgu, 575
 - otwarte, 577
 - punkty krawędziowe, 571
 - punkty sterujące, 571
 - punkty wierzchołkowe, 572
 - segmenty, 573
 - wielobok oryginalny, 571
 - wielobok sterujący, 571
 - właściwości, 574
 - wprowadzenie, 571
 - wrażenia algebraiczne, 573
 - zakres wpływu, 574
- kursor
 - 2D, 937
 - 3D, 78, 770
 - sceny, 770
 - tekstury, 937
- kursor 3D
 - umieszczanie w wierzchołku, 896
- kwadrat
 - utworzenie, 788

L

Label

zakładka panelu sterowania uchwytem, 847

Lambert

typ shadera z zestawu Shading

Material buttons, 1005, 1007

*Lamp**Dist*

pole panelu z zestawu Shading, 971

Energy

pole panelu z zestawu Shading, 971

panel z zestawu Shading, 971

podzestaw paneli, 84

polecenie z menu Add, 792

polecenie z menu Add, przykład zastosowania w

Blenderze, 271

RGB

pola panelu z zestawu Shading, 971

laptop

klawiatura, 758

Layer to Image Size

polecenie z menu Layer (GIMP), 637

*Layers**Mode*

tryb łączenia obrazów na warstwach (GIMP), 298

polecenie z menu Layer (Inkscape), 686

zakładka (GIMP), 641

zakładka okna głównego (GIMP), 46, 638

Lens Distortion

filtr obrazu (GIMP), 551

*Level of Details, Patrz LoD**Levels*

pole z panelu Modifiers, 787, 790, 868

w modyfikatorze Subsurf, 787, 790

lewa burta

kabiny, 477

licznik użycia

bloku danych Blendera, 566

Lighten

sposób nakładania barw, 608

*Limit Distance**Clamp Region*

opcja Surface, 835

rodzaj obszaru 'dozwolonego', 835

lista modyfikatorów, 835

przykład zastosowania, 450

Target

nazwa 'celu' dla osi, 835

utworzenie, 835

*Limit Location**CSpace*

wybór typu układu współrzędnych, 828

For Transform

przełącznik, ograniczający transformacje, 828

lista modyfikatorów, 827

Local (WithoutParent)

lokalny układ współrzędnych obiektu, 828

Max#

współrzędne końca zakresu, 828

Min#

współrzędne początku zakresu, 828

opis ograniczenia, 827

przykład użycia, 436, 438

utworzenie, 827

World Space

globalny układ współrzędnych, 828

Lines

rodzaj pędzla (GIMP), 671

lines.png

pomocniczy plik z liniami szwów poszycia, 390, 393

linia

edycja wierzchołków (Inkscape), 545

pomocnicza, 530, 1037

barwa, 1038

nieprzejrzystość, 1038

parametry, 1038

rysowanie, 1038

rysowanie odcinków linii prostej, 1039

rysowanie w przestrzeni modelu, 1038

szerokość, 1038

tryb rysowania, 1038

usuwanie, 1038

warstwy, 1038

wyłączenie trybu rysowania, 1039

wierzchołków, 853, 856

linie

barwa (Inkscape), 695

dodawanie wężła (Inkscape), 700

edycja (Inkscape), 697, 698

grubość — zmiana (Inkscape), 695

kreskowane (Inkscape), 695

krzywe (Inkscape), 698

obrys (*stroke* Inkscape), 695

obrysy zamknięte (Inkscape), 694

podziału poszycia, na mapie nierówności, 359

pomocnicze (GIMP), 28, 632

pomocnicze (Inkscape), 692

proste (GIMP), 634

- proste (Inkscape), 694, 697
- rysowanie prostych (Inkscape), 694
- styczne do krzywej (Inkscape), 698, 699
- usuwanie węzła (Inkscape), 700
- wygładzanie (podczas renderingu), 974
- zamykanie obrysu (Inkscape), 694
- linie podziałowe, *Patrz* krzywe podziałowe
- Link*
 - tryb importu z pliku Blendera, 768
- Link and Materials*
 - Assign*
 - przycisk na panelu (obszar Vertex Groups), 903
 - przycisk panelu z zestawu Editing, 900
 - Delete*
 - przycisk panelu z zestawu Editing, 900
 - Desel.*
 - przycisk na panelu (obszar Vertex Groups), 903
 - New*
 - przycisk na panelu (obszar Vertex Groups), 903
 - panel z zestawu Editing, 899, 903
 - Remove*
 - przycisk na panelu (obszar Vertex Groups), 904
 - Select*
 - przycisk na panelu (obszar Vertex Groups), 903
- Link ObData*
 - opcja z menu Add scene, 778
- Link Objects*
 - opcja z menu Add scene, 778
- Links and Pipeline*
 - Add New*
 - przycisk panelu z zestawu Shading
 - Material buttons, 957
 - ME*
 - opcja panelu z zestawu Shading
 - Material buttons, 959
 - OB*
 - opcja panelu z zestawu Shading
 - Material buttons, 959
 - panel z zestawu Shading
 - Material buttons, 899, 958, 983
- Live Unwrap Transform*
 - opcja z menu UVs, 304, 944
- Load Library*
 - nawigacja w oknie, 767
 - okno, 767
 - przycisk, 768
 - wybór elementów, 768
- Load Plugin*
 - przycisk z panelu Plugin, 1017
- Locked Track*
 - dopasowywanie osi, 440
 - lista modyfikatorów, 823
- Lock*
 - oś 'zablokowana' (obrotu), 824
 - określanie neutralnej pozycji 'celu', 824
 - opis ograniczenia, 823
 - problemy z obiektami o ujemnej skali, 499, 500
 - przykład użycia, 435, 436, 820
- Target*
 - nazwa 'celu' dla osi, 823
- To*
 - oś śledząca cel, 824
 - przykład — kłapa skrzydła, 824
 - utworzenie, 823
- LoD*
 - wyjaśnienie pojęcia, 1020
- Loopcut*
 - polecenie z menu Edge Specials, 875
 - przykład użycia, 95, 124, 125
 - wstawianie nowych żeber w płacie, 335
- lotka
 - oś obrotu, 133
 - przednia krawędź, 131, 132
 - rozwińnięcie w UV, 351
 - wnęka, 'odwijanie' w UV, 330
 - żebra, formowanie, 132
- lotki
 - mechanizm, 500
 - sterowanie obrotem, 502
- Lower to Bottom*
 - polecenie z menu Object (Inkscape), 691
- lustrzane odbicie
 - obiektów, przykład, 838
 - podwozia głównego, 461
 - siatki, 889, 923
- LZW*
 - metoda kompresji obrazu, 630

Ł

- łączenie
 - barw, przykład, 605
- łopata śmigła
 - formowanie, 100, 104
 - kształt w rzucie z boku, 110
 - kształtowanie końcówki, 104
 - powielenie, 109
 - skręcenie, 106
 - typowy przekrój, 102

ukształtowanie obrysu z przodu, 103
wyłaczanie podstawowego kształtu, 101

łuk

odwzorowanie krzywą (Inkscape), 701
rysowanie (Inkscape), 706

Łukasik, Mariusz

nazwy rysunków, 29
pochodzenie rysunków, 26
porównanie rysunków, 52

M

M, *Patrz* Move to Layer

M (GIMP), *Patrz* Move

Make Edge/Face

polecenie z menu Mesh, 883, 885
przykład użycia, 113, 124

Make Faces

menu opcji tworzenia ścian, 884

Make Parent

polecenie z menu Object, 800, 913
przykład użycia, 109

Make Parent To

menu rozwijalne przypisania 'rodzica', 818

Make Real

przycisk z panelu Curve parent deform, 913

Make Single User

polecenie z menu Object, 780

Make Track

menu ograniczeń obiektu, 272
menu podręczne, 821

manipulator 3D

wyłączenie, 760

Map Image

panel z zestawu Shading
Texture buttons, 962

Map Input

Flat

przycisk na panelu z zestawu Shading
Material buttons, 294

Nor

tryb nałożenia tekstury, 992

ofsX

przycisk na panelu z zestawu Shading
Material buttons, 294

ofsY

przycisk na panelu z zestawu Shading
Material buttons, 294

ofsZ

przycisk na panelu z zestawu Shading

Material buttons, 294

Orco

przycisk na panelu z zestawu Shading
Material buttons, 294

panel z zestawu Shading

Material buttons, 294, 929

Refl

tryb nałożenia tekstury, 990

sizeX

przycisk na panelu z zestawu Shading
Material buttons, 294

sizeY

przycisk na panelu z zestawu Shading
Material buttons, 294

sizeZ

przycisk na panelu z zestawu Shading
Material buttons, 294

Win

tryb nałożenia tekstury, 1042

X

przycisk na panelu z zestawu Shading
Material buttons, 294

Y

przycisk na panelu z zestawu Shading
Material buttons, 294

Z

przycisk na panelu z zestawu Shading
Material buttons, 294

Map To

Add

tryb łączenia tekstur, 1003

Alpha

opcja z panelu Map To, zestawu Shading
Material buttons, 995

Amb

tryb działania tekstury, 403

Col

intensywność mapowania barw przez teksturę, 295
włączenie mapowania barw przez teksturę, 295

Csp

tryb działania tekstury, 404

Difference

tryb łączenia tekstur, 995

Hori

mapowanie panoramy otoczenia, 286

Mix

tryb łączenia tekstur, 295

Nor

pole z panelu Map To, zestawu Shading

- Material buttons, 995
- włączenie mapowania nierówności przez teksturę, 296
- panel mapowania tekstury otoczenia sceny, 286
- panel z zestawu Shading
 - Material buttons, 295
 - World buttons, 286
- Subtract*
 - tryb łączenia tekstur, 1002
- trzy stany przełącznika, 296
- ZenDo*
 - mapowanie panoramy otoczenia, 286
 - pole panelu z zestawu *Shading*
 - World buttons*, 597, 601
- ZenUp*
 - mapowanie panoramy otoczenia, 286
- mapowanie
 - cylicydryczne panoramy, 596
 - kątowe, panoramy, 596
- Marble*
 - tekstura proceduralna - przykład użycia, 1010
- Mark Seam*
 - polecenie z menu Edge Specials, 905
 - polecenie z menu Mesh, 905
 - zaznaczanie linii podziału ścian siatki, 332
- maska
 - ograniczanie obszaru działania tekstur, 1001
- Material*
 - panel z zestawu Shading
 - Material buttons, 958
 - podzestaw paneli, 84
 - układ ekranu (3-Material), 776
- Material buttons*
 - podzestaw zestawu Shading, 965, 976, 983, 985, 989, 998, 1005, 1012
- material index*
 - indeks materiału, 899
- materiał
 - AO i oszklenie kabiny — opis problemu, 283
 - Blinn, shader, przykład użycia, 280
 - chłodnic cieczy, 494
 - dla elementów pomocniczych, 190
 - dodanie do siatki, 900
 - dural, 285, 985
 - dural - ustawienia domyślne, 985
 - emisja światła, 980
 - guma - ustawienia domyślne, 998
 - guma, bruzdy bieżnika opony, 1003
 - guma, drobne chropowatości, 999
 - guma, drobne chropowatości bieżnika opony, 1002
 - guma, drobne zabrudzenia, 1000
 - guma, geometria bieżnika opony, 1001
 - guma, geometria bruzd bieżnika opony, 1003
 - guma, geometria chropowatości, 999
 - guma, geometria chropowatości bieżnika opony, 1002
 - guma, geometria losowych zabrudzeń, 1000
 - guma, geometria losowych zabrudzeń bieżnika opony, 1004
 - guma, odwzorowanie bieżnika opony, 1001
 - guma, parametry tekstury chropowatości, 999
 - guma, parametry tekstury chropowatości bieżnika opony, 1002
 - guma, parametry tekstury zabrudzeń, 1000
 - guma, parametry tekstury zabrudzeń bieżnika opony, 1004
 - guma, ustawienia maski bieżnika opony, 1001
 - guma, ustawienia tekstury bruzd bieżnika opony, 1003
 - imitacja szkła organicznego, 280
 - indeks materiału siatki, 278
 - indeks w definicji siatki, 899
 - kamień, 533
 - kanał chłodnicy, 496
 - kolektora spalin, 494
 - lufy karabinu, 497
 - łopat śmigła, 384
 - metal, 285
 - modulacja rozproszenia światła przez teksturę, 300
 - odbicia otoczenia, 515, 981, 986
 - odbicia, dokładność wyznaczania rozmycia, parametr Samples, 987
 - odbicia, parametr Depth, 977
 - odbicia, parametr Fac, 977, 981
 - odbicia, parametr Fresnel, 977, 981, 985
 - odbicia, parametr Gloss, 977
 - odbicia, parametr ray Mir, 981, 985
 - odbicia, parametr Ray Mir, 977
 - odbicia, rozmycie, parametr Gloss, 987
 - odbicie lustrzane, 285
 - odbicie otoczenia, 596
 - odbicie panoramy nieba, 602
 - ogólne zabrudzenia, 984, 991
 - Oren-Nayar, shader, przykład użycia, 280
 - plastik, 983
 - plastik, geometria zabrudzeń i chropowatości, 984
 - plastik, parametry tekstury zabrudzeń, 984
 - podstawowe powłoki samolotu, 277
 - poszycia
 - ustawienia shaderów, 324, 416

- powielenie mapowania tekstury, 965
- problemy odwzorowania obrazu za szkłem, 982
- problemy odwzorowania obrazu za szkłem), 515, 526
- problemy z Ambient Occlusion, 978, 979
- przejrzyste cienie, parametr TraShadow, 978
- przejrzystość, parametr A(lpha), 976, 982, 983, 994
 - aktualna przejrzystość (materiału), 976, 982, 983, 994
- przejrzystość, parametr Depth, 976
- przejrzystość, parametr Fresnel, 977, 981
- przejrzystość, parametr IOR, 977, 981
- przejrzystość, parametr SpecTra, 977
- przejrzystość, parametr ZTrasnp, 406, 519, 526, 982, 983, 994
- przejrzystość, problemy z włączonym ZTrasnp, 407
- przejrzystość, przykład użycia parametrów, 281
- przejrzystość, współczynnik załamania światła, 977, 981
- przeniesienie wartości odbić i odbłyśków z tekstury, 324, 416
- przykład zastosowania, 190
- przypisanie do obiektu, 959
- przypisanie do siatki, 959
- przypisanie podstawowych tekstur, 302
- przypisanie różnych do indywidualnych ścian, 900
- przypisanie tekstury, 962, 964
- przypisywanie, 277
- Ray Mirror, przykład użycia, 282
- Ray Transp, przykład użycia, 281
- rozjaśnienie za pomocą emisji światła, 980
- shader odbłyśków (specular), 976
- shader światła rozproszonego (diffuse), 976, 983
- shader, parametr Fac, 981
- shader, parametr Fresnel, 981
- shader, parametr Hard, 976, 983, 985, 998, 1005, 1007, 1012
- shader, parametr Ref, 976, 981, 983, 985, 989, 998, 1012
- shader, parametr Refr, 983, 998, 1012
- shader, parametr rms, 981, 989
- shader, parametr Rough, 983
- shader, parametr Spec, 976, 981, 983, 985, 998, 1005, 1007, 1012
- skóra (brązowa) - ustawienia domyślne, 1007
- skóra (brązowa), fałdy i odblaski, 1009
- skóra (brązowa), geometria wzoru nierówności, 1008
- skóra (brązowa), odwzorowanie nierówności, 1008
- skóra (czarna) - ustawienia domyślne, 1005
- skóra (czarna), geometria wzoru nierówności, 1006
- skóra (czarna), odwzorowanie nierówności, 1007
- skóra, fałdy, 1010
- skóra, geometria fałd, 1010, 1011
- skóra, geometria zmatowień, 1006
- skóra, parametry tekstury fałd, 1010
- skóra, parametry tekstury zmatowień, 1006
- skóra, zmatowienia, 1006, 1008
- spektrum barw - edycja, 961, 989, 1005, 1012
- spektrum barw - parametry, 990
- spektrum barw - wyjaśnienie, 960
- stal, 989, 992
- stal - skrętka, 993
- stal - sprężyna, 994
- stal - ustawienia domyślne, 989
- stal, 'posrebrzona', 990
- stal, chropowata, 992
- stworzenie duplikatu, 291
- szkło, 976
- szkło o lepszej przejrzystości, 515, 980
- światła pozycyjnego, 502
- tekstura rozproszenia i odbicia (światła), 300
- tkanina - ustawienia domyślne, 1012
- tkanina, geometria chropowatości, 1015
- tkanina, geometria wzoru włókien, 1014
- tkanina, geometria zabrudzeń, 1013
- tkanina, odwzorowanie włókien, 1014, 1015
- tkanina, parametry tekstury chropowatości, 1015
- tkanina, parametry tekstury włókien, 1014
- tkanina, parametry tekstury zabrudzeń, 1013, 1016
- tkanina, zabrudzenia, 1013
- TraShadow (przejrzysty cień), przykład użycia, 282
- trawa, 534, 1042
- tryb Only Shad(ow), 529, 531
 - intensywność, 529
- twardość (Hard), przykład użycia, 280
- ustawienia domyślne, 976, 983
- utworzenie nowego, 957
- użycie spektrum barw, 960
- użycie tekstury proceduralnej, 984, 990, 991, 993, 994, 999, 1000, 1001, 1003, 1006, 1008, 1010, 1013, 1014
- wielokrotne przypisanie do siatki, 278
- wnętrze kabiny, detali, 475
- wnętrze kabiny, 468
- wpływ AO na materiały przejrzyste, 282
- wprowadzenie, 277
- wyłączenie cieni, 519
- zastosowanie shadera Blinn, 976, 983, 985, 998, 1012
- zastosowanie shadera CookTorr, 1005, 1007

- zastosowanie shadera Fresnel, 980
- zastosowanie shadera Lambert, 1005, 1007
- zastosowanie shadera Oren-Nayar, 976, 983, 985, 989, 998, 1012
- zastosowanie shadera WardIso, 980, 989
- zmiana barwy, 958
- zmiana nazwy, 958
- Maximize Window*
 - polecenie z menu *View*, 62
- MBLUR*
 - brak całkowitego rozmycia, 517
 - czas przetwarzania, 512, 783
 - opcja rozmycia ruchu, 779
 - optymalizacja (podział obiektów na sceny), 514, 516
 - powiązanie z wartościami OSA (próbkiowania), 512
 - rezultaty, 781
 - ustawienia, 512, 781
 - wpływ współczynnika Bf, 517
- mechanizacja
 - klap chłodnicy, 495
 - podwozie — kółko ogonowe, 434
 - pomocnicze ramię pokryw podwozia, 441
 - trajektoria pokryw podwozia, 442
 - uchwyt, 435, 451, 465
- mechanizm
 - klap skrzydła, 499
 - lotek, 500
- Median Point*
 - jako punkt odniesienia, 862, 941
 - przykład użycia, 94
- menu
 - przybornika (GIMP), 625
 - rozwijalne, 56
 - Tools (GIMP), 624
- Merge Limit*
 - pole z panelu *Modifiers*, 889
- mesh*, *Patrz* siatka
- Mesh*
 - panel z zestawu *Editing*, 808
 - w Blenderze, 565
- Mesh Intersection*
 - okno dialogowe, 804
 - opcja *Use B edges*, 804
 - opcja *Use diagonals*, 805
- Method*
 - lista z panelu *Ramps* (*Shading* *Material buttons*), 990
- Midlevel*
 - pole z panelu *Modifiers* (*Displace*), 926
- mieszanie
 - barw, przykład, 605
- Mirror*
 - lustrzane odbicie obiektów, 838
 - modyfikator siatki, 889, 923
 - modyfikator, wybór innego punktu odniesienia, 923
 - panel, przykład użycia, 143, 154
 - polecenie z menu *Object*, 838
 - problemy przy niektórych obiektach, 839
- Mirror Transp*
 - Fac*
 - współczynnik przejścia do lustrzanego odbicia (Fresnel), 285
 - Fresnel*
 - współczynnik kąta lustrzanego odbicia, 285
 - Gloss*
 - rozmycie lustrzanego odbicia, 286
 - stopień ‘wypolerowania’ metalowego poszycia samolotu, 286
 - panel z zestawu *Shading* *Material buttons*, 285
 - Ray Mirror*
 - włączenie lustrzanego odbicia, 285
 - RayMir*
 - intensywność lustrzanego odbicia, 285
- MirrorTransp*
 - panel z zestawu *Shading* *Material buttons*, 976, 977, 985
- Mix*
 - aktualny tryb ‘mieszania’ w malowaniu wag, 920
 - odmiana węzła kompozycji, 782
 - pole z panelu *Paint*, 920
 - sposób nakładania barw, 604, 605
- Mode*
 - sposób nakładania barw, 604
- model
 - pozowanie, 509
- Model*
 - układ ekranu (2-Model), 776
- Modifiers*
 - panel, 786, 790
 - panel z zestawu *Edit*, 868, 889, 910, 913, 923, 927
- modyfikator
 - Boolean, przykład zastosowania, 422
 - dodadnie, 868, 889, 913, 927
 - ograniczenie wpływu na siatkę, 920
 - Subsurf, 786, 790
 - system cząsteczek, 1042
 - usuwanie, 868

- zastosowanie w trakcie edycji, 914
 - modyfikatory
 - utworzenie, 786, 790
 - More*
 - Draw Seams*
 - przełącznik z zestawu Editing, 905
 - panel z zestawu Editing, 905
 - Morphology*
 - efekt filtra obrazu (Inkscape), 737
 - Erode*, parametr (Inkscape), 737
 - Radius*, parametr (Inkscape), 737
 - Motion Blur*
 - brak całkowitego rozmycia, 517
 - czas przetwarzania, 512, 783
 - optymalizacja, 514
 - powiązanie z wartościami OSA (próbkiowania), 512
 - przykład zastosowania, 779
 - rezultaty, 781
 - ustawienia, 512, 781
 - wpływ współczynnika Bf, 517
 - Move*
 - polecenie z menu Tools (GIMP), 654, 656
 - Move object centers only*
 - przełącznik w oknie 3D View, 825, 849
 - rezultat działania, 825, 850
 - Move Selection to Layer Above*
 - polecenie z menu Layer (Inkscape), 718
 - Move Selection to Layer Below*
 - polecenie z menu Layer (Inkscape), 718
 - Move to Layer*
 - polecenie z menu Object, 811
 - Multifractal*
 - odmiana tekstury proceduralnej Musgrave, 1013
 - Multiplication*
 - sposób nakładania barw, 607
 - Multiply*
 - sposób nakładania barw, 607
 - tryb łączenia obrazów na warstwach (GIMP), 298
 - tryb nakładania warstw (Inkscape), 327
 - Musgrave*
 - panel parametrów tekstury proceduralnej, 1013
 - tekstura proceduralna - przykład użycia, 1000, 1006, 1008, 1013
- N
- N**
 - polecenie z menu *Object*, *Patrz* Transform Properties
 - N** (GIMP), *Patrz* Pencil
 - NACA
 - profile lotnicze, 111, 144, 154, 591
 - NACA 2215
 - profil (lotniczy), 591
 - nacięcie
 - nowej krawędzi siatki, 871
 - nadir
 - panorama, 597, 601
 - nadlewka
 - artefakt powierzchni podziałowej, 232
 - nagłówek
 - okna 3D View, w trybie edycji obiektów, 785
 - okna 3D View, w trybie edycji siatki, 854
 - okna Blender, 56
 - okna UV/Image Editor, w trybie edycji siatki, 932
 - okna UV/Image Editor, w trybie malowania, 933
 - przesuwanie, 75
 - nakrętki
 - śrub, 449
 - napęd
 - sterowanie, 477
 - narożnik
 - powierzchni podziałowej, 584
 - narzędzia
 - miękki pędzel (GIMP), 664
 - nieregularna plama (GIMP), 666
 - pędzel okrągły (GIMP), 665
 - rozmyta kropka (GIMP), 665
 - narzędzie
 - pędzelek (GIMP), 634
 - tworzenie nowego pędzelka (GIMP), 660
 - wybór kształtu (GIMP), 636
 - wybór rozmiaru (GIMP), 636
 - zakładka opcji (GIMP), 636
 - nazwa
 - grupy wierzchołków siatki, 903
 - materiału, 958
 - obiektu, przykład nadania, 98
 - pliku z obrazem rozwinięcia UV, 948
 - tekstury, 962
 - uchwyty, 847
 - ustalanie dla nowego obrazu w UV/Image Editor, 946
 - zmiana dla sceny, 778
 - zmiana dla układu ekranu, 777
 - zmiana dla warstwy (Inkscape), 642, 686
 - źródła światła, 971
 - nazwy
 - plików rysunków, 29
 - system określania, 798, 966
 - Neg*

- przełącznik w panelu Map To, 984, 1000
- negatyw
 - obrazu tekstury, 984, 1000
- Neutral Gray*
 - kolor kamuflażu w USAAF, 609
- neutralne
 - położenie, uchwytu, 846
- New*
 - polecenie z menu File (GIMP), 660
 - polecenie z menu Image (UV/Image Editor), 946
- New Image*
 - Height*
 - wysokość nowego obrazu (UV/Image Editor), 946
 - okno dialogowe polecenia New (UV/Image Editor), 946
 - UV Test Grid*
 - opcja generowania nowego obrazu (UV/Image Editor), 946
 - Width*
 - szerokość nowego obrazu (UV/Image Editor), 946
- New Layer*
 - polecenie z menu Layer (GIMP), 299, 640, 648
- New Screen*
 - wybór opcji tworzenia nowego układu ekranu, 777
- nie używane
 - bloki danych, 567
- niebo
 - tekstura, 986
- nieprzejrzystość
 - warstwy (Inkscape), 294
- nierówności
 - tekstura, odwzorowanie, 296
 - tekstura, pofałdowanie poszycia, 300
 - tekstura, wymagania, 360
- nity
 - edycja szwu, 295
 - odwzorowanie na teksturze, 295, 296
 - rozłożenie wzdłuż krzywej, 295
 - rysowanie, na mapie nierówności, 360
 - sposób odwzorowania, 725
 - z łebem wpuszczanym, 724
 - z łebem wypukłym, 724
- No Specular*
 - wyłączenie odbłasku światła, 525
- node
 - input
 - węzeł Render Layer, 513, 1033
 - internal
 - węzeł Mix, 782
 - output
 - węzeł Composite, 513, 1033
- Node*
 - element składowy schematu (materiału, tekstury lub kompozycji, 1033
- Node Editor*
 - edytor węzłów (materiału, tekstury lub kompozycji, 513, 518, 1033
 - wprowadzenie, 1033
- None*
 - polecenie z menu Select (GIMP), 644, 645
- Nor*
 - opcja z panelu Map To, zestawu Shading Material buttons, 990
- nor_blur.png*
 - obraz drugorzędnej mapy nierówności, 321, 374, 408
- nor_details.png*
 - linie podziału poszycia, 359
 - obraz podstawowej mapy nierówności, 319, 375
 - obrazy rozwinięć UV jako referencja, 359
 - pokrywy i zaślepki otworów, 359
 - śruby i nity, 360
 - weryfikacja na modelu, 360
- Normal*
 - polecenie z menu Orientation, 166
 - sposób nakładania barw, 604, 605
 - tryb łączenia obrazów na warstwach (GIMP), 298
- normal map*
 - mapa nierówności (kierunki normalnych), 409, 675
- Normalized Coords*
 - opcja okna View Properties (UV/Image Editor), 938
- Normalmap*
 - 3D Preview*
 - przycisk podglądu (GIMP), 675
 - Filter*
 - wybór metody próbkowania (GIMP), 675
 - generowanie rezultatu (GIMP), 676
 - okno dialogowe wtyczki (GIMP), 675
 - polecenie z menu *Filters* (GIMP), 675
 - Scale*
 - skala odchyłeń normalnych (GIMP), 675
- normalne
 - zmiana kierunku, 869
- nowe
 - okno (Blender), 57
 - warstwa (GIMP), 648
- numer
 - warstwy, 75
- numeryczna

klawiatura (emulacja), 758

NURBS

a krzywe podziałowe, 573

a powierzchnie podziałowe, 580

O

O (GIMP), *Patrz* Color Picker

Ob

pole z panelu Modifiers, 927

obiekt, *Patrz* Object

aktywny, 71, *Patrz*

dodanie odnośników do innej sceny, 779

dokładna transformacja (Inkscape), 717

dopasowanie tekstury, 294

klonowanie, 780

kolejność wewnątrz warstwy (Inkscape), 691

kopiowanie, 796, 797

ograniczenia (constraints), 821, 823, 827, 829

połączenie w grupę (Inkscape), 719

położenie i rozmiar w Inkscape, 693

powielenie (Inkscape), 716

problemy z relacją *parent* w drugiej scenie, 780

przesunięcie (Inkscape), 708

przesuń na spód (Inkscape), 691

przesuń na wierzch (Inkscape), 691

przypisanie do kości, 818

przypisanie materiału, 277

pusty, przykład użycia, 820

ramka selekcji (Inkscape), 709

scalanie siatek, 806

tryb pracy, włączanie, 785

tryb wyświetlania, 814

ukrywanie, 809

usuwanie, 760

utworzenie, 786, 789, 842

utworzenie (kamera), 793

utworzenie (krzywej), 842

utworzenie (kwadratu), 788

utworzenie (okręgu), 786

utworzenie (przez podział), 887

utworzenie (walca), 789

utworzenie (źródła światła), 792

utworzenie pustego (Empty), 791

utworzenie w aktualnym widoku, 758

użycie jako celu (focus) dla kamery, 272

wybór obszarem (Inkscape), 689

wybór wielokrotny (Inkscape), 689

wybór wielu (Inkscape), 689

wyłączenie wypełnienia (Inkscape), 696

wypełnienie — zmiana (Inkscape), 696, 720

wyrównanie widoku, 810

zmiana hierarchii, 800, 801, 913

zmiana kolejności (Inkscape), 691

zmiana obrotu (Inkscape), 711

zmiana położenia środka, 808

zmiana przekoszenia (Inkscape), 712

zmiana skali, 794

zmiana skali (Inkscape), 710

zmiana warstwy, 811

zmiana warstwy (Inkscape), 718

zmiana wewnątrz grupy (Inkscape), 719

Object

Particles

podzestaw paneli, 1041

pole z panelu Modifiers, 923

w Blenderze, 565

zestaw paneli, 84

Object Properties

Id

identyfikator obiektu (Inkscape), 949

Label

etykieta obiektu (Inkscape), 949

okno właściwości (Inkscape), 949

Set

zmiana etykiety obiektu (Inkscape), 949

Object to Path

polecenie z menu Path (Inkscape), 401

obracanie

widoku w oknie *3D View*, 67

obraz

dla tekstur materiału powierzchni zewnętrznych, 371

dla tekstur powierzchni zewnętrznych, 318

dla tekstur wnętrza kabiny, 318

do testowania rozwinięcia UV, 946

dodanie tekstów, 400

dokładność odwzorowania barw, 596

edytor panoram HDRI, 596

eksport do pliku (Inkscape), 684

eksport do postaci rastrowej (Inkscape), 293

format zapisu, 766

format zapisu panoram wysokiej jakości, 596

kadrowanie, 631

kompozycja drugorzędnej mapy nierówności, 320, 321, 374, 408

kompozycja mapy odbić światła, 322

kompozycja obrazu intensywności AO, 403

kompozycja obrazu intensywności odbić światła, 404

kompozycja obrazu otworów technicznych, 405

- kompozycja obrazu wgłębień, 408
- kompozycja podstawowej mapy nierówności, 319, 375
- kompozycja rozwinięć siatek dla jednej tekstury, 316
- kopiowanie z ekranu (GIMP), 658
- malowanie bezpośrednio po modelu (w 3D View), 952, 953
- mapa nierówności, 409, 675
- mapa normalnych, 409, 675
- masowa zmiana w rozwinięciach UV, 346, 414, 951
- nanoszenie nieregularnych zabrudzeń, 382
- natężenia AO (Amb), 403
- natężenia odblasków (Cusp), 404
- nazwa pliku (Inkscape), 683
- nazwa pliku z rozwinięciem UV, 948
- nieprzejrzystość warstw (GIMP), 299
- nierówności poszycia samolotu, 409, 724
- nierówności, rozmyty, 321
- obrót (GIMP), 653
- obrót o 90° (GIMP), 39
- odświeżenie zawartości pliku, 294
- odzworowanie łbów śrub na teksturze, 309
- okno (GIMP), 624, 625
- otoczenia wysokiej jakości (HDRI), 596
- otworów w poszyciu, 405
- otwórz (rastrowy w Inkscape), 682
- otwórz jako warstwę (GIMP), 33, 44, 638
- panorama, rozwinięcie cylindryczne, 596
- panorama, rozwinięcie kątowe, 596
- parametry nowego w UV/Image Editor, 946
- parametry zapisu rozwinięcia UV, 948
- plik na tło renderingu, 973
- pomocnicze pliki obrazu odbicia światła, 321
- porównanie rozwinięcia UV z, 306
- poszycia, cienie wzdłuż linii nitów, 368
- poszycia, rysowanie linii podziału, 359
- poszycia, rysowanie pokryw i zaślepek, 359
- poszycia, rysowanie śrub i nitów, 360
- poszycia, sprawdzanie na podglądzie renderu, 367
- poszycia, sprzeczne wymagania, 360
- poszycia, szczegóły gondoli podwozia, 364
- poszycia, szczegóły kadłuba, 362
- poszycia, szczegóły kołpaka śmigła, 363
- poszycia, szczegóły maski silnika, 363
- poszycia, szczegóły płata, 364
- poszycia, szczegóły usterzenia, 366
- poszycia, weryfikacja na modelu, 360
- poszycia, wykorzystanie obrazów rozwinięć UV, 359
- pozycjonowanie w kilku rzutach, 92
- promień rozmycia, 298
- przekoszenie (GIMP), 35, 655
- przekształcanie w mapę normalnych (GIMP), 675
- przenoszenie zmian z Blendera do GIMP, 954
- przesunięcie (GIMP), 654, 656
- przygotowanie 'rozmytej' tekstury nierówności, 312
- przygotowanie komponentów tekstur, 371
- przykład edycji panoramy HDRI, 599
- przykład kamuflażu, 384, 412
- przypisanie do tekstury, 311
- rastrowy w Inkscape, 540, 683
- rastrowy, aktualizacja w Belnderze, 963
- rastrowy, ograniczenia w teksturach, 316
- rastrowy, powiązanie z teksturą, 963
- rozjaśnienie w teksturze, 597
- rozmiar na tle widoku, 773
- rozmycie (gaussowskie), 298
- rozwinięcie wszystkich siatek w UV, 357
- skalowanie (GIMP), 657
- szybkie nałożenie na model, 951
- tekstury nierówności powierzchni, 318, 372
- tekstury odbicia światła, problem, 313
- testowe nałożenie na siatkę, 310
- tryb łączenia warstw (GIMP), 298
- tworzenie na podstawie rozwinięcia UV, 309
- ustalanie nazwy nowego w UV/Image Editor, 946
- ustalanie rozmiarów nowego w UV/Image Editor, 946
- usuwanie części (GIMP), 29, 636, 649
- usuwanie z okna UV/Image Editor, 946
- utworzenie w oknie UV/Image Editor, 946
- wczytanie do UV/Image Editor, 310
- wektorowy z bitmapy (Inkscape), 746, 748
- wektorowy, z rozwinięciem UV, 949
- wpływ proporcji na rozwinięcie UV siatki, 945
- wybór z listy w UV/Image Editor, 945
- wykorzystanie czcionek USAAF, 400
- zagłębienia poszycia pod liniami nitów, 320
- załadowanie do okna UV/Image Editor, 946
- zapisanie rozwinięcia UV do pliku, 948
- zmiana kontrastu w teksturze, 597
- zmiana obiektu do pomalowania (Texture Paint), 953
- zmiana rozmiaru (GIMP), 637
- zmiana rozmiaru (Inkscape), 681
- znaków rozpoznawczych i tekstów, 399, 416
- obrót
 - obiektu, 78
 - obiektu (Inkscape), 711
 - obiektu (Inkscape), 541
 - obrazu (GIMP), 653
 - obrazu o 90° (GIMP), 39

- oś (GIMP), 653, 709
- oś (Inkscape), 709
- prostowanie rysunku, 31
- wierzchołków (krzywej), 843
- wierzchołków (siatki), 864
- wierzchołków (UV, siatki), 940
- wokół osi, 865
- wokół selekcji, 758
- obrys
 - profilu lotniczego, 590
- Octahedron*
 - przełącznik z panelu Armature, 817
- odbicia
 - parametr Depth, 977
 - parametr Fac, 977, 981
 - parametr Fresnel, 977, 981, 985
 - parametr Gloss, 977
 - parametr Ray Mir, 977, 981, 985
- odbłyski
 - parametr SpecTra w panelu MirrorTransp, 977
 - shader (specular) w panelu Shaders, 976
 - shader parametr Hard, 976, 983, 985, 998, 1005, 1007, 1012
 - shader parametr Refr, 983, 998, 1012
 - shader parametr rms, 989
 - shader parametr Spec, 976, 983, 985, 998, 1005, 1007, 1012
- odejmowanie
 - siatek, 910
- odsunięcie
 - fragmentu siatki od dotychczasowej powierzchni, 890, 897
 - przykład użycia, 148
- odtworzenie
 - pliku Blendera, 764
 - z pliku tymczasowego, 769
 - zmian, 80
- odzyskiwanie
 - danych (bo błędzie programu), 769
- Offset*
 - pole z panelu Modifiers, 928
- Ofset*
 - kontrolka z okna Gradient editor (Inkscape), 723
- ofsY*
 - parametr z panelu Map Input, 1011
- ogniskowa
 - kamery, 813
- ogon
 - kałłuba, pozycja na ogólnym obrazie UV, 342
 - kałłuba, rozwinięcie w UV, 338, 339, 340
- ograniczenia
 - problemy z, 461
 - problemy, rozwiązywanie, 463
 - problemy, rozwiązywanie, 462, 464
- ograniczenie
 - dopasowywanie osi obiektu, 440
 - Limit Location, 827
 - Locked Track, 823
 - Locked Track w modelowaniu mechanizmów, 823
 - obiektu, 821, 823, 827, 829, 833, 835
 - obiektu, właściwości, 821, 823, 827, 829, 833, 835
 - problemy dla obiektów o ujemnej skali, 499, 500
 - przykład problemów (Transform), 440
 - przykład użycia (Limit Location), 436, 438
 - przykład użycia (Locked Track), 435, 436, 820
 - przykład użycia (Stretch To), 443
 - przykład użycia (Track To), 439
 - przykład użycia (Transform), 437, 441
 - stos ograniczeń, 836
 - Track To, 821
 - Transform, 829
 - usunięcie, 822
 - wizualizacja powiązań obiektów, 802
 - złożenie, 836
- okapotowanie
 - silnika, rozwinięcie UV, 343
- okno
 - aktywne, 59
 - edytor UV/obrazu, przełączanie trybu pracy, 933
 - główne (GIMP), 623, 624, 625
 - główne (Inkscape), 679
 - niemodalne, 88
 - obrazu (GIMP), 624, 625
 - opcji programu, 56
 - pomniejszanie, 63
 - przesuwanie granic, 57
 - przycisków, 56, 82
 - Render* (wynikowe), 89
 - Save Image* (GIMP), 629
 - scalanie, 59
 - Set Image Canvas Size* (GIMP), 637
 - typ, 58
 - User Preferences*, 56, 89
 - ustawień Blendera, 758
 - w Blenderze, 55
 - widoku, 56
 - właściwości transformacji, 81
 - właściwości widoku, 81

- zapisanie, 766
- zmiana układu, 776, 1029
- okrąg
 - odzworowanie w krzywych podziałowych, 575
 - rysowanie (Inkscape), 705
 - utworzenie, 786
- Olive Drab*
 - kolor kamuflażu w USAAF, 609
- Only Edges*
 - polecenie z menu Extrude, 866
- Only Faces*
 - opcja z menu Erase, 882
- Only Shad*
 - a efekt Ambien Occlusion, 529, 531
 - przełącznik w panelu Shaders, zestawu Shading
 - Material buttons, 529
- Only Vertices*
 - polecenie z menu Extrude, 867
- Oops*
 - bloki danych, 568
 - okno Blendera, 568
 - schemat pliku, 568
- Opacity*
 - aktualna 'nieprzejrzystość' w malowaniu wag, 920
 - kontrolka z panelu Layers (Inkscape), 686
 - kontrolka z zakładki Layers (GIMP), 641
 - kontrolka, przykład zastosowania (Inkscape), 372
 - nieprzejrzystość (GIMP), 639
 - nieprzejrzystość, warstw (GIMP), 299
 - pole z panelu Paint, 920
 - przejrzystość pędzla (GIMP), 667
 - warstwa, nieprzejrzystość (Inkscape), 294
- opcje
 - programu, 56
 - zmiana w GIMP, 661
- opcji
 - okno (Blender), 57
- Open*
 - polecenie z menu File, 762
 - polecenie z menu File (GIMP), 628
 - polecenie z menu File (Inkscape), 680
 - polecenie z menu Image (UV/Image Editor), 946
 - przykład użycia (UV/Image Editor), 310
- Open as Layers*
 - polecenie z menu File (GIMP), 44, 638
- Open recent*
 - przycisk z sekcji Auto Save, 769
- Open Recent*
 - polecenie z menu File, 764
- Orco*
 - tryb nałożenia obrazu — przykład użycia, 1013
- orczyk
 - w kabinie samolotu, 477
- Oren-Nayar*
 - shader, przykład użycia, 280
 - typ shadera z zestawu Shading
 - Material buttons, 976, 983, 985, 989, 998, 1012
- Orthographic*
 - polecenie z menu View, 69
- OSA*
 - podczas renderowania, *Patrz* wygładzanie, granic
 - obszarów
 - przełącznik w panelu Render, zestawu Scene
 - Render buttons, 974
 - przykład zastosowania (zmiana typu filtru), 275
 - ustawienia przy włączonym MBLUR, 512
 - wygładzanie linii, 974
- osłona
 - chłodnic, rozwinięcie UV, 343, 398
 - karabinów, rozwinięcie UV, 344
 - silnika, rozwinięcie w UV, 345
- ostateczna
 - krzywa, linii podziałowych, 571
 - powierzchnia, powłok podziałowych, 577
- ostra
 - krawędź (powłoki podziałowej), 583
- ostra krawędź
 - częściowo gładka, 585
 - wpływ na powierzchnię podziałową, 585
- ostrość
 - krawędzi powierzchni podziałowych, 877
- ostry
 - węzeł (Inkscape), 699
 - wierzchołek (powłoki podziałowej), 583
- oś
 - obrotu, 79, 825, 849, 864, 940
 - obrotu (GIMP), 653, 709
 - obrotu (Inkscape), 709
 - obrót wokół, 865
 - przekoszenia (Inkscape), 709
 - przesuwanie, 860, 939
 - skalowania, 794, 795, 862, 863, 941, 942
- Other Objs*
 - przełącznik z okna View Properties (UV/Image
 - Editor), 336
- otoczenie
 - odbicia, 515, 981, 986
 - przypisanie tekstury, 962

- sceny, panoramiczne, 286
- otwarcie
 - obrazu w GIMP, 628
 - obrazu w Inkscape, 680
 - okna z zakładkami (GIMP), 627
 - pliku Blendera, 762, 764
- otwarte
 - krzywe podziałowe, 577
 - powierzchnie podziałowe, 582
- otwory
 - w tablicy przyrządów, 472
- otwór
 - deformacja krawędzi wokół, 587
 - formowanie, 231
 - poprawny kształt krawędzi, 162, 166
 - uzyskanie gładkiej krawędzi, 426
- otwór prostokątny
 - przykład wykonania, 130
- Outliner*
 - przykład użycia, 135
- Output*
 - Backbuf*
 - obraz podstawiany jako tło, 287
 - panel z zestawu Scene
 - Render buttons, 287, 973
- oversampling*, Patrz OSA
- owiewka
 - kabiny pilota, tor ruchu, 162
 - kabiny, rozwinięcie w UV, 352
 - kabiny, sterowanie przesunięciem, 504
 - skrzydła, rozwinięcie w UV, 350

P

- P**, Patrz Pin, Patrz Separate
- P** (GIMP), Patrz Smudge, Patrz Paintbrush
- Paint*
 - panel z zestawu Editing, 920
- Paint Tool*
 - połączenie z menu View (UV/Image Editor), 933, 952
- Paint Tools*
 - rysowanie w oknie UV/Image Editor, 946
- Paintbrush*
 - połączenie z menu Tools (GIMP), 634, 650, 665
- paleta
 - narzędzi (GIMP), 624, 625
- Pan*, Patrz przesuwanie, widoku
- panel
 - Modifiers, 786, 790
 - przesuwanie, 85

- scalanie, 85
 - w oknie *Buttons*, 82
 - zawartość, 86
 - zwijanie do paska, 86
- panorama
 - barwa w nadirze, 597, 601
 - darmowe obrazy nieba, 601
 - mapowanie na otoczenie, 597
 - nadir, 597, 601
 - obrazy otoczenia wysokiej jakości, 596
 - odbicie nieba w powierzchniach modelu, 602
 - otoczenia sceny, 596
 - przygotowanie tekstury nieba, 601
 - przykład edycji obrazu, 599, 601
 - przykład mapy kątowej, 286
 - przykład obrazu HDRI, 596
 - rozwinięcie cylindryczne, 596
 - rozwinięcie kątowe, 596
 - tekstura, przypisanie do sceny (World), 286
 - wpływ położenia linii horyzontu, 598, 600
- Parent, Patrz Clear Parent, Patrz Make Parent
 - przykład użycia, 135
- Particle System*
 - Amount*
 - pole panelu, 1042
- Particle System*
 - Add New*
 - przycisk panelu, 1041
 - Amount*
 - pole panelu, 1041
 - Hair*
 - typ systemu cząsteczek, 533, 1041
 - panel z zestawu Particle, 1041
 - Random*
 - przełącznik panelu, 1041
- Particles*
 - analiza efektów na renderze, 1043
 - jako modyfikator siatki, 1042
 - liczba cząstek, 1041
 - losowe odchylenie toru cząstek, 1041
 - losowy rozkład cząstek, 1041
 - odchylenie toru cząstek do dołu, 1041
 - początkowa prędkość cząsteczek, 1041, 1042
 - podgląd wpływu parametrów, 1042
 - przygotowanie nowego systemu, 1041
 - przygotowanie siatki, 533, 1040, 1041
 - przypisanie parametru do wag wierzchołków siatki, 1043
 - różnice w prędkościach cząsteczek, 1041

- sprawdzanie siatki, 1041
- sterowanie gęstością za pomocą wag, 1043, 1044
- sterowanie kształtem żdźbła, 1041
- system cząstek (trawa), 533, 1040
- ustawienia materiału, 1044, 1045
- wpływ na rozmiar pliku Blendera, 1042
- wpływ parametru Amb, 1045, 1046
- Path*
 - polecenie z menu Curve, 842
 - zmienna środowiskowa, 1018
- Pencil*
 - polecenie z menu Tools (GIMP), 661, 668
- Perspective*
 - polecenie z menu View, 67
- perspektywiczna
 - projekcja, 67
- pędzel
 - definiowanie w UV/Image Editor, 953
 - intensywność (GIMP), 664
 - kontrast na krawędzi efektu (GIMP), 667, 669, 671
 - przejrzystość efektu (GIMP), 667
 - przypisanie koloru piksela z obrazu, 953
 - rozmiar (GIMP), 664
- pędzelek
 - Circle Fuzzy (GIMP), 670
 - definiowanie nowego (GIMP), 660
 - foldery z definicjami (GIMP), 661
 - Jitter (GIMP), 668
 - Lines (GIMP), 671
 - nadanie nazwy (GIMP), 662
 - narzędzie (GIMP), 634, 650, 665
 - Scratches (GIMP), 671
- Physics*
 - AccZ*
 - pole sekcji Global effects, 1041
 - Brown*
 - pole sekcji Global effects, 1041
 - Normal*
 - pole sekcji Initial velocity, 1041
 - Random*
 - pole sekcji Initial velocity, 1041
 - sterowanie kształtem trawy, 1041
- pilot
 - dopasowanie do kabiny, 488
 - dopasowanie kabiny, 487
 - dopasowanie upręży fotela, 489
 - element główny (*parent*), 487
 - figura do wnętrza kabiny, 486
 - import figury do modelu, 487
 - inne poprawki, 488
 - plik z figurką, 486
- Pin*
 - polecenie z menu UVs, 304, 943
- Pivot*
 - lista w oknie *3D View*, 79, 794, 825, 849, 862, 864
 - lista w oknie *UV/Image Editor*, 940, 941
- plakietki
 - z napisami, w kabinie, 475
- Plane*
 - polecenie z menu Add, 788
 - przykład użycia, 111
- plany
 - unifikacja rozmiarów, 51
- plastik
 - materiał, 983
- Play Animation*
 - polecenie z menu Curve (IPO Curve Editor), 1032
- Play Back Animation*
 - polecenie z menu View (3D View), 1032
- plik
 - lista ostatnich, 764
 - odtworzenie poprzedniego, 764
 - taktyka zapisywania, 765
- plik Blendera
 - struktura, 567
- plik tymczasowy
 - odtworzenie z, 769
- pliki
 - nazwy rysunków, 29
- pliki tymczasowe
 - zapisywanie roboczych, 769
- Plugin*
 - panel z zestawu Shading
 - Texture buttons, 1017, 1018
 - typ tekstury, 1017
 - wtyczka svgtex, 491, 613
- plugins*
 - domyślny folder (dla tekstur), 759
- płat
 - błędny kształt, 558
 - sprawdzanie prostopadłości, 40
- płócienne
 - pokrycie, gradient nierówności, 731
 - pokrycie, sposób odwzorowania, 730
 - poszycie, obraz nierówności, 366
- podgląd
 - fragmentu renderingu, 775
- Podgląd renderu

- problemy z pewnymi zagłębieniami, 368
- podłoga
 - kabiny pilota, 471
- podłużnice
 - położenie na skrzydle, 112
 - położenie na usterzeniu pionowym, 154
 - położenie na usterzeniu poziomym, 143
 - skrzydła, 113
- podpowiedzi
 - do kontrolek, 61
- podwozie
 - amortyzator kółka ogonowego, 426, 427, 436
 - ciągna kółka ogonowego, 429, 439
 - cylinder amortyzatora, 447
 - dźwignia sterowania, 478
 - formowanie owiewek goleni, 226, 227, 267
 - formowanie pokryw podwozia, 230, 233
 - formowanie wewnętrznych ścian owiewki, 232
 - goleń koła głównego, 446, 447
 - goleń kółka ogonowego, 421
 - hak holowniczy, 447
 - koło główne, 445
 - kółko ogonowe, 421, 434
 - luk koła głównego
 - dopasowanie, 452
 - luk kółka ogonowego — kopia robocza, 430, 440
 - lustrzane odbicie koła głównego, 461
 - łączniki
 - kinematyka, 450
 - okucia, 448
 - łączniki amortyzatora, 448
 - malowanie wnęki, 459
 - materiał części stalowych, 422
 - materiał opony, 423
 - mechanizm chowania kółka ogonowego, 428, 436
 - nakrętki, 449
 - nierówności wnęki, 460
 - okucia osi obrotu, 453
 - okucie amortyzatora, 426
 - okucie pokrywy kółka ogonowego, 431, 443
 - okucie wahacza kółka ogonowego, 425
 - opona, 445
 - opona kółka ogonowego, 423
 - otwór w skrzydle, 138
 - owiewka — złożenie, 235
 - owiewki, rozwinięcie w UV, 349
 - piasta kółka ogonowego, 423
 - pokrywa boczna, 457, 465
 - popychacz, 457
 - pokrywa goleni, 456, 464
 - pokrywy kółka ogonowego, 440
 - poprawianie nazw po powieleniu, 461
 - popychacz kółka ogonowego, 436, 437
 - popychacze koła głównego, 453
 - popychacze pokryw kółka ogonowego, 431, 443
 - powielenie koła głównego, 460
 - przewód hamulcowy, 454
 - kinematyka, 455
 - rysunki fabryczne, 445
 - sterowanie za pomocą panelu, 466
 - przygotowanie, 466
 - szkice wykonawcze, 421, 445
 - śruby, 449
 - tłok amortyzatora, 446
 - tracza hamulca, 446
 - wahacz kółka ogonowego, 424, 429, 435
 - weryfikacja ruchu, 465
 - wnęka, rozwinięcie w UV, 356
 - wręga kółka ogonowego, 430
 - wypusty wahacza kółka ogonowego, 424
 - zębátky koła głównego, 453
- podwozie główne
 - uchwyt (sterujący), 451
- podzestaw
 - paneli w oknie *Buttons*, 83
- podziałowe
 - krzywe, 571
 - linie, *Patrz* krzywe podziałowe
 - powierzchnie, 577
 - powłoki, *Patrz* powierzchnie podziałowe
- pokrywa boczna
 - podwozia głównego, 457, 465
 - popychacz, 457
- pokrywa goleni
 - podwozia głównego, 456, 464
- pokrywy
 - otworów w poszyciu, na mapie nierówności, 359
- pole
 - numeryczne, 87
- położenie
 - określanie dla obiektu Inkscape, 693
- pomiar
 - proporcji rysunku, 43
- pomniejszanie
 - okna, 63
- pomoce
 - przełądarka plików SVG, 1023
- pomocnicze

- linie (GIMP), 28, 632
- linie (Inkscape), 692
- poprawki
 - rezultatu wektoryzacji (Inkscape), 748
- porównanie
 - rysunków, nawzajem, 33, 34
- porządkowanie modelu
 - podział obiektów na warstwy, 261
 - wzorce, 261
- Pos*
 - punkt sterujący paskiem barw materiału (Ramps Colorband), 960
- Pose Mode*
 - tryb pracy, 817
- Position*
 - kontrolka panelu sterowania uchwytem, 847
- Postrize*
 - polecenie z menu Color (GIMP), 746
- poszycie
 - gradient nierówności dla powierzchni krytych płótnem, 731
 - łączenie 'na styk', 724
 - łączenie 'na zakładkę', 724
 - odwzorowanie nitów, 725
 - odwzorowanie powierzchni krytych płótnem, 730
 - odwzorowanie szwu 'na zakładkę', 367, 726, 727
 - odwzorowanie śrub na teksturze, 729
 - problem połączenia szwów 'na zakładkę', 728
 - ustawienia shaderów materiału, 324, 416
- powielanie
 - siatek, 923
- powierzchnia
 - podziałowa - poziom, 787, 790
- powierzchnia ostateczna
 - powłok podziałowych, 577
- powierzchnie
 - krawędź przecięcia — wyznaczanie, 803
 - wewnętrzne, kadłuba, rozwinięcie w UV, 355
- powierzchnie podziałowe
 - a *NURBS*, 580
 - deformacja krawędzi otworu, 587
 - deformacje w narożnikach, 232
 - krawędzie, 582
 - łączenie gładkiej i ostrej krawędzi, 426
 - narożniki wewnętrzne, 584
 - narożniki zewnętrzne, 584
 - odwzorowanie sfery, 581
 - ostre krawędzie, 583
 - ostre wierzchołki, 583
 - otwarte, 582
 - powierzchnia ostateczna, 577
 - punkty krawędziowe, 579
 - punkty sterujące, 577
 - punkty środkowe, 578
 - punkty wierzchołkowe, 579
 - segmenty, 581
 - stałość rzutu na płaszczyznę, 586
 - wpływ ostrej krawędzi, 585
 - wprowadzenie, 577
 - zakres wpływu, 581
- powiększanie
 - okna, 62
 - w oknie *3D View*, 66
 - widoku (GIMP), 633
 - widoku (Inkscape), 685
 - zawartości w oknie *Buttons*, 84
- powłoki podziałowe, *Patrz* powierzchnie podziałowe
- poziom
 - podziału powierzchni, 787, 790
- pozostałości
 - po transformacji (GIMP), 36
- pozowanie
 - pozycja spoczynkowa, 817
 - tryb pracy, włączanie, 817
 - zaznaczanie kości, 818
- pozycja spoczynkowa
 - wyjaśnienie terminu, 817
- Preferences*
 - polecenie z menu Edit (GIMP), 661
- Premul*
 - przełącznik z panelu Image, 400
- Preview*
 - (podgląd tekstury) — panel z zestawu Shading Texture buttons, 962, 964
 - (źródła światła) — panel z zestawu Shading, 971
- Hemi*
 - przycisk panelu z zestawu Shading, 971
- Mat*
 - opcja panelu z zestawu Shading, 962
- podgląd fragmentu renderingu, 775
- Sun*
 - przycisk panelu z zestawu Shading, 971
- World*
 - opcja panelu z zestawu Shading, 962
 - przypisanie tekstury do otoczenia sceny, 286
- problem
 - z ograniczeniem i ujemną skalą, 461
 - rozwiązanie, 462, 463, 464

- profil
 - skrzydła, 111
 - skrzydła, formowanie, 113
 - usterzenia, 144, 154
 - usterzenia, formowanie, 144, 154
- profil (lotniczy)
 - cięciwa, 590
 - Clark Y, 590
 - geometria, 590
 - Göttingen (Uniwersytet), 591
 - NACA, 591
 - NACA 2215, 591
 - obrys górny i dolny, 590
 - rysowanie, 592
 - szkieletowa, 590
 - współrzędne, 591
- Project From View*
 - opcja z menu UV Calculation, 902
 - polecenie z menu Mesh, 305, 328
- projekcja
 - aksonometryczna, 69
 - atrefakty w perspektywie (okno 3D View), 68, 813
 - perspektywiczna, 67
 - przełączenie na widok z kamery, 812
- prostokąt
 - edycja (Inkscape), 704
 - rysowanie (Inkscape), 703
 - zaokrąglenia narożników (Inkscape), 704
- prostopadłość
 - sprawdzanie dla płata, 40
- prostowanie
 - zdjęcia, 552, 553, 554
- przecięcie
 - dwóch siatek, 803
- przegubowe
 - połączenie, modelowanie, 835, 836, 837
- przejrzystość
 - bardziej przejrzyste szkło, 515, 980
 - parametr Fresnel, 977, 981
 - parametr IOR
 - załamanie światła w materiale, 977, 981
 - parametr SpecTra, 977
 - parametr ZTransp
 - uproszczony model, 526, 982, 983
 - problem z obrazem za szkłem, 515, 526, 982
 - problemy z Ambient Occlusion, 978, 979
 - rozjaśnienie materiału za pomocą emisji światła, 980
 - w cieniowaniu, parametr TraShadow, 978
 - warstw (GIMP), 299, 639
 - zmiana dla warstwy (GIMP), 641
 - zmiana dla warstwy (Inkscape), 686
- przekoszenie
 - obiektu (Inkscape), 712
 - obrazu (GIMP), 35, 655
 - oś (Inkscape), 709
- przeliczanie
 - wymiarów samolotu, 43
- przełącznik, *Patrz* przycisk, wyboru
- przerzucenie
 - w poziomie, 33, 38
- przesunięcie
 - dokładne, 77
 - linii wierzchołków, 874
 - nagłówka okna, 75
 - obiektu, 74, 850
 - obiektu (Inkscape), 708
 - obrazu (GIMP), 654, 656
 - osi obrotu (GIMP), 653, 709
 - osi obrotu (Inkscape), 709
 - osi przekoszenia (Inkscape), 709
 - pojedynczej paneli, 85
 - skokowe, 76
 - w oknie *3D View*, 66
 - widoku (Inkscape), 633, 685
 - wierzchołków (krzywej), 843
 - wierzchołków (siatki w UV), 939
 - wierzchołków (siatki), 860
 - wzdłuż osi, 76, 860, 939
 - zawartości okna *Buttons*, 84
- przetrzeń barw
 - ustalenie dla nowego rysunku (GIMP), 660
- przewód hamulcowy
 - podwozia głównego, 454
- przybornik
 - ikon narzędzi (GIMP), 623
 - ikon narzędzi (Inkscape), 679
 - menu (GIMP), 625
 - okno (GIMP), 625
- przycisk
 - normalny, 86
 - numeryczny, *Patrz* pole, numeryczne
 - wyboru (opcji), 86
- przyciski
 - interfejs użytkownika, 86
- przycisków
 - okno, 56, 82
- przypinanie
 - siatki, UV, 943

technika pracy w UV/Image Editor, 944
 przypisanie
 istniejącego materiału materiału do obiektu, 959
 nowego materiału materiału do siatki, 959
 punktów
 tryb edycji (Inkscape), 697, 698, 720
 punkty
 piksele (GIMP), 661
 punkty kontrolne, *Patrz* punkty sterujące
 punkty krawędziowe
 krzywych podziałowych, 571
 powierzchni podziałowych, 579
 punkty sterujące
 krzywych podziałowych, 571
 powierzchni podziałowych, 577
 zakres wpływu, 574, 581
 punkty środkowe
 powierzchni podziałowych, 578
 punkty wierzchołkowe
 krzywych podziałowych, 572
 powierzchni podziałowych, 579
Put on Path
 polecenie z menu Text (Inkscape), 295, 715
Python
 domyślny folder, 759
Python Scripts
 przełącznik z sekcji File Paths, 759

Q

Qtpfsgui
 edytor panoram HDRI, 596
Quick Mask
 edycja obszaru zaznaczenia (GIMP), 650
 tryb pracy (GIMP), 650
 zachowanie obszaru zaznaczenia (GIMP), 652

R

R, *Patrz* Rotate
 składnik barwy, 604
R (GIMP), *Patrz* Rectangle select, *Patrz* Rectangle select
Raise to Top
 polecenie z menu Object (Inkscape), 691
 ramka
 selekcji (Inkscape), 709
 ramki
 kabiny, rozwinięcie w UV, 353
Ramps
 kontrolki panelu Ramps z zestawu Shading
 Material buttons, 960

 panel z zestawu Shading
 Material buttons, 960, 989, 1005, 1007, 1012
Range
 parametr z panelu World z zestawu Shading
 World buttons, 969
 rastrowy
 obraz w Inkscape, 683
Rate
 rozmiar pędzla (GIMP), 664
Ray Mir
 intensywność odbicia obrazu otoczenia, 598
 parametr odbicia (Ray Mirror) z zestawu Shading
 Material buttons, 977, 981, 985
Ray Mirror
 opcja, przykład użycia, 282
 przełącznik z paneli MirrorTransp z zestawu Shading
 Material buttons, 977, 985
Ray Transp
 opcja, przykład użycia, 281
 przełącznik z paneli MirrorTransp z zestawu Shading
 Material buttons, 976
Real
 przycisk panelu Preview z zestawu Shading
 World buttons, 967
 przykład zastosowania tła, 274
Recalculate Outside
 przycisk z panelu Link and Materials, 869
Recover Last Session
 polecenie z menu File, 764
Rectangle Select
 polecenie z menu Tools (GIMP), 631, 644
Redo
 polecenie, 80
Ref
 parametr shadera z zestawu Shading
 Material buttons, 976, 981, 983, 985, 989, 993, 998,
 1012
ref.png
 obraz mapy odbić światła, 322, 380, 415
ref.xcf
 plik z kompozycją mapy odbić światła, 322
reference.png
 poprawianie w trakcie pracy, 336
 rysunek referencyjny rozwinięcia UV, 327
 układ, modyfikacja, 347
 referencje
 do pliku obrazu (Inkscape), 683
 reflektor
 do ładowania, formowanie, 498

Refr

- parametr shadera z zestawu Shading
Material buttons, 983, 998, 1012

Region

- polecenie z menu Extrude, 866

Relationship Lines

- opcja z okna View Properties, 802

Relative Offset

- pole z panelu Modifiers, 923

Relative Paths, Patrz ścieżka, względna

- przełącznik w oknie wyboru pliku, 1018

Relative Paths Default

- przełącznik z sekcji File Paths, 759

Remove Doubles

- polecenie z menu Mesh, 870
- polecenie z menu Specials, 870
- przykład użycia, 94, 105

Remove Original

- opcja skryptu *Solidify Selection*, 898

Rename Layer

- polecenie z menu Layer (Inkscape), 292

render

- barwa cieni, 510, 525
- sceny na ziemi, 524, 526, 536
- sceny w locie, 509
- zapisanie obrazu do pliku, 521

Render

- okno (rezultatu), 89
- polecenie, w oknie *Buttons*, 89
- zestaw paneli, 84

Render buttons

- podzestaw zestawu Scene, 973, 974

Render Current Frame

- polecenie z menu Render, 273

*Render Layer**Combined*

- wybór danych o obrazie (Image), 1034
- odmiana węzła kompozycji, 513, 1033
- określanie danych wyjściowych, 513, 1034

Speed

- opcjonalny kanał wyjściowy, 1034

Vect

- wybór danych o prędkości pikseli (Speed), 1034

Render Layers

- panel z zestawu Render, 1034

Render Levels

- pole z panelu Modifiers, 787, 790, 868
- w modyfikatorze Subsurf, 787, 790

Render Pass, Patrz Render Layer*Render Preview*

- polecenie z menu View, 775

renderowanie

- domyślny folder rezultatu, 759
- ostatecznego obrazu, 54
- podgląd fragmentu, 775
- pojedyncze przebiegi, 1034
- warstwa
 - dodawanie nowej, 1034
 - maska przetwarzanych warstw, 1034
 - opcje danych wyjściowych, 513, 1034
 - opcje renderowania, 1034
 - tworzona domyślnie, 1034
 - wyjaśnienie pojęcia, 1034
- wygładzanie
 - linii, 974
- zapisanie rezultatu, 766

Renders

- przełącznik z sekcji File Paths, 759

*Repeat**direct*

- powtarzanie gradientu (tryb Inkscape), 721

reflected

- powtarzanie gradientu (tryb Inkscape), 721

Replace

- polecenie z menu Image, 346, 951

Reset

- przycisk panelu sterowania uchwytem, 847

Rest position

- wyjaśnienie terminu, 817

Reverse Layer Order

- polecenie z menu Layer (GIMP), 46

rezygnacja

- z polecenia, 58, 74, 794, 860, 862, 864, 939, 940, 941

RGB

- polecenie z menu Image (GIMP), 634, 638, 648

RGBColor

- typ przestrzeni barw (GIMP), 660

RingNoise

- odmiana tekstury proceduralnej Wood, 1001

Rings

- odmiana tekstury proceduralnej Wood, 1001

rivets.png

- pomocniczy plik obrazu odbicia światła, 321

rms

- parametr shadera z zestawu Shading
Material buttons, 981, 989

Rot

- opcja z menu Insert Key, 1030

- Rotate*, Patrz przesuwanie, widoku
- polecenie z menu Curve, 843
 - polecenie z menu Mesh, 864
 - polecenie z menu Object, 78
 - polecenie z menu Tools (GIMP), 653
 - polecenie z menu UVs, 940
 - zakładka panelu Transform (Inkscape), 717
- Rotate 90°*
- polecenie z menu Image (GIMP), 39
- Rotate 90° CW*
- polecenie z menu Object (Inkscape), 541
- Rotation*
- opcja z menu Insert Key, 1029
- Rough*
- parametr shadera z zestawu Shading
 - Material buttons, 983, 989, 998, 1012
- Rough and Erode*
- filtr — ‘zabrudzenie’ linii rysunku (Inkscape), 377
- rozmazazywanie
- narzędzie malarskie w GIMP, 665
- rozmiar
- określanie dla obiektu Inkscape, 693
 - ustalenie dla nowego obrazu w UV/Image Editor, 946
 - zmiana dla obrazu (GIMP), 637
 - zmiana dla rysunku (Inkscape), 681
 - zmiana dla warstwy (GIMP), 637
- rozmycie
- metodą Gaussa (GIMP), 663
 - obrazu (gaussowskie), 298
 - promień rozmycia obrazu, 298
- rozmycie ruchu
- brak całkowitego rozmycia, 517
 - czasy metody MBLUR, 512, 783
 - jednolity dysk, 519
 - jednolity dysk, ocena efektu, 520
 - konwencja ‘fotograficzna’, 519
 - konwencja ‘realistyczna’, 519
 - ocena metody Vector Blur, 514
 - optymalizacja metody MBLUR, 514
 - podłączanie węzła Vector Blur (schemat kompozycji), 1035
 - połączenie metod, 518
 - przykład zastosowania, 779
 - rezultaty metody MBLUR, 781
 - ustawienia metody MBLUR, 512, 781
 - ustawienia metody Vector Blur, 513, 1035
 - współczynnik Bf metody MBLUR, 517
- rozwińnięcie
- dynamiczne, siatki, w UV/Image Editor, 944
 - siatki, metodą Unwrap, 303
 - siatki, w oknie UV/Image Editor, 943
 - technika pracy w UV/Image Editor, 944
 - UV, ‘odwijanie’ pionowych ścian, 330
 - UV, ‘odwijanie’ wnętrza lotki, 330
 - UV, alternatywne, 360, 906
 - UV, chwyt powietrza, 343
 - UV, deformacja obrazu, 498
 - UV, dopasowanie rysunku referencyjnego, 336
 - UV, dopasowanie siatek, 345
 - UV, kadłub, 338
 - UV, kadłub - nanoszenie szwów, 339
 - UV, kadłub — pozycja na obrazie, 342
 - UV, kłapa skrzydła, 352, 356
 - UV, kołpak śmigła, 349
 - UV, lotka, 351
 - UV, łopata śmigła, 349
 - UV, maska silnika, 343
 - UV, metody dla siatki, 901, 902
 - UV, oprofilowanie skrzydła, 350
 - UV, osłona chłodnic, 343, 398
 - UV, osłona chwytu powietrza, 344
 - UV, osłony karabinów, 344
 - UV, oszklenie kabiny, 352
 - UV, owiewki podwozia, 349
 - UV, pominięte ściany, 329
 - UV, poprawianie deformacji, 307
 - UV, porównanie wielu siatek, 336
 - UV, porównanie z planami, 306
 - UV, powierzchnie wewnętrzne, 355
 - UV, prostowanie, 307
 - UV, prostsza zmiana obrazu dla wszystkich siatek, 346
 - UV, przygotowanie rysunku referencyjnego, 327
 - UV, ramki kabiny, 353
 - UV, rzut płaski siatki, 305
 - UV, siatki skrzydła, 329
 - UV, siatki, zapisanie obrazu, 308
 - UV, statecznik pionowy, 354, 355
 - UV, statecznik poziomy, 355
 - UV, ster kierunku, 354
 - UV, ster wysokości, 355
 - UV, symetryczna połowa kadłuba, 339, 340, 345
 - UV, tunel chwytu powietrza, 343
 - UV, weryfikacja, 340
 - UV, wnęka klapy skrzydła, 356
 - UV, wnęka podwozia głównego, 356
 - UV, wnętrze chłodnicy, 357
 - UV, wszystkich siatek, 357
 - UV, wykorzystanie w Inkscape, 309

UV, zapisanie do pliku wektorowego (SVG), 346
 UV, zaznaczanie szwu, 905
 UV, zmiany w rysunku, 336

Rri
 odmiana tekstury proceduralnej Wood, 993, 1001

rysowanie
 elipsy (Inkscape), 705
 krzywych (Inkscape), 701
 linii (GIMP), 634
 linii (Inkscape), 694
 łuku (Inkscape), 706
 obrysów zamkniętych (Inkscape), 694
 obszaru wyboru (GIMP), 648, 650
 okręgu (Inkscape), 705
 pikseli (GIMP), 661
 pomocniczych linii na ekranie, 530, 1037
 profilu lotniczego, 592
 prostokąta (Inkscape), 703
 prostych (GIMP), 634
 punktów (GIMP), 661
 selekcji (GIMP), 649, 673
 tekstu (Inkscape), 713, 744

rysunek
 gabarytowy (P-40B/C), 42
 prostowanie (obrót), 31
 referencyjny dla rozwinięcia UV, 327
 sprawdzanie, 28, 29
 statystyki, 63
 szczegółów poszycia - plan warstw, 297
 techniczny (tradycyjny), 29
 wygięcie podczas skanowania, 33

rysunki
 do przygotowania, 51
 Jacek Jackiewicz (porównanie), 52
 Mariusz Łukasik (porównanie), 52
 porównanie, nawzajem, 33, 34
 samolotu — użycie, 772

rzut na płaszczyznę
 powierzchni podziałowej, 586

rzut z przodu
 wykryte błędy, 145, 159

rzutowanie, 927

S

Sample
 przycisk w oknie wyboru koloru, 953

Samples
 parametr odbicia (Ray Mirror) z zestawu Shading
 Material buttons, 987

Save
 polecenie z menu *File*, 766
 polecenie z menu *File* (Inkscape), 293
 polecenie z menu *Image* (UV/Image Editor), 954

Save a Brush
 okno dialogowe (GIMP), 662

Save a Copy
 polecenie z menu *File* (GIMP), 299

Save As
 polecenie z menu *File*, 765
 polecenie z menu *File* (GIMP), 629, 662

Save Default Settings
 polecenie z menu *File*, 60, 758, 761

Save Image
 okno (GIMP), 629
 polecenie z menu *File*, 89

Save Rendered Image
 polecenie z menu *File*, 766

Save to Channel
 polecenie z menu *Select* (GIMP), 652

Save to Channels
 polecenie z menu *Select* (GIMP), 387

Save UV Face Layout
 skrypt z menu *UVs*→*Scripts*, 346, 948

Save UV Layout
 przykład zastosowania, 308

scalanie
 obiektów, 806
 okna, 59
 paneli, 85
 parametry scalania wierzchołków, 870

Scale
 polecenie z menu *Image* (GIMP), 746
 polecenie z menu *Mesh*, 862
 polecenie z menu *Object*, 794
 polecenie z menu *Tools* (GIMP), 657
 polecenie z menu *UVs*, 941
 przykład użycia, 94
 rozmiar pędzla (GIMP), 664

scena, *Patrz* *scene*
 animacja, 511
 barwa cieni, 510, 525
 dopasowanie do zdjęcia tła, 288
 dostosowanie oświetlenia, 510, 525
 dostosowanie oświetlenia do fotografii tła, 509, 524
 na ziemi, intensywność cienia, 529
 na ziemi, kompozycja, 524, 526, 527, 536
 na ziemi, materiały Only Shad(ow), 529, 531
 na ziemi, nierówności podłoża, 530, 531, 532, 533

- na ziemi, obraz tła jako tekstura, 527, 528
- na ziemi, trawa, 533, 534
- na ziemi, uzyskiwanie cienia, 527
- na ziemi, zmiany w kompozycji, 535
- najprostsze tło, 274
- opcje tworzenia, 778
- panorama otoczenia, 286, 596
- powielanie modelu za pomocą obrazów, 521
- powielanie obrazu modelu w GIMP, 521
- problemy z relacją *parent* odnośników obiektów, 780
- przykład panoramy, 286
- przykład zastosowania, 261
- przypisanie odnośników do obiektów z innej sceny, 779
- przypisanie panoramy, 286
- ustalenie barwy tła, 967
- ustawienia obrazu tła, 973
- usuwanie, 778
- utworzenie nowej, 778, 779
- uzyskiwanie odbłasków, 510, 525
- użycie otoczenia z innej sceny, 779
- w locie, kompozycja, 509
- wstawienie zdjęcia tła, 287
- wykorzystanie w optymalizacji efektu MBLUR, 515
- wyłączenie odbłasków, 525
- z udziałem dwóch samolotów, 521, 522
- z udziałem wielu samolotów, 521
- zarządzanie, 778, 779
- zmiana nazwy, 778
- Scene*, *Patrz* scena
 - pojęcie w Blenderze, 569
- schemat
 - kompozycji
 - kolejność łączenia obrazów, 516
 - najprostszy, 513
 - sprawdzanie rezultatu w Render Window, 1035
 - węzeł File Output, 521
 - węzeł Vector Blur, 513, 518, 1035
 - włączanie, 513, 520, 782
 - wyłączanie, 781
 - Oops, 568
 - węzłów kompozycji, 1033
- Scratches
 - rodzaj pędzla (GIMP), 671
- Screen Shot*
 - polecenie z menu File (GIMP), 658
- screws.png*
 - pomocniczy plik obrazu odbicia światła, 321
- Seam*
 - linia podziału ścian do rozwinięcia w UV, 332
 - siatka, szwy rozwinięcia UV, 905
- segmenty
 - krzywych podziałowych, 573
 - powierzchni podziałowych, 581
- SELECT IMAGE*
 - przycisk w oknie wyboru pliku obrazu, 963
- Select Window*
 - okno dialogowe kopiowania ekranu (GIMP), 658
- Select/Deselect All*
 - polecenie z menu *Select*, 71, 856
- Selected*
 - opcja z menu Erase, 843
- selekcja, *Patrz* wybór
- selekcji
 - ramka (Inkscape), 709
- Separate*
 - polecenie z menu Mesh, 887
 - przykład użycia, 130
- Set Image Canvas Size*
 - okno (GIMP), 637
- Set Smooth*
 - polecenie z menu Mesh, 922
 - przycisk z panelu Link and Materials, 869, 922
 - przykład użycia, 94
- Set Solid*
 - przycisk w panelu Link and Materials, 878
- sfera
 - odwzorowanie w powierzchni podziałowej, 581
- Shadbuf*
 - przełącznik z panelu Links and Pipeline, zestawu Shading
 - Material buttons, 519, 527, 528
- Shaded*
 - tryb wyświetlania siatki, 468
- Shaders*
 - Hard*
 - współczynnik 'twardości' odbłysek, 285
 - panel z zestawu Shading
 - Material buttons, 285, 976, 985, 989
 - Ref*
 - współczynnik odbicia światła rozproszonego, 285
 - Spec*
 - współczynnik odbłysek, 285
- Shadow*
 - parametr z panelu Shaders, zestaw Shading
 - Material buttons, 980
- Shadow and Spot*
 - (źródła światła) — panel z zestawu Shading, 972

- shadows.png*
 - pomocniczy plik obrazu odbicia światła, 322, 382
- Shared location*
 - UV, tryb selekcji, 935
- Shared vertex*
 - UV, tryb selekcji, 935
- Shear*
 - polecenie z menu Tools (GIMP), 35, 655
- Shift**, *Patrz* przesunięcie, dokładne
- Shift-**, (**przecinek**), *Patrz* Median Point
- Shift-Ctrl-M** (Inkscape), *Patrz* Transform
- Shift-D**, *Patrz* Duplicate, *Patrz* Duplicate
- Shift-E**, *Patrz* Cease Subsurf
- Shift-E** (GIMP), *Patrz* Eraser
- Shift-F1**, *Patrz* Append or Link
- Shift-K**, *Patrz* Knife Subdivide
- Shift-O** (GIMP), *Patrz* By Color (jedna z form zaznaczania)
- Shift-P**, *Patrz* Render Preview
- Shift-Q** (GIMP), *Patrz* Toggle Quick Mask
- Shift-R** (GIMP), *Patrz* Rotate
- Shift-S**, *Patrz* Snap
- Shift-S** (GIMP), *Patrz* Shear
- Shift-T**, *Patrz* Solid Tex
- Shift-T** (GIMP), *Patrz* Scale
- Shift-V**, *Patrz* Align View, *Patrz* Align View
- Show Hidden*
 - polecenie z menu Object, 809
- Show Oops schamtic*
 - polecenie z menu View, 568
- Shrink*
 - polecenie z menu Select (GIMP), 647
- Shrink/Fatten*
 - polecenie z menu Mesh, 890
 - przykład użycia, 148
- Shrinkwrap*
 - modyfikator siatki, 927
- siatka, *Patrz* Mesh
 - alternatywne rozwinięcia UV, 361, 906
 - czego unikać w rozwinięciu UV, 303
 - częściowe wyginanie wzdłuż krzywej, 919
 - dobudnie modyfikatora, 868, 889, 913, 927
 - dodanie kolejnego materiału, 900
 - dopasowanie rozwinięcia UV do innych, 336
 - edytor współrzędnych UV, 931
 - efektywna praca w UV/Image Editor, 304
 - fałdowanie, 530, 926
 - fazowanie krawędzi, 922
 - grupy wierzchołków, 328, 903, 928
 - indeks materiału, 899
 - kopiowanie współrzędnych UV, 361
 - korekta skrzywienia poprzecznego, 482, 918
 - korekta zagłębień wokół ostrych łuków, 918
 - lustrzane odbicie, 889, 923
 - metody rozwinięcia w UV, 901, 902
 - nacięcie nowej krawędzi, 871
 - nałożenie tekstury, 930
 - obraz do testowania deformacji rozwinięcia UV, 946
 - odejmowanie, 910
 - odsuwanie wierzchołków, 890, 897
 - określanie współczynników wpływu modyfikatora, 920
 - opcje rozwinięcia UV Unwrap
 - Unwrap, 901
 - ostrość krawędzi, 877
 - parametry zapisu rozwinięcia UV do obrazu, 948
 - podział krawędzi, 873
 - poprawianie siatki, 927
 - powielanie, 493, 923
 - powielenie wierzchołków, 872
 - prostowanie rozwinięcia UV, 307
 - przypisanie fragmentu do modyfikatora, 920
 - przypisanie indywidualnych ścian do różnych materiałów, 900
 - przypisanie materiału, 277
 - przypisanie wielu materiałów, 278
 - rozwijanie, dynamiczne, w UV/Image Editor, 944
 - rozwinięcie na powierzchni tekstury (UV), 930
 - rozwinięcie w UV, 303, 901, 902
 - rysowanie na płaszczyźnie ściany, 893
 - rzutowanie na powłokę, 927
 - scalenie ścian trójkątnych, 886
 - scalenie wierzchołków, 870
 - skok do, 78, 770
 - stworzenie ciągu ścian, 884
 - stworzenie krawędzi, 885
 - stworzenie ściany, 883
 - suma, różnica, część wspólna, 910
 - synchronizacja selekcji edytora UV z oknem 3D View, 932
 - szwy UV, widoczność, 905
 - technika pracy w UV/Image Editor, 944
 - testowanie deformacji płata w UV, 333
 - topologia rozwinięcia UV, 931
 - tryb wyświetlania, 468
 - usunięcie krawędzi, 881
 - usunięcie ściany, 882
 - usunięcie wierzchołków, 880

- utworzenie, 786, 788, 789
- utworzenie kwadratu, 788
- utworzenie okręgu, 786
- utworzenie walca, 789
- UV, automatyczne łączenie ścian, 332
- UV, dopasowanie rozwinięcia do miejsca na obrazie, 317
- UV, poprawianie deformacji, 307
- UV, prostowanie żeber skrzydła, 335
- UV, przypinanie, 943
- UV, rozwijanie etapami, 305
- UV, rozwijanie w oknie UV/Image Editor, 943
- UV, rzutowanie na, 305
- UV, wybór wierzchołka, 934
- wierzchołków, 853
- wpływ proporcji na rozwinięcie UV, 945
- wybór linii wierzchołków, 856
- wybór wierzchołka, 855
- wydzielenie fragmentu w nowy obiekt, 887
- wyginanie, 913, 920
- wyginanie wzdłuż krzywej, 481, 492, 913, 919
- wygładzenie, 868, 925
- wytłoczenie (rozbudowa), 866
- zaokrąglenie krawędzi, 922
- zapisanie obrazu rozwinięcia UV, 308
- zapisanie rozwinięcia UV do zewnętrznego pliku, 346, 948
- zastosowanie modyfikatora podczas edycji, 914
- zaznaczanie nazwanej grupy wierzchołków, 903
- zaznaczanie szwów rozwinięcia UV, 905
- siatki
 - krawędź przecięcia, 803
- Simple Blur*
 - filtr — proste rozmycie Gaussa (Inkscape), 376
- skalowanie
 - obiektów, 794
 - obiektu (Inkscape), 710
 - obrazu (GIMP), 657
 - środek (GIMP), 47
 - środków obiektów, 825, 850
 - wierzchołków (siatki UV), 941
 - wierzchołków (siatki), 862
 - wzdłuż osi, 795, 863, 942
- skanowanie
 - wygięcie rysunku, 33
- Skin Faces/Edge Loops*
 - opcja z menu Make Faces, 884
- Skin Sides*
 - opcja skryptu *Solidify Selection*, 897
- skin.svg*
- Bkg-Grey*
 - warstwa z białym tłem, 320
 - warstwa z szarym tłem, 317, 319, 380
- Bkg-White*
 - warstwa z białym tłem, 317, 380
- Bumps*
 - warstwa z zagłębieniami, 319, 320, 322, 362, 367, 372, 375, 377
 - warstwa z zagłębieniami pod śrubami, 318
- Contours*
 - warstwa z zaciemnień na krawędziach poszycia, 322, 368, 369, 372, 377
 - warstwa zaciemnień na krawędziach poszycia, 320
- Cover*
 - warstwa z pokrywami i zaślepkami otworów, 359, 362, 367, 373, 375, 377
- Fabric*
 - warstwa szczegółów powierzchni krytych płótnem, 367, 375
- grupowanie
 - zawartości warstw, 371
- Holes*
 - warstwa otworów w poszyciu, 367, 375, 405
- Lines*
 - warstwa z liniami podziału poszycia, 318, 320, 322, 359, 362, 377
- Overlay*
 - warstwa z ‘najwyższymi’ elementami poszycia, 318, 319, 359, 360, 362, 375
- Panel V/H*
 - warstwy z krawędziami paneli poszycia, 318, 319, 320, 375
- Result*
 - Nor-Blur*
 - drugorzędna mapa nierówności, 372, 373, 374, 408
 - Nor-Details*
 - podstawowa mapa nierówności, 375
 - Ref-Blur*
 - warstwa cieni dla tekstury odbić, 376
 - Ref-Grunge*
 - obraz zabrudzeń wzdłuż linii poszycia, 377
 - warstwa zabrudzeń wzdłuż połączeń poszycia (tekstura odbić), 376
 - Ref-Other*
 - dodatkowe elementy obrazu odbić i odblasków, 378
 - inne elementy obrazu tekstury odbić, 376

- Result**
- warstwy z gotowym obrazem tekstur, 372
- Rivets*
- warstwa z nitami, 319, 320, 321, 322, 359, 362, 369, 372, 374, 375, 376
- Screws*
- warstwa ze śrubami, 319, 321, 359, 362, 375
- Shadows*
- warstwa z cieniami pod liniami nitów, 320, 322, 368, 369, 372, 376
 - wgłębienia w powierzchniach krytych płótnem, 408
 - taktyka tworzenia warstw, 375
 - wzorec tekstur, 318, 371, 615, 616, 1024, 1025, 1026
- skin.xcf*
- plik z obrazami tekstury barwy i odbić, 382, 385, 412
- składnik
- barwy, 596
- skok
- do węzła siatki, 78, 770
 - do zaznaczonego wierzchołka, 937
- skóra
- brązowa
 - fałdy i odblaski, 1009
 - geometria wzoru nierówności, 1008
 - odwzorowanie nierówności, 1008
 - podstawowe ustawienia materiału, 1007
 - czarna
 - geometria wzoru nierówności, 1006
 - odwzorowanie nierówności, 1007
 - podstawowe ustawienia materiału, 1005
 - odwzorowanie fałd, 1010
 - odwzorowanie zmatowień, 1006, 1008
- skrypt
- AlignView.py, 810
 - CrossSection.py, 803
 - HandlePanel.py, 845
- skrypty
- domyślny folder, 759
- skrzydło
- 'odwijanie' pionowych ścian w rozwinięciu UV, 330
 - formowanie oprofilowania kadłuba, 242, 244, 247
 - formowanie owiewki podwozia, 226, 227, 230, 232, 233, 235, 267
 - formowanie profilu, 113
 - gondola podwozia
 - obraz poszycia, 364
 - poprawki siatki, 365
 - hierarchia elementów, 135
 - kąt zaklinowania, 141
 - klapy, 129
 - komora lotki, 135
 - końcówka, formowanie, 120
 - krawędź przenikania z kadłubem, 164
 - kształt podstawowy, 116
 - obraz poszycia, 364
 - otwór, podwozia, 138
 - podłużnice, 113
 - pokrywa podwozia
 - obraz poszycia, 364
 - poprawki siatki, 365
 - położenie podłużnic, 112
 - profil końcowy, 115
 - profil początkowy, 113, 115
 - profile lotnicze, 111
 - przekrój krawędzi spływu, 117
 - rozwiniecie siatki w UV, 329
 - ściany, pominięte w rozwinięciu UV, 329
 - UV, 'odwijanie' wnęki lotki, 330
 - UV, kłapa, 352
 - UV, kłapa skrzydła, 356
 - UV, lotka, 351
 - UV, owiewka podwozia, 349
 - UV, prostowanie krawędzi żeber, 335
 - UV, wnęka klapy skrzydła, 356
 - UV, wnęka podwozia głównego, 356
 - wycięcie końcówki, 121
 - wycięcie lotki, 130
 - wznios, 141
 - zaokrąglanie końcówki, 123
 - zebra, 120
- Sky*
- przełącznik efektu dla lampy Sun, 603
- Sky/Atmosphere*
- (światło Sun) — panel z zestawu Shading, 972
 - panel lamp typu Sun z zestawu Shading, 603
- Smudge*
- polecenie z menu Tools (GIMP), 665
- Snap*
- menu rozwijalne w oknie UV/Image Editor, 937
 - polecenie z menu *Mesh*, 850
 - polecenie z menu *Object*, 78, 770, 825, 849
- Softer*
- rodzaj pędzla (GIMP, zakładka Brushes), 664
- Solid*
- tryb rysowania, 77
- Solid Tex*
- tryb wyświetlania tekstur w oknie 3D View, 951
- Solidify Selection*

- okno dialogowe, 897
- opcja *Collapse Sides*, 898
- opcja *Remove Original*, 898
- opcja *Skin Sides*, 897
- pole *Thick*, 897
- polecenie z menu Mesh, 897
- przykład zastosowania, 179
- Source Graphic*
 - typ obrazu wejściowego dla filtra (Inkscape), 734
- Space**, *Patrz Add*, *Patrz Add*
- Spe*
 - barwa odbłyśków materiału z zestawu Shading
 - Material buttons, 989, 998, 1005, 1012
- Spec*
 - parametr shadera z zestawu Shading
 - Material buttons, 976, 981, 983, 985, 998, 1005, 1007, 1012
- Specials*
 - menu podręczne edycji siatki, 922
 - podręczne menu edycji siatki, 870, 873
- SpecTra*
 - współczynnik z panelu MirrorTrans, zestawu Shading
 - Material buttons, 977
- Specular*
 - shader z zestawu Shading
 - Material buttons, 976
- Split Area*, *Patrz nowe:okno* (Blender)
- sprawdzanie
 - rysunku, 28, 29
- sprężyna
 - odwzorowanie za pomocą materiału, 994
 - przykład odwzorowania, 429
- SR*, *Patrz układ ekranu:wybór*
- stal
 - ‘posrebrzona’ - ustawienia materiału, 990
 - chropowaty odlew - ustawienia materiału, 992
 - ciegno - ustawienia materiału, 993
 - materiał, 989
 - materiał ‘chropowaty’, 992
 - materiał ‘gładki’, 992
 - materiał dla cięgien (linek), 993
 - odwzorowanie drobnych chropowatości, 990
 - odwzorowanie drobnych zabrudzeń, 984, 991
 - odwzorowanie niewielkich sprężyn, 994
 - odwzorowanie splecionej linki, 993
 - podstawowe ustawienia materiału, 989
 - sprężyna - ustawienia materiału, 994
- Standard Deviation*
 - parametr efektu Gaussian Blur (Inkscape), 734, 740
- statecznik
 - pionowy, rozwinięcie w UV, 354, 355
 - poziomy
 - obraz poszycia, 366
 - poziomy, rozwinięcie w UV, 355
- statecznik pionowy
 - formowanie, 156
 - formowanie oprofilowania, 239
- statecznik poziomy
 - formowanie, 148
 - formowanie oprofilowania, 238
- Stencil*
 - przełącznik w panelu Map To, 1001
- ster
 - kierunku, detale, 505
 - kierunku, rozwinięcie w UV, 354
 - wysokości, rozwinięcie w UV, 355
- ster kierunku
 - końcówka, formowanie, 157
 - krawędź spływu, formowanie, 157
 - podstawa, formowanie, 157
 - przednia krawędź, formowanie, 156
 - sterowanie obrotem, 505
- ster wysokości
 - końcówka, formowanie, 150
 - krawędź spływu, formowanie, 151
 - podstawa, formowanie, 151
 - przednia krawędź, formowanie, 150
 - sterowanie obrotem, 505
 - szczelina, formowanie, 152
- sterowanie
 - chowaniem podwozia, 466
 - klapami chłodnicy, 496
 - klapami skrzydła, 502
 - lotkami, 502
 - obrotem śmigła, 496
 - owiewką kabiny, 504
 - sterem kierunku, 505
 - sterem wysokości, 505
 - zespołami modelu, 466, 845
 - przygotowanie, 466
- sterujące
 - punkty,krzywych podziałowych, 571
 - punkty,powierzchni podziałowych, 577
- sterujący
 - wielobok,krzywych podziałowych, 571
- stery
 - obraz poszycia, 366
- Stick*

- przełącznik z panelu Armature, 817
- Sticky UV Selection*
 - disable*
 - zlepianie okna, 935
 - lista w nagłówku okna., 935
 - stop*
 - węzeł gradientu (Inkscape), 722
- Stop Color*
 - sekcja z okna Gradient editor (Inkscape), 722
- Strands*
 - End*
 - pole okna, 1045
 - menu panelu Links and Pipeline, 1045
 - Shape*
 - pole okna, 1045
 - Start*
 - pole okna, 1045
- strefy
 - kabiny, 477, 484
- Strength*
 - pole z panelu Modifiers (Displace), 926
- Stress*
 - tryb mapowania tekstury w panelu Map Input, 1010
- Stretch To*
 - lista modyfikatorów, 833
 - oś śledząca cel, 834
- Plane*
 - oś obrotu, 834
 - przykład użycia, 443
 - przykład zastosowania, 450
- Rest Length*
 - dystans odniesienia, 834
- Target*
 - nazwa źródła transformacji, 833
 - utworzenie, 833
- Vol*
 - dotatkowe kierunki zmiany skali, 834
- stroke*
 - linia obrysu (Inkscape), 695
- Stroke Paint*
 - typ obrazu wejściowego dla filtra (Inkscape), 734
- struktura
 - pliku Blendera, 567
- Stucci*
 - tekstura proceduralna - przykład użycia, 984, 991, 999
- stworzenie
 - ciągu ścian, 884
 - krawędzi, 885
 - nowego układu ekranu, 777
 - ściany, 883
 - ściany czworokątnej, 886
 - ściany, menu Make Faces, 884
- styczne
 - do krzywej (Inkscape), 698, 699
- Subdivide*
 - polecenie z menu Mesh, 873
 - przykład użycia, 113
- subdivision curves*, *Patrz* krzywe podziałowe
- subdivision surfaces*, *Patrz* powierzchnie podziałowe
- Substract*
 - sposób nakładania barw, 606
 - tryb aplikacji tekstury (panel Map To), 1002
- Substract from Selection*
 - polecenie z menu kontekstowego Channels (GIMP), 652
 - polecenie z menu kontekstowego zakładki Channels (GIMP), 387
- Substraction*
 - sposób nakładania barw, 606
- Subsurf*
 - modyfikator, 786, 790
 - modyfikator siatki, 868, 925
 - panel, przykład użycia, 154
 - przykład użycia dla linii, 114
- Sun*
 - przykład ustawień dla źródła światła, 272
 - utworzenie źródła światła, 792
 - właściwości źródła światła, 971, 972
- svg
 - atrybut id — identyfikator obiektu, 1026
 - Firefox, wydajność rysowania, 1024
 - przeglądarka plików, 1023
 - svgview, wydajność rysowania, 1024
 - wyszukiwanie identyfikatora obiektu, 1026
 - znajdowanie elementów wg nazwy, 1026
- svgtex
 - barwa tła, 1021
 - domyślny rozmiar, 1021
 - elementy nie zaimplementowane, 1022
 - graniczna ilość pamięci, 1021
 - jako tekstura nierówności, 615
 - kod źródłowy, 1022
 - kontrolka Alpha, 1021
 - kontrolka Df.LoD, 1021
 - kontrolka Fid, 1021
 - kontrolka File name, 1022
 - kontrolka Force Df.LoD, 1021
 - kontrolka Interpol, 1021

- kontrolka Mem Max, 1021
 - kontrolka Used, 1022
 - nieprzejrzystość tła, 1021
 - omówienie rezultatów, 614, 616
 - opis parametrów, 1020
 - pliki skrótów, 1025
 - przełącznik Clip, 1021
 - przełącznik Enabled, 1022
 - przełącznik Extend, 1021
 - przełącznik Repeat, 1021
 - przykład wykorzystania, 613
 - przykład złożonego pliku skrótu, 1028
 - przykład, przełączanie warstw w pliku skrótu, 1025
 - radę praktyczne, 1022
 - skrótów xml, 1025
 - atrybut clip-path, 1028
 - atrybut display, 1027
 - atrybut fill, 1027
 - atrybut fill-opacity, 1027
 - atrybut filter, 1028
 - atrybut font, 1028
 - atrybut font-size, 1028
 - atrybut for, 1026, 1027
 - atrybut mask, 1028
 - atrybut opacity, 1027
 - atrybut path, 1025, 1026, 1027
 - atrybut propagate, 1026, 1027
 - atrybut stroke, 1027
 - atrybut stroke-dasharray, 1027
 - atrybut stroke-opacity, 1027
 - atrybut stroke-width, 1027
 - atrybuty elementu override, 1027
 - atrybuty, które można nadpisywać, 1027
 - element override, 1026, 1027
 - element src, 1025, 1026, 1027
 - element texture, 1025, 1027
 - przykład najprostszego pliku, 1025
 - przykład użycia, 1025, 1027
 - stały rozmiar, 1021
 - sterowanie dokładnością, 1021
 - sterowanie filtrem, 1021
 - ścieżka do pliku *.svg, 1022
 - użyta ilość pamięci, 1022
 - włączanie, 1022
 - wtyczka tekstur wektorowych, 613
 - zasada działania, 1020
 - svgview
 - przeglądarka plików SVG, 1023
 - symetryczny
 - węzeł (Inkscape), 698
 - system
 - nazewnictwa, 798, 966
 - System & OpenGL*
 - sekcja okna User Preferences, 758
 - szarości
 - odcienie (GIMP), 638
 - szew
 - poszycia, odwzorowanie na teksturze, 367, 726, 727
 - poszycia, problem z odwzorowaniem na teksturze, 728
 - szkielet
 - kadłuba, weryfikacja, 468
 - szkieletowa
 - profilu lotniczego, 590
 - szkło
 - kuloodporne, kabiny, 476
 - materiał, 976
 - odbicie wnętrza kabiny, 483
- Ś
- ściana
 - elementarna, 853
 - okno opcji tworzenia, 884
 - rysowanie w płaszczyźnie, 893
 - scalenie trójkątnych, 886
 - siatki, 853
 - stworzenie, 883
 - stworzenie wielu naraz, 884
 - usuwanie, 882
 - wytłoczenie, 866
 - ścieżka
 - aberracja skręcenia poprzecznego deformowanej siatki, 916
 - edycja, 843
 - kierunek poprzeczny do, 844
 - krańce krzywej — położenie, 844
 - krańce krzywej — styczne, 844
 - skręcenie poprzeczne, 482, 918
 - utworzenie, 842
 - wielobok sterujący krzywą, 844
 - wygięcie deformowanej siatki, 918
 - wyginanie wzdłuż, 481, 492, 913, 919
 - względna (do plików), 88
 - ścieżki
 - domyślna do skryptów, 759
 - domyślna do wtyczek (tekstury), 759
 - domyślna do wyników renderowania, 759
 - względne (domyślnie), 759
 - śmigło

animacja obrotu, 511, 1029
 kołpak, rozwinięcie w UV, 349
 kształt w rzucie z boku, 110
 łopata, rozwinięcie w UV, 349
 materiał łopat, 384
 powielenie łopat, 109
 skręcenie łopaty, 106
 sterowanie obrotem, 496
 typowy przekrój łopaty, 102

średnia ważona
 sposób nakładania barw, 605

środek
 2D Cursor, 940, 941
 3D Cursor, 794, 862, 864
 Bounding Box Center, 794, 864, 940
 Median Point, 862, 941
 skalowania (GIMP), 47
 zmiana dla obiektu, 808

środkowe
 punkty, powierzchni podziałowych, 578

śruba
 przykład odwzorowania, 430

śruby
 odwzorowanie na teksturze, 309, 729
 podwozia, 449
 rysowanie, na mapie nierówności, 360

światło
 barwa, 971
 barwa cieni, 510, 525
 cienie — włączenie efektu, 972
 dobór parametrów dla sceny na ziemi, 524
 dobór parametrów dla sceny w locie, 272, 273, 275
 dobór światła otaczającego, 510, 525
 dopasowanie do zdjęcia tła, 288
 dostosowanie do fotografii w tle, 509, 524
 efekt Ambient Occlusion, 968
 efekt oświetlenia atmosferycznego, 603
 emisja z materiału, 980
 intensywność, 971
 kompensacja po wyłączeniu Ambient Occlusion, 979
 nazwa źródła, 971
 otoczenia, kompensacja cieni, 969
 otoczenia, ustawianie, 968
 otoczenia, wygładzanie granic cieni, 970
 pozycyjne, formowanie, 502
 pozycyjne, materiały, 502
 problemy z Ambient Occlusion, 978, 979
 przykład światła otaczającego, 275

przykład zastosowania w Blenderze, 271
 tekstura rozproszenia i odbicia (światła), 300
 utworzenie światła typu *Hemi*, 792
 utworzenie światła typu *Sun*, 792
 utworzenie źródła, 792
 uzyskiwanie odbłasków, 510, 525
 użycie światła pomocniczego, 510, 525
 właściwości źródła *Hemi*, 971
 właściwości źródła *Sun*, 971, 972
 wyłączenie odbłasków, 525
 zasięg, 971

T

Tab, *Patrz* tryb edycji), *Patrz* tryb, przełączanie)

tablica

instalacji elektrycznej, 478
 przyrządów pokładowych, 471, 474
 przyrządów pokładowych, detale, 475
 przyrządów pokładowych, otoczenie, 477
 przyrządów pokładowych, plakietki, 475

tablica przyrządów

otwory, 472

Tablica znaków

program narzędziowy (Inkscape), 744

tarcza

mechanizmu osłony kabiny, 480

tekst

czcionki USAAF Stencil (Inkscape), 400
 edycja (Inkscape), 714
 napisy na samolocie (Inkscape), 745
 przekształcenie na ścieżkę (Path) (Inkscape), 401
 rysowanie (Inkscape), 713, 744
 uzyskanie 'prześwitów' na szablonach (Inkscape), 401
 wzdłuż krzywej — zmiany (Inkscape), 715
 wzdłuż krzywej (Inkscape), 715

tekstura

aktualizacja obrazu, 963

barwy

analiza na podstawie zdjęcia, 414
 kamuflażu AVG, 415
 malowanie bezpośrednio na modelu, 414
 nałożenie 'szumu', 389
 nałożenie koloru podstawowego, 386, 412, 413
 naniesienie ogólnego 'wyblaknięcia', 393
 naniesienie przetrarć i odprysków farby, 390, 415
 naniesienie zabrudzeń, 392
 plamy kamuflażu, 413
 sprawdzanie plam kamuflażu, 414

barwy wnętrza kabiny, 470

- czego unikać w rozwinięciu UV siatki, 303
- deformacja krawędzi natarcia, 334
- deformacja krawędzi natarcia — rozwiązanie, 335
- deformacja krawędzi panelu, 341
- deformacja na grzbiecie samolotu, 341
- deformacja na rozwinięciu UV, 498
- deformacja wzdłuż szwów — rozwiązanie, 362
- dopasowanie do obiektu, 294
- dopasowanie rysunku referencyjnego, 336
- działanie tekstur wektorowych, 1020
- edycja szwów nitów, 295
- efektywna praca z siatką w UV/Image Editor, 304
- gradient nierówności dla powierzchni krytych płótnem, 731
- intensywność mapowanie barw, 295
- jednowymiarowa — przykład użycia, 1001, 1003
- kombinacja mapowania odbić i odbłyśków, 324
- kompozycja drugorzędnej mapy nierówności, 320, 321, 374, 408
- kompozycja mapy odbić światła, 322
- kompozycja podstawowej mapy nierówności, 319, 375
- kompozycja rozwinięć siatek w jednym obrazie, 316
- krawędzi natarcia — układ, 334, 398
- LoD
 - wyjaśnienie pojęcia, 1020
- malowanie bezpośrednio po modelu (w 3D View), 952, 953
- mapa normalnych, porównanie z mapą nierówności, 410
- mapa normalnych, wykorzystanie, 409
- mapowanie barw, 295
- mapowanie geometrii, 323
- mapowanie na otoczenie, 597, 601
- mapowanie nierówności, 296
- mapowanie panoramy nieba, 601
- mapowanie płaskie, 291, 294
- mapowanie rozproszenia światła, 300
- mapowanie UV, 303
- mapowanie w ‘oryginalnych współrzędnych’ (Orco), 294
- mapowanie w trybie Win, 527, 528, 534
- mapowanie wg projekcji, 1042
- mapowanie, trzy stany, 296
- modulacja intensywności odbić światła, 404
- modulacja natężenia efektu AO, 403
- nadanie nazwy, 962
- nakładanie na model, 291, 1042
- nałożenie na model, 930
- narysowanie nierówności poszycia, 409, 724
- natężenia AO (Amb), 403
- natężenia odbłyśków(Cusp), 404
- nieba, 986
- nieregularnych zabrudzeń, 382
- nierówności komory podwozia, 460
- nierówności wnętrza kabiny, 470
- nierówności wokół otworów na tablicy przyrządów, 472
- nierówności, pofałdowanie poszycia, 300
- nierówności, wektorowa, 615
- nierówności, wzbogacanie o dodatkowe efekty, 301
- nierówności, zagłębienia poszycia pod liniami nitów, 320
- nierówności, zasada działania, 296
- obraz drugorzędnej tekstury nierówności, 321
- obraz nierówności powierzchni, 372
- obraz nierówności powierzchni, 318
- obraz otoczenia, 962
- odbicia
 - kamuflażu AVG, 415
 - naniesienie zacieków, 415
- odbicia światła, problem z obrazem, 313
- odbić i nierówności, ocena rezultatu, 325
- odbić wnętrza kabiny, 470
- odświeżenie obrazu, 294
- odwzorowanie łbów śrub, 309
- odwzorowanie nitów, 295, 296, 725
- odwzorowanie powierzchni krytych płótnem, 730
- odwzorowanie szwu ‘na zakładkę’, 367, 726, 727
- odwzorowanie śrub na poszyciu, 729
- ograniczanie obszaru działania, 1001
- ograniczenia obrazów rastrowych, 316
- określenie typu, 962, 964
- opcje zapisania do obrazu (Inkscape), 293
- optymalne wymiary obrazu, 684
- otworów — efekt przejrzystości (‘dziury’), 406
- otworów — problemy z Ambient Occlusion, 406
- otworów na przyrządy pokładowe, 472
- otworów technicznych, 405
- parametry mapy nierówności, 323
- pochylone paski — przykład użycia, 994
- podstawowe przypisania do materiału, 302
- pomocnicze pliki obrazu odbicia światła, 321
- porównanie rastrowej i wektorowej, 614, 616
- poszycia, cienie wzdłuż linii nitów, 368
- poszycia, otwory, 405
- poszycia, rysowanie linii podziału, 359
- poszycia, rysowanie pokryw i zaślepek, 359
- poszycia, rysowanie śrub i nitów, 360

- poszycia, sprawdzanie na podglądzie renderu, 367
- poszycia, sprzeczne wymagania, 360
- poszycia, szczegóły gondoli podwozia, 364
- poszycia, szczegóły kadłuba, 362
- poszycia, szczegóły kołpaka śmigła, 363
- poszycia, szczegóły maski silnika, 363
- poszycia, szczegóły płat, 364
- poszycia, szczegóły usterzenia, 366
- poszycia, weryfikacja na modelu, 360
- poszycia, wykorzystanie obrazów rozwinięć UV, 359
- powiązanie z materiałem, 962, 964
- powiązanie z plikiem obrazu, 963
- powielenie mapowania na materiał, 965
- powierzchni wewnętrznych, 405
- problem ‘białych otoczek’ wokół konturów obrazu, 400
- problem łączenia szwów ‘na zakładkę’, 728
- problemy z przejrzystością (ZTransp), 407
- problemy z przejrzystością obrazu, 400
- proceduralna - przykład użycia, 984, 990, 991, 993, 994, 999, 1000, 1001, 1003, 1006, 1008, 1010, 1013, 1014
- przenoszenie zmian z Blendera do GIMP, 954
- przygotowanie ‘rozmytego’ obrazu nierówności, 312
- przypisanie obrazu, 311
- przypisanie renderowanych parametrów, 295
- przypisanie współrzędnych UV do siatki, 931
- rozjaśnienie obrazu, 597
- rozpraszania, wzbogacanie o dodatkowe efekty, 301
- rozproszenia i odbicia (światła), 300
- rozwijanie UV siatki płata, 335
- rozwinięcie siatki w UV, 901, 902
- równoległa do płaszczyzny widoku, 527
- rysowanie łączenia blach, 292
- sprawdzanie obrazu, 951
- stworzenie duplikatu istniejącej, 965
- svgtex, 613
 - barwa tła, 1021
 - dokładność, 1021
 - domyślny rozmiar, 1021
 - elementy nie zaimplementowane, 1022
 - filtr, 1021
 - graniczna ilość pamięci, 1021
 - kod źródłowy, 1022
 - nieprzejrzystość tła, 1021
 - odwzorowanie nierówności, 615
 - parametry, 1020
 - radę praktyczne, 1022
 - stały rozmiar, 1021
 - ścieżka do pliku *.svg, 1022
 - użyta ilość pamięci, 1022
 - włączanie, 1022
- ścieżka do wtyczki, 1018
- tarcz z tablicy przyrządów, 474
- testowe nałożenie obrazu na siatkę, 310
- tło obrazu, 293
- trawy, 534
- tryb łączenia z innymi teksturami (w materiale), 295, 995, 1002, 1003
- tryb Win, problemy z, 528
- utworzenie nowej (proceduralnej), 964
- utworzenie nowej (rastrowej), 962
- UV, rozwinięcie siatki, 930
- UV, uzgodnienie położenia siatek na obrazie tekstury, 336
- UV, włączenie mapowania, 311
- uzgodnienie położenia siatek na obrazie, 336, 362
- użycie wtyczki, 1017
- wektorowa, 491, 613
- wnętrza kabiny, 469
- wnętrza komory podwozia, 459
- wskazanie pliku obrazu, 963
- współrzędne mapowania, 294
- wyjaśnienie pojęcia, 291
- wyostrzenie obrazu, 381, 672
- wyświetlanie w oknie 3D View, 946, 951
- zakrzywione szwy nitów, 295
- zmiana kontrastu obrazu, 597
- zmiana obiektu do pomalowania (Texture Paint), 953
- zmiana typu, 1017
- znaków rozpoznawczych i tekstów, 399, 416
- tekstura mapowanie wzdłuż naprężeń siatki, 1010
- tekstury
 - domyślny folder wtyczek (*plugins*), 759
- Tex Plugins*
 - przełącznik z sekcji File Paths, 759
- TexFace All from layer*
 - polecenie z menu Copy Face Selected, 361, 908
- Texture*
 - Add New*
 - przycisk panelu z zestawu Shading
 - Material buttons, 293
 - Texture buttons, 962, 964
 - Clouds*
 - typ tekstury z menu rozwijalnego (Shading
 - Texture buttons), 964
 - Image*
 - typ tekstury z menu rozwijalnego (Shading

- Texture buttons), 962
- panel z zestawu Shading
 - Material buttons, 965
- podzestaw paneli, 84
- pole z panelu Modifiers (Displace), 926
- Texture and Input*
 - AngMap*
 - opcja panelu z zestawu *Shading*
 - World buttons*, 597
 - sposób rozwinięcia tekstury, 286
- Texture buttons*
 - podzestaw zestawu Shading, 965
- Texture Paint*
 - przykład użycia, 414
 - tryb pracy oknie 3D View, 952
- Texture Painting*
 - przełącznik trybu pracy okna UV/Image Editor, 933
 - przełącznik w oknie UV/Image Editor, 929, 952
- Texture Type*
 - kontrolka z panelu Texture, 962, 964
- Textured*
 - tryb wyświetlania w oknie 3D View, 946, 951
- Thick*
 - pole okna Solidify Selection, 897
- Tile Window*
 - polecenie z menu *View*, 63
- Timeline*
 - okno osi czasu, 1029
- tkanina
 - odwzorowanie włókien, 1014, 1015
 - odwzorowanie zabrudzeń, 1013
 - podstawowe ustawienia materiału, 1012
- tło
 - dobór do efektu śmigła, 516
 - dopasowanie sceny do zdjęcia, 288
 - dostosowanie oświetlenia sceny, 509, 524
 - dwubarwne, przykład, 274
 - obrazu tekstury, 293
 - podstawienie obrazu, 509, 524, 772
 - pozowanie modelu, 509
 - przejrzyste (na renderze), 782
 - renderingu, podstawienie obrazu, 973
 - renderowanego obrazu, 88
 - rozmiar obrazu, 773
 - ustalenie dla sceny, 967
 - wstawienie zdjęcia w tło renderingu, 287
- To Scene*
 - polecenie z menu *Object*, 778, 779
- Toggle Quick Mask*
 - polecenie z menu *Select* (GIMP), 386, 650, 670
- Tools*
 - menu (GIMP), 624
- tor ruchu
 - owiewki kabiny pilota, 162
- Trace Bitmap*
 - polecenie z menu *Path* (Inkscape), 747
- Traceable*
 - przełącznik z panelu *Links and Pipeline*, zestawu *Shading*
 - Material buttons, 519, 531
- Track To*
 - Align*
 - zwrot osi 'Up', 821
 - opis ograniczenia, 821
 - przykład użycia, 439
 - przykład użycia ograniczenia, 272
 - usunięcie ograniczenia, 822
- Track To Constraint*
 - utworzenie ograniczenia, 821
- tradycyjny
 - rysunek (techniczny), 29
- Transform*
 - opis ograniczenia, 829
 - panel (Inkscape), 717
 - polecenie z menu *Object* (Inkscape), 710, 711, 712, 717
 - przykład problemów, 440
 - przykład użycia, 437, 441
- Transform Properties*
 - okno, przykład użycia, 115
 - polecenie z menu *Object*, 81
- transformacja
 - obiektu (Inkscape), 717
 - pozostałości (GIMP), 36
 - rezygnacja (z polecenia), 794, 860, 862, 864, 939, 940, 941
 - zatwierdzenie (GIMP), 653, 654, 656, 657
- Transformation*
 - Axis Mapping*
 - lista rozwijalna, 830
 - CSpace*
 - wybór typu układu współrzędnych, 830
 - Destination*
 - transformacje obiektu z ograniczeniem, 829
 - lista modyfikatorów, 829
- Loc*
 - opcja translacji, 829, 830
- Local (WithoutParent)*

- lokalny układ współrzędnych obiektu, 830
 - Rot*
 - opcja obrotu, 829
 - Scale*
 - opcja zmiany rozmiaru, 829
 - Source*
 - transformacje obiektu wzorocowego, 829, 830
 - Target*
 - nazwa źródła transformacji, 829, 830
 - utworzenie, 829
 - Zmax*
 - koniec zakresu, 830
 - Zmin*
 - początek zakresu, 830
 - TraShadow*
 - opcja, przykład użycia, 282
 - przełącznik z panelu Shaders, zestawu Shading Material buttons, 978
 - trawa
 - analiza efektów na renderze, 1043
 - długość źdźbła, 1041, 1042
 - końcowa szerokość źdźbła, 1045
 - liczba źdźbeł, 1041
 - losowe odchylenia źdźbeł, 1041
 - pochylenie do dołu, 1041
 - początkowa szerokość źdźbła, 1045
 - podgląd wpływu parametrów, 1042
 - poprawianie granicy cienia, 1040
 - przygotowanie nowej, 1041
 - przygotowanie siatki, 533, 1040, 1041
 - przypisanie parametru do wag wierzchołków siatki, 1043
 - rozłożenie losowe źdźbeł, 1041
 - różnice w długości źdźbeł, 1041
 - sprawdzanie siatki, 1041
 - sterowanie gęstością za pomocą wag, 1043, 1044
 - sterowanie kształtem źdźbła, 1041, 1045
 - ustawienia materiału, 1044, 1045
 - wpływ na rozmiar pliku Blendera, 1042
 - wpływ parametru Amb, 1045, 1046
 - wygięcie boków źdźbła, 1045
 - True Type
 - czionki (Inkscape), 744
 - USAAF Serial Stencil (Inkscape), 745
 - USAAF Stencil (Inkscape), 744
 - tryb
 - edycji, włączanie, 843, 854
 - obiektu, włączanie, 785
 - pozowania, włączanie, 817
 - rysowania
 - okna widoku, 77
 - Tube*
 - tryb nałożenia obrazu — przykład użycia, 1013
 - tunel
 - chwytu powietrza, rozwinięcie UV, 343
 - Turbulence*
 - Base Frequency*, parametr (Inkscape), 738
 - efekt filtra obrazu (Inkscape), 738, 741
 - Octaves*, parametr (Inkscape), 738
 - Seed*, parametr (Inkscape), 738
 - Type*, parametr (Inkscape), 738
- U**
- U**, *Patrz* UV Unwrap
 - uchwyt
 - kryteria identyfikujące, 846
 - nazwa, 847
 - panel sterowania, 466
 - przygotowanie dla, 466
 - położenie neutralne, 846, 847
 - sterowanie położeniem, 847
 - sterowanie za pomocą GUI, 845
 - sterownie kółkiem ogonowym, 435, 465
 - sterownie podwoziem głównym, 451
 - układ
 - domyślny (ekranu), 60
 - układ ekranu
 - predefiniowany, 60
 - wybór, 60
 - układ współrzędnych
 - zmiana aktualnego, 166
 - ukrywanie
 - obiektów, 809
 - zawartości warstwy (Inkscape), 642, 686
 - Undo*
 - polecenie, 80
 - polecenie z menu Edit (GIMP), 635, 636
 - Ungroup*
 - polecenie z menu Object (Inkscape), 719
 - unifikacja
 - rozmiarów planów, 51
 - Unpin*
 - polecenie z menu UVs, 944
 - Unwrap*
 - opcja z menu UV Calculation, 901
 - polecenie z menu Mesh, 303
 - polecenie z menu UVs, 304, 306, 943
 - uprząż

- fotelu pilota, 481
- końcówki pasów, 482
- modelowanie pasów, 481, 489
- poprawianie pasów spadochronu, 488
- sprzączki, 481
- USAAF Serial Stencil
 - czcionka True Type (Inkscape), 745
- USAAF Stencil
 - czcionka True Type (Inkscape), 744
- Use B edges*
 - opcja okna *Mesh Intersection*, 804
- Use diagonals*
 - opcja okna *Mesh Intersection*, 805
- Use Falloff*
 - opcja z panelu Amb Occ z zestawu Shading World buttons, 970
- Use Nodes*
 - przełącznik w oknie Node Editor, 1033
- Use OSA on Preview*
 - problemy z podglądem renderu, 368
 - przełącznik z panelu Preview, 368
- User Preferences*
 - okno, 56, 89, 758
 - sekcja Auto Save, 769
 - sekcja Edit Methods, 758
 - sekcja File Paths, 759
 - sekcja System & OpenGL, 758
 - sekcja View & Controls, 758
- ustawienia
 - Auto Save, 769
 - Edit Methods, 758
 - File Paths, 759
 - System & OpenGL, 758
 - ścieżek dostępu, 759
 - View & Controls, 758
 - zapisanie, 761
- ustawienia domyślne
 - materiału, 976, 983
 - materiału, dural, 985
 - materiału, guma, 998
 - materiału, skóra (brązowa), 1007
 - materiału, skóra (czarna), 1005
 - materiału, stal, 989
 - materiału, tkanina, 1012
- usterzenie
 - formowanie profilu, 144, 154
 - profile lotnicze, 144, 154
 - UV, statecznik pionowy, 354, 355
 - UV, statecznik poziomy, 355
 - UV, ster kierunku, 354
 - UV, ster wysokości, 355
- usterzenie pionowe
 - formowanie podstawowego kształtu, 154
 - końcówka, 155
 - położenie podłużnic, 154
- usterzenie poziome
 - grubość końcówek, 144
 - hierarchia elementów, 152
 - końcówka, formowanie, 146
 - położenie podłużnic, 143
 - uformowanie podstawowego kształtu, 144
- usunięcie
 - aktualnej sceny, 778
 - krawędzi, 881
 - linii IPO, 781, 1031
 - linii wierzchołków, 879
 - menu Erase, 843, 880, 881, 882
 - modyfikatora, 868
 - obiektu, 760
 - ograniczenia, 822
 - okno opcji, 843, 880, 881, 882
 - ścian, 882
 - układu ekranu, 776
 - warstwy (GIMP), 643
 - warstwy (Inkscape), 688
 - wierzchołków, 880
 - z obrazu w GIMP, 29, 636, 649
- utworzenie
 - linii wierzchołków, 875
 - nowego materiału, 957
 - nowego obrazu w GIMP, 660
 - nowej sceny, 778, 779
 - nowej tekstury proceduralnej, 964
 - nowej tekstury rastrowej (Image), 962
 - powiązania obiektu i materiału, 959
 - powiązania siatki i materiału, 959
- UV
 - alternatywne, rozwinięcia tej samej siatki, 360, 906
 - deformacja krawędzi natarcia — rozwiązanie, 335
 - edytor siatki, 931
 - edytor, opis okna UV/Image Editor, 932
 - kadłub
 - chwyt powietrza, 343, 344
 - deformacja wzdłuż krawędzi panelu, 341
 - deformacja wzdłuż szwów, 341
 - dopasowanie siatek, 345
 - kołpak śmigła, 349
 - łopta śmigła, 349

- ogon i okolice kabiny, 338, 339, 340, 342
 - okapotowanie silnika, 343, 345
 - oprofilowanie skrzydła, 350
 - osłona chłodnic, 343, 398
 - osłony karabinów, 344
 - owiewka kabiny, 352
 - powierzchnie wewnętrzne, 355
 - ramki kabiny, 353
 - szwy na ogonie, 339
 - weryfikacja, 340
 - wnętrze chłodnicy, 357
 - linia podziału ścian siatki, 332
 - mapowanie tekstur, 303
 - obraz
 - całości, 357
 - szybka zmiana dla wszystkich siatek, 346, 951
 - otwór
 - krawędzie, 330
 - przestrzeń tekstury, 930
 - rozwiniecie
 - eksport do pliku, 346
 - rozwiniecie krawędzi natarcia płata, 334, 398
 - rozwiniecie wnętrza kabiny, 469
 - rysunek referencyjny rozwinienia, 327
 - skrzydło
 - deformacja krawędzi natarcia, 334
 - klapy, 356
 - klapy, 352
 - krawędź natarcia, 332
 - lotka, 351
 - owiewki podwozia, 349
 - prostowanie krawędzi zeber, 335
 - rozwijanie, 328
 - testowanie deformacji obrazu, 333
 - wnęka klapy, 356
 - wnęka podwozia, 356
 - ściany
 - automatyczne łączenie, 332
 - zapomniane, 329
 - tekstura
 - deformacja wzdłuż szwów, 362
 - topologia rozwinienia siatki, 931
 - tryb mapowania tekstury w panelu Map Input, 311
 - usterzenie
 - statecznik pionowy, 354, 355
 - statecznik poziomy, 355
 - ster kierunku, 354
 - ster wysokości, 355
 - uzgodnienie położenia siatek na obrazie tekstury, 336
 - warstwa, kontrolki przełączników, 907
 - warstwa, kopiowanie zawartości, 908
 - warstwa, usunięcie, 906
 - warstwa, utworzenie nowej, 906
 - warstwa, zmiana nazwy, 906
 - wnęka
 - lotki, 331
 - współrzędne dla obrazów prostokątnych, 945
 - współrzędne rozwinienia siatki, 930
 - wykorzystanie rozwinień jako referencji, 359
 - zmiana kierunku rozwijania w wyniku ujemnej skali
 - obiektu, 398
 - UV Calculation*
 - opcje polecenia UV Unwrap, 901, 902
 - panel z zestawu Editing, 901
 - Unwrapper*
 - lista panelu z zestawu Editing, 901
 - UV Image Export*
 - Object*
 - opcja nazwy pliku z rozwinieniem UV, 948
 - okno dialogowe parametrów zapisu rozwinienia UV, 948
 - Size*
 - rozmiar obrazu rozwinienia UV, 948
 - SVG*
 - format zapisu rozwinienia UV, 949
 - Wire*
 - grubość linii w obrazie rozwinienia UV, 948
- UV Island*
 - tryb selekcji rozwinienia siatki, 936
- UV Layers*
 - alternatywne rozwinienia UV, 361, 906
 - polecenie New (z panelu Mesh), 906
- UV Test Grid*
 - przykład użycia, 307
- UV Unwrap*
 - polecenie z menu Mesh, 303, 901, 902
- Unwrap*
 - opcje rozwinienia siatki, 901
- uv.svg*
 - pomocniczy plik z rozwinieniami UV siatek z Blendera, 366, 385
- UV/Image Editor*
 - metody efektywnej pracy, 304, 305
 - okno, 934
 - okno Blendera, 929, 932
 - parametry nowego obrazu, 946
 - rysowanie na nowym obrazie, 946

szybka metoda zmiany podstawionego obrazu, 346, 414

usuwanie obrazu, 946

utworzenie nowego obrazu, 946

wpływ proporcji obrazu na rozwinięcie UV, 945

wybór obrazu z listy, 945

wykorzystanie okna, 901, 902

załadowanie obrazu z dysku, 946

zapisanie rozwinięcia UV do zewnętrznego pliku, 346, 948

UV-Color

warstwa z rozwinięciami UV siatek z Blendera (Inkscape), 385, 412

UV-Decals

warstwa z rozwinięciami UV siatek z Blendera (Inkscape), 385, 397, 412

UVTex

UV, warstwa domyślna, 361

UV-UVTex

bazowa warstwa z rozwinięciami UV siatek z Blendera (Inkscape), 385

V

Vector Blur

Blur Fac

kontrolka węzła, 514, 1035

dodanie nowego węzła, 1035

jako dodatek do MBLUR, 518

ocena jakości efektu, 514, 1036

podłączanie węzła, 1035

polecenie z menu Add (Node Editor), 1035

problemy z cieniem, 514, 1036

Samples

kontrolka węzła, 514, 1035

sprawdzanie działania w Render Window, 1035

ustawienia, 513, 1035

węzeł kompozycji, 513, 518, 1035

vertex, *Patrz* wierzchołek

Vertex Groups

obszar na panelu Link and Materials, 903

Vertices

opcja z menu Erase, 880

VGroup

pole modyfikatora, 920

pole z panelu Modifiers (Displace), 926

przypisanie wierzchołków do modyfikatora, 920

View & Controls

sekcja okna User Preferences, 758

View 3D

okno, 56

View Properties

okno, przykład użycia, 100

Other Objs

opcja wyświetlania innych siatek, 336

polecenie z menu View, 81, 771, 938

wizualizacja powiązań obiektów, 802

Vornoi Crackle

funkcja szumu tekstury proceduralnej, 984, 990, 991, 999, 1003

Vornoi F3

funkcja szumu tekstury proceduralnej, 1000

W

W, *Patrz* Weld/Align, *Patrz* Specials (menu), *Patrz* Specials

walec

utworzenie, 789

WardIso

typ shadera z zestawu Shading

Material buttons, 388, 980, 989

warstwa

a kolejność obiektów (Inkscape), 691

blokowanie (Inkscape), 642, 686

dodanie (GIMP), 648

funkcji Grease Pencil, 1038

nieprzejrzystość (GIMP), 299

nowa (GIMP), 640

nowa (Inkscape), 687

numeracja, 75

określanie widoczności, 1034

osadzenie wyboru (GIMP), 653, 654, 656, 657

otwórz obraz w nowej (GIMP), 33, 44, 638

pojęcie, 64

przejrzystość (GIMP), 639

przykład zastosowania w Blenderze, 261

przypisanie obiektów, 811

renderowania

dodawanie nowej, 1034

domyślna, 1034

maska przetwarzanych warstw, 1034

opcje danych wyjściowych, 513, 1034

opcje renderowania, 1034

wyjaśnienie pojęcia, 1034

tryb łączenia z resztą obrazu (GIMP), 298

układ dla odwzorowania poszycia (Inkscape), 297

ukrywanie (Inkscape), 642, 686

usuwanie (GIMP), 643

usuwanie (Inkscape), 688

- UV
 - kontrolki przełączników, 907
 - kopiowanie zawartości, 908
 - różne rozwinięcia tej samej siatki, 361, 906
 - stworzenie, 906
 - usunięcie, 906
 - zmiana nazwy, 906
- UV, polecenie New (z panelu Mesh), 906
- zarządzanie (GIMP), 46, 638, 641
- zarządzanie (Inkscape), 686
- zmiana dla obiektów (Inkscape), 718
- zmiana nazwy (Inkscape), 642, 686
- zmiana przejrzystości (Inkscape), 641, 686
- zmiana rozmiaru (GIMP), 637
- zmiień kolejność (GIMP), 46
- wczytanie
 - obrazu rastrowego (Inkscape), 682
- Weight*
 - aktualna waga (współczynnik wpływu), 920
 - pole z panelu Paint, 920
- Weight Paint*
 - tryb pracy Blendera, 920
- wektoryzacja
 - nanoszenie poprawek (Inkscape), 748
 - obrazów rastrowych (Inkscape), 746
 - omówienie rezultatów (Inkscape), 748
- Weld/Align*
 - polecenia z menu UVs, przykład użycia, 307
 - polecenie z menu UVs, 335
 - submenu z menu UVs, 947
- węzeł
 - dodawanie (Inkscape), 700
 - gładki (Inkscape), 699
 - ostry (Inkscape), 699
 - pozycja we wzorcu gradientu (Inkscape), 723
 - symetryczny (Inkscape), 698
 - usuwanie (Inkscape), 700
 - wstawienie do wzorca gradientu (Inkscape), 723
 - zmiana barwy w gradiencie (Inkscape), 722
- węzły
 - elementy składowe schematów (materiałów, tekstur lub kompozycji, 1033
 - File Output, 521
 - kompozycji
 - najprostszy schemat, 1033
 - przełączenie w oknie Node Editor, 1033
 - sprawdzanie rezultatu w Render Window, 1035
 - węzły funkcjonalne, 782
 - węzły wejściowe, 513, 1033
 - węzły wyjściowe, 513, 1033
 - wybór danych wyjściowych, 513, 1034
 - zapisywanie obrazu do pliku, 1036
 - kompozycji obrazu rezultatu, 513, 518, 1033
 - połączenia
 - przekazywanie danych pomiędzy węzłami, 1033
 - tworzenie nowych, 1033
 - usuwanie istniejących, 1033
 - tryby pracy w oknie Node Editor, 1033
 - typ danych Image, 1033
 - Vector Blur, 513, 518, 1035
- White*
 - filtr — wybielenie wszystkich kolorów obiektu (Inkscape), 373
- wiatrochron
 - kabiny, szczególnie, 476
- widok
 - obracanie (w *3D View*), 67
 - okno, 56
 - powiększanie (GIMP), 633
 - powiększanie (Inkscape), 685
 - powiększanie (w *3D View*), 66
 - przesuwanie (Inkscape), 633, 685
 - przesuwanie (w *3D View*), 66
 - właściwości (okno), 81
 - wyrównanie do obiektu, 810
- wielobok oryginalny, *Patrz* wielobok sterujący
- wielobok sterujący
 - krzywą, 844
 - krzywych podziałowych, 571
- wielokrotność
 - obiekту (Inkscape), 716
- wierzchołek, *Patrz* węzeł (w Inkscape)
 - automatyczne zaznaczanie w edytorze UV, 932
 - dodanie przez podział krawędzi, 873
 - linia (na siatce), 853, 856
 - obrót, 843, 864
 - obrót UV, 940
 - odsunięcie od powierzchni, 890, 897
 - ostry (powłoki podziałowej), 583
 - parametry scalania duplikatów, 870
 - powielenie na siatce, 872
 - przesunięcie, 843, 860
 - przesunięcie linii, 874
 - przesunięcie, UV, 939
 - scalenie duplikatów, 870
 - siatki, 853
 - synchronizacja selekcji edytora UV z oknem *3D View*, 932

- usunwanie linii, 879
- usuwanie, 880
- utworzenie linii (wierzchołków), 875
- UV, wybór, 934
- wybór, 855
- wybór linii (siatki), 856
- wybór obszarem prostokątnym, 857
- wybór okręgiem, 857
- wybór wielokrotny, 855
- wyrównanie linii, UV, 947
- wytłoczenie, 867
- zaznaczanie wg nazwanej grupy, 903
- zmiana skali, 862
- zmiana skali (UV), 941
- wierzchołki
 - edycja (Inkscape), 545
 - łączenie w grupy, 328, 903, 928
 - UV, 'odwijanie' pionowych ścian, 330
 - UV, 'zlepianie' podczas selekcji, 935
 - UV, pominięte w rozwinięciu, 329
 - UV, zaznaczanie zasłoniętych krawędzi, 331
- wierzchołkowe
 - punkty, krzywych podziałowych, 572
 - punkty, powierzchni podziałowych, 579
- Win
 - przełącznik w panelu Map Input, 527, 528, 534
- WinSnap
 - Grab
 - przycisk kopiowania ekranu (GIMP), 658
 - okno dialogowe kopiowania ekranu (GIMP), 658
- Wireframe
 - przykład użycia trybu, 95
 - tryb rysowania, 77
 - tryb wyświetlania siatki, 468
- właściwości
 - krzywych podziałowych, 574
 - ograniczenia obiektu, 821, 823, 827, 829, 833, 835
 - transformacji (okno), 81
- Wood
 - tekstura proceduralna - przykład użycia, 993, 994, 1001, 1014
- World
 - podzestaw paneli, 84, 779
 - podzestaw zestawu Shading, 967, 968
- wpisywanie
 - współrzędnych kursora, 771, 938
- wręga
 - początkowa kadłuba, 161
- wskaźnik
 - Ambient Occlusion, problem, 479
 - Ambient Occlusion, rozwiązanie problemu, 479
 - z tablicy przyrządów, modelowanie, 473
 - z tablicy przyrządów, montowanie, 473
 - z tablicy przyrządów, skala, 473
 - z tablicy przyrządów, tarcze, 474
- współrzędne
 - profilu lotniczego, 591
- wtyczka
 - generator tekstury, 1017
 - określanie ścieżki do pliku, 1018
 - określanie w sposób niezależny od komputera, 1018, 1019
- svgtex
 - barwa tła, 1021
 - dokładność, 1021
 - domyślny rozmiar, 1021
 - elementy nie zaimplementowane, 1022
 - filtr, 1021
 - graniczna ilość pamięci, 1021
 - jako tekstura nierówności, 615
 - kod źródłowy, 1022
 - LoD, 1020
 - nieprzejrzystość tła, 1021
 - parametry, 1020
 - radę praktyczne, 1022
 - stały rozmiar, 1021
 - ścieżka do pliku *.svg, 1022
 - użyta ilość pamięci, 1022
 - włączanie, 1022
 - zasada działania, 1020
- tekstura svgtex, 613
- użycie tekstur svgtex, 614, 616
- wybór
 - 'zlepianie' ścian razem, 935
 - fragmentu siatki — synchronizacja edytora UV z oknem 3D View, 932
 - grupy obiektów, 72
 - jednoczesny XYZ/UV, 934
 - kości, 815
 - linii IPO, 1031
 - linii wierzchołków, 856
 - metody łączenia obszarów (GIMP), 652
 - narysowanym obszarem (GIMP), 47, 649, 673
 - obektu, 71
 - obszarem dowolnym (GIMP), 37, 645
 - obszarem prostokątnym, 857
 - obszarem prostokątnym (GIMP), 631, 644
 - obszarem prostokątnym (Inkscape), 689

- odwrócenie, 856, 857
 - okręgiem, 857
 - osadzenie w warstwie (GIMP), 653, 654, 656, 657
 - pomniejszenie obszaru (GIMP), 647
 - powiększenie obszaru (GIMP), 647, 673
 - rysowanie obszaru (GIMP), 648, 650
 - ścian/wierzchołków UV, 934
 - skok do, 770, 825, 849, 850, 937
 - typowe błędy, 858
 - UV, zasłoniętych krawędzi, 331
 - użycie uchwytów obszaru (GIMP), 48
 - wg barwy (GIMP), 646
 - wielu obiektów (Inkscape), 689
 - wielu wierzchołków (siatki), 855
 - wierzchołka (siatki), 855
 - wierzchołka UV (siatki), 934
 - wierzchołków, po nazwie grupy, 328
 - wskazówki, 858
 - wykluczanie linii wierzchołków, 856
 - wykluczanie z, 72
 - wyłączenie, 71, 856
 - wyłączenie (GIMP), 644, 645
 - wyłączenie (Inkscape), 689
 - zachowanie aktualnego obszaru (GIMP), 652
 - zaznaczanie obiektu i kości, 818
 - zaznaczenie wszystkiego, 856
 - wycofywanie
 - zmian, 80
 - zmian (GIMP), 635, 636
 - wydajność
 - problemy z dużą liczbą tekstu ('nitów') (Inkscape), 379
 - wydzielenie
 - fragmentu siatki w nowy obiekt, 887
 - wyginanie
 - siatki, 913, 920
 - wygładzenie
 - granic obszarów, 88
 - siatki, 868, 925
 - wybór metody, 974
 - wyłączenie
 - manipulatora 3D, 760
 - obiektów z wyboru, 72
 - wyboru, 71
 - wypełnienia (Inkscape), 696
 - wypełnienia gradientem (Inkscape), 720
 - wymiary
 - samolotu — przeliczanie (GIMP), 43
 - tekstury, 684
 - wypełnienie
 - obiektu (Inkscape), 695, 696, 720
 - wyprofilowanie
 - owiewki podwozia i skrzydła, 229
 - wyrównanie
 - wierzchołków (siatki w UV), 947
 - wytłoczenie
 - kadłuba, 162
 - krawędzi, 866
 - metoda rozbudowy krzywej, 843
 - metoda rozbudowy siatki, 866
 - nowej kości, 816
 - obszaru (ścian), 866
 - wierzchołków, 867
 - wznios
 - skrzydła, 141
 - wzorce
 - zachowanie na później, 261
 - wzory
 - algebraiczne, krzywych podziałowych, 573
- X**
- X**, *Patrz Erase*, *Patrz Delete*
- Z**
- zabrudzenia
 - nanoszenie na powierzchnię, 382
 - zakładka
 - na krawędzi otworu, 231
 - zakres wpływu
 - punktów sterujących, 574, 581
 - zaokrąglenie
 - wybranych krawędzi siatki, 922
 - zaokrąglenie
 - czubka, 94
 - narożników prostokąta (Inkscape), 704
 - zapisanie
 - definicji pędzla GIMP, 662
 - obrazu GIMP, 629
 - okna Blendera, 766
 - plików tymczasowych, 769
 - pliku Blendera, 765, 766
 - ustawień Blendera, 758, 761
 - wyniku renderowania, 89, 766
 - zapisywanie
 - stanu pracy, 765
 - zarządzanie
 - scenami, 778, 779
 - układem okien na ekranie, 776

- warstwami (GIMP), 46, 638, 641
- warstwami (Inkscape), 686
- zasięg
 - kamery, 813
 - źródła światła, 971
- zatwierdzenie
 - transformacji (GIMP), 653, 654, 656, 657
- zaznaczanie, *Patrz* wybór
 - nazwanej grupy wierzchołków, 903
 - wyboru, 71
- zdjęcia
 - deformacja (poprawianie), 547
 - efekty uboczne prostowania, 554
 - problemy z analizą, 557
 - prostowanie deformacji, 551, 552, 553
 - użycie po wyprostowaniu, 554
 - zniekształcenie, 549
- zestaw
 - paneli w oknie *Buttons*, 83
- Zinc Chromate*
 - fraba podkładowa używana w samolotach z USA, 609, 610
- zmiana
 - aktualnego układu współrzędnych, 166
- zmiana
 - skali obiektu (Inkscape), 710
 - zmiana
 - obrotu obiektu (Inkscape), 711
 - zmiana
 - przekoszenia obiektu (Inkscape), 712
 - zmiana
 - współrzędnych obiektu (Inkscape), 717
 - zmiana
 - węzłów gradientu (Inkscape), 722
 - zmiany
 - odtworzenie, 80
 - wycofywanie, 80, 635, 636
 - zmienna środowiskowa
 - Path, 1018
 - utworzenie, 24
 - zmiana wartości, 24
 - zniekształcenie
 - zdjęcia, 549
 - Zoom*, *Patrz* powiększanie, widoku
 - ZTransp*
 - przełącznik z panelu Links and Pipeline, zestawu Shading
 - Material buttons, 406, 519, 526, 982, 983, 994

Ż

- żebro
 - skrzydła, 120

Słownik

GPL, licencja — *General Public Licence*, udostępniająca produkt za darmo wszystkim odbiorcom. Licencja ta jest sformułowana w ten sposób, aby uniemożliwić komercyjne rozpowszechnianie produktu.

heksadecymalna, notacja liczb — sposób notacji liczb, oparty na kolejnych potęgach liczby 16, a nie 10 (zapis decymalny). Liczby od 1 do 16 są w nim zapisywane jako: 0,1,..9,A,B,C,D,E,F. W zapisie heksadecymalnym (szesnastkowym) „12” = $1 \cdot 16 + 2$, czyli decymalnie 18. Podobnie liczba 4F to $4 \cdot 16 + 15 = 79$ decymalnie. Zapis szesnastkowy jest szeroko stosowany przy tworzeniu oprogramowania.

materiał — to w Blenderze zestaw cech, używanych przy nanoszeniu obiektu na ostateczny obraz (renderowaniu). Cechy materiału to: barwa, połyskliwość, tekstura, i dziesiątki innych parametrów. Z materiałem może być związanych wiele tekstur (nierówności, barwy), zmieniających "ogólne" właściwości materiału dla pojedynczych pikseli renderowanego obrazu.

nadir — punkt położony na powierzchni nieba po przeciwnej stronie niż zenit. (W normalnych warunkach nadir jest zasłonięty przez Ziemię.)

NURBS (*Non-Uniform Rational B-splines*) — inny sposób wygładzania powłoki, złożonej z jednorodnych ścian. Powierzchnie NURBS stawiają wygładzanym powłokom wyższe wymagania. Muszą mieć jednorodne ściany (zazwyczaj czworokątne), a zespół ścian powinien także być regularnym czworokątem. NURBS jest starszym o ponad 30 lat modelem obliczeniowym od powierzchni podziałowych. Przez ten czas stał się standardem w systemach CAD/CAM. Osobiście sądzę, że okres jego świetności ma się ku końcowi (choć wielu specjalistów może się ze mną nie zgodzić).

rastrowy, obraz — popularna metoda reprezentacji, polegająca na zapisie obrazu jako zbioru kolorowych lub czarno-białych punktów (pikseli). Tak jest np. wyświetlany obraz na ekran telewizyjnym, monitorze komputera. Wadą reprezentacji rastrowej jest pogorszenie jakości obrazu w dużych powiększeniach — gdy zaczynają być wyraźnie widoczne pojedyncze piksele. Zaletą jest stosunkowo prosty algorytm wyświetlania zawartości. Istnieje wiele różnorodnych sposobów zapisu (formatów) przechowywania obrazów rastrowych w plikach. Najpopularniejsze to **.jpg*, **.png*, **.bmp*, **.tif*.

renderowanie (ang. *rendering*) — w tej książce oznacza tworzenie ostatecznego obrazu (lub sekwencji obrazów - animacji) przygotowanej wcześniej trójwymiarowej sceny. W pierwszych wersjach *Autodesk 3D Studio* (początek lat 90-tych XX wieku) było przetłumaczone na polski jako *powlekanie*, ale ta nazwa się nie przyjęła.

shader (ang.) — model matematyczny, stosowany do wyznaczania sposobu odbicia światła przez powierzchnię. W Blenderze sterujesz dwoma shaderami:

- rozpraszania (ang. *diffuse*): opisuje sposób rozpraszania światła przez obiekt. To dzięki niemu obszary nie oświetlone są ciemne, a oświetlone — jasne;
- odbłyśków (ang. *specular*): opisuje sposób odbicia światła przez obiekt. To dzięki niemu na powierzchni obiektu pojawiają się jasne odbłyски odbitego światła.

shear (ang.) — przekoszenie (określane także jako "ścinięcie"). Transformacja obrazu w GIMP. Przekształca kształt prostokąta w rąb (przeciwległe boki zachowują równoległość).

subdivision surface (pol.: powierzchnia podziałowa) — sposób wygładzania kształtu oryginalnej powłoki, złożonej z dowolnych ścian. W Blenderze występuje jako modyfikator siatki *Subsurf* (p. str. 868). Szczegółowy opis powierzchni (i linii) podziałowych znajdziesz na str. 571.

tekstura — obraz (zazwyczaj rastrowy), nakładany na trójwymiarową powierzchnię. Stosowany w grafice komputerowej do "urealniania" obiektów (nieregularności barw, napisy, itp.). Zastosowanie tekstur wykracza poza odwzorowanie barw — są stosowane także do zamodelowania drobnych nierówności powierzchni obiektów (tzw. *bump maps*).

True Type — sposób zapisu wzorów czcionek, wykorzystywanych w grafice komputerowej. Metoda opracowana w latach osiemdziesiątych przez Adobe. Czcionki True Type opisują kształt znaków w sposób wektorowy — za pomocą wypełnionych obszarów, ograniczonych za pomocą linii łamanych i krzywych Beziera. Dzięki temu wyglądają poprawnie na wydruku i na ekranie — nawet w dużym powiększeniu.

wektorowy, obraz — metoda reprezentacji, polegająca na zapisie obrazu jako zbioru kolorowych linii i obszarów. Każdy element obrazu ma określone współrzędne i kształt (prosta, łuk, koło, krzywa Beziera, ...). W ten sposób są zapisywane stworzone na komputerze rysunki techniczne. Zaletą reprezentacji wektorowej jest zachowanie dokładności przy dowolnym powiększeniu. Wadą jest złożony algorytm wyświetlania (gdyż oznacza przekształcenie na postać rastrową). Jednym ze sposobów zapisu danych wektorowych jest format **.svg*, stosowany m.in. przez Inkscape.

wireframe (pol.: *siatka?*) — oznacza sposób reprezentacji modelu w którym nie rysowane są żadne ściany, tylko krawędzie łączące poszczególne wierzchołki. Jest ich zazwyczaj dużo i są cienkimi liniami. Stąd obrazowo w literaturze anglojęzycznej taka reprezentacja jest nazywana "drucianą siatką" czyli "*wireframe*".

Bibliografia

Publikacje

- [1] Ton Roosendaal, Stefano Selleri, *Blender 2.3 — Oficjalny podręcznik*, Helion, 2005.
- [2] Kamil Kukło, Jarosław Kolmaga, *Blender — Kompendium*, Helion, 2007.
- [3] Marek Ryś, *Curtiss P-40 cz.1*, AJ Press, 2000 ("Monografie Lotnicze", nr 64).
- [4] Zbigniew Kolacha, Marek Ryś, *Curtiss P-40 cz.2*, AJ Press, 2000 ("Monografie Lotnicze", nr 65).
- [5] Krzysztof Janowicz, *Curtiss P-40 cz.3*, AJ Press, 2000 ("Monografie Lotnicze", nr 66).
- [6] Krzysztof Janowicz, Leszek A. Wieliczko, *Curtiss P-40 vol.1*, Kagero, 2007.
- [7] Krzysztof Janowicz, *Curtiss P-40 vol.2*, Kagero, 2009.
- [8] Leszek A. Wieliczko, Tom Żmuda, *Curtiss P-40D/E*, Kagero, 2008.
- [9] Francis H. Dean, *America's Hundred Thousand — The US Production Fighter Aircraft of World War II*, Shiffer Military History, 1997.
- [10] Francis H. Dean, Dan Hagedorn *Curtiss Fighter Aircraft — A Photographic History 1917-1948*, Shiffer Military History, 2007.
- [11] Ernest R. McDowell, *Curtiss P-40 in action*, Squadron/Signal Publications, 1976.
- [12] Paweł Sembart, *Kittyhawk I/IA*, ROSSAGRAPH, 2006 (Model Detail Photo Monograph nr 14).
- [13] Anis Elbeid, Daniel Laureult, *P-40 Curtiss From 1939 to 1945*, Histoire & Collections, 2002.
- [14] Brett Green, *Modelling the P-40*, Osprey Publishing, 2005 (Osprey Modelling nr 15).
- [15] Władysław Niestoj, *Profile modeli latających*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, 1980.
- [16] Estman N. Jacobs, Kenneth E. Ward, Robert M. Pinkerton, *The Characteristics of 78 related airfoil sections...*, NACA report nr 460, 1937.
- [17] Jerzy Bukowski, Wiesław Łucjanek, *Napęd śmigłowy — teoria i konstrukcja*, Wydawnictwo MON, 1986
- [18] Denis Zorin et al, *Subdivision for Modeling and Animation*, SIGGRAPH 2000 Course Notes, 2000
- [19] Gerald Farin, *Curves and Surfaces for CAGD*, Academic Press, 1997

Internet

- [1] <http://www.p40warhawk.com>
- [2] <http://www.blender.org>
- [3] <http://www.gimp.org>
- [4] <http://www.inkscape.org>
- [5] <http://www.python.org>
- [6] <http://www.simmerpaintshop.com>
- [7] <http://www.freewebs.com/p40-tomahawk/> — Hume Bates, *Long Nose Hawks*, (artykuł), dostępny w wersji PDF pod adresem http://downloads.hyperscale.com/longnosehawks_download.html (opublikowany w lipcu 2008)
- [8] <http://www.ipmsstockholm.org>, m.in. Martin Waligorski: *Interior Colours of US Aircraft, 1941-45* (opublikowany w lutym 2004).
- [9] <http://www.ratomodeling.com> — artykuł o malowaniu P-40 z AVG.
- [10] <http://wiki.blender.org> — dokumentacja funkcji Blendera, i nie tylko!

Szczegółowe zasady udostępnienia tej publikacji

Licencja



I. Postanowienia ogólne.

Utwór (zdefiniowany w punkcie II. e. Licencji) jest udostępniony na warunkach niniejszej publicznej licencji (Creative Commons Public License, „CCPL” lub „Licencja”). Utwór udostępniany na warunkach niniejszej licencji podlega ochronie na podstawie [Ustawy z 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych \(Dz.U.00.80.904.\)](#). Zabronione jest jakiegokolwiek korzystanie z Utworu, na warunkach innych niż określone w niniejszej licencji lub prawie autorskim.

Każdy kto w jakikolwiek sposób skorzysta z uprawnień objętych niniejszą licencją (Licencjobiorca), w momencie wykorzystania oświadcza w sposób dorozumiany, że akceptuje wszystkie postanowienia licencji.

II. Definicje.

"[Utwór Zbiorowy](#)" – w rozumieniu niniejszej licencji oznacza utwór, taki jak wydanie periodyczne, antologia lub encyklopedia, stanowiący całość składającą się z odrębnych i niezależnych utworów. Dla celów niniejszej licencji utwór spełniający cechy Utworu Zbiorowego nie jest uważany za Utwór Zależny.

"[Utwór Zależny](#)" – w rozumieniu niniejszej licencji oznacza utwór powstały na bazie Utworu, lub też Utworu i innych chronionych prawem autorskim utworów, taki jak tłumaczenie, reprodukcja artystyczna, streszczenie, skrócona wersja, lub jakakolwiek inna forma w której następuje przerobienie, przekształcenie lub adaptacja Utworu, za wyjątkiem utworu który spełnia cechy Utworu Zbiorowego i nie jest, dla celów licencji, uważany za Utwór Zależny. Dla uniknięcia wątpliwości w przypadku utworu muzycznego synchronizacja Utworu z obrazami wizualnymi prowadzi do powstania Utworu Zależnego w rozumieniu niniejszej licencji.

"[Licencjodawca](#)" – oznacza osobę fizyczną lub prawną, która udostępnia Utwór Pierwotny na podstawie niniejszej licencji.

"[Twórca](#)" – oznacza osobę fizyczną, która stworzyła Utwór lub osobę prawną, na której rzecz powstały autorskie prawa majątkowe w sposób pierwotny.

"[Utwór](#)" – oznacza chroniony prawem autorskim utwór udostępniany na podstawie niniejszej licencji.

"[Licencjobiorca](#)" – oznacza osobę fizyczną lub prawną korzystającą z uprawnień określonych niniejszą licencją, która nie naruszyła uprzednio warunków niniejszej licencji w odniesieniu do Utworu, lub która mimo uprzedniego naruszenia uzyskała wyraźną zgodę autora na wykonywanie uprawnień przyznanych licencją.

"[Uniform Resource Identifier \(URI\)](#)" – oznacza internetowy adres zbioru informacji na temat zarządzania prawami w rozumieniu art. 6 pkt 12 [Ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych](#), określającego warunki korzystania z Utworu zawarte w niniejszej licencji.

III. Dozwolony użytek.

Żadne postanowienie niniejszej licencji nie zmierza do ograniczenia, wyłączenia lub zawężenia uprawnień wynikających z dozwolonego użytku, wyczerpania prawa lub innych ograniczeń praw wyłącznych podmiotu tych praw, przysługujących mu w myśl prawa autorskiego lub innych znajdujących zastosowanie ustaw.

IV. Uprawnienia.

Licencjodawca udziela niniejszej licencji, która jest licencją nieodpłatną, niewyłączną, na czas nieoznaczony, której stosowanie nie jest ograniczone terytorialnie, do korzystania z Utworu w następujący sposób:

Zwielokrotnianie Utworu, włączanie Utworu do jednego lub więcej Utworów Zbiorowych, zwielokrotnianie Utworu jako części Utworu Zbiorowego,

Rozpowszechnianie zwielokrotnionych egzemplarzy lub nośników, na których Utwór jest zwielokrotniony, publiczne odtwarzanie, publiczne odtwarzanie drogą cyfrową Utworu oraz Utworu jako części Utworu Zbiorowego.

Powyższe uprawnienia Licencjobiorca może wykonywać na wszystkich rodzajach nośników, we wszystkich rodzajach środków przekazu, oraz we wszystkich aktualnie znanych formatach. Powyższe uprawnienia obejmują także uprawnienie do dokonywania drobnych, technicznych modyfikacji Utworu koniecznych do dostosowania wykonywania uprawnień do różnych środków przekazu, nośników lub formatów. Wszystkie prawa wprost nie objęte licencją uważa się za nieudzielone, w szczególności te prawa, które określone są w punkcie V. 4. i V. 5. Licencji.

V. Ograniczenia.

Uprawnienia przyznane w punkcie IV. licencji podlegają następującym ograniczeniom:

Licencjobiorca może rozpowszechniać, publicznie odtwarzać Utwór, pod warunkiem dołączenia kopii niniejszej licencji, lub też *Uniform Resource Identifier* niniejszej licencji, do każdego egzemplarza Utworu, rozpowszechnianego przez Licencjobiorcę, także w razie publicznego odtwarzania i publicznego odtwarzania drogą cyfrową. Licencjobiorca nie może oferować żadnych uprawnień do Utworu ani też narzucać żadnych ograniczeń, które zmieniają lub ograniczają warunki zawarte w niniejszej licencji.

Licencjobiorca nie może udzielać sublicencji.

Licencjobiorca nie może zmieniać lub usuwać oznaczeń Utworu odnoszących się do niniejszej licencji oraz zawartej w niej klauzuli uchylenia się od odpowiedzialności.

Licencjobiorca nie może rozpowszechniać, publicznie odtwarzać, publicznie odtwarzać drogą cyfrową Utworu przy użyciu środków technicznych pozwalających kontrolować dostęp lub użycie Utworu, w sposób sprzeczny z postanowieniami niniejszej licencji.

Powyższe zastrzeżenia mają także zastosowanie do Utworu jako części Utworu Zbiorowego, przy czym nie jest wymagane aby Utwór Zbiorowy niezależnie od Utworu był przedmiotem niniejszej licencji.

W przypadku tworzenia Utworu Zbiorowego Licencjobiorca, na żądanie jakiegokolwiek podmiotu uprawnionego, zobowiązany jest usunąć wszystkie możliwe do usunięcia oznaczenia, o których mowa w pkt. V. 3., zgodnie z takim żądaniem.

Licencjobiorca nie może wykonywać żadnych udzielonych w punkcie IV. Licencji uprawnień w jakikolwiek sposób, który skierowany jest na uzyskanie korzyści majątkowej lub pieniężnego wynagrodzenia.

Wymiana Utworu na inne chronione prawem autorskim utwory przez wymianę cyfrową plików, lub też w inny sposób, nie jest w rozumieniu niniejszej licencji sposobem, który skierowany jest na uzyskanie korzyści majątkowej lub pieniężnego wynagrodzenia, tylko i wyłącznie wtedy, gdy w związku z wymianą utworów nie pobiera się żadnego wynagrodzenia.

W przypadku rozpowszechniania, publicznego odtwarzania, publicznego odtwarzania drogą cyfrową Utworu, lub Utworu Zależnego, lub Utworu Zbiorowego, Licencjobiorca zobowiązany jest zachować w stanie nienaruszonym wszystkie oznaczenia związane z prawno-autorską ochroną Utworu oraz zapewnić, stosownie do możliwości używanego nośnika lub środka przekazu, oznaczenie:

- nazwiska Twórcy Utworu;
- nazw innych podmiotów (np. instytucji sponsorującej, wydawcy), jeśli Twórca Utworu lub Licencjodawca wskazali w oznaczeniach związanych z prawno-autorską ochroną Utworu lub w warunkach korzystania z Utworu lub w inny przyjęty sposób, te podmioty jako uprawnione;
- tytułu Utworu;
- w niezbędnym możliwym zakresie, *Uniform Resource Identifier* odsyłającego do oznaczeń związanych z prawno-autorską ochroną Utworu;

Wszystkie oznaczenia powinny być uwidocznione w jakikolwiek możliwy sposób, przy czym co najmniej w tych wszystkich miejscach, gdzie uwidocznione są inne porównywalne prawno-autorskie oznaczenia i w sposób co najmniej tak wyraźny jak inne porównywalne prawno-autorskie oznaczenia.

VI. Klauzula uchylenia się od odpowiedzialności.

JEŻELI STRONY NIE POSTANOWIĄ W ODRĘBNYM PISEMNYM POROZUMIENIU INACZEJ, LICENCJODAWCA UDOSTĘPNIĄ UTWÓR W TAKIEJ FORMIE W JAKIEJ ZAPOZNAŁ SIĘ Z NIM LICENCJOBIORCA, I NIE UDZIELA ŻADNYCH DODATKOWYCH RĘKOJMI ANI GWARANCJI, WYRAŻNYCH LUB DOROZUMIANYCH, W TYM, W SZCZEGÓLNOŚCI DOTYCZĄCYCH TYTUŁU, WYKORZYSTANIA HANDLOWEGO, PRZEZNACZENIA UTWORU DO KONKRETNEGO CELU, CO DO TEGO ŻE NIE NARUSZA ON PRAW INNYCH OSÓB, BRAKU JAWNYCH LUB UKRYTYCH WAD, DOKŁADNOŚCI, WYSTĘPOWANIA LUB NIEWYSTĘPOWANIA WAD ZAUWAŻALNYCH, JAK I NIEZAUWAŻALNYCH.

VII. Ograniczenie odpowiedzialności.

W ŻADNYM WYPADKU LICENCJODAWCA NIE ODPOWIADA KONTRAKTOWO ANI DELIKTOWO WOBEC LICENCJOBIORCY, Z WYŁĄCZENIEM ODPOWIEDZIALNOŚCI WYNIKAJĄCEJ Z PRAWA MAJĄCEGO ZASTOSOWANIE, ZA ŻADNE SPECJALNE, PRZYPADKOWE LUB NASTĘPCZE SZKODY WYNIKŁE Z ZASTOSOWANIA NINIEJSZEJ LICENCJI LUB WYKORZYSTANIA UTWORU, NAWET JEŻELI LICENCJODAWCA ZOSTAŁ POWIADOMIONY O MOŻLIWOŚCI WYSTĄPIENIA TAKICH SZKÓD.

VIII. Wygaśnięcie stosunku umownego.

Licencja automatycznie wygasa w przypadku jakiegokolwiek naruszenia jej warunków przez Licencjobiorcę. Licencje osób fizycznych lub prawnych, które otrzymały od Licencjobiorcy Utwór Zbiorowy nie wygasają w takim przypadku, o ile osoby te nie naruszają postanowień tych licencji. Punkty II, III, VI, VII, VIII i IX obowiązują niezależnie od wygaśnięcia niniejszej licencji.

Zgodnie z powyższymi postanowieniami licencja udzielana jest na czas nieoznaczony. Niezależnie od tego Licencjodawca zachowuje prawo do udostępnienia Utworu na innych warunkach, lub do zaprzestania udostępniania Utworu, z tym jednak zastrzeżeniem, że taka decyzja Licencjodawcy nie może służyć obchodzeniu niniejszej licencji (lub też innej licencji udzielonej na podstawie niniejszej licencji), która raz udzielona Licencjobiorcy w pełnym wymiarze obowiązuje dopóki nie nastąpi jej wygaśnięcie w okolicznościach opisanych w punkcie VIII. 1.

IX. Postanowienia końcowe.

Za każdym razem gdy Licencjobiorca rozpowszechnia lub publicznie odtwarza drogą cyfrową Utwór lub Utwór Zbiorowy, Licencjodawca jednocześnie oferuje odbiorcom licencję dla Utworu na takich samych warunkach jakie uzyskał Licencjobiorca niniejszą licencją.

Jeśli jakiegokolwiek postanowienie niniejszej licencji jest nieważne lub niewykonalne w świetle obowiązującego prawa, jego nieważność lub niewykonalność nie wpływa na pozostałą część licencji. W przypadku braku dodatkowego porozumienia między stronami dotyczącego postanowień nieważnych lub niewykonalnych, powinny być one rozumiane, przy jak najmniejszym odejściu od ich literalnego brzmienia, zgodnie z odpowiadającymi im przepisami prawa.

Żadnego z postanowień niniejszej licencji nie uznaje się za uchylone, a żadnego naruszenia nie uznaje się za zaakceptowane, dopóki druga strona nie uzna pisemnie takiego uchylenia lub też nie wyrazi na piśmie następczego zezwolenia na naruszenie.

Niniejsza licencja zawiera całość postanowień pomiędzy stronami dotyczących udostępnianego na jej podstawie Utworu. Wszystkie nie ujęte w tej licencji postanowienia i porozumienia dotyczące uprawnień wskazanych w licencji uznaje się za nieistniejące. Licencjodawcy nie wiążą żadne dodatkowe postanowienia podane mu do wiadomości przez Licencjobiorcę. Licencji nie wolno modyfikować bez obopólnej pisemnej zgody stron.

Creative Commons nie jest stroną niniejszej Licencji i nie udziela żadnych gwarancji co do Utworu. Creative Commons nie ponosi odpowiedzialności kontraktowej ani deliktowej wobec Licencjobiorcy lub innej strony umowy, za żadne szkody, w szczególności bez ograniczeń za szkody specjalne, przypadkowe lub następne związane z niniejszą Licencją. Powyższe dwa zdania nie znajdują zastosowania, jeżeli Creative Commons wskazało się samo wyraźnie jako Licencjodawca w niniejszej Licencji, gdyż Creative Commons przysługują wówczas wszystkie uprawnienia i obowiązki Licencjodawcy.

Z wyjątkiem ograniczonego celu jakim jest publiczne wskazanie, że Utwór został licencjonowany na podstawie niniejszej Licencji, żadna ze stron nie będzie wykorzystywać znaku towarowego „Creative Commons”, ani żadnego innego związanego znaku towarowego, ani logo Creative Commons bez uprzedniej pisemnej zgody Creative Commons. Każde wykorzystanie, za zezwoleniem, musi być zgodne z aktualnymi wskazówkami korzystania ze znaku towarowego Creative Commons, jakie są publikowane na jego stronie internetowej lub w inny sposób regularnie udostępniane na wniosek.

Z Creative Commons można skontaktować się pod adresem <http://creativecommons.org/>.

W XX wieku można było robić miniatury samolotów z kartonu i z plastiku. Na początku wieku XXI przyszedł czas na jeszcze jedną odmianę tego hobby: modele komputerowe. To nowa gałąź modelarstwa redukcyjnego. Rodziła się „po cichutku”. Mało kto dziesięć lat temu mógł wydać (prywatnie!) kilka tysięcy dolarów na odpowiedni program. A tymi „nieodpowiednimi” nie było się co chwalić... Nieliczni zapaleńcy siedzieli więc przy monitorach i tworzyli pierwsze modele, ucząc się na własnych błędach.

Teraz to się może zmienić, bo cały potrzebny software jest dostępny za darmo (na licencji GPL). Jeżeli więc kupiłeś swój komputer po 2005r., to masz już wszystko, czego potrzeba, by zacząć! Ta książka dostarcza niezbędnego *know how*. Pokaże Ci, krok po kroku, jak zrobić takie modele, jak na ilustracjach obok. I, podobnie jak oprogramowanie, także jest bezpłatna!

„Wirtualne modelarstwo” jest kierowane nie tylko do modelarzy. Może zainteresować wszystkich tych, którzy chcą się poznać takie ogólnodostępne programy, jak Blender, GIMP, czy Inkscape.



ISBN: 978-83-931754-0-6

Bezpłatna publikacja elektroniczna, udostępniana na licencji *Creative Commons*



Samolot z 3-go dywizjonu AVG („Hell's Angels”), Kunming 1942, wg opracowania Janusza Światonia. (Tło: © Tomo Yun, www.yunphoto.net)