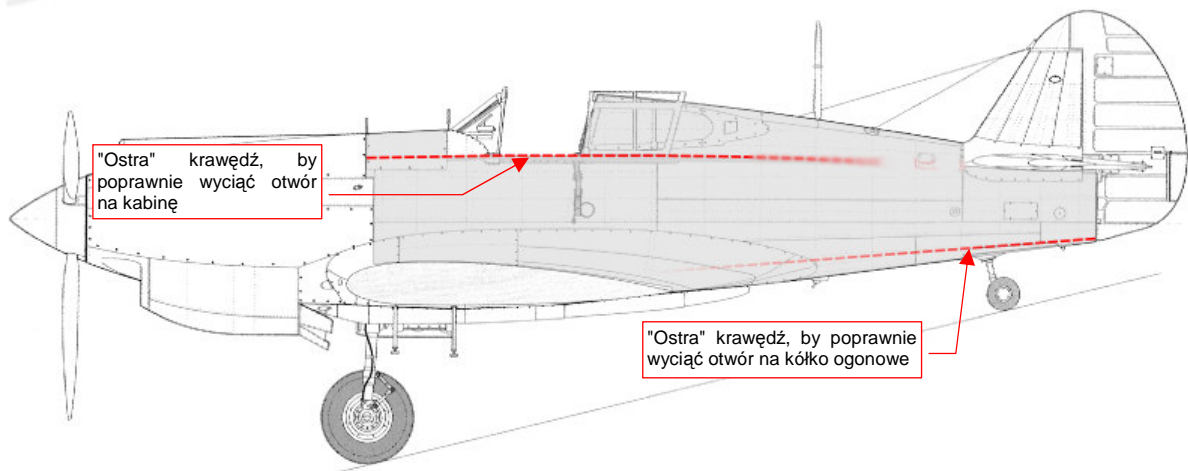


4.10 Kadłub — część główna

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

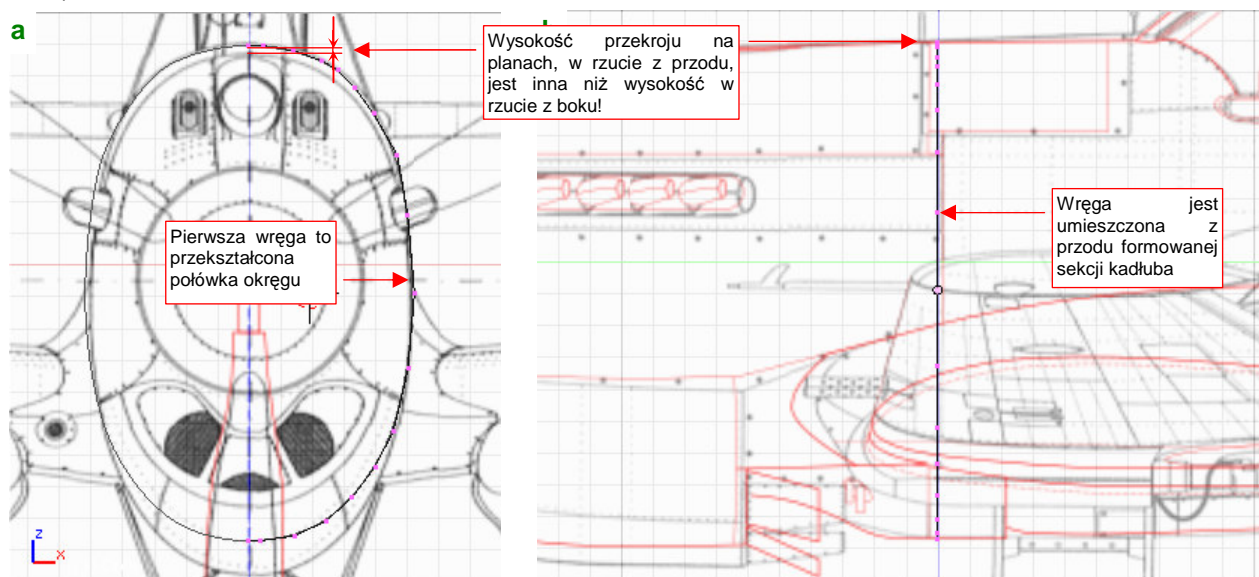


Rysunek 4.10.1 Fragment kadłuba, który odwzorujemy w tej sekcji

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.

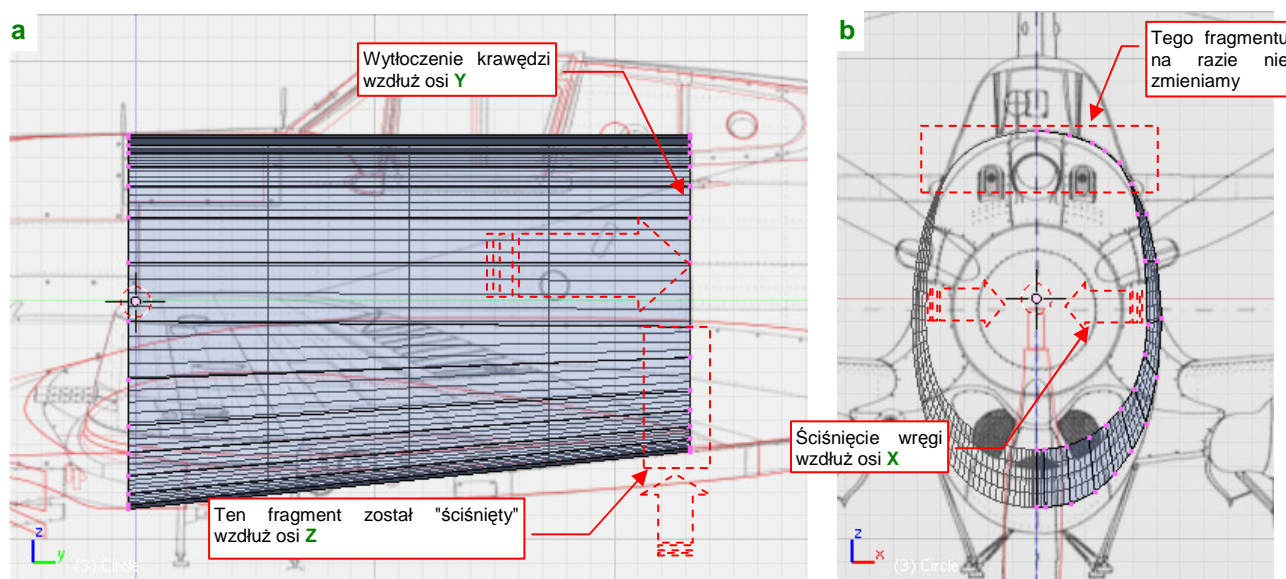
Modelowany fragment zawiera dwa duże otwory — naabinę pilota i chowane kółko ogonowe. Aby te wycięcia nie zaburzyły kształtu kadłuba, zawczasu poprowadźmy wzdłuż tych krawędzi "ostre" ($cearse = 1$) podłużnice (Rysunek 4.10.1). Gdy połączone taką podłużnicą ściany nie będą (w płaszczyźnie **ZX**) załamane — 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):



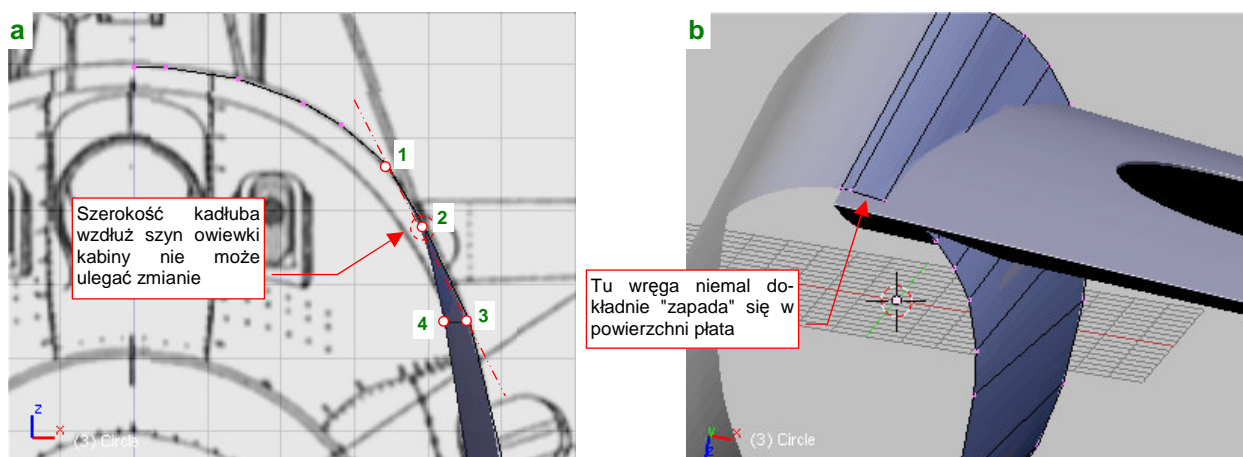
Rysunek 4.10.2 Pierwsza wręga

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.

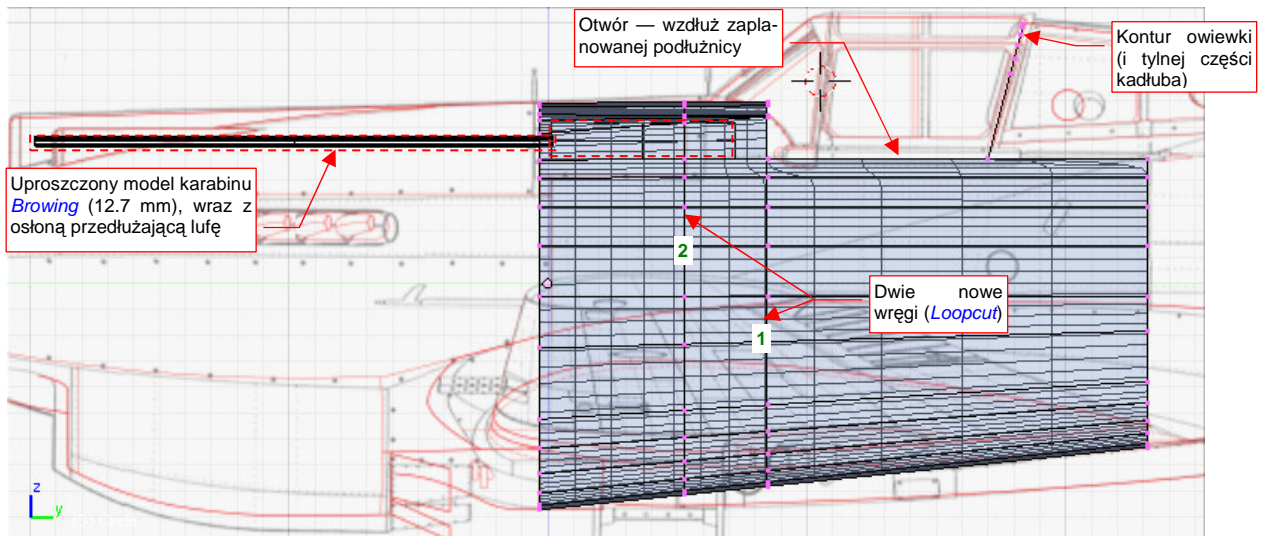


Rysunek 4.10.4 Szczegóły wytłoczenia pierwszej części kadłuba

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.

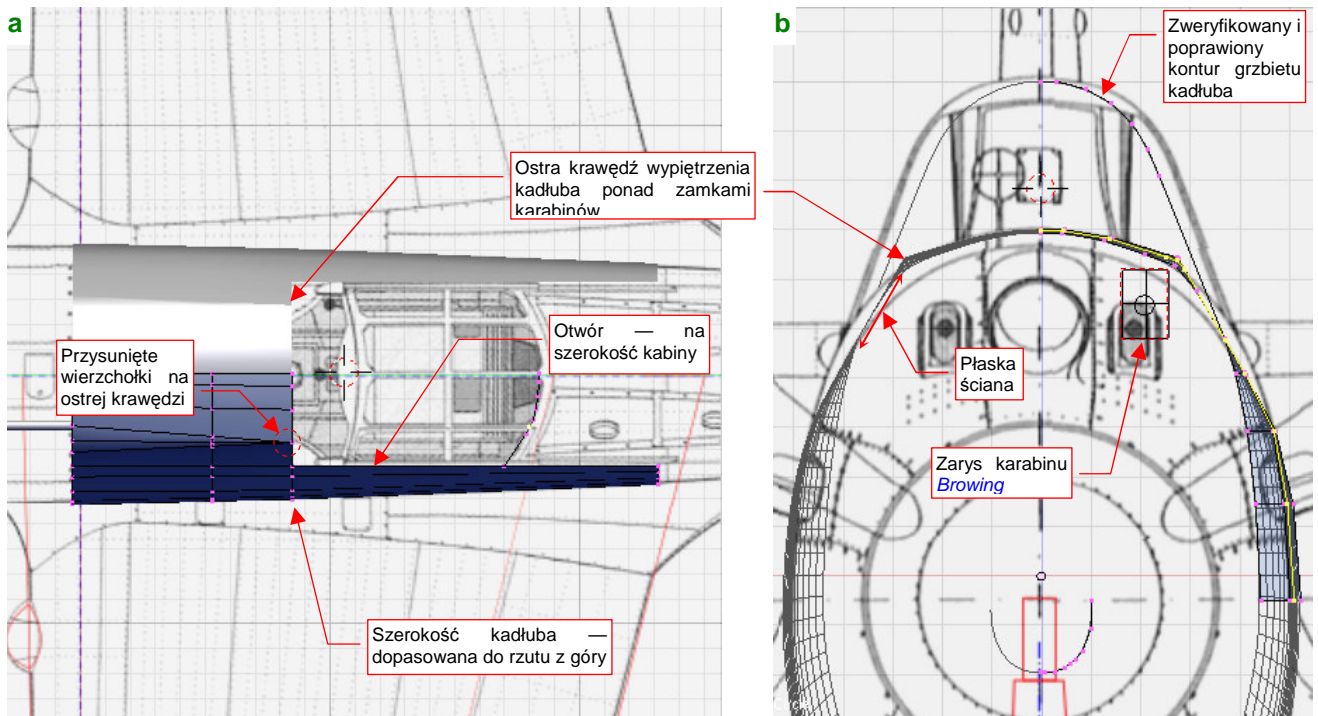
Krawędź |2 4| może leżeć pod innym kątem, gdyż znajduje się już za kabiną pilota. (Będzie dopasowywana do obrysu za kabiną, który był bardziej pionowy.)

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.

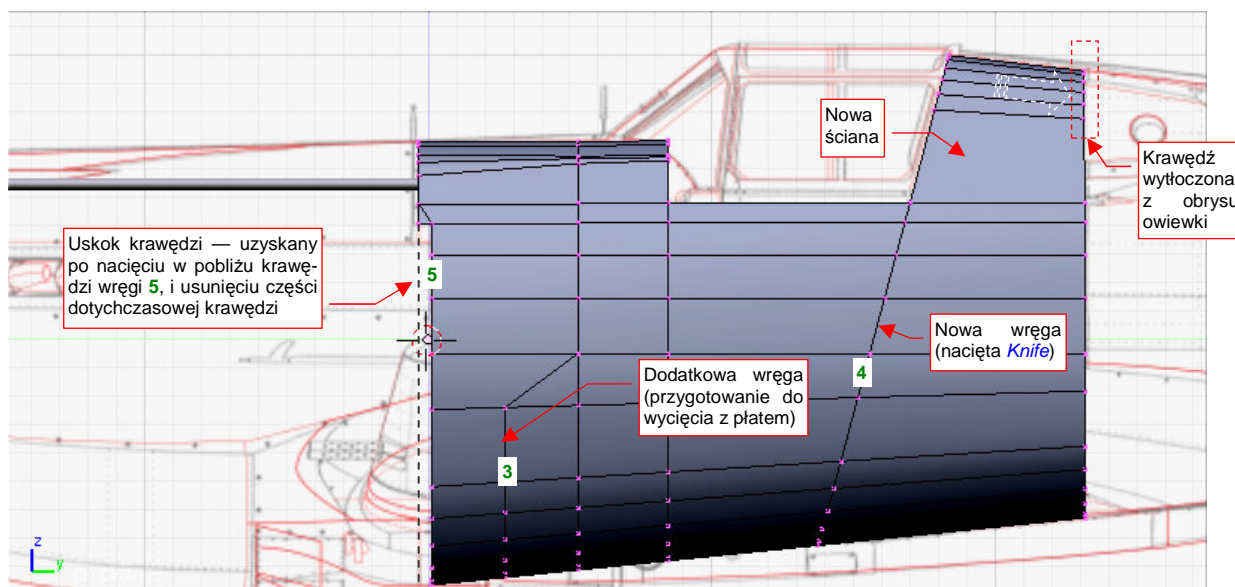


Rysunek 4.10.6 Uformowanie odcinka kadłuba przed kabiną pilota

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).

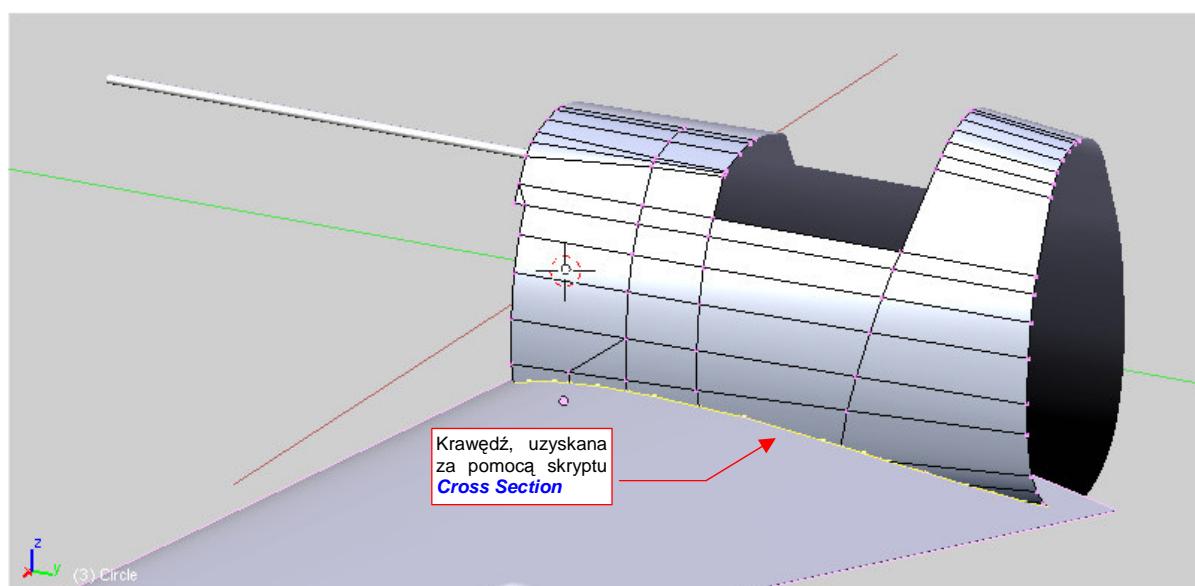
Formując dalej kształt tej części kadłuba, wytłocz wzdułż osi **Y** kontur za kabiną pilota (Rysunek 4.10.7). Po wytłoczeniu spłaszczy nową krawędź (zmiana skali do 0 wzdułż osi **Y**). Umieść ją tak, by znalazła się dokładnie ponad końcową wręgą dolnej części kadłuba scal z resztą obrysu za pomocą dodanej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



Rysunek 4.10.7 Dalsze uzupełnianie środkowej sekcji kadłuba

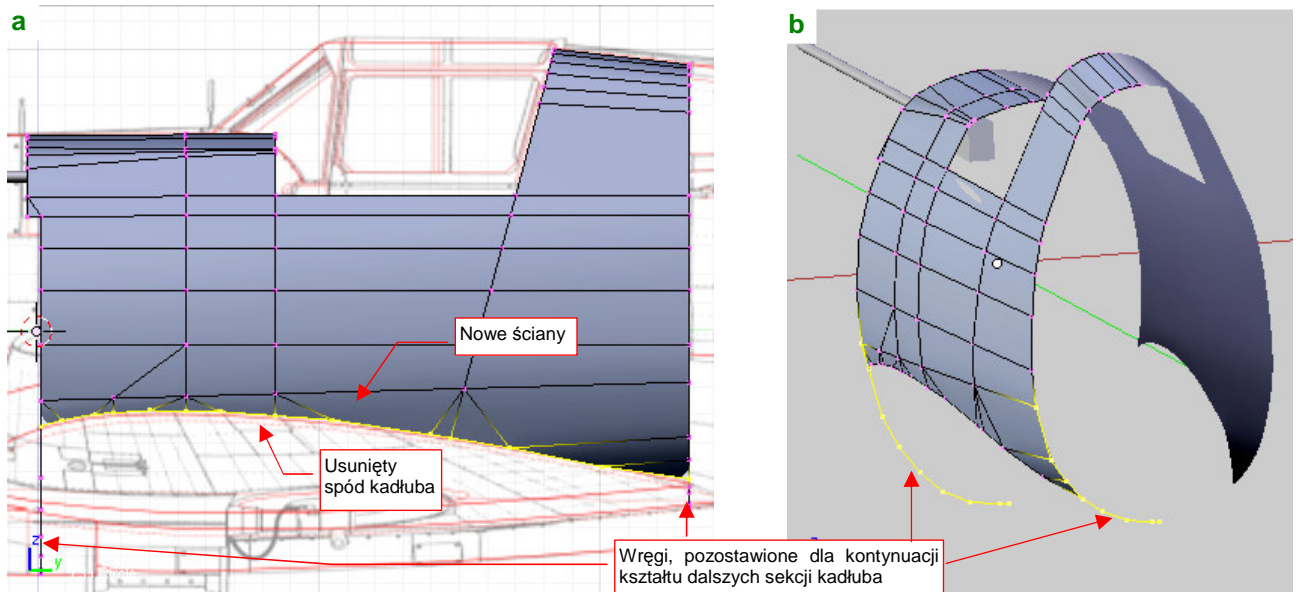
Następnie wytnij (*Knife*) w powłoce wręgi 3 i 4. Zagięć w ten sposób siatkę spodu kadłuba, przygotowując ją do przecięcia powierzchnią płata. Natnij także, tuż przy przedniej krawędzi, wręgę 5. Potem wystarczy usunąć część dotychczasowej przedniej krawędzi, by uzyskać uskok, jak występował w prawdziwym 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

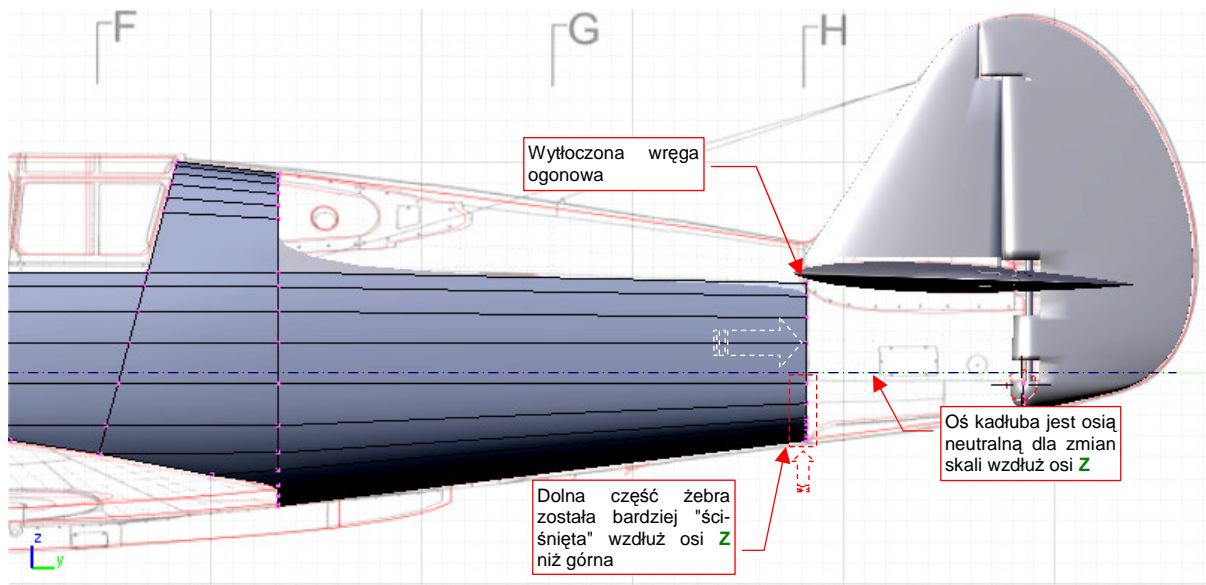
Przecięcie wykonaj tak, by jego krawędź została dodana do siatki kadłuba. Następnie usuń dotychczasowe ściany, znajdujące się w pobliżu (bez usuwania wierzchołków — str. 882). W oparciu o wierzchołki krawędzi przecięcia, stwórz nowe ściany:



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):



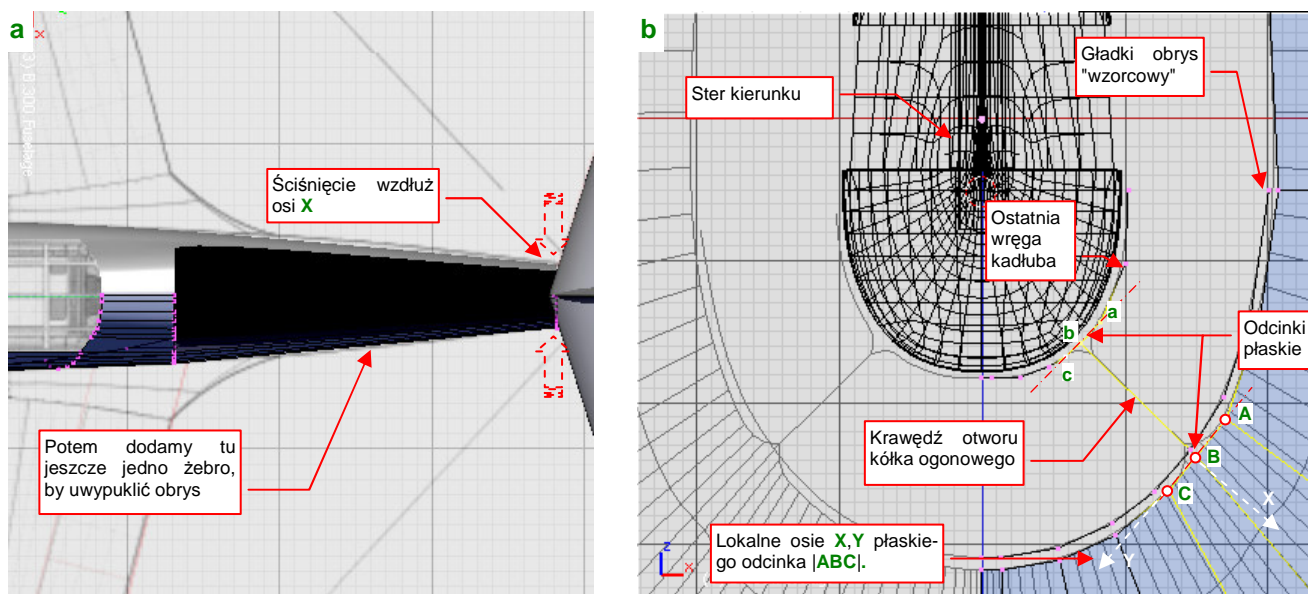
Rysunek 4.10.10 Wytłoczenie pierwszej części ogona

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).



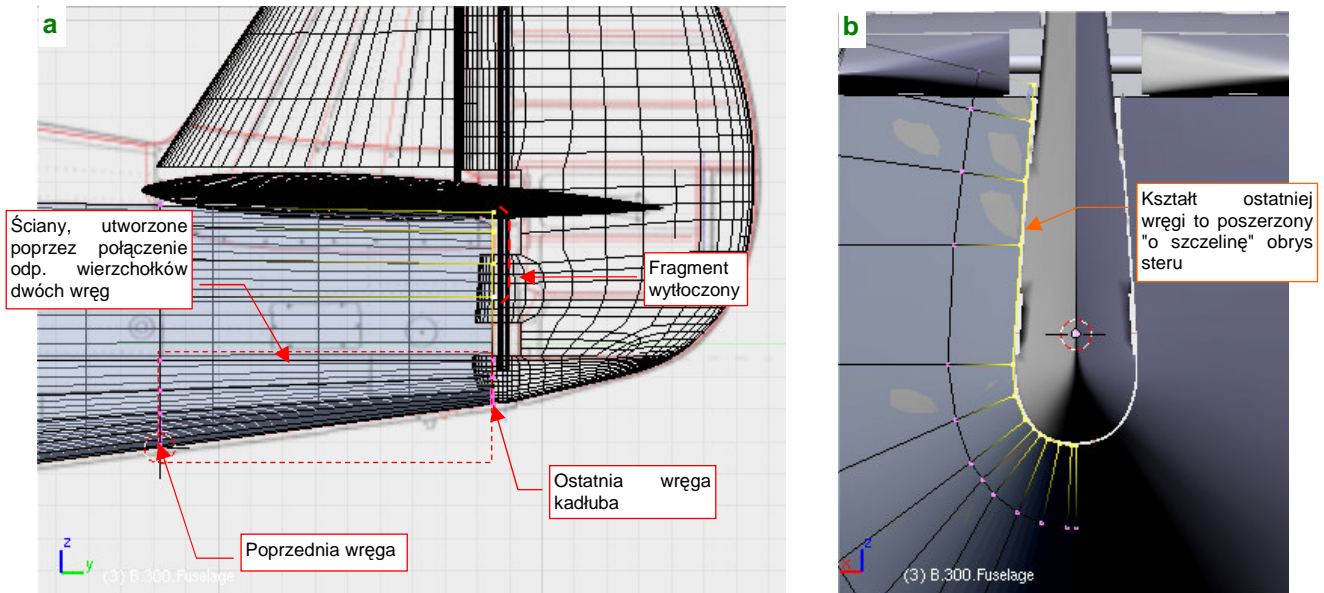
Rysunek 4.10.11 Szczegóły formowania pierwszej części ogona

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, przesuwac. 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

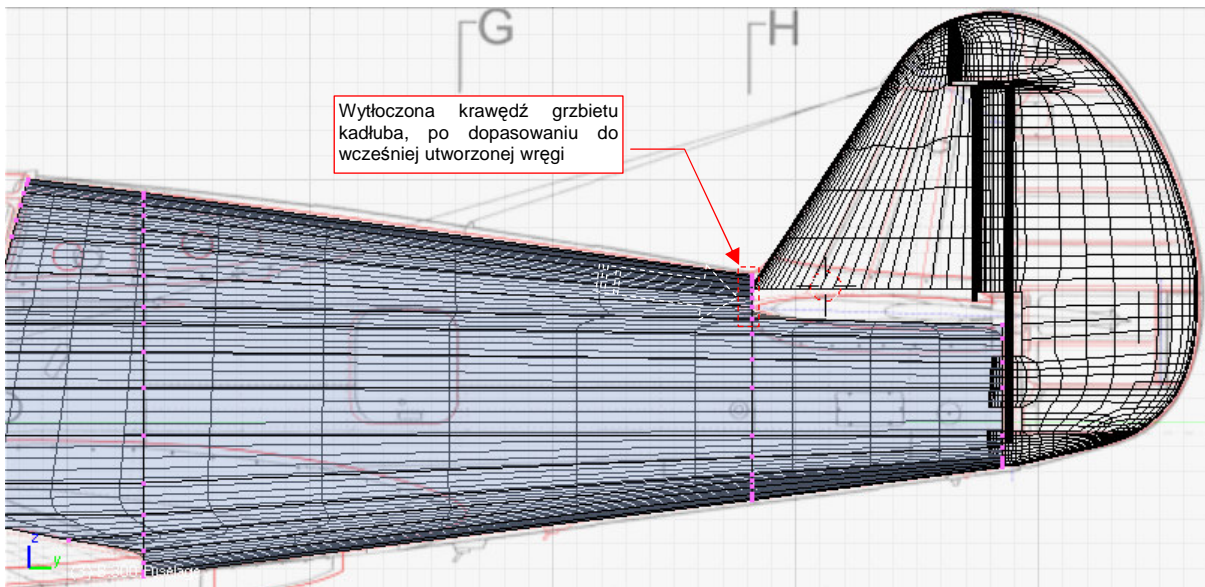
¹ Widać to wyraźnie w publikacji [10], gdzie na str. 186 autor pokazuje jeden z rysunków koncepcyjnych P-36, opracowanych w maju 1935r.

"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):

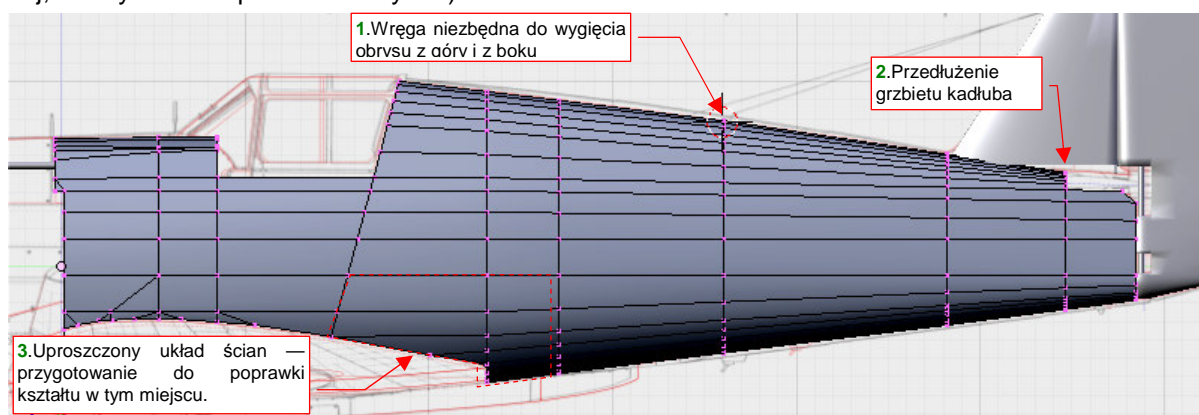


Rysunek 4.10.13 Szczegóły formowania grzbietu kadłuba za kabiną

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

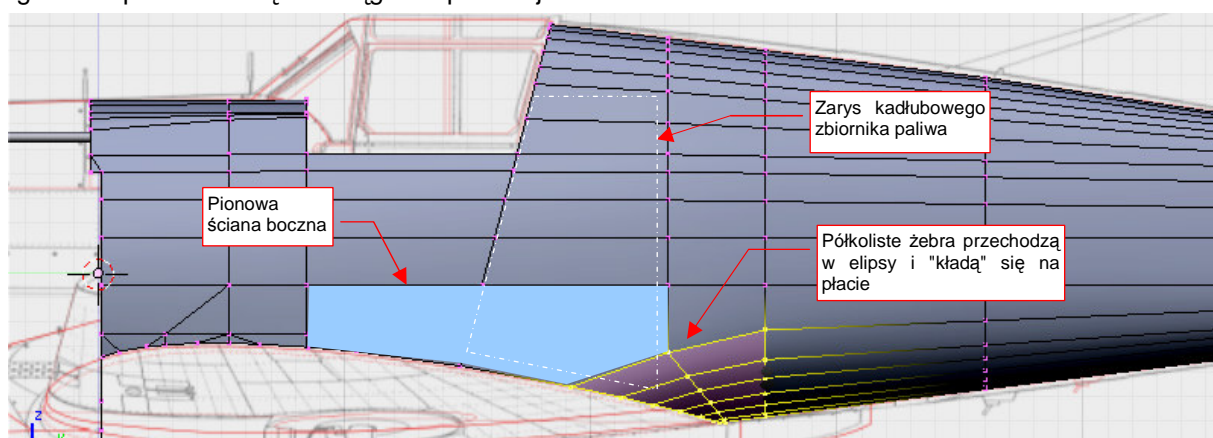
Grzbiet i boki ogona P-40 były nieco wypukłe, więc wstaw pośrodku ogona kolejną wręgę (Rysunek 4.10.14). Poszerz ją nieco (poprzez zmianę skali wzdłuż osi **X**), aby dopasować krawędź kadłuba do konturu w rzucie z góry (**XY**). Górny fragment wręgi dopasuj do obrysu z boku (str. 895).

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):



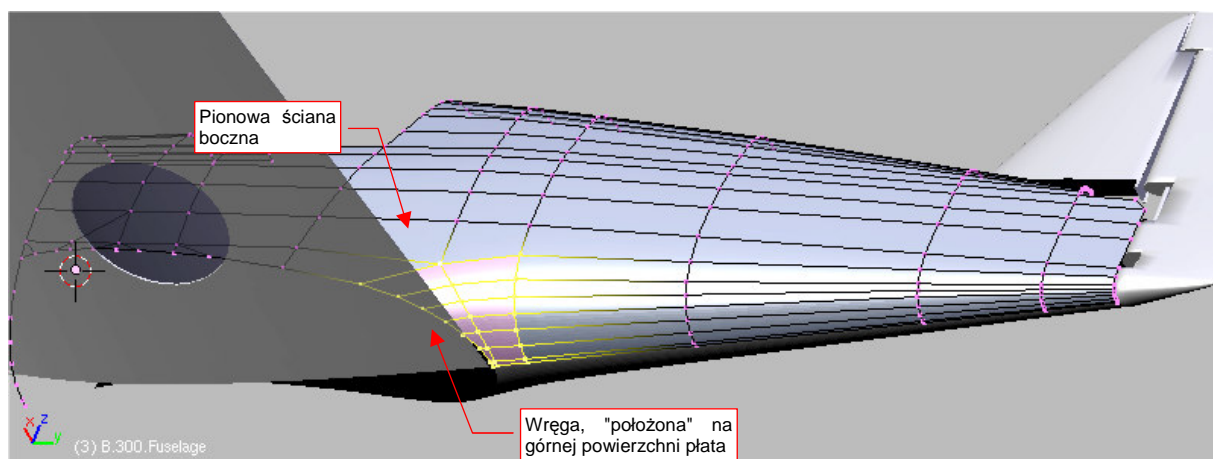
Rysunek 4.10.14 Wstawienie dodatkowych wręg kadłuba

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.



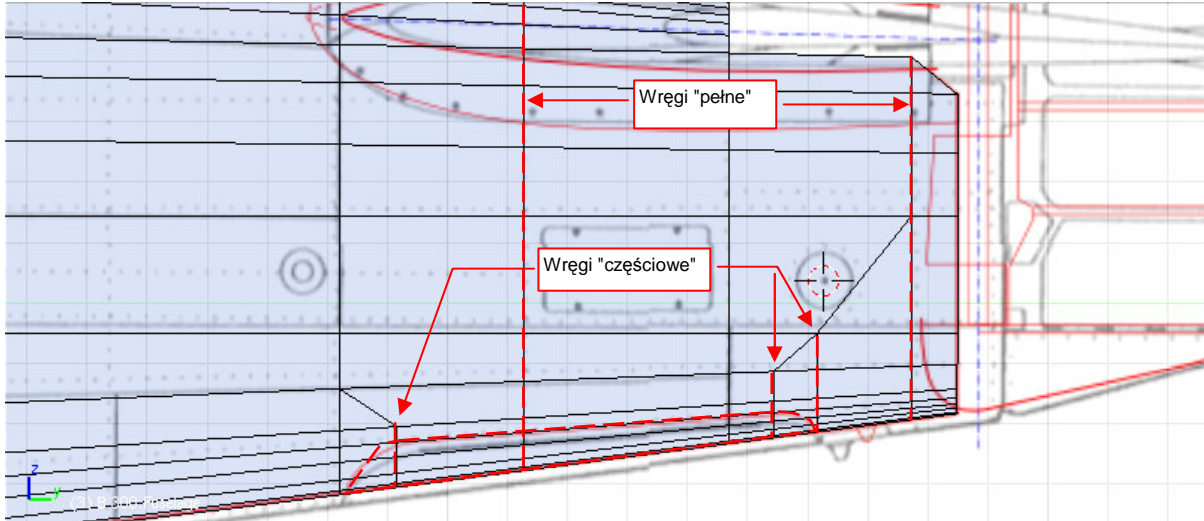
Rysunek 4.10.15 Poprawka tylnej części krawędzi łączącej kadłub z płatem

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):



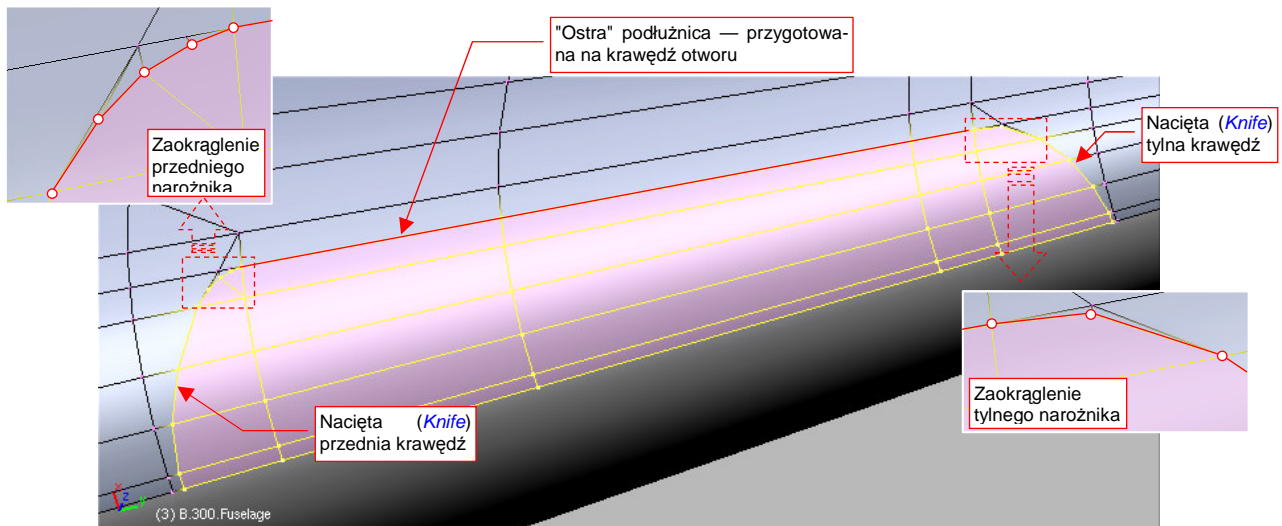
Rysunek 4.10.16 Poprawiony kształt kadłuba

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*.

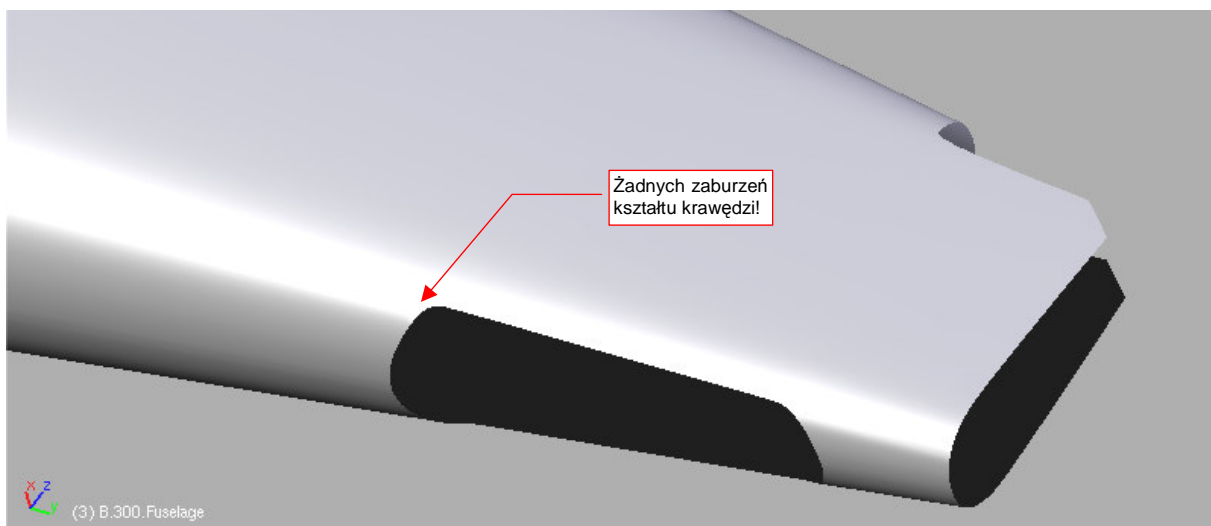


Rysunek 4.10.18 Szczegóły krawędzi otworu kółka ogonowego

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).

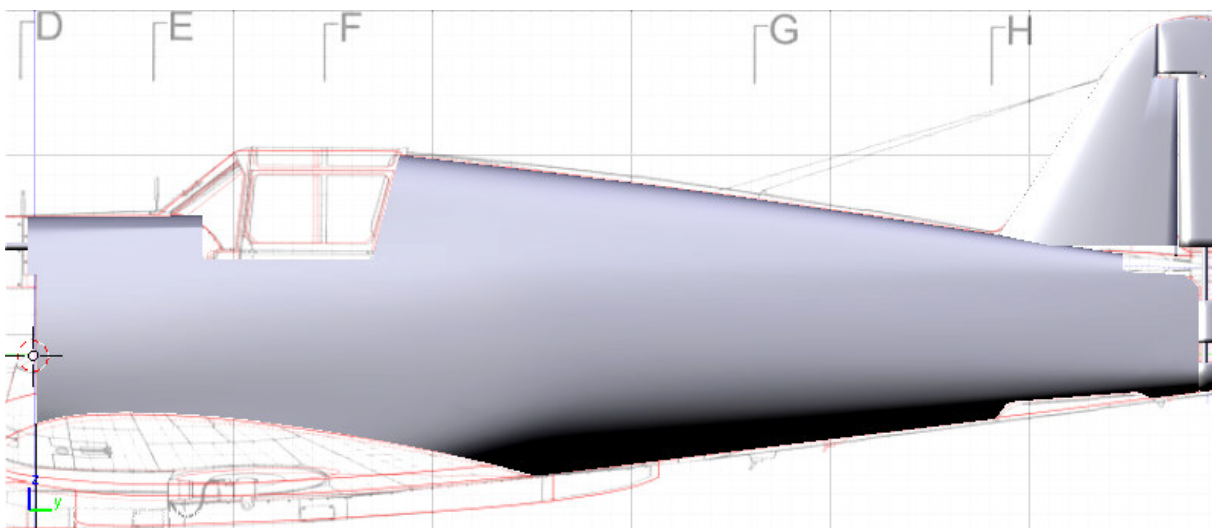
Rysunek 4.10.19 pokazuje kształt otworu po wydzieleniu luku. Dzięki dobremu przygotowaniu (por. Rysunek 4.10.11, str. 166) udało się uzyskać bardzo regularną krawędź, bez żadnych wybrzuszeń i innych deformacji:



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).

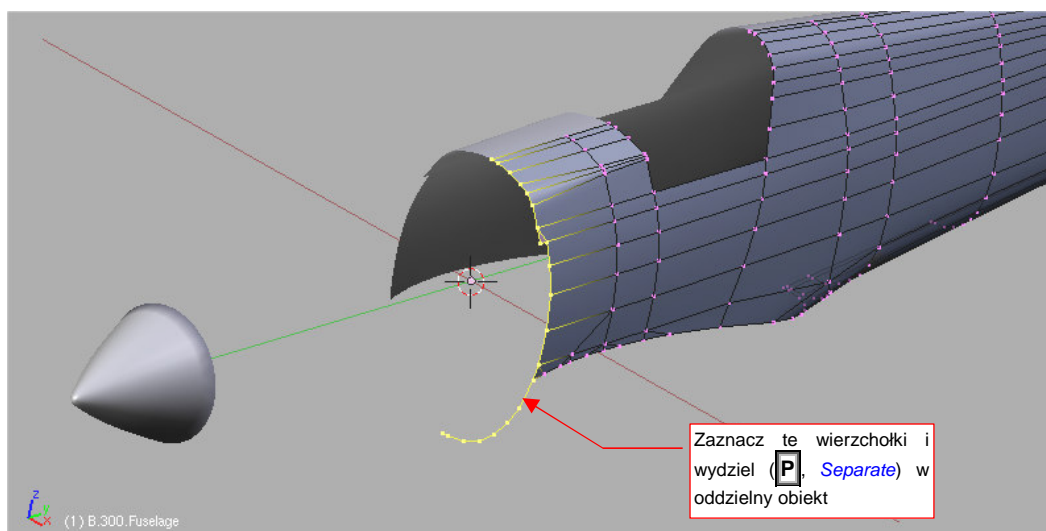


Rysunek 4.11.1 Fragment kadłuba, który odwzorujemy w tej sekcji

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.

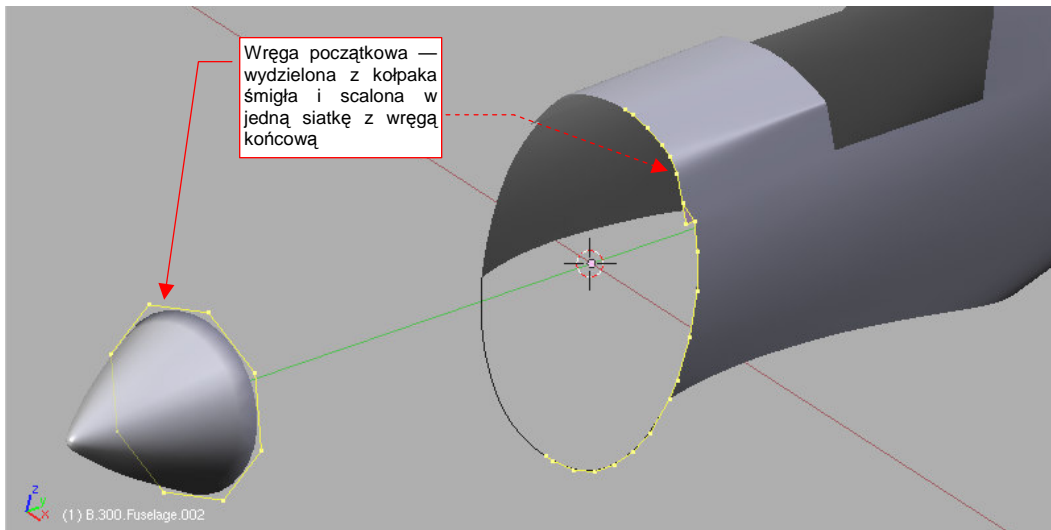
Aby podział na panele odbył się bez komplikacji, już na wstępnych etapach formowania należy poprowadzić wzdłuż przyszłego szwu ostrą (*cearse* = 1) krawędź. Rysunek 4.11.1 pokazuje ich układ.

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



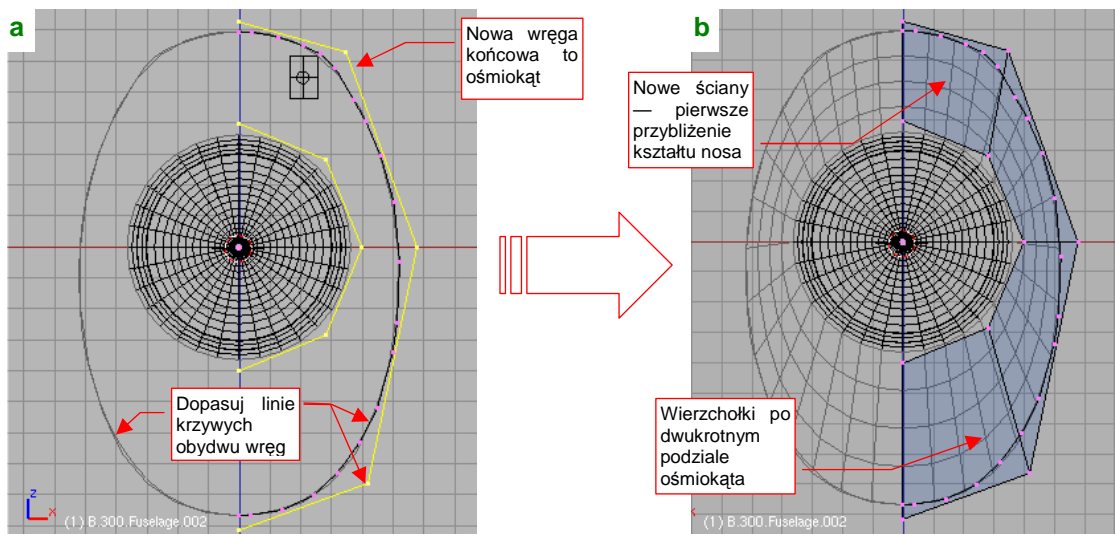
Rysunek 4.11.2 Wydzielenie przedniej wręgi z dotychczas uformowanej części kadłuba

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):

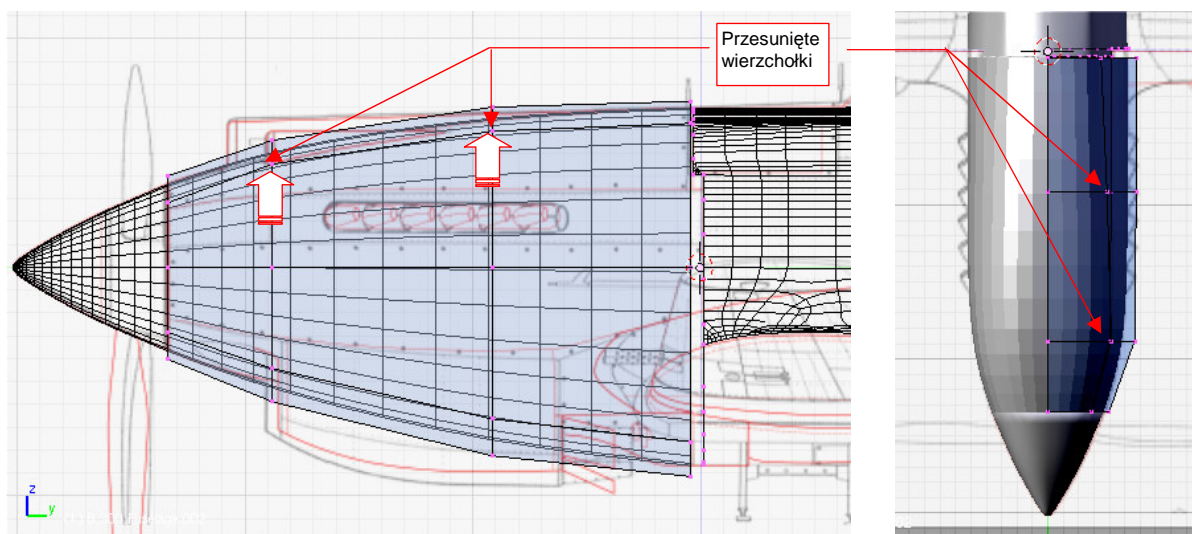


Rysunek 4.11.4 Dopasowanie nowej ("ośmiokątnej"), tylnej wręgi do wzorca obrysu (wręgi "gęstej")

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 nieźle 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") wrzędze. 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):

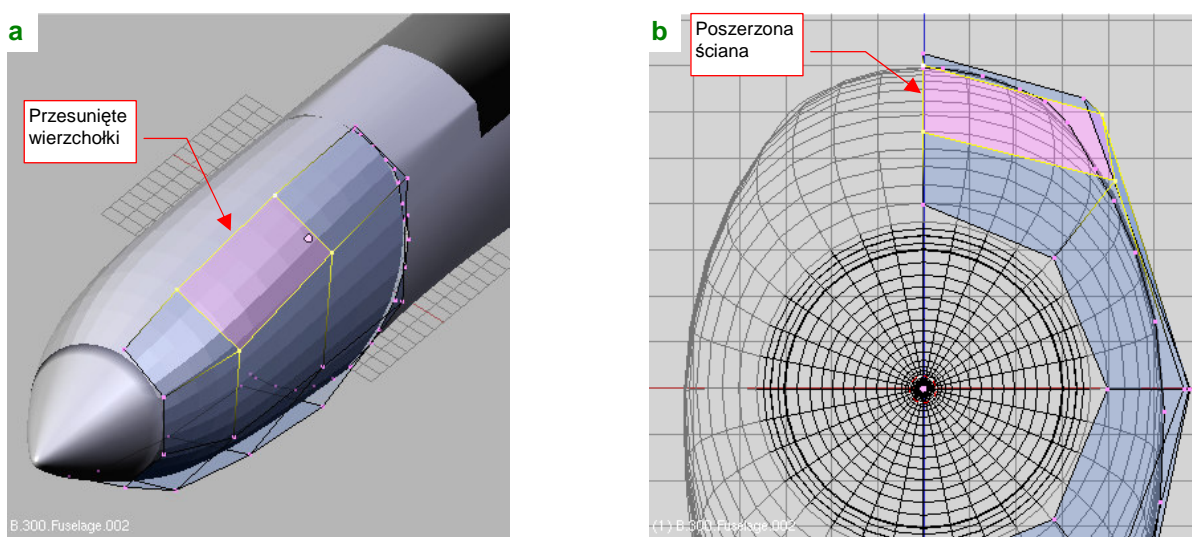


Rysunek 4.11.5 Formowanie podstawowego kształtu nosa P-40B

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):



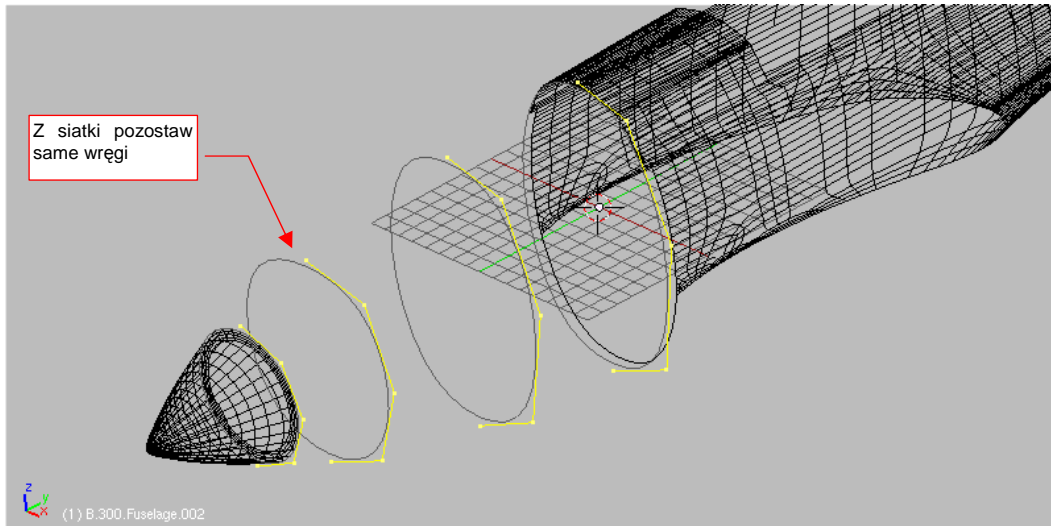
Rysunek 4.11.6 Formowanie podstawowego kształtu nosa P-40B

¹ Takie spłaszczenie jest charakterystyczne dla prawie wszystkich osłon silnika 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.

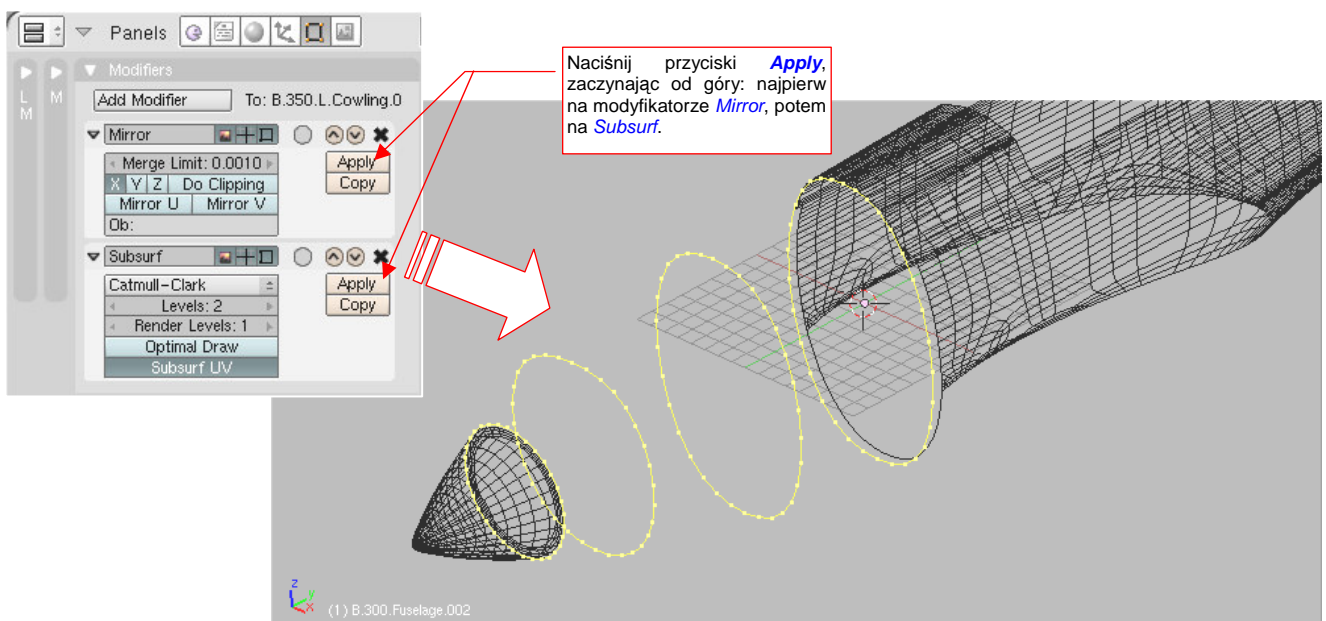
Uzyskaliśmy "zgrubny" kształt nosa samolotu, teraz należy zwiększyć liczbę podłużnic, aby można było dokonać dalszych, drobnych modyfikacji. Nie będziemy na razie zwiększać liczby wręg (to by na razie niepotrzebnie skomplikowało siatkę i utrudniło jej zmiany).

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"

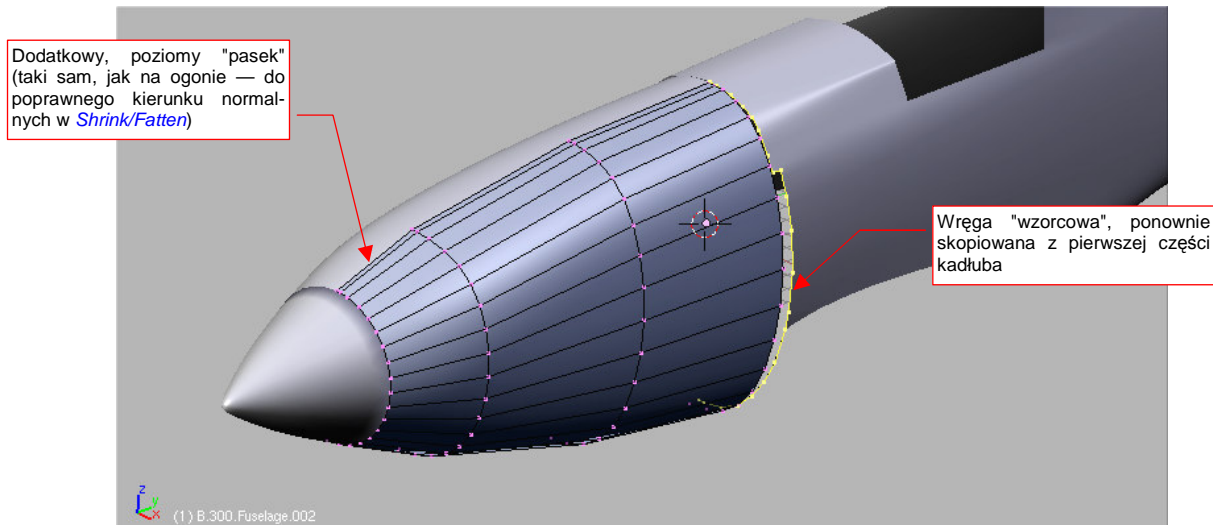
Następnie przełącz się w tryb obiektu (*Object Mode*), ale pozostaw w oknie przycisków zestaw *Editing*. "Utrwal" modyfikatory siatki, naciskając przycisk *Apply*: najpierw dla modyfikatora *Mirror*, potem dla *Subsurf*¹. (Naciśnięcie *Apply* powoduje także usunięcie modyfikatora — wierzchołki, które 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!

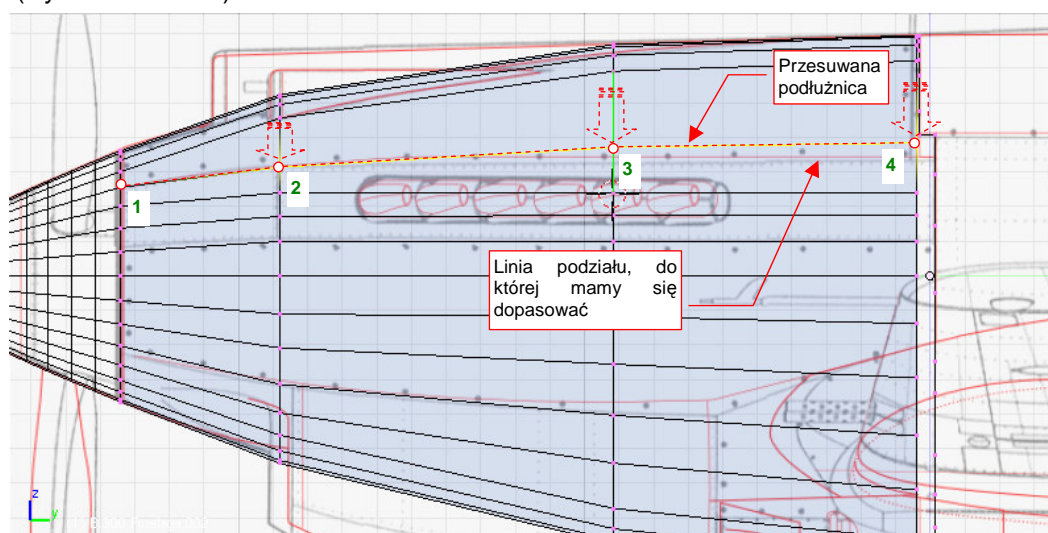
Pozostaje jeszcze "posprzątać": usuń prawe strony wręg, włącz powtórnie modyfikatory *Mirror* i *Subsurf*. Następnie połącz te wręgi ścianami. Najszybciej jest to zrobić, wybierając po dwie sąsiednie wręgi i wywołując **F** (*Mesh* → *Make Edge/Face*), *Skin Faces/Edge Loops* (Rysunek 4.11.9):



Rysunek 4.11.9 Siatka z czterokrotnie zwiększoną liczbą podłużnic

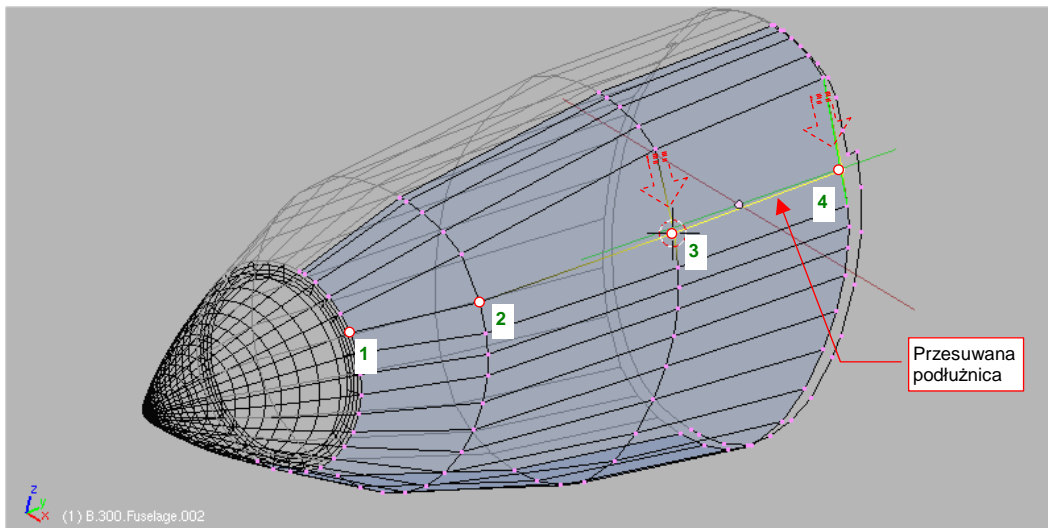
Dodaj także (*Loopcut*) jedną dodatkową podłużnicę, umieszczając ją bardzo blisko osi kadłuba. Stworzysz w ten sposób wąski "pasek" ścian, które ustaw zupełnie poziomo. Powinien zapewnić poprawny kształt powłok odsuwanych np. poleceniem *Shrink/Fatten* (Rysunek 4.11.9). Skopiuj także jeszcze raz z drugiej 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):



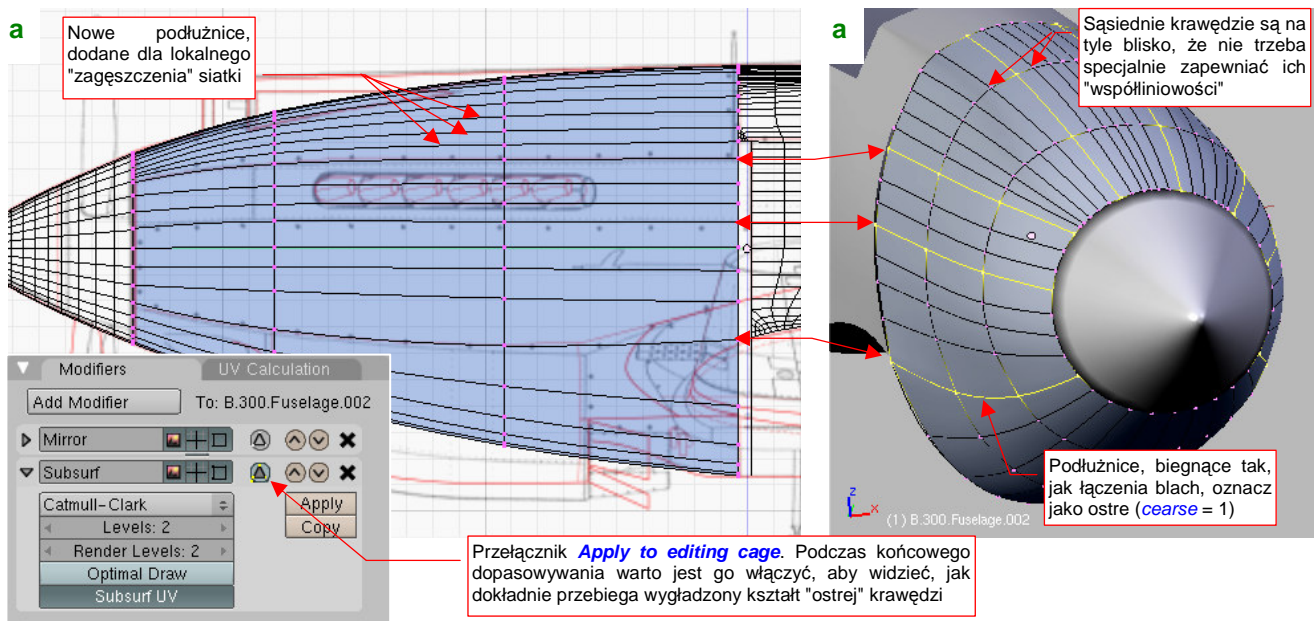
Rysunek 4.11.10 Dopasowywanie (poleceniem *Edge Slide*) podłużnic siatki do linii podziału paneli na osłonie silnika

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)

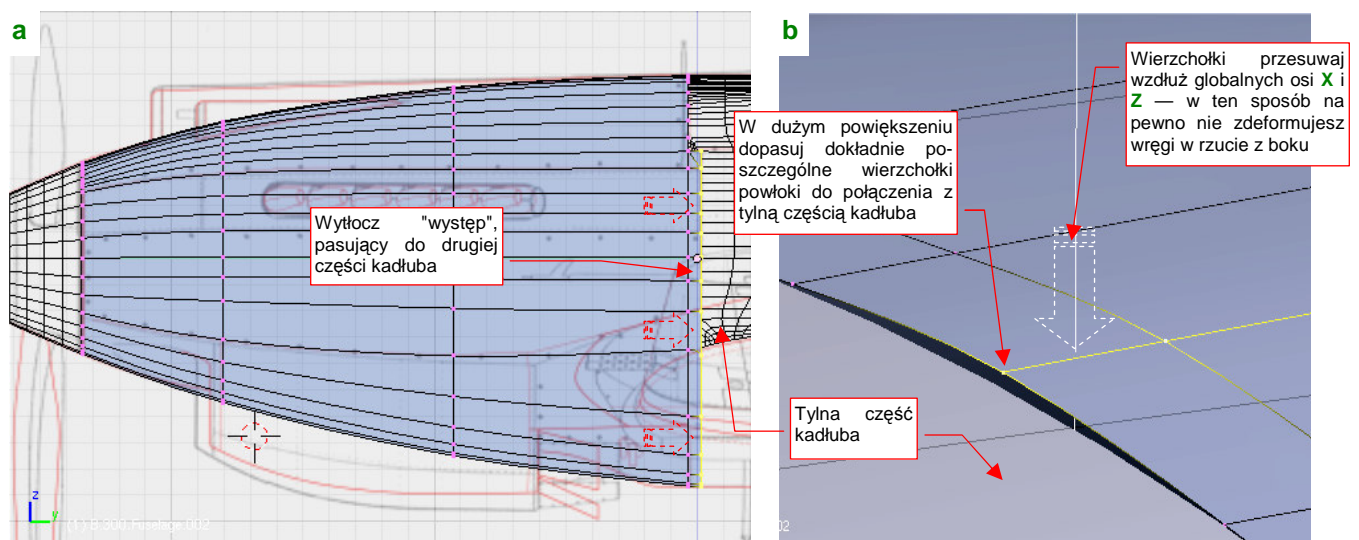
Na koniec należy włączyć ostrość (*cearse* = 1) linii przyszłych podziałów (Rysunek 4.11.12b). W ten sposób nabiorą takiego kształtu, jak przyszłe krawędzie powłok, na które zamierzamy podzielić nos. Warto także wtedy włączyć na modyfikatorze *Subsurf* przełącznik *Apply to editing cage* (Rysunek 4.11.12a). 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

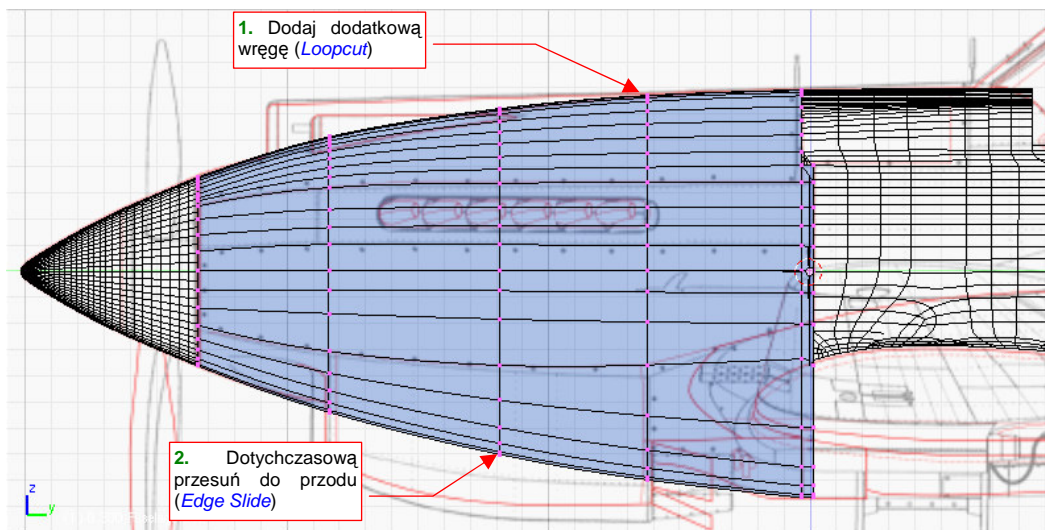
Po "ułożeniu" kluczowych krawędzi, można dopasować dokładnie miejsce połączenia przedniej i tylnej części kadłuba.

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).



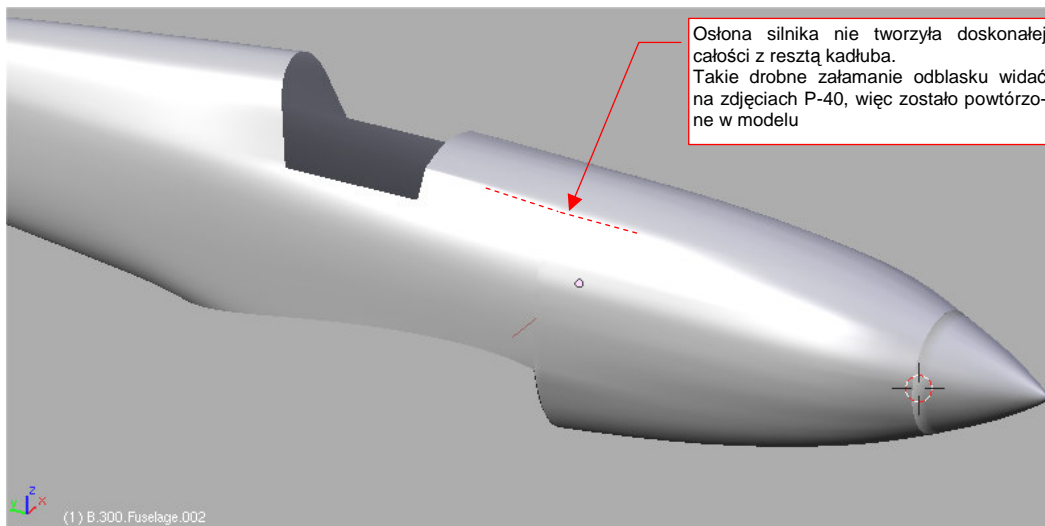
Rysunek 4.11.13 Dopasowanie połączenia przedniej i tylnej części kadłuba

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):



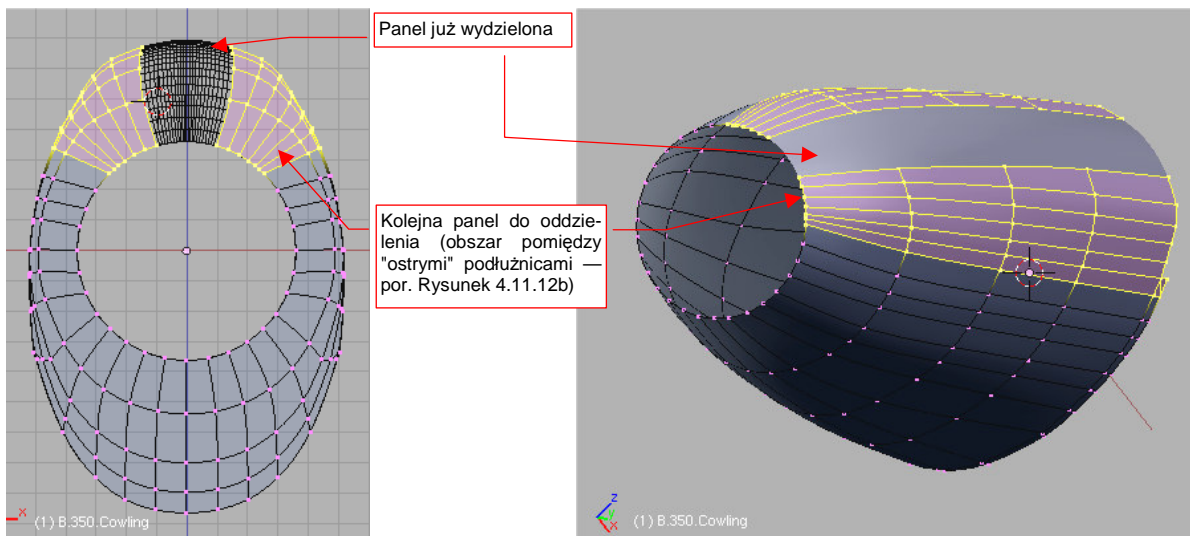
Rysunek 4.11.14 Dodanie do nosa samolotu dodatkowej, piątej wręgi

Rysunek 4.11.15 pokazuje kształt osłony silnika, jak osiągnęliśmy na tym etapie:



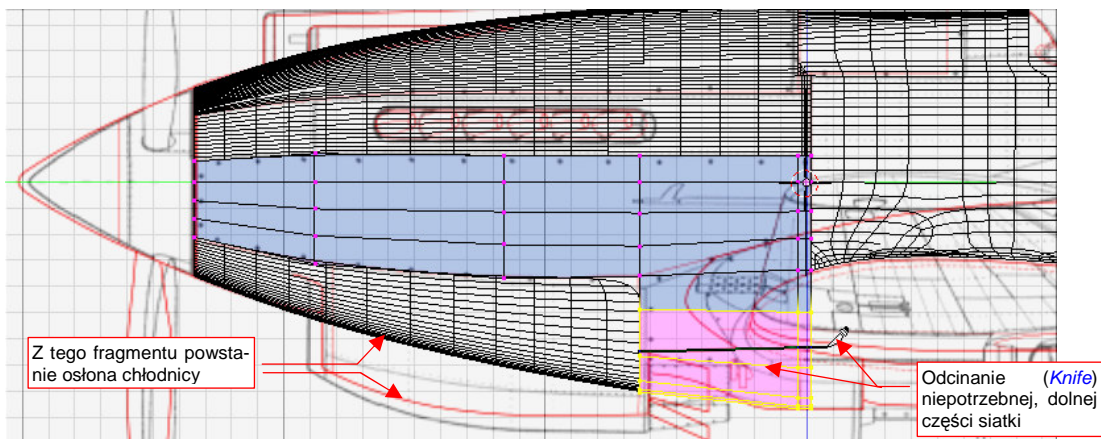
Rysunek 4.11.15 Osłona silnika — kształt po uformowaniu

Teraz możesz wydzielić (**P**, *Separate*) z powłoki poszczególne panele osłony silnika (Rysunek 4.11.16):



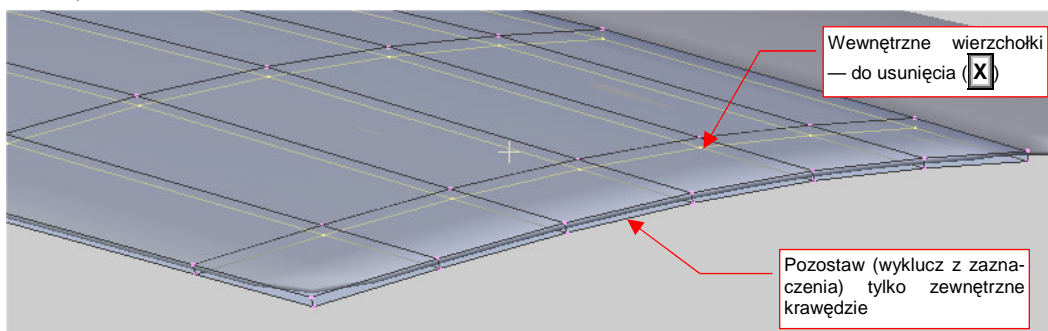
Rysunek 4.11.16 Wydzielenie z powłoki poszczególnych paneli osłony silnika

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):



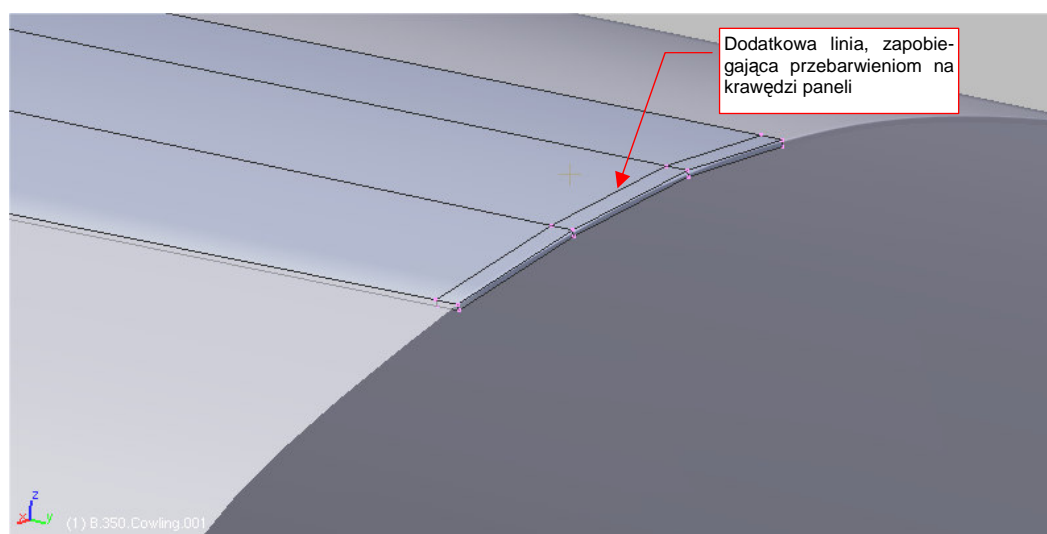
Rysunek 4.11.17 Odcięcie niepotrzebnej, dolnej części powłoki samolotu

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):



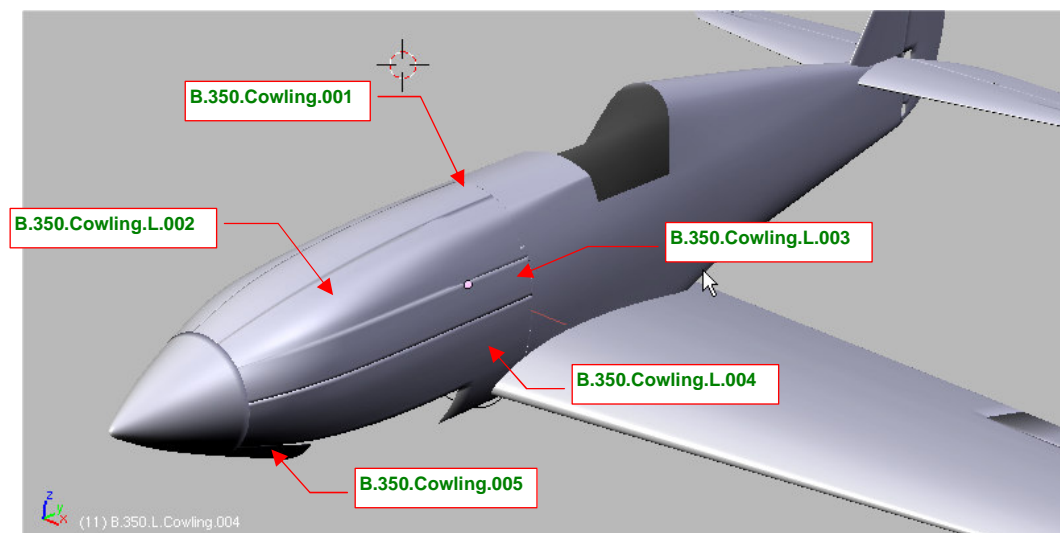
Rysunek 4.11.18 Pogrubienie panelu osłony za pomocą skryptu *Solidify Selection*

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

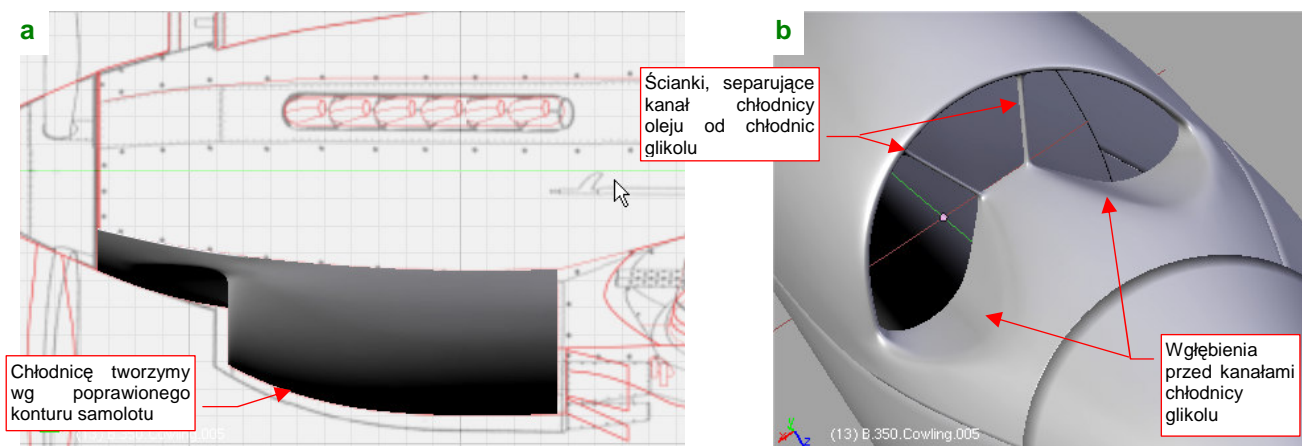
Fragment, z którego powstanie osłona chłodnicy cieczy zredukuj do niewielkiego odcinka od kołpaka śmigła do chwytu powietrza (**B.350.Cowling.005**). Resztę osłony i tak stworzymy od podstaw w następnej sekcji.

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

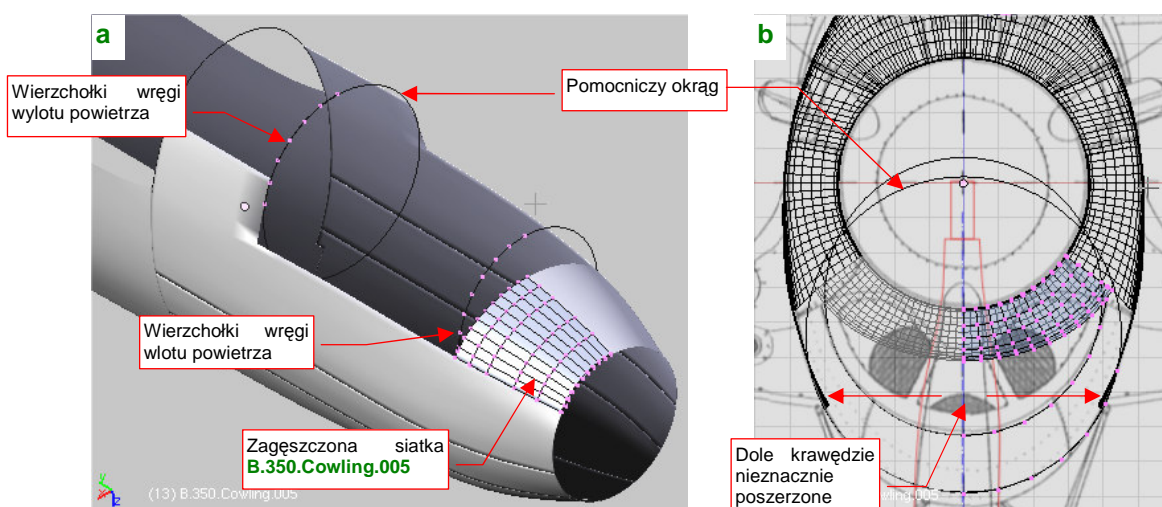
Wszystkie chłodnice cieczy — glikolu i oleju — były w P-40 umieszczone bezpośrednio pod silnikiem (Rysunek 4.12.1a). Ich wlot powietrza był podzielony dwoma ściankami na trzy kanały: środkowy, do chłodnicy oleju i boczne, do chłodnic glikolu. W kadłubie przed kanałami bocznymi były wytłoczone wgłębienia, 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 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):

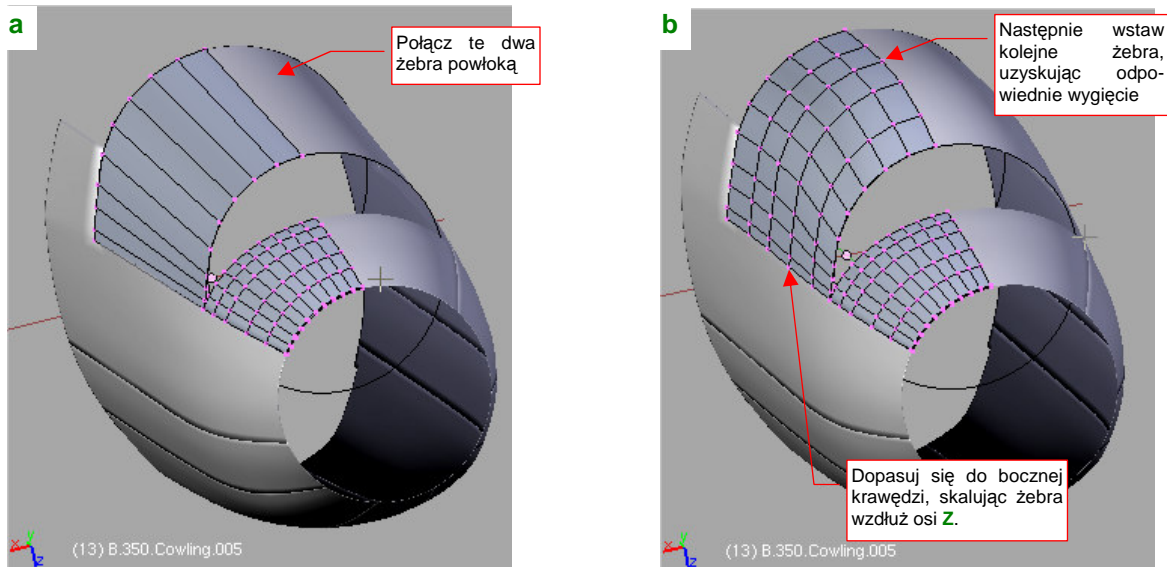


Rysunek 4.12.2 Przygotowanie dwóch okrągłych żeber

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).

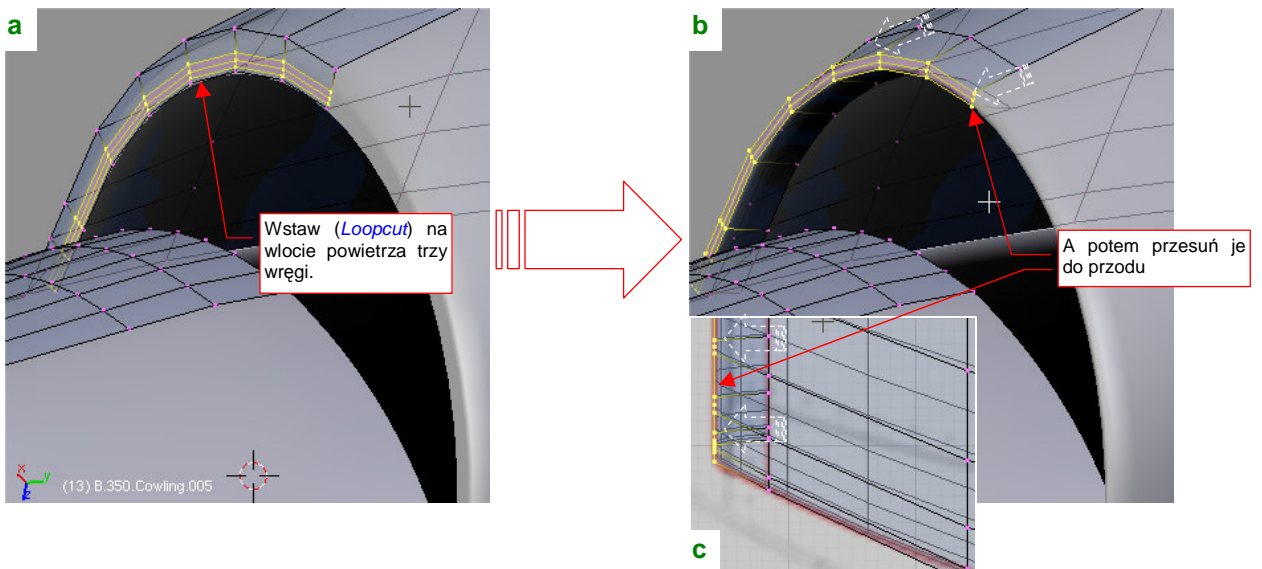
Połącz dodane wręgi ścianami (**F**, *Skin Faces/Edge Loops* — Rysunek 4.12.3a):



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):

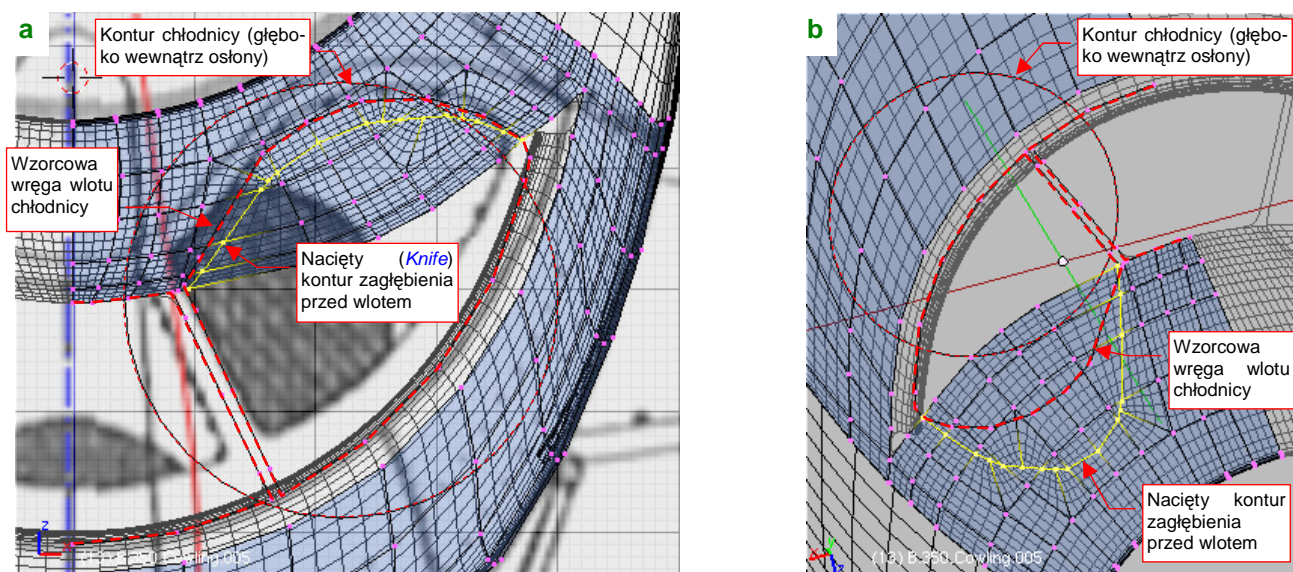


Rysunek 4.12.4 Tworzenie zaokrąglenia na wlocie

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-

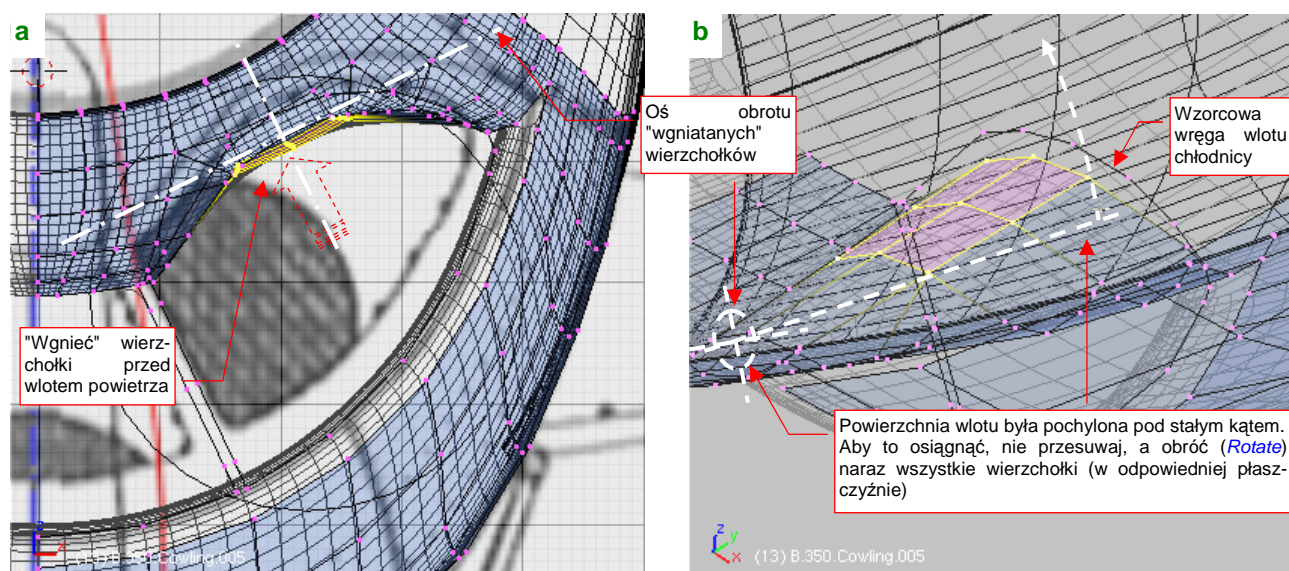
zenie wierzchołków siatki. Stwórz ją poprzez skopiowanie aktualnej wręgi wlotu. Potem wstaw w tę linię dodatkowe wierzchołki, i uformuj z niej właściwy kształt przekroju wlotu (Rysunek 4.12.5a). Nie zapomnij o zarysie ścianek, oddzielających kanał chłodnicy glikolu i oleju:



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).



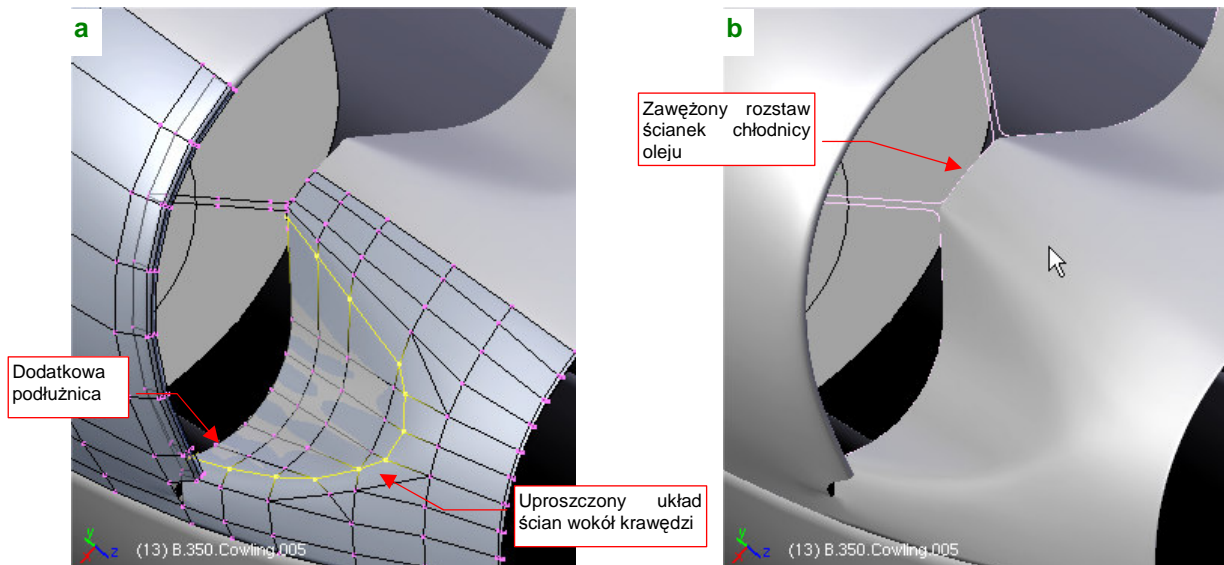
Rysunek 4.12.6 Ukształtowanie wklęsłych powierzchni przed wlotami — przesuwanie wierzchołków

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).

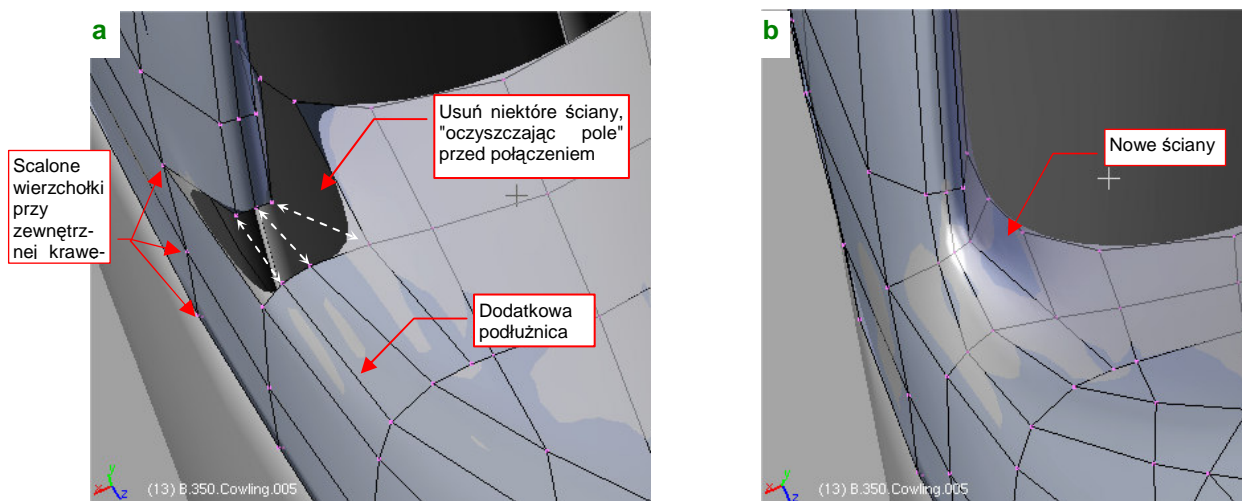
Rysunek 4.12.7 pokazuje wierzchołki przed wlotem powietrza po dosunięciu do wręgi wzorcowej. W trakcie pracy uprościłem (poprzez scalanie) układ ścian wzdłuż krawędzi zagłębienia. W okolicy narożnika konieczne okazało się dodanie jeszcze jednej podłużnicy (Rysunek 4.12.7a):



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).

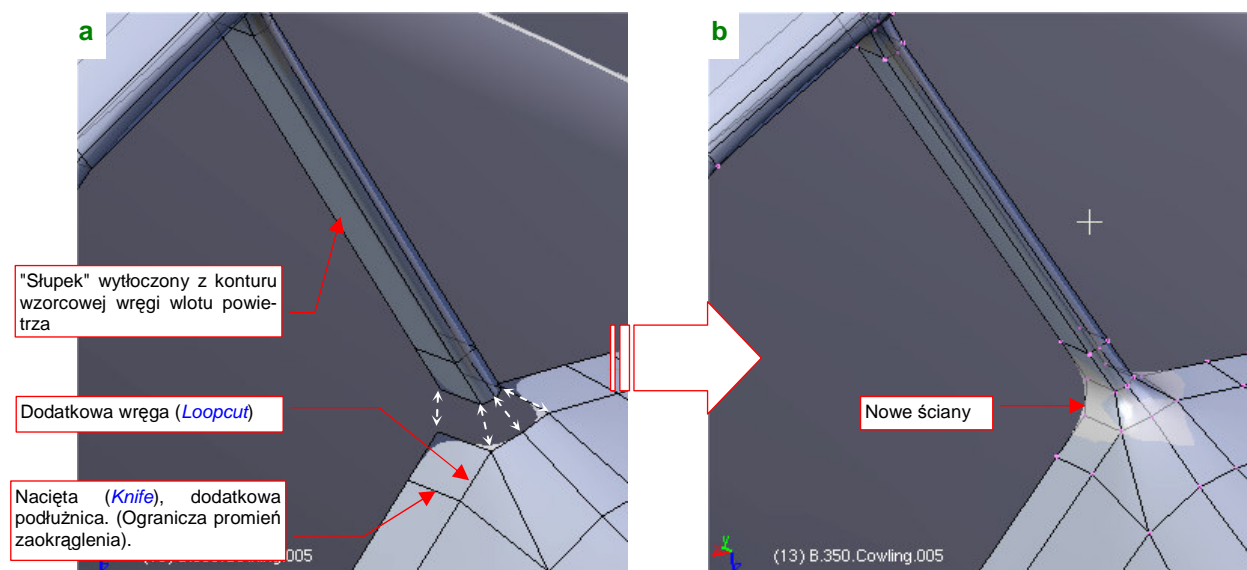
Teraz można połączyć przednią i tylną część osłony, formując zaokrąglony narożnik. To często powtarzający się szczegół w konstrukcjach lotniczych. Najpierw przygotuj ściany z jednej i drugiej powłoki tak, by każdy z wierzchołków miał swój odpowiednik "po przeciwnej stronie" (Rysunek 4.12.8a). (W tym 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

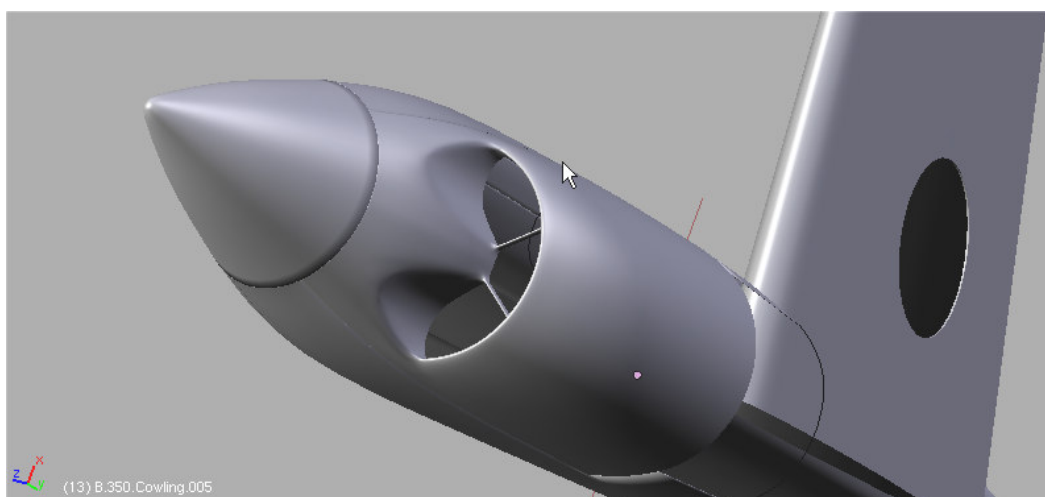
Potem usuń niepotrzebne ściany, przygotowując w ten sposób pole do stworzenia nowych. Muszę przyznać, że najwięcej czasu zajmuje mi przemyślenie, co z czym zostanie połączone, aby uzyskać jak najlepszy układ ścian. Potem — pozostaje tylko połączyć przygotowane wierzchołki (Rysunek 4.12.8b). Staraj się 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 przeciwną ścianą chłodnicy. Gdy to zrobisz, osłona chłodnicy będzie gotowa (Rysunek 4.12.10):



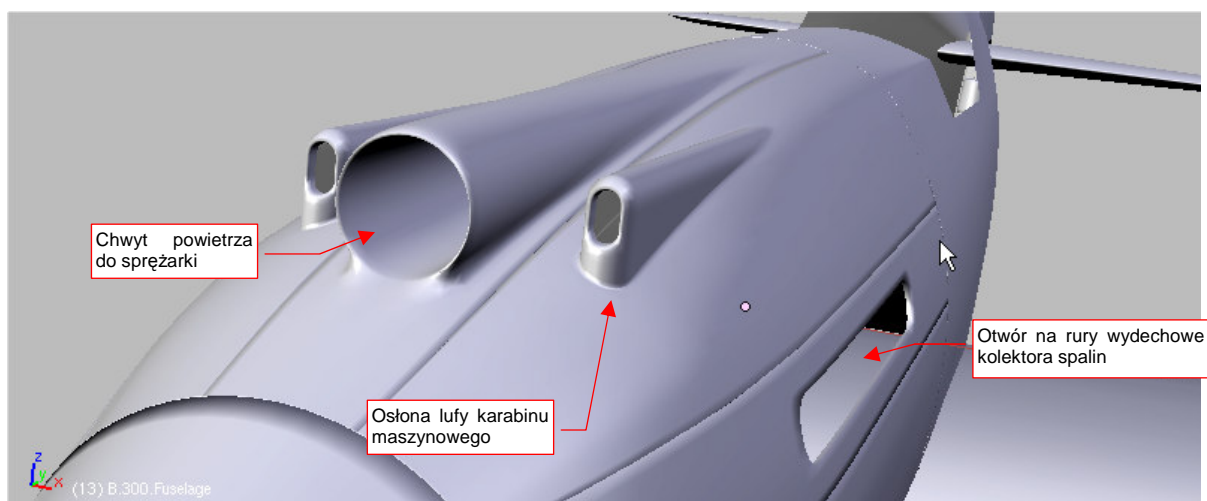
Rysunek 4.12.10 Gotowa osłona chłodnicy cieczy

Podsumownie

- Zaokrąglenie wokół krawędzi wlotu powietrza najłatwiej uzyskać, wstawiając (*Loopcut*) w jednej płaszczyźnie, blisko siebie, kilka wręg. Potem tylko przesunij 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

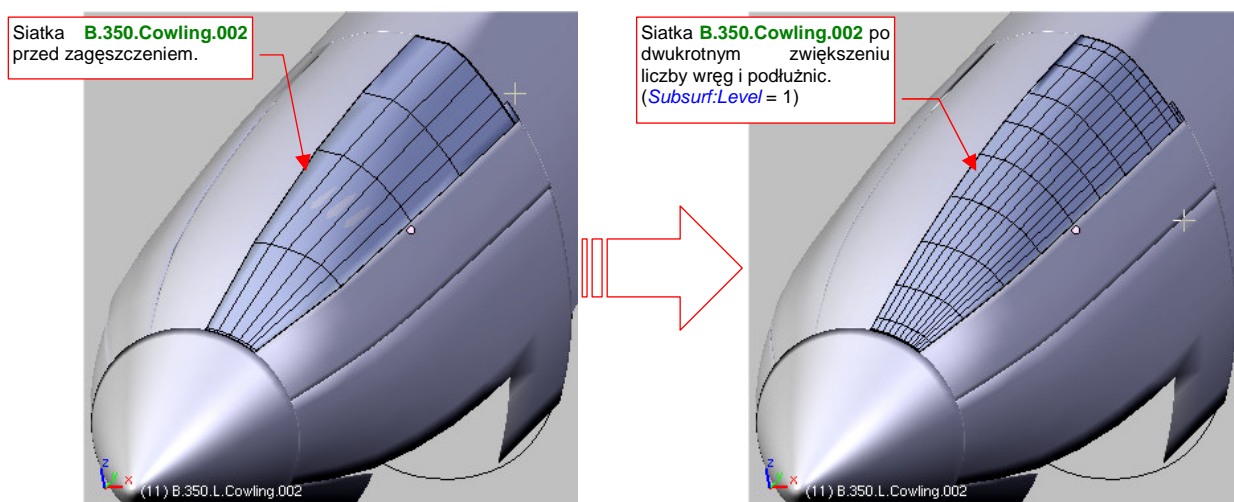
Maska silnika P-40 ma wiele dodatkowych szczegółów: chwyt powietrza do sprężarki i osłony luf nkm u góry, otwory na rury wydechowe kolektora spalin po bokach (Rysunek 4.13.1). W tej sekcji pokażę, jak można wkomponować te elementy w siatki poszczególnych paneli, by tworzyły z nimi jedną całość. (Czyli 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. Obydwie — 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.)

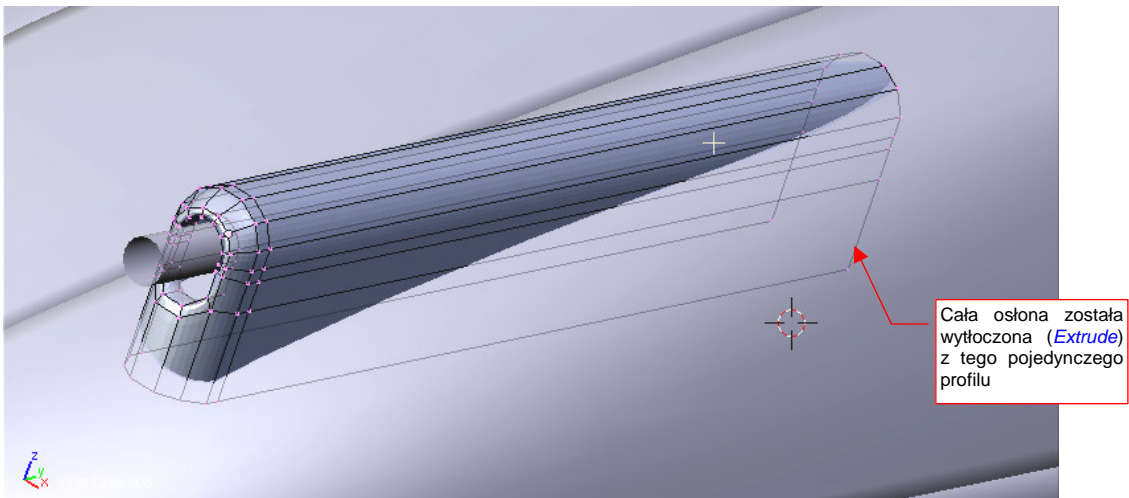


Rysunek 4.13.2 Przygotowanie do "wycięcia" otworu — dwukrotne zagęszczenie siatki panelu osłony silnika

Uwaga na krawędzie zewnętrzne panelu. W wyniku utrwalenia modyfikatora *Subsurf* mają tendencję do tracenia informacji o ostrości (*cearse*), i trzeba ją ponownie przywracać.

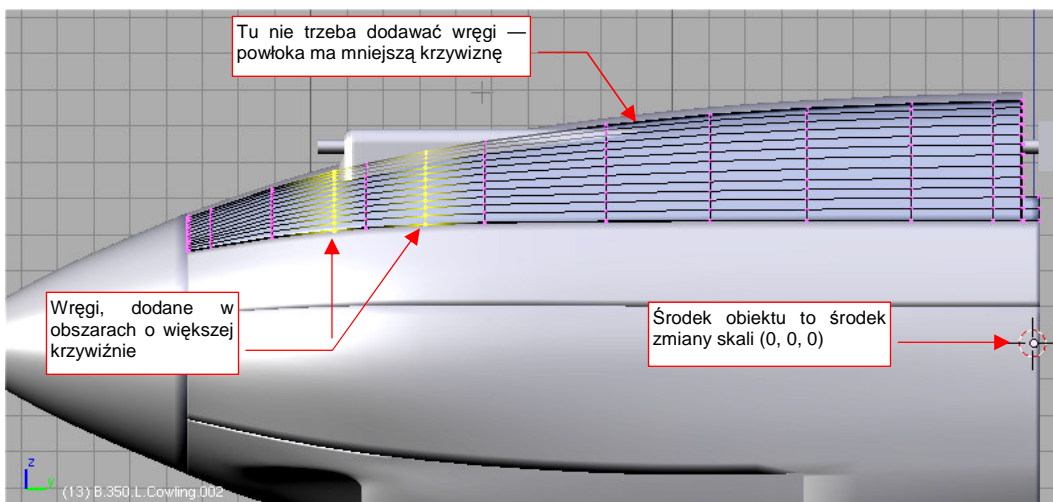
Po dwukrotnym zagęszczeniu siatki możesz do niej ponownie dodać modyfikator *Subsurf*, ale tym razem z mniejszym poziomem podziału — *Subsurf:Level* = 1. Wcześniej, dla rzadkiej siatki, stosowaliśmy dwukrotnie większą liczbę podziałów — *Subsurf:Level* = 2. W ten sposób ostateczna liczba ścian wygładzonej 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):

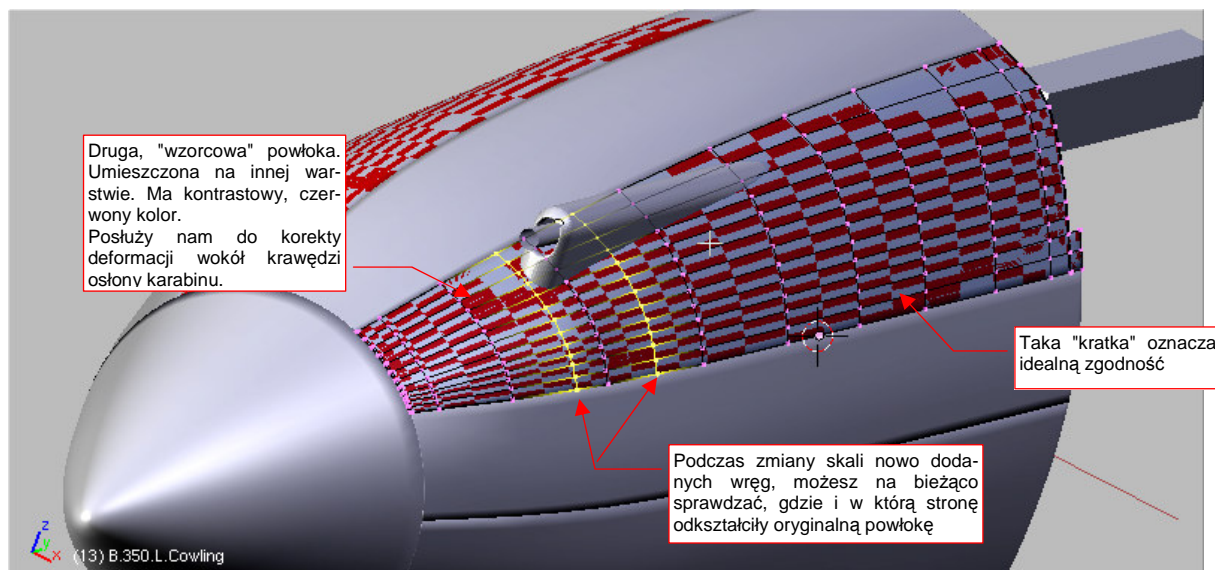


Rysunek 4.13.4 Wstawienie dwóch nowych wręg do panelu osłony silnika

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.

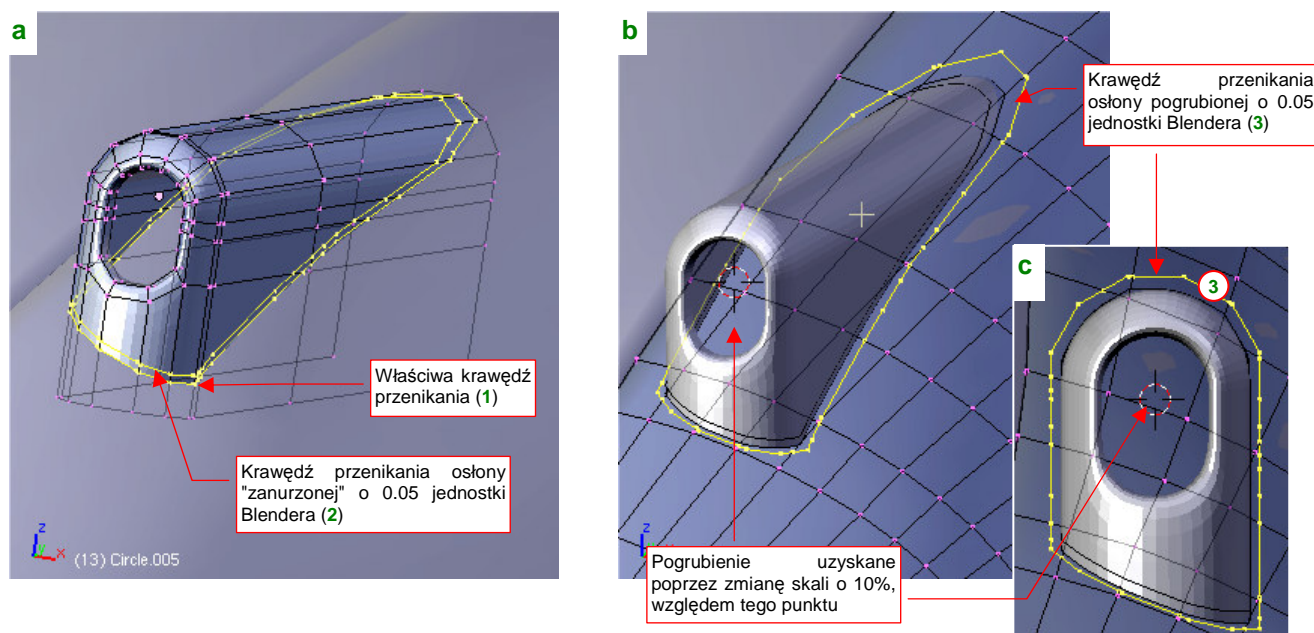
Do dalszej pracy będziemy potrzebować lepszego sprawdzianu, pokazującego gdzie kształt modyfikowanej powłoki uległ zmianie. Dotychczas stosowaliśmy metodę "na oko", teraz po każdej operacji będziemy porównywać wynik z oryginalnym kształtem.

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)

Osłona 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).

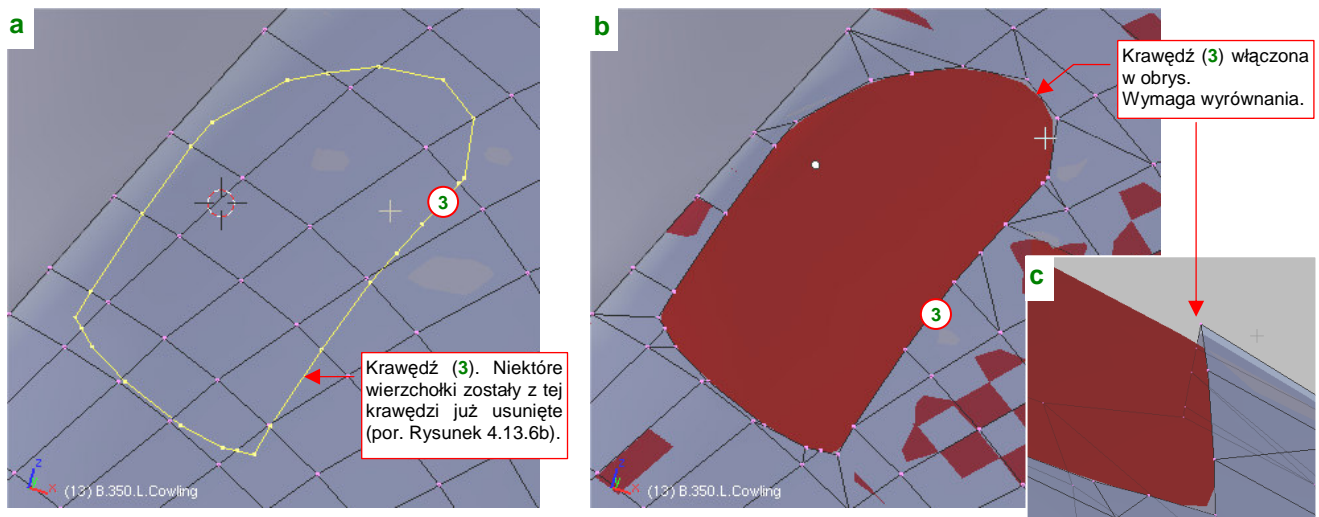


Rysunek 4.13.6 Zaokrąglona krawędź połączenia wymaga trzech krawędzi przecięcia

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.

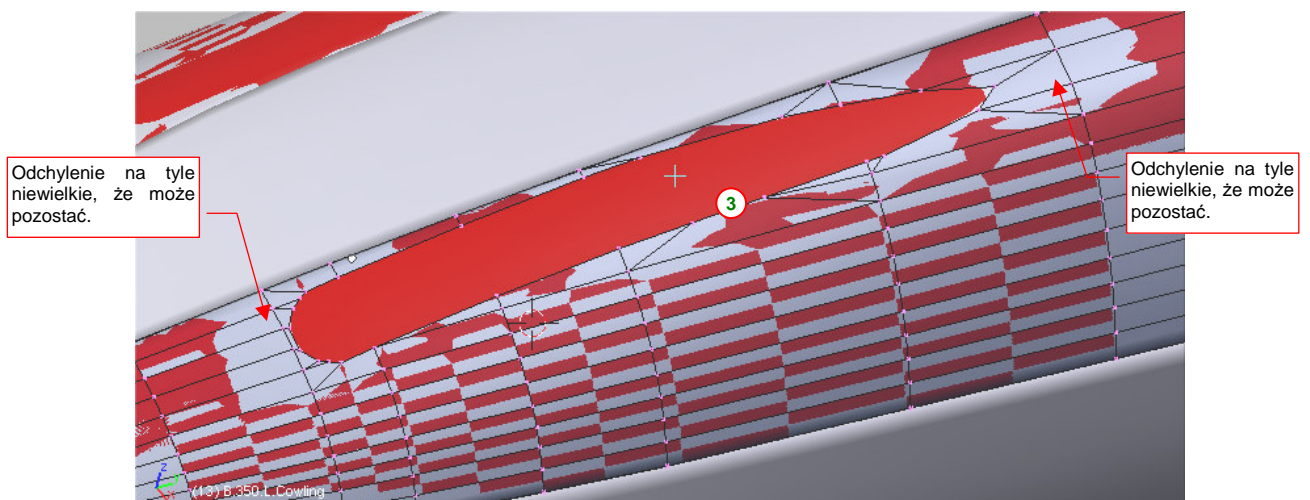
Trzecią krawędź (3) wyznacz jako linię przenikania pokrywy z "pogrubioną" o 0.05 jednostki Blendera osłoną karabinu (Rysunek 4.13.6b,c). Aby ją uzyskać, skopiuj na chwilę osłonę karabinu w nowy obiekt (**Shift-D**). Pogrub tę kopię we wszystkie strony — np. poprzez zmianę skali względem wskazanego na 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):



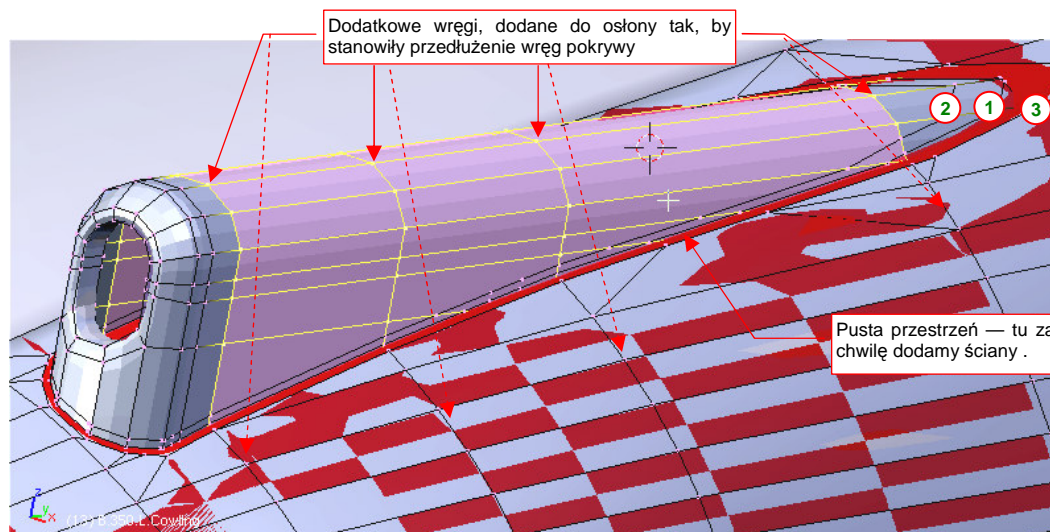
Rysunek 4.13.7 Wycinanie otworu na osłone karabinu w panelu osłony silnika

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 przesuwaną je wzdłuż globalnej osi **Z** (**G,Z**). Rysunek 4.13.8 pokazuje poprawioną krawędź otworu:



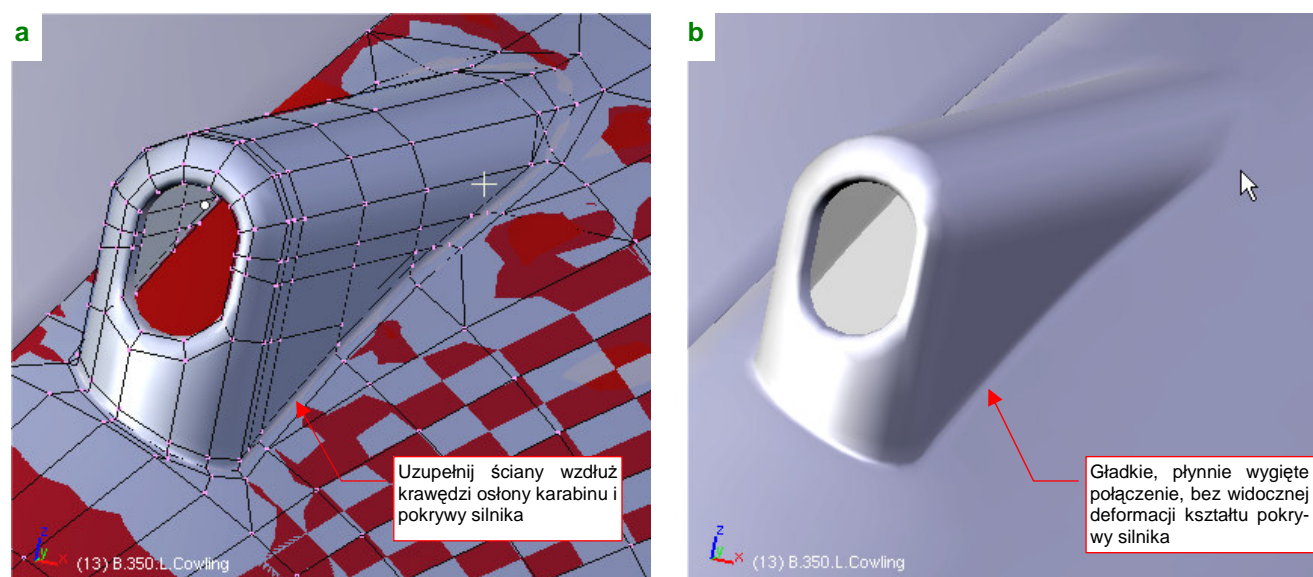
Rysunek 4.13.8 Krawędź otworu po dosunięciu w pobliże powierzchni wzorcowej

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

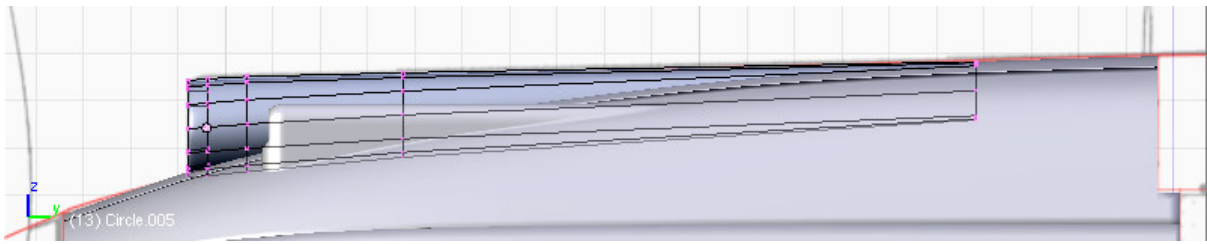
Następnie usuń wszystkie niepotrzebne ściany osłony karabinu. Włączając wierzchołki krawędzi **1, 2, 3**, w siatkę, zbuduj nowy układ ścian, który połączy obydwie powłoki (Rysunek 4.13.10a):



Rysunek 4.13.10 Połączenie powłoki osłony karabinu z powłoką pokrywy silnika

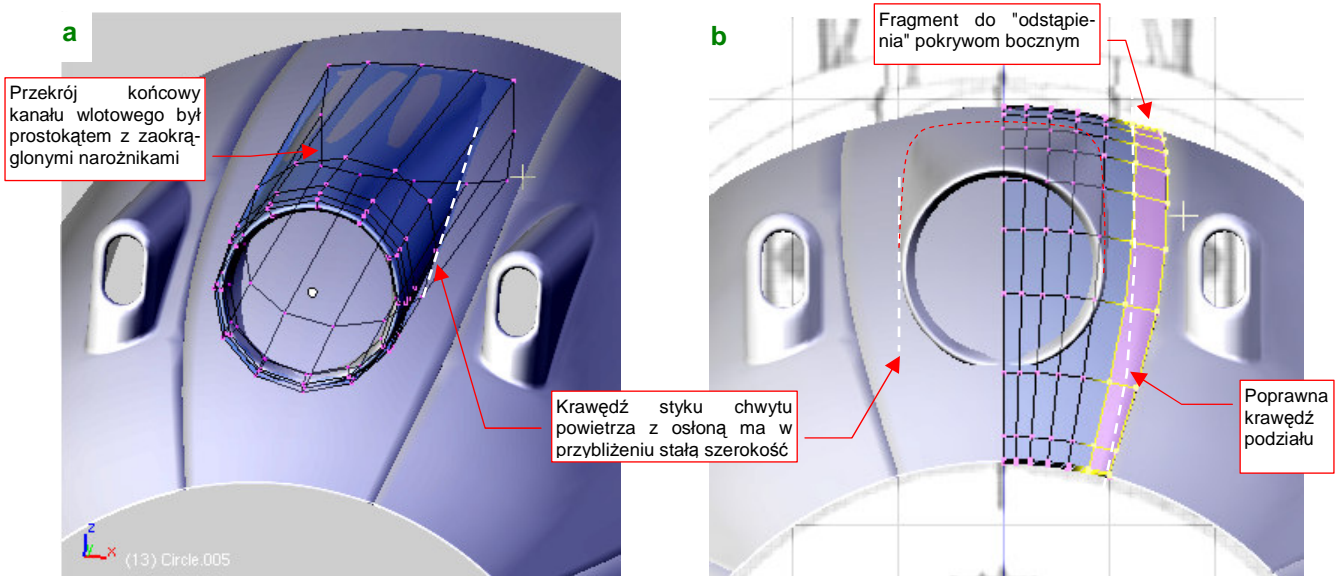
Rysunek 4.13.10b pokazuje osiągnięty rezultat: gładka, zaokrąglona krawędź wokół osłony karabinu, przy zachowaniu oryginalnego kształtu pokrywy silnika wokół tego elementu. I o to chodziło! Gdy będziesz miał wykonać w jakimś innym modelu wgłębienie na lufę karabinu — zrób to w ten sam sposób. Po prostu 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.



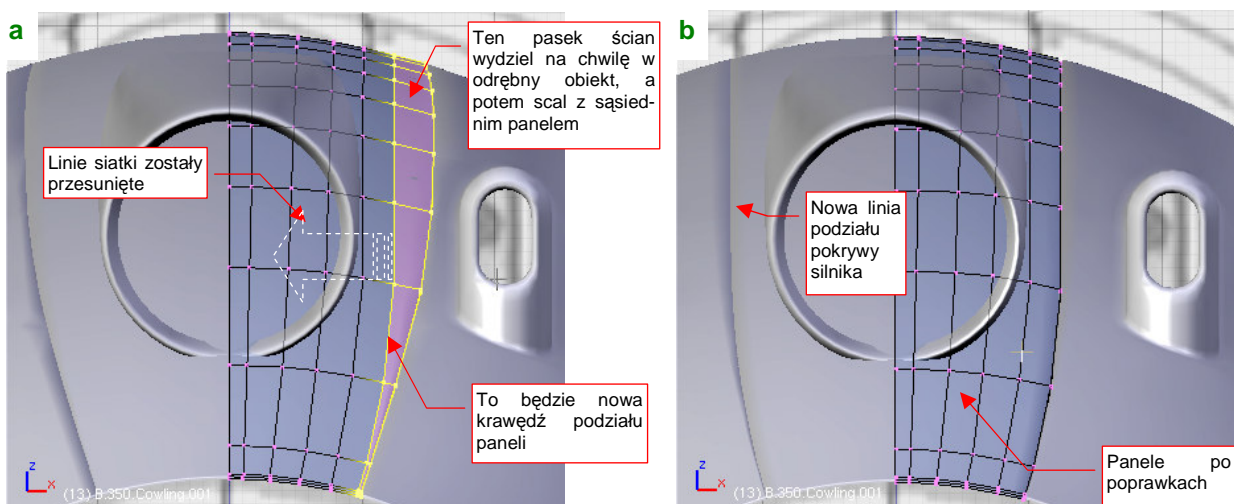
Rysunek 4.13.11 Podstawowy kształt chwytu powietrza do sprężarki

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:

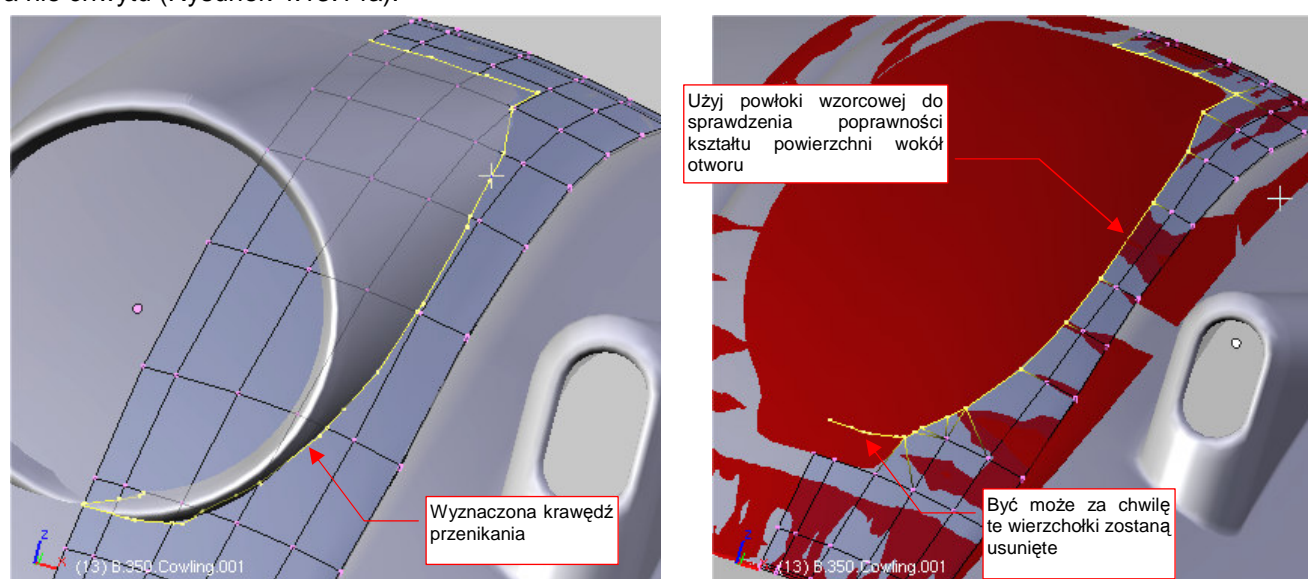


Rysunek 4.13.13 Poprawianie krawędzi panelu pokrywy silnika

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.

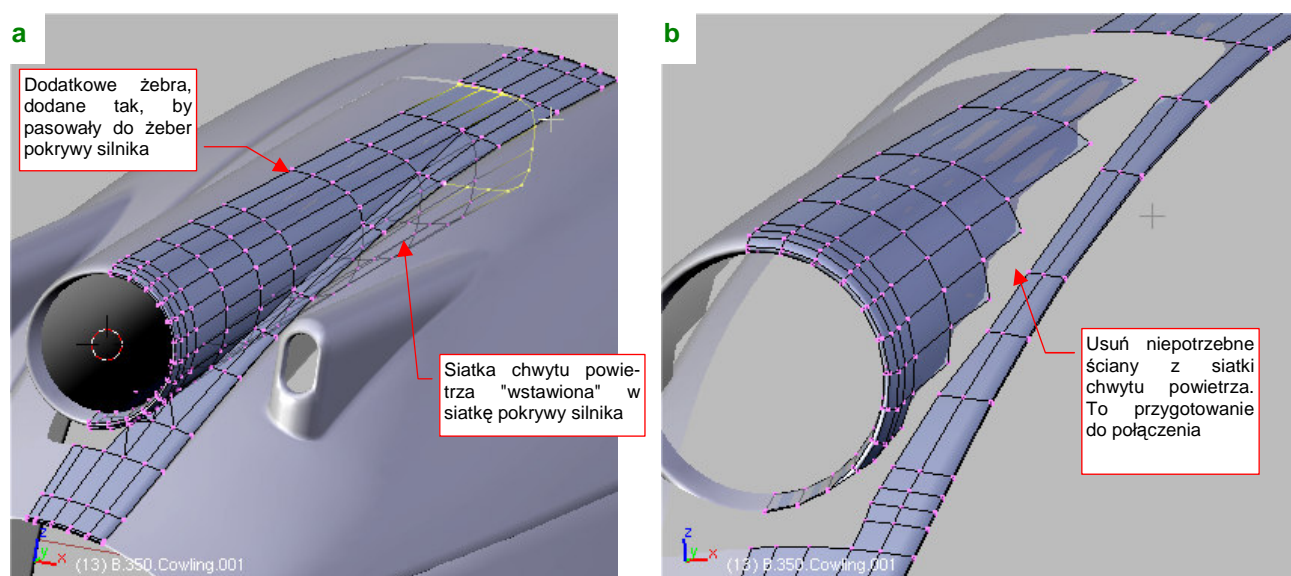
Wróćmy do przerwanej na czas poprawki formowania chwytu powietrza. Początkowy kształt wytłoczyliśmy z dwunastoboku (por. Rysunek 4.13.12a). Dzięki niewielkiej liczbie wierzchołków nie mieliśmy zbyt dużo pracy z przekształcaniem okręgu w prostokąt. Aby teraz uzyskać "gładziej" zaokrąglenie wlotu, zagęść 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 "wtopiał" 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

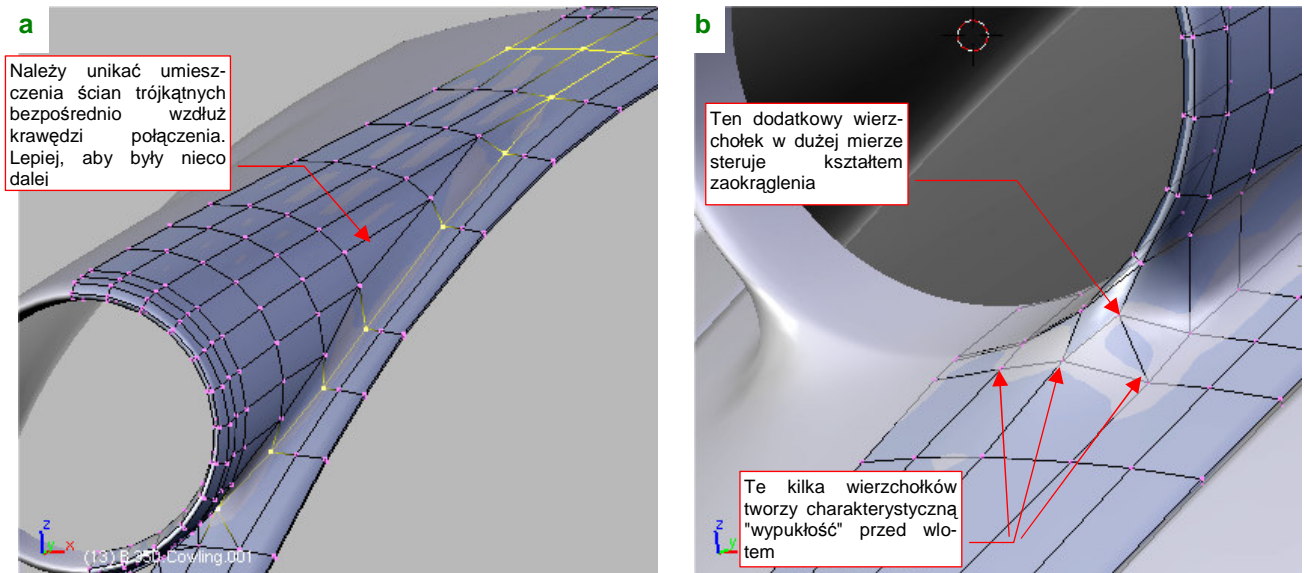
Korzystając z wyznaczonej krawędzi przecięcia, zmień układ ścian panelu, tworząc otwór na chwyt powietrza (Rysunek 4.13.14b). Następnie wstaw siatkę chwytu w pokrywę silnika (Rysunek 4.13.15a):



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).

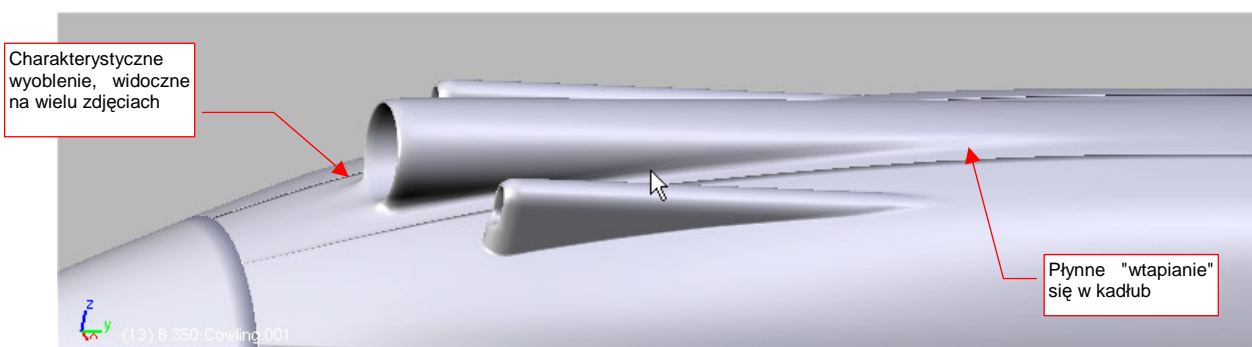
Gdy to zrobisz, nie pozostaje nic innego niż zapełnić nowymi ścianami powstałe luki. Zrób to, tylko postaraj się nie umieszczać trójkątnych ścian bezpośrednio przy krawędzi połączenia dwóch siatek. Lepiej umieścić je przynajmniej "o jedną ścianę dalej" (Rysunek 4.13.16a):



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.

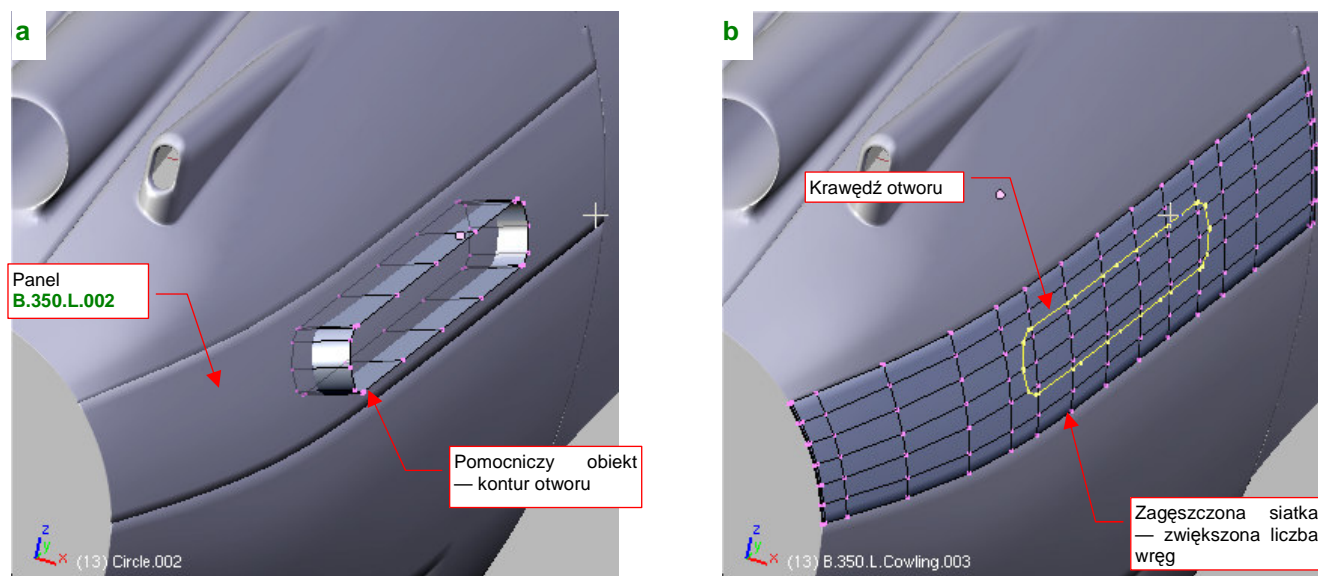


¹ We współczesnych samolotach nie znajdziesz już podobnego chwytu powietrza. Obecnie wszystkie "wysoko wydajne" wloty są odsunięte na pewien dystans od powierzchni kadłuba czy skrzydła. Dlaczego? Dlatego że na opływanej przez powietrze powierzchni tworzy się tzw. warstwa przyścienna. Powietrze porusza 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.

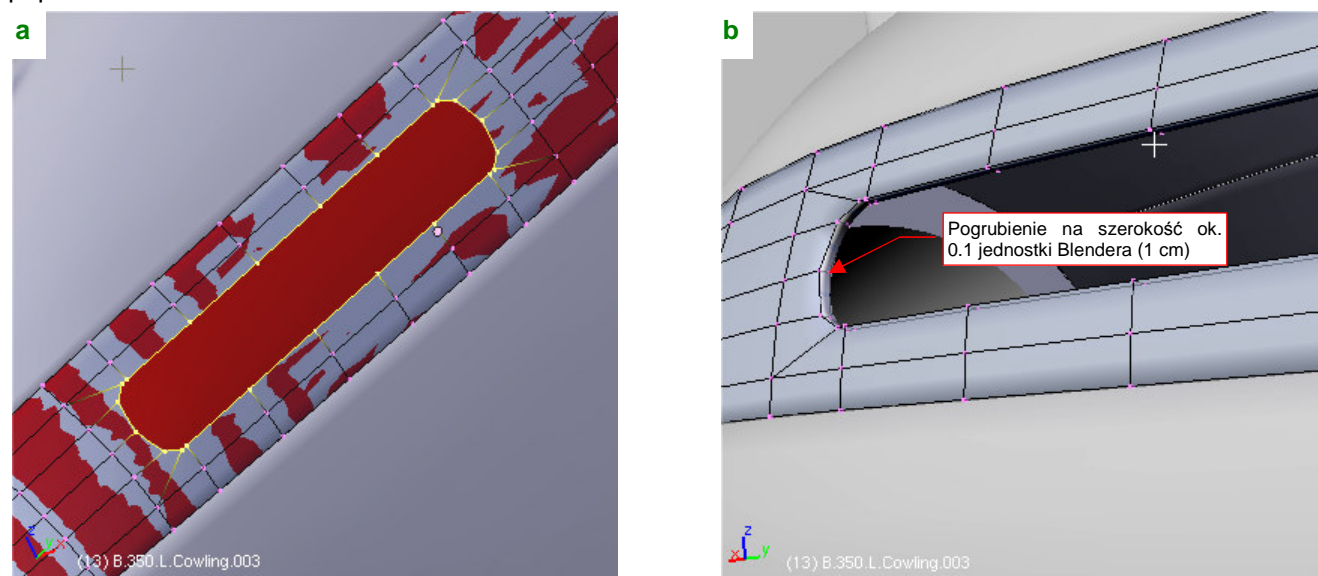
Zacznij od przygotowania "rury" o kształcie otworu (Rysunek 4.13.18a). To nasz "nóż" do wycięcia "dziury" w panelu **B.350.L.Cowling.003**. Ustaw go w odpowiednim miejscu i pochyl pod odpowiednim kątem. (Patrząc na zdjęcia wydaje się, że rury wydechowe kolektora spalin były w rzucie z przodu zadarte 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).

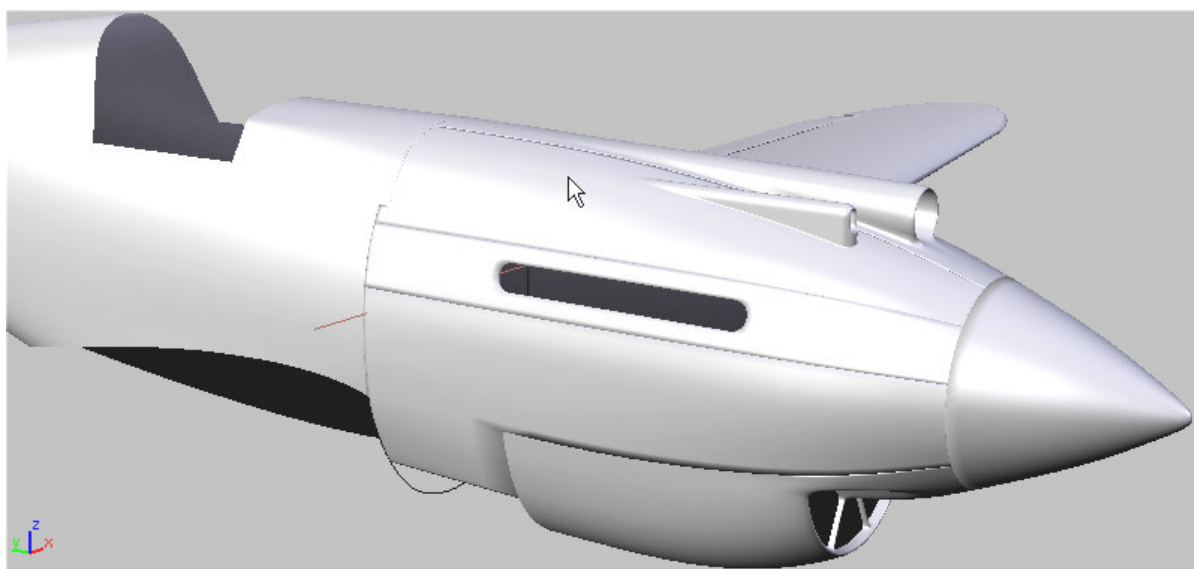
Usuń wierzchołki siatki z wnętrza otworu, i utwórz wokół niego nowy układ ścian (Rysunek 4.13.19a). Powierzchnia tego panelu jest na tyle płaska, że krawędź otworu całkiem dobrze "leży" na wzorcu, i nie wymaga poprawek.



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.



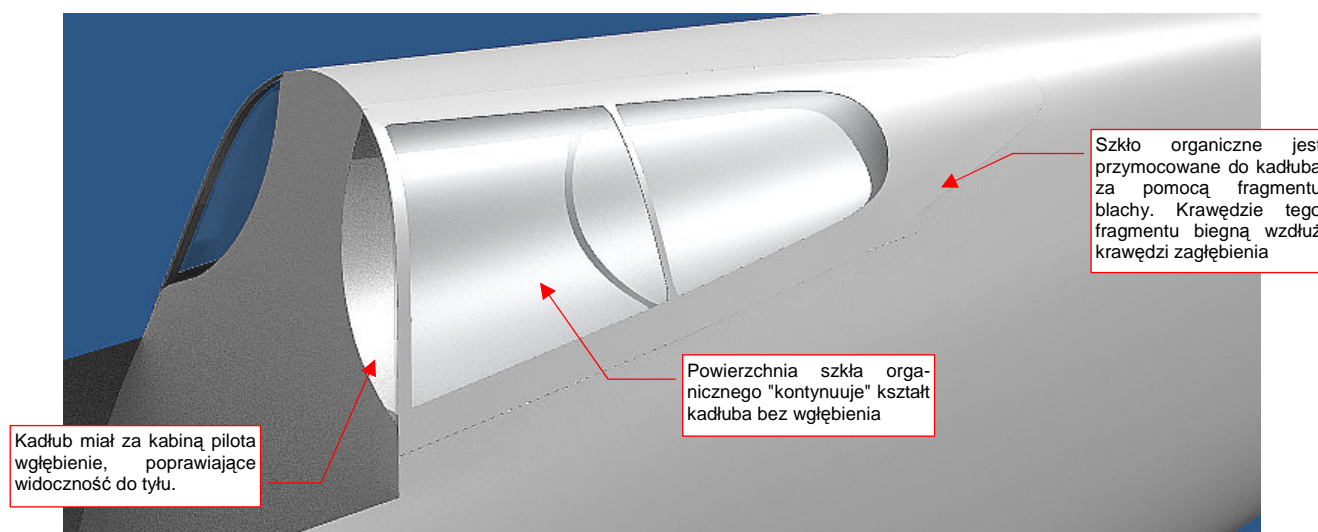
Rysunek 4.13.20 Panele osłony silnika wraz ze szczegółami

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):

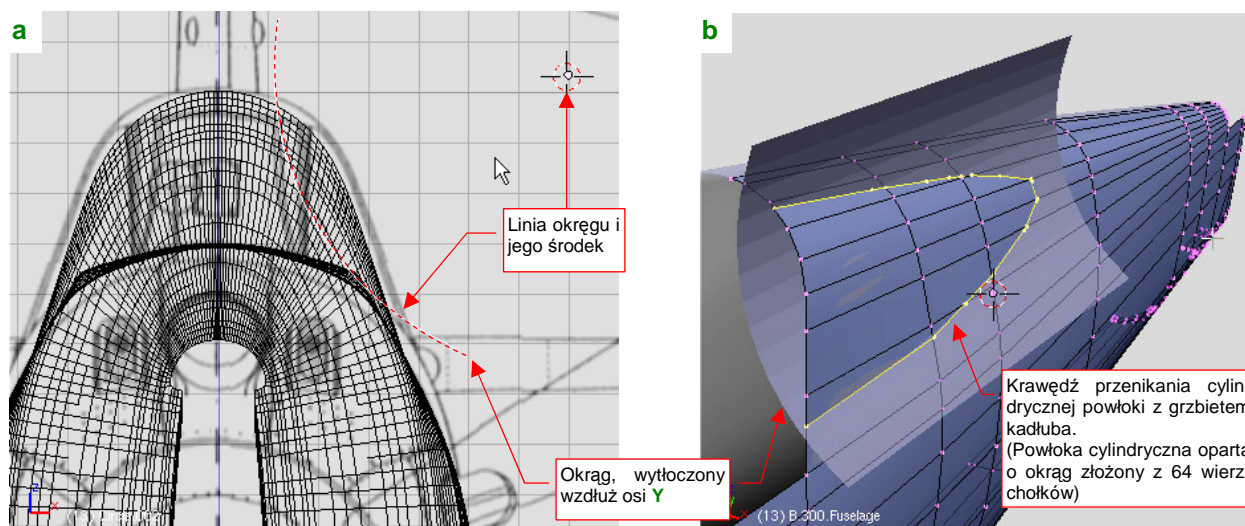


Rysunek 4.14.1 Oszkleńnięcie P-40 B/C za głową pilota

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.

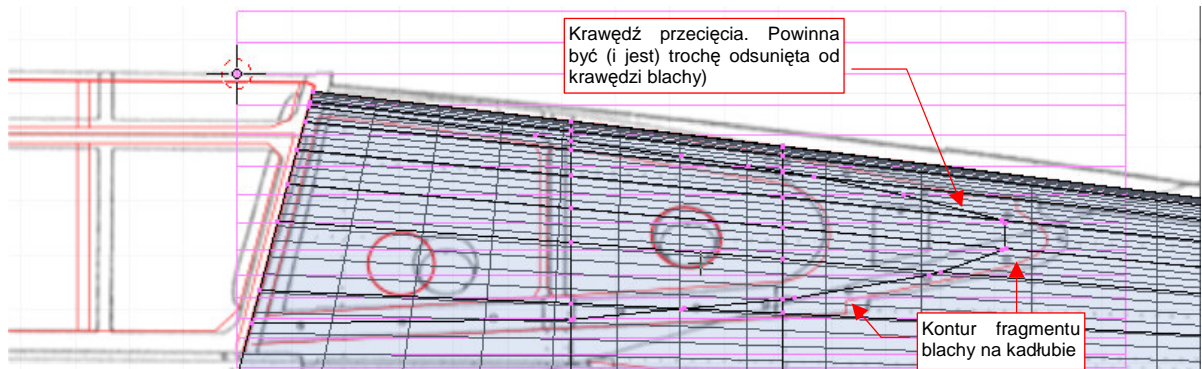
Zacznij od stworzenia pomocniczej kopii kadłuba bez wgłębienia. Chodzi tu o "czerwony" wzorzec kształtu — podobny do tych, jakie wykorzystywaliśmy do sprawdzania otworów na masce silnika (por. str. 190). Nadaj mu nazwę **B.300.T.Fuselage**.

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):

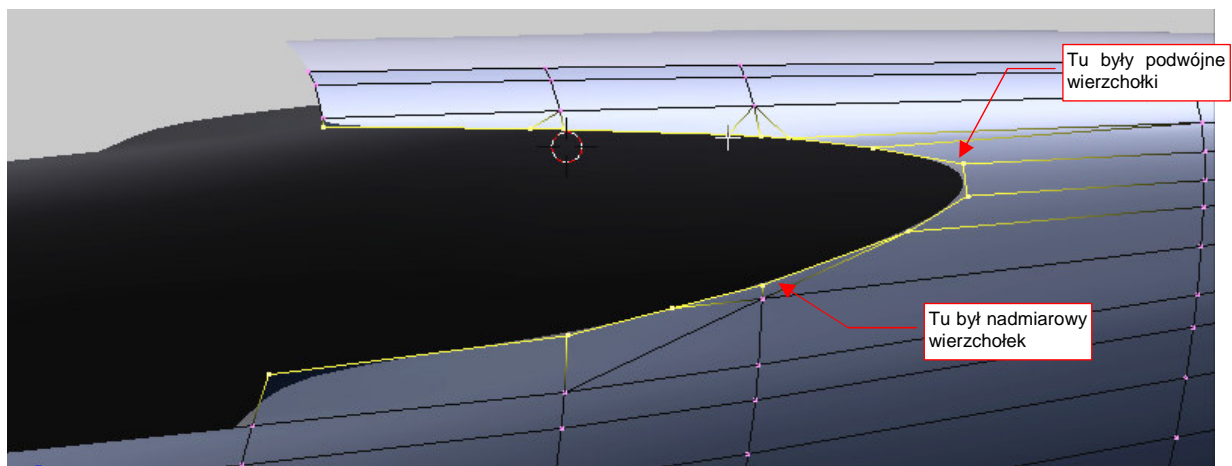


Rysunek 4.14.3 Krawędź zagłębienia dla walca jest zgodna z rzutem z boku

(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):

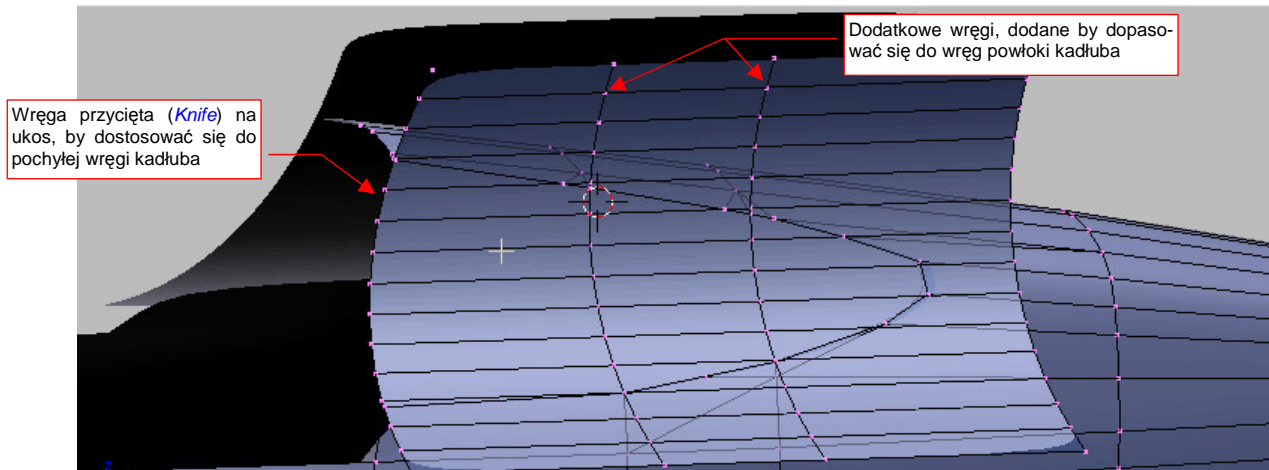


Rysunek 4.14.4 Krawędź przenikania skorygowana włączona w siatkę kadłuba

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.

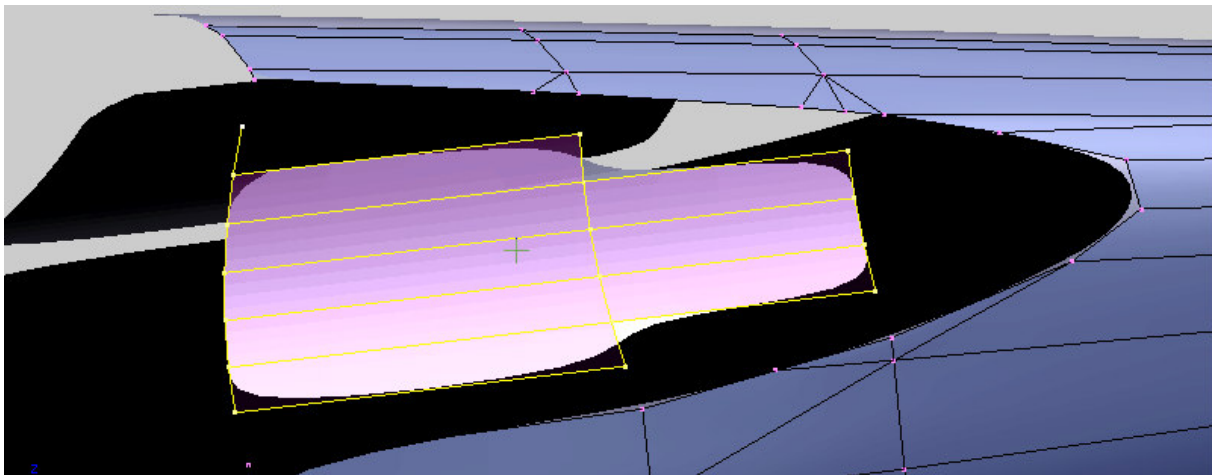
² Konstruktorzy P-40 nie mieli do dyspozycji systemów CAD. Odwzorowanie każdej krzywizny w rzeczywistej konstrukcji wymagało dużo pracy. Aby ułatwić ją sobie choć trochę, w dużym zakresie wykorzystywali linie krzywe złożone z jednego lub więcej łuków. Widać to na rysunkach konstrukcyjnych końcówek płata, 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):



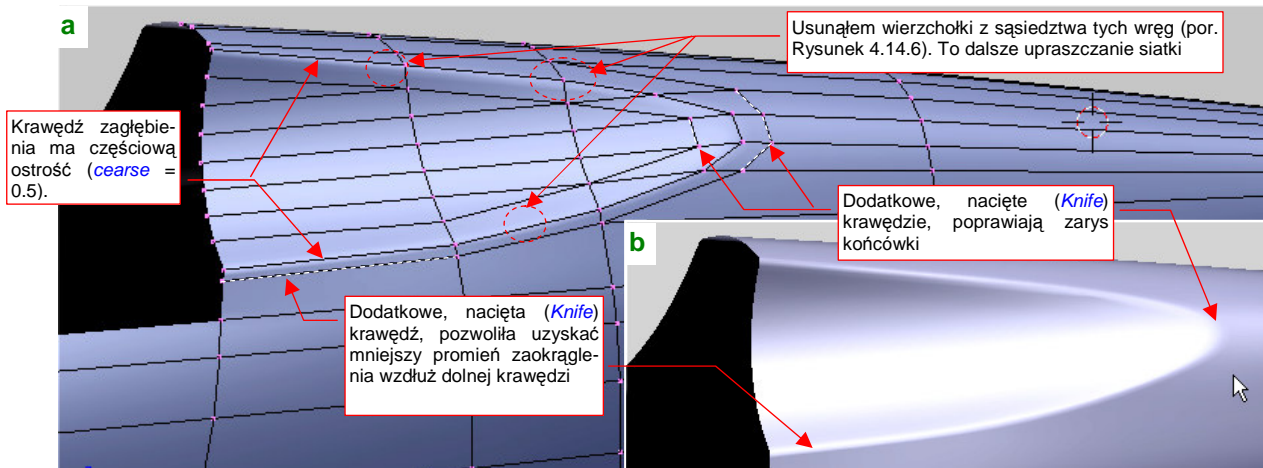
Rysunek 4.14.5 Dodanie powierzchni walca do siatki kadłuba

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):



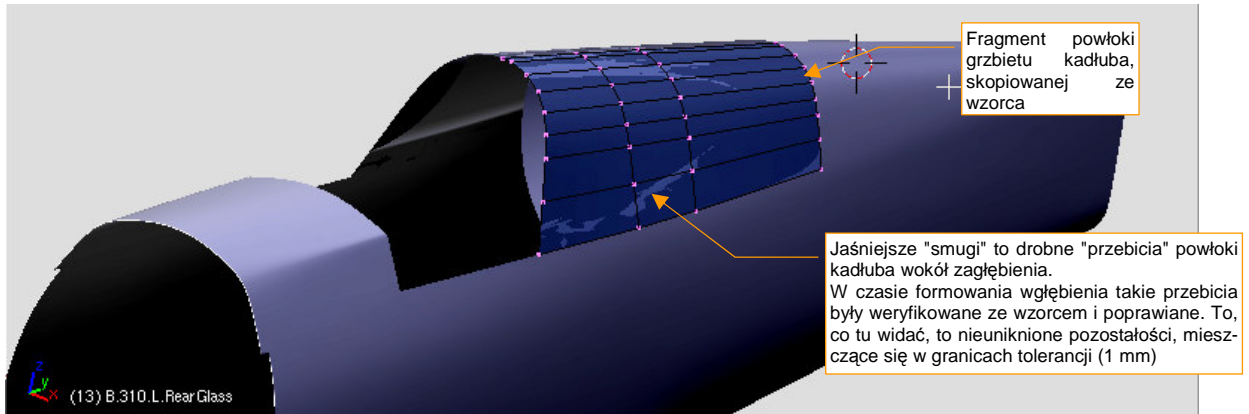
Rysunek 4.14.6 Usunięcie niepotrzebnych ścian powłoki walca

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):



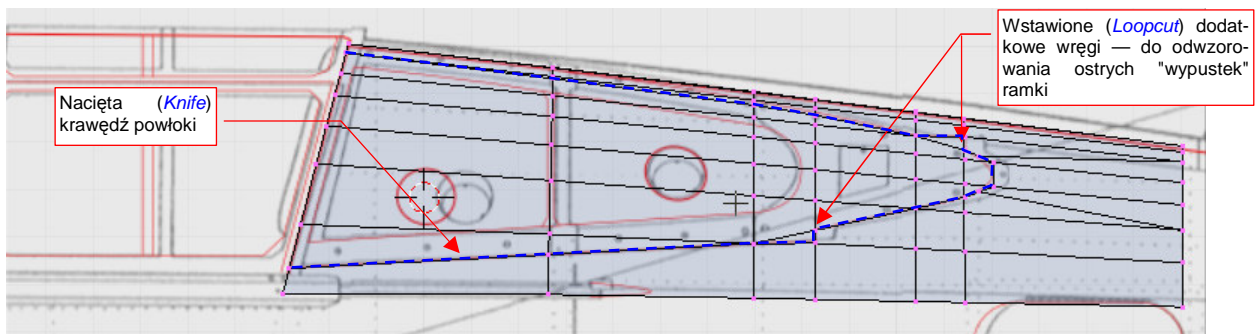
Rysunek 4.14.7 Scalenie powłoki walca z resztą kadłuba, dalsze uproszczenie siatki

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** wydziel (*Separate*) odpowiedni fragment powłoki (Rysunek 4.14.8):



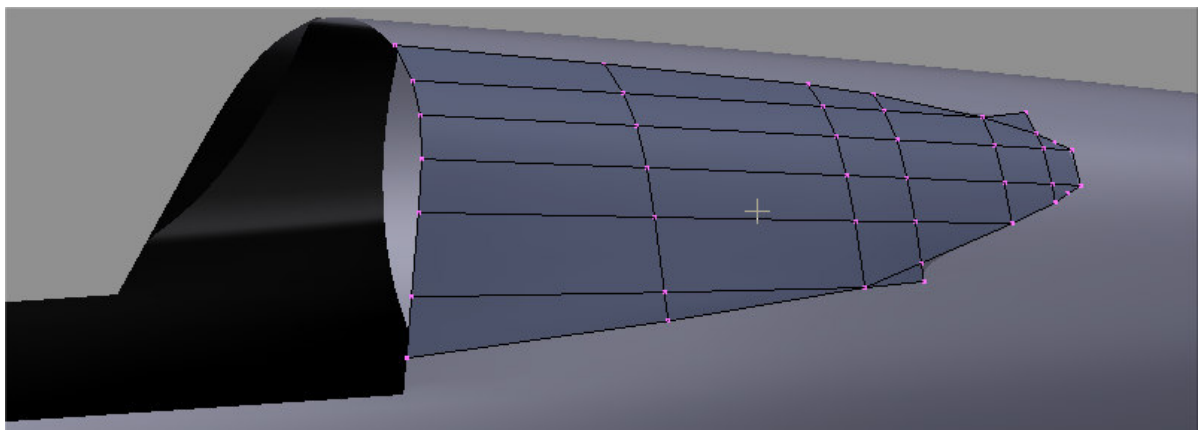
Rysunek 4.14.8 Początek formowania oszklenia za kabiną pilota: skopiowanie fragmentu oryginalnej powłoki kadłuba

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

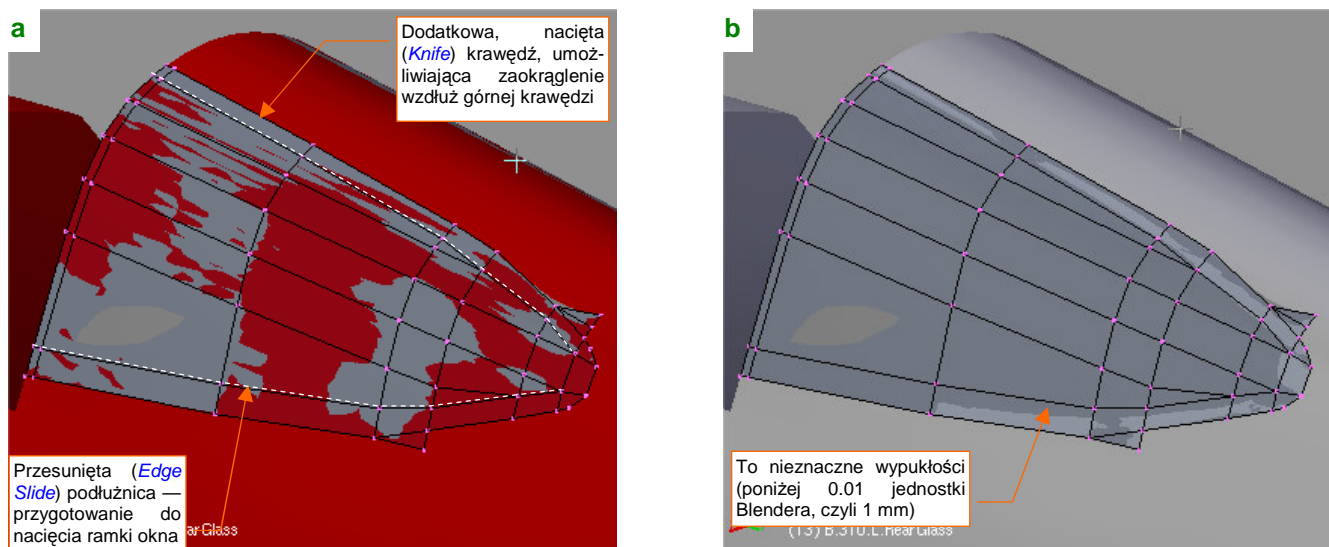
Po przygotowaniu siatki wytnij (*Knife*) w niej krawędź ramki oszklenia (Rysunek 4.14.9). (Nacinamy, a nie np. wyznaczamy przecięcia z nową powłoką walca, gdyż kształt jest tu ściśle określony). Podczas nacinania kieruj się przede wszystkim rzutem z boku. Potem usuń niepotrzebne ściany (Rysunek 4.14.10):



Rysunek 4.14.10 Usunięcie zbędnych ścian

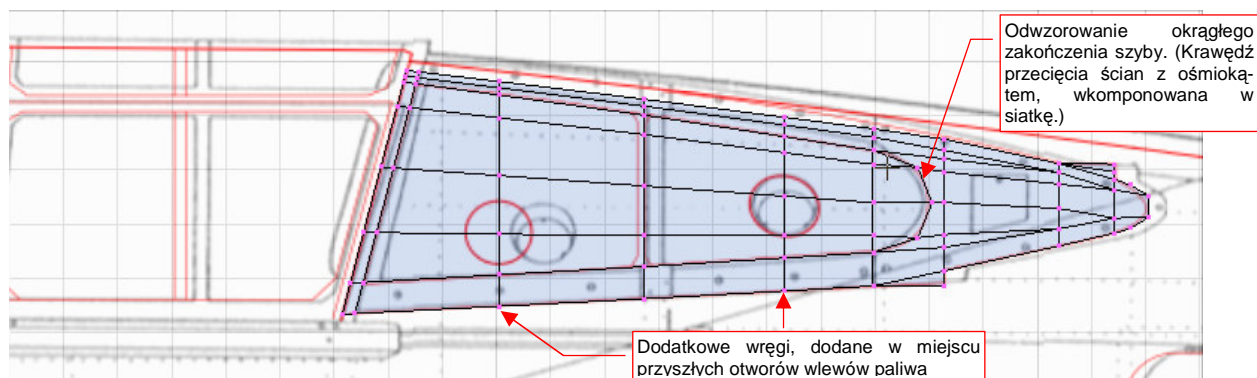
Uzyskany kształt wymaga jeszcze dalszych poprawek. Po pierwsze — ściany wzdłuż krawędzi odstają nieco od powłoki kadłuba (tak się dzieje zawsze przy wycięciu fragmentu wygładzonej siatki).

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):

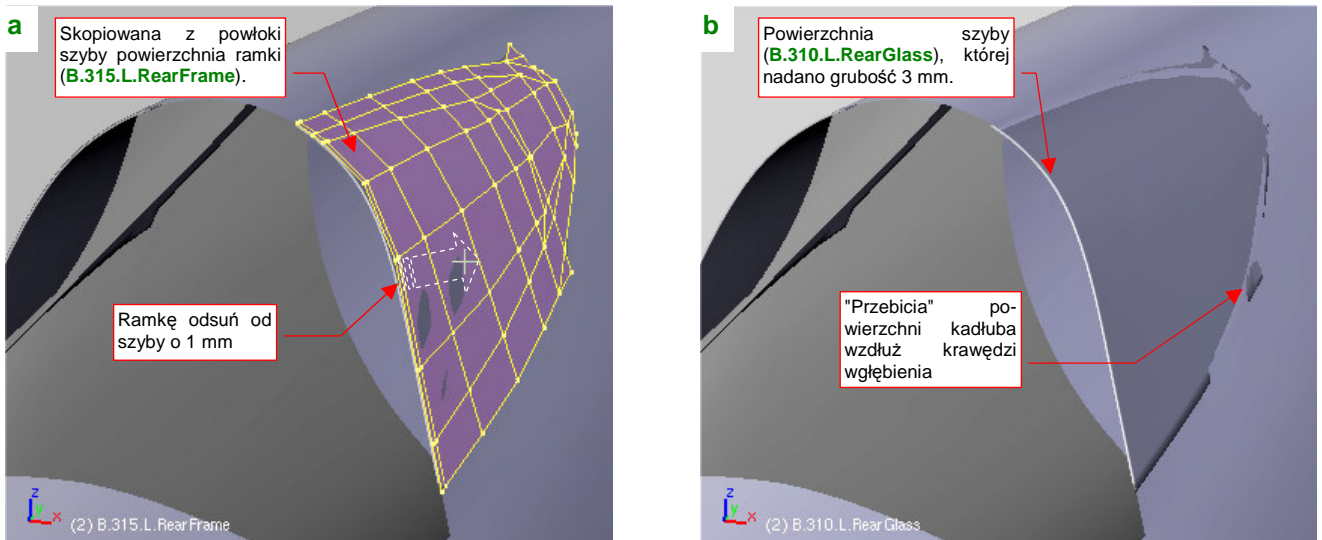


Rysunek 4.14.12 Dalsze dopasowywanie siatki — do oryginalnego wzorca (a) i do aktualnej powłoki kadłuba (b)

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.

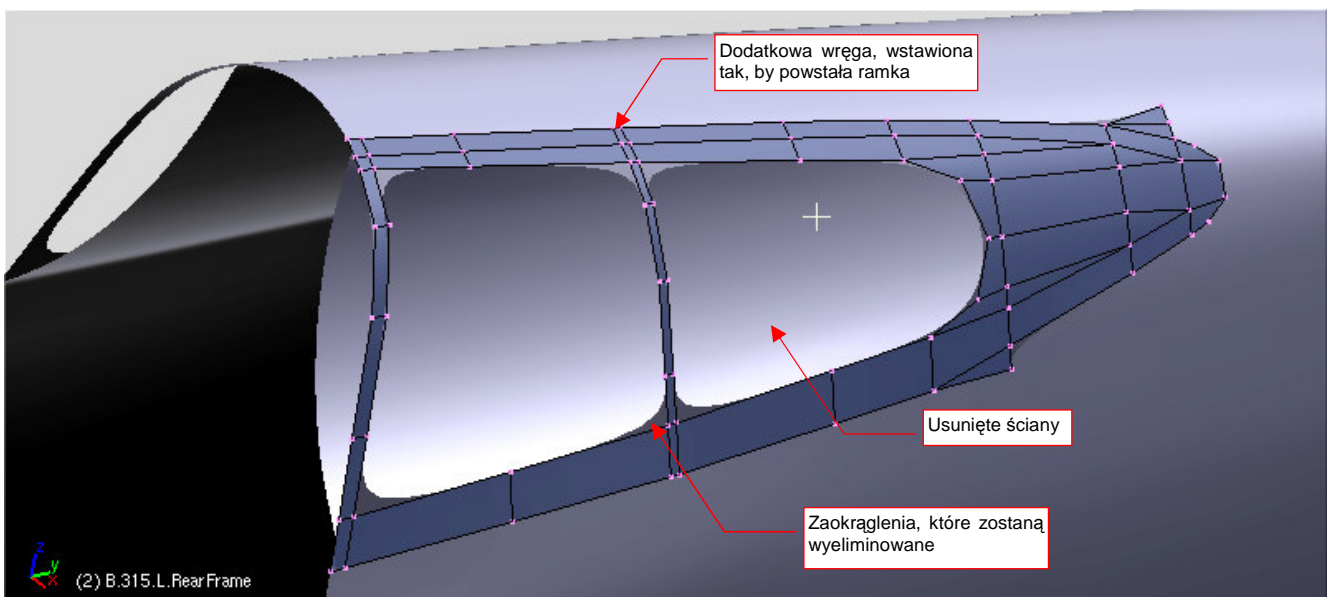
Powłoka szyby jest gotowa. Nadaj jej nazwę **B.310.L.RearGlass**. Powiel (*Duplicate*) ten obiekt w powłokę, z której utworzymy ramkę: **B.315.L.RearFrame** (Rysunek 4.14.13a):



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.

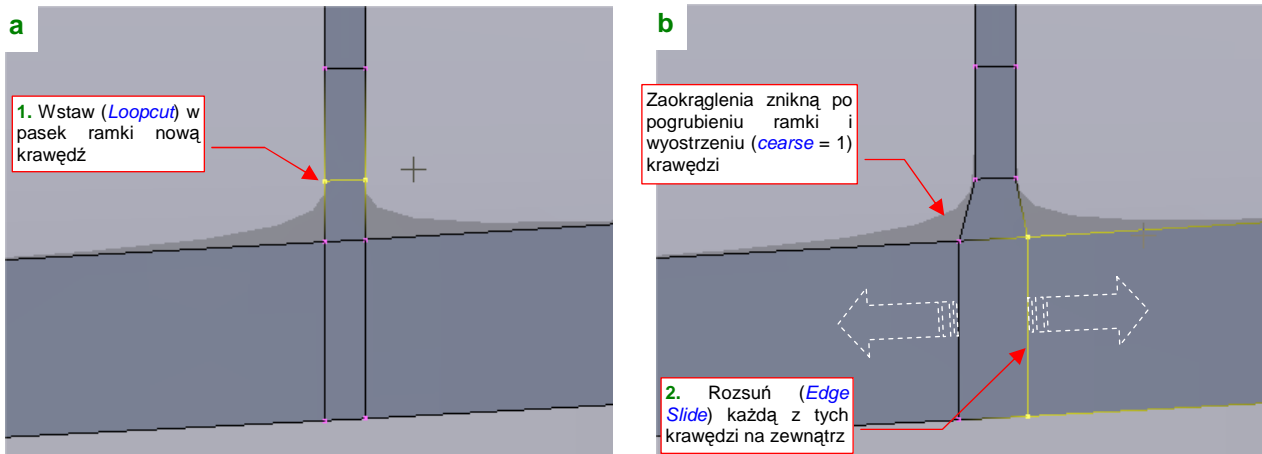
Formowanie ramki zacznij od uzupełnienia o dodatkową wręgę — tak, by powstał "pasek" ścian, biegnący przez środek oszklenia. Potem usuń ściany z wnętrza przygotowanych wcześniej "zarysów szkła" (Rysunek 4.14.14):



Rysunek 4.14.14 Usunięcie z "ramki" niepotrzebnych ścian

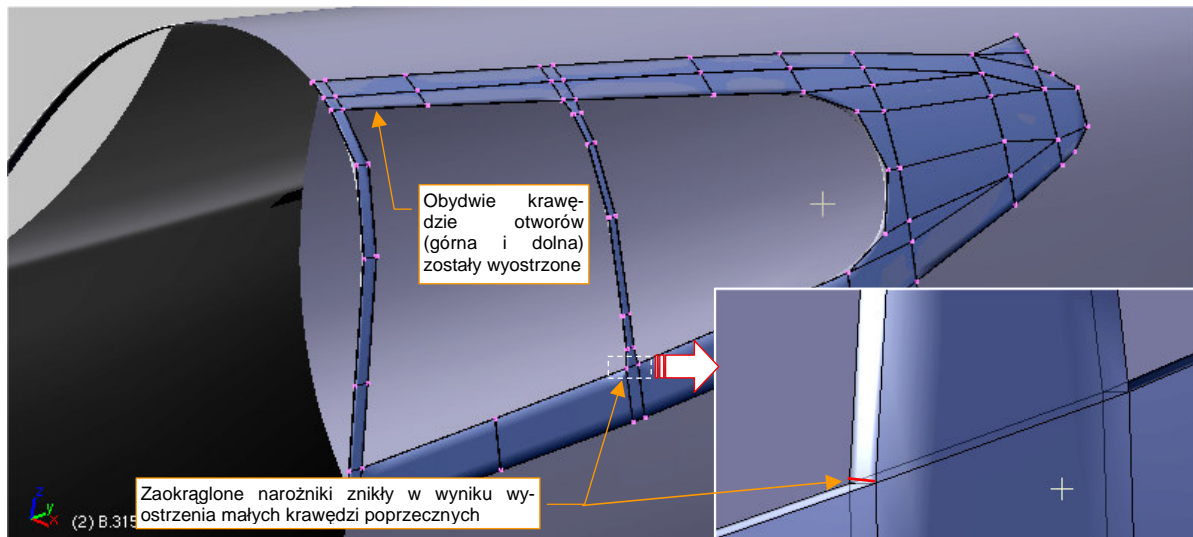
Po usunięciu ścian obiekt jest już bardzo zbliżony do ostatecznego kształtu. Pozostało jeszcze tylko trochę popracować nad "fazkami" blachy w narożnikach. Na razie są tu naturalne zaokrąglenia powierzchni podziałowych.

"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:



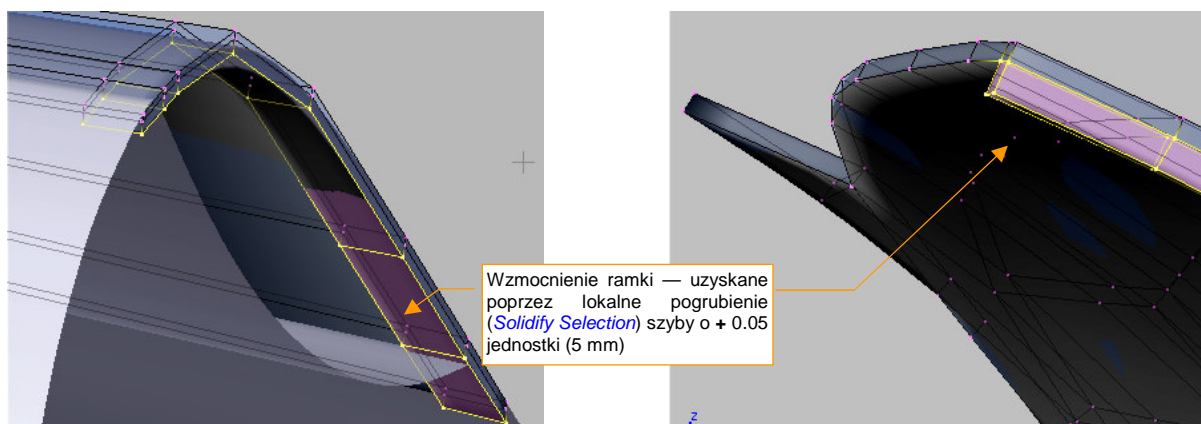
Rysunek 4.14.15 Wykonanie fazki w narożniku ramki

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

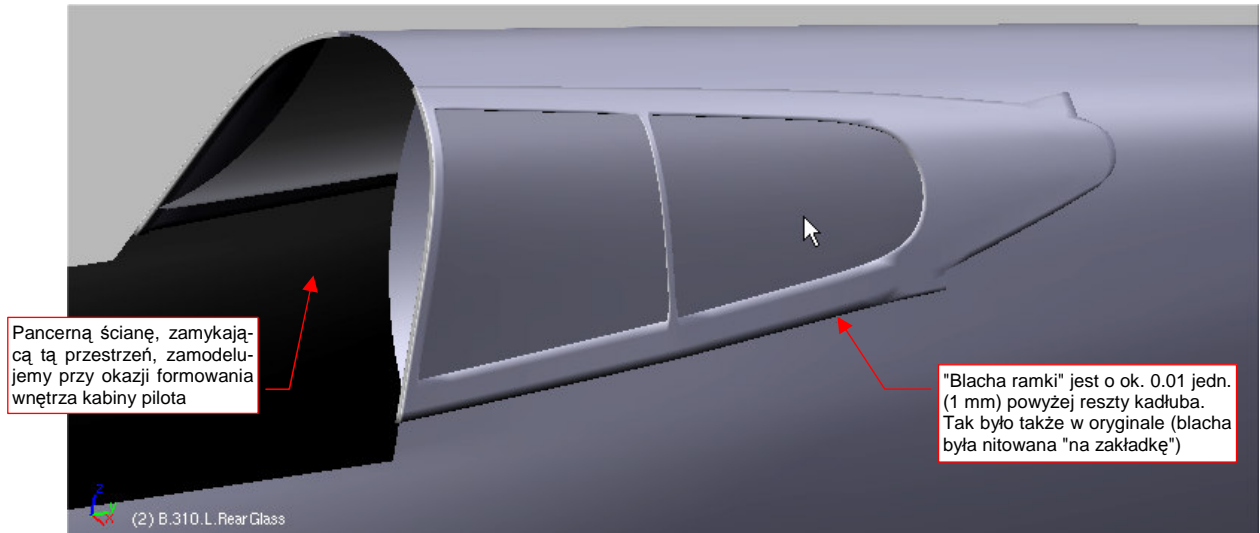
Przednia krawędź oszklenia miała w P-40 dodatkowe wzmocnienie (była grubsza). Przy próbie lokalnego pogrubienia przedniej ramki *Solidify Selection* pochylało obydwie ściany. W takiej sytuacji lepiej jest pogrubić lokalnie "szkło" (**B.310.L.RearGlass**), bo tu przynajmniej tylna krawędź wychodziła poprawnie (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 następných elementów — 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 przesuwała się owiewka). W trakcie tej pracy natknąłem się na pewne zdjęcie (Rysunek 4.14.19):

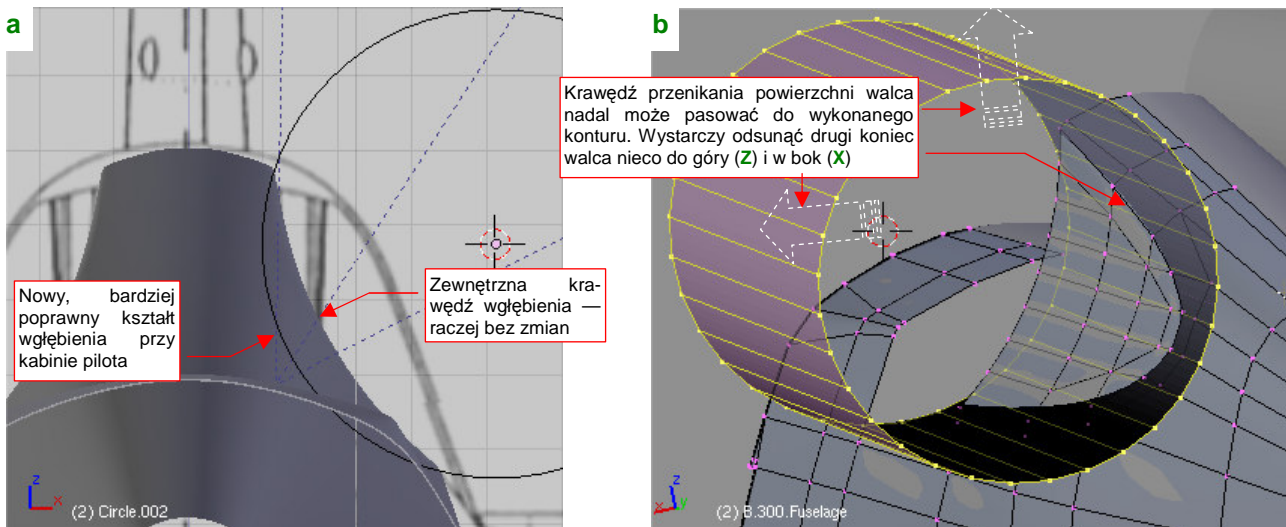


Rysunek 4.14.19 Fragment jednego ze zdjęć P-36 (USAAF)

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.

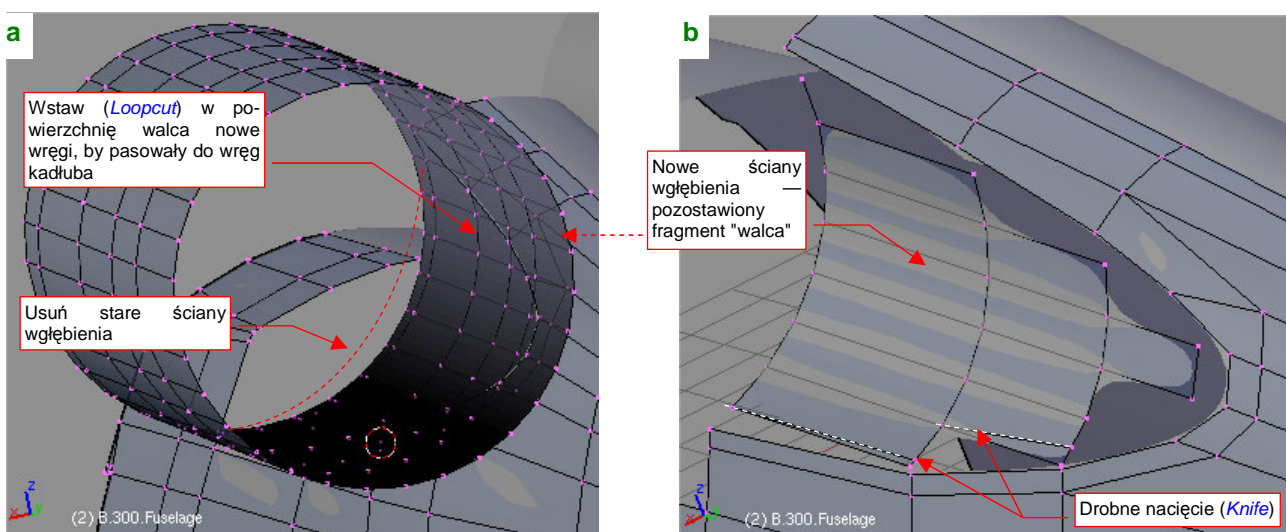
Rysunek 4.14.20a) przedstawia zarys poprawionego kształtu (w rzucie z przodu). Jak wykonać niezbędną korektę? Zaczynij od krótkiej analizy, co trzeba zmienić. Zewnętrzna krawędź wgłębienia powinna pozostać bez zmian, bo jest zgodna ze zdjęciami. (Gdyby wytłoczyć nowy okrąg wzdłuż osi **Y**, tak jak to 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.

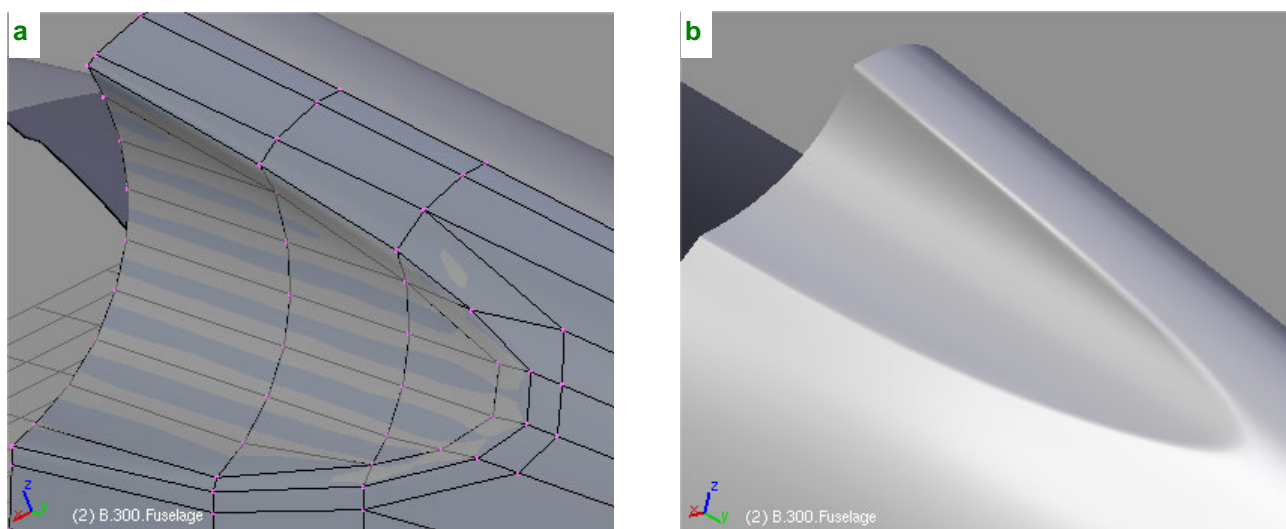
Teraz pozostaje wymienić dotychczasowe ściany wgłębienia na nowe, pochodzące z przygotowanego przed chwilą walca. Zaczynij od usunięcia wszystkich starych ścian (Rysunek 4.14.21a). Wstaw także (*Loopcut*) w powłokę walca kilka wręg. Umieść je w takich miejscach, by dokładnie odpowiadały wręgom kadłuba.



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 skaz kształtu (Rysunek 4.14.22b):



Rysunek 4.14.22 Rezultat poprawki — głębsze wycięcie za kabiną pilota

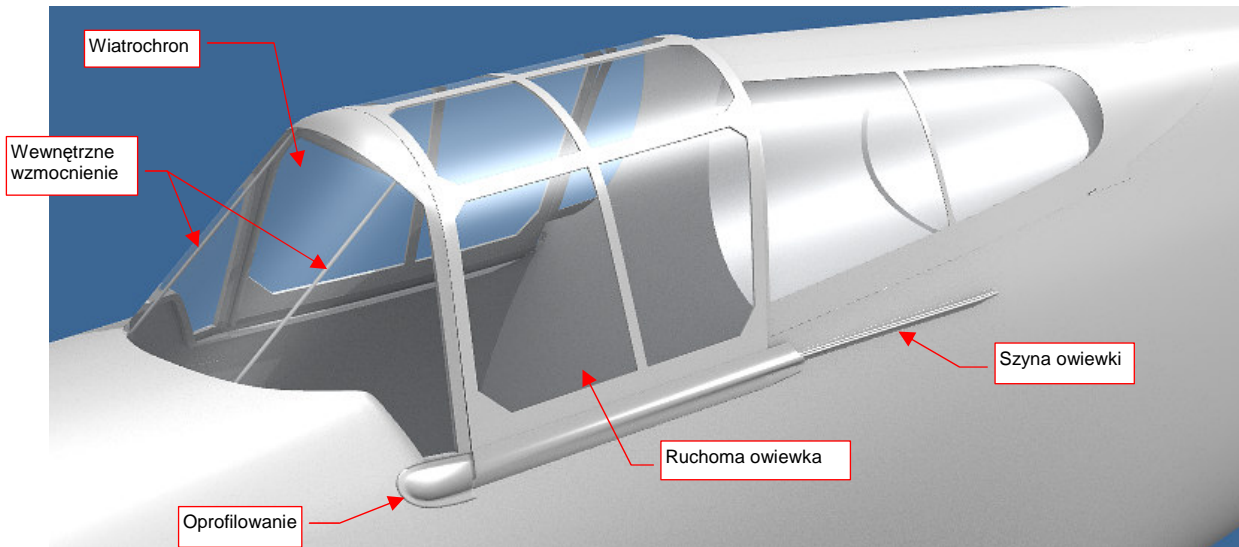
W ten sposób zakończyliśmy wprowadzanie poprawki. Efekt finalny widziałeś już na str. 198 — jako pierwszą ilustrację umieściłem tam rendering ukończonego oszklenia grzbietu kadłuba.

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):

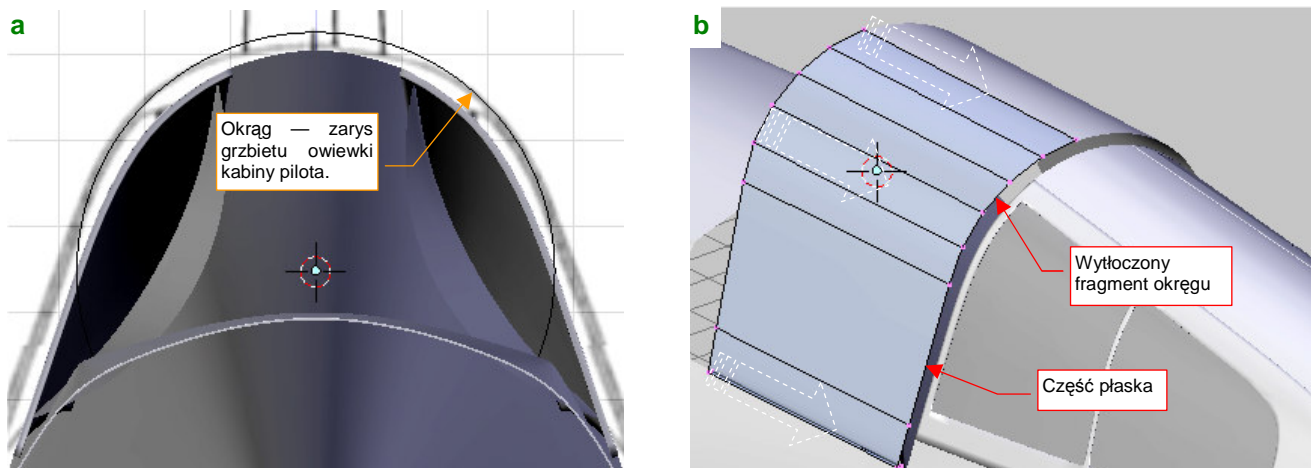


Rysunek 4.15.1 Elementy osłony kabiny pilota

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.

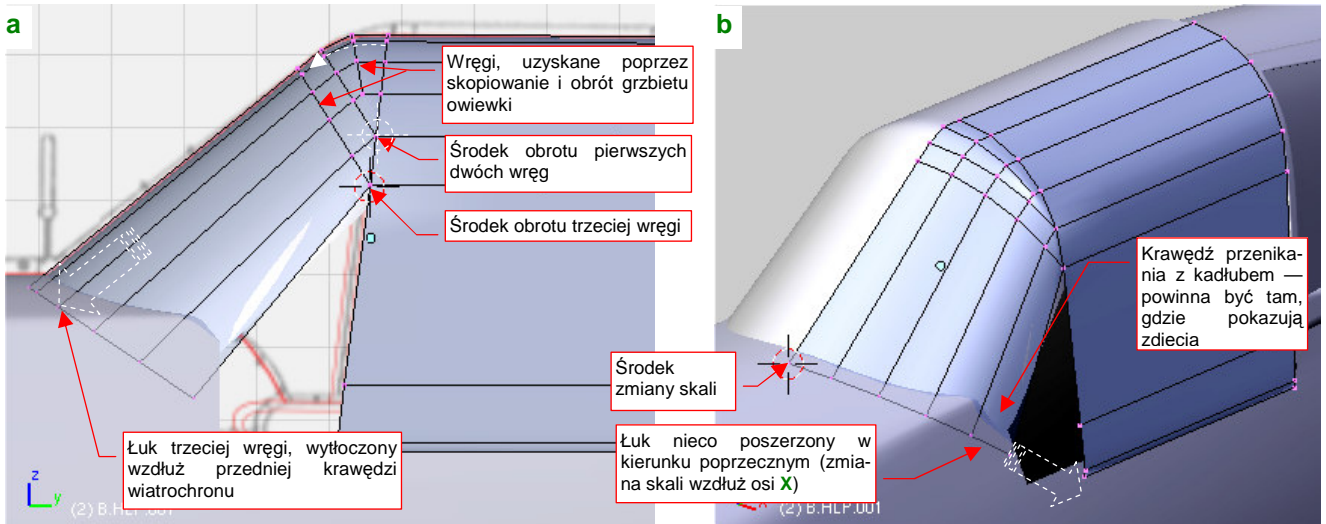
W naszym modelu wiatrochron i owiewkę utworzymy podobnie jak oszklenie grzbietu kadłuba, z dwóch obiektów: warstwy szkła oraz ramki. Dla uproszczenia nie dzielimy ramki na wewnętrzną i zewnętrzną — jej ściany będą przenikać przez szkło. Oczywiście, wykonamy także pozostałe szczegóły: pręty, szyny, oprofilowanie.

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 wytłocz wzdłuż osi **Y** (Rysunek 4.15.2b):



Rysunek 4.15.2 Uformowanie podstawowego kształtu owiewki

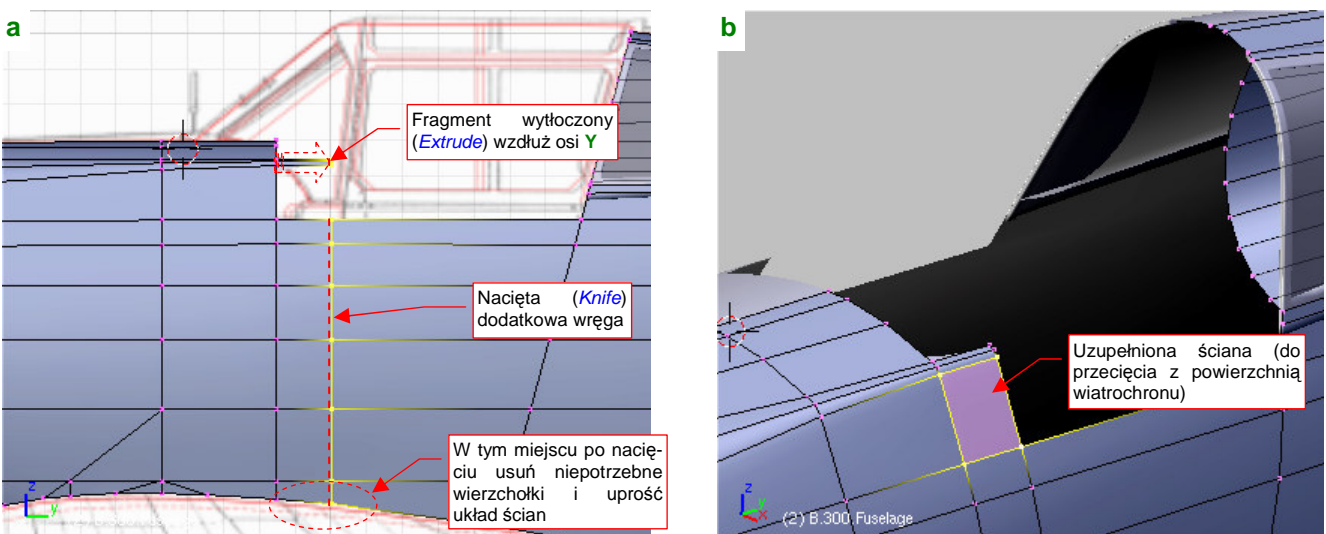
Kształt wiatrochronu zacznij kształtować od góry. Skopiuj wierzchołki grzbietu owiewki i utwórz z nich (poprzez obrót) trzy kolejne wręgi zaokrąglenia (Rysunek 4.15.3a). Połącz je następnie ścianami:



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).

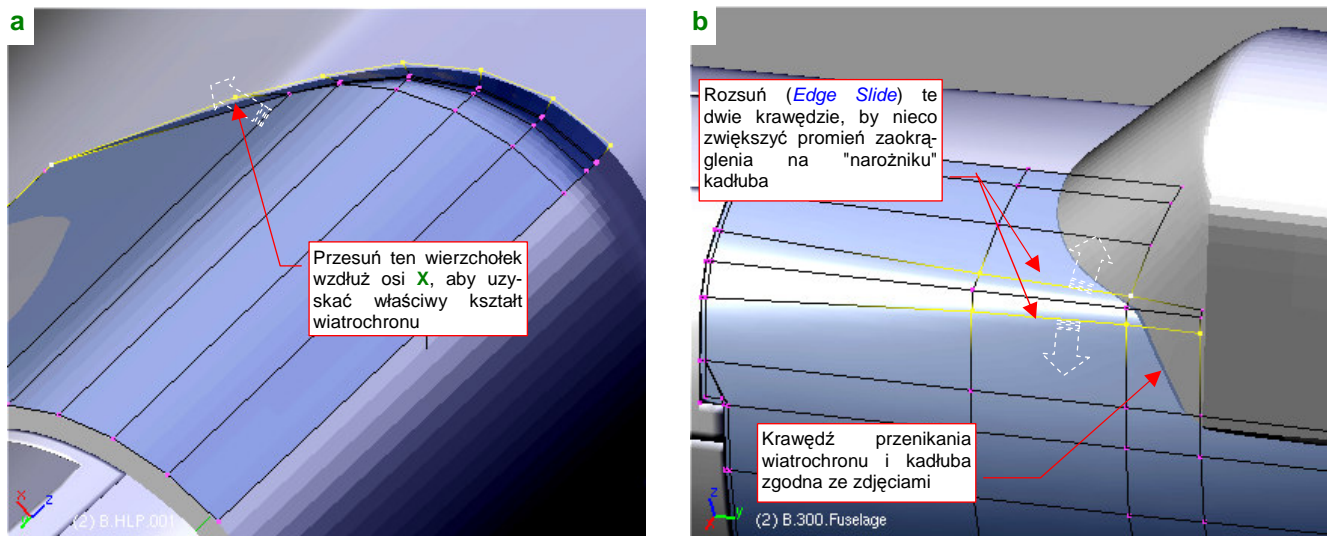
Przed ostatecznym dopasowaniem trzeba jednak uzupełnić ściany kadłuba o fragment, którego do tej pory nie uformowaliśmy. Wstaw (poprzez nacięcie - *Knife*) w siatkę kadłuba dodatkową wręgę, mniej więcej na wysokości ramki wiatrochronu (Rysunek 4.15.4a). (Po nacięciu uprość układ ścian przy skrzydle, 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.

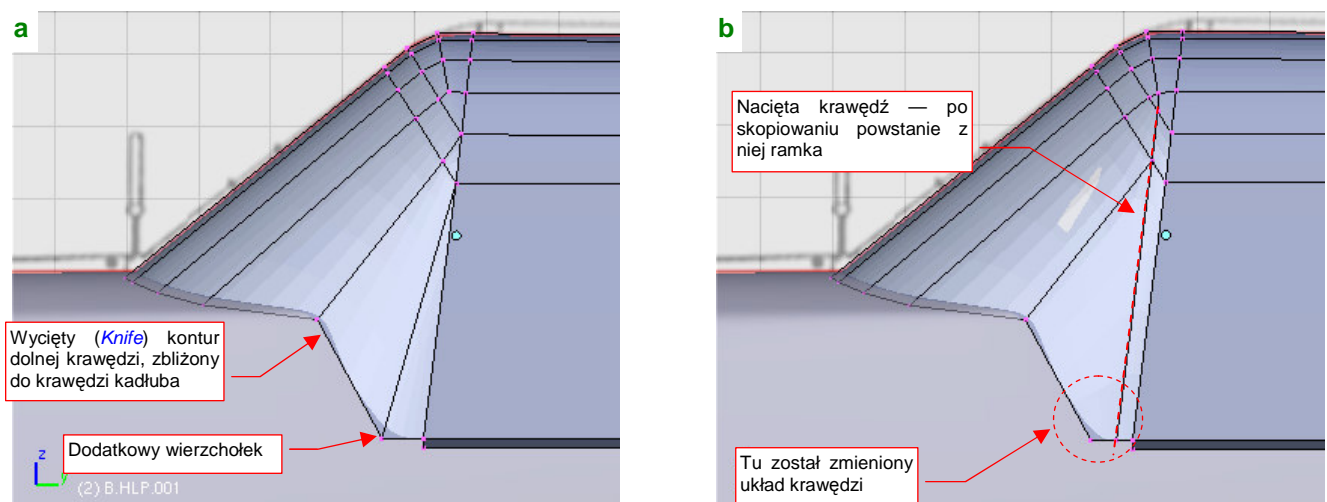
Teraz możesz już dokładnie dopasować przednią krawędź wiatrochronu. Okazuje się, że największy wpływ na kształt linii przenikania z kadłubem ma pojedynczy wierzchołek (Rysunek 4.15.5a). To bardzo ułatwia dopasowanie — przesun go wzdłuż osi **X**, aż uzyskasz odpowiedni efekt.



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.

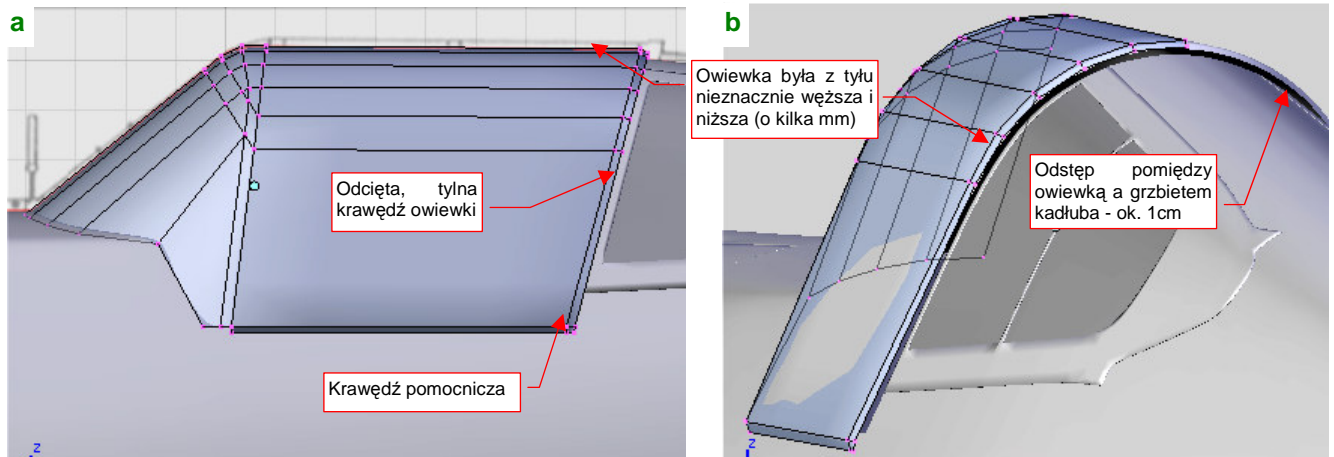
Ogólny kształt kabiny został uformowany, teraz czas na podział i szczegóły. Przygotowując się do tego etapu, odetnij (*Knife*) część wiatrochronu zasłoniętą przez kadłub (Rysunek 4.15.6a). Zrób to tak, by nie powstała żadna szczelina pomiędzy tymi dwoma powłokami. Po przecięciu uzyskasz dodatkowy wierzchołek, 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):

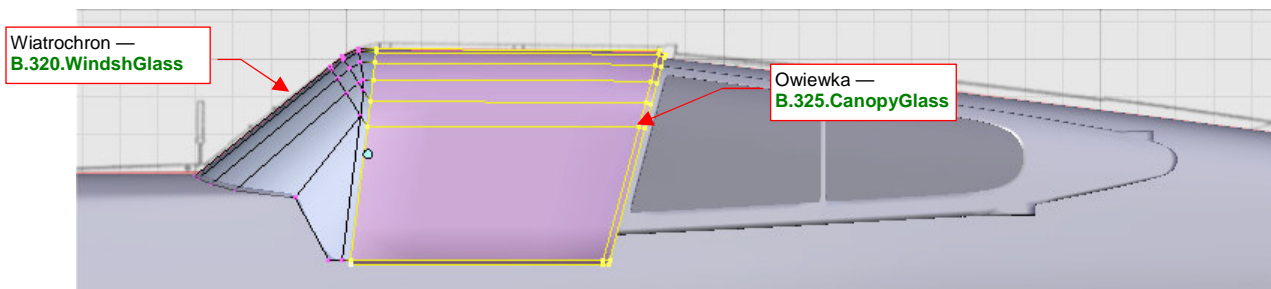


Rysunek 4.15.7 Nadawanie ostatecznego kształtu owiewce

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 pochylenie 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)

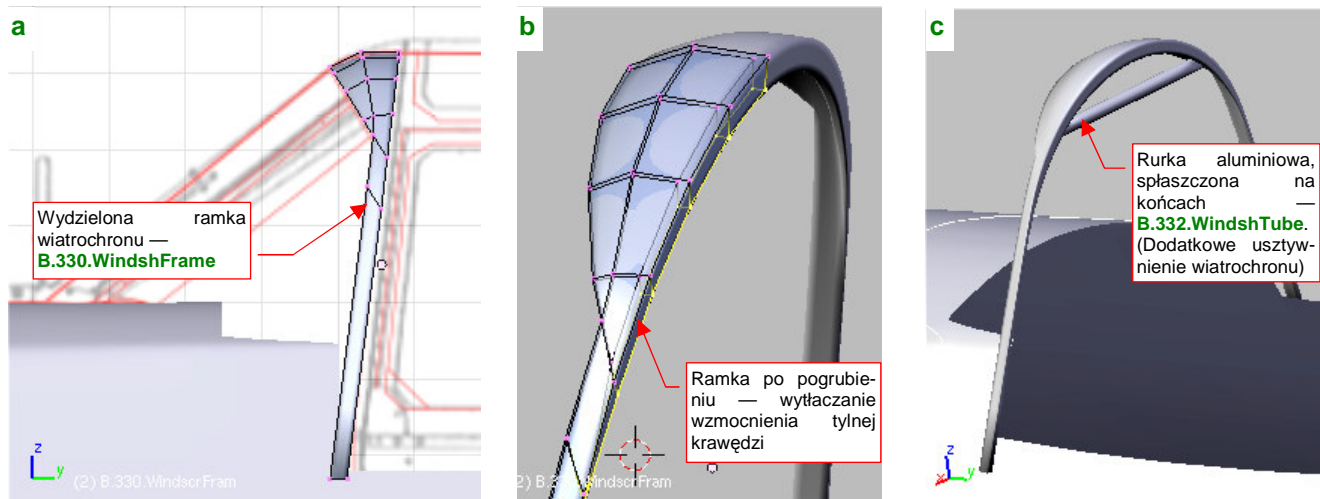
Po dopasowaniu tylnej krawędzi owiewki do kadłuba nadszedł czas na podział uformowanej powłoki kabiny na dwie podstawowe części. Zaznacz i oddziel (*Separate*) owiewkę od wiatrochronu (Rysunek 4.15.8):



Rysunek 4.15.8 Podział oszklenia na wiatrochron i owiewkę

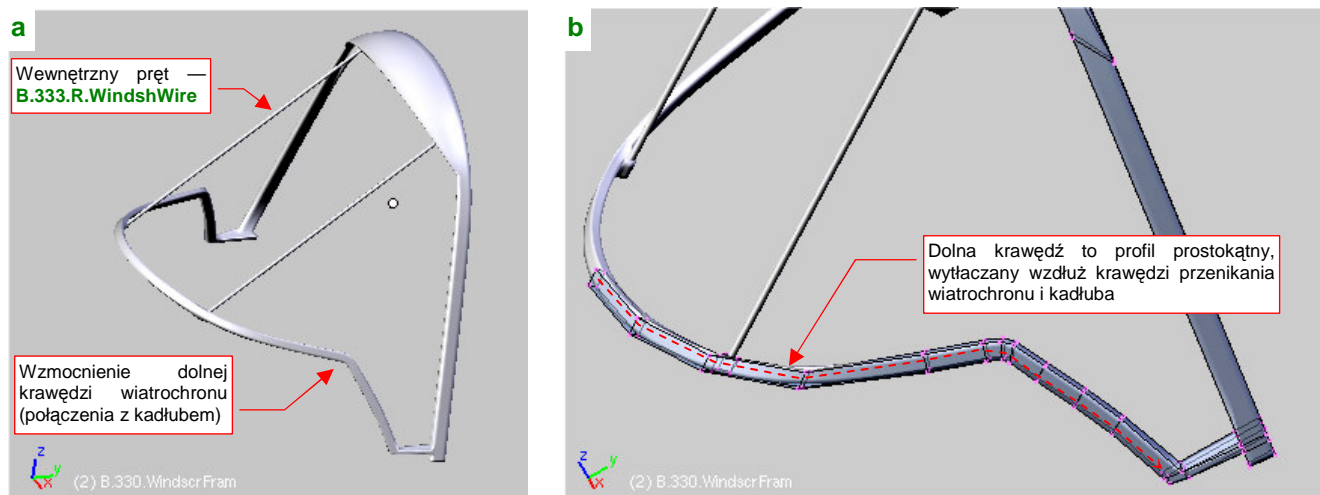
Rysunek 4.15.8 podaje, jakie należy nadać nazwy obydwu obiektom. Po pogrubieniu będą pełnić rolę powierzchni ze szkła organicznego.

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):



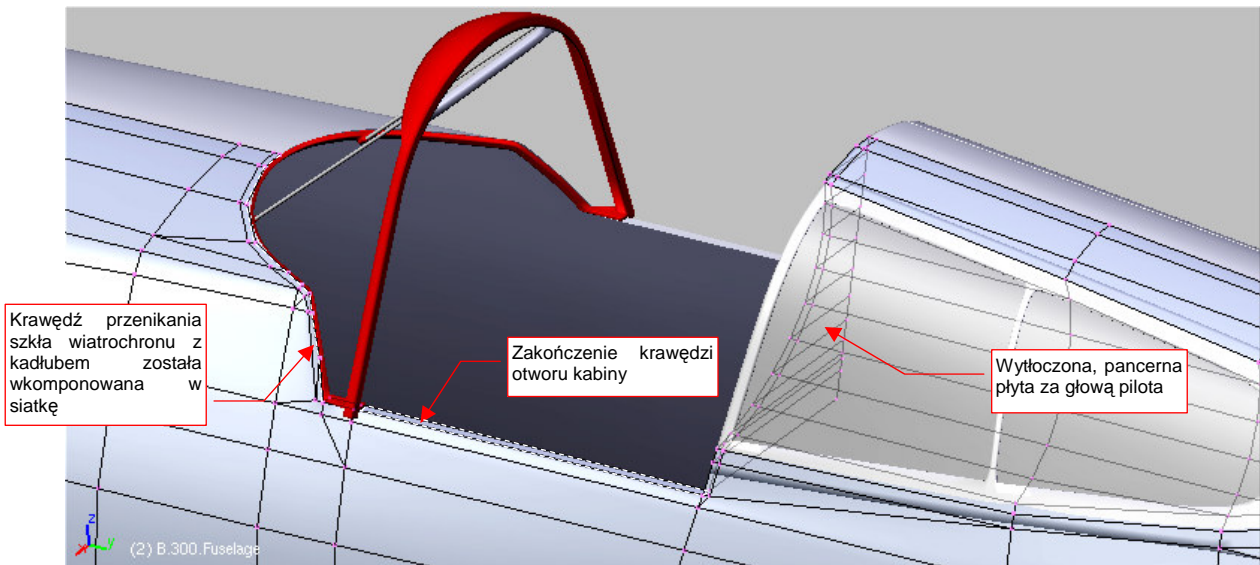
Rysunek 4.15.10 Dodanie dalszych elementów ramki wiatrochronu

Jest z tym trochę roboty — przed każdym kolejnym wytłoczeniem trzeba zmieniać projekcję, ustawiając ją prostopadłe 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!

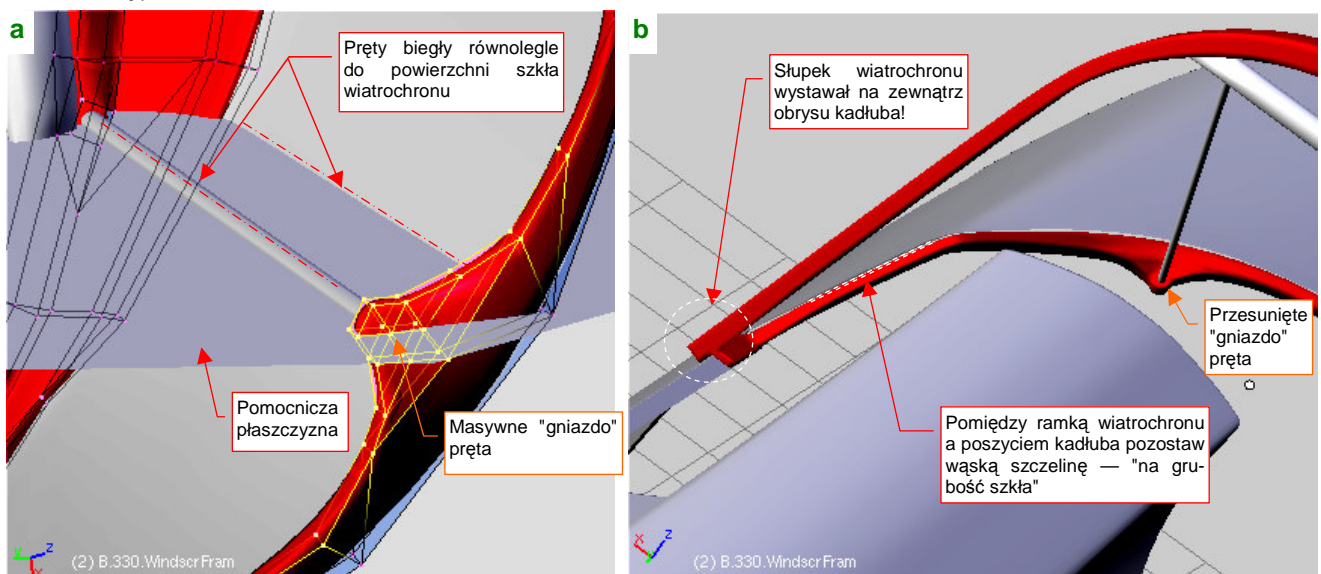
Dla łatwiejszego odróżnienia od kadłuba (na czas pracy) nadałem ramce kontrastowy, sztuczny kolor (przypisałem jej materiał **Artificial**). Teraz dopasuj kadłub do ramki wiatrochronu: wkomponuj w jego siatkę krawędź przecięcia z wiatrochronem (*Knife*, a później reorganizacja ścian). Będzie to przednia 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).

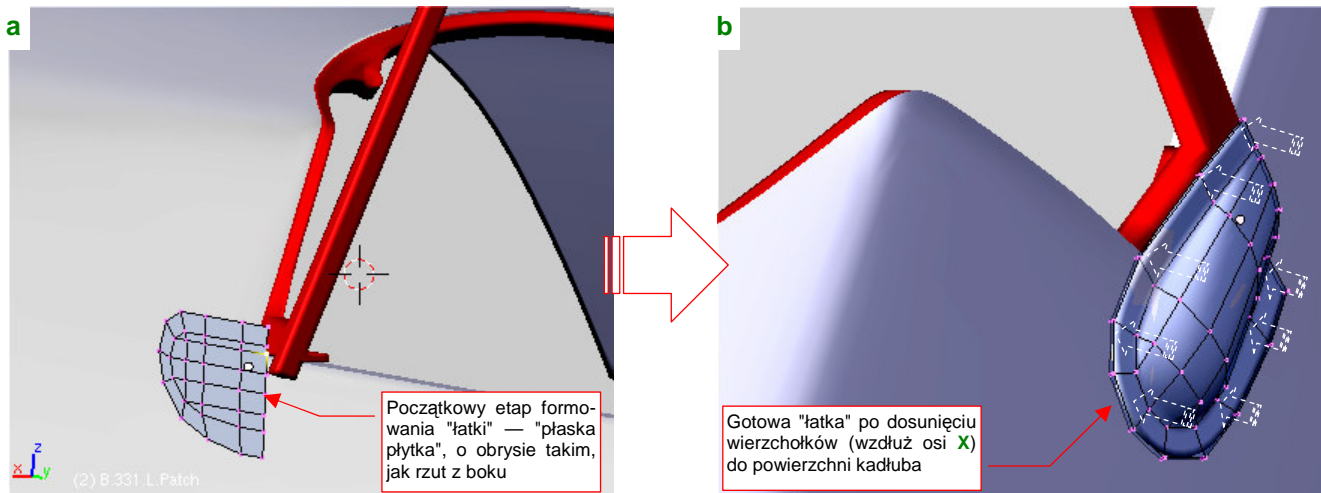
Wróćmy jeszcze na chwilę do wiatrochronu. Z analizy zdjęć wynika, że jego wewnętrzne pręty biegły równoległe do powierzchni szkła. Sprawdź to, przykładając w ich płaszczyźnie utworzoną na chwilę płaską powierzchnię (Rysunek 4.15.12a). W moim przypadku okazało się konieczne poprawienie kąta pochylenia 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

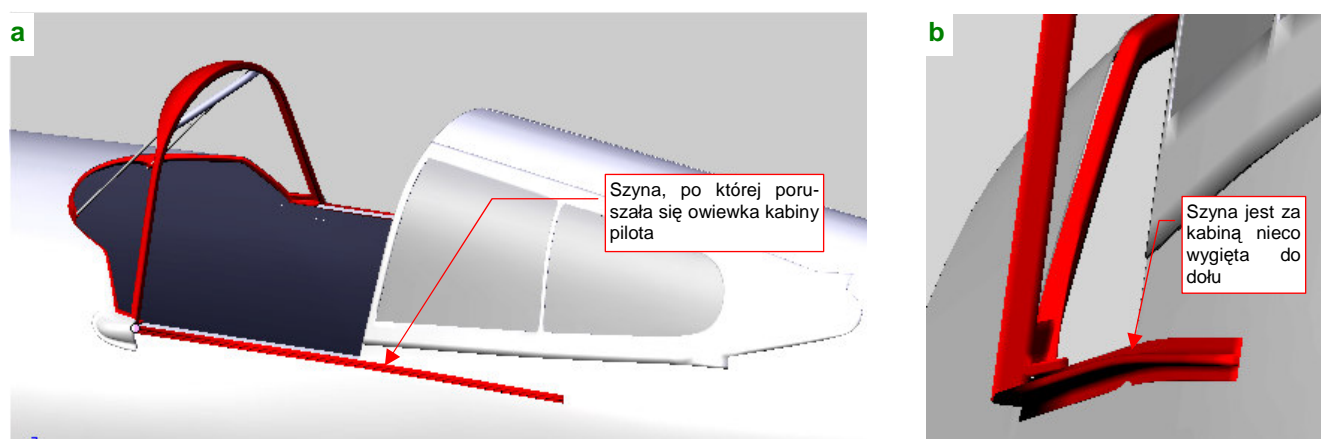
Pozostaw pomiędzy ramką a powierzchnią kadłuba niewielką szczelinę — na grubość szkła wiatrochronu (Rysunek 4.15.12b). Zwróć także uwagę, że dolny koniec słupka wiatrochronu wystaje poza obrys kadłuba (tak właśnie było w P-36 i P-40B/C).

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

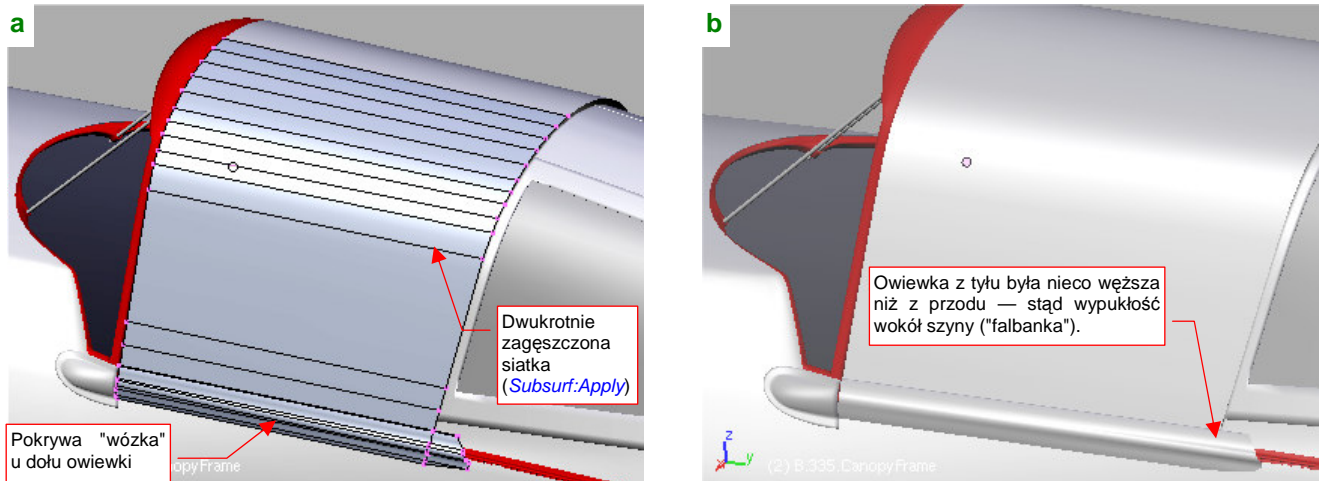
Kolejnym elementem jest szyna, po której przesuwała się owiewka kabiny pilota (**B.337.CanopyRail**). Aby ją wyróżnić, przypisałem temu obiektowi, podobnie jak ramce wiatrochronu, materiał o kolorze czerwonym (**Artificial**) (Rysunek 4.15.14a). W oryginalnej konstrukcji był to wygięty w przekrój litery "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.

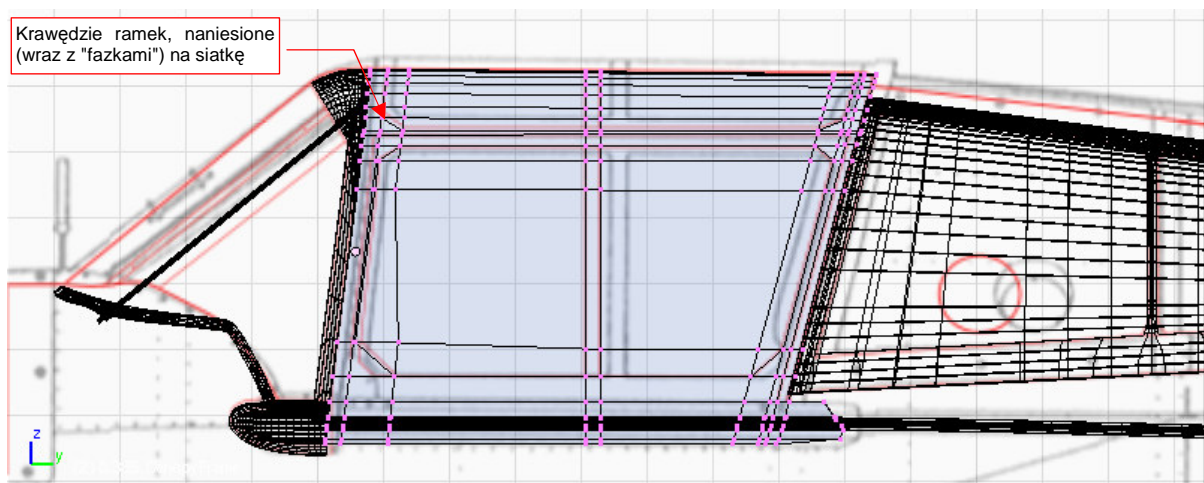
Szynę owiewki już stworzyliśmy, teraz czas na jej ramkę. Utwórz nowy obiekt — **B.335.CanopyFrame** — poprzez powielenie (*Duplicate*) powierzchni "szkła", czyli przygotowanego wcześniej (str. 211) obiektu **B.225.CanopyGlass**. Aby łatwiej było "trafić" liniami wierzchołków w układ ramek, zagęść siatkę 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):



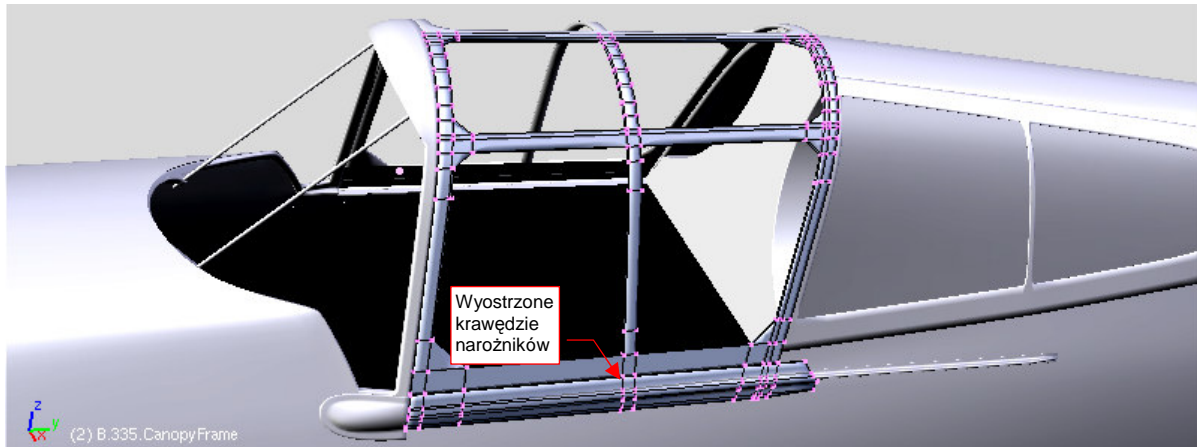
Rysunek 4.15.16 Przygotowanie zarysu wewnętrznych krawędzi ramki

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,

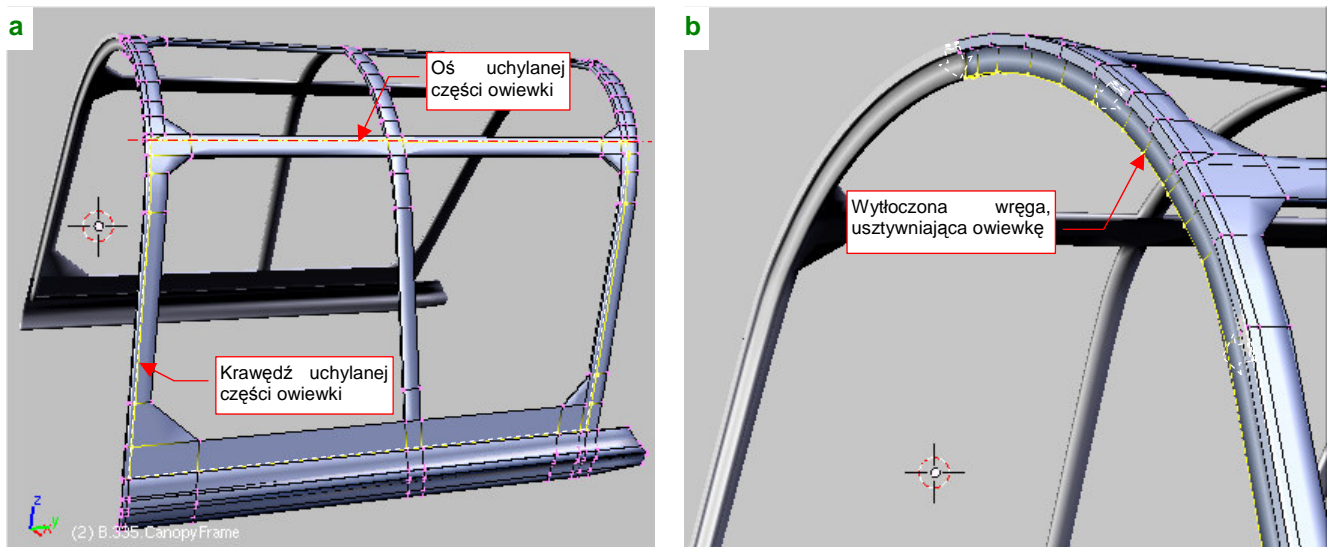
¹ P-36 miała nieco inną, jednoczęściową konstrukcję owiewki. Nie występował w niej podział na "wózek" i resztę ramki, nie miała także wystającego z tyłu kawałka blachy, zasłaniającego fragment szyny za owiewką. Owiewka P-36 nie miała także charakterystycznych dla P-40 "fazek" w narożnikach ramki.

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.



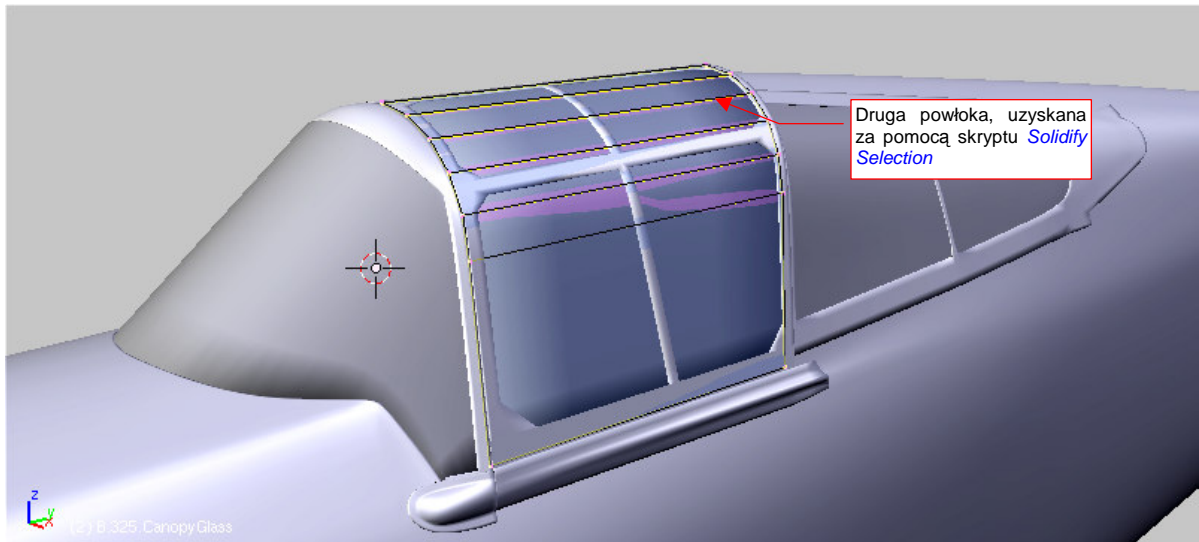
Rysunek 4.15.18 Dalsze szczegóły ramki owiewki kabiny

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...

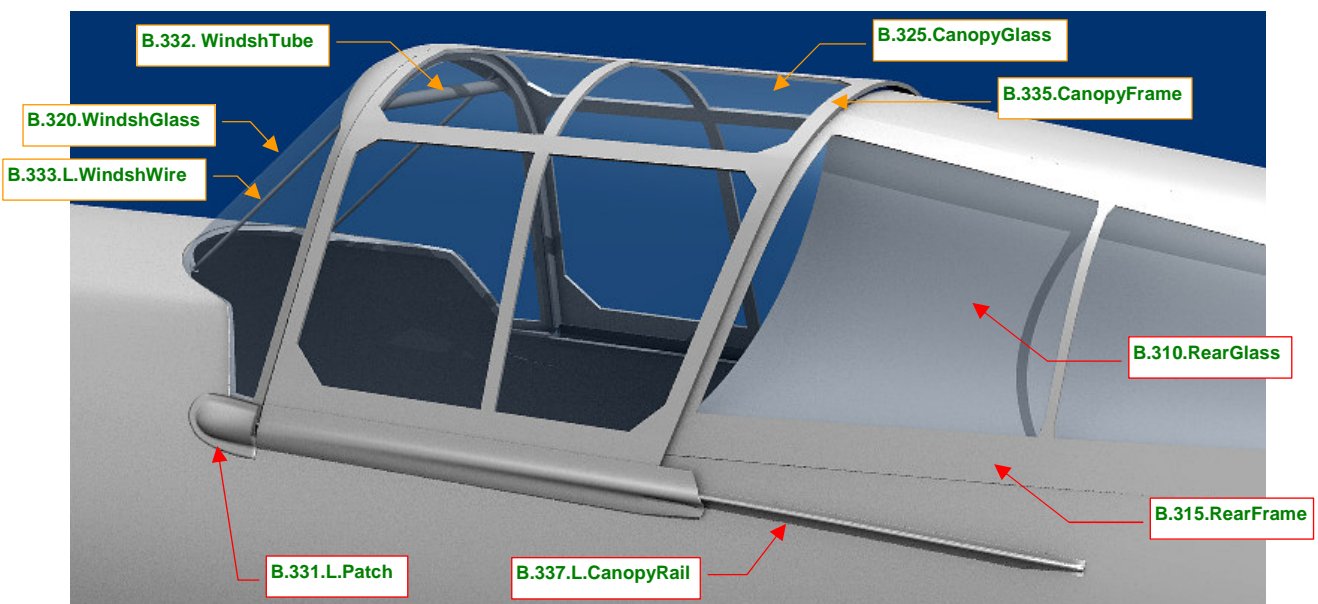
² W jednej z muzealnych rekonstrukcji P-40B nie występuje, ale jest widoczna w innym egzemplarzu, nadal zdolnym do lotu.

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.

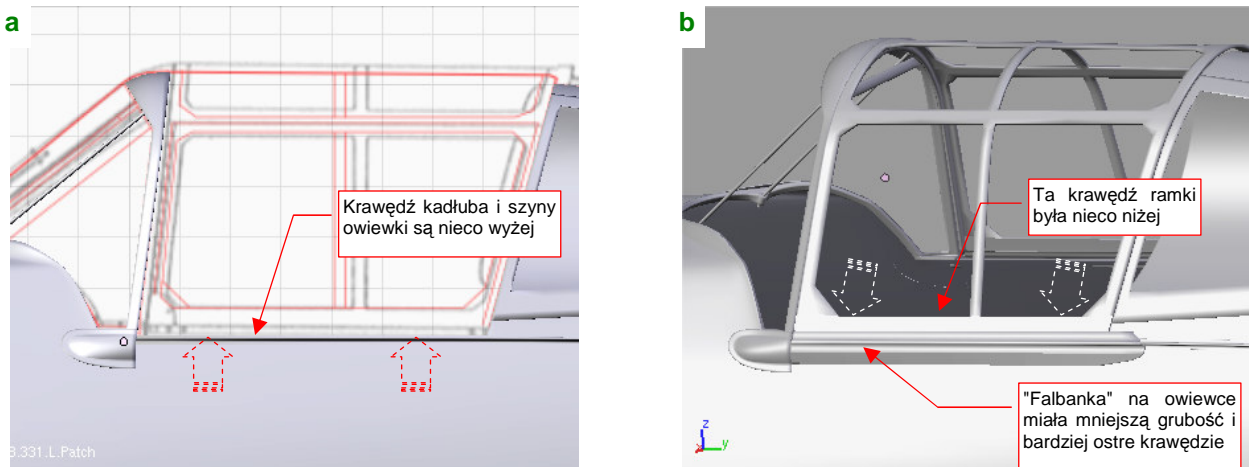


Rysunek 4.15.20 Gotowa osłona kabiny — wycieczenie elementów

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 ☺. Zacznijmy od bocznej krawędzi kabiny: powinna być nieco wyżej (Rysunek 4.15.21a):

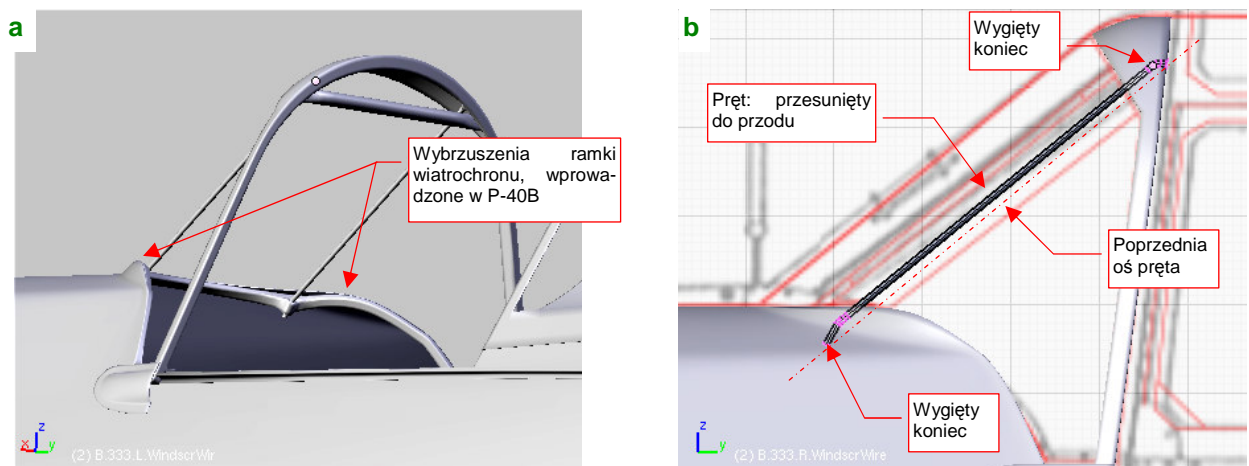


Rysunek 4.15.21 Podniesienie krawędzi kabiny i poprawki w ramce owiewki

(Ze zdjęć wynika, że szyna owiewki była niemal na takiej samej wysokości, co górna krawędź "łatki", a w naszym modelu była nieco niższej). 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.

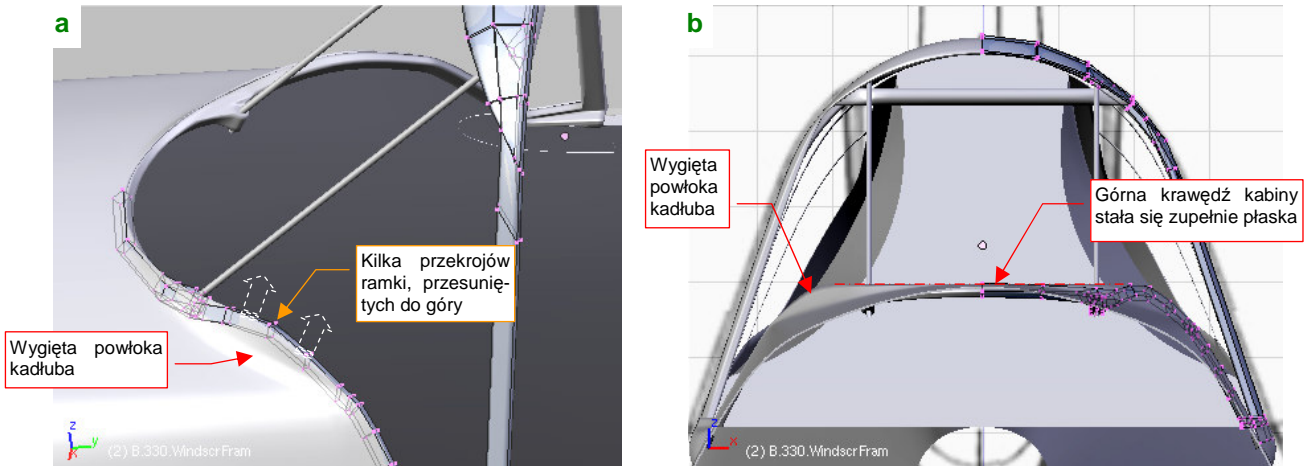
Poprawek wymagała także ramka owiewki kabiny (Rysunek 4.15.21b). Zdjęcia pokazują, że "falbanka" ponad krawędzią szyny miała mniejszą grubość, niż jej nadaliśmy w poprzedniej sekcji. Jej krawędzie były także raczej ostre, a nie zaokrąglone. Nie "rozmywała" się zupełnie z przodu owiewki, jak założyliśmy poprzednio. Poza tym dolna ramka oszklenia była położona nieco niżżej (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).

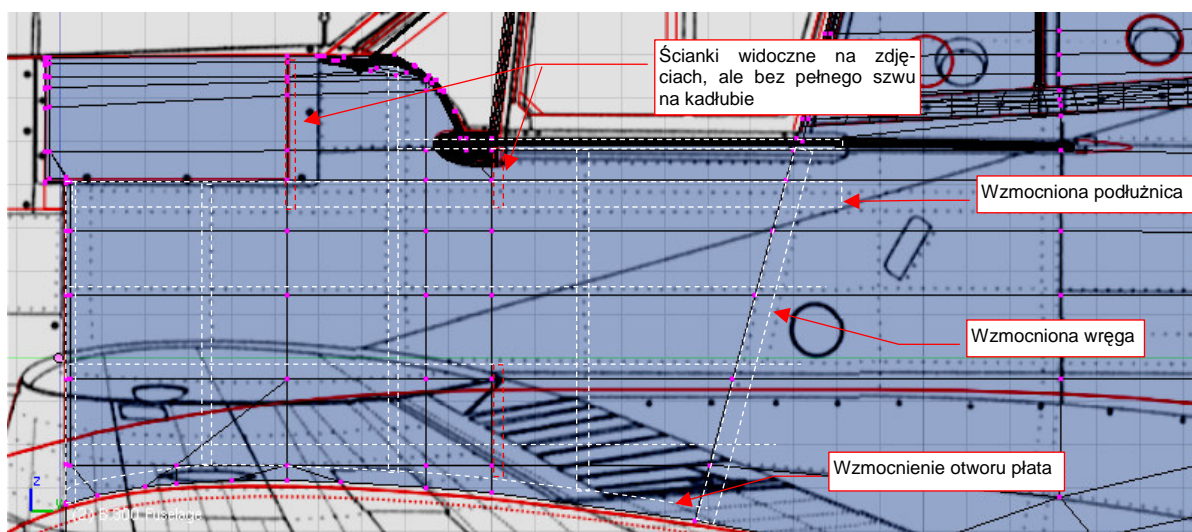
Podsumowanie

- 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.

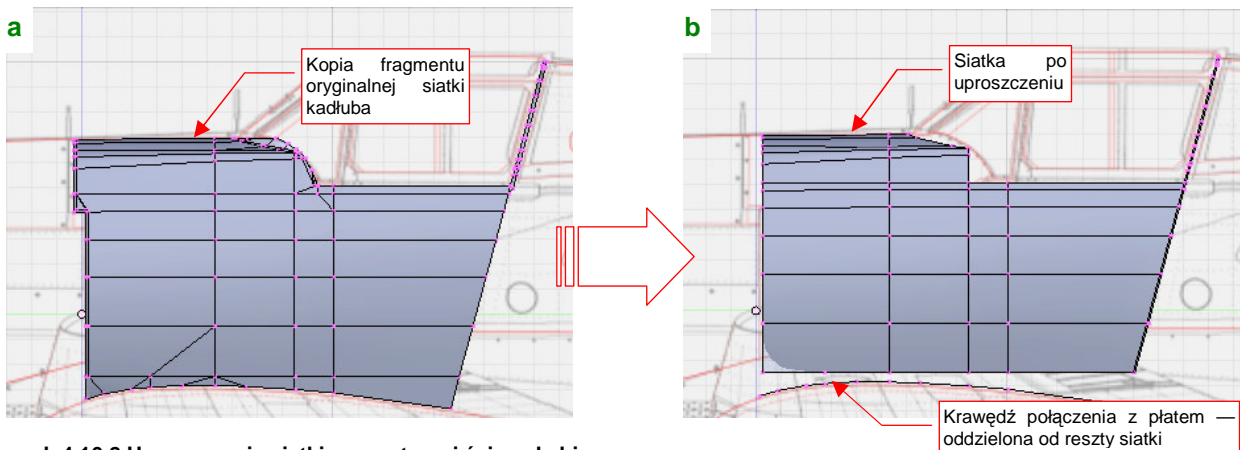
Przebieg podłużnic i wręg najlepiej rozpoznać, śledząc linie nitów na kadłubie. Układ tych linii, narysowany na planach koniecznie skonfrontuj ze zdjęciami — czasami znajdziesz różnice! Rysunek 4.16.1 pokazuje linie podłużnic i wręg, jaki posiadał P-40B/C (i P-36):



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.

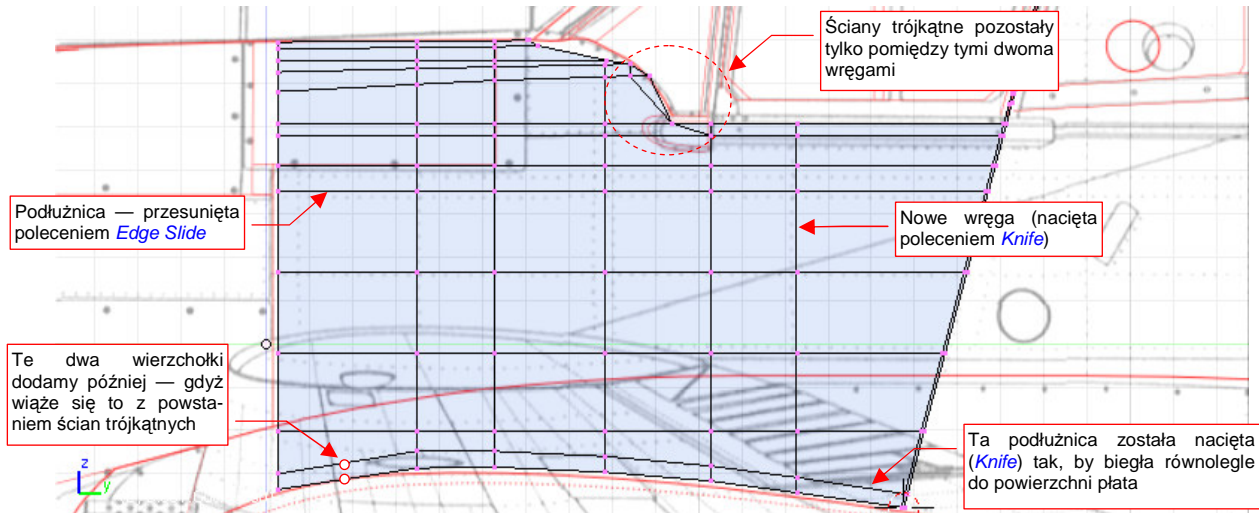
Skopiuj tył kadłuba (**B.300.Fuselage**) w nowy obiekt. Nadaj mu nazwę **B.301.Cockpit.001** i umieść na warstwie nr **17** (na innej niż kadłub). Usuń niepotrzebny ogon, pozostawiając tylko otoczenie kabiny (Rysunek 4.16.2a):



Rysunek 4.16.2 Uproszczenie siatki wewnętrznej ściany kabiny

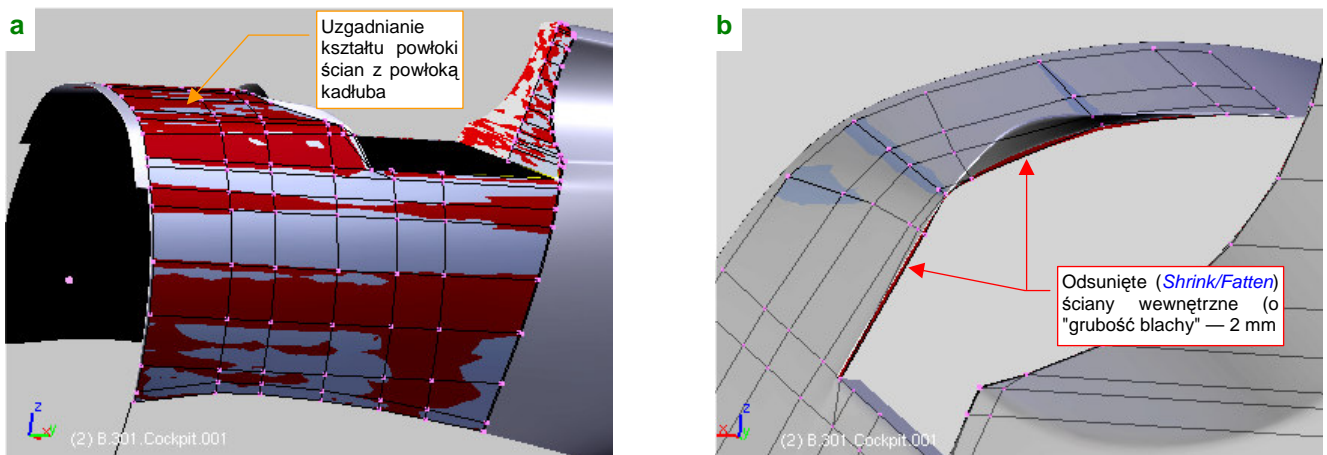
Uprość tę siatkę (usuwając niektóre wierzchołki i tworząc nowe ściany). Przygotuj ją tak, by zawierała wyłącznie ściany czworokątne (Rysunek 4.16.2b). Aby to osiągnąć, po prostu odłącz także od siatki dolną krawędź.

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

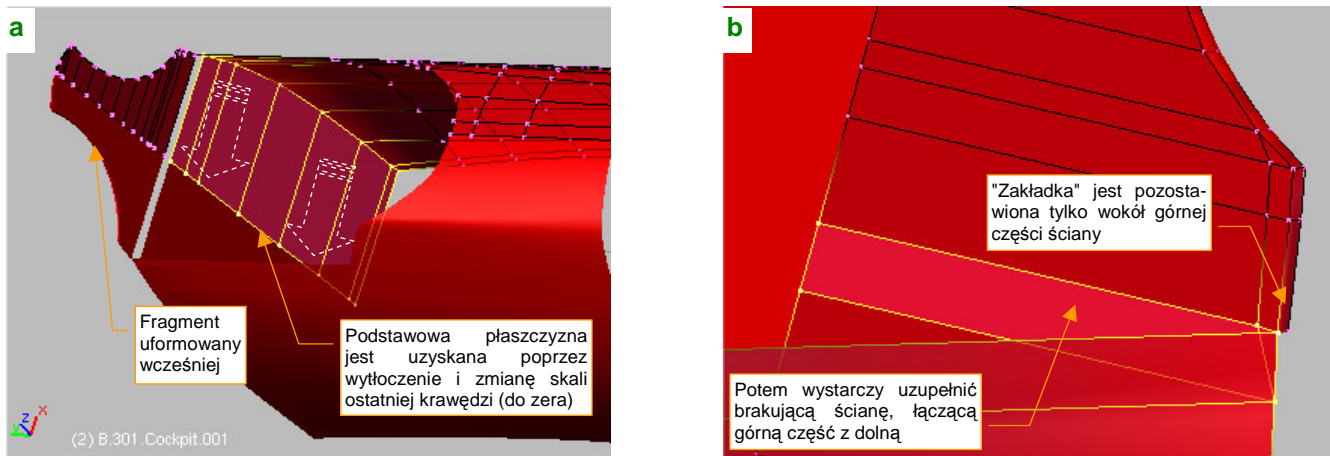
Sprawdź, czy kształt powłoki nie uległ deformacjom w wyniku wprowadzonych zmian. Włącz widoczność warstwy z powłoką kadłuba (**B.300.Fuselage**). Aby łatwiej dostrzec różnicę, zmień barwę obiektu **B.301.Cockpit.001** na czerwoną (materiał **Artificial**) (Rysunek 4.16.4a):



Rysunek 4.16.4 Uzgodnienie kształtu i odsunięcie ścian wewnętrznych

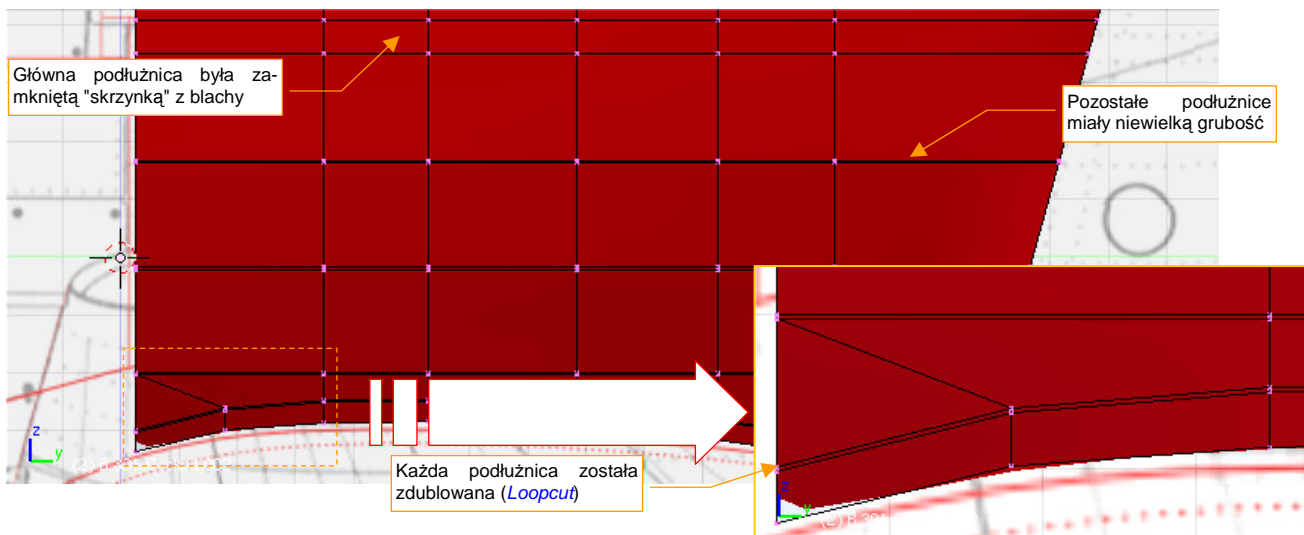
Gdy wszystko się zgadza, odsuń (*Shrink/Fatten*) powłokę wnętrza kabiny od powierzchni kadłuba o "grubość blachy" — 0.02 jednostki Blendera. Przyjrzyj się, patrząc wzdłuż krawędzi, czy odsunięcie nastąpiło rzeczywiście wszędzie, na taką samą odległość (Rysunek 4.16.4b). Potem można z powrotem ukryć warstwę 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.



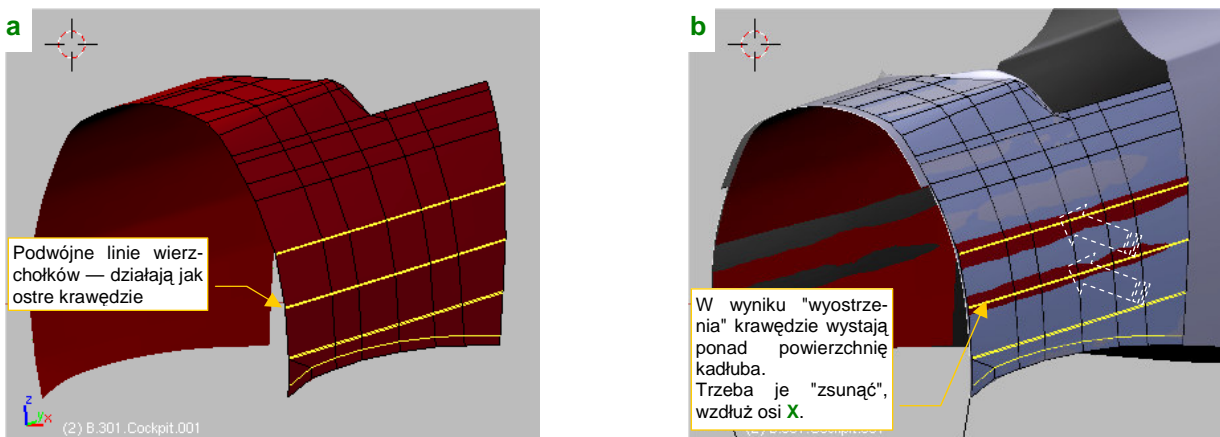
Rysunek 4.16.5 Tworzenie tylnej ściany kabiny

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):



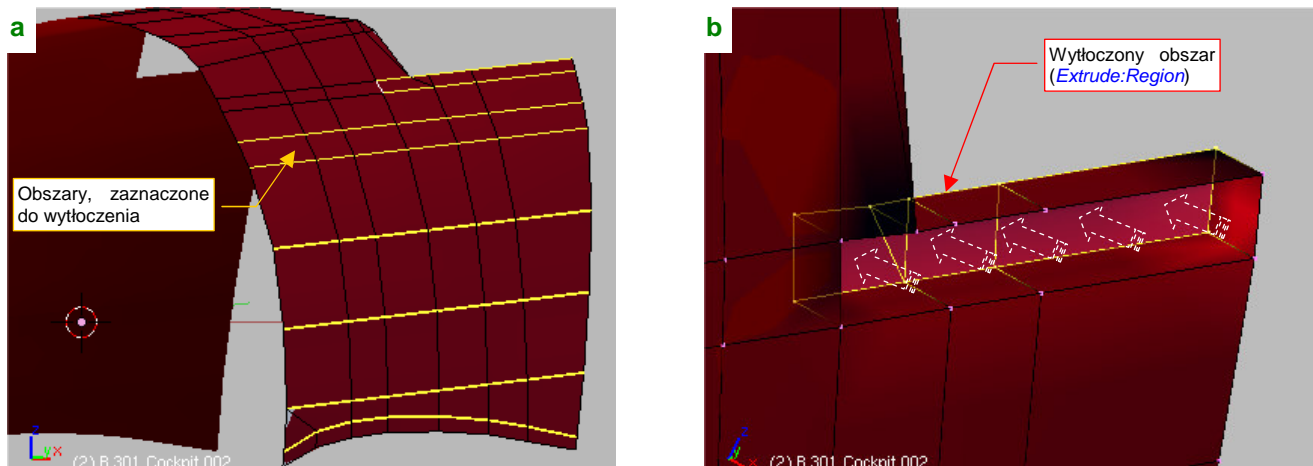
Rysunek 4.16.6 Kopia ścian kabiny, przygotowana do przekształcenia w podłużnice

Po zduplikowaniu 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):



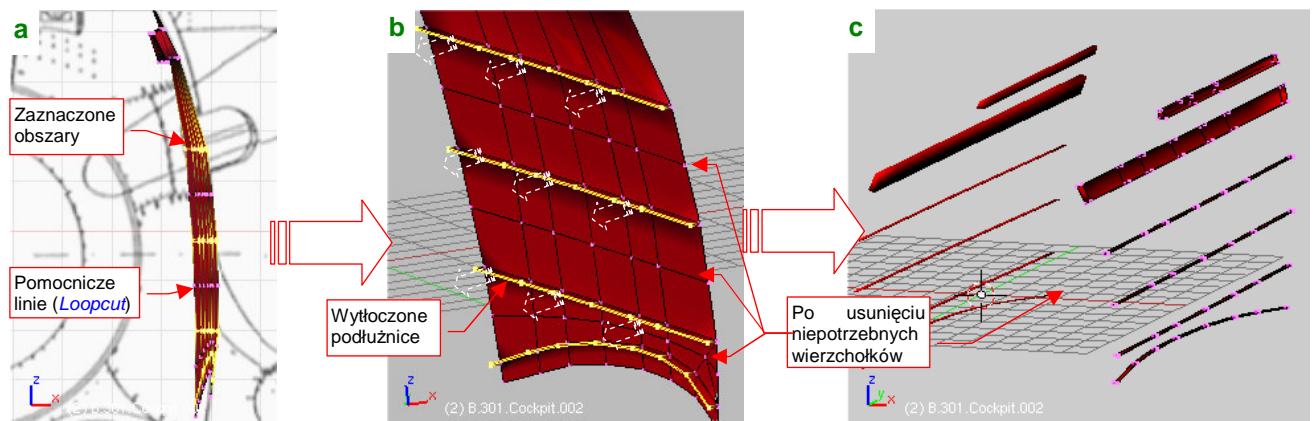
Rysunek 4.16.7 Kopia ścian kabiny, przygotowana do przekształcenia w podłużnice

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

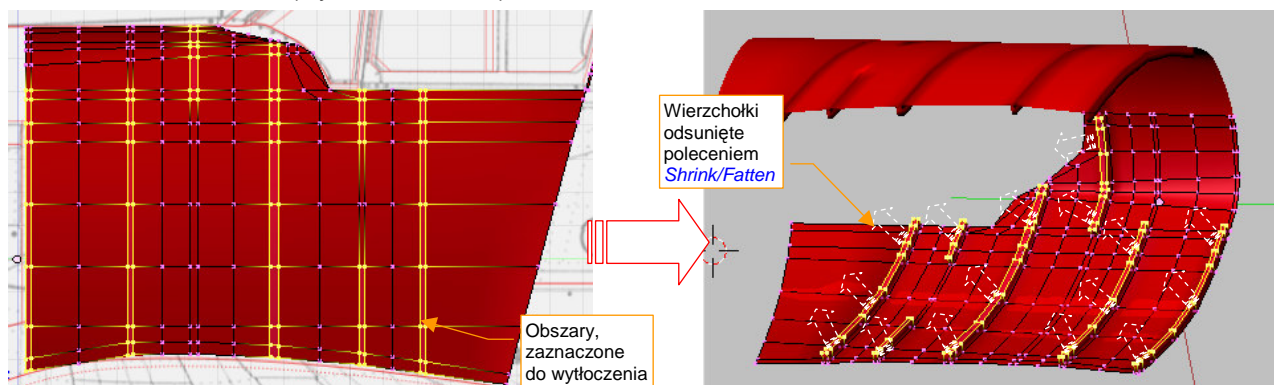
Tak jak powiedziałem, możesz także wytłaczać kilka elementów jednocześnie. Przydatne jest wówczas wstawienie (*Loopcut*) pomiędzy wytłaczanymi obszarami po dodatkowym rzędzie wierzchołków (bez jakiegokolwiek kształtowania) (Rysunek 4.16.9a):



Rysunek 4.16.9 Formowanie podłużnic

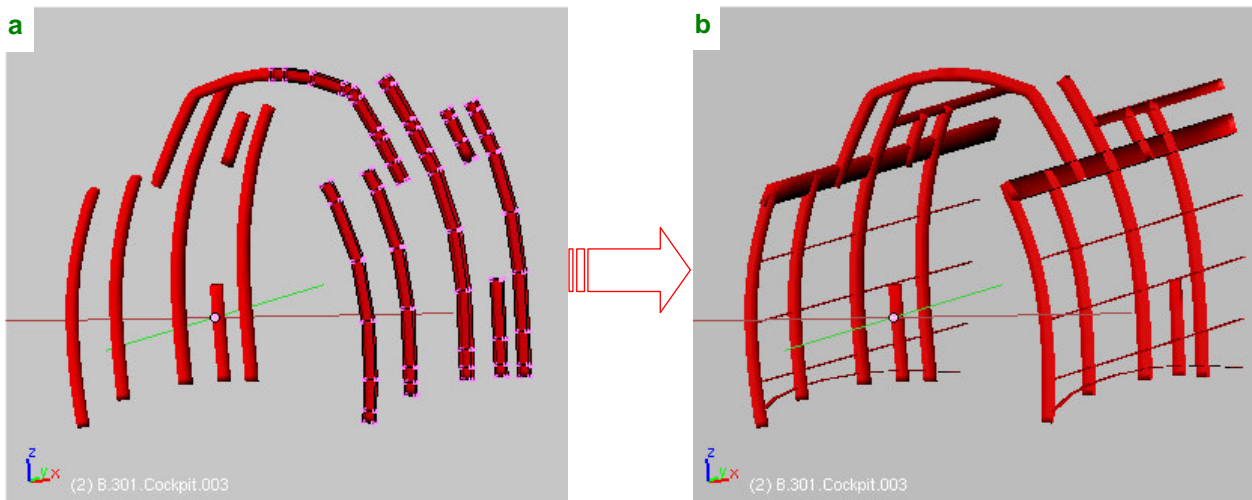
Te pomocnicze rzędy wierzchołków pozwalają poprawnie zaznaczyć naraz kilka obszarów do wytłoczenia. Rysunek 4.16.9b pokazuje jednoczesne wytłoczenie czterech podłużnic. Można tak robić, gdy wszystkie były zorientowane w ten sam sposób, i miały taką samą szerokość. Potem wystarczy usunąć niepotrzebne 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) :



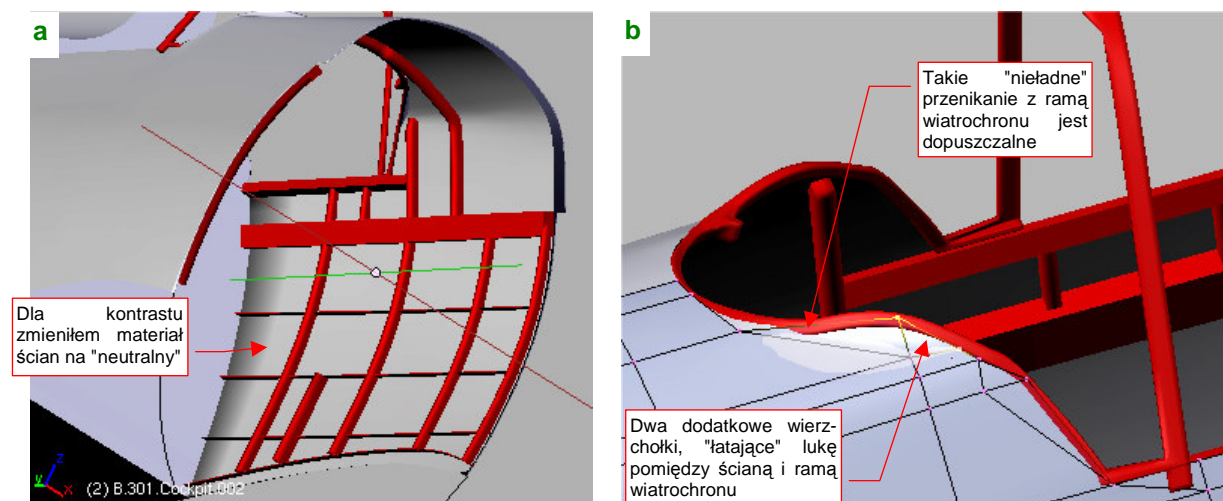
Rysunek 4.16.10 Formowanie wręg

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?

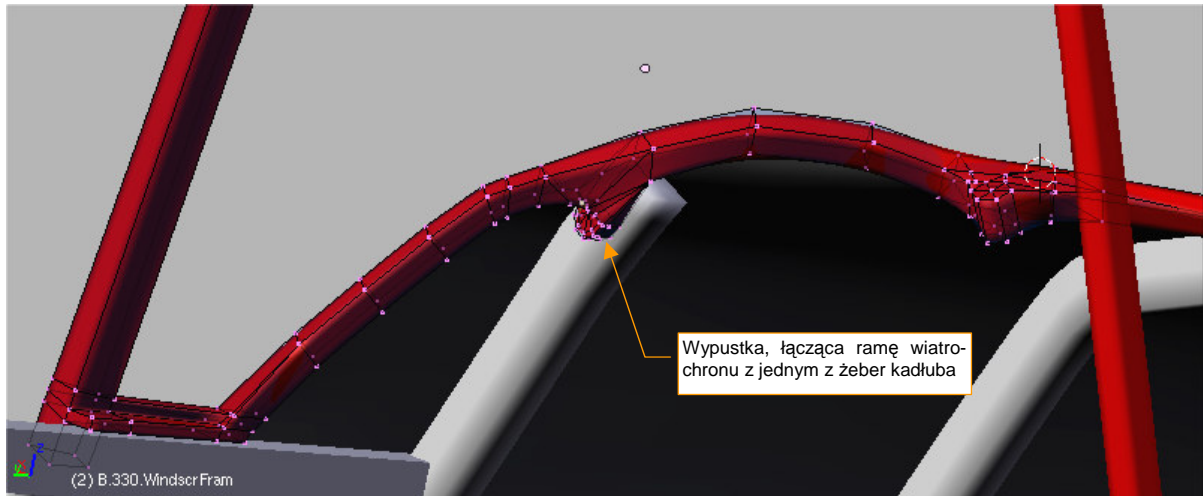


Rysunek 4.16.12 Połączenie z wewnętrznymi ścianami kabiny

Proponuję tak ją już pozostawić. Gdybyś chciał dokładniej cyzelować ten fragment, należałoby dodać wzdłuż każdej podłużnicy i wręgi płaskie paski 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!

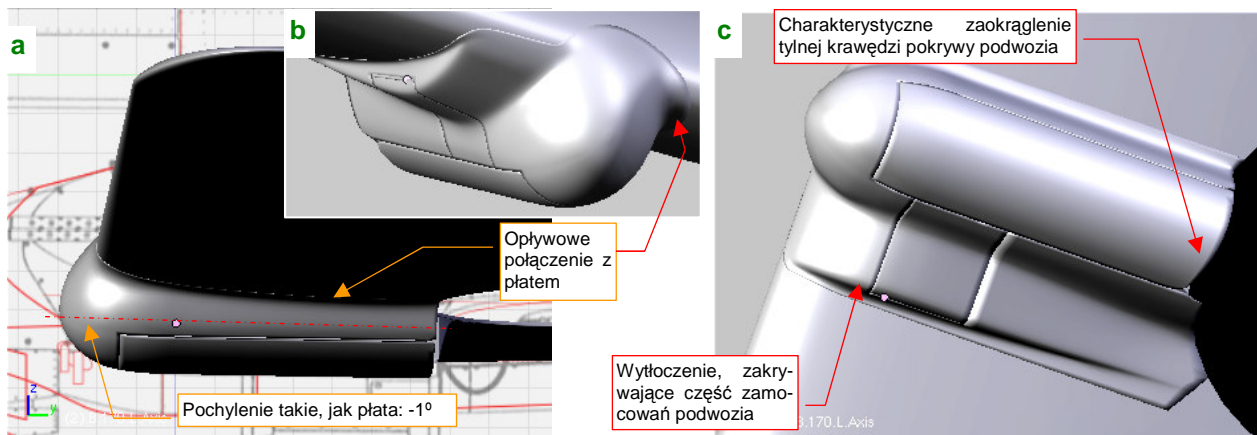
Podsumownie

- 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

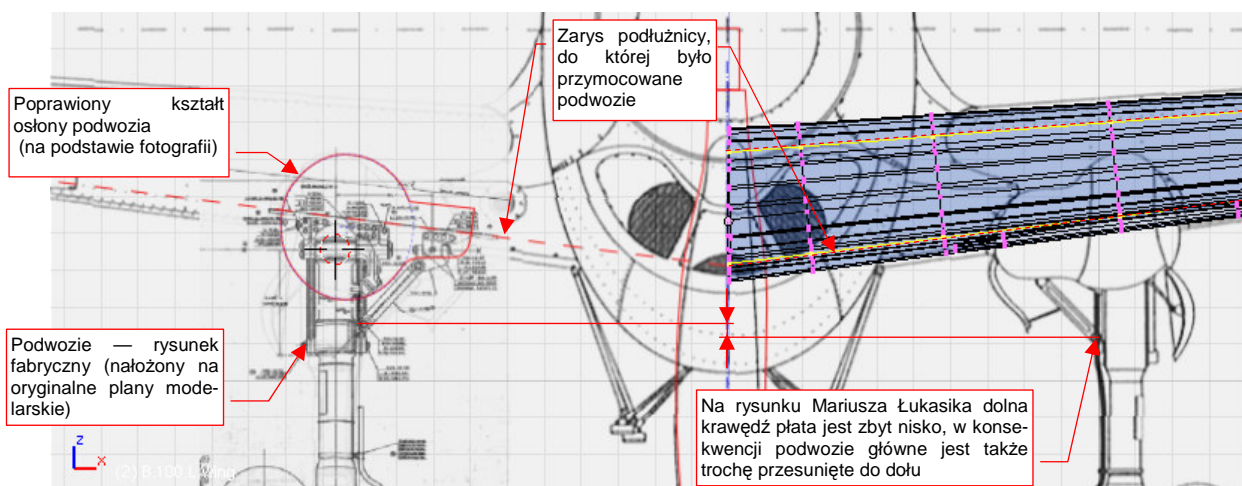
4.17 Osłony podwozia głównego

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):

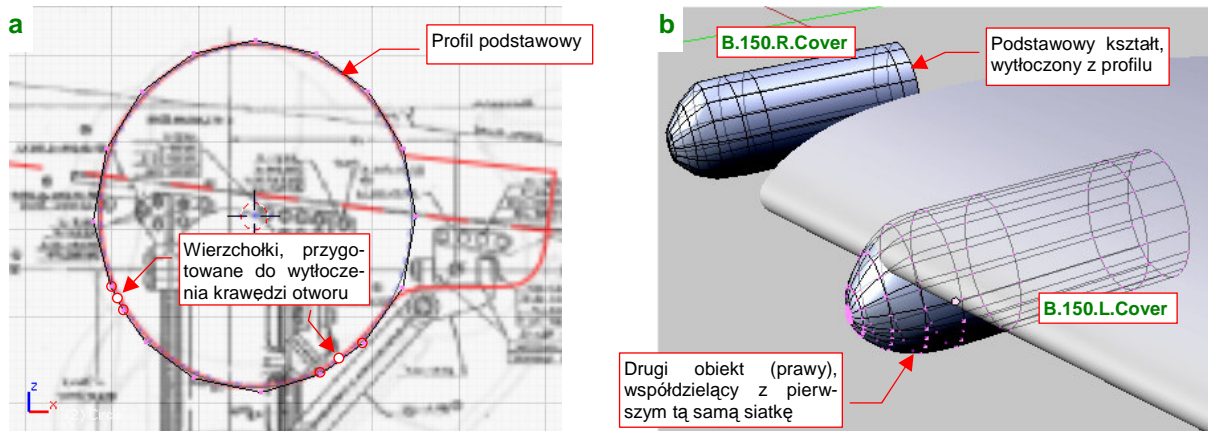


Rysunek 4.17.2 Poprawiony obrys osłony podwozia

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...

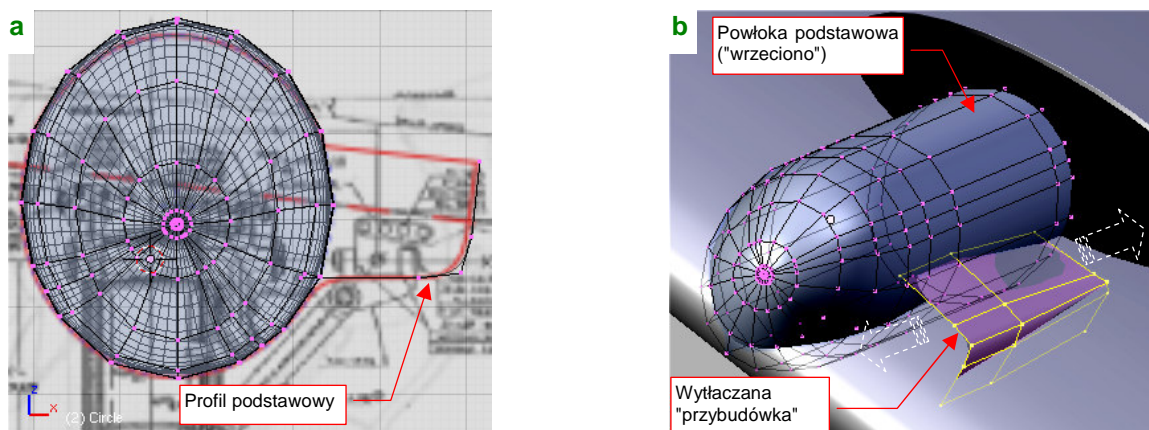
Nowy obiekt zacznij od wstawienia okręgu (*Circle*), złożonego początkowo z 16 wierzchołków. Przekształć go w odpowiednią elipsę. Umieść także po trzy dodatkowe wierzchołki tam, gdzie będą bieć krawędzie otworu w gondoli, zamykanego przez boczną pokrywę. Te dodane wierzchołki powinny leżeć blisko siebie, 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.

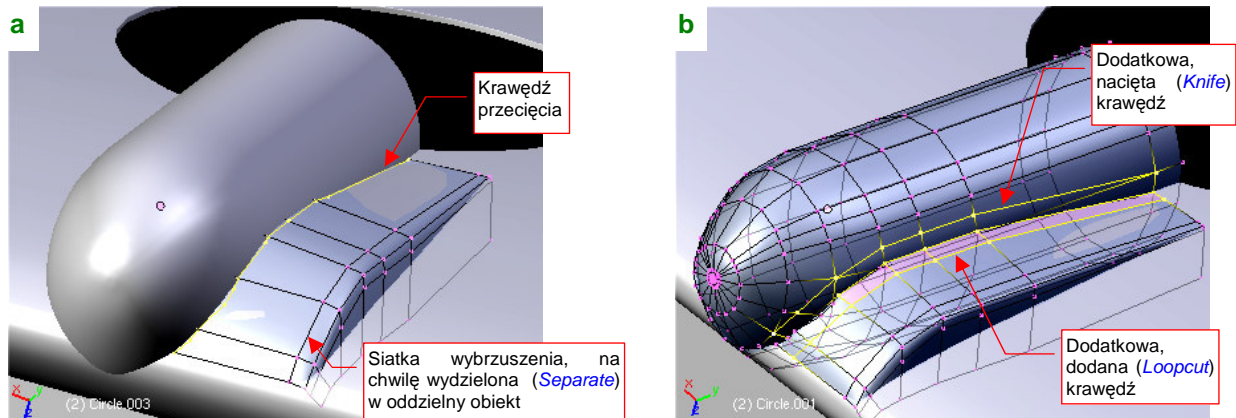
Po wytłoczeniu kształtu podstawowej bryły ("wrzeciona") można dodać "przybudówkę". (Ukrywała we wnętrzu boczne zamocowania goleni podwozia). Zacznij ponownie od narysowania profilu (Rysunek 4.17.4a):



Rysunek 4.17.4 Uformowanie i wytłoczenie wybruszenia z boku owiewki

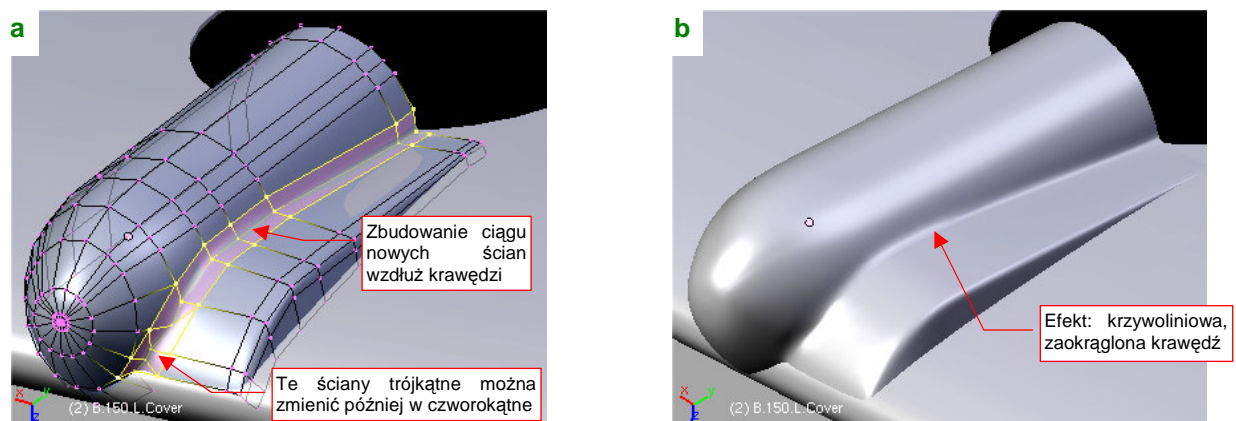
Po narysowaniu profilu wytłocz go wzdłuż osi **Y** (Rysunek 4.17.4b). Na razie siatka tego bocznego "dodatku" nie jest w żaden sposób połączona z główną bryłą "wrzeciona". To nie przypadek — na czas formowania warto wstawić ją do tego istniejącego obiektu, który zawiera podstawową siatkę gondoli. Pozwala 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** (łącąc 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):



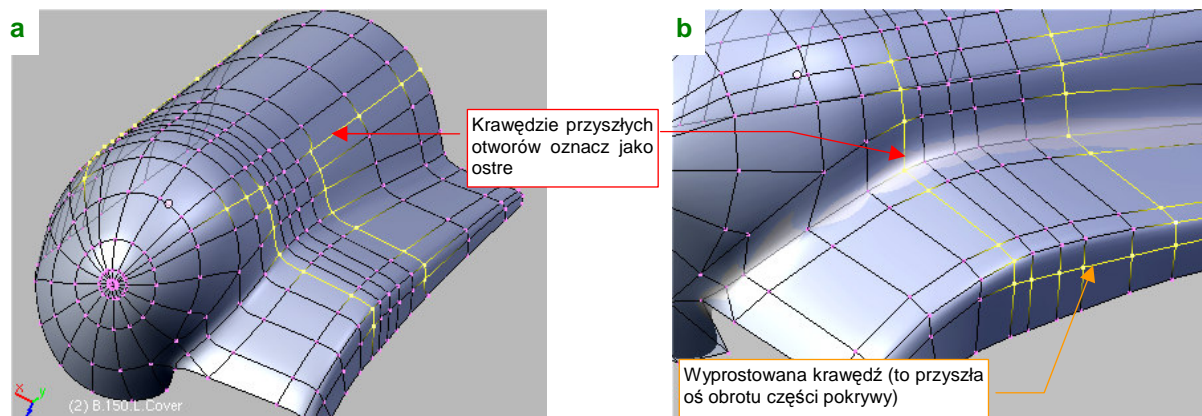
Rysunek 4.17.5 Przygotowanie krawędzi przecięcia i jej otoczenia

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):



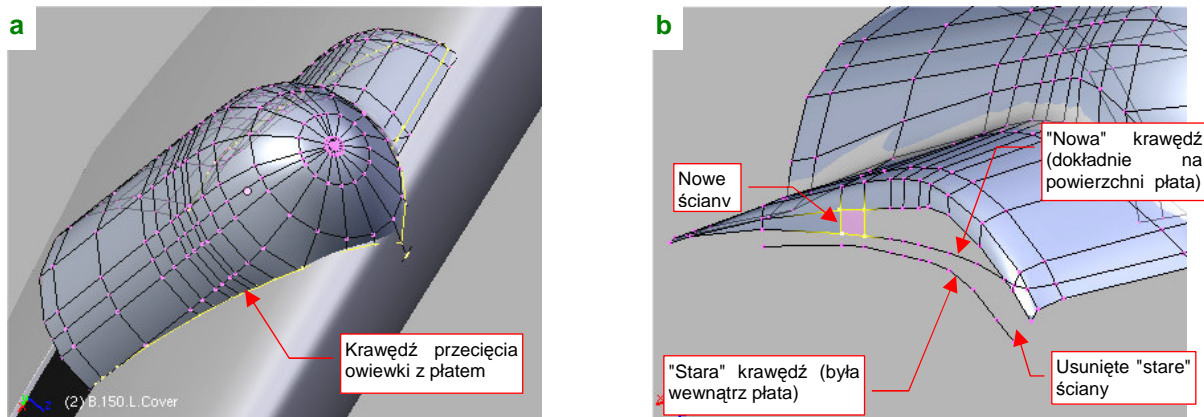
Rysunek 4.17.6 Połączenie siatek wybruszenia i owiewki

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):



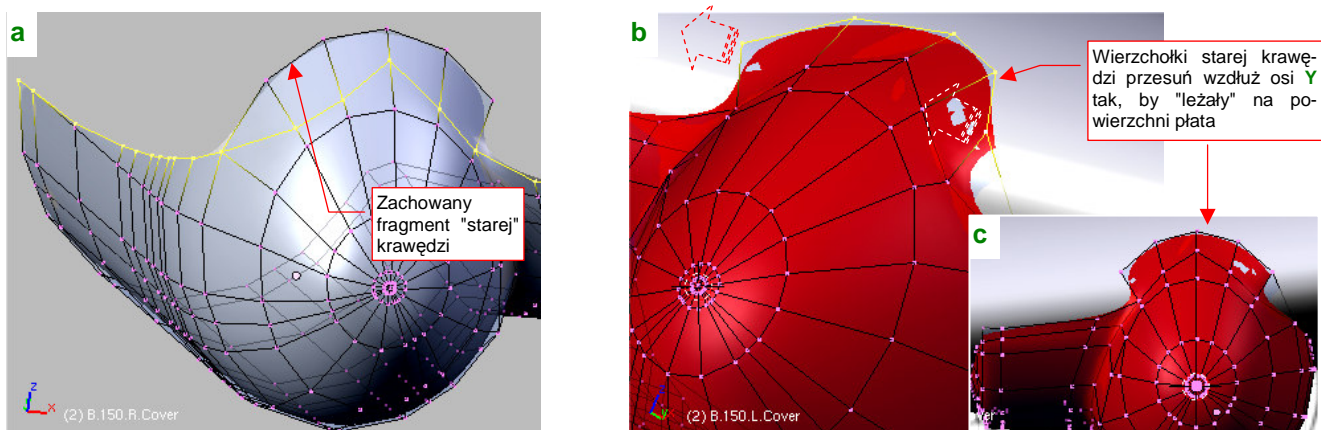
Rysunek 4.17.7 Przygotowanie krawędzi otworów

Uformowanie zewnętrznych krawędzi owiewki podwozia zaczniemy od wyznaczenia linii przecięcia z płatem (Rysunek 4.17.8a):



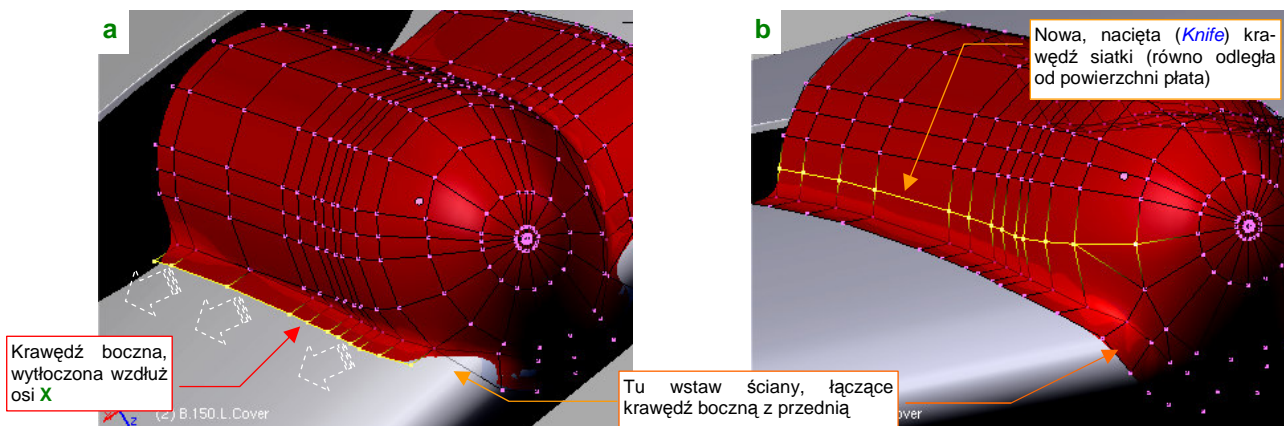
Rysunek 4.17.8 Ograniczenie krawędzi owiewki do obrysu płata

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):



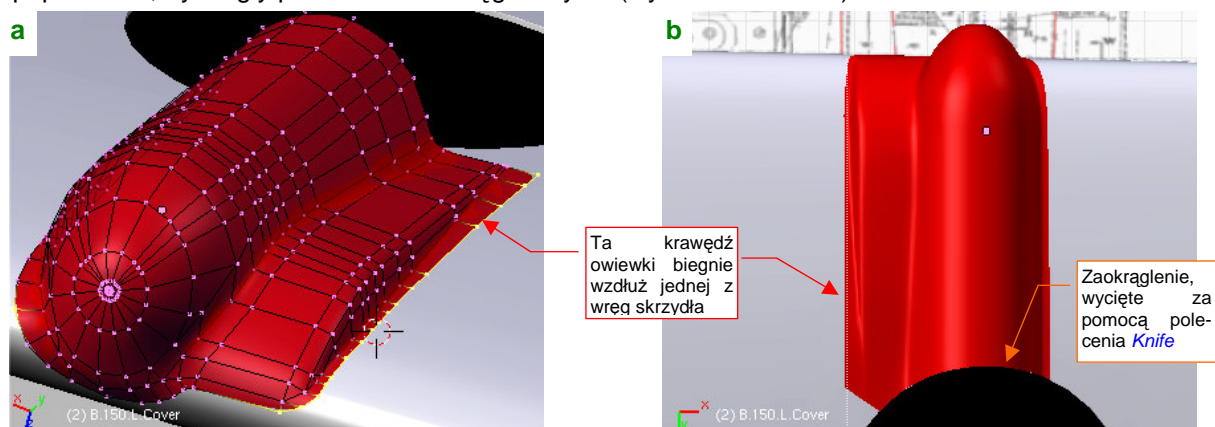
Rysunek 4.17.9 Formowanie przedniej krawędzi blachy owiewki

Wierzchołki tego "kołnierza" przesunąć do przodu, wzdłuż osi **Y**. Każdy z nich przemieścić inną odległością, by "położyć" przednią krawędź owiewki na krawędzi natarcia płata (Rysunek 4.17.9b, c). Przy okazji zmienić 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):



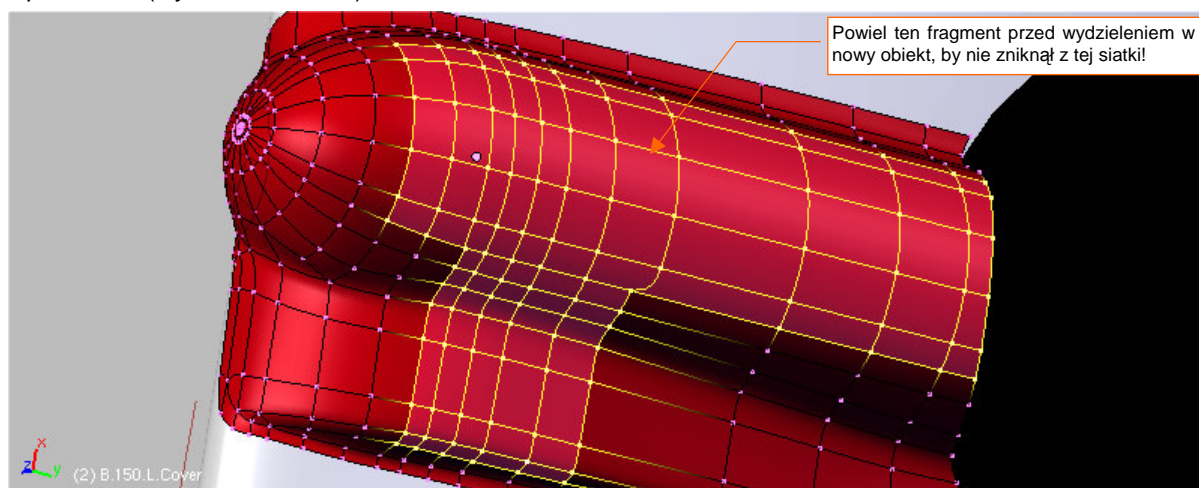
Rysunek 4.17.10 Formowanie krawędzi bocznej

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):



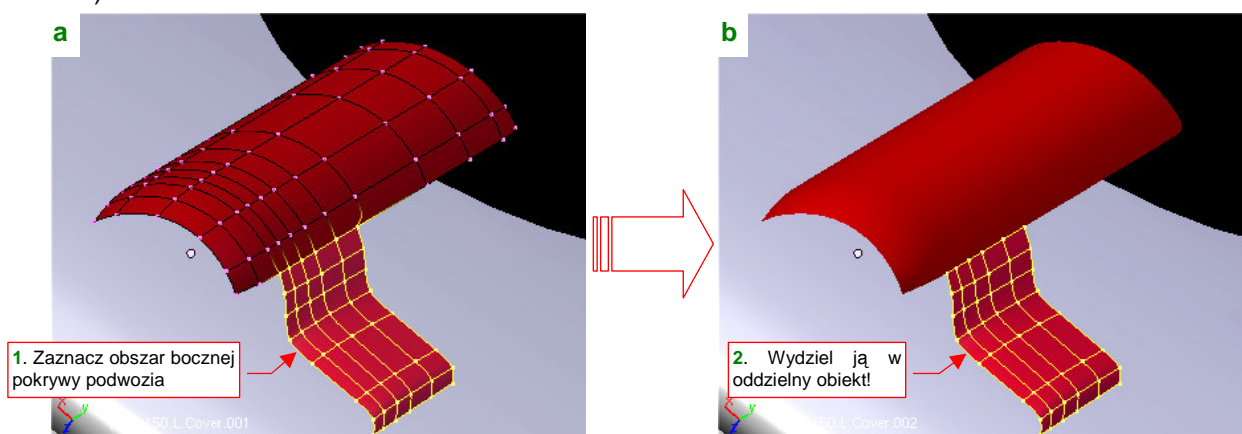
Rysunek 4.17.11 Nadanie powłoce ostatecznego kształtu

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

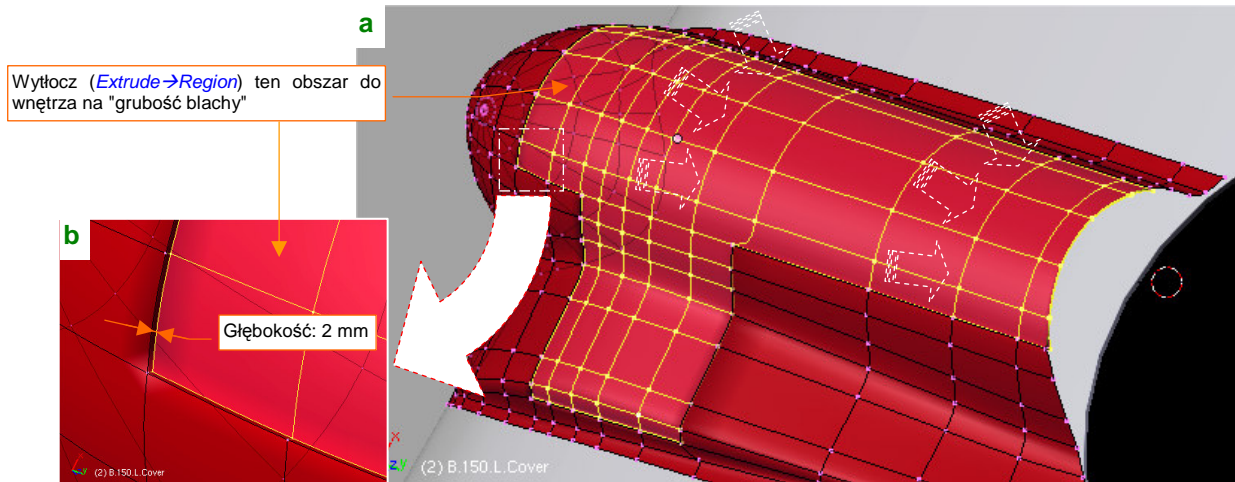
Skopij (**Shift-D**, *Duplicate*) ten fragment, a następnie wydziel go (**P**, *Separate*) w nowy obiekt (Rysunek 4.17.13a):



Rysunek 4.17.13 Podział pokrywy podwozia na dwie części (jak w prawdziwym P-40)

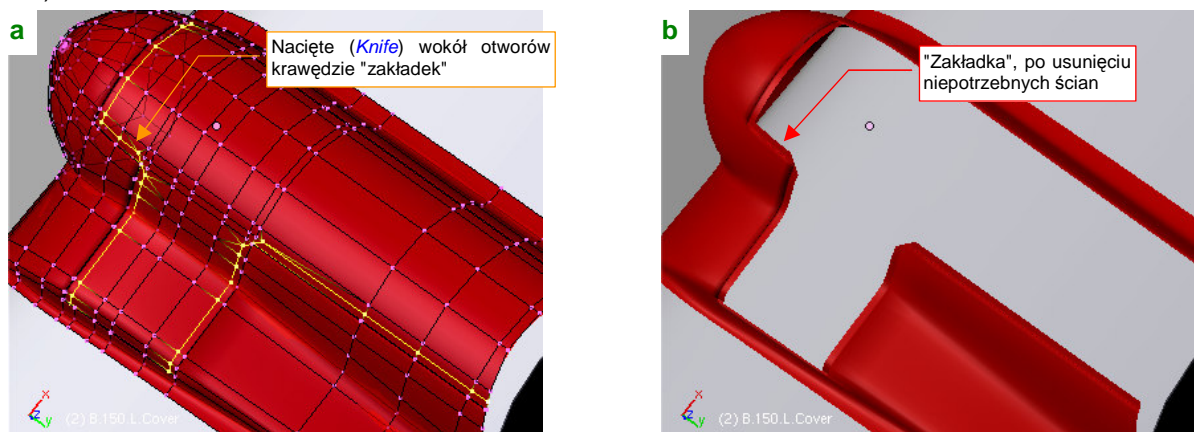
Z uzyskanej siatki wydziel w kolejny obiekt boczną pokrywę goleni podwozia (Rysunek 4.17.13b).

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):



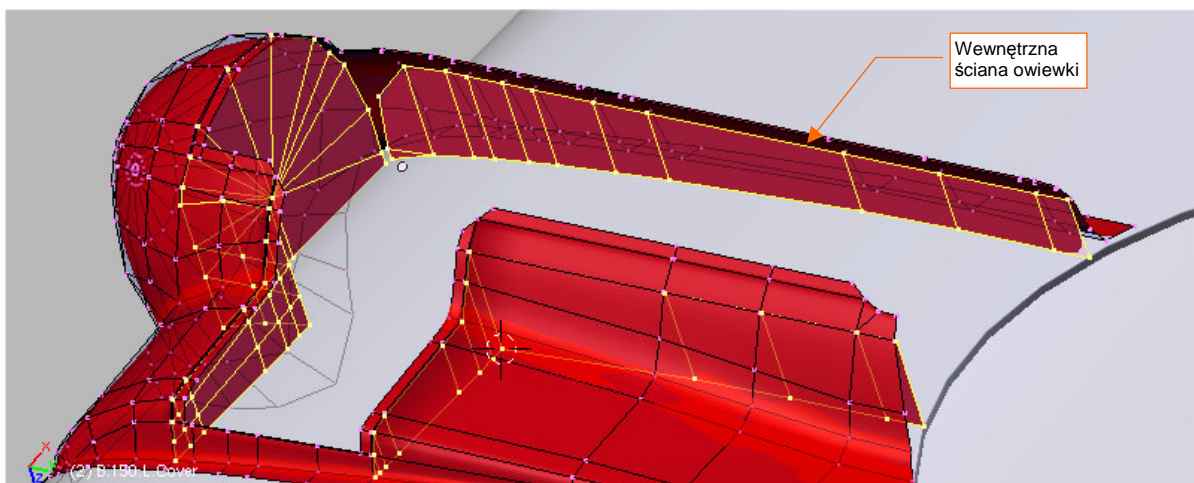
Rysunek 4.17.14 Wytłoczenie obszaru otworów owiewki

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):



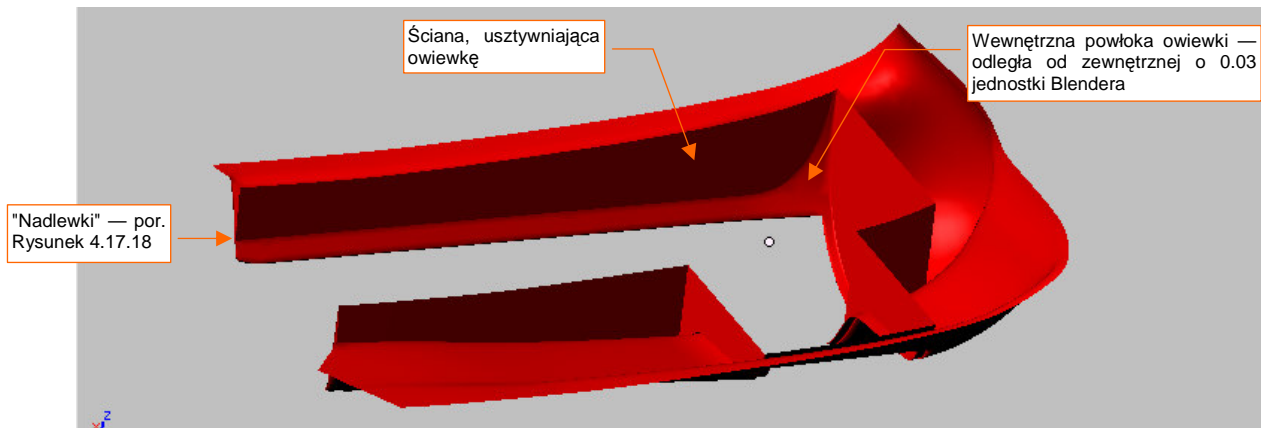
Rysunek 4.17.15 Wycięcie "zakładek" wzdłuż krawędzi otworów w owiewce podwozia.

Kierując się zdjęciami, wstaw teraz do owiewki wewnętrzne ściany (Rysunek 4.17.16):



Rysunek 4.17.16 Dodanie wewnętrznych ścian owiewki

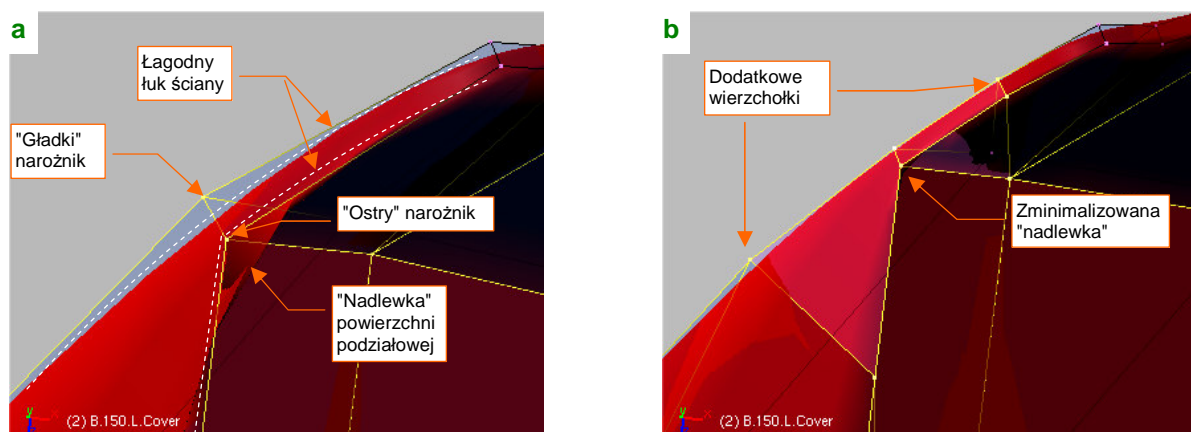
Na zdjęciach te "ściany" są wykonane w taki sam sposób jak inne wewnętrzne usztywnienia: kawałki perforowanej blachy. Perforacji na razie nie wykonamy, aby nie mnożyć niepotrzebnie wierzchołków modelu na tak drobny i mało widoczny szczegół¹. Ściany najprościej jest uzyskać przez skopiowanie odpowiednich 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) :

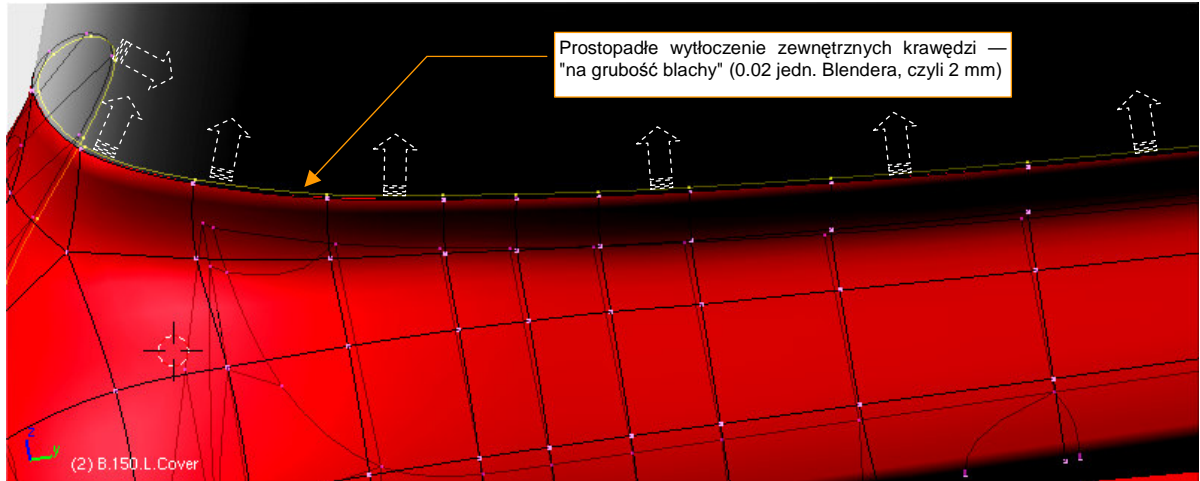


Rysunek 4.17.18 Częściowe rozwiązanie problemu "nadlewki" na ostrej krawędzi

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

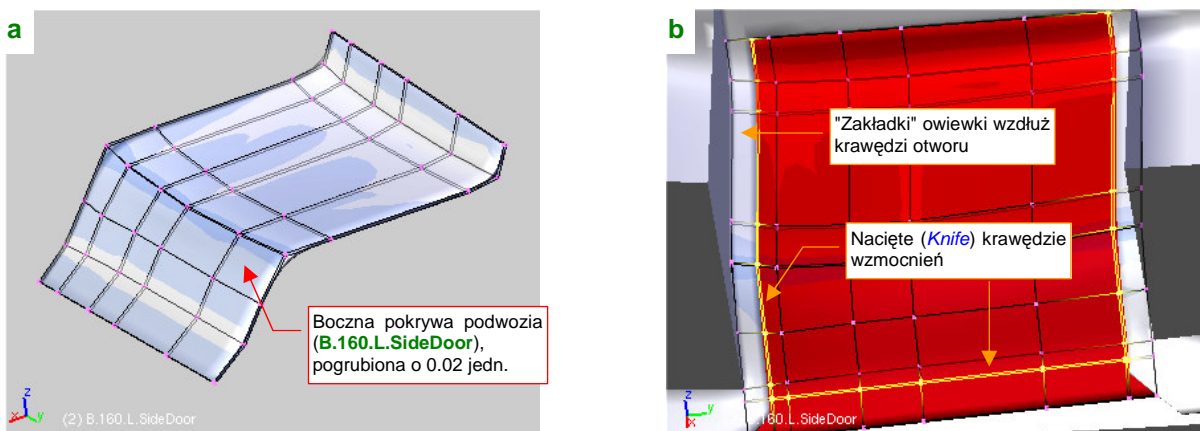
¹ W dalszych rozdziałach pokażę, jak wykonać je w sposób wymagający mniej pracy — jako tekstury.

— 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). Zaczniemy 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) :



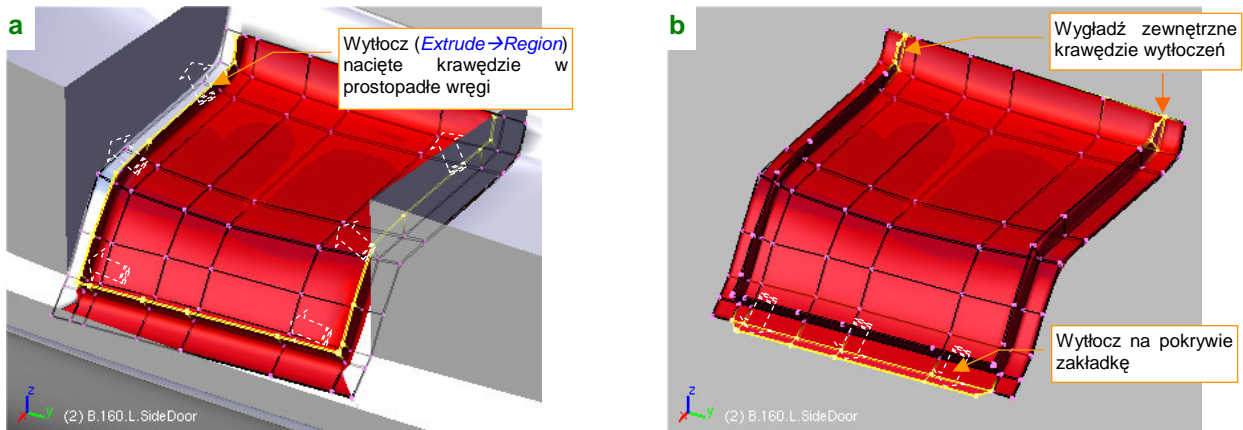
Rysunek 4.17.20 Formowanie bocznej pokrywy podwozia — cz. 1

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 wytlócz (*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*).

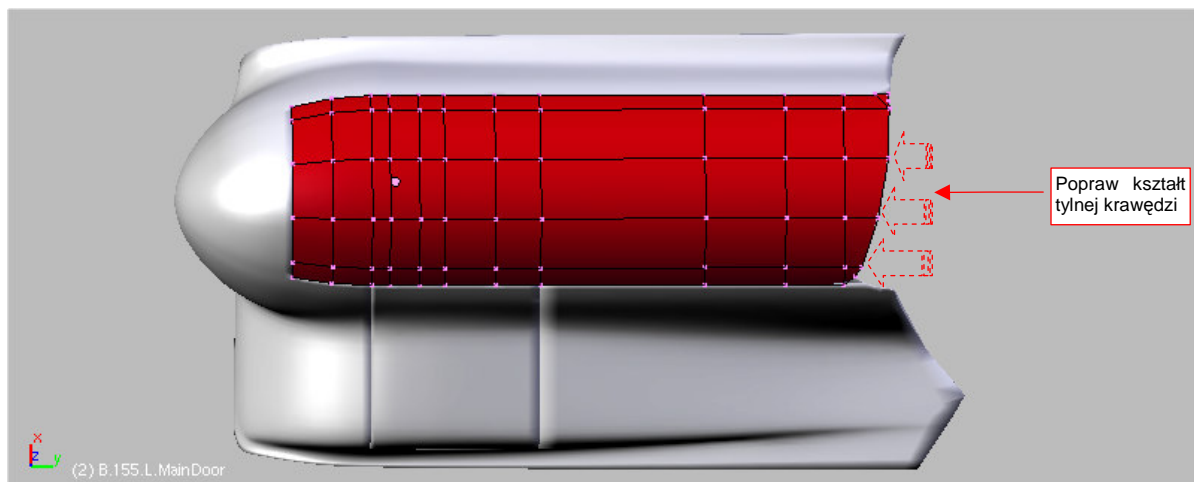
Na koniec wygładź "wolne" krawędzie wytlóczeń, aby nie miały "kanciastego" zakończenia (wystarczy przesunąć kilka wierzchołków w płaszczyźnie **XZ**) (Rysunek 4.17.21b). Ze zdjęć wynika, że boczna pokrywa podwozia wzdłuż jednej z krawędzi także miała "zakładkę", podobną do tych umieszczonych wzdłuż krawędzi 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).



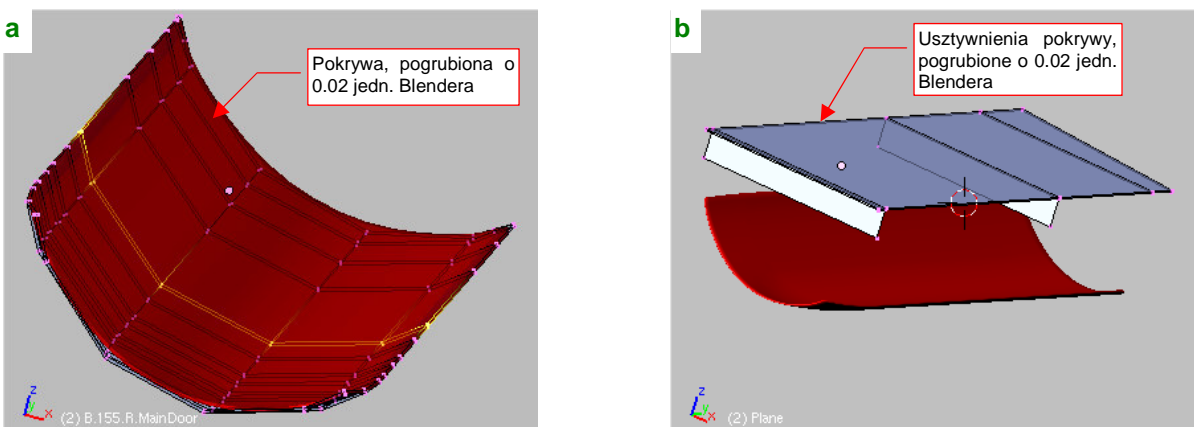
Rysunek 4.17.21 Formowanie bocznej pokrywy podwozia — cz. 2

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):

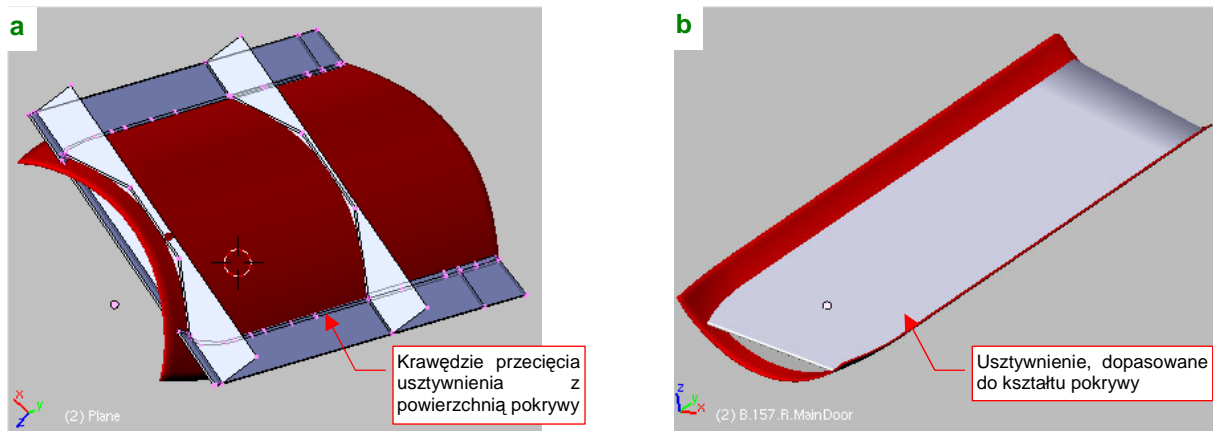


Rysunek 4.17.23 Główna pokrywa podwozia — formowanie wnętrza

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.

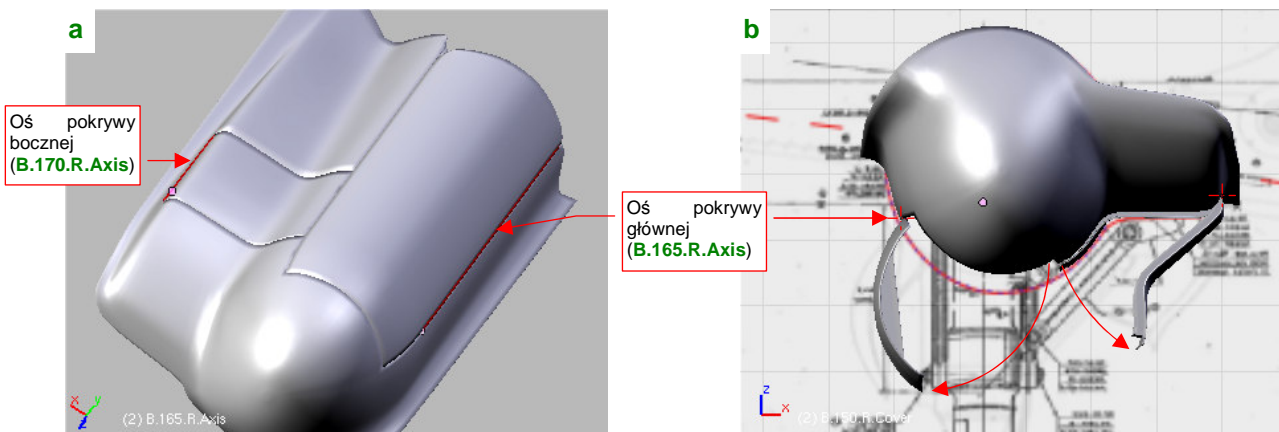
Po przygotowaniu "zgrubnych" kształtów wewnętrznych usztywnień, nasuń je na pokrywę i wyznacz (**Cross Section**) krawędzie przecięcia z jej powierzchnią (Rysunek 4.17.24a):



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.

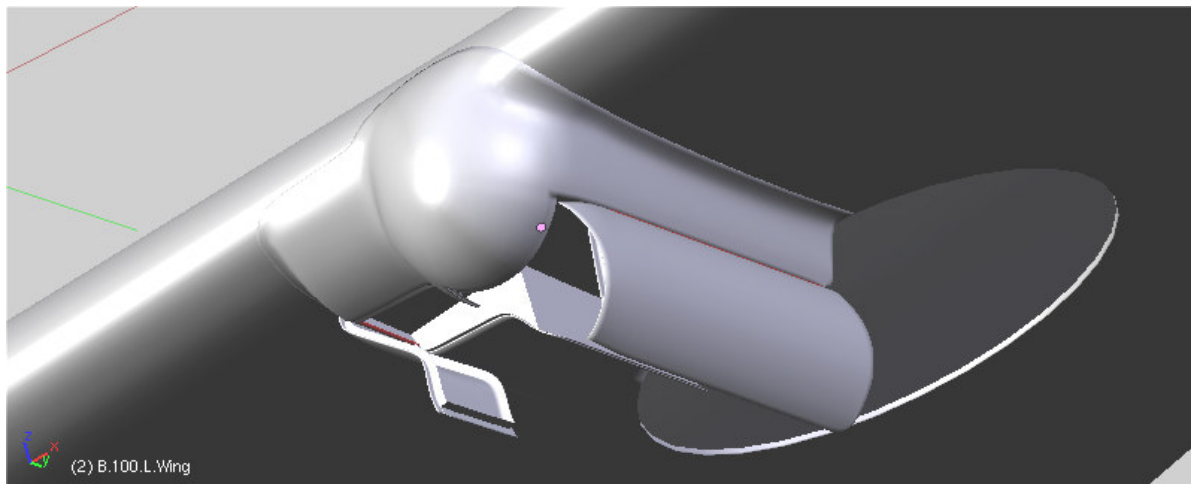
Pozostaje jeszcze dołączyć pokrywy podwozia do owiewki. Proponuję to zrobić za pomocą pomocniczych obiektów — osi. Tak się dodatkowo składa, że nie musimy ich ukrywać. W prawdziwej konstrukcji zawiasy pokryw były przymocowane do poszycia i miały kształt cylindra. Ich średnicę można szacować na podstawie 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.



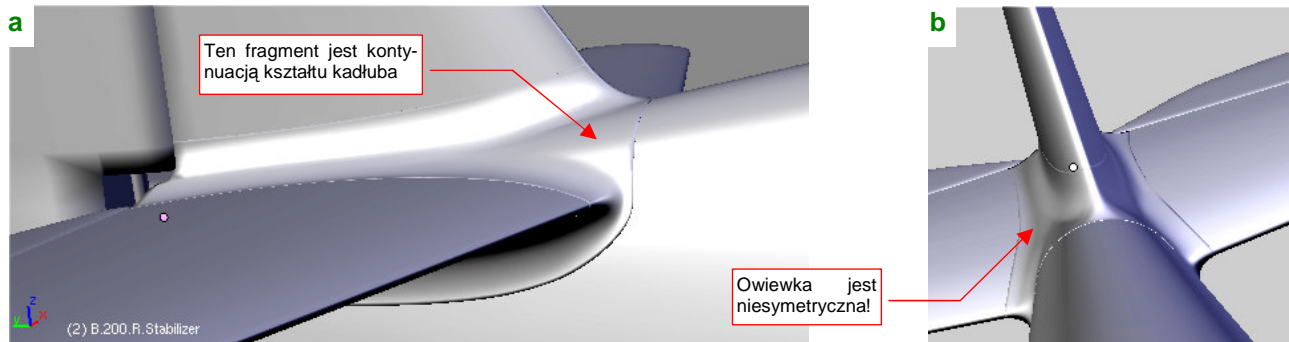
Rysunek 4.17.26 Gotowa owiewka podwozia

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.

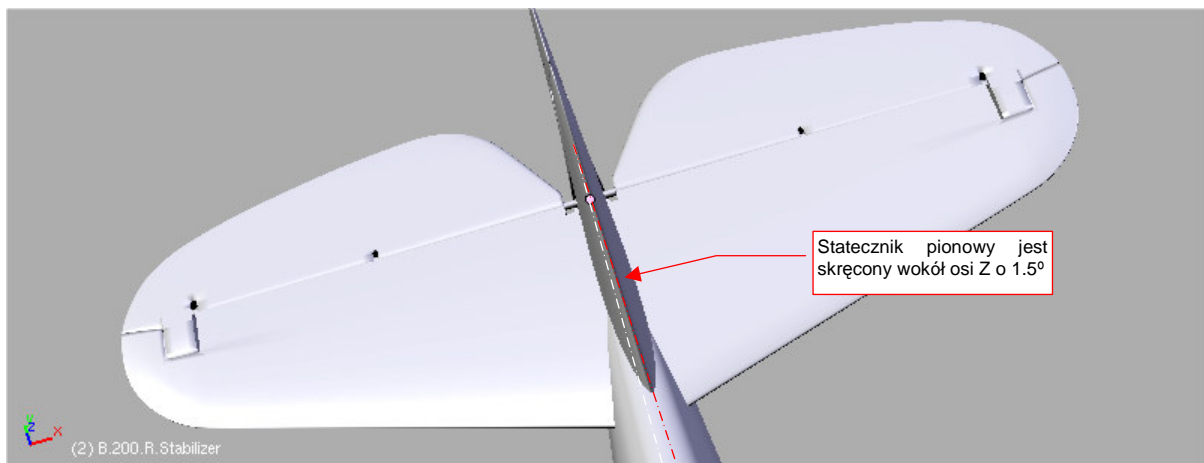
4.18 Oprofilowania połączenia kadłuba i usterzenia

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 prostokątnych stateczników, to jego przód musi być płynną kontynuacją grzbietu kadłuba:



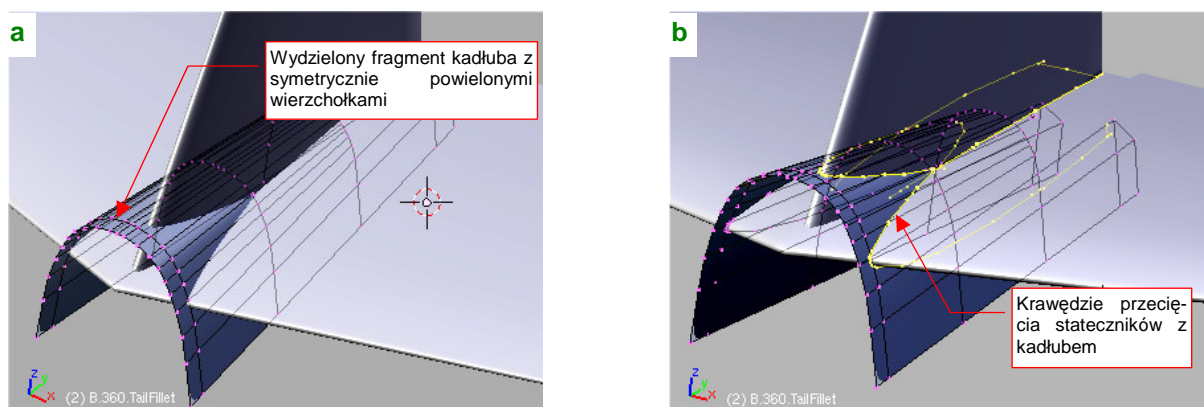
Rysunek 4.18.1 Oprofilowanie krawędzi stateczników i kadłuba

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

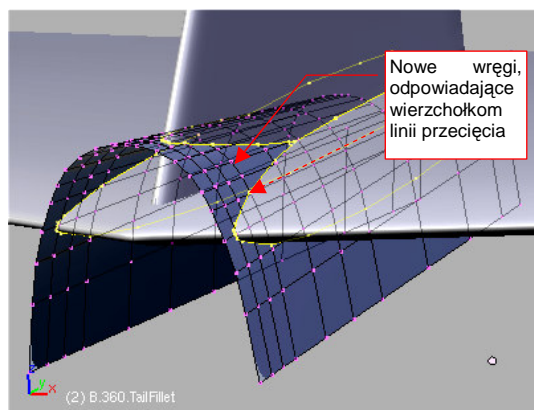
Początkową powłoką, którą zaczniemy przekształcać w owiewkę, jest górny tylny fragment kadłuba (Rysunek 4.18.3a). Skopiuj go (**Shift-D**, *Duplicate*) z oryginalnej siatki i wydziel (*Separate*) w oddzielny obiekt. Nadaj mu nazwę **B.360.TailFillet**. Stwórz także kopie (*Duplicate*) stateczników (to "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

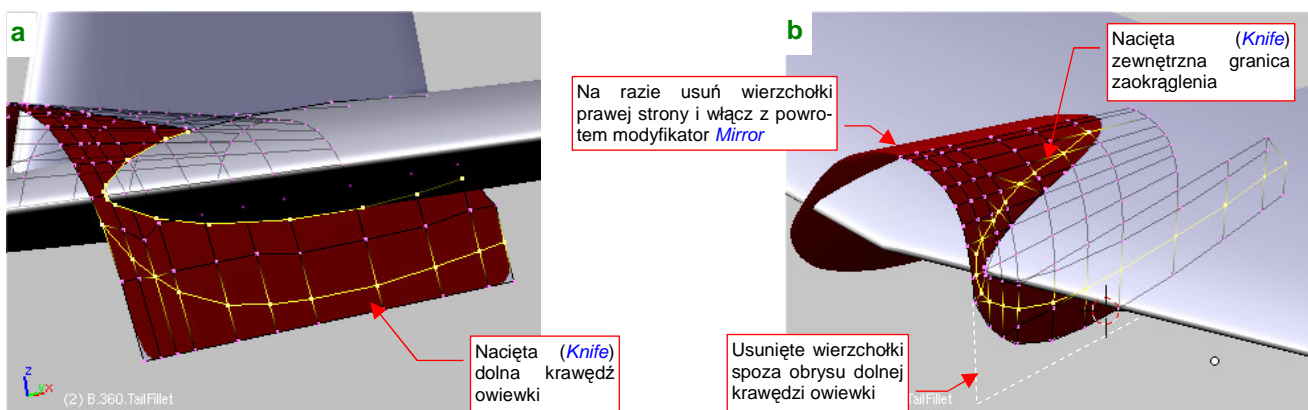
Aby wyznaczyć krawędzi przenikania stateczników i kadłuba, w siatce **B.360.TailFillet** i obydwu kopii stateczników "utrwal" modyfikatory *Mirror* (*Mirror:Apply* — Rysunek 4.18.3a pokazuje efekt). Teraz wyznacz (skrypcem *Cross Section*) linie przenikania stateczników i kadłuba (Rysunek 4.18.3b).

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).



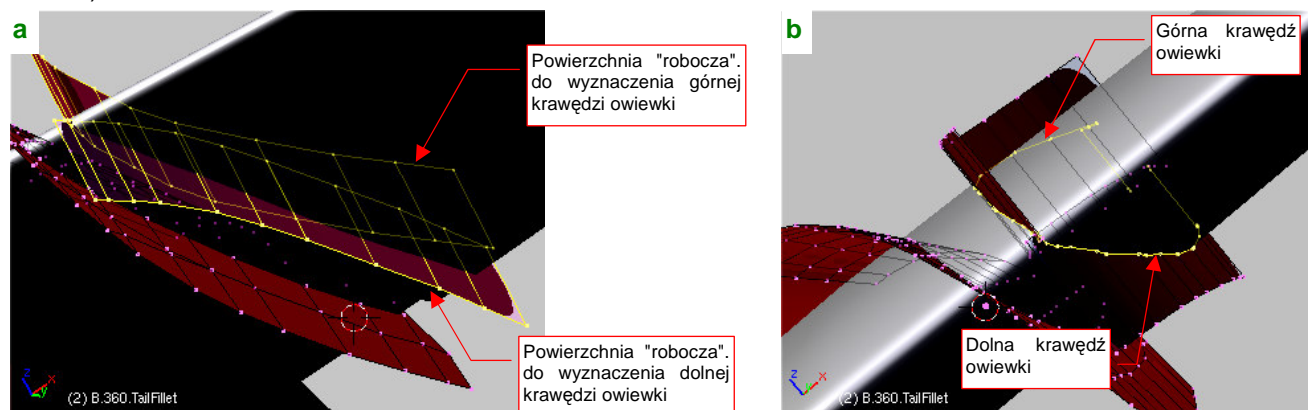
Rysunek 4.18.4 Zagęszczenie siatki powierzchni wyjściowej

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

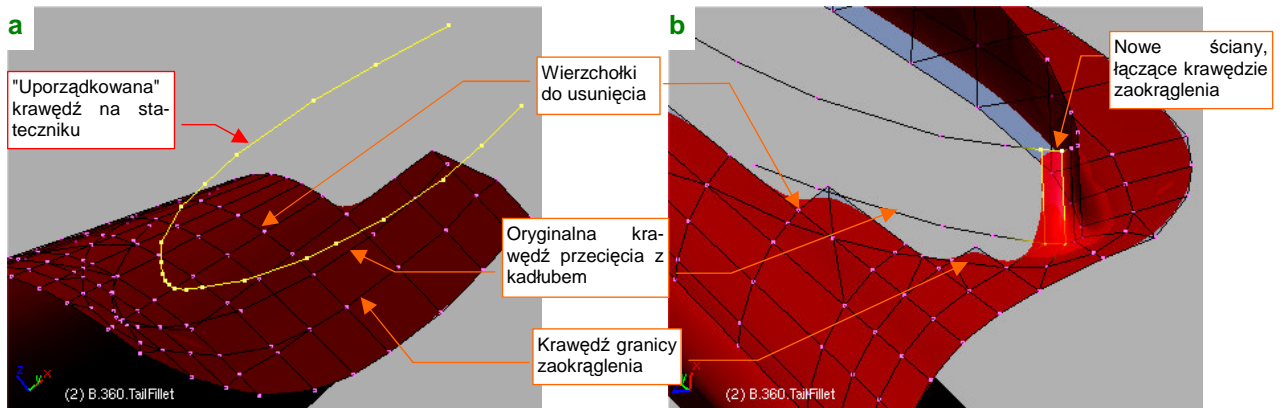
Natnij także na siatce kadłuba zewnętrzną granicę zaokrąglenia wokół statecznika (Rysunek 4.18.5b). Ta krawędź oprofilowania leży na powierzchni statecznika. Aby ją wyznaczyć, przygotuj dwie "robocze", pionowe powierzchnie, wygięte tak jak obrys krawędzi owiewki na górnej i dolnej powierzchni usterzenia (Rysunek 4.18.6a):



Rysunek 4.18.6 Wyznaczenie krawędzi owiewki na stateczniku poziomym

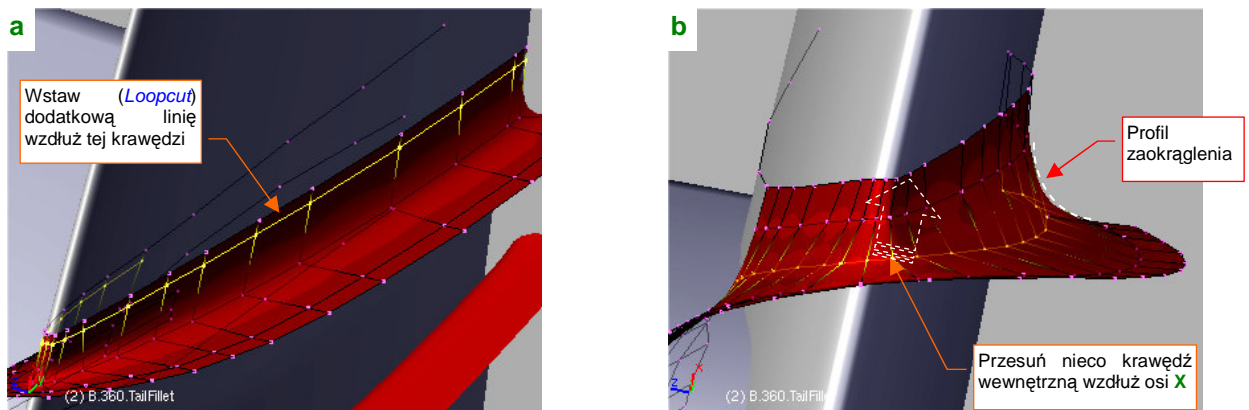
Wyznacz (skrypcem *Cross Section*) krawędzie przecięcia tych dwóch powierzchni ze statecznikiem (Rysunek 4.18.6b). Potem usuną już niepotrzebne powierzchnie "robocze".

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

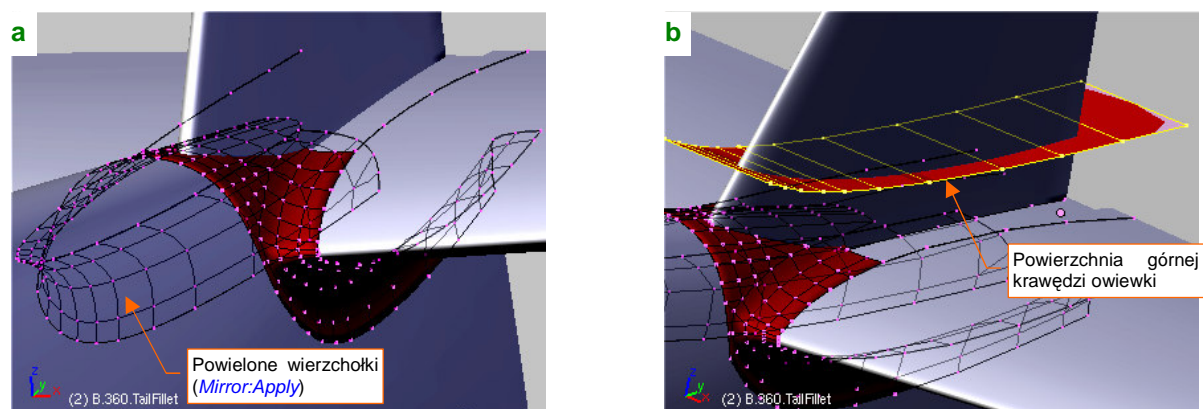
Usuń wierzchołki z wnętrza obszaru obramowanego krawędzią granicy zaokrąglenia statecznika poziomego. Na ich miejsce stwórz nowe ściany, w oparciu o trzy wyznaczone wcześniej krawędzie (Rysunek 4.18.7b). W ten sposób włączysz je w siatkę. Na koniec dodaj (*Loopcut*) dodatkową linię wzdłuż krawędzi na 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).

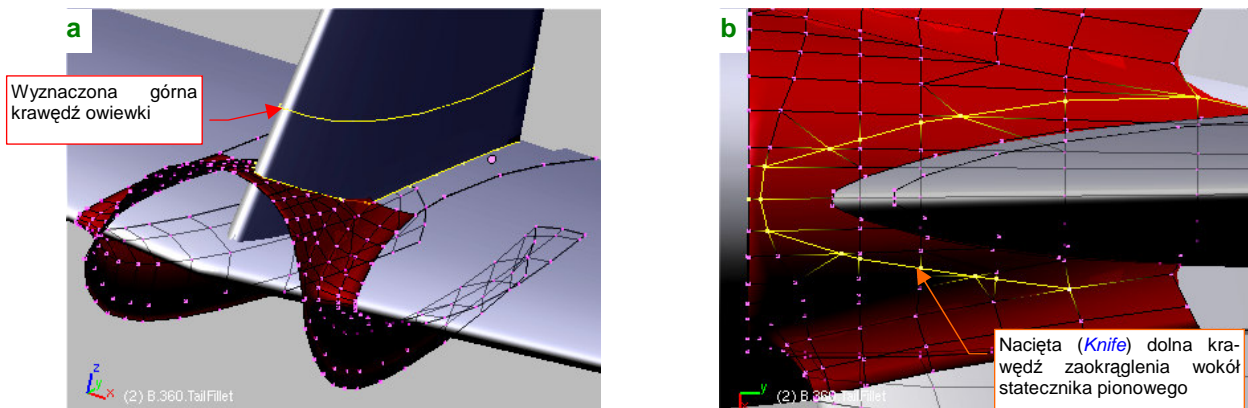
Podobną techniką wykonamy zaokrąglenie wokół usterzenia pionowego. Zaczynij od symetrycznego powielenia kształtu owiewki względem osi **X** (*Mirror:Apply*) (Rysunek 4.18.9a) :



Rysunek 4.18.9 Profilowanie zaokrąglenia wokół statecznika poziomego

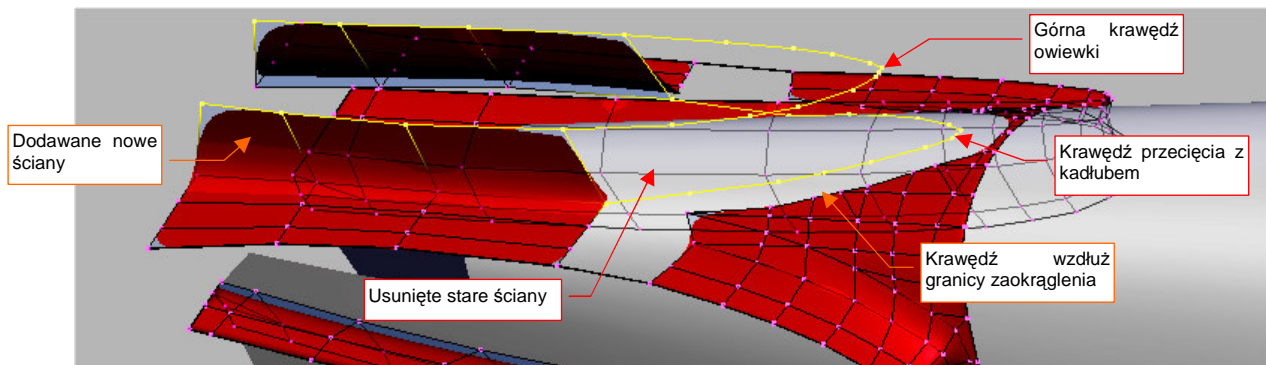
Powielenie symetrycznych wierzchołków jest już konieczne, bo statecznik poziomy jest umieszczony niesymetrycznie (str. 237). Pamiętaj, aby przed powieleniem wierzchołków owiewki do ostatniego szczegółu ukształtować zaokrąglenie wokół statecznika poziomego. Jeżeli o czymś zapomnisz, po powieleniu będziesz 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".



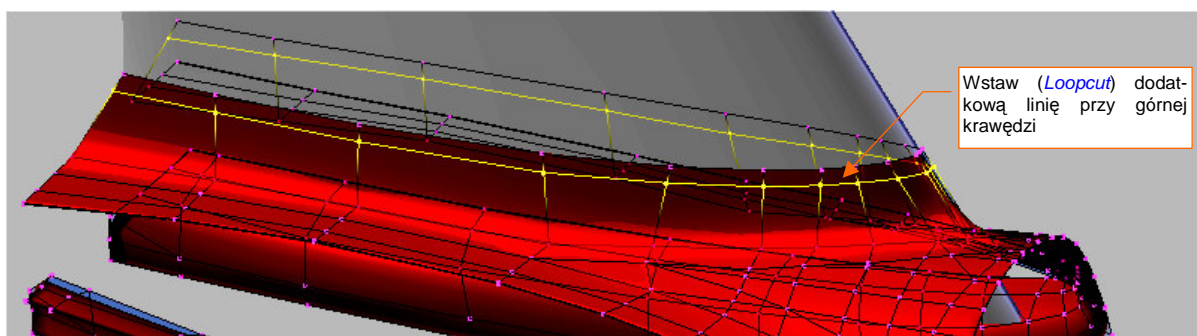
Rysunek 4.18.10 Budowanie krawędzi wokół statecznika pionowego

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):



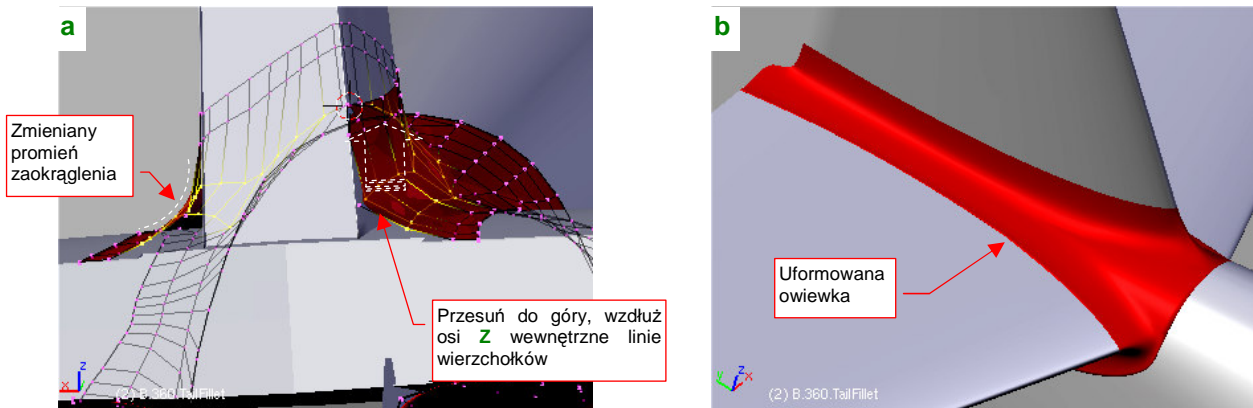
Rysunek 4.18.11 Budowanie nowych ścian wokół statecznika pionowego

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.

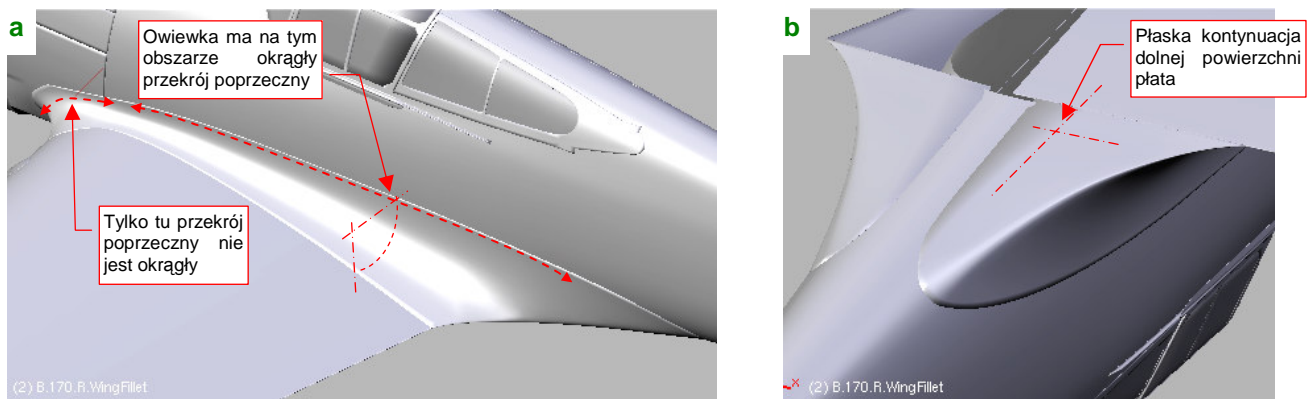
Podsumownie

- 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):

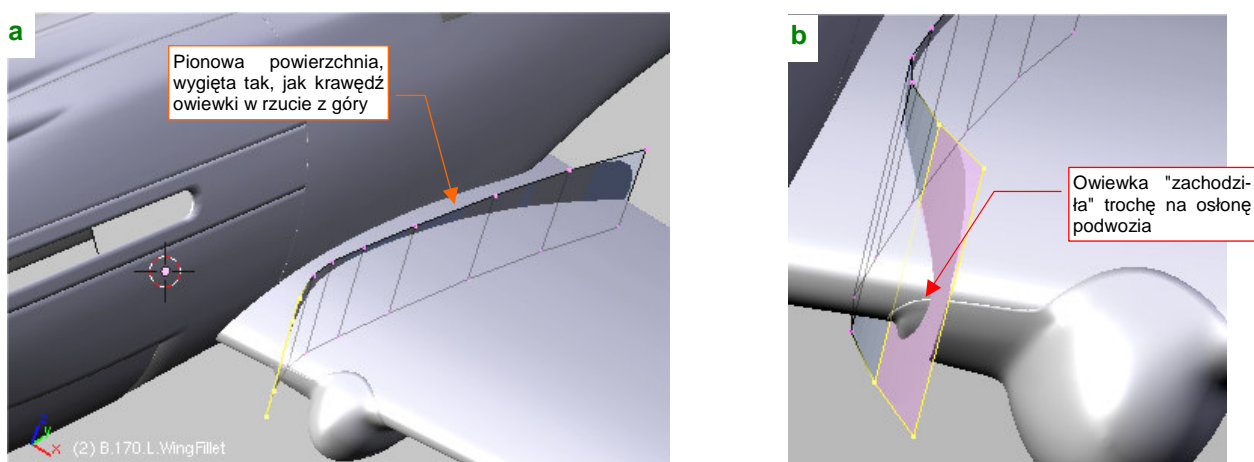


Rysunek 4.19.1 Owiewka połączenia skrzydła z kadłubem

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.

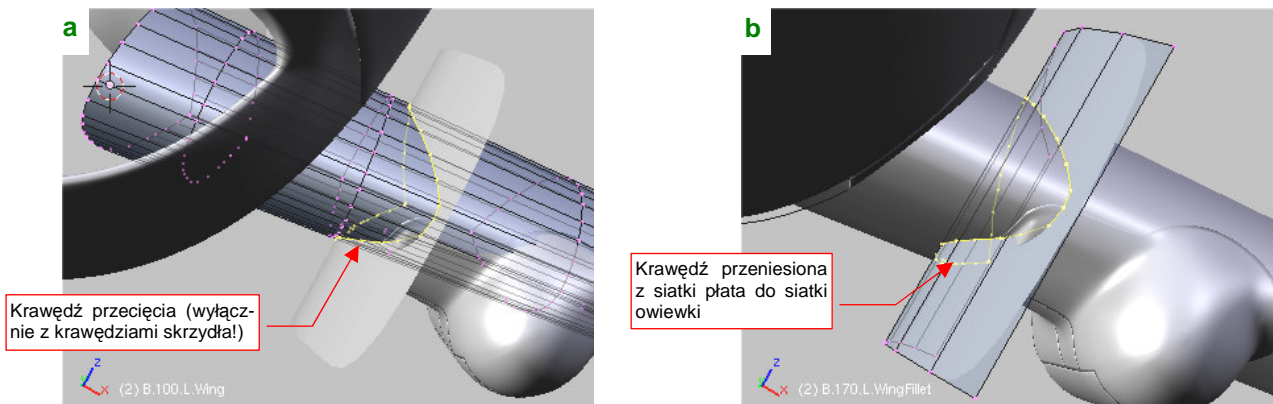
Zewnętrzną krawędź owiewki wyznaczamy tak, jak krawędzie w poprzedniej sekcji: stwórz pomocniczą powierzchnię, wygiętą tak, jak krawędź w rzucie z góry (Rysunek 4.19.2a).



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)

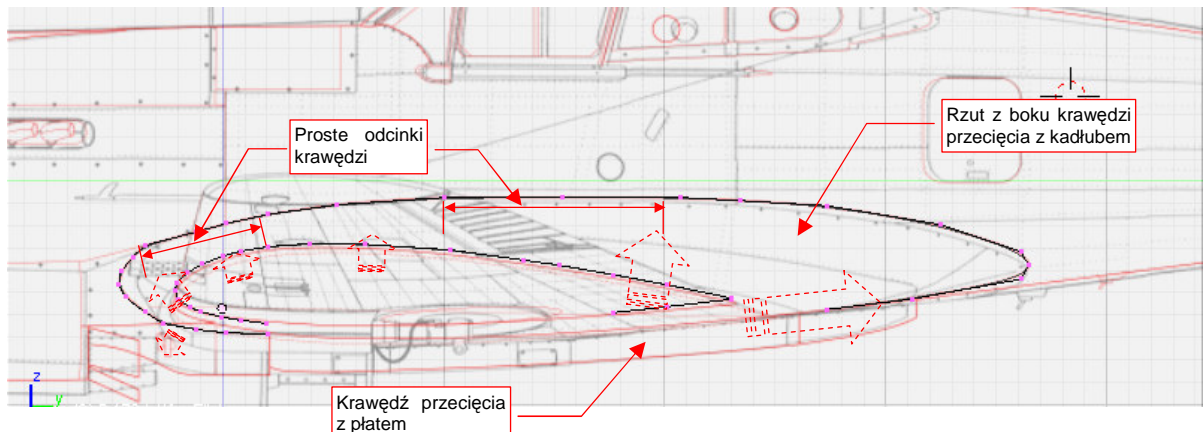
Zwróć uwagę, że krawędź owiewki "zachodziła" na krawędź owiewki goleni podwozia (Rysunek 4.19.2b). Siatka płata jest na tyle gęsta, że przecięcia jej krawędzi z powierzchnią pomocniczą w zupełności wystarczą do wyznaczenia konturu owiewki. Oznacza to, że opcjach skryptu *Cross Section* możesz wyłączyć *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

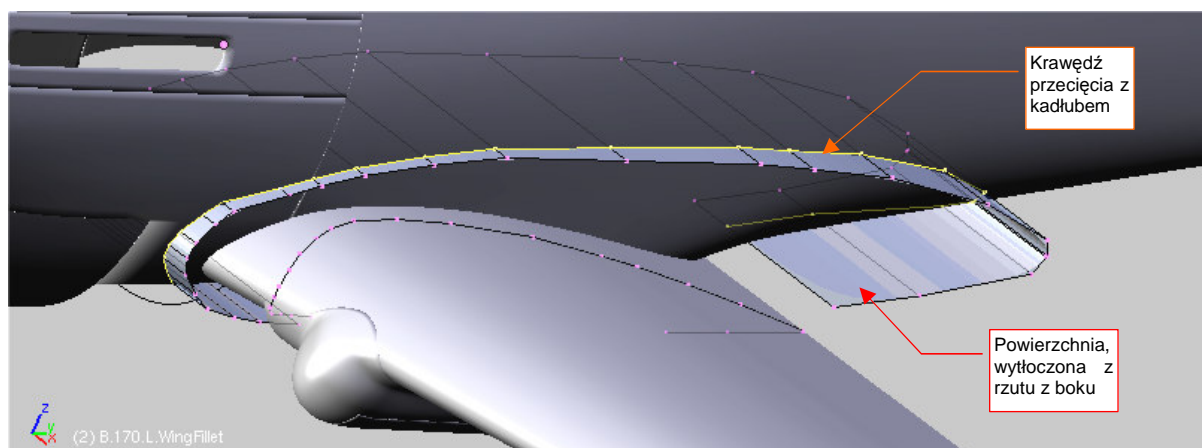
Aby przenieść tę linię do siatki przyszłej owiewki (**B.170.L.WingFillet**), wydziel ją (*Separate*) z siatki płata i włącz do siatki owiewki (Rysunek 4.19.3b).

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).



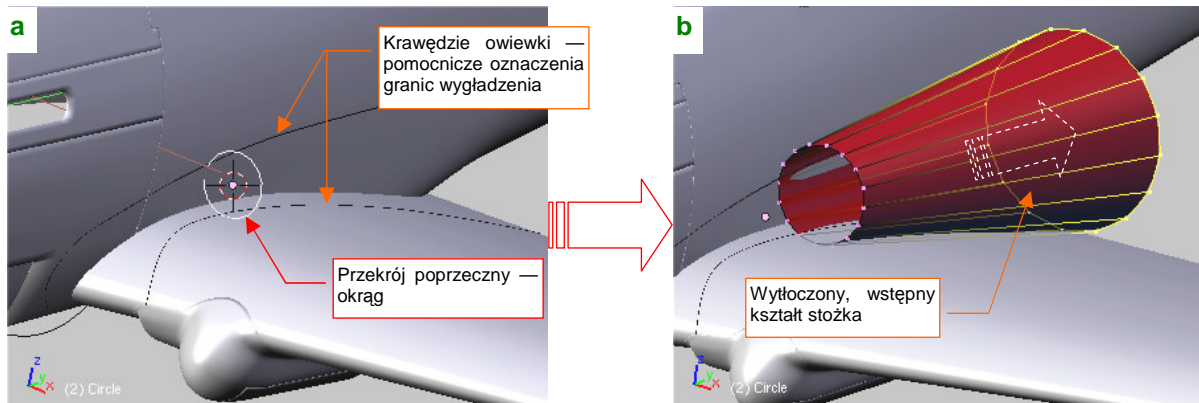
Rysunek 4.19.4 Uformowanie obrysu (rzutu z boku) drugiego krańca owiewki

Wyznaczoną krawędź wytłocz wzdłuż osi **X**, i wyznacz jej linię przecięcia z kadłubem (Rysunek 4.19.5):



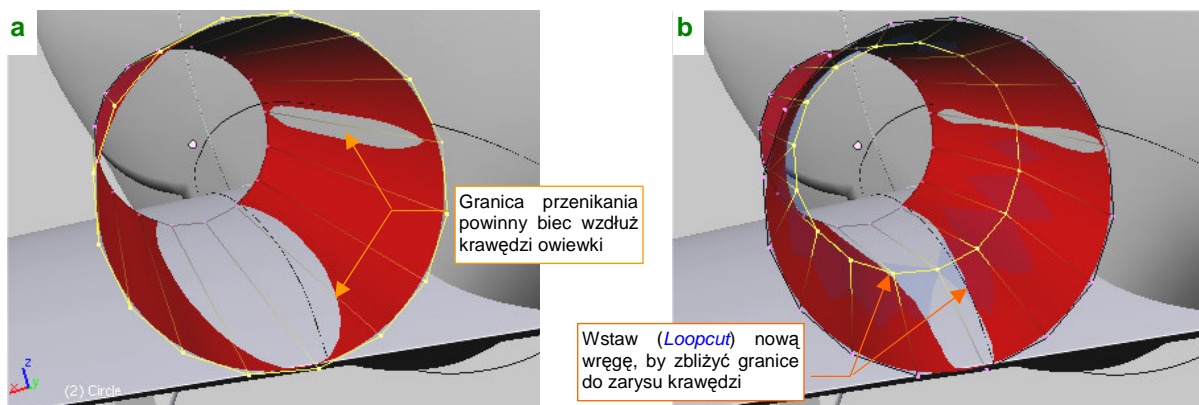
Rysunek 4.19.5 Wyznaczenie drugiej krawędzi owiewki

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) :



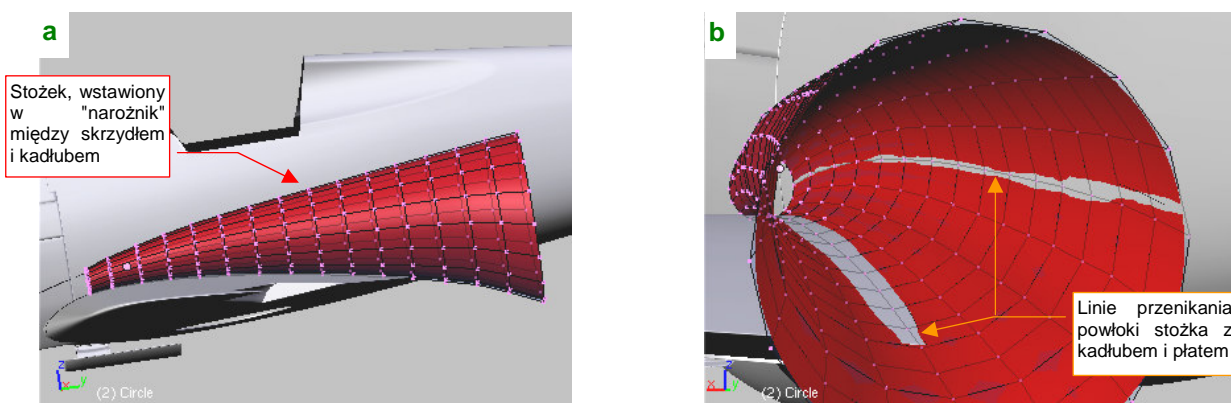
Rysunek 4.19.6 Początek formowania właściwej powłoki owiewki

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):



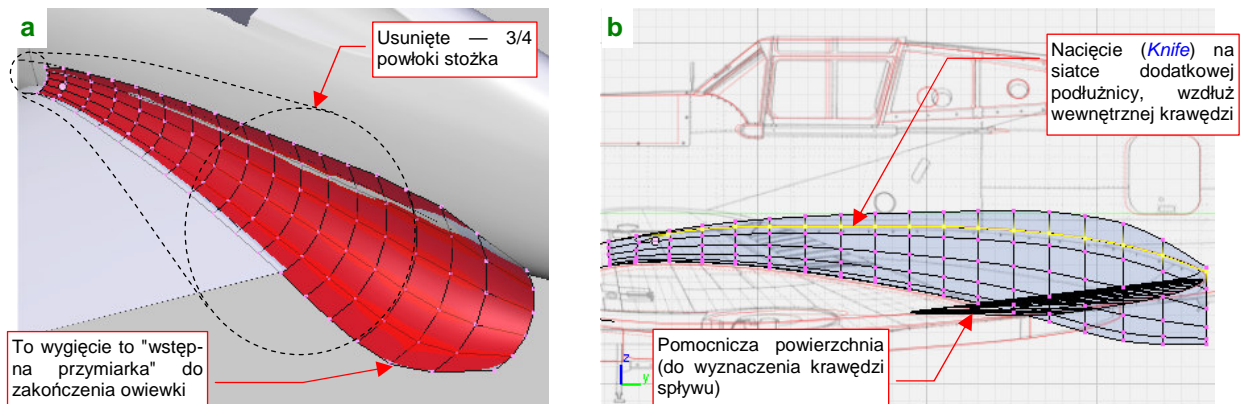
Rysunek 4.19.7 Zasada formowania stożka powłoki owiewki

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:



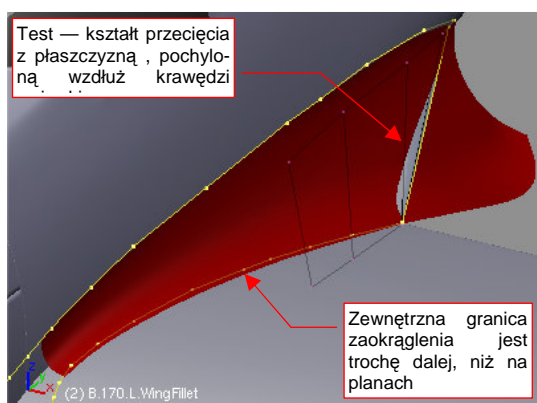
Rysunek 4.19.8 Gotowa powłoka stożkowa, dopasowana do kadłuba i płata

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.

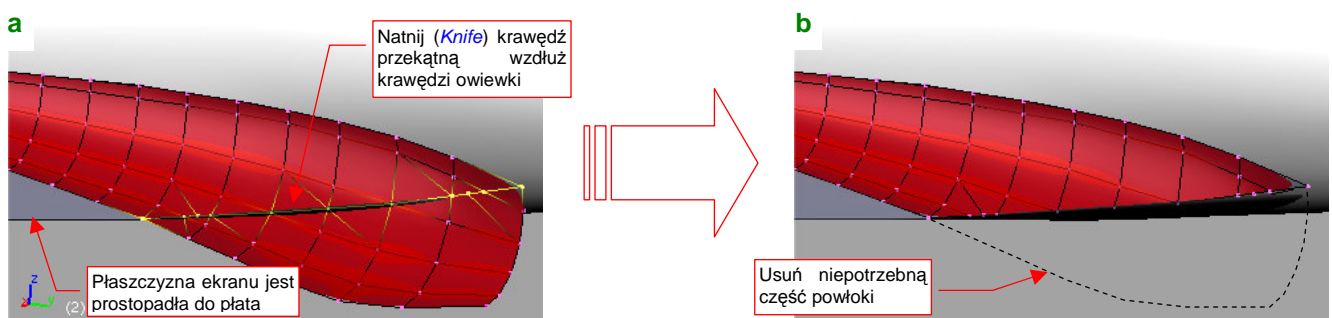


Rysunek 4.19.10 Powłoka owiewki i zarysy krawędzi

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.

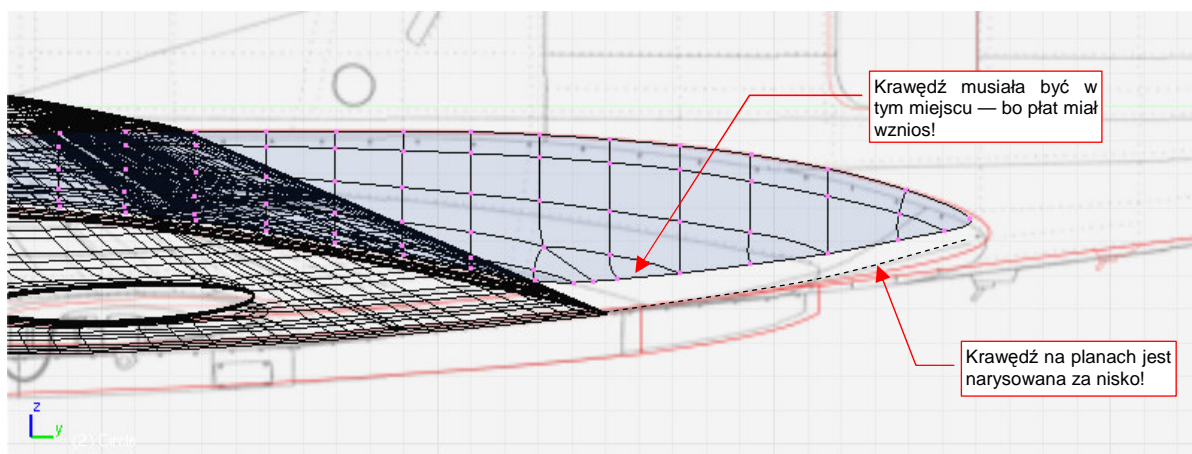
Następną czynnością jest odcięcie niepotrzebnej (w tej postaci!), dolnej części owiewki. Natnij (*Knife*) na siatce linię tam, gdzie oprofilowanie miało krawędź spływu (Rysunek 4.19.11a):



Rysunek 4.19.11 Usunięcie niepotrzebnej, dolnej części owiewki

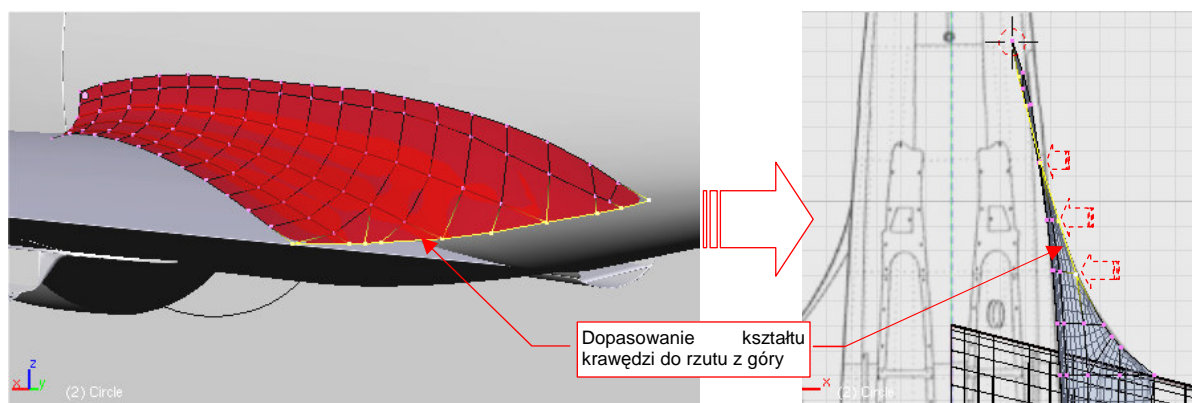
Usuń wierzchołki umieszczone poniżej naciętej linii (Rysunek 4.19.11b).

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!



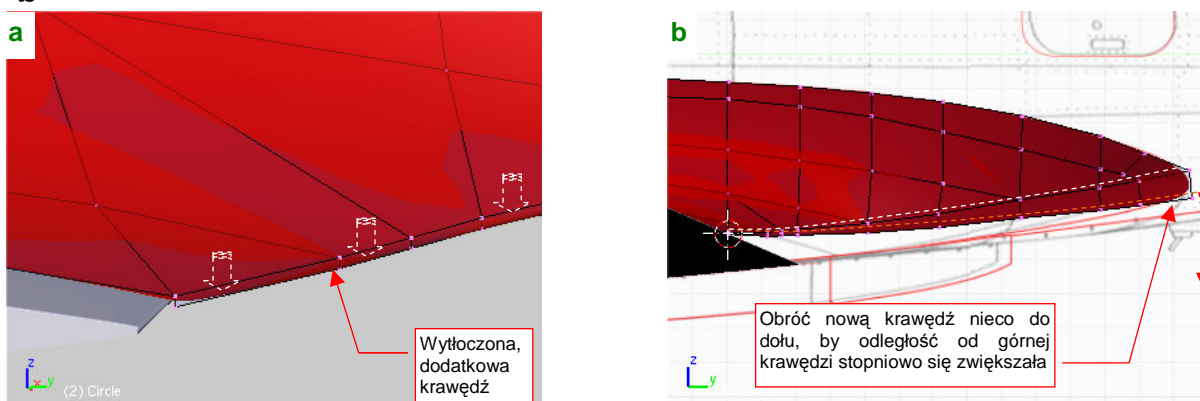
Rysunek 4.19.12 Porównanie położenia krawędzi owiewki z planami (M. Łukasika)

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):



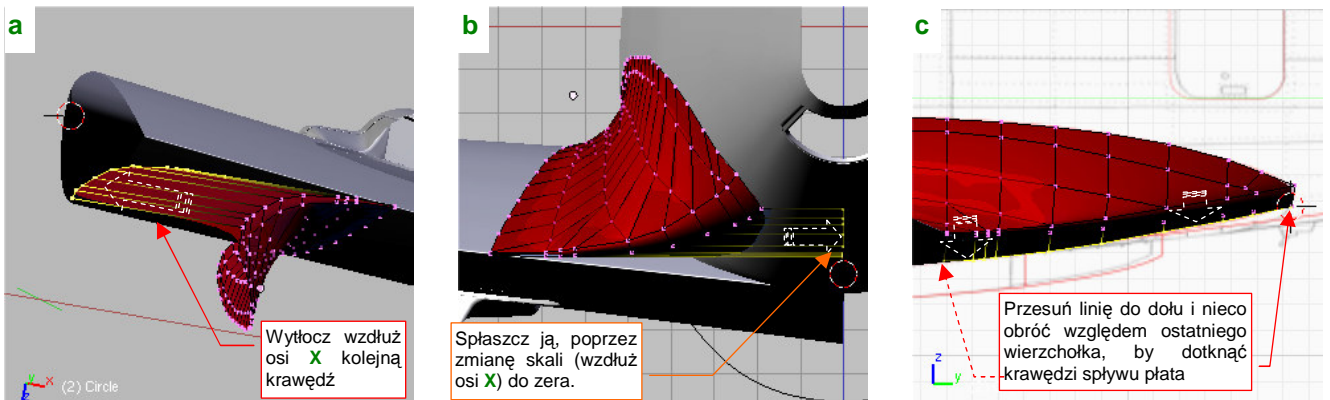
Rysunek 4.19.13 Drobne poprawki kształtu krawędzi

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:



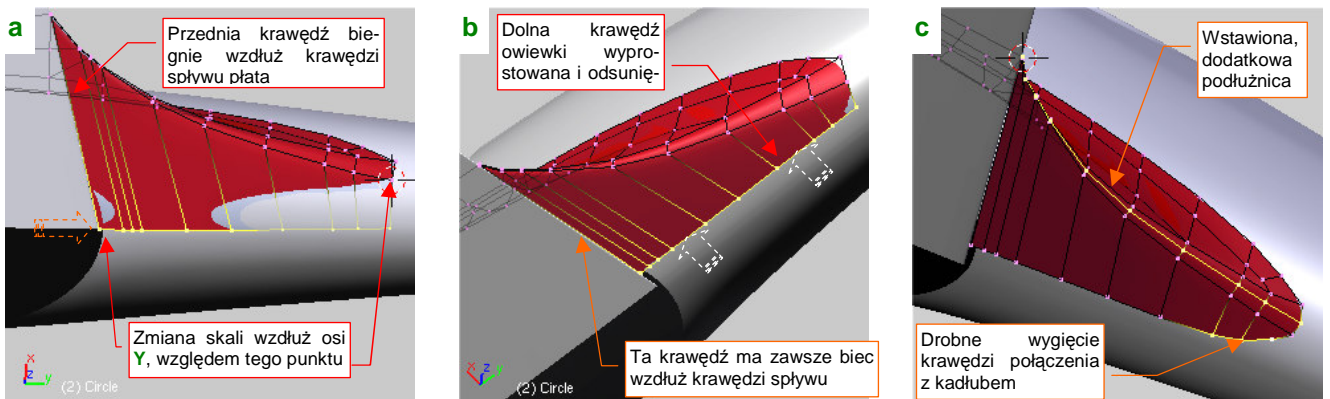
Rysunek 4.19.14 Wytłoczenie nowych ścian wzdłuż krawędzi

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) :



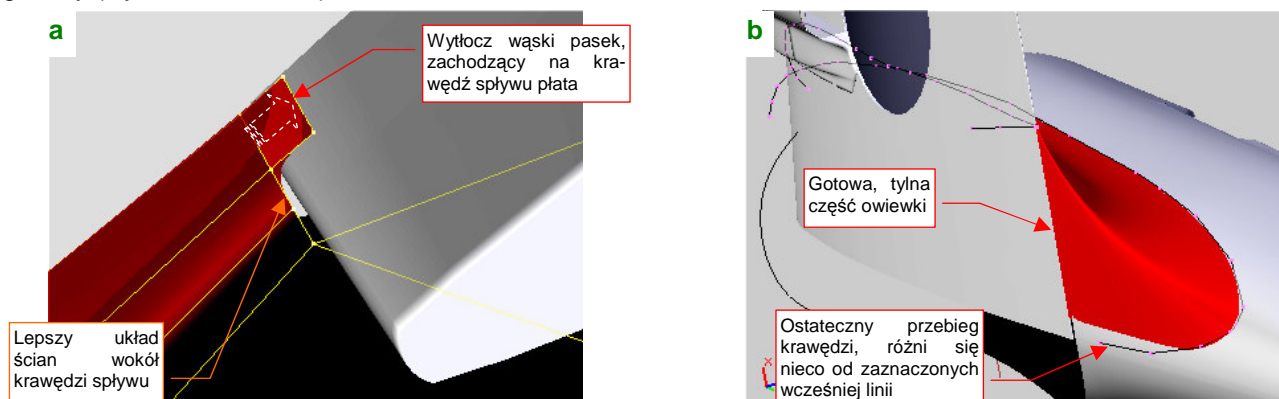
Rysunek 4.19.15 Formowanie spodu tylnej części owiewki (1)

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)

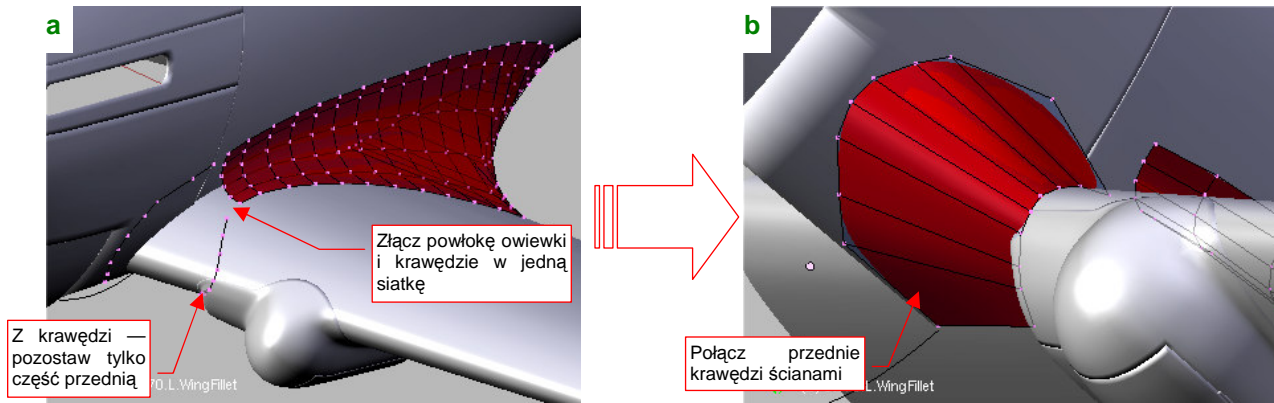
Aby zmniejszyć promień zaokrąglenia krawędzi splywu oprofilownia, wstaw (*Loopcut*) pomiędzy jej górną i dolną krawędź jeszcze jedną linię wierzchołków (Rysunek 4.19.16c). (Potem przesuń nieco linie sąsiednie do kadłuba, wzdłuż osi **X**). Popraw także wierzchołki przy końcu linii, wyginając krawędź 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)

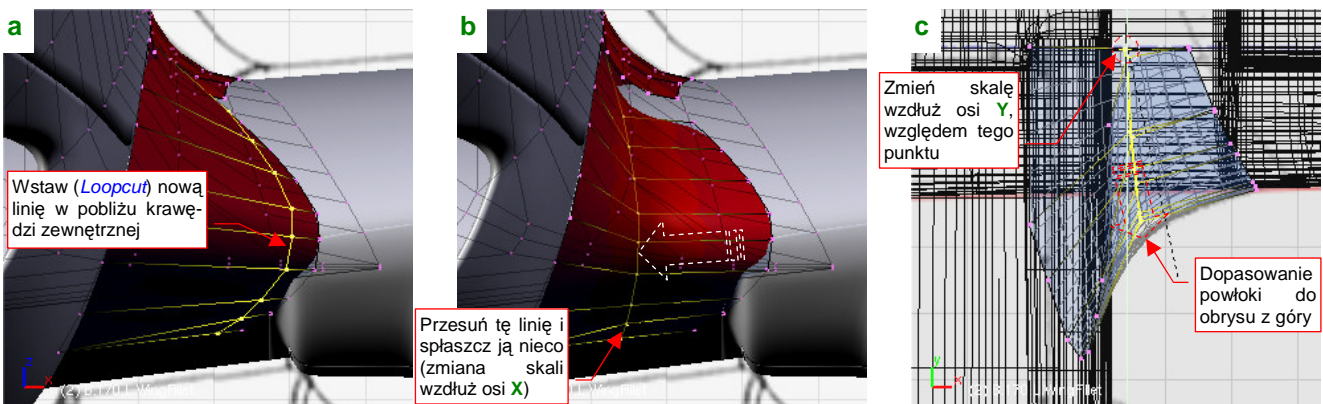
Uformowaliśmy w ten sposób gotową tylną część oprofilowania. Zwróć uwagę, że dolna krawędź jej połączenia z kadłubem biegnie inaczej niż założona (Rysunek 4.19.17b). Tym niemniej tak właśnie wyglądała na zdjęciach (fragment rzutu z boku, według którego uzyskaliśmy wzorcowy zarys, nie był dokładny).

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):



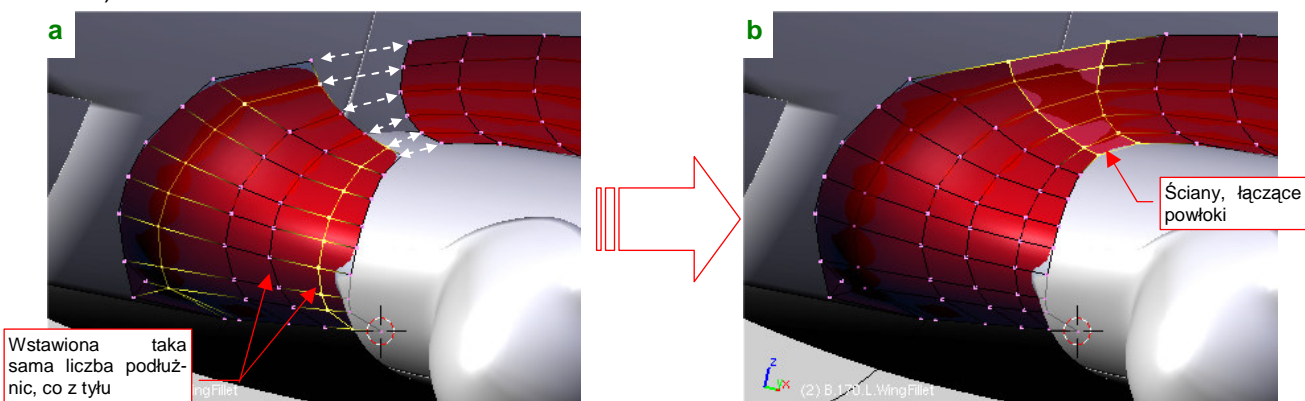
Rysunek 4.19.18 Formowanie przedniej części owiewki (1)

Zacznij "zaokrąglać" 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):



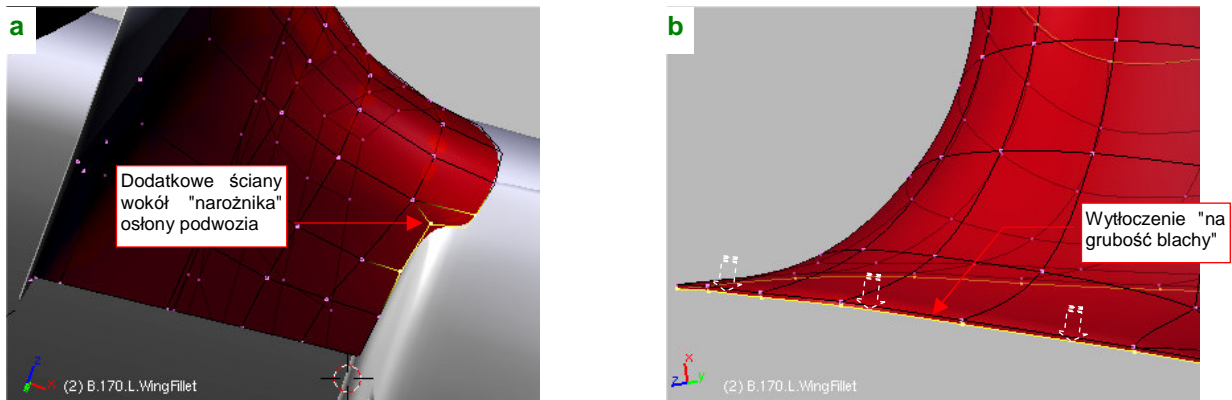
Rysunek 4.19.19 Wstawianie nowej linii wierzchołków w owiewkę

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

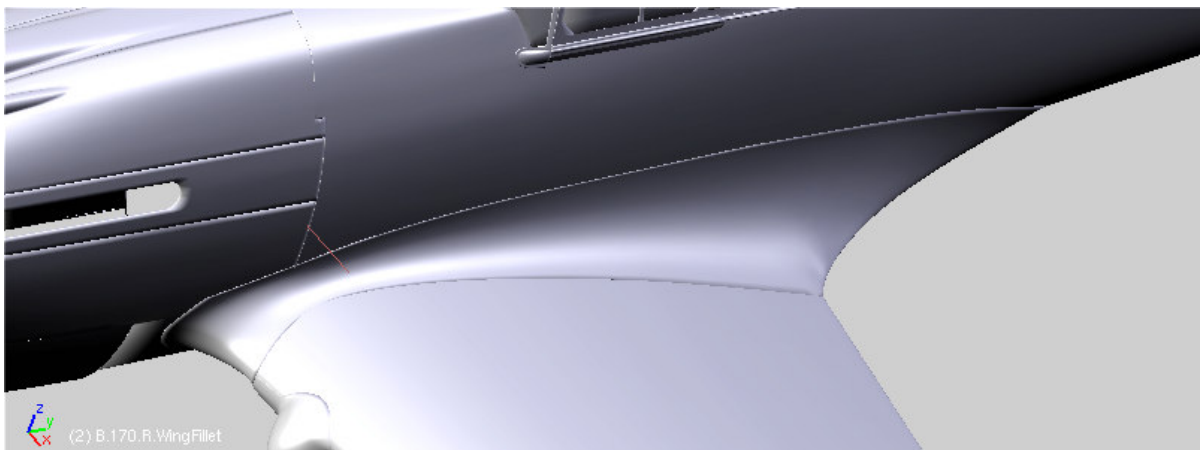
Pozostaje jeszcze wstawić dodatkowy wierzchołek w okolicy połączenia z owiewką goleni podwozia. Należy uformować w tym miejscu narożnik, aby krzywizna oprofilowania ułożyła się wokół wybruszenia owiewki (Rysunek 4.19.21a):



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

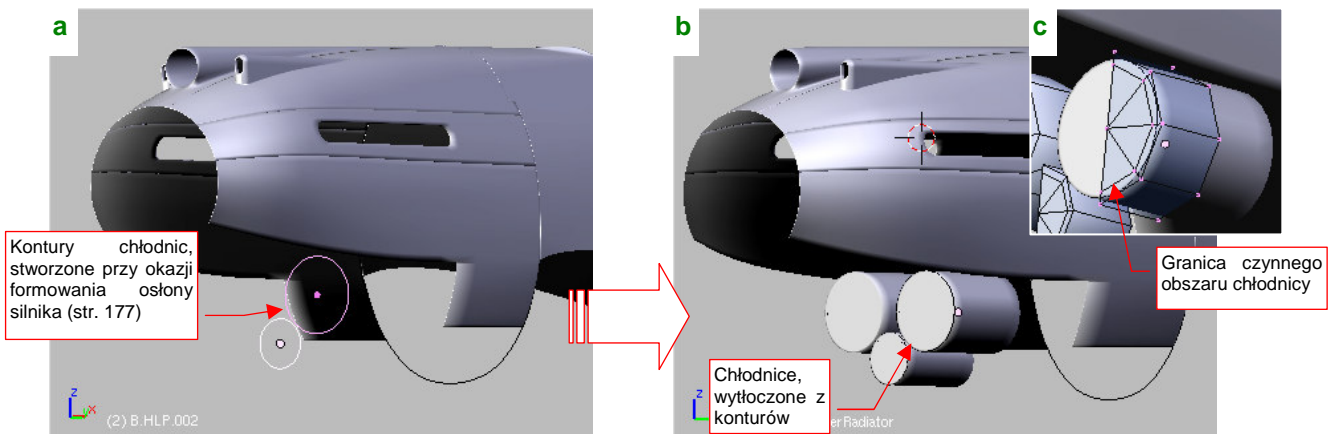
Podsumownie

- 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.

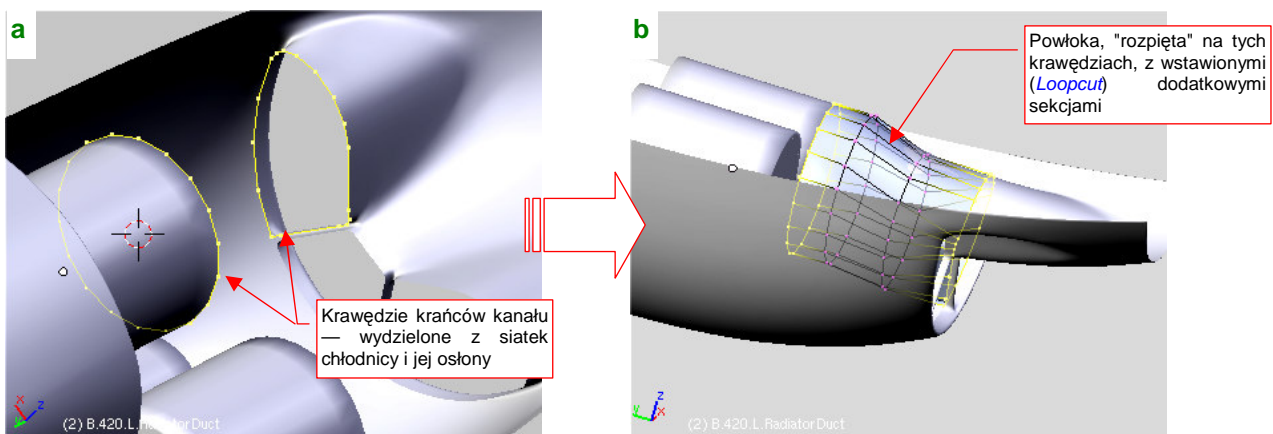
Zacznijmy od chłodnic cieczy. W P-40 widać było ich powierzchnie czołowe w głębi kanałów wlotowych. Warto więc je zamodelować, aby model oglądany z przodu nie straszył nierealistyczną dziurą. Z rysunków fabrycznych i zdjęć wynika, że chłodnice wszystkich wersji z silnikiem Allison miały prosty, cylindryczny 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

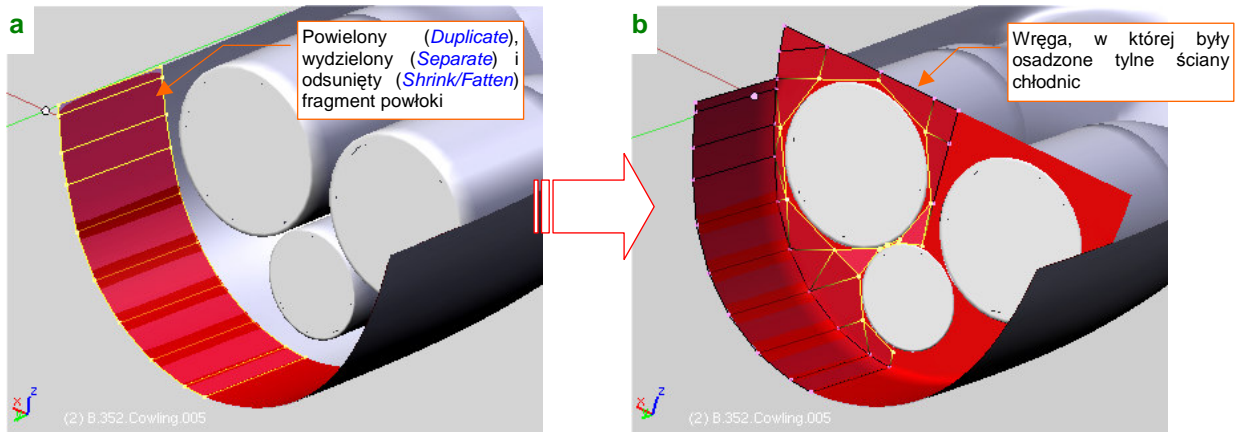
Utwórz nowy, zamknięty cylinder o średnicy odpowiadającej jednemu z okręgów. Powinien składać się z 8 wierzchołków. Włącz jego wygładzenie (*Subsurf*), aby przypominał walec. Chłodnice cieczy i glikolu różniły się tylko rozmiarem. Utwórz pozostałe chłodnice, stosując tę samą siatkę (*Duplicate Linked*) — (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. Zaczynj 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):



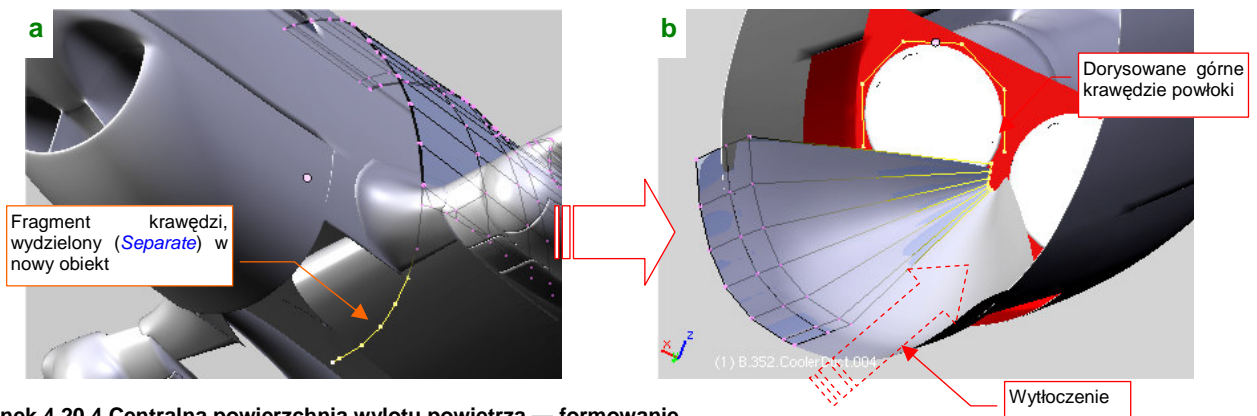
Rysunek 4.20.2 Kanał doprowadzający powietrze do chłodnic

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):



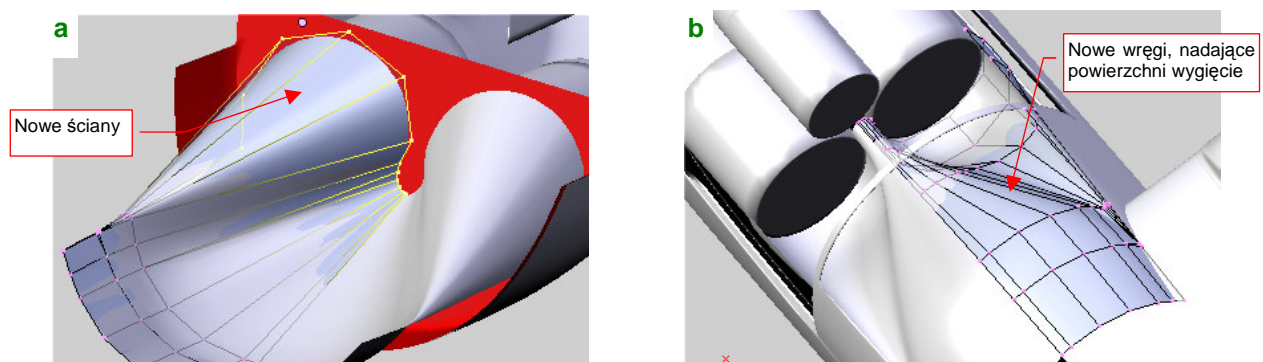
Rysunek 4.20.3 Wewnętrzna powierzchnia wylotu powietrza z chłodziń cieczonej

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

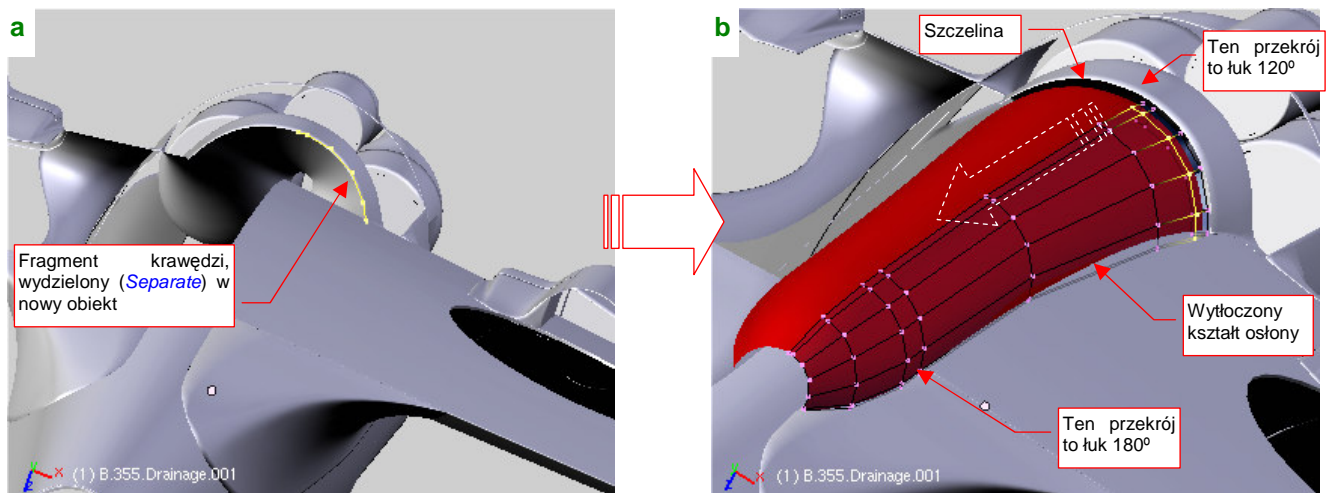
Następnie wytłocz z tej krawędzi powierzchnię i zmień ją w coś w rodzaju stożka (Rysunek 4.20.4b). Dodaj także nową linię wierzchołków: fragment okręgu, otaczającego chłodziń glikolu. Połącz ją z resztą siatki ścianami, tworząc coś w rodzaju drugiego stożka (Rysunek 4.20.5a):



Rysunek 4.20.5 Centralna powierzchnia wylotu powietrza — formowanie

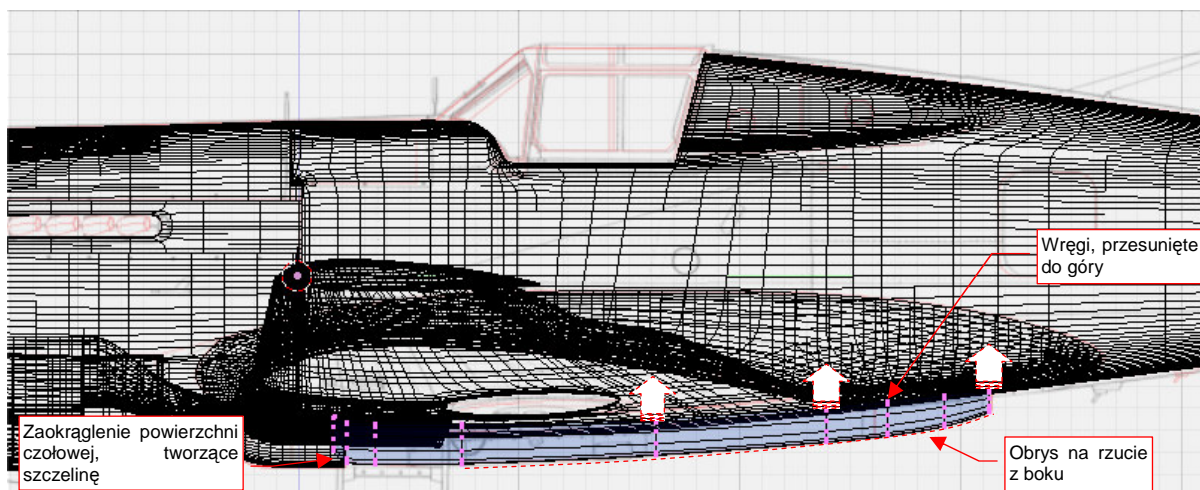
Na koniec wstaw (*Loopcut*) w siatkę kolejną wręgę, nadając jej właściwą krzywiznę (Rysunek 4.20.5b).

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).



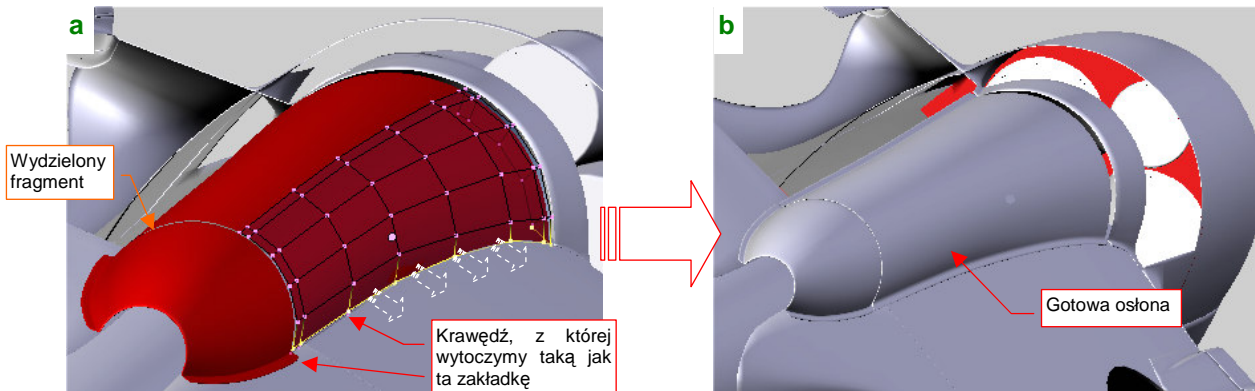
Rysunek 4.20.7 Dopasowanie osłony do danego konturu

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 połówkę płata. Bez tej osłony wyglądałoby to brzydko...

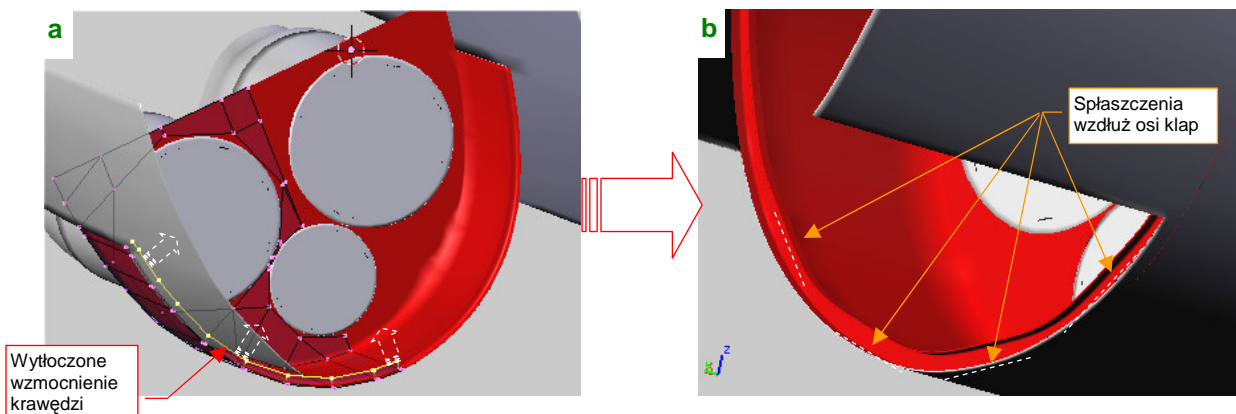
² Pojęcia nie mam, do czego ta szczelina służyła. Występowała już na P-36. Na zdjęciach widać, że kryją się w niej wyloty jakichś kilku małych rurek, nieznanego przeznaczenia.

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):



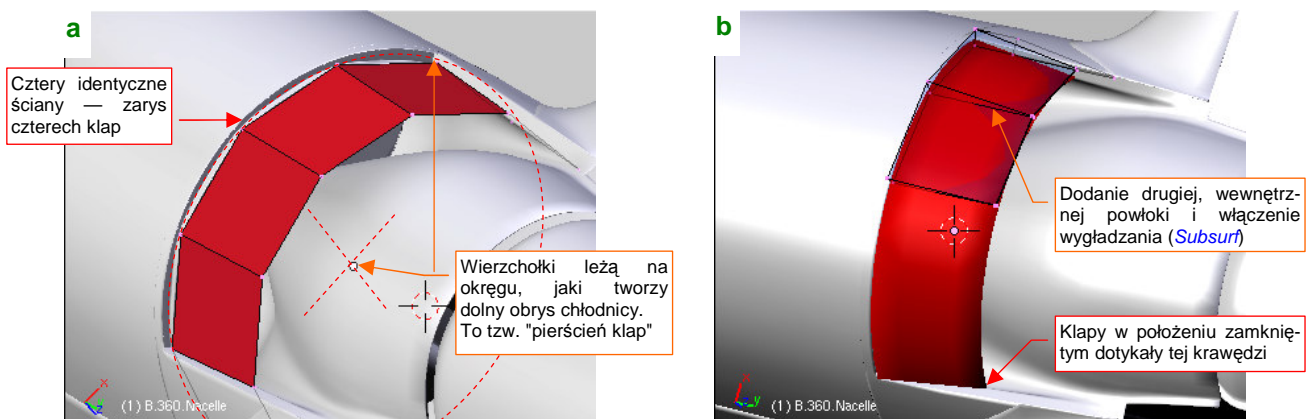
Rysunek 4.20.8 Podział osłony i wytłoczenie bocznej "zakładki"

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

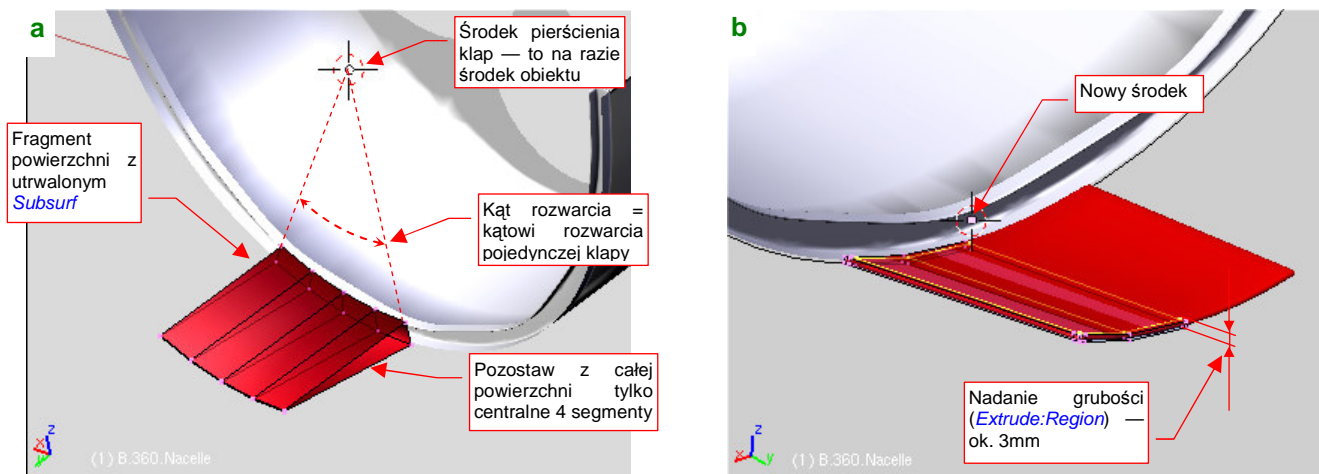
Może to nie będzie specjalnie widoczne, ale nie mogłem się powstrzymać, by nie spłaszczyć wewnętrznych krawędzi tej wręgi wzdłuż osi obrotu kłap (Rysunek 4.20.9b). (Takie spłaszczenie jest widoczne na zdjęciach). Same kłapy zacznij od wstępnej przymiarki — ich kształt wyznaczy kontur z czterech wierzchołków, 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).

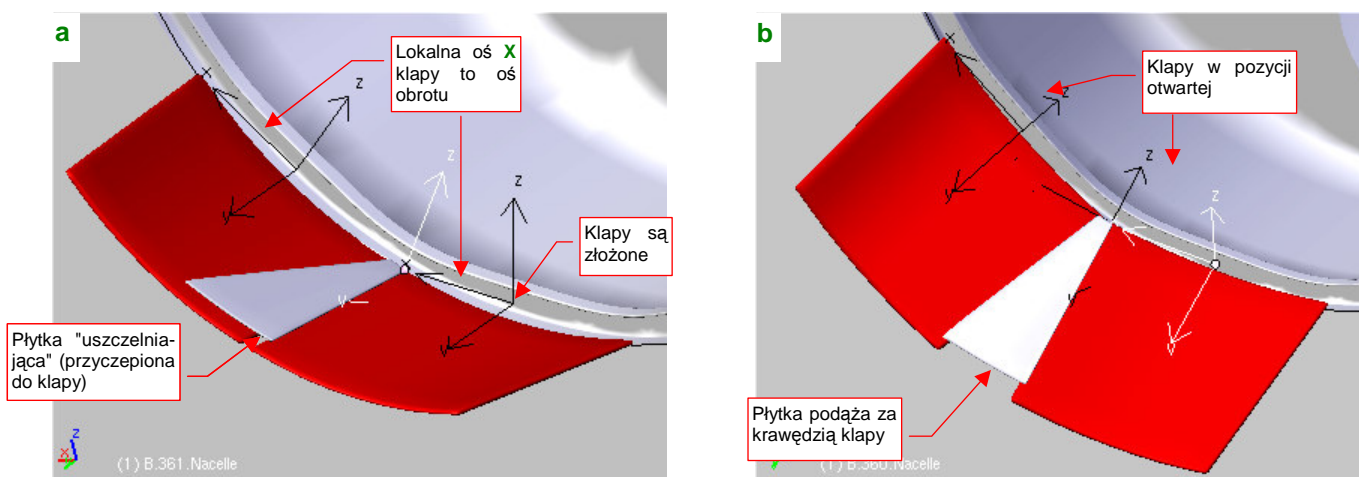
Utrwal wygładzenie (*Subsurf:Apply*) tej powłoki, i pozostaw z niej tylko fragment odpowiadający pojedynczej klapie — centralne 4 segmenty (Rysunek 4.20.11a). (Chodzi o to, by powierzchnia klap była symetryczna względem lokalnego układu współrzędnych.) Na razie uprość jej kształt do wygiętego kawałka 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 klapki

Po zmianie środka obróć klapkę wokół środka pierścienia klap tak, by znalazła się w prawidłowym położeniu¹. Zdjęcia pokazują pomiędzy rozchylonymi klapkami dodatkowe "uszczelnienia". Zamodeluj je jako dodatkową, lekko wygiętą płytkę, ustawioną równoległą do bocznej krawędzi klapki. "Przymocuj" ją do tej klapki (relacją *Parent*). Umieść także (*Duplicate Linked*) z boku drugą klapkę (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 klapkę w pozycji zamkniętej (także w tej pozycji pozostawiały trochę przestrzeni na wylot powietrza). Czas sprawdzić, jak taki zespół się porusza.



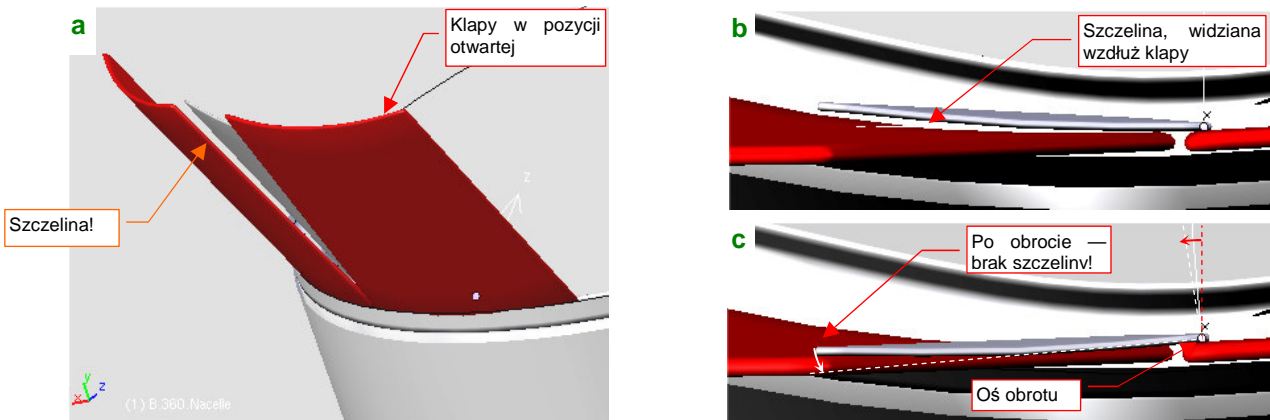
Rysunek 4.20.12 Sprawdzenie działania klap jako zespołu (zamykanie i otwieranie)

Gdy obrócisz obydwie klapki wokół ich lokalnych osi *X* o 35°, ustawisz cały zespół w pozycji otwartej (Rysunek 4.20.12b). W tej pozycji sprawdź, czy przednie krawędzie klap 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*.

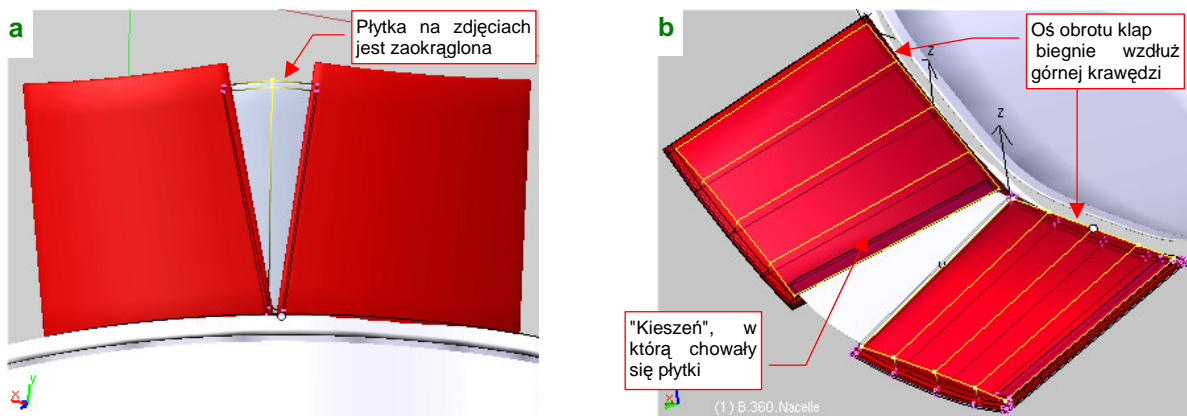
tak jest — odsuń obydwie kłapy odrobinę do tyłu. (Pomiędzy przednimi krawędziami kłap i osłoną występuje szczelina szerokości 3-4 mm).

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)

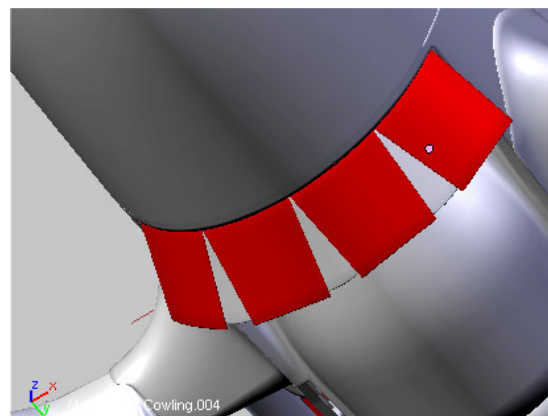
Rysunek 4.20.13b pokazuje, widok wzdłuż krawędzi kłapy. Widać na nim, że płytka jest nieco zadarta do góry. Wystarczy ją obrócić wokół jej lokalnej osi Y o 6° , by znowu przylegała (Rysunek 4.20.13c). Na razie pozostaw jednak tę szczelinę. W dalszych rozdziałach opiszę, jak "zmechanizować" model. Wtedy 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).

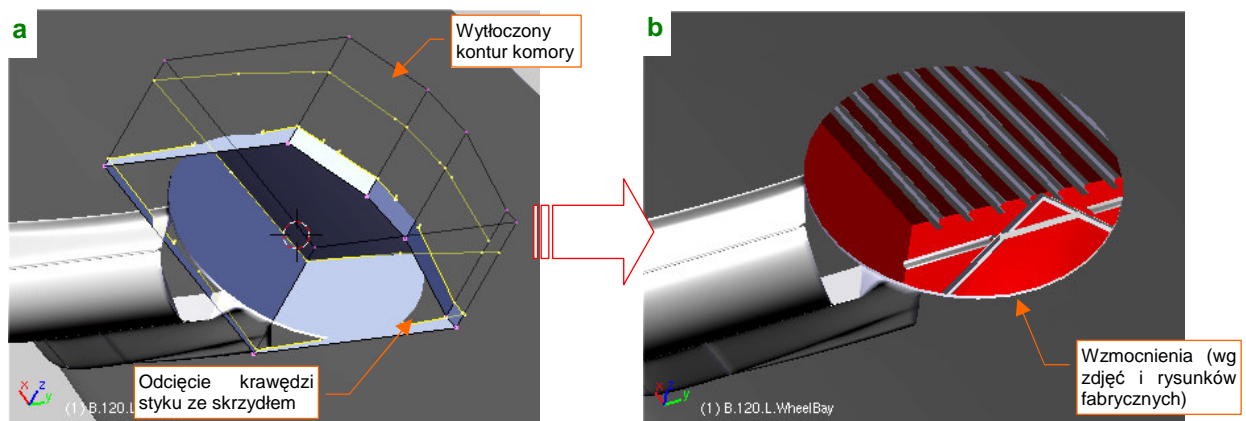
Wytłocz (*Extrude:Region*) z wewnętrznych powierzchni "kieszonki", w którą chowały się płytki uszczelniające (Rysunek 4.20.14b). Zwróć uwagę, że górne powierzchnie "kieszonki" były płaskie. (Spłaszcz je po wytłoczeniu, zmieniając skalę wzdłuż lokalnej osi Z do 1). Ustaw je na koniec tak, by przednia krawędź "kieszonki" biegła wzdłuż osi obrotu kłapy.



Rysunek 4.20.15 Gotowy zespół kłap chłodnicy

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):

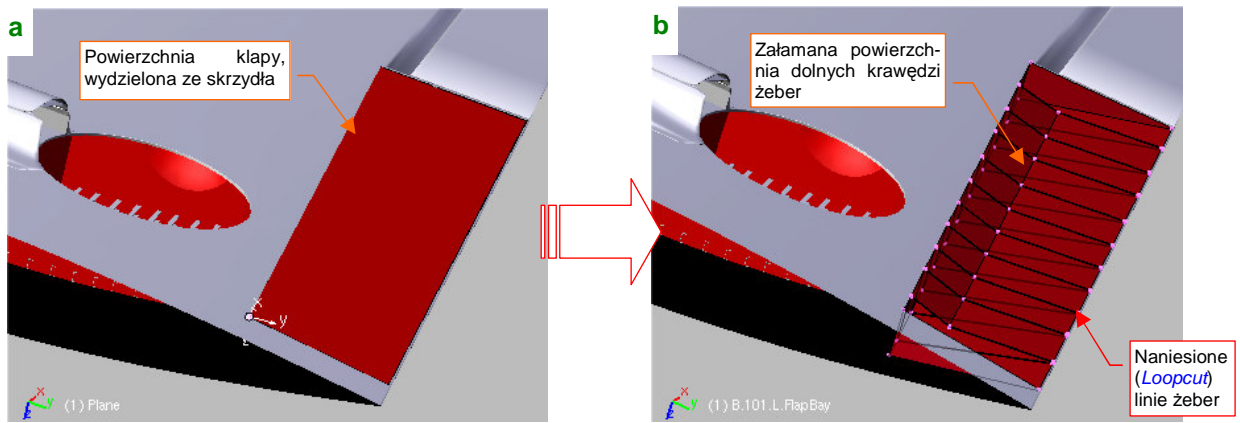


Rysunek 4.20.16 Wnęka koła podwozia

Przyznam się, że nie wytrzymałem, i umieściłem wzdłuż ścian wnętrza 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.

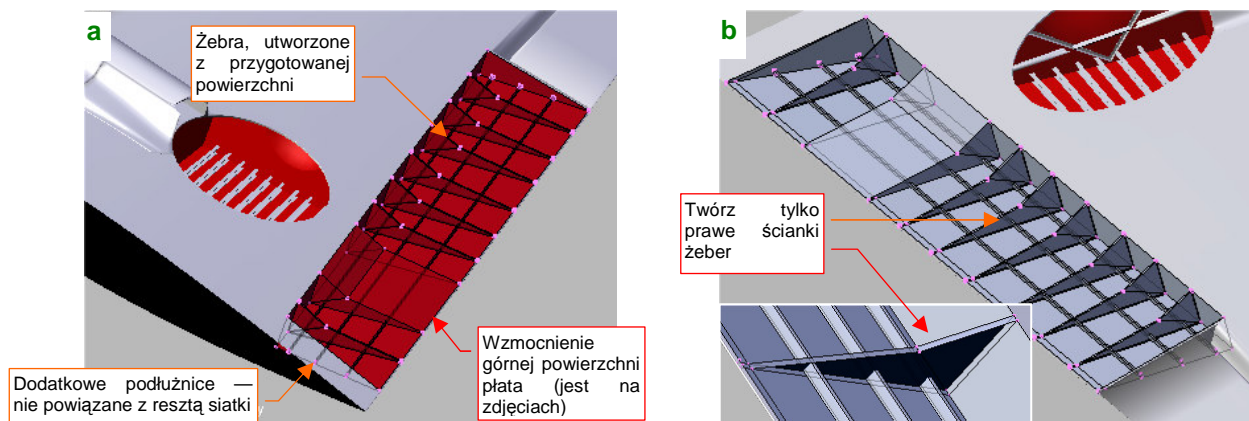
Skoro już odtwarzamy takie szczegóły, to chyba jednak warto zabrać się za kłapy skrzydłowe. (Początkowo — w przypisie na str. 129 — twierdziłem, że to dużo roboty, a kłapy były zamykane wkrótce po wylądowaniu samolotu, więc i tak nigdy nie było widać ich wnętrza.) W wyniku tego samego "uwielbienia szczegółu", 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 żeber dotychczasowych, poziomych ścian wewnętrznych. Na ich miejsce utwórz, w oparciu o te same wierzchołki, pionowe ściany żeber (Rysunek 4.20.18a):



Rysunek 4.20.18 Formowanie wnętrza kłap skrzydła

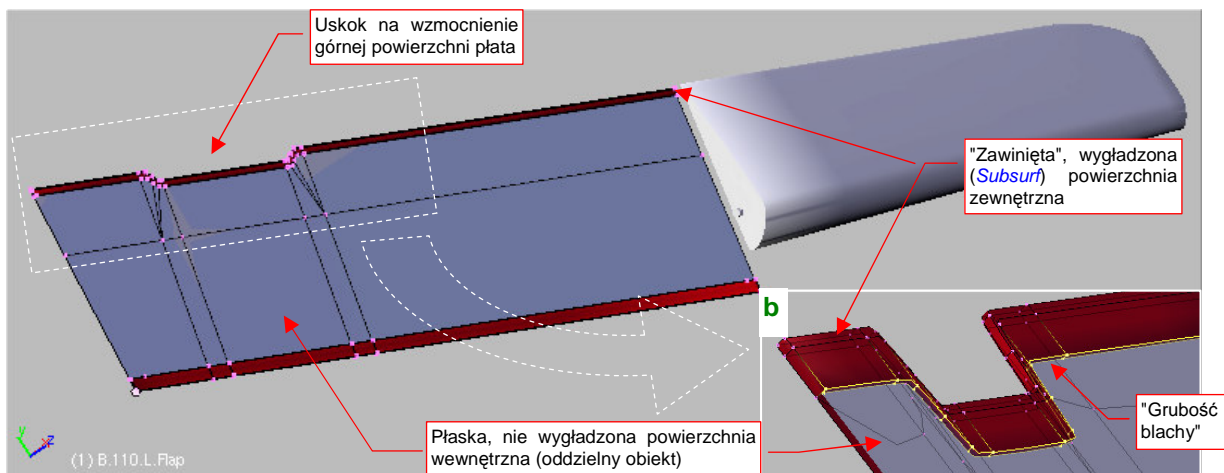
Twórz tylko prawe ściany żeber, aby wyglądały jak blacha z wygiętymi zakładkami (Rysunek 4.20.18b). W tym przypadku te żebra są za mało widoczne, by opłacało się nadać im "grubość blachy". Dodaj także (kierując się liniami nitów, przedstawionymi na planach) trzy podłużnice, biegnące wzdłuż górnego poszycia 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

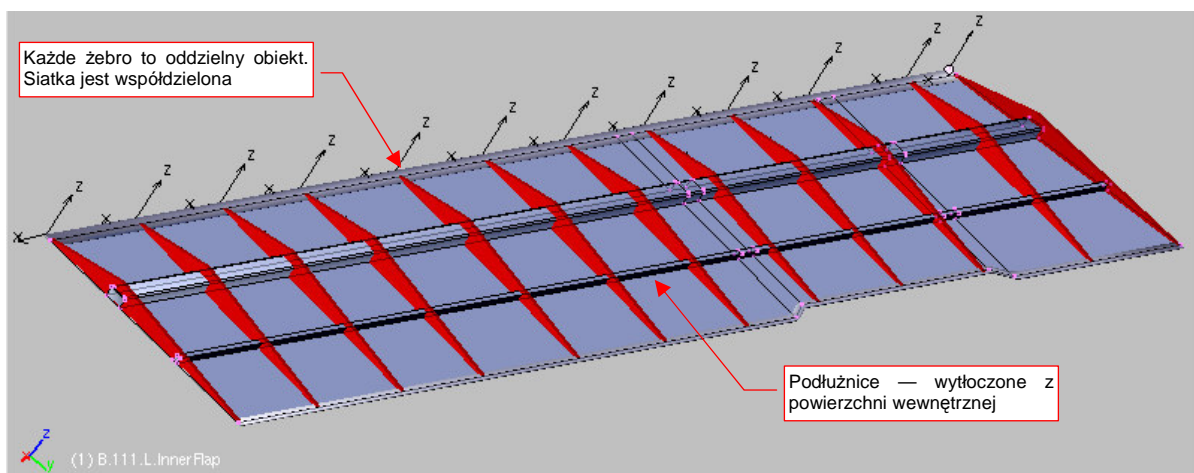


Rysunek 4.20.19 Formowanie poszycia klapy

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.

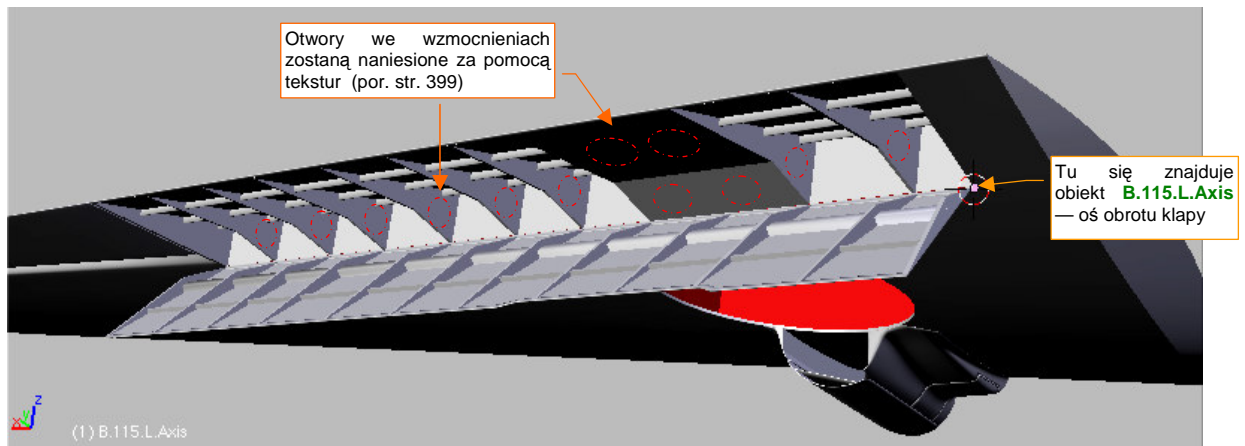
Żebra można by wykonać podobną metodą, co żebra wnęki klapy — poprzez wytłoczenie nacięć powłoki wewnętrznej. Proponuję jednak wykonać je alternatywną metodą: z jednego, wzorcowego obiektu. (Będziesz miał okazję ocenić, która metoda jest bardziej pracochłonna). Utwórz wzorcowe żebro w typowym położeniu — 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

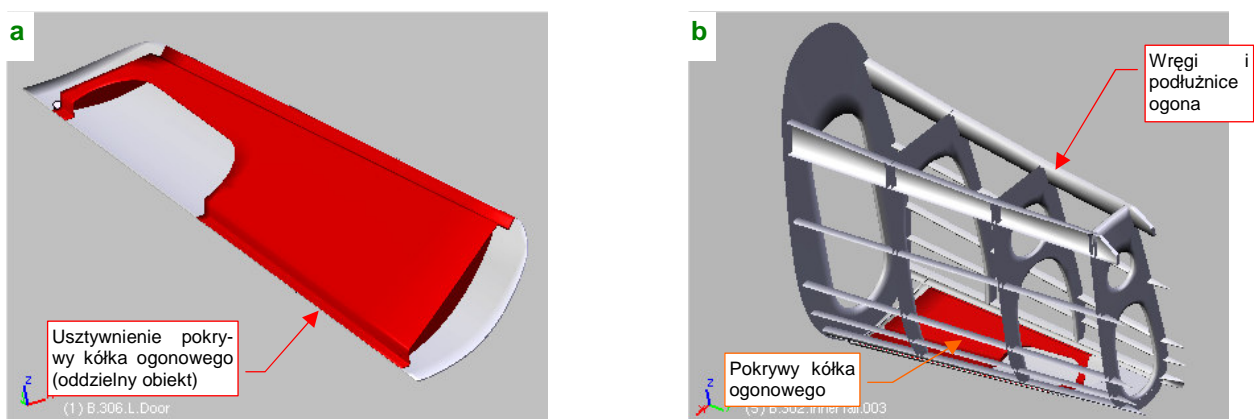
Rysunek 4.20.20 pokazuje powielone żebra, tworzące szkielet klapy. Trudno jednoznacznie ocenić, która metoda była bardziej pracochłonna. Podczas tworzenia żeber we wnęce (str. 257) najwięcej czasu trwał nacinanie (*Loopcut*) ich zarysów na powierzchni (każde z nich to dwie linie, umieszczone w stałej 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

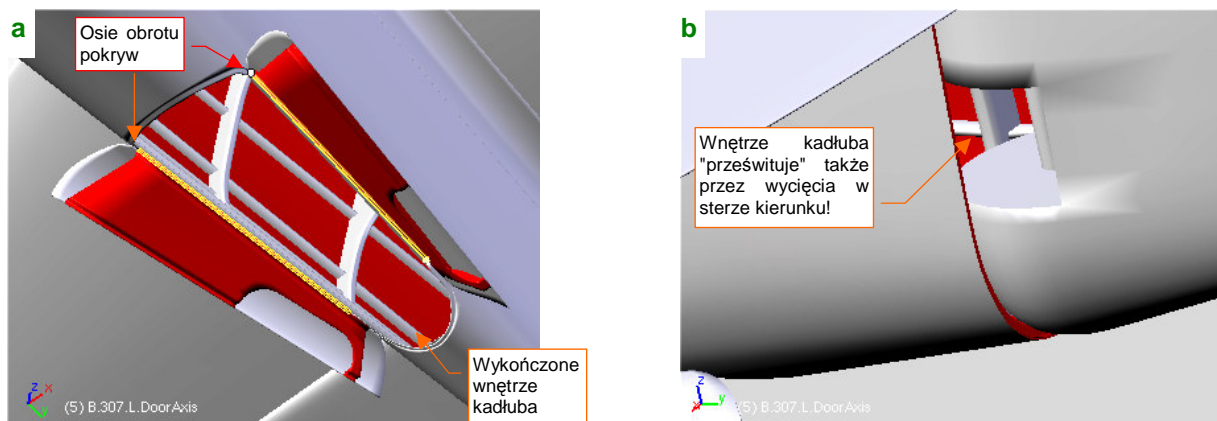
Ostatnim szczegółem, który pozostał do uformowania, to zespół komory kółka ogonowego. Sam otwór i ruchomą pokrywą ukształtowaliśmy podczas formowania kadłuba (str. 170). Teraz nadaj tej pokrywie "grubość blachy" (2 mm). Wewnętrzne usztywnienie wykonaj tak samo, jak osłony podwozia głównego (str. 234) — 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 jakichś 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

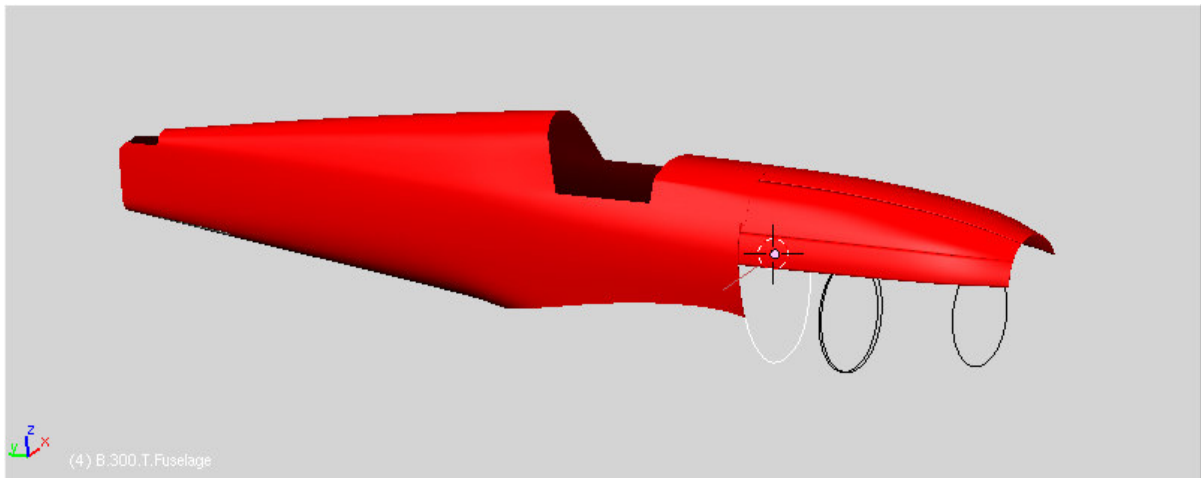
Wykonanie wnętrza całego obszaru ogona ma jeszcze dodatkową zaletę — przez wycięcia w sterze kierunku widać realistyczną konstrukcję (Rysunek 4.20.23b). Te otwory były w P-40 na tyle duże, że w pewnych ujęciach "czarna dziura" w tym miejscu mogłaby razić!

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)
Śmigło	→	16	6	←	Usterzenie
		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

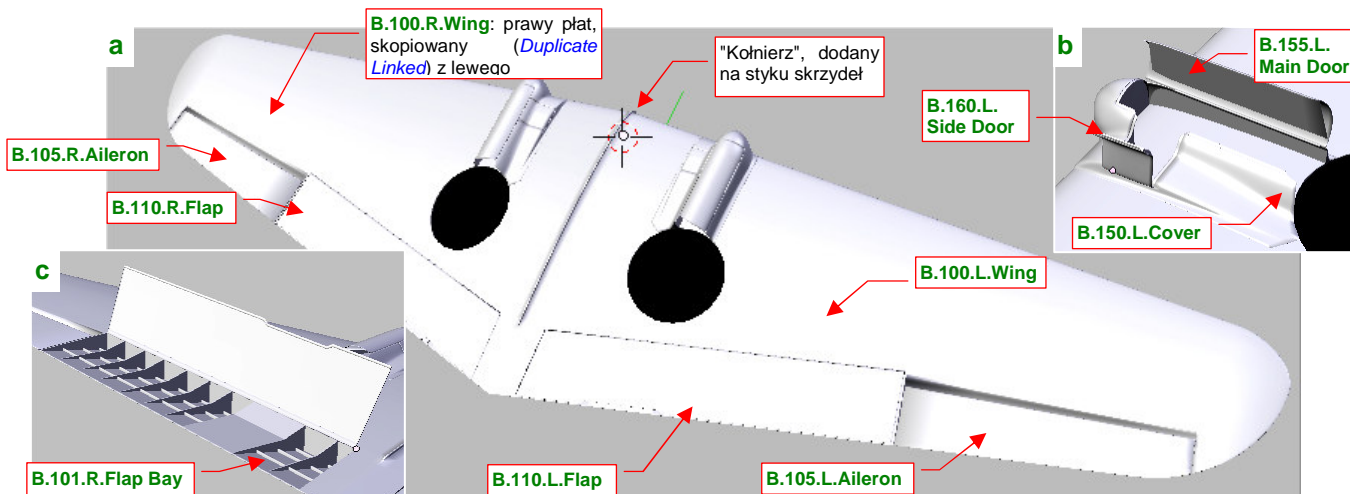
Rysunek 4.21.2 Propozycja rozłożenia części modelu na poszczególne warstwy

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):

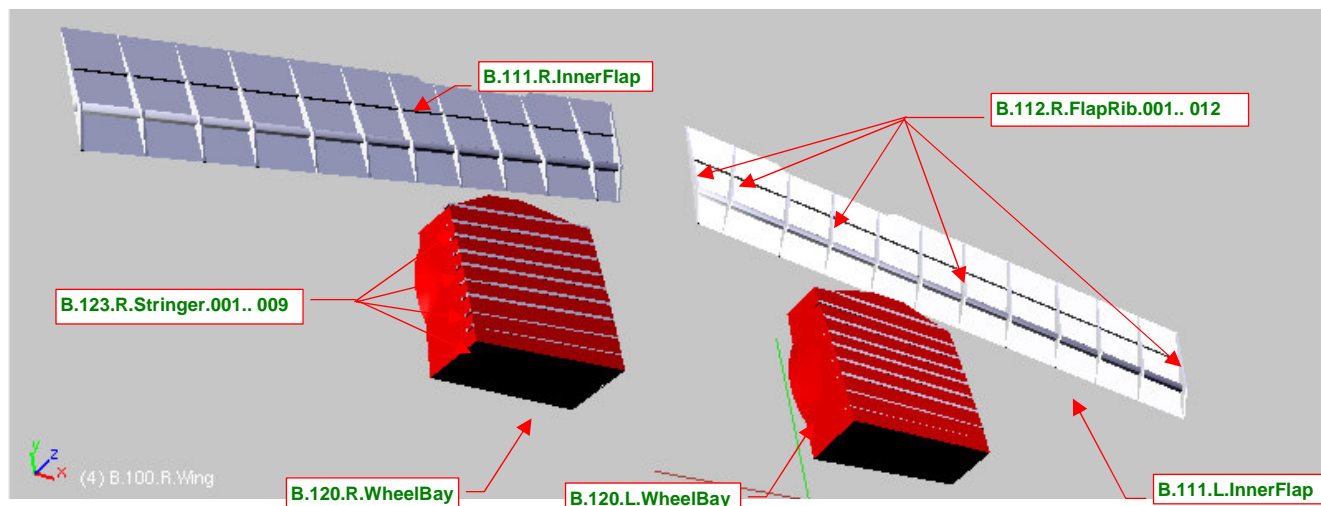


Rysunek 4.21.3 Warstwa 1: Skrzydło, lotki, kłapy i owiewki podwozia

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"**.

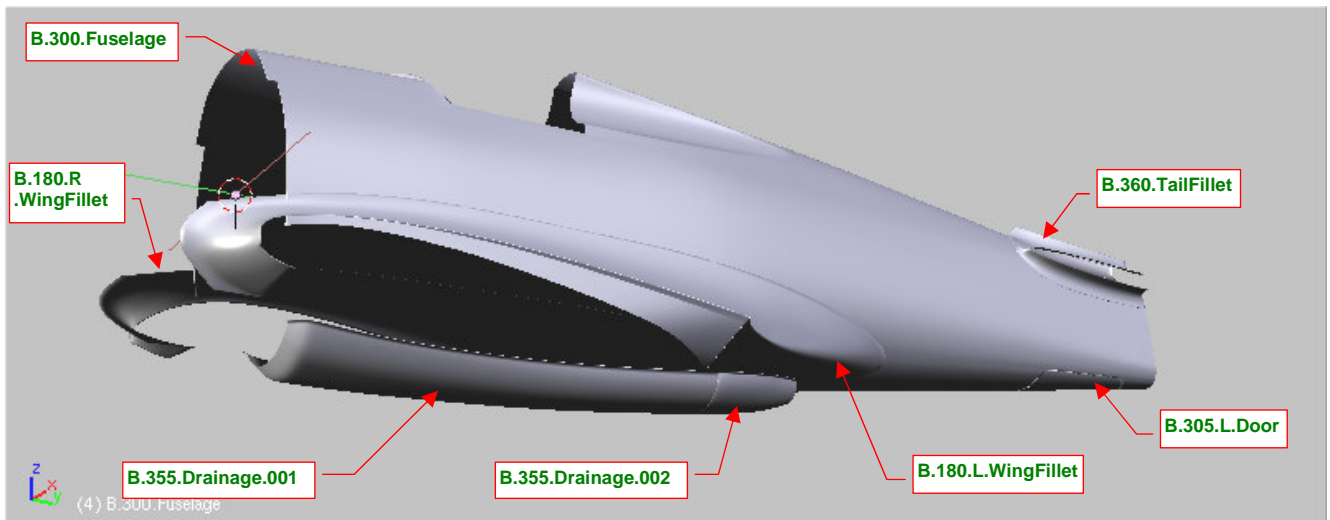
Na warstwie **11** umieść szczegóły, które mogą być przydatne w jakiejś scenie "na lotnisku", z wysuniętym podwoziem i otwartymi kłapami (Rysunek 4.21.4):



Rysunek 4.21.4 Warstwa 11: wnętrze kłap oraz komór podwozia głównego

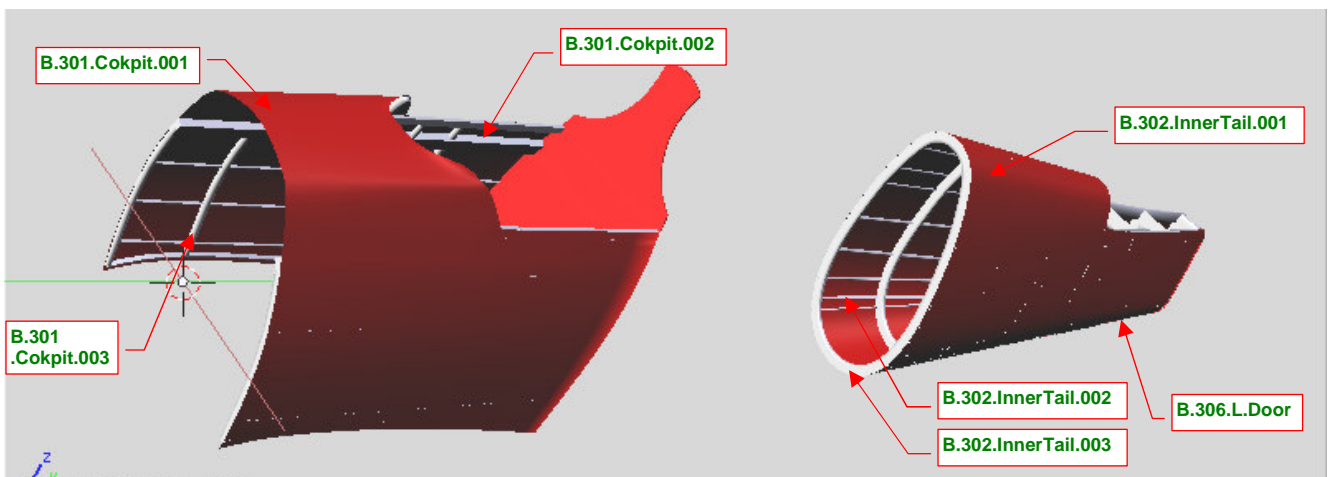
Początkowo na warstwie **11** chciałem także umieścić wewnątrz komory klap (B.101.x.FlapBay). Gdy okazało się, że fragment tego obiektu wystaje spod uskoku kłapy, przenieśliem je na warstwę **1**.

Na warstwie **2** umieść podstawowe elementy kadłuba, oraz różne owiewki i osłony (Rysunek 4.21.5):



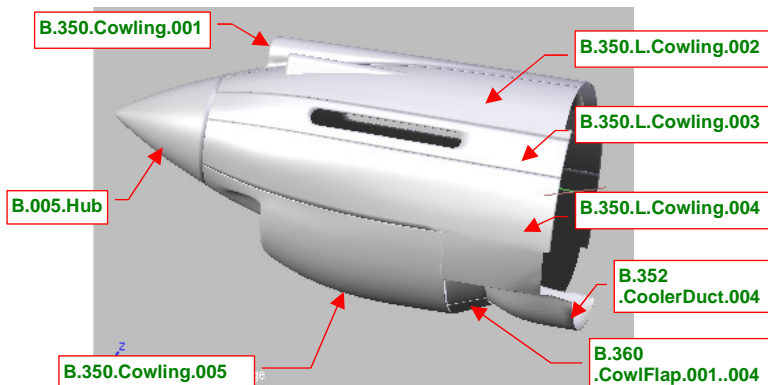
Rysunek 4.21.5 Warstwa 2: środkowa i tylna część kadłuba, wraz z owiewkami

Warstwa **12** zawiera wnętrza wybranych fragmentów kadłuba (kabiny pilota i kółka ogonowego). Powłoki wewnętrzne mają zawsze końcówkę **.001**, podłużnice — **.002**, a wręgi — **.003** (Rysunek 4.21.6):

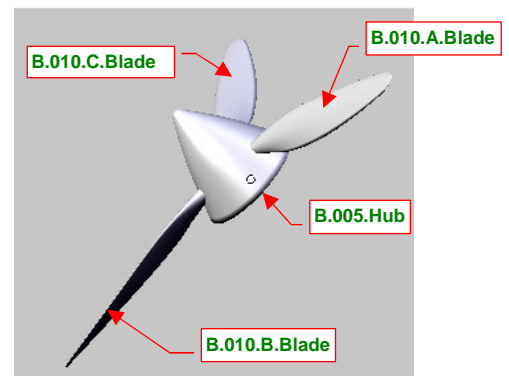


Rysunek 4.21.6 Warstwa 2: środkowa i tylna część kadłuba, wraz z owiewkami

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).

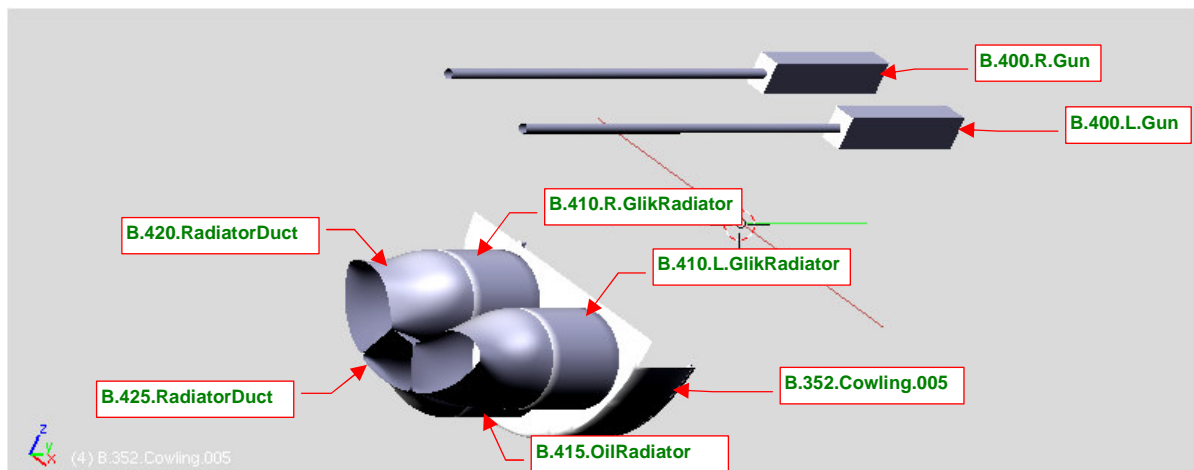


Rysunek 4.21.7 Warstwa 3: okapotowanie silnika



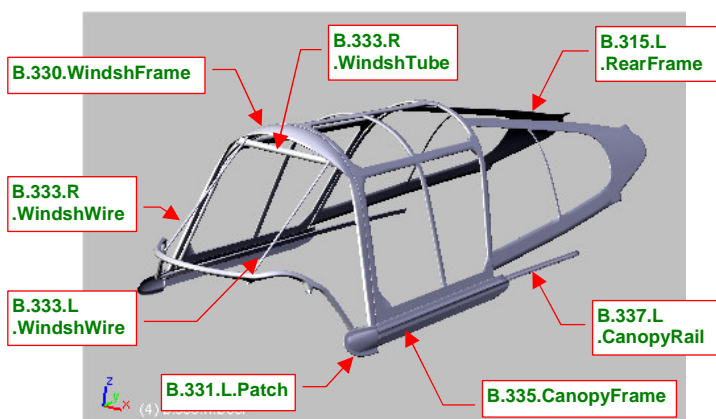
Rysunek 4.21.8 Warstwa 16: śmigło (wraz z kołpakiem)

Warstwa **13** zawiera elementy wewnętrzne: nkm Browing, chłodnice cieczy, ich tunele wlotowe i wylotowe (Rysunek 4.21.9):

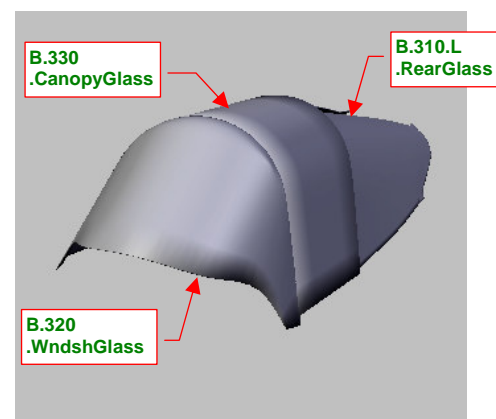


Rysunek 4.21.9 Warstwa 13: wnętrze zespołu chłodnic, karabiny zamontowane w kadłubie

Warstwa **4** to ramki kabiny pilota (Rysunek 4.21.10), a warstwa **14** to jej oszklenie (Rysunek 4.21.11):



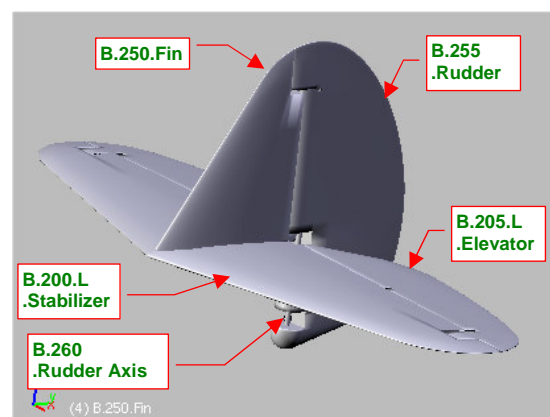
Rysunek 4.21.10 Warstwa 4: ramki osłony kabiny



Rysunek 4.21.11 Warstwa 14: oszklenie

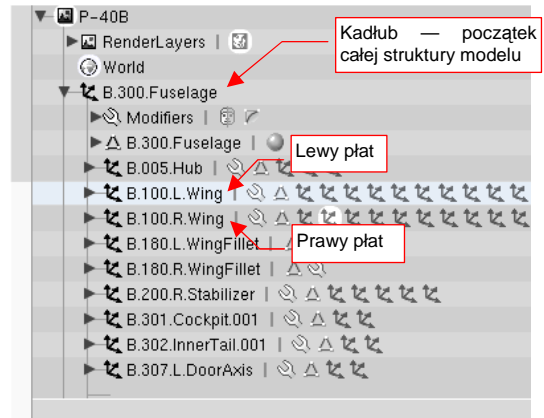
Oszklenie kabiny jest najwygodniej umieścić na oddzielnej warstwie, gdyż bardzo często potrzeba wyłączyć jego widoczność. Ramki kabiny są wydzielone po trosze także z tego powodu, ze względu na stopień ich komplikacji. W warstwie **4** umieścimy również elementy wyposażenia kabiny widoczne podczas lotu, jak zagłówek na płycie pancernej czy szkło odblaskowe 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!

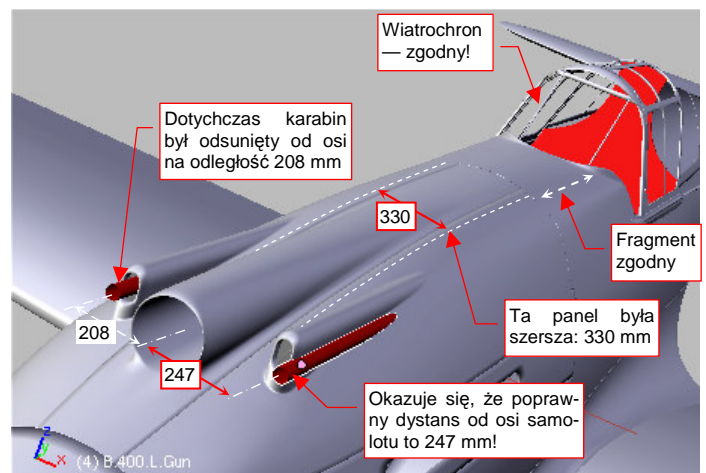


Rysunek 4.21.14 Wygląd ogólny modelu

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:

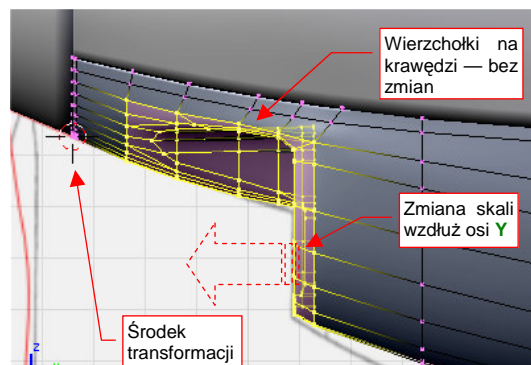


Rysunek 4.21.16 Poprawione górne panele osłony silnika

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.

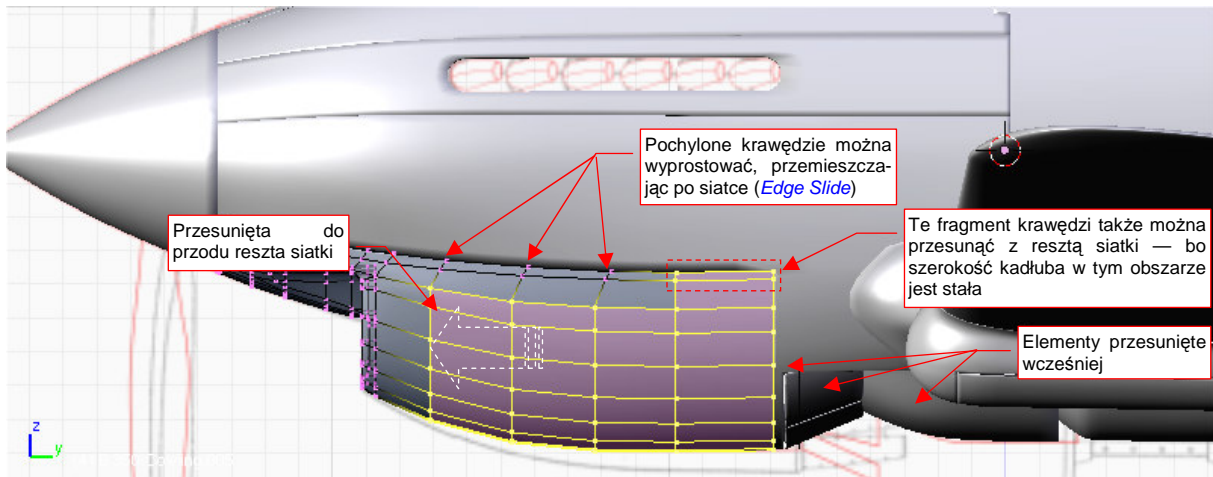


Rysunek 4.21.17 Skracanie czoła osłony chłodnicy

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 opłacało się cyzelować — trzeba było czym prędzej produkować samoloty na zbliżającą się do USA wojnę....

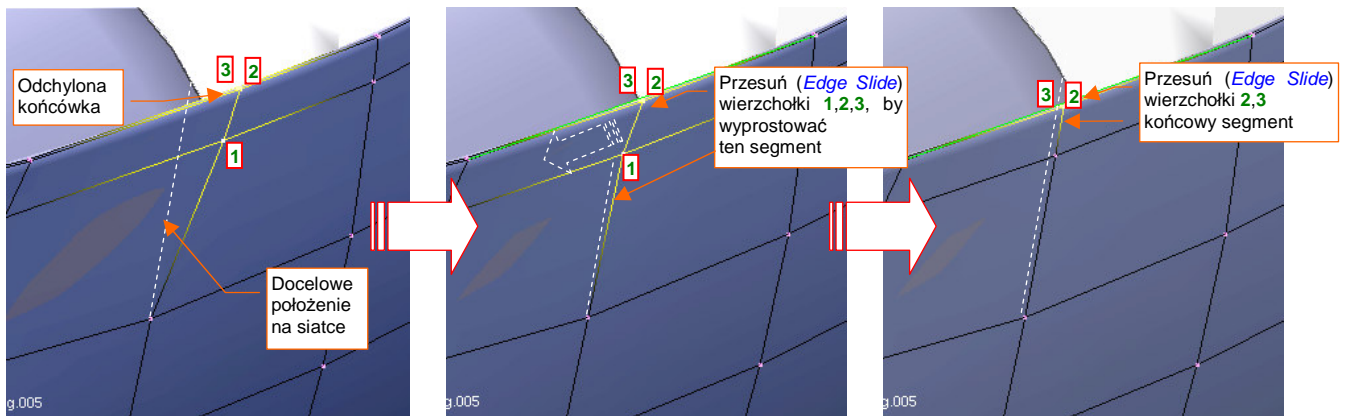
² Wygląda na to, że podczas analizy zdjęć — por. str. 553 — przeszacowałem wpływ szerokości kadłuba na zdjęciu.

Po skróceniu czoła osłony chłodnicy, przesunij resztę jej siatki o 5 cm do przodu (Rysunek 4.21.18):



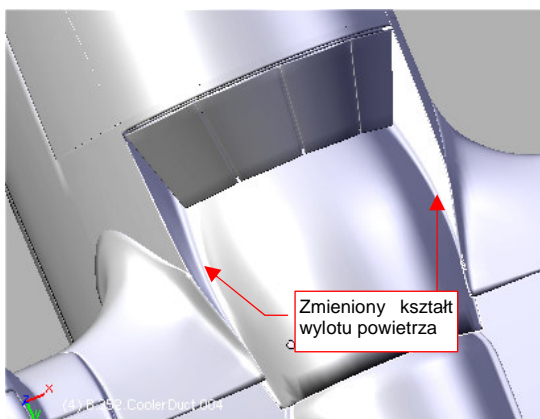
Rysunek 4.21.18 Przesunięcie osłony chłodnicy

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):

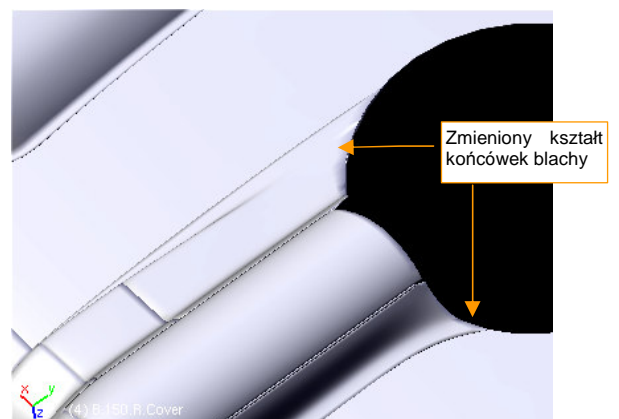


Rysunek 4.21.19 Prostowanie końcówki wręgi

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.



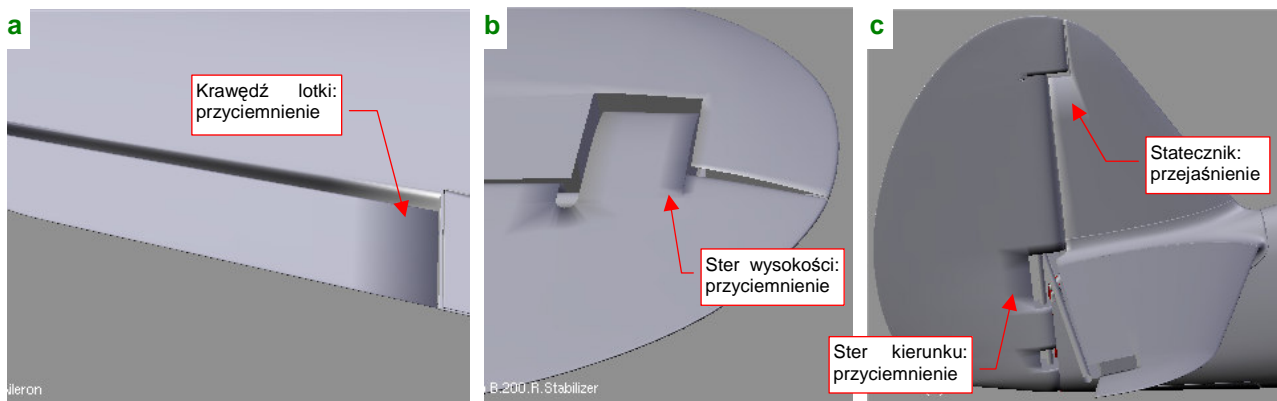
Rysunek 4.21.20 Przerobiono wylot powietrza



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):

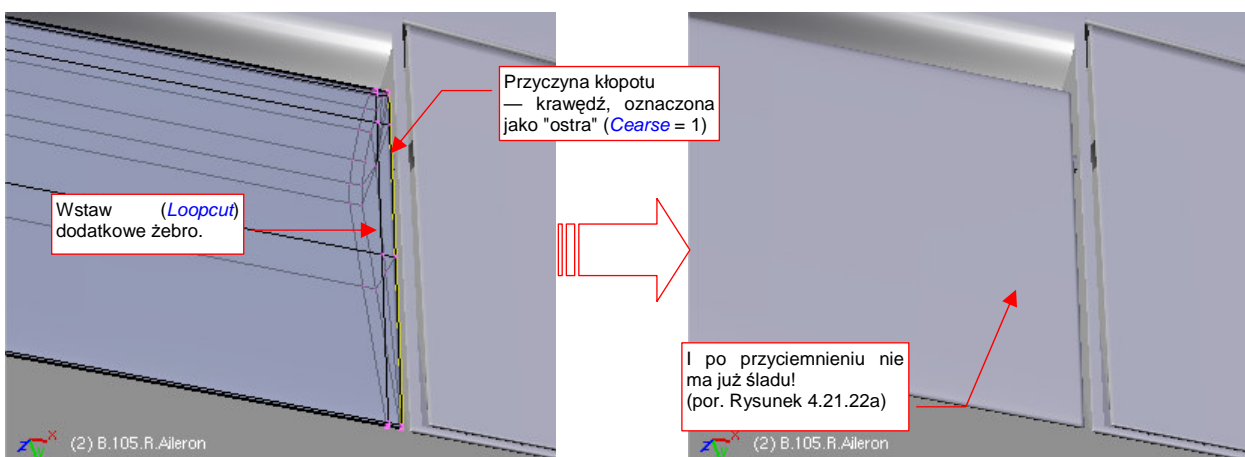


Rysunek 4.21.22 Artefakty na granicach ostrych krawędzi

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.

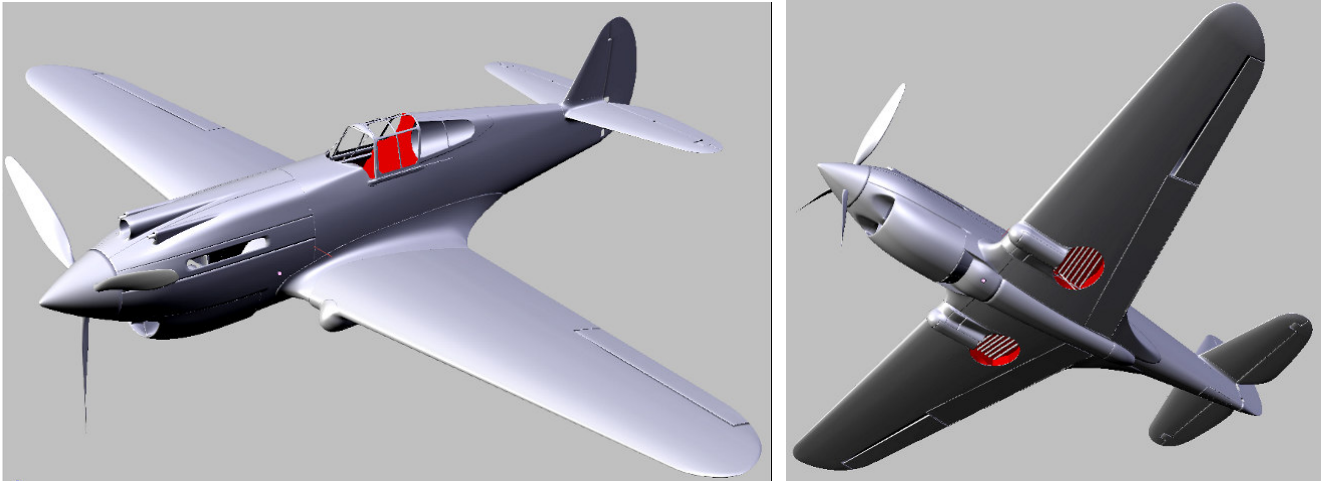
Proponuję usunąć te przebarwienia za pomocą dodatkowego rzędu ścian. W przypadku lotki sprawa jest bardzo prosta: wystarczy wstawić (*Loopcut*) nową wręgę (Rysunek 4.21.23):



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 klapy (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!