

Witold Jaworski

**Opisuje
Inkscape 1.0**

Wirtualne modelarstwo

Tom I: Przygotowania



**Tworzenie realistycznych,
cyfrowych modeli samolotów**

Wirtualne modelarstwo

Mojej Żonie.
Ta książka powstała dzięki Jej wyrozumiałości

Witold Jaworski



Wirtualne modelarstwo

**Tworzenie realistycznych,
cyfrowych modeli samolotów**

Wydanie czwarte

(CC) Witold Jaworski, 2009 – 2020.

wjaworski@samoloty3d.pl

<http://www.samoloty3d.pl>



This work is licensed under [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 2.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/).

W szczególności, publikowanie przekładu tej książki na inne języki wymaga pisemnej zgody Autora.

Niniejsza książka może być kopiowana i rozpowszechniana na następujących warunkach:

- każda kopia powinna zawierać informację o Autorze;
- nie wolno używać tej książki do celów komercyjnych;
- nie wolno zmieniać tekstu ani przekształcać w jakikolwiek sposób układ tej publikacji.

ISBN: 978-83-941952-3-6

Ilustracja na poprzedniej stronie:

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

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

Spis treści

Spis treści	5
Dlaczego napisałem tę książkę?	8
Co zawiera ta publikacja?	9
Konwencje zapisu	10
Jak czytać tę książkę?	11
Przygotowanie „warsztatu pracy” dla tego projektu	17
Rozdział 1. Pobranie materiałów pomocniczych	18
Rozdział 2. Instalacja oprogramowania	19
2.1 Instalacja GIMP	20
2.2 Instalacja Inkscape	23
Przygotowanie rysunków referencyjnych	26
Rozdział 3. Adaptacja typowych planów modelarskich	27
3.1 Skanowanie planów modelarskich	28
3.2 Przygotowanie rzutu z lewej	29
3.3 Skalowanie rysunków	34
3.4 Porównanie rzutów z prawej i lewej	38
3.5 Przygotowanie rzutów z góry i z dołu	50
3.6 Weryfikacja proporcji rzutów pionowych	59
3.7 Złożenie rysunków	63
Rozdział 4. Najczęstsze błędy w planach samolotów	70
4.1 Zgodność z widokiem z przodu i przekrojami	71
4.2 Kopiowanie błędów innych autorów	76
Rozdział 5. Korygowanie rysunków samolotu	85
5.1 Zdjęcia	86
5.2 Szczegółowe rysunki poglądowe	93
5.3 Oryginalne rysunki złożeniowe	100
Rozdział 6. Sugestie końcowe	108
6.1 Najlepsze rysunki Curtiss P-40	109
6.2 Nie spoczywaj na laurach!	116
Szczegóły obsługi programów rysunkowych	117
Rozdział 7. GIMP – szczegóły obsługi	118
7.1 Instalacja	119
7.2 Wprowadzenie	123
7.3 Skanowanie strony	128
7.4 Otwieranie pliku (obrazu)	130
7.5 Zapisanie pliku (obrazu)	131
Rozdział 8. Inkscape – szczegóły obsługi	134
8.1 Instalacja	135
8.2 Wprowadzenie	139
8.3 Otwieranie i zapisywanie do pliku	142
8.4 Wstawienie obrazu rastrowego	143
8.5 Widok: powiększanie, przesuwanie	144

8.6	Zaznaczanie obiektów (selekcja).....	145
8.7	Rysowanie linii	147
8.8	Wycinanie kształtów.....	148
8.9	Linie pomocnicze (<i>guides</i>)	149
8.10	Ramka selekcji.....	151
8.11	Zmiana ustawień dokumentu	152
8.12	Przesunięcie	153
8.13	Obrót	154
8.14	Skalowanie.....	155
8.15	Przekoszenie (<i>Skew</i>)	157
8.16	Dokładnie określanie pozycji obiektu.....	158
8.17	Eksport do obrazu rastrowego.....	159
8.18	Warstwy – zarządzanie	161
8.19	Warstwy – dodanie nowej	164
8.20	Przeniesienie obiektu na inną warstwę.....	165
8.21	Warstwy – usuwanie	166
8.22	„Lustrzane odbicie” obiektu.....	167
8.23	Zabarwianie czarno-białego obrazu.....	168
8.24	Zmiana kolejności obiektów	170
8.25	Łączenie obiektów w grupę	171
8.26	Właściwości kształtu	175
8.27	Edycja linii	177
8.28	Linie krzywe	178
8.29	Odwzorowanie krzywizny	180
8.30	Rysowanie prostokąta.....	181
8.31	Rysowanie elipsy	182
8.32	Edycja elipsy	183
8.33	Odwzorowanie obrysu zawierającego łuk.....	185
8.34	Powielenie obiektu	187
8.35	Wypełnienie gradientem	188
8.36	Łączenie kolejnych skanów ramek mikrofilmu.....	192
Dodatki.....		198
Rozdział 9. Wykorzystanie oryginalnej dokumentacji samolotu		199
9.1	Wprowadzenie	200
9.2	Organizacja rysunków	213
9.3	Identyfikacja brakujących rysunków	218
9.4	Kompozycja podstawowego widoku z boku	222
9.5	Sprawdzanie z wykorzystaniem zdjęć	229
9.6	Identyfikacja odnalezionego szkicu osłony silnika	232
9.7	Odtworzenie osłony silnika P-40B	238
Rozdział 10. Dodatkowe wyjaśnienia		247
10.1	Zniekształcenia obiektu na zdjęciach	248
10.2	Odwzorowanie kształtów profili lotniczych.....	253
10.3	Arytmetyka barw	260
Słownik.....		265
Podziękowania.....		266
Bibliografia		267

Skorowidz	268
O autorze	277

Dlaczego napisałem tę książkę?

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

Dawno temu byłem zwykłym modelarzem i robiłem redukcyjne modele samolotów. To hobby dość specyficzne. Ślęczyśmy miesiącami nad naszym dziełem, starając się nanieść na kawałek materiału maleńkie nity, złącza blach, czy drobne detale tablic przyrządów. Sądzę, że w porównaniu z modelarzami, wędkarze mają mniej męczące, choć podobnie monotonne hobby. W dodatku, zamiast tworzyć ładne, błyszczące miniaturki, nanosimy na ich powierzchnię zabrudzenia i przetarcia, aby wyglądały jak rzeczywiste, zużyte i gdzieś tam pordzewiałe maszyny. Nagrodą za ten wysiłek jest okazja do pokazania naszych dzieł komuś, kto potrafi docenić ich finezję. Mówiąc szczerze, dziwnym trafem są to zazwyczaj inni modelarze. A może tak naprawdę chodzi tu o możliwość nawiązania dyskusji na tak ezoteryczne tematy, jak wyższość Spitfire'a IX nad FW 190 A4? Albo paląca kwestia, jak był pomalowany P-40K, na którym Witold Urbanowicz latał nad Chinami w 1943r?

Otóż chciałbym teraz zaoferować wszystkim modelarzom zupełnie nowy materiał i narzędzia. Zamiast własnego, czasami nieco pobrudzonego aerografem biurka – okno na inny świat, w głębi ekranu.

Jest tu niezwykle plastyczny materiał, który można "wyłaczać" w dowolne powłoki, bez obawy, że go zabraknie. Są tu farby, dla których można dokładnie ustalić odcień i zasady nakładania. Można tu wreszcie odtworzyć grubość blachy poszycia, jak w prawdziwym samolocie! Tu, gdy stwierdzisz, że okapotowanie silnika, który wykonałeś rok temu, powinno mieć inny kształt, zawsze możesz ten błąd poprawić. I to nie raz! Tutaj nigdy Twój model nie obrośnie kurzem. Nie będziesz wysłuchiwał narzekań domowników na to, że nie ma już gdzie zmieścić Twojej kolekcji. Możesz kopiować i przesyłać swój model innym hobbystom, takim jak Ty, bez obawy, że coś się z nim stanie podczas transportu. Z obiektów, które w ten sposób stworzysz, można szybko budować całe sceny (wirtualne dioramy).

Jedyne, do czego trzeba się przyzwyczaić, to to, że niczego w tym świecie nie można dotknąć. Możesz tylko patrzeć i łapać wszystko myszką. Rozwój bardziej zaawansowanych urządzeń dotykowych od dziesięciu lat „drepcze w miejscu”. Za to niedrogie i odpowiednio dokładne drukarki 3D stają się już ogólnie dostępne. Obecnie, po kilku próbach, możesz zacząć „drukować” swoje własne zestawy do sklepania.

Ten świat wirtualnego modelarstwa stał niepostrzeżenie dostępny. W istocie każdy komputer wyprodukowany obecnie to silna stacja graficzna, o której w latach 90-tych można było tylko pomarzyć. Co więcej – odpowiednie programy, które potrafią ten potencjał wykorzystać, stały się dostępne za darmo! Stworzyły je dziesiątki programistów *Open Source*. Ludzie ci pokazali, że stać ich co najmniej na to samo, co twórców najlepszych programów komercyjnych. I te aplikacje są coraz lepsze! Podczas pracy nad takim oprogramowaniem nie ma typowego dla komercyjnych projektów pośpiechu, związanego z napiętymi terminami (a pośpiech rodzi błędy). W efekcie, dzięki pracy odpowiednio dużej grupy entuzjastów, powstaje dobry i stabilny program.

Podsumowując – kupując parę lat temu komputer do gier, nabyłeś wszystko, co potrzeba do wejścia w świat wirtualnego modelarstwa. Oczywiście, budowa modeli komputerowych także wymaga nieodłącznych cech każdego modelarza: precyzji i cierpliwości. Mam jednak nadzieję, że ta książka ułatwi Ci, drogi Czytelniku, jak najszybsze osiągnięcie pożądanego rezultatu. Potem możesz pójść dalej i zrobić to samo jeszcze lepiej, niż tu proponuję. Przeczytanie dalszych stron oszczędzi Ci sporo czasu, a niekiedy – frustracji. Ta ostatnia bywa nieodłącznym składnikiem pracy z „tą głupią maszyną” – komputerem. Postaram się nie zanudzać i pokazywać dużo ilustracji, więc mam nadzieję, że "Wirtualne modelarstwo" Cię zainteresuje.

Witold Jaworski

Co zawiera ta publikacja?

„Wirtualne Modelarstwo” uczy „od zera”, jak tworzyć takie komputerowe modele samolotów¹ i ich wizualizację, takie jak pokazana na okładce książki. Aby szybciej udostępniać Czytelnikom uaktualnione fragmenty tego poradnika, zdecydowałem się stworzyć i opublikować wyciągi z jego tekstu, związane z określoną dziedziną. Są to: „Tom I: Przygotowania”, „Tom II: Modelowanie”, „Tom III: Materiały i tekstury”, oraz „Tom IV: Detale i renderowanie”. Przebieg pracy prezentuję na przykładzie modelu myśliwca Curtiss P-40B. Ta maszyna zawiera klasyczne rozwiązania, stosowane w większości samolotów tego okresu. Z całym rozmysłem nie wybrałem Spitfire, Mustanga, Thunerbolta, Focke-Wulfa czy Messerschmita. Nie chciałem zabierać Ci przyjemności samodzielnego odwzorowania tych słynnych samolotów!



Możesz tworzyć model każdego myśliwca z okresu II wojny światowej, czytając jednocześnie kolejne rozdziały z tej książki. To wcale nie musi być P-40. Wszystkie te samoloty wykonuje się bardzo podobnie. W trakcie tej pracy na pewno zetkniesz się ze wszystkimi zagadnieniami, które są tu opisane.

Ta książka ma służyć zarówno tym, którzy dopiero zaczynają swoją przygodę „w 3D”, jak i tym, którzy mają już w tej dziedzinie pewne doświadczenie. W związku z tym, w części podstawowej opisuję **co** trzeba zrobić. Szczegółowe instrukcje, **jak** posłużyć się odpowiednim programem, umieściłem w częściach poświęconym detalom („Szczegóły obsługi programów rysunkowych”). Ich zawartość przypomina tekst systemów pomocy (*Help*) aplikacji. To krótkie sekcje, opisujące pojedyncze polecenia (zazwyczaj nie są dłuższe niż dwie-trzy strony, i zawierają kilka ilustracji).

Dzieląc materiał na część „podstawową” i „szczegółową”, starałem się uniknąć niepotrzebnych, wydłużających tekst wskazówek, w rodzaju „kliknij tu, a potem naciśnij tamto”. Zamiast tego, w odpowiednich miejscach opisu umieściłem odsyłacze (wewnętrzne linki) do sekcji z detalami tych poleceń. Jeżeli nie znasz programu, o którym akurat piszę, korzystaj z tych odsyłaczy i czytaj umieszczone w nich informacje szczegółowe². Przygotowałem je tak, abyś nauczył się posługiwać wszystkimi narzędziami „od zera”, w trakcie czytania części podstawowej. Gdy już będziesz wiedział, **jak** zrobić to, co opisuję – po prostu przestaniesz do nich zaglądać.

Książka zawiera jeszcze jedną część: „Dodatki”. To materiały, które mogą być ciekawe dla co dociekliwszych Czytelników. Tematyka „Dodatków” przypomina trochę „groch z kapustą”: od wybranych zagadnień optyki (deformacja obrazu na fotografii, refrakcja światła), do odwzorowania profili lotniczych. A oprócz tego: metody zaawansowanej weryfikacji rysunków samolotu (na poziomie tworzenia planów modelarskich) oraz szczegółowy opis właściwości powierzchni podziałowych. Nie musisz do „Dodatków” zaglądać, choć sądzę, że niektórzy mogą w tych materiałach znaleźć dla siebie coś interesującego.

¹ Nie omawiam tu przygotowania modeli do wydruku 3D, ani do gier/symulatorów lotu. Jeżeli chciałbyś „drukować” własne zestawy do sklepania, zapoznaj się z pierwszymi częściami tego poradnika, o rysunkach referencyjnych i modelowaniu i pomiń resztę, dotyczącą wizualizacji: materiałów, tekstur, kompozycji. W przypadku modeli dla gier/symulatorów – ta książka będzie użyteczna, ale w swoim projekcie musisz jeszcze uwzględnić specyficzne wymagania docelowego „silnika gry” (ang. „game engine”).

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

Konwencje zapisu

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

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

Wywołanie polecenia programu będę zaznaczał następująco:

Menu → *Polecenie*

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

Panel:Przycisk

- taki zapis oznacza naciśnięcie w oknie dialogowym lub panelu „Panel” przycisku „Przycisk”. Czasami mogę także w ten sposób napisać o przełączniku lub liście rozwijalnej. W podobny sposób będę także oznaczał inne hierarchiczne zależności np. warstw. Wtedy jednak będą występować w kolorze zielonym, a nie niebieskim.

Naciśnięcie klawisza na klawiaturze:

Alt-K

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

G, X

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

Naciśnięcie klawisza myszki:

LPM

- lewy przycisk myszy;

PPM

- prawy przycisk myszy;

SPM

- środkowy przycisk myszy (**naciśnięte** kółko przewijania);

KM

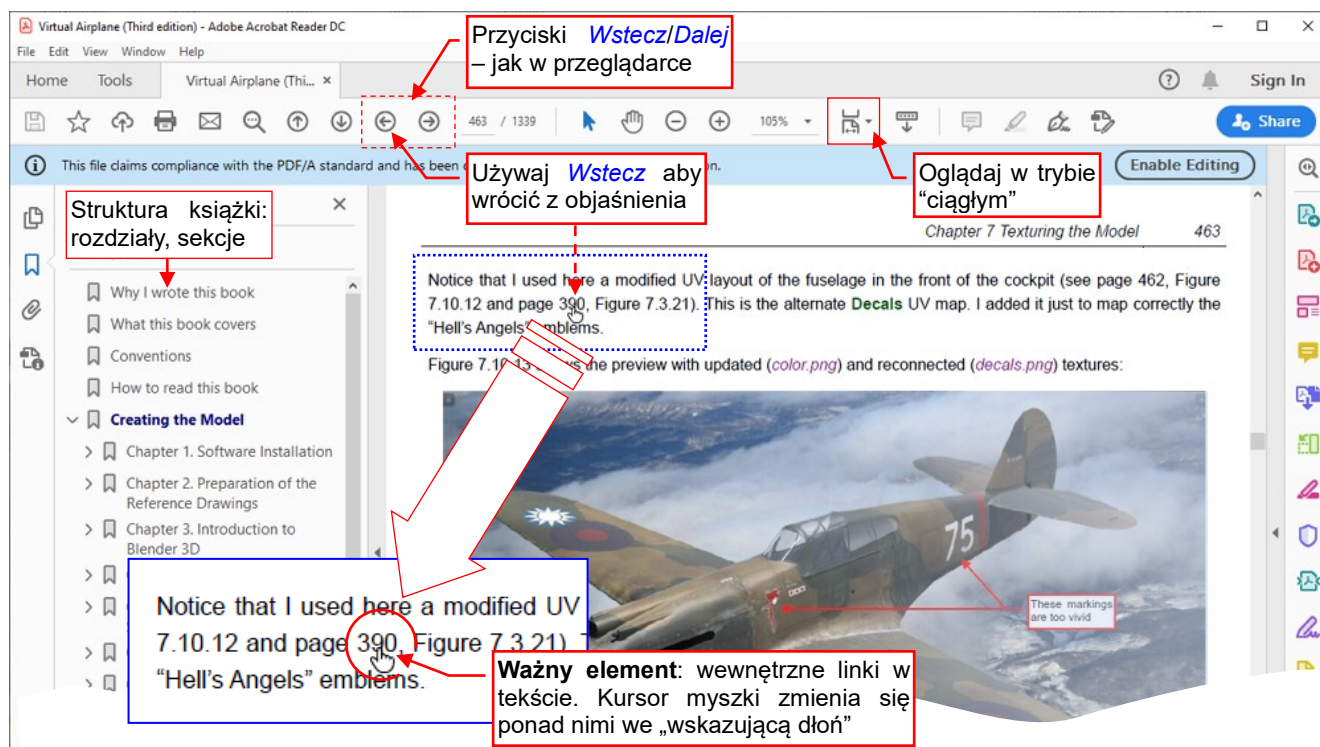
- kółko przewijania (pełni tę rolę, gdy jest **obracane**).

Na koniec – „w kwestii formalnej”: jak mam się do Ciebie zwracać? Zazwyczaj w poradnikach używa się formy bezosobowej („teraz należy zrobić”). To jednak, mówiąc szczerze, czyni czytany tekst mniej zrozumiałym. Aby ta książka była jak najbardziej czytelna, zwracam się do Czytelnika w krótkiej, drugiej osobie („teraz zrób”). Czasami używam także osoby pierwszej („teraz zrobiłem”, „teraz zrobimy”). Tak jest mi łatwiej¹.

¹ Podczas pracy nad modelem traktowałem nas – czyli Ciebie, drogi Czytelniku, i siebie, piszącego te słowa – jako jeden zespół. Może trochę wymaginowany, ale w jakiś sposób prawdziwy. Przecież tworząc tę książkę ja także wiele się uczyłem, bo wiedziałem, że każde zagadnienie mam Ci porządnie przedstawić!

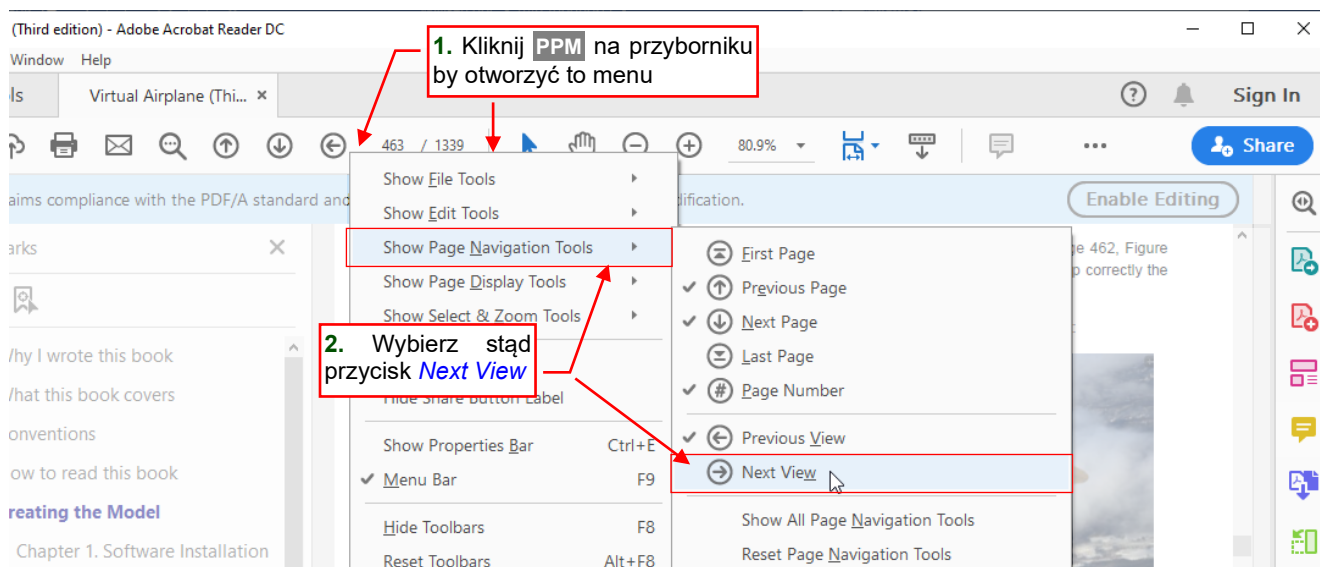
Jak czytać tę książkę?

Ta książka jest publikacją elektroniczną, dostarczaną w formacie PDF. Poniżej pokazuję jej angielską wersję, otwartą w systemie Windows, w popularnej, bezpłatnej przeglądarce **Adobe Acrobat Reader** (Rysunek 1):



Rysunek 1 Czytanie książki w przeglądarce PDF (Adobe Reader)

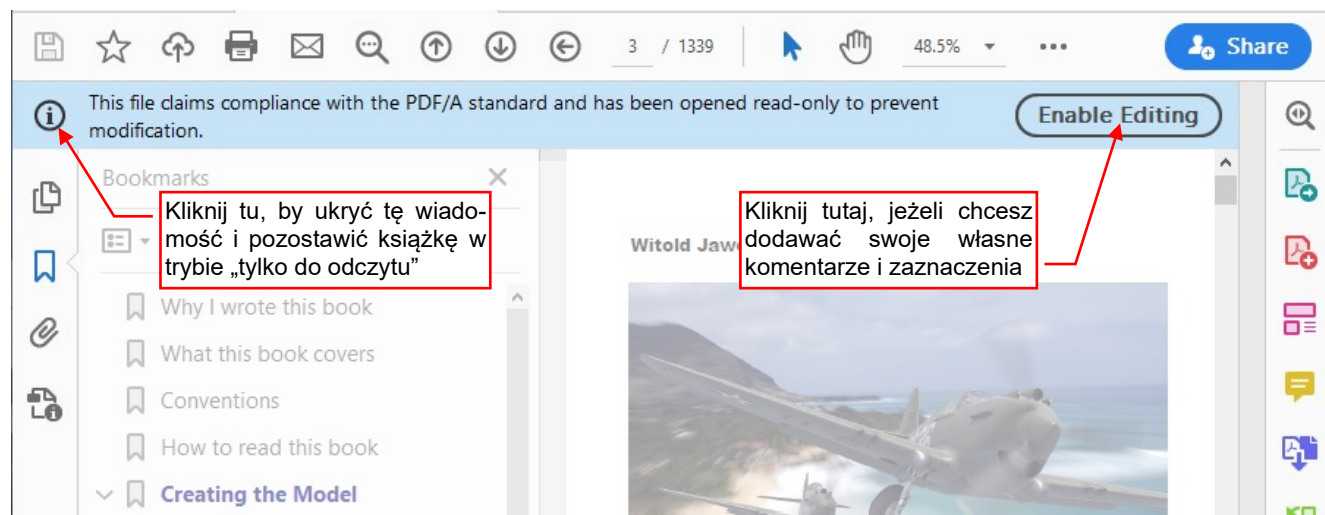
Aby ten poradnik był bardziej czytelny niż drukowane książki, przeniosłem większość szczegółowych opisów z głównego tekstu do podrozdziałów, pozostawiając w ich miejscu odsyłacze (wewnętrzne „linki”). Używaj ich, aby zapoznać się ze szczegółami, a potem wracaj do głównego tekstu. Aby nie „zaśmiecać” zawartości poradnika, nie wyróżniałem specjalnie tych skrótów kolorem lub podkreśleniem. Możesz je jednak rozpoznać na podstawie kontekstu („por. str. ...”) a także po zmianie kształtu kursora myszki na „wskazującą dłoń” (tak jak to pokazuje Rysunek 1). Gdy klikniesz w taki skrót, przejdziesz na stronę, na którą odsyła Cię tekst. Aby powrócić w poprzednie miejsce książki, wykorzystaj przycisk **Wstecz** umieszczony u góry ekranu (Rysunek 1). Działają tak samo, jak w przeglądarce internetowej. Jednak w domyślnej konfiguracji **Adobe Reader** przyciski **Wstecz/Dalej** nie są wyświetlane. Rysunek 2 pokazuje, jak je dodać do paska narzędzi:



Rysunek 2 Dodawanie przycisków **Wstecz/Dalej** do paska narzędzi (Adobe Reader)

Aby dodać przyciski *Wstecz/Dalej* do przybornika¹, kliknij **LPM** na pasku narzędzi i z menu kontekstowego wywołaj submenu *Show Page Navigation Tools...*. Wybierz z niego polecenia *Previous View* i *Next View* (por. Rysunek 2). Za każdym razem możesz wybrać tylko jedno z tych poleceń.

Aby ten dokument PDF można było poprawnie odczytać na różnych urządzeniach, jest zapisany w standardzie PDF/A. Po otwarciu pliku książki, **Adobe Reader** wyświetla o tym odpowiedni komunikat u góry ekranu (Rysunek 3):



Rysunek 3 Zamykanie wiadomości o formacie PDF/A (Adobe Reader)

Jeżeli chcesz zachować tę książkę w oryginalnej postaci, kliknij ikonę **(i)** z lewej strony (por. Rysunek 3). Jeżeli jednak chciałbyś na własne potrzeby zaznaczać jakieś fragmenty i/lub dodawać własne notatki – kliknij przycisk *Enable Editing* po prawej.

* * *

Możesz wydrukować egzemplarz „Wirtualnego modelarstwa” na użytek własny. Możesz go także nie drukować i czytać wprost z ekranu podczas pracy nad modelem. Oszczędzisz w tym przypadku trochę tonerów i papieru – zawsze to o skrawek lasu więcej. Co więcej, możesz wtedy korzystać z hipertekstowych odsyłaczy i widzieć ilustracje w pełnym kolorze.

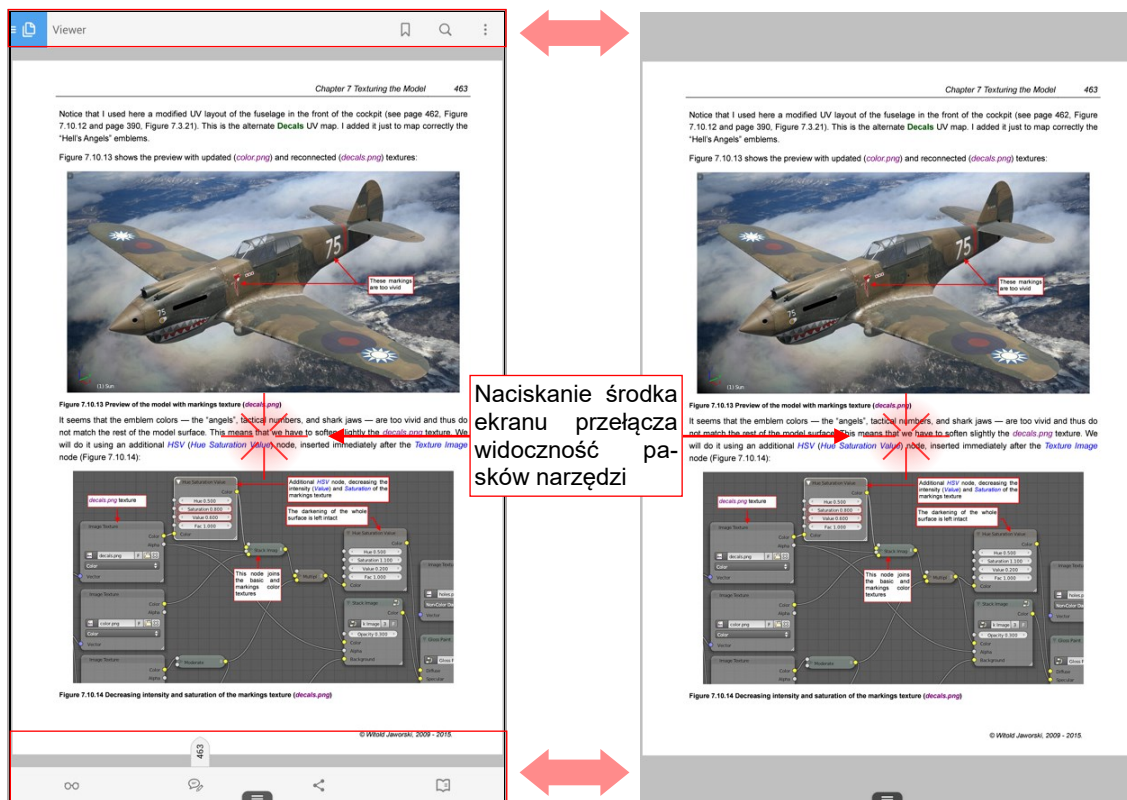
Oczywiście, jeżeli wolisz częste kartkowanie prawdziwego papieru – drukuj całość². Nawet jeżeli Twoja drukarka obsługuje wydruk dwustronny, przygotuj dwie ryzy formatu A4 i nowy toner, aby wydrukować pełne wydanie (cztery tomy) tej książki! Zapewniam, że nie było to moim celem. 😊

* * *

¹ Zawsze można użyć skrótów klawiszowych (*Wstecz*: **Alt** - **←**, *Dalej*: **Alt** - **→**), ale jakoś rażniej jest mieć te przyciski „pod ręką”.

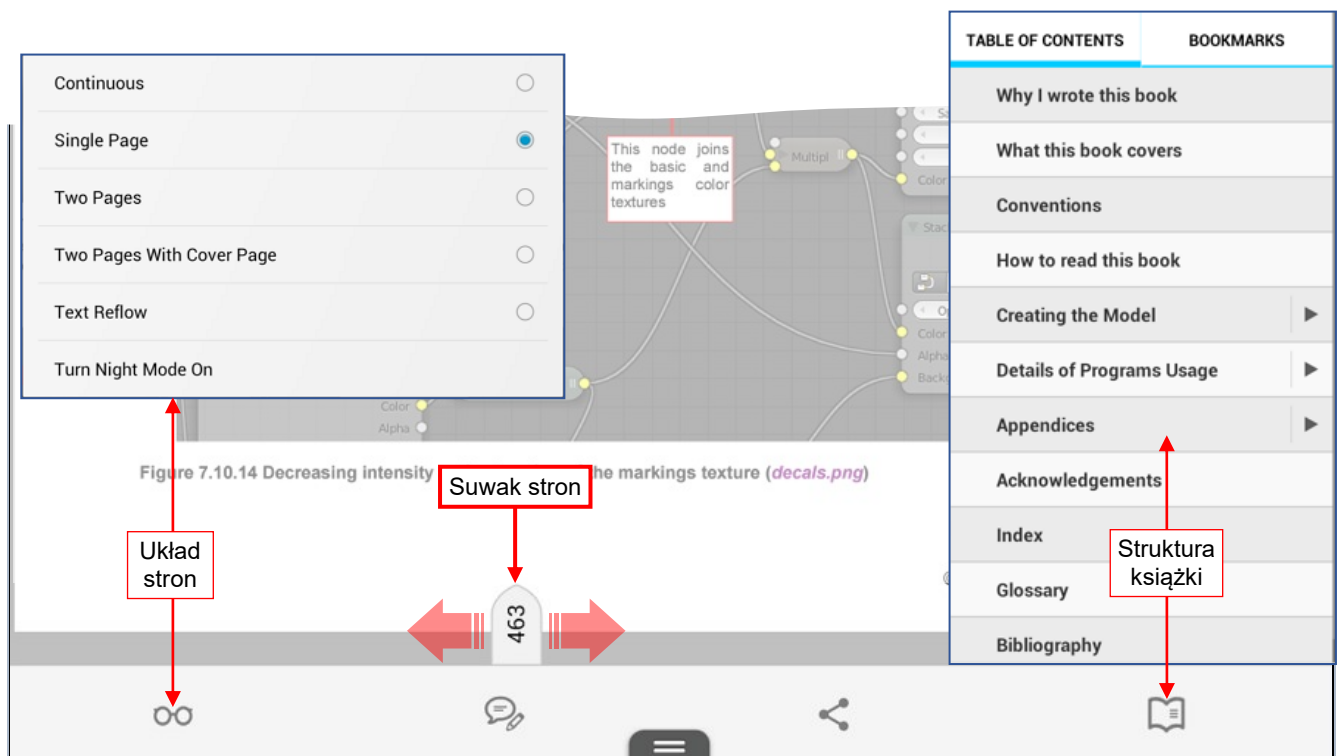
² Nie chciałem w tej elektronicznej książce rezygnować z kolorowych ilustracji. W związku z tym wiele z nich na wydruku wydaje się być mało kontrastowa. Aby temu w jakimś stopniu zaradzić, na niektórych ilustracjach zmieniałem kolory odnośników (na ciemniejsze lub jaśniejsze). Dzięki temu na wydruku są w miarę czytelne.

Oczywiście, możesz czytać tę książkę na tablecie, szczególnie jakimś większym. Dla urządzeń z systemem **Android** polecam także **Adobe Reader** (Rysunek 4):



Rysunek 4 Zawartość książki w systemie Android (Adobe Reader wersja mobilna)

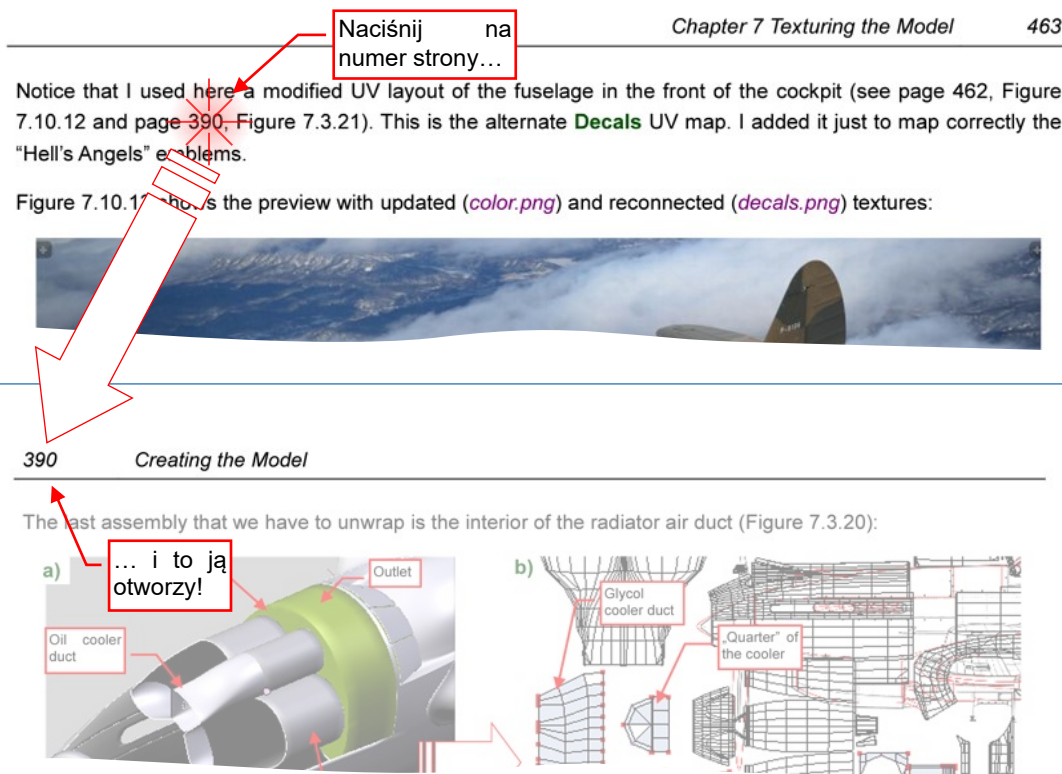
W stosunku do wersji z komputerów PC (pokazanej na poprzednich stronach), ten **Adobe Reader** ma uproszczony interfejs użytkownika (Rysunek 5):



Rysunek 5 Interfejs użytkownika programu Adobe Reader (Android)

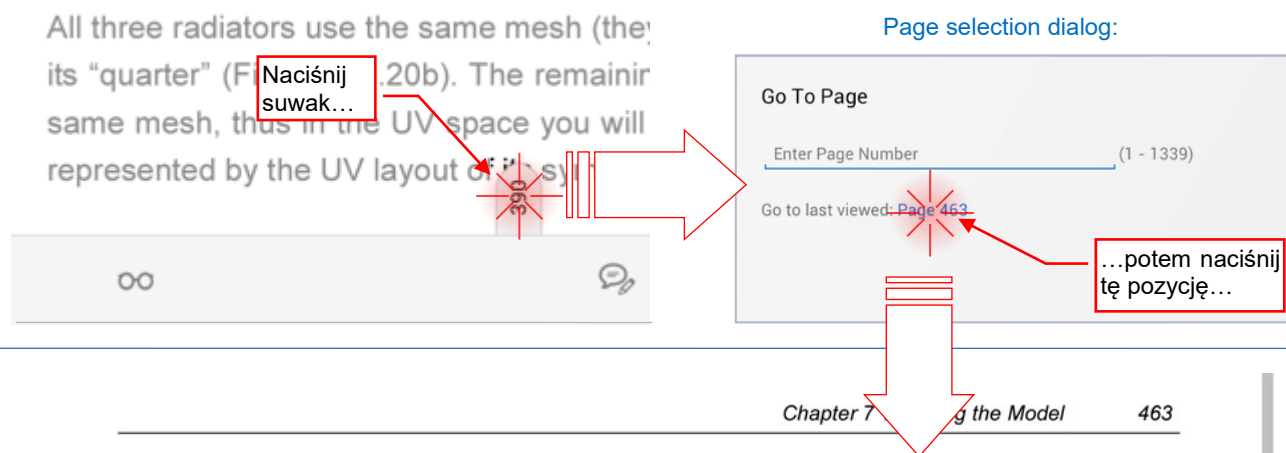
Na szczęście nadal można tu ustawić ciągle wyświetlanie stron (opcja **Continuous**, por. Rysunek 5). To przyda się szczególnie dla mniejszych ekranów!

W mobilnym wariancie **Adobe Acrobat Reader** także możesz korzystać z linków. Niestety, na ekranach dotykowych nie ma kursora, który by się zmieniał ponad takim odsyłaczem. Wystarczy jednak pamiętać, że każdy numer strony, ilustracji lub rozdziału zawiera odpowiedni link. Po prostu naciśnij odpowiedni tekst (Rysunek 6):



Rysunek 6 Korzystanie z hipertekstowych odsyłaczy

Aby powrócić z takiego „skoku” w poprzednie położenie w tekście książki, skorzystaj z przycisku „<”, który pojawi się z prawej (przy numerze strony – Rysunek 7):



Notice that I used here a modified UV layout of the fuselage in the front of the cockpit (see page 462, Figure 7.10.12 and page 390—Figure 7.3.21). This is the alternate **Decals** UV map. I added it just to map correctly the "Hell's Angels" emblems.

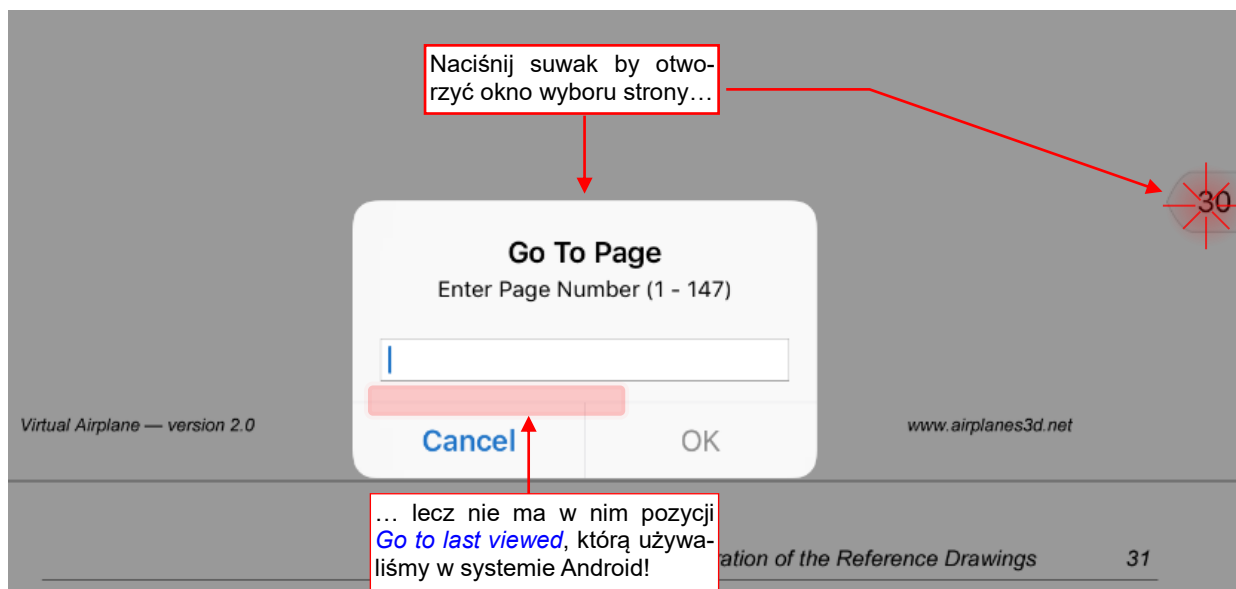
Figure 7.10.13 shows the preview with updated (*color.png*) and reconnected (*decals.png*) textures:



Rysunek 7 Powrót do poprzedniego miejsca (Android)

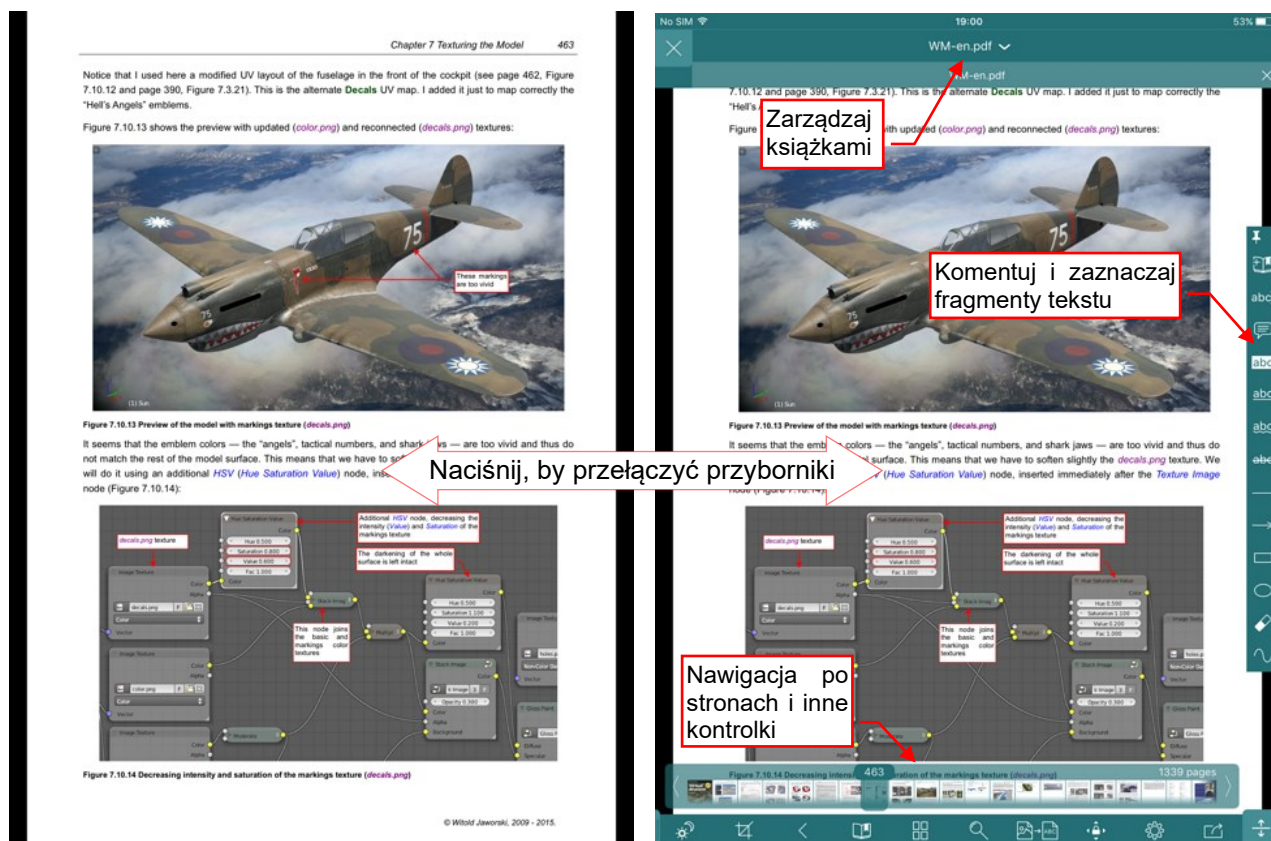
Rysunek 7 pokazuje okno wyboru strony, otwierane po naciśnięciu suwaka. Naciśnij w nim pozycję **Go to last viewed**, a wrócisz do tekstu głównego. (Mówiąc szczerze, wersja **Adobe Acrobat Reader** dla systemu Android sprzed kilku lat była wygodniejsza: miała przycisk **Wstecz** obok numeru aktualnej strony).

Adobe Acrobat Reader ma także swój wariant dla systemu **iOS**. Niestety, w jego oknie wyboru strony brakuje kluczowej pozycji „Go to last viewed” (Rysunek 8):



Rysunek 8 Okno wyboru strony w Adobe Reader dla iOS

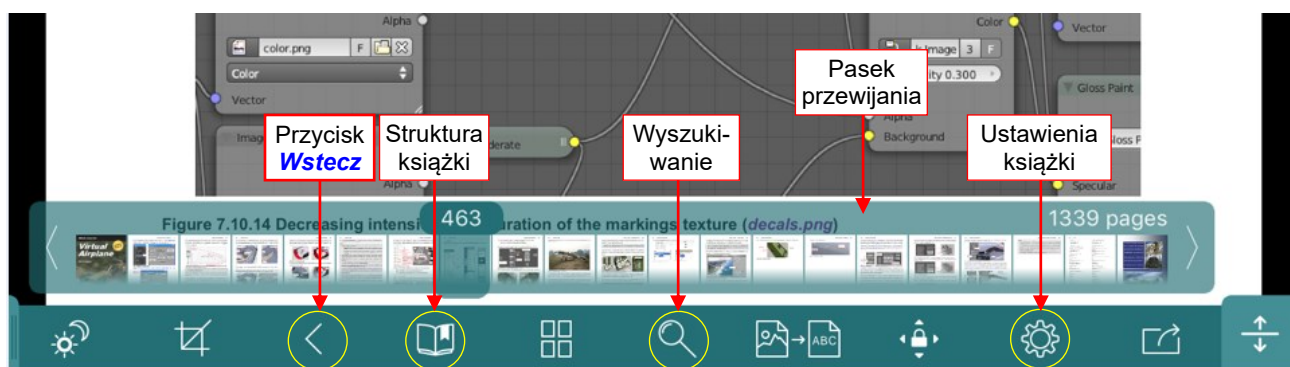
Dlatego jestem zmuszony zarekomendować dla **iOS** inny program: **GoodReader**. Ta płatna aplikacja (aktualnie dostępna w AppStore za 27zł) to doskonale narzędzie do czytania na iPadzie (Rysunek 9):



Rysunek 9 GoodReader dla iOS

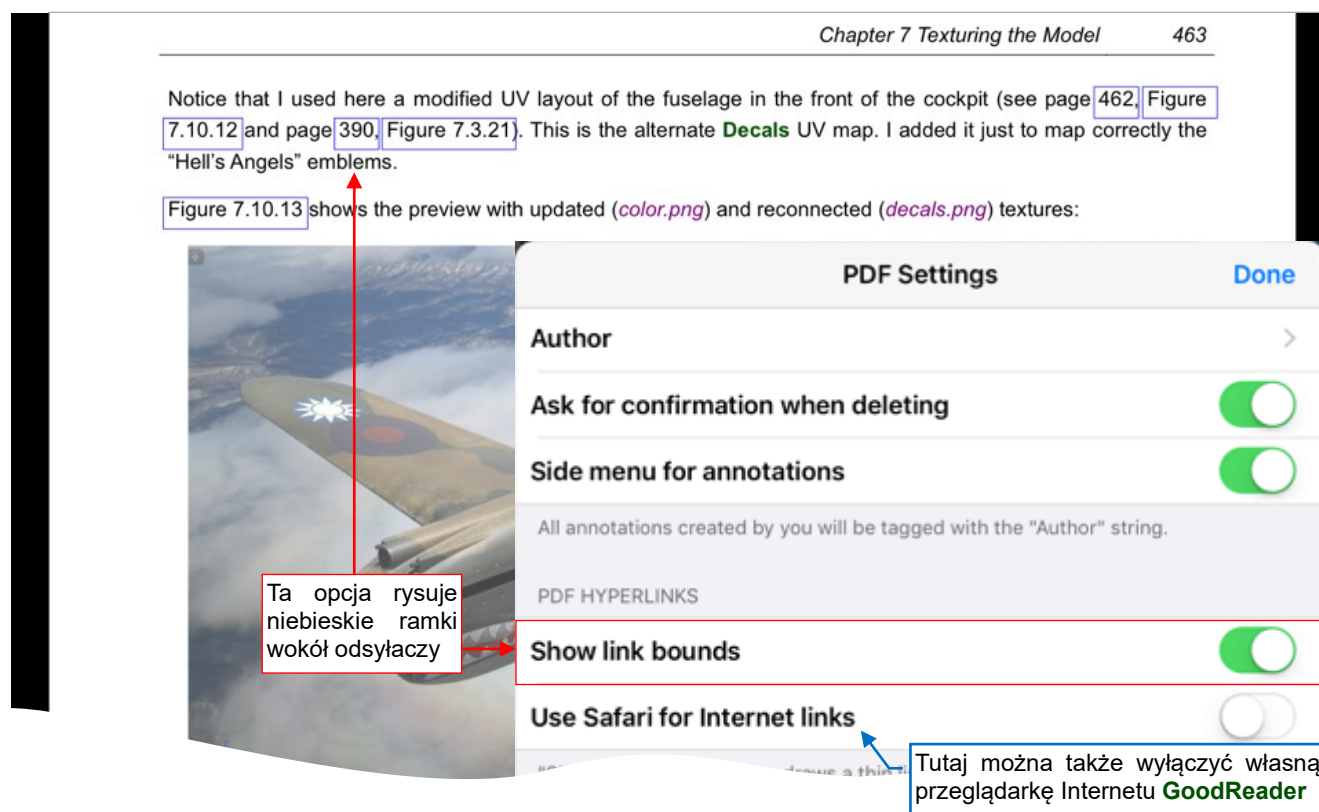
Poza samym czytaniem, **GoodReader** jest wygodnym narzędziem do zarządzania plikami książek na tablecie i w chmurze. Zawiera nawet własną przeglądarkę do obsługi umieszczonych w tekście odsyłaczy do Internetu.

U dołu ekranu znajdziesz w nim w tak przydatny przycisk **Wstecz**, ale także wiele innych „gadżetów”, jak np. pasek wyboru stron (Rysunek 10):



Rysunek 10 GoodReader dla iOS

Oprócz przycisku **Wstecz**, który pozwala na powrót z połączonej strony, **GoodReader** potrafi także zaznaczyć w tekście wszystkie wewnętrzne odsyłacze. Wystarczy tylko włączyć w ustawieniach książki opcję **Show link bounds** (Rysunek 11):



Rysunek 11 GoodReader: kilka przydatnych opcji w ustawieniach książki

Osobiście jednak, tak jak napisałem na początku tej sekcji, wolę czytać tekst bez takich oznaczeń.

Przygotowanie „warsztatu pracy” dla tego projektu

Po pierwsze, potrzebujesz komputer. Nie musi być to nowa maszyna, ale sugeruję nie używać sprzętu sprzed więcej niż siedmiu lat.

Przypuszczam, że większość czytelników tej książki używa komputera z Windows. Podczas opisu instalacji koncentruję się wyłącznie na tym środowisku. Sam go używam na moich komputerach. Nie mam żadnych doświadczeń z Linuksem ani z Mac OS, więc nie będę pisał o instalacjach, których nie wykonałem. Jeżeli używasz systemów innych niż Windows – poszukaj wskazówek na temat ich instalacji na stronach poszczególnych programów. (Adresy tych portali zawiera Rozdział 2. Znajdziesz je na początku każdej z jego sekcji).

Rozdział 1. Pobranie materiałów pomocniczych

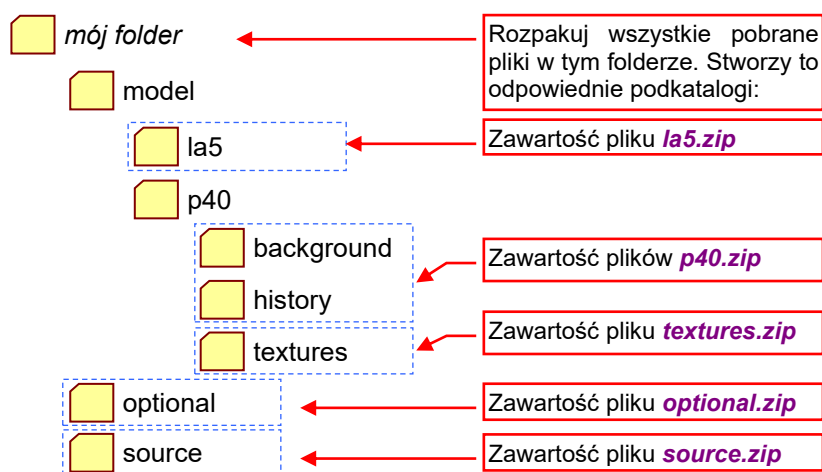


Pliki towarzyszące tej książce możesz pobrać ze strony: http://samoloty3d.pl/wm4_p.xml. Utrzymuję tam ich aktualne wersje¹. Uaktualniam je co jakiś czas, aby odpowiadały aktualnej wersji Blendera.

Następujące pliki są ważną częścią tej książki:

- **source.zip**: zawiera skrypty Pythona, plany P-40B, udostępnione przez producenta fragmenty rysunków technicznych (P-40E) i inne pomocnicze materiały;
- **optional.zip**: dodatkowe (opcjonalne) materiały;

Rozpakuj wszystkie pobrane pliki *.zip do tego samego folderu. Rysunek 1.1 pokazuje strukturę podkatalogów, jaka powstanie po ich rozpakowaniu (pliki nie wymienione powyżej należą do innych części tej publikacji):



Rysunek 1.1 Strona, z której możesz pobrać pliki Blendera

Oczywiście, nazwa *mój_folder* zależy od Ciebie.

¹ Na tej stronie znajdziesz także odpowiedzi na najczęstsze pytania zadawane przez Czytelników oraz informacje o zmianach w opisywanym oprogramowaniu, jakie się pojawiły po publikacji tej książki.

Rozdział 2. Instalacja oprogramowania

W tym rozdziale omówimy pokrótce instalację oprogramowania, z którego będziemy korzystać. W tym tomie to:

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

To oprogramowanie jest udostępniane w zasadach licencji GPL. Oznacza to m.in., że nie można pobierać za nie żadnych opłat. (Oczywiście, jeżeli masz gust, a program Ci się bardzo spodoba, możesz wspomóc twórców dotacją – ale na zasadzie pełnej dobrowolności. Szczegółowy opis, jak to zrobić, znajdziesz na stronie internetowej każdego z tych projektów).

2.1 Instalacja GIMP

W tej książce używam GIMP 2.10. Pobierz jego program instalacyjny ze <http://www.gimp.org> (Rysunek 2.1.1):



Rysunek 2.1.1 Portal projektu GIMP

Obecnie (w czasie, gdy piszę tę książkę), ta strona kieruje na <http://www.gimp.org/downloads> (Rysunek 2.1.2):



Rysunek 2.1.2 Strona z programem instalacyjnym

Udostępniony tam uniwersalny program instalacyjny zawiera obydwie wersje GIMPA: 32-bitową i 64-bitową. Po uruchomieniu rozpoznaje typ systemu operacyjnego, i, gdy jest to możliwe, instaluje wersję 64-bitową¹.

¹ W 64-bitowych systemach Windows 7 i Windows 8 aplikacje 32-bitowe możesz poznać po tym, że ich pliki znajdują się w katalogu *C:\Program Files (x86)*, podczas gdy pliki aplikacji 64-bitowych – w *C:\Program Files*.



Portal GIMP udostępnia także pliki instalacyjne poprzedniej wersji programu. (Znajdziesz je na tej samej stronie, poniżej wersji aktualnej). Obecnie jest to GIMP 2.8, lecz w przyszłości, gdy aktualną wersją będzie GIMP 3.0, znajdziesz w tym miejscu GIMP 2.10 (sądzę, że nie wcześniej niż w 2023r).

W procesie instalacji Gimpa nie ma żadnych "haczyków". Po prostu naciskaj przycisk *Next*.

Podczas pierwszego uruchomienia GIMP rejestruje różne swoje komponenty, więc będzie wyświetlał swój ekran powitalny przez minutę lub dwie (Rysunek 2.1.3):



Rysunek 2.1.3 Ekran powitalny GIMP

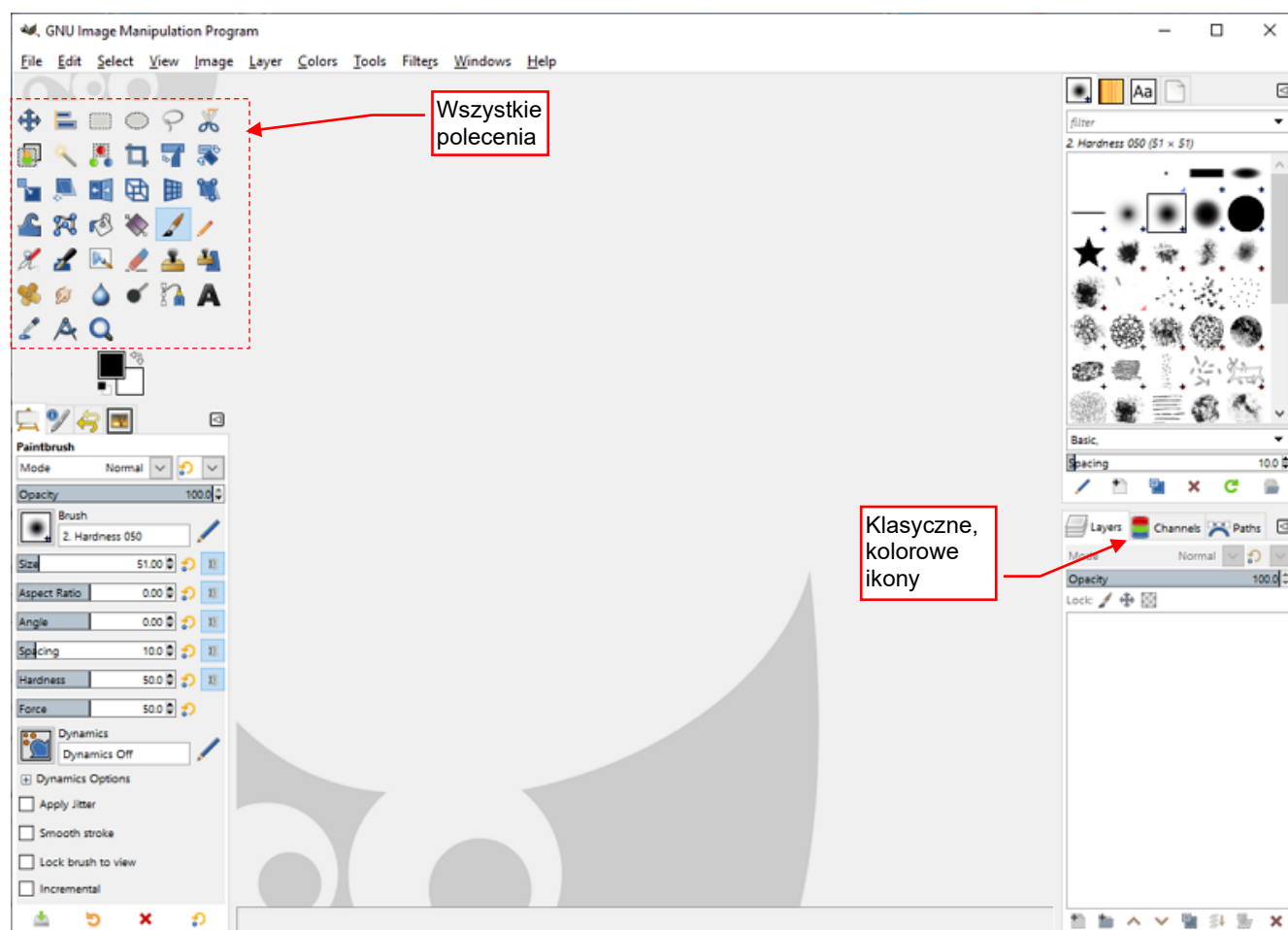
(Normalnie będzie startował o wiele szybciej). Następnie GIMP otwiera główne okno programu (Rysunek 2.1.4):



Rysunek 2.1.4 Główne okno GIMP w domyślnym, ciemnym motywie

Osobiście nie przepadam za taką ciemną kolorystyką i monochromatycznymi ikonami. Co więcej – to jest nowość. GIMP 2.8 i wszystkie wersje poprzednie używały jaśniejszego motywu z większymi, kolorowymi ikonami.

Większość poradników o GIMP wykorzystuje tę jaśniejszą kolorystykę. Dlatego sugeruję nadać oknom GIMP bardziej „klasyczny” wygląd (Rysunek 2.1.5):



Rysunek 2.1.5 Główne okno GIMP w bardziej „klasycznych” barwach

Aby go uzyskać, otwórz okno **Edit→Preferences**. Na liście **Interface→Theme** wybierz **System**, a na liście **Interface→Icon theme** wybierz **Color**. Dodatkowo sugeruję „rozwinąć” przybornik, tak, aby pokazywał wszystkie polecenia. W tym celu wyłącz opcję **Use tool groups** z panelu **Interface→Toolbox**. (Szczegóły tej instalacji możesz znaleźć na str. 119).

Jeżeli nigdy wcześniej nie używałeś GIMP – możesz zerknąć na krótkie wprowadzenie do tego programu, umieszczone na str. 123.

2.2 Instalacja Inkscape

W tej książce używam Inkscape **1.0**. Jego instalator można pobrać z <http://www.inkscape.org> (Rysunek 2.2.1):



Rysunek 2.2.1 Strona projektu Inkscape

Kliknij w jeden ze wskazanych na ilustracji powyżej linków, aby przejść do strony pobrań (Rysunek 2.2.2):



Rysunek 2.2.2 Strona z plikami instalacyjnymi Inkscape

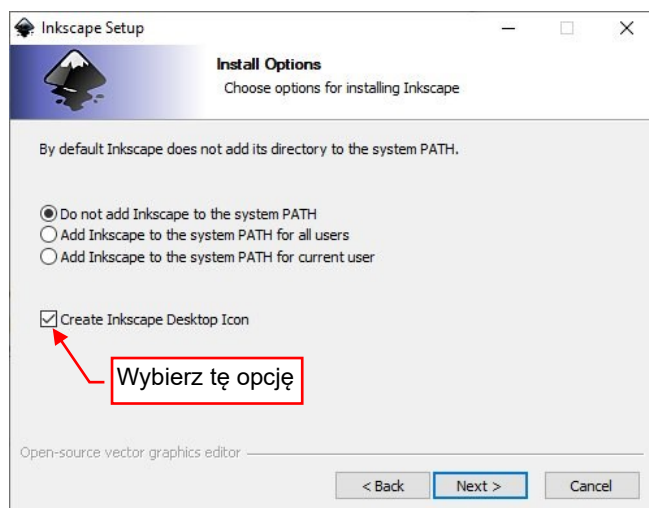
Portal Inkscape wykorzystuje standardową informację o systemie operacyjnym, dostarczaną przez Twoją przeglądarkę, do wyboru prawidłowego pakietu instalacyjnego (to powinna być wersja 64-bitowa).



Ważna informacja na temat aktualizacji Inkscape: zgodnie ze wskazówkami ze strony pobrań, przed instalacją nowej wersji należy usunąć (odinstalować) poprzednią.

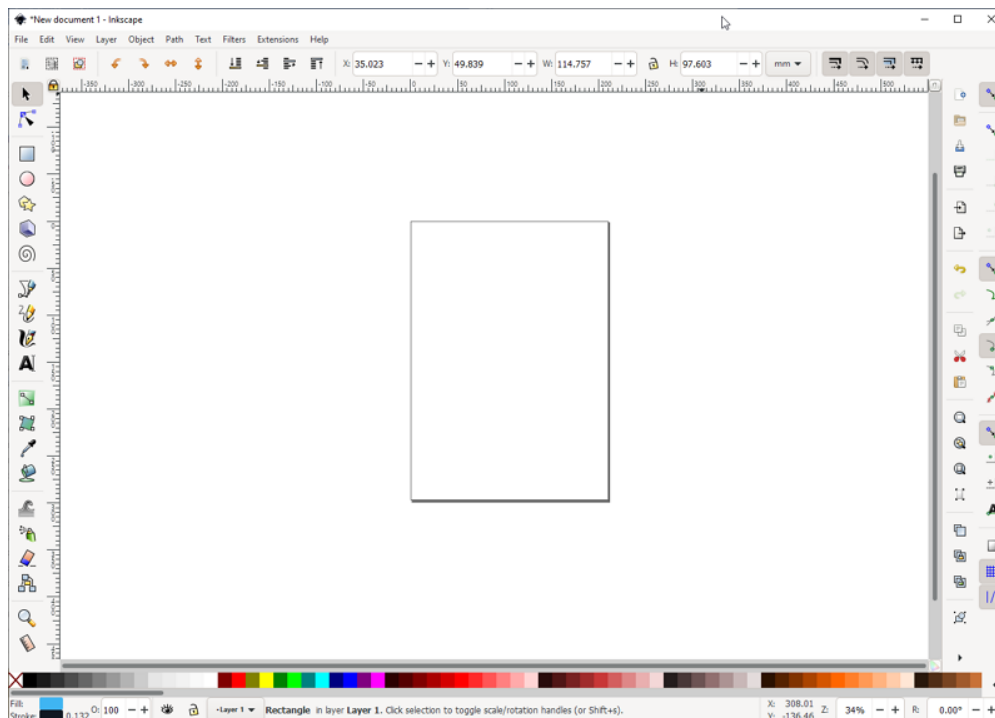
W takim przypadku możesz się zastanowić nad użyciem do aktualizacji tego programu wersji spakowanej w pliku *.7z (patrz str. 23, Rysunek 2.2.2). Wystarczy wówczas usunąć całą dotychczasową zawartość folderu Inkscape i rozpakować w to miejsce pliki z pobranego archiwum *.7z.

Klasyczny proces instalacji także jest prosty, wystarczy klikać po kolei w przyciski [Next](#). Pamiętaj, aby zaznaczyć wstawienie ikony Inkscape na pulpit, bo to akurat domyślnie jest wyłączone (Rysunek 2.2.3):



Rysunek 2.2.3 Wybierz opcję [Create Icon](#)

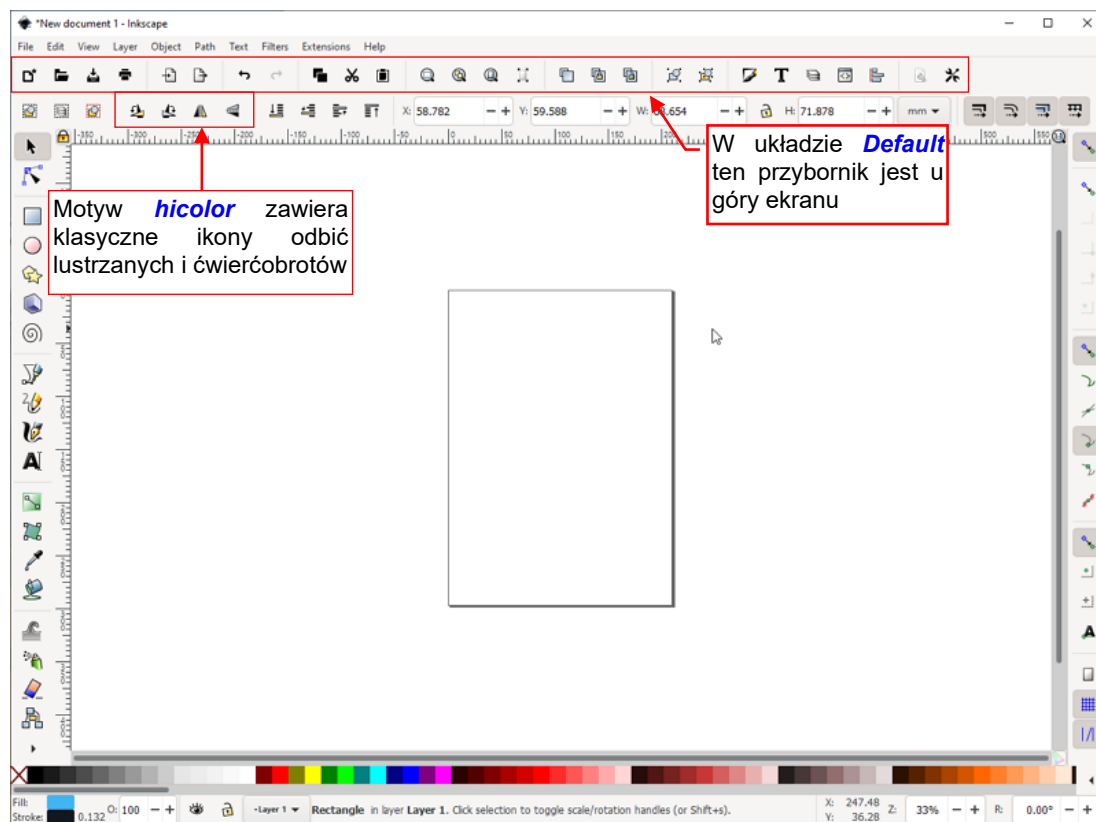
Przy pierwszym uruchomieniu Inkscape wygląda jak poniżej (Rysunek 2.2.4):



Rysunek 2.2.4 Ekran Inkscape przy pierwszym uruchomieniu

To tak zwany „szeroki” ([Wide](#)) układ ekranu.

Proponuję wprowadzić tu dwie drobne modyfikacje. Zmień najpierw poleceniem **View→Default** układ ekranu na taki, w którym pasek poleceń znajduje się u góry, a nie po prawej stronie. Następnie w oknie preferencji (**Edit→Preferences**), przejdź do panelu **Interface→Theme**, i przełącz ikony (lista **icon theme**) na **hicolor**. (Ten motyw zawiera klasyczne ikony dla odbić lustrzanych i ćwierćobrotów – por. Rysunek 2.2.5)



Rysunek 2.2.5 Ten sam ekran, po modyfikacjach

Szczegółowy opis instalacji Inkscape znajdziesz na str. 135.

Przygotowanie rysunków referencyjnych

Model cyfrowy powstaje na podstawie dwuwymiarowych planów: rzutu z boku, góry, dołu, przodu, ewentualnie także z tyłu. Takie rysunki muszą być **dokładne**. Inaczej tylko utrudnią nam pracę¹.

Ta część książki przedstawia proces przygotowania tych kluczowych materiałów referencyjnych na przykładzie myśliwca Curtiss P-40B. Omówię tu kilka ogólnych metod, których możesz użyć do weryfikacji planów dowolnego samolotu. Informacje z tej części mogą być także przydatne do przygotowania klasycznych planów modelarskich. Przy okazji zapoznamy się tu z programem rysunkowym Inkscape (i podstawami GIMP).



Jeżeli szukasz wyłącznie podstawowych instrukcji jak przygotować obrazy wzorcowe samolotu dla projektu w 3D, przeczytaj z tej części tylko Rozdział 3. Jeżeli zamierzasz wykonać model P-40 w Blenderze, przeczytaj także Rozdział 6. (Rozdział 4 i Rozdział 5 są przeznaczone dla tych, którzy chcą tworzyć dokładniejsze modele).

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

Rozdział 3. Adaptacja typowych planów modelarskich

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

Jako przykłady typowych (całkiem dobrych) planów modelarskich wybrałem dwa zestawy rysunków P-40B, opracowane przez dwóch różnych autorów:

- Jacka Jackiewicza – rysunki opublikowane w monografii "Curtiss P-40", wydanej w roku 2000 przez AJ Press, w ramach serii "Monografie lotnicze" (zeszyt nr 64);
- Mariusza Łukasika – rysunki opublikowane w monografii "Curtiss P-40", wydanej w roku 2008 przez Kagero, w ramach serii "Monografie" (zeszyt nr 36). Obecne są dostępne w innym zeszycie, chociażby w [sklepie Kagero](#).



Monografia AJ Press dawno już została wyprzedana. Jeżeli chcesz używać dokładnie tych samych rysunków jak przedstawione w tym rozdziale, możesz [stąd](#) pobrać archiwum *.zip ze skanami zeszytu #64. (Podany link przekierowuje na serwer, na którym je znalazłem).

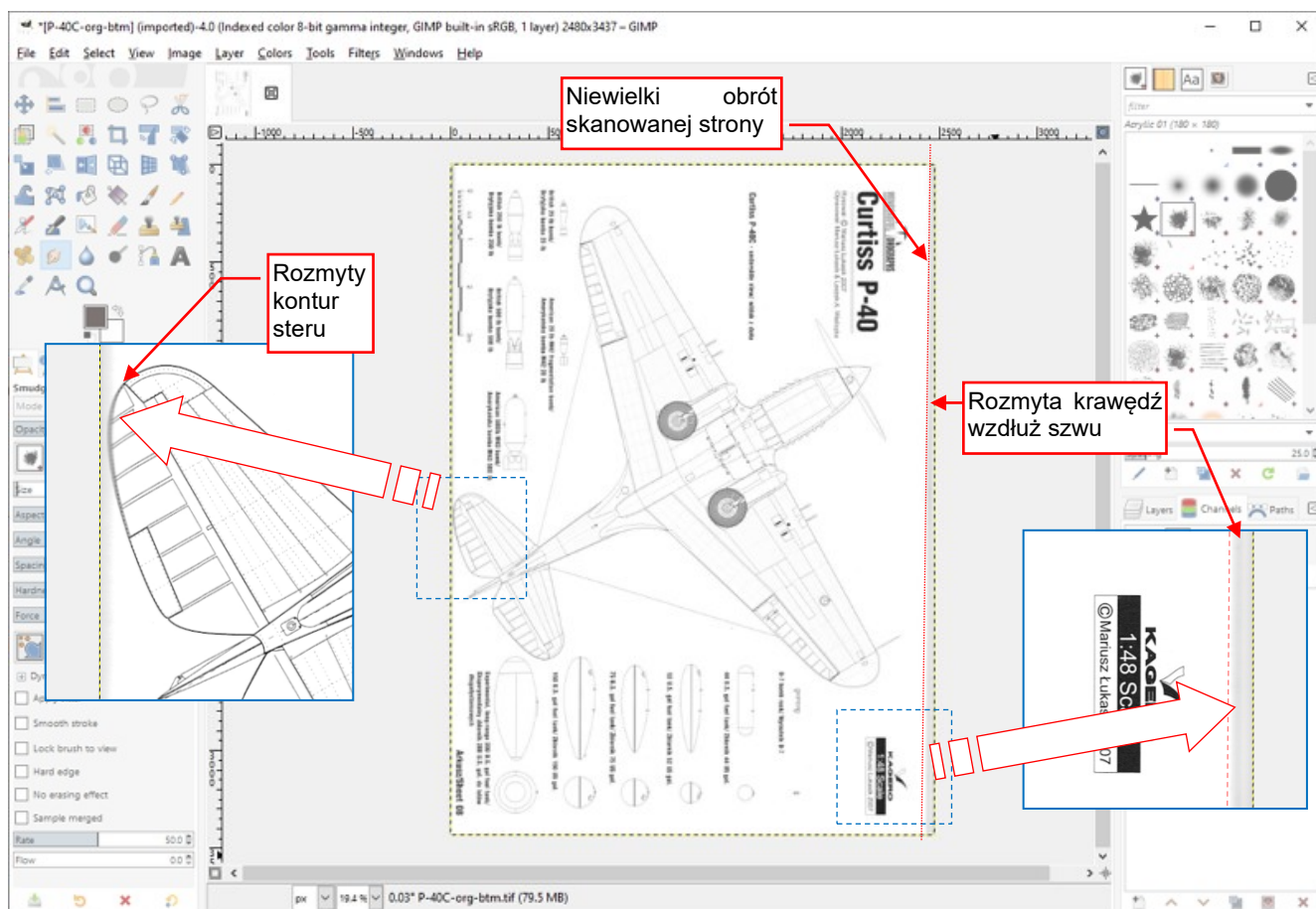


Gdy rozpakujesz archiwum *source.zip*, które towarzyszy tej książce (por. str. 18), w folderze *source\references\sample* znajdziesz pliki Inkscape (*.svg) nazwane: *drawings_(3.2).svg* ... *drawings_(3.7).svg*. Zawierają rezultaty poszczególnych sekcji (3.2 ... 3.7) tego rozdziału.

3.1 Skanowanie planów modelarskich

W Internecie możesz znaleźć mnóstwo rysunków samolotów, lecz większość z nich jest marnej jakości. Klasyczne papierowe monografie są często jedynym źródłem bardziej szczegółowych planów¹. W takim przypadku musisz zeskanować ich strony. Na szczęście to może być całkiem proste, jeżeli używasz spopularyzowanego kilka lat temu połączenia kopiarki, skanera i drukarki². Upewnij się tylko, że Twój skaner jest podłączony do komputera i zasilania, przyłóż skanowaną stronę na jego pulpicie, i uruchom GIMP³.

W GIMP wywołaj polecenie **File→Create→Scanner/Camera** by zeskanować aktualną stronę (szczegóły – por. str. 128). Choć na współczesnych skanerach możesz osiągnąć wysokie rozdzielczości (do 1200 dpi), użyj dla planów dużo mniejszych wartości (np. 300 dpi). Rysunek 3.1.1 przedstawia przykład uzyskanego obrazu:



Rysunek 3.1.1 Zeskanowany rysunek

Po zakończeniu skanowania przyjrzyj się uzyskanemu obrazowi, szukając ewentualnych deformacji spowodowanych przez zagięcia papieru, lub innych wad. W przypadku, który pokazuje Rysunek 3.1.1, znalazłem trzy błędy. Pierwszy z nich: nieznaczny obrót strony – można łatwo skorygować. Rozmyta krawędź wzdłuż szwu także jest OK, dopóki nie zbliża się do żadnego fragmentu rysunku. Jednakże trzeci błąd zdyskwalifikował ten skan: rozmyty kontur statecznika, przy zewnętrznej krawędzi strony. (Najprawdopodobniej niechcący pofałdowałem ten obszar podczas skanowania). Musiałem usunąć ten rezultat (poleceniem **File→Close View**, bez zapisywania) i powtórzyć całą operację. Gdy uzyskasz obraz wolny od wad, zapisz go jako plik ***.jpg**, używając polecenia **File→Export** (patrz str. 131).

¹ Od razu możesz odrzucić wszystkie rysunki bez linii nitów (oczywiście, w przypadku konstrukcji metalowych). Wyjątkiem od tej reguły są nowoczesne myśliwce, gdyż w ich stosunkowo grubym, wypolerowanym poszyciu, płaskie, wpuszczane nity są praktycznie niewidoczne.

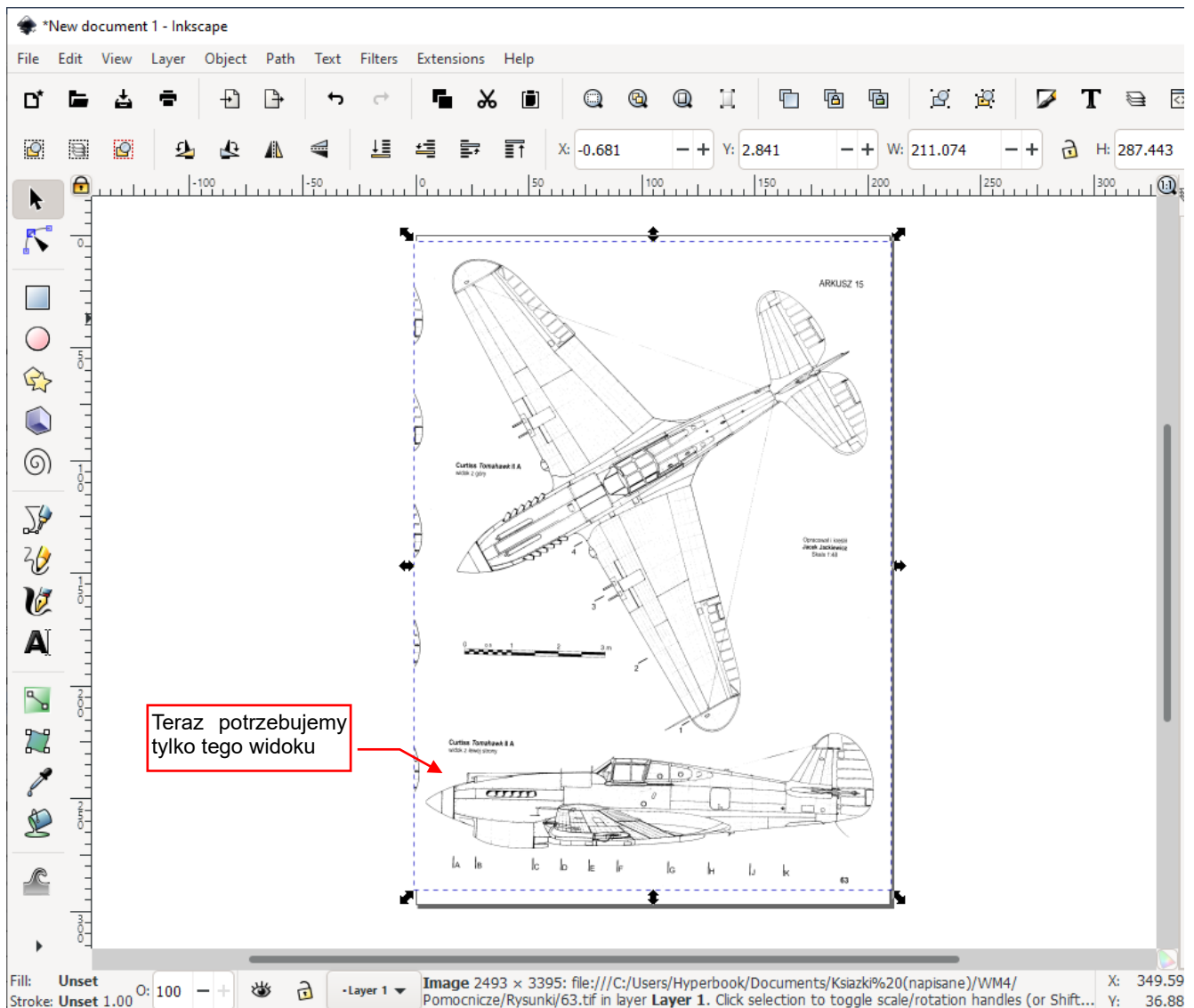
² Na przykład: moja drukarka/skaner/kopiarka Brother DCP-125 kosztowała niewiele więcej niż jej komplet tonerów;

³ Jeżeli używasz GIMP po raz pierwszy – zerknij na jego krótkie wprowadzenie na str. 123.

3.2 Przygotowanie rzutu z lewej

Rysunki po zeskanowaniu nie nadają się do natychmiastowego użycia. Zazwyczaj są mniej lub bardziej niekształcone – na przykład osie samolotu nie są idealnie poziome lub pionowe. Mogą im się także przytrafić problemy z wzajemną prostokątnością. Takie rzeczy trzeba sprawdzić i skorygować. Stworzymy w ten sposób ich poprawione wersje: każdy rzut w oddzielnym pliku. Zrobię to w Inkscape.

Wczytaj do Inkscape (**File→Import**, patrz str. 143) jeden z zeskanowanych arkuszy, zawierający rzut z boku. Zazwyczaj najlepiej jest użyć w tym celu jednego z głównych arkuszy planów. Raczej nie korzystaj z zestawienia różnych wersji samolotu, ponieważ na rysunkach robionych metodą tradycyjną – w tuszu – zestawienie kolejnych wersji jest zawsze narysowane mniej starannie. Jeżeli chcesz używać dokładnie tych samych skanów jak poniżej (z monografii AJ Press), pobierz z [tego pliku archiwum](#) obraz o nazwie **63.tif**. Na początek, złap go myszką i przesun¹ na środek strony dokumentu Inkscape (Rysunek 3.2.1):

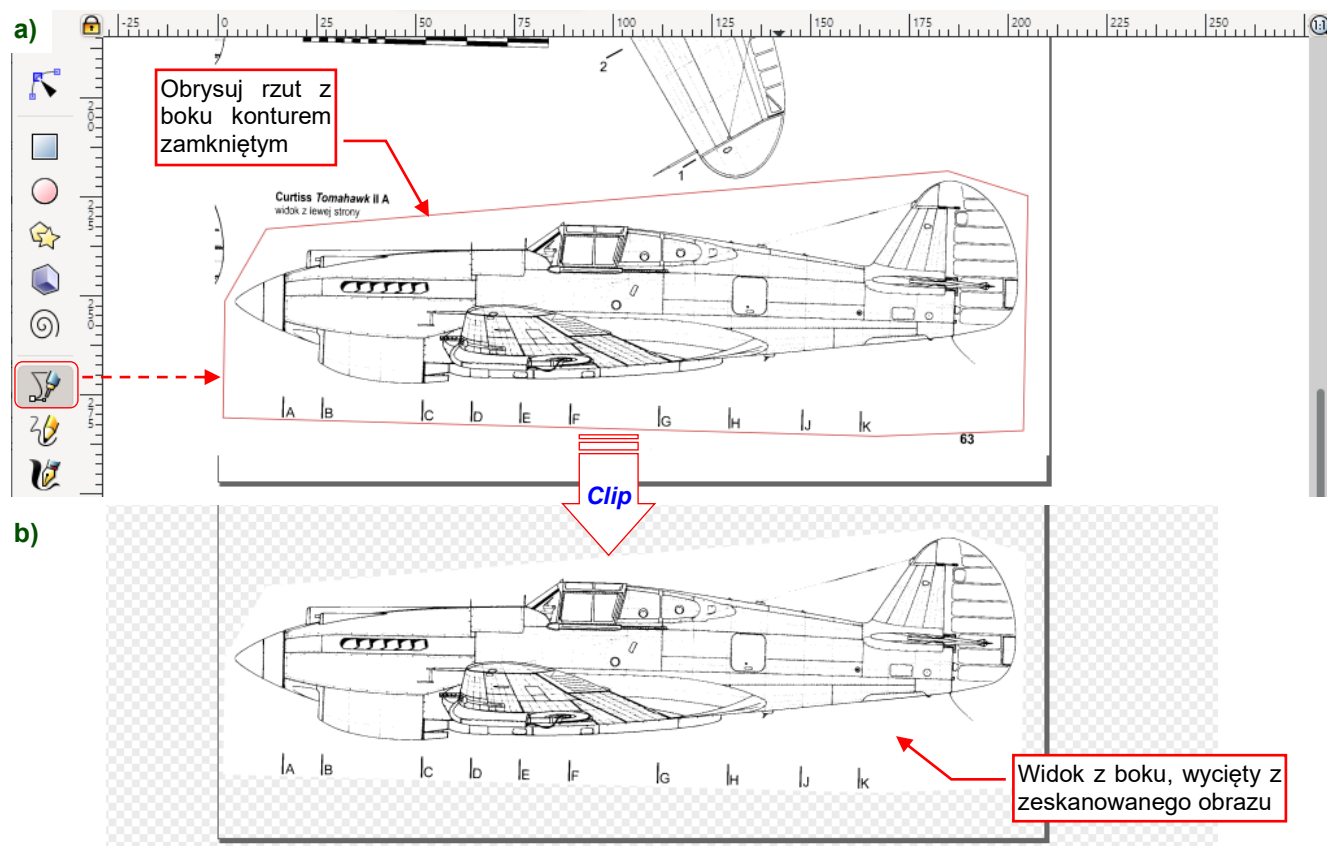


Rysunek 3.2.1 Zeskanowana strona, włączona ([link](#)) do dokumentu Inkscape (Jacek Jackiewicz, AJ Press)

Jak widać, poza widokiem z lewej ta strona zawiera także widok z góry, którego na razie nie potrzebujemy. Wytnijmy go z tego obrazu.

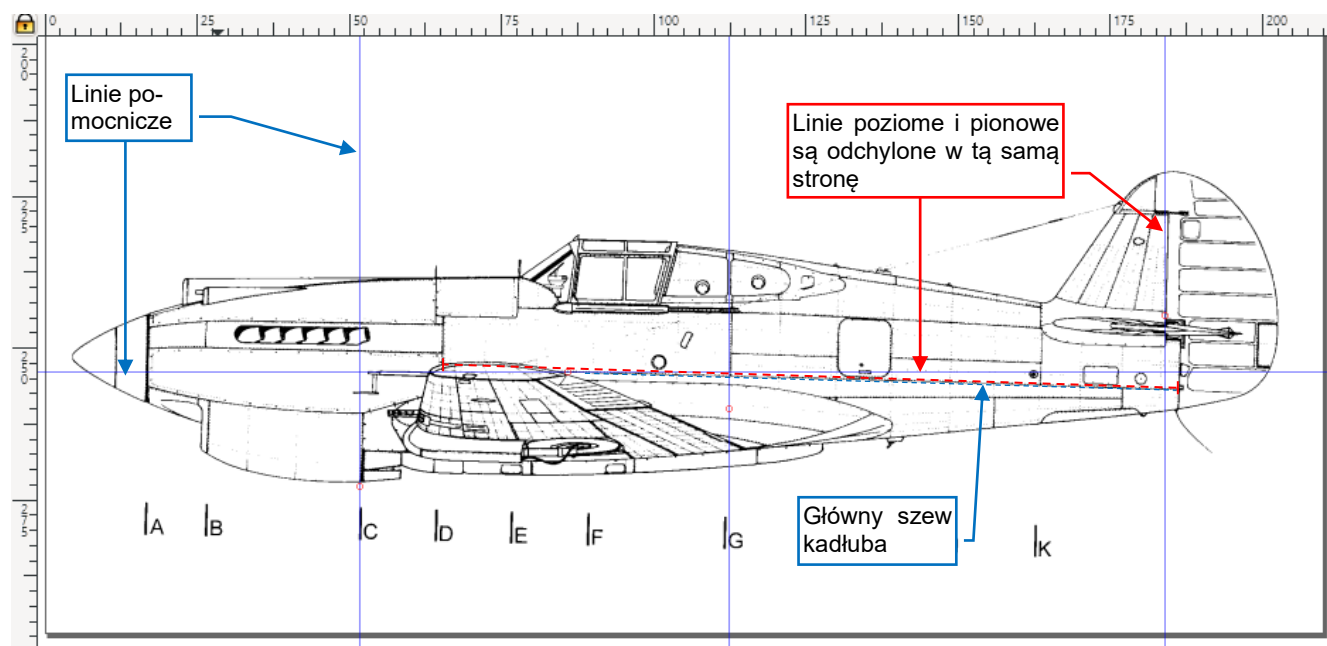
¹ Jeżeli zupełnie nie znasz Inkscape – patrz wskazówki, jak przesunąć obiekt na str. 139.

Powiększ nieco aktualny rysunek (szczegóły – patrz str. 144) i obrysuj widok z boku konturem zamkniętym (szczegóły – patrz str. 147). Ten zgrubny obrys nie musi być dokładny (Rysunek 3.2.3a), więc rysuj go swobodnie, omijając inne elementy zeskanowanego obrazu. Gdy będzie gotowy, użyj go do obcięcia reszty skanu (**Object→Clip→Set**, patrz str. 148). Rysunek 3.2.3b) przedstawia rezultat tej operacji:



Rysunek 3.2.2 Wycinanie rzutu z boku ze skanu strony

Teraz sprawdzimy, czy rysunek nie jest obrócony ani przekoszony. Umieść linie pomocnicze (**guides**: szczegóły – patrz str. 149) na liniach konstrukcyjnych, które powinny być pionowe lub poziome (Rysunek 3.2.3):

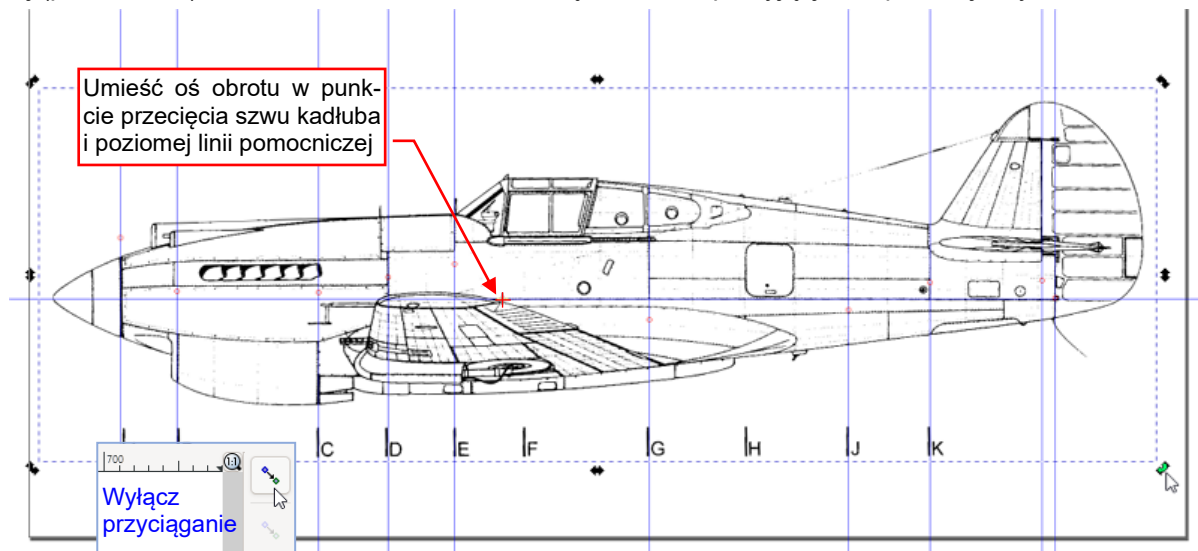


Rysunek 3.2.3 Przykładowe rozmieszczenie linii pomocniczych

Zapewne zapytacie, skąd wiem, które łączenia blach na kadłubie P-40 były pionowe lub poziome. No cóż, nie ma na to precyzyjnej odpowiedzi. Zaczniemy od poziomych. Na każdym rysunku i wielu zdjęciach widać na ka-

dłubie długi szew, ciągnący się od ogona do okapotowania silnika (por. Rysunek 3.2.3, szew biegnący od przedniej krawędzi steru do płaszczyzny przekroju „D”). Jego linia przebiega odrobinę poniżej osi śmigła. W opisie technicznym samolotu można wyczytać, że kadłub P-40 był składany z dwóch połówek: górnej i dolnej. Co więcej, na zachowanych zdjęciach z odbudowy pewnego nowozelandzkiego P-40N widać, że granica podziału biegnie właśnie wzdłuż tego szwu. Wydaje się to tym bardziej prawdopodobne, że blachy w P-40 były łączone "na zakładkę". Krawędź dolnej połówki kadłuba – ta niewidoczna, schowana "pod zakładką" – znajduje się jakieś 2 cm powyżej szwu. To prawdopodobnie ślad po oryginalnej osi samolotu, jaka występowała na jego rysunkach konstrukcyjnych. Linie pionowe, które sprawdzam, są to po prostu linie głównych wręg. Krawędź steru kierunku – zakładam, że jest prostopadła do osi kadłuba, bo na taką wygląda. (Technolodzy, gdy robią już coś ukośnego, to jest to zwykle pochylone o jakiś znaczący kąt, a nie o ułamek stopnia).

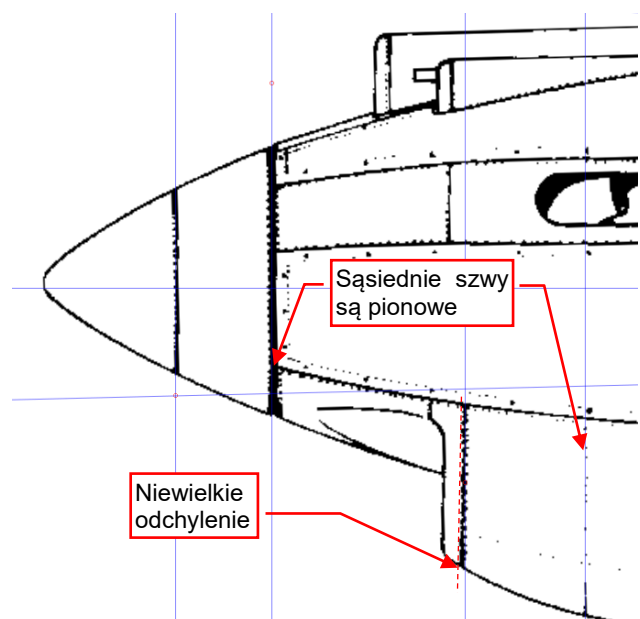
Jak pokazuje to Rysunek 3.2.3, wszystkie linie obrazu: poziome i pionowe są odchylone o podobny kąt. Na tej podstawie oceniłem, że ten widok z lewej jest nieco obrócony, ale ta deformacja może być dodatkowo połączona z niewielkim przekoszeniem. Zaczniemy od odwrócenia obrotu, a potem zobaczymy, co dalej. Umieść oś obrotu (por. str. 151) w punkcie przecięcia poziomej linii pomocniczej i głównego szwu kadłuba, a następnie obracaj (por. str. 154) widok z boku aż te dwie linie się dokładnie pokryją, jak to pokazuje Rysunek 3.2.4:



Rysunek 3.2.4 Korygowanie obrotu obrazu

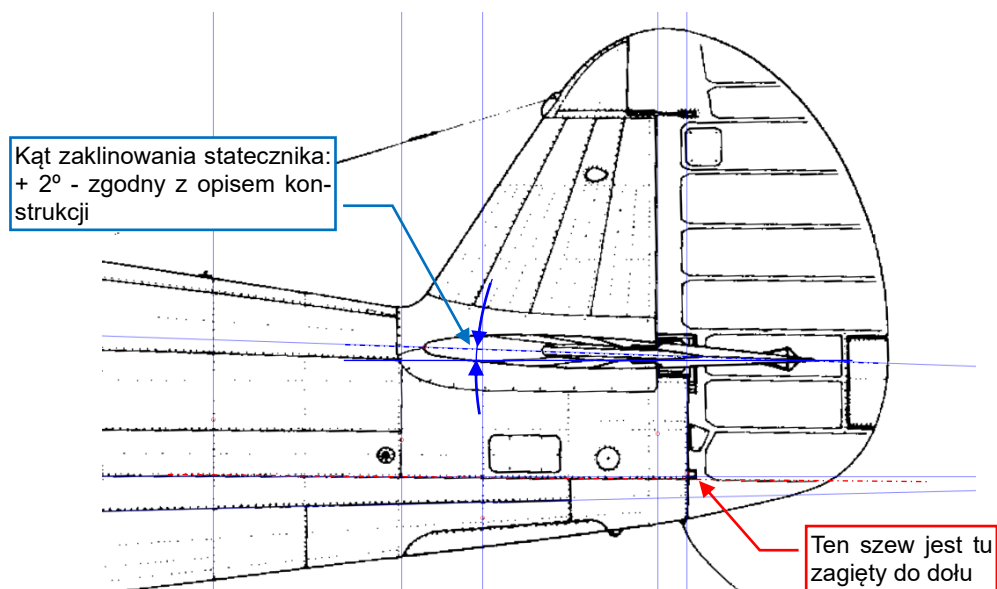
Teraz szwy na rysunku przylegają do linii pomocniczych. Trzeba to jednak sprawdzić w zbliżeniu. Przejrzyj ten rzut z boku fragment po fragmencie. Zauważ, jak niedoskonałe są widziane w takim powiększeniu linie rysunku. Przyczyną jest czarno-biały (B/W) format zapisu tego obrazu. W jego strukturach danych każdy piksel jest reprezentowany przez pojedynczy bit. To najbardziej „spakowany” format zapisu: wynikowy plik *.tif jest trzy razy mniejszy od tego samego obrazu zapisanego w formacie *.jpg. Niestety, w przypadku skanów tworzy nierówne, lekko poszarpane linie.

Podczas tego przeglądu znalazłem niewielkie odchylenie na okapotowaniu silnika (Rysunek 3.2.5). To może być efekt deformacji np. podczas skanowania. W takim przypadku wszystkie linie tego obszaru powinny mieć podobne odchylenia. Jednak dwie sąsiednie linie wydają się być zupełnie pionowe.



Rysunek 3.2.5 Niewielkie odchylenia na osłonie silnika

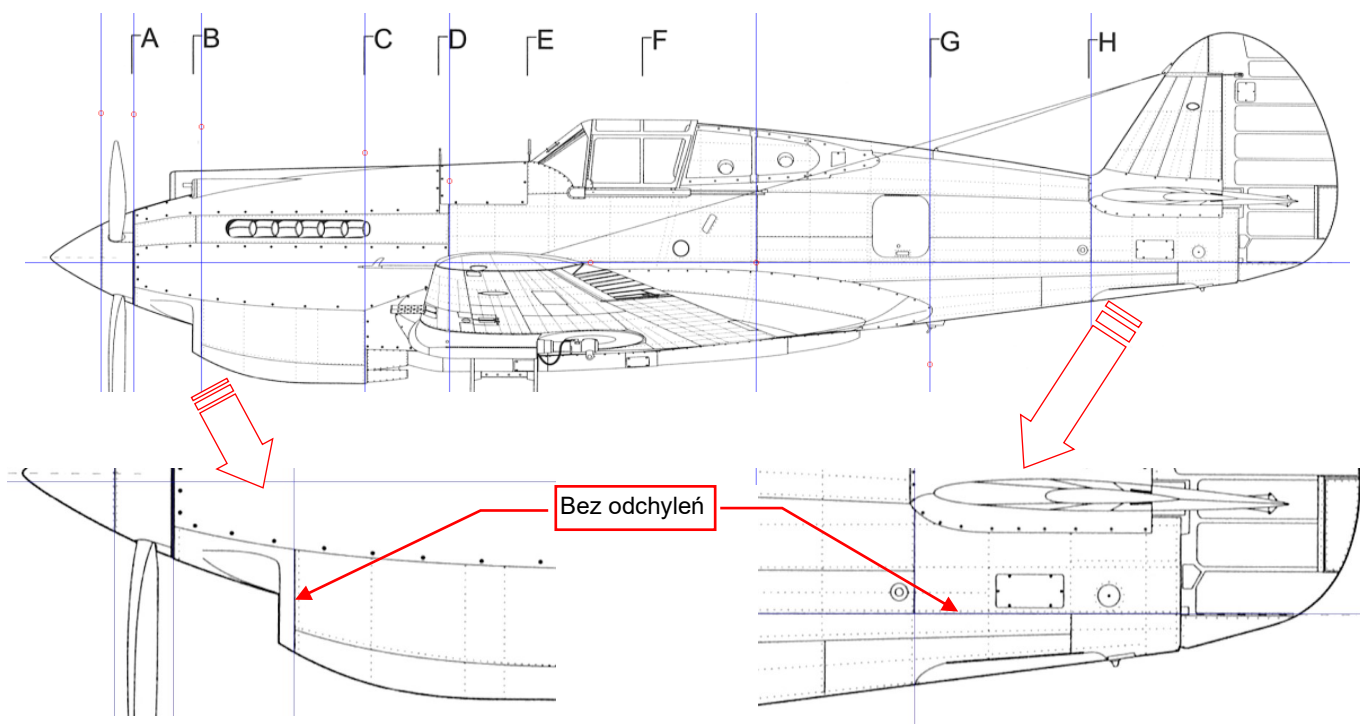
Znalazłem jeszcze inne odchylenie na ogonie (Rysunek 3.2.6). Linia głównego szwu, biegnąca poziomo przez cały kadłub, w tym obszarze wyraźnie jest zagięta w dół. Nie jest to duże odchylenie, ale wykracza poza tolerancję "jednego piksela", jaka może wystąpić w liniach skanowanych rysunków.



Rysunek 3.2.6 Szczegółowe sprawdzenie równoległości linii rysunku - odchylenia na ogonie

Tak jak w poprzednim przypadku, nie znalazłem podobnej deformacji wśród pozostałych linii kadłuba. W szczególności, zmierzyłem kąt zaklinowania statecznika poziomego. Zgodnie z opisem technicznym samolotu powinien wynosić $+2^\circ$ – i tak jest! Więc co o tym sądzić?

Przyjrzyjmy się dokładniej. Rysunek Jacka Jackiewicza, który tu analizujemy, wygląda na wykonywany metodą tradycyjną. (Kreślony najpierw ołówkiem, potem – poprzez kalkę – tuszem). Dla porównania, popatrz na widok z boku z rysunków Kagero. Opracowano je kilka lat później, w programie rysunkowym (Rysunek 3.2.7):



Rysunek 3.2.7 Inny rysunek, wykonany na komputerze (Mariusz Łukasik, Kagero)

Zeskanowałem ten obraz w odcieniach szarości, ale wygląda lepiej nawet w B/W. Zauważ, że nie widać na nim odchyłeń, które dostrzegłem na rysunku z AJ Press. Ostatecznie doszedłem do wniosku, że te drobne dewiacje na planach AJ Press to po prostu przypadkowe, ludzkie pomyłki.



Więcej niż połowa dostępnych obecnie planów samolotów powstała w zeszłym stuleciu. Większość z nich była kreślona ręcznie, więc możliwe, że napotkasz na nich błędy podobne do opisanych powyżej.

* * *

W tej sekcji wycieliśmy z zeskanowanej strony rzut z boku i skorygowaliśmy jego geometrię. Teraz czas zapisać ten plik Inkscape (**File** → **Save**, por. str. 142). Nazwijmy go *drawing.svg*. W dalszych sekcjach tego rozdziału będziemy dodawać do tego dokumentu inne rzuty z zeskanowanych planów i organizować je za pomocą warstw.

Podsumowanie

- Zawsze zaczynaj pracę nad rysunkami od przygotowania widoku z lewej strony. W większości przypadków to najdokładniejszy¹ z rzutów. Staraj się unikać wycinania tej sylwetki z mniej ważnych części planów, jak np. lista poszczególnych wersji samolotu.
- W Inkscape możesz szybko wyciąć fragment obrazu (np. – rzut z boku z zeskanowanej strony). Kontur takiego fragmentu może być złożonym wielobokiem (str. 30).
- Sprawdź, czy zeskanowany obraz nie jest zdeformowany (str. 30), i popraw typowe odchylenia, jak obrót skanowanej strony (str. 31).
- Część z planów była kreślona ręcznie. W takich rysunkach możesz znaleźć wiele niewielkich niedoskonałości w kształcie samolotu czy w liniach szwów poszycia (str. 31, 32).



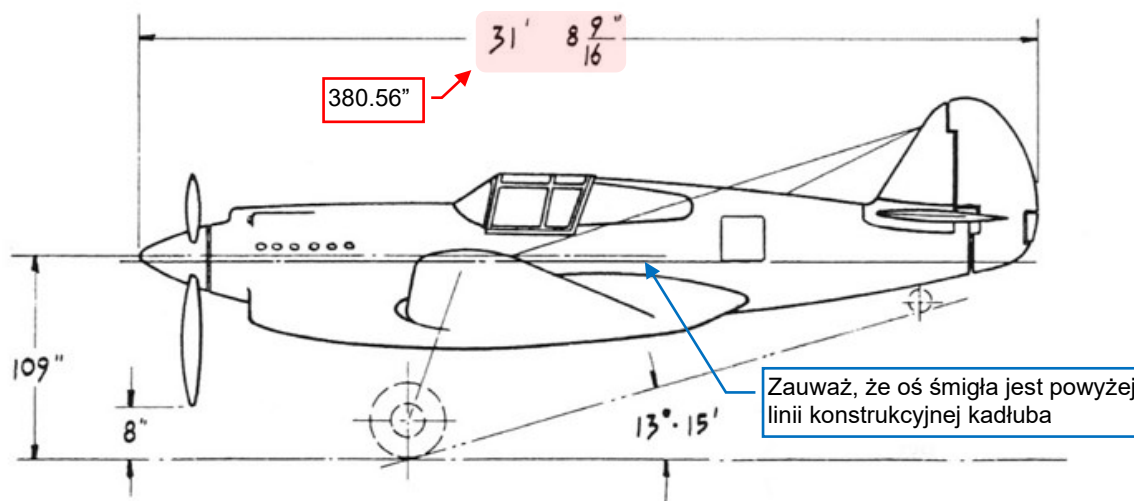
W danych towarzyszących tej książce (por. str. 18) znajdziesz plik Inkscape opisany w tej sekcji: *source\references\sample\drawings_(3.2).svg*.

¹ Widoki z boku są zawsze najlepiej udokumentowane, gdyż najczęściej zdjęć samolotów to zdjęcia poziome - z boku lub z przodu. Wielu kreślarzy często zupełnie odruchowo zaczyna tworzenie planów właśnie od rzutu z lewej. Używają później tej sylwetki jako odniesienia przy rysowaniu pozostałych rzutów samolotu (w szczególności: z góry i z dołu). Widoki z tyłu i z przodu są najmniej dokładne, gdyż są zazwyczaj wyznaczane na sam koniec, ze złożenia rzutów z boku, góry i dołu. Przez to sumują się w nich wszystkie ewentualne błędy z innych rzutów!

3.3 Skalowanie rysunków

Wszystkie rysunki, które włączasz do dokumentu Inkscape, powinny mieć identyczną skalę. Właściwy dobór jej podziałki pozwala na szybkie i proste sprawdzenie geometrii samolotu, co pokażę w dalszych sekcjach. W tej sekcji tylko zaczniemy ten proces: dobierzemy skalę dla tego P-40 i dopasujemy odpowiednio widok z boku.

W pierwszej kolejności, musisz znać rozmiar oryginalnego obiektu. W przypadku rzutu z boku zazwyczaj będziesz mieć do dyspozycji tylko długość całkowitą. Najlepszym źródłem są tu rysunki poglądowe, publikowane przez producenta samolotu. Rysunek 3.3.1 pokazuje rzut z boku pochodzący z jednego z najwcześniejszych rysunków P-40, opublikowanych przez Curtiss w 1941¹:



Rysunek 3.3.1 Rzut z boku P-40 z oryginalnego rysunku poglądowego Curtiss (opublikowany w 1941r.)

Jak większość rysunków poglądowych, przedstawiono tu tylko ogólny układ samolotu. Celem było pokazanie, że jest to wolnonośny dolnopłat z silnikiem rzędowym, zamkniętą kabiną pilota i chowanym podwoziem. Jednakże kilka podanych tu wymiarów dostarcza informacji „z pierwszej ręki”. Oczywiście, nie wszystkie są przydatne. Nigdy nie użyłem podanych tu wysokości czy kąta pochylenia samolotu na ziemi, gdyż zależą od ugięcia goleni podwozia². Z tego rysunku można użyć tylko długość całkowitą. Curtiss podaje ten główny wymiar w stopach i calach, podczas gdy wszystkie pozostałe wymiary są tylko w calach. Stąd łatwiej będzie, gdy przeliczymy na cale także długość całkowitą: wynosi **380.56"**. W oparciu o historię tej konstrukcji możemy śmiało założyć, że jest to długość pierwszych trzech wersji: P-40-cu, P-40B, i P-40C.



Zawsze staraj się odczytywać wymiary samolotu z oryginalnych rysunków poglądowych. Monografie i inne wtórne źródła tylko ślepo kopiują takie informacje jedne od drugich, bez jakiegokolwiek weryfikacji. Czasami prowadzi to do znacznych błędów³.

Zwróć także uwagę, że ten rysunek potwierdza niejawne założenie z poprzedniej sekcji: oś śmigła była położona powyżej konstrukcyjnej linii kadłuba. To nie jest ewidentne na rysunku AJ Press, ale można to wyraźnie dostrzec na rzucie z boku z planów Kagero (por. str. 32, Rysunek 3.2.7).

¹ Oczywiście, przedtem były tajne. USAAC zamówiło 524 P-40 w kwietniu 1939r., a pierwsze dostawy rozpoczęły się w marcu 1940r.

² Długość amortyzatorów goleni podwozia P-40 mogła się różnić o parę cali. Zależało to od aktualnej masy samolotu. Jest mało prawdopodobne, że ich pozycja odpowiada idealnej neutralnej pozycji zwymiarowanej na tym rysunku. (Nawet nie wspominam ewentualnych błędów w pozycji podwozia, które także mogą się pojawić na analizowanych planach).

³ Na przykład: w większości publikacji o „krótkonosych” P-40 (P-40D i E) możesz znaleźć że ich długość to 31' 2" (374"). Jednak zgodnie z oryginalnymi rysunkami poglądowymi P-40E, wynosiła ona 31' 8 23/32" (380.72"). (Osłona silnika była krótsza, ale kołpak śmigła był większy niż w P-40C.) Tak więc tzw. „krótkonose” P-40 były w istocie odrobinę dłuższe od wcześniejszych („długonosych”) wersji!

Rysunki Inkscape można dowolnie skalować: dotyczy to także dołączonych do nich obrazów rastrowych. Oznacza to, że nie musisz się martwić o odpowiednią rozdzielczość finalnych rysunków referencyjnych: będziesz mógł ją precyzyjnie ustawić podczas eksportu do pliku rastrowego (por. str. 159).

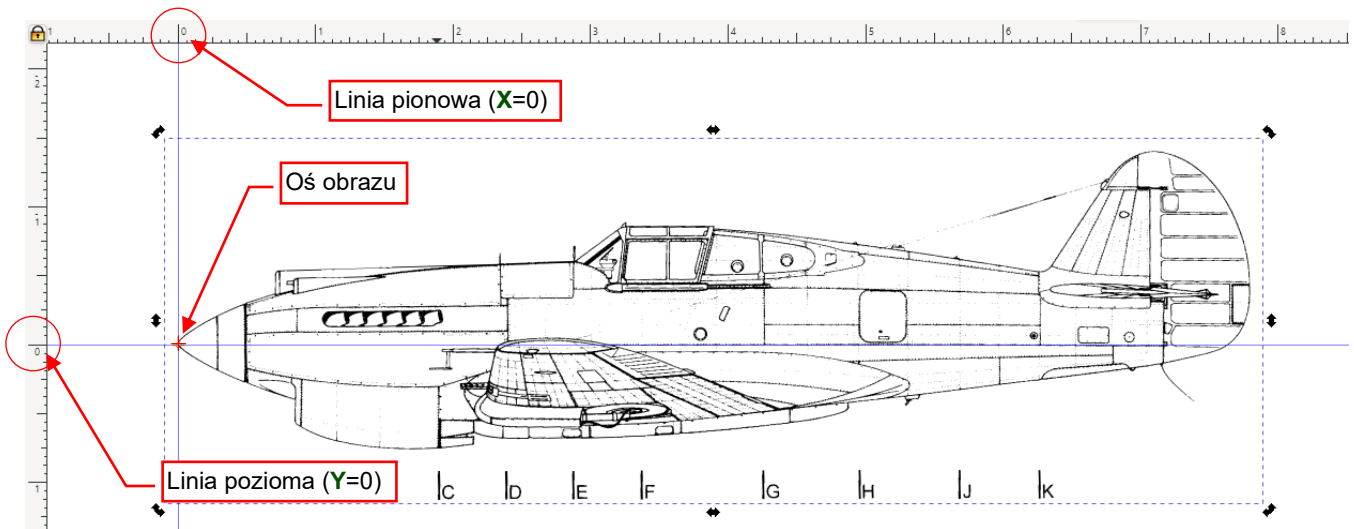
Dzięki temu, że nie zamierzam drukować tego dokumentu Inkscape, dobrym pomysłem jest użycie skali 1:1. W ten sposób będziesz widzieć wszystko w tych samych jednostkach jak podane w oryginalnych wymiarach. Stąd w oknie **File→Document Properties** proponuję przełączyć wyświetlane jednostki na cale (por. str. 152).



Dla konstrukcji z USA, jak ten P-40, sugeruję na wyświetlane jednostki dokumentu Inkscape wybierać cale. Dla samolotów z Polski, Niemiec, Francji, czy ZSSR, używaj centymetrów.

W tym pliku Inkscape wyłączyłem także wyświetlanie ramki strony. (Będziemy eksportować wynikowe pliki referencyjne używając innych ustawień, a ta ramka tylko mogłaby się nakładać na jakieś szczegóły).

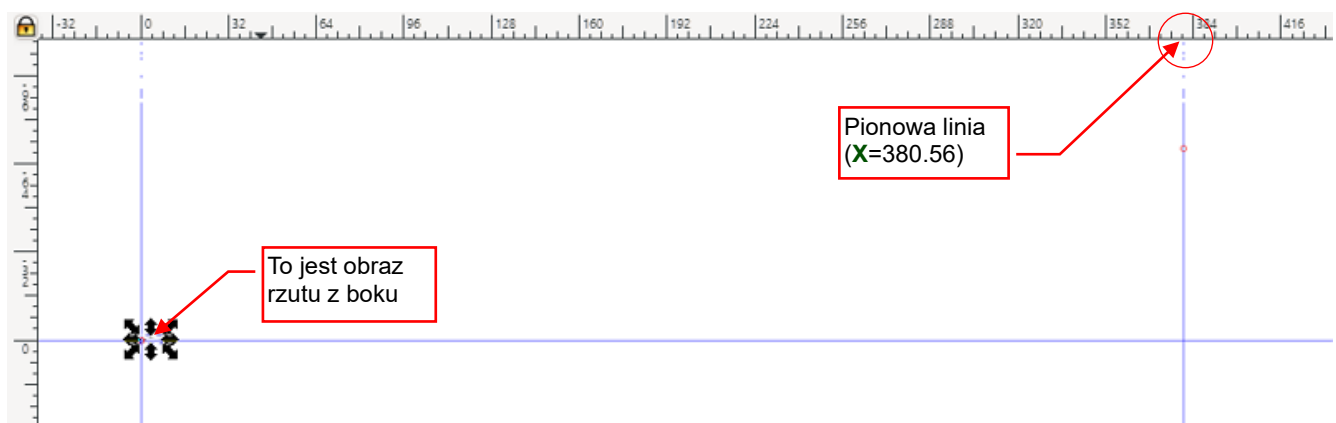
Od tej chwili, wszystkie wartości w tym dokumencie (położenie i rozmiar obiektu, pozycja myszki, itd.) są wyrażone w calach. Usuń wszystkie użyte dotychczas linie pomocnicze (por. str. 149) i ustaw po jednej linii pionowej i poziomej, przecinających się w $X=0$, $Y=0$ (Rysunek 3.3.2):



Rysunek 3.3.2 Pierwsze dwie linie pomocnicze i oś obrazu

Przesuń obraz rzutu z lewej i wyrównaj go do nowej linii poziomej ($X=0$). Następnie umieść oś tego obrazu w punkcie (0, 0), jak pokazuję powyżej.

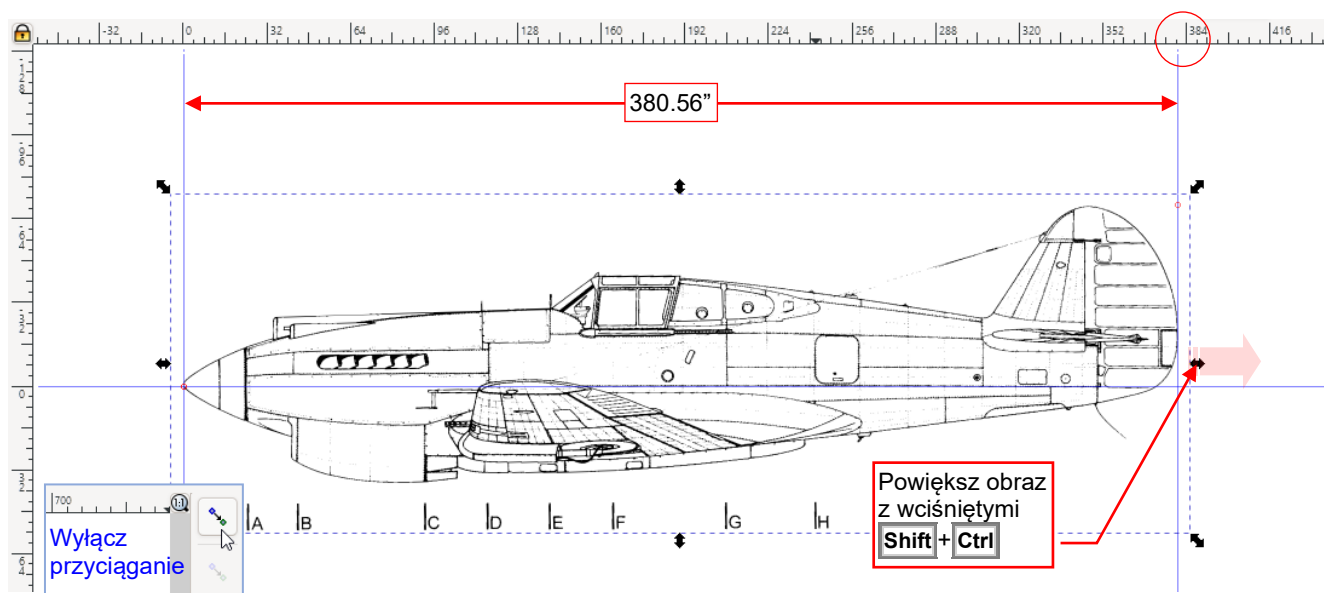
Dodaj następną pionową linię tam, gdzie ma się kończyć kadłub P-40 ($X=380.56$ – ustaw tę wartość w oknie właściwości linii pomocniczej, por. str. 150). Rysunek 3.3.3 pokazuje, jak to powinno teraz wyglądać:



Rysunek 3.3.3 Następną pionową linią pomocniczą

Rzut z boku wydaje się mały. To normalne, gdyż w tej chwili jego długość to tylko 8" (szerokość strony A4).

Teraz proporcjonalnie powiększ rzut z lewej, wykorzystując oś obrazu jako środek transformacji. (Przeciągnij uchwyt ramki selekcji, trzymając wciśnięte klawisze **Shift** + **Ctrl** – por. str. 155):

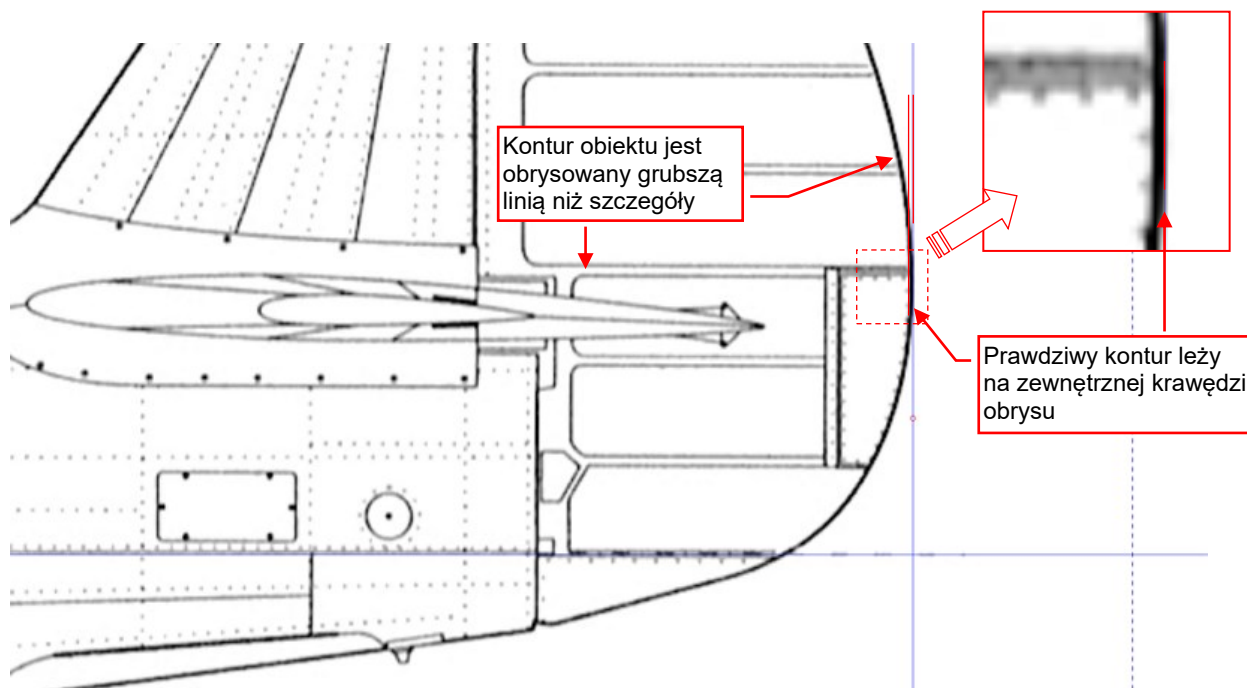


Rysunek 3.3.4 Rzut z boku w skali 1:1



Możesz zablokować te trzy linie pomocnicze (włączając opcję **Locked** w ich oknach właściwości – patrz str. 150), ponieważ będziemy ich jeszcze używać do skalowania kolejnych rzutów.

Podczas skalowania warto pamiętać o regule „zewewnętrznej krawędzi obrysu”. Klasyczny rysunek w skali jest kreślony za pomocą linii o dwóch różnych grubościach: cieńszej dla szczegółów wewnętrznych (łączenia paneli, itp.), i grubszej, dla obrysu obiektu. Aby uniknąć niejednoznaczności, wszyscy autorzy planów zakładają, że prawdziwy kontur odwzorowanego obiektu leży na **zewewnętrznej krawędzi obrysu** (Rysunek 3.3.5):



Rysunek 3.3.5 Reguła „zewewnętrznej krawędzi obrysu” w planach modelarskich

W ten sposób na granicy koloru czarnego i białego uzyskuje się linię konturu o zerowej szerokości. Dlatego pamiętaj, że obrys sylwetki samolotu powinien tylko „dotykać” linii pomocniczych, tak jak na ilustracji powyżej.

Inkscape importuje obrazy w ich oryginalnym rozmiarze. W przypadku skanów jest to rozmiar strony (zazwyczaj to format A4: 8"x10"). Stąd w dalszych sekcjach tego rozdziału będziesz musiał powiększyć w ten sam sposób każdy ze skanów.



Do skali „1:1” można także podejść inaczej: zakładając, że podstawową jednostką jest 1px, któremu odpowiada (w zależności od jednostek miary samolotu) 0.1 cala lub 1mm. W ten sposób nadal będziesz w stanie używać w Inkscape narzędzia „miarka”, która podaje rezultat w pikselach, niezależnie od aktualnych ustawień dokumentu. (Przykład takiego skalowania znajdziesz na str. 192).

Podsumowanie

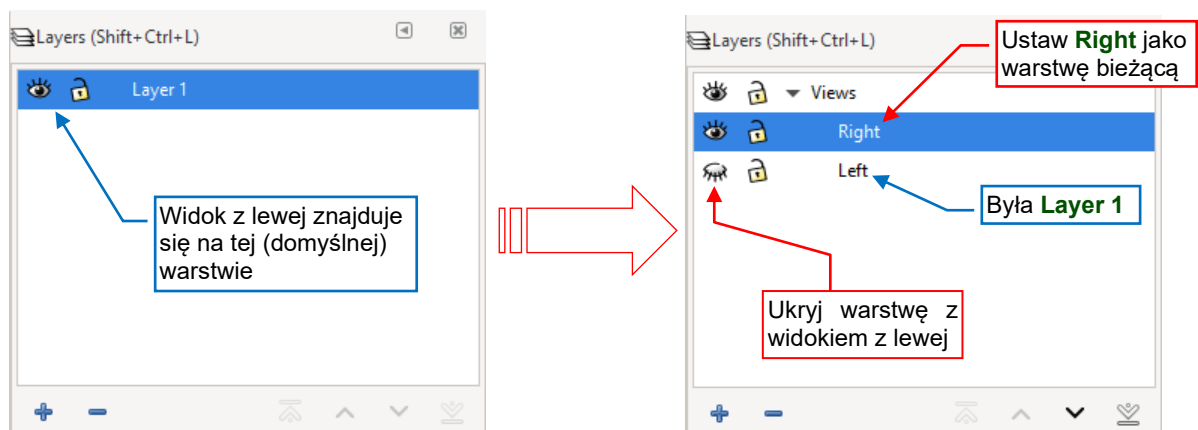
- Zawsze staraj się korzystać z wymiarów pochodzących z pierwotnego źródła, na przykład oryginalnych rysunków poglądowych samolotu (str. 34). Jeżeli w żaden sposób nie możesz nic takiego znaleźć – sprawdź długość i rozpiętość w jak największej liczbie publikacji (ponieważ niektóre z nich mogą podawać błędne dane).
- W dokumencie Inkscape zawierającym rysunki referencyjne sugeruję użyć skali 1:1. Oznacza to użycie cali dla samolotów wymiarowanych w calach i centymetrów dla samolotów zwymiarowanych w jednostkach metrycznych (str. 35).
- Aby szybko i dokładnie powiększać zeskanowane obrazy, przygotuj trzy linie pomocnicze: dwie z nich powinny się przecinać w punkcie (0,0), a trzecia, pionowa, w punkcie odpowiadającym całkowitej długości samolotu. W opisanym przypadku to $X = 380.56$ (str. 35).
- Wpasuj sylwetkę kadłuba pomiędzy te linie pomocnicze (str. 36) – w widoku z boku i we wszystkich kolejnych obrazach, które będziemy importować w dalszych sekcjach tego rozdziału.



W danych towarzyszących tej książce (por. str. 18) znajdziesz plik Inkscape opisany w tej sekcji: [source\references\sample\drawings_\(3.3\).svg](source\references\sample\drawings_(3.3).svg).

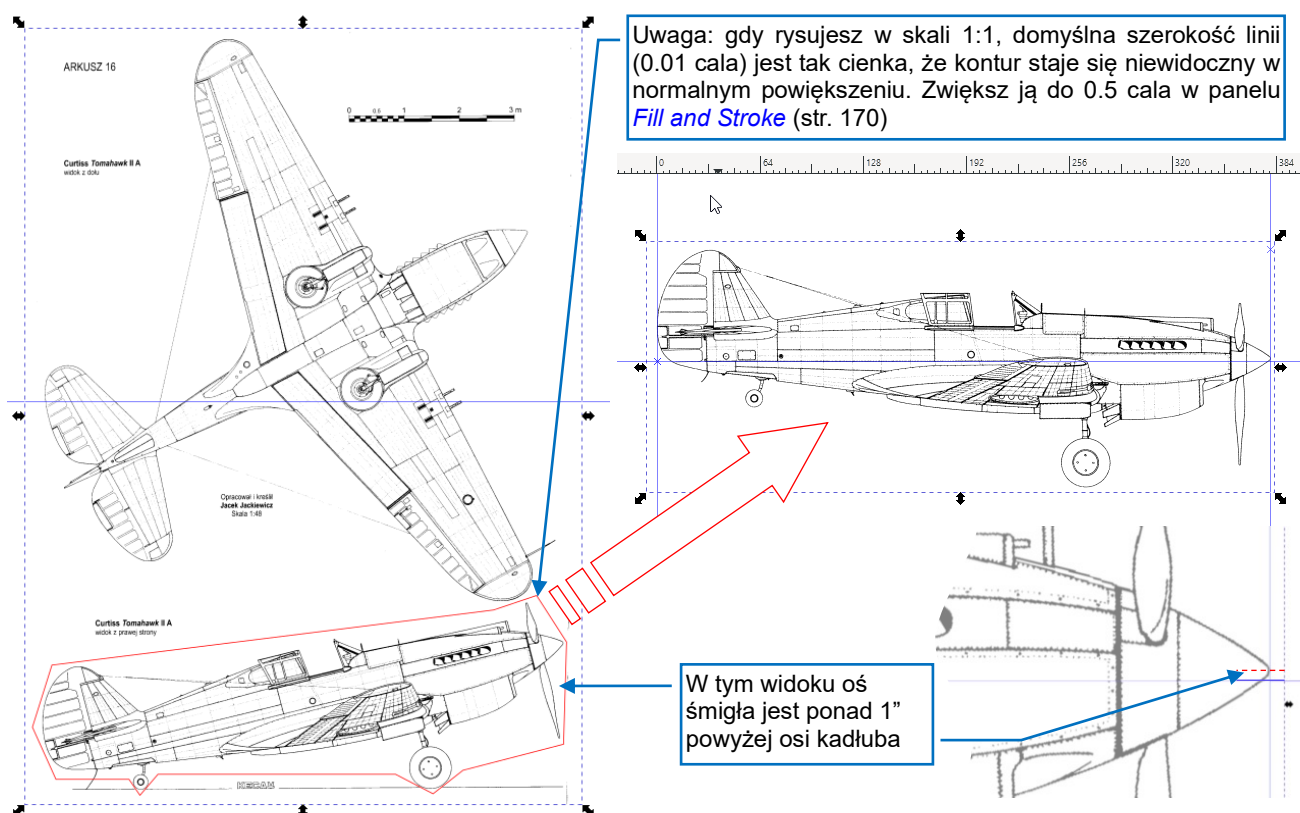
3.4 Porównanie rzutów z prawej i lewej

Zacznijmy od przygotowania oddzielnej warstwy dla widoku z prawej. Aktualnie widok z lewej znajduje się na domyślnej warstwie o nazwie **Layer 1**. Otwórz panel **Layer→Layers**. Zmień nazwę **Layer 1** na **Left** (por. str. 161) i stwórz nową warstwę o nazwie **Views** (por. str. 164). Przenieś **Left** do **Views** (por. str. 162) a potem dodaj do **Views** kolejną podwarstwę przeznaczoną na widok z prawej, o nazwie **Right** (Rysunek 3.4.1):



Rysunek 3.4.1 Przygotowanie struktury warstw dla tego dokumentu

Ukryj warstwę **Left** i podświetl **Right**. (W ten sposób staje się warstwą bieżącą). Następnie wstaw obraz zeskanowanej strony z widokiem z prawej (może to być [64.tif](#) z [tego archiwum](#)), i powtórz wszystkie operacje opisane w dwóch poprzednich sekcjach. (Wytnij go ze strony, ustaw poziomo, powiększ proporcjonalnie do skali 1:1). Rysunek 3.4.2 przedstawia oryginalną zeskanowaną stronę i rezultat tych operacji:

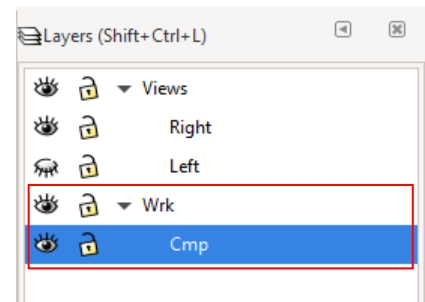


Rysunek 3.4.2 Przygotowanie widoku z prawej (warstwa **Right**)

Zauważyłem, że w tym widoku oś śmigła jest położona o wiele wyżej ponad osią kadłuba (więcej niż 1") niż w widoku z lewej.

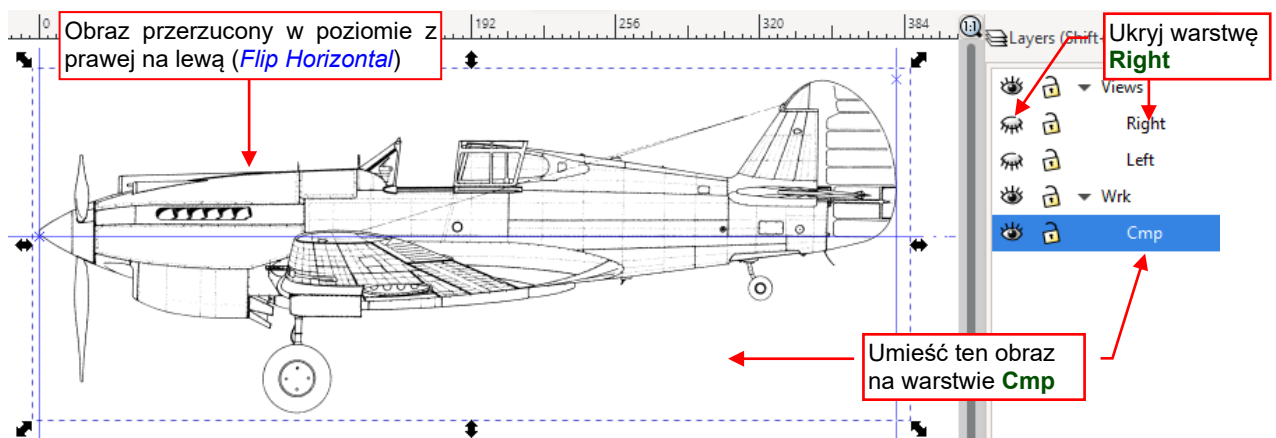
Nie wiemy także, czy nie istnieją inne, mniej widoczne różnice. Aby je znaleźć, umieścimy „lustrzane odbicie” widoku z lewej strony ponad widokiem z prawej i sprawdzimy, gdzie ich linie się różnią. (To wymagający test dla kreślonych ręcznie rysunków. Człowiek nie jest w stanie dokładnie odtworzyć dwóch tak złożonych kształtów).

W tym momencie proponuję stworzyć dla różnych porównań i innych chwilowych potrzeb nową warstwę o nazwie **Wrk**. Umieść ją poniżej **Views**. Dodaj do **Wrk** podwarstwę **Cmp**. To jest tymczasowe miejsce na sylwetkę, z którą będziemy pracować (Rysunek 3.4.3).



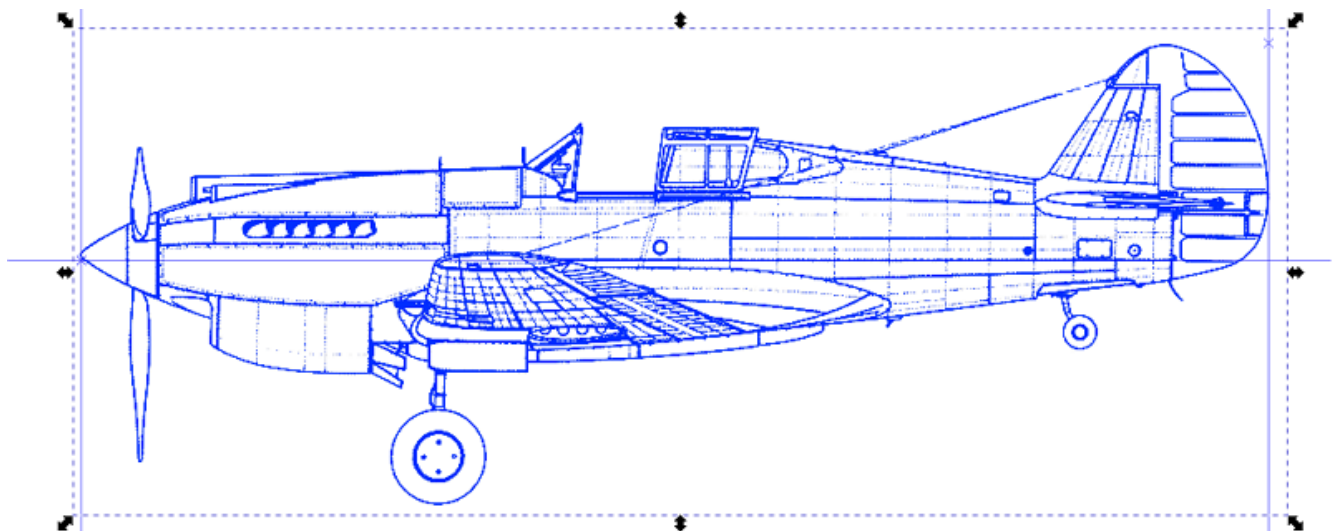
Rysunek 3.4.3 Dodatkowe warstwy „robocze”

Na razie przesunij obraz widoku z prawej do warstwy **Cmp** (**Layer→Move Selection to Layer**, por. str. 165)¹. Następnie ukryj warstwę **Right** (aktualnie pustą) i przerzuć obraz umieszczony na warstwie **Cmp** (**Object→Flip Horizontal**, patrz str. 167). Rysunek 3.4.4 przedstawia rezultat:



Rysunek 3.4.4 Lustrzane odbicie widoku z prawej (dla porównań)

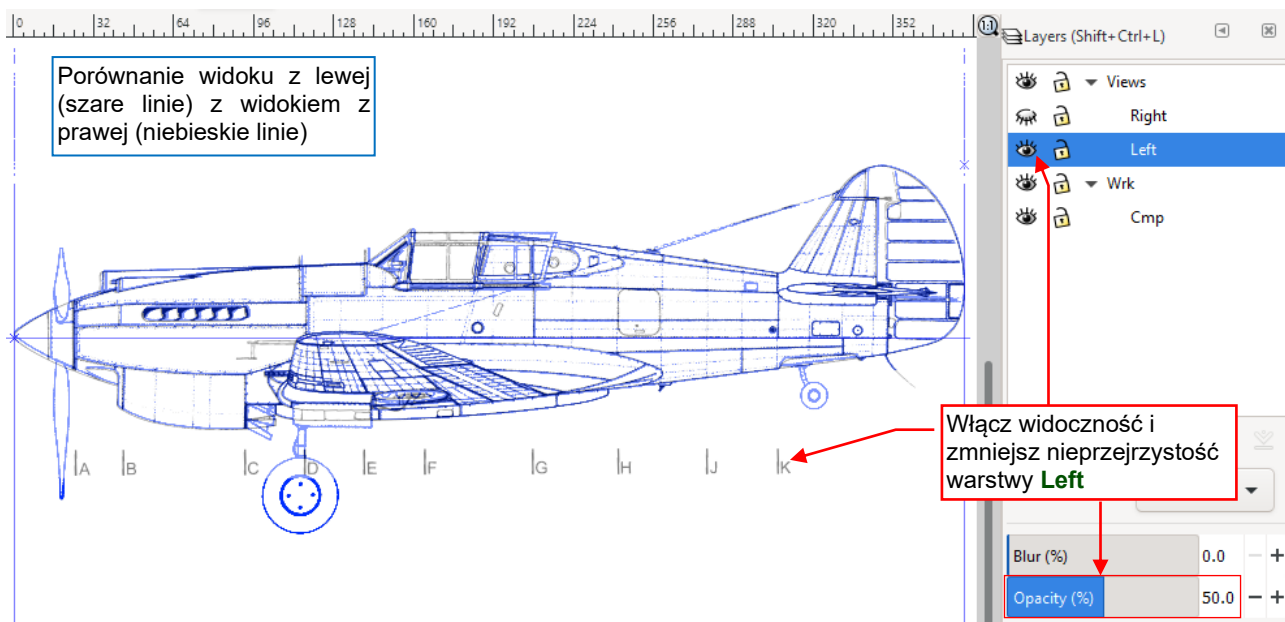
Sugeruję także użycie jednego z tzw. filtrów (efektów rastrowych) do zabarwienia linii tego obrazu. Użyłem tu filtra **Filters→Color→Channel Painting** do przypisania wszystkim czarnym liniom kontrastowego koloru niebieskiego (por. str. 168). Rysunek 3.4.5 pokazuje, jak to teraz wygląda:



Rysunek 3.4.5 Kontrastowa, odwrócona wersja widoku z prawej

¹ Dla różnych porównań w Inkscape zazwyczaj sugeruję użycie klonów źródłowego obiektu (por. str. 187), ponieważ klony automatycznie odwzorowują ewentualne modyfikacje wprowadzone do obiektu źródłowego. Jednak podłączone obrazy rastrowe to specjalny przypadek, ponieważ one już są referencjami do zewnętrznych plików. Dlatego łatwiej jest tymczasowo przerzucić widok z lewej niż obsługiwać jego klon.

Na koniec włącz widoczność warstwy **Left** i zmniejsz jej nieprzeźrystość (**Opacity**) do 50% (Rysunek 3.4.6):

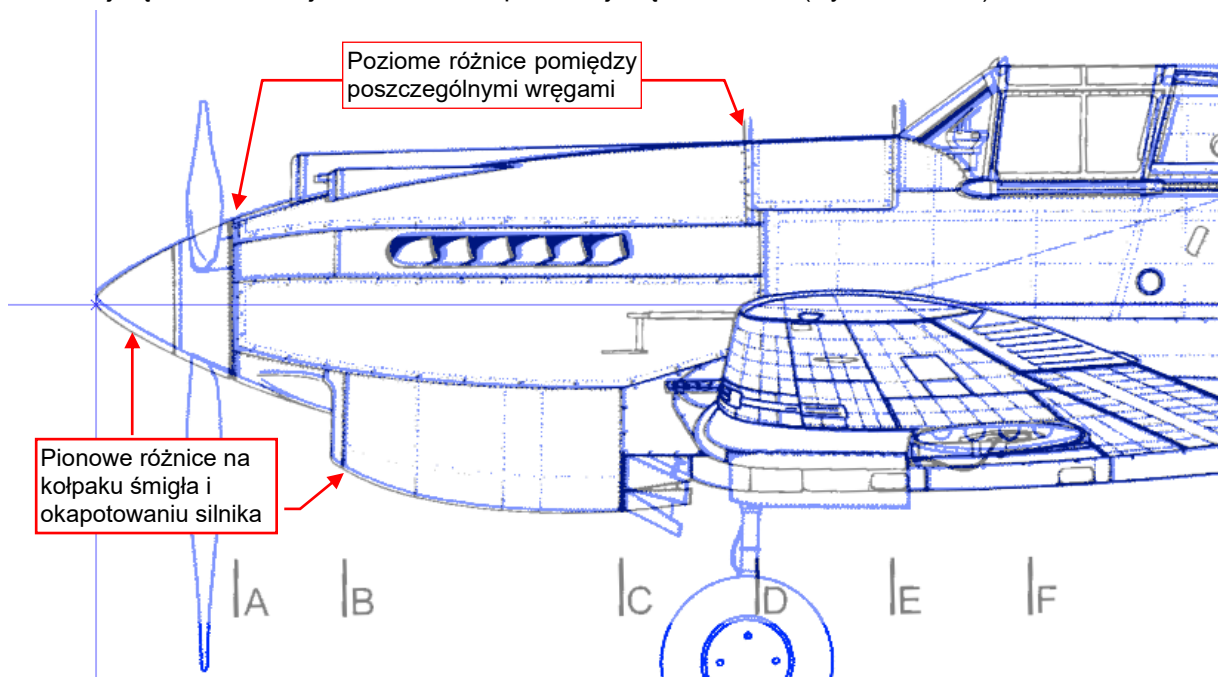


Rysunek 3.4.6 Nałożone na siebie widoki z prawej i lewej

W rezultacie widzimy obydwa widoki z boku, jeden na drugim. Ewentualne różnice występują w miejscach, gdzie szare linie (widoku z lewej) są odsunięte od niebieskich linii widoku z prawej. Oczywiście, pomini takie asymetryczne detale jak rurka Pitota czy pokrywa luku bagażowego (obydwie są z lewej strony).

Prześledź w powiększeniu odchylenia pomiędzy tymi obrazami. Zwracaj szczególną uwagę na kluczowe linie, takie jak główne łączenia paneli kadłuba czy krawędź steru. Pamiętaj, że małe różnice są nie do uniknięcia w ręcznie kreślonych planach, szczególnie w kształcie krzywych.

Pierwsza, największa różnica jest widoczna w przedniej części kadłuba (Rysunek 3.4.7):



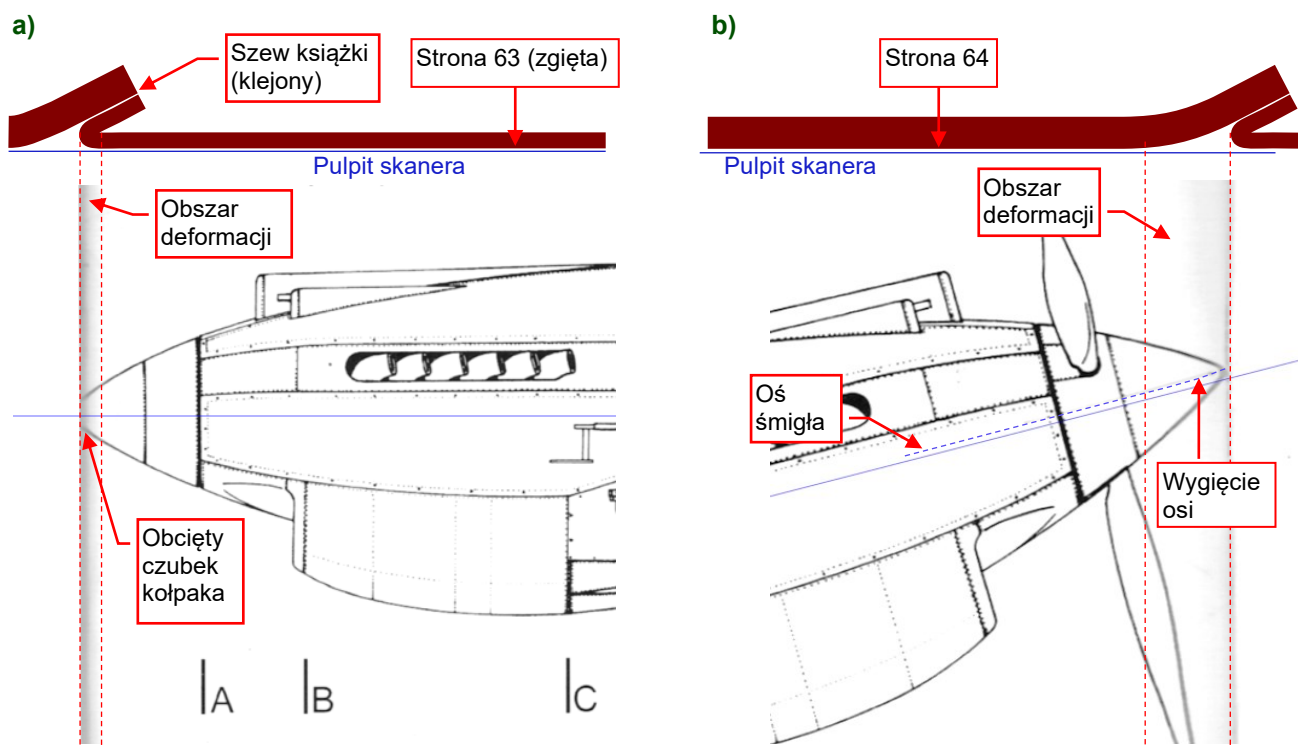
Rysunek 3.4.7 Porównanie rzutów z prawej i lewej (przednia część kadłuba)

W porównaniu z niebieską sylwetką, czarny kontur wygląda jak wygięty do dołu. Największe odchylenie występuje w okolicach czubka kołpaka śmigła. Który z tych dwóch obrazów jest poprawny?

Dla odchylenia w pionie mamy przynajmniej jedną wskazówkę: zgodnie z rysunkiem poglądowym (por. str. 34, Rysunek 3.3.1) czubek kołpaka (oś śmigła) była położona nieco powyżej konstrukcyjnej osi kadłuba. Z tego powodu błękitny kontur jest bardziej prawdopodobny, ale z drugiej strony – nie znamy tego wymiaru.

Przypadek różnicy w poziomie jest trudniejszy. Jeżeli pobrałeś skany planów z Internetu, masz do wyboru tylko dwie opcje: umieszczenie odpowiednich linii w środku odstępów pomiędzy konturami (aby zminimalizować błędy, lub rzucić monetą i wybrać jeden z tych konturów¹.

Na szczęście wiele lat temu kupiłem egzemplarz tej monografii AJ Press, więc wykonałem nowe skany tych stron. Starłem się to zrobić tak dokładnie, jak to jest możliwe. Pojawił się jednak problem ze szwem tego zeszytu. Nie chciałem go zniszczyć², więc skanowałem wygięte strony. Rysunek 3.4.8 pokazuje szczegóły:



Rysunek 3.4.8 Skany rzutów z lewej i z prawej, oraz położenie szwu książki

W przypadku widoku z lewej (Rysunek 3.4.8a) zagiąłem skanowaną stronę. Spowodowało to wąski pas deformacji wzdłuż jej wewnętrznej krawędzi. Na nieszczęście, w moim egzemplarzu sklejony szew nakłada się na czubek kołpaka, który na skanie jest odcięty. Wydaje się, że skany udostępnione w Internecie pochodzą z lepszej kopii, ponieważ przynajmniej widać na nich czubek kołpaka (por. str. 29, Rysunek 3.2.1). Tym niemniej nadal jest nieco zdeformowany³.

Widok z prawej umieszczono w monografii AJ Press na następnej stronie (Rysunek 3.4.8b). W efekcie, połowa jego kołpaka leży wewnątrz szerszego obszaru deformacji. Jest ona spowodowana wygięciem skanowanej strony w pobliżu szwu. W rezultacie, zeskanowany kontur kołpaka jest krótszy niż powinien być na idealnie płaskim papierze. Zwróć też uwagę, że oś śmigła jest lekko wygięta do góry.

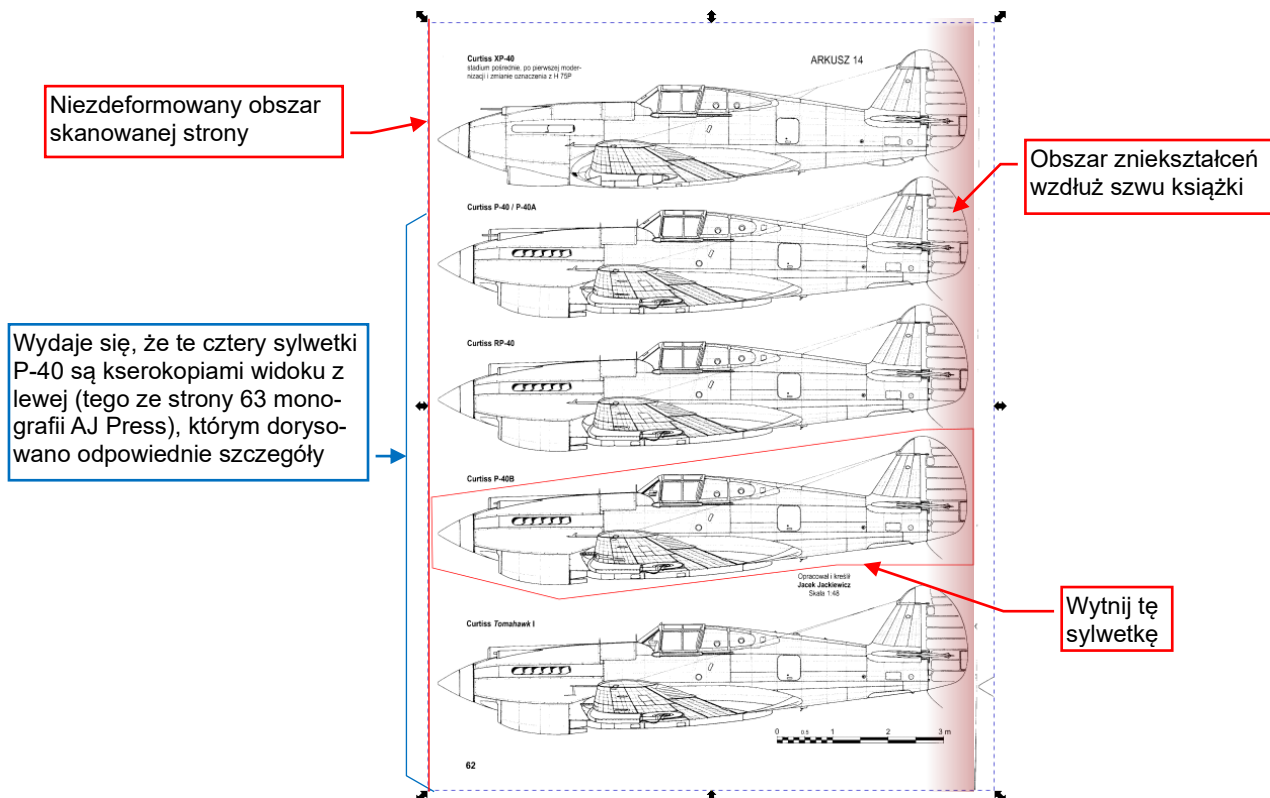
¹ Oczywiście, zawsze jest jeszcze trzecia opcja: poszukać planów opracowanych przez innych autorów, i skompilować widok z boku używając dwóch lub więcej różnych planów.

² Wygląda na to, że to [internetowe źródło](#) tych rysunków zrobiło tak samo. (Te strony także są wygięte, ale jest to mniej widoczne w czarno-białym formacie B/W, użytym w tych skanach).

³ Monografia P-40 AJ Press była opublikowana w 2000r. Sądzę, że ten konkretny skan był stworzony kilka lat później, a następnie szeroko wykorzystywany w różnych sylwetkach barwnych lub innych planach. Możesz je wszystkie rozpoznać po charakterystycznym „tępy” czubku kołpaka. Gdy uświadomisz sobie, że wszystko to wzięło się z przypadkowo zagiętej strony, lepiej zrozumiesz, dlaczego sprawdzam dokładnie każdy kawałek planów samolotu.

Ponieważ w obydwu widokach, które do tej pory przygotowaliśmy, kołpaki są mniej lub bardziej zdeformowane, użyjemy widoku z lewej P-40B z 62 strony monografii AJ Press. Znajdziesz ją w pliku [62.tif](#) z [tego archiwum](#). Ta lista wczesnych wersji P-40 jest jedyną stroną, na której kołpaki śmigła widoków z lewej znajdują się przy krawędzi zewnętrznej (tj. na obszarze bez deformacji). W poprzednich sekcjach ostrzegałem przed użyciem rysunków z takich zestawień wersji, gdyż są zazwyczaj mniej dokładne. Jednak w tym przypadku wydają się być idealnymi kopiami rzutu ze strony 63 zeszytu AJ Press. Mogły powstać jako jego kserokopie (popularna technika w latach 90-tych), do których następnie dorysowano niewielkie poprawki specyficzne dla poszczególnych wersji.

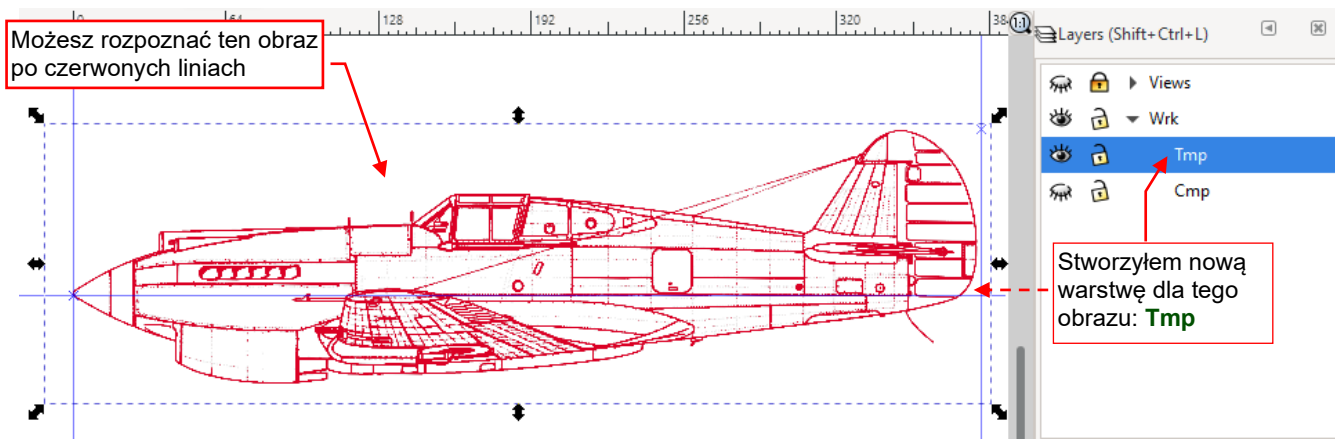
Wytnij z tej strony sylwetkę P-40B (Rysunek 3.4.9):



Rysunek 3.4.9 Wycinanie kolejnego widoku z lewej

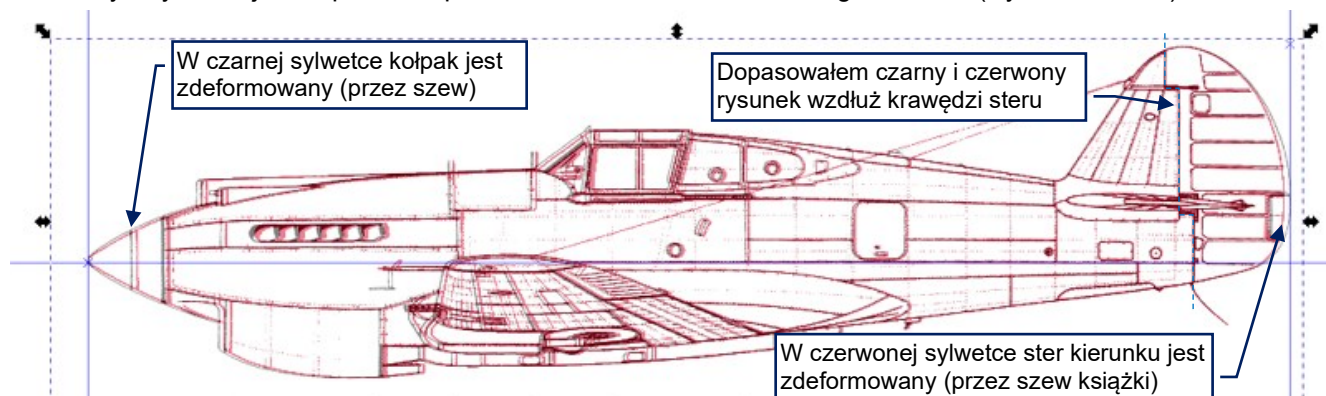
Obszar zniekształceń (taki jak pokazuje Rysunek 3.4.8b) występuje wzdłuż prawej krawędzi tej strony i obejmuje stery kierunku. Spróbujemy połączyć ten i poprzedni obraz (obydwa zdeformowane) w jeden, poprawny.

Najpierw ukryj warstwę **Cmp** (użyjemy jej później). Poniżej widzisz wyciętą sylwetkę (Rysunek 3.4.10). Umieściłem ją na nowo utworzonej warstwie **Tmp**. Dla łatwiejszego rozróżnienia, użyłem filtra **Channel Painting** do zmiany koloru linii tego rysunku na czerwony:



Rysunek 3.4.10 Kolejny widok z lewej

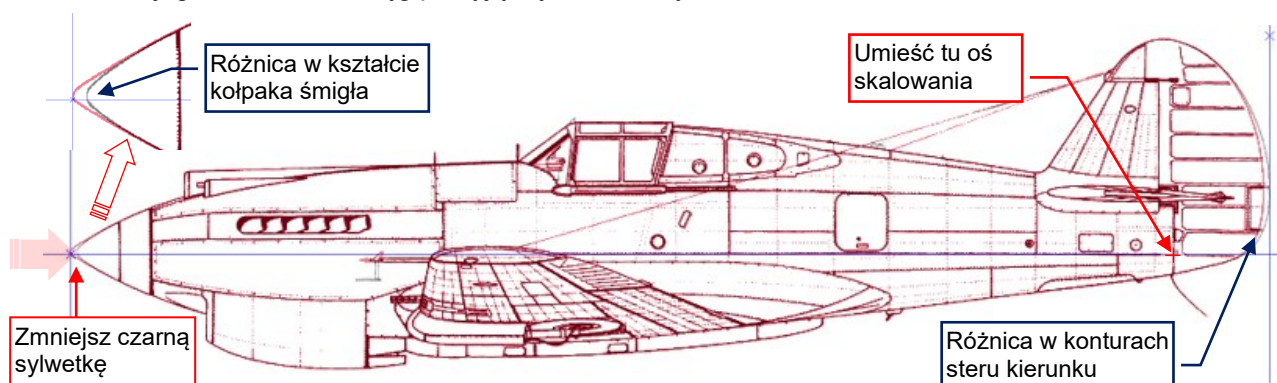
Zdecydowałem się dopasować te dwa widoki z lewej wzdłuż przedniej krawędzi steru kierunku, ponieważ na czerwonym rysunku jest to pierwsza pionowa linia z niezdeformowanego obszaru (Rysunek 3.4.11):



Rysunek 3.4.11 Porównanie dwóch widoków z lewej (czarny – z warstwy **Left**, czerwony – z warstwy **Tmp**)

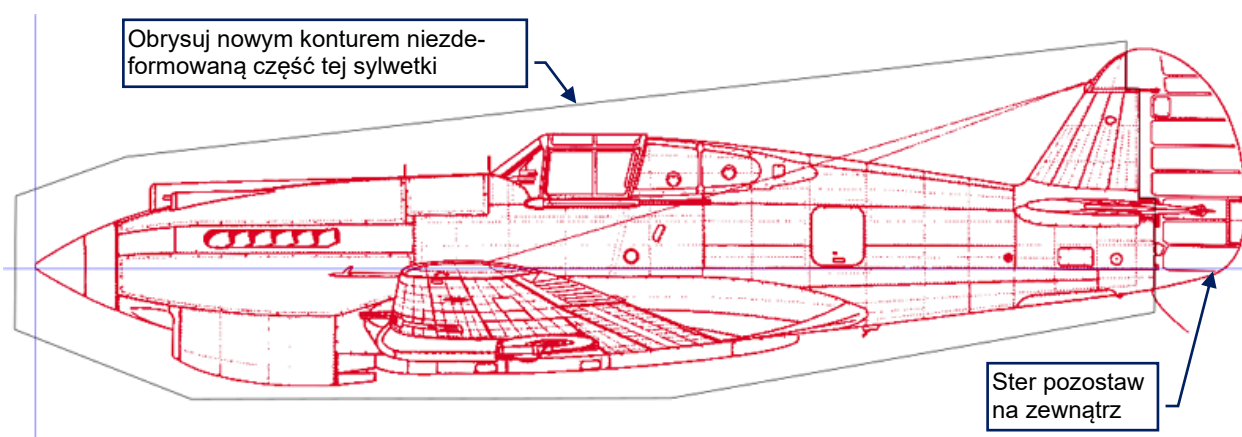
Następnie wyskalowałem czerwoną sylwetkę tak, że czubek jej niezdeformowanego kołpaka dotyka lewej linii pomocniczej. Rezultat może przypominać dwukolorowe obrazki dla okularów 3D, bo wszystkie czarne linie są odsunięte od czerwonych odpowiedników. Zmierzyłem fizycznie (w monografii) długość obydwu sylwetek i odległości pomiędzy kluczowymi wręgami. Wszystkie są identyczne. (Całkowita długość obydwu konturów wynosi 199mm). Oznacza to, że czarny obraz jest w tej chwili zbyt duży.

Naprawmy to: zablokuj warstwę **Tmp** i odblokuj warstwę **Left**. Zaznacz czarną wersję rzutu z lewej i przesunij jej oś (**pivot point**) na przednią krawędź steru kierunku (Rysunek 3.4.12). Następnie zmniejszaj proporcjonalnie ten obraz, aż jego czarne linie wręg pokryją się z czerwonymi:



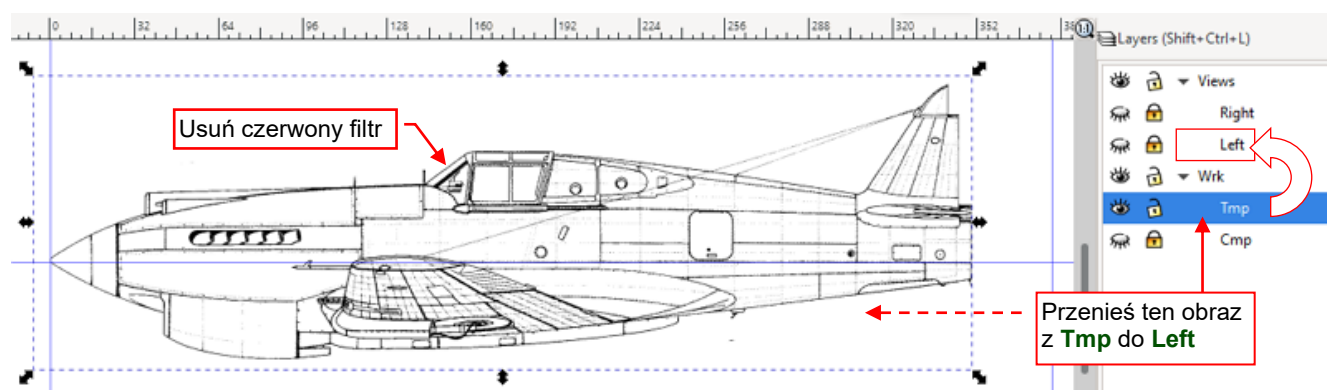
Rysunek 3.4.12 Przeskalowany czarny rzut z lewej

Aby połączyć te dwa obrazy w jeden rzut z lewej o poprawnych proporcjach, wyłącz widoczność warstwy **Left**, i odetnij zdeformowany ster kierunku od czerwonej sylwetki (Rysunek 3.4.13):



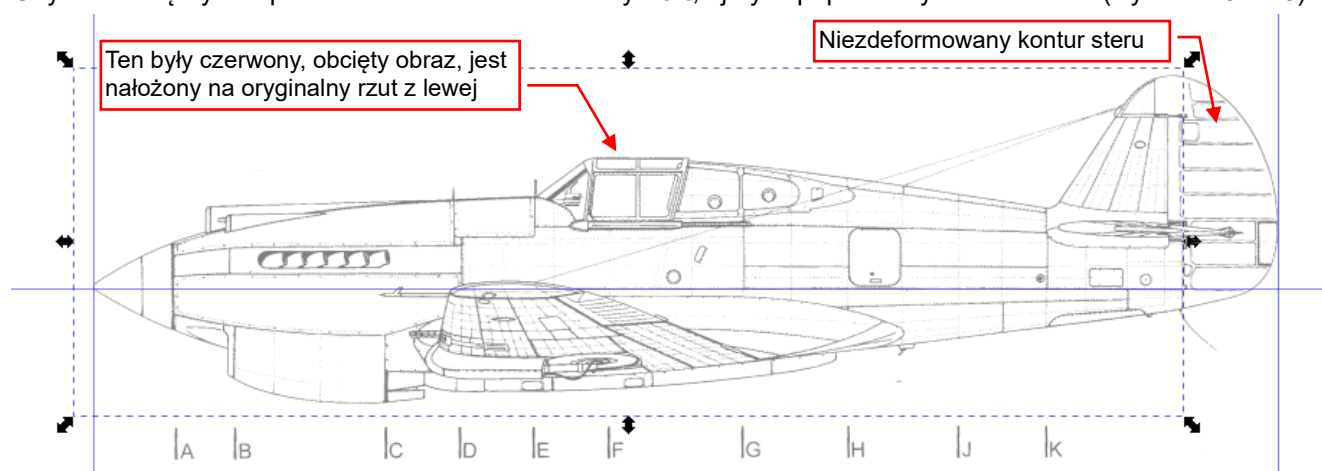
Rysunek 3.4.13 Odcinanie zdeformowanego steru kierunku

Aby odtworzyć oryginalny, czarny kolor linii, usuń czerwony filtr (**Filters→Remove Filters**). Następnie przenieś ten obcięty obraz (**Layer→Move Selection to Layer**) z warstwy **Tmp** na warstwę **Left** (Rysunek 3.4.14):



Rysunek 3.4.14 Obraz z odciętym sterem kierunku

Gdy teraz włączysz z powrotem widoczność warstwy **Left**, ujrzysz poprawiony widok z boku (Rysunek 3.4.15):



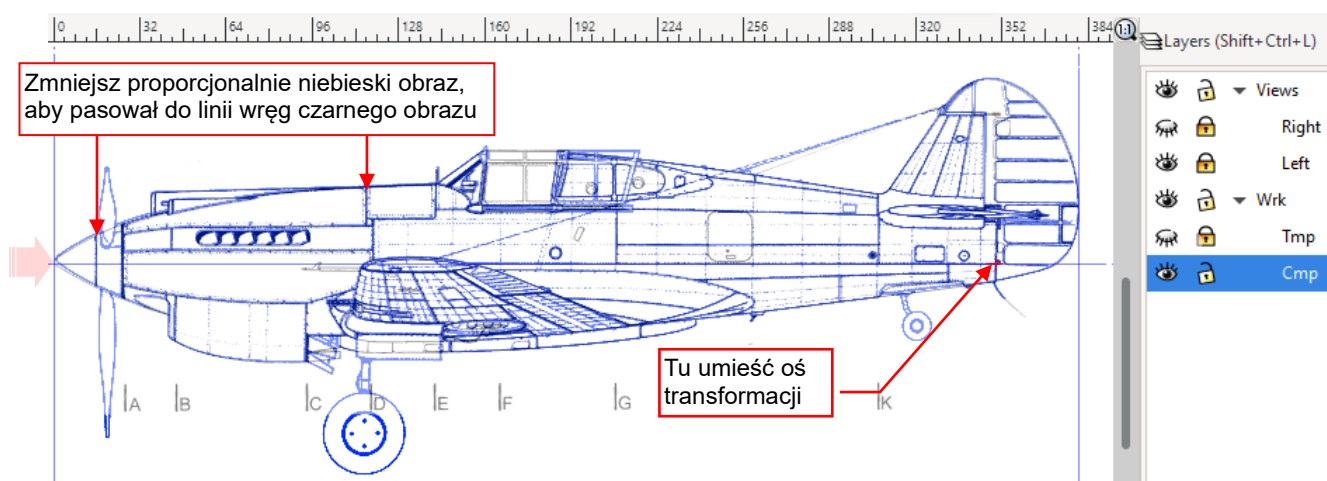
Rysunek 3.4.15 Poprawiony widok z lewej (warstwa Views:Left)

„Odbarwiona” wersja czerwonego obrazu zasłania (por. str. 170) cały oryginalny widok z lewej, oprócz steru.



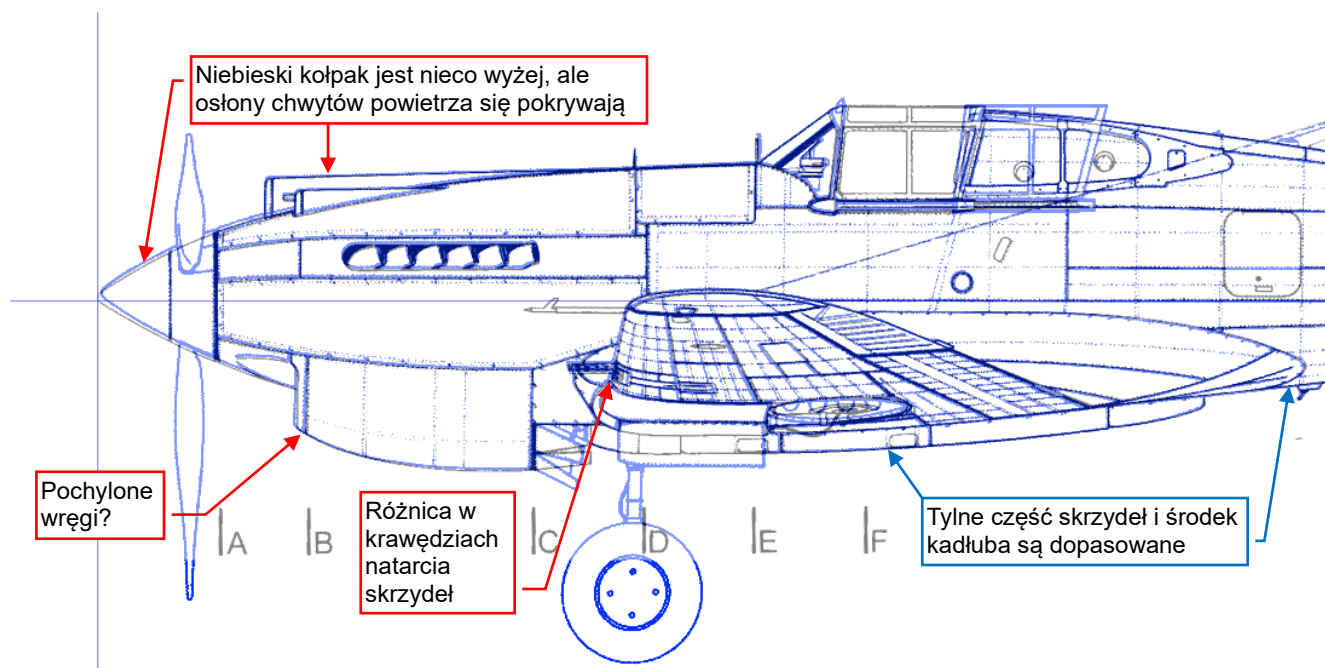
Zawsze sprawdzaj skany planów, aby uniknąć takich deformacji, jaką przedstawia Rysunek 3.4.11.

Teraz przeskalujmy odwrócony rzut z prawej w ten sam sposób, jaki pokazuje Rysunek 3.4.12. Włącz widoczność warstwy **Cmp** i zmniejsz proporcjonalnie skalę niebieskiego obrazu, dopasowując go do czarnych linii rzutu z lewej. Efekt przedstawia Rysunek 3.4.16:



Rysunek 3.4.16 Dopasowany rzut z prawej (niebieskie linie)

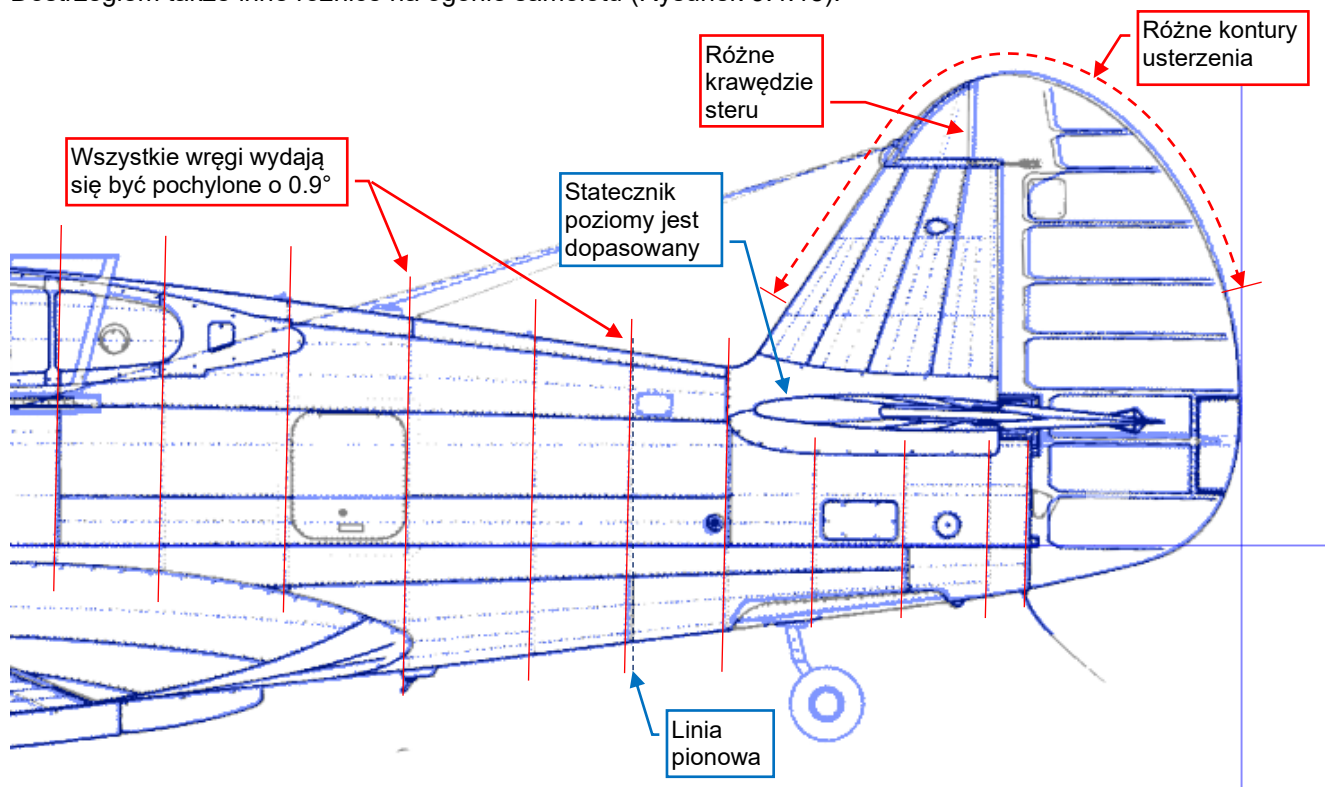
Po tym dopasowaniu, porównajmy znowu rzuty z lewej i prawej. Jak widać poniżej, część różnic w okapotowaniu silnika wciąż jest widoczna. Jednak nie jestem pewien, czy jest to wynik pomyłki podczas kreślenia, czy ślad kolejnej deformacji (Rysunek 3.4.17):



Rysunek 3.4.17 Różnice pomiędzy rzutem z lewej (czarny) i prawej (niebieski) – część przednia

Pionowe różnice pozostały bez zmian (por. Rysunek 3.4.7). Kołpak śmigła, osłona silnika i krawędź natarcia skrzydła wydają się być lekko obrócone. Leczą który kontur – czarny czy niebieski – jest właściwym? Jednocześnie kontury chwytu powietrza do silnika i osłon km są dobrze dopasowane. Podobną sprzeczność można dostrzec pomiędzy obręczami celownika (rozsunięte) i konturem wiatrochronu kabiny pilota (zgodny).

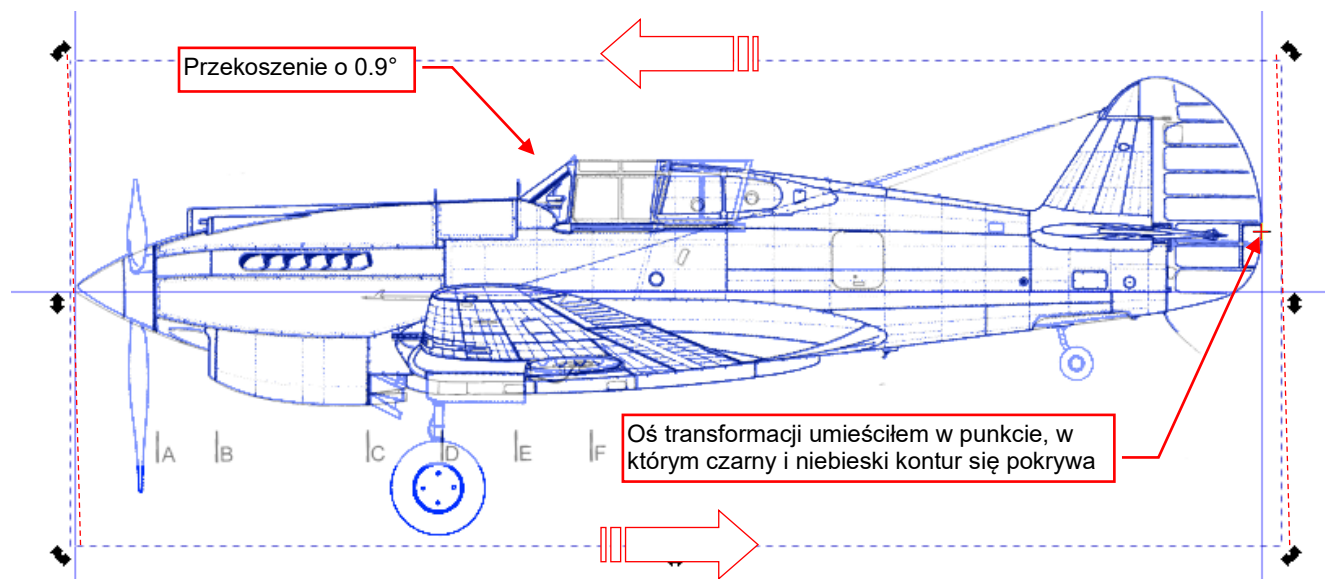
Dostrzegłem także inne różnice na ogonie samolotu (Rysunek 3.4.18):



Rysunek 3.4.18 Różnice pomiędzy rzutem z lewej (czarny) i prawej (niebieski) – część tylna

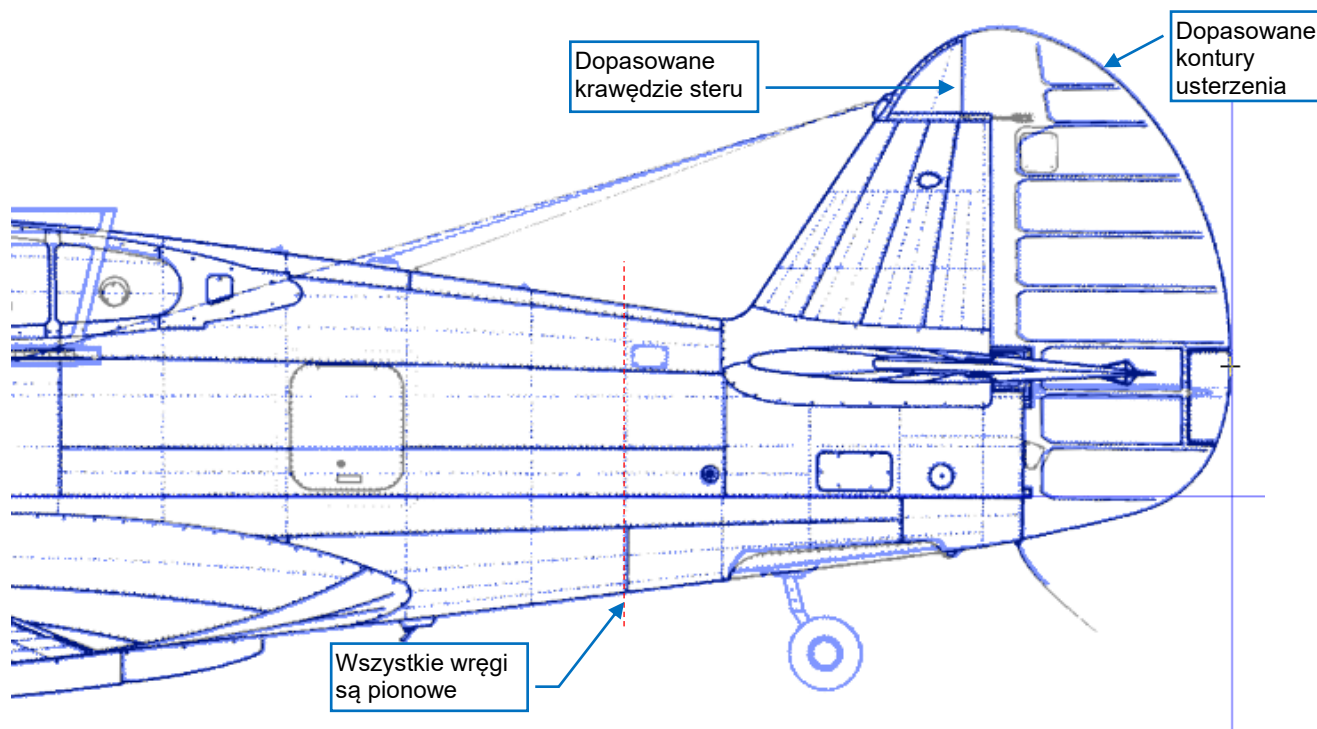
Rysunek 3.4.18 wykazuje różnice w kształcie usterzenia pionowego, podczas gdy usterzenie poziome i zewnętrzny kontur kadłuba są do siebie dopasowane. Wszystkie niebieskie wręgi są pochylone – tak, jakby cały ogon w niebieskim obrazie był przekoszony o 0.9° . (To może wyjaśniać także różnice w konturach usterzenia).

Podczas gdy różnice w przedniej części kadłuba mogą być rezultatem błędu kreślarza, deformacja widoczna w tylnej części rzutu z prawej wydaje się być efektem przekoszenia obrazu o 0.9° . W takim przypadku przypuszczam, że to niebieski obraz (widok z prawej) jest zdeformowany. (Ponieważ wszystkie niebieskie linie wręg są pochylone o ten sam kąt, podczas gdy czarne linie są pionowe). Spróbujmy odwrócić tę transformację (szczegółowo przekoszenia – por. str. 157), i zobaczymy, czy to pomogło (Rysunek 3.4.19):



Rysunek 3.4.19 Odwracanie przekoszenia niebieskiego obrazu

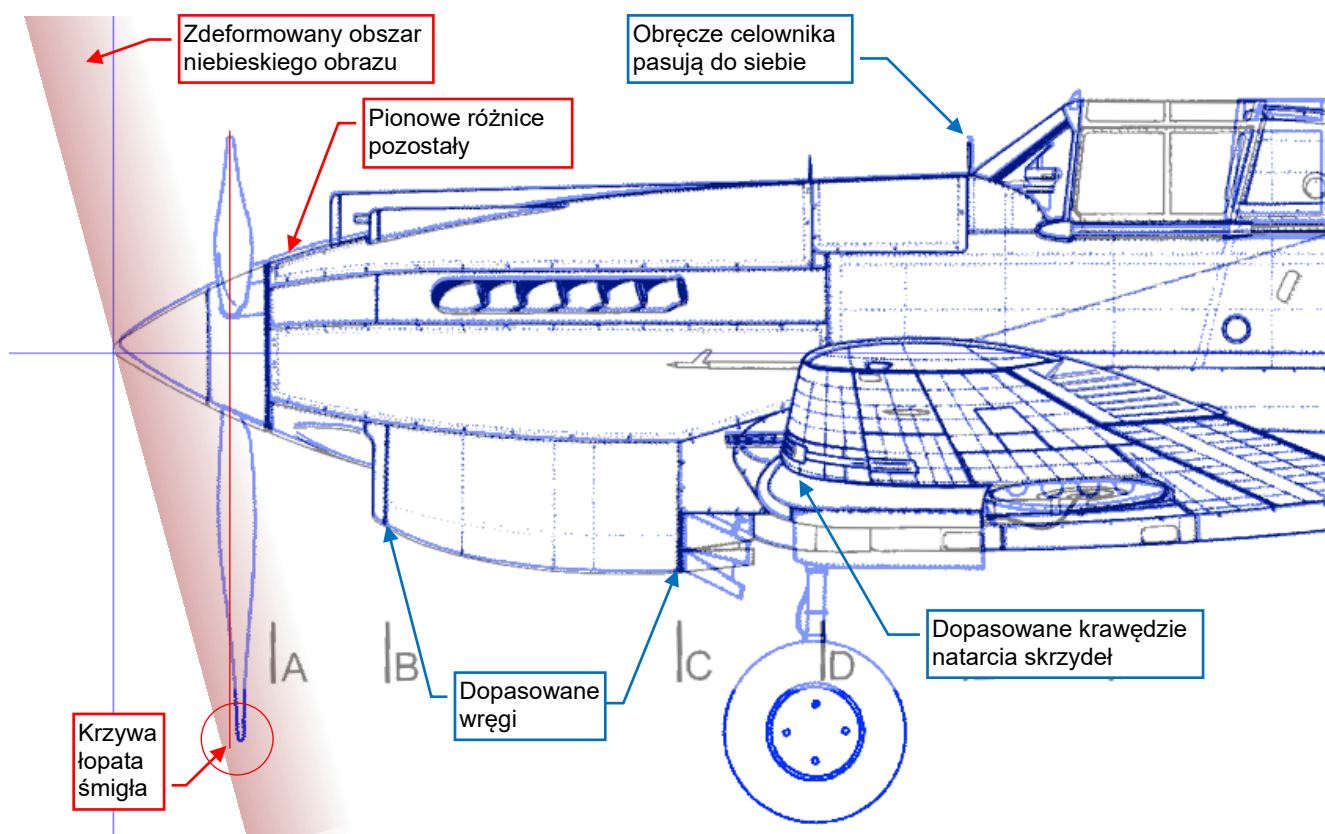
Wygląda na to, że to był dobry ruch: teraz lewy (czarny) i prawy (niebieski) obraz ogona stały się dopasowane. Rysunek 3.4.20 pokazuje szczegóły tylnej części kadłuba:



Rysunek 3.4.20 Dopasowanie szczegółów ogona

Po tej transformacji wszystkie różnice w tym obszarze znikły jak za dotknięciem czarodziejskiej różdżki. (Porównaj Rysunek 3.4.20 i Rysunek 3.4.18). Mówiąc szczerze, nie spodziewałem się tak udanej korekty.

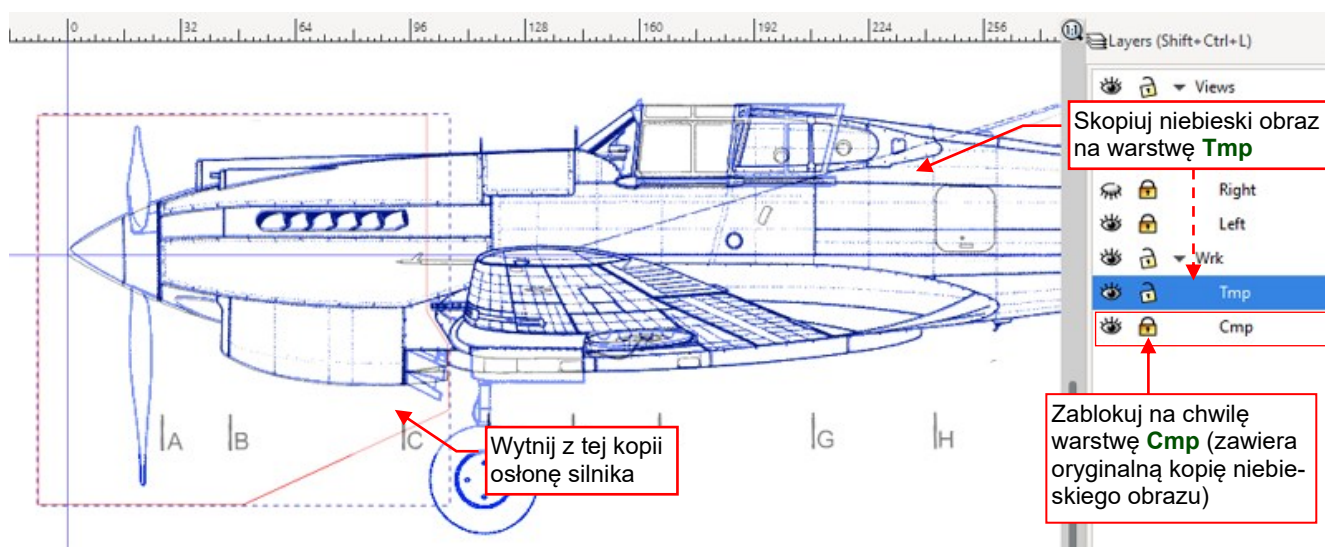
Teraz obejrzymy przednią część kadłuba (Rysunek 3.4.21):



Rysunek 3.4.21 Różnice w przedniej części kadłuba

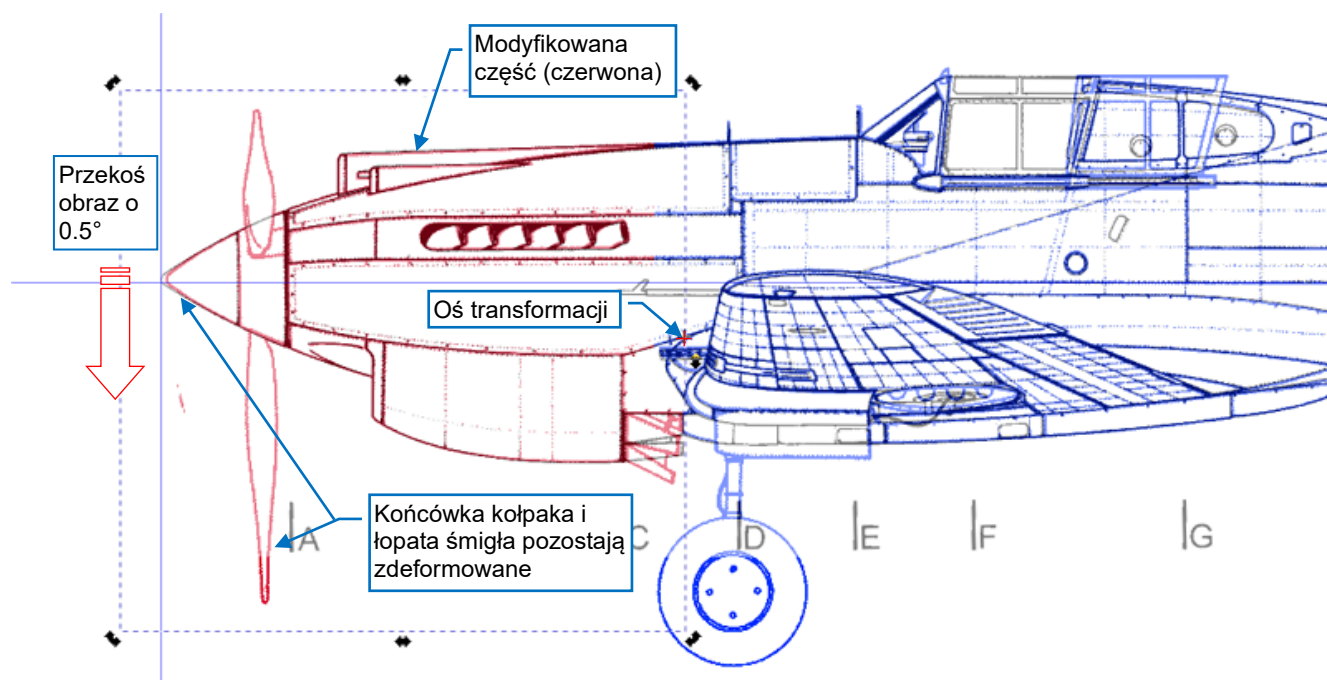
Porównując ilustrację powyżej i Rysunek 3.4.17, można stwierdzić, że pionowe różnice są bez zmian. Obecne przekoszenie spowodowało dodatkową deformację obrazu: dolna łopata śmigła jest wygięta. Zauważ jednak, że ta część leży w obszarze deformacji skanowanej strony (jak pokazuje Rysunek 3.4.8b). W istocie, byłem wcześniej zaskoczony, że ta łopata nie jest wykrzywiona! Widocznie w tym miejscu kompensowały się dwie różne deformacje. Gdy odwróciliśmy jedną z nich, drugie zniekształcenie wróciło do swojego normalnego stanu. Na szczęście jest też postęp: znikły wszystkie inne różnice! Teraz niebieskie obręcze celownika, krawędzie natarcia skrzydeł oraz węgry kadłuba pasują do swoich czarnych odpowiedników (z widoku z lewej).

Założmy roboczo, że lewy kontur (czarny obraz) jest poprawny, i dopasujmy do niego kontur prawy. Zaczniemy od skopiowania niebieskiego obrazu na warstwę **Tmp** i wycięcia obszaru wokół osłony silnika (Rysunek 3.4.22):



Rysunek 3.4.22 Wycinanie przedniej, zdeformowanej części niebieskiego obrazu

Przenieś oś transformacji z ogona (por. Rysunek 3.4.19) na prawą krawędź wyciętego fragmentu (jak pokazuje to Rysunek 3.4.23, a przekos w dół o 0.5°). (Dla odróżnienia, modyfikowany obszar jest w kolorze czerwonym):

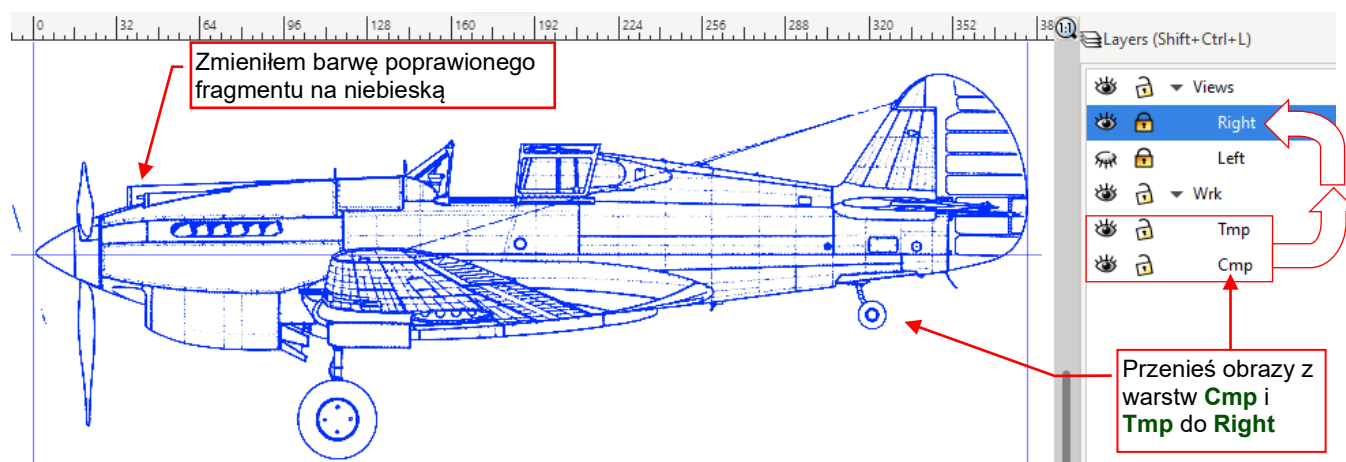


Rysunek 3.4.23 Poprawianie konturu przedniej części kadłuba (do rzutu z lewej)



Dlaczego użyłem przekoszenia, a nie obrotu? Ponieważ wszystkie pionowe linie w tym obrazie zostały już skorygowane w rezultacie poprzedniej transformacji (por. Rysunek 3.4.19).

Ostatecznie, jedyne różnice pomiędzy rzutem z lewej i z prawej pozostają w zniekształconym pasie przechodzącym przez czubek kołpaka i dolną łopatę śmigła (por. Rysunek 3.4.21). Teraz przenieś te dwie części widoku z prawej z warstw **Cmp** i **Tmp** do warstwy **Views:Right**¹ (Rysunek 3.4.24):



Rysunek 3.4.24 Ostatnie poprawki w pliku Inkscape

Jak widzisz, pozostają tam w „roboczym” kolorze niebieskim i nadal w stanie odwróconym. To dlatego, że ciągle mogą być modyfikowane, jeżeli tylko napotkam jakąś nową wskazówkę dotyczącą osłony silnika (zdjęcie, lub nowe plany). Możliwe jest także, że obydwie: prawy i lewy widok z tej monografii AJ Press są nieprawidłowe. W dalszych rozdziałach pokażę, gdzie szukać dodatkowych informacji i jak ich używać.

¹ Oryginalny obraz rzutu z prawej przenieśliem na warstwę **Cmp**, gdyż początkowo chciałem go użyć w nieco inny sposób. Równie dobrze mógł pozostać na warstwie **Right**. Na pewno jednak warto mieć dodatkowe warstwy robocze na „wycinanie” fragmentów do poprawy.

Z drugiej strony, w tym projekcie nie potrzebujemy idealnego widoku z prawej. Ostatecznym celem tego rozdziału nie jest stworzenie lepszych planów modelarskich. Mamy tylko zaadaptować te rysunki dla stworzenia dokładnego modelu 3D samolotu. W praktyce będziemy używać głównie rzutu z lewej, przełączając się na rzut z prawej tylko w celu odtworzenia asymetrycznych szczegółów kadłuba¹.



Zniekształcenia pokazane na str. 45 i poprawione na dalszych stronach mogły powstać podczas składu do druku. (To kolejny rodzaj deformacji planów modelarskich).

Podsumowanie

- Następnym krokiem w weryfikacji planów modelarskich jest porównanie dwóch odpowiadających sobie rzutów (w tym przypadku były to widok z lewej i z prawej – str. 40).
- Przy porównywaniu różnych obrazów/rysunków w Inkscape używaj warstw (str. 38).
- Gdy znajdziesz różnice pomiędzy porównywanymi obrazami – musisz określić, który z nich jest zniekształcony. W przypadku pokazanym w tej sekcji, obydwie sylwetki samolotów są zdeformowane. Było to spowodowane zniekształceniem skanowanych stron wzdłuż szwu książki (str. 41).
- Czasami można odtworzyć poprawny obraz z dwóch zniekształconych wersji. (O ile każda z nich jest zdeformowana w inny sposób). W tej sekcji odtworzyłem oryginalny rzut z lewej z dwóch różnych sylwetek (str. 42 - 44).
- W Inkscape podstawową metodą poprawiania obrazu rastrowego (jak skany planów) jest „nakładanie łatek”. Polega to na skopiowaniu obrazu, wycięciu z tej kopii fragmentu do poprawy, poddaniu ewentualnej transformacji i umieszczeniu rezultatu ponad oryginalnym obrazem (str. 44, 47, 48).
- Nałożone na obrazy „łatki” są łatwe do usunięcia – w ten sposób możesz w razie potrzeby szybko odtworzyć oryginalny obraz.
- W tej sekcji skorygowałem widok z prawej (str. 46 - 48) zakładając (roboczo) że widok z lewej jest poprawny. (Wcześniej w tej sekcji złożyłem widok z lewej z dwóch różnych obrazów. W ten sposób stał się bardziej „potwierdzony” od pojedynczego obrazu z rzutem z prawej). Oczywiście, to założenie może się ostatecznie okazać fałszywe. Pokażę to w dalszych rozdziałach.

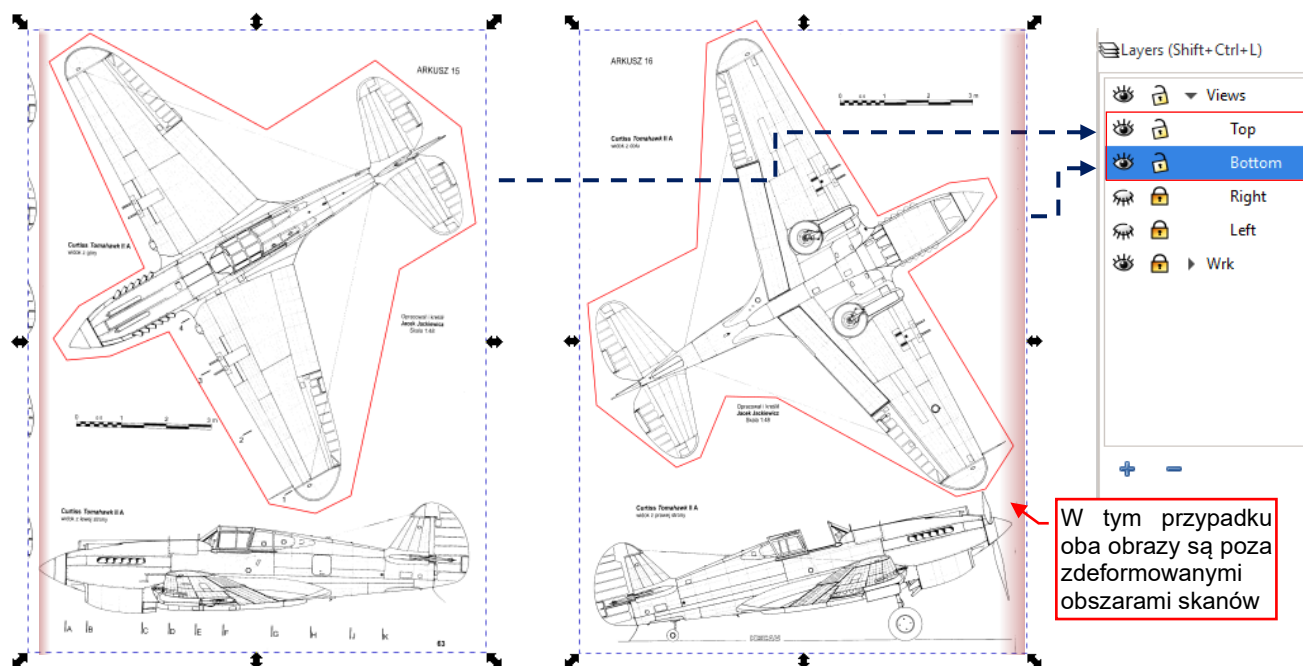


W danych towarzyszących tej książce (por. str. 18) znajdziesz plik Inkscape opisany w tej sekcji: [source\references\sample\drawings \(3.4\).svg](#).

¹ Na przykład: kołpak śmigła stworzymy używając konturu z widoku z lewej. Zdeformowana dolna łopata śmigła z widoku z prawej nie jest specjalną przeszkodą: nie można ufać konturowi tej części z rzutu z boku, nawet gdy nie jest zniekształcony. (Zazwyczaj te łopaty są rysowane „na oko”). Dla modelu 3D tej łopaty potrzebujemy z tego rysunku tylko informacji o położeniu płaszczyzny śmigła. Zapewnia ją niezdeformowany kontur górnej łopaty.

3.5 Przygotowanie rzutów z góry i z dołu

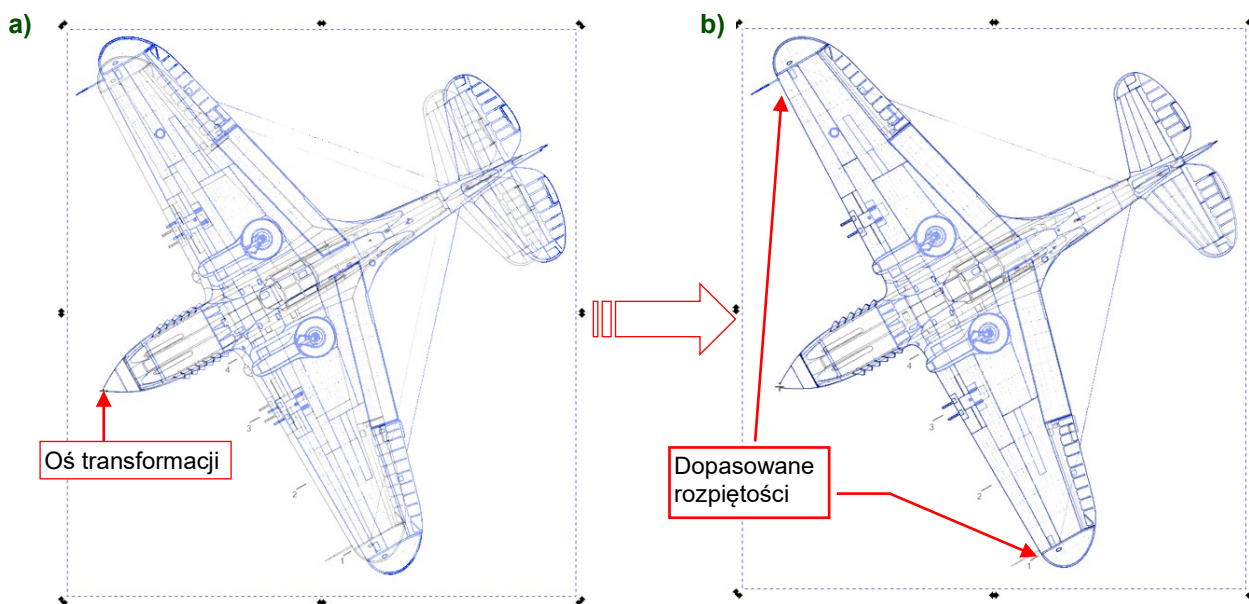
Gdy rzuty z boku są już zweryfikowane, przygotujmy obydwie rzuty pionowe. W warstwie **Views** stwórz ich podwarstwy, o nazwach **Top** i **Bottom**. Umieść na nich obrazy wycięte z odpowiednich skanów (Rysunek 3.5.1) :



Rysunek 3.5.1 Nowe warstwy na widoki z góry i z dołu

Możesz wyciąć rzut z dołu, którego tu używam, z pliku **64.tif**, a widok z góry – z pliku **63.tif**. (Obydwa te pliki już używałeś do wycięcia widoków z boku – por. str. 30 i 38). Na szczęście, tym razem wycinane fragmenty nie nakładają się na zdeformowane obszary tych zeskanowanych stron.

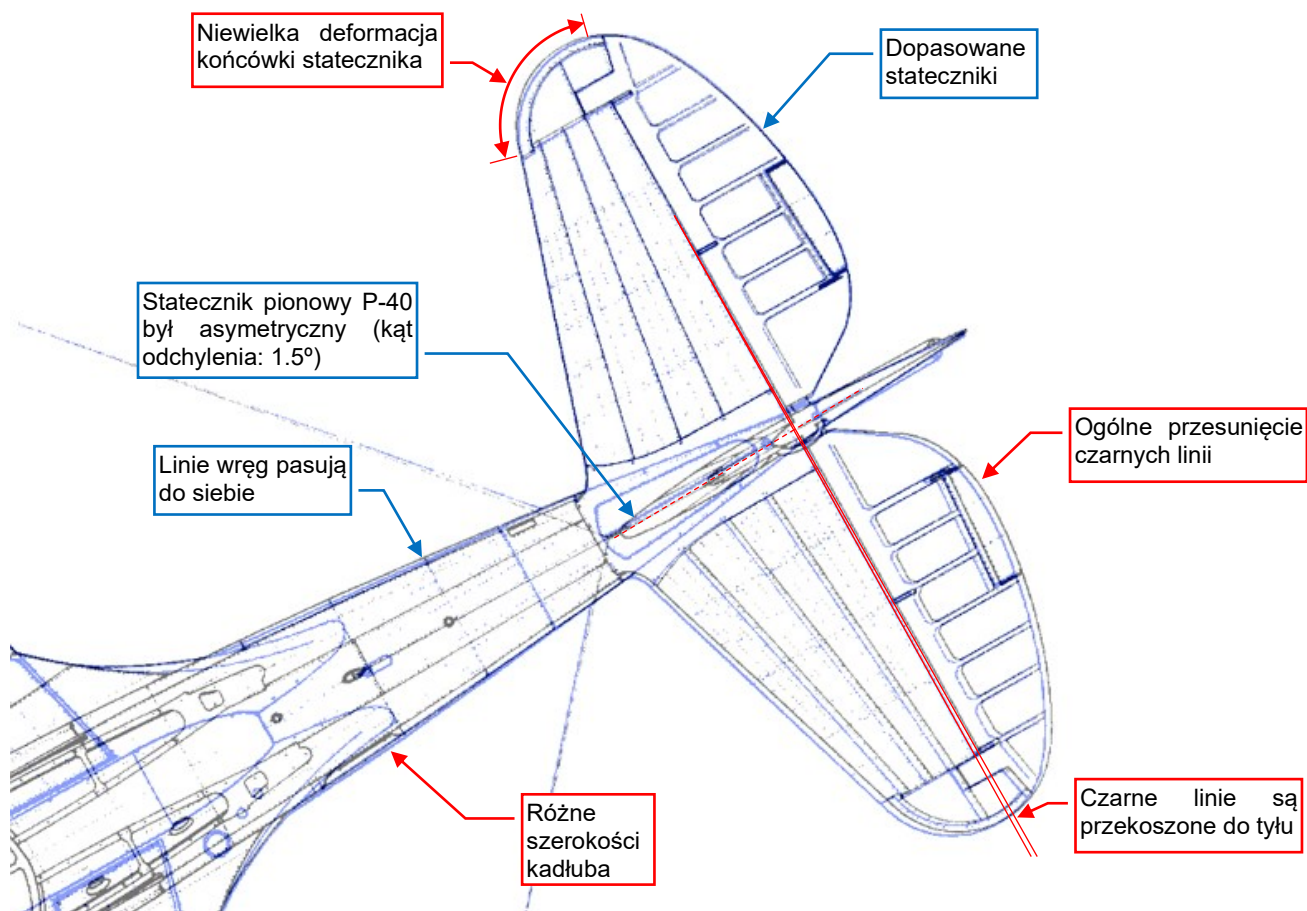
W rysunkach kreślonych ręcznie, takich jak ten, obydwie widoki pionowe powstawały z tego samego wzorcowego obrysu. Dlatego najpierw porównamy te dwa obrazy, nawet jeżeli jeszcze nie są odpowiednio „wyrównane” w poziomie i pionie. W ten sposób chcę znaleźć ewentualne deformacje. Obróciłem widok z dołu i zabarwiłem na niebiesko, ustawiłem przejrzystość warstwy **Top** na 50%, i wyrównałem obydwie widoki (Rysunek 3.5.2a):



Rysunek 3.5.2 Pierwsze dopasowanie rzutów z góry i z dołu

Następnie proporcjonalnie zmniejszyłem widok z dołu, dopasowując obydwie skrzydła (Rysunek 3.5.2b).

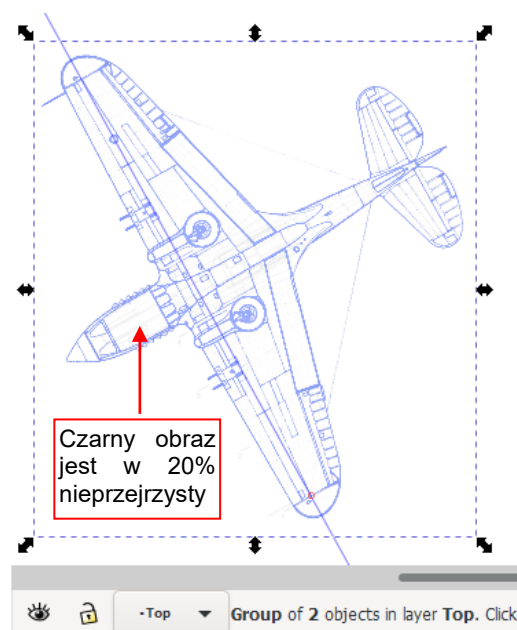
Większa część tych dwóch obrazów pasuje do siebie: różnią się tylko ich ogony (Rysunek 3.5.3):



Rysunek 3.5.3 Różnice na obszarze ogona samolotu

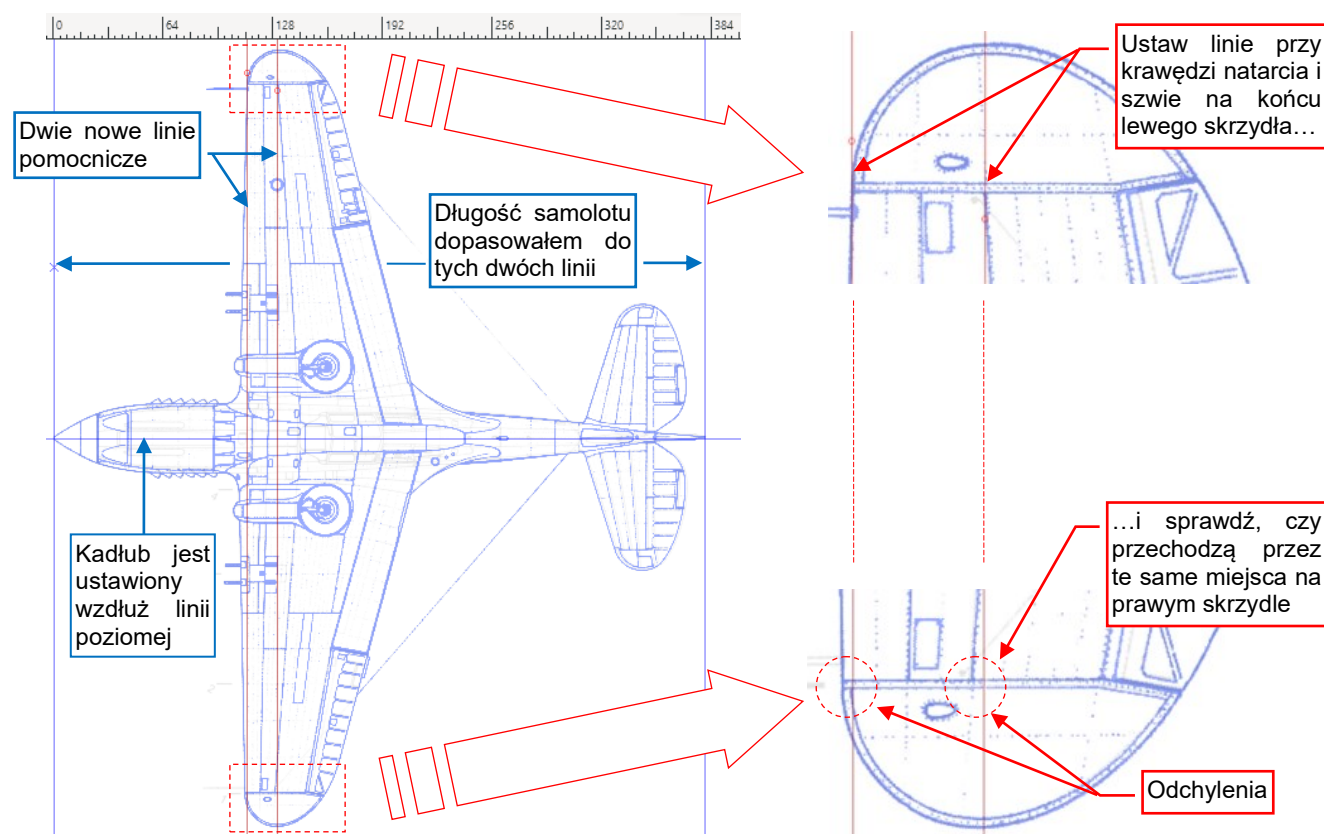
Zgodnie z opisem technicznym, usterzenie pionowe P-40 było nachylone do płaszczyzny symetrii samolotu pod kątem 1.5° . Nie wykonałem lustrzanego odbicia widoku z dołu, więc niebieski i czarny kontur powinny się tu różnić o kąt $2 \times 1.5^\circ = 3^\circ$. Nic z tych rzeczy! Jak możesz dostrzec na ilustracji powyżej, czarne i niebieskie kontury steru kierunku pasują do siebie. Myślę, że autor planów zapomniał o tym efekcie kopiując rzut z góry. Jednak na ilustracji powyżej widać inne odchylenia pomiędzy czarnymi i niebieskimi konturami. Największe przemieszczenie czarnych linii występuje na prawym stateczniku poziomym. Rysunek 3.5.3 wskazuje na znaczną deformację widoku z góry: na niebieskim obrazie przednia krawędź steru wysokości i wszystkie inne linie pionowe są równoległe do rozpiętości skrzydeł, podczas gdy na czarnym – nie. Dlatego zdecydowałem się używać widoku z dołu jako wzorcowego, i potem dopasować do niego linie widoku z góry.

Aby uprościć dalsze precyzyjne skalowanie i dopasowywanie do widoku z boku, zdecydowałem się chwilowo połączyć te dwa obrazy w grupę (**Object → Group** – szczegóły por. str. 171). W tej grupie zmniejszyłem nieprzezroczystość widoku z góry do 20%. W ten sposób można go nadal zaznaczać, ale prawie nie jest widoczny – jak to pokazuje Rysunek 3.5.4. W przeciwnym razie jego czarne linie mogłyby być nieco mylące. Widok z góry jest w tej grupie „ładunkiem”, podlegającym takim samym transformacjom jak widok z dołu. W tym momencie grupa znajduje się na warstwie **Top**.



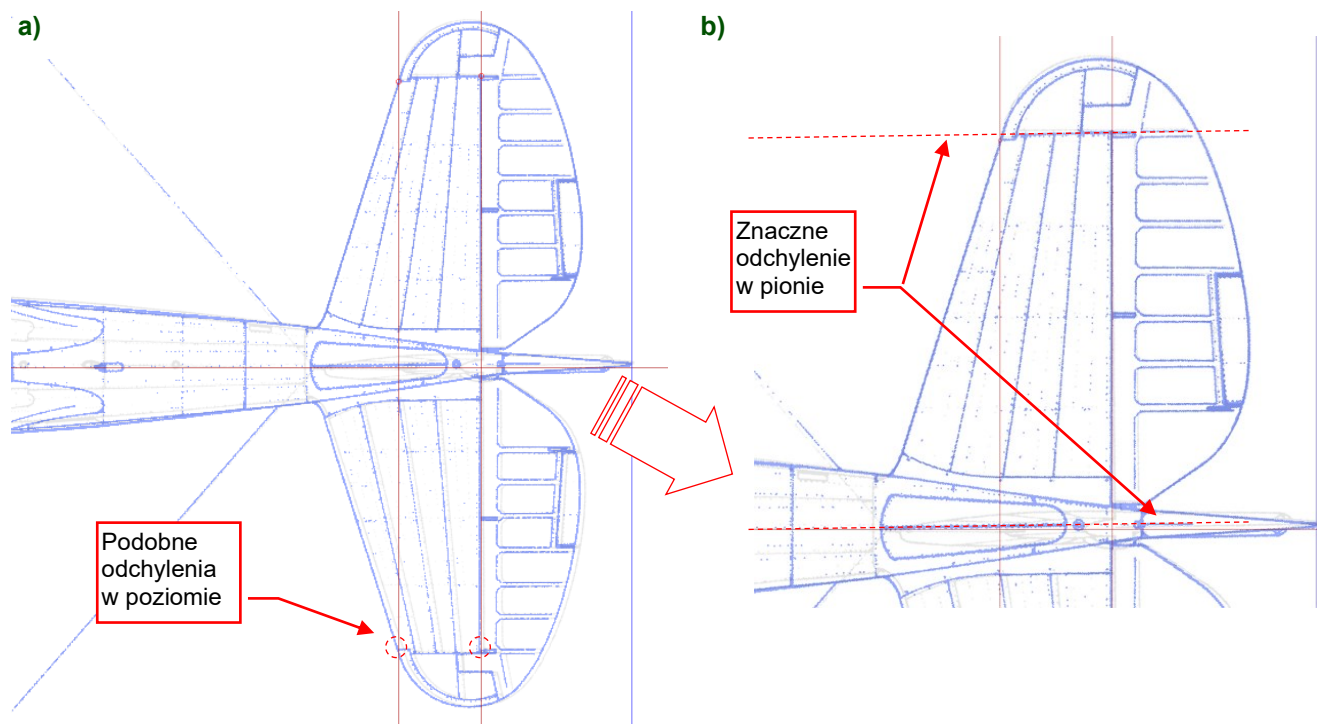
Rysunek 3.5.4 Grupa obrazów widoków z góry i dołu

Teraz ustaw tę grupę równoległe do poziomej linii pomocniczej, następnie powiększ ją tak, by pasowała do linii pionowych (długości kadłuba). Na koniec dodaj kolejne linie i sprawdź prostotałość skrzydeł (Rysunek 3.5.5):



Rysunek 3.5.5 Sprawdzanie prostotałości skrzydeł

Jak widzisz, te skrzydła nie są idealnie prostotałe. (To normalne w ręcznie kreślonych planach). Oczywiście, wykonałem ten sam test dla usterzenia poziomego (Rysunek 3.5.6):

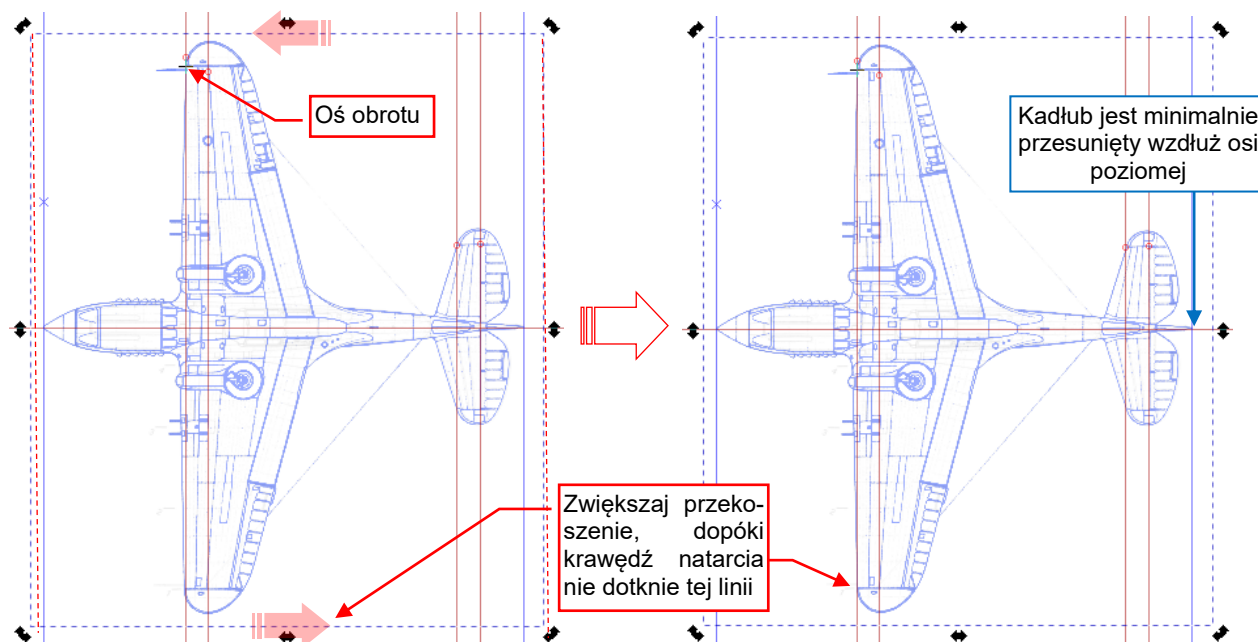


Rysunek 3.5.6 Sprawdzanie prostotałości usterzenia poziomego

Odchylenia od pionu są tu nieznaczne (Rysunek 3.5.6a) ponieważ to usterzenie jest trzy razy mniejsze od skrzydeł. Jednak Rysunek 3.5.6b pokazuje, że wszystkie poziome linie są tu przekoszone!

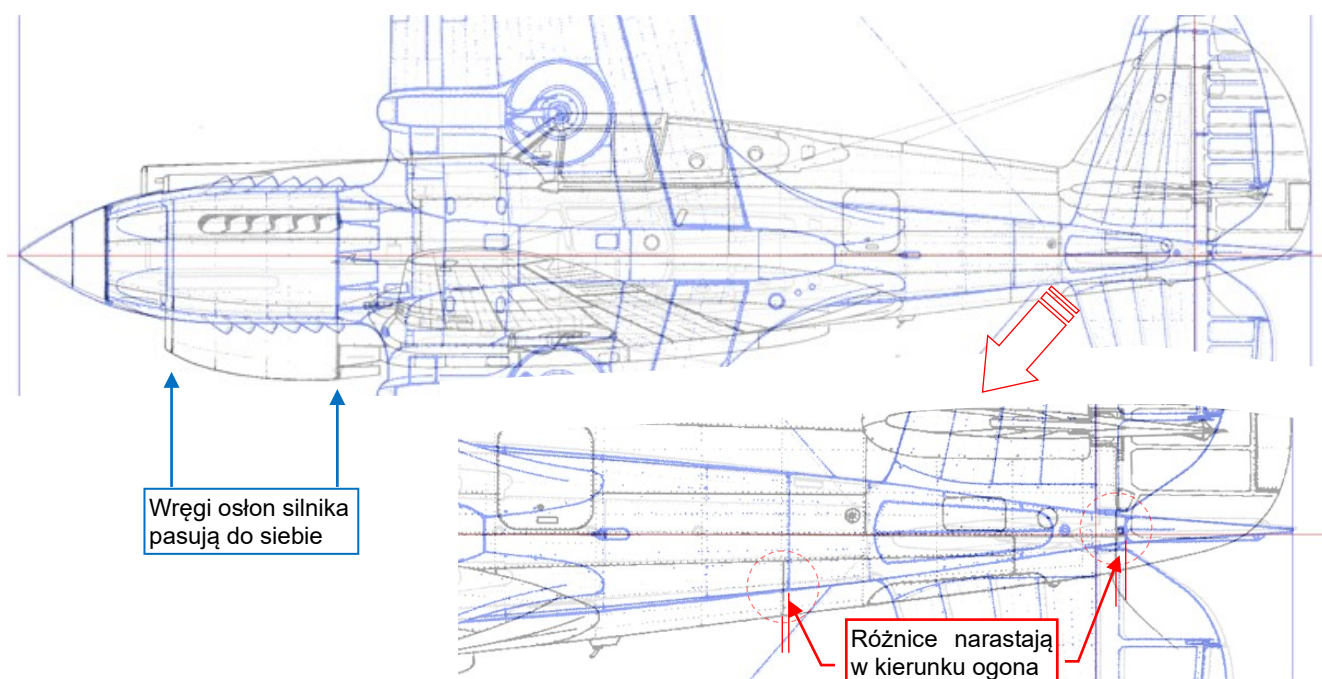
Jak zinterpretować te odchylenia? Jak je skorygować? Sądzę, że deformacja tego usterzenia może być rezultatem dwóch, lub więcej różnych odchyień. Co więcej – te odchylenia wydają się różnić pomiędzy widokiem z góry i z dołu (por. Rysunek 3.5.3). Dlatego zdecydowałem się najpierw skorygować odchylenie skrzydeł. Następnie rozdzielię tę grupę i przygotuję oddzielne „łatki” na każdy ze zdeformowanych stateczników.

Aby ustawić skrzydła prostopadłe do kadłuba, przekosiłem tę grupę o 0.2° (Rysunek 3.5.7):



Rysunek 3.5.7 Korygowanie poziomego odchylenia skrzydła

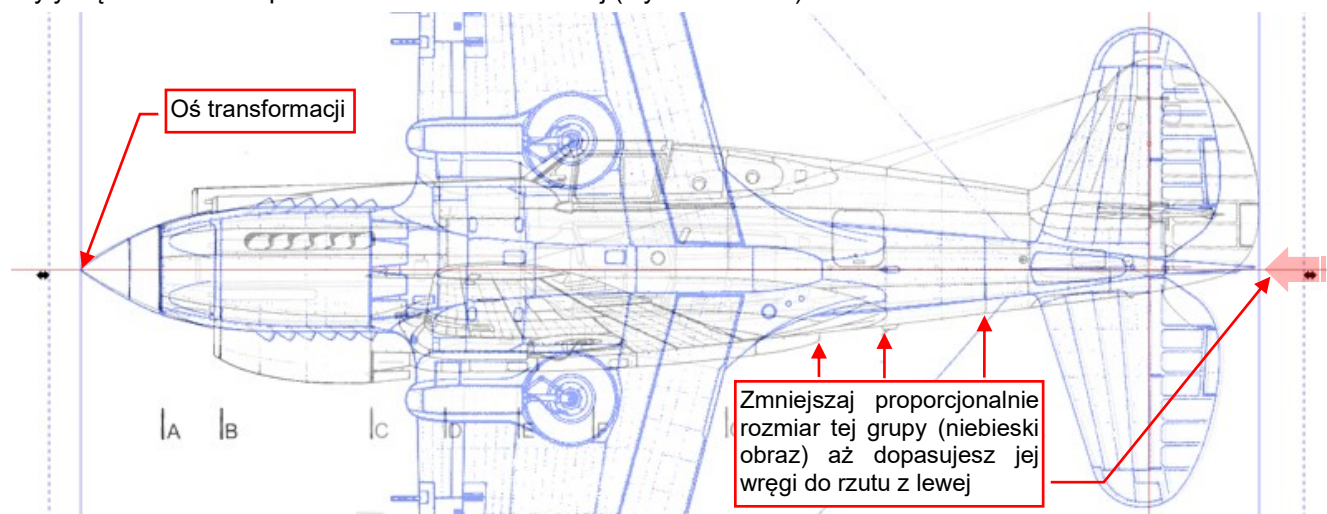
Zwróć uwagę, że asymetryczne położenie osi tej transformacji (por. Rysunek 3.5.7) pozwala się skupić wyłącznie na poprawie odchylenia prawej końcówki skrzydła. Jednak ma to także efekt uboczny: niewielkie przesunięcie kadłuba w kierunku poziomym. Przed rozdzieleniem tych dwóch obrazów skorygowałem to przesuwając je pomiędzy linie wyznaczające długość samolotu. Potem zdecydowałem się wykonać jeszcze jeden test: czy kadłub z rzutu z dołu pasuje do rzutu z lewej (Rysunek 3.5.8):



Rysunek 3.5.8 Porównywanie pozycji wręg w widokach z dołu i z boku

Włącz widoczność warstwy **Views:Left**. Jak widać w ilustracji powyżej, różnice w położeniu wręg narastają od osłony silnika do ogona. Największa występuje przy przedniej krawędzi steru kierunku.

To wskazówka, że powinniśmy proporcjonalnie zmniejszyć skalę tej grupy obrazów, tak by niebieskie wręgi pokryły się ze swoimi odpowiednikami z rzutu z lewej (Rysunek 3.5.9):



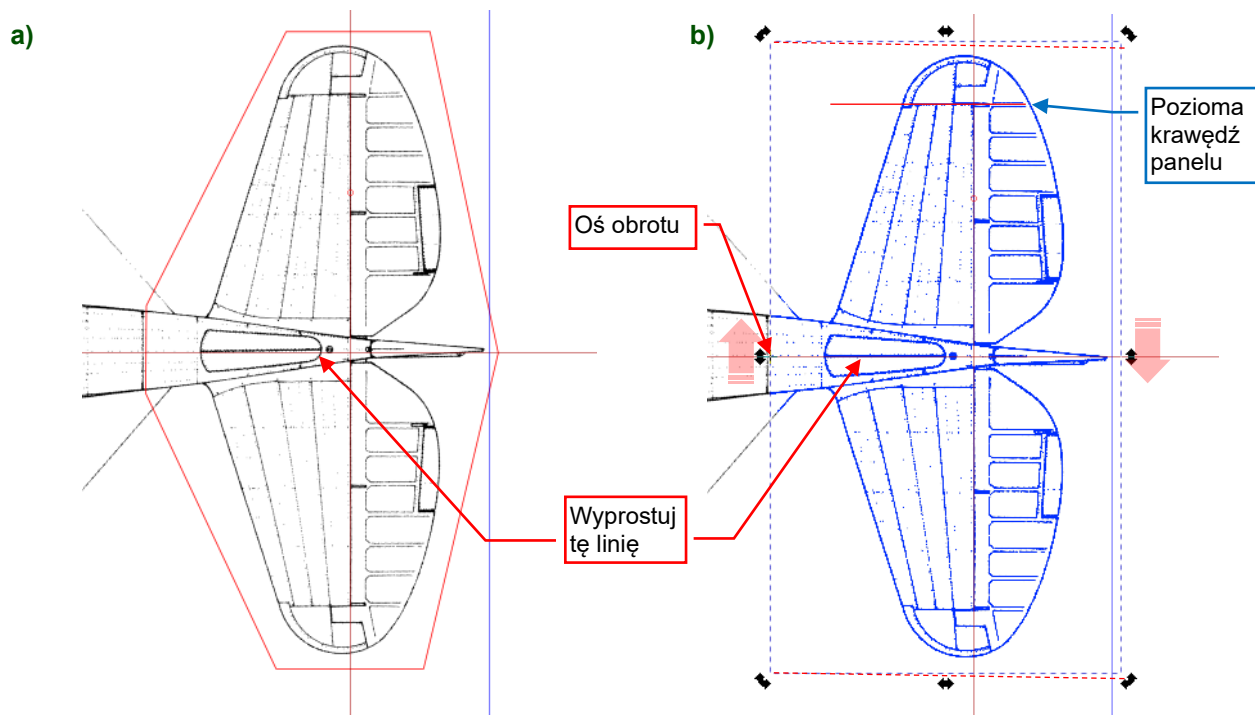
Rysunek 3.5.9 Dostosowanie skali rzutów pionowych do widoku z lewej



Ster kierunku w rzucie z góry lub z dołu wygląda jak niepozorny trójkąt. Często jest zbyt długi lub zbyt krótki, szczególnie na ręcznie kreślonych rysunkach. Taka różnica może zepsuć skalę całego rysunku, gdy po prostu dopasujesz jego obraz do deklarowanej całkowitej długości samolotu.

Teraz rozdziel tymczasową grupę (**Object→Ungroup**) stworzoną na stronie 51, pozostawiając widok z góry na warstwie **Views:Top**, i przenosząc widok z boku do warstwy **Wrk:Cmp**. Jeżeli potem widok z góry zasłania widok z dołu, możesz zmienić ich kolejność poleceniem **Object→Lower to Bottom** (szczegóły – patrz str. 170).

Aby przygotować „łatkę” na widok z dołu: zablokuj i ukryj warstwę **Views:Top**, usuń niebieski filtr z widoku z dołu, i skopiuj go na warstwę **Wrk:Tmp**. Następnie zablokuj warstwę **Wrk:Cmp** i wytnij usterzenie poziome z kopii umieszczonej na **Wrk:Tmp** (Rysunek 3.5.10a):

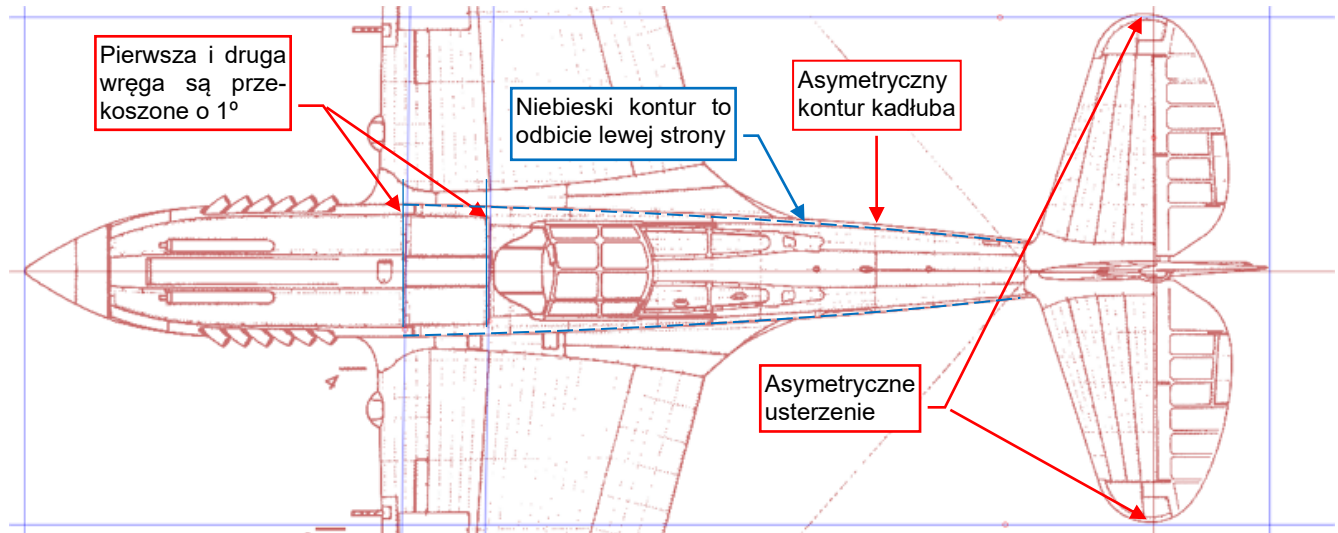


Rysunek 3.5.10 Korygowanie deformacji usterzenia w widoku z dołu

Dla odróżnienia zmieniłem kolor tej „łatki” na niebieski. Umieść oś obrotu jak pokazuje Rysunek 3.5.10b) i prze-koś ten niebieski obraz w pionie, aż środkowa szczelina w osłonie kółka ogonowego stanie się pozioma.

To jedyna indywidualna poprawka, którą potrzebowaliśmy wprowadzić w widoku z dołu. Teraz usuń niebieski filtr, połącz oryginalny obraz i jego „łatkę” w jedną grupę (**Object→Group**) i przenieś na warstwę **Views:Bottom**. Następnie zablokuj tę warstwę.

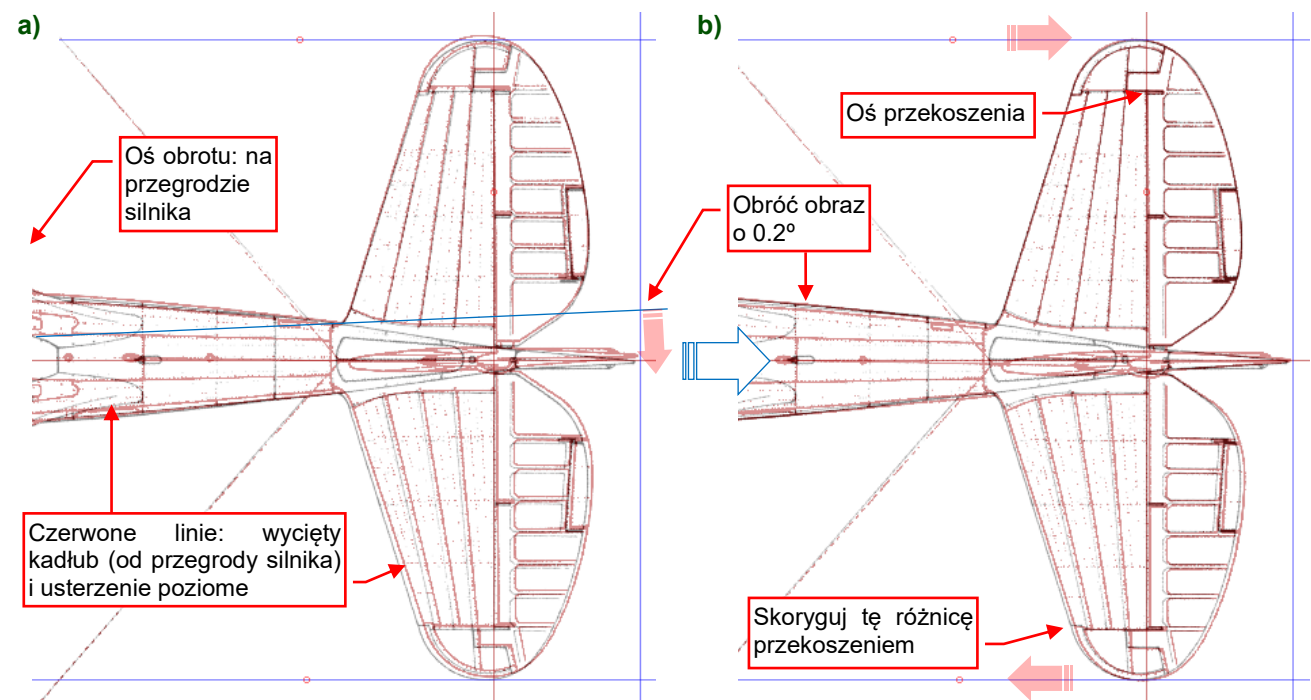
Przeanalizujmy teraz widok z góry, więc ukryj **Views:Bottom** i odkryj warstwę **Views:Top**. (Pokolorowałem linie tego obraz na czerwono). Jak widzisz, kadłub i usterzenie w tym rzucie są pełne asymetrii (Rysunek 3.5.11):



Rysunek 3.5.11 Asymetrie w widoku z góry

Już wcześniej zauważyliśmy różnice w kontrach usterzenia pomiędzy widokiem z góry i z dołu (por. Rysunek 3.5.3). Teraz odkryłem, że kontur kadłuba także jest asymetryczny (Rysunek 3.5.11)! Widać tu także inne „ręczne” błędy, jak dwie ukośne wręgi pomiędzy silnikiem a kabiną pilota.

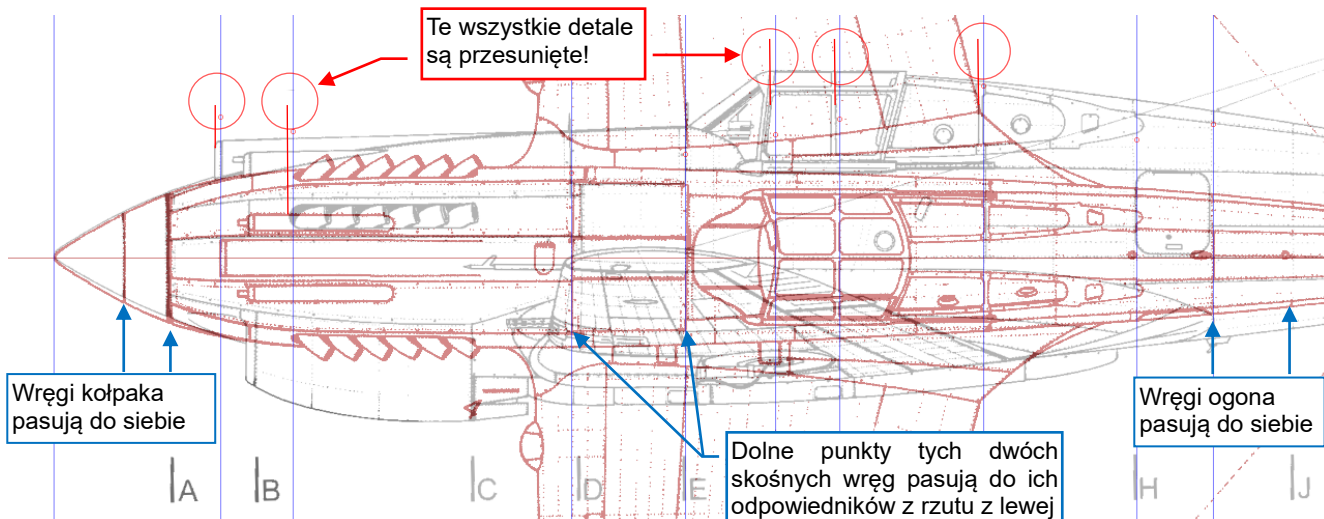
Zdecydowałem się skorygować tę asymetrię kadłuba i usterzenia poprzez niewielki obrót wokół osi umieszczonej na pierwszej wrędze (przegrodzie silnika). Rysunek 3.5.12a) pokazuje, jak to wygląda (czerwone linie – rzut z góry, czarne linie – rzut z dołu) :



Rysunek 3.5.12 Korygowanie asymetrii kadłuba i usterzenia (widok z góry)

Po tym obrocie wykonałem jeszcze niewielkie przekoszenie tego fragmentu obrazu (Rysunek 3.5.12b). Skorygowałem w ten sposób usterzenie, w którym pomimo obrotu pozostała niewielka deformacja.

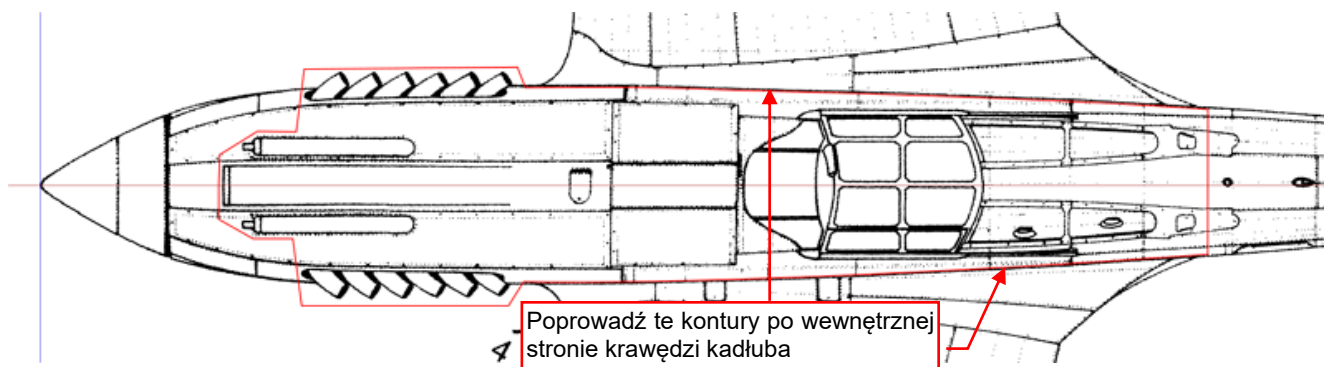
Jednak porównanie widoków z góry i z lewej ujawniło inne różnice (Rysunek 3.5.13):



Rysunek 3.5.13 Różnice w położeniu szczegółów kadłuba pomiędzy widokiem z góry i z lewej

Wygląda na to, że wszystkie szczegóły kadłuba od bazy kołpaka do luku bagażowego są przesunięte o stały dystans ok. 1 cala. Jedynym wyjątkiem od tej reguły są dwie skośne wręgi w środku kadłuba. Jedynym możliwym wyjaśnieniem tak dziwnych odchyłek jest zwykła ludzka pomyłka. To błąd kreślarski, popełniony przez autora tych planów modelarskich. Biorąc pod uwagę inne deformacje opisane na poprzedniej stronie zakładam, że ten widok z góry jest nieprawidłowy i że położenie tych detali jest poprawne na widoku z lewej.

Kontur dla tej „łatki” narysowałem precyzyjnie wzdłuż zewnętrznego konturu kadłuba (Rysunek 3.5.14):



Rysunek 3.5.14 Wycinanie wewnętrznych szczegółów kadłuba

Te dwa segmenty modyfikowałem w trybie **Edit path** (szczegóły – patrz str. 177 i 178). Następnie wyciąłem i przesunąłem ten fragment obrazu do przodu, dopasowując jego szczegóły do widoku z lewej (Rysunek 3.5.15):

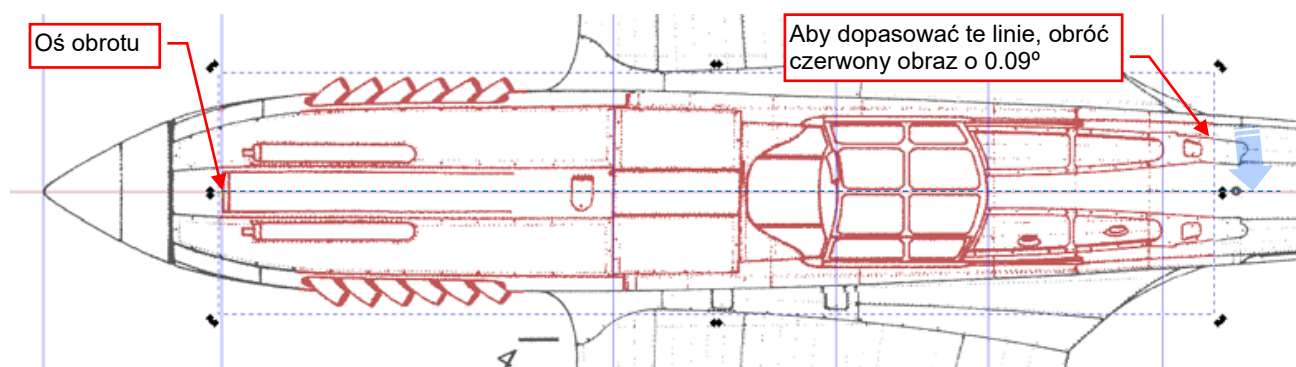


Rysunek 3.5.15 Dopasowanie do widoku z lewej



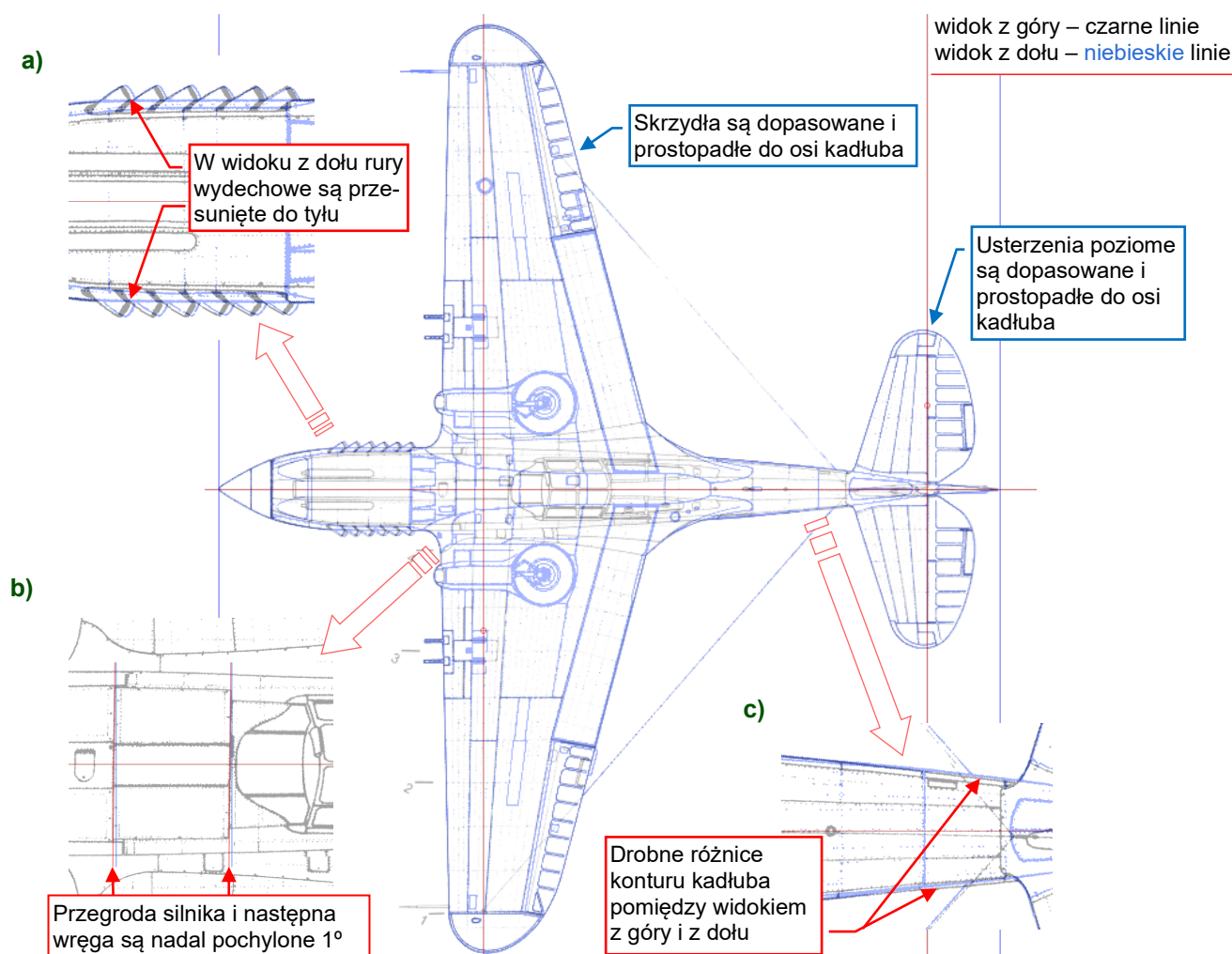
Nie porównuję kształtu skrzydeł w widokach z lewej i z dołu/góry. Przyczyna jest prosta: kontur skrzydła w widoku z boku jest zawsze nieprawidłowy. Jest zazwyczaj rysowany na widokach z lewej i prawej jako znacznik, który sygnalizuje „tu jest skrzydło”.

W widoku z góry pojawiło się teraz kilka nieciągłych linii pomiędzy najnowszą i poprzednią „łatką” (za kabiną). Aby to skorygować, obróciłem czerwony fragment obrazu o ułamek stopnia (Rysunek 3.5.16):



Rysunek 3.5.16 Dopasowanie ostatnio poprawionego fragmentu do poprzedniej „łatki”

To koniec poprawek w tej sekcji. Usuń czerwony filtr z ostatniej „łatki” i połącz wszystkie obraz z warstwy **Views:Top** w jedną grupę. Poniżej demonstruję rezultat: dopasowane widoki z góry i z dołu, wyrównane do pionowych i poziomych linii pomocniczych (Rysunek 3.5.17):



Rysunek 3.5.17 Widoki z góry i z dołu po korektach

Jak widzisz, te rzuty wciąż jeszcze zawierają kilka drobnych deformacji i różnic.

W szczególności, rury wydechowe w widoku z dołu są przesunięte do tyłu (Rysunek 3.5.17a). Znajdują się na nim w złym miejscu, tak jak w oryginalnym rzucie z góry. Pozostałem je tam, ponieważ dwie sąsiednie wręgi pasują do widoku z lewej. (Za dużo kłopotów dla tak małej „łatki”). Z podobnej przyczyny pozostałem dwie ukośne wręgi w widoku z góry (Rysunek 3.5.17b). Zauważ też, że pomiędzy widokiem z góry i z dołu nadal istnieje niewielka różnica w szerokościach kadłuba (obydwa są nieco asymetryczne). Widać ją najlepiej przed statecznikiem poziomym (Rysunek 3.5.17c). Równie dobrze może się jednak okazać, że żaden z tych obrysów nie odpowiada prawdziwemu kształtowi kadłuba¹.

W tych planach z monografii AJ Press rzut z góry jest mniej pewnym źródłem od rzutu z dołu. (Zazwyczaj bywa odwrotnie). Dlatego, tak długo jak będzie to możliwe, będę używać widoku z dołu jako podstawowego rzutu w kierunku pionowym, na przykład formując skrzydła lub usterzenie poziome. Z widoku z góry będę potrzebował tylko informacji o szerokości różnych szczegółów w środku kadłuba.

Wciąż jeszcze nie skończyliśmy analizy tych rzutów pionowych. W następnej sekcji sprawdzimy ich proporcje (rozpiętość i kilka innych wymiarów).

Podsumowanie

- W przypadku rzutów z góry i z dołu, wykonaj wstępne porównanie ich „surowych” wersji (tzn. wyciętych ze skanu strony – str. 50)²; Pozwoli to na pierwsze oszacowanie ewentualnych zniekształceń tych rysunków (str. 51).
- Gdy obydwa widoki są (mniej więcej) dopasowane, możesz połączyć je w tymczasową grupę, aby nie powtarzać wyrównywania i skalowania (51).
- Sprawdź, czy skrzydła i usterzenie poziome są prostopadłe do osi kadłuba (str. 52). Jeżeli nie – skoryguj to przez odpowiednią transformację (zazwyczaj – przekoszenie: por. str. 53).
- Na początku wyskaluj te obrazy, dopasowując je do całkowitej długości samolotu. Następnie porównaj je z rzutem z lewej. W szczególności – sprawdź, czy pasują do siebie odpowiednie wręgi kadłuba (str. 53).
- Zawsze dopasuj skalę widoków pionowych tak, by ich wręgi pasowały do widoku z lewej. Jest to ważniejsze od dokładnego dopasowania do ogólnej długości samolotu (str. 54).
- Po wykonaniu testów i ewentualnych poprawek wyliczonych powyżej, rozdziel tymczasową grupę. Następnie napraw zidentyfikowane różnice pomiędzy wszystkimi trzema widokami (z góry, z dołu i z lewej: str. 54-57).
- Jeżeli znajdziesz jakąś różnicę – zawsze zakładaj, że poprawna wersja jest na rzucie z lewej. (Poza konturem skrzydła: ten na rzutach z boku jest zawsze niepoprawny).
- Możesz pozostawić jakieś niewielkie błędy bez poprawek – tak długo, jak jesteś w stanie je ignorować, używając w zamian innych rysunków (str. 57).



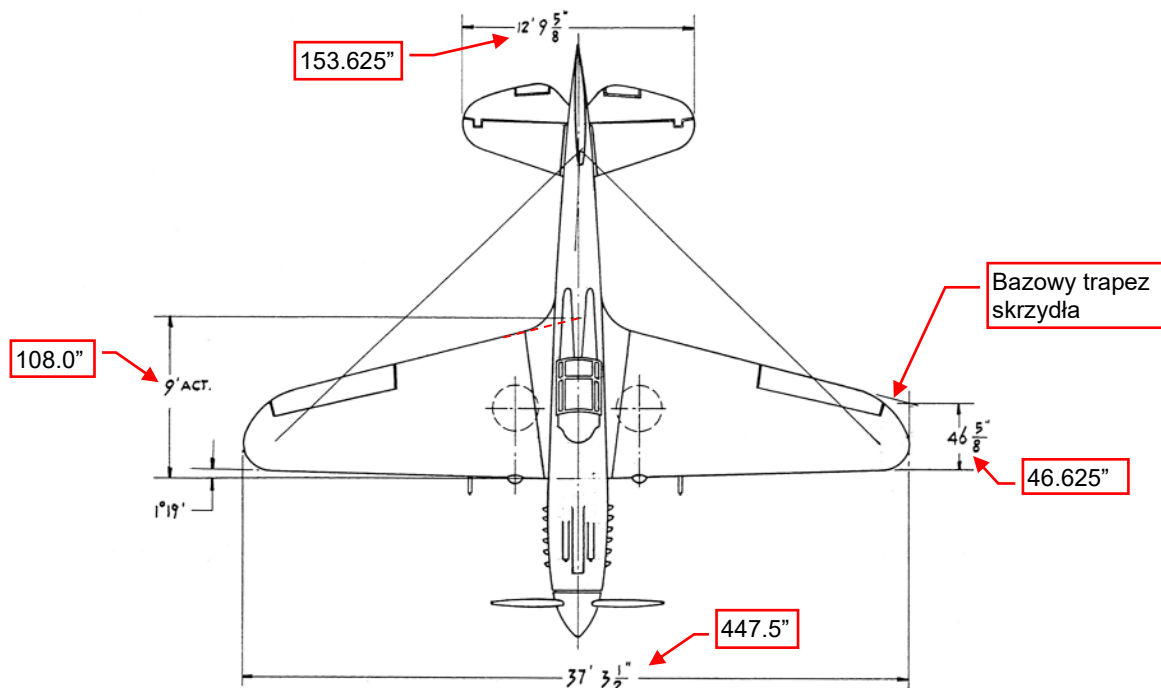
W danych towarzyszących tej książce (por. str. 18) znajdziesz plik Inkscape opisany w tej sekcji: [source\references\sample\drawings \(3.5\).svg](#).

¹ Na zdjęciach bardzo trudno jest weryfikować szerokość kadłuba. Co więcej, tylko nieliczne z nich pokazują kadłub P-40 widziany z góry, gdyż większość zdjęć samolotów jest robiona z boku. Kontury kadłuba w rzutach z góry i z dołu, które możesz znaleźć w większości planów modelarskich, są oparte na niewielu pewnych informacjach i dużej liczbie różnych przypuszczeń.

² Jeżeli na Twoim planie te dwa widoki są narysowane jako dwie połowki (to popularna konwencja) – odwróć jedną z nich i dopasuj do drugiej.

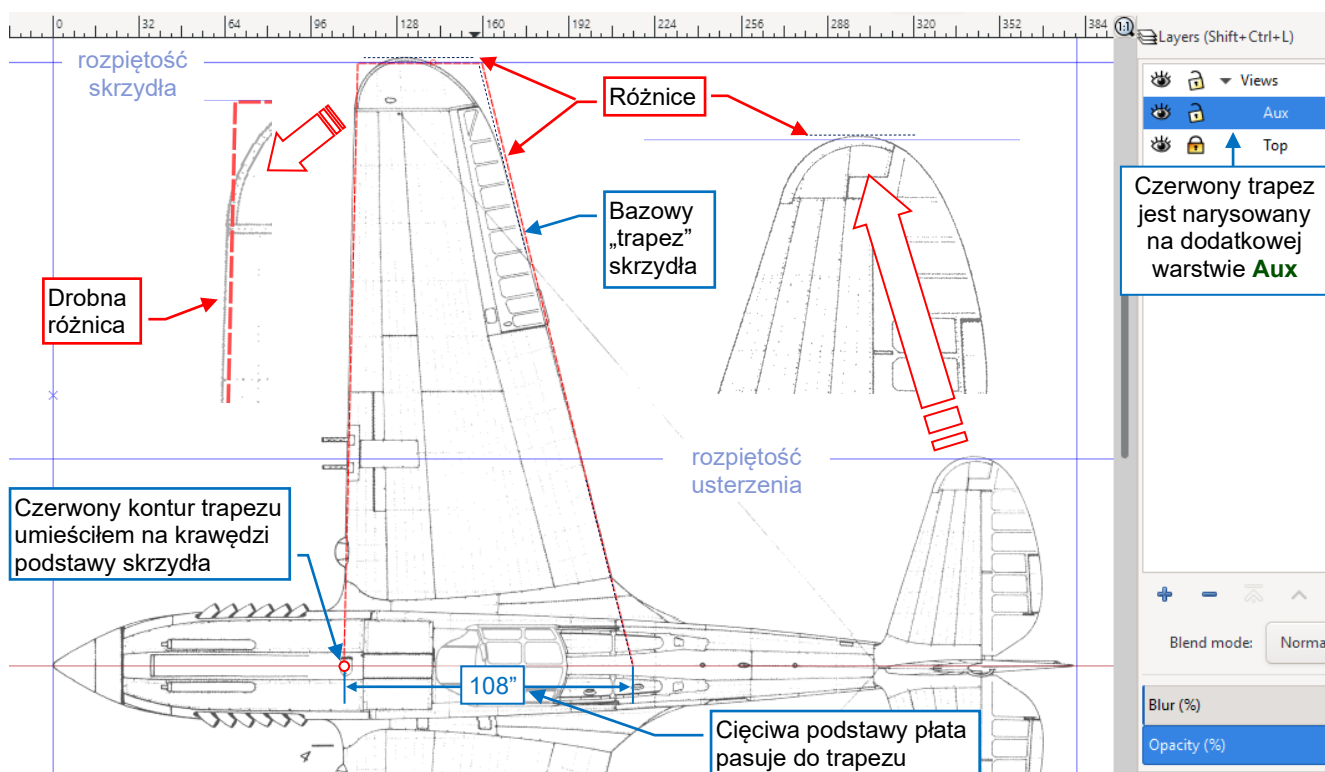
3.6 Weryfikacja proporcji rzutów pionowych

W poprzedniej sekcji użyliśmy już długości P-40B do skalowania rzutów z góry i z dołu (por. str. 52, Rysunek 3.5.5). W tej sekcji porównamy te obrazy z innymi wymiarami naniesionymi przez Curtiss w rysunku poglądowym z 1941r. (Rysunek 3.6.1):



Rysunek 3.6.1 Wymiary P-40(cu) – w stopach i calach (Curtiss, 1941r.)

To jest kolejny rzut z rysunku, którego użyliśmy już w sekcji 3.3. W tym przypadku wszystkie wymiary, które widać powyżej, są użyteczne. Jest tu podana nie tylko rozpiętość skrzydeł, ale także rozpiętość usterzenia poziomego, oraz zwymiarowany bazowy „trapez” skrzydła. Przenieśmy teraz te dane do naszego rysunku w Inkscape (Rysunek 3.6.2):

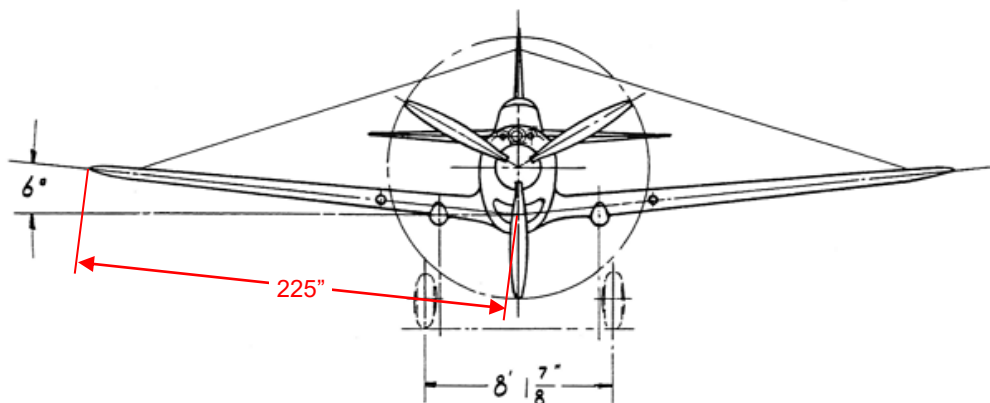


Rysunek 3.6.2 Te same informacje, naniesione na rysunek w Inkscape

Rysunek 3.6.2 pokazuje dwie nowe linie pomocnicze wyznaczające rozpiętości skrzydła i usterzenia, oraz bazowy trapez płata, narysowany za pomocą czerwonej linii kreskowanej. Umieściłem go na warstwie **Aux** – stworzonej z myślą o podobnych pomocniczych rysunkach. Na rysunku poglądowym brakuje informacji o położeniu skrzydła względem osi kadłuba, więc umieściłem ten trapez na krawędzi natarcia centralnej wręgi skrzydła. Znalazłem ten punkt ekstrapolując krawędź natarcia skrzydła narysowaną na rzucie z góry AJ Press.

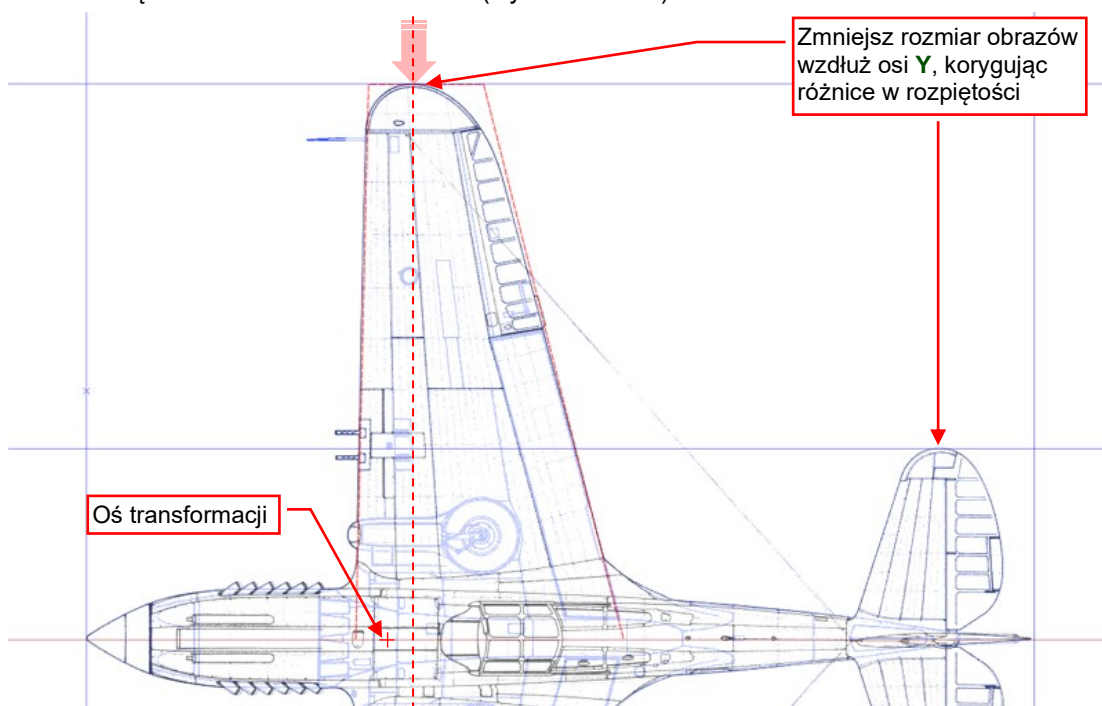
Dobra wiadomość jest taka, że długość cięciwy podstawy płata pasuje do wymiarów (108")¹. Jednak końcówka skrzydła jest nieco za wąska. Połowa rozpiętości na tych planach to 225.60", zamiast 223.75" (=447.5"/2), które można odczytać z rysunku poglądowego. (To oznacza różnicę o 1.85" po każdej stronie samolotu).

Co ciekawe, rozpiętość skrzydeł z tych planów AJ Press jest zbliżona do długości skrzydła P-40 bez wzniosu (6°): 225" (Rysunek 3.6.3):



Rysunek 3.6.3 Widok z przodu z rysunku poglądowego Curtiss

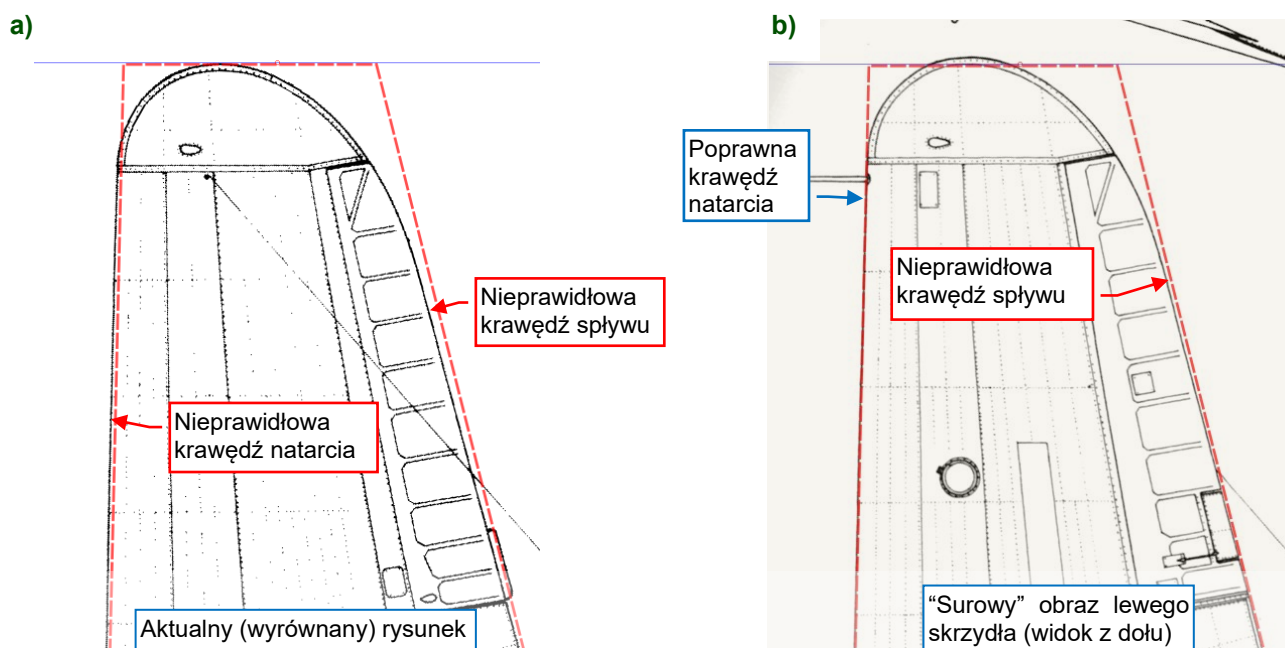
Z drugiej strony, rozpiętość usterzenia poziomego także jest zbyt duża (por. Rysunek 3.6.2) i to w podobnej proporcji jak skrzydło (77.45" wobec 76.375"). To oznacza, że możemy łatwo poprawić obydwie różnice rozpiętości poprzez zmianę skali obrazów wzdłuż osi **Y** (Rysunek 3.6.4):



Rysunek 3.6.4 Korygowanie różnic w rozpiętości

¹ To oznacza, że miałem rację dopasowując wręgi kadłuba z widoków z góry i dołu do ich odpowiedników z rzutu z lewej (por. str. 53). Widok z lewej jest zazwyczaj najbardziej precyzyjną częścią planów, o ile nie został zdeformowany podczas druku lub skanowania.

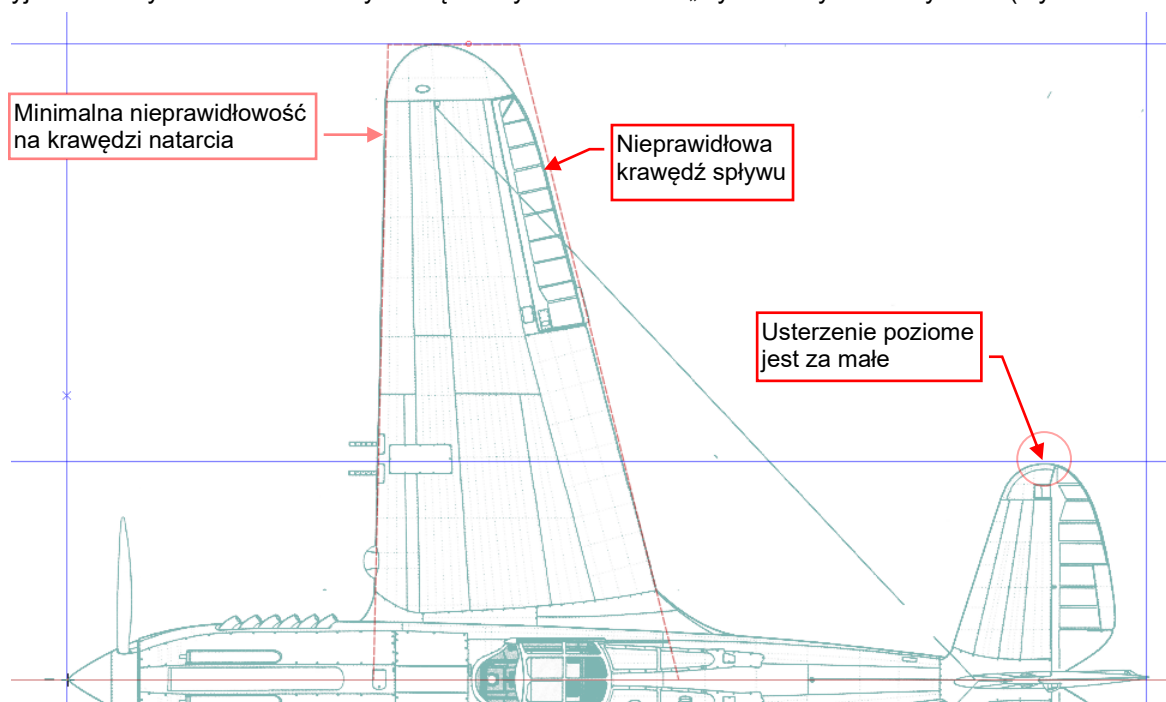
Oczywiście, pozostał problem ze zbyt wąską końcówką skrzydła (Rysunek 3.6.5a):



Rysunek 3.6.5 Problem z cięciwą końcówki skrzydła (plany AJ Press)

Co ciekawe, lewe skrzydło z „surowego”, zeskanowanego widoku z dołu pasuje lepiej do tego konturu (Rysunek 3.6.5b). Jednak drugie skrzydło z tego samego obrazu nie pasuje do niego wcale. Jak może pamiętać, w sekcji 3.5 poprawialiśmy tę deformację przekoszeniem skrzydeł (por. str. 53). Teraz zacząłem się zastanawiać czy przypadkiem tylko prawa strona tego rysunku była zdeformowana... No cóż, z drugiej strony krawędź spływu w obydwu przypadkach nie pasuje do trapezu skrzydła. A gdy zmniejszysz rozpiętość w tym „surowym” obrazie, zwiększy się pokazywany przez Rysunek 3.6.5b) odstęp pomiędzy czerwoną i czarną krawędzią spływu.

Sprawdziłem to na planach z monografii Kagero. Te wykonane na komputerze rysunki wyglądają na bardziej precyzyjne. Dziwnym trafem ich skrzydła są identyczne z moimi „wyrównanymi” skrzydłami (Rysunek 3.6.6):



Rysunek 3.6.6 Podobny problem na planach Kagero

Na rysunku Kagero znalazłem jeszcze inny błąd: za mały statecznik poziomy. W następnym rozdziale napiszę więcej o różnicach i podobieństwach pomiędzy tymi dwoma planami. Tutaj mogę tylko stwierdzić, że monografia Kagero nie pomogła mi znaleźć prawdziwego konturu skrzydła.



Gdybym na podstawie dodatkowych wymiarów z rysunku poglądowego nie narysował trapezu skrzydła, nie odkryłbym, że jego kształt na analizowanych planach jest błędny. (Tak mogłoby się zdarzyć, gdybym użył tylko całkowitej długości i rozpiętości, publikowanych w monografiach P-40).

Podsumowanie

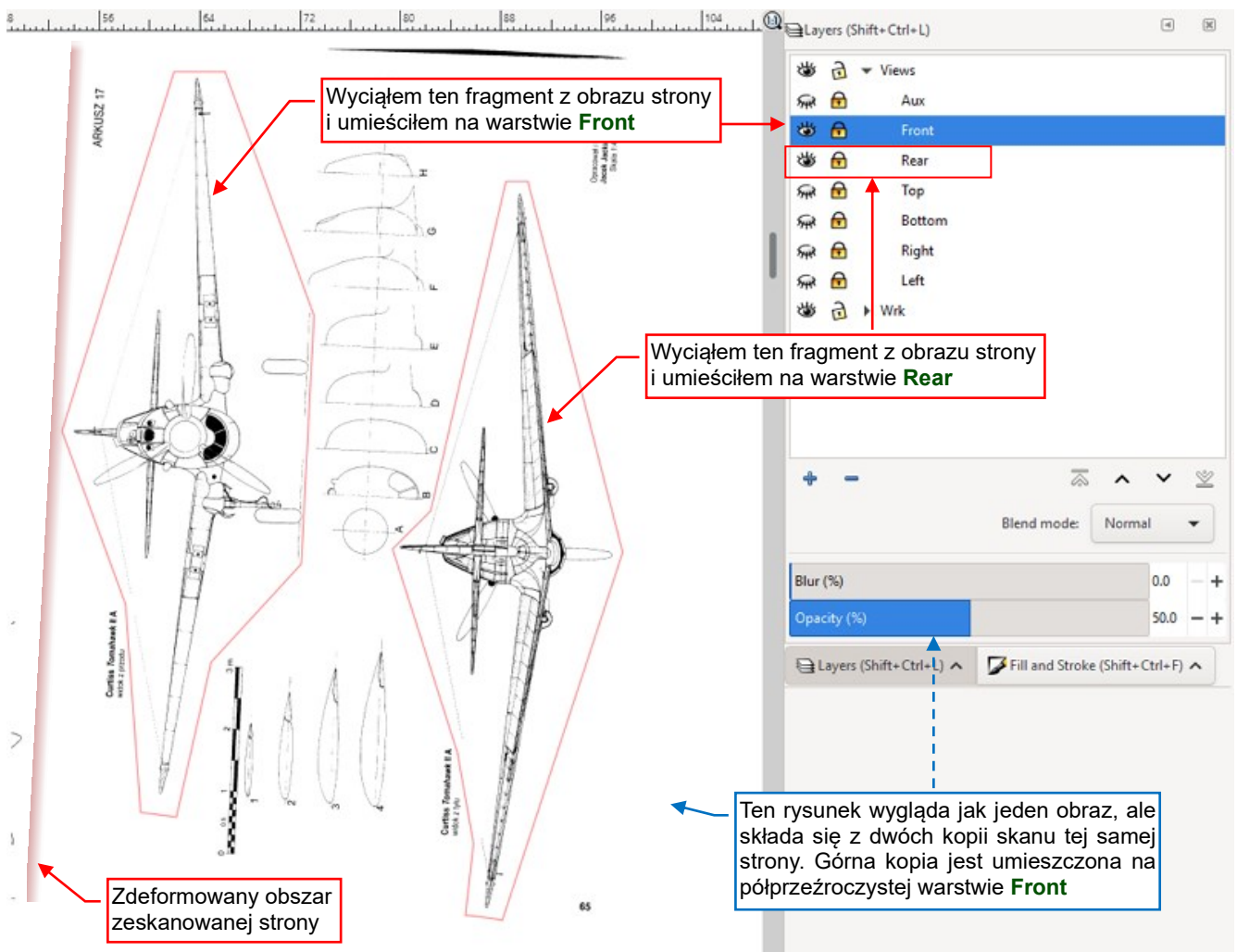
- Do sprawdzenia proporcji widoków z góry i z dołu potrzebujesz przynajmniej rozpiętości skrzydeł (zakładając, że już sprawdziłeś całkowitą długość tego samolotu). Wszystkie inne wymiary, które możesz znaleźć na jego rysunkach poglądowych, także się przydadzą (str. 59).
- Nanieś na swój rysunek wszystkie wymiary, które znajdziesz – jako linie pomocnicze (rozpiętości skrzydeł i usterzenia) lub jako dodatkowe szkice (np. trapez skrzydła). Dobrym pomysłem jest umieszczenie takich szkiców na odrębnej warstwie (str. 59).
- Gdy Twój rysunek w Inkscape jest w skali 1:1 (por. str. 36), możesz uniknąć jakichkolwiek przeliczeń jednostek podczas nanoszenia linii pomocniczych lub rysowania kontur skrzydła. (Takie przeliczenia są kolejnym źródłem potencjalnych błędów).
- Naprawienie ewentualnej różnicy w rozpiętościach skrzydeł jest łatwe – wystarczy przeskalować rysunek w kierunku prostopadłym do osi kadłuba (str. 60). Jednak, gdy znajdziesz dostatecznie dużo danych by wymiarować podstawowy trapez skrzydła – możesz odkryć, że ich kształt na analizowanych planach jest nieprawidłowy (str. 61). W takim przypadku lepiej poszukaj lepszych rysunków lub innych danych, na przykład skanów oryginalnej dokumentacji skrzydeł.



W danych towarzyszących tej książce (por. str. 18) znajdziesz plik Inkscape opisany w tej sekcji: [source\references\sample\drawings \(3.6\).svg](#).

3.7 Złożenie rysunków

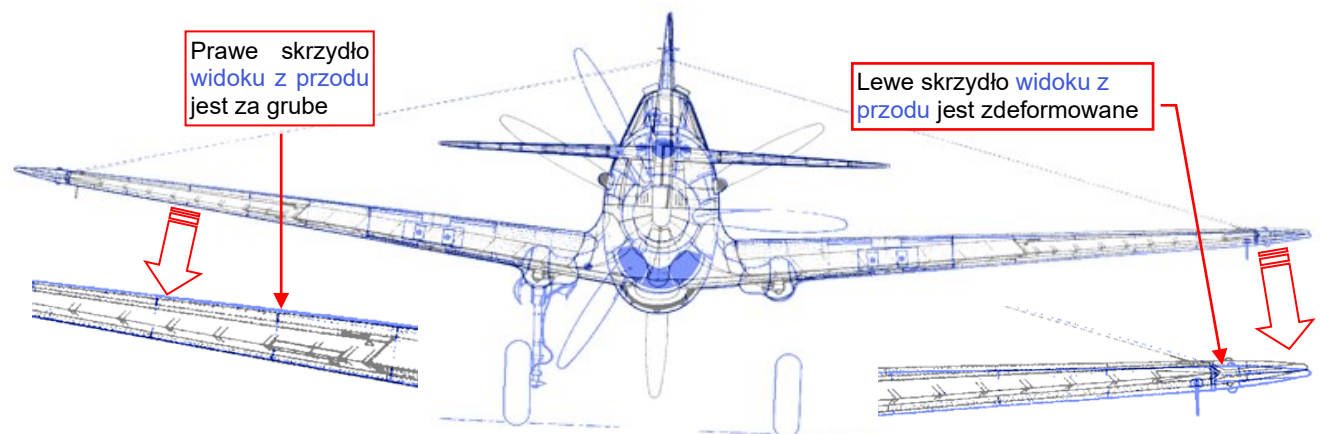
Przygotowałem także rzuty z przodu i z tyłu. Wyciąłem je z dwóch kopii tej samej zeskanowanej strony (pliku o nazwie **65.tif** z [tego archiwum](http://tego.archiwum.pl)), umieszczając każdy obraz na jednej z dwóch nowych warstw: **Views:Front** i **Views:Rear** (Rysunek 3.7.1):



Rysunek 3.7.1 Wycięcie rzutów z przodu i z tyłu z zeskanowanej strony monografii AJ Press

Jak widzisz, wycięte obszary leżą poza polem deformacji, ciągnącym się wzdłuż lewej krawędzi tej strony.

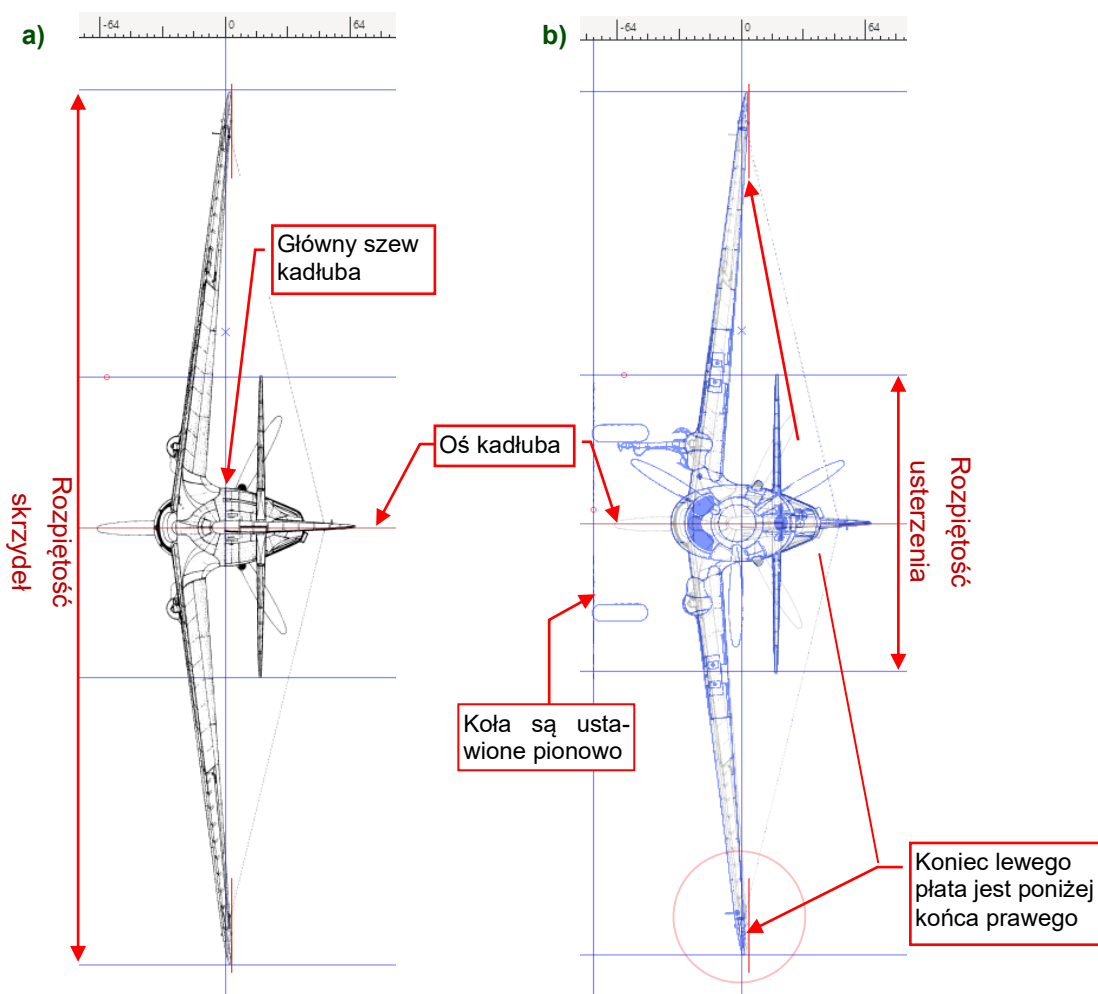
Najpierw dopasowałem do siebie te dwa wycięte obrazy w ich „surowej” postaci, tak jak to zrobiłem z rzutami z góry i z dołu (por. str. 50). Dla wygody pokolorowałem linie widoku z przodu na niebiesko (Rysunek 3.7.2):



Rysunek 3.7.2 Porównanie obydwu obrazów w ich „surowej” (zeskanowanej) postaci

Na obydwu obrazach dopasowałem do siebie kontur kadłuba. Jednak w rzucie z przodu (Rysunek 3.7.2) niebieska końcówka lewego skrzydła nie pasuje do końcówki czarnego rzutu z tyłu, a prawe skrzydło jest zbyt grube.

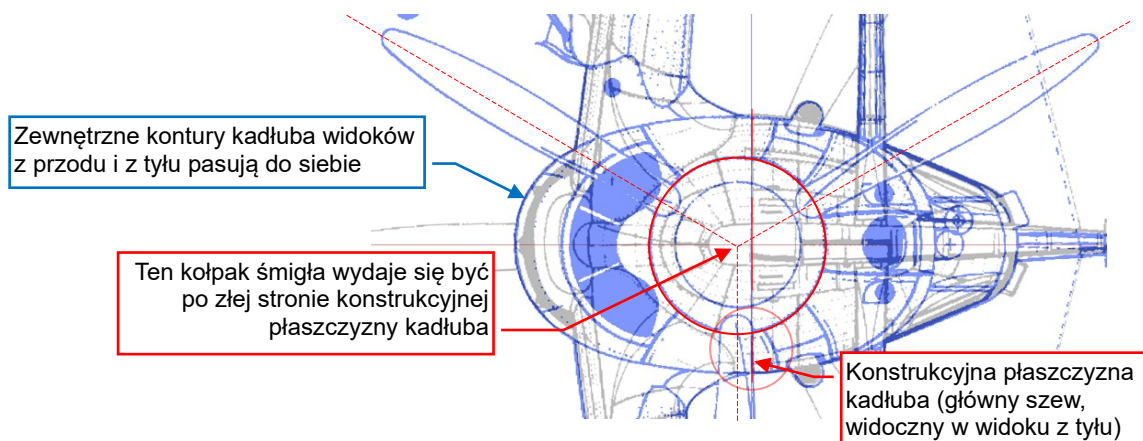
Następnie proporcjonalnie powiększyłem i wyrównałem obydwa rzuty do osi poziomej i pionowej. Ponieważ na tylnym widoku widać główny szew kadłuba, użyłem go do wyrównania obydwu rzutów (Rysunek 3.7.3a):



Rysunek 3.7.3 Wyrównane i powiększone rzuty z tyłu i przodu

Rysunek 3.7.3b) pokazuje, że pomimo pionowej orientacji osi kół podwozia i usterzenia poziomego, końcówka lewego skrzydła w widoku z przodu (niebieski) jest poniżej jego końcówki skrzydła prawego.

Szczegóły kadłuba w widoku z przodu także nie pasują do widoku z tyłu. Jak pokazywałem wcześniej (str. 32, 34), oś śmigła P-40 znajdowała się powyżej osi konstrukcyjnej, wzdłuż której biegnie główny szew kadłuba. Zwróć uwagę, że na widoku z przodu (niebieskie linie) oś śmigła znajduje się poniżej tej linii (Rysunek 3.7.4):

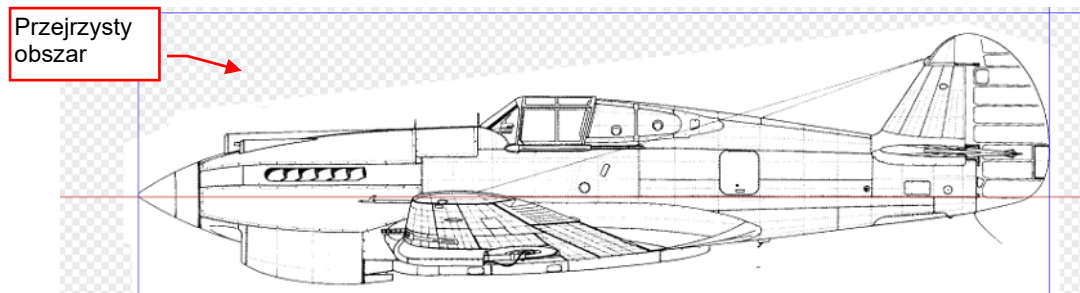


Rysunek 3.7.4 Inne odchylenia w widoku z przodu (niebieskie linie)

Na szczęście te dwa widoki są najmniej ważne: większość informacji dostarczają rzuty z boku, góry i dołu. W mojej pracy widok z przodu (i ewentualnie – z tyłu) jest potrzebny tylko do paru szczegółów, jak kształt łopaty śmigła czy grubość usterzenia poziomego. Dlatego nie będę dopasowywał tych rzutów do pozostałych rysunków. Pominę także przekroje kadłuba (por. Rysunek 3.7.1): traktuję je jako „rysunki poglądowe”, a nie dokładne materiały referencyjne. Przyczynę wyjaśnię w następnym rozdziale.

Ostatecznym rezultatem naszej pracy nad tym rysunkiem w Inkscape są rastrowe obrazy rzutów samolotu. Wczytamy je potem do Blendera jako rysunki wzorcowe. Stworzymy więc pierwszy z nich: rzut z lewej.

Nasz Inkscape używa białego tła, więc możesz sobie nie zdawać sprawy jak wiele obszarów wokół sylwetki samolotu jest przeźroczystych (Rysunek 3.7.5):



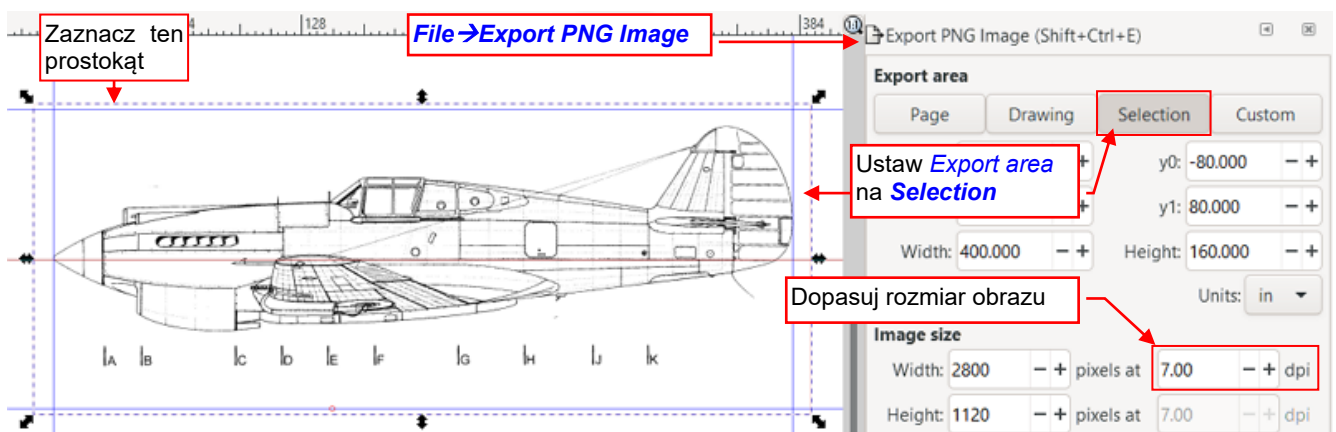
Rysunek 3.7.5 Przeźroczone obszary wokół widoku z lewej

W Blenderze te nieregularne, przeźroczone obszary na rysunkach referencyjnych wyglądałyby nieco dziwnie, dlatego proponuję umieścić za tymi sylwetkami białe prostokąty. Stworzyłem tu jeden z nich (por. str. 181) na oddzielnej warstwie, którą nazwałem **Frames** (Rysunek 3.7.6):



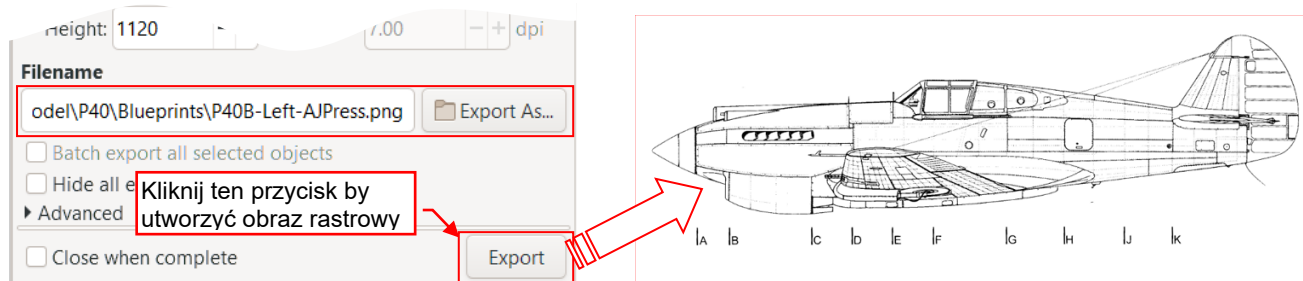
Rysunek 3.7.6 Prostokątne tło za sylwetką samolotu

Taka „ramka” ma także drugą rolę: określa obszar wynikowego obrazu rastrowego (Rysunek 3.7.7):



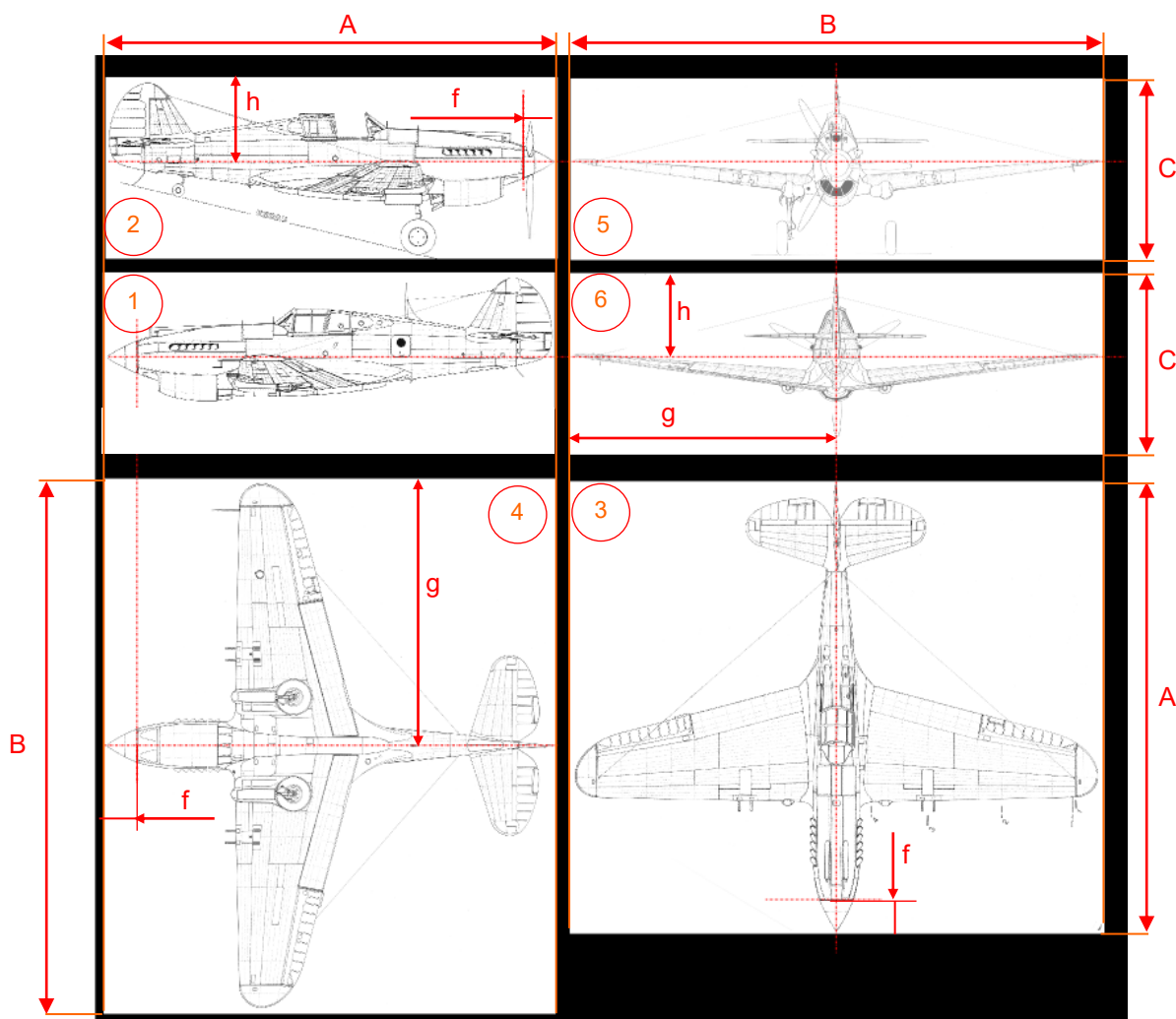
Rysunek 3.7.7 Ustawienia eksportu do pliku rastrowego

Otwórz panel ustawień eksportu (**File→Export PNG Image**, por. str. 159) i wybierz z sekcji **Export area** opcję **Selection**. Następnie zaznacz prostokąt ramki, aby Inkscape przyjął jego obszar jako obszar eksportowanego obrazu. W sekcji **Image size** ustaw odpowiednią liczbę „pikseli na cal”. (Ja wybrałem tu 7 **dpi**: jak możesz zauważyć w polach po lewej, oznacza to obraz rastrowy o wymiarach 2800x1120px). Ustaw jakąś opisową nazwę dla wynikowego pliku (używając przycisku **Export As**) i następnie kliknij przycisk **Export**. Rysunek 3.7.8 pokazuje te końcowe ustawienia i uzyskany plik:



Rysunek 3.7.8 Eksportowanie widoku z lewej do pliku rastrowego

W ten sposób uzyskaliśmy pierwszy rysunek (obraz) wzorcowy dla naszego modelu 3D. Jak pokazuje to Rysunek 3.7.9, potrzebujemy sześciu takich obrazów:



Rysunek 3.7.9 Unifikacja rozmiarów i położenia sylwetek rysunków wzorcowych dla Blendera

Zwróć uwagę, że ujednoliciłem odpowiednie wysokości i szerokości (wymiar **A**, **B** i **C**) poszczególnych rysunków (Rysunek 3.7.9), podobnie jak położenie sylwetki wewnątrz obrazu (wymiar **f**, **g**, **h**). Rysunek 3.7.9 pokazuje rzut z dołu (4) obrócony o 90° w lewo. Ustawiłem go w ten sposób wyłącznie na tej ilustracji. Chciałem w ten sposób pokazać, że długość boku **A** i odstęp **f** są takie same, jak na rzucie z boku.



Obrót wynikowych obrazów o 90° nie ma znaczenia, ponieważ można je łatwo obrócić z powrotem w Blenderze. Na przykład – możesz wyeksportować obrazy rastrowe z pionowo ustawionymi widokami z przodu i z tyłu (jak pokazuje je Rysunek 3.7.3), a potem wczytać je do Blendera i ustawić poziomo.



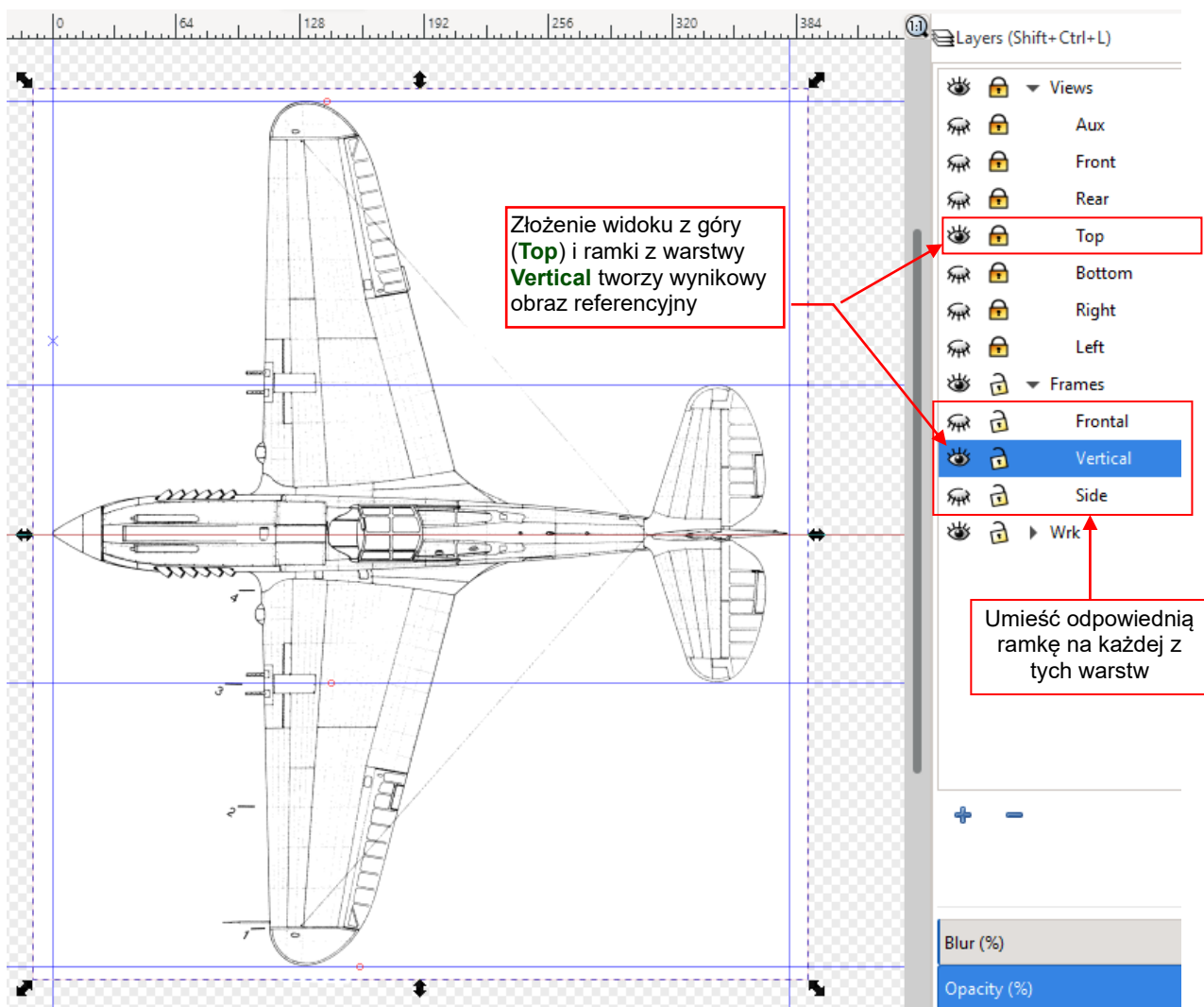
Unifikacja rozmiarów obrazów nie jest konieczna. Jednak, gdy użyjesz takich samych odległości **A**, **B**, **C**, **f**, **g**, **h** w swoich rysunkach wzorcowych (jak pokazuje to Rysunek 3.7.9), będzie o wiele łatwiej ustawić je w Blenderze. Pamiętaj też, aby używać tej samej wartości **dpi** (w tym przypadku – 7).

Sugeruję komponowanie nazw obrazów referencyjnych z następujących elementów:

- **symbol typu samolotu** (w tym przypadku – „P-40B”);
- **id monografii** (gdy używasz dwóch różnych planów, na przykład – „AJPress” lub „Kagero”);
- **nazwa rzutu** (ja używam nazw angielskich: „Left”, „Top”, „Bottom”, „Right”, „Front”, „Rear”).

Używając tych reguł, zapisałem widok z lewej do pliku o nazwie *P40B-AJPress-Left.png*.

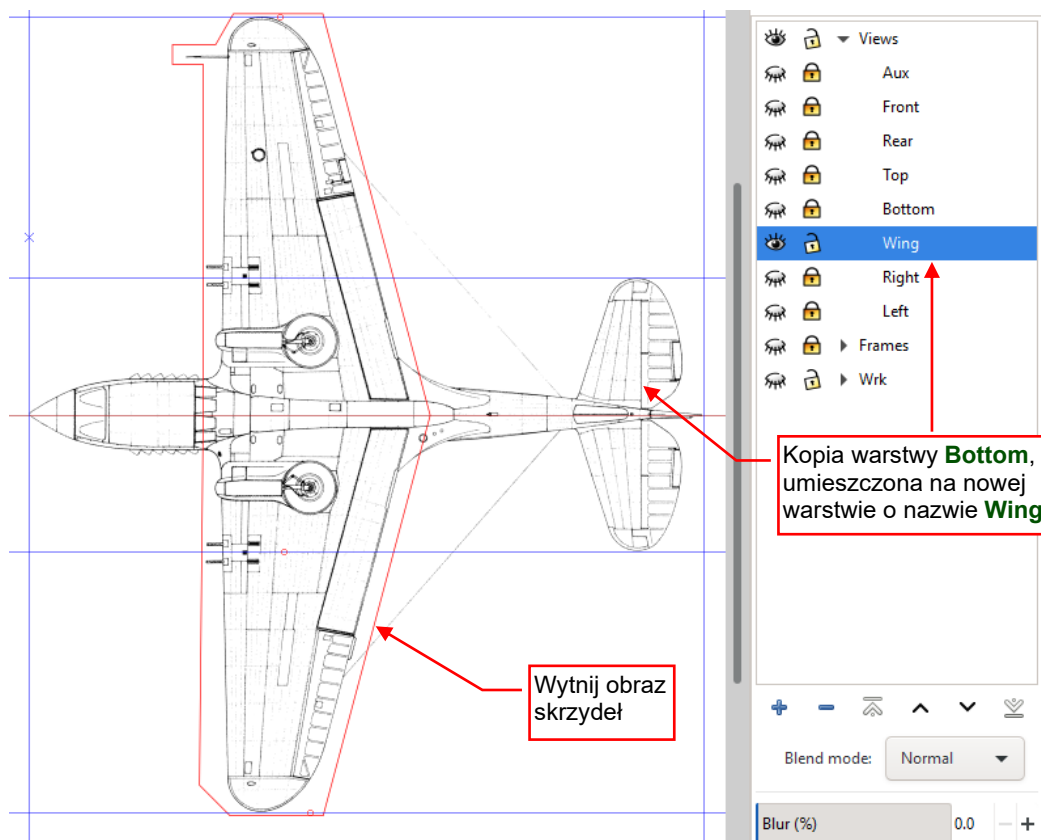
Dla sześciu obrazów, które pokazuje Rysunek 3.7.9, stwórz trzy ramki: dla widoków z boku, widoków pionowych, oraz z widoków przodu i z tyłu. Umieść każdą z tych ramek na oddzielnej warstwie (Rysunek 3.7.10):



Rysunek 3.7.10 Ustawienia warstw do generowania kolejnych rysunków wzorcowych

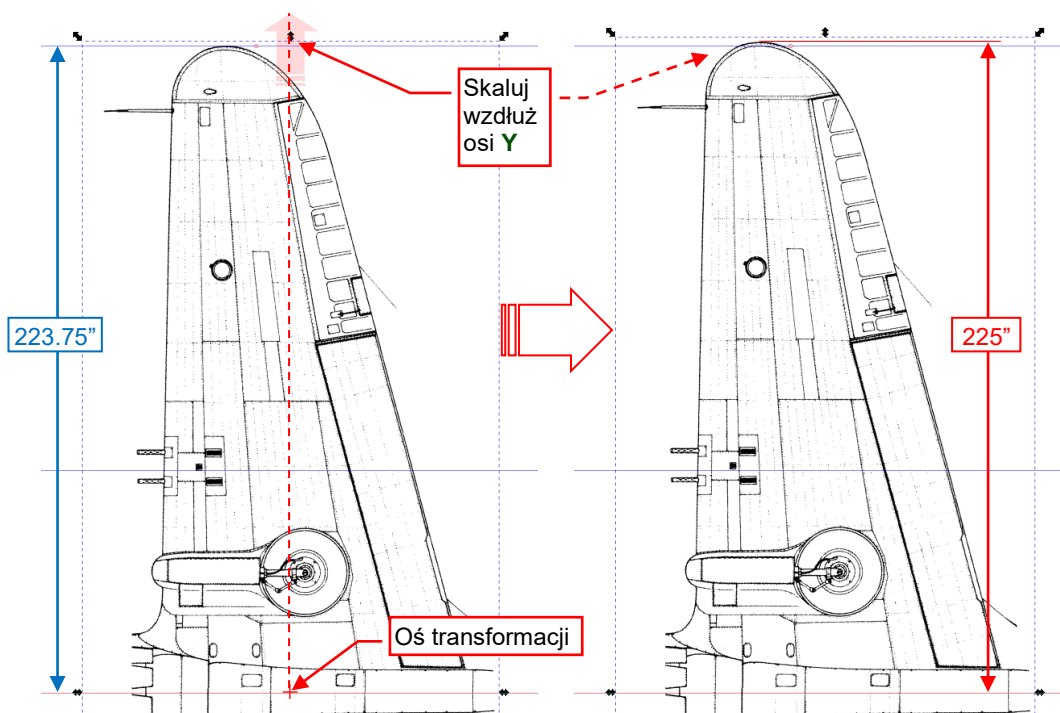
Następnie wyeksportuj kolejne obraz przełączając widoczności odpowiednich podwarstw **Views** i **Forms**. Na przykład, w ilustracji powyżej włączyłem warstwy **Views:Top** i **Frames:Vertical**. Gdy wyeksportuję zawartość tej ramki do obrazu (*P-40B-AJPress-Top.png*), ukryję **Views:Top** i odsłonię **Views:Bottom**, a następnie zapiszę wynikowy obraz pod kolejną nazwą (*P-40B-AJPress-Bottom.png*). I tak dalej.

P-40 miał znaczny wznios skrzydeł (6° - por. Rysunek 3.7.3 lub Rysunek 3.6.3), więc sugeruję przygotować oddzielny rysunek referencyjny „spłaszczonego” skrzydła (tzn. bez wzniosu). Pomoże to w budowie modelu. Aby to zrobić, skopiuj widok z dołu (grupę z warstwy **Views:Bottom**) do nowej warstwy o nazwie **Views:Wing** i wytnij z tego obrazu obszar skrzydeł (Rysunek 3.7.11):



Rysunek 3.7.11 Wycinanie obrazu skrzydeł

Następnie przeskaluj to skrzydło wzdłuż osi **Y**, wydłużając je do $223.75'' / \cos(6^\circ) = 225''$ (Rysunek 3.7.12):



Rysunek 3.7.12 „Spłaszczanie” rysunku skrzydła

Podczas eksportu do obrazu rastrowego, wyświetl tę warstwę **Views:Wing** z warstwą **Frames:Vertical**.

Podsumowanie

- Przygotuj widok z przodu (i – jeżeli jest na Twoich planach – widok z tyłu) w podobny sposób jak zrobiliśmy to dla widoków z boku i z góry/dołu (str. 63 - 64).
- Wyeksportuj każdy z pięciu (lub sześciu) rzutów samolotu do oddzielnego pliku rastrowego (*.png). Przed eksportem umieść za każdym z rysunków w charakterze tła biały prostokąt. Rozmiar tego prostokąta określa eksportowany obszar rysunku (str. 65 - 66).
- Sugeruję ujednolicić rozmiary (wysokość i szerokość) każdego z eksportowanych obrazów, a także położenie (osie) zawartych w nich sylwetek samolotu (str. 66). (Dzięki temu będzie je łatwiej ustawić w przestrzeni 3D).
- Jeżeli samolot, który odtwarzasz, ma znaczny wznios skrzydeł, możesz także dodatkowo przygotować jeszcze jeden rysunek wzorcowy skrzydła bez wzniosu (str. 68).



W danych towarzyszących tej książce (por. str. 18) znajdziesz plik Inkscape opisany w tej sekcji: *source\references\sample\drawings (3.7).svg*. Zwróć uwagę, że rzut z prawej jest wciąż przedstawiony: wolę go pozostawić w tym stanie, gotowy do ewentualnych przyszłych porównań z widokiem z lewej.

W folderze *source\references\sample\result* możesz przejrzeć rysunki wzorcowe wyeksportowane z tego pliku (rzut z prawej przerzuciłem na drugą stronę w GIMP).

Rozdział 4. Najczęstsze błędy w planach samolotów

W poprzednim rozdziale omówiliśmy już dwa typowe problemy, które można napotkać w wielu planach modelarskich:

- różnice pomiędzy poszczególnymi rzutami tego samego samolotu (typowe dla rysunków sporządzonych ręcznie, omówione w sekcjach 3.4 i 3.5);
- nieprawidłowe proporcje (rozpiętość/długość) rzutów z góry i z dołu (omówione w sekcji 3.6).

W tym rozdziale opiszę dwie dalsze klasy błędów, które możesz napotkać w planach Twojego samolotu. Są to:

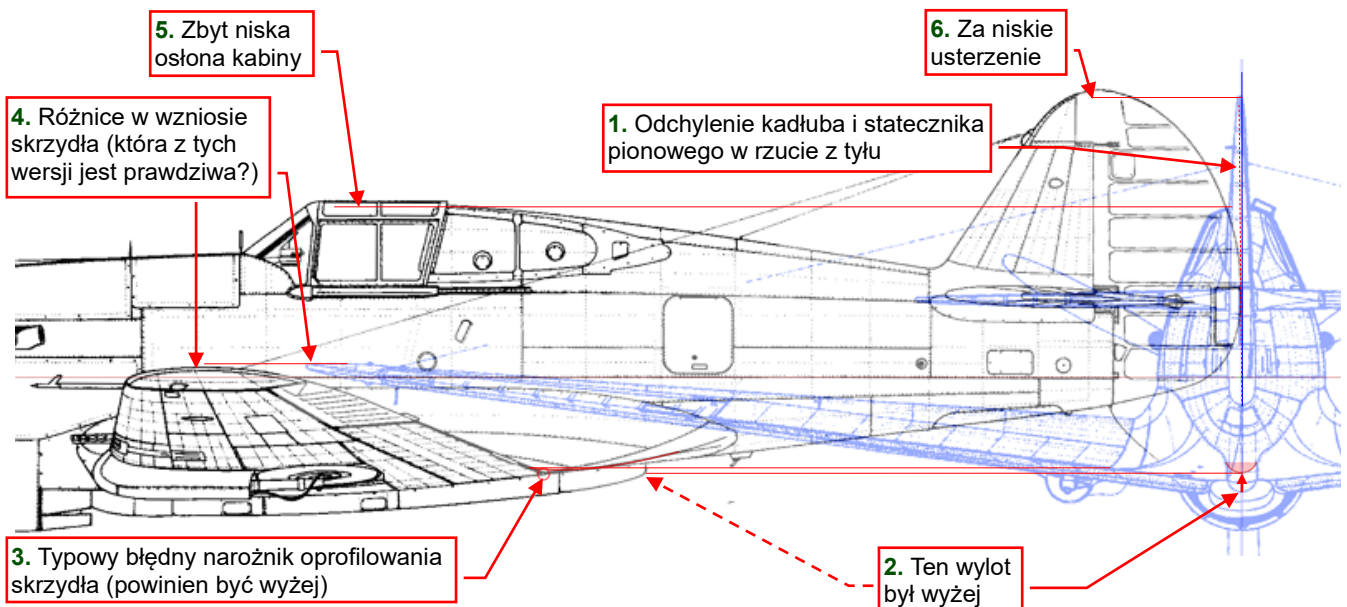
- niepoprawny widok z przodu (i – jeżeli występuje – z tyłu);
- powtarzanie tych samych błędów w różnych planach, opracowanych przez różnych autorów (tak, że możesz je uznać za „potwierdzone” detale i kształty).

4.1 Zgodność z widokiem z przodu i przekrojami

W poprzednim rozdziale zrezygnowałem z porównywania widoków z przodu i z tyłu z pozostałymi rysunkami (por. str. 65). Zrobiłem to, ponieważ większość autorów kreśli swoje plany w następującej kolejności:

1. **Rzut z boku** (zazwyczaj lewego) to najbardziej wiarygodna część planów. Jest używany przez ich autorów m.in. jako wzorec dla kolejnych rzutów, m.in. ewentualnego rzutu z prawej.
2. **Rzut z góry** (i z dołu): są mniej wiarygodne, gdyż pionowe zdjęcia samolotu są rzadziej spotykane.
3. **Rzut z przodu** (i z tyłu): są najmniej wiarygodne, ponieważ kumulują się w nich błędy rzutów z boku i z góry.
4. **Przekroje** (kadłuba, skrzydła): w dużej mierze są oparte na widoku z przodu, więc ich jakość jest tak niska, że zdecydowanie sugeruję używać ich wyłącznie jako „rysunków poglądowych”¹.

Ponieważ w sekcji 3.7 znalazłem już różnice pomiędzy rzutem z przodu i z tyłu, byłem zupełnie pewien, że porównanie ich z innymi rzutami ujawniłoby więcej błędów. Nie chciałem się o nich rozpisywać w poprzednim rozdziale, lecz tutaj umieszczam zestawienie widoku z tyłu (niebieski) i z lewej (czarny) z rysunków AJ Press (Rysunek 4.1.1):



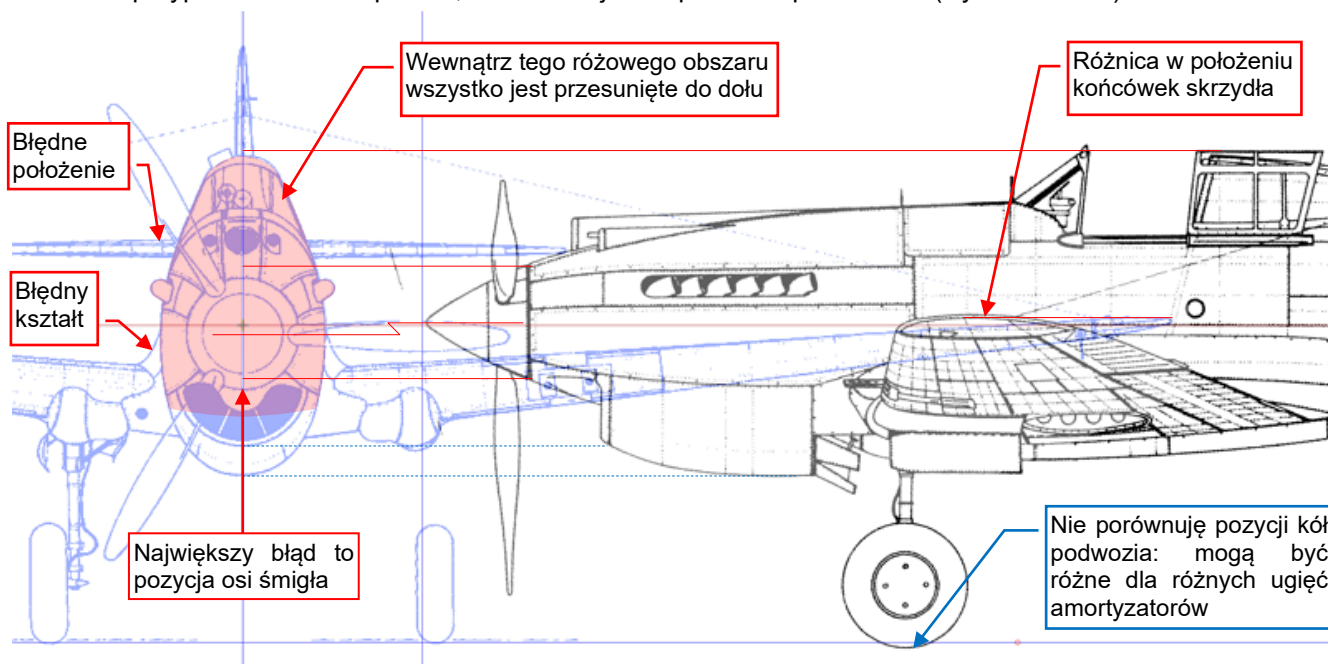
Rysunek 4.1.1 Różnice pomiędzy rzutem z lewej i z tyłu

Na ilustracji powyżej zaznaczyłem za pomocą czerwonych linii wszystkie znalezione różnice. Linie te łączą odpowiednie punkty widoku z boku i z tyłu. Zgodne elementy nie są połączone liniami. Szczepnie mówiąc, spodziewałem się większej liczby błędów. Najpierw zauważyłem, że płaszczyzna symetrii kadłuba (1) jest w widoku z tyłu przechylona w lewo, podczas gdy końcówki skrzydeł i ster głębokości są poziome. To chyba błąd kreślarza. Kolejnym, większym błędem w tym rysunku jest wylot umieszczony za skrzydłami, pod kadłubem (2): w widoku z tyłu jest narysowany zdecydowanie za nisko. Następnym błędem jest zbyt niska pozycja narożnika oprofilowania skrzydła w widoku z boku (3). W tym przypadku powinien być wyżej, na takim poziomie jak w widoku z tyłu. Jak wspominałem w poprzednim rozdziale, kontur skrzydła w widoku z boku jest zazwyczaj błędny. Dlatego w przypadku (4): różnicy w położeniu końcówek płata, zupełnie nie wiem, która jest poprawna². Wreszcie osłona kabiny (5) i końcówka usterzenia (6) są w widoku z tyłu umieszczone zbyt nisko.

¹ W przypadku wręg kadłuba lepszym pomysłem jest odtworzenie ich kształtów używając punktów przecięcia płaszczyzny wręgi z kolejnymi liniami podłużnic, poprowadzonymi zgodnie z widokiem z boku i z góry. W przypadku żeber skrzydła: jeżeli znasz nazwę zastosowanego profilu (np. „NACA 2215”), możesz użyć dokładnych współrzędnych z danych o tym kształcie (por. str. 255).

² W każdym razie, w moim modelu 3D po prostu podniosę płaszczyznę skrzydła o 6° (por. 60, Rysunek 3.6.3), i to powinno określić prawdziwe położenie tych końcówek. (Zakładam, że płaszczyzna konstrukcyjna skrzydła P-40 łączyła krawędź natarcia i krawędź spływu).

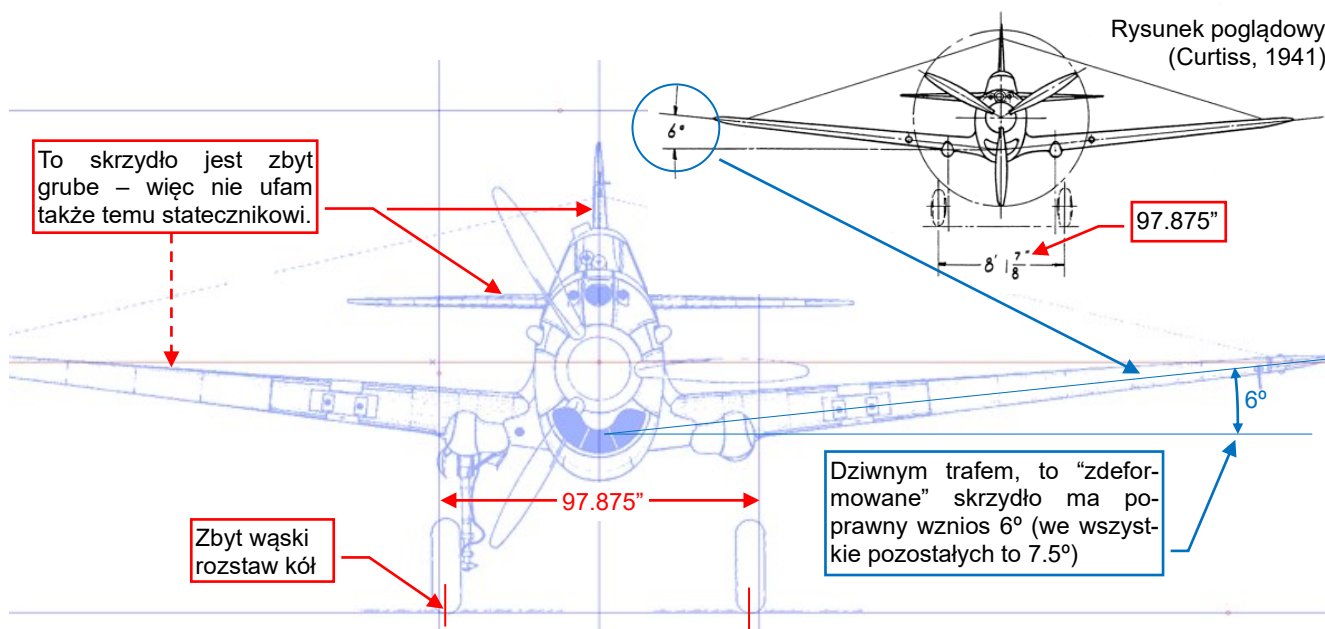
Jednak w przypadku widoku z przodu, $\frac{3}{4}$ kadłuba jest zupełnie nieprawidłowe (Rysunek 4.1.2):



Rysunek 4.1.2 Różnice pomiędzy rzutem z lewej i z przodu

Różowy obszar, który pokazuje Rysunek 4.1.2, obejmuje część widoku z przodu która, w porównaniu z rzutem z boku, została przesunięta w dół. Te różnice zmieniają się wzdłuż osi pionowej. Największe występują dla śmigła: jego oś znajduje się jakieś 3" poniżej osi z rzutu z boku. Nie wymienię tu już dalszych błędów, jak nieprawidłowy kształt oprofilowania skrzydeł¹, lub czy pozycja usterzenia poziomego.

Sprawdziłem także w tym widoku z przodu dwa wymiary podane w rysunku poglądowym (Rysunek 4.1.3 pokazuje ten widok w kolorze czarnym) :

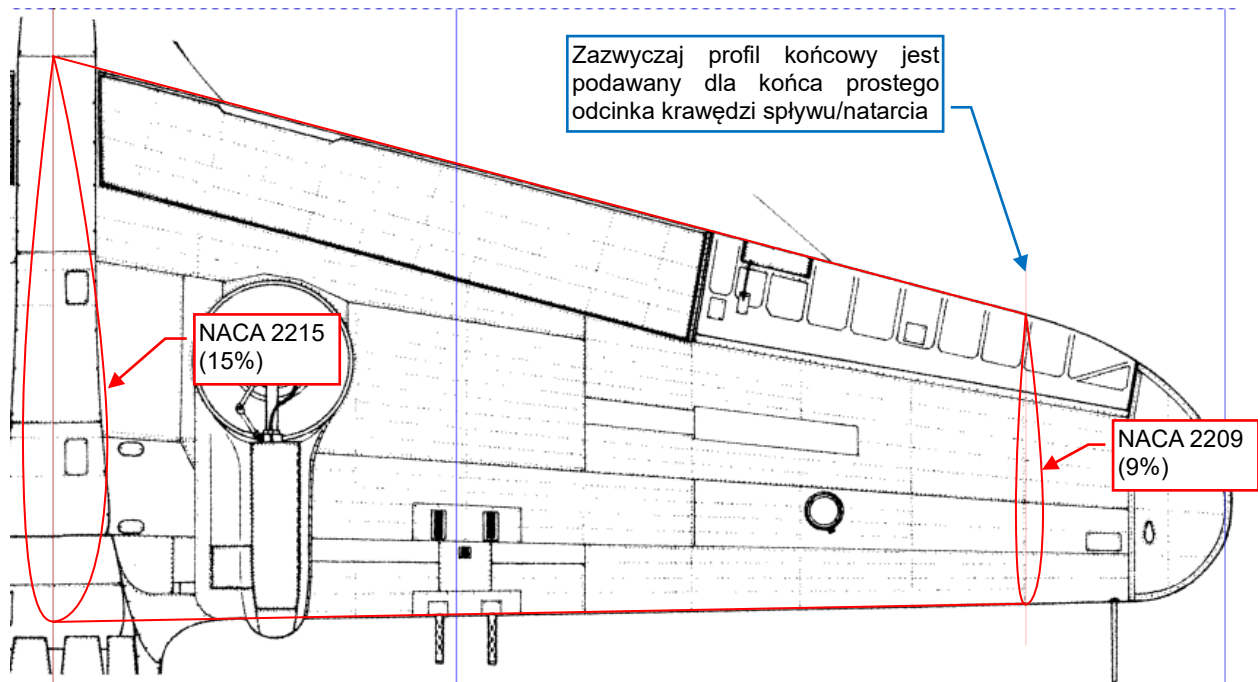


Rysunek 4.1.3 Porównanie rzutu z przodu z rysunkiem poglądowym

Jak widać, rozstaw kół na rysunku AJ Press jest zbyt wąski. Dziwnym trafem, poprawny kąt wzniosu (6°) występuje tylko na lewym skrzydle, które traktowałem jako „zdeformowane” (por. str. 63, Rysunek 3.7.2). Czy to oznacza, że pozostałe skrzydła, na obydwu rysunkach, są błędne? No cóż, to jest możliwe.

¹ Wydaje mi się, że autor rysunków AJ Press błędnie założył tu stałą szerokość kadłuba – od przegrody silnika do kabiny pilota.

Na szczęście, do formowania modelu skrzydła nie potrzebujemy ani widoku z przodu, ani jego przekrojów z planów. Zazwyczaj możesz zidentyfikować początkowy (i ewentualnie – końcowy) profil płata, a także kąty zaklinowania¹ i wzniosu z opisu konstrukcji samolotu. W przypadku P-40 są to: NACA 2215 w płaszczyźnie symetrii kadłuba, NACA 2209 na końcu płata, kąt zaklinowania = 1°. Kąt wzniosu: 6° już znamy z rysunku poglądowego. Wykorzystując te symbole profili i wymiary cięciw możesz precyzyjnie odtworzyć współrzędne początkowego i końcowego przekroju poprzecznego skrzydła z odpowiednich tabeli NACA (por. str. 257). Są tu jednak dwie niewiadome: lokalizacja profilu końcowego (NACA 2209) i ewentualne zwichrzenie płata². Dla pierwszej generacji wolnonośnych jednopłatów (takich, których pierwszy prototyp zbudowano przed 1937), można bezpiecznie założyć brak zwichrzenia, jeżeli takiej informacji nie umieszczono w opisie technicznym. Profil końcowy jest zazwyczaj podawany dla podstawy eliptycznej końcówki skrzydła. Rysunek 4.1.4 przedstawia dane geometryczne skrzydła P-40, odtworzone na podstawie opisu technicznego (bez kątów: zaklinowania i wzniosu):



Rysunek 4.1.4 Profile skrzydła P-40 (wg opisu technicznego, bez kąta zaklinowania)

Korzystając z tych dwóch profili można łatwo odtworzyć prawdziwą grubość skrzydła. Oczywiście, nie znamy szczegółów kształtu jego eliptycznej końcówki, lecz jej kontur odczytany z planów także może być błędny³.



Opis techniczny samolotu jest wiarygodniejszym źródłem niż rzut z przodu z jego planów. (Z takiego opisu można odczytać profile skrzydła i ewentualne kąty zaklinowania oraz wzniosu).

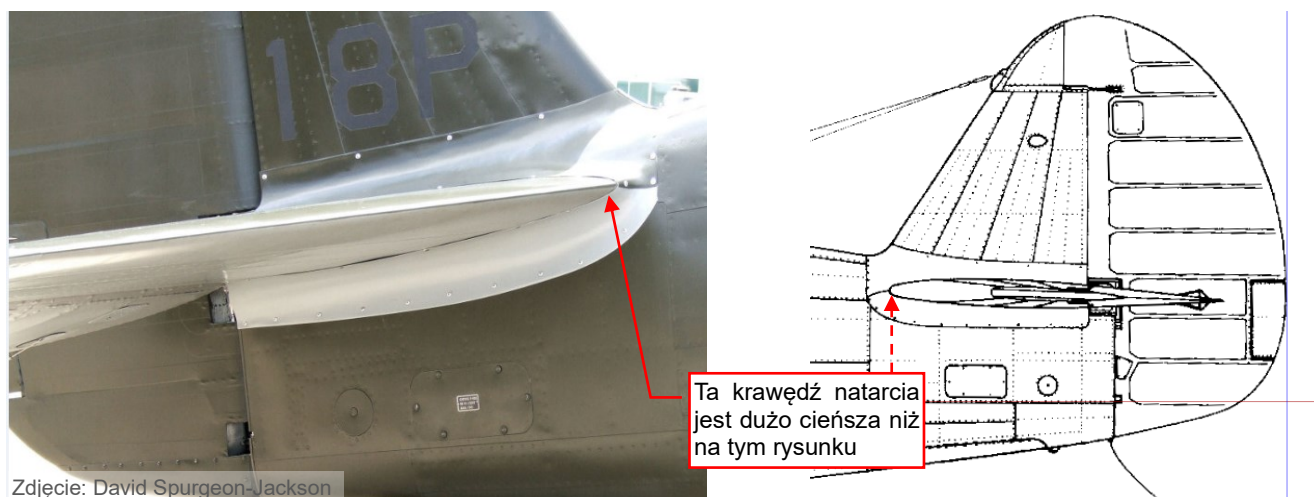
Najtrudniejszym przypadkiem jest usterzenie samolotu. Nie ufam grubościom stateczników: ani tych narysowanych w widokach z przodu, ani tych z tyłu. (To moja reguła: w większości planów są to stosunkowo małe elementy, w których łatwo popełnić błąd). Pomyłka w kreśleniu „o połowę szerokości linii”, zaniedbywalna w innych przypadkach, może być znacząca w szacowaniu grubości statecznika. Co więcej, nawet gdyby te rysunki były perfekcyjne, niezerowe kąty zaklinowania usterzenia i tak zepsułyby taki pomiar. Na nieszczęście, w opisie technicznym nie można znaleźć żadnej informacji o profilach zastosowanych w usterzeniu samolotu. W więk-

¹ Jest to kąt natarcia skrzydła dla kadłuba ustawionego poziomo.

² Różnica w kątach zaklinowania profili u podstawy i na końcu płata (tzn. skręcenie płata o niewielki kąt, zazwyczaj 2-3°). Skrzydła Supermarine Spitfire były jednym z pierwszych przypadków takiego rozwiązania. (Umożliwiało uniknięcie niespodziewanego przeciągnięcia).

³ Zaobserwowałem, że w jednym z popularnych planów Bf 109 autor niestarczanie nakreślił w widoku z przodu zbyt grube końcówki skrzydeł. Od tego czasu widziałem wiele modeli Messerschmitta ze zbyt grubymi skrzydłami. Wydaje się, że modelarze ślepo wierzą swoim rysunkom wzorcowym, nie uświadamiając sobie, że te kreski także kreślił człowiek. A człowiek myli się zazwyczaj w 2-3% swojej pracy!

szości widoków z boku, które widziałem (a także widoków z góry), profil podstawy usterzenia pozostawiał wiele do życzenia. Wystarczy je porównać ze zdjęciami (Rysunek 4.1.5):



Zdjęcie: David Spurgeon-Jackson

Rysunek 4.1.5 Porównanie profilu prawdziwego usterzenia z jego rysunkiem z planów modelarskich

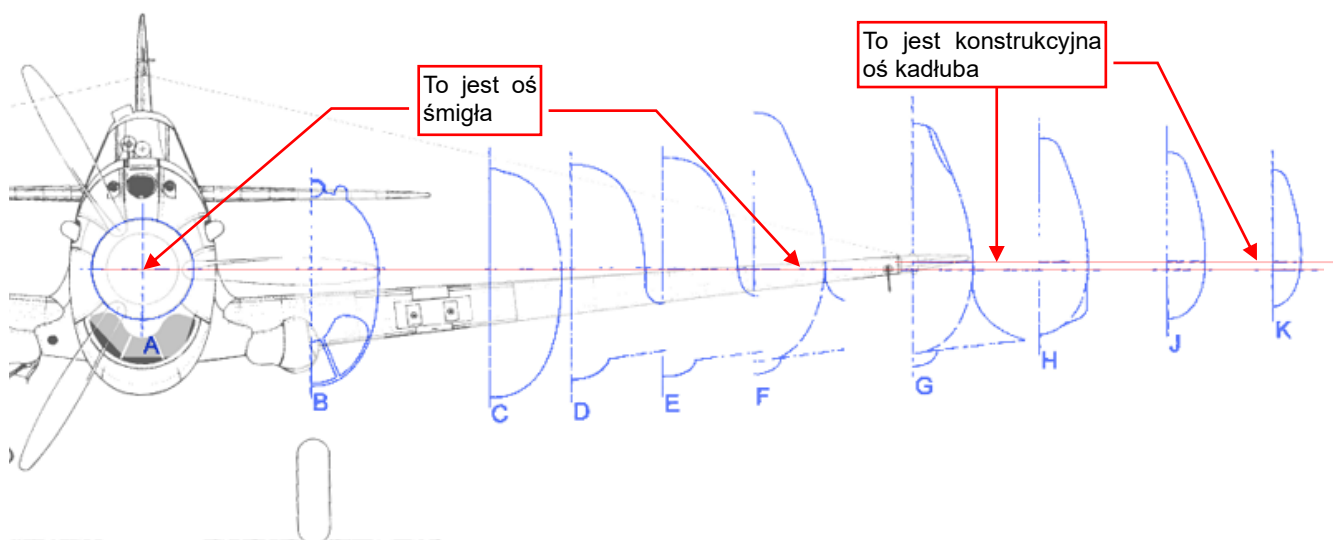
Jak widać na ilustracji powyżej, krawędź natarcia prawdziwego statecznika poziomego jest dużo cieńsza niż na rysunku z planów. (To jest typowy błąd, który zaobserwowałem na wielu planach różnych samolotów). Takim rysunkom nie można ufać: stabilizator pionowy w widoku z góry także może być zbyt szeroki.



Niestety, nie jestem w stanie odtworzyć grubości elementów usterzenia z takich zdjęć. W najgorszym przypadku trzeba zrobić pierwszą wersję modelu 3D, a potem dostosować kształt usterzenia poprzez porównanie tego modelu z dostępnymi zdjęciami.

Tym niemniej, wciąż możesz próbować znaleźć informację o tym usterzeniu w innych źródłach. (Pokażę to w następnym rozdziale, na przykładzie oryginalnego rysunku złożeniowego steru wysokości).

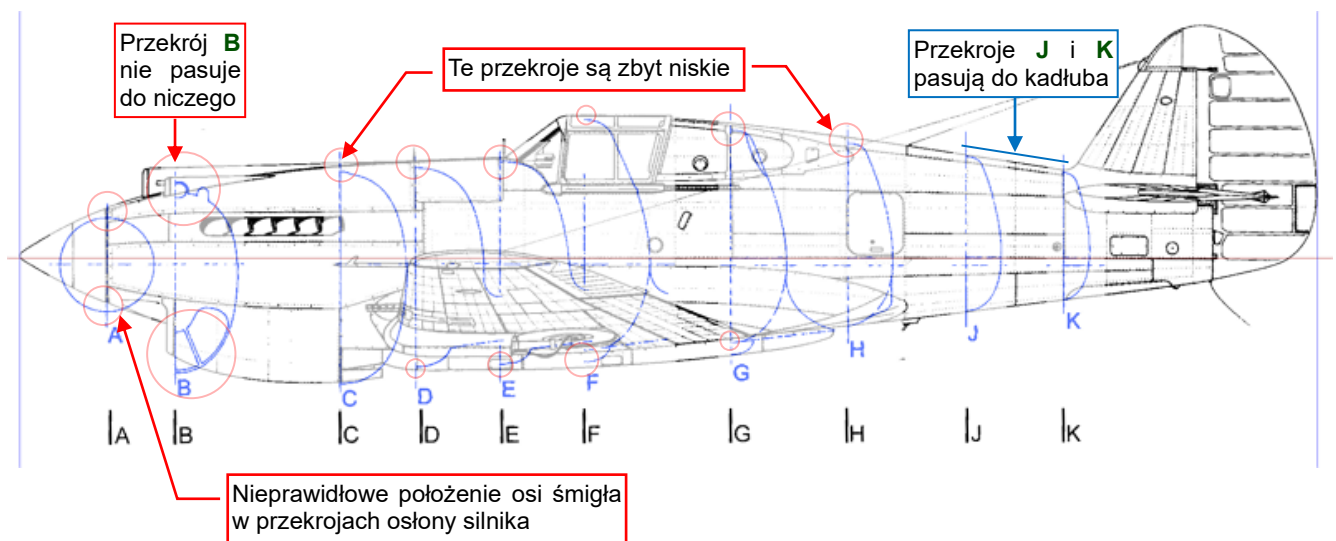
To wszystko, co mogę powiedzieć o typowych błędach rzutu z przodu. Teraz sprawdzimy przekroje kadłuba. Skopiowałem je ze skanu tej samej strony, z której pochodzą rzuty z przodu i z tyłu (por. str. 63, Rysunek 3.7.1). Aby łatwiej rozstawiać te przekroje w oznaczonych miejscach na widoku z lewej, każdy z nich jest wycięty oddzielnie. Jednocześnie połączyłem je w jedną grupę, aby utrzymać ich rozmiary w tej samej skali, a ich osie wyrównać wzdłuż jednej linii. Rysunek 4.1.6 pokazuje tę grupę wyskalowaną i wyrównaną do rzutu z przodu:



Rysunek 4.1.6 Przekroje kadłuba: wyskalowane i dopasowane do widoku z przodu

Zwróć uwagę na drugą poziomą oś w przekrojach **G**, **H**, **J** i **K**. Wygląda na konstrukcyjną oś kadłuba.

Ponieważ te przekroje są wyrównane do nieprawidłowej osi śmigła z rzutu z przodu, nie ma się co dziwić, że nie pasują do widoku z lewej (Rysunek 4.1.7):



Rysunek 4.1.7 Przekroje kadłuba: wyskalowane i dopasowane do widoku z przodu

Jak widać, różnice są na tyle znaczące, że nie ma już sensu porównywać ich z widokiem z góry. Ewidentnie przekrój **B** zawiera jakieś dodatkowe błędy, ponieważ nie pasuje nawet do rzutu z przodu¹.



W większości planów modelarskich przekroje kadłuba nie pasują do widoków z przodu i góry. Ponieważ każdy z nich trzeba byłoby przygotować jako oddzielny obraz, nie są warte tego wysiłku.

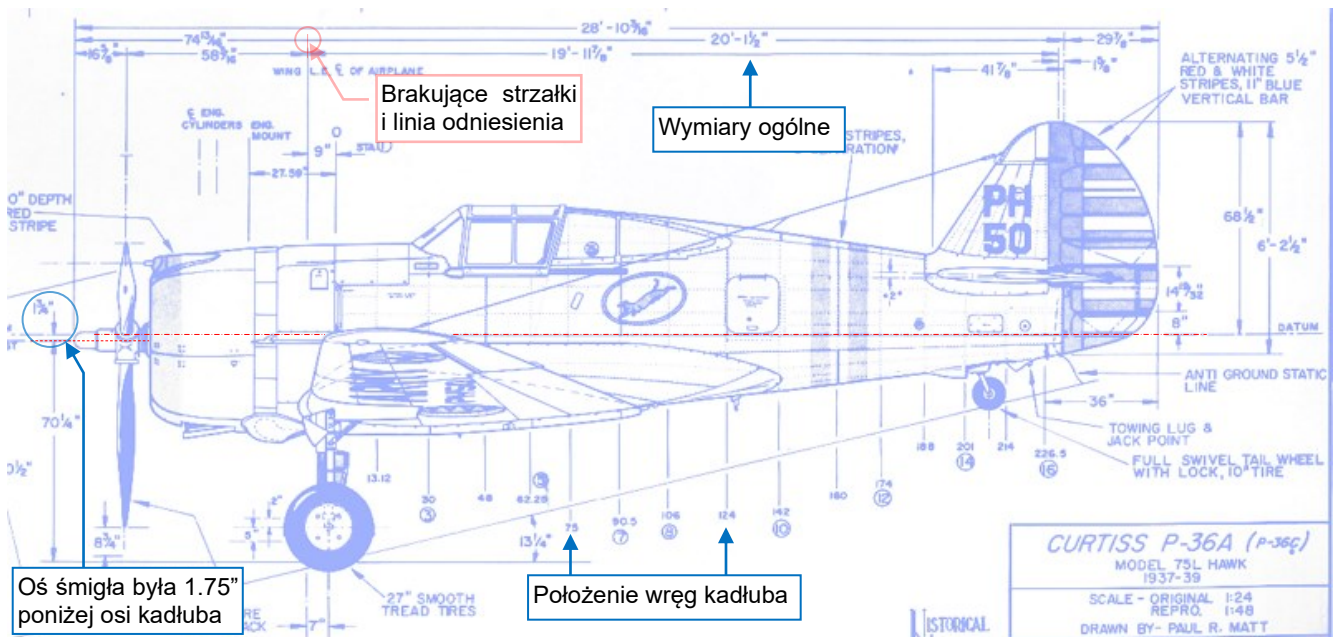
W praktyce, wykorzystuję linie podłużnic z widoków z boku i z góry (poprowadzone wzdłuż szwów paneli i linii nitów) do określenia kluczowych punktów dla przekrojów kadłuba. Pokażę to w następnej części tej książki.

Podsumowanie

- W większości przypadków, rzut z lewej jest najdokładniejszym rysunkiem w planach modelarskich. Rzuty z góry i z dołu są mniej wiarygodne.
- Rzuty z przodu i z tyłu są najmniej wiarygodnymi rysunkami (str. 71, 72).
- Zazwyczaj możesz odtworzyć podstawowy kształt skrzydeł używając informacji z rzutów z góry i z dołu oraz z opisów technicznych (str. 73). Rzuty z przodu, z boku, oraz przekroje skrzydeł mogą w tym przypadku wprowadzić w błąd.
- Nie ufaj rysunkom usterzenia w rzutach z przodu i z tyłu (str. 72), oraz profilom usterzenia poziomego/pionowego w rzutach z boku i z góry (str. 74).
- Przekroje kadłuba zazwyczaj zupełnie nie pasują do rzutów z lewej i z góry (str. 75).

¹ Jak widać na widoku z lewej, przekrój **B** odpowiada przedniemu „obramowaniu” wlotu powietrza do chłodnicy. To same „obramowanie” jest narysowane w widoku z przodu (por. Rysunek 4.1.6). Porównując te dwa kontury zauważysz, że przekrój **B** jest zbyt niski (głęboki).

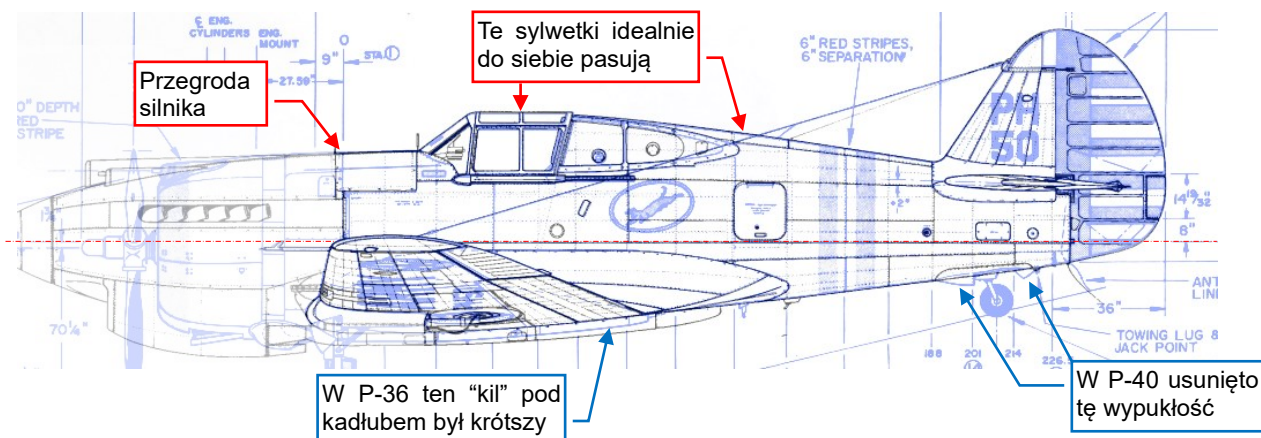
Poniżej widać rzut z boku P-36 z drugiego arkusza Paula Matta (Rysunek 4.2.2). Dla porównania z innymi rysunkami pokolorowałem ten obraz na niebiesko:



Rysunek 4.2.2 Rzut z boku z rysunków Paula Matta (część arkusza 2/2)

Jak widać powyżej, ten arkusz także zawiera wiele wymiarów¹. Myślę, że jedynym możliwym źródłem tak dokładnych, liczbowych wartości przedstawionych na tych planach jest oryginalna dokumentacja producenta². Oczywiście, można na nich także znaleźć pewne błędy, jak np. brakujące strzałki na środkowej linii ogólnych wymiarów kadłuba (por. Rysunek 4.2.2).

Nałożmy na ten obraz sylwetkę z planów AJ Press (autor: Jacek Jackiewicz, 1999). Linie rysunku AJ Press są czarne, a Paula Matta – niebieskie (Rysunek 4.2.3):



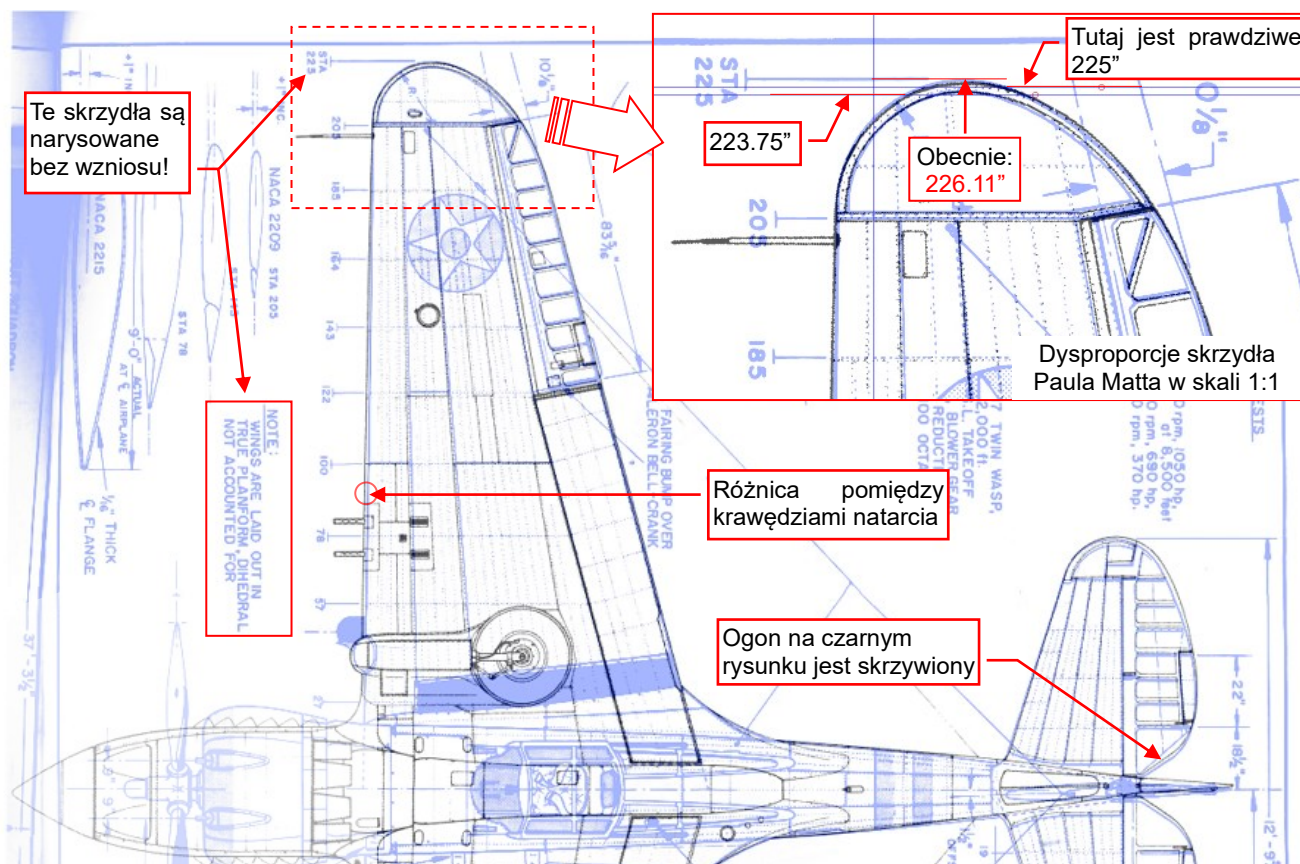
Rysunek 4.2.3 Porównanie rysunków Paula Matta i Jacka Jackiewicza (rzuty z boku)

Wygląda na to, że za przegrodą silnika obydwa rysunki idealnie do siebie pasują! Oczywiście, widać tu kilka różnic, związanych ze zmianami wprowadzonymi we wczesnych P-40. Zauważmy, że obydwa plany były kreślane ręcznie. Praktycznie nie ma szans, aby mogły do siebie tak dobrze pasować w wyniku przypadku. Oznacza to, że Jacek Jackiewicz użył tych planów P-36 jako podstawy do opracowania sylwetki P-40.

¹ To przykład „dobrej starej szkoły” planów modelarskich. Szkoda, że zostały zastąpione przez sylwetki bez żadnych wymiarów.

² Popatrz na przykład na ogólne długości kadłuba, mierzone od krawędzi natarcia podstawy skrzydła. Z tą linią odniesienia spotkasz się powtórnie w następnym rozdziale, na bardziej szczegółowych rysunkach poglądowych P-40. Także pomysł na wymiarowanie położenia osi sterów może być oczywisty na rysunku złożeniowym prawdziwego samolotu, gdyż są głównymi liniami odniesienia na rysunkach złożeniowych sterów wysokości i kierunku. Jednak dla modelarza, który nie widzi tych linii „na samolocie”, jest to co najmniej dziwne.

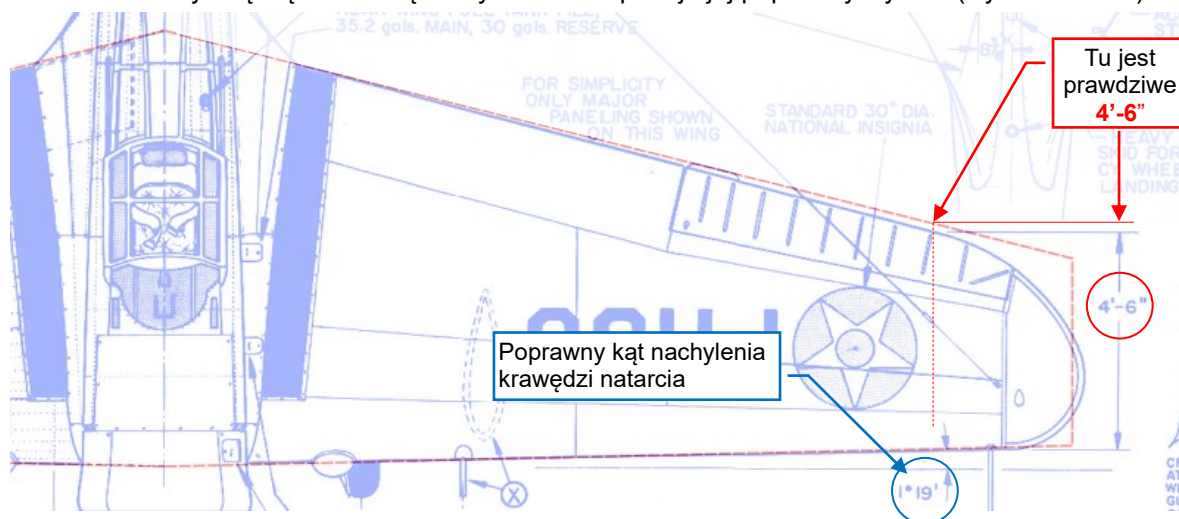
Ponieważ skany obydwu rzutów z góry: Paula Matta i z monografii AJ Press są zdeformowane (por. str. 51, 55, i 76), ich złożenie nie jest już tak dokładnie dopasowane. Poniżej użyłem tu „surowego” skanu widoku z dołu z rysunków Jacka Jackiewicza, jako mniej zniekształconego (Rysunek 4.2.4):



Rysunek 4.2.4 Porównanie rzutów z góry z rysunków Paula Matta i monografii AJ Press

Jak widać na ilustracji powyżej, kontury tych skrzydeł pasują do siebie, z wyjątkiem niewielkiego odchylenia wzdłuż krawędzi natarcia. Czy pamiętasz, jak w sekcji 3.6 (str. 59) zastanawiałem się, dlaczego rozpiętość skrzydeł na planach AJ Press jest zbliżona do ich długości (tzn. skrzydła bez wzniosu)? Popatrz na uwagę, którą zaznaczyłem na rysunku Paula Matta: te skrzydła są narysowane bez wzniosu! Dlatego położenie końcówki płata jest na nich podane jako 225" (por. str. 60 i 68). Jacek Jackiewicz nie podał tej istotnej informacji!

Paul Matt nakreślił zbyt wąską końcówkę skrzydła – choć podaje jej poprawny wymiar (Rysunek 4.2.5):

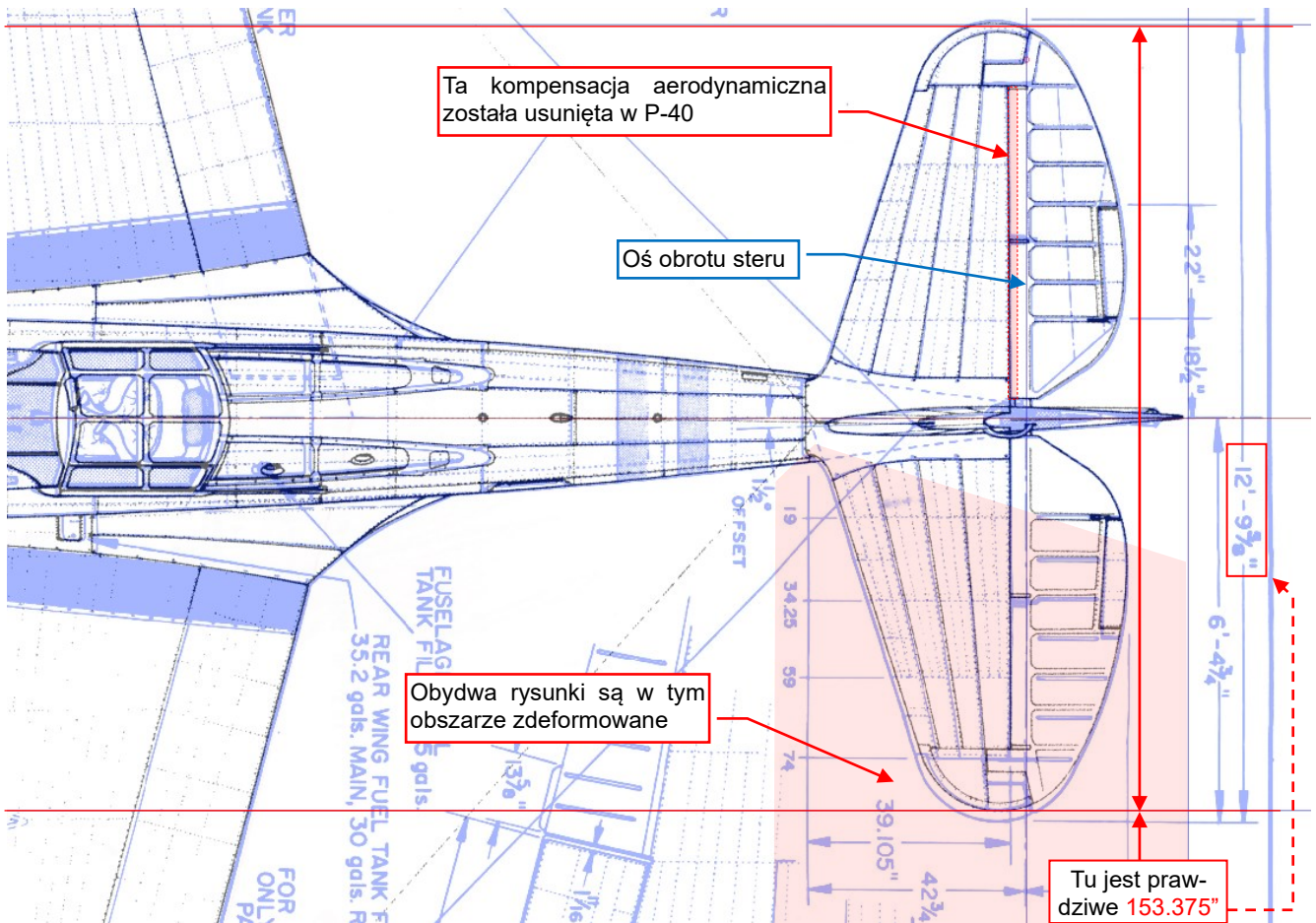


Rysunek 4.2.5 Błąd w nakreślonym kształcie końcówki płata

To dlatego to skrzydło nie pasuje do bazowego „trapezu” płata z rysunku poglądowego (por. str. 59)! Jacek Jackiewicz skopiował ten błąd.

Kontur płata P-36 Paula Matta zawiera jeszcze jeden błąd: po proporcjonalnym przeskalowaniu rysunku do 1:1, końcówka skrzydła oznaczona jako „225” jest w 226.11” (por. Rysunek 4.2.4). Nawet jeżeli Jacek Jackiewicz zdecydował się uwzględnić wznios skrzydeł i skrócić je wzdłuż osi **Y** o $223.75/225 = 0.9944$, to otrzymałby płat o rozpiętości $226.11 \cdot 0.9944 =$ niemal 225”!

Aby porównać ogon i usterzenie, musiałem obrócić rysunek AJ Press o 0.38° (Rysunek 4.2.6):



Rysunek 4.2.6 Porównanie konturów ogona (czarne linie – rysunek AJ Press)

Po tej poprawce kontur kadłuba i prawego usterzenia z rysunku Jacka Jackiewicza (czarne linie) pasuje do rysunku Paula Matta (niebieskie linie). Zwróć uwagę, że na podanym wymiarze rozpiętość usterzenia jest poprawna, ale rysunek znów jest zbyt szeroki². (Na ilustracji powyżej widać nadal dwie linie o rozstawie 153.375”, które ustawiliśmy w sekcji 3.6). Wygląda na to, że lewe usterzenie jest zniekształcone na obydwu porównywalnych rysunkach, więc nie mogę ich tu porównać. (Rysunek 4.2.6 pokazuje ten obszar na różowo).

Porównując opisy techniczne i zdjęcia P-36 i P-40, możesz znaleźć informację o różnicy w konstrukcji sterów wysokości. Ciężarówka tego steru w P-36 była nieco dłuższa, w związku z kompensacją aerodynamiczną wzdłuż całej osi obrotu (por. Rysunek 4.2.6). W P-40 zrezygnowano z tej kompensacji, pozostawiając położenie osi steru i kontur zewnętrzny usterzenia bez zmian. W rezultacie ciężarówka steru głębokości w P-40 była nieco krótsza. Jak widać powyżej, Jacek Jackiewicz skopiował ten ster do swojego rysunku bez tych zmian.

¹ Wydaje się jednak, że ten niuans jest zbliżony do ogólnej tolerancji planów AJ Press. Zmierzylem fizyczną rozpiętość widoków z góry i z dołu z tej monografii. W zadeklarowanej skali 1:48, dla skrzydeł bez wzniosu powinna wynosić $225 \cdot 25.4 \text{ mm} / 48 = 238.1 \text{ mm}$. Dla skrzydeł ze wzniosem, w tej samej skali, to: $223.75 \cdot 25.4 \text{ mm} / 48 = 236.8 \text{ mm}$. Co stwierdziłem? Zmierzona rozpiętość widoku z dołu to 238 mm (czyli zbliżona do rozpiętości skrzydeł bez wzniosu), podczas gdy ta sama rozpiętość w widoku z góry to nieco poniżej 237 mm (czyli niemal dokładnie odpowiadająca skrzydłom ze wzniosem).

² Staralem się to poprawić poprzez przeskalowanie całego rysunku P. Matta wzdłuż osi **Y** (tak, jak to zrobiliśmy z planami AJ Press na str. 60). Na nieszczęście, te różnice rozpiętości skrzydeł i usterzenia nie są proporcjonalne!



Większość błędów Paula Matta wydaje się brać z pomyłek przy przeliczaniu oryginalnych wymiarów samolotu na skalę 1:24¹. Dlatego o wiele łatwiej jest weryfikować rysunki referencyjne w skali 1:1, jak to robimy w Inkscape. W tym przypadku nie potrzeba takich przeliczeń.



Wydaje się, że Jacek Jackiewicz skopiował do swoich rysunków wszystkie błędy popełnione przez Paula Matta, i dodał kilka nowych. To typowa sytuacja w planach kreślonych ręcznie.

Dodatkowe błędy w rysunkach AJ Press to:

- widok z góry: przesunięcie szczegółów kadłuba (por. str. 56), pokrywy km w skrzydłach (por. str. 82);
- widok z przodu: nieprawidłowa końcówka skrzydła, nieprawidłowe położenie osi śmigła (a w efekcie – widok z przodu kadłuba, który zupełnie nie pasuje do widoku z lewej: por. str. 64 i 72).

Zwróć uwagę, że żaden z nich nie pojawił się w widoku z boku, który został skopiowany bez błędów. To kolejne potwierdzenie mojej tezy, że rysunki z boku (w szczególności – z lewej) są najbardziej wiarygodne².

Dziś w Internecie masz natychmiastowy dostęp do dziesiątek szczegółowych zdjęć Twojego samolotu, oraz programy graficzne w których można łatwo porównywać jego różne plany. W świecie pełnym takich fantastycznych narzędzi niełatwo sobie wyobrazić, jak trudne było kreślenie planów w „erze analogowej”. Nie obwiniaj ówczesnych autorów za kopiowanie cudzych błędów: kreśląc w tuszu moje rysunki, robiłem to samo.

Osiem lat później, w 2007r, inny wydawca (Kagero) zamówił plany P-40 od innego autora: Mariusza Łukasika. W tej dekadzie wiele zdjęć historycznych samolotów było już dostępnych w Internecie. M. Łukasik przygotował swoje plany w programie graficznym. Przypuszczam, że nie miał dostępu do żadnych rysunków producenta, ani nie znał prac Paula Matta, więc zdecydował się wykorzystać w swoich planach rysunki J. Jackiewicza. Wydaje się, że na początku zweryfikował je w podobny sposób, jaki pokazuje Rozdział 3. Zapewne także natknął się także na nieprawidłowe proporcje rzutów z góry i z dołu (por. str. 59). Jednak przypuszczam, że używał do tych porównań tylko ogólnej długości i rozpiętości, podanych w publikacji AJ Press. Dlatego podczas gdy ja skorygowałem te proporcje zmniejszając rozpiętość (por. str. 60), on zdecydował się skompensować je wydłużeniem kadłuba. Moja decyzja nie miała wpływu na rzut z boku, podczas gdy jego korekta minimalnie zmieniła jego proporcje wzdłuż osi **X** (o około 1%). Na nieszczęście, nawet tak mała różnica jest widoczna, i pozmieniała poprawne proporcje pochodzące z oryginalnego rysunku Paula Matta (Rysunek 4.2.9):

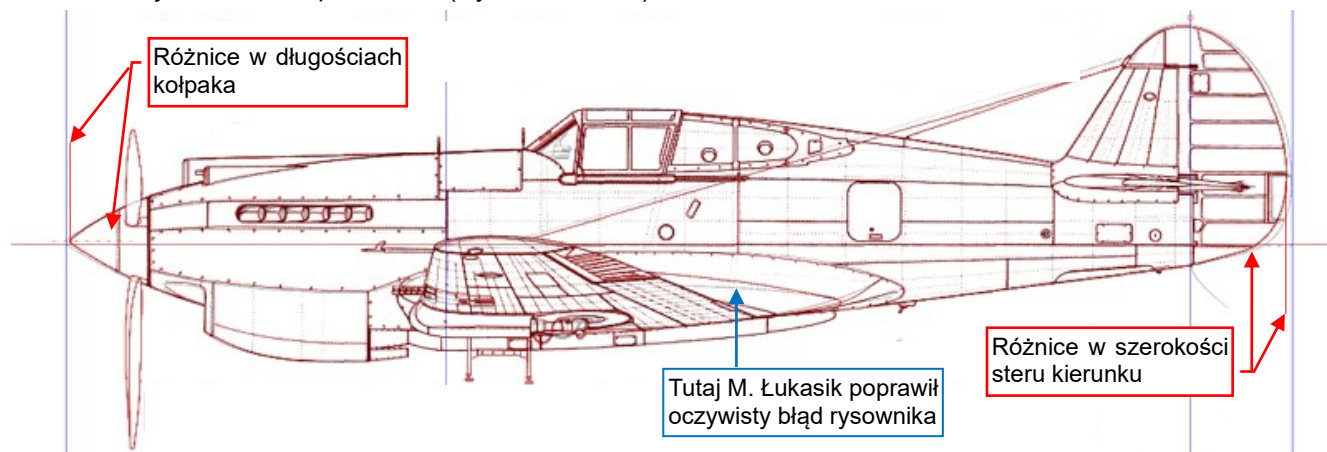


Rysunek 4.2.9 Porównanie rzutów z boku (czerwone linie – rysunek M. Łukasika)

¹ Skala 1: 24 jest podana w tabelce z opisem arkuszy Paula Matta jako skala oryginalnego rysunku (por. Rysunek 4.2.1). Przypuszczam, że te plany były zmniejszane do końcowej skali 1:48 w procesie druku. (W latach 80-tych i 90-tych używaliśmy do tego kserokopiearek).

² Por. „ranking wiarygodności” poszczególnych rzutów planów modelarskich w pierwszych akapitach sekcji 4.1.

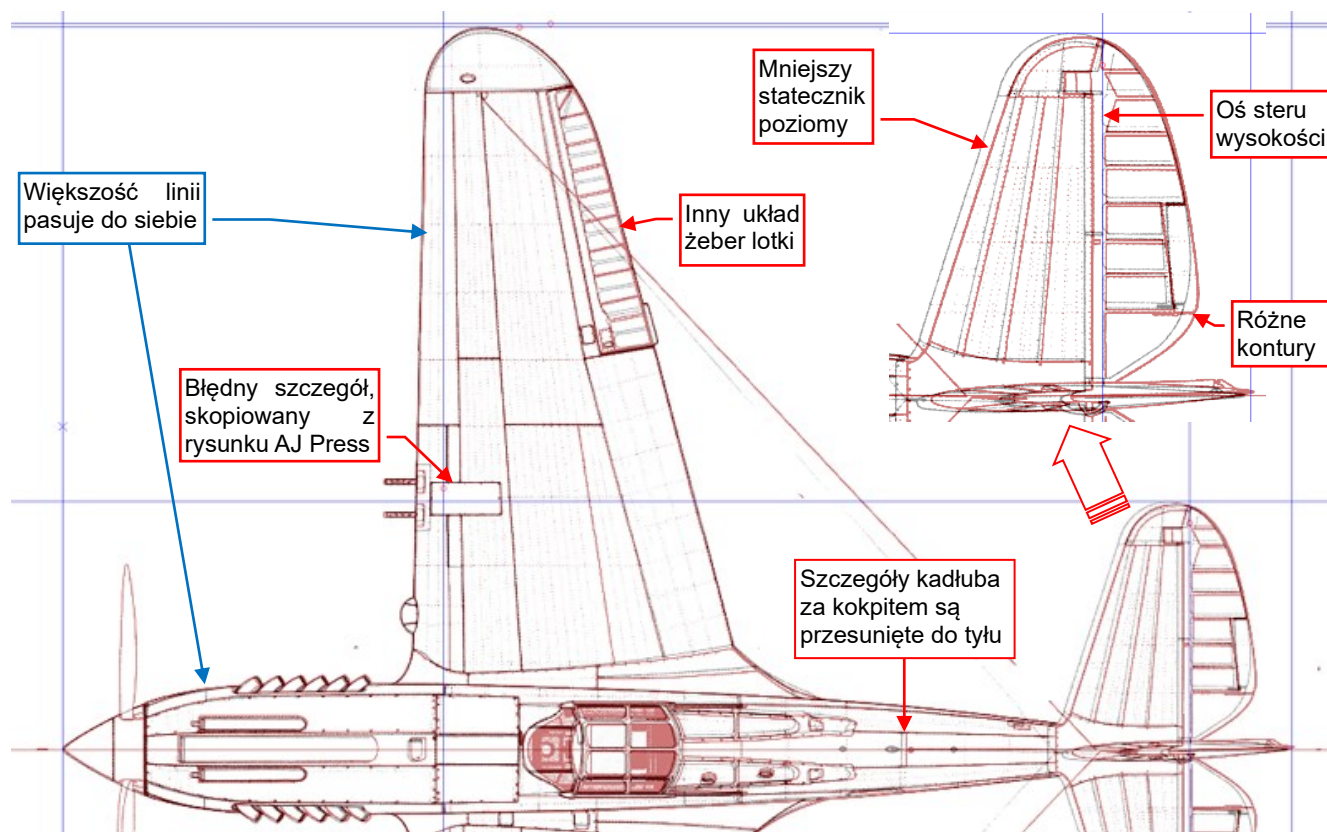
Poniżej widzisz tę samą sylwetkę, zmniejszoną wzdłuż osi **X** o około 1%¹, tak że linie odpowiednich wręg kadłuba zostały do siebie dopasowane (Rysunek 4.2.10):



Rysunek 4.2.10 Porównanie rzutów z boku (czerwone linie – rysunek M. Łukasika)

Większość linii tego rysunku jest brązowa, co oznacza, że po poprawce te dwie sylwetki pasują do siebie. Jest tylko kilka różnic. Wygląda na to, że Mariusz Łukasik nieznacznie zmniejszył długość kołpaka śmigła oraz szerokość steru kierunku. Poprawił także oczywisty błąd w kształcie szwu oprofilowania skrzydła, który pojawił się jeszcze na rysunkach Paula Matta, i stamtąd został skopiowany na plany Jacka Jackiewicza.

Poniżej możesz zobaczyć porównanie rzutów z góry z Kagero i AJ Press (Rysunek 4.2.11). Linie rysunku Jacka Jackiewicza są na czarno. Porównuję tu skorygowaną wersję jego rzutu, tzn. rezultat poprzedniego rozdziału:



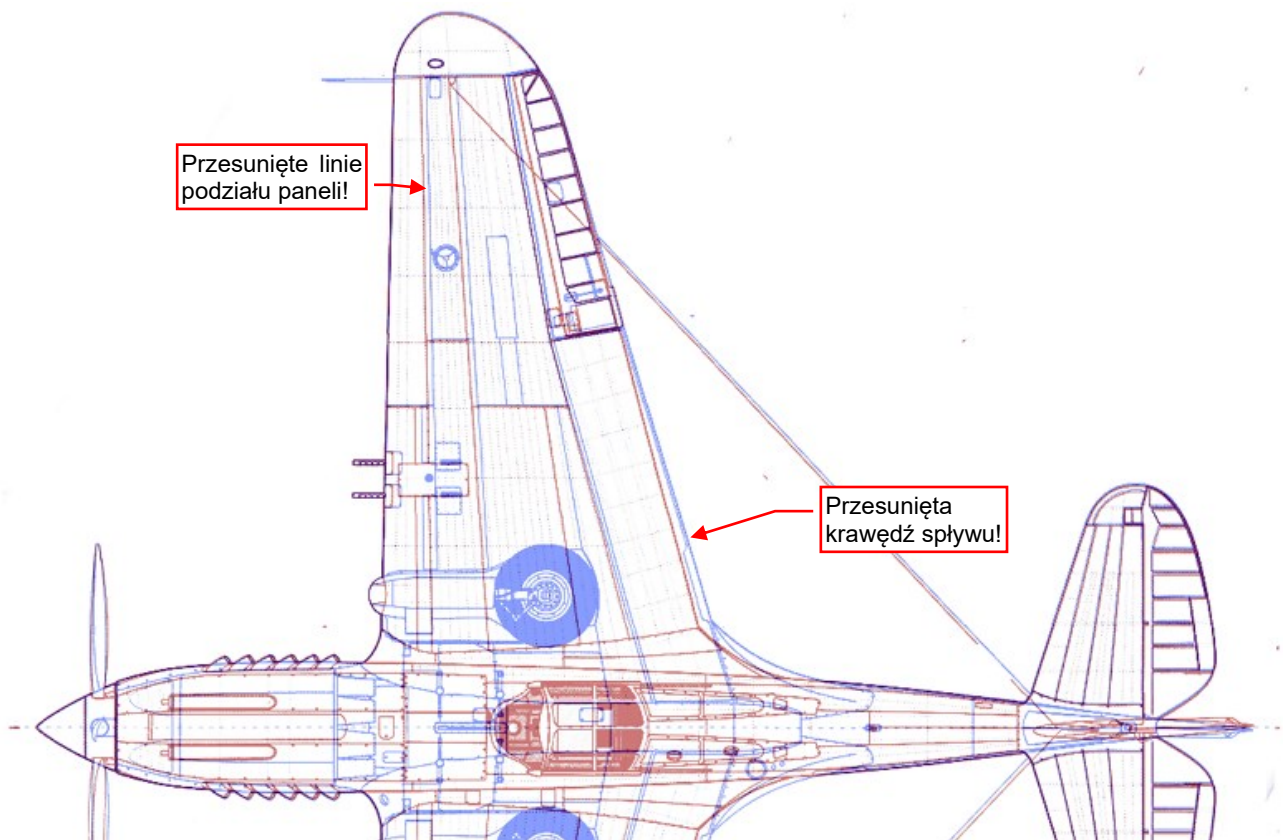
Rysunek 4.2.11 Porównanie rzutów z góry (czerwone linie – rysunek Kagero)

¹ Obydwie oryginalne sylwetki (AJ Press i Kagero) były w skali 1:48. Długość kadłuba P-40B/C w tej skali to 201.5mm. Zmierzona fizycznie długość rzutu z lewej J. Jackiewicza to 199.5mm, podczas gdy na rysunku M. Łukasika to 201.5mm (+/- 0.3mm). Sylwetki, które pokazuje Rysunek 4.2.9 zostały proporcjonalnie dopasowane do prawdziwej długości kadłuba, i dlatego czerwone kontury rysunku Kagero wydają się być mniejsze i przesunięte na zewnątrz niż czarne linie z planów AJ Press.

Ogólnie, Mariusz Łukasik poprawił wiele błędów planów Jacka Jackiewicza: kontury jego skrzydeł i usterzenia są symetryczne, szczegóły osłony silnika i centralnych sekcji kadłuba pasują do widoku z lewej. Wydaje mi się, że próbował także używać zdjęć do poprawy innych szczegółów. Być może stąd wziął się na rysunku Kagero inny układ żeber lotki (por. Rysunek 4.2.11 – linie czerwone). Jednak w tym przypadku się pomylił (to żebra z rysunku Matta/Jackiewicza pasują do zdjęć). Na nieszczęście, M. Łukasik nie poprawił innej pomyłki z planów AJ Press: dziwnej osłony skrzydłowych km (por. Rysunek 4.2.11). W rysunkach Kagero zwraca uwagę znaczna zmiana w usterzeniu poziomym. Jest ono mniejsze niż na planach Matta/Jackiewicza, a kontur krawędzi spływu steru wysokości ma inny kształt. Oś tego steru (choć nie jest bezpośrednio oznaczona na planach) wydaje się być w tym samym miejscu co na rysunkach AJ Press (por. Rysunek 4.2.11). Być może M. Łukasik zorientował się na podstawie zdjęć, że ten kontur na rysunkach Matta/Jackiewicza jest nieprawidłowy, i starał się to poprawić. Czy z tego samego powodu skrócił cięciwy statecznika poziomego? Doprawdy, nie wiem.

Nie będę się tu rozpisywać nad widokiem z przodu, tylko krótko wspomnę, że na planach M. Łukasika jest praktycznie narysowany od nowa. Poprawiono w nim położenie śmigła, kąt wzniosu skrzydeł, i wiele innych błędów. (W programie 2D jest o wiele łatwiej synchronizować ze sobą poszczególne rzuty, podczas gdy na planach kreślonych ręcznie było to niezwykle trudne).

Dlatego byłem naprawdę zaskoczony, gdy wykonałem najbardziej oczywisty test: proste porównanie rzutów z góry i z dołu z rysunków M. Łukasika. Rysunek 4.2.12 pokazuje rezultat:



Rysunek 4.2.12 Porównanie rzutów z góry (czerwony) i z dołu (niebieski) z planów Kagero

Jak widzisz, w widoku z dołu niebieski kontur skrzydła i podziały paneli są rozstawione szerzej niż w widoku z góry. To ewidentna pomyłka: nawet najlepszy program nie pomoże, gdy nie sprawdzasz wyników swojej pracy.



Znając prawdziwą długość cięciwy w najszerszym miejscu płata z oryginalnych rysunków poglądowych (por. str. 59) możemy łatwo stwierdzić, że błękitny kontur jest nieprawidłowy. Jednak jeżeli miałbyś do dyspozycji tylko te plany Kagero, nie mógłbyś jednoznacznie określić, który płat jest poprawny!

Jeżeli wyobrażałeś sobie, że plany modelarskie to dokładny i bezbłędny „wyciąg z oryginalnej dokumentacji” samolotu¹, to mam nadzieję, że ten i poprzedni rozdział wyjaśniły to nieporozumienie. W pewien sposób praca nad takimi rysunkami przypomina pracę średniowiecznych skrybów²: dawno temu ktoś miał dostęp do oryginalnej dokumentacji (w tym przypadku był to Paul Matt). Potem ktoś inny zaadaptował te plany, wprowadzając przy okazji kilka dodatkowych błędów (to był Jacek Jackiewicz). Potem kolejny autor użył tej kopii, poprawił zauważone nieprawidłowości, ale także stworzył kilka nowych (to był Mariusz Łukasik). W efekcie, gdybyś nie znał ich historii, mógłbyś potraktować te trzy rysunki jako trzy niezależne źródła!

W następnym rozdziale zaproponuję kilka metod poprawiania rysunków wzorcowych, których przygotowanie opisywał Rozdział 3.

Podsumowanie

- Nowe plany modelarskie zazwyczaj są oparte na starszych planach. W rezultacie, ewentualne błędy są kopiowane pomiędzy rysunkami różnych autorów. Na przykład – błędny kształt skrzydła z arkusza Paula Maty z 1969r (str. 78) został powtórzony w 1999 na rysunku Jacka Jackiewicza, i (pośrednio) w 2007r na planach Mariusza Łukasika.
- Współcześni autorzy starają się poprawić niedokładności znalezione we wcześniejszych rysunkach (str. 82). Jednak każda nowa wersja planów zazwyczaj wprowadza także nowe błędy (str. 80, 82, 83).
- Programy rysunkowe (jak Inkscape) są wspaniałymi narzędziami do porównywania różnych planów. Wykorzystuj je do identyfikacji ewentualnych zależności pomiędzy znalezionymi rysunkami (jak robię to w tej sekcji). W szczególności, zawsze sprawdzaj, czy podstawowe kontury sylwetek samolotu z tych obrazów pasują do siebie. Możesz także próbować je dopasować po niewielkim przeskalowaniu wzdłuż osi **X** lub **Y** (str. 81, 82).

¹ Na różnych forach modelarzy 3D widziałem wiele wątków „prac w trakcie” (WIP), których autorzy wydają się myśleć właśnie w ten sposób. Podobnie, w wątkach modelarzy „plastikowych” można czasami zobaczyć zdjęcie skrzydeł modelu położonych na odpowiedniej sylwetce z planów. Autor takiego zdjęcia uważa, że model jest „błędny”, jeżeli nie pasuje do tego rysunku. Nigdy nie przyjdzie mu do głowy, że prawdziwa może być sytuacja odwrotna! (Niektóre zestawy do sklepania są dokładniejsze od wielu planów).

² W „erze przed-komputerowej” ta analogia była nawet celniejsza: autorzy planów także kreślili swoje rysunki w tuszu! Mały, ostry skalpel do usuwania plamek i nadlewów linii był naszym najlepszym przyjacielem...

Rozdział 5. Korygowanie rysunków samolotu

Jak miałeś się okazję przekonać w poprzednich dwóch rozdziałach, plany modelarskie zazwyczaj zawierają błędy. W tym rozdziale omówimy metody, które poprawią dokładność tych rysunków. W pierwszej sekcji zaczniemy od najbardziej oczywistego źródła: zdjęć. W kolejnych sekcjach tego rozdziału przejrzymy bardziej unikalne zasoby, jak szczegółowe rysunki poglądowe, diagramy rozkładu wręg (ang. *stations diagram*), czy fragmenty oryginalnej dokumentacji samolotu.

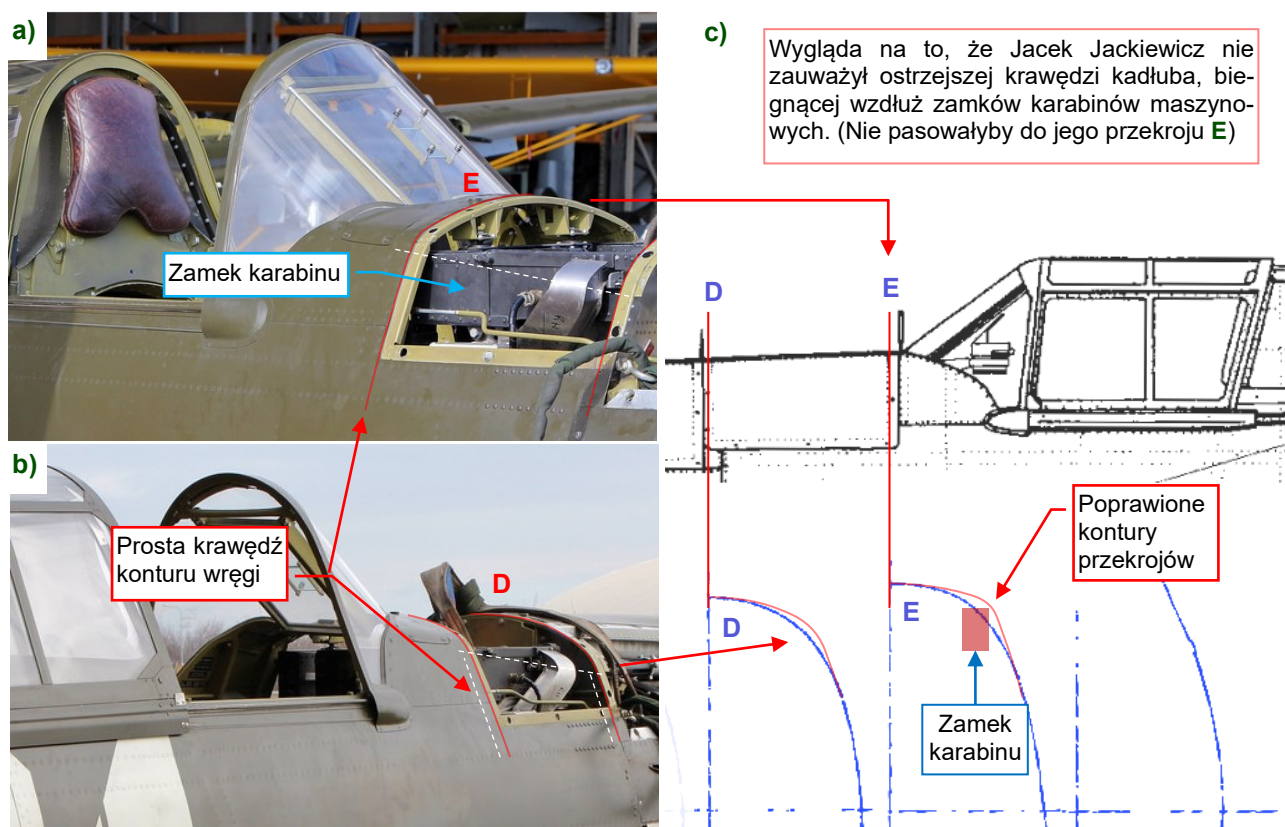
5.1 Zdjęcia

Rysunki, które przygotowaliśmy w poprzednich sekcjach mówią tylko połowę prawdy od odwzorowywanym samolocie. Aby znaleźć tę drugą połowę, zgromadź jak najwięcej jego szczegółowych zdjęć. Są niezbędne do dalszej pracy. Na przykład – nigdy nie podejmę się odtworzenia szczegółów podwozia bez kilkudziesięciu takich fotografii. Możesz je znaleźć w Internecie: wyszukaj frazy „<twój samolot> walkaround” (np. dla tego P-40 użyj „P-40 walkaround”). Pamiętaj, że bardziej szczegółowy model wymaga większej liczby zdjęć. Zbieraj wszystko co znajdziesz, bo nigdy nie wiesz, która z tych fotografii okaże się najbardziej użyteczna!



Zazwyczaj samolot, który budujesz, miał kilka różnych wersji. W przypadku P-40 było ich co najmniej dziesięć. Zanim zaczniesz analizować zdjęcia, zapamiętaj podobieństwa i różnice pomiędzy tymi wariantami. Na przykład – wiedziałem, że jedyną różnicą w usterzeniach P-40 były inne popychacze trymerów, zmodyfikowane w P-40D. Stąd w moim P-4B mogłem użyć szczegółów sterów wysokości i kierunku przedstawionych na zdjęciach P-40E, pomijając tylko te dwa detale.

Najprostszym wykorzystaniem zdjęć jest porównywanie ich z odpowiednim fragmentem rysunku samolotu. Dla przykładu, przyjrzyjmy się osłonom karabinów pomiędzy przegrodą silnika a kabiną pilota (Rysunek 5.1.1):



Rysunek 5.1.1 Porównanie rysunków samolotu ze zdjęciami

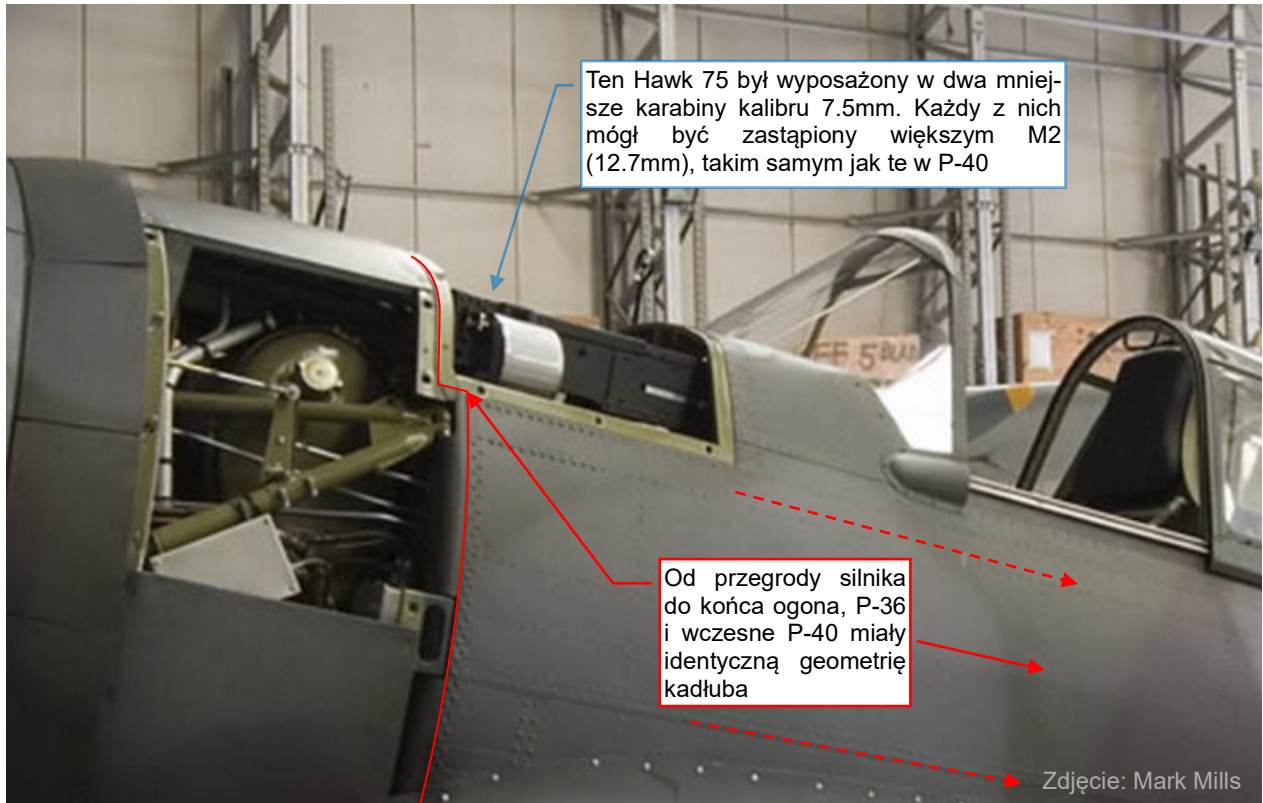
Rysunek 5.1.1a) i b) pokazuje dwa fragmenty zdjęć odrestaurowanego P-40B z Duxford (Wlk. Brytania). Osłona karabinów jest tu zdjęta, i widać dokładnie kształty dwóch kolejnych wręg kadłuba, oznaczonych na planach literami **D** i **E**. Zwróć uwagę, że ich kształt odpowiada „pudełkowatemu” kształtowi zamków zamontowanych tu Browningów M2 (w szczególności – ich górnym, zewnętrznym krawędziom). Wygląda na to, że kontury tych dwóch wręg tworzą w tym obszarze prosty segment, potem wyraźnie zaznaczone zaokrąglenie przy narożnikach zamków karabinów, i wreszcie zamknięcie z góry łagodną krzywą. Nic takiego nie widać na planach AJ Press i Kagero (Rysunek 5.1.1c). Ich przekroje tego obszaru są nieprawidłowe. Możemy tylko spekulować, dlaczego pierwszy z autorów nie zauważył tego niuansu. Może zasugerował się kształtem przegrody silnika w późniejszych wersjach P-40? W P-40D kompletnie przebudowano tę część kadłuba, usuwając karabiny i obniżając osłonę kabiny pilota. Od tego wariantu, przekroje w tym obszarze były zbliżone do eliptycznych.

Mariusz Łukasik (Kagero) także nie dostrzegł tego błędu, choć jestem pewien, że miał do dyspozycji więcej zdjęć niż Jacek Jackiewicz (AJ Press).



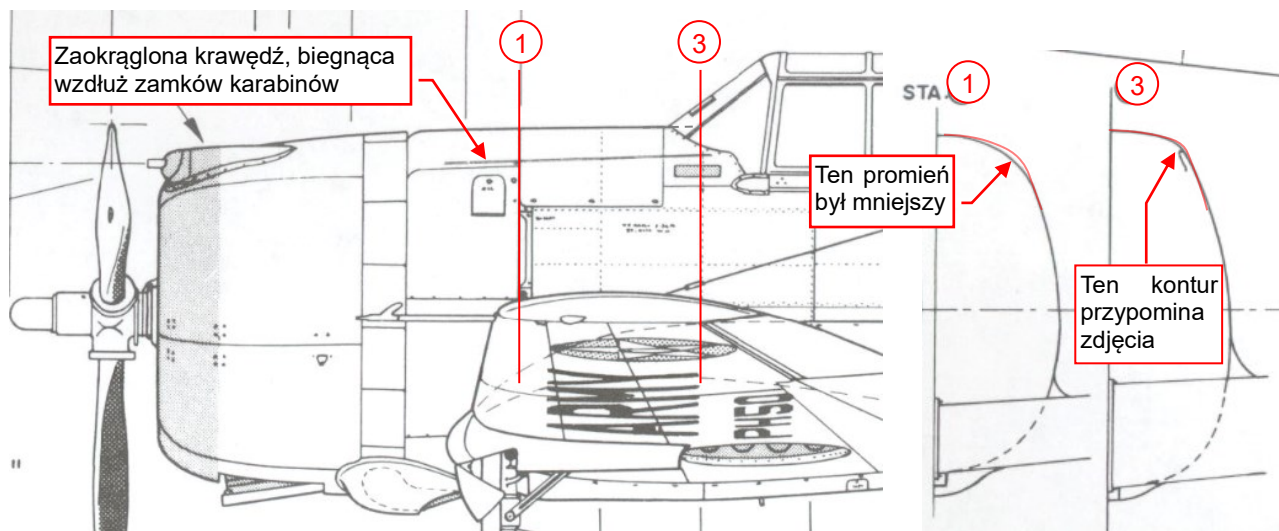
Nie używaj tych dwóch przekrojów kadłuba z rysunków AJ Press/Kagero nawet jako „sugestii” jego kształtu, ponieważ są po prostu błędne.

W istocie, w tych wczesnych wersjach P-40 (do P-40C włącznie) cały kadłub za przegrodą silnika był „oddziedziczony” po ich poprzedniku: P-36/H.75 (Rysunek 5.1.2):



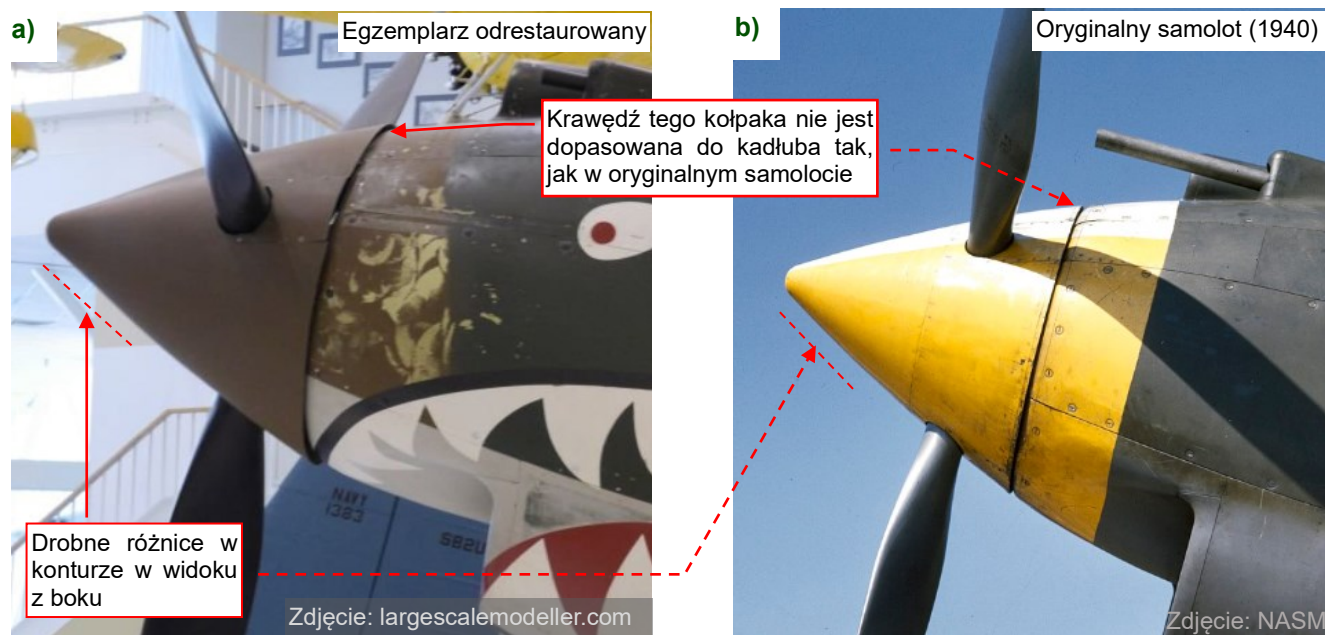
Rysunek 5.1.2 Ten sam fragment kadłuba w Hawk 75 (variant eksportowy P-36)

Co interesujące, na rysunkach Paula Matta przekroje kadłuba lepiej pasują do tych zdjęć, choć ich kształt wydaje się nadal być zbyt „zaokrąglony” (Rysunek 5.1.3):



Rysunek 5.1.3 Przekroje kadłuba P-36 na rysunku Paula Matta

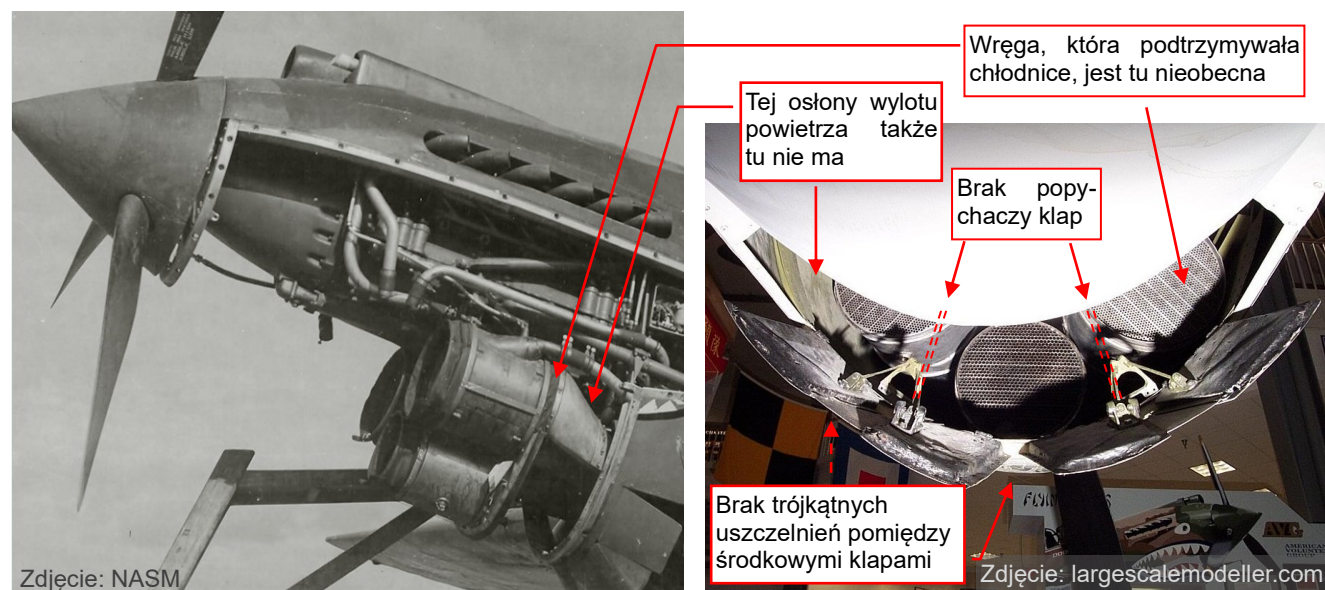
Zdjęcia „z obchodu” pokazują odrestaurowane samoloty. Niektóre z ich części nie są oryginalne, i ich kształty mogą się nieznacznie odbiegać od prawdziwych konturów. Na przykład, popatrz na kołpak śmigła P-40B z National Museum of Naval Aviation w Pensacola (Rysunek 5.1.4a):



Rysunek 5.1.4 Odrestaurowany i oryginalny kołpak śmigła

Rysunek 5.1.4b) ukazuje kołpak oryginalnego samolotu z 1940r. Wydaje mi się, że w odrestaurowanym egzemplarzu kołpak jest za duży: jego krawędź podstawy nie pasuje do osłony silnika, i pomiędzy nimi widać większą szczelinę (Rysunek 5.1.4a) niż pokazywana przez Rysunek 5.1.4b). Na zdjęciu z 1940r widać, że kołpak był nieco mniejszy. Porównując ich czubki, zauważyłem także niewielką różnicę w kształcie z boku. Przypuszczam, że kołpak w tym odrestaurowanym samolocie był odtworzony później, może w muzealnym warsztacie. Trudno jest uzyskać poprawny kształt tej części, szczególnie gdy brak jest oryginalnej dokumentacji technicznej¹.

W tym samym egzemplarzu z Pensacola brakuje wręgi podtrzymującej chłodnicę cieczy (Rysunek 5.1.5):



Rysunek 5.1.5 Brakujące elementy w muzealnym egzemplarzu P-40B

¹ Nie zachowała się żadna oryginalna dokumentacja wczesnych wersji P-40. Na zachowanych mikrofilmach Curtiss można znaleźć rysunki P-36, H.75, a potem – od razu P-40D i późniejszych (por. str. 219).

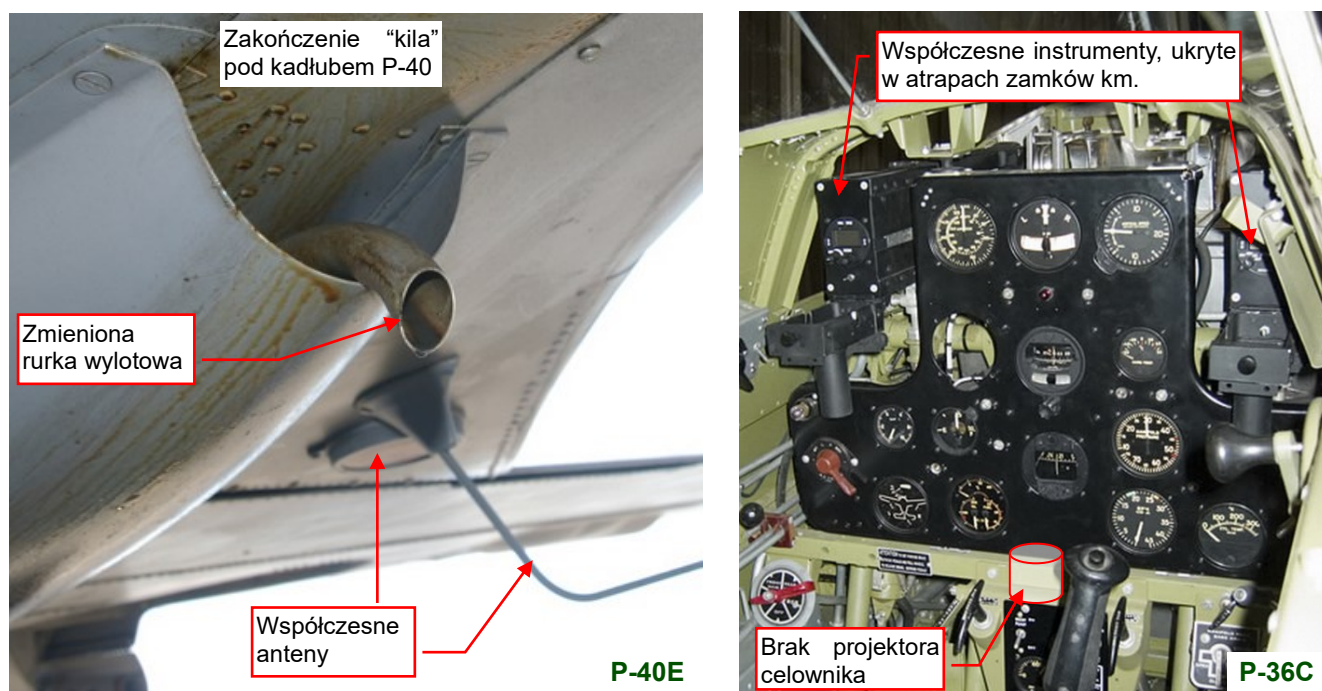
(Przypuszczam, że zostały zamocowane w jakiś prowizoryczny sposób – może są zawieszone na korpusie silnika?) W tym egzemplarzu występują także braki w wyposażeniu kabiny.



W „statycznych” egzemplarzach z muzeum może brakować niektórych z mniej widocznych części. Mogą w nich także występować części odtworzone, które są tylko (lepszym lub gorszym) przybliżeniem oryginałów. Jedyną metodą ich identyfikacji jest porównanie ze zdjęciami innego egzemplarza.

Oczywiście, w tym przypadku najlepsze są historyczne zdjęcia oryginalnych samolotów.

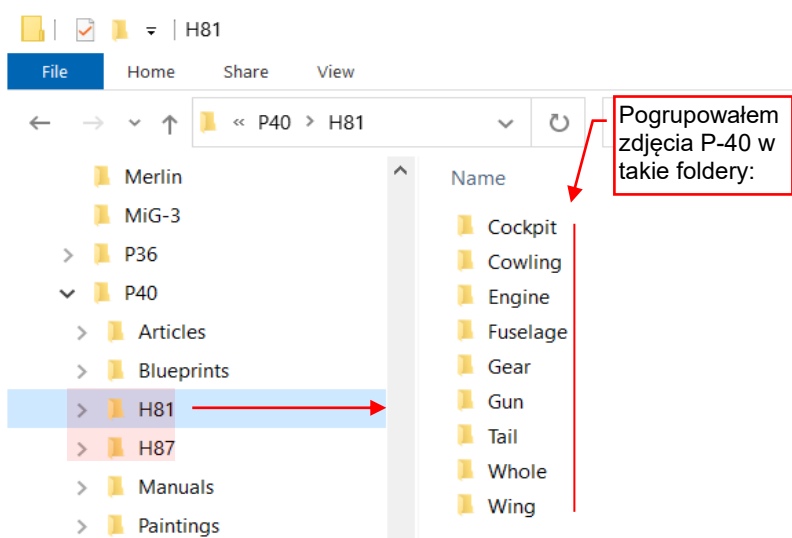
Egzemplarze latające są zazwyczaj w lepszym stanie, choć drobne szczegóły w dawniej odrestaurowanych samolotach mogą się różnić od oryginałów. (Zazwyczaj można znaleźć takie „przeróbki” wśród paneli poszycia o bardzo złożonym kształcie). Jednakże w tych przypadkach powinien być wyczulony na obecność nowoczesnego wyposażenia nawigacyjnego i innych drobnych modyfikacji (Rysunek 5.1.6):



Rysunek 5.1.6 Przykłady modyfikacji wprowadzonych do obecnie latających egzemplarzach historycznych samolotów

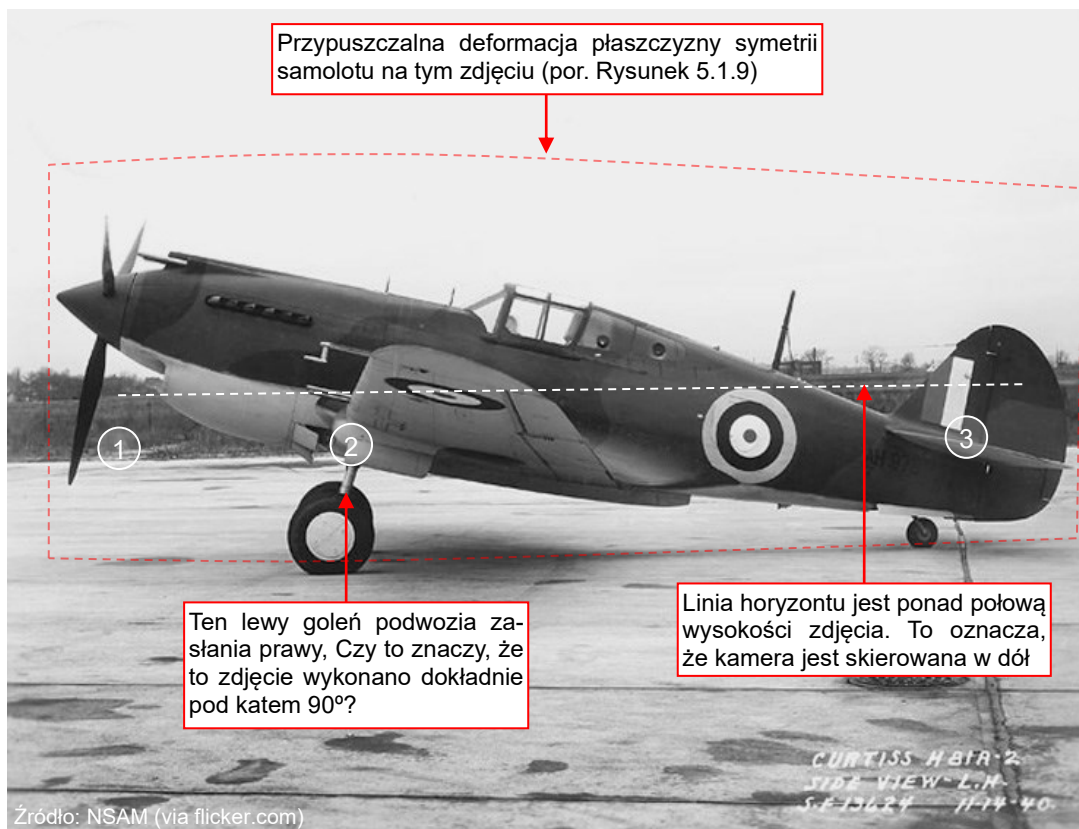
Aby szybciej i efektywniej przeglądać i porównywać zebrane zdjęcia, pogrupowałem je na dysku w foldery „tematyczne”. Ich nazwy pochodzą od odpowiednich części samolotu (Rysunek 5.1.7):

Zauważ, że dla „długonosych” P-40 (B” i „C”) utworzyłem katalog o nazwie **H81**, a dla „krótkonosych” (wariant „D” i dalsze) – katalog o nazwie **H87**. („H81” i „H87” są oznaczeniami typu samolotu stosowanymi wewnątrz w Curtiss. P-36 w tej nomenklaturze to „H75”. Wydaje się, że różnica pomiędzy tymi wczesnymi i późniejszymi wersjami P-40 była na tyle duża, że otrzymały różne oznaczenia typu. Oficjalny symbol „P-40” zachowano tylko z przyczyn formalnych).



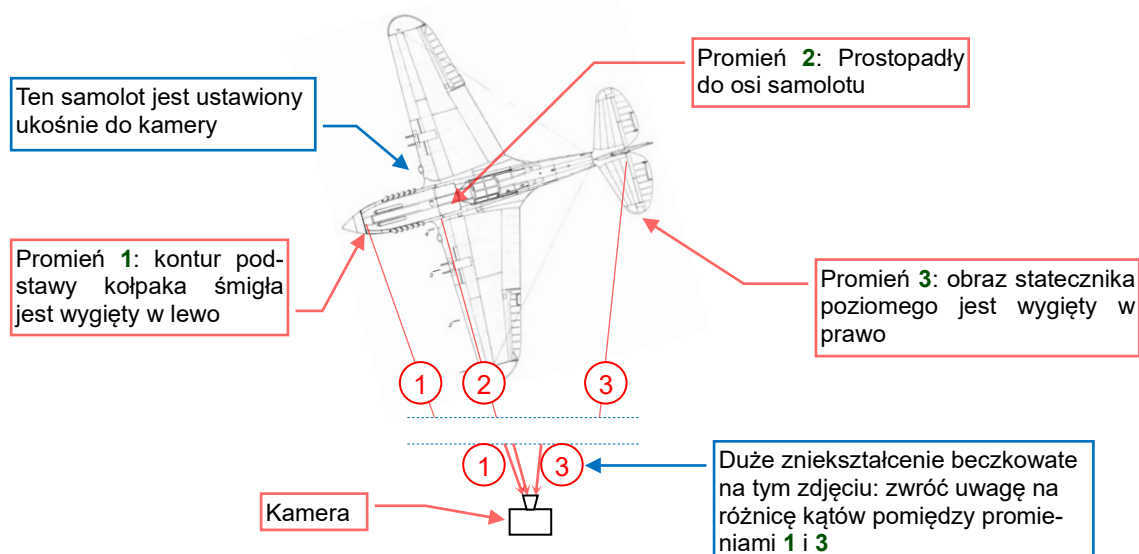
Rysunek 5.1.7 Moje foldery ze zdjęciami P-40

Teoretycznie, konur samolotu na idealnym zdjęciu z boku powinien odpowiadać konturowi na ortogonalnym rzucie z boku. To jedna z własności „czystej” projekcji perspektywicznej (por. str. 248). Jednak nie żyjemy w idealnym świecie, i fotografie samolotu wykonane dokładnie w poziomie, idealnie prostopadle do płaszczyzny symetrii maszyny, zazwyczaj nie istnieją. Zresztą, nawet gdyby były idealnie prostopadłe, to nie będą wypoziomowane: większość samolotów z II WŚ miała kółka ogonowe. Co więcej, istnieje jeszcze jeden problem optyczny: tak zwane „zniekształcenie beczkowe” (por. str. 249). Z tego powodu przedstawione poniżej, dobrze znane zdjęcie Tomahawka IA z 1940r, nie może być użyte jako obraz referencyjny (Rysunek 5.1.8):



Rysunek 5.1.8 Zdjęcie z boku Curtiss H81 A2, znanego także jako Tomahawk IA

Lewa goleń podwozia kompletnie zasłaniająca na nim prawą może być myląca: w istocie, jest to efekt uboczny silnego zniekształcenia tej fotografii (Rysunek 5.1.9):



Rysunek 5.1.9 Możliwe położenie kamery i samolotu na zdjęciu powyżej

Podobne zniekształcenie występuje na tym zdjęciu wzdłuż osi pionowej.

W rezultacie, jedynym stosunkowo niezdeformowanym obszarem na zdjęciu, które pokazuje Rysunek 5.1.8, jest dolna część osłony silnika. Choć nawet w tym przypadku zakres ewentualnego błędu jest nadal szeroki.



Zniekształcenie beczkowate występuje na większości historycznych zdjęć¹. W rezultacie, tylko ich fragment mogą być porównywane z rysunkami samolotu

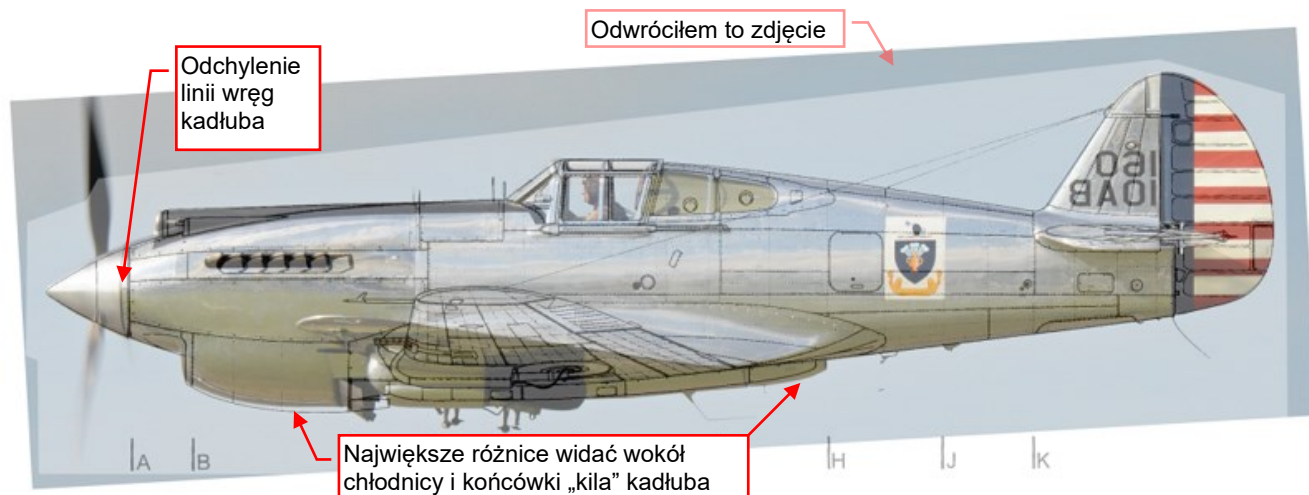
Współczesne zdjęcia samolotów w locie są dużo lepszym materiałem do ewentualnych porównań, gdyż są wykonane z użyciem teleobiektywu. W takiej projekcji zniekształcenie beczkowate jest minimalne:



Rysunek 5.1.10 Współczesne zdjęcie odrestaurowanego P-40C z Duxford, wykonane teleobiektywem

Uważaj na ustawienie powierzchni sterowych, takich jak ster kierunku. W lecącym P-40 jest on zazwyczaj odchylony w prawo, aby kontrować efekt strumienia zaśmigłowego. Stąd kontur tego steru na tym zdjęciu może się nieco różnić od reszty sylwetki samolotu.

Takie zdjęcie wykonane kamerą o bardzo długiej ogniskowej można porównać z rysunkami (Rysunek 5.1.11):



Rysunek 5.1.11 Porównywanie sylwetki samolotu ze współczesnego zdjęcia z rysunkiem referencyjnym

Na ilustracji powyżej kierunek kamery nie jest idealnie prostopadły do płaszczyzny symetrii samolotu, więc możemy porównywać tylko kontur kadłuba. Wszystkie inne szczegóły, jak wręgi, skrzydło, usterzenie poziome, są przesunięte przez to odchylenie. (Nawet zewnętrzny celownik i jego muszka tu nie pomogą, ponieważ na P-40 były montowane po prawej stronie wiatrochronu). Na razie możemy tylko orzec, że osłona chłodnicy na rysunku jest większa niż na zdjęciu, a „kil” pod skrzydłem – zbyt krótki. Także średnica podstawy kołpaka śmigła z rysunku wydaje się być nieco mniejsza od tej ze fotografii.

¹ Jednak to konkretne zdjęcie jest jednym z trudniejszych przypadków. Czasami przypuszczam, że Curtiss używał do takich „oficjalnych” fotografii jakiejś starej, szerokokątnej kamery na trójnogu, jakie były produkowane na początku XXw.



Oczywiście, zanim zmodyfikujesz rysunek, powinieneś zweryfikować te spostrzeżenia na kilku innych zdjęciach. W ten sposób możesz zmniejszyć ewentualne błędy tych porównań.

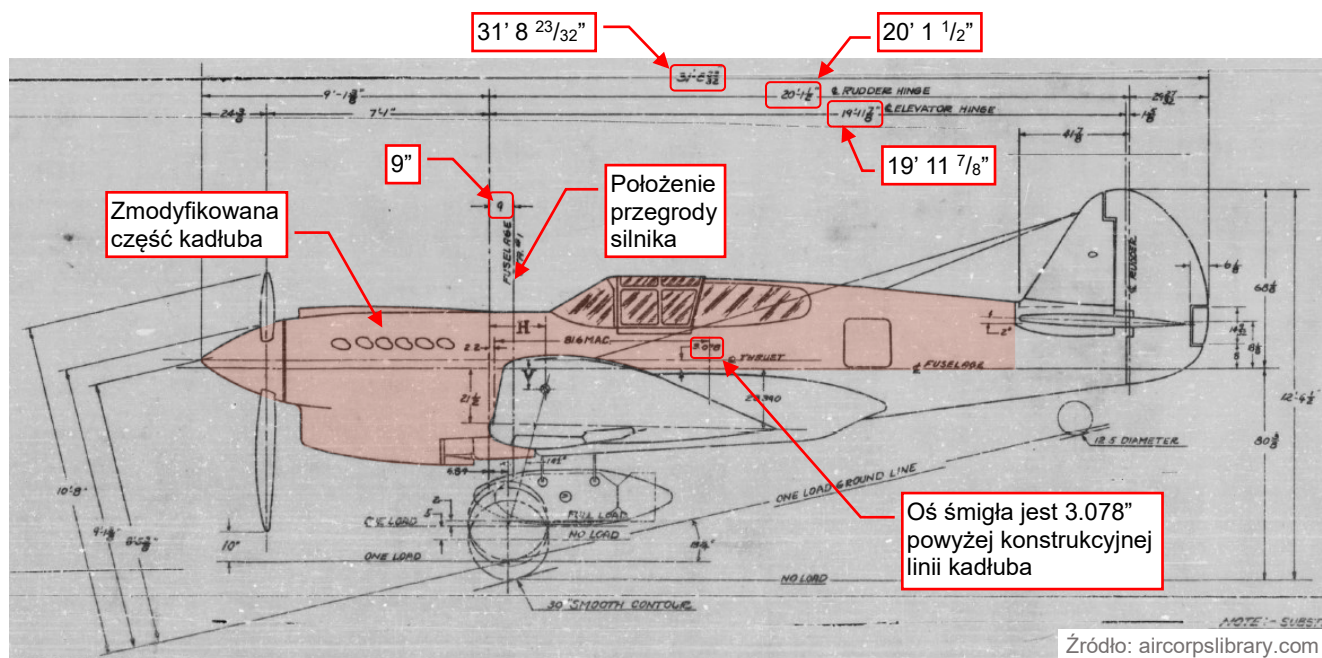
Kiedy zbudujesz pierwszą wersję swojego modelu w 3D, możesz ją ponownie porównać z tymi zdjęciami. W takim przypadku możesz spróbować dokładniejszej metody. Używa się w niej zdjęć o wysokiej rozdzielczości jako dokładnych obrazów referencyjnych, tak samo, jak używasz skanów planów modelarskich (por. str. 251). Więcej na ten temat znajdziesz w załączniku do tomu II.

Podsumowanie

- Zdjęcia szczegółów samolotu możesz znaleźć w Internecie, szukając frazy „<typ samolotu> walkaround”. Fotografie z takich „obchodów” są często publikowane na różnych portalach modelarskich (str. 86).
- Wiele błędów rysunków referencyjnych można zidentyfikować poprzez prostą konfrontację ze zdjęciami, na przykład – nieprawidłowe kontury przekrojów kadłuba (str. 86, 87).
- Uważaj na „dosztukowane” części w odrestaurowanych samolotach. Szczególnie w przypadku statycznych ekspozycji w muzeach, niektóre elementy mogą być nieprawidłowe, a innych może brakować. Najlepszą metodą identyfikacji takich różnic jest porównanie ze historycznymi zdjęciami oryginalnych samolotów (str. 88).
- W odrestaurowanych, latających samolotach możesz napotkać pewne współczesne elementy, takie jak dodatkowe anteny. Także te detale możesz zidentyfikować poprzez porównanie z historycznymi zdjęciami (str. 89).
- Aby łatwo odnaleźć potrzebne zdjęcie, zorganizuj je na swoim dysku w foldery odpowiadające poszczególnym głównym zespołom samolotu (str. 89).
- Fotografia wykonana prostopadle do płaszczyzny symetrii samolotu powinna zawierać dokładny kontur kadłuba i usterzenia pionowego. Oczywiście, w praktyce taki ideał nie jest możliwy, nie tylko z powodu ewentualnych odchyłeń kamery, ale także z powodu występującego w obiektywie tzw. „zniekształcenia beczkowego” (str. 90). Jednak możesz traktować współczesne zdjęcia wykonane teleobiektywem jako pewne przybliżenie takiej projekcji (str. 91).

5.2 Szczegółowe rysunki poglądowe

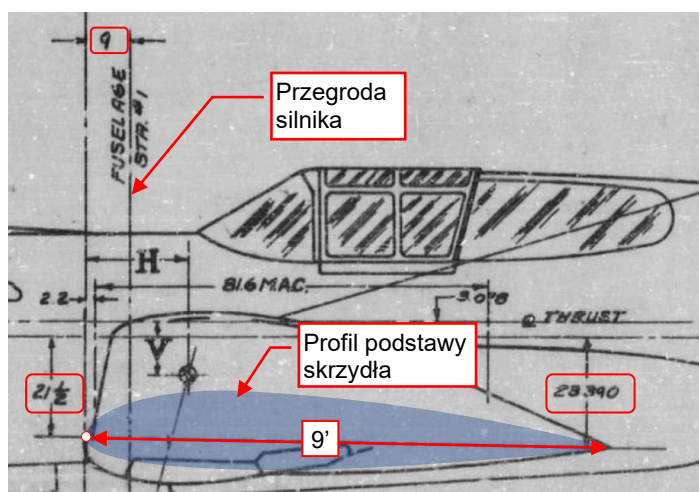
W poprzednich sekcjach używaliśmy już rysunku poglądowego wczesnego P-40 (por. str. 34, 59, 60). Czasami w instrukcjach obsługi samolotu można znaleźć bardziej szczegółową wersję takiego diagramu, z większą liczbą wymiarów. Niestety, w przypadku P-40 to rysunki późniejszych wersji: P-40E i następnych (Rysunek 5.2.1):



Rysunek 5.2.1 Widok z boku P-40E1 (rysunek poglądowy)

W porównaniu z P-40B/C, większa część kadłuba P-40E została zmieniona. Na ilustracji powyżej zaznaczyłem ten obszar na różowo. Ta wersja używała innego reduktora śmigła niż w P-40B/C, przez co osłona silnika jest krótsza, oś śmigła – wyżej, a jego kołpak jest większy niż we wczesnych P-40. W rezultacie, ten wariant jest minimalnie dłuższy ($31' 8 \frac{23}{32}"$) niż P-40B/C ($31' 8 \frac{18}{32}"$). Jednak dolna część kadłuba za przegrodą silnika pozostała bez zmian, podobnie jak położenie żeber kadłuba. Dlatego możemy użyć tego diagramu P-40E do określenia położenia kluczowych zespołów, na przykład – usterzenia. Zwróć także uwagę, że wymiary położenia osi steru kierunku ($20' 1 \frac{1}{2}"$) i steru wysokości ($19' 11 \frac{7}{8}"$) są zgodne z rysunkiem Paula Matta (por. str. 77). Użył w nim tej samej linii odniesienia, umieszczonej na krawędzi natarcia podstawy skrzydła. To dlatego przypuszczam, że korzystał z oryginalnych rysunków Curtiss¹.

Wymiary z tego diagramu pozwalają nam określić położenie skrzydła względem przegrody silnika (na str. 60 nie znaleźliśmy tej wartości). Rysunek 5.2.2 pokazuje wymiary X i Y noska podstawy skrzydła: w poziomie od przegrody silnika (9") i pionowo od osi kadłuba ($21 \frac{1}{2}"$). Podaje także położenie w pionie krawędzi spływu tej sekcji skrzydła (23.39"). Długość cięciwy w tym miejscu można odczytać z widoku z góry (to 9', czyli 108").



Rysunek 5.2.2 Określanie dokładnego położenia skrzydła

¹ Jednak istnieją także rozbieżności pomiędzy wymiarami z rysunków Matta i tym diagramem: 1. Cięciwa jego steru kierunku jest $29 \frac{7}{8}"$, podczas gdy było to $29 \frac{27}{32}"$ ($\frac{1}{32}$ – to może być błąd zaokrąglenia). 2. Odległość od końcówki steru kierunku do osi kadłuba ($68 \frac{1}{2}"$ wobec $68 \frac{1}{8}"$) – to może być spowodowane błędem odczytu mianownika tego ułamka („2” zamiast „8”).

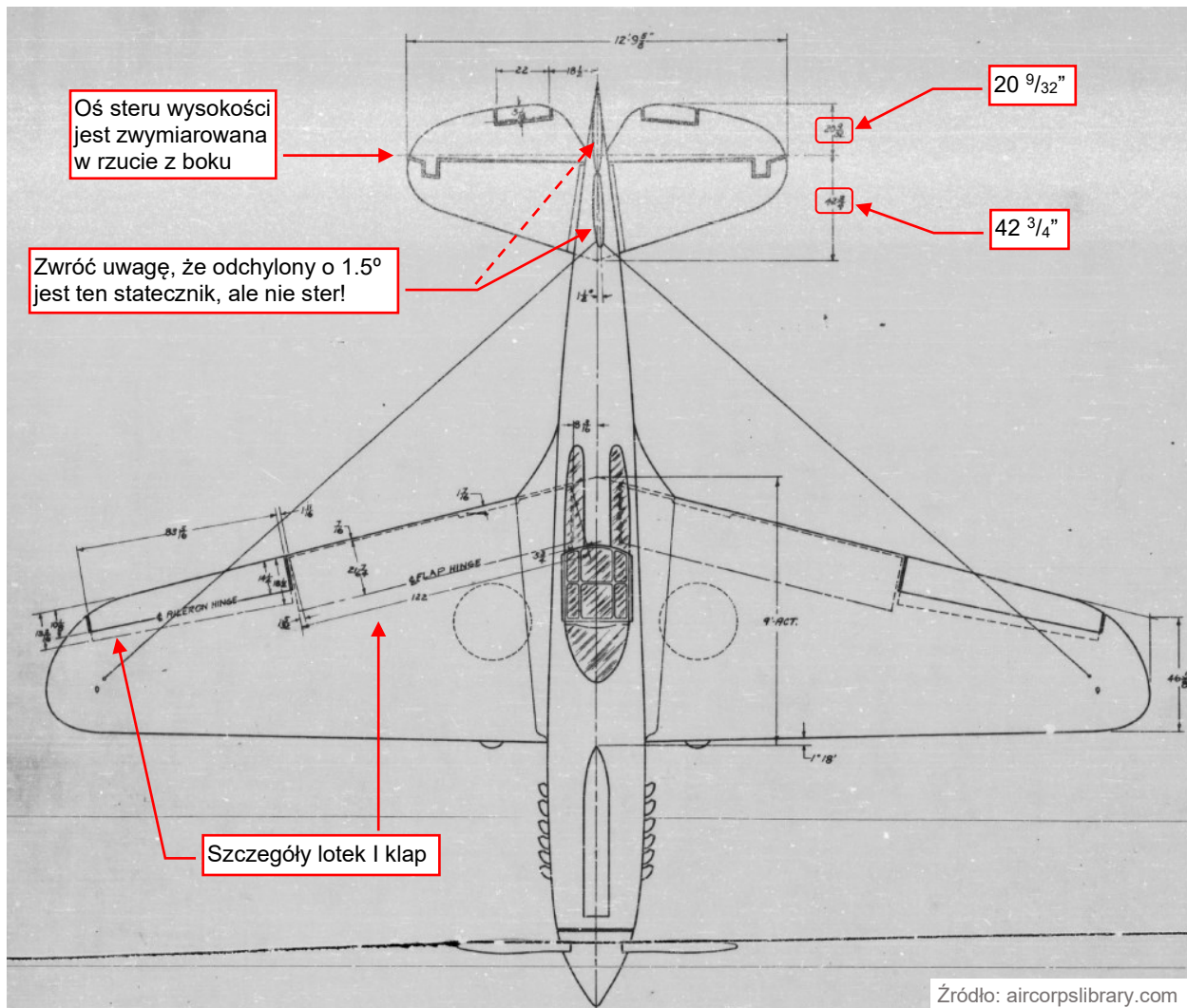
Oczywiście, niezwłocznie naniosłem te informacje na rysunku wzorcowy. Zrobiłem to na widoku z „odciętym” skrzydłem (Rysunek 5.2.3), ponieważ w takim wariancie jest bardziej użyteczny przy budowie modelu:



Rysunek 5.2.3 Uaktualniony rysunek wzorcowy (to rzut z prawej z publikacji Kagero)

Dla łatwiejszego dopasowania tych wymiarów, przesunąłem sylwetkę samolotu w Inkscape tak, że teraz pasuje do pionowej linii odniesienia przy krawędzi natarcia skrzydła. Użyłem tu profilu NACA 2215 (por. str. 257). Różni się on od oryginalnego konturu narysowanego w widoku z boku. W zasadzie osie usterzenia dobrze pasują do tego rysunku Kagero. Znalazłem też jedną różnicę - w krawędzi natarcia statecznika (Rysunek 5.2.3).

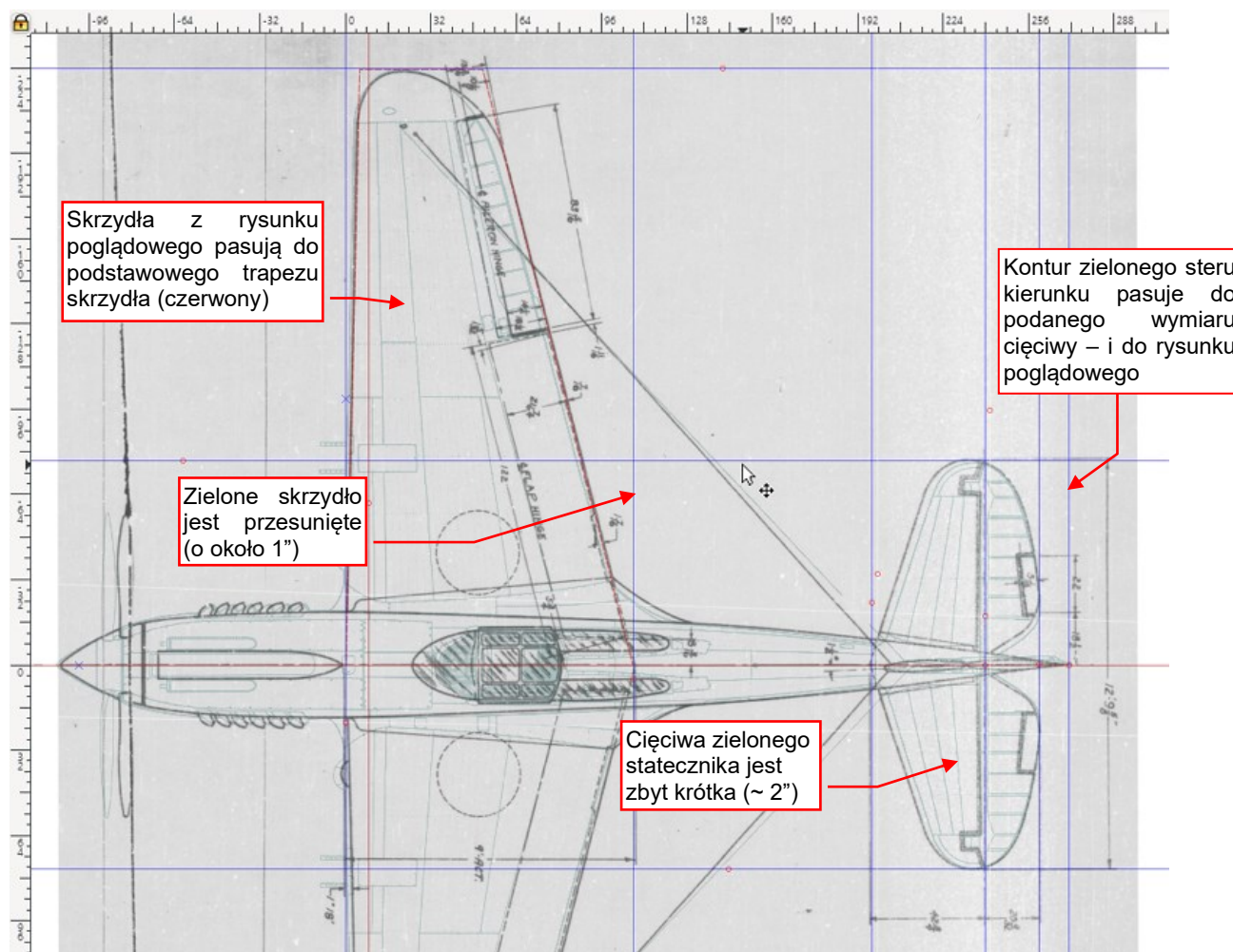
Widok z góry tego rysunku poglądowego także dostarcza wielu szczegółowych wymiarów (Rysunek 5.2.4):



Rysunek 5.2.4 Widok z góry P-40E1 (rysunek poglądowy)

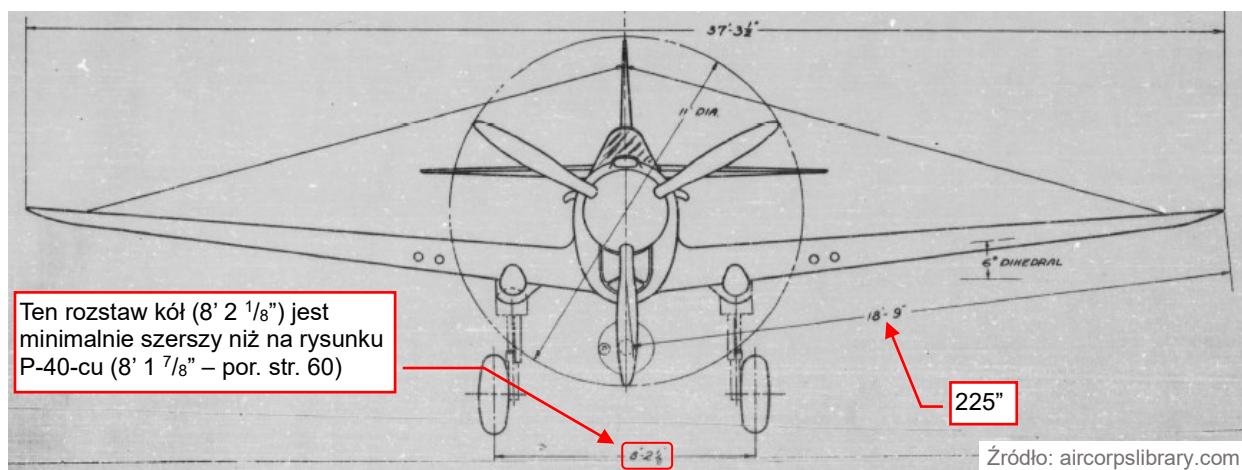
W praktyce wszystkie te wymiary dotyczą także P-40B/C, gdyż opisują one szczegóły usterzenia i skrzydła. Dla przykładu – mogę użyć wymiarów usterzenia z tej ilustracji do sprawdzenia położenia i rozmiaru usterzenia poziomego. Jak może pamiętać, pomiędzy planami Kagero i AJ-Press była tu różnica (por. str. 82).

W końcu mogłem także „zakotwiczyć” krawędź natarcia podstawowego trapezu skrzydła w udokumentowanym punkcie: (0,0). Rysunek 5.2.5 przedstawia ten trapez w kolorze czerwonym, rysunek poglądowy jest na nim czarny, pomocnicze linie Inkscape są niebieskie, a porównywany rzut z góry Kagero jest zielony:



Rysunek 5.2.5 Porównanie skrzydeł i usterzenia poziomego

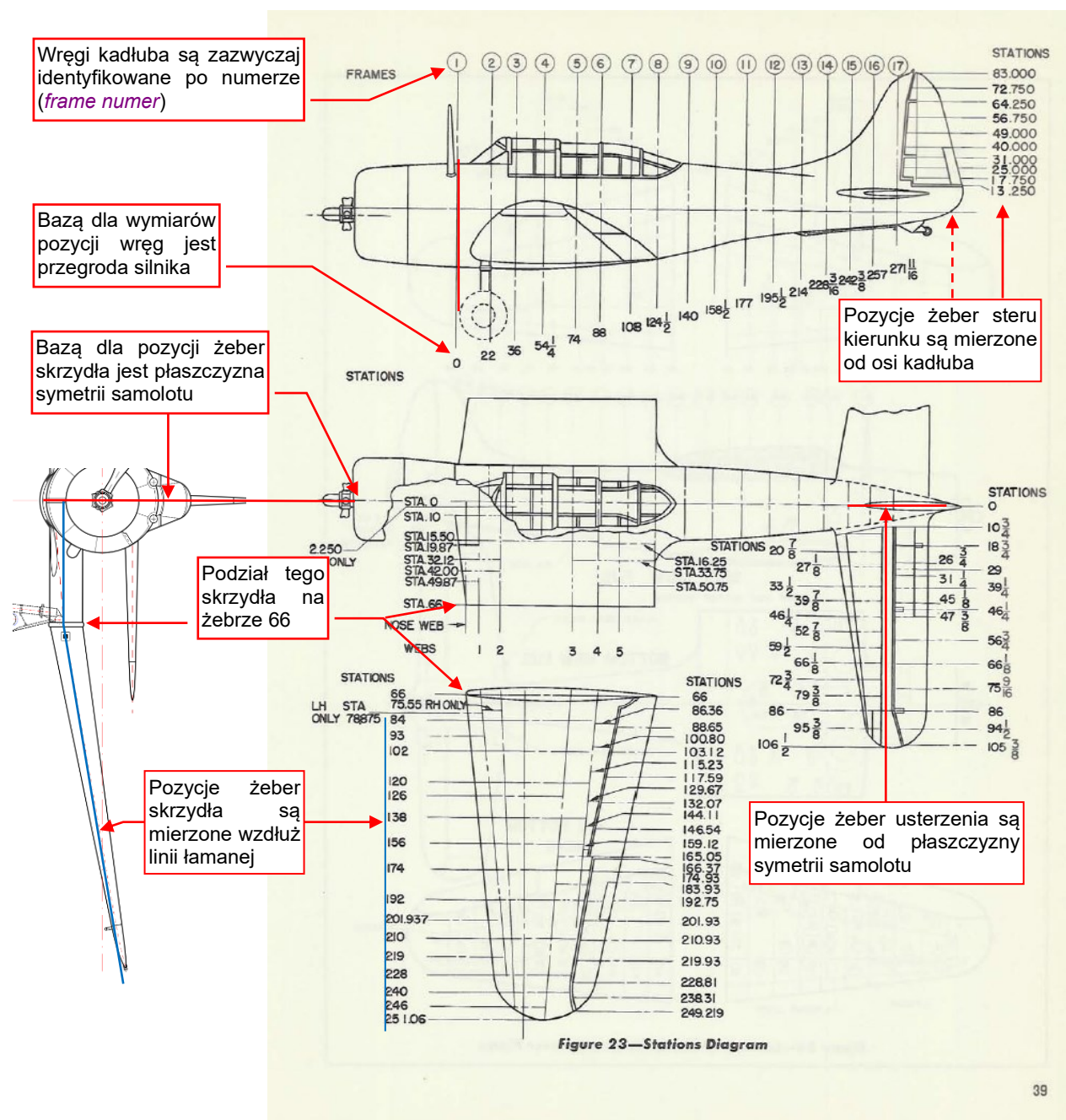
Jak widać powyżej, kontury skrzydeł i usterzenia z rysunku poglądowego dobrze pasują do zadeklarowanych wymiarów (niebieskie linie pomocnicze). Skrzydło nawet pasuje do podstawowego trapezu, który tu umieściłem. To samo dotyczy usterzenia. Na rysunku Kagero (zielone linie) ster wysokości pasuje do wymiarów, ale statecznik poziomy z planów Kagero jest zbyt mały. Dodatkowo, skrzydło na tych planach jest przesunięte do przodu. Widok z przodu na rysunku poglądowym tylko potwierdza wymiary, które omawia Rozdział 3 (Rysunek 5.2.6):



Rysunek 5.2.6 Widok z przodu P-40E1 (rysunek poglądowy)

Zwróć uwagę na nieznaczną różnicę w rozstawie kół ($2\frac{1}{8}$ "), pomiędzy rysunkiem poglądowym P-40-cu (str. 60) a wymiarem pokazywanym przez Rysunek 5.2.6. Może w P-40E zastosowano szersze opony? Co ciekawe, ten wymiar w podobnym rysunku poglądowym P-40N-1 jest jeszcze szerszy: $8' 2.5"$ (różnica: $\frac{6}{8}"$), choć w tym wariancie użyto mniejszych kół, o średnicy 27" (wobec 30" z wcześniejszych wersji P-40).

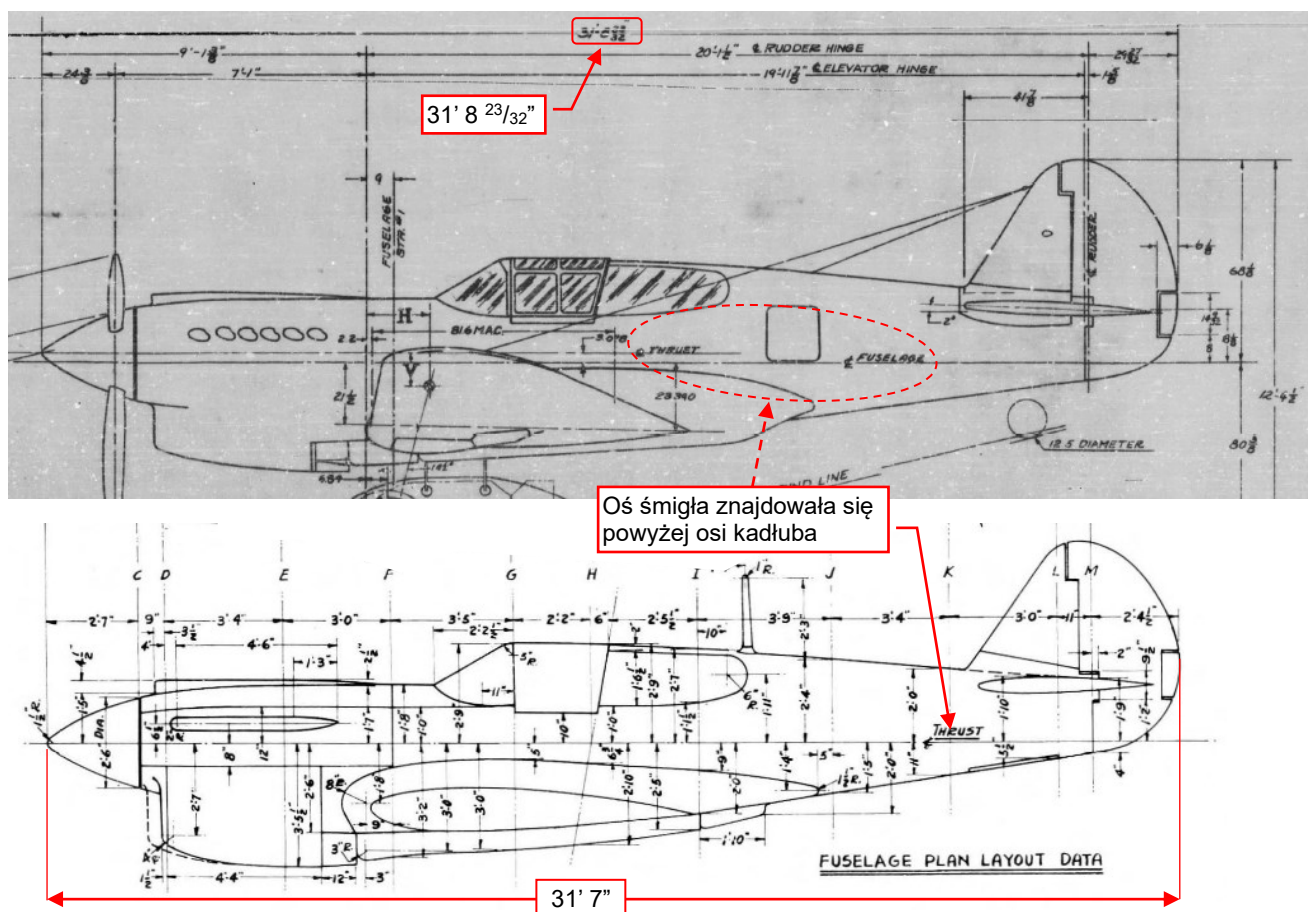
Jako dodatek do rysunku poglądowego, niektórzy producenci dostarczali także tzw. diagram pozycji (wręg) (ang. *stations diagram*). Niestety, Curtiss nie należy do tej grupy, dlatego na ilustracji poniżej użyłem rysunku Douglasa z „Erection And Maintenance Manual” bombowca nurkującego SBD Dauntless (Rysunek 5.2.7):



Rysunek 5.2.7 Przykład diagramu pozycji (wręg) bombowca SBD Dauntless

Każda z tych pozycji to pojedyncza wręga kadłuba lub żebro skrzydła/usterzenia. Ich symbole odpowiadają odległościom od płaszczyzny odniesienia. W przypadku skrzydeł i usterzenia poziomego to płaszczyzna symetrii samolotu, w przypadku kadłuba – przegroda silnika. W przypadku skrzydła te odległości są mierzone wzdłuż płaszczyzny odniesienia, która może być łamana. Na przykład: w tym SBD centropląt był bez wzniosu, podczas gdy wznios zewnętrznych części skrzydeł wynosił około 7.5° . Stąd pozycje żeber na przedstawionym powyżej diagramie są mierzone wzdłuż linii łamanej, biegnącej przez centropląt i końcówkę skrzydła (Rysunek 5.2.7).

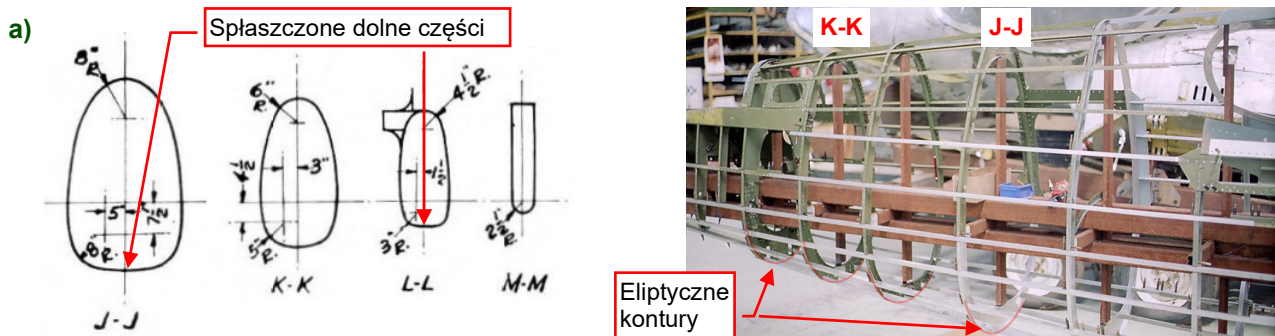
Jednak porównajmy rzuty z boku z arkusza W. Wylama z rysunkiem poglądowym P-40E Curtissa. Powinny być identyczne¹. Rezultat pokazuje Rysunek 5.2.9:



Rysunek 5.2.9 Błędy w rzucie z boku W. Wylama

Suma wszystkich cząstkowych odległości, podanych na rysunku Wylama (w ciągu wymiarowym od nosa do ogona, powyżej kadłuba), to ogólna długość 31' 7" – podczas gdy powinno to być to 31' 8 ²³/₃₂". Innym poważnym błędem w pracy W. Wylama jest położenie osi śmigła na osi kadłuba, podczas gdy powinna się znaleźć 3.078" powyżej. Szczerze mówiąc, to złe położenie osi dyskwalifikuje wszystkie pozostałe wymiary z tego rzutu: nie mogą być poprawne, skoro bazują na błędnych liniach odniesienia. Rozmiary usterzenia na rysunku Wylama także nie zgadzają się z wymiarami z rysunku Curtissa (różnice wahają się od 1" do 2").

Jednak pierwszą niezgodnością, którą zauważyłem w rysunku Wylama, były dziwne, „spłaszczone” spody przekrojów kadłuba (Rysunek 5.2.10a). Nie pasowały do eliptycznych kształtów ze zdjęć (Rysunek 5.2.10b):



Rysunek 5.2.10 Błędne przekroje kadłuba na rysunku Wylama

¹ Pomiędzy P-40D i P-40E nie było specjalnych różnic zewnętrznych, oprócz dwóch dodatkowych km w skrzydłach P-40E (razem sześć, zamiast czterech z P-40D). Dziwnym trafem, na tym diagramie P-40E1 widać tylko po dwa km w każdym skrzydle (por. Rysunek 5.2.6).

Wniosek: nie można polegać na tym rysunku P-40D autorstwa W. Wylama. Pomimo deklaracji (por. Rysunek 5.2.8) zawiera zbyt wiele błędów. Podobne odchylenia mogą wystąpić w planach innych autorów¹.

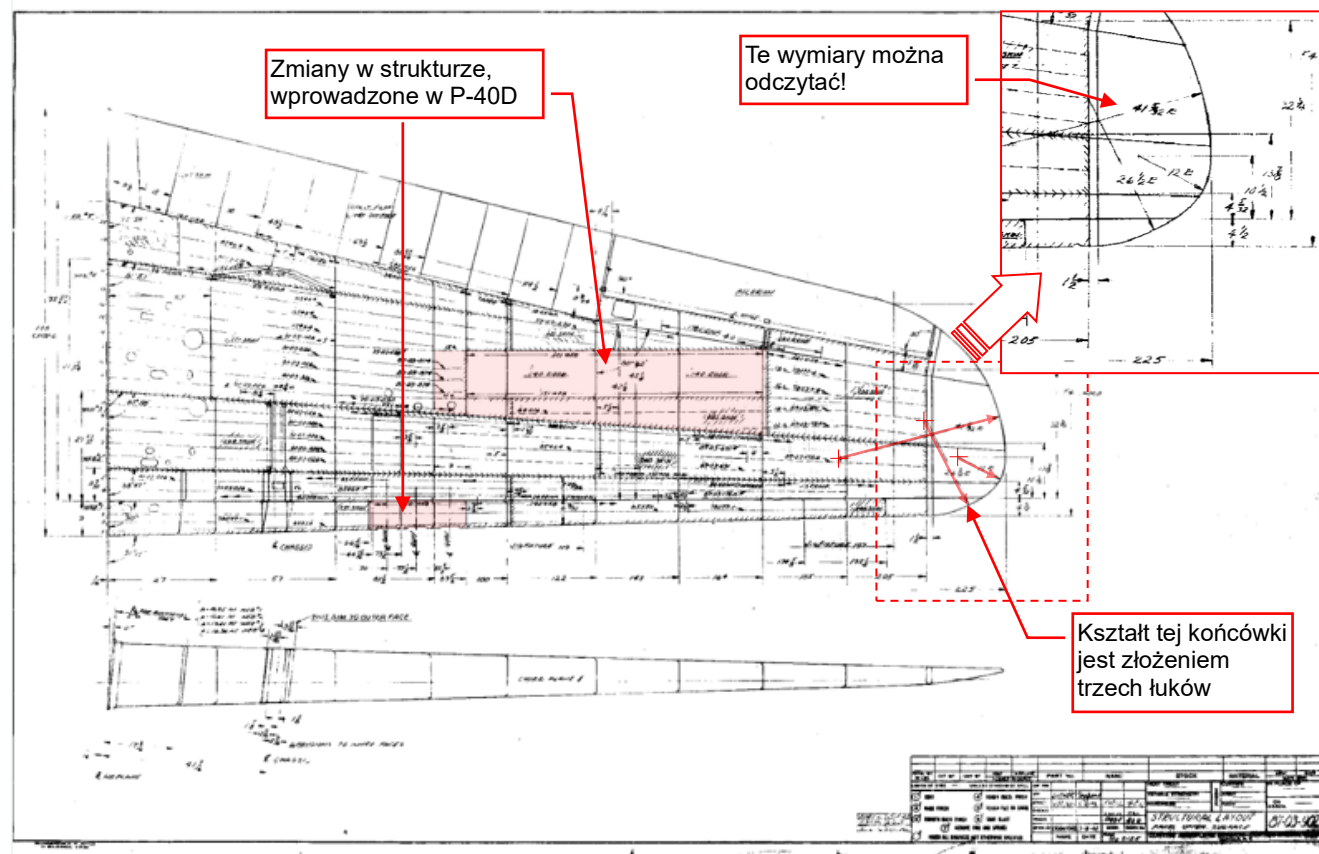
Podsumowanie

- Szczegółowe rysunki poglądowe można znaleźć w oryginalnych instrukcjach technicznych samolotu, na przykład „Erection And Maintenance Instructions”.
- Wymiary z takich diagramów pozwalają na określenie dokładnej pozycji skrzydła względem kadłuba (str. 93, 94), a także innych szczegółów, jak osie sterów (str. 93).
- Rysunek poglądowy P-40, analizowany w tej sekcji, zawiera także kilka wymiarów usterzenia, na przykład – długości cięciw. Wykorzystałem je do weryfikacji kształtu usterzenia poziomego z rysunków Kagero (str. 95).
- Czasami możesz napotkać różnice pomiędzy dwoma oryginalnymi rysunkami poglądowymi. (Na przykład – kwestia rozstawu kół podwozia, opisana na str. 95).
- Jeżeli znajdziesz diagram pozycji wręg swojego samolotu, użyj go do sprawdzenia położenia wręg kadłuba i żeber skrzydła oraz usterzenia (str. 96).
- Nie ufaj wymiarom samolotu podanym w źródłach wtórnych, na przykład – ze starych planów modelarskich. Niektóre z nich mogą być błędne (str. 98).

¹ W tamtych czasach użycie oryginalnej dokumentacji samolotu było dość trudne. Rozdział 9 pokazuje, jak wyglądały oryginalne rysunki Curtiss. Pracując z takimi arkuszami, liczne wymiary szczegółowe trzeba sprawdzać wielokrotnie. Być może w 1969r. Paul Matt miał taką możliwość, korzystając z dokumentacji utrwalonej na mikrofilmie. Przypuszczam, że w 1943r. William Wylam uzyskał jednorazowy dostęp do oryginalnych arkuszy, które przejrzał i wykorzystał do wykonania szkiców i notatek. Dlatego jego rysunki P-40D zawierają więcej błędów niż plany P-36 wykonane przez Paula Matta.

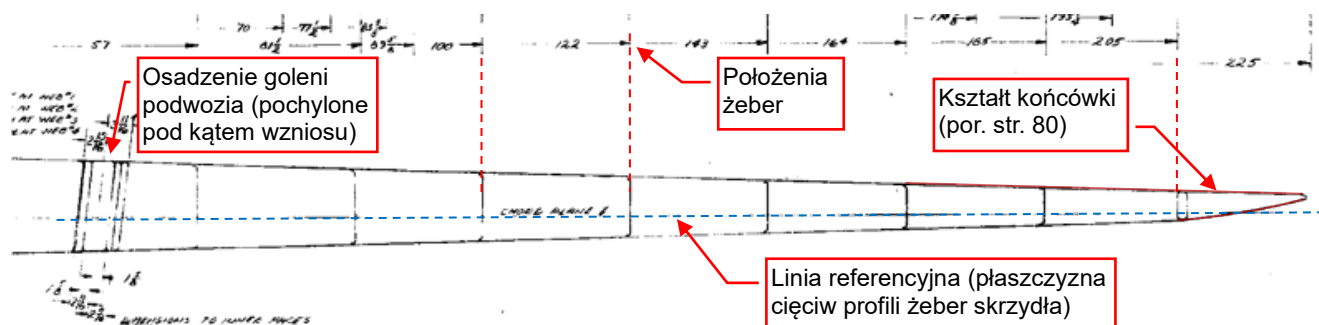
5.3 Oryginalne rysunki złożeniowe

Czasami można znaleźć w Internecie pojedyncze arkusze z oryginalnej dokumentacji samolotu. Zazwyczaj są to różne rysunki złożeniowe, zeskanowane z dość niską rozdzielczością. W przypadku P-40 takie materiały możesz znaleźć na portalu p40warhawk.com¹. Tak jak w większość rysunków poglądowych, ta dokumentacja dotyczy późniejszych (tak zwanych „krótkonosych”) wersji tego myśliwca. Rysunek 5.3.1 pokazuje przykład takiego rysunku (to struktura skrzydła P-40F):



Rysunek 5.3.1 Oryginalny rysunek Curtiss struktury skrzydła P-40F

Jednak ogólna geometria skrzydła pozostała niezmienna we wszystkich wersjach P-40. Na ilustracji powyżej zaznaczyłem na różowo modyfikacje wprowadzone w P-40D (były związane z nowymi karabinami). Co ważne, szczegółowe wymiary na tym skanie są nadal czytelne! Używając ich, można odtworzyć dokładny kształt końcówki skrzydła w widoku z góry. Ten rysunek ujawnia, że było to złożenie trzech łuków. Rzut z przodu pokazuje także, że płaszczyzna referencyjna skrzydła to płaszczyzna cięciw kolejnych żeberek (Rysunek 5.3.2):



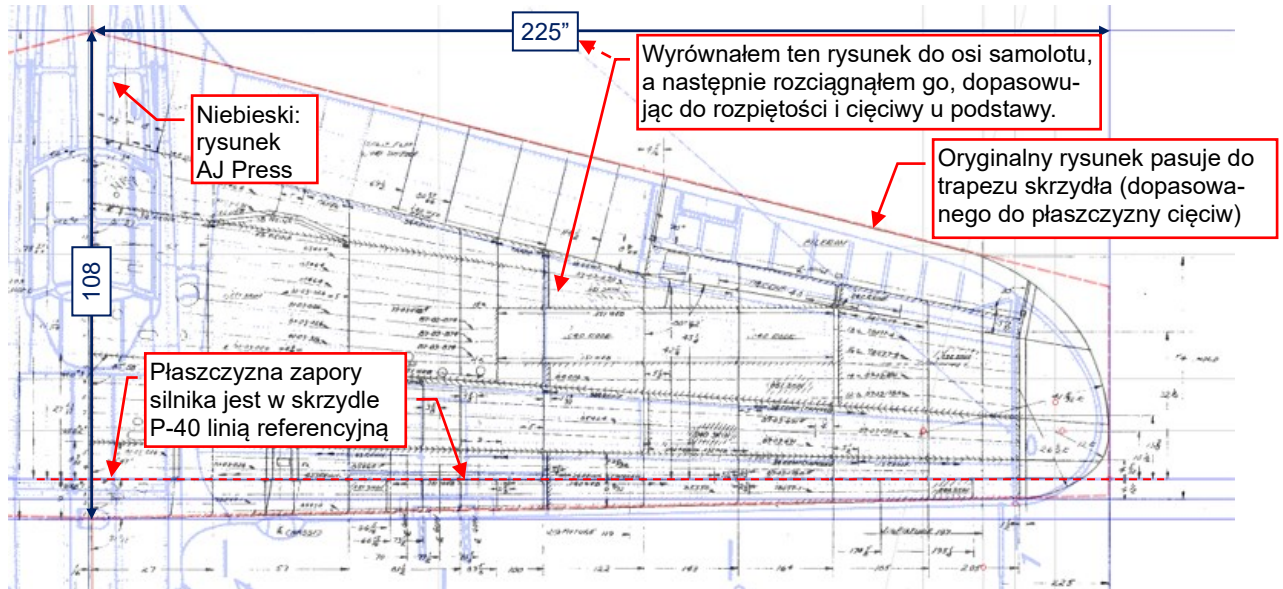
Rysunek 5.3.2 Szczegóły skrzydła (widok z przodu)

¹ Domyślne warianty obrazów, podstawione na tym portalu pod nazwy części, są plikami *.gif o niskiej rozdzielczości. Aby uzyskać bardziej szczegółową wersję, użyj linków „TIFF”, umieszczonych z prawej strony każdej z tych pozycji.



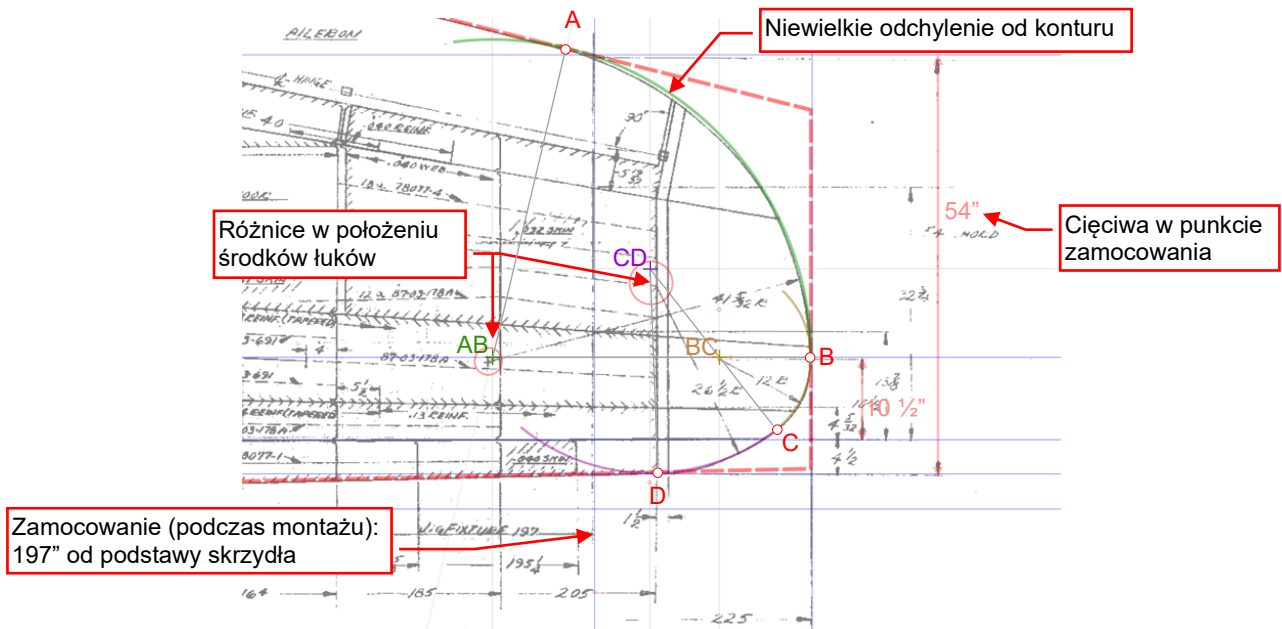
Poprawna identyfikacja linii i płaszczyzn referencyjnych pomaga w odtworzeniu geometrii samolotu. Gdy założysz ich położenia w złych miejscach, nawet z dobrymi wymiarami uzyskasz błędny kształt¹.

Sądzę, że mogę użyć ten skan jako rysunek wzorcowy skrzydła, zamiast obrazu przygotowanego na str. 68. Jak pokazuje to Rysunek 5.3.3, ten obrys pasuje do podstawowego trapezu z rysunku poglądowego:



Rysunek 5.3.3 Widok w płaszczyźnie skrzydła (czarne linie) ponad widokiem z góry AJ Press (niebieskie linie)

Pamiętaj, że kształt nakreślony na oryginalnych rysunkach jest tylko ilustracją dla ich wymiarów. Na przykład, Rysunek 5.3.4 pokazuje końcówkę skrzydła odtworzoną z trzech zwymiarowanych łuków²:



Rysunek 5.3.4 Szczegóły końcówki skrzydła

Promień zielonego łuku (**AB**) jest $41\frac{5}{32}$ ", brązowego łuku (**BC**) jest 12", a fioletowego (**CD**) – $26\frac{1}{2}$ ". Jak widać, kontur końcówki nakreślony na tym rysunku różni się nieco od kształtu narysowanego zgodnie z podanymi wymiarami. To samo dotyczy położenia linii odniesienia i środków łuków, widocznych na arkuszu Curtiss. Jednak w

¹ Na przykład – zobacz [ten](#) oraz [ten](#) post z mojego bloga. Opisują pomyłki w modelu SBD spowodowane błędnymi liniami odniesienia.

² Szczegóły dotyczące rysowania łuków w Inkscape znajdziesz na str. 185.

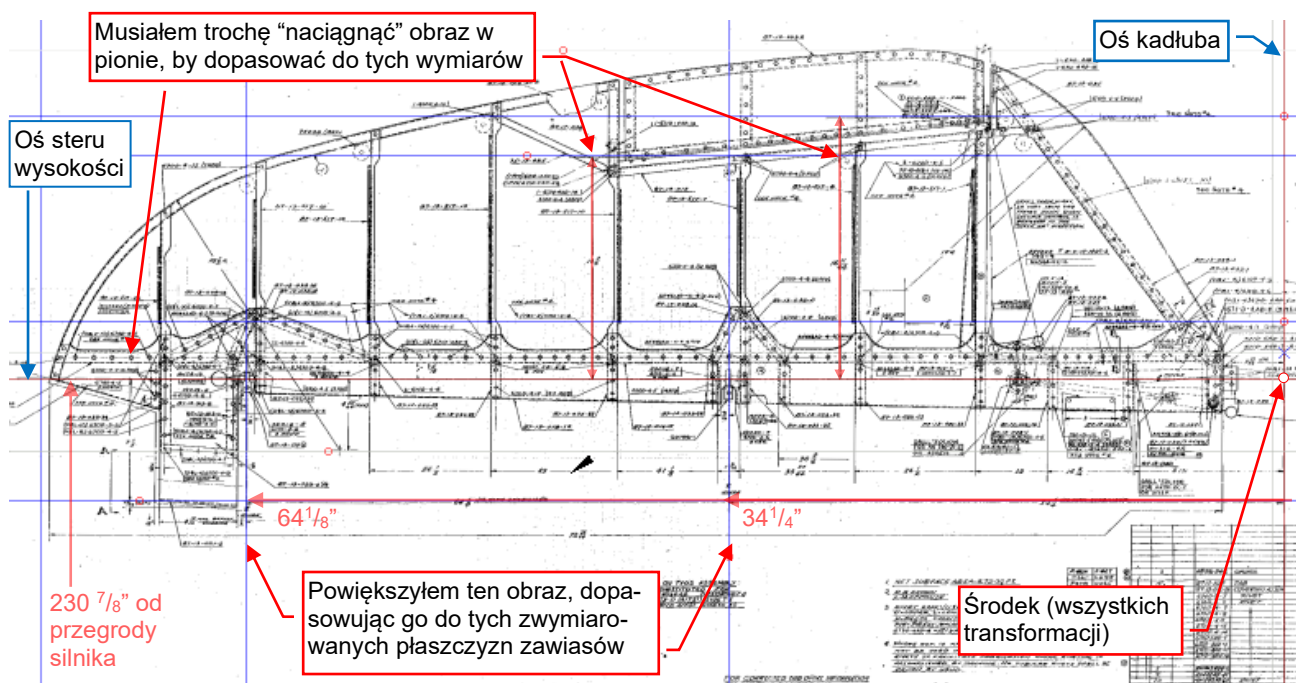
przypadku łuku **CD** wątpię, czy jego środek został w ogóle zaznaczony. Na końcu jego wymiaru promienia nie mogę dostrzec żadnego małego krzyżyka. Przypuszczam, że jest to zamierzone: dla podanego promienia możesz znaleźć ten środek dopasowując łuk **CD** pomiędzy łuk **BC** i krawędź natarcia skrzydła w punkcie **D** (por. Rysunek 5.3.4). Na rysunkach technicznych zawsze unika się przewymiarowania!



Wymiary są najważniejszym elementem dokumentacji technicznej. Kopiuj kształty narysowane na takich arkuszach tylko wtedy, gdy nie są zwymiarowane. Z powodu różnych zniekształceń ich obrys może się różnić od prawdziwych konturów, szczególnie w przypadku skanów mikrofilmów.

Oczywiście, na rysunkach złożeniowych znajdziesz mnóstwo niezwymiarowanych kształtów. (Głównym celem takich arkuszy jest pokazanie, jak należy połączyć ze sobą poszczególne elementy. Dlatego dla warsztatu najważniejszą informacją na tych rysunkach są odsyłacze do numerów części). Przyjrzyjmy się dokładniej jednemu z takich arkuszy. Będzie to rysunek złożeniowy steru wysokości, pobrany z p40warhawk.com.

Najpierw trzeba dopasować taki skan do rysunku wzorcowego. Oznacza to, że musisz określić jego dokładne położenie i skalę. W przypadku rysunku skrzydła pominąłem ten temat, ale ten ster jest dobrą okazją do wyjaśnienia, jak znajduję te wartości (Rysunek 5.3.5):



Rysunek 5.3.5 Dopasowanie obrazu steru wysokości do naszego rysunku wzorcowego (widoku z góry)

Kluczowymi liniami odniesienia na tym rysunku są: oś steru i oś kadłuba. (Na ilustracji powyżej zaznaczyłem je na czerwono). Środek tego rysunku umieściłem w na przecięciu tych dwóch linii.

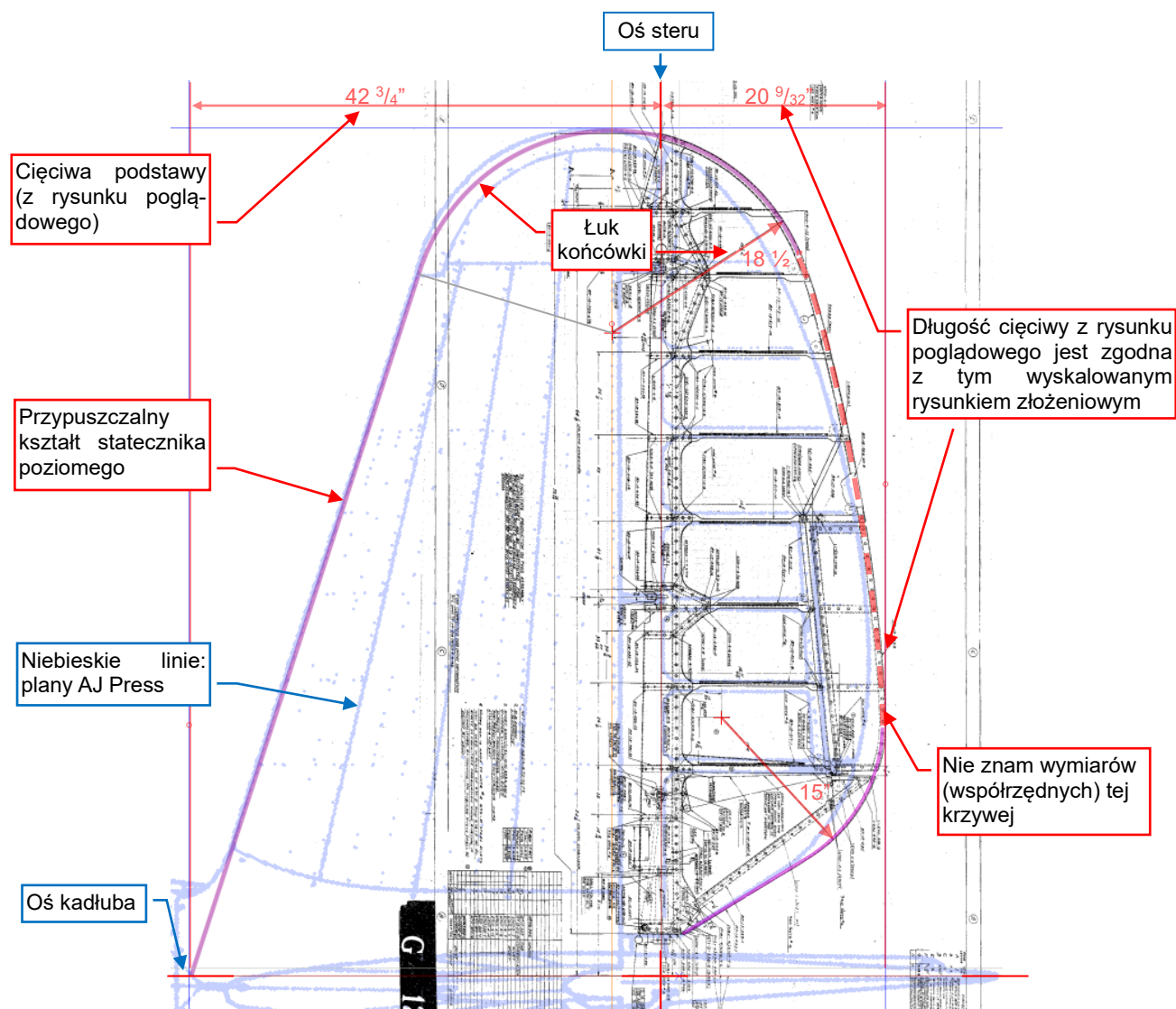
Na początek wyrównałem ten obraz do tych dwóch osi (był odrobinę obrócony). Dzięki szczegółowemu rysunkowi pogładowemu (por. str. 93), mogłem precyzyjnie umieścić oś steru w odległości 230.875" od przegrody silnika. Ta informacja pozwoliła mi ustalić dokładne położenie tego obrazu na ogólnym rzucie z góry.

Aby dobrać właściwą skalę, użyłem najdłuższych poziomych i pionowych wymiarów jakie znalazłem na tym arkuszu. Rysunek 5.3.5 pokazuje je jako czerwone, półprzezroczyste strzałki. Najpierw umieściłem linie pomocnicze (oznaczone na ilustracji powyżej kolorem niebieskim) w odpowiednie położeniach. Następnie proporcjonalnie powiększyłem ten obraz, dopasowując płaszczyzny zawiasów (oznaczone na tym skanie przez dwie linie odniesienia ich poziomych wymiarów) do odpowiednich linii pomocniczych. W ostatnim kroku sprawdziłem linie odniesienia trzech wybranych wymiarów pionowych. Okazało się, że ten skan był lekko zdeformowany, gdyż wystąpiły niewielkie różnice pomiędzy liniami pomocniczymi i odpowiadającymi im liniami odniesienia tych wymiarów. Skorygowałem to rozciągając nieco obraz steru wysokości wzdłuż osi pionowej.



Jeżeli to możliwe, używaj do dopasowania takiego obrazu dwóch-trzech wymiarów w każdym z kierunków. W przypadku steru wysokości użyłem dwóch wymiarów poziomych i trzech pionowych. Takie nadmiarowe dane pozwalają zminimalizować ewentualne błędy kreślarzy.

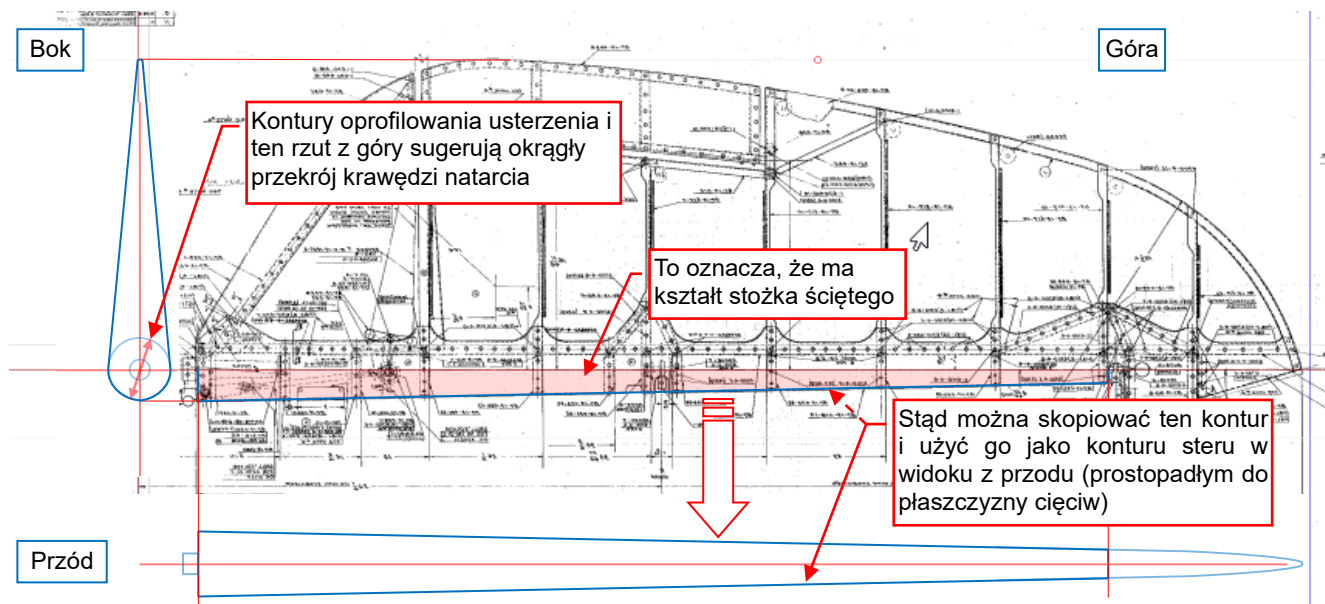
Po tym skalowaniu porównałem uzyskaną cięciwę steru z wymiarem z rysunku poglądowego ($20 \frac{9}{32}$ " – por. str. 94). Jak pokazuje to Rysunek 5.3.6, doskonale do siebie pasują:



Rysunek 5.3.6 Kształt usterzenia poziomego (niebieski rysunek pod spodem: plany AJ Press)

Na ilustracji powyżej zaznaczyłem niezwymiarowany segment konturu czerwoną, przerywaną linią. W tym przypadku musimy polegać na narysowanym kształcie. Nawet jeżeli zawiera błędy, będą one mniejsze od dużych różnic, które można dostrzec pomiędzy tym konturem steru kierunku a umieszczonym poniżej fragmentem planów Matta/Jackiewicza (z AJ Press, zaznaczone na niebiesko). Na szczęście, ten arkusz dokumentacji zawiera dwa wymiary, które pozwoliły mi z większą precyzją określić kształt usterzenia poziomego. Są to: promień ($18 \frac{1}{2}$ ") i środek ($4 \frac{29}{64}$ " od osi steru) łuku końcówki (Rysunek 5.3.6). Zakładając, że końcówka statecznika jest kontynuacją kształtu steru (tak to wygląda na zdjęciach), i wykorzystując długość cięciwy podstawy z rysunku poglądowego ($42 \frac{3}{4}$ "), narysowałem przypuszczalny kontur usterzenia poziomego (linie fioletowe). Jak widać, jego krawędź natarcia dobrze pasuje do rysunku Matta/Jackiewicza. Jednak kształt końcówki i krawędzi spływu są na tych planach z AJ Press dalekie od prawdziwego konturu. Równie duże różnice (choć w innych miejscach) w kształcie usterzenia poziomego możesz znaleźć pomiędzy tym oryginalnym rysunkiem a planami M. Łukasika (Kagero). Żadna z tych dwóch publikacji nie pokazuje poprawnie tej części.

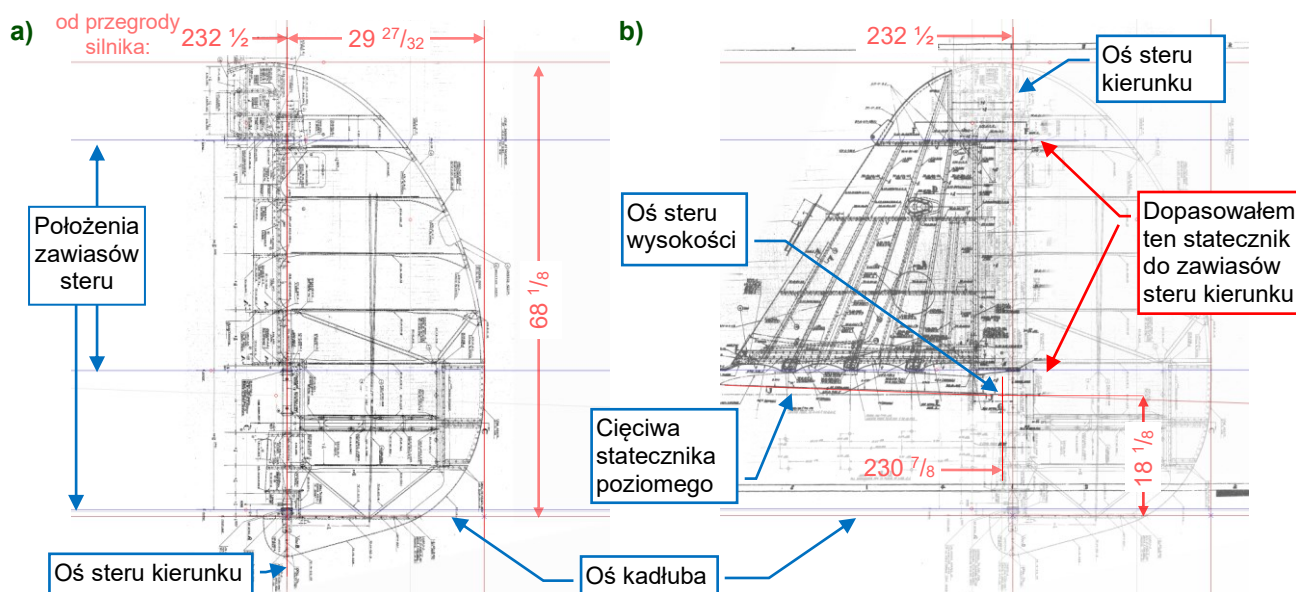
Rysunek steru kierunku zawiera jeszcze jedną ukrytą wskazówkę: informację o grubości usterzenia poziomego. Jak wspomniałem na str. 73-74, plany P-40 nie dostarczają wiarygodnej informacji o grubości stabilizatorów. Jednak wykorzystując dwa rysunki z p40warhawk.com można przynajmniej określić przybliżoną grubość usterzenia poziomego. Użyłem kształt jego podstawy, widoczny na obrazie oprofilowania usterzenia (por. str. 258), aby oszacować grubość steru kierunku i statecznika poziomego przy kadłubie. Porównanie tych wartości z widokiem z góry steru kierunku prowadzi do wniosku, że krawędź natarcia tego elementu miała okrągły przekrój (Rysunek 5.3.7):



Rysunek 5.3.7 Odtwarzanie przybliżonego widoku z przodu steru wysokości (na podstawie widoku z góry)

Skoro tak, to krawędź natarcia steru wysokości jest stożkiem ściętym (Rysunek 5.3.7). W takim przypadku możesz odtworzyć jej widok z przodu z dwóch kopii obrysu z góry, jak zrobiłem to na ilustracji powyżej. Użyję tego konturu podczas modelowania steru, a także (po przeskalowaniu wzdłuż osi pionowej) statecznika poziomego. Oczywiście, to nadal tylko przybliżenie, oparte na kilku założeniach i niewymiarowanym kształcie z rysunku złożeniowego. Jednak oceniam je jako lepsze od niepewnych konturów z planów.

Na p40warhawk.com można także znaleźć rysunki złożeniowe usterzenia pionowego. Dopasowałem je do wzorcowego rzutu z boku używając tej samej metody jak dla steru wysokości (por. Rysunek 5.3.5). W tym przypadku także przydało się położenie osi steru z rysunku poglądowego (Rysunek 5.3.8 oznacza je na czerwono):

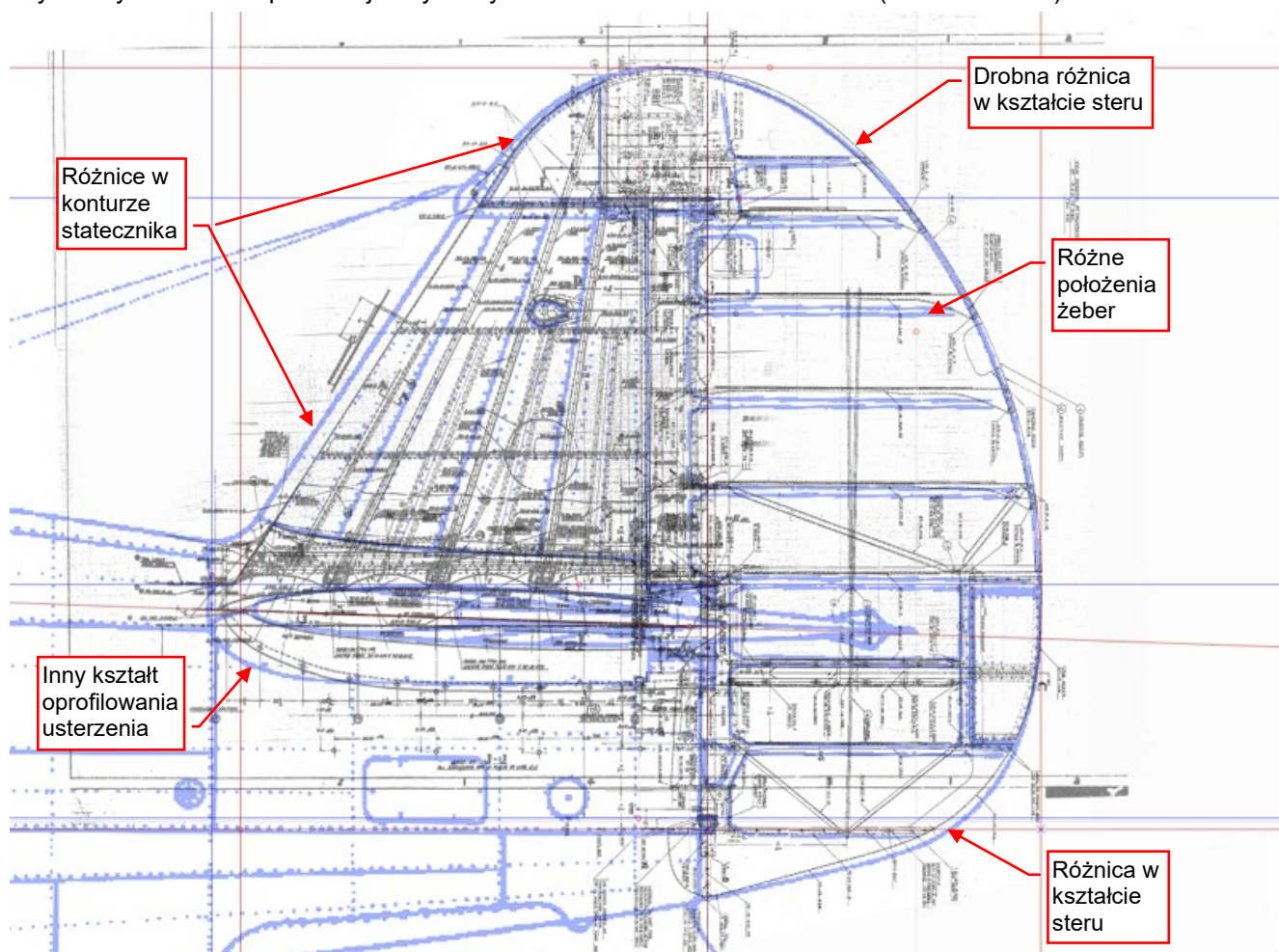


Rysunek 5.3.8 Dopasowanie steru kierunku i statecznika pionowego do rysunku wzorcowego

Najpierw dopasowałem skan steru kierunku (Rysunek 5.3.8a). Był nieco zdeformowany i wymagał drobnego obrotu i przekoszenia. Dla tego elementu rysunek poglądowy podaje dokładną „ramkę”, utworzoną przez położenie osi ($232 \frac{1}{2}$ ”), długość cięciwy ($29 \frac{27}{32}$ ”), i wysokość ($60 \frac{1}{8}$ ”) od osi kadłuba do czubka steru kierunku – por. Rysunek 5.2.1 ze str. 93). Po dopasowaniu steru do tych linii, wykorzystałem zwymiarowane na nim położenie zawiasów do umieszczenia dwóch linii pomocniczych. Rysunek 5.3.8 oznacza je na niebiesko. Następnie sprawdziłem, czy pasują do linii zawiasów z tego rysunku: pasowały.

Następnie załadowałem skan statecznika pionowego. Na nieszczęście, większość jego wymiarów jest nieczytelna. Jednak widać na nim osie zawiasów steru i cięciwę statecznika poziomego. W rezultacie poprzedniego kroku, linie pomocnicze odpowiadające osiom zawiasów były na swoich miejscach. Z rysunku złożeniowego odczytałem położenie w pionie osi steru wysokości ($18 \frac{1}{8}$ ”), i poprowadziłem linię pomocniczą odpowiadającą cięciwie statecznika poziomego (Rysunek 5.3.8b). Potem dopasowałem statecznik pionowy do tych linii.

Gdy ten statecznik był już na miejscu, mogłem wykorzystać jego kształt i linię cięciwy statecznika poziomego do dopasowania do rysunku wzorcowego rzut z boku oprofilowania usterzenia. To oprofilowanie wyciąłem z arkusza pokazanego na str. 258. Jego wymiary są nieczytelne, więc takie dopasowanie było jedyną możliwą metodą użycia. Rysunek 5.3.9 porównuje uzyskany obraz z rzutem z boku AJ Press (linie niebieskie):

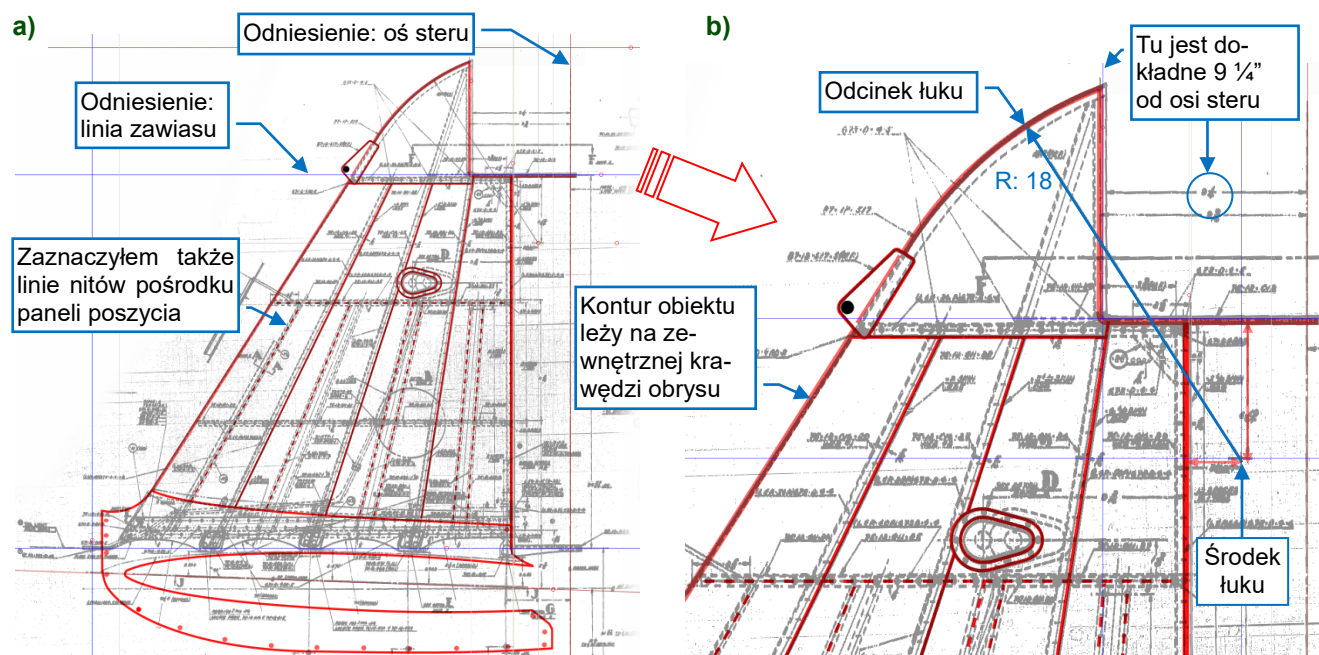


Rysunek 5.3.9 Porównanie oryginalnych rysunków usterzenia pionowego z rzutem z boku AJ Press (linie niebieskie)

W ilustracji powyżej możesz dostrzec wiele różnic pomiędzy czarnymi liniami oryginalnych rysunków i niebieskimi konturami z planów AJ Press. Największa z nich występuje na krawędzi natarcia statecznika. Mniejsze różnice mogły być spowodowane błędem kreślarza¹. Jednak to złożenie nie jest specjalnie czytelne z powodu nakładających się detali z oryginalnych arkuszy. Skutecznie zasłaniają wiele niebieskich linii z planów.

¹ Tutaj porównujemy kształty, a nie jawne wymiary. Rysunek 5.3.4 pokazuje możliwe odchylenia konturów na oryginalnych arkuszach.

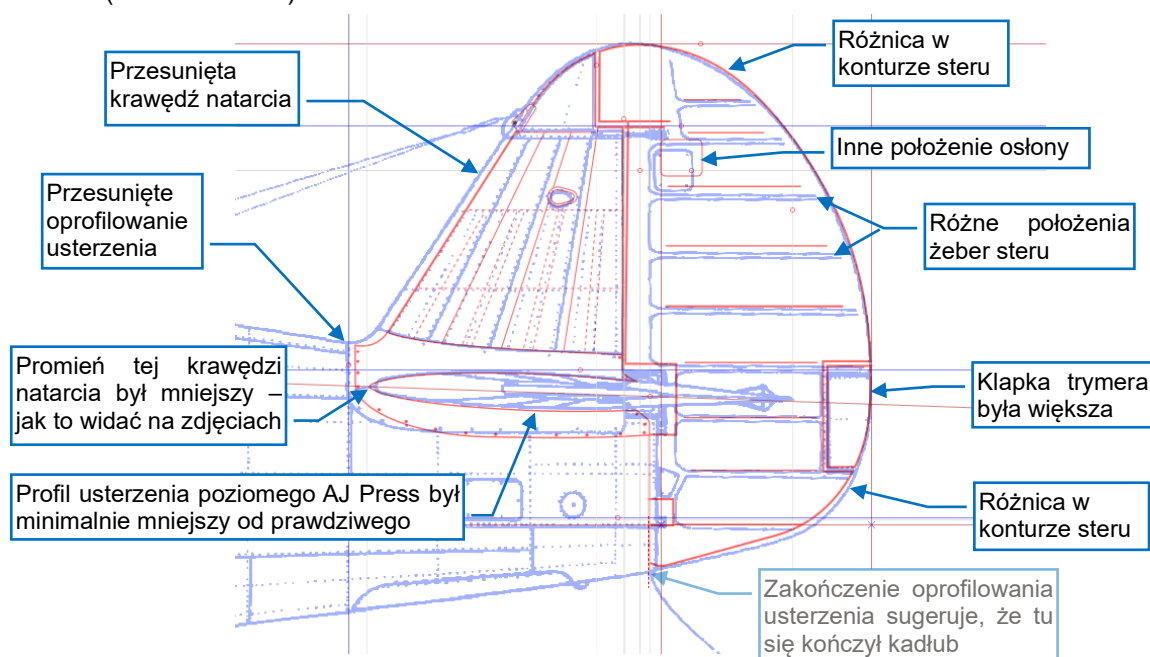
Z tego powodu zdecydowałem się przerysować kluczowe szczegóły z tych rysunków. Nanieśli je na oddzielną warstwę Inkscape. O wiele łatwiej było pracować po kolei z pojedynczymi arkuszami: zacząłem od oprofilowania usterzenia, potem odrysowałem zewnętrzne szczegóły statecznika (Rysunek 5.3.10):



Rysunek 5.3.10 Przerysowanie konturów statecznika

Szczegóły rysowania krzywych w Inkscape wyjaśniam na str. 180. Przerysowuję te szczegóły tylko aby porównać kluczowe kontury i linie podziału paneli. Dlatego pominałem tu szeregi nitów biegnące wzdłuż ich krawędzi. Zaznaczyłem sobie tylko te, które znajdują się w środku paneli poszycia – por. Rysunek 5.3.10a). Oczywiście, wykorzystałem tu wszystkie wymiary które mogłem odczytać z tego czarno-białego skanu. W ten sposób zidentyfikowałem promień i środek łuku końcówki statecznika (Rysunek 5.3.10b). Kolejnym wymiar pozwolił mi dokładnie wyznaczyć jego tylną krawędź (na oryginalnym rysunku jest odrobinę bliżej osi steru niż 9 1/4" podane na wymiarze). Po przerysowaniu statecznika przełączyłem się na ster kierunku. Nie znalazłem wymiarów jego krawędzi spływu, więc musiałem skopiować jej kształt z rysunku.

Rysunek 5.3.11 pokazuje bardziej czytelne porównanie prawdziwego kształtu usterzenia (linie czerwone) i rysunku AJ Press (linie niebieskie):



Rysunek 5.3.11 Porównanie konturów z oryginalnej dokumentacji (czerwone) i planów AJ Press (niebieskie)

Jak wyjaśniałem wcześniej (por. str. 77), niebieski kontur pochodzi z rysunku P-36, nakreślonego przez Paula Matta w 1969r, który został później użyty przez Jacka Jackiewicza (AJ Press) i (pośrednio) przez Mariusza Łukasika (Kagero). W zasadzie, różnice które pokazuje Rysunek 5.3.11 są niewielkie. Największa z nich – w położeniu krawędzi natarcia statecznika – nie przekracza 2". Oznacza to, że w docelowej skali tych planów (1:48) te odchylenia były mniejsze od 1mm. Taka tolerancja może być zadowalająca dla plastikowych zestawów do sklejania. Jednak model komputerowy pozwala na o wiele większą dokładność, dlatego muszę poprawiać te rysunki wzorcowe.

Rysunek 5.3.11 pokazuje także moją próbę określenia położenia tylnej krawędzi kadłuba na podstawie zakończenia oprofilowania usterzenia. W porównaniu z rysunkami AJ Press jest ona przesunięta o około 1" do przodu. Niestety, na p40warhawk.com nie można znaleźć żadnego oryginalnego rysunku kadłuba, więc nie mogę potwierdzić tej hipotezy żadnym jawnym wymiarem.

W tej sekcji wykorzystaliśmy tylko kilka arkuszy. Oryginalna dokumentacja jednosilnikowego samolotu z okresu II Wojny Światowej składa się zazwyczaj z kilku tysięcy rysunków. Co prawda, większość z nich nie jest przydatna do naszych celów, bo zawiera różne trywialne detale jak śruby, nakrętki i różne kątowniki. Obecnie można kupić dostęp do skanów mikrofilmów dokumentacji kilkunastu popularnych samolotów z tych czasów. Większość z nich to myśliwce produkcji USA. Efektywne korzystanie z tak wielkiego zbioru rysunków wymaga organizacji plików podobnej do tej, jaką używam w przypadku fotografii. Więcej na ten temat możesz przeczytać na str. 199.

Podsumowanie

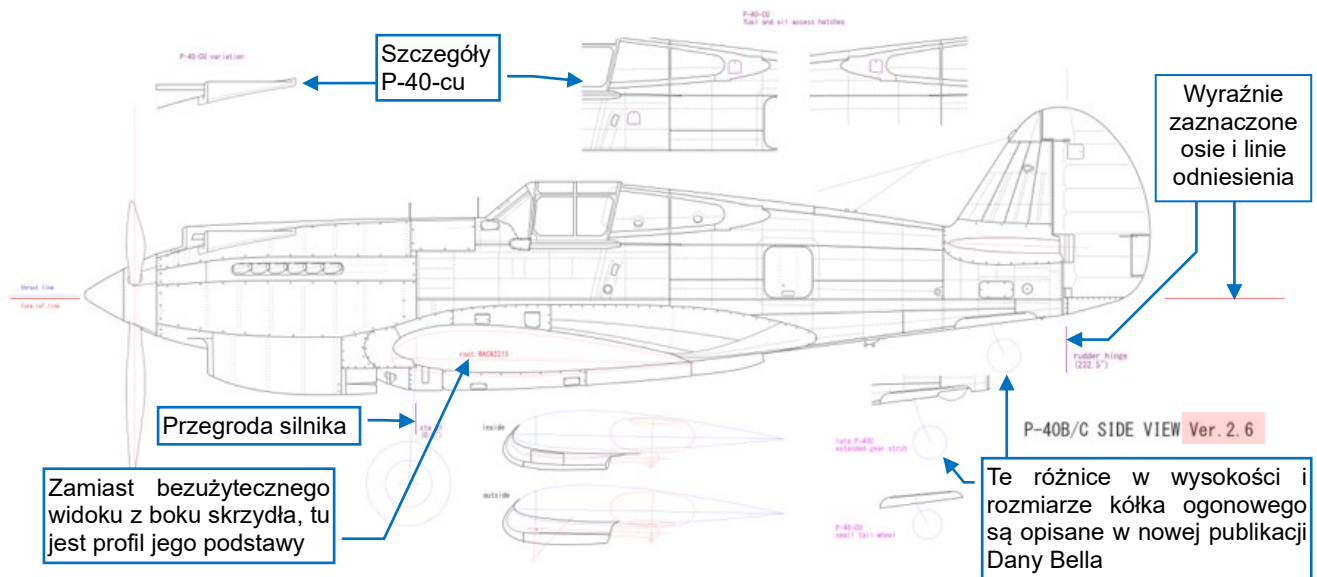
- Każdy oryginalny rysunek samolotu, który znajdziesz w Internecie, może być ważnym źródłem informacji. Gdy znasz na pamięć różnice pomiędzy poszczególnymi wersjami modelowanej konstrukcji, możesz łatwo określić, czy znaleziony arkusz jest użyteczny. Dzięki tej wiedzy byłem w stanie użyć w moim P-40B rysunek skrzydła P-40F (str. 100).
- Skany oryginalnej dokumentacji wymagają podobnej weryfikacji i poprawek jak plany modelarskie, które omawia Rozdział 3. Wyprostowanie i dopasowanie do znanej rozpiętości i ciężki rysunek skrzydła ze str. 101 wymagało niewielkiego obrotu i przekoszenia. Zawsze używaj najdłuższych wymiarów poziomych i pionowych, jakie znajdziesz na oryginalnym rysunku, do określenia jego dokładnego położenia i skali, a także skorygowania ewentualnych deformacji (str. 102, 104).
- Narysowane na rysunku technicznym kształty obiektów są tylko w charakterze ilustracji. Dla warsztatu najważniejszymi informacjami są wymiary i numery części. Dlatego kontury samolotu z rysunków złożeniowych mogą odbiegać od prawdziwego kształtu. Jeżeli to możliwe, sprawdzaj te linie używając wszelkich wymiarów, jakie możesz tylko znaleźć (str. 101, 103).
- Czasami niektóre brakujące szczegóły konstrukcji można wydedukować na podstawie dwóch (lub więcej) rysunków. Rób tak, gdy nie posiadasz jakiegokolwiek bezpośredniego źródła tych informacji (por. rzuty z boku i z przodu na str. 104, wyprowadzone z rzutu z góry i z profilu usterzenia).
- Liczne szczegóły, które występują w oryginalnych rysunkach złożeniowych, mogą utrudnić korzystanie z rysunku wzorcowego (str. 105). W takim przypadku, odrysuj ich kluczowe linie na dodatkowej warstwie Inkscape (str. 106).

Rozdział 6. Sugestie końcowe

Tym rozdziałem kończymy pierwszą część tego przewodnika, poświęconą rysunkom referencyjnym. Rozdział 3 pokazał, jak przygotować takie obrazy z planów modelarskich. Mogłeś także poznać typowe błędy, które występują w takich rysunkach. Rozwinięcie tych zagadnień zawiera Rozdział 4. Rozdział 5 wyliczył ewentualne metody radzenia sobie z takimi problemami, zaczynając od najbardziej popularnego źródła (zdjęć), a kończąc na najrzadszych (oryginalnych rysunkach samolotu). W tym krótkim rozdziale wskażę najlepsze plany P-36/P-40 i podam kilka końcowych sugestii, dotyczących dalszej pracy nad naszym cyfrowym modelem tego samolotu.

6.1 Najlepsze rysunki Curtiss P-40

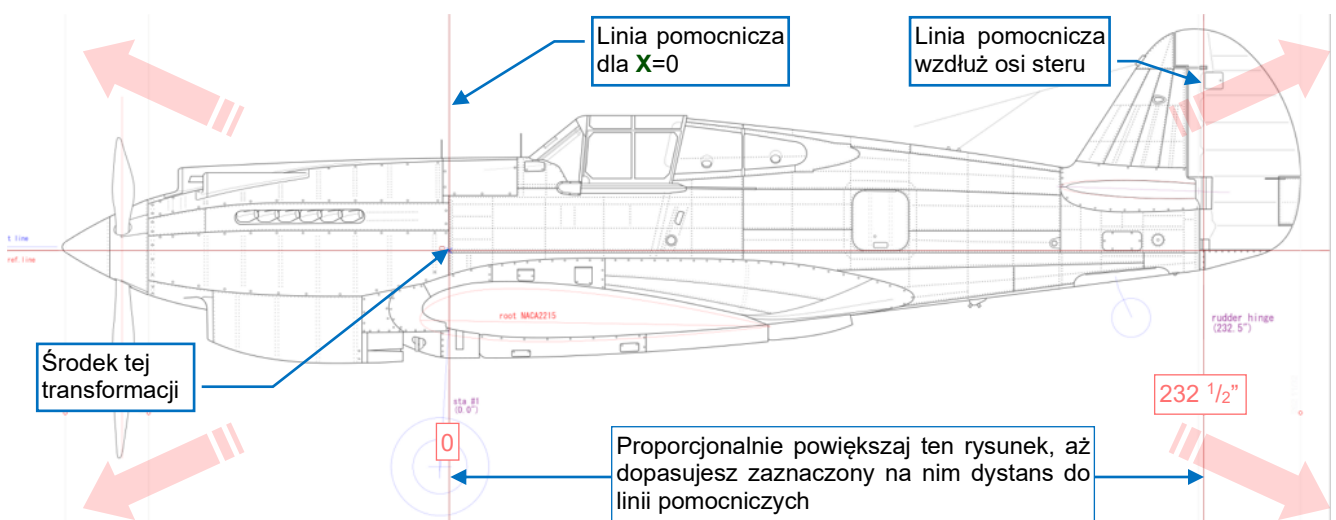
Ostatecznie, na rysunki referencyjne P-40 rekomenduję plany, które opublikował Jumpei Temma na [swoim portalu](#). Rysunek 6.1.1 przedstawia jeden z tych obrazów (dokładniej: rzut z boku, w wersji 2.6):



Rysunek 6.1.1 Rzut z boku P-40B z portalu Jumpei Temma

Autor wykreślił te rysunki na podstawie oryginalnej dokumentacji Curtiss, opublikowanej przez [AirCorps Library](#)¹. Ten portal udostępnia rysunki P-36 i późniejszych wersji P-40 (P-40D i następne). Niestety, nie znalazł tam niemal żadnych materiałów związanych z osłoną silnika wczesnych wersji P-40 (P-40-cu/B/C). Dlatego ta część planów Jumpei Temmy jest oparta na analizie zdjęć. Wydaje się, że Autor porównywał swoje rysunki ze współczesnymi zdjęciami odrestaurowanych maszyn tak, jak to opisałem to w sekcji 5.1, na str. 91.

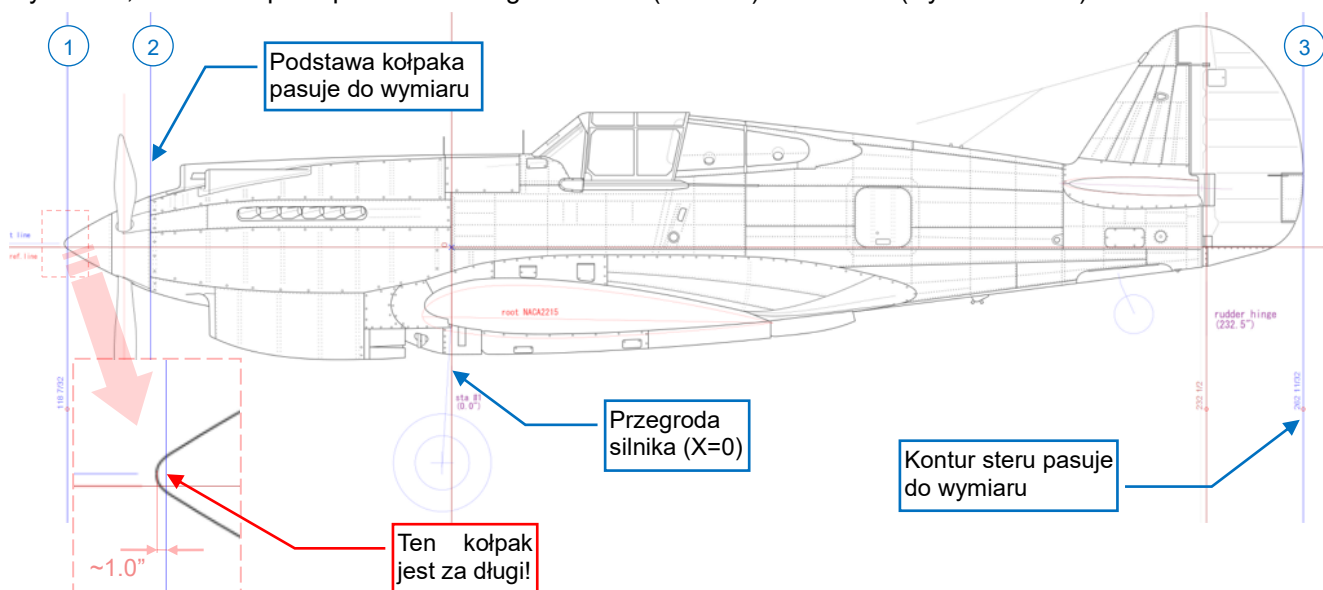
Wykorzystaj te plany do stworzenia zestawu rysunków referencyjnych, których potem użyjemy do budowy naszego modelu. Wytnij widok z boku i powiększ go do skali 1:1, tak jak to opisuje Rozdział 3. Powiększ proporcjonalnie ten obraz, wykorzystując podane na nim: położenie przegrody silnika ($X=0$) i oś steru ($X=232.5$). W moim rysunku Inkscape umieściłem w tych miejscach dwie linie pomocnicze, do których potem dopasowałem osie zaznaczone na tej sylwetce (Rysunek 6.1.2):



Rysunek 6.1.2 Powiększanie rzutu z lewej do skali 1:1

¹ Więcej informacji na ten temat dostarcza Rozdział 9 (str. 213)

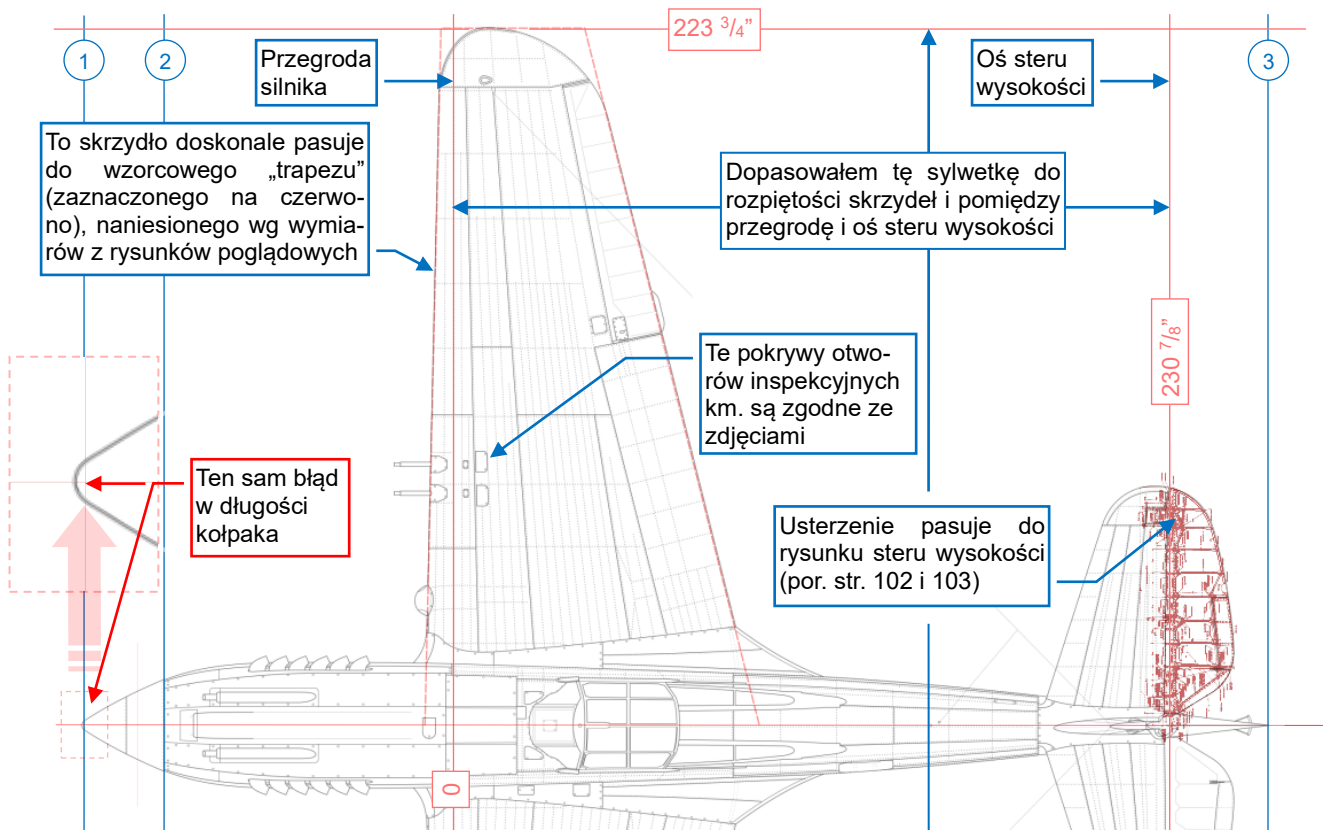
Czemu nie dopasowałem tego rysunku do linii wyznaczających całkowitą długość samolotu? Ponieważ jego kołpak śmigła jest zbyt długi! Podczas gdy wszystkie inne sekcje kadłuba pasują dokładnie do oryginalnych wymiarów, czubek kołpaka przekracza długość P-40B (380.56") o około 1" (Rysunek 6.1.3):



Rysunek 6.1.3 Sprawdzanie kluczowych wymiarów kadłuba na rzucie z boku Jumpei Temmy (wersji 2.7)

Na ilustracji powyżej są trzy nowe linie pomocnicze: **1** na czubku kołpaka ($118 \frac{7}{32}$ " od przegrody silnika), **2**, u podstawy kołpaka ($92 \frac{5}{16}$ " od przegrody) oraz **3**, na krawędzi spływu steru kierunku ($262 \frac{11}{32}$ " od przegrody). Wymiary **1** i **3** pochodzą z rysunków poglądowych, a wymiar **2** pochodzi z rysunku szczegółów kołpaka o numerze **75-42-808**. Jak widać, wpasowanie tej sylwetki pomiędzy linie **1** i **3** zepsułoby wszystkie pozostałe wymiary.

Rysunek 6.1.4 przedstawia rzut z góry wycięty z tych samych planów, po obrocie i dostosowaniu do skali 1:1. Jak widać, kontury i położenie skrzydła oraz usterzenia doskonale pasują do danych źródłowych, które wykorzystywałem do sprawdzania rysunków innych autorów:



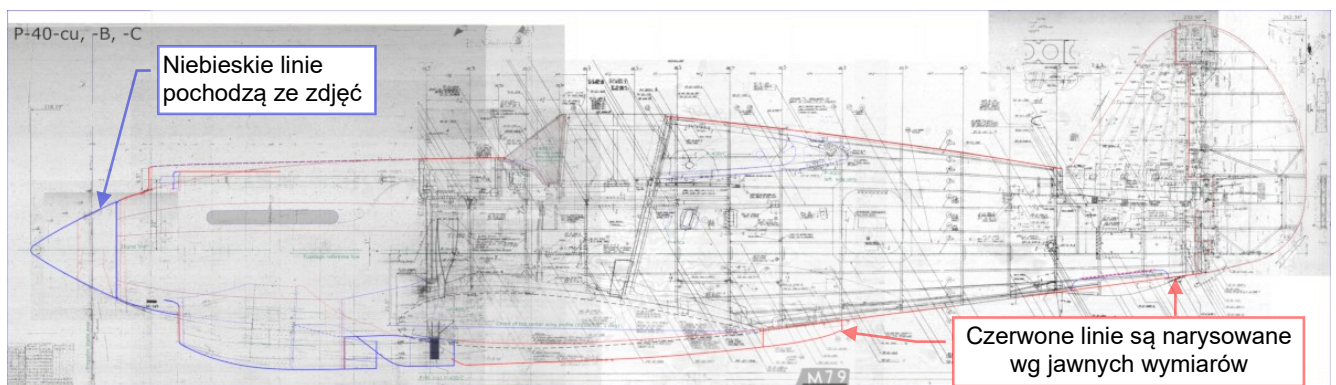
Rysunek 6.1.4 Sprawdzanie rzutu z góry P-40B Jumpei Temmy (dotyczy rysunków z wersji: 2.5)

Jak to pokazuje Rysunek 6.1.4, poza kołpakiem śmigła cała sylwetka doskonale pasuje do wymiarów ogólnych i oryginalnych rysunków. Przypuszczam, że Autor skopiował ten kołpak ze zdjęć odrestaurowanych P-40 (z Duxford?). Jak wspomniałem wcześniej (por. str. 88), detale w takich samolotach mogą się różnić od oryginałów. To w szczególności dotyczy tych „długonosych” P-40, gdyż ich dokumentacja zaginęła (por. str. 219). Z przyczyn technologicznych, kołpak w odrestaurowanym samolocie mógł być nieco dłuższy. Szacuję także, że minimalna tolerancja prostego porównywania rysunku ze zdjęciem to więcej niż 1% odwzorowywanych wymiarów. Przeszkodą są tu różne drobne zniekształcenia, występujące na fotografiach.



W poprzednich rozdziałach nie użyłem rysunków Jumpei Temmy, ponieważ są „zbyt dobre”. Nie ma na nich deformacji ze skanowania, i niemal wszystkie linie pasują do swoich odpowiedników w innych rzutach. Pasują także – poza kilkoma wyjątkami, opisanymi w tej sekcji – do wymiarów z dokumentacji samolotu. Używając przykładu tak wysokiej jakości nie mógłbym opisać wszystkich typowych błędów, które możesz napotkać w popularnych planach modelarskich!

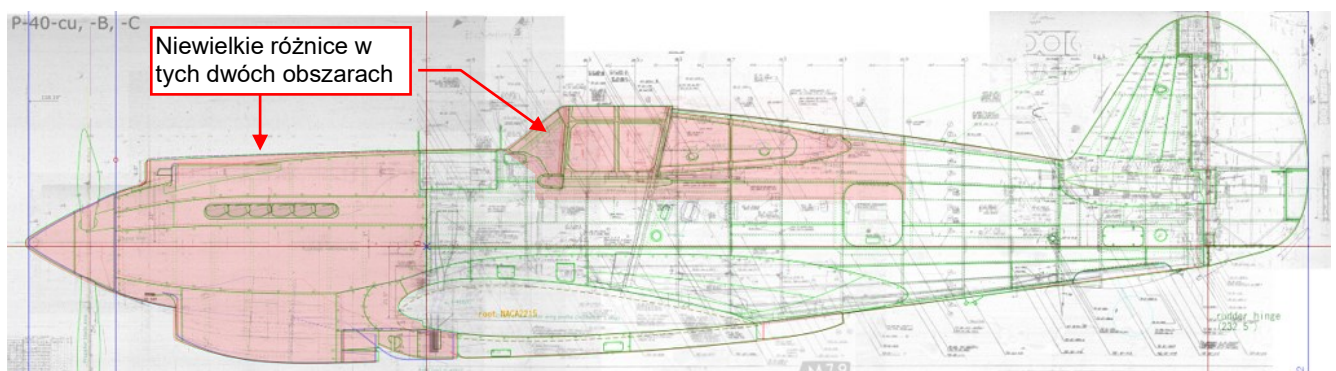
Różnica w długości kołpaka jest tylko jednym z wielu drobnych odchyłeń występujących, w związku z brakiem dokumentacji, w odwzorowaniu kształtu okapotowania silnika w odrestaurowanych P-40B/C. W 2019 natknąłem się w zasobach AirCorps Library na obiecujący rysunek (**L-10202**), który przypominał tę osłonę. Po szczegółowej analizie (por. sekcja 9.6) zdecydowałem, że przedstawia on ostatni wariant XP-40, który był niemal identyczny z seryjnymi P-40-cu/B/C. Połączyłem ten skan ze skanami rysunków kadłuba P-36, i użyłem archiwalnych zdjęć i innych szkiców Curtiss do złożenia najbardziej prawdopodobnej sylwetki tych P-40 (Rysunek 6.1.5):



Rysunek 6.1.5 Widok z boku P-40, złożony z oryginalnej dokumentacji samolotu

Ten rysunek znajdziesz w materiałach ze str. 18: source/reference/drawings/P-40B_side.png. Obrysowałem na nim mniej widoczne kontury. Robiąc to, użyłem linii czerwonych dla kształtów potwierdzonych przez dokładne wymiary, a linii niebieskich dla kształtów odtworzonych na podstawie zdjęć. Odcieniem pośrednim (fioletowym) oznaczyłem elementy narysowane w oparciu o wnioski wyciągnięte z dostępnych wymiarów i zdjęcia.

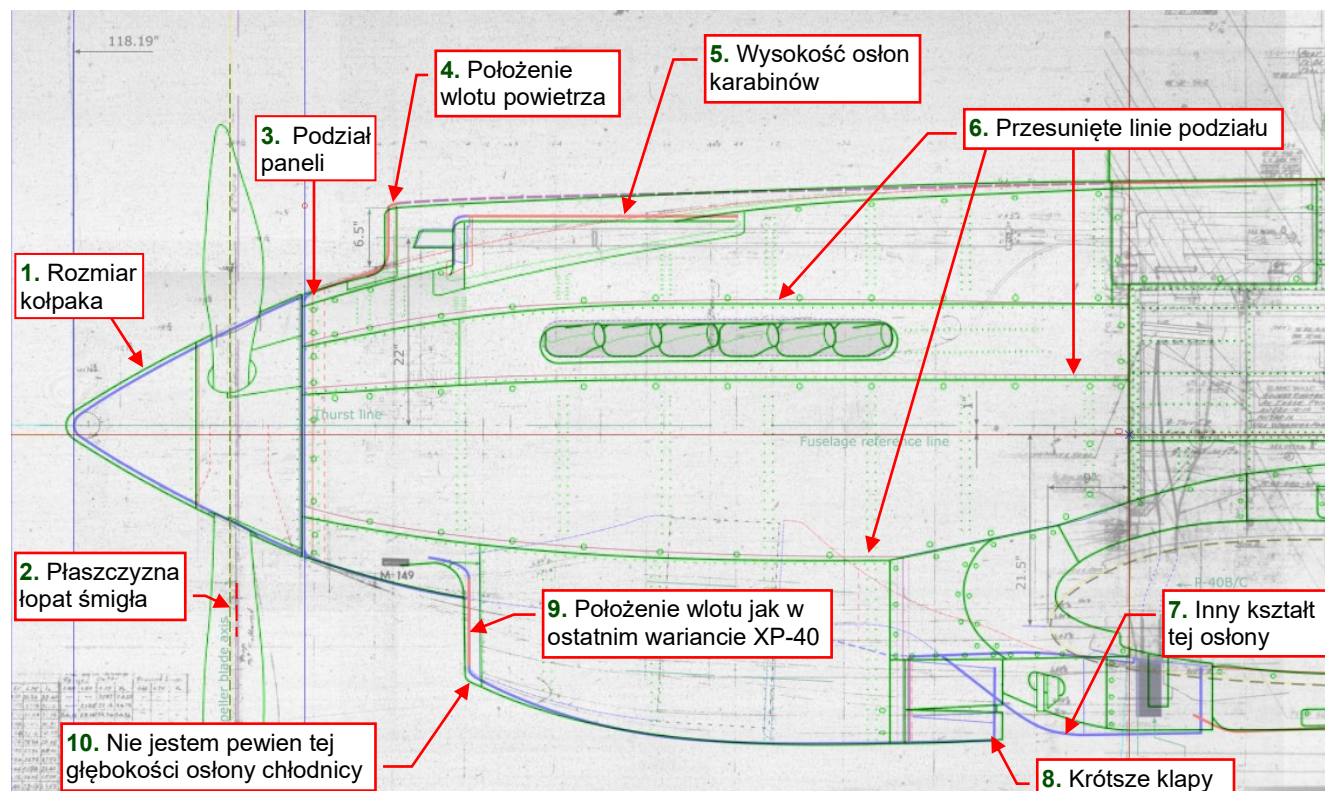
Możesz używać tego złożenia jako alternatywnego rzutu z boku. Poniżej przedstawiam jego porównanie z sylwetką nakreśloną przez Jumpei Temmę (rysunek Temmy jest tu w kolorze zielonym) :



Rysunek 6.1.6 Porównanie rzutu z boku wg rysunków Curtiss i planów Jumpei Temmy (linie zielone)

W zasadzie, sylwetki pokazywane przez Rysunek 6.1.6 pasują do siebie. Można jedynie dostrzec drobne różnice w szczegółach osłony silnika, ramek kabiny pilota i linii podłużnic za tą kabiną. Rysunek 6.1.6 zaznacza te obszary kolorem różowym. Poniżej omówię krótko te odchylenia.

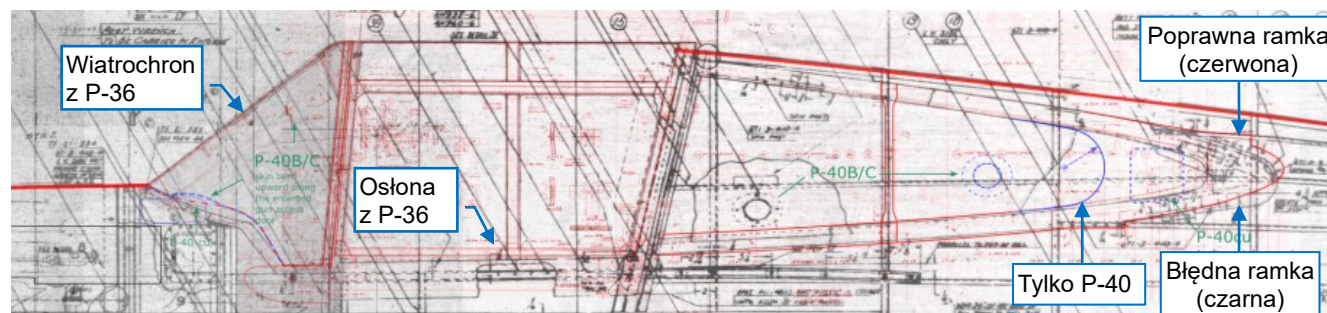
Rysunek 6.1.7 przedstawia różnice w przedniej części kadłuba. Tak jak na poprzedniej ilustracji, tu także linie rysunku Jumpei Temmy są zabarwione na zielono:



Rysunek 6.1.7 Różnice w szczegółach osłony silnika (zielone linie to rysunek Jumpei Temmy)

Na rysunku Temmy wszystkie poziome podziały paneli są odrobinę niżej niż moje (6). Narysowałem te fioletowe linie pochodzą z rysunku **L-10202** (por. str. 241). Różnica w położeniu płaszczyzny śmigła (2) może wynikać z różnicy w długości jego kołpaka (1). To się może zdarzyć, gdy określa się położenie łopat śmigła w stosunku do ogólnej długości kołpaka. Naniósłem także dodatkowy podział paneli (3), widoczny na archiwalnych zdjęciach. Położenie i średnica chwytu powietrza do silnika (4) z mojej sylwetki pochodzą z odnalezionego szkicu **SK-2603**. Podobnie czerwone kontury osłon luf karabinów (5) są oparte o szkic **SK-2605** (por. str. 239). Zwróć także uwagę na kształt osłony (7). Po porównaniu archiwalnych zdjęć doszedłem do wniosku, że ten ukryty detal jest nieprawidłowo odtworzony we wszystkich latających obecnie P-40B/C, na których wzorował się Jumpei Temma. Przypuszczam, że kolejne ekipy kopiowały go z pierwszego odbudowanego samolotu.

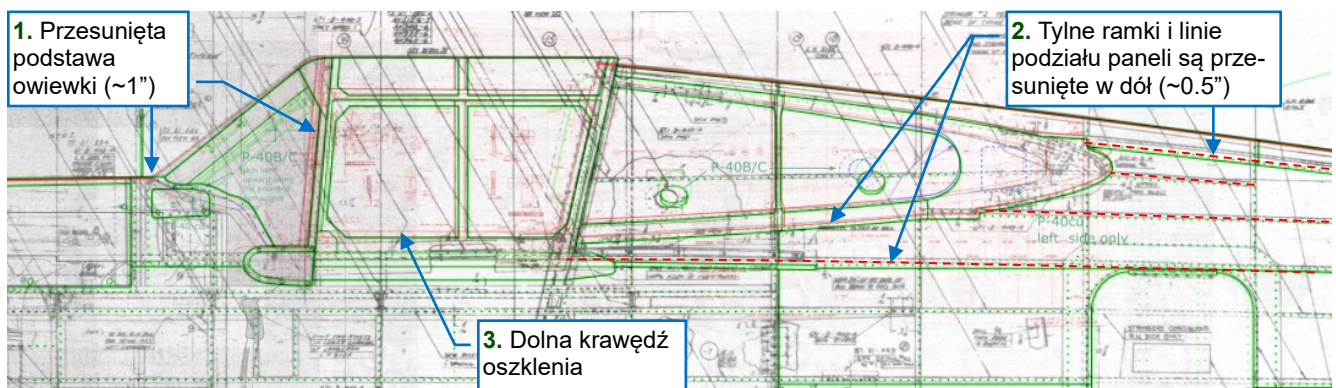
Zanim omówię ramki kabiny pilota, chciałbym wyjaśnić to, co widać w tym obszarze na moim rysunku:



Rysunek 6.1.8 Wyjaśnienie szczegółów osłony kabiny na moim rysunku

Jest to osłona kabiny z P-36. Na rysunku struktury kadłuba (czarne linie na ilustracji powyżej) kształt ramki za kabiną jest nieprawidłowy. Poprawny kształt tych ramek (wg rys. **75-21-078**) naniósłem w kolorze czerwonym.

Choć ramki osłon kabiny w P-36 i P-40-cu/B/C różnią się w wieloma szczegółami, założyłem, że geometria oszklenia pozostała bez zmian. Przedstawione poniżej porównanie jest oparte na tym założeniu:

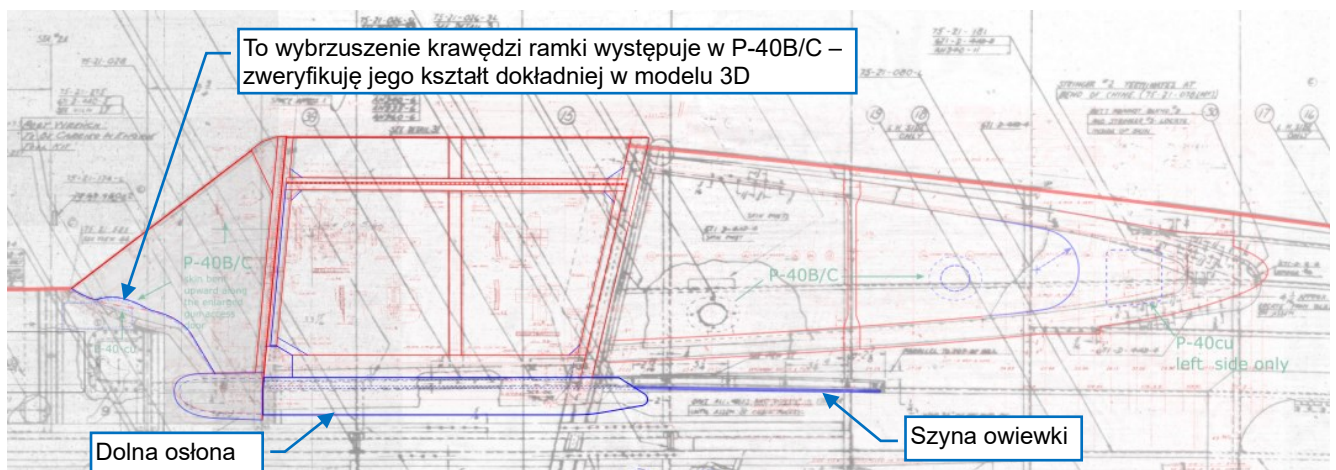


Rysunek 6.1.9 Różnice wokół kabiny pilota (rysunek Jumpei Temmy jest w kolorze zielonym)

Rysunek 6.1.9 pokazuje, że podstawa owiewki kabiny z rzutu boku Temmy (zielone linie) jest przesunięta do tyłu o około 1" (1), podczas gdy poziome krawędzie tylnej ramki i linie podziału paneli są przesunięte w dół o około 0.5" (2). To samo dotyczy owiewki kabiny (3). Przypuszczam, że jest to rezultat nieuniknionych błędów w kompensacji różnic pomiędzy prostokątnym rzutem i porównywanymi zdjęciami. W praktyce żadna fotografia samolotu nie jest wykonana w kierunku idealnie prostokątnym do jego płaszczyzny symetrii.

Oslona kabiny P-40 przesuwiała się wzdłuż szyny o przekroju teownika, podczas gdy w P-36 był zastosowany ceownik. Na podstawie zdjęć można wnioskować, że w P-40 ta szyna była przynitowana do podłużnicy biegnącej w tym miejscu pod poszyciem kadłuba. Stąd sądzę, że powinna być nieco wyżej niż u Jumpei Temmy.

Na rysunek referencyjny z moim rzutem z boku naniosłem skorygowane szczegóły osłony kabiny P-40 (Rysunek 6.1.10). Jest to tylko przypuszczalny kształt, częściowo oparty o archiwalne zdjęcia (niebieskie linie), a częściowo bazujący na rysunkach osłony kabiny P-36 (czerwone linie):



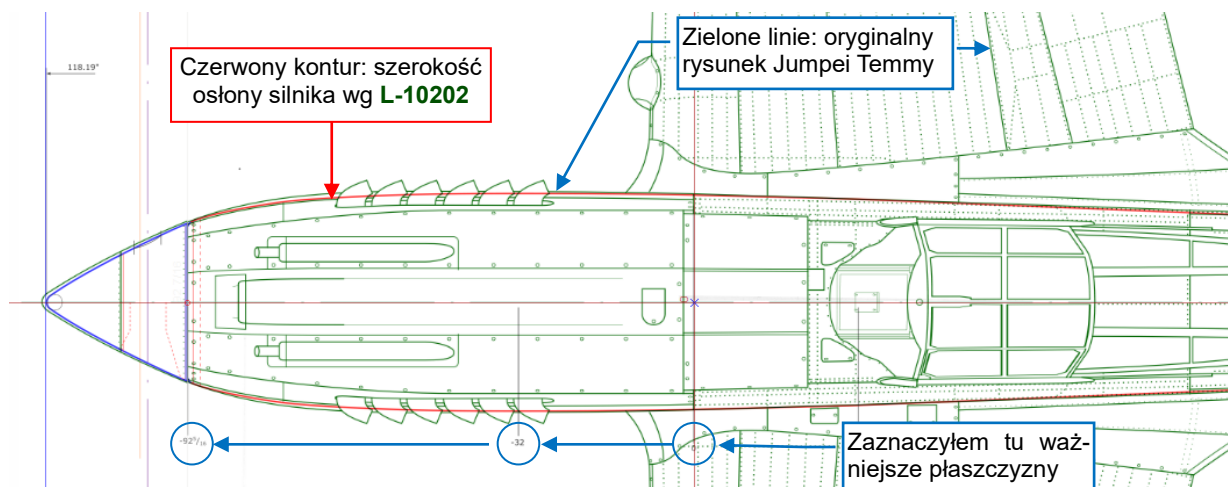
Rysunek 6.1.10 Skorygowany kształt osłony kabiny we wczesnych P-40

Gdy zbuduję pierwszą wersję naszego komputerowego modelu, sprawdzę kształt tych niebieskich elementów za pomocą dokładniejszego, przestrzennego porównania ze zdjęciami (por. str. 116).



Zwróć uwagę, że niebieskie linie na moim rysunku reprezentują tylko alternatywną hipotezę. W sekcjach 9.6 (str. 232) i 9.7 (str. 238) szczegółowo wyjaśniam tok rozumowania, który za nimi stoi. Możesz je traktować jako równie prawdopodobne, jak odpowiednie szczegóły z rysunków Jumpei Temmy (który na [swojej stronie](#) także pozostawił nieco wskazówek dotyczących ich kształtów). Gdybyś miał wątpliwości, przeanalizuj obydwa opisy i zdecyduj, który wariant wybierasz.

Zakładam również, że szerokość osłony silnika w ostatnim wariantcie XP-40 i w pierwszych seryjnych P-40 była taka sama. Dlatego, przygotowując te rysunki referencyjne, użyłem współrzędnych z **L-10202** (por. str. 220, 221) do dokładniejszego określenia szerokości przodu kadłuba. Uzyskany kontur nałożyłem na widok z góry Jumpei Temmy. Widać pomiędzy nimi drobne różnice (Rysunek 6.1.11):

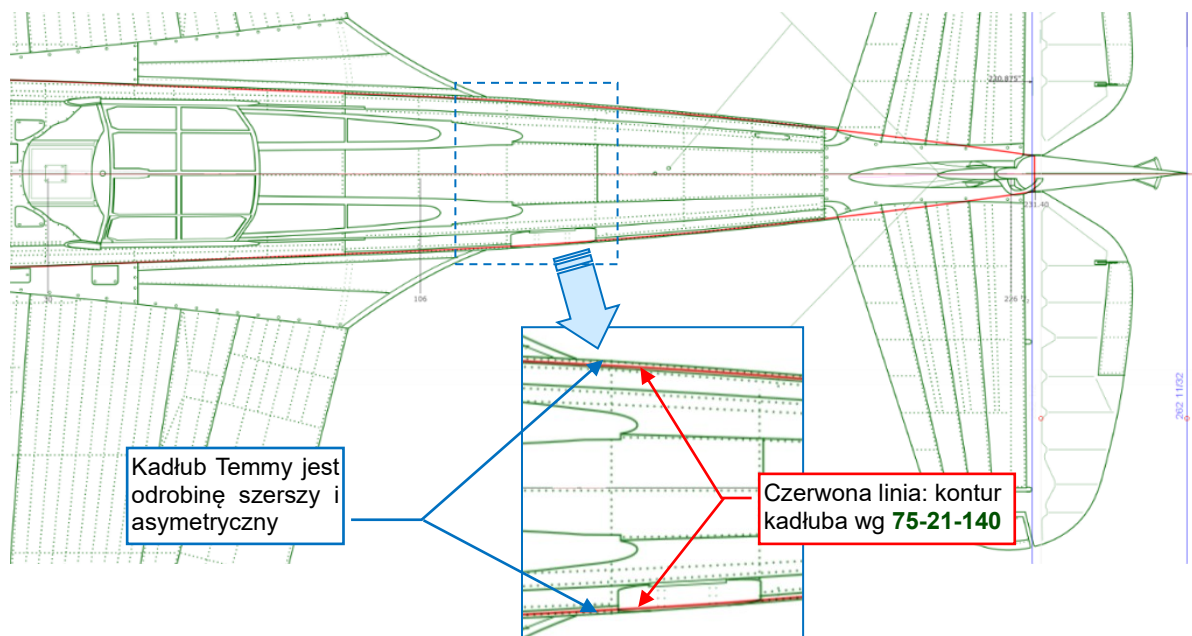


Rysunek 6.1.11 Korygowanie szerokości konturu osłony silnika na rzucie z góry Jumpei Temmy (w wersji 2.5)



Kreśląc kontury samolotu na rysunkach, stosowałem konwencję planów modelarskich: prawdziwy kontur odwzorowanego obiektu leży na zewnętrznej krawędzi linii obrysu.

Jako dodatkowy sprawdzian, naniosłem także kontur kadłuba za przegrodą silnika. Wykorzystałem do tego celu wymiary z rysunku P-36 nr **75-21-140** (por. str. 225)¹. Zauważyłem niewielkie różnice (Rysunek 6.1.12):



Rysunek 6.1.12 Dokładna szerokość kadłuba P-40 za przegrodą silnika (zielone linie: rysunek Jumpei Temmy)

Widoczne w powiększeniu nieznaczne odchylenia w szerokości i symetrii mogą być rezultatem skopiowania linii z oryginalnego rysunku Curtiss, bez sprawdzania dostępnych wymiarów. Jak o tym wspominałem w sekcji 5.3, kontury obiektu na rysunkach fabrycznych mogą się nieco różnić od prawdziwego kształtu (por. str. 101).

¹ Sądzę, że możemy spokojnie założyć zgodność geometrii tego odcinka kadłuba P-36 i wczesnych P-40. Przypuszczam też, że szerokości jego wręg zostały nawet zachowane w późniejszych wariantach z „długim ogonem” (por. [ten post](#) z mojego bloga).

Wśród materiałów towarzyszących tej książce (por. str. 18) znajdziesz gotowe do użycia obrazy referencyjne, wycięte z planów Jumpei Temmy. Umieściłem je w katalogu <source/reference/drawings/temma/>¹.

Podsumowanie

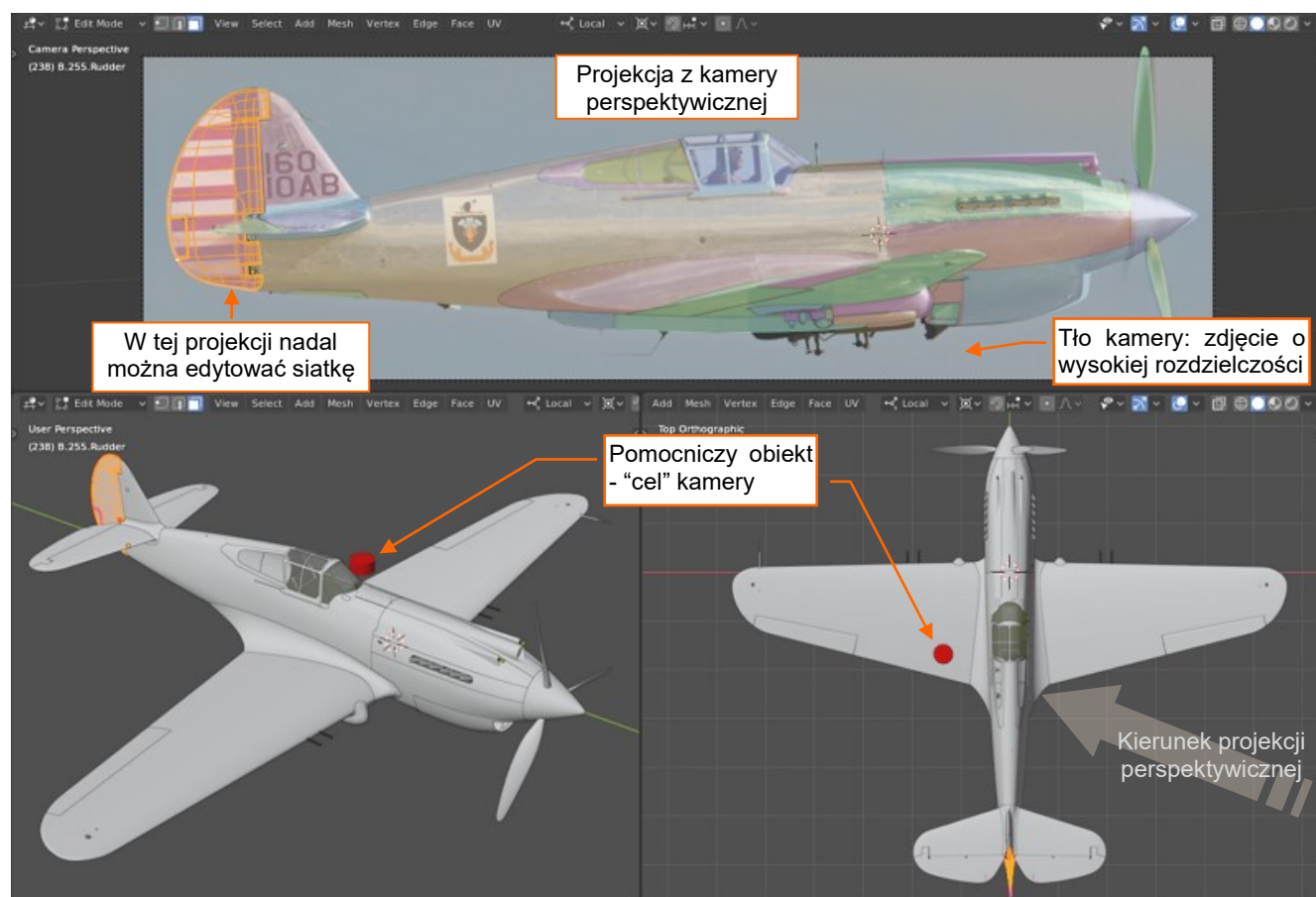
- Rysunki Jumpei Temmy są obecnie najdokładniejszymi planami P-40 (str. 109, 110), a także P-36. Wykorzystaj je jako źródło do przygotowania standardowego zestawu 6 rysunków referencyjnych samolotu (tak, jak opisuje to Rozdział 3). Będziemy ich używać w dalszych częściach tej książki.
- Do skalowania rzutu z boku P-40B autorstwa Jumpei Temmy użyj umieszczonych na tym rysunku jawnych wymiarów: płaszczyzny przegrody silnika i osi steru kierunku (str. 109). Wygląda na to, że kołpak śmigła na tych planach jest odrobinę za długi (o około 1"), i nie pasuje do całkowitej długości samolotu podanej na rysunkach poglądowych (str. 110).
- Jako dodatek do rysunków Temmy możesz użyć alternatywny rzut z boku, który złożyłem z oryginalnych rysunków Curtiss (str. 111). Jest oparty na dokumentacji kadłuba P-36 (od przegrody silnika do końca steru kierunku) i unikalnych szkicach osłony silnika XP-40, które znalazłem wśród „nieskategoryzowanych” skanów mikrofilmów. Sądę, że opisana na nich geometria dotyczy także wczesnych P-40 (za wyjątkiem dolnej części osłony chłodnicy cieczy).
- W związku z brakiem oryginalnej dokumentacji, przednia część P-40B Jumpei Temmy (od kołpaka śmigła do przegrody silnika) jest oparta na zdjęciach, zazwyczaj odrestaurowanych samolotów. Oznacza to, że ten obszar jest mniej „potwierdzonym” niż pozostałe części jego planów. Porównując rzut z boku Temmy z oryginalnymi rysunkami Curtiss, znalazłem wiele drobnych różnic w kształcie osłony silnika i szczegółach wokół kabiny pilota (str. 111 - 114).
- Aby nie zwodzić Czytelnika, zaznaczałem moje poprawki rysunków Jumpei Temmy dwoma kolorami: czerwone linie to kontury potwierdzone przez oryginalną dokumentację (zazwyczaj – przez jawne wymiary). Niebieskie linie są oparte wyłącznie na analizie zdjęć, co oznacza, że są równie prawdopodobne jak ich odpowiedniki z rysunku Temmy. W tych „niebieskich” przypadkach możesz przejrzeć historyczne zdjęcia i sam zdecydować, który wariant jest bliższy prawdy.
- W materiałach towarzyszących tej książce umieściłem gotowe do użycia rysunki referencyjne P-40B oparte o plany omawiane w niniejszej sekcji. Znajdziesz je w folderze <source/reference/drawings/temma/>.

¹ Rzuty z boku pochodzą z wersji 2.7 tych rysunków, a rzuty z góry i z dołu – z wersji 2.5.

6.2 Nie spoczywaj na laurach!

Przygotowanie rysunków wzorcowych to tylko pierwszy krok w procesie tworzenia dokładnego, cyfrowego modelu samolotu. Możesz nieświadomie popełnić dalsze błędy podczas formowania jego kształtu w Blenderze. Remedium jest proste: sprawdzaj swój model na każdym etapie projektu. Na przykład, możesz przygotować w przestrzeni 3D pomocnicze szablony, do szybkiego sprawdzania kilku kluczowych wymiarów (jak całkowita długość czy kształt podstawowego „trapezu” skrzydła).

Co więcej, gdy główne podzespoły Twojego modelu 3D będą gotowe, możesz go ustawić w takiej samej projekcji perspektywicznej jak na zdjęciu o wysokiej rozdzielczości, ustawionym jako tło kamery (Rysunek 6.2.1):



Rysunek 6.2.1 Projekcja modelu 3D na zdjęcie wstawione jako tło kamery

Gdy raz dopasujesz taką projekcję do modelu, możesz używać tych zdjęć jak precyzyjnych rysunków wzorcowych, podobnych do planów! Ta metoda jest szczególnie użyteczna, gdy nie zachował się żaden oryginalny rysunek samolotu. Jej maksymalny błąd dla jednosilnikowego samolotu nie powinien przekroczyć 1" dla ogólnej rozpiętości czy długości. Jednak dopasowanie projekcji do takiego tła może być czasami trudne, szczególnie w przypadku starszych zdjęć, wykonanych obiektywem o nieznanej ogniskowej. Detale tej metody opisuje Tom II.

Szczegóły obsługi programów rysunkowych

Zawartość tej części bardzo przypomina zawartość plików odpowiedzi do programów używanych w tej książce. Są tu zestawione opisy tych poleceń, które zostały wykorzystane w jej poprzednich częściach. Z założenia będziesz z nich korzystał wyrywkowo (por. „Jak czytać tę książkę?”, str. 11). Nie doszukuj się więc w kolejności dalszych rozdziałów i sekcji jakiejś przemyślanej metody wprowadzania w obsługę programu. Ta istnieje w poprzednich częściach tej książki. To tam specjalnie dobrałem kolejność prezentowanego materiału w ten sposób, byś mógł stopniowo poznawać wszystkie potrzebne zagadnienia.

Gdy zdecydujesz się wydrukować tę książkę dla własnych potrzeb, proponuję pozostawić tą część w postaci elektronicznej. W przeglądarce PDF szybciej znajdziesz podany na takim wydruku numer strony, niż kartkując gruby plik kartek. (No i zużyjesz mniej drzew z lasów...).

Rozdział 7. GIMP – szczegóły obsługi

Nazwa GIMP pochodzi, jak sądzę, od pierwszych liter angielskiego **Graphic Image Processor**. Jest to jeden z pierwszych, dużych i ukończonych projektów [Open Source](#).

7.1 Instalacja

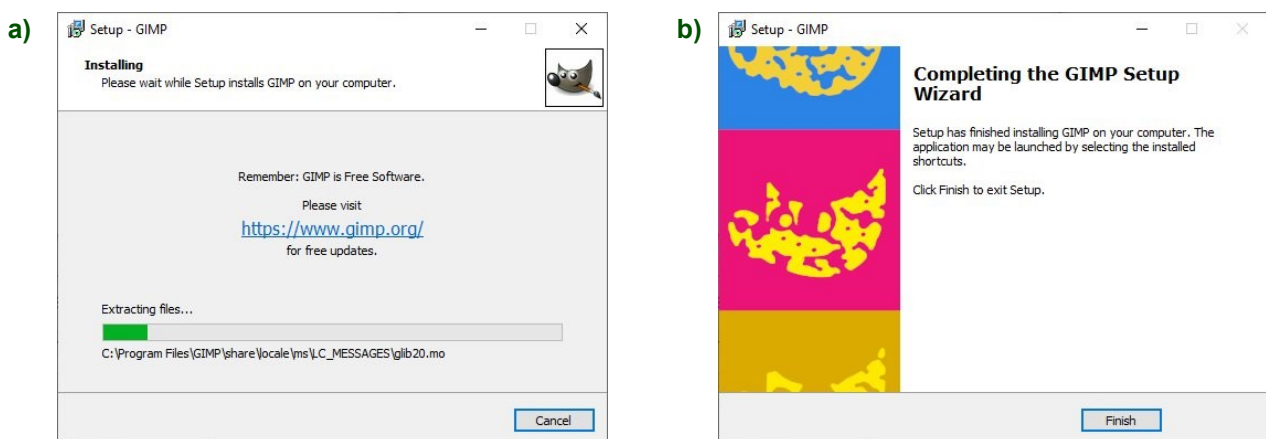
Pobierz ze strony <http://www.gimp.org/downloads/> plik instalacyjny (patrz str. 20) i uruchom go (do przeprowadzenia tej operacji musisz mieć uprawnienia Administratora). Program instalacyjny wyświetla najpierw okno dialogowe pozwalające ustalić język w jakim będą wyświetlane poszczególne ekrany (Rysunek 7.1.1a), a następnie ekran startowy (Rysunek 7.1.1b):



Rysunek 7.1.1 Instalacja GIMP – pierwsze dwa ekrany

Jeżeli chcesz np. zmienić folder programu – przejdź do **Customize**. Na jednym z ekranów, które się wówczas pojawiają, możesz na przykład zmienić folder, w którym zostaną umieszczone pliki programu. Potem wrócisz na ekran startowy.

Ja jednak proponuję zainstalować GIMP bez jakiegokolwiek zmiany domyślnych parametrów: naciśnij od razu przycisk **Install**. Spowoduje to rozpoczęcie całej operacji (Rysunek 7.1.2a):



Rysunek 7.1.2 Dalsze ekrany programu instalacyjnego

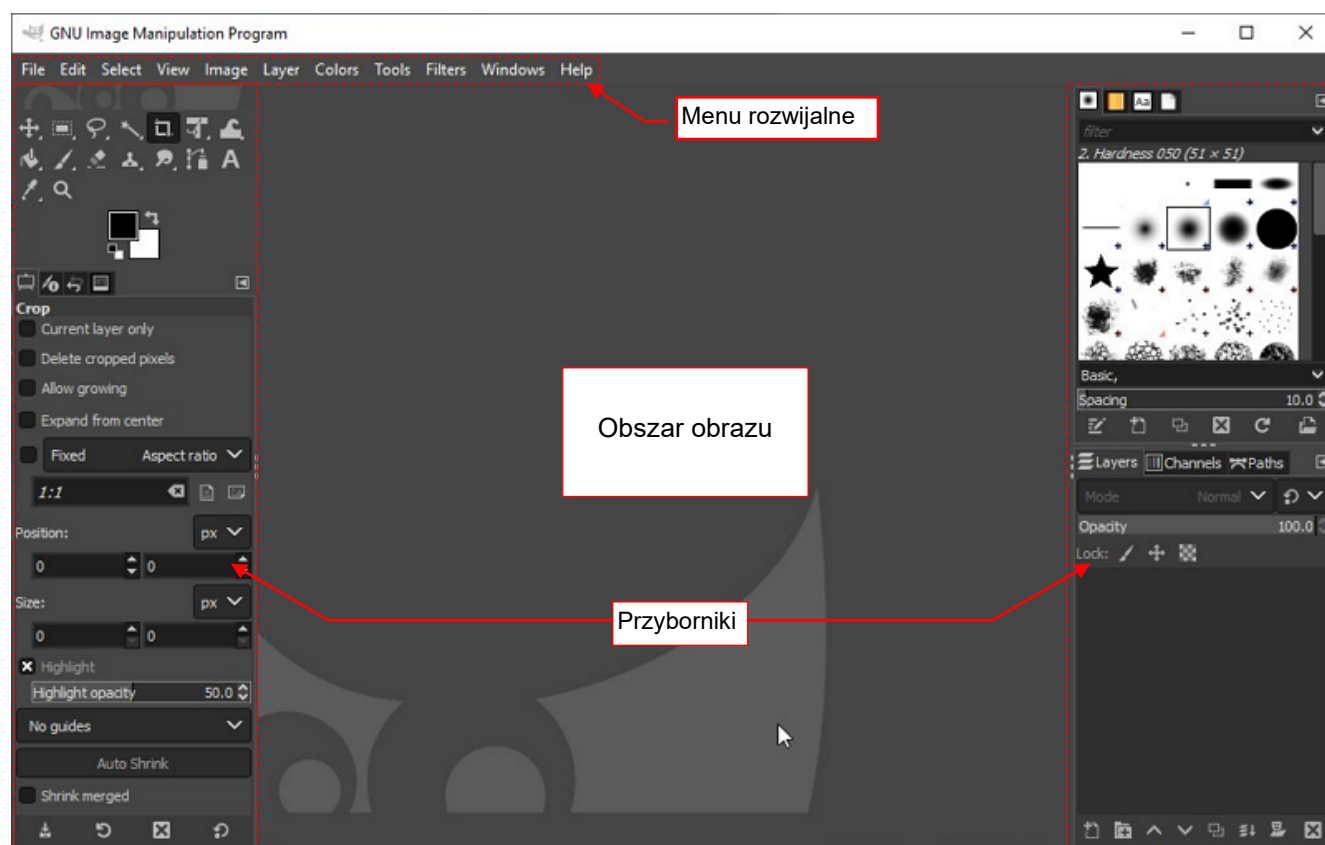
Po zakończeniu kopiowania plików i rejestracji komponentów program instalacyjny wyświetli ekran końcowy (Rysunek 7.1.2b).

Potem możesz uruchomić GIMP. Na początku pojawi się okno startowe (Rysunek 7.1.3):



Rysunek 7.1.3 GIMP – okno startowe

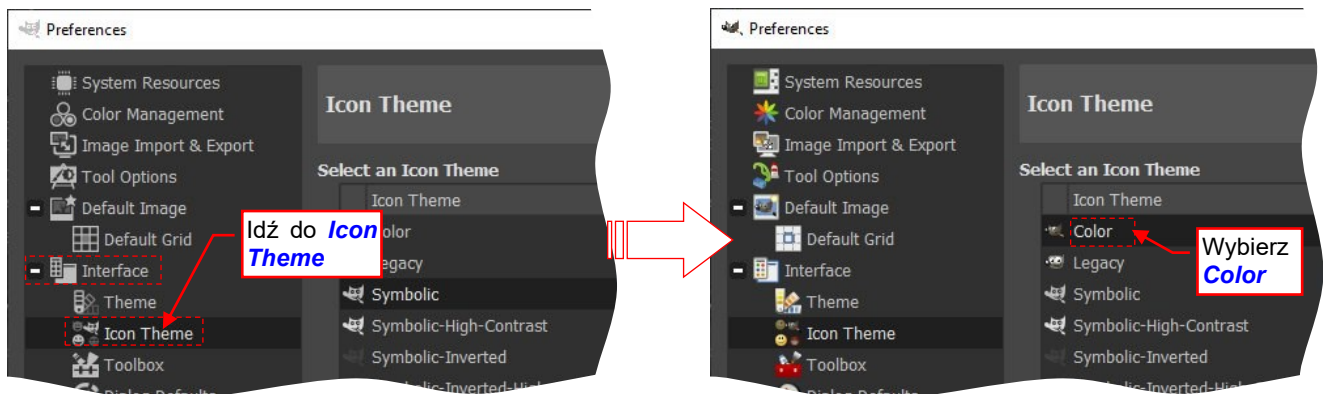
Po chwili okno startowe znika i otworzy się główne okno programu (Rysunek 7.1.4):



Rysunek 7.1.4 Domyślny wygląd okna GIMP (ciemny motyw kolorystyczny)

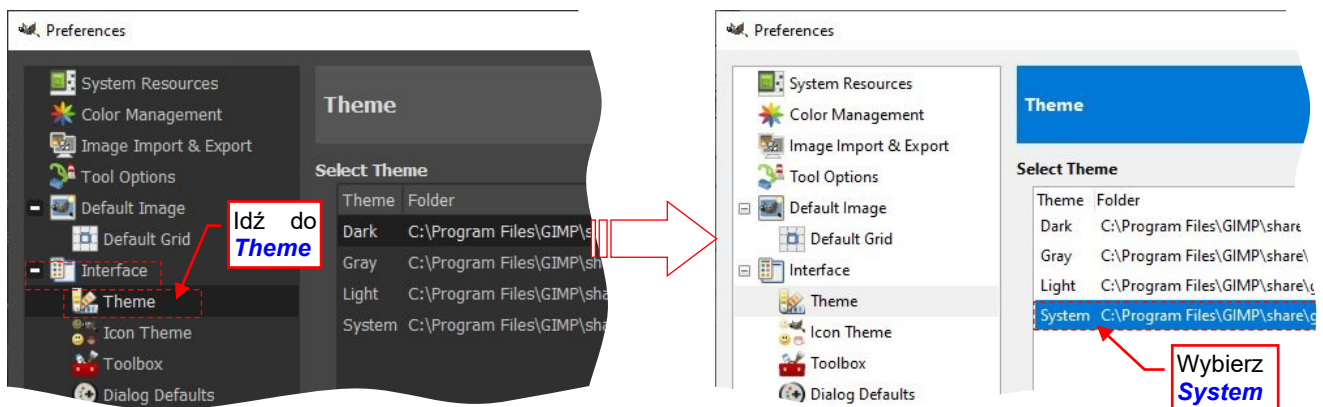
Jak widać powyżej, ten interfejs użytkownika jest utrzymany w bardzo ciemnej tonacji. Mam wrażenie, że w ciągu ostatnich lat ten styl stał się bardzo „modny” wśród programów graficznych. Jednak w GIMP jest to nowość. GIMP 2.8 i wszystkie poprzednie wersje używały jaśniejszego motywu i większych, wielobarwnych ikon. Większość poradników GIMP pokazuje właśnie ten poprzedni wariant barw. Dlatego na następnej stronie sugeruję przełączyć GIMP do takiej jaśniejszej, bardziej klasycznej postaci.

Wywołaj polecenie **Edit→Preferences** aby otworzyć okno konfiguracji GIMP. Następnie przejdź do listy **Interface→Icon Theme** i zaznacz motyw **Color** (Rysunek 7.1.5):



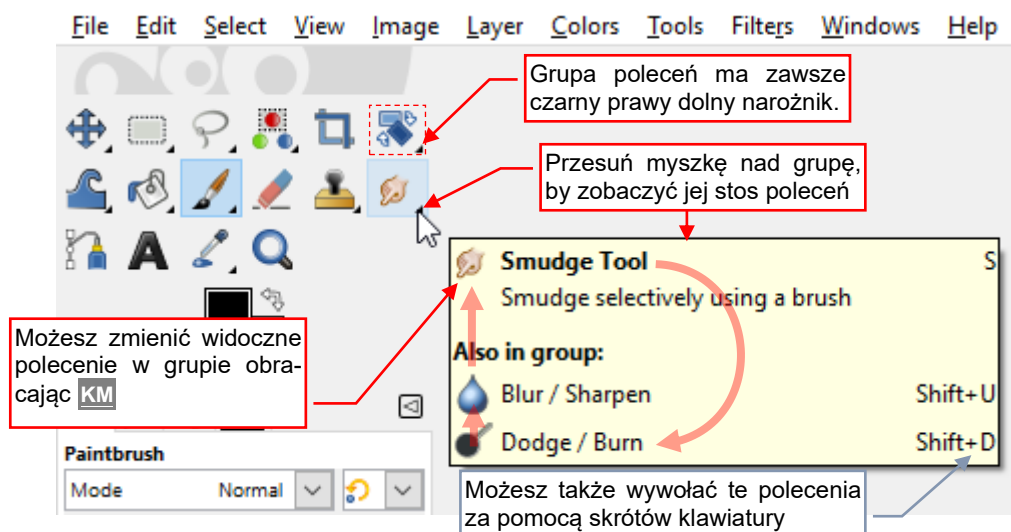
Rysunek 7.1.5 Wybór motywu **Color** dla ikon

Zauważ, że GIMP natychmiast zmienia wygląd okien zgodnie z tym, co ustawiasz. Teraz przełącz się do listy **Theme**, i zaznacz w niej motyw **System** (Rysunek 7.1.6):



Rysunek 7.1.6 Wybór motywu **System** dla okien

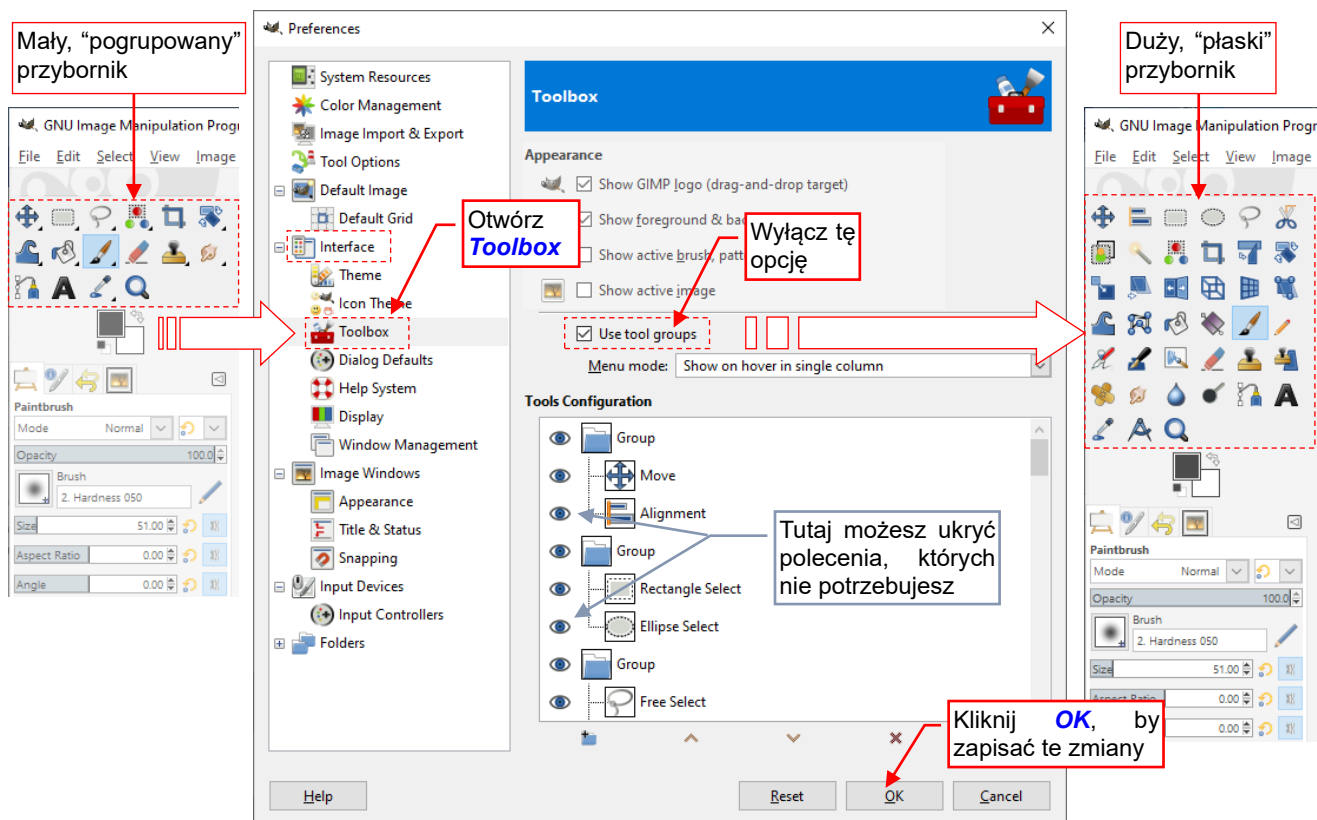
Chciałbym także zaproponować jeszcze jedną zmianę w ustawieniach GIMP. Domyślnie ikony poleceń w przyborniku są pogrupowane w „stosy”. Możesz tylko widzieć polecenie ze szczytu tego stosu, i musisz „przewijać” jego elementy za pomocą kółka myszki (Rysunek 7.1.7):



Rysunek 7.1.7 Grupowanie poleceń w przyborniku

To nowość, wprowadzona w GIMP 2.10. Mówiąc szczerze, nie podoba mi się ten pomysł: nie widzisz wszystkich dostępnych poleceń, podczas gdy na ekranie nadal jest wiele wolnej przestrzeni na ich ikony.

Na szczęście możesz wyłączyć to grupowanie poleceń i ujrzeć przybornik ze wszystkimi ikonami. Aby to zrobić, w oknie konfiguracji (**Preferences**) przejdź do panelu **Interface→Toolbox** i wyłącz opcję **Use tool groups** (Rysunek 7.1.8):



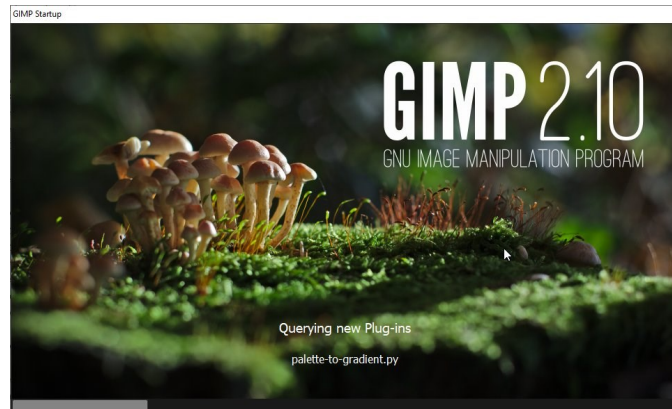
Rysunek 7.1.8 Wyłączenie grupowania poleceń

Zwróć uwagę, że w tym samym panelu, w liście **Tool Configuration** możesz ukryć nieużywane polecenia. Jednak na początek sugeruję pozostawić je wszystkie w przyborniku, ponieważ jeszcze musisz się przekonać, które z nich będą przydatne, a które nie.

Aby potwierdzić te wszystkie zmiany w konfiguracji GIMP, u dołu okna **Preferences** kliknij przycisk **OK**.

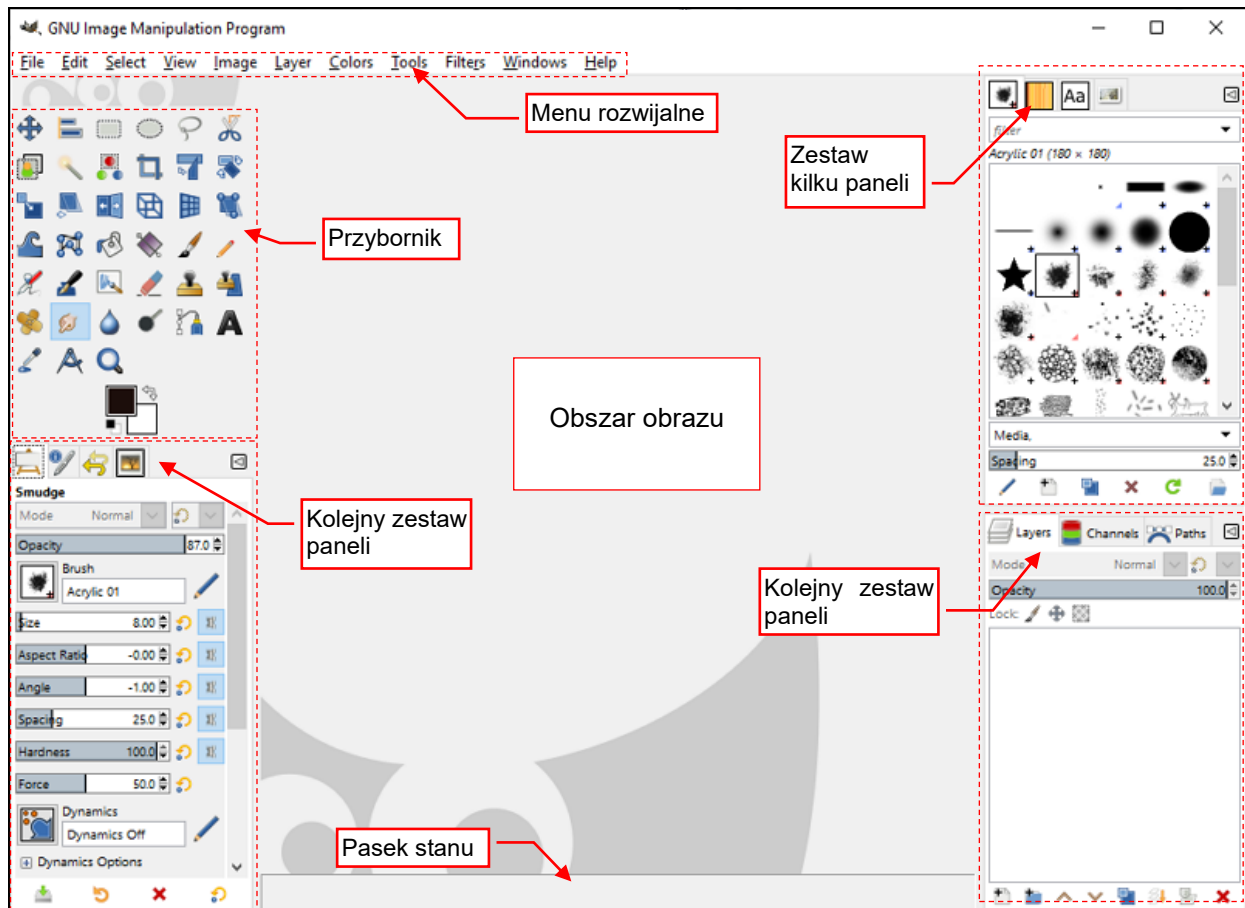
7.2 Wprowadzenie

Podczas uruchamiania, ładowanie wszystkich komponentów zajmuje w Gimp parę chwil. W tym czasie pokazywane jest "okno startowe" (Rysunek 7.2.1):



Rysunek 7.2.1 Okno startowe GIMP

Po zakończeniu ładowania, ujrzysz główne okno programu (Rysunek 7.2.2):



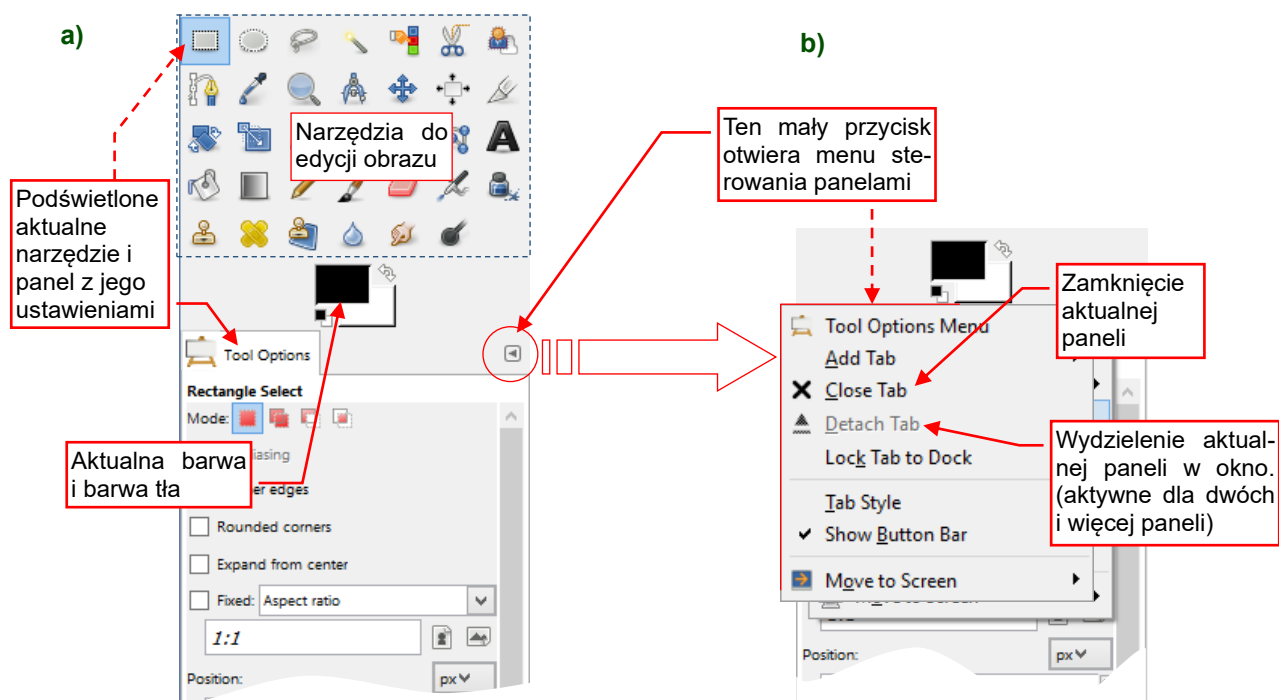
Rysunek 7.2.2 Domyślny ekran GIMP (2.10)

Obszar pośrodku okna to miejsce na obrazy. Po jego obu stronach są umieszczone panele dialogowe z przyborymi rysunkowymi lub innymi pomocami. Paneli dialogowych jest w programie dużo, w dodatku mogą być łączone w zakładki (jak te z prawej strony przykładowego okna).



Możesz zmieniać szerokość bocznych obszarów za pomocą myszki (patrz str. 125).

Rysunek 7.2.3a) przedstawia ważniejsze elementy okna przybornika (*Toolbox*) i panelu z opcjami narzędzi:



Rysunek 7.2.3 Przybornik i panel dialogowa

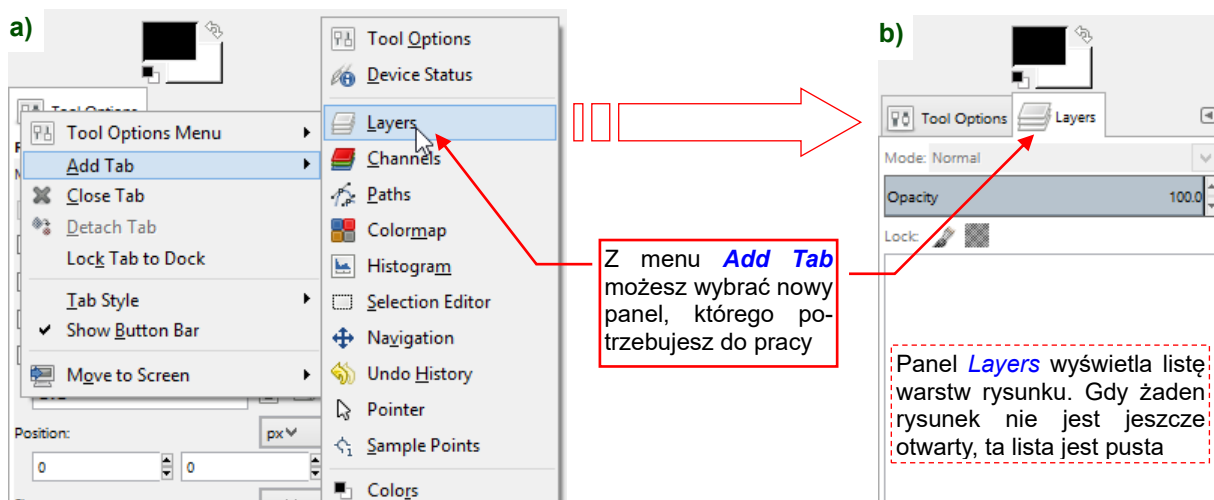
Przyjrzyj się nagłówkowi obszaru zakładek w oknie *Toolbox*. Jest tam, po prawej stronie, taki niepozorny przycisk „strzałki”. Gdy w niego klikniesz – otworzysz menu rozwijalne sterowania panelami (Rysunek 7.2.3b). Pierwszą jego pozycją jest submenu, odpowiadające aktywnej zakładce tego zestawu. Na tej ilustracji zestaw zawiera pozycję o nazwie *Tool Options*.



Jeżeli w obszarze masz więcej niż jedną panel, możesz każdą z nich „wyciągnąć” w oddzielne okno „pływające” ponad ekranem. Służy do tego polecenie *Detach Tab* z menu panelu

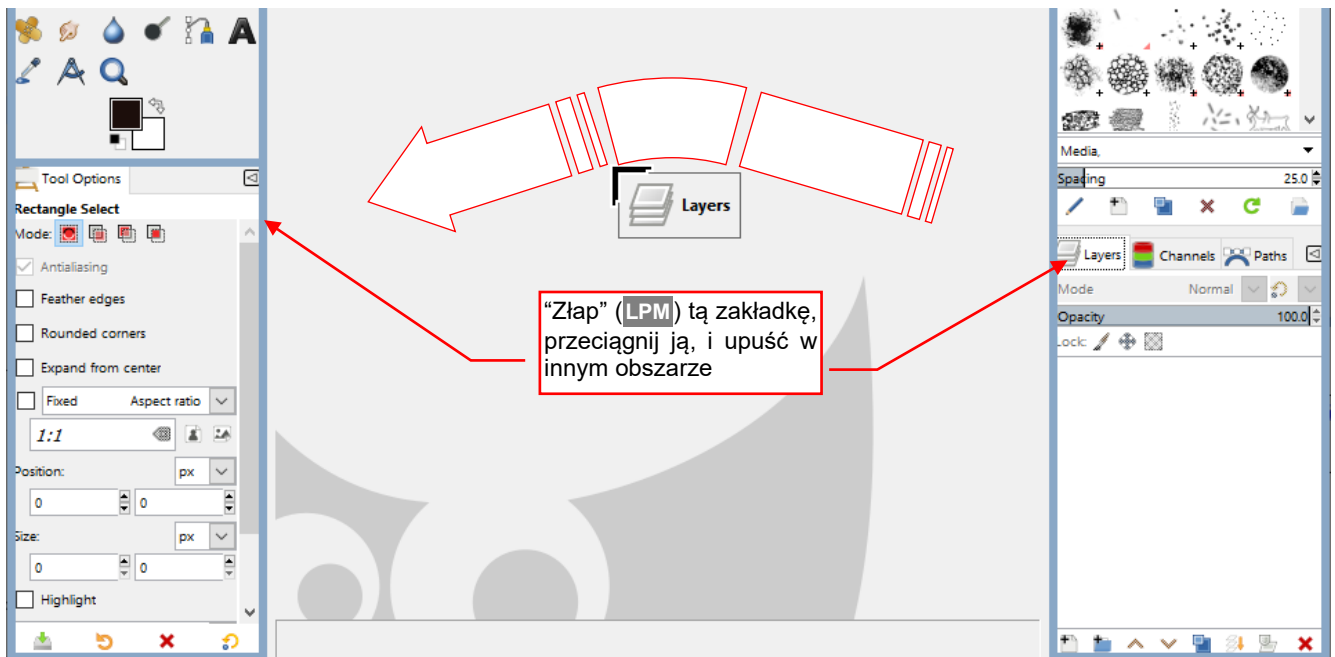
Polecenie *Close Tab* zamyka aktualną zakładkę (jeżeli była to ostatnia zakładka – zniknie cały obszar).

Zajmijmy się jednak innym poleceniem z tego menu: *Add Tab*. Jest to zagnieżdżone menu, prezentujące do wyboru wszystkie dostępne zakładki (Rysunek 7.2.4a). Gdy wybierzesz z tego menu jedną z zakładek, GIMP doda ją do przybornika (Rysunek 7.2.4b):



Rysunek 7.2.4 Dodawanie do przybornika dodatkowej zakładki

Na ekranie możesz mieć otwartych kilka obszarów z panelami. Panele można przenosić pomiędzy obszarami metodą „przeciągnij i upuść”, „łapiąc” myszką (LPM) za zakładkę (Rysunek 7.2.5):

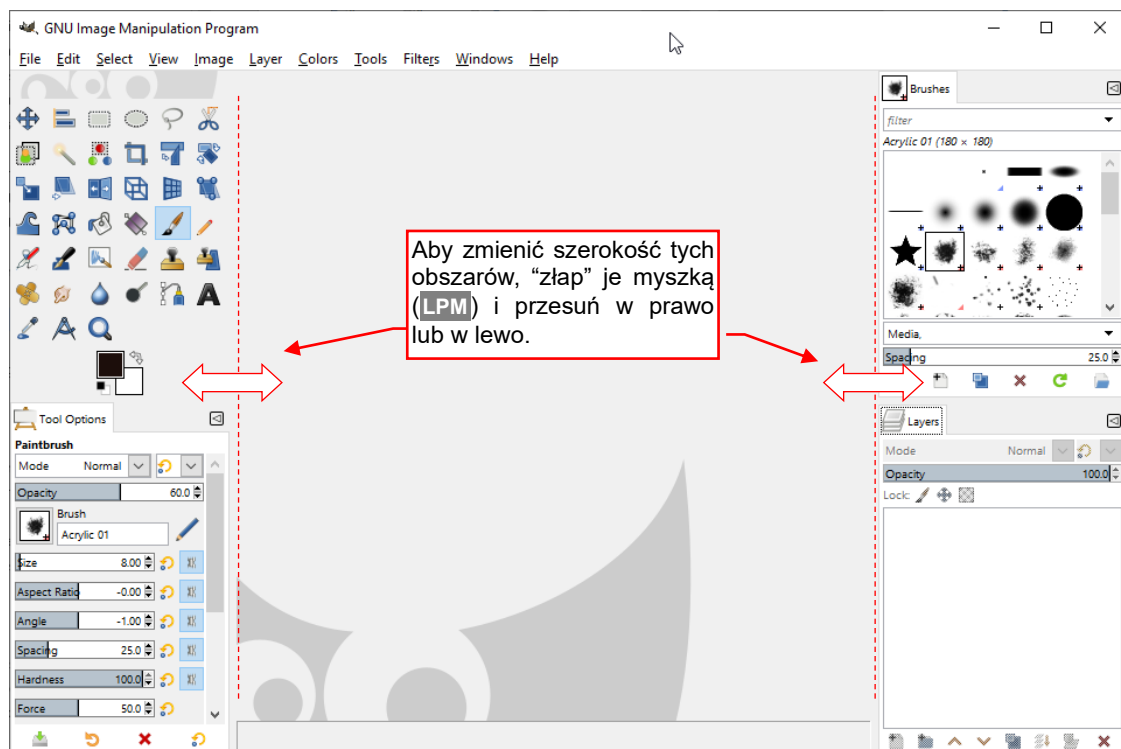


Rysunek 7.2.5 Przenoszenie pojedynczego panelu pomiędzy obszarami dialogowymi



Jeżeli nie chcesz przez nieuwagę przeciągnąć myszką jakiegoś panelu – możesz wyłączyć możliwość takiego przeciągania, włączając w jego menu (por. Rysunek 7.2.3b) opcję **Lock Tab to Dock**.

Posługując się tymi poleceniami możesz skompletować zakładki, które są Ci potrzebne do pracy. Wydaje mi się, że do naszych celów na razie wystarczą trzy: **Tool Options**, **Brushes** i **Layers** (por. Rysunek 7.2.6):

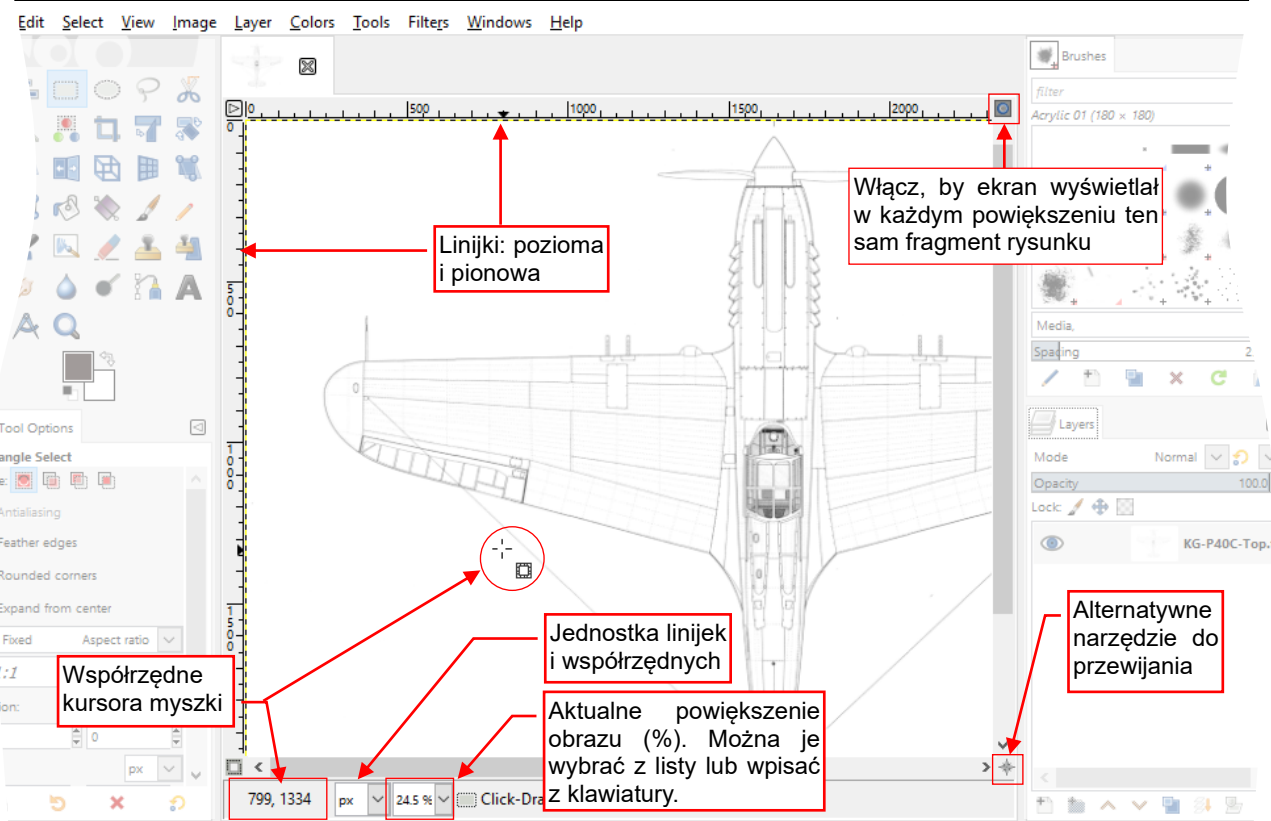


Rysunek 7.2.6 Sugerowany układ ekranu



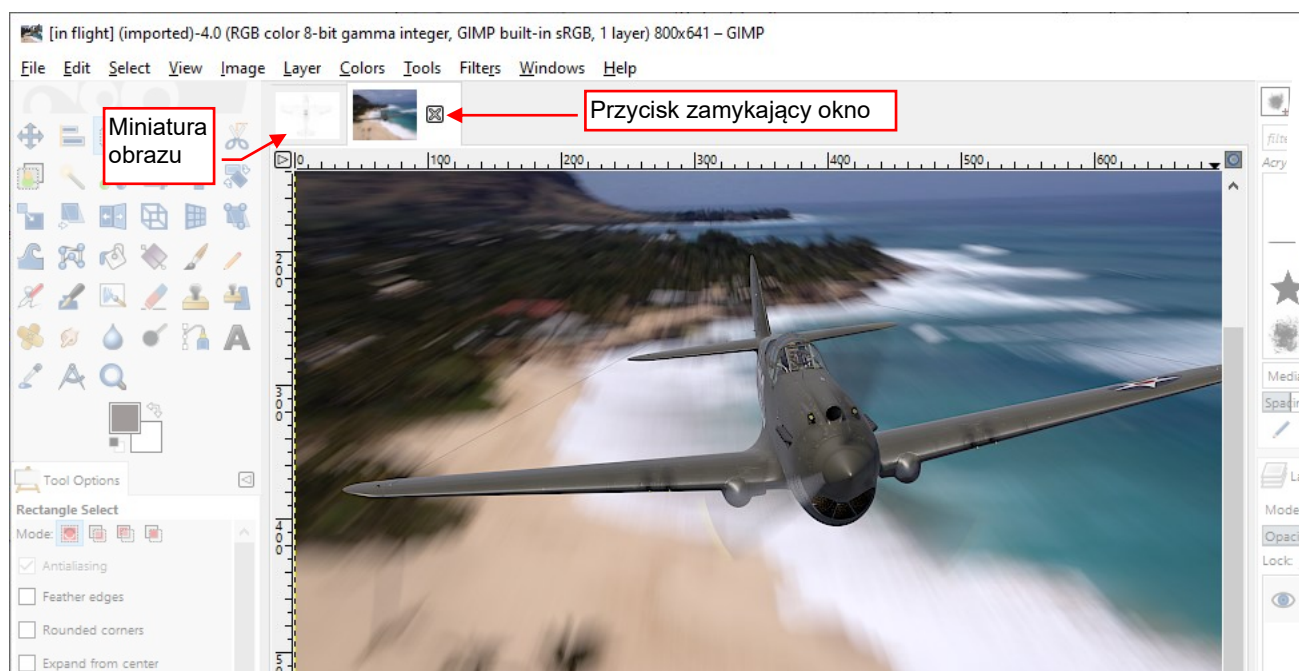
Jeżeli brakuje Ci miejsca na ekranie, można przenieść wszystkie potrzebne panele na jedną stronę ekranu, a potem szerokość przeciwnego obszaru zmniejszyć do zera.

W centrum okna programu wyświetlany jest edytowany obraz. Rysunek 7.2.7 przedstawia kilka istotnych elementów tego obszaru, które pojawiają się gdy wczytałeś istniejący plik lub stworzyłeś nowy:



Rysunek 7.2.7 Elementy obszaru obrazu

W GIMP możesz naraz otworzyć wiele obrazów. Każdy z nich zostanie umieszczony w odrębnej zakładce (Rysunek 7.2.8). Można także ten sam obraz otworzyć w kilku zakładkach (**View → New View**).



Rysunek 7.2.8 Praca z wieloma obrazami naraz



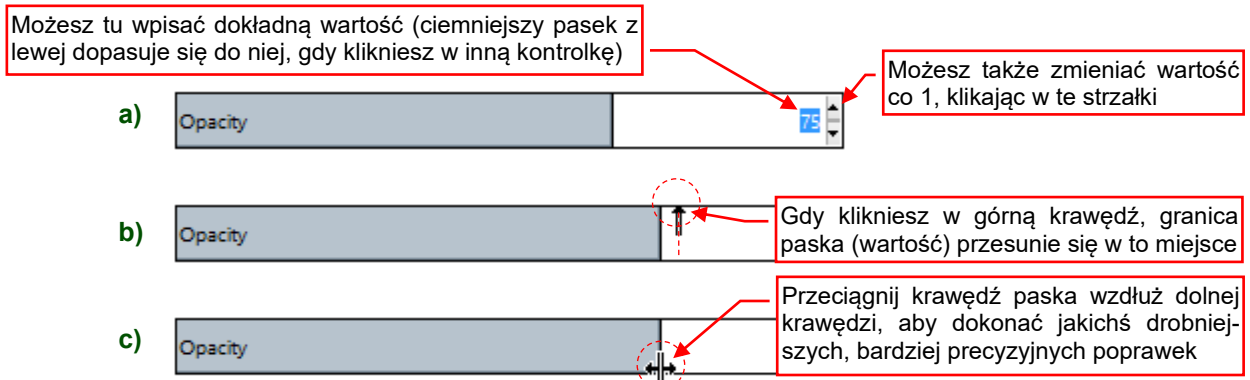
Jeżeli chcesz widzieć różne obrazy lub fragmenty obrazu w oknach ustawionych obok siebie – wyłącz opcję **Windows → Single-Window Mode**.

Jednym z typowych elementów interfejsu użytkownika są kontrolki, umożliwiające określenie jakiejś ograniczonej wartości (np. intensywność jakiegoś efektu). Podstawowym problemem w przypadku takich elementów jest pogodzenie możliwości szybkiej i łatwej zmiany za pomocą myszki, z możliwością wpisania dokładnej wartości. We wcześniejszych wersjach programu starano się to umożliwić za pomocą zespołu dwóch kontroltek: suwaka i pola tekstowego (Rysunek 7.2.9a). W wersji 2.8 GIMPa połączono te dwa elementy w całość (Rysunek 7.2.9b):

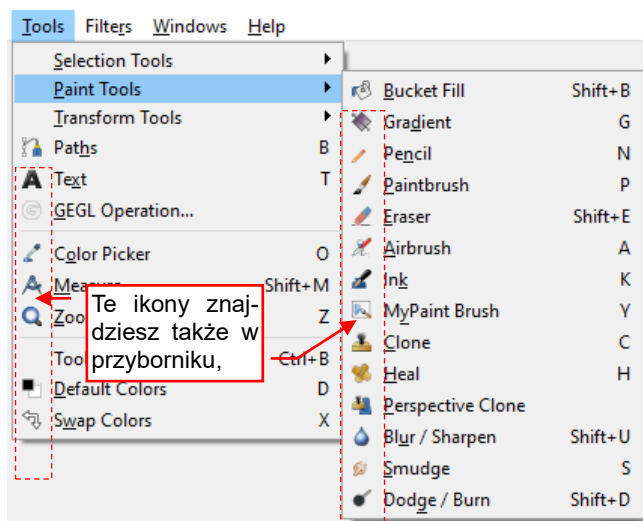


Rysunek 7.2.9 Nowy rodzaj kontrolki – połączenie suwaka i pola tekstowego

W taką kontrolkę można wpisać za pomocą klawiatury dokładną wartość – podczas pisania zachowuje się tak, jak klasyczne pole liczbowe (Rysunek 7.2.10a). Alternatywnie możesz także przesunąć pasek wartości klikając myszką w górną krawędź kontrolki (Rysunek 7.2.10b). Przeciągnięcie granicy paska wzdłuż dolnej krawędzi pozwala uzyskać drobniejsze zmiany (Rysunek 7.2.10c):



Rysunek 7.2.10 Szczegóły obsługi nowej kontrolki zakresu

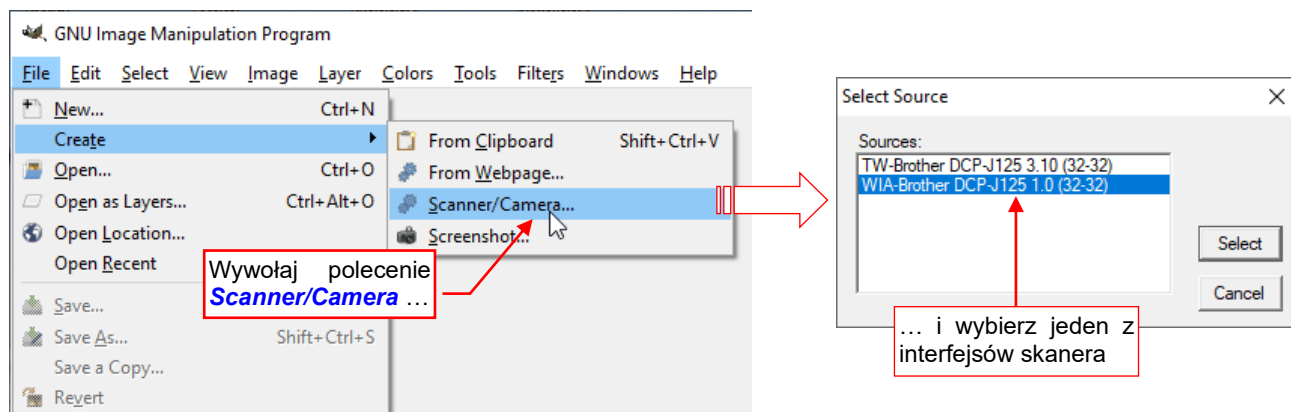


Rysunek 7.2.11 Menu **Tools** (okno obrazu)

W GIMP polecenia z palety narzędzi (przybornika) są dostępne także poprzez menu **Tools** (Rysunek 7.2.11). Twórcy programu pogrupowali je tam w kilka submenu: **Selection Tools**, **Paint Tools**, **Transform Tools**. W tekście książki łatwiej i bardziej jednoznacznie jest mi podawać polecenia z menu, niż umieszczać obrazki ikon do naciśnięcia. Będę więc powoływał się na nazwy poleceń. Jeżeli wolisz korzystać z przybornika – otwórz tylko raz podane przez mnie menu, aby upewnić się o którą ikonę chodzi (są zawsze widoczne obok napisów). Gdy już rozpoznasz ten symbol – używaj przybornika.

7.3 Skanowanie strony

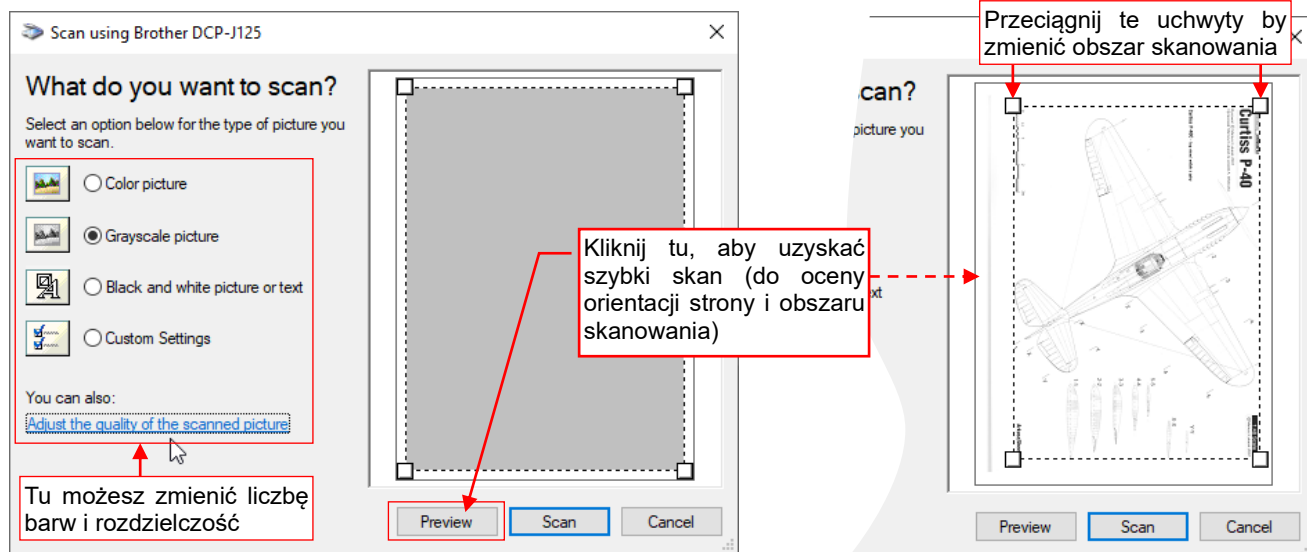
Włącz skaner i upewnij się, że jest przyłączony do komputera. Umieść stronę, którą chcesz zeskanować, na pulpicie skanera. Następnie wywołaj w GIMP polecenie **File→Create→Scanner/Camera** (Rysunek 7.3.1):



Rysunek 7.3.1 Wybór skanera

Spowoduje to otwarcie okna **Select Source**. Wybierz z niego jeden z dostępnych interfejsów skanera. W przykładzie powyżej mój DCP-J125 oferuje dwa interfejsy: **TW**(AIN) i **WIA**. Wybrałem **WIA**, ale w zasadzie obydwa obsługują się podobnie i obydwa pozwalają uzyskać podobne rezultaty.

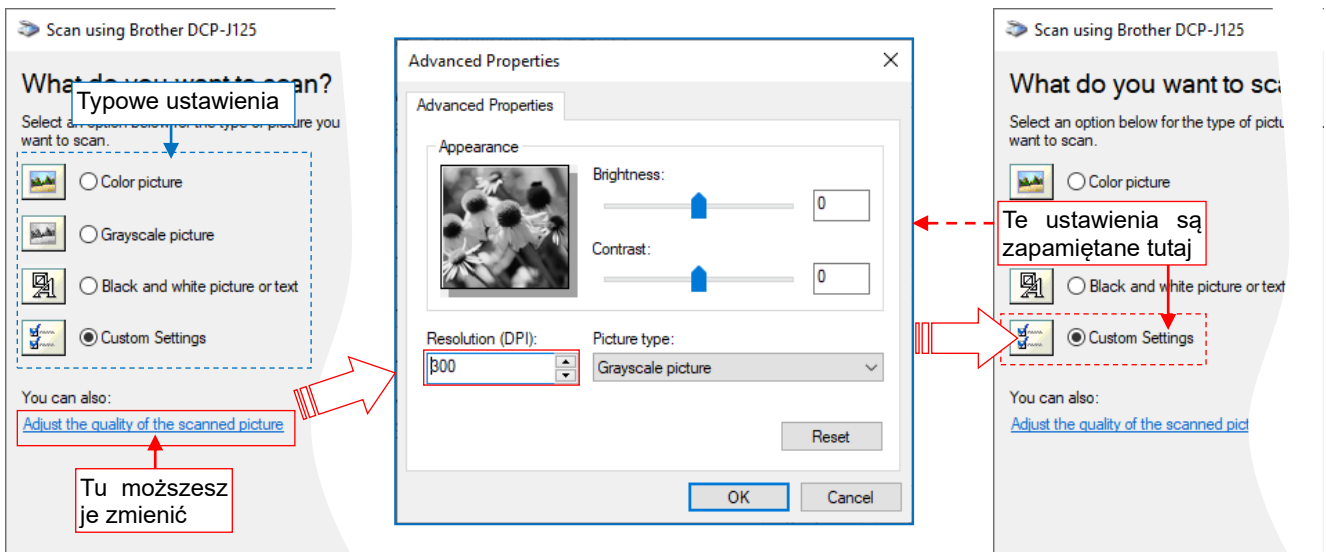
Gdy w oknie **Select Source** klikniesz przycisk **Select**, GIMP otworzy okno ustawień skanowania (Rysunek 7.3.2):



Rysunek 7.3.2 Okno ustawień skanowania

Kliknij w tym oknie przycisk **Preview**, aby wykonać szybki podgląd skanowanej strony. Pozwoli to określić, czy jej pozycja na pulpicie skanera jest prawidłowa. Dodatkowo, możesz także „złapać” myszką (**LPM**) i przeciągnąć uchwyty obszaru skanowania, aby go lepiej dopasować do rysunku.

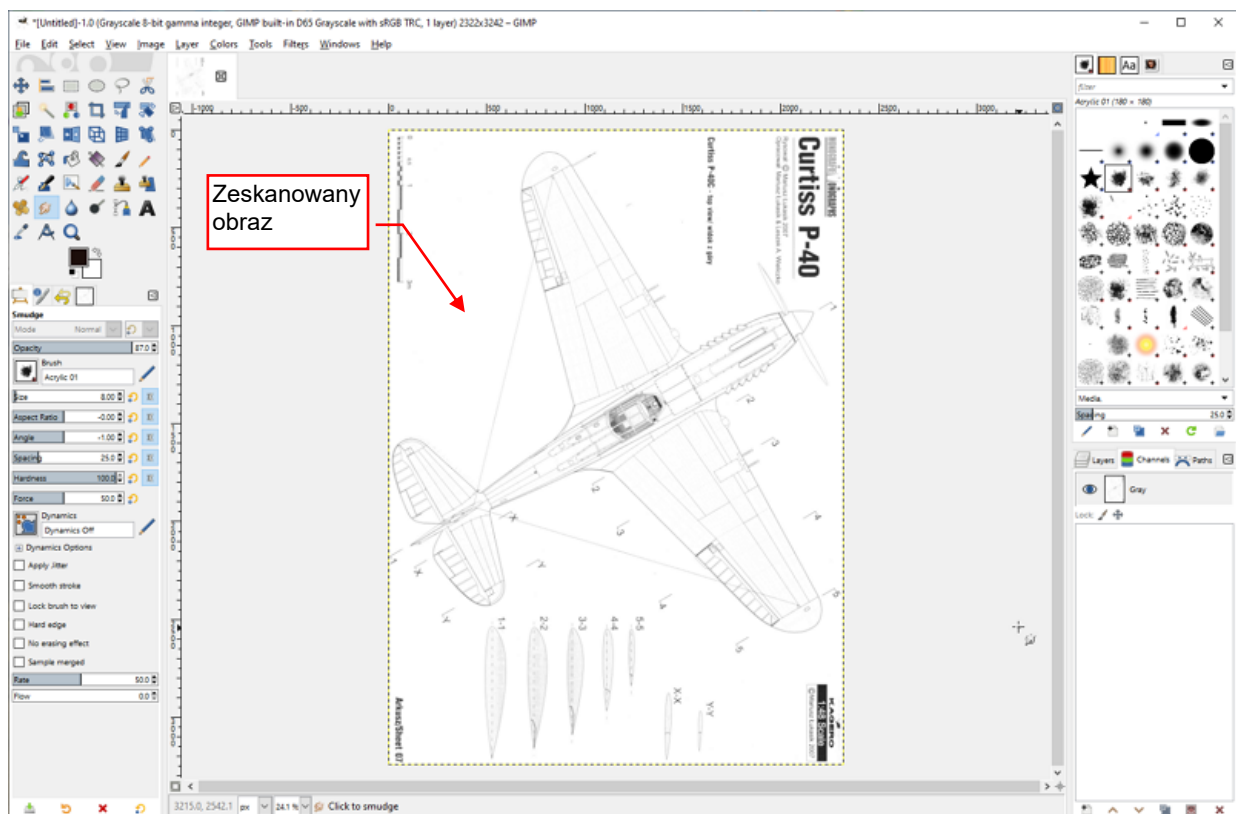
Po prawej stronie okna ustawień znajduje się lista (przycisków wyboru) gotowych zestawów parametrów. W zasadzie pozwala na zmianę liczby i typu barw skanowanego obrazu (może być w kolorze, odcieniach szarości, lub czarno-biały). Aby określić dokładnie te i inne ustawienia, kliknij link [Adjust the quality of the scanned image](#). Spowoduje to otwarcie okna [Advanced Properties](#) (Rysunek 7.3.3):



Rysunek 7.3.3 Zmiana rozdzielczości skanowania

Możesz tutaj zmienić rozdzielczość skanowania. Dla planów sugeruję nie więcej niż **300 dpi**, i ustawienie z listy [Picture type: Grayscale picture](#). Możesz także poeksperymentować z kontrastem ([Contrast](#)) i jasnością ([Brightness](#)), jeżeli coś z nimi jest nie tak na podglądzie. Wszystkie ustawienia, jakie zaakceptujesz w oknie [Advanced Properties](#) są zapisywane w ostatniej pozycji listy wyboru ([Custom Settings](#)). Dzięki temu, przy skanowaniu kolejnej strony możesz wybrać tę pozycję, zamiast ustawiać wszystko na nowo.

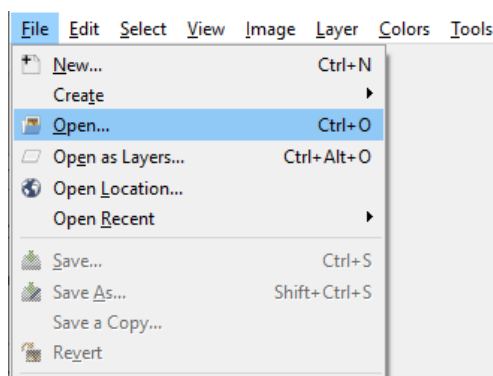
Gdy ustawienia wydają się być poprawne, kliknij przycisk [Scan](#) (por. Rysunek 7.3.2). Po chwili GIMP otworzy nową zakładkę i wyświetli w niej rezultat operacji (Rysunek 7.3.4):



Rysunek 7.3.4 Zeskanowany obraz

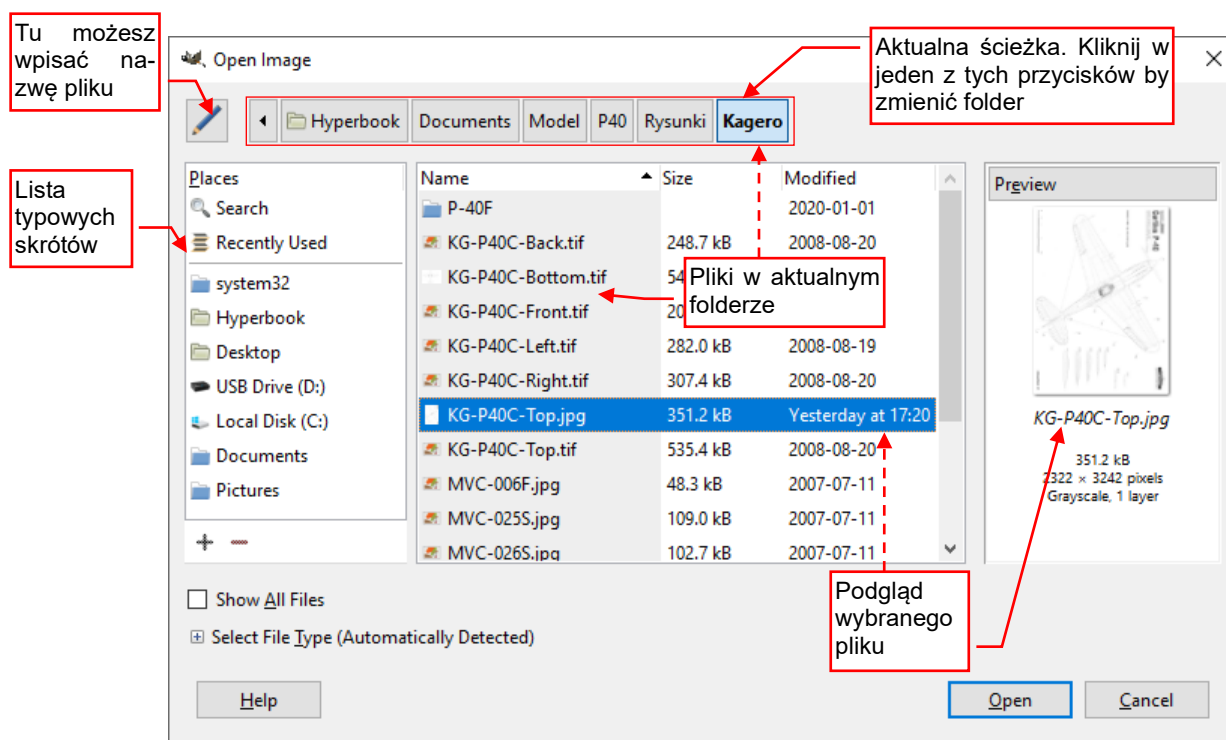
7.4 Otwieranie pliku (obrazu)

Aby otworzyć obraz, wybierz z menu polecenie **File→Open** (Rysunek 7.4.1):



Rysunek 7.4.1 Otwarcie istniejącego obrazu

Spowoduje to pojawienie się okna dialogowego wyboru pliku (Rysunek 7.4.2). Okno to nie przypomina standardowego okna Windows. Dzieje się tak dlatego, że GIMP używa do obsługi okienek zestawu komponentów o nazwie GTK+¹. Tak właśnie wygląda w GTK+ komponent do wyboru plików:



Rysunek 7.4.2 GIMP – okno wyboru plików

GIMP rozpoznaje wiele różnych formatów zapisu obrazu. Po naciśnięciu **Open** załaduje wskazany w oknie dialogowym plik.



Istnieje także prostsza metoda na załadowanie obrazu. Możesz „przeciągnąć” myszką plik ***.jpg**, ***.png**, ***.tif** czy ***.svg** do pustego okna GIMP, i tam go „upuścić”.

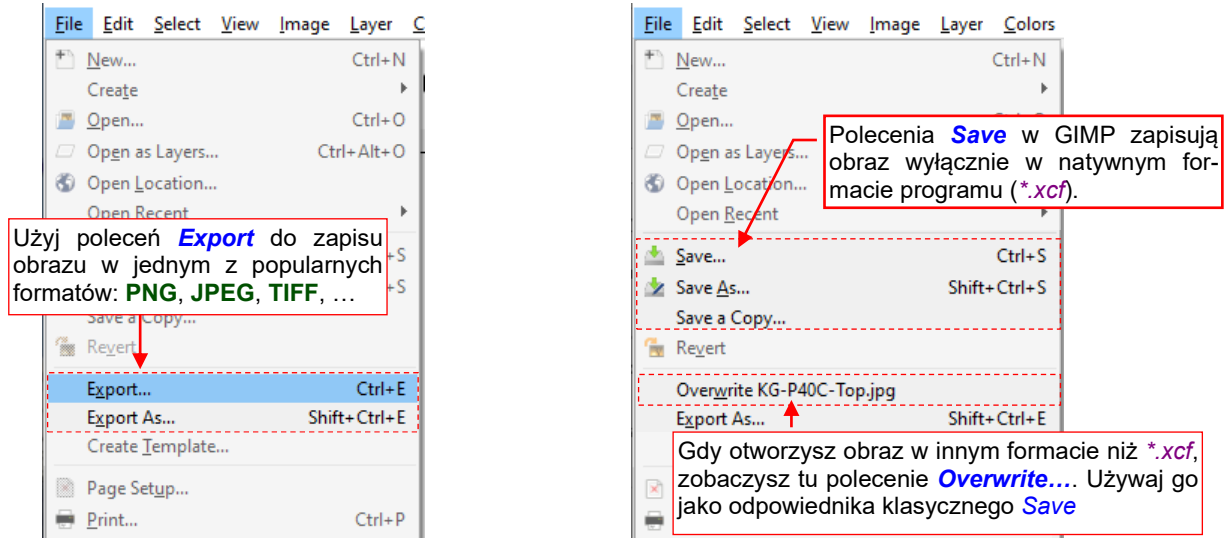


Pliki ***.tif**, ***.jpg** lub ***.png** nie przechowują informacji o warstwach. Dlatego gdy GIMP importuje ich zawartość, tworzy pojedynczą warstwę nazwaną tak samo jak importowany plik.

¹ **GTK+** jest biblioteką procedur Open Source pozwalającą na pisanie programów, które będą działały w wielu różnych systemach operacyjnych, m. in. Linux, Windows, Mac OS. Wydaje mi się, że wykorzystuje ją popularna odmiana Linux-a: Ubuntu. Dlatego to okno będzie wyglądać znajomo dla użytkowników tego systemu.

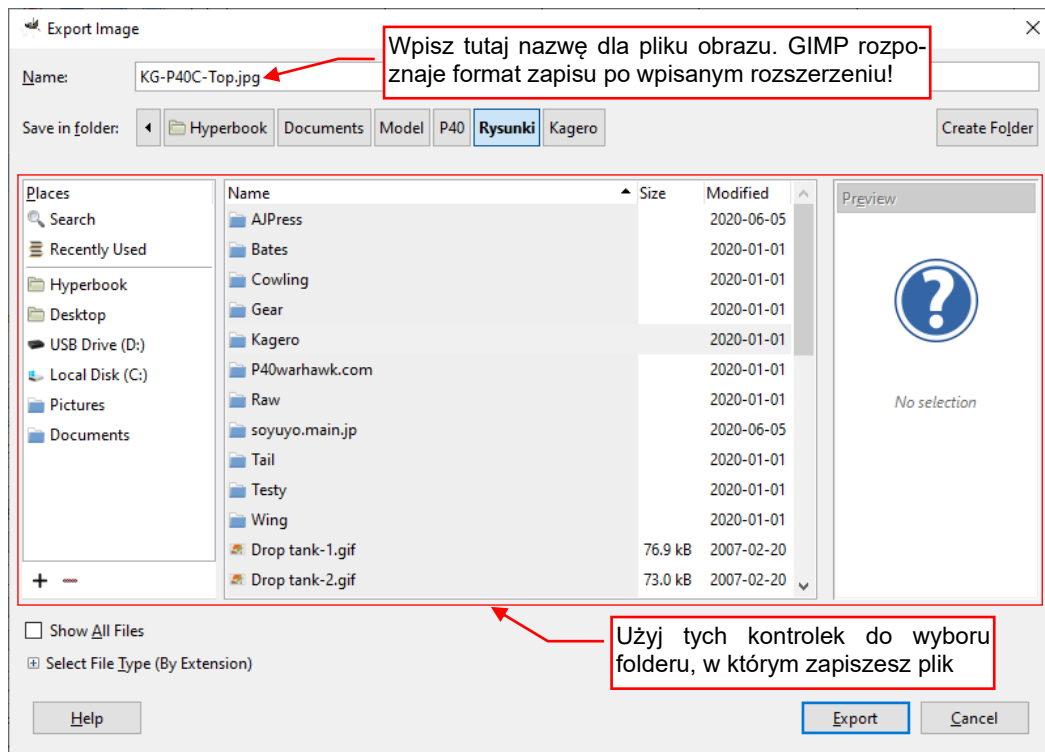
7.5 Zapisanie pliku (obrazu)

W obecnej wersji GIMP polecenie **File→Save As** pozwala zapisać obraz tylko we własnym formacie programu (*.xcf). Używaj go wtedy, gdy chcesz zapisać obraz w tej postaci, i/lbo jako plik o zmienionej nazwie. Jeżeli chcesz zachować obraz w innym formacie (np. *.jpg, *.png, *.tif,...) należy użyć poleceń **File→Export** lub **File→Export As** (Rysunek 7.5.1):



Rysunek 7.5.1 Różne metody zapisywania pliku

Taki dziwny podział został wprowadzony w GIMP 2.8. Potem, w odpowiedzi na krytykę, dodano polecenie **Overwrite <nazwa pliku>**, do szybkiego zapisu typowych obrazów. Każde z tych poleceń otwiera okno (Rysunek 7.5.2) podobne do tego, w którym wybieraliśmy plik do załadowania (por. Rysunek 7.4.2, str. 130):




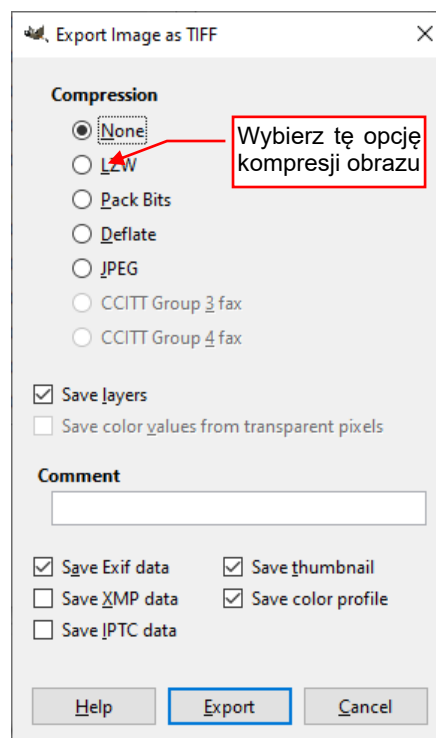
Rysunek 7.5.2 Okno zapisywania do pliku

W oknie **Export Image** (Rysunek 7.5.2) wybieramy folder, do którego zapiszemy rysunek. Wpisujemy także nazwę pliku. Bardzo ważne jest także wpisanie właściwego rozszerzenia pliku – np. *.png, *.tif, albo *.jpg. (GIMP określa sposób zapisu obrazu na podstawie rozszerzenia pliku, które podasz). Na koniec naciśnij na w oknie **Export Image** przycisk **Export**.

W zależności od formatu zapisu, który wybrałeś, GIMP może jeszcze pokazać pomocnicze okno, z dodatkowymi opcjami. Rysunek 7.5.3 pokazuje takie okno dla formatu **TIFF**. Można tu ustalić sposób kompresji obrazu. Wybieraj zawsze opcję **LZW**. (Nie sprawdzałem innych, ale **LZW** jest bardzo popularną metodą i poprawnie wczytuje się do Blendera).

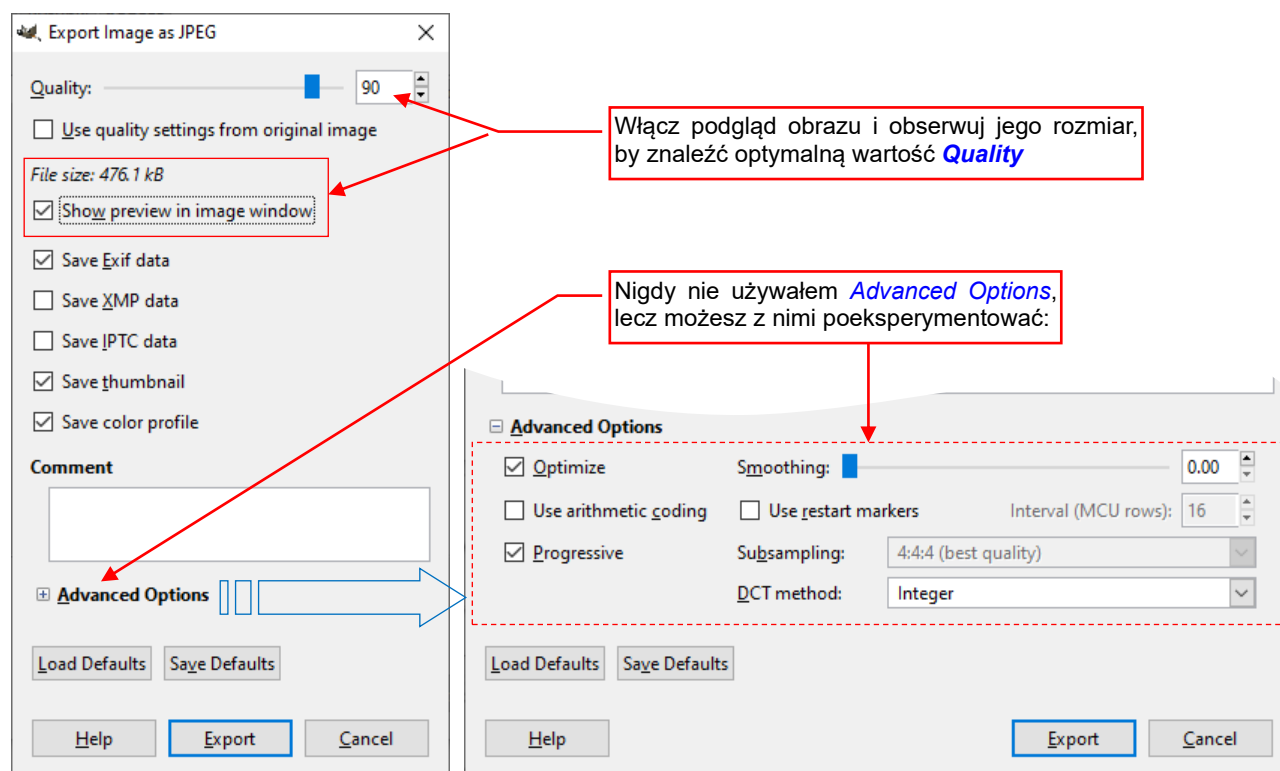
Po naciśnięciu kolejnego przycisku **Export**, nasz rysunek zostanie ostatecznie zapisany na dysku.

 Gdyby GIMP wyświetlił komunikat o braku możliwości zapisania informacji o przejrzystości w pliku **TIFF**, wywołaj polecenie **Image→Flatten Image** i spróbuj jeszcze raz.



Rysunek 7.5.3 Okno dodatkowe – zapis w formacie TIFF

Format **JPEG** pozwala uzyskać pliki o najmniejszym rozmiarze, ale za pewną cenę: pogorszenia jakości obrazu. Nie obsługuje też przejrzystości. Dla plików ***.jpg** GIMP wyświetla inne okno dialogowe (Rysunek 7.5.4):



Rysunek 7.5.4 Okno zapisywania do pliku

Kontrolki w oknie **Export Image as JPEG** pomagają dobrać kompromis pomiędzy jakością obrazu i rozmiarem wynikowego pliku. Zawsze włączaj opcję **Show preview in image window**, a potem spróbuj zmniejszyć wartość **Quality** poniżej 90%. Obserwuj, jak zmniejsza to rozmiar pliku, a w oknie głównym GIMP – jaki ma to wpływ na obraz. W ten sposób szybko dobierzesz i znajdziesz optymalne ustawienie.

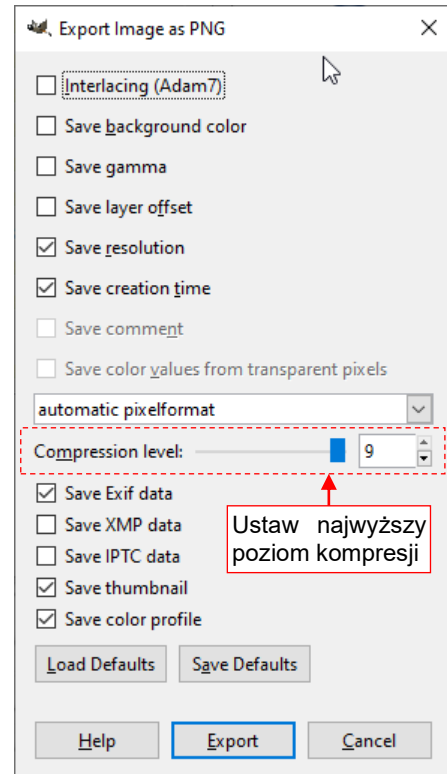


Dla "biało-czarnych" obrazów (np. plany, zeskanowane w odcieniach szarości) możesz ustawić całkiem niską wartość parametru **Quality** (około 70%) bez specjalnej utraty jakości. W ten sposób uzyskasz o wiele mniejsze pliki niż dla kolorowych obrazów o tych samych rozmiarach.

PNG jest tzw. „formatem bezstratnym” (podobnie jak **TIFF**): przechowuje oryginalne wartości każdego piksela obrazu. Zachowuje także informację o przejrzystości. W przypadku zapisu do pliku **PNG** (Rysunek 7.5.5) pozostawiaj poziom **Compression level** na najwyższej wartości (**9**). W tym formacie najwyższy poziom kompresji nie wpływa na jakość, a pozwala uzyskać najmniejsze pliki. Są one jednak dużo większe od identycznych obrazów zapisanych w formacie **JPEG**.



W przypadku formatów **PNG** i **JPEG** możesz użyć przycisku **Save Defaults** by zapamiętać typowe parametry zapisywania, jakie stosujesz (Znajdziesz je w dolnej części ich okien – por. Rysunek 7.5.4 i Rysunek 7.5.5). Od tej pory GIMP będzie je proponował od razu.



Rysunek 7.5.5 Okno dodatkowe – zapis w formacie PNG

Rozdział 8. Inkscape – szczegóły obsługi

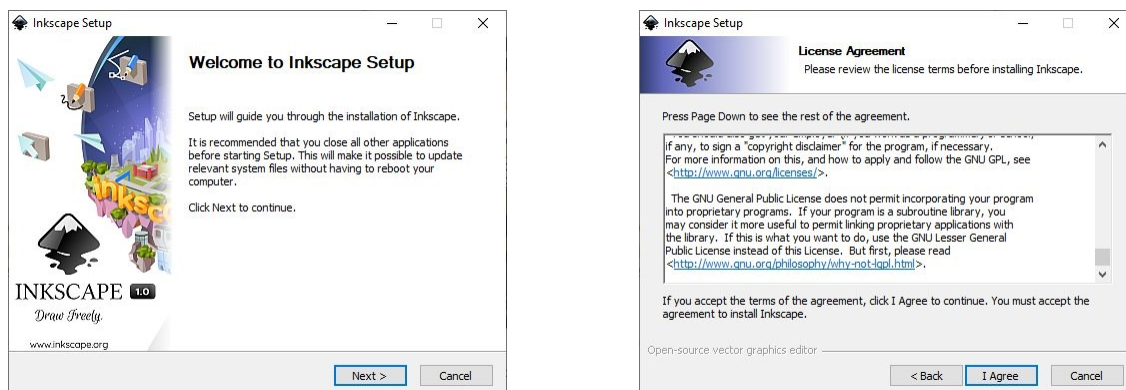
Na Inkscape natknąłem się przypadkiem. GIMP ma dość ograniczone możliwości rysowania linii wektorowych. A ja szukałem więc czegoś, w czym można by było wygodnie rysować (i poprawiać) linie nitów i łączenia blach dla tekstur poszycia samolotu. Gdy wertowałem jego plik odpowiedzi, szukając szczegółów dostępnych funkcji, natknąłem się na zdanie: „Rysowanie linii w GIMP nie jest tak wygodne, jak w wyspecjalizowanych programach, np. Inkscape”.

Co to jest to „Inkscape”? Wystarczyło wpisać to hasło w Google, by znaleźć stronę tego projektu. Jest to najmłodszy z programów, używanych w tej książce. Opisana tutaj wersja 1.0 została udostępniona w 2020r¹.

¹ Inkscape jest tworzony od 2003r i jest „gałęzią” jeszcze wcześniejszego projektu o nazwie Sodipodi. Pierwsza opublikowana wersja miała numer 0.35. Takie niekomercyjne projekty mogą być bardziej „szczerze” w numeracji wersji: przypuszczam, że oryginalne cele związane z funkcjonalnością osiągnięto dopiero w wersji 1.0.

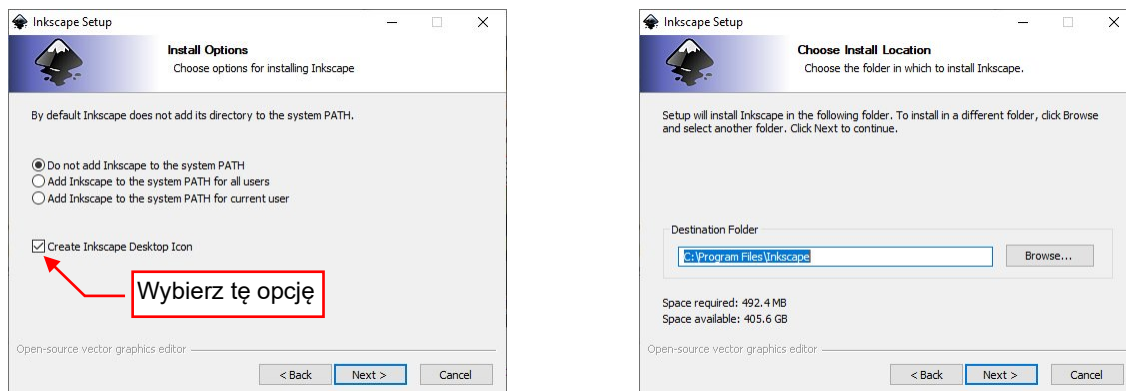
8.1 Instalacja

Pobierz z portalu <http://inkscape.org> (por. str. 23) i uruchom program instalacyjny (wymaga uprawnień Administratora). Na początku pojawia się ekran "powitalny", a następnie ekran z umową licencyjną (Rysunek 8.1.1):



Rysunek 8.1.1 Instalacja GIMP – pierwsze dwa ekrany

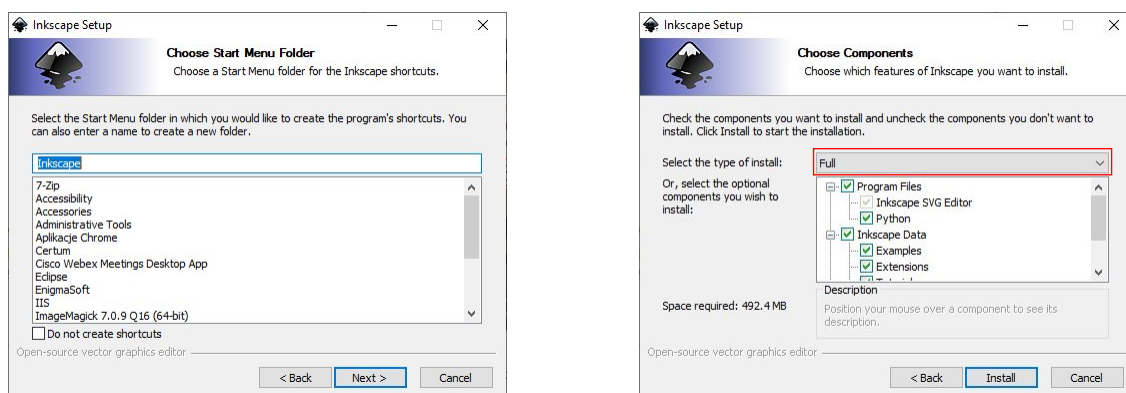
Po naciśnięciu przycisku **I Agree** na ekranie *License Agreement*, przejdziemy do następnego okna (Rysunek 8.1.2):



Rysunek 8.1.2 Wybór opcji instalacji (1)

W oknie *Install Options* wybierz opcję **Create Inkscape Desktop Icon**. W oknie *Choose Install Location* możesz zmienić domyślny folder programu.

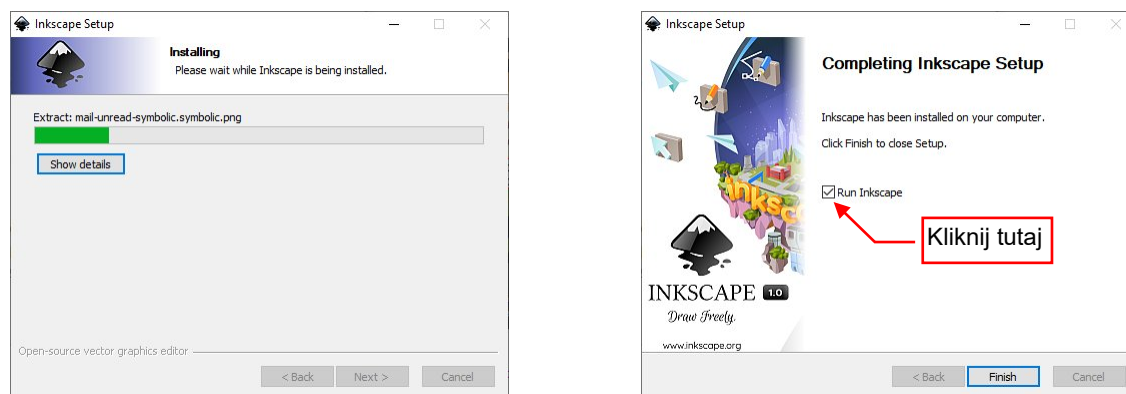
Następne dwa okna zaakceptowałem bez żadnych zmian (Rysunek 8.1.3):



Rysunek 8.1.3 Wybór opcji instalacji (2)

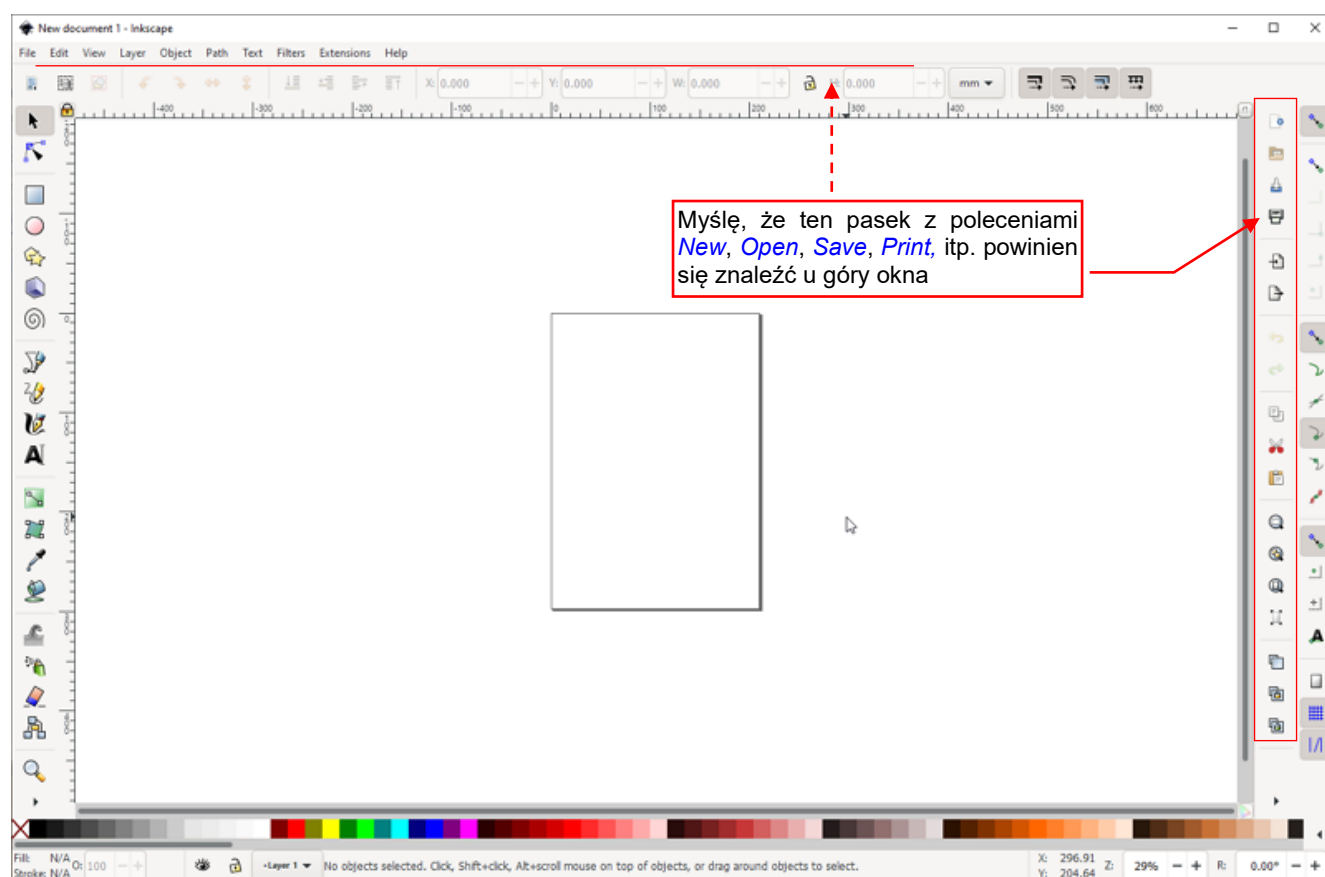
(Oczywiście, jeżeli na Twoim dysku brakuje miejsca, możesz zmienić typ instalacji w oknie *Choose Components*). Po naciśnięciu przycisku **Install** rozpocznie się instalacja.

Inkscape wyświetla postęp instalacji na typowym pasku, a potem otwiera okno końcowe (Rysunek 8.1.4):



Rysunek 8.1.4 Instalacja Inkscape - ekrany: postępu i finalny

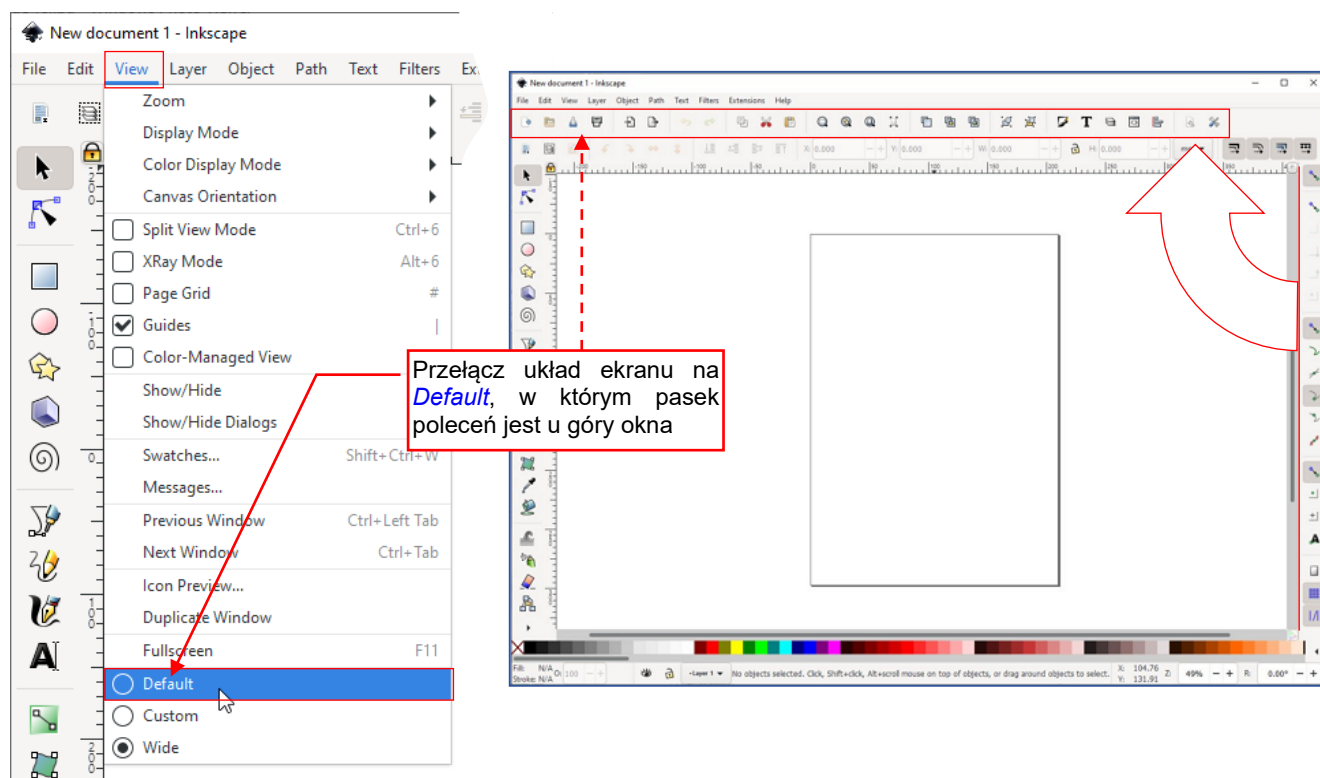
Gdy uruchomisz Inkscape po raz pierwszy, wyświetli okno jak poniżej (Rysunek 8.1.5):



Rysunek 8.1.5 Okno Inkscape (układ jak przy pierwszym uruchomieniu)

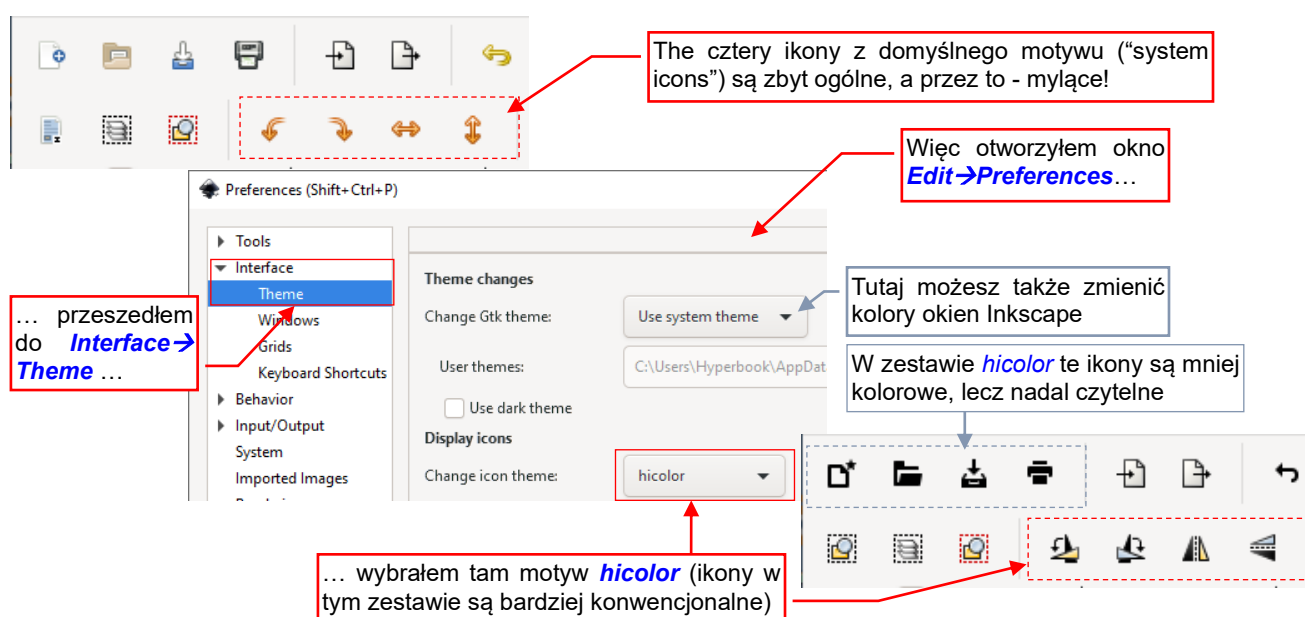
Nie wiem czemu, ale zawsze po instalacji Inkscape jego układ ekran jest ustawiony w tak zwanym trybie „szerokim” (*Wide*). W tym trybie przybornik z poleceniami systemowymi jest umieszczony po prawej (tak, jak to pokazuje Rysunek 8.1.5).

Osobiście wolę widzieć polecenia *New*, *Save*, *Print*, u góry okna, poniżej menu. W tym programie nie można jednak po prostu przesunąć myszką paska z poleceniami (przynajmniej jeszcze w tej wersji). Aby zmienić ten układ ekranu, wybierz opcję *View→Default* z menu (Rysunek 8.1.6):



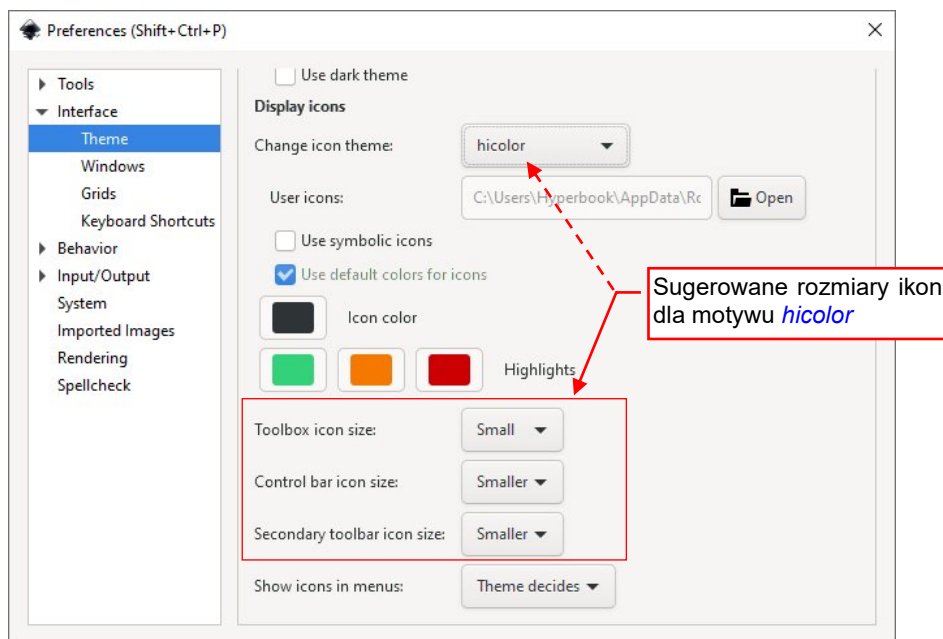
Rysunek 8.1.6 Wybór alternatywnego układu ekranu

Na koniec jeszcze jedna poprawka: po kilku dniach używania tej wersji Inkscape doszedłem do wniosku, że domyślne cztery ikony odbiurzanych i ćwierćobrotów (Rysunek 8.1.7) są mylące. (Przypuszczam, że przyczyną jest zbytnia generalizacja symboli tych strzałek. Patrząc na nie, trudno powiedzieć, czy reprezentują obrót czy polecenie *Undo*). Na szczęście znalazłem alternatywę: otwórz okno *Edit→Preferences*, i przejdź do panelu *Interface→Theme*. Wybierz inny zestaw ikon, zawierający bardziej konwencjonalne symbole, z listy *Change icon theme*:



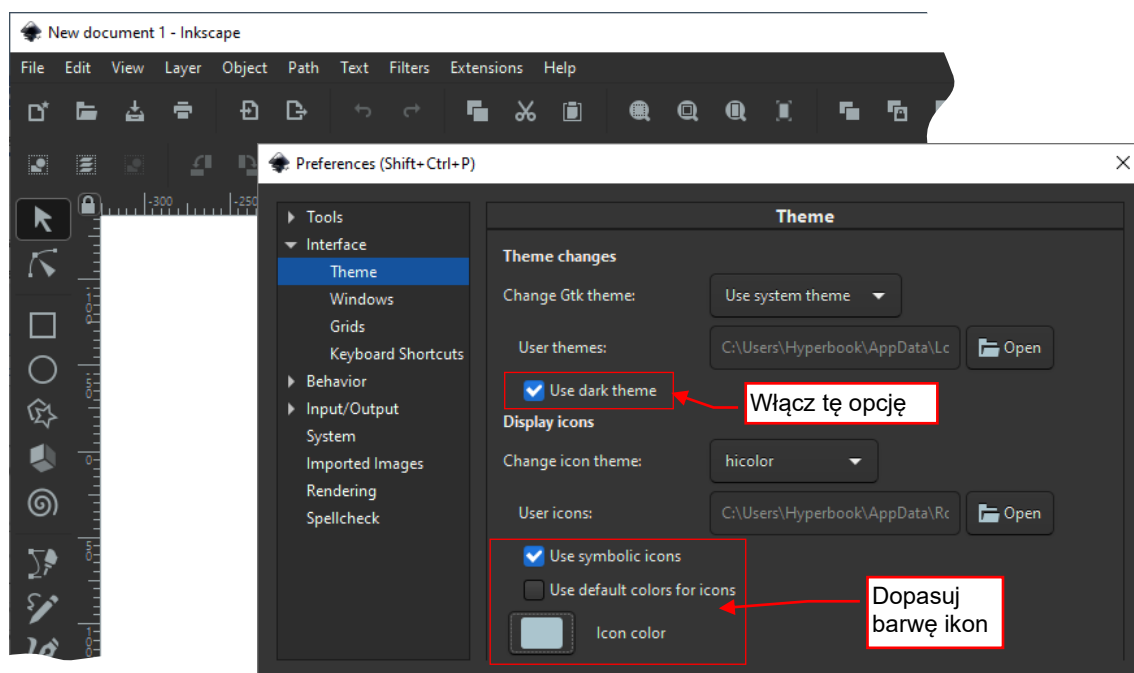
Rysunek 8.1.7 Zmiana aktywnego zestawu ikon

Przy okazji: gdy zmieniasz zestaw ikon, zwróć uwagę na ustawienia ich rozmiarów! Niektóre z nich wymagają restartu programu, i wtedy możesz być zaskoczony jak bardzo duży jest rozmiar *Large*, czy nawet *Small*! Dla wybranego zestawu *hicolor* sugeruję następujące ustawienia rozmiarów ikon (Rysunek 8.1.8):



Rysunek 8.1.8 Ustalenie rozmiaru ikon dla motywu *hicolor*

Oczywiście, jeżeli jesteś fanem ciemnych, jednobarwnych motywów okien, możesz coś takiego ustawić także w Inkscape. Wystarczy włączyć opcję *Use dark theme* (Rysunek 8.1.9):



Rysunek 8.1.9 Ustawienie ciemnego motywu okien Inkscape

W tym motywie dobrym pomysłem jest włączyć opcję *Use symbolic icons* i dobrać ich barwę w polu *Icon color* (aby nie była zbyt jasna) – tak, jak na ilustracji powyżej.

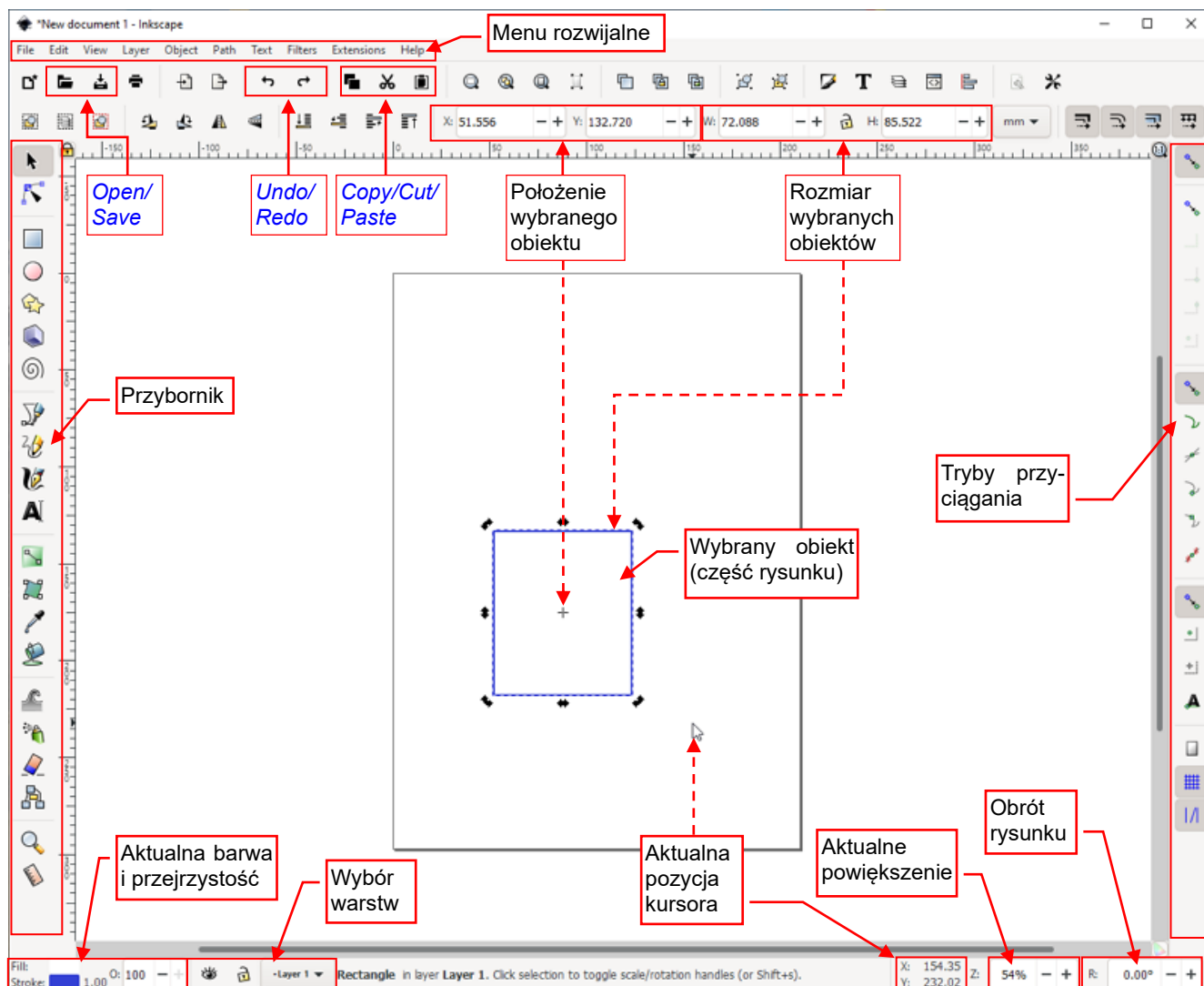


W przypadku pewnych rysunków (np. planów, schematów), warto jest wyłączyć ze skalowania grubość linii obrysu. Można to zrobić w oknie *Preferences*, panel *Behavior* → *Transforms* → *Scale stroke width*. (To ustawienie można później zmieniać w trakcie rysowania – por. str. 156).

8.2 Wprowadzenie

Inkscape tworzy tak zwaną „grafikę wektorową”. Oznacza to, że jego rysunki są zapisywane jako zbiór precyzyjnych poleceń rysunkowych. Zasadniczo są to wierzchołki, połączone odcinkami prostych lub krzywych, jak w systemach CAD. Można je dowolnie modyfikować, a także powiększać bez pogorszenia jakości obrazu¹.

Układ okna Inkscape przypomina inne programy rysunkowe. Rysunek 8.2.1 przedstawia je jak po instalacji:



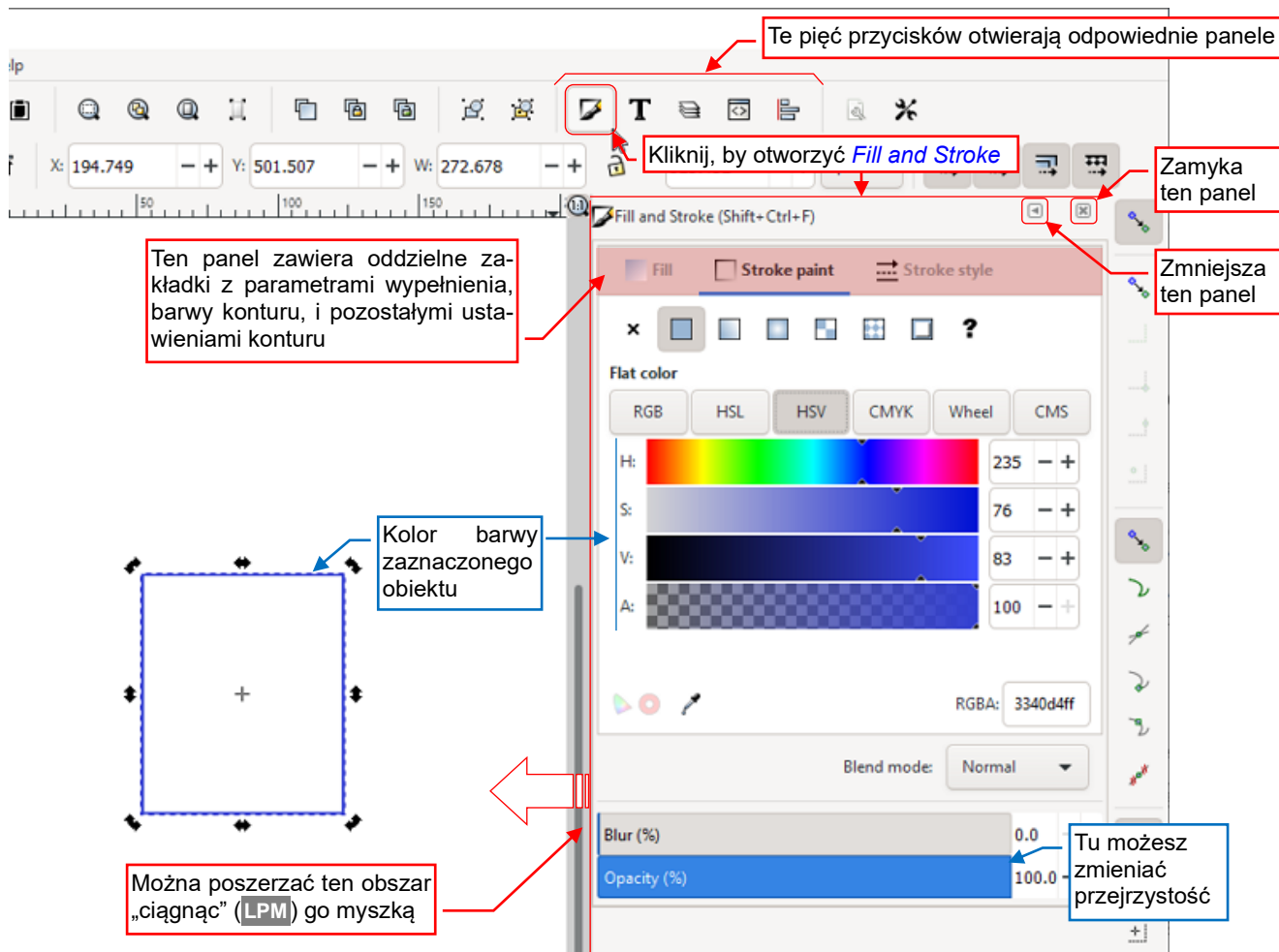
Rysunek 8.2.1 Okno Inkscape

W menu rozwijalnym u góry okna znajdziesz wszystkie polecenia programu. Na przybornikach rozłożonych wzdłuż jego krawędzi umieszczono skróty do najczęściej używanych poleceń i najpotrzebniejsze kontrolki. Główne narzędzia (tryby pracy) znajdują się w pionowym przyborniku po lewej. Poniżej menu rozwijalnego są umieszczone dwa paski: górny zawiera skróty do poleceń ogólnych (*Undo/Redo*, *Copy/Cut/Paste*, *Open/Save*). Niższy pasek wyświetla kontrolki zależne od aktualnego trybu (polecenia). Np. w trybie wyboru (*Select*) wyświetla położenie i rozmiar wybranego obiektu, oraz kilka często używanych poleceń, jak np. *Mirror*.

U dołu okna znajdziesz kilka dodatkowych kontrolerek, związanych z barwą i przezroczystością wybranego obiektu, wyborem warstwy, informacją o położeniu kursora i aktualnym powiększeniu. W Inkscape 1.0 dodano tam także obrót całego rysunku (dokumentu). Jak dotąd nie miałem nigdy okazji używać tej funkcji.

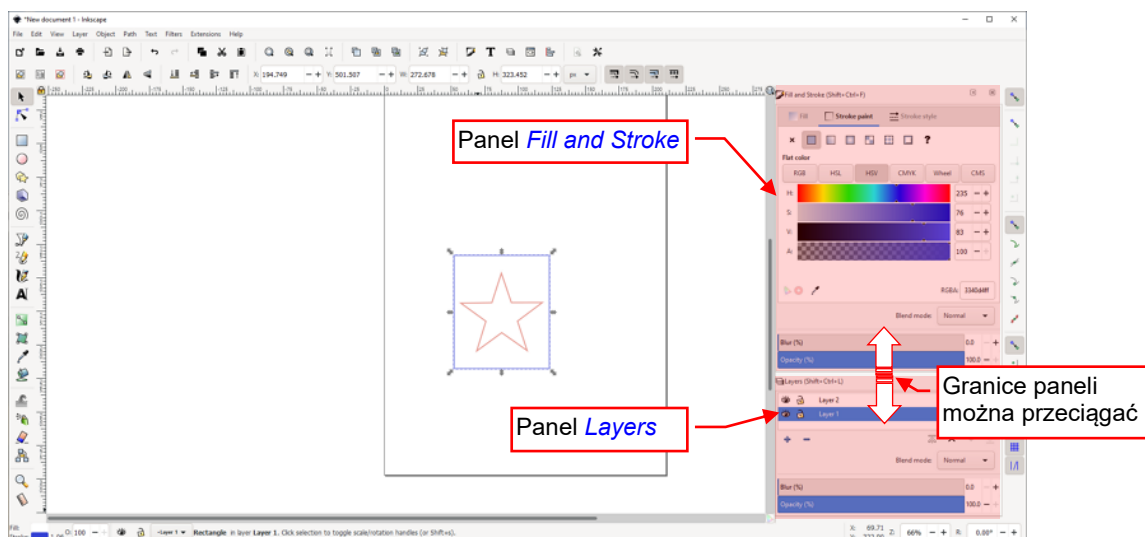
¹ Dla przykładu, GIMP tworzy „grafikę rastrową”: jego obrazy są złożone z milionów pikseli (barwnych punktów), jak zdjęcia które robisz swoim smartfonem. Dlatego po powiększeniu 2-3 razy lub więcej obraz GIMP (lub każdy inny obraz rastrowy) staje się niewyraźny.

Rysunki Inkscape są złożone z różnych otwartych lub zamkniętych konturów (obiektów). Ich kluczowe właściwości opisują ich obrys i wypełnienie. Możesz je zmieniać w panelu **Fill and Stroke** (Rysunek 8.2.2):



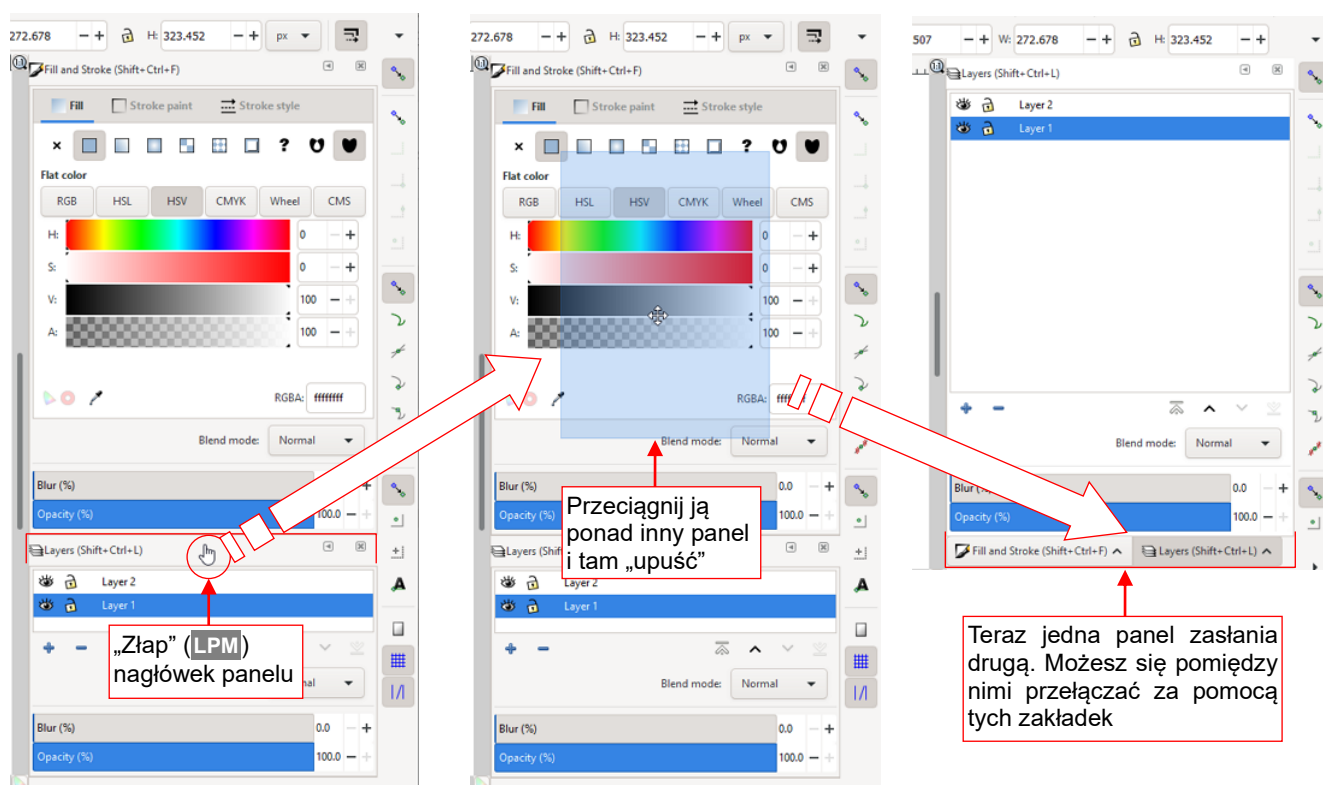
Rysunek 8.2.2 Inkscape – panel **Fill and Stroke**

W pasku poleceń znajduje się sekcja z pięcioma najczęściej używanymi panelami. Gdy klikniesz w jeden z jej przycisków, otworzy odpowiedni panel z prawej strony okna Inkscape. Możesz zmieniać szerokość tego obszaru „ciągnąc” jego ramkę za pomocą myszki (LPM). Jednak wydaje się, że każdy z tych paneli ma swoją minimalną szerokość, a **Fill and Stroke** jest najszerszym z nich (Rysunek 8.2.2 pokazuje jego minimalny rozmiar). Gdy klikniesz przycisk innego panelu (np. – **Layers**), ujrzysz go poniżej wcześniej otwartych (Rysunek 8.2.3):



Rysunek 8.2.3 Okno Inkscape z dwoma panelami

Możesz także „złapać” myszką nagłówek panelu i „upuścić” na inny panel. To je ustawi w „stos”, który u dołu otrzyma pasek zakładek (Rysunek 8.2.4):



Rysunek 8.2.4 Ułożenie paneli Inkscape „w stos”

Możesz także użyć tej metody „przeciągnij i upuść” aby zmienić kolejność paneli¹, lub ustawić je obok siebie (o ile masz odpowiednio szeroki ekran).

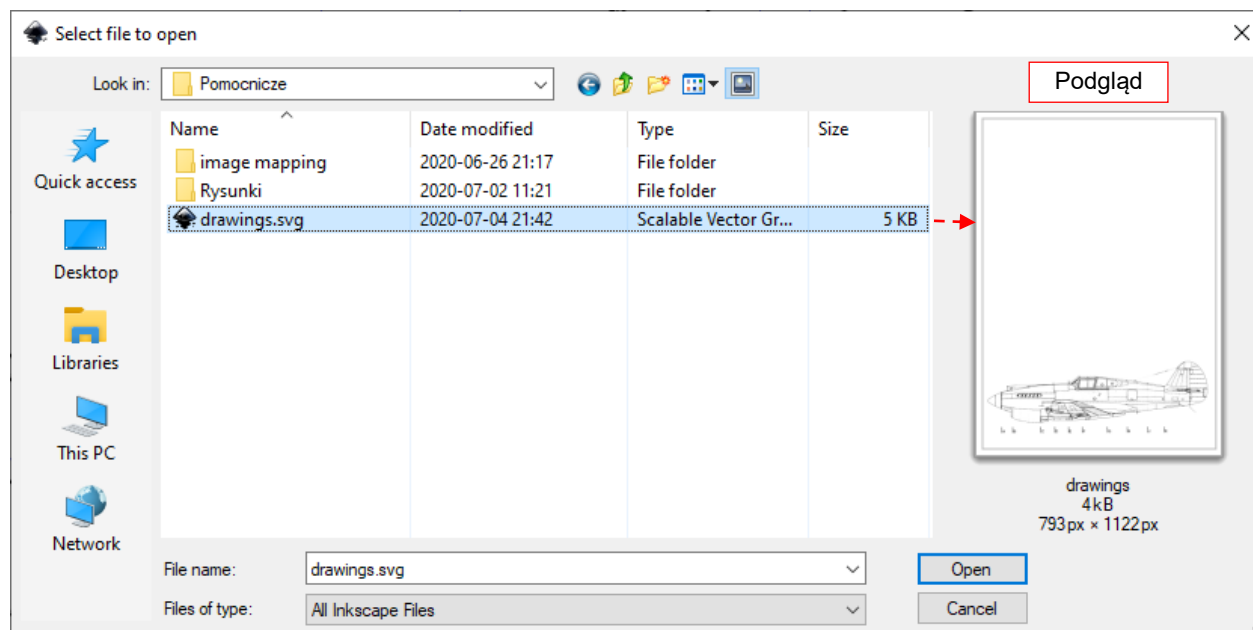


Jeżeli „przeciągniesz i upuścisz” panel poza obszarem „dokowania”, Inkscape otworzy dla niej oddzielne, „pływające” okno.

¹ Pamiętaj jednak, aby zawsze ustawić panel *Layers* poniżej *Fill and Stroke*. W tej wersji Inkscape jest mały błąd: nie można wydłużyć paneli poprzez przeciągnięcie jej ramki w dół, jeżeli poniżej znajduje się *Fill and Stroke*. Wygląda to tak, jak gdyby panele Inkscape miały także ustalony pewną minimalną wysokość.

8.3 Otwieranie i zapisywanie do pliku

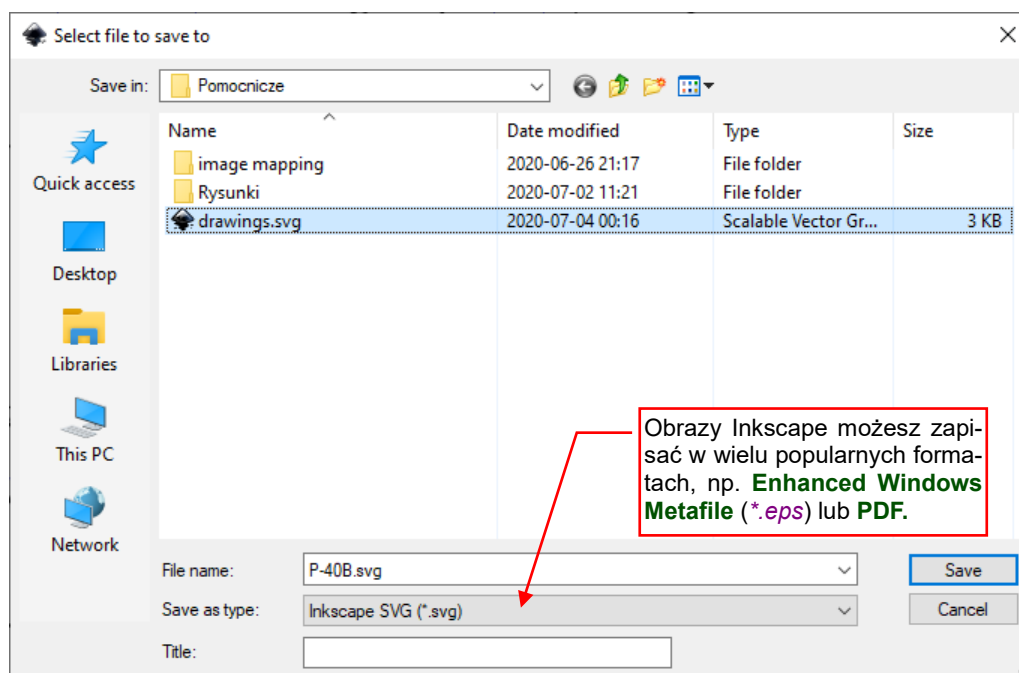
Po wywołaniu polecenia **File→Open** Inkscape otwiera typowe okno wyboru plików systemu. W Windows 10 wygląda ono tak, jak pokazuje Rysunek 8.3.1:



Rysunek 8.3.1 Inkscape – okno wyboru pliku

W tym oknie umieszczono także podgląd zawartości pliku podświetlonego na liście. Po naciśnięciu przycisku **Open**, wskazany obraz pojawi się w Inkscape.

Podobnie w przypadku zapisu pliku (polecenie **File→Save As**) ujrzysz standardowe okno systemu (Rysunek 8.3.2):

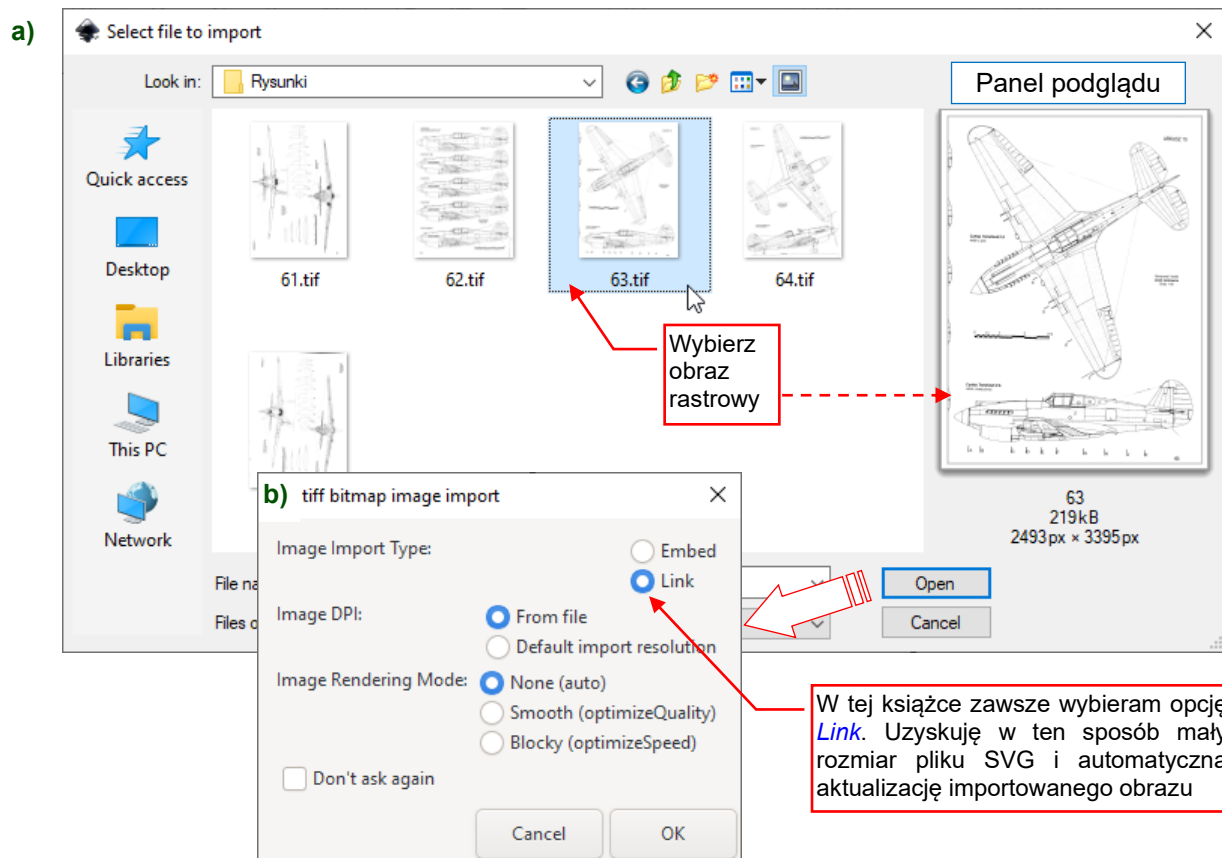


Rysunek 8.3.2 Inkscape – okno zapisu pliku

Jak możesz się przekonać przeglądając listę **Save as type**, Inkscape potrafi zapisywać obraz w wielu formatach wektorowych, m.in. w popularnym formacie **PDF**.

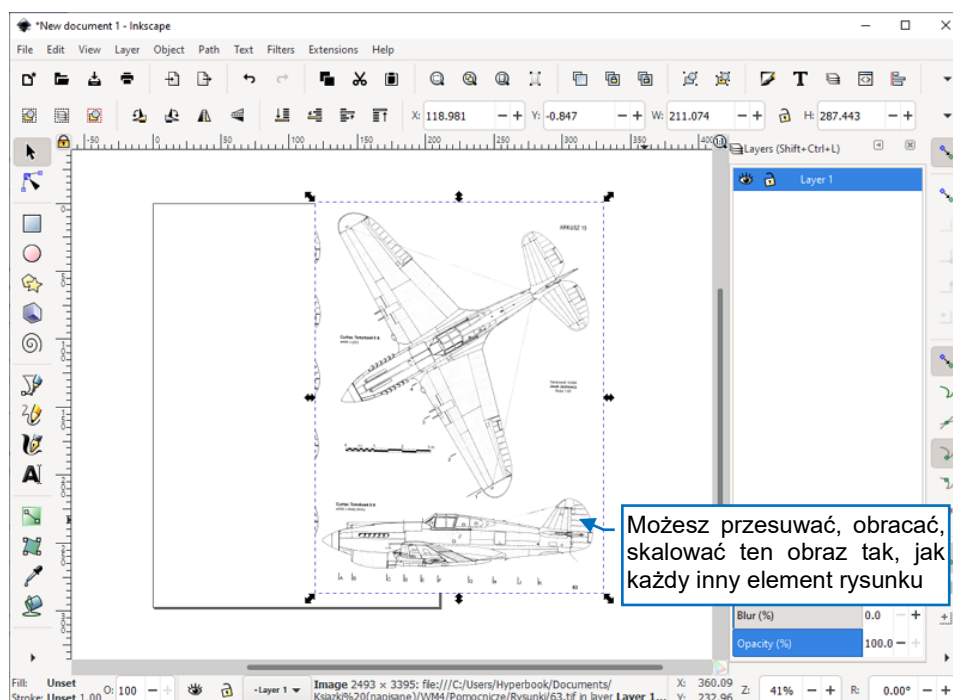
8.4 Wstawienie obrazu rastrowego

Wywołaj polecenie **File → Import**. W oknie dialogowym wyboru plików, które się pojawi, wskaż jakiś plik rastrowy (Rysunek 8.4.1a):



Rysunek 8.4.1 Wybór pliku rastrowego

Gdy naciśniesz przycisk **Open**, Inkscape wyświetli dodatkowe okno dialogowe (Rysunek 8.4.1b). Wybierz na nim opcję **Link**. Wówczas wybrany obraz zostanie wstawiony do aktualnego rysunku (Rysunek 8.4.2):



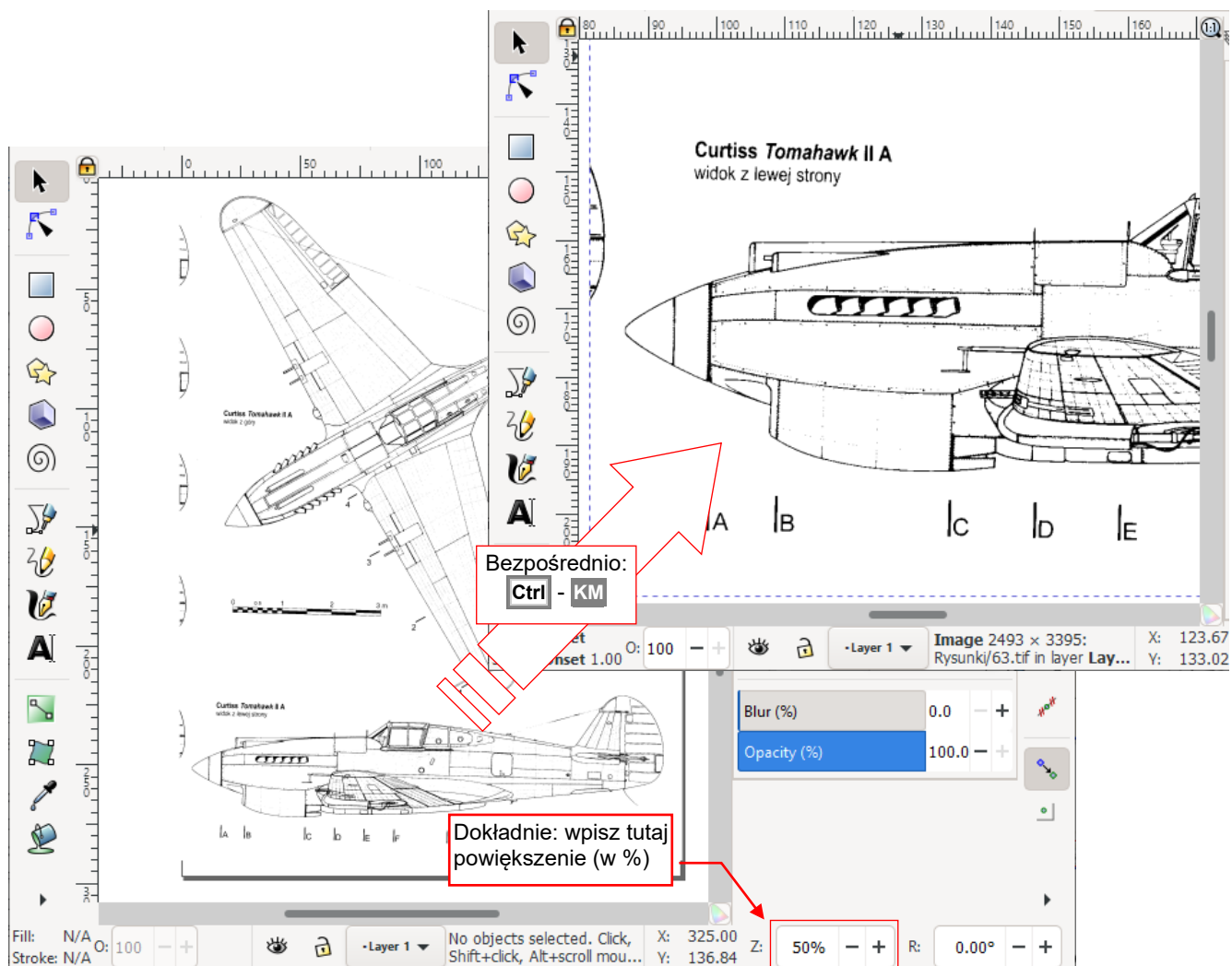
Rysunek 8.4.2 Obraz rastrowy, dołączony do dokumentu Inkscape

8.5 Widok: powiększanie, przesuwanie

Obsługa zmiany powiększenia (**zoom**) i przesuwania obrazu (**pan**) jest w Inkscape taka sama jak w większości programów rysunkowych.

Możesz na dwa sposoby **powiększać/zmniejszać** obraz na ekranie:

- szybko i mniej dokładnie: trzymając wciśnięty **Ctrl** i obracając kółkiem myszki (**KM**);
- dokładnie, lecz wolniej: wpisując % powiększenia w pole u dołu okna (Rysunek 8.5.1);



Rysunek 8.5.1 Widok: dwie metody zmiany powiększenia (**Zoom**)

Przesunięcie widoku to ruch myszki z wciśniętym **SPM**. Możesz także użyć w tym celu pasków przewijania (**scrollbars**), umieszczonych po prawej i u dołu obszaru obrazu.

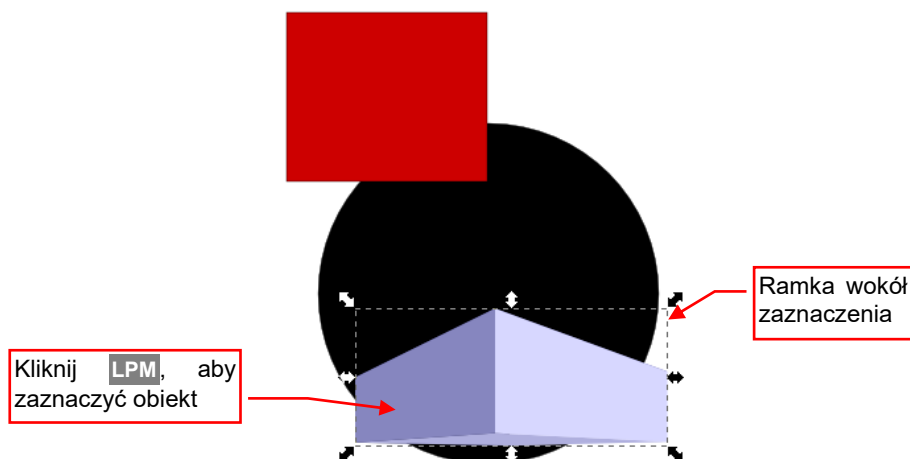
Dodatkowo, zgodnie ze standardem Windows, obrót **KM** powoduje przewijanie obrazu w górę i w dół. Już poza tym standardem, kombinacja **Shift** - **KM** przesuwa widok w poziomie.

8.6 Zaznaczanie obiektów (selekcja)

Wybór (selekcja) obiektów odbywa się w Inkscape w sposób typowy dla aplikacji Windows. Zaznaczony obiekt/obiekty są obramowane prostokątną ramką z uchwytami (Rysunek 8.6.1).

Naciśnięcie klawisz **Esc** powoduje rezygnację z wykonanego wyboru (w menu rozwijalnym jest to polecenie **Edit → Deselect**).

Wybór pojedynczego obiektu to kliknięcie w jego obszar **LPM**. Powoduje jednocześnie wyłączenie z selekcji ewentualnych obiektów wybranych wcześniej (Rysunek 8.6.1):

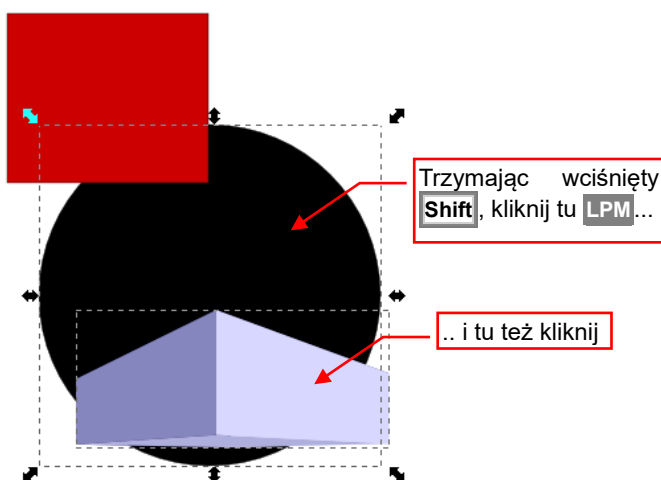


Rysunek 8.6.1 Zaznaczony, pojedynczy obiekt



Gdy chcesz zaznaczyć obiekt, który nie ma wypełnienia, musisz kliknąć **LPM** dokładnie w jedną z jego linii. Jeżeli np. wybierasz kwadrat, który nie ma wypełnionego środka, kliknięcie w jego wnętrze wcale go nie zaznaczy!

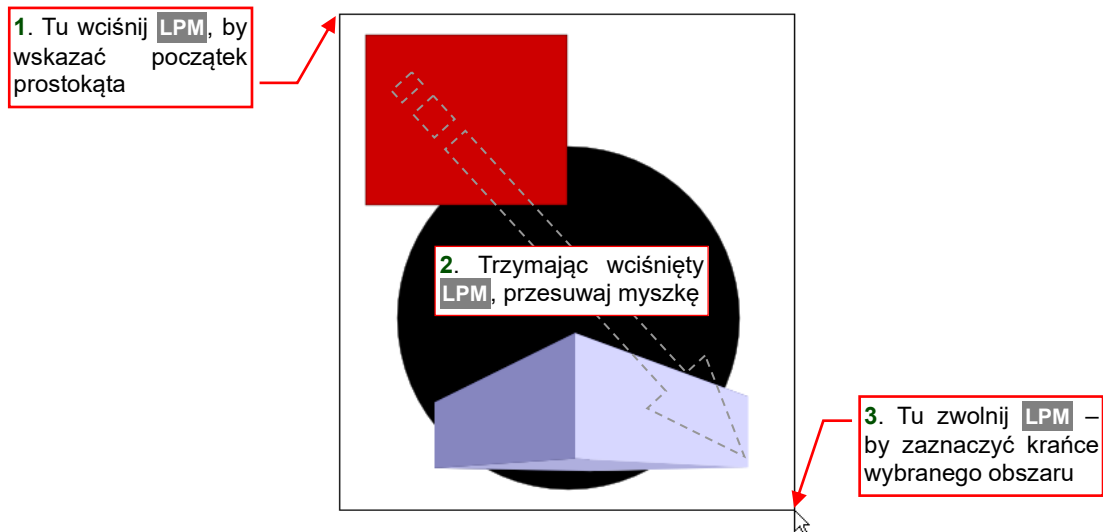
Aby **wybrać wiele obiektów**, jeden po drugim: trzymaj wciśnięty **Shift** i klikaj w nie po kolei **LPM** (Rysunek 8.6.2):



Rysunek 8.6.2 Zaznaczanie wielu obiektów – metoda bezpośrednia

Jeżeli powtórnie klikniesz **Shift** - **LPM** w zaznaczony obiekt – zostanie wykluczony z selekcji.

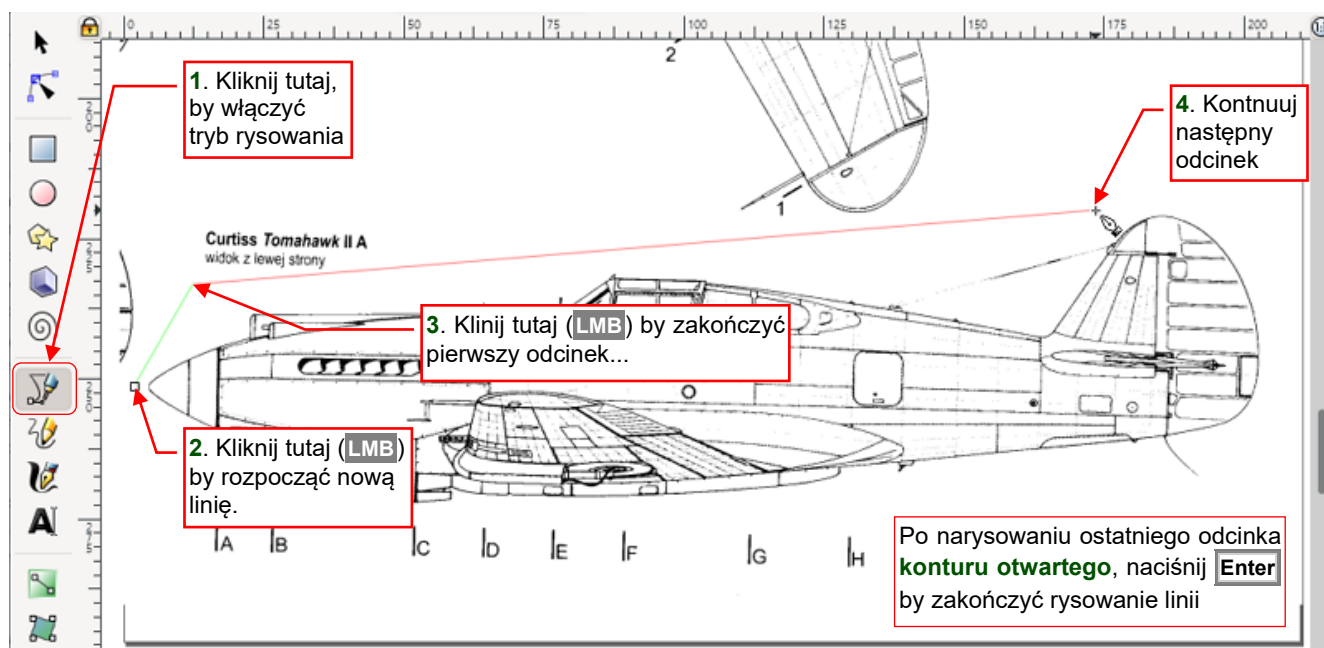
Aby wybrać wiele obiektów za pomocą prostokątnego obszaru: wciśnij **LPM** w miejscu, gdzie nie ma żadnego obiektu. To wyznacza jeden z narożników prostokąta; Następnie, trzymając wciśnięty **LPM**, przesuвай kursor. Będziesz "ciągnął" w ten sposób przeciwległy narożnik obszaru selekcji. Miejsce, w którym zwolnisz **LPM**, wyznaczy rozmiar prostokąta. Wybrane zostaną wyłącznie obiekty, które mieszczą się w nim w całości (Rysunek 8.6.3):



Rysunek 8.6.3 Zaznaczanie obiektów obszarem prostokątnym

8.7 Rysowanie linii

Rysowanie linii zaczynamy od przełączenia się w odpowiedni tryb pracy – rysowania linii (Rysunek 8.7.1):



Rysunek 8.7.1 Rysowanie linii w Inkscape

Linie zaczynasz od kliknięcia **LPM** w punkt, który będzie początkiem pierwszego odcinka. Od tej chwili za kursor myszki zaczyna się "ciągnąć" czerwona kreska (mimo, że nie naciskasz żadnego klawisza). Gdy po raz drugi klikniesz **LPM** – wskażesz koniec odcinka. Linia może się składać z jednego lub więcej takich segmentów. Zwróć uwagę, że po wskazaniu drugiego punktu Inkscape "z własnej inicjatywy" rozpoczął "ciągnąć" kolejny odcinek linii.



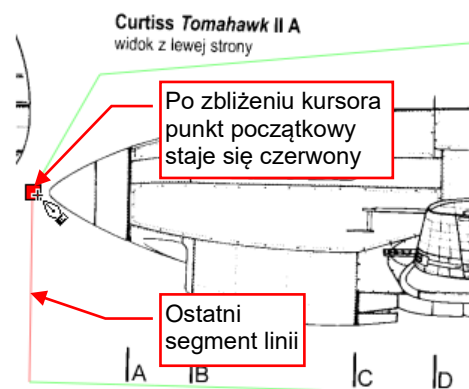
Aby usunąć ostatnio narysowany odcinek linii – naciśnij **Backspace**.



Jeżeli rysowany odcinek ma być poziomy lub pionowy – podczas rysowania trzymaj wciśnięty **Ctrl**.

Gdy rysujesz **kontur otwarty**, na koniec naciśnij **Enter**, by zakończyć rysowanie.

Gdy rysujesz **kontur zamknięty**: podczas rysowania linii zbliż koniec ostatniego odcinka do początku pierwszego – tak, aby punkt początkowy został podświetlony (Rysunek 8.7.2). Gdy umieścisz w nim punkt końcowy odcinka, który rysujesz (kliknięcie **LPM**) – linia stanie się zamknięta.

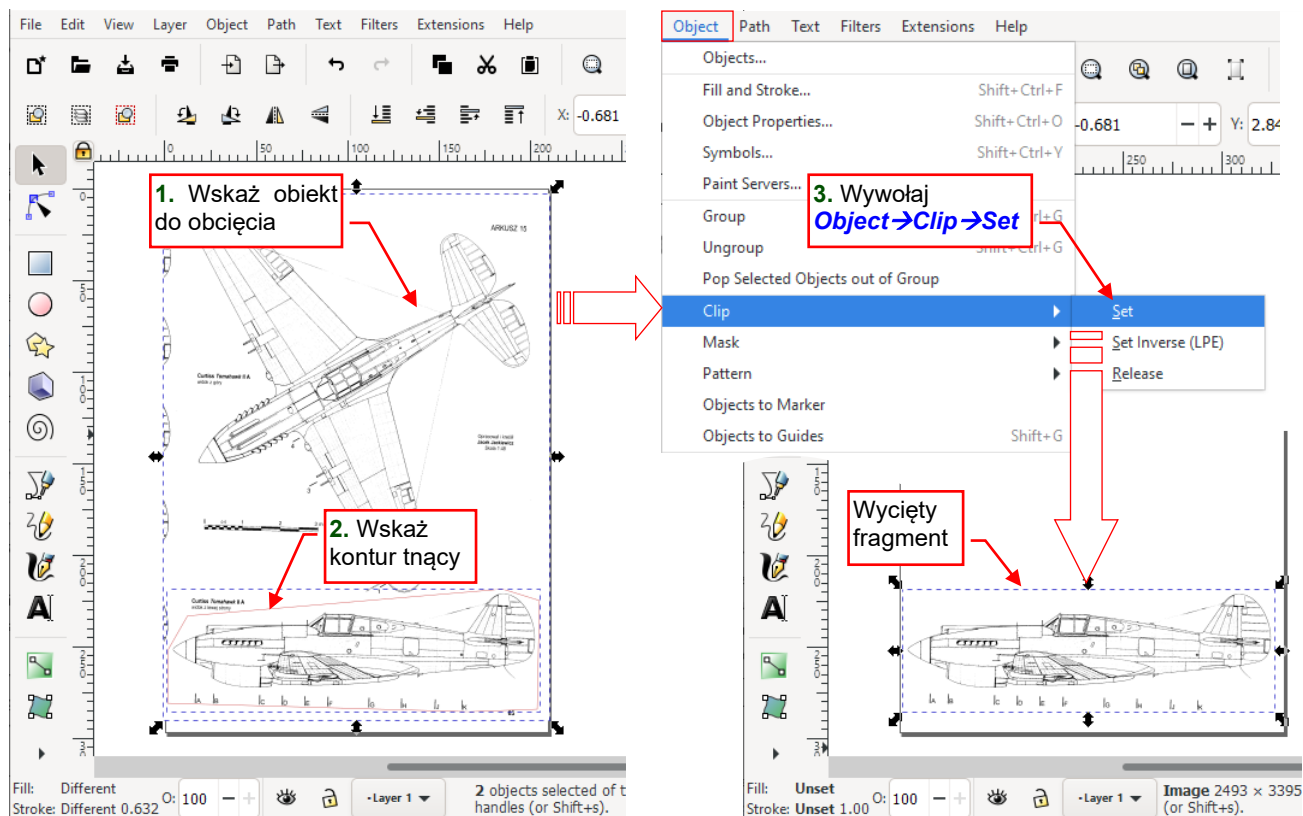


Rysunek 8.7.2 "Zamykanie" obrysu

8.8 Wycinanie kształtów

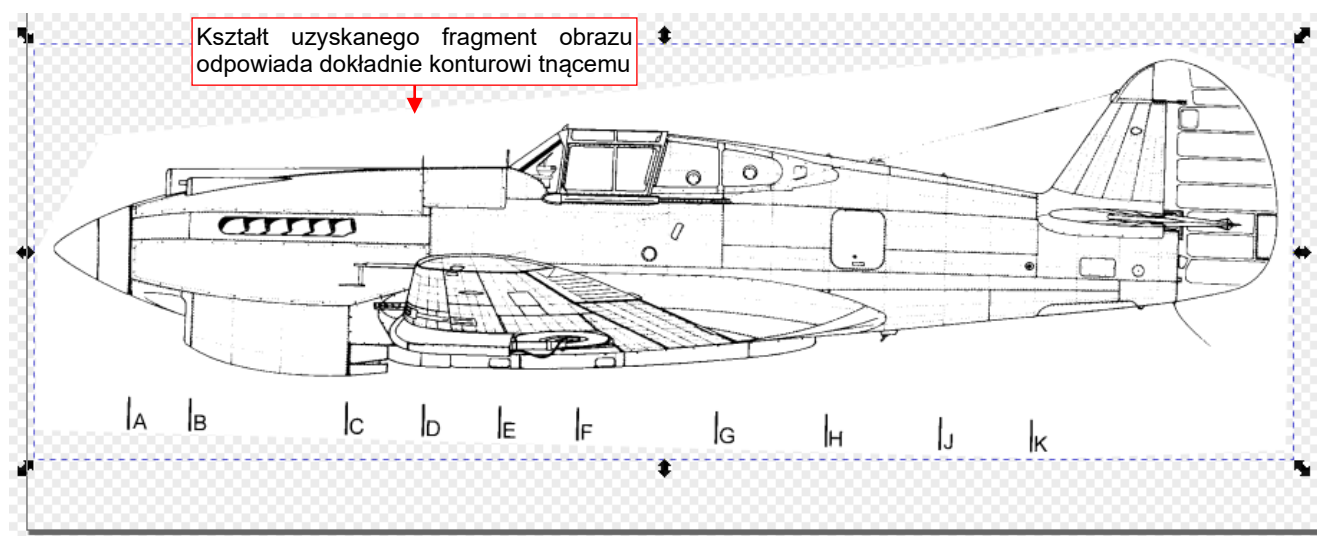
W Inkscape możesz „obciąć” dowolny obiekt wzdłuż zadanego konturu. Pokażę to na przykładzie obrazu.

Wybierz obiekt(y) do obcięcia, oraz kontur tnący. Ten kontur powinien być jakimś obiektem o obrysie zamkniętym, położonym ponad pozostałymi wskazanymi obiektami. Rysunek 8.8.1 pokazuje przebieg operacji:



Rysunek 8.8.1 Wycinanie kontury z obrazu (rastrowego)

Gdy obiekty są zaznaczone, wywołaj polecenie **Object → Clip → Set**. Spowoduje to odcięcie wszystkiego na zewnątrz konturu tnącego. Prostokątna ramka selekcji widoczna na ilustracji powyżej jest nieco myląca: kształt wyciętego fragmentu obrazu odpowiada dokładnie konturowi tnącemu (Rysunek 8.8.2):



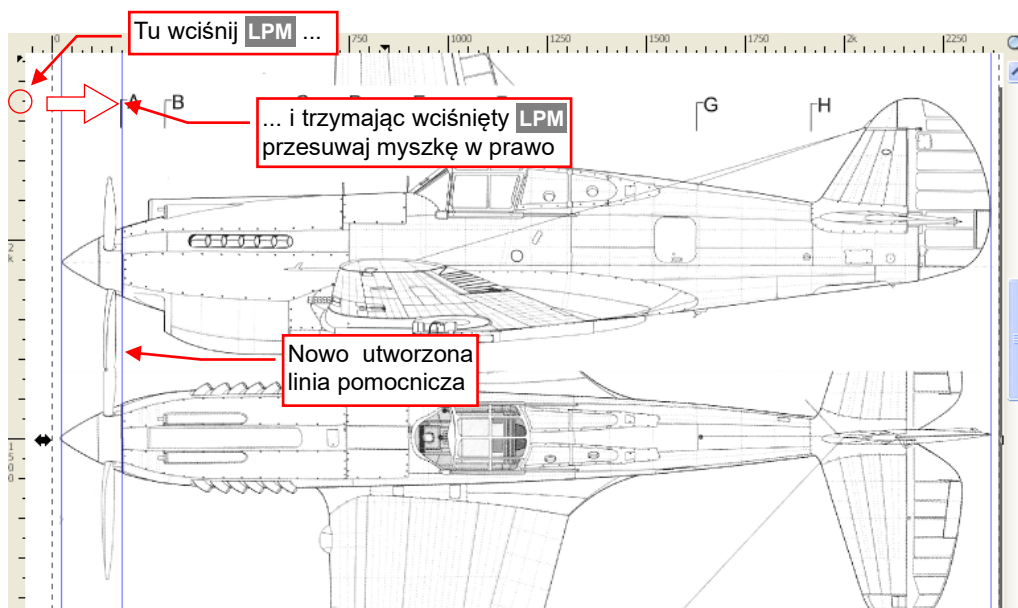
Rysunek 8.8.2 Kształt wyciętego fragmentu obrazu



Object → Clip → Release odtworzy stan początkowy, tzn. oryginalny obraz i kontur tnący.

8.9 Linie pomocnicze (*guides*)

W Inkscape możesz użyć linii pomocniczych (*guides*). Służą do zaznaczania jakiegoś istotnego miejsca, a także porównań. Tworzy się je poprzez "wyciągnięcie" z „linijek” umieszczonych po lewej lub u góry obszaru obrazu (Rysunek 8.9.1):



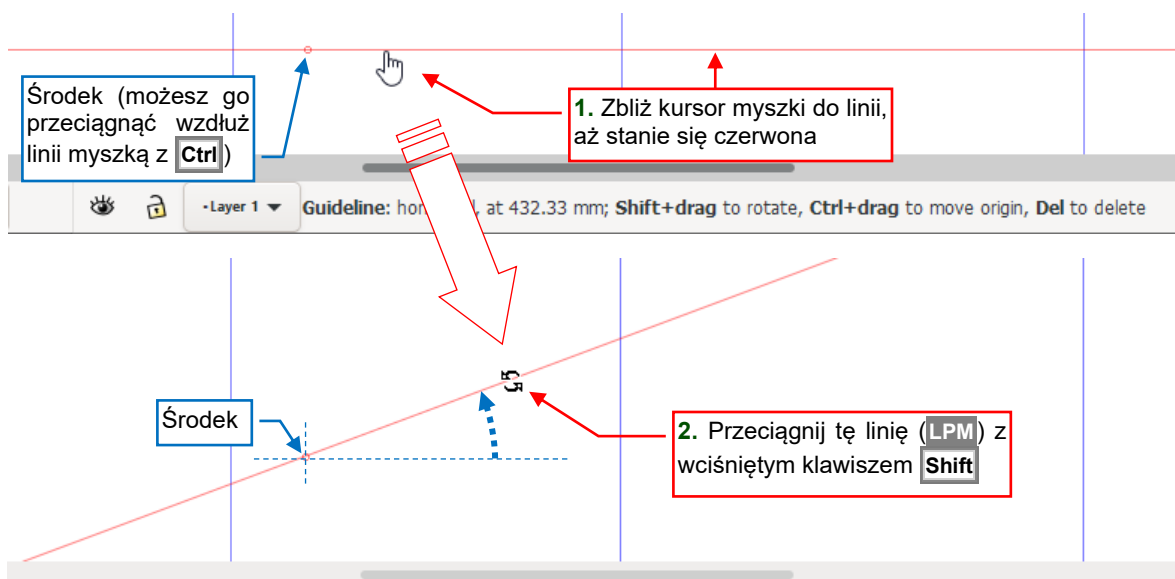
Rysunek 8.9.1 "Pobranie" linii pomocniczej

Linia pomocnicza nie jest częścią obrazu – nie jest drukowana ani nie pojawia się w obrazach wyeksportowanych do pliku rastrowego.

Istniejące linie pomocnicze można **przesuwać**. Gdy zbliżasz do nich wskaźnik myszki, linie zmieniają kolor na czerwony, a kursor myszki staje się „wskazującą dłoń” (Rysunek 8.9.2). W ten sposób Inkscape sygnalizuje, że wciśnięcie w tym obszarze **LPM** i przesunięcie myszki przeniesie linię pomocniczą w nowe miejsce. Zostanie umieszczona tam, gdzie zwolnisz **LPM**.

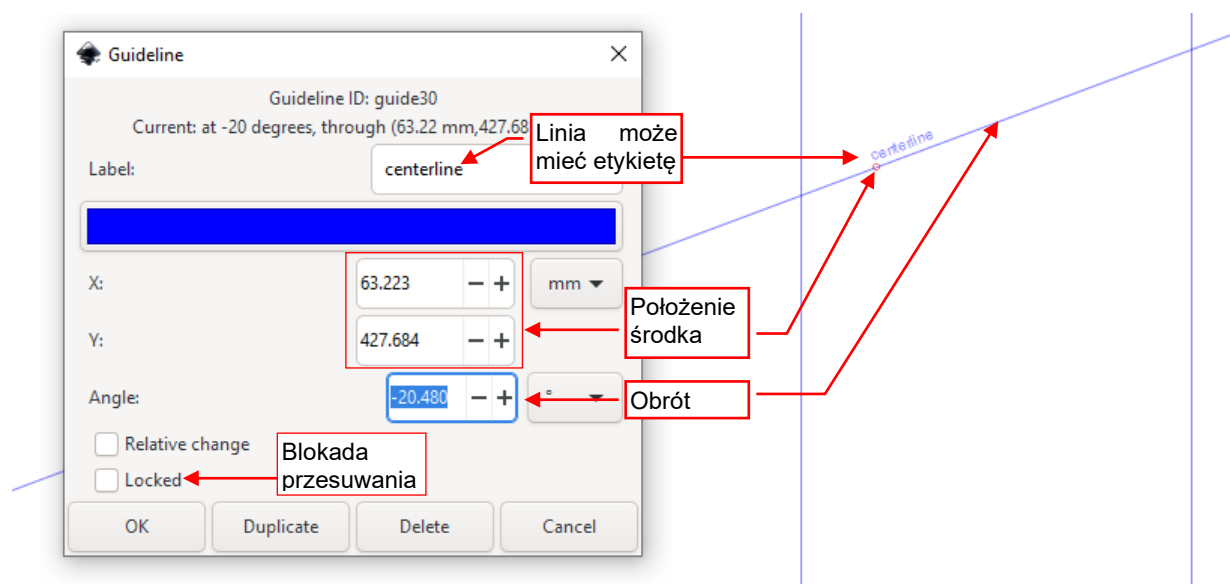
Aby **usunąć** linię pomocniczą – trzymając wciśnięty **Ctrl**, kliknij w nią **LPM**.

Linie pomocnicze można także **obracać**. Środek ewentualnego obrotu jest zaznaczony za pomocą małego czerwonego okręgu. Rysunek 8.9.2 pokazuje, jak to zrobić:



Rysunek 8.9.2 Obrót linii pomocniczej

Kiedy klikniesz dwukrotnie (**LPM**) w linię pomocniczą (gdy jest czerwona), otworzy się okno jej właściwości (Rysunek 8.9.3):



Rysunek 8.9.3 Zmiana właściwości linii pomocniczej

Możesz tu zmienić kolor linii, ustalić jej dokładne położenie (współrzędne środka) i kąt obrotu. Co więcej, linie pomocnicze w Inkscape mogą mieć nadane etykiety i można je blokować.



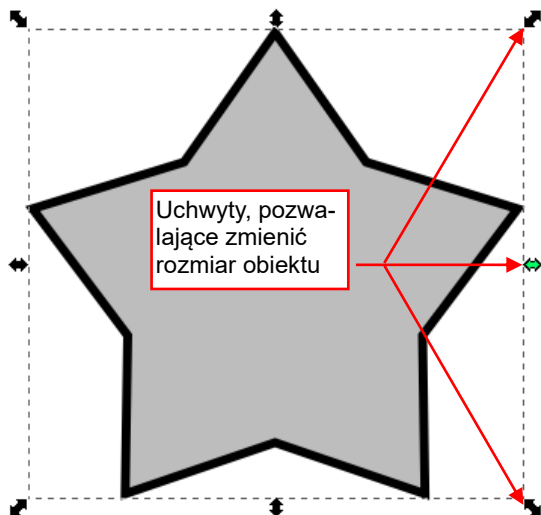
Gdy przyciąganie jest włączone, punkty charakterystyczne nowo utworzonych lub edytowanych obiektów są przyciągane do linii pomocniczych. Czasami może to przeszkadzać. Przyciąganie możesz szybko przełączać naciskając **%**¹ na klawiaturze lub klikając najwyższy przycisk na pasku z trybami przyciągania.

¹ Na klawiaturze nie ma klawisza **%**. Na typowej "polskiej klawiaturze programisty" trzeba nacisnąć kombinację **Shift** – **5** (mam na myśli klawisz **5** umieszczony powyżej pierwszego rzędu liter – QWERTY).

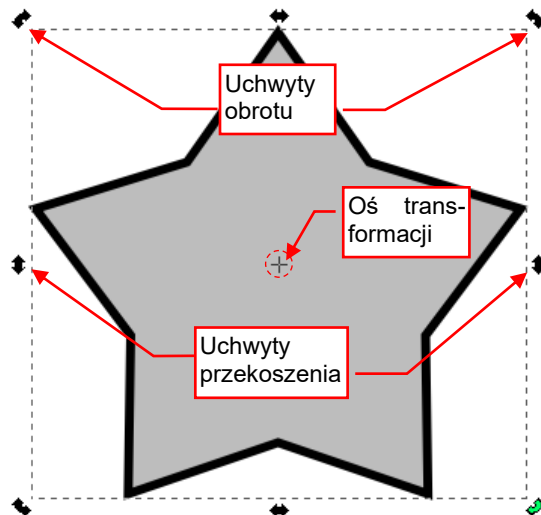
8.10 Ramka selekcji

W Inkscape, wokół każdego zaznaczonego obiektu rysowana jest ramka. Nazwijmy ją **ramką selekcji**.

Początkowo ramka selekcji pojawia się zawsze w trybie "zmiany rozmiaru" (Rysunek 8.10.1). Jeżeli jednak jeszcze raz klikniesz w zaznaczony obiekt **LPM**, przełączysz się w tryb "obrotu/przekoszenia" (Rysunek 8.10.2):



Rysunek 8.10.1 Ramka zmiany rozmiaru

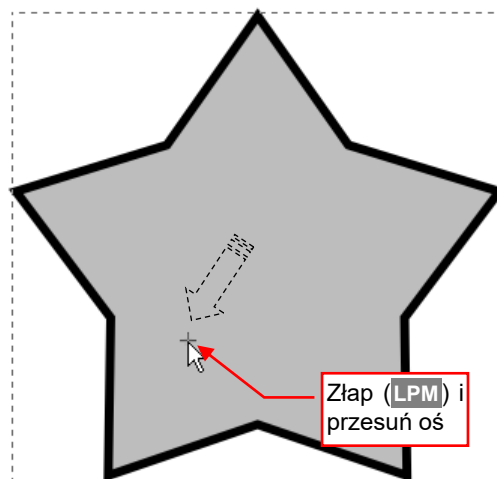


Rysunek 8.10.2 Ramka obrotu/przekoszenia

Ramka obrotu zawiera bardzo ważny punkt – oś transformacji (*Pivot*). Jest oznaczona niewielkim krzyżykiem (Rysunek 8.10.2). Gdy nie możesz jej od razu dostrzec, zmniejsz aktualne powiększenie – wtedy łatwiej ją znaleźć.

Oś można "złapać" (**LPM**) i przesunąć w inne miejsce (Rysunek 8.10.3).

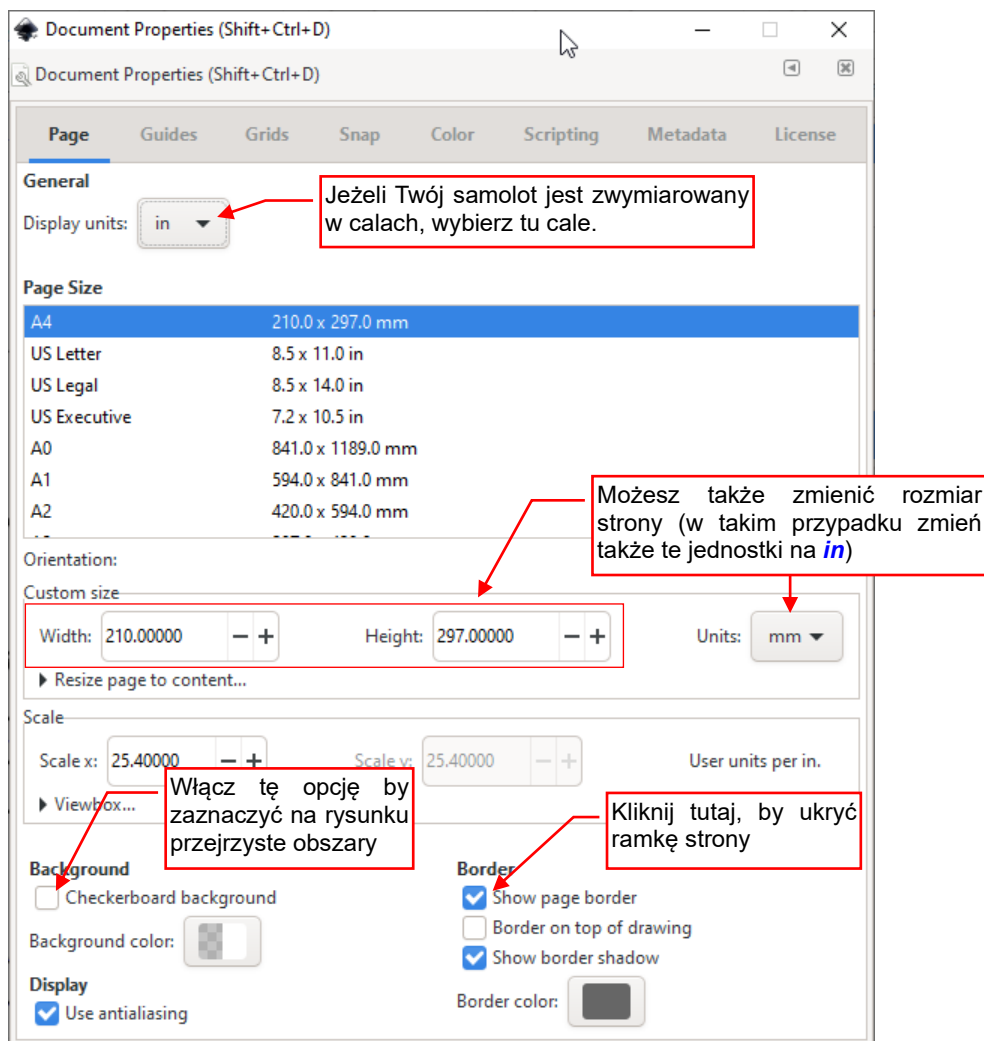
Oś jest wykorzystywana przez Inkscape podczas obrotu i przekoszenia, oraz – gdy trzymasz wciśnięty klawisz **Shift** – podczas zmiany skali.



Rysunek 8.10.3 Przesuwanie środka obiektu

8.11 Zmiana ustawień dokumentu

Wywołaj polecenie **File→Document Properties**, aby otworzyć okno **Document Properties** (Rysunek 8.11.1):



Rysunek 8.11.1 Właściwości dokumentu Inkscape

Przełącz **Display units** na takie jednostki, w jakich jest zwymiarowany Twój samolot. Na przykład: w przypadku konstrukcji z USA wybierz cale, a w przypadku samolotów niemieckich – centymetry.

Choć nie jest to niezbędne, to możesz także zmienić obszar strony, wpisując jej nowe wymiary w pola **Width**, **Height** sekcji **Custom size**. W takim przypadku dobrym pomysłem jest zmienić ich jednostki (**Units**) na takie same jak **Display units**.

Czasami przydaje się zaznaczyć na rysunku obszary przejrzyste za pomocą jakiegoś kontrastowego wzoru. W takim przypadku włącz opcję **Checkerboard background**.

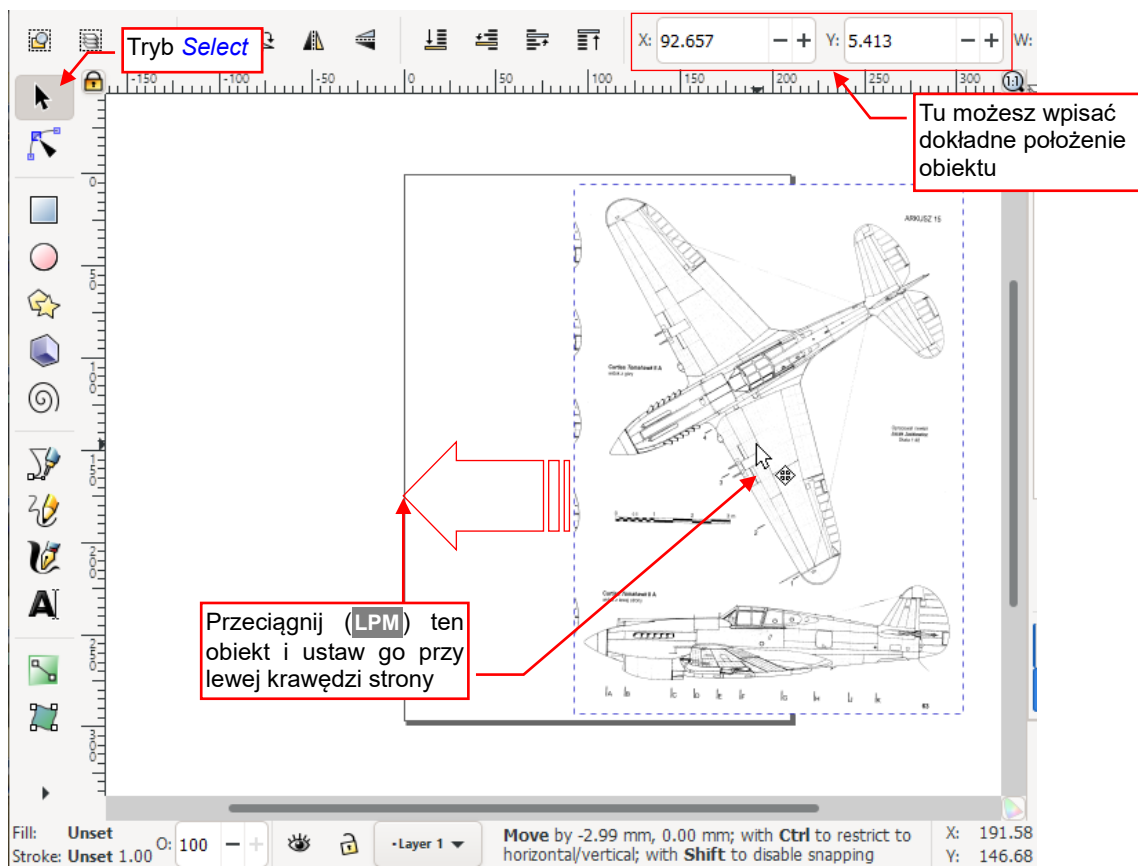


Okno **Document Properties** nie ma przycisku "OK." – zmiany zostają wprowadzone, gdy tylko zmienisz którykolwiek z jego parametrów.

Co więcej – to okno nie blokuje dostępu do podstawowego ekranu Inkscape. Oznacza to, że możesz mieć je otwarte przez cały czas pracy nad rysunkiem.

8.12 Przesunięcie

"Złap" **LPM** obiekt (tylko nie ramkę zaznaczenia!) i przesuвай. Punkt, gdzie zwolnisz **LPM**, określi nowe położenie obiektu. Na przykład, złap **LPM** za obraz rastrowy i przesuń go do lewej krawędzi strony rysunku (Rysunek 8.12.1).



Rysunek 8.12.1 Przesunięcie obiektu

Aby dobrze dopasować do siebie obydwa obrazy, często warto użyć linii pomocniczych (Rysunek 8.12.2):



Rysunek 8.12.2 Zastosowanie linii pomocniczych do wyrównania dwóch obiektów

Zamiast przesuwać obiekt myszką, można także wpisać dokładne współrzędne jego nowego położenia. Możesz to zrobić w polach **X**, **Y**, w przyborniku ponad obszarem rysunku (Rysunek 8.12.1).

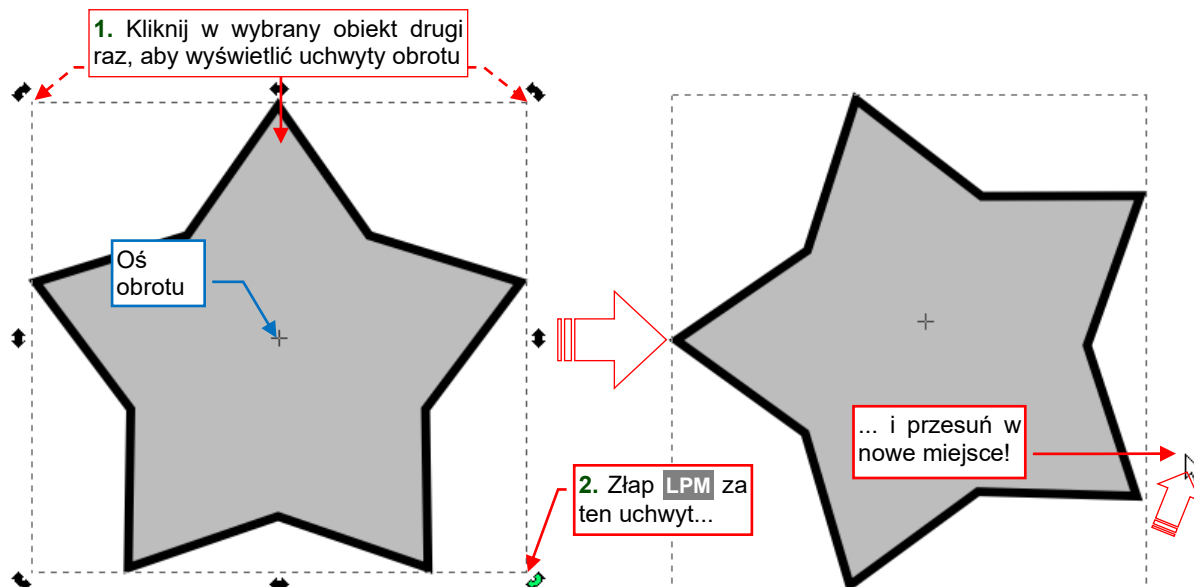
8.13 Obrót

Zaznacz obiekt, który ma być obrócony. Kliknij w niego jeszcze raz, aby przełączyć ramkę selekcji w tryb obrotu (szczegóły - str. 151).



Przed obrotem możesz ustalić położenie **osi obrotu**. W ramce selekcji dla obrotu/przekoszenia ten punkt jest oznaczony małym krzyżykiem (Rysunek 8.13.1). Możesz go “złapać i przeciągnąć” myszką (szczegóły – patrz str. 151, Rysunek 8.10.3).

Złap **(LPM)** za jeden z narożników ramki i zacznij przesuwając. Obrót obiektu będzie zatwierdzony dla miejsca, w którym zwolnisz **LPM** (Rysunek 8.13.1):



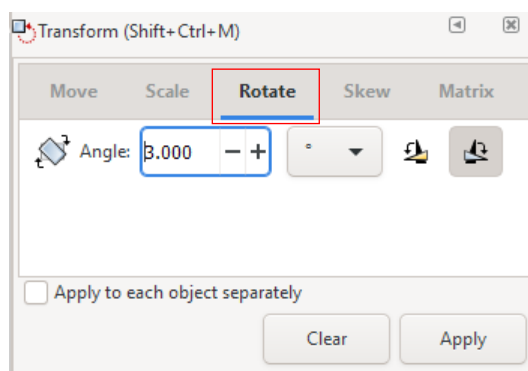
Rysunek 8.13.1 Obrót obiektu

Aby obrót następował co 15° – podczas przesuwania myszki dodatkowo trzymaj wciśnięty klawisz **Ctrl**.



Gdy wykonujesz precyzyjny obrót w dużym powiększeniu, często trudno jest utrzymać w tym samym oknie śledzony fragment obiektu i uchwyty ramki. W takim przypadku użyj dwóch okien. Wystarczy wywołać polecenie **View → Duplicate Window**. Wyświetli ono aktualny rysunek w nowym oknie Inkscape. Każde z tych okien może pokazywać inny fragment rysunku, w innym powiększeniu. Przeciągaj uchwyt w jednym z nich, jednocześnie obserwując rezultaty w drugim. Ta metoda jest szczególnie przydatna na komputerach podłączonych do dwóch ekranów.

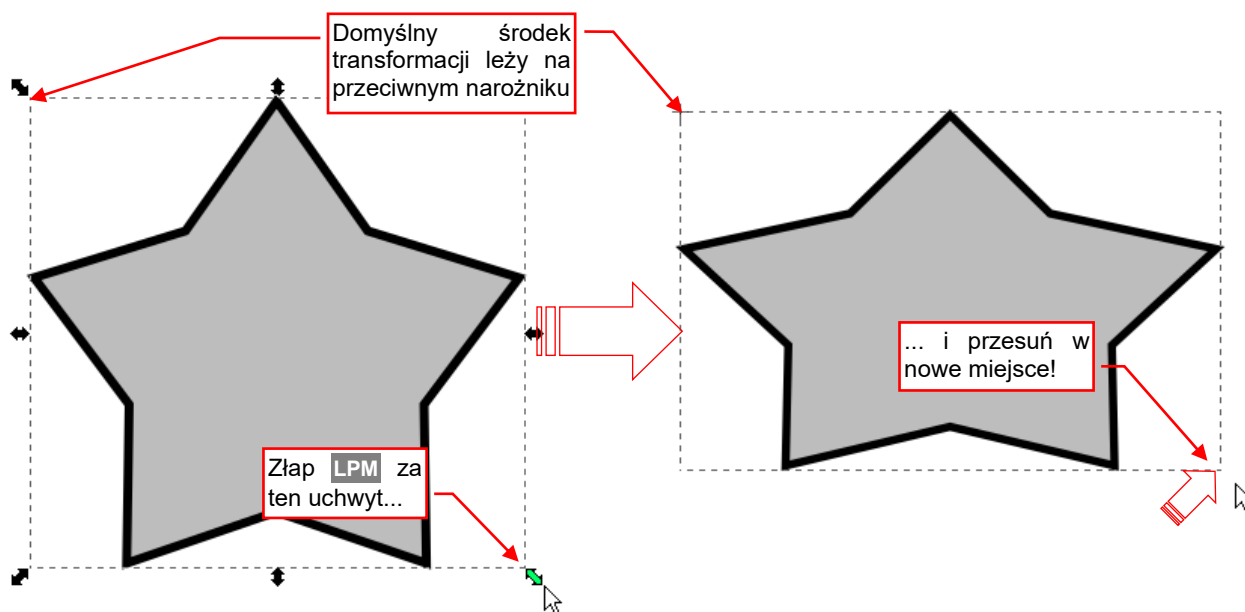
Jeżeli chcesz dokonać obrotu o dokładnie ustaloną wartość – otwórz panel **Transform** za pomocą polecenia **Object → Transform** (**Shift-Ctrl-M**). Wybierz w niej zakładkę **Rotate** (Rysunek 8.13.2). W polu **Angle** możesz wpisać dokładną wartość kąta obrotu.



Rysunek 8.13.2 Panel transformacji – zakładka obrotu

8.14 Skalowanie

Zaznacz obiekt, który ma być zmieniony. Następnie złap **LPM** za uchwyt ramki selekcji i przeciągnij. Nowe rozmiary obiektu będą ustalone dla miejsca, w którym zwolniłeś **LPM** (Rysunek 8.14.1):



Rysunek 8.14.1 Zmiana rozmiaru (skali) obiektu

Domyślnym środkiem skalowania jest przeciwny narożnik ramki. W trakcie przeciągania Inkscape oznacza aktualny środek transformacji niewielkim krzyżykiem, który znika, gdy zwolnisz klawisz myszki.

Aby zmieniać skalę względem **osi obiektu** (patrz str. 151) – podczas przesuwania myszki dodatkowo trzymaj wciśnięty klawisz **Shift**.

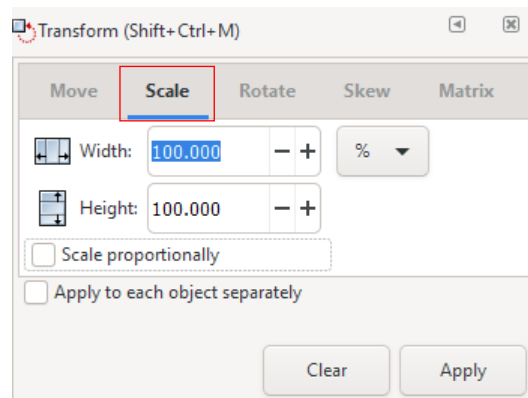
Aby **skalować równomiernie** we wszystkich kierunkach – podczas przesuwania myszki dodatkowo trzymaj wciśnięty klawisz **Ctrl**.



Gdy wykonujesz precyzyjną zmianę skali w dużym powiększeniu, często trudno jest utrzymać w tym samym oknie śledzony fragment obiektu i uchwyty ramki. W takim przypadku użyj dwóch okien. Wystarczy wywołać polecenie **View → Duplicate Window**. Wyświetli ono aktualny rysunek w nowym oknie Inkscape. Każde z tych okien może pokazywać inny fragment rysunku, w innym powiększeniu. Przeciągaj uchwyt w jednym z nich, jednocześnie obserwując rezultaty w drugim. Ta metoda jest szczególnie przydatna na komputerach podłączonych do dwóch ekranów.

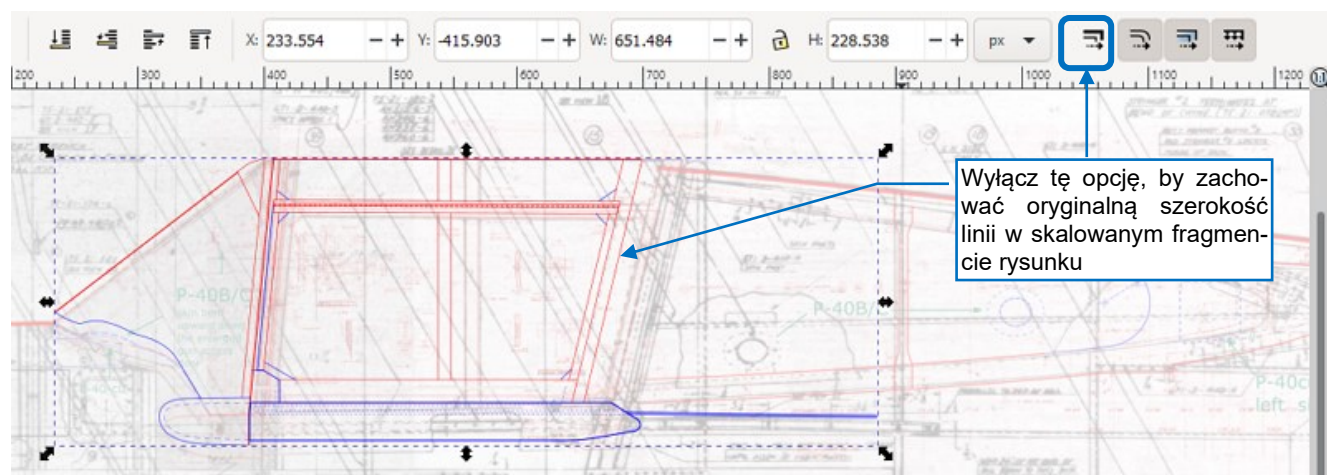
Jeżeli chcesz dokonać zmiany skali o dokładnie ustaloną wartość – otwórz panel **Transform** za pomocą polecenia **Object → Transform** (**Shift-Ctrl-M**). Wybierz w niej zakładkę **Scale** (Rysunek 8.14.2). W pola **Width**, **Height** możesz wpisać dokładne wartości nowej skali.

Rysunki techniczne, takie jak plany modelarskie, są rysowane liniami o ściśle określonej grubości. Aby ją zachować podczas skalowania takich elementów jak kontury na rysunku samolotu, wyłącz przycisk umieszczony po prawej stronie paska narzędzi (Rysunek



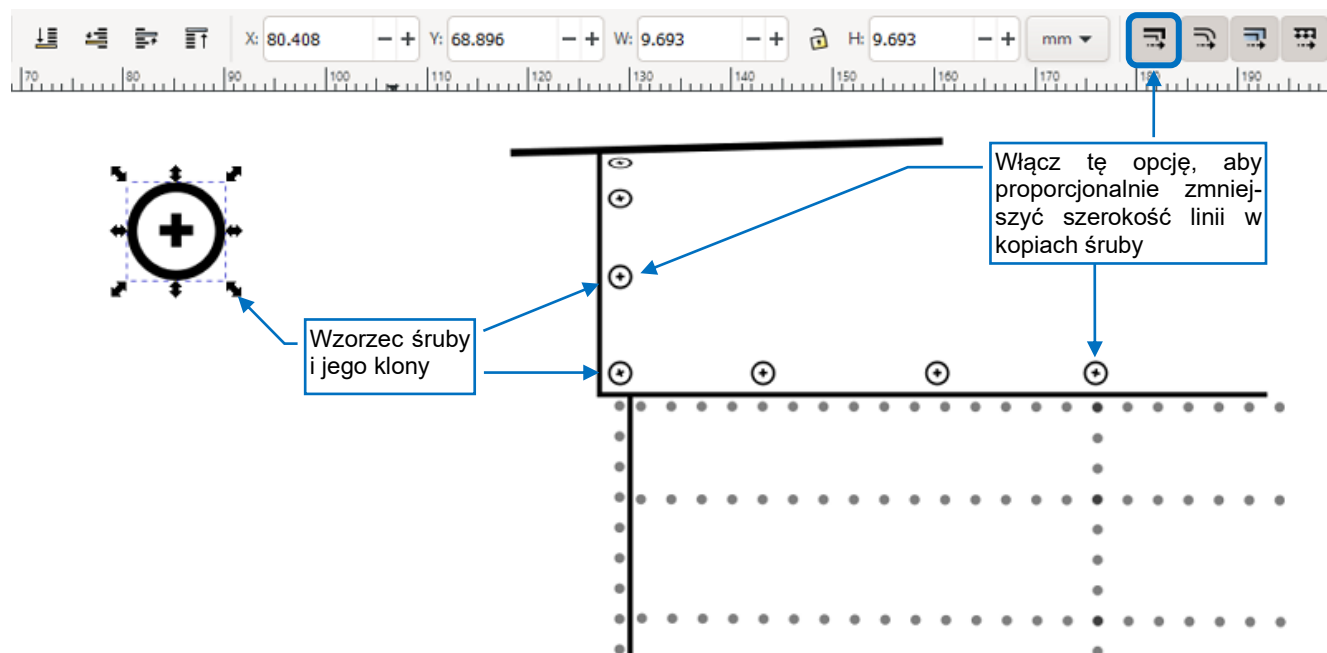
Rysunek 8.14.2 Panel transformacji – zakładka skalowania

8.14.3):



Rysunek 8.14.3 Skalowanie fragmentu planów z zachowaniem oryginalnej szerokości linii

Oczywiście, czasami zależy nam na tym, aby szerokość linii zmieniała się proporcjonalnie do skali obiektu. Dobrym przykładem może być tu wzorcowy rysunek śruby i jego klony (Rysunek 8.14.4):



Rysunek 8.14.4 Skalowanie szerokości linii wraz z konturem

Aby uzyskać taki efekt, włącz przycisk pokazany na ilustracji powyżej.

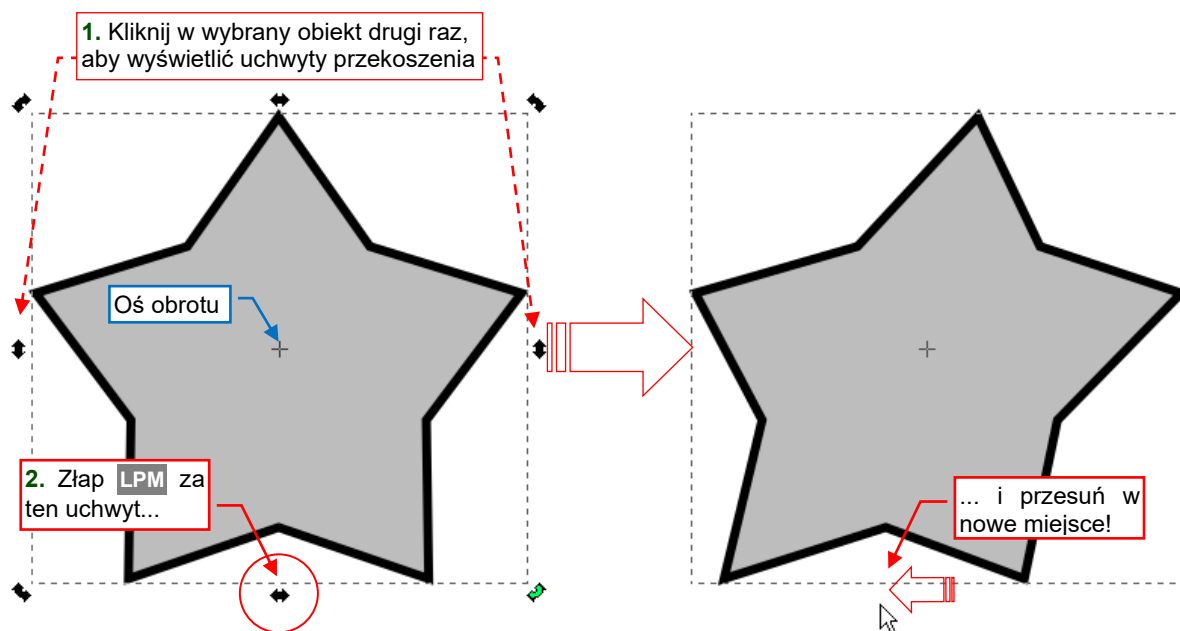
8.15 Przekoszenie (*Skew*)

Zaznacz obiekt, który ma być przekoszony. Kliknij w niego jeszcze raz, aby przełączyć ramkę selekcji w tryb przekoszenia (szczegóły - str. 151).



Przed przekoszeniem możesz ustalić położenie **osi obrotu**. W ramce selekcji dla obrotu/przekoszenia ten punkt jest oznaczony małym krzyżykiem (Rysunek 8.15.1). Możesz go “złapać i przeciągnąć” myszką (szczegóły – patrz str. 151, Rysunek 8.10.3).

Następnie złap **LPM** za jeden z uchwytów na boku ramki i przesuń. Przekoszenie obiektu będzie ustalone dla miejsca, w którym zwolnisz **LPM** (Rysunek 8.15.1):



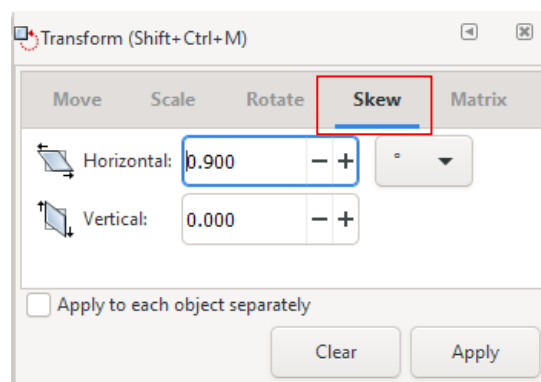
Rysunek 8.15.1 Przekoszenie obiektu

Aby zwiększać przekoszenie o 15° – podczas przesuwania myszki dodatkowo trzymaj wciśnięty klawisz **Ctrl**.



Gdy wykonujesz precyzyjne przekoszenie w dużym powiększeniu, często trudno jest utrzymać w tym samym oknie śledzony fragment obiektu i uchwyty ramki. W takim przypadku użyj dwóch okien. Wystarczy wywołać polecenie **View → Duplicate Window**. Wyświetli ono aktualny rysunek w nowym oknie Inkscape. Każde z tych okien może pokazywać inny fragment rysunku, w innym powiększeniu. Przeciągaj uchwyt w jednym z nich, jednocześnie obserwując rezultaty w drugim. Ta metoda jest szczególnie przydatna na komputerach podłączonych do dwóch ekranów.

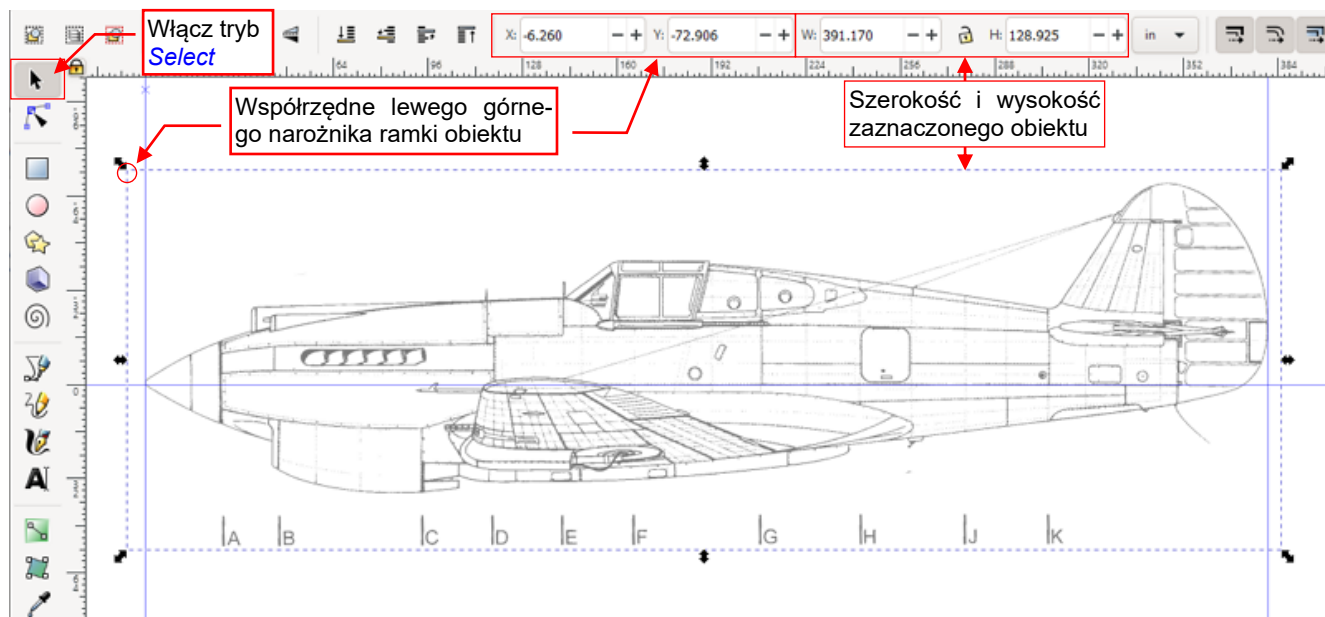
Jeżeli chcesz dokonać przekoszenia o dokładnie ustaloną wartość – otwórz panel **Transform** za pomocą polecenia **Object → Transform** (**Shift+Ctrl+M**). Wybierz w niej zakładkę **Skew** (Rysunek 8.15.2). W pola **Horizontal**, **Vertical** możesz wpisać dokładne wartości przekoszenia.



Rysunek 8.15.2 Transformacja –przekoszenie

8.16 Dokładnie określanie pozycji obiektu

Przesunięcie za pomocą myszki zawsze jest obarczone jakimś błędem. Inkscape umożliwia – jako alternatywę – wpisanie dokładnych wartości numerycznych dla położenia i rozmiaru obiektu. Można to zrobić w trybie wyboru obiektów. Służą do tego pola **X**, **Y**, **W**, **H**, umieszczone w przyborniku ponad rysunkiem (Rysunek 8.16.1):



Rysunek 8.16.1 Obraz: ustalenie dokładnego położenia

Najczęstsze zastosowanie tej funkcji, to dokładne pozycjonowanie obrazów na rysunku. Aby ustalić ostateczną pozycję, wpisz w pola **X** i **Y** współrzędne lewego górnego narożnika obrazu (Rysunek 8.16.1). Możesz także zmienić skalę obiektu, nadając mu nową szerokość (pole **W**) lub wysokość (pole **H**).



Inkscape dolicza do rozmiaru obiektu także grubość jego obrysu (jeżeli kształt obiektu jest obrysowany – tzn. ma włączoną opcję **Stroke** – por. str. 175).

Na przykład: kwadrat o rozmiarach 100x100 pikseli (px), obrysowany linią o szerokości 1px, ma rozmiary (**W** x **H**) 101 x 101 px. (Połowa szerokości linii obrysu nakłada się na wnętrze kwadratu). Ta sama zasada dotyczy współrzędnych **X**, **Y**. Aby dokładnie umieścić lewy górny narożnik kwadratu obrysowanego konturem o grubości 1px w środku układu współrzędnych (0,0), musisz ustawić lewy górny narożnik jego ramki w **X** = -0.5px i **Y** = -0.5px.

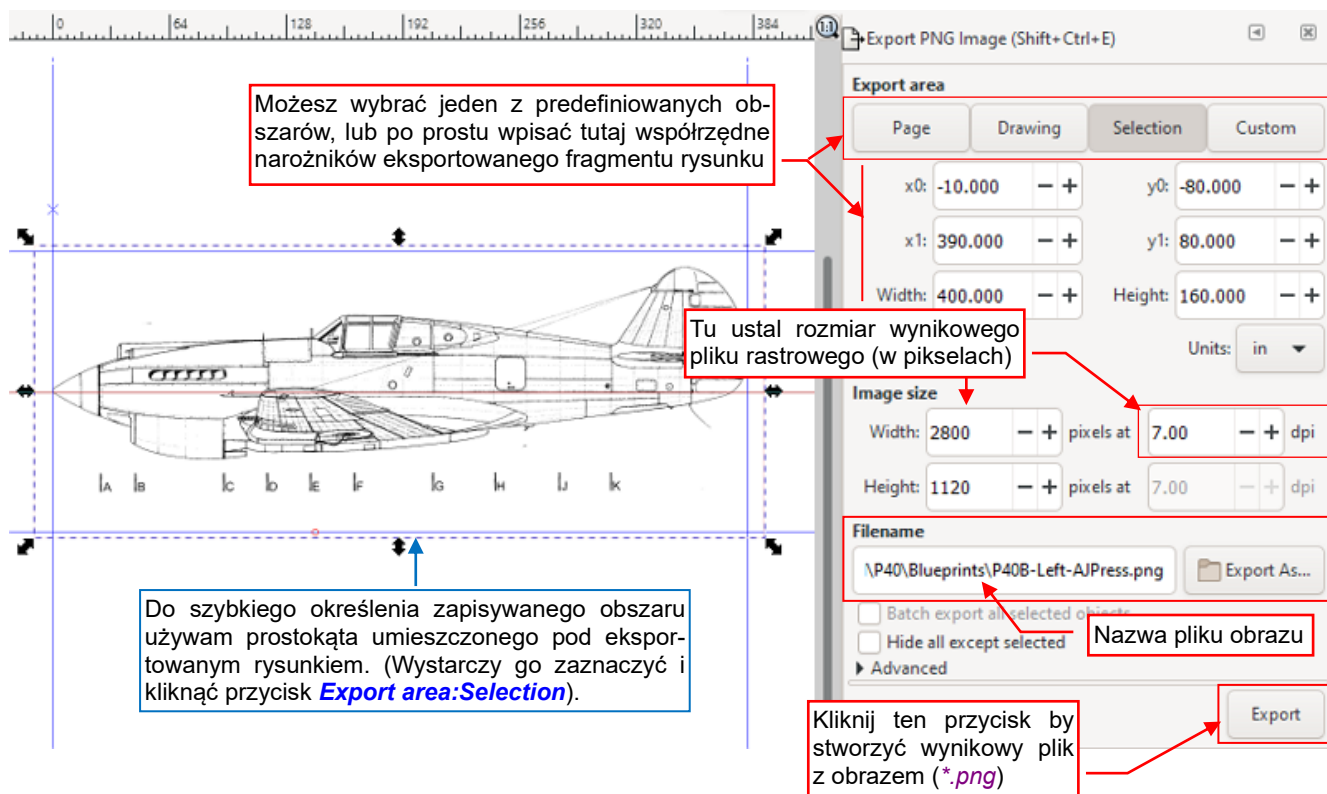


Do uzyskania niewielkich, precyzyjnych przesunięć w poziomie lub pionie używaj umieszczonych przy polach **X**, **Y**, przycisków **+/-**.

8.17 Eksport do obrazu rastrowego

W Inkscape możesz wyeksportować wybrany obszar rysunku jako obszar rastrowy (odrębny plik). Obecnie obsługiwany jest jeden format (***.PNG**). Jednak, jeżeli potrzebujesz tego obrazu w innym formacie (np. ***.jpg**) możesz łatwo przekształcić taki plik używając GIMP (por. str. 131).

Aby wyeksportować rysunek do obrazu rastrowego, wywołaj **File → Export PNG Image**. Inkscape otworzy wówczas panel **Export PNG Image** (Rysunek 8.17.1):



Rysunek 8.17.1 Szczegóły eksportu do bitmapy (obrazu rastrowego)

Sekcja **Export area** określa prostokątny obszar rysunku Inkscape, który ma być wyeksportowany. Możesz kliknąć jeden z przycisków opcji u góry paneli, które udostępniają gotowe ustawienia. Na przykład, gdy wybierzesz przycisk (przełącznik) **Page**, Inkscape umieści w polach poniżej zadeklarowany w ustawieniach dokumentu (por. str. 152) obszar rysunku.



Do określenia **Export area** często wykorzystuję opcję **Selection**, wskazując przygotowany wcześniej prostokąt „ramki” (por. Rysunek 8.17.1). Taki pomocniczy prostokąt, umieszczony pod eksportowanym rysunkiem, pozwala mi na szybkie „wizualne” określenie eksportowanego obszaru.

W sekcji **Image size** ustal rozmiary wynikowego obrazu rastrowego. Zrób to wpisując rozdzielczość (**dpi**) lub jeden z jego wymiarów (**Width** lub **Height**). Gdy zmieniasz jedno z tych trzech pól tej sekcji, Inkscape automatycznie uaktualnia pozostałe dwa pola.



Jeżeli eksportujesz wiele różnych obrazów z pojedynczego rysunku Inkscape (na przykład – wycięte z planów rysunki referencyjne), używaj takiej samej wartości **dpi** w każdej z operacji eksportu. W ten sposób zachowujesz jednolitą „skalę pikselową” tych obrazów.

W polu **Filename** wpisz ścieżkę do docelowego pliku obrazu.



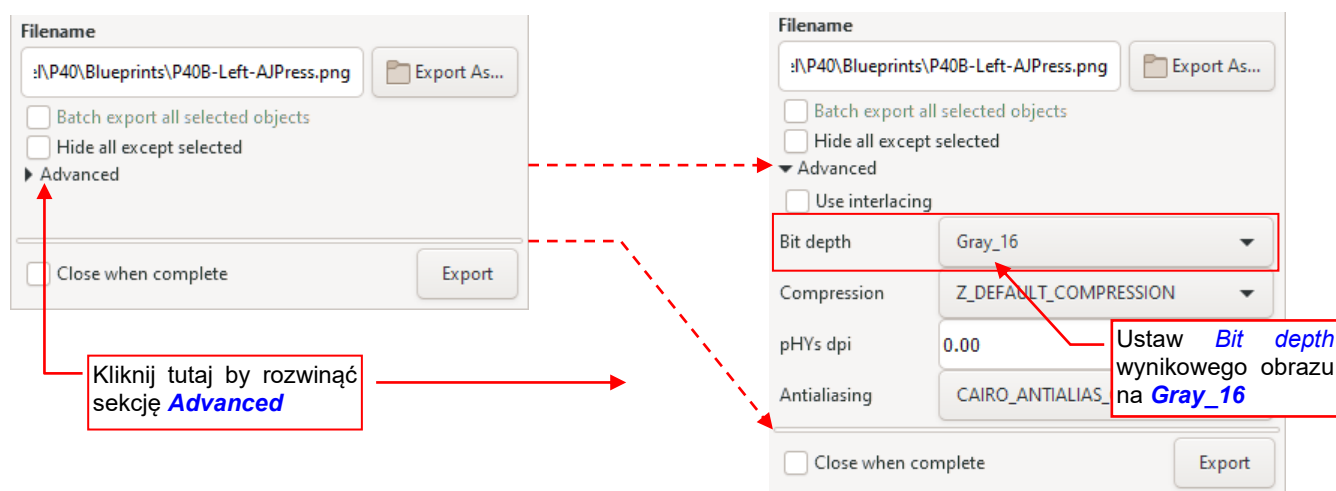
Niech Cię nie zmyli przycisk **Export As**! Wykorzystuje on systemowe okno **Zapisz jako** do szybkiego wskazania ścieżki pliku, ale jego przycisk **Save** zapisuje tylko tę ścieżkę w polu **Filename**!

Aby utworzyć plik obrazu zgodnie z aktualnymi ustawieniami widocznymi w [Export PNG Image](#), kliknij przycisk [Export](#) u dołu panelu.



Do wynikowego pliku ***.png** zapisywana jest tylko zawartość tych warstw Inkscape, które były widoczne w chwili kliknięcia przycisku [Export](#).

W sekcji [Advanced](#) znajduje się pewna opcja, która może być użyteczna w przypadku eksportowania tekstur tak zwanych „map nierówności”. To obrazy paneli i nitów poszycia (ang. „bump maps”). Nakładające się panele poszycia samolotu będziemy odtwarzać w Inkscape za pomocą wielu obszarów wypełnionych gradientami. Aby poprawić jakość map nierówności w Blenderze, możesz przełączyć ich [Bit depth](#) z domyślnej [RGBA_8](#) na [Gray_16](#) (Rysunek 8.17.2):



Rysunek 8.17.2 Zaawansowane opcje exportu tekstur „map nierówności”

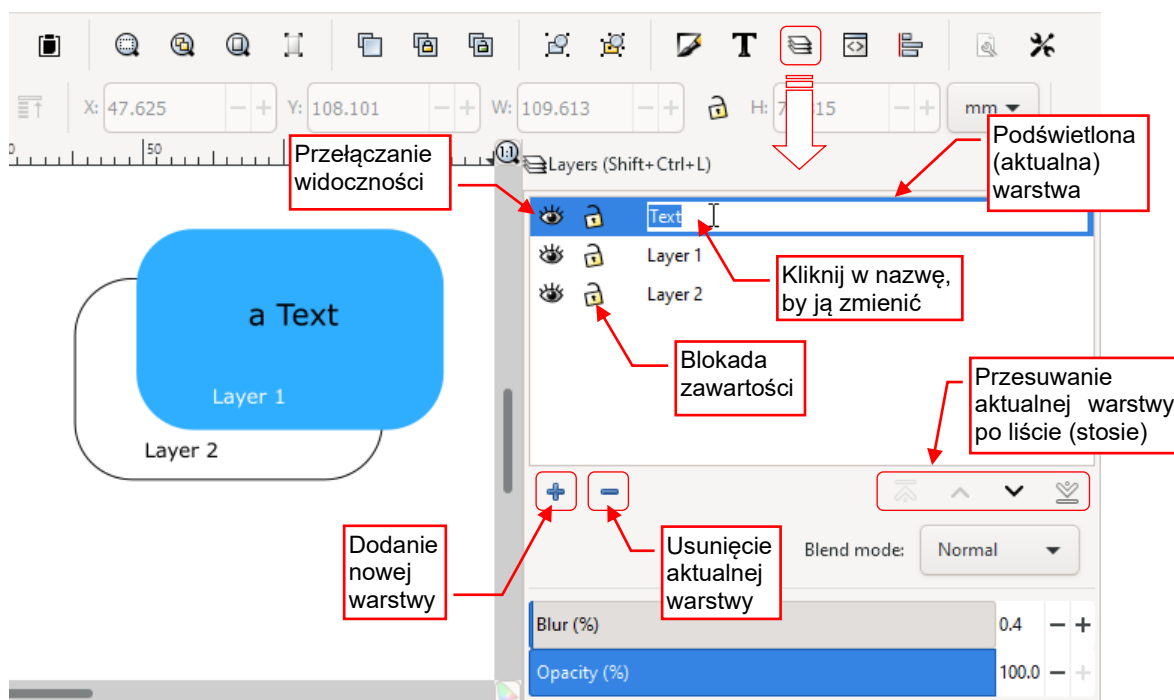
Oczywiście, dla wszystkich tekstur barwy używaj [RGBA_8](#). Nie zapomnij sprawdzić tych ustawień, jeżeli poprzednio wyeksportowałeś teksturę nierówności z opcją [Gray_16](#)!



Jeżeli eksportowany plik ma być użyty jako tekstura, postaraj się, by miał taką samą wysokość i szerokość. Jeszcze lepiej, gdy rozmiar obrazu w pikselach jest jakąś potęgą liczby 2. Zazwyczaj stosuje się rozmiary 512, 1024, 2048, lub 4096 pikseli.

8.18 Warstwy – zarządzanie

Tak jak w większości programów rysunkowych, w Inkscape można grupować zawartość rysunku w warstwy. Idea jest prosta: obiekty zgrupowane w warstwie powyżej zasłaniają obiekty z warstwy poniżej. Aby przekonać się, jak to działa, porównaj obiekty i warstwy dokumentu Inkscape przedstawionego przez Rysunek 8.18.1:

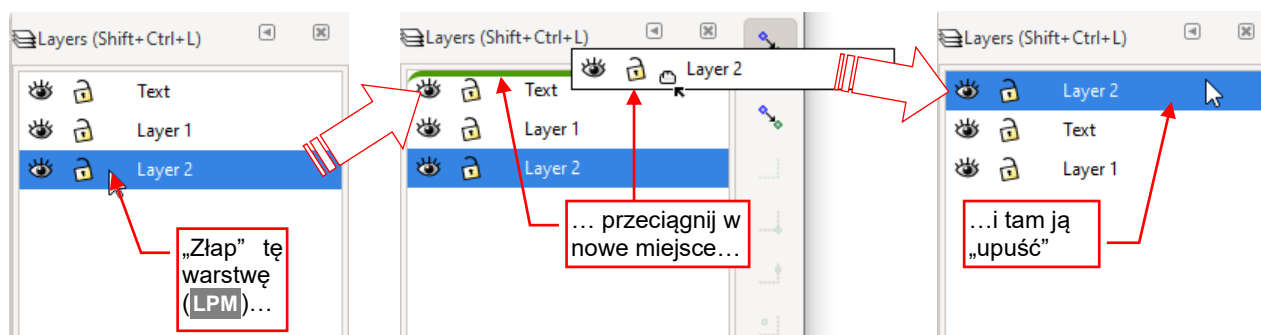


Rysunek 8.18.1 Panel zarządzania warstwami

Panel zarządzania warstwami można otworzyć wywołując polecenie **Layer→Layers** (**Shift+Ctrl+L**), lub kliknięciem w odpowiednią ikonę przybornika. Panel zapewnia pełną kontrolę ich stanu. Możesz ją (i wszystkie inne panele) "schować" lub przywołać z powrotem naciskając **F12** (**View→Show/Hide Dialogs**).

Większość z poleceń, które pokazuje Rysunek 8.18.1 jest także dostępna w menu rozwijalnym **Layer**. Jednak część z nich możesz wykonać poprzez bezpośrednią manipulację elementami stosu (listy) warstw. Na przykład, na ilustracji powyżej widać, jak można zmienić nazwę warstwy¹.

Poniżej pokazuję, jak przesunąć warstwę wzdłuż stosu: wystarczy „złapać” ją myszką (**LPM**), przesunąć i „upuścić” w miejscu docelowym (Rysunek 8.18.2):

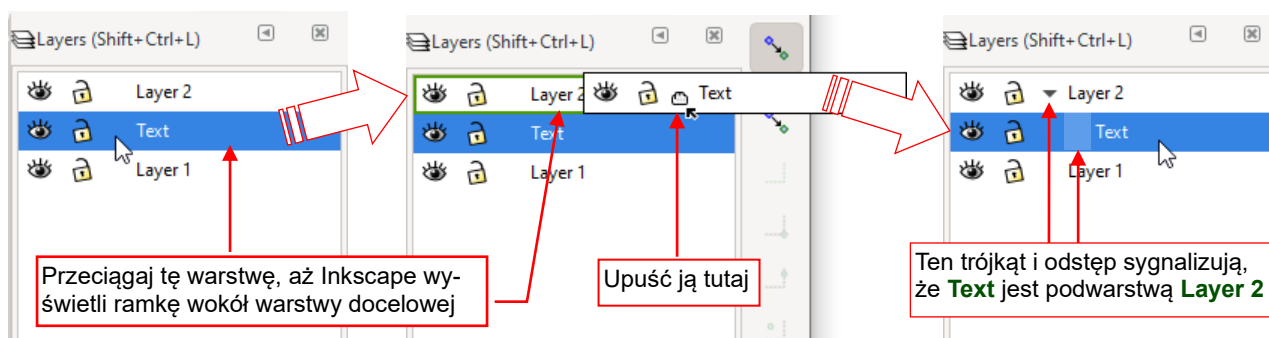


Rysunek 8.18.2 Zmiana kolejności warstw

Zwróć uwagę na zieloną linię, która podczas przesuwania warstwy zaznacza aktualną pozycję na stosie.

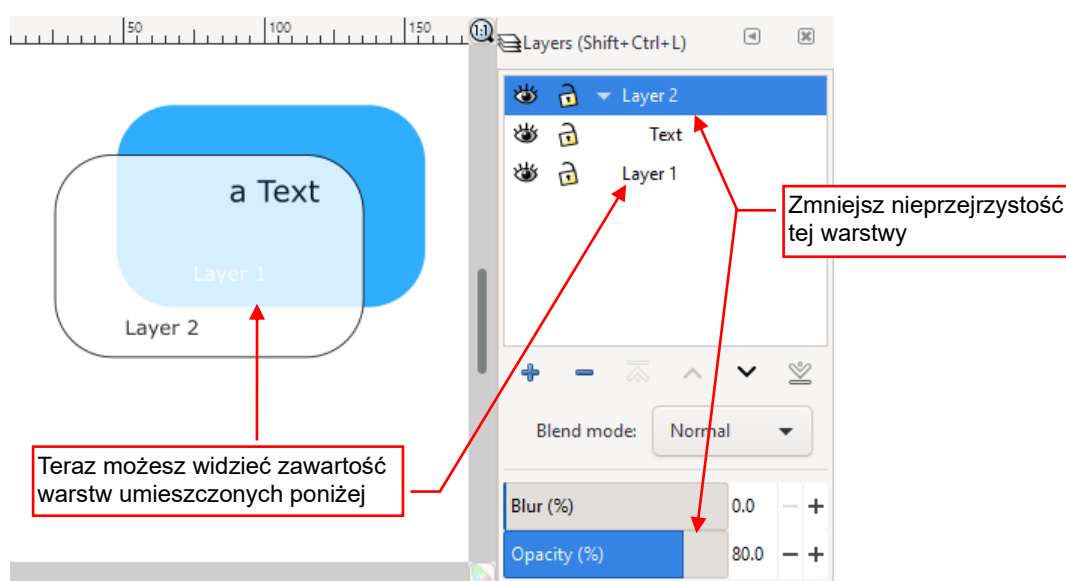
¹ Istnieje także alternatywne polecenie: **Layer→Rename Layer**. Otwiera ono małe okno dialogowe, w którym możesz wpisać nową nazwę.

W podobny sposób możesz przekształcić prosty stos (listę) warstw w bardziej złożoną hierarchię. Wystarczy wstawić jedną warstwę do wnętrza drugiej (Rysunek 8.18.3):



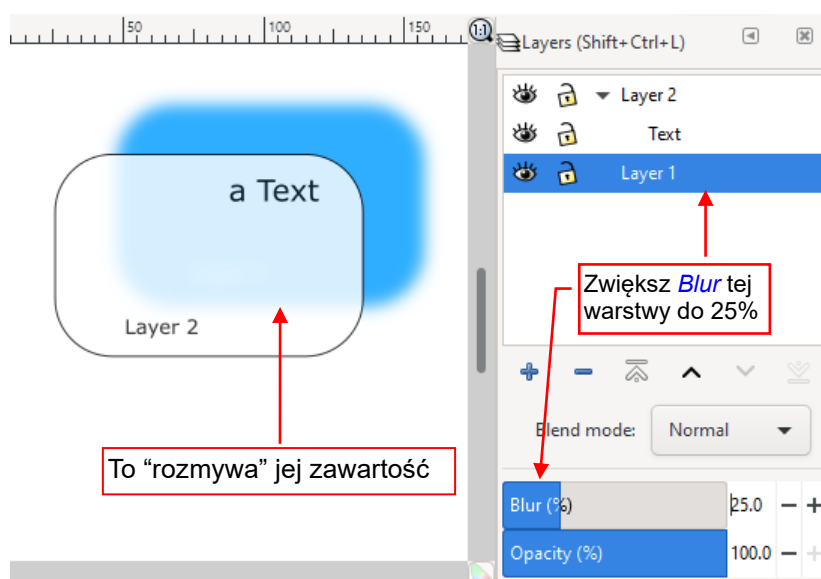
Rysunek 8.18.3 Tworzenie hierarchicznej struktury warstw

Poniżej listy warstw znajdują się trzy duże kontrolki. Zwróć szczególną uwagę na suwak **Opacity**. Steruje przejrzystością wybranej (aktywnej) warstwy. Będziesz go często używać (Rysunek 8.18.4):



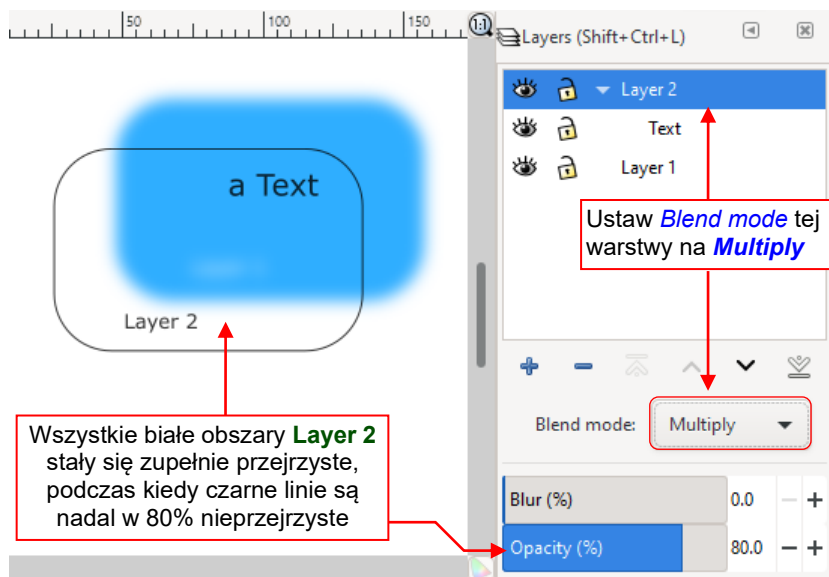
Rysunek 8.18.4 Zmiana przejrzystości warstwy

Zwróć także uwagę na interesujący efekt rozmycia (**Blur** - Rysunek 8.18.5):



Rysunek 8.18.5 Rozmycie zawartości wybranej warstwy

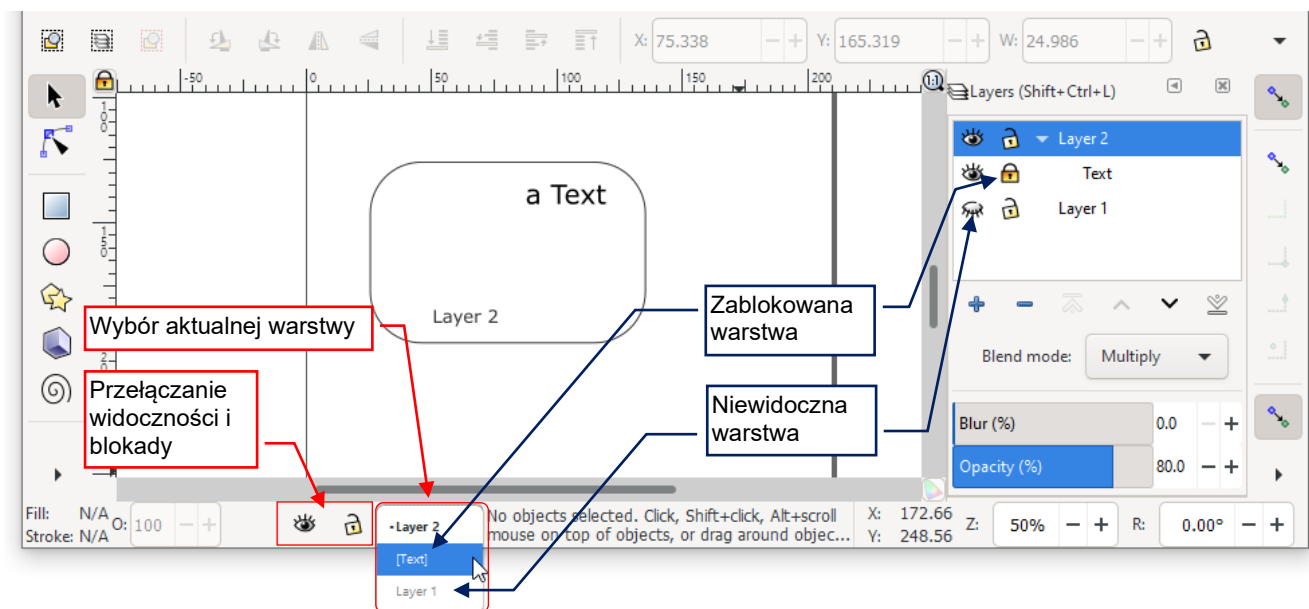
W Inkscape możesz sterować sposobem łączenia (*Blend mode*) pikseli z aktywnej warstwy. Jest to lista operacji na barwach (por. str. 260), które Inkscape wykonuje na pikselach obecnej warstwy i obrazie zsumowanym z wszystkich warstw poniżej. Przy porównywaniu różnych planów może się tu przydać tryb *Multiply*. Pozwala „patrzeć poprzez” czarno-biały obraz zachowując nieprzejrzystość jego linii (Rysunek 8.18.6):



Rysunek 8.18.6 Rezultat łączenia warstwy w trybie *Multiply*

Oprócz paneli zarządzania, Inkscape ma dodatkową kontrolkę u dołu ekranu (Rysunek 8.18.7). Za pomocą tej listy rozwijalnej i dwóch przełączników można:

- zmienić aktualną warstwę;
- włączyć lub wyłączyć widoczność warstwy;
- włączyć lub wyłączyć blokadę zmian dla obiektów umieszczonych na warstwie.




Rysunek 8.18.7 Elementy szybkiego zarządzania warstwami

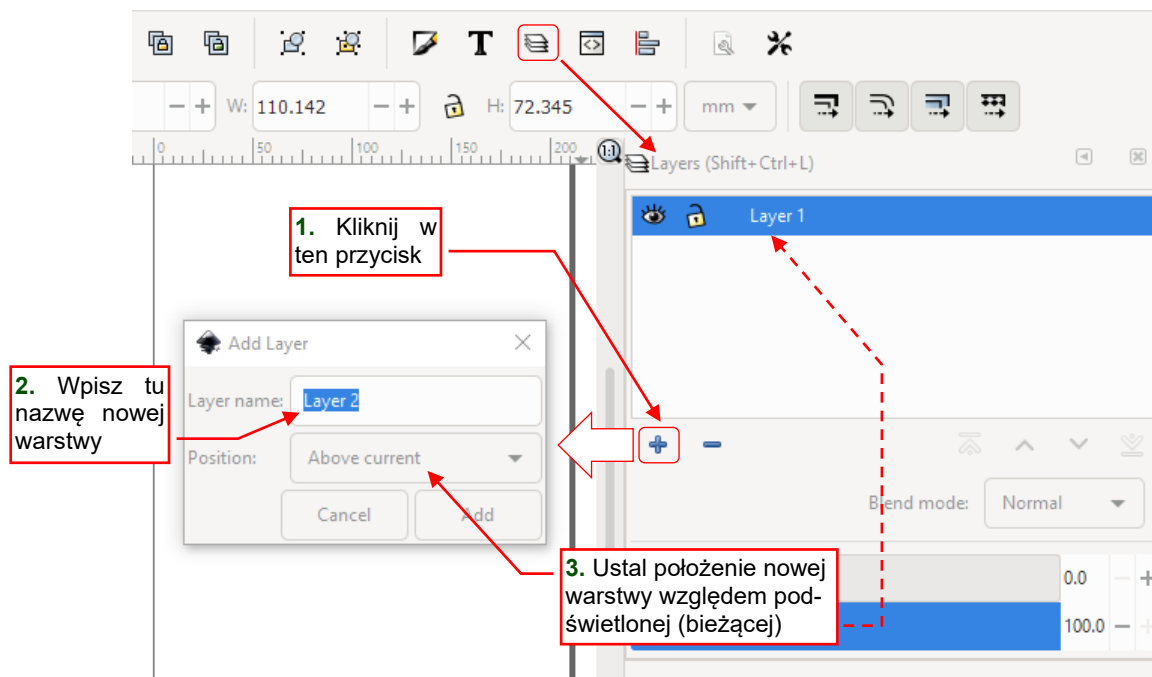
Z kontrolki umieszczonej u dołu ekranu korzysta się najczęściej, gdyż nie zajmuje tyle cennej przestrzeni ekranu, co panel *Layers*. Zwróć uwagę na pewne konwencje prezentowania nazwy warstw na liście rozwijalnej:

- nazwa zablokowanej warstwy jest ujęta w nawiasy kwadratowe;
- nazwa warstwy ukrytej jest szara, a nie czarna.

W ten sposób, zaraz po rozwinięciu listy, możesz się szybko zorientować co do stanu każdej z warstw.

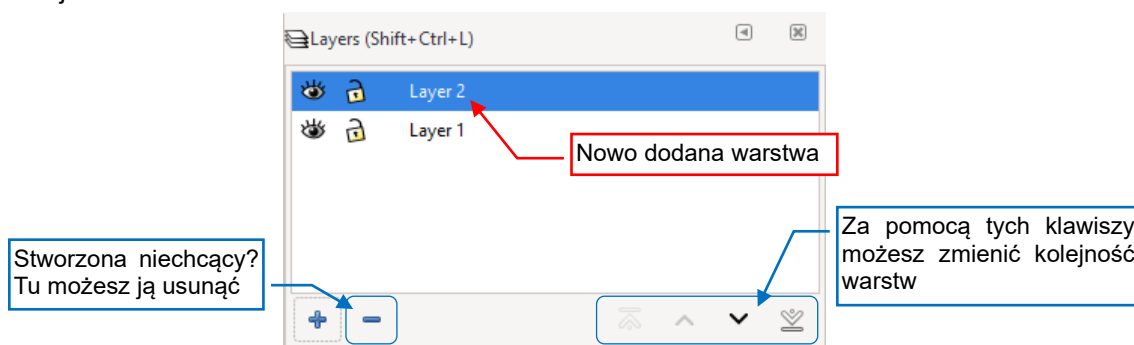
8.19 Warstwy – dodanie nowej

Otwórz panel **Layers** (**Layer→Layers**). Na panelu naciśnij przycisk . Możesz także (alternatywnie) użyć polecenia z menu: **Layer→Add Layer....** Pojawi się okno dialogowe nowej warstwy (Rysunek 8.19.1):



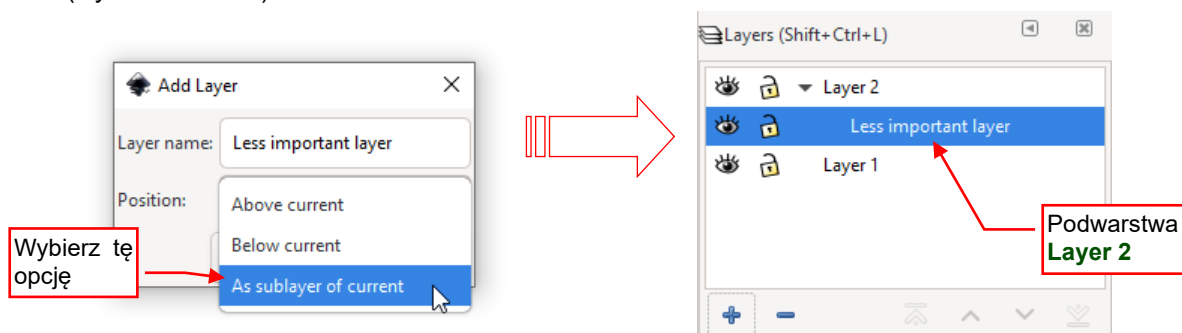
Rysunek 8.19.1 Dodawanie nowej warstwy

W oknie **Add Layer** wpisz w pole **Layer name** nazwę nowej warstwy. W polu **Position** możesz ustalić, w którym miejscu na liście ma być umieszczona (względem warstwy aktualnej). Następnie kliknij przycisk **Add**. Rysunek 8.19.2 pokazuje rezultat:



Rysunek 8.19.2 Nowa warstwa

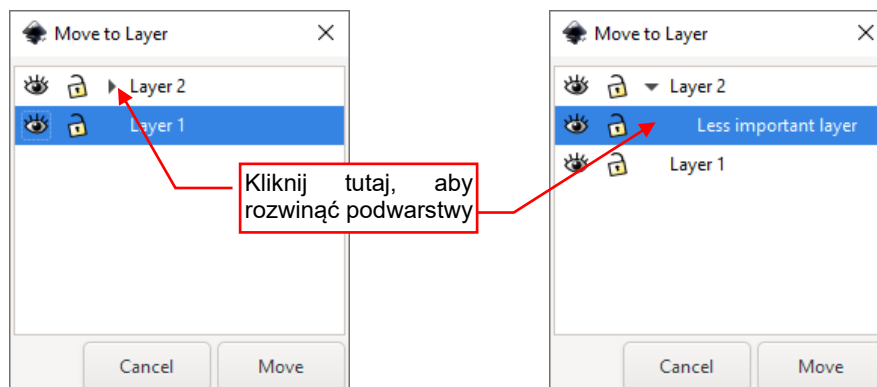
Możesz także stworzyć hierarchiczne „drzewo” warstw: wystarczy wybrać w oknie **Add Layer** opcję **A sublayer of current** (Rysunek 8.19.3):



Rysunek 8.19.3 Wstawienie podwarstwy

8.20 Przeniesienie obiektu na inną warstwę

Zaznacz obiekty, które chcesz przenieść na inną warstwę, i wywołaj polecenie **Layer→Move Selection to Layer**. Otworzy to okno dialogowe z listą warstw (Rysunek 8.20.1):



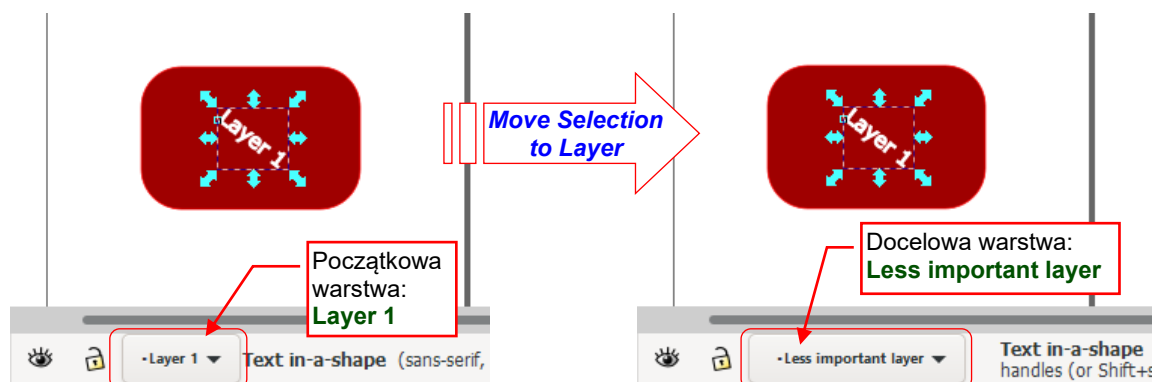
Rysunek 8.20.1 Okno wyboru warstwy docelowej

Podświetl na liście warstwę docelową i kliknij w przycisk **Move**.



W oknie **Move to Layer** podwarstwy są zawsze „zwinione” – kliknij w warstwę główną, aby je rozwinąć.

Kiedy docelowa warstwa jest zupełnie nieprzezroczysta i bez rozmycia, jedynym widocznym wynikiem tej operacji jest zmiana w nazwie bieżącej warstwy wyświetlanej w pasku stanu. Inkscape wyświetla tam warstwę ostatniego zaznaczonego obiektu. Rysunek 8.20.2 przedstawia, jak to wygląda przy przesunięciu obiektu pokazanym przez Rysunek 8.20.1 (powyżej):



Rysunek 8.20.2 Efekt zmiany warstwy, widoczny na pasku stanu




Gdy warstwa źródłowa jest częściowo nieprzezroczysta (powiedzmy, w 70%), Inkscape przypisuje tę właściwość do obiektu, który opuszcza tę warstwę. W efekcie, gdy docelowa warstwa jest w 50% nieprzezroczysta, efektywna nieprzezroczystość przeniesionego obiektu zmniejsza się do 35% (70%*50%). Możesz ten efekt skorygować poprzez zwiększenie indywidualnej nieprzezroczystości obiektu do 100%.

Niestety, polecenie **Move Selection to Layer** nie ma żadnego skrótu klawiaturowego.

Istnieją także dwa inne polecenia, które „sekwencyjnie” zmieniają warstwę obiektu:

- przeniesienie na wyższą warstwę (**Shift+PgUp**, albo **Layer→Move Selection to Layer Above**);
- przeniesienie na niższą warstwę (**Shift+PgDn**, albo **Layer→Move Selection to Layer Below**).

8.21 Warstwy – usuwanie

Otwórz panel [Layers](#) ([Layer→Layers](#)). Na panelu podświetl warstwę do usunięcia i naciśnij przycisk  (Rysunek 8.21.1): ():

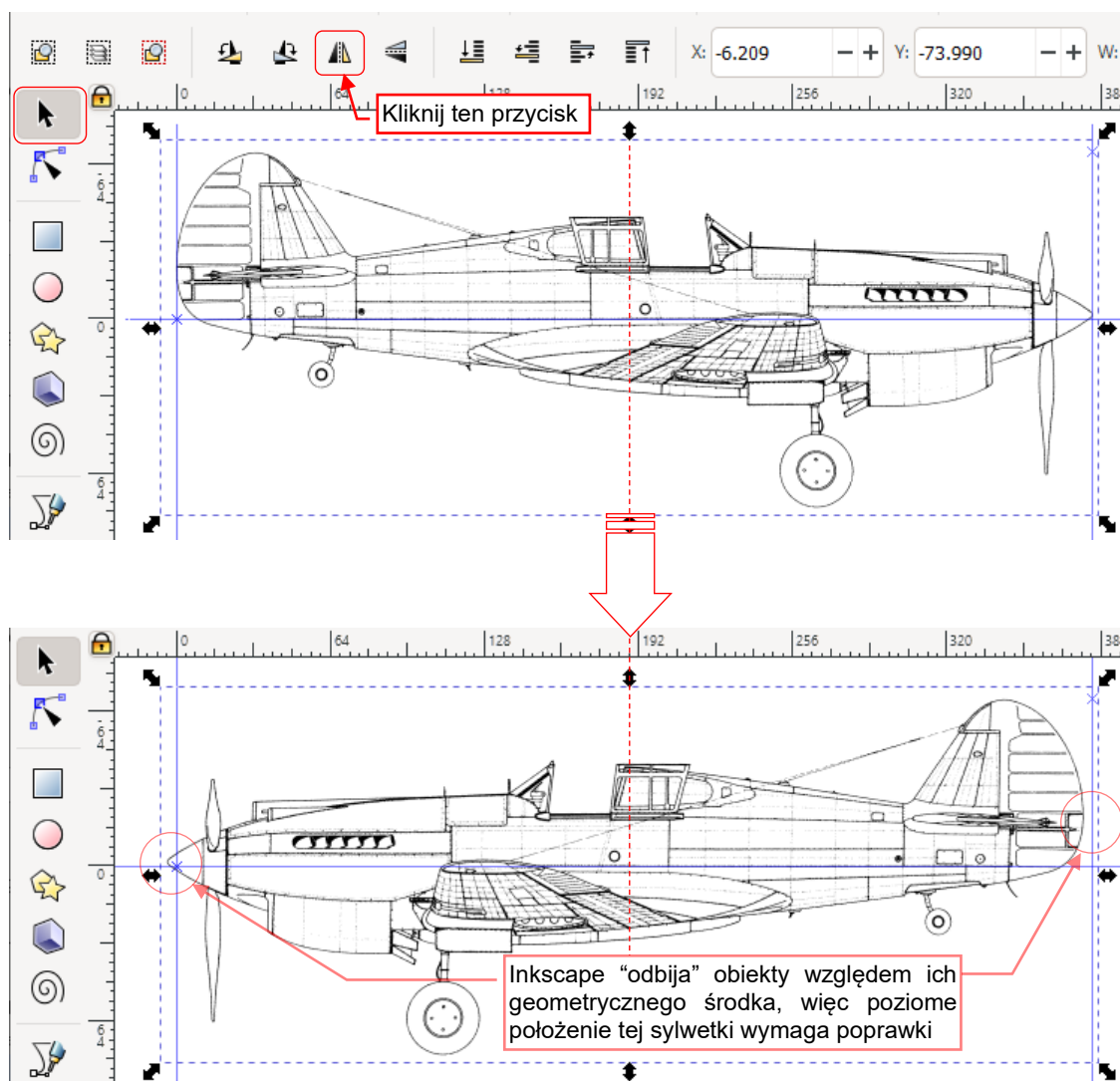


Rysunek 8.21.1 Usunięcie warstwy

Możesz także – alternatywnie – użyć polecenia z menu: [Layer→Delete Current Layer](#).

8.22 „Lustrzane odbicie” obiektu

Zaznacz obiekt i wywołaj polecenie **Object→Flip Horizontal** (lub naciśnij **H**). Możesz także kliknąć odpowiednią ikonę z paska przybornika (Rysunek 8.22.1):



Rysunek 8.22.1 Przykład lustrzanego odbicia obrazu



W odróżnieniu od poleceń **Flip***, polecenia **Rotate 90° *** obracają obiekt wokół jego osi (*pivot point*).

Sekcja „prostych transformacji” z paska narzędzi zawiera cztery polecenia (Rysunek 8.22.2):



Rysunek 8.22.2 Ikony transformacji obiektu udostępnione w pasku przybornika

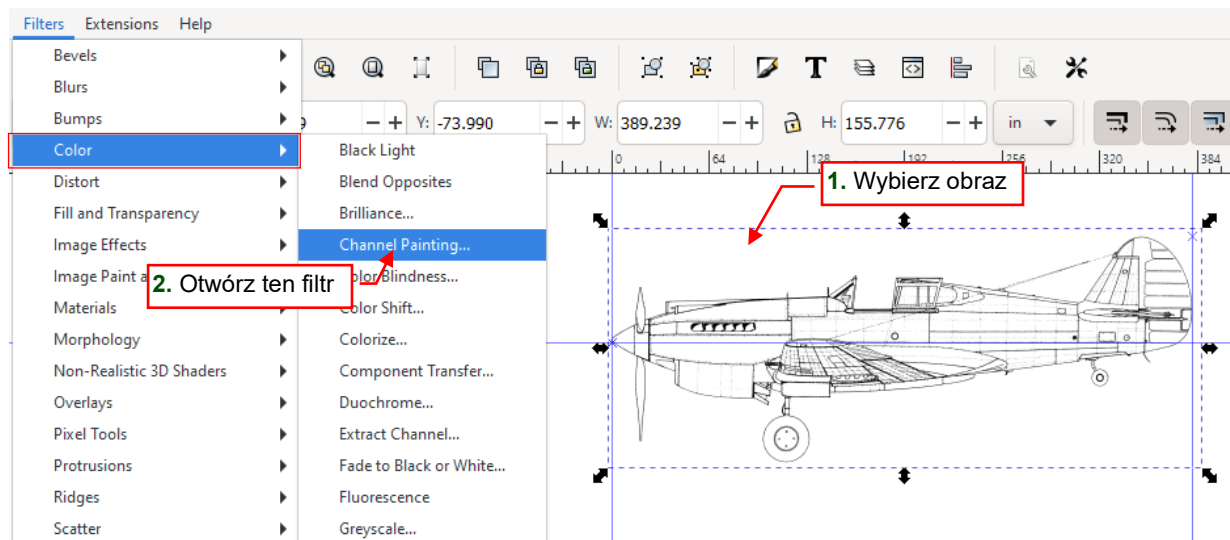


Domyślny motyw okna Inkscape używa dla tych czterech poleceń innych ikon (por. str. 137).

8.23 Zabarwianie czarno-białego obrazu

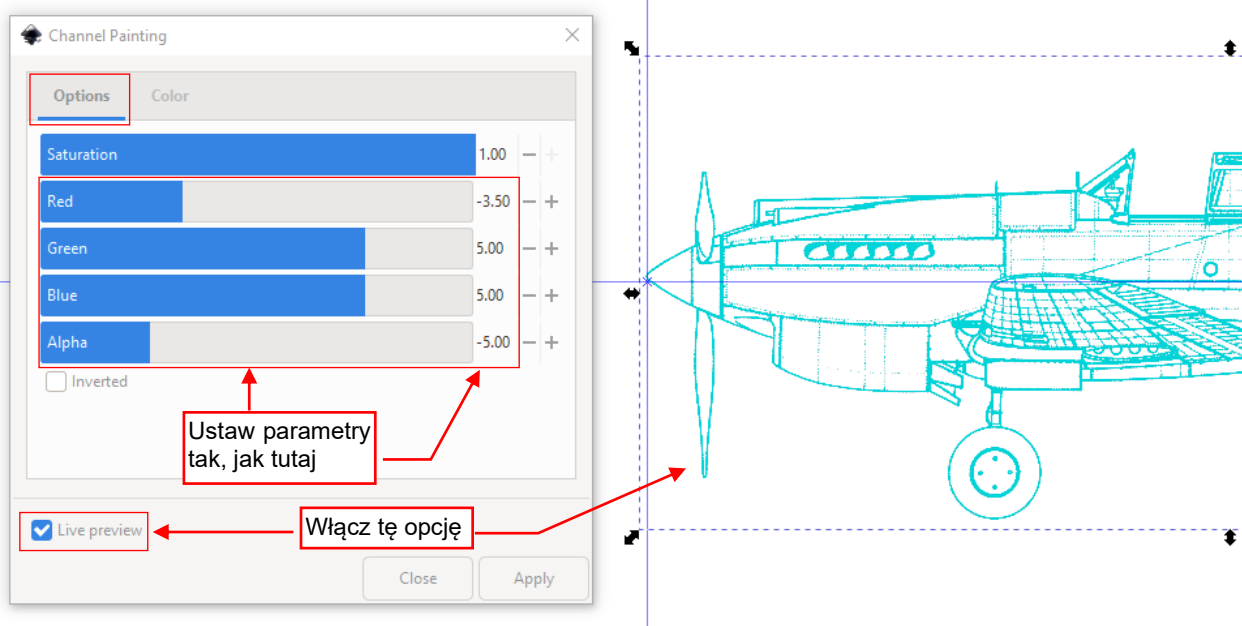
Gdy porównujesz ze sobą złożone schematy (jak dokładne plany samolotu), czasami warto zmienić barwę ich czarnych (lub szarych) linii na inną, kontrastową. W tym celu możesz użyć tzw. „filtrów”.

Wybierz obraz, który chcesz zabarwić, i wywołaj **Filters → Color → Channel Painting** (Rysunek 8.23.1):



Rysunek 8.23.1 Wywołanie filtra **Channel Painting**

W odpowiedzi, Inkscape otwiera okno dialogowe filtra (Rysunek 8.23.2):

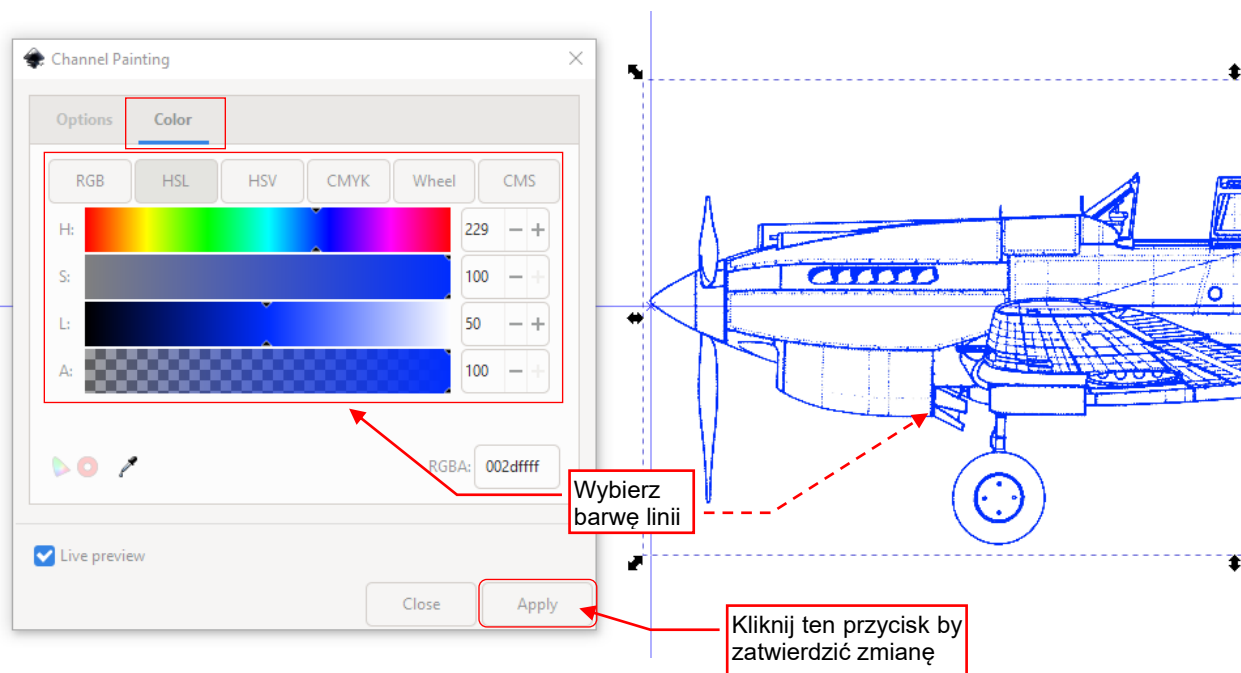


Rysunek 8.23.2 Zmiana opcji filtra

Okno **Channel Painting** zawiera dwie zakładki: **Options** i **Color**. Najpierw przestaw pola **Options** do następujących wartości: **Red** = - 3.50, **Green** = 5.00, **Blue** = 5.00, **Alpha** = - 5.00, następnie włącz **Live preview**. Zobaczysz wówczas efekt filtra na zaznaczonym obrazie.

Jak widać, ten filtr zmienił barwę wszystkich czarnych linii tego obrazu rastrowego: w tym przypadku na błękitne, lecz na Twoim komputerze może to być inny kolor.

Teraz przełącz się do zakładki **Color** i przypisz tym liniom taki kolor, jaki chcesz (Rysunek 8.23.3):



Rysunek 8.23.3 Zmiana barwy filtra

Gdy dobrałeś właściwą barwę – kliknij przycisk **Apply**, a potem **Close**.



Kiedy klikniesz przycisk **Apply**, Inkscape wyłączy **Live preview**. Mimo to obraz będzie wyglądał jak przedtem, tzn. jego linie będą zabarwione na wybraną przez Ciebie barwę. Nie klikaj drugi raz w **Apply**, bo to tylko „zdubluje” efekt filtra.

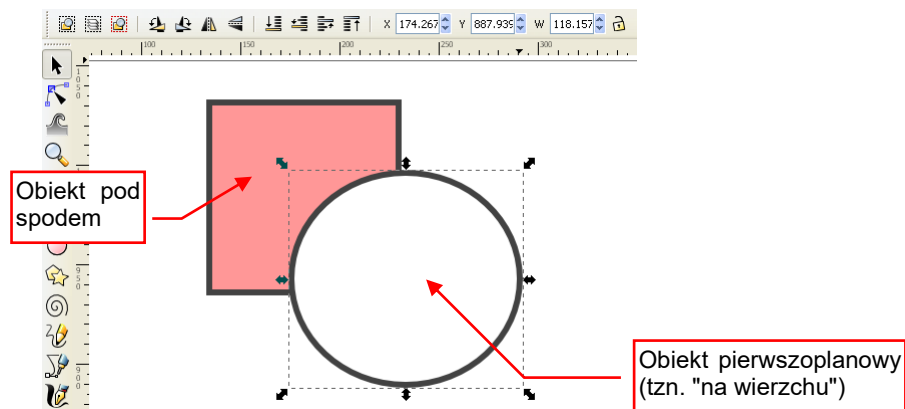
Jeżeli chcesz zrezygnować z tej operacji – kliknij tylko przycisk **Close** (tzn. nie klikaj w **Apply**).



Aby usunąć przypisany do obiektu filtr, użyj polecenia **Filters → Remove Filters**.

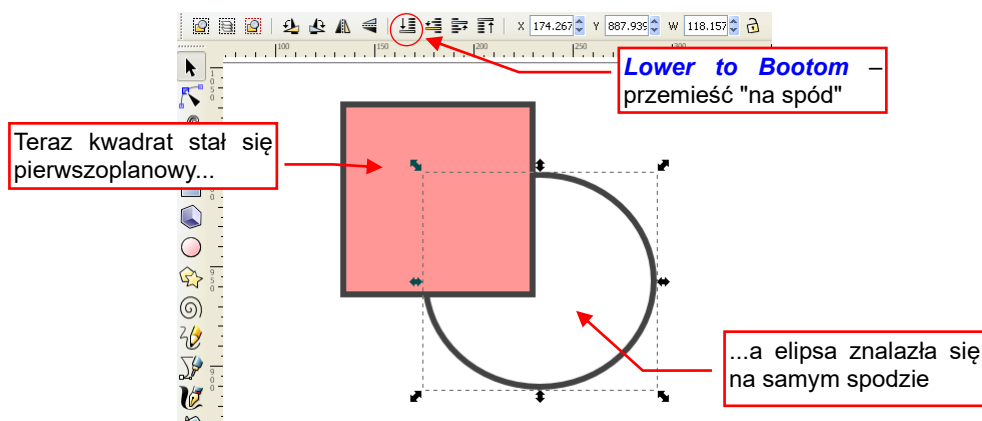
8.24 Zmiana kolejności obiektów

W Inkscape każdy obiekt jest umieszczony "ponad" albo "poniżej" innych. Przyjrzyjmy kwadratowi i elipsie, umieszczonym na tej samej warstwie (Rysunek 8.24.1). Elipsa zasłania kwadrat – jest obiektem pierwszoplanowym:




Rysunek 8.24.1 Oryginalna kolejność obrazów

Zaznacz elipsę. Następnie wywołaj polecenie **Object→Lower to Bottom**. Sytuacja ulegnie zmianie (Rysunek 8.24.2):



Rysunek 8.24.2 Kolejność obrazów po przesunięciu pierwszoplanowego "na dno".

Spośród czterech poleceń, za pomocą których można w Inkscape zmieniać kolejność obiektów, w praktyce używałem tylko dwóch:

- **Object→Lower to Bottom** (skrót klawiaturowy: **End**, ikona: 

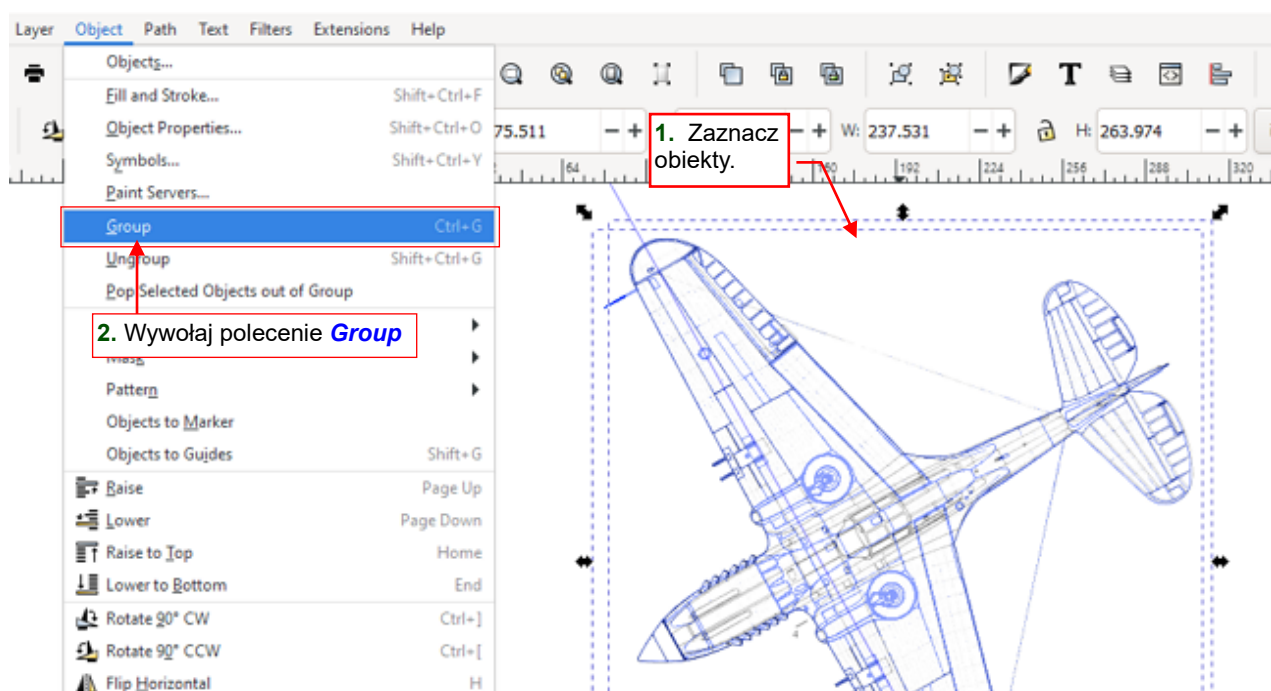
Omawiane powyżej polecenia zmieniają kolejność obiektów tylko w obrębie pojedynczej warstwy. (Aby przenieść obiekt do innej warstwy – patrz str. 165).



Każdy nowy obiekt, który tworzysz, jest umieszczany ponad wszystkimi narysowanymi do tej pory.

8.25 Łączenie obiektów w grupę

Zaznacz elementy, z których chcesz stworzyć grupę, i wywołaj **Object→Group** (**Ctrl+G**) (Rysunek 8.25.1):



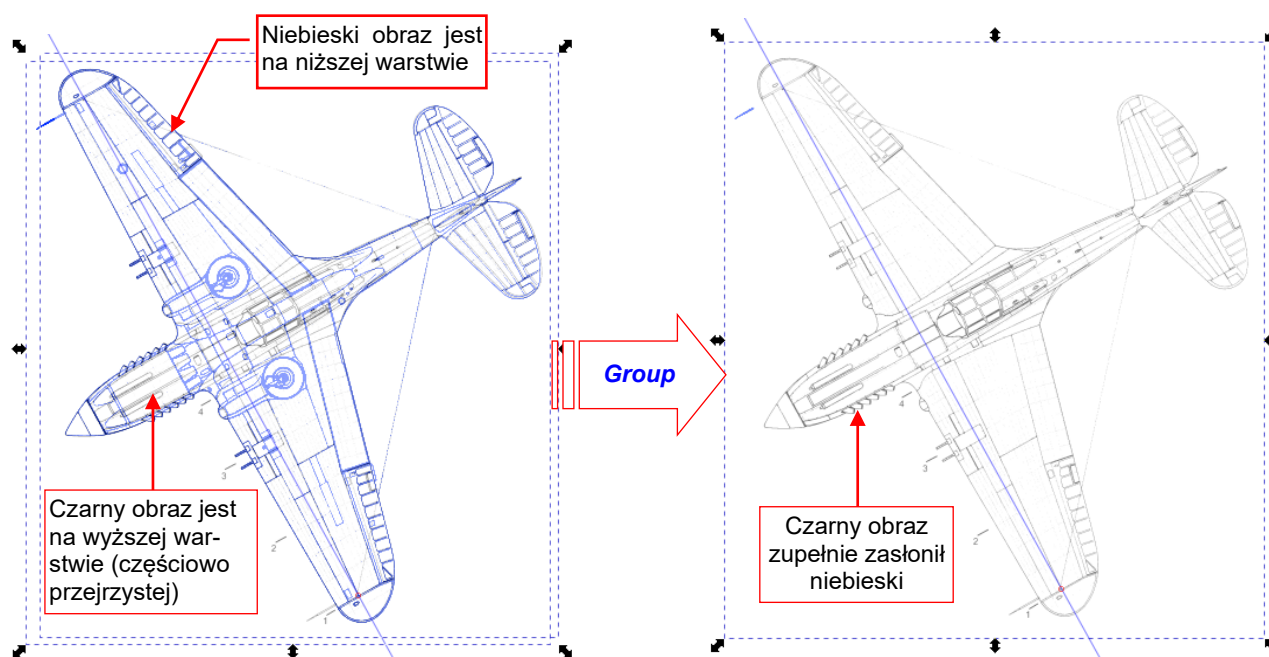
Rysunek 8.25.1 Grupowanie obiektów

Inkscape traktuje grupę obiektów jak pojedynczy element, który można skalować, obracać, itp.



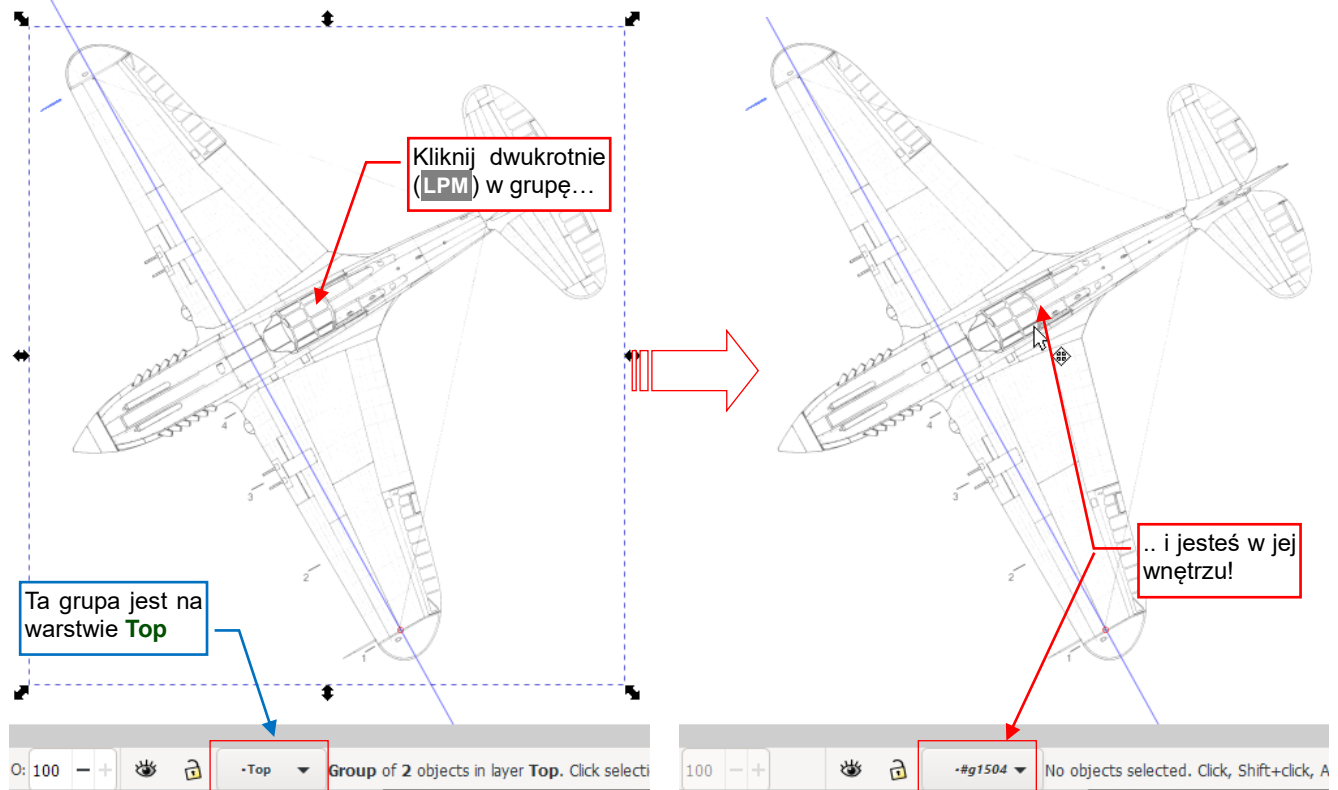
Gdy grupowane obiekty znajdują się na różnych warstwach, ta informacja jest utracona. Inkscape umieszcza nowo utworzoną grupę na warstwie, na której znajduje się ostatni zaznaczony obiekt.

Jeżeli grupowane obiekty są na różnych warstwach, i jedna z tych warstw jest częściowo przejrzysta, natychmiast zauważysz różnicę. Po wywołaniu polecenia **Group** wyższy element może zasłonić niższy, bo teraz znalazły się na tej samej warstwie (Rysunek 8.25.2):



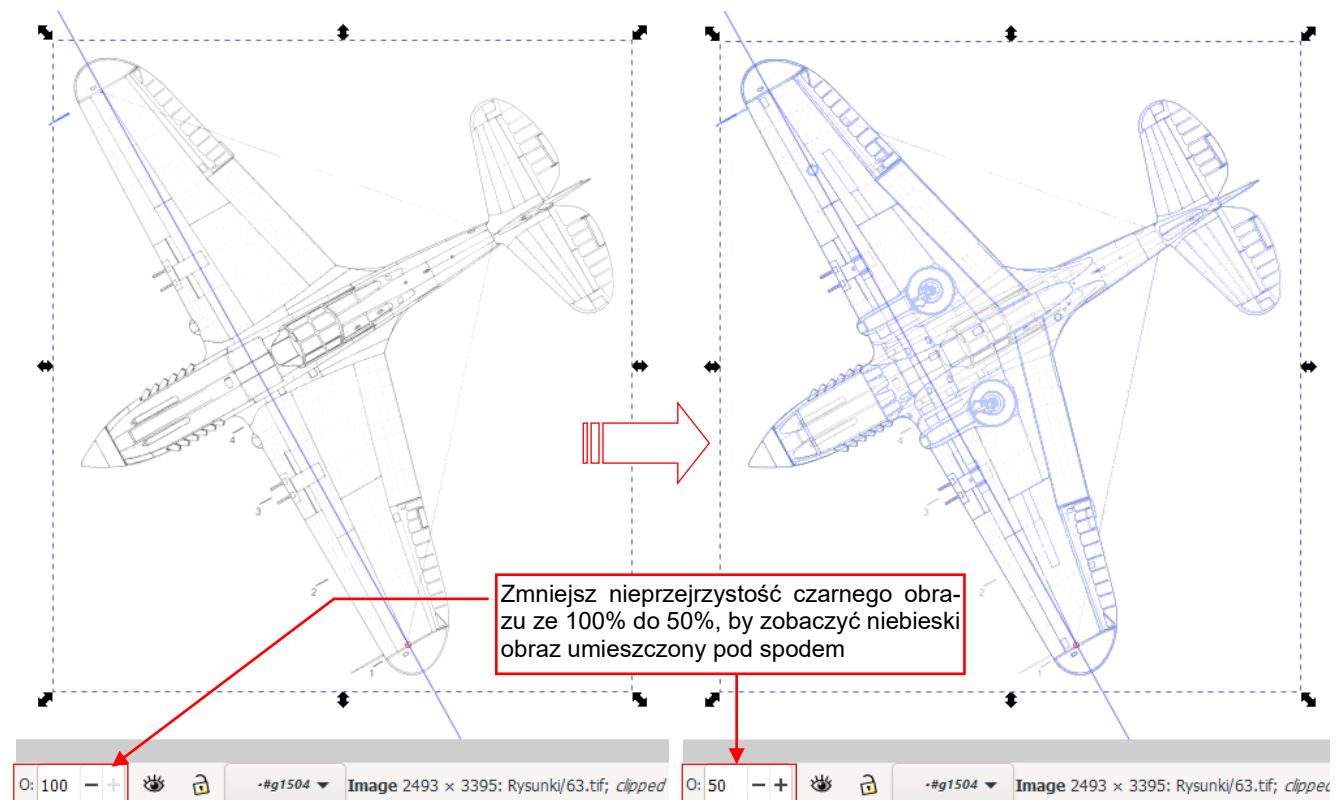
Rysunek 8.25.2 Przykład utraty przejrzystości w wyniku grupowania

Na szczęście, napraw tego efektu jest prosta: możesz zmienić indywidualną przejrzystość (por. str. 176) górnego obrazu. W Inkscape można edytować zawartość grupy. Wystarczy kliknąć w nią podwójnie (LPM), aby „wejść” do jej wnętrza (Rysunek 8.25.3):



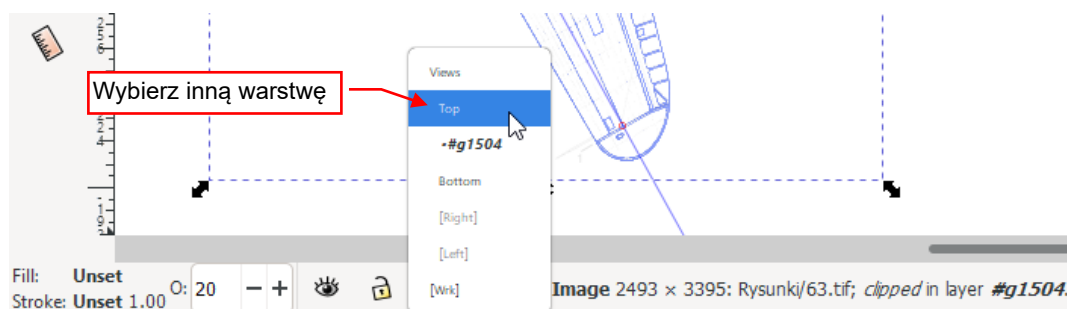
Rysunek 8.25.3 Przejście do wnętrza grupy

Zauważ, że gdy wejdiesz do wnętrza grupy, Inkscape wyświetla jej nazwę w pasku stanu (np. **#g1504**), jako nazwę aktualnej warstwy (Rysunek 8.25.3). Na tej „warstwie” możesz robić wszystko to, co robisz z obiektami ze „zwykłej” warstwy. W szczególności możesz zmienić przejrzystość jednego z obrazów (Rysunek 8.25.4):



Rysunek 8.25.4 Zmiana właściwości wybranego elementu grupy

Aby wyjść z wnętrza grupy, można z menu kontekstowego (**PPM**) wywołać polecenie **Goto parent**, lub wybrać z listy umieszczonej na pasku stanu inną warstwę (Rysunek 8.25.5):



Rysunek 8.25.5 Wyjście z wnętrza grupy



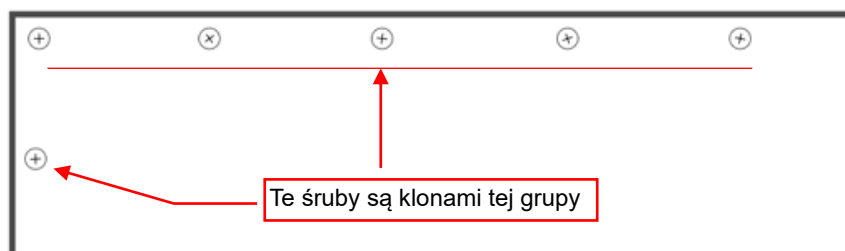
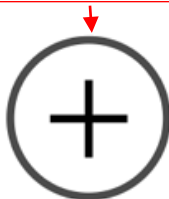
Warstwy Inkscape są specjalnym rodzajem grup. (Ponieważ nie można ich zaznaczać jak obiektów).



Operacją odwrotną do grupowania jest **Object→Ungroup** **Shift-Ctrl-D**. „Rozkłada” grupę na elementy, z których powstała. Transformacje (obrót, przesunięcie, skala), jakim została poddana grupa, zostają zachowane.

Możesz użyć grup i klonowania w odtwarzaniu szczegółów poszycia samolotu, np. – śrub (Rysunek 8.25.6):

To grupa trzech obiektów
("wzorzec" śruby)

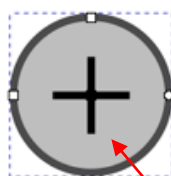


Te śruby są klonami tej grupy

Rysunek 8.25.6 Przykład użycia grupy obiektów i jej klonów

Najpierw stworzyłem grupę śruby. Następnie ją sklonowałem (**Edit→Clone→Create clone**), zmniejszyłem tę kopię (zmniejszając jej skalę) i umieściłem na rysunku paneli jako pierwszą ze śrub. Wszystkie pozostałe śruby są kopiami (**Edit→Duplicate**, lub **Ctrl-D**) tego pierwszego klonu. Zwróć uwagę, że mogłem każdą z nich obrócić, tworząc bardziej naturalne wrażenie.

Takie rozwiązanie pozwala mi zachować kontrolę nad zawartością tych wszystkich klonów. Na przykład, jeżeli zdecyduję się zmienić barwę wypełnienia tych wszystkich śrub, muszę tylko zmienić ustawienia wypełnienia w obiekcie „wzorcowym” (tj. w grupie). Inkscape natychmiast je powieli na wszystkie klony (Rysunek 8.25.7):

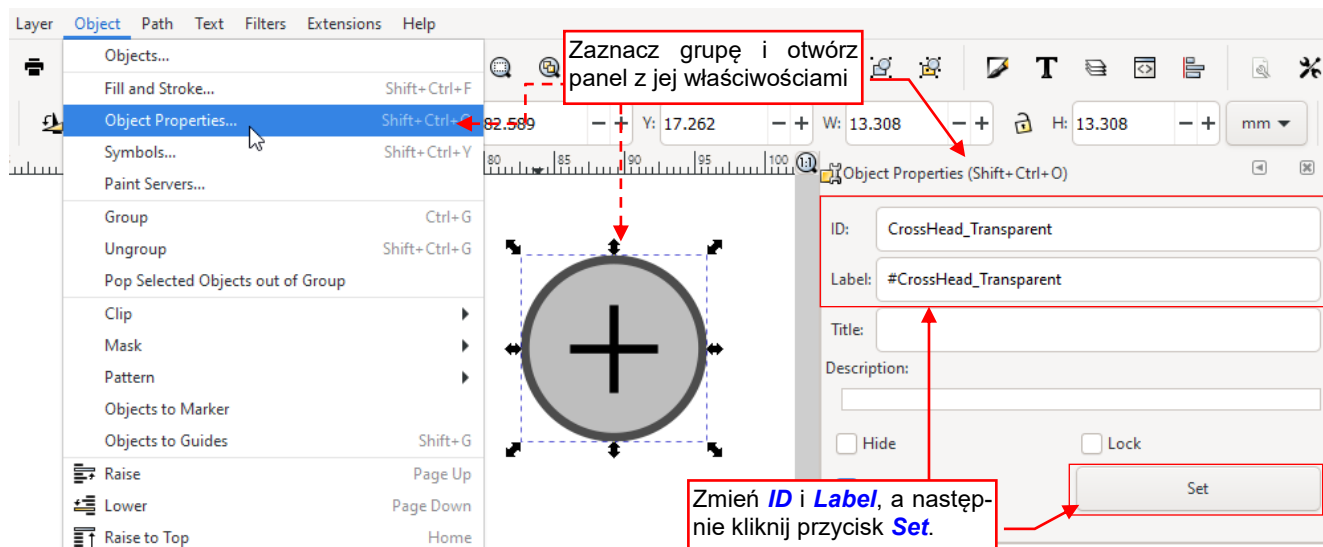


Zmieniłem kolor wypełnienia tego okręgu na szary, i to natychmiast zmieniło wszystkie klony tej grupy



Rysunek 8.25.7 Zmiana zawartości grupy zmienia jej wszystkie klony

Dobłą praktyką w przypadku takich „wzorców” jest zmiana ich nadawanych automatycznie nazw na bardziej zrozumiałe. Aby to zrobić, zaznacz grupę i wywołaj polecenie **Object→Object Properties**. Spowoduj to otwarcie panelu **Object Properties** (Rysunek 8.25.8):



Rysunek 8.25.8 Zmiana nazwy grupy

W tym panelu możesz wpisać nowy identyfikator (**ID**) i nazwę (**Label**) obiektu, w szczególności – grupy. (Zalecam wpisywanie jako nazwy identyfikatora, ale poprzedzonego znakiem „#”). Pamiętaj o kliknięciu na koniec przycisku **Set**, bo w przeciwnym razie nic nie zostanie zapisane!



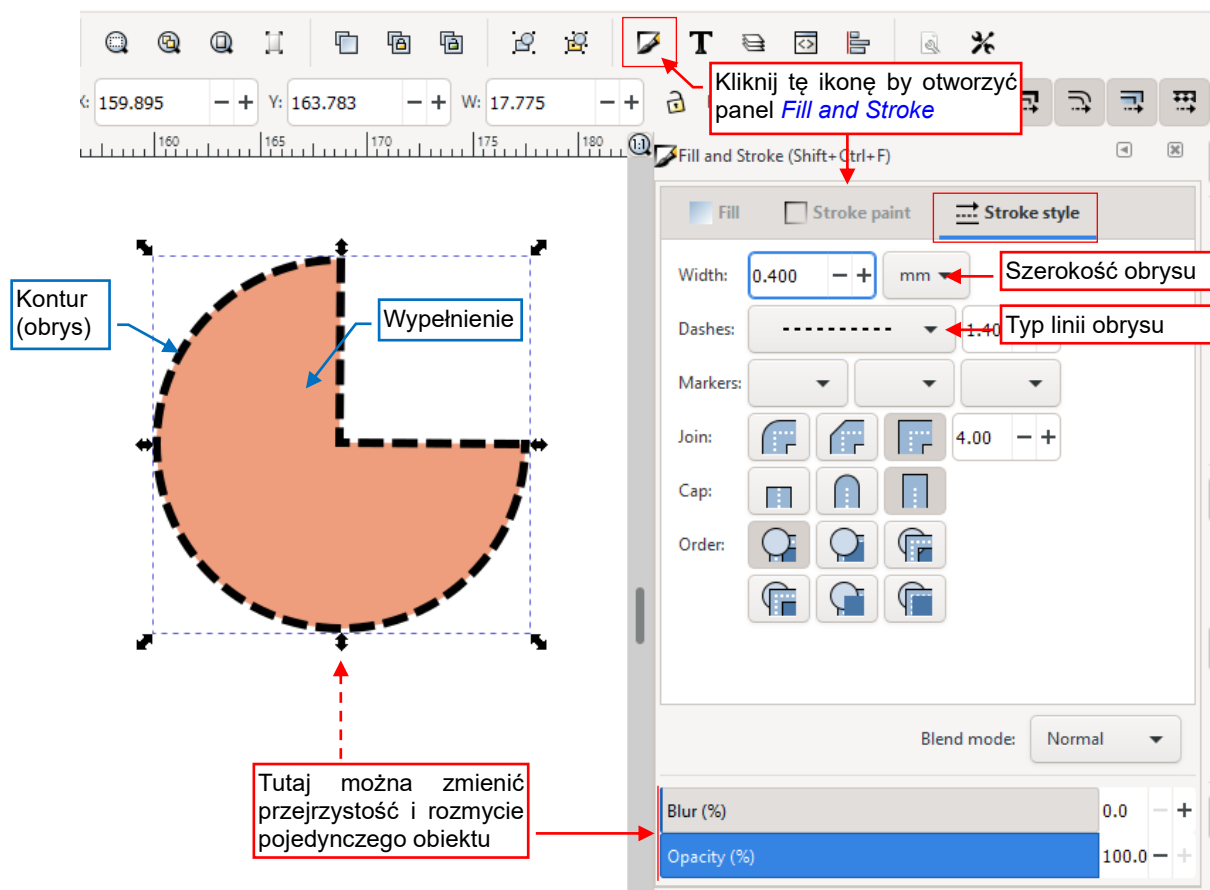
Identyfikator obiektu musi być unikalny w obrębie pliku Inkscape, tzn. każdy z Twoich wzorców musi mieć inny **ID**.

8.26 Właściwości kształtu

Każdy obiekt w dokumencie Inkscape – poza obrazem rastrowym – jest figurą geometryczną, złożoną z dwóch elementów:

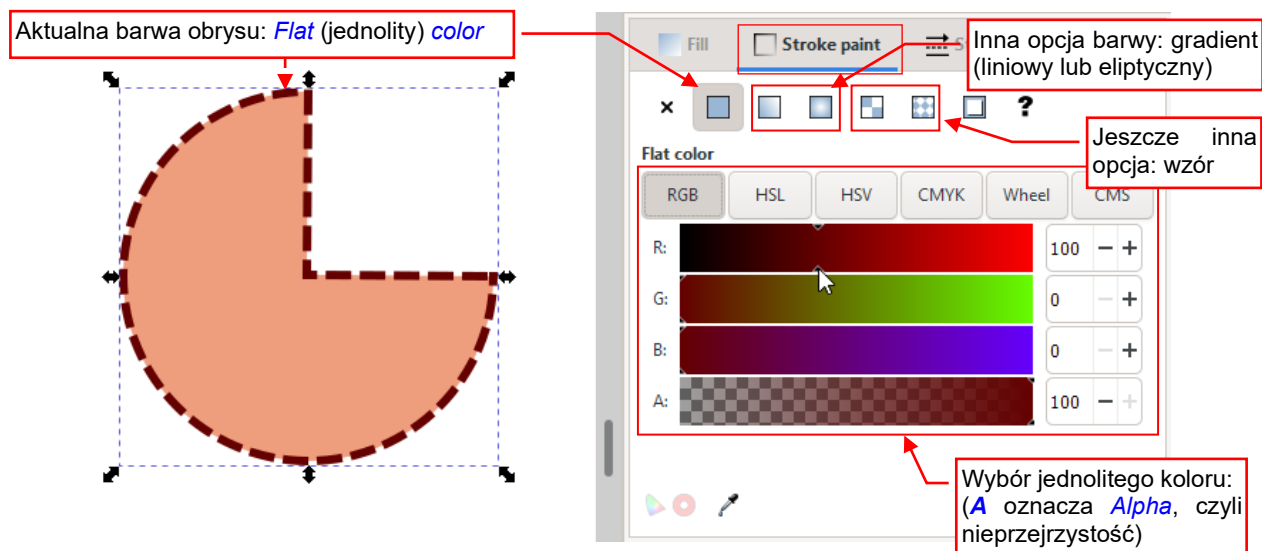
- linii konturu (*stroke*);
- wypełnienia (*fill*).

Do zmiany wypełnienia i linii konturu obiektu(ów) służy panel *Fill and Stroke* (Rysunek 8.26.1):




Rysunek 8.26.1 Okno właściwości kształtu (*Fill and Stroke*)

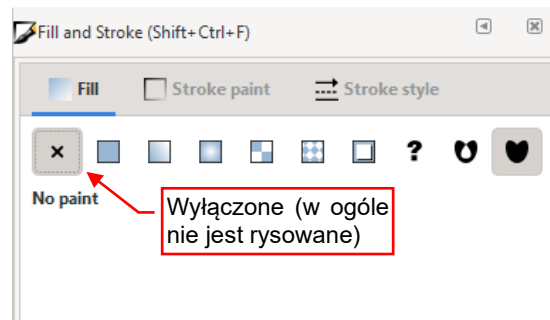
W zakładce *Stroke style* ustalasz grubość i deseń linii obrysu. W zakładce *Stroke paint* ustalasz barwę (lub gradient) linii (Rysunek 8.26.2):



Rysunek 8.26.2 Zmiana barwy linii – zakładka *Stroke paint*

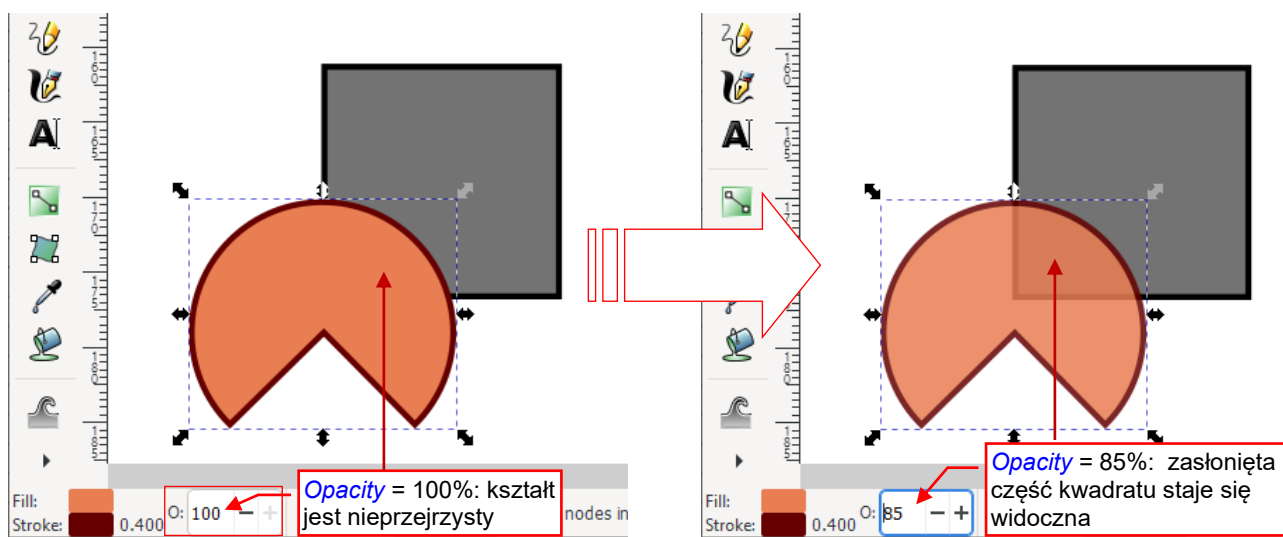
Zakładka sterująca wypełnieniem obiektu to **Fill**. Zawiera identyczne kontrolki jak **Stroke paint**.

Spośród możliwych trybów wypełnienia wyróżnia się pierwsza opcja od lewej –  (Rysunek 8.26.3). Gdy ją wybierzesz w zakładce **Fill**, obiekt w ogóle nie będzie miał wypełnienia. (Analogicznie, wybór tej opcji w **Stroke paint** spowoduje, że obiekt w ogóle nie będzie miał obrysu).



Rysunek 8.26.3 Wyłączenie wypełnienia wnętrza obiektu

Inkscape pozwala sterować nieprzezroczystością pojedynczego obiektu dokładnie tak samo, jak steruje się nieprzezroczystością całych warstw. Możesz ją zmieniać w panelu **Fill and Stroke** (Rysunek 8.26.1). Możesz także zrobić to samo za pomocą niewielkiej kontrolki **O**(pacity) umieszczonej w pasku stanu (Rysunek 8.26.4):



Rysunek 8.26.4 Zmiana nieprzezroczystości obiektu (**O**pacity)



Wybór w obydwu zakładkach: **Fill** i **Stroke paint** opcji **no paint** tworzy niewidzialny obiekt. Jeżeli popełnisz taki błąd, nie będziesz go mógł wybrać kliknięciem. Zamiast tego użyj zaznaczenia za pomocą ramki.



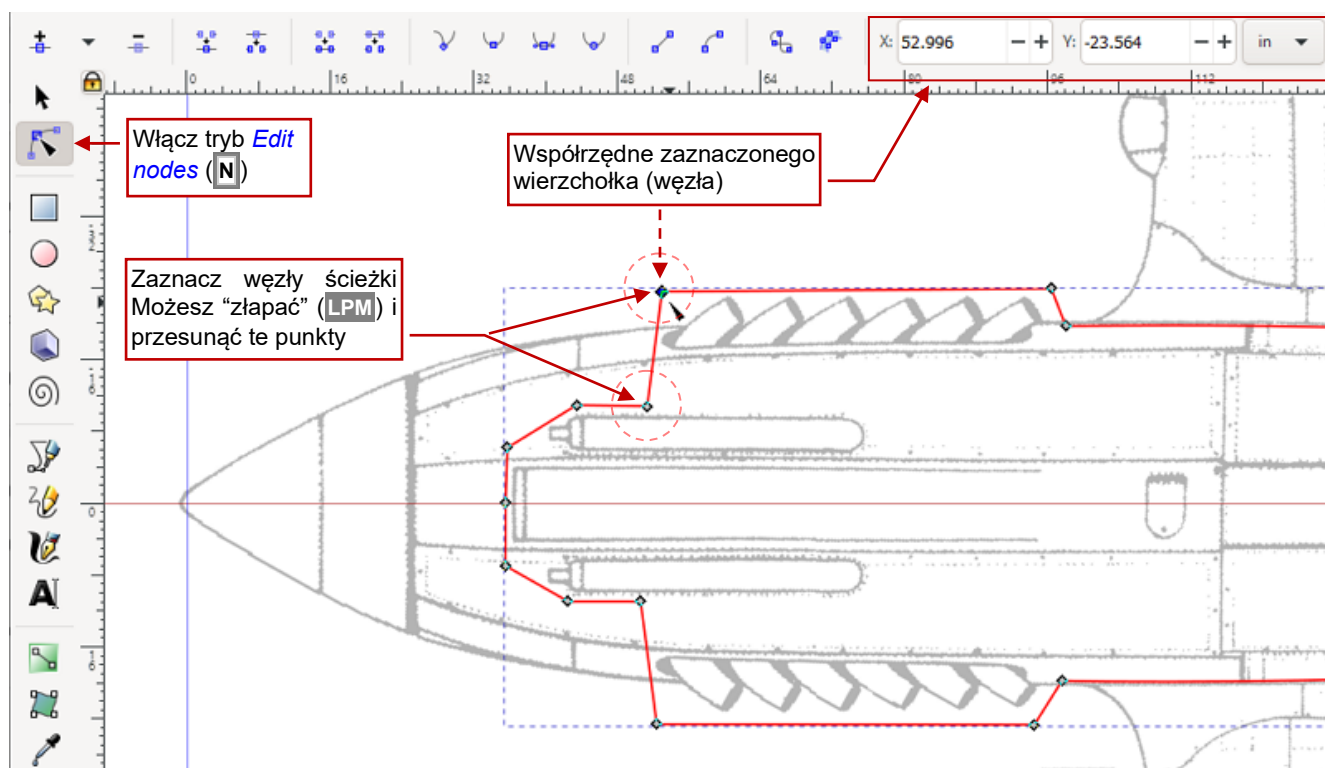
Jeśli wybierzesz wiele obiektów, ustawienia z panelu **Fill and Stroke** będą zapisane do wszystkich. To prosta metoda do wprowadzania do rysunku masowych zmian.



Parametr **O**(pacity) to ogólna nieprzezroczystość całego obiektu. Aby uzyskać półprzezroczysty obrys z nieprzezroczystym wypełnieniem, lub półprzezroczyste wypełnienie z nieprzezroczystym obrysem, użyj składnika **A**(lpha) w ustawieniach jednolitego koloru wypełnienia/obrysu.

8.27 Edycja linii

Linie (a właściwie – "ścieżki", bo Inkscape określa je jako *paths*), które narysowałeś, możesz później modyfikować. Służy do tego oddzielny tryb – edycji węzłów (Rysunek 8.27.1). (Węzłem linii jest każdy z jej wierzchołków):



Rysunek 8.27.1 Edycja wierzchołków wybranej linii

W tym trybie każdy punkt linii (węzeł) jest oznaczony małym rombem. Możesz za nie „łapać” (**LPM**) i przesuwać w nowe miejsca. Obowiązują tu dokładnie te same reguły, co przy edycji całych obiektów. Pojedyncze kliknięcie w węzeł oznacza go jako wybrany (węzeł wybrany zmienia swój kolor na niebieski). Jeżeli podczas wskazywania węzłów będziesz trzymać wciśnięty klawisz **Shift** - możesz zaznaczyć wiele punktów naraz. Możesz je także zaznaczać obszarem prostokątnym.



Aby dodać do linii nowy wierzchołek – kliknij dwukrotnie **LPM** w segment, w miejscu, w którym Inkscape ma wstawić nowy węzeł.



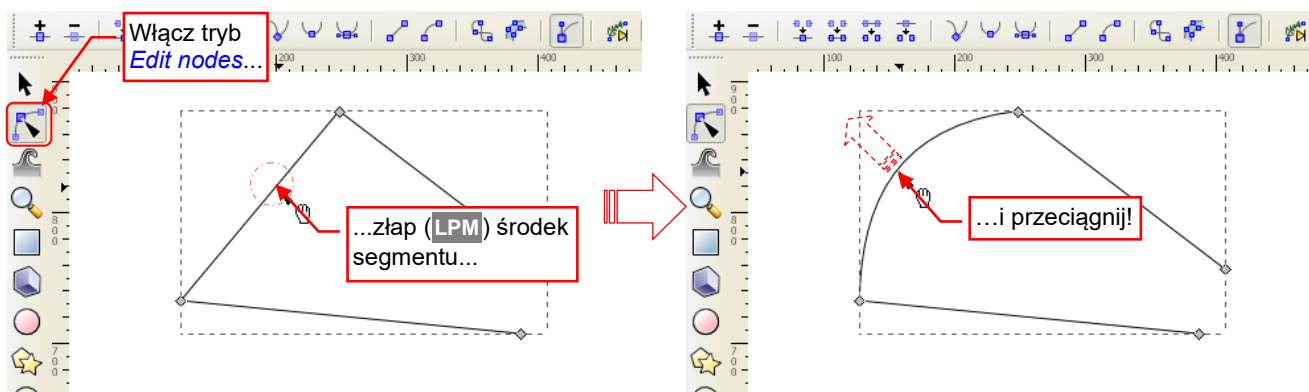
Aby usunąć wybrany węzeł/węzły – naciśnij klawisz **Del**. To zazwyczaj powoduje zmianę kształtu linii.

8.28 Linie krzywe


Aby stworzyć linię krzywą, wystarczy w trakcie rysowania kolejnego segmentu (por. str. 147) trzymać przez cały czas wciśnięty **LPM**. Muszę jednak przyznać, że dla dokładnego odwzorowania kształtu ta metoda jest trochę nieodpowiednia. W każdym razie "na co dzień" robię to w dwóch krokach:

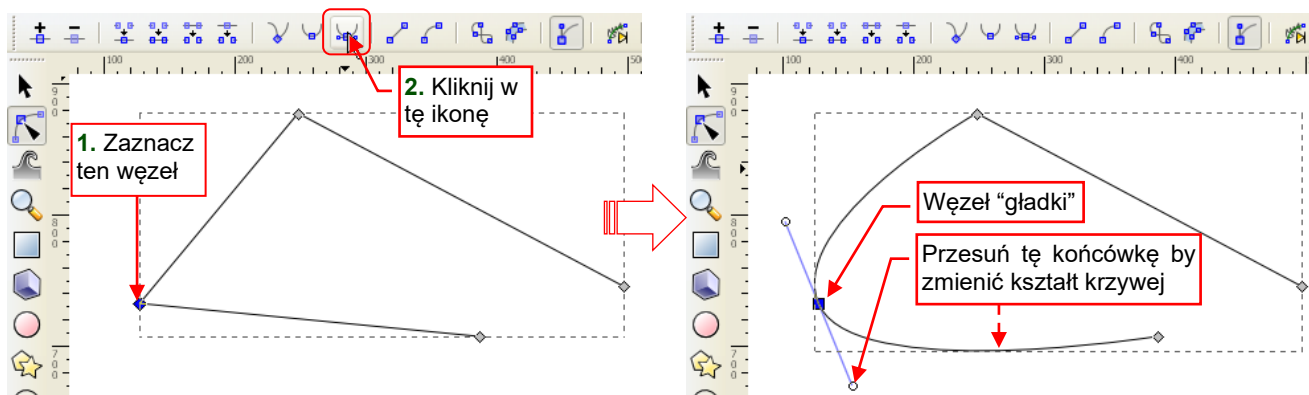
1. tworzę przybliżony obrys rysując zwykłą linię łamaną (patrz str. 147, 177);
2. przekształcam kolejne segmenty łamanej w odcinki krzywej.

Aby zmienić kształt linii łamanej w krzywą, musisz się przełączyć w tryb edycji (**Edit nodes**). Potem wystarczy "złapać" za segment linii (**LPM**) i wygiąć w odpowiedni kształt (Rysunek 8.28.1):




Rysunek 8.28.1 Linia krzywa uzyskana poprzez "wyciągnięcie"

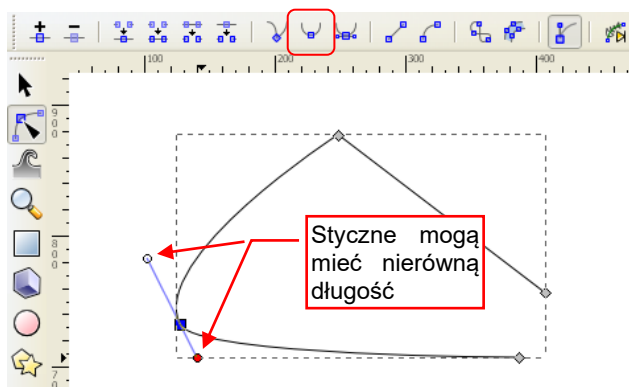
Alternatywną metodą jest zamiana poszczególnych węzłów (wierzchołków) z "ostrych" na "gładkie", poprzez naciśnięcie ikony . Rysunek 8.28.2 przedstawia, na czym to polega:



Rysunek 8.28.2 Linia krzywa uzyskana poprzez zmianę typu węzła na "gładki, symetryczny"

W węźle pojawiły się dwie styczne do krzywej. Możesz sterować kształtem linii zmieniając ich pochylenie i długość. Przedstawiony na rysunku węzeł jest "symetryczny", co oznacza, że zmiana jednej stycznej powoduje identyczną zmianę drugiej. Dzięki temu wygięcie będzie bardziej "płynne", gdyż krzywe z obydwu stron węzła mają w tym miejscu taki sam promień krzywizny.


Jeżeli nie zależy Ci na aż tak "dokładnych" zaokrągleniach – możesz węzeł przełączyć w tryb  (Rysunek 8.28.3). Wtedy styczne z każdej strony węzła będą utrzymywały współliniowość. Mogą się jednak różnić długością.

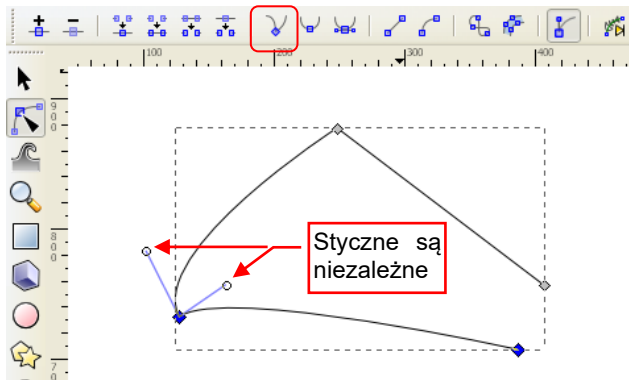


Rysunek 8.28.3 Węzeł gładki, niesymetryczny



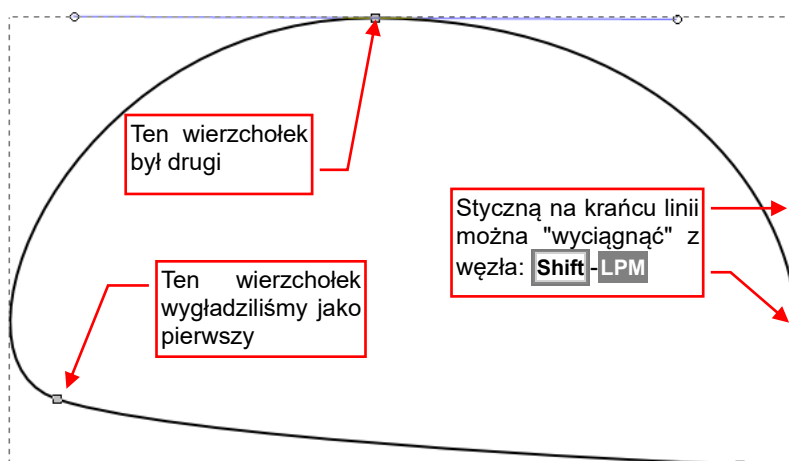
Krzywe, uzyskane w ten sposób, "na oko" wyglądają na gładkie. Gdy jednak styczne w węźle różnią się długością, występuje w nich skokowa zmiana promienia krzywizny.

Gdy chcesz uzyskać w węźle „narożnik” – przełącz się w tryb . Wtedy możesz manipulować każdą ze stycznych oddzielnie (Rysunek 8.28.4):



Rysunek 8.28.4 Węzeł ostry

Ostateczny kształt krzywej uzyskujesz, przekształcając kolejne węzły na "gładkie" i – zazwyczaj – symetryczne (Rysunek 8.28.5). Zaczynasz ten proces od jednego krańca linii łamanej. Sukcesywnie przekształcasz w krzywą i nadajesz właściwy kształt kolejnym segmentom, dopóki nie dotrzesz do końca linii.



Rysunek 8.28.5 Krzywa z wieloma wierzchołkami

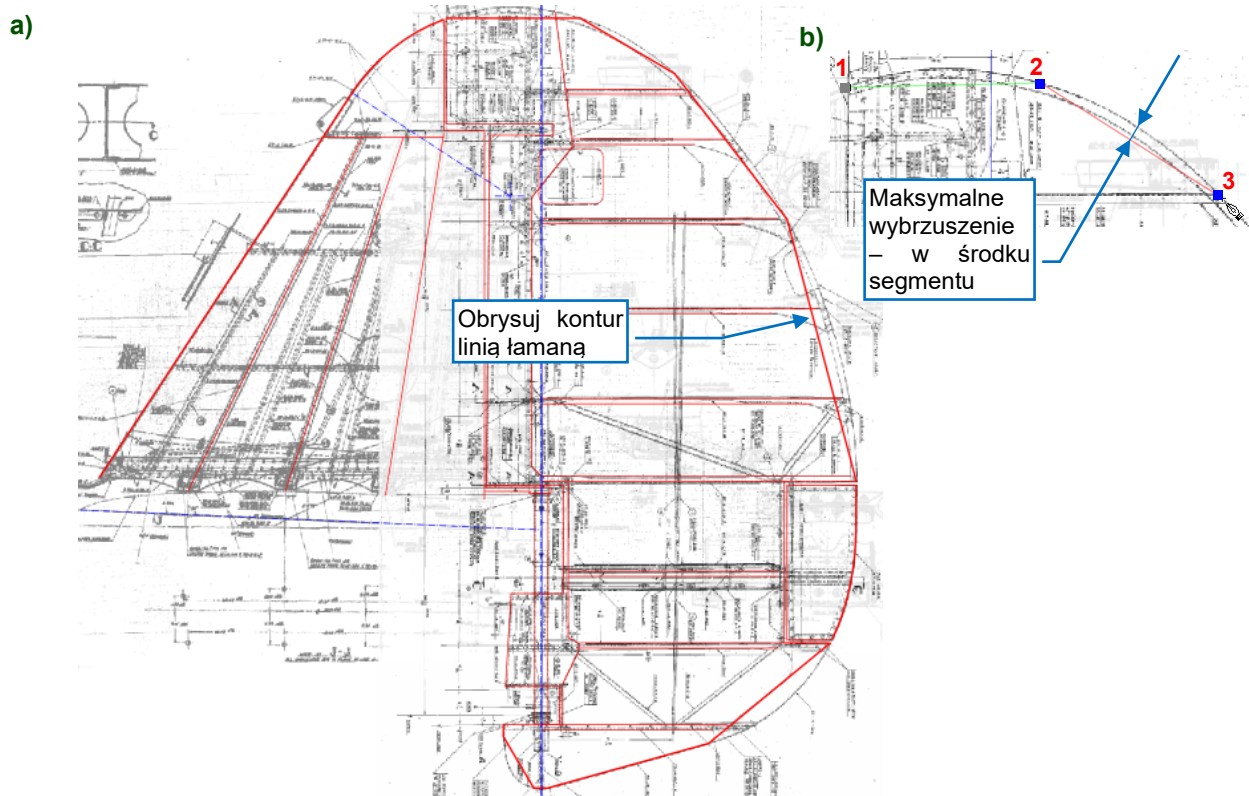
Podobnie jak podczas edycji linii łamanych:

- aby dodać nowy wierzchołek, kliknij dwukrotnie **LPM** w miejscu, gdzie ma powstać.
- aby wierzchołek usunąć – zaznacz go i naciśnij **Delete**.

8.29 Odzworowanie krzywizny

W tej sekcji pokażę, jak za pomocą krzywych odwzorować kontur steru kierunku (odzworowanie innego typowego przypadku: łuku – jest opisane na str. 185). Jeżeli do tej pory w Inkscape rysowałeś tylko linie łamane – zerknij na str. 178. Znajdziesz tam wprowadzenie do tworzenia linii krzywych w Inkscape.

Najpierw obrysuj kontur linią łamaną (Rysunek 8.29.1a). Wierzchołki linii wstawiaj w takich miejscach, by największe wybrzuszenie krzywej leżało w równej odległości od początku i końca odcinka (Rysunek 8.29.1b).

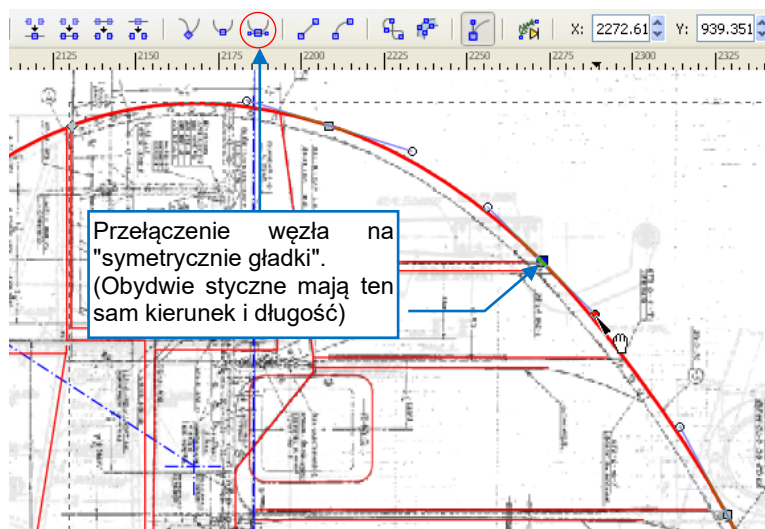


Rysunek 8.29.1 Wstępny obrys steru kierunku – odcinkami prostych

Po narysowaniu linii, włącz tryb edycji węzłów (**Edit nodes**). Zamień łamaną na krzywą, wygładzając kolejne wierzchołki (p. str. 179). Dla kolejnych węzłów (poza krańcowymi):

- zaznacz węzeł jako "symetrycznie gładki" (Rysunek 8.29.2);
- dostosuj krzywiznę za pomocą stycznych. Czasami trzeba także przesunąć węzeł.

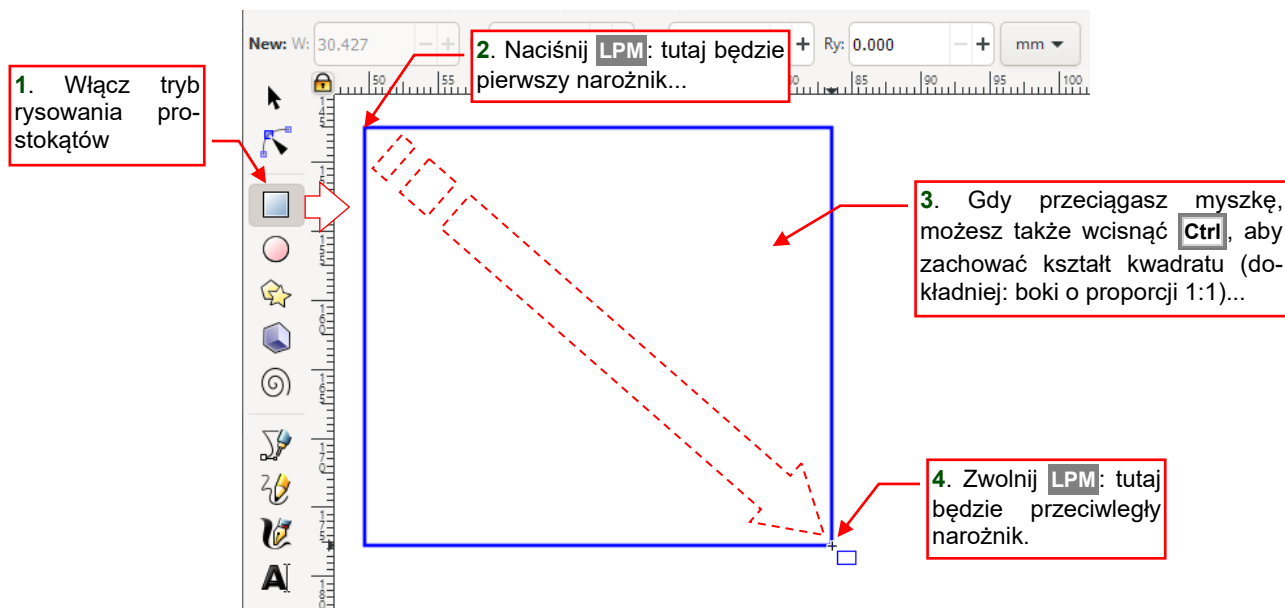
Podczas wygładzania może się także zdarzyć, że zdecydujesz się jakiś węzeł dodać (podwójne kliknięcie **LPM**) lub usunąć (zaznaczenie węzła i naciśnięcie klawisza **Delete**).



Rysunek 8.29.2 Wygładzanie linii łamanej

8.30 Rysowanie prostokąta


Przełącz się w tryb rysowania prostokątów (Rysunek 8.30.1):

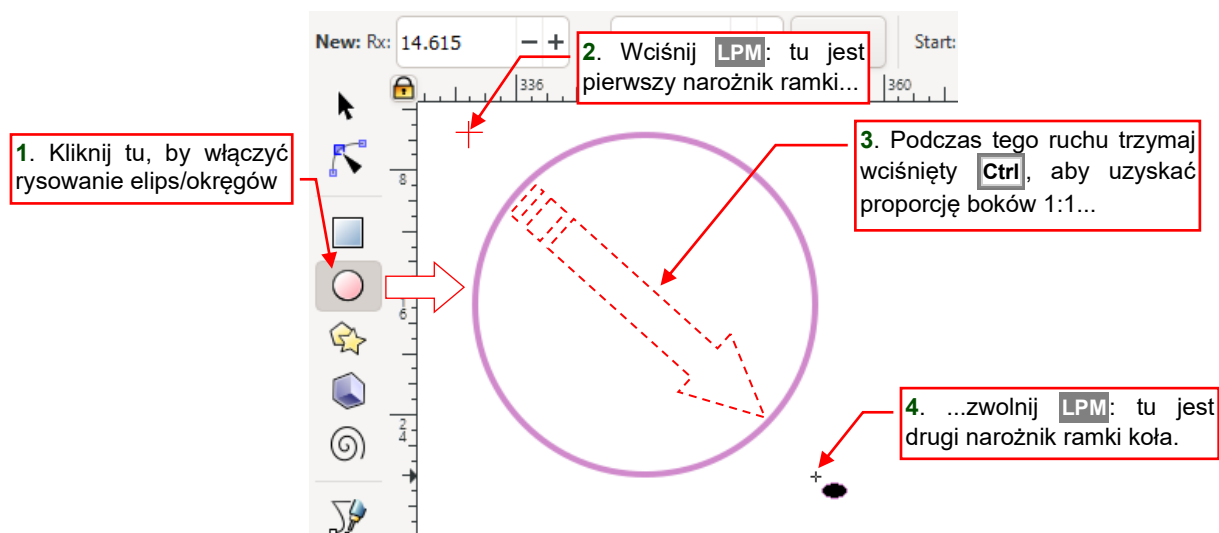


Rysunek 8.30.1 Rysowanie kwadratu

Wciśnij **LPM** w miejscu, gdzie ma się znajdować jeden z narożników prostokąta. Następnie, trzymając wciśnięty **LPM**, przesuвай kursor. Będziesz "ciągnął" w ten sposób przeciwległy narożnik prostokąta. Aby uzyskać kształt kwadratu, trzymaj jednocześnie wciśnięty **Ctrl**. Miejsce, w którym zwolnisz **LPM**, wyznaczy przeciwległy narożnik obiektu.

8.31 Rysowanie elipsy

W Inkscape okręgi rysuje się tak samo jak kwadraty (por. str. 181). Wybierasz tylko inny tryb rysowania: okręgów (oznaczony ikoną: ). Następnie naciskasz **LPM** w miejscu, gdzie mają sięgać lewe, górne granice elipsy. Przeciągasz kursor z wciśniętym **LPM**, i zwalniasz ten przycisk w miejscu, do którego mają sięgać prawe, dolne granice elipsy (Rysunek 8.31.1):



Rysunek 8.31.1 Rysowanie okręgu

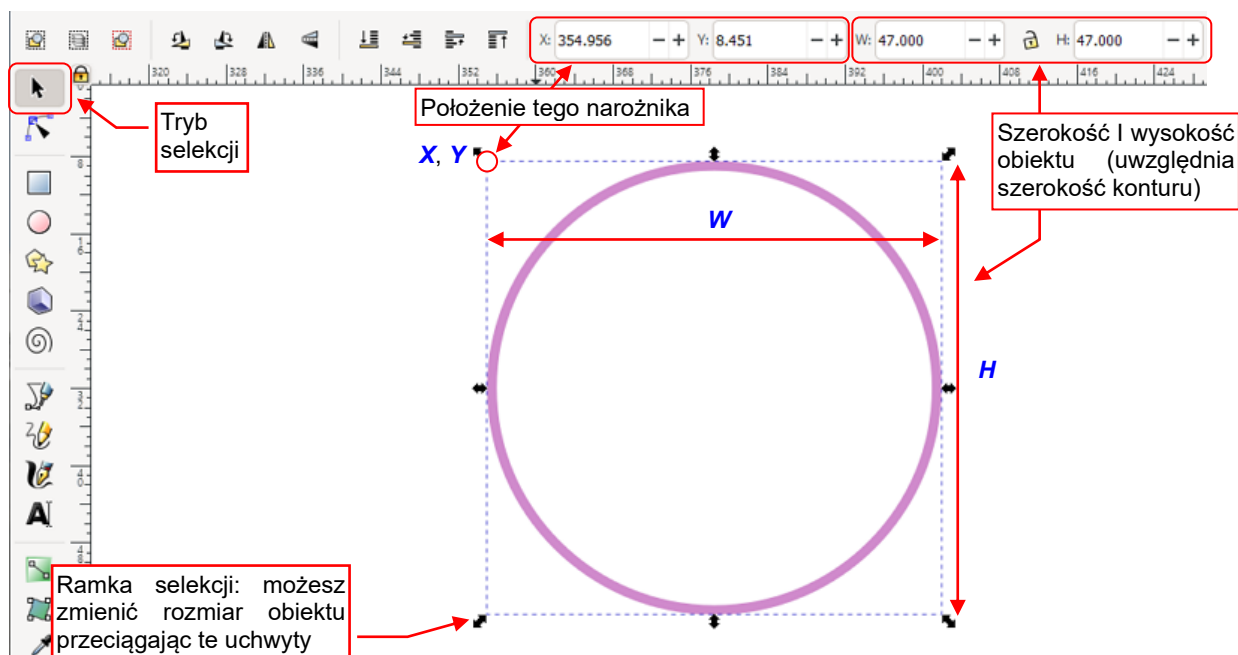
Podobnie jak w przypadku kwadratów, ważne jest wciśnięcie klawisza **Ctrl** podczas "przeciągania" drugiego punktu, bo inaczej narysujesz elipsę.



Aby wyznaczyć nowy okrąg poprzez wskazanie środka i promienia – podczas przeciągania myszki trzymaj wciśnięty klawisz **Shift**. To zmusza Inkscape do przyjęcia początkowej pozycji myszki jako punktu środkowego.

8.32 Edycja elipsy

Gdy zaznaczysz okrąg lub elipsę pojedynczym kliknięciem (**LPM**), Inkscape obrysuje ją ramką selekcji. Możesz zmienić rozmiar tego obiektu przeciągając myszką uchwyty tej ramki, lub wpisując dokładne wartości położenia i rozmiaru w pola **X**, **Y**, **W** i **H** (Rysunek 8.32.1):

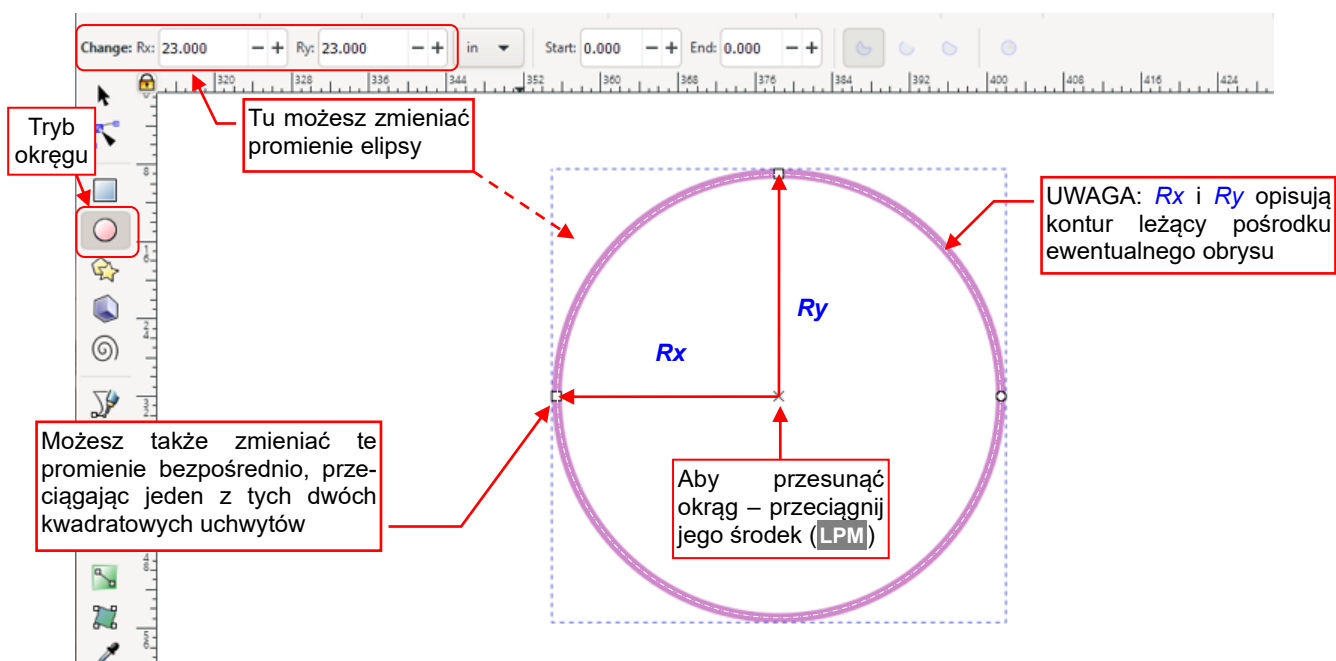


Rysunek 8.32.1 Edycja elipsy za pomocą ramki selekcji



W trybie selekcji szerokość i wysokość podane w polach **W** i **H** uwzględniają szerokość ewentualnego konturu obiektu.

Gdy klikniesz podwójnie (**LPM**) w elipsę lub w łuk, Inkscape przełącza się w tryb okręgu (Rysunek 8.32.2):



Rysunek 8.32.2 Tryb edycji elipsy

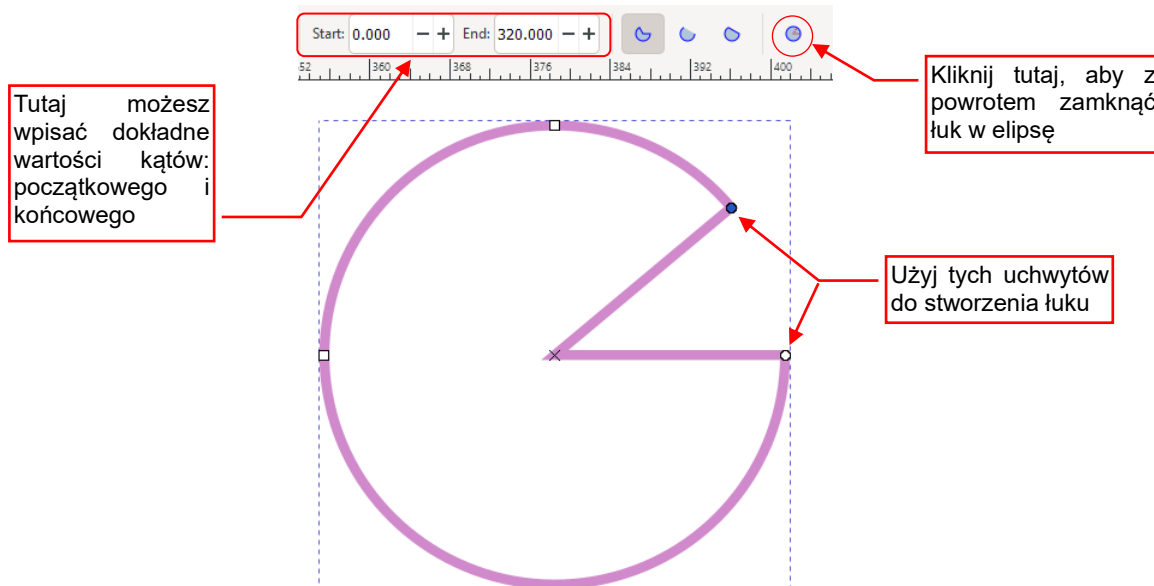
W tym trybie możesz zmienić główne promienie elipsy przeciągając (**LPM**) kwadratowe uchwyty umieszczone po lewej i u góry elipsy/okręgu, lub wpisując ich dokładne wartości w pola **Rx**, **Ry**.




Pola **W** i **H** w trybie selekcji mogą być większe o szerokość ewentualnej linii obrysu od wartości $2 \times R_x$ i $2 \times R_y$, które możesz odczytać w trybie okręgu.

(Dla przykładu, porównaj wartość **W** pokazywaną przez Rysunek 8.32.1 i wartość **R_x** pokazywaną przez Rysunek 8.32.2. Szerokość obrysu okręgu z tych ilustracji = 1).

Aby przekształcić elipsę w łuk, w trybie edycji użyj okrągłych uchwytów (Rysunek 8.32.3):



Rysunek 8.32.3 Redukcja elipsy do łuku

Możesz wpisać dokładne wartości kątów łuku w umieszczonych w pasku narzędzi polach **Start** i **End** (Rysunek 8.32.3). Użyj ikony  z tego paska, aby z powrotem przekształcić łuk w pełen okrąg (z powrotem do 360°).

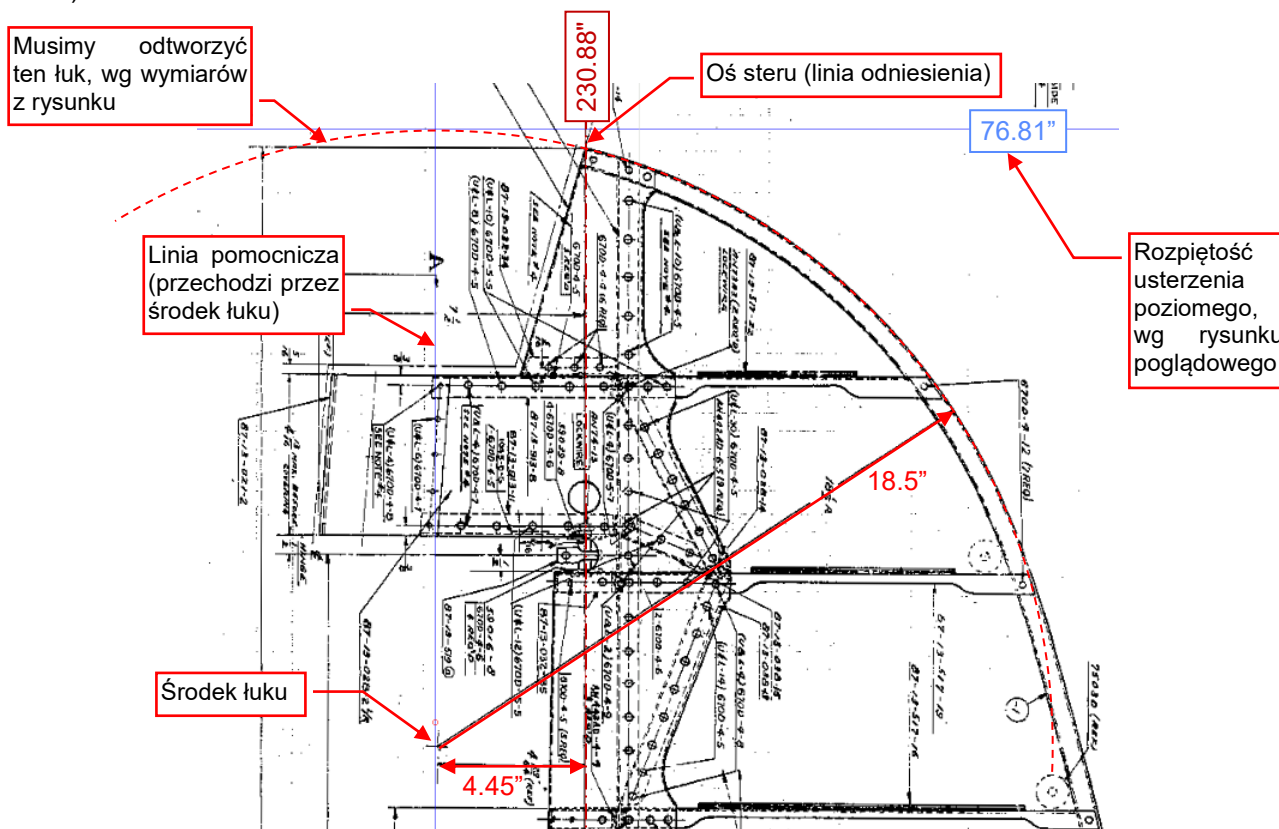
Aby ukryć linie wzdłuż promieni łuku, wybierz inny z trzech trybów jego rysowania (Rysunek 8.32.4):



Rysunek 8.32.4 Alternatywne tryby rysowania łuku

8.33 Odzworowanie obrysu zawierającego łuk

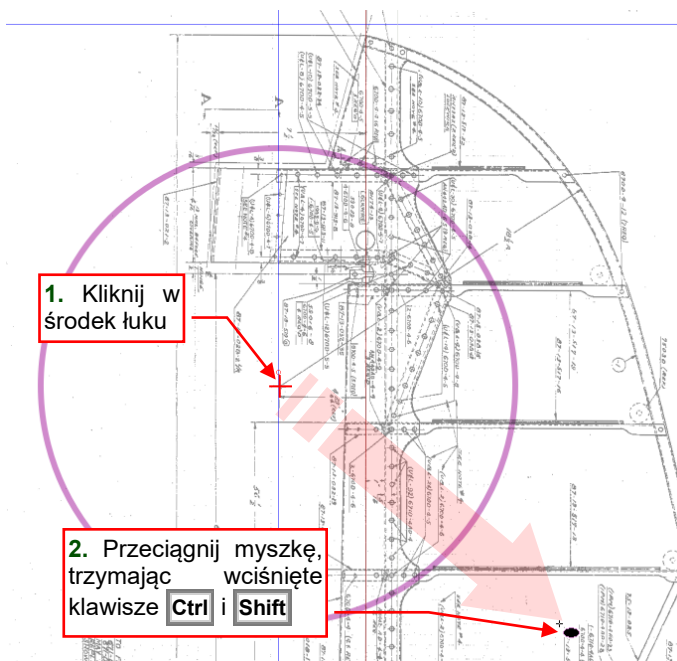
W tej sekcji zademonstruję praktyczny przykład mapowania segmentu łuku w Inkscape. Do odtworzenia dokładnego kształtu łuku końcówki krawędzi spływu steru wysokości, użyję jego rysunku złożeniowego (Rysunek 8.33.1):



Rysunek 8.33.1 Wymiary kontury steru wysokości

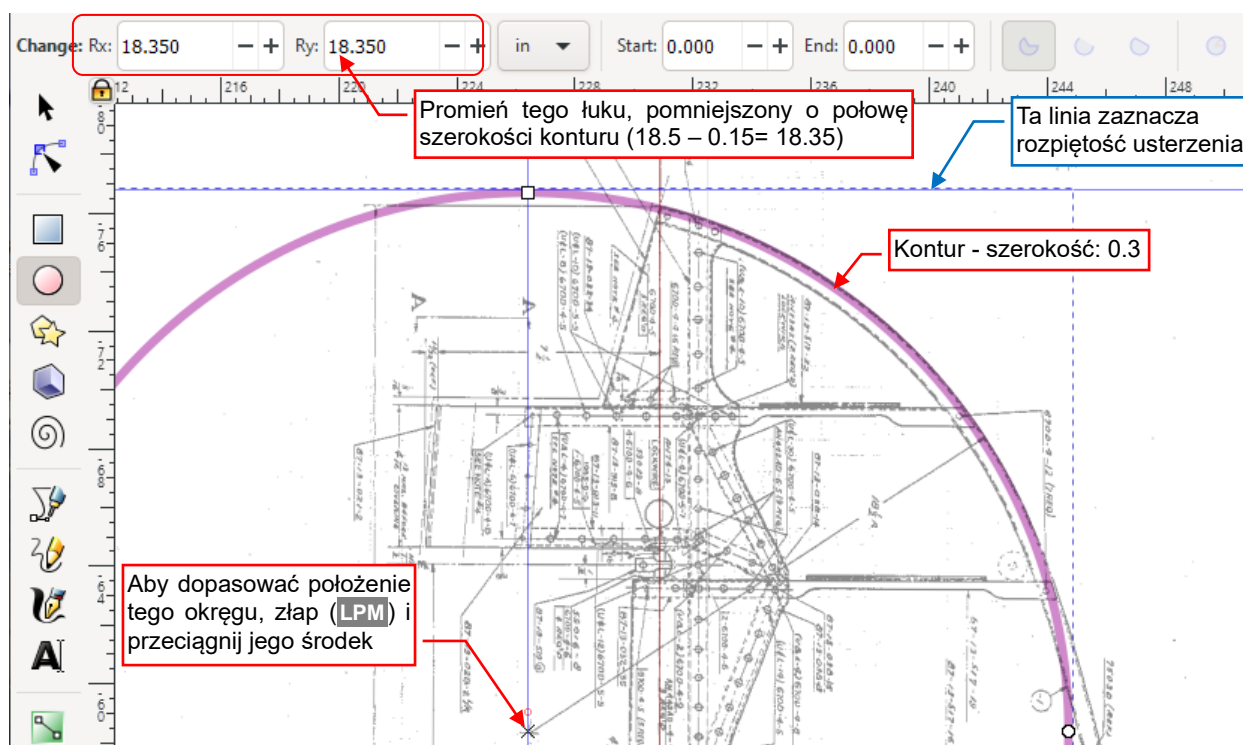
Kontur tej końcówki jest łukiem, określonym na tym rysunku przez dwa wymiary: promień ($18 \frac{1}{2}"$) i odległość środka od osi steru ($4 \frac{29}{64}" \approx 4.453"$). Na ilustracji powyżej zaznaczyłem je na czerwono. Z rysunku poglądowego odczytałem dokładne położenie osi steru ($230.875"$ od przegrody silnika), więc umieściłem na tym rysunku niebieską linię pomocniczą, która przechodzi przez środek tego łuku ($X = 230.875" - 4.453" = 226.422"$). Zauważ, że na oryginalnym rysunku ten punkt jest odrobinę odsunięty od linii pomocniczej (zapewne to błąd kreślarza). W tym momencie nie wyznaczam dokładnej współrzędnej Y tego środka (Rysunek 8.33.1): później po prostu dopasuję łuk o podanym promieniu do linii, którą zaznaczyłem rozpiętość usterzenia.

W pierwszym kroku włączyłem tryb rysowania okręgu i umieściłem kursor myszki na linii jego środka. Następnie narysowałem pełen okrąg, trzymając wciśnięte klawisze **Shift** i **Ctrl** (por. str. 182). Pokazuje to Rysunek 8.33.2:



Rysunek 8.33.2 Rysowanie początkowego okręgu

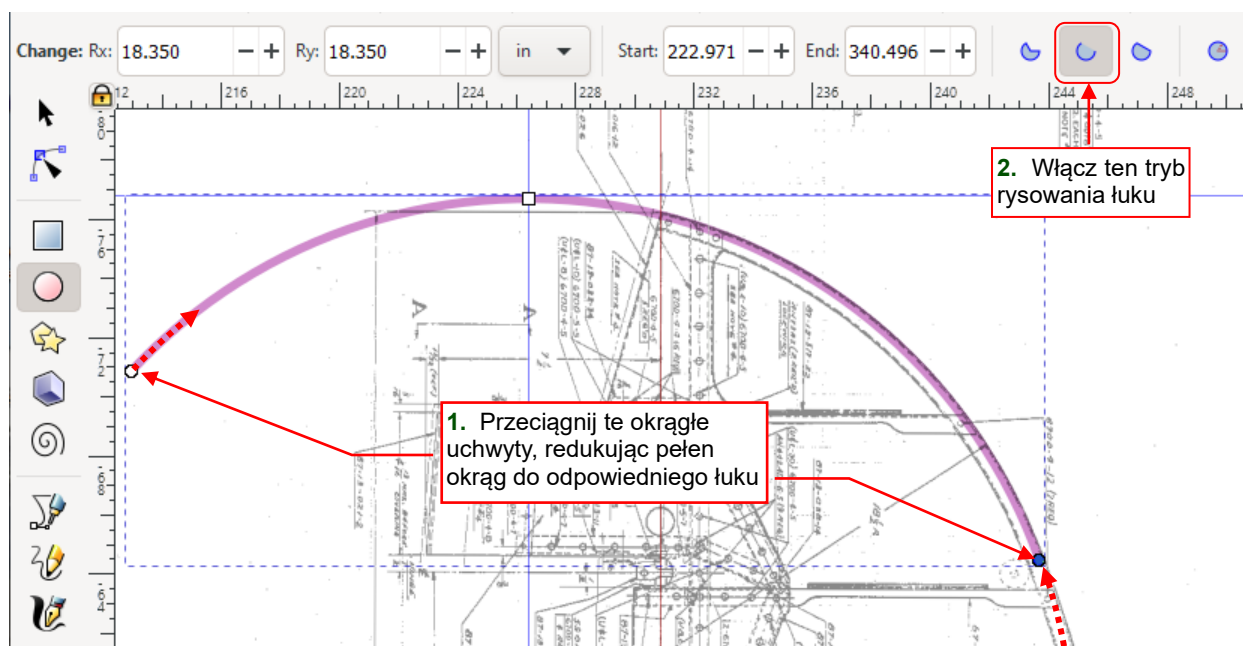
Następnie użyłem pól **Rx** i **Ry** z przybornika (por. str. 183) do ustalenia dokładnego promienia tego okręgu (Rysunek 8.33.3):



Rysunek 8.33.3 Ustalenie dokładnego promienia okręgu

Następnie możesz poprawić położenie tego okręgu przeciągając mały znaczek „X”, umieszczony w jego środku. (To może być przydatne, na przykład do dopasowania tego okręgu do innych obiektów lub linii pomocniczych). Zauważ, że w polach **Rx** i **Ry** musiałem zmniejszyć oryginalny promień (18.5”) o połowę szerokości obrysu ($0.3 / 2 = 0.15$) tego okręgu. To było zamierzone, gdyż rysując kontury modelu, stosuję konwencje z planów modelarskich. Jedna z nich mówi, że prawdziwy kontur obiektu leży na zewnętrznej krawędzi jego obrysu. W Inkscape jest inaczej – prawdziwy kontur leży pośrodku linii obrysu (por. str. 183).

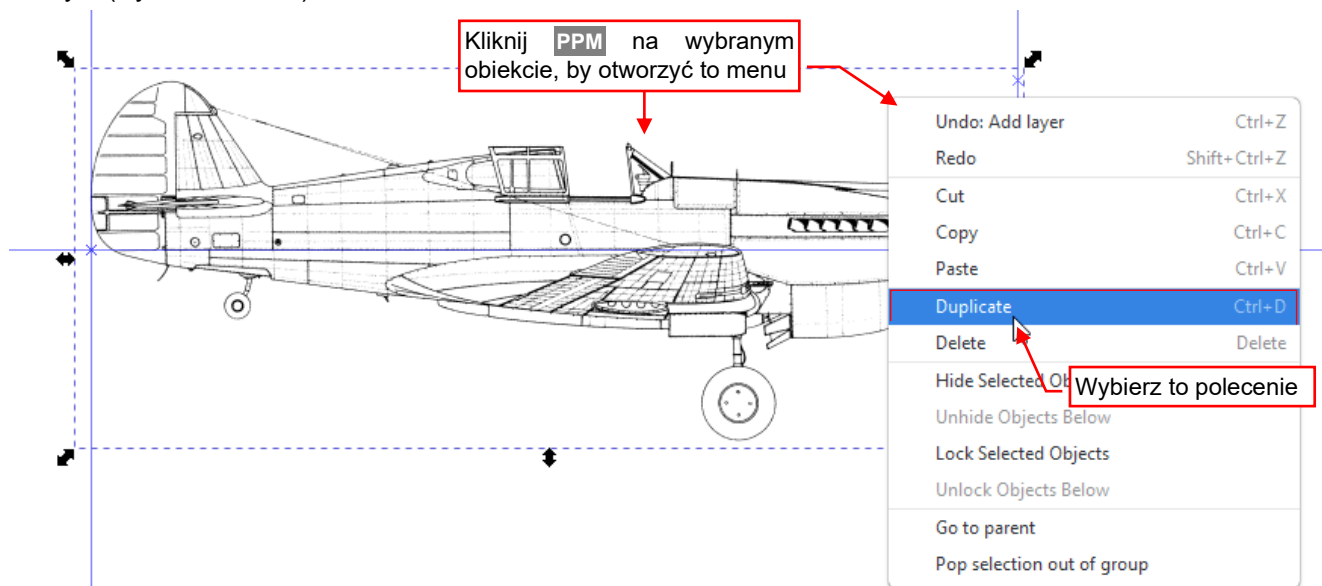
Na koniec zredukuj ten pełen okrąg do łuku, przeciągając jego okrągłe uchwyty (szczegóły – por. str. 184):



Rysunek 8.33.4 Zredukowanie okręgu do łuku

8.34 Powielenie obiektu

W Inkscape istnieją dwie metody powielenia obiektu: w „duplikat” i w „klon”. **Duplikat** to niezależna kopia (taka, która „ma wszystko własne”: wierzchołki, ustawienia barwy wypełnienia i linii, itp). Tworzymy go, zaznaczając pierwowzór i wywołując polecenia **Edit→Duplicate** (**Ctrl-D**). To samo polecenie jest dostępne w menu kontekstowym (Rysunek 8.34.1):



Rysunek 8.34.1 Kopiowanie obiektu

Po stworzeniu duplikatu, to polecenie wyłącza z zaznaczenia oryginalne obiekty i zaznacza ich nowo utworzone kopie. Dzięki temu w kolejnym kroku możesz je przesunąć w nowe miejsce, lub na inną warstwę.

Klon – to kolejna instancja pierwowzoru. Inkscape zamienia zaznaczony obiekt we wzorec, którego referencje zostają umieszczone na rysunku. W przypadku jakiegokolwiek zmiany kształtu czy barwy wzorca, tej samej zmianie ulegają wszystkie jego referencje (klony).

Zaznaczony obiekt „klonujemy” jednym z poleceń z menu **Edit→Clone**. Najbardziej popularne, tworzące pojedynczy klon – **Edit→Clone→Create Clone** – ma skrót na klawiaturze: **Alt-D**.



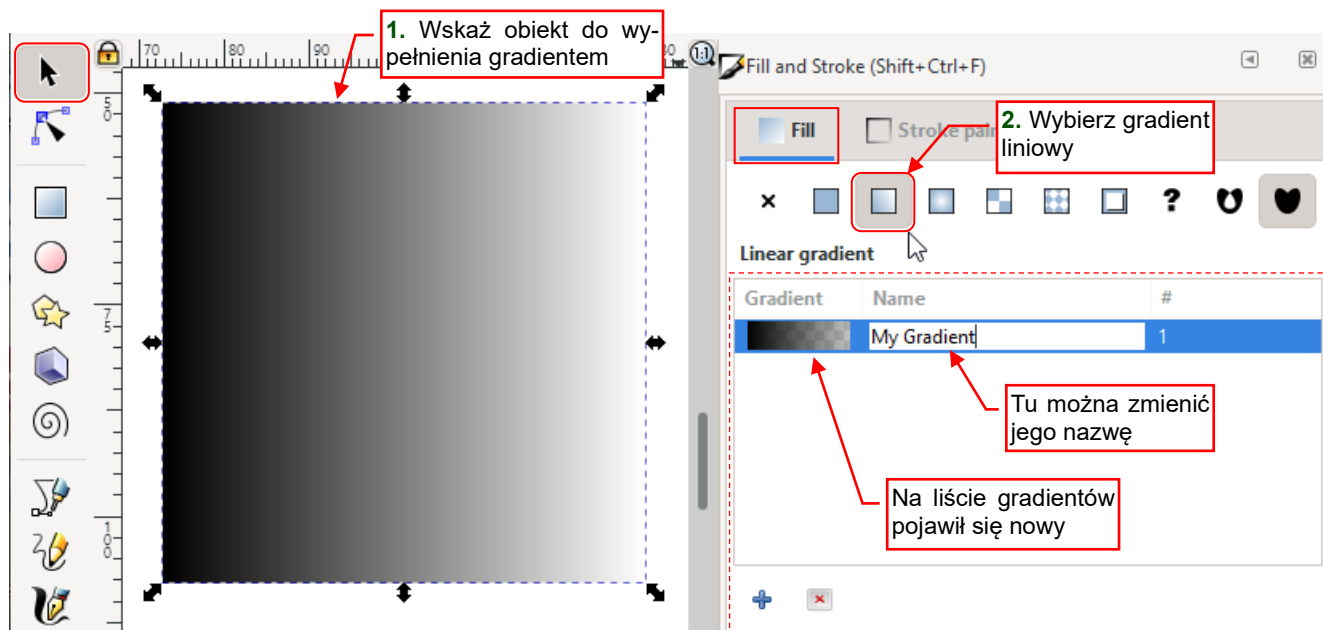
„Klon” możesz zmienić w „duplikat” poleceniem **Edit→Clone→Unlink Clone** (**Shift-Alt-D**). Pamiętaj tylko, że jest to w zasadzie operacja nieodwracalna – chyba, że wycofasz ją ogólnym poleceniem **Edit→Undo**.



W Inkscape łatwo jest przypadkowo stworzyć „klon klona” (wystarczy dwa razy nacisnąć **Alt-D**). Choć takie obiekty są poprawne z technicznego punktu widzenia, w praktyce nie ma żadnej różnicy pomiędzy „referencją” a „referencją do referencji”. (To tylko kolejne niepotrzebne obciążenie procesora Twojego komputera). Dlatego dobrą praktyką jest stworzenie klona tylko raz (**Alt-D**), a następnie kopiowanie go poleceniem **Duplicate** (**Ctrl-D**).

8.35 Wypełnienie gradientem

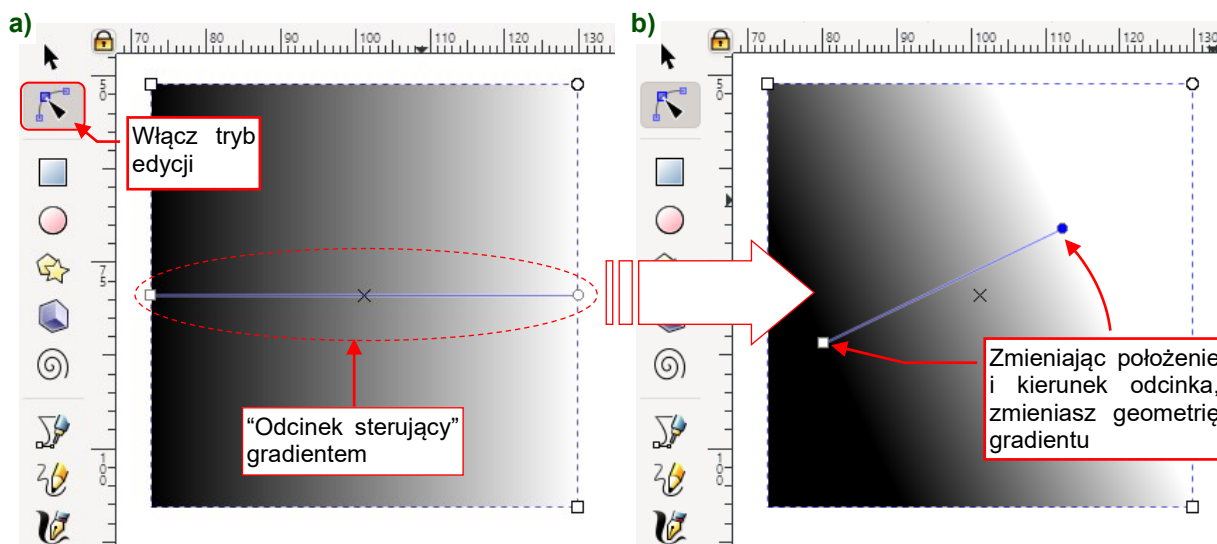
Zaznacz obiekt, który ma być wypełniony. Następnie w panelu *Fill and Stroke*, zakładce *Fill*, wybierz opcję wypełnienia gradientem (Rysunek 8.35.1):



Rysunek 8.35.1 Włączenie wypełnienia gradientem (liniowym)

Domyślny gradient jest płynnym przejściem pomiędzy dwoma kolorami: początkowym i końcowym. Gdy go włączysz, Inkscape tworzy nową definicję wypełnienia i pokazuje ją na liście w zakładce *Fill* (Rysunek 8.35.1).

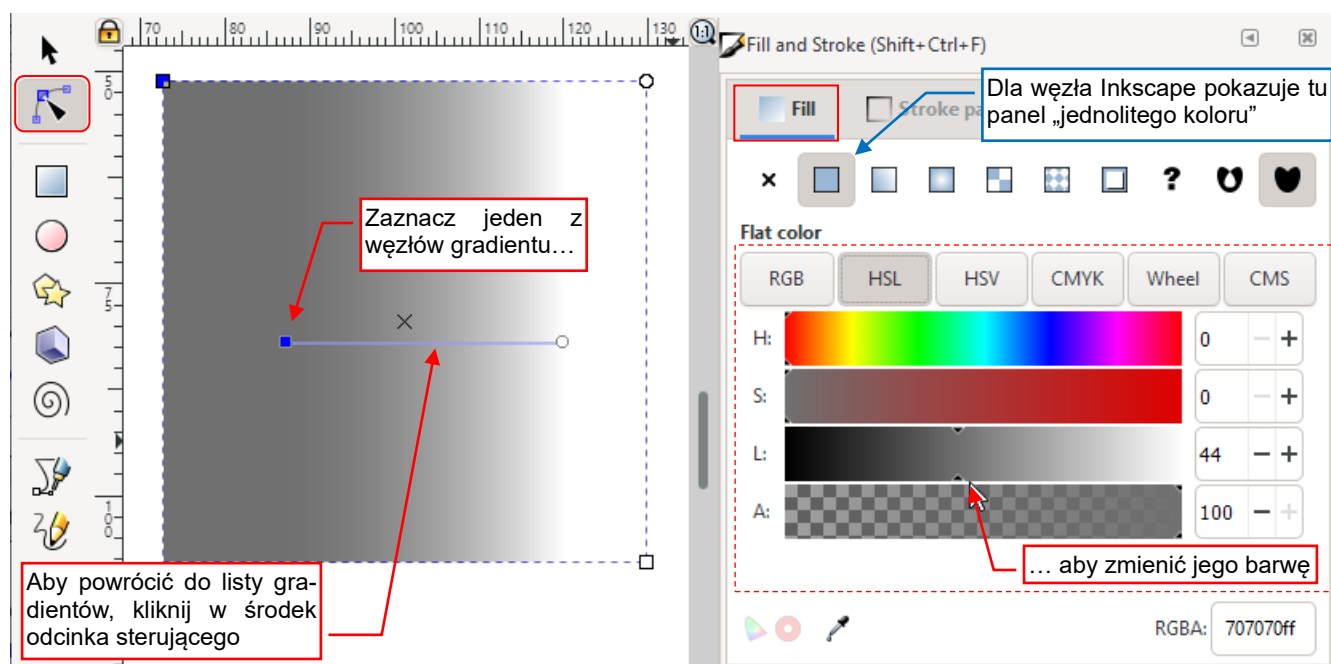
Po przełączeniu w tryb edycji linii możesz zmieniać układ geometryczny gradientu (Rysunek 8.35.2a):



Rysunek 8.35.2 Odcinek sterujący położeniem, rozmiarem i orientacją gradientu

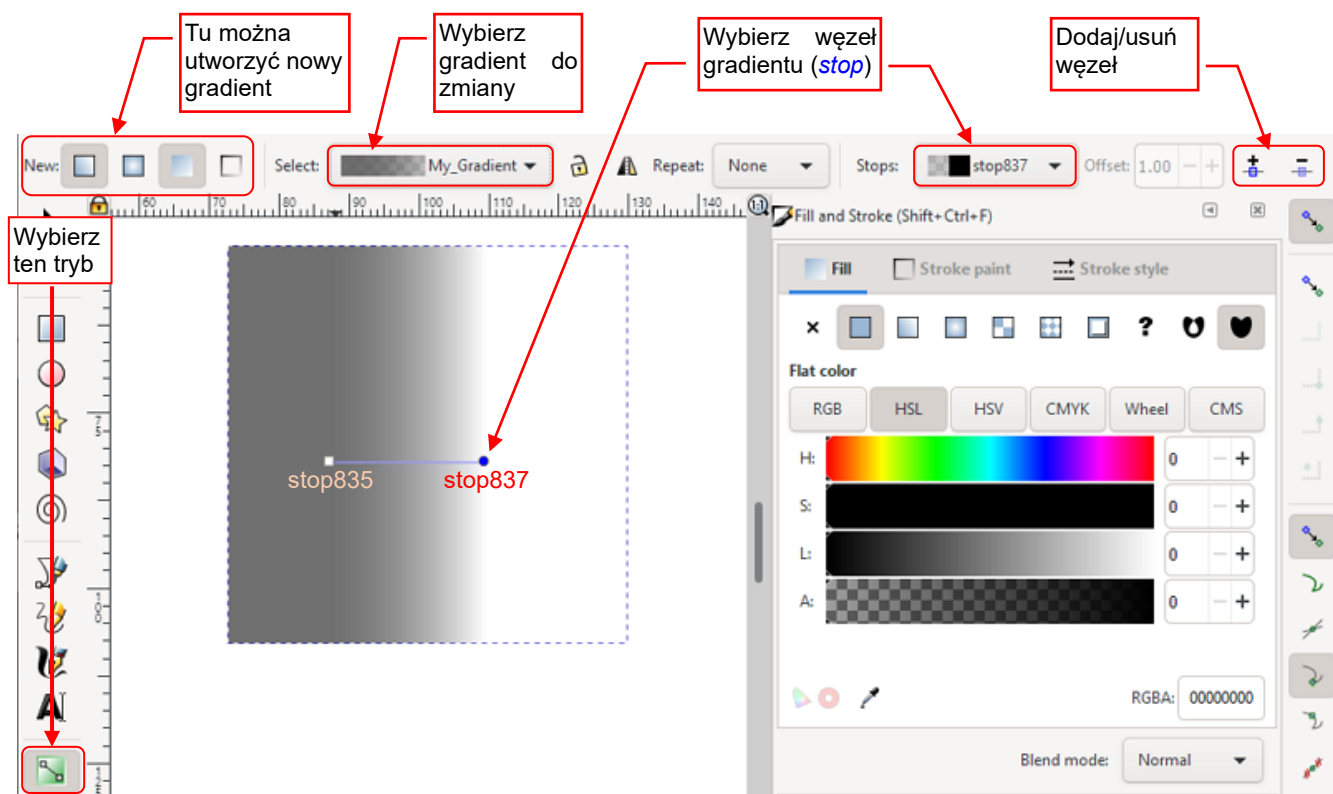
W trybie edycji linii pojawi się, obok punktów sterujących kształtem obiektu, dodatkowy odcinek sterujący geometrią gradientu (Rysunek 8.35.2a). Zmieniasz ją, przesuwać końce tego odcinka sterującego w nowe miejsce. Możesz w ten sposób zmienić rozmiar gradientu (zwążyć lub poszerzyć), a także zmienić jego orientację, oraz położenie (Rysunek 8.35.2b).

Zwróć uwagę, że gdy zaznaczysz jeden z końców odcinka sterującego, w zakładce **Fill** zobaczysz kontrolkę sterowania kolorem (Rysunek 8.35.3):



Rysunek 8.35.3 Zmiana barwy węzła gradientu

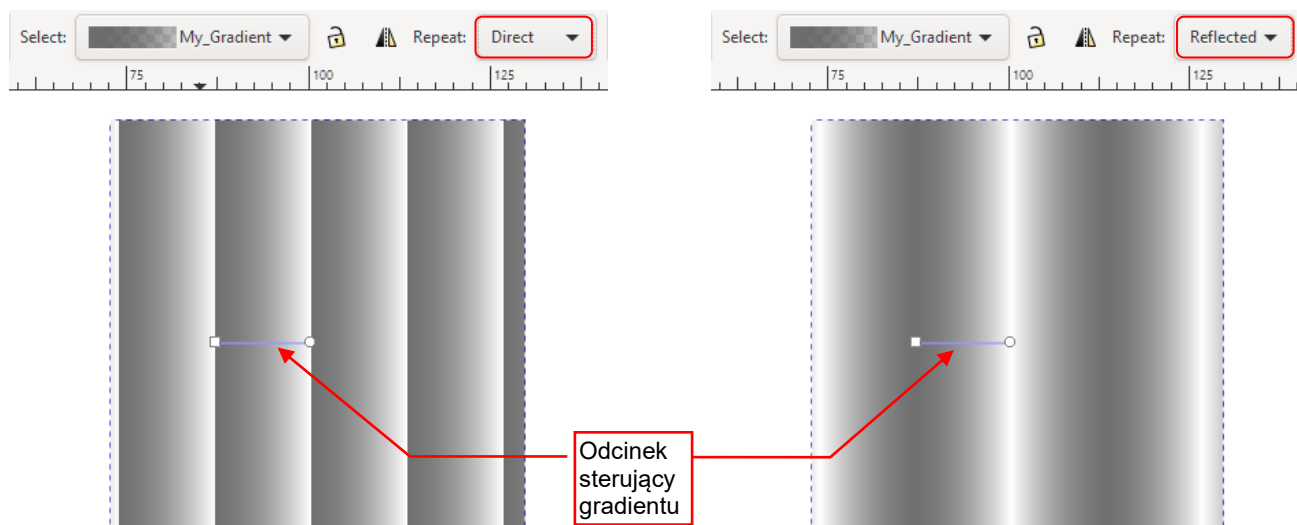
Dla bardziej złożonych zmian, przełącz się w tryb **Edit gradient** (Rysunek 8.35.4):



Rysunek 8.35.4 Tryb edycji gradientu

W tym trybie, Inkscape wyświetla pasek narzędzi do zmiany gradientu. Możesz z niego wybrać jeden z gradientów zdefiniowanych w aktualnym rysunku.

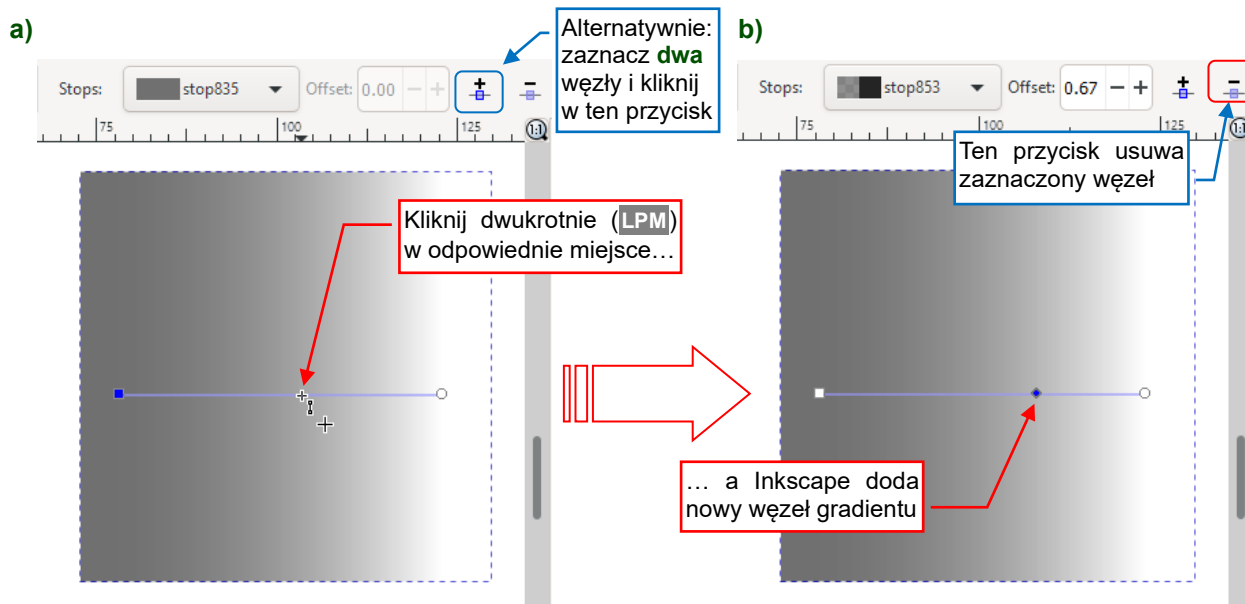
Gdy zawężasz gradient tak, aby był mniejszy od obiektu (np. tak jak to pokazuje Rysunek 8.35.4), możesz włączyć inny efekt: powtórzenie. Rysunek 8.35.5 pokazuje listę rozwijalną **Repeat**, z której można wybrać dwa tryby: **Direct** i **Reflected**:



Rysunek 8.35.5 Rodzaje powtórzeń gradientu

Trzecia opcja z listy **Repeat** – **None** – po prostu wyłącza powtarzanie.

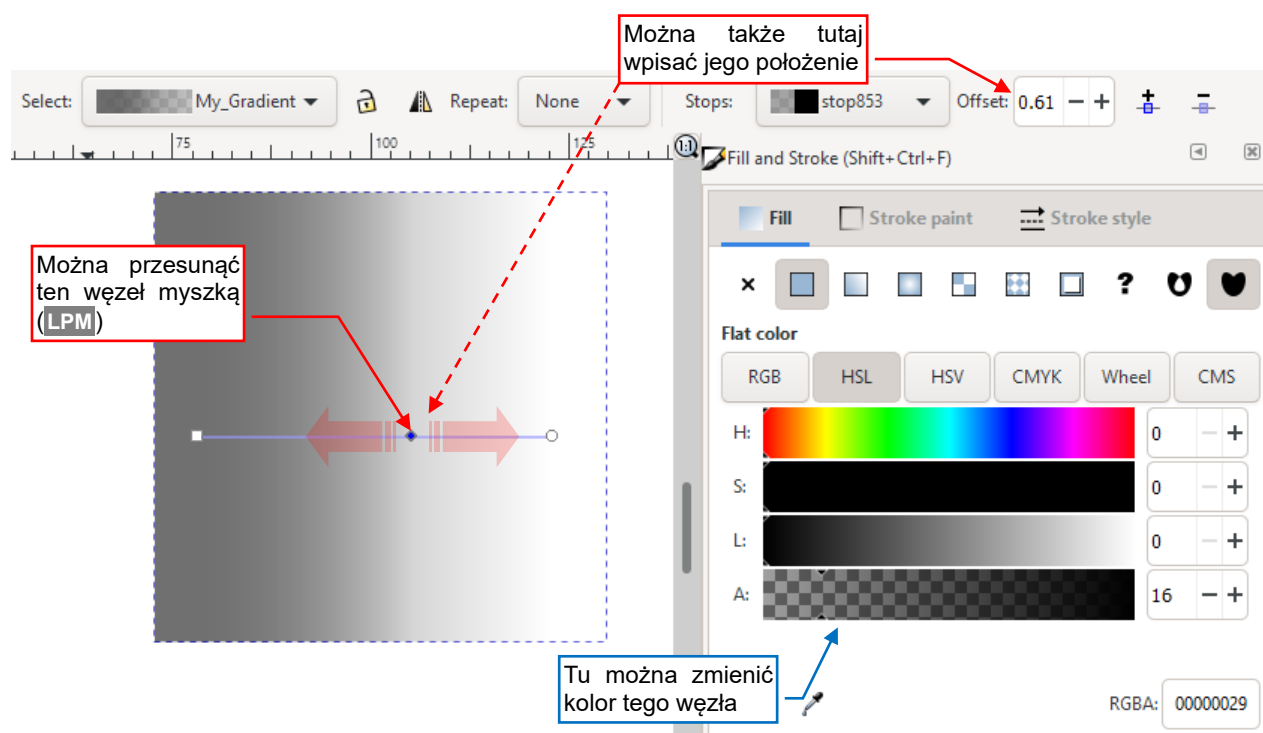
Gradient musi się składać z co najmniej dwóch węzłów: początkowego i końcowego. Oczywiście, może mieć ich więcej – wystarczy kliknąć dwukrotnie (LPM) w odpowiednim miejscu odcinka sterującego (Rysunek 8.35.6):



Rysunek 8.35.6 Dodawanie do gradientu nowego węzła

Alternatywnie, możesz zaznaczyć dwa sąsiednie węzły gradientu i kliknąć w przyborniku przycisk **Add stop** (por. Rysunek 8.35.6a). Aby usunąć węzeł z gradientu – zaznacz go (pojedynczym kliknięciem LPM) i kliknij w przyborniku przycisk **Remove stop** (Rysunek 8.35.6b).

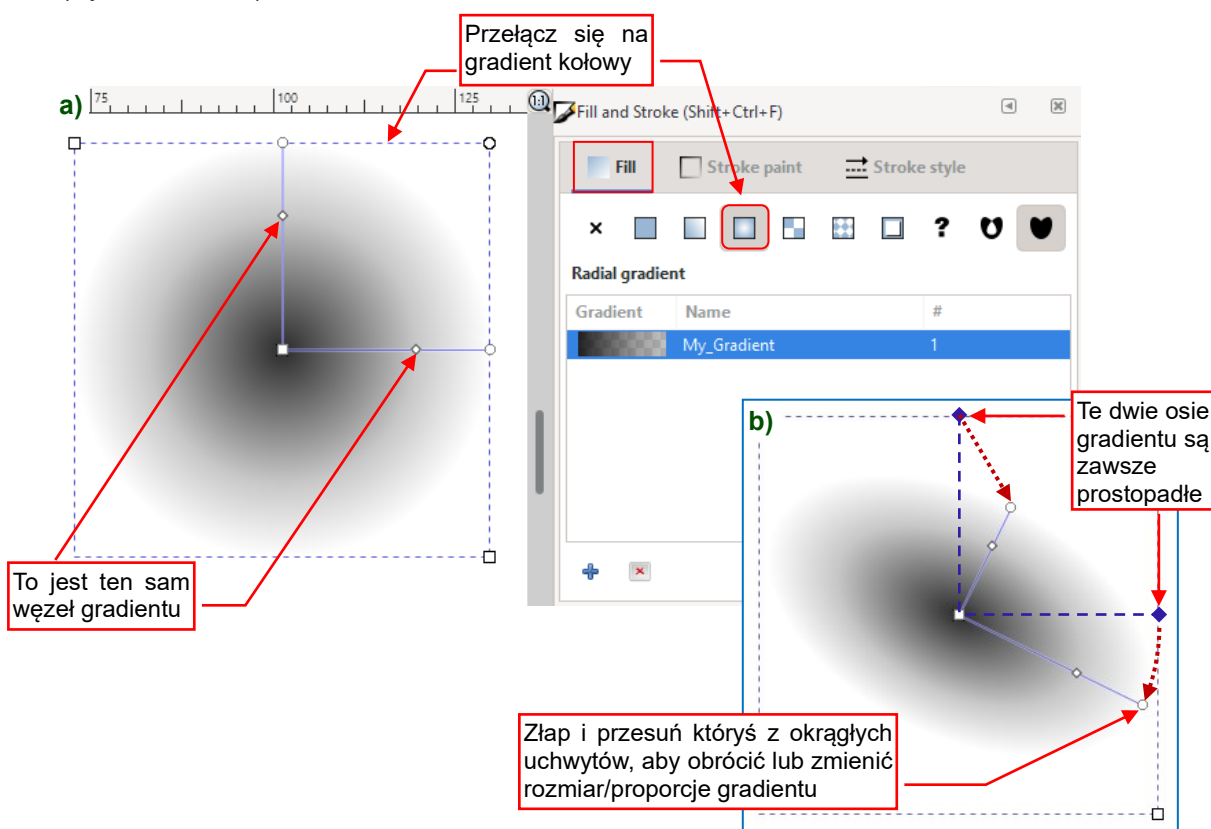
Możesz zmieniać położenie wybranego węzła gradientu przesuując go myszką (LPM). Istnieje także bardziej precyzyjna metoda: możesz wpisać dokładną wartość (od 0.0 do 1.0) w polu **Offset** (Rysunek 8.35.7):



Rysunek 8.35.7 Dwie metody zmiany węzła gradientu

Możesz także zmienić kolor wybranego węzła gradientu w panelu **Fill and Stroke**.

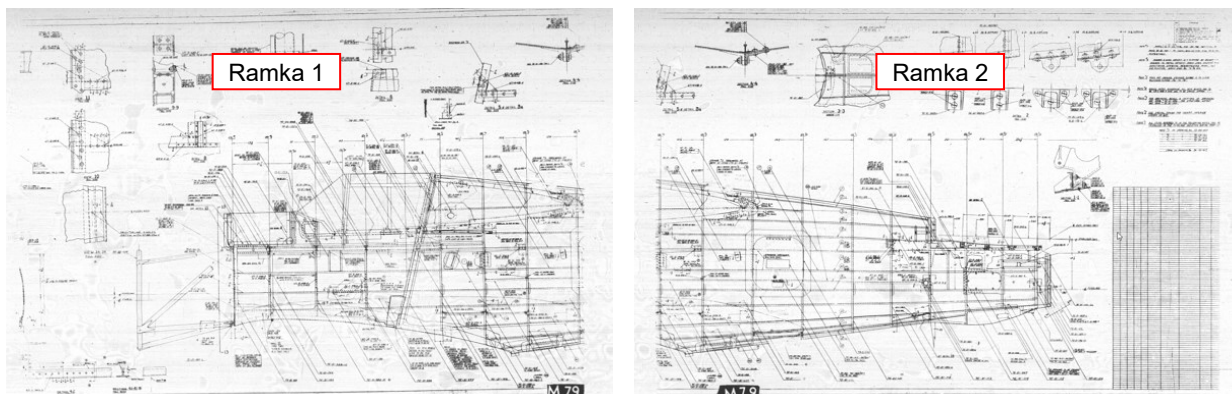
W Inkscape, oprócz gradientu liniowego, istnieje także gradient kołowy. Wystarczy włączyć inną opcję wypełnienia (Rysunek 8.35.8):



Rysunek 8.35.8 Gradient kołowy

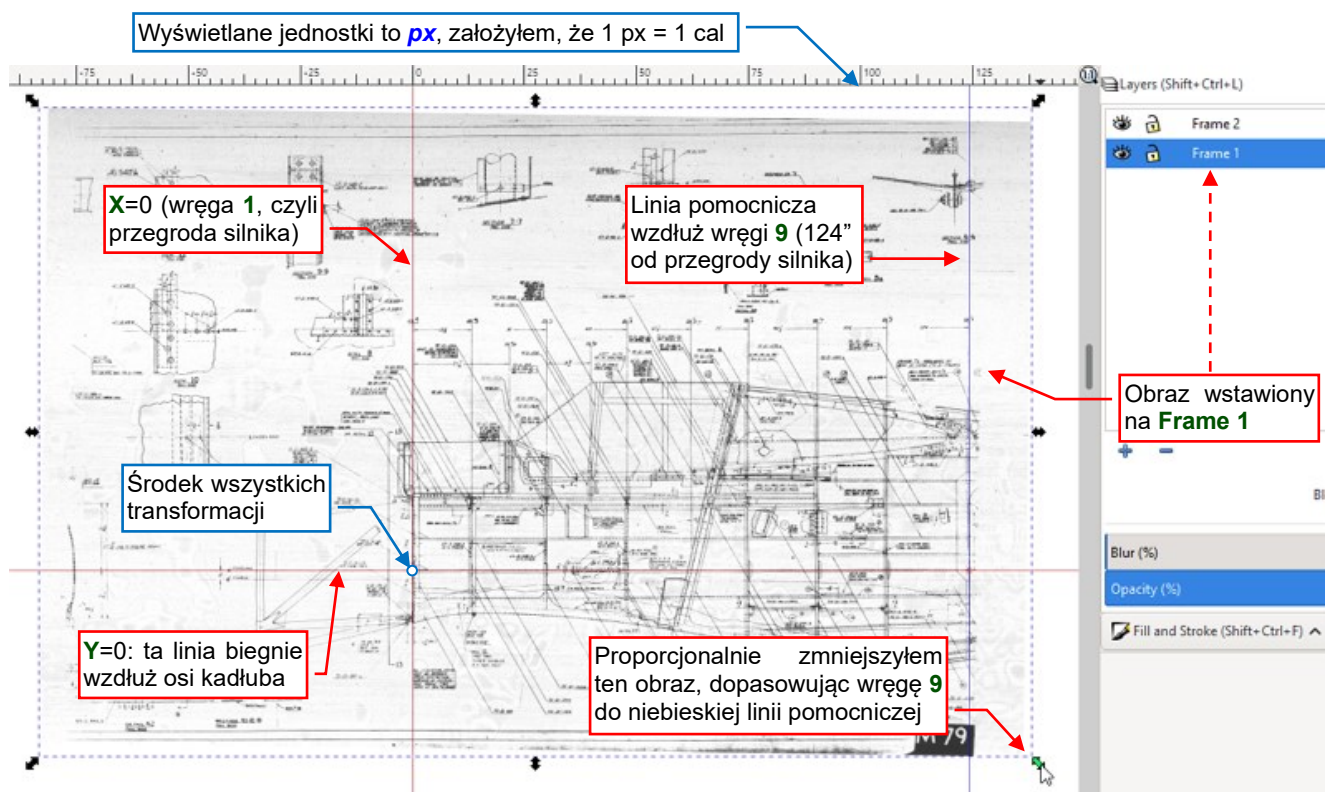
8.36 Łączenie kolejnych skanów ramek mikrofilmu

W tej sekcji „skleję” ze sobą w Inkscape dwa skany ramek mikrofilmu. Pokażę to na przykładzie rysunku nr **75-21-606** z oryginalnej dokumentacji P-36. Ten arkusz przedstawia szkielet kadłuba (Rysunek 8.36.1):



Rysunek 8.36.1 Dwie części (skany sąsiednich ramek mikrofilmu) rysunku 75-21-606

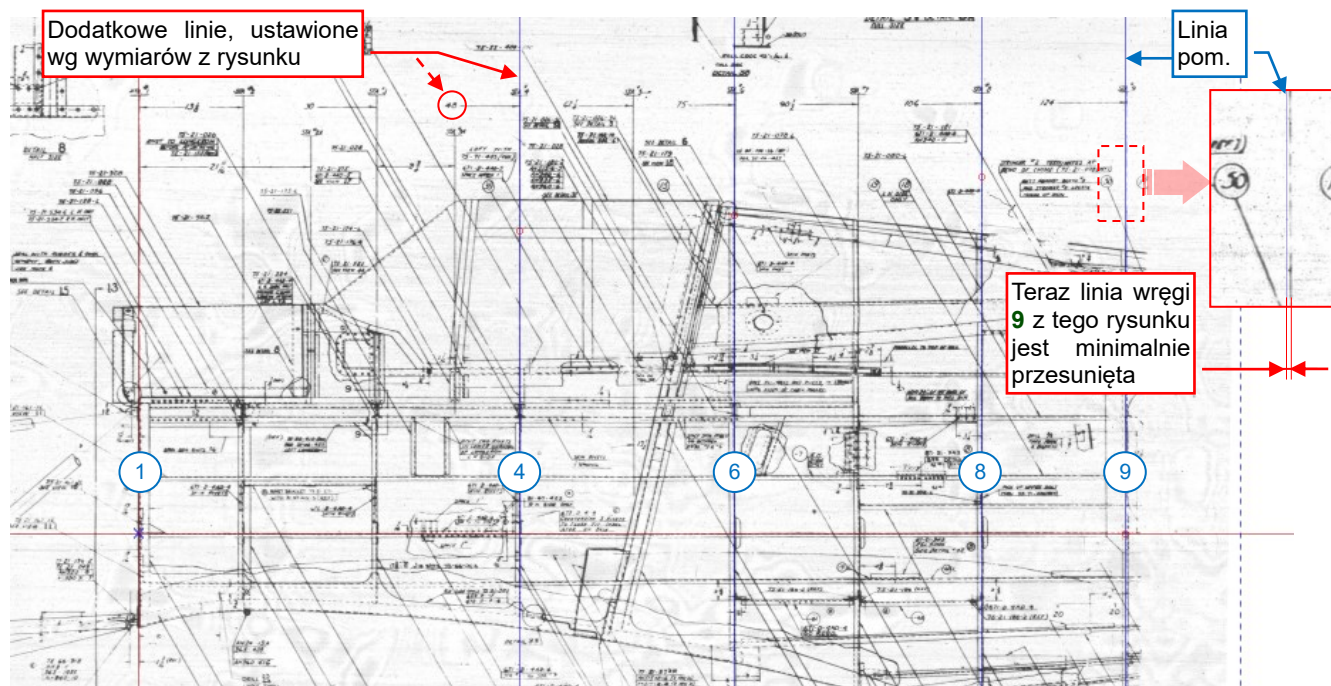
W pierwszym kroku, stwórz dla każdego z tych skanów odrębną warstwę. Ja stworzyłem dwie, i nazwałem je **Frame 1** i **Frame 2**. Następnie wstawiłem pierwszy obraz na warstwę **Frame 1**. Przygotowałem także dwie linie pomocnicze: **X=0** i **Y=0**. Wyrównałem do nich osie skanu z **Frame 1**. Założyłem, że płaszczyzna przegrody silnika to **X=0**, ponieważ tu leży linia odniesienia dla wielu wymiarów poziomych na tym arkuszu. Podobnie, pozioma oś kadłuba leży na linii **Y=0** (Rysunek 8.36.2):



Rysunek 8.36.2 Importowany obraz, wyrównany i wyskalowany

Następnie przestawiłem jednostki rysunku na **px** (w oknie ze str. 152) i założyłem, że 1px = 1" na oryginalnym arkuszu. Odczytałem z umieszczonych w nim wymiarów odległość ostatniej widocznej wręgi (**9**) od przegrody silnika: 124". Następnie umieściłem kolejną pionową linię pomocniczą w **X=124px** i proporcjonalnie zmniejszyłem ten obraz, tak że płaszczyzna wręgi **1** leży na linii **X=0**, a wręgi **9** – na linii **X=124px**. (Jak widać na ilustracji powyżej, środek tej transformacji leży na przecięciu osi kadłuba z płaszczyzną przegrody silnika).

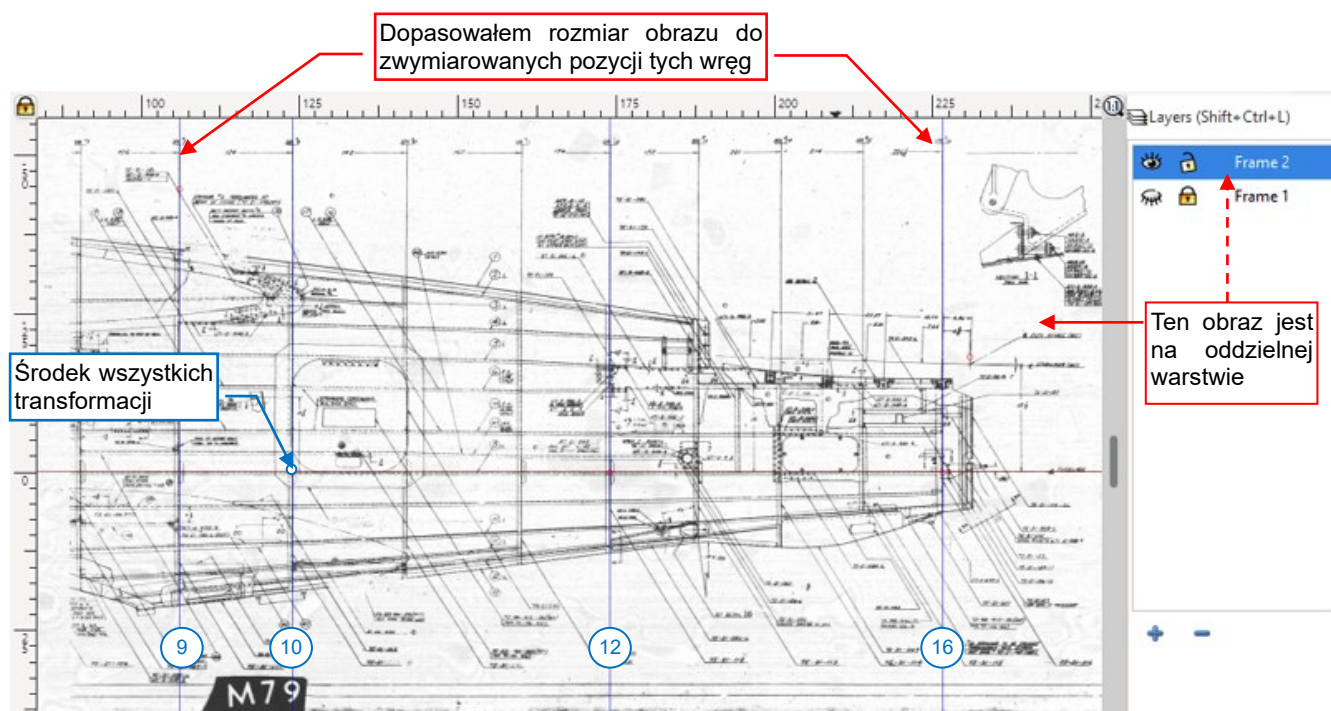
Ponieważ kadry z mikrofilmów mogły ulec zniekształceniom (np. beczkowatym) w obiektywie kamery (por. str. 249), zdecydowałem się sprawdzić to pierwsze przybliżenie skali obrazu. W tym celu dopasowałem dodatkowe trzy wręgi ze środka obrazu do ich zwymiarowanych pozycji na rysunku (Rysunek 8.36.3):



Rysunek 8.36.3 Wykorzystanie kolejnych wręg do dokładniejszego wyskalowania obrazu

Sądziłem, że jeżeli dopasuję kilka dodatkowych wymiarów z (najprawdopodobniej) mniej zdeformowanego środka tego obrazu, to jego skala będzie dokładniejsza. I rzeczywiście – po jednoczesnym dopasowaniu wręg 4, 6 i 8 zobaczyłem, że wręga 9 nieco „odstaje” od swojej linii (Rysunek 8.36.3). Jest małe zniekształcenie!

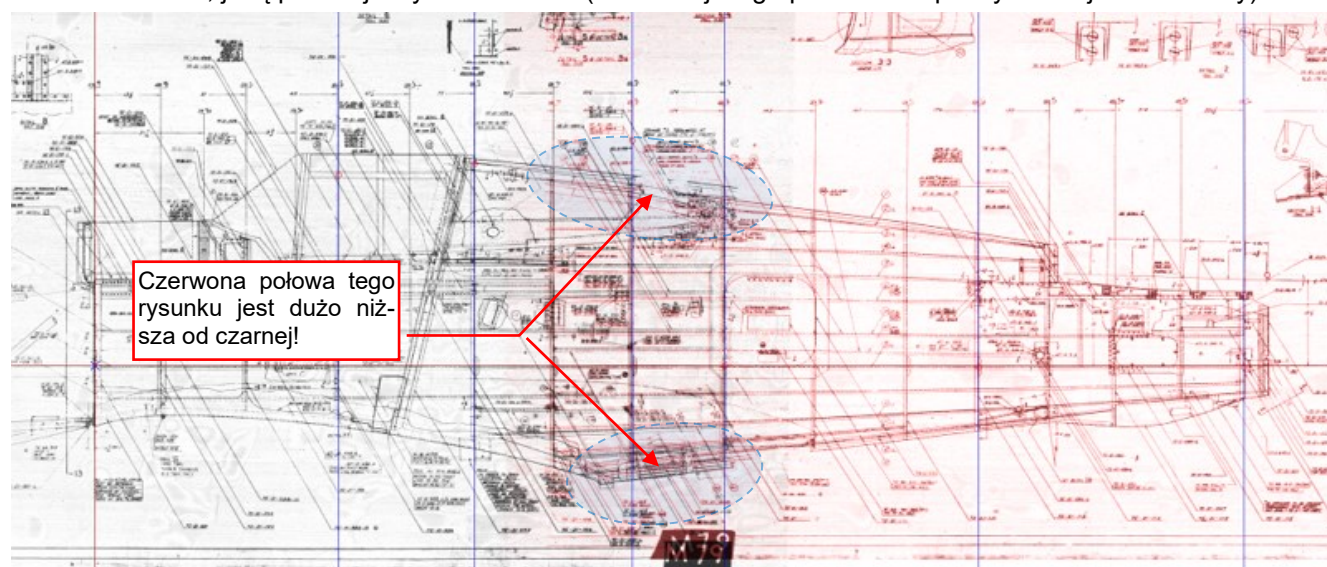
W podobny sposób załadowałem, wyrównałem i wyskalowałem obraz drugiej ramki. Umieściłem go na następnej warstwie: **Frame 2**, i dopasowałem do pozycji wręg 9, 10, 12, i 16 (Rysunek 8.36.4):



Rysunek 8.36.4 Dopasowanie drugiej części mikrofilmu do zwymiarowanych pozycji wręg

Do tej pory sprawdziłem każdy z tych skanów z ich wymiarami poziomymi. Nie weryfikowałem (jeszcze) żadnego wymiaru pionowego, gdyż brakowało ich na skanie pierwszej ramki.

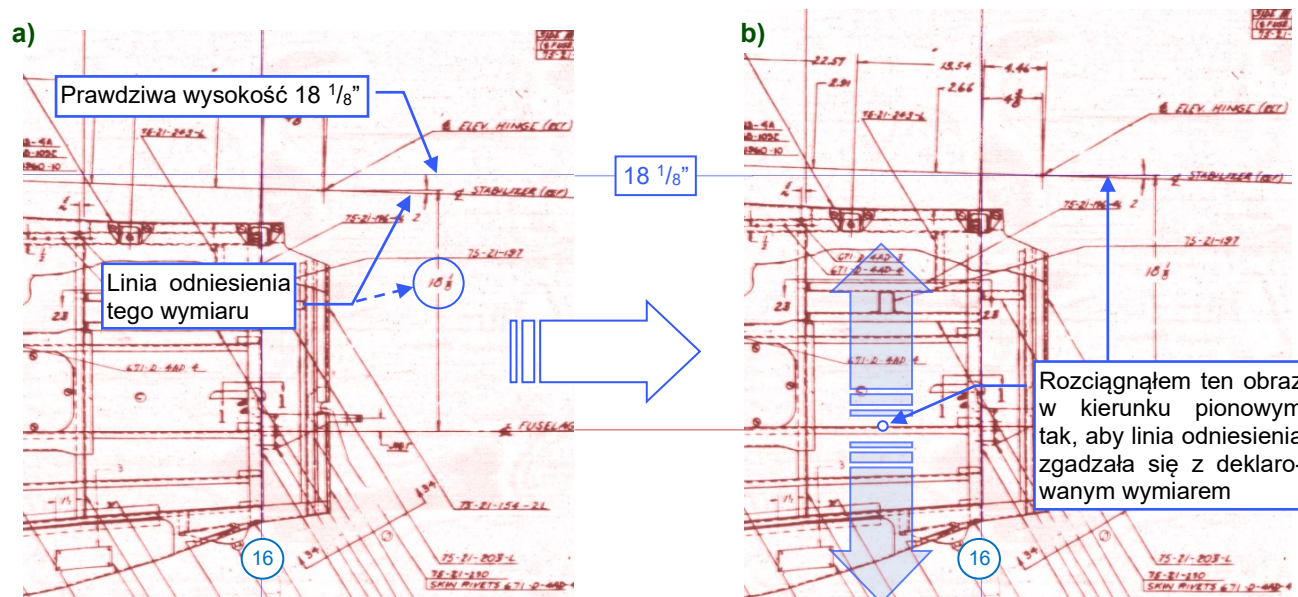
Jednak gdy włączyłem jednocześnie obydwie warstwy, nie spodziewałem się tak wielkiej różnicy pomiędzy tymi dwoma ramkami, jaką pokazuje Rysunek 8.36.5 (dla łatwiejszego porównania prawy obraz jest czerwony):



Rysunek 8.36.5 Początkowe różnice pomiędzy dwoma ramkami mikrofilmu tego samego arkusza

Prawy (czerwony) skan zupełnie nie pasuje do lewego (czarnego) skanu: jest o wiele niższy! Która z tych wysokości kadłuba jest prawdziwa? Może obie są błędne? Odpowiedź znajdziemy sprawdzając wymiary pionowe.

Pierwszym z nich jest położenie osi steru wysokości: $18 \frac{1}{8}$ " (ten wymiar widać na czerwonym skanie). Zauważ, że jego linia odniesienia jest znacznie poniżej tej wysokości (Rysunek 8.36.6a, niebieska linia):



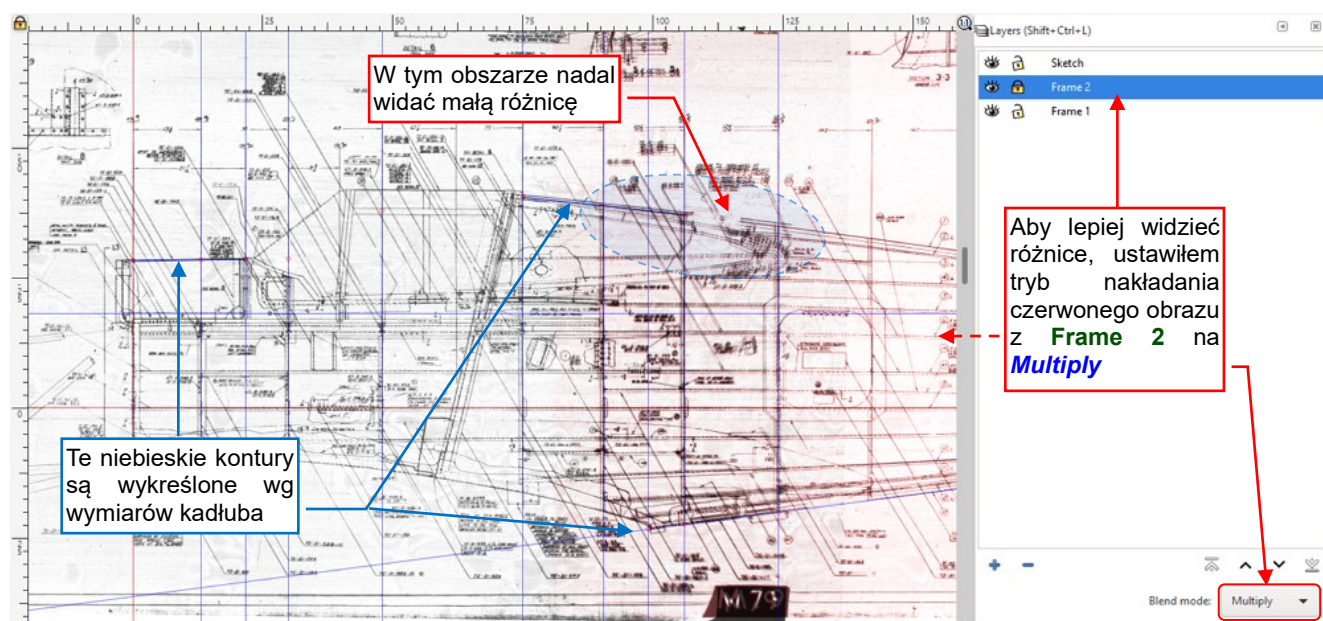
Rysunek 8.36.6 Znajdowanie i korygowanie pionowej deformacji prawej ramki

Duża różnica, pokazana przez Rysunek 8.36.6a) wskazuje, że ten obraz jest „spłaszczony”. Aby to skorygować, rozciągnąłem go w tym kierunku. Zrobiłem to tak, aby linia odniesienia na obrazie pasowała do linii pomocniczej odpowiadającej temu wymiarowi (Rysunek 8.36.6b). Środek tej transformacji leży na poziomej osi kadłuba (w ten sposób pozycja skanu na rysunku pozostała niezmienną).



Ten przypadek pokazuje, jak duże mogą być ewentualne deformacje mikrofilmów. Zwróć uwagę, że najprawdopodobniej te dwie ramki były wykonane jedna po drugiej, tą samą kamerą!

Wysokość tej osi steru jest dość krótka, gdy porównasz ją z całkowitą długością kadłuba. Bardziej dokładne skalowanie można uzyskać używając dłuższych wymiarów. Z rysunku geometrii kadłuba P-36 (por. str. 225) byłem w stanie odczytać wysokość kilku kluczowych wręg, i użyć ich do sprawdzania pionowej skali czerwonej połowy rysunku. Te pomiary potwierdziły rezultat, który uzyskałem podczas operacji pokazanej przez Rysunek 8.36.6b. Teraz jestem w stanie zweryfikować lewą, czarną część rysunku (Rysunek 8.36.7):



Rysunek 8.36.7 Analizowanie pionowych odchyłeń obrazu z **Frame 1**

Nadal są dostrzegalne niewielkie różnice w wysokości pomiędzy czarną i czerwoną połową rysunku. Na ilustracji powyżej widać także trzy granatowe linie. To pomocnicze fragmenty konturu kadłuba, narysowane według wymiarów kadłuba z rysunku geometrii P-36. Umieściłem te linie na dodatkowej warstwie o nazwie **Sketch**.

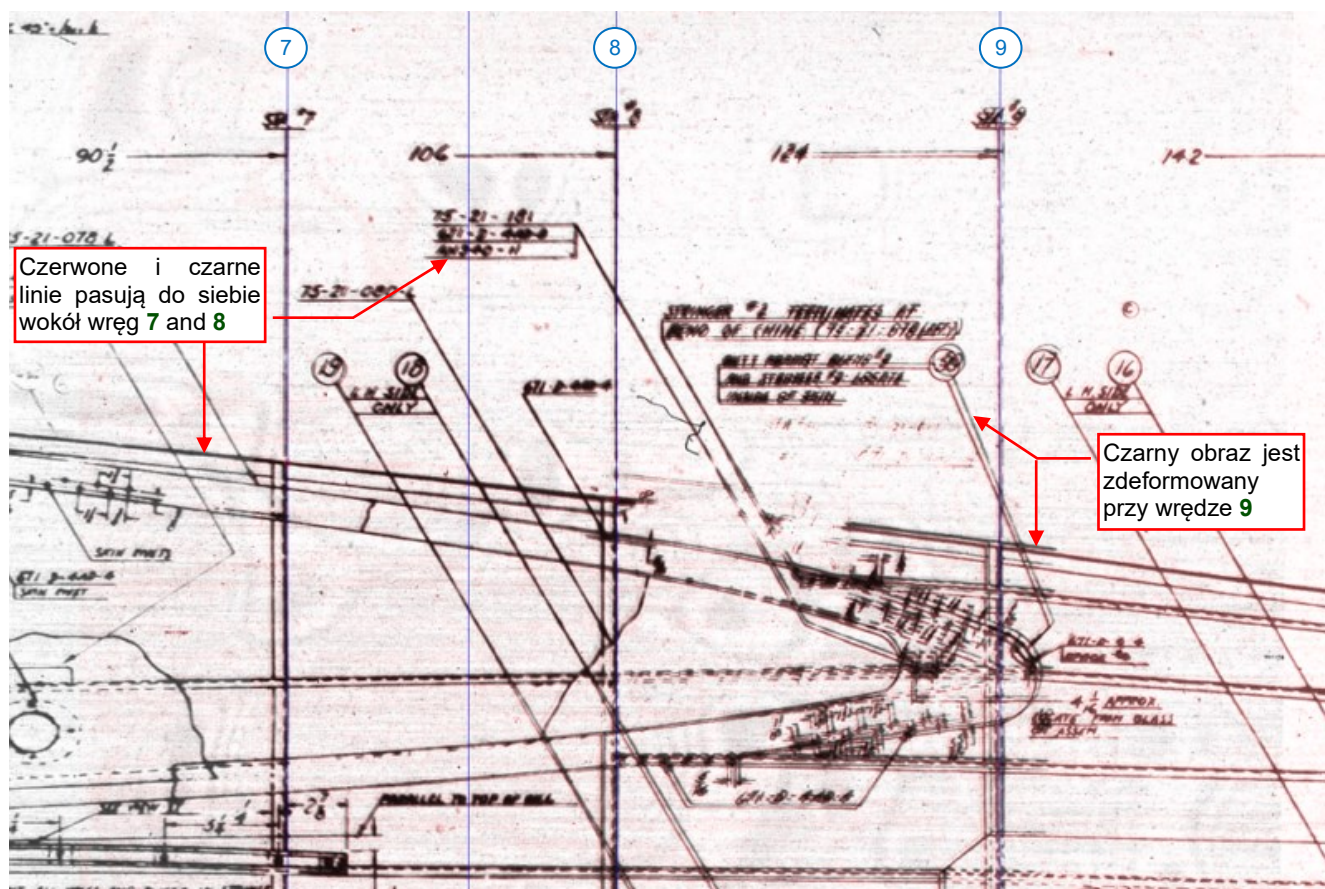
Ostatecznie skorygowałem pionową skalę czarnego obrazu. Zrobiłem to w ten sam sposób, w jaki poprawiłem czerwony obraz (Rysunek 8.36.6b), dopasowując wysokość kadłuba do granatowych konturów (Rysunek 8.36.8):



Rysunek 8.36.8 Nałożone na siebie i wyskalowane skany rysunku 75-21-606

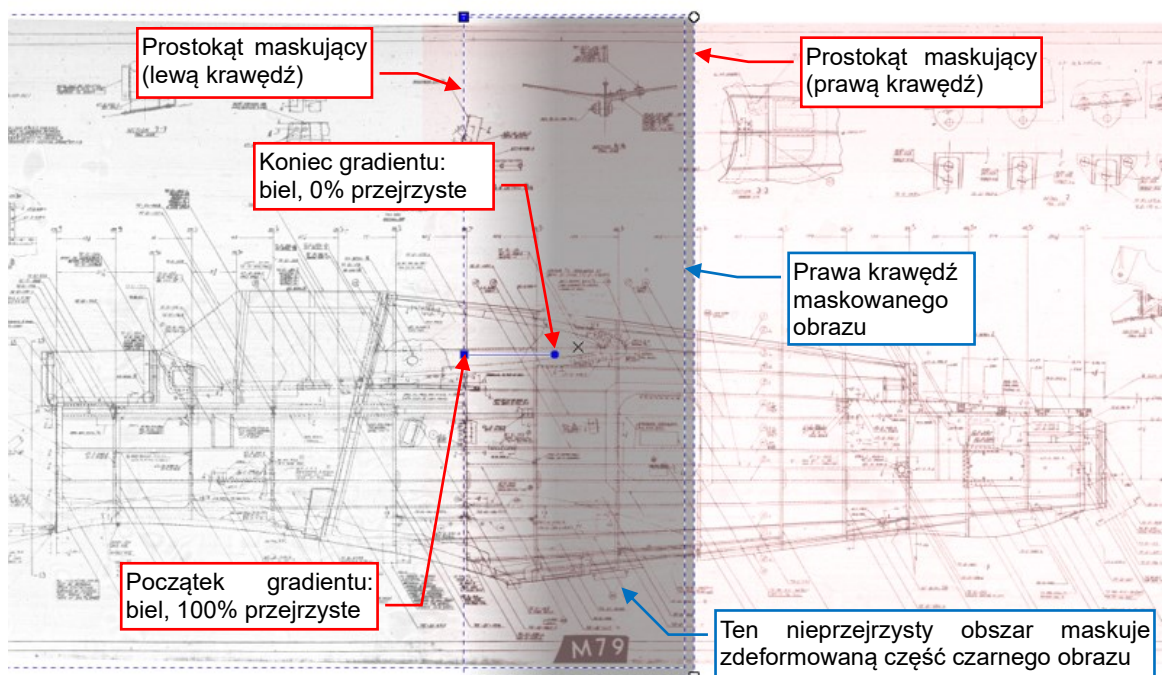
Jak widzisz, czarny i czerwony obraz nakładają się na siebie wzdłuż stosunkowo szerokiego pasma rysunku, obejmującego wręgi kadłuba nr 7, 8 i 9.

Gdy przyjrzyś się uważniej powiększonemu obszarowi wokół wręgi 9, zauważysz dużo różnic pomiędzy czerwonymi i czarnymi liniami (Rysunek 8.36.9):



Rysunek 8.36.9 Różnice pomiędzy nałożonymi obrazami

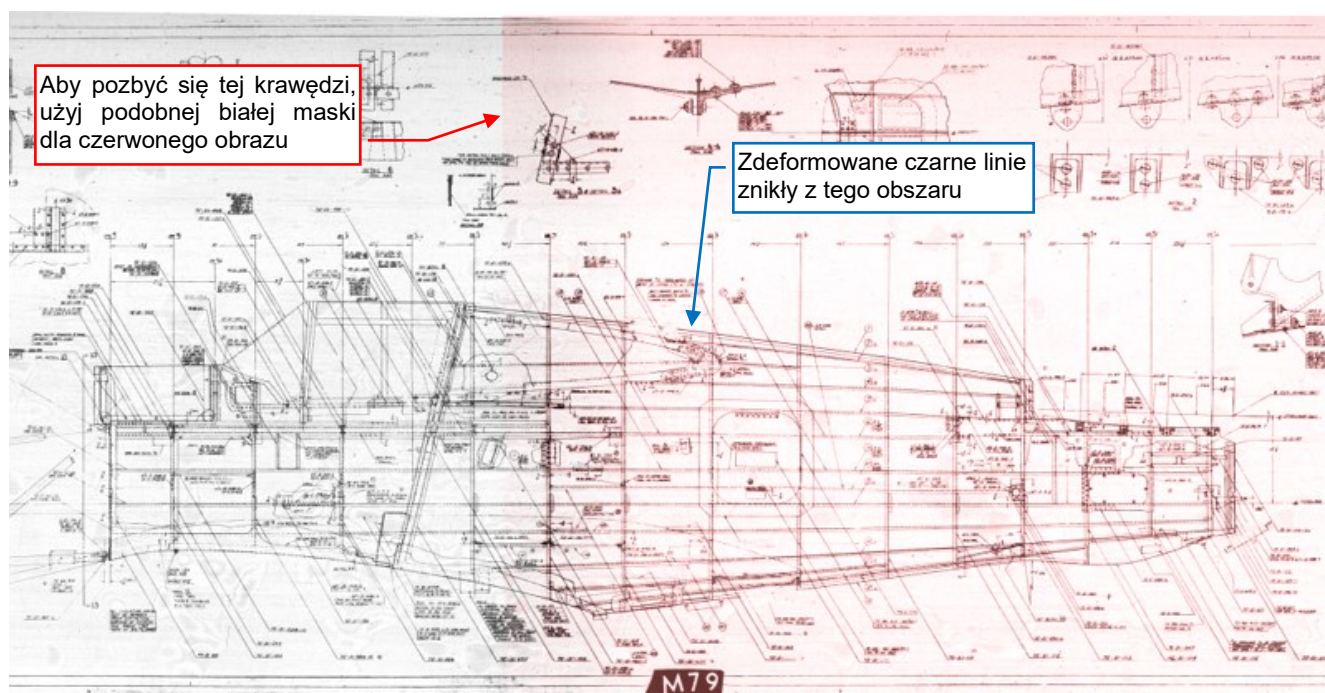
Aby ukryć te zdeformowane linie, użyłem prostokąta wypełnionego białym gradientem (str. 188), umieszczonego na warstwie **Frame 1** ponad czarnym obrazem (Rysunek 8.36.10 pokazuje zamiast bieli 50% szarości):



Rysunek 8.36.10 Maskowanie prawej krawędzi lewej części rysunku

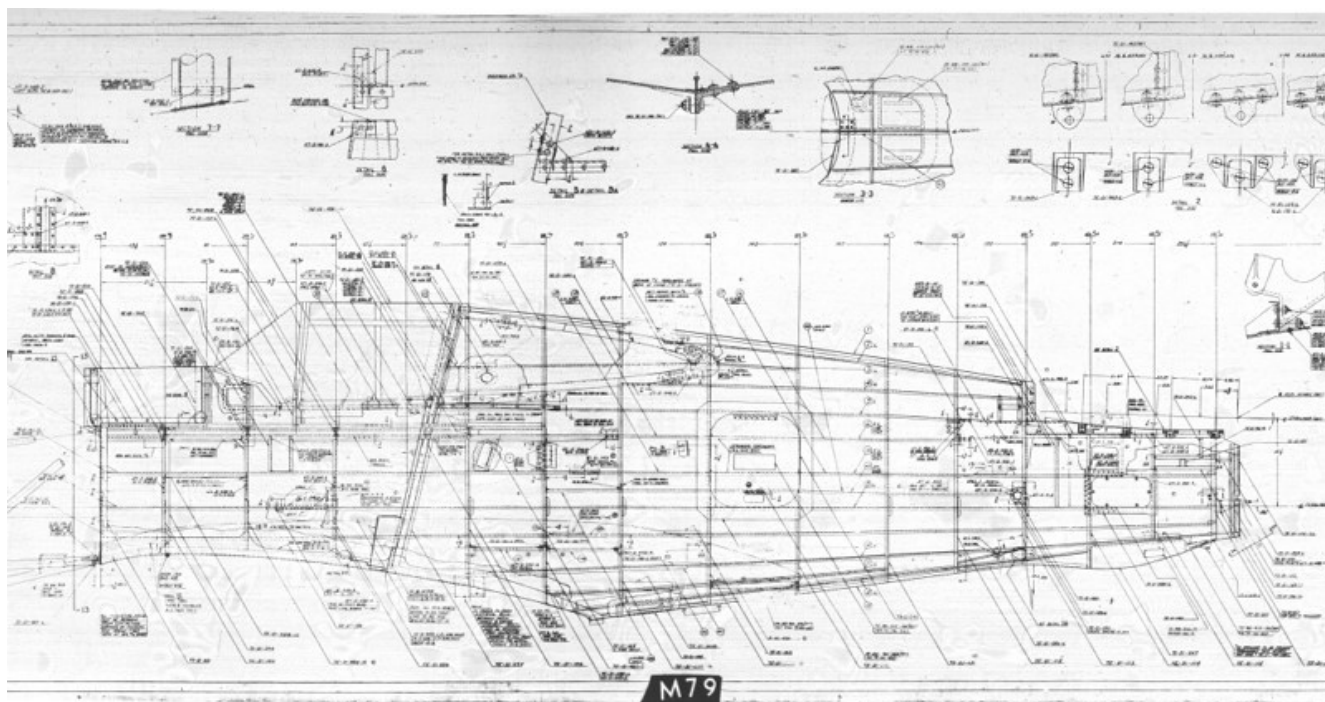
Jak widać, nieprzejrzysta część tego prostokąta przykryła zdeformowane linie wzdłuż prawej krawędzi czarnego obrazu. Możesz sterować jej szerokością przeciągając prawy (okrągły) koniec „odcinka gradientu”.

Rysunek 8.36.11 pokazuje rezultat tego maskowania (przełączyłem tu kolor gradientu na biały):



Rysunek 8.36.11 Efekt maskowania lewej (czarnej) części rysunku

W podobny sposób możesz zamaskować lewą krawędź prawej (czerwonej) części rysunku. Umieść taki prostokąt na warstwie **Frame 2**. Rysunek 8.36.12 pokazuje odtworzony (wyrównany i wyskalowany) arkusz:



Rysunek 8.36.12 Odtworzony rysunek 75-21-606

Użyłem tu prostokątnych masek wzdłuż obydwu krawędzi nakładających się krawędzi. Po tej zmianie nie było już potrzeby wyróżniania prawej strony, więc usunąłem z niej czerwony filtr. Teraz cały arkusz jest w oryginalnym, czarnym kolorze.



Używaj tej metody maskowania dla każdego połączenia sąsiednich ramek mikrofilmu. Jest szczególnie skuteczna w usuwaniu głębokich, czarnych cieni, jakie czasami występują wzdłuż ich krawędzi.

Dodatki

Czytając wcześniejsze rozdziały, zapewne przekonałeś już się, że uwielbiam umieszczać u dołu strony przypisy z dodatkowymi informacjami. Ta część książki to właściwie wybór takich "uwag na marginesie", które w trakcie pisania urosły do rozmiaru całej sekcji 😊.

Jak w każdym dodatku, są to informacje, z których nie musisz korzystać, aby stworzyć e-model samolotu. Czasami jednak mogą się przydać, by coś wyjaśnić lub ułatwić. Mam nadzieję, że znajdziesz tu rozwinięcie wielu zagadnień, które świadomie skracałem w głównym tekście książki.

Rozdział 9. Wykorzystanie oryginalnej dokumentacji samolotu

W zasadzie oryginalna dokumentacja techniczna powinna zapewnić komplet informacji niezbędnych do odtworzenia przedstawionego w niej obiektu. Istotnie, zawarte w niej dane są najbardziej wiarygodne. Jednak nie oczekuj, że w dokumentacji historycznego samolotu odnajdziesz wszystko, czego potrzeba do budowy modelu. Zazwyczaj takie zestawy rysunków są niekompletne i opisują inną wersję (lub wersje) samolotu niż ta, którą zamierzasz stworzyć. Dlatego, zanim użyjesz tych arkuszy, powinieneś zapoznać się z historią rozwoju tej maszyny. Ta wiedza jest niezbędna dla poprawnej identyfikacji jej wariantu choćby w oparciu o kilka detali pokazanych na jakimś rysunku.

W tym rozdziale omówię źródła, z których można uzyskać oryginalne dokumentacje historycznych samolotów. Następnie pokażę praktyczny przykład użycia rysunków Curtiss do odtworzenia geometrii kadłuba P-40B (w szczególności – jego osłony silnika).

9.1 Wprowadzenie

Odtwarzanie geometrii historycznego samolotu wymaga dokładności i cierpliwości. Można to dostrzec w pierwszych rozdziałach tej książki. Podczas długich godzin porównywania zdjęć i różnych planów modelarskich P-40, często marzyłem o dostępie do jego oryginalnej dokumentacji! Przez wiele lat taki zestaw rysunków był „świętym Graalem” zaawansowanych modelarzy. (Każdy chciałby mieć takie źródło danych, lecz tylko nieliczni je widzieli. I nawet ci, którzy mieli okazję przeglądać te arkusze, często nie wiedzieli, na co patrzeć).

Gdy produkcja samolotu jest już dawno zakończona i wychodzi on z użycia, jego rysunki wędrują do archiwów producenta. Po kilku kolejnych dekadach, większość z tych przedsiębiorstw jest sprzedana, a te, które miały mniej szczęścia – uległy likwidacji. Ostatecznie, oryginalna dokumentacja techniczna historycznego samolotu staje się stertą bezużytecznych zwojów, które znikają w piecach lub koszach na śmieci¹.

Takie kompletne zniszczenie jest możliwe, ponieważ przed „erą komputeryzacji” istniał tylko jeden rysunek wzorcowy każdej części, wykonany (jeżeli był na to czas) w tuszu, na pergaminie. (Jeżeli czasu brakowało, mógł być to szkic ołówkiem). Dla „codziennego” użycia na warsztatach, fabryka wykonywała tanie (i nietrwałe!) kopie tych rysunków.



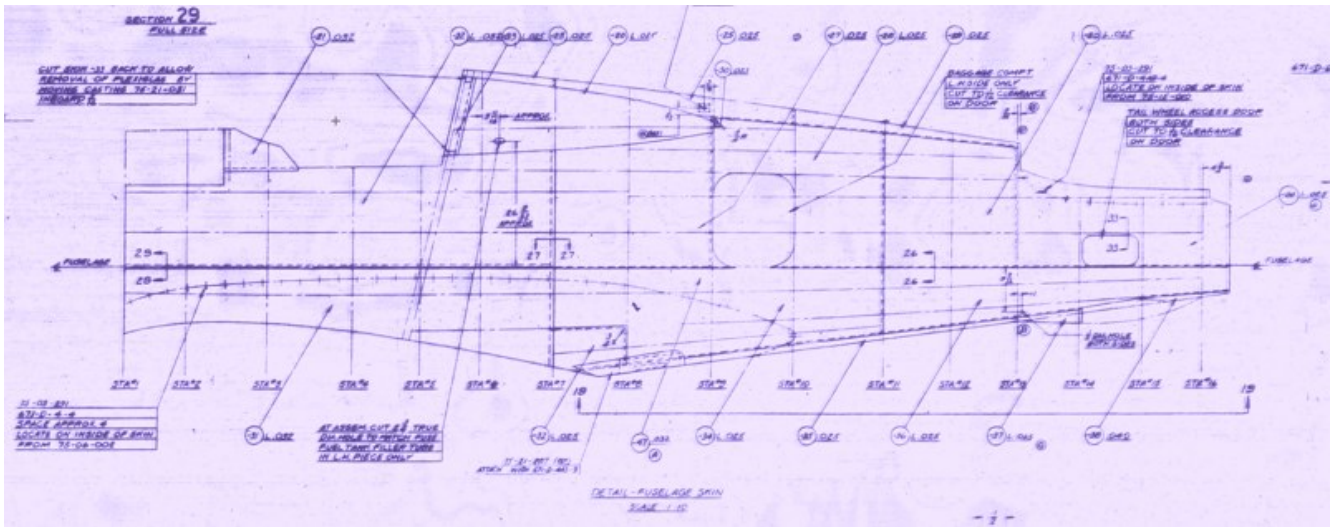
Rysunek 9.1.1 Kopia profilu P-47, wykonana w technice cyjanotypii

Najstarszą metodą kopiowania rysunków technicznych była cyjanotypia. Proces wprowadzona przez J. Hershe-la w 1842r., tworzył z oryginalnego rysunku (czarne linie na przejrzystym papierze) negatyw: białe linie na niebieskim tle (Rysunek 9.1.1). W języku angielskim od tego koloru pochodzi nazwa *blueprint*, którą możesz napo-tkać obecnie jako synonim wszelkich rysunków technicznych, także wydruków z plotera.

Tworzenie cyjanotypu należy do tzw. „metod wilgotnych”. Rysunek wzorcowy jest nakładany na arkusz papieru nasączony roztworem błękitu pruskiego. Następnie naświetlenie promieniami UV (choćby światłem słonecznym) tworzy kopię. To nasączenie i późniejsze suszenie mogą prowadzić do pewnych deformacji odtwarzanego kształtu. Rezultat nie jest chemicznie stabilny – jego kolory mogą wyblaknąć pod wpływem kilkumiesięcznej ekspozycji na światło dzienne. Co ciekawe, można odwrócić ten proces umieszczając wyblakłe arkusze na po-dobny czas w ciemni.

¹ Zdarzają się wyjątki: gdy w 1988r. North American Aviation zamykał swój oddział w Columbus, jeden z jego inżynierów (Ken Jungeberg) poprosił o pozwolenie na zachowanie jego archiwów, zawierających rysunki P-51, B-25 i P-82. (Zob. [więcej na ten temat](#)).

Białe linie na niebieskim tle są mniej czytelne niż na czarno-białym rysunku (por. Rysunek 9.1.1). Dlatego na początku XX w. pojawiła się nowa metoda kopiowania: diazotyp. Tak jak w przypadku cyjanotypu, była to światłoczuła, kontaktowa metoda, tworząca 1:1 duplikaty wzorcowego rysunku. Jednak w odróżnieniu od poprzednika, tworzyła ciemne (niebieskawe) linie na jasnym tle (Rysunek 9.1.2):



Rysunek 9.1.2 Diazotyp rysunku kadłuba P-36

W latach 30. XX w. diazotypy wyparły niebieskie cyjanotypy z większości warsztatów. Na nieszczęście, linie tych kopii także blakły po kilku miesiącach użycia (są czułe na światło dzienne, tak jak cyjanotyp). Ten czynnik, połączony z typowym codziennym zużyciem, zmuszał zakłady lotnicze do stałego dostarczania nowych kopii dokumentacji technicznej, tak dla utrzymania produkcji, jak i zapewnienia serwisu. W okresie II wojny światowej zaczęto reprodukcować takie zestawy w postaci mikrofilmów. W tej zminiaturyzowanej postaci była bardziej trwała i łatwiej było ją dostarczać do wszystkich warsztatów, szczególnie do jednostek wojskowych rozproszonych po całym świecie. Niektóre z tych mikrofilmów trafiły potem do muzeów. Ten proces kontynuowano także po wojnie, więc obecnie w narodowych archiwach można znaleźć rolki mikrofilmów z dokumentacją różnych historycznych maszyn. Jednak to „środowisko” jest lepiej znane zawodowym historykom niż modelarzom. (Historycy lepiej wiedzą, jak w sposób profesjonalny przygotować kwerendę dla muzeum/biblioteki dotyczącą określonego tematu). Nawet jeżeli uda się otrzymać zamówione kopie takich mikrofilmów, pojawiają się następne pytania:

1. Jak przekształcić zawartość tych mikrofilmów w użyteczne rysunki?
2. Jak znaleźć pomiędzy kilkoma tysiącami rysunków ten jeden, którego w danej chwili potrzebujesz?

Odpowiadając na pierwsze pytanie: istnieją specjalne urządzenia do skanowania kolejnych ramek mikrofilmów i zachowywania ich na dysku w postaci cyfrowych obrazów. W sklepach za kilkaset złotych można nawet kupić najprostsze wersje takich skanerów (rozdzielczość: 3000dpi). Bardziej zaawansowane urządzenia (o rozdzielczości 4500dpi lub więcej) są trzy-cztery razy droższe. (W dalszym tekście zobaczysz, dlaczego rozdzielczość skanera jest tak ważna). Istnieją także wyspecjalizowane firmy, oferujące profesjonalne usługi skanowania różnym muzeom i bibliotekom, a także osobom prywatnym.

Do odpowiedzi na drugie pytanie – jak używać dokumentacji technicznej i się nie pogubić (lub oszaleć) – potrzebuję przykładowych skanów rolek mikrofilmu. Na szczęście, obecnie można znaleźć w Internecie kilka portali, które oferują takie skany dokumentacji samolotów. Są to maszyny, o które najczęściej pytają hobbysci: myśliwce USA z II wojny światowej, ale można tam także znaleźć samoloty niemieckie (FW-190, Bf-109, Me-262), oraz brytyjskie (Avro Lancaster, Supermarine Spitfire, Sopwith Camel).

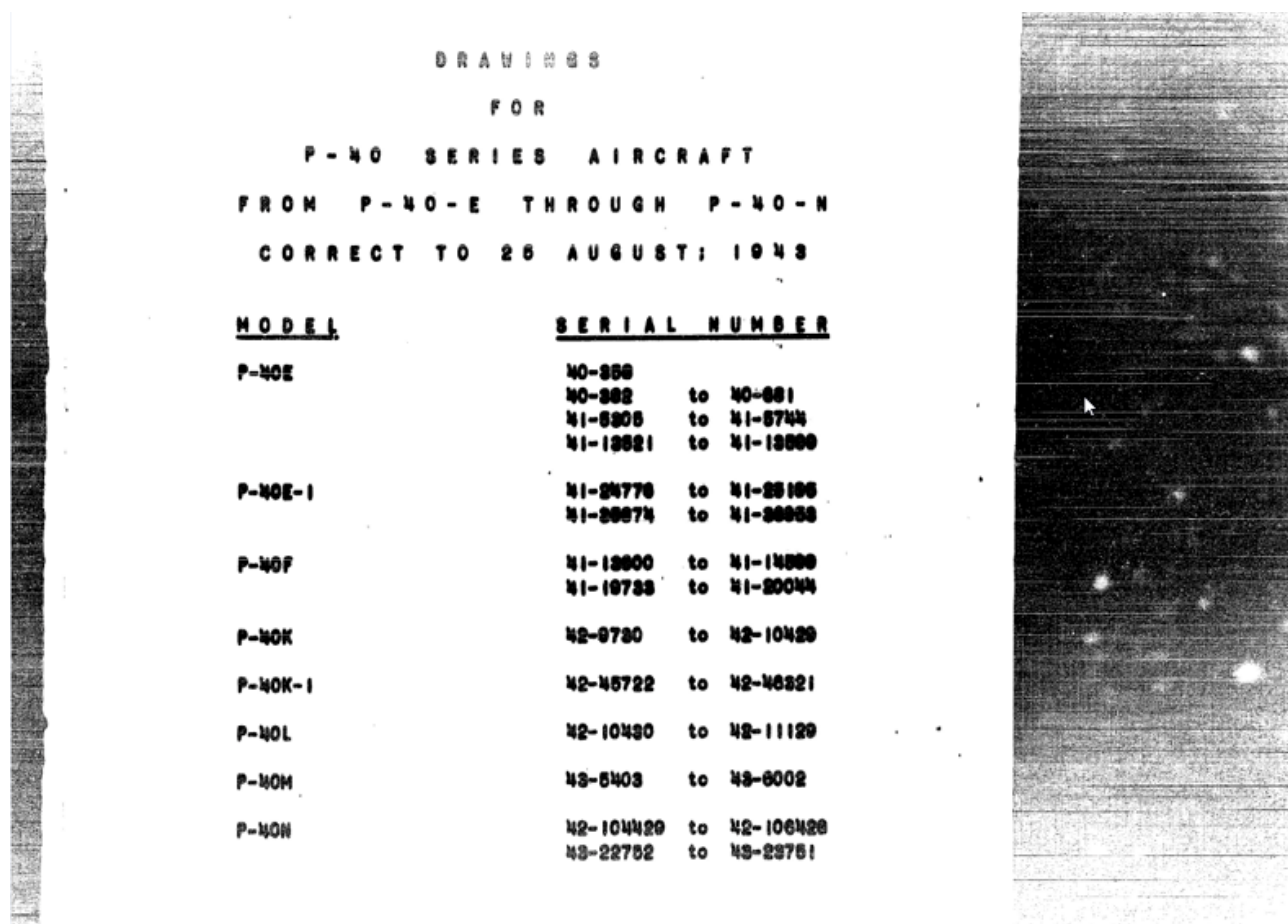


Przed 2010r. można było znaleźć w Internecie tylko jeden portal, który oferował taką dokumentację. Jej ceny były bardzo wysokie: jak pamiętam, kilka tysięcy dolarów za jeden zestaw. Na szczęście, potem pojawiła się konkurencja, i koszt takiego zestawu spadł do około 100 dolarów (zależnie od portalu).

W przypadku P-40, szeroko dostępne są skany dokumentacji jego późniejszych wersji (P-40E...N). Dlatego, gdy w 2019r. zdecydowałem się zaadaptować (uaktualnić) mój model P-40B do nowej wersji Blendera (2.8), pomyślałem o zakupie tej dokumentacji. Jednak nie spodziewałem się, że ostatecznie skończy się to nabyciem **trzech** takich zestawów z trzech różnych portali! W tej sekcji omówię, jak to się stało, abyś mógł uniknąć moich błędów. W następnej sekcji opiszę, jak uporządkowałem takie skany i przygotowałem na ich podstawie rysunki referencyjne dla mojego modelu.

Początkowo znalazłem dwa portale z takimi rysunkami: www.plans.aero i www.aircraft-manuals.com. Obydwa oferowały skany około 7tys. ramek mikrofilmów P-40E..N. Wydaje się, że są to obrazy tego samego zestawu 8 rolek, oznaczonych od „A” do „H”.

Zacząłem od zamówienia tańszego zestawu z aircraft-manuals.com: 68.85 USD + 7.85 USD kosztów wysyłki (wysyłają je z Włoch). Po dziesięciu dniach otrzymałem CD z tymi rysunkami. Technicznie są to białe-czarne (tzn. 1 bit koloru) pliki *.tif, zeskanowane z 2500dpi. (Rozmiar każdego obrazu: 3200x2368px). Obrazy te są pogrupowane w 8 folderów, których nazwy odpowiadają rolkom mikrofilmu (od **A** do **H**). Pierwsza ramka zawiera stronę tytułową rolki. Możesz ją znaleźć w każdym z tych folderów pod nazwą **TIT~*.TIF** (na przykład – poniżej pokazuję zawartość pliku **TIT~2348.TIF** z folderu **E**):

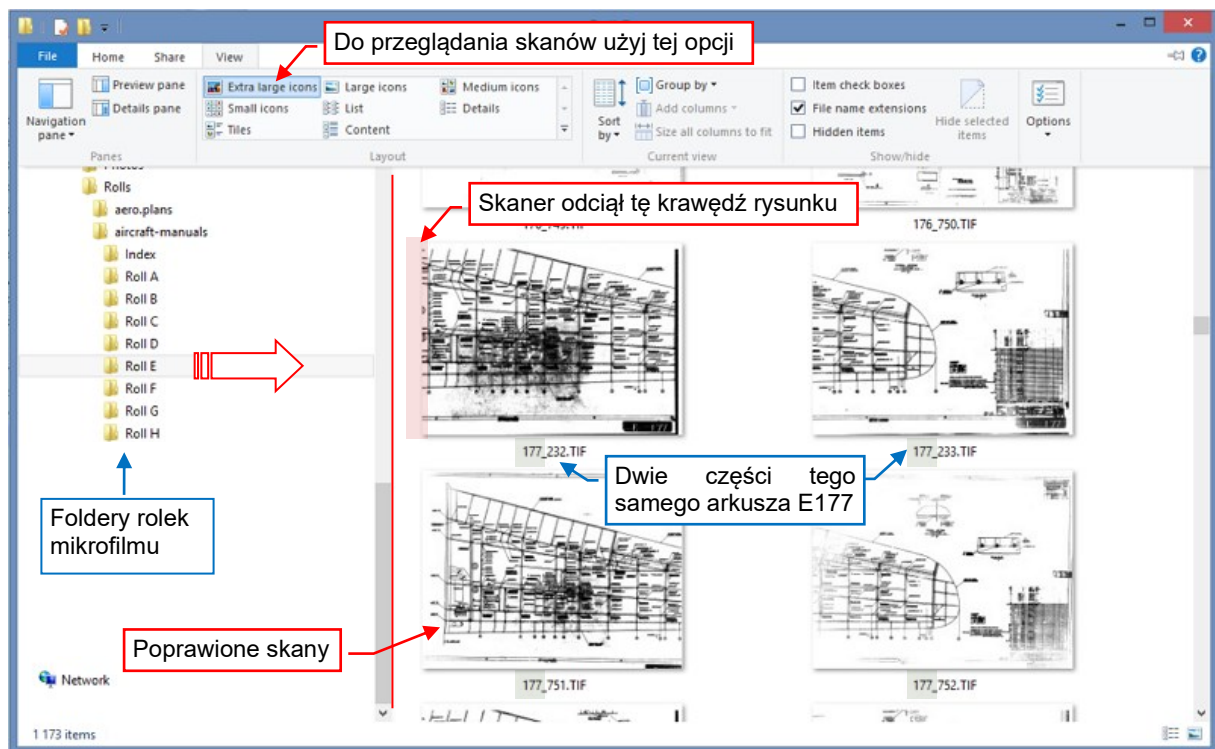


MODEL	SERIAL NUMBER
P-40E	40-355 to 40-356 41-5305 to 41-5744 41-13521 to 41-13599
P-40E-1	41-24775 to 41-25195 41-25574 to 41-25593
P-40F	41-13500 to 41-14599 41-15733 to 41-20044
P-40K	42-5730 to 42-10429
P-40K-1	42-45722 to 42-46321
P-40L	42-10430 to 42-11129
P-40M	43-5403 to 43-6002
P-40N	42-104429 to 42-106428 43-22752 to 43-23751

Rysunek 9.1.3 „Strona tytułowa” rolki mikrofilmu z dokumentacją P-40

Można tu odczytać, że zapisane na tym mikrofilmie rysunki to stan dokumentacji P-40 E, F, K, L, M i N na dzień 26 sierpnia 1943r.

Najprostszą metodą przeglądania zawartości tych folderów jest włączenie w Eksploratorze Plików opcji **Extra large icons** (Rysunek 9.1.4). Wszystkie pliki skanów (oprócz tytułu) noszą nazwy <N>_<O>.tif, gdzie <N> jest oryginalnym numerem referencyjnym („wybitym” na każdej ramce mikrofilmu). Pojedynczy arkusz z rysunkiem złożeniowym, wykonany na dłuższej rolce papieru, mogą zajmować kilka kolejnych ramek mikrofilmu. W takim przypadku te ramki są oznaczone tym samym numerem referencyjnym <N>, ale ich skany różnią się przyrostkami <O>. (Wydaje się, że <O> jest numerem kolejnym skanowanej ramki).

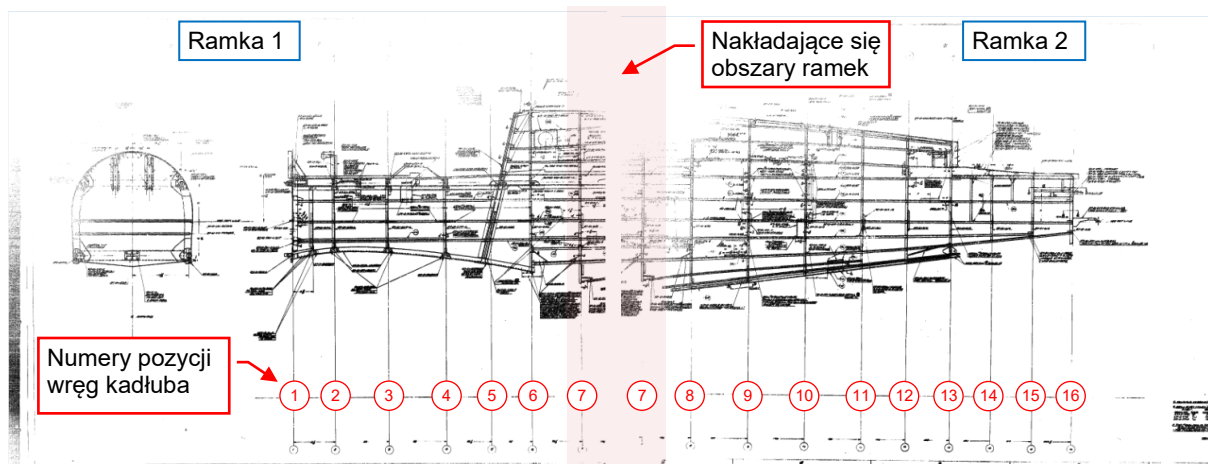


Rysunek 9.1.4 Przeglądanie skanów ramek mikrofilmu

Na przykład: na oryginalnej rolce **E** mikrofilmu znajdują się dwie kolejne ramki z oznaczeniem „E177”. Zawierają rysunek złożeniowy szkieletu skrzydła, wykonany na niestandardowo długim arkuszu. Jednak w folderze **E** można znaleźć cztery pliki o nazwach **177_*.TIF** (por. Rysunek 9.1.4). Wydaje się, że najpierw wykonano skany **177_232.TIF** i **177_233.TIF**. Przypuszczam, że później ktoś przeglądał te pliki i zauważył, że lewa krawędź skrzydła na obrazie **177_232.TIF** została odcięta. Dlatego wykonano później dodatkowe, poprawne skany tych dwóch ramek. Noszą one nazwy **177_751.TIF** i **177_752.TIF**.

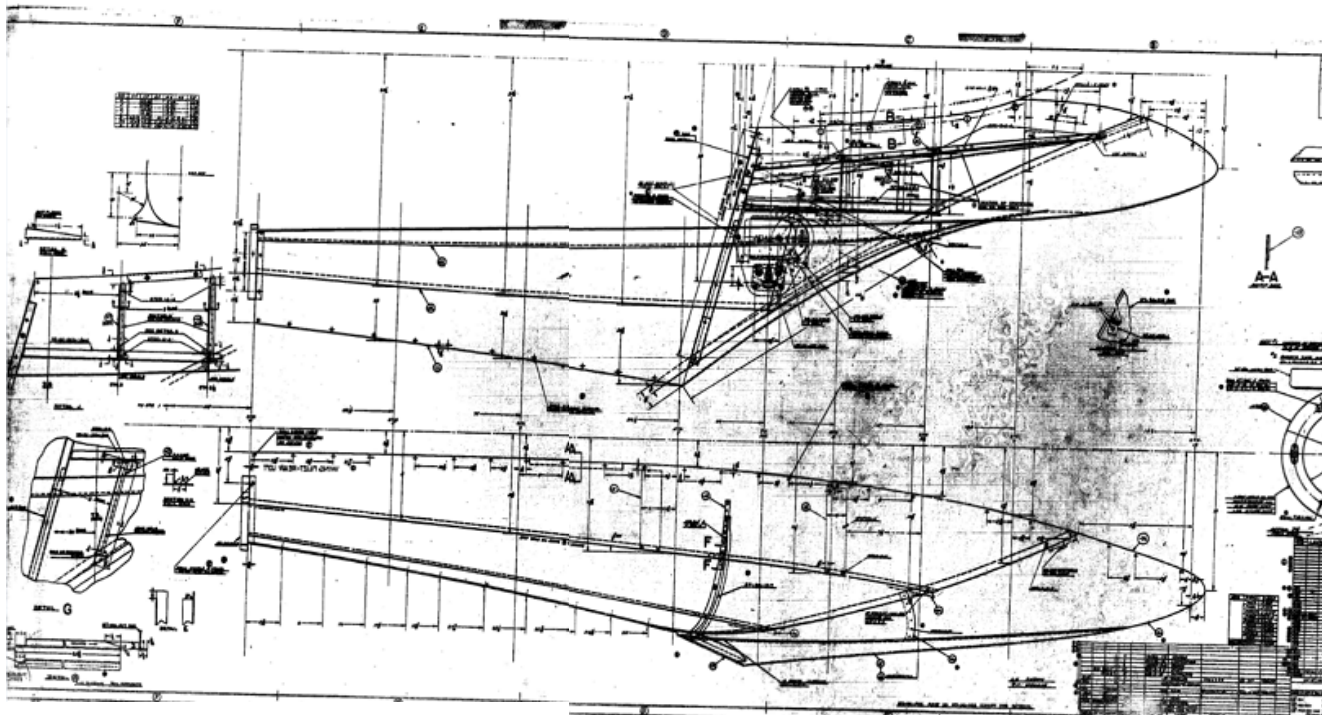
Docelowo zamierzam uporządkować te rysunki w strukturę „drzewa”. Na pierwszym poziomie stworzę foldery dla podstawowych zespołów: **Fuselage**, **Wing**, **Empennage**. Następnie w każdym z tych katalogów stworzę podfoldery dla ich podzespołów. I tak, w katalogu **Fuselage** stworzę foldery **Spinner**, **Engine Cowling**, **Cockpit** i **Tail Wheel**. Przejrzałem źródłowe katalogi (**Roll A...H**) i skopiowałem wybrane skany w tę nową strukturę. Każdemu kopiowanemu plikowi zmieniłem nazwę na opisową, np. **General Assembly**, **Skeleton**, **STA#1** (czyli wręga nr 1) i podobne. W każdym z tych docelowych folderów i podfolderów nie powinno być więcej niż 100 rysunków. Jeżeli zgromadzi się ich więcej, wyodrębnię część w odpowiedni podfolder.

Nie miałem problemu w rozpoznaniu rysunków z głównymi zespołami, takimi jak ten szkielet kadłuba:



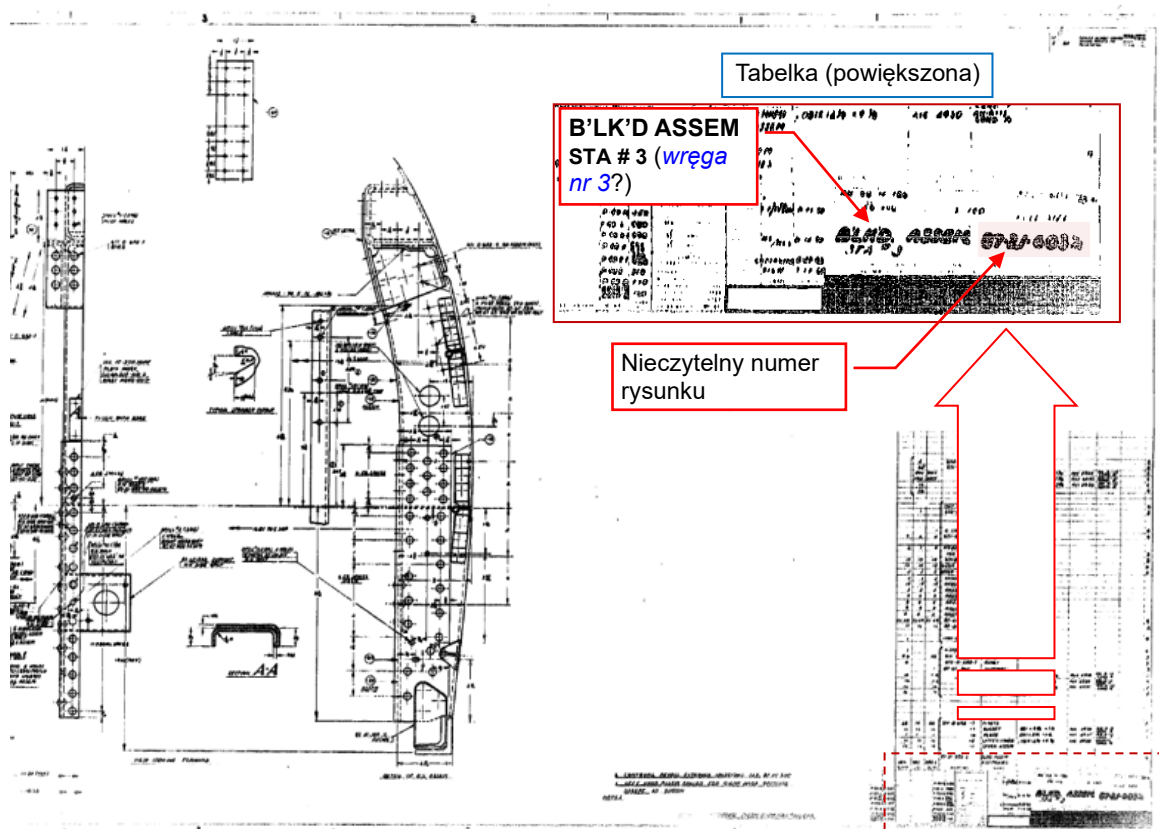
Rysunek 9.1.5 Arkusz z rysunkiem złożeniowym szkieletu kadłuba (podzielony na dwie ramki mikrofilmu)

Rozpoznanie podzespołów wymaga już pewnego wysiłku. Na przykład – obraz poniżej to owiewka skrzydła:



Rysunek 9.1.6 Owiewka skrzydła (część tylna)

Jednak istnieje także wiele części, których nie można zidentyfikować „jednym rzutem oka”. Na przykład, popatrz na skan ramki noszącej oznaczenie **E261** (Rysunek 9.1.7):



Rysunek 9.1.7 Problematyczna identyfikacja bardziej szczegółowego rysunku E261

Nie mogłem rozpoznać tej części po jej kształcie, więc popatrzyłem na opis (znajdują się zawsze w prawym dolnym rogu, w tabelce). Tam okazało się, że oryginalny rysunek był tak duży, że szczegóły jego tabelki są nieczytelne. (Były zbyt małe dla przyjętej podczas skanowania rozdzielczości ramki mikrofilmu)!

Na szczęście, aircraft-manuals.com dostarcza także skan stron indeksu tego mikrofilmu:

Section III
Alphabetical Index—Body

Wręgi osłon silnika

RAVIA
No. 01-250-1FD

DRAWING NUMBER	L OR R	PART NAME	FILM INDEX NO.	MODELS
8721052-0		Bulkhead	E288	X X X X X X
8721052-8		Bulkhead	E288	X X X X X X
8721054-2		Bulkhead	Q299	X X X X X X
8721054-8		Bulkhead	Q299	X X X X X X
8729708-0		Bulkhead	E338	X X X X X X
8729708-46		Bulkhead	E338	X X X X X X
8729713-24	R	Bulkhead	E341	X X X X X X
8729713-24	L	Bulkhead	E341	X X X X X X
8729713-25	L	Bulkhead	E341	X X X X X X
8729713-25	R	Bulkhead	E341	X X X X X X
8729713-26	L	Bulkhead	E341	X X X X X X
8729713-26	R	Bulkhead	E341	X X X X X X

DRAWING NUMBER	L OR R	PART NAME	FILM INDEX NO.	MODELS
8721003-40	R	Bulkhead Assy Sta 3	E261	X
8721004	L	Bulkhead Assy Sta 4	Q294	X X X X X X
8721004	R	Bulkhead Assy Sta 4	Q294	X X X X X X
8721004-20	L	Bulkhead Assy Sta 4	Q294	X X X X X X
8721004-20	R	Bulkhead Assy Sta 4	Q294	X X X X X X

Sta 3 Bulkhead Assembly
(rysunek nr: 87-21-603) to rzeczywiście ramka E261

DRAWING NUMBER	L OR R	PART NAME	FILM INDEX NO.	MODELS
8721001		Bulkhead Assy Sta 1	E259	X X X X X X
8721001		Bulkhead Assy Sta 1	E259	X X X X X X
8721002	L	Bulkhead Assy Sta 2	E260	X X X X X X
8721002	R	Bulkhead Assy Sta 2	E260	X X X X X X
8721003	L	Bulkhead Assy Sta 3	E261	X X X X X X
8721003	R	Bulkhead Assy Sta 3	E261	X X X X X X
8721003-20	L	Bulkhead Assy Sta 3	E261	X X X X X X
8721003-20	R	Bulkhead Assy Sta 3	E261	X X X X X X
8721003-40	L	Bulkhead Assy Sta 3	E261	X X X X X X

DRAWING NUMBER	L OR R	PART NAME	FILM INDEX NO.	MODELS
87210106		Bulkhead Assy Lower	E298	X X X X X X
87210107		Bulkhead Assy	E298	X X X X X X
87210108		Bulkhead Assy	E360	X X X X X X
872101401		Bulkhead Assy	Q148	X X X X X X
872101401-100		Bulkhead Assy	Q148	X X X X X X
8729708		Bulkhead Assy Sta 80	E380	X X X X X X
8729708-40		Bulkhead Assy Sta 80	E380	X X X X X X
8729805		Bulkhead Assy	F2	X X X X X X
8729805-80		Bulkhead Assy	F2	X X X X X X
8729928		Bulkhead Assy	F22	X X X X X X
8729929		Bulkhead Assy	F23	X X X X X X
8729935		Bulkhead Assy	F25	X X X X X X
8784913		Bulkhead Front	Q73T	X X X X X X
8742534-0		Bulkhead Forging	F71	X X X X X X

64 RESTRICTED

Rysunek 9.1.8 Szukanie w indeksie nazw rysunku dla wręgi nr. 3

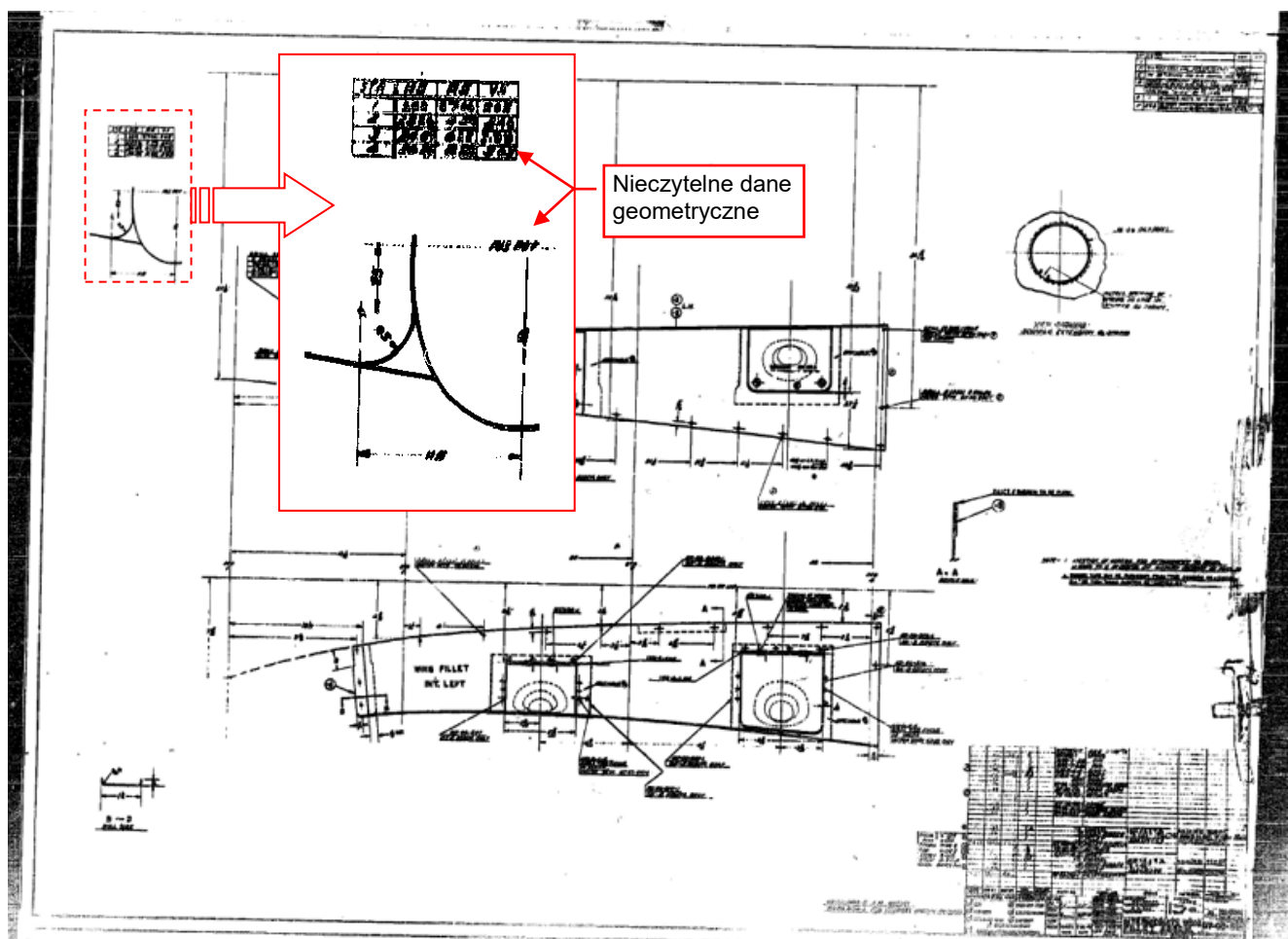
Ten indeks pozwala na wyszukiwanie wg nr rysunku lub nazwy części. Nie znam numeru rysunku, gdyż jego ostatnie cyfry w tabelce są nieczytelne. Indeks nazw jest podzielony na siedem sekcji: *Wing*, *Tail*, *Body* (tnz. kadłub), *Power Plant*, *Flight Control*, *Equipment*, *Armament*. Obawiałem się, że wyszukiwanie tutaj nie będzie specjalnie efektywne, gdyż nazwy części się powtarzają: pierwsze cztery strony sekcji *Wing* wypełniają elementy o identycznej nazwie *Angle*. Na szczęście w sekcji *Body* można dostrzec numery wręg. Korzystając z nich, ostatecznie potwierdziłem, że „B'LK'D” to skrót używany w Curtiss dla słowa „BULKHEAD” (wręga), i że ramka E261 zawiera rysunek złożeniowy wręgi kadłuba nr 3. Z wiersza indeksu mogłem odczytać numer tego rysunku: **87-21-603**. Zwróć uwagę, że nawet tutaj, w kolumnie „FILM INDEX NO.” niektóre numery ramek są nieczytelne, z powodu zbyt niskiej rozdzielczości skanowania!



Zła jakość obrazu tych skanów nie jest wyłącznie spowodowana zbyt niską rozdzielczością. Brakuje w nich także odcieni szarości, które mogłyby nieco poprawić ich czytelność. (Aby uzyskać jak najmniejszy rozmiar plików, aircraft-manuals.com użyło formatu w którym 1 piksel obrazu to 1 bit. Są to czarno-białe obrazy o wysokim kontraście, bez żadnych półtonów).

Gdy zacząłem analizować szczegóły zidentyfikowanych rysunków, niska rozdzielczość ich skanów stała się poważnym problemem. Okazało się, że umieszczone na nich odsyłacze do rysunków szczegółowych są nieczytelne, podobnie jak wiele kluczowych wymiarów.

Na przykład – popatrz na ten środkowy segment owiewki pomiędzy skrzydłem i kadłubem, przedstawiony na rysunku poniżej (ramka **E201**):



Rysunek 9.1.9 Nieczytelne współrzędne geometrii osłony skrzydła (E201)

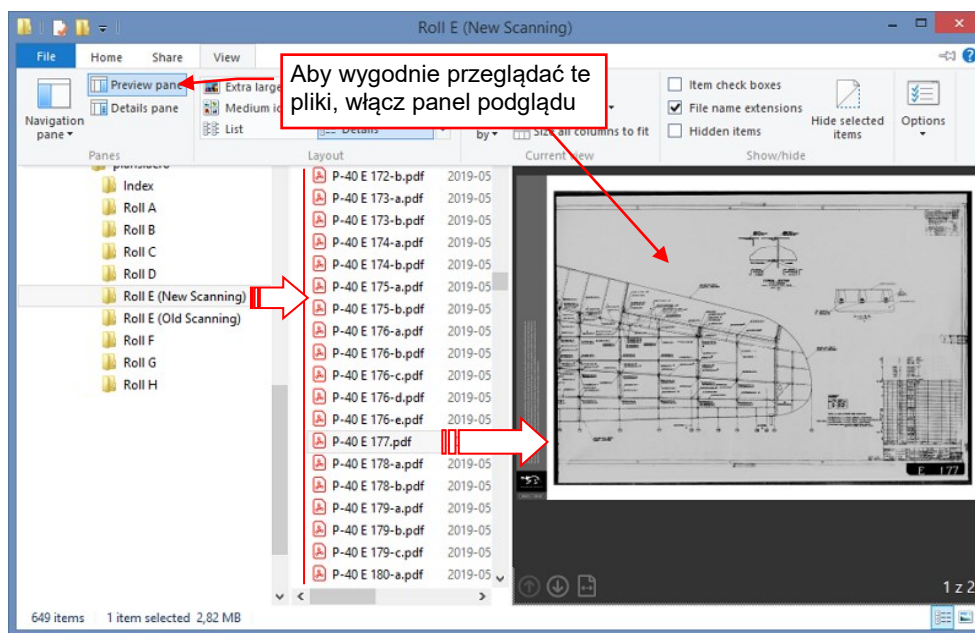
Tabela tego rysunku jest kompletnie nieczytelna, więc musiałem potwierdzić jego numer wyszukując w indeksie części kadłuba nazwę „Fillet”. W ten sposób zidentyfikowałem, że jest to **87-06-503**. Dziwnym trafem, kolejny segment tej owiewki (nr rysunku **87-06-502**, E200) można znaleźć wiele stron dalej, pod nazwą „Skin”. Szczegółowe dane geometryczne, opisujące kształt tych owiewek, są umieszczone w lewych górnych narożnikach tych rysunków. Jak pokazuje to Rysunek 9.1.9, są tu zupełnie nieczytelne.

W tym momencie zrozumiałem, że skany z aircraft-manuals.com są mało użyteczne dla mojego projektu, i zacząłem szukać lepszych. Przeczytałem więc ponownie opis dokumentacji P-40 oferowanej przez inny portal: plans.aero. Napisano tam, że „Oryginalne skany rolki E były prześwietlone. Dlatego przeskanowaliśmy ją ponownie w bardzo wysokiej rozdzielczości (4500dpi) i przyciemniliśmy uzyskane obrazy, aby pokazać wszystkie szczegóły tego mikrofilmu”. Teraz rozumiem o czym piszą! (Rolka **E** zawiera większość rysunków złożeniowych, więc jest „zasobem krytycznym” tego zestawu mikrofilmów).

Stąd nabyłem mój drugi zestaw dokumentacji P-40 od plans.aero. Kosztował 119 USD, i tym razem obyło się bez opłat transportowych, gdyż mogłem natychmiast pobrać zakupione pliki. Całkowity rozmiar tego zestawu to 6GB (dziesięć razy większy niż ten z aircraft-manuals.com). Dla łatwiejszego pobierania, jest podzielony na cztery części. Za tę wyższą cenę plans.aero dostarcza nie tylko skany mikrofilmów, ale także wszystkie dostępne instrukcje P-40, w szczególności „Erection and Maintenance” dla P-40N i ilustrowany katalog części. Te książki są przydatnym dodatkiem, który przy oddzielnym zakupie kosztowałyby dużo więcej.

Pliki skanów z plans.aero są pogrupowane w „foldery rolek”, tak jak te z aircraft-manuals.com. Wydaje się, że plans.aero dostarcza skany w odcieniach szarości dla rolek **A** i **F** (dlatego na niektórych z nich widać białe linie na czarnym tle). Znajdują się tu także dwa foldery dla rolki **E**. Jeden z nich, nazwany „old scanning”, zawiera

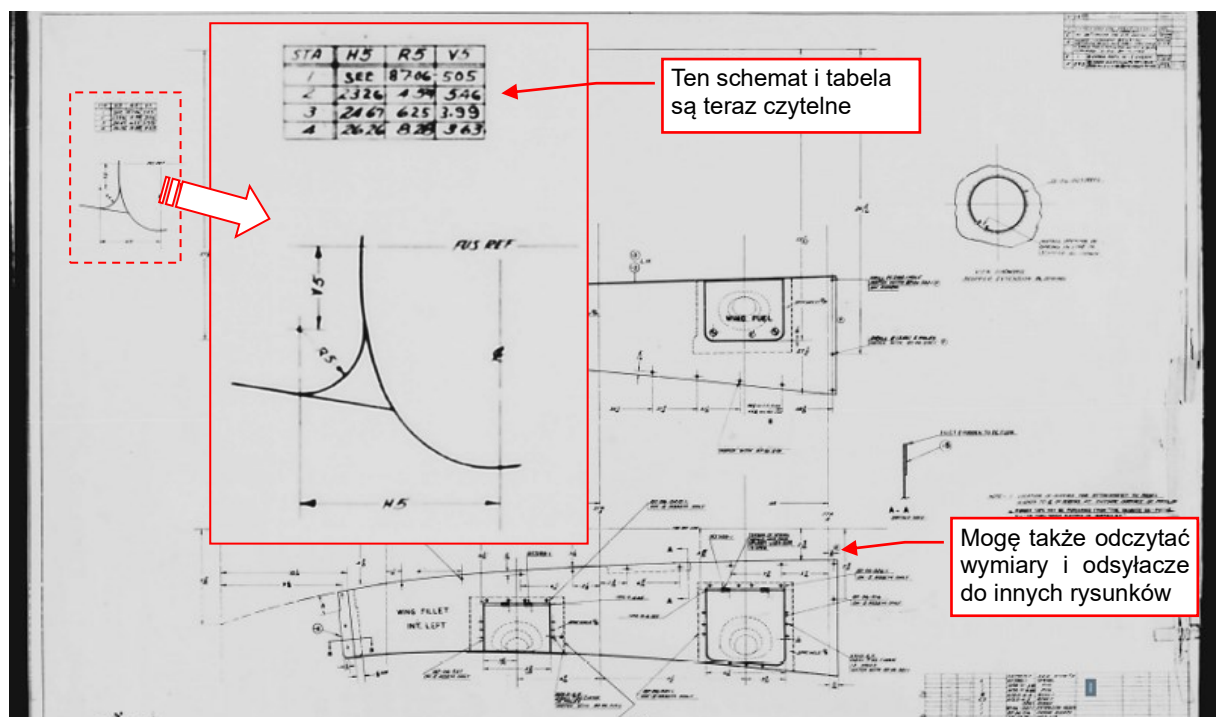
takie same obrazy jak te z aircraft-manuals.com. Drugi, zatytułowany „new scanning”, zawiera pliki PDF. Każdy z tych plików jest skanem pojedynczej ramki mikrofilmu:



Rysunek 9.1.10 Ponownie zeskanowane rysunki złożeniowe z rolki E (zestaw dokumentacji P-40 z plans.aero)

Jak widać na obrazku, wszystkie te pliki mają przedrostek „P-40”, po którym pojawia się pełen numer referencyjny z mikrofilmu (z symbolem rolki „E”). Dla rysunków, które zajmują kilka ramek, użyto kolejnych przyrostków („-a”, „-b”, „-c”, itd.). Wykorzystując tę regułę założyłem, że dla szkieletu skrzydła (E177) powinny w tym zestawie istnieć dwa pliki: *P-40 E 177-a.pdf* i *P-40 E 177-b.pdf*. Ku mojemu zdziwieniu, znalazłem tylko jeden: *P-40 E 177.pdf*. Zawiera prawą stronę tego rysunku. A gdzie jest lewa? Szybko znalazłem ją w pliku *P-40 176-e.pdf*. To ewidentny błąd operatora skanera, na szczęście łatwy do skorygowania.

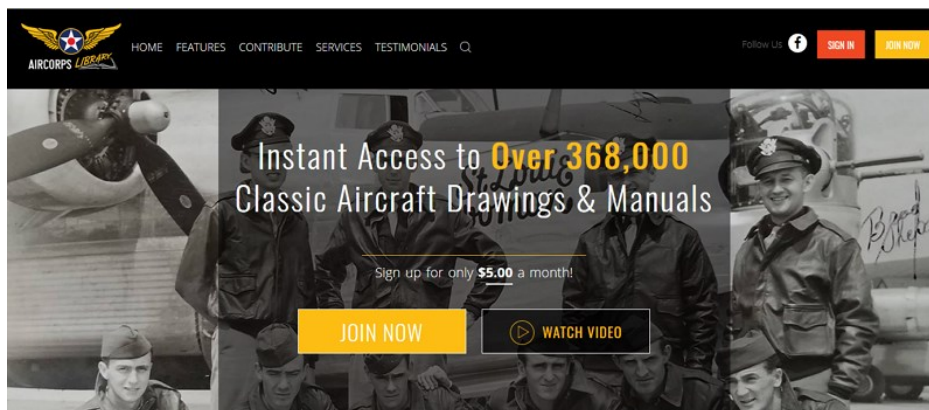
Oczywiście, pierwszą rzeczą, którą sprawdziłem na tych nowych skanach były tabele danych geometrycznych z narożników rysunków E200 i E201:



Rysunek 9.1.11 Lepszy skan rysunku E201 (z zestawu plans.aero)

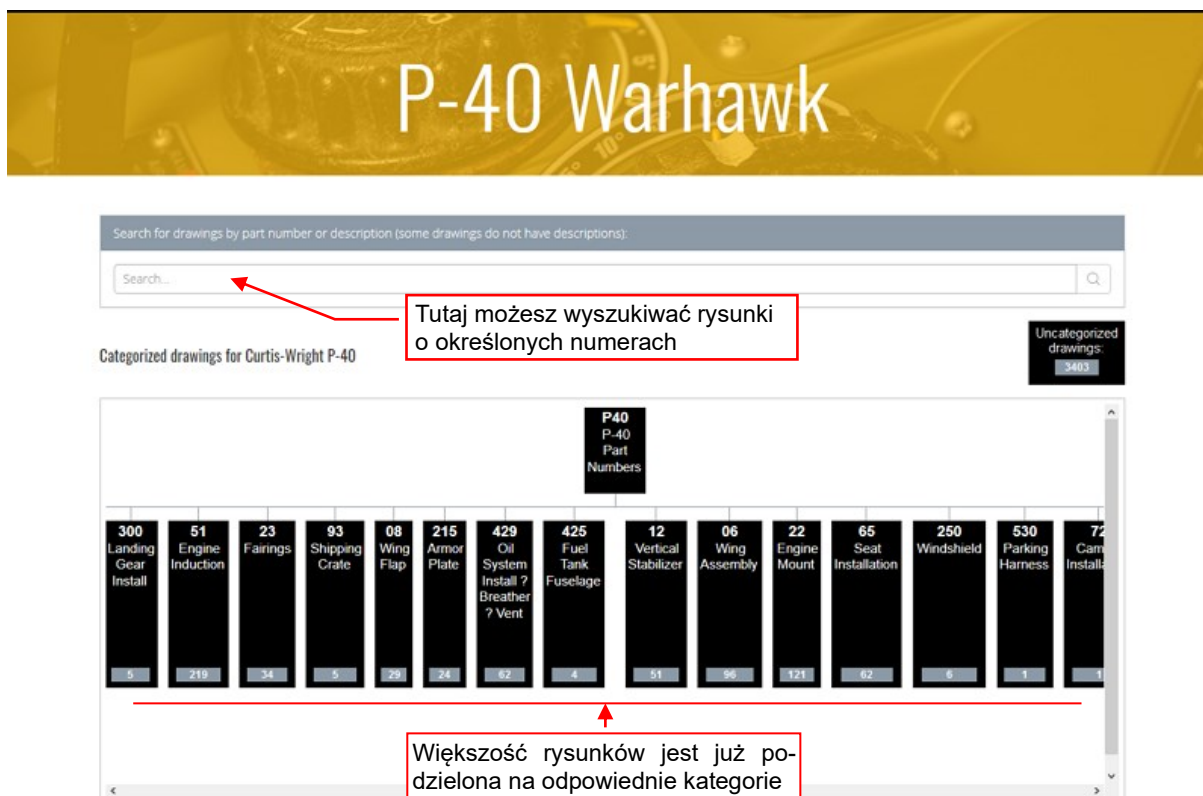
Skan, który pokazuje Rysunek 9.1.11, jest zdecydowanie lepszy: teraz dla tej owiewki skrzydła jestem w stanie odczytać umieszczony w narożniku diagram oraz tabelę wymiarów.

Mógłbym tutaj zakończyć tę sekcję konkluzją, że www.plans.aero oferuje lepsze skany mikrofilmu P-40 (i dodatkowe książki). Jednak, gdy opisałem ten przypadek jednemu z moich znajomych, ten zasugerował mi odwiedzić jeszcze jednego portalu: www.aircorpslibrary.com (Rysunek 9.1.12):



Rysunek 9.1.12 Strona startowa portalu AirCorps Library

Portal AirCorps Library został założony w 2015r. Za 5 USD/miesiąc (lub 50 USD/rok) zapewnia możliwość przeglądania online oryginalnych instrukcji i rysunków fabrycznych różnych samolotów. Obecnie udostępnia dokumentację 29 samolotów. Poza jednym wyjątkiem – Spitfire – są to konstrukcje amerykańskie, głównie z okresu II wojny światowej. Wśród nich jest także sekcja „P-40 Warhawk”:



Rysunek 9.1.13 Sekcja AirCorps Library z dokumentacją P-40

Zamiast numerów referencyjnych z mikrofilmów, ten portal używa oryginalnych numerów rysunków z tabel rysunkowych. Wykorzystując reguły ich numeracji (specyficzne dla każdego producenta samolotów), AirCorps Library grupuje rysunki w podzespoły. Na przykład: wydaje się, że numer rysunku w Curtiss składał się z 7 cyfr podzielonych na 3 sekcje: **TT-AA-NNN**. „TT” było oznaczeniem typu samolotu. W szczególności, przedrostek **75** oznacza „Hawk 75” (tzn. P-36), **81** – YP-37, a **87** to „Hawk 87” (P-40D i późniejsze wersje). Szczerze mówiąc,

spodziewałbym się, że **81** oznacza „długonose”, wczesne wersje P-40, oznaczane przez Curtiss jako „Hawk 81”. Jest jednak inaczej. Środkowa sekcja „AA” (po 1942r także trzy cyfry: „AAA”) określa podzespół samolotu, na przykład: **03** – skrzydło, **05** – lotki, **06** – złożenie skrzydła, **08** – klapy, **21** – kadłub, **23** – owiewki, i tak dalej. Diagram podzespołów P-40, który pokazuje Rysunek 9.1.13, jest oparty właśnie na tym środkowym segmencie numerów rysunków. Ostatecznie przyrostek „NNN” wydaje się być czymś w rodzaju numeru kolejnego. Główne rysunki złożeniowe w tym ostatnim segmencie mają jedno lub dwa wiodące zera (na przykład: „001” lub „010”). Stąd, patrząc na Rysunek 9.1.13, możesz znaleźć owiewkę połączenia skrzydła z kadłubem w grupie „06 – Wing Assembly”, ponieważ numery jej rysunków to 87-**06**-502 i 87-**06**-503. (Zupełnie nie wiem, dlaczego na indeksie mikrofilmu te części zostały dołączone do sekcji „Body” – czyli kadłuba – zamiast do sekcji „Wing”). W tej „erze analogowej” wszędzie możesz napotkać na ślady drobnych ludzkich pomyłek: np. w sekcji „06” można znaleźć zapomniany schemat oznaczeń P-36 (gdyż nosi numer 75-**06**-013).

Mogę się mylić, ale wydaje mi się, że różne wersje samolotu (np. P-36 i P-36C) można rozpoznać po piątym znaku numeru rysunku. Na przykład: podstawowa wersja skrzydła jest ukazana na rysunkach o numerach od „75-03-001” do „75-03-3XX”. W P-36C zmieniono krawędź natarcia (dodano 1 km), co jest udokumentowane na rysunkach oznaczanych jako „75-03-4XX”. Podobnie – krawędź natarcia eksportowych wersji Hawk 75, z 2 km, można znaleźć na rysunkach „75-03-6XX”.

Gdy klikniesz na grafie w jakiś podzespół samolotu lub wpiszesz początek serii numerów rysunków (np. „75-*8”) w pole wyszukiwań, uzyskasz listę wyników podobną do pokazanej poniżej:

Miniatura rysunku (pierwszej ramki)

Kliknij tutaj, aby zobaczyć wszystkie ramki mikrofilmu z tym rysunkiem

87-06-028 No Description on file

P-40 Warhawk Drawings Late Page 1 Page 2

P-40 Warhawk Drawings Early Page 1 Page 2

Bookshelf: P-40 Category (related drawings): 06

87-06-015 BULKHEAD WING FILLET STA #4

P-40 Warhawk Drawings Late Drawing

P-40 Warhawk Drawings Early Drawing

Bookshelf: P-40 Category (related drawings): 06

87-06-705 No Description on file

P-40 Warhawk Drawings Late Page 1 Page 2 Page 3

P-40 Warhawk Drawings Early Page 1 Page 2

Bookshelf: P-40 Category (related drawings): 06

87-06-803 No Description on file

P-40 Warhawk Drawings Late Page 1 Page 2

Bookshelf: P-40 Category (related drawings): 06

87-06-524 PLATE ASSEM. WING FILLET REAR SCUPPER

P-40 Warhawk Drawings Late Drawing

P-40 Warhawk Drawings Early Drawing

Bookshelf: P-40 Category (related drawings): 06

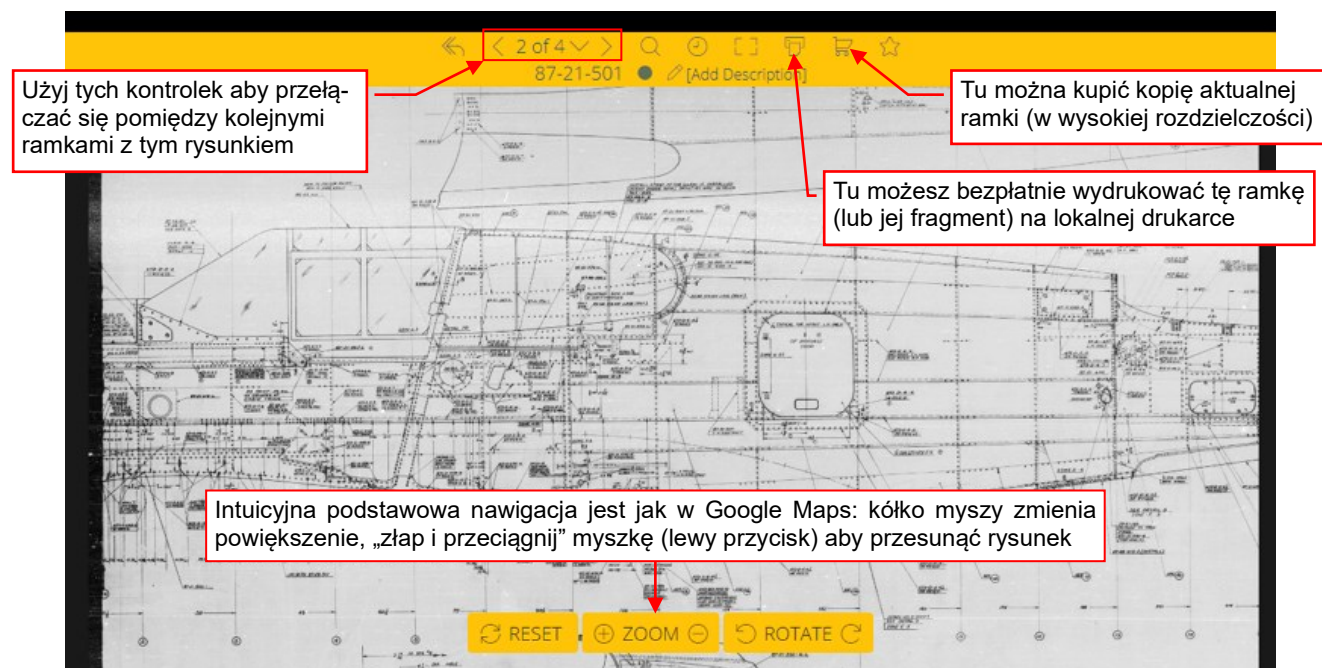
Połowa rysunków P-40 nie ma (jeszcze) opisów

Przypuszczam, że określenia „Early” i „Late” dotyczą różnych kopii mikrofilmu?

Rysunek 9.1.14 Lista rysunków

W sekcjach innych samolotów (np. P-51) możesz także wyszukiwać rysunki po częściach nazwy. Jednak większość skanów P-40 w AirCorps Library nie jest jeszcze opisana. Gdy klikniesz miniaturę rysunku (po lewej) lub jeden z przycisków po prawej stronie wiersza tej listy, otworzysz wybrany obraz do przeglądania.

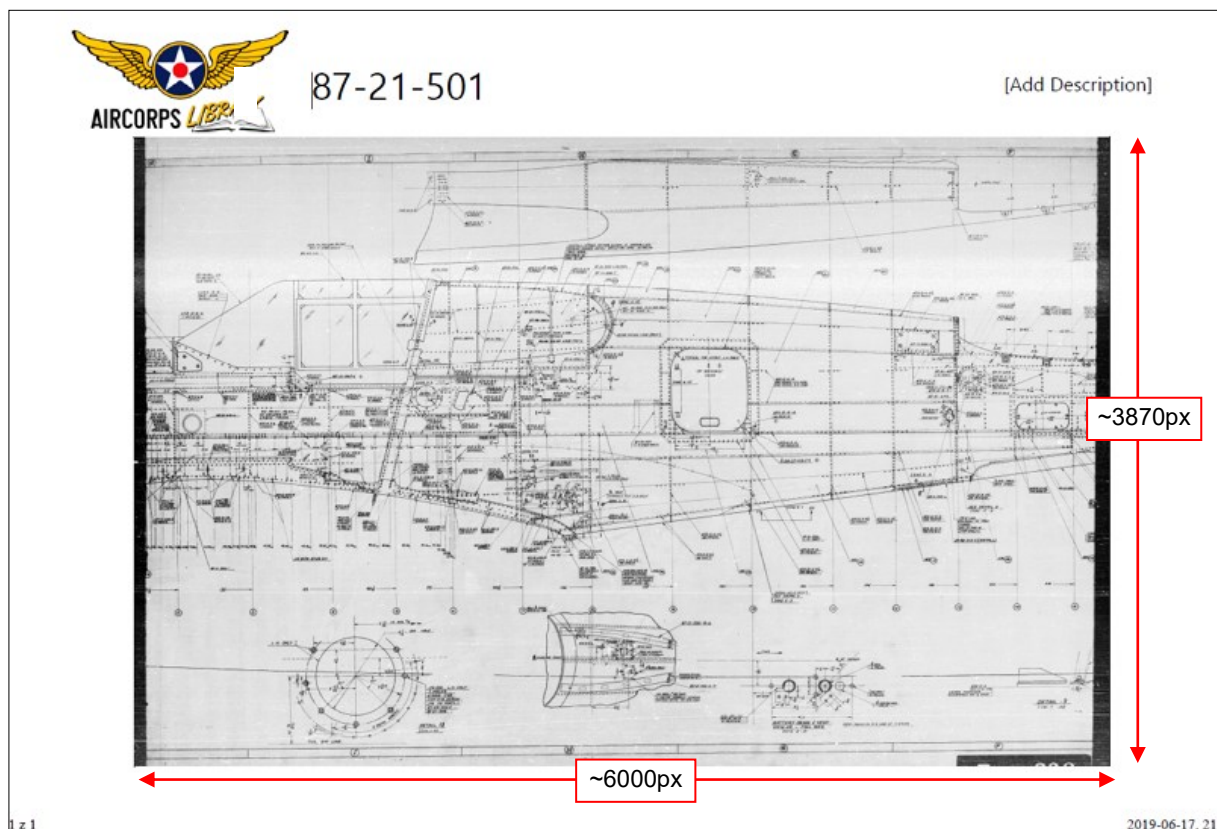
Rysunek 9.1.15 pokazuje, jak wygląda okno czytnika rysunków AirCorps Library:



Rysunek 9.1.15 Czytnik rysunków AirCorps Library

Ta przeglądarka jest szybka i intuicyjna. Pozwala na przełączanie się pomiędzy kolejnymi ramkami mikrofilmu. Możesz także podejrzeć ich miniaturki w menu rozwijalnym. Zmiana powiększenia lub przesunięcie rysunku odbywa się tak samo jak w Google Maps: po prostu „łapiesz i przeciągasz” myszką. Portal dynamicznie dostosowuje rozdzielczość wyświetlanego fragmentu obrazu do aktualnego powiększenia.

Dla mnie najbardziej istotną funkcją jest drukowanie obrazu wyświetlonego w tym czytniku. Bez żadnych dodatkowych opłat możesz go wysłać na lokalną drukarkę. Rysunek 9.1.16 przedstawia przykład takiego wydruku:



Rysunek 9.1.16 Przykładowy lokalny wydruk rysunku z AirCorps Library

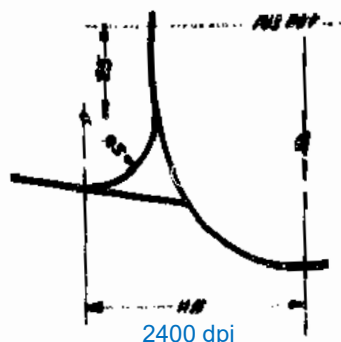
Format papieru wydruku nie ma tu znaczenia – czy A4, czy A3, nie ma to wpływu na szczegółowość obrazu. Ten portal po prostu wysyła na lokalną drukarkę rastrowy obraz w odcieniach szarości o szerokości ok. 6000px i wysokości 3870px. Ja potrzebowałem tych rysunków w formie elektronicznej, więc użyłem popularnej funkcji „wydruku do PDF” aby uzyskać ich lokalne kopie.

Gdy po raz pierwszy przeglądałem portal AirCorps Library (na początku czerwca 2019) była tam tylko jedna opcja zakupu: wielkoformatowego wydruku obrazu, co mnie nie interesowało. Dwa miesiące później wprowadzono jednak zmiany. Teraz można nabyć i pobrać oryginalne pliki ze skanami instrukcji i rysunków udostępnionych online. Gdy w oknie czytnika klikniesz ikonę „koszyka”, zobaczysz dwie opcje: [Purchase Hi-Res](#) i [Download](#). Wybierając [Purchase Hi-Res](#) możesz zamówić papierowy wydruk (na arkuszu 24”, 36”, lub 42”). Nowa opcja [Download](#) pozwala kupić i pobrać rysunek, który przeglądasz. Rozmiar takiego obrazu to 9888px na 6984px. Jednak oznacza to, że w przypadku rysunków złożeniowych podzielonych na kilka ramek trzeba każdą z nich nabyć oddzielnie. Dopóki ta sama strona oferuje bezpłatnie możliwość lokalnego wydruku, nie jestem zainteresowany zakupem takiej kopii. (Nabyłem dla testu pojedynczy rysunek i stwierdziłem, że rozdzielczość lokalnego wydruku jest wystarczająca dla moich potrzeb).

Poniżej porównuję trzy obrazy testowe. (Jest to tabela i schemat współrzędnych owiewki skrzydła z lewego, górnego narożnika rysunku [87-06-503](#)). Uzyskałem te obrazy z aircraft-manuals, plans.aero (PDF z „nowego skanowania”) i AirCorps Library (uzyskane poprzez „wydruk do PDF”):

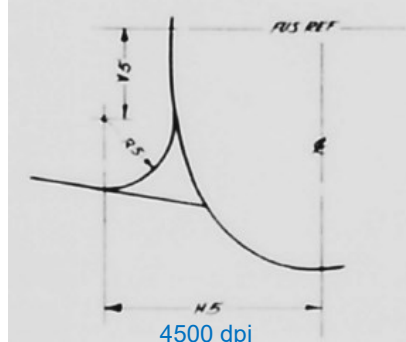
aircraft-manuals.com

STA	H5	R5	V5
1	SEE 8706-505		
2	2326	439	546
3	2467	625	399
4	2626	828	363



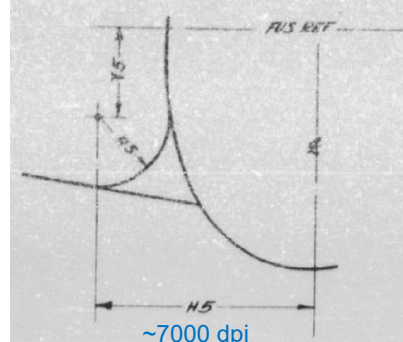
plans.aero

STA	H5	R5	V5
1	SEE 8706-505		
2	2326	439	546
3	2467	625	399
4	2626	828	363



aircorpslibrary.com

STA	H5	R5	V5
1	SEE 8706-505		
2	2326	439	546
3	2467	625	399
4	2626	828	363



Rysunek 9.1.17 Trzy skany tej samej ramki mikrofilmu

Jak widać, najlepszy obraz pochodzi z AirCorps Library. Przypuszczam, że skanowali ten mikrofilm z rozdzielczością 7000dpi, i że oryginalny rozmiar uzyskanego skanu jest podobny do rozmiaru obrazu, który nabyłem: około 10 000 x 7000px. Przy lokalnym wydruku jest on zmniejszany do 6000 x 3600px, ale ta operacja tylko nieznacznie pogarsza jego jakość. (Obraz po prawej jest fragmentem takiego wydruku do PDF).

Nie wiem, czy zwróciłeś uwagę, że w tej sekcji wspomniałem także o innej konstrukcji: P-36. To nie jest pomyłka: sekcja „P-40” AirCorps Library zawiera 11 tys. rysunków co najmniej trzech (!) różnych (choć powiązanych) typów samolotów:

1. P-36 (wewnętrzna nazwa Curtiss: „Hawk 75”, przedrostek numeru rysunków: „75-*”);
2. YP-37 (przedrostek numeru rysunków: „81-*”);
3. P-40-cu/B/C (wcześniejsze wersje P-40: wewnętrzna nazwa Curtiss: „Hawk 81”);
4. P-40D..N (późne wersje P-40: wewnętrzna nazwa Curtiss: „Hawk 87”, przedrostek numerów rys.: „87-*”).

W zależności od tego, jak liczyć p. 3 i p. 4, w tej jednej sekcji opublikowano dokumentację trzech lub czterech maszyn. Wydaje się, że Curtiss przygotował produkcję P-40 w pośpiechu, ponieważ jest tu bardzo niewiele

rysunków XP-40/P-40-cu, a większość z nich jest bardzo złej jakości. Ich jasne linie znikają w tle – jak gdyby były narysowane ołówkiem zamiast tuszu. Dziwnym trafem, wszystkie te arkusze wczesnych P-40 mają przedrostek „75-” i „8” jako piątą cyfrę: „75-XX-8XX” (jakby ten samolot był kolejną wersją P-36). Czy mógł także odziedziczyć wewnętrzną nazwę „Hawk 81” po nieudanym projekcie YP-37?



Jeżeli szukasz dokumentacji samolotu produkowanego w USA (lub Spitfire) – zacznij od nabycia miesięcznej subskrypcji zasobów AirCorps Library. Jeżeli nawet zniknie z niej funkcja lokalnego wydruku (ten portal wciąż się zmienia!) będzie można użyć go do sprawdzenia, co zawierają zachowane mikrofilmy. Kompletny zestaw rysunków i instrukcji najlepiej kupić od plans.aero – i ewentualnie używać AirCorps Library do sprawdzenia jakiegoś szczegółu w większej rozdzielczości.

Zwróć jednak uwagę, że zbiory AirCorps Library i plans.aero nie są identyczne. Plans.aero oferuje tylko najbardziej popularne myśliwce produkcji USA: F4U-1, P-40, F4F, F6F, P-51, P-47, i pojedynczy bombowiec: TBF-1. Możesz tam jednak znaleźć także dokumentację kilku konstrukcji z innych krajów, których nie ma w AirCorps Library: Bf-109, FW-190, Me-262, Avro Lancaster, Sopwith Camel i Pup.

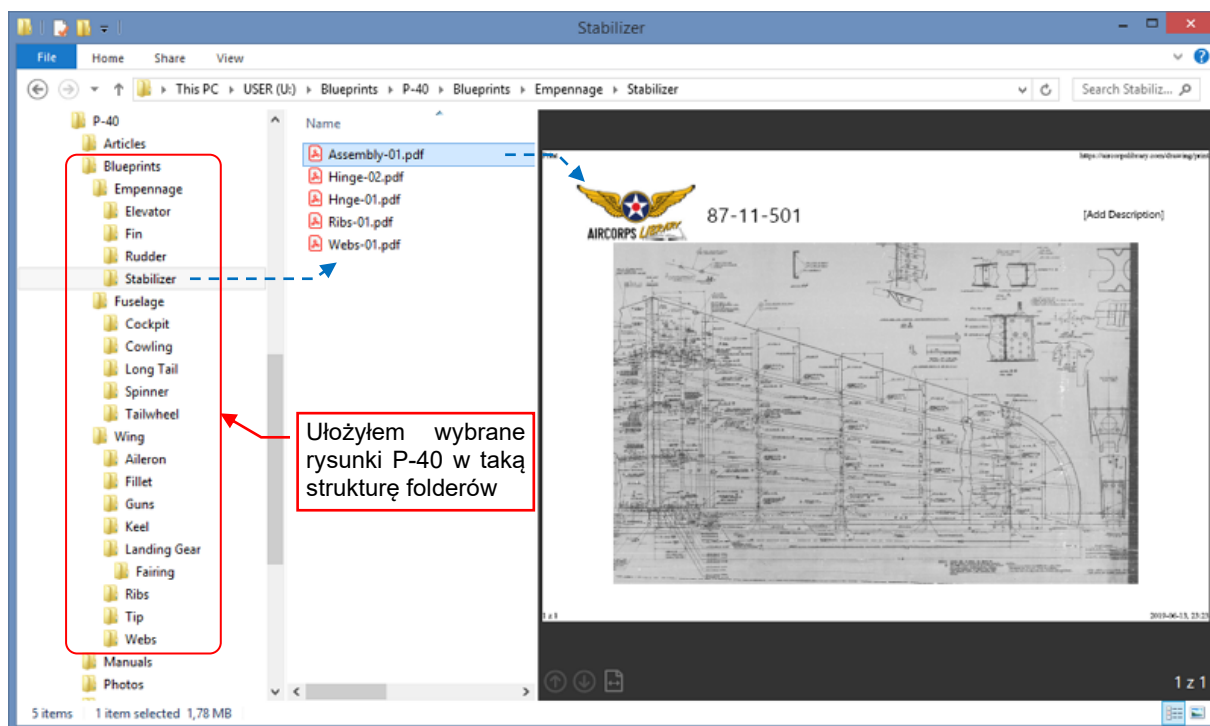
W ostateczności, jeżeli jakiś samolot znajduje się tylko w ofercie aircraft-manuals.com – można skorzystać z tego portalu, lecz najpierw spróbuj poprosić o fragment jakiegoś dużego rysunku złożeniowego z pakietu, który chcesz zamówić. Nie wiem, czy odpowiedzą, lecz przynajmniej warto spróbować przed zakupem. Może dokumentację innych maszyn zeskanowali w większej rozdzielczości? Możesz także użyć jako pomocniczego wskaźnika liczby DVD w zestawie podzielonej przez liczbę rysunków, które zawiera ten zestaw. Im ta wartość jest większa, tym lepiej.

W następnej sekcji opiszę, jak pogrupowałem oryginalne rysunki P-40, przygotowując je do dalszej pracy nad rysunkami referencyjnymi dla mojego modelu. W ten sposób będę starał się odpowiedzieć na drugie pytanie z tej sekcji: „jak używać dokumentacji technicznej i nie zwariować”.

9.2 Organizacja rysunków

Zanim zaczniesz organizować oryginalne rysunki samolotu, zbierz jak najwięcej jego zdjęć i zapoznaj się ze szczegółami jego kształtu, głównymi zespołami i – co ważne – ich połączeniami. Będziesz potrzebował tej wiedzy do szybkiego rozpoznania, czy konkretny rysunek jest przydatny do twojego projektu. Około 60% ramek oryginalnych mikrofilmów to różne drobne, wewnętrzne detale (rurki, ramki, płytki, itp.), które są potrzebne wyłącznie do budowy prawdziwego, latającego samolotu.

Aby wydzielić użyteczne rysunki, musiałem przejrzeć całą zawartość mikrofilmu i skopiować te, które wybrałem, do folderów docelowych (Rysunek 9.2.1):



Rysunek 9.2.1 Docelowa struktura i przykładowa zawartość folderów z rysunkami

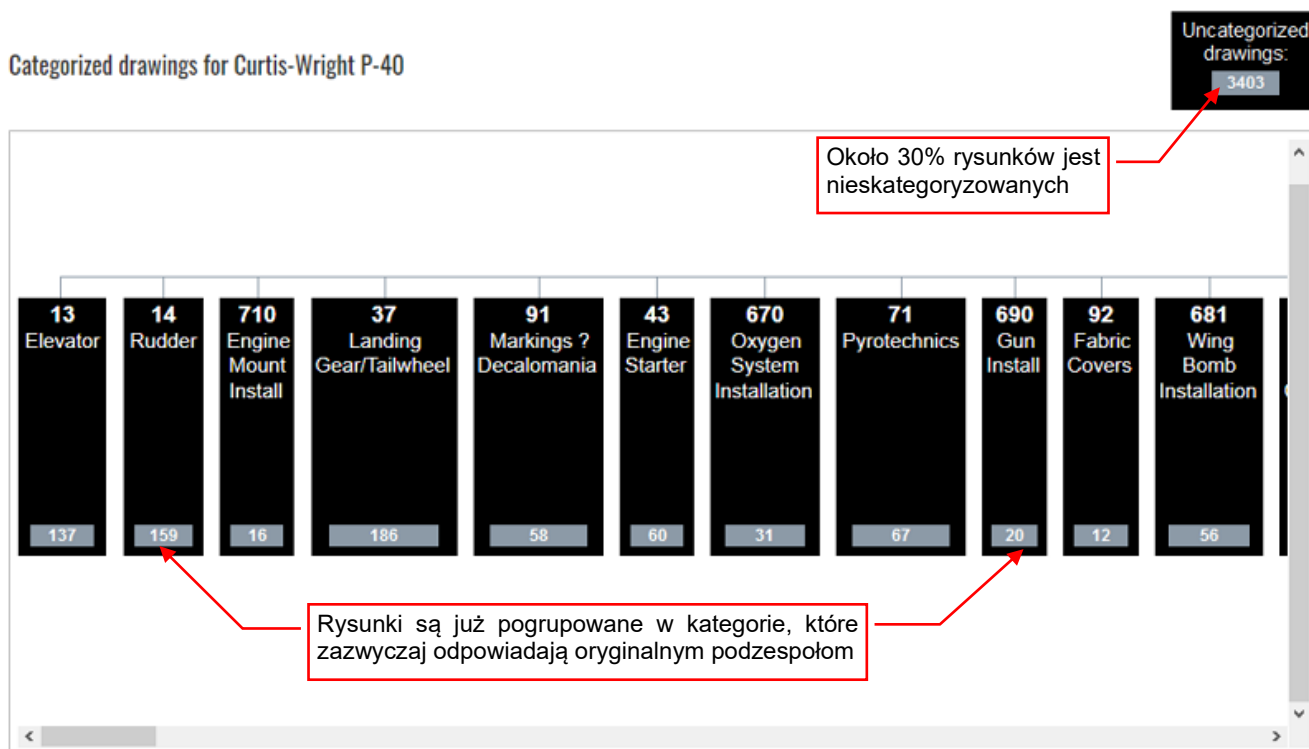
Możesz wykonać taki przegląd używając dwóch okien Eksploratora Plików: jednego dla listy rysunków źródłowych (oczywiście, z włączonym panelem podglądu), a drugiego – na folder docelowy.

Aby podczas dalszej pracy szybko znaleźć jakikolwiek z wybranych rysunków, pogrupowałem ich foldery w hierarchiczną strukturę. Jak widać na rysunku powyżej, każdy z tych folderów reprezentuje jakiś podzespół samolotu. Początkowo stworzyłem tylko trzy: **Empennage**, **Fuselage** i **Wing**. Następnie każdy z tych głównych zespołów (folderów) podzieliłem na podzespoły. Na przykład – **Empennage** zawiera podkatalogi o nazwach **Fin**, **Rudder**, **Stabilizer** i **Elevator**. Skopiowałem do nich wszystkie interesujące rysunki z listy źródłowej. Następnie zmieniłem nazwę każdego ze skopiowanych plików na bardziej opisową i dodałem numer kolejny (na przykład: **Assembly-01**). Ten numer jest potrzebny, ponieważ często możesz się natknąć na wiele wariantów tego samego rysunku, pochodzących z różnych wersji samolotu. Gdybym napotkał następny rysunek złożeniowy tego statecznika, skopiowałbym go do tego katalogu i nazwał **Assembly-02**. Zwróć uwagę, że te nazwy są dość proste, gdyż niezbędny kontekst zapewnia im struktura folderów. Np. wiem, że ten plik **Assembly-01** zawiera złożenie statecznika, ponieważ znajduje się na ścieżce **Empennage\Stabilizer**. W katalogu początkowym (**Empennage**) umieściłem rysunki związane z całym zespołem, jak np. schemat montażu usterzenia do kadłuba samolotu.



Struktura tych folderów i podfolderów jest odzwierciedleniem struktury konkretnego samolotu. Na przykład, w przypadku radzieckiego myśliwca Ła-5 statecznik pionowy stanowił integralną część kadłuba. Stąd w jego folderach nie byłoby oddzielnego katalogu **Fin**.

Jako źródło rysunków wykorzystuję portal [AirCorps Library](#). Ich skany mikrofilmów są już pogrupowane na kategorie, w oparciu o oryginalne numery rysunków (Rysunek 9.2.2):



Rysunek 9.2.2 Kategorie rysunków z dokumentacji P-40



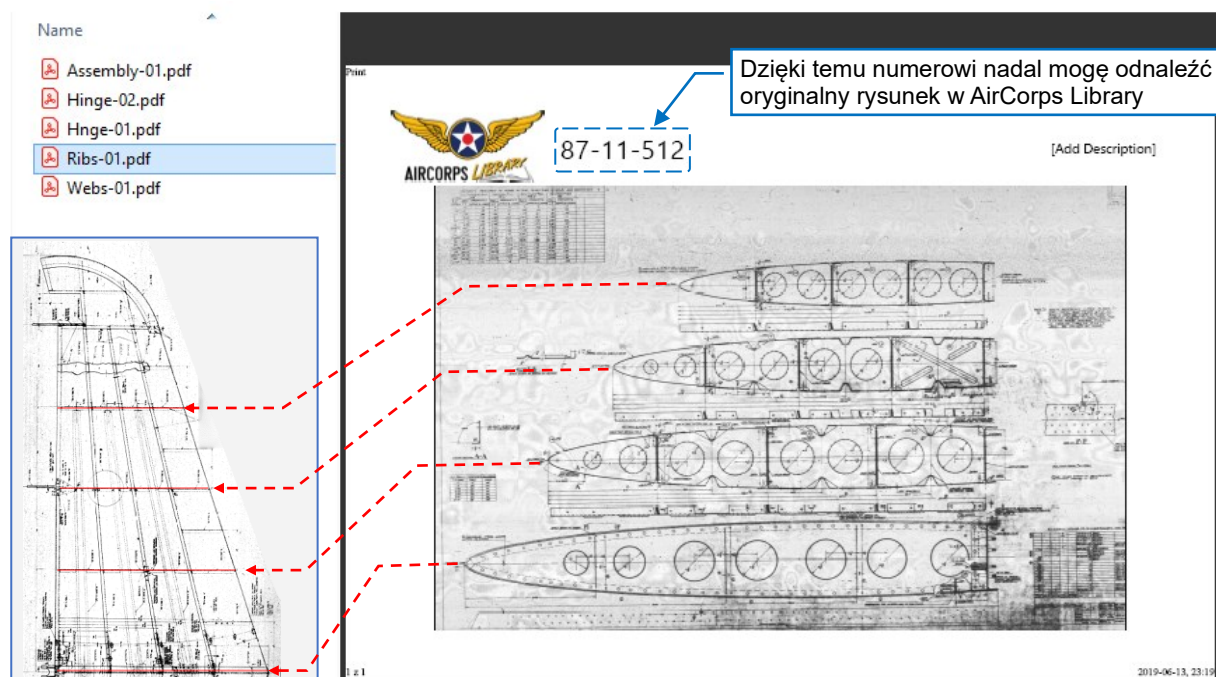
U większości producentów, numery rysunków zawierają segment związany z kategorią (podzespołem) narysowanej części. Oczywiście, każdy producent stosował tu swoje własne reguły. Czasami trudno je zidentyfikować. Na przykład, rysunki P-39/(P-63) w AirCorps Library są pogrupowane wg pierwszych trzech cyfr ich numerów, ale te kategorie nie są nazwane. Do znalezienia głównego rysunku złożeniowego trzeba użyć indeksu nazw z oryginalnego mikrofilmu (także udostępnionego na tej stronie).

Najgorszym przypadkiem, jaki zdarzyło mi się do tej pory napotkać jest system numeracji Douglasa. A dokładniej – jego brak! U tego producenta każdy z wykonywanych rysunków otrzymywał kolejny numer. Rezultat można zobaczyć w dokumentacji C-47. Kuratorzy AirCorps Library grupują jej skany wg pierwszych trzech cyfr numeru rysunku. Jednak to zupełnie bez sensu! Każda z tych grup to „mieszanka” przypadkowych części. Czasami można napotkać tu sekwencję kilku powiązanych rysunków, ale to raczej przypadkowy rezultat kolejności przypisywania ich numerów. Być może było to grupowe „zamówienie na numery” z jednego działu, więc otrzymały je po kolei. Napotkałem podobne problemy, gdy zacząłem analizować skany oryginalnej dokumentacji SBD Dauntless (A-24). Aby ją uporządkować, musiałem najpierw poświęcić jakieś sto roboczogodzin na stworzenie sensownego indeksu dla skanów jego mikrofilmów. (Więcej na ten temat możesz znaleźć w [moim blogu](#)).

Na szczęście, Curtiss używał bardziej zaawansowanego systemu (por. str. 202). W sekcji P-40 AirCorps Library zidentyfikowało środkowy segment numeru rysunku jako identyfikator zespołu, i nawet nadało tym kategoriom opisy. W większości przypadków ich grupowanie jest bardziej szczegółowe niż moje. Na przykład: użyłem tylko jednego rysunku złożeniowego z kategorii [Engine Mount Install](#) i pominąłem całą kategorię [Engine Starter](#). Zauważ jednak dużą liczbę rysunków w kategorii [Uncategorized](#): 3 403! Tę grupę przejrzałem jako ostatnią. Najpierw próbowałem skompletować podzespoły tego samolotu ze zidentyfikowanych kategorii. Robiąc to dowiedziałem się, jakich rysunków mi brakuje. Dopiero wtedy zacząłem ich szukać w tej grupie „niezidentyfikowanych” skanów.

Przejrzałem całą dokumentację z AirCorps Library używając ich stron z listami rezultatów wyszukiwań. Wybrane rysunki „drukowałem do PDF” (por. str. 210), a potem takie pliki zapisywałem do folderów docelowych.

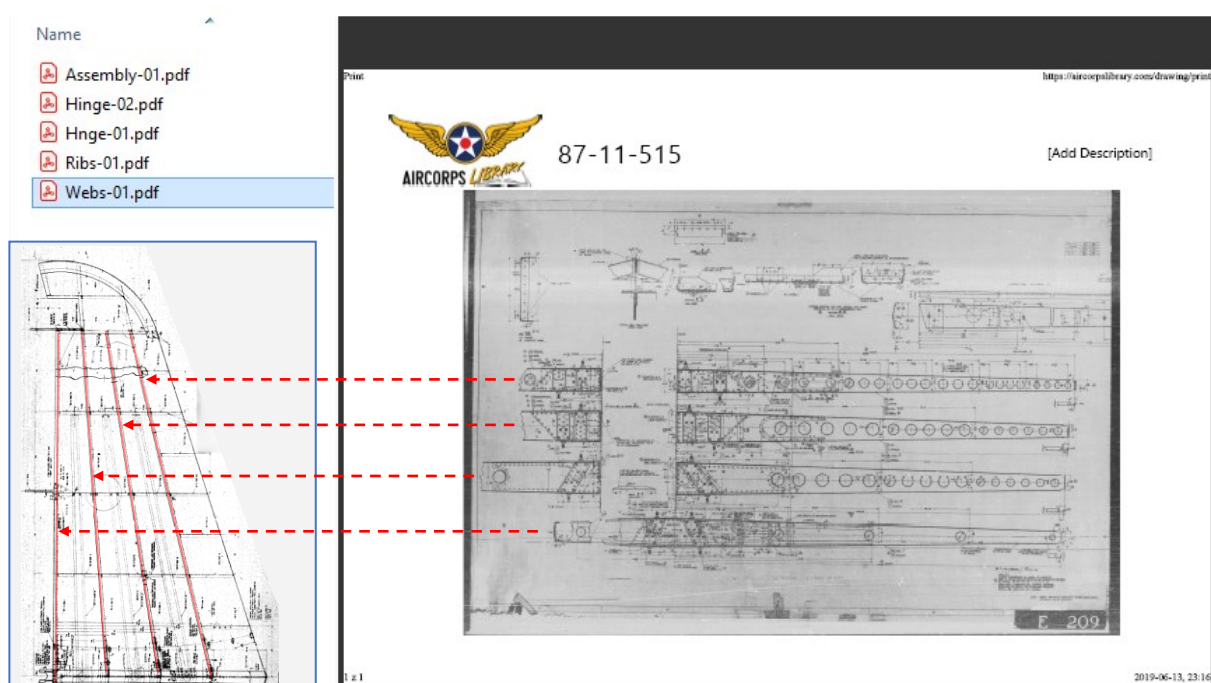
Na ilustracji poniżej pokazuję przykładową zawartość docelowego katalogu z rysunkami statecznika poziomego. Jak widać, wybrałem tylko kilka arkuszy, które opisują tę część: oprócz rysunku złożeniowego, pokazanego po lewej (Rysunek 9.2.3), jest tu także rysunek żeber:



Rysunek 9.2.3 Żebra statecznika poziomego

(Ostatnie żebro – to przy końcówce statecznika – jest na innym rysunku, który nazwałem *Ribs-02*). Zwróć uwagę na duży numer rysunku umieszczony na każdym z wydruków z AirCorps Library. Używałem ich często do ponownego sprawdzania danych źródłowych. Były m.in. pomocne przy eliminacji duplikatów.

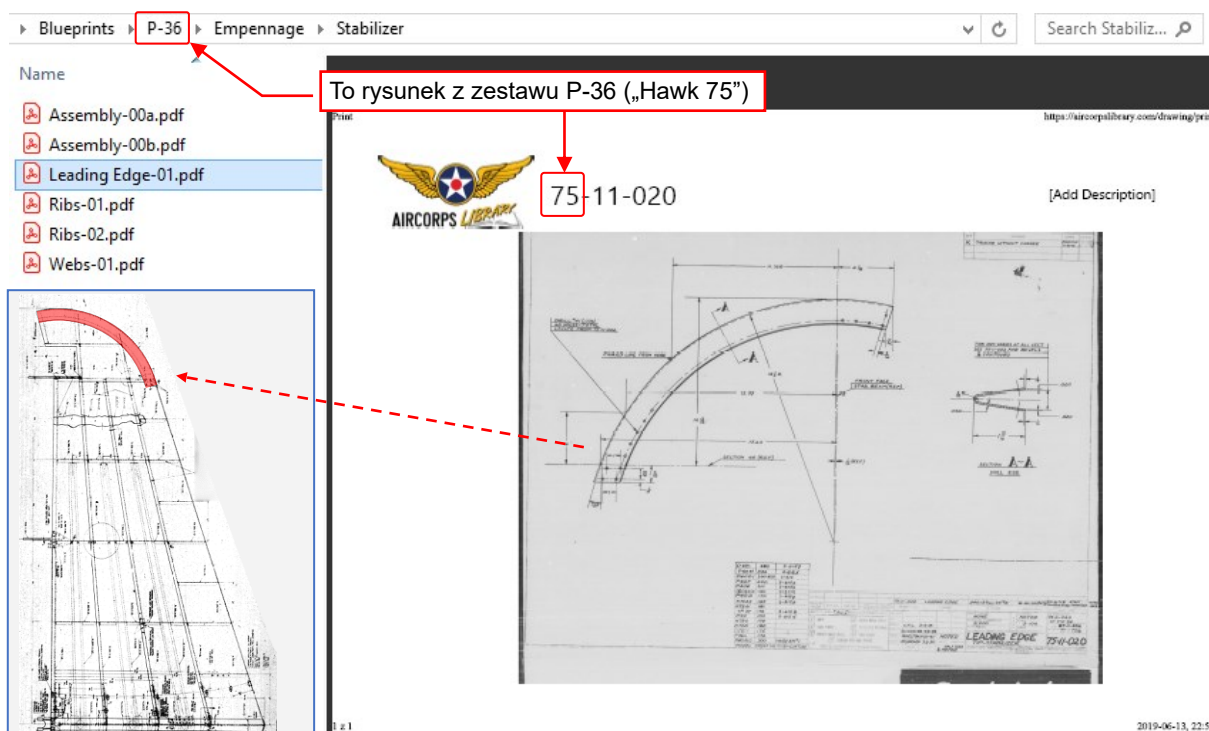
Inny rysunek z tego samego folderu – *Webs-01* – opisuje dźwigary statecznika:



Rysunek 9.2.4 Dźwigar i podłużnice statecznika poziomego

Jak widać na liście plików z tego katalogu (Rysunek 9.2.4, lewy górny narożnik), dodałem tutaj także dwa ważne szczegóły: zawiasy steru wysokości. W P-40 widać je w małych wycięciach w krawędzi natarcia steru.

Pewne pojedyncze arkusze są częścią kilku dokumentacji różnych samolotów. Na przykład – szczegółowy rysunek zaokrąglonej krawędzi końcówki statecznika znajduje się w równoległym folderze z rysunkami P-36:



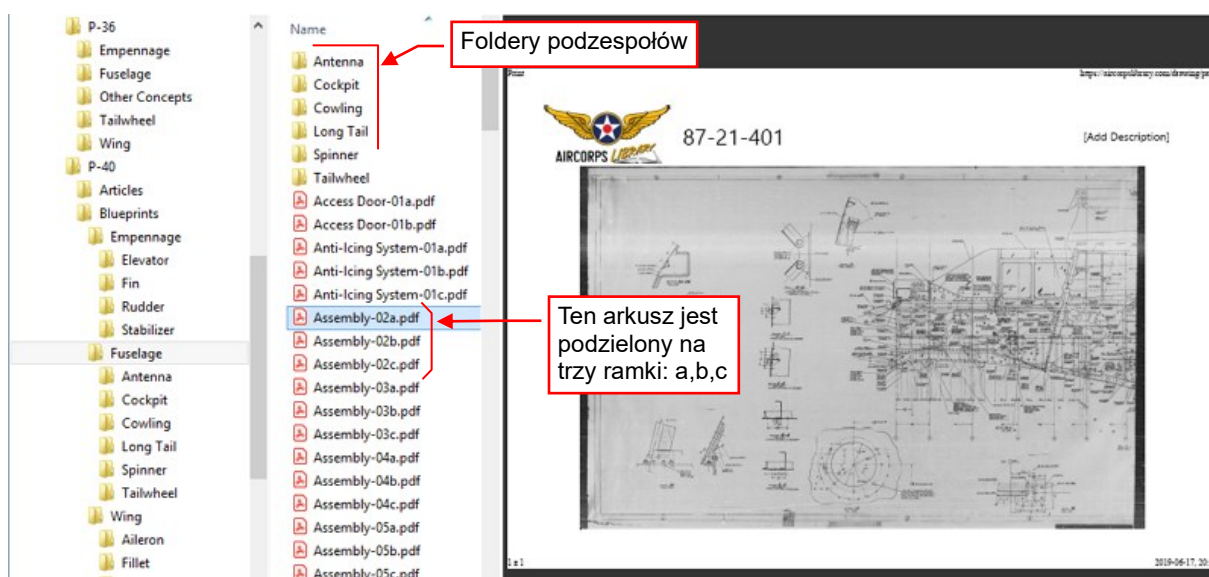
Rysunek 9.2.5 Łuk końcówki statecznika poziomego

Ta krawędź to wygięta w łuk duraluminiowa kształtka o przekroju „V”, użyta i w P-36, i w P-40.



Jak wspominałem w poprzedniej sekcji, mikrofilm Curtiss zeskanowany przez AirCorps Library zawiera dokumentację trzech samolotów: P-40, YP-37 i P-36. YP-37 pominąłem, ale dla P-36 przygotowałem oddzielne docelowe katalogi, o takiej samej strukturze jak dla P-40. Na szczęście można łatwo określić typ samolotu po początku numeru rysunku: „75” to P-36, „81” to YP-37, „87” to P-40.

Oczywiście, foldery docelowe większych zespołów, jak **Fuselage**, zawierają więcej rysunków:



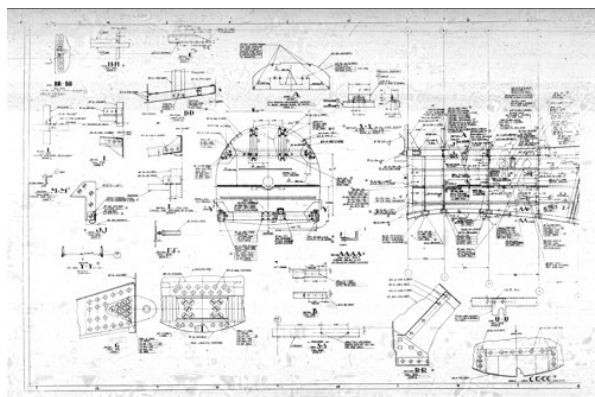
Rysunek 9.2.6 Zawartość folderu Fuselage

Niektóre z folderów podzespołów (np. **Antenna**) stworzyłem tylko dlatego, że liczba ich rysunków przekroczyła siedem. (Było wiele różnych odmian masztu anteny). Zwróć także uwagę na dużą liczbę rysunków złożeniowych (**Assembly-02**, **Assembly-03**, itd.). Dla każdej nowej wersji P-40 (D, E, F, K, L, M, N) inżynierowie Curtiss

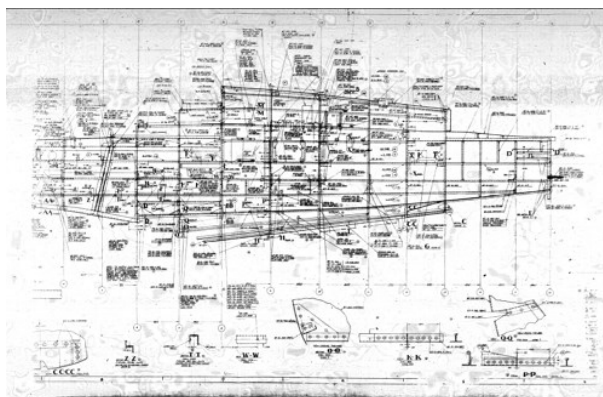
musieli przerysowywać nowy arkusz złożeniowy. Stworzyłem nawet oddzielny podfolder dla wariantów z wydłużonym ogonem (późne P-40F, K, M, L, i wszystkie odmiany P-40N).

Gdy pojedynczy arkusz zajmuje kilka ramek mikrofilmu, dodaję do nazw jego plików końcówki „a”, „b”, „c”:

Skeleton-01a



Skeleton-01b



Rysunek 9.2.7 Dwie ramki arkusza z rysunkiem szkieletu kadłuba

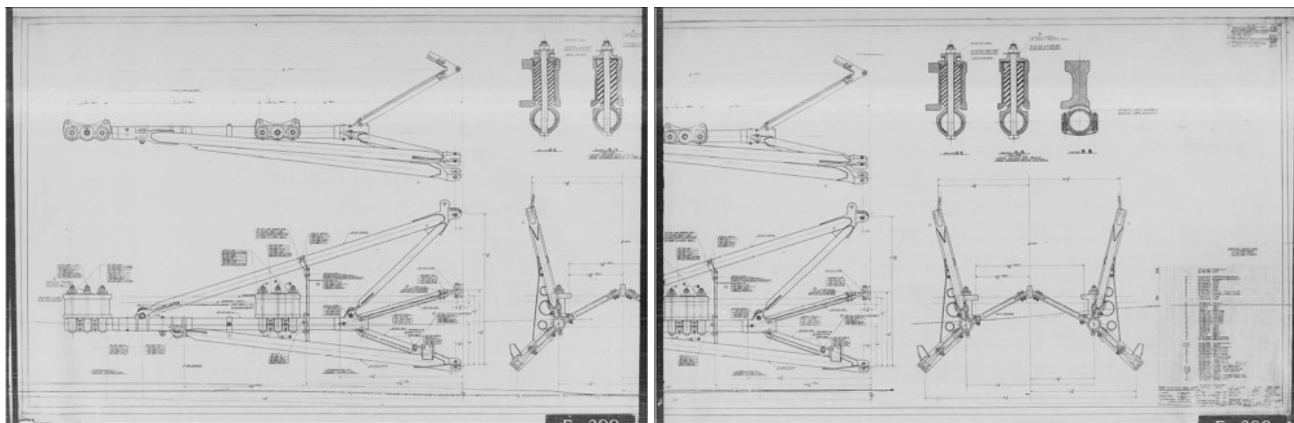
Ogólnie rzecz biorąc, w folderze **Fuselage** umieściłem rysunki złożeniowe, szkieletu, i rysunki każdej wręgi kadłuba. Zazwyczaj taka wręga składa się z wielu części, i w oryginalnej dokumentacji wymagają własnych rysunków złożeniowych. Niektóre wręgi mają więcej niż jeden rysunek złożeniowy (szczególnie te najbardziej skomplikowane, jak przegroda silnika). Pomiąłem tu podłużnice, ponieważ są to proste kształtki o przekroju „L”, lekko wygięte pomiędzy kolejnymi wręgami. Z podobnego powodu nie skopiowałem też rysunków głównej podłużnicy kadłuba. Wybrałem natomiast kilka ważnych detali – na przykład listwy mocujące kadłub do skrzydła. (Choć ukryte pod owiewkami skrzydeł, były widoczne ze środka kabiny pilota). Są tu także oddzielne podkatalogi dla kołpaka śmigła, okapotowania silnika, kabiny pilota, i zespołu kółka ogonowego. Osłona silnika ma kilka wariantów, więc stworzyłem oddzielne foldery: dla wczesnych („długonosych”) P-40-cu/B/C, dla późniejszych („krótkonosych”) P-40D i następnych. Ten ostatni jest dodatkowo podzielony na osłony dla wersji z silnikiem Allison (D, E, K, M, N) i Merlin (F, M).

Podobnie w folderze **Wing** umieściłem rysunki złożeniowe, szkieletu oraz żeber i dźwigarów. Są tu oddzielne podfoldery dla kłap, lotek, końcówki skrzydła, owiewki kadłuba, „kila” (to specyficzna dla P-40 „kontynuacja kadłuba”, ciągnąca się pod skrzydłem), karabinów maszynowych, podwozia głównego i jego owiewek.

9.3 Identyfikacja brakujących rysunków

Wykorzystując metody opisane w poprzedniej sekcji, ostatecznie wybrałem z zestawu AirCorps około 900 rysunków P-40, podzielonych na 36 folderów i podfolderów. Dodatkowo skopiowałem także 450 rysunków P-36, pogrupowanych w 26 folderów. Podczas tej pracy zauważyłem, że dokumentacja z tych mikrofilmów jest niekompletna. Nie mogłem znaleźć skanów różnych arkuszy, które były wymienione na rysunkach złożeniowych.

Co więcej, znalazłem tylko kilka rysunków „długonosych” wersji P-40 (-cu/B/C). Na przykład: największym podzespołem P-40/B/C jaki udało mi się zidentyfikować jest łożo silnika Allison-1710 C15:



Rysunek 9.3.1 Łoże silnika Allison V-1710 C15 (rysunek nr 87-22-001)

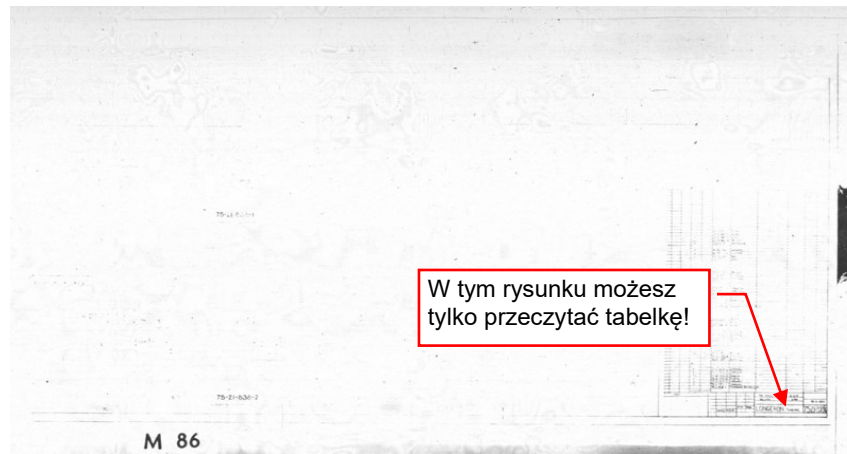
Pozostałe odnalezione rysunki „długonosych” P-40 pochodzą z dokumentacji prototypu (XP-40). Oceniając na podstawie numerów tych arkuszy, XP-40 był traktowany jako nowy wariant P-36: wszystkie mają prefiks „75” i „8” jako piątą cyfrę. Na przykład – w zbiorach AirCorps Library możesz znaleźć rysunek mocowania chłodnic cieczy w XP-40 (rysunek nr 75-50-858):



Rysunek 9.3.2 Rysunek zamocowań chłodnic cieczy w XP-40

Zwróć uwagę jak mało widoczne i cienkie są linie na tym skanie. W niektórych jego częściach zupełnie rozmywają się w tle. To niestety reguła, a nie wyjątek: większość rysunków XP-40 jest jeszcze mniej czytelna!

Na wielu arkuszach XP-40 jedynym elementem, który można dostrzec, jest tabelka rysunku:



Rysunek 9.3.3 Przykład nieczytelnego rysunku XP-40

W sumie, to 25% rysunków XP-40 jest nieczytelnych! Wygląda na to, że z powodu złego kontrastu oryginalnych rysunków i niewłaściwych ustawień kamery mikrofilmu te informacje zostały utracone na zawsze.

To poważny problem. Zamierzałem użyć tej dokumentacji do udoskonalenia mojego modelu P-40B. Z P-36 mogę wykorzystać „eksportową” wersję skrzydeł (z 2 km) i kadłub (od przegrody silnika) jako pierwsze przybliżenie płatowca P-40B. Mogę potem je uzupełnić pewnymi szczegółami z rysunków P-40D/E: „kilem” pod skrzydłem, płaskimi pokrywami kółka ogonowego, większym podwoziem głównym i jego uproszczonymi owiewkami. Jednak bardzo potrzebuję danych geometrycznych unikalnej osłony silnika P-40/B/C!

Wygląda na to, że nie jest to tylko mój problem. W [80. numerze magazynu „Classic Wings”](#) znalazłem artykuł o odbudowie egzemplarza P-40B, zakończonej w 2011r. przez zespół AvSpecs. Z powodu braku jakiegokolwiek dokumentacji, musiano w nim odtworzyć całą sekcję silnika wyłącznie na podstawie zdjęć innego, odrestaurowanego wcześniej P-40! Załączam poniżej fragment ze str. 18 tego magazynu:

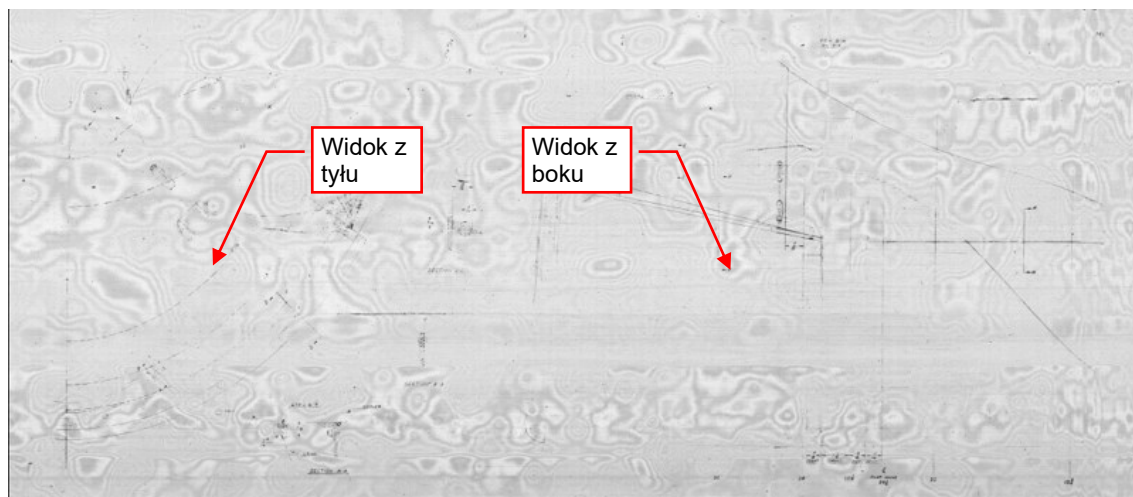


Rysunek 9.3.4 Problemy w odbudowie prawdziwego P-40B

W takim przypadku istnieje możliwość, że w tej maszynie powielono także ewentualne błędy popełnione przy odbudowie tego wcześniejszego P-40B (był to samolot z [Flying Heritage Collection](#)).

Pamiętając o tym wszystkim, zacząłem przeglądać 3 400 nieskategoryzowanych rysunków z AirCorps Library. Najpierw natknąłem się na dodatkową grupę rysunków P-36, pominiętą zapewne przez pomyłkę: arkusze 75-28-XXX opisują osłonę NACA dla silnika *Double Wasp*. Oczywiście, to pozwoliło mi uzupełnić tę lukę w dokumentacji P-36, lecz nie było to moim głównym celem. Inne rysunki z grupy **Uncategorized** wydawały się należeć do Y1P-36 (numery przedrostków: 85-* i 99-*), XP-37 (przedrostki: 84-* i 90-*), i P-40F (przedrostek: 96-*). Są tu także dane geometryczne (ang. „layout” – rysunki o numerach z przedrostkiem „L”), szkice robocze (przedrostek „SK”), oraz propozycje projektowe (przedrostek: „P”).

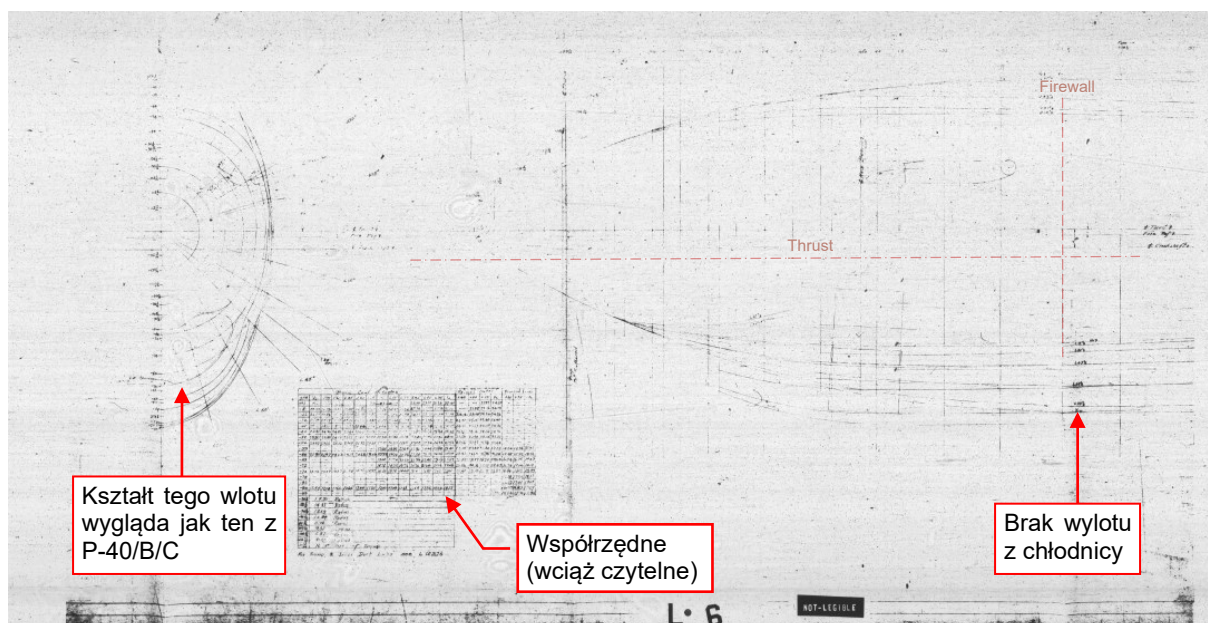
Wśród tych rysunków znalazłem trochę takich szkiców XP-40, jak przedstawiony poniżej **SK-2698**:



Rysunek 9.3.5 Czy to wylot powietrza z chłodnicy XP-40?

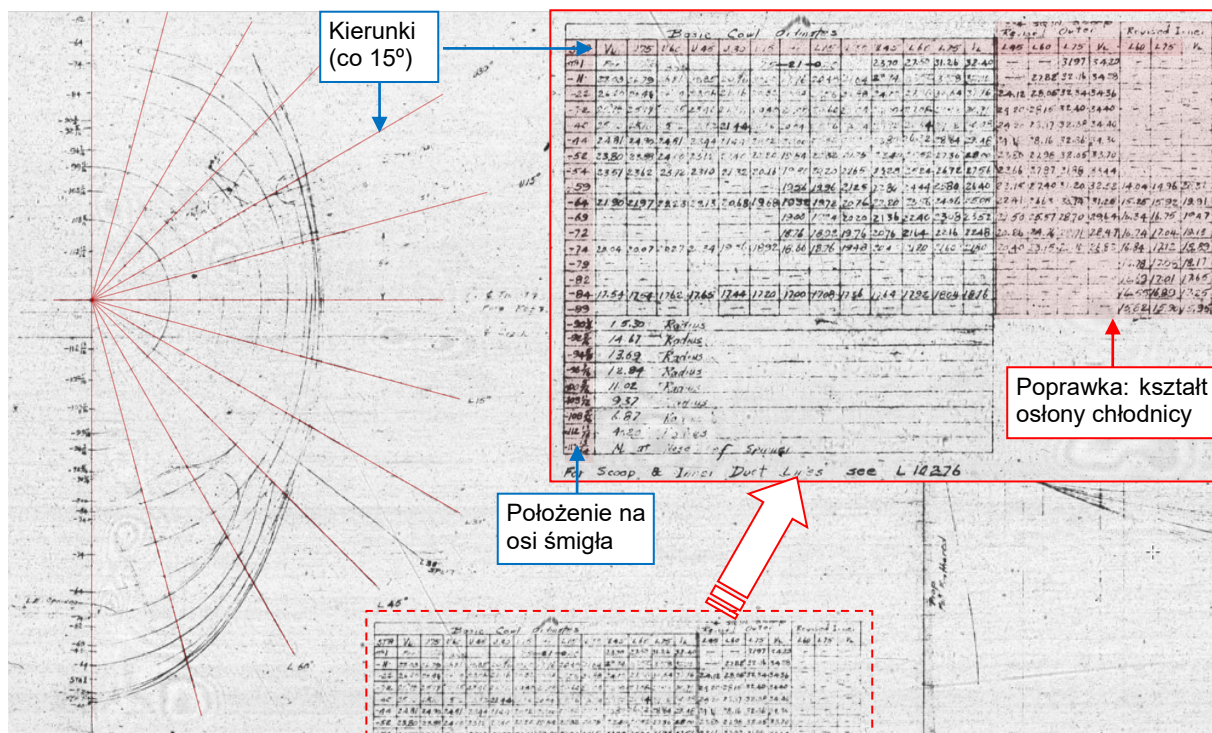
W tabelce znamionowej tego szkicu mogłem odczytać: „Cooler Duct – Rear”. Śledząc te cienkie, zanikające linie, byłem w stanie zidentyfikować widoki z tyłu i z boku. Jednak pomiędzy październikiem 1938r. i lutym 1940r. chłodnice XP-40 były modyfikowane cztery razy, i tylko ostatnia z tych modyfikacji, wprowadzona po grudniu 1939r., odpowiada kształtowi chłodnicy użytej w P-40/B/C. Nie byłem w stanie określić, czy ten rysunek przedstawia tę ostatnią zmianę, czy może jeden z wcześniejszych wariantów.

Natknąłem się także na szkic geometrii (numer: **L-10202**). W jego tabelce można odczytać: „Basic Cowl Lines”. Jednak typ samolotu jest w niej nieczytelny, podobnie jak daty (pierwsza z nich może być „1/6/39”, a ostatnia „6/7/..”, lecz nie jestem tego pewien):



Rysunek 9.3.6 Geometria osłony silnika XP-40 (rysunek nr: **L-10202**)

Patrząc na rzut z boku (Rysunek 9.3.6), z jego relatywnie małym chwytem powietrza do chłodnicy i brakującym wylotem, myślałem że **L-10202** przedstawia „środkowy” wariant XP-40, ze stycznia 1939. Jednak później zauważyłem, że na rzucie z przodu ten chwyt powietrza jest dość duży, i wygląda znajomo – tak jak ten z P-40/B/C! (Żadna z wcześniejszych odmian XP-40 nie miała chwytu powietrza podzielonego na trzy części, jakie widać na tym rysunku). Ten szkic zawiera także częściowo czytelne współrzędne, opisujące kształt osłony silnika. Są wyrażone w układzie cylindrycznym, o osi biegnącej wzdłuż osi śmigła:



Rysunek 9.3.7 Szczegóły szkicu L-10202

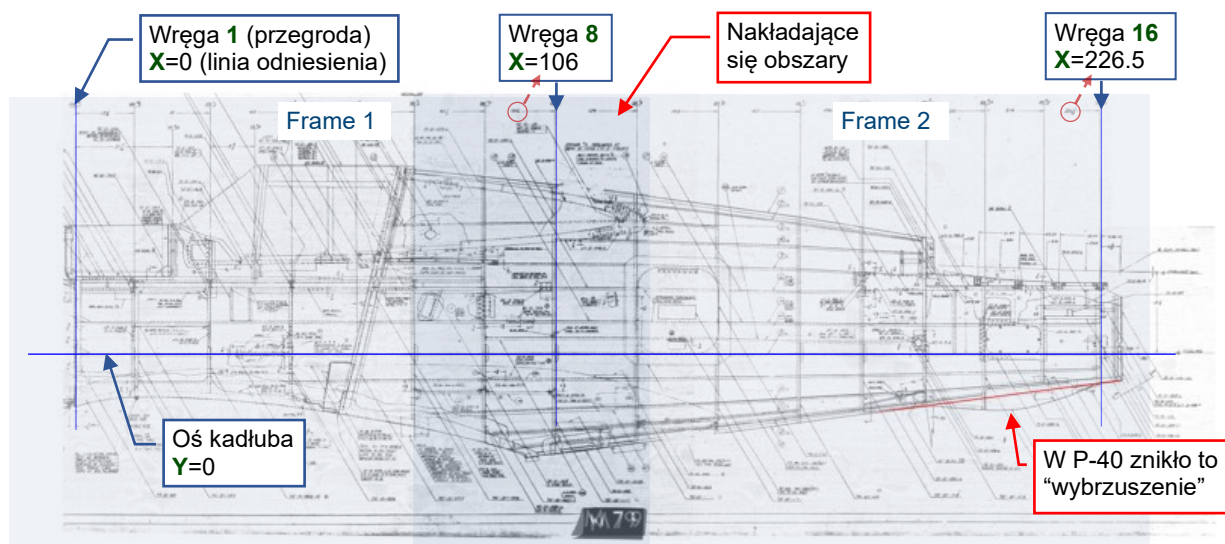
Położenie płaszczyzny śmigła i inne wymiary są mierzone od płaszczyzny przegrody silnika. Wszystkie wartości są podane w calach. Patrząc na umieszczoną poniżej sylwetkę tabelę współrzędnych zauważyłem, że jej lewa strona opisuje „czystą” wersję kształtu osłony silnika (taką, jak w pierwszej konfiguracji XP-40, w której „pudełkowatą” chłodnicę umieszczono za skrzydłem). Dołączona po prawej stronie druga część tabeli opisuje modyfikację (może ostatnią?), w której tunel chłodnic jest umieszczony pod silnikiem. Ten rysunek po prostu pomija kształt wylotu z tego tunelu (może dlatego, że przedstawia go inny szkic?). Brakuje tu także chwytu powietrza do gaźnika i osłon km, umieszczonych na szczycie osłony silnika. Jednak może jest to „rysunek koncepcyjny”, który po prostu mógł nie uwzględniać tych detali?

Zdecydowałem się dopasować kształt opisany w tym szkicu do kadłuba P-36, i sprawdzić czy taka kombinacja odpowiada zdjęciom P-40. Może to jest prawdziwa geometria osłony silnika P-40/B/C? Szczegóły tego porównania opiszę w sekcjach 9.6 i 9.7.

9.4 Kompozycja podstawowego widoku z boku

Jak napisałem w poprzedniej sekcji, nie można znaleźć kompletnej dokumentacji wczesnych wariantów P-40 (tak zwanych „długonosych”: P-40-cu, P-40B i P-40C). Zebrałem wszystko, co jest obecnie dostępne w Internecie: rysunki bezpośredniego „przodka” tego myśliwca (P-36) i jego późniejszych wersji („krótkonosych” P-40D..P-40N). Wykorzystując skany ramek ich mikrofilmów, archiwalne zdjęcia i opisy techniczne można odtworzyć skrzydła, usterzenie i kadłub (od ogona do przegrody silnika) tych wczesnych P-40.

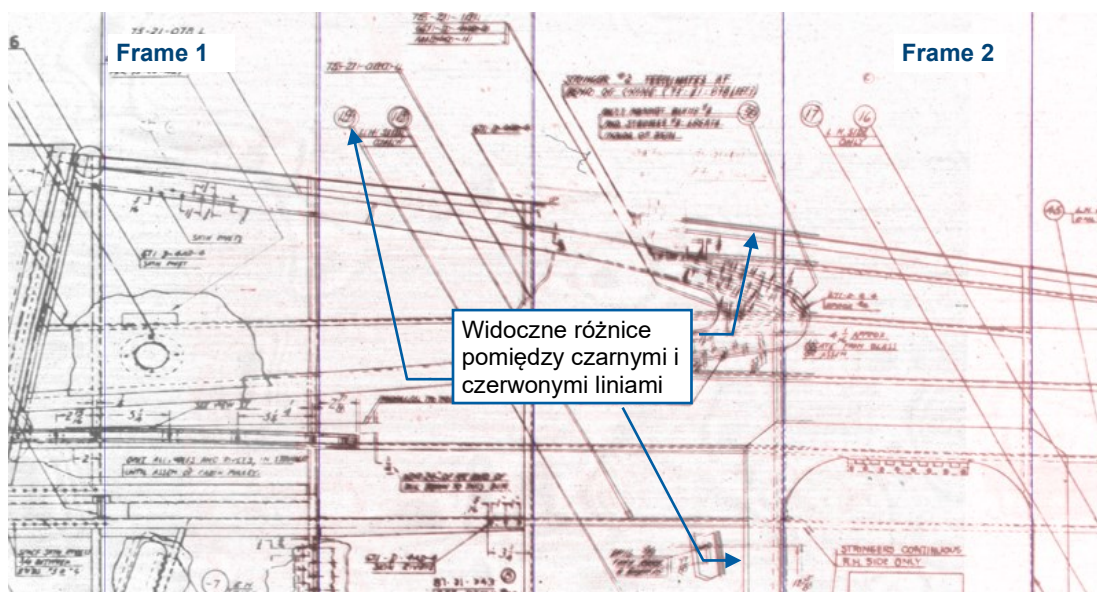
Rozpocząłem od najbardziej oczywistej części widoku z boku: kadłuba. Za wręgą nr 1 (przegrodą silnika) był w zasadzie taki sam jak w P-36, z wyjątkiem osłony kółka ogonowego:



Rysunek 9.4.1 Kadłub P-36 (od przegrody silnika) z osłoną kółka ogonowego jak w P-40

Połączyłem tu dwie ramki mikrofilmu (**Frame 1** i **Frame 2** z ilustracji powyżej) rysunku szkieletu P-36 (numer rysunku: **75-21-606**). Szczegóły „klejenia” tych dwóch obrazów znajdziesz na str. 192. Na tym widoku z boku umieściłem oś kadłuba w **Y=0**, a płaszczyznę przegrody silnika w **X=0**. Zmniejszyłem obydwa skany do skali 1:1, czyli 1 jednostka rysunku (1 piksel) = 1 cal.

Dopasowując te dwa skany, zaobserwowałem niewielkie różnice pomiędzy zwymiarowanymi położeniami wręg a ich liniami na tym rysunku. Co więcej, podobne odchylenia wystąpiły w obszarze, w którym prawy i lewy obraz nakładają się na siebie. Dla porównania, Rysunek 9.4.2 przedstawia prawą ramkę w kolorze czerwonym:



Rysunek 9.4.2 Nakładające się obszary dwóch sąsiednich ramek mikrofilmu

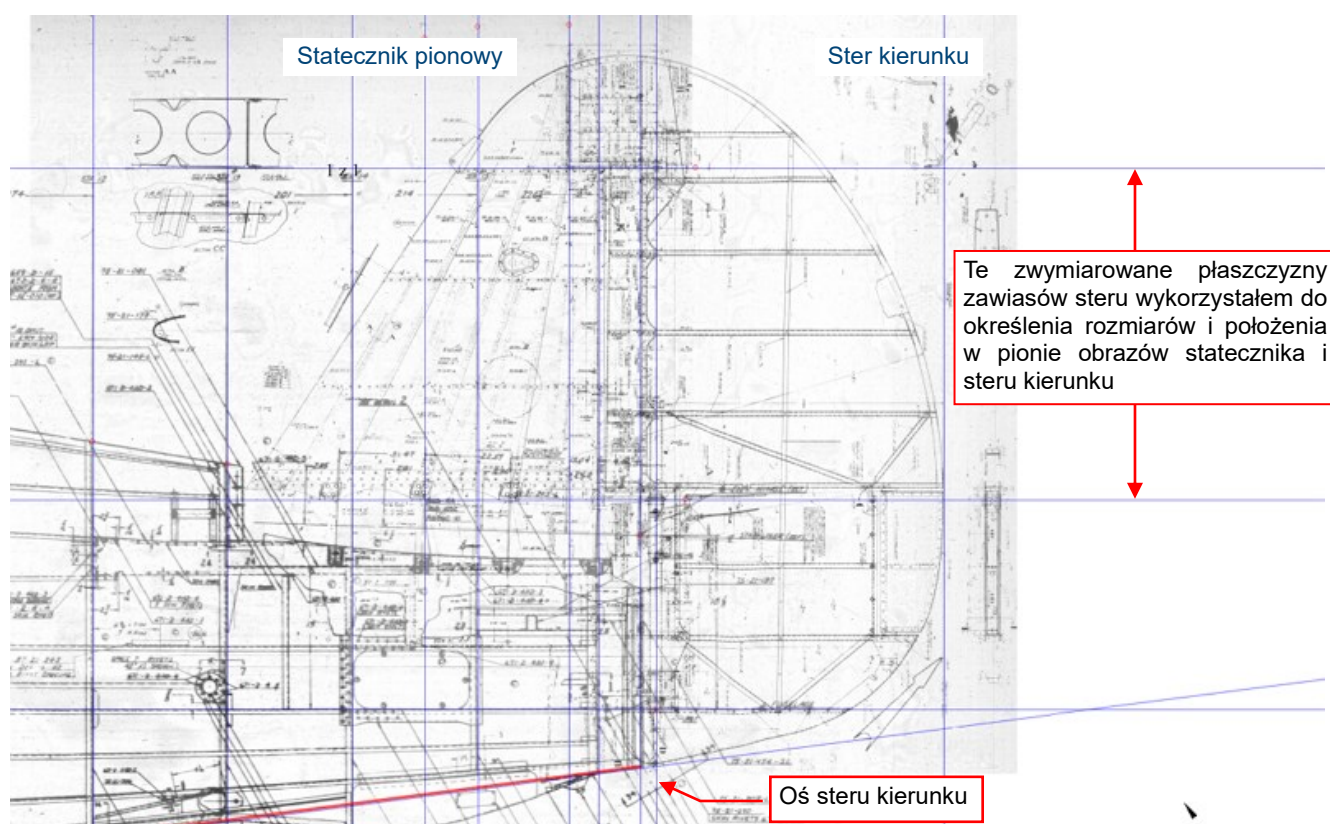
Jak widać powyżej, te dwa obrazy są nieco „niezsynchronizowane”. Obydwie ramki przedstawiają ten sam, pojedynczy arkusz. Rezultat, jaki pokazuje Rysunek 9.4.2 oznacza, że co najmniej jedno z tych zdjęć jest lekko zniekształcone (szczególnie wzdłuż zewnętrznych krawędzi).

Napotkane deformacje korygowałem rozciągając każdy ze skanów, tak by narysowane na nich linie odniesienia odpowiadały podanym wymiarom (por. str. 192-194). Jednak niektóre zniekształcenia (np. beczkowate) są nieliniowe, i dlatego nie mogłem poprawić „niezsynchronizowanych” linii pokazywanych przez Rysunek 9.4.2. W takim przypadku jedynym wyjściem było określenie, który z obrazów jest mniej zdeformowany, i zamaskowanie linii tego drugiego. Wykorzystałem w tym celu prostokąty wypełnione białym gradientem (szczegóły – str. 196).



Jak wspomniałem już w sekcji 5.3 (str. 102): gdy tylko to możliwe, wykorzystuj jawnie podane wymiary. Używaj narysowanych na odbitkach konturów tylko wtedy, gdy nie masz żadnej lepszej alternatywy.

Wykorzystując wymiary podane w rysunkach złożeniowych (położenie osi steru kierunku, wysokość tego steru – por. str. 104) mogłem dodać do tego kadłuba rysunki usterzenia pionowego (Rysunek 9.4.3):



Rysunek 9.4.3 Dopasowywanie rysunków usterzenia pionowego P-36 (we wczesnych P-40 było identyczne)

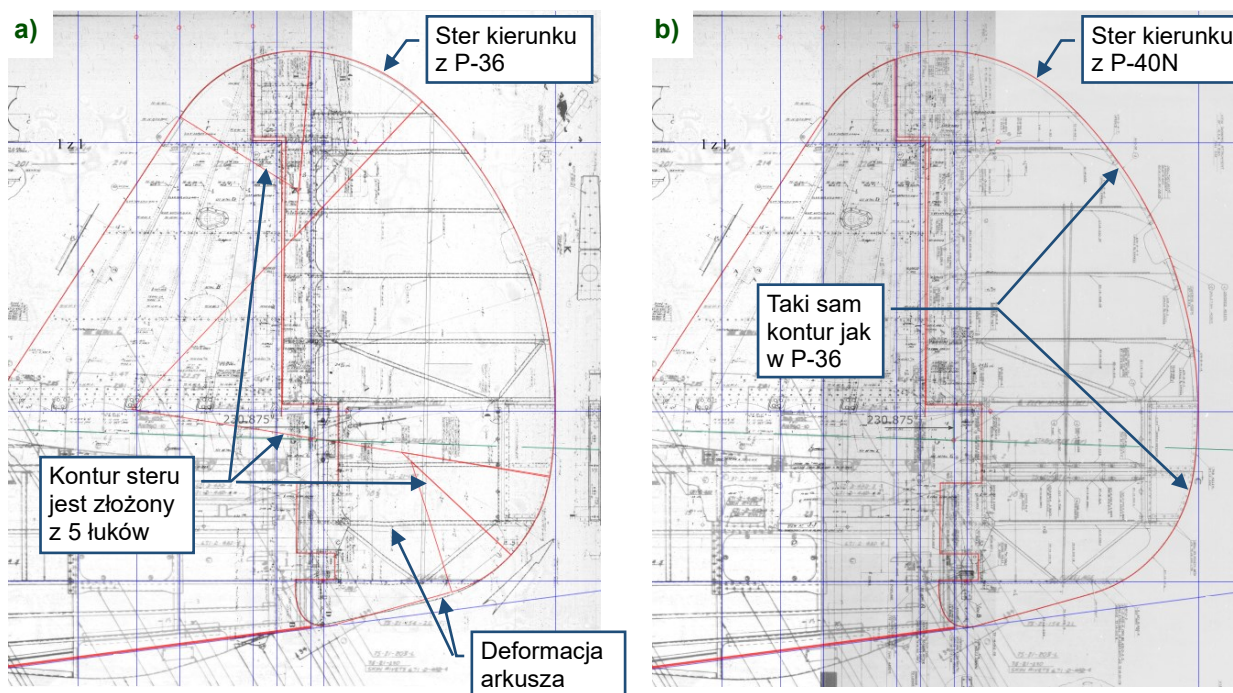
Statecznik pionowy i ster kierunku we wczesnych P-40 były takie same jak w P-36. W późniejszych wersjach jedyną zmianą był wprowadzony w P-40D popychacz klapki trymera, w miejsce dotychczasowych cięgien.



W P-40K-1 powiększono statecznik pionowy i dodano mu z przodu płetwę grzbietową, aby przeciwdziałać problemom ze statecznością podłużną „krótkonosych” P-40. Jednak w sierpniu 1942r. Curtiss zdecydował się rozwiązać ten problem w inny sposób: wydłużając kadłub. Przesunięto oryginalny („jak z P-36”) statecznik i ster kierunku do tyłu o około 20 cali. Ta modyfikacja została wprowadzona w P-40K-10 z silnikami Allison i P-40F-20 z silnikami Merlin (zakłady Curtiss produkowały obydwa warianty tych maszyn równolegle).

W tym rzucie z boku użyłem rysunku statecznika pionowego z P-36 (**75-12-001**) i odpowiadającego mu rysunku steru kierunku (**75-14-001**). Zweryfikowałem dokładną skalę i pozycję w pionie tych dwóch obrazów wykorzystując zwymiarowane płaszczyzny zawiasów steru kierunku.

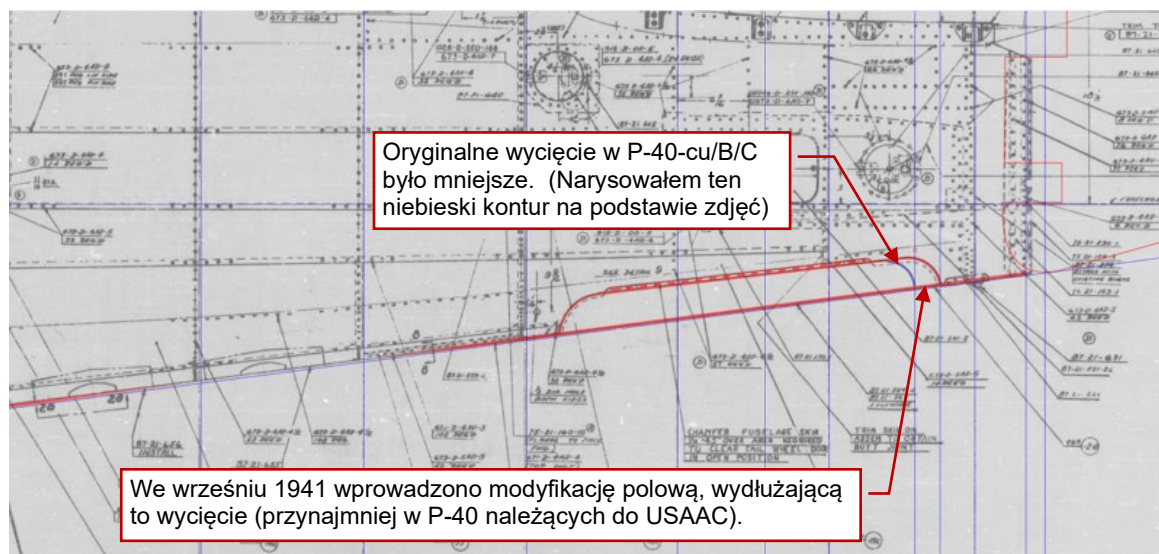
Linie rysunków usterzenia są dużo cieńsze od linii na arkuszach ze szkieletem kadłuba. Aby stały się bardziej widoczne, zdecydowałem się obrysować ich kontury w Inkscape. Na rysunkach P-36 znalazłem promienie i środki pięciu łuków, z których jest złożona krzywa krawędzi spływu steru kierunku. Te wymiary pomogły mi odтворzyć ten kształt, pomimo deformacji dolnej części skanu tego arkusza (Rysunek 9.4.4a):



Rysunek 9.4.4 Obrysowanie konturów usterzenia

Do weryfikacji tego kształtu użyłem steru kierunku z P-40N (Rysunek 9.4.4b). Jak widać, czerwony obrys, który naniósłem w Inkscape, pasuje do obydwu obrazów. Do tego niezdeformowanego skanu z P-40N pasuje nawet lepiej niż do oryginalnego, lekko zniekształconego arkusza z P-36. Wydaje mi się, że wiele krzywych w P-40 było opisanych za pomocą kilku stycznych łuków (tak jak ten ster). Dla pozostałych przypadków Curtiss używał klasycznych tablic współrzędnych, które opisywały kilka punktów krzywej. Pomiędzy tymi punktami musisz sam dobrać kształt konturu. Wykorzystaj potem zdjęcia, aby sprawdzić, czy rezultat wygląda prawidłowo.

Zakładając, że osłony otworu kółka ogonowego we wszystkich wersjach P-40 były takie same, skopiowałem ich kontury z rysunku kadłuba P-40E (nr. **87-21-401**):

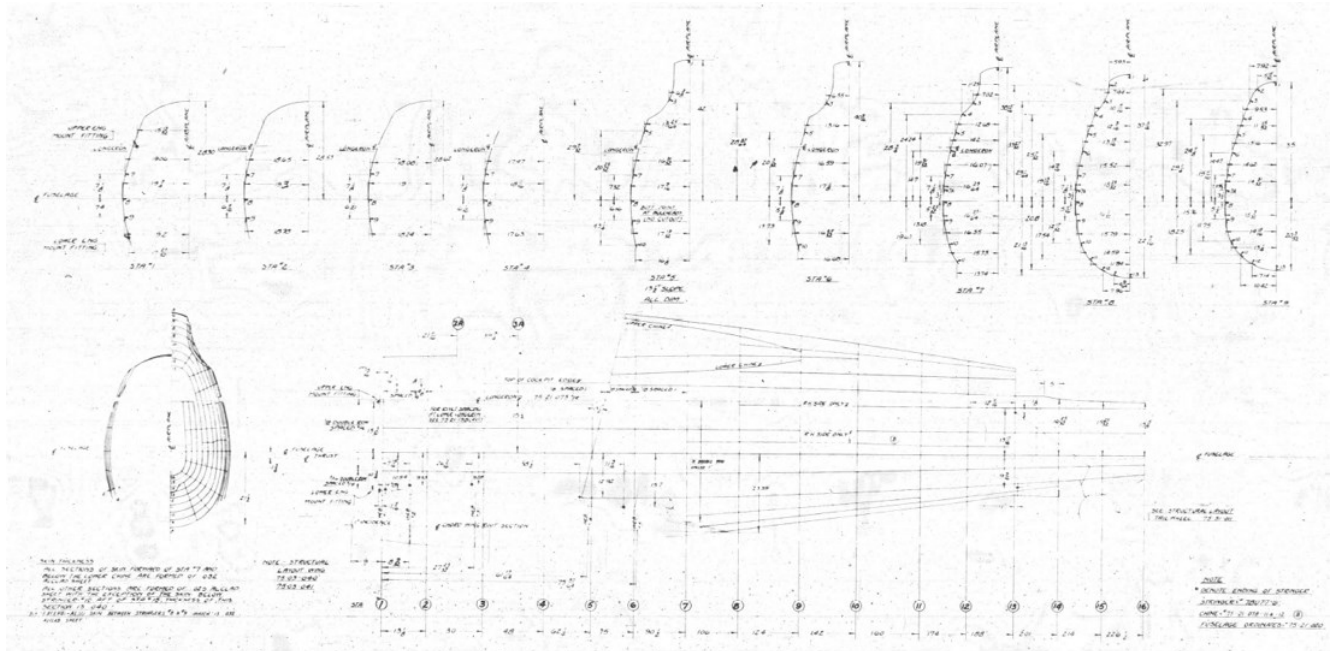


Rysunek 9.4.5 Kopiowanie konturu wycięcia na kółko ogonowe z rysunku złożeniowego P-40E

Jednak z publikacji Dany Bella „P-40 Warhawk” ([Aircraft Pictorial #5](#)) dowiedziałem się, że oryginalnie to wycięcie było mniejsze. Jesienią 1941 Curtiss wysłał do wszystkich jednostek USAAC zestawy do modyfikacji, które

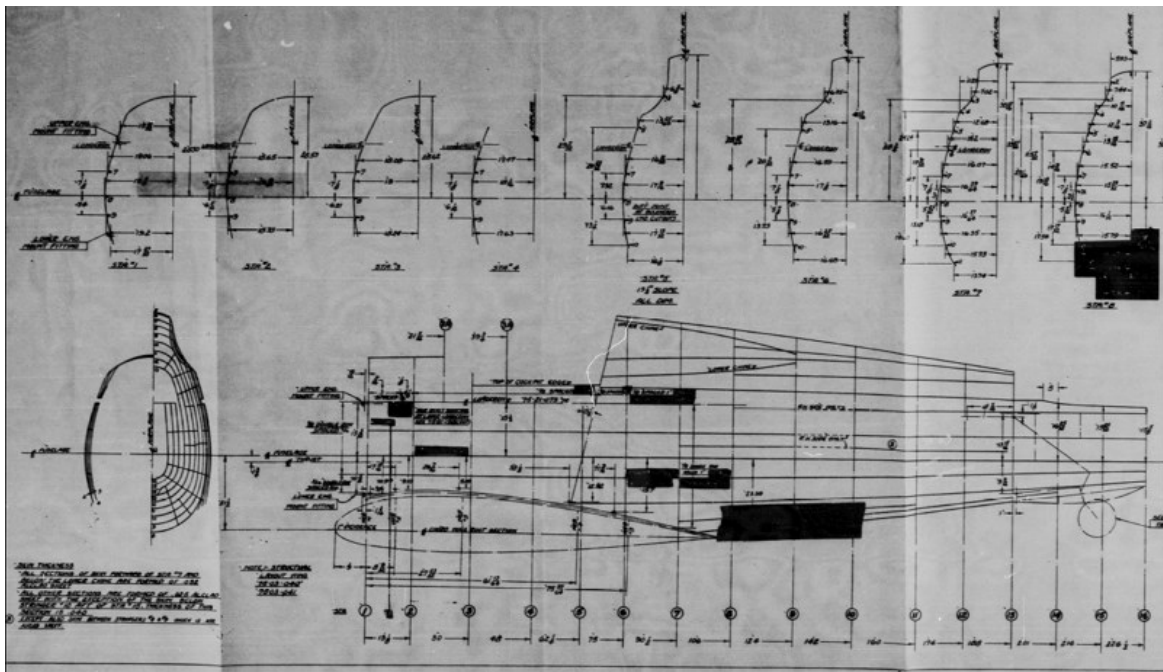
wydłużały goleń kółka ogonowego. Ta modyfikacja miała zmniejszyć tendencję do kapotowania, która prześladowała P-40. Zmodyfikowane osłony miały wycięcie na wystającą z kadłuba dolną część kółka. Wydaje się, że ta modyfikacja nie była stosowana w eksportowych Tomahawkach, w tym w maszynach z AVG. Rysunek 9.4.5 pokazuje także kontur tego oryginalnego wycięcia. Naniósłem go wyłącznie w oparciu o zdjęcia, więc jest w kolorze niebieskim (oznacza to, że ta linia nie jest potwierdzona przez żaden oryginalny rysunek lub wymiar).

Znalazłem dwie wersje rysunku struktury kadłuba P-36/wczesnych P-40, zawierające kluczowe wymiary. Poniżej pokazuję pierwszą wersję (rysunek nr **75-21-140**) z dokumentacji P-36:



Rysunek 9.4.6 Geometria kadłuba P-36 (rysunek nr 75-21-140, skan ramki 1/2)

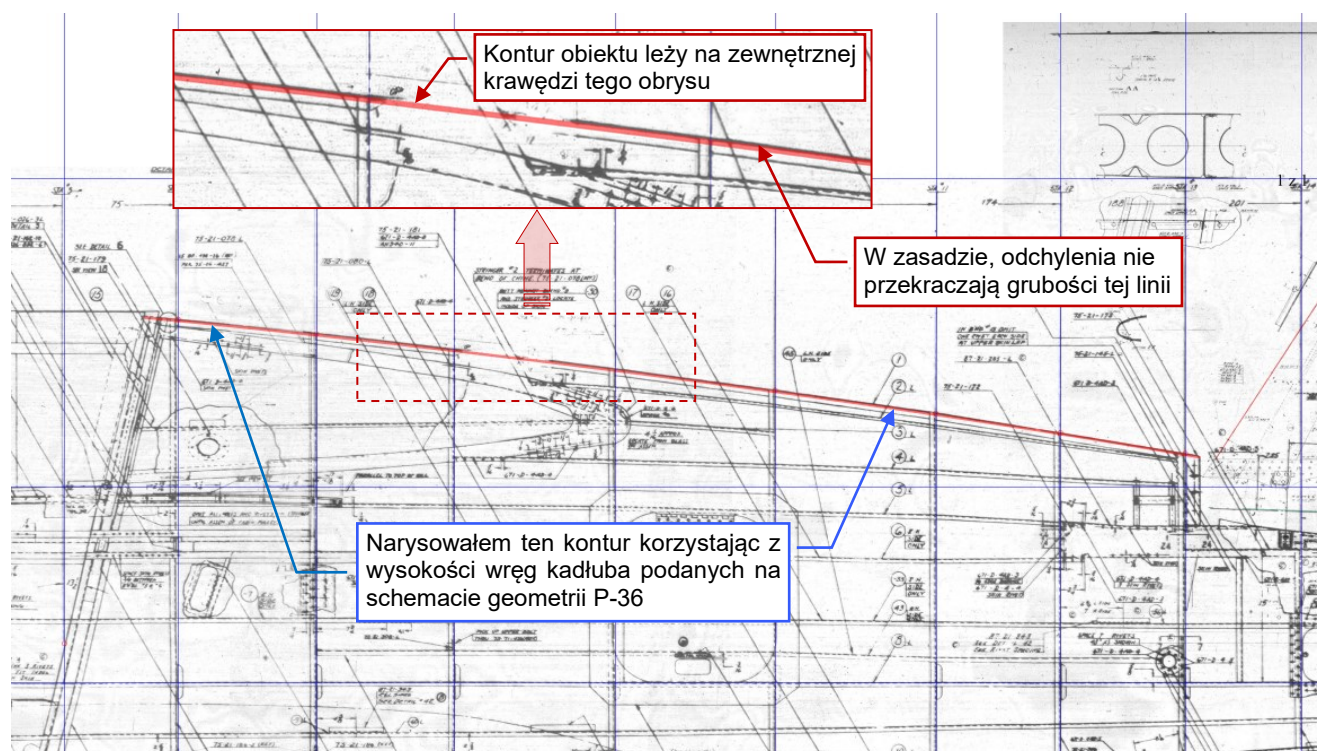
Istnieje także jeszcze inny wariant (rysunek nr **75-21-836**), przygotowany dla prototypu XP-40:



Rysunek 9.4.7 Geometria kadłuba wczesnego wariantu XP-40 (rysunek nr 75-21-836, skan ramki 1/2)

Linie na tym rysunku są szersze i ciemniejsze niż na skanach P-36, co może być przydatne do sprawdzania mniej czytelnych wymiarów. Zwróć uwagę na czarny obszar na kadłubie za skrzydłem. Wydaje się, że użyto tu odbitki arkusza P-36, zamazując obszary, które miały ulec zmianie. Sądzę, że ten rysunek dotyczy pierwszego wariantu XP-40, w którym chłodnicę cieczy umieszczono za skrzydłem.

Wykorzystując wymiary z tych dwóch schematów, narysowałem dokładny górny kontur kadłuba P-40B (Rysunek 9.4.8):



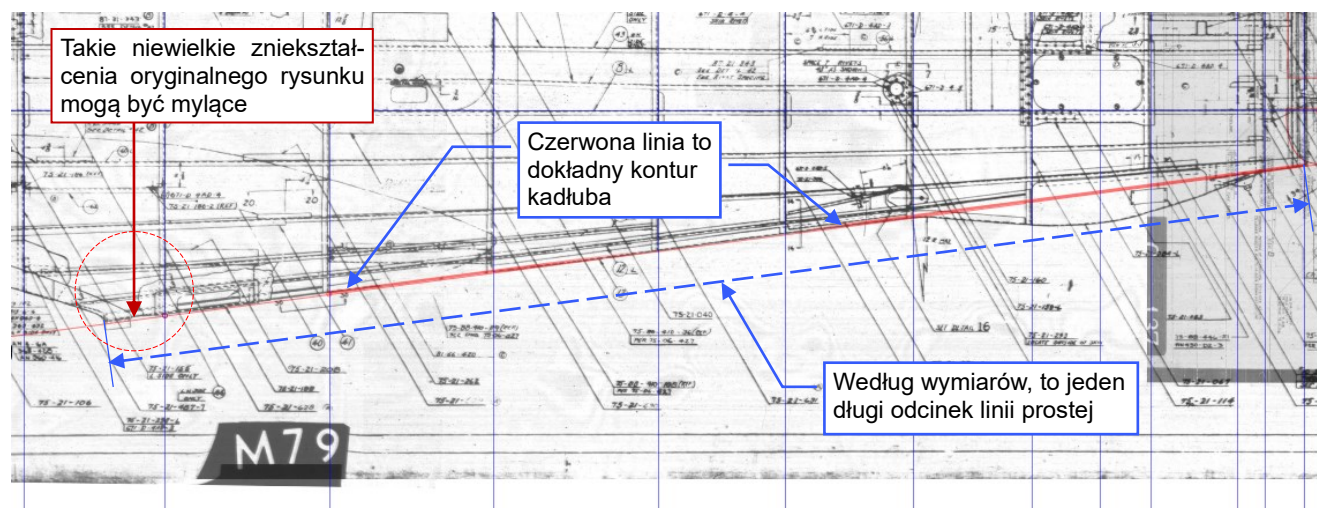
Rysunek 9.4.8 Górny kontur kadłuba P-36/P-40 (wg wymiarów)



Rysując te wszystkie kontury, korzystam z konwencji planów modelarskich: dokładny kontur obiektu leży na zewnętrznej krawędzi jego rysunku. Na ilustracji powyżej to górna krawędź czerwonej linii.

Jak widać, rysunek szkieletu P-36 bardzo dobrze pasuje do tego zwymiarowanego konturu: ewentualne różnice nie przekraczają grubości oryginalnych linii.

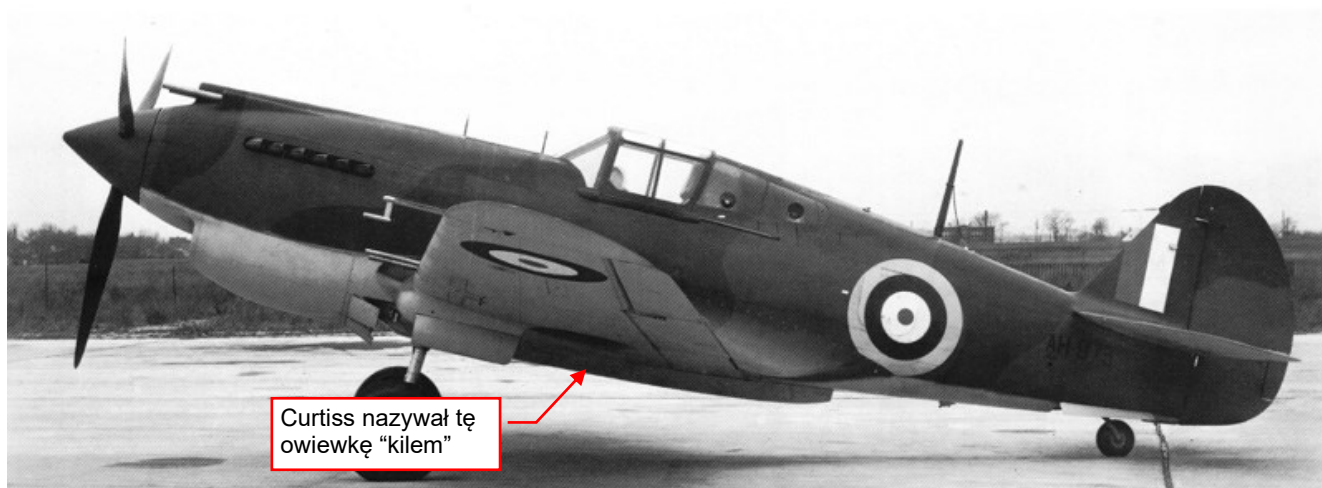
Zrobiłem to samo porównanie dla dolnej części kadłuba (Rysunek 9.4.9):



Rysunek 9.4.9 Dolny kontur kadłuba P-40B (wg wymiarów)

Wymiary (głębokości kolejnych wręg) ujawniły, że jest to długi odcinek linii prostej, ciągnący się od krawędzi spływu skrzydła do steru kierunku. Zwróć uwagę na zniekształcenie kształtu tego konturu na oryginalnym rysunku, przy krawędzi spływu centralnego żebra skrzydła (por. Rysunek 9.4.9, zaznaczona okręgiem czarna linia). To efekt drobnej deformacji oryginalnego obrazu z mikrofilmu. Mógłby być mylący, gdybym nie zweryfikował go z wymiarami kadłuba!

W P-36 i w P-40 występuje dodatkowa owiewka pod środkiem skrzydła, wyglądająca jak kontynuacja kadłuba. W dokumentacji Curtiss określa ją jako „kil” (to analogia do stępki statku):



Curtiss nazywał tę owiewkę „kilem”

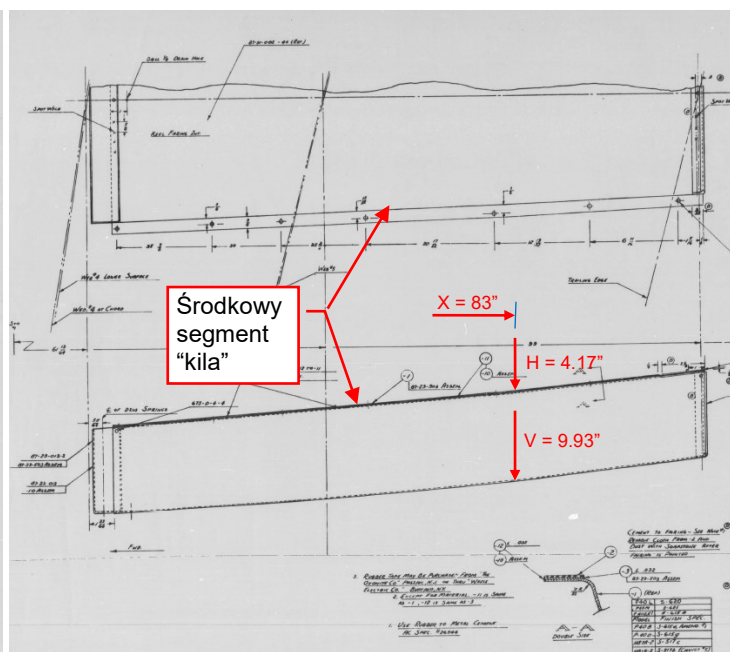
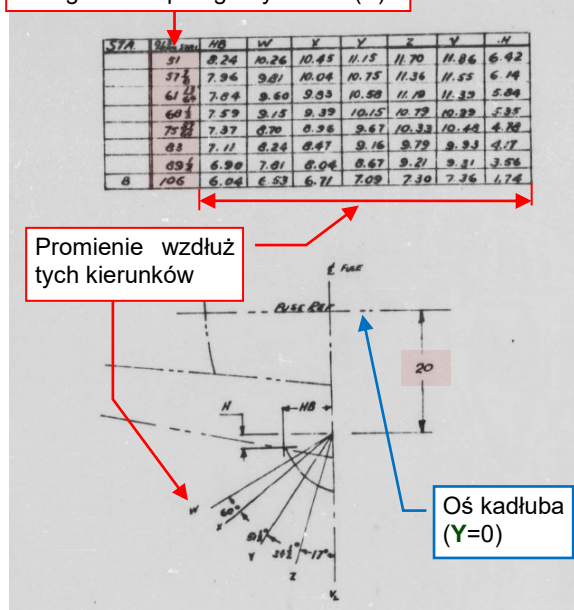
Rysunek 9.4.10 „Kil” pod skrzydłem „Tomahawk” IA (technicznie to P-40B)

To osłona kryzy, łączącej prawe i lewe skrzydło oraz biegnących wzdłuż niej przewodów z olejem i paliwem¹.

Znalazłem rysunki tych osłon w dokumentacjach P-36 i P-40E..N. W P-36 była szersza i krótsza, więc na razie założyłem, że kształt tego „kila” we wszystkich wersjach P-40 był taki sam. (Potem to założenie sprawdziłem).

Zgodnie z dokumentacją P-40E, ten kil był podzielony na trzy części (rysunki nr: **87-23-502**, **87-23-503**, **87-23-504**). Geometria każdego z tych segmentów jest opisana przez odpowiednią tabelę współrzędnych.

Odległości od przegrody silnika (X)

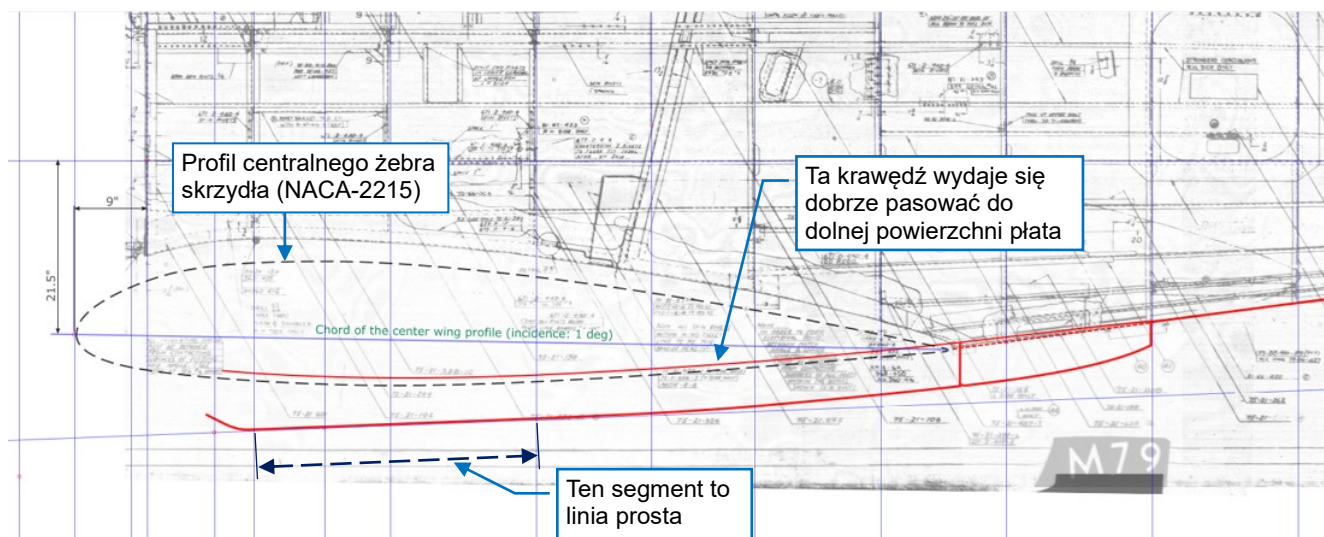


Rysunek 9.4.11 Współrzędne środkowej sekcji „kila” P-40 (z rysunku nr 87-23-503)

Do tworzenia widoku z boku, potrzebuję z tej tabeli tylko wartości **V** i **W**. Dla przykładu: z wiersza, który opisuje przekrój dla X = 83 (to odległość od przegrody silnika) mogę odczytać, że **H** = 4.17. Oznacza to, że górna krawędź tej osłony jest na głębokości Y = 4.17+20 = 24.17 (to odległość mierzona w dół od osi kadłuba). Podobnie, gdy **V** = 9.93 to współrzędna Y dolnego konturu jest na głębokości 29.93. Naniósłem na mój rysunek w Inkscape wszystkie kolejne głębokości V i H, i połączyłem je dwoma liniami.

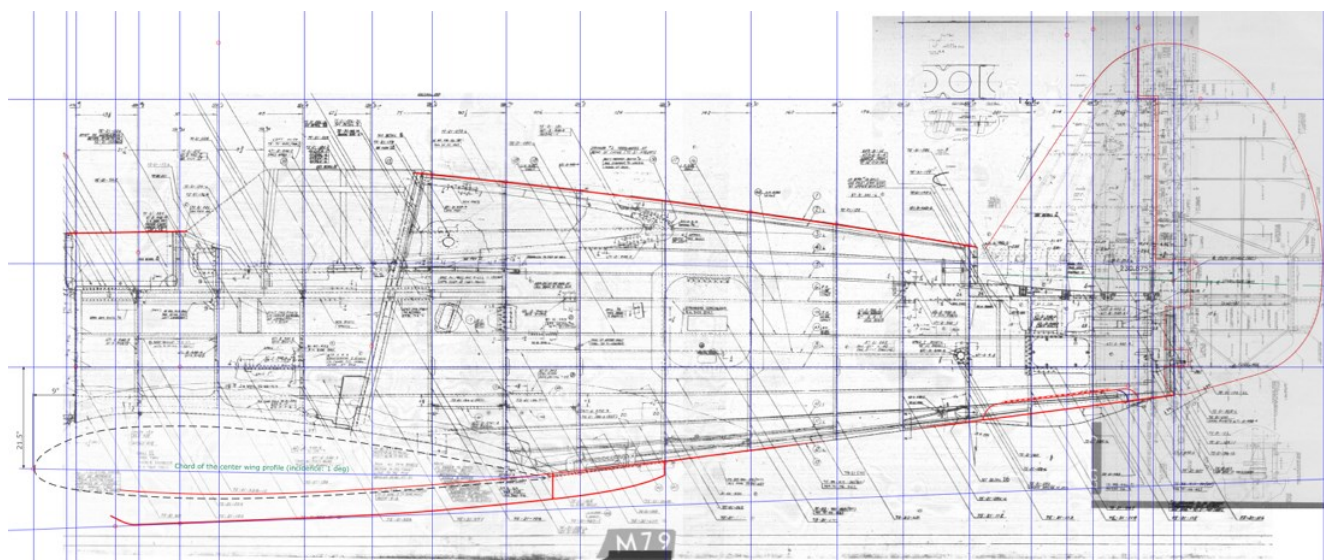
¹ W tych „długonosych” P-40 zbiornik oleju znajdował się w ogonie, za kabiną i zbiornikiem paliwa

Rezultat pokazuje Rysunek 9.4.12 (matematyczny kontur leży na zewnętrznych krawędziach linii tego obrysu):



Rysunek 9.4.12 Kontur „kila” P-40

Na tym etapie, mój widok z boku wygląda jak poniżej:



Rysunek 9.4.13 Aktualny stan mojego rysunku P-40B

W następnej sekcji wykonam kilka podstawowych porównań ze zdjęciami, aby odtworzyć na tym rysunku parę specyficznych szczegółów z P-40-cu/B/C. Następnie będę pracował na odtworzeniu konturu najtrudniejszej (z powodu braku dokumentacji) części tego samolotu: osłony silnika, wraz z chłodnicą cieczy i kołpakiem śmigła.

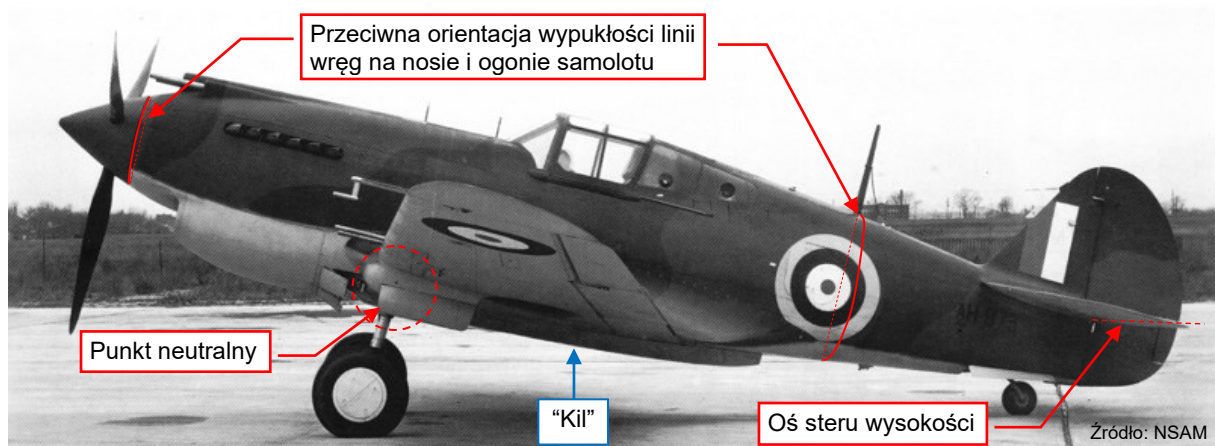


Podczas dalszej pracy nad tym rysunkiem będę korzystał z konwencji jaką pokazuje Rysunek 9.4.5: szczegóły odtworzone wg zdjęć są w kolorze niebieskim. Kształty obrysowane czerwonymi liniami to szczegóły potwierdzone (wymiarami). Czasami mogę także narysować elementy oparte pośrednio na innych wymiarach. W takim przypadku użyję połączenia kolorów: niebieskiego i czerwonego. Stąd, udział barwy niebieskiej w kolorze linii to % hipotez opartych na zdjęciach.

9.5 Sprawdzanie z wykorzystaniem zdjęć

W poprzedniej sekcji do odtworzenia konturu „kila” pod skrzydłem P-40 użyłem dokumentacji P-40E. Zrobiłem tak, gdyż rysunki wcześniejszych wersji tego samolotu (P-40B, P-40C) są niezwykle rzadkie, i często rozproszone wśród mniej istotnych arkuszy (takich jak szkice czy propozycje konstrukcyjne). Teraz wykorzystam zdjęcia do zweryfikowania mojego założenia, że ten „kil” miał taki sam kształt w „długonosych” wariantach P-40.

Obraz samolotu na większości zdjęć jest zdeformowany przez zniekształcenie perspektywiczne (które zależy od ogniskowej obiektywu) i zniekształcenie beczkowate (wynik niedoskonałości systemu optycznego). Możesz szybko oszacować skalę tych (połączonych) deformacji na zdjęciach samolotu z boku. Popatrz tylko na linie połączeń poszycia, biegnące wzdłuż wręg kadłuba. Zazwyczaj są wypukłe. Jeżeli na nosie samolotu te wypukłości są zwrócone w przeciwną stronę niż na ogonie – oznacza to znaczne zniekształcenie, takie jak na przedstawionym poniżej zdjęciu „Tomahawk” IA:



Rysunek 9.5.1 Zniekształcenie obrazu samolotu na typowym zdjęciu

Intensywność deformacji jest proporcjonalna do wypukłości przeciwnych wręg. Można także ją ocenić po przybliżonym kierunku osi steru wysokości. (Ta oś jest zazwyczaj prostopadła do osi kadłuba). Mógłbyś użyć różnych programów do „spłaszczenia” takich zniekształceń na zdjęciach, lecz w trakcie takiej poprawki łatwo jest stworzyć inne deformacje. (Szczególnie w przypadku historycznych fotografii, tak jak ta powyżej).

O wiele łatwiej jest znaleźć jakieś współczesne zdjęcie odrestaurowanego samolotu, wykonane teleobiektywem. Są to zazwyczaj ujęcia w locie, wykonane z dużej odległości. Na takich zdjęciach pionowe linie szwów poszycia „wyginają” się w tę samą stronę. Poniżej pokazuję, jako przykład takiego obrazu, fotografię P-40C z pokazu w Duxford:

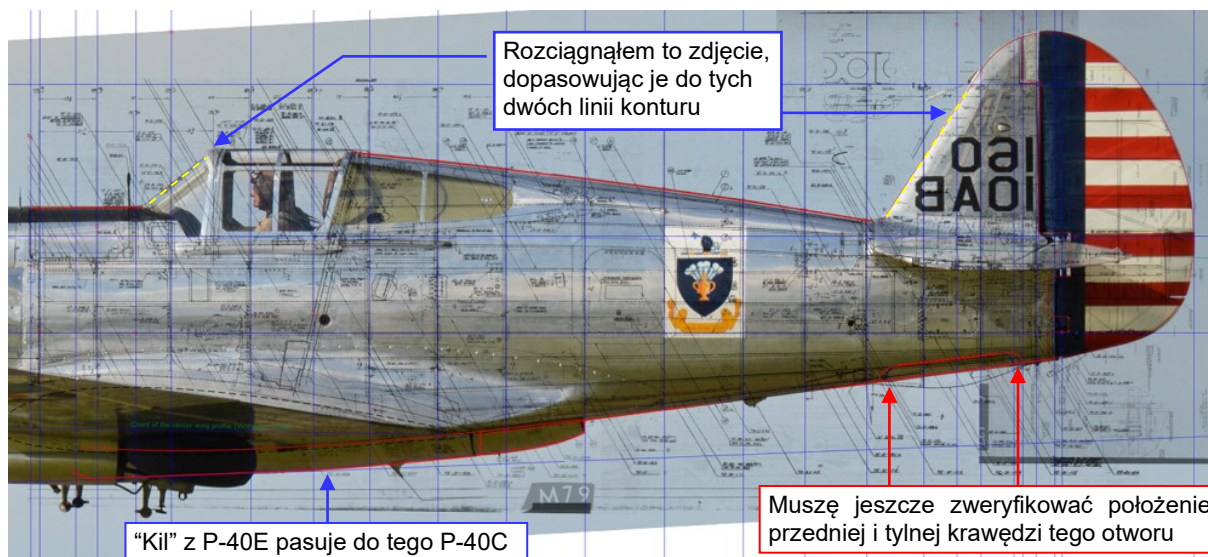


Rysunek 9.5.2 Współczesne zdjęcie o wysokiej rozdzielczości, z minimalnym zniekształceniem

Zazwyczaj taki obraz jest niemal ortogonalny i wystarczy tylko nieco rozciągnąć takie zdjęcie wzdłuż osi kadłuba, by dopasować je do rzutu z boku. Pamiętaj tylko, że na tak poprawionej fotografii pionowe linie wręg pozo-

staną wypukłe. Stąd, jeżeli chcesz użyć jej do odtworzenia jakiegoś szczegółu z boku kadłuba (obramowania kabiny pilota, luku na bagaż, itp.) nadal musisz uwzględnić odpowiednie przesunięcie.

Poniżej pokazuję, jak dopasowałem to zdjęcie do mojego rzutu z boku. Najpierw przerzuciłem je w pionie, aby odpowiadało widokowi z lewej. Następnie rozciągnąłem je nieznacznie w poziomie, dopasowując kluczowe krawędzie do konturów rysunku (tutaj były to: wiatrochron i krawędź natarcia statecznika pionowego):



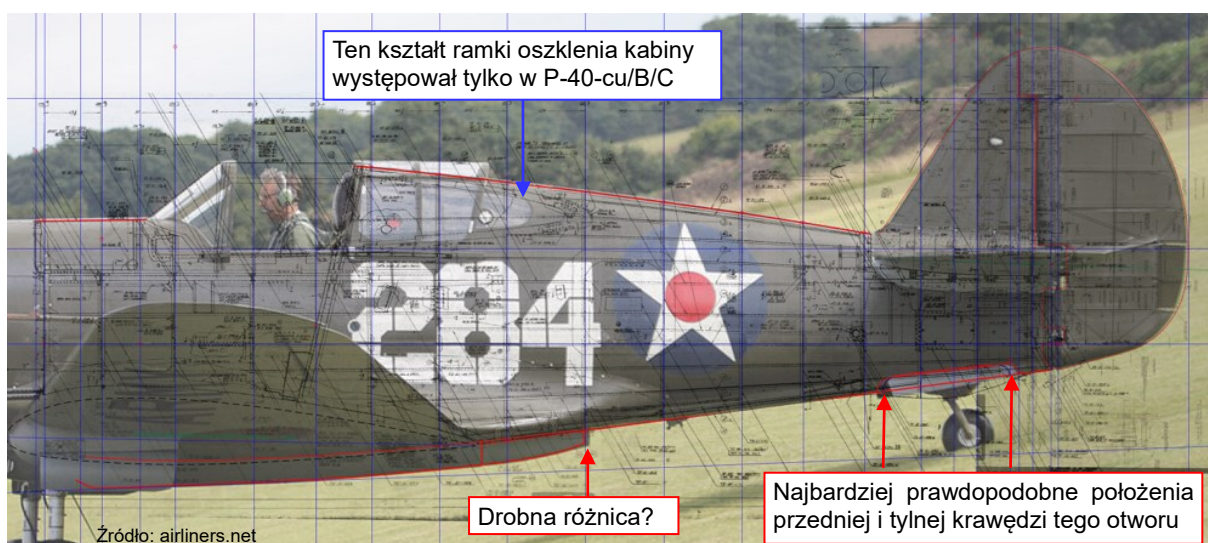
Rysunek 9.5.3 To samo zdjęcie, dopasowane do rzutu z boku

Następnie sprawdziłem, czy czerwone linie konturu kadłuba (te narysowane wg wymiarów) pasują do sylwetki samolotu ze zdjęcia. Jak widać, dopasowanie jest całkiem przyzwoite, także linii kila. Dostrzegłem tylko jeden szczegół: przednie i tylne krawędzie otworu kółka ogonowego niezupełnie pasują do krawędzi ze zdjęcia. Gdy jednak napotkasz taką różnicę, lepiej jest ją sprawdzić jeszcze na innej fotografii.



Czasami szczegóły odrestaurowanych samolotów różnią się od oryginałów. W szczególności dotyczy to maszyn odbudowanych przed 1990r.

Na szczęście znalazłem kolejne zdjęcie, wykonane teleobiektywem. To inny P-40B (także z Duxford):



Rysunek 9.5.4 Dopasowanie kolejnego zdjęcia

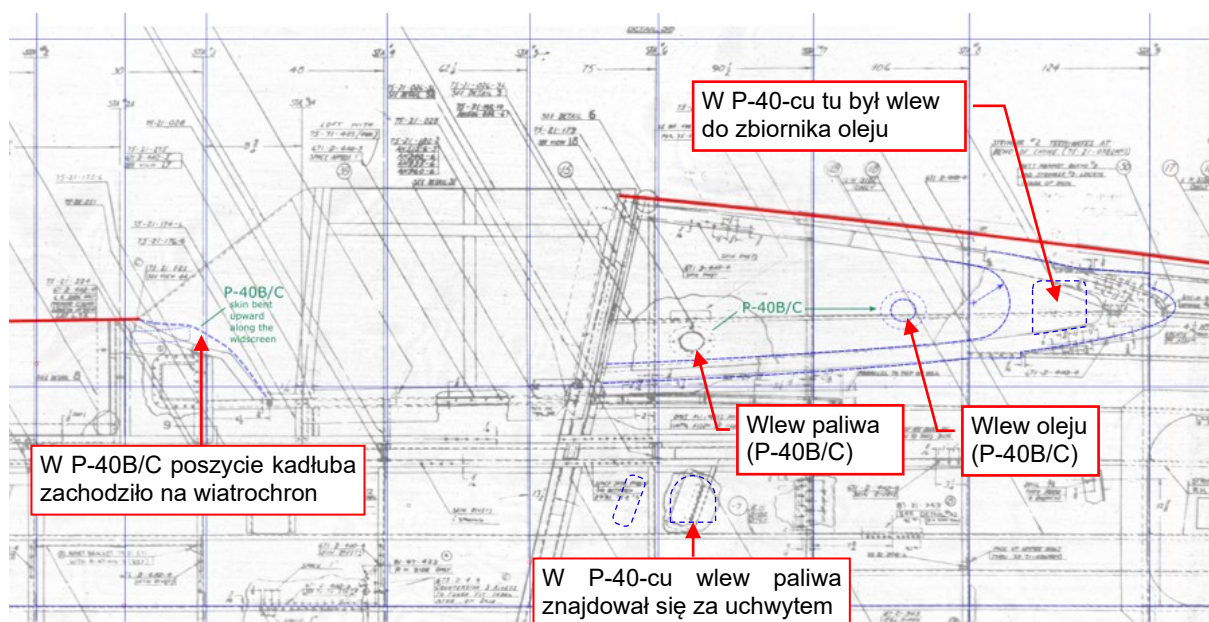
Krawędź natarcia skrzydła samolotu ze zdjęcia pokazuje, że jest on odwrócony około 10° do kamery. Stąd wszystkie szczegóły z prawej strony, odsunięte od płaszczyzny symetrii samolotu, wydają się być przesunięte do tyłu. Możesz dostrzec ten efekt na ramce wiatrochronu lub otwartych osłonach kółka ogonowego. Ten sam efekt może być także przyczyną niewielkiej różnicy kształtu na końcu „kila”. W każdym razie, to porównanie

także potwierdza, że P-40B/C używał takiego samego „kila” jak ten z P-40E, gdyż czerwony kontur kila z P-40E pasuje do obydwu analizowanych zdjęć.



Porównaniu takich szczegółów w odrestaurowanych maszynach wciąż towarzyszy znaczny margines błędu. Jak wyjaśniałem w poprzednich sekcjach, nie zachowała się dokumentacja P-40B/C (por. str. 227), i wykonujący te prace mogli odtworzyć osłony kila wykorzystując te same rysunki P-40E, co ja. Jednak jego kształt wydaje się także pasować do historycznych zdjęć. Tym niemniej, do dokładniejszych porównań z tymi fotografiami potrzebuję modelu 3D. (Dlatego zrobię to później – por. Tom II).

Wykorzystałem także te dopasowane zdjęcia o wysokiej rozdzielczości do odtworzenia pewnych szczegółów wokół kokpitu, które występowały wyłącznie w „długonosych” P-40. Rysunek 9.5.5 pokazuje je w kolorze niebieskim:



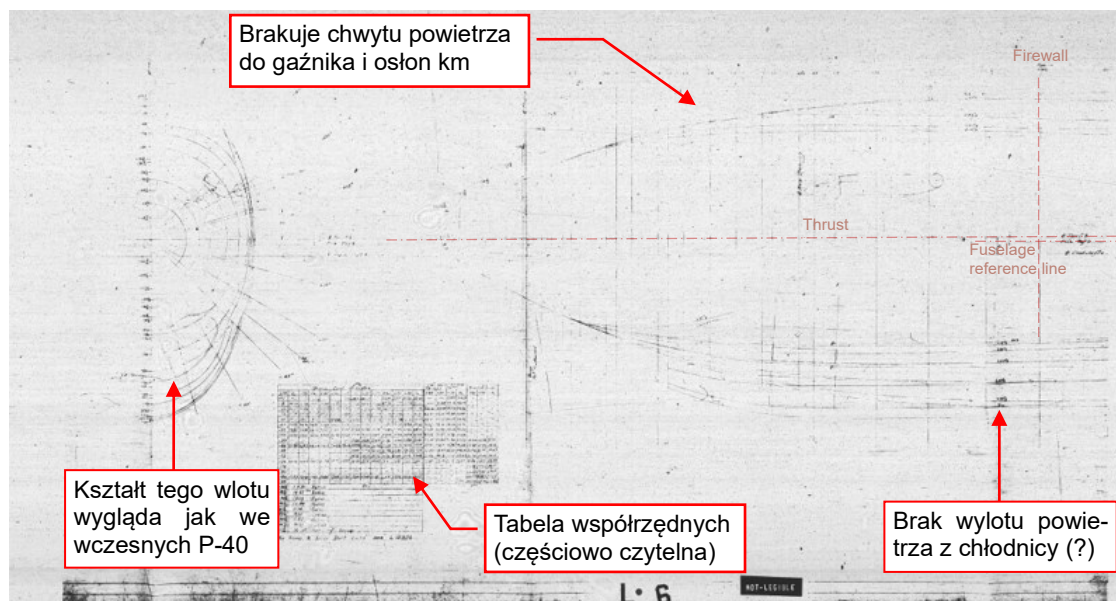
Rysunek 9.5.5 Szczegóły wokół kabiny pilota (czarne linie to rysunek szkieletu P-36)

Nie znalazłem żadnych rysunków tylnych ramek kabiny z wczesnych wersji P-40. Jednak wykorzystując kontury odpowiednich ramek z P-36 (widoczne na rysunku szkieletu kadłuba) oraz zdjęcia, mogłem uzyskać całkiem dokładne przybliżenie tej części. Na rysunku powyżej naniosłem także różnice pomiędzy pierwszą serią 200 P-40 (oznaczoną także jako P-40-cu) i późniejszymi wariantami „długonosych” P-40 („Tomahawk II” i P-40B/C).

W następnej sekcji zmierzę się z najmniej udokumentowanym zespołem P-40B: osłoną silnika.

9.6 Identyfikacja odnalezionego szkicu osłony silnika

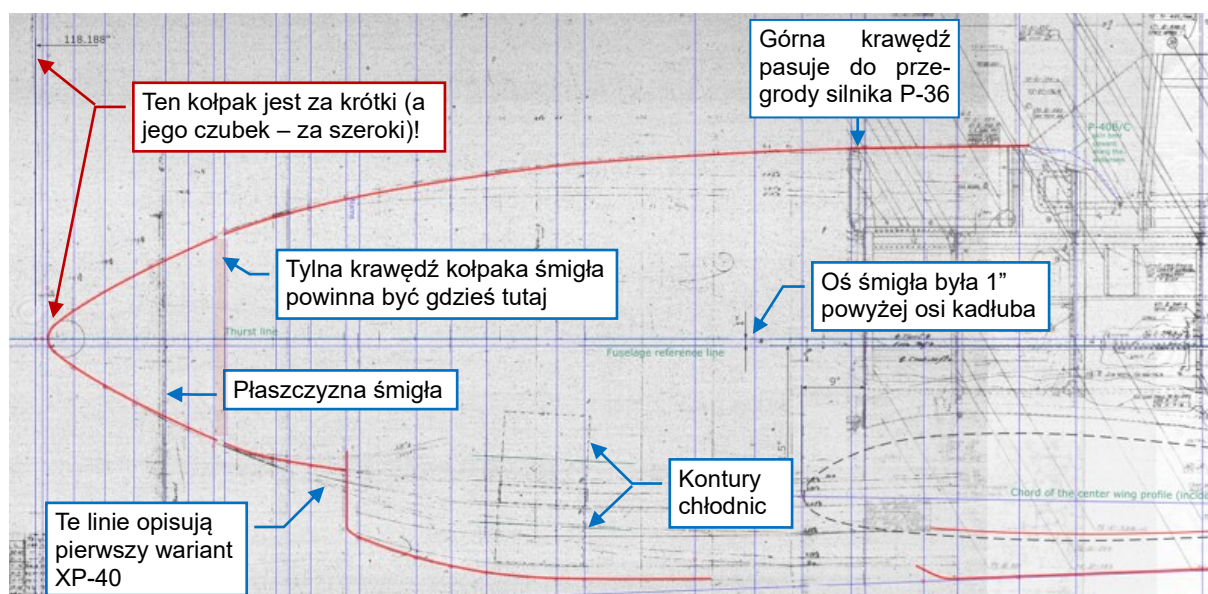
Wczesne P-40 (-cu, B, C) były pośpieszną adaptacją płatowca P-36 do silnika rzędowego. Stąd przedział silnika był jedynym dużym zespołem specyficznym dla tych wersji samolotu. Niestety, ich dokumentacja zaginęła. Jednak w sekcji 9.3 (str. 220, 221) opisałem niezauważony wcześniej szkic geometrii, który znalazłem wśród „nie-skategoryzowanych” rysunków Curtissa w dziale „P-40” AirCorps Library:



Rysunek 9.6.1 Szkic osłony silnika (L-10202)

Ten szkic może opisywać geometrię osłony silnika „długonosych” P-40. W tym samym zbiorze nieskategoryzowanych materiałów znalazłem kilka regularnych arkuszy XP-40 (łóże silnika, uchwyty chłodnic). Jednak linie na tych rysunkach są wyblakłe, czyniąc je niemal nieczytelnymi. Szkic **L-10202** jest najbardziej obiecującym obrazem, który znalazłem. Teraz spróbuję dopasować ten skan do kadłuba P-40B, który przygotowałem w poprzednich sekcjach. Użyję także zdjęć do sprawdzenia, czy ta osłona pasuje do prawdziwego samolotu.

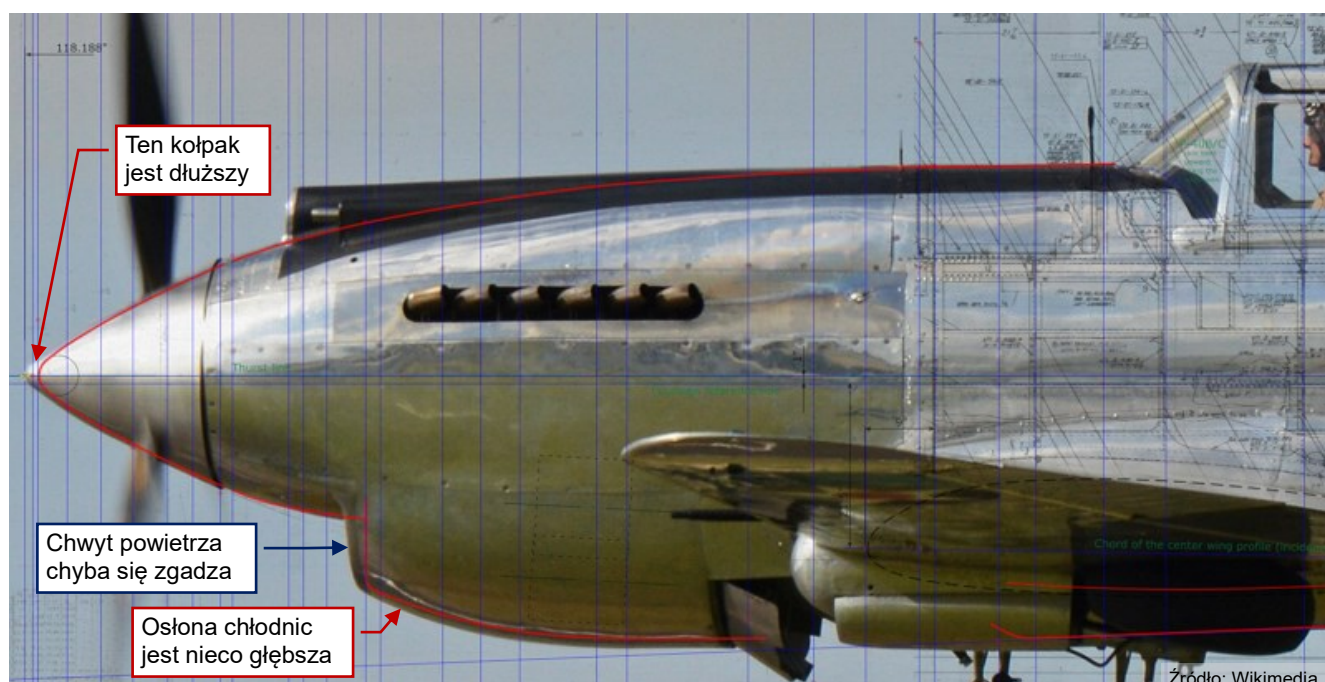
Ponieważ skany ramek mikrofilmów mogą mieć różne zniekształcenia, użyłem współrzędnych z tabeli umieszczonej na **L-10202** do narysowania konturu tej osłony. Rezultat widać poniżej:



Rysunek 9.6.2 Kontury kołpaka śmigła i osłony silnika wg tabeli współrzędnych ze szkicu L-10202

Granice konturu doskonale pasują do przegrody silnika. Jednak nie można na tym szkicu znaleźć linii podziału z kołpakiem śmigła. Co gorsza, całkowita długość tego zespołu to 116.5" – brakuje 1.688" do długości nosa P-40.

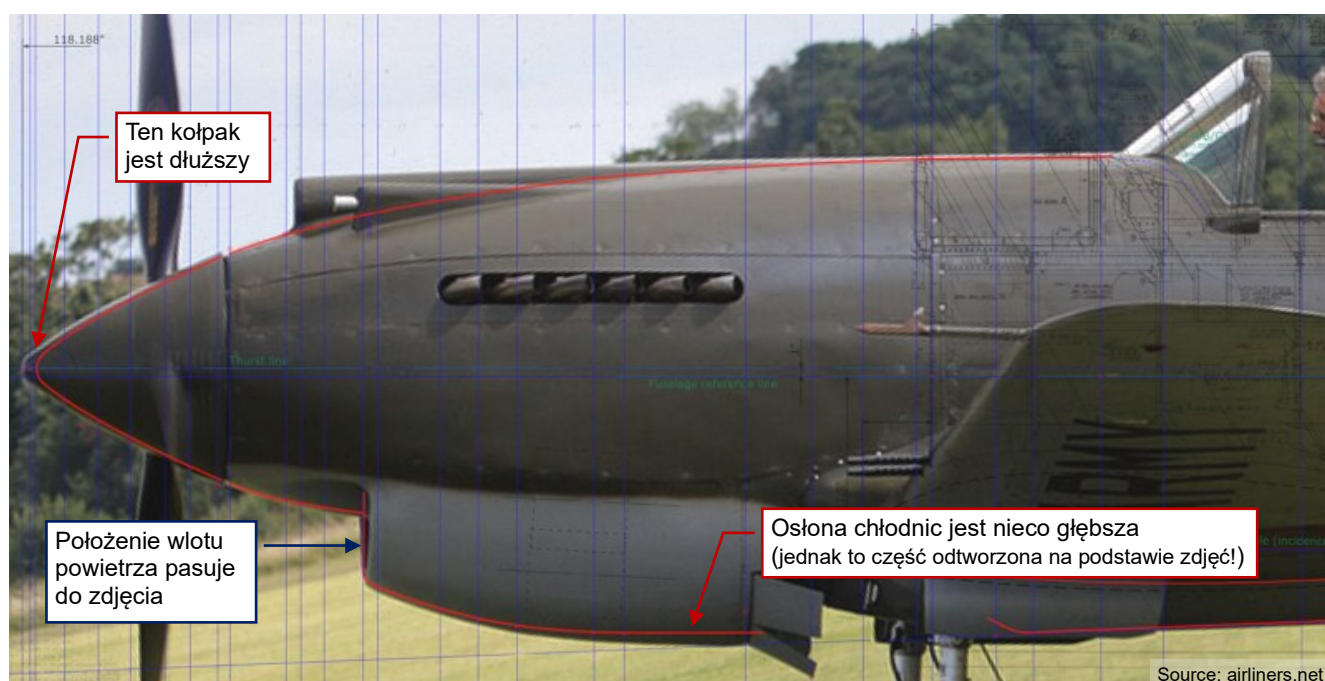
(Według wymiarów z rysunków poglądowych, odległość od czubka kołpaka śmigła do płaszczyzny przegrody silnika to 118.188"). Porównajmy jeszcze ten obrys ze zdjęciami:



Rysunek 9.6.3 Sprawdzanie kontury z rysunku L-10202 ze zdjęciem odrestaurowanego P-40C

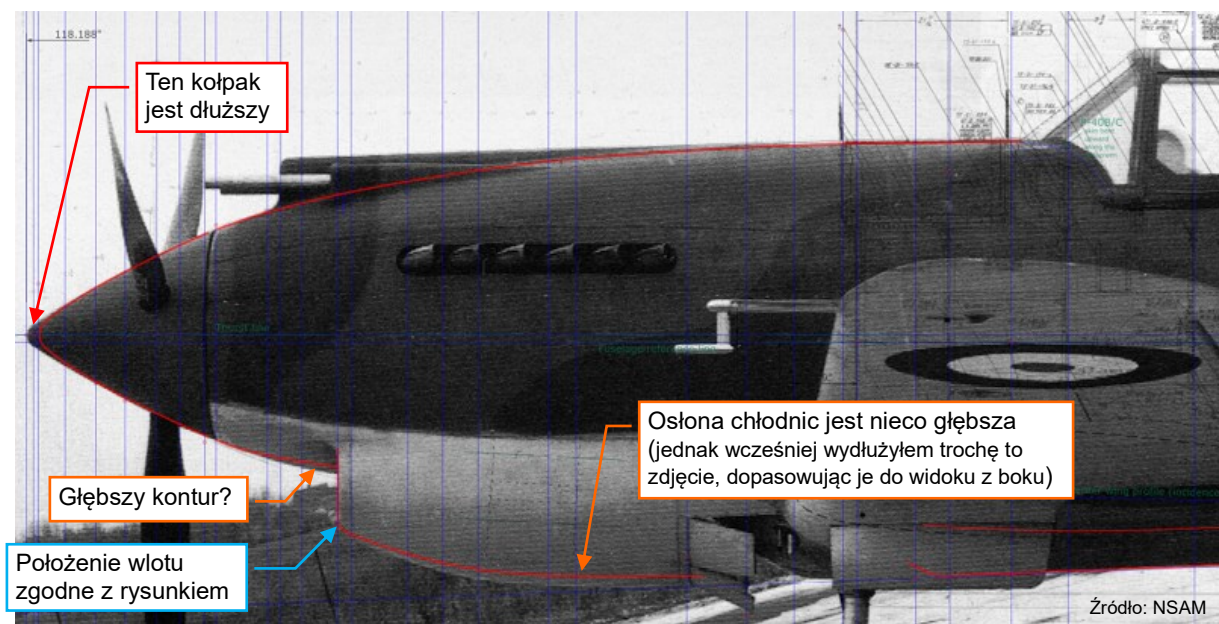
Samolot na zdjęciu to odrestaurowany P-40C z Duxford. Jak widać, czubek jego kołpaka ma mniejszy promień i jest także dłuższy o około 1.5". Czyli przyczyną różnic w długości całkowitej jest różnica w kształcie kołpaka śmigła. Samolot na tym zdjęciu jest znacznie odchylony od kamery, co sprawia, że więc kontury jego wręg są odpowiednio „wypukłe”. Trudno jest więc jednoznacznie stwierdzić, czy położenie wlotu powietrza do chłodnicy jest zgodne z rysunkiem. To zdjęcie ujawnia jednak kolejną niezgodność: osłona chłodnicy tego P-40C jest nieco głębsza (o około 1") od konturu ze szkicu L-10202.

Oczywiście, gdy znalazłem takie różnice na jednym zdjęciu, musiałem także sprawdzić, czy występują na innych. Poniżej widać rezultat kolejnego porównania (to jest inna maszyna, w tym przypadku – P-40B, także z Duxford):



Rysunek 9.6.4 Sprawdzanie tego samego kontury z innym zdjęciem

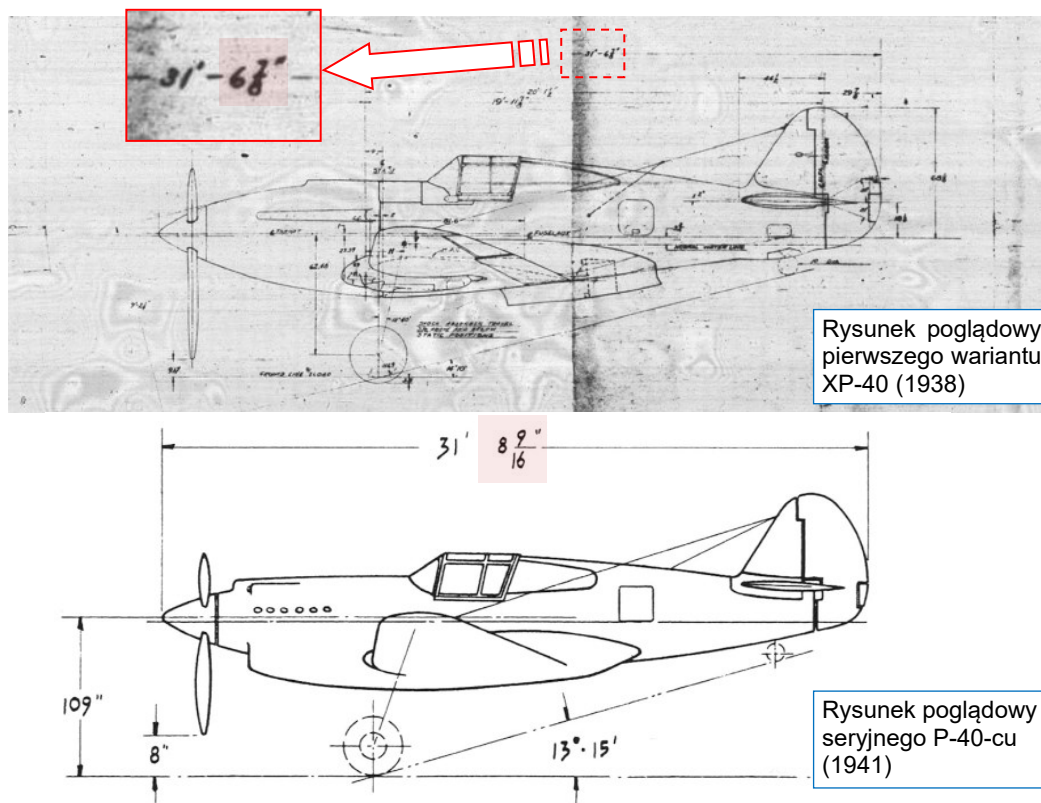
Obydwa zdjęcia z poprzedniej strony to współczesne fotografie odrestaurowanych samolotów. Aby się upewnić co do uzyskanego wyniku, sprawdziłem dodatkowo jedno z archiwalnych zdjęć Curtiss'a:



Rysunek 9.6.5 Porównanie konturu z archiwalnym zdjęciem (to przód „Tomahawk” IA)

Po tych trzech porównaniach, mogę potwierdzić obydwie różnice: w długości kołpaka śmigła i głębokości osłon chłodnic. Różnica w kształcie osłony przed chłodnicą (por. Rysunek 9.6.5) wymaga dalszej weryfikacji, ponieważ widać ją wyraźnie tylko na tym ostatnim, archiwalnym zdjęciu.

Odmienny kształt kołpaka śmigła można wyjaśnić porównując jeden z pierwszych rysunków poglądowych XP-40 z podobnym rysunkiem seryjnego P-40:



Rysunek 9.6.6 Różnica w długości całkowitej pomiędzy pierwszym wariantem XP-40 a seryjnym P-40

Pierwszy wariant XP-40 miał długość całkowitą 31' 6.875", podczas gdy długość seryjnego P-40 to 31' 8.5625". Różnica – 1.6875" – odpowiada dokładnie różnicy pomiędzy szkicem L-10202 i zdjęciami P-40.

W istocie, na zachowanych zdjęciach kołpak śmigła XP-40 wydaje się być bardziej zaokrąglony (na nieszczęście, mam tylko jedną taką fotografię, w stosunkowo niskiej rozdzielczości):



Rysunek 9.6.7 Finalna konfiguracja prototypu XP-40

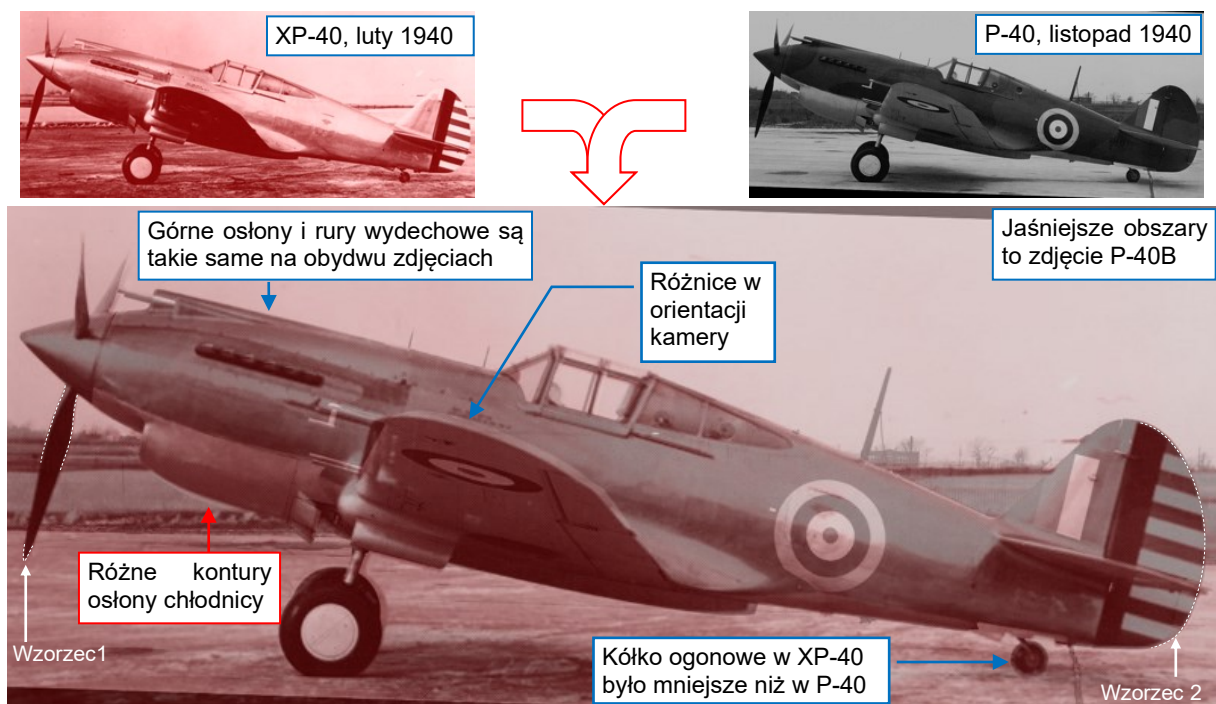
Co więcej, gdy dopasowałem obraz z tego zdjęcia do tylnej krawędzi kołpaka i płaszczyzny przegrody silnika, okazało się, że pasuje do konturu z rysunku L-10202:



Rysunek 9.6.8 Porównanie sylwetki prototypu XP-40 z konturem ze szkicu L-10202

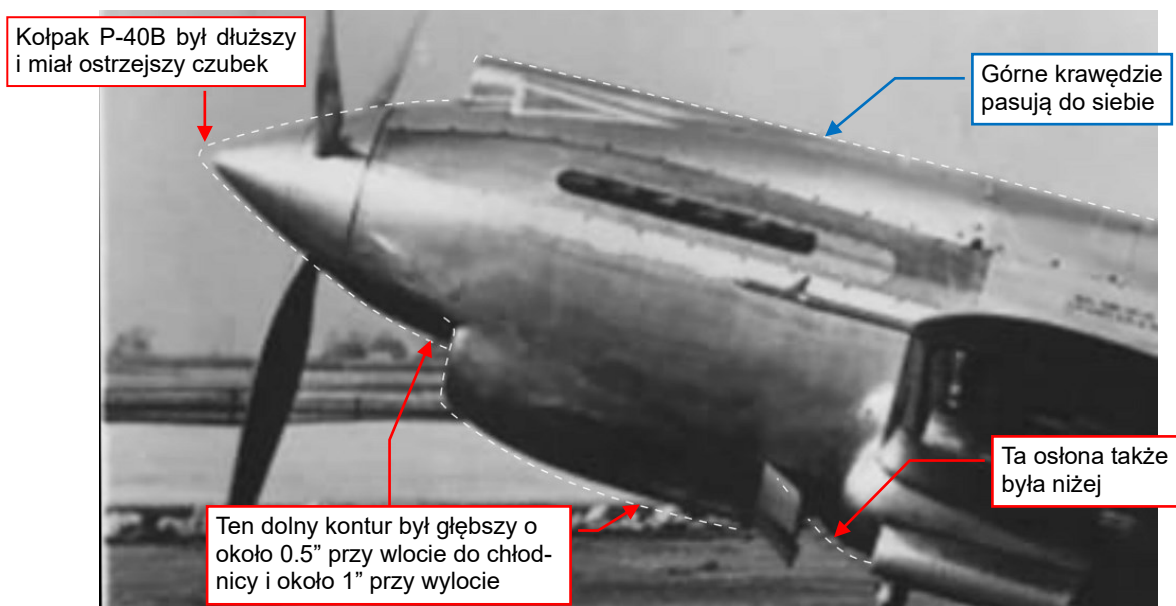
Wygląda to na drobne różnice pomiędzy prototypem i wersją seryjną samolotu! Jednak miałem pewne wątpliwości co do dokładności takiego prostego „rozciągania” zniekształconej (mniej lub więcej) fotografii ponad ortograficznym rzutem z boku. Bardziej złożona kompensacja deformacji perspektywicznej także może okazać się błędna, szczególnie w przypadku zdjęć archiwalnych (wspominałem o tym w poprzedniej sekcji). Wówczas pojawiła się idea wykorzystania nawyków fotografów Curtissa: w ujęciach XP-40 i „Tomahawka” ustawili samolot niemal w takiej samej pozycji. Na obydwu fotografiach lewa gołąb podwozia zasłania prawą, i jedna z łopat śmigła jest skierowana prosto w dół. Nałożenie jednego z tych zdjęć na drugie i dopasowanie sylwetek obydwu samolotów wymaga tylko minimalnych zmian skali jednego z tych obrazów. Co więcej, zniekształcenie optyczne (perspektywiczne i beczkowate) każdego z tych zdjęć jest podobne (mogły być wykonane tą samą kamerą), więc nie muszą go kompensować. Oznacza to, że taka metoda może być całkiem precyzyjna w ujawnieniu ewentualnych różnic w kształcie kołpaka śmigła i osłony silnika.

Rysunek 9.6.9 przedstawia takie nałożenie:



Rysunek 9.6.9 Porównanie sylwetek ze zdjęć XP-40 i wczesnego P-40 („Tomahawk” IA)

By ten test był poprawny, musiałem dopasować do siebie inne elementy niż w poprzednim porównaniu. O dziwo, dolna łopata śmigła okazała się idealnym wzorcem do uzgodnienia nosa samolotu. Wykorzystując ją jako punkt zaczepienia, obróciłem i odrobinę rozciągnąłem obraz P-40, dopasowując kontur jego statecznika do konturu statecznika XP-40 (wg dokumentacji były identyczne). Na ilustracji powyżej zaznaczyłem te „wzorcowe” kontury białą, przerywaną linią. Dla łatwiejszego odróżnienia, pokolorowałem także zdjęcie XP-40 na czerwono. Rysunek 9.6.9 pokazuje większość różnic kształtu jako obszary jaśniejsze (na przykład – przy końcu skrzydła), albo ciemniejsze (na przykład – za kołami podwozia). Jaśniejszy obszar wokół skrzydła ujawnia niewielką różnicę w orientacji kamery i każdego z samolotów. Ta różnica przejawia się także w odchyleniu pionowych konturów, proporcjonalnym do ich odległości od płaszczyzny symetrii samolotu. Są one szczególnie widoczne na ramach osłony kabiny i w „cieniach” za kołami podwozia. Aby lepiej uwidocznić znalezione różnice, Rysunek 9.6.10 pokazuje obraz XP-40 i odpowiednie kontury P-40 narysowane białą, przerywaną linią:

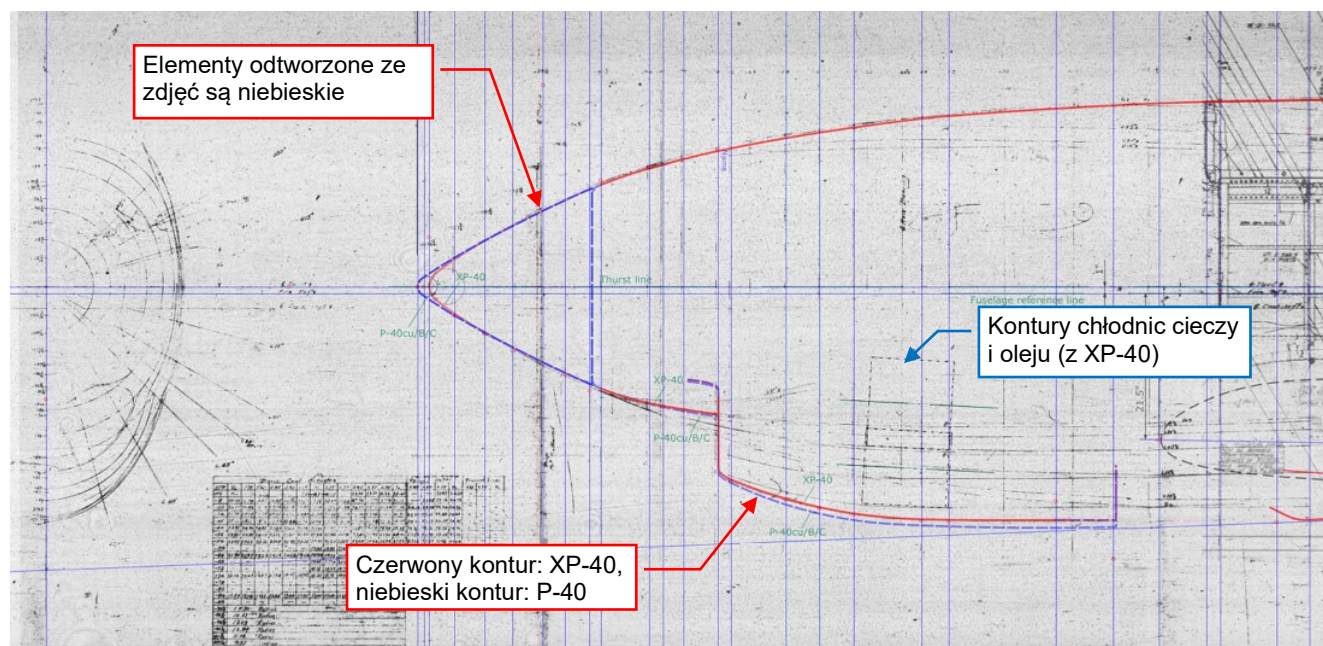


Rysunek 9.6.10 Kontury osłony silnika i kołpaka śmigła P-40, naniesione na obraz XP-40

Jak pokazuje Rysunek 9.6.10, sylwetki (kontury na płaszczyźnie symetrii) tych dwóch samolotów pasują do siebie oprócz dolnej krawędzi osłony chłodnicy. To ostatecznie potwierdza moją hipotezę, przedstawioną przez Rysunek 9.6.5. Widać tu także różnice w kształcie kołpaka śmigła pomiędzy XP-40 i P-40.

Konkluzja: szkic **L-10202** opisuje geometrię ostatniego wariantu XP-40, z lutego 1940r. W seryjnych P-40 kołpak śmigła był dłuższy o 1.688", a osłona chłodnicy nieco głębsza (o około 1"). Współrzędne z tabeli z **L-10202** pasują do górnej części osłony silnika P-40 (górnych 180° każdego z jej przekrojów ponad osią śmigła). Różnice w kształcie osłon bocznych (do 60° poniżej osi śmigła) są najprawdopodobniej minimalne. No cóż, zawsze lepiej jest mieć przynajmniej takie częściowe współrzędne niż nic.

Rysunek 9.6.11 przedstawia obydwa kontury kołpaków śmigła i osłon silnika (części potwierdzone przez oryginalne rysunki/współrzędne są w kolorze czerwonym, a odtworzone według zdjęć – niebieskim):



Rysunek 9.6.11 Kontury osłony silnika i kołpaka śmigła XP-40 i P-40

Na rysunku **L-10202** można także dostrzec osie i rozmiary cylindrycznych chłodnic płynu (*Prestone*) i oleju z XP-40. Przypuszczam, że w P-40 te chłodnice były zamontowane nieco niżej.

Po tych doświadczeniach z identyfikacją „nieskategoryzowanego” rysunku założyłem, że wszystkie szkice z zestawu „P-40” z AirCorps Library bez opisu typu samolotu w tabelce (jak w **L-10202**), dotyczą XP-40.

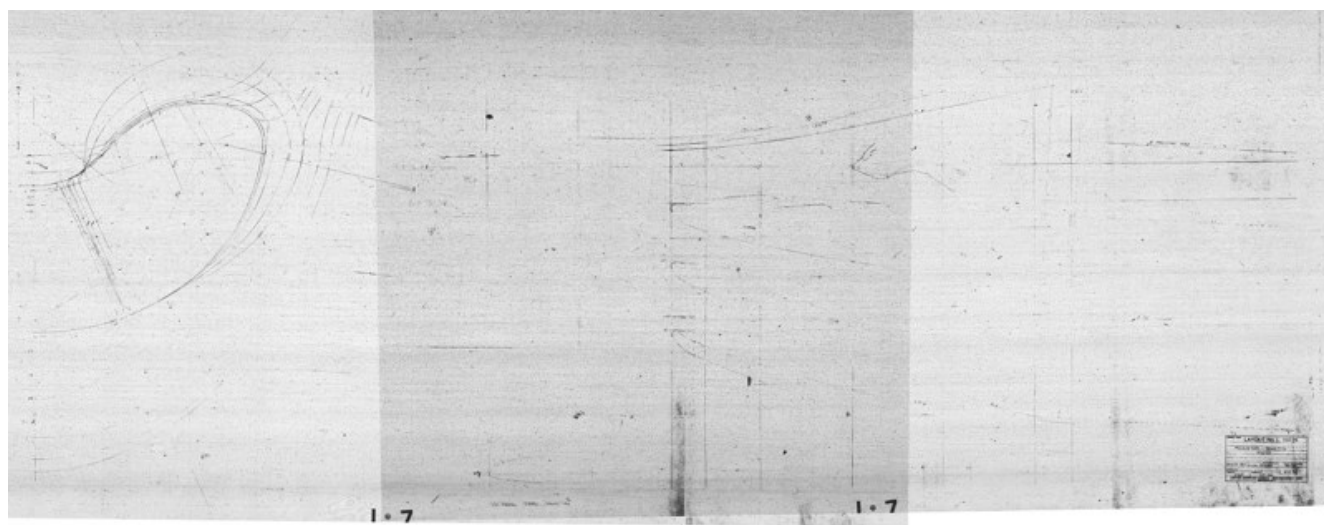
W następnej sekcji dokończę kreślenie tego rzutu z boku P-40.

9.7 Odtworzenie osłony silnika P-40B

W poprzedniej sekcji ostatecznie zidentyfikowałem szkic **L-10202** jako część dokumentacji XP-40, opisującą ostatnią, przedprodukcyjną wersję tego prototypu z lutego 1940. W tym czasie Curtiss kończył przygotowania do produkcji seryjnej P-40. Pierwsze kilkadziesiąt maszyn zostało przyjęte przez USAAC w kwietniu 1940r. W swoim ostatnim „wcieleniu”, XP-40 bardzo przypominał seryjnego P-40-cu, z wyjątkiem wypukłej osłony kółka ogonowego i ramek kabiny, „odziedziczonych” po P-36. Jednak porównanie zdjęć ujawniło inne drobne różnice kształtu pomiędzy tymi samolotami: P-40-cu miał głębszą osłonę chłodnicy i dłuższy kołpak śmigła.

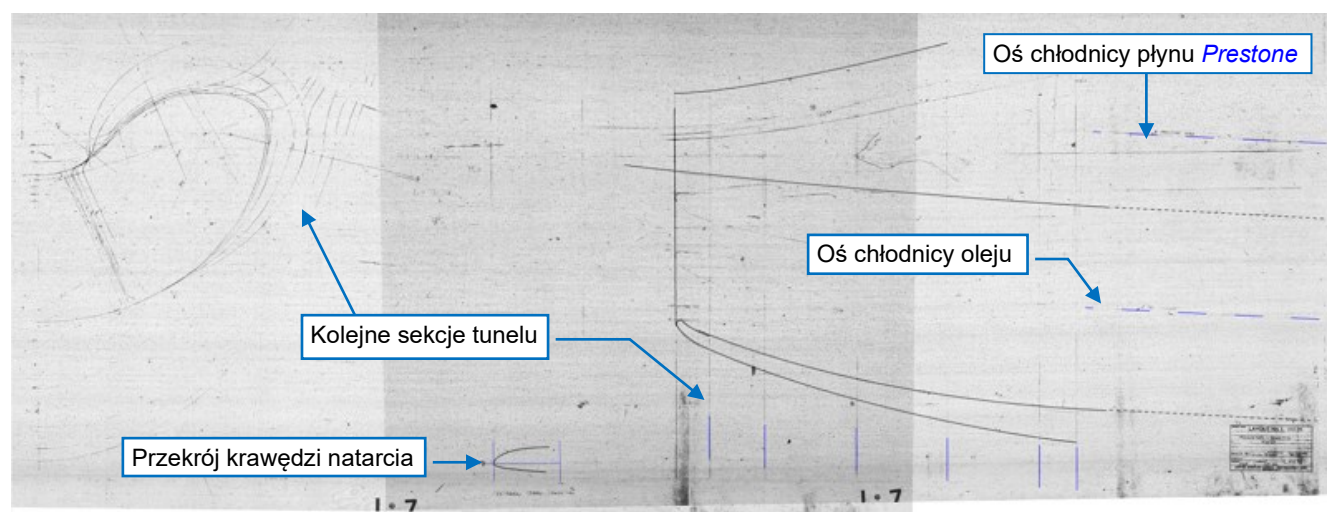
Wydaje mi się, że wszystkie oryginalne rysunki i szkice zebrane z AirCorps Library, dotyczące wczesnych P-40, to dokumentacja XP-40. Dlatego najpierw przygotuję rzut z boku XP-40, wykorzystując te oryginalne materiały. Potem narysuję kontury P-40B, wykorzystując rzut z boku XP-40 i dostępne zdjęcia P-40-cu/B/C.

Jak pokazuję w sekcji 9.3, szkice XP-40 są nie tylko rzadkie, ale także w złym stanie. Dla przykładu – poniżej przedstawiam szkic chwytu powietrza do chłodnicy cieczy (Rysunek 9.7.1):



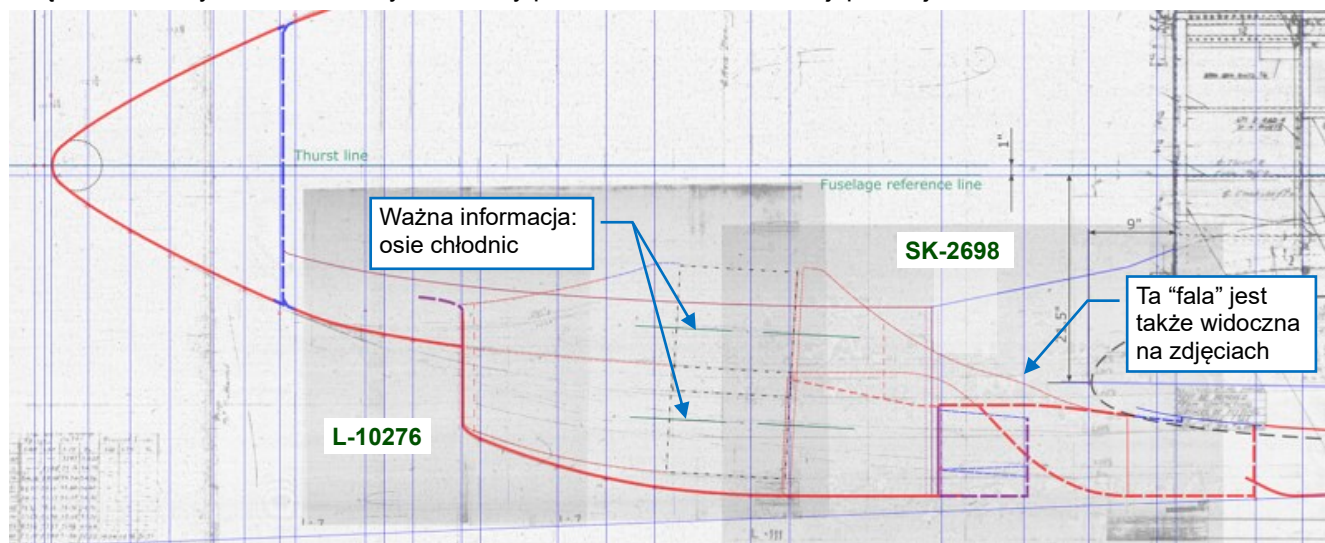
Rysunek 9.7.1 Oryginalny szkic wlotu powietrza do chłodnicy (rysunek **L-10276**: dwie nałożone ramki mikrofilmu)

Linie tych skanów nikną w białym tle, na którym widać tylko fragmenty oryginalnego rysunku. Szczzerze mówiąc, często było mi trudno zidentyfikować, jaką część samolotu przedstawia taki szkic. Dlatego na początek wczytałem te obrazy do oddzielnego rysunku Inkscape i obrysowałem kluczowe kontury oraz osie przedstawionych na nich obiektów. W ten sposób stały się bardziej czytelne (Rysunek 9.7.2):



Rysunek 9.7.2 Ten sam rysunek z podkreślonymi konturami i osiami rzutu z boku

Następnie dopasowałem tak poprawione obrazy do mojego głównego rysunku. Pozwoliły mi odtworzyć wewnętrzne kontury tuneli chłodnicy. Rezultaty przedstawiam na ilustracji poniżej:



Rysunek 9.7.3 Szczegóły osłony chłodnicy (XP-40)

Intensywność barwy niebieskiej w kolorze tych linii określa, na ile ich kształt jest oparty na informacji ze zdjęć. (Czerwone linie są w pełni potwierdzone przez oryginalne odbitki z mikrofilmów, fioletowe – częściowo potwierdzone, a niebieskie linie są odwzorowane wyłącznie z fotografii).

Na rysunku **L-10202** brakuje informacji o konturach chwytu powietrza do gaźnika i osłonach km, umieszczonych na szczycie osłony silnika P-40. Na szczęście wśród „nieskategoryzowanych” rysunków z AirCorps Library znalazłem szkice ich kluczowych elementów:

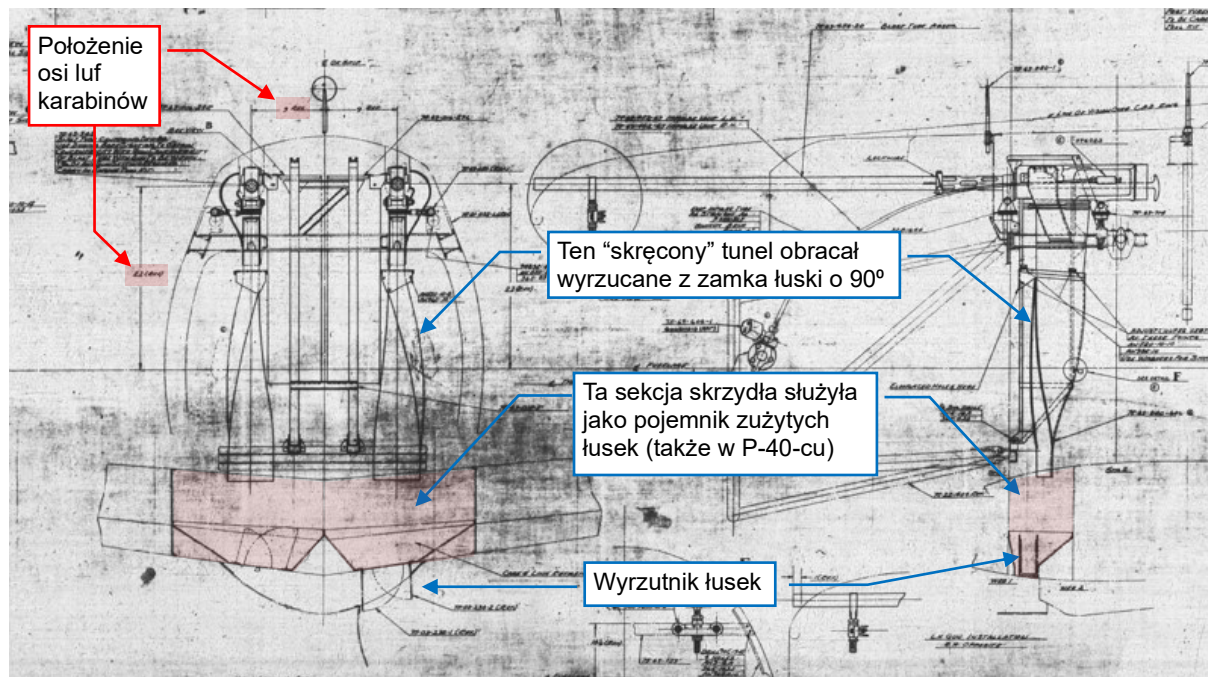


Rysunek 9.7.4 Kluczowe detale z górnej osłony silnika

Są to odlewane, przednie części chwytu powietrza i osłon km. Obydwe odbitki zawierają nie tylko kluczowe wymiary, ale także odległości od płaszczyzn przekrojów osłony silnika, co pozwoliło mi określić ich współrzędne **X** w rzucie z boku. Dodatkowo, na rysunku chwytu powietrza jest podana jego odległość od górnego konturu osłony, co pozwala wyznaczyć jej współrzędną **Y**. (Mogłem ją znaleźć, wykorzystując współrzędne osłony ze szkicu **L-10202**). Aby w podobny sposób umiejscowić osłonę karabinu, musiałem najpierw określić położenie osi jego lufy. Wykorzystałem w tym celu rysunki P-36/Hawk 75¹.

¹ Za przegrodą silnika, kadłuby P-36 i wczesnych P-40 były niemal identyczne. Oznacza to także identyczne osie karabinów kadłubowych, nawet wtedy, gdy różniły się kalibrem! Curtiss zaprojektował uniwersalne łoża km, dostosowane do karabinów kalibru 7.7/12.7mm, stąd w P-40-cu użyto 2 nkm kalibru 12.7mm, w P-36 – jeden nkm 12.7mm i jeden km 7.7mm, podczas gdy w eksportowym H75 były to dwa karabiny kalibru 7.7mm (lub 7.5mm, w maszynach sprzedanych do Francji).

Rysunek 9.7.5 przedstawia szczegóły montażu uzbrojenia w kadłubie Hawk 75. Na podobnym rysunku dla P-36, znalazłem potwierdzenie, że osie karabinów 12.7mm i 7.7mm były symetryczne. Jednak jego linie były mało czytelne, dlatego spośród tych dwóch skanów pokazuję tu ten bardziej wyraźny:

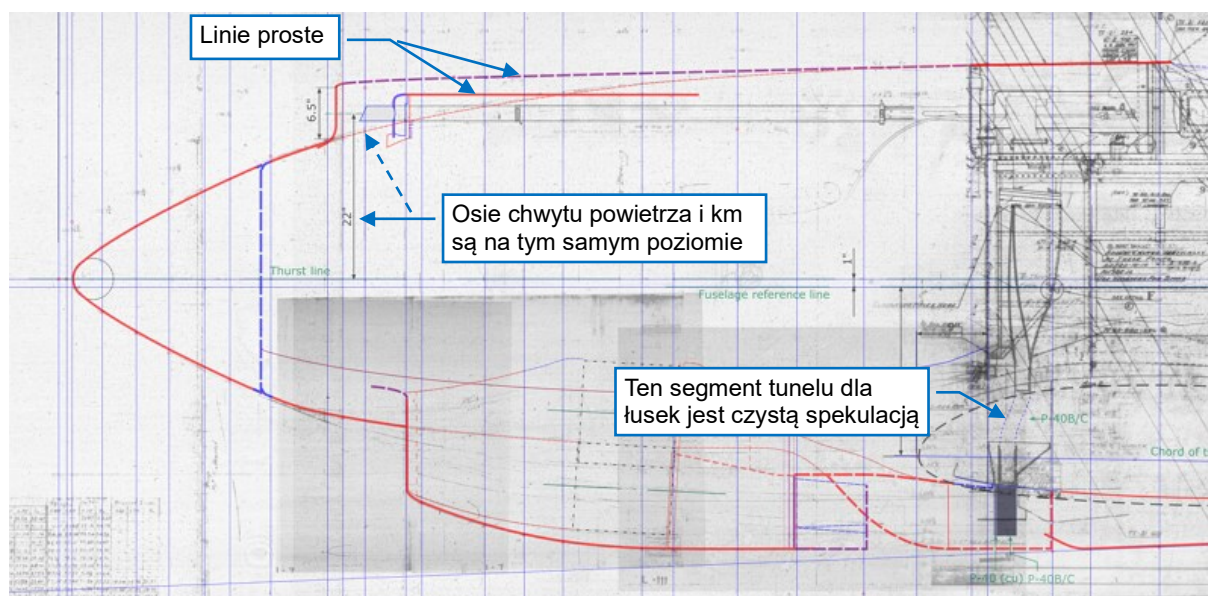


Rysunek 9.7.5 Karabiny w kadłubie Hawk 75 (rysunek nr 75-69-902)

Położenie karabinów jest podane na rzucie z przodu. Z tego rysunku odczytałem, że osie ich luf znajdowały się 22" ponad osią kadłuba (i 9" od płaszczyzny symetrii samolotu). Wykorzystując tę informację, mogłem precyzyjnie umieścić na głównym rysunku wzmocnienie osłony km ze szkicu **SK-2605**.

Na ilustracji powyżej zwróć uwagę na zaznaczony na różowo obszar pomiędzy dźwigarami 1 i 2 oraz wręgami przy kadłubie. W P-36 i H75 był wykorzystywany jako pojemnik na zużyte łuski km (do odzysku). Podobny pojemnik występował jeszcze w P-40-cu, ale usunięto go z późniejszych wersji (P-40B/C).

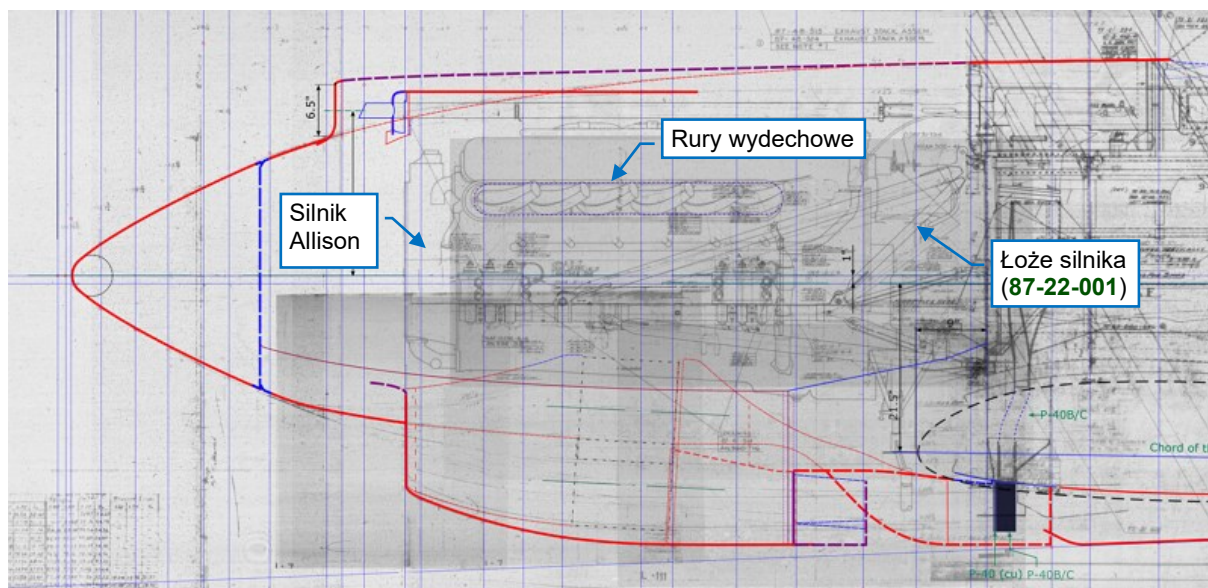
Rysunek 9.7.6 przedstawia szczegóły górnej części osłony silnika, narysowane w wykorzystaniu informacji ze szkiców **SK-2603** i **SK-2605**:



Rysunek 9.7.6 Szczegóły na górnej części osłony silnika

Jak widać, naniosłem tu także domniemany kształt tunelu dla łusek wewnątrz skrzydeł P-40B/C.

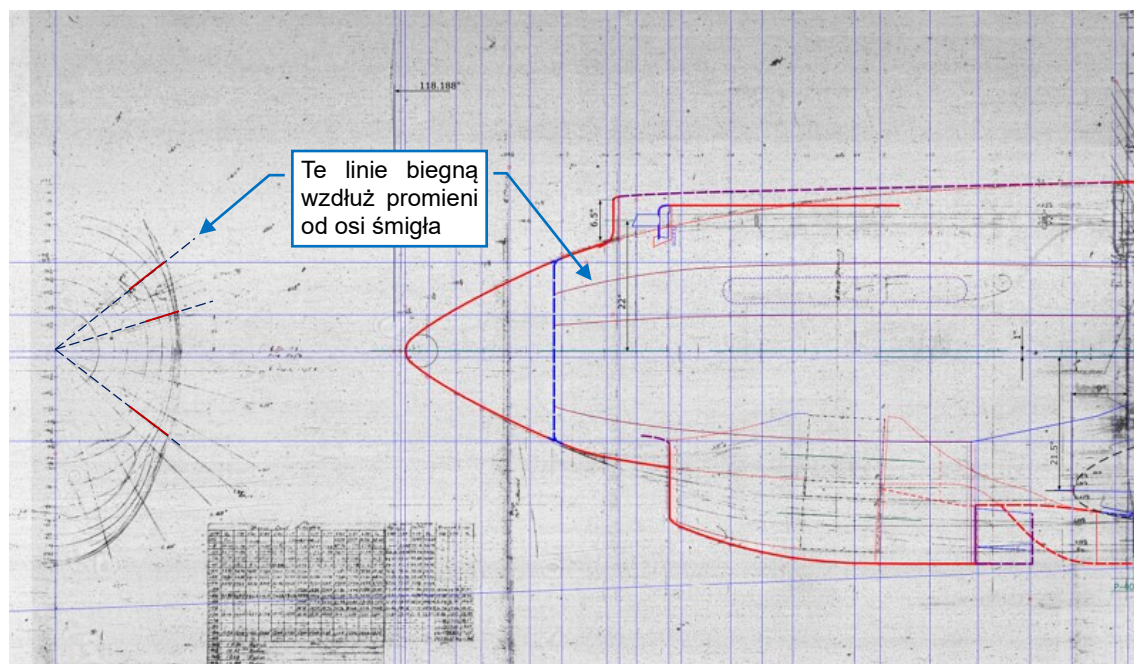
Następnym brakującym elementem były rury wydechowe silnika i ich otwór. Z oczywistych przyczyn płaszczyzna zdjęcia nigdy nie będzie idealnie równoległa do osi kadłuba. Dlatego na moich fotografiach ten szczegół jest zawsze przesunięty w poziomie i pionie w ślad za położeniem kamery. Stąd, do dokładniejszego określenia położenia tego otworu wykorzystałem rysunek łoża silnika P-40-cu (nr **87-22-001**):



Rysunek 9.7.7 Określanie położenia i rozmiaru otworu na rury wydechowe silnika

Nie znalazłem żadnego przyzwoitego rysunku silnika Allison V-1710-C, który był montowany we wczesnych P-40. Zamiast tego użyłem konturów jego późniejszego wariantu (V-1710-F) z P-40D (różniły się przekładniami, ale założyłem, że ich korpusy nie uległy zmianie). Starannie „przymocowałem” sylwetkę tego silnika do śrub widocznych na rysunku łoża z P-40-cu (z rysunku **87-22-01**, pokazanego na str. 218).

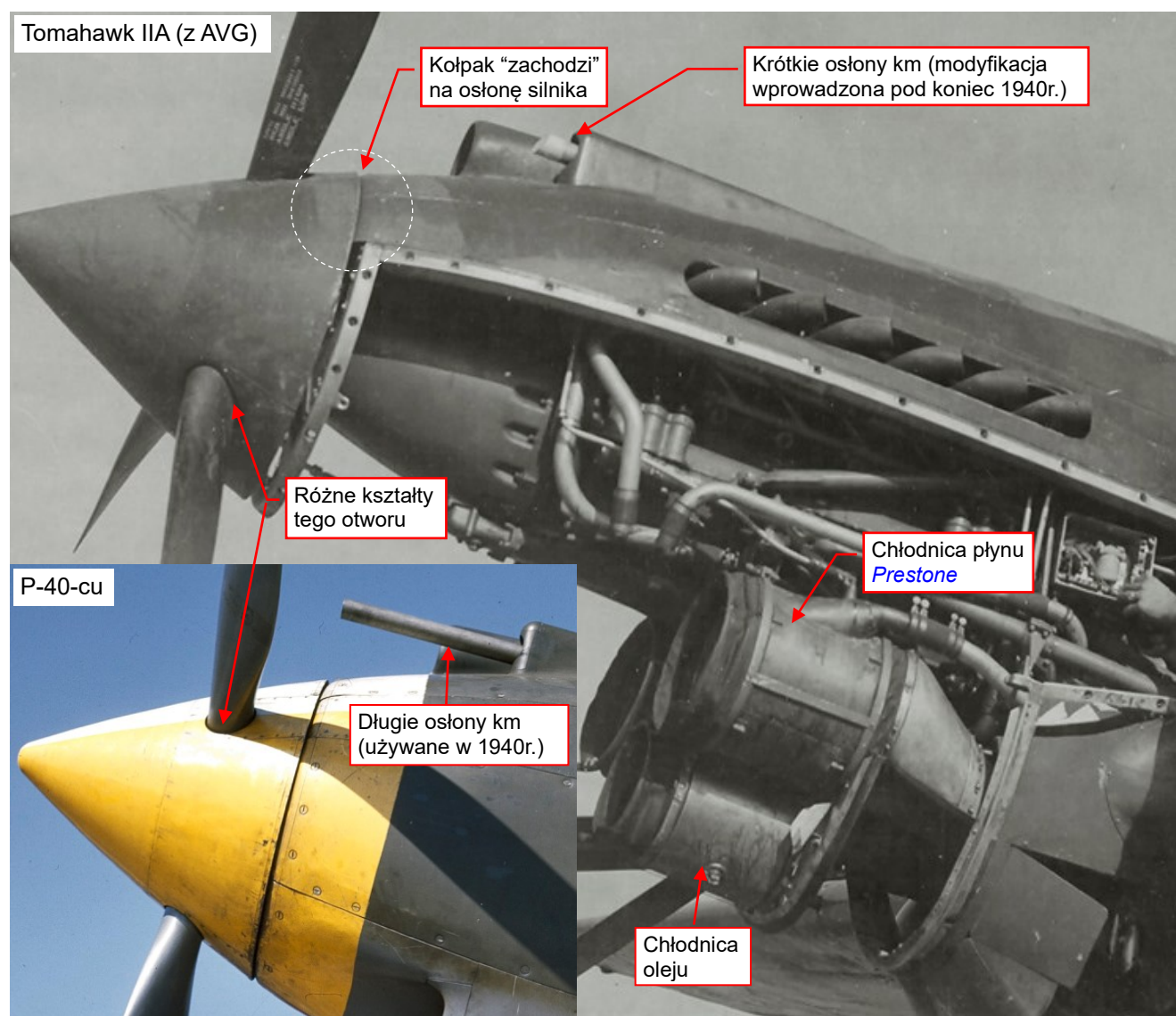
Odkryłem także, że na szkicu **L-10202** rzut z przodu zawiera pewne mało widoczne linie. Po porównaniu ze zdjęciami okazało się, że są to linie podziału paneli osłony silnika:



Rysunek 9.7.8 Naniesienie linii podziału paneli osłon silnika

L-10202 pokazuje, że te linie układają się wzdłuż promieni biegnących od osi śmigła, jak to zazaczyłem na rzucie z przodu. Co ciekawe, pasują do zdjęć produkcyjnych P-40-cu/B/C. W XP-40 linia podziału ponad rurami wydechowymi biegnie nieco wyżej niż na tym rysunku. Czy to jakiś drobny problem z wykonaniem prototypu?

Na zdjęciach zauważyłem także kilka interesujących szczegółów wokół kołpaka śmigła. Zaznaczyłem je na ilustracji poniżej, na której porównuję wcześniejsze i późniejsze warianty „długonosych” P-40:



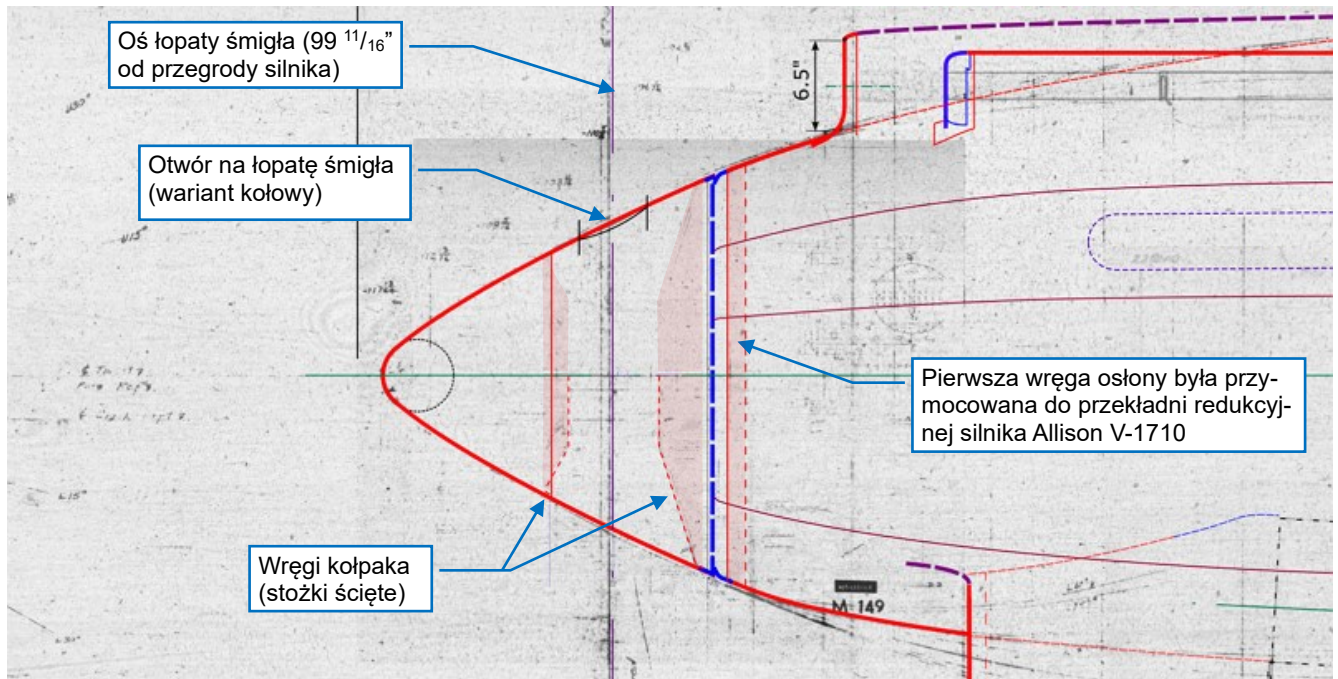
Rysunek 9.7.9 Szczegóły osłony silnika i kołpaka śmigła

Zwróć uwagę, że tylna krawędź kołpaka śmigła zasłania przednie krawędzie paneli osłony silnika. To rozwiązanie występuje w wszystkich wersjach P-40. Przypuszczam, że mogło minimalnie zmniejszać opór samolotu. Na ilustracji powyżej można także dostrzec różnicę w kształtach wycięć w kołpaku wokół łopat śmigła. W P-40-cu przekrój łopaty w tym miejscu był okrągły, więc ten otwór miał kształt koła. Z kolei na zdjęciu „Tomahawka” IIA z AVG przekrój łopaty śmigła i jej otwór mają kształt przypominający elipsę¹.

Na zdjęciu P-40-cu można zauważyć długie „rury” osłon karabinów maszynowych. Ich zadaniem była ochrona reszty konstrukcji przed falami uderzeniowymi wystrzałów. Okazało się, że były za długie: drgania silnika i inne przypadkowe obciążenia mogły zmieniać ich kształt podczas lotu. W pewnych ekstremalnych przypadkach wystrzelone pociski „półcalówek” były w stanie zniszczyć końce tych rur. W rezultacie Curtiss zdecydował się skrócić długość osłon km i na obszarze bezpośrednio przed ich wylotami wzmocnić panele okapotowania silnika. Ta zmiana była także wprowadzona do wyprodukowanych wcześniej P-40-cu.

¹ W „Aircraft Pictorial #5” Dany Bella znalazłem wzmiankę, że w śmigłach P-40-cu wykorzystano wydrążone, stalowe łopaty śmigieł. Braki tych łopat podczas produkcji późniejszych serii P-40B i „Tomahawków” zmusiły zakłady Curtiss do wykorzystania substytutu: litych łopat śmigieł wykonanych z aluminium, które były nieco cięższe. Może ten samolot z AVG używał właśnie takich łopat?

Rysunek 9.7.10 przedstawia szczegóły kołpaka śmigła:



Rysunek 9.7.10 Szczegóły kołpaka śmigła (XP-40)

Na rysunku **L-10202** zaznaczono, że płaszczyzna osi łopat śmigieł leży $99 \frac{11}{16}$ " od przegrody silnika. Co prawda pierwsze rysunki poglądowe XP-40 z 1938r. umieszczają tę płaszczyznę nieco bliżej (99"), ale w tym pierwszym wariantcie kołpak śmigła także był krótszy. Znalazłem także rysunek przedniej wręgi osłony silnika (**75-29-834**). Ten skan jest mało czytelny, ale pozwolił mi określić dokładne położenie i rozmiar tego dysku. Jednak żaden z tych rysunków nie podaje położenia tylnej krawędzi kołpaka śmigła. Musiałem to zrobić wykorzystując zdjęcia (dlatego ten fragment rysunku jest w kolorze niebieskim).

Zwróć uwagę, że Rysunek 9.7.8 pokazuje także rury osłon km, których nie było w tym prototypie (na zdjęciu z lutego 1940 XP-40 nie jest uzbrojony). Rysunek 9.7.10 koryguje ten błąd.

Znalazłem także wyblakłe odbitki kołpaka śmigła i pierwszej wręgi (rysunki **75-42-803** i **75-42-823**). Ten rysunek złożeniowy, pochodzący z 1939r., wydaje się opisywać krótszą wersję kołpaka. Widać na nim szeroką na $\frac{5}{8}$ " szczelinę pomiędzy tylną wręgą kołpaka i osłoną silnika. Przypuszczam, że w późniejszej wersji poszycie kołpaka wydłużono o około 1" za krawędź tylnej wręgi, tak że zasłoniło tę szczelinę i przód okapotowania silnika. Z rysunku złożeniowego skopiowałem także okrągły kontur otworu na łopatę śmigła.

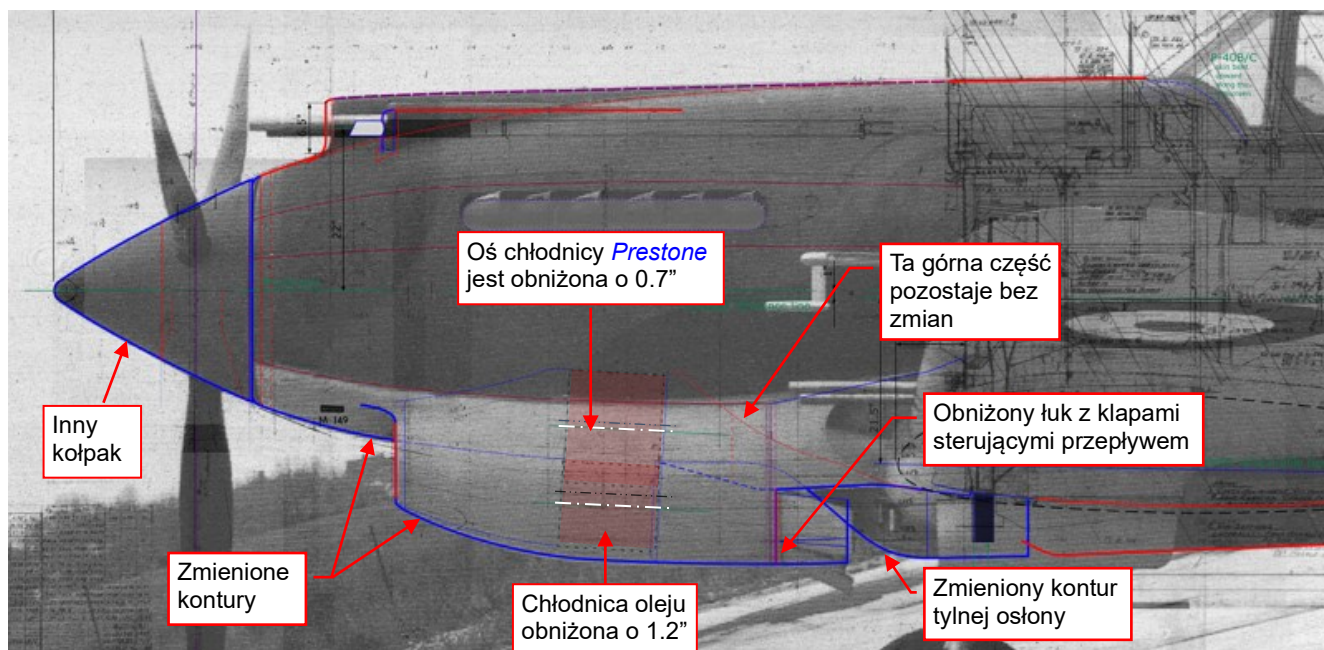
Rysunek poniżej przedstawia uzyskany rzut z boku XP-40 (tu jest [wersja w wysokiej rozdzielczości](#)):



Rysunek 9.7.11 Rzut z boku XP-40 (wariant z lutego 1940)

Gdy kontury osłony silnika prototypu są już na miejscu, możemy teraz na ten rysunek nanieść różnice występujące w seryjnych P-40.

Jak opisuje to sekcja 9.6, seryjne P-40 miały dłuższy kołpak śmigła i głębszą osłonę chłodnicy cieczy. W wariantach z silnikiem Allison znajdowały się tam dwa cylindryczne wymienniki ciepła płynu chłodzącego (*Prestone*) i pojedyncza chłodnica oleju, o podobnym kształcie. Widać je na zdjęciach szczegółów silnika (na przykład – por. Rysunek 9.7.9). Znalazłem dwa rysunki ramek, do których były przymocowane te chłodnice: jeden dla XP-40 (75-50-858) i drugi z „krótkonosego” P-40E (87-50-012). Wynika z nich, że podczas gdy średnica chłodnicy oleju była taka sama w obydwu wersjach (11.12”), to chłodnice płynu *Prestone* w XP-40 były mniejsze (13.12” średnicy), niż ich odpowiedniki w P-40E (14.63”). Porównałem proporcje średnic chłodnic oleju i *Prestone* na różnych zdjęciach silników P-40-cu/B/C. Ostatecznie doszedłem do wniosku, że prawdopodobnie użyte w nich chłodnice *Prestone* miały taki sam rozmiar jak te z P-40E. Wydaje mi się, że osłona z L-10202 miała jeszcze dostateczną szerokość, by (tak „na styk”) pomieścić te większe cylindry. Porównałem odpowiednie wymiary ramek chłodnic przedstawionych na obydwu analizowanych odbitkach. Odległość w pionie pomiędzy osiami chłodnicy oleju i płynu *Prestone* zwiększyła się z 9.5” w XP-40 do 10” w P-40. Założyłem, że kształt górnej części wewnętrznych tuneli doprowadzających powietrze do chłodnicy pozostała bez zmian. Sądzę bowiem, że korpusy silników użytych w XP-40 i wczesnych P-40 były takie same i w związku z tym nie było już przestrzeni na rozbudowę chłodnicy w górę. Stąd, na rysunku P-40 obniżyłem oś chłodnicy *Prestone* o 0.755”, tak aby pasowała do ramek z P-40E. W rezultacie oś chłodnicy oleju znalazła się o 1.25” (0.755”+0.5”) niżej niż w XP-40. Taka konfiguracja pasuje do archiwalnych zdjęć. Na rysunku poniżej zaznaczyłem osie chłodnic XP-40 na czarno, a osi chłodnic P-40 – na biało:



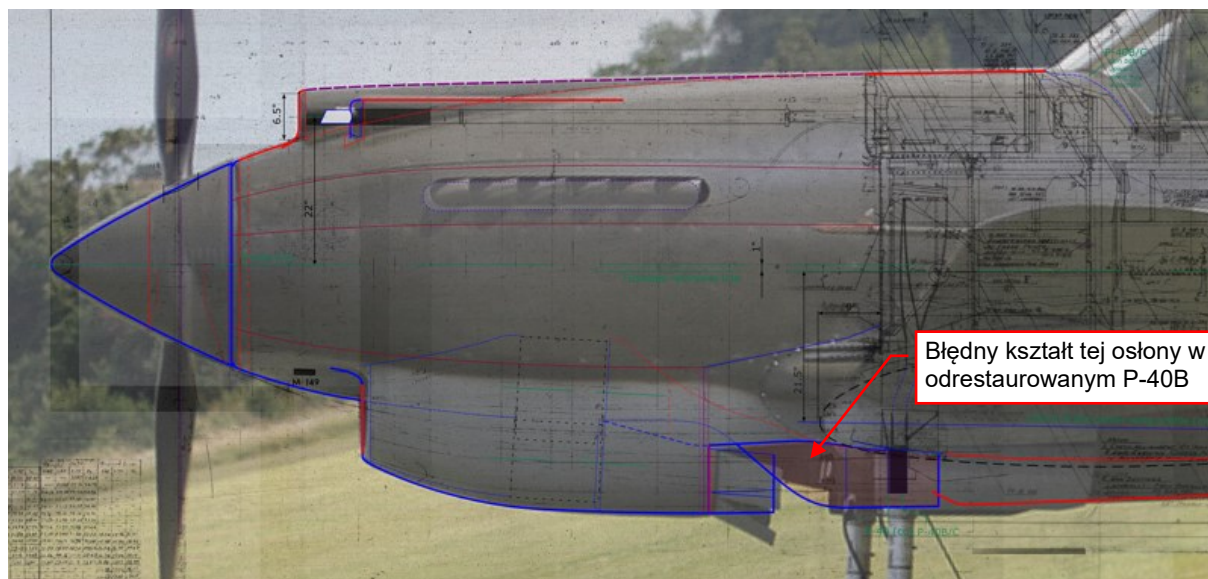
Rysunek 9.7.12 Dopasowanie osłony chłodnic cieczy P-40 do archiwalnego zdjęcia

Dopasowanie konturu samolotu z ortograficznego rzutu z boku do perspektywicznej projekcji na zdjęciu nigdy nie jest łatwe i wolne od błędów, szczególnie dla zdjęć wykonanych z typową ogniskową (około 35mm). W przypadku „Tomahawka” IA z fotografii powyżej, szczegóły górnej części osłony silnika są się przesunięte w górę, a kołpak śmigła odrobinę dłuższy niż w rzeczywistości. Jednak obszar wokół klap chłodnicy i goleni podwozia wydaje się niezdeformowany (były w centrum obiektywu – por. str. 90). W oparciu o te założenia i szkic tuneli powietrza chłodnicy XP-40 narysowałem kontury osłony silnika P-40. Linie niebieskie to kształty odwzorowane wyłącznie na podstawie zdjęć. Zwróć uwagę, że sam wlot powietrza jest nadal w kolorze czerwonym, ponieważ był zamontowany około 0.5” niżej niż w XP-40, ale pozostał w tej samej odległości od przegrody silnika (74”). Wylot z chłodnicy P-40, razem z łukiem jego klap sterujących przepływem, został obniżony o 1.2”.



Oczywiście, tutaj porównuję się tylko z jednym zdjęciem. Jednak aby zmniejszyć granice błędów, nieuniknionych w takich porównaniach, sprawdziłem te kontury także z kilkoma innymi fotografiami P-40.

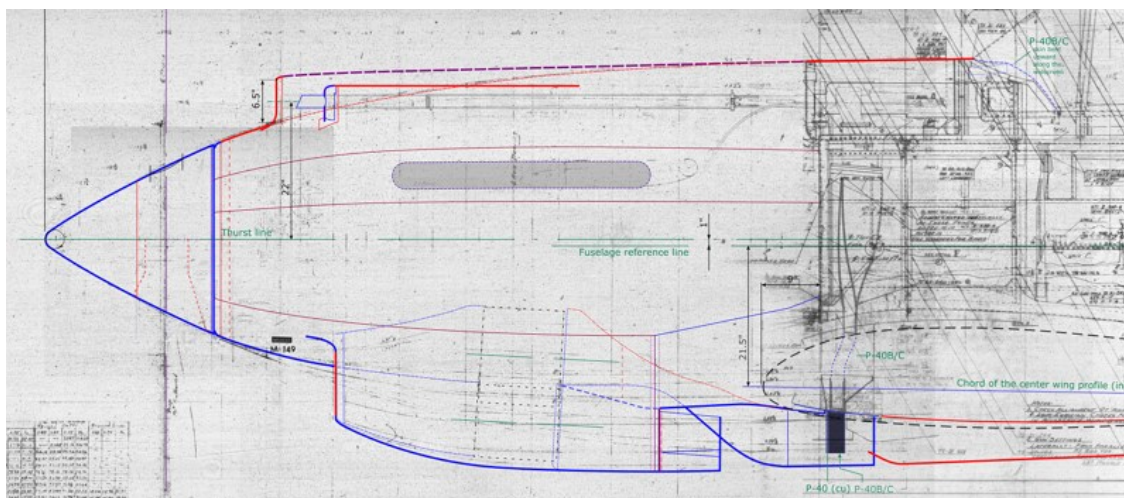
Porównałem także ten kontur ze współczesnym zdjęciem P-40B, wykonanym teleobiektywem:



Rysunek 9.7.13 Porównanie konturu P-40 z odrestaurowanym samolotem

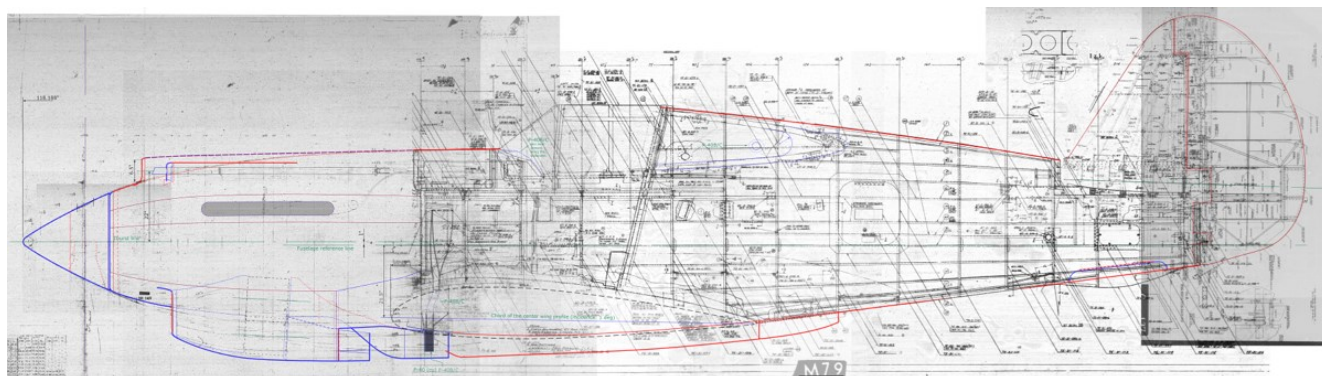
Wygląda na to, że te kontury pasują do siebie. Jednak przypuszczam, że zespół odtwarzający ten samolot nie dysponował dokumentacją osłony silnika. Te prace były wykonane nawet wcześniej niż przypadek opisany na str. 219. W zasadzie ostateczny rezultat jest całkiem dokładny, oprócz fragmentu osłony za wylotem z chłodnicy cieczy (por. Rysunek 9.7.13, różowy obszar): ten ze zdjęcia ma zdecydowanie zbyt płaski kształt.

Rysunek 9.7.14 pokazuje uzyskane kontury osłony silnika P-40-cu/B/C:



Rysunek 9.7.14 Osłona silnika wczesnych P-40

Poniżej umieściłem widok rezultatu – widok z boku P-40B, złożony z fragmentów oryginalnych rysunków:



Rysunek 9.7.15 Kompletny kontur wczesnych P-40



„Duży” Rysunek 9.7.15 (tzn. wersję o wysokiej rozdzielczości) znajdziesz w materiałach towarzyszących (por. str. 18). Pełna ścieżka do tego pliku to: source/reference/drawings/P-40B_side.png. Wykorzystaj go przy budowie modelu jako dodatkowy rysunek referencyjny (por. str. 112).

Oczywiście, to nie jest kompletny widok z boku. Jednak jest to użyteczny rysunek referencyjny, który wykorzystam przy tworzeniu mojego modelu. Ta praca pozwoliła mi także określić, które z zebranych rysunków Curtiss są użyteczne, oraz dowiedzieć się czegoś o brakach w tej dokumentacji.

Rozważając dalsze kroki, uświadomiłem sobie, że „klasyczna” metoda:

1. stworzenie z oryginalnych rysunków złożeniowych nowego rysunku referencyjnego (zrobiłem to w tym rozdziale);
2. stworzenie na podstawie takiego płaskiego rysunku trójwymiarowego modelu (co zamierzam zrobić).

nie jest optymalna.

Na przykład: kontury rzeczywistego obiektu są matematyczną abstrakcją: to nieskończenie cienkie linie. Z drugiej strony, na rysunku zawsze muszę je rysować liniami o jakiejś szerokości. Mogę „obejść” ten problem zakładając, że dokładny kontur leży na zewnętrznej krawędzi ich obrysu. Jednak rysując te linie mogę nieświadomie popełnić jakieś niewielkie, lecz istotne przesunięcia (lub inne błędy).

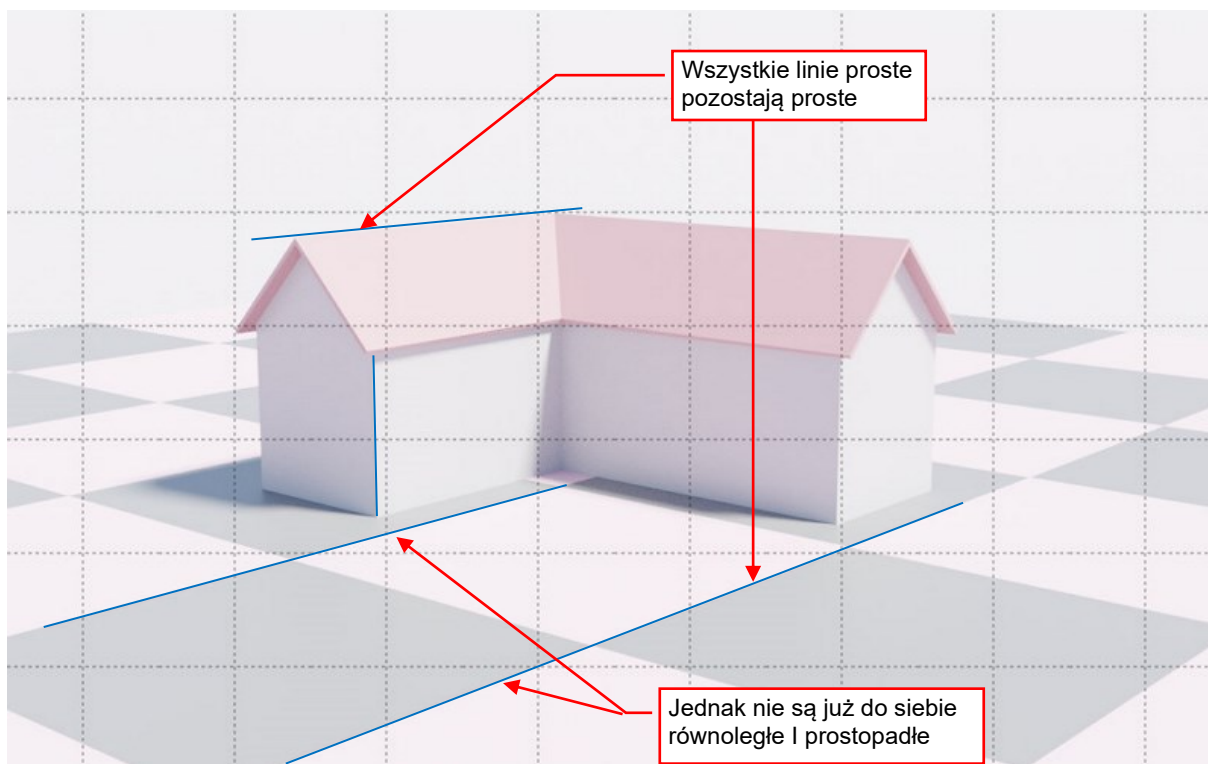
Jak dotąd, wykorzystałem tylko ułamek informacji dostępnej w tej dokumentacji: większość jej schematów geometrii podaje kompletne współrzędne wszystkich kolejnych przekrojów obiektu. W moim widoku z boku użyłem tylko dwóch wierszy z tabeli współrzędnych osłony silnika (wierszy dotyczących jego górnego i dolnego konturu). W widoku z góry/z dołu wykorzystam tylko jeden, kolejny wiersz z tej tabeli! (Ten, który opisuje max. szerokość kadłuba). Oczywiście, mogę także nakreślić na rysunkach referencyjnych dodatkowe linie pomiędzy konturami z góry i z boku. Jednak obawiam się, że będą one mniej dokładne od źródłowych współrzędnych, gdyż będę musiał narysować tę samą linię dwa razy, na każdym z tych dwóch rzutów. Trudno jest znaleźć ewentualne pomyłki w liniach, których projekcje są podzielone na dwa dwuwymiarowe obrazy. O wiele lepszym pomysłem jest użyć współrzędnych z dokumentacji P-40 do stworzenia czegoś w rodzaju trójwymiarowej „wzorcowej siatki” w Blenderze. Następnie użyć jej do budowy właściwego modelu. Taka „siatka” dla kadłuba składałaby się z konturów kolejnych wręg. Podobna siatka dla skrzydła zawierałaby kontury kluczowych żeber, dźwigarów oraz kontur obrysu końcówki płata.

Rozdział 10. Dodatkowe wyjaśnienia

W tym rozdziale umieściłem informacje "dla dociekliwych". Znajdują się tu szczegółowe wyjaśnienia wybranych zagadnień, nad którymi nie chciałem się rozwodzić w części głównej (aby nie zbaczać z tematu).

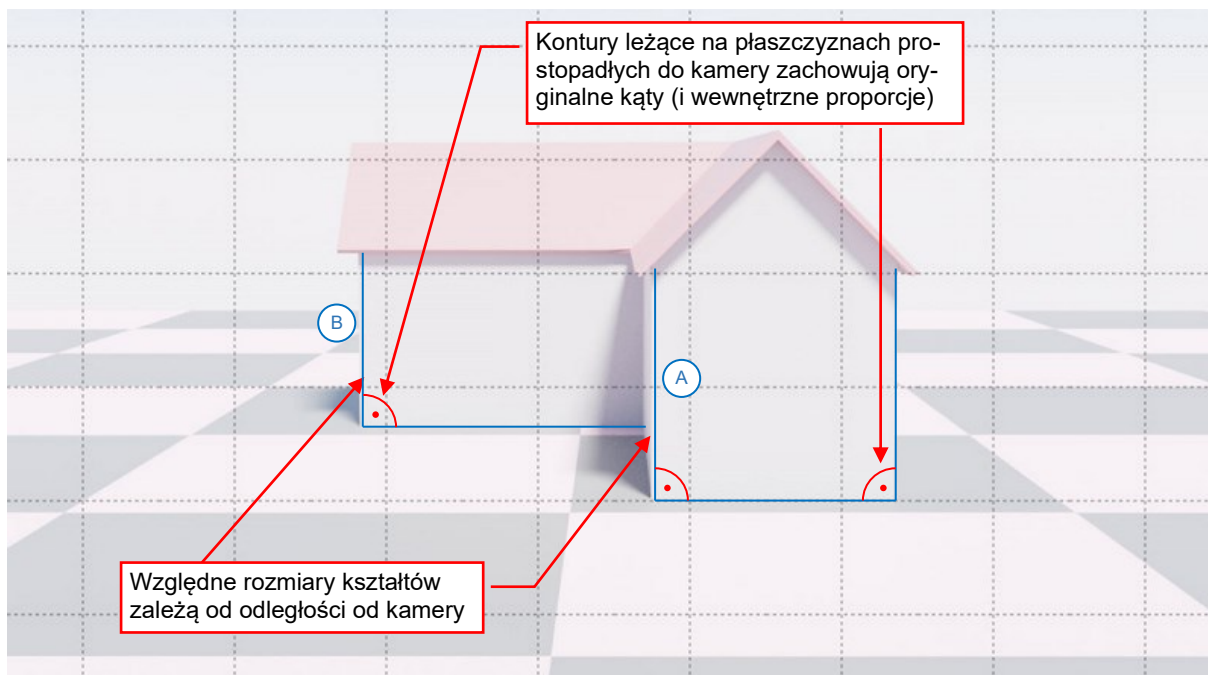
10.1 Zniekształcenia obiektu na zdjęciach

Najbardziej oczywiste zniekształcenie obiektu odwzorowanego na zdjęciu jest spowodowane przez projekcję perspektywną. Przedstawię ją na przykładzie prostego „domku” (złożony kształt samolotu utrudniłby dostrzeżenie kluczowych zagadnień, które przedstawiam poniżej):



Rysunek 10.1.1 Przykład zniekształcenia perspektywnego

Jednak płaszczyzny prostopadłe do kierunku kamery to specjalny przypadek (Rysunek 10.1.2):



Rysunek 10.1.2 Własności płaszczyzn prostopadłych do kierunku kamery

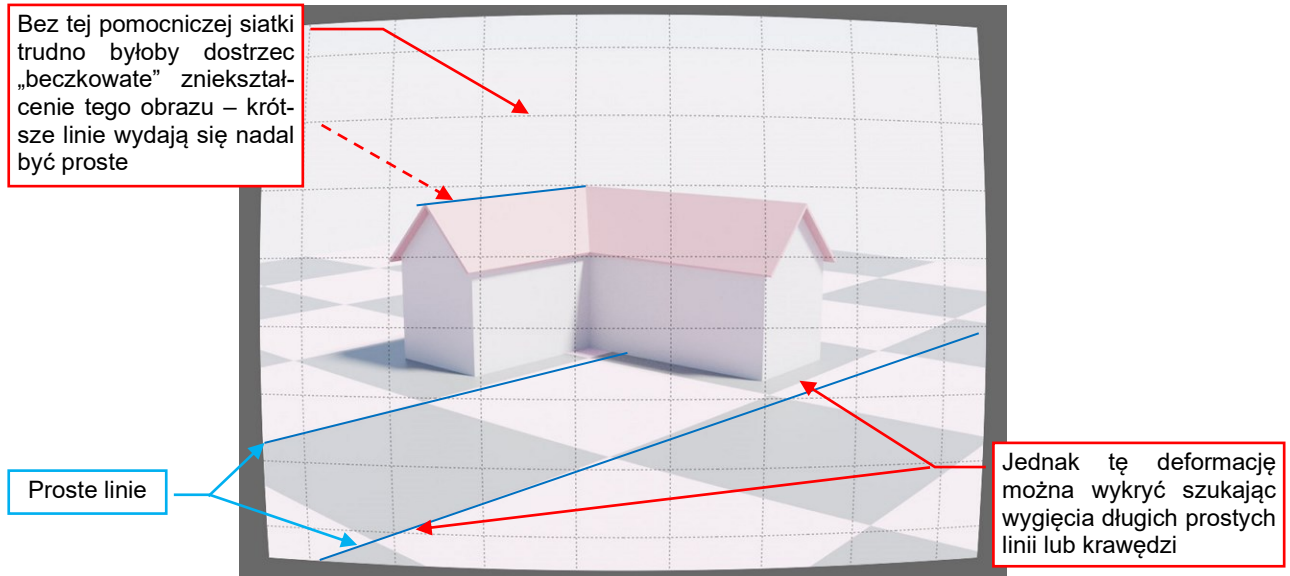
Projekcja perspektywna konturu, który leży na płaszczyźnie prostopadłej do kamery, zachowuje także jego kąty. Oznacza to, że ściany, które pokazuje Rysunek 10.1.2, zachowały swój oryginalny kształt (w szczególności – proste kąty narożników). Jednak zwróć uwagę na względne rozmiary tych ścian: zależą od odległości od ka-

mery. W przestrzeni trójwymiarowej krawędzie **A** i **B** (Rysunek 10.1.2) mają identyczną długość, ale w tej projekcji **A** wydaje się być dłuższe od **B**, gdyż jest bliżej obserwatora (tj. kamery).



To oznacza, że sylwetka samolotu na zdjęciu z boku wykonanym prostopadłe do płaszczyzny symetrii samolotu powinna odpowiadać jego konturowi z rzutu z boku (o ile zdjęcie nie jest zniekształcone).

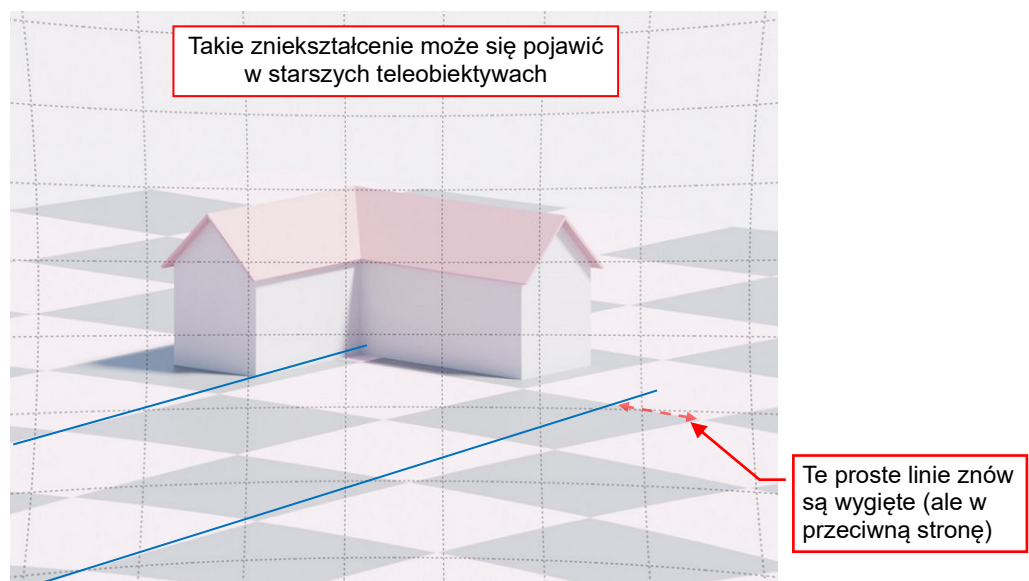
Jednak w prawdziwych obiektywach na projekcję perspektywiczną nakłada się jeszcze inne zniekształcenie. Poniżej pokazuję przykład typowego zniekształcenia ujemnego („beczkowatego”) (Rysunek 10.1.3):



Rysunek 10.1.3 Przykład negatywnego zniekształcenia („beczkowatego”) w obiektywie kamery

Gdybym usunął z powyższego obrazka pomocniczą siatkę i odciął zaokrąglone brzegi, trudno byłoby dostrzec to zniekształcenie. Możesz wykryć jego obecność sprawdzając długie linie, które w czystej projekcji perspektywicznej powinny pozostać proste. Jeżeli są zakrzywione jak te na ilustracji powyżej, to obraz jest zdeformowany. Silne zniekształcenie beczkowate można łatwiej zauważyć dla bardzo krótkich ogniskowych kamery (gdy zaczyna przypominać obrazy z obiektywu typu „rybie oko”).

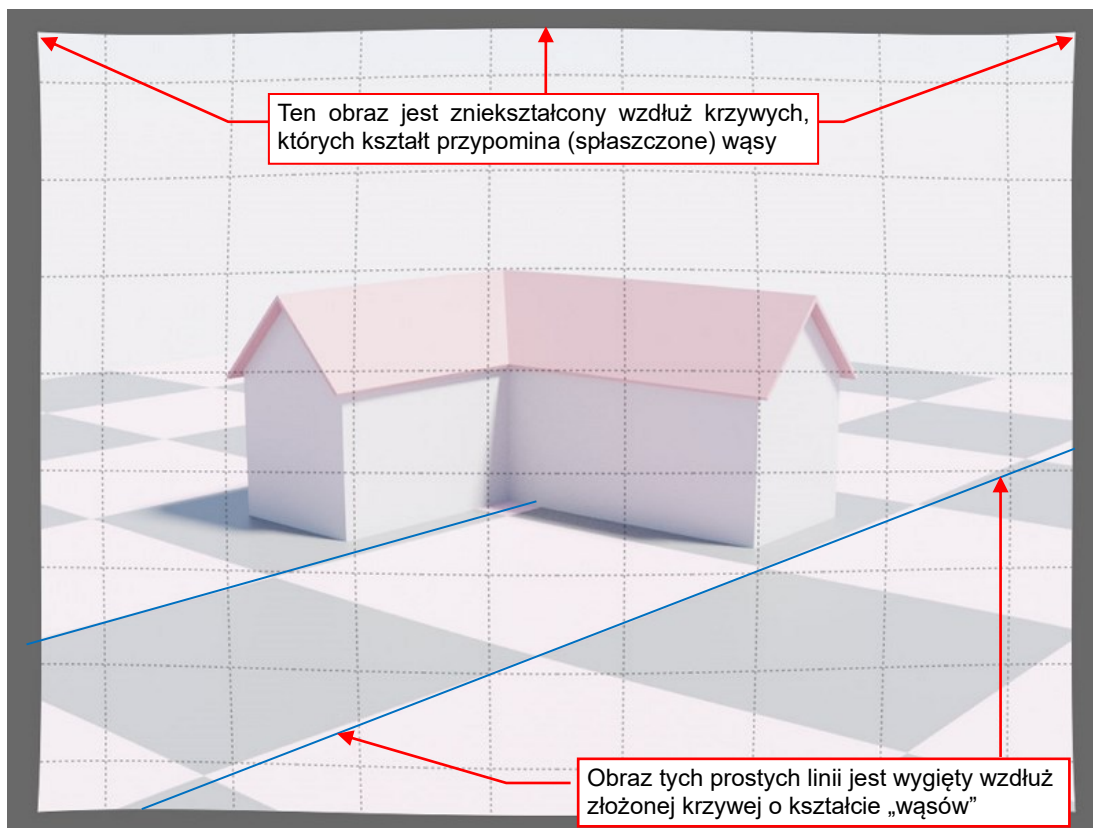
Starsze teleobiektywy (o długich ogniskowych) mogą tworzyć zniekształcenia dodatnie („poduszkowe”):



Rysunek 10.1.4 Przykład dodatniego zniekształcenia („poduszkowego”)

Tak jak w zniekształceniu beczkowatym, możesz wykryć tę deformację zdjęcia poprzez sprawdzenie wygięcia na obrazie długich, prostych linii (lub krawędzi).

Ostatnim przypadkiem jest złożenie zniekształceń negatywnych i pozytywnych (Rysunek 10.1.5):



Rysunek 10.1.5 Przykład deformacji złożonej („w wąsy”)

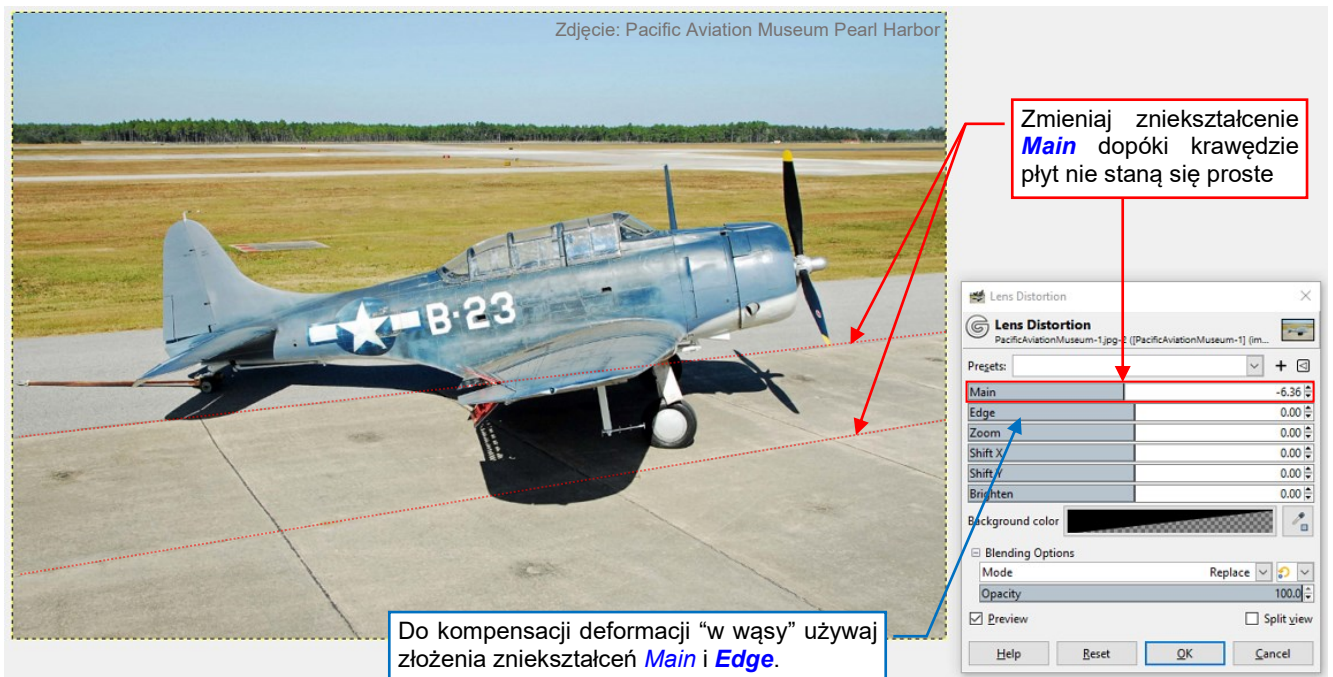
Na ilustracji powyżej zniekształcenie ujemne („beczkowate”) dominuje w środku obrazu, podczas gdy zniekształcenie dodatnie („poduszkowate”) – w narożnikach. W tym przypadku ogólne zniekształcenie jest mniejsze, ponieważ te dwie deformacje się częściowo kompensują. Linie, które są proste w przestrzeni trójwymiarowej, tu są wygięte wzdłuż złożonych krzywych, których kształt przypomina spłaszczone wąsy. Stąd ten rodzaj deformacji jest także określany jako zniekształcenie „w wąsy”.

Czasami można wykryć zniekształcenie zdjęcia sprawdzając pewne elementy otoczenia samolotu. Rysunek 10.1.6 pokazuje, jak wykorzystałem krawędzie betonowych płyt jako „długie, proste linie” :



Rysunek 10.1.6 Identyfikacji zniekształcenia beczkowatego za pomocą linii krawędzi płyt lotniska (samolot: Douglas SBD-5)

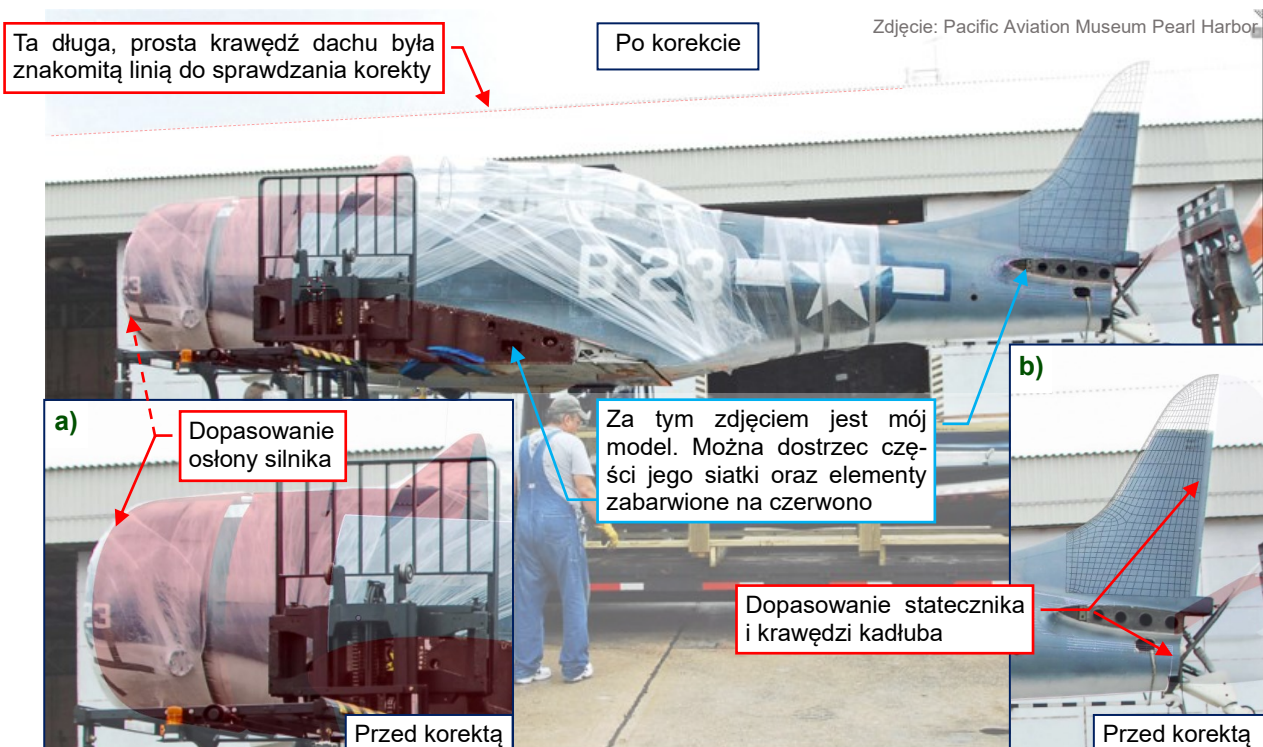
Gdy znajdziesz taki „wskaźnik”, możesz skompensować to zniekształcenie. Robi się to na przykład w GIMP, wykorzystując filtr *Lens Distortion*. Wywołaj okno *Filters → Distorts → Lens Distortion* (Rysunek 10.1.7):



Rysunek 10.1.7 Kompensacja zniekształcenia beczkowatego (GIMP)

W tym oknie wystarczy zmniejszać zniekształcenie *Main*, aż krawędzie płyt nie staną się proste. Powoduje to zmiany ich kątów pochylenia, przez co nie można tego sprawdzać za pomocą linii pomocniczych. Mówiąc szczerze, użyłem w tym celu fizycznej linijki, przyłożonej do ekranu (odkąd współczesne monitory LCD są zupełnie płaskie, nie ma nic złego w takim niekonwencjonalnym narzędziu). Dla kompensacji zniekształcenia „z wąsami” używaj złożenia deformacji *Main* i *Edge*. Parametry *Shift X* i *Shift Y* to przesunięcie środka zniekształcenia (od centrum obrazu). Parametr *Zoom* nie jest praktyczny (proporcjonalnie zmienia rozmiar obrazu).

Te korekty pozwoliły mi poprawnie dopasować mój model 3D SBD-5 do zdjęć (Rysunek 10.1.8):



Rysunek 10.1.8 Dopasowanie modelu 3D do zniekształconego („przed korektą”) i skorygowanego zdjęcia

Rysunek 10.1.8a) i b) pokazuje problemy z dopasowaniem modelu do oryginalnego zdjęcia, które znikły po skorygowaniu zniekształcenia beczkowatego. Po takich korektach, te szczegółowe zdjęcia stały się dokładnymi obrazami wzorcowymi dla mojego modelu SBD-5.



Dopasowanie modelu 3D do zdjęć samolotu opisuje Tom II.

Jednak dla większości zdjęć nie będziesz w stanie ocenić, jak intensywne jest ich zniekształcenie. Dlatego do bezpośredniego sprawdzania rysunków referencyjnych (lub gotowego modelu 3D) sugeruję używać współczesnych zdjęć wykonanych teleobiektywem (np. w ten sposób fotografuje się samoloty w locie). Ich ewentualne zniekształcenia są minimalne.



Środek obrazu jest zawsze najmniej zniekształcony. Największych deformacji możesz oczekiwać w pobliżu krawędzi. (Zakładając, że zdjęcie nie jest fragmentem wyciętym z większej całości).

Gdy używasz zeskanowanych **zdjęć z książki lub magazynu**, staraj się sprawdzić, czy wydawca zachował ich oryginalne proporcje. Podczas składu publikacji całkiem często zdarza się, że ilustracja nie pasująca do układu strony nie jest przycinana, a nieznacznie skalowana wzdłuż jednej z osi. Takie nieproporcjonalne skalowanie czyni ją bezużyteczną dla jakichkolwiek dokładnych porównań.



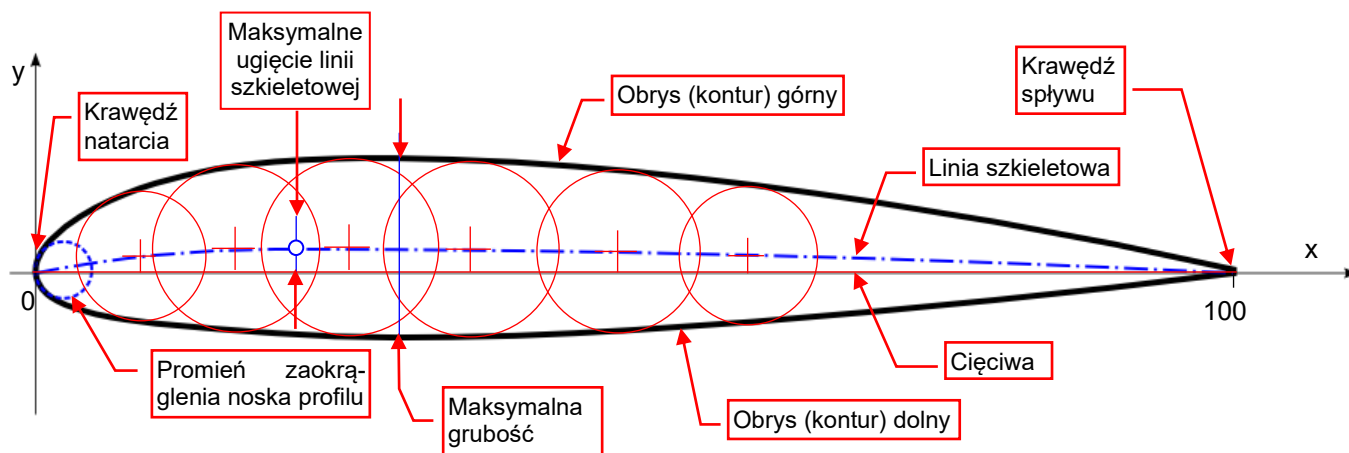
W przypadku zdjęć z książek lub magazynów, zawsze staram się znaleźć tę samą ilustrację w innej publikacji i porównać ich proporcje. Jeżeli nie pasują do siebie idealnie – jedna z nich musiała zostać przeskalowana.

W większości takich przypadków nie jesteś w stanie określić, która ze fotografii została przeskalowana. W rezultacie, obydwie są bezużyteczne. (Z drugiej strony – nie stracisz czasu na bezowocne próby dopasowania twojego modelu do takiego zdjęcia).

10.2 Odzworowanie kształtów profili lotniczych

Wśród konstruktorów lotniczych funkcjonuje powiedzenie "the wing is the king". Ma to znaczyć, że geometria płata ma decydujący wpływ na wszelkie charakterystyki samolotu. Na przykład – P-40E "Warhawk" i P-51A "Mustang" miały niemal identyczną powierzchnię płata. Używały takich samych silników *Allison*, miały bardzo podobną powierzchnię czołową – chłodnic, kadłuba, skrzydeł. Różniły się jednak drastycznie oporem, jaki stały podczas lotu. Współczynnik oporu P-40E wynosił 0.0242¹. Ten sam współczynnik dla P-51A wynosił 0.0176. Co powodowało tę różnicę? Przede wszystkim profil płata! W wyniku zastosowania skrzydła o profilu laminarnym pierwsze "Mustangi" był o 45 km/h szybsze od "Warhawków"². (Inna sprawa, że swój udział miała w tym także specjalna chłodnica ciecży Mustanga, o dużo mniejszym oporze³).

Profil płata jest odwzorowywany w lotnictwie bardzo dokładnie – nawet nieznaczne różnice kształtu mogą w znaczny sposób zmienić np. charakterystyki przeciągnięcia. Rysunek 10.2.1 wyjaśnia podstawowe pojęcia, używane w opisie geometrii profili lotniczych:



Rysunek 10.2.1 Geometria profilu lotniczego

Tradycyjnie profile lotnicze rysuje się w płaszczyźnie **XY**. Z lewej strony, w punkcie (**X=0**, **Y=0**), znajduje się zawsze tzw. nosek profilu, określający kształt krawędzi natarcia płata. Nosek jest zazwyczaj zaokrąglony. Czasami jest podawany promień tego zaokrąglenia. Profil jest zawsze zakończony w punkcie (**X=100**, **Y=0**) – to krawędź spływu. Linia profilu jest często dzielona na dwie części: **obrys górny** i **obrys dolny**. Obrysy łączą się na krańcach profilu (w **X = 0** i **X=100**).

Prosty odcinek, łączący krawędź natarcia z krawędzią spływu nazywamy **cięciwą**. Drugą linią charakterystyczną jest **szkieletowa**. Punkty tej linii leżą w równej odległości od górnego i dolnego obrysu profilu. Można ją sobie wyobrazić jako linię przechodzącą przez środki okręgów, wpisanych w ten kontur (Rysunek 10.2.1).

Dla profilu podawana jest często także:

- maksymalną grubość (informacyjnie – chodzi tu o wysokość, mierzona wzdłuż osi **Y**);
- punkt maksymalnego ugięcia linii szkieletowej (Rysunek 10.2.1).

¹ Współczynnik "czystego oporu" C_x , mierzony w sytuacji, gdy płat nie wytwarza siły nośnej (samolot jest wówczas pochylony o 2–3° do dołu). Nie porównuj go z podobnym C_x dla samochodów. W lotnictwie, w obliczaniu oporu powierzchnią odniesienia jest powierzchnia płata (w rzucie z góry). Dla samochodów jest to powierzchnia czołowa. Stąd C_x w lotnictwie są niższe, dla takiej samej prędkości i siły oporu!

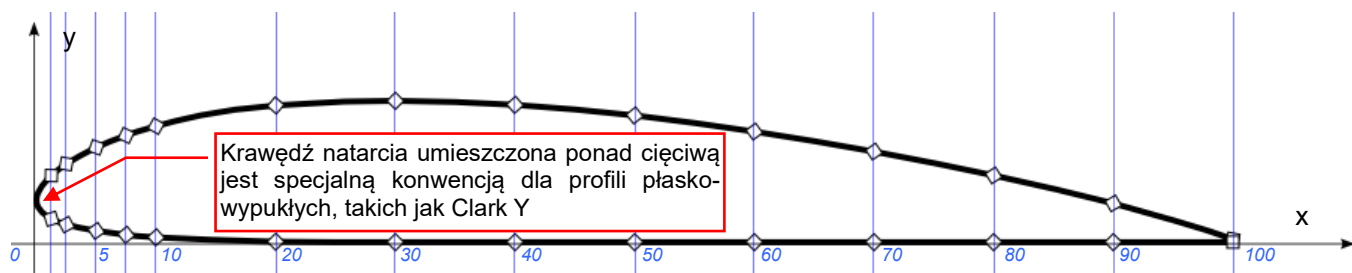
² Z prędkością wznoszenia już nie było tak dobrze: obydwa samoloty nie były pod tym względem najlepsze. Przy praktycznie takiej samej masie całkowitej (porównywały "Warhawk" był nieznacznie – o 120 kg – lżejszy) "Mustang" osiągał 610 m/min, a "Warhawk" – 670 m/min. Część tej różnicy wynika z większej masy, a część – z niższej siły nośnej profilu płata P-51. Dla porównania – Messerschmitt Bf 109E miał prędkość wznoszenia 1020 m/min, a Bf 109F – 1260 m/min (ta ostatnia była jedną z najlepszych w ciągu całej wojny).

³ Wewnętrzna powierzchnia chłodnicy P-51 była kilka razy większa od stosunkowo małych chłodnic P-40. W ten sposób wykorzystano tzw. „efekt Meredith’a”: duża chłodnica o małym oporze przy większych prędkościach generowała dodatkowy ciąg (jak mały silnik strumieniowy).

Gdzieś tak do lat dwudziestych XX wieku profile skrzydeł opracowywali sami konstruktorzy, dla swoich własnych potrzeb. Robili to metodą „prób i błędów”. Na przykład popularny profil Clark Y powstał właśnie w tym czasie (opracował go w 1922 r. Virginus A. Clark). Użyto go w dziesiątkach samolotów z lat dwudziestych. Aby inżynierowie na całym świecie byli w stanie poprawnie odtworzyć kształt profili, zaczęto publikować współrzędne ich obrysów (Tabela 10.2.1, Rysunek 10.2.2):

X	0	1.25	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Yg	3.49	5.53	6.50	7.87	8.86	9.63	11.35	11.73	11.40	10.52	9.18	7.72	5.54	3.32	0.25
Yd	3.49	1.94	1.46	0.94	0.61	0.40	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabela 10.2.1 Współrzędne profilu Clark Y



Rysunek 10.2.2 Profil Clark Y, wykreślony na podstawie współrzędnych z Tabela 10.2.1

Gdzieś w latach dwudziestych coraz szerzej zaczęto używać profili, opracowanych przez placówki naukowe. Na przykład publikował je niemiecki uniwersytet w Getyndze. Jego profile były oznaczane np. "Göttingen - 623", albo "Göttingen - 543". Określane są często jako „profile Göttingen”. W 1933 r. finansowana przez rząd USA agencja doradcza NACA opublikowała ważny raport, zawierający geometrię i charakterystyki aerodynamiczne 78 profili lotniczych. Był to opis tak zwanych „4-cyfrowych profili NACA”. Od tamtej pory profile te były szeroko wykorzystywane w wielu konstrukcjach lotniczych, nie tylko amerykańskich¹. Dwa z nich zostały także użyte w skrzydłach P-36 i P-40. Są to: NACA 2215 (w osi samolotu) i NACA 2209 (końcówka) .

Czy wiesz, że numer profilu NACA nie jest wcale numerem kolejnym? Tak naprawdę ten symbol zawiera opis jego kluczowych parametrów geometrycznych:

- 1 cyfra: największe ugięcie szkieletowej (czyli wartość Y max. ugięcia w %);
- 2 cyfra: odległość punktu o największym ugięciu szkieletowej od nosa profilu, podzielona przez 10. Na przykład – "2" oznacza, że max. ugięcie szkieletowej znajduje się 20% od krawędzi natarcia;
- 3 i 4 cyfra: grubość profilu (%).

Tak więc symbol profilu P-40 – „NACA 2215” – oznacza profil o grubości 15% i maksymalnym ugięciu szkieletowej 2%, w $X = 20\%$ cięciwy. W istocie kształty NACA 2215 i NACA 2209 różnią się tylko grubością.



W załączniku do tego raportu „78 profili” NACA opublikowało wzory matematyczne, które pozwalają odwzorować ich kształt z dowolną dokładnością. (Trzydzieści punktów, jakie podaje Tabela 10.2.1 dla profilu Clark Y, pozostawia jeszcze pole do pewnej dowolności).

¹ Skąd tak wielka popularność? Sekret kryje się w sposobie pomiaru. NACA dysponowało wówczas jedynym w świecie pełnowymiarowym tunelem ciśnieniowym. Charakterystyki opublikowanych profili były zmierzone, w warunkach zbliżonych do rzeczywistego lotu. Wcześniej wszyscy „dmuchali płaty” (tak to się mówi w lotnictwie) o rozmiarze niewielkiego modelu w małych tunelach aerodynamicznych. Potem starano się te „modelarskie” charakterystyki przeliczyć na prawdziwe warunki lotu. Zdradzę tu wszystkim tym, którzy nie zetknęli się z praktyką inżynierską, mały sekret: obliczenia aerodynamiczne, szczególnie bez użycia komputerów, są strasznie niedokładne! Profile NACA były więc w oczach konstruktorów o wiele bardziej „pewne” niż wszystkie inne.

Kilka lat później NACA opublikowała kolejny raport, z opisem tzw. „5-cyfrowych profili NACA”, ale nie będziemy się nią tu zajmować. Poza tym istnieją także profile NACA, noszące inne oznaczenia. Na przykład – laminarny profil płata „Mustanga” to NACA 45-100. A Messerschmitt Bf 109 używał jeszcze innego profilu¹. (Tak! Profile NACA były używane podczas 2 Wojny Światowej przez wszystkie strony konfliktu!)

Jak uzyskać dane wzorcowego kształtu profili użytych w skrzydle P-40: NACA 2215 i NACA 2209? Gdy zaczniesz szukać w Internecie hasła „NACA, airfoil”, znajdziesz szybko kilka stron podających współrzędne wielu różnych profili lotniczych. Użyjmy wyświetlonego w jednym z górnych wyników portalu airfoiltools.com. Na jego głównej stronie kliknij w [NACA 4 digit airfoil generator](#). Początkowo ten generator pokazuje profil NACA 2412 (Rysunek 10.2.3):

Airfoil Tools
Search 1638 airfoils

You have 0 airfoils loaded.
Your Reynold number range is 50,000 to 1,000,000. ()

Google Custom Search Search

NACA 4 digit airfoil generator (NACA 2412 AIRFOIL)

1. Tu wprowadź parametry profilu

Max Camber (%) 2 First digit: 0 to 9.5%
Max camber position (%) 40 Second digit: 0 to 90%
Thickness (%) 12 Third & fourth digit: 1 to 40%
Number of points 81 20 to 200
Cosine spacing ☒ Cosine or linear spacing
Close Trailing edge ☐ Open or closed TE

2. Kliknij ten przycisk

3. Skopiuj całą zawartość tego pola do schowka

Dat file

```
NACA 2412 Airfoil M=2.0% P=40.0% T=1.0%
1.000084 0.001257
0.998557 0.001575
0.993984 0.002524
0.986392 0.004086
0.975825 0.006231
0.962343 0.008922
0.946027 0.012110
0.926971 0.015740
```

Rysunek 10.2.3 Serwis internetowy – generator współrzędnych 4-cyfrowych profili NACA

Aby wygenerować profil NACA 2215, ustaw następujące parametry:

Max. Camber (%) :	2	(pierwsza cyfra z symbolu profile NACA);
Max. camber position (%) :	20	(druga cyfra z symbolu profilu, z dołączonym „0”);
(max.) Thickness (%) :	15	(trzecia i czwarta cyfra symbolu profilu);
Number of points :	100	(tę wartość wyjaśnię na następnej stronie);
Cosine spacing :	zaznaczyć;	
Close Trailing edge :	zaznaczyć;	

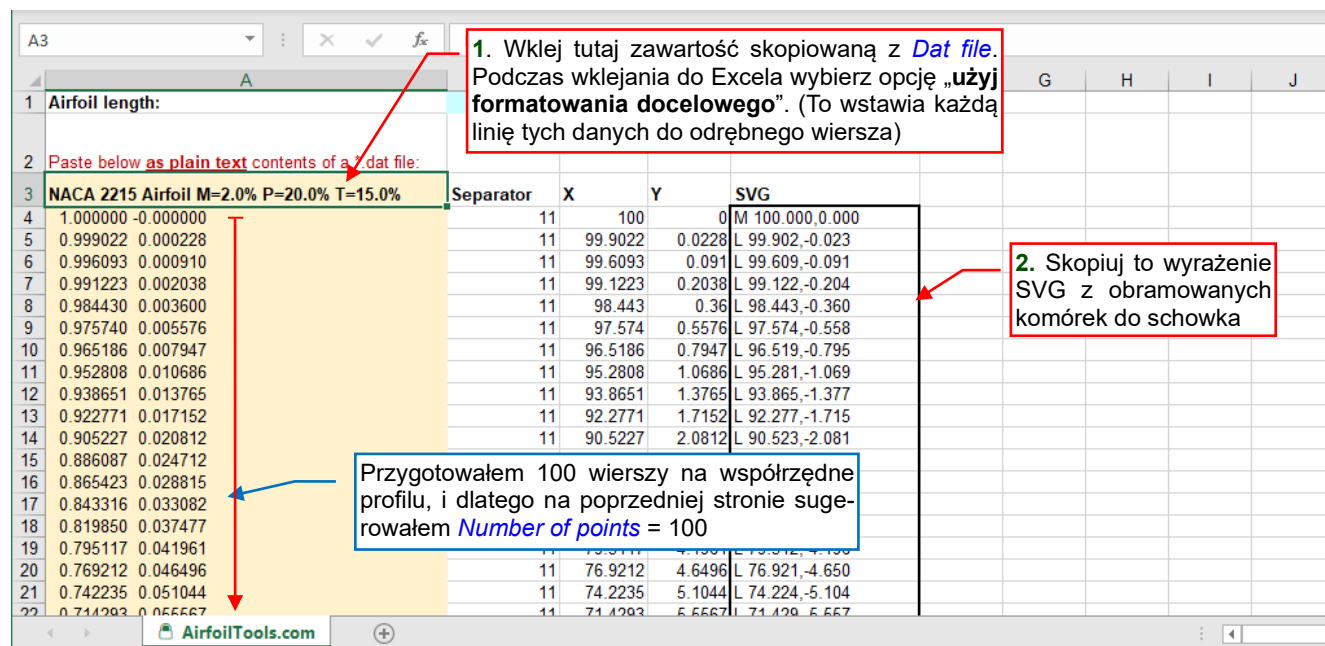
i naciśniesz przycisk **Plot**, zobaczysz kontur NACA 2215 narysowany ponad polem parametrów, a w polu **Dat file** po lewej stronie ekranu zobaczysz współrzędne profilu. Wygenerowano je dla profilu o długości cięciwy = 1.0. (100 pkt na obrys).

Co można zrobić z takimi współrzędnymi? Czy będzie trzeba je pracowicie nanosić w Inkscape, „punkt po punkcie” odtwarzając kontur tego profilu?

Na szczęście, jest lepszy sposób: zaznacz całą zawartość pola **Dat file** (tylko uważaj, aby przy okazji nie zaznaczyć żadnego z pozostałych elementów tej strony) i skopiuj ją do schowka (**Ctrl-C**).

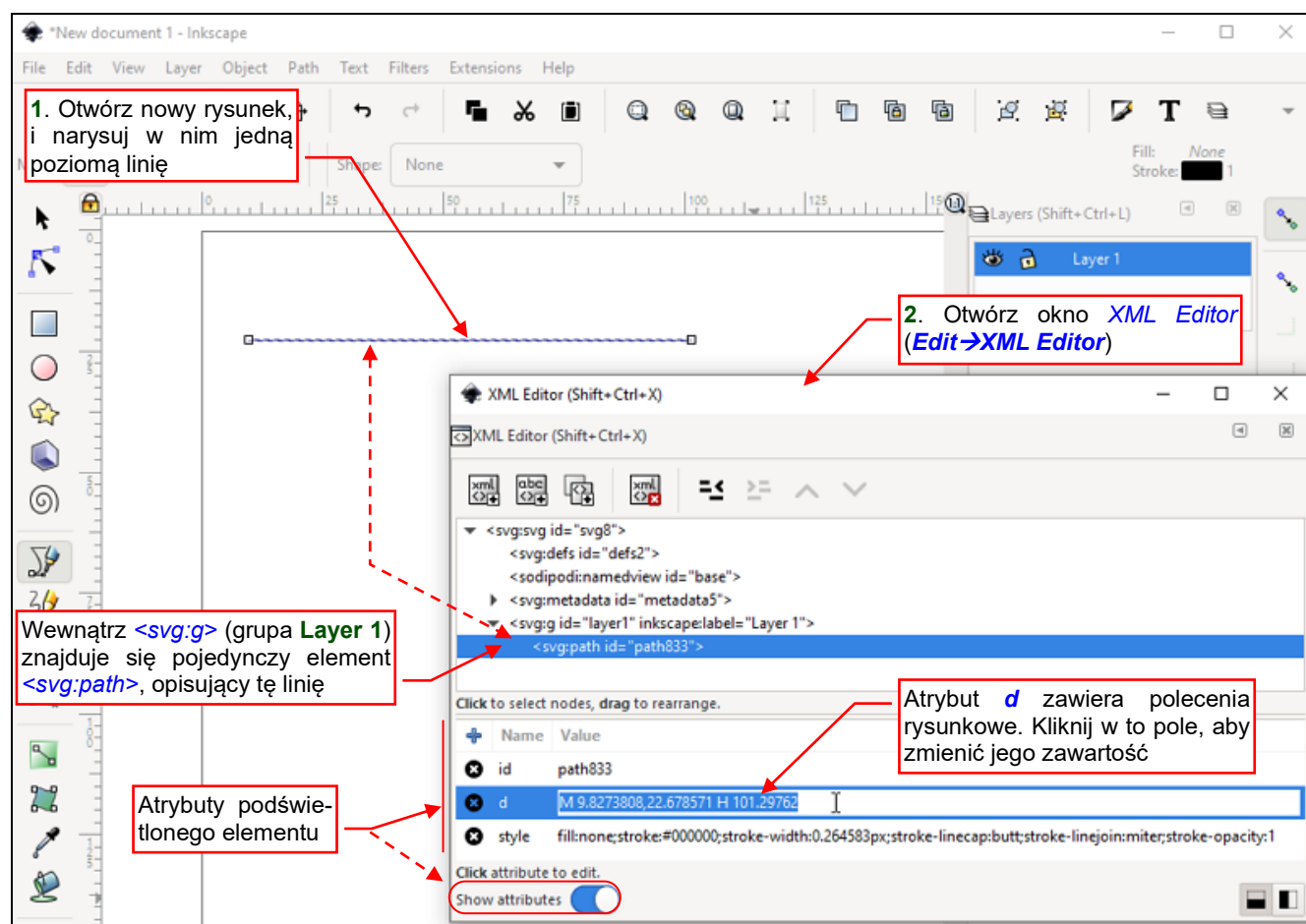
¹ W Bf-109 niemieccy inżynierowie zaadaptowali profil NACA 2R114.2. To specjalny przypadek, że stałym punktem przyłożenia siły nośnej. (Jego szkieletowa ma kształt spłaszczonego „S”). Był opisany jako ostatni z 78 „4-cyfrowych” profili NACA. Fokce-Wulf FW-190 używał „5-cyfrowych” profili NACA 230xx (dokładniej: NACA 23015.3 u podstawy i NACA 23009 na końcu skrzydła).

Przygotowałem specjalny skoroszyt Excela dla danych skopiowanych z airfoiltools.com ([source\tools\airfoil.xlsx](#) z pliku [source.zip](#), por. str. 18). Otwórz go i wklej zawartość schowka w żółte komórki. Zrób to z opcją „użyj formatowania docelowego” (Rysunek 10.2.4):



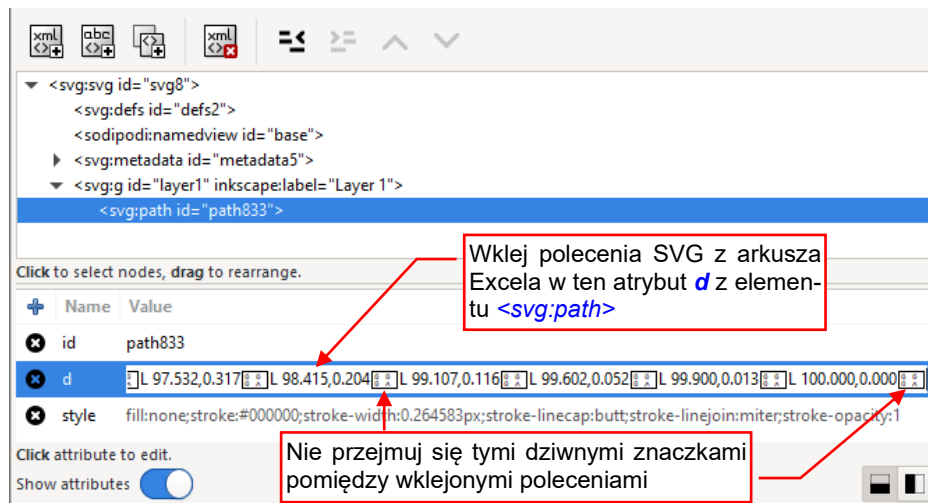
Rysunek 10.2.4 Arkusz kalkulacyjny, przekształcający współrzędne profilu na sekwencję poleceń SVG

Teraz przełącz się do Inkscape, i: narysuj w nim dowolną linię prostą. Następnie otwórz okno edytora XML ([Edit → XML Editor...](#)):



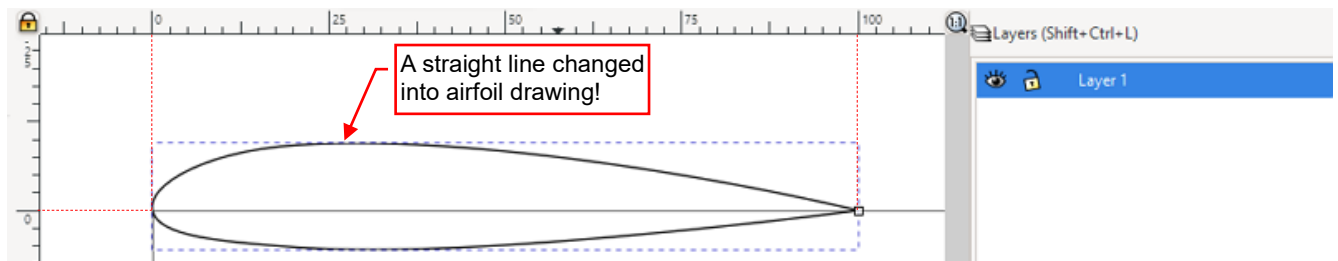
Rysunek 10.2.5 Linia na rysunku i jej definicja w edytorze XML (SVG)

Wklej zawartość schowka (kopię obszaru **SVG** z arkusza *airfoil.xlsx* – por. Rysunek 10.2.4) jako nową wartość atrybutu **d**¹(Rysunek 10.2.6):



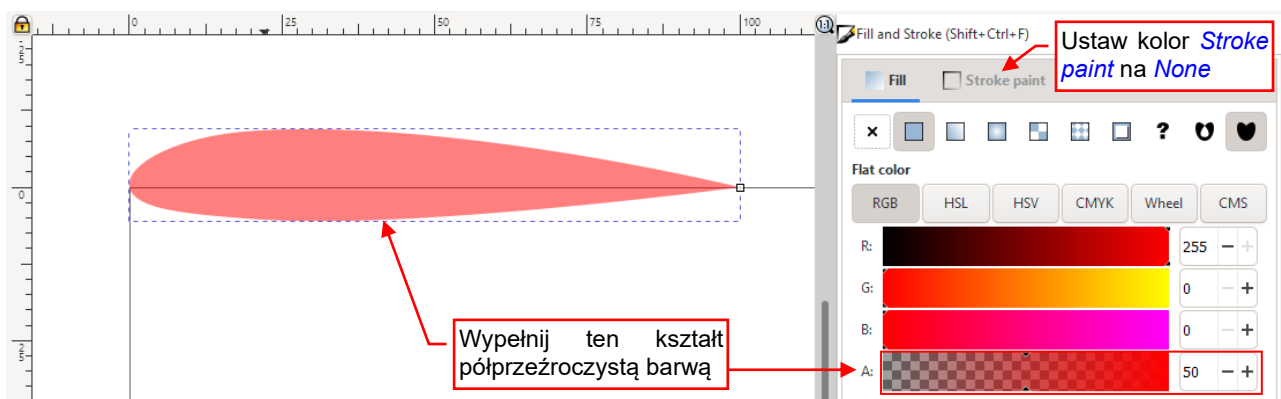
Rysunek 10.2.6 Wartość atrybutu **d** (wierzchołki linii) przeniesiona z arkusza *airfoil.xlsx*

Gdy opuścisz to pole (na przykład klawiszem **Enter**), Inkscape uaktualni rysunek (Rysunek 10.2.7):



Rysunek 10.2.7 Uzyskany w Inkscape profil NACA 2215

W ten sposób nasza linia nagle zmieniła się w gotowy rysunek profilu NACA 2215! Zwróć uwagę, że jej punkty krańcowe zostały przesunięte do (0,0) i (100,0) – i teraz znajdują się na górnej krawędzi strony rysunku. Dokładny kontur tego profilu leży pośrodku linii Inkscape. Jeżeli więc chcesz dokładnego wzorca, wypełnij ten kształt półprzeźroczystym kolorem i ukryj linię konturu ustawiając **Stroke paint** na **None** (Rysunek 10.2.8):



Rysunek 10.2.8 Uzyskanie dokładnego wzorca kształtu

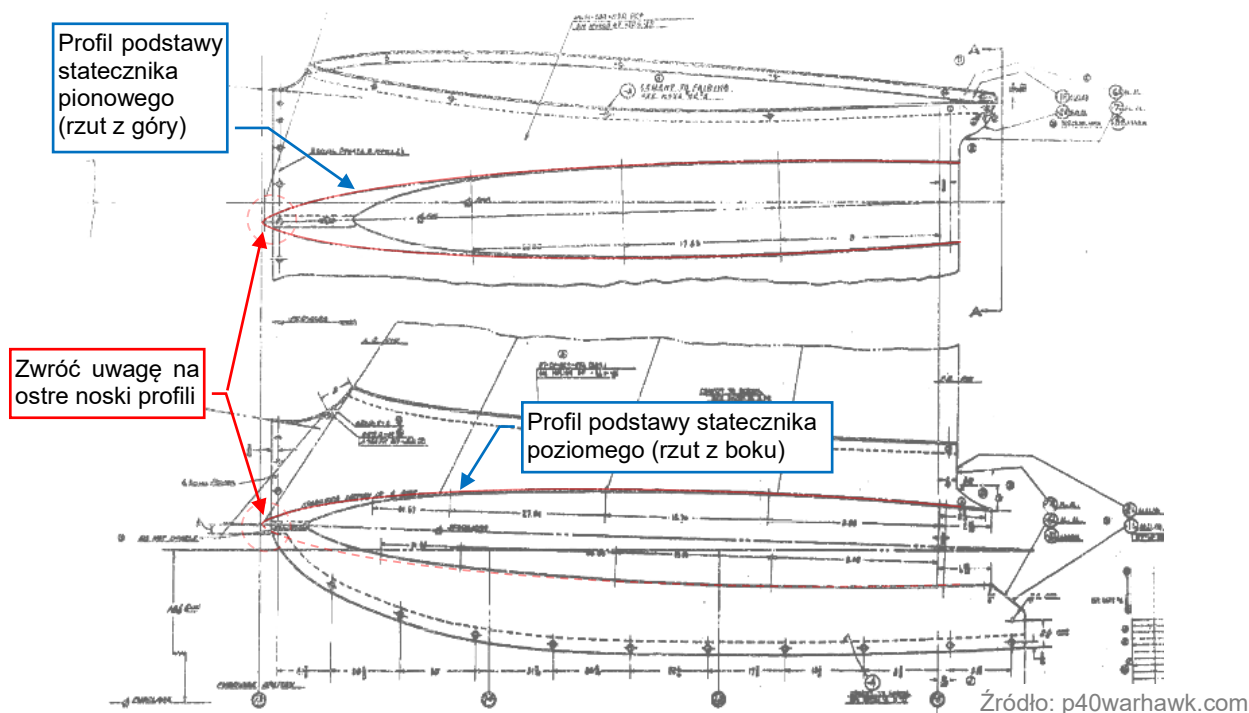
Teraz możesz skopiować ten obiekt i wkleić do głównego rysunku, w gdzie dopasujesz go do płata (skalując).

¹ Inkscape zapisuje dokumenty w standardzie SVG (*Scalable Vector Graphics*). Są to w istocie pliki tekstowe, przypominające trochę sposobem zapisu strony HTML. Możesz je nawet otworzyć w zwykłym Notatniku (*notepad.exe*) i coś w nich zmienić – pod warunkiem, że wiesz, co robisz. Do tego także służy okno *XML Editor*. Za jego pomocą możesz zmieniać w Inkscape "surową" zawartość aktualnego dokumentu. Jest to o tyle prostsze od użycia notatnika, że przed zapisem jest sprawdzana poprawność danych.



Aby uzyskać cieńszą wersję profile NACA, wystarczy przeskalować go wzdłuż osi **Y**. Na przykład profil NACA 2209 uzyskasz zmniejszając NACA 2215 wzdłuż osi **Y** do 60% oryginalnej wysokości.

Nigdzie nie znalazłem opisu, jaki przekrój miało usterzenie P-40. Jednak na dostępnych rysunkach fabrycznych można dostrzec zarys kształtu tych profili. Jednym z nich jest rysunek owiewki podstawy usterzenia, który znalazłem na portalu p40warhawk.com (Rysunek 10.2.9):

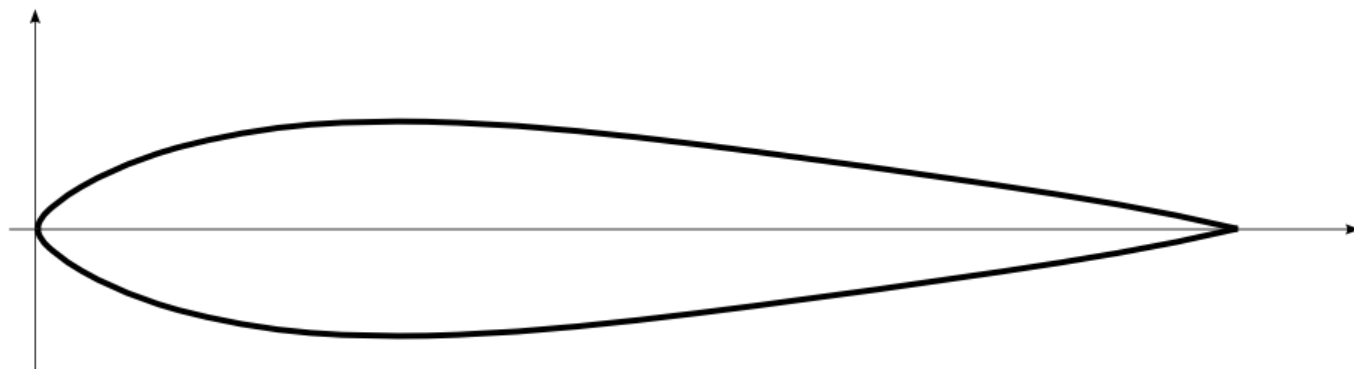


Rysunek 10.2.9 Oryginalny rysunek oprofilowania usterzenia P-40

Próbowałem do tych zarysów dopasować wiele różnych profili. Ostatecznie doszedłem do wniosku, że była to właśnie rodzina NACA 00xxT (Rysunek 10.2.10):

- usterzenie pionowe, u nasady: NACA 0010T;
- usterzenie poziome, u nasady: NACA 0010T;
- usterzenie poziome, u końca: NACA 0009T.

To specjalny wariant profili NACA, opisany w Notach Technicznych z 1931r. Wersje z końcówką „T” mają zmniejszony promień noska do 25% oryginalnego promienia, użytego w 4-cyfrowych profilach NACA 00xx. Odpowiednio do tej zmiany jest także zmodyfikowany cały kształt przedniej sekcji – na „ostrzejszą”. „T” w zamyśle twórców mogło to znaczyć tyle, co angielskie „thin”, czyli „cieńszy”. Przykładem profilu „T” jest NACA 0018T (Rysunek 10.2.10):



Rysunek 10.2.10 Profil NACA 0018T („T” oznacza zmieniony przód – zmniejszony promień noska)

Wybór „ostrej” krawędzi natarcia dla usterzenia P-40 można tłumaczyć specyficznymi właściwościami aerodynamicznymi takich profili¹. Tabela 10.2.2 określa współrzędne obrysu profilu NACA 0020T²:

X	0	1.25	2.5	5	7.5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
Yg	0.00	2.08	3.14	4.76	6.01	7.02	8.49	9.40	10	9.58	8.52	7.15	5.65	4.05	2.28	1.30	0.20
Yd	0.00	-2.08	-3.14	-4.76	-6.01	-7.02	-8.49	-9.40	-10	-9.58	-8.52	-7.15	-5.65	-4.05	-2.28	-1.30	-0.20

Tabela 10.2.2 Współrzędne profilu NACA 0020T (cieńsze wersje tego profilu są używane w usterzeniach).

Aby uzyskać z tych współrzędnych profil NACA 0010T, wystarczy zmniejszyć wartości **Yg** i **Yd** o 50%.

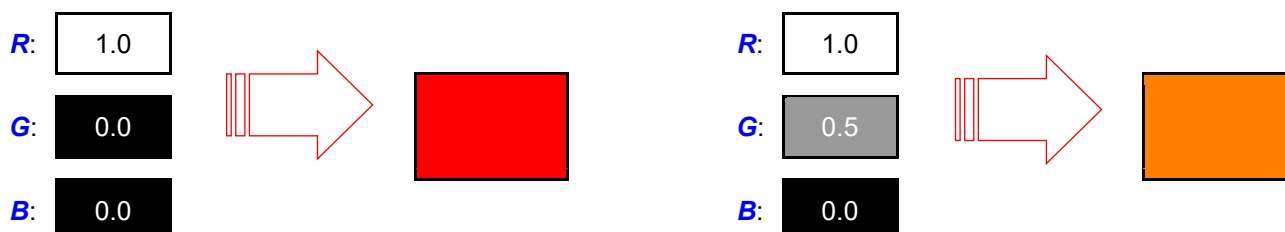
¹ Te „ostronose” profile były opisane w nocie NACA z 1931. Przy dużych kątach natarcia, jakie występują w lecącym powoli samolocie, te profile wytwarzają stabilną siłę nośną. To je odróżnia od siły nośnej generowanej przez profile z „normalnym” promieniem krawędzi natarcia, która raptownie spada po przekroczeniu tzw. krytycznego kąta natarcia (około 10-17°, w zależności od kształtu profilu). To zjawisko nazywane jest „przeciągnięciem”. Takie przeciągnięcie na usterzeniu poziomym lądującego samolotu może prowadzić do katastrofy. Dlatego projektanci stosowali tę sugestię NACA, pomimo nieco większego oporu generowanego w innych warunkach lotu przez cienką krawędź natarcia. Dostrzegłem takie „ostronose” profile w wielu innych samolotach z tej ery, na przykład – w Douglas SBD „Dauntless” i Grumman F4F „Wildcat”. Co interesujące – ostre krawędzie natarcia znikają z usterzeń samolotów następnej generacji, zaprojektowanych po 1938r. Jedynym myśliwcem z tej ery z „ostronosym” profilem usterzenia jest Republic P-47 „Thunderbolt”. Być może kilka lat później NACA opublikowała kolejną notę techniczną, z nowymi (innymi) ustaleniami.

² Współrzędne z tabeli pochodzą z Noty Technicznej Nr. 386, który opisuje wpływ cienkich i grubych krawędzi natarcia na charakterystyki aerodynamiczne profili symetrycznych. Możesz ją znaleźć w Google Books, szukając hasła “Technical Note - National Advisory Committee for Aeronautics”, vol. 381-400. Ta nota techniczna także podaje matematycznej formułę, za pomocą której można uzyskać więcej punktów tego konturu.

10.3 Arytmetyka barw

Każdy z wykorzystywanych w tej książce programów używa barw wyrażonych poprzez intensywność trzech niezależnych składników (kanałów): czerwonego (**R**), zielonego (**G**) i niebieskiego (**B**). Taki model często określa się jako „RGB”, i jest niezwykle popularny w grafice komputerowej.

Intensywność każdego ze składników barwy jest wyrażona liczbą od 0.0 (brak) do 1.0 („najjaśniejszy”). Rysunek 10.3.1 pokazuje, jak z wartości **R**, **G**, **B** jest tworzona barwa:



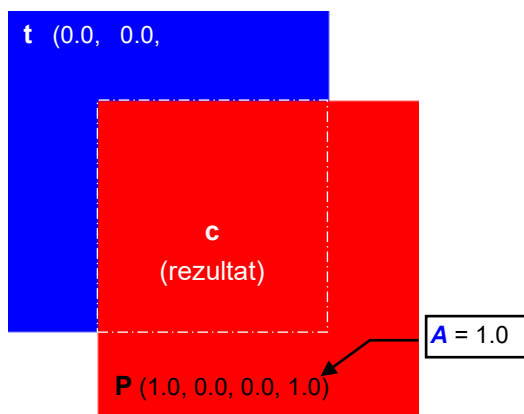
Rysunek 10.3.1 Przykład zakodowania barwy za pomocą składników RGB – różne odcienie czerwieni

Czasami wraz z trójką **R**, **G**, **B** występuje czwarty składnik – nieprzeźrystość. Oznaczany jest jako „alfa” (**A**) i używany jako dodatkowy czynnik przy łączeniu barw. Steruje udziałem każdego ze składników. **A** = 1.0 oznacza kompletną nieprzeźrystość, **A** = 0.0 – zupełną przeźrystość.

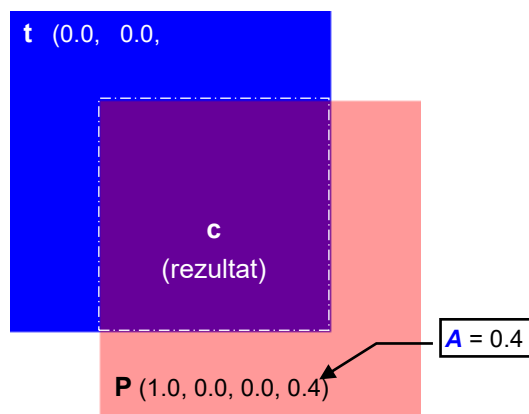
Aby przyspieszyć obliczenia i zmniejszyć ilość pamięci potrzebnej do przechowywania obrazu, składniki **R**, **G**, **B**, **A** zapisuje się w obrazie jako 8-bitowe liczby całkowite o wartościach od 0 do 255. W takim przypadku 255 odpowiada oryginalnej wartości 1.0. Z zapisu barw na liczbach całkowitych wzięt się, występujący w GIMP i Inkscape, zwyczaj podawania intensywności składnika barwy w skali od 0 do 255.

We wszystkich programach, opisywanych w tej książce, pojawiają się nazwy operacji, przeprowadzanych na barwie (lub intensywności) pikseli: **Add**, **Multiply**, **Subtract**,.... W przypadku Blendera może to być tryb łączenia dwóch obrazów w węźle **Color:Mix**. W przypadku Inkscape to **Blend Mode** (str. 161, Rysunek 8.18.1), a w Gimp – to tryb **Mode**. W przypadku programów 2D tryby te sterują nałożeniem obrazu z aktualnej warstwy na warstwy poprzednie (czyli sumę warstw leżących „poniżej”). Postaram się w tej sekcji wyjaśnić efekty każdego z tych trybów, gdyż czasami nie są intuicyjne.

Zacznijmy od zwykłego złożenia dwóch warstw – w Blenderze to nazywa się **Mix**, a w Gimpie i Inkscape – **Normal**. Rysunek 10.3.2 pokazuje przykład prostego nałożenia czerwonej, kompletnie nieprzeźrystej warstwy **P**, na niebieskie tło **t**. Rysunek 10.3.3 przedstawia tę samą sytuację, ale z częściową przeźrystością warstwy **P**. Jak programy obliczają kolor złożenia tych dwóch warstw (obszaru rezultatu – **c**)?



Rysunek 10.3.2 Złożenie podłoża **t** i warstwy **P** w trybie **Mix/Normal**. **P** zupełnie nieprzeźrysta



Rysunek 10.3.3 Złożenie podłoża **t** i warstwy **P** w trybie **Mix/Normal**. **P** o nieprzeźrystości = 0.4

Przyjrzyjmy się dokładniej przypadkowi, który pokazuje Rysunek 10.3.3. W metodzie **Mix/Normal** składniki **R, G, B** barwy wynikowej **c** są wyznaczone jako tzw. „średnia ważona” składników barw **t** i **P**. „Wagą” tej średniej jest nieprzejrzystość **A** warstwy leżącej „na wierzchu” – **P**¹:

$$c = (1 - A)t + AP$$

gdzie: **c** – rezultat nałożenia barw (por. Rysunek 10.3.3);

t – barwa tła (por. Rysunek 10.3.3);

P – barwa warstwy nakładanej (por. Rysunek 10.3.3);

A – nieprzejrzystość (składnik **Alfa**) warstwy **P**;

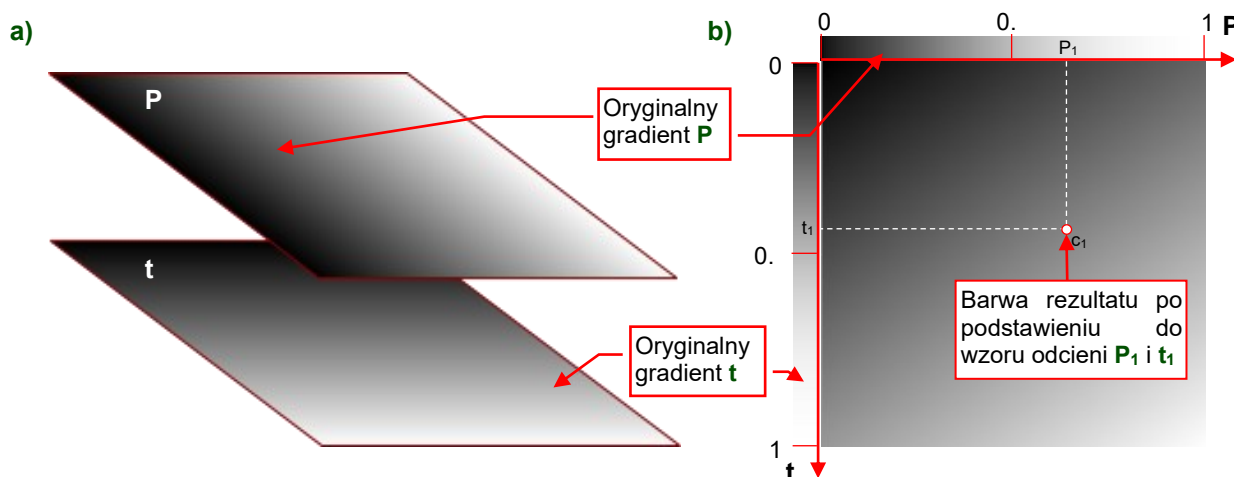
Wyr. 10-1 Wyznaczanie rezultatu „zwykłego” mieszania barw (operacja nazywana **Mix** lub **Normal**)

Jak „działa” Wyr. 10-1? Podstawmy do niego takie wartości, jakie podaje Rysunek 10.3.3. Na niebieskie ($R = 0$, $G = 0$, $B = 1$) tło **t** została nałożona półprzezroczysta ($A = 0.4$) warstwa **P**, w kolorze czerwonym ($R = 1$, $G = 0$, $B = 0$). Komponenty R , G , B barwy **c** wyznaczamy, podstawiając do Wyr. 10-1 odpowiednie komponenty barw **t** i **P** (Rysunek 10.3.4):

R:	(1.0 - 0.4)	0.0	+	0.4	1.0	=	0.4
G:	(1.0 - 0.4)	0.0	+	0.4	0.0	=	0.0
B:	(1.0 - 0.4)	1.0	+	0.4	0.0	=	0.6
sumarycznie: (1.0 - 0.4) t + 0.4 P = c							

Rysunek 10.3.4 Wyznaczenie nałożenia barw warstwy **t** i **P** ($A = 0.4$ – por. Rysunek 10.3.3) w trybie **Mix/Normal**.

Rysunek 10.3.4 pokazuje, że każdy z komponentów barwy można traktować jako intensywność – czyli odcień szarości. Komponenty rezultatu **c** są wyznaczane niezależnie, poprzez podstawienie do odpowiedniego wzoru. Dlatego w dalszej części tej sekcji każdą z operacji na barwach omówię, przedstawiając jej ogólny wzór (taki, jak ten z Wyr. 10-1), oraz rezultat – w postaci złożenia dwóch prostopadłych gradientów szarości (Rysunek 10.3.5a):



Rysunek 10.3.5 Sposób prezentacji wyników nałożenia dwóch warstw, z różnymi kierunkami gradientu szarości.

Rezultat nałożenia – z odpowiednim operatorem – warstwy **P** na **t** (Rysunek 10.3.5a) będą pokazywać na schematycznym kwadracie (Rysunek 10.3.5b). Możesz na nim zobaczyć wynik połączenia każdego odcienia szarości **P** z każdym odcieniem szarości tła **t**. Z góry i z lewej strony kwadratu są pokazane oryginalne kolory pikseli z warstw **P** i **t**. To jakby osie układu współrzędnych, z których możesz wybrać interesujący Cię odcień

¹ Uwaga: węzeł **Color:Mix** w Blenderze operuje wyłącznie na składnikach **R, G, B**, podłączanych do wejść **Color1** i **Color2**. Przezroczystość **A** obrazu musisz uwzględnić w sposób „jawny”, podłączając ten kanał do gniazda **Fac**.

pikseli wejściowych. Na przecięciu prostopadłych do osi **P** i **t** widzisz barwę rezultatu operacji (por. Rysunek 10.3.5b).

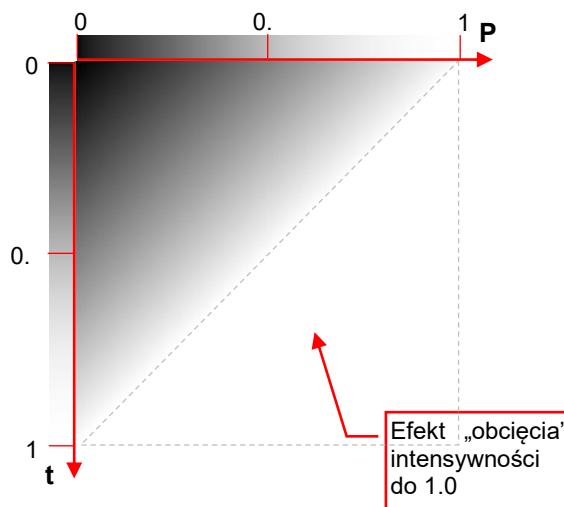
Domyślną operację – **Mix / Normal** – już omówiliśmy. Rysunek 10.3.6 przedstawia operację dodawania:

Dodawanie:

$$c = \text{Clip}(t + AP)$$

gdzie: **c** – rezultat nałożenia barw;
t – barwa tła;
P – barwa warstwy nakładanej;
A – nieprzejrzystość (składnik **Alfa**) warstwy **P**;

Clip: funkcja „obcinająca” do 1.0 wartości > 1.0 .



Wyr. 10-2 Dodawanie wartości pikseli (**Add** lub **Addition**)

Rysunek 10.3.6 Przykład dodawania pikseli

Dodawanie wartości pikseli rozjaśnia obraz. Charakterystyczne dla dodawania jest „obcinanie” rezultatu do 1.0 (nie ma nic „bielszego od białego”). Tę operację zapisaliśmy w Wyr. 10-2 jako funkcję **Clip**. Rysunek 10.3.6 pokazuje efekt jej „załączenia” – pół testowego kwadratu jest biała. To obszar, gdzie suma składników barwy **t** i **P** była > 1.0 .

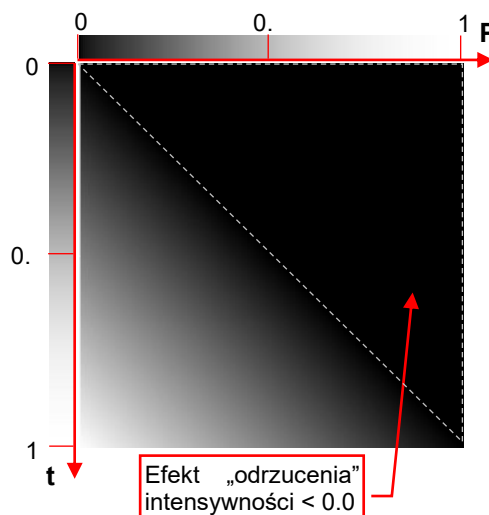
A teraz odwrotność dodawania: – **Subtract**. Rysunek 10.3.7 przedstawia rezultaty tej operacji:

Odejmowanie:

$$c = \text{Clip}(t - AP)$$

gdzie: **c** – rezultat nałożenia barw;
t – barwa tła;
P – barwa warstwy nakładanej;
A – nieprzejrzystość (składnik **Alfa**) warstwy **P**;

Clip: funkcja „obcinająca” do 0.0 wartości < 0.0 .



Wyr. 10-3 Odejmowanie wartości pikseli (**Subtract** lub **Substraction**)

Rysunek 10.3.7 Przykład odejmowania pikseli

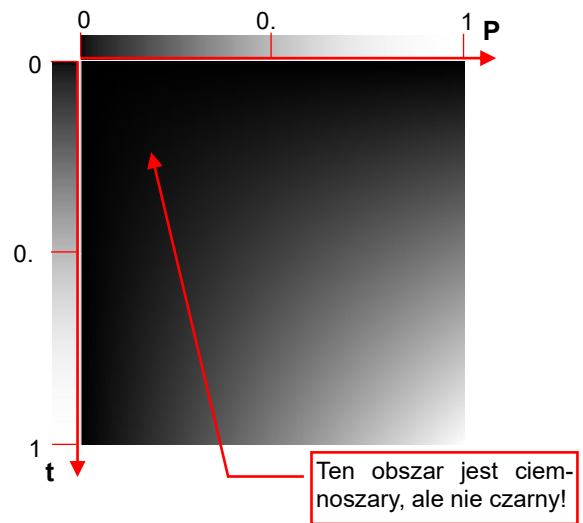
Odejmowanie wartości pikseli ściemnia obraz. Charakterystyczne dla odejmowania jest „odrzućcie” rezultatów < 0 (nie ma nic „czarniejszego od czerni”). Tę operację zapisaliśmy w Wyr. 10-3 jako funkcję **Clip**. Rysunek 10.3.7 pokazuje efekt jej „załączenia” – pół testowego kwadratu jest całkowicie czarne. To obszar, gdzie różnica składników barwy **t** i **P** była < 0 .

Kolejną typową operacją jest mnożenie – **Multiply**. Rysunek 10.3.8 przedstawia rezultaty tej operacji:

Mnożenie:

$$c = tAP$$

gdzie: **c** – rezultat nałożenia barw;
t – barwa tła;
P – barwa warstwy nakładanej;
A – nieprzejrzystość (składnik **Alfa**) warstwy **P**;



Wyr. 10-4 Mnożenie wartości pikseli (**Multiply**)

Rysunek 10.3.8 Przykład mnożenia pikseli

Mnożenie wartości pikseli ściemnia obraz (gdyż mnożysz przez wartości poniżej 1.0). W odróżnieniu od odejmowania, żadna część testowego kwadratu, który przedstawia Rysunek 10.3.7, nie jest czarna. To są obszary zabarwione na bardzo ciemny kolor szary.

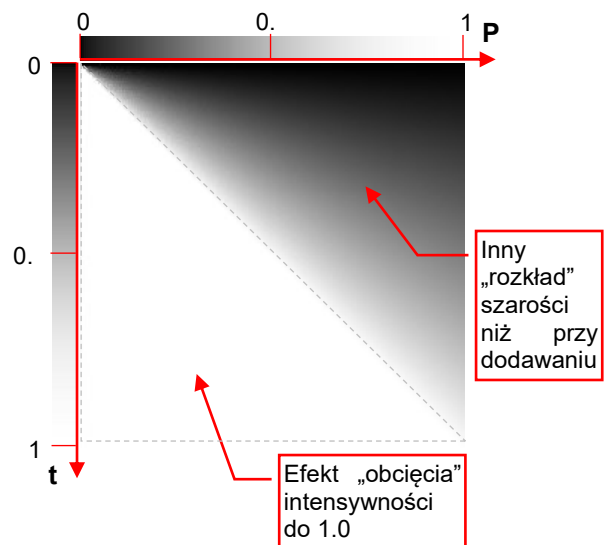
Kolejną typową operacją jest dzielenie – **Divide**. Rysunek 10.3.9 przedstawia rezultaty tej operacji:

Dzielenie:

$$c = \text{Clip}\left(\frac{t}{AP}\right)$$

gdzie: **c** – rezultat nałożenia barw;
t – barwa tła;
P – barwa warstwy nakładanej;
A – nieprzejrzystość (składnik **Alfa**) warstwy **P**;

Clip: funkcja „obcinająca” do 1.0 wartości > 1.0 , w tym także nieskończoność (gdy $AP = 0$)



Wyr. 10-5 Dzielenie wartości pikseli (**Divide**)

Rysunek 10.3.9 Przykład dzielenia pikseli

Dzielenie wartości pikseli rozjaśnia obraz (gdyż dzielisz przez wartości poniżej 1.0). Charakterystyczne dla dzielenia jest „obcinanie” rezultatu do 1.0 (w tym także nieskończoności, występującej dla $A = 0$ lub $P = 0$). Tę operację zapisaliśmy w Wyr. 10-5 jako funkcję **Clip**. Rysunek 10.3.9 pokazuje efekt jej „załączenia” – pół testowego kwadratu jest biała. To obszar, gdzie suma składników barwy **t** i **P** była > 1.0 . Zwróć uwagę, że rozkład szarości na przeciwległej połowie jest inny, niż w przypadku dodawania (por. Rysunek 10.3.6)

Kolejną typową operacją jest przyciemnienie – **Darken**. Rysunek 10.3.10 przedstawia rezultaty tej operacji:

Zaciemnienie:

$$c = \text{Min}(t, AP)$$

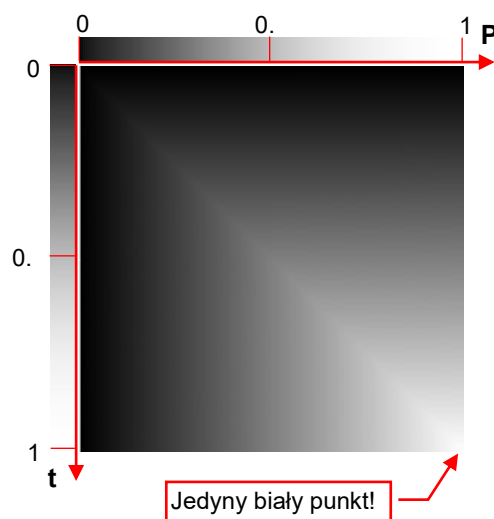
gdzie: **c** – rezultat nałożenia barw;

t – barwa tła;

P – barwa warstwy nakładanej;

A – nieprzejrzystość (składnik **Alfa**) warstwy **P**;

Min: funkcja, zwracająca wartość mniejszego z dwóch argumentów



Wyr. 10-6 Ściemnianie wartości pikseli (**Darken**)

Rysunek 10.3.10 Przykład ściemniania pikseli

Ściemnianie obrazu jest operacją dość intuicyjną. Z każdej pary pikseli (jeden należy do tła, drugi – do nakładanej warstwy) wybiera ten ciemniejszy.

Operacją odwrotną do ściemnienia jest rozjaśnienie – **Lighten**. Rysunek 10.3.11 przedstawia rezultaty tej operacji:

Rozjaśnienie:

$$c = \text{Max}(t, AP)$$

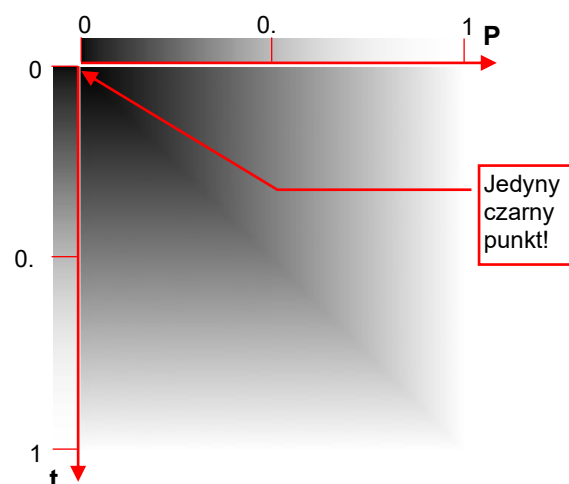
gdzie: **c** – rezultat nałożenia barw;

t – barwa tła;

P – barwa warstwy nakładanej;

A – nieprzejrzystość (składnik **Alfa**) warstwy **P**;

Max: funkcja, zwracająca wartość większego z dwóch argumentów



Wyr. 10-7 Rozjaśnianie wartości pikseli (**Lighten**)

Rysunek 10.3.11 Przykład rozjaśniania pikseli

Rozjaśnianie obrazu jest operacją dość intuicyjną. Z każdej pary pikseli (jeden należy do tła, drugi – do nakładanej warstwy) wybiera ten jaśniejszy.

Na listach rozwijalnych Blendera i Gimp'a znajdziesz więcej operacji niż jest omówionych w tym dodatku. Mówiąc szczerze, nie miałem okazji ich do tej pory używać. Jeżeli jednak chciałbyś sprawdzić, jak każda z nich działa – możesz skorzystać z pliku [optional/pixel_operations.xcf](#) (por. str. 18). To obraz Gimp'a, zawierający dwie warstwy, odpowiadające gradientom **t** i **P**. Wykorzystywałem go do wygenerowania ilustracji dla tej sekcji. Możesz go otworzyć i wybrać w Gimpie, z zakładki **Layers** jakiś inny tryb mieszania barw. Sam się wtedy przekonasz, jak działa.

Słownik

GPL, licencja – [General Public Licence](#), udostępniająca produkt za darmo wszystkim odbiorcom. Licencja ta jest sformułowana w ten sposób, aby uniemożliwić komercyjne rozpowszechnianie produktu.

rastrowy, obraz – popularna metoda reprezentacji, polegająca na zapisie obrazu jako zbioru kolorowych lub czarno-białych punktów (pikseli). Tak jest np. wyświetlany obraz na ekran telewizyjnym, monitorze komputera. Wadą reprezentacji rastrowej jest pogorszenie jakości obrazu w dużych powiększeniach – gdy zaczynają być wyraźnie widoczne pojedyncze piksele. Zaletą jest stosunkowo prosty algorytm wyświetlania. Istnieje wiele różnorodnych sposobów zapisu (formatów) przechowywania obrazów rastrowych w plikach. Najpopularniejsze to [*.jpg](#), [*.png](#), [*.bmp](#), [*.tif](#).

shear (ang.) – przekoszenie (określane także jako "ścinanie"). Transformacja obrazu w GIMP. Przekształca kształt prostokąta w rąb (przeciwnie boki zachowują równoległość).

wektorowy, obraz – metoda reprezentacji, polegająca na zapisie obrazu jako zbioru kolorowych linii i obszarów. Każdy element obrazu ma określone współrzędne i kształt (prosta, łuk, koło, krzywa Beziea, ...). W ten sposób są zapisywane stworzone na komputerze rysunki techniczne. Zaletą reprezentacji wektorowej jest zachowanie dokładności przy dowolnym powiększeniu. Wadą jest złożony algorytm wyświetlania (dla ekranu lub drukarki wymaga przekształcenia na postać rastrową). Jednym ze sposobów zapisu danych wektorowych jest format [*.svg](#), stosowany m.in. przez Inkscape.

wireframe (pol.: [siatka?](#)) – oznacza sposób reprezentacji modelu w którym nie są rysowane żadne ściany, tylko krawędzie łączące poszczególne wierzchołki. Jest ich zazwyczaj dużo i są cienkimi liniami. Stąd obrazowo w literaturze anglojęzycznej taka reprezentacja jest nazywana "drucianą siatką" czyli "[wireframe](#)".

Podziękowania

Napisanie pierwszej edycji tej książki zajęło mi 6 lat (licząc od wprowadzenia, napisanego w listopadzie 2007, do tłumaczenia na angielski ostatniego tomu, zakończonego w listopadzie 2013). Potem była jeszcze edycja „uzupełniająca”, opublikowana w 2015, i ostatecznie – edycja obecna. Chciałbym podziękować mojej rodzinie za ten cały czas, w szczególności mojej najdroższej Żonie.

Jestem wdzięczny Jackowi Jackiewiczowi, Mariuszowi Łukasikowi i Jumpei Temmie za plany, których używam w tej książce. Dziękuję także autorom zdjęć, które wykorzystuję. W szczególności dotyczy to zdjęć wysokiej rozdzielczości używanych jako tła, które pochodzą od: Tomo Yuna (yunphoto.net) i Chrisa Archera (archerbravo.com). Chciałbym także podziękować Hume Bates za komentarze i materiały dotyczące wczesnych P-40.



Alex Stewart – recenzent wszystkich czterech tomów angielskiej edycji „Wirtualnego modelarstwa”. Zdjęcie przedstawia go podczas pierwszego samodzielnego lotu na dwupłacie Tiger Moth. Alex interesuje się szczególnie samolotami z okresu I Wojny Światowej. Życzę mu, aby kiedyś mógł się na którymś z nich przelecieć!

Przemek Wysoczyński dokładnie przejrzał niniejsze wydanie w języku polskim, za co jestem Mu bardzo wdzięczny. Jego uwagi, w połączeniu z informacją zwrotną, którą dostarczali: Alex Stewart, David Payne, Rich Conclikn, Andrzej Borysewicz, Richard Deleu, Carlos Lopez i Daniel Wentzell, pomogły mi nadać „Wirtualnemu modelarstwu” ostateczny kształt i uczynić je jak najbardziej czytelnym.

Bibliografia

Publikacje

- [1] Marek Ryś, **Curtiss P-40 cz.1**, AJ Press, 2000 ("Monografie Lotnicze", nr 64).
- [2] Zbigniew Kolacha, Marek Ryś, **Curtiss P-40 cz.2**, AJ Press, 2000 ("Monografie Lotnicze", nr 65).
- [3] Krzysztof Janowicz, **Curtiss P-40 cz.3**, AJ Press, 2000 ("Monografie Lotnicze", nr 66).
- [4] Krzysztof Janowicz, Leszek A. Wieliczko, **Curtiss P-40 vol.1**, Kagero, 2007.
- [5] Krzysztof Janowicz, **Curtiss P-40 vol.2**, Kagero, 2009.
- [6] Leszek A. Wieliczko, Tom Żmuda, **Curtiss P-40D/E**, Kagero, 2008.
- [7] Francis H. Dean, **America's Hundred Thousand – The US Production Fighter Aircraft of World War II**, Shiffer Military History, 1997.
- [8] Francis H. Dean, Dan Hagedorn **Curtiss Fighter Aircraft – A Photographic History 1917-1948**, Shiffer Military History, 2007.
- [9] Ernest R. McDowell, **Curtiss P-40 in action**, Squadron/Signal Publications, 1976.
- [10] Paweł Sembart, **Kittyhawk I/IA**, ROSSAGRAPH, 2006 (Model Detail Photo Monograph nr 14).
- [11] Anis Elbeid, Daniel Laureult, **P-40 Curtiss From 1939 to 1945**, Histoire & Collections, 2002.
- [12] Brett Green, **Modelling the P-40**, Osprey Publishing, 2005 (Osprey Modelling nr 15).
- [13] Władysław Niestoj, **Profil modeli latających**, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, 1980.
- [14] Estman N. Jacobs, Kenneth E. Ward, Robert M. Pinkerton, **The Characteristics of 78 related airfoil sections...**, NACA report nr 460, 1937.
- [15] Dana Bell, **P-40 Warhawk**, Classic Warships Publishing, 2013 (Aircraft Pictorial #5)

Internet

- [1] <http://www.p40warhawk.com>
- [2] <http://www.plans.aero>
- [3] <http://www.aircraft-manuals.com>
- [4] <http://www.aircorpslibrary.com>
- [5] <http://soyuyo.main.jp>
- [6] <http://www.gimp.org>
- [7] <http://www.inkscape.org>

Skorowidz

A

A

składnik barwy (nieprzejrzystość), 260

Add

sposób nakładania barw, 262

Add Layer

polecenie z menu Layer (Inkscape), 164

Add Tab

polecenie z menu przybornika (GIMP), 124

Addition

sposób nakładania barw, 262

Advanced

sekcja panelu Export PNG Image (Inkscape), 160

Advanced Properties

okno ustawień skanera (GIMP), 129

Apply

przycisk z okna filtra (Inkscape), 169

B

B

składnik barwy, 260

barwa

linii (Inkscape), 175

przykład łączenia (mieszania), 261

średnia ważona, 261

beczkowate

zniekształcenie zdjęcia, 249, 250

zniekształcenie, unikanie, 91

Bit depth

eksportowanego obrazu (Inkscape), 160

Blend mode

lista wyboru z panelu Layer (Inkscape), 163

Blending Mode

sposób nakładania barw, 260

blokowanie

zmian na warstwie (Inkscape), 161

Blur

suwak z panelu Layer (Inkscape), 162

C

Change icon theme

lista z panelu Theme (Inkscape), 137

Channel Painting

okno filtra (Inkscape), 168

polecenie z menu Color (Inkscape), 39, 168

zakładka barw (Inkscape), 169

zakładka opcji (Inkscape), 168

Checkerboard background

pole z okna Document Properties (Inkscape), 152

cięciwa

profilu lotniczego, 73, 253, 254

Clark Y

profil (lotniczy), 254

Clip

submenu z menu Object (Inkscape), 148

Clone

polecenie z menu Edit (Inkscape), 173, 174, 187

submenu z menu Edit (Inkscape), 187

Close

przycisk z okna filtra (Inkscape), 169

Close View

polecenie z menu File (GIMP), 28

Color

motyw ikon (GIMP), 121

submenu z menu Filters (Inkscape), 168

Compression level

opcja eksportu obrazu PNG (GIMP), 133

Create

submenu menu File (GIMP), 28, 128

Create Clone

polecenie z menu Clone (Inkscape), 187

Custom size

sekcja z okna Document Properties (Inkscape), 152

D

Darken

sposób nakładania barw, 264

Default

opcja z menu View (Inkscape), 137

Delete Current Layer

polecenie z menu Layer (Inkscape), 166

Deselect

polecenie z menu Edit (Inkscape), 145

diagram pozycji

żeber i wręg samolotu, 96

Display units

pole z okna Document Properties (Inkscape), 152

Divide

sposób nakładania barw, 263

Division

sposób nakładania barw, 263

Document Properties

okno (Inkscape), 152

polecenie z menu File (Inkscape), 152

dodawanie

nowej warstwy (Inkscape), 164

zakładki w przyborniku GIMP, 124

dokumentacja

deformacje mikrofilmu, 194, 196

dopasowanie rysunków, 102, 104, 192, 193, 194

linie odniesienia, 100

podłużne arkusze, 192

porównanie z rysunkami, 105

przerysowanie kluczowych linii z, 106

skrzydło, widok z przodu, 100

statecznik pionowy, 104, 105

ster kierunku, 104, 105

ster wysokości, 104

struktura skrzydła, 100

wykorzystanie oryginalnej, 101, 102

drawing.svg

plik projektu w Inkscape, 33

rysunki referencyjne, 33

Duplicate

polecenie z menu Edit (Inkscape), 187

Duplicate Window

polecenie z menu (Inkscape), 154, 155, 157

E*edycja*

elipsy (Inkscape), 183

linii (Inkscape), 177

linii krzywych (Inkscape), 178

okręgu (Inkscape), 183, 186

punktów (tryb) (Inkscape), 177, 178, 188

eksportowanie

ramki rysunków wzorcowych, 65

rysunku do pliku rastrowego (Inkscape), 159

rysunku skrzydła bez wzniosu (Inkscape), 68, 101

rysunku wzorcowego, 65, 66, 67, 68, 101

rzutu z góry (Inkscape), 67

rzutu z lewej (Inkscape), 65, 66

zunifikowanych rysunków wzorcowych, 66

elipsa

edycja (Inkscape), 183

rysowanie (Inkscape), 182

zmiana długości promienia (Inkscape), 183

Export

polecenie z menu File (GIMP), 28, 131

przycisk z panelu Export PNG Image (Inkscape), 160

Export area

sekcja panelu Export PNG Image (Inkscape), 159

Export As

polecenie z menu File (GIMP), 131

przycisk z panelu Export PNG Image (Inkscape), 159

Export Image

okno (GIMP), 131

Export PNG Image

panel (Inkscape), 159

polecenie z menu File (Inkscape), 159

F*Filename*

sekcja panelu Export PNG Image (Inkscape), 159

fill

wypełnienie obrysu (Inkscape), 175

Fill and Stroke

panel (Inkscape), 175, 188

fitr

menu Filters (Inkscape), 168

Flatten Image

polecenie z menu Image (GIMP), 132

Flip Horizontal

polecenie z menu Object (Inkscape), 167

Flip Vertical

polecenie z menu Object (Inkscape), 167

G*G*

składnik barwy, 260

geometria

profilu lotniczego, 73, 253

*GIMP**okna*

ciemny motyw, 120, 121

jasny motyw, 121

zmiana motywu ikon, 121

główne

okno (GIMP), 123

okno (Inkscape), 139

Göttingen

rodzina profili lotniczych, 254

gradient

dodatkowe węzły (Inkscape), 190

edycja kształtu (Inkscape), 188

liniowy (Inkscape), 188

metoda wypełniania konturu (Inkscape), 188

odcinek sterujący (Inkscape), 188
 określanie położenia węzła (Inkscape), 191
 sterowanie kolorami (Inkscape), 189
 tryb powtarzania (Inkscape), 190
 wypełnienie kołowe (Inkscape), 191
 zmiana geometrii (Inkscape), 188
Group
 polecenie z menu Object (Inkscape), 171
 grubość
 linii (Inkscape), 175
 grupa
 modyfikowanie elementów (Inkscape), 172
 połączenie obiektów (Inkscape), 171
 problem z warstwami (Inkscape), 171
 rozłożenie na obiekty (Inkscape), 173
 rzutu z góry i z dołu, 51
 usunięcie (Inkscape), 173
guides
 linie (Inkscape), 149

I
Icon color
 opcja (Inkscape), 138
 ikony
 barwne (GIMP), 121
 color (Inkscape), 136
 ćwierćobrotów (Inkscape), 137
 grupowanie poleceń (GIMP), 121, 122
 jednobarwne (GIMP), 120, 121
 lustrzanego odbicia (Inkscape), 137
 narzędzi (Inkscape), 139
 wielobarwne (Inkscape), 138
 zmiana motywu (GIMP), 121
 zmiana motywu (Inkscape), 137
image
 JPEG, compression (GIMP), 133
Image size
 sekcja panelu Export PNG Image (Inkscape), 159
Import
 polecenie z menu File (Inkscape), 143
 Inkscape
 okna
 ciemny motyw, 138
 jasny motyw, 136
 zmiana motywu ikon, 137
 zmiana układu okna, 137
 intensywność
 składnika barwy, 260
Interface

Icon color
 opcja z panelu Theme (Inkscape), 138
Icon Theme
 sekcja okna Preferences (GIMP), 121
Theme
 panel z okna Preferences (Inkscape), 138
 sekcja okna Preferences (GIMP), 121
 sekcja okna Preferences (Inkscape), 137
Toolbox
 panel okna Preferences (GIMP), 122
Use dark theme
 opcja z panelu Theme (Inkscape), 138
Use default colors for icons
 opcja z panelu Theme (Inkscape), 138
Use symbolic icons
 opcja z panelu Theme (Inkscape), 138
Use tool group
 opcja z panelu Toolbox (GIMP), 122

J

Jackiewicz, Jacek
 pochodzenie rysunków, 27
 porównanie rysunków, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 91, 106
 jakość
 rysunku, 31, 32

K

kanał
 barwy, *Patrz* składnik, RGB
 klonowanie
 obiektu (Inkscape), 187
 kolejność
 zmiana dla obiektów (Inkscape), 170
 zmiana dla warstw (Inkscape), 161, 162
 kolor
 intensywność, składnika barwy, 260
 nieprzezroczystość, składnik barwy, 260
 składniki barwy, 260
 sposób zapisu, 260
 koła
 rozstaw, 96
 kołowe
 wypełnienie gradientu (Inkscape), 191
 komputerowe
 rysunki samolotów, 32
 konfiguracja
 Inkscape (program), 137
 Inkscape (program), 138
 kontrolka

do ustalania zakresu (GIMP), 127
kopiowanie
 obiektu (Inkscape), 187
kreskowanie
 linii (Inkscape), 175
krzywa
 styczne do (Inkscape), 178, 179

L

Layers
 polecenie z menu Layer (Inkscape), 161
Lens Distortion
 polecenie z menu Distorts (GIMP), 251
Lighten
 sposób nakładania barw, 264
linie
 barwa (Inkscape), 175
 dodawanie węzła (Inkscape), 179
 edycja (Inkscape), 177, 178
 grubość — zmiana (Inkscape), 175
 kreskowane (Inkscape), 175
 krzywe (Inkscape), 178
 obrys ('stroke' - Inkscape), 175
 obrysy zamknięte (Inkscape), 147
 pomocnicze (Inkscape), 30, 149
 proste (Inkscape), 147, 177
 rysowanie prostych (Inkscape), 147
 styczne do krzywej (Inkscape), 178, 179
 usuwanie węzła (Inkscape), 179
 zamykanie obrysu (Inkscape), 147
Link
 do obrazu rastrowego (Inkscape), 143
Live preview
 opcja okna filtra (Inkscape), 168
Lower to Bottom
 polecenie z menu Object (Inkscape), 170
LZW
 metoda kompresji obrazu TIFF (GIMP), 132

Ł

łączone
 pikseli warstw (Inkscape), 163
łączenie
 barw, przykład, 261
łuk
 kąt początkowy i końcowy (Inkscape), 184
 przekształcenie w okrag (Inkscape), 184
 przykład (Inkscape), 185
 rysowanie (Inkscape), 184, 186

tryby rysowania (Inkscape), 184
Łukasik, Mariusz
 pochodzenie rysunków, 27
 porównanie rysunków, 81, 82, 83

M

maskowanie
 rysunku za pomocą gradientów, 196, 197
Matt, Paul
 omówienie rysunku, 76, 77, 78
 porównanie rysunków, 77, 78, 79, 80, 106
 rysunki, 87, 93
menu
 przybornika (GIMP), 124
 Tools (GIMP), 127
mieszanie
 barw, przykład, 261
mikrofilm
 deformacje obrazu, 194, 196
 łączenie sąsiednich ramek, 192, 194, 195, 196, 197
Mix
 sposób nakładania barw, 260, 261
Mode
 sposób nakładania barw, 260
motyw
 ciemny, jednobarwny (GIMP), 120, 121
 ciemny, jednobarwny (Inkscape), 138
 jasny, barwy systemu (GIMP), 121
 jasny, wielobarwny (Inkscape), 136
 zmiana ikon (GIMP), 121
 zmiana ikon (Inkscape), 137
Move Selection to Layer
 polecenie z menu Layer (Inkscape), 165
Move Selection to Layer Above
 polecenie z menu Layer (Inkscape), 165
Move Selection to Layer Below
 polecenie z menu Layer (Inkscape), 165
Multiplication
 sposób nakładania barw, 263
Multiply
 lista wyboru z panelu Layer (Inkscape), 163
 przykład zastosowania, 163
 sposób nakładania barw, 163, 263

N

NACA
 profile lotnicze, 73, 254
NACA 2215
 profil (lotniczy), 254

nazwa

- rysunków wzorcowych (Inkscape), 67
- zmiana dla warstwy (Inkscape), 161

New View

- polecenie z menu View (GIMP), 126

niedokładności

- w odrestaurowanych samolotach, 88, 89

Normal

- sposób nakładania barw, 260, 261

O

obchód

- samolotu, zdjęcia z, 86

obiekt

- grupowanie z różnych warstw (Inkscape), 171
- klonowanie (Inkscape), 187
- lustrzane odbicie (Inkscape), 167
- oś obrotu (Inkscape), 151, 154, 157
- połączenie w grupę (Inkscape), 171
- położenie i rozmiar w Inkscape, 158, 183
- powielenie (Inkscape), 187
- przesunięcie (Inkscape), 153
- przesuń na spód (Inkscape), 170
- rozłożenie grupy (rozłożenie) grupy (Inkscape), 173
- wybór obszarem (Inkscape), 146
- wybór pojedynczy (Inkscape), 145
- wybór wielokrotny (Inkscape), 145
- wyłączenie wypełnienia (Inkscape), 176
- wypełnienie — zmiana (Inkscape), 176
- zmiana kolejności (Inkscape), 170
- zmiana obrotu (Inkscape), 154, 167
- zmiana przekoszenia (Inkscape), 157
- zmiana skali (Inkscape), 155
- zmiana warstwy (Inkscape), 165
- zmiana zawartości grupy (Inkscape), 172

obraz

- deformacje podczas skanowania, 41
- domyślne parametry eksportu (GIMP), 133
- eksport do pliku (Inkscape), 159
- eliminacja zniekształceń, 42, 44
- grupowanie (Inkscape), 51
- JPEG, poziom kompresji (GIMP), 132
- koloryzacja linii (Inkscape), 39
- odcinanie wzdłuż konturu (Inkscape), 148
- optymalne rozmiary tekstury, 160
- otwórz (rastrowy w Inkscape), 143
- PNG, poziom kompresji (GIMP), 133
- pomocnicze kontrolki (GIMP), 126
- przyłączanie do rysunku (Inkscape), 143

- ramka strony (Inkscape), 152

- TIFF, metoda kompresji (GIMP), 132

- usunięcie przejrzystych obszarów (GIMP), 132

- wiele różnych widoków (GIMP), 126

- wybór rozmiaru do eksportu (Inkscape), 159

- wycinanie (Inkscape), 30, 38, 43, 47, 50, 63

- wyświetlane jednostki (Inkscape), 152

- zabarwianie linii (Inkscape), 168

- zmiana rozmiaru strony (Inkscape), 152

obróć

- linii pomocniczych (Inkscape), 149

- o dany kąt (Inkscape), 154

- obiektu (Inkscape), 154, 167

- oś (Inkscape), 151, 154, 157

- precyzyjny (Inkscape), 154

obrys

- profilu lotniczego, 253

odbicie

- lustrzane, obiektu (Inkscape), 167

odcinanie

- obiektów wzdłuż konturu (Inkscape), 148

- obrazu rastrowego (Inkscape), 30, 38, 43, 47, 50, 63

odrestaurowane samoloty

- niedokładności, 88, 89

Offset

- pole z przybornika gradientu (Inkscape), 191

okno

- dla wielu obrazów (GIMP), 126

- główne (GIMP), 123

- główne (Inkscape), 139

- obszar obrazu (GIMP), 126

- panele (Inkscape), 140, 141

- powielenie (Inkscape), 154, 155, 157

- zapisywania obrazu (GIMP), 131

- zarządzanie (GIMP), 125

okrąg

- edycja (Inkscape), 183

- przykład edycji (Inkscape), 186

- rysowanie (Inkscape), 182, 185

- zmiana długości promienia (Inkscape), 183

Opacity

- suwak z panelu Layer (Inkscape), 162

Open

- polecenie z menu File (GIMP), 130

- polecenie z menu File (Inkscape), 142

organizacja

- kolekcji zdjęć referencyjnych, 89

ostrzy

- węzeł (Inkscape), 179

oś
 obrotu (Inkscape), 151, 154, 157
 przekoszenia (Inkscape), 151
 otwarcie
 obrazu w GIMP, 130
 obrazu w Inkscape, 142
Overwrite
 polecenie z menu File (GIMP), 131

P

paleta
 narzędzi (GIMP), 124
 panele
 obszar dla (Inkscape), 140
 położenie na ekranie (Inkscape), 141
 panele dialogowe
 zarządzanie (GIMP), 125
 perspektywiczna
 projekcja, właściwości, 248, 249
Picture type
 lista z okna Advanced Properties (GIMP), 129
 plany
 unifikacja rozmiarów, 66
 poduszkowe
 zniekształcenie zdjęcia, 249
 podwarstwa
 tworzenie (Inkscape), 162, 164
 położenie
 określanie dla obiektu Inkscape, 158, 183
 pomocnicze
 linie (Inkscape), 30
 porównanie
 profili usterzenia poziomego, 74
 rysunków referencyjnych (Inkscape), 40, 45, 50, 51, 53, 55, 56, 63, 64, 71, 72, 74, 75
 rzutu z góry i z dołu, 50, 51, 55
 rzutu z lewej, 112
 rzutu z lewej i dołu, 53
 rzutu z lewej i góry, 56
 rzutu z lewej i prawej, 40, 45
 rzutu z lewej i przekrojów kadłuba, 75
 rzutu z przodu i przekrojów kadłuba, 74
 rzutu z przodu i z lewej, 72
 rzutu z przodu i z tyłu, 63, 64
 rzutu z tyłu i z lewej, 71
 powiększanie
 widoku (Inkscape), 144
Preferences
 polecenie z menu Edit (GIMP), 121, 122

polecenie z menu Edit (Inkscape), 137, 138
Preview
 przycisk z okna ustawień skanowania (GIMP), 128
 profil (lotniczy)
 cięciwa, 253
 Clark Y, 254
 geometria, 73, 253
 Göttingen University, 254
 NACA, 73, 254
 NACA 2215, 254
 obrys górny i dolny, 253
 rysowanie, 255
 szkieletowa, 253
 projekcja
 perspektywiczna, 248, 249
 prostokąt
 rysowanie (Inkscape), 181
 przejrzystość
 warstwy (Inkscape), 162
 przekoszenie
 obiektu (Inkscape), 157
 oś (Inkscape), 151
 przesunięcie
 linii pomocniczych (Inkscape), 149
 obiektu (Inkscape), 153
 osi obrotu (Inkscape), 151, 154, 157
 osi przekoszenia (Inkscape), 151
 widoku (Inkscape), 144
 przybornik
 grupowanie poleceń (GIMP), 121, 122
 ikon narzędzi (GIMP), 123
 menu (GIMP), 124
 narzędzi (Inkscape), 139
 okno (GIMP), 124
 przedstawienie na ekranie (Inkscape), 137
 punktów
 tryb edycji (Inkscape), 177, 178, 188

Q

Quality
 parametr eksportu obrazu JPEG (GIMP), 132, 133

R

R
 składnik barwy, 260
 ramka
 selekcji (Inkscape), 151
 wokół wybranego obiektu (Inkscape), 151
 ramki

eksportowanych rysunków (Inkscape), 65

referencja

- do obrazu rastrowego (Inkscape), 143

Release

- polecenie z menu Clip (Inkscape), 148

Repeat

- direct*
 - powtarzanie gradientu (tryb Inkscape), 190
- reflected*
 - powtarzanie gradientu (tryb Inkscape), 190

Rotate 90°

- polecenia z menu Object (Inkscape), 167

rozmiar

- określanie dla obiektu Inkscape, 158, 183
- tekstury, 160

rozmycie

- zawartości warstwy (Inkscape), 162

rysowanie

- elipsy (Inkscape), 182
- linii (Inkscape), 147
- łuku (Inkscape), 184, 185, 186
- obrysów otwartych (Inkscape), 147
- obrysów zamkniętych (Inkscape), 147
- okręgu (Inkscape), 182, 185
- profilu lotniczego, 255
- prostokąta (Inkscape), 181
- tryby dla łuku (Inkscape), 184

rysunek

- deformacje podczas skanowania, 41
- eksportowanie rzutu z góry (Inkscape), 67
- eksportowanie rzutu z lewej (Inkscape), 65, 66
- Jacka Jackiewicza (porównanie), 77, 78, 79, 80, 81, 82, 91, 106
- jakość, 31, 32
- jednostki (Inkscape), 35
- Jumpei Temmy (omówienie), 109
- Jumpei Temmy (porównanie), 110, 111
- Jumpei Temmy (różnice), 112, 113, 114
- Jumpei Temmy (skalowanie), 109
- Mariusza Łukasika (porównanie), 81, 82, 83
- nazwy plików wzorcowych, 67
- opracowany w programie rysunkowym, 32
- Paula Matta (omówienie), 76, 77, 78
- Paula Matta (porównanie), 77, 78, 79, 80, 106
- Paula Matta (przekroje kadłuba), 87
- plik drawing.svg, 33
- poglądowy, samolotu, 34, 59, 93, 94, 95, 96
- porównanie dwóch rzutów, 40, 45, 50, 51, 53, 55, 56, 63, 64, 71, 72, 74, 75

- profil usterzenia poziomego, 74
- przejrzyste obszary (Inkscape), 65
- przekroje kadłuba, 74, 75, 86, 87
- ramki (Inkscape), 65, 67
- rzut z boku wg Curtiss, 111, 112
- skalowanie 1 do 1 (Inkscape), 35, 36
- składanie z dwóch wersji, 42, 44
- sprawdzanie, 30, 31, 32, 40, 45, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 63, 64, 71, 72, 74, 75, 86, 87
- sprawdzanie skrzydeł, 52
- techniczny (tradycyjny), 32
- tło (Inkscape), 65
- unifikacja rysunków wzorcowych (Inkscape), 66

rysunki

- diagram pozycji, 96
- dopasowanie do wzorca, 102, 104, 192, 193, 194
- oryginalne, linie odniesienia, 100, 101
- oryginalne, struktury skrzydła, 100, 102
- oryginalne, szkieletu kadłuba, 192
- porównanie z oryginalną dokumentacją, 105
- przerysowanie oryginalnej dokumentacji, 106
- usterzenie poziome, 103
- użycie gradientów jako masek, 196, 197
- Williamy Wylama (P-40D), 97, 98

S

samolot

- oryginalna dokumentacja, 100, 102, 192

Save As

- polecenie z menu File (GIMP), 131
- polecenie z menu File (Inkscape), 142

Save Defaults

- przycisk z okna eksportu obrazu (GMP), 133

Scan

- przycisk z okna ustawień skanowania (GIMP), 129

Scanner/Camera

- polecenie z menu Create (GIMP), 28, 128

Select Source

- okno wyboru skanera (GIMP), 128

Set

- polecenie z menu Clip (Inkscape), 148

Shift-Ctrl-M (Inkscape), *Patrz* Transform

Show page border

- pole z okna Document Properties (Inkscape), 152

Show preview in image window

- opcja eksportu obrazu JPEG (GMP), 132

skalowanie

- 1 do 1 (Inkscape), 35, 36
- obiekta (Inkscape), 155

precyzyjne (Inkscape), 155
 skanowanie
 deformacje obrazu, 41
 intrfejsy (GIMP), 128
 okno ustawień(GIMP), 128
 planów samolotu (GIMP), 28, 128
 podgląd strony (GIMP), 128
 rezultaty (GIMP), 28, 129
 ustawienia szczegółowe (GIMP), 129
 zalecane ustawienia (GIMP), 129

skrzydło
 kształt końcówki, 102
 sprawdzanie
 prostopadłości skrzydeł, 52
 rysunku, 30, 31, 32, 40, 45, 50, 51, 53, 55, 56, 63, 64,
 71, 72, 74, 75, 86, 87

statecznik pionowy
 rzut z boku, 105, 106

statecznik, pionowy
 rysunek złożeniowy, 104
 rzut z boku, 106

statecznik, poziomy
 kontur, 103

ster kierunku
 rysunek złożeniowy, 104
 rzut z boku, 105, 106

ster wysokości
 rysunek złożeniowy, 102
 rzut z boku, 104
 rzut z przodu, 104

stroke
 linia obrysu (Inkscape), 175

strona
 wyłączenie ramki (Inkscape), 152

styczne
 do krzywej (Inkscape), 178, 179

Subtract
 sposób nakładania barw, 262

symetryczny
 węzeł (Inkscape), 178

System
 motyw barwy okien (GIMP), 121

szkieletowa
 profilu lotniczego, 253

Ś

śmigło
 kształt kołpaka, 88
 średnia ważona

sposób nakładania barw, 261

T

tekstura
 optymalne proporcje obrazu, 160

Temma, Jumpei
 omówienie rysunków, 109
 porównanie rysunków, 110, 111
 różnice, 112, 113, 114
 skalowanie rysunków, 109

tło
 rysunków referencyjnych (Inkscape), 65

Tools
 menu (GIMP), 127

tradycyjny
 rysunek (techniczny), 32

Transform
 polecenie z menu Object (Inkscape), 154, 155, 157

U

ukrywanie
 zawartości warstwy (Inkscape), 161

Ungroup
 polecenie z menu Object (Inkscape), 173

unifikacja
 rysunków wzorcowych (Inkscape), 66

Use dark theme
 opcja (Inkscape), 138

Use default colors for icons
 opcja (Inkscape), 138

Use symbolic icons
 opcja (Inkscape), 138

Use tool groups
 opcja (GIMP), 122

ustawienia
 GIMP (program), 121, 122

usterzenie
 oprofilowanie, rzut z boku, 106
 poziome, kontur, 103

usuwanie
 linii pomocniczych (Inkscape), 149
 warstwy (Inkscape), 166

W

warstwa
 blokowanie (Inkscape), 161
 dla rysunków referencyjnych (Inkscape), 38
 dodanie podwarstwy (Inkscape), 164
 efekt rozmycia (Inkscape), 162

- nowa (Inkscape), 164
- podwarstwy (Inkscape), 162
- problem z grupowaniem (Inkscape), 171
- tryb łączenia pikseli (Inkscape), 163
- ukrywanie (Inkscape), 161
- uproszczona kontrolka (Inkscape), 163
- usuwanie (Inkscape), 166
- zarządzanie (Inkscape), 161
- zmiana dla obiektów (Inkscape), 165
- zmiana hierarchii (Inkscape), 162
- zmiana kolejności (Inkscape), 161
- zmiana nazwy (Inkscape), 161
- zmiana przejrzystości (Inkscape), 162
- warstwy
 - dla rysunków referencyjnych (Inkscape), 39, 50, 63
- wąsy
 - zniekształcenie zdjęcia, 250
- wczytanie
 - obrazu rastrowego (Inkscape), 143
- weryfikacja
 - usterzenia z rysunku Kagero, 95
- węzeł
 - dodawanie (Inkscape), 179
 - gradientu (Inkscape), 190
 - ostry (Inkscape), 179
 - położenie w gradiencie (Inkscape), 191
 - symetryczny (Inkscape), 178
 - usuwanie (Inkscape), 179
- widok
 - powiększanie (Inkscape), 144
 - przesuwanie (Inkscape), 144
- wielokrotność
 - obiekta (Inkscape), 173, 174, 187
- wierzchołek, *Patrz* węzeł (w Inkscape)
- wybór
 - obiekta (Inkscape), 151
 - obszarem prostokątnym (Inkscape), 146
 - pojedynczego obiektu (Inkscape), 145
 - wielu obiektów (Inkscape), 145
 - wyłączenie (Inkscape), 145
- Wylam, William
 - rysunek P-40D, 97, 98
- wyłączenie
 - wypełnienia (Inkscape), 176

- wymiary
 - cięciwy usterzenia, 94
 - długość całkowita, 34, 93
 - położenia osi sterów, 93
 - rozstaw kół, 72
 - skrzydło i usterzenie, 59
 - trapez skrzydła, 59, 61
 - wznios skrzydeł, 72
- wypełnienie
 - konturu obiektu (Inkscape), 188
 - obiekta (Inkscape), 175, 176

Z

- zapisywanie
 - obrazu (GIMP), 131
 - obrazu (Inkscape), 142
- zarządzanie
 - warstwami (Inkscape), 38, 39, 50, 63, 161
- zaznaczanie
 - obiekta (Inkscape), 151
- zdjęcia
 - korekta zniekształceń, 251
 - najprostsze użycie, 86, 87
 - organizowanie kolekcji, 89
 - pojedynczego szczegółu, 88, 89
 - porównanie z rysunkami, 91
 - projekcja perspektywiczna, 248
 - samolotu, wyszukiwanie w Internecie, 86
 - wykrywanie zniekształceń, 250
 - zniekształcenia, unikanie, 91
 - zniekształcenie 'w wąsy', 250
 - zniekształcenie beczkowate, 249
 - zniekształcenie poduszkowe, 249
- złożenie
 - rzutu z lewej, 111
- zmiana
 - obrotu obiektu (Inkscape), 154
 - przekoszenia obiektu (Inkscape), 157
 - skali obiektu (Inkscape), 155
- zniekształcenie
 - korygowanie na zdjęciach, 251
 - wykrywanie na zdjęciu, 250
 - zdjęcia, 249, 250
 - zdzęć, unikanie, 91

O autorze

Nazywam się Witold Jaworski i odkąd skończyłem 10 lat jestem fanem lotnictwa oraz modelarzem. Zaczynałem od plastikowych zestawów do sklejania (1:72), potem wycinanek z „Małego Modelarza” (1:33), by skończyć na budowie modeli od podstaw (1:24). Te zainteresowania zaprowadziły mnie na Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej, który ukończyłem w 1994r. W 1987r. przerysowywałem w tuszu plany samolotów, m.in. do książki „Samoloty bombowe września” (te prace zlecał Andrzej Glass). Potem p. Andrzej zaproponował mi samodzielne opracowanie rysunku przekrojowego i kilku arkuszy planów do nowo powstającego magazynu. Mogłem wybrać dowolny samolot. W ten sposób powstały dokładne rysunki myśliwca F-4 Phantom II, opublikowane w 1990r. w pierwszym numerze miesięcznika „Aero HOBBY”. Nadal można znaleźć ich kopie w Internecie, na różnych portalach z planami. Podczas studiów na MEiL zainteresowałem się także grafiką komputerową i systemami CAD. W 1991r. miałem okazję po raz pierwszy wykorzystać tę wiedzę, pomagając w budowie prototypu szybowca PW-5 (zwycięzcy konkursu na tzw. szybowiec światowy w 1992r.).



Obecnie pracuję jako specjalista IT. Mieszkam wraz z żoną i trójką dzieci w Poznaniu. Od czasu do czasu piszę artykuły dla czasopism lotniczych. W tej książce połączyłem swoje dwie pasje: grafikę komputerową i lotnictwo, w nowy rodzaj modelarstwa: budowę realistycznych, cyfrowych modeli historycznych samolotów.

W XX wieku można było robić miniatury samolotów z kartonu lub z plastiku. Na początku wieku XXI przyszedł czas na jeszcze jedną odmianę tego hobby: modele komputerowe. Ta nowa gałąź modelarstwa redukcyjnego rodziła się „po cichutku”. Dwadzieścia lat temu mało kto mógł wydać (prywatnie!) parę tysięcy dolarów na odpowiedni program. A tymi „nieodpowiednimi” nie było się co chwalić... Nieliczni zapaleńcy siedzieli więc przy monitorach i tworzyli pierwsze modele, ucząc się na własnych błędach.

Obecnie niezbędne oprogramowanie jest dostępne za darmo (na licencji Open Source). Jeżeli jeszcze Twój komputer ma mniej niż 6 lat, to masz już wszystko, czego potrzeba, by zacząć! Ta książka dostarcza niezbędnego *know how*. Pokazuje krok po kroku, jak zrobić takie modele, jak na ilustracjach obok. I, podobnie jak oprogramowanie które opisuje, także jest bezpłatna!

„Wirtualne modelarstwo” jest kierowane nie tylko do modelarzy. Może zainteresować wszystkich tych, którzy chcą się poznać takie ogólnodostępne programy, jak Blender, GIMP, czy Inkscape.



ISBN: 978-83-941952-3-6

Bezpłatna publikacja elektroniczna, udostępniana na licencji *Creative Commons*



Samolot z 3-go dywizjonu AVG („Hell's Angels”), Kunming 1942, wg opracowania Janusza Świątłonia. (Tło: © Tomo Yun, www.yunphoto.net)