

Opis Przedmiotu Zamówienia (OPZ) - Budowa replik samolotów Fokker D.VII i Fokker E.V na potrzeby wystawy stałej Muzeum Powstania Wielkopolskiego

1. Przedmiot zamówienia

Przedmiotem zamówienia jest budowa, dostawa i montaż 2 egzemplarzy stacjonarnych replik samolotów:

- Fokker D.VII - w skali 100%
- Fokker E.V - w skali 100%, fragment, zgodnie z dokumentacją projektową wystawy

Wraz z opracowaniem dokumentacji warsztatowej Replik zawierającej:

- a) Opis techniczny,
- b) Rysunki elementów konstrukcji,
- c) Rysunki zestawieniowe (schematy montażowe) i niezbędne szczegóły połączeń montażowych),
- d) Wykazy elementów.

Samoloty będą przeznaczone do ekspozycji w Muzeum Powstania Wielkopolskiego w Poznaniu w następujących formach:

- Fokker D.VII - egzemplarz podwieszony, bez dostępu fizycznego dla publiczności
- Fokker E.V - egzemplarz stojący, kabina dostępna dla publiczności

Przedmiot zamówienia mieści się w następującej kategorii CPV:

- 45220000-5 Roboty inżynieryjne i budowlane
- 92521100-0 Usługi wystawiennicze

2. Wymagania ogólne

2.1. Zakres odwzorowania

Samoloty muszą być odwzorowane w sposób zapewniający zgodność z oryginalnymi płatowcami Fokker w zakresie:

- kształtu obrysu i wymiarów zewnętrznych kadłuba, skrzydeł, usterzenia oraz kształtu profilów skrzydeł
- wyglądu zewnętrznego i barwy konstrukcji kratownicy kadłuba (w obszarze z odsłoniętym pokryciem) wraz z linkami usztywniającymi oraz przenoszącymi napęd i konstrukcjami rurowymi mocowania skrzydeł i podwozia
- wyglądu zewnętrznego konstrukcji skrzydeł (w obszarze z odsłoniętym pokryciem)
- wyglądu zewnętrznego silnika wraz z agregatami i chłodnicą (z uwzględnieniem odwzorowania kolorów, struktury i wymiarów)
- układu i wymiarów kół podwozia oraz płozy
- wymiaru, obrysu, skoku, barwy, struktury powierzchni śmigła
- kabiny pilota wraz z fotelem, tablicą przyrządów, przyrządami pokładowymi (**tylko dla Fokker E.V**)
- przyrządów sterowniczych (drażek, orczyk, manetka gazu oraz elementy sterowania pracą silnika na tablicy przyrządów) wraz z układami linkowymi/popychaczowymi przenoszącymi fizycznie napęd na płaszczyzny sterowe (ster kierunku, ster wysokości, lotki)
- wyglądu zewnętrznego karabinów wraz z taśmami i skrzynkami amunicyjnymi
- wyglądu detali zewnętrznych (linki, odciążki, zawiasy, otwory eksploatacyjne)
- malowania pokrycia, barwy i struktury zewnętrznej elementów i materiałów (drewno, blacha, stal, tkanina - pokrycie odwzorowane kolorystycznie, strukturalnie i wymiarowo, zastosowane wzory kamuflażu)
- pozostałych elementów zawartych w opisie przedmiotu zamówienia, z uwzględnieniem wymaganych wymiarów i technologii wykonania

W przypadku samolotu Fokker D.VII zgodność odwzorowania dotyczy wyglądu zewnętrznego, ale nie dotyczy wnętrza kabiny. W tym zakresie Zamawiający nie wymaga odtwarzania fotela, tablicy

przyrządów, drążka, orczyka i innych elementów wchodzących w skład kabiny. Nie jest wymagana podwyższona odporność mechaniczna repliki na dotykanie, opieranie się itd. Nie jest wymagane przeniesienie napędu z orczyka i drążka na lotki i statecznik ogonowy, jednak powierzchnie sterowe (lotki, ster pionowy i poziomy) muszą być zamocowane na zawiasach w sposób adekwatny do pierwotnego rozwiązania i utrzymywane w pozycji neutralnej przez napęd linkowy.

W przypadku samolotu Fokker E.V wymagane jest odwzorowanie wyglądu zewnętrznego, jak również wnętrza kabiny, w tym fotela, tablicy przyrządów, drążka, orczyka, manetki gazu itd. Fokker E.V musi mieć wysoką odporność mechaniczną na dotykanie, opieranie się itd. Dostęp do kabiny dla publiczności należy przewidzieć z boku po schodkach, przez wycięcie w burcie. Należy przewidzieć możliwość zajęcia miejsca w fotelu przez osobę o wadze do 130 kg i wzroście do 200 cm. Należy wykonać układ przeniesienia napędu z drążka na ster pionowy i obie lotki oraz z orczyka na ster kierunku. Wymagana jest ruchomość dźwigni gazu. Wymagane jest uwzględnienie we współpracy z Zamawiającym instalacji multimedialnych – ekranu o wielkości 15", którego celem będzie symulacja lotu treningowego pozwalającego na symulację użycia fotokarabinu, sprzężonego z orczykiem z funkcją samopowrotu do pozycji nominalnej.

2.2. Materiały źródłowe

Jako materiały źródłowe dla przyjmowania konkretnych rozwiązań wykonawczych (detale, malowanie) należy przyjąć publikacje wymienione w spisie literatury. W przypadku rozbieżności pomiędzy wersjami samolotów, przedstawionymi w literaturze, należy uzgodnić z Zamawiającym wersję przyjętą do realizacji.

W zakresie wyglądu elementów składowych samolotu Fokker D.VII jako wzorzec należy przyjmować pozycję Kowalski T., Ryś M.: Fokker D.VII - the lethal weapon. Kagero, Lublin 2015. W opisie przedmiotu zamówienia wykorzystano rysunki 3D ilustrujące poszczególne elementy płatowca.

Wszystkie rozwiązania (np. detale, silnik, śmigło, malowanie) proponowane w ramach projektu wykonawczego powinny opierać się na źródłach literaturowych. Przedstawione zdjęcia historyczne można wykorzystać poglądowo jako materiały pomocnicze do określenia rozwiązań w zakresie zastrzałów, podpórek, rozmieszczenia otworów wentylacyjnych, linek napędowych, odciągów itp. Sposób malowania i barwy płatowca Fokker D.VII opisano w oddzielnym rozdziale.



Rys. 1 Fokker D.VII 530/18 w locie (Ławica, 11 maja 1921r.)



Rys. 2 Fokker D.VII 530/18 w locie



Rys. 3 Fokker D.VII (Alb) nr 502/18 (ex. 1075/18) z 15 EM



Rys. 4 Fokker D.VII nr CWL 22.04 z 15 eskadry Myśliwskiej



Rys. 5 Fokker D-VII (OAW) nr 530/18 z SL Ławica w locie, 11.V.1921r.



Rys. 6 Fokker D.VII nr. 7658 (Fok) w Parku 3 PL w 1921r.



Rys. 7 15 Eskadra Myśliwska we wrześniu 1920r.



Rys. 8 Fokkery 15 Eskadry Myśliwskiej



Rys. 9 Fokker D.VII, widok z przodu



Rys. 10 Uszkodzony Fokker D.VII 530/18



Rys. 11 Samolot Fokker D.VII, płk pilot Jerzy Kossowski



Rys. 12 Fokker D.VII, Lwów

2.3. Wymiary

Wymiary wykonywanych replik muszą być równe podanym niżej wielkościom, mieszcząc się błędnie +/- 1%.

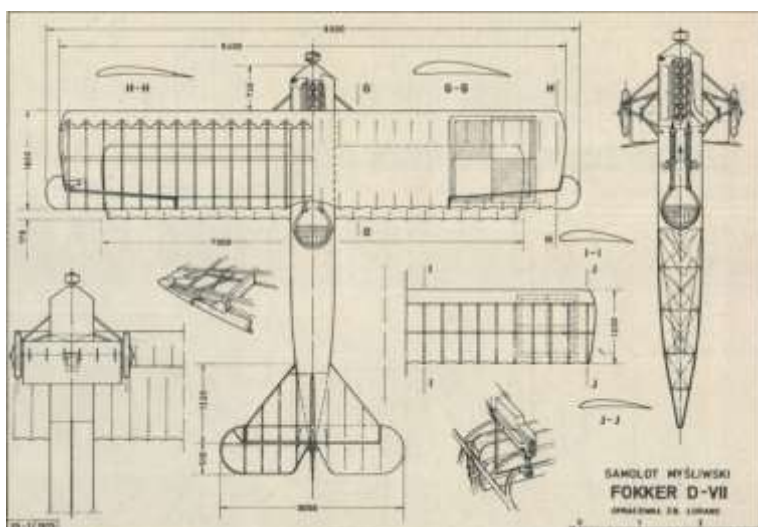
Fokker D.VII

- rozpiętość górnego płata 8,92m
- rozpiętość dolnego płata 7,01m
- długość 6,95 m
- wysokość 2,75 m

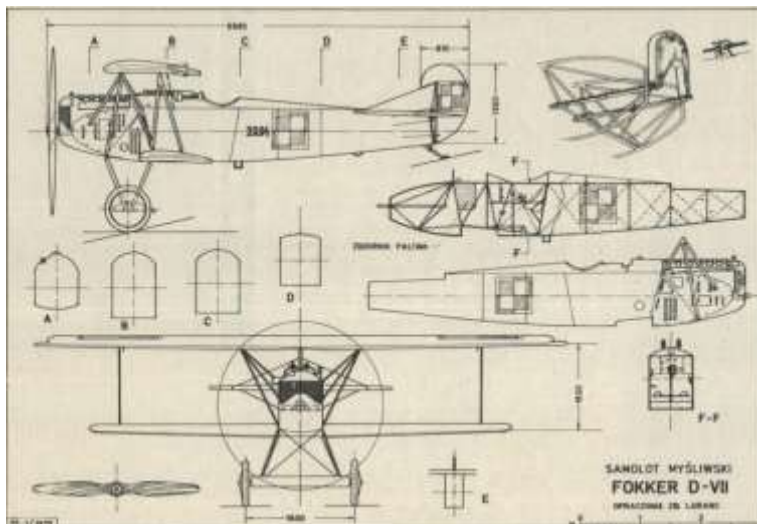
Fokker E.V - fragment

- rozpiętość skrzydeł 8,43 m
- długość 5,87 m
- wysokość 2,82 m

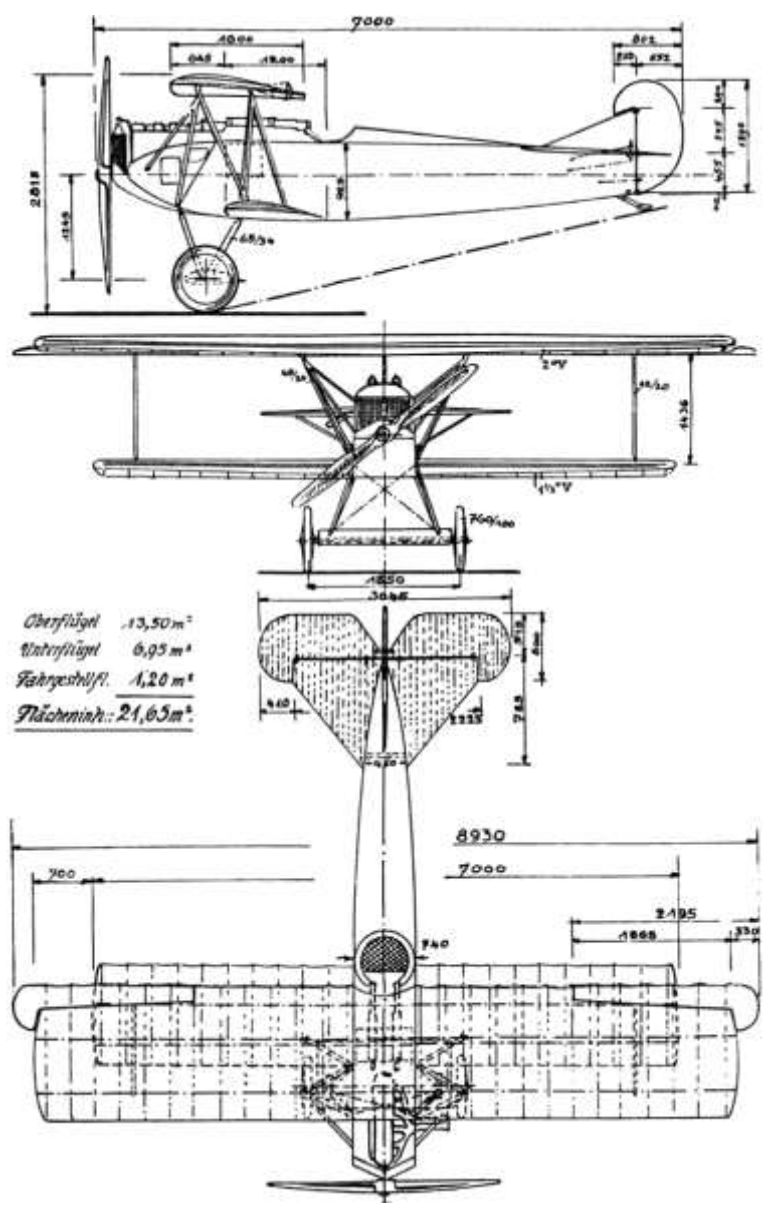
Przedstawione rysunki można wykorzystać poglądowo jako materiały pomocnicze do określenia rozwiązań w zakresie proporcji wymiarowych, profili skrzydeł, przekrojów kadłuba, układu kratownicy kadłuba, układu żeber i dźwigarów skrzydeł.



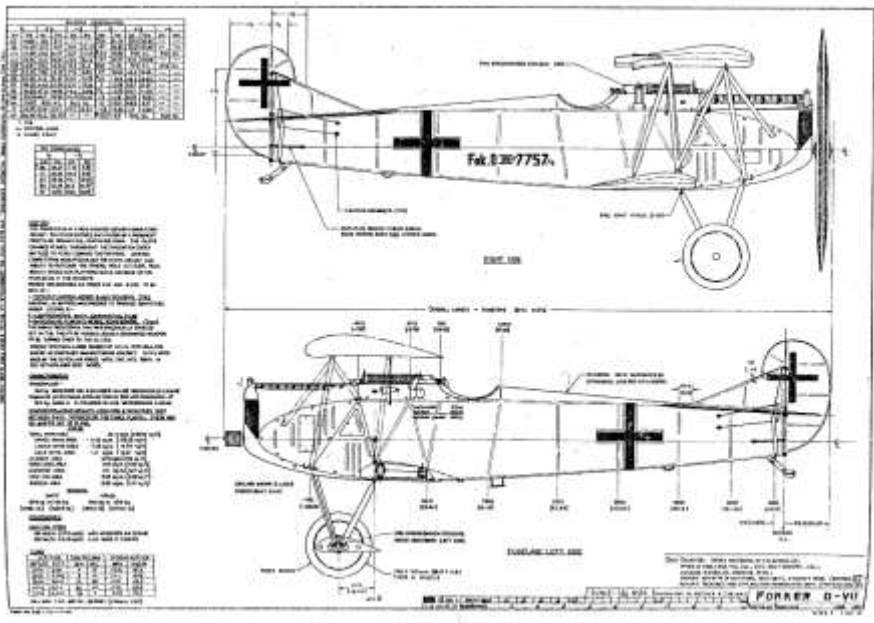
Rys. 13 Fokker D.VII, rzut i detale



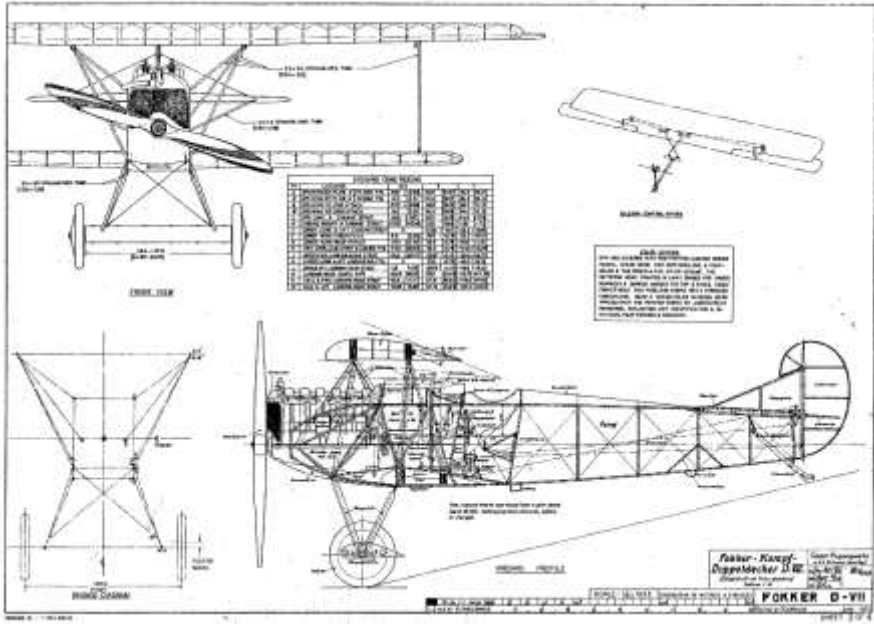
Rys. 14 Fokker D.VII, widok z boku i od przodu



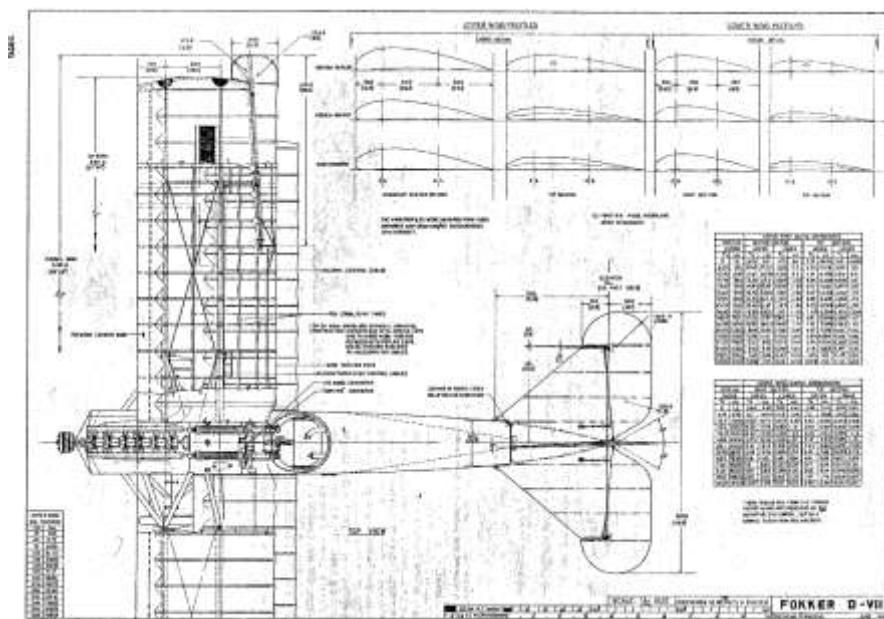
Rys. 15 Fokker D.VII, główne wymiary płatowca



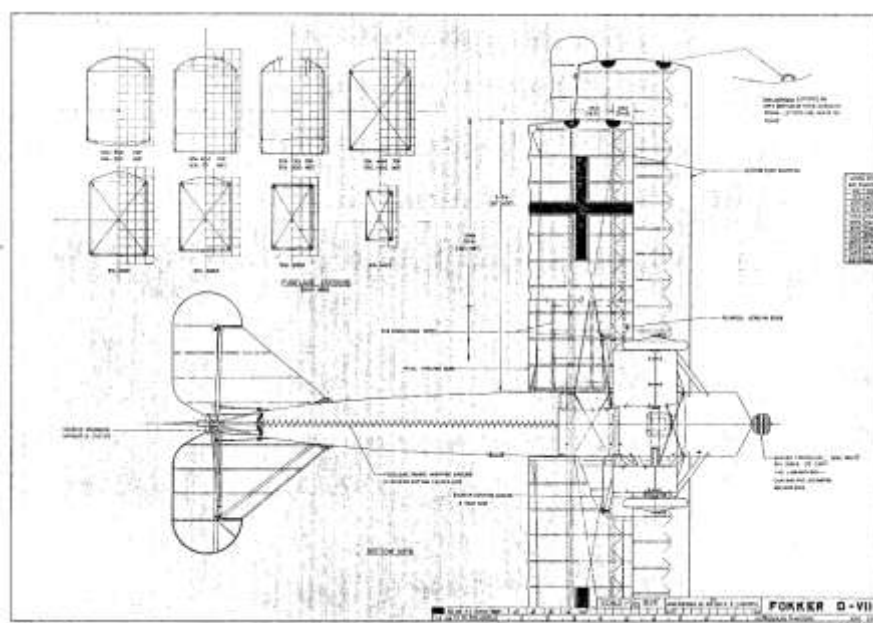
Rys. 16 Fokker D.VII, widok z boku



Rys. 17 Fokker D.VII, widok z boku i z przodu



Rys. 18 Fokker D.VII, widok z góry



Rys. 19 Fokker D.VII, widok z dołu

2.4. Waga

Waga każdego z samolotów z wyposażeniem musi mieścić się w przedziale:

Fokker D.VII

- Do 400 kg

Fokker E.V

- Do 600 kg

2.5. Stosowane technologie

W miarę możliwości należy stosować technologię i materiały stosowane w oryginalnych płatowcach (odpowiednio stal, aluminium, drewno, sklejkę, tkaninę na pokrycie).

Niewidoczne zewnętrznie elementy konstrukcji (żeberka, podłużnice, dźwigary itp.) mogą być wykonane w innej technologii (np. konstrukcja z rurek aluminiowych, stalowych, podłużnic drewnianych itd.) zapewniającej trwałość i bezpieczeństwo eksploatacji. Wykonawca musi uzyskać akceptację Zamawiającego dla konkretnej technologii wykonania. Niedopuszczalne jest stosowanie konstrukcji skorupowych (laminaty) i wydruków 3D do odwzorowania konstrukcji płatowców (całych skrzydeł, kadłuba itd.). Ewentualne dopuszczenie w/w technik w przypadku odwzorowywania wybranych elementów konstrukcji kadłuba i skrzydeł (np. krawędzi natarcia) jest możliwe, po uzyskaniu każdorazowej zgody Zamawiającego, pod warunkiem pokrycia tych elementów farbą lub materiałem odwzorującym barwę i strukturę pierwotnego pokrycia.

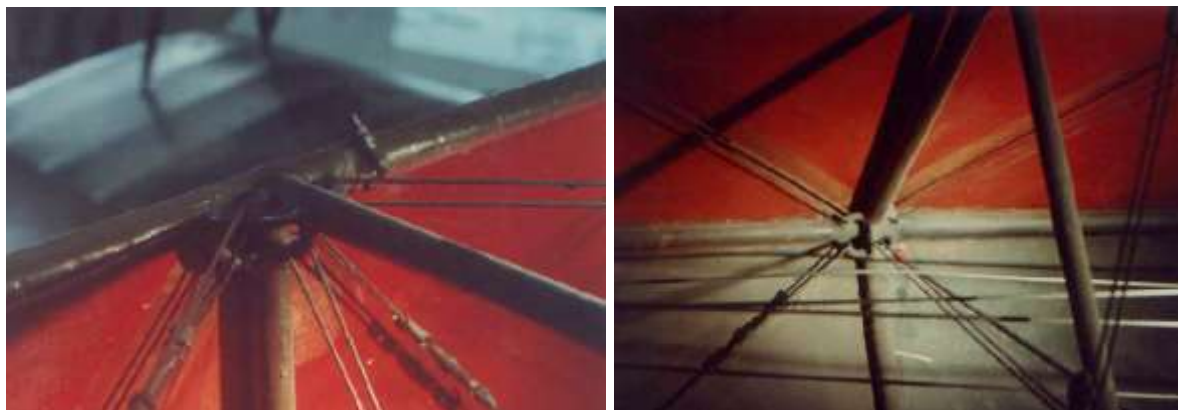
Stosowanie wydruków 3D dopuszczalne jest jedynie w przypadku odwzorowania silnika, agregatów powiązanych z pracą silnika, drobnych elementów mocujących (np. mocowanie linek, zawiasy), elementów wyposażenia kabiny (np. mocowanie dźwigni, obramowania przyrządów pokładowych, karabinów maszynowych itp.) zgodnie ze szczegółowym opisem przedmiotu zamówienia.

3. Elementy replik

3.1. Kadłub

Kadłub należy wykonać jako konstrukcję kratownicową spawaną z rur o średnicy 15-25 mm. Materiał rurek kratownicy - dowolny, zapewniający wymaganą wytrzymałość - jednak całość kratownicy malowana na jednolitą barwę.

Ramę kadłuba należy usztywnić linkami stalowymi o średnicy 2mm +/-1 mm.



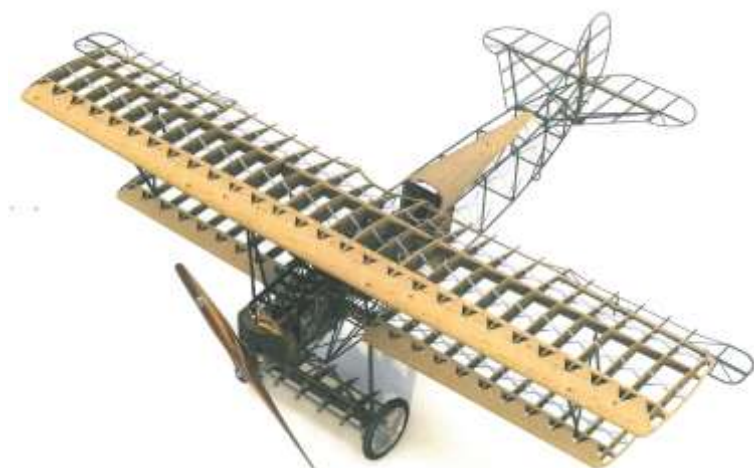
Rys. 20 Mocowanie linek stalowych usztywniających konstrukcję kadłuba w samolocie Fokker D.VII

Garb grzbietowy wykonać z giętej sklejki, blachy lub laminatu. W przypadku materiału innego niż sklejka garb od wewnątrz podkleić okleiną imitującą sklejkę.



Rys. 21 Widok garbu grzbietowego od spodu

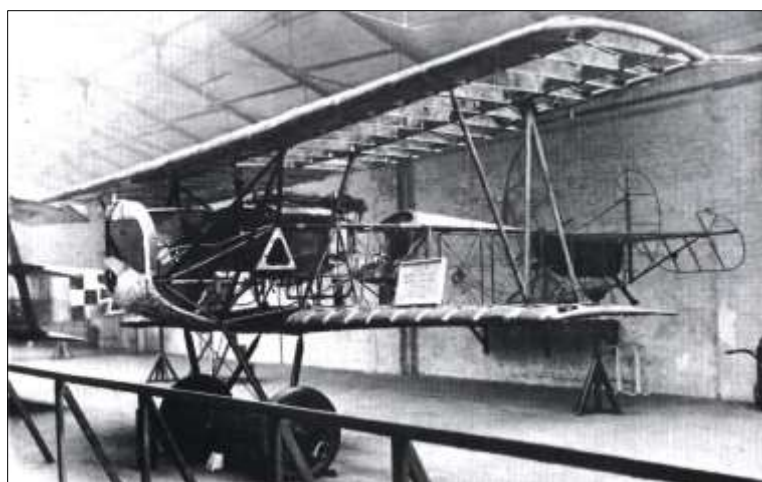
W przedniej części kadłuba zastosować zdejmowane panele wykonane z blachy aluminiowej. W panelach rozmieścić żaluzje i otwory inspekcyjne.



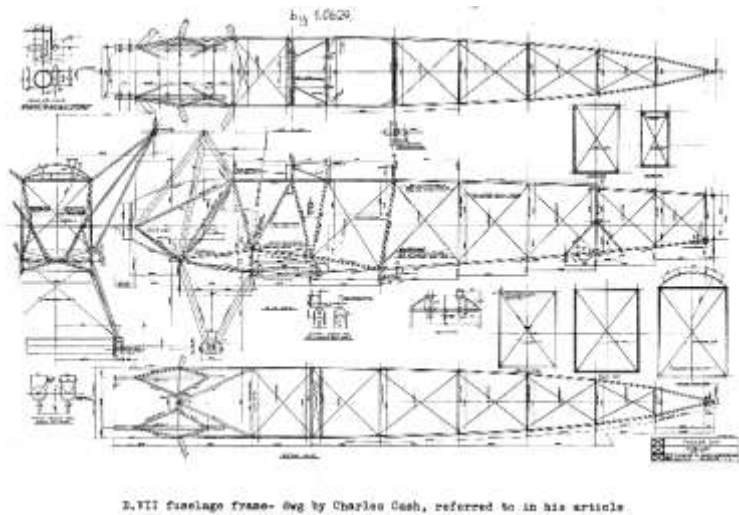
Rys. 22 Wizualizacja 3D konstrukcji samolotu Fokker D.VII



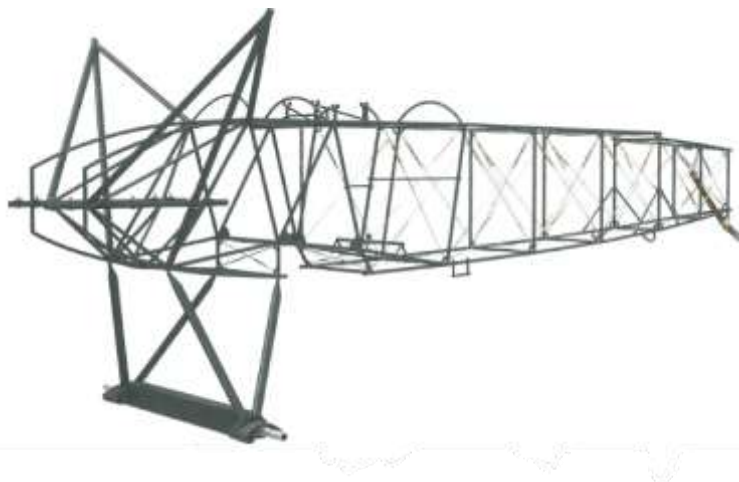
Rys. 23 Wizualizacja 3D konstrukcji samolotu Fokker D.VII



Rys. 24 Widok odpłótnionej konstrukcji samolotu Fokker D.VII



Rys. 25 Konstrukcja kadłuba samolotu Fokker D.VII



Rys. 26 Konstrukcja kadłuba samolotu Fokker D.VII



Rys. 27 Zdjęcie ilustrujące żaluzje w maskach silnika samolotu Fokker D.VII

3.2. Skrzydła

Skrzydła należy wykonać jako konstrukcje drewniane, dwudźwigarowe, wewnątrz usztywnione stalowymi linkami. Grubość skrzydeł zmniejsza się ku końcówkom, tak że górne krawędzie dźwigarów są poziome. Żebra wykonać ze sklejki o grubości 1,5 mm \pm 0.5mm, bez otworów odciążających, i usztywnić pionowymi elementami z drewna o przekroju trójkątnym. Przyjąć profil skrzydła zbliżony obrysem do zastosowanego w oryginalnych samolotach. Od krawędzi natarcia do przedniego dźwigara

górne powierzchnie profili skrzydeł pokryć sklejką o grubości 1,5 mm +/-0.5mm. Dla zachowania kształtu skrzynki skrętej zastosować dwa podłużnice świerkowe.

Dźwigary skrzydeł wykonać tak, by ich zewnętrzny wygląd odpowiadał oryginalnemu. Oryginalnie dźwigary drewniane, zwężające się ku końcówkom, miały konstrukcję skrzynkową. W górnym skrzydle zarówno górne, jak i dolne pasy dźwigarów składały się z dwóch warstw drewna o szerokości 75 mm. Dźwigary dolnego skrzydła miały podobną konstrukcję, z pasami o szerokości 73 mm. Boki skrzynkowych dźwigarów były klejone i przybijane do listew. Całość owijano taśmą płócienną. Szerokość dźwigarów przy końcówkach skrzydeł wynosiła 22 mm.

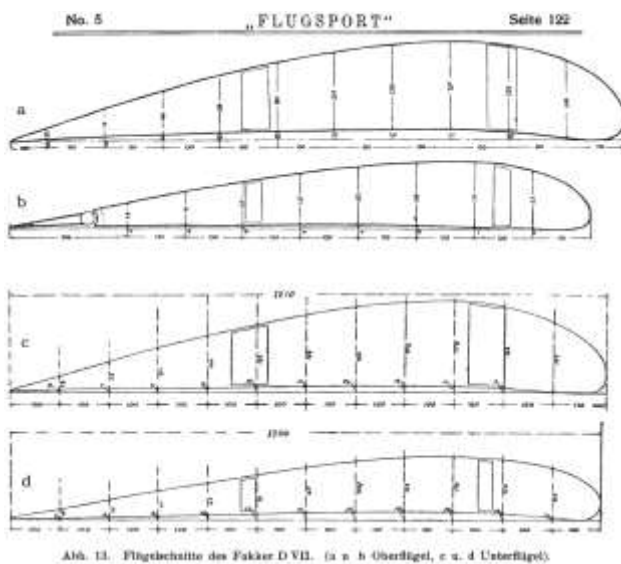
W dźwigarach wkleić drewniane klocki w miejscach mocowania rozpórek baldachimu skrzydła.

Usztywnienia skrzydeł wykonać z taśm usztywniających przyklejonych na żebrach oraz stalowych linek. Końcówki skrzydeł wykonać z klejonych i wydrążonych warstw drewna. Krawędź natarcia wykonaną z profilowanych listew drewnianych. Dopuszcza się obróbkę CNC lub wykonanie końcówek i krawędzi w formie wydruku 3D pod warunkiem zachowania barwy drewna.

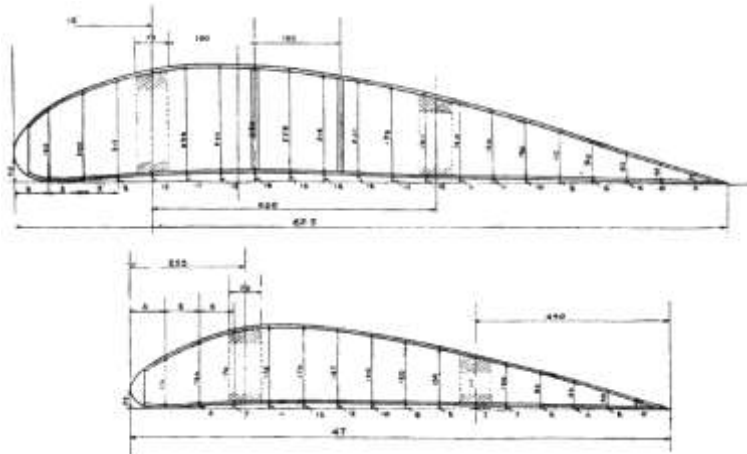
Krawędź spływu wykonać z drutu stalowego lub rurek miedzianych pokrytych farbą. Druk/rurki ugiąć pomiędzy żebrami w łuki w kierunku krawędzi natarcia odwzorowując w ten sposób naturalnie występujące odkształcenie.



Rys. 28 Krawędź natarcia samolotu Fokker D.VII

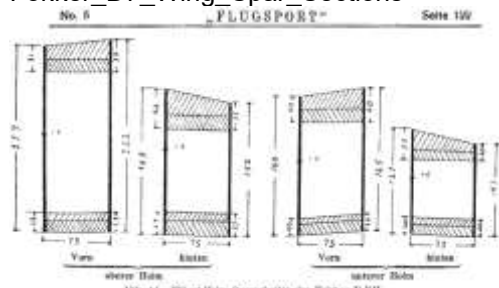


Rys. 29 Profile żeber u nasady skrzydła i przy końcówce samolotu Fokker D.VII

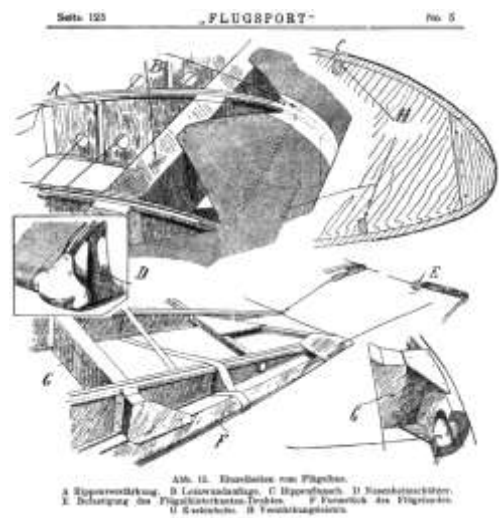


Rys. 30 Profile skrzydła górnego i dolnego samolotu Fokker D.VII

Fokker_D7_Wing_Spar_Sections



Rys. 31 Przekroje dźwigarów skrzydła górnego i dolnego samolotu Fokker D.VII



Rys. 32 Rozwiązanie krawędzi natarcia i końcówki skrzydła samolotu Fokker D.VII



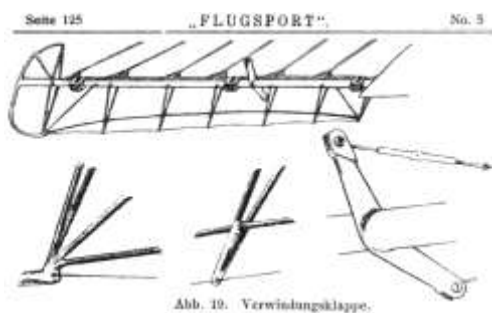
Rys. 33 Widok dolnego skrzydła samolotu Fokker D.VII

3.3. Lotki

Lotki, aerodynamicznie wyważone, wykonać z rurek stalowych, spawanych. W przypadku Fokkera D.VII lotki wykonać tylko na górnym skrzydle.

Krawędź spływu wykonać z drutu stalowego lub rurek miedzianych pokrytych farbą. Drut/rurki ugiąć pomiędzy żebrami w łuki w kierunku krawędzi natarcia odwzorowując w ten sposób naturalnie występujące odkształcenie.

Lotki pokryć obustronnie tkaniną zgodnie z wymaganą kolorystyką.



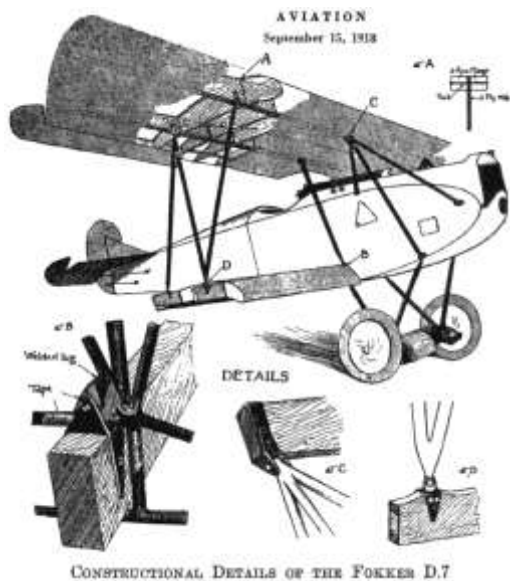
Rys. 34 widok samolotu Fokker D.VII

3.4. Mocowanie skrzydeł

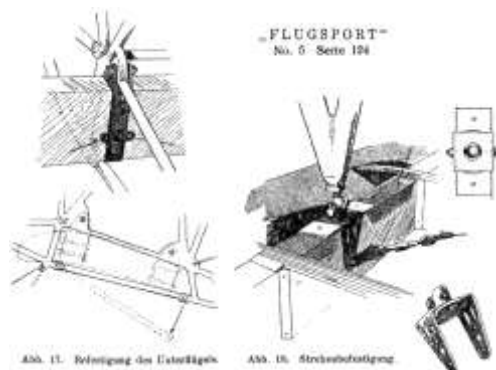
Skrzydło (w przypadku Fokkera D.VII - górne) zamocować do rozpórek baldachimu w formie trójnogów, wykonanych z rur stalowych o profilu kropłowym, zintegrowanych z kadłubem, do których na przednim dźwigarze zamocować górne skrzydło, oraz dodatkowo usztywnić pojedynczymi, zdejmowanymi rozpórkami mocowanymi do tylnego dźwigara.

W przypadku Fokkera D.VII skrzydło dolne przykręcać do kadłuba śrubami. Dolną linię kadłuba zachować zakrywając połączenie skrzydło-kadłub stalowymi panelami. Dopuszcza się wykonanie paneli z laminatu lub aluminium.

W przypadku Fokkera D.VII przestrzeń międzyskrzydłową usztywnić rozpórkami międzypłatowymi w kształcie litery „N”, wykonanych z profili stalowych lub aluminiowych o przekroju kropłowym.



Rys. 35 Zastrzały i ich mocowanie w samolocie Fokker D.VII



Rys. 36 Szczegóły montażu skrzydeł samolotu Fokker D.VII



Rys. 37 Mocowanie zastrzału do dźwigara dolnego skrzydła samolotu Fokker D.VII

3.5. Poszycie kadłuba i skrzydeł

Pokrycie konstrukcji kadłuba i skrzydeł należy wykonać z wykorzystaniem materiałów tekstylnych. Dopuszcza się stosowanie tkanin syntetycznych termokurczliwych np. włókna poliestrowego.

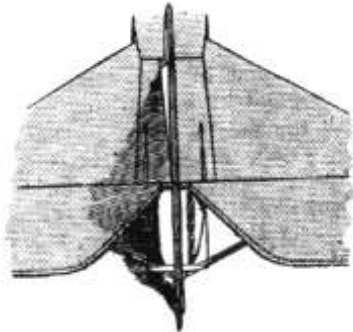
Należy zapewnić sztywność pokrycia (ograniczone ugięcie pod wpływem dotyku). W miejscach, gdzie oryginalnie stosowano pokrycia sztywne (drewno, sklejka, stal, aluminium) należy zastosować materiały odpowiadające oryginalnym.

Odwzorowanie barw należy wykonać techniką nadruku na materiale tekstylnym (Zamawiający zwraca uwagę na często wysokie temperatury nadruku, które skutkują skurczeniem wymiarowym materiału podczas procesu). Dopuszcza się stosowanie technologii oklejania folią, jednak w takim przypadku należy bezwzględnie uzyskać akceptację Zamawiającego dla tego rozwiązania i zapewnić barwy i strukturę materiału odpowiadającą nadrukowi na materiale tekstylnym oraz dołożyć wszelkiej staranności dla zamaskowania krawędzi naklejek.

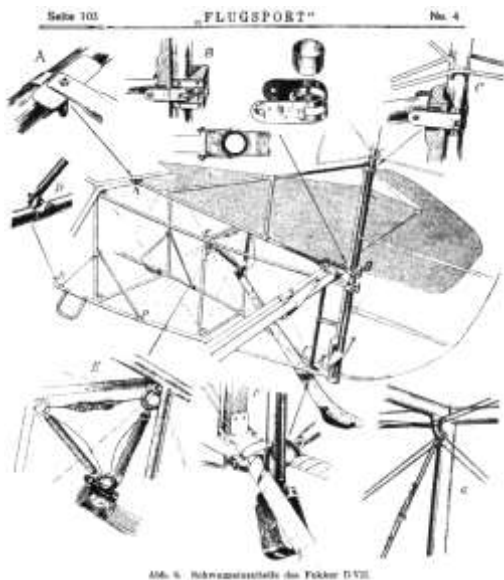
Szczegółowy opis malowania płatowca umieszczony jest w rozdziale Malowanie

3.6. Usterzenie ogonowe

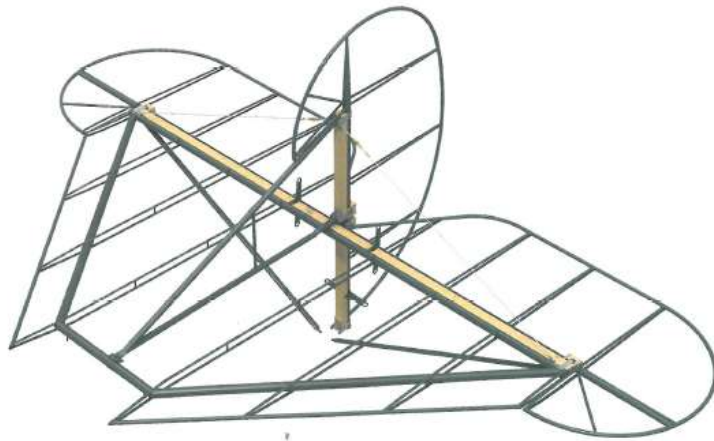
Konstrukcję usterzenia wykonać z rurek stalowych, łączonych przez spawanie i pokryć obustronnie tkaniną. Powierzchnie sterowe zamontować na zawiasach i zapewnić ich poprawne wychylenia zgodnie z ruchem drążka w kabinie.



Rys. 38 Widok z góry usterzenia samolotu Fokker D.VII



Rys. 39 Szczegóły usterzenia ogonowego samolotu Fokker D.VII



Rys. 40 Konstrukcja usterzenia ogonowego samolotu Fokker D.VII



Rys. 41 Zdjęcie usterzenia ogonowego samolotu Fokker D.VII

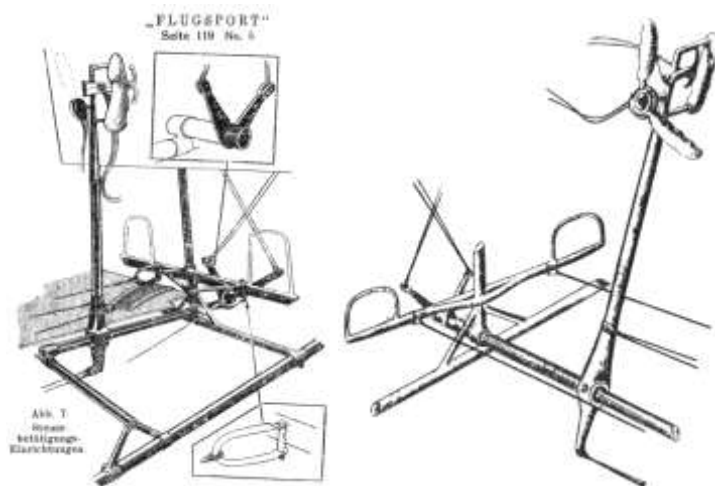
3.7. Napędy powierzchni sterowych

Wykonać układ fizycznego przeniesienia napędu z drążka sterowego i orczyka w kabinie, z wykorzystaniem układów linkowych/popychaczowych, na powierzchnie sterowe usterzenia ogonowego i lotki:

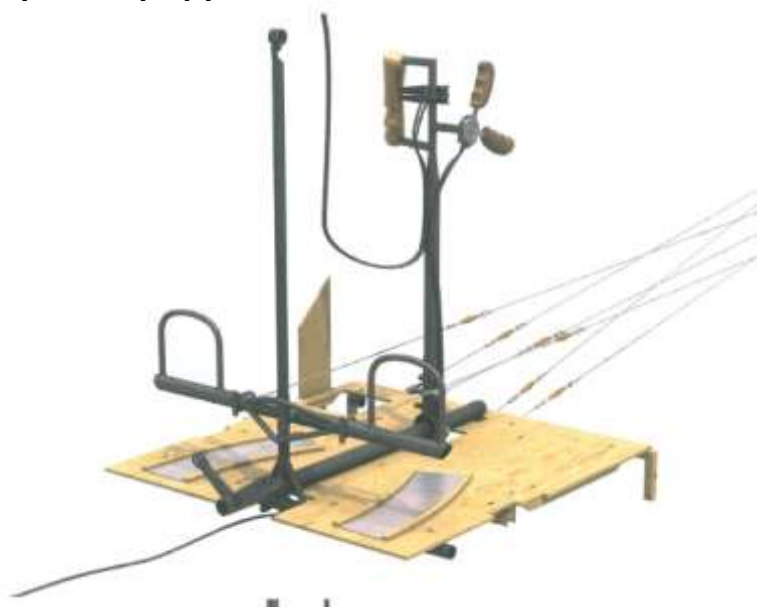
- oddanie drążka - wychylenie steru poziomego w dół
- ściągnięcie drążka - wychylenie steru poziomego w górę
- wychylenie drążka w lewo - opuszczenie prawej lotki, podniesienie lewej lotki
- wychylenie drążka w prawo - opuszczenie lewej lotki, podniesienie prawej lotki
- wychylenie orczyka w lewo (wychylenie lewego pedała) - wychylenie steru kierunku w lewo
- wychylenie orczyka w prawo (wychylenie prawego pedała) - wychylenie steru kierunku w prawo

Zachowanie pozycji neutralnej zapewnić poprzez zastosowanie ukrytych układów sprężynowych.

Dopuszczalne kąty wychylenia płaszczyzn sterowych skonsultować z Zamawiającym na etapie realizacji projektu wykonawczego.



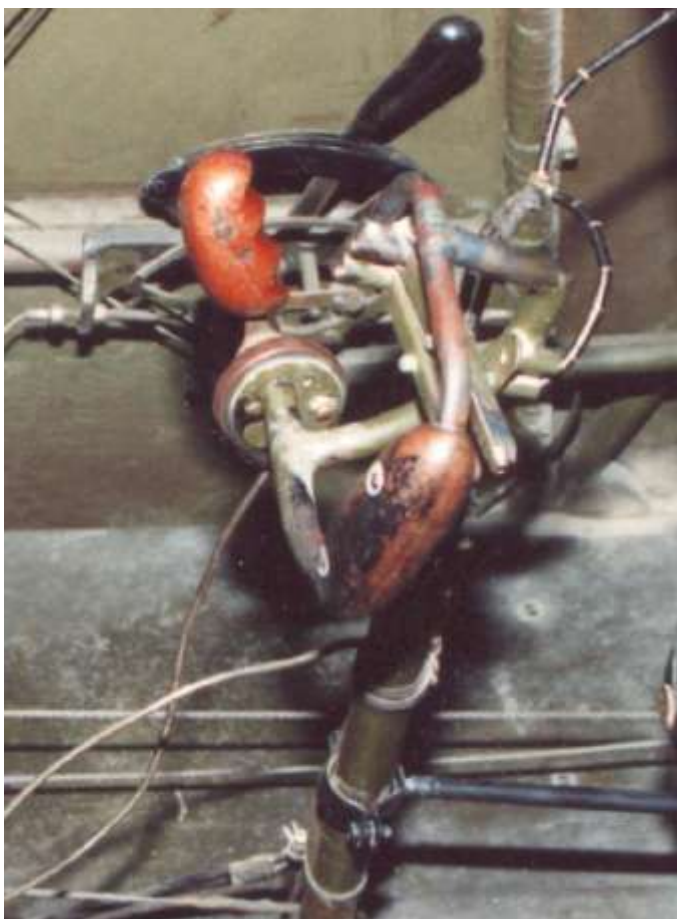
Rys. 42 Przyrządy sterownicze w kabine samolotu Fokker D.VII



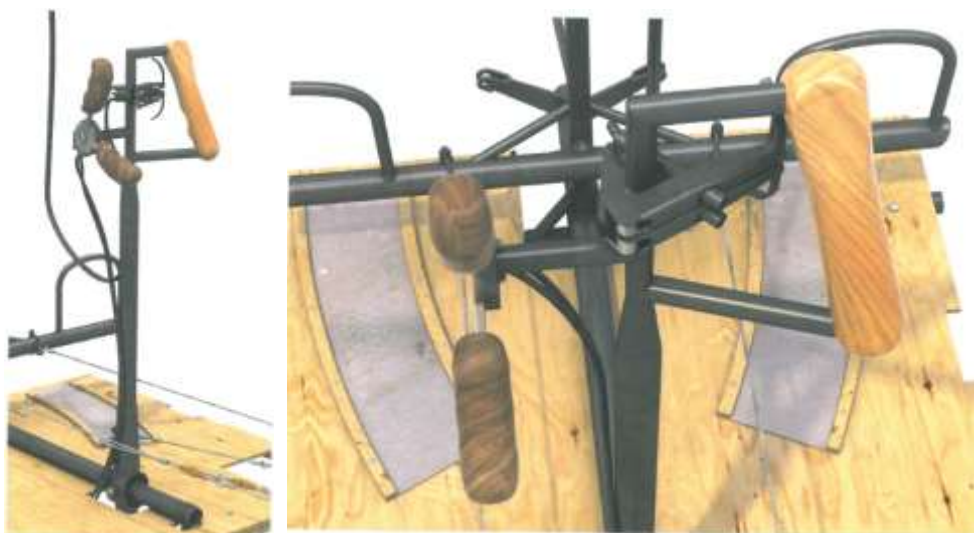
Rys. 43 Widok przyrządów sterowniczych w kabine samolotu Fokker D.VII



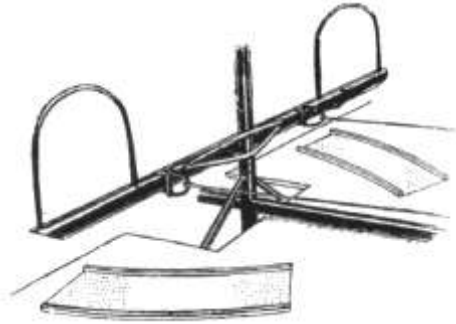
Rys. 44 Drążek w kabine samolotu Fokker D.VII



Rys. 45 Zdjęcie ilustrujące drążek w kabinie samolotu Fokker D.VII



Rys. 46 Widok drążka i orczyka w kabinie samolotu Fokker D.VII



Rys. 47 Orczyk w kabinie samolotu Fokker D.VII



Rys. 48 Zawiasy w układzie przeniesienia napędu na powierzchnię sterowe w samolocie Fokker D.VII

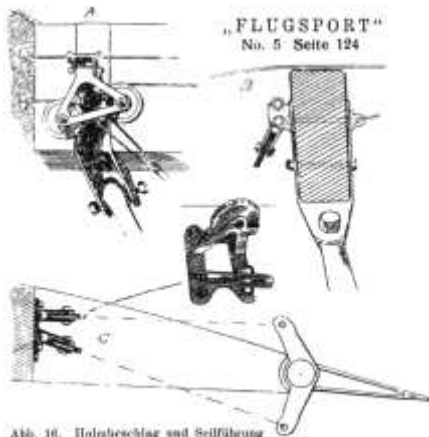
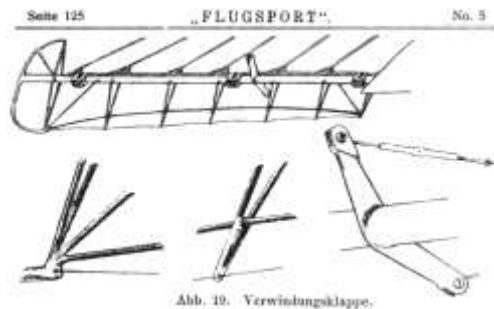


Abb. 16. Holmbeschlag und Seilführung für die Vorwindung.

Rys. 49 Układ linkowy przenoszący napęd w samolocie Fokker D.VII



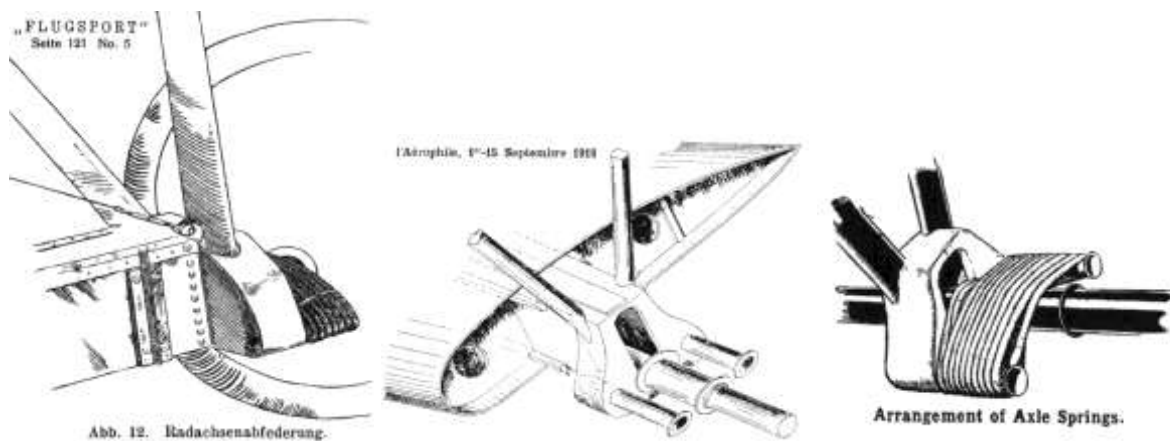
Rys. 50 Przeniesienie napędu na lotki w samolocie Fokker D.VII

3.8. Podwozie

Dwukołowe podwozie główne wykonać z pojedynczą sztywną osią oraz zapewnić amortyzację z gumowych linek. Skrzynkę osi wykonać w postaci osłoniętej opływowej owiewki krytej tkaniną. Dopuszcza się wykonanie konstrukcji owiewki z żeber z podłużnicami oraz krawędzią natarcia i spływu. Alternatywnie można wykonać konstrukcję z laminatu, w postaci wydruku 3D lub polistyrenu ciętego gorącym drutem.

Koła szprychowe o wymiarach 750 +/- 50 x 100 +/- 25 mm wyposażyć w pompowane opony.

Płozę ogonową zamocować do kratownicy kadłuba i wyposażyć w amortyzację z gumowych linek.



Rys. 51 Szczegóły podwozia w samolocie Fokker D.VII



Rys. 52 Zdjęcie elementu amortyzującego podwozia w samolocie Fokker D.VII



Rys. 53 Widok osi podwozia w samolocie Fokker D.VII



Rys. 54 Widok podwozia w samolocie Fokker D.VII



Rys. 55 Zdjęcie podwozia w samolocie Fokker D.VII



Rys. 56 Zdjęcie koła szprychowego podwozia w samolocie Fokker D.VII

3.9. Silnik

Repliki silników mogą być odtworzone w formie pokrywanych farbą imitującą barwowo i strukturalnie pierwotny materiał wydruków 3D. Należy dochować należytej staranności przy zamaskowaniu połączeń technologicznych w ramach wydruków 3D poprzez ich przeszpachlowanie i wyszlifowanie.

Wymagane jest odtworzenie zewnętrznego wyglądu silnika, agregatów i detali. Samolot musi mieć możliwość otwarcia masek pokryw silnika dla zapewnienia widoczności detali silnika dla publiczności – tylko dla Fokker E.V

Należy odwzorować oryginalnie stosowany silnik sześciocylindrowy, rzędowy, chłodzony cieczą Mercedes D.IIIa o mocy 118 kW (160 KM) i pojemności ok. 14.8 dm³, średnicy tłoka 140 mm i skoku tłoka 160 mm. Wykonać tabliczki znamionowe.



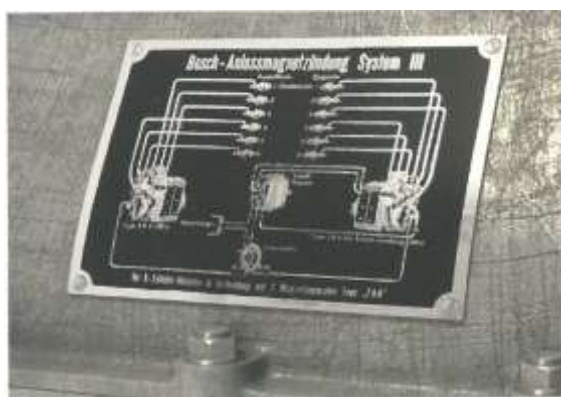
Rys. 57 Silnik Mercedes D.IIIa



Rys. 58 Widok boczny silnika Mercedes D.IIIa

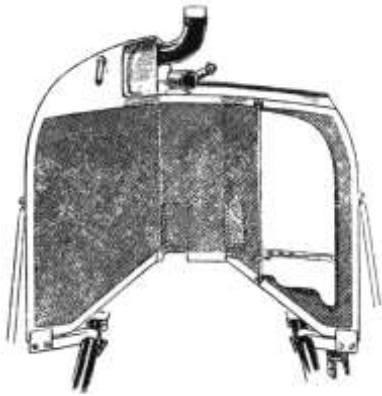


Rys. 59 Widok boczny silnika Mercedes D.IIIa



Rys. 60 Tabliczki znamionowe silnika Mercedes D.IIIa

Zastosować replikę czołowej chłodnicy. Oryginalnie stosowano chłodnice samochodowe produkowane przez Neusen Industrie Werke (NIW) oraz Norddeutsche Kühlerfabrik (NKF), z Berlina i Oberursel. W ramach repliki wykorzystać używaną chłodnicę samochodową dopasowując jej kształt i wymiary



Rys. 61 Chłodnica w samolocie Fokker D.VII



Rys. 62 Widok chłodnicy w samolocie Fokker D.VII

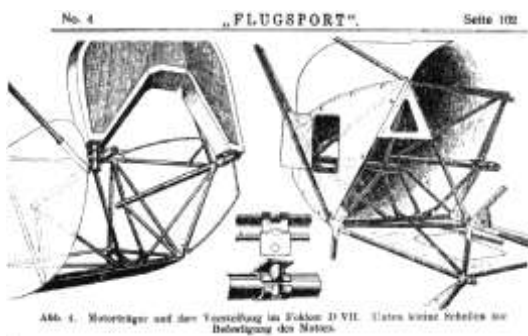


Rys. 63 Widok chłodnicy w samolocie Fokker D.VII

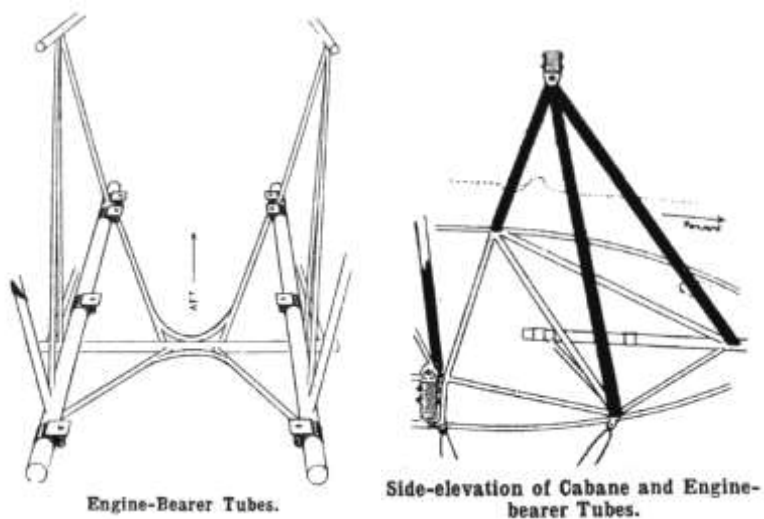


Rys. 64 Zdjęcie chłodnicy w samolocie Fokker D.VII

Repliki silnika mocować do kratownicy kadłuba z wykorzystaniem łoża silnika wykonanych z rur stalowych o średnicy 35 mm +/- 5mm.



Rys. 65 Łoża silnika w samolocie Fokker D.VII



Rys. 66 Mocowanie silnika w samolocie Fokker D.VII

3.10. Śmigło

Śmigła muszą być wykonane z drewna, techniką obróbki CNC, w sposób zapewniający odwzorowanie pierwotnego kształtu.

Oryginalnie w samolocie Fokker D.VII stosowano drewniane śmigło dwułopatowe o średnicy 2800 mm i skoku 2100 mm, zazwyczaj produkcji firmy Axial, a śmigła firm Wolf, Wotan lub Heine.

Na płaszczyznach czołowych śmigła zastosować logo firmy Axial.



Rys. 67 Logo firmy Axial



Rys. 68 Mocowanie śmigła



Rys. 69 Zdjęcie ilustrujące mocowanie śmigła

Krawędzie natarcia zabezpieczone nitowanymi blachami. Śmigła wyposażone w kołpak i stalowe mocowanie na osi silnika. Pokryte bejca zapewniającą odwzorowanie koloru i lakierem zabezpieczającym oddającym pierwotną strukturę materiału. Wymiarowo zgodne z oryginalnymi wymiarami.

3.11. Kabina

Kabinę pilota wyposażyć w atrapy przyrządów sterowania i nawigacyjnych, w tym:

- dwa manometry ciśnienia paliwa dla zbiornika głównego i zapasowego
- kompas Carl Bamberg Armee III
- obrotomierz
- prędkościomierz (anemometr Morella)
- przełączniki instalacji paliwowej
- iskrownik Bosch
- ręczne pompy paliwa (po prawej stronie kabiny) i oleju
- zawór paliwa
- wyłącznik iskrownika Bosch Z6

Przyrządy wykonać w sposób odwzorowujący wzornictwo oryginalnych przyrządów. Zastosować szkło bezpieczne. Wykonać strzałki i napisy (skalę) na elementach pomiarowych. W miarę możliwości w przypadku przyrządów stosować metale (stal, aluminium, mosiądz, stopy). W przypadku stosowania wydruków 3D zapewnić odpowiednią wytrzymałość mechaniczną na poruszenie oraz pokrycie zewnętrzne odzwierciedlające oryginalną barwę i strukturę materiału.

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. Exhaust pipe and manifold of the Mercedes D.III engine
(one of the possible configurations) | 9. Control column grip |
| 2. Right LMG 08/15 machine gun | 10. Throttle control lever |
| 3. Metal cartridge belt guides | 11. The Bosch magneto |
| 4. Tachometer | 12. Main fuel tank pressure gauge |
| 5. Auxiliary fuel tank pressure gauge | 13. The Bosch magneto switch |
| 6. Fuel pump and air flow control switches | 14. Left LMG 08/15 machine gun |
| 7. Hand fuel pump | 15. Empty cartridge chutes |
| 8. Fabric screen behind the pilot's seat. | 16. Fuel gauge |
| | 17. Mercedes D.IIIa engine |



Rys. 70 Rozmieszczenie przyrządów i karabinów w samolocie Fokker D.VII



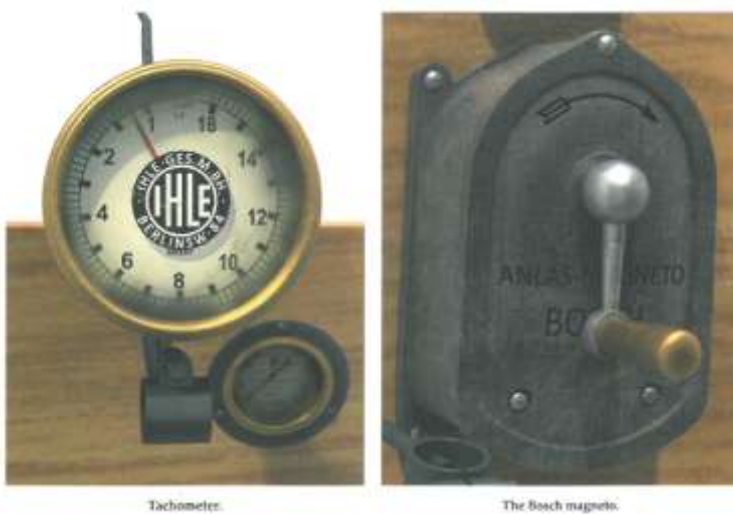
Rys. 71 Widok tablicy przyrządów w samolocie Fokker D.VII



Rys. 72 Zdjęcie ilustrujące tablicę przyrządów w samolocie Fokker D.VII



Rys. 73 Zdjęcie ilustrujące tablicę przyrządów w samolocie Fokker D.VII



Tachometer.

The Bosch magnetron.

Rys. 74 Detale przyrządów w samolocie Fokker D.VII



The Bosch magnet switch.



The fuel switches unit.



Rys. 75 Detale przyrządów w samolocie Fokker D.VII

Rozmieszczenie przyrządów na tablicy przyrządów skonsultować z Zamawiającym. Główny wskaźnik paliwa umieścić przed kabiną, pomiędzy karabinami maszynowymi.



Rys. 76 Widok kabiny i karabinów w samolocie Fokker D.VII

Podłogę kabiny wykonać ze sklejki, zabezpieczonej mechanicznie matowym lakierem bezbarwnym. Otok wejścia do kabiny zabezpieczyć owijką wykonaną ze skóry (naturalnej lub syntetycznej), o barwie naturalnej, zabezpieczonej od wewnątrz pianką.

Spusty karabinów maszynowych oraz dźwignię gazu umieścić na szczycie drążka sterowego. Dodatkową dźwignię gazu zlokalizować po lewej stronie kabiny.

Zapewnić ruchomość wszystkich sterowanych elementów (drążka, orczyka, dźwigni gazu, spustów, przełączników itd.)



Rys. 77 Widok kabiny i karabinów w samolocie Fokker D.VII

3.12. Karabiny

Wykonać i zamontować repliki dwóch karabinów maszynowych niemieckich LMG 08/15 Spandau kal. 7,92 mm lub brytyjskich Vickers Model 09 kal. 7,7 mm.

Taśmy amunicyjne zawierające repliki nabojów powinny przechodzić pomiędzy karabinami a skrzynkami amunicyjnymi umieszczonymi jedna za drugą przed kabiną.

Zastosować repliki przyrządów celowniczych typu pierścieniowo-muszkowego lub optycznego (Oigee).

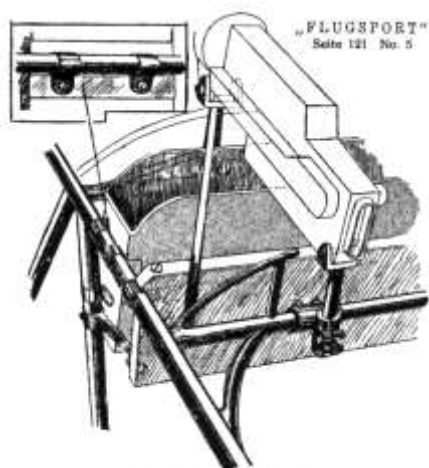


Abb. 11. M.G.-Einbau.

Rys. 78 Detal montażu karabinu w samolocie Fokker D.VII



Rys. 79 Widok karabinów w samolocie Fokker D.VII

4. Malowanie

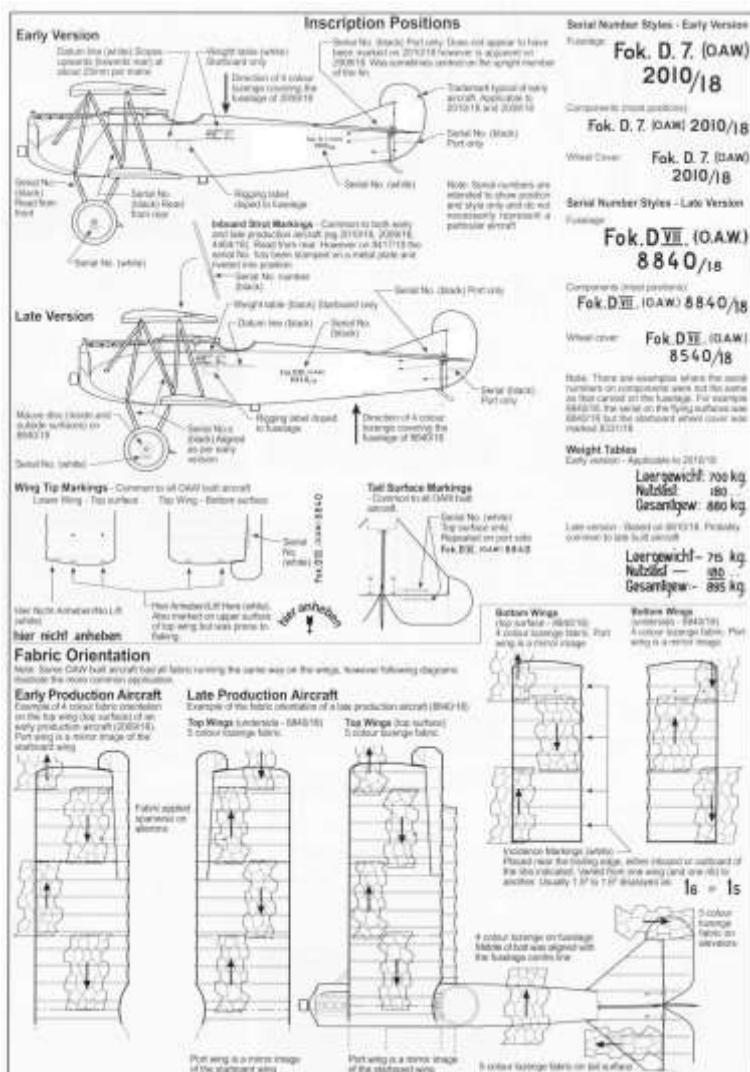
Należy wykonać pokrycie części płatowca wzorem kamuflażu Lozenge (kolorowe wieloboki) stosowanym w niemieckich samolotach podczas I wojny światowej, szachownicami czerwono-białymi oraz napisami w języku niemieckim. Malowanie lub oklejenie samolotu powinno być trwałe i niezmienne w czasie. Zamawiający wymaga umieszczenia na płatowcu Fokker D.VII co najmniej napisów numeru seryjnego (Serial Number Fuselage „Fok. D.VII 502/18”) na obu stronach kadłuba oraz tabelkę masową (Weight Table) na lewej stronie kadłuba. Numer samolotu wykonać czarną farbą.

Płatowiec na kadłubie pokryć tkaniną z kamuflażem w czterokolorową lozengę (4D) natomiast skrzydła i statecznik poziomy w pięciokolorową (5D - od spodu, 5G - od góry). Na skrzydłach wzdłuż żeber nakleić taśmę wzmacniającą z płótna drukowanego wielobarwnego. Na końcach skrzydeł w miejscach zakończenia dźwigarów nanieść eliptyczne krążki czarne z umieszczonym wewnątrz napisem białym „Hier anheben” i strzałką. Tuż obok kadłuba na dolnej powierzchni górnego płata i górnej powierzchni dolnego płata nanieść białe napisy informujące o kącie natarcia płatów „Einstellwinkel”.

Okapotowanie silnika wykonać jako ciemno-zielone (oliwkowo-zielone) z elementami ciemno-szarymi i fioletowymi w kształtach zbliżonych do prostokątów/rombów.

Metalowe osłony, skrzydło na osi podwozia wykonać jako ciemnozielone. Zastrzały „N” na skrzydłach oraz kołpaki kół wykonać jako szare.

Na skrzydłach i kadłubie wykonać czerwono-białe szachownice bez obwódki.



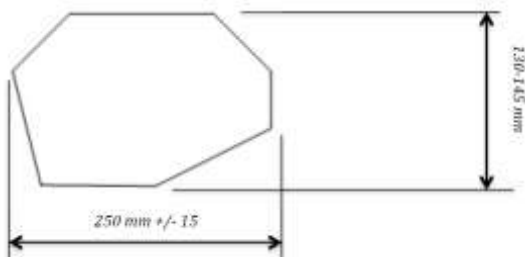
Rys. 80 Schemat rozmieszczenia barw (kamufażu) i detale napisów na samolocie Fokker D.VII



Rys. 81 Ogólny widok wzoru lozenge (od lewej: 4D wzór 4-barwny - kadłub, 5D wzór 5-barwny - spód skrzydeł, 5G wzór 5-barwny - góra skrzydeł) na samolocie Fokker D.VII

Na podstawie oryginalnych zdjęć określić proporcje wymiarowe wzoru lozenge. Orientacyjne wymiary sześciokątów:

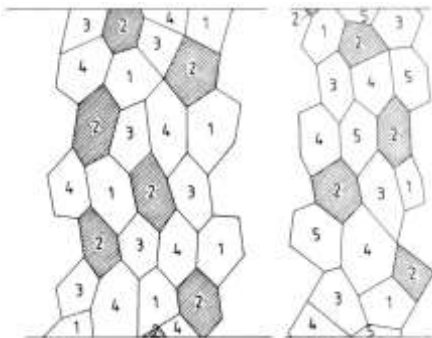
- na górnym płacie na szerokości skrzydła mieści się ok. 8 sześciokątów
- na dolnym płacie na szerokości skrzydła mieści się ok. 7 sześciokątów



Rys. 82 Szacunkowe wymiary kafelka wzoru na samolocie Fokker D.VII

Wykonując malowanie kierować się poniższym opisem historycznego malowania:

Od początku produkcji seryjnej płyty były kryte płótnem drukowanym we wzór wielokątny cztero-barwny. Na powierzchniach górnych barwy były ciemniejsze, na dolnych jaśniejsze. Na powierzchniach górnych były to barwy: niebieska, jasnobrązowa, turkusowo-zielona (na zdjęciach widoczna na ogół jako najciemniejsza) i zielona (groszkowa), na dolnych: jasnoniebieska, jasno-szarozielona, żółtobrązowa i brudnoróżowa. Opis barw dotyczy płótna przed impregnacją. Pasy płótna o szerokości 1300 mm były zszywane równoległe do cięciwy płatów. Na lotkach płótno było ułożone wzdłuż rozpiętości. Późniejsze Fokkery ze Schwerina oraz samoloty z Albatrosa i OAW były pokryte całkowicie płótnem czterobarwnym. Na kadłubie płótno było ułożone wzdłuż (szwy tylko na krawędziach konstrukcji), nieco inaczej w każdej z fabryk: brzeg równoległy do dolnej lub górnej podłużnicy, odwrócenie o 180° itp. Metalowe osłony, skrzydełko na osi podwozia - ciemnozielone, zewnętrzne słupki „N” i pokrywy kół na ogół szare. Wyjątek stanowiły samoloty z Pity, ich osłony silnika były malowane w złożony wzór trójbarwny: pola szare, zielone i fioletowe w kształcie zbliżony do prostokątów.



Rys. 83 Wzory drukowanego płótna stosowanego na pokrycie Fokkerów D.VI I: a) wzór czterobarwny, występujący w większości samolotów: 1 - niebieski (jasnoniebieski), 2 - turkusowy (jasnoszarozielony), 3 - jasnobrązowy (żółtobrązowy), 4 - zielonogroszkowy (szaroróżowy); b) wzór pięciobarwny: 1 - miodowy (żółty), 2 - szaroturkusowy (jasny szaroturkusowy), 3 - ciemnoszarozielony (brudnoróżowy), 4 - ciemnoniebieski (szaro-niebieski), 5 - ciemnofioletowy (różowy); barwy podane w nawiasach odnoszą się do powierzchni dolnych. Opis barw jest przybliżony i dotyczy płótna surowego, przed impregnacją. Barwy mało kontrastujące między sobą. Na rysunku zakreślowano pola turkusowe, oddawane na większości zdjęć w tonie najciemniejszym

W końcowej fazie produkcji pojawiło się pokrycie płótnem we wzór pięciobarwny. Tak były pokryte samoloty ze Schwerina z numerami ok. 7786/18-7804/18 oraz z ostatniej serii 103XX/18 a także niektóre Fokkery z OAW z numerami powyżej 8520 (w tej grupie występowało i pokrycie mieszane: cztero- i pięciobarwne). Wzdłuż żeber naklejona była taśma wzmacniająca, u Fokkera z płótna drukowanego wielobarwnego, u innych producentów różowo-łososiowa albo jasnoniebieska.

W samolotach produkcji Fokkera z obu stron kadłuba był napis, na ogół czarny, szablonem, literami o wysokości 150 mm, „Fok. D VII XXX/18”, w samolotach z numerami seryjnymi 300-380 czasem biały. U innych producentów forma napisu często była odmienna (np. u Albatrosa numer większy, cyfry ozdobne, w OAW początkowo napis biały, litery mniejsze, siódemka arabska, później - jak u Fokkera). Na lewej stronie kadłuba zamieszczano tabelkę masową. Każda z części samolotu ze Schwerina oznakowana była etykietką firmową, napisem „D VII” i numerem fabrycznym (ten ostatni o wysokości 25 mm). Na częściach samolotów Albatros i OAW pisano numer seryjny wojskowy a nie fabryczny (w OAW nawet na pokrywach kół). Poza najwcześniejszymi egzemplarzami, Fokkery D.VII miały malowane na końcach skrzydeł w miejscach zakończenia dźwigarów eliptyczne krążki czarne z umieszczonym wewnątrz napisem białym „Hier anheben” i strzałką. Tuż obok kadłuba na dolnej powierzchni górnego płata i górnej

powierzchni dolnego płata (powierzchnie dobrze widoczne gdy samolot stoi na ziemi) białe napisy informujące o kącie natarcia płatów: na górnym „Einstellwinkel ”, na dolnym „Einstellwinkel 1”, na szerokości ok. 300 mm. W eskadrach samoloty często przemalowywano. Barwy eskadrowe miały najczęściej dwa kolory — inny na przedniej a inny na tylnej części kadłuba. Oznakowania indywidualne były też często stosowane, na ogół ograniczały się do kadłuba, ale czasami obejmowały i płaty. W Polsce bardzo wiele Fokkerów D.VII użytkowano w kolorach oryginalnych, tj. ze wzorem wielobarwnym, jedynie na miejscach krzyży malowano szachownice. Usterzenie pionowe zamalowywano na zielono. Jeżeli położenie znaków rozpoznawczych polskich było inne niż niemieckich, wystające fragmenty krzyży zamalowywano. Wydaje się, że niektóre samoloty zakupione w Pile miały malowanie ochronne jednobarwne, zielone. Przy remontach i wymianie pokrycia samoloty były też malowane na kolor zielono-oliwkowy lub w schemacie dwubarwnym. Malowano szachownice bez obrzeży i z obrzeżami. Po remontach i przemalowaniach w Ławicy pojawiała się czasem na samolotach tabelka masowa po polsku i napisy „Stacja Lotn. Ławica” oraz napisy eksploatacyjne. W 1924 r. wprowadzono w Polsce malowanie trójkolorowe: górne powierzchnie były malowane w poprzeczne pasy ciemnobrązowe (umbra), zielone (ochra + błękit pa-ryski) oraz ochrowe. Powierzchnie dolne były jasnoszare. Ten schemat barwny nie został konsekwentnie wprowadzony, wkrótce bowiem zaczęto stosować malowanie francuskie (khaki na wszystkich powierzchniach), jednakże niektóre Fokkery zdążono pomalować właśnie na wzór trójbarwny. Fokkery D.VII w Polsce latały bardzo często bez górnej metalowej osłony silnika.



Rys. 84 Układ barw szachownicy



Rys. 85 Ogólny widok malowania samolotu Fokker D.VII 502/18

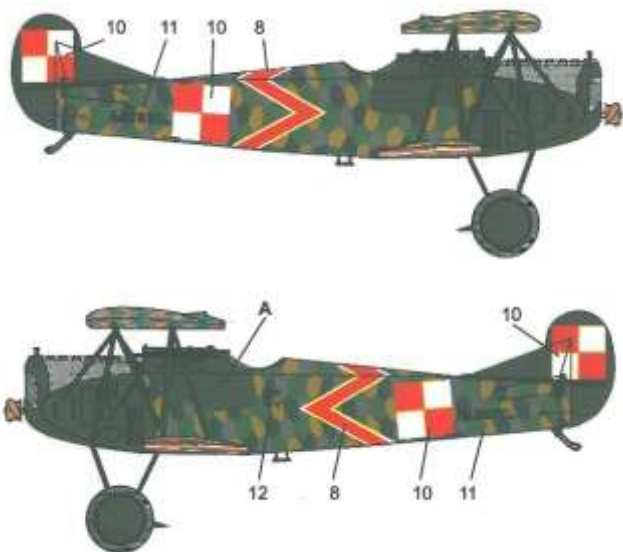


Rys. 86 Samolot Fokker D.VII (Alb) nr 542/18 (ex. 1075/18) z 15 EM

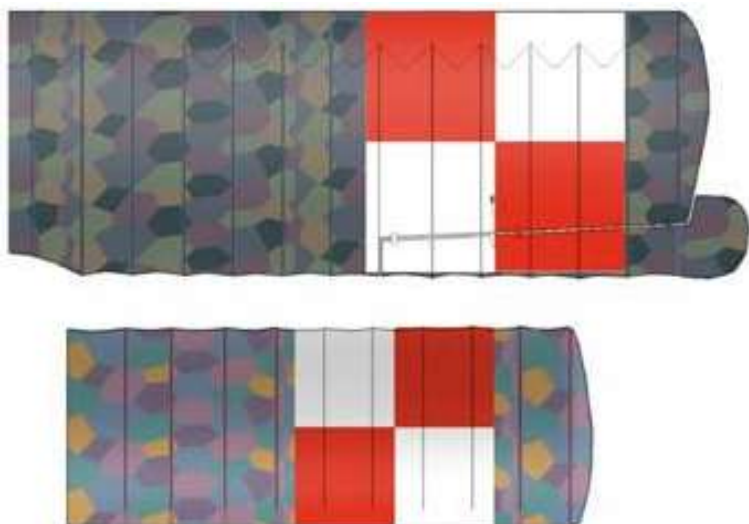


Rys. 87 Wzór malowania samolotu Fokker D.VII 502/18 (8430/18) w formie rozwinięć powierzchni kadłubów, skrzydeł i usterzeń

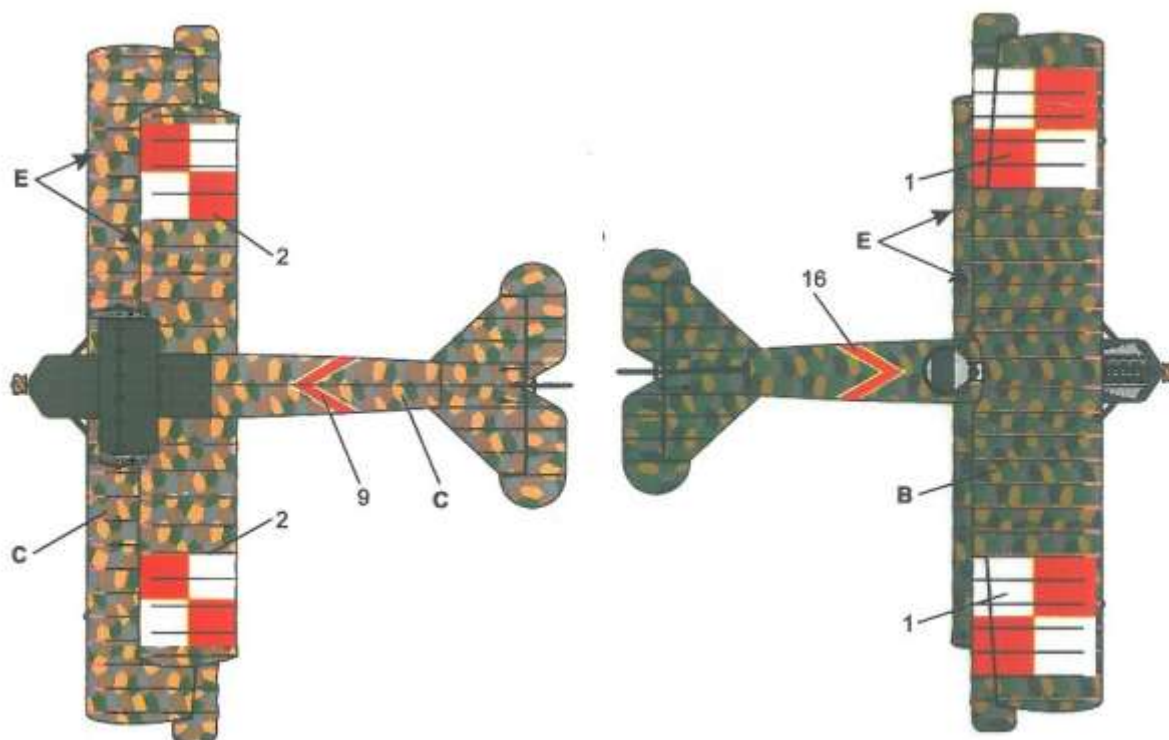




Rys. 88 Samolot Fokker D.VII 502/18, widok z boku



Rys. 89 Skrzydła samolotu Fokker D.VII 502/18, widok z góry



Rys. 90 Samolot Fokker D.VII 502/18, widok z góry

5. Montaż

Koszt montażu (prac związanych z transportem i zamontowaniem), elementów zawiesi (linki) i asekurujących jest po stronie Wykonawcy. Zamawiający przekaze Wykonawcy informacje dotyczące możliwości zakotwienia się do konstrukcji budynku. Wykonawca przekaze a następnie uzyska akceptację Zamawiającego dla projektu zamocowania repliki podwieszanej i wykona montaż zgodnie z założeniami projektu.

6. Harmonogram prac

Czas maksymalny na wykonanie Etapu 1 obu replik będzie liczony od daty odbioru dokumentacji wykonawczej – do 400 dni

Etapy będą liczone dla każdej z replik osobno od momentu od daty odbioru dokumentacji wykonawczej danej Repliki:

Etap 1 - Produkcja

Etap 1.1 - Opracowanie dokumentacji wykonawczej – do 30 dni

Etap 1.2 - Zakup do 80% materiałów niezbędnych do wykonania replik po zaakceptowaniu dokumentacji wykonawczej – do 60 dni

Etap 1.3 - Spawanie kadłuba i usterzenia – do 90 dni

Etap 1.4 - Wykonanie podwozia, widocznych elementów silnika, śmigła i karabinów maszynowych – do 150 dni

Etap 1.5 - Wykonanie szkieletu skrzydeł i rozpórek skrzydłowych wraz z układem sterowania płatowcem - do 210 dni

Etap 1.6 - Oplótnienie samolotu – do 300 dni

Etap 1.7 – Malowanie i wykończenie, odbiór końcowy - do 400 dni

Etap 2 - Dostawa i montaż

Transport i montaż repliki na wystawie – wg ustaleń z Zamawiającym

7. Proces akceptacji rozwiązań wykonawczych

Ze strony Zamawiającego za weryfikację i akceptację rozwiązań przyjmowanych przez Wykonawcę odpowiedzialny będzie Weryfikator. Zamawiający udostępni przestrzeń serwerową, na której strony będą zamieszczały dokumenty w formie elektronicznej. Wykonawca każdorazowo o zamieszczeniu materiałów na serwerze informuje Weryfikatora drogą elektroniczną na adres: r.kulupa@wmn.poznan.pl

Dokumenty:

- Raport weryfikacji RW (weryfikacja dokumentacji)
- Karta zatwierdzenia materiału KZM (zatwierdzanie materiałów)
- Protokół odbioru częściowego PO
- Protokół odbioru ilościowego (PI)
- Protokół odbioru końcowego PK

Wybrane materiały i elementy należy konsultować z Zamawiającym przekazując KZM, która zostanie zatwierdzona po konsultacji z Wykonawcą po podpisaniu Umowy i wraz z nim dostarczając reprezentacje graficzne lub/i modele 3D, a na żądanie Zamawiającego także próbki wybranych materiałów. Dopiero akceptacja przez Zamawiającego danego KZM pozwala na zastosowanie danego rozwiązania w replice.

Weryfikator wydaje raporty weryfikacji RW, w których odnosi się do opracowań:

- koncepcja
- założenia do projektu montażu
- projekt montażu
- dokumentacja powykonawcza
- dokumentacja eksploatacyjna
- inne niezbędne w ramach realizacji Przedmiotu Umowy

Wykonawca ma obowiązek odnieść się do wszystkich uwag przedstawionych w RW przez weryfikatora. Dopiero zatwierdzenie danego opracowania przez weryfikatora, w ramach raportu weryfikacji, uprawnia Wykonawcę do realizacji działań opisanych w opracowaniu.

8. Literatura

- [1] Morgała A.: *Samoloty wojskowe w Polsce 1918-1924*, Warszawa 1997
- [2] Goworek T.: *Pierwsze samoloty myśliwskie lotnictwa polskiego*. Sigma NOT, Warszawa 1991
- [3] Goworek T. *Samoloty myśliwskie I wojny światowej*. WKiŁ, Warszawa 1981
- [4] Morgała A.: *Polskie samoloty wojskowe 1918-1939*. MON, Warszawa 1972
- [5] Morgała A.: *Samoloty wojskowe w Polsce 1924-1939*. Bellona, Warszawa 2003
- [6] Engels A.: *Fokker D.VII – In Detail*, Wäschenbeuren
- [7] Pawlak J.: *Polskie eskadry w latach 1918-1939*, Warszawa 1989
- [8] Niestrawski M.: *Polskie Wojska Lotnicze w okresie walk o granice państwa polskiego (1918-1921)*. Praca doktorska napisana pod kierunkiem prof. dr. hab. Przemysława Hausera, UAM, Poznań 2014
- [9] Niestrawski M.: *Polskie Wojska Lotnicze w okresie walk o granice państwa polskiego (1918-1921)*. Tom 1. Początki, organizacja, personel i sprzęt. Napoleon V, Oświęcim 2017
- [10] Kowalski T.: *Godło i barwa w lotnictwie polskim 1918-1939*. WKiŁ, Warszawa 1981
- [11] Kowalski T.: *Fokker D.VII*. Kagero, Lublin 2003
- [12] Brannon D.: *Fokker D.VII in action*, Squadron/Signal Publications, Carrollton 1996
- [13] Höfling R., Wawrzyński M.: *Austro-węgierski Fokker D.VII*. „Militaria”, r. 2006, nr 4(13), s. 4-12
- [14] Gray P., Thetford O.: *German Aircraft of the First World War*, Doubleday & Company, New York 1970
- [15] VanWyngarden G.: *Aces of Jagdgeschwader Nr III*, Osprey Publishing, Oxford 2016
- [16] VanWyngarden G., Franks N.: *Fokker D VII Aces of World War 1, Part 1*, Osprey Publishing, Oxford 2003
- [17] VanWyngarden G., Franks N.: *Fokker D VII Aces of World War 1, Part 2*, Osprey Publishing, Oxford 2004

- [18] Шепс А.: Самолеты Первой мировой войны. Страны Антанты. Полигон, Санкт-Петербург 2002
- [19] Обухович В., Никифоров А.: Самолеты первой мировой войны. Харвест, 2003
- [20] Gillespie H.: Canada Aviation Museum Fokker D.VII Registration 10347/18 Imperial German Air Service. Canada Aviation Museum
- [21] Ries K.: Luftwaffe Photo-report 1919-1945, Motorbuch Verlag, 1984
- [22] Herris J.: Pfalz Aircraft of World War I, Flying Machines Press, Boulder 2001
- [23] Leaman P.: Fokker Aircraft of World War One. Crowood Aviation Series
- [24] Munson K.: Fighters Between the Wars 1919-39, Blandford Press, Poole 1977
- [25] Munson K.: Fighters 1914-19, Blandford Press, Poole 1976
- [26] Glass A., Cieślak K.: Barwa w lotnictwie polskim 1. Samoloty i szybowce do 1939 roku. WKiŁ, Warszawa 1985
- [27] Chołowiecki K., Bączkowski W.: Barwa w lotnictwie polskim 6. Samoloty wojskowe obcych konstrukcji 1918-1939, tomik 1. WKiŁ, Warszawa 1987
- [28] Chołowiecki K., Bączkowski W.: Barwa w lotnictwie polskim 7. Samoloty wojskowe obcych konstrukcji 1918-1939, tomik 2. WKiŁ, Warszawa 1987
- [29] Chołowiecki K., Bączkowski W.: Barwa w lotnictwie polskim 8. Samoloty wojskowe obcych konstrukcji 1918-1939, tomik 3. WKiŁ, Warszawa 1988
- [30] Chołowiecki K., Bączkowski W.: Barwa w lotnictwie polskim 9. Samoloty wojskowe obcych konstrukcji 1918-1939, tomik 4. WKiŁ, Warszawa 1989
- [31] Gray P.: Aircraft Profile No. 25: The Fokker D.VII, Profile Publications Ltd., 1965
- [32] Кондратьев В.: Истребители Первой мировой войны. Часть 1. Самолеты Великобритании, Италии, России, США и Франции. Восточный горизонт, Москва 2005
- [33] Кондратьев В.: Истребители Первой мировой войны. Часть 2. Самолеты Германии, Австро-Венгрии, Дании и Швеции. Восточный горизонт, Москва 2007
- [34] Borowy S., Romeyko M.: Ku czci poległych lotników: księga pamiątkowa: praca zbiorowa, Warszawa 1933
- [35] Hoff K.: Powstańcze skrzydła, Biuletyn IPN 2008 nr 11–12 (94–95) Listopad–grudzień
- [36] Pilarczyk Z.: Wielkopolskie lotnictwo wojskowe w II Rzeczypospolitej. Konferencja Lotnictwo dla obronności, 26 sierpnia 2016r., Politechnika Poznańska, Poznań
- [37] Kowalski T., Fokker D.VII - śmiertelna broń. „Militaria”, r. 2012, nr 4, s. 4-27
- [38] Kaczkowski R., Fokker D-VII (D-VII F). „Skrzydłata Polska”, r. 1970, nr 26
- [39] Niestrawski M.: Narodziny polskiej eskadry. Wydanie specjalne „Polski Zbrojnej”, 26 stycznia 2017
- [40] Macyszyn J.: Powstanie Wielkopolskie 1918-1919, Niepodległość i Pamięć 22/1 (49), 81-101, 2015
- [41] Zalesiński Ł.: Szturm na Ławicę, wydanie specjalne „Polski Zbrojnej”, 26 stycznia 2017
- [42] Kowalski T., Ryś M.: Fokker D.VII - the lethal weapon. Kagero, Lublin 2015
- [43] Lozenge Camouflage, Arizona Model Aircrafters 2014
- [44] Kędzia R., Łodygowski T.: Wielkopolska Eskadra Niepodległości, 2015
- [45] Kulczyński R.: Historia w zdjęciach zapisana
- [46] Kulczyński R.: Pierwsi lotnicy II Eskadry Wielkopolskiej
- [47] Boiński A.: Budujemy samoloty. Monitor Wielkopolski, listopad 2015
- [48] Kulczyński R.: Fokker D.VII pierwsza dziesiątka. Muzeum Lotnictwa Polskiego, Kraków
- [49] Kulczyński R.: Piłskie zakłady lotnicze Albatros w latach 1914-1921. Muzeum Lotnictwa Polskiego, Kraków
- [50] Kulczyński R.: Działalność lotnictwa wielkopolskiego na froncie niemieckim (styczeń–październik 1919r.). Muzeum Lotnictwa Polskiego, Kraków
- [51] Kulczyński R.: Rozdział I (maj 1919r. – kwiecień 1920 r.). Muzeum Lotnictwa Polskiego, Kraków
- [52] Rimell R.: Fokker D.VII Anthology 1, Albatros Productions, Berkhamsted 1997
- [53] Rimell R.: Fokker D.VII Anthology 2, Albatros Productions, Berkhamsted 1998
- [54] Grosz P.: Fokker D.VII Windsock Datafile 9, Albatros Productions, Berkhamsted 1993
- [55] Nowarra H.: Richthofens Dreidecker und Fokker D VII. Waffen-Arsenal Band 67. Podzun-Pallas-Verlag, Dorheim 1980

