

# POLSKA TECHNIKA LOTNICZA

## MATERIAŁY HISTORYCZNE 91 (7/2013)



KLUB MIŁOŚNIKÓW HISTORII POLSKIEJ TECHNIKI LOTNICZEJ • MUZEUM TECHNIKI W WARSZAWIE  
STOWARZYSZENIE MŁODYCH INŻYNIERÓW LOTNICZYCH • SMIL

### SZYBOWIEC DOŚWIADCZALNY IS-5 KACZKA

15 czerwca 2013 r. w Muzeum Techniki PKiN odbyło się spotkanie poświęcone doświadczalnemu szybowcowi IS-5 Kaczka, które poprowadził inż. Jerzy Śmielkiewicz.

#### IDEA SZYBOWCA

*Jerzy Śmielkiewicz*

Tuż po wojnie, w styczniu 1946 r., w Bielsku powstał Instytut Szybownictwa. Jego pracownicy wywodzili się głównie z przedwojennego lwowskiego Instytutu Techniki Szybownictwa i Motoszybownictwa, bądź też byli wojennymi lub powojennymi absolwentami studiów. Początkowo pracownicy IS zajęli się pracami konstrukcyjnymi i rekonstrukcyjnymi, zapewniając sprzęt dla odradzającego się szybownictwa. Przedwojenne Salamandry, Komary i Żurawie (czyli niemieckie Kranichy), jak również nowo opracowane Sępy, Muchy, Abecaki i Jastrzębie wypełniły braki sprzętowe. Można było zająć się dalszymi pracami, skupiając się na poprawie osiągnięć. To jednak nie było proste. W tamtym czasie wiedza była na mniej-więcej przedwojennym poziomie, zaś nasza sytuacja polityczna utrudniała przepływ informacji z zagranicy. Dla przykładu, o profilach laminarnych wiedzieliśmy właściwie tylko tyle, że użyto ich w myśliwcu P-51 Mustang o świetnych osiągnięciach i że wymagają bardzo dobrze utrzymanej powierzchni skrzydła. Najpowszechniejszy sposób na poprawę osiągnięć, czyli zwiększenie wydłużenia, też odpadał: szybowce takie, o konstrukcji drewnianej, byłyby bardzo niewdzięczne w eksploatacji. Powstała więc idea, by poprawiać osiągnięcia poprzez zastosowanie układów nieortodoksyjnych: kaczki lub latającego skrzydła. Teoretycznie, bardziej perspektywiczne wydaje się latające skrzydło – złożone tylko z tego, co „być musi”. W tym przypadku nie ma ani usterzenia, ani kadłuba, które są źródłem dodatkowego oporu, a ponadto ważą i kosztują. Jednak po latającym skrzydle można było spodziewać się problemów ze statecznością i sterownością. W przypadku układu kaczki tych kłopotów być nie powinno; wręcz można by liczyć na korzyść w stosunku do układu klasycznego. Panowała bowiem opinia, że kaczki nie są w stanie wejść w korkociąg – najpierw dojdzie do oderwania na usterzeniu, co likwiduje moment zadzierający i uniemożliwi oderwanie na skrzydle. Natomiast zysk na osiągnięciach powinien być podobny, jak w przypadku bezogonowców.

Jak wspominałem, wiedza o układach nieortodoksyjnych była niezbyt wielka, a możliwość jej poszerzenia – jeszcze mniejsza. Trzeba więc było przeprowadzić eksperyment na żywym organizmie, czyli zbudować konstrukcję doświadczalną. W ten sposób powstał bezogonowy SZD-6x Nietoperz, o którym opowiadałem na jednym z poprzednich spotkań, a także (nieco wcześniej) IS-5 Kaczka. „Rodzicami” Kaczki byli: Tadeusz Kostia i Irena Kaniewska.

#### KONSTRUKCJA KACZKI

*Jerzy Śmielkiewicz*

Z punktu widzenia konstruktora w Kaczce nie było, oprócz układu, nic nowego. Szybowiec był więc jednomiejscowym górnopłatem konstrukcji drewnianej. Skrzydła, o rozpiętości zaledwie 11.5 m, były jednodźwigarowe, z dźwigarkiem skośnym i lotkowym, kryte sklejką (w przedniej części) i płótnem. Charakterystyczne jest jedynie skręcenie, w pewnym momencie zmieniające się skokowo. Miało ono na celu ograniczenie wpływu odchylenia strug za usterzeniem. Mówiąc w skrócie – jeśli na płat działa dodatnia siła nośna, strugi powietrza odchylane są w dół. Występuje to we wszystkich układach i jest przyczyną, że w typowych szybowcach usterzenie musi być zaklinowane pod lekko ujemnym kątem. W przypadku kaczki jednak to odchylenie występowało tylko za usterzeniem, a więc nie na całym skrzydle. Stąd ta skokowa zmiana kąta zwichrzenia geometrycznego. Pewną ciekawostką jest też użycie profilu samostatecznego Peyret, aby zmniejszyć ryzyko kłopotów ze statecznością podłużną.

Na końcówkach skrzydeł zamontowane były płyty brzegowe o profilu G-723, będące zarazem usterzeniem kierunku. Stery działały raczej oporowo, niż wyporowo: wciśnięcie np. lewego pedału powodowało, że lewy ster wychylał się na zewnątrz (nie było możliwości wychylania sterów do wewnątrz). Dawało to dodatkową siłę oporu, przyłożoną na końcu lewego skrzydła – a więc moment odchylający szybowiec w lewo. Później, już po oblocie Kaczki, wciskano obydwie pedały, by uzyskać efekt hamulca aerodynamicznego. Wynikało to z nieskuteczności hamulca aerodynamicznego, którym były rozchylane połówki tylnej części kadłuba. Nawiasem mówiąc, obecność takiego kadłuba uznano za przewagę układu Kaczki nad latającym skrzydłem. Piloci mogli bowiem usiąść w takiej pozycji, jaką znali z innych maszyn latających; odpadała jedna nowość. Kadłub był typową konstrukcją drewnianą, półskorupową. Mieścił w sobieabinę pilota, wyposażoną w podstawowe przyrządy pilotażowo-nawigacyjne: prędkościomierz, wysokościomierz, wariometr, busołą i zakrętomierz. Owiewka kabiny (po jakimś czasie zmieniona) wykonana była z celuloиду, wspartego na drewnianych ramkach. Siedzenie pilota nie było regulowane, podobnie pedały; pilot musiał się do Kaczki dopasować, niezależnie od jego postury. W późniejszym etapie prób, gdy za sterami szybowca zasiadł potężnie zbudowany Stanisław Skrzydlewski, musiał to być pewien problem. Podejrzewam, że nie jedyny, ale nie uprzedzajmy faktów. Pod kadłubem znajdowała się płoza amortyzowana pompowaną dętką. W widoku z boku miała ona kształt półksiężycy, wskutek czego szybowiec na ziemi zachowywał się jak kołyska.

Najbardziej charakterystyczny element Kaczki, czyli usterzenie wysokości na przedzie szybowca, konstrukcyjnie nie wyróżniało się niczym: statecznik kryty sklejką, ster – płótnem. Profil usterzenia to G-549. Warto jednak wspomnieć, że koncepcja okuć mocujących usterzenie do kadłuba umożliwiała bardzo łatwą – możliwą nawet w przerwie między lotami – zmianę kąta zaklinowania.

## **LOTY NA KACZCE**

*Jerzy Śmielkiewicz*

Możliwość zmiany kąta zaklinowania usterzenia poziomego przydała się już w pierwszym locie. Okazało się bowiem, że nie można zmniejszyć prędkości poniżej 65 km/h, mimo pełnego ściągnięcia drążka. Zwiększono więc kąt zaklinowania usterzenia o 2° i dodano w dziobie 3.5-kilogramowy ciężarek kompensujący przyrost siły nośnej. Lot ten był jedninutowym skokiem za wyciągarką i odbył się na lotnisku Aleksandrowice koło Bielska 20 marca 1949 r. Za sterami zasiadł Piotr Mynarski. Tego samego dnia, już po przestawieniu usterzenia, Kaczka odbyła kolejne 5 lotów za wyciągarką.

Po oblocie nastąpiła 10-dniowa przerwa, w czasie której do Gliwic, gdzie wówczas mieszkałem, dotarła wieść: „coś ciekawego lata w Bielsku”. Wraz z kolegą wsiedliśmy więc do pociągu i 30 marca 1949 r. skryliśmy się w krzakach koło lotniska. Naszym oczom ukazało się lotnisko, stojący na nim (po zachodniej stronie) szybowiec i człowiek przechadzający się samotnie wzdłuż południowego krańca pola wzlotów. Tym człowiekiem był Piotr Mynarski, uczący się latać na Kaczce. Najwyraźniej nauka szła mu dobrze, bo wkrótce potem dokonał pierwszego startu Kaczką za samolotem. Lot ten przebiegał bez przeszkód aż do chwili, gdy – przypadkiem lub celowo – szybowiec nie zbliżył się do strumienia zaśmigłowego. Wtedy bowiem utrzymanie Kaczki w żądanej pozycji okazało się zadaniem ekwilibrystycznym. Mynarski musiał się wyczepić. Po tym locie zdecydowano, że Kaczka może startować za samolotem tylko na długiej linii, a pilot musi trzymać się wysoko nad strugami zaśmigłowymi.

Zmiana kąta zaklinowania usterzenia poziomego nie była jedyną modyfikacją wprowadzoną na Kaczce. Najbardziej widoczną było powiększenie sterów kierunku i wysokości przez doczepienie odpowiednich kawałków blachy. Ponadto wprowadzono mechanizm przesuwania środka ciężkości w locie, czyli 15-kilogramowy ciężarek przesuwany za pomocą mechanizmu śrubowego. Pilot przesuwał ciężarek kręcąc korbką – tą, która pierwotnie otwierała hamulce aerodynamiczne na „kuprze”. Oczywiście, mechanizm ten wprowadzono po stwierdzeniu nieskuteczności hamulca i zablokowaniu połówek tyłu kadłuba oraz zaklejeniu szczelin taśmą. Dzięki temu nie trzeba było stosować woreczków z piaskiem, które zazwyczaj służyły do przesuwania środka ciężkości (choć i ten system był na Kaczce stosowany).

W czasie dalszych prób analizowano własności lotne szybowca dla pięciu różnych konfiguracji, czy też wariantów:

- a) wersja wyjściowa, po próbach naziemnych (i zmianami wynikającymi z ich wyników);
- b) powiększenie steru wysokości i kierunku, zwiększenie wychylenia lotek do góry, zmiana wyjściowego położenia środka ciężkości;
- c) powrót do pierwotnej wielkości steru wysokości, powiększone stery kierunku, przesuwany ciężarek;
- d) stery wysokości i kierunku pierwotnej wielkości, pierwotne wychylenia lotek, zachowany przesuwany ciężarek;
- e) jak w wariacie „b”, na usterzeniu wysokości ruchomy slot



Loty w tych konfiguracjach wykazały, że szybowiec zachowuje się dość dobrze, poprawnie krąży głęboko, ale w płytkim krążeniu trzeba co chwilę poprawiać przechylenie i pochylenie. Podobne zmiany były konieczne podczas lotu w burzliwej atmosferze. Potwierdziło się też, że Kaczka nie wchodzi w korkociąg – podczas przeciągnięcia wdepnięcie pedału powodowało „zwinięcie się za nogą” bez podnoszenia przodu i powrót do lotu poziomego.

Po 1.5 roku latania, w 1951 r., próby Kaczki zawieszono. Z tego, co udało mi się ustalić, wynikało to z innych, ważniejszych prac. Wznowiono je w 1957 r., kiedy kierownikiem działu prób w locie był Staszek Skrzydlewski; on bardzo chciał na Kaczce latać. Wtedy latali Kaczką też inni piloci, nie tylko Mynarski. Na pewno był to Stanisław Skrzydlewski, Adam Zientek i Zdzisław Przyjemski. Według Andrzeja Glassa, na Kaczce latał też Bronisław Żurkowski; w zdawanej mu relacji stwierdził, że latania Kaczką musiał uczyć się tak, jak latania śmigłowcem. Ten etap prób obalił również teorię, że Kaczka nie wykonuje korkociągu – S. Skrzydlewski kręcił bowiem prawidłowy korkociąg, z którego szybowiec łatwo wyprowadzał. Podejrzewam, że mogła tu grać rolę masa pilota, zmieniająca środek ciężkości. Natomiast łatwe wyprowadzenie mnie nie dziwi, bo stery nie były zacienione przez kadłub i usterzenie poziome, jak w układzie klasycznym. Generalnie Kaczka miała niezłe własności pilotażowe; trudno też określić, które mankamenty wynikały z własności układu, a które wiązały się z cechami konstrukcji. Osiągi szybowca nie były „celem ćwiczenia”, ale doskonałość 17.3 to niezły wynik, który lokowałby Kaczkę między Salamandrą a Komarem. Trzeba pamiętać, że Kaczka miała rozpiętość zaledwie 11.5 m i profil samostateczny, nie najlepszy aerodynamicznie. Można więc było sporo zyskać.

Ogólnie próby Kaczki – które objęły 117 lotów w różnych warunkach (także na termice i na fali), trwających łącznie ponad 35 h – dały pozytywne wyniki. Uznano, że po dalszych pracach można opracować „kaczkę” o parametrach szybowca 15-metrowego, która powinna cechować się wyższymi osiąganiami, niż analogiczny szybowiec w układzie konwencjonalnym. Do tego jednak nie doszło, a gdy Kaczka skończyła próby, nie latano na niej. Zdażyła za to zwiedzić kilka wystaw, m.in. w Łodzi w 1960 r.; wtedy odbyły się tam wielkie pokazy lotnicze. Po tych pokazach wstawiono Kaczkę do łódzkiego hangaru, który w 1961 r. spłonął. W ten sposób Kaczka dokonała żywota. Na szczęście, zachowała się dokumentacja szybowca.

## **WADY UKŁADU KACZKI – PÓŹNIEJSZE DOŚWIADCZENIA**

*Krzysztof Kubryński*

Ja analizowałem układ kaczkę przy okazji samolotu PZL-230 Skorpion, który początkowo miał mieć taki układ. On ma bardzo dużo wad. Przedni płat z założenia jest dużo bardziej obciążony, co wynika z kilku faktów. W układzie klasycznym usterzenie znajduje się w strumieniu odchylonym do dołu (co wynika z oddziaływania skrzydła), tzw. downwash. Natomiast w przypadku kaczkę mamy do czynienia z odchyleniem ku górze, czyli zwiększeniem kątów natarcia – tzw. upwash. W efekcie przy zmianie kąta natarcia są większe przyrosty siły nośnej na płacie przednim. To rzutuje na położenie środka aerodynamicznego, a środek ciężkości musi być jeszcze przed nim. Efekt jest taki, że w stanie równowagi siła nośna na płacie przednim jest zdecydowanie większa. Mało tego: przy dużych kątach natarcia, z uwagi na wiry brzegowe z płata przedniego mamy bardzo silną dysproporcję w rzeczywistych kątach natarcia. Skręcenie płata tego nie zniweluje – zmiany te są zbyt duże. W rezultacie wypadkowy  $C_x$  max układu kaczkę jest – wbrew temu, co się pisze w literaturze – niższy, niż w układzie klasycznym: oderwanie występuje na części zewnętrznej z uwagi na oddziaływanie śladu płata przedniego. To widać również na rzeczywistych konstrukcjach: na płacie tylnym nie ma mechanizacji, a na płacie przednim stosuje się klapy, żeby zapewnić możliwość wejścia na większe kąty natarcia, czyli na mniejsze prędkości. Ponadto układ kaczkę jest bardzo wrażliwy na położenie środka ciężkości – nawet w sensie osiąganiami, bo jeśli przesuwamy środek ciężkości do przodu, dociążenie płata przedniego powoduje, że opór indukowany zdecydowanie rośnie i odchodzimy od optymalnego rozkładu obciążenia. Amerykanie, przygotowując projekt F-22, przeprowadzili całą serię badań tunelowych modeli w różnych układach. Wykazały, że układ kaczkę nie ma żadnych fundamentalnych zalet w stosunku do układu klasycznego. Ma pewne zalety w układzie silnie statycznie niestatecznym, gdy środek ciężkości jest silnie przesunięty do tyłu. Ale szybowców to nie dotyczy. Natomiast układ trzech powierzchni, jaki miał być w samolocie Skorpion, zupełnie się pozbywa wad kaczkę, a wręcz ma wiele zalet.

Opracowanie tekstu – Paweł Ruchała – SMIL

Opracowanie graficzne – Paweł Ruchała – SMIL

Ilustracje – R. Witkowski, archiwum SZD, zbiory J. Śmielkiewicza, T. Murawskiego, A. Glassa i W. Gorgolewskiego

## DANE TECHNICZNE

Rozpiętość	11,56 m
Długość	4,00 m
Wysokość	2,20 m
Powierzchnia nośna	10,00 m <sup>2</sup>
Wydłużenie skrzydła	13
Masa własna	120,7 kg
Masa całkowita	205,7 kg

Obciążenie powierzchni	20,5 kg/m <sup>2</sup>
Doskonałość	17,3
Prędkość optymalna	81 km/h
Opadanie minimalne	1,26 m/s
Prędkość ekonomiczna	76 km/h
Prędkość minimalna	63 km/h
Prędkość dopuszczalna	180 km/h

# KACZKA IS-5

IRENA KANIEWSKA, inż.

W Instytucie Szybownictwa w Bielsku prowadzone są studia i prace nad nowym szybowcem nieortodoksyjnym typu IS-5 „Kaczka”. Temat jest trudny i skomplikowany, a zupełny brak literatury naukowo-technicznej w tym kierunku zmusił konstruktorów do szerokich studiów, w wyniku których powstał projekt aerodynamiczny IS-5, zatwierdzony już przez Instytut Techniczny Lotnictwa. Obecnie przeprowadza się konstrukcję i obliczenia wytrzymałościowe. Jak wszystko dobrze pójdzie, to jeszcze w tym roku ujrzymy prototyp w powietrzu.

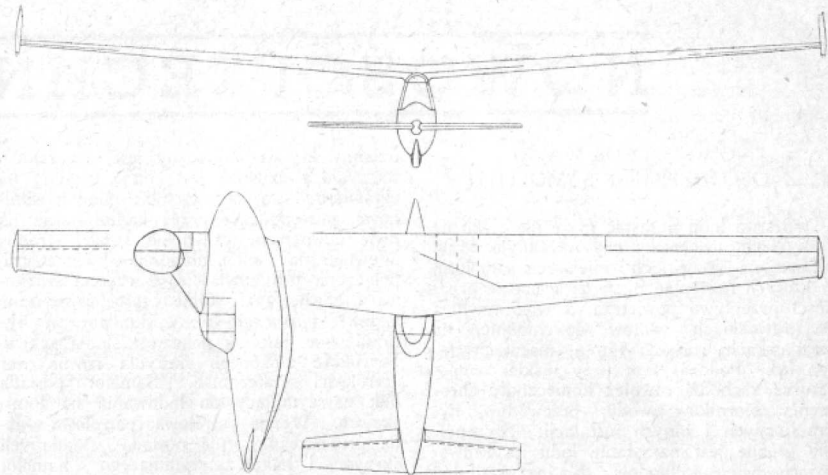
Konstruktorzy zwykle niechętnie udzielają informacji na temat prototypów, które jeszcze nie latały, ponieważ poważne traktowanie tematu i uczciwość zezwala na to dopiero po oblataniu i zbadaniu szybowca. Ze względu jednak na duże zainteresowanie, jakim cieszy się IS-5, redakcja „Skrzydlatej Polski” przyparła konstruktorów do muru i wymusiła na nich następujące informacje:

IS-5 jest szybowcem treningowo-doświadczalnym typu „Kaczka” (rys. 1).

Dane techniczne i spodziewane wyczyny:

rozpiętość 11,56 m  
 długość 4 „  
 wydłużenie 13  
 obciążenie jednostkowe 16 kg/m<sup>2</sup>  
 doskonałość 21  
 ciężar w locie 185 kg  
 minimum opadania 0,93 m/sek  
 szybkość minimalna 52 km/godz  
 szybkość na maksimum doskonałości 75 kg/godz  
 szybkość przy minimum opadania 66 km/godz  
 szybkość opadania mniejsza od 1 m/sek w zakresie od 58 do 76 km/godz.  
 doskonałość większa od 20 w zakresie od 65 do 85 km/godz.

Szybowiec ten zaprojektowano w wersji treningowej, celem zbadania układu „Kaczki” i jego możliwości w szybownictwie. Własności takie, jak: wyjątkowo małe wymiary, niewpadanie w korkociąg i korzystna stateczność boczna, chroniąca go przed niestatecznością spiralną, ważne ze względów bezpieczeństwa, dobrze zapowiadają osiągi prototypu w lotach w chmurach.



Dobra charakterystyka aerodynamiczna na małych i dużych szybkościach wyraża się łatwo płaskim przebiegiem biegunowej szybkości i krzywej doskonałości oraz znaczną rozpiętością szybkości (rys. 2).

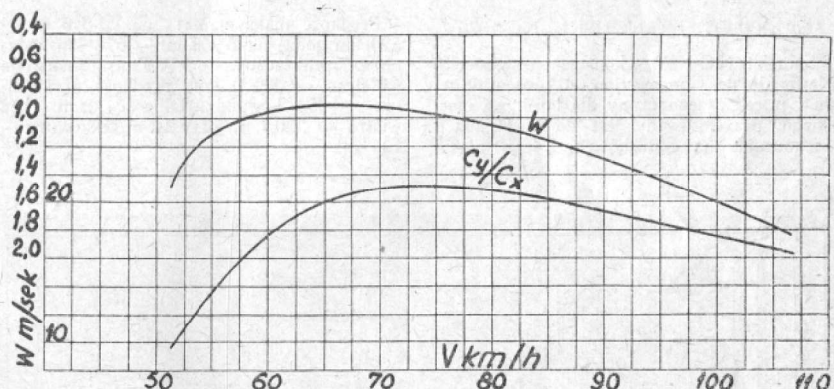
Spodziewane korzystne zachowanie się prototypu na dużych wartościach współczynnika wyporu, dobre krążenie, opadanie i doskonałość rzędu dobrych szybowców ortodoksyjnych tej klasy, typują szybowiec IS-5 do lotów żaglowych i przelotów. Małe wymiary i ciężar własny ułatwią transport i hangarowanie. Szybowiec przewidziany jest do startów z lin gumowych za samochodem i wyciągarką, oraz do holu za samolotem.

Opis konstrukcji.

Szybowiec IS-5 „Kaczka” jest górnołatem konstrukcji drewnianej. Posiada skrzydło wolnonośne, jednodźwigarowe z kesonem pracującym, zaopatrzone w szczelinowe lot-

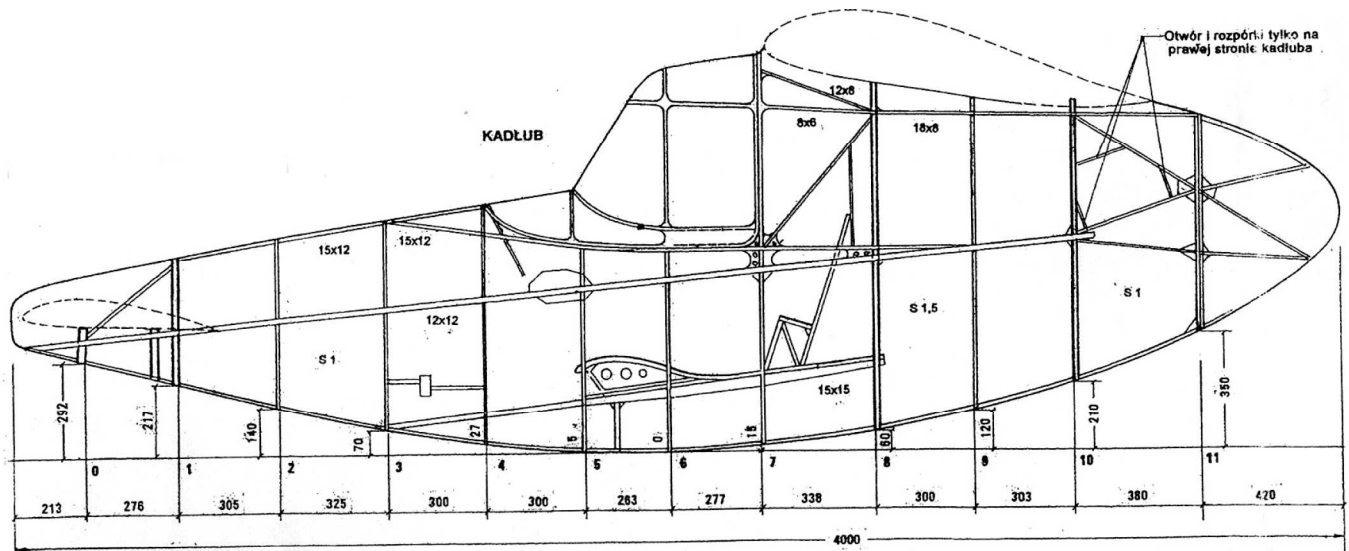
ki sterowane różnicowo, oraz usterzenia kierunkowe umieszczone na końcach płata. Kadłub skorupowy wyposażony jest w limuzynkę i w przyrządy do ślepego pilotażu. Na przodzie posiada nastawny wolnonośny płat zaopatrzone w ster wysokości. Tak lotki jak i stery wyważone są ciężarowo i aerodynamicznie. Do zmniejszenia szybkości w locie nurkowym przewidziano specjalne hamulce aerodynamiczne znajdujące się w tylnej partii kadłuba.

Konstruktorzy, inż. Kaniewska i inż. Kostia, pozwalają sobie na tej drodze złożyć serdeczne podziękowanie przedstawicielom Instytutu Technicznego Lotnictwa w osobach: dr. inż. Zbigniewa Brzoski i inż. Bronisława Żurakowskiego, za ich bardzo życzliwe i koleżeńskie ustosunkowanie się do prac związanych z szybowcem IS-5 „Kaczka”.

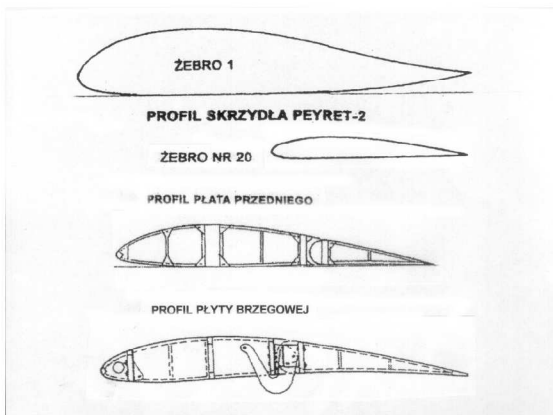


Opis Kaczki autorstwa I. Kaniewskiej, zamieszczony przed oblotem w Skrzydlatej Polsce.





Konstrukcja kadłuba Kaczki



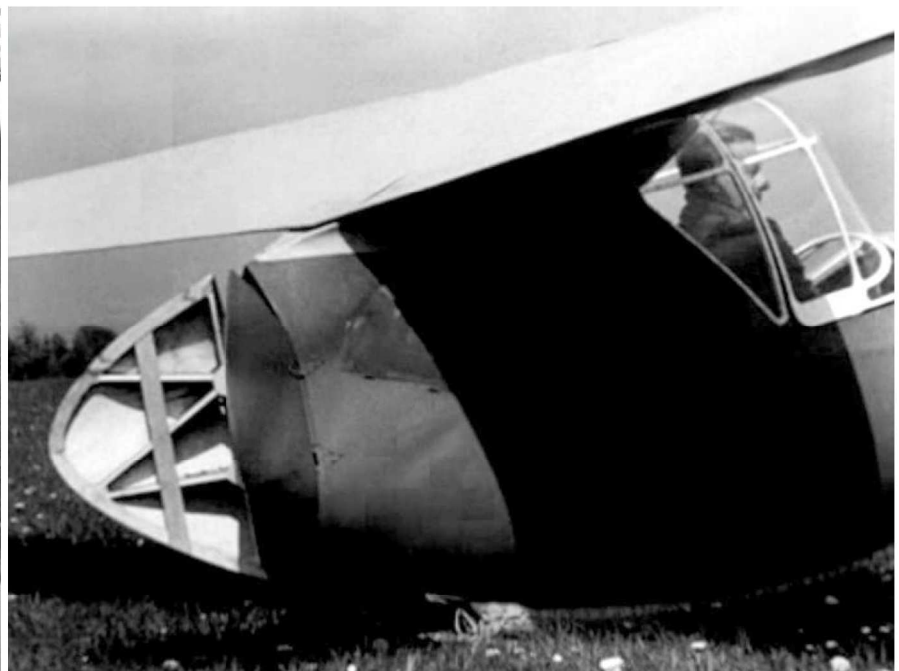
Profile płata i usterzeń



Kabina pilota. Widoczna korbka otwierania hamulców lub przesuwania ciężarka wyważającego

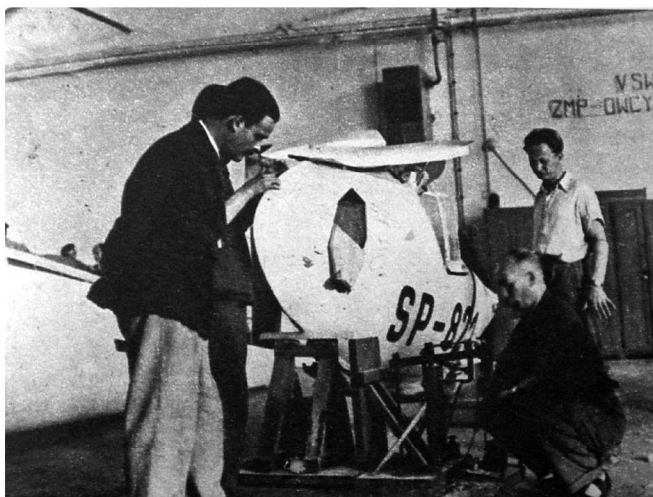


Oparcie fotela pilota. Widoczne stałe przeszklenie.



Wewnętrzna struktura hamulca aerodynamicznego





Kadłub Kaczki



Płyta brzoźowa o zwiększonej powierzchni



Balast używany przed montażem ruchomego ciężarka



Kaczka z profilu. Widoczny uchwyt na płycie brzoźowej

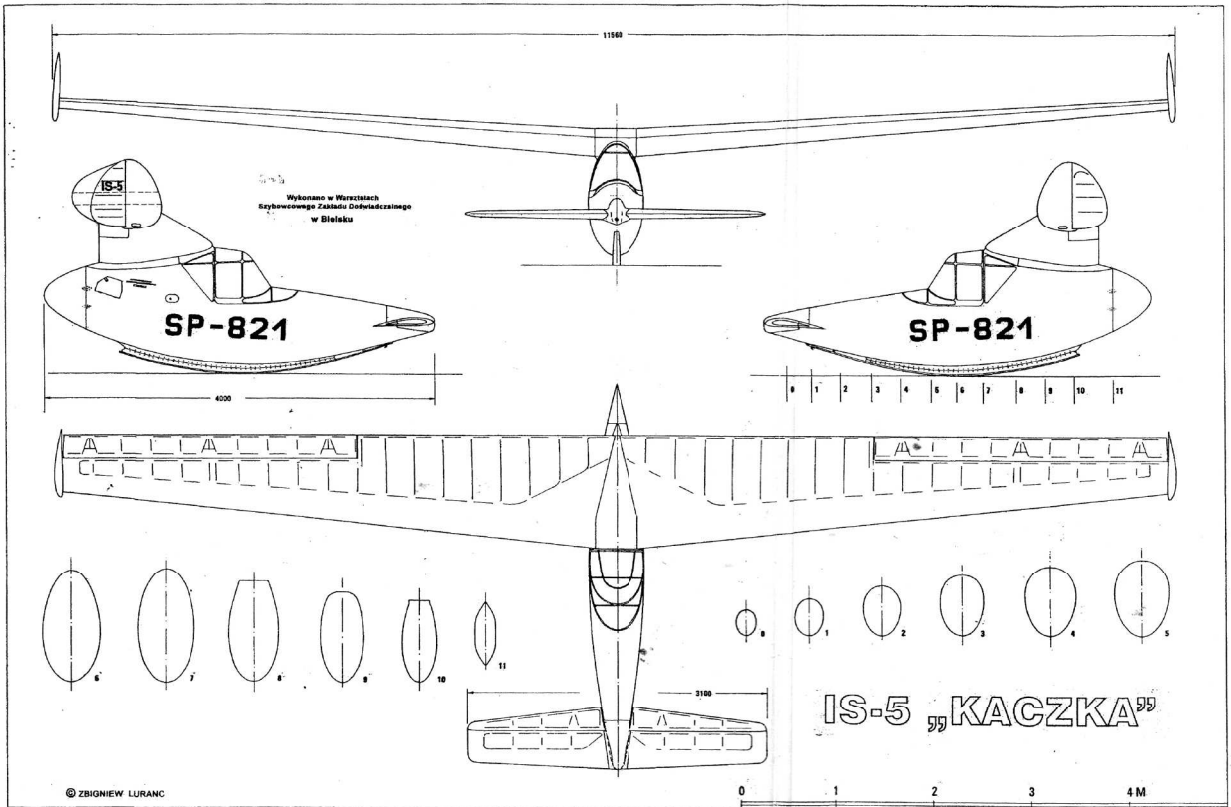
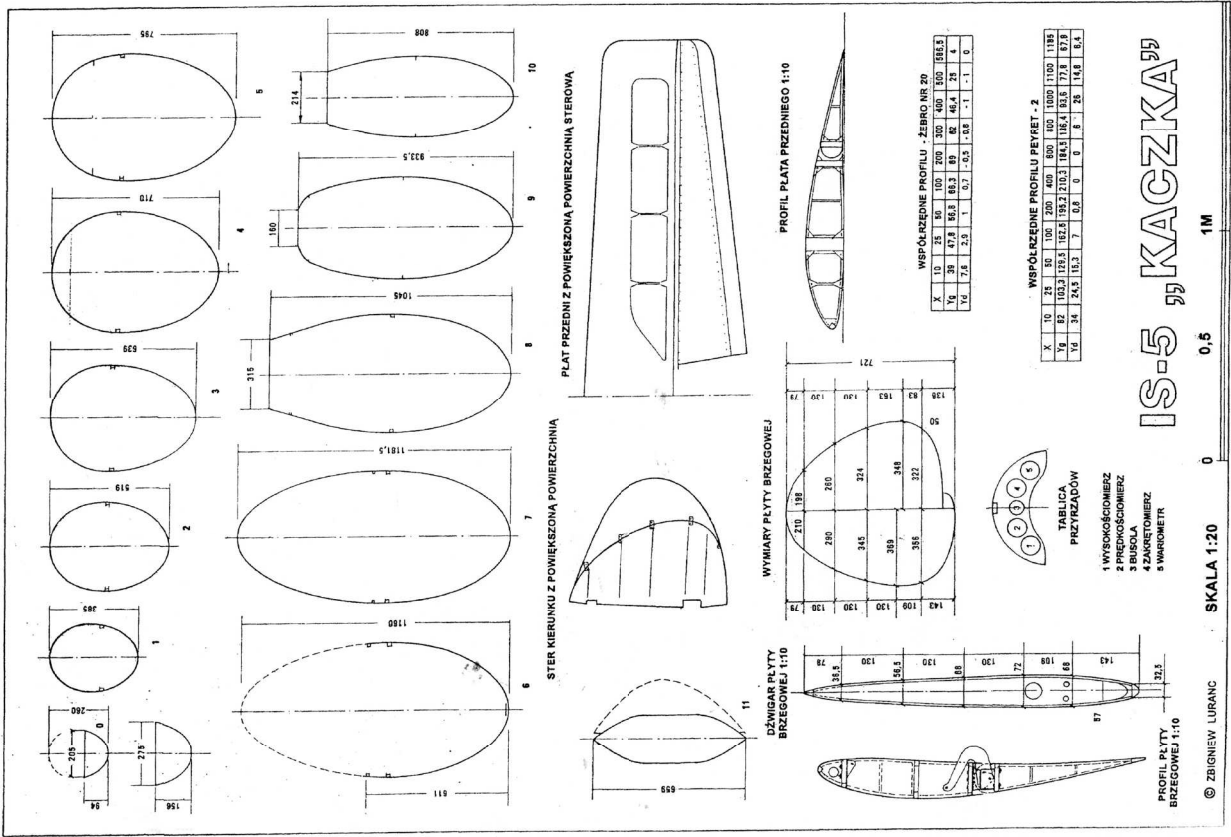


Porównanie owiewek w pierwotnej i zmodyfikowanej wersji



Usterzenie poziome i przyrząd do pomiaru kąta wychylenia steru wysokości





Plany Kaczki autorstwa Zbigniewa Luranc



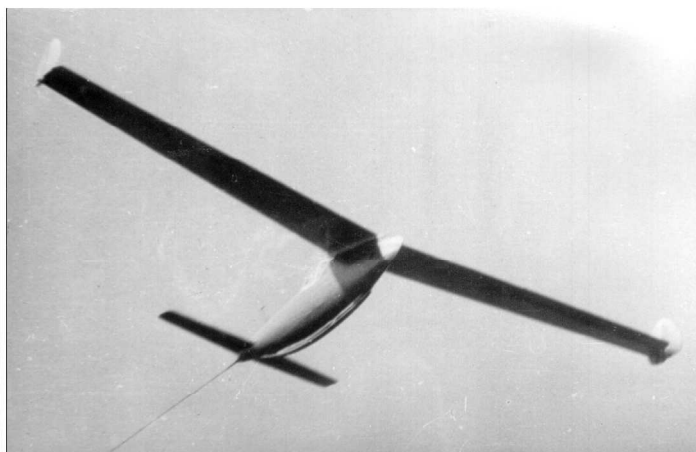
Piotr Mynarski w kabynie Kaczki



Zgromadzenie z okazji oblotu szybowca



Kaczka była lekka – masa własna wynosiła tylko 120 kg



Szybowiec na holu za samolotem



Kaczka w kremowym „upierzeniu”, ale z wczesną wersją owiewki



Demonstracja zdjętej owiewki.



S. Skrzydlewski wciska się do kabiny. Obok nowa owiewka



Kaczka na wystawie w Warszawie. Pomarańczowe pasy na płytach brzegowych oznaczały prototyp