



Praktyka projektowa - AutoCAD versus IRYDA

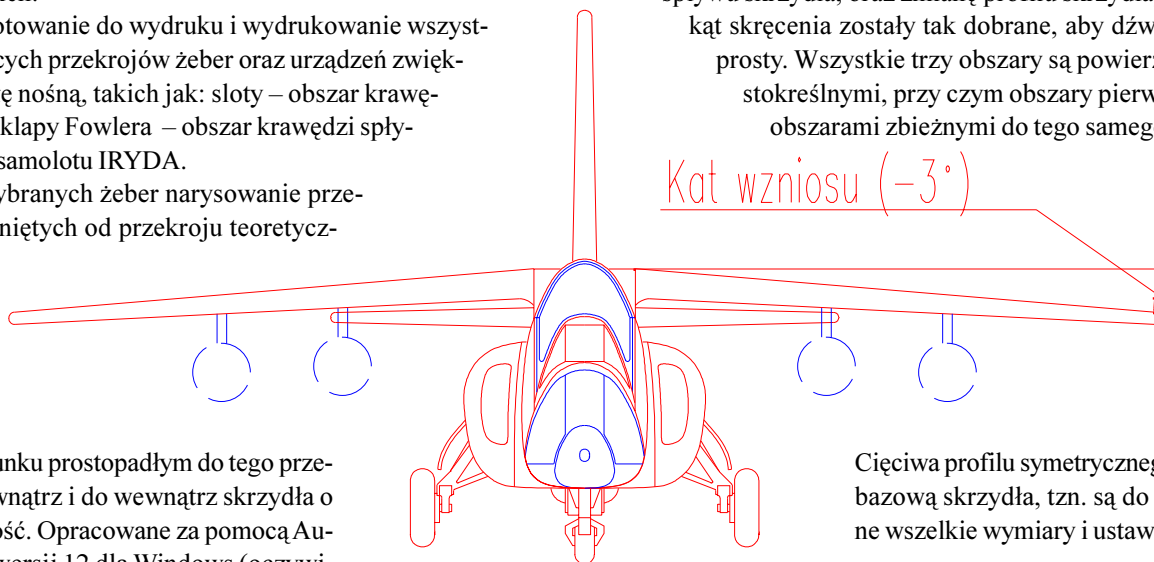
PRZYGOTOWANIE I WYDRUK DUŻEJ ILOŚCI PRZEKROJÓW (KŁADÓW) NA PODSTAWIE PRAC ZWIĄZANYCH Z PROJEKTEM SKRZYDŁA SAMOŁOTU IRYDA.

Pracując w Zakładzie Lotniczym niejednokrotnie zetknąłem się z problemem opracowania danych numerycznych dla różnych służb pionu technicznego (konstruktorów, technologów, obliczeniowców), na podstawie istniejącej geometrii numerycznej różnych typów samolotów. Największe zapotrzebowanie – jeżeli chodzi o ilość – zawsze zgłaszały takie działy jak „płazownia” (rozrysowanie płaskie w celu przygotowania do produkcji) oraz konstruktorzy grup konstrukcyjnych skrzydła i kadłuba (rozміszczenie elementów, mechanizmów, części na podstawie konturu teoretycznego skrzydła i kadłuba).

Chciałbym teraz przedstawić Czytelnikom rozwiązania stosowane w Zakładzie Lotniczym PZL Mielec dotyczące następujących zagadnień:

1. Przygotowanie do wydruku i wydrukowanie wszystkich istniejących przekrojów żeber oraz urządzeń zwiększających siłę nośną, takich jak: sloty – obszar krawędzi natarcia, klapy Fowlera – obszar krawędzi spływu skrzydła samolotu IRYDA.

2. Dla wybranych żeber narysowanie przekrojów odsuniętych od przekroju teoretycznego,



Kąt wzniosu (-3°)

nego, w kierunku prostopadłym do tego przekroju, na zewnątrz i do wewnątrz skrzydła o zadanej wartości. Opracowane za pomocą AutoCAD-a w wersji 12 dla Windows (oczywiście przedstawiona metoda działa również w AutoCAD-zie 13 dla Windows oraz AutoCAD-zie LT).

3. Rzutowanie pochylnych przekrojów.

Zanim przystąpię do opisu metody rozwiązania powyższych problemów, pozwolę sobie przedstawić Państwu krótko budowę skrzydła i podstawowe pojęcia, których będę używał. Skrzydło samolotu IRYDA jest skrzydłem o obrysie trapezowym. Kąt skosu krawędzi natarcia 19° . Kąt skosu krawędzi spływu 0° . Kąt wzniosu skrzydła jest ujemny 3° w dół.

Skrzydło możemy podzielić na trzy obszary:

1 – od płaszczyzny symetrii do 32% rozpiętości jednego skrzydła, profil symetryczny NACA 64-A010 (symetria względem cięciwy profilu; żebra nr 2-5);

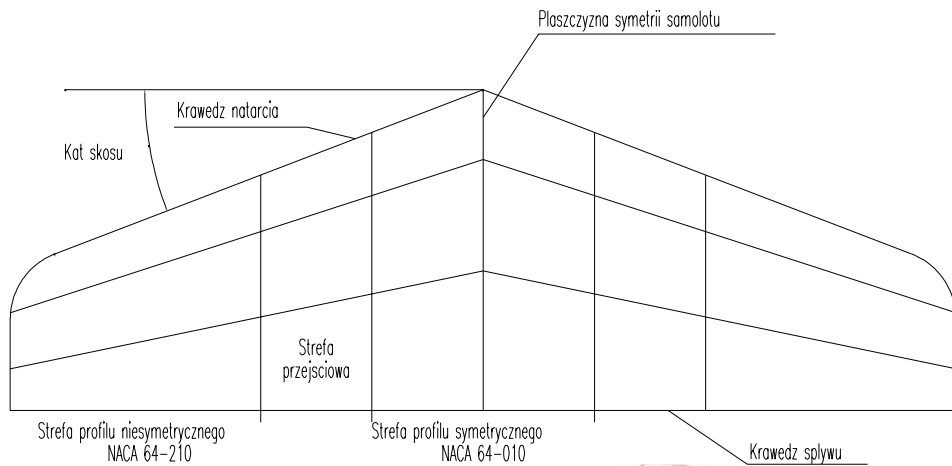
2 – między 32% a 55% rozpiętości skrzydła profil przejściowy, utworzony przez przecięcie płaszczyzną równoległą do płaszczyzny symetrii prostych łączących punkty leżące na konturach skrajnych profili żebra nr 5 i żebra nr 8, obszaru w tych samych procentowych długościach cięciw;

3 – 55% do końca skrzydła, profil niesymetryczny NACA 64-A210;

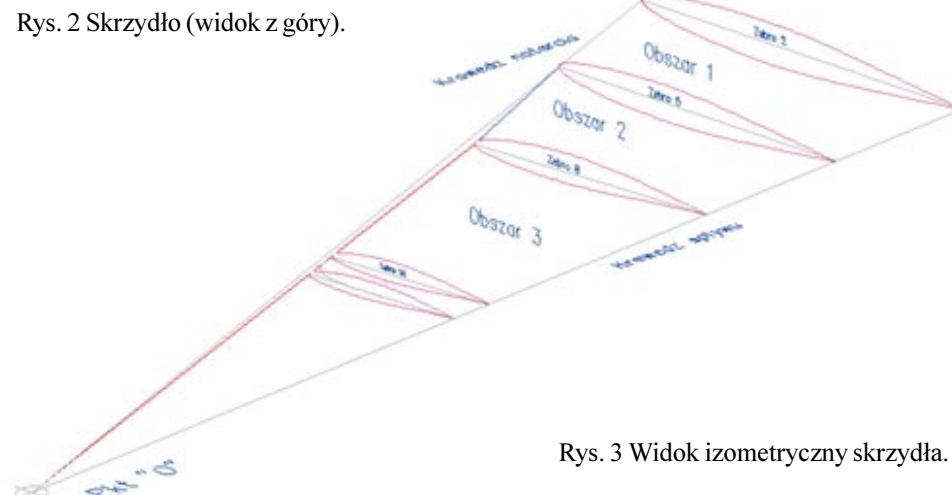
Skrzydło posiada skrócenie o kąt 1.73° (zrealizowane jest przez obrót profili żeber w drugim obszarze, wokół krawędzi spływu skrzydła, oraz zmianę profilu skrzydła). Profile oraz kąt skrócenia zostały tak dobrane, aby dźwigar tylny był prosty. Wszystkie trzy obszary są powierzchniami prostokreślnymi, przy czym obszary pierwszy i trzeci są obszarami zbieżnymi do tego samego punktu „O”.

Cięciwa profilu symetrycznego jest cięciwą bazową skrzydła, tzn. są do niej odnoszone wszelkie wymiary i ustawienia.

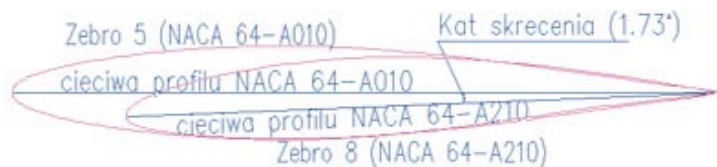
Rys. 1 Ogólny widok samolotu IRYDA.



Rys. 2 Skrzydło (widok z góry).

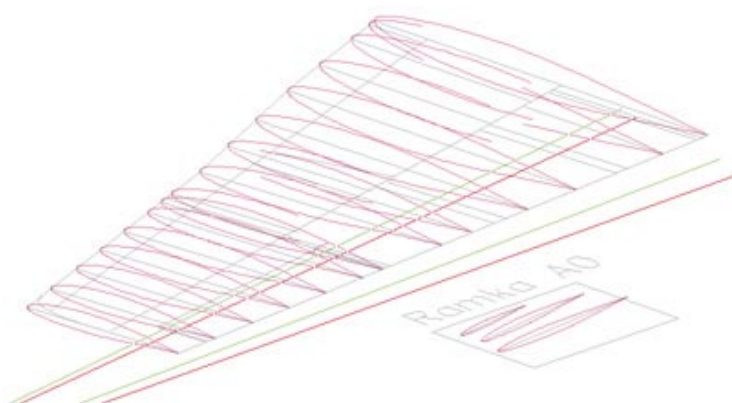


Rys. 3 Widok izometryczny skrzydła.



Zagadnienie 1: Przygotowanie do wydruku i wydrukowanie istniejących przekrojów.

W omawianym przypadku przekroje żeber leżą w płaszczyznach do siebie równoległych, chociaż nie jest to warunkiem koniecznym, bowiem inne przekroje, np. slotów, leżą w płaszczyznach odpowiednio przesuniętych i obróconych.



Postępowanie jest następujące:

Ponieważ często będziemy używać kilku komend, zdefiniujemy je pod odpowiednimi skrótami klawiszowymi. W tym celu utworzymy plik tekstowy o nazwie *profskrz.lsp* w następującej postaci:

```
(DEFUN C:3 () (COMMAND "_UCS" "Origin"))
(DEFUN C:D3 () (COMMAND "_DDUCS"))
```

Aplikację *profskrz.lsp* załadujemy najpierw poleceniem –
Command: (LOAD "PROFSKRZ")

lub z menu górnego **File** i **Applications**, ewentualnie poleceniem **_APpload**;

– do naszego rysunku – od tej chwili pod skrótami **3** mamy komendę **UCS Origin**, a pod **D3** komendę **DDUCS**. Następnie:

1. Włączamy **WCS**.

2. Tworzymy **UCS** równoległy do płaszczyzny przekroju żeber; można go zdefiniować używając komendy **_UCS_3point** i wskazując 3 punkty należące do przekroju. Układ ten nazwijmy **ZEBRA**.

3. Poleceniem **_UCS_Origin** (możemy użyć wyżej zdefiniowanego skrótu **3**) przesuwamy układ współrzędnych w dowolne miejsce nie kolidujące z elementami rysunku.

4. Nadajemy nazwę temu nowemu układowi (polecenie **_DDUCS** – **D3** to skrót – podświetlamy **NO NAME**, wpisujemy nazwę, np. **PROFIL** i klikamy na **RENAME**). Rysujemy ramkę żadanego formatu (możemy użyć polecenia **RECTANG**). Nowy układ nie musi być

równoległy do **WCS** – może być zupełnie nie związany z elementami rysunku.

5. Ustawiamy odpowiedni punkt widzenia naszego rysunku (**PRESET** pierwszy kąt 315° (od osi X), drugi kąt 20° (w płaszczyźnie XY). Wyłączamy lub zamrażamy niepotrzebne warstwy rysunku – zostawiamy tylko przekroje i zarys krawędzi.

6. Komendą **_DDUCS** przełączamy się na układ **ZEBRA**.

7. Skrótami **3** (czyli **_UCS_Origin**) ustawiamy się na krawędzi spływu żebra nr 2 (wskazujemy punkt końcowy cięciwy: **3_ENDpoint**).

8. Poleceniem **CTRL C** (**Copy vectors**, które znajdziemy w menu górnym pod **EDIT** w **ACAD 12 Win** lub **COPY** z menu górnego **EDIT** dla **ACAD-a 13**) kopiujemy do schowka profil żebra wraz z cięciwą (elementy do skopiowania wskazujemy myszą, oknem, możemy też użyć filtrów).

9. Poleceniem **D3** (czyli – **_DDUCS**) przełączamy się na układ **PROFIL**.

10. Poleceniem **CTRL V** (**PASTE**) wklejamy profil w wybrane miejsce ramki narysowanej w kroku czwartym.

11. Ponownie przełączamy się na układ **ZEBRA** (**D3, Previous**).

W celu uzyskania kolejnych przekrojów postępujemy analogicznie jak w punktach 6 – 11. W powyższy sposób w ciągu kilkunastu minut (zależy to od ilości przygotowywanych przekrojów) wklejamy wszystkie przekroje równoległe, które po wklejeniu leżą w jednej płaszczyźnie.

Jeżeli przekroje leżą w płaszczyznach nierównoległych do wklejanych profilów, wówczas definiujemy układy związane z kopiowanym przekrojem. Wówczas kroki: piąty i szósty zastępujemy poleceniem **_UCS_3point**, wskazujemy trzy punkty leżące na przekroju (można również użyć innych opcji polecenia **UCS**, np. **Object**). Reszta postępowania jest analogiczna do metody opisanej powyżej. Kopiujemy przekrój do schowka, przełączamy się na układ **PROFILE** i wklejamy w odpowiednie miejsce arkusza. Ponieważ w rozpatrywanym przypadku kolejne przekroje żeber są coraz mniejsze, możemy je umieszczać jedno w drugim, co pozwala oszczędzać papier i pióra plottera.

Jeśli wszystkie przekroje są już umieszczone na naszym formacie, wówczas dobrze jest zdefiniować blok zewnętrzny, który poddamy dalszej obróbce, a wreszcie wyplotujemy. W tym celu włączamy **_DDUCS PROFILE**. Poleceniem **BLOCK** tworzymy z profilów umieszczonych w ramce blok wewnętrzny (nazywając go np. **PRZEKROJ**), a następnie komendą **_WBLOCK** zapisujemy go jako blok zewnętrzny także pod nazwą *przekroj.dwg*.

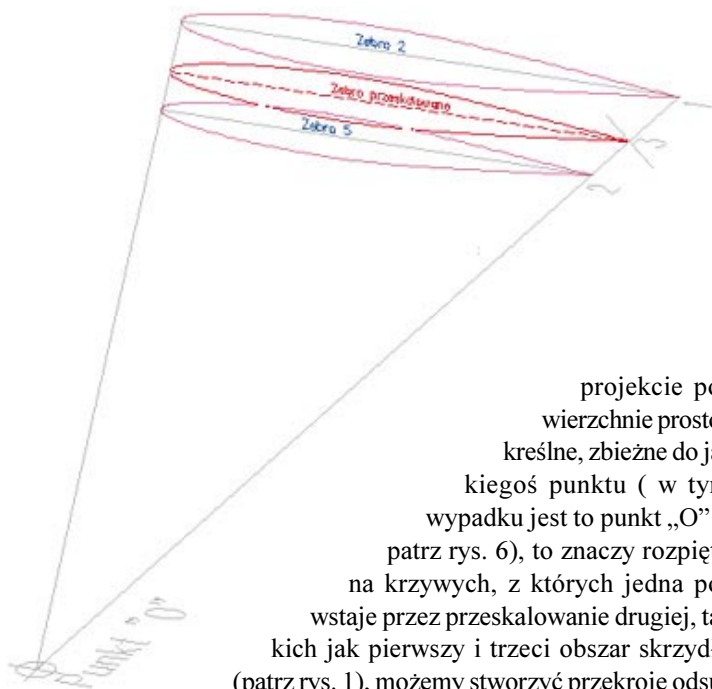
Powyższe zadanie możemy również zrealizować w wersji **AutoCAD-a** pracującego w środowisku **DOS**. Tutaj nie będziemy mogli używać techniki wklejania poprzez schowek. Zamiast polecenia **COPY VECTORS**, musimy użyć polecenia **_BLOCK**, a zamiast komendy **PASTE** komendy **_INSERT**. W związku z koniecznością nadawania nazw kolejnym tworzonemu blokom wydłużony zostanie czas realizacji zadania – ale... dla chcącego nic trudnego, a potrzeba jest armatką wynalazków.





Zagadnienie 2: Narysowanie przekrojów odsuniętych od przekroju teoretycznego, w kierunku prostopadłym do tego przekroju.

Kolejnym ułatwieniem, przydatnym w pracy konstruktora, jest proste generowanie przekrojów na podstawie przekrojów już istniejących. Jest ono możliwe w określonych przypadkach. Mając w



projekcie powierzchni prostokątne, zbieżne do jakiegoś punktu (w tym wypadku jest to punkt „O” – patrz rys. 6), to znaczy rozpięte na krzywych, z których jedna powstaje przez przeskalowanie drugiej, takich jak pierwszy i trzeci obszar skrzydła (patrz rys. 1), możemy stworzyć przekroje odsunięte o pewne wartości w kierunku lokalnego – dla tych powierzchni prostokątnych – Z.

W zadaniu przyjmujemy następujące założenia: przekroje Zebro2 i Zebro5 są tego samego typu (czyli – skalowalne), a rozpięta na nich powierzchnia prostokątna jest zbieżna do punktu „O”.

Teraz jeżeli zechcemy otrzymać przekrój S' w punkcie „3”, postępujemy w sposób następujący:

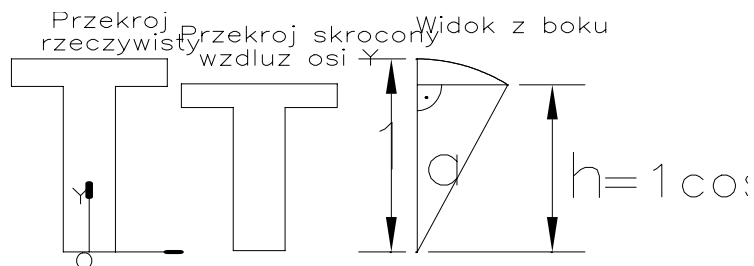
Jeżeli przekroje „Zebro2” lub „Zebro5” nie są poliliniami, zamieniamy je na polilinię (**_PEDIT**) lub na bloki – w celu łatwiejszego ich wskazywania. Poleceniem **_COPY** kopiujemy obiekt sam na siebie (podajemy **displacement 0,0** lub dwa razy ten sam punkt). Mamy teraz dwa takie same obiekty jeden na drugim. Poleceniem **_SCALE** dokonujemy skalowania jednego z obiektów skopiowanych: **_SCALE, Select object:**, wskazujemy myszą nasz obiekt, wybieramy opcję **Reference: Base point** i za pomocą komendy **ENDpoint** wskazujemy koniec linii w punkcie „O”; **Length: ENDpoint** wybieramy „O”, a następnie – **ENDpoint** – punkt końcowy cięciwy przekroju skalowanego. Na pytanie **New length:** wskazujemy **ENDpoint** – punkt „3” umieszczony na linii spływu w miejscu żadanego przekroju, cięciwę nowego przekroju należy narysować wcześniej. Dokonujemy regeneracji ekranu.

Zagadnienie 3: Rzutowanie pochylonych przekrojów.

Często spotykanym zagadnieniem jest rzutowanie pochylonego przekroju tak, że płaszczyzna rzutowania powstaje przez obrót płaszczyzny profilu względem osi leżącej w tej płaszczyźnie. Wów-

czas wymiary w kierunku X są te same, a wymiary wzdłuż osi Y zostają skrócone przez przemnożenie o wartość $\cos \alpha$, gdzie kąt α jest zawarty między płaszczyznami i leży w płaszczyźnie prostopadłej do osi obrotu – patrz rys. 7.

Aby otrzymać rzutowany profil, wystarczy z profilu rzeczywi-



Rys. 7 Przykłady przekrojów

stego (wyjściowego) stworzyć blok lub skopiować ten profil do schowka – przy włączonym układzie współrzędnych UCS związanym z profilem. Następnie wystarczy go wstawić (**_INSERT** lub wkleić – **PASTE**) w odpowiednie miejsce (i odpowiedni UCS) przeskalowując go podczas wstawiania w kierunku Y o wartość $\cos \alpha$ (którą można obliczyć kalkulatorem dostępnym w AutoCAD-zie – za pomocą polecenia **'CAL** lub podając odpowiednio skróconą długość odcinka h – patrz rys. 7).

Sposób postępowania jest następujący (dla przykładowego kąta obrotu 37°):

1. Poleceniem **_INSERT** przywołujemy wcześniej stworzony blok; pada pytanie o punkt wstawienia bloku (**Insertion point: 0,0** – tu podajemy punkt dla aktualnie włączonego UCS).

2a. Wybieramy opcję **_Corner**, a na pytanie **Other corner** odpowiadamy wyrażeniem AutoLISP-u: (list 1 (cos (* pi (/ 37.0 180))));

2b. Gdy nie wybierzemy opcji **Corner**, wówczas na pytanie o współrzędną Y piszemy (cos (* pi (/ 37.0 180)));

Podajemy w ten sposób współrzędne punktu (1,cos 37°), co odpowiada współczynnikom skali wzdłuż osi X i Y. W efekcie nasz blok wzdłuż X utrzymuje swój wymiar, natomiast wzdłuż Y zostaje odpowiednio przeskalowany. Ważne jest, aby dla opcji **Corner**, podać punkt wstawienia bloku (0,0) – później będziemy mogli dowolnie przesunąć wstawiony blok. Pamiętajmy też o zapisie kąta w formacie liczby rzeczywistej, tj. 37.0. Tylko wtedy wynik obliczeń będzie dokładny. Opisany sposób jest bardzo wygodny dla wcześniejszych wersji AutoCAD-a (ACAD10, ACAD11), których wciąż wiele jest nadal w użyciu.

Problem ten możemy również prosto rozwiązać za pomocą modelowania bryłowego – wyciągając przekrój w kierunku osi Z (polecenie **_EXTRUDE**) i przecinając odpowiednio pochyloną płaszczyznę. Rozwiązań jest mnóstwo – każdy wybiera takie, jakie jest dla niego najbardziej wygodne w danym momencie. Chodzi również o to, aby optymalnie wykorzystywać posiadane przez nas programy AutoCAD - „... jeżeli są one przydatne w konstrukcjach lotniczych, to z pewnością nadają się do wszelkich innych zastosowań...”.

Janusz Irla
ul. Kusocińskiego 3/60
39-300 MIELEC.
ZAKŁAD LOTNICZY PZL MIELEC sp. z o. o.