



OMNIS

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.

Optymalizacja w inżynierii lotniczej i kosmicznej

Wykład 15 Układy niekonwencjonalne

1130-LK000-MSP-1037



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



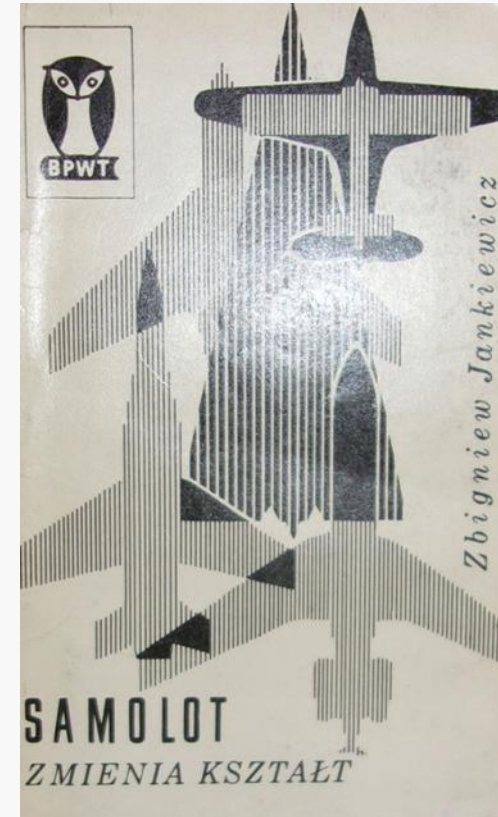
Politechnika Warszawska



OMNIS

Zagadnienia

- Wstęp
- Układ klasyczny a niekonwencjonalny
- Właściwości lotne
- Układy niekonwencjonalne:
 - latające skrzydło
 - kaczka
 - tandem wing
 - TSA (trzy powierzchnie)
 - Box Wing (układ Prandtla)
- Układ niekonwencjonalny a optymalizacja
- Czy układ niekonwencjonalny ma przyszłość?





OMNIS

Zmiana kształtu samolotu

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.

I Wojna Światowa (1914-1918)

II Wojna Światowa (1939-1945)

PZL P.11c

1948-62

1958-81

1997-2011

1976-...

25 lat

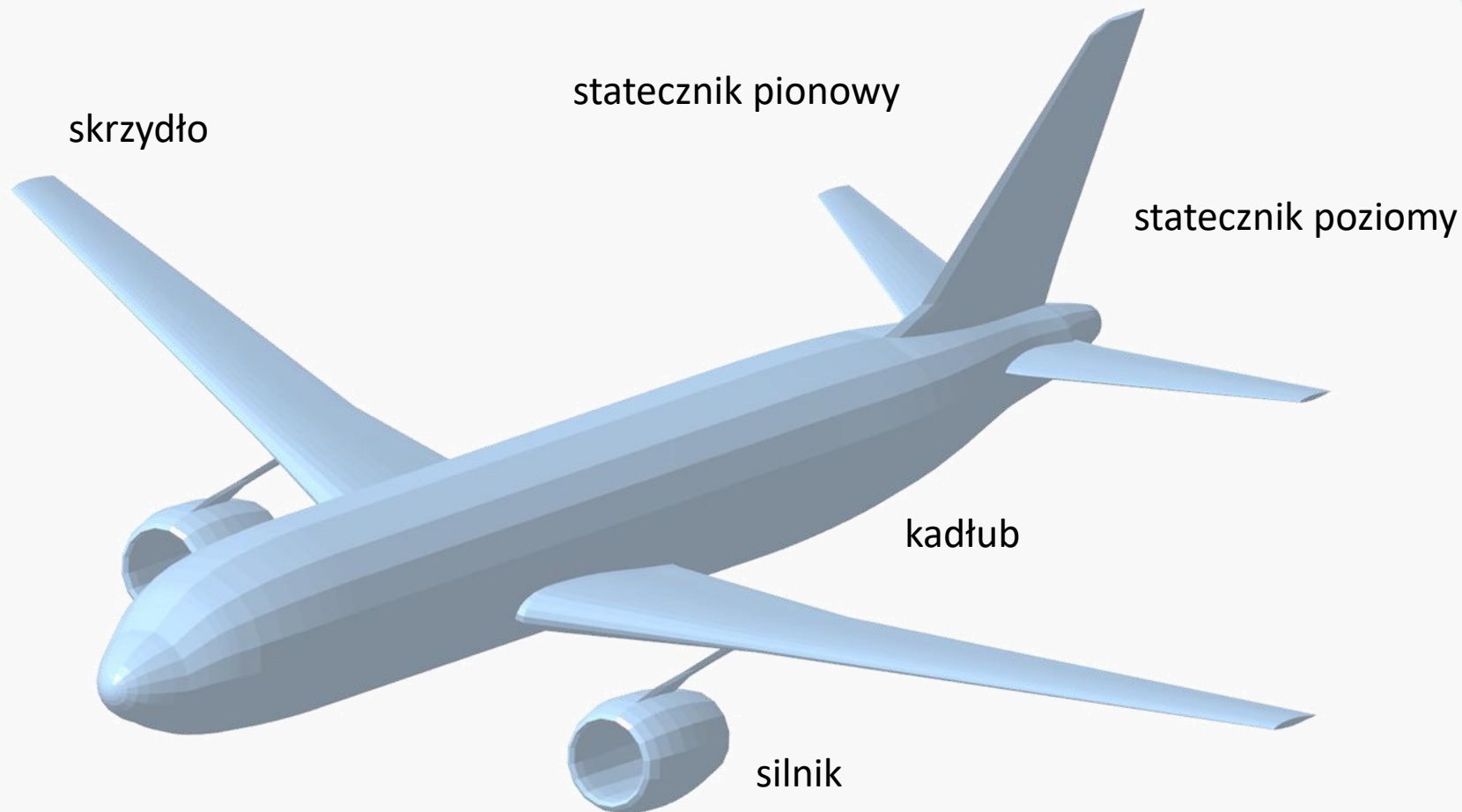
80 lat



OMNIS

Samolot jaki jest, każdy widzi

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Politechnika Warszawska



OMNIS

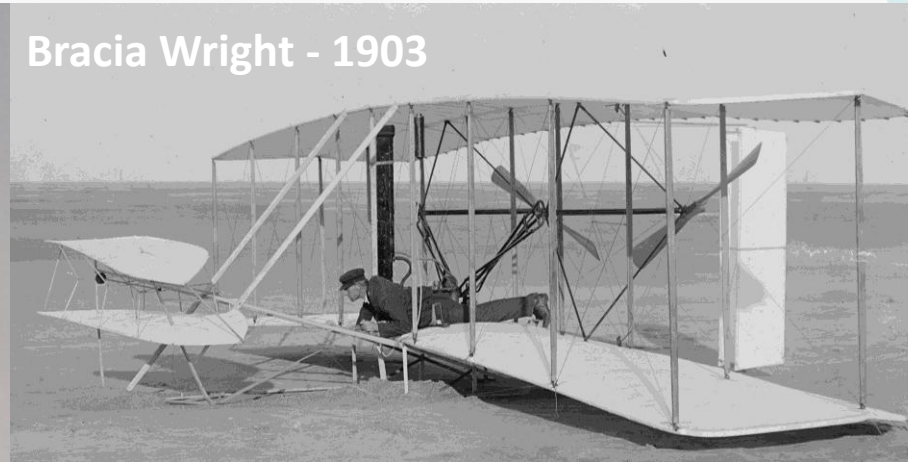
Pierwsze samoloty

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.

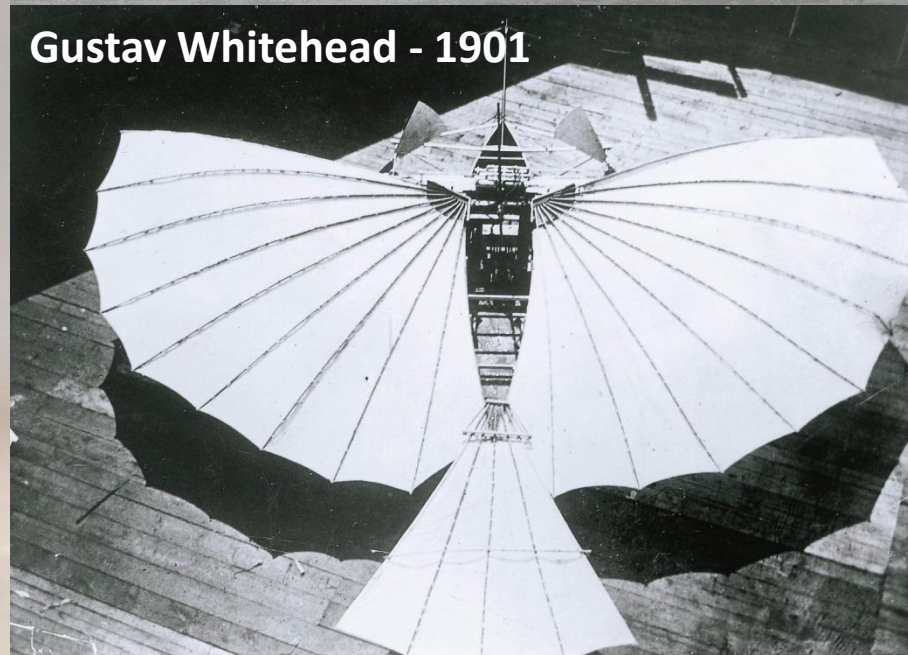
Clement Ader - 1897



Bracia Wright - 1903



Gustav Whitehead - 1901



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego

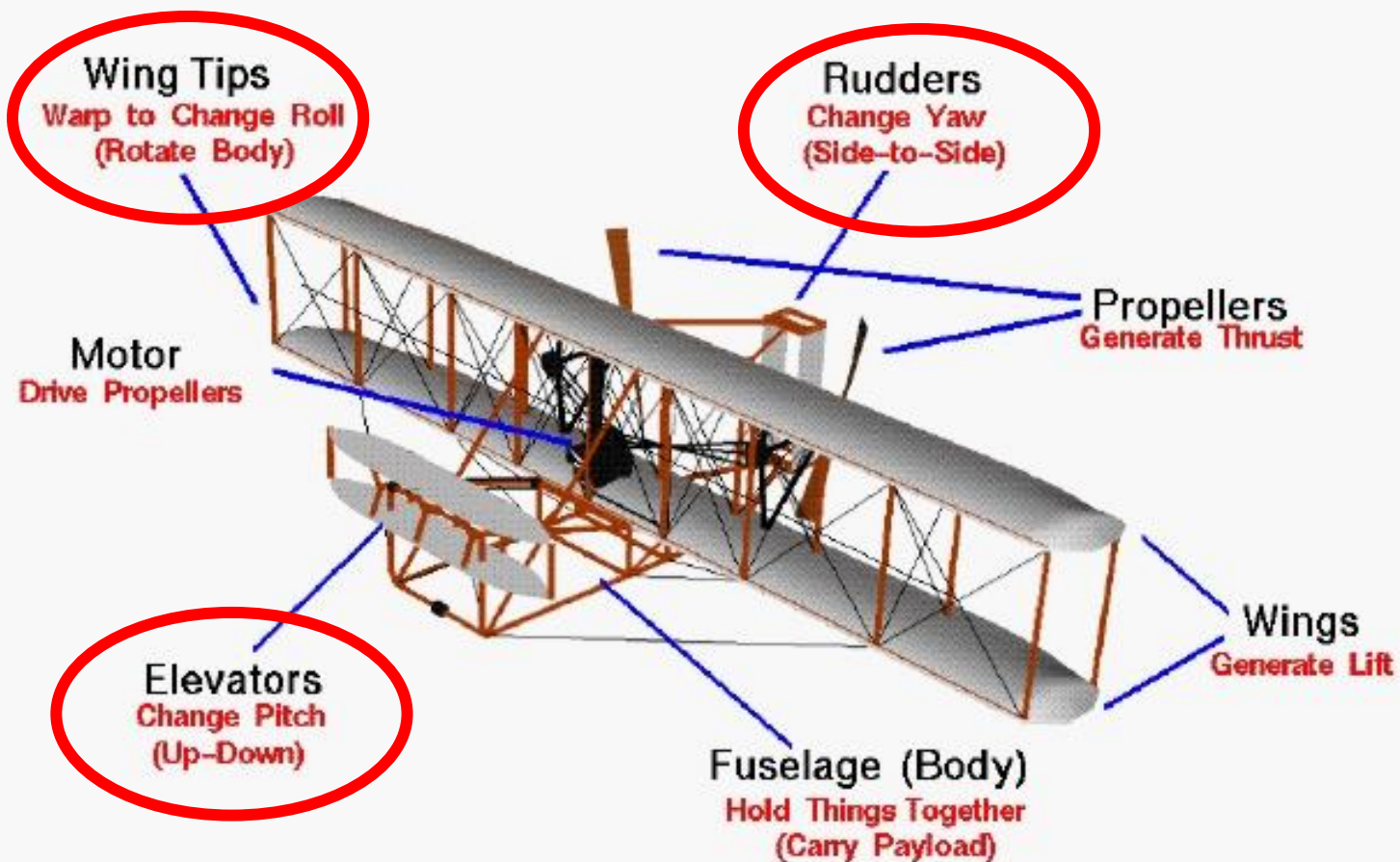


Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Politechnika Warszawska



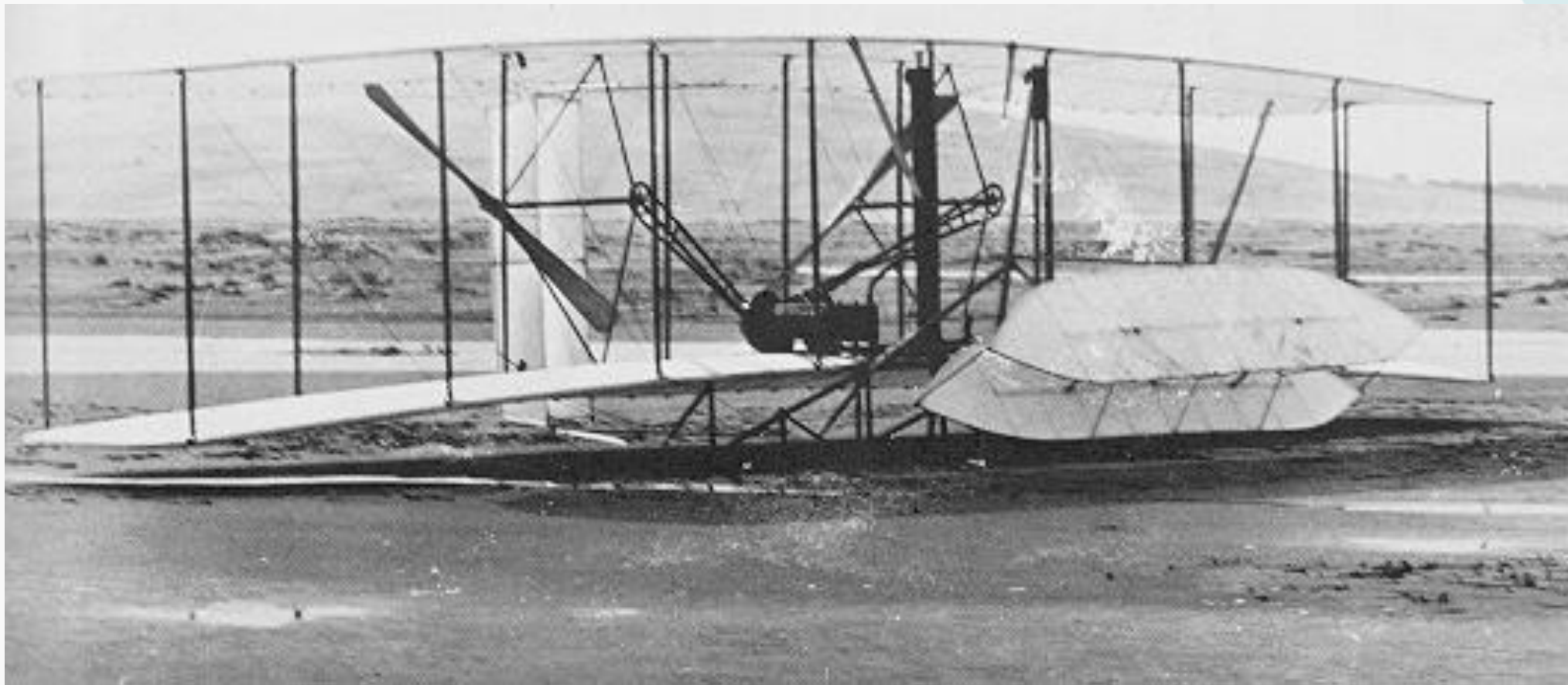
Samolot Braci Wright – w pełni sterowny ale niestateczny



OMNIS

Rezultat

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.



Wright Flyer, uszkodzony po czwartym locie – 17 grudnia 1903



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



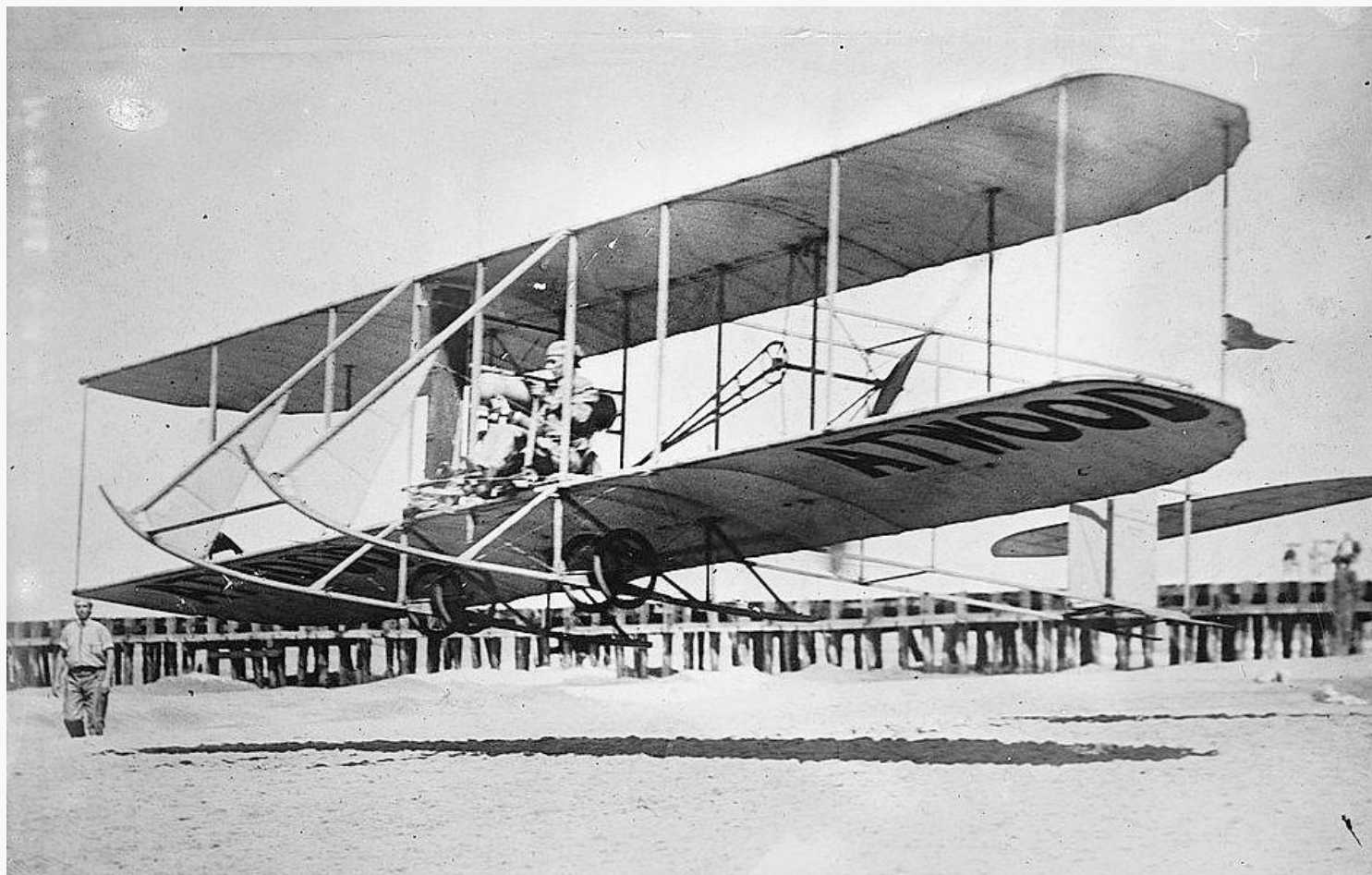
Politechnika Warszawska



OMNIS

Modyfikacja – Flyer B

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.



Flyer B, już w układzie klasycznym



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Politechnika Warszawska

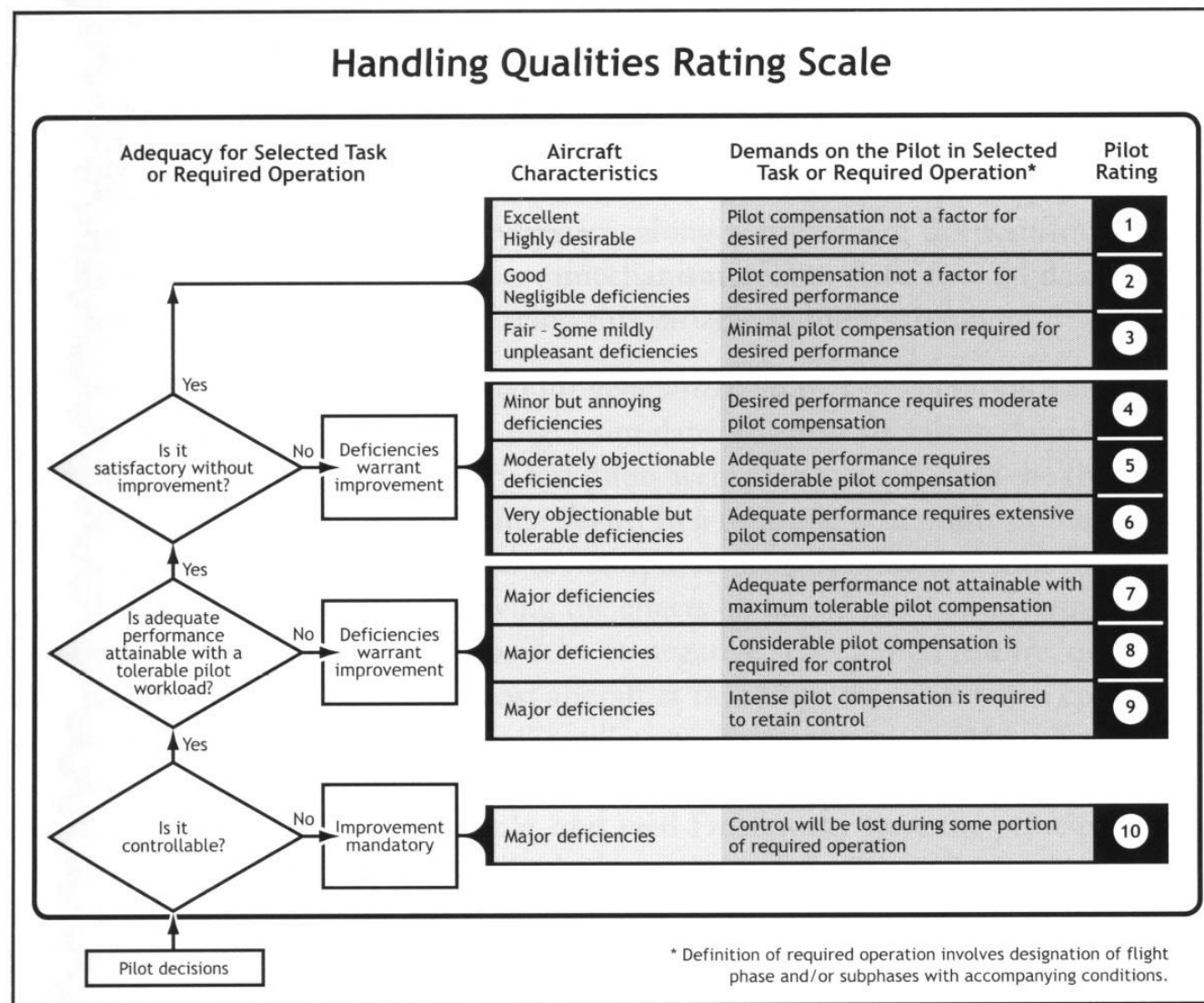


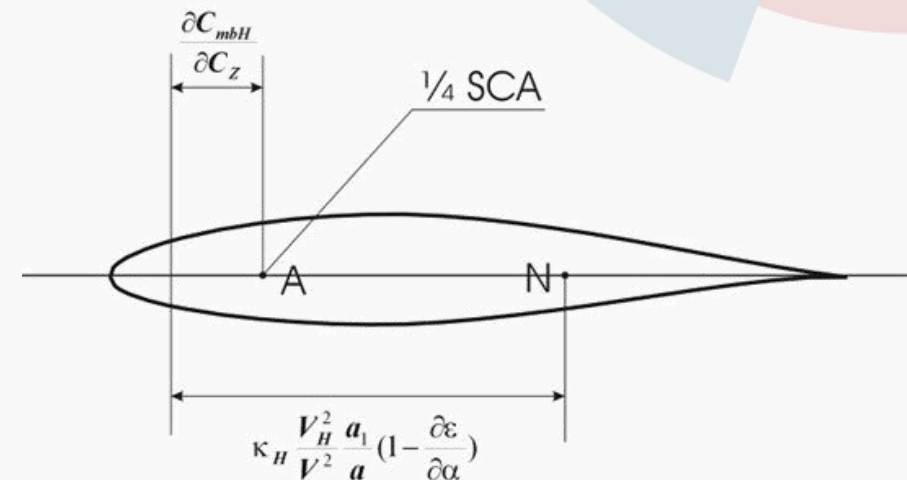
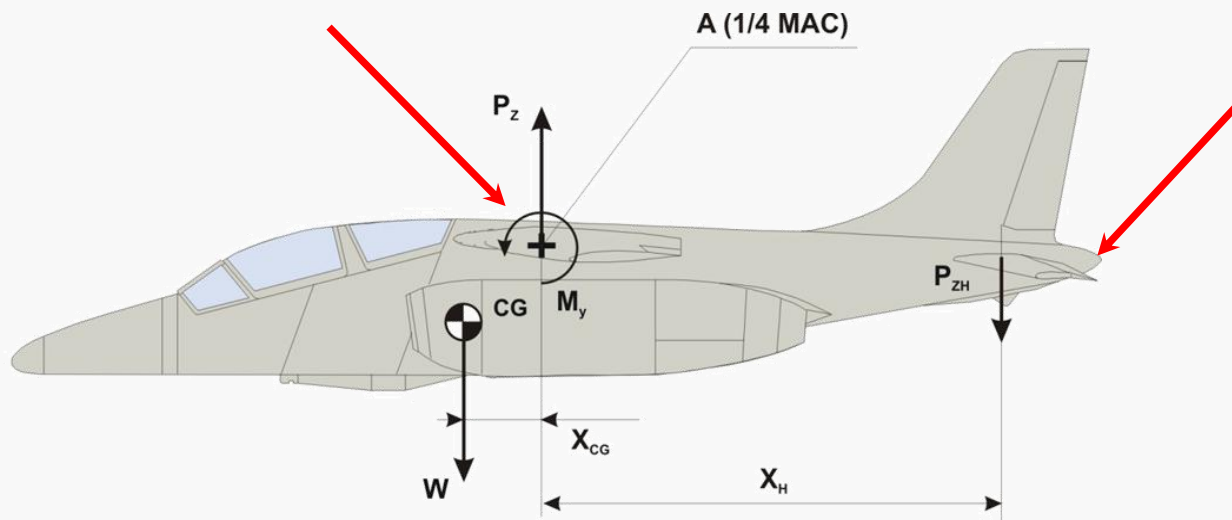
OMNIS

Właściwości lotne – co to jest?

- Właściwości lotne, pilotażowe (handling qualities, flying qualities) stanowią zespół tych cech i właściwości statku powietrznego, które decydują o łatwości i precyzji, z jaką pilot jest w stanie wykonać zadanie. (Cooper-Harper)
- Dobre właściwości lotne zapewniają równowagę między stabilnością samolotu, jego sterownością i możliwościami pilota.







Punkt neutralny stateczności:

$$\frac{\partial C_{m,N}}{\partial C_Z} = 0$$

Podstawowa miara stateczności podłużnej – zapas stateczności:

$$h_N = x_N - x_{CG} \quad \text{gdzie:} \quad \bar{x}_N = \frac{x_N}{C_a} = \frac{-\frac{\partial C_{mbH}}{\partial C_Z} + \kappa_H \frac{V_H^2}{V^2} \frac{a_1}{a} \left(1 - \frac{\partial \varepsilon}{\partial \alpha}\right)}{1 + \frac{S_H}{S} \frac{V_H^2}{V^2} \frac{a_1}{a} \left(1 - \frac{\partial \varepsilon}{\partial \alpha}\right)}$$



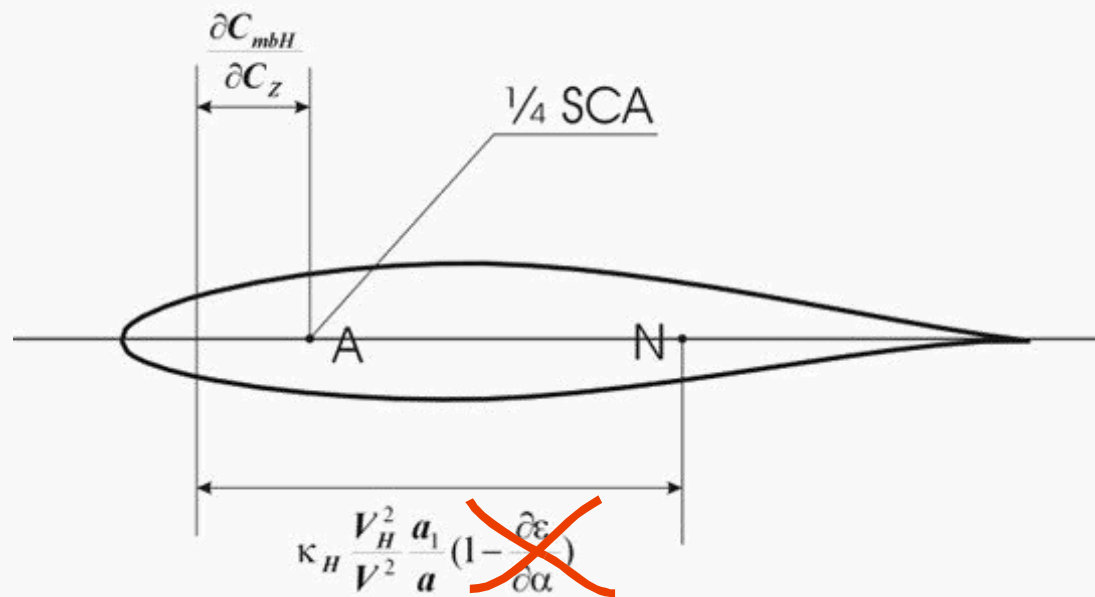
- Zalety
 - brak kadłuba, usterzeń – mniejsza powierzchnia omywana, czyli mniejsze opory tarcia
- Problemy:
 - Stateczność podłużna
 - brak usterzenia poziomego
 - wymagane silnie przednie położenie S.C.
 - problemy z równowagą
 - Stateczność boczna
 - cecha objętościowa usterzenia pionowego – zwykle krótkie ramię lub brak usterzenia pionowego
 - konieczność zapewnienia stateczności bocznej stosownym skosem płata

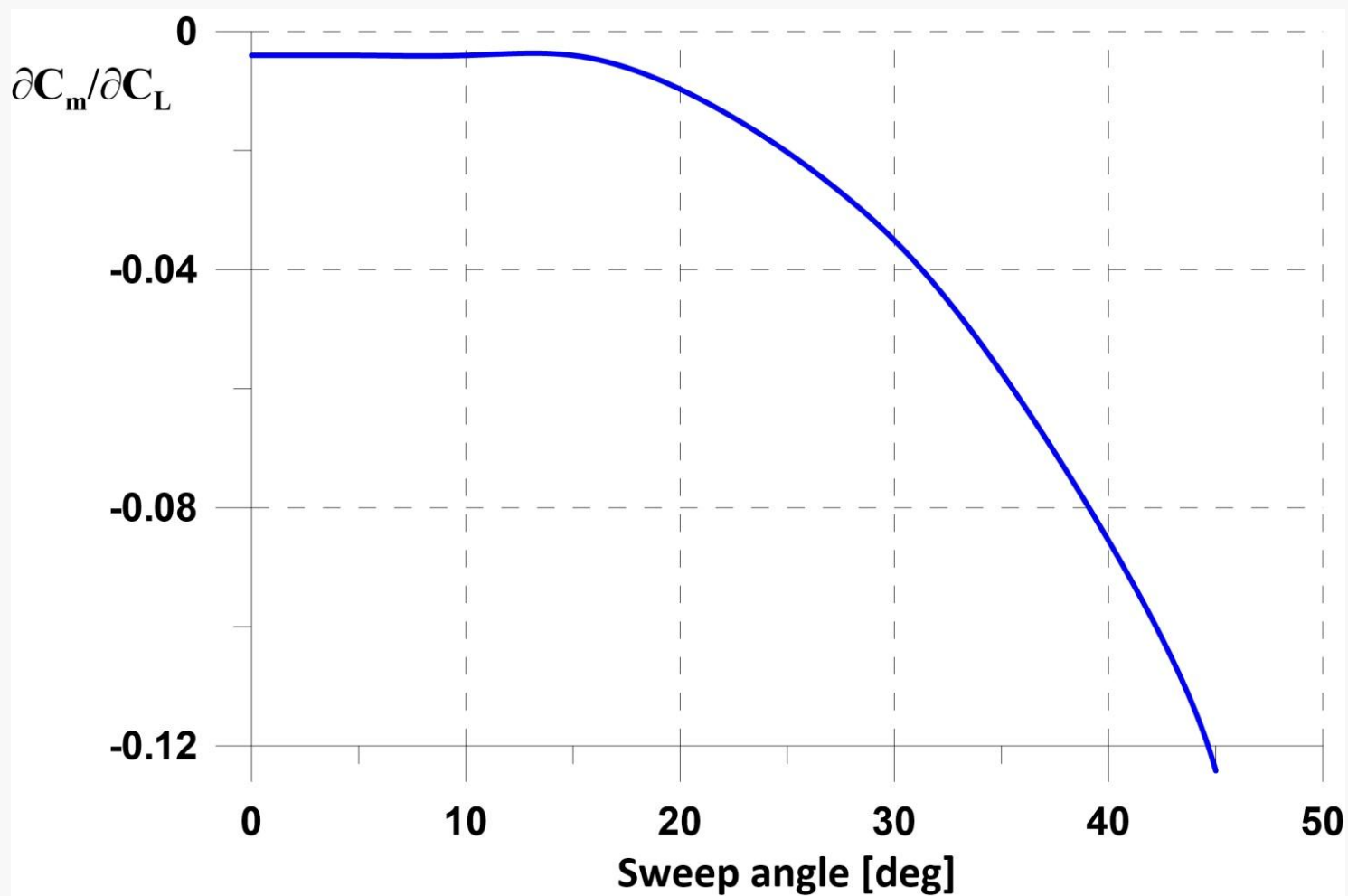




Zagadnienie równowagi i stateczności

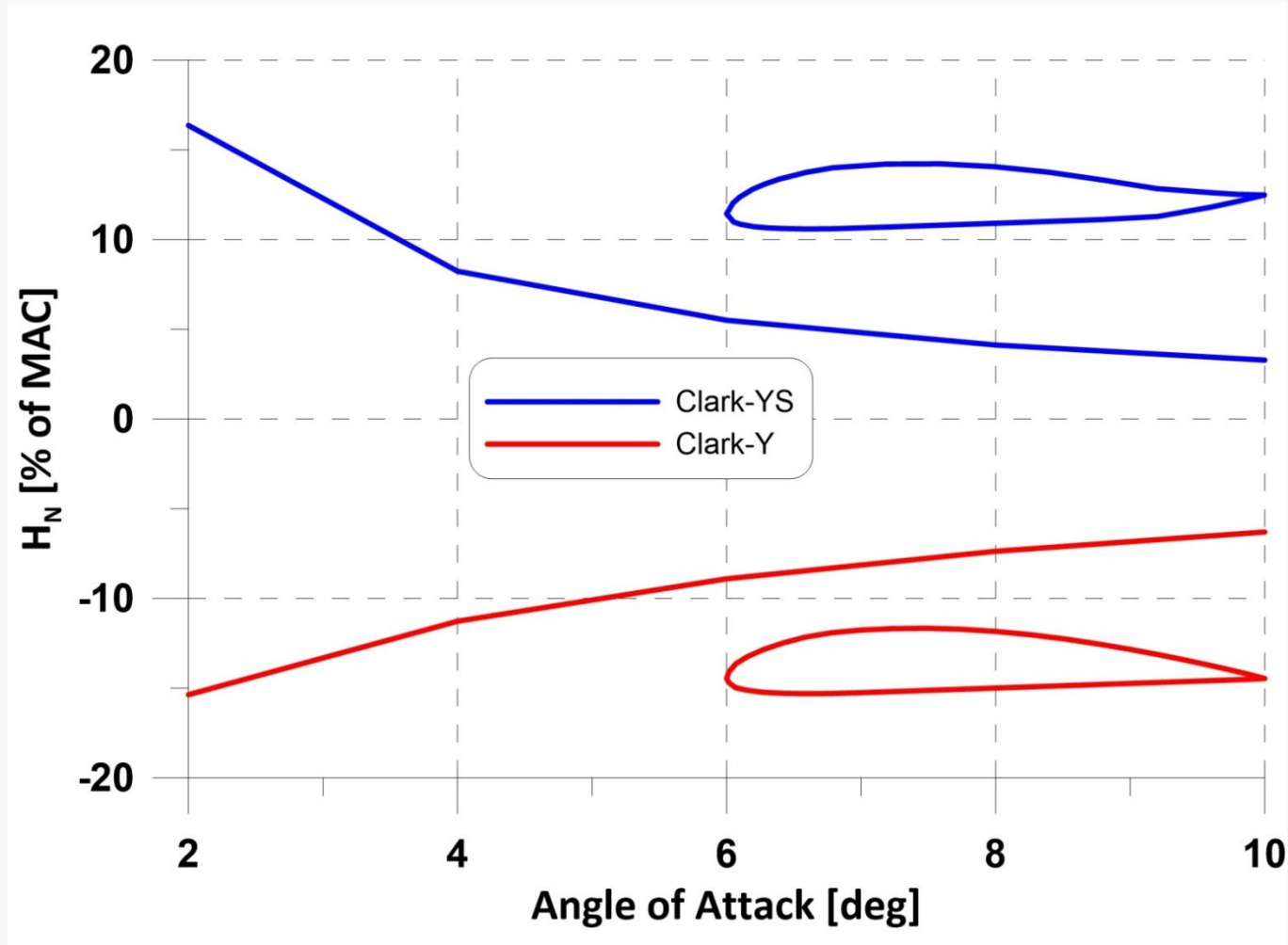
$$\bar{X}_N = \frac{X_N}{C_a} = \frac{-\frac{\partial C_{mbH}}{\partial C_Z} + \cancel{\frac{S_H \kappa_H V_H^2 a_1}{S C_a V^2 a} \left(1 - \frac{\partial \varepsilon}{\partial \alpha}\right)}}{1 + \frac{S_H V_H^2 a_1}{S V^2 a} \left(1 - \frac{\partial \varepsilon}{\partial \alpha}\right)}$$





Pochodna momentu pochylającego w funkcji skosu płata - przesunięcie punktu neutralnego do tyłu





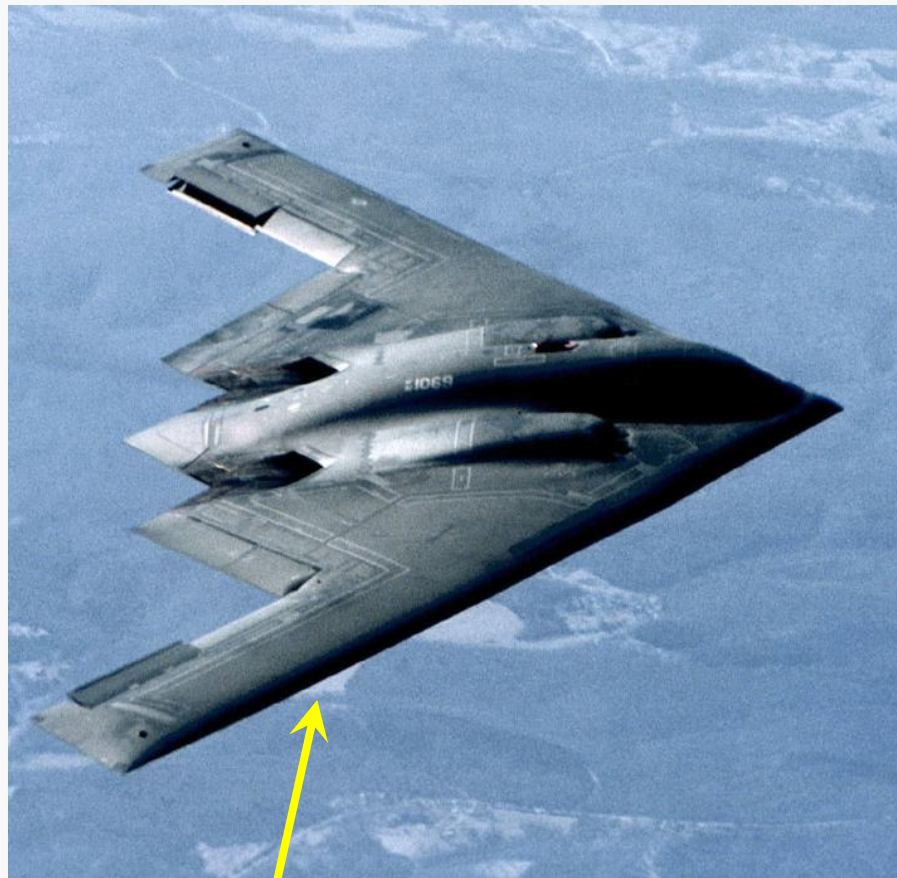
Odległość punktu neutralnego od środka parcia dla profilu zwykłego i samostatecznego



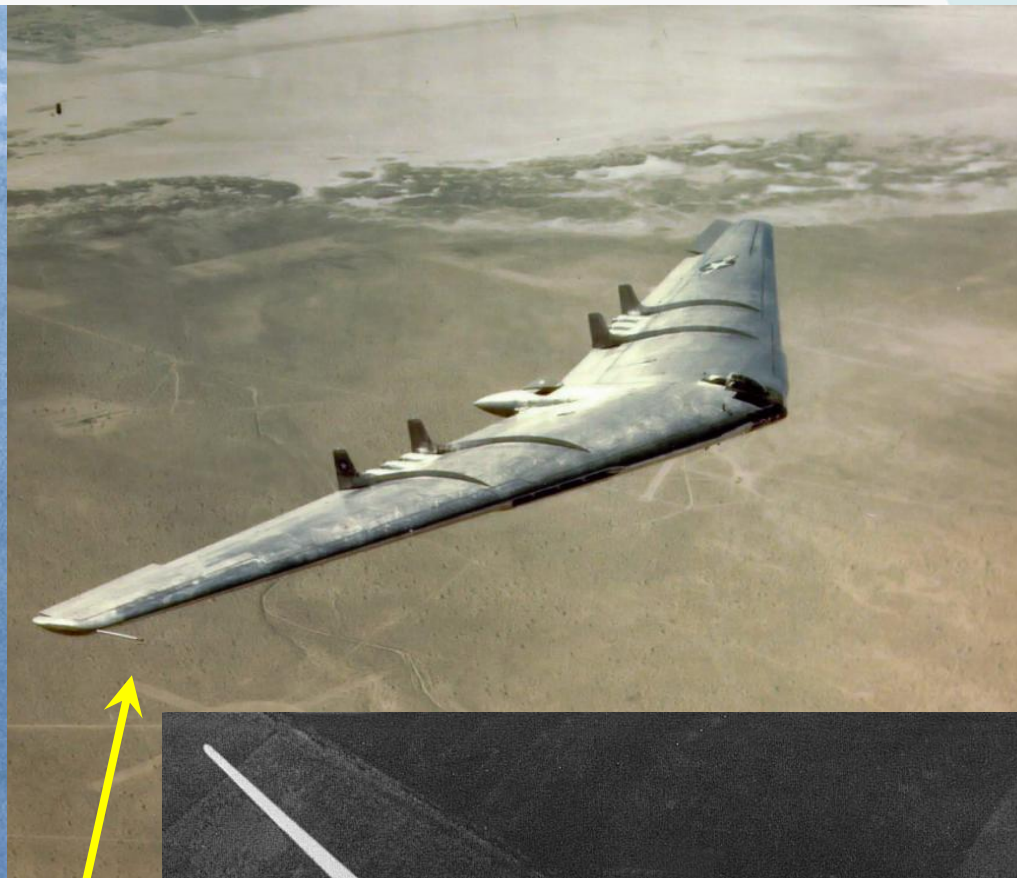
OMNIS

Układy niekonwencjonalne – latające skrzydło

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.

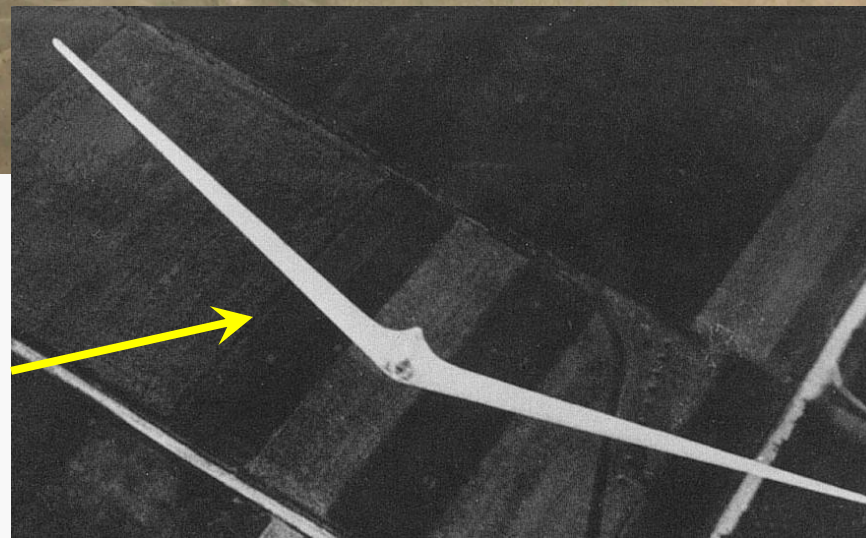


Northrop B2 – Spirit (1989)



YB-49 (1947)

Horten (1944) Ho VI, max. L/D=43





OMNIS

Latające skrzydła w akcji

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.



Jedyna akcja bojowa ...
na planie filmu
Wojna Światów (1953)



i na planie filmu
Dzień Niepodległości (1996)



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Politechnika Warszawska



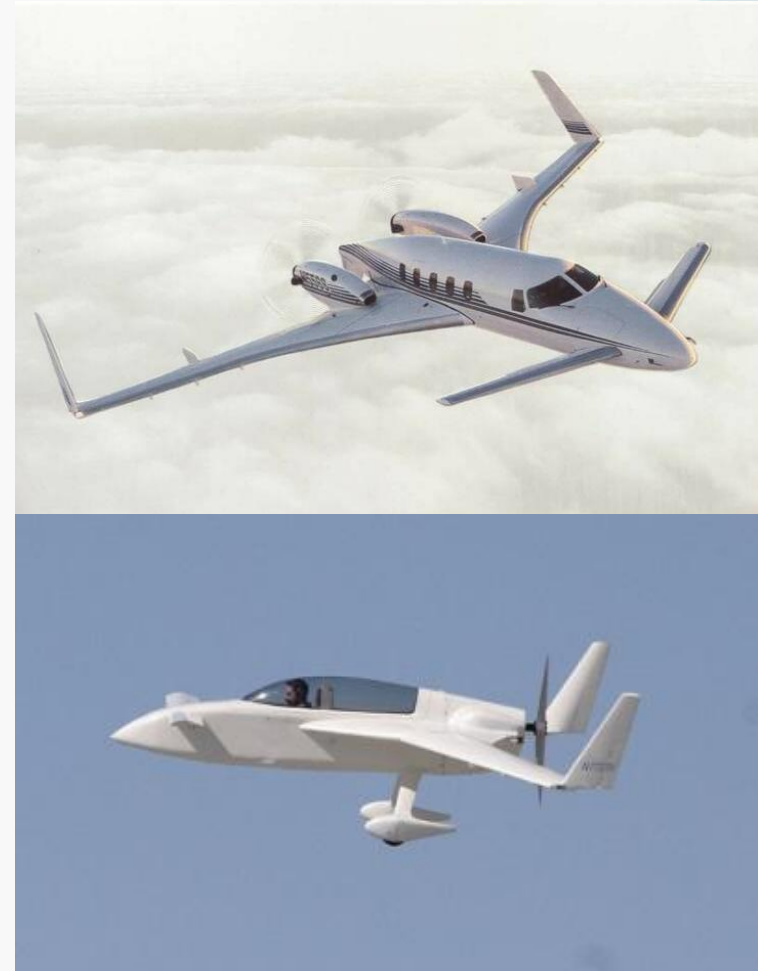
1953



OMNIS

Układy niekonwencjonalne - kaczką

- Zalety
 - dodatnia siła nośna na przednim płacie (canard)
- Stateczność podłużna
 - usterzenia poziome pełni rolę destabilizującą
 - wymagane silnie przednie położenie S.C.
 - problemy z równowagą
- Stateczność boczna
 - cecha objętościowa usterzenia pionowego – zwykle krótkie ramię
 - wpływ strug za canardem na niesymetryczny opływ płata głównego

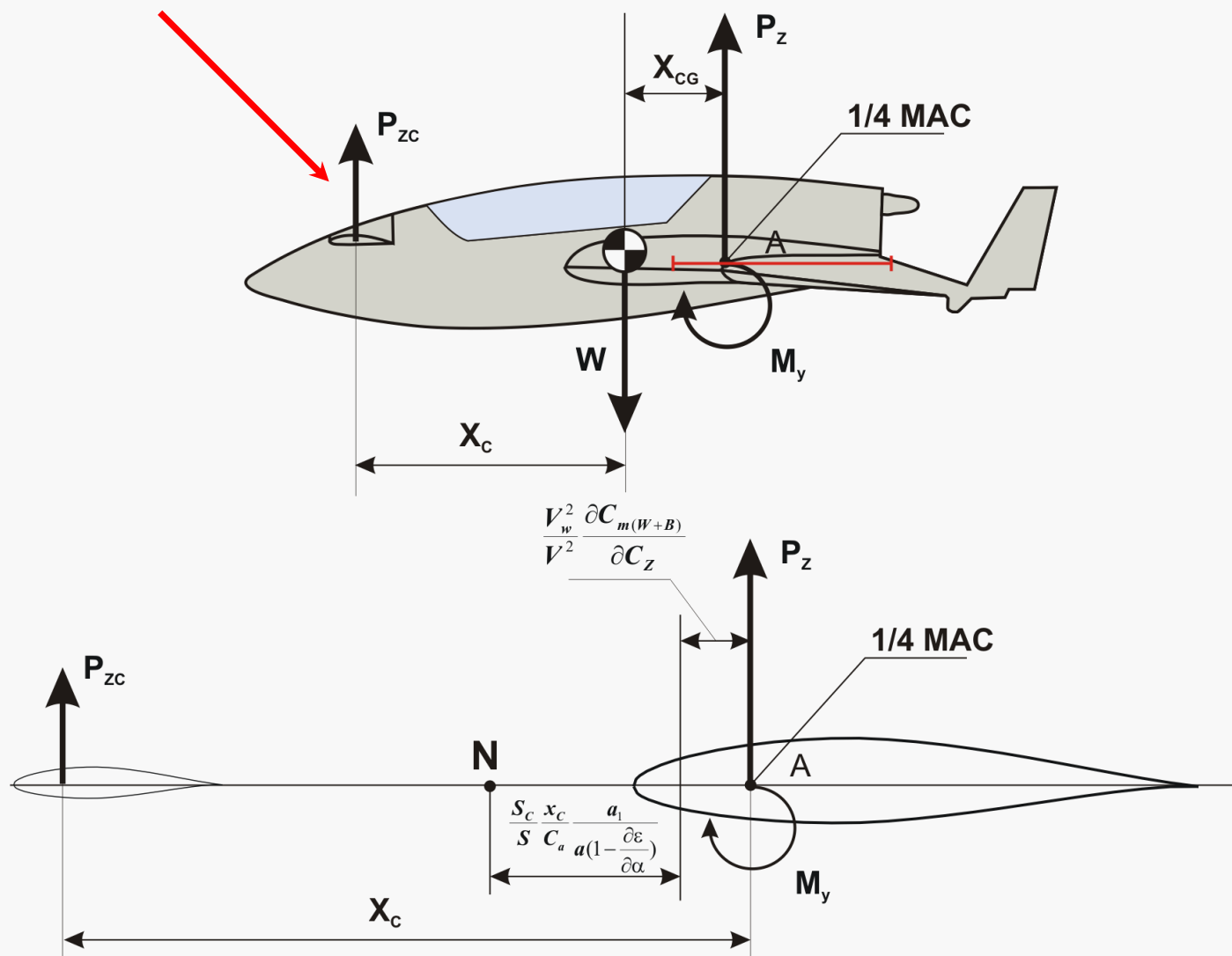




OMNIS

Układ kaczkowy – schemat sił działających na samolot

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.

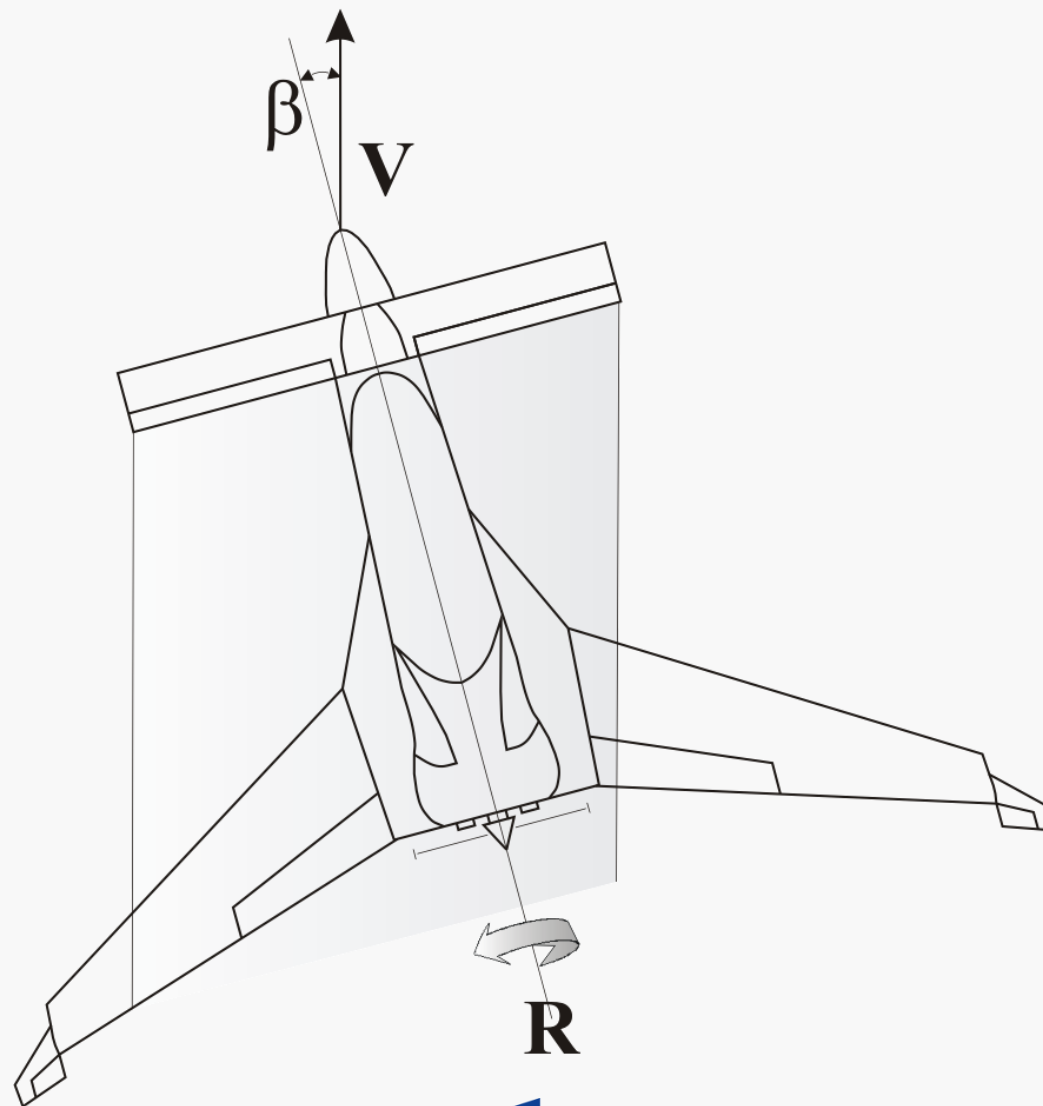




OMNIS

Układ kaczkowy – wpływ strug za canardem

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.





- Zalety
 - podobne jak dla układu kaczki ale większy udział przedniego płata
- Problemy
 - większe zaburzenie na płacie tylnym
 - możliwe nieoczekiwane postacie ruchu



Model 133



Quickie



OMNIS

Tandem Wing - przykład

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.



PPlane project – pierwsza konfiguracja



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską

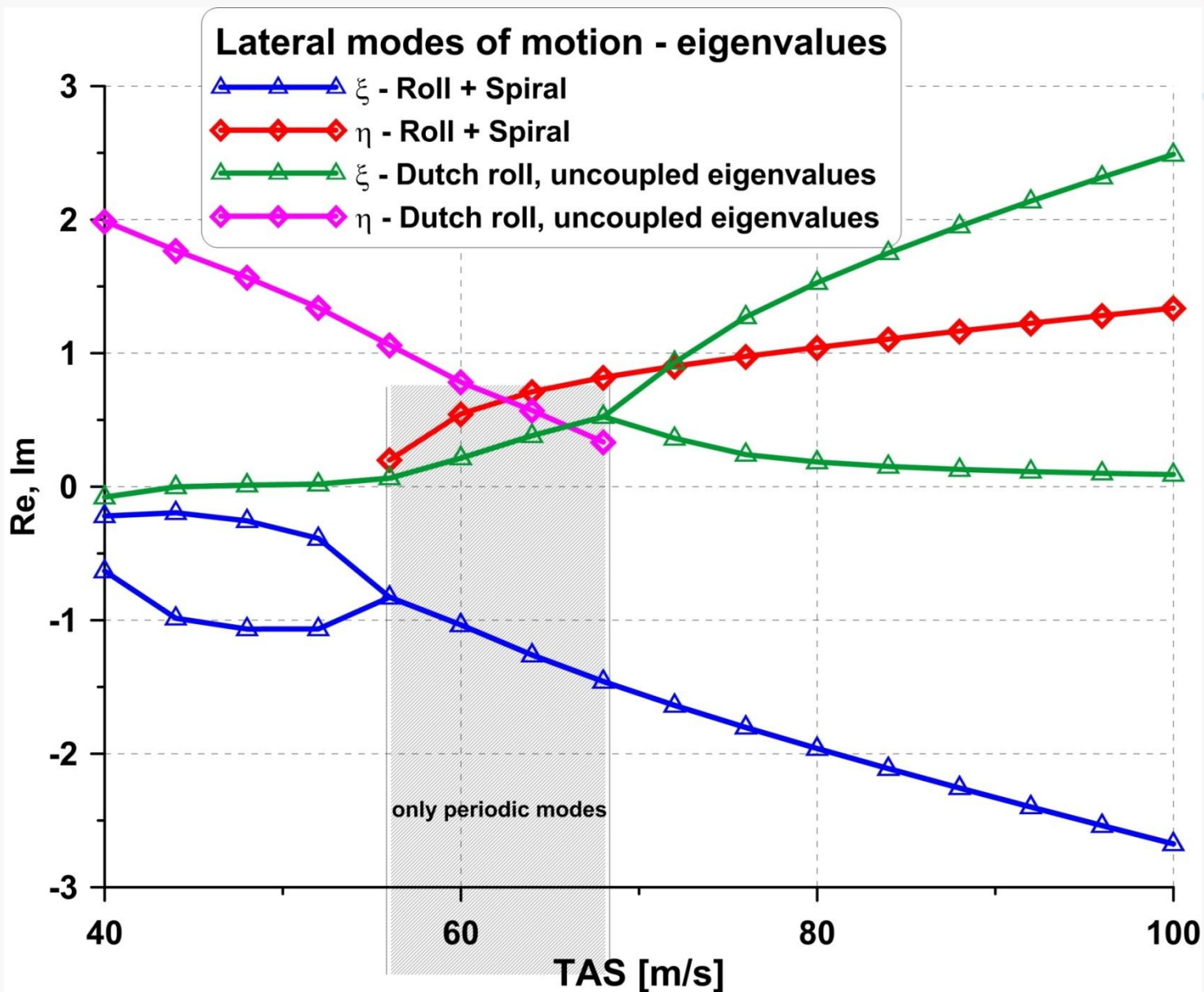


Politechnika Warszawska



OMNIS

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.



Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita Polska

Dofinansowane przez Unię Europejską



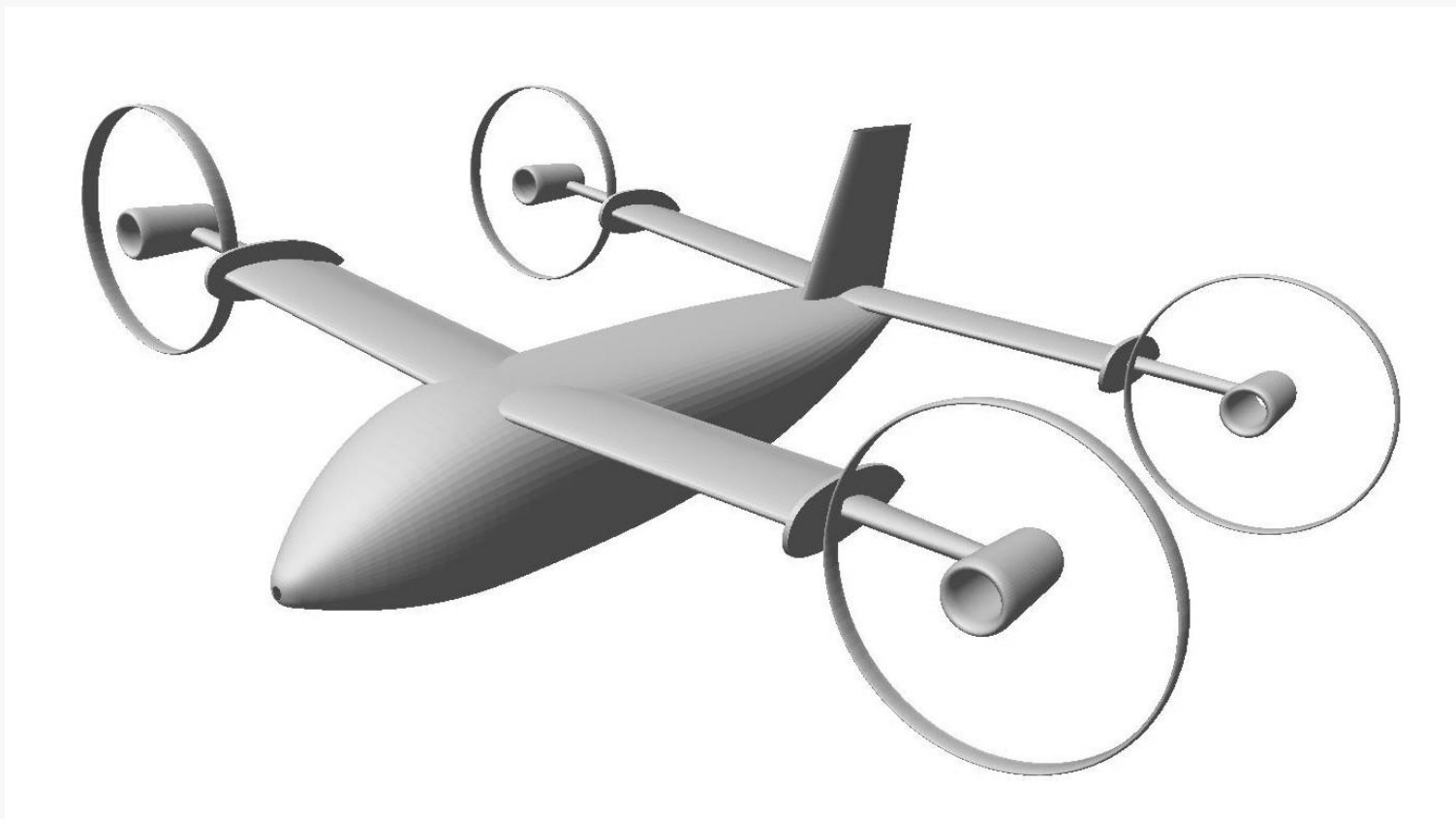
Politechnika Warszawska



OMNIS

Tandem Wing - przykład

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.



PPlane project – finalna konfiguracja



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską

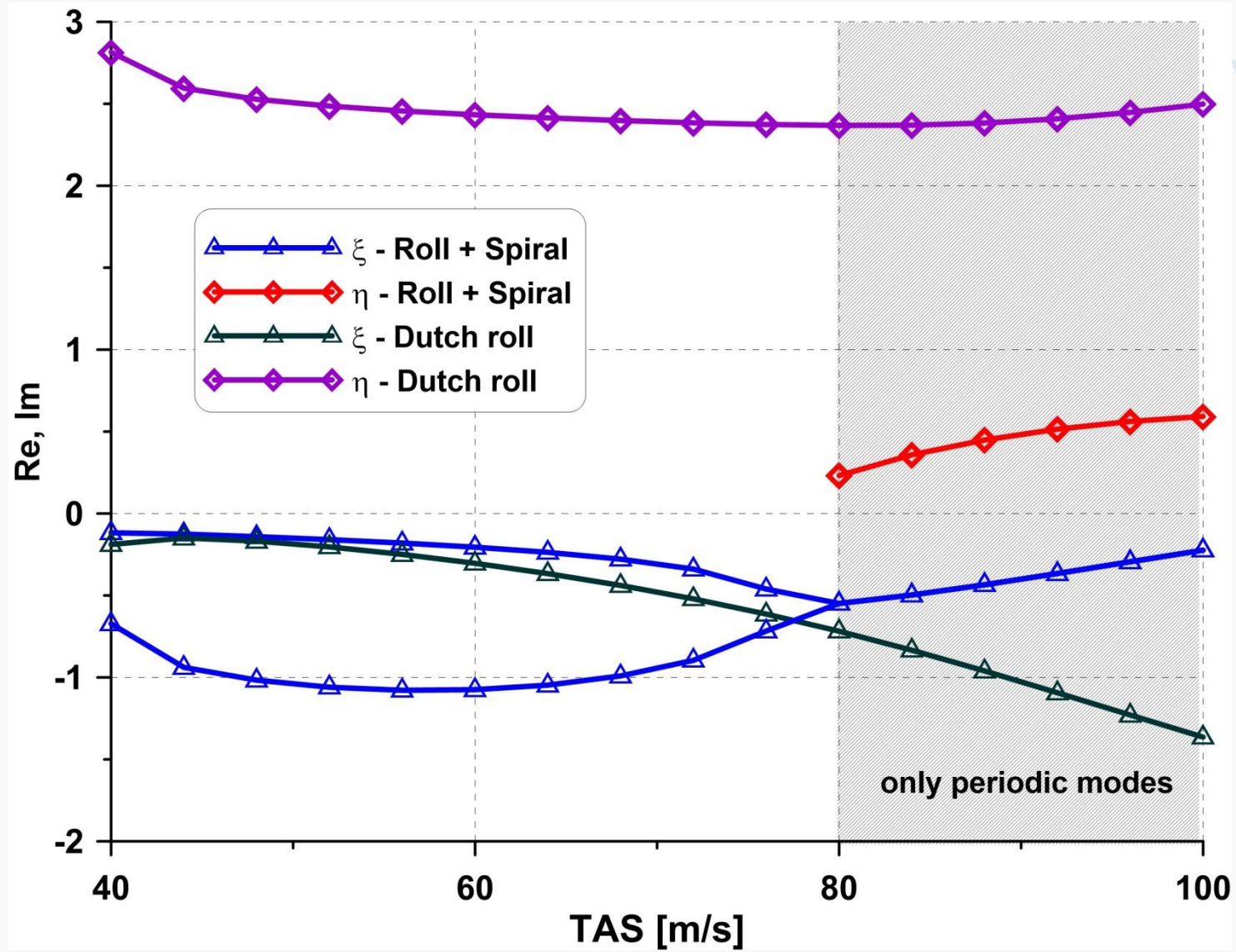


Politechnika Warszawska



OMNIS

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.



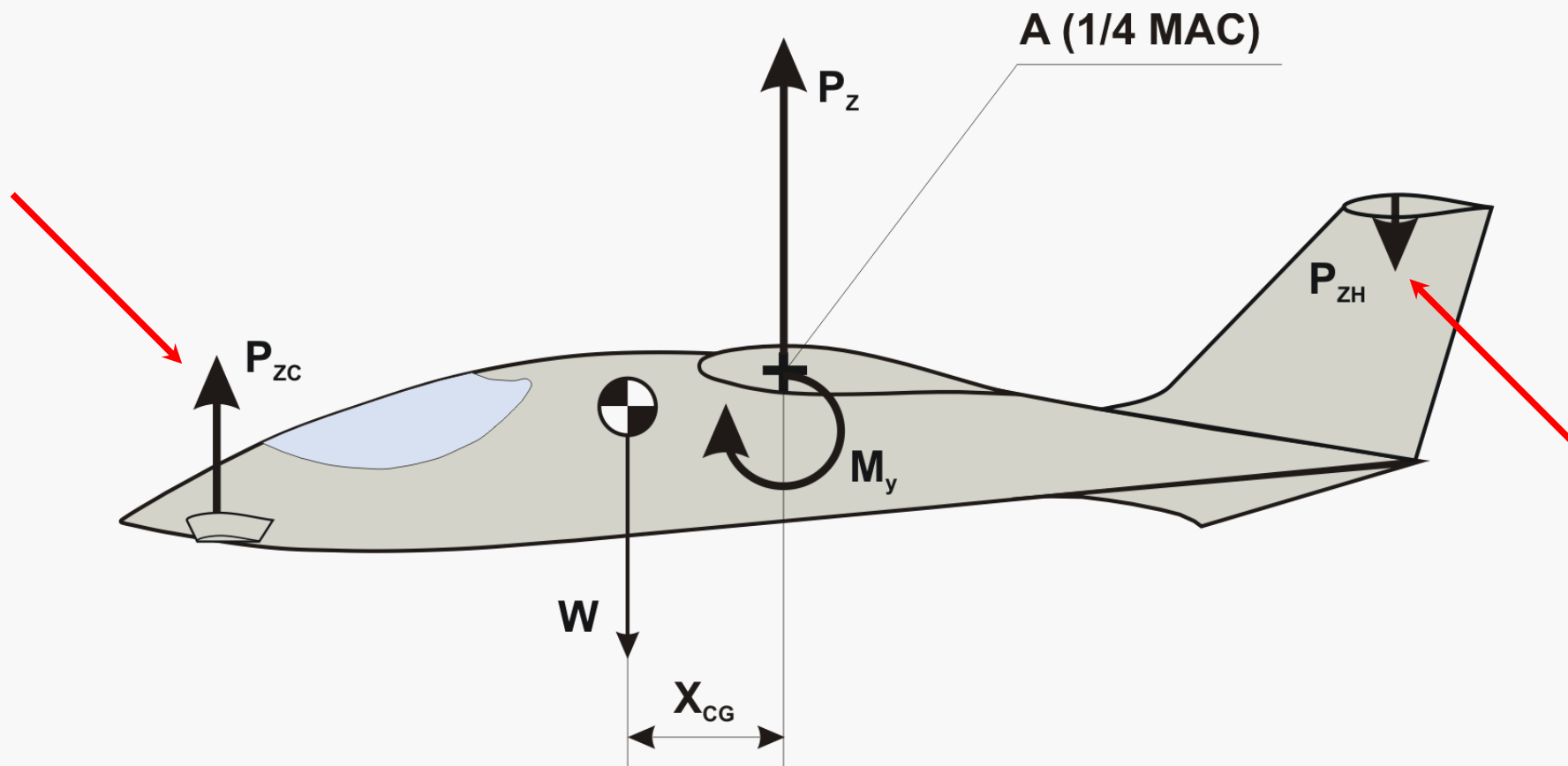


OMNIS

Układy niekonwencjonalne - TSA (Three Surfaces Aircraft)

- Zalety
 - dodatnia siła nośna na przednim płacie (canard)
- równowaga vs. stateczność podłużna
 - cały ładunek przed płatem przednim (duża wędrówka środka ciężkości)
 - dobór powierzchni i wychylenia kłapy canarda tak aby siły na klasycznym usterzeniu były jak najmniejsze
- stateczność boczna
 - małe ramię usterzenia pionowego
 - duża część bryły kadłuba przed płatem głównym



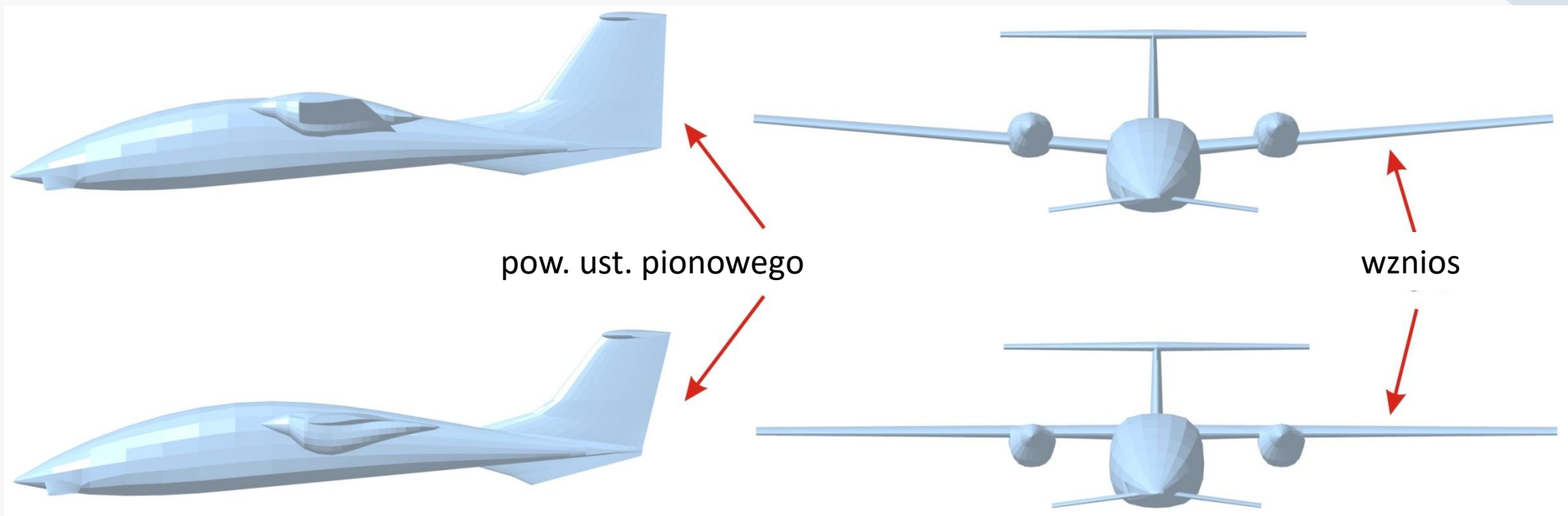




OMNIS

AT-6 – ewolucja konfiguracji

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.





OMNIS

AT6 – finalna konfiguracja - demonstrator

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.





OMNIS

AT6 – finalna konfiguracja - prototyp

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.

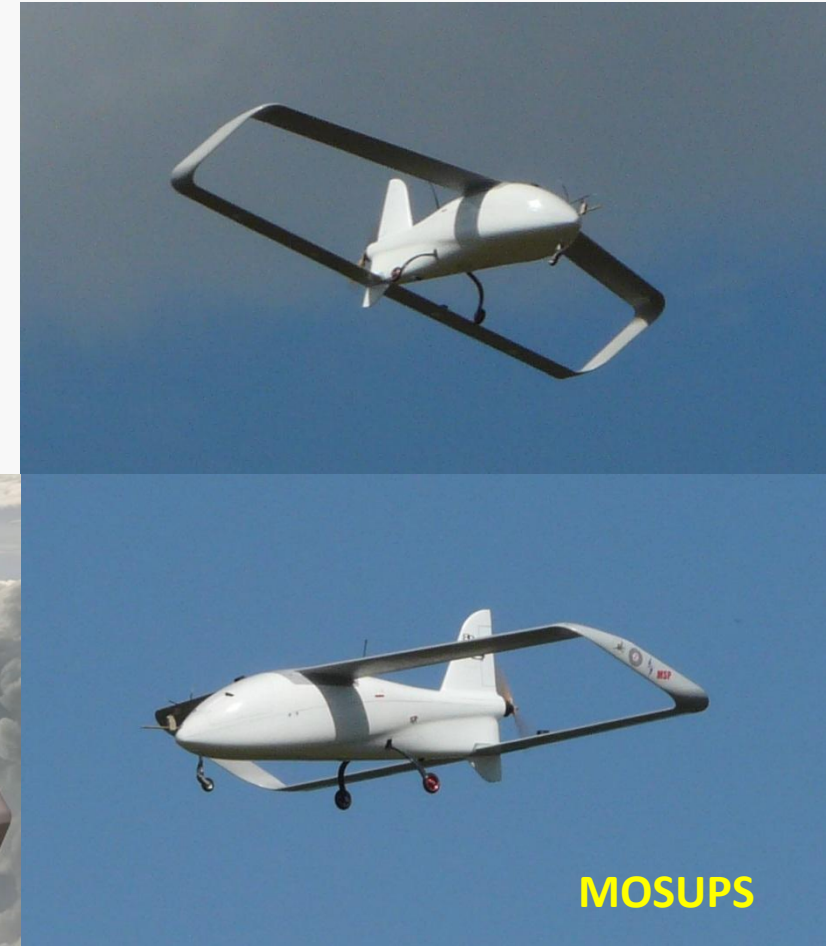




OMNIS

Układy niekonwencjonalne – Box Wing

- Zalety
 - niski opór indukowany
- równowaga vs. stateczność podłużna
 - problemy podobne jak dla tandem wing i kaczk





OMNIS

Czy układ niekonwencjonalny ma przyszłość?

- samoloty współczesne są bliskie doskonałości (?)
a ciągła konkurencja wymusza poszukiwanie nowych rozwiązań, które będą bardziej efektywne
- jakie są metody zaprojektowania lepszych konstrukcji
 1. optymalizacja w tym optymalizacja multidyscyplinarna (MDO)
 2. układy niekonwencjonalne
 3. a może 1 + 2





1967



Wyteż wzrok i znajdź 10 szczegółów różniących samoloty na powyższych zdjęciach (z wyjątkiem obrazów)

2013

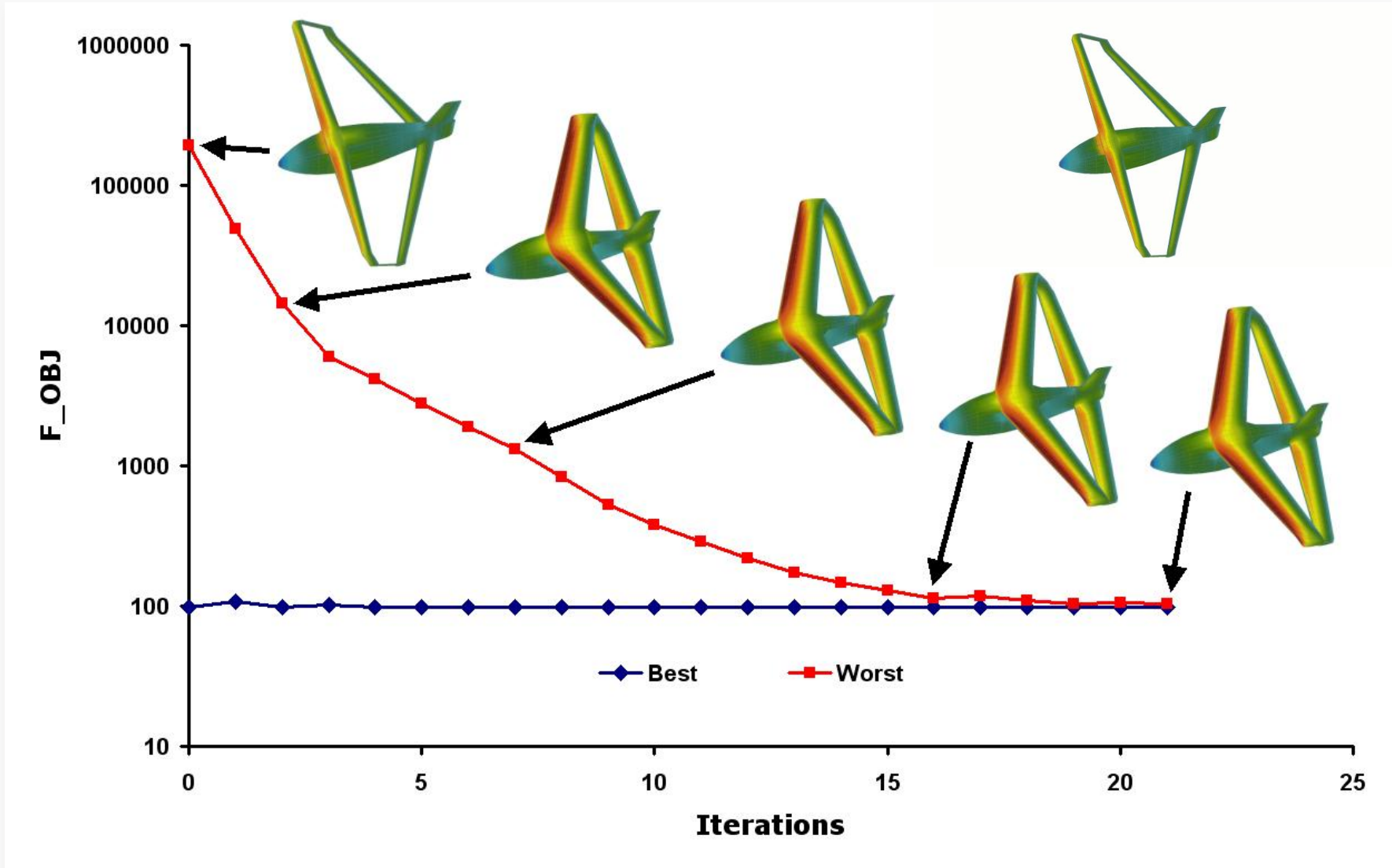




OMNIS

Optymalizacja układu niekonwencjonalnego

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.



Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita Polska

Dofinansowane przez Unię Europejską



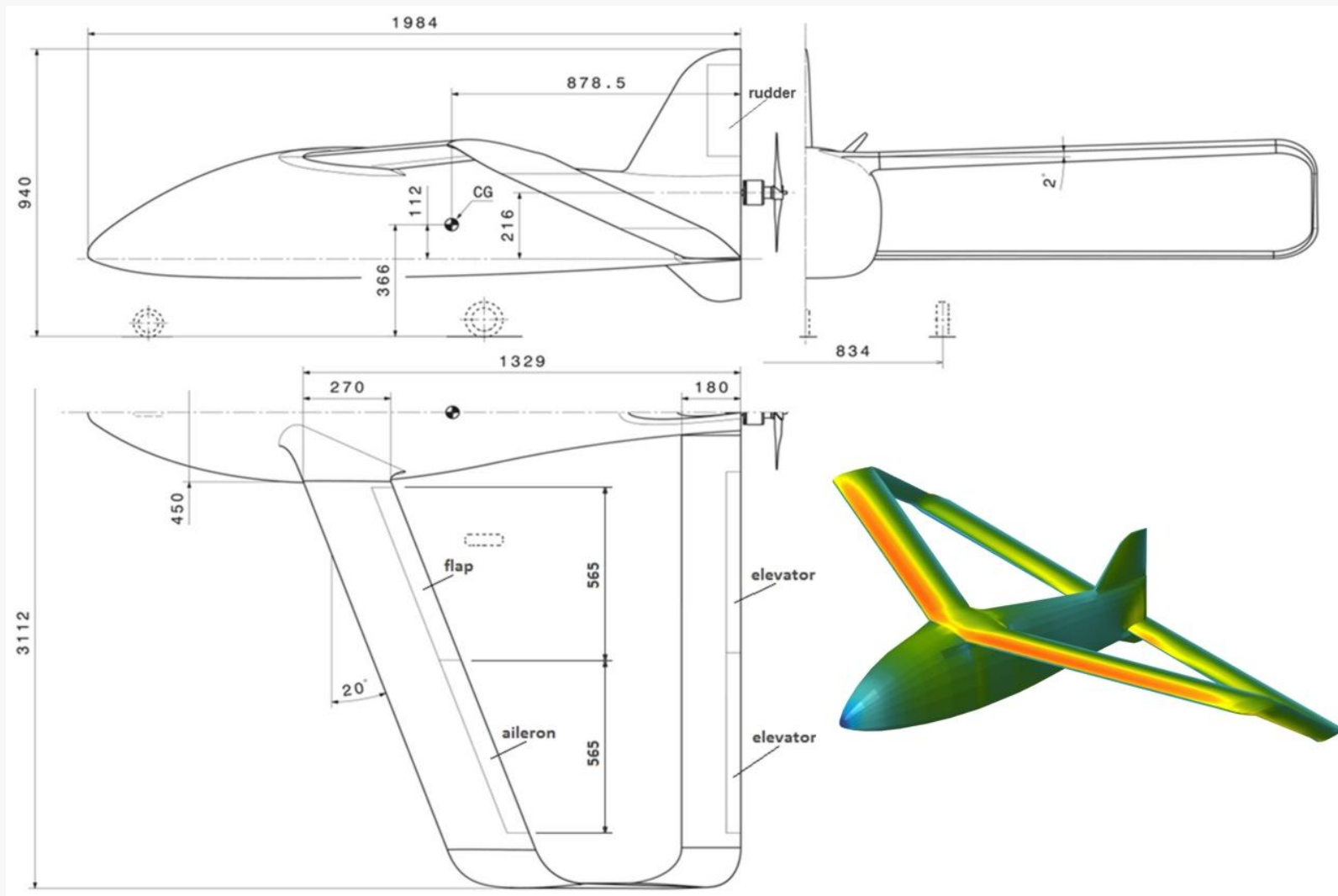
Politechnika Warszawska



OMNIS

Optymalizacja układu niekonwencjonalnego

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.



Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita Polska

Dofinansowane przez Unię Europejską



Politechnika Warszawska

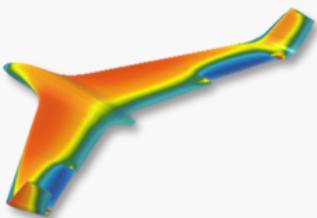


OMNIS

Optymalizacja układu niekonwencjonalnego

NORD

Numerical Optimization Research Demonstrator

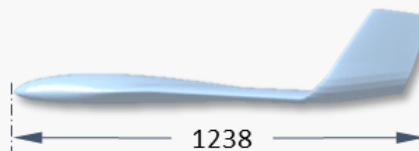
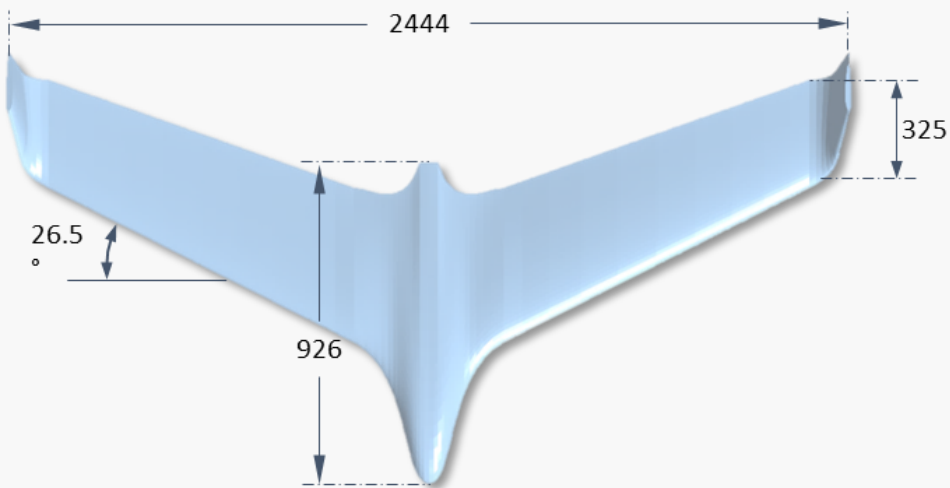


SPECIFICATION

MTOW	5-7 KG
WING SPAN	2444 MM
WING AREA	1.063 M2
FUSELAGE LENGTH	926 MM
MAC	358 MM
DIHEDRAL	-0.56 DEG
PAYLOAD	1.5 KG

FLIGHT DURATION **60 MIN**

PROPULSION **ELECTRIC**
CONSTRUCTION **COMPOSITE**

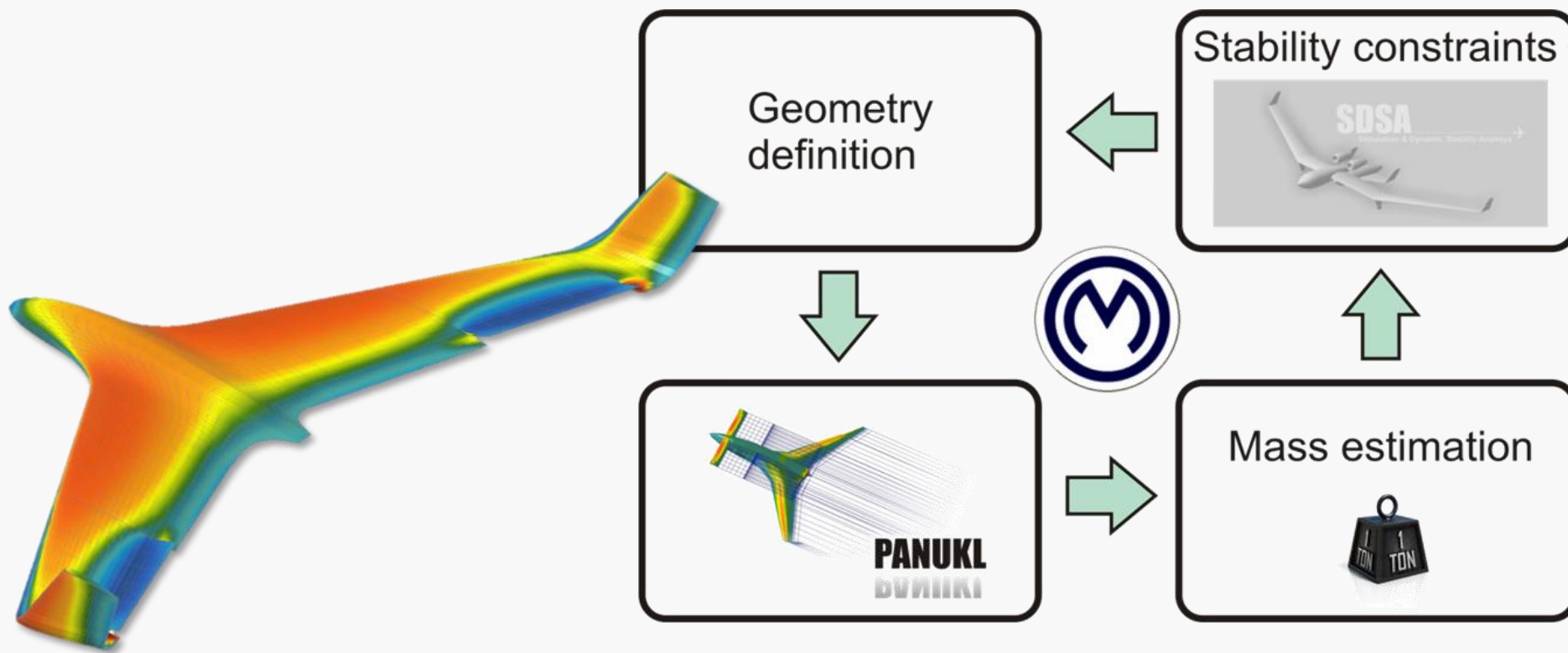




OMNIS

Optymalizacja układu niekonwencjonalnego

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.



Optimization loop





OMNIS

Optymalizacja układu niekonwencjonalnego

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



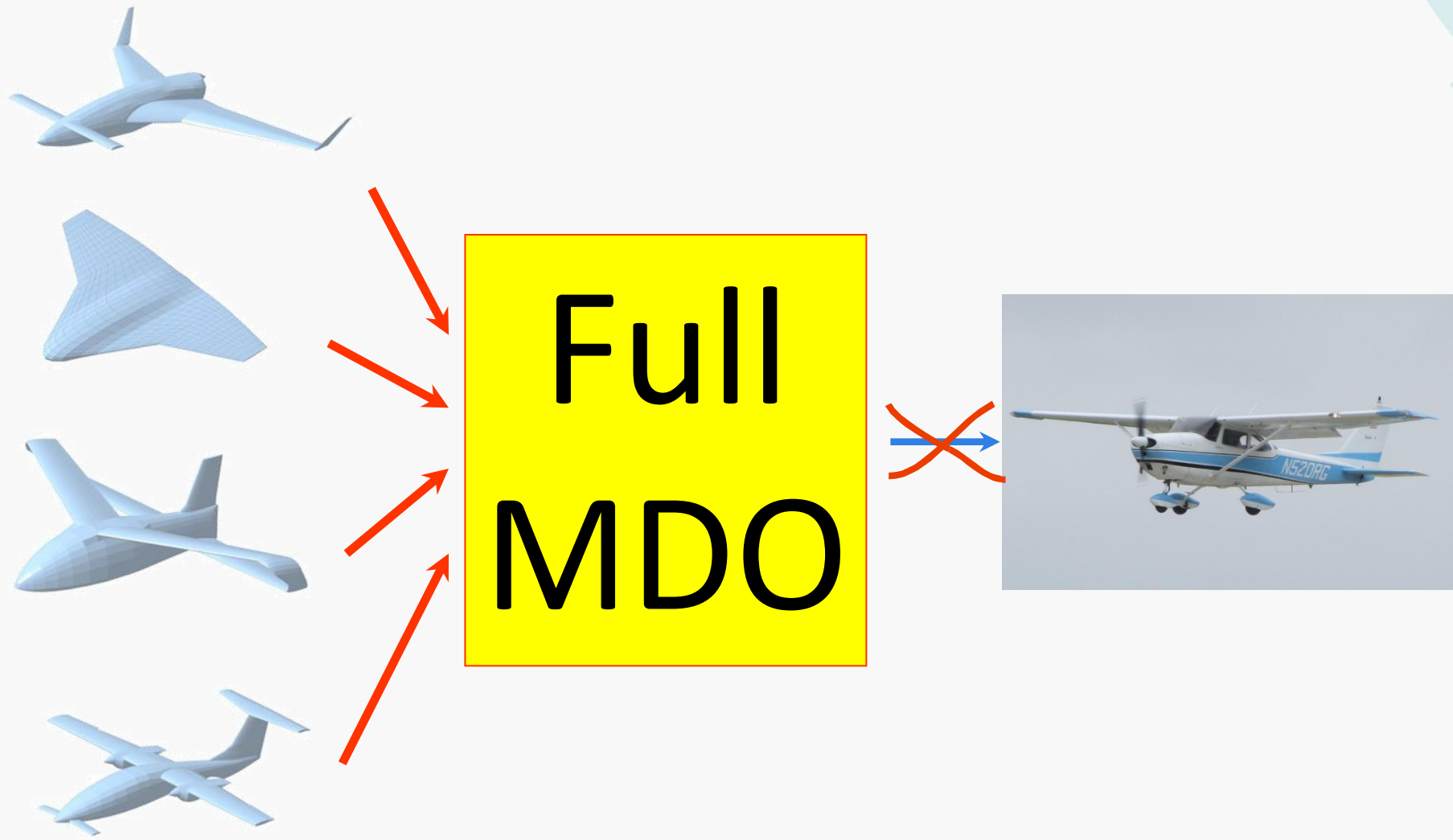
Politechnika Warszawska



OMNIS

Wynik MDO ?

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.





OMNIS Optymalizacja w inżynierii lotniczej i kosmicznej

Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność.

Dziękuję za uwagę

