

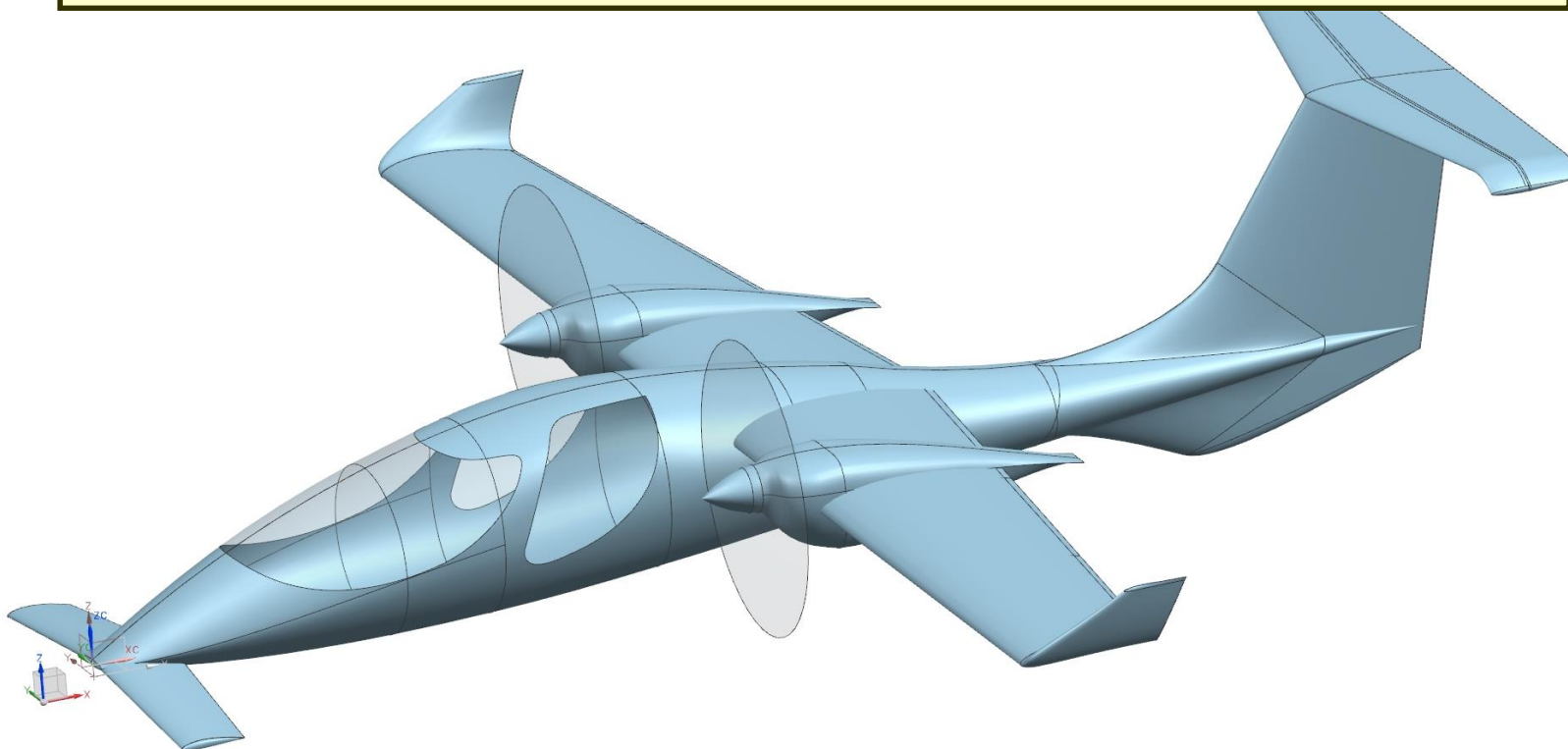


MECHANIKA W LOTNICTWIE – KAZIMIERZ 2014

# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.

## KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6





MECHANIKA W LOTNICTWIE – KAZIMIERZ 2014

# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.

## **ZAŁOŻENIA SAMOLOTU:**

**2 SILNIKI CIĄGNĄCE (ROTAX, 2 x 115 KM)**

**4-MIEJSCOWY**

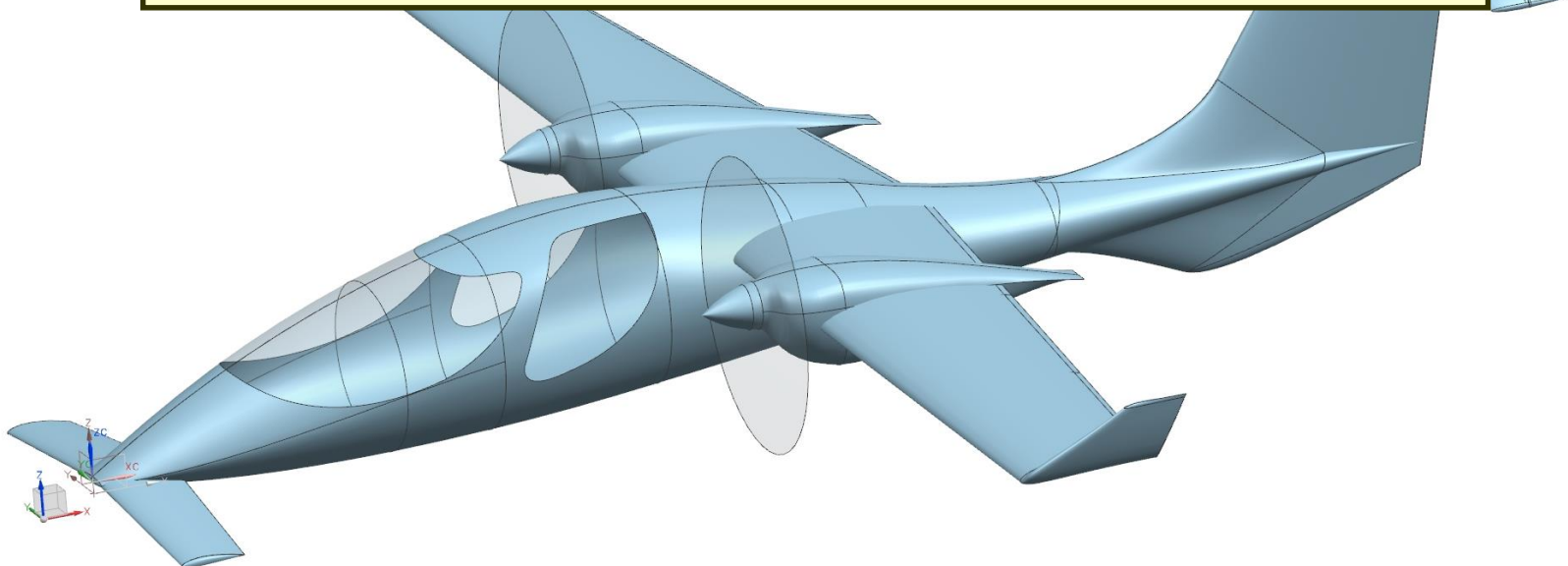
**MASA CAŁKOWITA 1280 kg**

**SPEŁNIA WYMAGANIA ODNOŚNIE LOKALIZACJI ZAŁOGI...**

**PRĘDKOŚĆ MAX ~ 300 km/h**

**PRĘDKOŚĆ MIN. ~ 90 km/h ( $C_{z\_max} \sim 2.6$ )**

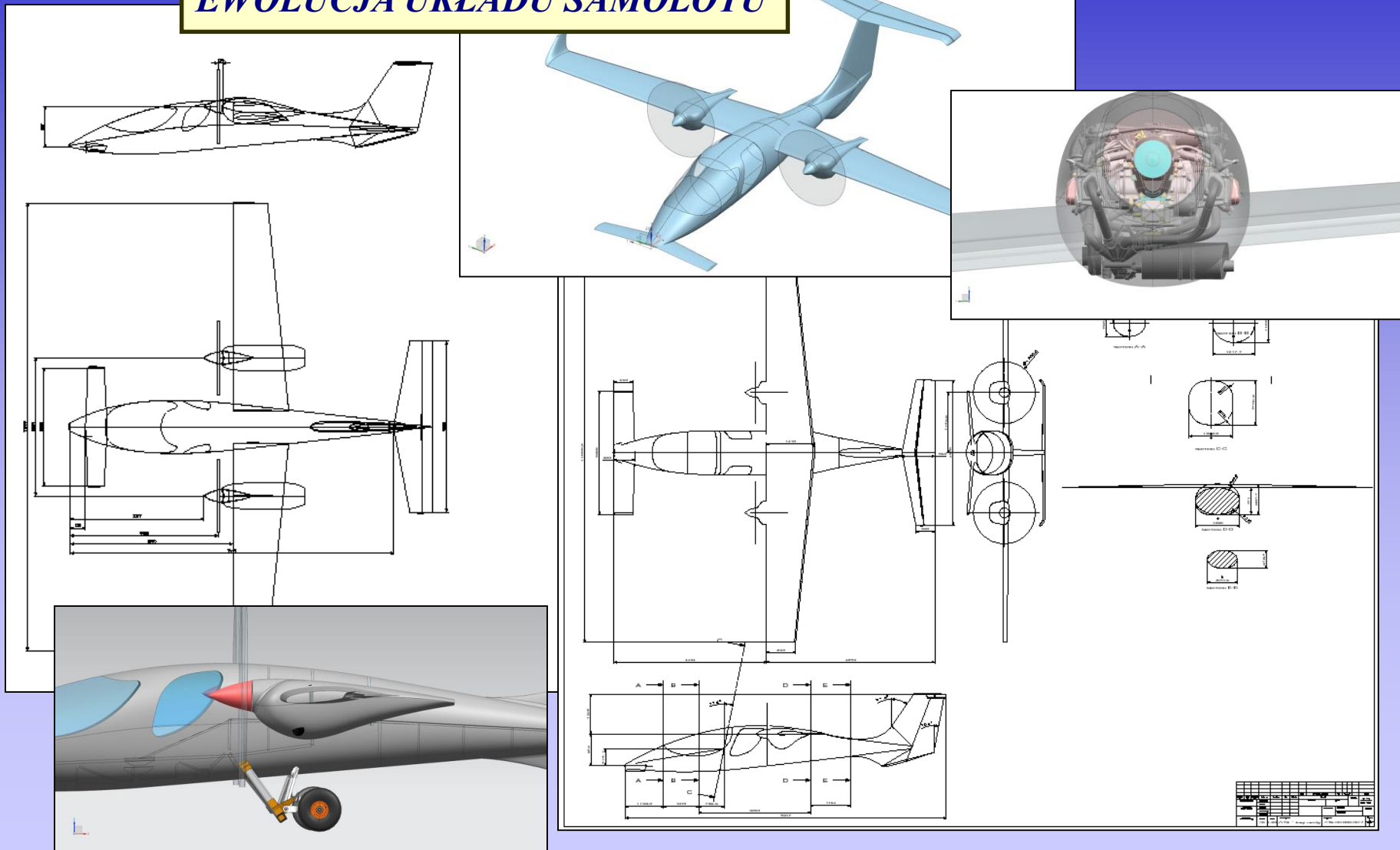
**... DUŻY ZAKRES WĘDRÓWKI ŚRODKA CIĘŻKOŚCI !!!**



# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.

## EWOLUCJA UKŁADU SAMOLOTU





# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

Krzysztof Kubryński  
AT.P Aviation Sp z o.o.

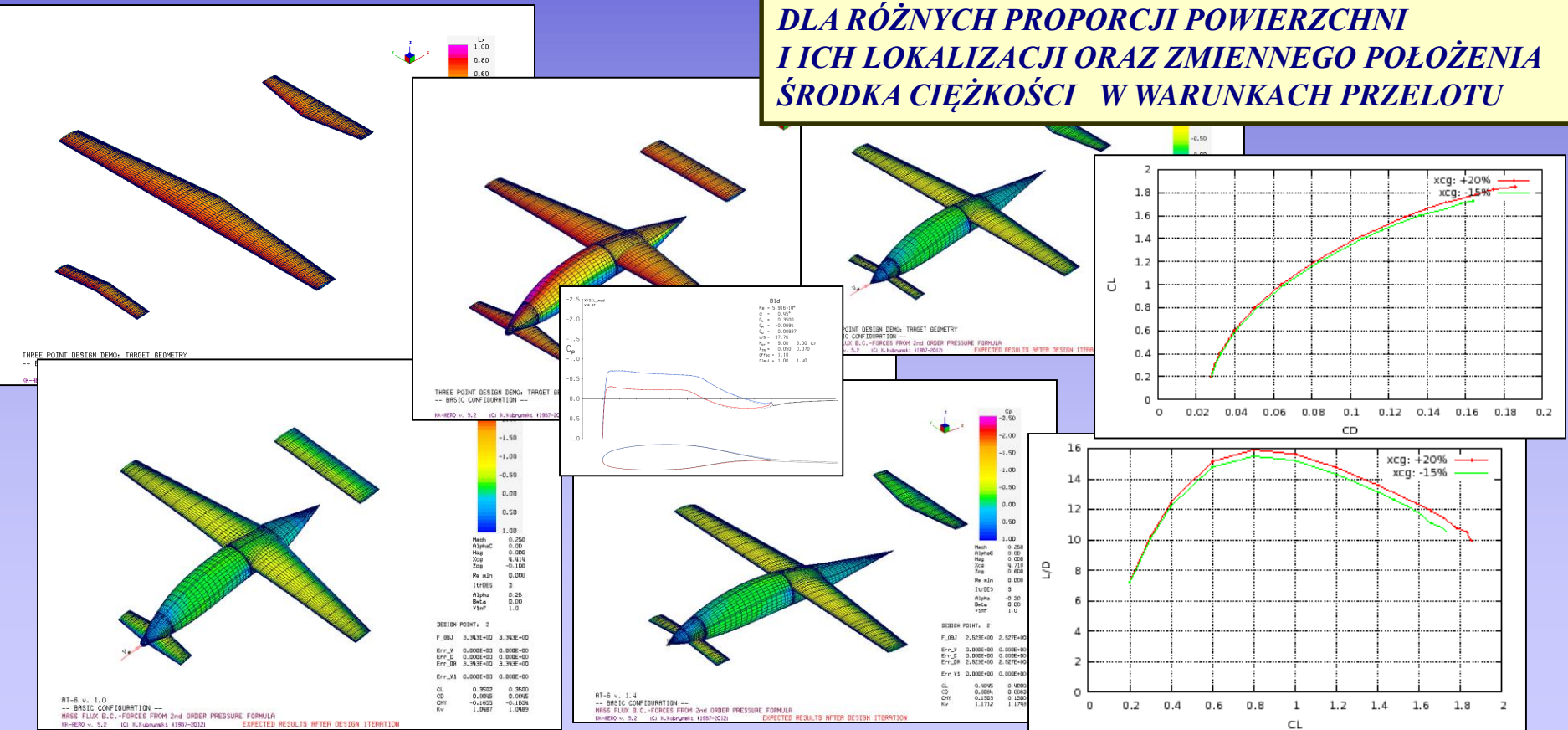
## STUDIUM UKŁADU SAMOLOTU Z TRZEMA POWIERZCHNIAMI NOŚNYMI:

- 1: PŁAT GŁÓWNY
- 2: USTERZENIE TYLNE
- 3: PŁAT PRZEDNI („CANARD”, DESTABILIZATOR)

## WPLYW PARAMETRÓW UKŁADU NA CHARAKTERYSTYKI AERODYNAMICZNE

METODA: OPTIMALIZACJA (SKRĘCEŃ I WYCHYLEŃ POWIERZCHNI STEROWYCH), WSTĘPNY PROJEKT PROFILI

DLA RÓŻNYCH PROPORCJI POWIERZCHNI I ICH LOKALIZACJI ORAZ ZMIENNEGO POŁOŻENIA ŚRODKA CIĘŻKOŚCI W WARUNKACH PRZELOTU





# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.

## STUDIUM UKŁADU SAMOLOTU Z TRZEMA POWIERZCHNIAMI NOŚNYMI:

- 1: PŁAT GŁÓWNY
- 2: USTERZENIE TYLNE
- 3: PŁAT PRZEDNI („CANARD”, DESTABILIZATOR)

### PROJEKT PROFILI PŁATÓW:

- profil typu „general aviation” przeznaczony do pracy w warunkach wymuszonego przejścia w pobliżu krawędzi natarcia (założono wymuszone w pobliżu noska) charakteryzujący się małą wrażliwością na jakość powierzchni (szorstkość, rozbite owady, deszcz)
- duże krytyczne kąty natarcia oraz duża nośność profili (zastosowanie „tylnego obciążenia” i rozkładu ciśnienia typu „roof-top”)
- grubość względna w poszczególnych przekrojach narzucona przez konstruktora
- ograniczenie momentu podłużnego w celu redukcji obciążenia usterzenia poziomego

Narzędzia: XFOIL, MSES, KKAERO

- $Re(Cz=1, y=0) = 3.5$  [mln]
- $Re(Cz=1, y=1.745) = 3.1$  [mln]
- $Re(Cz=1, y=4.3) = 2.5$  [mln]
- $Re(Cz=1, y=5.5) = 2.1$  [mln]



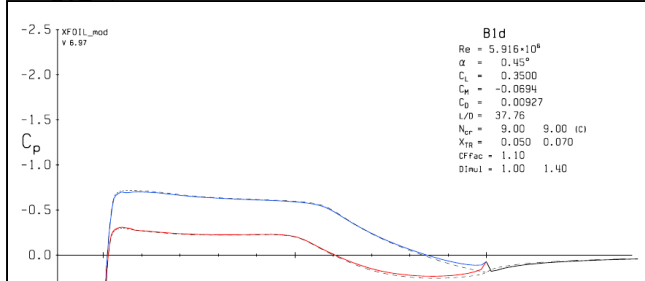
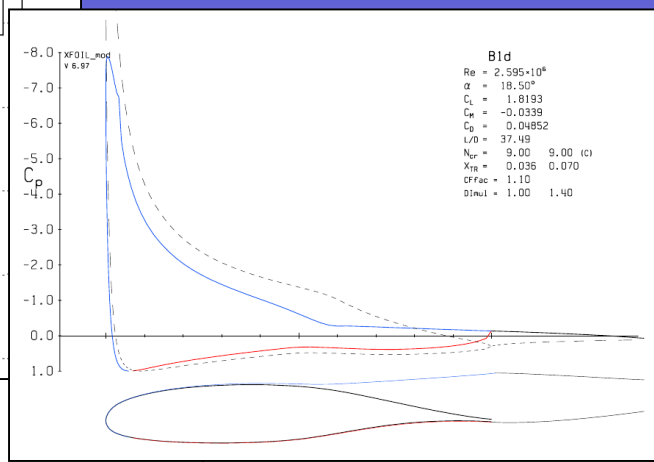
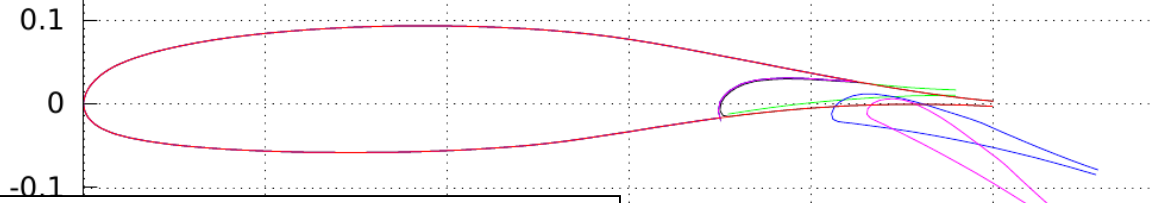


# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

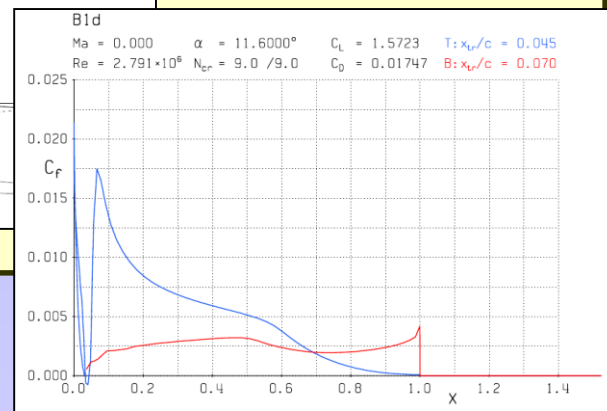
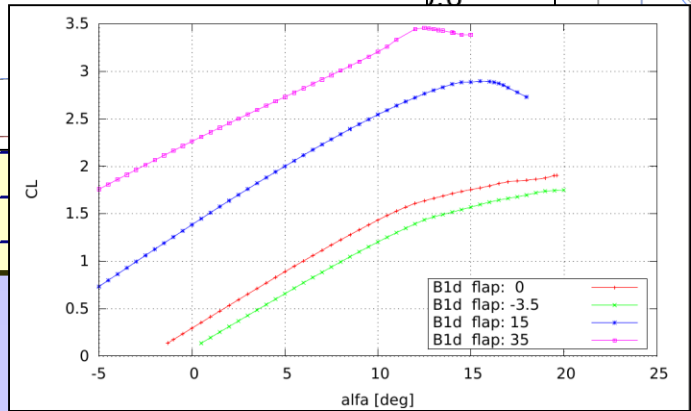
Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.

- $Re(Cz=1, y=0) = 3.5 [mln]$
- $Re(Cz=1, y=1.745) = 3.1 [mln]$
- $Re(Cz=1, y=4.3) = 2.5 [mln]$
- $Re(Cz=1, y=5.5) = 2.1 [mln]$

fil: B1d + kłapa 0 deg  
 fil: B1d + kłapa -3.5 deg  
 fil: B1d + fowler 15 deg  
 fil: B1d + fowler 35 deg  
 fil: B1d



**sterzenia poziomego**



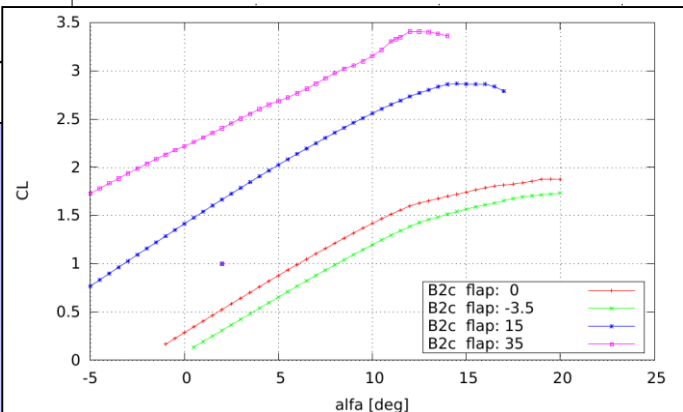
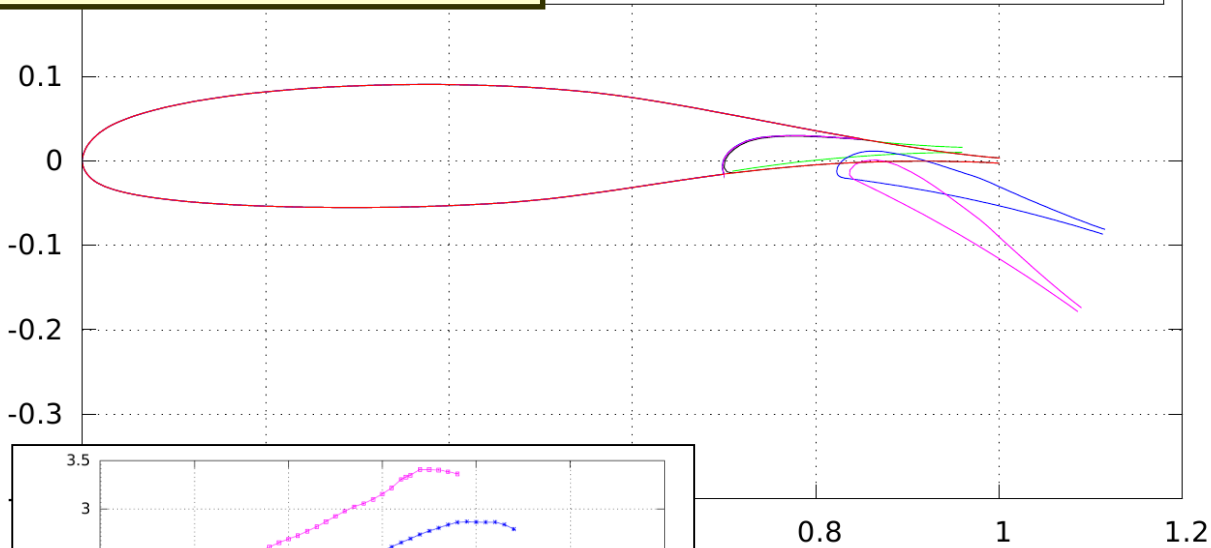


# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.

- $Re(Cz=1, y=0) = 3.5$  [mln]
- **$Re(Cz=1, y=1.745) = 3.1$  [mln]**
- $Re(Cz=1, y=4.3) = 2.5$  [mln]
- $Re(Cz=1, y=5.5) = 2.1$  [mln]

il: B2c + klapa 0 deg  
 il: B2c + klapa -3.5 deg  
 il: B2c + fowler 15 deg  
 il: B2c + fowler 35 deg  
 il: B2c



warunkach wymuszonego  
szone w pobliżu noska)  
wierzchni

nia typu „roof-top”)  
cona przez konstruktora  
żenia usterzenia poziomego

ERO  
n]  
[mln]  
mln]  
mln]

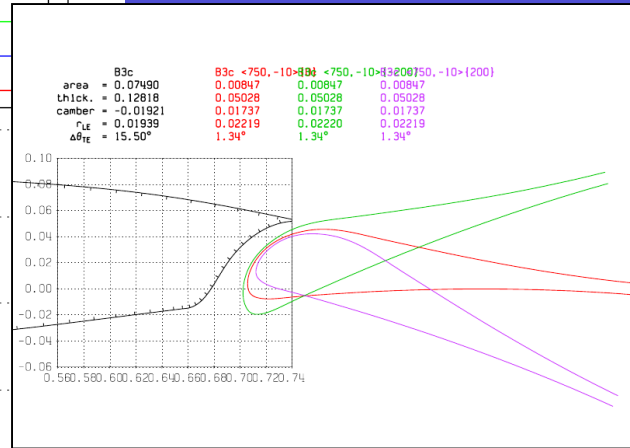


# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

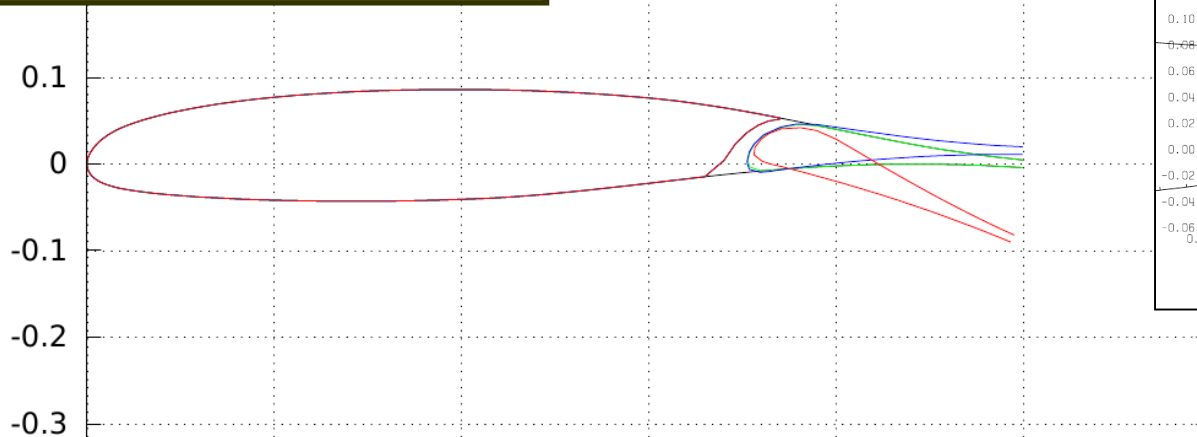
Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.

- $Re(Cz=1, y=0) = 3.5 [mln]$
- $Re(Cz=1, y=1.745) = 3.1 [mln]$
- $Re(Cz=1, y=4.3) = 2.5 [mln]$
- $Re(Cz=1, y=5.5) = 2.1 [mln]$

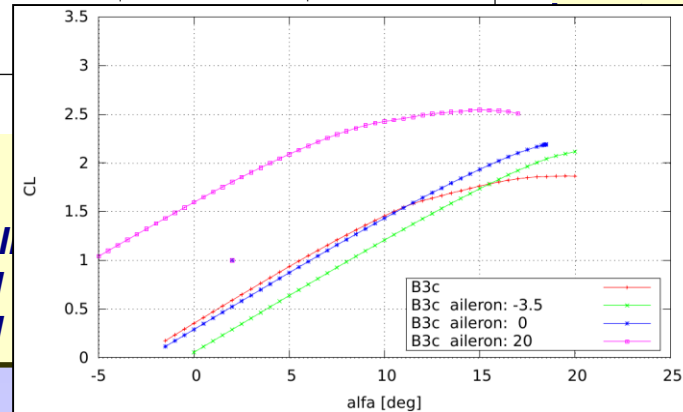
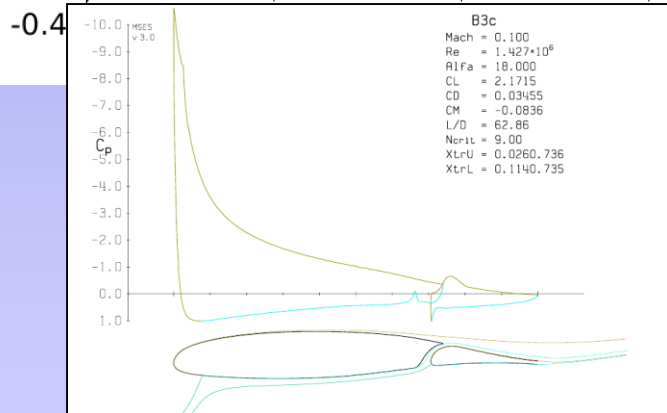
fil: B3c  
fil: B3c + lotka 0 deg  
fil: B3c + lotka -3.5 deg  
fil: B3c + lotka 20 deg



3:



“roof-top”  
przez konstruktora  
enia poziomego



] [mln  
In]  
In]

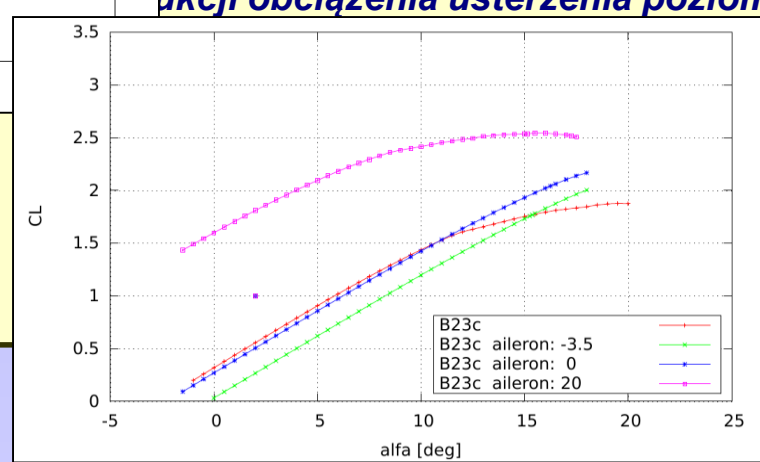
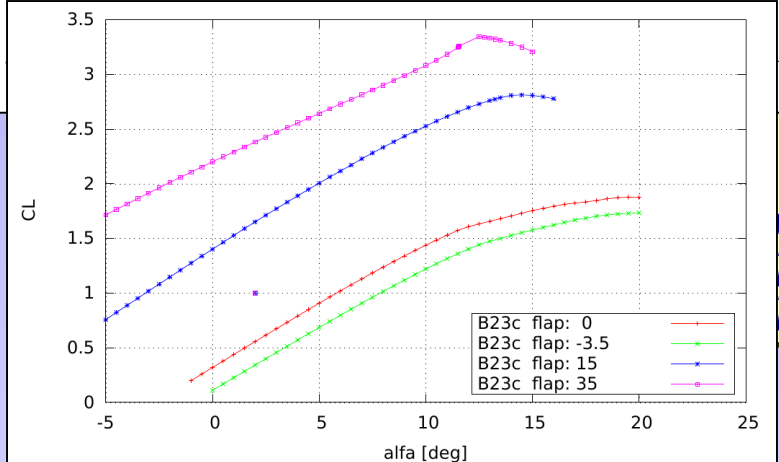
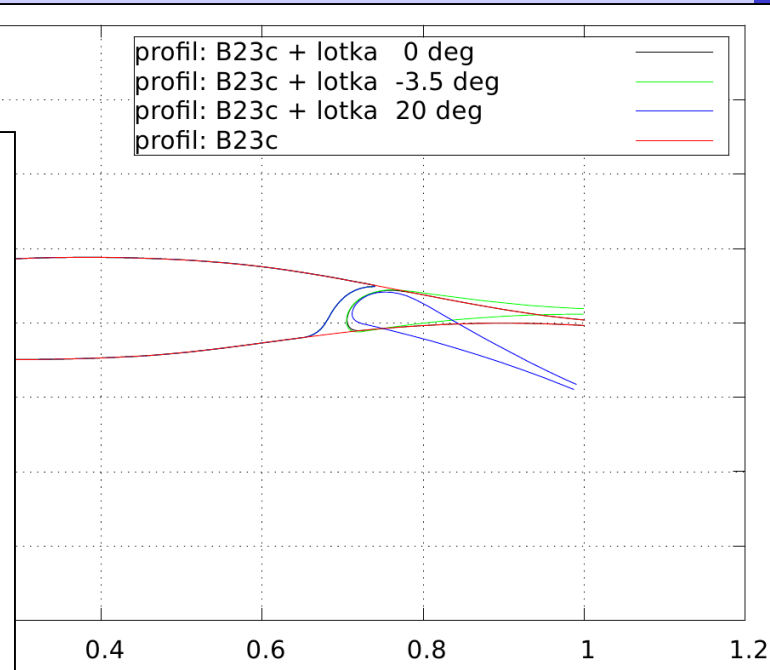
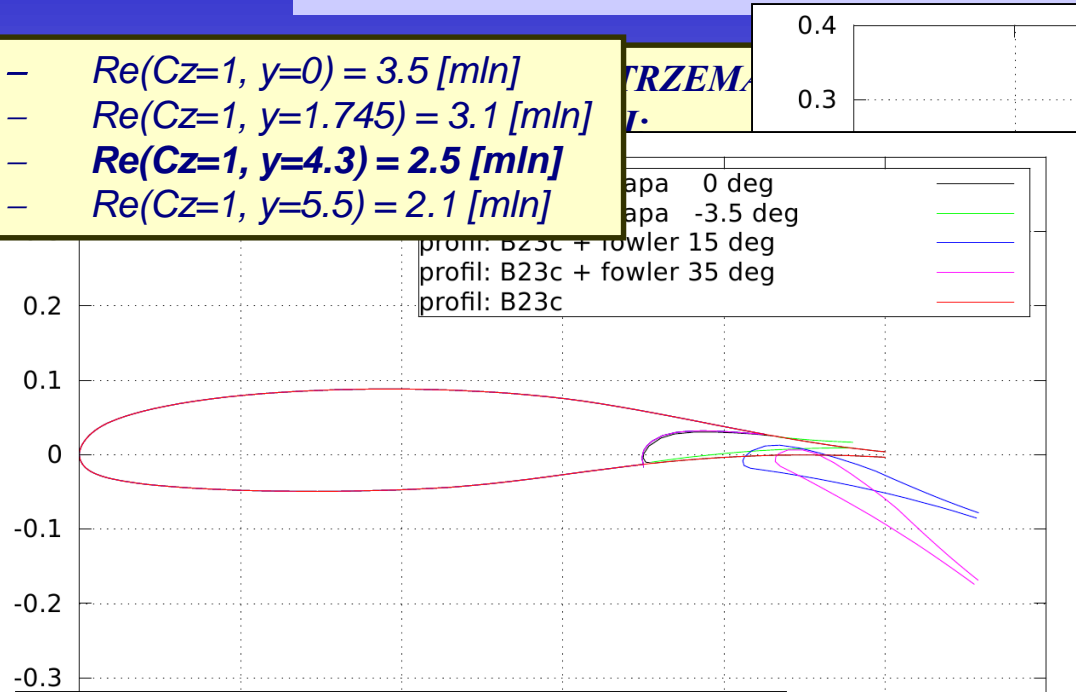




# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.

- $Re(Cz=1, y=0) = 3.5$  [mln]
- $Re(Cz=1, y=1.745) = 3.1$  [mln]
- **$Re(Cz=1, y=4.3) = 2.5$  [mln]**
- $Re(Cz=1, y=5.5) = 2.1$  [mln]



funkcji obciążenia usterzenia poziomego

1

[mln]

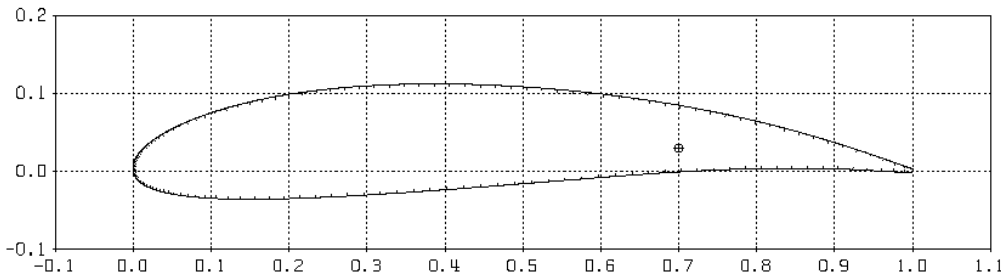


# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.

## STUDIUM UKŁADU SAMOLOTU Z TRZEMA POWIERZCHNIAMI NOŚNYMI: 1: PŁAT GŁÓWNY

CAN <700,30>[0]  
area = 0.09622  
thick. = 0.13996  
camber = 0.04421  
rLE = 0.02198  
 $\Delta\theta_{TE}$  = 16.44°



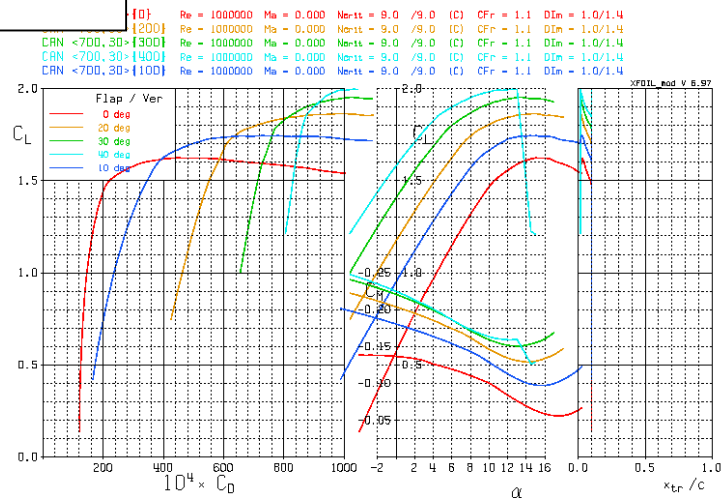
Re= 1 [mln]

pracy w warunkach wymuszonego  
(ono wymuszone w pobliżu noska)  
łakość powierzchni

- grubość względna w poszczególnych
- ograniczenie momentu podłużnego w

Narzędzia: XFOIL, MSES, KKAERO

- $Re(Cz=1, y=0) = 3.5$  [mln]
- $Re(Cz=1, y=1.745) = 3.1$  [mln]
- $Re(Cz=1, y=4.3) = 2.5$  [mln]
- $Re(Cz=1, y=5.5) = 2.1$  [mln]





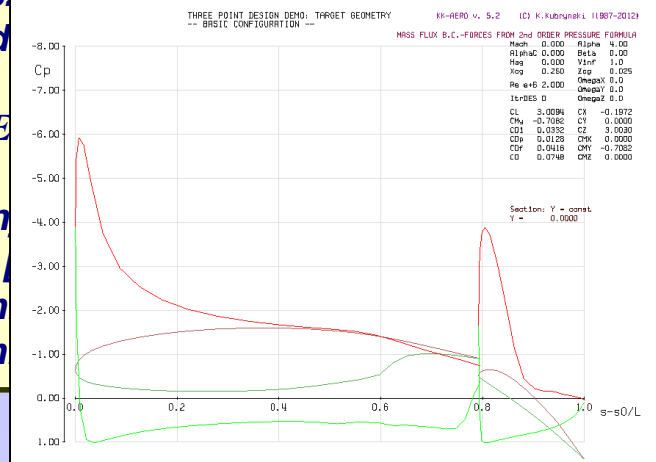
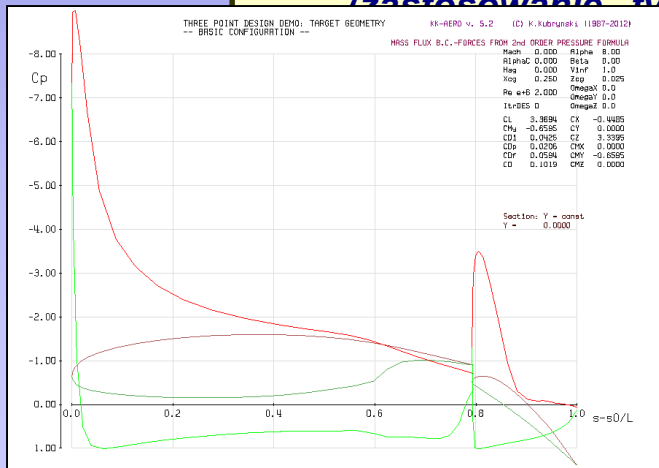
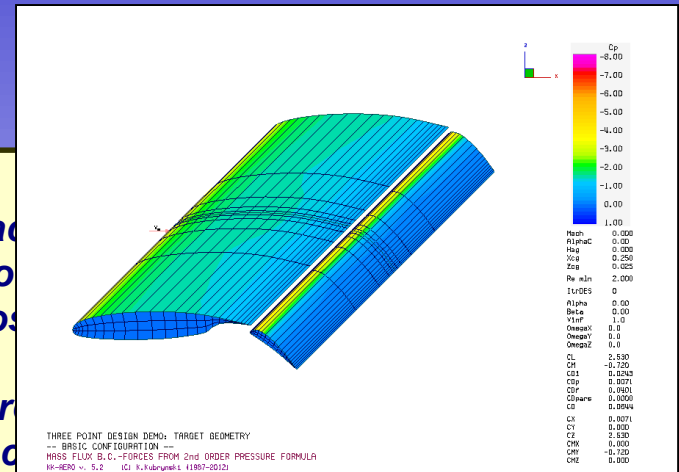
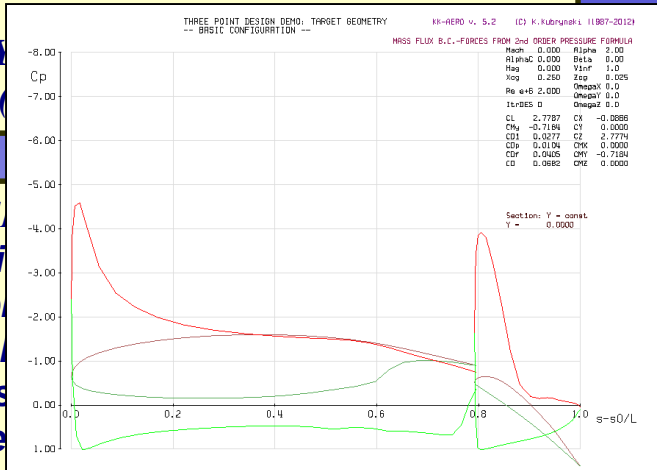
# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.

## STUDIUM UKŁADU SAMOLOTU Z TRZEMA POWIERZCHNIAMI NOŚNYMI:

- 1: PŁAT GŁÓWNY
- 2: USTERZENIE TYLNE
- 3: PŁAT PRZEDNI

PROJEKT  
– profil  
płatu  
całkowitego  
(słonecznik)  
– duże



„zastosowanie „tylnego obciążenia” i rozkładu ciśnień na poszczególnych przekrojach narzuconą przez konstruktora konfigurację sterzenia poziomego”

KKAE  
5 [mln]  
= 3.1 [mln]  
2.5 [mln]  
2.1 [mln]



# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

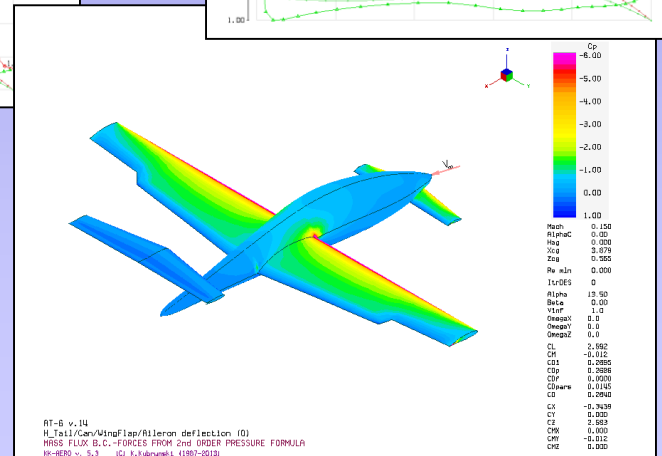
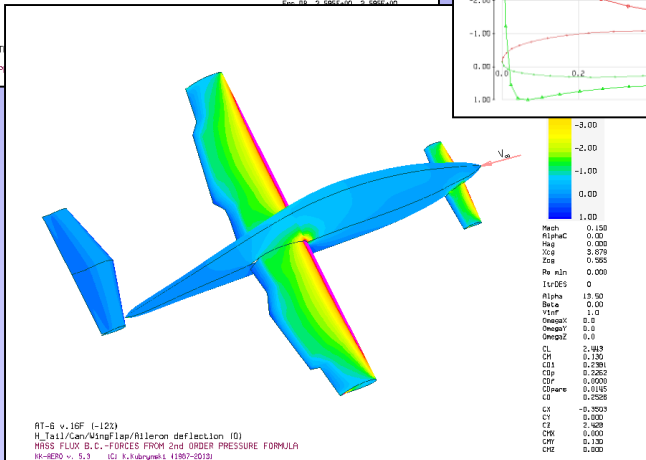
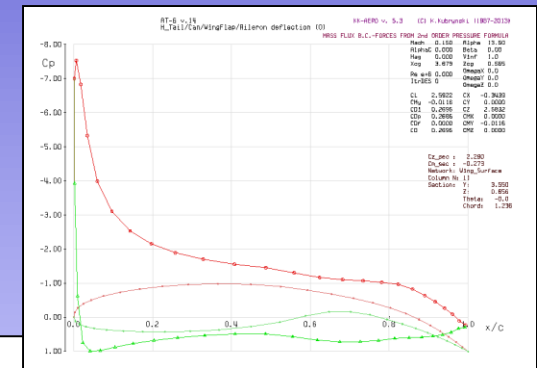
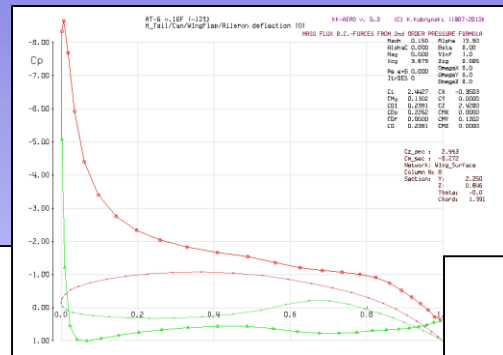
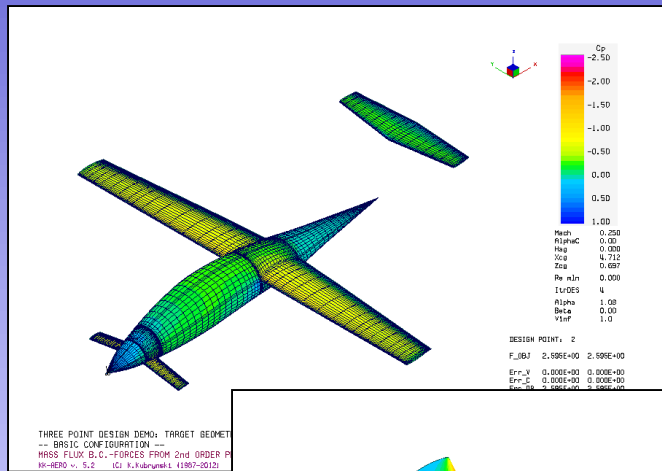
Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.

## STUDIUM UKŁADU SAMOLOTU Z TRZEMA POWIERZCHNIAMI NOŚNYMI:

- 1: PŁAT GŁÓWNY
- 2: USTERZENIE TYLNE
- 3: PŁAT PRZEDNI („CANARD”, DESTABILIZATOR)

## WPLYW PARAMETRÓW UKŁADU NA CHARAKTERYSTYKI AERODYNAMICZNE

## OCENA SKUTECZNOŚCI KLAP (CZ\_max)





# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

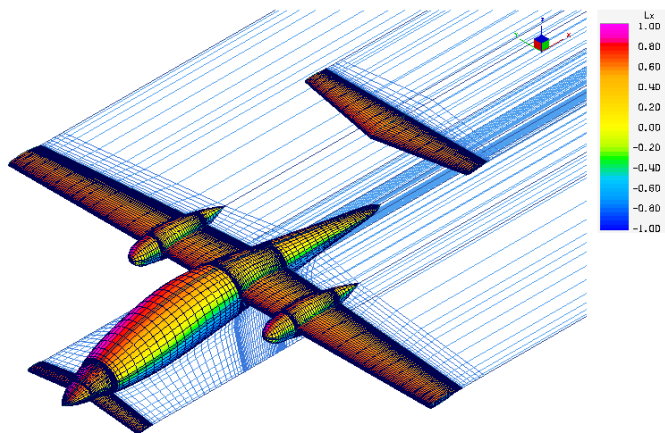
Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.

## STUDIUM UKŁADU SAMOLOTU Z TRZEMA POWIERZCHNIAMI NOŚNYMI:

- 1: PŁAT GŁÓWNY
- 2: USTERZENIE TYLNE
- 3: PŁAT PRZEDNI („CANARD”, DESTABILIZATOR)

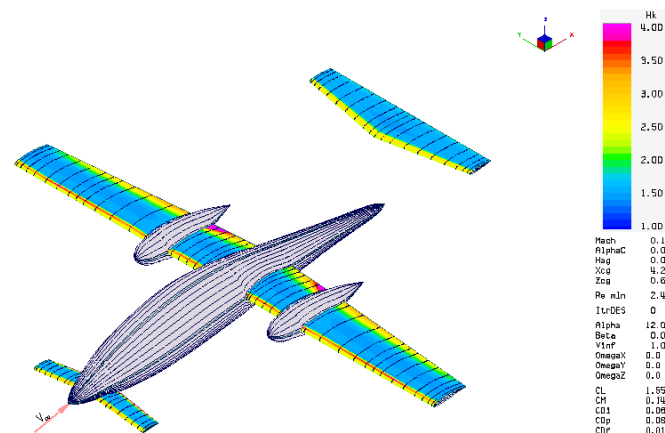
## WPLYW PARAMETRÓW UKŁADU NA CHARAKTERYSTYKI AERODYNAMICZNE

WPLYW GONDOL SILNIKOWYCH...  
(PARAMETRIZACJA GEOMETRII ORAZ AUTOMATYCZNA GENERACJA SIATKI DLA UKŁADU: PŁAT GŁÓWNY, USTERZENIE, PŁAT PRZEDNI, KADŁUB, GONDOLA SILNIKOWA)

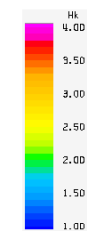


AT-6 v.18  
-- BASIC CONFIGURATION --

NO FLOW DATA



AT-6 v.18  
H\_Tail/Can deflection (10)  
MASS FLUX B.C. - FORCES FROM 2nd ORDER PRESSURE FORMULA



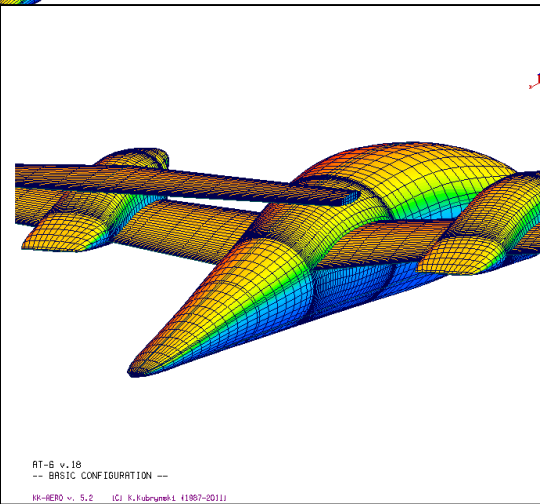
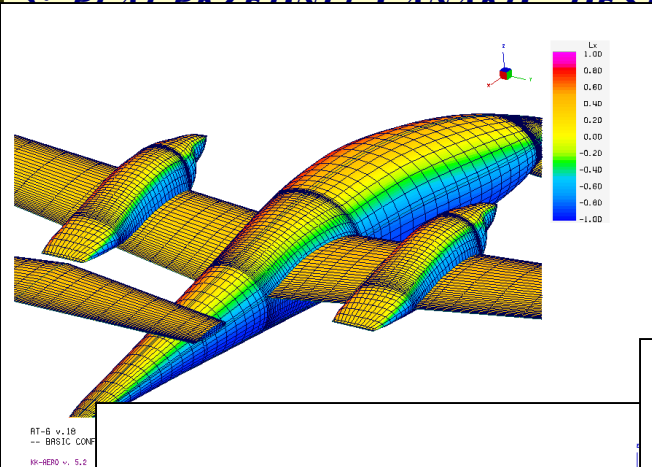
Mach	0.150
AlphaC	0.000
Hag	0.000
Xcg	4.263
Zcg	0.657
Re_nIn	2.485
IuDES	0
Alpha	12.00
BetaE	0.00
Ylnt	1.0
OmegaX	0.0
OmegaY	0.0
OmegaZ	0.0
CL	1.957
CM	0.147
CD1	0.0878
CDp	0.0870
CDf	0.0161
CDparas	0.0050
CD	0.1057
CX	-0.2395
CY	0.000
CZ	1.541
CMX	0.000
CMY	0.147
CMZ	0.000

# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.

## STUDIUM UKŁADU SAMOLOTU Z TRZEMA POWIERZCHNIAMI NOŚNYMI:

- 1: PŁAT GŁÓWNY
- 2: USTERZENIE TYLNE
- 3: PŁAT PRZEDNIA („CANARD” DESTABILIZATOR)

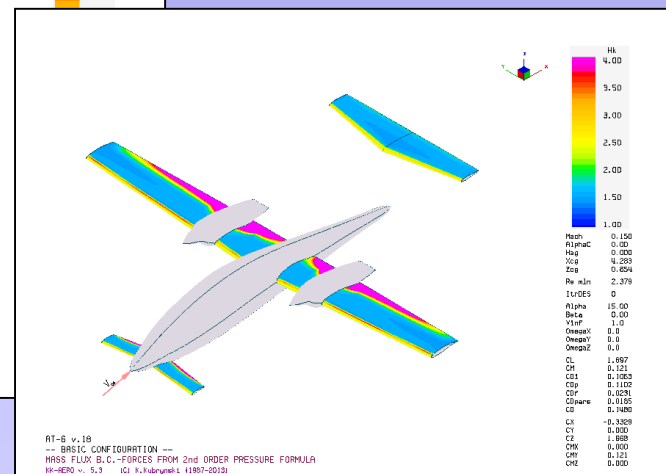
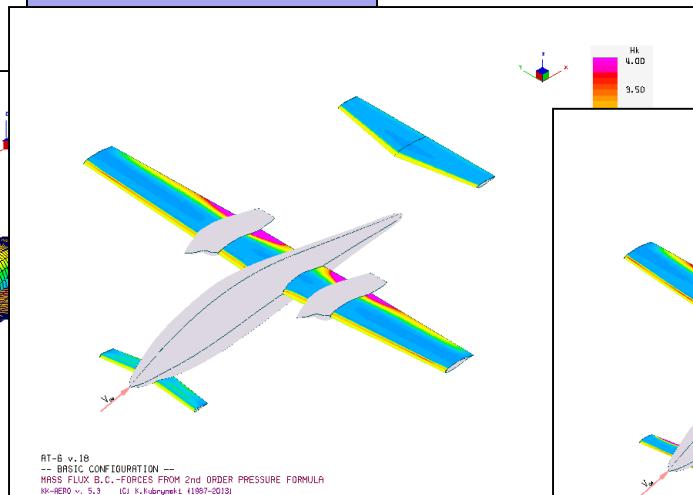
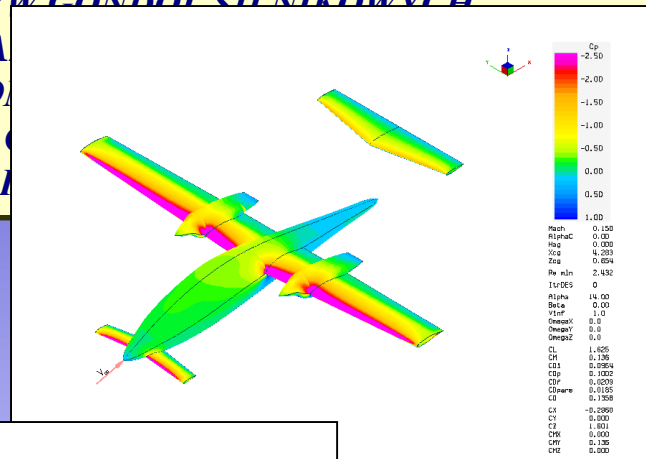


NO FLOW DATA

## WPLYW PARAMETRÓW UKŁADU NA CHARAKTERYSTYKI AERODYNAMICZNE

### WPLYW CONDOL SILNIKOWYCH

(PARA  
AUTO  
PŁAT



UKŁADU:  
NI,

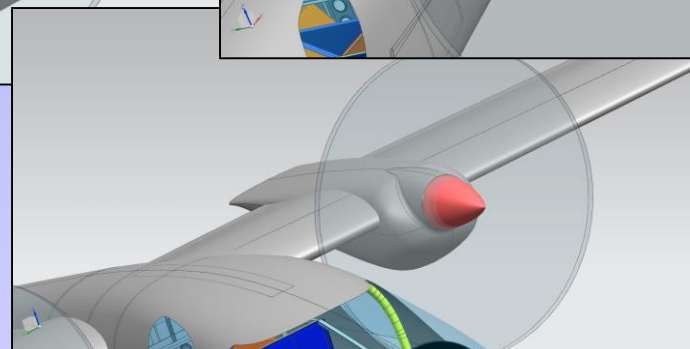
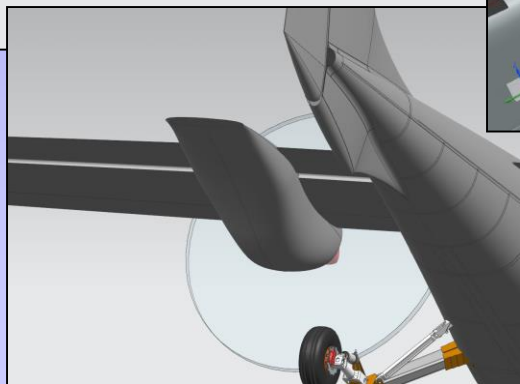
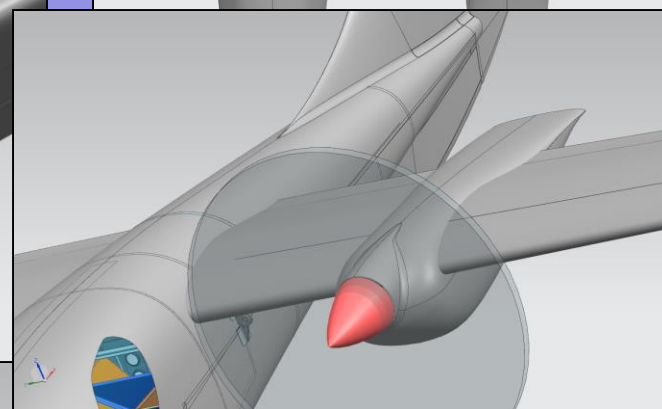
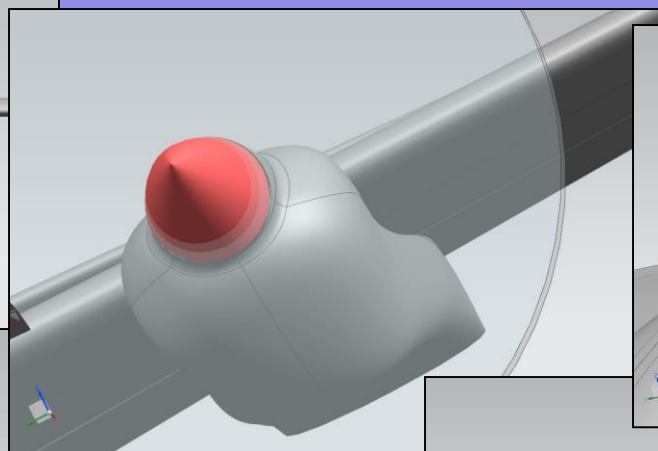
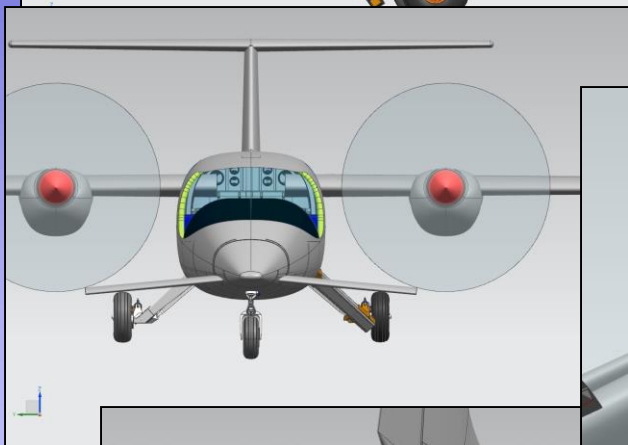
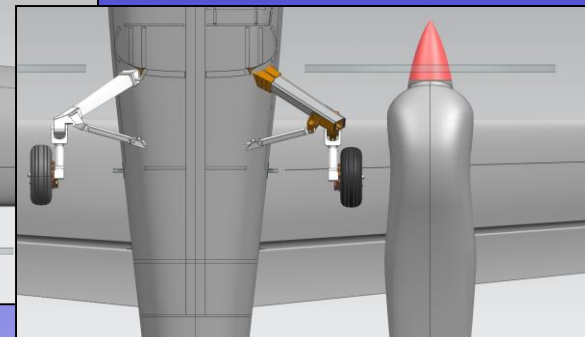
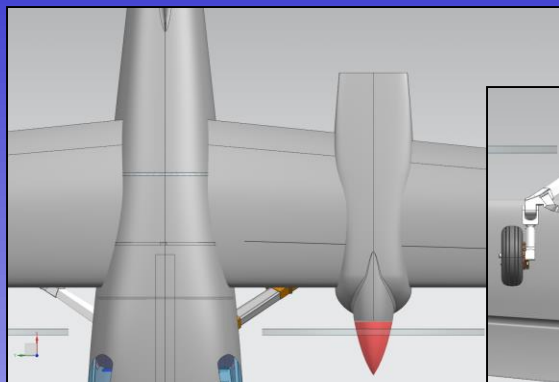
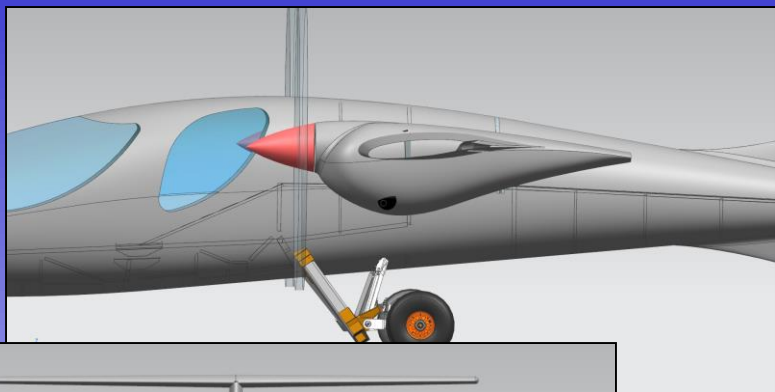




MECHANIKA W LOTNICTWIE – KAZIMIERZ 2014

# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.

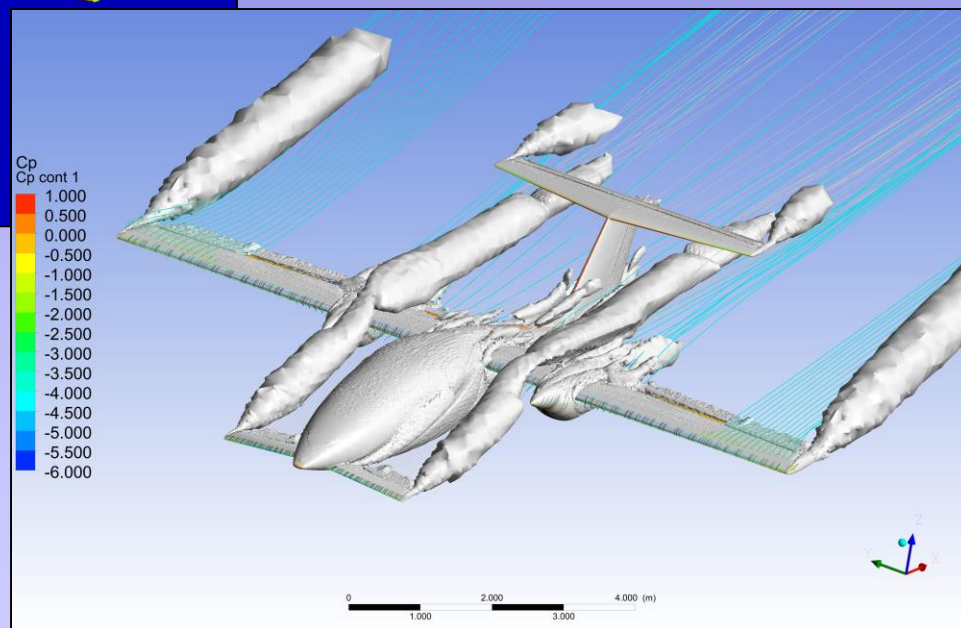
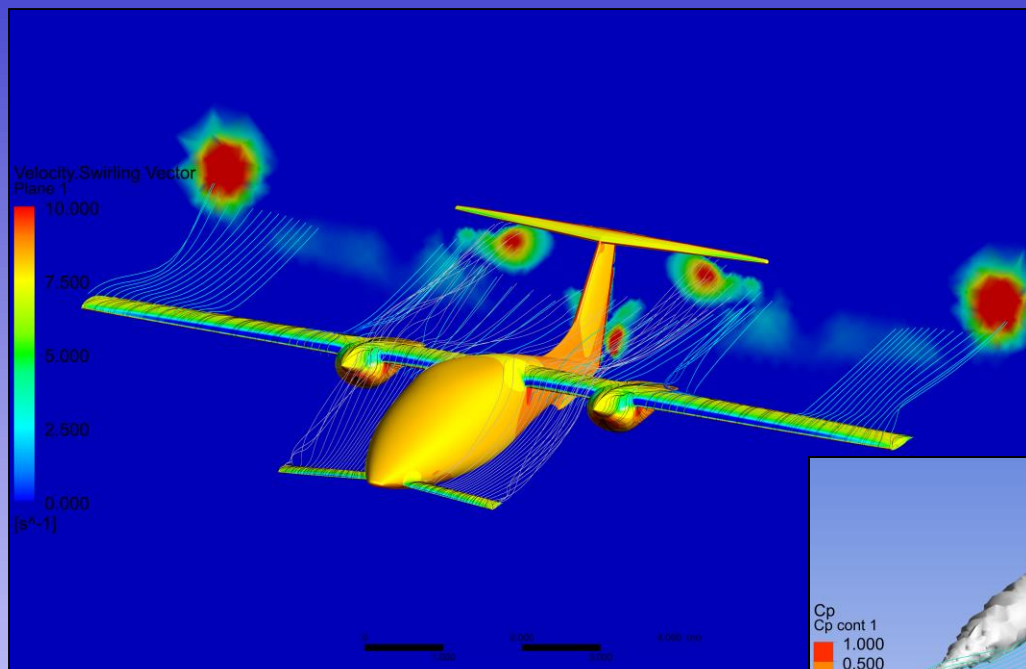




MECHANIKA W LOTNICTWIE – KAZIMIERZ 2014

# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.

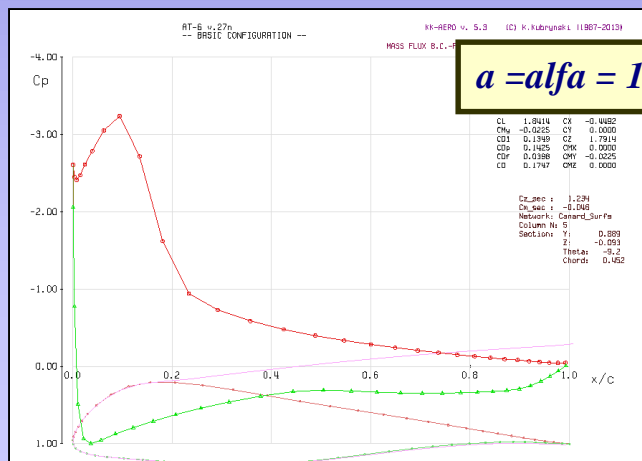
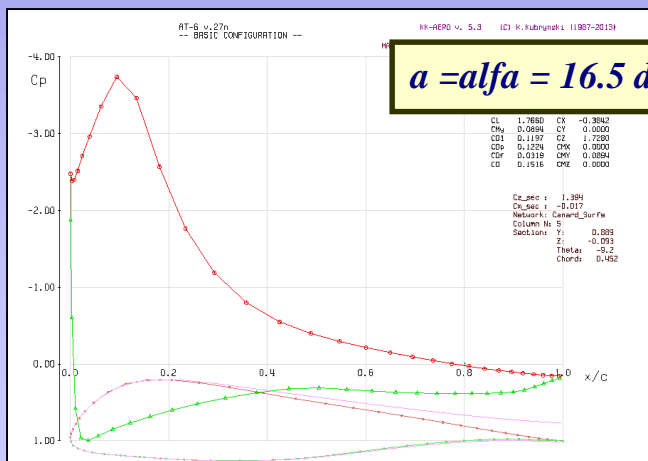
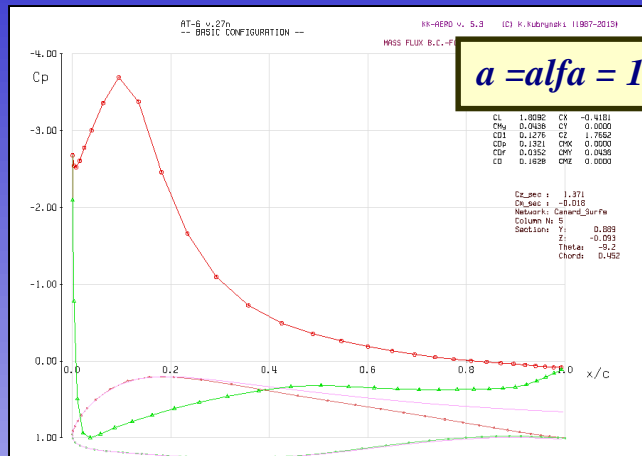
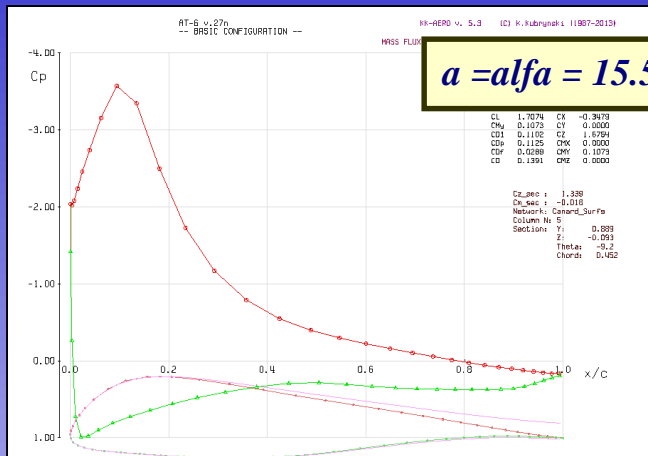




# MECHANIKA W LOTNICTWIE – KAZIMIERZ 2014

## KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.



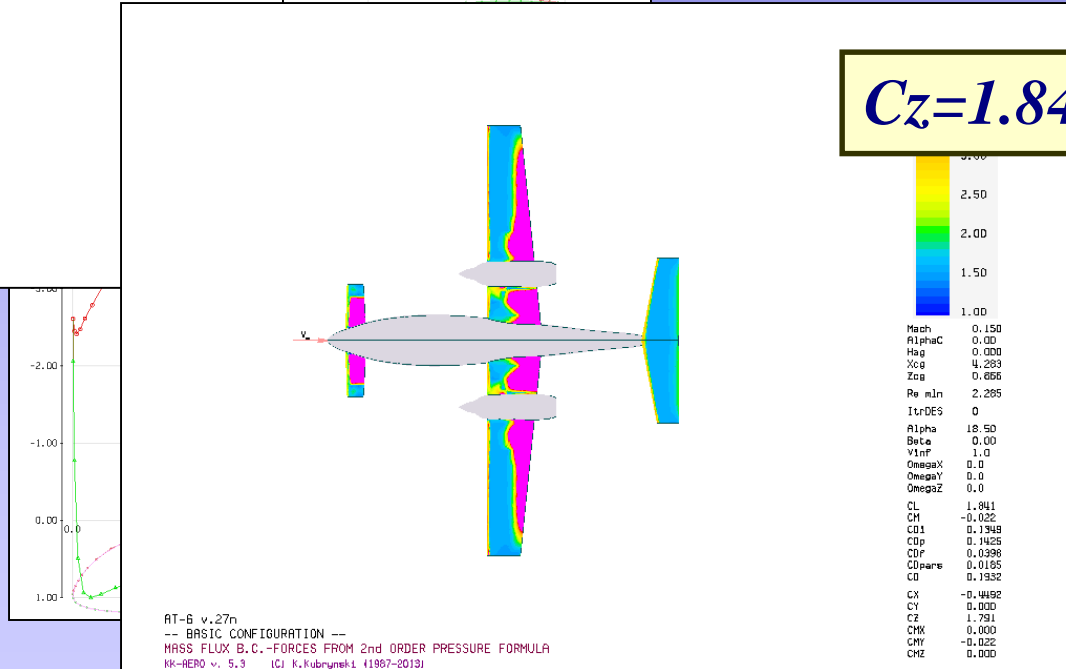
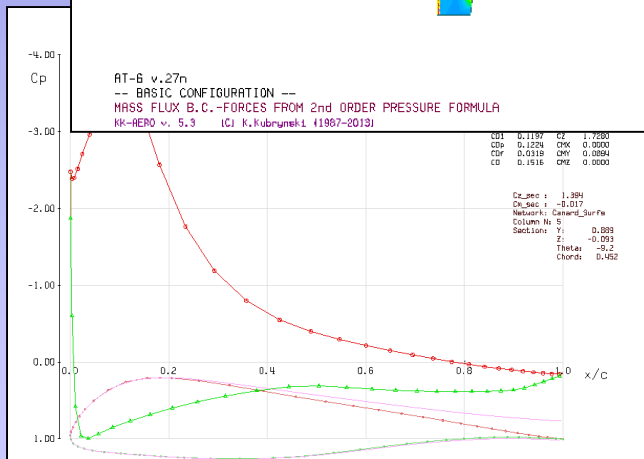
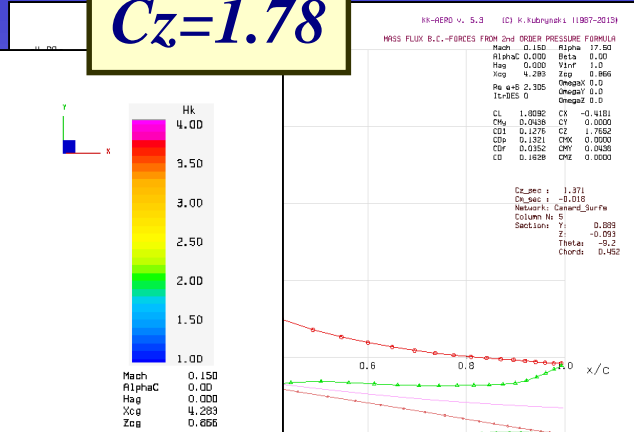
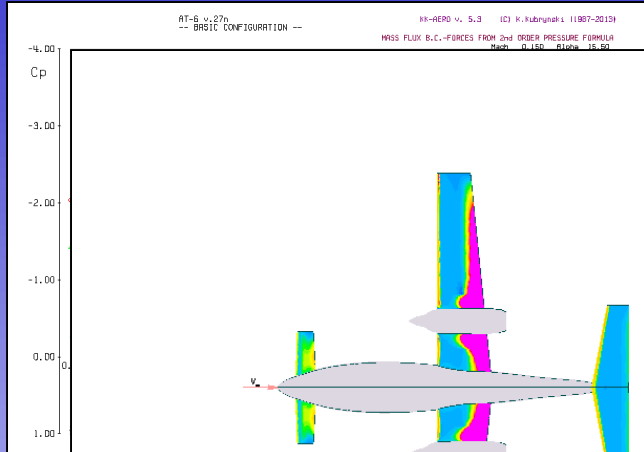


# MECHANIKA W LOTNICTWIE – KAZIMIERZ 2014

## KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.

**$C_z = 1.78$**



**$C_z = 1.84$**



MECHANIKA W LOTNICTWIE – KAZIMIERZ 2014

# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.







MECHANIKA W LOTNICTWIE – KAZIMIERZ 2014

# KONCEPCJA ORAZ PROJEKT AERODYNAMICZNY SAMOLOTU W UKŁADZIE TRZECH POWIERZCHNI NOŚNYCH AT-6

Krzysztof Kubryński  
AT-P Aviation Sp.z.o.o.



MSP®

**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ**

