



Wykład 1a

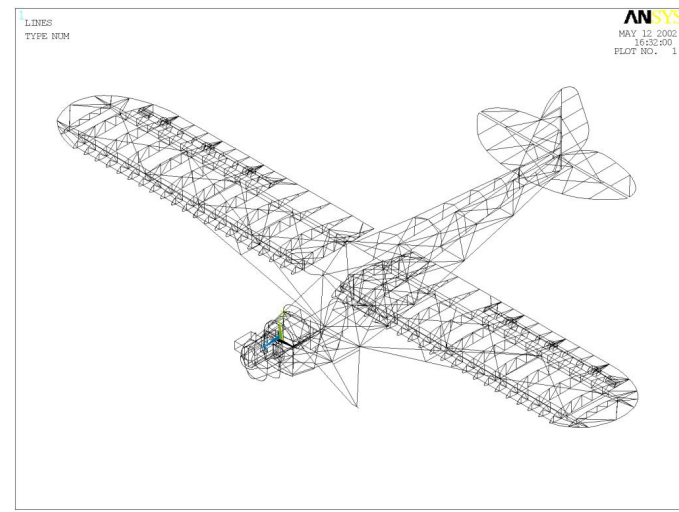
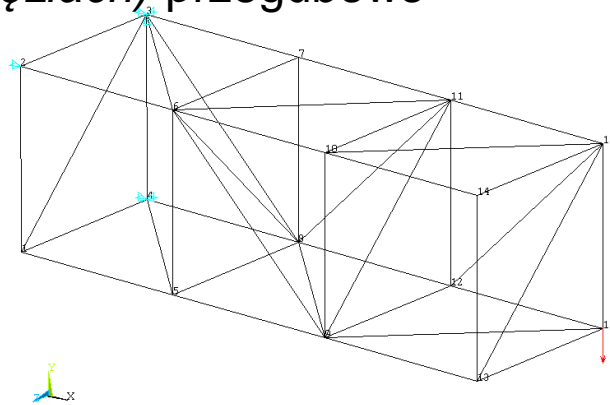
# Konstrukcje prętowe

## Wprowadzenie

# Konstrukcje prętowe

**Konstrukcja prętowa** – ustrój złożony z prętów prostych lub zakrzywionych (geometrycznie niezmienny)

**Kratownica** – składa się z prętów prostych połączonych na końcach (w węzłach) przegubowo



# Ramy

**Rama** – ciąg prętów, których końce łączą się w sztywnych narożach  
(naroża przemieszczają się jako sztywne  
→ kąty między osiami prętów zostają nie zmienione)

Ramy:

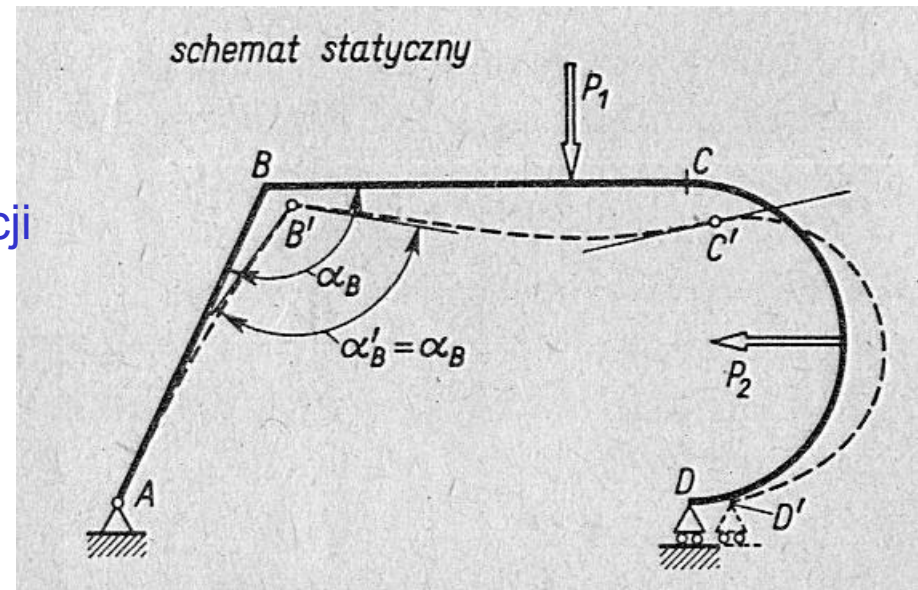
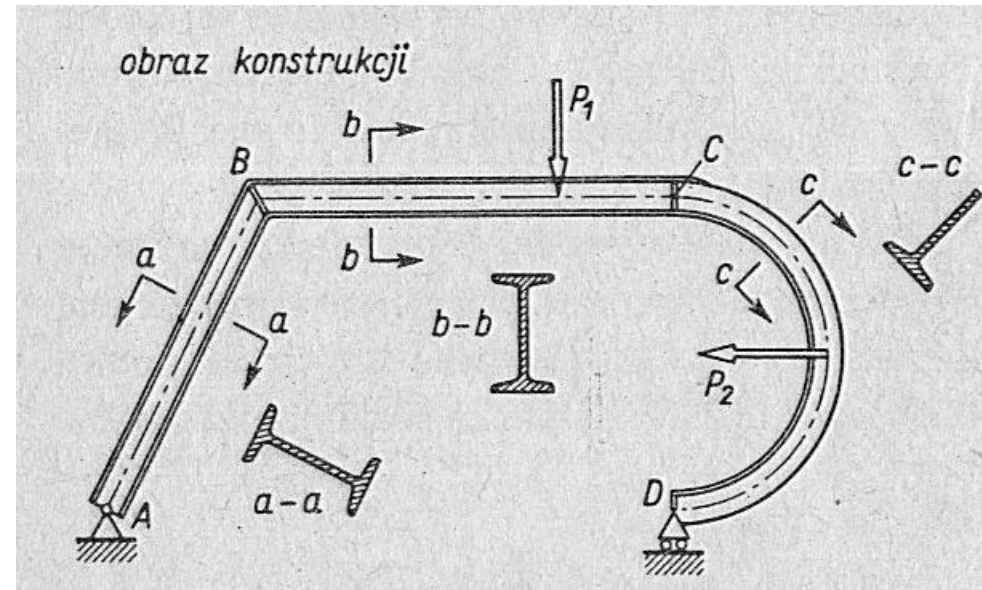
→ **płaskie** (wszystkie osie prętów leżą w jednej płaszczyźnie)

→ **przestrzenne**

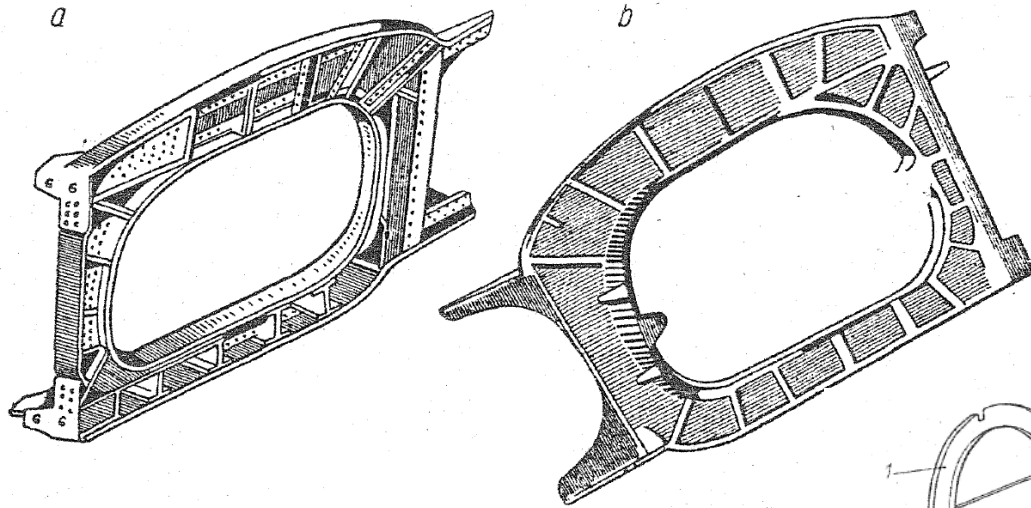
Cel analizy:

Wyznaczenia stanu naprężenia i deformacji

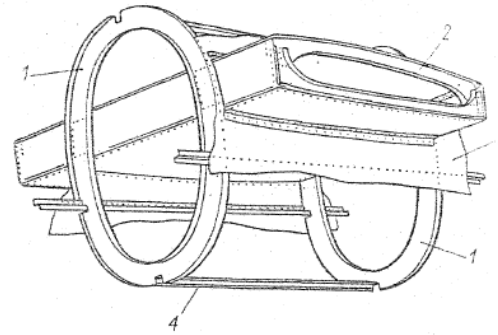
- 1) Reakcje
- 2) Siły wewnętrzne
- 3) Stan naprężenia  $\sigma$  i  $\tau$
- 4) Naprężenia zredukowane
- 5) Przemieszczenia



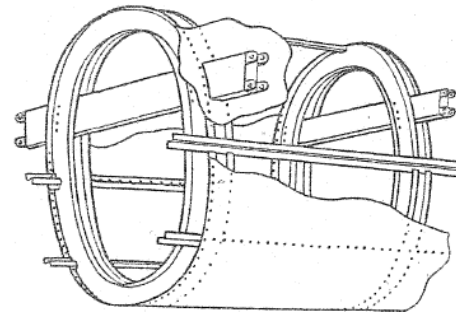
# Ramy



Rys. 3.8. Konstrukcja wręgi  
a — nitowana, b — integralna



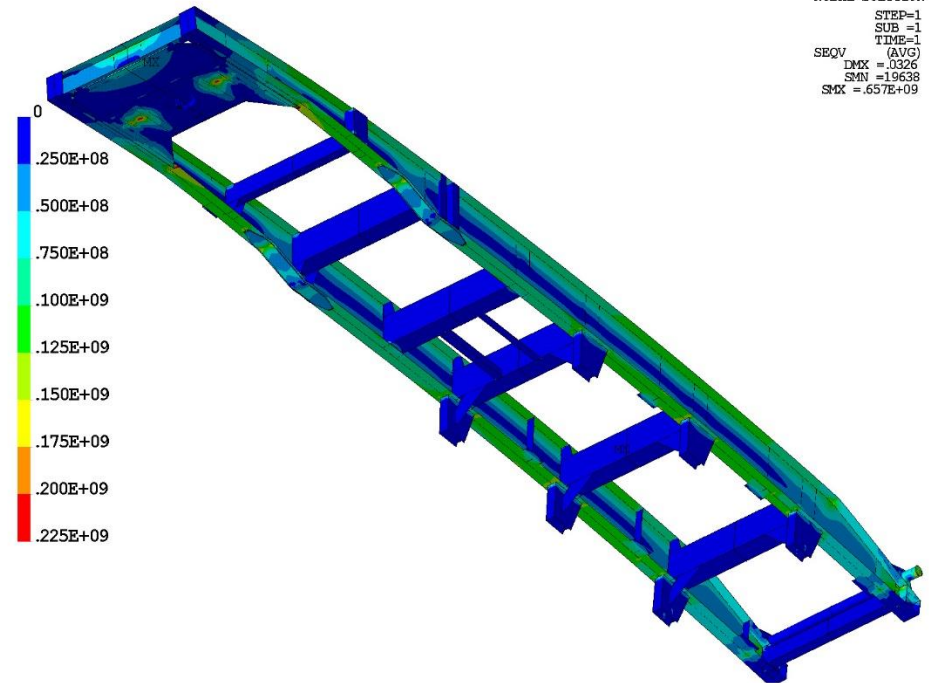
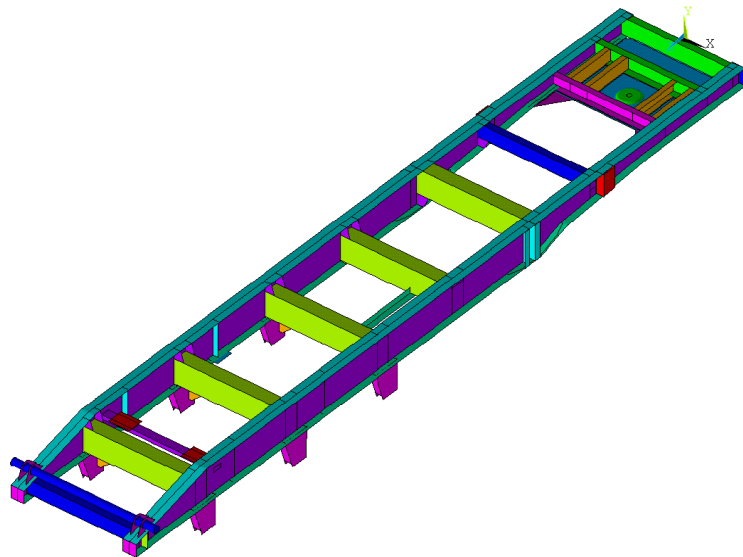
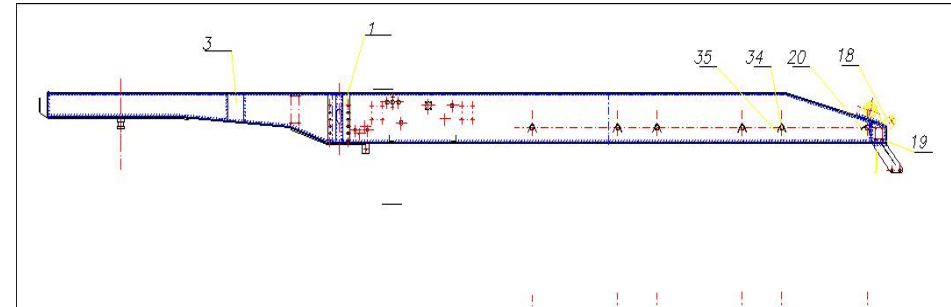
Rys. 6.36  
Rozwiązanie konstrukcyjne  
połączenia statecznika poziomego z kadłubem półskorupowym  
1 — wręga,  
2 — żebro,  
3 — pokrycie,  
4 — podłużnica



Rys. 6.37  
Połączenie przyczepnej części statecznika dźwigarowego z kadłubem konstrukcji półskorupowej



# Rama naczepy (2000)

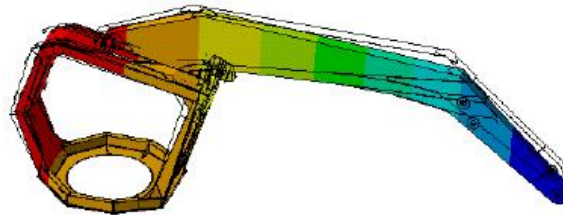
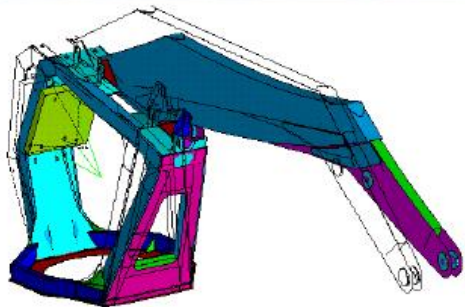


# Rama wciągarki ratraka (2000)

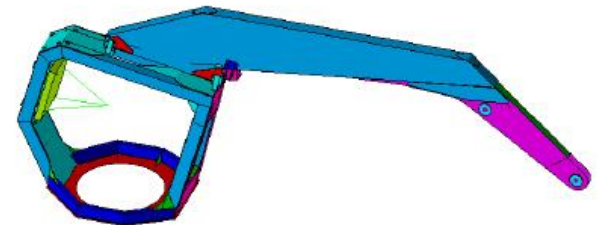


## FEM Analysis of the Winch Frame and Boom

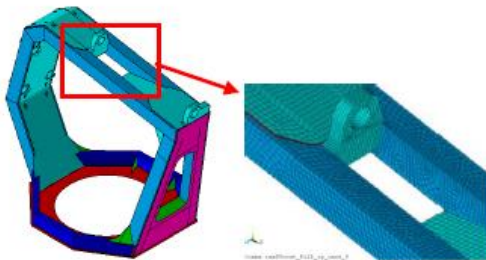
*The project done for PLUMETTAZ S.A., Bex, Switzerland*



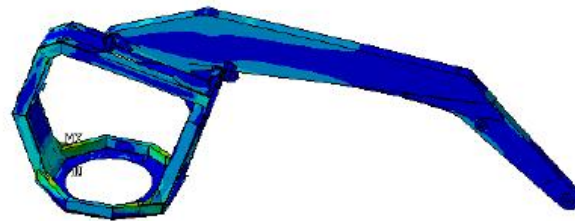
Displacements



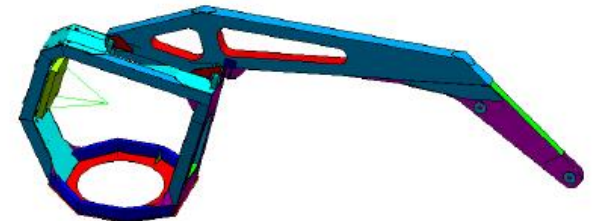
Initial model



FE model



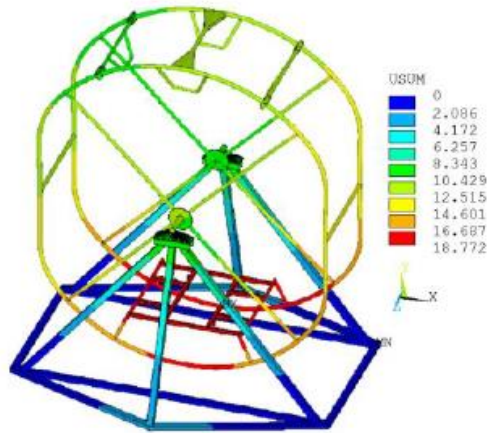
Von Mises stress



Modified design

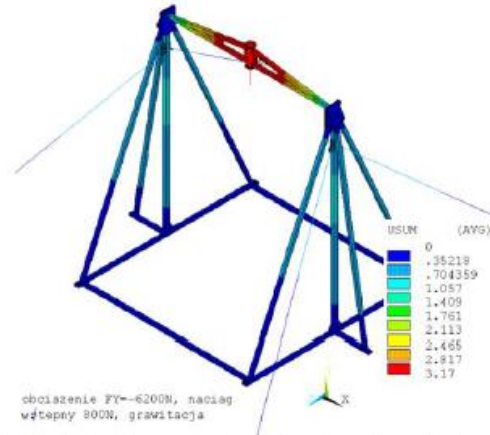
# Przyrządy treningowe dla pilotów (2009)

## Training Devices for pilots (2009)

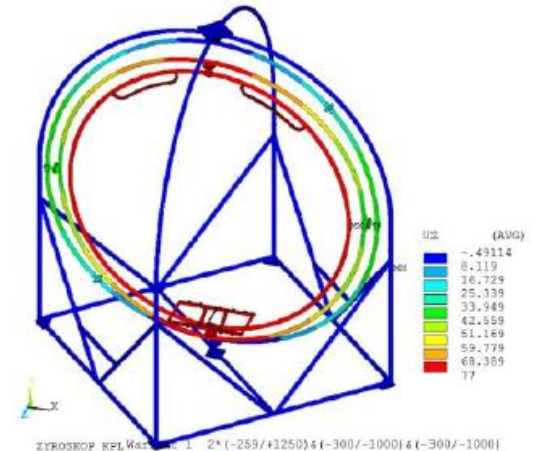


Kolo renaskie wyk.C Wariant 1

Total displacements in the wheel



Total displacements in the looping device

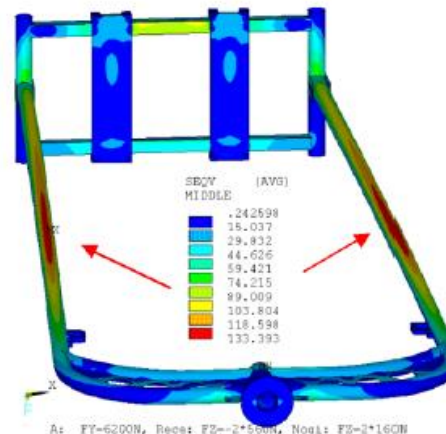


Total displacements in the gyroscope

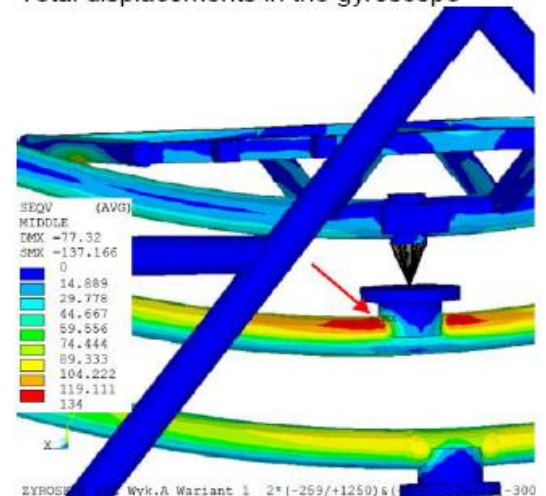


Kolo renaskie wyk.C Wariant 1

Von Mises stress distribution



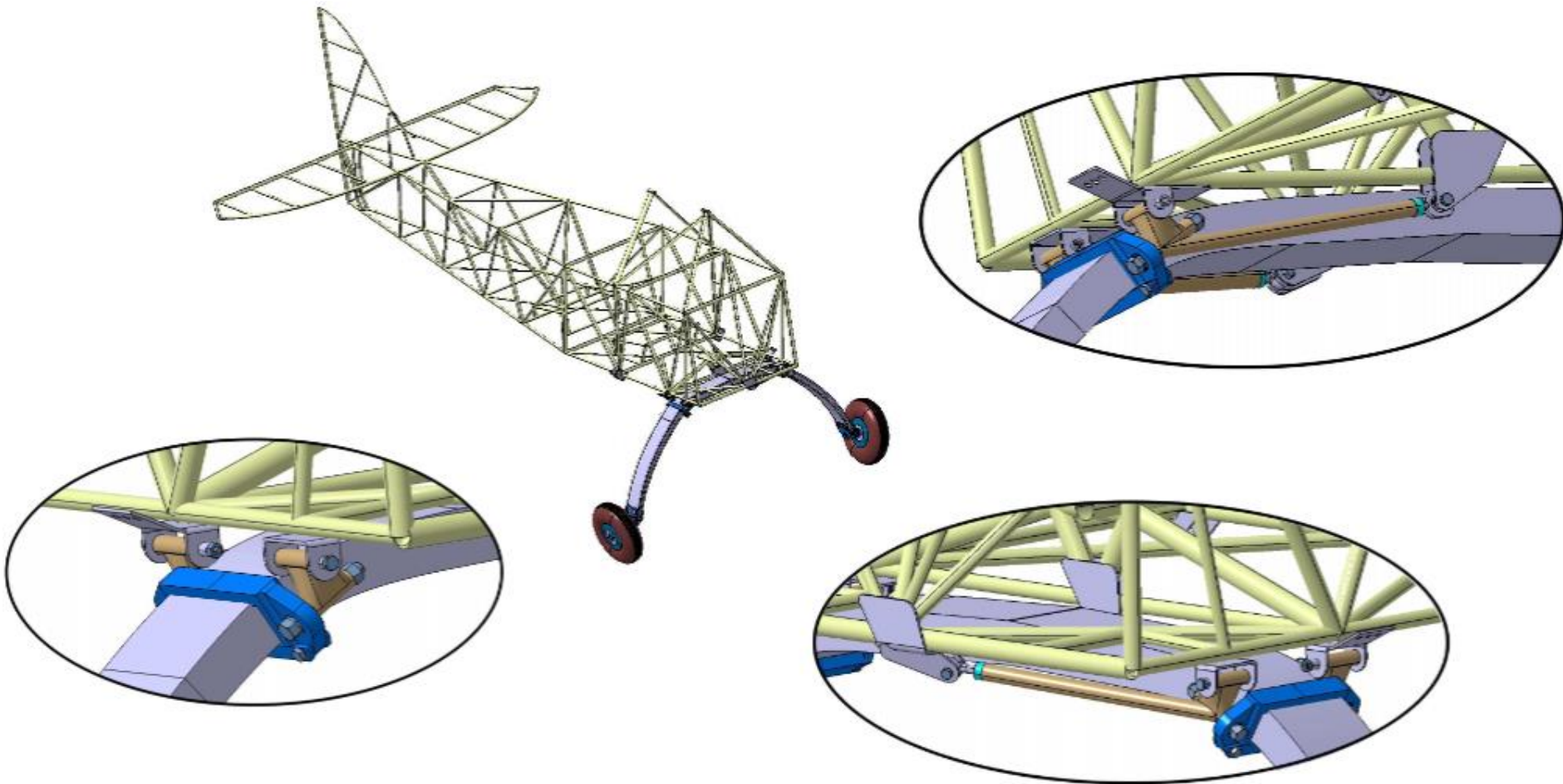
Von Mises stress distribution



Von Mises stress distribution



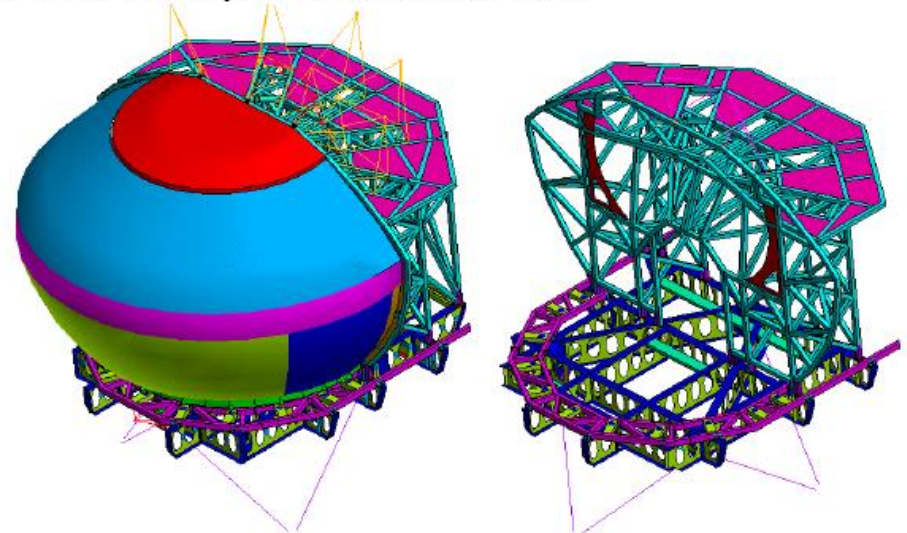
# Goleń sprężysta samolotu (praca studencka)



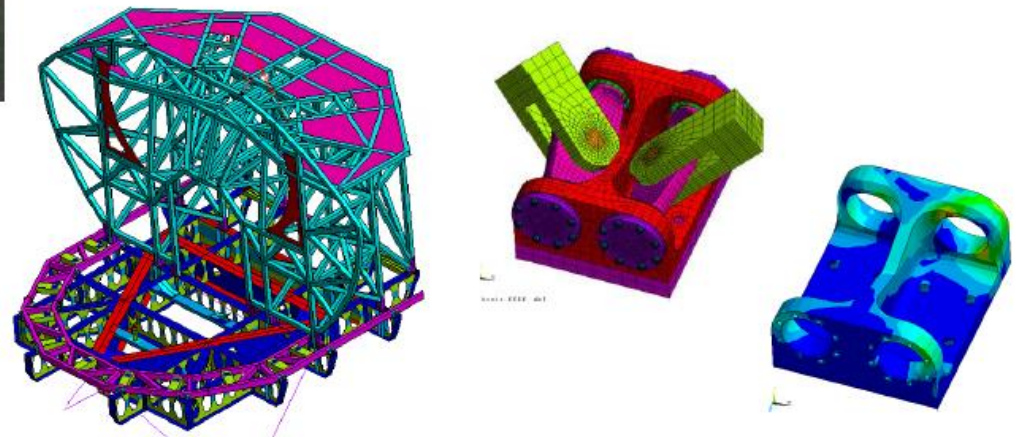


# Rama symulatora lotu do śmigłowca Sokół (2000)

Structural analysis and design of the "KLAUDIA" flight simulator  
*The project was done for MP-PZL Aerospace Industries, Poland*



Initial FE model

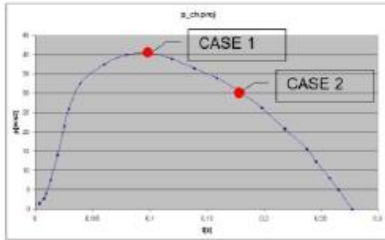


modified structure and submodel of the joint

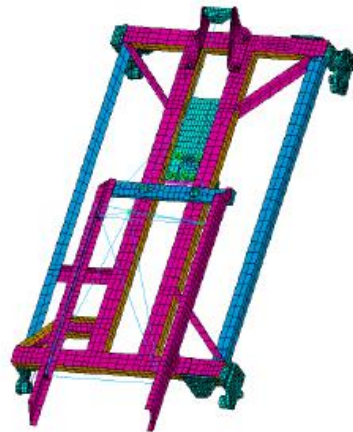
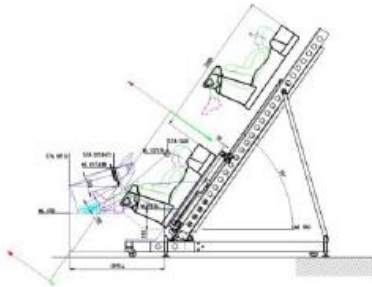
# Urządzenie katapulty do F-16 (2005)

FE analysis of the EPT device (2005)

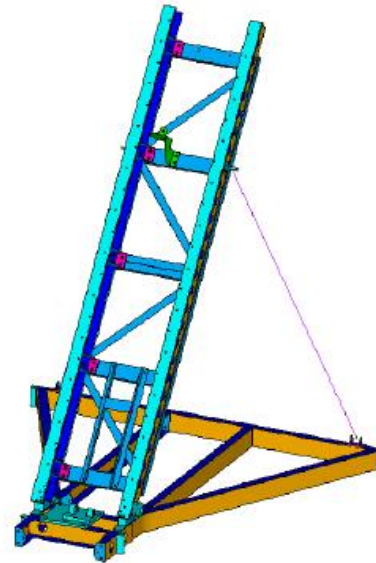
The project was done for MP-PZL Aerospace Industries, Poland



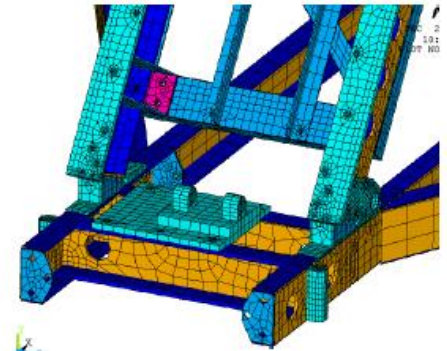
Acceleration characteristics



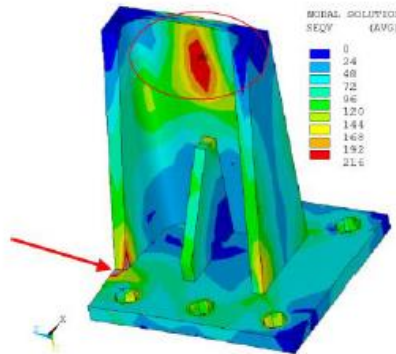
FE model of the sled complete



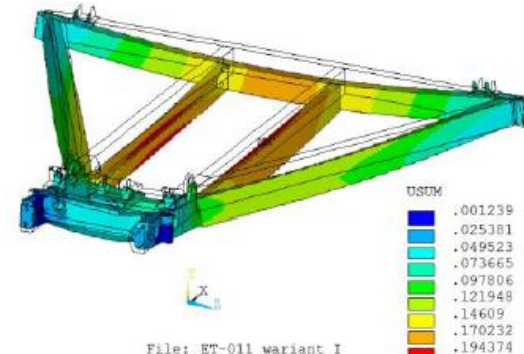
FE model of the base frame with launching guide rails



Obciążenie II (40.5 m/s<sup>2</sup>) -80C  
Total displacements in the sled

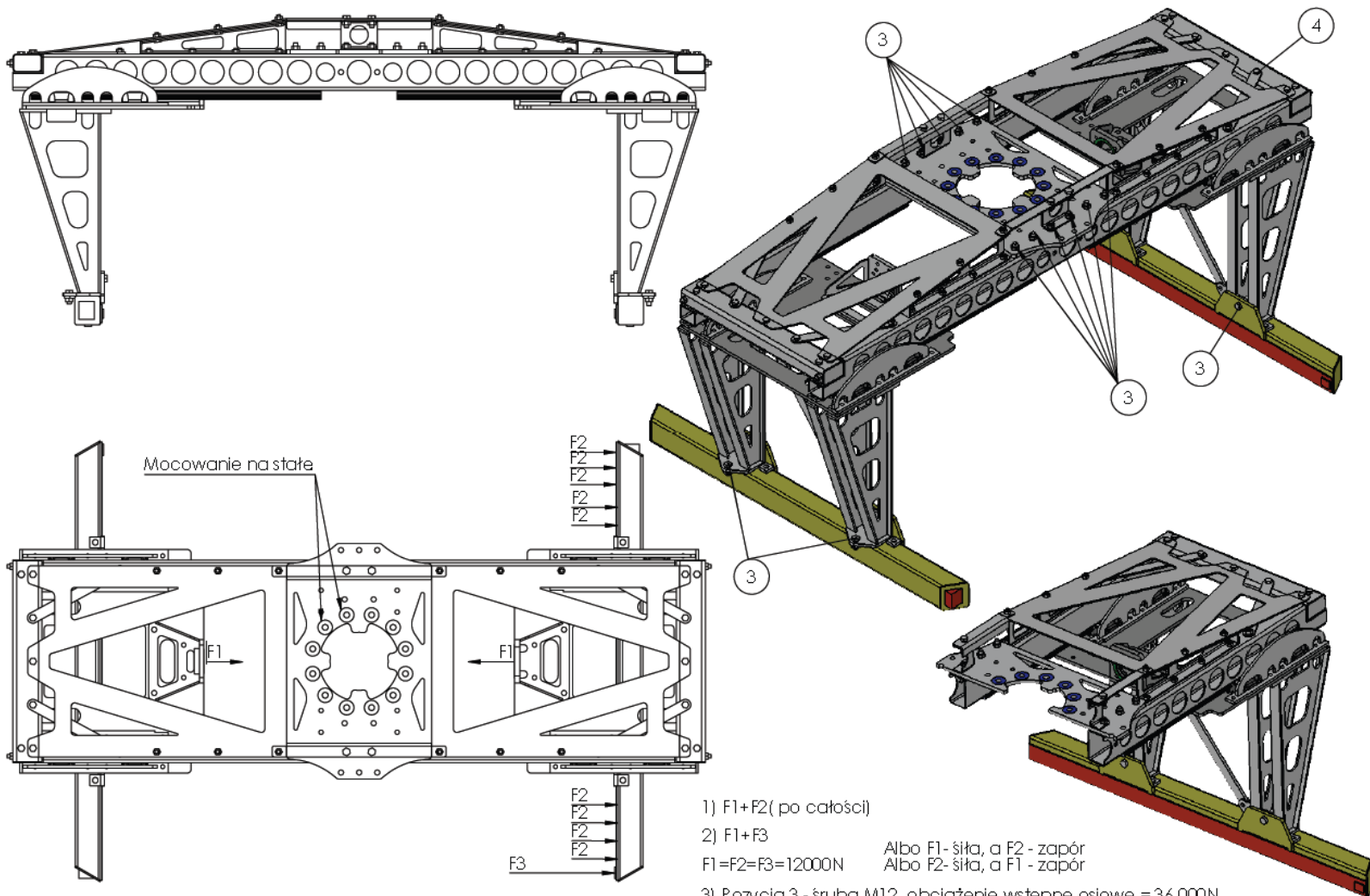


Obciążenie II (40.5 m/s<sup>2</sup>) -80C  
Von Mises stress in the the actuator hook up



File: ET-011 wariant I  
Total displacements in the base frame

# Chwytnak (2018)

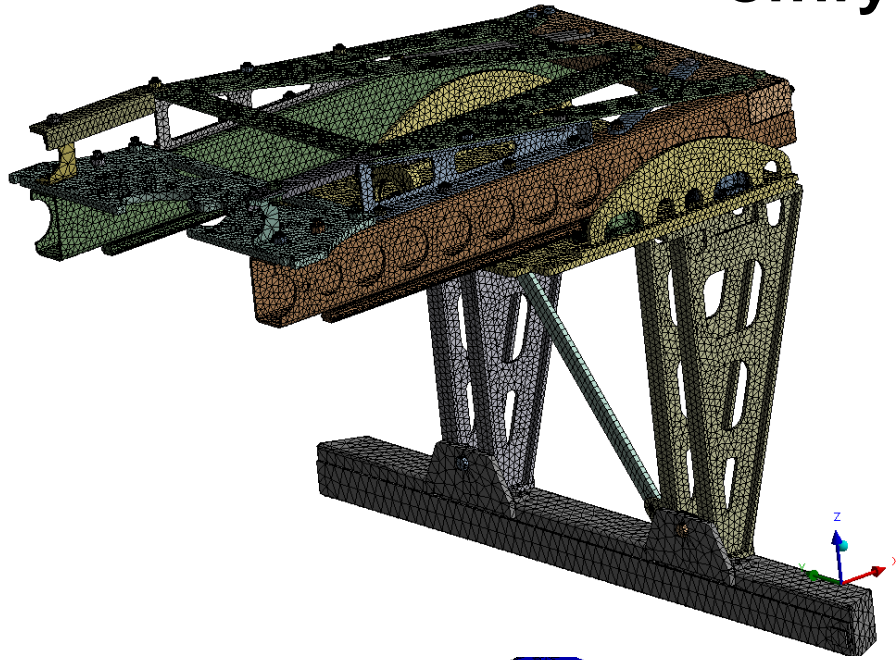


- 1)  $F1 + F2$  (po całości)
- 2)  $F1 + F3$ 
  - Albo  $F1$  - ślta, a  $F2$  - zapór
  - Albo  $F2$  - ślta, a  $F1$  - zapór
- 3) Pozycja 3 - śruba M12, obciężenie wstępne osiowe = 36 000N

Wszystkie pozostałe śruby:  
 Pozycja 4 - śruba M10, obciężenie wstępne osiowe = 24 000N  
 Współczynnik tarcia  $f=0,2$



# Chwytak

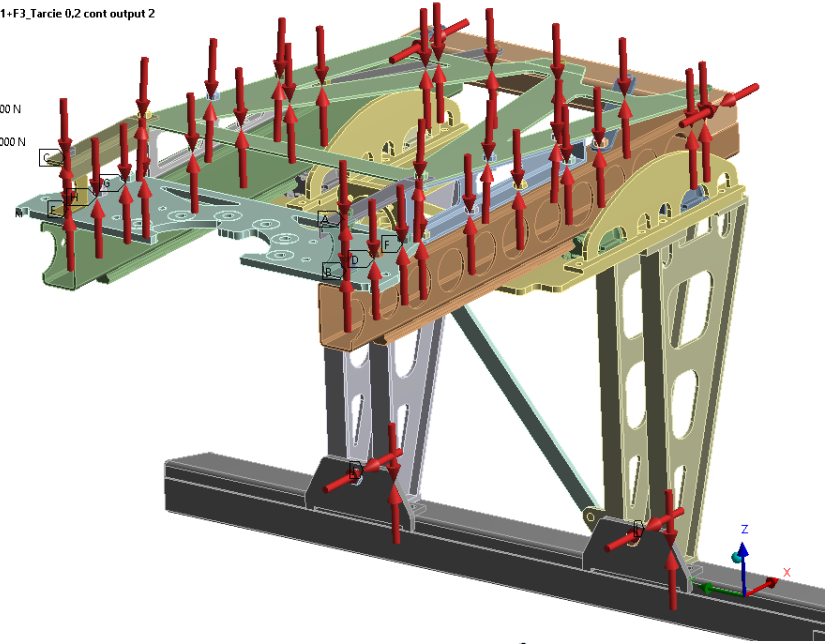


c\_02\_gesty2\_F1+F3\_Tarcie 0.2 cont output 2  
sion 37

F 37 indicated  
12:18

tension 3: 36000 N

tension 30: 24000 N



A: Chwytak\_02\_gesty2\_F1+F3\_Tarcie 0.2 cont output 2  
Total Deformation  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 101  
2018-07-07 12:30

16.635 Max

14,787

12,939

11,109

9,2419

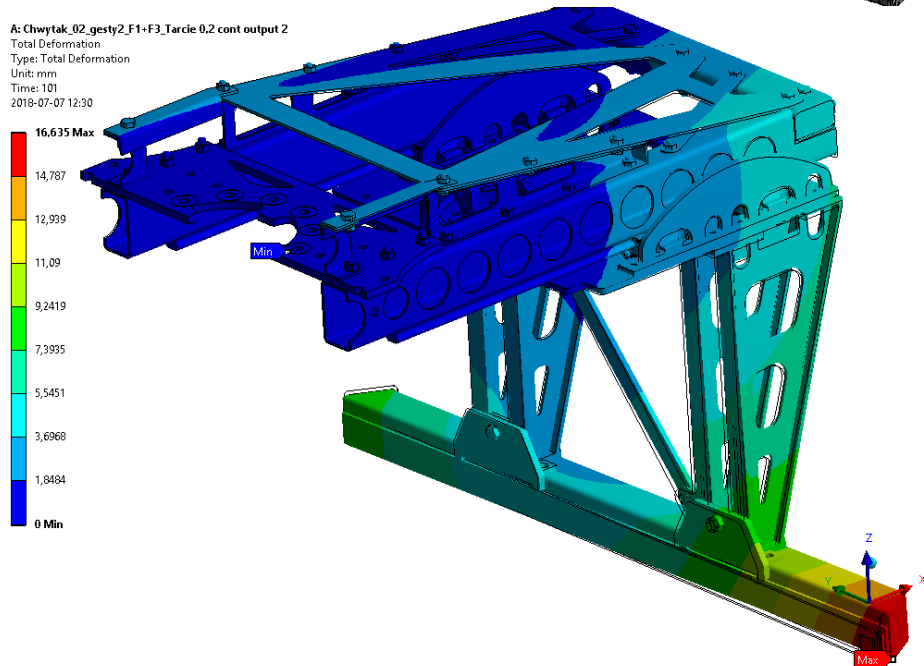
7,3935

5,5451

3,6968

1,8484

0 Min



A: Chwytak\_02\_gesty2\_F1+F3\_Tarcie 0.2 cont output 2  
Equivalent Stress  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 101  
Custom Obsolete  
2018-07-07 12:34

225

200

175

150

125

100

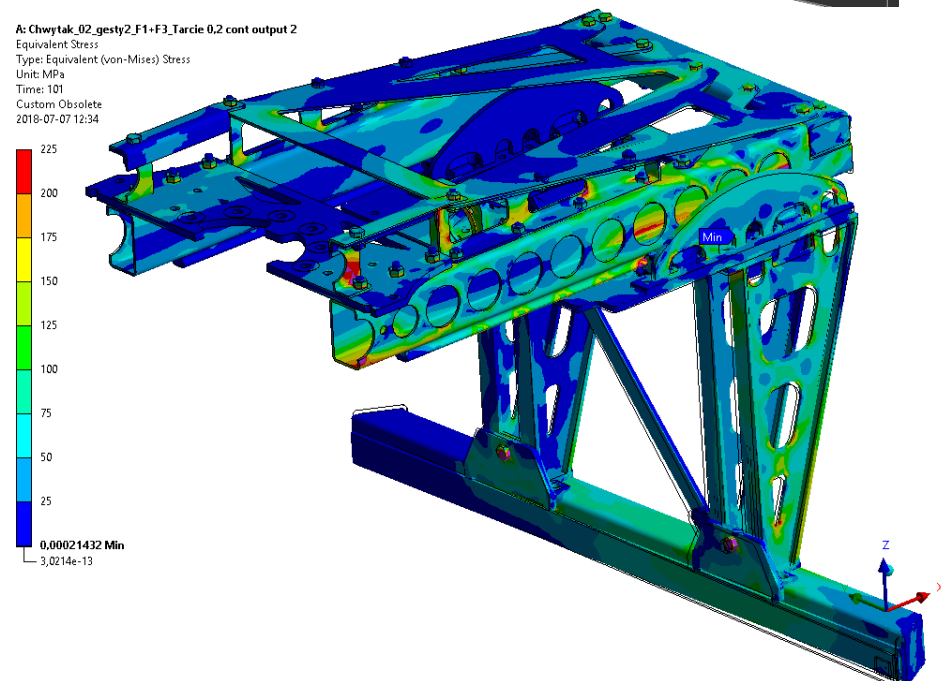
75

50

25

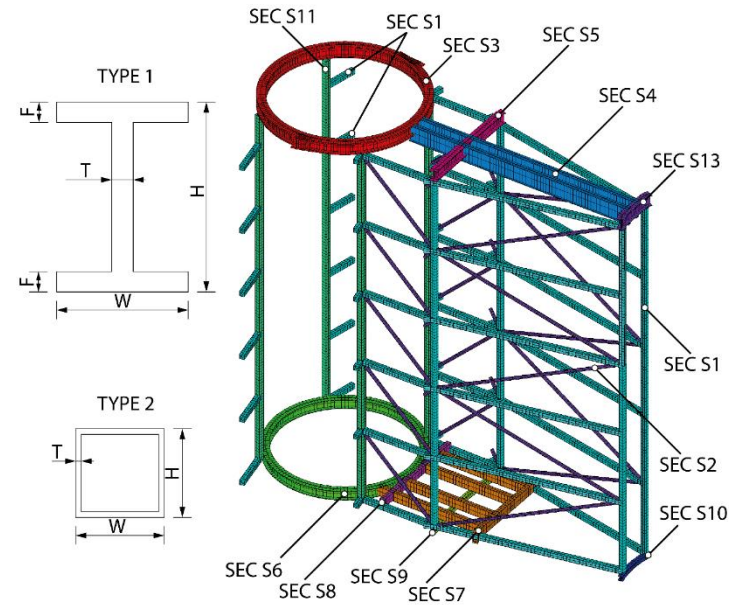
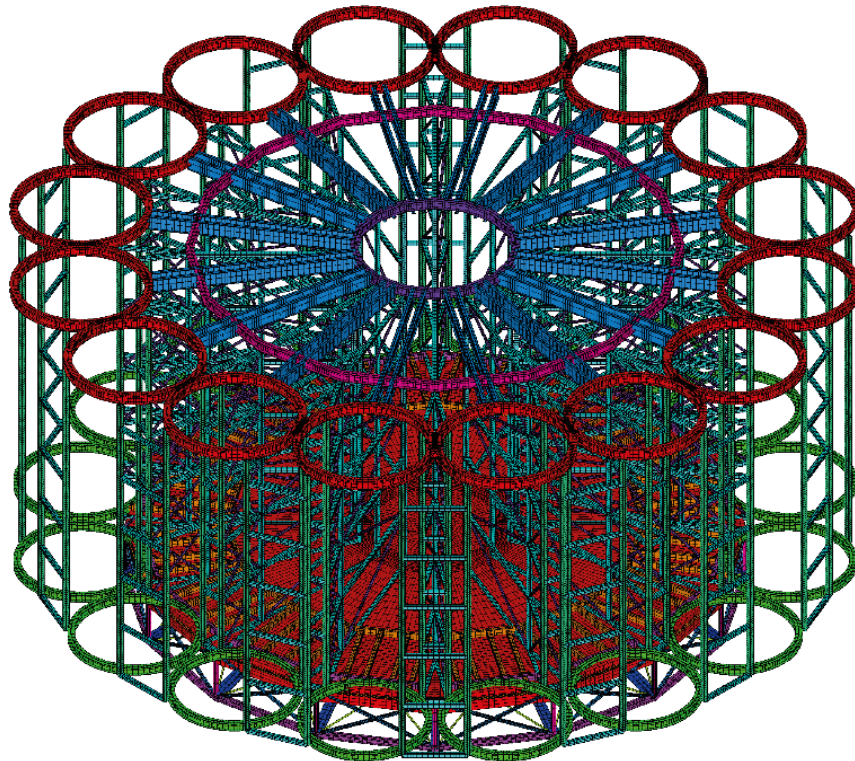
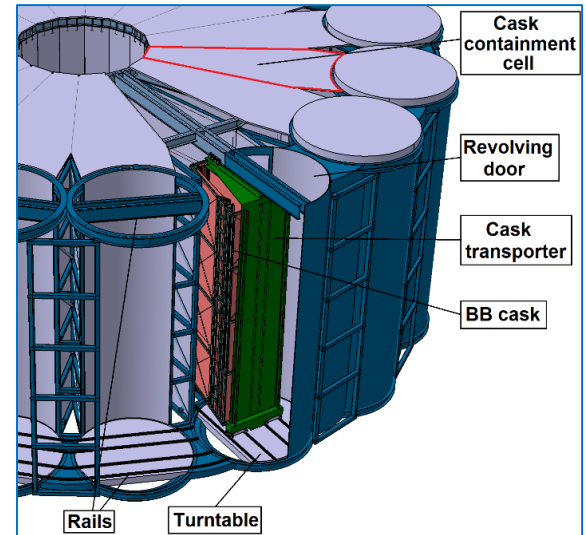
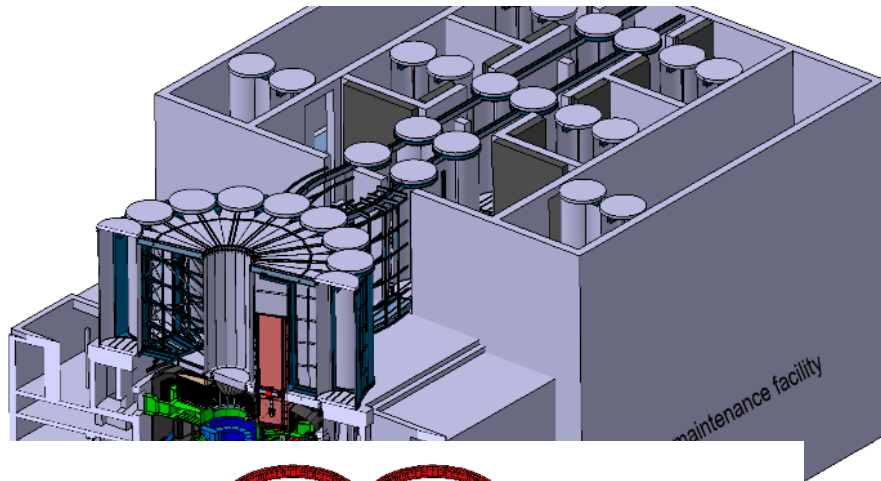
0,00021432 Min

3,0214e-13

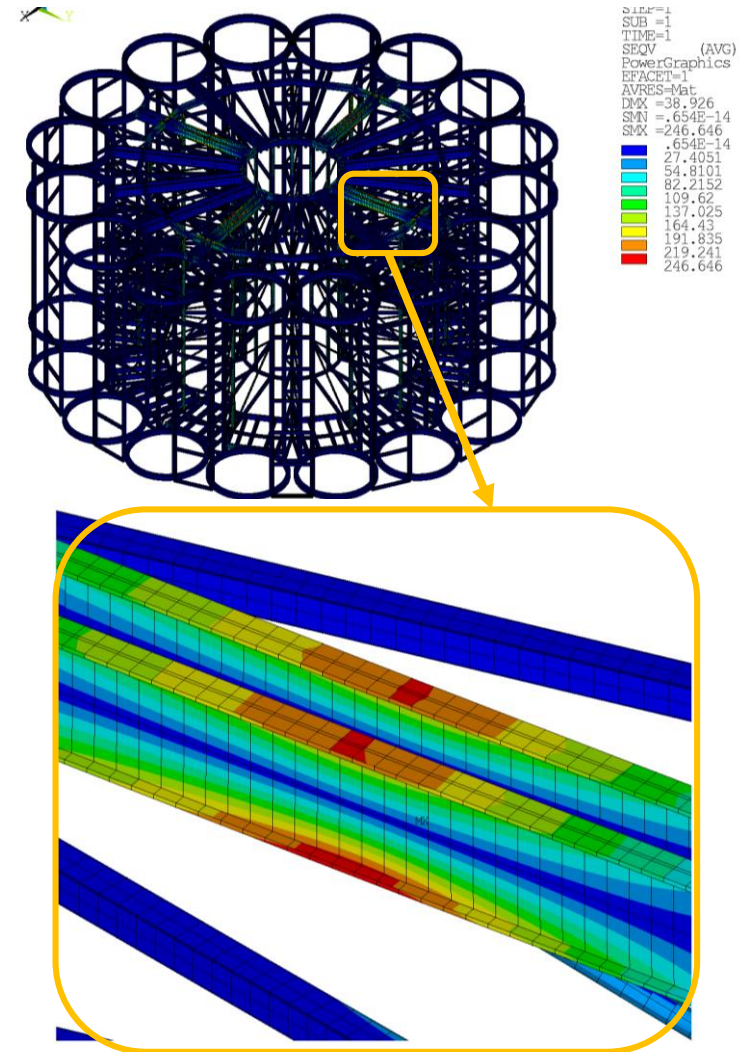
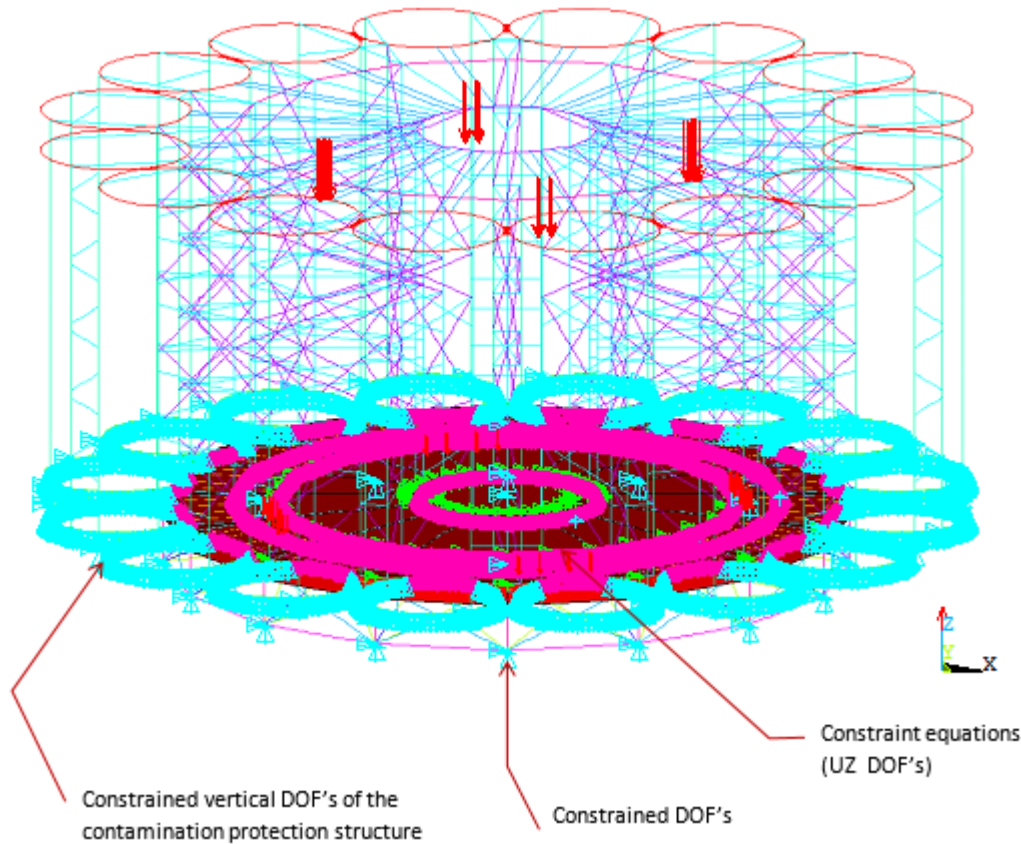




# DEMO contamination protection structure (2021)



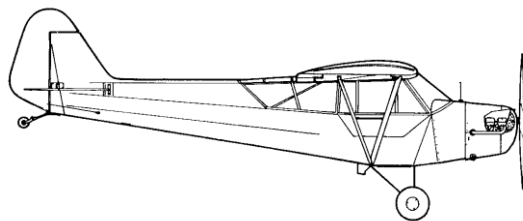
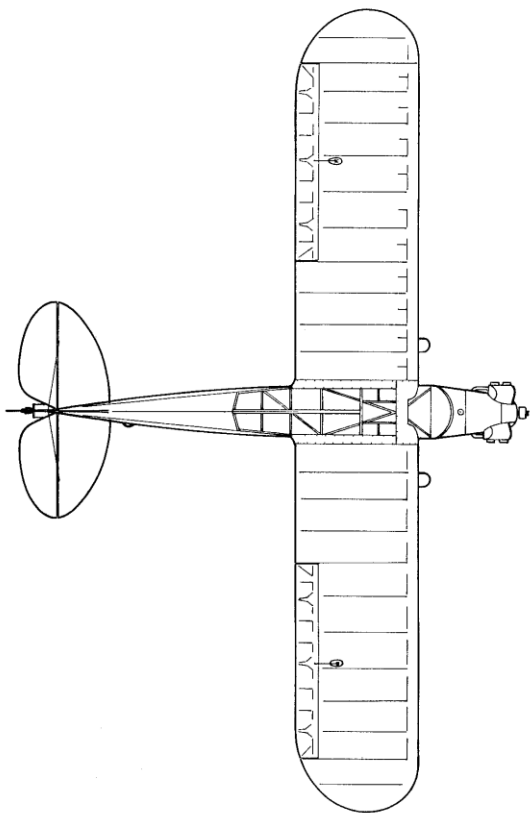
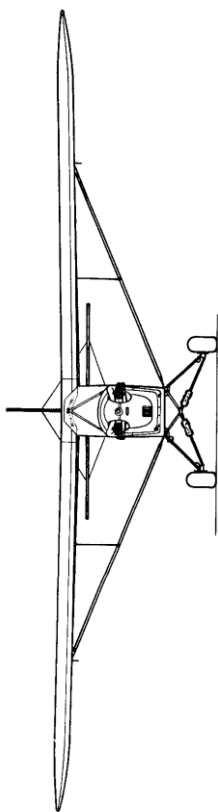
# DEMO contamination protection structure





# Analiza dla samolotu lekkiego *Piper L-4* w warunkach lądowania awaryjnego





*Piper L-4*



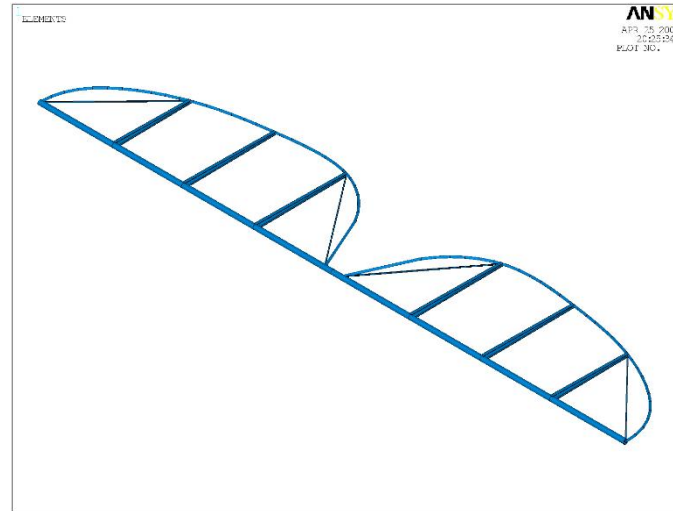
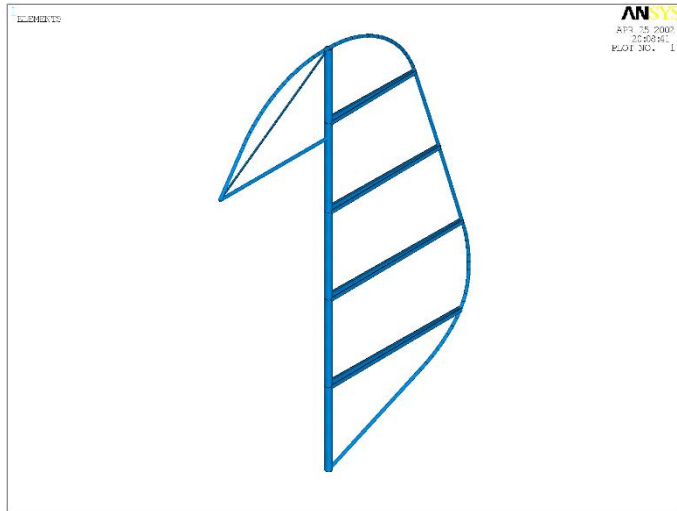
## Przyjęto wstępne warunki testu:

- masa startowa płatowca około 516 kg (obciążenie dwoma osobami załogi, masą paliwa i oleju, bagaż pominięty),
- prędkość postępową 80 km/h,
- kąt schodzenia względem ziemi  $25^\circ$ ,
- silnik wyłączony,
- następuje symetryczne przyziemienie na twardej nawierzchni,
- pominięte zostały obciążenia zewnętrzne od sił aerodynamicznych.

# Budowa analizowanego modelu:

- konstrukcję płatowca sprowadzono do modelu zastępczego w celu redukcji stopni swobody,
- elementy konstrukcyjne (kratownicę kadłuba, golenie podwozia, dźwigary skrzydeł, zastrzały, itp.) opisano modelem belkowym,
- elementy nie mające znaczenia konstrukcyjnego zastąpiono równoważnymi masami skupionymi wyznaczonymi na szczegółowych modelach,
- drobne elementy wyposażenia pominięto,
- silnik zamodelowano jako element bryłowy,
- koła podwozia i amortyzatory zastąpiono elementami sprężystymi,
- wprowadzono zastępczy model człowieka, sprowadzając do masy skupionej ze stosownymi momentami bezwładności.

# Przykładowe podzespoły konstrukcji zastąpione równoważnymi masami skupionymi

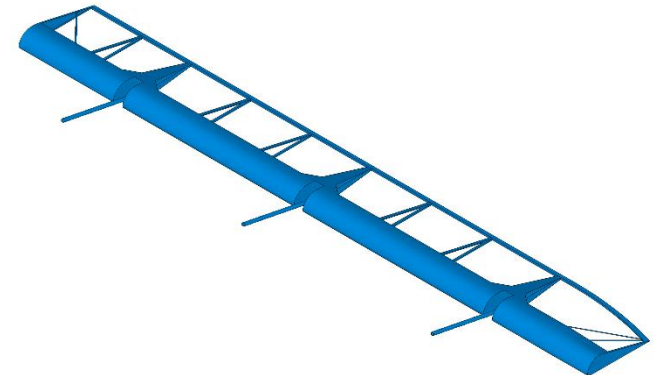
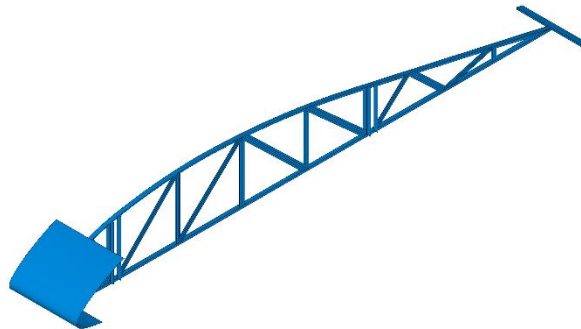


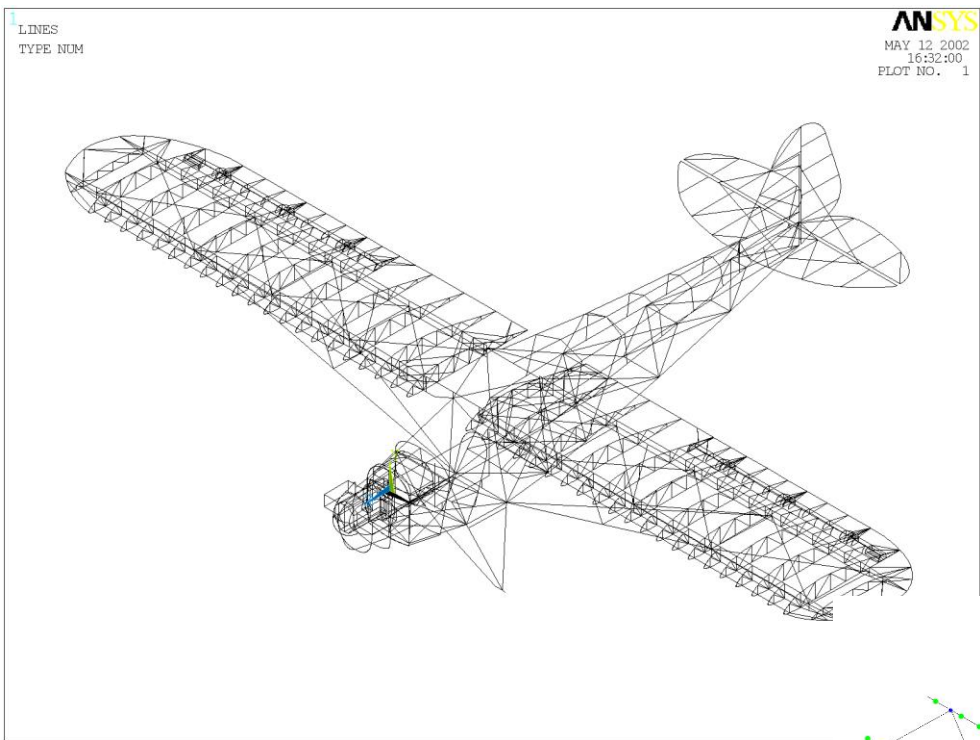
ANSYS

ANSYS  
APR 15 2000  
20:28:54  
ELOT 365 1

ANSYS

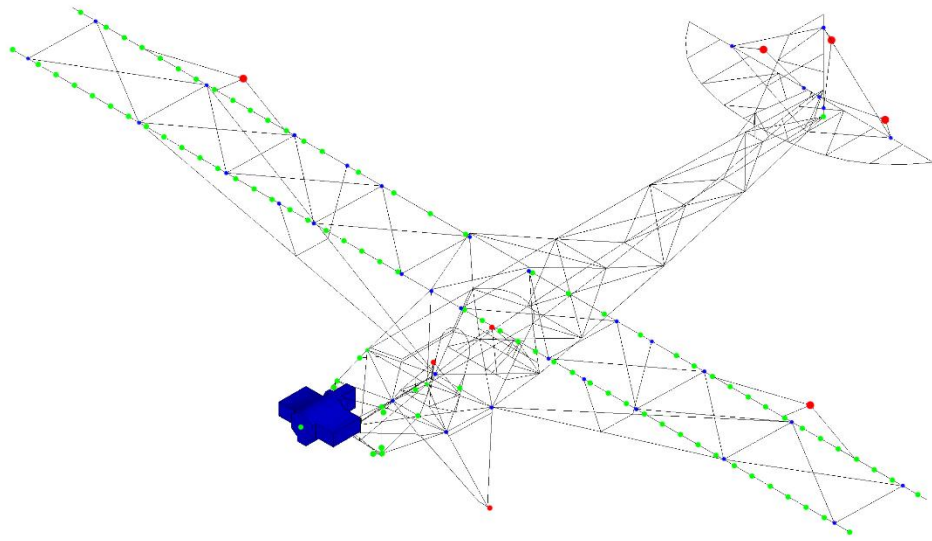
ANSYS  
APR 15 2000  
20:28:54  
ELOT 365 1





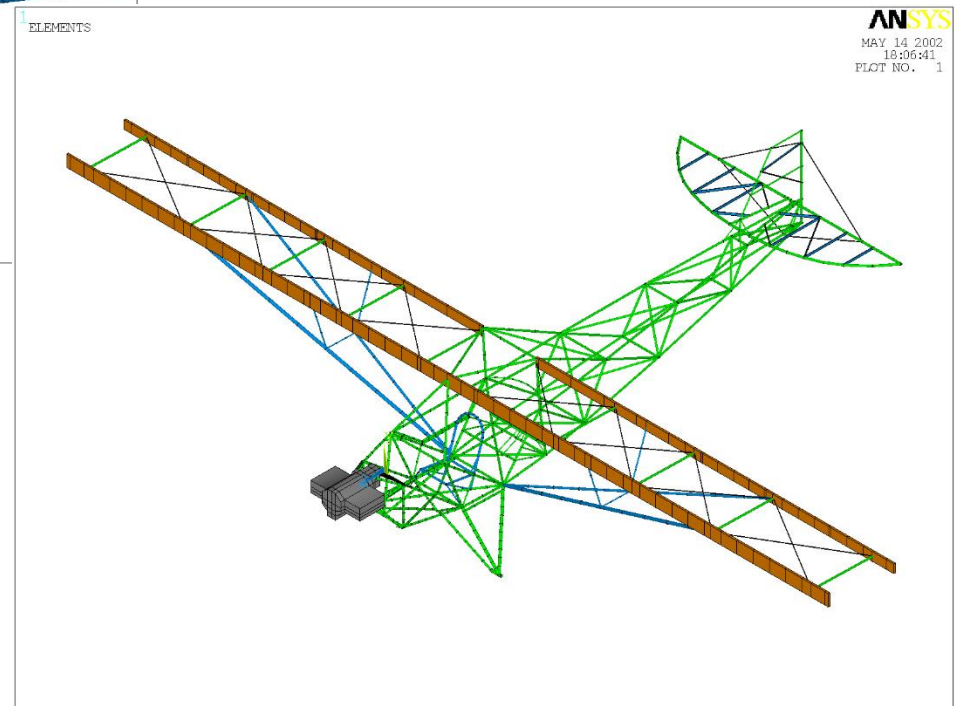
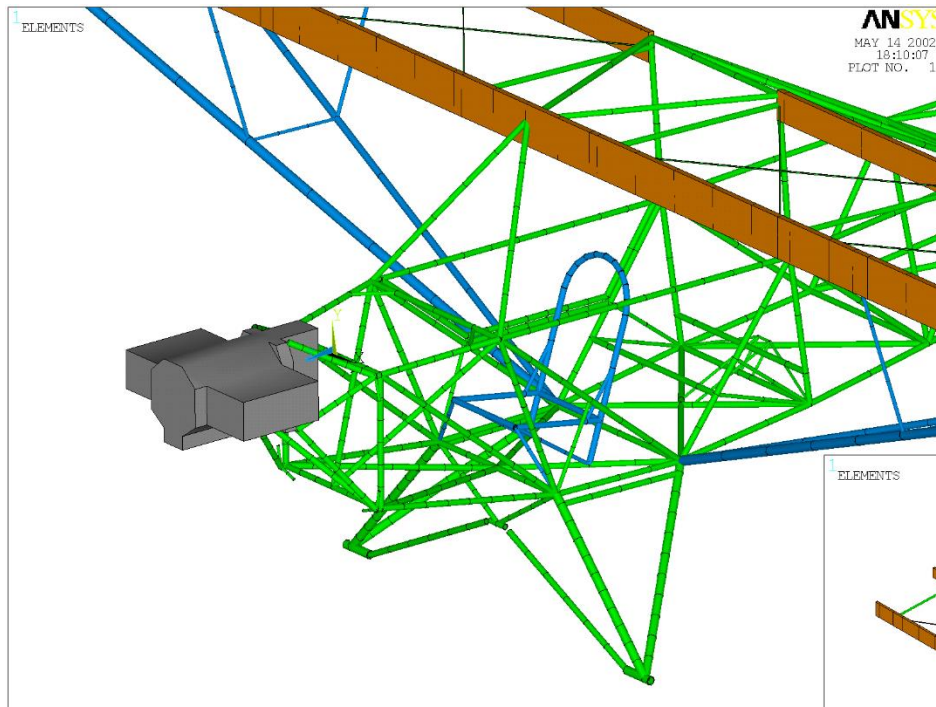
Model pełny belkowy

Rozmieszczenie mas skupionych w modelu zastępczym

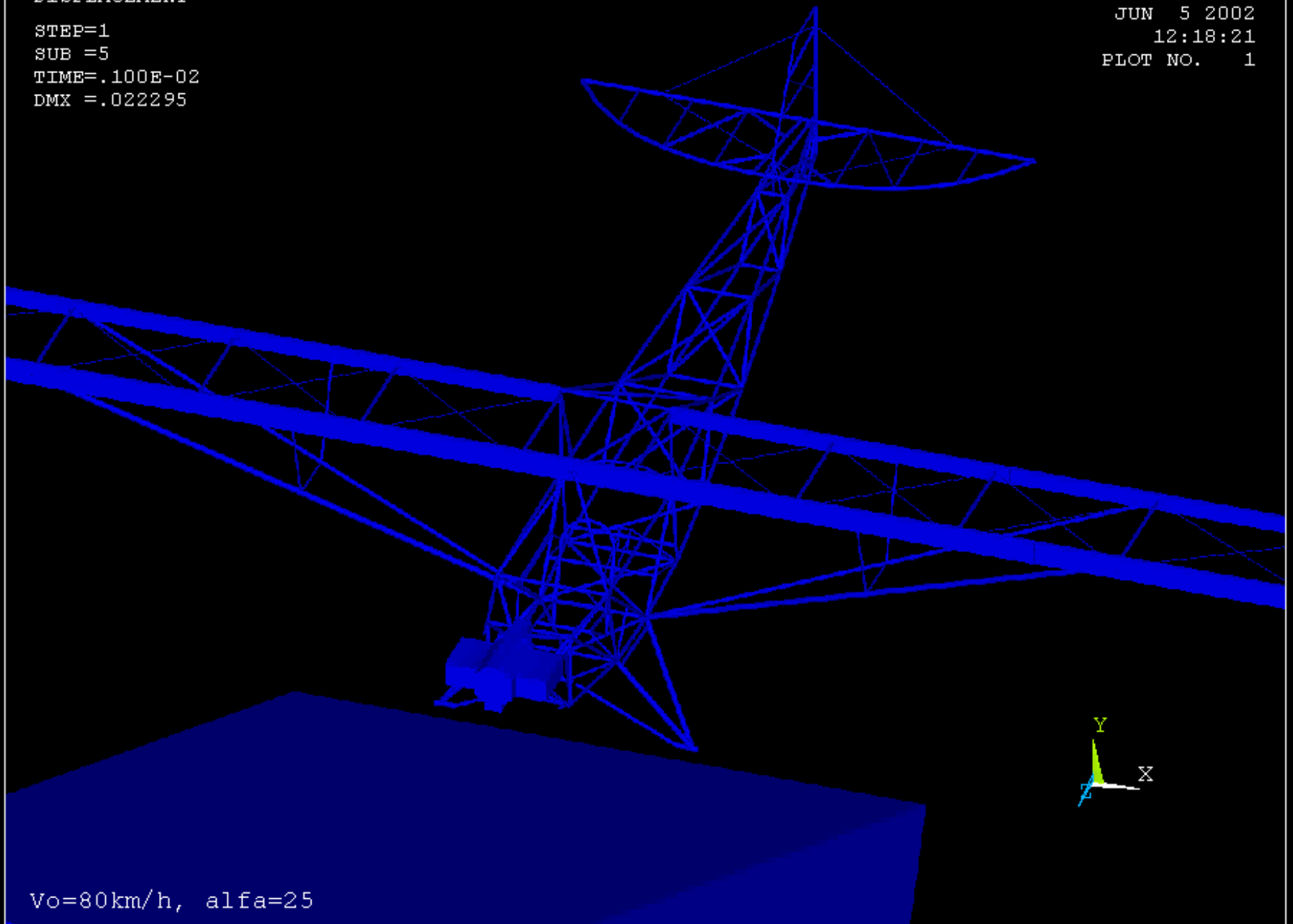




# Model zastępczy z podziałem na elementy skończone



1  
DISPLACEMENT  
STEP=1  
SUB =5  
TIME=.100E-02  
DMX =.022295

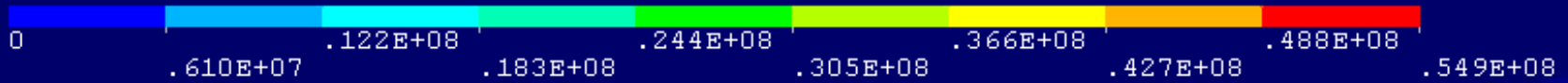
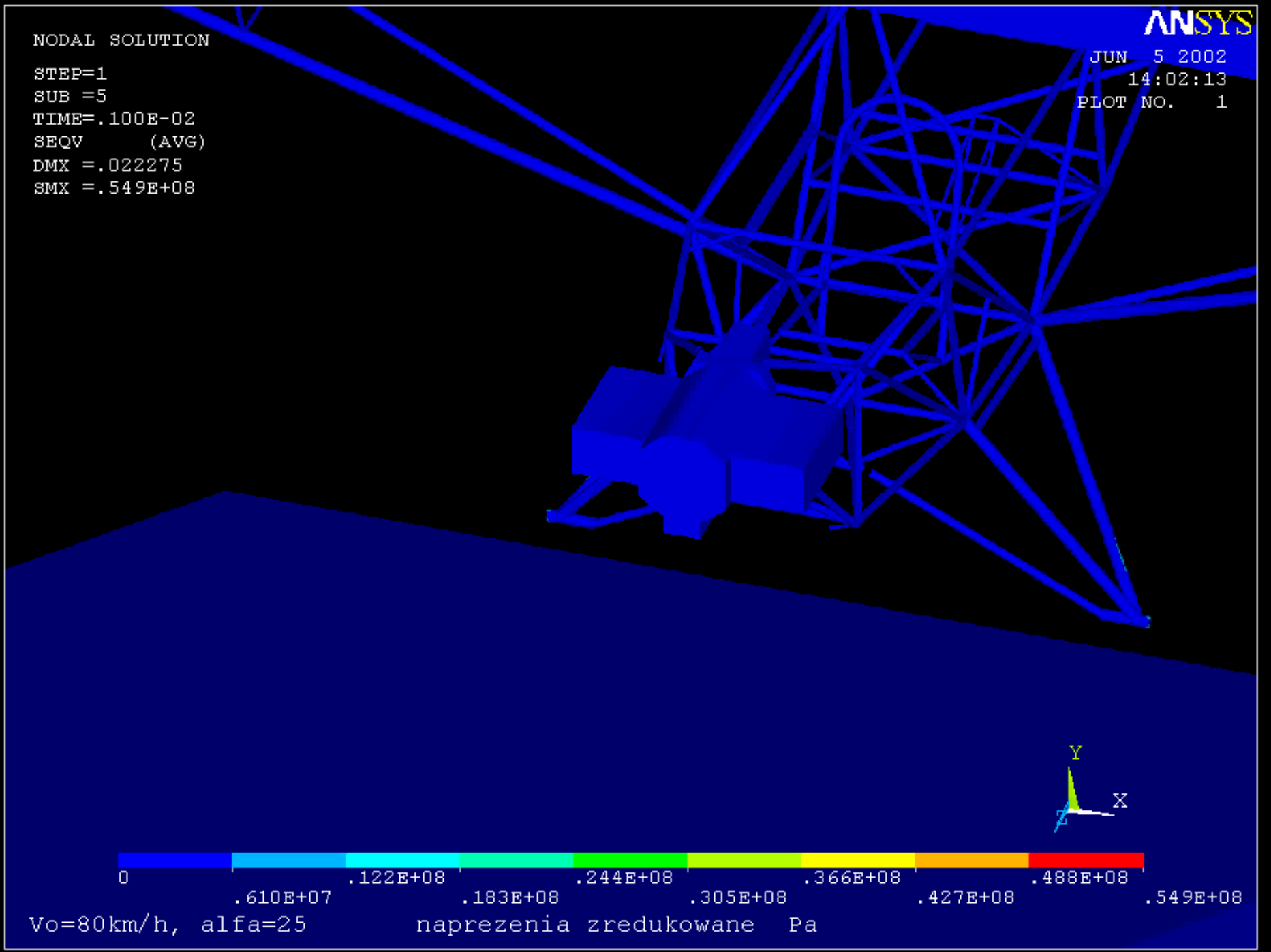


Vo=80km/h, alfa=25

NODAL SOLUTION

STEP=1  
SUB =5  
TIME=.100E-02  
SEQV (AVG)  
DMX =.022275  
SMX =.549E+08

JUN 5 2002  
14:02:13  
PLOT NO. 1



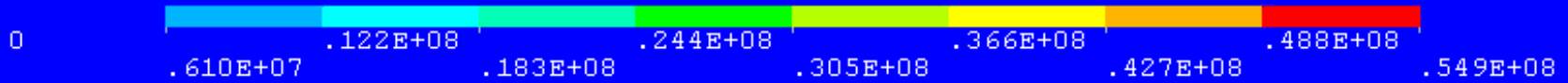
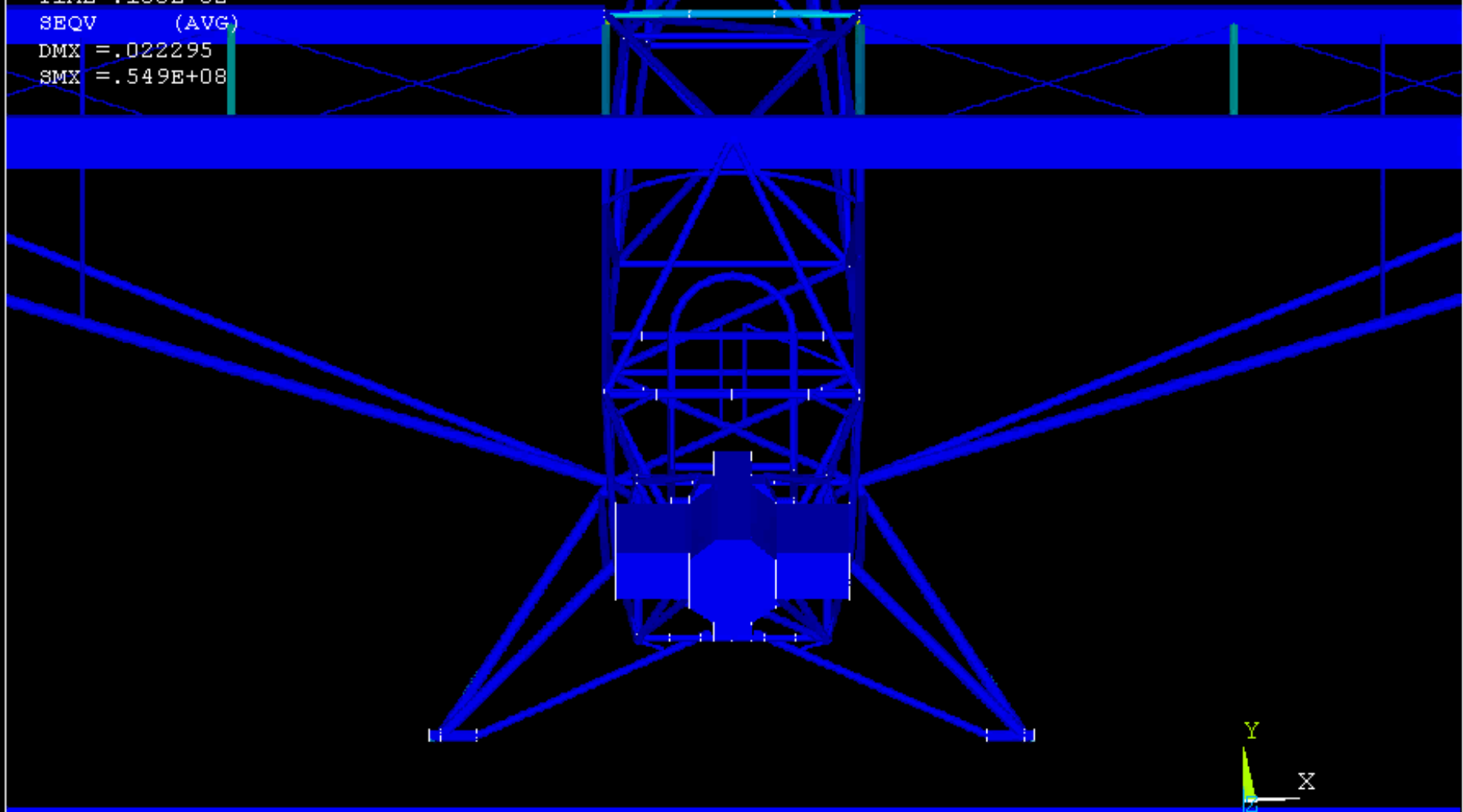
Vo=80km/h, alfa=25

naprezenia zredukowane Pa

NODAL SOLUTION

JUN 5 2002  
14:48:17  
PLOT NO. 1

STEP=1  
SUB =5  
TIME=.100E-02  
SEQV (AVG)  
DMX =.022295  
SMX =.549E+08



Vo=80km/h, alfa=25 naprezenia zredukowane Pa

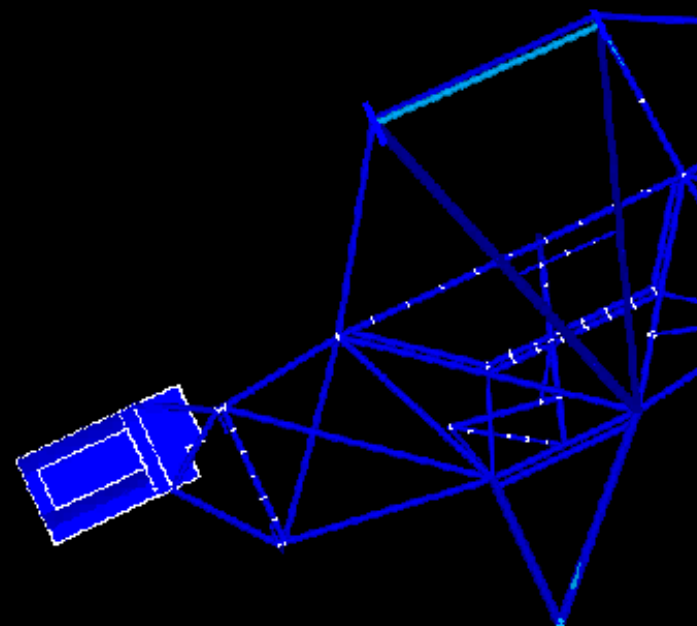


1

NODAL SOLUTION

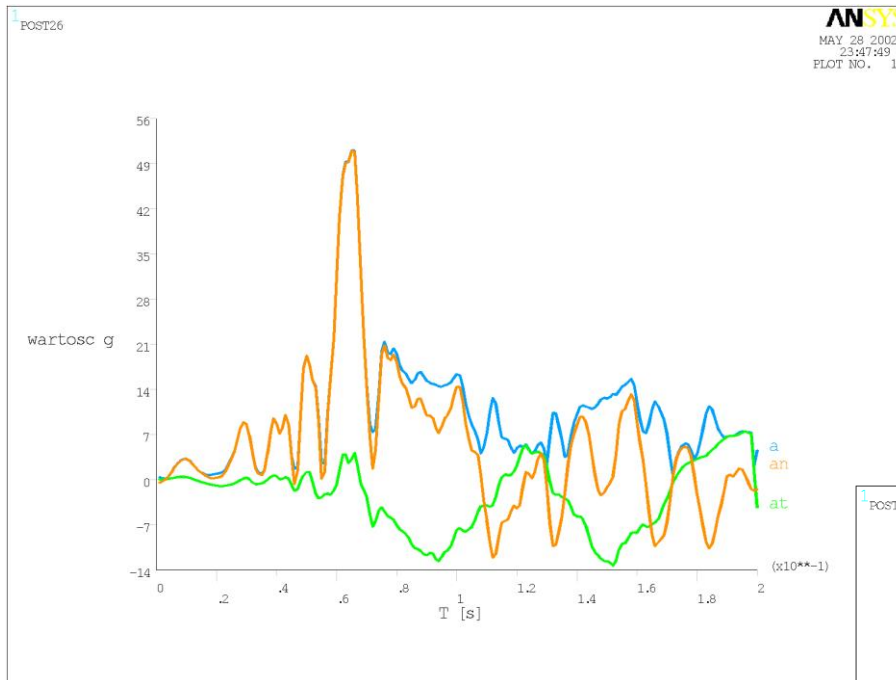
JUN 5 2002  
15:25:05  
PLOT NO. 1

STEP=1  
SUB =5  
TIME=.100E-02  
SEQV (AVG)  
DMX =.022295  
SMX =.549E+08



Vo=80km/h, alfa=25 naprezenia zredukowane Pa

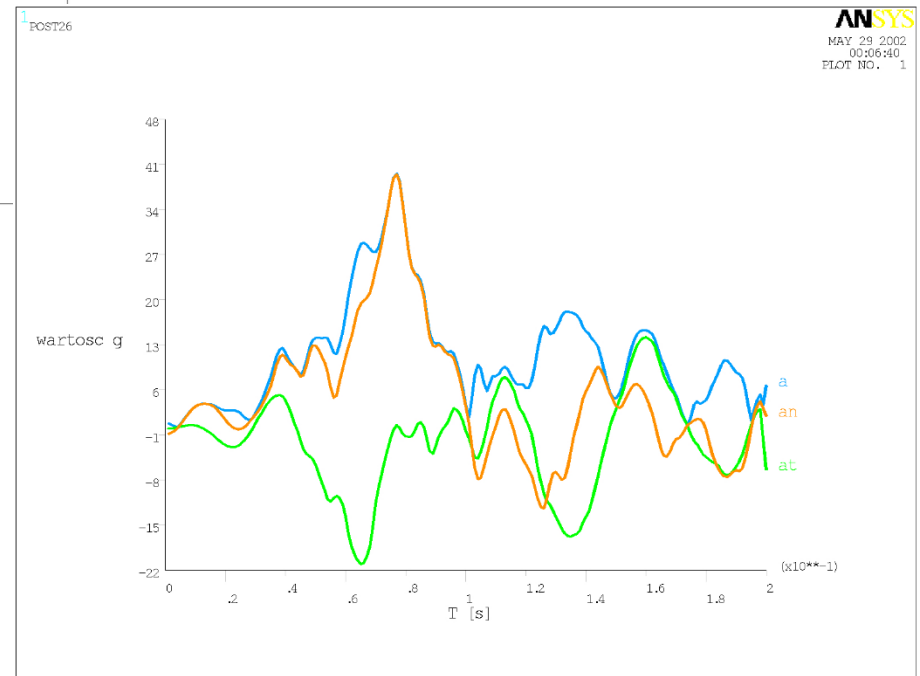
# Przyspieszenia działające na załogę



**I Pilot**

$$a_{\max} = 51.097 \text{ g}$$

$$T = 0.065 \text{ s}$$

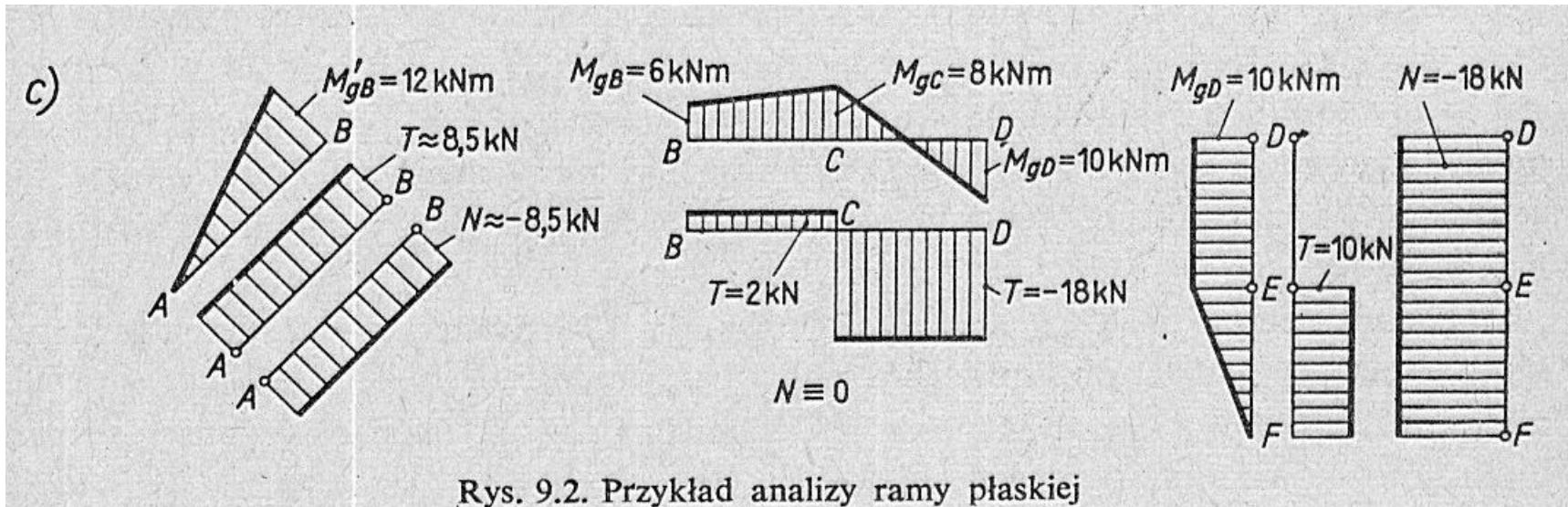
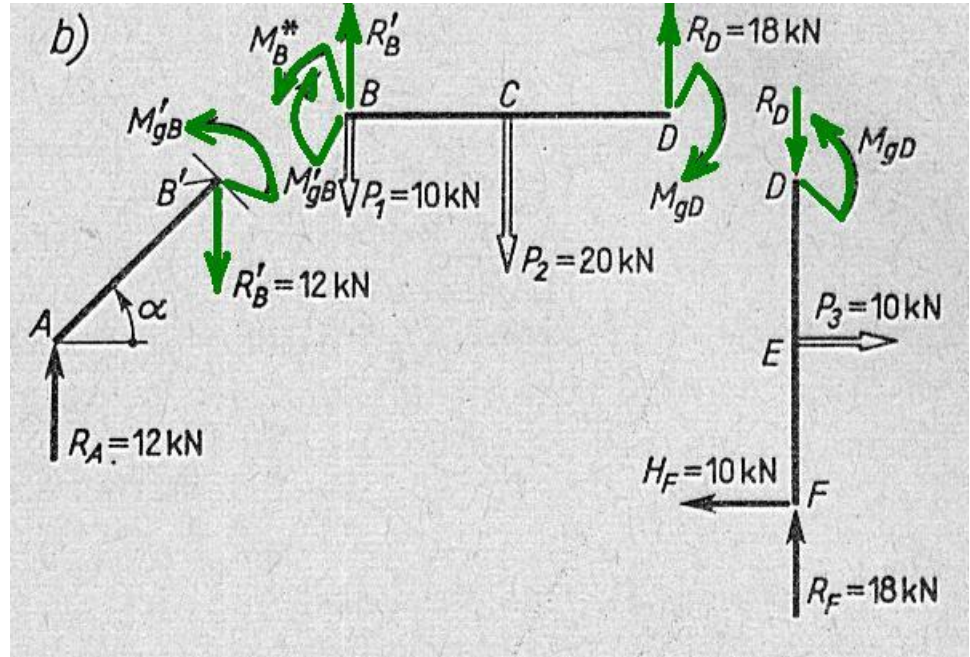
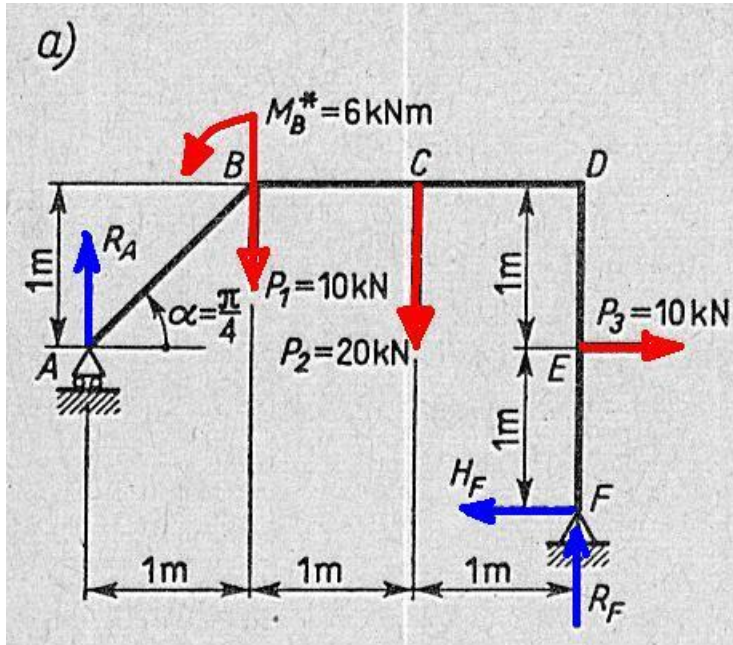


**II Pilot**

$$a_{\max} = 39.608 \text{ g}$$

$$T = 0.077 \text{ s}$$

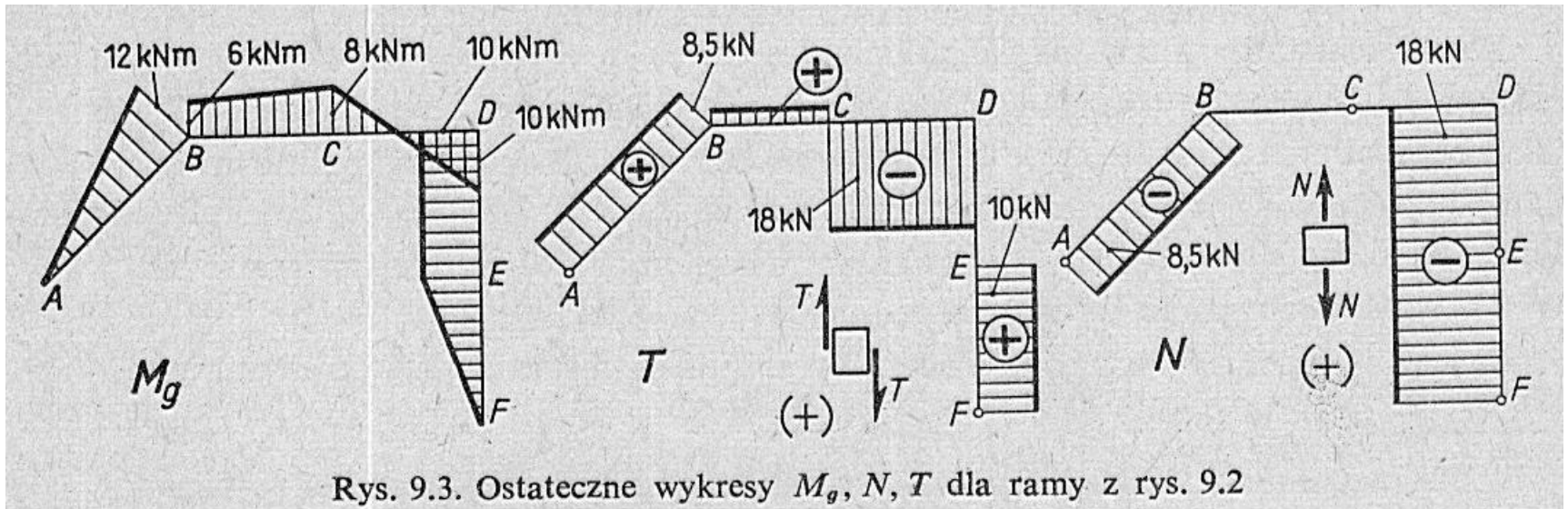
# Analiza ramy statycznie wyznaczalnej określenie sił wewnętrznych i stanu naprężenia



Rys. 9.2. Przykład analizy ramy płaskiej

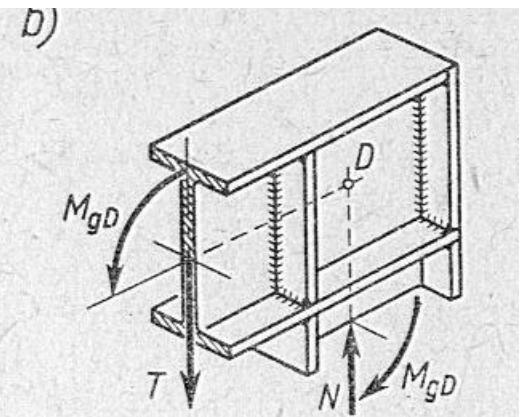
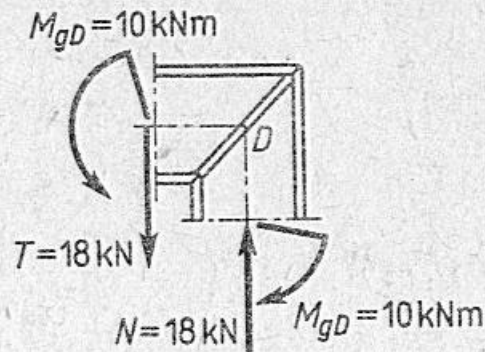
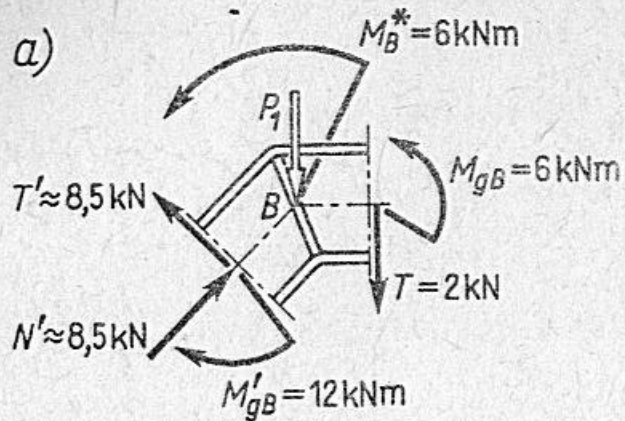


# Analiza ramy statycznie wyznaczalnej określenie sił wewnętrznych i stanu naprężenia



Analiza stanu naprężenia:  $M_g, N \rightarrow \sigma$ ,  $T \rightarrow \tau$

Wyniki wiarygodne poza narożami (załomy)



Rys. 9.4. Statyka naroży ramy

Lokalny charakter naprężenia zależy od kształtu naroża