

Aplicația AEF-A.2.8

ANALIZA STATICĂ A SUBANSAMBLULUI UNEI BIELE

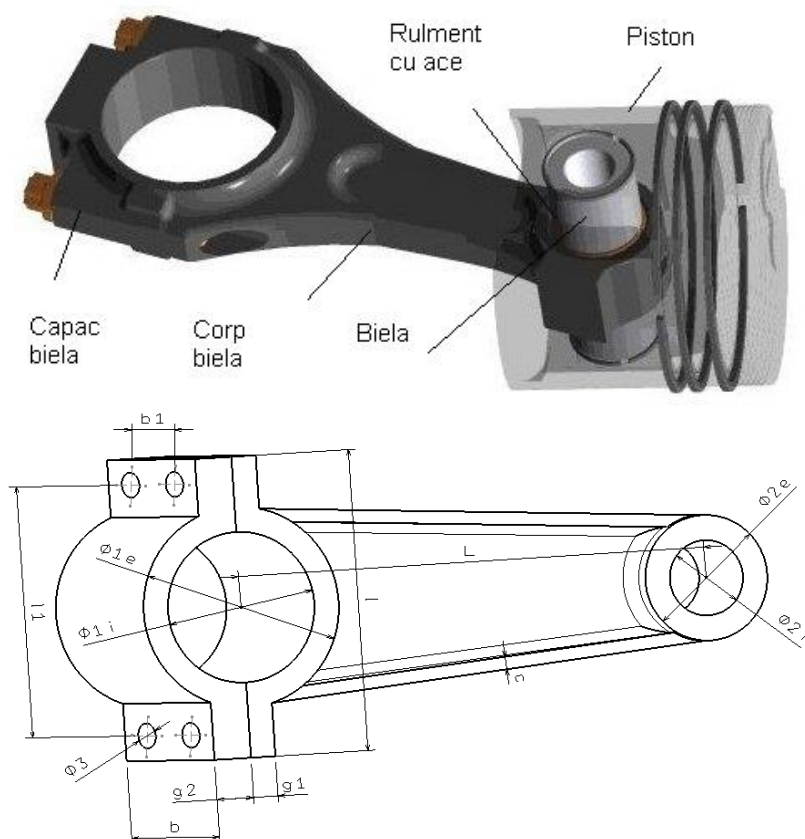
A. DEFINIREA APLICAȚIEI

A.1. Introducere

Subansamblele de tip bielă sunt părți importante ale motoarelor cu ardere internă caracterizate de rigiditate mărită, deformațiile elastice ale acestora fiind reduse. Constructiv, subansamblele de tip bielă, sunt compuse din două piese (corp și capac) solidarizate prin intermediul unor asamblări prin șuruburi montate cu joc; forța de prestrângere a acestor șuruburi are un rol decisiv în realizarea rigidității subansamblului. Determinarea câmpurilor de tensiuni și deformații pentru astfel de structuri și studiul variației acestora cu modificarea forței de prestrângere din șuruburi sunt utile în vederea determinării rigidității subansamblului și rezistenței componentelor acestuia.

A.2. Descrierea aplicației

În figura de mai jos se prezintă un ansamblu piston-bielă din componența unui motor cu ardere internă. Subansamblul bielă este compus din corp, capac și șuruburi de fixare. În alezajele bielei se montează un cuzinet monobloc sau un rulment cu ace, formând cupla cu bolțul, și semicuzineții care formează cupla cu arborele cotit. Încărcările, consecință a forțelor transmise, în aceste lagăre se realizează cu forțe distribuite după legi de variație dependente de tipul lagărului și varianta constructivă adoptată.



A.3. Scopul aplicației

În această aplicație se prezintă algoritmul de analiză cu elemente finite a subansamblului unei biele solicitat la tracțiune prin încărcare cu forța $F=3000$ N în zonele rulmentului radial

cu ace și a semicuzinetului capacului bieiei. Capacul bieiei este asamblat de corpul bieiei printr-un set de patru șuruburi M8. Dimensiunile elementelor subansamblului de analizat, prezentat mai sus, sunt: $\phi_{1e} = 64$ mm, $\phi_{1i} = 48$ mm, $\phi_{2e} = 40$ mm, $\phi_{2i} = 24$ mm, $\phi_3 = 8$ mm, $L = 160$ mm, $l = 96$ mm, $l_1 = 80$ mm, $b = 40$ mm, $b_1 = 20$ mm, $c = 4$ mm, $g_1 = 8$ mm, $g_2 = 12$ mm. Muchiile interioare ale corpului și capacului bieiei sunt cu racordări de rază $r = 2$ mm. Elementele subansamblului analizat sunt realizate din oțel OLC 45, îmbunătățit la 250-270 HB.

B. ÎNTOCMIREA MODELULUI DE ANALIZĂ

B.1. Definirea modelului de analiză

Pentru întocmirea modelului de analiză cu elemente finite asociat aplicației de mai sus se impune identificarea:

- formei și dimensiunilor geometrice,
- restricțiilor induse de legăturile cu elementele exterioare,
- legăturilor interne dintre elementele constitutive,
- încărcărilor exterioare,
- caracteristicilor materialului.

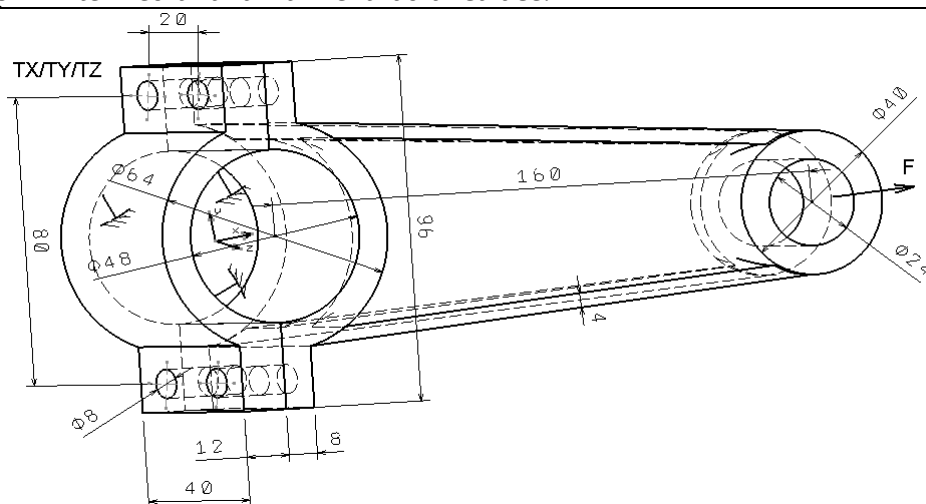
B.2. Descrierea modelului de analiză

În figura de mai jos se prezintă forma geometrică la nivel de detaliu și dimensiunile elementelor ansamblului (*corp* și *capac*).

Simularea legăturii capacului bieiei cu fusul arborelui cotit prin intermediul semicuzinetului, având în vedere rigiditatea mărită a acestor elemente și solicitarea la tracțiune a subansamblului, se realizează prin anularea celor trei translații posibile pentru toate punctele semialezajului capacului.

Legăturile realizate fizic prin asamblări filetate dintre *capac* și *corp* se modelează cu ajutorul unor elemente ideale de legătură indirectă cu șurub virtual pretensionat (Bolt Tightening Connection, v. subcap. 1.2.2.2).

Încărcarea externă se realizează prin intermediul forței $F=3000$ N distribuite după o lege sinusoidală care simulează contactul dintre bolțul pistonului motorului și alezajul cilindric al bieiei prin intermediul unui rulment radial cu ace.



B.3. Stabilirea caracteristicilor materialului

Pentru analiza cu elemente finite caracteristicile de rezistență ale materialului, oțel OLC 45, îmbunătățit la 250-270 HB, sunt:

- modulul de elasticitate longitudinală, $E = 204000$ N/mm²;
- coeficientul contracției transversale (Poisson), $\nu = 0,3$.

C. PREPROCESAREA MODELULUI DE ANALIZĂ

C.1. Modelarea geometrică a corpului bielei

Activarea modului de generare a solidelor și setarea unității de măsură pentru lungimi

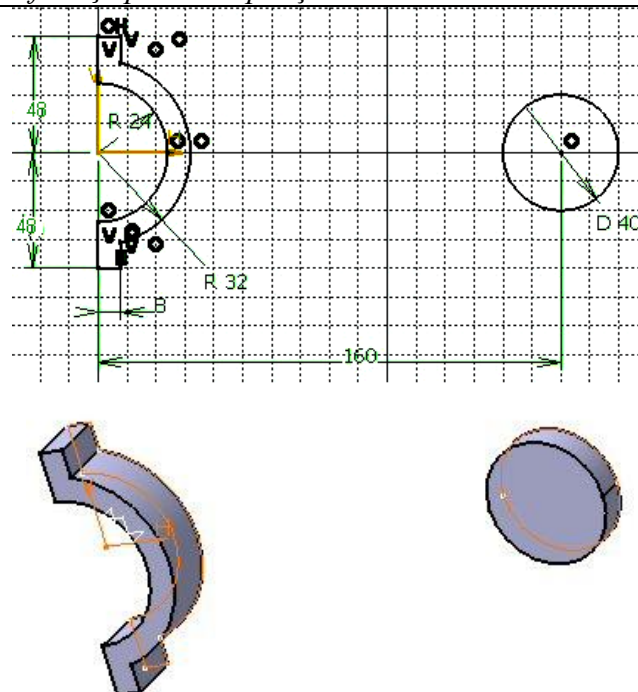
Start → Mechanical Design → Part Design → **New part**: New part name: Biela.

Tools → Options... → **Options**: Parameters and Measure; Units; Length, Milimeter (mm);
↵OK.

Generarea schiței de referință pentru capul și baza bielei

 (Sketcher) → xy plane →  (Profile) → [se desenează conturile închise asociate capului și bazei corpului bielei] →  (Constraint) [se introduc succesiv cotele prin selectarea liniilor, utilizând pentru selectări multiple tasta Ctrl] →  (Exit Workbench).

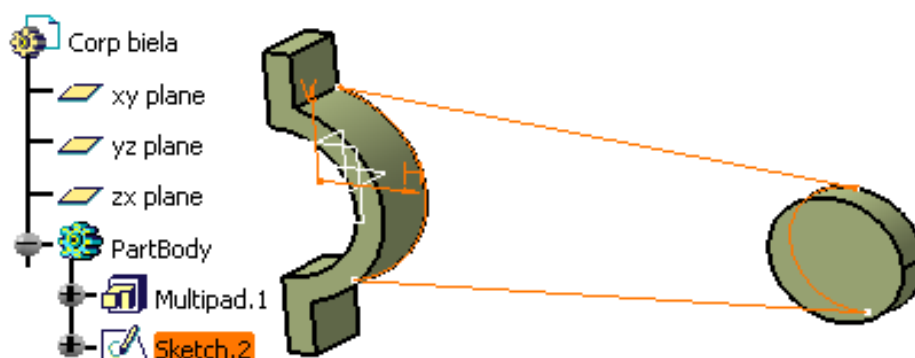
 (Multi-Pad) → **Multi-Pad Definition**: Domains [selectare în listă, Extension domains.1], Length 20, [selectare în listă, Extension domains.2], Length 10, ↵OK.

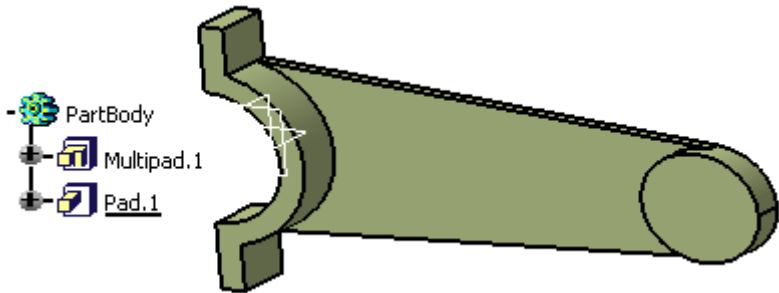
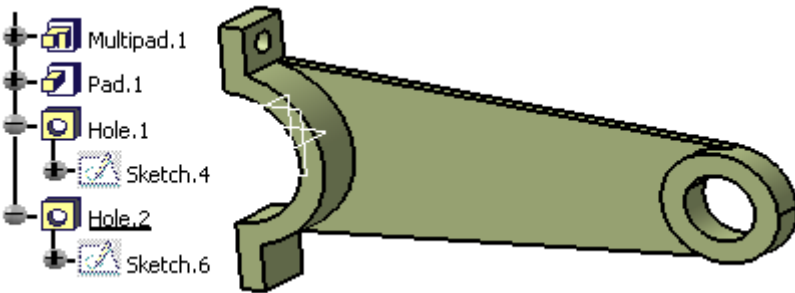
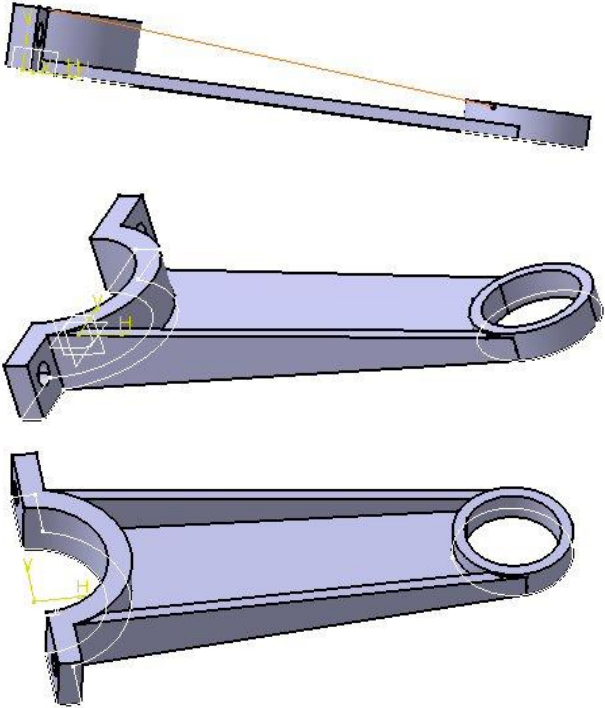


Generarea schiței de referință a corpului bielei

 (Sketcher) → xy plane →  (Project 3D Elements) [se selectează liniile comune celor două schițe] →  (Line) [se desenează liniile exterioare] →  (Constraint) [se selectează punctele comune liniei exterioare și bazei corpului bielei, utilizând tasta Ctrl] →  (Constraint) → **Constraint Definition**: *Coincidence*, ↵OK → [se selectează linia exterioară și și cercul exterior al capului bielei, utilizând tasta Ctrl] →  (Constraint) → **Constraint Definition**: *Tangency*, ↵OK. [Se repetă ultimele două acțiuni și pentru cealaltă linie exterioară].

 (Quick Trim) [se șterge arcul exterior al cercului capului bielei] →  (Exit Workbench).



Generarea semicorpului bieiei	
 (Pad) → Pad Definition: Selection: [se selectează, Sketch.2], Length: 4, ↵ OK.	
Generarea găurilor	
 (Hole) → [selectare cu mouse-ul a feței pe care se generează gaura] → Hole Definition: Extension ↓ Up to Next, Diameter: 24 mm , ☒ Normal to Surface, Positioning Sketch  → [poziționare prin cotare centru gaură, utilizând comanda  (Constraint)],  (Exit Workbench), ↵ OK. [se repetă această succesiune și pentru una din găurile cu diametrul de 8 mm practică în capului bieiei]. [Selectare cu mouse-ul a găurii cu diametrul de 8 mm] →  (Mirror) → Mirror Definition: Mirroring element: [selectare planul de oglindire, yz plane], ↵ OK.	
	
Generarea nervurilor	
 (Sketcher) → [se selectează planul nervurii] →  (Line) → [se desenează linia de referință a nervurii în afara zonei Sketch.1], [se utilizează comanda  (Constraint) și opțiunea Coincidence din caseta de dialog Constraint Definition pentru unirea acestei linii cu structura corpului bieiei ca în figura alăturată],  (Exit Workbench).  (Stiffener) → Stiffener Definition Thickness: 4mm, Selection: [se selectează, Sketch.2], ↵ OK. [Selectare cu mouse-ul a nervurii] →  (Mirror) → Mirror Definition: Mirroring element: [selectare cu mouse-ul a planului de oglindire, yz plane], ↵ OK.	

C.3. Modelarea caracteristicilor materialelor

[Selectare în structura arborescentă a specificației PartBody] →  (Apply Material) → **Library (ReadOnly):** Metal, Steel → Apply Material, ↵OK.

[Selectare *Steel* din structura arborescentă] → **Properties:** Feature Properties, Feature Name: OLC45; Analysis, Young Modulus 204000 N/mm², Poisson Ratio 0,3 → Apply, ↵OK.



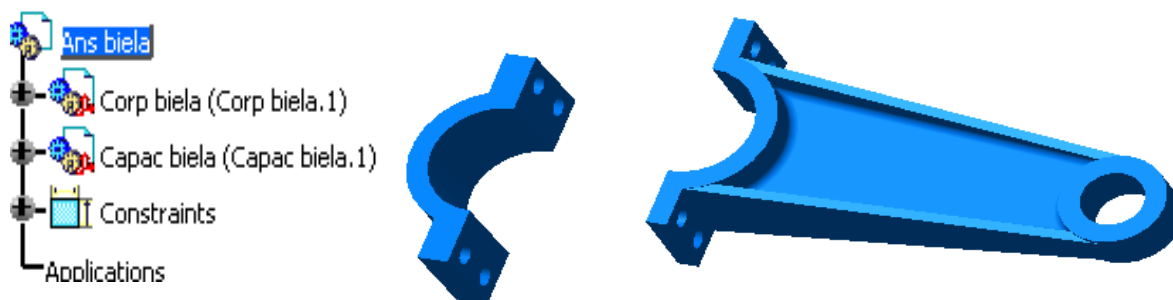
C.4. Modelarea geometrică a ansamblului

Activarea modului de generare a ansamblelor și încărcarea părților componente

Start → Mechanical Design → Assembly Design.

Insert → Existing Component → [activare specificația Product1] → [selecarea calei] → Biela.CATPart → Open. [se repetă această succesiune pentru a se încărca și fișierul Capac.CATPart].

 (Manipulation) → **Manipulation Parameters:** [selectare în această fereastră direcția de manipulare urmată de manipularea propriu-zisă a unui corp în vederea eliminării suprapunerii cu celelalte], ↵OK.

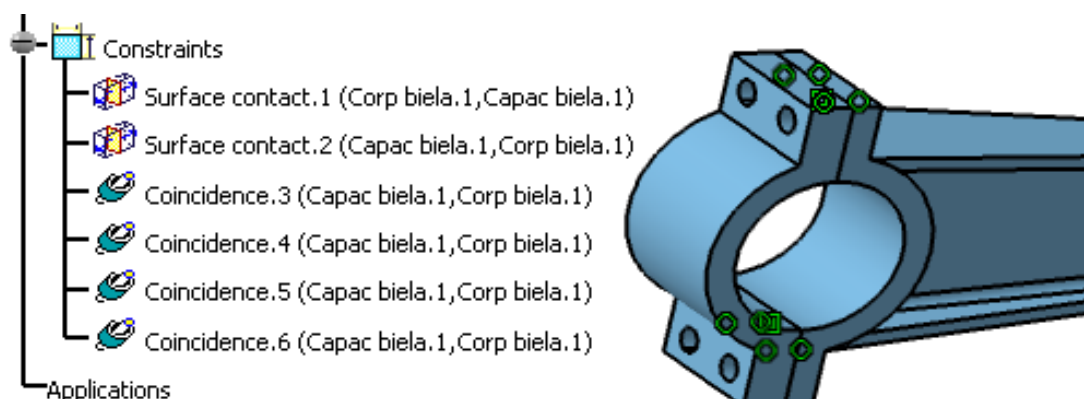


Introducerea constrângerilor geometrice de ansamblu

[Selectarea cu mouse-ul a suprafețelor plane coincidente ale bieiei și capacului, utilizând tasta Ctrl] →  (Contact Constraint) →  (Update All).

[Selectarea cu mouse-ul a unei perechi de suprafețe cilindrice coincidente ale bieiei și capacului, utilizând tasta Ctrl] →  Coincidence Constraint →  (Update All).

[Se repetă această succesiune și pentru celelalte trei perechi de suprafețe cilindrice ale bieiei și capacului].



C.5. Modelarea cu elemente finite

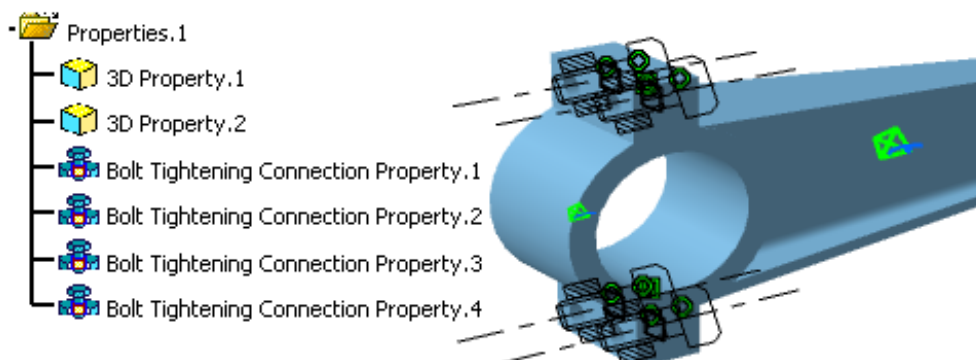
Activarea modului de analiză cu elemente finite

Start → Analysis & Simulation → Generative Structural Analysis → **New Analysis Case:** Static Analysis, ↵OK.

C.6. Modelarea constrângerilor geometrice

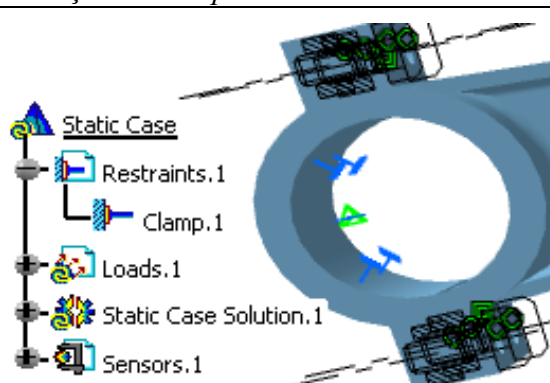
Modelarea legăturilor de tip asamblare prin șurub

 (Bolt Tightening Connection) → **Bolt Tightening Connection:** Supports [se selectează restricția geometrică *Coincidence.3* (*Capac biela.1*, *Corp biela.1*)], Tightening force: -100N, Orientation: $\downarrow$ Opposite [se alege sensul astfel încât zona capului șurubului (de pe simbol) să fie spre partea acționată de forța externă], ↵OK.
[Se repetă această succesiune și pentru celelalte trei constrângeri geometrice de tip *Coincidence*].



Introducerea restricțiilor de deplasare

 (Clamp) → **Clamp:** Supports [selectarea feței semicilindrice interioare a capacului], ↵OK.



C.7. Modelarea încărcărilor

Introducerea forței

 (Bearing Load) → **Bearing Load:** Supports [selectarea suprafeței cilindrice de așezare rulment radial cu ace]; Force vector X 3000N, Y 0N, Z 0N; Angle 180deg, Orientation Paralel; Profile Type Sinusoidal, ↵OK.



D. REZOLVAREA MODELULUI CU ELEMENTE FINITE

D.1. Lansarea modului de calcul

 (Compute) → **Compute:** $\downarrow$ All, ↵OK → **Computation Resources Estimation,** ↵Yes → **Computation Status.**

E. POSTPROCESAREA REZULTATELOR

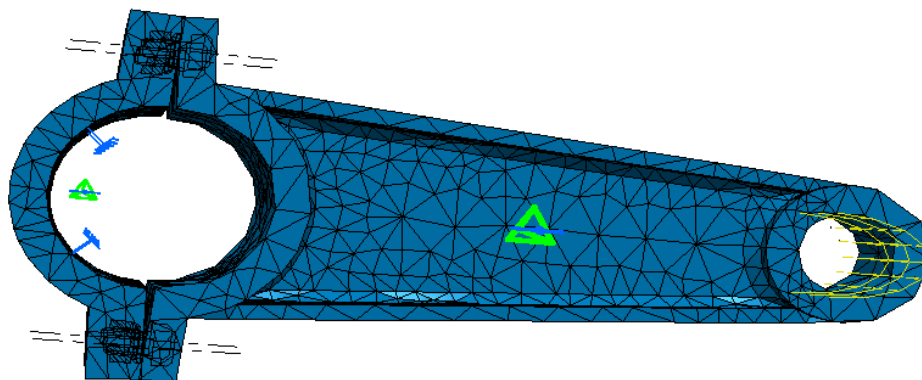
E.1. Vizualizarea stării deformate/Animație



(Deformation).



(Animate) → **Animate**: Steps number: 20 (se pot modifica și alți parametri), ↵Close.



Observație

Pentru modificarea amplitudinii deplasărilor la animație în vederea obținerii unei sugestivități îmbunătățite se poate parcurge succesiunea,

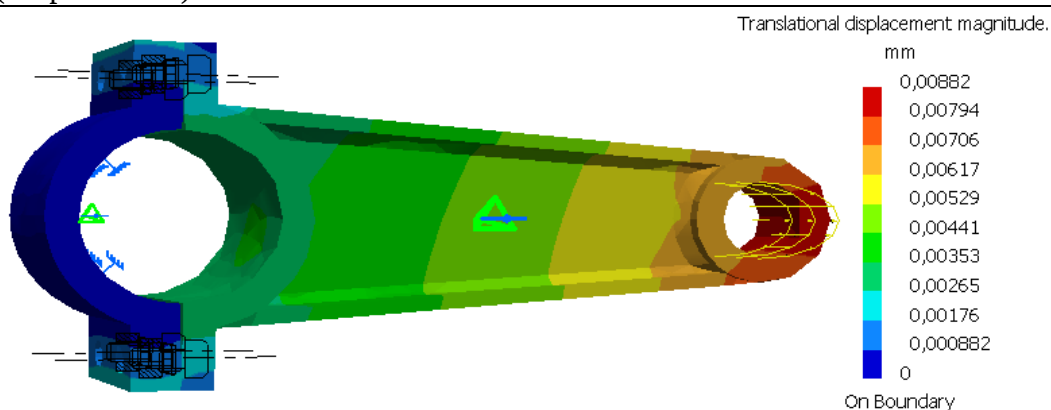


→ **Amplification magnitude**: Factor: 1 (se pot seta și alți parametri), ↵OK.

E.2. Vizualizarea câmpului de deplasări



(Displacement).

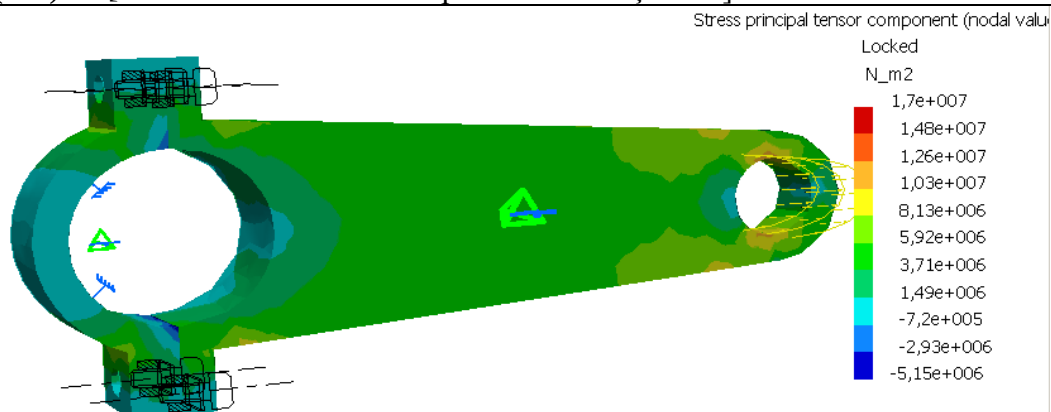


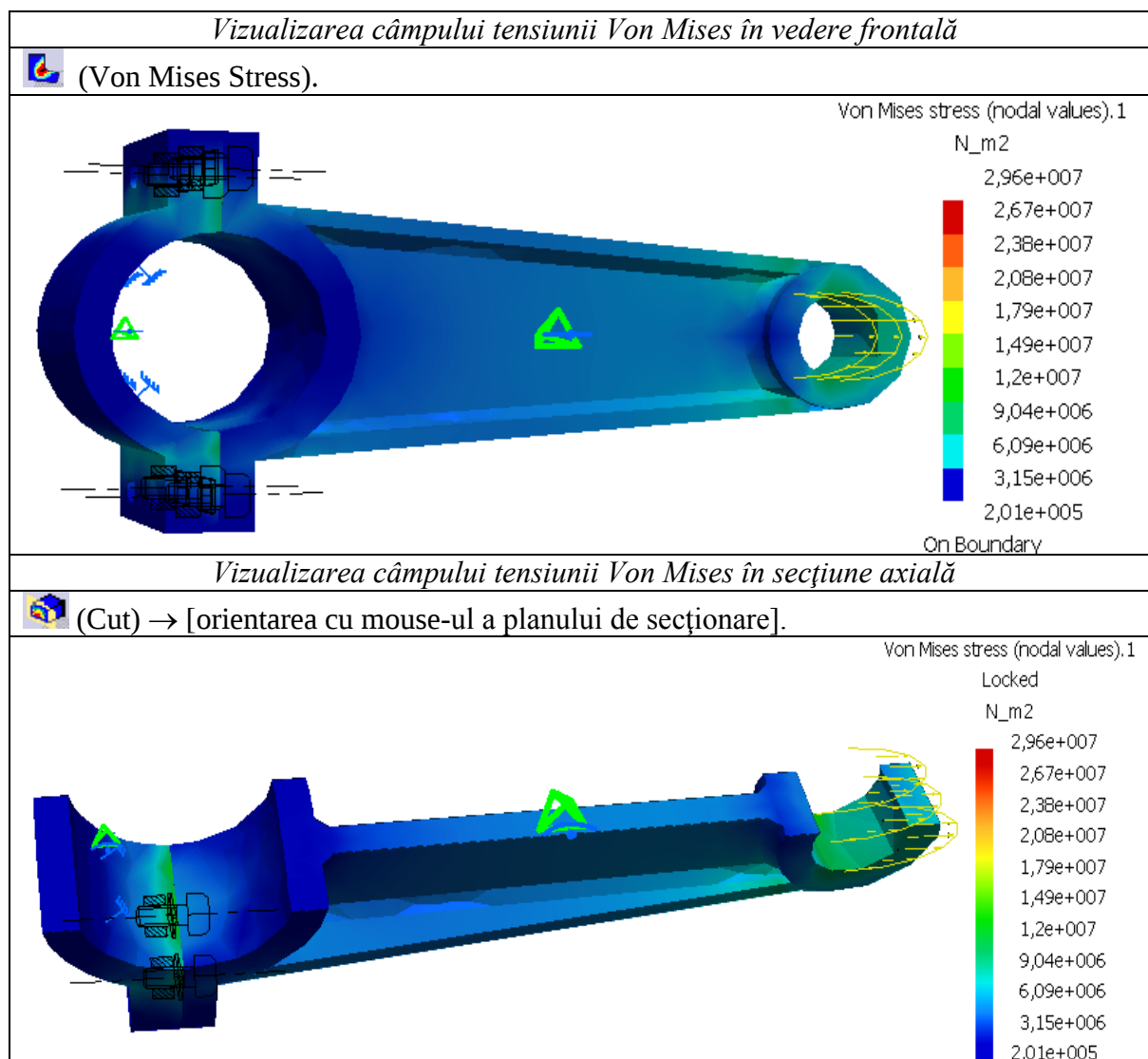
E.3. Vizualizarea câmpului de tensiuni

Vizualizarea câmpului tensiunii principale în secțiune frontală



(Cut) → [orientarea cu mouse-ul a planului de secționare].





F. CONCLUZII

Din analiza câmpurilor de deplasări și tensiuni se evidențiază faptul că subansamblul analizat este o structură rigidă (deplasările maxime reduse – 0,00882 mm) cu tensiunile maxime (29,6 MPa) în zona de aplicare a solicitării. Se observă ca această valoare, pentru materialul OLC45 (limita de curgere aprox. 330 MPa) este acceptabilă fiind mai mică decât cea admisibilă. În cazul în care tensiunea maximă este mai mare sau mult mai mică decât cea admisibilă structura este subdimensionată sau, respectiv, supradimensionată și se impun modificări dimensionale.

G. EXERCITIU

Să se parcurgă algoritmul de analiză cu elemente finite din această aplicație și pentru subansamblul pârgheii de susținere prezentat în figura următoare. Acest subansamblu este montat pe o bară în poziție orizontală prin intermediul unei brățări cu strângere prin patru șuruburi M8. Pârghia susține greutatea $G = 3000 \text{ N}$ prin intermediul unui bolț montat presat în alezajul pârgheii și a unui tirant. Dimensiunile elementelor subansamblului de analizat, prezentat mai sus, sunt: $\phi_{1e} = 64 \text{ mm}$, $\phi_{1i} = 48 \text{ mm}$, $\phi_{2e} = 40 \text{ mm}$, $\phi_{2i} = 24 \text{ mm}$, $\phi_3 = 9 \text{ mm}$, $L = 260 \text{ mm}$, $l = 180 \text{ mm}$, $a = 104 \text{ mm}$, $b = 40 \text{ mm}$, $b_1 = 20 \text{ mm}$, $c = 8 \text{ mm}$, $g = 8 \text{ mm}$, $= 12$

mm. Muchiile interioare ale corpului și pârgheii și brății au racordări cu raza, $r = 2$ mm. Elementele subansamblului de analizat sunt realizate din oțel, OL37.

