

Aplicația AEF-A.2.7

ANALIZA STATICĂ A STRUCTURILOR MECANICE DE SUSTINERE ASAMBLATE

A. DEFINIREA APLICAȚIEI

A.1. Introducere

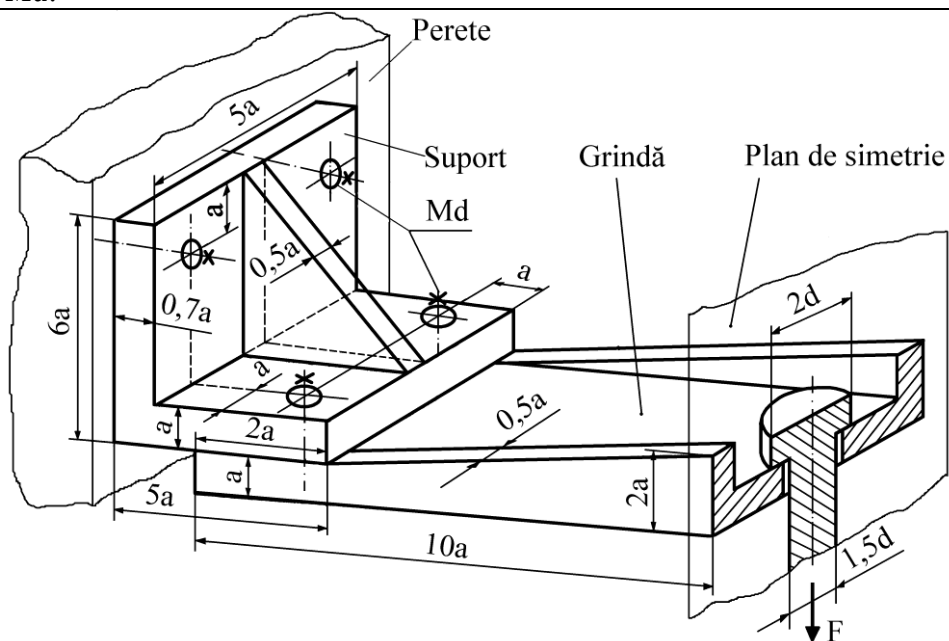
Structurile mecanice asamblate, în majoritatea cazurilor practice, sunt caracterizate de rigiditate mărită, deformațiile elastice ale acestora fiind reduse. Identificarea câmpurilor de tensiuni și deformații pentru astfel de structuri se poate realiza prin analiza cu elemente finite fie pentru elementele componente ale acestora separat, fie pentru întreaga structură, considerând și legăturile între elementele componente.

Studiul câmpurilor tensiunilor și deplasărilor din structurile mecanice asamblate se realizează, cu precădere, în cazurile în care nu se evidențiază elemente componente suprasolicitate și zonele de asamblare prezintă interes din punct de vedere funcțional.

Modulele de programe *Advanced Meshing Tools* și *Generative Structural Analysis* ale mediului CATIA permit simularea comportării mecanice a structurilor mecanice asamblate atât prin analiza unor elemente constitutive separat cât și ca ansamble cu legături modelate prin elemente idealizate implementate în aceste module.

A.2. Descrierea aplicației

În figura de mai jos se prezintă structura de susținere compusă din două piese de rezemare, numite *Suport*, și dintr-o grindă de care se atârână o greutate F . Piesa *Suport* are forma unui L cu o nervură centrală și patru găuri cu lamaj. Muchiile interioare ale pieselor componente sunt cu racordări de rază r . Elementele *Suport* sunt fixate de pereții laterali prin câte un set de două șuruburi Md ; elementul *Grindă* se fixează de ce doi suporți prin alte două seturi de șuruburi Md .



A.3. Scopul aplicației

În această aplicație se urmărește studierea structurii mecanice de mai sus constituită din mai multe elemente asamblate, în vederea determinării valorilor deplasărilor și tensiunilor din structurile pieselor componente, luând în considerare legăturile dintre acestea. Geometria

elementelor *Suport* și *Grindă* se determină considerând $a = 10 \text{ mm}$, $d = 8 \text{ mm}$, $r = 0,2a$. Aceste elemente sunt realizate din oțel, OL37. Modelul solid al elementului *Suport* a fost generat în cadrul aplicației nr. 6 și poate fi preluat ca fișier cu extensia .part. De asemenea, poate fi preluat și fișierul cu modelul solid al elementului *Grindă*, în cazul în care a fost rezolvat exercițiul din această aplicație, sau ca urmare a parcurgerii etapelor de mai jos. În urma asamblării geometrice a modelelor solide se va întocmi modelul de analiză cu elemente finite. Greutatea susținută de ansamblu prin intermediul elementului *Grindă* este, $F = 24000 \text{ N}$.

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:

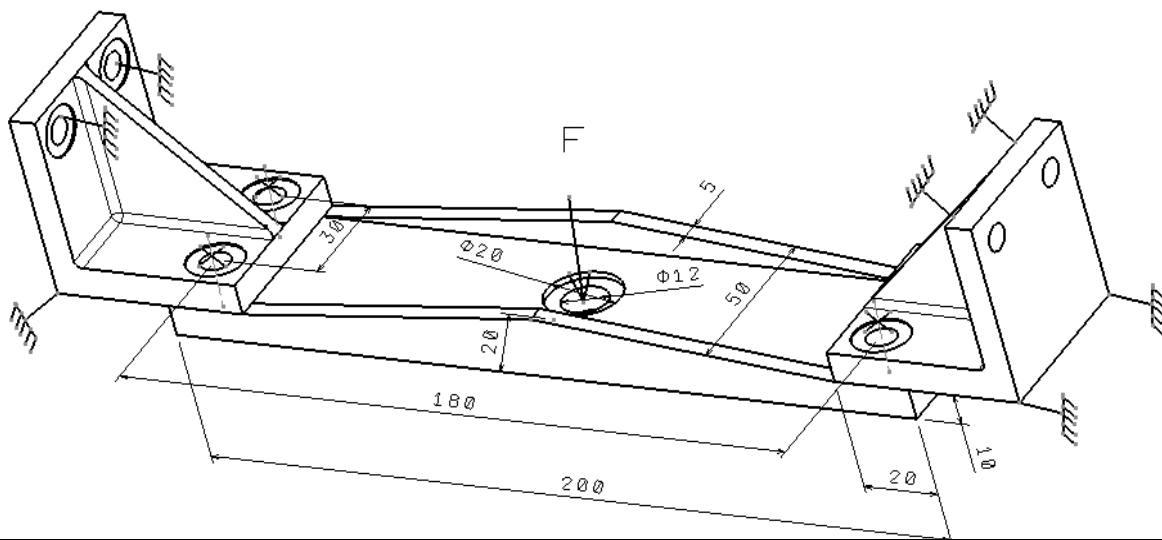
- formei și dimensiunilor geometrice,
- restricțiilor induse de legăturile cu elementele exterioare,
- legăturilor interne dintre elementele constitutive,
- încărcărilor exterioare,
- caracteristicilor materialului.

B.2 Descrierea modelului de analiză

În figura de mai jos se prezintă forma geometrică la nivel de detaliu a elementelor ansamblului (două elemente *Suport* și un element *Grindă*) și dimensiunile asociate elementului *Grindă*.

Simularea fixării de perete a elementelor *Suport* se realizează, ca și în Aplicația nr. 6, prin anularea pentru fiecare a celor trei translații posibile ale punctelor de pe suprafețele de așezare a capetelor șuruburilor de fixare și de pe muchia de rezemare de la partea inferioară. Legăturile realizate fizic prin asamblări filetate dintre *Grindă* și cele două elemente *Suport* se modelează cu ajutorul unor elemente ideale de legătură indirectă cu șurub rigid pretensionat (Bolt Tightening Connection, v. subcap. 1.2.2.2).

Încărcarea externă a ansamblului se realizează prin forță distribuită pe suprafața lamajului, din centrul elementului *Grindă*, de așezare a bolțului central cu valoarea 24000 N .



B.3. Stabilirea caracteristicilor materialului

Pentru analiza cu elemente finite caracteristicile de rezistență ale materialului, oțel OL 37, sunt:

- modulul de elasticitate longitudinală, $E = 204000 \text{ N/mm}^2$;
- coeficientul contracției transversale (Poisson), $\nu = 0,3$.

C. PREPROCESAREA MODELULUI DE ANALIZĂ

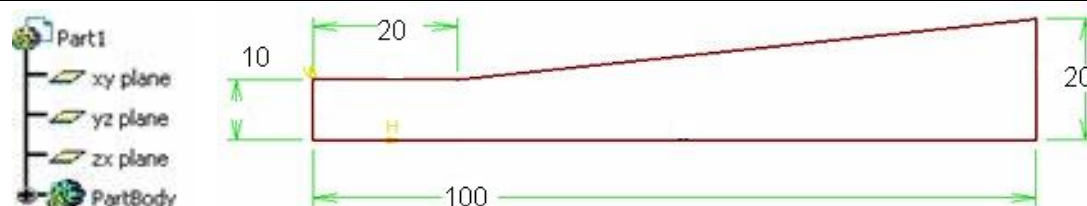
C.1. Modelarea geometrică a elementului *Grindă*

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

Start → Mechanical Design → Part Design → **New part**: New part name: Grinda.
Tools → Options... → **Options**: Parameters and Measure; Units; Length, Milimeter (mm);
 ↵OK.

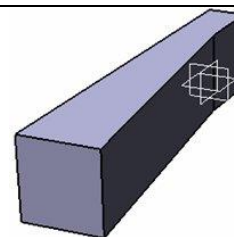
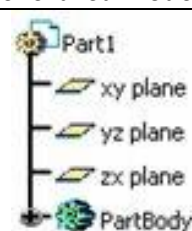
Generarea schiței de referință

(Sketcher) → xy plane → (Profile) → [se desenează cu mouse-ul semiconturul închis al vederii frontale] → (Constraint) [se introduc succesiv cotele prin selectarea cu mouse-ul a liniilor] → (Exit Workbench).



Generarea modelului solid

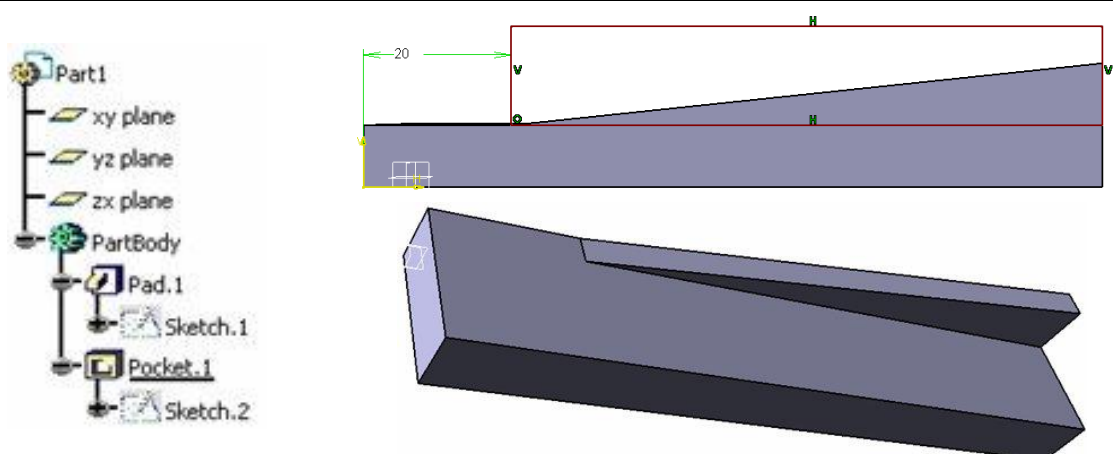
(Pad) → **Pad Definition**:
 Length: 25, Selection: [se selectează cu mouse-ul, Sketch.1], ↵OK.



Generarea decupării

(Sketcher) → xy plane → (Rectangle) [desenare cu mouse-ul a polilinie de tip dreptunghi] → (Exit workbench).

(Pocket) → **Pochet Definition**: Selection: [selectare cu mouse-ul a polilinie de tip dreptunghi, Sketch.2], Depth: 20, Reverse Direction, ↵OK.

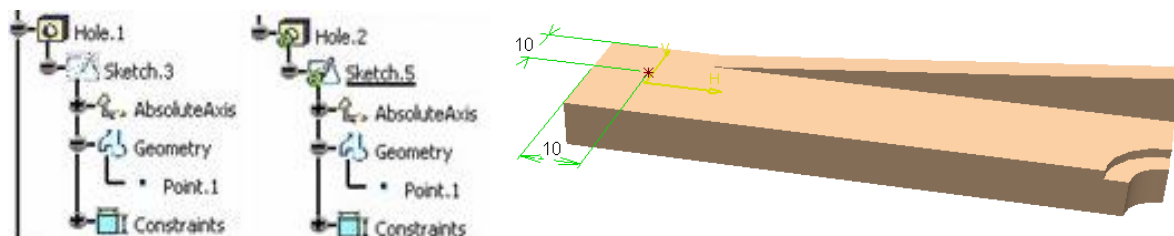


Generarea găurilor

(Hole) → [selectare cu mouse-ul a feței pe care se generează gaura] → **Hole Definition**: Extension ↓ Up to Next, Diameter: 8 mm, ☒ Normal to Surface, Positioning Sketch → [poziționare prin cotare centru gaură față de muchiile adiacente (v. fig. de mai jos), utilizând comanda (Constraint)], (Exit Workbench) → ↵OK; [se repetă

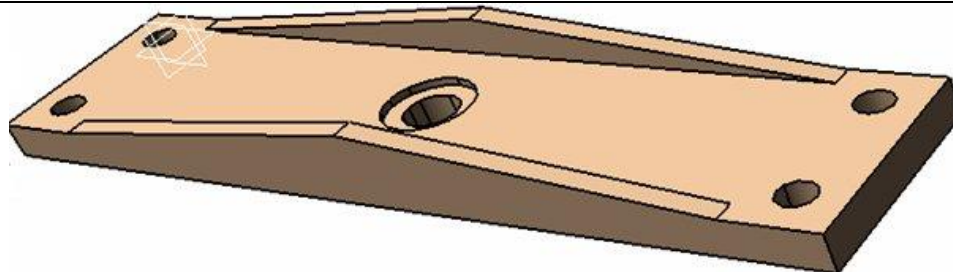
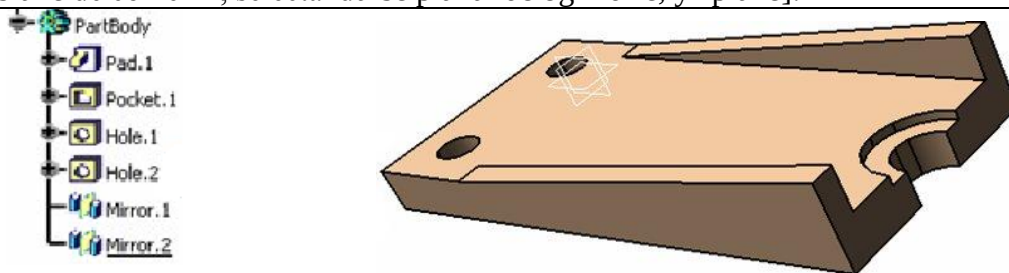
această succesiune și pentru cealaltă gaură de aceeași parte a nervurii].

 (Hole) → [selectare cu mouse-ul a feței pe care se generează gaura] → **Hole Definition:** Extension ↓ Up to Next, Diameter: 8 mm,  Normal to Surface, Positioning Sketch  → [poziționare centru gaură în colțul opus originii (v. fig. de mai jos), utilizând comanda  (Constraint)],  (Exit Workbench) → Type: ↓ Counterbored, Diameter: 15mm, Depth: 0,5mm, ↵OK.



Generarea corpului grinzii

[Selectare cu mouse-ul a corpului PartBody] →  (Mirror) [selectare planul de oglindire, xy plane] → **Mirror Definition:** Mirroring element: xy plane, ↵OK. [Se repetă această succesiune de comenzi, selectându-se planul de oglindire, yz plane].



Modelarea caracteristicilor materialului

[Selectarea specificației PartBody] →  (Apply Material) → **Library (ReadOnly):** Metal, Steel, Apply Material; ↵OK.

[Selectare specificației Steel din structura arborescentă] → **Properties:** Feature Properties, Feature Name: OL37; Analysis, Young Modulus 204000 N/mm², Poisson Ratio 0,3; Apply; ↵OK.



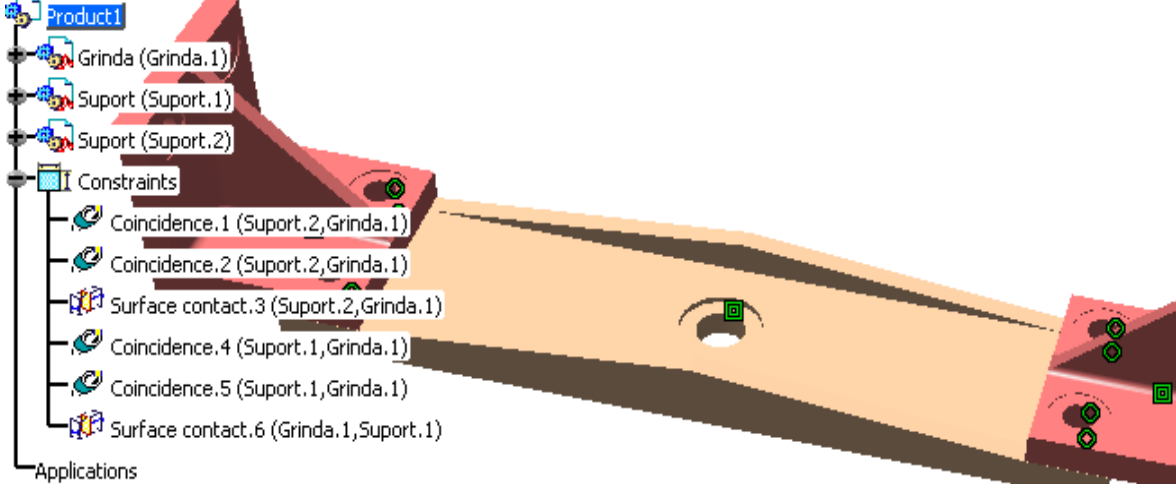
C.2. Modelarea geometrică a ansamblului

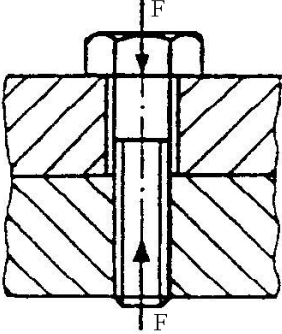
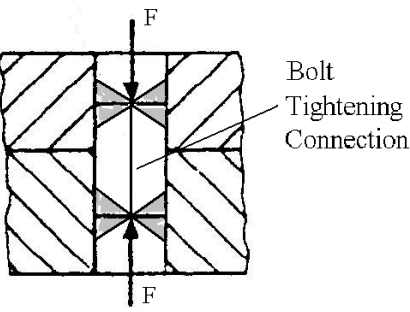
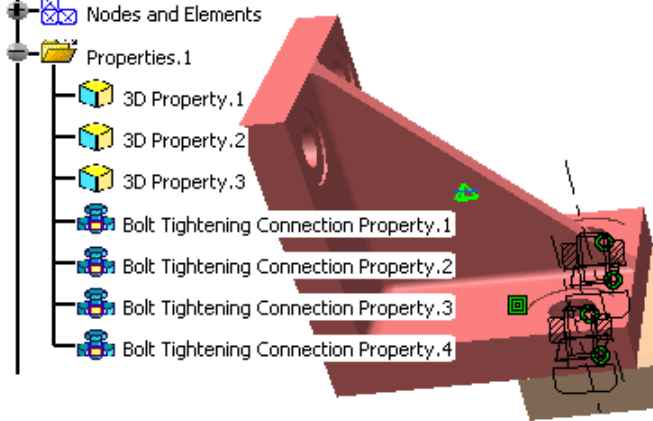
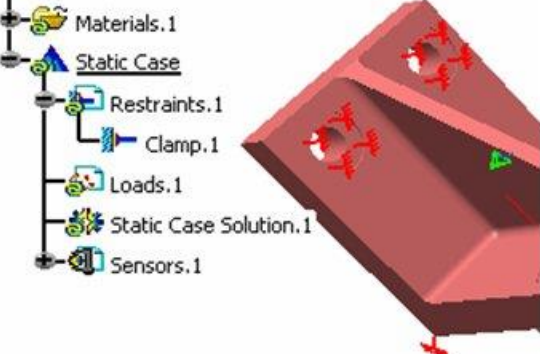
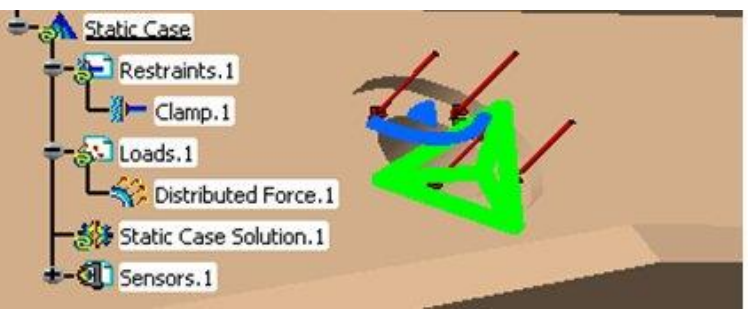
Activarea modulului de generare a ansamblelor și încărcarea părților componente

Start → Mechanical Design → Assembly Design.

Insert → Existing Component → [activare specificația Product1] → [selectare cale] → Grinda.CATPart → Open. [Se repetă această succesiune pentru a se încărca fișierul, Suport.CATPart de două ori].

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


<i>Introducerea constrângerilor geometrice de ansamblu</i>
[Selectarea cu mouse-ul a suprafețelor plane coincidente de pe Suport și Grindă, utilizând tasta Ctrl] →  (<i>Contact Constraint</i>) →  (<i>Update All</i>). [Se repetă această succesiune și pentru celălalt set de suprafețe plane comune Suport-Grindă]. [Selectarea cu mouse-ul a suprafețelor cilindrice coincidente de pe Suport și Grindă, utilizând tasta Ctrl] →  (<i>Coincidence Constraint</i>) →  (<i>Update All</i>). [Se repetă această succesiune și pentru celălalte trei seturi de suprafețe cilindrice comune Suport-Grindă].

C.3. Modelarea cu elemente finite
<i>Activarea modulului de analiză cu elemente finite</i>
Start → Analysis & Simulation → Generative Structural Analysis → New Analysis Case: Static Analysis, ↵OK.
C.4. Modelarea constrângerilor
<i>Modelarea legăturilor cu șurub cu pretensionare</i>
 (<i>Bolt Tightening Connection Property</i>) → Bolt Tightening Connection: Supports: [se selectează restricția geometrică <i>Coincidence.1(Suport.2,Grinda.1)</i>, v. fig. de mai sus], Tightening force: -100 N, Orientation:  Oposite, ↵OK. [se repetă această succesiune și pentru celelalte trei constrângeri <i>Coincidence</i>].
Observații a. Pentru vizualizarea constrângerilor geometrice se activează în arborele specificațiilor specificația: Analysis Manager → Links Manager.1 → Link.1 → Ans grinda suporti → Constraints. b. Asamblările cu șuruburi din acest subansamblu se modelează cu elementul de legătură suprafață - suprafață Bolt Tightening Connection (v subcap. 1.2.2.2) care presupune legătura dintre două suprafețe cilindrice acționate reciproc cu forța de strângere F (Tightening force). Orientarea acestui element se definește în caseta Orientation și poate fi aceeași cu a constrângerii geometrice (Same) sau opusă acesteia (Opposite).

	
	
<i>Introducerea restricțiilor de deplasare</i>	
 (Clamp) → Clamp: Supports [selectarea cu mouse-ul a fețelor lamajelor de rezemare a capului șurubului și a muchiei de sprijin pe perete, utilizând tasta Ctrl], ↵OK.	
C.5. Modelarea încărcărilor	
<i>Introducerea forței</i>	
 (Distributed Force) → Distributed Force: Supports [selectarea cu mouse-ul a feței lamajului cu încărcare, utilizând tasta Ctrl]; Force vector X 0N, Y – 4000N, Z 0N; ↵OK.	

D. REZOLVAREA MODELULUI CU ELEMENTE FINITE

 (Compute) → Compute: ↵ All, ↵OK → Computation Resources Estimation, ↵Yes → Computation Status.

E. POSTPROCESAREA REZULTATELOR

E.1. Vizualizarea stării deformat/Animație



(Deformation).



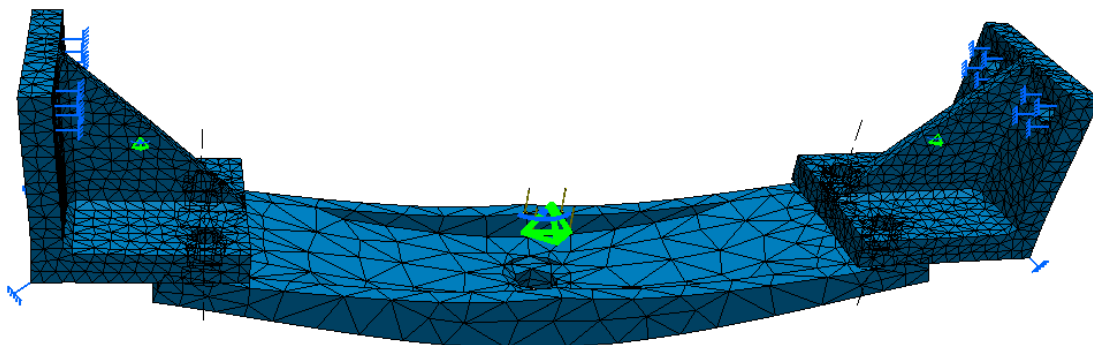
(Animate) → **Animate**: Steps number: 20 (se pot modifica și alți parametri), ↵Close.

Observație

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



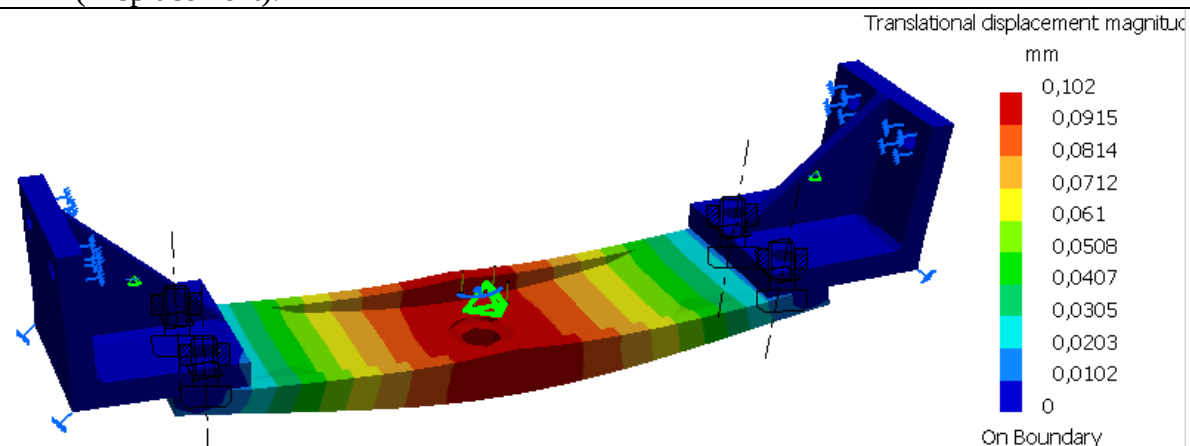
→ **Amplification magnitude**: Factor: 1 (se pot seta și alți parametri), ↵OK.



E.2. Vizualizarea câmpului de deplasări



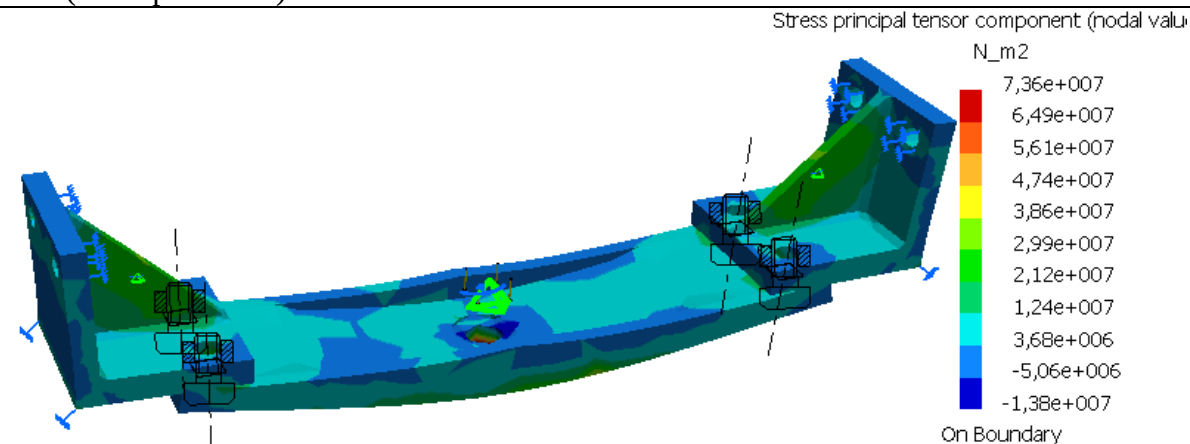
(Displacement).

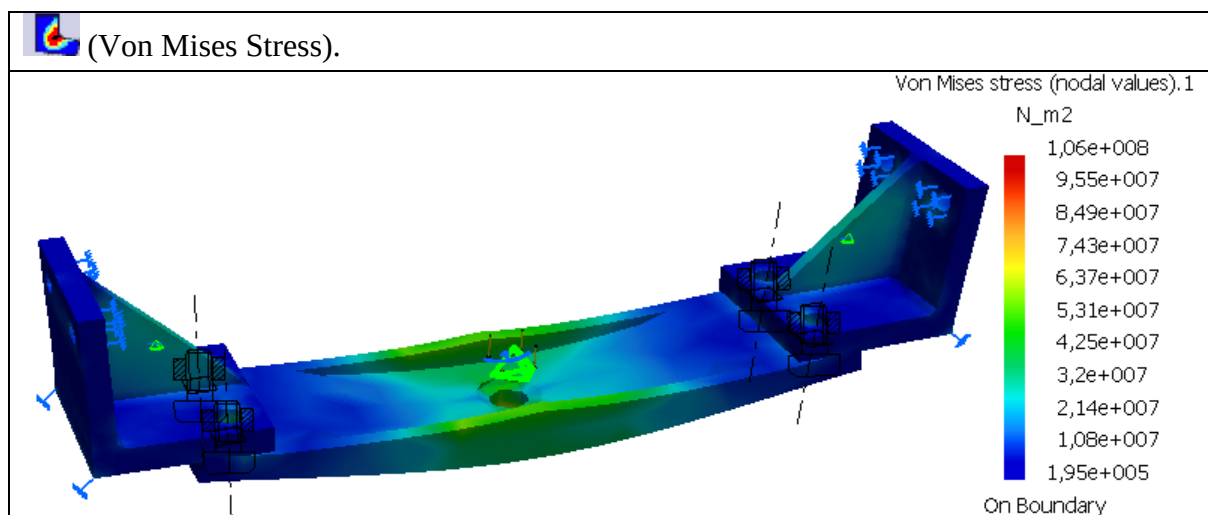


E.3. Vizualizarea câmpului de tensiuni



(Principal Stress).





F. CONCLUZII

Din analiza câmpurilor de deplasări și tensiuni se evidențiază faptul că subansamblul analizat este o structură cvasirigidă (deplasările maxime reduse, 0,102 mm) cu tensiunile principale (73,6 MPa) și Von Mises (106 MPa) maxime în zona nervurii suportului. Se observă ca aceste valori, pentru materialul OL37 cu limita de curgere aprox. 330 MPa, sunt acceptabile fiind mult mai mici decât cea limită.

G. EXERCITIU

Să se analizeze și câmpurile de deplasări și de tensiuni pentru ansamblul din fig. A.2 considerând legăturile dintre *Grindă* și *Suport* ca asamblări ideale de tip *suprafață-suprafață*), utilizând elementul Fastened Connection (v. subcap. 1.2.2.2) și, în plus, considerând forțele de greutate proprie.