

Aplicația AEF-A.2.1

ANALIZA STATICĂ LINIARĂ A STRUCTURILOR DE TIP GRINZI CU ZĂBRELE

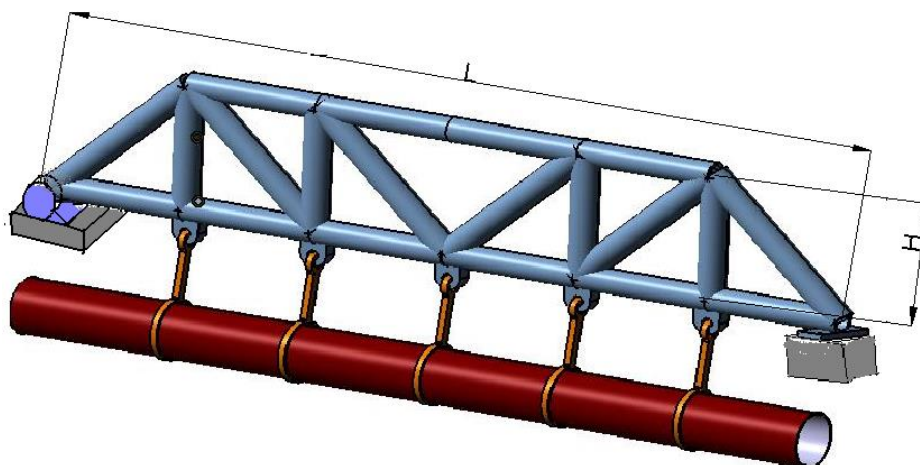
A. DEFINIREA APLICAȚIEI

A.1. Introducere

Barele ca semifabricate primare cu una din dimensiuni mult mai mare decât celelalte două au secțiuni constante diverse (circulară, inelară, pătrată, dreptunghiulară, profile etc.) Structurile realizate din bare sunt specifice, cu precădere, construcțiilor metalice (poduri, grinzi, stâlpi, ferme etc.). Pentru analiza cu elemente finite structurile din bare se modelează cu elemente finite unidimensionale ale căror proprietăți sunt determinate de parametrii secționali dimensionali și de orientare. Prin aceste modelări se reduc substanțial necesarul de memorie precum și timpul de calcul. Rezultatele obținute în urma analizelor cu aceste elemente finite sunt mai puțin valide în zonele nodale de legătură (suduri, asamblări nituite, asamblări cu șuruburi) care se pot analiza separat folosind elemente finite 3D și de legătură.

A.2. Descrierea aplicației

În vederea susținerii unei conducte de alimentare cu apă la trecerea peste un fluviu se impune realizarea unei structuri tip grindă cu zăbrele. Conducta este atașată de suportii de pe grindă, plasați la intervale egale, cu ajutorul unor bride de fixare. Pentru a se evita apariția tensiunilor termomecanice la variații de temperatură, grinda este fixată la un capăt prin intermediul unei asamblări cu bolț care permite rotirea iar la celălalt capăt este rezemată și ghidată permițând translația.



A.3. Scopul aplicației

În cazul acestei aplicații se prezintă analiza câmpurilor deplasărilor, deformațiilor și tensiunilor unei structuri din bare solicitate static cu scopul de a optimiza construcția ei, respectiv de a minimiza greutatea în condițiile respectării restricțiilor de deformare și de rezistență. Pentru începutul analizei cu elemente finite, structura de susținere din figura de mai sus, se consideră ca fiind realizat din țevă din oțel OL37 cu diametrele la interior, $D_i = 70$ mm, și la exterior, $D_e = 75$ mm. Dimensiunile structurii de susținere sunt: $L = 60$ m, $H = 10$ m. Pentru analiza cu elemente finite acțiunea țevii susținute asupra structurii se poate modela prin introducerea în fiecare nod în care se agață țeava prin intermediul bridelor de fixare a unei forțe concentrate $F = 100$ kN. În plus, de importanță deosebită pentru analiza acestor structuri, este și luarea în considerare a forțelor interne de tip greutate proprie.

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:

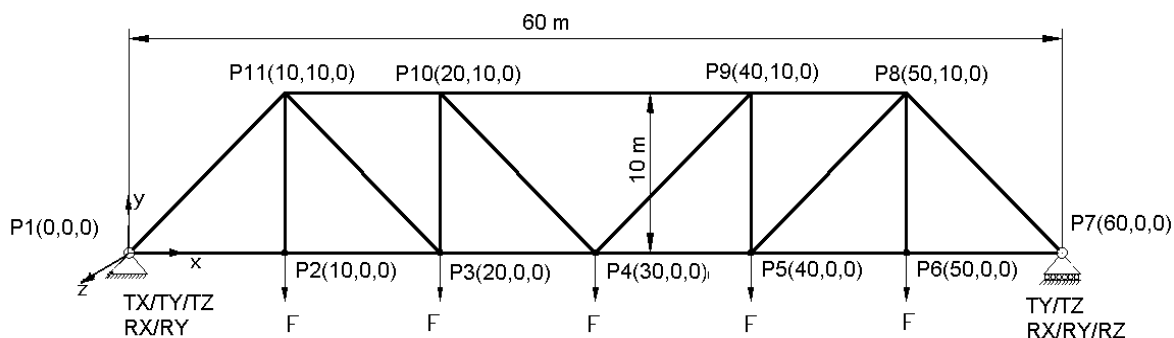
- formei și dimensiunilor geometrice,
- restricțiilor induse de legăturile cu elementele adiacente,
- încărcărilor exterioare și interioare (greutate proprie),
- caracteristicilor materialului.

B.2. Descrierea modelului de analiză

Forma geometrică și dimensiunile modelului de analiză a structurii de susținere sunt identice cu cele ale structurii la nivelul axelor tronsoanelor. Pentru analiza, structura se modelează cu elemente finite 1D și, deci, modelul geometric are configurația din figura de mai jos.

Pentru ca modelul de analiză să aibă aceeași comportare cu modelul real este necesar să se asocieze condiții limită care presupun anularea deplasărilor de translație și a rotațiilor în raport cu axele OX și OY, în punctul P1 și a rotațiilor și translațiilor după axele OY și OZ, în punctul P7.

Structura modelului de analiză se încarcă cu forța concentrată $F = 100 \text{ kN}$ în punctele P2 – P6.



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

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

■ (Point) → **Point Definition**: X 0mm, Y 0mm, Z 0mm; ↵OK. [similar se introduc și coordonatele celorlalte puncte (fig. B2): P2(40,0,0), P3(20,0,0), P4(20,-7.5,0), P5(35,-7.5,0), P6(0,-30,0), P7(-35,-7.5,0), P8(-20, -7.5,0), P9(-20,0,0), P10(-40,0,0), P11(-50,0,0), P12(-50, -100,0)].



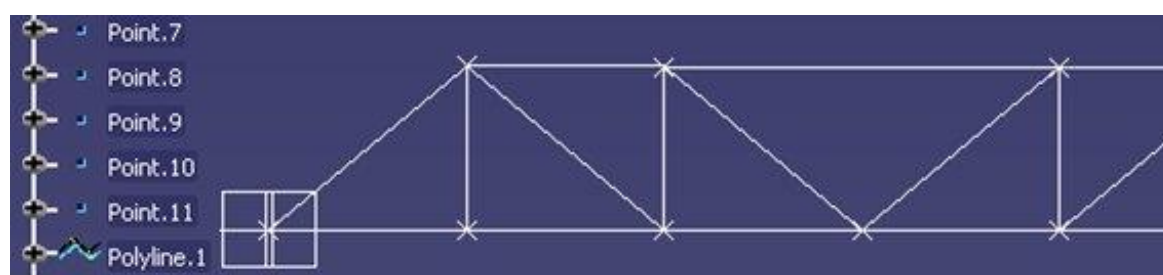
Generarea structurii de bare

(Polyline) → **Polyline Definition** [se selectează cu mouse-ul din zona grafică sau din structura arborescentă punctele: Point.2, Point.3 ... Point.11, Point.1, (simultan generându-se și lista acestora în fereastra Polyline Definition)]; Close Polyline, [se selectează cu mouse-ul Point.1 din lista Polyline Definition], Add after, [se selectează cu mouse-ul din zona grafică sau din structura arborescentă punctele, în următoarea ordine: Point.2, Point.11, Point.3, Point.10, Point.4, Point.9, Point.5, Point.8, Point.6]; ↵OK → **Multi-Result Management**: keep all the sub-elements, ↵OK.

Observație

În cazul în care în zona de comenzi (Toolbar) nu se regăsește butonul (Polyline) se va executa următoarea succesiune de comenzi:

View → Toolbars → Customize... **Customize**: Commands, Categories ↓ All Comands, Commands ↓ Polyline... → se plasează cu mouse-ul (Drag&Drop) simbolul comenzii în zona barei de comenzi (Toolbar), ↵Close.



C.2. Modelarea caracteristicilor materialului

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

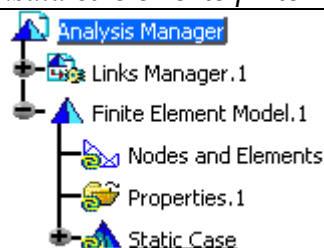
[Selectare specificației Steel din structura arborescentă] → **Properties**: Feature Properties, Feature Name: OL37; Analysis, Young Modulus 204000 N/mm², Poisson Ratio 0,3; Apply; ↵OK.



C.3. Modelarea cu elemente finite

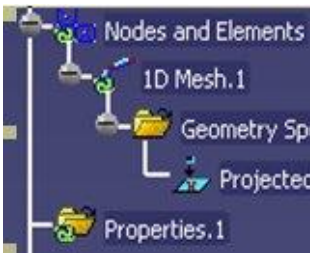
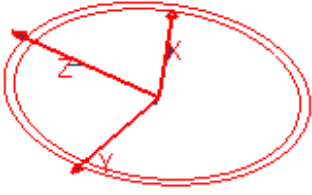
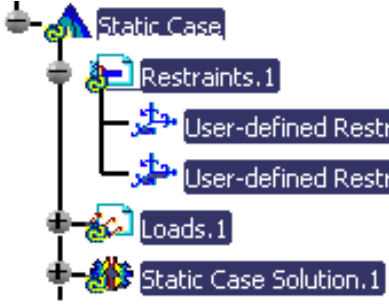
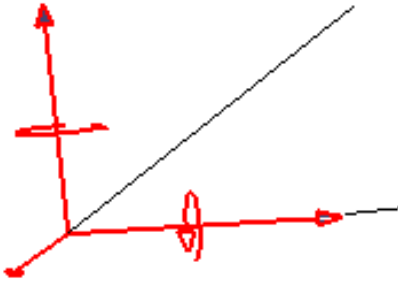
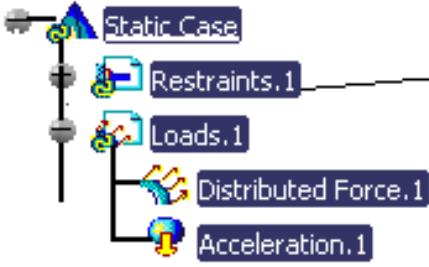
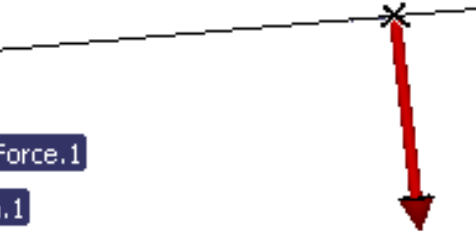
Activarea modulului de discretizare avansată cu elemente finite

Start → Analysis & Simulation → Advanced Meshing Tools → **New Analysis Case**: Static Analysis, ↵OK.



Introducerea tipului elementului finit și a caracteristicilor de discretizare

(Beam Mesher) → **Beam Meshing**: [se selectează polilinia, Polyline.1], Element size: 200 mm, (Add isolated points) → **External Point Constraint**: Supports: [se selectează cu mouse-ul din zona grafică sau din structura arborescentă punctele: Point.1,... Point.7]; Tollerance 0 mm, ↵OK → ↵OK.

	
<i>Activarea modului de analiză cu elemente finite</i>	
Start → Analysis & Simulation → Generative Structural Analysis.	
<i>Modelarea proprietăților elementului finit</i>	
 (1D Property) → 1D Property: Supports: [se selectează din structura arborescentă, 1DMesh.1]; Type ↓ Tubular beam,  → Beam Definition: Outside radius: 75 mm, Inside radius: 70 mm, ↵OK → ↵OK.	 
C.4. Modelarea constrângerilor geometrice	
<i>Introducerea restricțiilor de deplasare</i>	
 (User-defined Restraint) → User-defined Restraint: Supports: [se selectează cu mouse-ul punctul P1, Point.1], ☐ Restrain Rotation 3, ↵OK.	
 (User-defined Restraint) → User-defined Restraint: Supports: [se selectează cu mouse-ul punctul P7, Point.7], ☐ Restrain Translation 1, ↵OK.	
	
C.5. Modelarea încărcărilor	
<i>Introducerea forțelor</i>	
 (Distributed Force) → Distributed Force: Supports [se selectează cu mouse-ul punctele P2...P6]; Force vector X 0N, Y – 100 kN, Z 0N; ↵OK.	
 (Acceleration) → Acceleration: Supports [se selectează cu mouse-ul specificația 1D Mesh.1]; Acceleration Vector X 0 m/s ² , Y -9,8 m/s ² , Z 0 m/s ² ; ↵OK.	
	

D. REZOLVAREA MODELULUI CU ELEMENTE FINITE

D.1. Lansarea modului de calcul

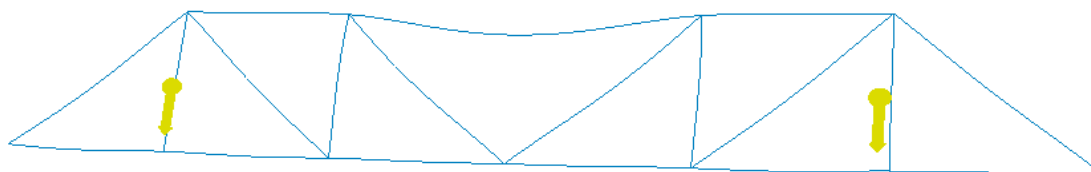
 (Compute) → **Compute**: ↓ All, ↵OK → **Computation Resources Estimation**, ↵Yes → **Computation Status**.

E. POSTPROCESAREA REZULTATELOR

E.1. Vizualizarea stării deformate/Animație

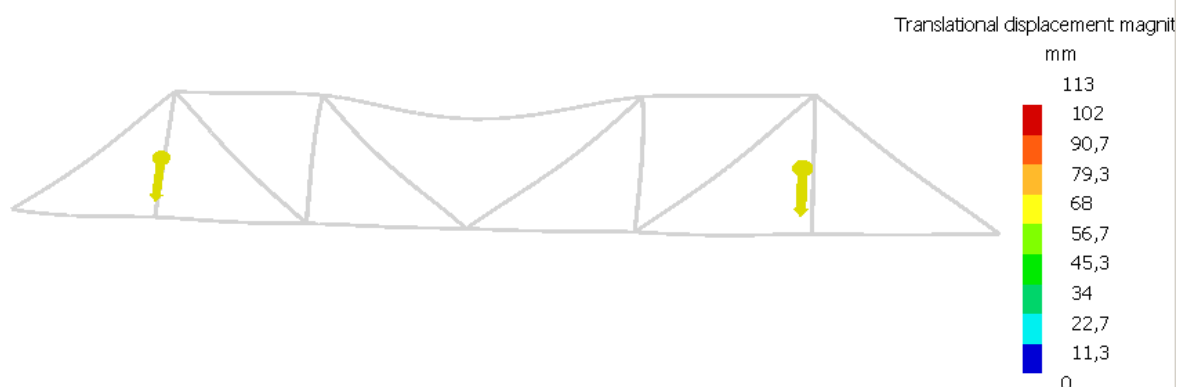
 (Deformation).

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



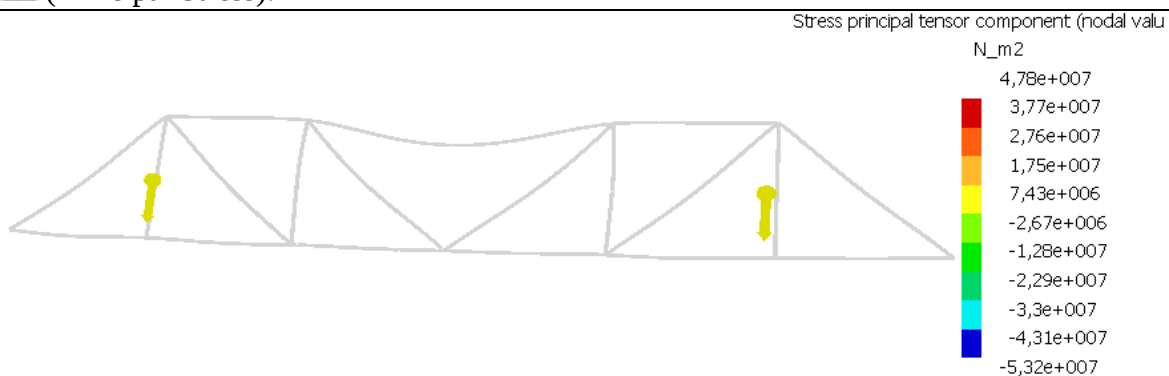
E.2. Vizualizarea câmpului de deplasări

 (Displacement).



E.3. Vizualizarea câmpului de tensiuni

 (Principal Stress).

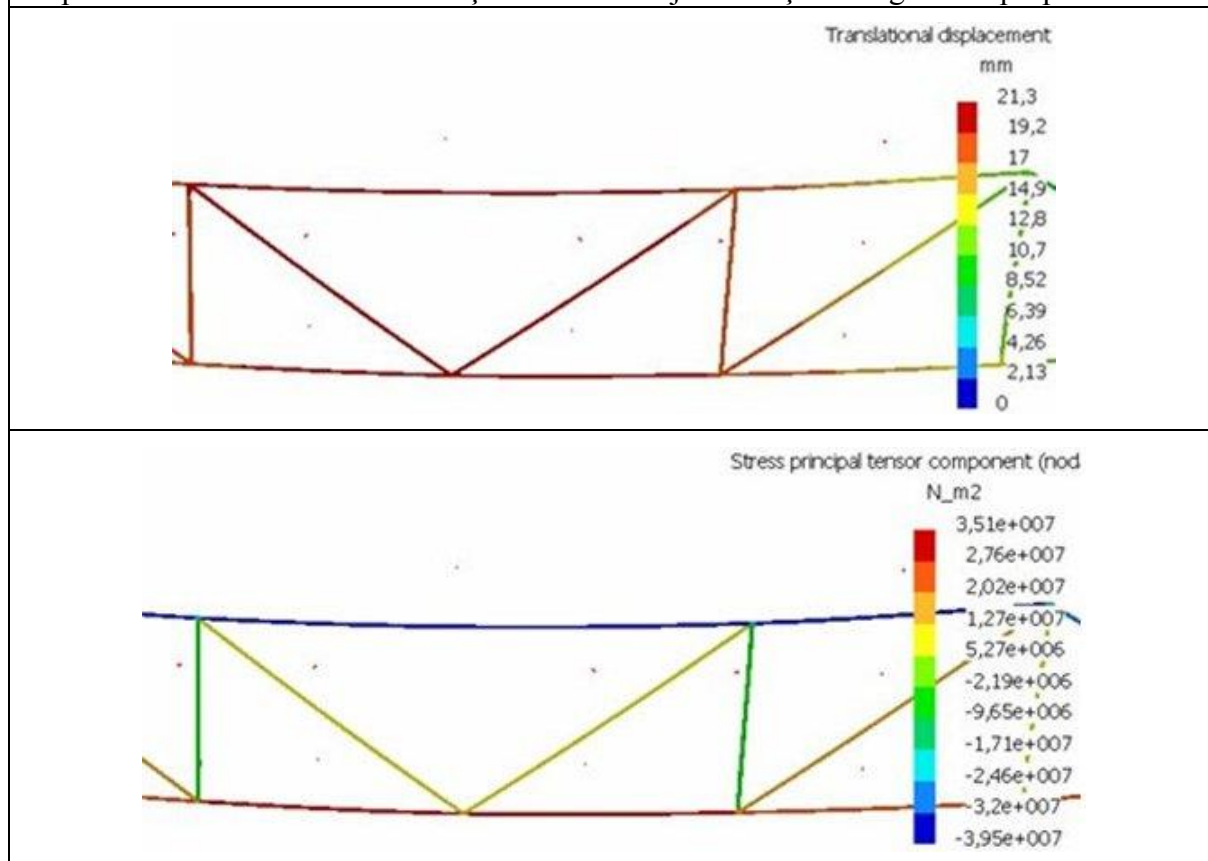


F. CONCLUZII

Din analiza câmpurilor de deplasări și de tensiuni se evidențiază faptul că elementul analizat este o structură cvasirigidă, deplasările maxime pe direcția verticală, OY, reduse,

113 mm în zona de mijloc a structurii în punctul P4, unde și tensiunea maximă la compresiune are valoarea de 53,2 MPa. Tensiunea maximă la întindere are valoarea 47,8 MPa în punctul P4. Aceste tensiuni sunt mai mici decât tensiunile admisibile, 90 -120 MPa (limita de curgere aprox. 330 MPa).

În figurile de mai jos se prezintă câmpurile deplasărilor și tensiunilor pentru cazul neluării în considerare a forțelor de greutate proprie prin reanalizarea modelului fără încărcarea Acceleration.1. Astfel, observând că deplasarea maximă este de 5 ori mai mică și tensiunile cu peste 20% mai reduse se evidențiază efectul major al forțelor de greutate proprie.



G. EXERCITIU

Să se efectueze analiza structurii din figura alăturată, reprezentând o poartă metalică cu dimensiunile $L = 3$ m, $H = 1,5$ m confecționată din țevă rectangulară de oțel OL37 de dimensiunile $a = 50$, $b = 30$ și grosimea 3 mm. În analiză se va ține cont și de greutatea proprie a materialelor.

