

APLICAȚIA 7

ANALIZA STATICĂ A UNEI STRUCTURI DE TIP PANOU

7.1 Descrierea aplicației

Structurile de tip panou publicitar sunt compuse, în principal, din două elemente: unul de tip panou și celălalt de tip coloană; elementele sunt asamblate prin intermediul asamblărilor prin șuruburi montate cu joc (șuruburi cu cap hexagonal în cazul legăturii cu structura de susținut și șuruburi de fundație în cazul legăturii cu fundația) și preiau, în principal, forțele de greutate proprii. Pentru întocmirea modelului de analiză cu elemente finite, în figura 7.1 este reprezentată o structură de tip panou susținută de un element de tip coloană. Sarcina exterioară care acționează asupra structurii este materializată de accelerația gravitațională $g=9,81 \text{ m/s}^2$.

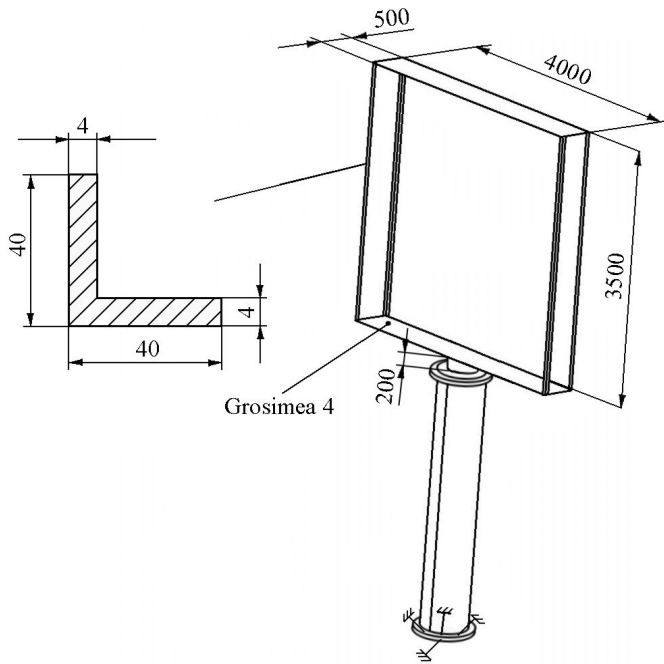


Fig.7.1

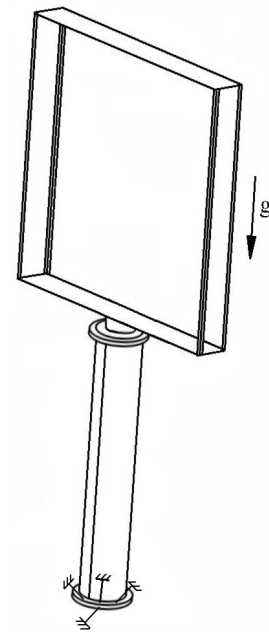


Fig.7.2


Aplicația își propune determinarea valorilor maxime ale tensiunii echivalente *Von Mises* și, respectiv, a deplasării, produse de accelerația gravitațională g , în elementele componente ale structurii. În acest sens, modelarea legăturii cu fundația a coloanei se realizează prin intermediul unei restricții care presupune anularea celor 6 grade de libertate posibile suprafețelor de contact cu piulițele montate pe șuruburile de fundație și, respectiv, ale muchiilor care se sprijină pe aceasta. Legătura dintre coloană și panou se modelează prin intermediul asamblărilor prin șuruburi.




Panoul și coloana (fig.7.2) sunt executate din OL50, cu următoarele caracteristici mecanice: modulul de elasticitate longitudinală, $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$, și coeficientul contracției

transversale (*Poisson*), $\nu = 0,3$. Valoarea rezistenței admisibile la compresiune este $\sigma_{ac}=60 \dots 80$ MPa [10].

7.2 Preprocesarea modelului de analiză

7.2.1 Modelarea geometrică

Obținerea schiței de referință a panoului se realizează în modulul **Sketcher**, care se accesează prin parcurgerea succesivă a comenzilor **Start** \Rightarrow **Mechanical Design** \Rightarrow **Part Design** \Rightarrow  (**Sketcher**) \Rightarrow **xy plane**.

Baza panoului se obține prin  (**Rectangle**), se desenează dreptunghiul secțiunii bazei panoului \Rightarrow  (**Constraint**) se introduc cotele prin selectarea succesivă a liniei urmată de cea a icon-ului (lungimea dreptunghiului este de 4000 mmm, iar lățimea de 500 mm) \Rightarrow  (**Exit Workbench**) (fig.7.3).

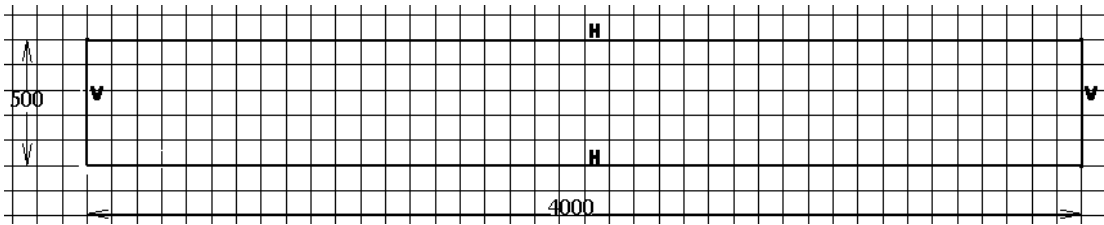


Fig.7.3

Obținerea bazei panoului se realizează prin extrudarea cu 4 mm a secțiunii create anterior:

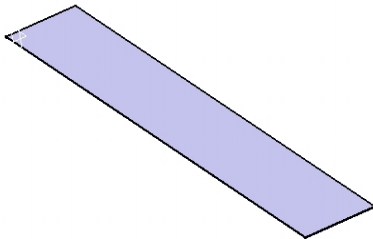





Fig.7.4

 (**Pad**), **Pad Definition, Length: 4, Selection: Sketch.1** selectare a schiței create anterior, **OK** (fig.7.4).

Secțiunea profilului L al cadrului panoului se crează prin:  (**Sketcher**) se selectează suprafața dreptunghiului \Rightarrow  (**Profile**) se desenează conturul închis al secțiunii profilului L în cele patru colțuri ale bazei panoului \Rightarrow 

(**Constraint**) se introduc cotele prin selectarea succesivă a liniei urmată de cea a icon-ului \Rightarrow

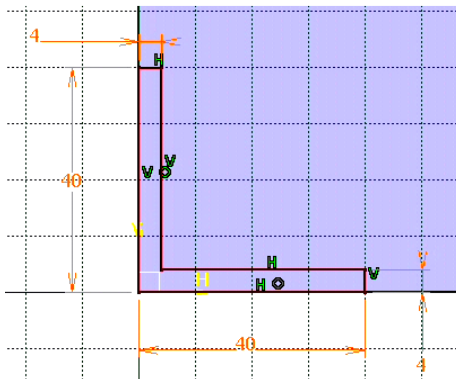







Fig.7.5


 (**Exit Workbench**) (fig.7.5).

Generarea cadrului de profil L se realizează prin extrudarea cu 3500 mm a secțiunii create anterior:

 (**Pad**), **Pad Definition, Length: 3500, Selection: Sketch.2** se selectează schița profilului L, **OK** (fig.7.6).

Cea de a doua bază a panoului se generează prin:  (**Sketcher**) se selectează suprafața

frontală a unui profil L \Rightarrow  (**Rectangle**) se desenează dreptunghiul secțiunii frontale a panoului \Rightarrow  (**Constraints Defined in Dialog Box**) se pune condiția de coincidență a colțurilor de pe o diagonală a dreptunghiului cu colțurile profilelor L \Rightarrow  (**Exit Workbench**) (fig.7.7).

Obținerea bazei panoului se realizează prin extrudarea cu 4 mm a secțiunii create anterior:  (**Pad**), **Pad Definition, Length: 4**, **Selection: Sketch.3** selectare a schiței create anterior, **OK** (fig.7.8).

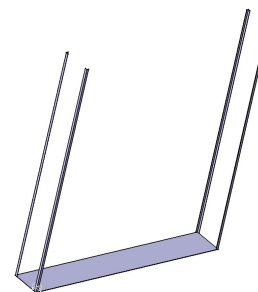


Fig.7.6

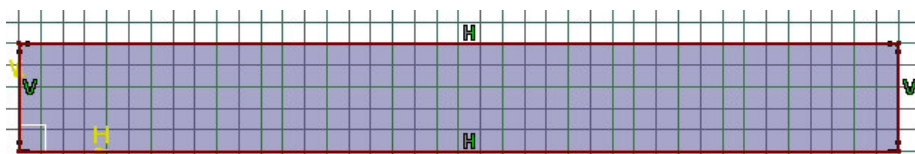






Fig.7.7

Zona de legătură a panoului cu coloana se generează prin:  (**Sketcher**) se selectează suprafața frontală a panoului \Rightarrow  (**Circle**) se desenează două cercuri care reprezintă secțiunea frontală a coloanei de legătură a panoului \Rightarrow  (**Constraint**) se definesc cotele diametrelor cercurilor create de 380 mm și, respectiv, de 400 mm \Rightarrow  (**Exit Workbench**) (fig.7.9).

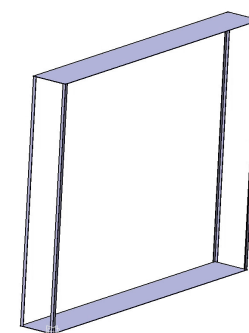


Fig.7.8

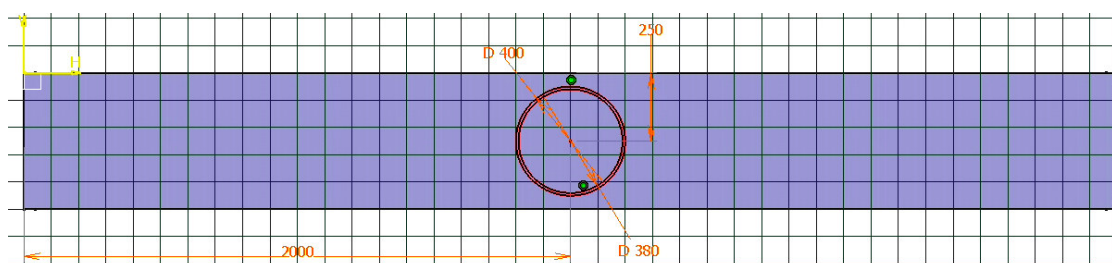







Fig.7.9

Pentru obținerea zonei de legătură a panoului cu coloana se extrudează cu 200 mm schița creată anterior:  (**Pad**), **Pad Definition, Length: 200**, **Selection: Sketch.4** se selectează schița creată anterior, **OK** (fig.7.10).

Schița flanșei de legătură cu coloana de susținere se generează prin:  (**Sketcher**) se selectează suprafața frontală a coloanei de legătură a panoului, creată anterior \Rightarrow  (**Circle**) se desenează două cercuri care reprezintă secțiunea frontală a flanșei de legătură cu coloana de susținere \Rightarrow  (**Constraint**) se definesc cotele diametrelor cercurilor create, de 400 mm și, respectiv, de 800 mm \Rightarrow  (**Exit Workbench**) (fig.7.11).

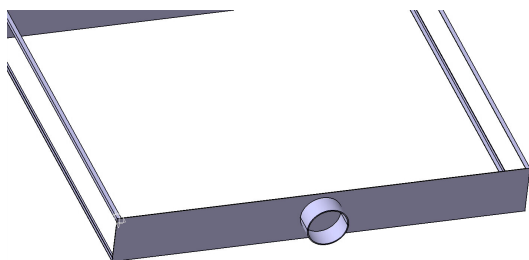


Fig.7.10

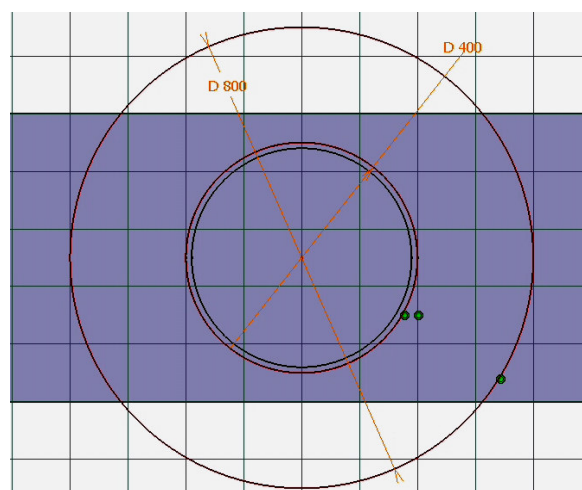



Fig.7.11

Pentru obținerea zonei flanșei se extrudează cu 40 mm schița creată anterior:  (**Pad**), **Pad Definition, Length: 40, Selection: Sketch.5** se selectează schița creată anterior, **OK** (fig.7.12).

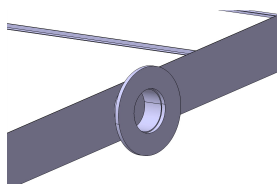







Fig.7.12

Obținerea găurilor cu lamaj de pe flanșă se realizează prin  (**Hole**), *selectare cu mouse-ul a feței Face/Pad1-PartBody; Hole Definition, Extension* ↓ **Up to Next; Diameter: 20 mm** diametrul găurii,  **Normal to Surface; Positioning Sketch**  *poziționare centru gaură față de muchiile adiacente, utilizând comanda*  (**Constraint**) *la 50 mm față de diametrul exterior al flanșei;*  (**Exit Workbench**); **Type: ↓ Counterbored** (gaură cu lamaj); **Diameter: 30 mm** diametrul găurii, **Depth: 0,5mm** adâncimea lamajului, **OK** (fig.7.13).

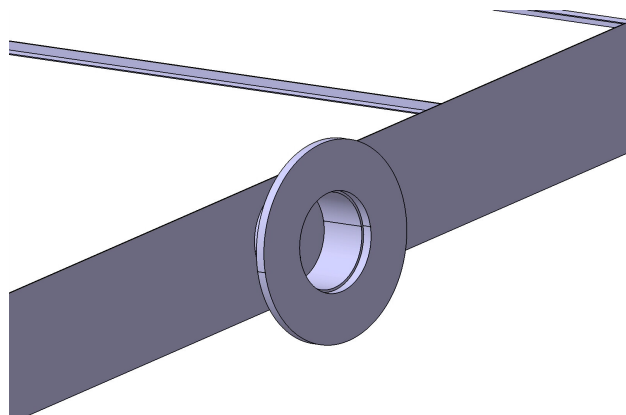
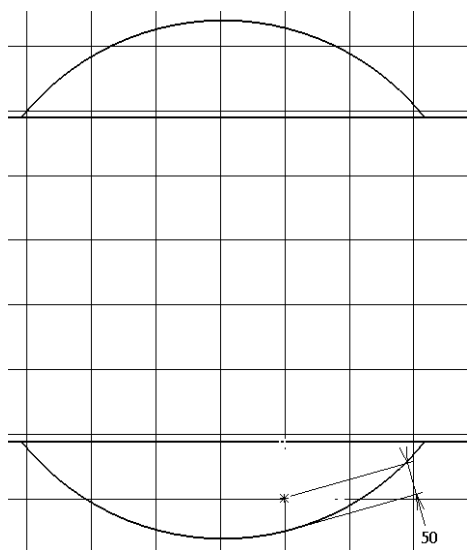

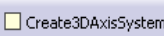



Fig.7.13

Se definește punctul de pe axa flanșei  (**Point**), **Point type: coordinates**; se introduc valorile coordonatelor pentru un punct creat pe axa zonei de legătură cu coloana de susținere, **OK**; în acest punct se definește un sistem de coordonate  (**Insert** ⇒ **Create3DAxisSystem**), **Axis System Definition**, **Axis system type: Standard**; **Origin: Point.1** selectare a punctului creat anterior; **Curent**, **OK**.

Generarea celor 6 găuri cu lamaj se realizează prin  (**Circular Pattern**), **Circular Pattern Definition**, **Parameters: Instance(s) & angular spacing**; **Instance(s): 5**; **Angular spacing: 60 deg**; **Reference element: Z Axis** selectare a axei Z a sistemului de referință creat anterior, axă care este identică cu axa flanșei; **Object: Hole.1** selectare a găurii, **OK** (fig.7.14).

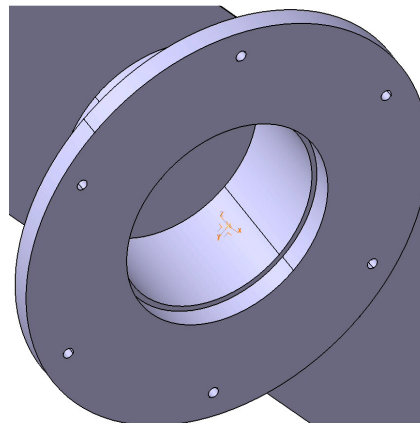







Fig.7.14

Inserarea părților componente ale subansamblului se realizează prin parcurgerea succesiunii de comenzi **Start** ⇒ **Mechanical Design** ⇒ **Assembly Design**.  (**Existing Component**) (**Insert** ⇒ **Existing Component**) ⇒ activare specificația **Products** ⇒ selectare fișier sursă ⇒ coloana.CATPart.1 se repetă această succesiune pentru a se încărca fișierul panou.CATPart.1.

Deplasarea elementelor inserate se efectuează prin  (**Manipulation**), **Manipulation Pa...** selectarea direcției de manipulare, urmată de manipularea propriu-zisă a unui corp, **OK** (fig.7.15).



Subansamblul panou – coloană se creează utilizând constrângerile geometrice dintre diferite componente.

 (**Contact Constraint**) se selectează suprafețele plane comune (cuprafețele frontale de contact dintre coloană și panou) ⇒  (**Coincidence Constraint**) se selectează suprafețele cilindrice comune (selectarea axelor comune ale găurilor, pentru asamblările prin șuruburi) ⇒  (**Update All**) (fig.7.16).

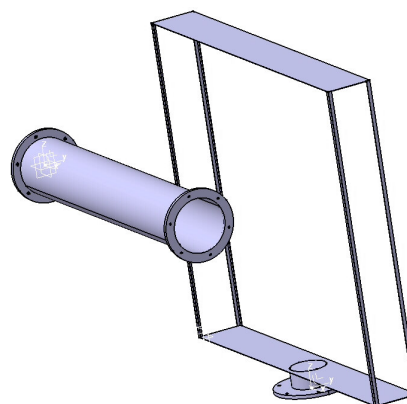



Fig.7.15

7.2.2 Modelarea materialului

Introducerea valorilor caracteristicilor materialului necesare pentru analiza cu elemente finite se face utilizându-se biblioteca de materiale a mediului CATIA, din care se alege material metalic din grupa oțelurilor (**Steel**), pentru care se modifică valorile modulului de

elasticitate (modulul lui *Young*) și coeficientului *Poisson*, ținând seama de valorile indicate ca date de intrare *selectare ansamblu Product.1* ⇒  (**Apply Material**) ⇒ **Library (ReadOnly) Metal, Steel dublă selecție** ⇒ **Properties, Feature Properties, Feature Name: Steel; Analysis, Young Modulus 2,1e+011N_m2, Poisson Ratio 0,3, Cancel, OK.**

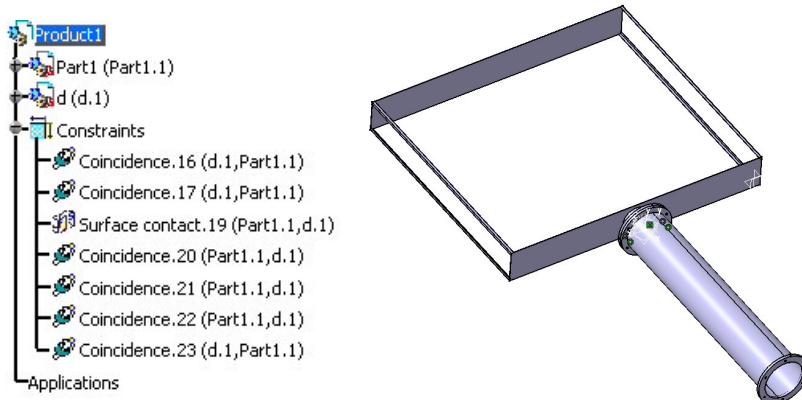


Fig.7.16

7.2.3 Modelarea cu elemente finite

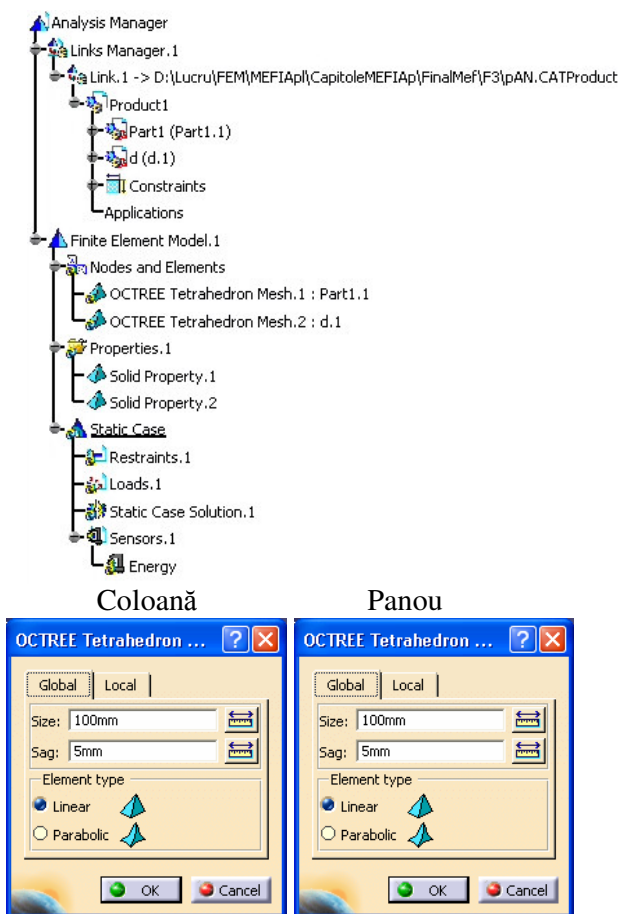




Fig.7.17

Pentru generarea modelului cu elemente finite se parcurg comenzile **Start** ⇒ **Analysis & Simulation** ⇒ **Generative Structural Analysis** ⇒ **New Analysis Case Static Analysis, OK** care presupun analiza statică a ansamblului în condițiile unor constrângeri impuse și a unor încărcări independente de timp.

Pentru ambele elemente componente ale ansamblului, dimensiunea elementelor finite **Size** se alege de 100 mm iar abaterea maximă admisă pentru modelarea geometrică **Sag** se impune de 5 mm (activarea meniului se realizează prin dublu click pe **OCTREE Tetrahedron Mesh.1: Part.1** și, respectiv, **Part.2** din arborecența de specificații) (fig.7.17).

7.2.4 Modelarea constrângerilor

Pentru modelarea asamblărilor cu șuruburi dintre

coloana de susținere și panou, se utilizează elementul finit **Bolt Tightening Connection**, care presupune legătura dintre două suprafețe cilindrice acționate reciproc cu forța de strângere F (**Tightening force**). Acest element finit se asociază unei constrângeri geometrice de tip **Coincidence** . Orientarea elementului finit se definește în caseta **Orientation** și poate fi aceeași cu a constrângerii geometrice (**Same**) sau opusă acesteia (**Opposite**):  (**Bolt Tightening Connection**) **Bolt Tightening Connection, Supports:** *se selectează restricția geometrică Coincidence.2 (Part1.1, Suport.2)* **1 Constraint; Tightening force:** 100N; **Orientation Same (Opposite), OK** *se repetă această succesiune și pentru celelalte constrângeri Coincidence (fig.7.18).*

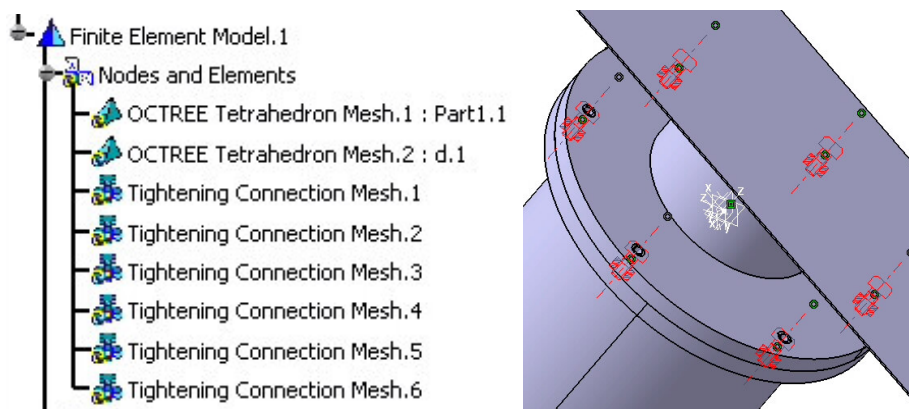



Fig.7.18

Legăturile cu baza impuse modelului se definesc prin anularea celor 6 grade de libertate posibile asociate suprafețelor de rezemare a pilulelor de pe șuruburile de fundație, respectiv a punctelor de pe cercurile ce delimitează partea frontală a coloanei de susținere:  (**Clamp**), **Clamp Name:** **Clamp.1, Supports:** **6 Faces, 2 Edges** *selectarea suprafețelor de rezemare a pilulelor de pe șuruburile de fundație, respectiv a cercurilor ce delimitează partea frontală a coloanei, OK (fig.7.19).*

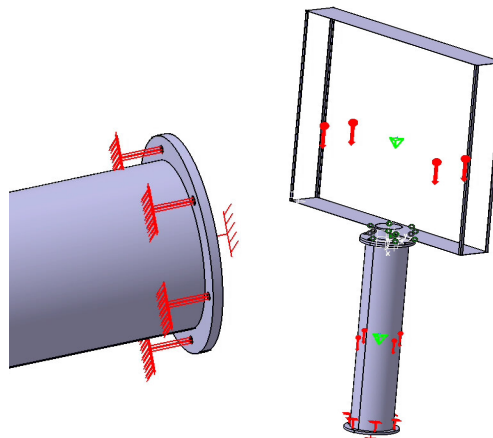



Fig.7.19


Fig.7.20

7.2.5 Modelarea încărcărilor

Încărcarea modelului se materializează prin accelerația gravitațională de $9,81\text{m/s}^2$:  (**Acceleration**), **Acceleration, Supports:** **2 Bodies** *selectarea panoului și a coloanei; Acceleration: X 0 m/s², Y 0 m/s², Z -9,81 m/s² (direcția accelerației, pentru ambele elemente, este paralelă cu axa coloanei, iar sensul este spre fundație), OK (fig.7.20).*

7.3 Verificarea modelului

În etapa verificării modelului se obțin informații despre corectitudinea modelului creat:

 (**Model Checker**), **OK**; ledul verde este aprins și însoțit de un mesaj de confirmare a corectitudinii întocmirii modelului (fig.7.21).

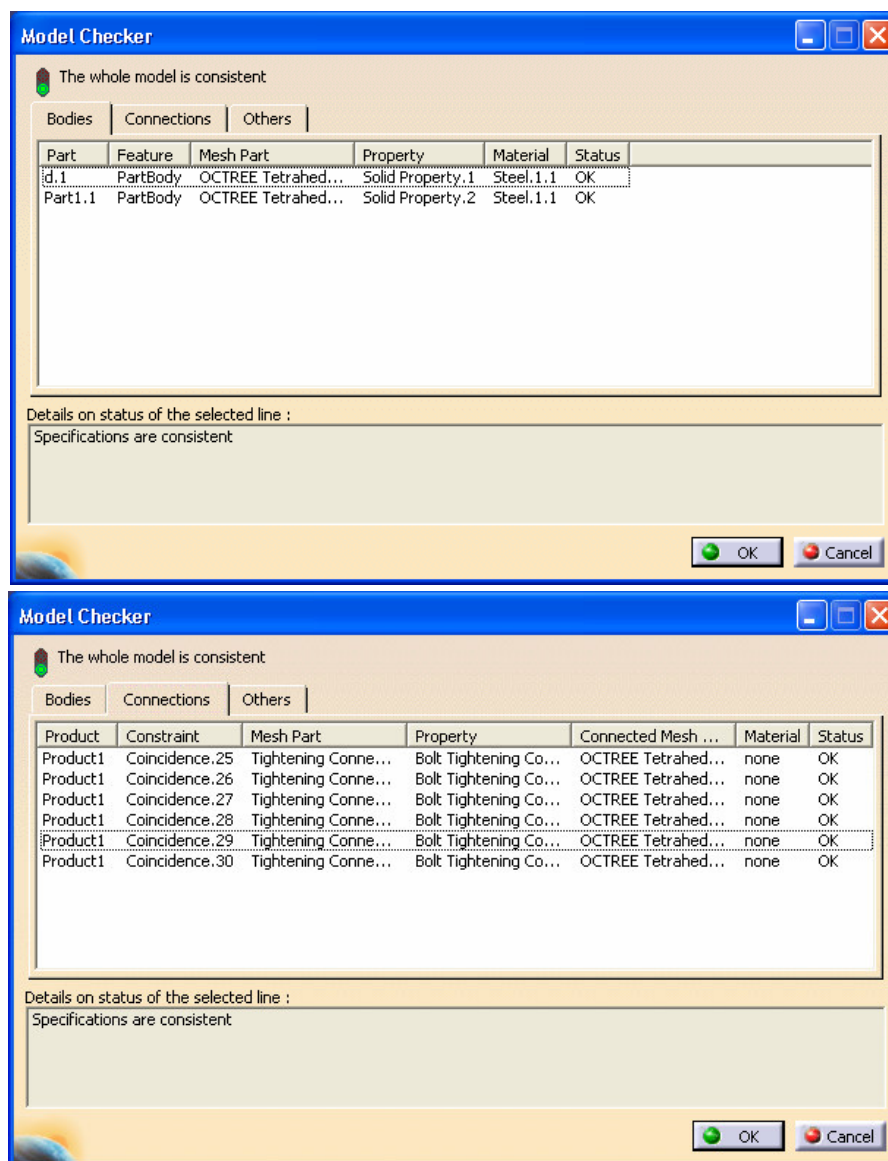






Fig.7.21



7.4 Rezolvarea modelului

Rezolvarea modelului se realizează automat de către soft:  (**Compute**) ⇒ **Compute** ↓ **All**; **OK** ⇒ **Computation Resources Estimation, Yes**; **Computation Status ...** (fig.7.22).

7.5 Postprocesarea rezultatelor

Starea deformată a modelului se vizualizează prin activarea comenzii  (**Deformation**) (fig.7.23); modificarea factorului de scară se realizează prin activarea icon-ului  (**Deformation Scale Factor**).

Starea animată se vizualizează prin  (**Animate**).

Câmpul de deplasări se vizualizează prin comanda  (**Displacement**) (fig.7.24). iar tensiunile echivalente *Von Mises* prin  (**Stress Von Mises**) (fig.7.25).

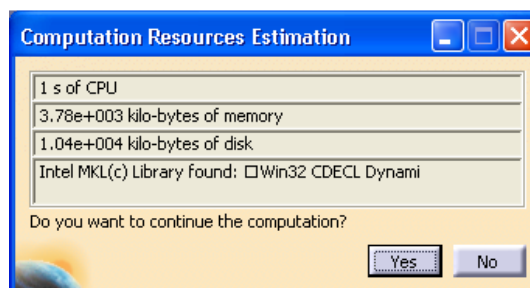


Fig.7.22

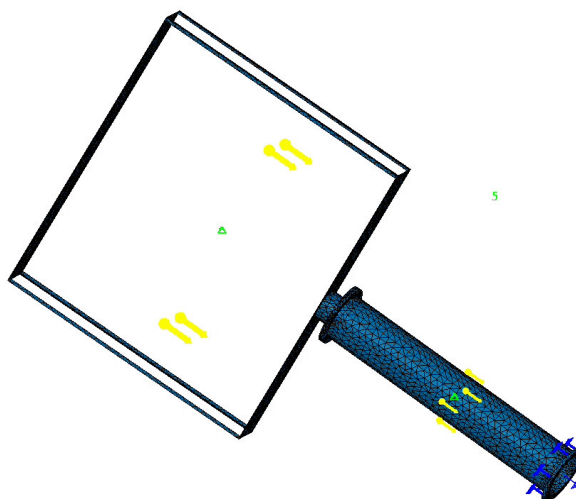


Fig.7.23

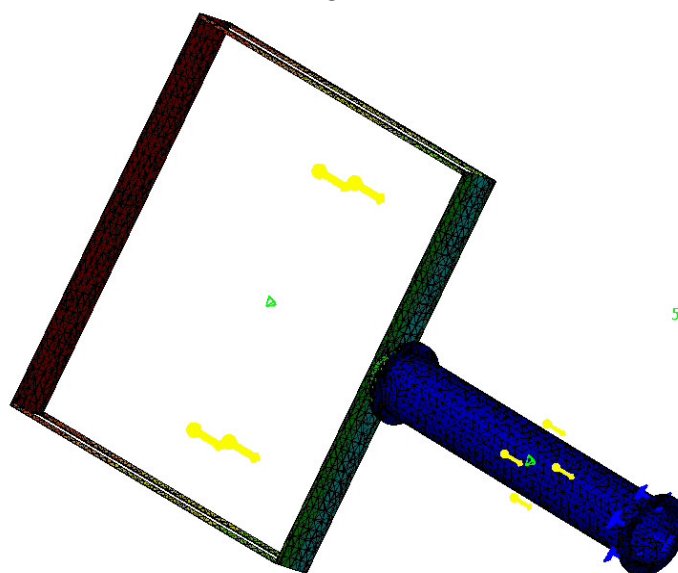


Fig.7.24

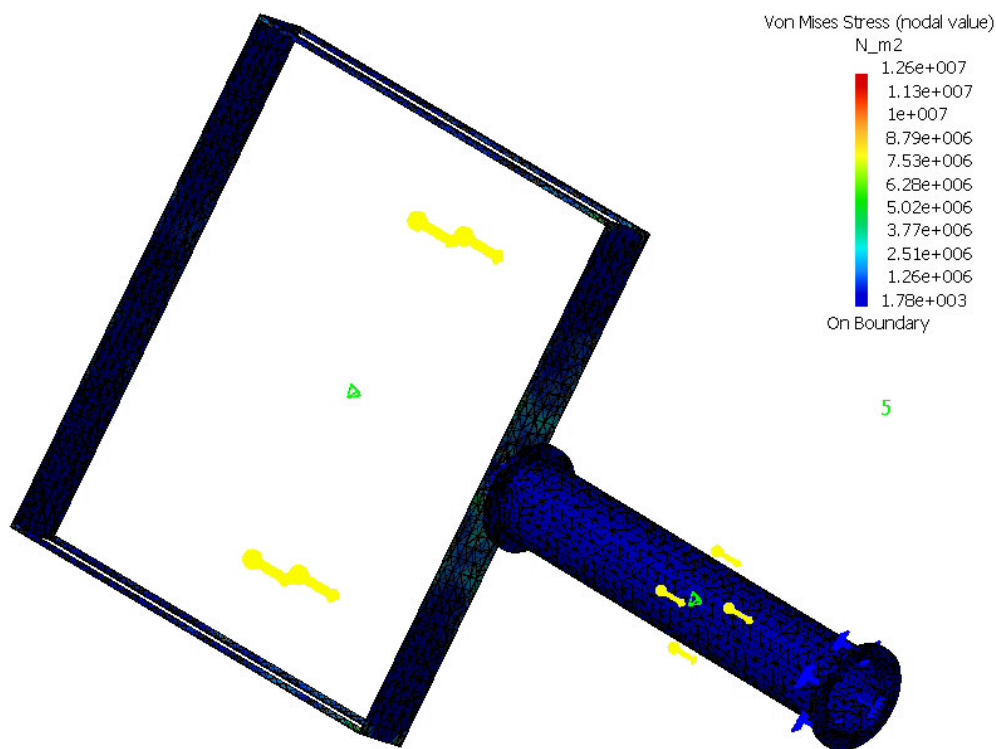


Fig.7.25

7.6 Concluzii

Din analiza cu elemente finite a structurii reiese că, tensiunile echivalente maxime se regăsesc în zona de legătură a coloanei cu fundația. Numeric, valoarea maximă a tensiunii echivalente *Von Mises* (12,6 MPa) este mai mică decât rezistența admisibilă la compresiune $\sigma_{ac}=60 \dots 80$ MPa, solicitarea principală a coloanei, ceea ce confirmă rezistența la solicitări.