

APLICAȚIA 10

ANALIZA STATICĂ A MECANISMULUI DE RIDICAT TIP CRIC CU PÂRGHII

10.1 Descrierea aplicației

Mecanismele de ridicat sunt caracterizate prin rigiditate mărită și siguranță în exploatare. Transmiterea sarcinilor mari, în condițiile realizării tehnologice relativ simple a elementelor componente, sunt atuuuri pentru utilizarea mecanismelor de ridicat de tip cric cu pârghii.

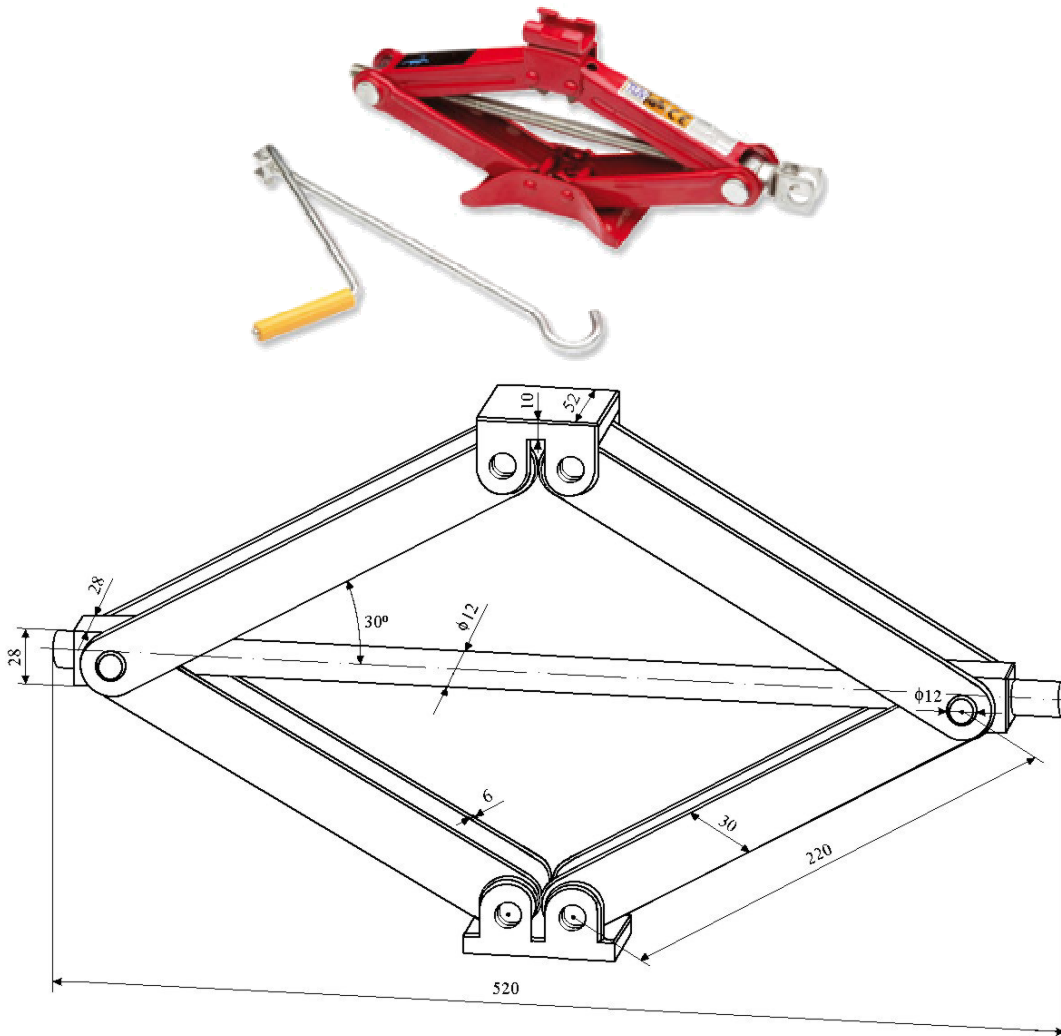


Fig. 10.1

În figura 10.1 se prezintă schema unui mecanism de ridicat de tip cric cu pârghii cu două piulițe, compus din: un *Suport Cupă*; două *Piulițe*; opt *Pârghii*; un *Șurub*; o *Bază*.

Aplicația își propune determinarea valorilor maxime ale tensiunii echivalente *Von Mises* și, respectiv, a deplasării, produse de sarcina necesară a fi ridicată. În acest sens, modelarea

legăturii cu baza a suprafeței de așezare a cricului se realizează prin intermediul unei restricții care presupune anularea celor 6 grade de libertate posibile ale acesteia; sarcina care trebuie

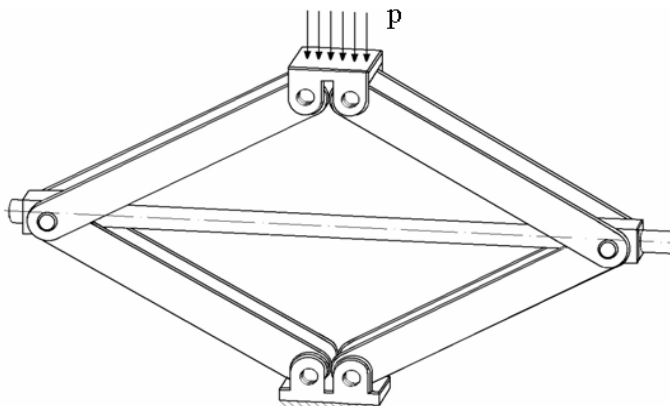



Fig.10.2



ridicată acționează asupra suportului cupei cu o presiune $p=0,02$ MPa (20.000 N/m²) (fig.10.2). Cricul se analizează în poziția coborât (unghiul dintre pârghii și șurub este de 30°), aceasta fiind poziția în care tensiunile din șurub sunt maxime. Pentru modelare se consideră ipoteza de încărcare simetrică a structurii iar angrenajele de simetrizare dintre pârghii se modelează prin constrângeri de tip contact.









Subansamblul analizat este realizat din oțel OL37, cu următoarele caracteristici mecanice: modulul de elasticitate longitudinală $E=2,1 \cdot 10^5$ N/mm² și coeficientul contracției transversale (*Poisson*) $\nu = 0,3$. Rezistența admisibilă la compresiune a oțelului este $\sigma_{ac}=80 \dots 100$ MPa [10].


10.2 Preprocesarea modelului de analiză

10.2.1 Modelarea geometrică

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

Dreptunghiul care reprezintă secțiunea longitudinală a pârghiei se obține prin:  (**Rectangle**) se desenează dreptunghiul ⇒  (**Constraint**) se introduc dimensiunile dreptunghiului (lungimea $L=220$ mm; lățimea $l=30$ mm).

Cercurile care definesc capetele pârghiei se generează prin:  (**Circle**) se desenează cercurile care definesc capetele pârghiei ⇒  (**Constraint Defined in Dialog Box**) se pune condiția de tangență între cercurile desenate și laturile pârghiei ⇒  (**Constraint**) se introduce dimensiunea cercurilor (raza $R=15$ mm) ⇒  (**Circle**) se desenează cercurile care reprezintă alezajele bolțurilor ⇒  (**Constraint Defined in Dialog Box**) se pune condiția de concentricitate între alezajele bolțurilor și cercurile din capetele pârghiei ⇒  (**Constraint**) se introduce dimensiunea alezajelor (diametrul $D=12$ mm) ⇒  (**Quick Trim**) se șterg liniile suplimentare ⇒  (**Exit workbench**) (fig.10.3).

Pârghia se obține prin extrudarea cu 6 mm a profilului creat anterior  (**Pad**), **Pad Definition, Length: 6, Selection: Sketch.1, OK** (fig.10.4).

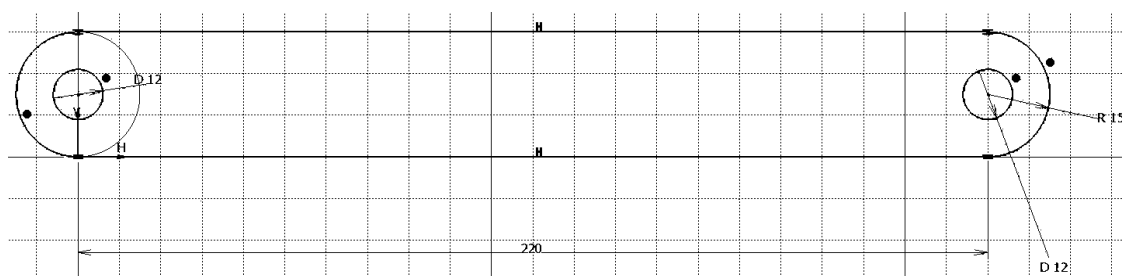





Fig.10.3

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

Dreptunghiul care definește secțiunea suportului se generează prin:  (**Rectangle**) se desenează dreptunghiul ⇒  (**Constraint**) se introduc valorile cotelor laturilor dreptunghiului (lungimea $L=15$ mm; lățimea $l=26$ mm).

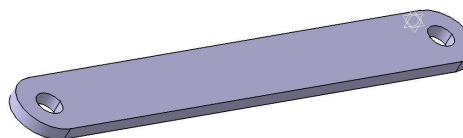






















Fig.10.4

Elementele circulare ale suportului se generează prin:  (**Circle**) se desenează cercul care definește capătul elementului ⇒  (**Constraint Defined in Dialog Box**) se pune condiția de tangență între cercul desenat și laturile elementului ⇒  (**Constraint**) se introduc dimensiunile cercurilor (raza cerc $R=13$ mm) ⇒  (**Circle**) se desenează cercul care reprezintă alezajul bolțului ⇒  (**Constraint Defined in Dialog Box**) se pune condiția de concentricitate între alezajul bolțului și cercul din capătul elementului ⇒  (**Constraint**) se introduc dimensiunile alezajelor (diametrul $D=12$ mm) ⇒  (**Quick Trim**) se șterg liniile suplimentare.

Generarea părții simetrice a suportului se realizează prin:  (**Axis**) se desenează o axă verticală ⇒  (**Constraint**) distanța de la centrul cercurilor desenate până la axă este 15 mm ⇒  (**Symmetry**) se selectează profilul desenat și apoi axa ⇒  (**Exit workbench**) (fig.10.5).

Obținerea suportului se generează prin extrudarea cu 6 mm a profilului creat anterior  (**Pad**), **Pad Definition, Length: 6, Selection: Sketch.1, OK**.

În continuare, se parcurge succesiunea de comenzi:  (**Plane**) **Plane type: Offset from plane; Reference: xy plane; Offset: 20 mm** se creează un plan la distanța 20 mm față de

planul $xy \Rightarrow$  (**Mirror**) se selectează planul creat și apoi elementele existente \Rightarrow  (**Sketcher**) se selectează partea frontală a elementului desenat \Rightarrow  (**Rectangle**) se desenează dreptunghiul care reprezintă partea superioară a suportului \Rightarrow  (**Constraint Defined in Dialog Box**) se pune condiția ca latura inferioară a dreptunghiului să coincidă cu latura superioară a elementului desenat anterior \Rightarrow  (**Constraint**) se introduce valoarea lățimii elementului $l=10\text{ mm}$ \Rightarrow  (**Constraint**) se pune condiția ca distanța dintre capetele dreptunghiului și elementul generat anterior să fie $d=10\text{ mm}$ \Rightarrow  (**Exit workbench**) (fig.10.6).

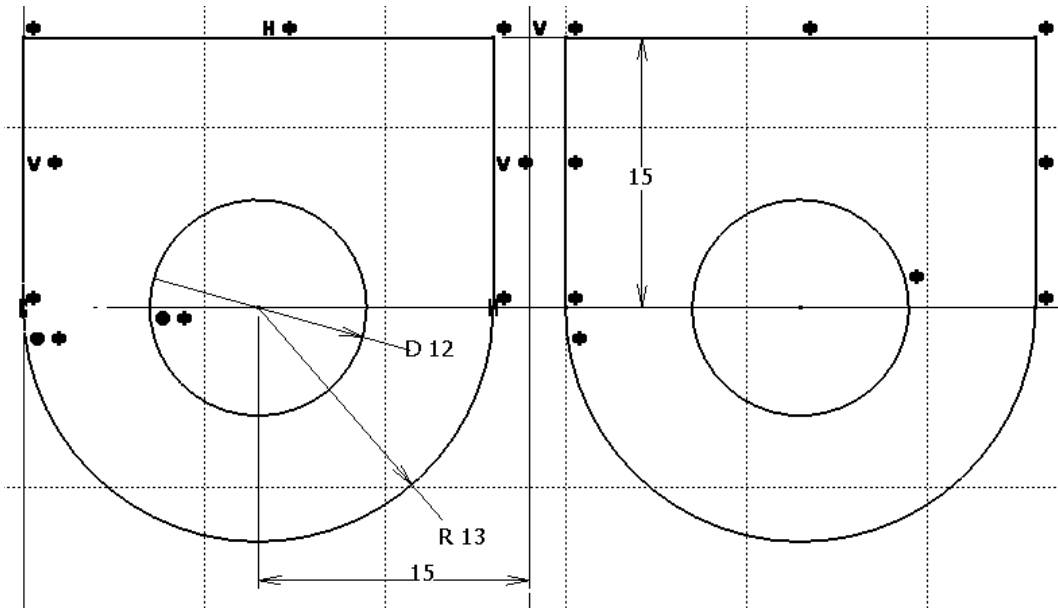


Fig.10.5

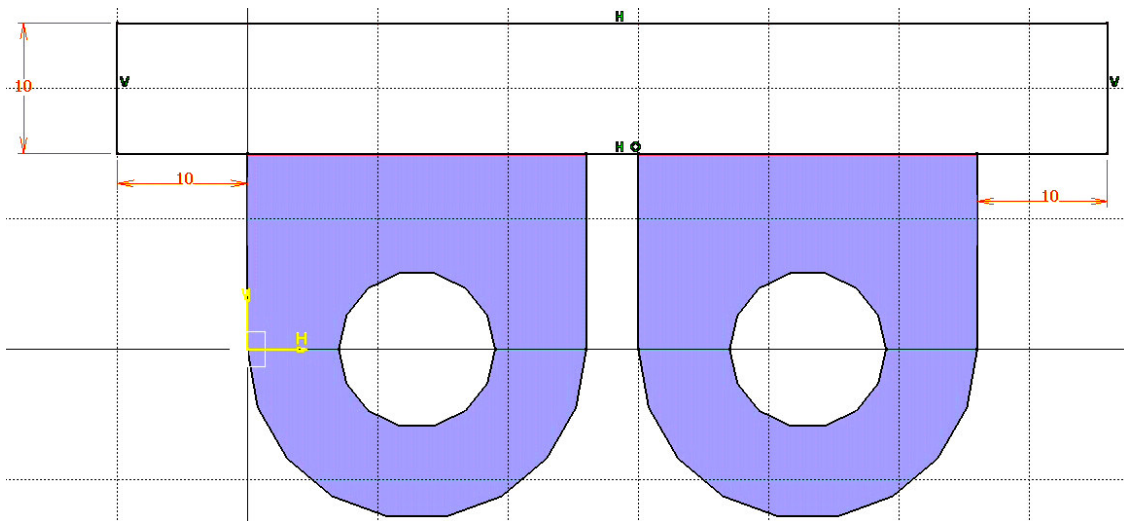




Fig.10.6

Suportul se definitivează prin extrudarea cu 52 mm (lățimea suportului este $l=52$ mm) a schiței create anterior  (**Pad**), **Pad Definition, Length: 52**, **Selection: Sketch.2, OK**. Teșiturile se generează prin  (**Chamfer**), **Length1=1 mm; Angle=45 deg; Propagation: Tangency; se selectează muchiile care sunt teșite, OK** (fig.10.7).

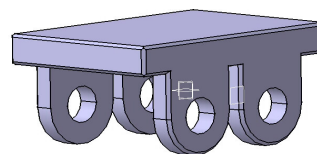

















Fig.10.7







Obținerea schiței de referință a bazei 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**.

Dreptunghiul care definește secțiunea bazei se generează prin:  (**Rectangle**) se desenează dreptunghiul \Rightarrow  (**Constraint**) se introduc valorile cotelor laturilor dreptunghiului (lungimea $L=15$ mm; lățimea $l=26$ mm).

Elementele circulare ale bazei se generează prin:  (**Circle**) se desenează cercul care definește capătul elementului \Rightarrow  (**Constraint Defined in Dialog Box**) se pune condiția de tangență între cercul desenat și laturile elementului \Rightarrow  (**Constraint**) se introduc dimensiunile cercurilor (raza cerc $R=13$ mm) \Rightarrow  (**Circle**) se desenează cercul care reprezintă alezajul bolțului \Rightarrow  (**Constraint Defined in Dialog Box**) se pune condiția de concentricitate între alezajul bolțului și cercul din capătul elementului \Rightarrow  (**Constraint**) se introduc dimensiunile alezajelor (diametrul $D=12$ mm) \Rightarrow  (**Quick Trim**) se șterg liniile suplimentare.

Generarea părții simetrice a bazei se realizează prin:  (**Axis**) se desenează o axă verticală \Rightarrow  (**Constraint**) distanța de la centrul cercurilor desenate până la axă este 15 mm \Rightarrow  (**Symmetry**) se selectează profilul desenat și apoi axa \Rightarrow  (**Exit workbench**) (fig.10.8).

Obținerea bazei se generează prin extrudarea cu 6 mm a profilului creat anterior  (**Pad**), **Pad Definition, Length: 6, Selection: Sketch.1, OK**.

În continuare, se parcurge succesiunea de comenzi:  (**Plane**) **Plane type: Offset from plane; Reference: xy plane; Offset: 26 mm** se creează un plan la distanța 26 mm față de planul xy \Rightarrow  (**Mirror**) se selectează planul creat și apoi elementele existente \Rightarrow  (**Sketcher**) se selectează partea frontală a elementului desenat \Rightarrow  (**Rectangle**) se desenează dreptunghiul care reprezintă baza \Rightarrow  (**Constraint Defined in Dialog Box**) se pune condiția ca punctele din colțurile dreptunghiului să coincidă cu punctele extreme ale elementelor desenate anterior \Rightarrow  (**Exit workbench**) (fig.10.9).

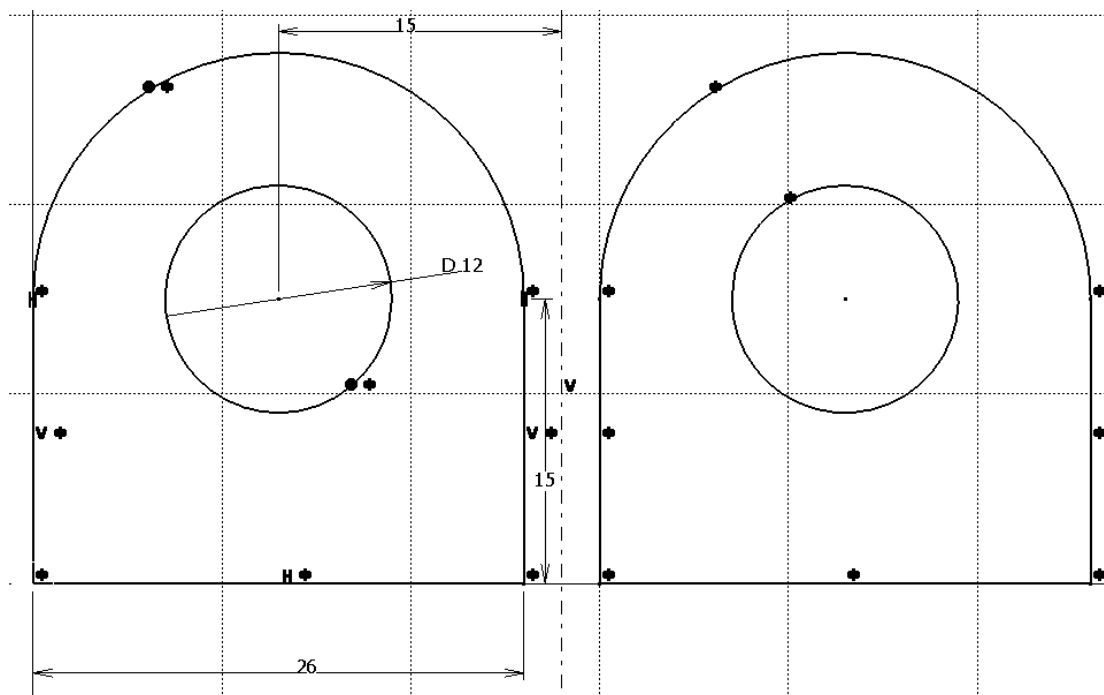


Fig.10.8

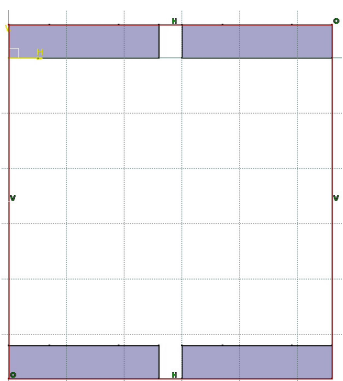


Fig.10.9

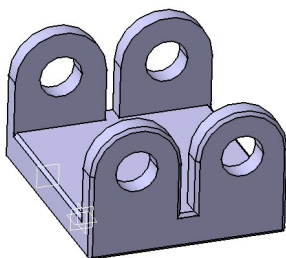















Fig.10.10









Baza se definitivează prin extrudarea cu 10 mm (grosimea bazei este $g=10$ mm) a schiței create anterior  (**Pad**), **Pad Definition, Length: 10, Selection: Sketch.2, OK**. Teșiturile se generează prin  (**Chamfer**), **Length1=1 mm; Angle=45 deg; Propagation: Tangency; se selectează muchiile care sunt**

teșite, **OK** (fig.10.10).

Obținerea schiței de referință a piuliței 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**. În continuare se parcurge succesiunea de comenzi:  (**Rectangle**) se desenează pătratul care reprezintă secțiunea frontală a piuliței \Rightarrow  (**Constraint**) se introduc dimensiunile pătratului (lățimea piuliței este $l=28$ mm; înălțimea piuliței este $h=28$ mm) \Rightarrow  (**Circle**) se desenează cercul care definește zona filetului interior \Rightarrow  (**Constraint Defined in Dialog Box**) se pune condiția ca centrul cercului desenat să fie situat în punctul de intersecție al diagonalelor pătratului (se accesează întâi comanda  (**Construction/Standard Element**)) apoi  (**Line**); ulterior se deselectionează

 (**Construction/Standard Element**) ⇒  (**Constraint**) se introduce valoarea diametrului ($D=20$ mm) ⇒  (**Exit workbench**) (fig.10.11).

Corpul piuliței se generează prin extrudarea cu 40 mm (lungimea piuliței) a profilului creat anterior  (**Pad**), **Pad Definition, Length: 40**, **Selection: Sketch.1, OK**.

Schița cercului care reprezintă secțiunea frontală a bolțului de pe piuliță, se generează prin:  (**Sketcher**) se selectează partea frontală a piuliței ⇒  (**Circle**) se desenează cercul care definește bolțul ⇒  (**Constraint Defined in Dialog Box**) se pune condiția ca centrul cercului desenat să fie situat în punctul de intersecție al diagonalelor dreptunghiului ce delimitează suprafața laterală a piuliței (se accesează întâi comanda  (**Construction/Standard Element**)) apoi  (**Line**); ulterior se deselectează  (**Construction/Standard Element**) ⇒  (**Constraint**) se introduce diametrul cercului ($D=12$ mm) ⇒  (**Exit workbench**) (fig.10.12).

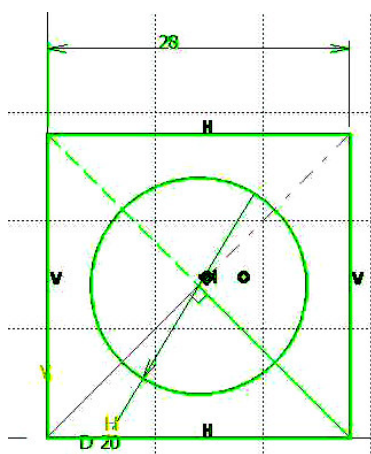


Fig.10.11

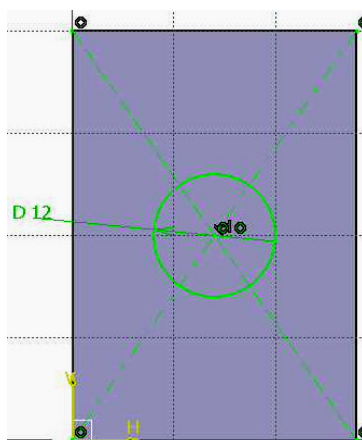


Fig.10.12

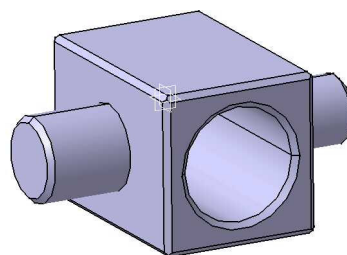




Fig.10.13


Bolțul se generează prin extrudarea cu 15 mm (lungimea bolțului) a cercului creat anterior  (**Pad**), **Pad Definition, Length: 15**, **Selection: Sketch.2, OK**.

În mod similar, se generează bolțul de pe cealaltă parte a piuliței.

Teșiturile se generează prin  (**Chamfer**), **Length1=1** mm; **Angle=45** deg; **Propagation: Tangency**; se selectează muchiile care sunt teșite, **OK** (fig.10.13).

Obținerea schiței de referință a șurubului se realizează în modulul **Sketcher**, care se accesează prin parcurgerea succesivă a comenzilor **Start** ⇒ **Mechanical Design** ⇒ **Part Design** ⇒  (**Sketcher**) ⇒ **xy plane**. În continuare se parcurge succesiunea de comenzi:

 (**Circle**) se desenează cercul care definește diametrul nominal al șurubului ⇒ 

(**Constraint**) se introduce valoarea diametrului cercului ($D=20\text{ mm}$) \Rightarrow  (**Exit workbench**) (fig.10.14).

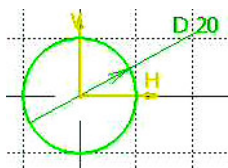


Fig.10.14

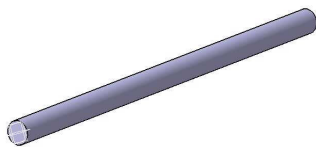




Fig.10.15

Șurubul se obține prin extrudarea cu 520 mm (lungimea șurubului) a cercului creat anterior  (**Pad**), **Pad Definition, Length: 520**, **Selection: Sketch.1, OK** (fig.10.15).

Inserarea părților componente ale subansamblului se realizează prin parcurgerea succesiunii de comenzi **Start** \Rightarrow **Mechanical Design** \Rightarrow **Assembly Design**.  (**Existing Component**) (**Insert** \Rightarrow **Existing Component**) \Rightarrow activare specificația **Products** \Rightarrow selectare fișier sursă \Rightarrow se inserează succesiv elementele componente ale cricului.

Deplasarea elementelor inserate se efectuează prin  (**Manipulation**), **Manipulation**

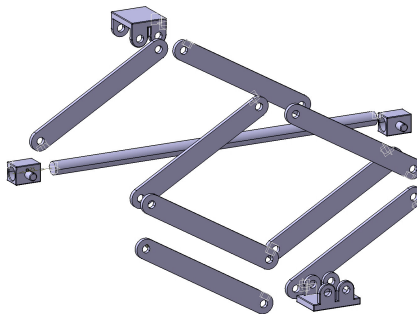








Fig.10.16

Pa... selectarea direcției de manipulare, urmată de manipularea propriu-zisă a unui corp, **OK** (fig.10.16).

Cricul se creează utilizând constrângerile geometrice dintre diferite componente.  (**Contact Constraint**) se selectează suprafețele plane comune

\Rightarrow  (**Coincidence Constraint**) se selectează suprafețele cilindrice comune (selectarea axelor comune ale cilindrilor, pentru asamblările cu bolțuri) \Rightarrow  (**Angle Constraint**) se consideră unghiurile dintre pârghii și axa șurubului egale cu 30° ; se impune condiția de paralelism între axa șurubului și suprafețele de așezare a suportului cupei și, respectiv, a bazei \Rightarrow  (**Offset Constraint**) se consideră distanța dintre o piuliță și capătul șurubului egală cu 25 mm \Rightarrow  (**Update All**) (fig.10.17).

10.2.2 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** \Rightarrow  (**Apply Material**) \Rightarrow **Libray (ReadOnly) Metal, Steel dublă selecție** \Rightarrow **Properties, Feature Properties, Feature Name: Steel; Analysis, Young Modulus 2,1e+011N_m2, Poisson Ratio 0,3, Cancel, OK.**

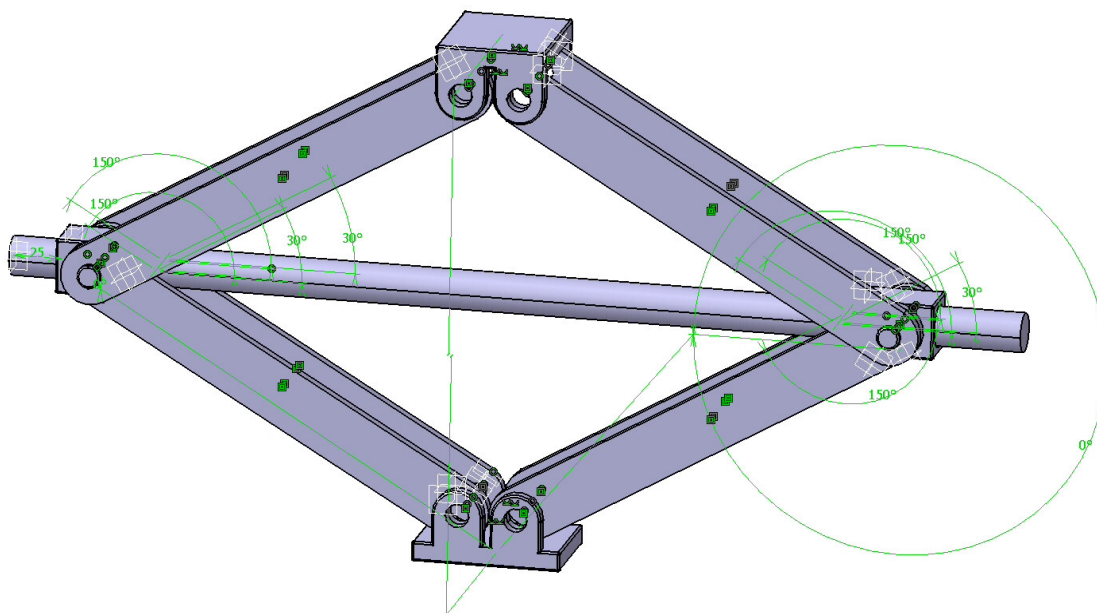


Fig.10.17

10.2.3 Modelarea cu elemente finite

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 elementele componente ale cricului, dimensiunea elementelor finite **Size** și abaterea maximă admisă pentru modelarea geometrică **Sag** se aleg conform figurii 10.18 (activarea meniului se realizează prin dublu click pe **OCTREE Tetrahedron Mesh.1**: se aleg succesiv elementele de tip **Part** din arborecența de specificații).

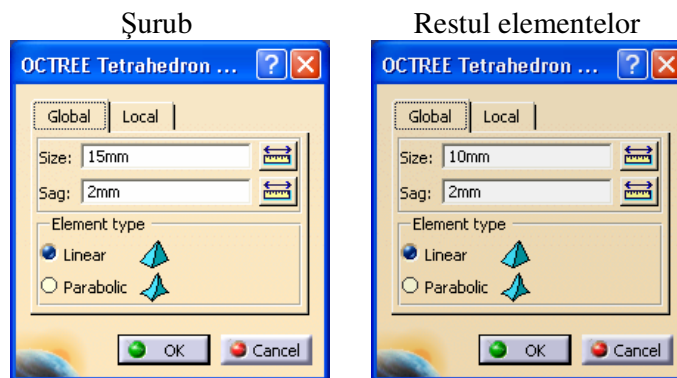






Fig.10.18

10.2.4 Modelarea constrângerilor

Modelarea articulațiilor se realizează prin  (**Pressure Fitting Connection**), **Pressure Fitting Connection; Supports**: se selectează restricțiile geometrice de tip coincidență de axe pentru a modela articulațiile cricului **1 Constraint; Overlap: 0 mm, OK** (se repetă comanda pentru toate articulațiile).

Legătura dintre șurub și cele două piulițe se modelează prin  (**Rigid Connection**), **Rigid Connection; Supports:** se selectează restricțiile geometrice de tip coincidență de axe dintre axa șurubului și axa piulițelor **1 Constraint, OK** (se repetă comanda pentru cele două legături).

Contactele dintre angrenajele de simetrizare (contactele dintre pârghii) se modelează prin  (**Contact connection**), **Contact connection; Supports:** **1 Constraint** selectarea constrângerilor geometrice de tip contact dintre pârghii, **OK** (se repetă comanda pentru cele 4 contacte).

Legătura cu baza impusă modelului se definește prin anularea celor 6 grade de libertate posibile asociate suprafeței de așezare a bazei cricului:  (**Clamp**), **Clamp Name: Clamp.1, Supports: 1 Face** selectarea suprafeței de așezare a bazei cricului, **OK** (fig.10.19).

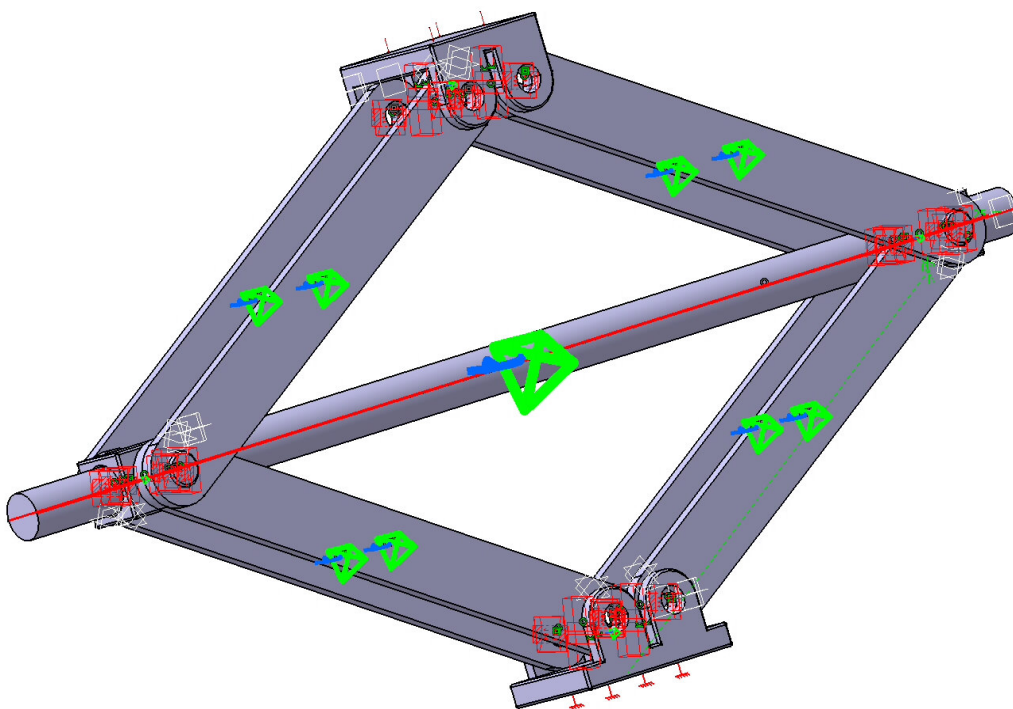



Fig.10.19

10.2.5 Modelarea încărcărilor

Încărcările se modelează sub forma unei presiuni de 0,02 MPa (20.000 N/m²) ce acționează asupra suportului supei  (**Pressure**), **Pressure, Name: Pressure.1; Supports: 1 Face** selectarea suprafeței superioare a suportului cupei; **Pressure: 20000 N/m², OK** (fig.10.20).

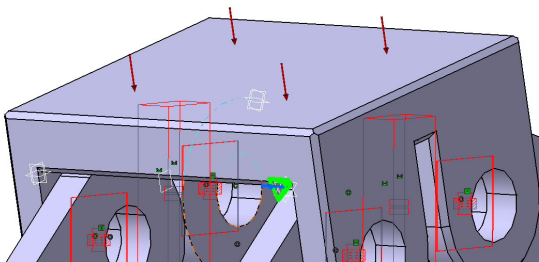



Fig.10.20

10.3 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.10.21).

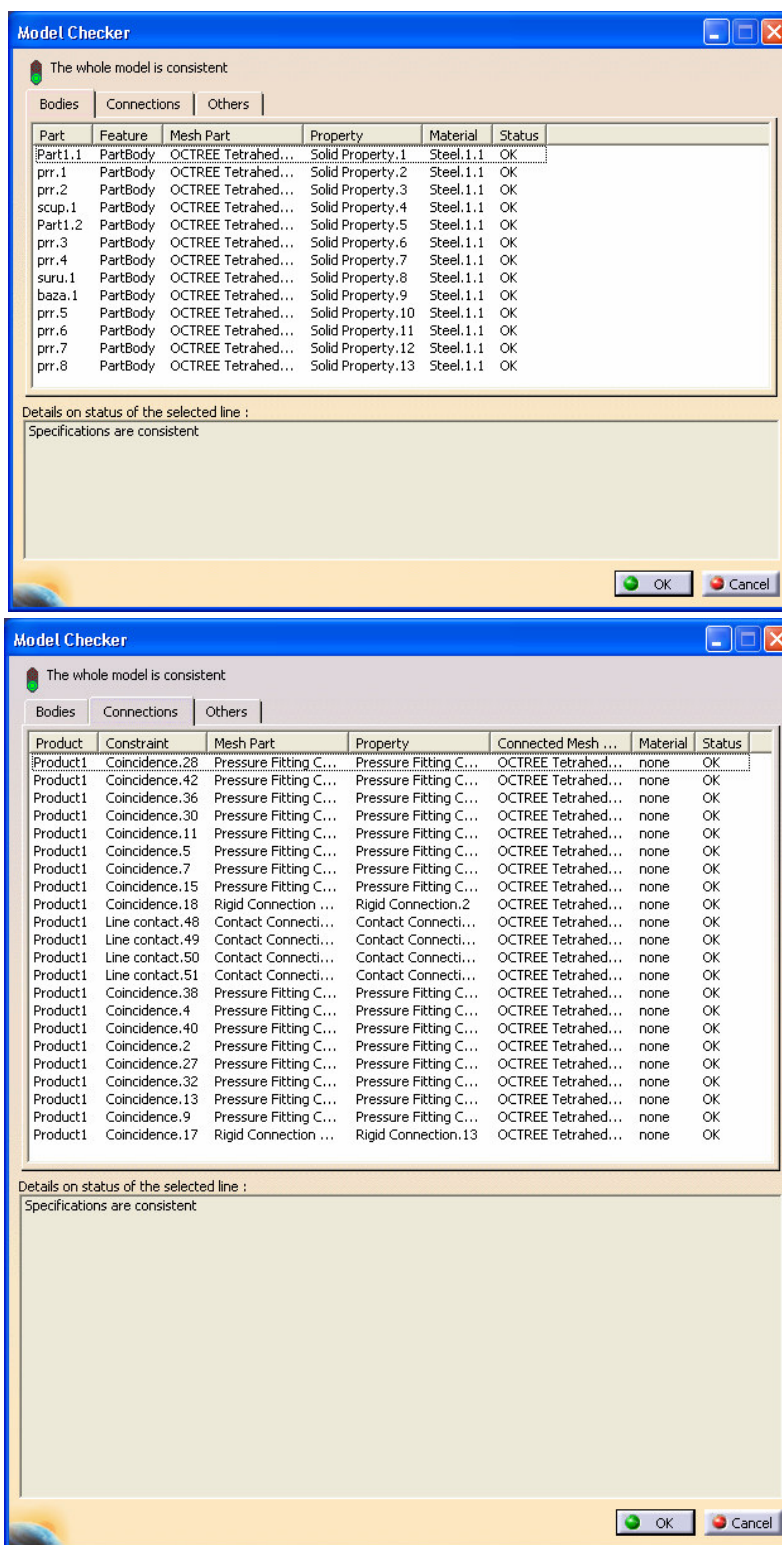



Fig.10.21

10.4 Rezolvarea modelului

Rezolvarea modelului se realizează automat de către soft:  (**Compute**) ⇒ **Compute** ↓ **All**; **OK** ⇒ **Computation Resources Estimation, Yes; Computation Status ...** (fig.10.22).

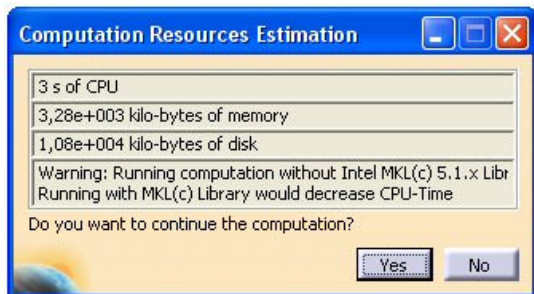




Fig.10.22

(**Animate**).

Câmpul de deplasări se vizualizează prin comanda  (**Displacement**) (fig.10.24). iar tensiunile echivalente *Von Mises* prin  (**Stress Von Mises**) (fig.10.25).

10.6 Concluzii

Din analiza modelului cu elemente finite reiese că tensiunile echivalente maxime se regăsesc în pârgșii; valoarea maximă a tensiunii echivalente *Von Mises* în aceste elemente este 19,6 MPa.

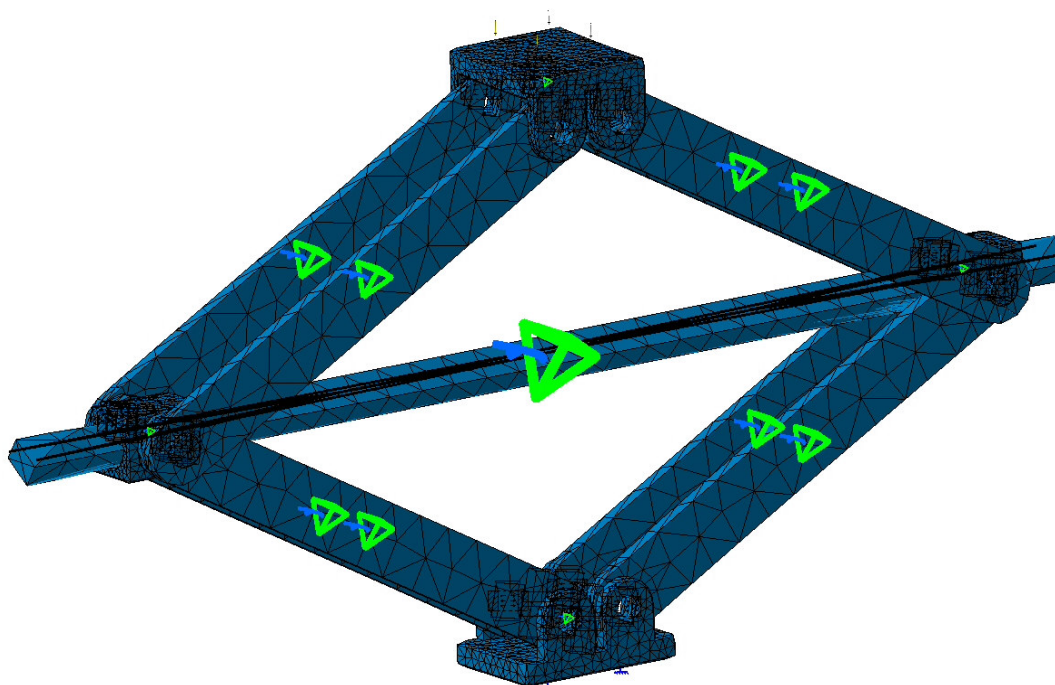





Fig.10.23

10.5 Postprocesarea rezultatelor

Starea deformată a modelului se vizualizează prin activarea comenzii  (**Deformation**) (fig.10.23); modificarea factorului de scară se realizează prin activarea icon-ului  (**Deformation Scale Factor**). Starea animată se vizualizează prin 

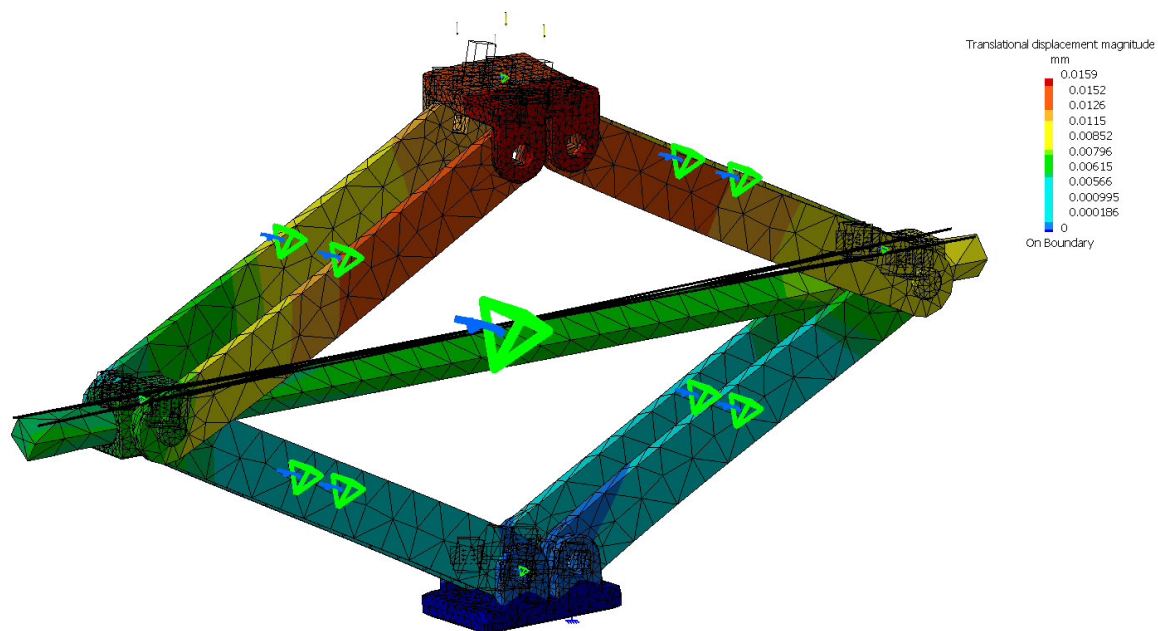


Fig.10.24

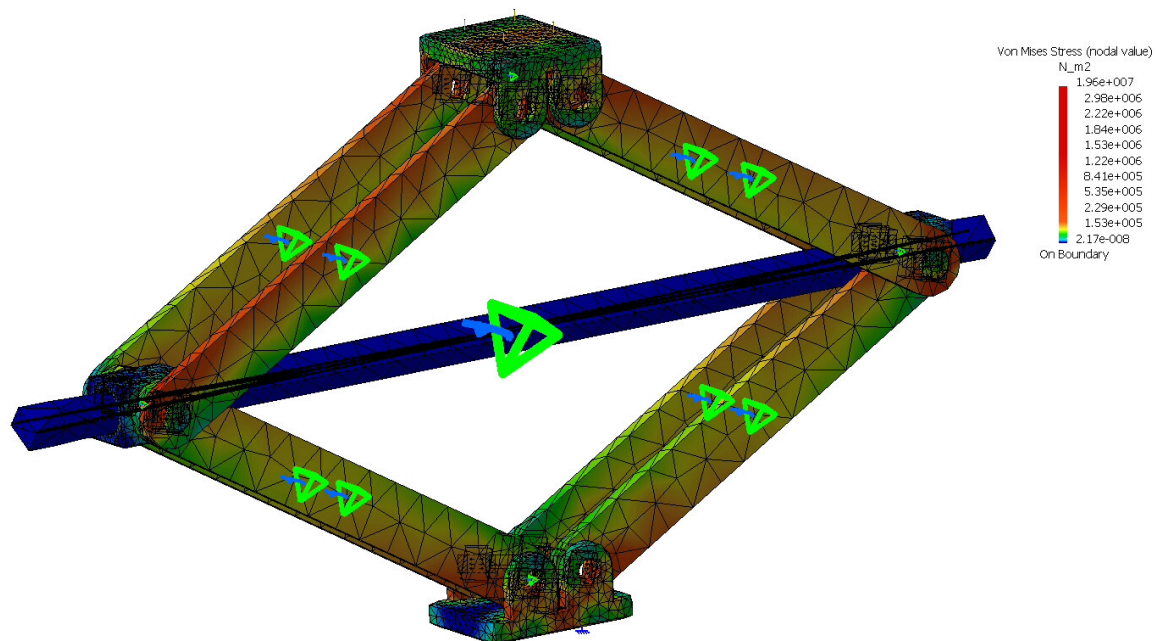


Fig.10.25

Pârghiile sunt solicitate, în principal, la compresiune. Rezistența admisibilă la compresiune a acestora este $\sigma_{ac}=80 \dots 100$ MPa [10] și, deci, această valoare este mai mare decât valoarea maximă a tensiunii echivalente *Von Mises* ceea ce confirmă rezistența la solicitări.

Deformația maximă produsă de sarcina care trebuie ridicată este egală cu 0,0159 mm ceea ce nu împiedică buna funcționare a cricului.