

ANALIZĂ ASUPRA SISTEMULUI DE REZEMARE AL BRAȚULUI ÎN CAZUL MACARALELOR PIVOTANTE

ANALYSIS ON THE SUPPORT SYSTEM OF THE ARM FOR PIVOTING CRANES

SAVANIU Ioan Mihail¹, VLASE Monica²

¹șef lucrări dr.ing. - Facultatea de Utilaj Tehnologic - Universitatea Tehnică de Construcții București, Romania

²șef lucrări dr.ing. - Facultatea de Utilaj Tehnologic - Universitatea Tehnică de Construcții București, Romania

Rezumat:

Lucrarea prezintă o soluție de optimizare a structurii metalice a macaralelor pivotante de atelier. Analiza urmărește optimizarea cu ajutorul modelării în 3D și a analizei cu element finit a sistemului de rezemare a brațului unei macarale pivotante în scopul reducerii masei acesteia. Optimizarea urmărește reducerea cantităților de oțel utilizat în fabricația macaralelor pivotante în contextul necesității reducerii risipei de oțel - materie primă cu procent ridicat de generare de emisii poluante în procesul de manufacturare la nivel global.

Abstract: *The paper presents a solution for optimizing the metal structure of the pivoting workshop cranes. The analysis aims to optimize with the help of 3D modeling and finite element analysis of the arm resting system of a pivoting crane in order to reduce its mass. The optimization aims to reduce the quantities of steel used in the manufacture of pivoting cranes in the context of the need to reduce steel waste - raw material with high percentage of pollutant emissions in the manufacturing process globally.*

Având în vedere ponderea mare în domeniul industrial și nu numai a echipamentelor de ridicat din vecinătatea unui post de lucru, am îndreptat atenția studiilor noastre asupra analizei structurale a acestui tip de echipamente. Echipamentele de ridicat ce urmează a fi analizate și optimizate cu ajutorul metodei elementului finit în cadrul studiului prezentat sunt macaralele pivotante. Scopul analizei efectuate este de a demonstra cu ajutorul metodelor moderne de proiectare că se poate optimiza structura metalică a acestora, fără a pierde caracteristicile de rezistență și rigiditate. Rezultatele optimizării vor evidenția ca și în cazul acestor echipamente se pot face economii de materii prime, în special de oțel. Oțelul este o materie primă cu o amprentă de CO₂ foarte ridicată. Statisticile arată că la nivel global producerea oțelului generează 6 % din total emisii de CO₂.

Utilizarea softurilor moderne de modelare și proiectare asigură premisele realizării reducerii masei pentru structura metalică a unei macarale pivotante cu un procent de aproximativ 30 %. Lucrarea prezintă analiza efectuată pentru structura metalică a unei macarale pivotate virtuale.

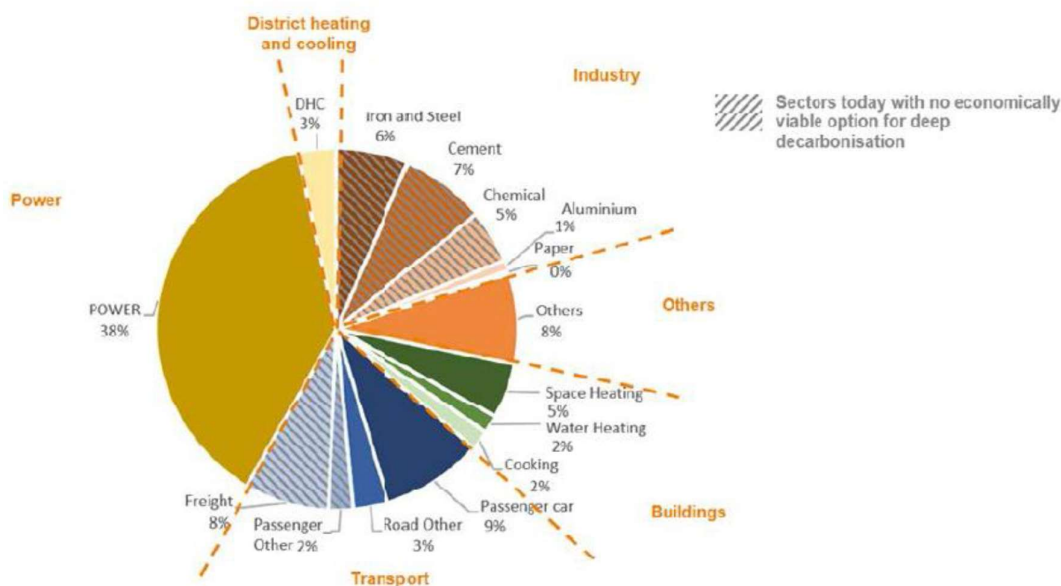


Figura 1

Macaralele pivotante de atelier sunt macarale care ridică sarcini între 50 kg și 2000 kg și au deschiderea brațului de maxim 8000 mm. În funcție de modalitatea de instalare, pe perete sau pe sol, acestea pot avea rotirea maximă de 1800, 2700, 3600. Macaralele au o construcție relativ simplă și sunt foarte utilizate în domeniul industrial. Macaralele pivotante au ca subsisteme componente următoarele: Sistemul de prindere de perete sau coloana de sprijin pe sol, în funcție de metoda de instalare; Sistemul de rezemare al brațului principal, care poate fi standard sau cu înălțime redusă; Brațul principal pe care culisează căruciorul mecanismului de ridicarea sarcinii, care poate fi un profil special sau un profil IPE; Mecanismul de ridicare al sarcinii, care poate fi cu cablu sau cu lanț.

Structura metalică a brațului; sistemului de prindere; sistemului de rezemare sunt confecționate în principal din oțel carbon de tip S355 JR (1.0045) EN 10025 : 2004 .

Lucrarea prezintă metoda de optimizare, având ca și criteriul principal reducerea masei, ansamblului braț cu sistem de rezemare prin utilizarea modelării cu element finit utilizând subrutina SIMULATION și SHAPE OPTIMIZATION din suita de softuri de modelare 3D și analiza MEF - FUSION 360 – versiunea educațională de la firma AUTODESK.

În vederea optimizării masei pentru ansamblul braț cu sistem de rezemare avem în vedere ipoteza inițială a unei macarale pivotante de atelier virtuale având:

- Lungimea brațului: 3000 mm ;
- Sarcina utilă: 250 kg;
- Încărcarea statică $250 * 1.25 = 312.5$ kg (am adoptat coeficientul de multiplicare a sarcinii nominale 1.25, întrucât prescripția tehnică PT R1 - 2010 menționează că în cazul încercării macaralelor se va utiliza un coeficient de încărcare statică);
- Tip macara: cu înălțime redusă.

Având în vedere datele inițiale anterioare, în analiza de optimizare, am avut în vedere un ansamblu sistem de rezemare braț având geometria din imaginea de mai jos:

Analiză asupra sistemului de rezemare al brațului în cazul macaralelor pivotante

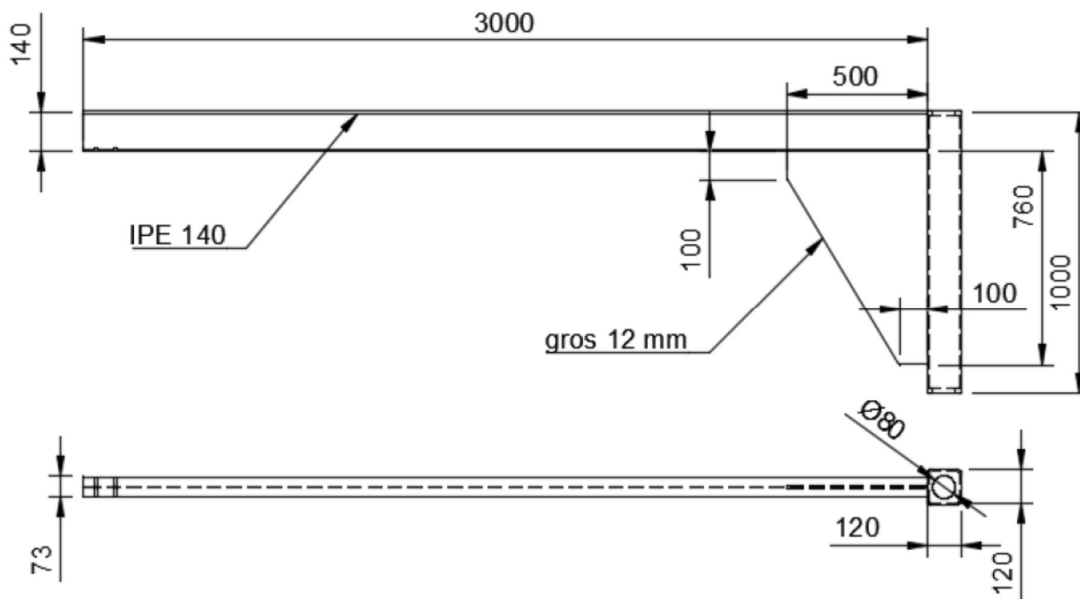


Figura 2. Ansamblu sistem de rezemare braț al macaralei pivotante virtuale analizate



Figura 3. Caracteristicile de material și masa macaralei pivotante virtuale

Masa totală inițială a macaralei pivotante virtuale înainte de optimizare este de 84.52 kg. În vederea efectuării analizei cu element finit utilizând subrutina SIMULATION a softului FUSION 360 am efectuat o modelare 3D a ansamblului și am avut în vedere: solicitarea dată de încărcarea statică situată la capătul liber al brațului în valoare de $312.5 \cdot 9.81 = 3065.62$ N; solicitarea dată de greutatea structurii metalice în valoare de 829.14 N. Schema de rezemare a ansamblului sistem de rezemare și braț a avut în vedere următoarele: la capătul inferior o rezemare de tip încastrare, iar la capătul superior o rezemare de tip alunecător.

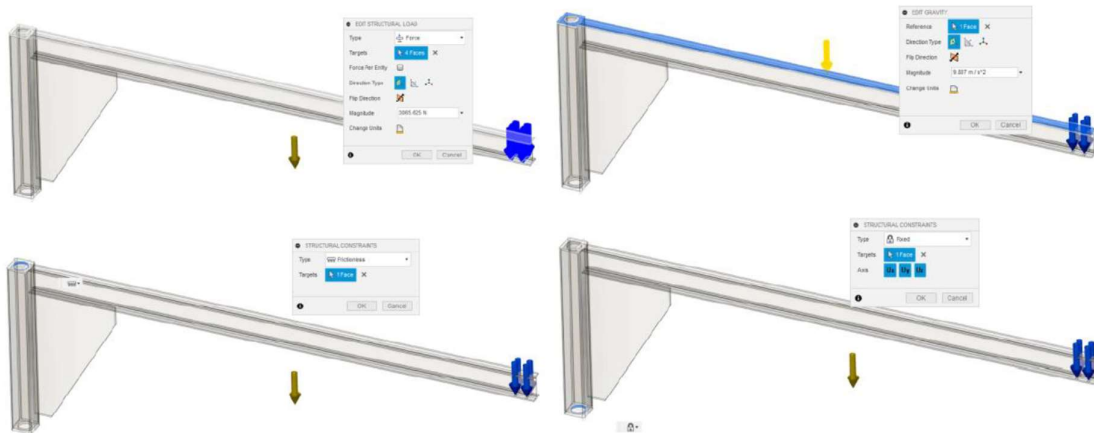


Figura 4. Încărcările și schema de rezemare utilizate în analiza cu element finit a modelului virtual al macaralei pivotante

Rezultatele obținute în urma rulării softului de element finit arată că structura metalică rezistă la solicitările la care a fost supusă. Astfel în structură s-a dezvoltat o stare de tensiune de maxim 184 MPa inferioară limitei de curgere a oțelului utilizat de 355 MPa; deformația maximă la capătul liber al brațului este de 17.91 mm.

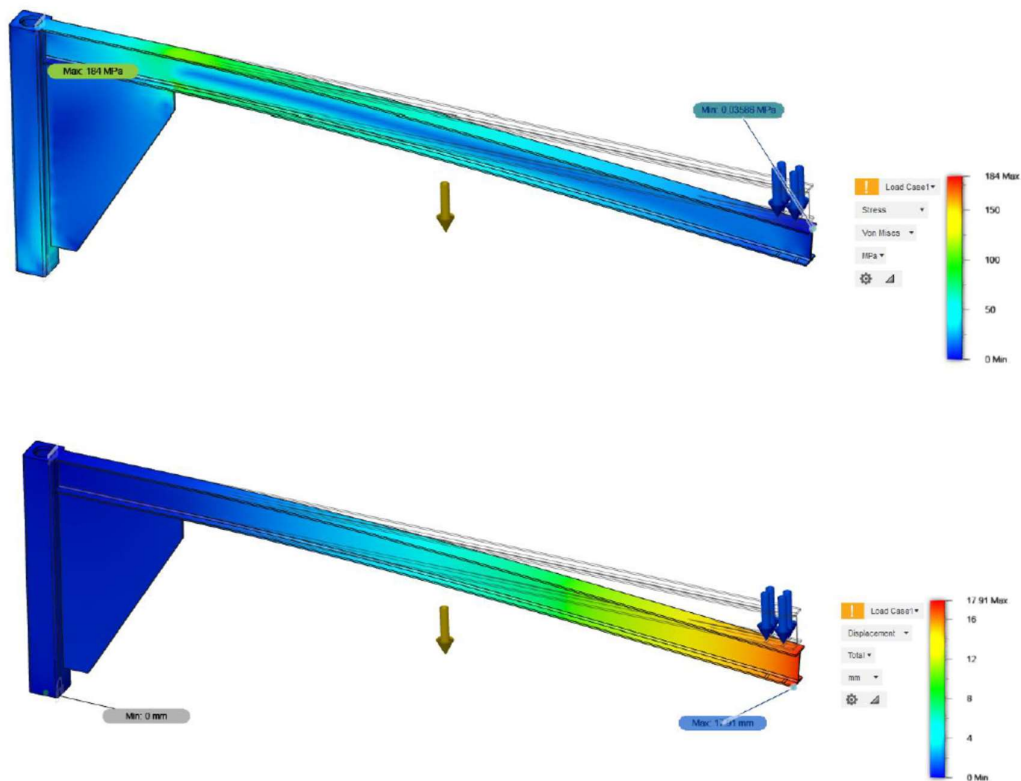


Figura 5. Rezultate obținute în urma rulării softului de MEF pentru modelul de macara pivotantă virtuală

Analiză asupra sistemului de rezemare al brațului în cazul macaralelor pivotante

Prin utilizarea rutinei SHAPE OPTIMIZATION a softului FUSION 360 se poate obține o formă optimizată a modelului virtual al macaralei pivotante având în vedere geometria acesteia, schema de rezemare și schema de încărcare. Forma optimizată obținută prezintă elementele care sunt solicitate și care asigură rezistența și rigiditatea structurii analizate și zonele care pot fi îndepărtate din structură și care nu vor afecta rezistența acesteia.

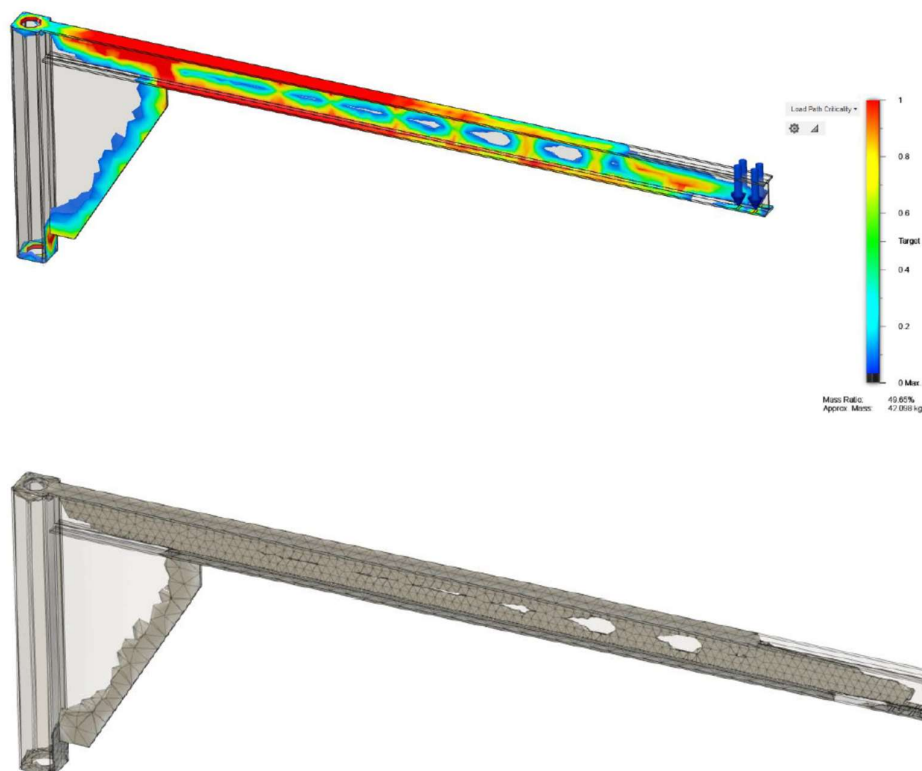


Figura 6. Forma de optimizare pentru macaraua pivotantă virtuală.

În baza rezultatului obținut în urma rulării softului de optimizare se poate reproiecta modelul virtual având în vedere forma generată de softul FUSION 360 iar rezultatul obținut în cazul analizat este cel prezentat în imaginea de mai jos.

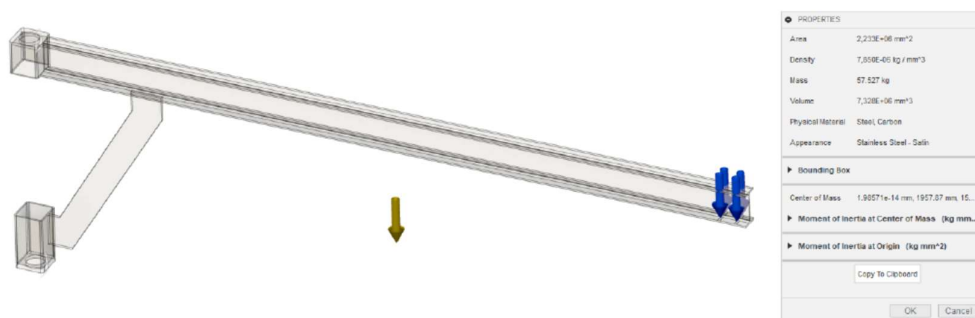


Figura 7. Model virtual optimizat al macaralei pivotante.

În urma reproiectării am obținut o masă pentru modelul optimizat virtual de 57.52 kg mai mică decât masa inițială. Pentru a valida modelul optimizat obținut vom utiliza schema de rezemare și de încărcare avută în vedere în cazul modelului virtual inițial al macaralei pivotante.

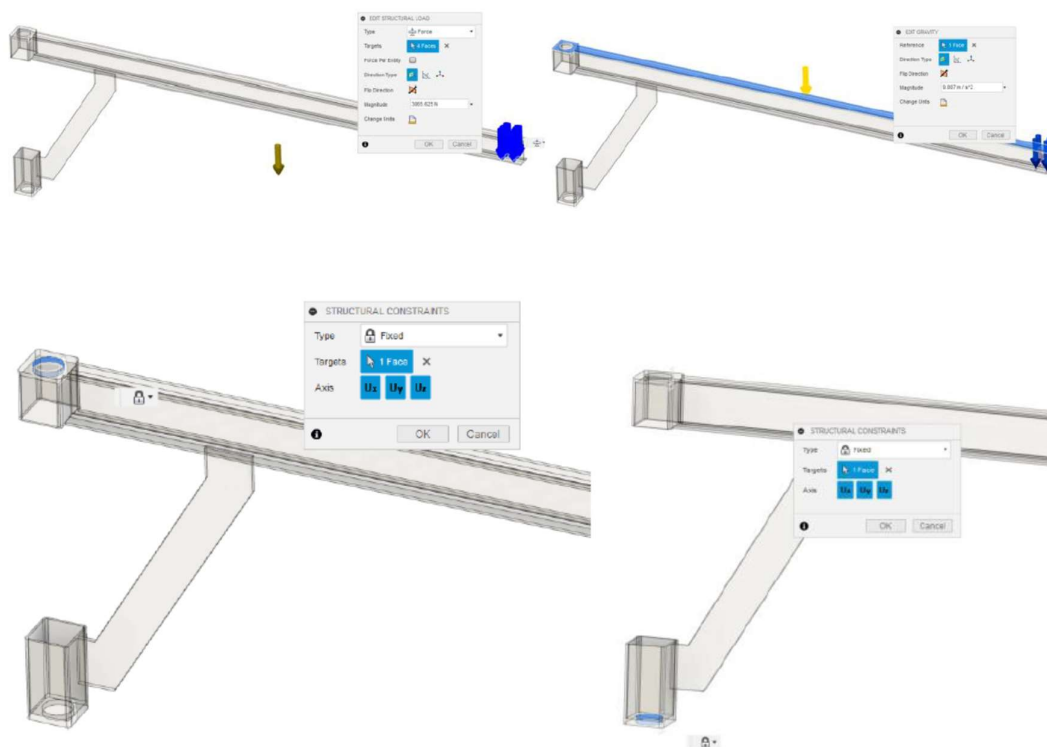
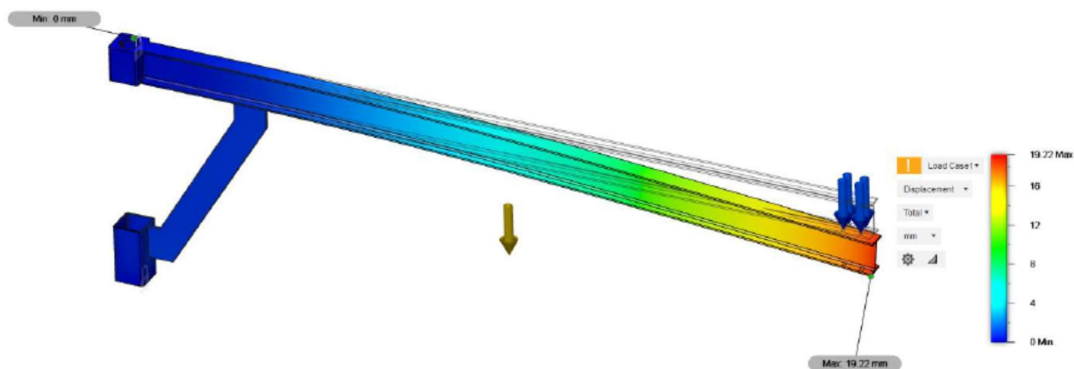


Figura 8. Schema de încărcare și de rezemare utilizate în analiza cu element finit a modelului virtual optimizat al macaralei pivotante

Rezultatele obținute în urma analizei cu element finit pentru modelul de macara optimizat sunt: tensiunea maximă dezvoltată în structură este de 197.1 MPa (mai mare cu 13.1 MPa decât valoarea obținută pentru modelul inițial); deformația maximă este de 19.22 mm (mai mare cu 1.31 mm decât valoarea obținută pentru modelul inițial). Creșterea de tensiune și de deformație este inferioară valorii de 10 % și se consideră că modelul optimizat este valid.



Analiză asupra sistemului de rezemare al brațului în cazul macaralelor pivotante

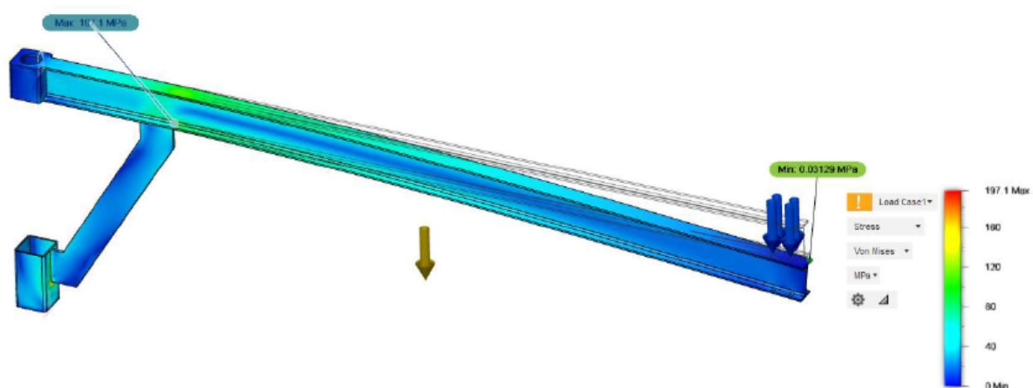


Figura 9. Rezultate obținute în urma rulării softului de MEF pentru modelul optimizat de macara pivotantă virtuală

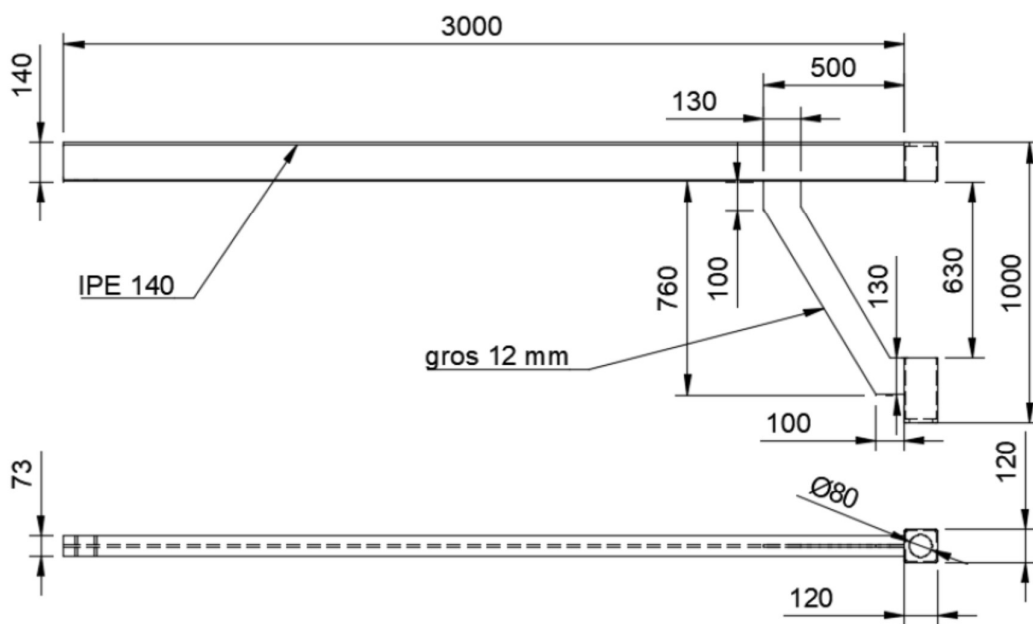


Figura 10. Ansamblu sistem de rezemare și braț al macaralei pivotante virtuale optimizate

CONCLUZII

- În urma analizei efectuate am reușit să reducem greutatea ansamblului cu 27 kg ceea ce reprezintă circa 31.5 % din greutatea inițială;
- În urma reproiectării sistemului de rezemare a brațului se impune și o modificare a zonei de prindere de perete sau de coloană în cazul macaralelor pivotate cu braț optimizat;
- Există premisele utilizării acestei metode și în cazul altor echipamente de ridicat în vederea reducerii masei acestora;
- Reducerea de masă conferă o amprentă de CO2 mai redusă pentru echipament atât în faza de produs nou dar și în contextul reciclării ulterioare a acestuia.

BIBLIOGRAFIE

1. Mircea Alămoreanu - Mașini de ridicat Vol I și II – Editura Tehnică
2. https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview?_ga=2.28986558.362509199.1578067212-963704520.1578067212
3. <https://www.irena.org/>
4. <https://www.iea.org/>
5. <https://www.irena.org/publications/2017/Jun/Accelerating-the-Energy-Transition-through-Innovation>