

STUDIU TEHNICO-ECONOMIC PENTRU MACARAUA TURN

Daniel Robert Nicolae PITULICE¹, Conf. dr. ing. Gina Diana MUSCĂ¹,

¹ Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați, Facultatea de Inginerie și Agronomie din Brăila,
Centrul de Cercetare pentru Mecanica Mașinilor și Echipamentelor Tehnologice –
MECMET, Brăila, România

REZUMAT. Acest articol prezintă o soluție constructivă a ansamblului - o macara turn cu braț basculant. Modelul 3D al acestui ansamblu a fost optimizat pe baza specificațiilor tehnice de calcul. Software-ul de proiectare Inventor 2020 a fost folosit pentru modelarea ansamblului 3D. Acest software vă permite să creați produse în mult mai puțin timp și cu o productivitate ridicată.

Cuvinte cheie: macara, model, ansamblu, sarcină, deplasare, software, modelare.

ABSTRACT. This article presents a constructive solution of the assembly - a tower crane with a tilting arm. The 3D model of this assembly has been optimized based on technical calculation specifications. Inventor 2020 design software was used for 3D assembly modeling. This software allows you to create products in much less time and with high productivity.

Keywords: crane, model, assembly, load, displacement, software, modeling.

1. INTRODUCERE

Macaralele turn sunt echipamente de ridicare utilizate în construcții pentru a ridica și a muta materiale grele și echipamente pe șantier. Acestea sunt formate dintr-un turn vertical, braț și contragreutate pentru a menține echilibrul. Macaralele turn sunt esențiale în construcții pentru ridicarea și plasarea materialelor de construcție la înălțimi mari și pentru a asigura eficiența și siguranța pe șantier. Mașinile de ridicat sunt mașini de lucru cu funcționare ciclică, în regim intermitent, care servesc la deplasarea sarcinilor între puncte situate la înălțimi diferite. Prin sarcină se înțelege orice bun de natură materială care constituie obiect de lucru al mașinilor de ridicat.

În funcție de complexitatea mașinii, sarcina poate fi deplasată numai pe verticală, sau poate fi deplasată fie pe traiectorii plane, fie pe traiectorii spațiale. Mișcările posibile sunt: ridicarea – coborârea sarcinii, rotirea brațului, înclinarea (bascularea) brațului sau deplasarea dispozitivului de prindere în lungul brațului – în cazul brațelor orizontale. Prezența mecanismului de deplasare a macaralei amplifică corespunzător câmpul de acțiune al macaralelor cu braț. Bascularea brațului și deplasarea întregii macarale pot fi concepute fie ca mișcări care să se poată efectua cu sarcină, fie ca mișcări care nu se pot

efectua decât în gol. În primul caz se spune că mișcarea respectivă este o mișcare de lucru, iar în cel de – al doilea caz, că mișcarea este de schimbare a poziției.

2. PARAMETRII CONSTRUCTIVI AI MACARALEI TURN

În această lucrare mi-am propus să realizez un ansamblu format din mai multe elemente și sub-ansambluri. Pentru realizarea acestui ansamblu denumit și macara cu braț înclinabil am pornit de la următoarele caracteristici tehnice și anume: sarcina nominală = 4000 [kg]; raza de acțiune = 10 [m]; înălțimea maximă de ridicare 19 [m]; unghiul de basculare al brațului $\alpha = 45^\circ \div 80^\circ$.

Structura metalică a unei macarale este esențială pentru funcționarea sa eficientă și sigură [1]. Condițiile de lucru ale macaralei determină diagrama de sarcină a acesteia. Aceasta este influențată direct de solicitările care acționează asupra centrului de torsiune al macaralei. Dimensionarea structurii: pentru a respecta diagrama de lucru a macaralei, este necesar ca structura metalică să fie proiectată astfel încât să fie cât mai rigidă posibil, iar masa să fie minimă. Acest lucru poate implica utilizarea unor metode inovatoare, cum ar fi balastarea cu beton [2].

EDUCAȚIE. CERCETARE. PROGRES TEHNOLOGIC

Pentru partea de acționare a brațului inclusiv a muflei cu cârlig a fost necesar de motor electric, cablu, tambur de cablu, role de ghidaj, a căror caracteristici tehnice au fost calculate, adoptate și alese conform anumitor stasuri și vor fi prezentate în cele ce urmează. Pentru ridicarea / coborârea brațului respectiv a muflei cu cârlig am optat pentru un cablu dublu în construcție normală, cu inimă vegetală.

Cablul este fabricat din sârma de oțet, se alege în funcție de sarcina de ridicat și este inspectat periodic pentru a fi mereu într-o stare bună de funcționare [6].

Cablul are 6 toroane, fiecare toron fiind compus din 19 fire, iar caracteristicile acestuia fiind doptate dintr-un catalog de cabluri conform STAS 1354 – 80 [3]. Caracteristicile cablului ales sunt prezentate în tabelul 1 respectiv tabelul 2.

Tabelul 1. Cablu acționare braț

Element component al cablului	Simbol	Valoare	Unitate de măsură
Diametrul cablului	d_c	20	[mm]
Diametrul sârmei din toron	d_s	0.9	[mm]
Aria cablului	A	157.4	[mm ²]
Rezistența minimă la tracțiune a sârmei din toronul cablului	σ_{min}	137	[daN/mm ²]
Sarcina efectivă minimă de rupere a cablului	N	17946	[daN]

Tabelul 2. Cablu acționare muflă cu cârlig

Element component al cablului	Simbol	Valoare	Unitate de măsură
Diametrul cablului	d_c	12	[mm]
Diametrul sârmei din toron	d_s	0.65	[mm]
Aria cablului	A	73.30	[mm ²]
Rezistența minimă la tracțiune a sârmei din toronul cablului	σ_{min}	137	[daN/mm ²]
Sarcina efectivă minimă de rupere a cablului	N	17946	[daN]

Tabelul 3. Tambur cablu acționare braț

Element component al tamburului	Simbol	Valoare	Unitate de măsură
Diametrul exterior	D_e	500	[mm]
Diametrul interior	D_i	440	[mm]
Diametrul la margini	D_{en}	580	[mm]
Lungimea nominală	L_n	730	[mm]
Lungimea activă	L_a	700	[mm]
Pasul canelurii	p	16	[mm]
Grosimea marginii	m	15	[mm]
Diametrul cablului	d	20	[mm]

Tabelul 4. Tambur cablu acționare muflă cu cârlig

Element component al tamburului	Simbol	Valoare	Unitate de măsură
Diametrul exterior	D_e	500	[mm]
Diametrul interior	D_i	468	[mm]
Diametrul la margini	D_{en}	584	[mm]
Lungimea nominală	L_n	742	[mm]
Lungimea activă	L_a	700	[mm]
Pasul canelurii	p	16	[mm]
Grosimea marginii	m	16	[mm]
Diametrul cablului	d	12	[mm]

Tabelul 5. Caracteristici motor ASA 160L-6

P_m [kW]	n $\left[\frac{\text{rot}}{\text{min}} \right]$	η	$\cos\varphi$	\hat{I}_n 380 [V]	$\frac{M_p}{M_n}$	$\frac{i_p}{i_n}$	$\frac{M_{max}}{M_n}$	GD^2 [kg · f · m ²]	masa [kg]
11	950	86	0.78	24.16 [A]	2	6	2	9.1	165

3. MODELAREA ANSAMBLULUI MACARA TURN

Modelarea ansamblului a fost realizat în softul Inventor. Acest soft este dezvoltat de compania de software Autodesk, este un program 3D utilizat în proiectarea, vizualizarea și simularea de produse. Modelarea parametrică în **Autodesk Inventor** este o metodă esențială pentru a crea modele 3D flexibile și ușor de modificat [4].

Iată câteva aspecte relevante: **Piese parametrizate:** În Inventor, puteți crea piese 3D folosind dimensiuni și relații parametrice. Aceasta vă permite să ajustați rapid dimensiunile și să explorați variantele de design; **Schițe parametrice:** Schițele 2D pot fi utilizate pentru a defini geometria pieselor [5].

Parametrii, constrângerile și formulele pot fi aplicate în schițe pentru a crea modele parametrice; **Modelarea suprafețelor:** Inventor oferă instrumente pentru a crea și edita suprafețe complexe.

Aceasta este utilă pentru designul de carcase, caroserii sau alte componente cu forme neobișnuite și **Generarea documentației:** După crearea modelului 3D, puteți genera automat desene de ansamblu, secțiuni, liste de materiale și alte documente necesare pentru fabricație.

Pentru obținerea desenului 3D a unei piese sunt utilizate succesiv o gamă largă de comenzi cum ar fi: line, circle, rectangle, etc.

O altă comandă cu care putem obține cu ușurință un desen 3D este comanda „extrude”.

Pentru a folosi această comandă trebuie să generăm tot la fel ca în cazul anterior doar că această comandă are o abordare diferită față de „revolve” deoarece trebuie să generăm întregul desen 2D ca pe urmă să putem obține un desen 3D pe când la comanda „revolve” era de ajuns jumătate din desenul 2D a respectivei piese. Pentru o piesă cu o complexitate mai ridicată este necesar de crearea a mai multor schițe 2D și de atâtea ori utilizată comanda „extrude”.

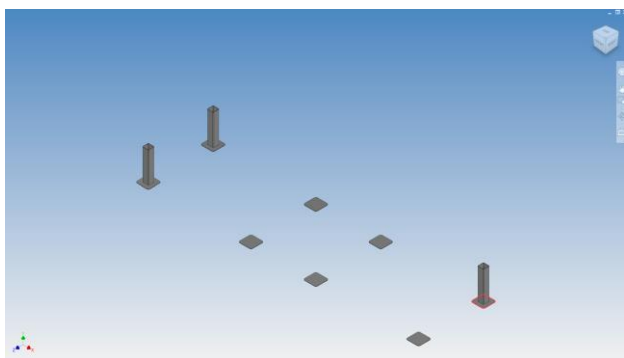


Fig. 1, Bază macara turn,

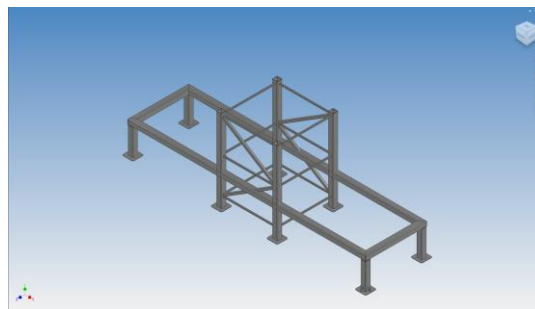


Fig. 2. Structura completă a bazei macaralei.

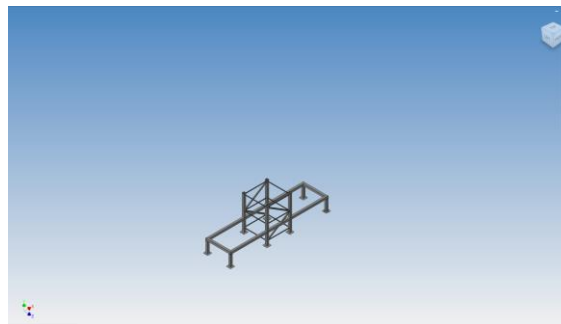


Fig. 3. Ansamblu baza macara.

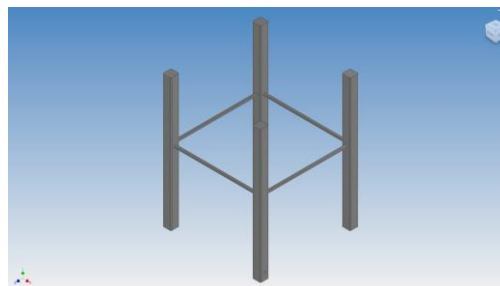


Fig. 4. Structura tronsoanelor verticale pentru macaraua turn.

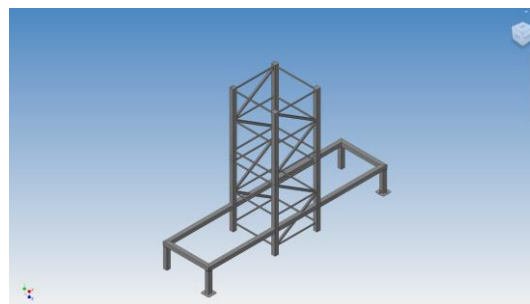


Fig. 5. Structura tronsoane montate împreună cu baza.

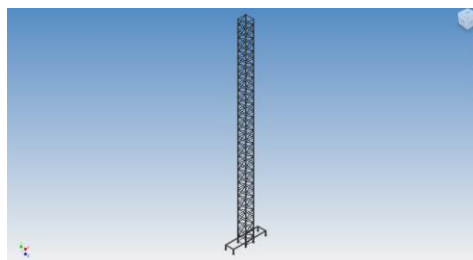


Fig. 6. Baza turnului.

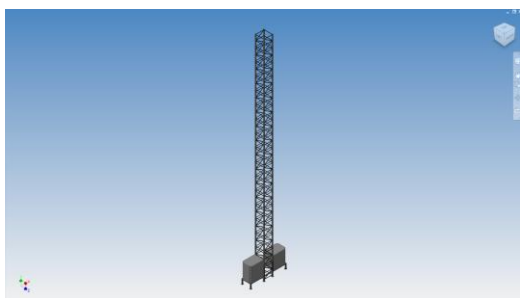


Fig. 7. Contragreutățile bazei montate.



Fig. 12. Montaj motor macara.

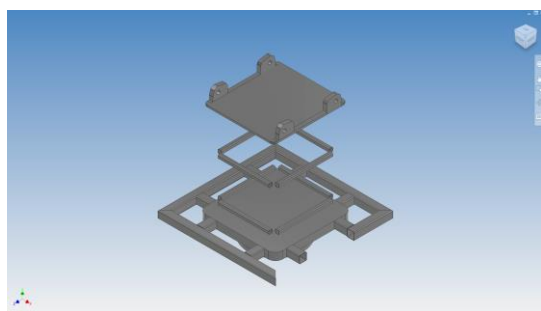


Fig. 8. Structura cabinei de control.

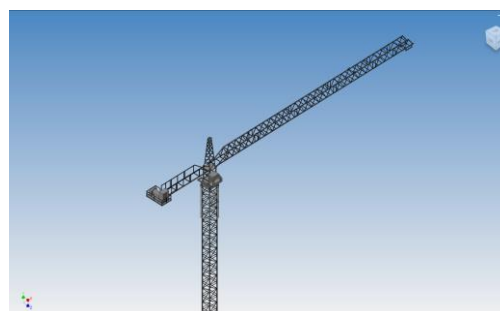


Fig. 13. Montaj tronsoane orizontale.



Fig. 9. Cabina montată în ansamblul turnului.

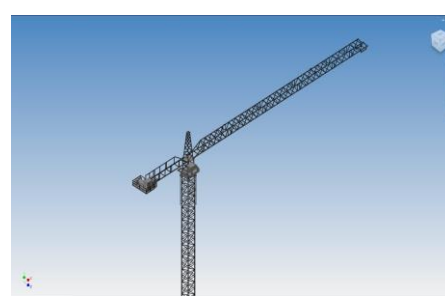


Fig. 14. Montaj contragreutăți.

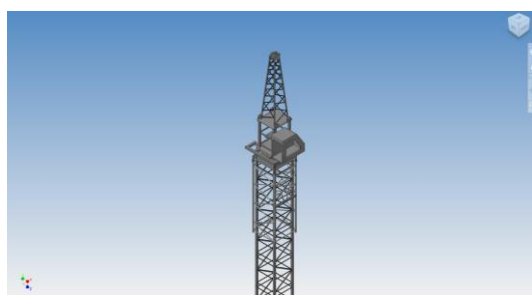


Fig. 10. Partea superioară a bazei turnului.



Fig. 15. Mufla.

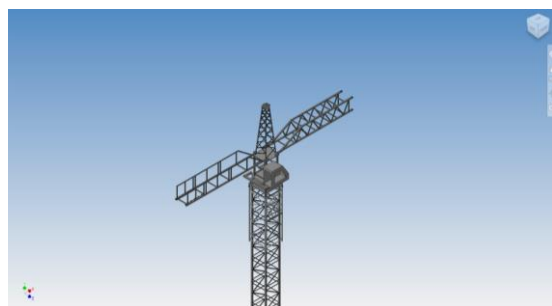


Fig. 11. Două tronsoane montate orizontal.

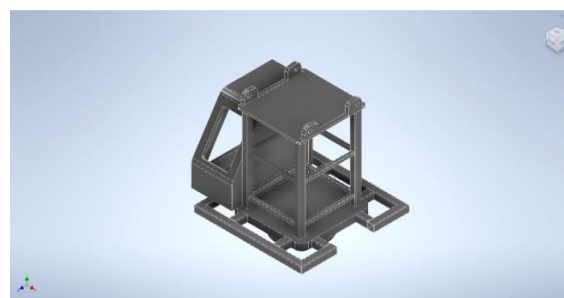


Fig. 16. Cabina macaralei.

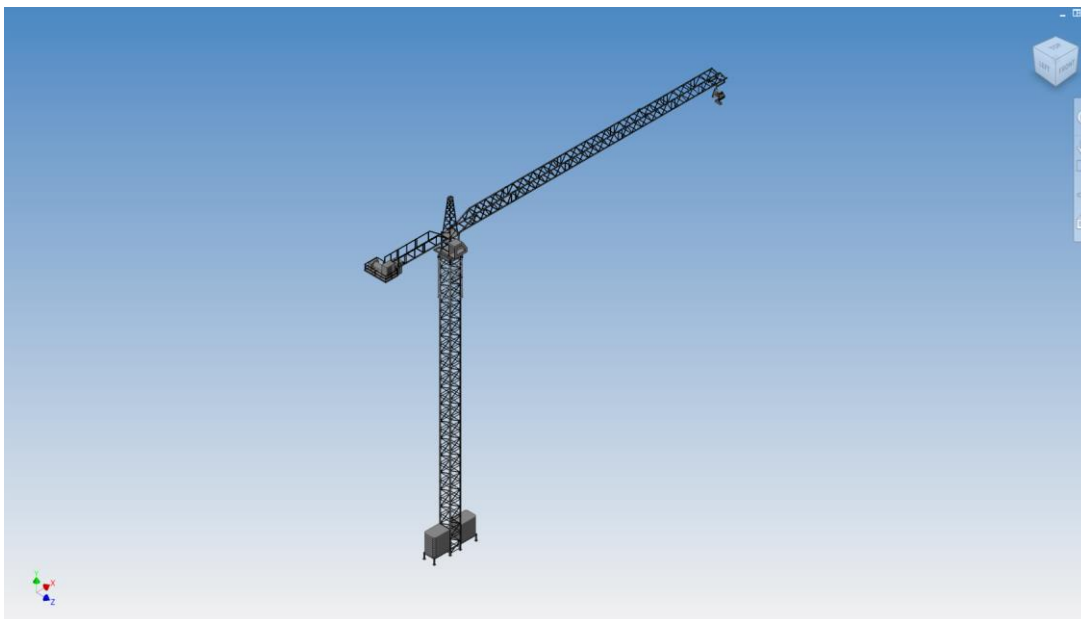


Fig. 17. Structura macaralei turn, împreună cu partea de role și cârlig.

4. CONCLUZII

În această lucrare, am proiectat un ansamblu. După asamblarea tuturor componentelor, a fost creat un ansamblu 3D al acestei macarale turn cu braț basculant. Software-ul de proiectare Inventor versiunea 2020 a fost folosită pentru modelarea ansamblului 3D. Am ales acest software de design deoarece oferă design mecanic 3D profesional și are multe avantaje, precum modelarea 3D este foarte ușoară și poate fi realizată într-un timp foarte scurt. Acest software oferă consistență și compatibilitate între fișierele în format 2D AutoCAD și DWG. Modelele 3D oferă posibilități funcționale de design, permițând designerilor să se concentreze mai degrabă pe caracteristicile de design decât pe parametrii geometrici. Cu acest software, avem potențialul de a crea produse în mult mai puțin timp, de a face modificări rapide și de a converti aceste documente instantaneu.

Studiul tehnico-economic pentru o macara turn este un proces esențial în proiectarea și implementarea acestor echipamente impresionante. Iată câteva aspecte relevante:

- Economisirea greutatei: La o macara turn, economisirea greutății este foarte importantă.

- Procesul de construcție: Construirea unei macarale turn este o lucrare complexă. În primul rând, se utilizează o macara mobilă pentru a muta secțiunile orizontale (brațul și piesele mașinii) pe un catarg de aproximativ 12 m. Apoi, macaraua crește cu câte o secțiune de catarg o dată, până la înălțimea maximă.

- Stabilitatea și siguranța: Macaralele turn nu cad datorită bazei masive de beton. Structura triunghiulară a catargului oferă stabilitate, iar blocurile de balast de beton sunt pe poziție de contragreutăți.

- Evoluția: Macaralele turn au evoluat de-a lungul anilor, au apărut în Europa, majoritatea sunt încă fabricate acolo.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Alămoreanu M., Coman Liviu, Nicolescu Serban, *Mașini de ridicat, Vol. I*, Editura Tehnică, București, ISBN 973-31-0827-8, ISBN 073-91-0920-7, 1996
- [2] Ghe. Dragoș, G.D. Muscă *Parametric modeling for tower crane with tilting boom* - The Annals of "Dunărea de Jos" University of Galați, Fascicle XIV Mechanical Engineering, ISSN 1224 – 5615, 2023, (pag. 19 - 25)
- [3] G.D. Muscă *Mașini de ridicat și transportat - Note de curs, Partea I*, Editura Galați University Press, ISBN 978-606-696-191-2, ISBN 978-606-696-192-9, 127 pag., 2020
- [4] Pitulice D.R.N., Muscă G. D., Năstac S.M., *Tensiuni și deformații ale brațului de macara turn*, Buletinul AGIR An nr. 3/2023, Buletinul AGIR este indexat în baze de date internaționale: EBSCO, Publishing Inc. Și Index Copernicus International; ISSN-L 1224-7928
- [5] Potîrniche, A., Căpățână, G., *Aspects regarding static stability and dynamic stability of the tower cranes*, 11th International Conference on Modern Manufacturing Technologies in Industrial Engineering, ModTech, Romania, to be published in International Journal of Modern Manufacturing Technologies (IJMNT), 2023.
- [6] Vătă I. ș.a., *Mașini de ridicat în construcții. Exploatare, întreținere, reparații*, Editura Tehnică București, 1989

Despre autor

Student **Daniel Robert Nicolae PITULICE**

Univesitatea „Dunărea de Jos” din Galați,

Univesitatea „Dunărea de Jos” din Galați, Facultatea de Inginerie și Agronomie din Brăila. 2018 – 2019 - Școala Postliceală din cadrul Colegiului Tehnic „Panait Istrati” Brăila, specializarea - Asistent Gestiune în Transporturi. 2020 – prezent - Student al Facultății de Inginerie și Agronomie din Brăila - Domeniul Inginerie și Management - specializarea - Inginerie Economică în Domeniul Mecanic. 2022 - prezent membru în Senatul Universității Dunărea de Jos din Galați - Comisia pentru activitatea studenților și probleme sociale și membru în Consiliul Facultății de Inginerie și Agronomie din Brăila - reprezentantul studenților. 2022 –Surprising - „Stagii unificate de practică pentru studenții din inginerie” - Proiect POCU. 12/02/2024 - 23/02/20234 - Erasmus+ Participant Report Form – Call 2023 – KA1 – Learning Mobility of Individuals – Youth participation activitie - „AWARE OF FOOD WASTE, PROTECT GREEN FUTURE”

Conf. univ. dr. ing. **Gina Diana MUSCĂ**

Univesitatea „Dunărea de Jos” din Galați,

Univesitatea „Dunărea de Jos” din Galați, Facultatea de Inginerie și Agronomie din Brăila. Cadru didactic titular la Univesitatea „Dunărea de Jos” din Galați, Departamentul de Științe Inginerești și Management: Competențe în: mașini de ridicat și transportat, analiza dinamică a mașinilor de ridicat și transportat, acustica utilajelor pentru constructii, eficienta consumului energetic la locuinte, managementul proiectelor, managementul integrat al documentației tehnice și tehnologice. <https://www.fib.ugal.ro/index.php/ro/despre/departamente/departamentul-de-stiinte-ingineresti-si-management>