

PROIECTAREA PARAMETRICĂ 3D A UNUI MECANISM DE TROLIU DE 15 KN PENTRU APLICAȚII NAVALE 3D PARAMETRIC DESIGN OF A 15 KN TROLLEY MECHANISM FOR NAVAL APPLICATIONS

ȘERBAN Cristinel Alexandru¹, DRĂGAN Nicușor²

¹Mast. ing., anul II A.A.C.D.M.E.T., Facultatea de Inginerie și Agronomie din Brăila, Universitatea “Dunărea de Jos” din Galați, Romania c.a.serban@yahoo.com

²Conf. dr. ing., Centrul de Cercetare Mecanica Mașinilor și Echipamentelor Tehnologice - MECMET, Facultatea de Inginerie și Agronomie din Brăila, Universitatea “Dunărea de Jos” din Galați, Romania nicusor.dragan@ugal.ro

Rezumat: Articolul prezintă etapele de proiectare 3D a componentelor, subansamblelor și ansamblului general al echipamentului cabestan/troliu pentru utilizări în domeniul naval. Proiectarea CAD 3D a fost realizată cu programul Inventor® 2019 de la firma Autodesk.

Cuvinte cheie: Inventor 2019, proiectare 3D design, echipament troliu naval

Abstract: The article presents the stages of 3D design of the components, subassemblies and the general assembly of the naval winch equipment. The 3D CAD design was realized with the Inventor® 2019 program from Autodesk.

Keywords: Inventor 2019, 3D design, naval winch

1.INTRODUCERE. CARACTERISTICI GENERALE TROLIU

Proiectarea 3D a unui troliu are anumite particularități impuse de domeniul de utilizare, în acest caz domeniul naval. Specificațiile de proiectare impuse de utilizator au fost:

- ▶ sarcina utilă nominală - min. 15 kN
- ▶ diametru cablu (parâmbă metalică) - 14 mm
- ▶ lungime cablu - min. 50 m
- ▶ număr viteze - 2 („repede”, „încet”)
- ▶ schimbarea vitezelor fără oprirea motorului de acționare
- ▶ derulare liberă pentru lansare rapidă (pentru utilizare la acționarea ancorei)
- ▶ sistem de siguranță (blocare troliu)
- ▶ rezistență la coroziune salină

2.SOFTWARE DE PROIECTARE 3D AUTODESK INVENTOR® 2019

Autodesk Inventor este produsul software de vârf pentru proiectare al companiei americane Autodesk, Inc.. Aceeași companie a creat și a distribuit încă din 1981 celebrul „AutoCAD”,

care continuă și astăzi să fie unul dintre instrumentele ingineresti cele mai populare, cu milioane de utilizatori înregistrați.

În AUTOCad au fost nominalizate 2 stări ca reprezentând medii de lucru asociate distincte: Model Space și Paper Space. În Inventor au fost introduse nu 2 ci mai multe astfel de moduri, care acum se cheamă Medii de lucru, sau Ambianțe de lucru (Environments). Modurile primare de lucru sunt: Part (Piesă) cu varianta Sheet Metal Part (Piesă de tablă), Assembly (Ansamblu) cu varianta Weldment Assembly (Ansamblu sudat), Presentation (Prezentare) și Drawing (Desenare). Pe lângă acestea, din mediile de lucru Part, Assembly și Drawing avem acces la mediile de lucru 2D Sketch și 3D Sketch (schițare 2D și 3D). Fiecăruia dintre mediile primare îi corespunde și câte o extensie de fișier șablon (template). Astfel, pentru piesă există extensia .ipt, pentru ansamblu .iam, pentru prezentare .ipn, iar pentru desenare .idw, sau consacratul .dwg.

Proiectantul din domeniul mecanic care lucrează cu inventar are la dispoziție o multitudine de unelte (tools) avansate de modelare 3D. Pentru a crea o piesă obișnuită, va face mai întâi o schiță (sketch) a principalului profil al piesei. Dacă este o piesă prismatică, va face un contur care va permite generarea prin translație a corpului piesei (așa-numita „extrudare” extrude). Dacă piesa este de revoluție, va realiza conturul inițial, care apoi va duce la generarea piesei prin rotirea acestuia în jurul unei axe (revolve). Realizarea schiței este extraordinar de comodă chiar și față de AutoCAD deoarece presupune o serie de etape simple și foarte naturale: trasarea liberă a unui contur cât de cât apropiat de cel final, apoi restricționarea geometrică a liniilor carei îl compun (paralelisme, perpendicularități etc.) și, în final, restricționarea dimensională prin cote liniare și unghiulare a conturului.

Cum esența Inventor-ului este proiectarea parametrică, proiectantul poate reveni oricând la orice contur, oricât de timpuriu ar părea acesta, pentru a edita și a redefini restricțiile, prin intervenții asupra conturilor propuse inițial. Părăsind o schiță astfel editată, Inventor reface consistența piesei, cu respectarea noilor condiții dacă acest lucru este posibil.

După ce s-a obținut un prim volum, se trece la atașarea altor elemente 3D pe diverse căi, fie se fac noi schițe pe diferitele fețe ale volumului existent. Prima utilitate a modelării 3D în domeniul mecanic este posibilitatea de a transfera informația 3D în desene tehnice de execuție sau de ansamblu. Desenele tehnice de execuție sau de ansamblu se obțin cu Inventor, pornind de la modelul 3D și specificând ce proiecții (vederi sau secțiuni) să fie prezente și adăugând cote, axe de simetrie, semne de rugozitate sau prescripții pentru abateri de formă, texte, tabel de componență etc.. „Bucătăria” desenului, constând în valoarea efectivă a cotelor, reprezentarea corectă a proiecțiilor, cu hașurile la locul lor, ca și multe alte facilități este treaba Inventor-ului. Proiectantul se concentrează numai pe problematica generală. Mai mult de atât, la modificarea modelului 3D, proiecțiile sunt actualizate automat, operatorul având de verificat dacă dorește să mai introducă noi detalii (alte proiecții, cote etc.). Toate acestea înseamnă enorm de mult pentru eficiența și operativitatea actului de proiectare, desigur, dar și pentru precizie și rigurozitate.

3.ETAPELE DE PROIECTARE 3D A TROLIULUI NAVAL CU INVENTOR® 2019

Se lansează programul Inventor și pe ecran apare o imagine ca în figura 1. Se activează icon-ul *New File* (1). Aici se activează tab-ul *Metric* (2) și se selectează șablonul (*template*)

Standard (mm).ipt3. Se folosește acest șablon pentru a fi siguri că se lucrează în sistem metric și nu în țoli – cu tot ce decurge din asta. Se încheie apăsând butonul **Create** (4). Următoarea etapă este executarea schițelor pieselor din ansamblul troliului, de exemplu: tambur, roți dințate, pinioane, arbori, manivelă, suportul de prindere, raclet, castanetă etc.. În funcție de geometria și forma pieselor se vor folosi unelte primare cum ar fi: *Extrude*, *Revolve*, *Sweep*, *Loft*, *Shell*, *Fillet*, etc. pentru a finaliza modelarea 3D a pieselor.

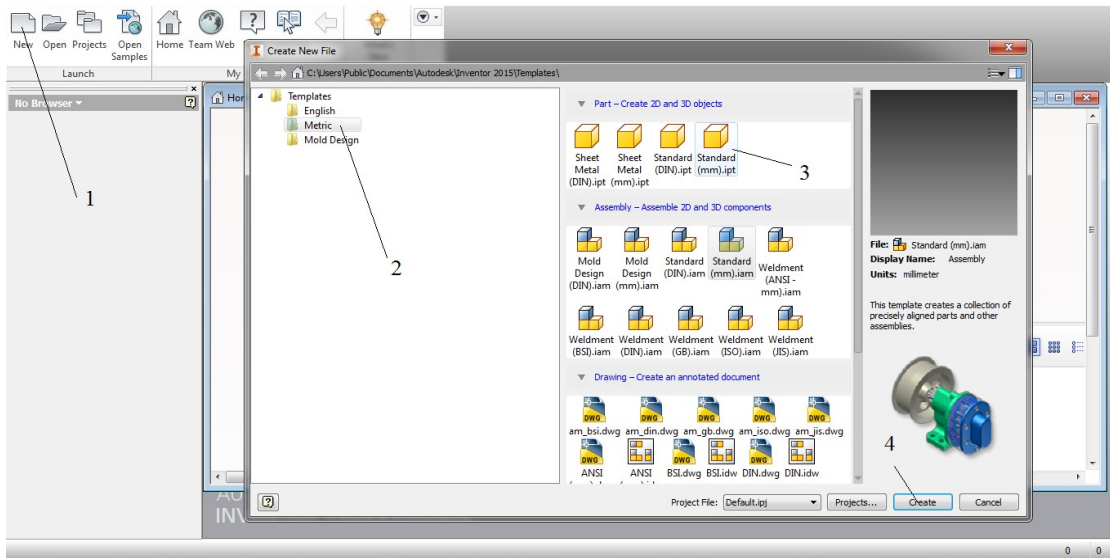


Fig. 1 Caseta de dialog “Create New File”

Figurile 2-4 prezintă etapele de modelare 3D a tamburului.

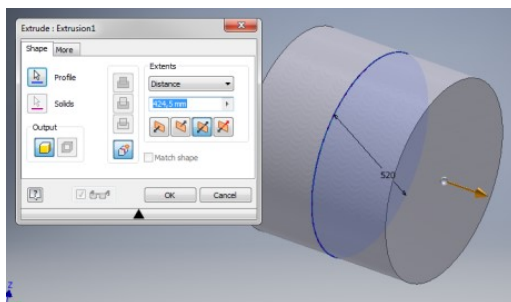


Fig. 2 Proiectare 3D tambur - etapa 1

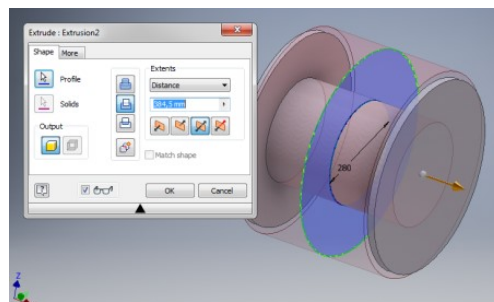


Fig. 3 Proiectare 3D tambur - etapa 2

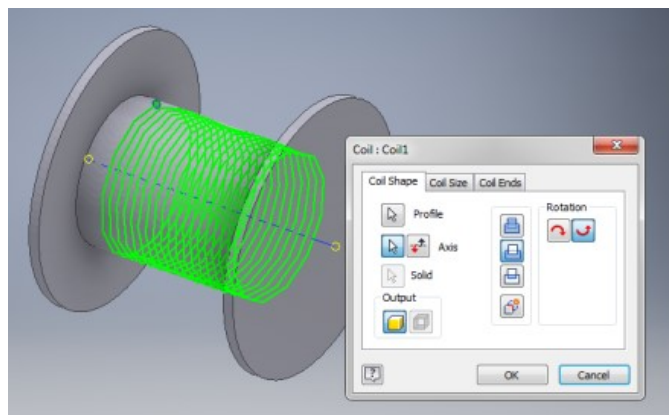


Fig. 4 Proiectare 3D tambur - etapa 3

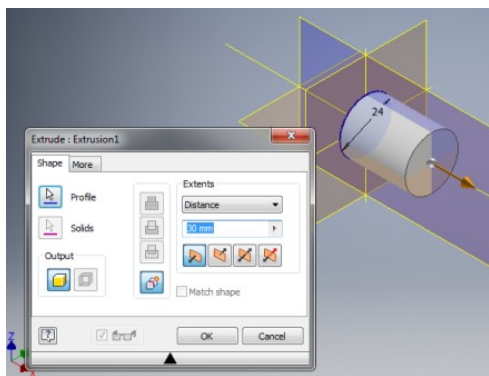


Fig. 5 Proiectare 3D arbore 1 - etapa 1

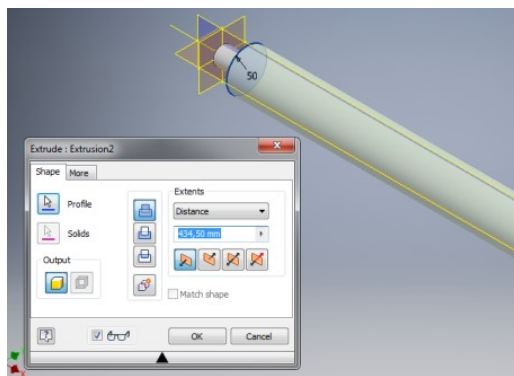


Fig. 6 Proiectare 3D arbore 1 - etapa 2

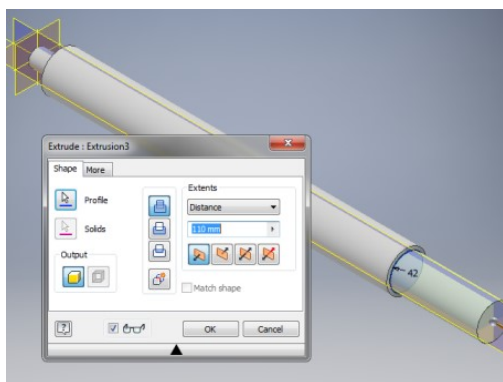


Fig. 7 Proiectare 3D arbore 1 - etapa 3

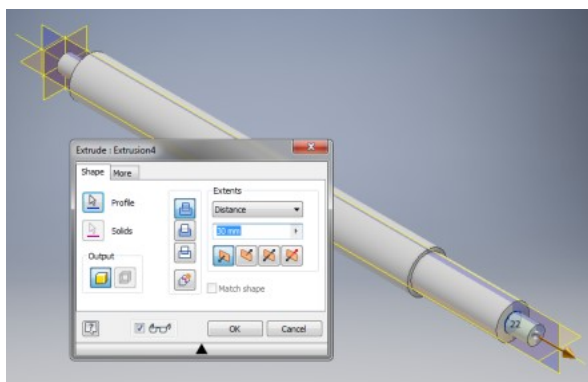


Fig. 8 Proiectare 3D arbore 1 - etapa 4

Figurile 5-8 prezintă etapele de modelare 3D a arborelui 1. În mod similar (etape) se modelează și ceilalți doi arbori ai troliului.

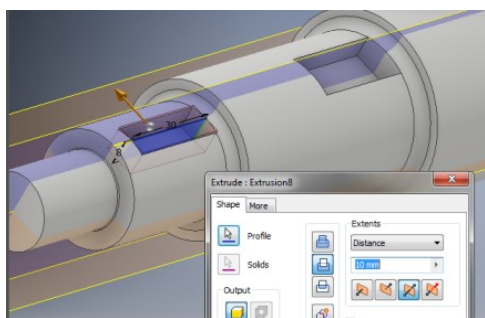


Fig. 9 Canale de pană arbore 3 - etapa 1

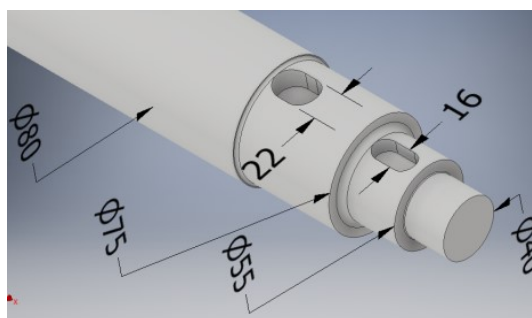


Fig. 10 Canale de pană arbore 3 - etapa finală

Figurile 9 și 10 prezintă etapele generice de realizare a canalelor de pană ale arborilor (în particular pentru arborele 3).

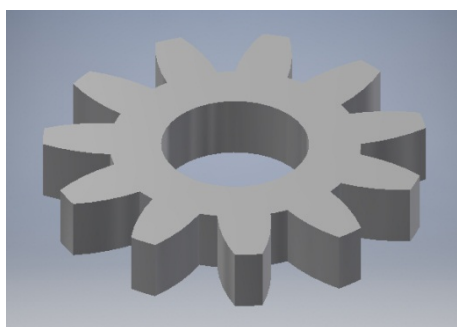


Fig. 11 Modelare 3D - pinion

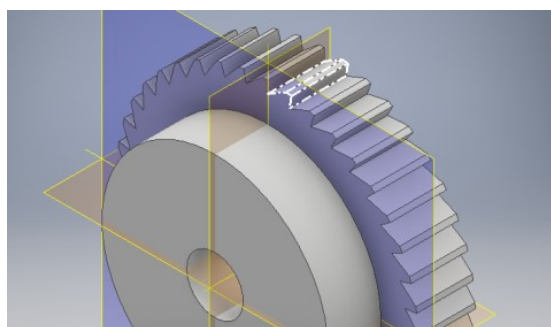


Fig. 12 Modelare 3D - roată mecanism blocare

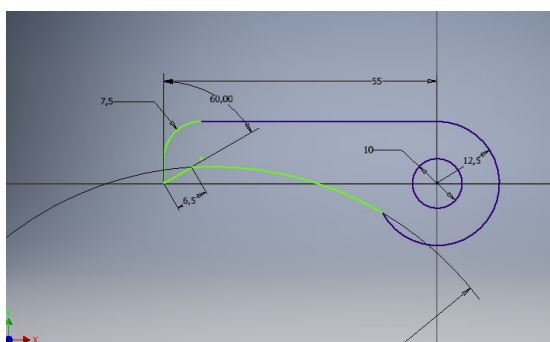


Fig. 13 Schiță clichet

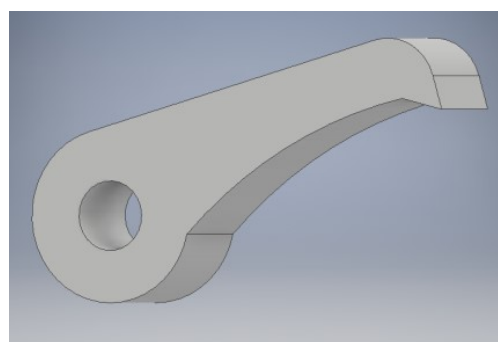


Fig. 14 Modelare 3D - clichet

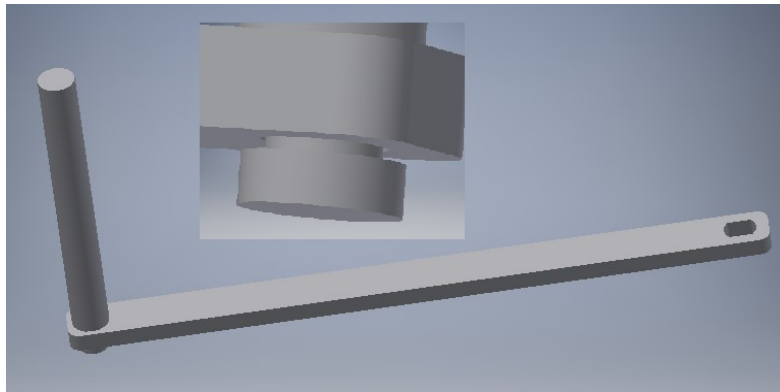


Fig. 15 Proiectare 3D manivelă deblocare clichet

4. ANALIZA TENSIUNILOR ÎN ROATA DE CLICHET FOLOSIND FEM ÎN INVENTOR® 2019

Pentru analiza tensiunilor folosind FEM, a fost încastrată roata de clichet căreia i-a fost aplicată frontal unui dinte, după o direcție perpendiculară, o forță de 150 N. Presiunea corespunzătoare unei suprafețe de 46,5 mm² este:

$$p = \frac{F}{S} \quad p = \frac{150 \text{ [N]}}{46,5 \text{ [mm}^2\text{]}} = 3,23 \text{ N/mm}^2 = 3,23 \text{ MPa}$$

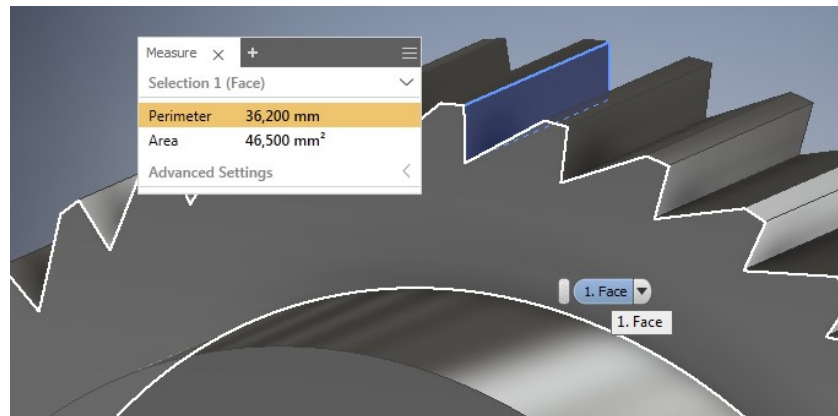


Fig. 16 Dinte roată clichet - măsurarea ariei frontale

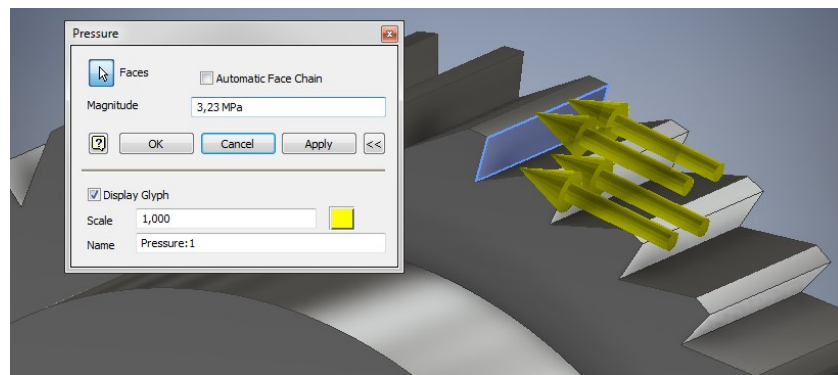


Fig. 17 Dinte roată clichet - aplicare presiune frontal pe dinte

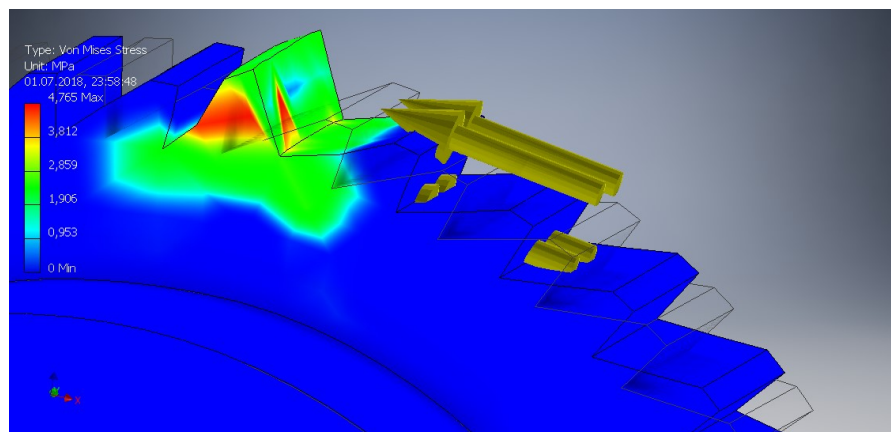


Fig. 18 Dinte roată clichet - starea de tensiuni Von Mises

În figurile 16 și 17 sunt prezentate etapele de măsurare a suprafeței frontale a dintelui roții de clichet și aplicarea presiunii de contact echivalente unei forțe de acționare de 150 N. În figura 18 este prezentată starea de tensiuni Von Mises la acționarea roții de clichet perpendicular pe un dinte cu o presiune de 3,23 MPa. Valoarea maximă a tensiunii este de 4,765 MPa, la baza dintelui.

6.CONCLUZII

Modelarea 3D a părților componente ale unui ansamblu/subansamblu cu ajutorul software Autodesk Inventor se utilizează, în final, pentru analiza (de verificare) a rezistenței la solicitări mecanice, sau dacă deformațiile datorată solicitărilor sunt acceptabile. În acest scop, Autodesk Inventor oferă unelte pentru a aplica încărcări și reazeme pentru piesă și a obține rezultatele privind trei mărimi: solicitările, deformațiile și coeficientul de siguranță. Mai mult de atât, se poate obține și o simulare a acestor trei mărimi plecând de la creșterea graduală a încărcării. Simularea pune pe piesă culori care se modifică, arătând unde apar mărimi îngrijorătoare (spectrul spre roșu) sau neimportante (spectrul spre albastru). Având aceste informații, se pot adăuga nervuri sau se pot crea cavități „de ușurare” în piesă reluând iterativ

simularea până ce se ajunge la forma cea mai rafinată pentru piesa studiată. Analiza poate fi extinsă și asupra ansamblurilor. Aici, pe lângă rezemări (constraints) și încărcări (loads), vor apărea și contactele (contacts) între componente. Solicitățile se vor transmite de la o componentă la alta, iar prezentarea efectelor se va face respectându-se același cod al culorilor. Aplicarea animației prezintă și mai sugestiv modul cum se petrec încărcarea/deformarea piesei sau ansamblului.

7.BIBLIOGRAFIE

- [1] **V. Olaru, E. Apostol**, *Mașini de ridicat și transportat*, EDP, București, 1963
- [2] **M. Alămoreanu, T. Tisea**, *Mașini de ridicat Vol. II*, Ed. Tehnică, București, 2000
- [3] **C. Stăncescu**, *Modelarea parametrică și adaptivă cu Inventor*, Ed. Fast, București, 2014
- [4] **Gh. Buzdugan**, *Rezistența materialelor*, Ed. Academiei R.S.R., București, 1986
- [5] **I. Ștefănescu**, *Atlas - Reductoare cu roti dințate*, EDP, București, 1982
- [6] **A.M. Goanță**, *Desen Tehnic și Infografică III*, Galati University Press, Galați, 2018
- [7] **A.M. Goanță**, *Laborator multimedia Sisteme informatice de proiectare tehnologică – NX 7.5*, Universitatea “Dunărea de Jos” din Galați, Facultatea de Inginerie din Brăila, 2010
- [8] **A.M. Goanță**, *Actual Performance 3D Restrictions of Inventor 2015*, Journal of Industrial Design and Engineering Graphics, Volume 10, Special Issue, fascicle 3, 2015
- [9] **P. Dumitrache**, *Optimizarea structurilor folosind metoda elementului finit – note de curs*, Universitatea “Dunărea de Jos” din Galați, Facultatea de Inginerie din Brăila, 2010
- [10] <https://knowledge.autodesk.com/support/inventor>