

SISTEM ETAJAT AUTOMAT PENTRU DEPOZITAREA CUTIILOR DE TRANSPORT

AUTOMATED DOUBLE-DECK STORAGE SYSTEM FOR TRANSPORT BOXES

NEAGOE Adriana, STOICA Valentin, DRUMEA Mihai-Răzvan și LICĂ Cosmin-Constantin
Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Ingineria Proiectării și Fabricării Produselor, Inginerie Avansată Asistată de Calculator, Ingineria Nanostructurilor și Proceselor Neconvenționale
Anul de studii: I, e-mail: vstoica73@yahoo.com

Conducător științific: Prof.dr.ing. Tom SAVU

ABSTRACT: The increasing development of industrial automated systems has led to many solutions to various old problems that could not have been solved by using conventional systems. But with the already established solutions, new problems have occurred particularly in the matter of space and storage of products. The paper frames solutions regarding the problems that occur not only in the matter of product storage and transport, but also in the matter of product security, illustrating concept options for various mechanisms.

CUVINTE CHEIE: sisteme de depozitare, transmisie lanț-roată de lanț, mecanism șurub-piuliță .

1. Introducere

În sistemele industriale există vehicule transportoare autonome care au rolul de a micșora timpul de aprovizionare, obținându-se astfel un avantaj competitiv. Firmele de logistică adoptă tot mai mult sisteme robotizate care permit încărcarea și descărcarea sarcinilor fără intervenție umană directă.

Plecând de la cercetări anterioare asupra proiectării și prototipării unui mecanism care să depoziteze automat cutii, se pune problema integrării acestui tip de mecanism într-un sistem. În studiile anterioare s-a proiectat și testat un sistem de tip “raft” ce avea rolul de a înmagazina cutiile de dimensiuni 210x300 [mm], cutii ce sunt transportate pe o platformă. În figurile 1 și 2 se prezintă sistemul de tip “raft” ce a fost anterior proiectat, împreună cu un detaliu al mecanismului de blocare-deblocare.

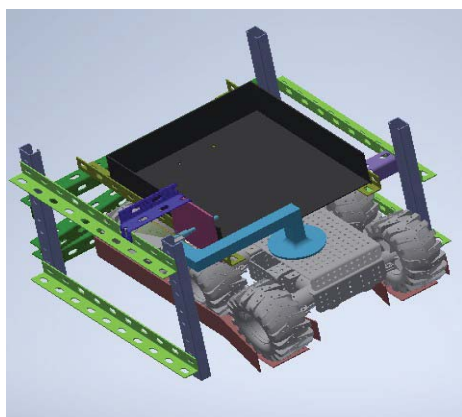


Fig. 1. Sistemul proiectat anterior

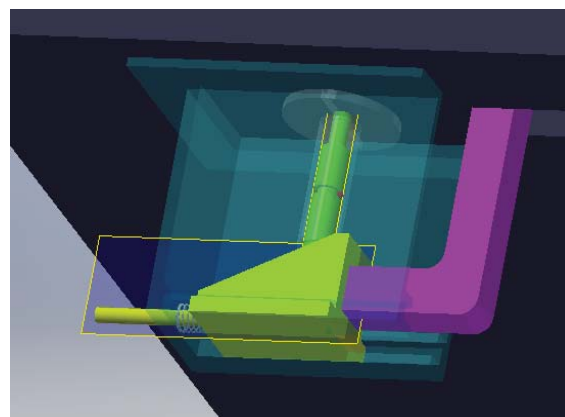


Fig. 2. Mecanismul de blocare-deblocare a cutiilor

2. Stadiul actual

În urma studiilor anterior realizate asupra sistemului de indexare a cutiilor de transport, s-a luat decizia de a integra aceste sisteme indexoare într-un ansamblu general. Plecând de la ideea de a avea un sistem de “rafturi” integrat, se pune problema proiectării și implementării de soluții conceptuale [1] pentru acest tip de sistem la care, în cele ce urmează, se va face referire drept “sistem de rafturi”.

Obiectivul anterior pentru sistemul de tip raft a fost acela de a proiecta un mecanism cu ajutorul căruia un vehicul autonom să poată prelua sau depozita singur o cutie dintr-un raft.

Cerintele inițiale au fost următoarele:

- cutia să aibă dimensiunile de 210x300 [mm];
- preluarea sau depozitarea cutiei să se realizeze utilizând exclusiv energia cinetică a vehiculului autonom.

Obiectivul disertației este acela de a proiecta și a realiza un prototip funcțional pentru un sistem de rafturi care să permită depozitarea și extragerea automată a mai multor cutii de către un vehicul autonom.

Deoarece vehiculul autonom va avea acces la o singură poziție în cadrul sistemului, sistemul va trebui să asigure deplasarea rafturilor, astfel încât în poziția accesibilă vehiculului să ajungă un raft liber în care vehiculul să depoziteze o cutie sau să ajungă raftul de pe care vehiculul dorește să extragă o cutie.

3. Generarea conceptelor

Proiectarea conceptuală a sistemului a fost demarată încă de la începutul anului universitar 2019 – 2020. În sesiunea din ianuarie 2020, au fost prezentate opt concepte inițiale, iar pentru unele dintre acestea au fost efectuate și calcule de dimensionare.

Dintre cele opt concepte generate inițial, au fost selectate drept acceptabile cele care utilizează transmisii cu lanț sau mecanisme șurub-piuliță.

În continuare, se prezintă cinci concepte mai evoluate, derivate din cele două soluții anterioare [2].

Conceptul A (figura 3) funcționează printr-un mecanism de transmisie lanț-roată de lanț, cu două roți de lanț; sistemul fiind alcătuit din două subansambluri paralele. Prinderea rafturilor de lanț se realizează cu o tijă. Una din roți este acționată de un motor electric, celelalte rămânând conduse de aceasta.

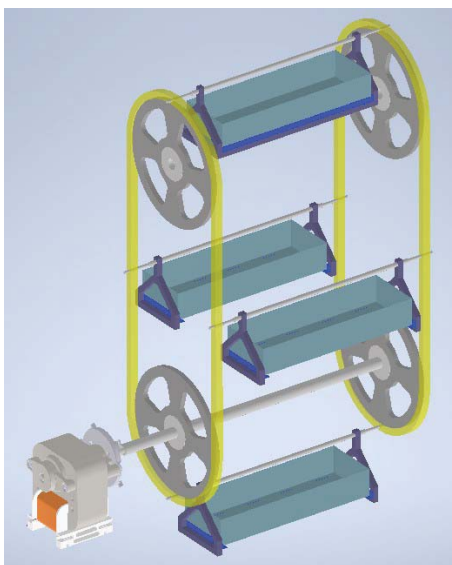


Fig. 3. Conceptul A

Dat fiind faptul că în funcționare rafturile pe care sunt asezate cutiile nu trebuie să intre în contact unul cu celălalt, lățimea raftului fiind de aproximativ 400 [mm], se alege o distanță de siguranță de 100 [mm] între rafturi atunci când acestea se deplasează, pentru a nu exista pericolul ciocnirii (figura 4).
Roțile ar avea astfel un diametru de 500 [mm], ceea ce ar duce la mărirea greutateii întregului ansamblu și la dimensiuni mari ale roților de lanț.

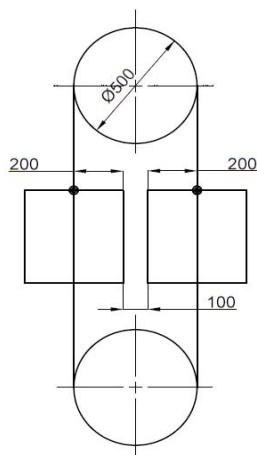


Fig. 4. Dimensionarea unei roți de lanț

Conceptul B (figura 5) este asemănător cu cel prezentat anterior, dar acționarea se face cu ajutorul unei transmisii cu lanț cu câte patru roți pe fiecare parte, ceea ce face ca problema anterioară să dispară, permițând utilizarea unor roți de diametru mai mic.

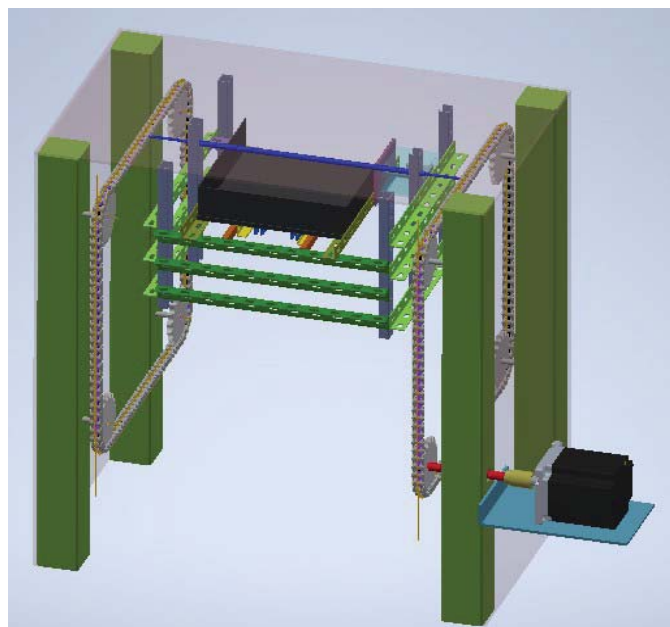


Fig. 5. Conceptul B

De cele mai multe ori limitarea care apare este spațiul, motiv pentru care a fost generat conceptul C, cu dispunerea rafturilor pe orizontală (figura 6).

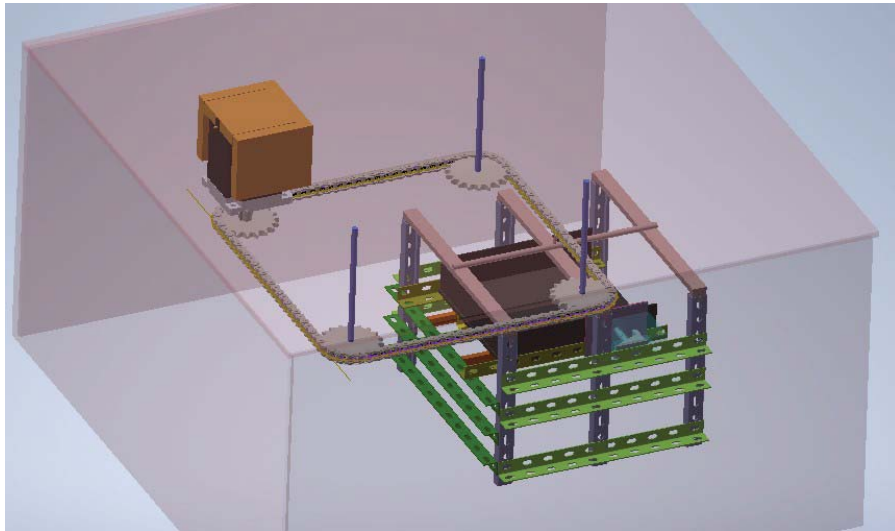


Fig. 6. Sistem lanț-roată pe orizontală

În cazul acestui concept, raftul este prins de lanț într-un singur punct. Conceptul se pretează în cazul în care spațiul de depozitare nu este suficient de mare pe verticală.

Conceptul D folosește mecanisme șurub-piuliță [3]. Brațul ce transportă cutia se poate deplasa pe cele trei axe (trei mecanisme șurub-piuliță). Dimensiunile celor trei ansambluri șurub-piuliță diferă, astfel cel mai lung șurub este și cel mai mare în diametru deoarece trebuie să suporte o greutate mai mare dar și forțe și presiuni mai mari. Odată ajuns în zona rafturilor, brațul este comandat să manevreze una din cutii. Pe lângă mecanismele șurub-piuliță, sistemul are și tije de ghidare a subansamblurilor.

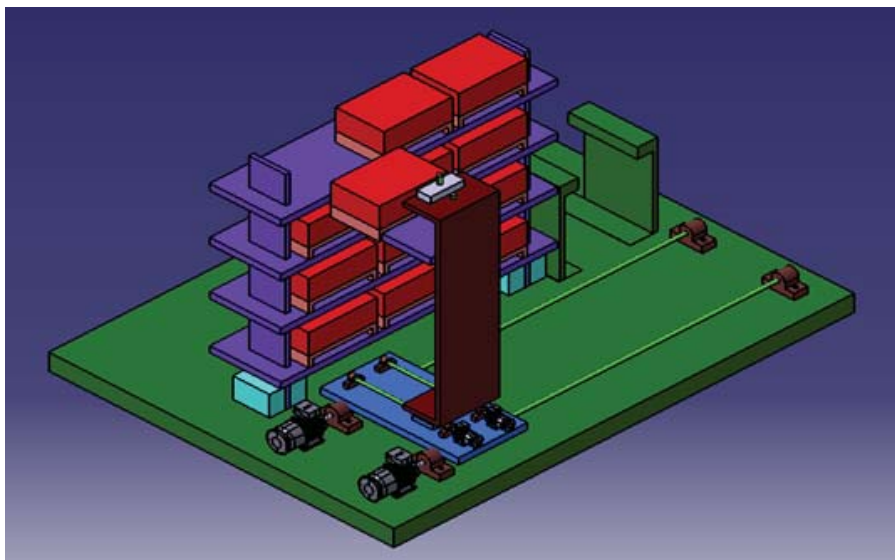


Fig. 7. Conceptul D

În figura 8 este prezentată o altă variantă propusă pentru acționarea rafturilor, conceptul E. Este asemănătoare cu conceptele anterioare doar că acționarea se face cu ajutorul unor curele. De curele sunt prinse două tije ce pun în mișcare raftul. Se folosește un motor electric pentru acționarea roților. După cum se observă în figura 8, motorul pune în mișcare ambele roți conducătoare cu ajutorul unui arbore.

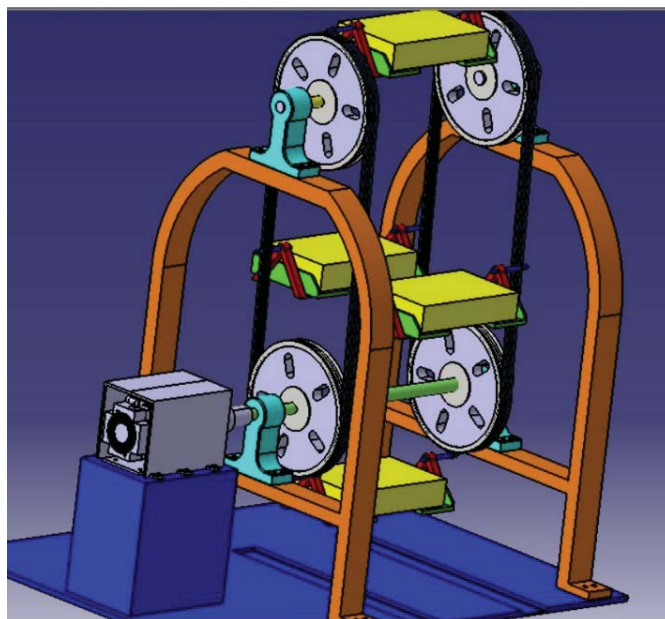


Fig. 8. Conceptul E

4. Selectarea conceptului optim

Din analiza conceptelor prezentate în capitolul anterior, a rezultat drept optim, conceptul B. Ideile ce stau la baza alegerii acestui concept au fost:

- dimensiuni de gabarit mici ale reperelor;
- puterea necesară redusă a motorului pentru acționarea mecanismului;
- costurile de fabricare;
- greutatea totală;

Față de conceptul D unde ansamblurile șurub-piuliță ar costa mult mai mult, mecanismul lanț-roată de lanț este mai ieftin. Greutatea totală față de conceptul D este mult mai mică, cât și față de conceptul A unde o roată dințată ar avea aproximativ 500 [mm] în diametru. În cazul conceptului cu transmisie cu curea problema se pune la atașarea rafturilor de curea și implicit la forțele ce ar lărgi cureaua.

Conceptul C este asemănător cu conceptul B, dar acționarea este pe orizontală. Problema în cazul conceptului C este faptul că toată greutatea raftului este suportată de lanț, greutate ce este paralelă cu axa roții și astfel toate solicitările sunt suportate de elementele lanțului de transmisie.

În figurile 9 și 10 este reprezentat conceptul ales. Este acționat de două motoare, ceea ce înseamnă că întregul moment necesar punerii în funcțiune a mecanismului va fi împărțit între cele două motoare. Transmisia cu lanț are avantajul că este rezistentă la uzura în timp și asigură transmiterea de puteri mari [3].

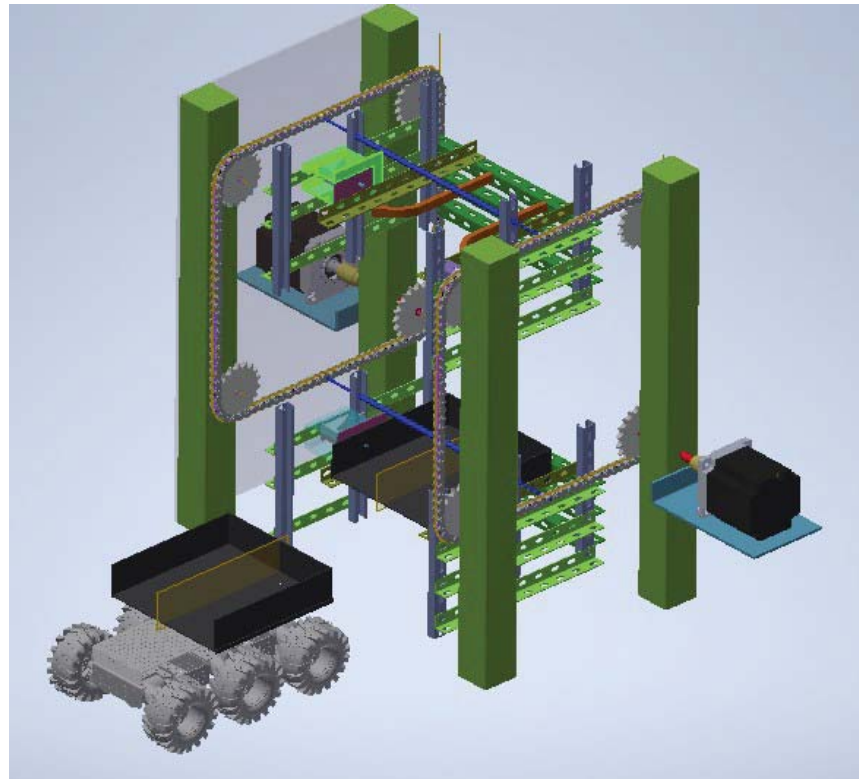


Fig. 9. Vedere de ansamblu

Platforma ce transportă cutia ajunge în dreptul raftului selectat pentru a fi încărcat. Cu ajutorul mecanismului de blocare, cutia se fixează în raft iar apoi este deplasată în altă poziție pentru a permite altor platforme să încarce sau să descarce cutii în/din alte rafturi.

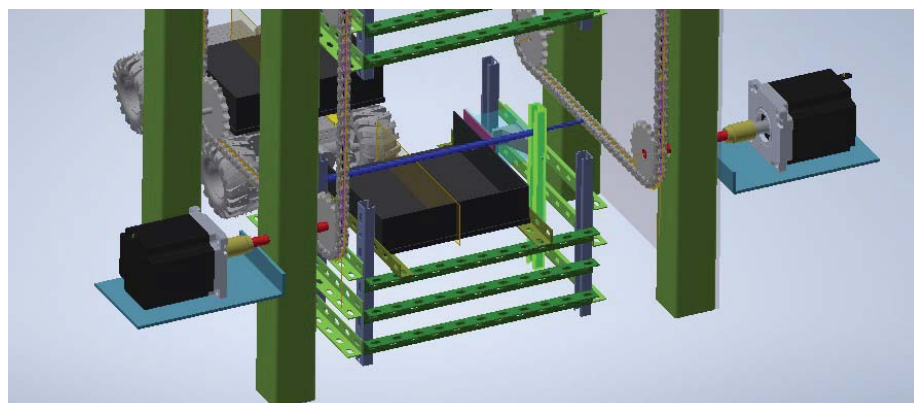


Fig. 10. Evidențierea celor două motoare

5. Proiectarea detaliată

S-a început analiza detaliată asupra tijeii ce susține raftul.

Așa cum este prezentat în conceptul selectat, prinderea raftului de lanț se face cu o tijă.

Se consideră că un raft are o greutate de aproximativ 12 [kg] atunci când acesta este încărcat cu o sarcină maximă. Tija se prinde pe lanț eliminând unul din nituri și înlocuindu-l pe acesta cu tija ce susține raftul.

În continuare, se prezintă diverse situații ale tijeii în cazul în care asupra acesteia acționează o forță de 120 [N] [4]. Pentru selectarea dimensiunilor tijeii s-a plecat de la dimensiunea standardizată a găurii de nit pentru 3 tipuri de lanț simplu [5]: 08B-1, 10B-1 și 12B-1 [6].

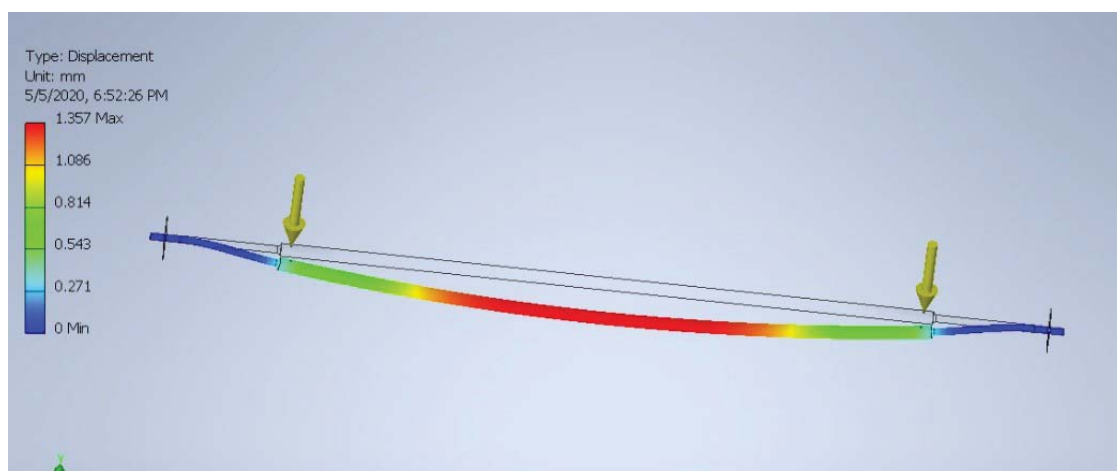


Fig. 11. Analiza cu element finit în cazul tijeii pentru lanțul de tip 08B-1

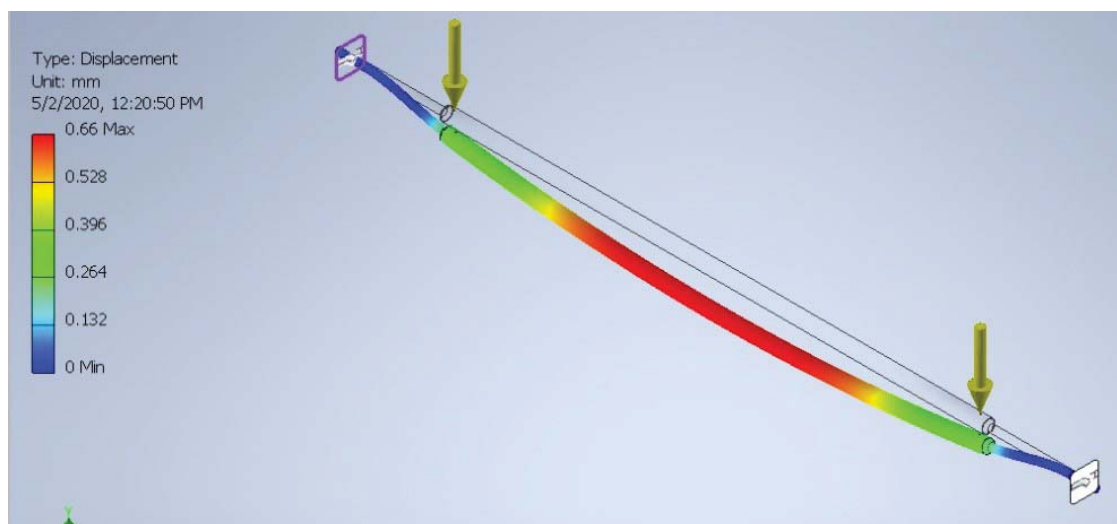


Fig. 12. Analiza cu element finit în cazul tijeii pentru lanțul de tip 10B-1

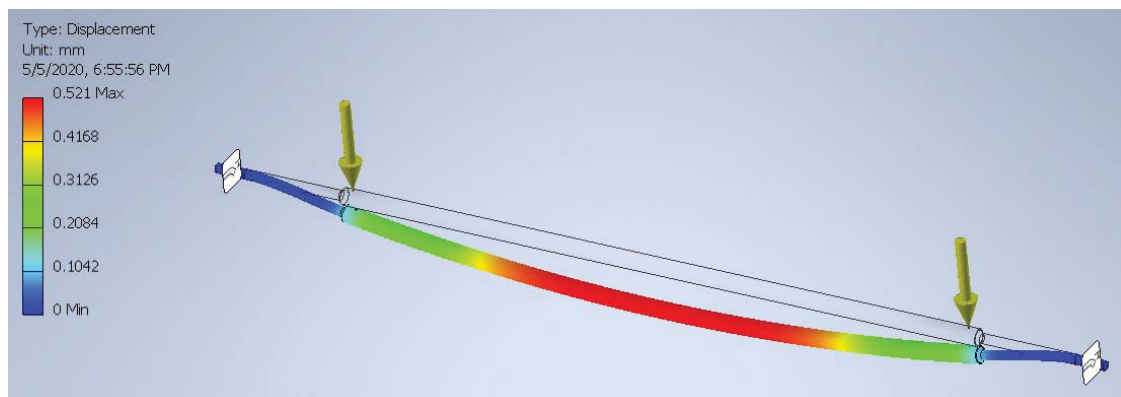


Fig. 13. Analiza cu element finit în cazul tije pentru lanțul de tip 12B-1

Se observă că la forța de 120 [N] ce acționează în cele două puncte ale tije, puncte ce materializează zona de care sunt prinse rafturile pe tija, deplasarea maximă în cazul tije pentru lanțul de tip 08B-1 este de 1,36 [mm], deplasarea maximă în cazul tije pentru lanțul de tip 10B-1 este de 0,66 [mm] iar deplasarea maximă în cazul tije pentru lanțul de tip 12B-1 este de 0,52 [mm]. [7] Se va alege tipul de lanț 10B-1 pentru ca tija să nu aibă deformații foarte mari dar și pentru a ține cont de costurile de material (în cazul în care s-ar fi ales tija pentru lanțul 12B-1).

6. Concluzii

În urma analizării tuturor soluțiilor conceptuale s-a ajuns la alegerea conceptului ce satisface cel mai bine cerințele. În continuare, echipa va începe proiectarea detaliată a produsului prin alegerea roților de lanț, a motoarelor ce vor acționa acest mecanism cât și prin determinarea forțelor și momentelor ce apar de-a lungul transmisiei.

7. Bibliografie

- [1] Noșite cursuri Dezvoltarea produselor I și II;
- [2] Noșite curs Proiectarea Detaliată a Produselor;
- [3] Organe de Mașini, Ioan Ștefănescu, Constantin Spânu, volumul III, Editura Zigotto, 2016;
- [4] Rezistența Materialelor, Manuela Bălan, Editura Matrix Rom;
- [5] Catalog Lanțuri de transmisie;
- [6] Metallic Materials, Philip A. Schweitzer, 2003;
- [7] Finite Element Analysis, Ioannis Koutromanos;
- [8] <http://www.steelnumber.com/index.php>