

Analiză cu element finit și modificări geometrice ale articulației cardanice din structura unui tub de dragare a nisipului

Student,

Corneliu-Lucian PETRACHE, An 4 IEI, Facultatea IMST, UPB

Conducători științifici,

Asist.univ.dr.nd.ing. Manuela-Roxana, DIJMĂRESCU

Prof.univ.dr.ing. Marian GHEORGHE, Departamentul TCM, UPB



Cuprins

1. Introducere	3
2. Caracteristici constructiv-funcționale de produs	3
3. Analiza cu element finit	4
3.1. Date inițiale	4
3.2. Model numeric	6
3.3. Discretizare și analiza cu element finit	6
3.4. Rezultate	7
4. Modificări geometrice	9
5. Concluzii	10
Bibliografie.....	10

1. Introducere

Dragarea reprezintă activitatea de extragere a materialului solid de pe fundul mării. Această activitate este executată pentru: curățirea și adâncirea șenalului navigabil; tăiere de canale de navigație și/sau irigații noi; colectarea de material de construcție; crearea de noi terenuri.

Subansamblul *Articulație Cardanică* este o parte componentă a tubului de dragare al unei nave de tip dragă aspirantă mobilă/ Trailer Suction Hopper Dredger/ TSHD, varianta autopropulsată a dragii cu sucțiune.

Dragarea se realizează prin „greblarea” fundului și deplasarea capului de dragare o dată cu deplasarea dragii. Capul de dragare poate fi sau nu prevăzut cu dispozitive de afânare sau tăiere în funcție de natura solului. Materialul dragat este descărcat în magazia dragii/ hopper unde materialul solid se sedimentează, iar excesul de apă este deversat peste bord.

Draga se descarcă fie mecanic cu cupe, graifer etc., fie hidraulic prin injectarea de apă în magazie, crearea de spoil și pomparea lui la mal, fie gravitațional prin deschiderea porților pe fund [1, 2].

2. Caracteristici constructiv-funcționale de produs

Tubul de dragare (Fig.1), obiect al studiului de față, este parte a sistemelor de dragare a nisipului de pe fundul mărilor și oceanelor.

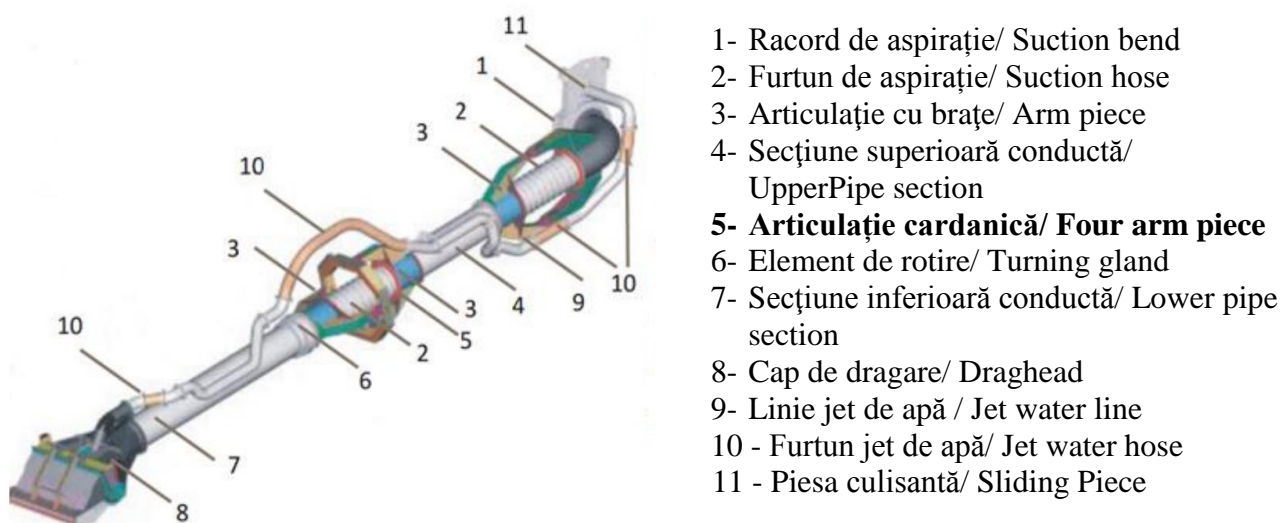


Fig. 1. Tub de dragare (Adaptare după [1])

Rolul principal al *Articulației Cardanice (Four arm piece)* este de a elibera tensiunea formată dintre tubul de dragare și suprafața neregulată a fundului mării în timpul funcționării, prevenind distrugerea ansamblului. Un alt rol este de a facilita pivotarea acestuia pe plan orizontal și pe plan vertical, având un unghi maxim de deflexie de 30°.

Articulația Cardanică trebuie să aibă o structură suficient de rezistentă pentru a suporta partea inferioară a tubului încărcată cu spoil.

3. Analiza cu element finit

Pentru a realiza analiza cu element finit a unui produs sunt necesare informații despre material, geometrie, solicitări, modul de abordare (parte/ ansamblu), tipurile de elemente utilizate, condițiile la limită și tipul de contacte dintre piese.

Software-ul folosit pentru realizarea modelului numeric și a analizei cu element finit este Solidworks 2010.

3.1. Date inițiale

a. Material

Materialul atribuit *Articulației Cardanice* este S355J2G3 NEN-EN 10025-1. Caracteristicile materialului sunt prezentate în Tabelul 1.

Tabelul 1. Caracteristici ale materialului S355J2G3 NEN-EN 10025-1 [4]

Compoziția chimică					Proprietăți fizico-mecanice			
%C	%Mn	%Si	%S	%P	Densitate [kg/m ³]	Limita de curgere [MPa]	Rezistența la tracțiune [MPa]	Alungirea [%]
0.23	1.60	0.55	0.035	0.035	7850	355	470-630	22

În cazul acestui subansamblu tensiunea maximă admisibilă trebuie să fie 65% din limita de curgere a materialului, adică 230 MPa.

b. Condiții la limită

Reazemele pentru structura considerată sunt prezentate în Fig. 2.

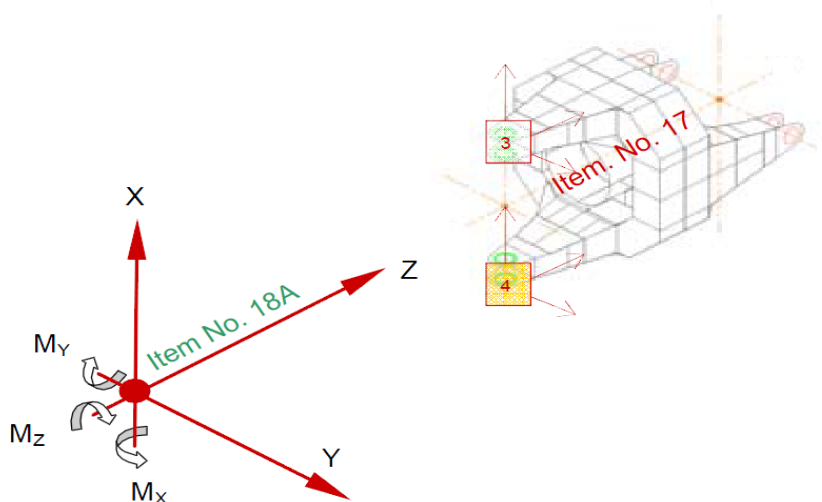


Fig 2. Reazeme pentru structura considerată

c. Solicitări

Solicitările la care este supus subansamblul considerat în fiecare studiu și poziția tubului sunt prezentate în Tabelul 2 și Fig. 3-8.

Tabelul 2. Solicitări

Nr. studiu	3		4	
	F_X [kN]	F_Y [kN]	F_X [kN]	F_Y [kN]
1a	F_X [kN]	111,4	F_X [kN]	42,4
	F_Y [kN]	-4,6	F_Y [kN]	-4,2
	F_Z [kN]	1497	F_Z [kN]	2309
1b	F_X [kN]	69,9	F_X [kN]	53,6
	F_Y [kN]	659	F_Y [kN]	667
	F_Z [kN]	1480	F_Z [kN]	2325
2a	F_X [kN]	122	F_X [kN]	74
	F_Y [kN]	62	F_Y [kN]	117
	F_Z [kN]	1317	F_Z [kN]	2394
2b	F_X [kN]	87	F_X [kN]	53
	F_Y [kN]	76	F_Y [kN]	113
	F_Z [kN]	1532	F_Z [kN]	2293
3	F_X [kN]	31	F_X [kN]	11
	F_Y [kN]	-13	F_Y [kN]	-10
	F_Z [kN]	1348	F_Z [kN]	2461
4	F_X [kN]	113	F_X [kN]	49
	F_Y [kN]	4	F_Y [kN]	-9
	F_Z [kN]	1479	F_Z [kN]	2341

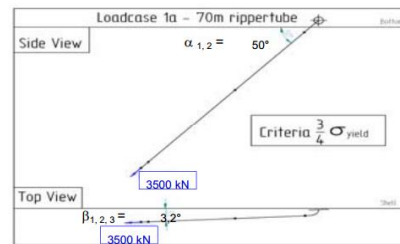


Fig.3. Poziția tubului pentru studiul 1a

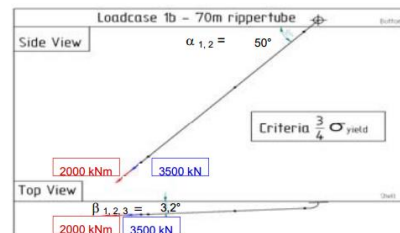


Fig.4. Poziția tubului pentru studiul 1b

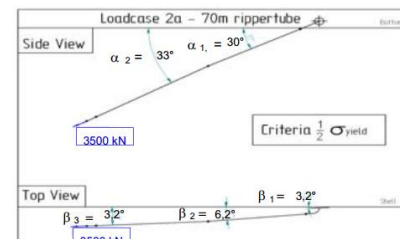


Fig.5. Poziția tubului pentru studiul 2a

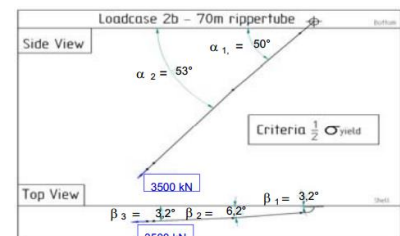


Fig.6. Poziția tubului pentru studiul 2b

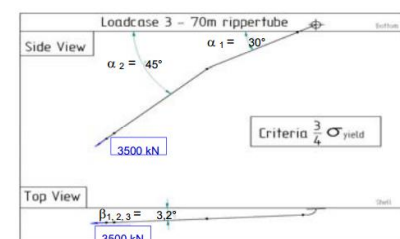


Fig.7. Poziția tubului pentru studiul 3

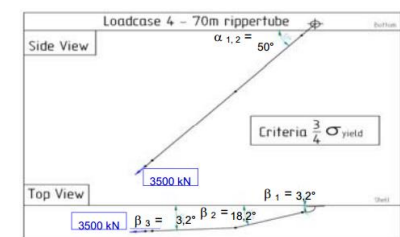


Fig.8. Poziția tubului pentru studiul 4

3.2. Model numeric

Pentru analiza cu element finit, a fost realizat un model numeric simplificat (Fig.9), în cadrul căruia plăcile cu grosimi mai mari de 40 mm au fost modelate cu elemente de tip solid, iar plăcile cu dimensiuni mai mici de 40 mm au fost modelate cu elemente de tip suprafață.

3.3. Discretizare și analiza cu element finit

Rețeaua de discretizare generală a fost realizată din elemente cu mărimea de 100 mm, cu toleranța de 5 mm. Pentru corpurile solide s-au folosit elemente cu mărimea de 50 mm. Elementele de tip suprafață utilizate au formă triunghiulară cu 6 noduri, iar elementele de tip solid au formă tetraedrică cu 10 noduri – Fig. 10 și Fig. 11.

Date discretizare

- Total noduri: 71063.
- Total elemente: 37279.
- Puncte jacobian: 4.

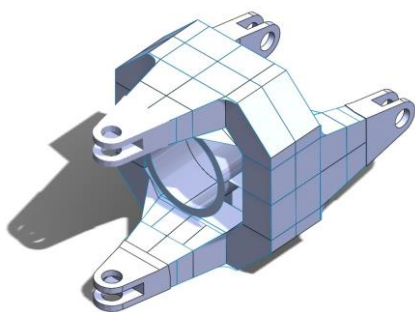


Fig. 9. Model numeric



Fig. 10. Element de tip suprafață [3]

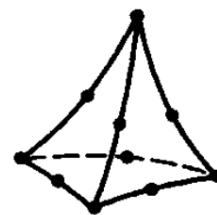


Fig. 11. Element de tip solid [3]

Încărcările și reazemele sunt aplicate pe suprafețele interioare ale urechilor structurii (Fig. 13), căreia i-au fost reținute toate cele 6 grade de libertate. Încărcările sunt aplicate de-a lungul celor 3 axe X, Y, Z. De asemenea, între suprafețe și solizi s-a folosit un contact de tip „lipit” (bonded) pentru a lega nodurile acestora și a avea o tranziție a tensiunilor cât mai bună.

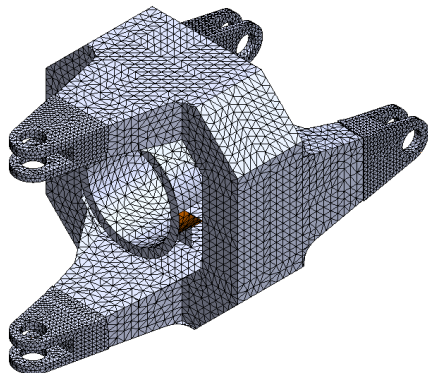


Fig. 12. Rețeaua de discretizare

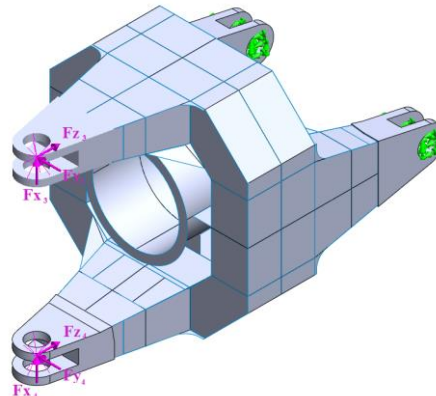


Fig. 13. Solicitățile și reazemele aplicate pe modelul numeric

3.4. Rezultate

Rezultatele principale sunt prezentate mai jos: studiile 1 – 4/ Fig. 14 – 19; în cazurile a sunt afișate tensiunile ce apar în model după aplicarea încărcărilor, iar în cazurile b –deplasarea/ deformarea modelului numeric.

Studiul 1a

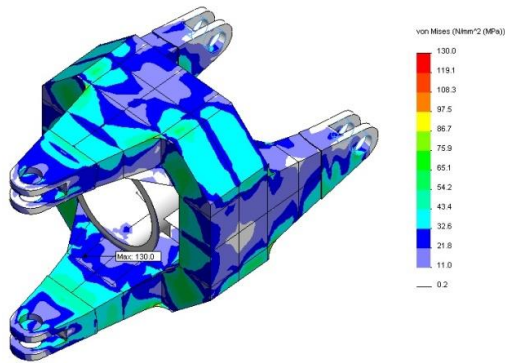


Fig. 14 a. Tensiuni [MPa]

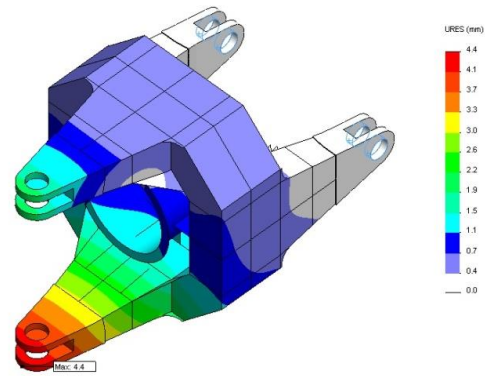


Fig. 14 b. Deplasări [mm]

Studiul 1b

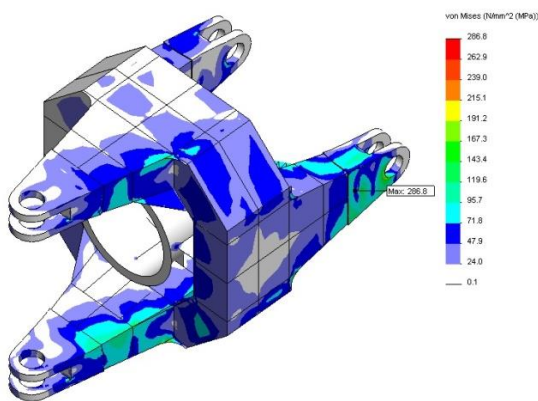


Fig. 15 a. Tensiuni [MPa]

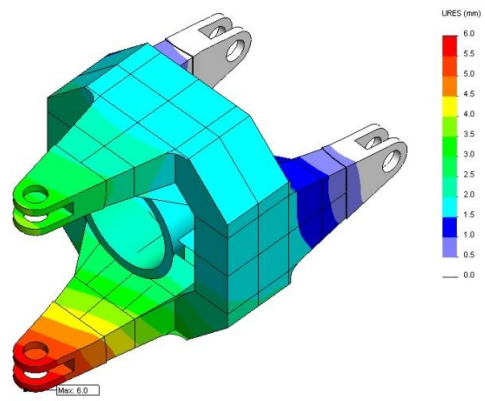


Fig. 15 b. Deplasări [mm]

Studiul 2a

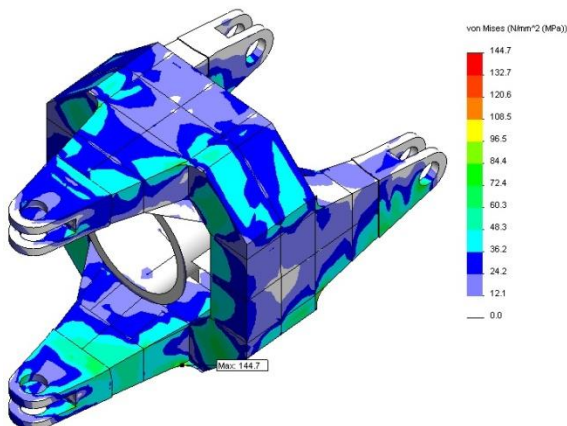


Fig. 16 a. Tensiuni [MPa]

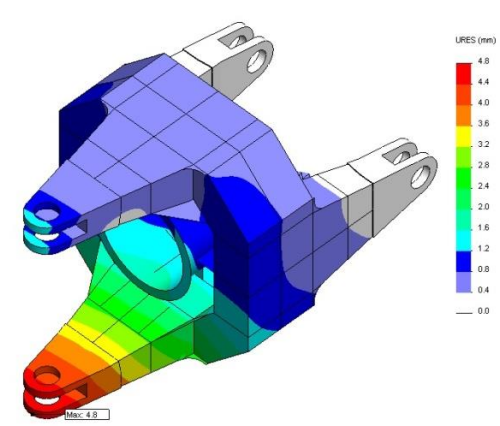


Fig. 16 b. Deplasări [mm]

Studiul 2b

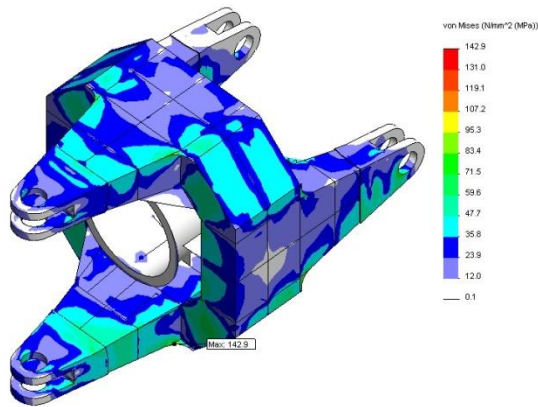


Fig. 17 a. Tensiuni [MPa]

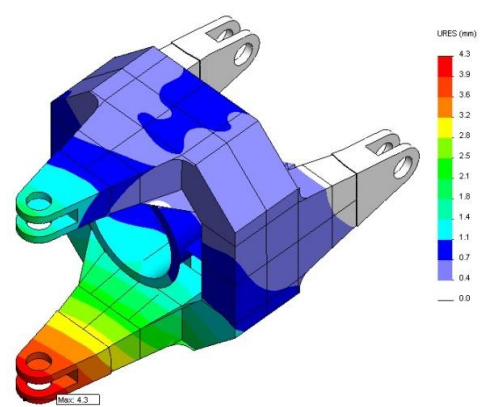


Fig. 17 b. Deplasări [mm]

Studiul 3

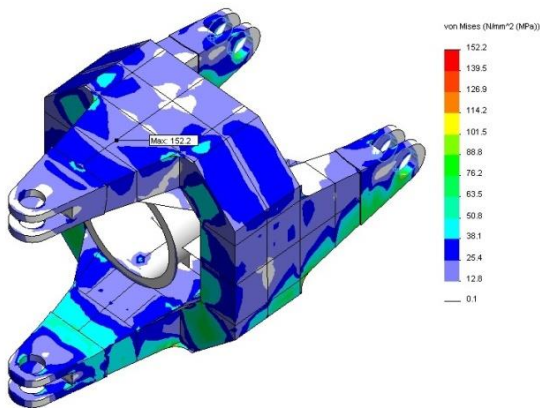


Fig. 18 a. Tensiuni [MPa]

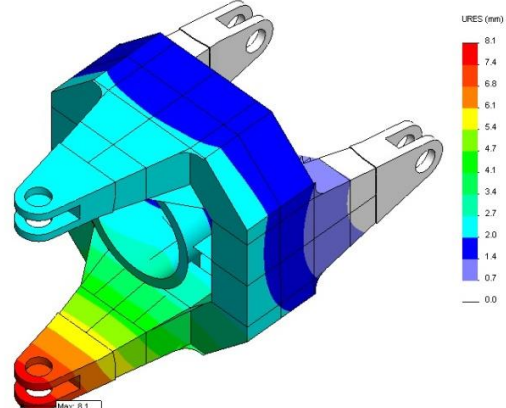


Fig. 18 b. Deplasări [mm]

Studiul 4

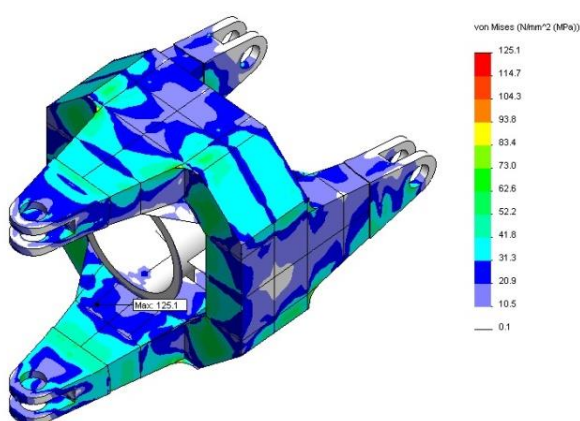


Fig. 19 a. Tensiuni [MPa]

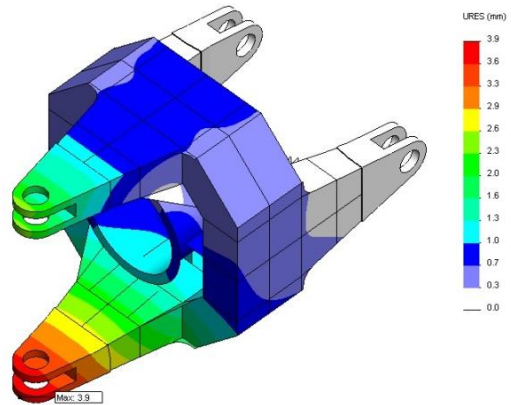


Fig. 19 b. Deplasări [mm]

Rezultatele se verifică prin compararea tensiunii obținute cu tensiunea maximă admisibilă.

- Studiul 1a: $\sigma_{\max} = 130 \text{ MPa} < \sigma_{\max. \text{ admisă}} = 230 \text{ MPa}$;
- **Studiul 1b: $\sigma_{\max} = 286.8 \text{ MPa} > \sigma_{\max. \text{ admisă}} = 230 \text{ MPa}$;**
- Studiul 2a: $\sigma_{\max} = 144.7 \text{ MPa} < \sigma_{\max. \text{ admisă}} = 230 \text{ MPa}$;
- Studiul 2b: $\sigma_{\max} = 142.9 \text{ MPa} < \sigma_{\max. \text{ admisă}} = 230 \text{ MPa}$;
- Studiul 3: $\sigma_{\max} = 152.2 \text{ MPa} < \sigma_{\max. \text{ admisă}} = 230 \text{ MPa}$;
- Studiul 4: $\sigma_{\max} = 125.1 \text{ MPa} < \sigma_{\max. \text{ admisă}} = 230 \text{ MPa}$.

Se constată că, în 5 din cele 6 studii, se obțin rezultate bune, cu excepția studiului 1b, unde valoarea tensiunii este mai mare decât tensiunea admisibilă. Din aceasta cauză, sunt necesare modificări ale subansamblului *Articulație Cardanică* pentru a rezista încărcărilor impuse în cazul 1b.

4. Modificări geometrice

Pentru a identifica zonele cele mai tensionate, s-a folosit o comandă ce permite să se vizualizeze tensiunile cuprinse într-un interval de valori dorite. De exemplu, programul afișează tensiunile mai mari ca 230 MPa (Fig. 20).

Astfel, zona cu solicitări mai mari de 230 MPa se află în colțul superior drept de pe placa prezentată în Fig.21. Pentru a mări rezistența acesteia, se modifică valoarea dimensiunii de 10 mm la 20 mm (Fig. 22).

Noua tensiune obținută are valoarea de 230 MPa și este egală cu tensiunea maximă admisă (Fig.23).

Modificarea adoptată a dus la eliminarea suprasarcinii și la obținerea unei configurații a structurii Articulație Cardanică corespunzătoare cerințelor.

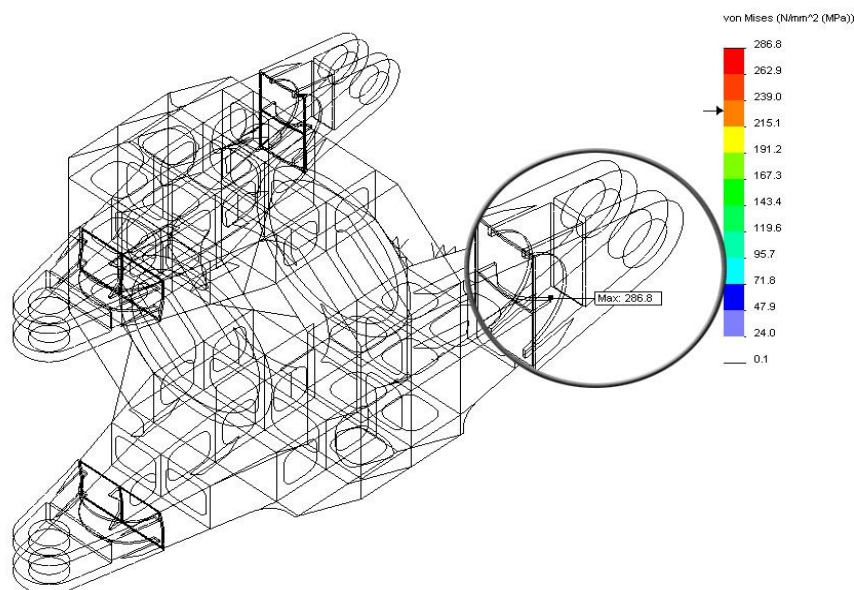


Fig. 20. Tensiuni (σ) peste limita admisă de 230 MPa

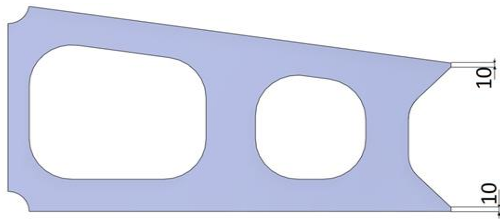


Fig. 21. Configurație inițială

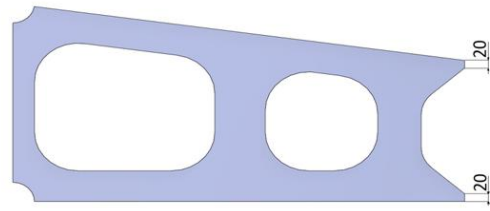
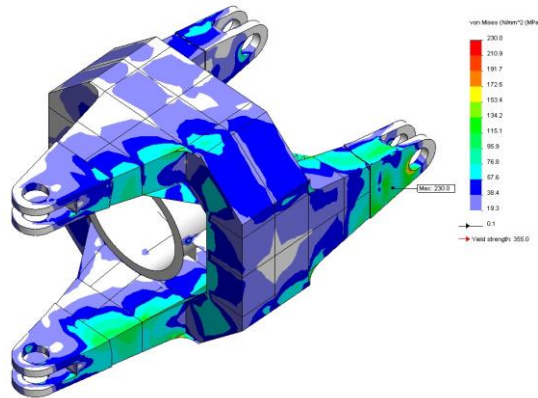


Fig. 22. Noua configurație

Fig. 23. Tensiuni (σ)

5. Concluzii

Prin analiza cu element finit a subansamblului *Articulație Cardanică*, a fost verificată rezistența structurii la solicitările ce apar în timpul funcționării.

Asupra subansamblului au fost realizate 6 studii de simulare, fiecare studiu fiind pentru 6 poziții diferite ale tubului, în care apar solicitări diferite. Din cele 6 studii, studiul 1b s-a dovedit a fi cel mai solicitant, tensiunea obținută depășind limita admisă.

S-au identificat zonele cu suprasarcini și s-a propus modificarea unui element astfel încât să reziste tensiunilor aplicate.

După modificarea adusă, a fost reluat studiul, din care a rezultat că suprasarcinile au dispărut și modelul este corespunzător cerințelor.

Bibliografie

- [1] W. J. Vlasblom, Design of dredging equipment, 2005.
- [2] O. Ionaș, Nave Tehnice, Universitatea Dunărea de Jos, Galați, 2012.
- [3] ***, Ken Youseffi, Engineering Analysis using Simulation, Note de curs, <http://www.engr.sjsu.edu/>
- [4] STANDARD NEN-EN 10025-1:2004 NL.