

# ANALYSIS OF THE BEHAVIOR OF THE KNEE PROSTHESIS MADE OF DIFFERENT BIOCOMPATIBLE MATERIALS

Vasilică Ionuț Bogdan NEDELCU

Facultatea: I.I.R, Specialitatea: Siguranța și Integritatea Structurilor, Anul de studii: Anul II,  
email: [nedelcubbbb@gmail.com](mailto:nedelcubbbb@gmail.com)

Conducător științific: Ș.l. dr. ing. Daniela Ioana TUDOSE

*Summary: Studies will be performed in order to find the total displacement and the equivalent tension when the prosthesis will be the subject in a scenario of a similar pressure with an impact produced while a person whose weighing is 75 kg (165.346 lbs.) during a movement at a speed of 10 meter/second will hit a metal pole.*

*The analyzes will help us to find out the safety of the knee prosthesis and choose the optimal material for manufacturing.*

*The main reason why we are doing this analysis is the safety of the knee prosthesis users, this criterion will be extremely important in our analysis and I will treat it as so.*

*At the final of the analysis we will compare the results and we will choose the less harmful knee prosthesis, the analysis will be performed to find what the metallic pole will do to the knee prosthesis and not what the knee prosthesis will do to the human bone.*

## 1. Introducere

### Descrierea problemei.

Se consideră o proteză de genunchi care este încastrată pe cei 2 piloni de fixare, pe gaura de montare a tijei implantate în femur și pe gaura șurubului de fixare, se va aplica o presiune egală cu 0,45 MPa pe suprafața din față a protezei, aceasta suprafață având rolul de a acoperi osul și de a fixa proteza pe os.

### Scopul

Se vor efectua studii pentru a se afla deplasarea totală și tensiunea echivalentă atunci când proteza este supusă unei forțe similare cu impactul produs de un accident al unei persoane cu greutatea de aproximativ 75 kg care în timpul unei deplasări cu o viteză de 10 metri/ secundă se lovește de un stâlp metalic.

Aceste analize ne vor ajuta la testarea siguranței unei astfel de proteze și la alegerea materialului optim pentru confecționarea acesteia. Deoarece dorim să aducem în prim plan siguranța persoanelor care folosesc aceste proteze, acest criteriu va fi primordial în problema noastră și îl vom trata ca atare.

În continuare vom examina rezultatele pentru proteza din CO-29Cr-6Mo și Co-Ni-Cr-Mo obținute în urma analizei.

### Tipul de proteză studiat

“Depinzând de caracterul bolii, intervenția chirurgicală de artroplastie de genunchi se poate efectua cu o gamă diversificată de tipuri de proteze.

Astfel, proteza totală de genunchi se poate utiliza în majoritatea cazurilor, următoarele tipuri de proteze sunt:

1. Totală
2. Cimentată sau necimentată
3. Parțială

Iar în unele situații care permit intervenția chirurgicală se pot alege protezele parțiale, chiar și cu un compartiment, care pot fi necimentate sau chiar cimentate, cu platou fix sau mobil.

Cea mai importantă parte într-o operație de protezare este încercarea atingerii congruenței perfecte a componentelor protetice, ajungând la concluzia că proiectarea și inserarea corectă a implantului este absolut decisivă în succesul unei intervenții artroplastice la nivelul genunchiului.

### **Proteza de genunchi totală**



Figura 1 Proteză de genunchi totală

Acest tip de proteză de genunchi este indicată doar în cazurile în care nu se mai poate face nimic și se ajunge la concluzia că este necesară înlocuirea completă a articulației genunchiului.

Acest tip de intervenție artroplastică este cel mai frecvent utilizat neținând cont de starea ligamentelor încrucișate sau de deformările acestuia congenitale în protezarea genunchiului.” [1]

### **Rolul funcțional al produsului**

Produsul Proteză de genunchi va fi implantat între partea superioară a tibiei și are un rol complex.

Acest implant urmează să înlocuiască articulația care susține cea mai mare greutate a corpului, implantul are nevoie să permită piciorului efectuare mișcărilor de flexie, cât și de rotație sau de extensie, printre cele mai importante roluri ale implantului este dat de faptul că el trebuie să rămână stabil în urma acțiunilor piciorului care uneori pot fi bruște, precum accelerare, sărire sau alergare, toate aceste acțiuni pot genera numărate presiuni pe proteza de genunchi, care trebuie să preia rolul unui genunchi normal format din ansamblul structurilor osoase, ligamente cât și meniscale.

Proteza de genunchi urmează să înlocuiască una din cele mai importante articulații din corpul uman, aceasta face parte din clasa ”Diartrozelor”.

Diartrozele, sunt articulațiile cu un grad foarte mare de mobilitate, acestea sunt și cele mai răspândite în organismul uman, după cum se poate vedea în figura de mai jos. Ele mai poartă și numele de articulații sinoviale, deoarece caracteristica lor generală o constituie prezența unei cavități articulare, în care se găsește un fluid ( acesta poartă și numele de lichid sinovial), care asigură minimizarea frecării dintr-o articulație.

Mobilitatea diartrozelor este în funcție de forma pe care o prezintă suprafețele articulare ale oaselor. Acestea pot fi de formă sferică în cazul nostru, ca și faptul ca sunt delimitate de margini proeminente.

## 2. Stadiul actual

### ANALIZA REZULTATELOR ÎN URMA UNEI POSIBILE LOVITURI A UTILIZATORULUI ASUPRA PROTEZEI

*“Learning never exhausts the mine ”*

-Leonardo da Vinci

În prima etapă s-a realizat discretizarea modelului geometric.

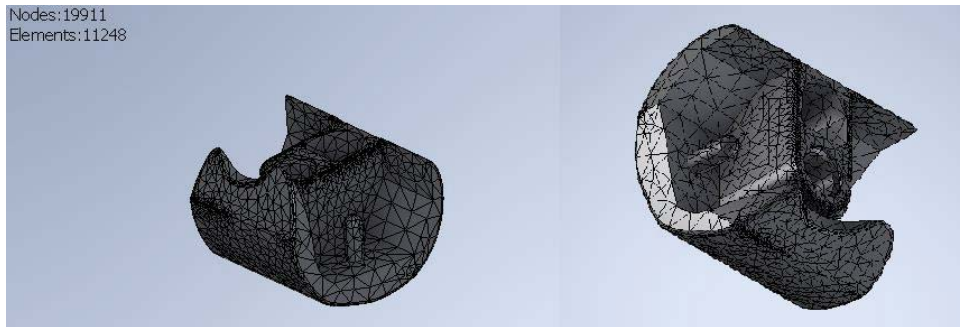


Figura 2 Piesa discretizată

Ulterior s-a pus condiția de încadrare pe cei doi piloni și în interiorul găurilor de montare și de fixare.

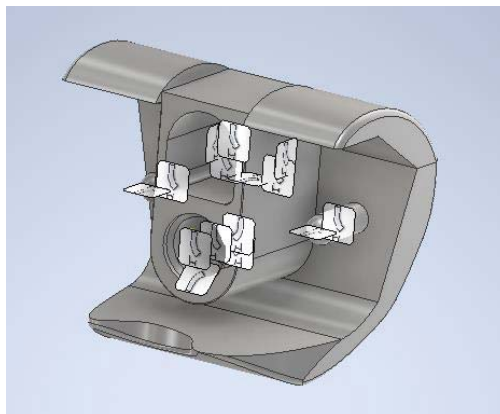


Figura 3 Încadrarea pe cei doi piloni și în interiorul găurii de montare și fixare

Ulterior condiției de încadrare s-a introdus presiunea pe suprafața care a fost considerată ca suprafață de impact.

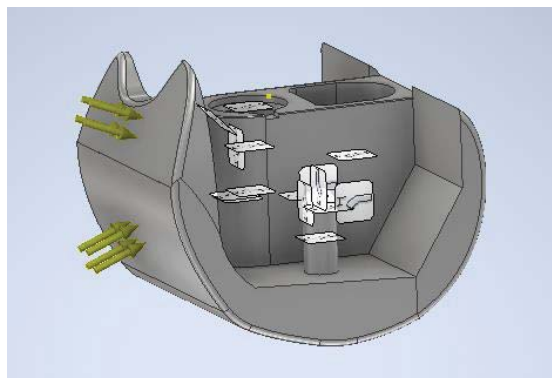


Figura 4 Aplicarea presiunii

Aria suprafeței pe care a fost introdusă presiunea este de  $0.001665 \text{ m}^2$ , după cum se poate vedea în imaginea de mai jos.

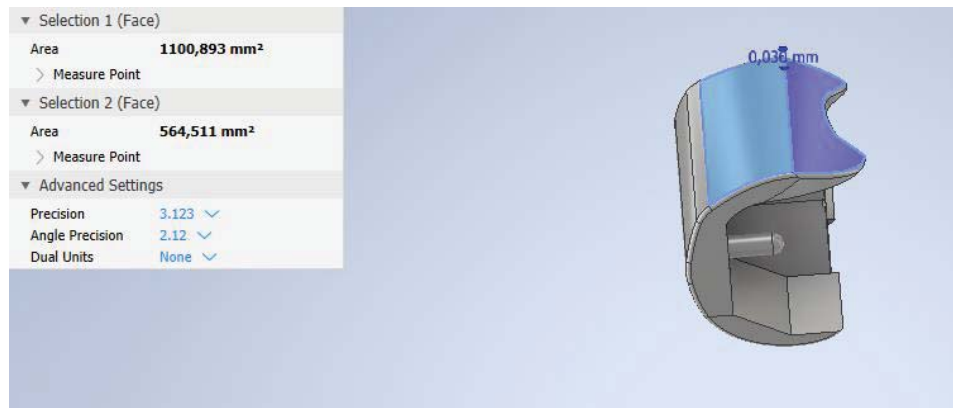


Figura 5 Aria suprafeței de impact

„Tabel 1. Caracteristicile protezei realizate din Co-26Cr-6Mo

<b>Masa</b>	0,428 kg
<b>Densitatea</b>	8,581 g/cm <sup>3</sup>
<b>Volumul</b>	49875,705 mm <sup>3</sup>
<b>Modulul lui Young</b>	245 GPa
<b>Alungirea la rupere</b>	9.0 până la 46%
<b>Rezistența la tracțiune</b>	510 MPa
<b>Coefficientul lui Poisson</b>	0.325

„[2]

Calculul forței a fost făcut cu următoarea formulă.

$$F = m \cdot a = 75 \cdot \frac{10}{1^2} = 750 \text{ N} \quad (1)$$

$$a = \frac{m}{s^2} = \frac{10}{1^2} \quad (2)$$

Unde:

$$m = 75 \text{ kg};$$

$$a = 10 \text{ m/ secundă};$$

Calculul presiunii a fost făcut cu următoarea formulă.

$$p = \frac{F}{S} = \frac{75}{0.001665} = 0,45 \text{ MPa.} \quad (3)$$

Unde:

$$F = 750 \text{ N};$$

$$S = 0.001665 \text{ m}^2$$

REZULTATELE PENTRU PROTEZA CONFEȚIONATĂ DIN MATERIALUL „CO-29CR-6MO”  
OBȚINUTE ÎN URMA ANALIZEI

Tensiunile echivalente maxime: 52,04 Mpa.

Deformația maximă: 0,0313 mm.

**Tensiuni echivalente**

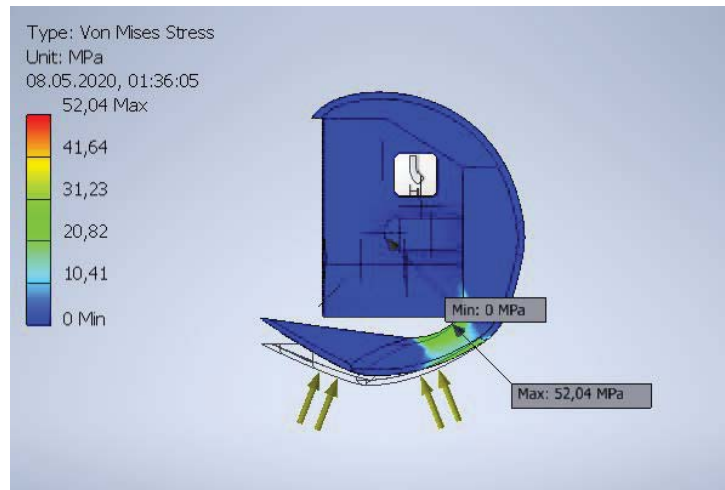


Figura 6 Tensiunile echivalente pentru proteza de genunchi realizată din Co-29Cr-6Mo

**Deformația totală**

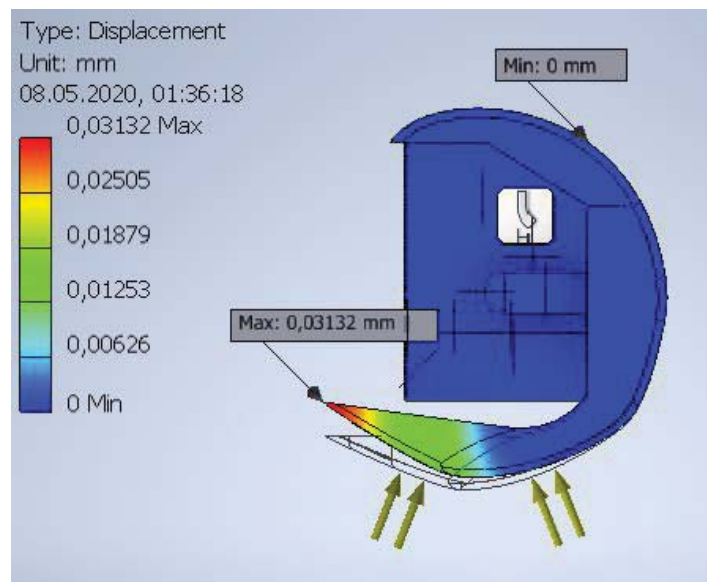


Figura 7 Deformația totală pentru proteza de genunchi realizată din Co-29Cr-6Mo

**REZULTATELE PENTRU PROTEZA CONFEȚIONATĂ DIN MATERIALUL „CO-NI-CR-MO”  
OBȚINUTE ÎN URMA ANALIZEI**

Tensiunile echivalente maxime: 48,63 Mpa.

Deformația maximă: 0,3338 mm.

**Tensiuni echivalente**

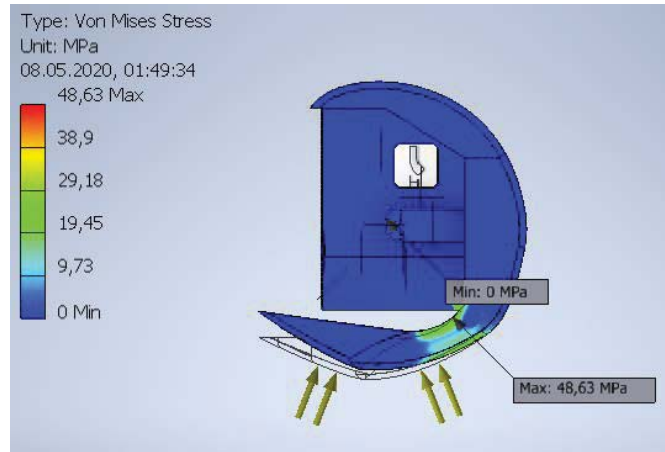


Figura 8 Tensiunile echivalente pentru proteza de genunchi realizată din Co-Ni-Cr-Mo

**Deformația totală**

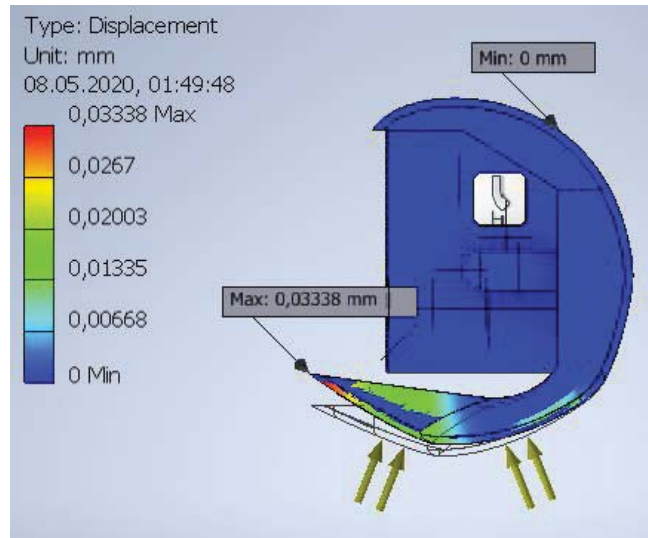


Figura 9 Deformația totală pentru proteza de genunchi realizată din Co-Ni-Cr-Mo

**„Tabelul 2. Caracteristicile protezei realizate din Co-Ni-Cr-Mo**

<b>Masa</b>	0,434 kg
<b>Densitatea</b>	8,700 g/cm <sup>3</sup>
<b>Volumul</b>	49875,705 mm <sup>3</sup>
<b>Modulul lui Young</b>	220 Gpa
<b>Alungirea la rupere</b>	9.0 până la 46%
<b>Rezistența la tracțiune</b>	510 MPa
<b>Temperatura de topire</b>	1440° C
<b>Coefficientul lui Poisson</b>	0.29

“[4]

### 3. Concluzii

În încheiere aș dori să încep prin a spune că purtătorii unor astfel de proteze sunt în general persoane în vârstă care au cartilajul distrus sau persoane care au suferit accidente în urma cărora genunchiul acestora a cedat, în cele mai multe cazuri în urma unor accidente de circulație.

Aceste persoane vor fi toată viața expuși unor accidentări grave în cazul lovirilor în zona genunchiului care a fost protezat.

Perioada cea mai defavorabilă pacientului pentru o accidentare este în primele 6 luni de la intervenție.

În această perioadă osul încearcă să înglobeze corpul strain introdus, această perioadă este și o perioadă de fixare a implantului.

Forma protezei este realizată în așa fel încât aceasta să execute mișcările naturale precum a unui genunchi real, implanturile analizate sunt realizat dintr-un aliaj de tip Co-29Cr-6Mo și un al doilea implant realizat dintr-un aliaj de tipul Co-Ni-Cr-Mo.

Prin analiza acesta am dorit să verific rezistența protezei la un posibil impact frontal cu un stâlp de metal, și în același timp să determin efectele negative ale protezei în cazul în care aceasta se deplasează prea mult în urma lovirii și poate fisura osul celui care o poartă, după cum se poate vedea, proteza realizată din aliajul Co-29Cr-6Mo are o deformație mai mică în cazul unui impact decât aceeași proteză realizată din Co-Ni-Cr-Mo.

Proteza realizata din aliajul Co-29Cr-6Mo are rezultate mulțumitoare în cazul prezentat mai sus, aceasta având și un cost mai avantajos de obținere decât proteza cu același design dar confecționată din materialul Co-Ni-Cr-Mo.

#### 4. Bibliografie

[1]. Internet, proteză de genunchi, <http://mihairascu.ro>

[2]. [https://www.academia.edu/5874909/Mechanical\\_properties\\_of\\_as-forged\\_Ni-free\\_Co\\_29Cr\\_6Mo\\_alloys\\_with\\_ultrafine-grained\\_microstructure](https://www.academia.edu/5874909/Mechanical_properties_of_as-forged_Ni-free_Co_29Cr_6Mo_alloys_with_ultrafine-grained_microstructure) , Mechanical properties of as-forged Ni-free Co–29Cr–6Mo alloys with ultrafine-grained microstructure.

[3]. Cursuri de proiectare asistată, profesor ȘI. Dr. ING. Nicoleta Pascu

[4]. <https://www.americanelements.com/cobalt-nickel-chromium-molybdenum-alloy> , proprietățile aliajului Cobalt Nickel Chromium Molybdenum