

# PROTEZE DE ȘOLD PENTRU PERSOANE SUPRAPONDERALE

## HIP PROSTHESIS FOR OVERWEIGHT PEOPLE

Autor: Mirabela LEPȘEA

Facultatea: Ingineria Industrială și Robotică, Specializarea: Echipamente pentru Terapii de Recuperare,  
Anul de studii: 2, e-mail: mirabela\_lepsea@yahoo.com

Conducător științific: Prof. Dr. Ing. **Constantin DOGARIU**

*ABSTRACT: Through this work, a finite element analysis was performed to determine the maximum resistance of the femoral bone to the overload stresses exerted by the prosthesis, which may occur during the patient's walk. Such tests need to be performed to choose the correct prosthesis needed for each patient to perform the recommended daily activities without hip pain occurring.*

*CUVINTE CHEIE: element finit, proteză de șold, analiză, os femural.*

### 1. Introducere

Pe parcursul anilor artroplastia șoldului a suferit o serie de modificări, evoluția acestora fiind dictată atât de progresul tehnico-științific, cât și de experiența specialiștilor în domeniul chirurgiei ortopedice. Neoarticulația obținută prin acest procedeu, deși nu poate realiza performanțele unei articulații normale, este totuși compatibilă cu o funcție bună [4].

Actualmente, artroplastia cu proteză totală de șold este considerată cel mai utilizat procedeu de reconstrucție a șoldului adult, reprezentând o soluție terapeutică de calitate pentru o serie de afecțiuni, dintre care coxartroza, inclusiv cea posttraumatică, rămâne cea mai frecventă indicație [1, 5, 6, 7, 9].

Conform rezultatelor cercetărilor profesorului român M. Popescu (2003), raportul comparativ cost – utilitate raportat la anii de viață, arată că proteza totală de șold ocupă primul loc în acest rating [12]. Ca orice intervenție chirurgicală importantă, artroplastia șoldului aduce beneficii cu atât mai certe, cu cât indicațiile operatorii au fost elaborate mai rațional, pe baza unor obiective de ordin general și local [3, 4, 17].

Drept indicații pentru artroplastia totală de șold sunt coxartrozele avansate uni sau bilaterale, inclusiv post-traumatice. Decizia în favoarea artroplastiei necesită aprecierea riscurilor potențiale și a beneficiilor unei astfel de intervenții specifice [2, 4].

În cazul pacienților în vârstă de peste 60 de ani, la care nivelul de activitate este relativ redus, rezultatele artroplastiei totale de șold au devenit remarcabile și de durată. Pentru majoritatea lor, artroplastia rămâne unica formă de tratament chirurgical, rata reviziilor fiind aproape de zero, din care cauză indicațiile pentru endoprotezare în acest caz sunt majore [13, 15, 16]. La pacienții cu vârsta cuprinsă între 40 și 60 de ani, nivelul de activitate este ridicat, iar orizontul de așteptare, în ceea ce privește longevitatea șoldului protezat, depășește adesea perioada de supraviețuire a implantului, de aceea riscul unei reluări protetice rămâne considerabil [4, 14].

După H. C. Gavriuşenko (2000), toate implanturile întrebunţate pentru artroplastia totală de şold sunt emiţătoare de particule, care se pot produce la nivelul cuplului de frecare, la mobilitatea dintre carcasa metalică şi insertul de polietilenă, tija protezei şi mantia de ciment, la împingiment-ul dintre componentele protetice, etc. [17]. Din acest motiv, până în prezent, artroplastia protetică a şoldului rămâne o provocare pentru pacienţii tineri, care au un mod de viaţă foarte activ pe fondul unei speranţe de viaţă îndelungate. La pacienţii cu vârsta de până la 40 de ani, riscul reviziilor protetice creşte spectaculos şi indicaţiile pentru artroplastie necesită o argumentare vastă.

Totodată, unele publicaţii relatează despre aplicarea artroplastiei totale de şold şi la copii. Autorii consideră, că oportunitatea indicaţiei artroplastiei la această vârstă este dată de răspunsul la întrebarea: „Ce este preferabil: un copil infirm, fără copilărie şi tinereţe sau un eventual adult la 50 de ani în cărucior?” [8].

Într-un studiu biomecanic complex, A. Ragozin (2004) demonstrează, că pentru restabilirea funcţiei articulaţiei protezate este important ca artroplastia totală de şold să fie aplicată înaintea dezvoltării schimbărilor patologice considerabile, atât la nivelul articulaţiei bolnave, cât şi a celor învecinate şi, îndeosebi, înaintea dezechilibrării bazinului, apariţiei scoliozei antalgice, hipotrofiei musculare marcate şi a dereglărilor neurologice [17].

Aprecierea tipului de proteză, ce urmează a fi implantată, se face corelând indicaţia medicală cu cea tehnică. Din punct de vedere anatomic şi arhitectural, pot fi întâlnite 3 situaţii [4, 12]: şoldul artrozic cu arhitectură normală; şoldul artrozic cu arhitectură anormală (luxaţii şi subluxaţii); şoldul cu pierderi semnificative de substanţă osoasă (decimentările aseptice).

## 2. Stadiul actual

Proteza este un dispozitiv sau aparat utilizat, personalizat, realizat în scopul înlocuirii lipsei unui organ în întregime sau numai a unui segment al corpului unui pacient. Există mai multe varietăţi de astfel de endoproteze, clasificându-se după câteva criterii: proteze parţiale şi totale, în funcţie de partea articulară protezată, şi proteze cimentate şi necimentate, după tipul de fixare osoasă.

**Protezele parţiale** sunt denumite si cervicocefalice, deoarece ele înlocuiesc doar capul şi colul femural, cavitatea acetabulară rămânând ca atare. Acestea sunt de două mari categorii: proteza simplă şi proteza bipolară.

**Protezele totale** de şold folosite în ortopedia modernă se împart în două mari categorii: proteze **cimentate** şi proteze **necimentate**. Indiferent de natura protezei, cimentată sau necimentată, durata ei de viaţă este destul de mare iar după degradarea acesteia se face o intervenţie chirurgicală de revizie a protezei de şold, şi viaţa poate continua fără probleme.

**Protezele de sold cimentate** se fixează la os cu ajutorul unui ciment ortopedic. Protezele de şold cimentate sunt folosite mai rar în ortopedie, fiind recomandate persoanelor vârstnice, care suferă de osteoporoză într-un stadiu avansat [19]. Datorită cimentării, aceste proteze au avantajul că se fixează foarte bine în os încă de la început (fixare primară) şi permit sprijinul cu toată greutatea pe piciorul operat de a doua zi după intervenţia de protezare. Cele mai întâlnite proteze de şold şi cele mai populare sunt cele necimentate.

**Protezele de sold necimentate** se fixează prin creşterea în interiorul protezei a osului. Componentele acestor proteze (fig. 1) au suprafeţe poroase în care osul creşte pur şi simplu după implantare. Sunt cele mai folosite proteze de şold din ortopedie întrucât oferă o fixare secundară foarte bună.

Protezarea şoldului are indicaţie în mai multe afecţiuni, dar cele mai frecvente sunt fractura de col femural şi coxartroza. De asemenea este indicată NACF (necroză aseptică de cap femural), tumori, poliartrită reumatoidă.

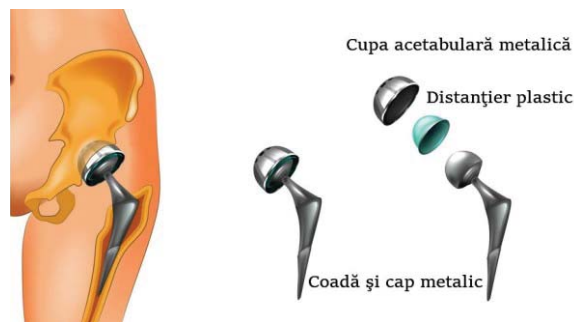


Fig.1. Componentele protezei necimentate de șold

Scopul operației este de a scădea sau elimina durerile pe care pacientul le percepe la nivelul șoldului și coapsei, redarea mobilității articulației, dar și reluarea rapidă a recuperării, mobilizării și mersului pentru a putea preveni complicațiile date de statul în pat: infecții urinare, pneumonie, escare, tromboză venoasă.

### 3. Analiza comportamentului la oboseală a unei proteze de șold pentru persoane supraponderale în vederea alegerii tipului de proteză optimă

Una dintre marile necunoscute ale pacienților cărora li se recomandă un anumit tip de proteză de șold este modul în care medicul ortoped o alege pentru acestia. Din fericire, principiul care stă la baza acestei alegeri este unul destul de simplu de înțeles și de explicat. Mai exact, proteza de șold se alege în funcție de activitatea fizică pe care pacientul o are în viața de zi cu zi. De exemplu, dacă pacientul este unul tânăr, se recomandă proteza ceramică cu polietilenă cross-linked. Dacă pacientul este trecut de 50 de ani, se recomandă o proteză de șold necimentată cu frecare ceramică cu ceramică, proteză foarte rezistentă care mai mult ca sigur va rezista toată viața. Dacă pacientul este mai în vârstă și are un grad avansat de osteoporoză, i se poate recomanda o proteză cimentată de șold [19].

Dacă proteza de șold se degradează atunci acest lucru se poate rezolva prin revizie. Se pot înlocui oricând componentele vechi sau se pot adăuga altele noi care să dureze alți 15-20 de ani.

Proteza de șold are următoarele elemente componente (fig. 3):



Fig.3. Elemente componente ale protezei de șold

### Analiza la oboseală cu element finit

Pentru a se putea alege corect proteza necesară ce urmează a se implanta unui anumit bolnav este necesar a se cunoaște anatomia corpului în zona vizată. În principiu se va scana zona șoldurilor pentru a se obține un model 3D (fig. 4) al oaselor bolnavului direct implicate în contactul cu proteza. Sistemul de axe prezentat în figura de mai jos arată unde va fi localizată proteza în corpul bolnavului cât și poziția relativă a acesteia comparativ cu oasele din jur.

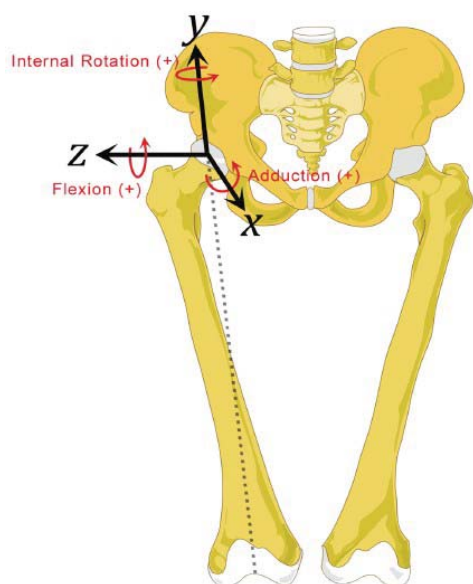


Fig.4. Anatomia zonei șoldurilor

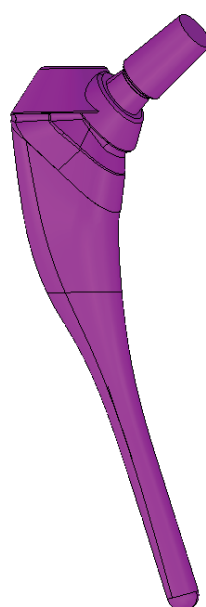


Fig.5. Model 3D coadă proteză

Pentru a se putea analiza comportamentul la oboseală cu element finit a unei proteze de șold pentru persoane supraponderale au fost parcurse o serie de etape descrise mai jos.

**Prima etapă** a constat în scanarea ipotetică a osului femural al unei persoane supraponderale obținându-se astfel un model 3D. După scanare, modelul 3D a fost prelucrat cu ajutorul unui soft pentru a se putea obține un ansamblu corect prezentat în detaliu în figura 6. Materialul utilizat pentru proteză este un aliaj de titan care este biocompatibil. În figura 5 este prezentat modelul 3D al cozii protezei ce urmează a fi inserată în osul femural.

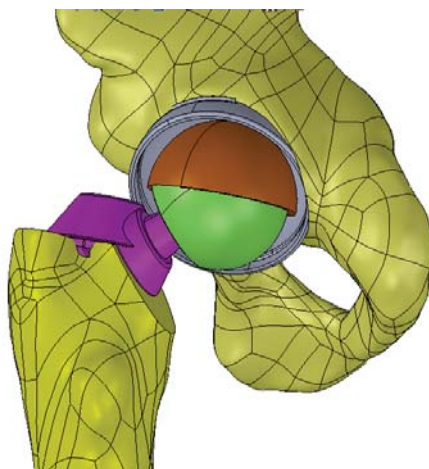


Fig.6. Detaliu insert proteza în osul femural

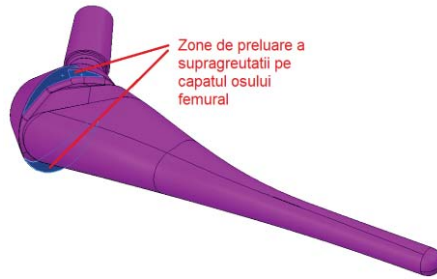


Fig.7. Zone de prelucrare a supragreutății între capătul osului și proteză (evidențierea pe proteză)

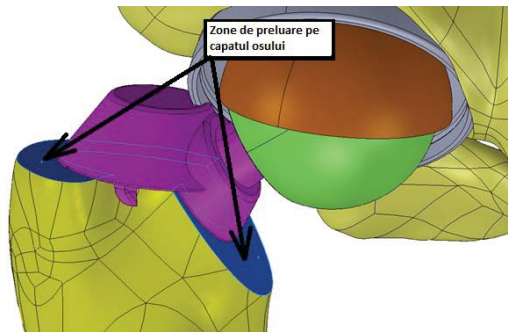


Fig.8. Zone de preluare a supragreutății între capătul osului și proteză (evidențierea pe osul femural)

Calcul de rezistență la o forță de greutate a pacientului supraponderal cu masa  $m = 102 \text{ kg}$ . Se calculează forța de greutate a pacientului:

$$G = m \cdot g = 102 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \approx 1000 \text{ N} \quad (1)$$

Materiale folosite: implanturile sunt realizate din aliaje de titan, material biocompatibil. Caracteristicile acestuia sunt prezentate în figura de mai jos.

Property	Value	Units
Elastic Modulus	9.9e+010	N/m <sup>2</sup>
Poisson's Ratio	0.3	N/A
Shear Modulus	4.3e+010	N/m <sup>2</sup>
Mass Density	4820	kg/m <sup>3</sup>
Tensile Strength	990000000	N/m <sup>2</sup>
Compressive Strength		N/m <sup>2</sup>
Yield Strength	830000000	N/m <sup>2</sup>
Thermal Expansion Coefficient	9.67e-006	/K
Thermal Conductivity	6.9	W/(m·K)

Fig.9. Caracteristicile materialului utilizat în fabricarea protezei

Articulația se realizează din materiale cu coeficient redus de frecare, cum ar fi PTFE (Poly Tetra Fluor Etilenă – teflon) care are o rezistență admisibilă de 33 MPa. Caracteristicile osului depind de starea pacientului, acestea fiind prezentate în literatura de specialitate.

Modelul de analiză prin metoda elementelor finite, reprezentat mai jos, a fost discretizat în 56092 elemente și 89580 noduri cu câte trei grade de libertate (în total peste 267000 ecuații).

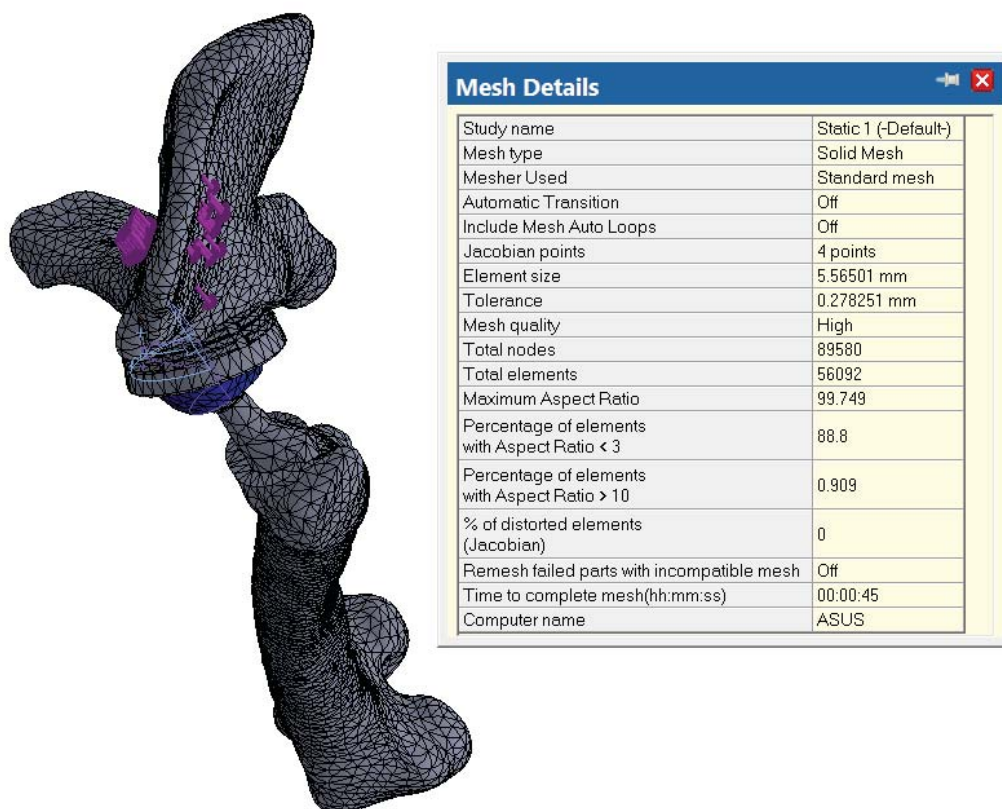


Fig.10. Analiza prin metoda elementelor finite

Încărcarea structurii s-a realizat prin distribuirea unei suprasarcini de 1000 N pe suprafețele osului pelvian.

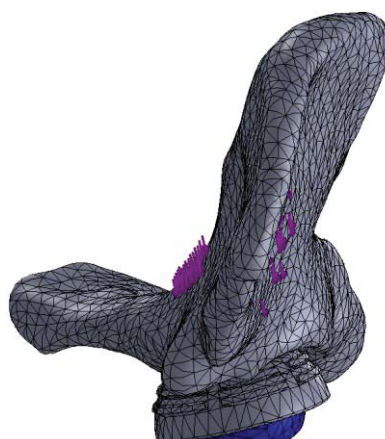


Fig.11. Distribuția forțelor de suprasarcină pe suprafața osului pelvian

Deformațiile structurii analizate sub sarcina de 1000 N sunt prezentate în figurile de mai jos și au valoarea maximă de 0,908 mm în partea superioară a osului pelvian (fig. 12), iar valoarea maxima a tensiunilor de întindere este de 370.8 MPa (fig. 16).



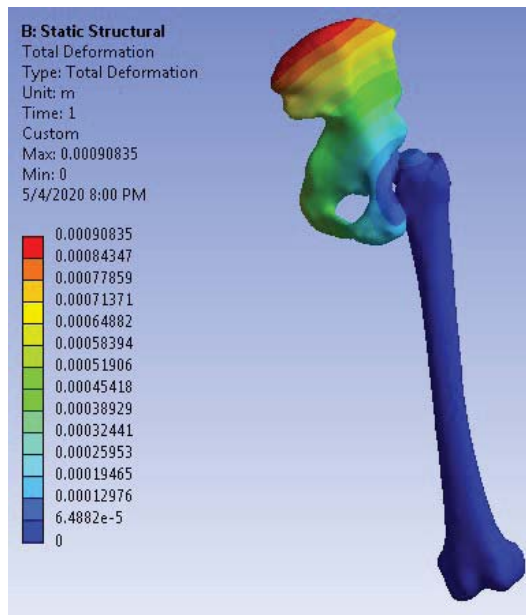


Fig.12. Deformația totală maximă

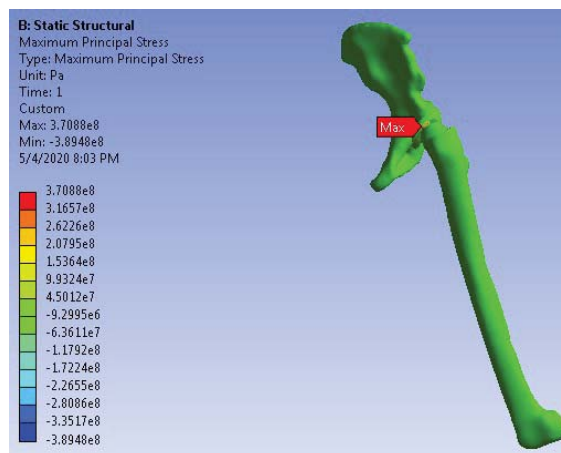


Fig.13. Valoarea maximă a tensiunilor de întindere

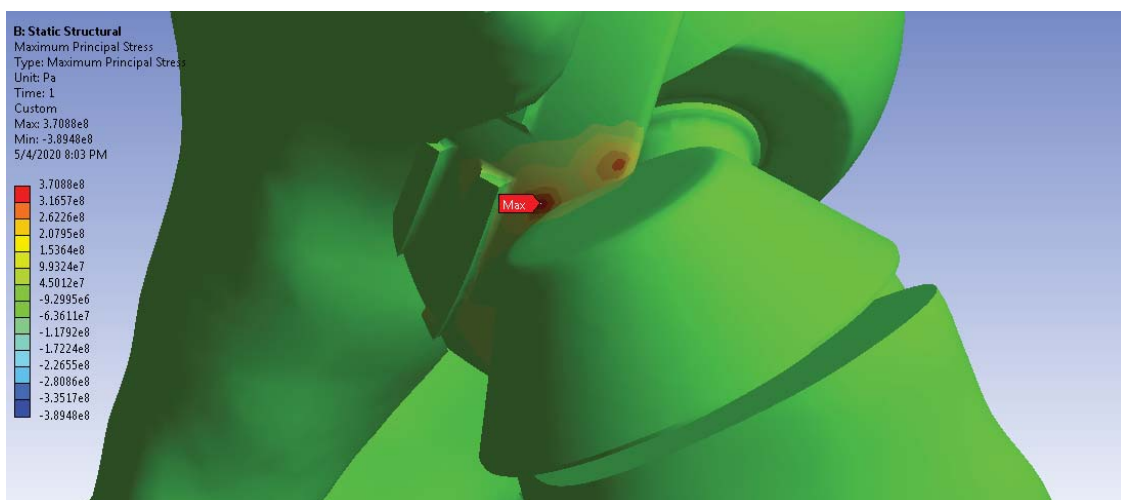


Fig.14. Valoarea maximă a tensiunii de alungire

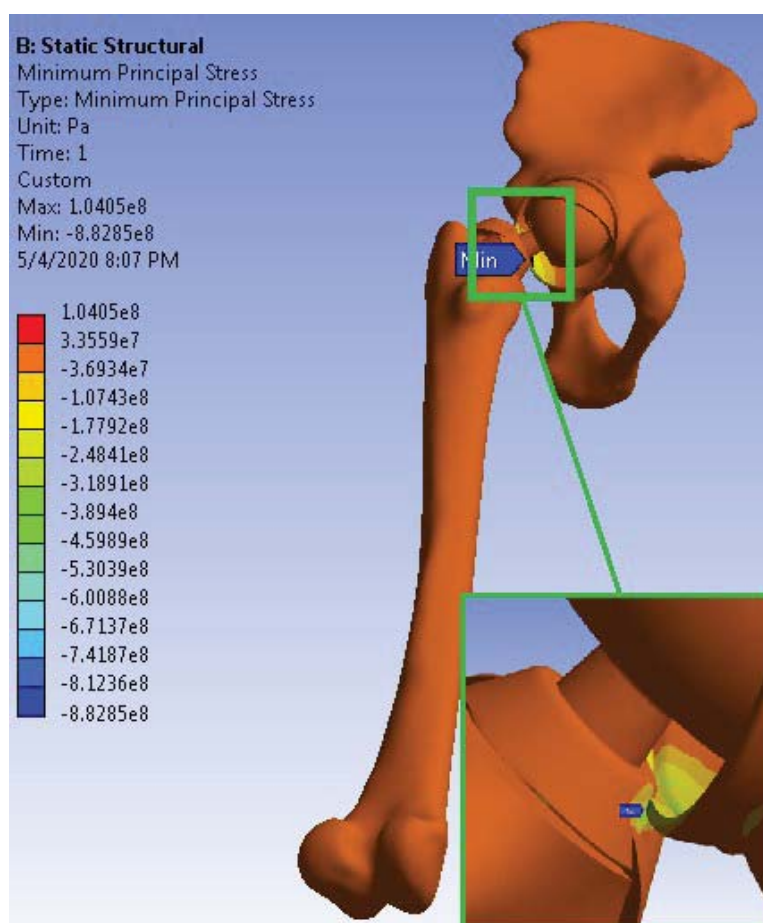


Fig.15. Tensiunile minime principale

Deformațiile calculate sunt mari, dar acestea includ și deplasările laterale și pot fi considerate normale.

Importantă este analiza rezistenței la solicitări a protezei și a oaselor după operație. Valoarea maximă a tensiunilor de compresiune este de 882 MPa (fig. 15). Aceasta se manifestă pe implantul inferior al protezei, componenta realizată tot din aliaj de titan.

Acest material are rezistența admisibilă mult mai mare, ca urmare nu există riscul deteriorării protezei. La persoanele supraponderale, de cele mai multe ori se fisurează osul femural în zona implantului. Pentru aceasta, în continuare se prezintă cum se comportă osul femural. Deformația maximă a osului este în zona implantului și are o valoare de 0.063 mm. Aceasta poate fi o deformație elastică și nu va conduce la ruperea sau fisurarea osului. Se observă că tensiunea maximă de întindere este de 124 MPa, valoare la care nu se pune problema fisurării osului, nici în cele mai nefavorabile cazuri de încărcare.

Tensiunea maximă la care este supus osul la compresiune este de 151 MPa (valoarea negativă), valoare inferioară tensiunii admisibile a osului.



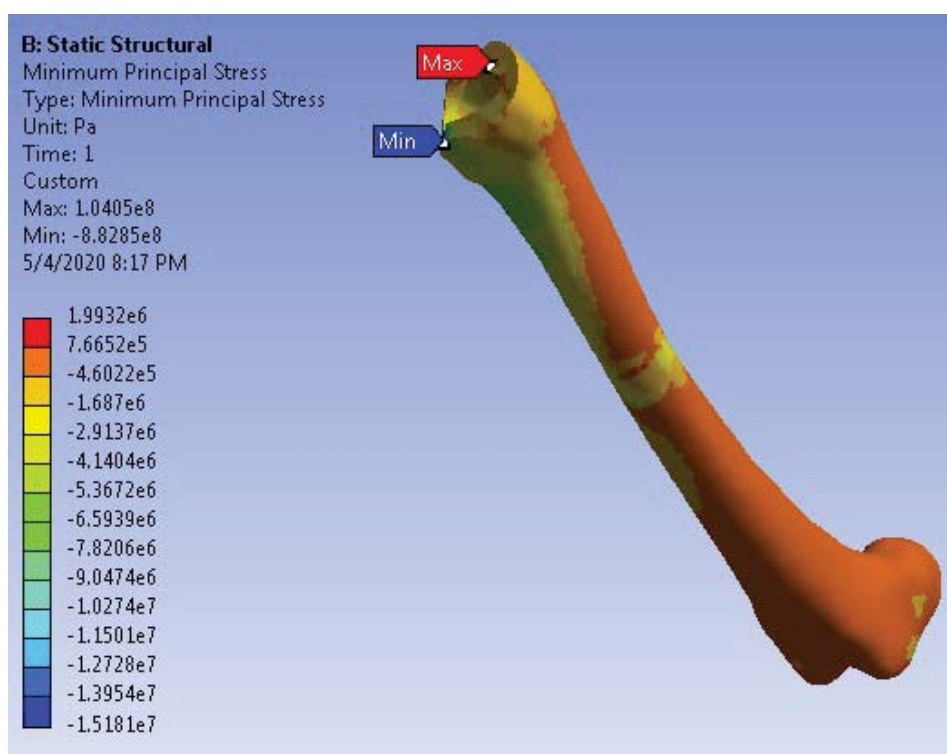


Fig.21 Valoarea tensiunii minime principale

#### 4. Concluzii

În concluzie, după operație, nici osul și nici proteza nu se vor rupe sau deforma permanent. Această analiză demonstrează că operația este una reușită fără a apare pericolul unei noi operații datorită forțării protezei sau a oaselor adiacente.

Rezultatele prezentate pot fi interpretate diferit pentru persoanele cu osteoporoză sau cu alte boli ale sistemului osos.

#### 5. Bibliografie

- [1] Bellabarba C, Berger RA, Bentley CD. Cementless acetabular reconstruction after acetabular fracture. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83A:868–876;
- [2] Bețșor V. Evaluarea artroplastiei totale de șold in Republica Moldova. Al 10-lea Congres Național de Ortopedie și traumatologie. Culegere de lucrări științifice. Arad, 2003;2;
- [3] Botez P. Artroplastia protetică de șold. Iași: Bit. 2003;261;
- [4] Croitor Gh. Tratatamentul complex al coxartrozelor: Teza de doctor habilitat in medicină. Chișinău, 2008;245;
- [5] Mears Dana C, Velyvis John H. Acute total hip arthroplasty for selected displaced acetabular fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery.* 2002;84:1-9;
- [6] Ellis Thomas, Schmidt Andrew. Total hip arthroplasty following failed internal fixation of acetabular fractures. *Techniques in Orthopaedics.* 2002;17(4):427-433;

- [7] Glas PY, Bejui-Hugues J, Carret JP. Arthroplastie de hanche pour sequelle de fracture de l'acetabulum. *Revue de chirurgie orthopedique*. 2005;91:124-131;
- [8] Grecu D, Ciurea Paulina, Niculescu D, ș. a. Este indicat tratamentul chirurgical în poliartrita cronică juvenilă? *Revista de ortopedie și traumatologie*. 2004;14(1-2):121-124;
- [9] Herscovici D, Bohlhofner BR, Lindvall E. The combined hip procedure: open reduction and internal fixation with concurrent total hip arthroplasty for the management of acetabular fractures in the elderly. *Orthopaedic Trauma Association*. 2001;171-172;
- [10] Mouhsine Elyazid. Acute total hip arthroplasty for acetabular fractures in the elderly. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 2002;73(6):615;
- [11] Parag Sancheti. Complications of fracture acetabulum. *Indian journals of orthopedics*. 2002;36(1):36-37;
- [12] Popescu M, Marinca L, Stoica C, ș. a. Rezultate pe termen scurt în reconstrucția acetabulară cu autogrefon structurat în proteza totală primară necimentată. *Revista de ortopedie și traumatologie*. 2003;13(3-4):147-151;
- [13] Vanderschot P. Treatment options of pelvic and acetabular fractures in patients with osteoporotic bone. *Injury, Int. J. Care Injured*. 2007;38:497-508;
- [14] Velyvis JH, Rubash HE, Callaghan JJ. Primary total hip arthroplasty: Cementless and Cemented. *OKU: hip and knee reconstruction*. 2006;3:439-456;
- [15] Vrahas MS, Tile M. Fractures of the acetabulum. In: Bucholz RW, Heckman JD, eds. *Rockwood and Green's fractures in adults*, 5th ed. Philadelphia, PA: Livingston Williams and Wilkins. 2002:1527;
- [16] Woolson S, Mow C, Syquia J, et al. Comparison of primary total hip replacements performed with a standard incision or mini-incision. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86-A:1353-1358;
- [17] F. Gornea, I. Marin, Gh. Croitor, M. Darcu, P. Croitor, Artroplastia șoldului în tratamentul fracturilor de cotil și consecințele lor, Catedra de Ortopedie și Traumatologie, USMF „Nicolae Testemițanu“;
- [18] <https://biblioteca.regielive.ro/proiecte/medicina/proteza-de-sold-80101.html> - accesat la data de 05.05.2019;
- [19] <https://drapostolescu.ro/protezare/protezare-sold/tipuri-de-proteze-de-sold/> - accesat la data de 05.05.2019;
- [20] <https://lectiadeortopedie.ro/artroplastia-soldului/> - accesat la data de 11.01.2020;
- [21] <https://drapostolescu.ro/necroza-aseptica-de-cap-femural/>