

## VÁPA ÖSSZETETT VIZSGÁLATA

Dudás Illés<sup>1</sup>, Monostoriné Hörcsik Renáta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>DSc professzor, Gépgyártástechnológiai Tanszék, Miskolci Egyetem, H-3515 Miskolc, Egyetemváros, 06-46-565-160, [illes.dudas@uni-miskolc.hu](mailto:illes.dudas@uni-miskolc.hu)

<sup>2</sup>PhD hallgató, Gépgyártástechnológiai Tanszék, Miskolci Egyetem, H-3515 Miskolc, Egyetemváros, 06-46-565-160, [renata.horcsik@uni-miskolc.hu](mailto:renata.horcsik@uni-miskolc.hu)

### Összefoglalás

Az ízületi károsodás az életminőség roppant mértékű romlásával járhat. Az életminőséget javítandó a világon jelenleg több mint hétszáz ezer, Magyarországon körülbelül tízezer nagyízületi (csípő-, térd stb.) protézist ültetnek be évente. Ízületi protézis beültetésével, implantálásával látványosan javulhat a beteg életminősége. Jelenleg körülbelül 10 év egy protézis várható átlagélettartama [1]. Sajnos, ezután a protézis gyakorta kilazul, ezért protéziscserére van szükség. A cikkben bemutatásra kerül kioperált csípőízületi protézisek (vápák) 3D-s mérés technikai elemzése és a mérési pontok rekonstruálása 3D-s tervező program segítségével. Továbbá geometriai kialakítása, modellezése és végelelemes vizsgálata

**Kulcsszavak:** csípőízületi protézis, vápa, 3D-s mérés, rekonstrukció, végelelemes vizsgálat

### Abstract

Damage in the joints may entail deterioration of life quality to a great extent. More than seven hundred thousand big joint (hip-, knee, etc.) prostheses are implanted annually in the world to improve the quality of life, and this number in Hungary amounts to approximately ten thousand. Currently the lifetime of prostheses is approximately 10 years [1]. Unfortunately, prostheses are often lost beyond this period, thus replacement is needed. In this paper the geometric construction, modelling and Finite Element Analysis of the hip-joint prostheses will be introduced.

**Keywords:** a hip-joint prosthesis, socket, 3D measurement, reconstruction, finite element method!

## 1. Bevezetés

A csípőízületi protézis (1. ábra) az egyik legkomplikáltabb nagyízületi protézis, mivel háromdimenziós mozgást kell biztosítania. A csípőprotézis (az implantátum) vagy rozsdamentes acélból, vagy más fémből, például titánból készülő szárból és gömbfejéből, valamint egy polietilén "ellendarabból" áll. A műanyag ellendarabban - amelyet a csípőcsontba ültetnek be - forog a fém gömbfej.



*1. ábra. Csípőízületi protézis*

## 2. Vápa

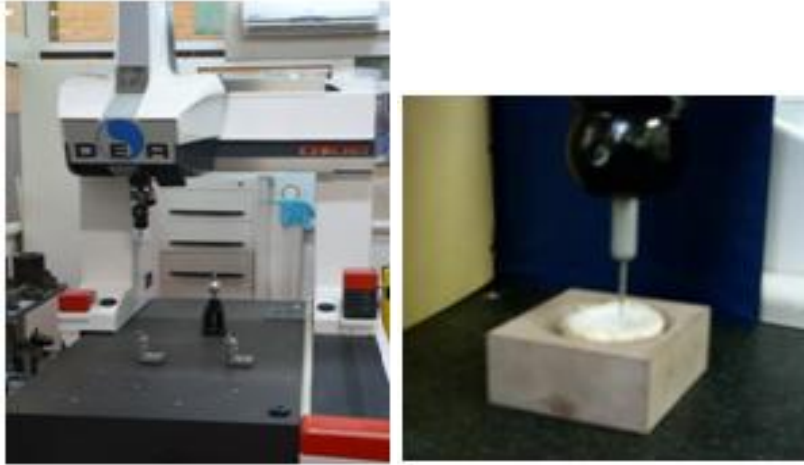
Az egyenletes csontcement vastagság biztosítására a külső gömbfelületen bütykök vannak. Speciális esetben a támasztási funkció növelése miatt aszimmetrikusan elhelyezett fogazott peremű kivitele is választható. Beépítés utáni Rtg. ellenőrzések biztosítására két egymásra merőleges síkban jelzőhuzallal van ellátva a vápa (2. ábra). Beépítéséhez csontcement használata szükséges [4,5].



*2.ábra. Vápa [6]*

### Vápa mérése

A méréseket a Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszéken megtalálható DEA típusú mérőgépen végeztük (3. ábra).



3.ábra. Vápa mérése

### 3. Mérési pontok rekonstruálása

A mérési pontok rekonstruálása többféle 3D-s tervezőprogram segítségével történt, melyeknél a számítógépi geometria és grafika alapjait használtam fel. Így például a görbék megszerkesztéséhez a Hermite – interpolációt [2].

#### *Hermite – interpoláció*

A harmadrendű Hermite – interpolációnál nemcsak az interpolálandó pontokat, hanem ezekben az érintővektorokat is ismertnek tételezzük fel. Adott a  $p_0$  és  $p_1$  pont, valamint  $t_0$  és  $t_1$  érintővektor. Keressünk egy olyan

$$\mathbf{a}(u) = \mathbf{a}_0 + \mathbf{a}_1 u + \mathbf{a}_2 u^2 + \mathbf{a}_3 u^3 \quad (1)$$

harmadfokú polinommal meghatározott görbét, amelyre

$$\mathbf{a}(u) = p_0 H_0^3(u) + p_1 H_1^3(u) + t_0 H_2^3(u) + t_1 H_3^3(u)$$

ahol

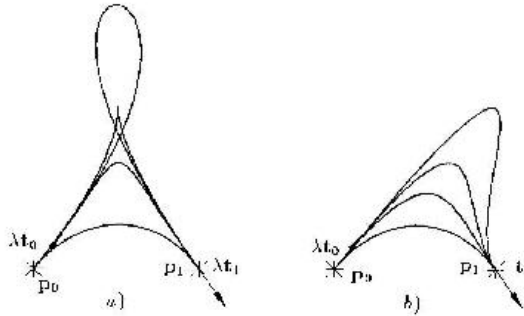
$$H_0^3(u) = 2u^3 - 3u^2 + 1$$

$$H_1^3(u) = -2u^3 + 3u^2$$

$$H_2^3(u) = u^3 - 2u^2 + u$$

$$H_3^3(u) = u^3 - u^2$$

Ezek segítségével megrajzolt Hermite – ívek az alábbi ábrán (4. ábra) láthatóak.

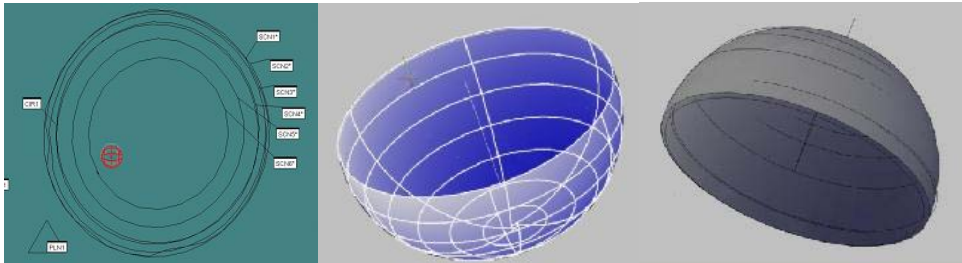


4.ábra. Hermite – ív alakok [2]

A mért pontokat CAD szoftverekkel rajzoltuk meg (többek közt AutoCAD tervezői szoftver) és értékeltem ki.

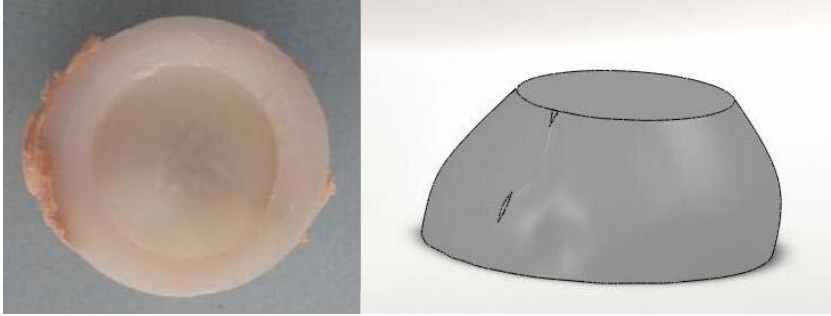
Lépések:

- pontok bevitele a szoftverbe (a mért pontok koordinátáit bevitele az AutoCAD szoftverbe);
- szintvonalak megrajzolása (a bevitt mért pontokra illesztve) (5. ábra);
- Hermite – ívek megrajzolása (a mért pontokra Hermite – ívet interpolálunk);
- a görbék megforgatása –felület (a forgástengely körül) (5. ábra);
- eltérések kirajzolása (5. ábra).



5.ábra. Rekonstruálás

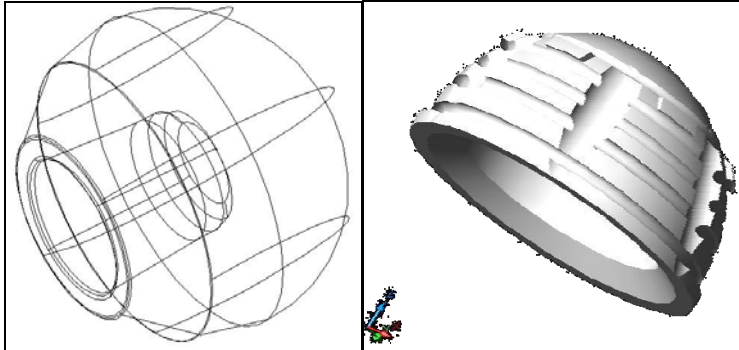
Az elméleti felület után megrajzoltuk a tényleges felületeket, melyeken már egyértelműen látszódnak a torzulások, ki- és betüremkedések. Az alábbi ábrán a mért vápákból egy példa látható (6. ábra).



6. ábra. Vápa és modellje

#### 4. Modellezés

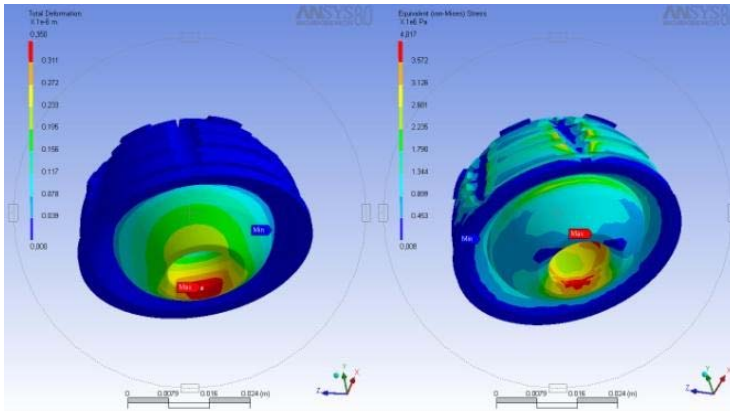
A gömbfej és a vápa 3D-s modelljének (7. ábra) létrehozásához felhasználtuk az „etalon”vápa 3D-s mérési eredményeit és a gömbfej és a vápa előírásban szereplő adatait. A tervezéshez Solid Edge tervező szoftvert használtunk, mivel az így elkészített 3D-s modellt tudjuk használni a végelelemes modellezésnél.



7. ábra. Gömbfej és vápa modellje

#### 5. Végelelemes vizsgálat

A végelelemes vizsgálatot az ún. ANSYS szoftverrel végeztük el [3]. A vizsgálat több lépésből tevődött össze. Először egymásba helyeztük a gömbfejet és a vápát és egy erő hatott a középpontban (8. ábra). A vizsgálat után külön-külön elemeztük a vápára és gömbfejre a kapott eredményeket. Majd egy csavaró nyomatékot tettünk a rendszerre és így vizsgáltuk. Az analízis során figyeltük a külön a gömbfejre és a vápára kapott feszültség és deformáció értékeit.



8. ábra. Végelelemes vizsgálat (gömbfej és vápa együtt)

## 6. Összefoglalás

Bemutattuk a nagyízületi protézist, azon belül pedig a vápával foglalkoztunk részletesen. Néhány páciensből kioperált vápa ellenőrzését hajtottuk végre, 3D-s mérőgép segítségével. A mérési adatokat feldolgoztuk és különböző CAD-s szoftverek segítségével rekonstruáltuk a mért pontok koordinátáit. Ezekből kaptunk egy elméleti felületet és a tényleges, deformálódott felületet. Megrajzoltuk a Solid Edge tervező szoftver segítségével a gömbfej és vápa 3D-s modelljét. Ezen modelleket felhasználva az ANSYS végelelemes szoftverrel elemeztük a gömbfej és vápa feszültség és deformáció értékeit. Minden esetben először együtt vizsgáltuk, majd pedig külön a gömbfejet és külön a vápát. A kapott eredmények a várakozásainknak megfelelnek.

## 7. Irodalomjegyzék

- [1] HORÁNYI GÁBOR: *Protézisek élethosszig* (Beszélgetés Bertóti Imre professzorral). Élet és tudomány, 2002. 11. szám
- [2] JUHÁSZ IMRE: *Számítógépi geometria és grafika*. Miskolci Egyetemi Kiadó, 1993.
- [3] DR. SZABÓ F. – BIHARI Z. – SARKA F.: *Termékek, szerkezetek, gépelemek végelelemes modellezése és optimalása*, Szakmérnöki jegyzet, Miskolc 2006.
- [4] DUDÁS, I.- FELHŐ CS.-ZSOLDOS G.: *Rapid Prototyping and Medical Prostheses Manufacturing Research at the University of Miskolc. Rapid Prototype alkalmazása az orvostudományban*. MTA Debreceni Területi Bizottsága, Debrecen, 2006. október 13.
- [5] [www.metrimed.hu](http://www.metrimed.hu), [www.protetim.hu](http://www.protetim.hu)
- [6] [www.econengineering.com](http://www.econengineering.com)