



KOZMA ISTVÁN Vizsgálati jegyzőkönyv

A pecséteket nagy felbontású ipari CT berendezéssel elemeztük az 1. táblázatban szereplő paraméterekkel.

Csőfeszültség [kV]	Csőáram [mA]	Röntgen fókuszpont [mm]	Vetítési képek száma [db]	Felbontás (x-y) [mm]	Felbontás (z) [mm]
420	1,550	0,4	1440	0,12	0,12

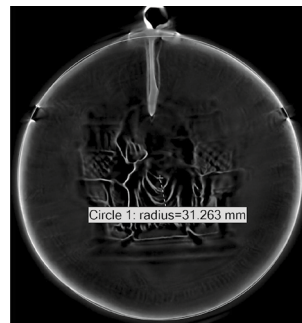
1. táblázat: Vizsgálati paraméterek: Forgó rész

Az arany sajnos az egyik legnehezebben vizsgálható anyag röntgensugárással, nagy számú műhiba típus jelentkezik a képalkotás során. A mérések ún. sík detektoros képrögzítéssel és mikrofókuszú/makrofókuszú röntgensóvel történtek. Ennek a technikának az előnye, hogy viszonylag gyors mérést biztosít, teljes 3D-s rekonstrukciót eredményez és ha mikrofókuszú röntgen csövet használjuk, akkor az eredmény egy nagy felbontású digitális másolat. A CT felvételek kiértékelésénél gondot jelentett a pecsétek aranya anyagminősége. A tapasztalat az, hogy a pecsétek belső szerkezete (homogén/inhomogén, zsinórvezetés, üreges szerkezetű-e, stb.) jól elemezhető, azonban a külső, alakadó felület ezzel a vizsgálattal nem rekonstruálható. A vizsgált aranybullákról elmondható, hogy mindegyik üreges belső szerkezetű (kivéve a Mátyás pecsétet), valamint az is, hogy idegen anyagot a belső szerkezetben – amely nem merevítés, forrasztás – nem sikerült detektálni. Itt megjegyzendő, hogy nem zárjuk ki ezek jelenlétét a vizsgálattal, azonban az arany mellett egy jóval kisebb denzitású anyag (pl. textil) egyértelműen nem kimutatható a képi eredmények alapján. A képi információk kiértékeléséhez, valamint a 3D rekonstrukcióhoz ipari képfeldolgozó rendszert használtunk (VolumeGraphics). Azoknál a pecséteknél, amelyeknél a rekonstrukciót sok artefaktum jellemezte, gyakran alkalmaztuk az 1440 db röntgenképet az elemzéshez.

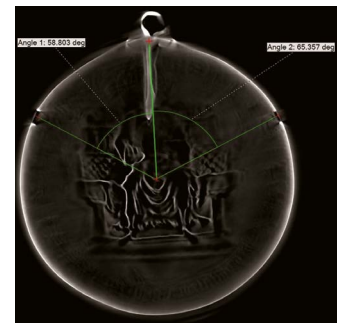
1202 – Imre király (Tota úrnő) Jelzete: HU-MNL-OL-DL 39249.



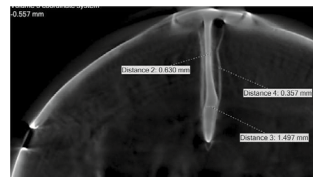
1. kép – Az alkotó nem használt merevítést a pecsétnél. Az illesztőszegnek kialakított furat mellett további két furat helyezkedik el a palástfelületen.



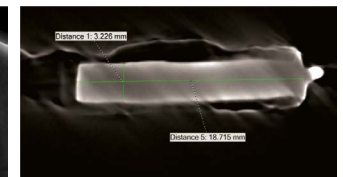
2. kép – CT metszeti kép – Pecsét átmérő ~ 62,5 mm



3. kép – CT metszeti kép – geometriai méretek



4. kép – CT metszeti kép – geometriai méretek. A kisebb falvastagságú lemez más anyagminőség, mint a középső, vastagabb szegmens.



5. kép – CT metszeti kép – A rögzítőszeg geometriai méretei

1221 – II. András (Tota úrnő megerősítése) – Jelzete: HU-MNL-OL-DL 39250.



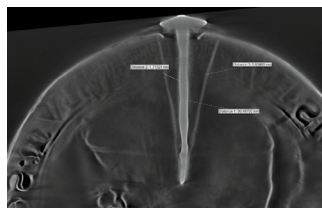
6. kép – Pecsét előlapi röntgenképe



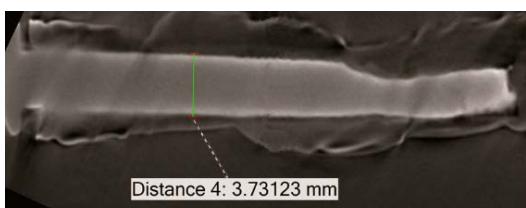
7. kép – Pecsét hátlapi röntgenképe



8. kép – CT metszeti kép – A pecsét átmérője közel 67 mm



9. kép – CT metszeti kép – A rögzítőszeg geometriai jellemzői (hossza ~31 mm, axiális vastagsága 1,7 mm)

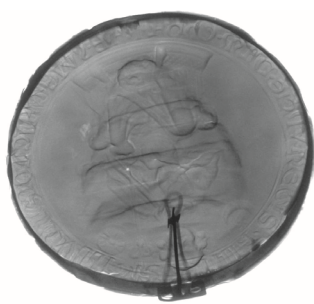


10. kép – CT metszeti kép – A rögzítőszeg radiális irányú mérete ~ 3,7 mm

1224 – II. András – Jelzete: HU-MNL-OL-DL 50616. (Kállay levéltár)

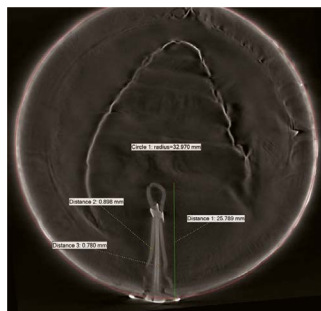
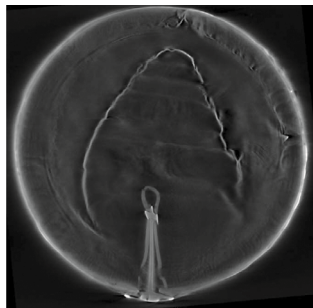


11. kép A pecsét előlapi röntgen képe



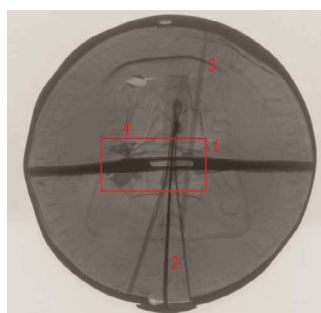
12. kép – A pecsét hátlapi röntgenképe – Imre király pecsétjéhez hasonló szerkezetű, nincs belső merevítés, a pecsét mellett egy további komponens a rögzítőszeg.

13. kép – CT metszeti kép – Imre király rögzítőszeg szerkezeténél a lemezt „V” alakban alakították ki és „kovácsolták” rá a középső elemre. A többi pecsétnél egy plusz szerkezeti elemet, egy „tengelyt” alkalmaztak és a tengely körül hajlították meg a lemezt. Ez egy harmadik szerkezeti variáció: „O” alakban hajlított lemez, amely a középső szegmens végénél „szegecseléssel” hoz létre bonthatatlan egységet.

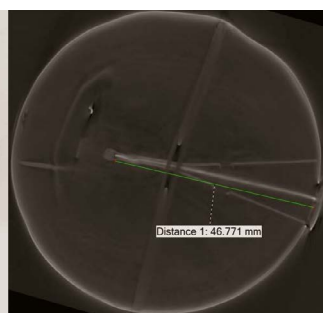


14. kép – CT metszeti kép – A rögzítőszeg geometriai jellemzői

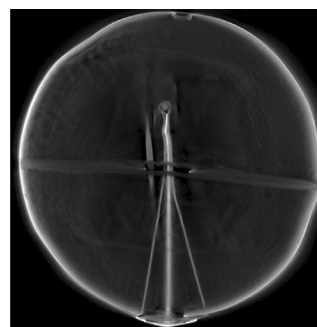
1251 – IV. Béla király – Jelzete: HU-MNL-OL-DL 50617. (Kállay levéltár)



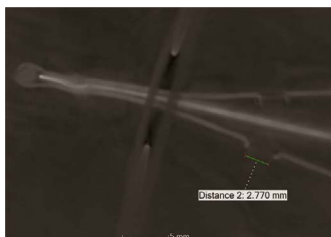
15. kép – A pecsét digitális röntgenfelvétele. A kép a pecsét belső szerkezeti felépítést mutatja. (1.) jelölt lemez a pecsét teljes átmérőjében merevíti a külső palástfelületet. (2.) jelölt szegmens egy szerelt/alakított egységet mutat. (3.) jelölt elem a pecsét átmérőjénél kisebb „tű” alakzatú elem. A röntgenképen (4.) számmal jelölt, további lemezszerű elemeket detektáltunk.



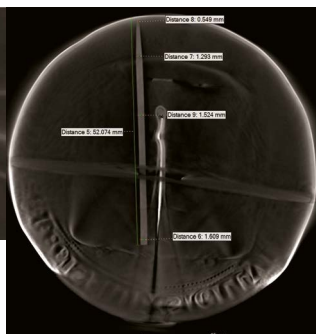
16. kép – A pecsét CT metszeti képe. A merevítő elem, valamint a „rugós” tag közel 90°-os szöget zár be egymással. A merevítő elem hossza megegyezik a pecsét belső átmérőjével, a „rugós” egység ennél valamivel rövidebb.



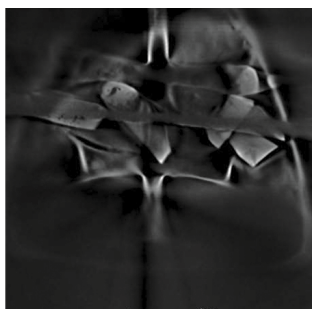
17. kép – A pecsét CT metszeti képe. A „rugós” szerkezetet 3 elem alkotja. 1. A középső „pálca” alakú alkatrész, melynek egyik végéhez rögzített elem zárja a pecsét palástfelületét (továbbiakban: „záróelem”), 2. A hajlított lemez elem, amely megakadályozza, hogy a „záróelem” elváljon a pecsétől, 3. A hengeres komponens a „záróelem” és a hajlított lemez csatlakozási pontjában. Ez a komponens vélhetően egy technológiailag szükséges elem, annak érdekében, hogy a záróelem és a „rugós” lemez közötti kapcsolatot valamilyen képlékenyalakítási technológiával létre lehessen hozni. Feltételezhető, hogy az ívelt kialakítást mind a záróelemen, mind a „rugós” lemezen ebből a célból hozták létre. A CT metszeti képe jelentős szűrkeségi eltérést mutat a lemez/hengeres elemek, valamint a záróelem között. Feltételezhető, hogy más-más anyagok, ötvözetek jellemzik a komponenseket.



18. kép – A pecsét CT metszeti képe. A „rugós lemez két szárán, egymással szemben egy-egy közel 3 mm furatot alakítottak ki.

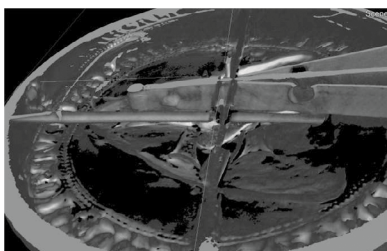


19. kép – A pecsét CT metszeti képe. A belső szerkezetben detektáltunk egy hengeres komponens, melynek hossza ~ 52 mm, átmérője ~1.6 mm. A komponens az egyik végpontjában kúpos kialakítású, anyaga feltehetően a „rugós” lemez anyagával megegyező.



20. kép – A pecsét CT metszeti képe. A röntgenfelvételnél (15. kép) jelöltük a lemezes elemek jelenlétét. A CT metszeti képek elemzése során a felvételeken porozitást (fekete foltok) detektáltunk, az adott szegmensben hőhatással járó beavatkozás (pl. javítás, pótlás) érte a pecsétet.

21. kép – A pecsét CT 3D-s képe: „Tű” és a furat a „rugós” lemezen.

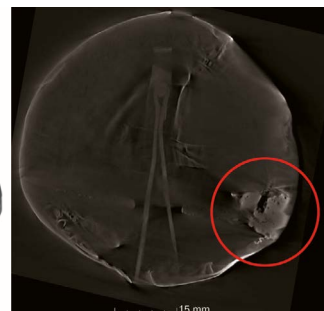


252 – IV. Béla király – Jelzete: HU-MNL-OL-DL 369.

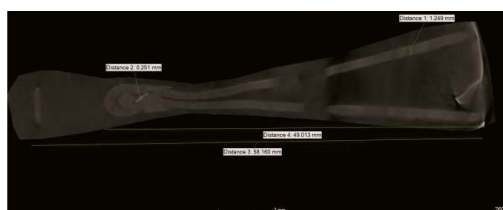
22. kép – A pecsét röntgenképe – A kereszt irányú merevítő nem a legnagyobb átmérőben, hanem annak kétharmad részénél helyezkedik el. Közepén egy négyszög alakú kivágás, ebben megy át a merevítésre merőleges irányú rögzítőszeg. Feltételezhető, hogy a merevítésnél utólagos javítás is történt – a bal oldali forrasztás egyenes vonalú, míg a bal oldali jelölt szegmensben nagyobb területen detektáltunk porozitást, apróbb lunkereket.



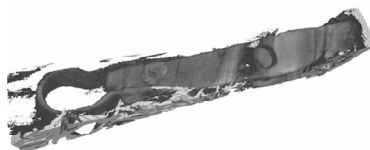
23. kép – A pecsét röntgenképe



24. kép – CT metszeti kép – jelentős területű forrasztásra utaló anyag, jelentő számú porozitással



25. kép – CT metszeti kép – Rögzítőszeg geometriai méretei. A „Distance 2”-vel jelölt lemez más anyagminőséggel készült, mint az rögzítőszeg többi eleme.

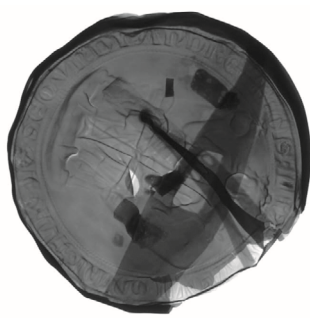


26. kép – 3D rekonstrukció a rögzítőszegről

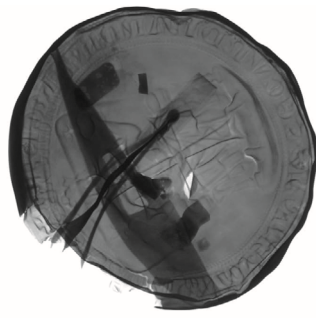
1258 – I V. Béla király – Jelzete: HU-MNL-OL-DL 40046.



27. kép – Pecsét röntgenképe – A vizsgált pecsétek közül ez a belső kialakításában a legváltozatosabb. Kereszt irányú merevítő csakúgy mint a „369”-es pecsétnél, nem a legnagyobb keresztmetszetben, hanem az átmérő 2/3-ánál helyezkedik el. A merevítő közepén szintén van egy trapéz alakú kivágás, amin átmegegyező merőleges irányban az rögzítőszeg. Ennél a pecsétnél is jelentős a hozzáadott (esetleg a pecsét alkotásánál is már használt) javítási anyag. Különbőség, hogy ennél a pecsétnél detektáltunk egy „U” alakban hajlított vékony lemezt, amely jelenléte sem a merevítést, sem a javítást nem indokolja (1)-el jelölt elem.



28. kép – Pecsét röntgenképe



29. kép – Pecsét röntgenképe



30. kép – CT metszeti kép – jelentős porozitás a merevítés rögzítési felületén

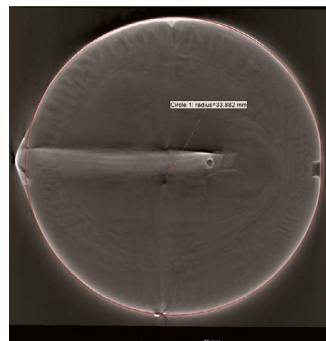


31. kép – CT metszeti kép

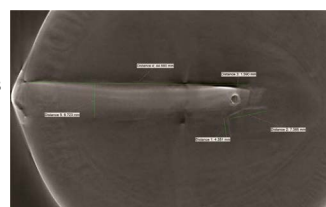
1235–1270 – IV. Béla király – Leltári száma: MNM 26/1881.



32. kép – A pecsét röntgenképe – Kereszt irányban egy merevítőt építettek be, amelyet a detektált lukak alapján forrasztással rögzítettek a pecsét egyik oldalához. Ezzel merőleges irányban egy zárólemez illeszkedik a pecséthez.

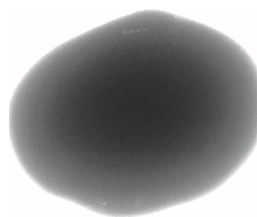


33. kép – CT metszeti kép – a pecsét átmérője ~ 67,8 mm

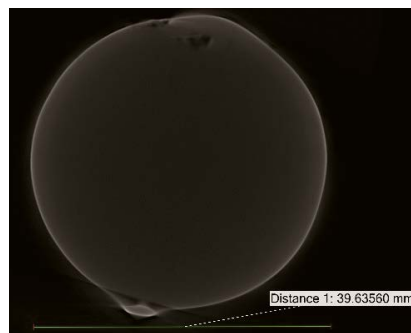


34. kép – CT metszeti kép – a zárószeg geometriai adatai. A pecsét belsejében detektáltunk egy ~ 4,3×7,4 mm befoglaló méretű 1 mm-nél kisebb falvastagságú derékszögű lemezt.

1464 – Mátyás király (soproni aranybulla) – Jelzete: HUGYMSMSL-XV.76.-DL 1938. [fényképmásolata: HU-MNL-DF 203563.]



35. kép – A pecsét röntgenképe – Ennél a pecsétnél a vizsgálat nem adott érdemi eredményt, esetleg a képfeldolgozásba (rekonstrukció számításába) valamilyen technikai hiba adódott. Sem a röntgenkép, sem a metszeti képeken nem lehetséges frakciók, alakajátosságok szétválasztása.



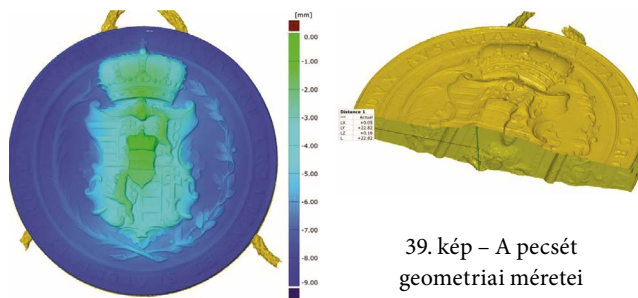
36. kép – metszeti kép



37. kép – metszeti kép

1765 – Mária Terézia (Erdélyi címeradomány) – Jelzete: HUNL-OL-F 144-5.

A pecsétről csak optikai felületrekonstrukciót sikerült készíteni, a CT felvételek értékelhetetlenek lettek.



39. kép – A pecsét geometriai méretei

38. kép – A pecsét domborzati méretei a címer oldali felületen

40. kép – A pecsét átmérője ~107 mm

