



ÓBUDAI EGYETEM  
ÓBUDA UNIVERSITY



ÓBUDAI EGYETEM  
BÁNKI DONÁT GÉPÉSZ ÉS  
BIZTONSÁGTECHNIKAI MÉRNÖKI KAR

# Additív gyártástechnológiai folyamat ipari CT alapú optimalizálása

PhD hallgató: Marczis Attila

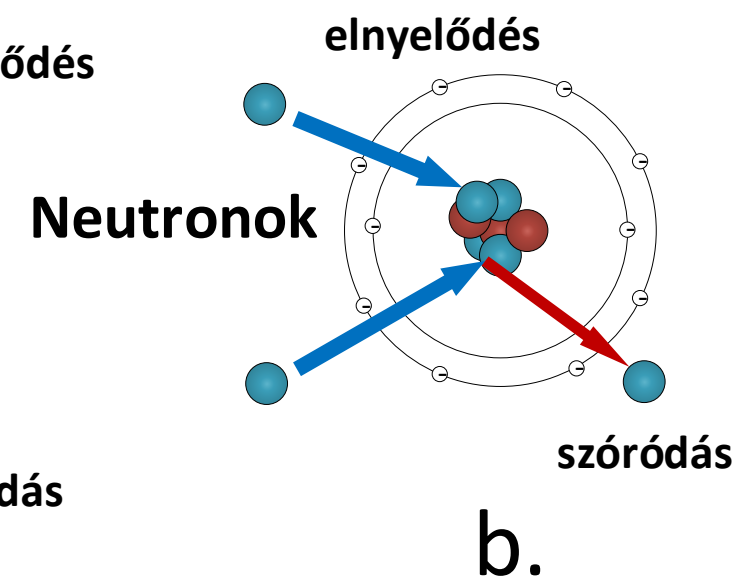
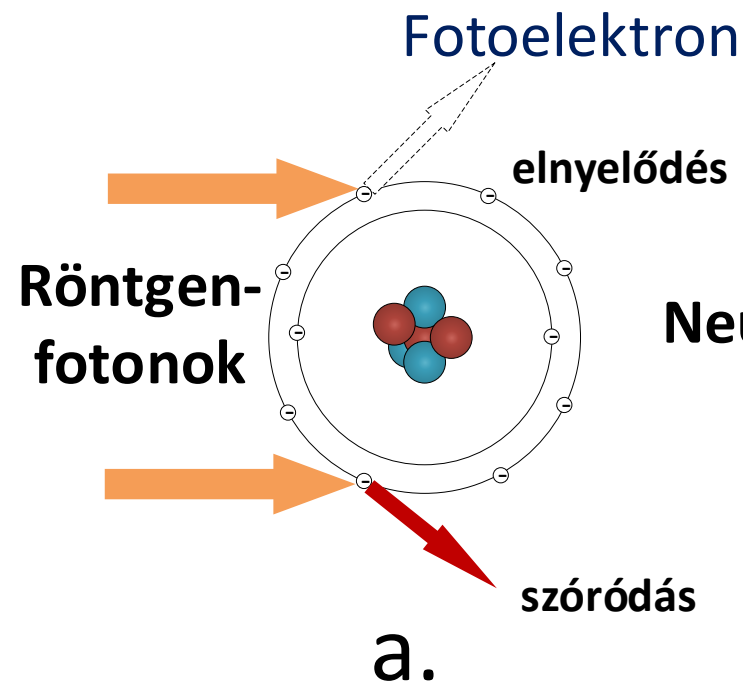
Témavezető: Dr. Drégelyi-Kiss Ágota

Óbudai Egyetem Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola

- A **tomográfia** egy orvosi és tudományos képalkotási eljárás, amely rétegfelvételek készítésére szolgál egy tárgy vagy test belső szerkezetéről. Az elnevezés a görög szavakból ered: „tomosz” (vágás, szelet) és „graphein” (írni, rajzolni).
- Áthatoló sugárzás kell hozzá
  - Röntgentomográfia (XCT) - röntgensugárzás
  - Neutrontomográfia (NCT) - neutronsugárzás
- A projekciókból rekonstruált térfogati kép voxelekből áll
- A voxel szürkeségi értéke arányos az adott elemi térrészben elnyelődött sugárzás mértékével

# Röntgen- és neutronsugárzás

- Különböző mértékű elnyelődés
- Ionizáló sugárzás



# NCT és XCT összehasonlítása

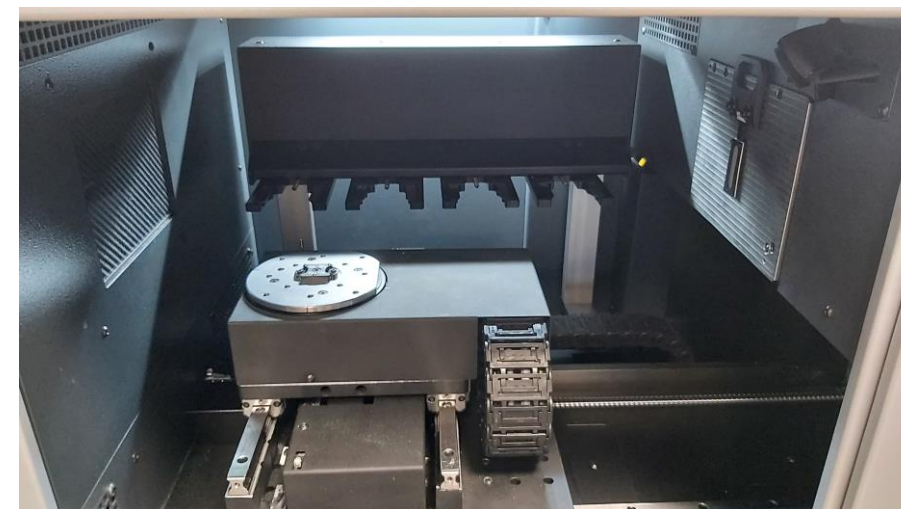
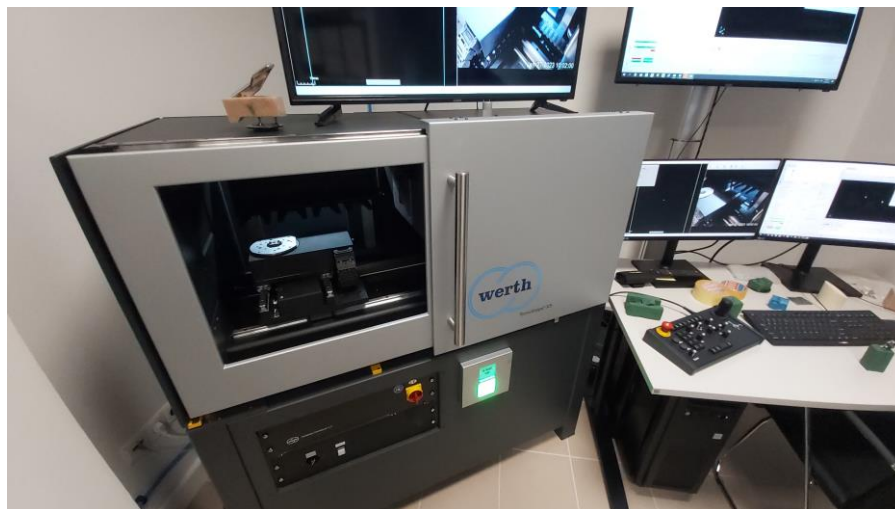
- Alkatrész tervezésének szempontjai
  - Külső és belső hengeres felületek
    - Pozíció, henger-, és körátmérő, köralakúság, hengeresség mérése
  - Külső és belső méretek síkok között
  - Csonkolt kocka – könnyű a koordináta-rendszer meghatározása
- Kalibrációs fantom tervezésének szempontjai
  - Gömbök – leggyakrabban használt
    - Kicsi alakeltéréssel lehet vásárolni
    - Könnyen beszerezhető
  - Ugyanaz az anyag, mint az alkatrésznél
  - Több méret a középpontok között



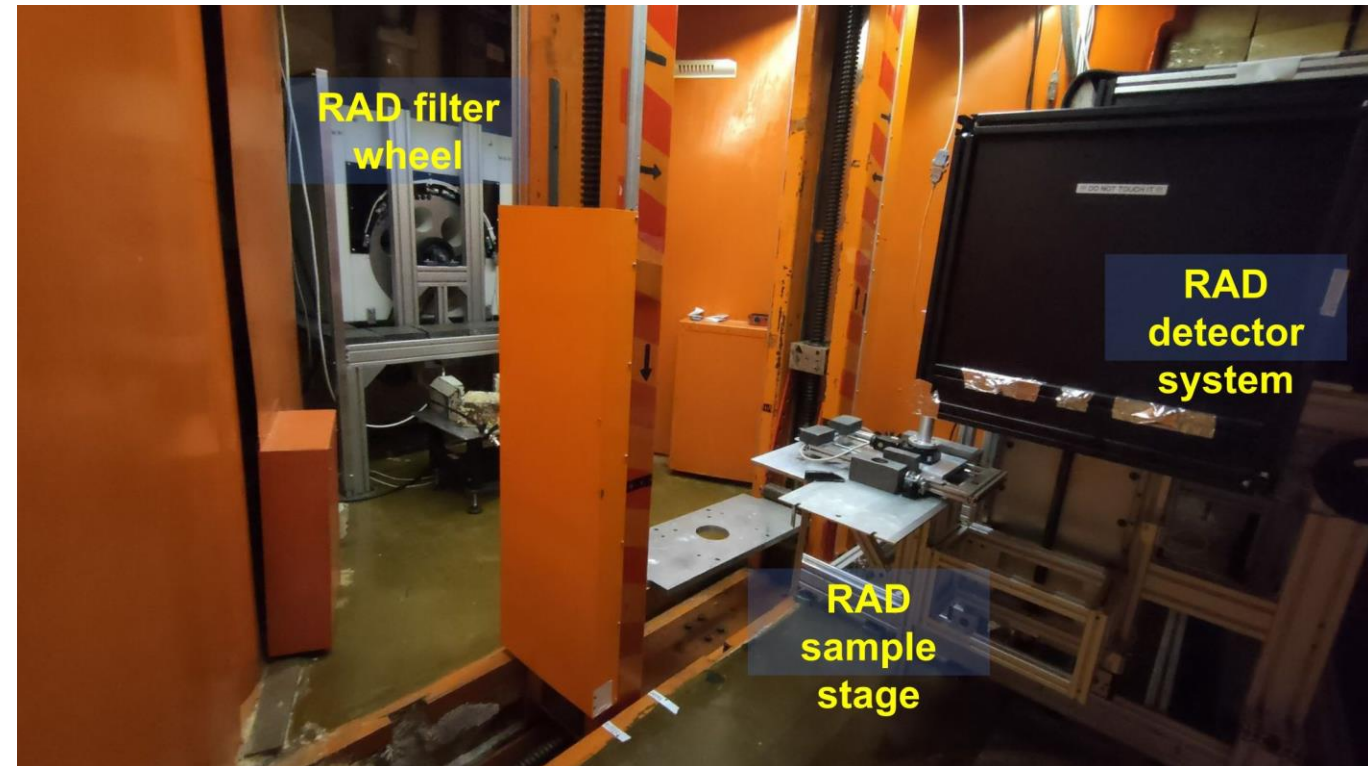
# XCT rendszerek

- Különböző beállítások a 3 különböző XCT rendszerénél
- Metrológiai összehasonlítás

XCTrendszerek	Micromex  x	V  tome  xM	Tomoscope XS
Gyorsítófeszültség [kV]	180	170	160
Áramerősség [ $\mu$ A]	50	290	500
Fizikai szűrő	1 mm Sn	0.5 mm Cu	1 mm Sn
Voxelméret [ $\mu$ m]	63,68	40	34,69
Projekciók száma	1440	1800	2400
Expozíciós idő [ms]	200	500	1500
Adott pozícióban átlagolt képek száma	30	2	3
Nagyítás	3,141	5	1,41
FDD [mm]	641,37	807,24	500,84
FOD [mm]	204,2	161,45	354,29

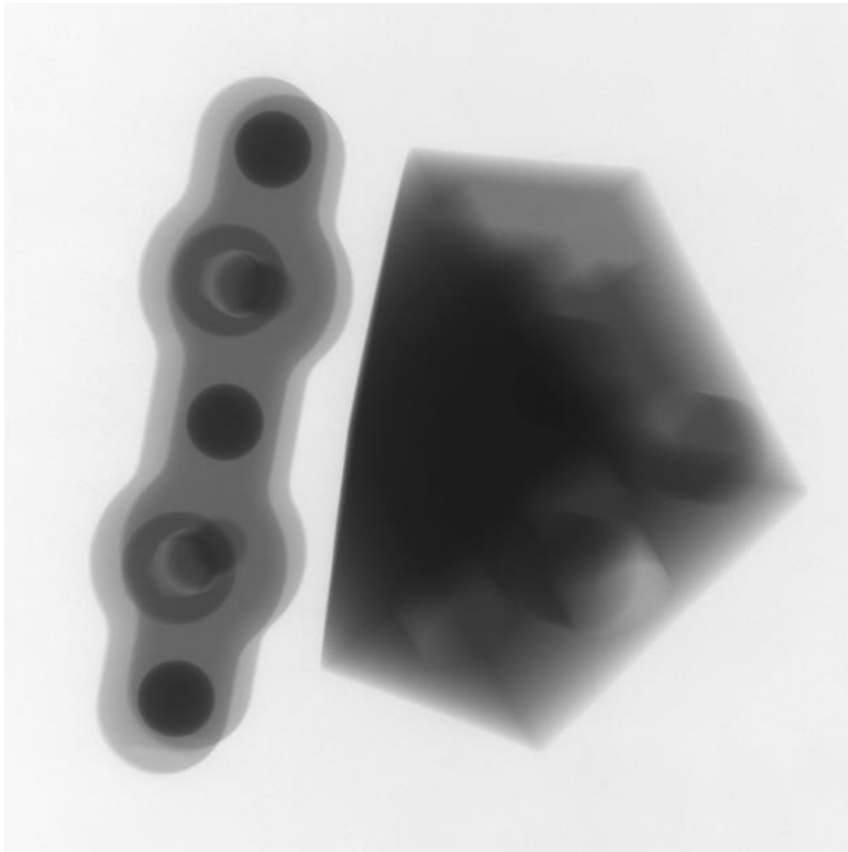


- Neutron fluxus:  $3 \times 10^7$  n/cm<sup>2</sup>s
- Cd arány: 0,03
- Gyors neutronok aránya: 0,03
- Fizikai szűrő: zafír (gyors neutronok szűrésére)
- Expozíciós idő projekciónként: 60 s
- Mérőablak mérete: 100 x 100 mm
- Projekciók száma: 601
- Forgatási szög: 0-180°

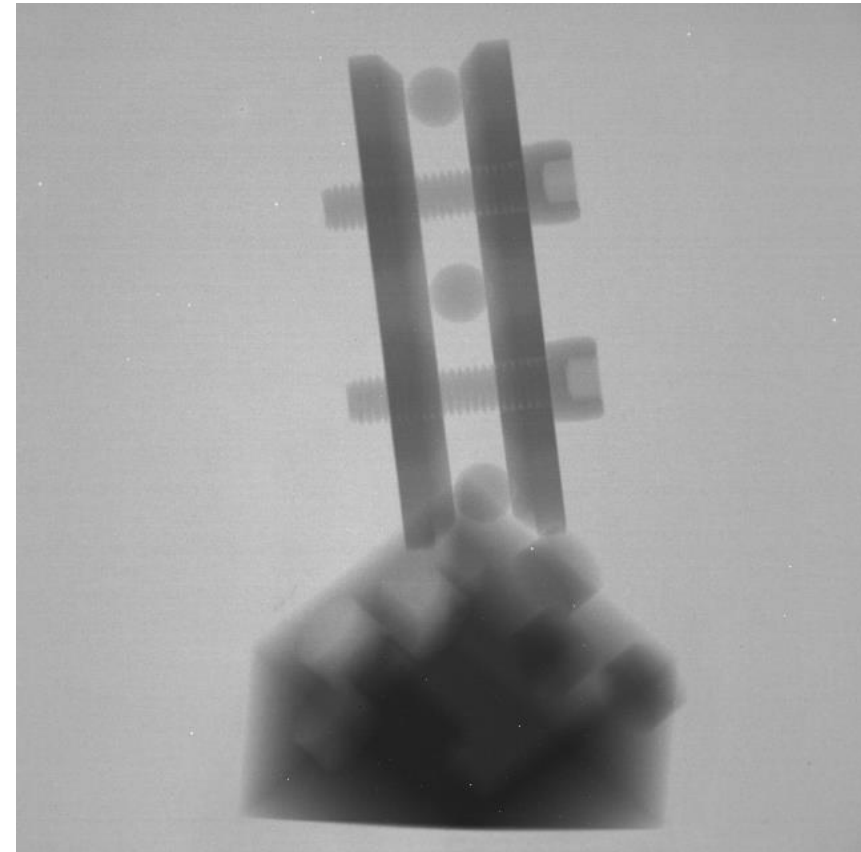




# Projekciós képek

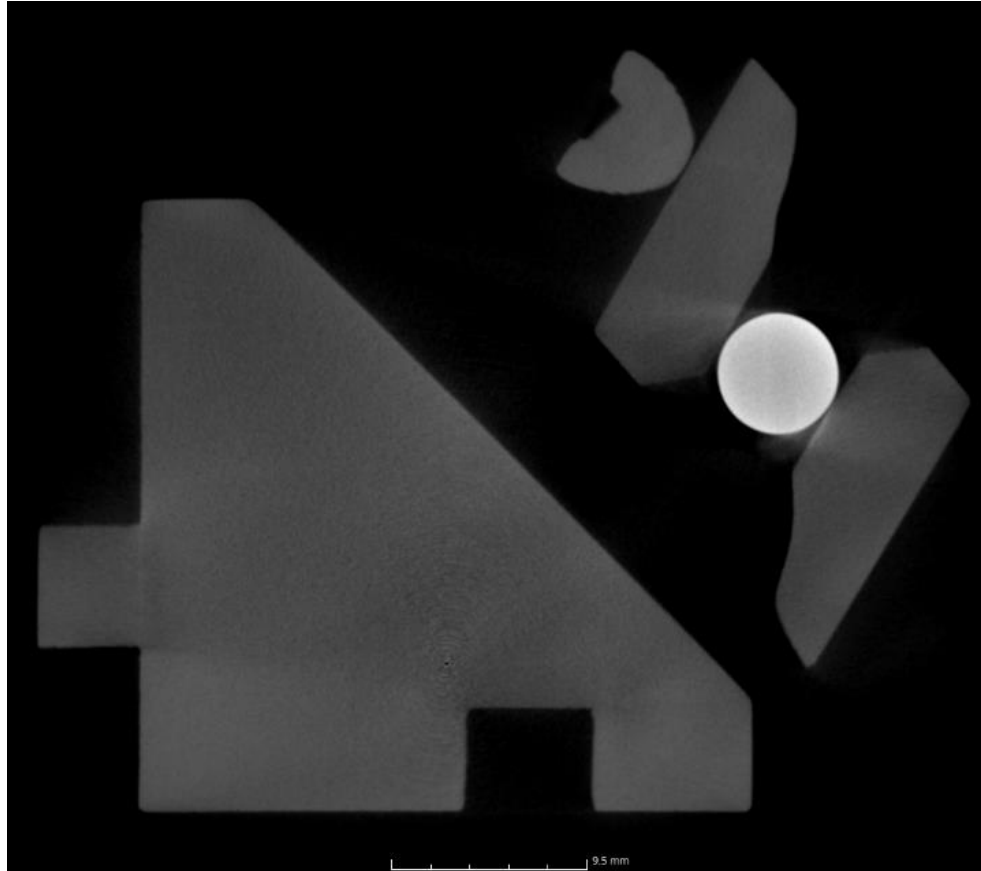


Röntgentomográfia –  
projekciós (2D) kép

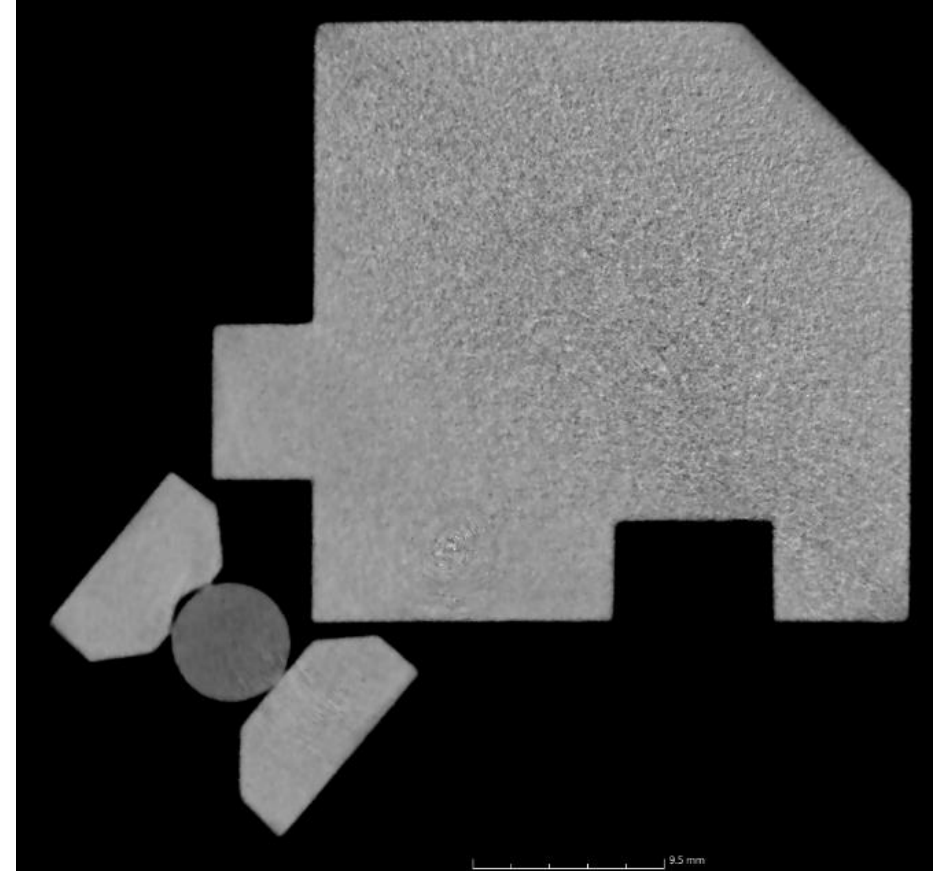


Neutrontomográfia –  
projekciós (2D) kép

# Metszeti képek



Röntgentomográfia –  
metszeti kép

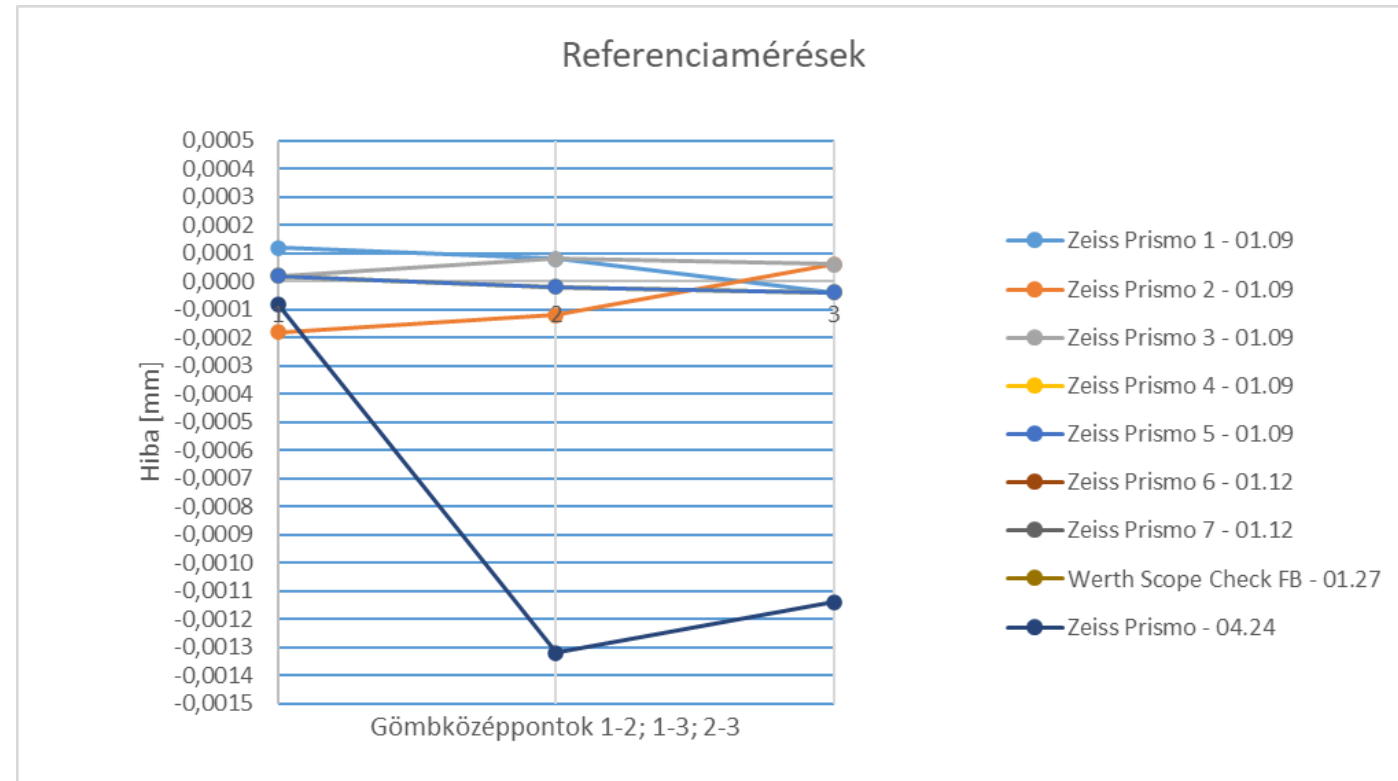
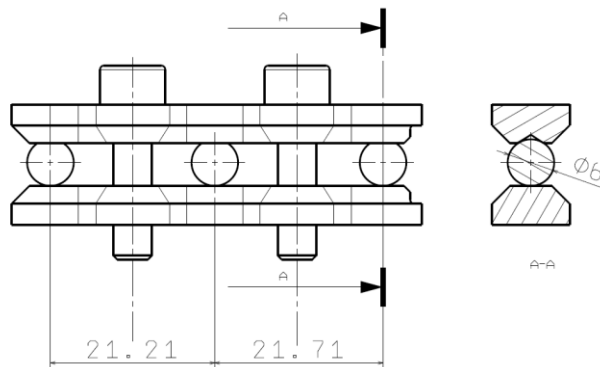


Neutrontomográfia –  
metszeti kép



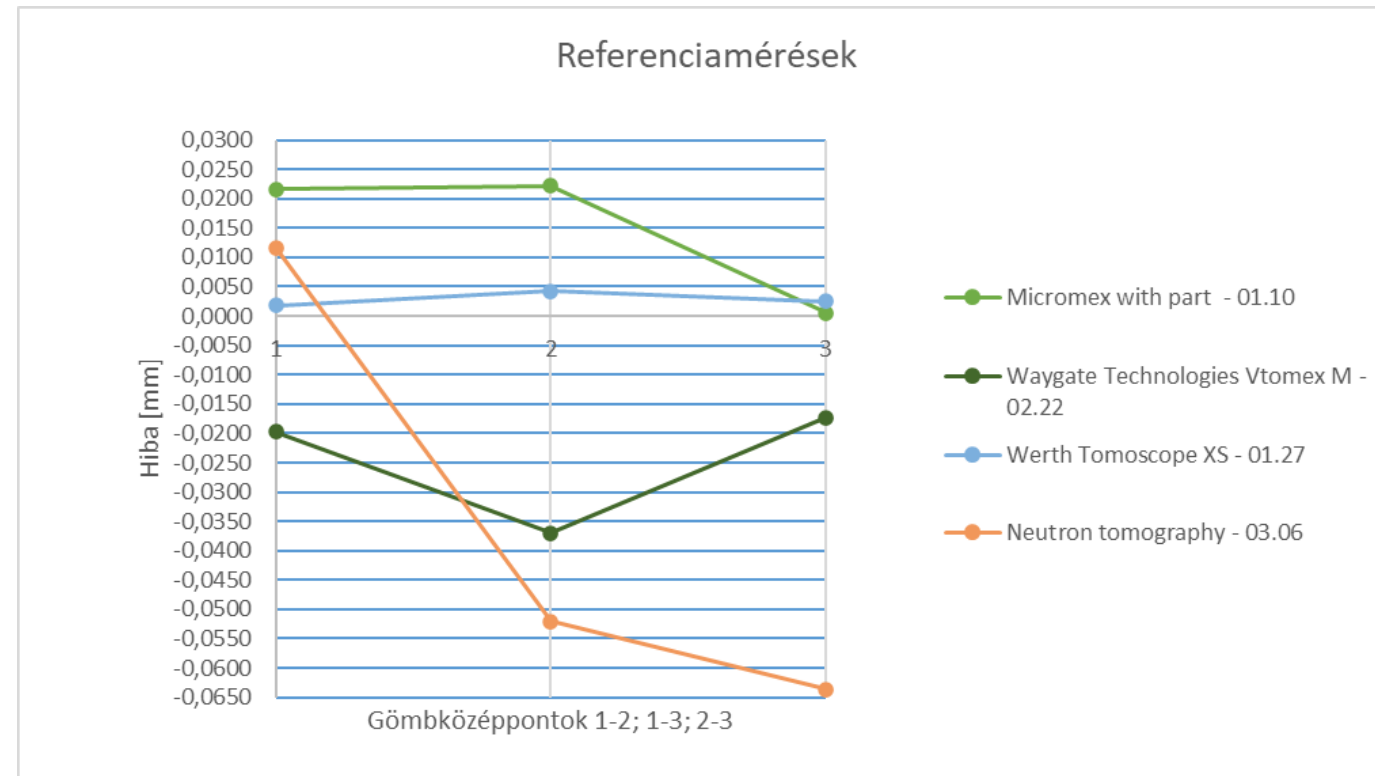
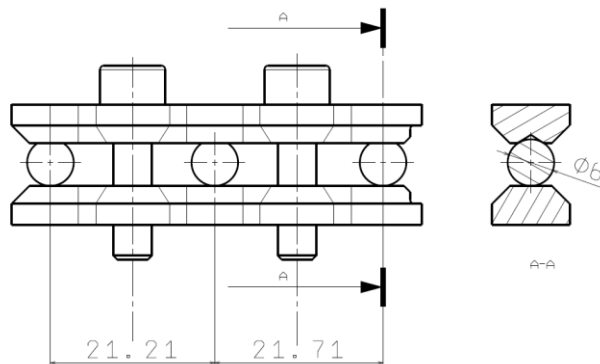
# Kalibrációs fantom

- Gömbközéppont-távolságok (1-2; 1-3; 2-3)
  - Tapintós koordináta mérőgéppel mérve
  - Az XCT és NCT mérések között és a végén is
- A mérések terjedelme mindössze 1,4 mikrométer
- A mérések visszavezetettsége



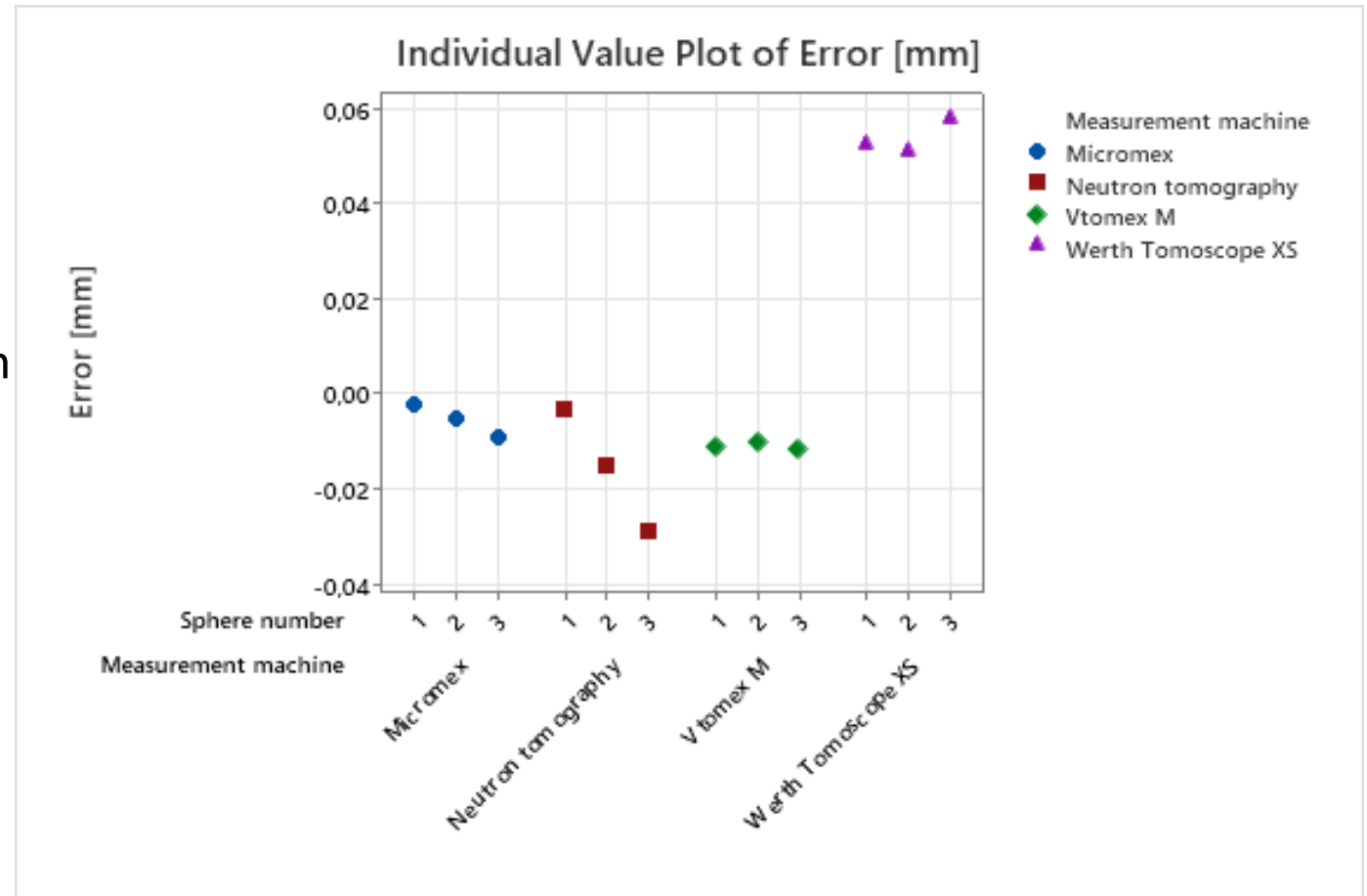
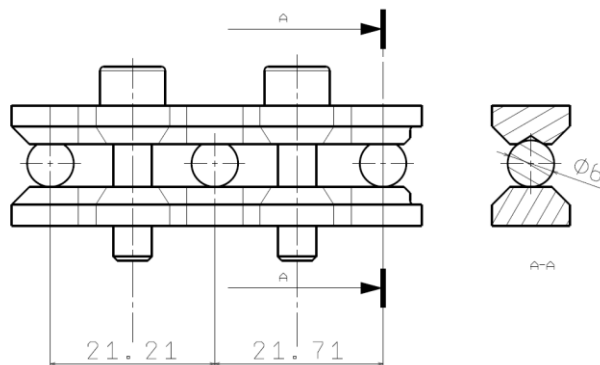
# Kalibrációs fantom

- Gömbközeppt-távolságok (1-2; 1-3; 2-3)
  - XCT gépekkel mérve
  - NCT rendszerrel mérve
- A mérések eltérések a referenciától +0,022 és -0,064 mm tartományon belül vannak



# Kalibrációs fantom

- A gömbök G10 minőségűek  
DIN 5401:2002-08 szerint
  - A gömbalaktól való maximális megengedett eltérés  $0,25 \mu\text{m}$
  - Azonos tételben az átmérők eltérése egymástól maximum  $0,5 \mu\text{m}$



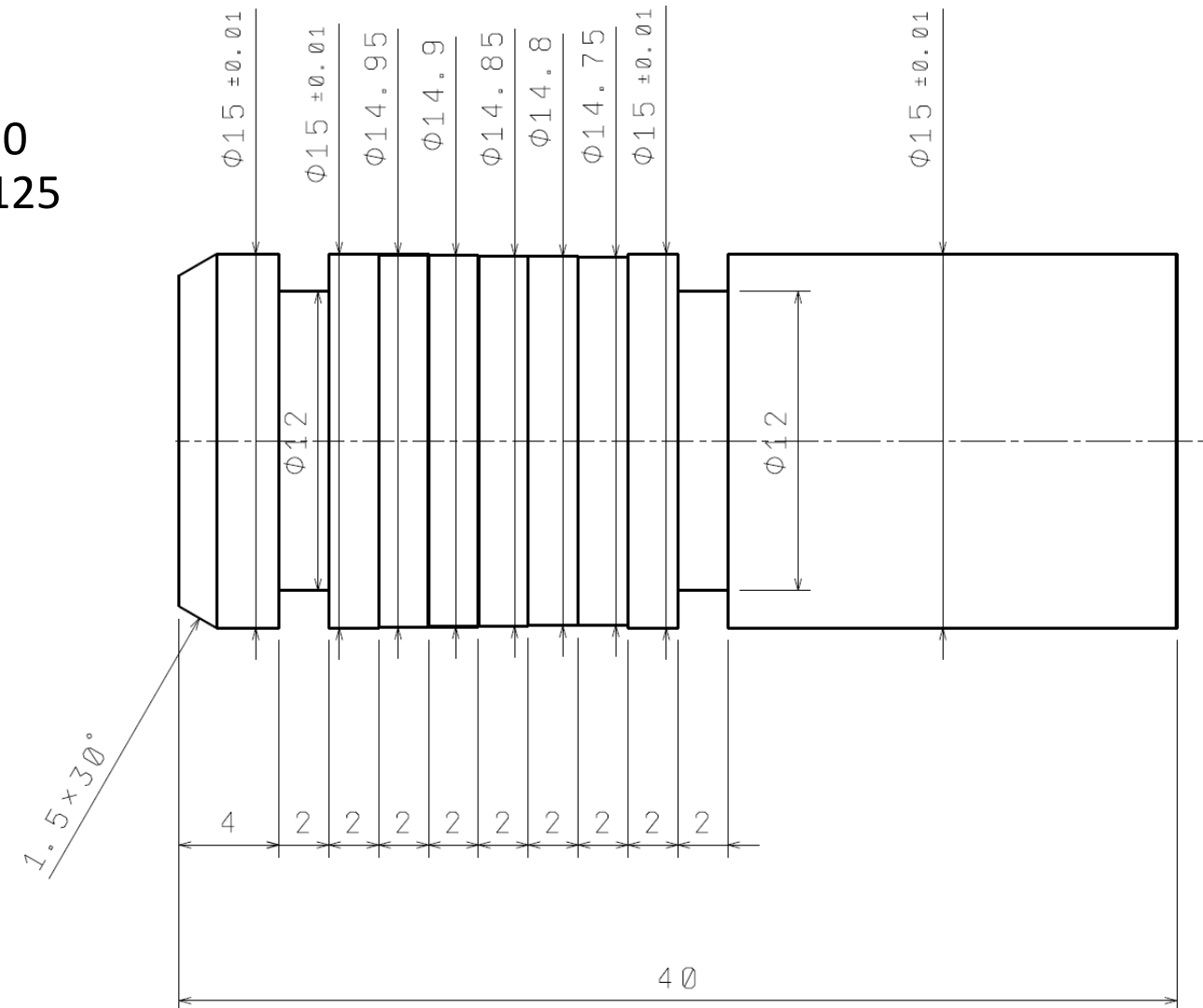
# Levegőrés hatásának vizsgálata



- Alumínium test
  - 3 db 15 mm-es furat
  - 3 db 20 mm-es furat
- Csapok
  - 6 különböző mélységű beszúrás mindegyiken
  - Esztergált csapok
    - POM anyagból
  - 3D nyomtatott csapok
    - ABS anyagból
    - 3 különböző rétegvastagsággal
    - Felületi érdességmérés is történt rajtuk
- Referenciamérések
  - Tapintós koordináta-mérőgéppel
    - Aberlink Axiom 800

# ABS és POM csapok

- Különböző mélységű beszúrások
  - A levegőzés vastagsága névlegesen 0 mm-től 0,025 mm-es lépésekkel 0,125 mm-ig
  - ABS és POM anyagból
  - Körök átmérőjének mérése a beszúrások közepénél



# XCT mérési menet



- Különböző vizsgálati darab konfigurációk:
  1. Csak az alumínium test
  2. Csak az ABS csapok
  3. Csak a POM csapok
  4. Az alumínium test összeszerelve az ABS csapokkal
  5. Az alumínium test összeszerelve a POM csapokkal
- Az XCT gép paramétereinek szisztematikus változtatása egy mérési meneten belül

## Mérési menet

Sorrend	Binning	Mérőablak szélessége	Asztalforgatás szkenneléskor
1	L	175	Discrete
2	L	175	On the fly
3	L	190	On the fly
4	XL	175	On the fly
5	XL	190	On the fly
6	L	190	Discrete
7	XL	190	Discrete
8	XL	175	Discrete



1. Marczis, Attila, Kis, Z., & Drégelyi-Kiss, Á. (2023, October). On the Material Selection of Gauge for the Comparison of X-Ray and Neutron Tomography. In *The International Symposium for Production Research* (pp. 275-285). Cham: Springer Nature Switzerland.
  - **IF nélkül / Q4**
2. Marczis, Attila, Odrobina, M., & Drégelyi-Kiss, Á. (2024). Computed tomography as distortion mitigation method for selective laser sintering mass production. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 133(9), 4845-4864.
  - **IF: 3,2 / Q2**
3. Attila Marczis, Ágota Drégelyi-Kiss,  
Dimensional and geometrical characterization of plastic powder bed fusion parts through computed tomography
  - Benyújtva a Measurement: Sensors folyóiratba (ISSN: 26659174)
  - IMEKO 2024 XXIV World Congress
  - Elfogadva, megjelenésre várunk, **IF nélkül / Q3**
4. Attila, Marczis., & Ágota, D. K. (2024). Körök mérésének befolyásoló tényezői profilprojektorral történő méréseknél. *Bánki Közlemények*, 6(3), 50-56.
  - **IF nélkül, magyar nyelvű**



ÓBUDAI EGYETEM  
ÓBUDA UNIVERSITY



ÓBUDAI EGYETEM  
BÁNKI DONÁT GÉPÉSZ ÉS  
BIZTONSÁGTECHNIKAI MÉRNÖKI KAR

**Köszönöm a figyelmet!**