



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY



ÓBUDAI EGYETEM
BÁNKI DONÁT GÉPÉSZ ÉS
BIZTONSÁGTECHNIKAI MÉRNÖKI KAR

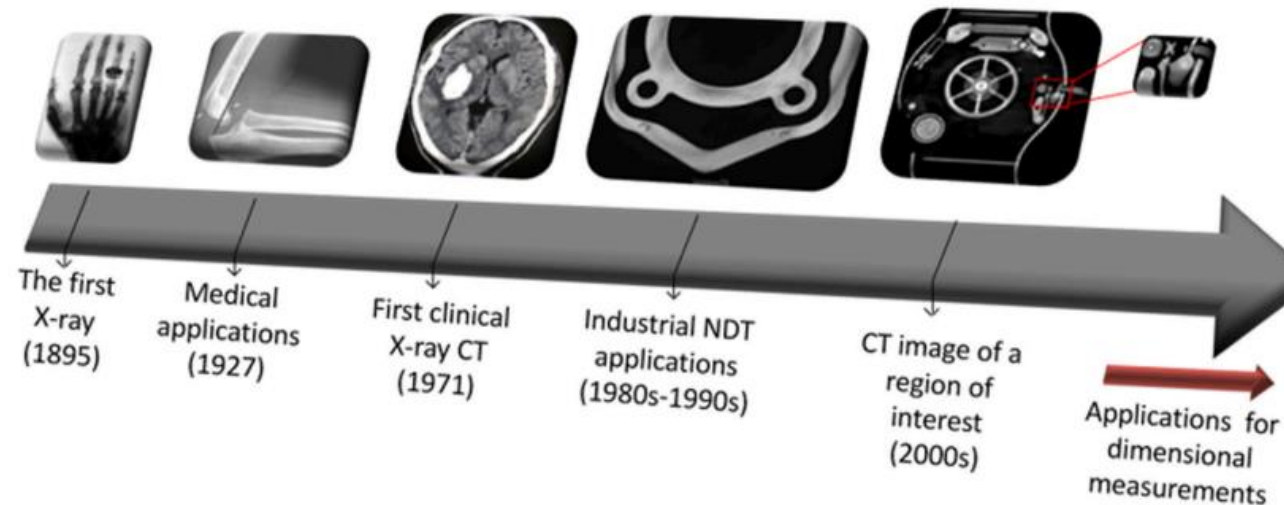
Additív gyártástechnológiai folyamat ipari CT alapú optimalizálása

PhD hallgató: Marczis Attila

Témavezető: Dr. Drégelyi-Kiss Ágota

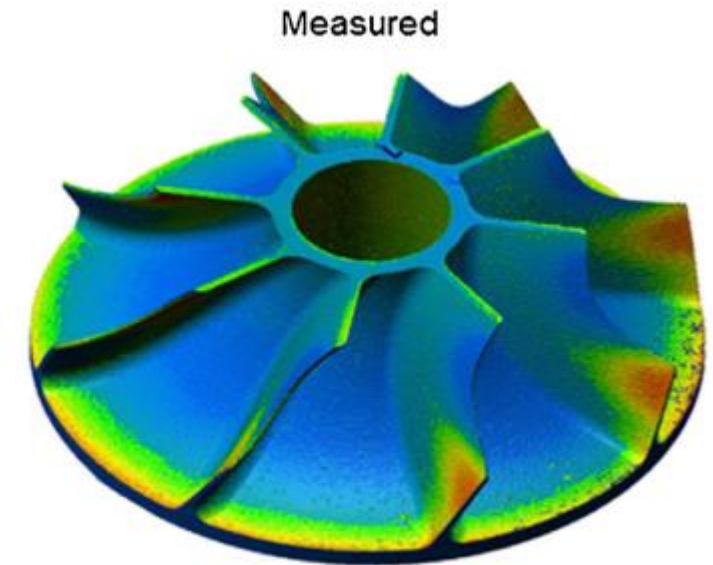
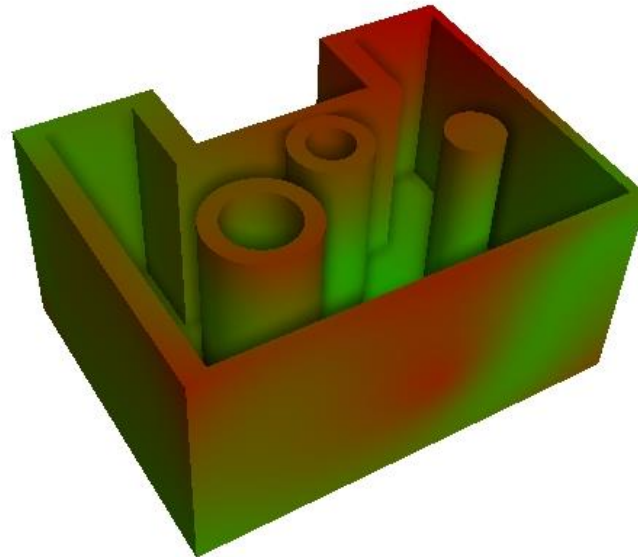
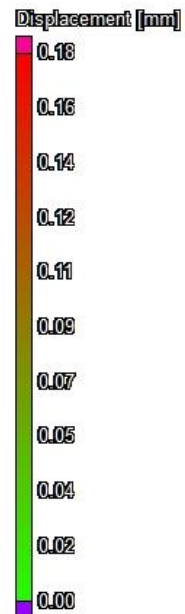
Óbudai Egyetem Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola

1. Ipari CT-vel (computed tomography) történő mérések bizonytalansága nem teljesen feltérképezett [1-3]



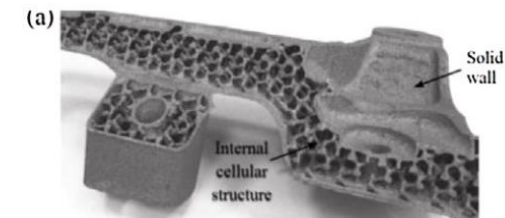
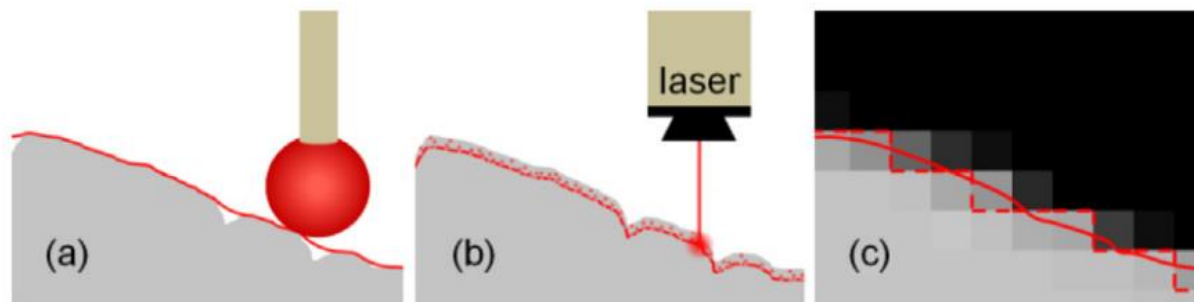
- [1] Sun, W., Symes, D. R., Brenner, C. M., Böhnelt, M., Brown, S., Mavrogordato, M. N., ... & Salamon, M. (2022). Review of high energy x ray computed tomography for non-destructive dimensional metrology of large metallic advanced manufactured components. *Reports on Progress in Physics*, 85(1), 016102.
- [2] Carmignato, S., De Chiffre, L., Bosse, H., Leach, R. K., Balsamo, A., & Estler, W. T. (2020). Dimensional artefacts to achieve metrological traceability in advanced manufacturing. *CIRP annals*, 69(2), 693-716.
- [3] Ortega, N., Plaza, S., Pascual, A., Holgado, I., & Lamikiz, A. (2021). A methodology to obtain traceability for internal and external measurements of Inconel 718 components by means of XRCT. *NDT & E International*, 120, 102436.

2. AM technológiák gyártási pontossága sok esetben nem megfelelő – hőbevitel miatt torzulások [4, 5]
polimerből és fémből készült alkatrészeknél egyaránt



- [4] Afazov, S., Okioga, A., Holloway, A., Denmark, W., Triantaphyllou, A., Smith, S. A., & Bradley-Smith, L. (2017). A methodology for precision additive manufacturing through compensation. *Precision Engineering*, 50, 269-274.
- [5] Song, X., Feih, S., Zhai, W., Sun, C. N., Li, F., Maiti, R., ... & Korsunsky, A. M. (2020). Advances in additive manufacturing process simulation: Residual stresses and distortion predictions in complex metallic components. *Materials & Design*, 193, 108779.

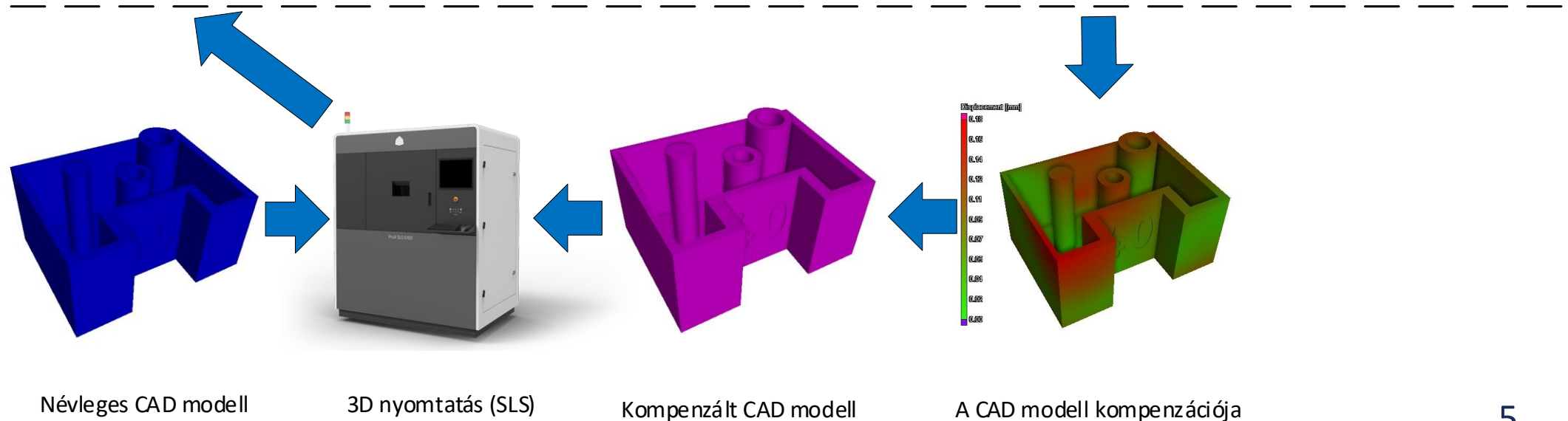
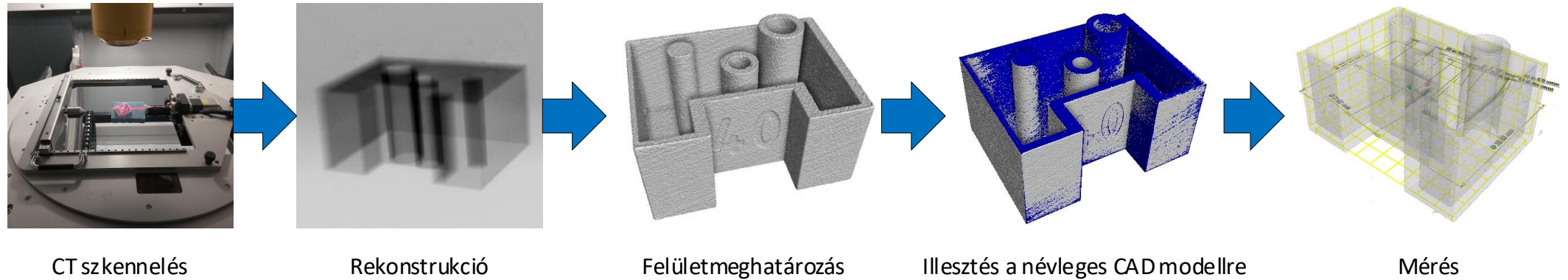
3. AM alkatrészek jellemzően bonyolult geometriájúak (alámetszések, belső üregek, csatornák, lattice struktúrák) speciális mérési módszerek szükségesek – 3D szkennerek, tomográfia [6, 7]



- [6] Leach, R. K., Bourell, D., Carmignato, S., Donmez, A., Senin, N., & Dewulf, W. (2019). Geometrical metrology for metal additive manufacturing. *CIRP annals*, 68(2), 677-700.
- [7] Santos, V. M. R., Thompson, A., Sims-Waterhouse, D., Maskery, I., Woolliams, P., & Leach, R. (2020). Design and characterisation of an additive manufacturing benchmarking artefact following a design-for-metrology approach. *Additive Manufacturing*, 32, 100964.

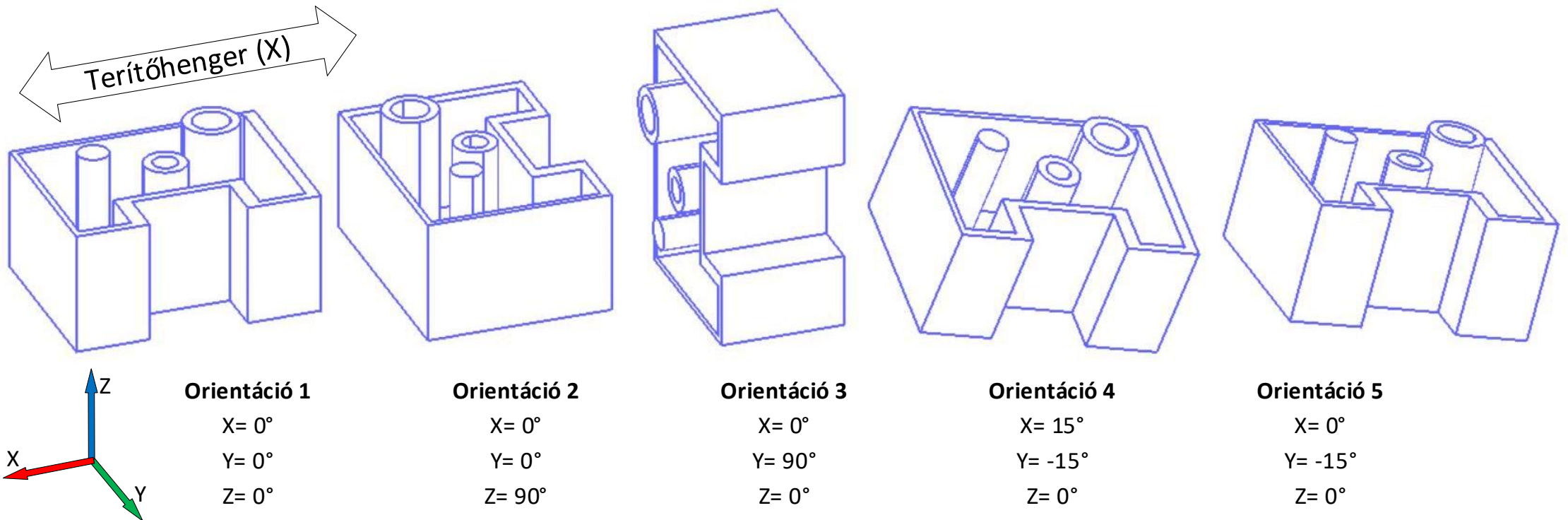
SLS technológia vizsgálata

A vizsgálat folyamata



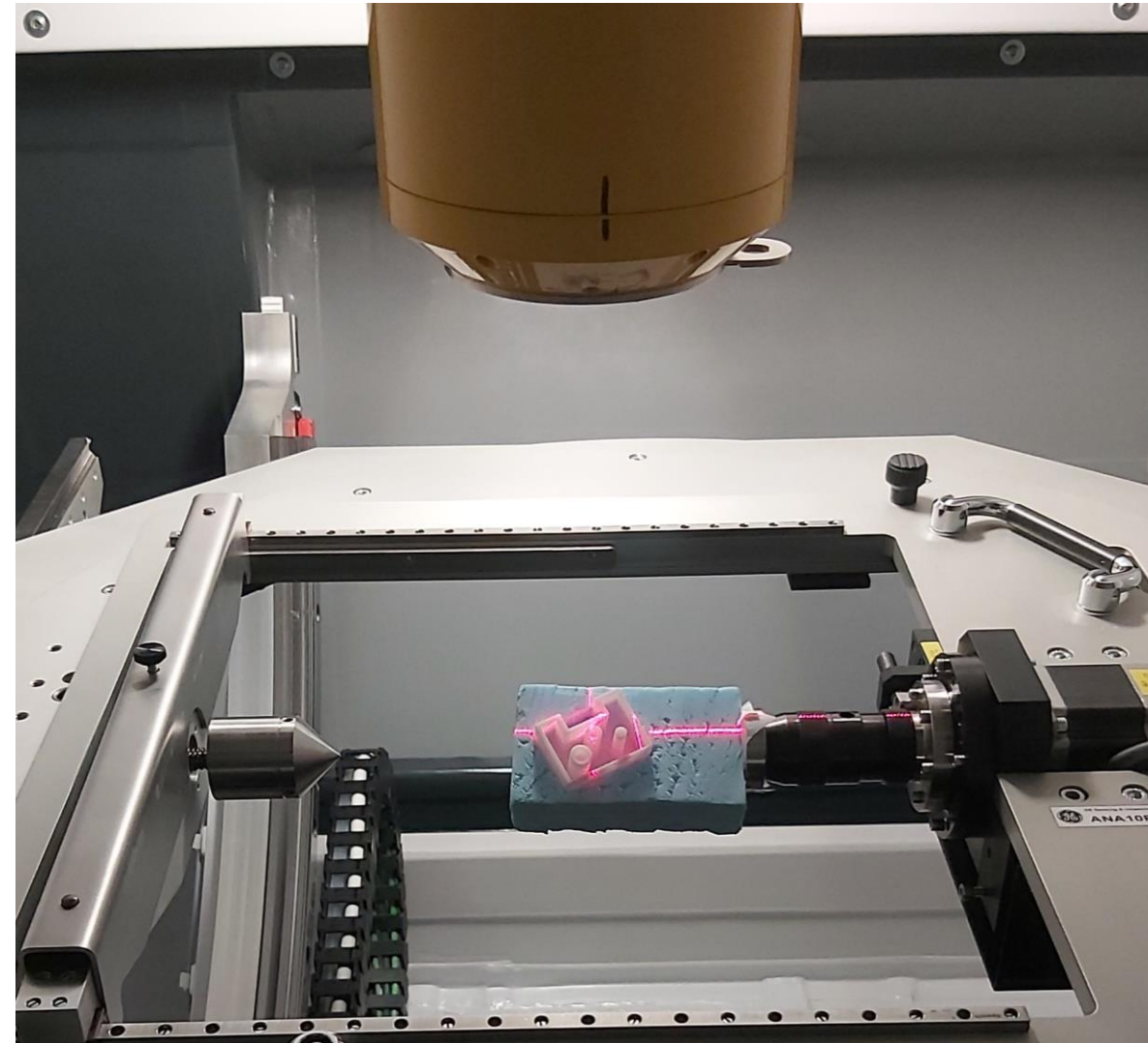
SLS technológia vizsgálata

1. Az ötféle orientáció a gyártás során

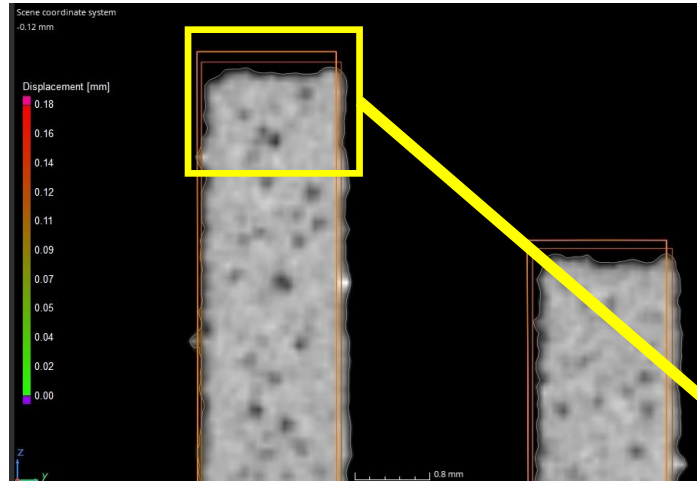


SLS technológia vizsgálata

1. GE Micromex géppel
2. Csőfeszültség: 110 kV
3. Csőáram: 80 μ A
4. Teljesítmény: 8,8 W
5. Szűrő nélkül
6. 720 kép
7. 5 képből átlagolva
8. Időzítés: 200 ms
9. Szkennelési idő / darab: 15 min
10. Voxelméret: 63,677 μ m



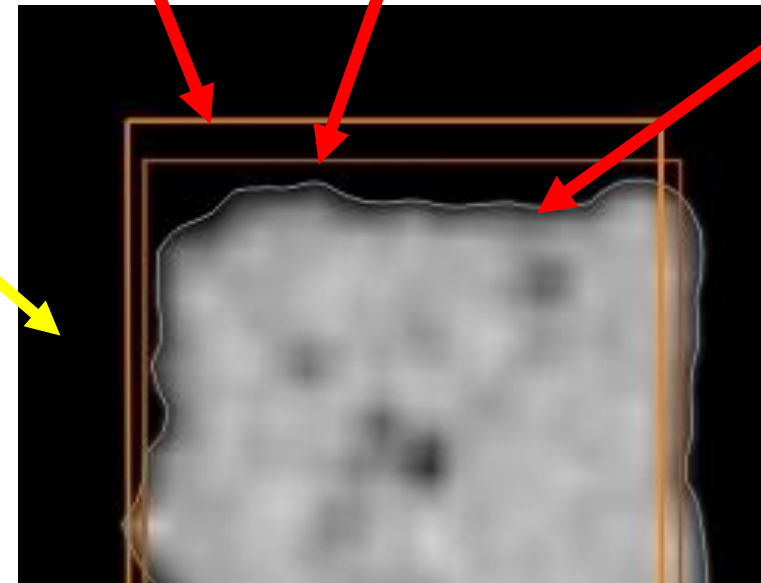
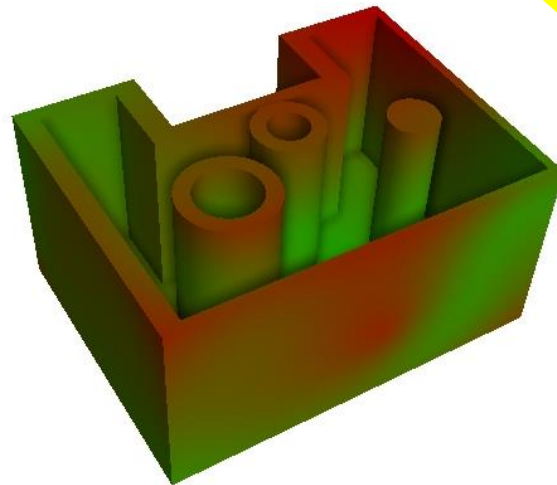
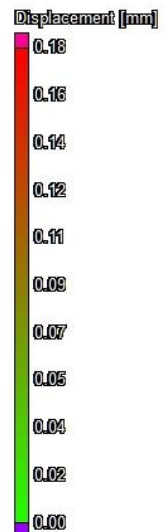
SLS technológia vizsgálata



Kompenzált CAD
modell kontúrja

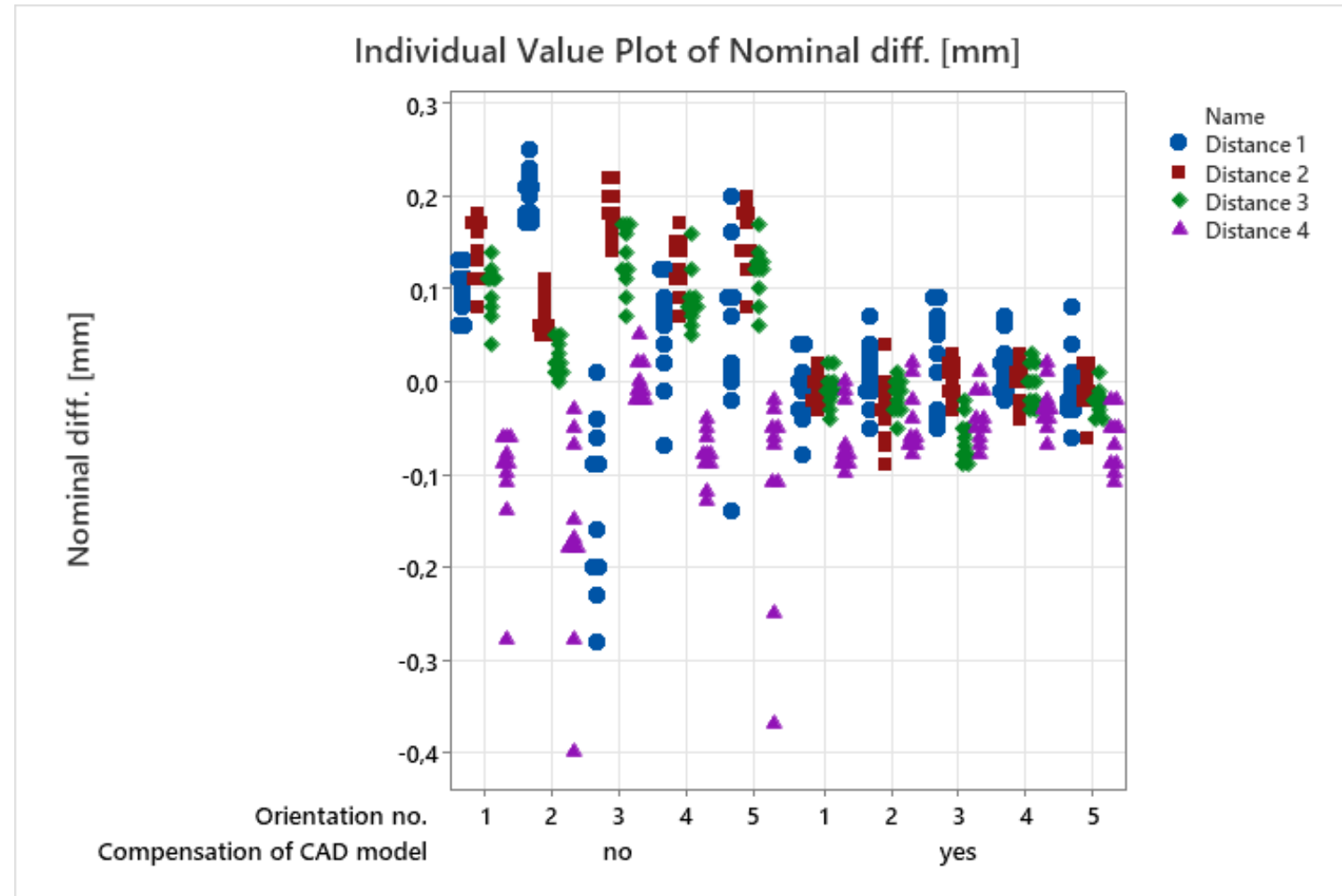
Névleges CAD
modell kontúrja

A valós darab
kontúrja



SLS technológia vizsgálata

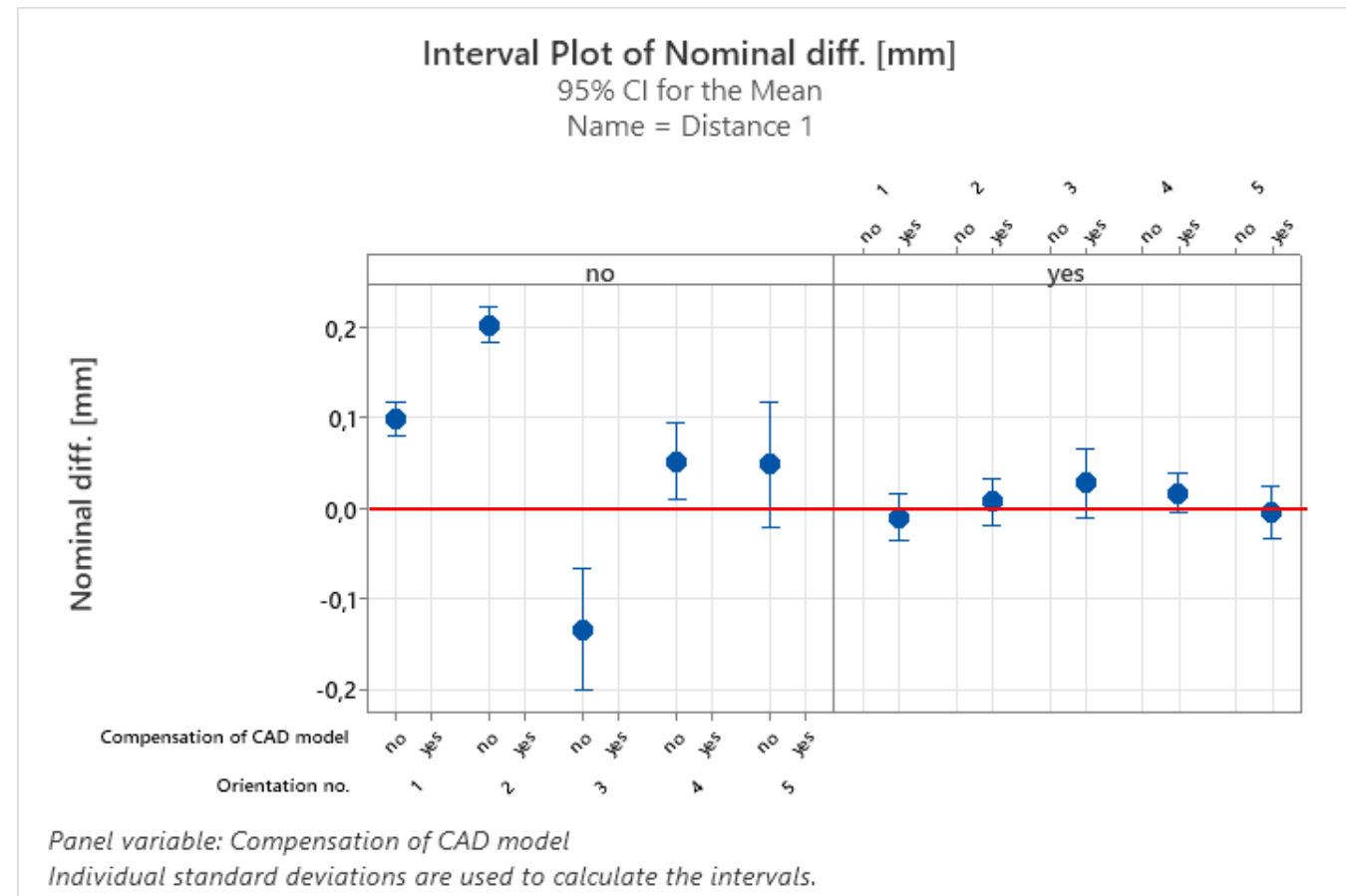
Eredmények - síklapok távolsága



SLS technológia vizsgálata

Eredmények:

- a. Síklapok távolsága – javult
- b. Síklapúság – nem változott
- c. Pozíciók – javultak
- d. Hengeresség – nem változott



1. SLS (selective laser sintering) additív gyártástechnológia vizsgálata
 - a. Vizsgálat és munkadarab megtervezése
 - b. A vizsgálati darabok legyártása SLS technológiával
 - c. Torzulások kompenzálása – CT kiértékelő szoftverrel
 - d. Mérések elvégzése ipari CT-vel
 - e. Mérések kiértékelése
 - f. Cikk írása a vizsgálatról (folyamatban)
2. Irodalomkutatás az additív gyártástechnológiával gyártott alkatrészek torzulásairól és azok modellezéséről valamint a mérési módszerekről
3. Teljesített tárgyak:
 - a. Ipar 4.0 hatása a gyártástechnológiára
 - b. Válogatott fejezetek az anyagvizsgálati módszerekből I.

1. SLS technológiával gyártott alkatrészek vizsgálata cikk benyújtása
2. Additív gyártástechnológiával előállított Ti6Al4V alkatrész mérési lehetőségeinek vizsgálata
 - a. Alkatrész és etalon megtervezése, anyagválasztás (kész)
 - b. Alkatrész és etalon gyártása
 - c. Alkatrész és etalon mérése
 - 3D optikai szkennel
 - Tapintós koordináta-mérőgéppel
 - Többféle ipari CT-vel
 - Neutron tomográfiával
 - d. Mérési módszerek összehasonlítása, jellemzése és a mérési bizonytalanságok meghatározása ISO 10360 szabvány szerint



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY



ÓBUDAI EGYETEM
BÁNKI DONÁT GÉPÉSZ ÉS
BIZTONSÁGTECHNIKAI MÉRNÖKI KAR