



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

- SLS (selective laser sintering) additív gyártástechnológia vizsgálata
- Irodalomkutatás az additív gyártástechnológiával gyártott alkatrészek torzulásairól és azok modellezéséről valamint a mérési módszerekről
- Ti6Al4V alkatrész és etalon tervezése különböző mérési módszerek összehasonlításához

2022-23/II. félév eredményei



ÓBUDAI EGYETEM
BÁNKI DONÁT GÉPÉSZ ÉS
BIZTONSÁGTECHNIKAI MÉRNÖKI KAR

- Additív gyártástechnológiával előállított Ti6Al4V alkatrész mérési lehetőségeinek vizsgálata
 - Alkatrész és etalon tervezése
 - Alkatrész és etalon gyártása
 - Alkatrész és etalon mérése
 - 3D optikai szkennel
 - Tapintós koordináta-mérőgéppel
 - Többféle ipari CT-vel
 - Neutron tomográfiával

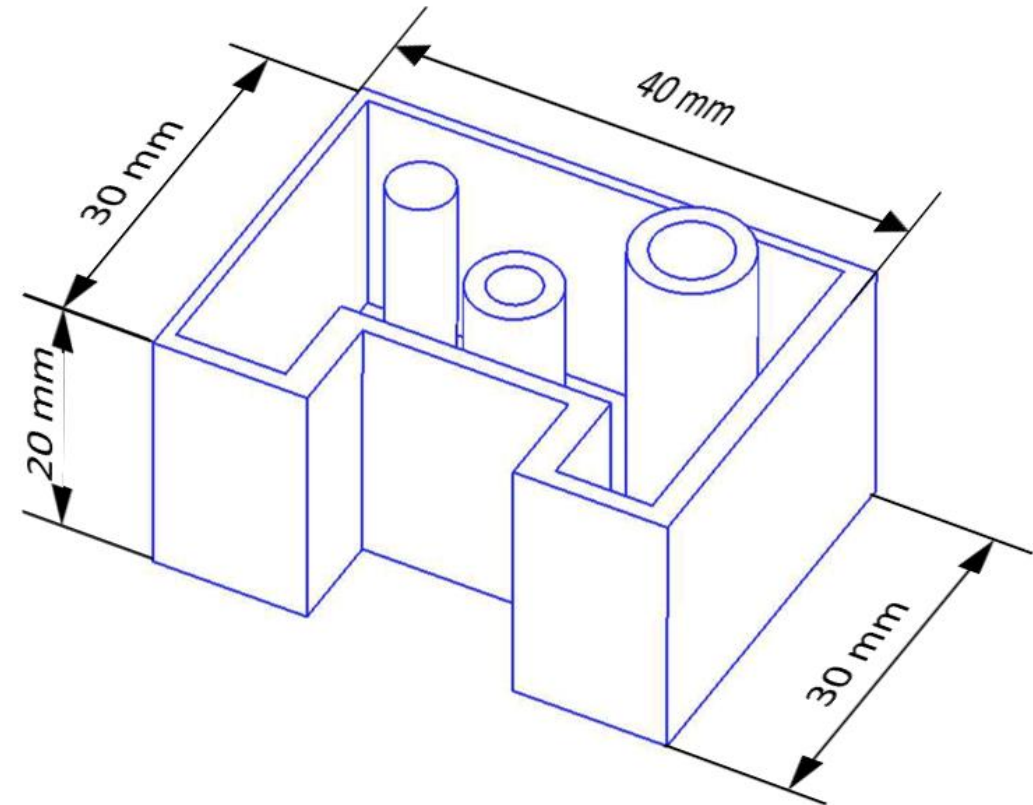
2023-24/I. félév eredményei



ÓBUDAI EGYETEM
BÁNKI DONÁT GÉPÉSZ ÉS
BIZTONSÁGTECHNIKAI MÉRNÖKI KAR

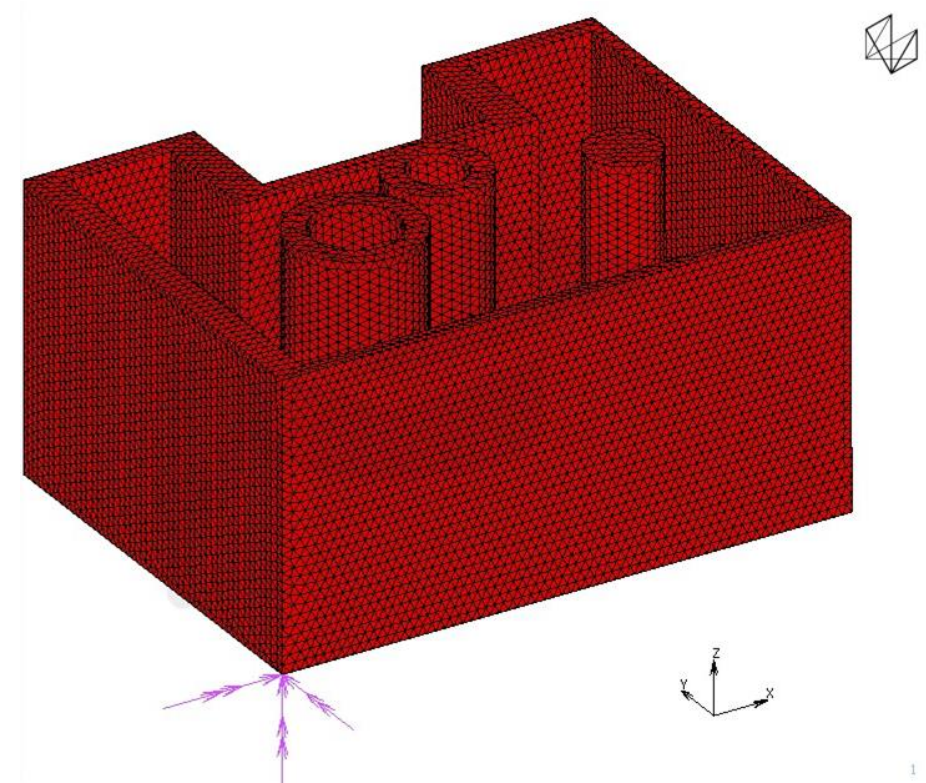
- 2 db cikk benyújtása
- SLS (selective laser sintering) technológiával, PA12 anyagból gyártott alkatrész FEM (végeselemes modellezés) vizsgálata
- Anyagválasztás röntgen-, és neutrontomográfia összehasonlításához (etalon)

- Probléma:
 - CT belsejében magasabb a hőmérséklet ($\sim 27^\circ\text{C}$)
 - A környezeti és a darab hőmérséklete 22°C
 - Projekciós képek készítésénél a darab még folyamatosan tágul
- A vizsgálati darab: a korábbi kompenzációs vizsgálatnál használt darab
 - Térfogata: 7409 mm^3
 - Befoglaló méretek: $40 \times 20 \times 30\text{ mm}$
 - Anyaga: PA12



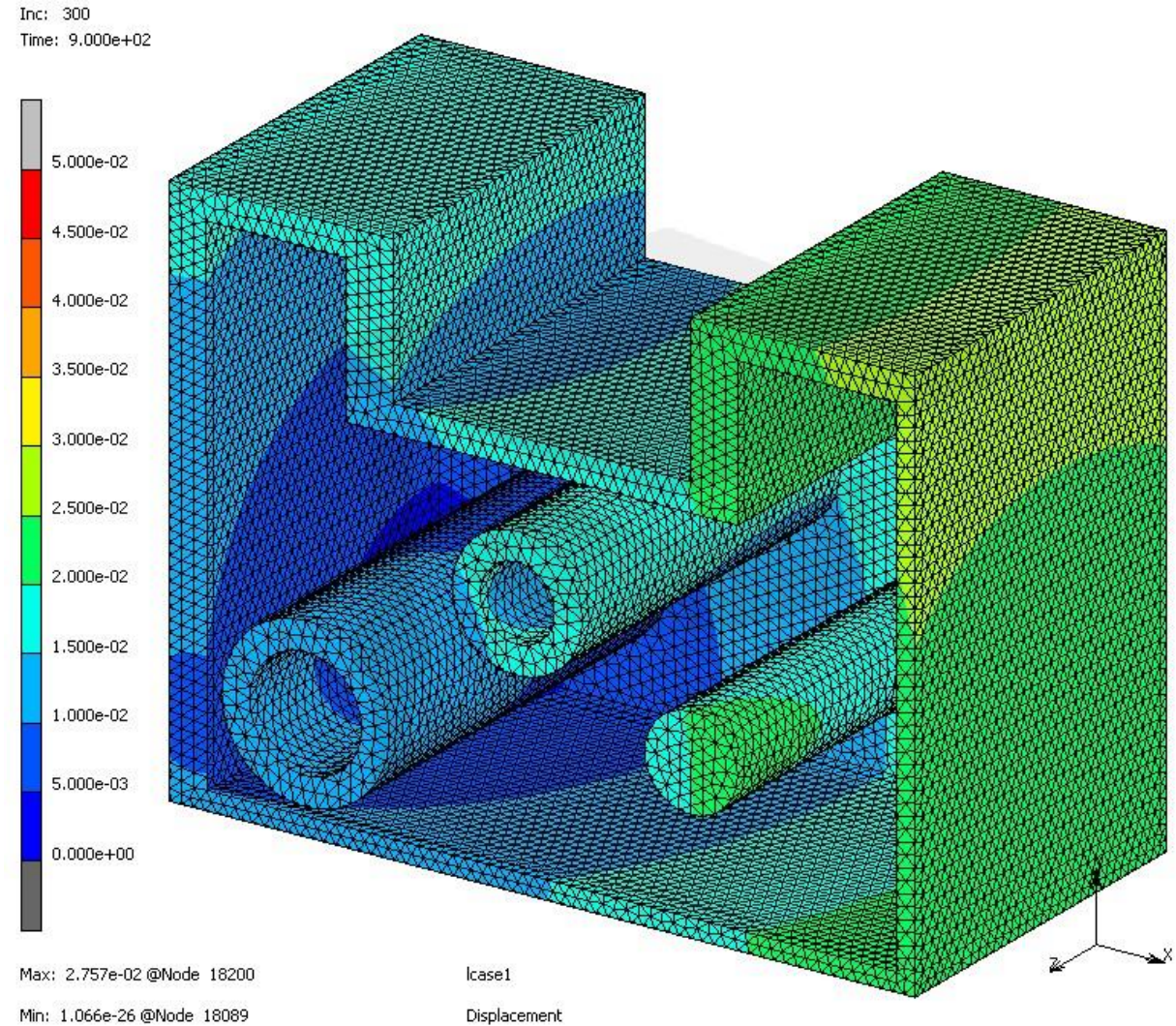
Hálózás

- Tetraéderes hálózás
- A vékony fal belsejében is legyen legalább 3 csomópont
- Az egyik csomópont 6 szabadsági foka rögzítve



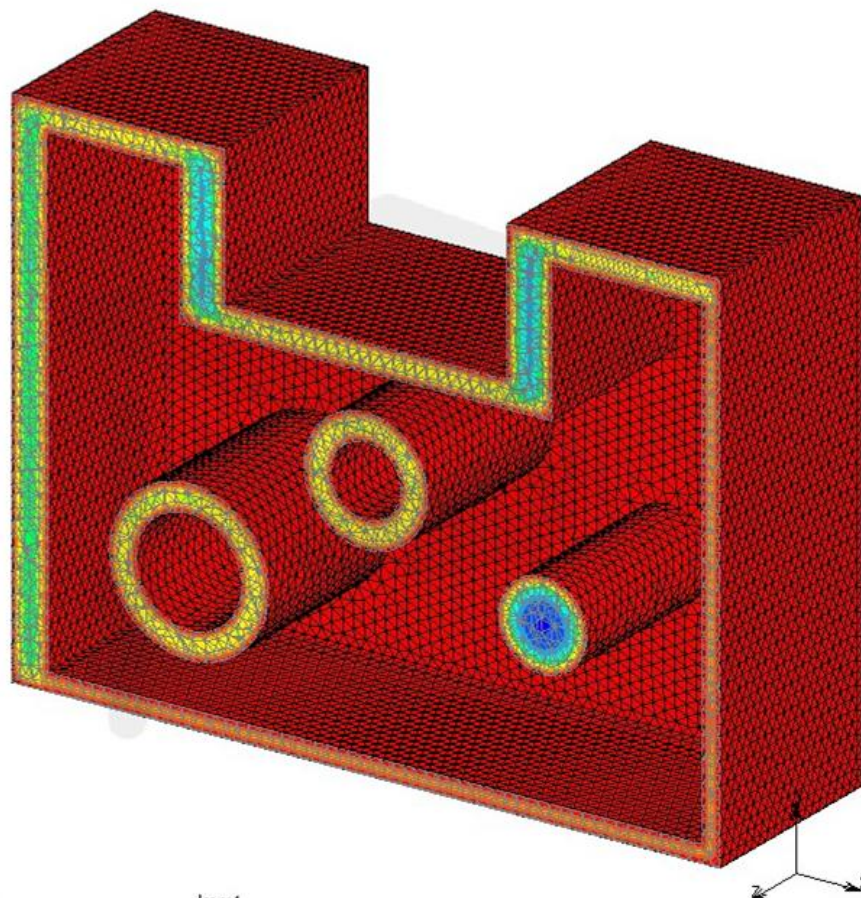
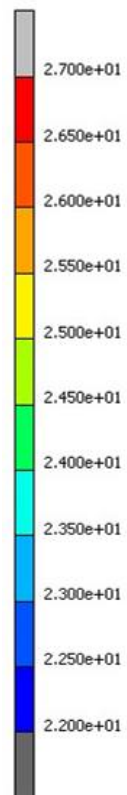
Elmozdulások

- 22-27°C
- Legnagyobb elmozdulás: 0,028 mm



Hőmérsékletek

Inc: 1
Time: 3.000e+00



Max: 2.700e+01 @Node 6475

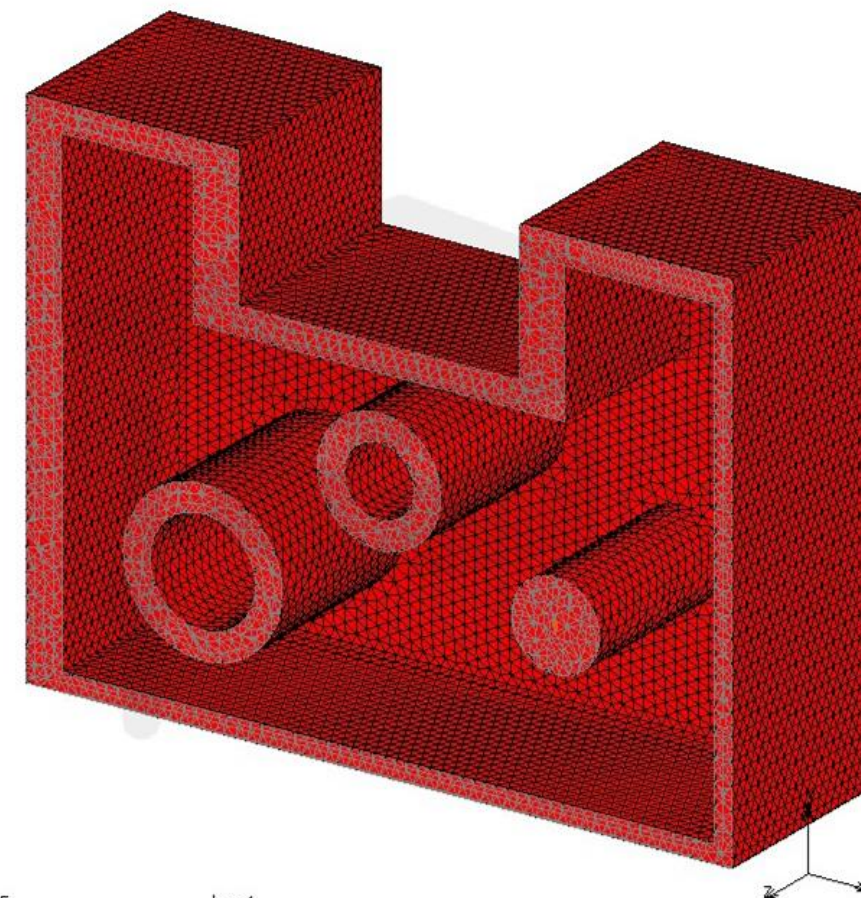
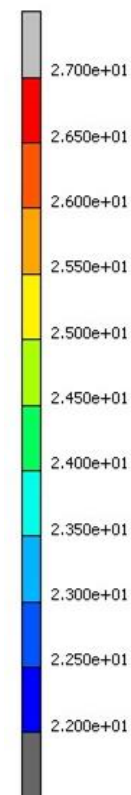
Min: 2.240e+01 @Node 25745

lcase1

Temperature

- $t = 3s$
- Max: 27°C
- Min: 22,4°C

Inc: 8
Time: 2.400e+01



Max: 2.700e+01 @Node 6475

Min: 2.648e+01 @Node 25310

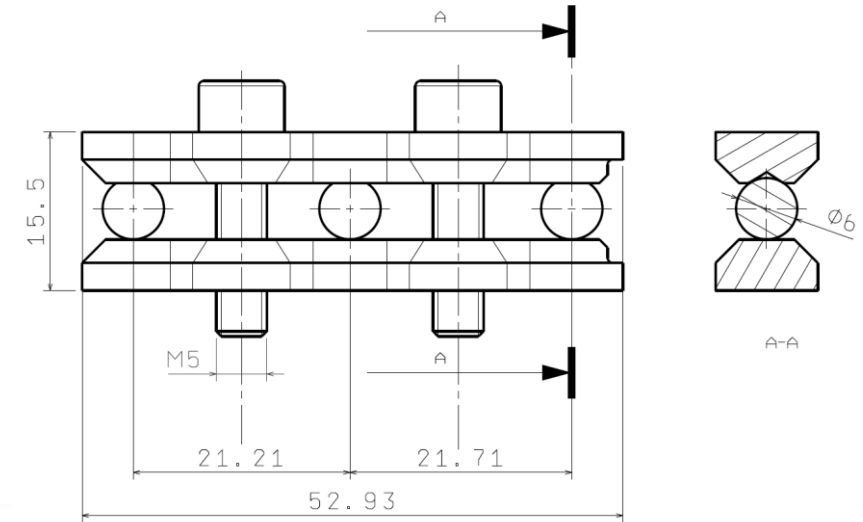
lcase1

Temperature

- $t = 24s$
- Max: 27°C
- Min: 26,48°C

Etalon anyagválasztása

- Szempontok:
 - Beszerezhetőség
 - Gyárthatóság
 - Megfelelő (hasonló) mértékű elnyelődés:
 - Röntgen-, és neutronnyalábnál
 - Befolyásolja:
 - Kontraszt
 - Röntgenső teljesítményét
- Neutronforrás:
 - Neutronfluxus: 3×10^7 n/cm²
 - Cd arány: 0,03
 - Gyorsneutronok aránya: 0,03
 - Besugárzási idő: 10 h



Anyagválasztás



ÓBUDAI EGYETEM
BÁNKI DONÁT GÉPÉSZ ÉS
BIZTONSÁGTECHNIKAI MÉRNÖKI KAR

Kémiai elem	Elnyelődés (röntgen)	Elnyelődés (neutron)	Aktivitás	Radioaktív izotópok felezési ideje	Megjegyzés
H	Kicsi	Magas	Alacsony	Rövid	Csak nagyon alacsony wt%-nál
C	Jó	Jó	Alacsony	Rövid	Polimerek – nem megfelelőek a H miatt
Al	Jó	Low	Magas	Rövid	Alig látható a neutrontomográfiás térfogati képen
Ti	Jó	Jó	Low	Rövid	
Zr	Jó	Jó	Low	Rövid	
Fe	Magas	Jó	Magas	Hosszú	Csak alacsony wt%-nál
Cu	Magas	Jó	Magas	Hosszú	Keletkező radioaktív izotóp: ⁶⁰ Co

A gömbök aktivitása

Izotóp	Bomlási termék	Felezési idő	Idő m.e.	Határérték [Bq]	Aktivitás 0 m [Bq]	Aktivitás 1 h [Bq]	Aktivitás 24 h [Bq]	Aktivitás 14 d [Bq]
O-16	N-16	7.14	[s]		385.56	0.00	0.00	0.00
O-16	O-15	122	[s]	1.00E+09	0.01	0.00	0.00	0.00
O-17	N-17	4.17	[s]		0.06	0.00	0.00	0.00
O-18	O-19	27.1	[s]		0.18	0.00	0.00	0.00
Y-89	Rb-86	18.7	[d]	1.00E+05	0.04	0.04	0.04	0.02
Y-89	Sr-89	50.5	[d]	1.00E+06	2.36	2.36	2.33	1.95
Y-89	Y-88	106.61	[d]	1.00E+06	0.57	0.57	0.56	0.52
Y-89	Y-89m	15.7	[s]		7.16E+04	0.00	0.00	0.00
Y-89	Y-90	64.1	[h]	1.00E+05	4.91E+03	4.86E+03	3.79E+03	1.30E+02
Y-89	Y-90m+	3.19	[h]		16.69	13.43	0.09	0.00
Zr-90	Y-90	64.1	[h]	1.00E+05	209.23	206.98	161.40	5.53
Zr-90	Zr-89	78.4	[h]		73.89	73.24	59.76	3.79
Zr-92	Sr-89	50.5	[d]	1.00E+06	0.32	0.32	0.31	0.26
Zr-94	Zr-95s	64	[d]	1.00E+06	26.52	26.51	26.24	22.79
Zr-96	Zr-97s	16.8	[h]	1.00E+05	112.51	107.97	41.80	0.00
				Dose [mSv/h]	0.00	0.00	0.00	0.00

A gömbök tömege
2,1 gramm

A Ti6Al4V aktivitása

Izotóp	Bomlási termék	Felezési idő	Idő m.e.	Határérték [Bq]	Aktivitás 0 m [Bq]	Aktivitás 1 h [Bq]	Aktivitás 24 h [Bq]	Aktivitás 14 d [Bq]
Al-27	Al-28	2.246	[m]		1.12E+06	0.01	0	0
Al-27	Mg-27	9.458	[m]		6.45E+05	7.94E+03	0	0
Al-27	Na-24	15.03	[h]	1.00E+05	7.82E+04	7.47E+04	2.59E+04	0.01
Fe-54	Cr-51	27.7	[d]	1.00E+07	3.42	3.42	3.34	2.41
Fe-54	Fe-53	8.51	[m]		1.15	0.01	0.00	0.00
Fe-54	Fe-55	2.7	[y]	1.00E+06	10.95	10.95	10.94	10.85
Fe-54	Mn-54	321.7	[d]	1.00E+06	41.75	41.74	41.66	40.47
Fe-56	Mn-56	2.58	[h]	1.00E+05	3.73E+03	2.85E+03	5.91	0.00
Fe-58	Fe-59	44.6	[d]	1.00E+06	6.14	6.13	6.04	4.94
N-15	N-16	7.14	[s]		0.01	0.00	0.00	0.00
O-16	N-16	7.14	[s]		168.38	0.00	0.00	0.00
O-17	N-17	4.17	[s]		0.03	0.00	0.00	0.00
O-18	O-19	27.1	[s]		0.08	0.00	0.00	0.00
Ti-46	Sc-46	84	[d]	1.00E+06	1.10E+04	1.10E+04	1.09E+04	9.83E+03
Ti-46	Ti-45	3.078	[h]		883.19	705.10	3.97	0.00
Ti-47	Sc-47	3.422	[d]	1.00E+06	3.31E+05	3.29E+05	2.71E+05	1.94E+04
Ti-48	Ca-45	165	[d]	1.00E+07	53.08	53.07	52.86	50.05
Ti-48	Sc-48	43.67	[h]	1.00E+05	1.22E+05	1.21E+05	8.37E+04	591.52
Ti-50	Ca-47*	4.54	[d]	1.00E+06	4.28	4.25	3.67	0.50
Ti-50	Ti-51	5.8	[m]		3.53E+05	271.30	0.00	0.00
V-51	Sc-48	43.67	[h]	1.00E+05	387.50	381.39	264.75	1.87
V-51	Ti-51	5.76	[m]		4.84E+04	35.39	0.00	0.00
V-51	V-52	3.75	[m]		8.22E+06	125.48	0.00	0.00
				Dose [mSv/h]	1.45	0.42	0.24	0.01

Az etalonban és a vizsgálati darabban a Ti6Al4V össztömege 118 gramm

- ISPR 2023 (International Symposium for Production Research)
Attila Marczis, Zoltán Kis, Ágota Drégelyi-Kiss, On the material selection of gauge for the comparison of X-ray and neutron tomography
 - Konferenciacikk – elfogadva, megjelenés 2024-ben
 - Előadás a konferencián
- Attila Marczis, Miklós Odrobina, Ágota Drégelyi-Kiss, Improving the dimensional accuracy in 3D printed polymer parts by X-ray tomography
 - Benyújtva



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY



ÓBUDAI EGYETEM
BÁNKI DONÁT GÉPÉSZ ÉS
BIZTONSÁGTECHNIKAI MÉRNÖKI KAR

Köszönöm a figyelmet!