

Makroérdeesség méréstechnikájának modernizálása digitális technológiával

Nagy Kristóf György
Építőmérnök BSC Hallgató

Belső Konzulens: Dr. Nagy Richárd, Egy. tanársegéd, Laborvezető
Építész-, Építő- és Közlekedésmérnöki kar

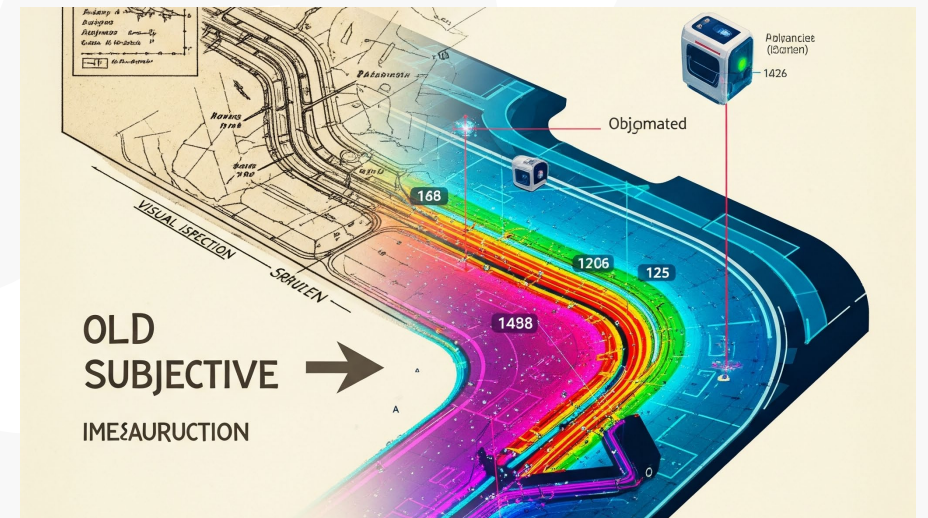
Külső Konzulens: Szabó Csaba, Vármegyei Igazgató
Magyar Közút Nonprofit Zrt.

Témaválasztás indoklása



Analóg
=
Szubjektív?

Digitális
=
Objektív?

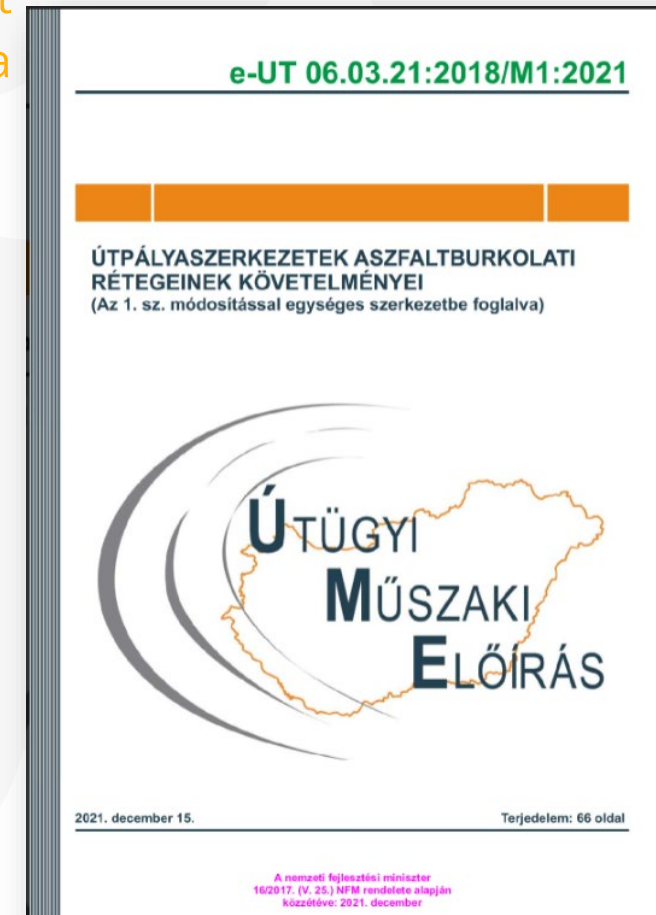
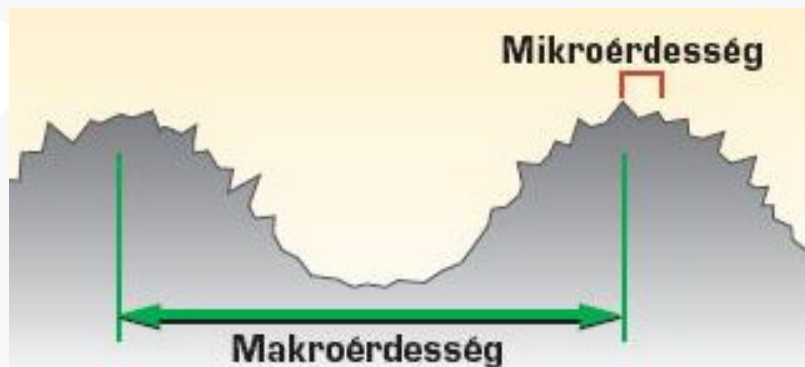


Szabvány és előírás

Makroérdesség:

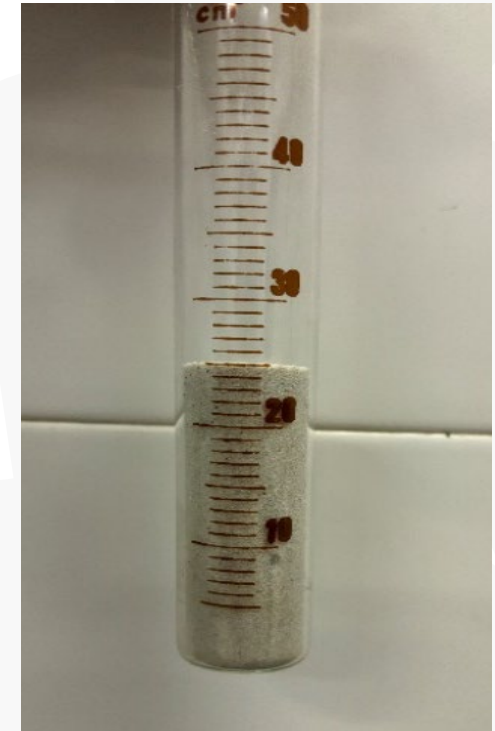
MSZ EN 13 036-1 e-UT 06.03.21

Kopórétegek felületén a makroérdességet minden forgalmi sávban, a külső és belső keréknyomban, 3000 m²-enként kell megmérni, a kopóréteggént épített keveréktípusok esetében. (Az (N) jelzetű keveréktípusok esetén a makroérdesség adatgyűjtési jellemző!)



Átlagos érdességmélység
Mean Texture Depth (MTD)
Mean Profile Depth (MPD)

Homokminta száma	Tömeg [g]	Térfogat [mm ³]	Átmérő 1 [mm]	Átmérő 2 [mm]	Átmérő 3 [mm]	Átmérő 4 [mm]	Átlag átmérő [mm]	MTD [mm]	Átlagos MTD érték [mm]
1	41,16	25000	161,55	152,40	150,55	162,70	156,80	1,29	1,28
2	41,15	24994	157,40	150,40	147,95	147,45	150,80	1,40	
3	41,15	24994	159,15	151,45	153,25	135,50	149,84	1,42	
4	41,15	24994	156,95	170,25	164,90	170,45	165,64	1,16	



$$\text{MTD} = 4 V / \pi D^2$$

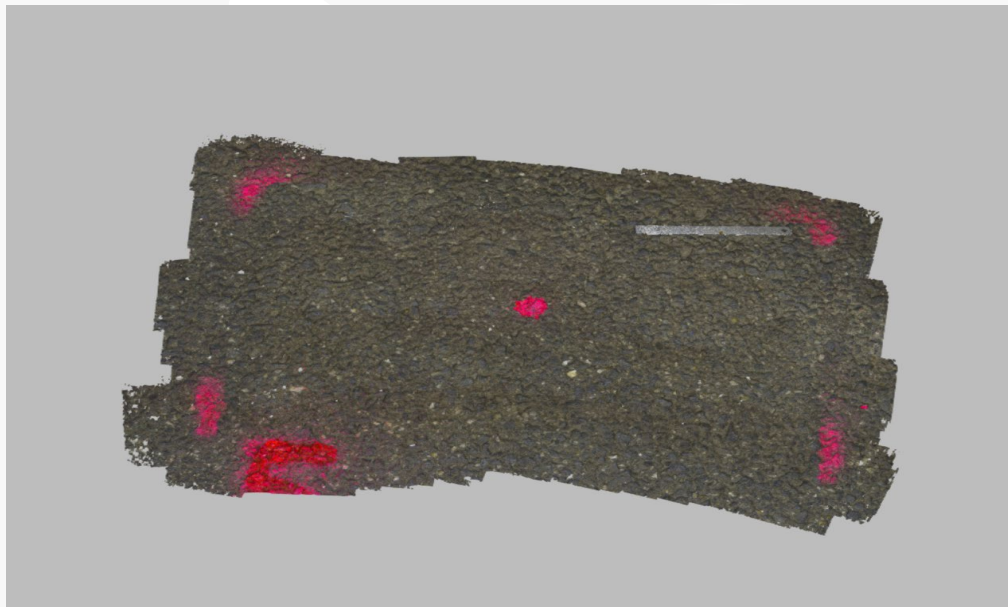
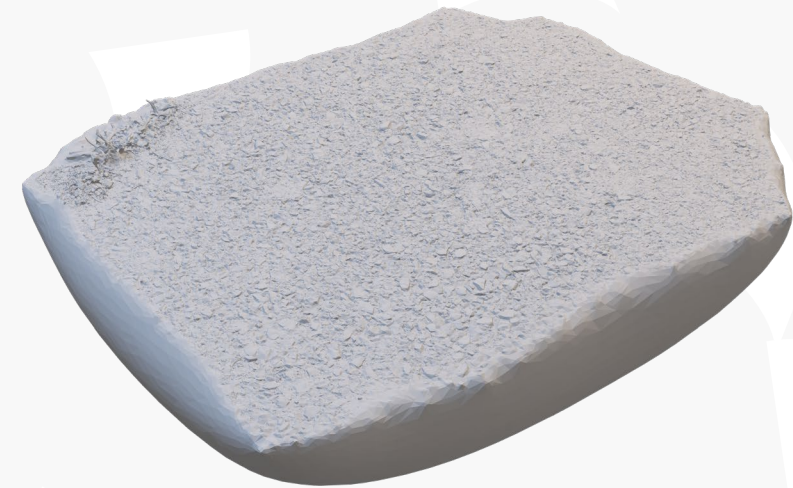
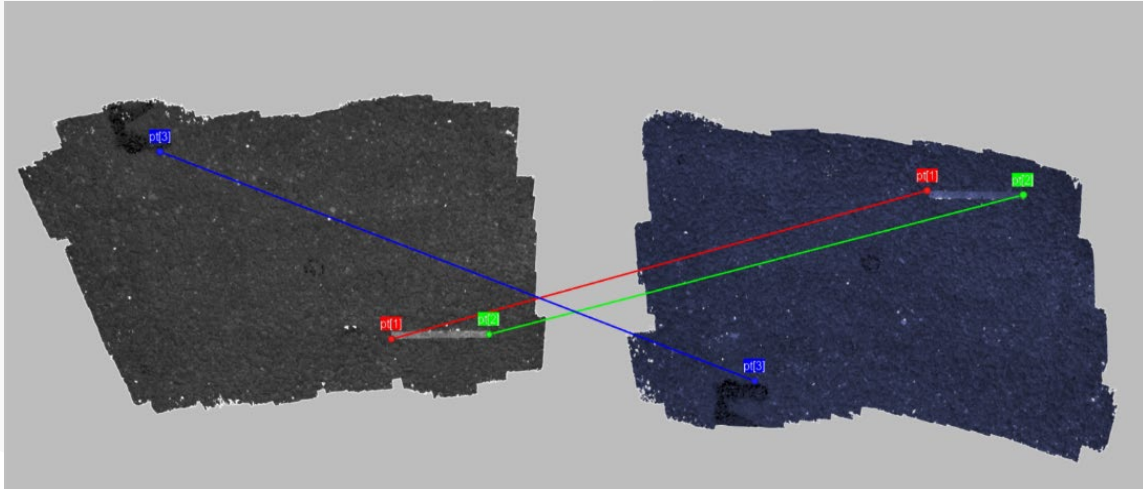
MTD az átlagos textúra mélység, mm;
 V a minta térfogata (azaz a henger űrtartalma), mm³;
 D a mintaanyaggal fedett terület átlagos átmérője, mm.

Közel állandó térfogatra alapozott változó átmérővel operáló képlet.

Új módszer

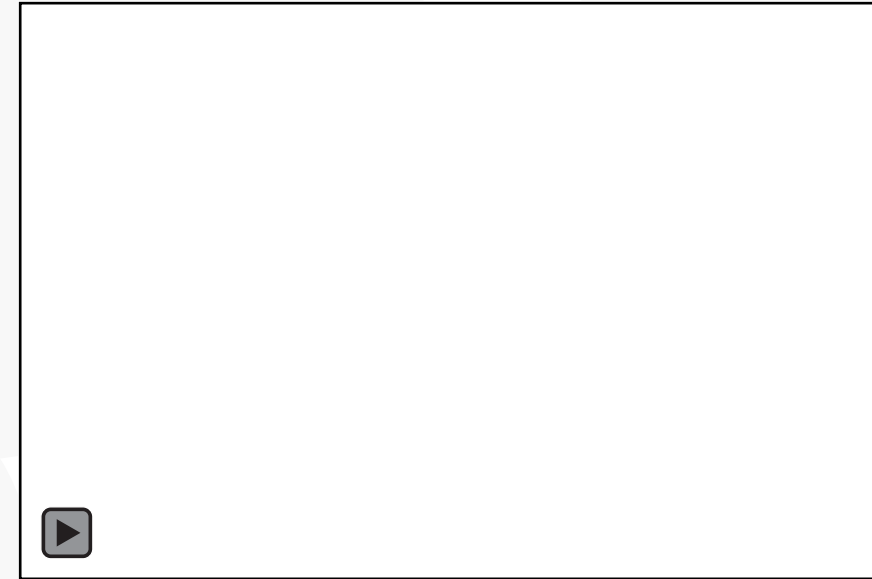
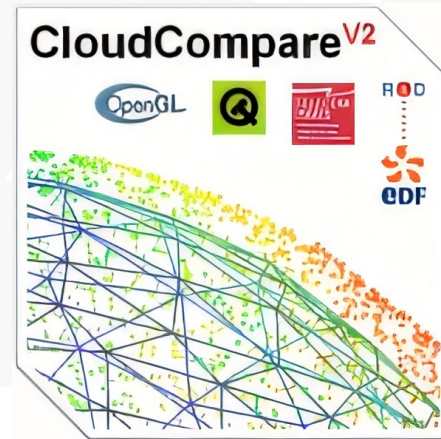
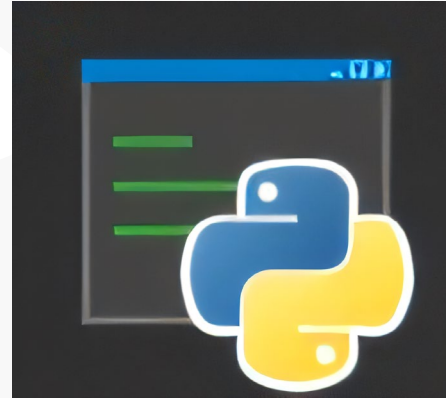
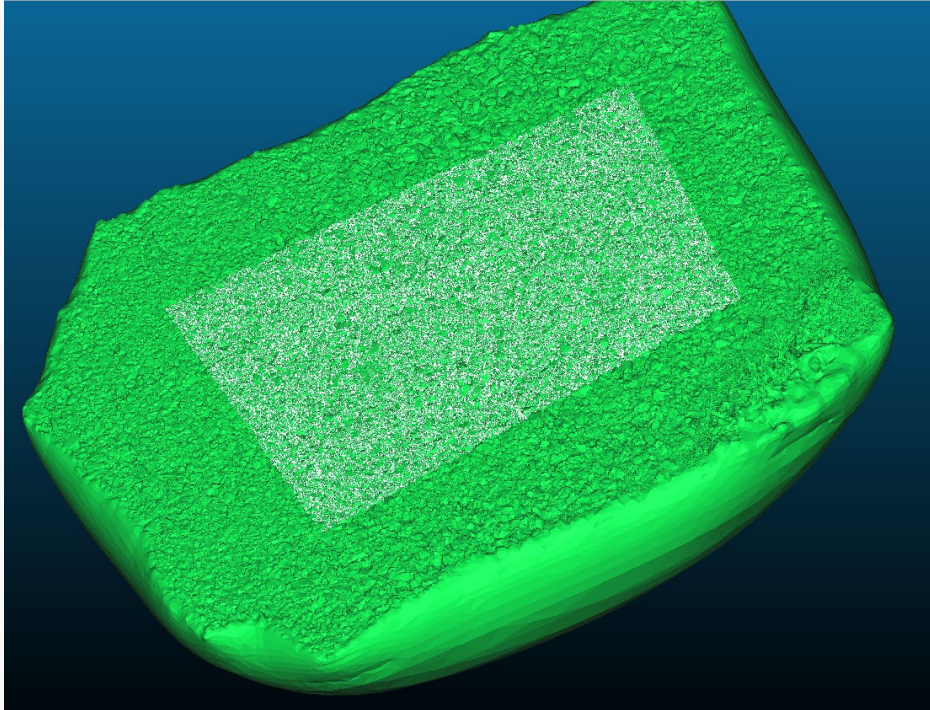
Modernizálás folyamata,
kinti és benti munkák
egyaránt jelenleg.





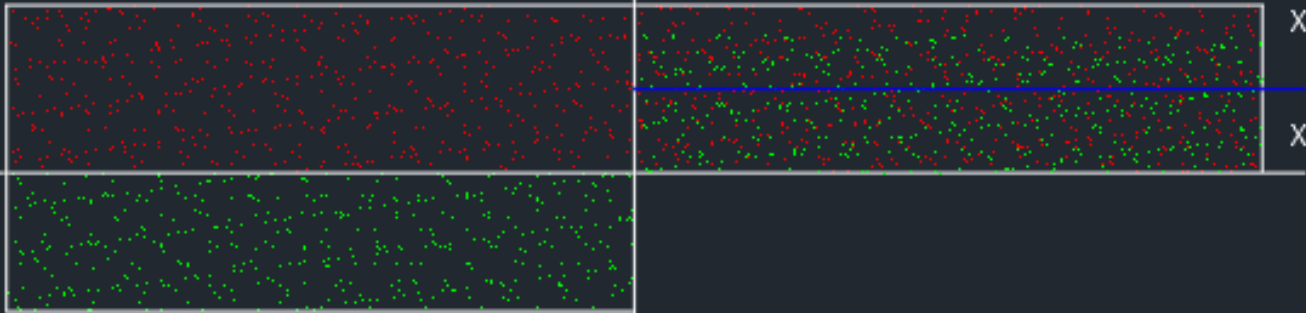
Az Artec 3D ben előállítjuk a modellt amit azután Exportálhatunk a program által támogatott formátumokban (STL, XYZRGB)







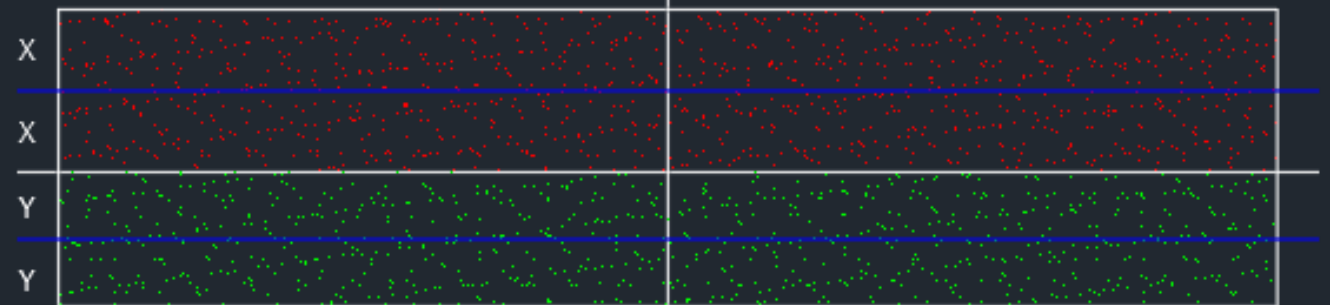
1. Elv: ABS Z átlag

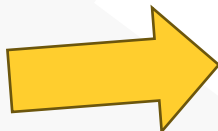
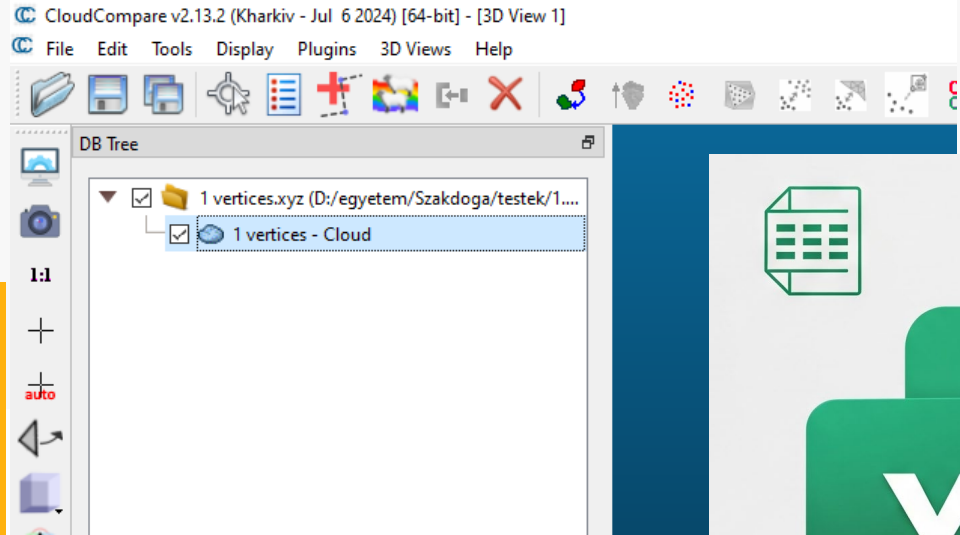


$$MEA = X$$

2. Elv: -Z átlag+ Z átlag

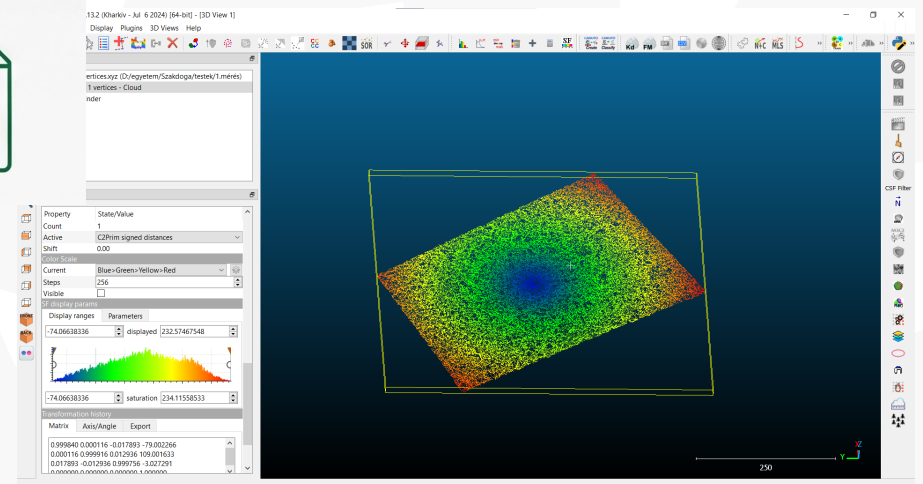
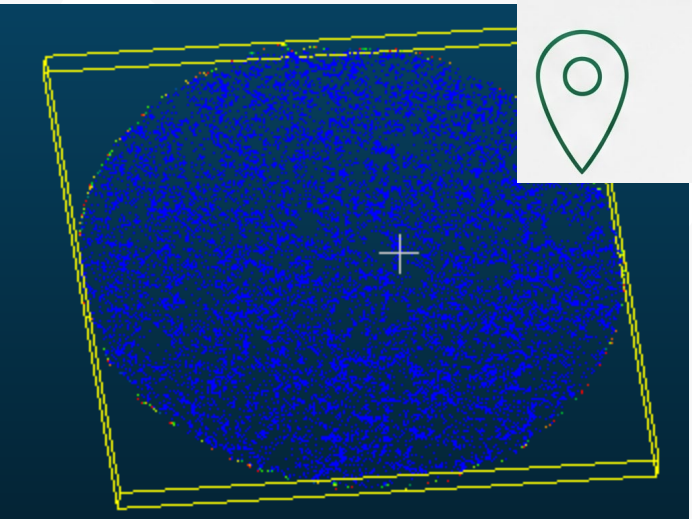
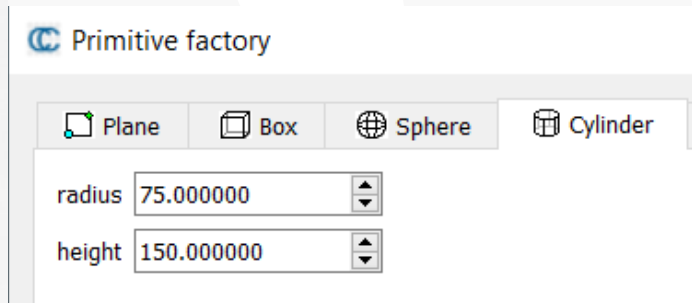
$$MEA = (X+Y)/2$$





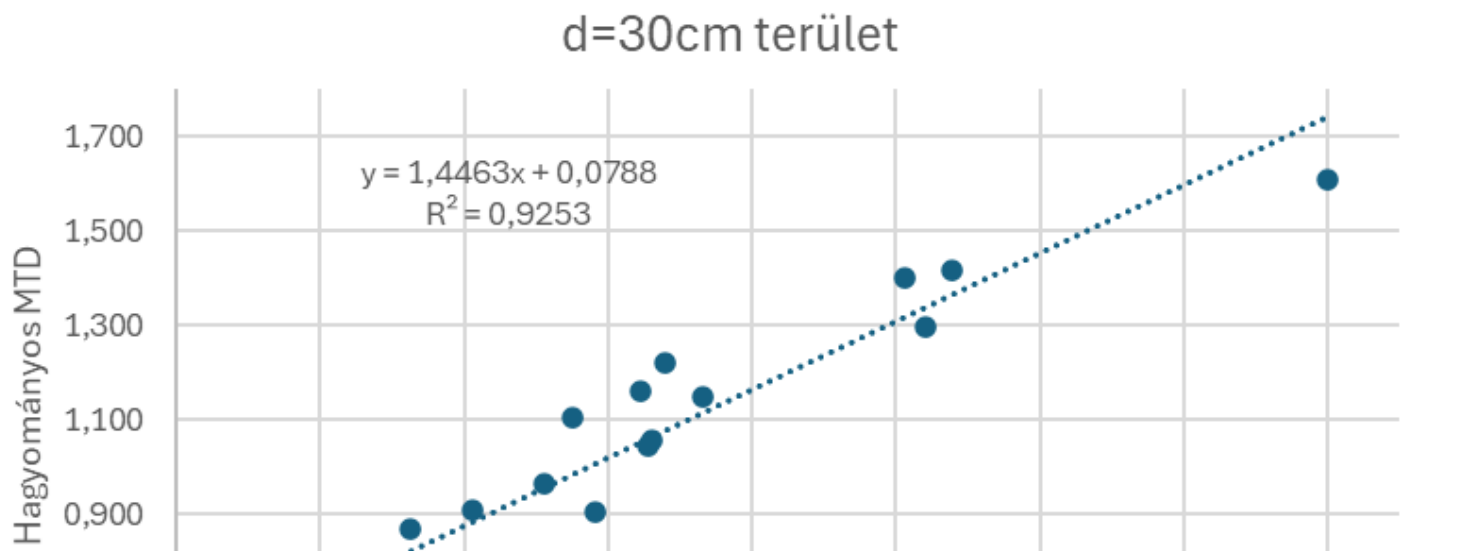
[13:32:51] [Orientation] A matrix that would make this plane horizontal (normal towards Z+) is:
 [13:32:51] 0.999960005283 0.000028932469 -0.008946354501 -0.015808105469
 0.000028932469 0.999979078770 0.006467793137 0.011421203613
 0.008946354501 -0.006467793137 0.999939084053 -1.513583898544
 0.000000000000 1.000000000000

Copy this matrix values (CTRL+C) and paste them in the 'Apply tra



Leghatékonyabb alkalmazandó metszőhenger sugár

Minta száma	MTD	37.5 egység sugár		75 egység sugár		150 egység sugár		200 egység sugár	
		1. elv Avg Z	2. elv Avg Z	1. elv Avg Z	2. elv Avg Z	1. elv Avg Z	2. elv Avg Z	1. elv Avg Z	2. elv Avg Z
1	1,295	0,722	1,452	0,805	1,629	0,870	1,755	0,977	1,966
2	1,399	0,844	1,703	0,864	1,744	0,857	1,723	0,875	1,763
3	1,417	0,727	1,453	0,782	1,570	0,888	1,780	0,931	1,865
4	1,160	0,616	1,246	0,686	1,395	0,672	1,362	0,678	1,372
5	1,148	0,638	1,296	0,635	1,278	0,715	1,440	0,740	1,485
6	0,611	0,461	0,943	0,440	0,906	0,432	0,887	0,436	0,889
7	0,608	0,362	0,750	0,357	0,741	0,378	0,778	0,390	0,798
8	0,705	0,438	0,897	0,468	0,957	0,465	0,960	0,461	0,947
9	0,652	0,394	0,805	0,376	0,765	0,382	0,776	0,393	0,796
10	0,659	0,462	0,944	0,458	0,935	0,474	0,970	0,474	0,967
11	1,607	0,703	1,111	0,800	1,300	1,150	0,800	1,010	0,400
12	1,057	0,659							
13	0,904	0,578							
14	0,753	0,597							
15	1,105	0,636							
1_1	0,906	0,516							
1_2	0,964	0,636							
2_1	1,218	0,612							
2_2	1,044	0,555							
3_2	0,867	0,452							
4_1	0,648	0,320							
4_2	0,768	0,412							
R ² értékek		0,773							



Eredmények értékelése

MTD		Középső 100%		Középső 92%	
		2. elv	1. elv	2. elv	1. elv
		1 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,295	1,7547	0,8703
1_1_1_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,906	1,1236	0,556	0,9692	0,4818
1_2_1_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,964	1,2181	0,6058	1,053	0,525
2 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,399	1,7234	0,8567	1,4984	0,7466
2_1_1_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,218	1,3818	0,6892	1,192	0,5954
2_2_1_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,044	1,3571	0,6777	1,17	0,5846
3 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,417	1,7804	0,8884	1,5519	0,7753
3_2_1_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,867	1,0367	0,5126	0,8839	0,4392
4 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,160	1,3617	0,6724	1,1731	0,582
4_1_1_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,648	0,8117	0,3981	0,6818	0,3371
4_2_1_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,768	0,8941	0,4385	0,758	0,3746
5 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,148	1,4395	0,7151	1,2361	0,6164
6 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,611	0,8867	0,4321	0,7593	0,3732
7 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,608	0,7781	0,378	0,6537	0,3212
8 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,705	0,9603	0,4653	0,8175	0,4001
9 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,652	0,7756	0,3824	0,663	0,3286
10 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,659	0,9704	0,4739	0,8325	0,4099
11 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,607	2,303	1,1502	1,9664	0,9827
12 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,057	1,368	0,6809	1,1875	0,592
13 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,904	1,2887	0,6404	1,1165	0,5562
14 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,753	1,1235	0,556	0,9773	0,4858
15 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,105	1,257	0,6248	1,0913	0,5439
A matematikai modellt alkotó függvény részegységei	Meredekség Metszés (2)	1,2628	0,0205	1,1014	0,0032
	Meredekség Metszés (1)	0,6399	-0,0041	0,5556	-0,0063
	R ² értékek	0,92263	0,92533	0,92608	0,92796

Középső 100%		Középső 92%	
2. elv	1. elv	2. elv	1. elv
2,91%	2,66%	2,78%	2,63%
-1,86%	-1,75%	-1,65%	-1,57%
-0,80%	-0,54%	-0,54%	-0,38%
-1,87%	-1,99%	-1,53%	-1,62%
-6,31%	-6,05%	-6,25%	-6,07%
0,70%	1,03%	0,74%	0,94%
-0,85%	-0,81%	-0,40%	-0,38%
-3,82%	-3,64%	-4,15%	-4,01%
-4,50%	-4,75%	-4,50%	-4,66%
-1,69%	-1,53%	-2,55%	-2,39%
-5,40%	-5,41%	-5,89%	-5,87%
-1,09%	-1,08%	-1,28%	-1,22%
5,65%	5,35%	5,68%	5,45%
-0,69%	-0,93%	-1,48%	-1,58%
2,69%	1,99%	2,37%	1,85%
-4,40%	-3,88%	-4,31%	-3,98%
6,37%	6,04%	6,42%	6,18%
5,71%	5,61%	5,05%	4,98%
0,47%	0,63%	0,85%	0,92%
5,15%	5,29%	5,46%	5,53%
7,12%	7,22%	7,70%	7,77%
-6,22%	-6,03%	-5,75%	-5,63%

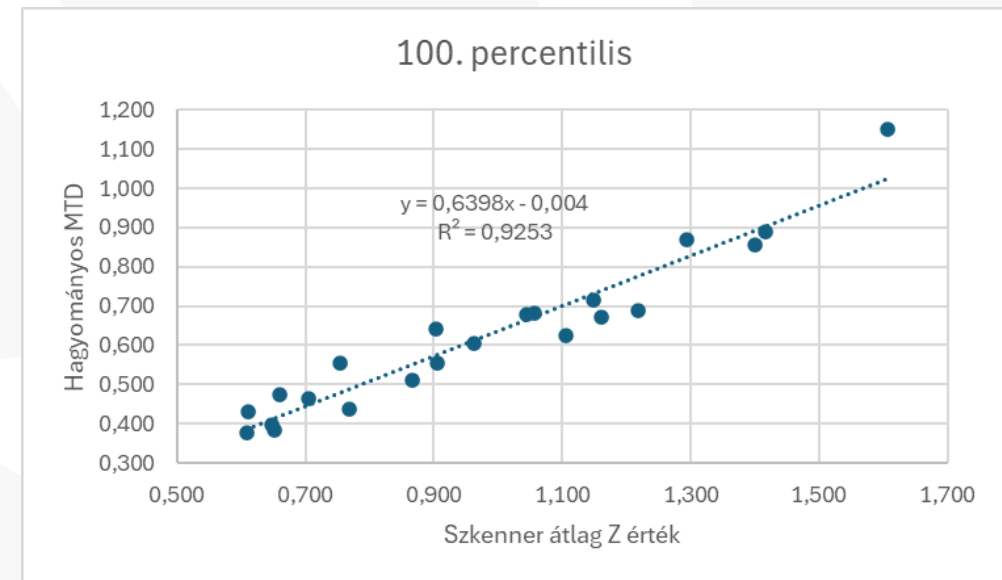
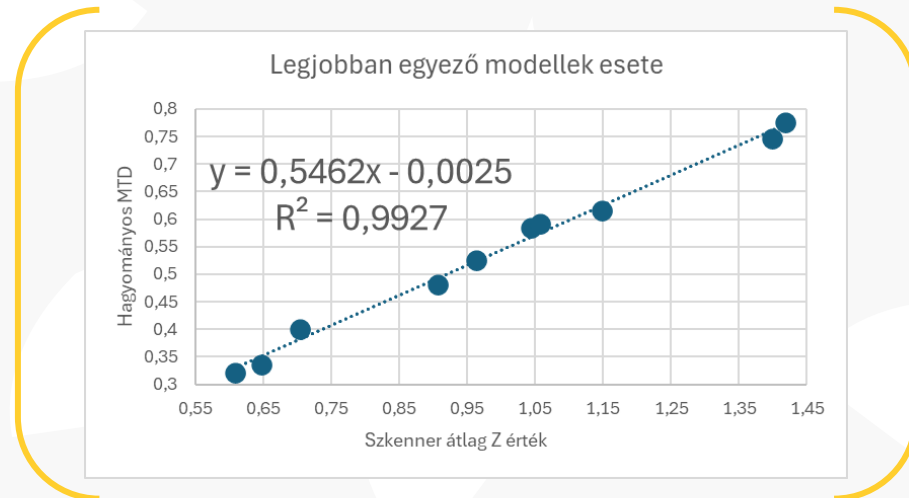
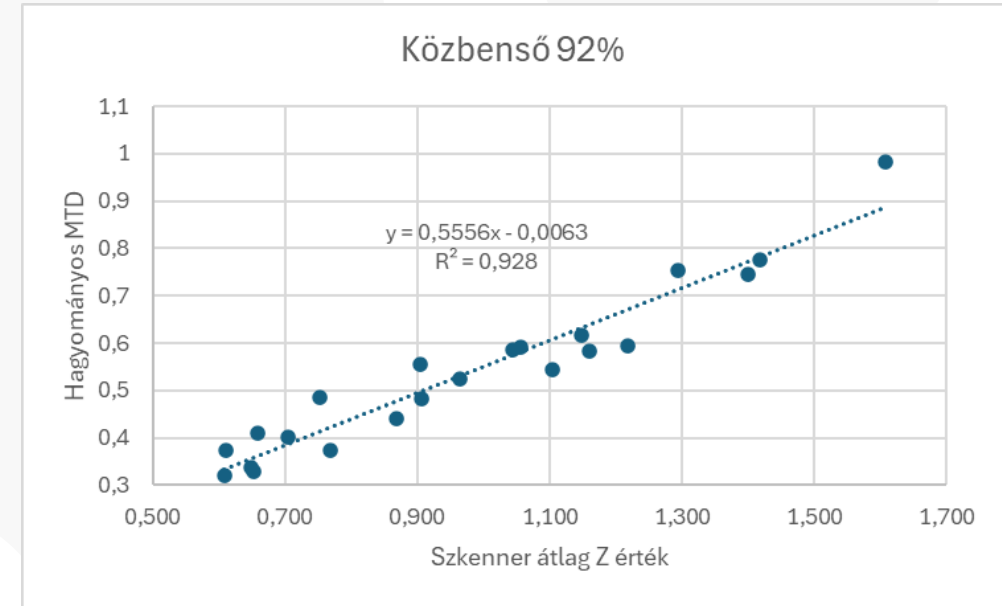
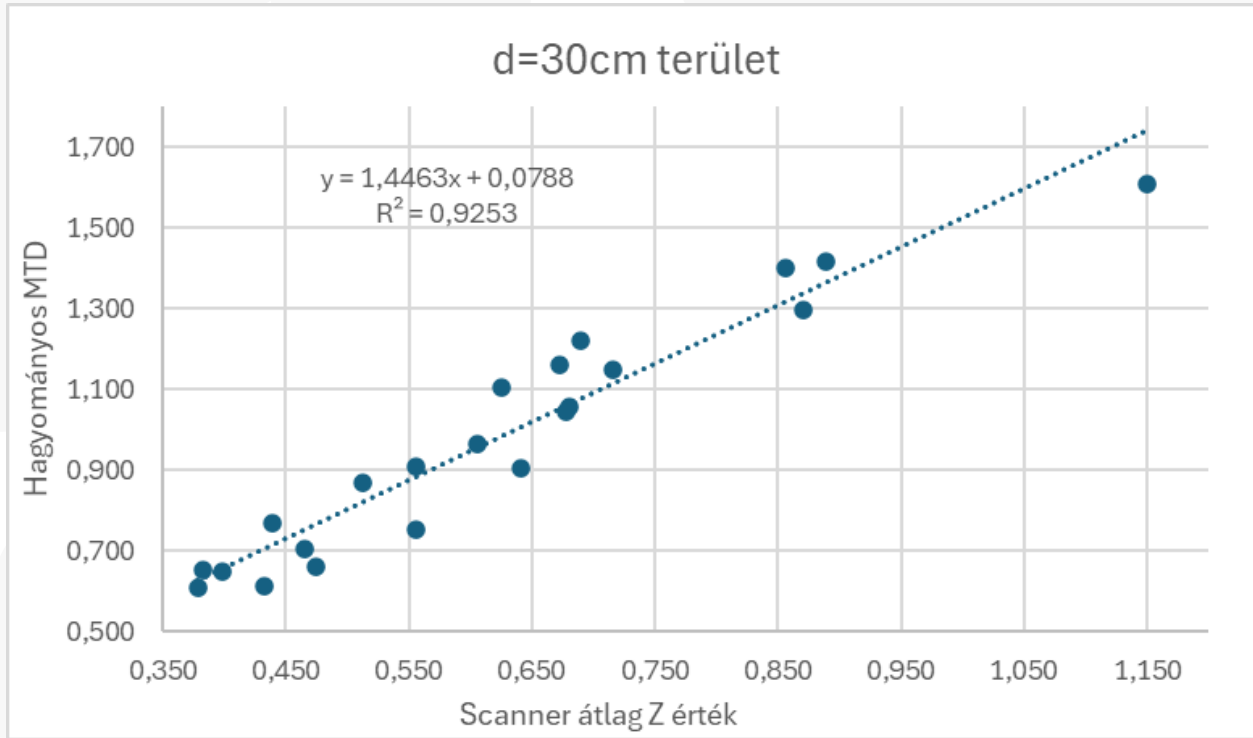
Meredekség Metszés (2)	1,2628	0,0205	1,1014	0,0032
Meredekség Metszés (1)	0,6399	-0,0041	0,5556	-0,0063
R ² értékek	0,92263	0,92533	0,92608	0,92796

Eredmények értékelése

MTD		100. Percentilis	
		2. elv	1. elv
1 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,295	1,755	0,870
1_1_1_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,906	1,124	0,556
1_2_1_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,964	1,218	0,606
2 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,399	1,723	0,857
2_1_1_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,218	1,382	0,689
2_2_1_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,044	1,357	0,678
3 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,417	1,780	0,888
3_2_1_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,867	1,037	0,513
4 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,160	1,362	0,672
4_1_1_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,648	0,812	0,398
4_2_1_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,768	0,894	0,439
5 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,148	1,440	0,715
6 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,611	0,887	0,432
7 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,608	0,778	0,378
8 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,705	0,960	0,465
9 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,652	0,776	0,382
10 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,659	0,970	0,474
11 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,607	2,303	1,150
12 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,057	1,368	0,681
13 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,904	1,289	0,640
14 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	0,753	1,124	0,556
15 vertices_inside_cyl_ASCII - Cloud_TRANSFORMED_ASCII - Cloud	1,105	1,257	0,625
A matematikai modellt alkotó függvény részegységei	Meredekség Metszés (2)	1,263	0,021
	Meredekség Metszés (1)	0,640	-0,004
	R ² értékek	0,92263	0,92533

100. Percentilis	
2. elv	1. elv
2,91%	2,66%
-1,86%	-1,75%
-0,80%	-0,54%
-1,87%	-1,99%
-6,31%	-6,05%
0,70%	1,03%
-0,85%	-0,81%
-3,82%	-3,64%
-4,50%	-4,75%
-1,69%	-1,53%
-5,40%	-5,41%
-1,09%	-1,08%
5,65%	5,35%
-0,69%	-0,93%
2,69%	1,99%
-4,40%	-3,88%
6,37%	6,04%
5,71%	5,61%
0,47%	0,63%
5,15%	5,29%
7,12%	7,22%
-6,22%	-6,03%

Meredekség Metszés (2)	1,263	0,021
Meredekség Metszés (1)	0,640	-0,004
R ² értékek	0,92263	0,92533



**Köszönöm a
megtisztelő figyelmet!**

