

Domborzatmodellek készítése és alkalmazása

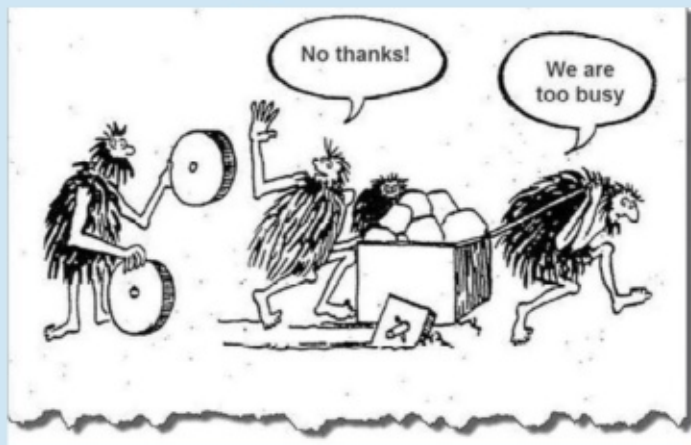
Siki Zoltán és Takács Bence

siki.zoltan@epito.bme.hu

takacs.bence@epito.bme.hu

Mottók

- „Tippek és trükkök műszaki dokumentációk készítéséhez” c. továbbképzés folytatása
- Szemléletváltás: tervezés digitálisan, térben
- Bárki számára elérhető megoldások



Témák

1. Digitális terepmodell GeoEasy szoftverrel
2. Domborzatmodell szintvonalakból
3. Domborzatmodell pontfelhőből
4. Földtömegszámítás GeoEasy szoftverrel
5. Szabályos négyzetrács modell QGIS szoftverrel
6. Szabályos négyzetrácsok építőipari alkalmazása: vasbeton födém geometriai minősítése
7. Tervezett útpálya modellezése
8. Megépült útpálya geometriai minősítése

Néhány fogalom, rövidítés

TIN

GRID

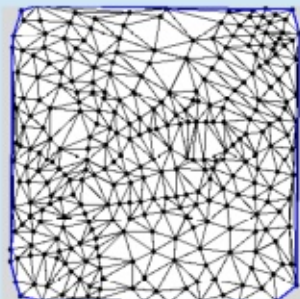
DTM

DSM

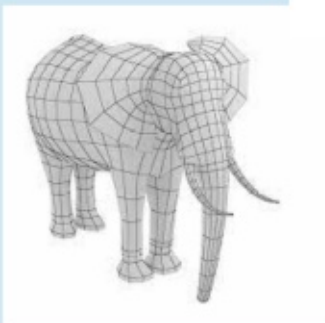
nDSM

Mesh

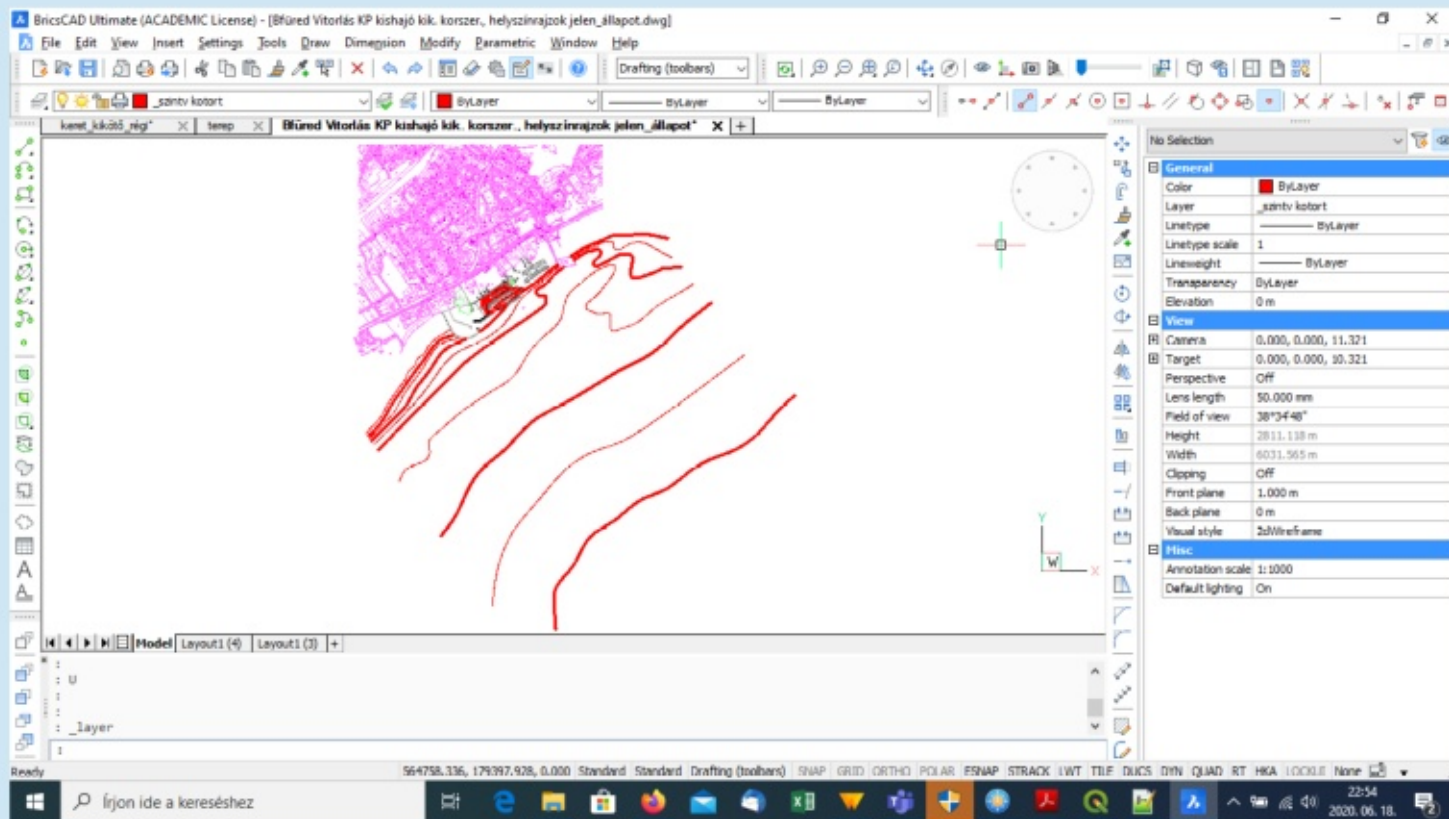
PC



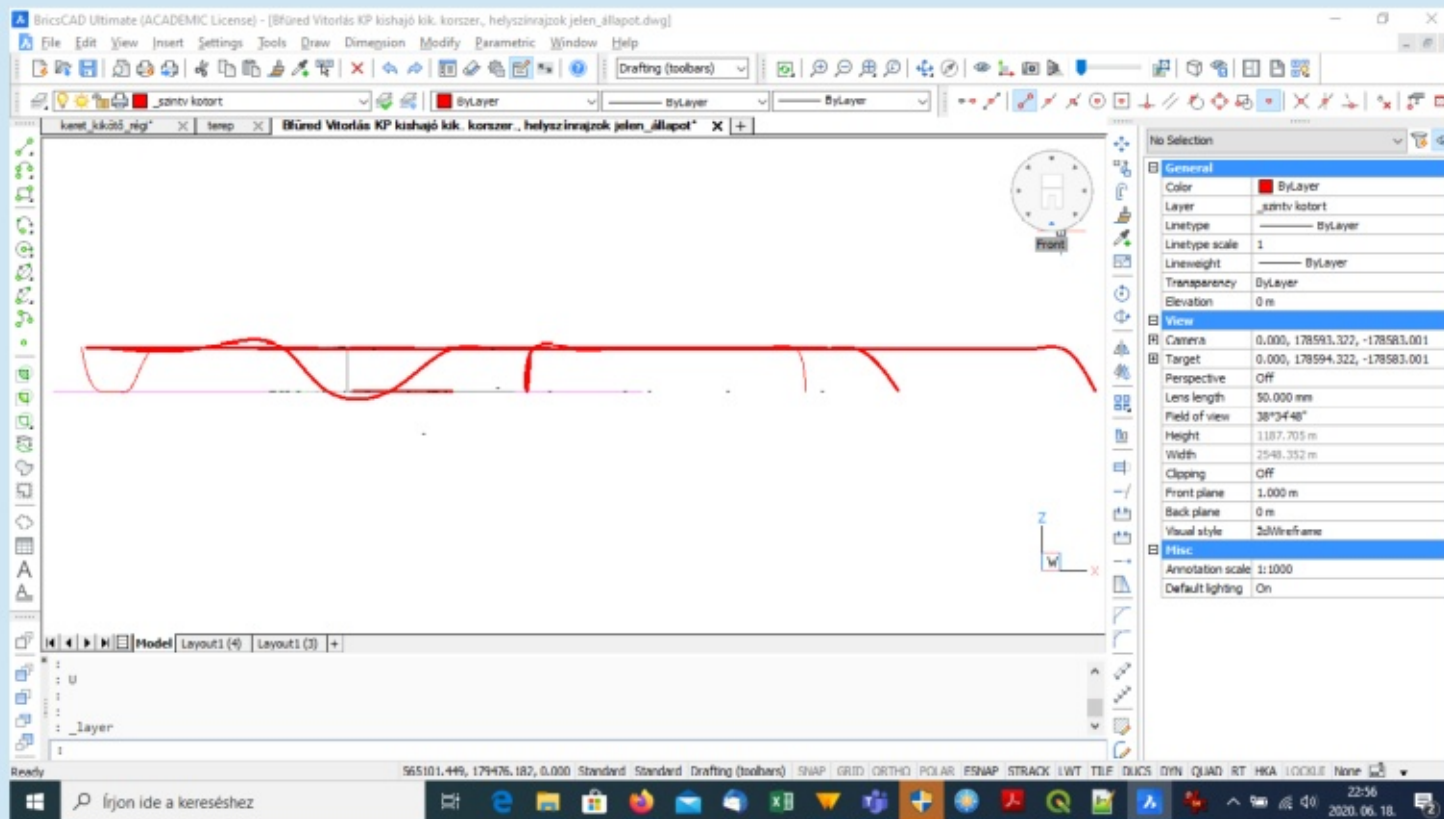
0.16	0.08	0.40	0.70	0.72	0.54	0.33	0.19	0.03
0.72	0.60	0.79	1.01	1.19	1.12	1.06	0.85	0.71
1.33	1.24	1.35	1.56	1.79	1.92	1.87	1.47	1.36
1.98	1.89	1.96	2.13	2.33	2.38	2.40	2.09	1.98
2.46	2.53	2.60	2.94	2.99	2.94	2.54	2.61	2.56
2.22	2.00	2.62	2.66	2.72	2.67	2.58	2.67	2.74
1.70	1.93	1.96	2.02	2.09	2.16	2.09	2.33	2.27
1.17	1.27	1.33	1.40	1.47	1.54	1.61	1.53	1.65
0.98	0.64	0.71	0.78	0.84	0.91	0.98	1.04	1.02



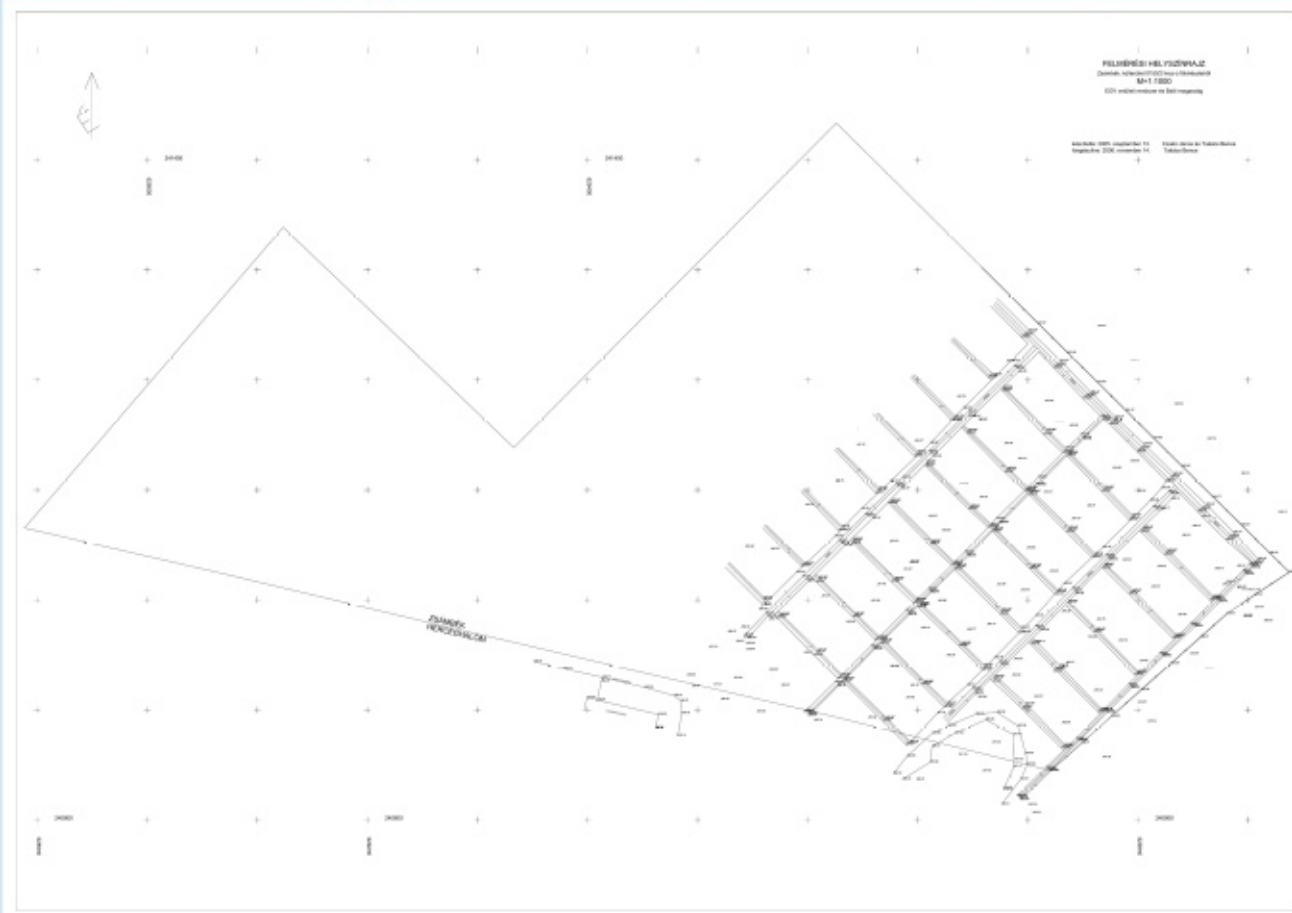
Szintvonalak felülnézet



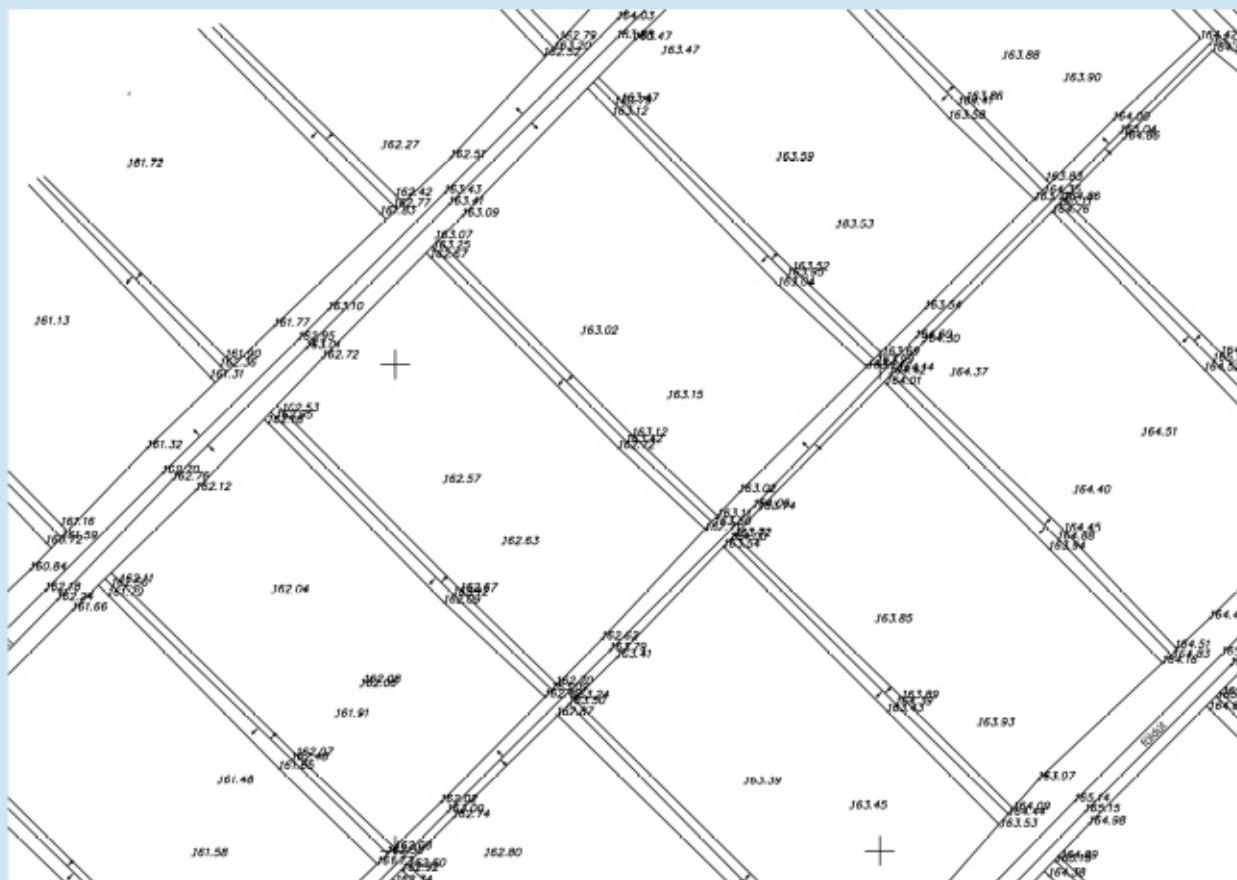
Szintvonalak oldalnézetben



Digitális terepmodell előállítása, GeoEasy



Digitális terepmodell előállítása, GeoEasy



1. Mérés (GPS, mérőállomás...)
2. 3D állomány CAD-ben (ITR, AutoCAD ...)
3. DTM (GeoEasy)

Előkészítés, még CAD-ben

Drawing Explorer

Layers [terep_elokeszit.dwg]

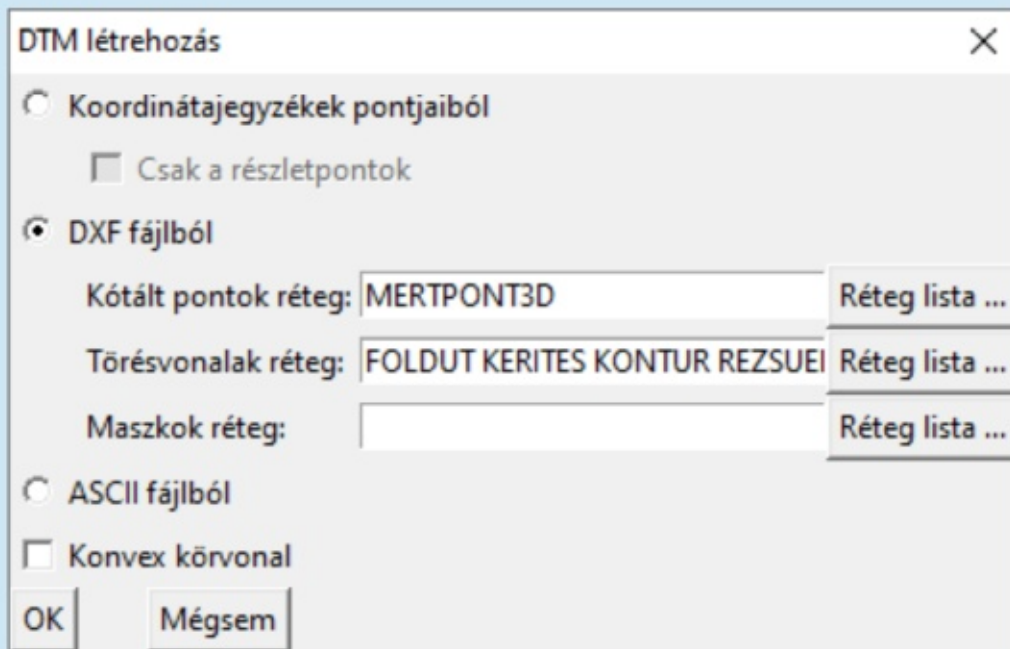
	C...	Layer Name	D...	O...	F...	L...	Color	Linetype	Lineweight	Transp...	Plot Style	Plot	N...	Material
1	●	0		☹	☼	📁	White	Continuous	Default	0	Color 7	📄		Global
2		burkolt_ut		☹	☼	📁	164	Continuous	Default	0	Color 164	📄		Global
3		Defpoints		☹	☼	📁	White	Continuous	Default	0	Color 7	📄		Global
4		epulet		☹	☼	📁	Yellow	Continuous	Default	0	Color 2	📄		Global
5		felirat		☹	☼	📁	White	Continuous	Default	0	Color 7	📄		Global
6		foldut		☹	☼	📁	84	Continuous	Default	0	Color 84	📄		Global
7		FÖLDRÉSZLET_HATÁR		☹	☼	📁	100	-	Default	0	Color 100	📄		Global
8		kerites		☹	☼	📁	Red	Continuous	Default	0	Color 1	📄		Global
9		kozmu		☹	☼	📁	Red	Continuous	Default	0	Color 1	📄		Global
10		mertpont3d		☹	☼	📁	9	Continuous	Default	0	Color 9	📄		Global
11		mertpontz		☹	☼	📁	40	Continuous	Default	0	Color 40	📄		Global
12		orkereszt		☹	☼	📁	9	Continuous	Default	0	Color 9	📄		Global
13		PN		☹	☼	📁	White	Continuous	Default	0	Color 7	📄		Global
14		PN2		☹	☼	📁	White	Continuous	Default	0	Color 7	📄		Global
15		PN3		☹	☼	📁	White	Continuous	Default	0	Color 7	📄		Global
16		PT		☹	☼	📁	White	Continuous	Default	0	Color 7	📄		Global
17		PT3		☹	☼	📁	White	Continuous	Default	0	Color 7	📄		Global
18		rezsuel		☹	☼	📁	14	Continuous	Default	0	Color 14	📄		Global
19		rezsulab		☹	☼	📁	9	Continuous	Default	0	Color 9	📄		Global
20		ZN2		☹	☼	📁	White	Continuous	Default	0	Color 7	📄		Global
21		ZN3		☹	☼	📁	Magent	Continuous	Default	0	Color 6	📄		Global

Preview

1. 2D rétegek törlése
2. Kontúr rajzolás
3. Ellenőrzés 3D nézetben
4. Mentés dxf-be

Beolvasás GeoEasy-be

Grafikus ablak, DTM létrehozás, DXF fájlból, rétegek megadása



DTM létrehozás

Koordinátajegyzékek pontjaiból

Csak a részletpontok

DXF fájlból

Kóttált pontok réteg: MERTPONT3D Réteg lista ...

Törésvonalak réteg: FOLDUT KERITES KONTUR REZSUEI Réteg lista ...

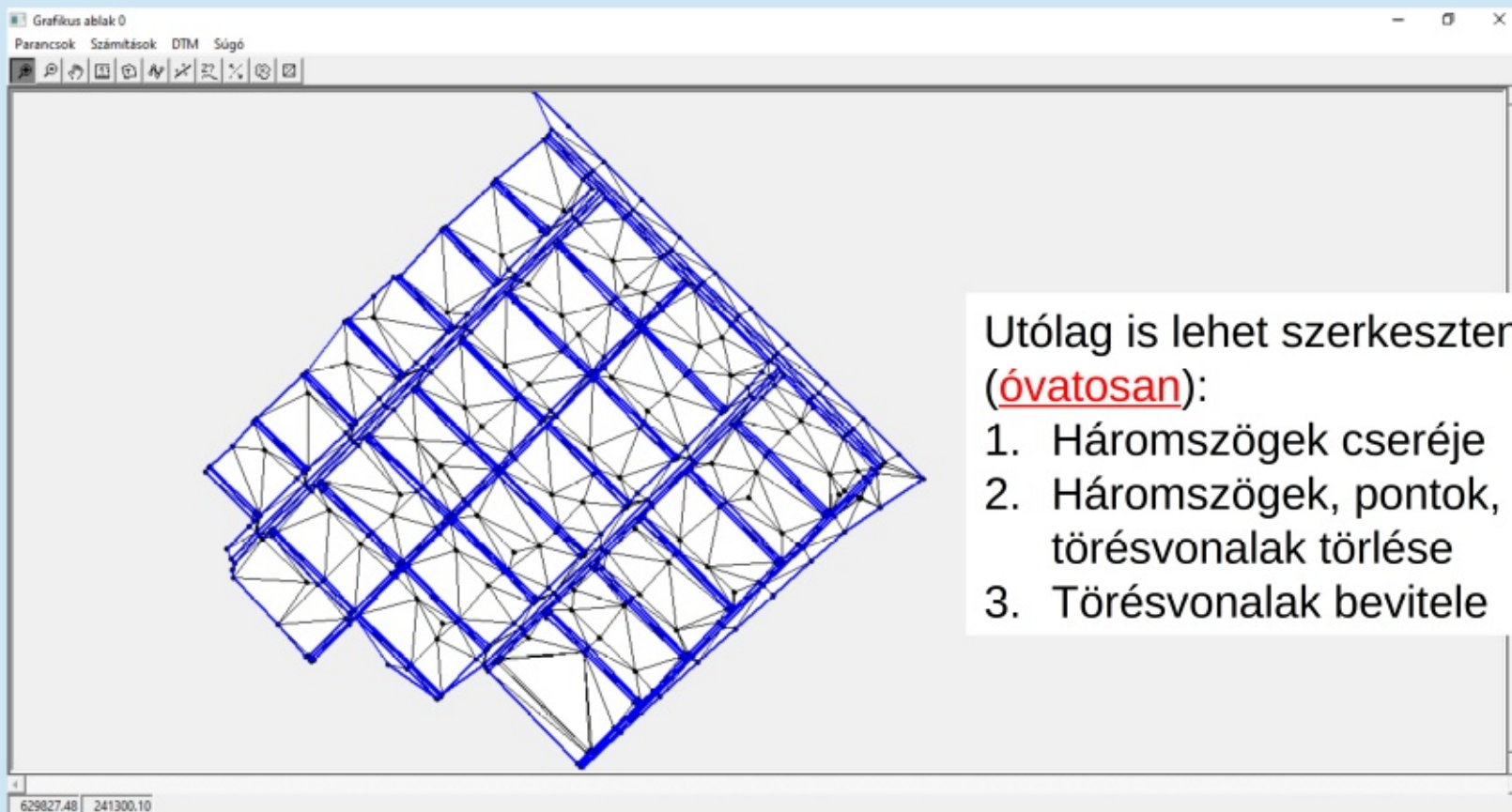
Maszkok réteg: Réteg lista ...

ASCII fájlból

Konvex körvonal

OK Mégsem

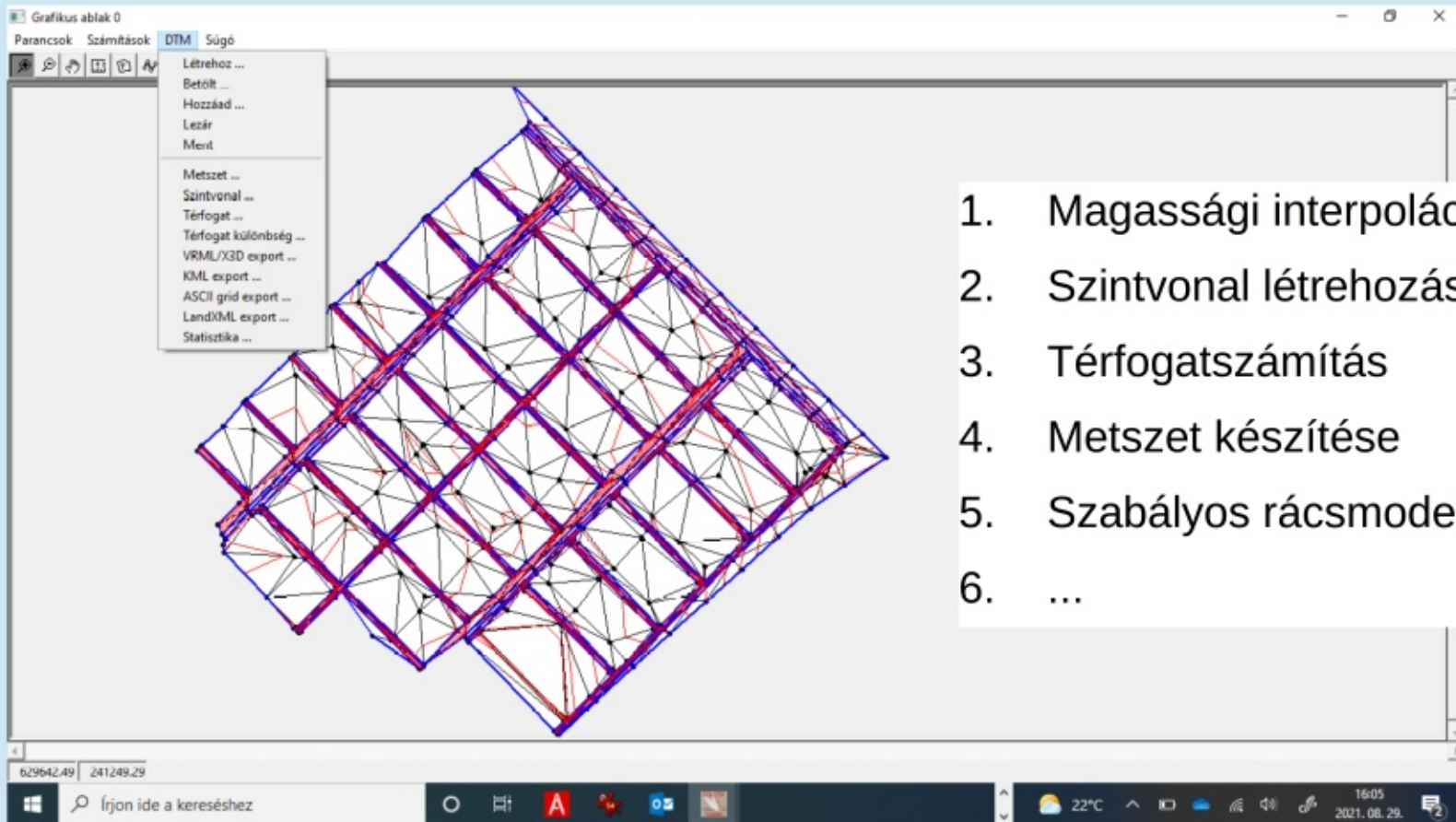
Létrejött DTM (TIN-modell)



Utólag is lehet szerkeszteni
(óvatosan):

1. Háromszögek cseréje
2. Háromszögek, pontok, törésvonalak törlése
3. Törésvonalak bevitele

Műveletek



629642.49 | 241249.29

16:05
2021. 08. 29.

1. Magassági interpoláció
2. Szintvonal létrehozása
3. Térfogatszámítás
4. Metszet készítése
5. Szabályos rácsmodell
6. ...

Mentés DXF fájlba

Ami fontos lehet:

1. 3D
2. Rétegnevek
3. Feliratok
4. Szintvonalköz
5. Réteg nevek magasság alapján
6. 3D lapok

Amit CAD-ben kell megcsinálni:

1. Szintvonalak összefűzése, lekerekítése, feliratozása

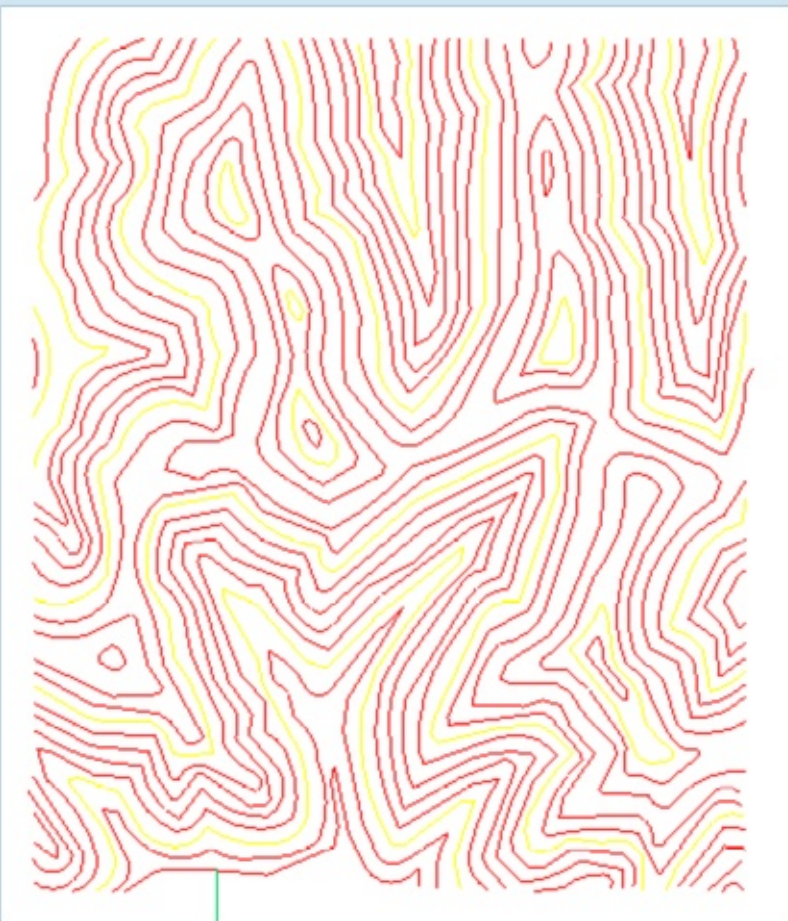
DXF export paraméterek

Pont réteg neve	PT
Szimbólum méret	1.0
<input type="checkbox"/> Pontkód rétegnévbe	<input type="checkbox"/> Vonalak
<input type="checkbox"/> yz síkban	<input type="checkbox"/> Blokkokkal
<input type="checkbox"/> Csak a részletpontok	<input checked="" type="checkbox"/> 3D
<input checked="" type="checkbox"/> Pontszám feliratok	
Réteg neve	PN
X eltolás	0.8
Y eltolás	1.0
Felirat méret	1.8
<input checked="" type="checkbox"/> Magasság feliratok	
Réteg neve	ZN
X eltolás	0.8
Y eltolás	-1.0
Felirat méret	1.5
Tizedesek	2
<input checked="" type="checkbox"/> Szintvonal generálás	
Szintvonalköz:	0.25
<input checked="" type="checkbox"/> Réteg nevek magasság alapján	
<input checked="" type="checkbox"/> 3D lapok a DXF-be	

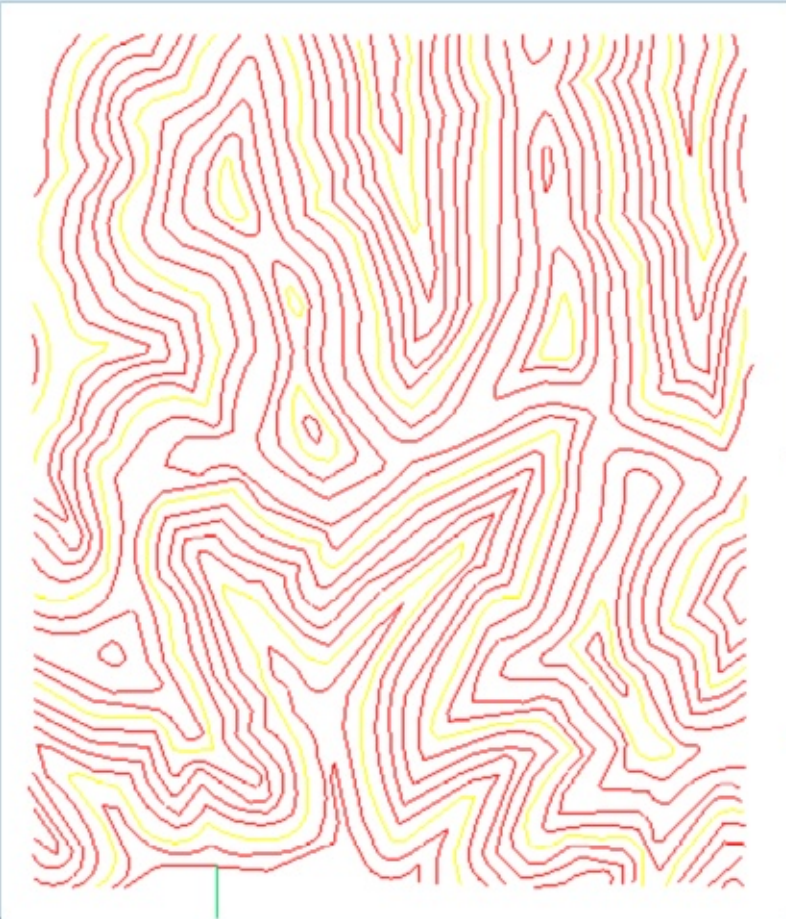
OK Mégsem



Domborzatmodell szintvonalakból

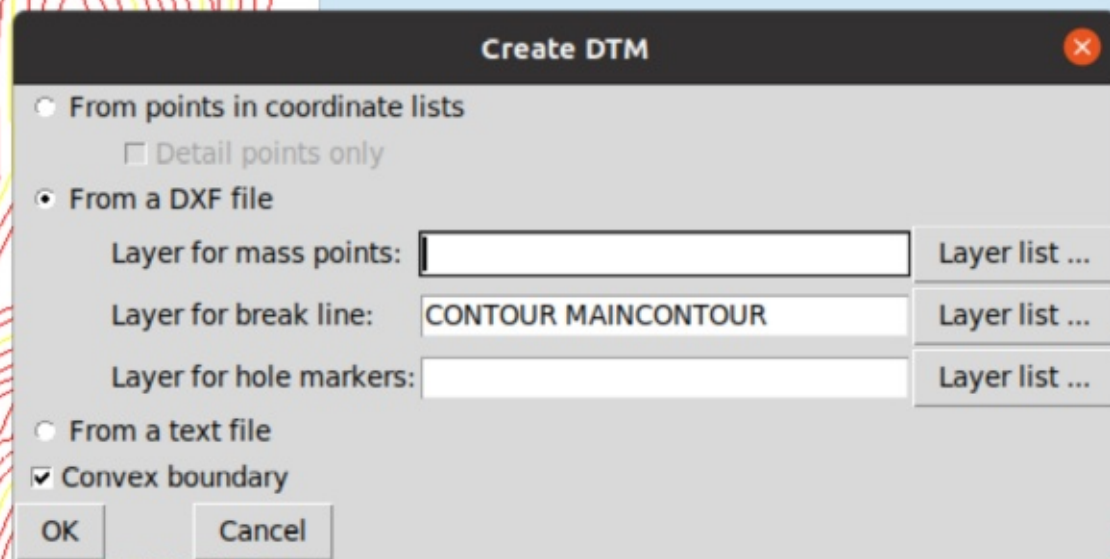


Domborzatmodell szintvonalakból



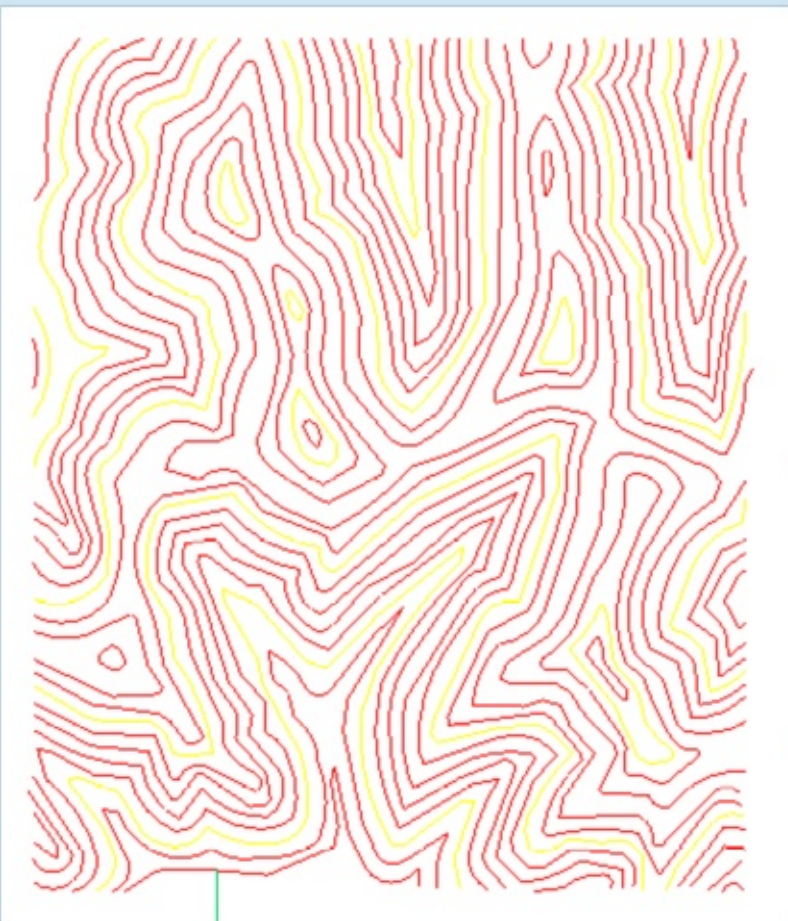
Előlnézet

Domborzatmodell szintvonalakból

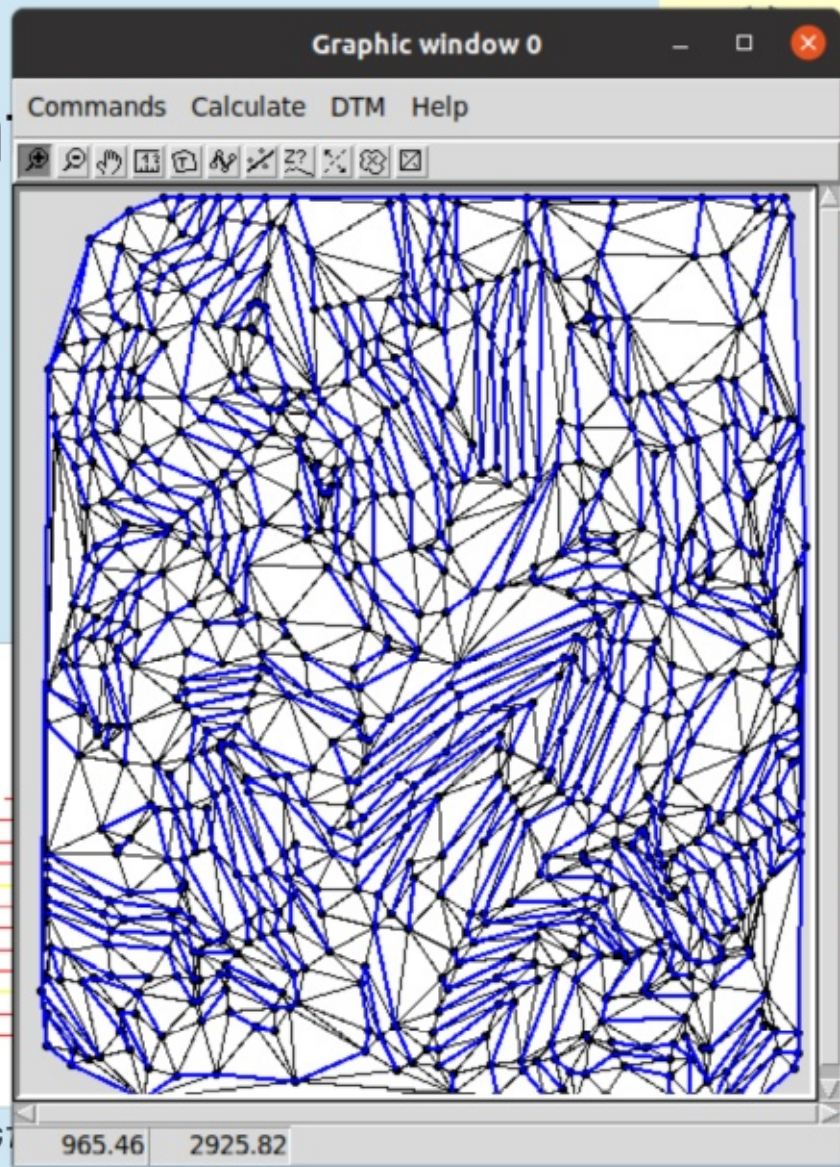


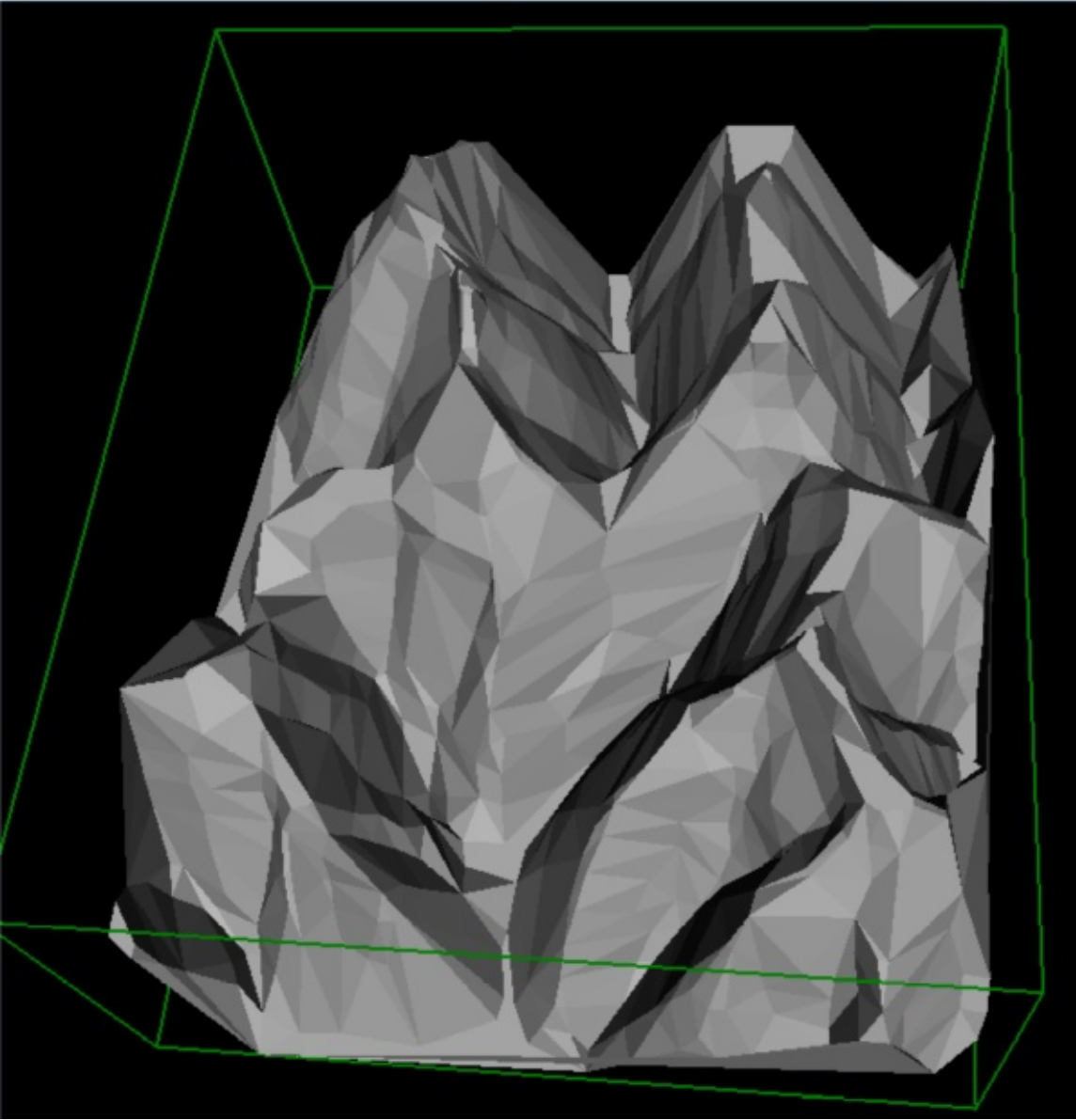
Előnézet

Domborzatmodell szin

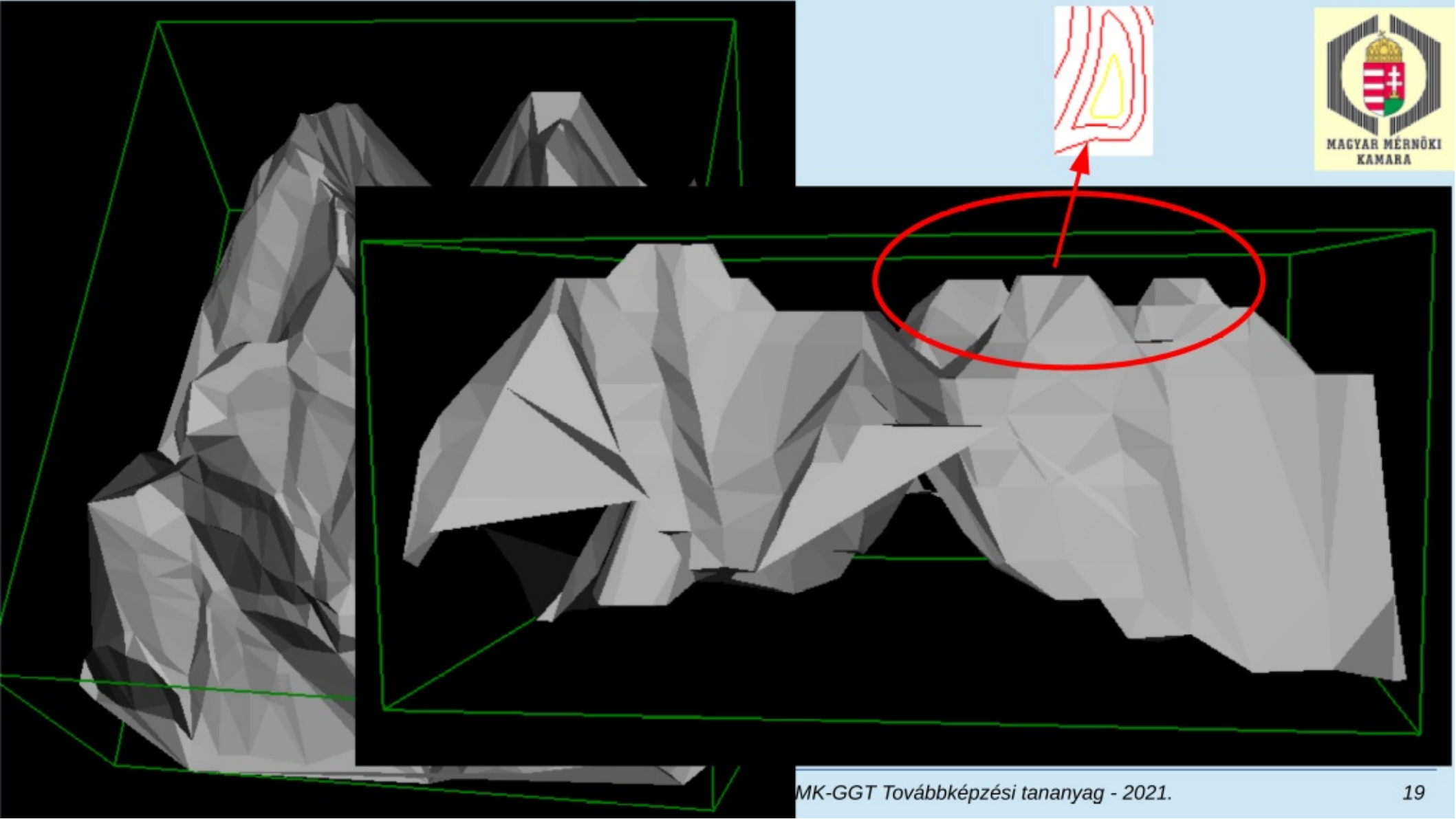


Jónak tűnik!?



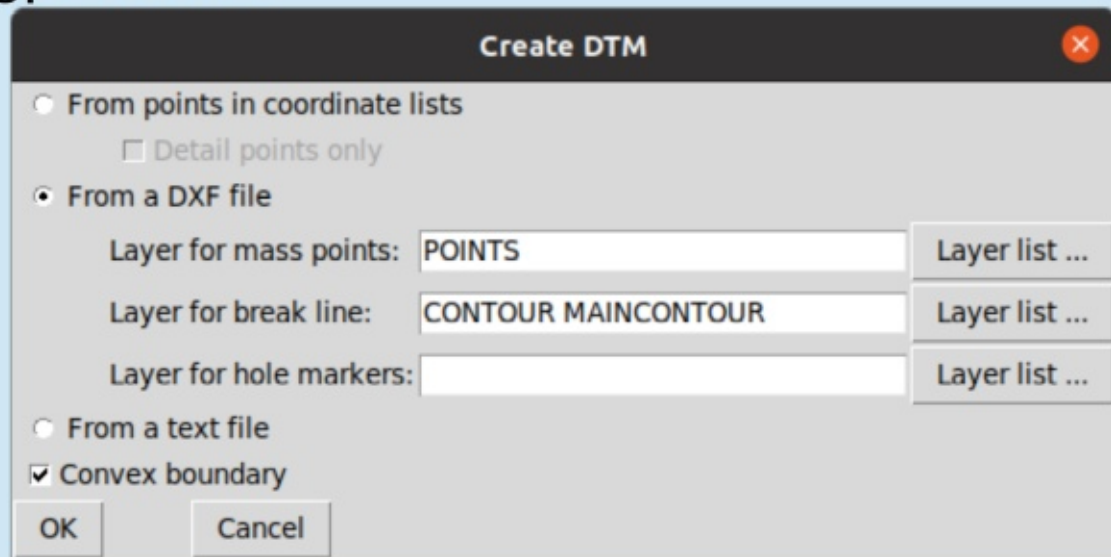


Jónak tűnik!?

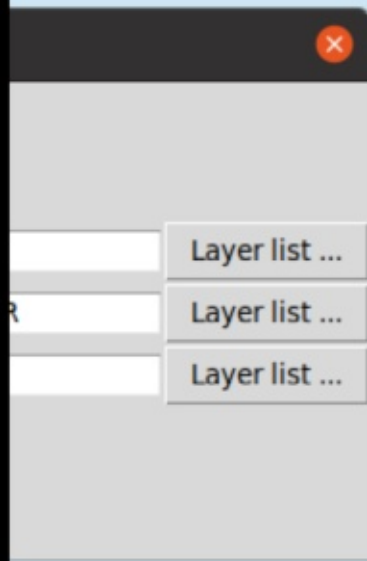
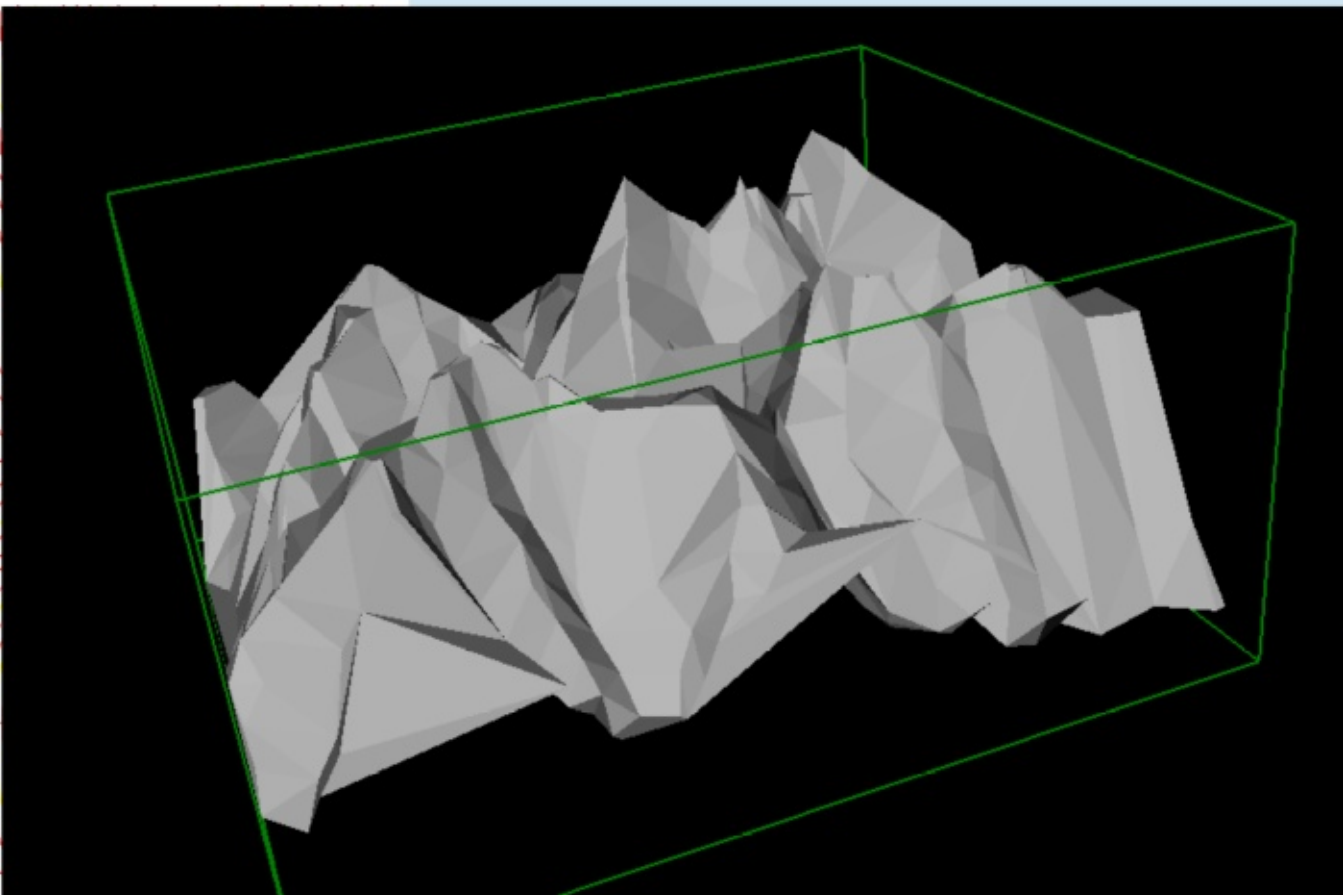


Domborzatmodell szintvonalakból

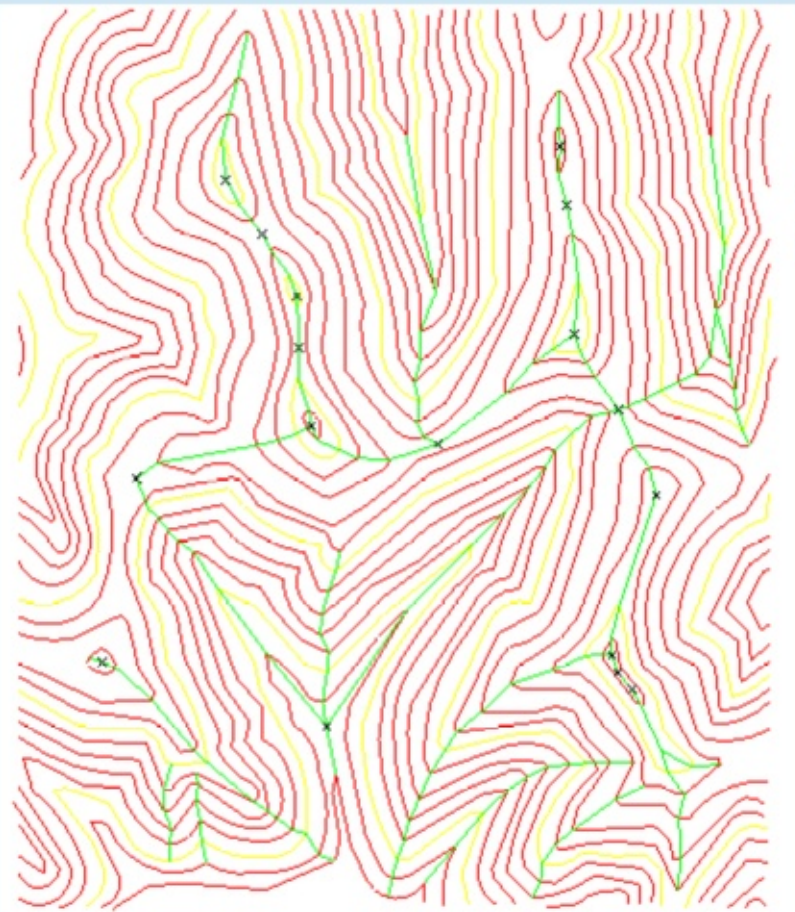
Adjuk hozzá
a csúcs és
nyeregpontokat



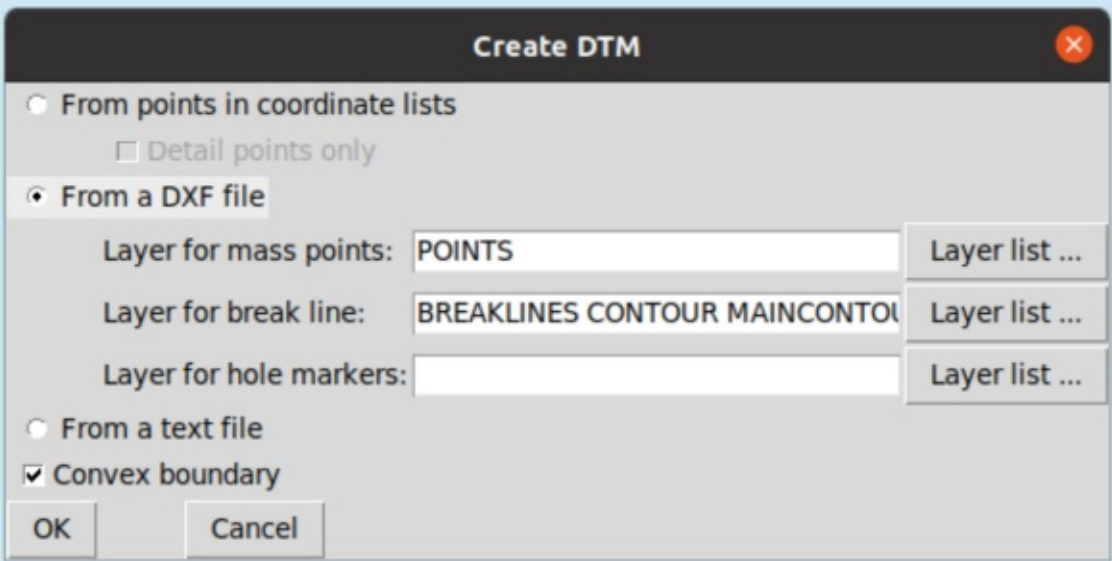
Domborzatmodell szintvonalakból



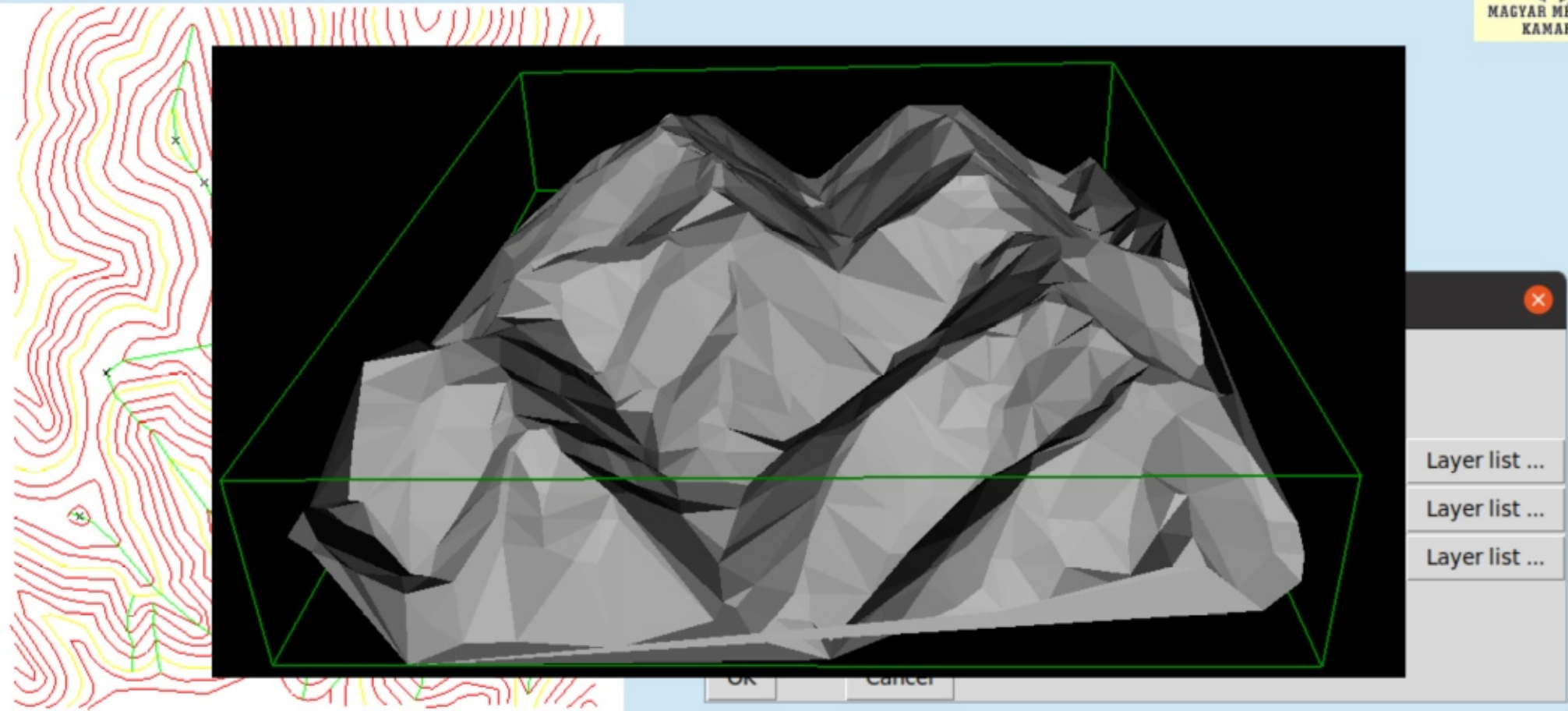
Domborzatmodell szintvonalakból



Adjuk hozzá
az idomvonalak



Domborzatmodell szintvonalakból



Domborzatmodell létrehozása pontfelhőből

Talaj pontok szegmentálása (CloudCompare)

Cloth Simulation Filter

CSF Plugin Instruction

Cloth Simulation Filter (CSF) is a tool to extract of ground points in discrete return LiDAR pointclouds. The detailed theory and algorithms could be found in the following paper:

Zhang W, Qi L, Wen B, Wang H, Xie D, Wang Y, Yan G. An Easy to Use

General parameter setting

Advanced parameter setting

Scenes



Steep slope



Relief



Flat

Slope processing

OK

Cancel



Domborzatmodell létrehozása pontfelhőből

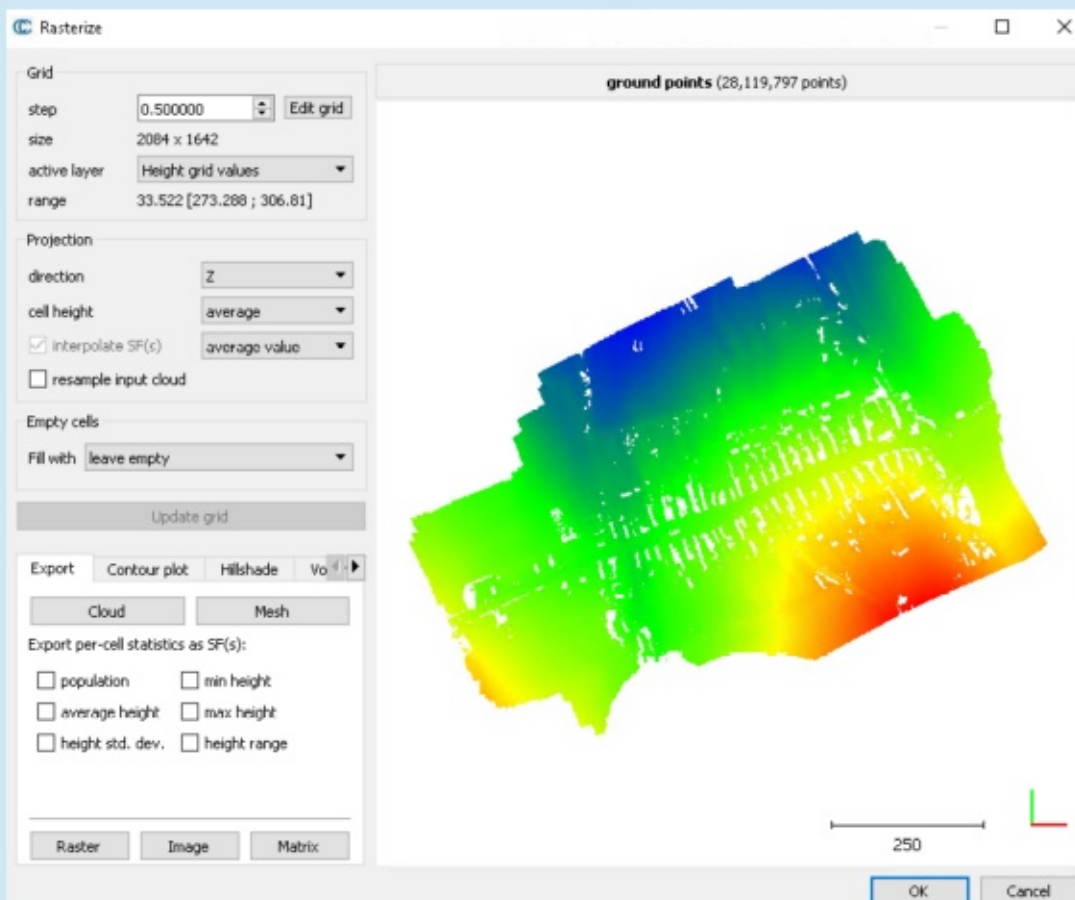


Talaj

Nem talaj



Domborzatmodell létrehozása pontfelhőből



Domborzatmodell létrehozása pontfelhőből

Rasterize

Grid

step: 0.500000 [Edit grid]

size: 2084 x 1642

active layer: Height grid values

range: 33.522 [273.288 ; 306.81]

Projection

direction: Z

cell height: average

Interpolate SF(s): average value

resample input cloud

Empty cells

Fill with: leave empty

Update grid

Export: Contour plot Hillsshade Vol

Cloud Mesh

Export per-cell statistics as SF(s):


population min height

average height max height

height std. dev. height range

Raster Image Matrix

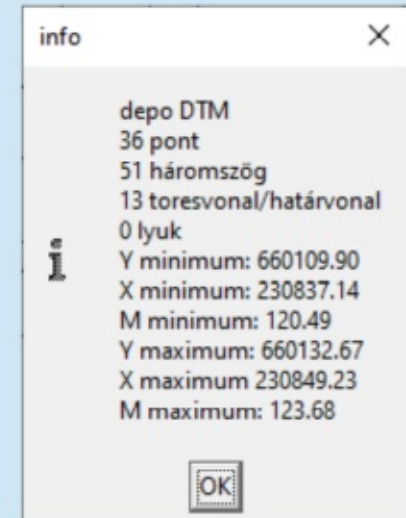
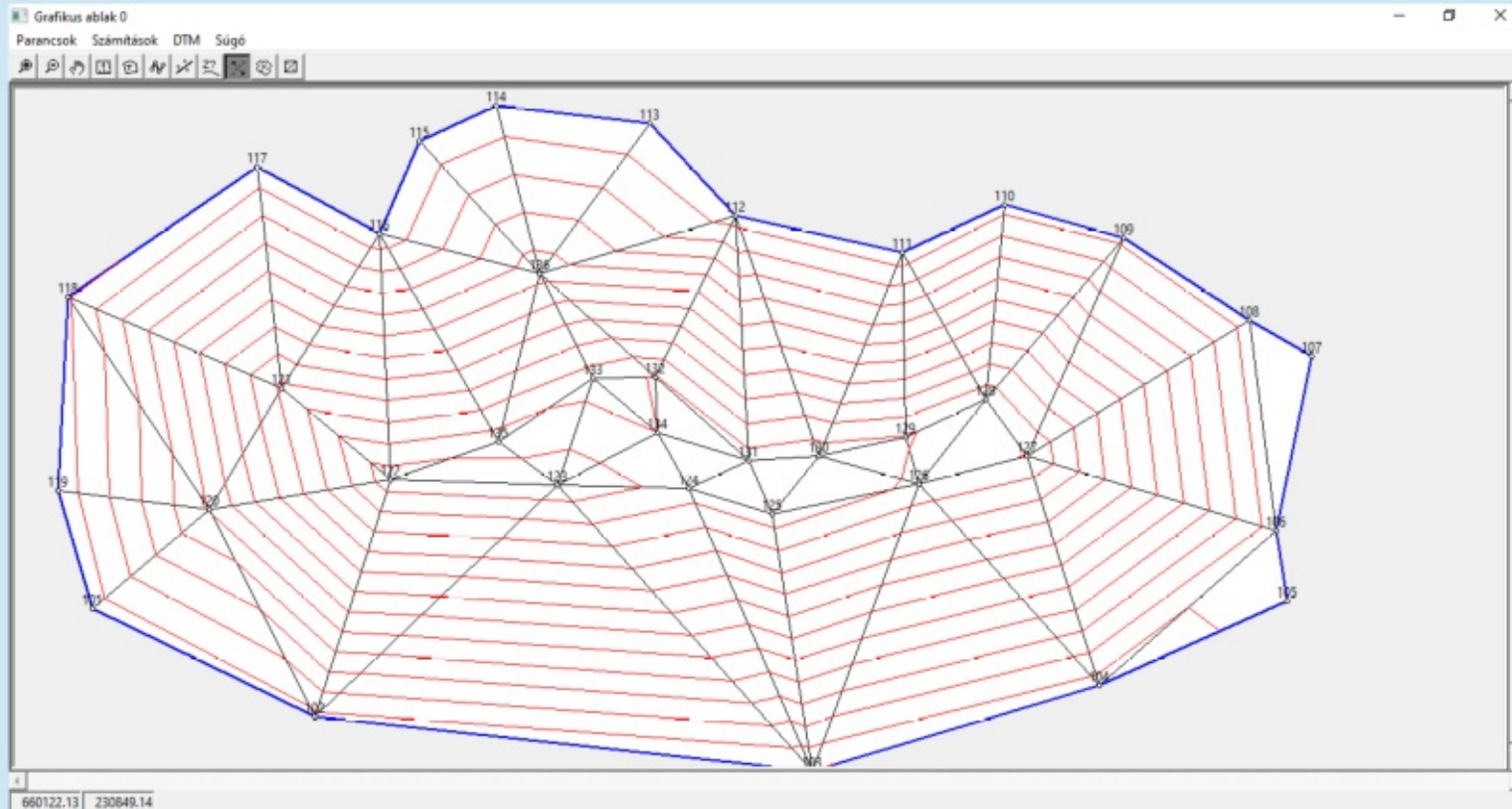
3D Map 1



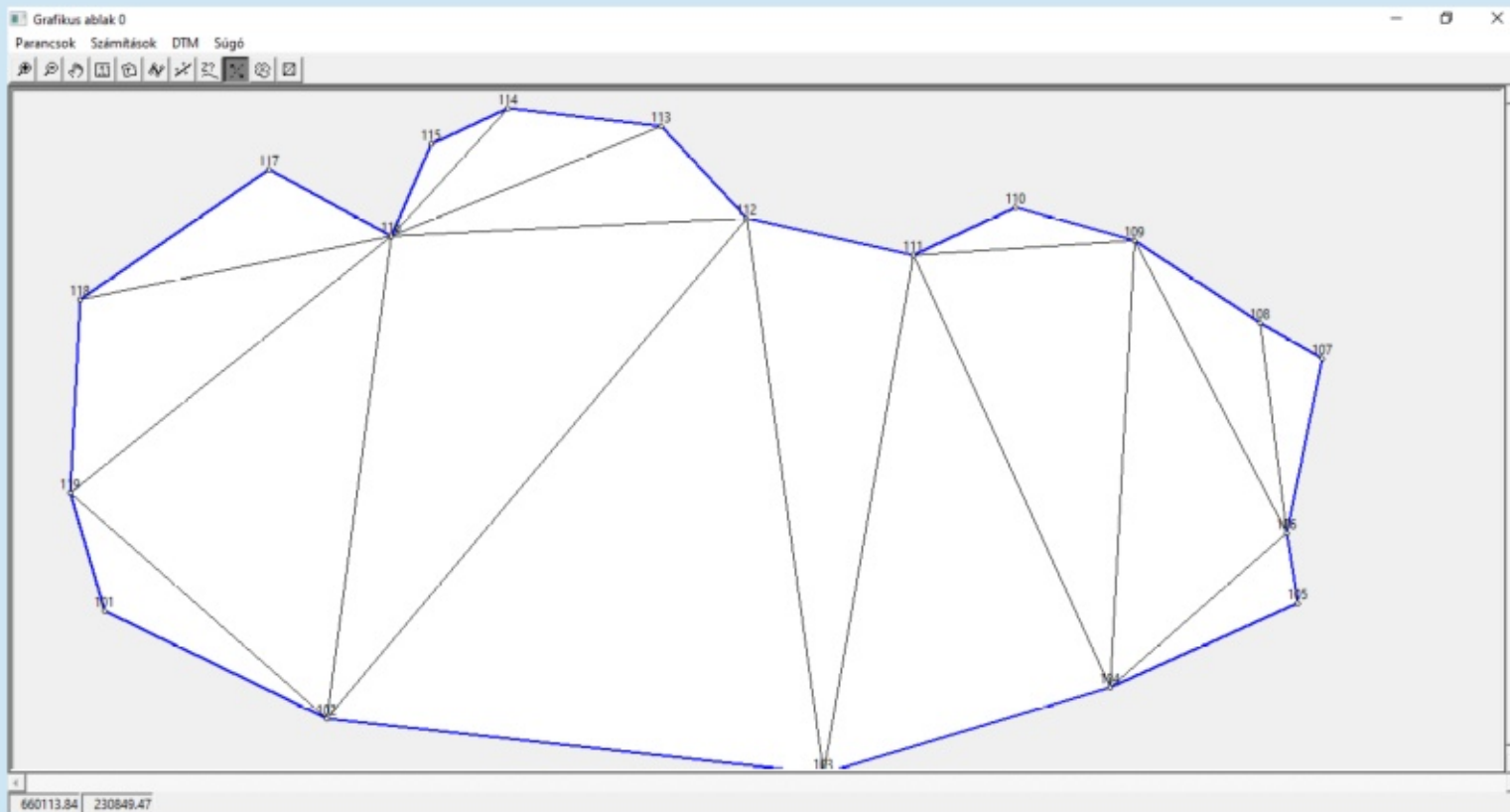
Földtömegszámítás



Digitális terepmodell mért pontokból



Eredeti terep



Földtömeg (térfogat) számítás

GeoEasy: Térfogat

Alapszint	Térfogat	Felette	Alatta	Terület	Felszín
120.000	148.1	148.1	0.0	200.9	201.1
120.000	384.8	384.8	0.0	200.9	232.5
	236.7				

GeoEasy: Térfogat különbség

Rács lépésköz: 1.00

Bal alsó sarok: 660109.90 230837.14

Jobb felső sarok: 660132.67 230849.23

Bevágás térfogat: **236.7 m3** Terület: 197.0 m2

Töltés térfogat: 0.0 m3 Terület: 0.0 m2

Azonos: 6.0 m2

Térfogat különbség számítás

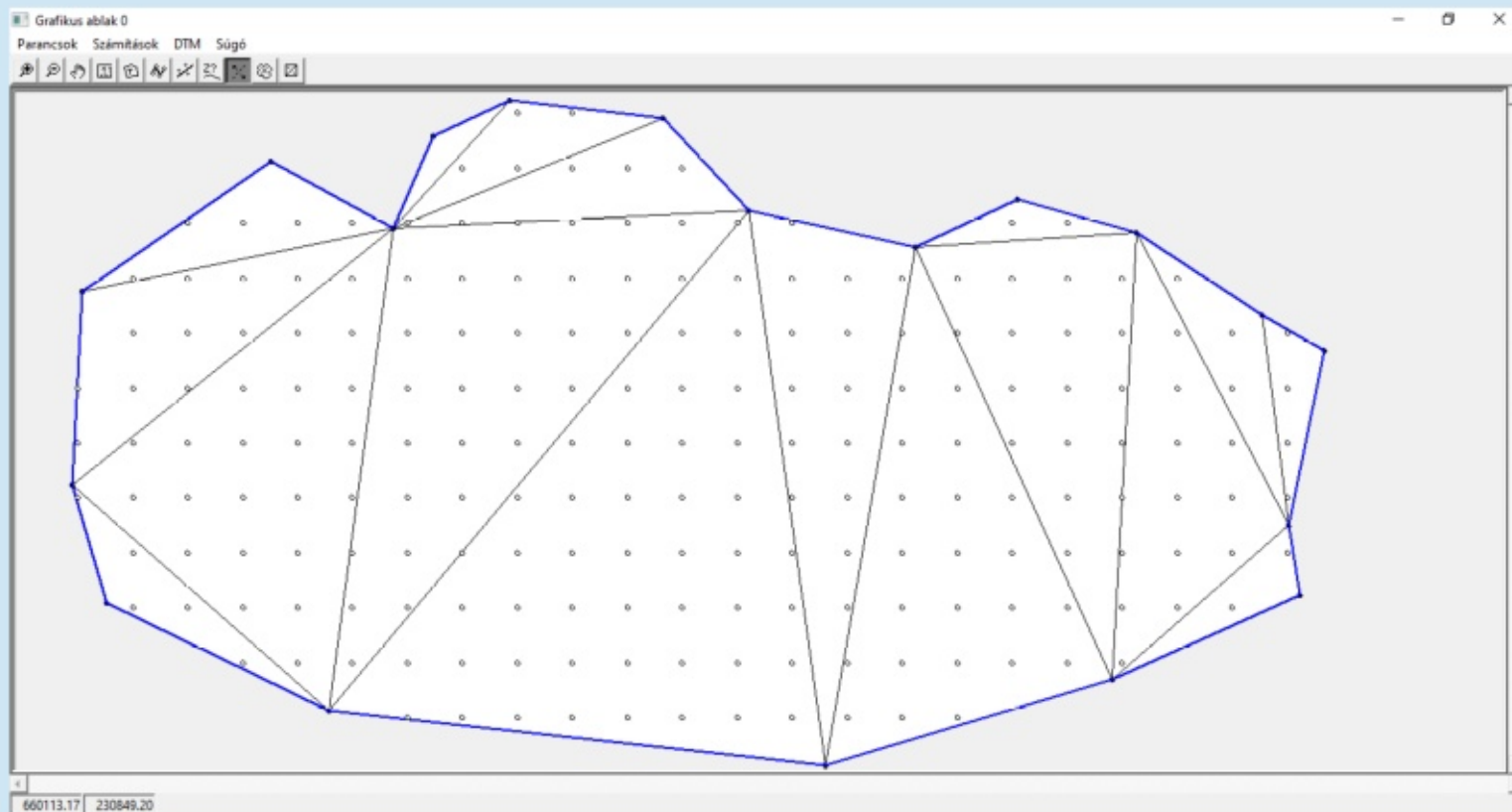
Szabályos négyzetrács modell mindkét DTM-ből

Rácspontokban magasságkülönbség

Eredmény: ESRI ascii grid fájl

Dokumentáció

Szabályos négyzetrács



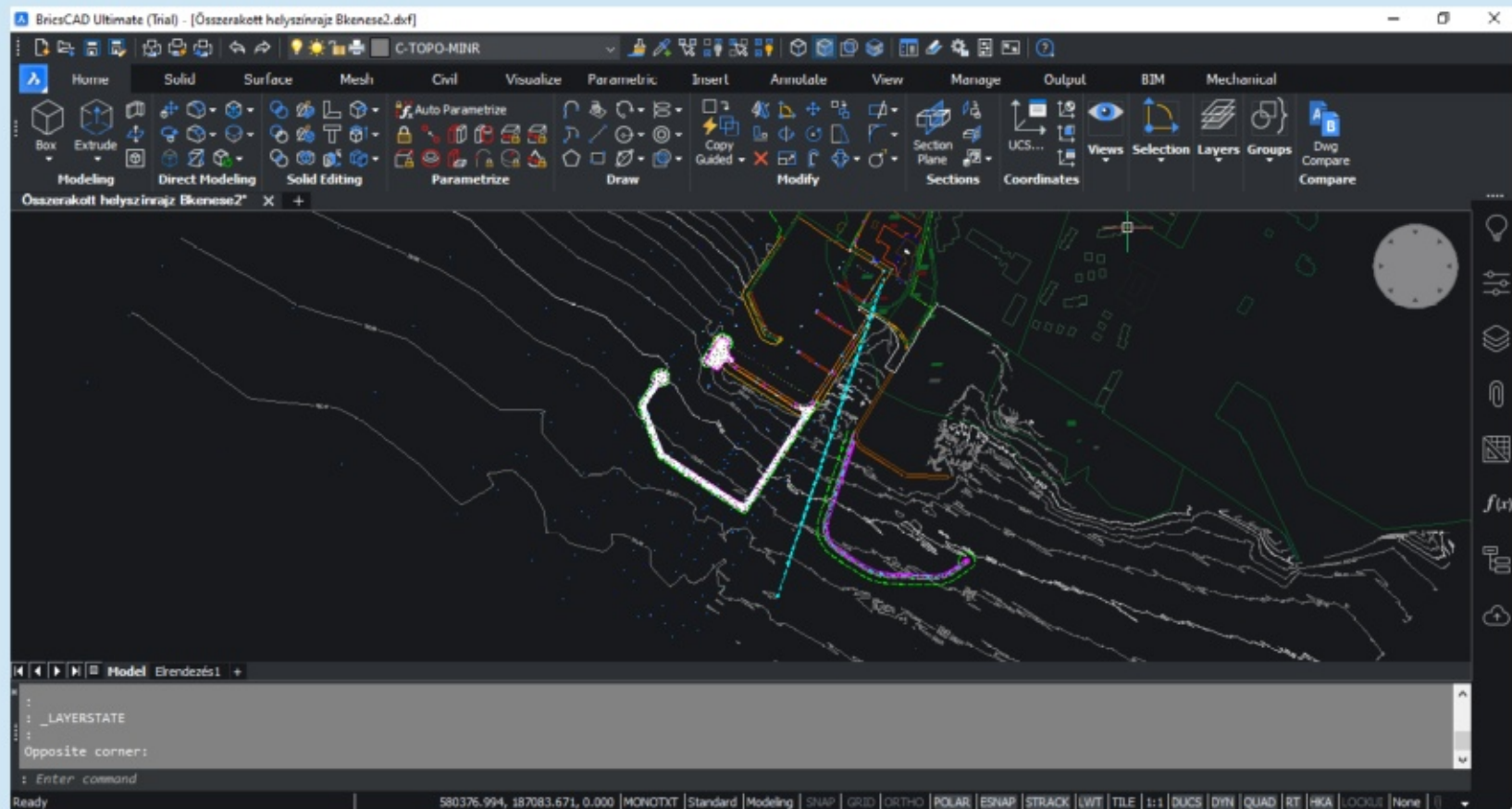
Szabályos négyzetrácsmodell

A feladat:

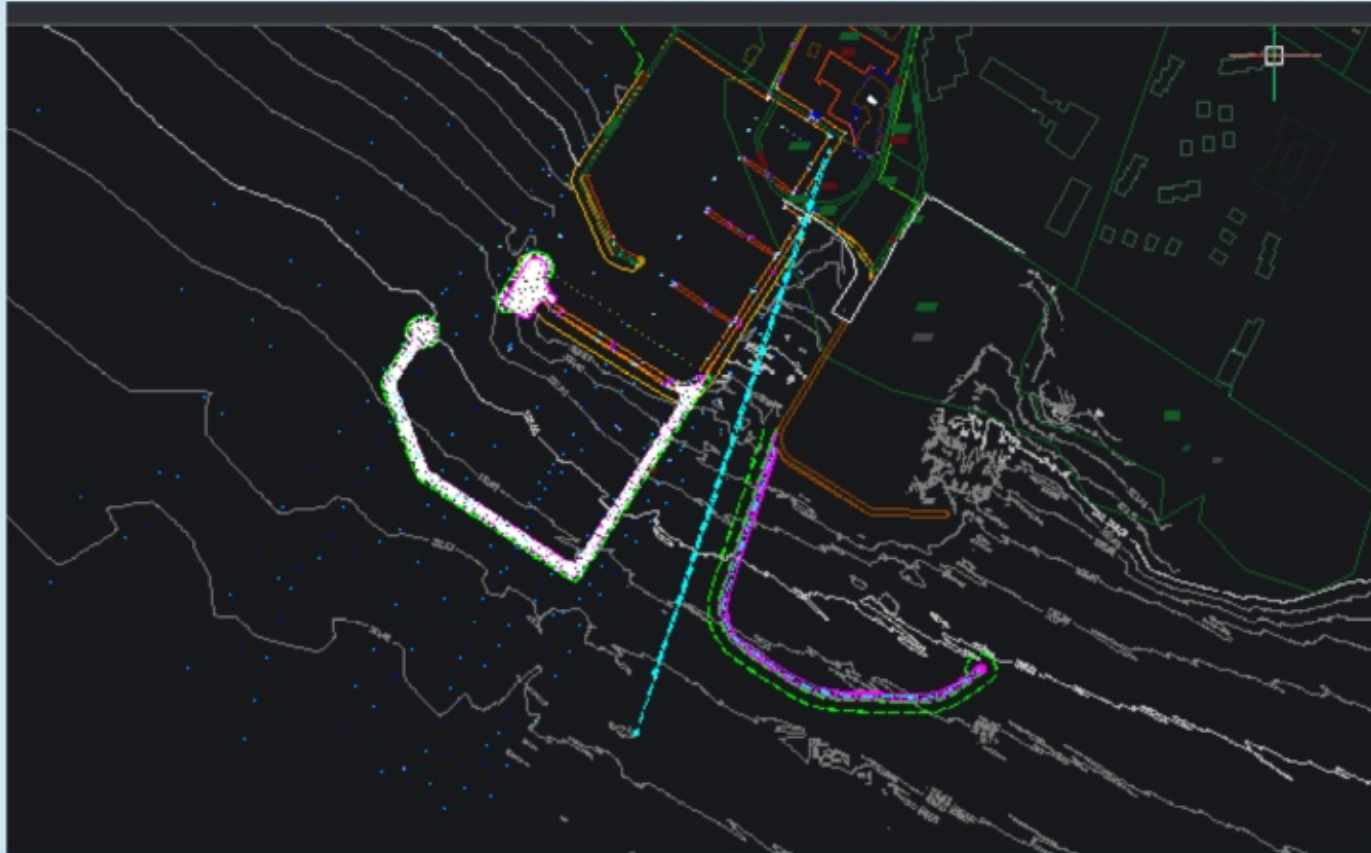
Mért pontokból + átvett szintvonalakból + tervekből -> ...

... -> Szabályos négyzetrácsmodell (= GRID)

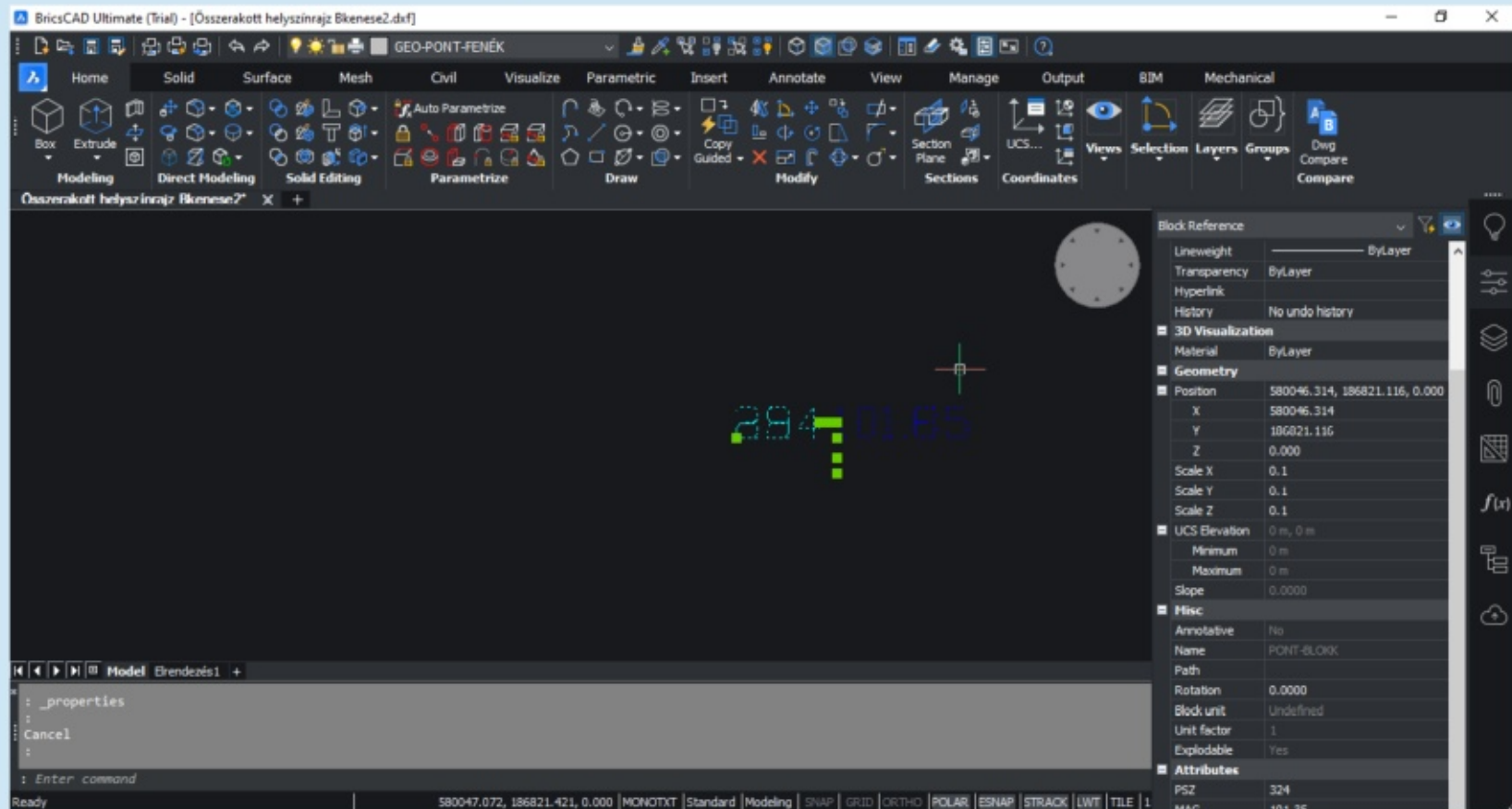
Amit kaptunk (=digitális szénakazal)



Amit kaptunk (=digitális szénakazal)



Mért pontok 2D blokként



Hogyan lesz ebből koordinátajegyzék?

GeoEasy: beolvasás dxf fájlból

DXF import paraméterek

Blokkokból

Pont blokk neve

Pontszám attribútum

Pontkód attribútum

Magasság attribútum

Pontszám feliratokból

Pontkód a rétegnévből

Réteg neve

Pont elemekből

3D

_összerakott_helyszínrajz_bken... - □ ×

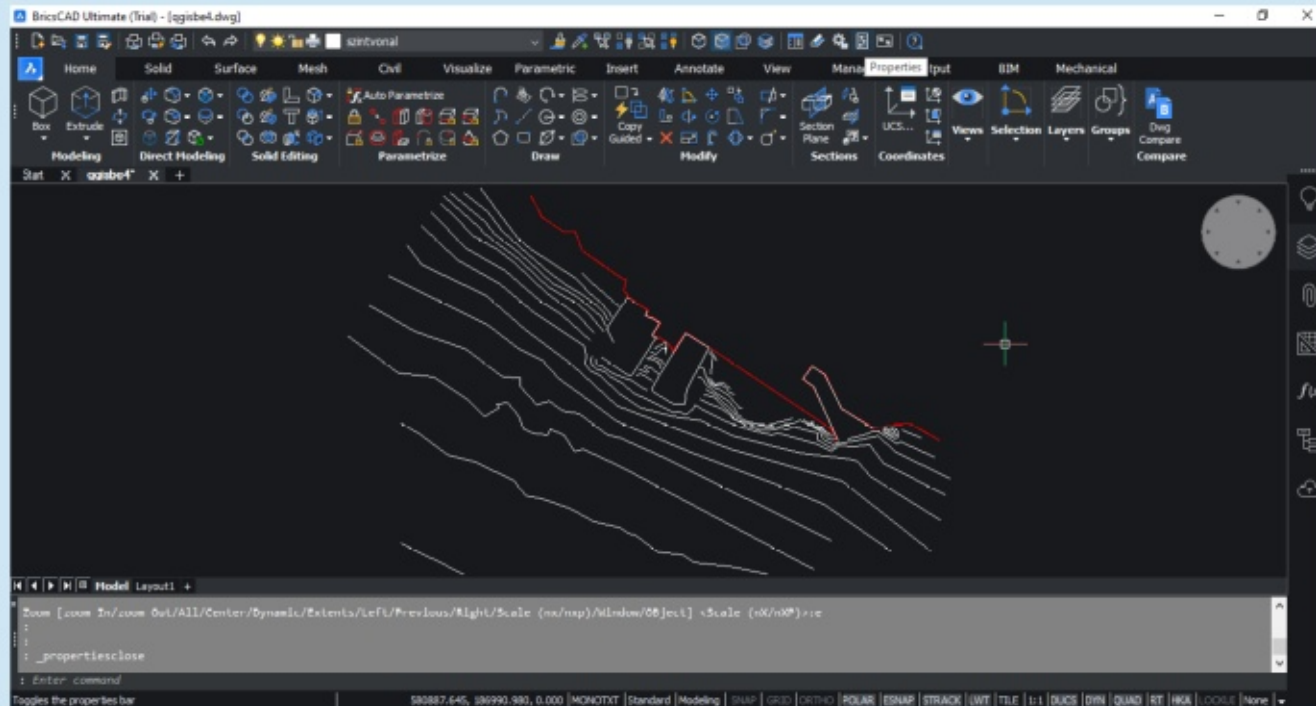
Parancsok Számítások Súgó

Pontszám	Pont kód	Y	X	M
		Előzetes Y	Előzetes X	Előzetes M
1	GEO MÉRT-	580090.660	186933.230	105.790
2	GEO MÉRT-	580087.010	186935.590	105.810
3	GEO MÉRT-	580083.360	186937.850	104.590
4	GEO MÉRT-	580079.780	186940.140	104.550
5	GEO MÉRT-	580076.370	186942.230	104.520
6	GEO MÉRT-	580073.300	186944.200	104.610
7	GEO MÉRT-	580070.120	186946.260	104.780
8	GEO MÉRT-	580066.900	186948.410	104.710
9	GEO MÉRT-	580063.710	186950.360	105.780
10	GEO MÉRT-	580060.620	186952.330	105.610
11	GEO MÉRT-	580057.450	186954.310	104.830
12	GEO MÉRT-	580054.830	186957.710	104.780
13	GEO MÉRT-	580050.760	186960.100	104.680
14	GEO MÉRT-	580046.510	186962.840	104.570
15	GEO MÉRT-	580042.370	186965.470	104.710
16	GEO MÉRT-	580038.430	186966.280	104.610
17	GEO MÉRT-	580035.350	186968.440	104.760
18	GEO MÉRT-	580032.250	186970.460	104.690
19	GEO MÉRT-	580029.240	186972.430	104.860
20	GEO MÉRT-	580025.520	186976.130	104.790

1/733

Hogyan lesz ebből GRID?

Most QGIS-ben dolgozunk, de persze CAD-ben előkészítjük



QGIS



The screenshot displays the QGIS desktop application. The main window title is '*1valtozat - QGIS'. The menu bar includes 'Projekt', 'Szerkesztés', 'Nézet', 'Réteg', 'Beállítások', 'Modulok', 'Vektor', 'Raszter', 'Adatbázis', 'Web', 'Háló', 'Feldolgozás', and 'Súgó'. The toolbar contains various icons for file operations, navigation, and processing. The 'Rétegek' (Layers) panel on the left shows two layers: 'keret' (checked) and 'terep_elokeszit' (checked). The central canvas shows a topographic map with orange contour lines and a red rectangular selection box. The 'Feldolgozás eszköztár' (Processing toolbox) on the right is open, showing a search bar and a list of processing tools such as 'Korábban használt', 'Adatbázis', 'Fájl eszközök', 'Háló', 'Hálózat elemzés', 'Interpoláció', 'Plots', 'Raszter analízis', 'Raszter eszközök', 'Raszter létrehozás', 'Raszter terep elemzés', 'Réteg eszközök', 'Térképészet', 'Vektor tiles', 'Vektor általános', 'Vektor átfedés', 'Vektor elemzés', 'Vektor geometria', 'Vektor kiválasztás', 'Vektor létrehozás', 'Vektor tábla', and 'GDAL'. The status bar at the bottom shows 'Írjon ide a kereséshez (Ctrl+K)', '1 legend entries removed.', 'Koordináta 579537,187007', 'Méterarány 1:6294', 'Nagyítás 100%', 'Forgatás 0,0 °', 'Megjelenít', and 'EPSG:23700'.

Interpoláció



TIN interpoláció

Paraméterek Napló

Input réteg(ek)

Vektor réteg terep_elokeszit

Interpoláció attribútum

Z koordináta használat az interpolációra

Vektor réteg	Attribútum	Típus
terep_eloke...	Z_COORD	Törésvonalak

Interpolációs módszer

Lineáris

Terjedelem

579697.5000,580702.5000,186597.5000,187302.5000 [EPSG:23700]

Eredmény raster méret

Sorok 142 Oszlopok 202

X pixel méret 5,000000 Y pixel méret 5,000000

Interpolált

E:/mmk/dtm_tovabbkepzes/bkenese/grid5.tif

Eredmény fájl megnyitása az algoritmus futtatása után

Háromszögelés [választható]

E:/mmk/dtm_tovabbkepzes/bkenese/tin.gpkg

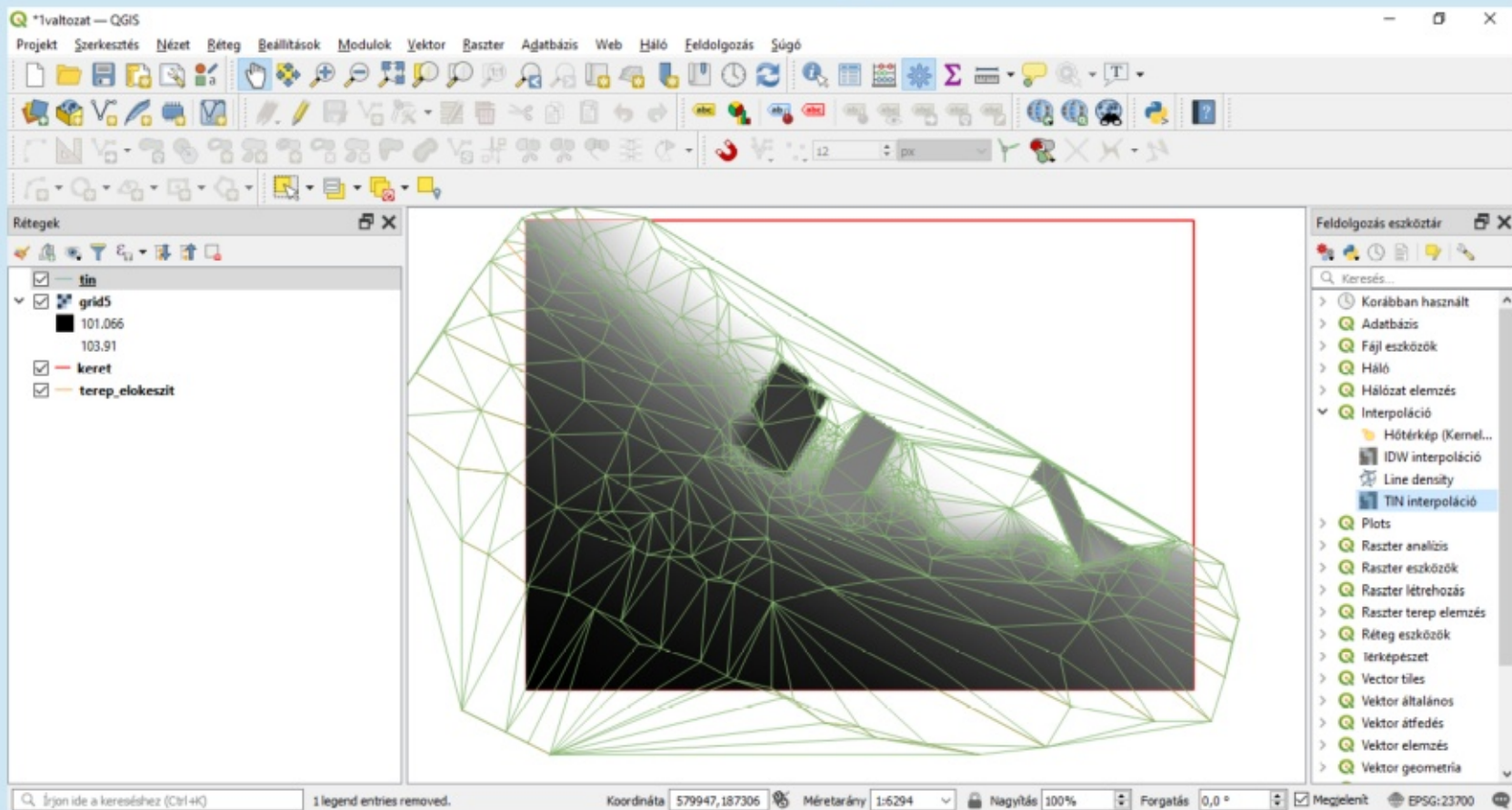
Eredmény fájl megnyitása az algoritmus futtatása után

0% Mégsem

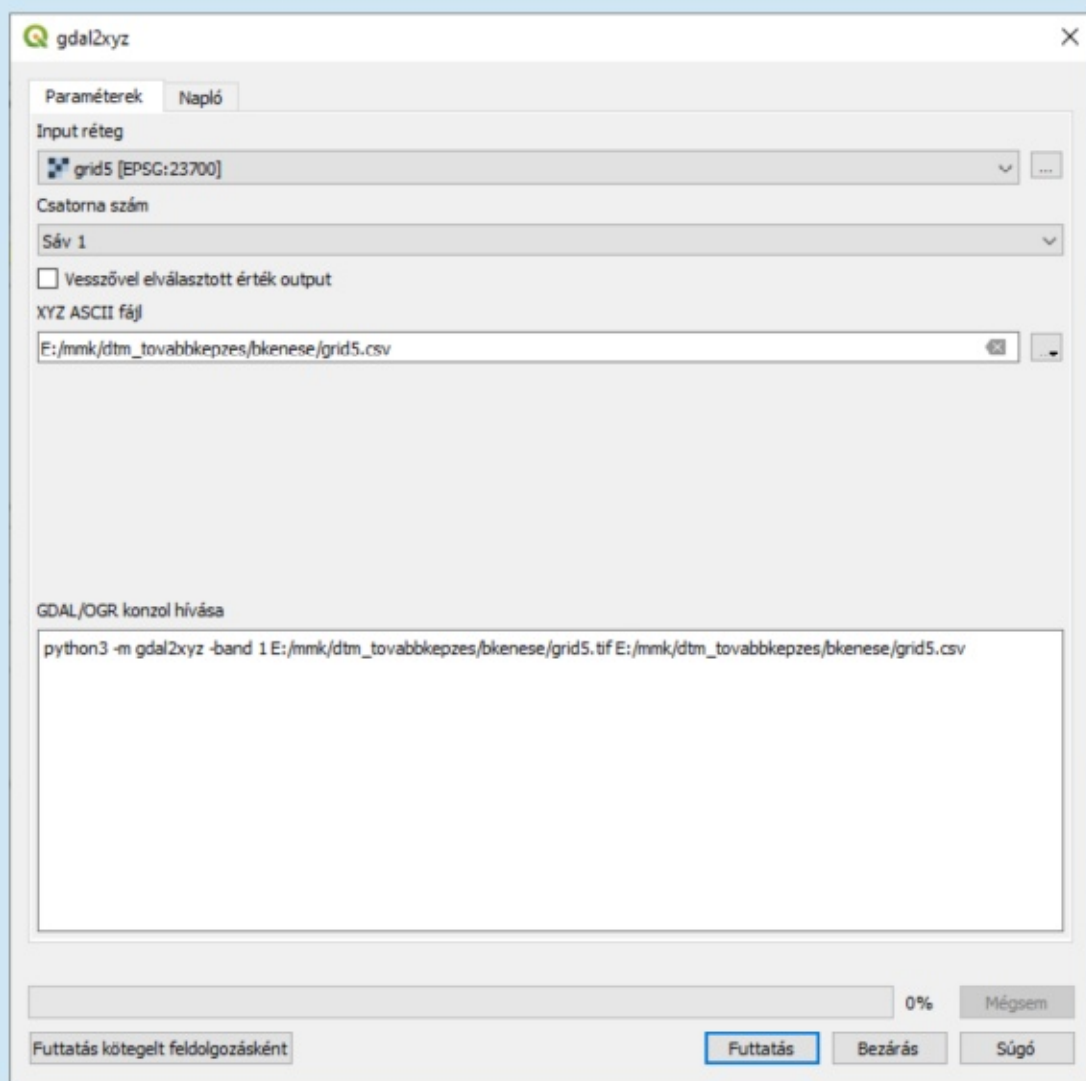
Futtatás kötegelte feldolgozásként

Futtatás Bezárás Súgó

TIN és GRID QGIS-ben



GRID -> pontok



Pontok beolvasása

Adatforrás kezelő | Tagolt szöveg

Fájlnév: E:\mmk\gtm_tovabbkepzes\bkense\grid5.csv

Réteg név: grid5 Kódolás: CP1250

Fájl formátum

CSV (vesszővel tagolt értékek) Tabulátor Kettőspont Szóköz
 Szabályos kifejezés tagolás Pontosvessző Vessző Egyebek:
 Egyéni tagolás Idézőjel: Kilépés:

Rekord és mező beállítások

Átlépendő kezdősorok száma: 0 A tizedes elválasztó a vessző
 Mezőnevek az első rekordban Mezők csönkítése
 Mező típus észlelése Üres mezők kihagyása

Geometria meghatározás

Pont koordináták X mező: field_1 Z mező: field_3
 Well known text (WKT) Y mező: field_2 M mező:
 DMS koordináták
 Nincs geometria (csak attribútumok) Geometria koordináta-rendszer: EPSG:23700 - HD72 / EOVI

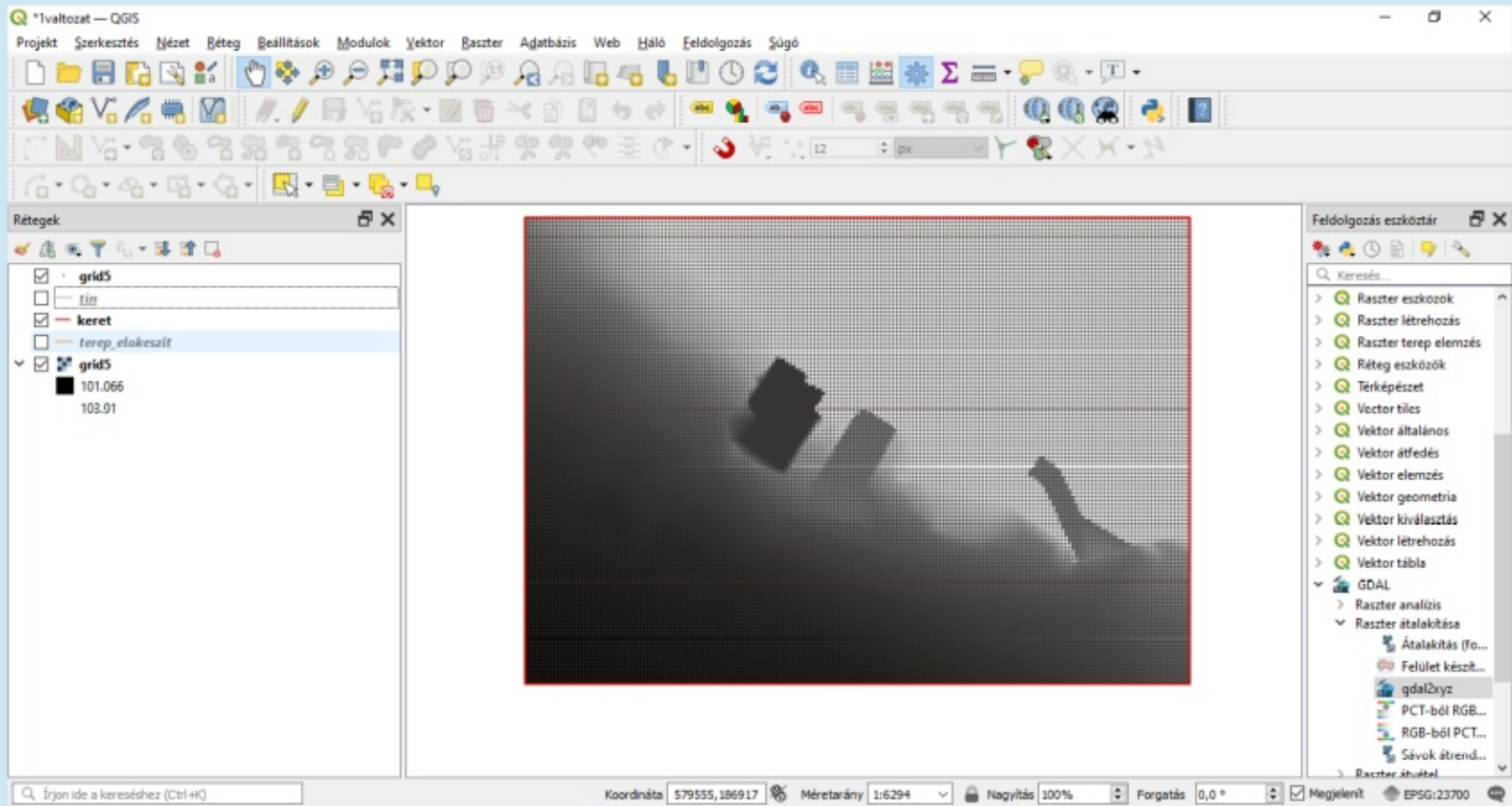
Réteg beállítások

Minta adat

	field_1	field_2	field_3
1	579700.000	187300.000	102.821
2	579705.000	187300.000	102.864

Bezáras Hozzáad Súgó

Rácspontok QGIS-ben

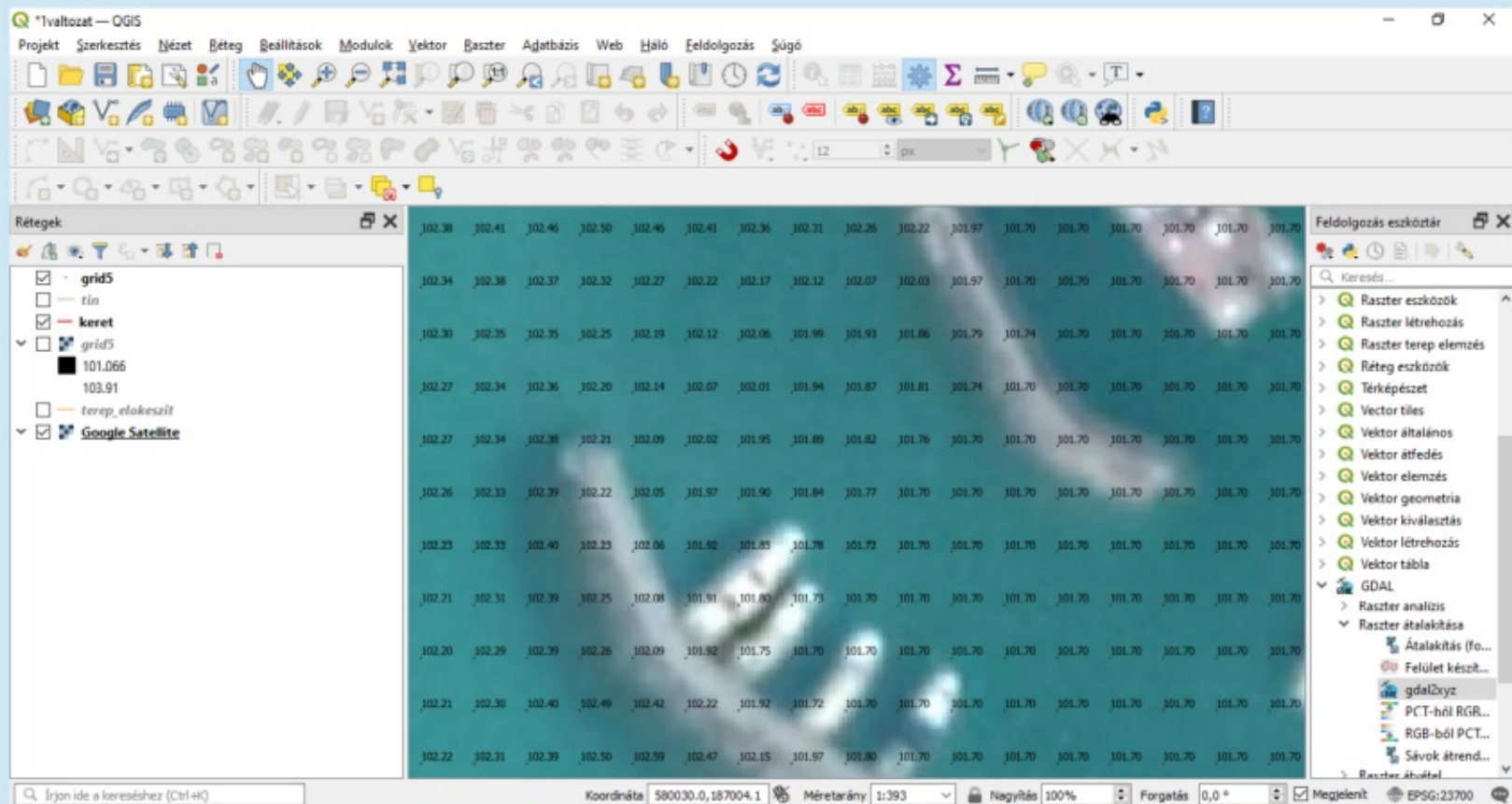


Rácspontok QGIS-ben Google háttérrel



The screenshot shows the QGIS desktop environment. The main window displays a Google Satellite map with a semi-transparent grid overlaid on it. The grid consists of small, light-colored squares. The interface includes a menu bar at the top with options like 'Projekt', 'Szerkesztés', 'Nézet', 'Réteg', 'Beállítások', 'Modulok', 'Vektor', 'Raszter', 'Adatbázis', 'Web', 'Háló', 'Feldolgozás', and 'Súgó'. Below the menu bar are several toolbars containing various icons for map navigation and data manipulation. On the left side, there is a 'Rétegek' (Layers) panel with a list of layers: 'grid5', 'tin', 'keret', 'grid5' (with sub-items '101.066' and '103.91'), 'terep_elokeszit', and 'Google Satellite'. On the right side, there is a 'Feldolgozás eszköztár' (Processing toolbox) with a search bar and a list of processing tools, including 'Raszter eszközök', 'Raszter létrehozás', 'Raszter terep elemzés', 'Réteg eszközök', 'Térképészet', 'Vector tiles', 'Vektor általános', 'Vektor átfedés', 'Vektor elemzés', 'Vektor geometria', 'Vektor kiválasztás', 'Vektor létrehozás', 'Vektor tábla', 'GDAL', 'Raszter analízis', and 'Raszter átalakítása' (with sub-items 'Átalakítás (fo...', 'Felület készit...', 'gdal2xyz', 'PCT-ből RGB...', 'RGB-ből PCT...', 'Sávok átvend...', and 'Raszter átvitel...'). At the bottom of the window, there is a status bar with a search bar, a legend indicator, coordinates (579855.0, 187104.3), scale (1:3147), zoom (100%), rotation (0.0°), and other settings.

Google háttérrel, magassági felirattal



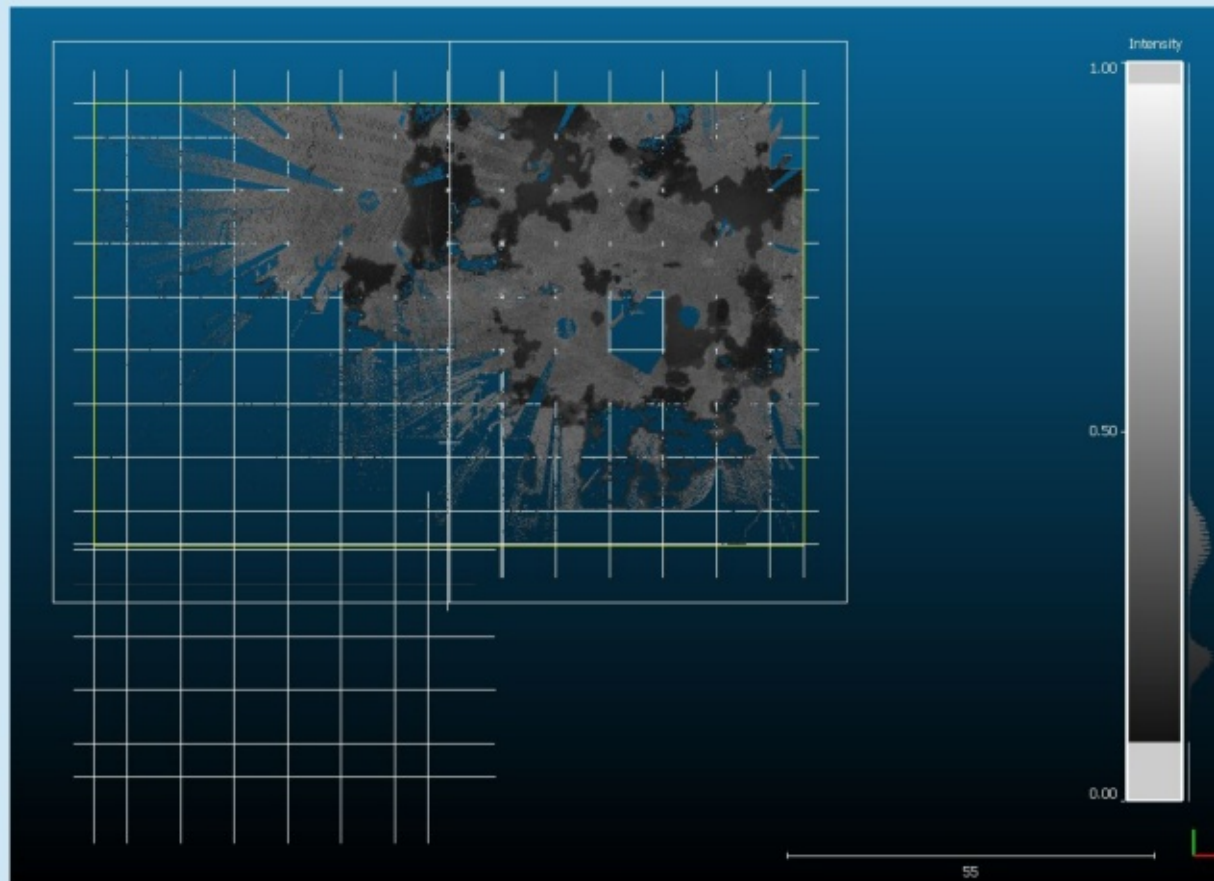
The screenshot displays the QGIS desktop environment. The main canvas shows a grid of elevation values (e.g., 102.38, 102.41, 102.46) overlaid on a Google Satellite background. The interface includes a menu bar with options like 'Projekt', 'Szerkesztés', 'Nézet', 'Réteg', 'Beállítások', 'Modulok', 'Vektor', 'Raszter', 'Adatbázis', 'Web', 'Háló', 'Feldolgozás', and 'Súgó'. A toolbar with various icons is visible below the menu. On the left, the 'Rétegek' (Layers) panel shows a list of layers including 'grid5', 'tin', 'keret', and 'Google Satellite'. On the right, the 'Feldolgozás eszköztár' (Processing Toolbox) is open, showing a search bar and a list of processing tools such as 'Raszter eszközök', 'Raszter létrehozás', 'Raszter terep elemzés', 'Régészeti eszközök', 'Térképészeti', 'Vektor tilek', 'Vektor átalános', 'Vektor átfedés', 'Vektor elemzés', 'Vektor geometria', 'Vektor kiválasztás', 'Vektor létrehozás', 'Vektor tábla', 'GDAL', 'Raszter analízis', and 'Raszter átalakítása'. The status bar at the bottom shows coordinates (580030.0, 187004.1), scale (1:393), zoom (100%), rotation (0.0°), and projection (EPSG:23700).

Szabályos négyzetrács modellek építőipari alkalmazása

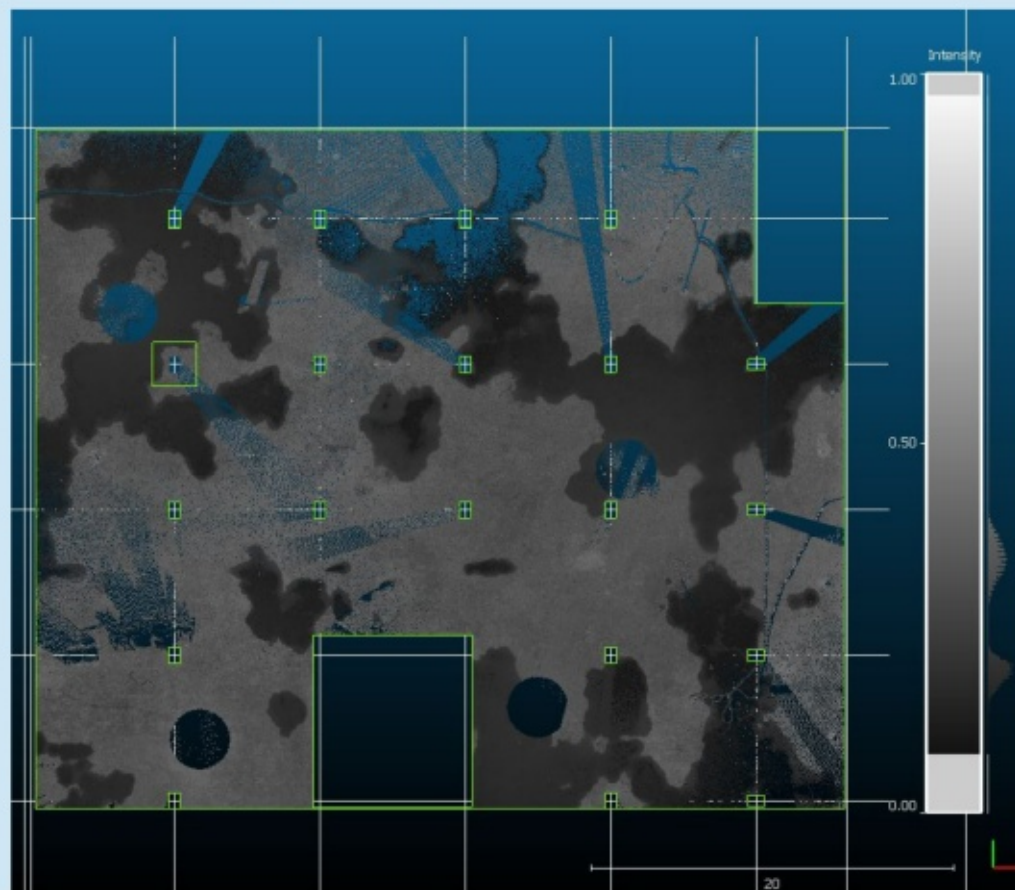
Vasbeton födém geometriai minősítése pontfelhő alapján



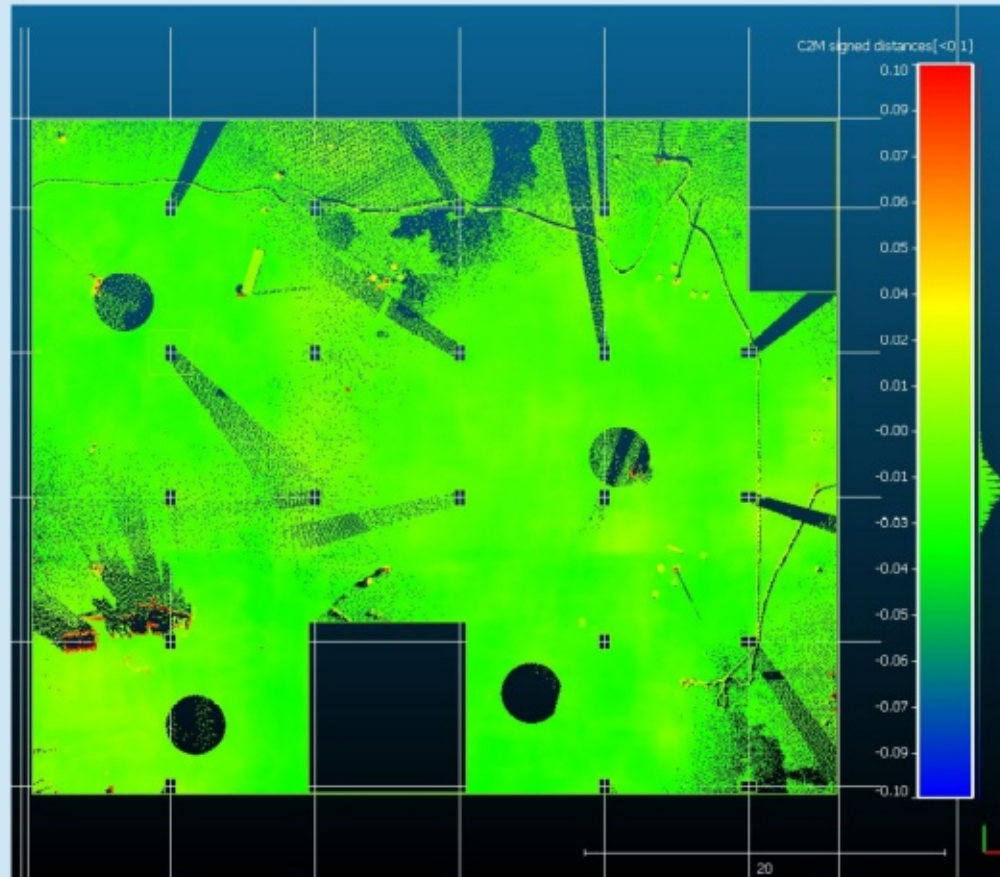
Nyers pontfelhő



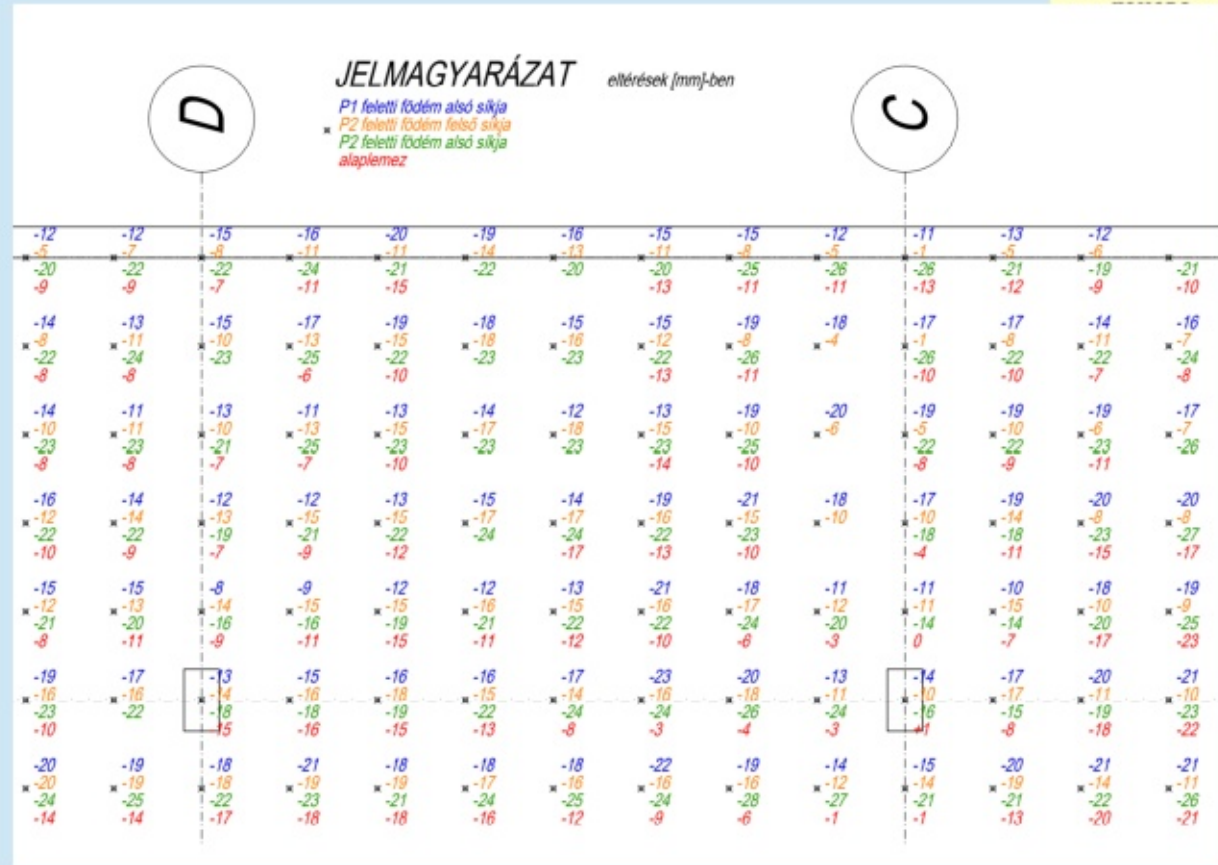
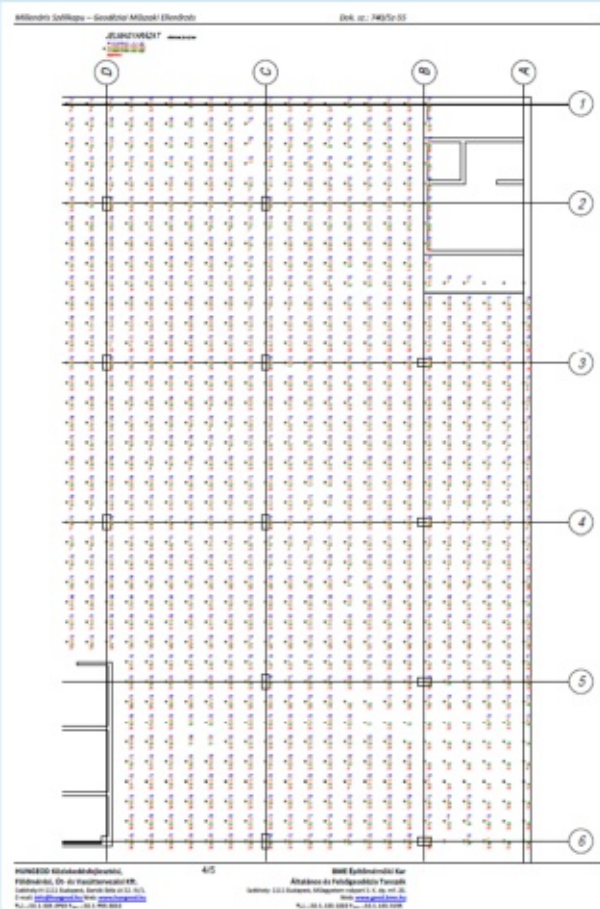
Vágott pontfelhő



Eltérésekkel színezett pontfelhő



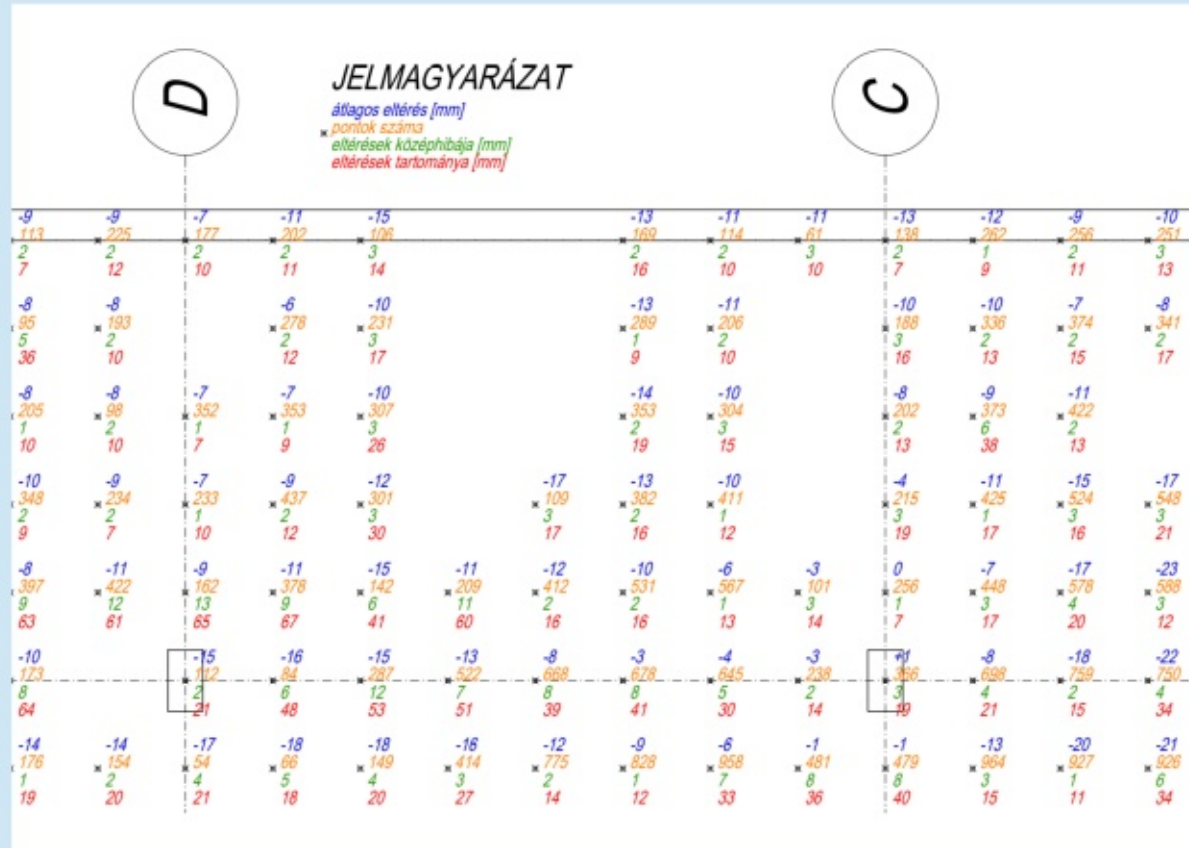
Szabályos rácsháló



Szabályos rácsháló

	rácsmezők száma	átlagos elemszám	átlagos eltérés [mm]	átlagos szórás [mm]	átlagos tartomány [mm]
P1 szint feletti födém alsó síkja	1515	4422	-22	±2	13
P2 szint feletti födém felső síkja	1502	1995	-12	±2	14
P2 szint feletti födém alsó síkja	1566	9839	-26	±2	12
alaplemez	1479	4479	-15	±2	17

Szabályos rácsháló



Alkalmazott szoftverek

- CloudCompare:
 - pontfelhő vágása (segment)
 - Eltérés tervezett geometriához képest (Cloud/Mesh dist), szinezés
 - Szabályos rácsmodell levezetése (rasterize), statisztikai adatok is
- CAD szoftver:
 - Vágóélek szerkesztése
 - Eltérések, statisztikai adatok megjelenítése

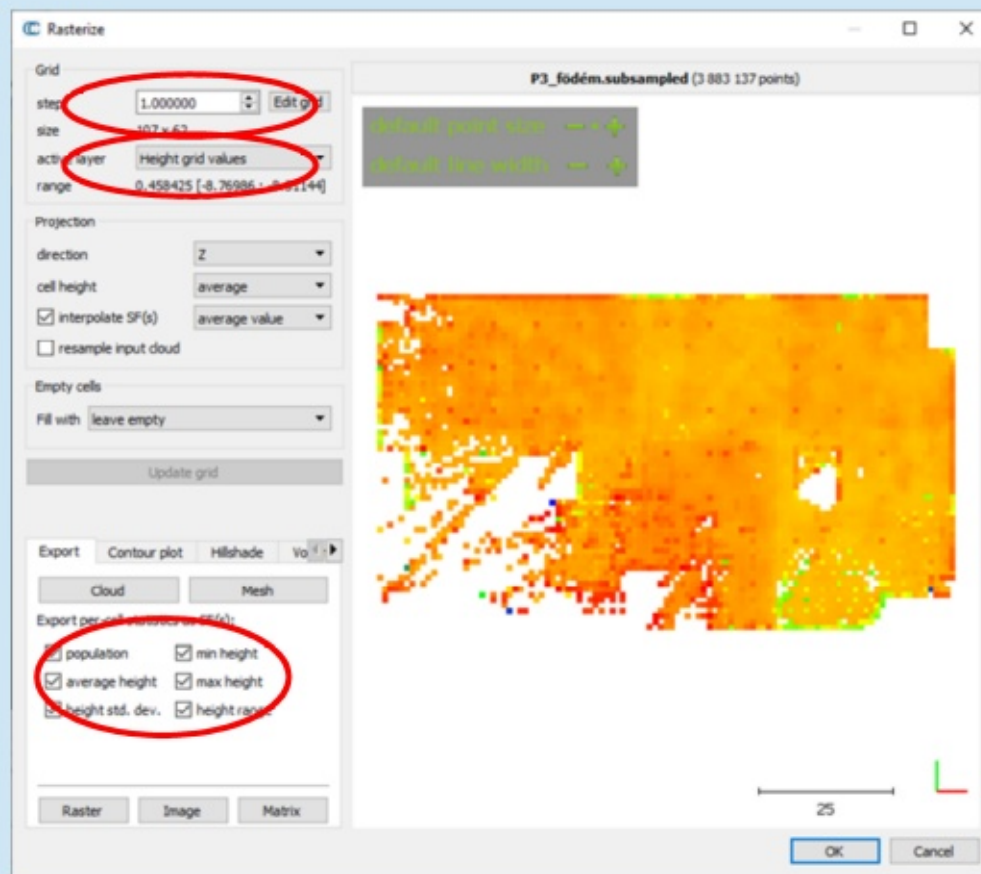
Szabályos rácsháló levezetése (rasterize)

Rács felbontása

Magasság

Statisztikai adatok:

- Elemszám,
- átlag,
- szórás,
- min, max,
- tartomány



Aszfalt út geometriai minősítése



Tervezett útpálya modellezése



M4 GYORSFORGALMI ÚT

VÍZSZINTES VONALVEZETÉS

NÉV	JELLEMZŐK	HOSSZ	SZELVÉNY	Y	X
A001	IRÁNYSZÖG= 103 11 10.6	150.000	90800.000	725347.39706	208442.80001
A003	XC = 733477.56762 YC = 242485.75562 R = -35000.000	87.158	90950.000	725493.44209	208408.58233
A006	XC = 717679.08493 YC = 174291.85600 R = 35000.000	73.161	91037.158	725578.32627	208388.80581
A004	IRÁNYSZÖG= 103 9 48.2	342.216	91110.319	725649.58270	208372.21934
A004	A = 1250.00000	651.042	91452.535	725982.80715	208294.28694
A002	XC = 725751.35747 YC = 205876.10225 R = 2400.000	359.674	92103.577	726608.88301	208117.67535
A002	A = 600.00000	150.000	92463.251	726933.94668	207964.51858
A012	IRÁNYSZÖG= 121 18 42.1	474.590	92613.251	727062.89906	207887.90701
A012	A = 600.00000	288.000	93087.840	727468.36607	207641.26589

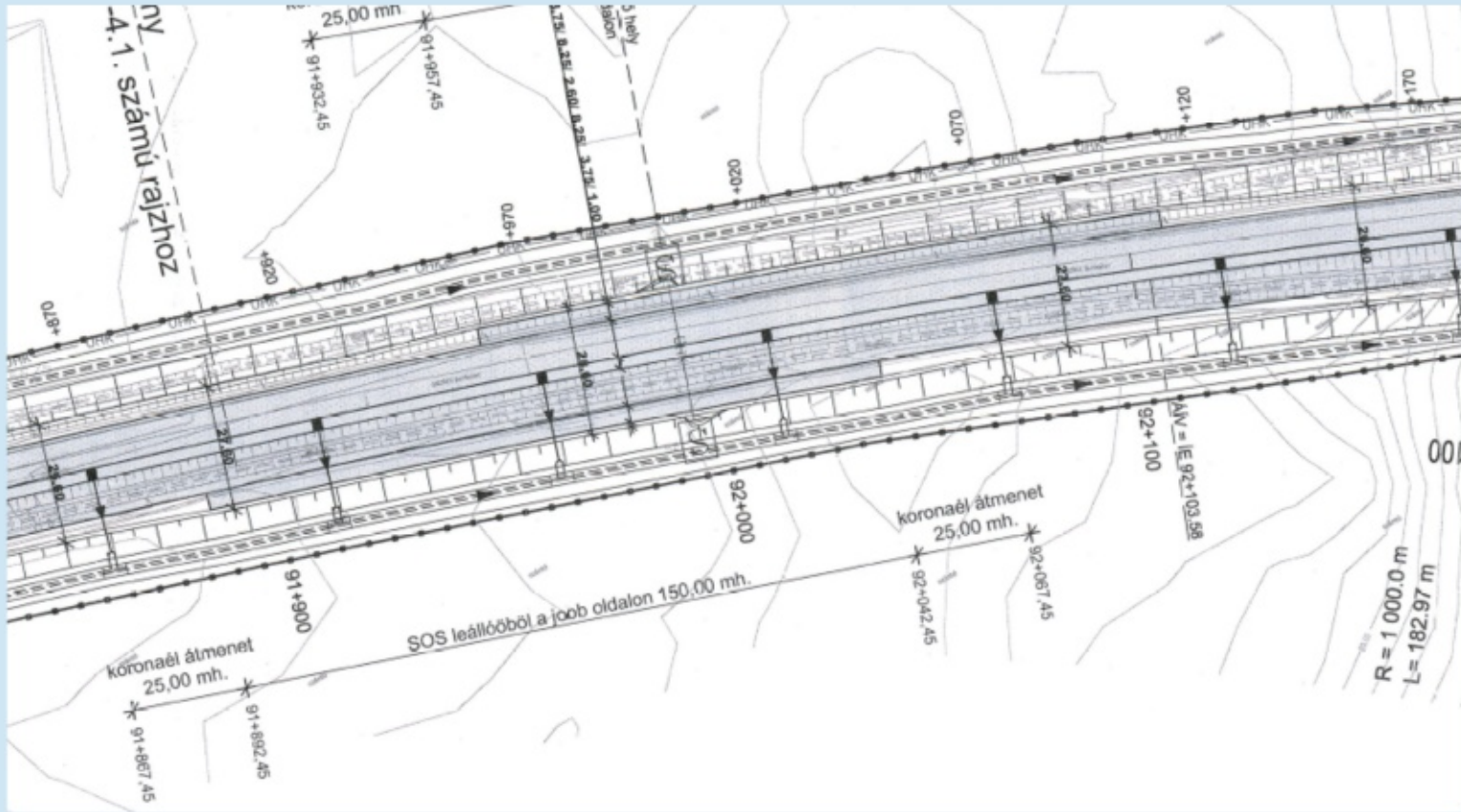
M4 GYORSFORGALMI ÚT

MAGASSÁGI VONALVEZETÉS

NÉV	JELLEMZŐK	HOSSZ	FŐPONTOK S	Z
B001	LEJTVISZONY= -0.000	625.000	90800.000	90.795
B002	R = 1000000.00	50.000	91425.000	90.733
B003	LEJTVISZONY= -0.000	321.318	91475.000	90.729
B004	R = -50000.000	87.707	91796.318	90.713
B005	R = 50000.000	90.207	91884.025	90.631
B006	LEJTVISZONY= -0.000	800.768	91974.232	90.550
B007	R = 50000.000	250.000	92775.000	90.550
B008	LEJTVISZONY= 0.005	125.000	93025.000	91.175
B009	S= 93325.0000 Z= 92.2375 R = -35000.000	284.796	93150.000	91.800
B012	S= 94219.0503 Z= 90.8352	954.754	93434.796	92.065

Még mindig papíron kapjuk a terveket
És mi készítjük a 3D modellt, Civil3D-ben

Nehézségek: 1. SOS öböl



Nehézségek: 1. SOS öböl

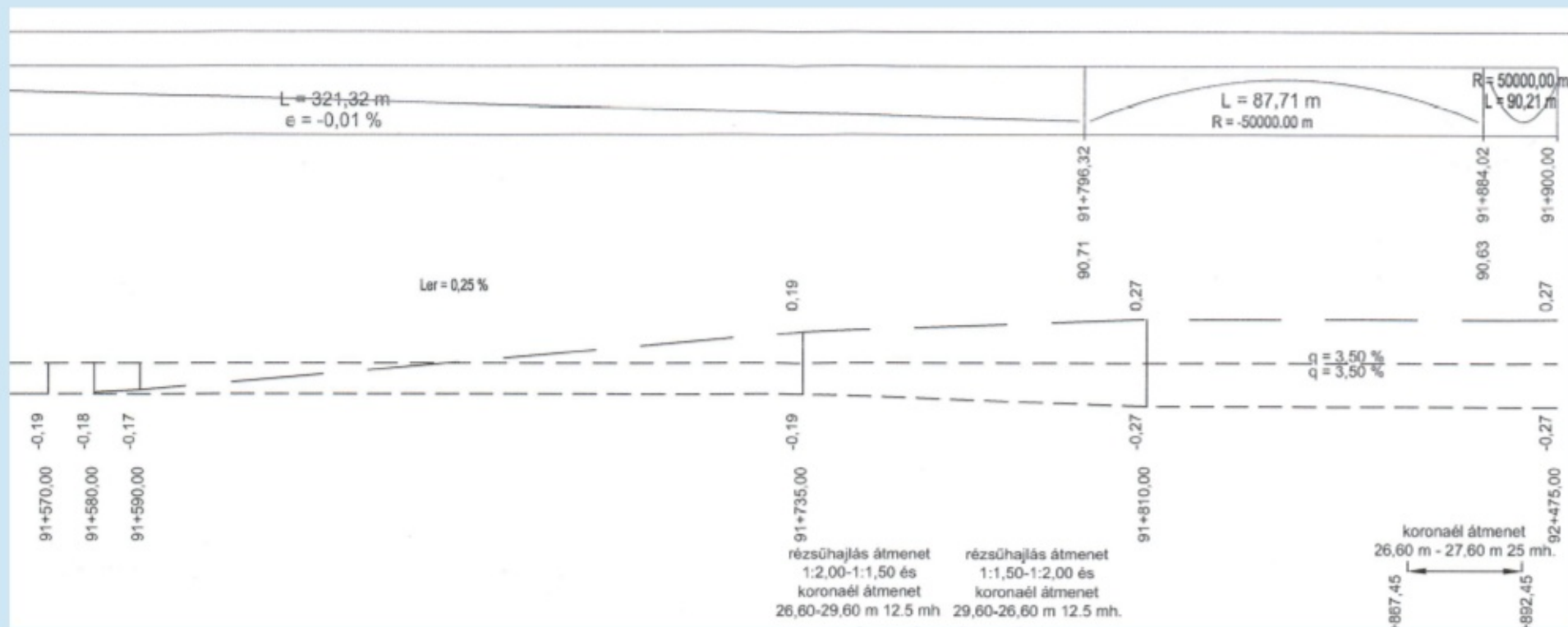
Alignment Name: SOS öböl Nominal Offset: 0.000m

Select widening region:
Widening Group 1

Add a Widening Add Automatic Widening

Property	Value
Transition In	
Transition Type	Linear
Taper Input Type	By Length
Transition Length	0.050m
Widening Region	
Region Type	User Specified
Offset	3.750m
Start Station	91+892.450m
End Station	92+042.450m
Region Length	150.000m
Transition Out	
Transition Type	Linear
Taper Input Type	By Length
Transition Length	0.050m

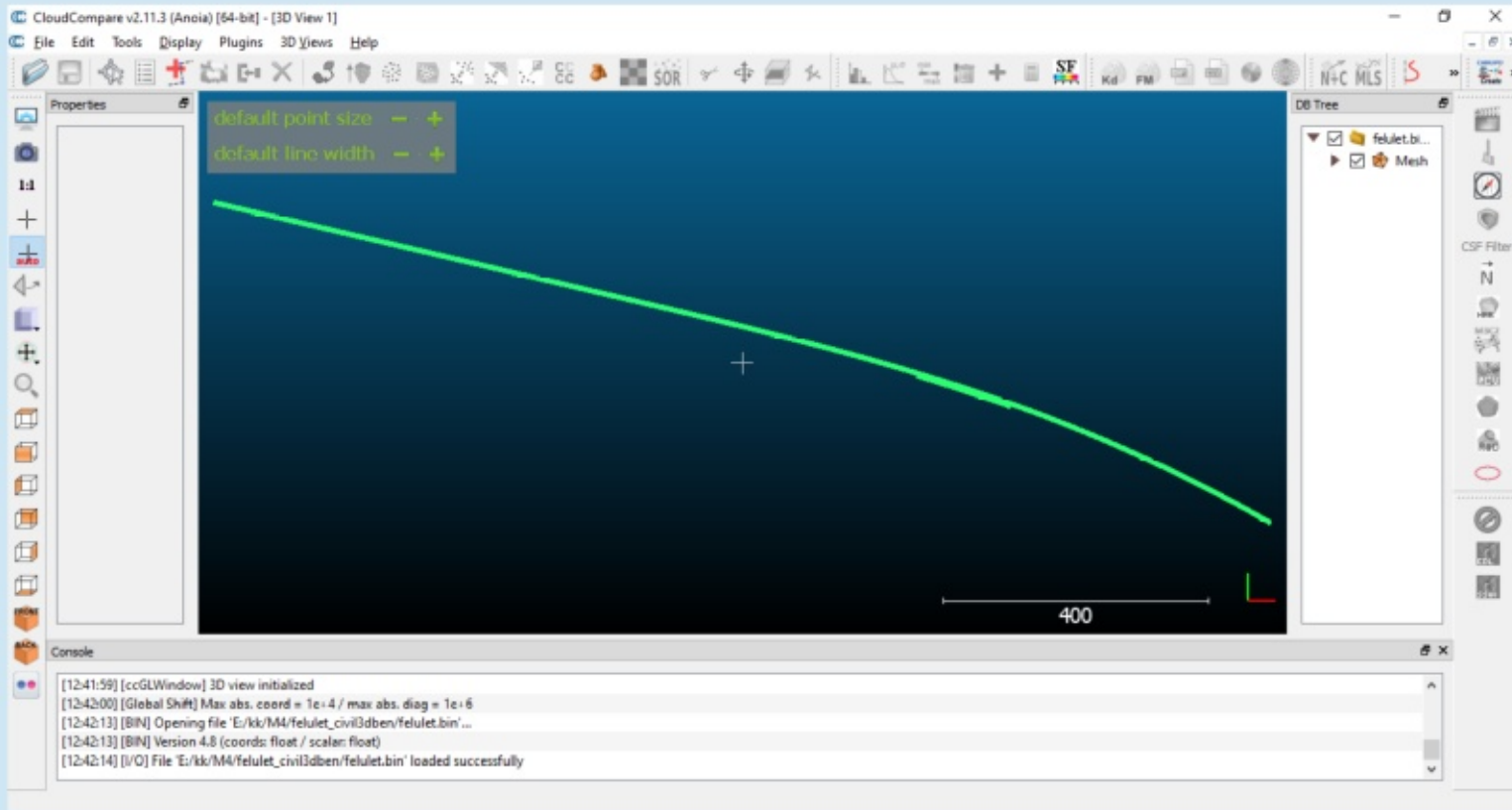
Nehézségek: 2. változó oldalesés



Nehézségek: 2. változó oldalesés

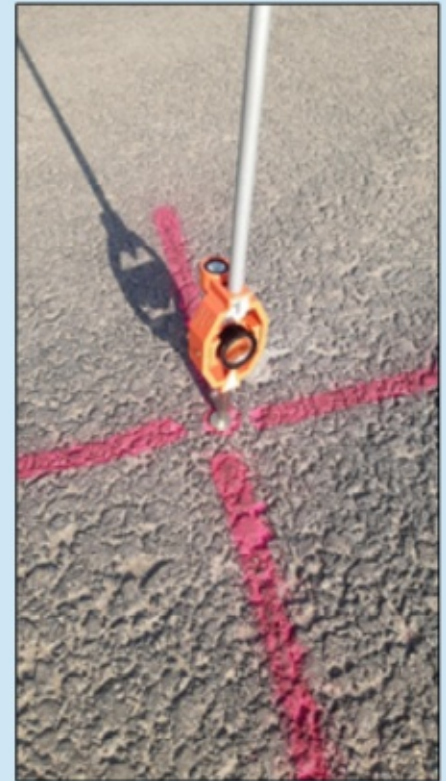
Superelevation Curve	Start Station	End Station	Length	Overl...	Left Outside Sh...	Left Outside La...	Left Inside Lane	Left Inside Sho...	Right Inside Sh...	Right Inside Lane	Right Outside Lane	Right Outside S...
Curve.1												
Curve.2												
Curve.3												
Transition In Region	90+800.000m	90+800.000m	0.000m									
Manual station	90+800.000m									0.96%	-2.50%	
Curve.4												
Transition In Region	91+735.000m	91+810.000m	75.000m									
Manual station(2)	91+735.000m				0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.96%	-2.50%	0.00%
Manual station	91+810.000m				0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.35%	-3.50%	0.00%
Curve.5												
Curve.6												
Transition In Region	92+475.500m	92+475.500m	0.000m									
Manual station	92+475.500m				0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.35%	-3.50%	0.00%

Felület CloudCompare-ben



Felmérés drón fotogrammetriával

- DJI Phantom 4 PRO
- 1000 m
- 25 méter repülési magasság
- Illesztőpontok két oldalon, 50 méterenként
- Repülés hossz és kereszt irányban
- Ferde (30°) kameratengely
- 1558 kép



Repülési terv (részlet)

Area: 1.25 hect
 Distance: 3.84 km
 Max Speed: 2.0 m/s
 Duration: 32m 42s
 Batteries: 2 erlap 80/80
 Images: 455
 Points: 1820
 Storage: 3.71 GB

Altitude: 25 m
 Resolution: 0.7 cm/px

Simulator Terrain Aware Active Connect Norm Mission Zone Control
 Camera Control Max: 2.0 m/s Max Time: 22:00 Offset: 0 m
 Range: 97%

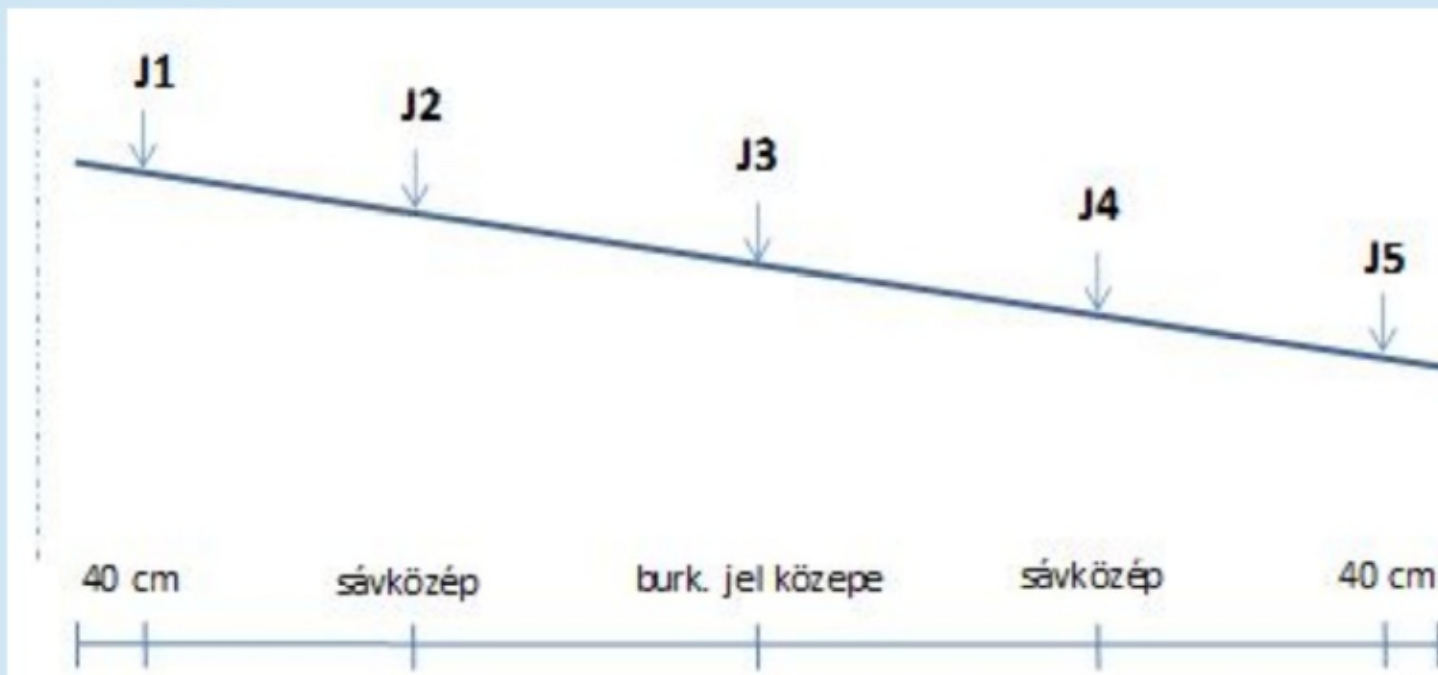
The main view shows a 3D terrain map with a flight path marked by a series of white rectangular waypoints. Several orange and purple circular markers are placed along the path. The background is a satellite-style aerial view of agricultural fields.

Felmérés mérőállomással

- Alappontok 100 méterenként, szabadálláspontok
- Jobb pálya, 2 forgalmi sáv, 5 minősítési pont
- 20 méterenként
- "talpas" prizma



Felmérés mérőállomással



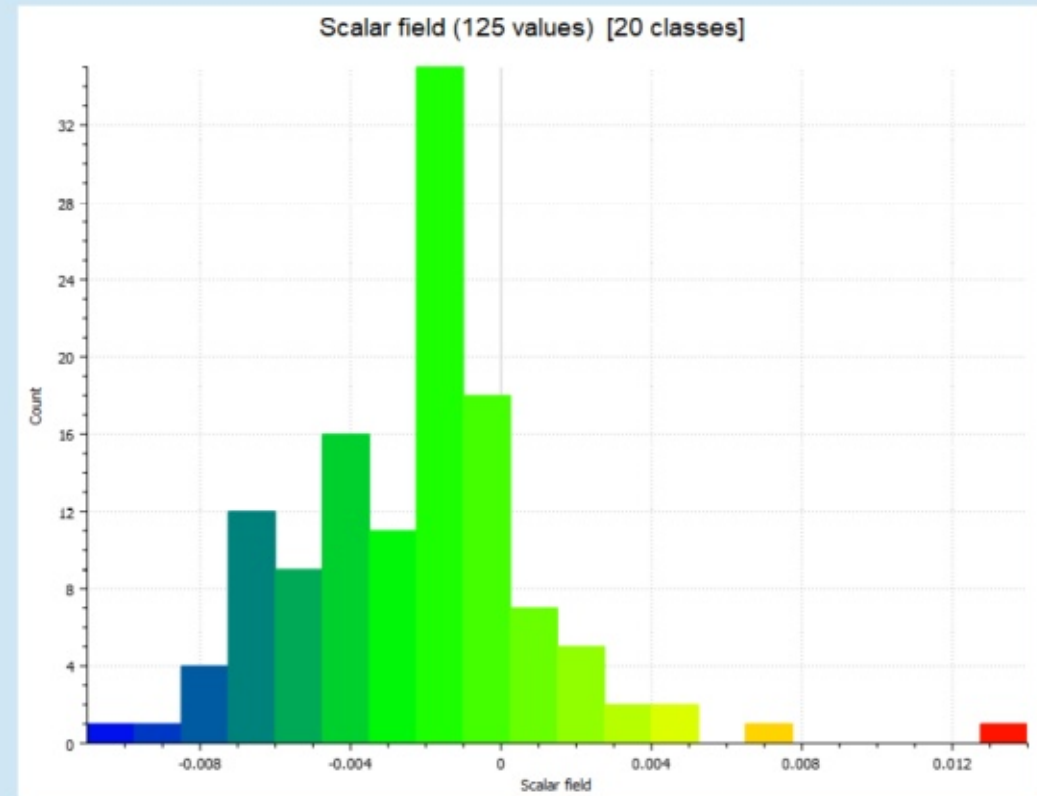
Feldolgozás

- 3D Survey
- Illesztőpontokra eső maradék ellentmondások jellemzően néhány mm értékűek
- Pontfelhő sűrűsége: "közepes", ~ 3000 pont / m²
- Feldolgozási idő: ~ 500 méterenként 8 óra

Processor	Intel(R) Core(TM) i7-7800X CPU @ 3.50GHz	3.50 GHz
Installed RAM	96.0 GB (95.7 GB usable)	

Pontosságvizsgálat

- Mérőállomás - drón
- eltérés legközelebbi ponthoz
- Min: -11 mm, max: +14 mm, átlag: -2 mm, szórás: ± 3 mm
- 125 pont (~ 500 m)



Megépült útpálya minősítése

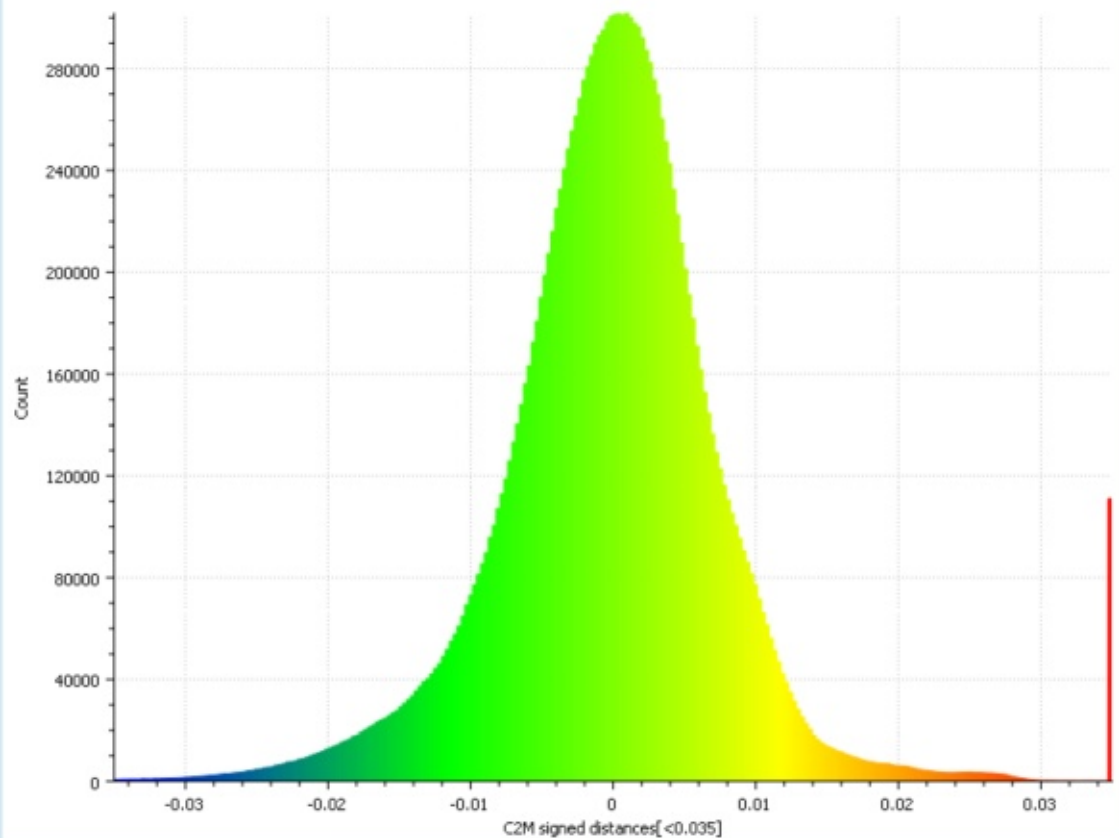
1. CloudCompare: tervezett felület és pontfelhő összehasonlítása
2. CloudCompare: eltérések szabályos rácsban (5x5cm)
3. QGIS: dokumentálás
 1. Eltérések színezése
 2. Szelvények, alappontok, illesztőpontok ...
 3. jelmagyarázat
4. Saját program (python): metszetek, oldalesés a szelvénytérkép függvényében

Tervezett felület és pontfelhő

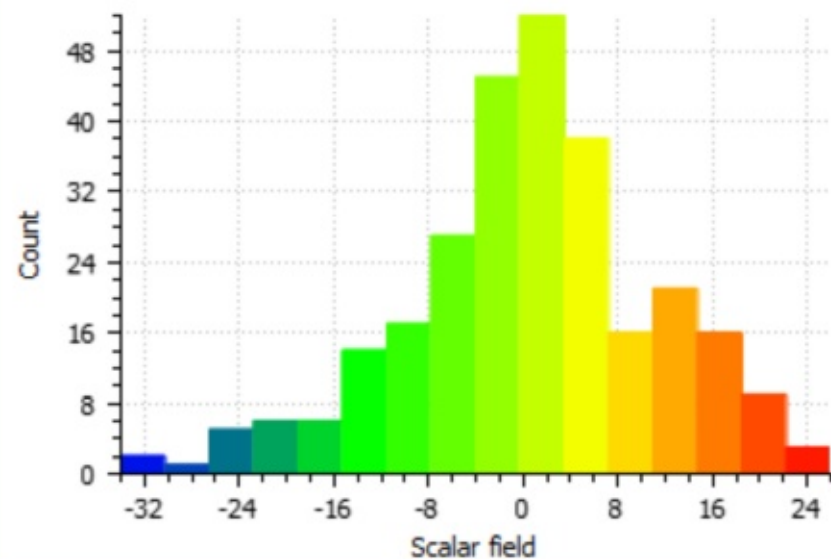


Tervezett felület eltérései

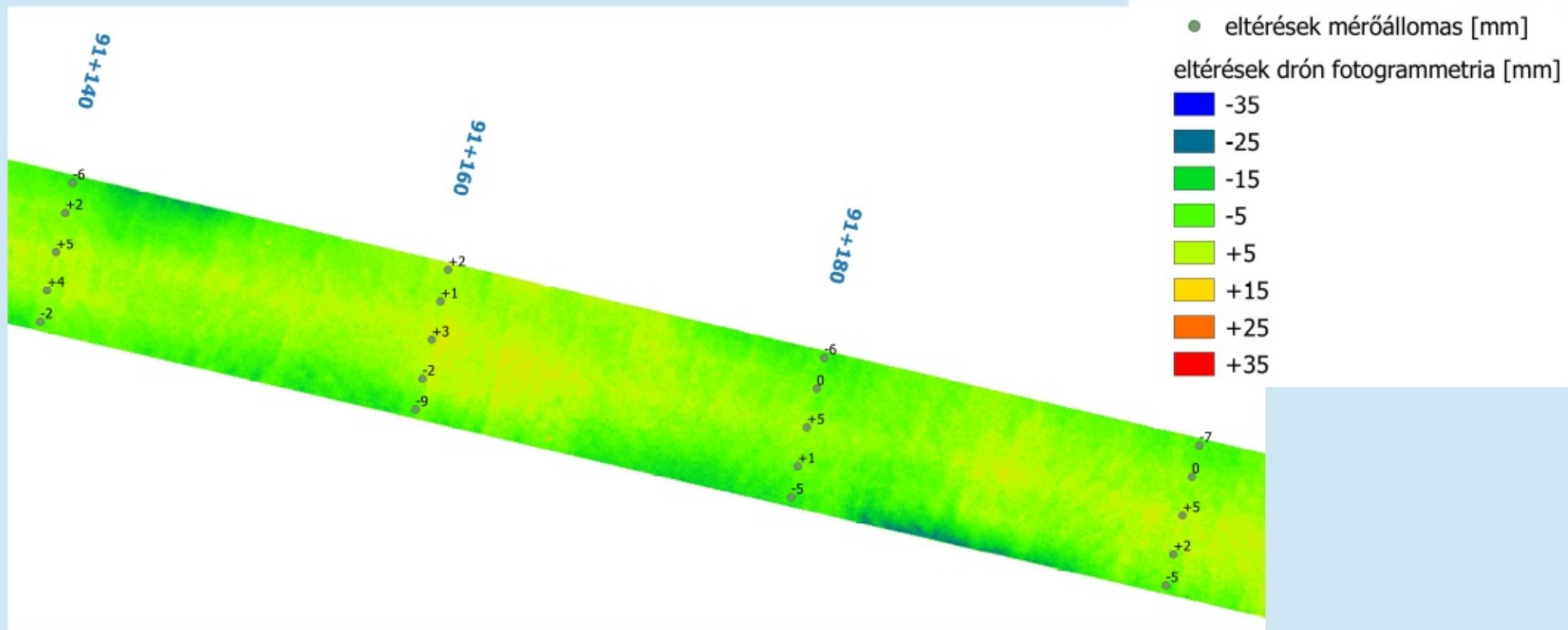
C2M signed distances[<0.035] (16854748 values) [256 classes]



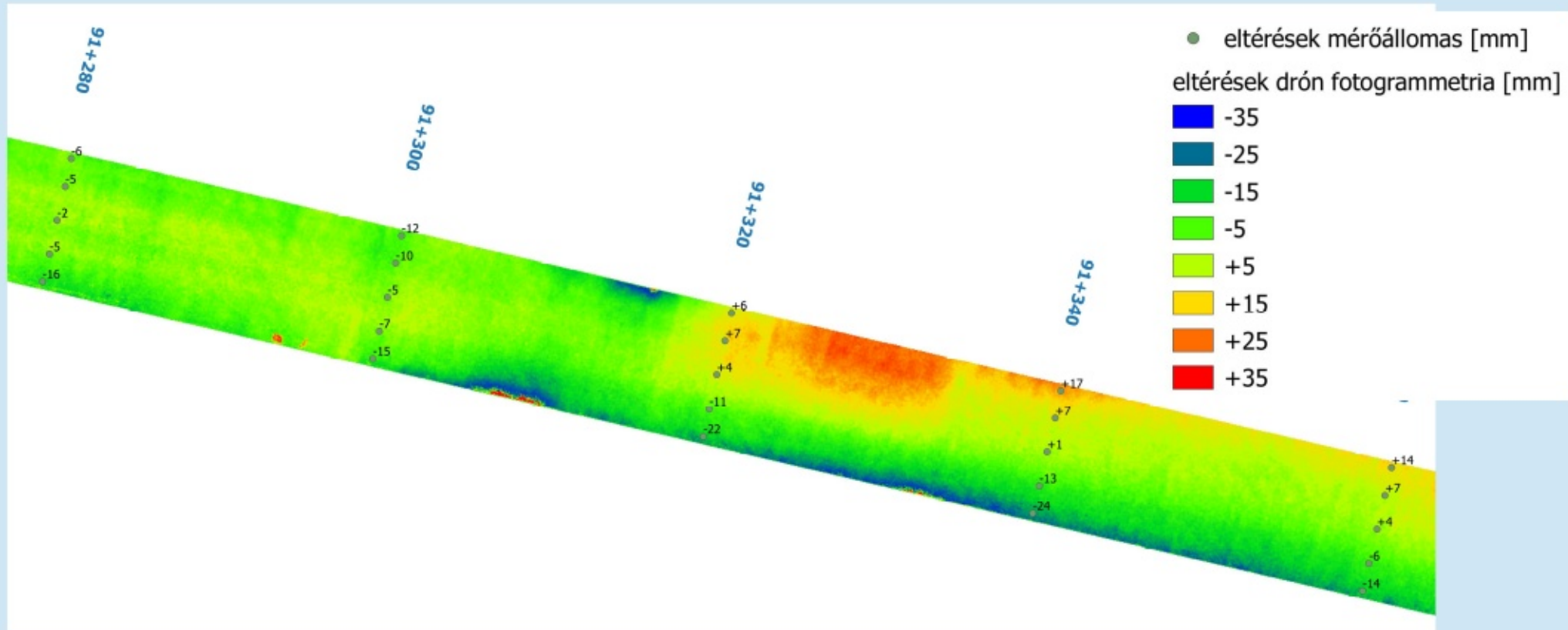
Scalar field (278 values) [16 classes]



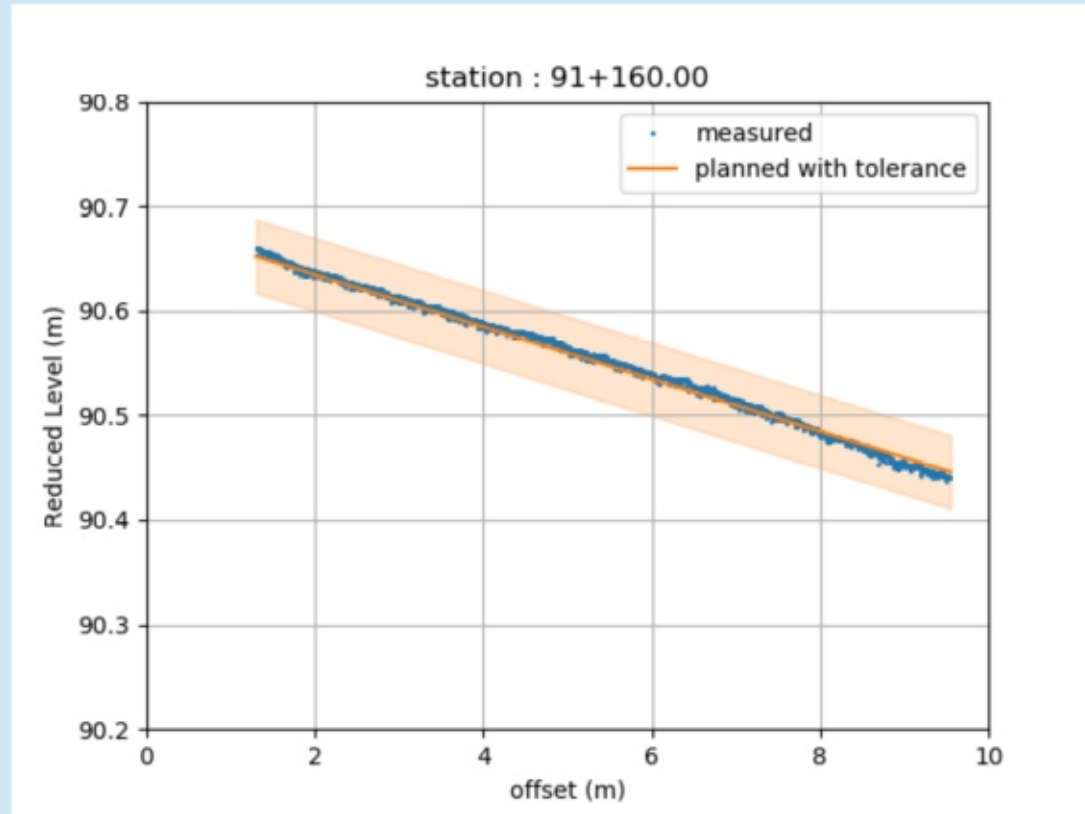
Tervezett felület és pontfelhő



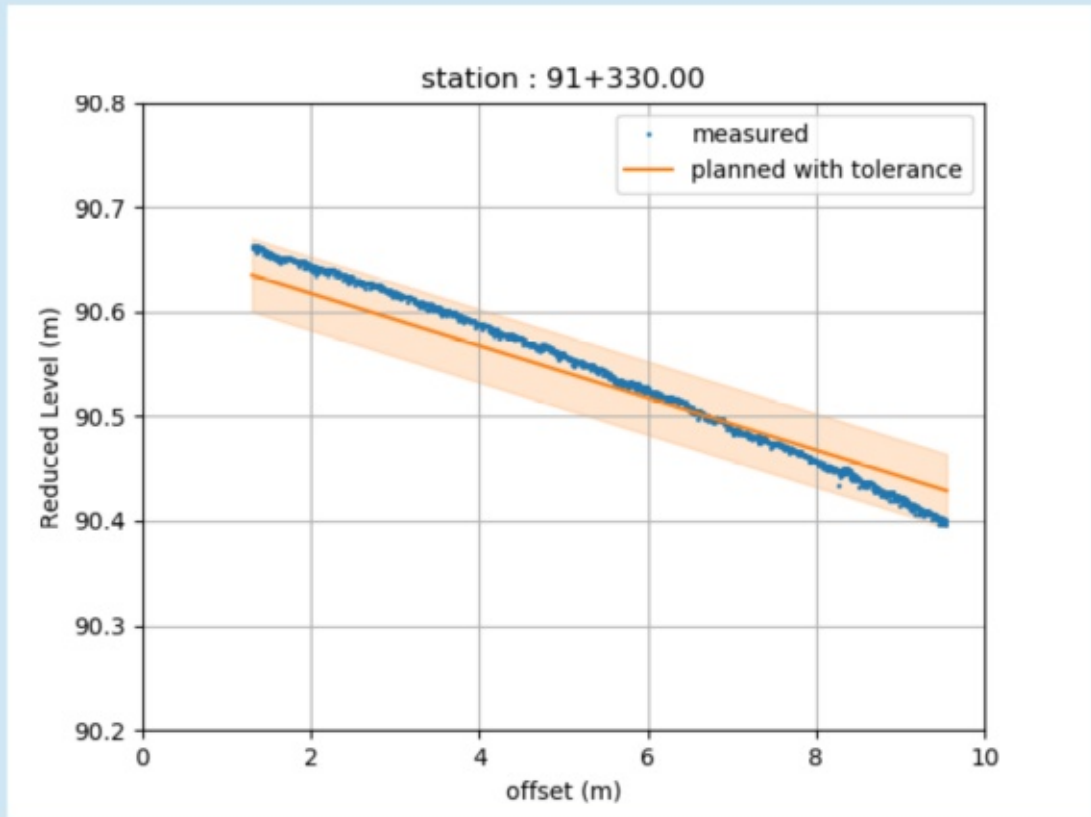
Tervezett felület és pontfelhő



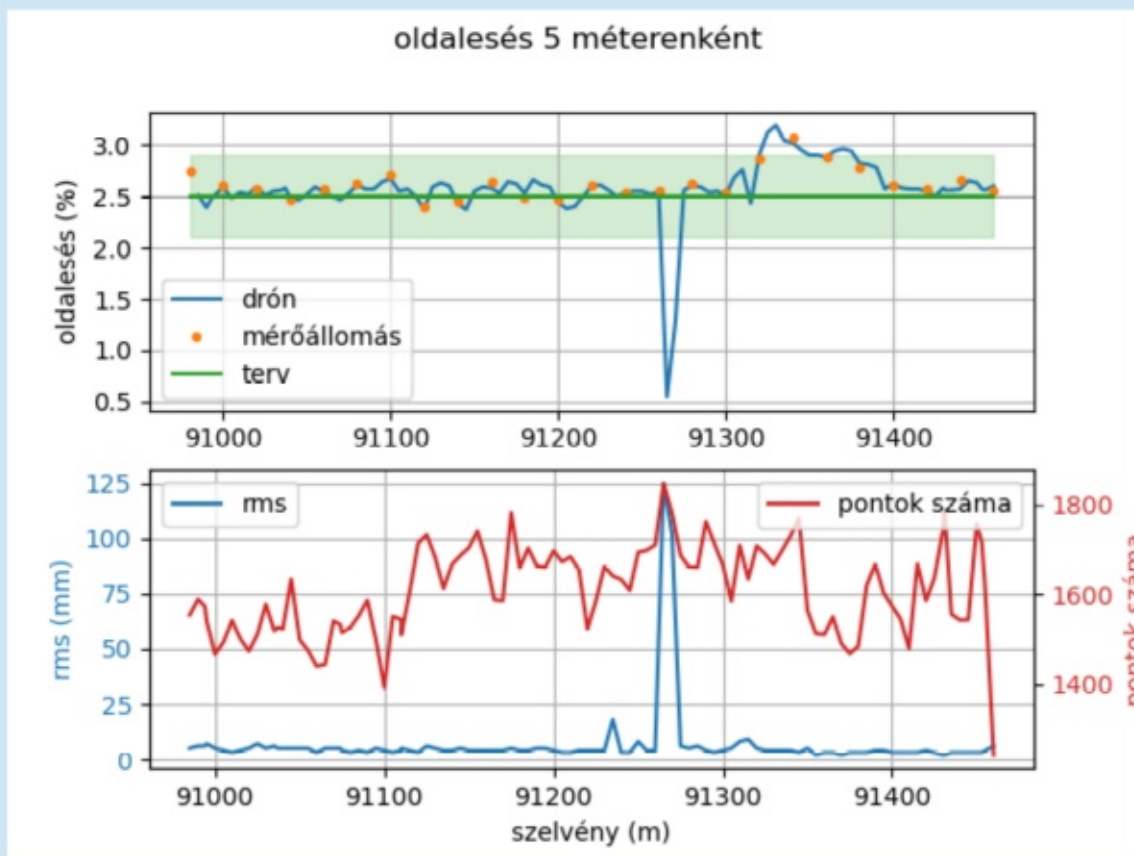
Metszet



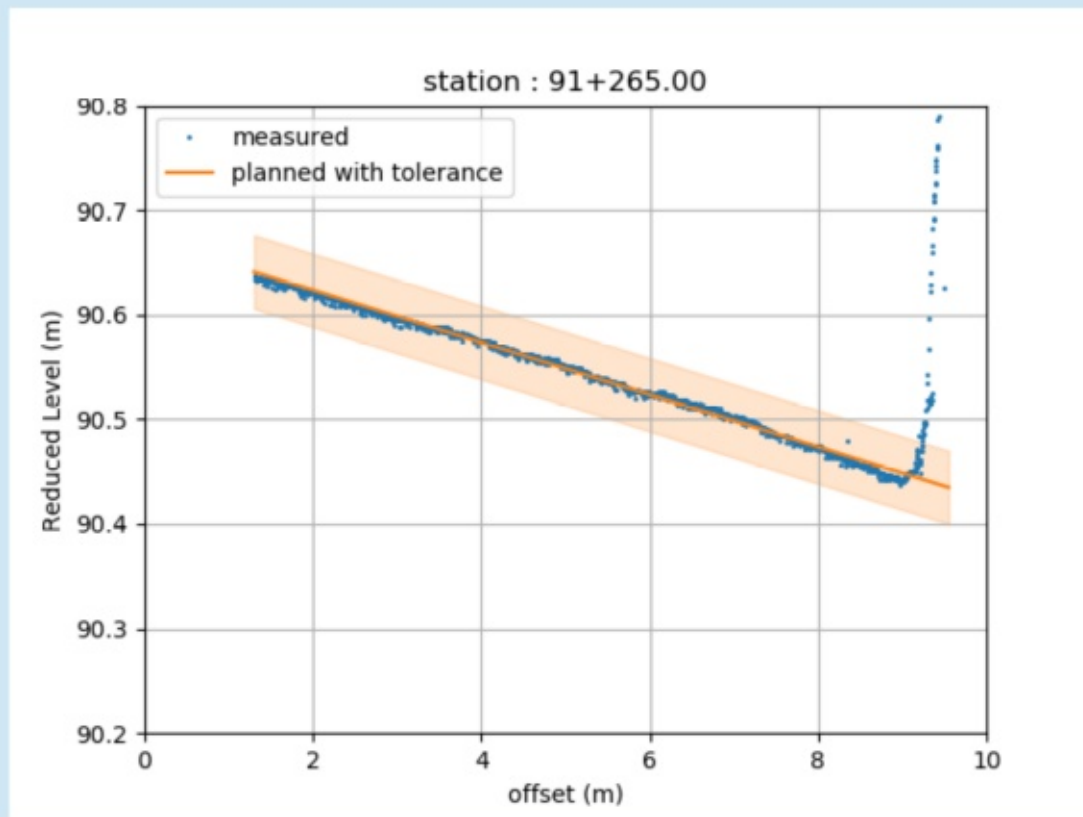
Metszet



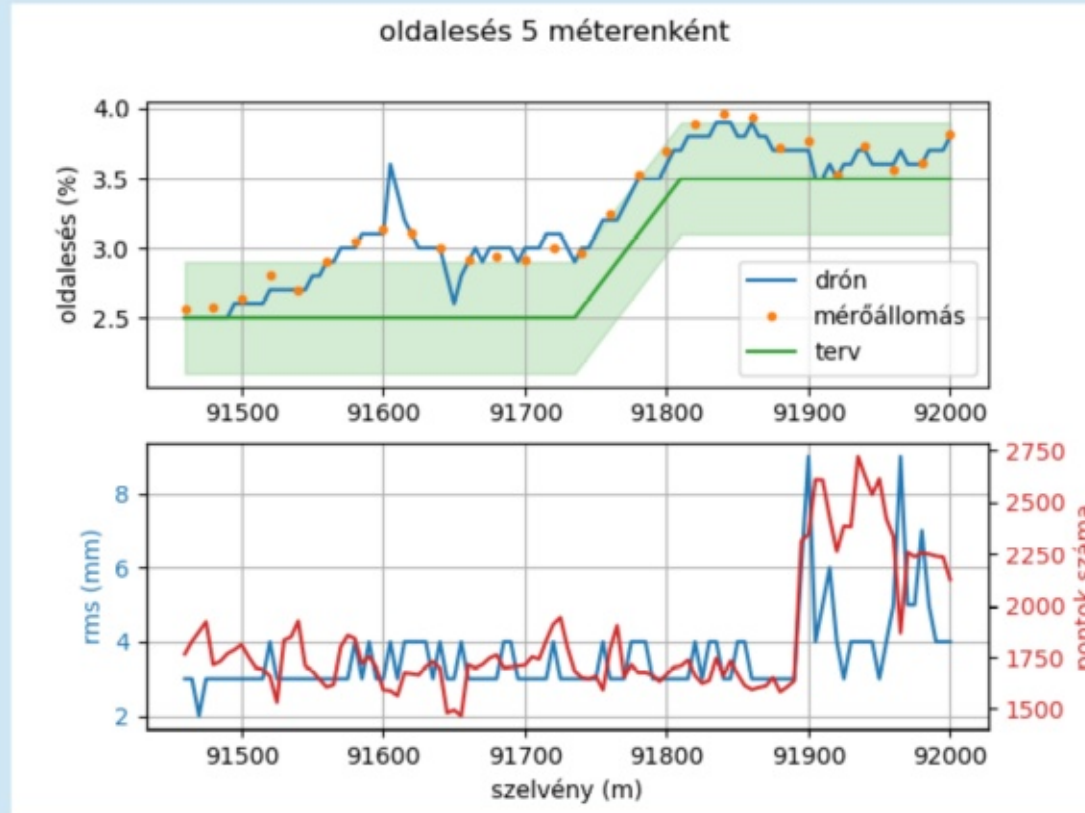
Oldalesés a szelvényszám függvényében



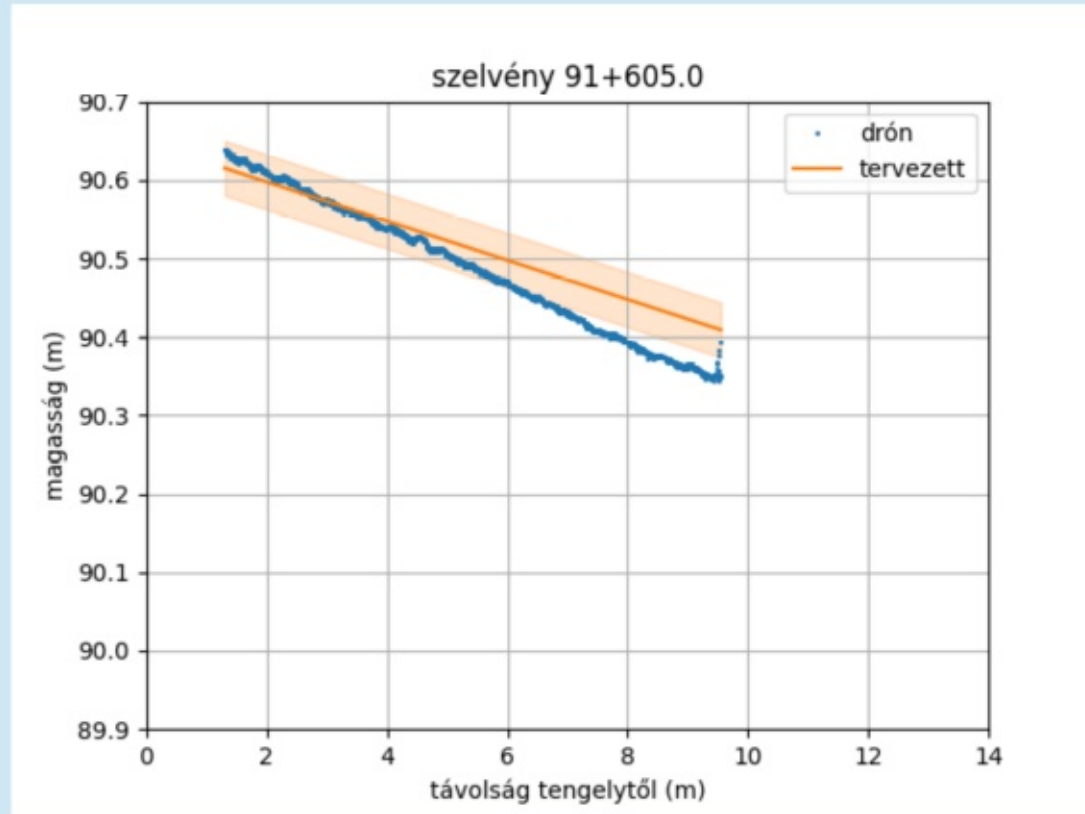
Durva hibás pontok



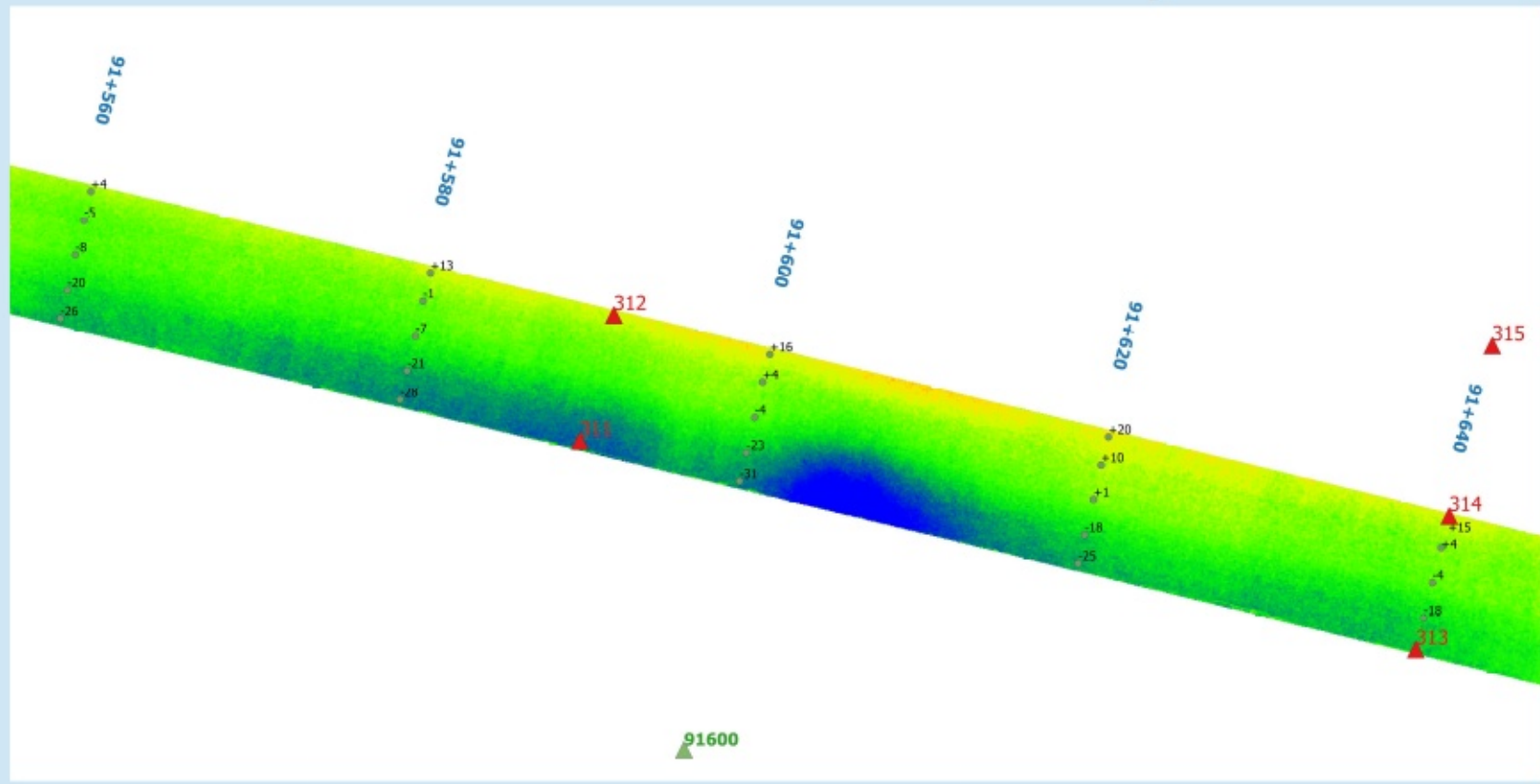
Oldalesés a szelvényszám függvényében



Metszet



Tervezett felület és pontfelhő



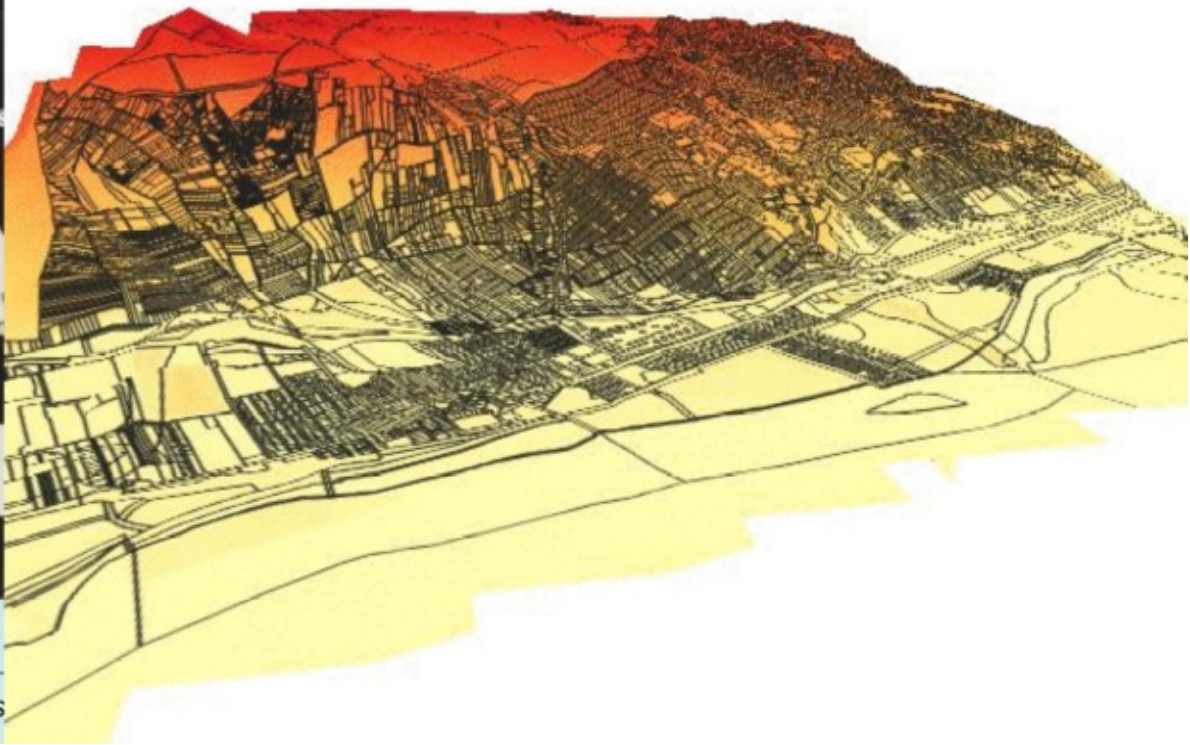
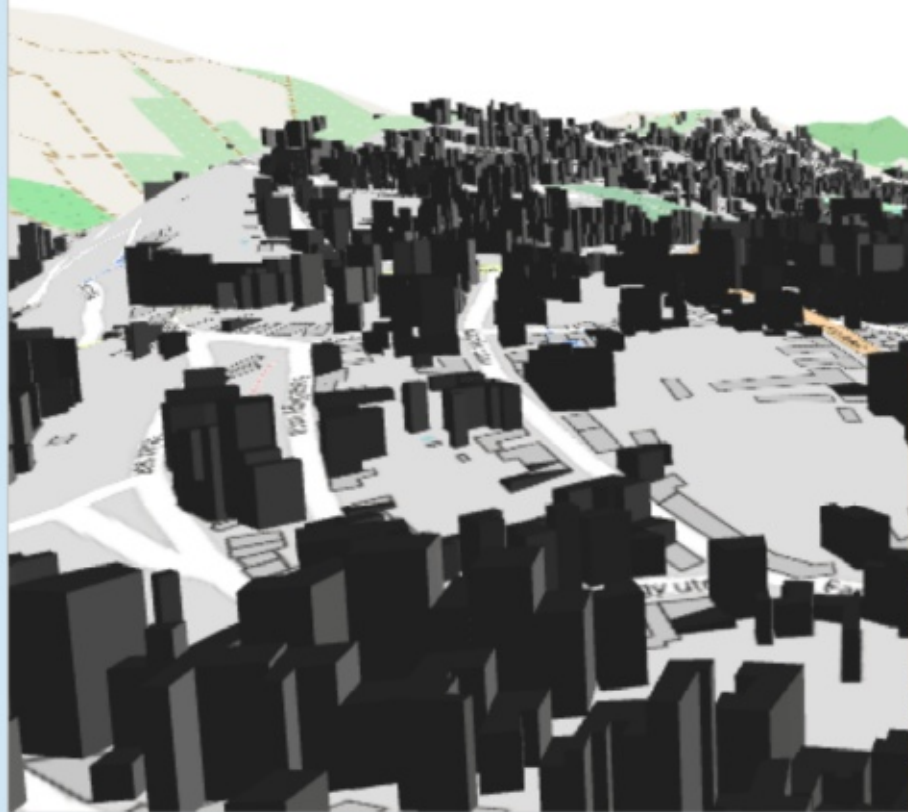
JELMAGYARÁZAT

- ▲ illesztőpontok
 - ▲ alappontok
 - eltérések mérőállomás [mm]
- eltérések drón [mm]
- -50
 - -40
 - -40
 - -20
 - -10
 - 0
 - +10
 - +20
 - +30
 - +40
 - +50

Összefoglalás

- "új" fogalmak: DTM, TIN, GRID, DSM, mesh
- "új" eszközök: GeoEasy, QGIS, CC – mind open source,
- A lényeg: 3D szemlélet + előkészítés + dokumentálás
- Digitális domborzatmodellek nagyon sok mindenre jók
- Pontfelhő technikák





Szabadon elérhető LIDAR adatok

- http://www.agt.bme.hu/gis/free_data/pc.pdf
- Angol példa:
<https://environment.data.gov.uk/DefraDataDownload/?Mode=survey>
- Szlovák példa: <https://www.geoportal.sk/en/>
- Letöltött adatok megnézhetőek: CloudCompare, QGIS