

Pontfelhő létrehozás és használat

Regard3D és CloudCompare nyílt forráskódú szoftverekkel

dr. Siki Zoltán
siki.zoltan@epito.bme.hu



Regard3D

- Nyílt forráskódú SfM (Structure from Motion)
- Fényképekből 3D modell készítés
- Automatizált feldolgozás (Windows, Linux)
- <http://regard3d.org>



WELCOME TO THE HOME OF REGARD3D

[Home](#)

[Download](#)

[Documentation](#) ▾

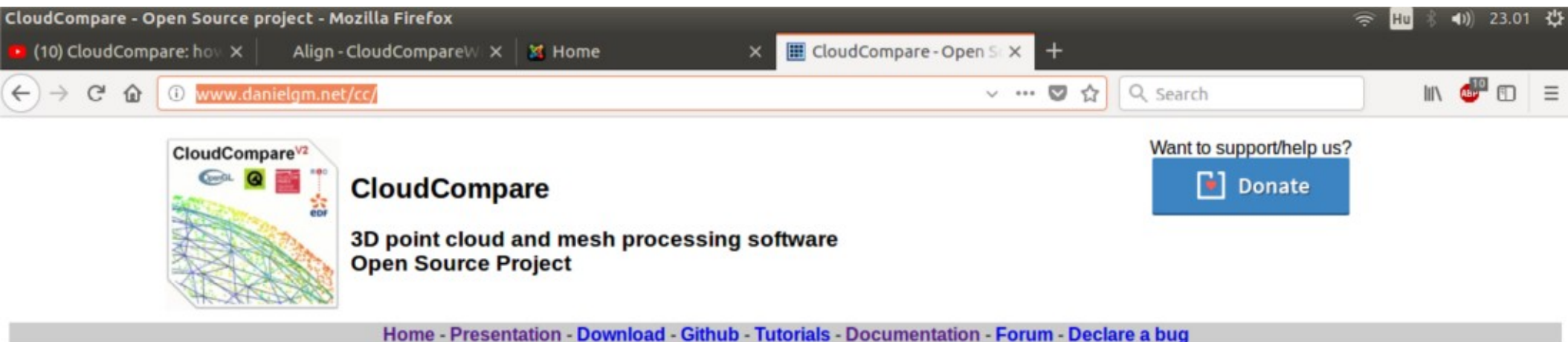
[Demo models](#)

[News](#)



Cloud Compare

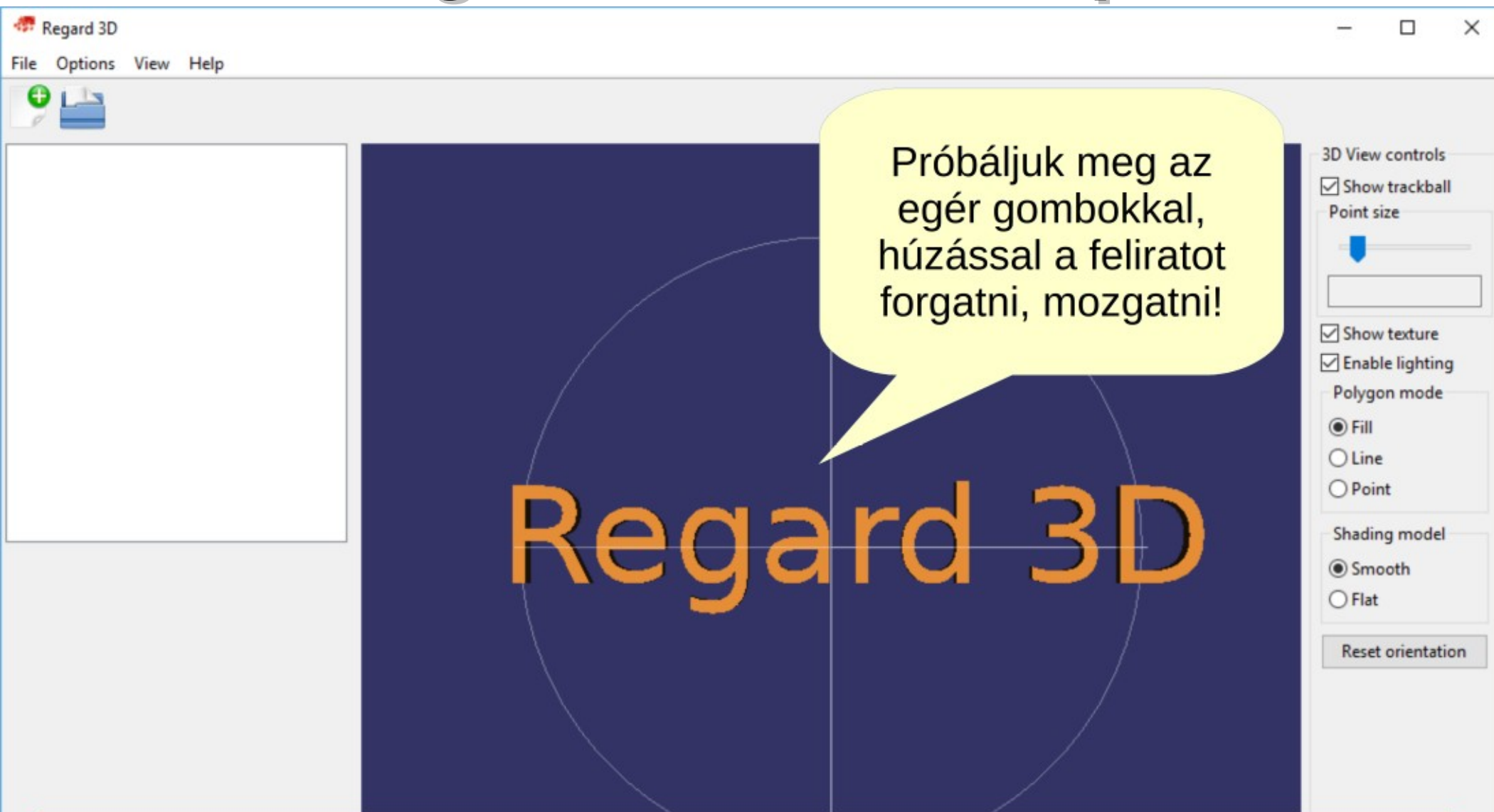
- Nyílt forráskódú pontfelhő és háromszögháló kezelő szoftver
- Pontfelhők összehasonlítása, regisztráció, újrámintavételezés, ...
- Windows, Linux
- <http://www.danielgm.net/cc/>



Introduction

CloudCompare is a 3D point cloud (and triangular mesh) processing software. It has been originally designed to perform comparison between two dense 3D points clouds (such as the ones

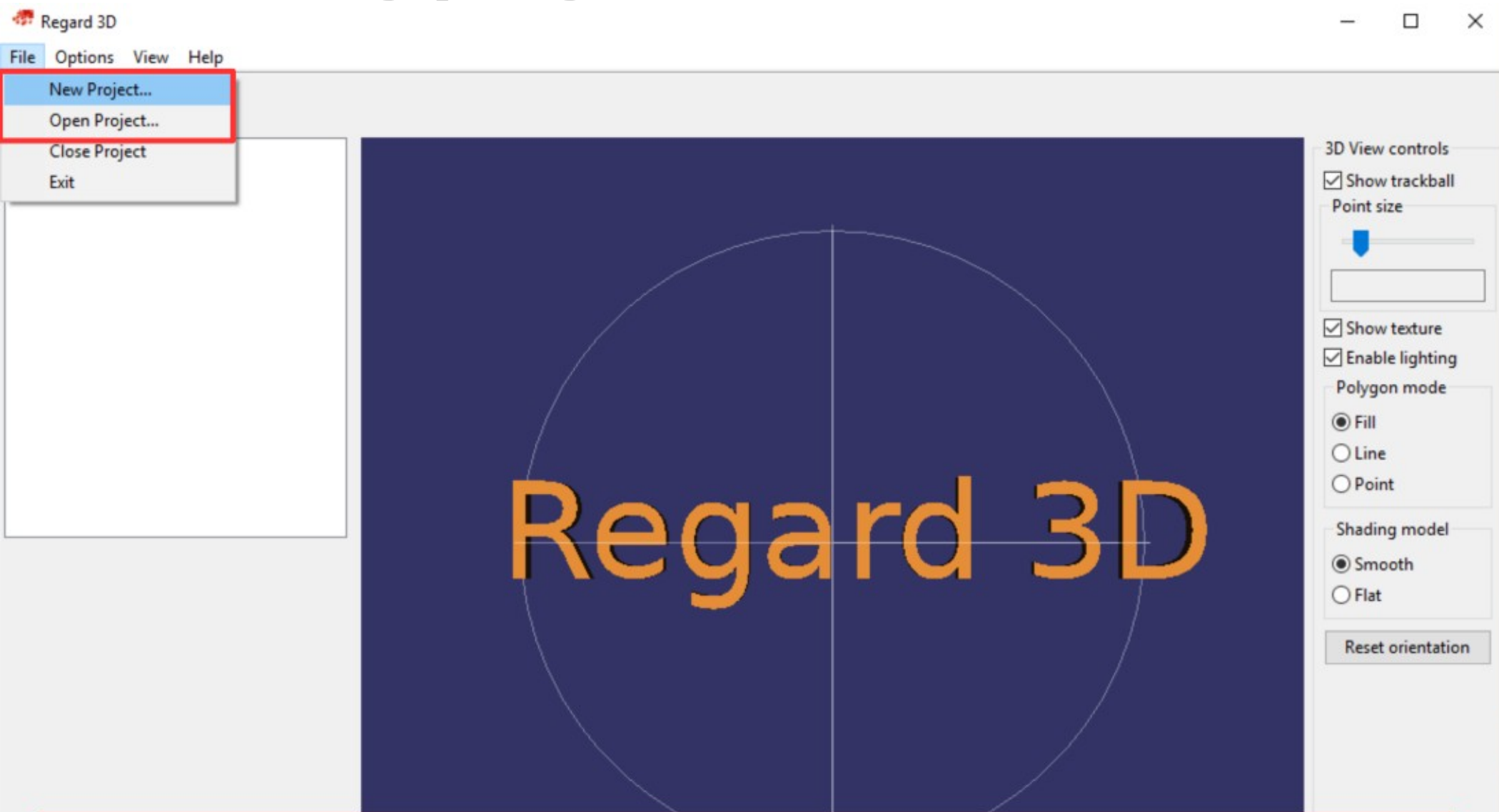
Regard3D kezdő képe



Letöltés:

<http://www.regard3d.org/index.php/download>

Új projekt létrehozása



File/New Project...
a menüből vagy az első ikon az eszközsorból

Projekt tulajdonságok

The screenshot shows a dialog box titled "Create new Regard3D project". It has two main sections: "Project path" and "Project name".

Project path section:

- There are two radio buttons: "Use default project path" (unselected) and "Set project path:" (selected).
- Below the radio buttons is a text input field containing "D:\mg", which is highlighted with a red rectangle.
- To the right of the text field is a "Browse" button.

Project name section:

- There is a "Project name:" label followed by a text input field containing "test", which is highlighted with a red rectangle.
- Below the "Project name" field is a "Project file:" label followed by a text input field containing "D:\mg\test\test.r3d".

Buttons:

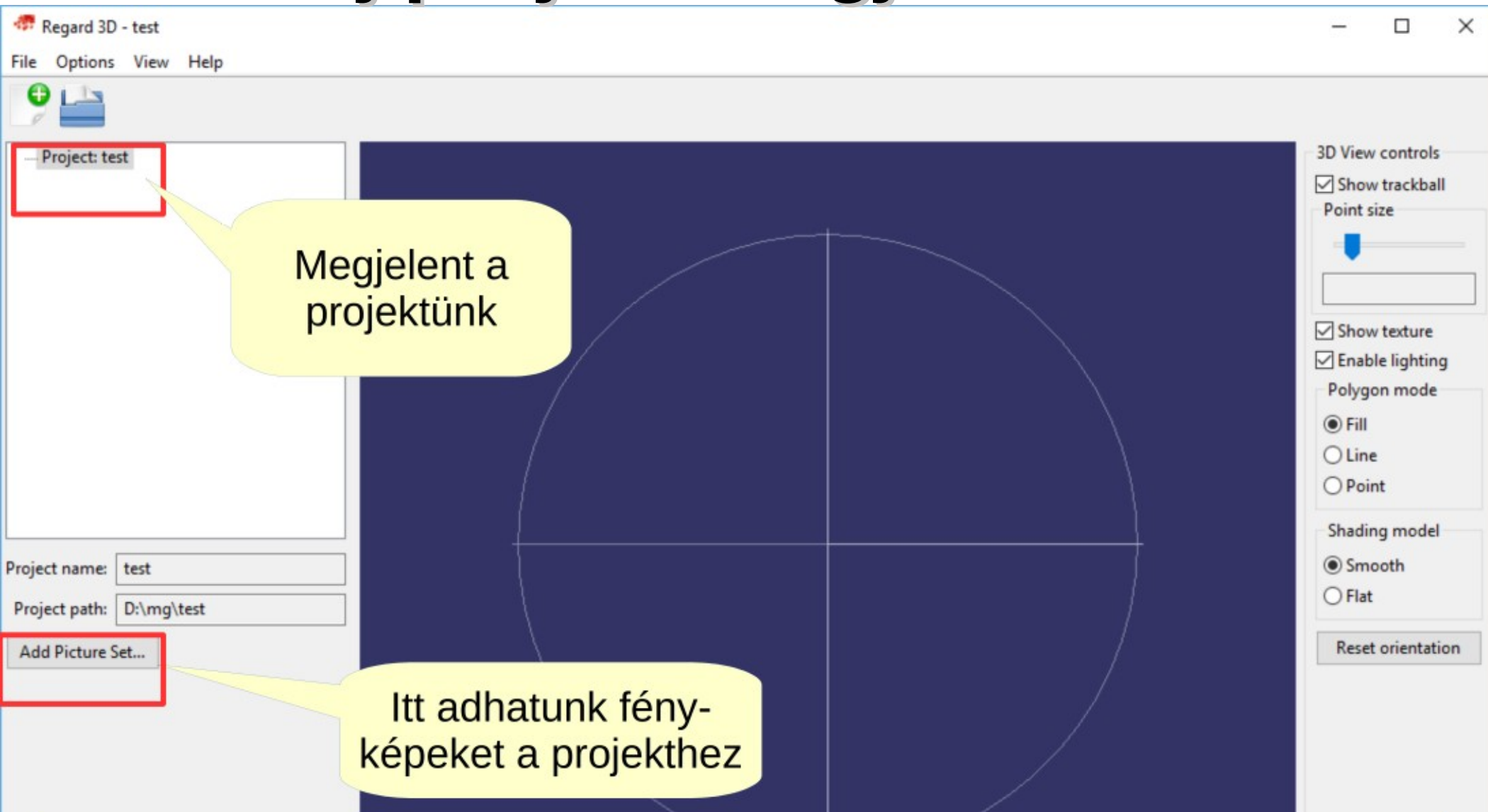
- At the bottom right, there are two buttons: "OK" and "Cancel". The "OK" button is highlighted with a red rectangle.

Annotations:

- A yellow speech bubble points to the "Browse" button with the text: "Állítson be egy létező saját könyvtárat" (Set a existing own library).
- A yellow speech bubble points to the "OK" button with the text: "Adjon meg egy nevet a projekthez" (Give a name to the project).

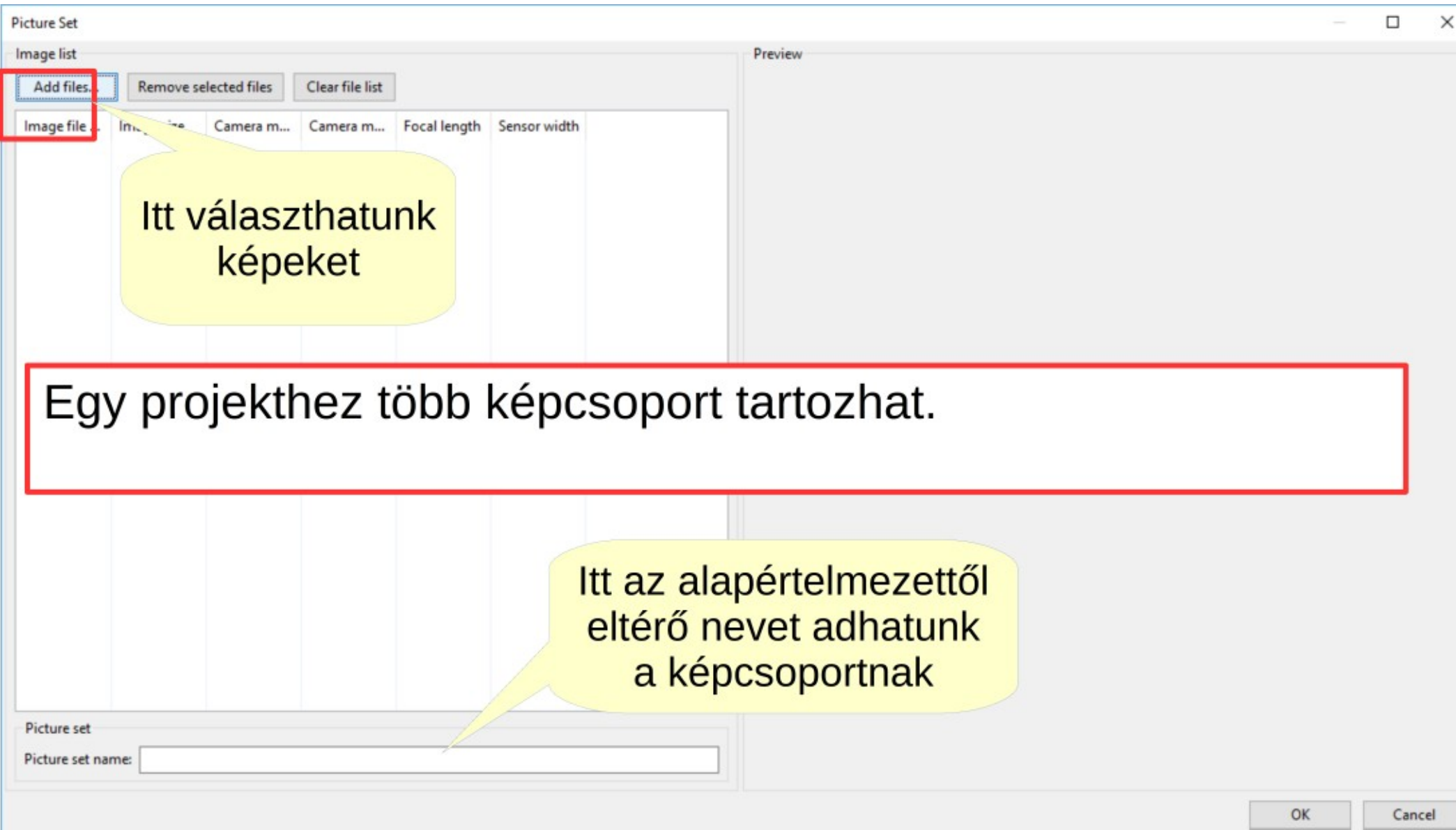
A projekt nevével létrejön egy új könyvtár, ebből következik, hogy a projekt nevével egyező könyvtár nem létezhet.

Új projekt megjelenése

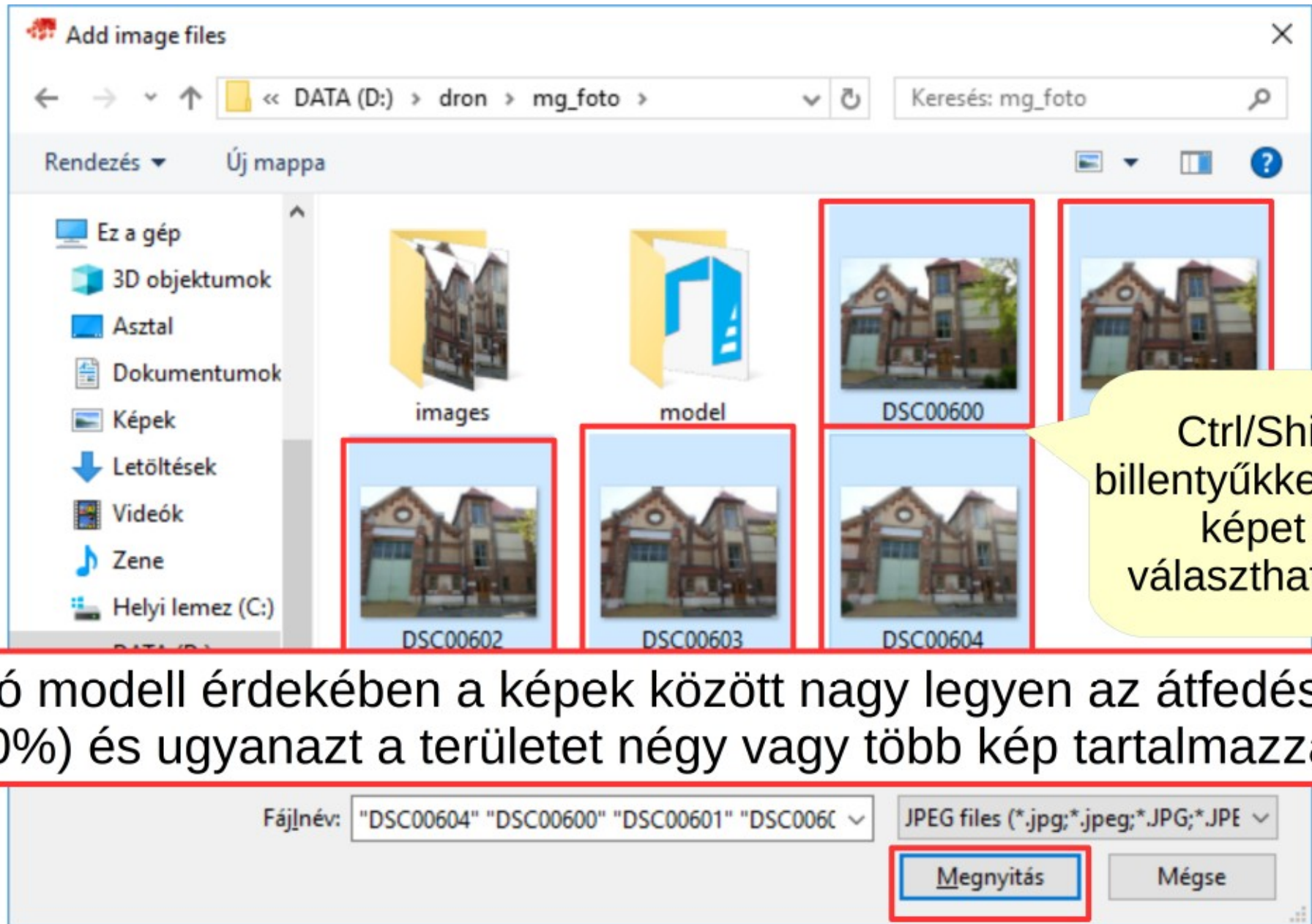


A bal oldali részen folyamatosan új elemek jelennek meg, ahogy a projekt feldolgozásában előre haladunk.

Képek hozzáadása

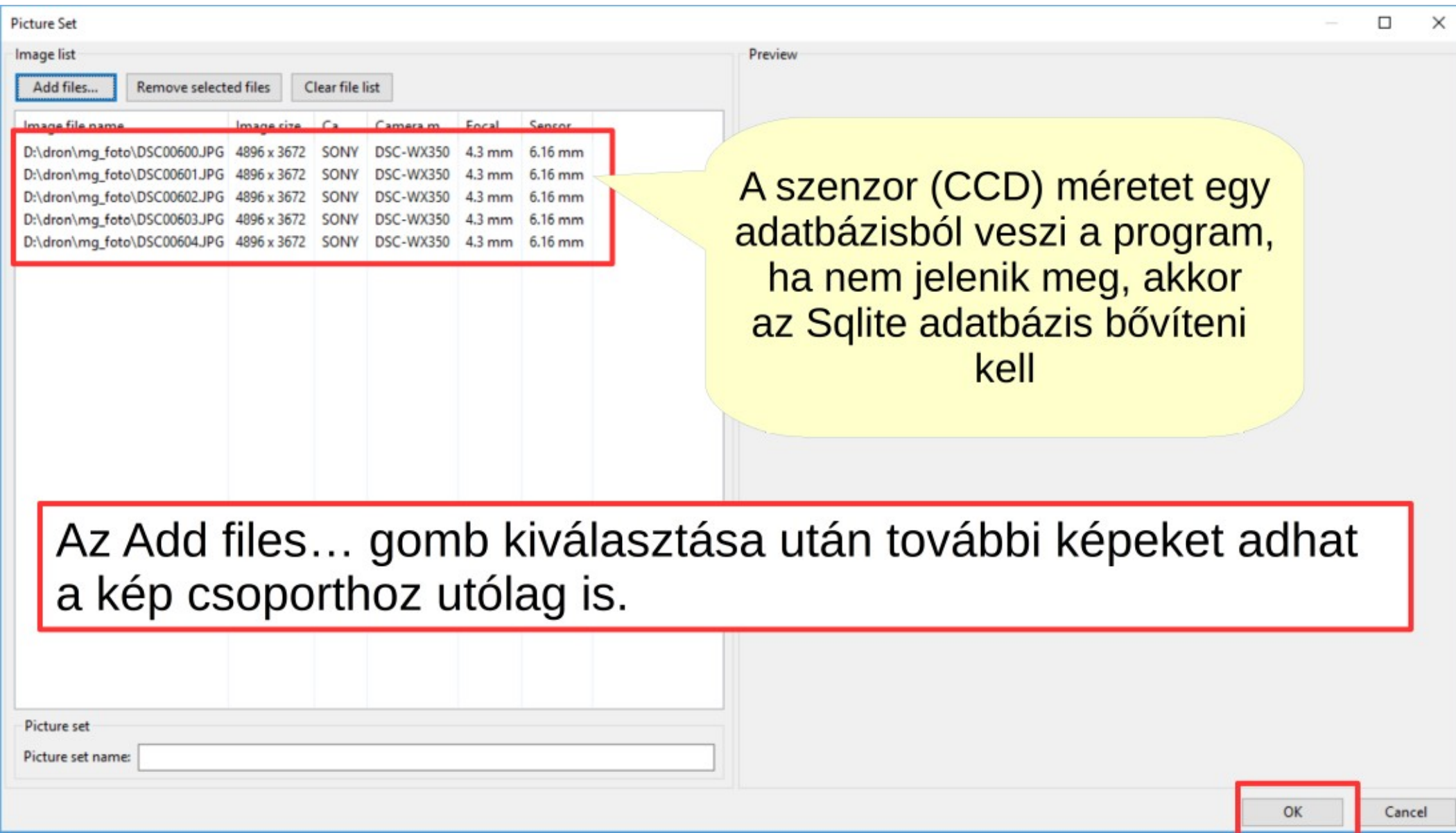


Képek hozzáadása



A jó modell érdekében a képek között nagy legyen az átfedés (80%) és ugyanazt a területet négy vagy több kép tartalmazza.

Képek hozzáadása



Képek azonos pontjainak kikeresése

Kis projekt esetén maximumra állíthatjuk az érzékenységet és az arányt

Compute Matches

Image correlations parameters

Keypoint sensitivity: Ultra

Keypoint matching ratio: Ultra

Keypoint detector ☐ Add TBMR

☒ Classic A-KAZE
☐ Fast A-KAZE

Matching algorithm: FLANN

Camera model: Pinhole radial 3

0.0001

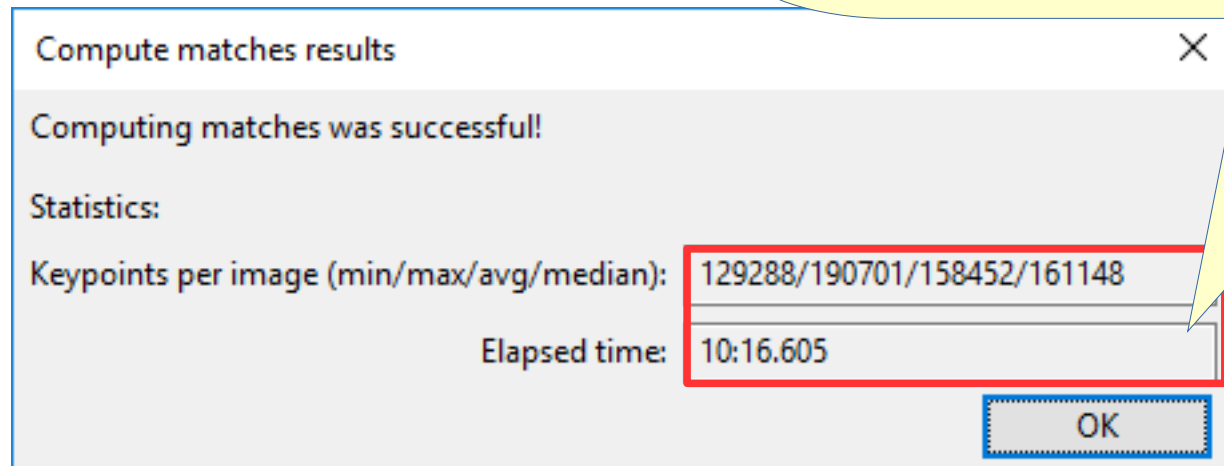
0.9

OK Cancel

A bal oldalon megjelenő Compute Matches gombot választva, a képek között automatikusan kikeresi a program az azonos pontokat,

Képek azonos pontjainak kikeresése

Az érzékenység és az arány beállítás függvényében hosszabb ideig tarthat a számítás



Átlagosan 160000 kulcspontot talált a Regard3D, ehhez 10 percre volt szüksége.

Háromszögelés

Triangulation

Triangulation parameters

Method

☐ Incremental Structure from Motion ☒ Refine camera intrinsics

☒ Global Structure from Motion

Initial image pair for incremental method

I...	Image 1	I...	Image 2	# M...
2	DSC00602.JPG	3	DSC00603.JPG	43334
1	DSC00601.JPG	2	DSC00602.JPG	42797
3	DSC00603.JPG	4	DSC00604.JPG	39329
0	DSC00600.JPG	1	DSC00601.JPG	32462
2	DSC00602.JPG	4	DSC00604.JPG	28798
1	DSC00601.JPG	3	DSC00603.JPG	28078
0	DSC00600.JPG	2	DSC00602.JPG	21830
1	DSC00601.JPG	4	DSC00604.JPG	20369
0	DSC00600.JPG	3	DSC00603.JPG	13440

☐ Show Matches

Global method parameters

Rotation averaging method

☐ L1 rotation averaging (Chatterjee)

☒ L2 rotation averaging (Martinec)

Translation averaging method

☐ L1 minimization

☐ L2 minimization of sum of squared Chordal distances

☒ SoftL1 minimization

OK Cancel

Globalis megoldás esetén azonos kamerával és nagyítással készült képeket használhatunk.

Ebben a lépésben határozza meg a program a belső és külső tájékozás adatait

Háromszögelés eredménye

Triangulation results

Triangulation was successful!

Statistics:

Cameras calibrated/total:	5/5
Number of 3D points:	48362
Residual errors (min/max/avg/median):	9.77e-09/4.04/0.357/0.257
Elapsed time:	01:25.067

[Open HTML Report](#)

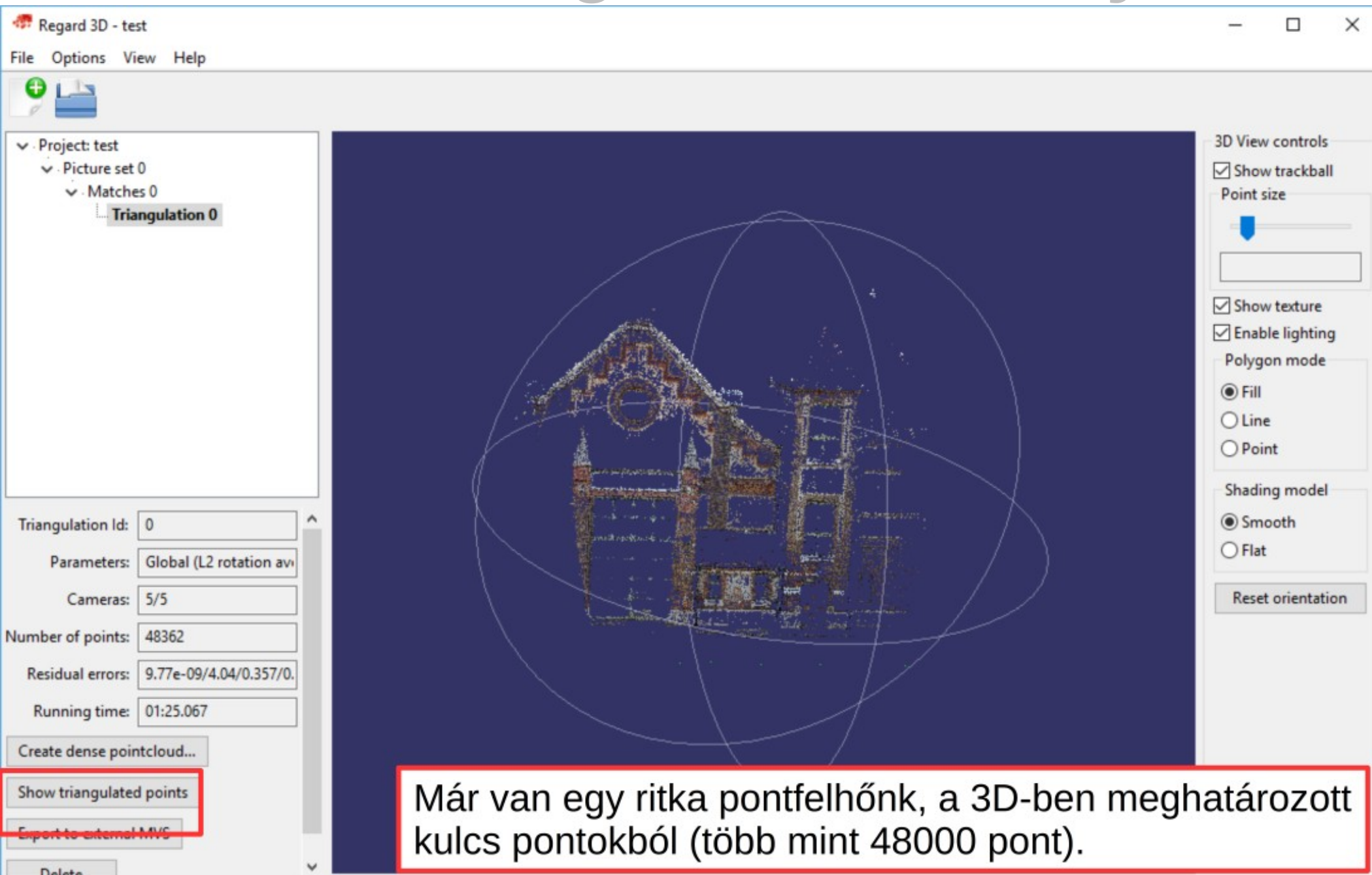
OK

Minden képre/kamerára sikerült megoldani a feladatot

A hiba pixelekb.

Ebben a lépésben határozza meg a program a belső és külső tájékozás adatait, amennyiben sikertelen a művelet (nem minden kamerát tud kalibrálni), akkor növelni kell a kulcs pontok érzékenységet és arányt.

Háromszögelés eredménye



The screenshot displays the Regard 3D software interface. The central 3D view shows a point cloud of a house with a triangulation overlay. The left sidebar contains a project tree and a list of triangulation parameters. The right sidebar contains 3D view controls.

Project: test

- Picture set 0
 - Matches 0
 - Triangulation 0

Triangulation Id: 0

Parameters: Global (L2 rotation av)

Cameras: 5/5

Number of points: 48362

Residual errors: 9.77e-09/4.04/0.357/0.

Running time: 01:25.067

3D View controls

- ☒ Show trackball
- Point size**
 -
- ☒ Show texture
- ☒ Enable lighting
- Polygon mode**
 - ☒ Fill
 - ☐ Line
 - ☐ Point
- Shading model**
 - ☒ Smooth
 - ☐ Flat
-

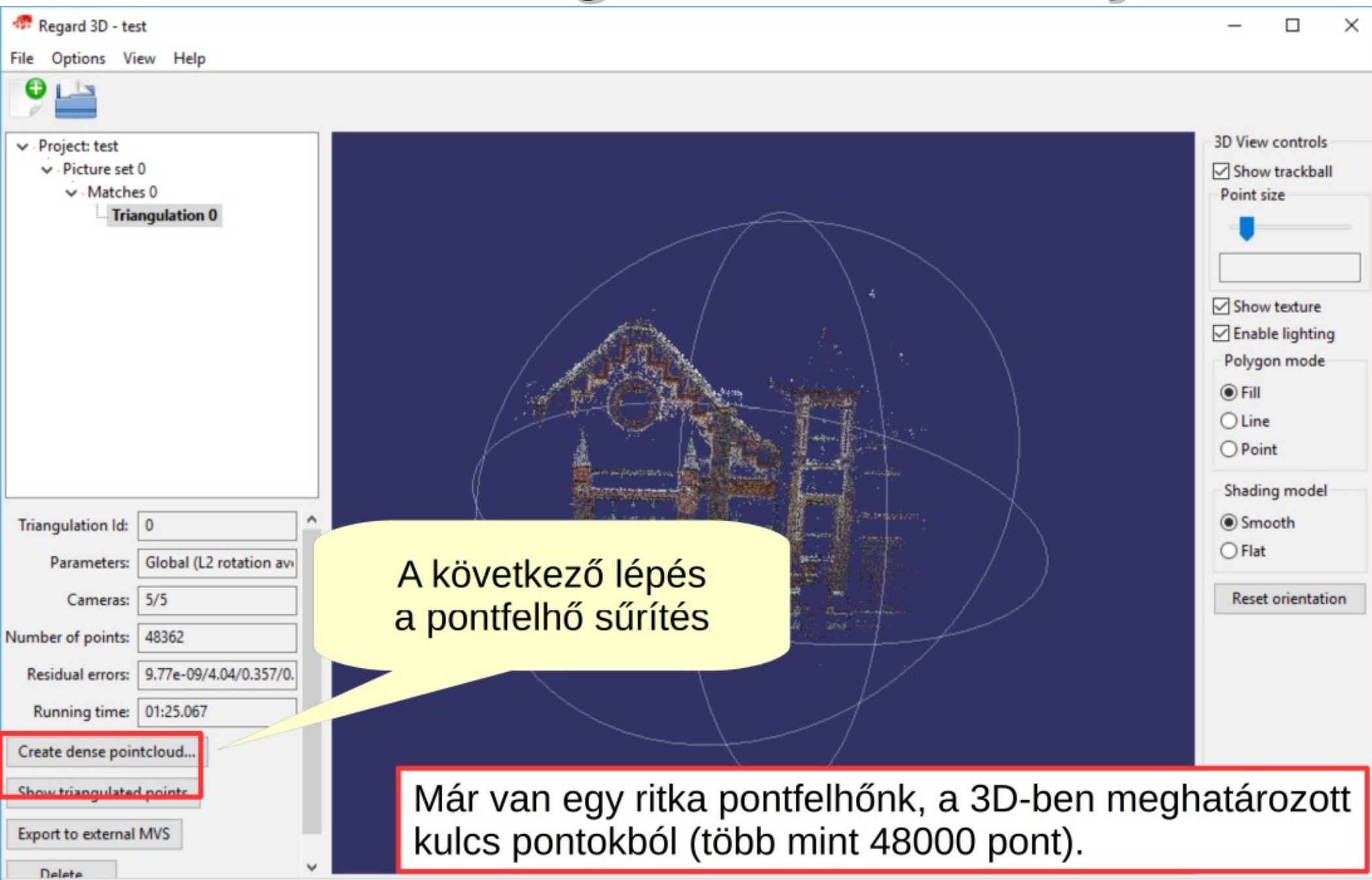
Show triangulated points

Export to external MVS

Delete

Már van egy ritka pontfelhőnk, a 3D-ben meghatározott kulcs pontokból (több mint 48000 pont).

Háromszögelés eredménye



Sűrű pontfelhő készítés

Densification

Densification method

CMVS/PMVS

Parameters for CMVS/PMVS

Number of threads: 4

☐ Use visibility information (CMVS)

Maximum number of images per cluster: 10

Level: 1

Cell size: 2

Threshold: 0.7

wsize: 7

Min. image num: 3

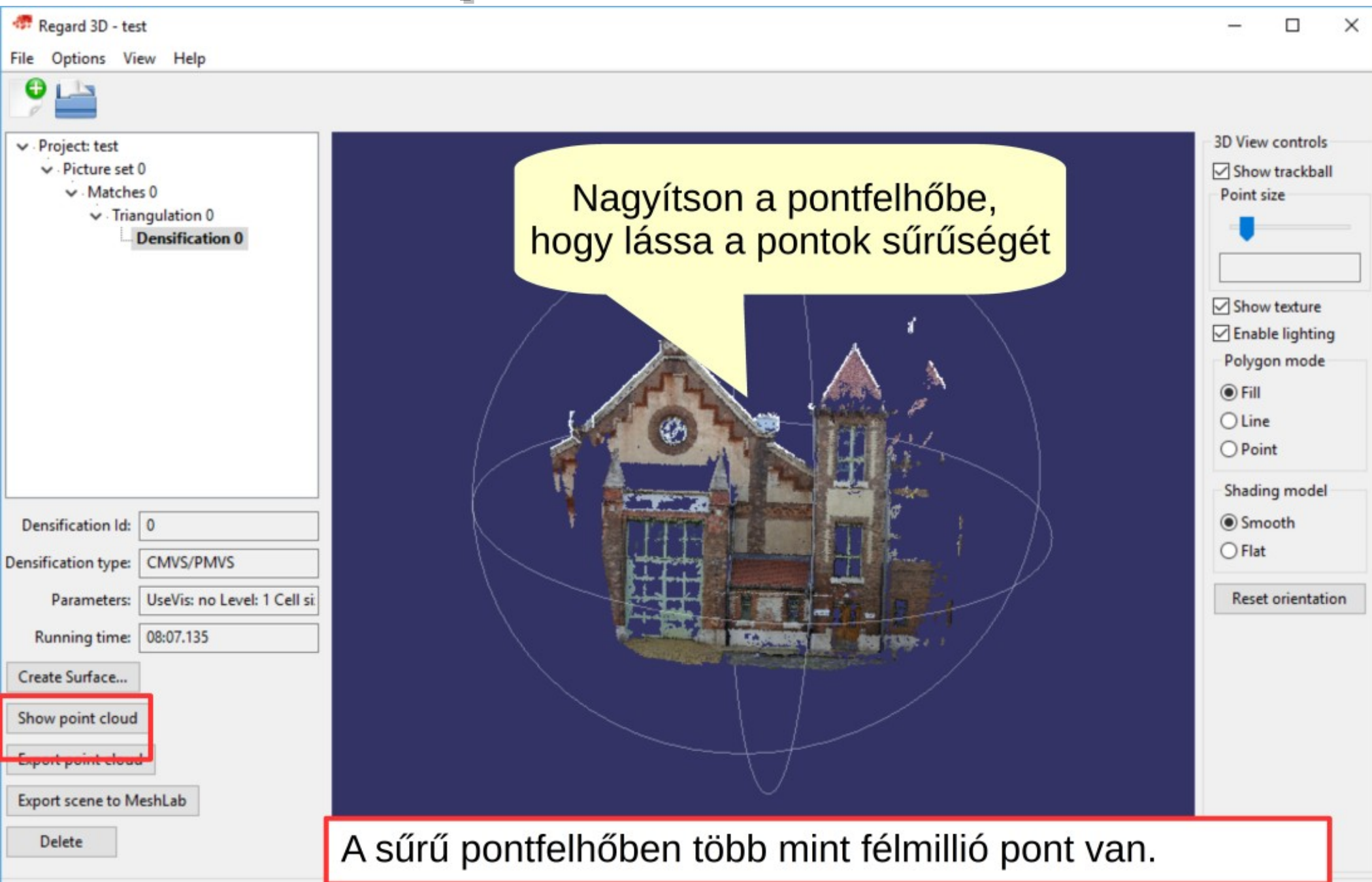
OK Cancel

0-s szint adja a legsűrűbb pontfelhőt

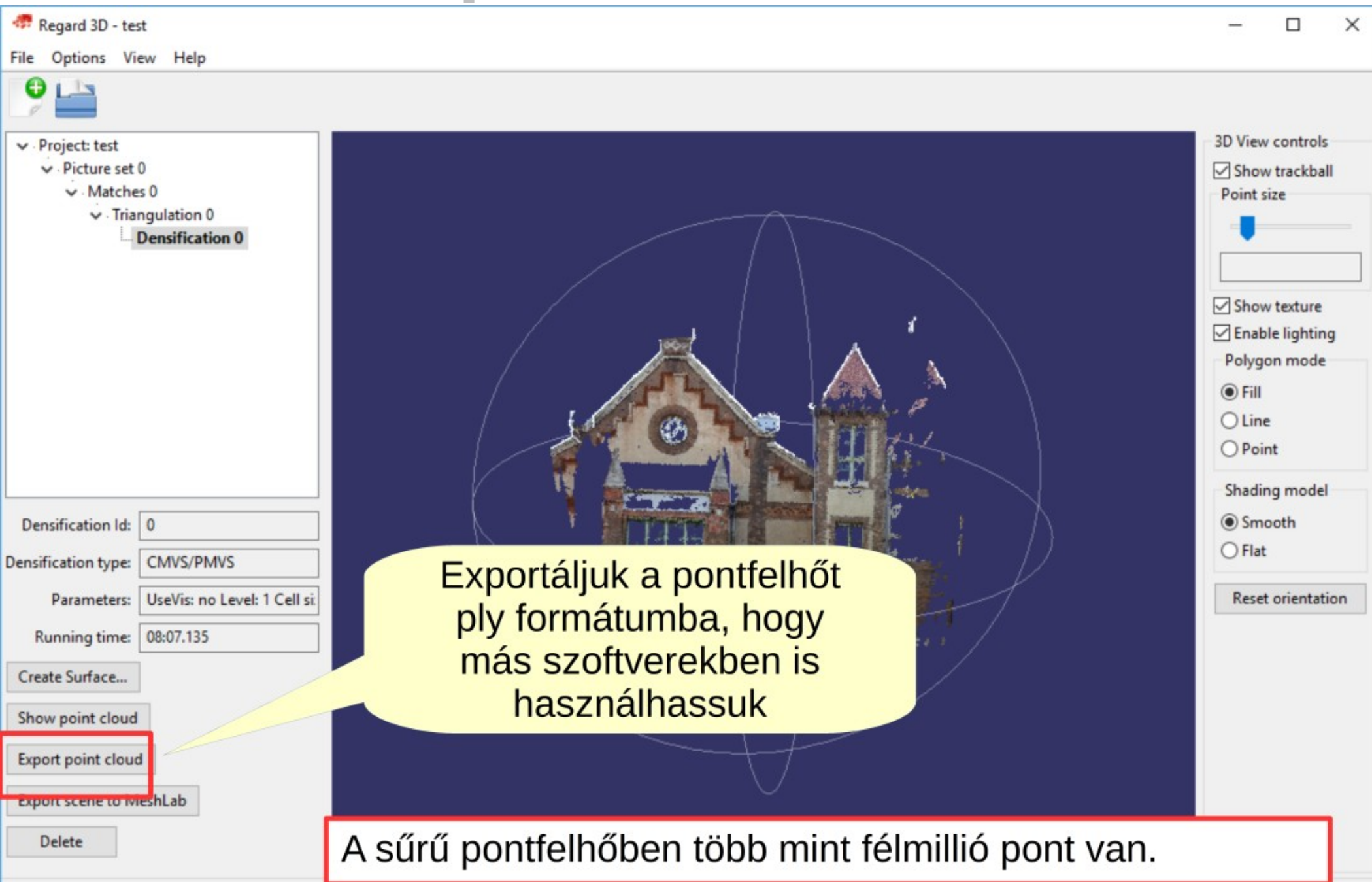
A pontoknak legalább három képen látszania kell.

A pontfelhő sűrítésére több algoritmus közül választhatunk, melyekhez eltérő paramétereket adhatunk meg.

Sűrű pontfelhő készítés



Sűrű pontfelhő készítés



Regard 3D - test

File Options View Help

Project: test
Picture set 0
Matches 0
Triangulation 0
Densification 0

Densification Id: 0
Densification type: CMVS/PMVS
Parameters: UseVis: no Level: 1 Cell si
Running time: 08:07.135

Create Surface...
Show point cloud
Export point cloud
Export scene to meshLab
Delete

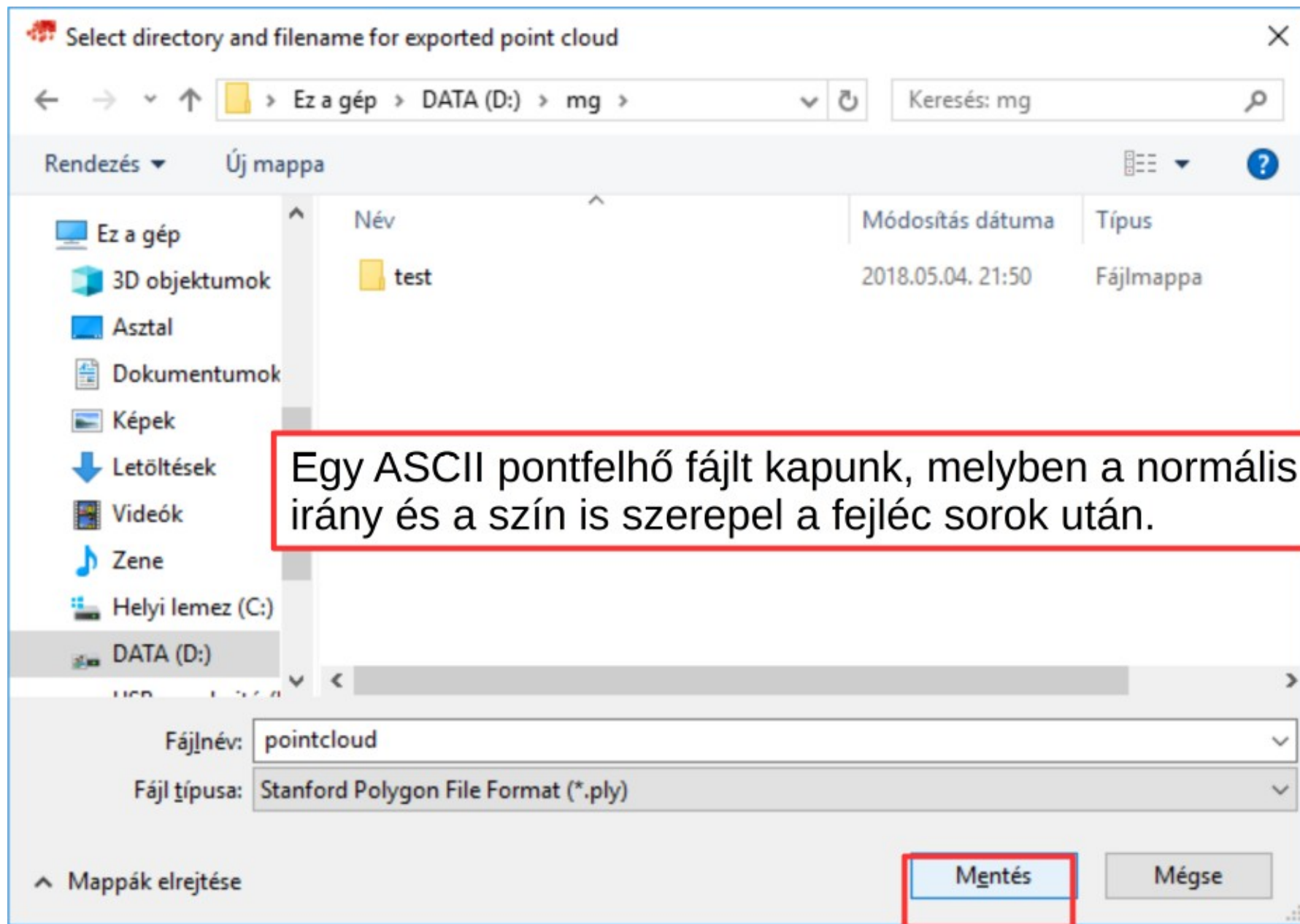
3D View controls
☒ Show trackball
Point size

☒ Show texture
☒ Enable lighting
Polygon mode
☒ Fill
☐ Line
☐ Point
Shading model
☒ Smooth
☐ Flat
Reset orientation

Exportáljuk a pontfelhőt
ply formátumba, hogy
más szoftverekben is
használhassuk

A sűrű pontfelhőben több mint félmillió pont van.

Sűrű pontfelhő exportálása



Felület előállítás

Az utolsó lépésben felületet állítunk elő, melyben az üres részeket is kitölti a program. A felület a pontfelhőt követő háromszögekből áll.

☐ Floating scale surface reconstruction

Poisson surface reconstruction parameters

Depth:

Samples per node:

Point weight:

Trim threshold:

Floating scale surface reconstruction parameters

Levels:

Scale factor multiplier:

Confidence threshold:

Min. component size:

Colorization method

☒ Colored vertices

☐ Textures

Parameters for coloring vertices

Number of neighbours:

Texturization parameters

Photometric outlier removal:

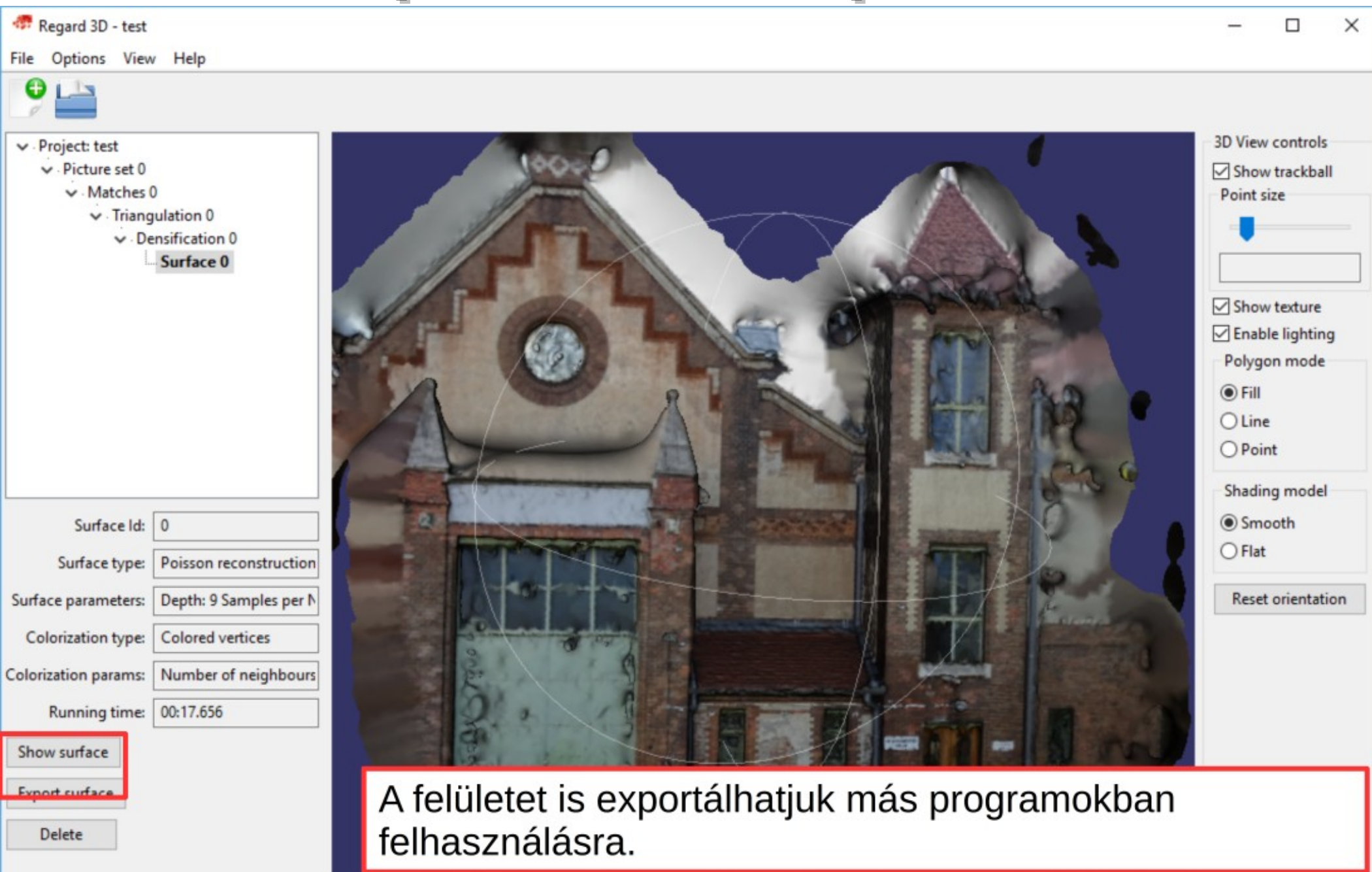
Geometric visibility test: ☒

Global seam leveling: ☒

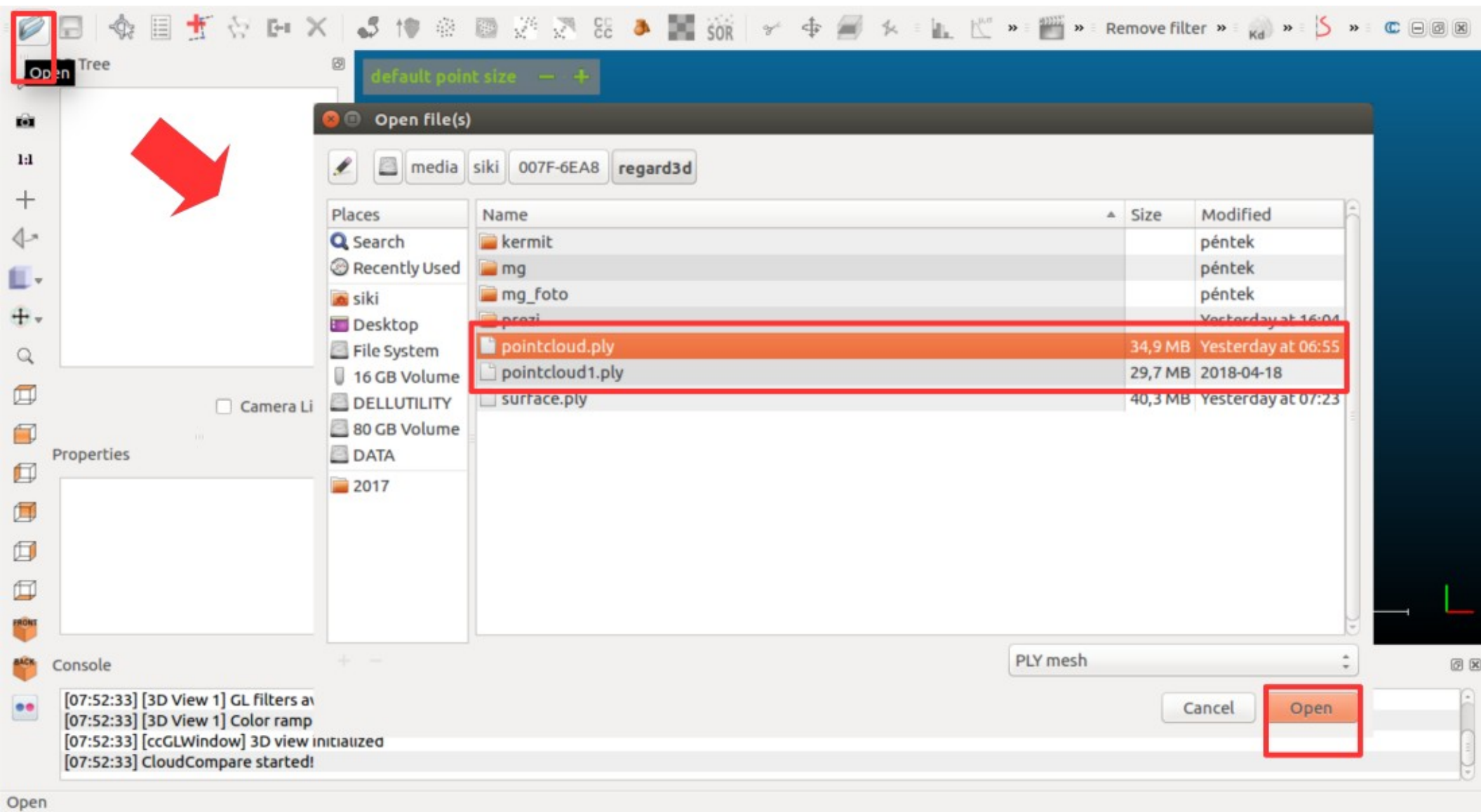
Local seam leveling: ☒

OK Cancel

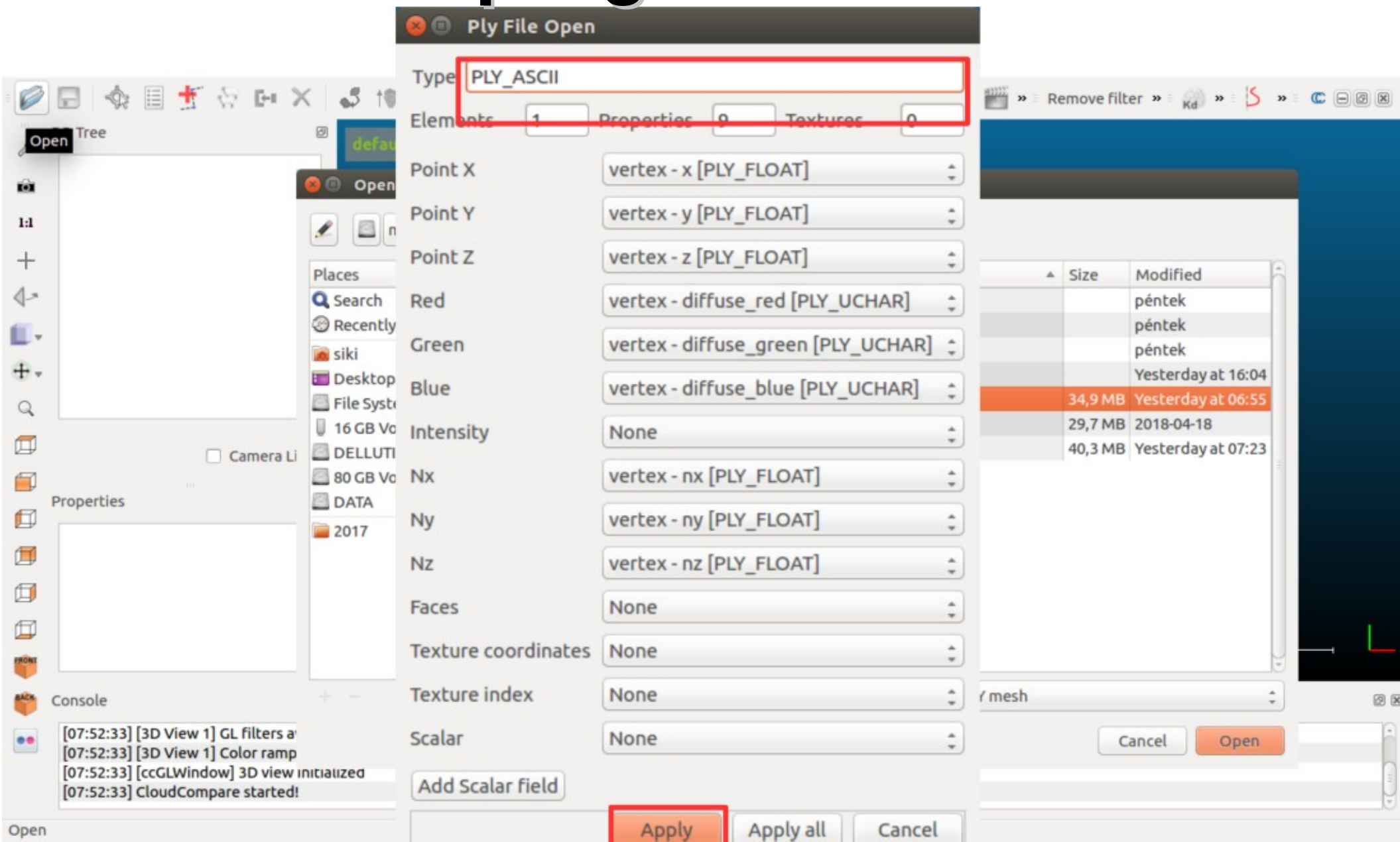
Sűrű pontfelhő exportálása



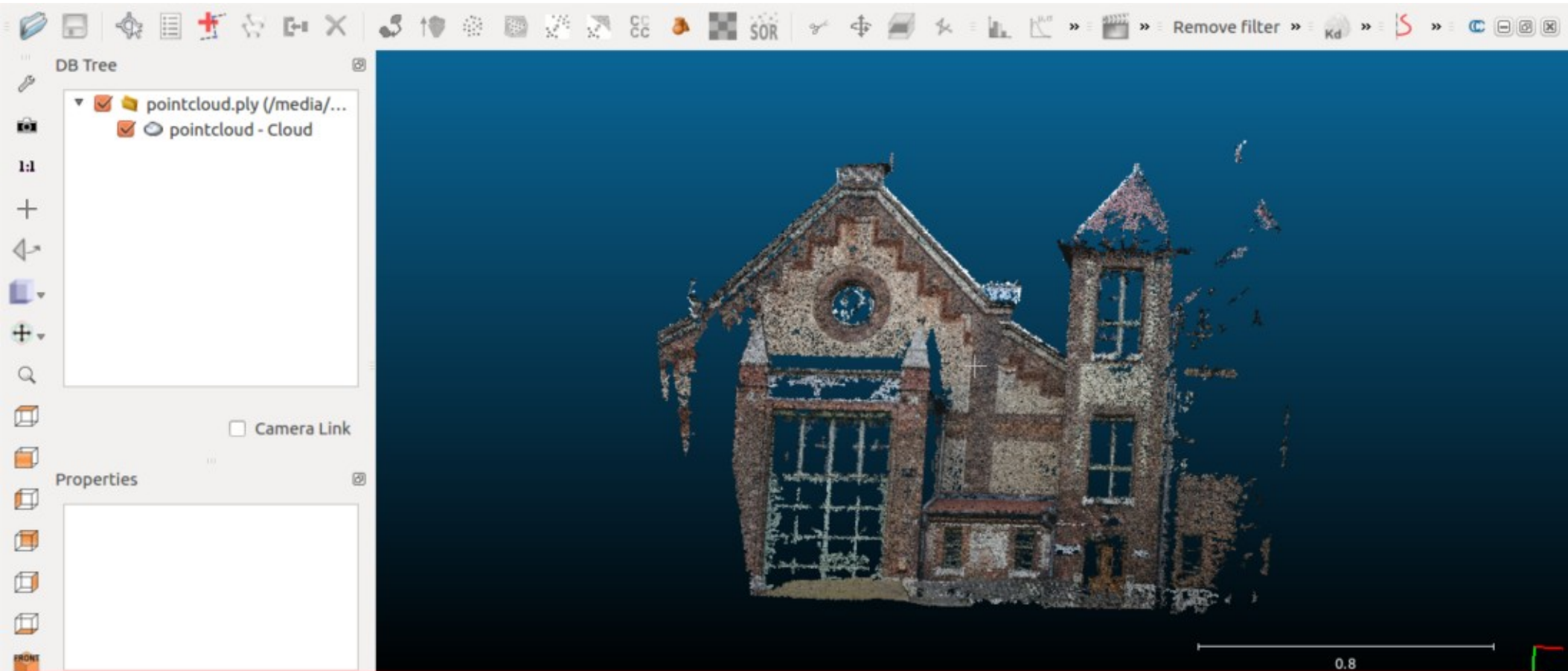
Megjelenítés CloudCompare programban



Megjelenítés CloudCompare programban



Megjelenítés CloudCompare programban

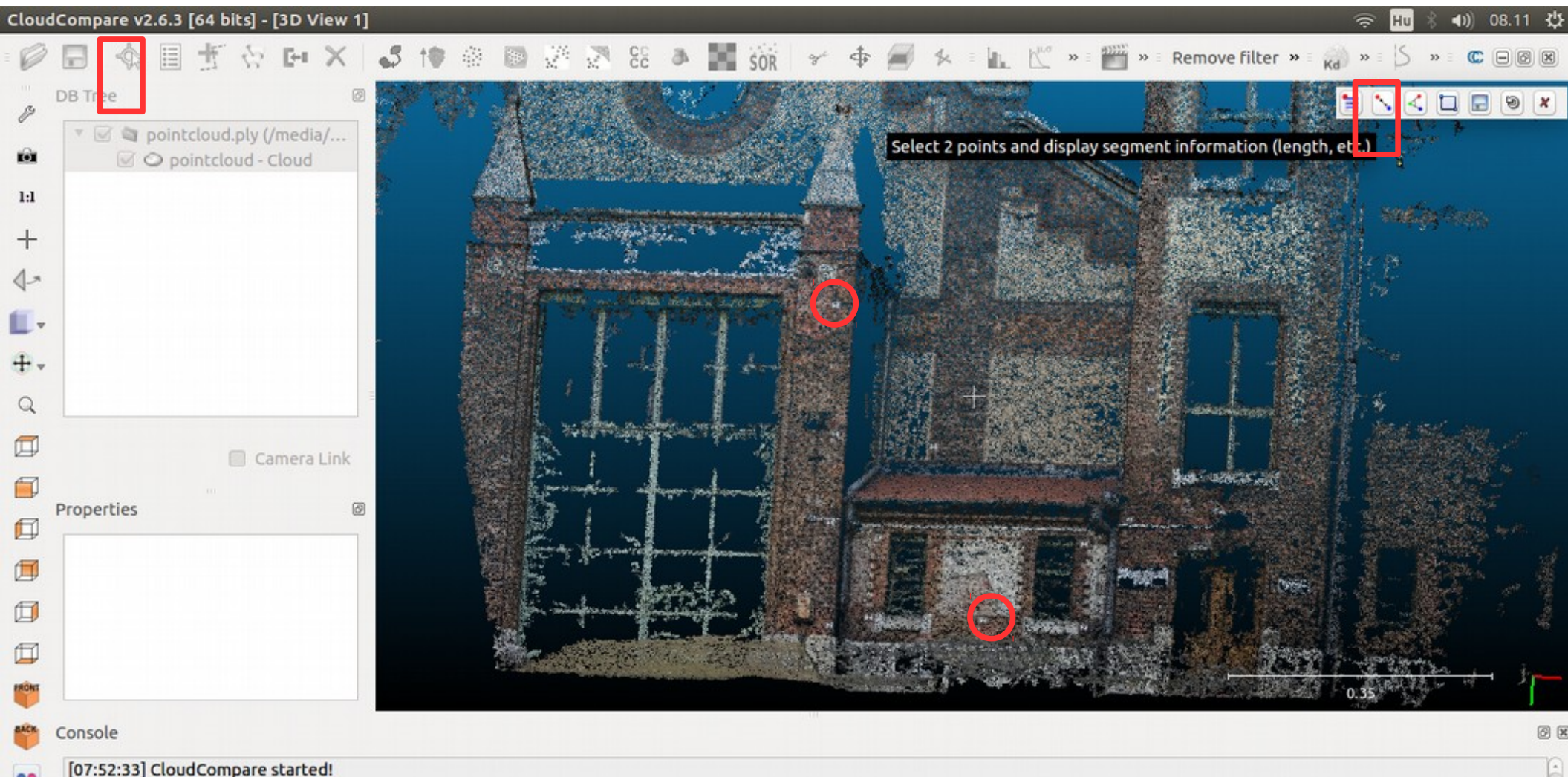


Előfordulhat, hogy a betöltés során hibaüzenetet kapunk:

An error occurred while loading 'pointcloud1': reading error (no access right?)

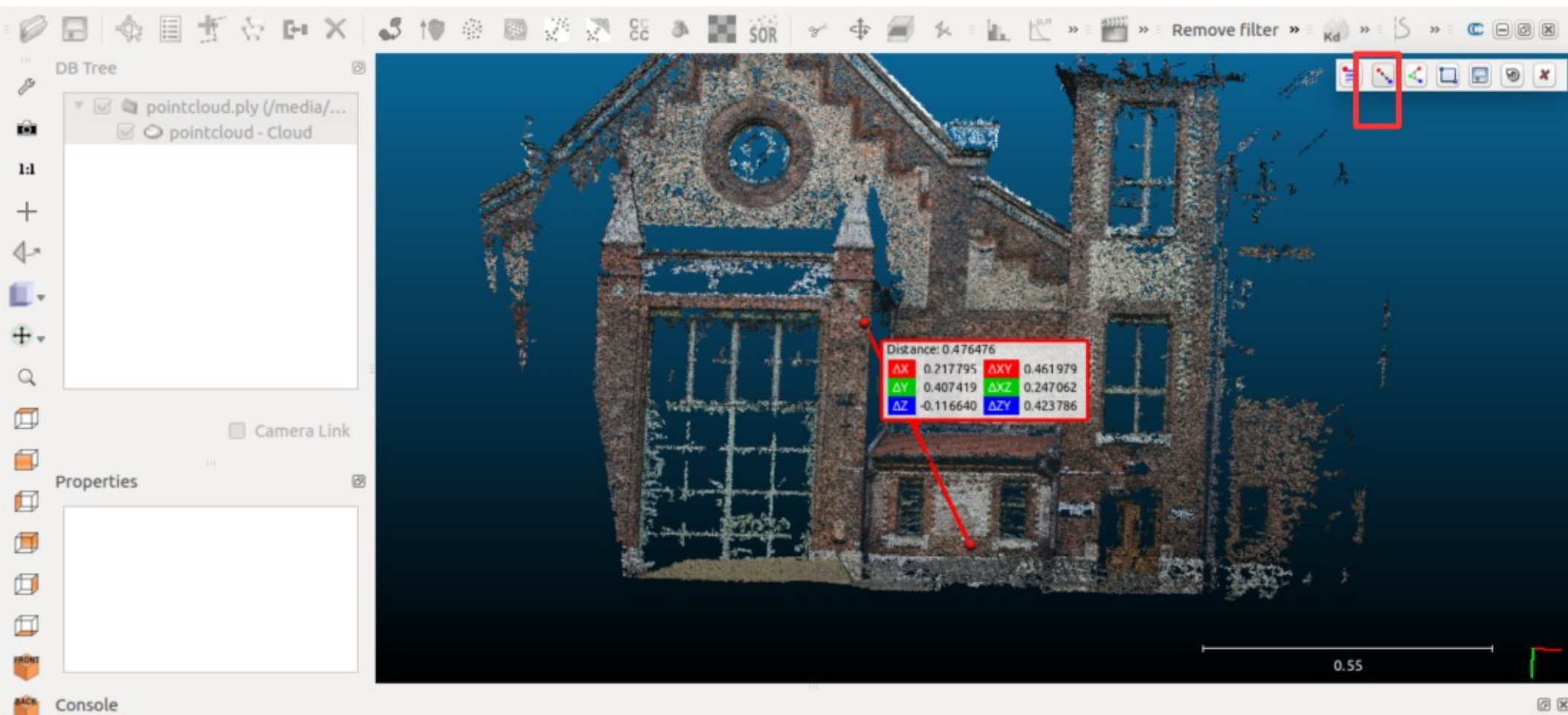
Ebben az esetben a tizedes pontokat tizedes vesszőre kell cserélni az input fájlban (kivéve a *format ascii 1.0* sort)

Mérés



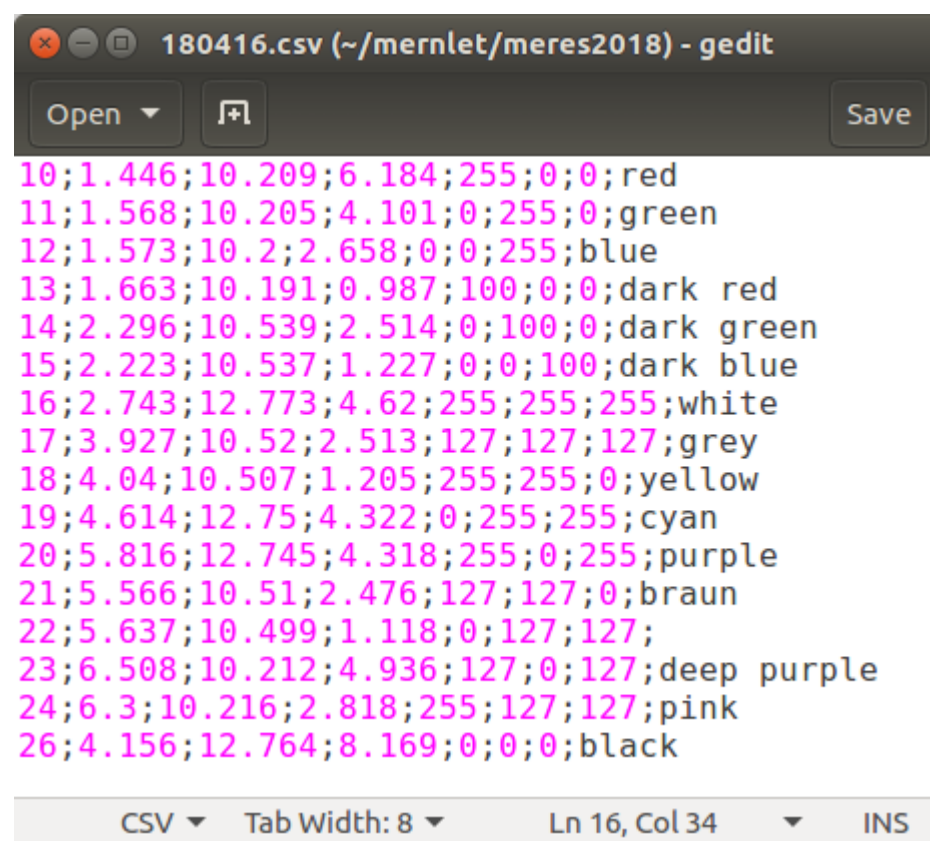
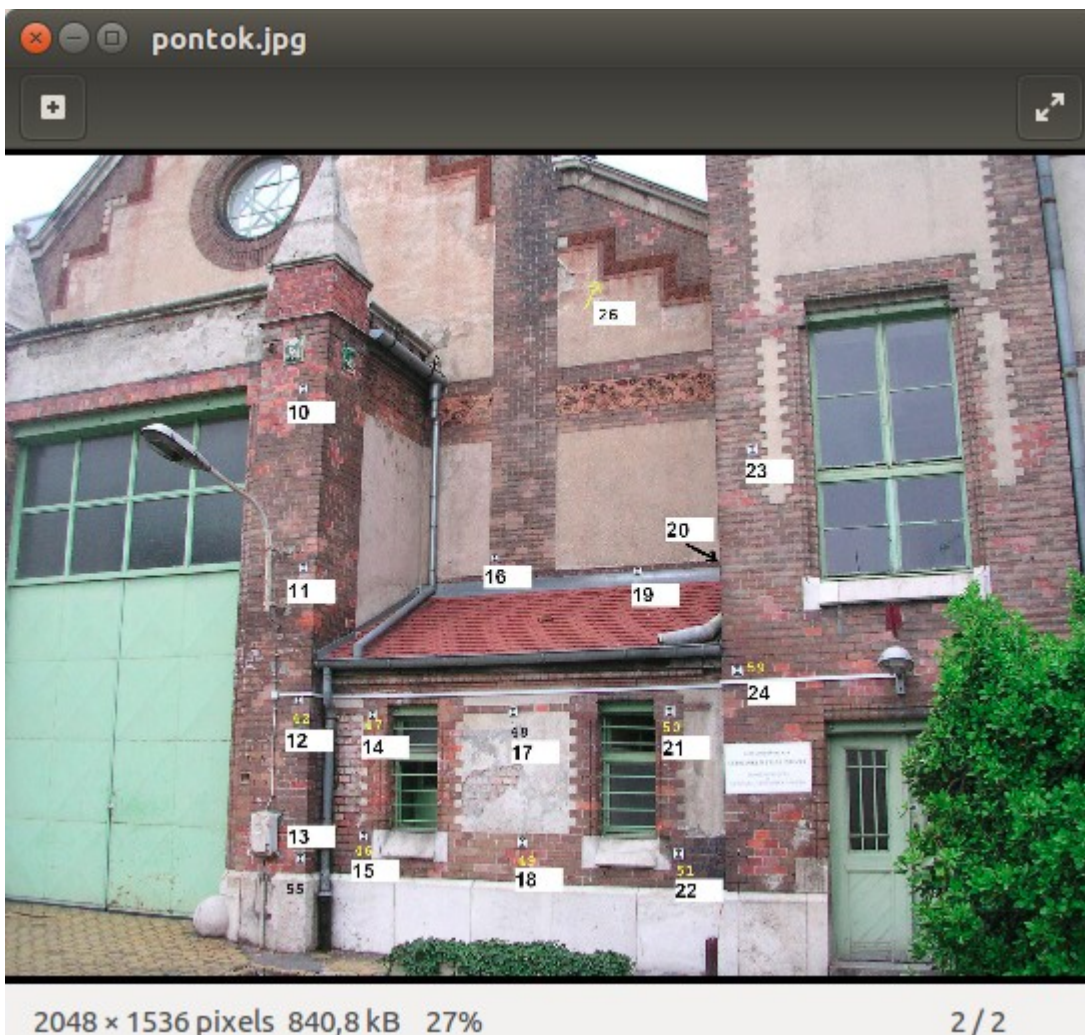
Mérjük meg két bemért pont (10-18) távolságát a pontfelhőben.

Mérés



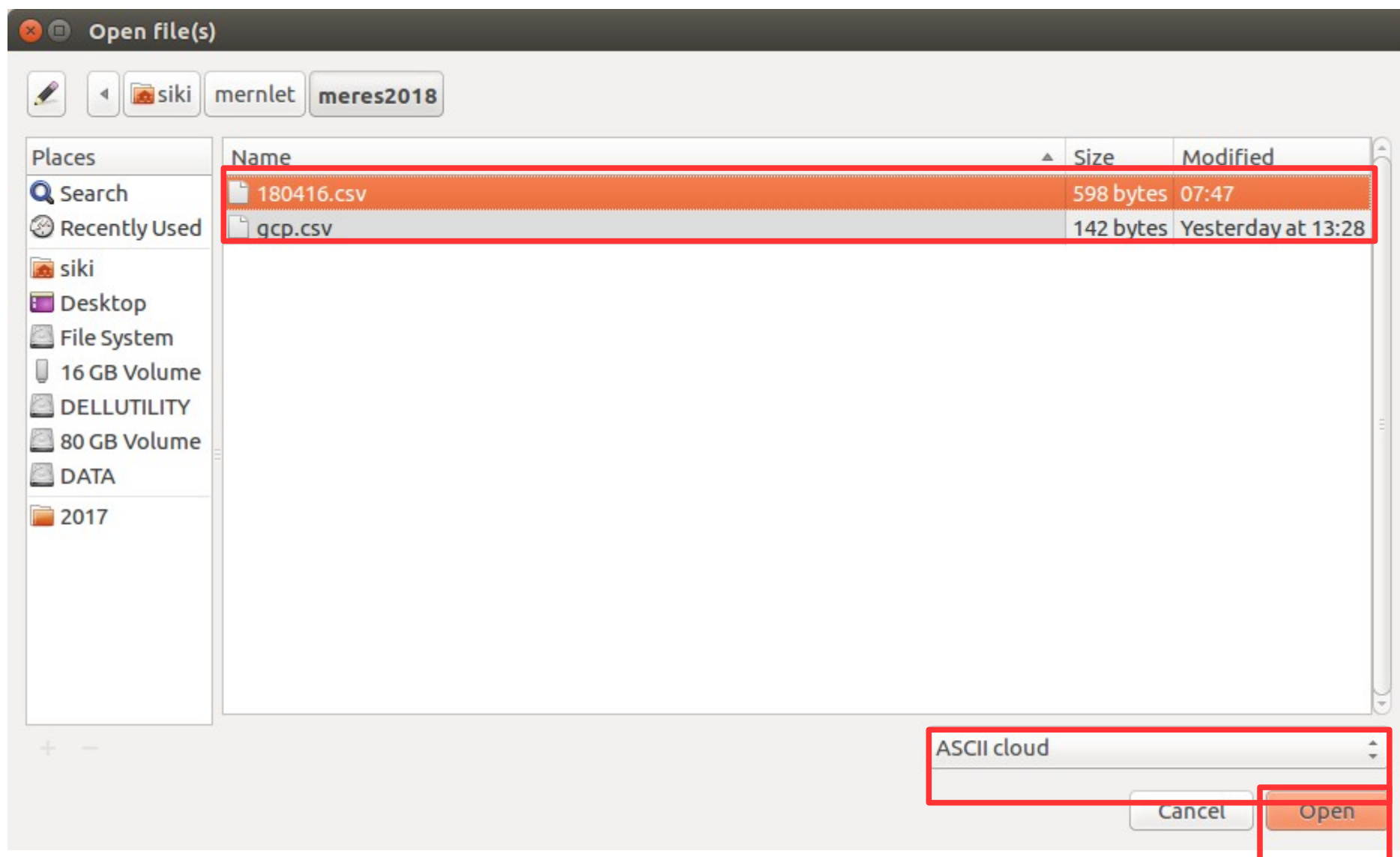
A távolság nem a valós távolság, a Regard3D egy helyi koordináta-rendszerben készítette el a pontfelhőt.

Illesztőpontok előkészítése



A bemért 10-26 pontok koordinátaiból készítsünk egy szövegfájlt, melyet különböző RGB kódokkal egészítünk ki. A színek alapján különböztetjük meg a pontokat, a CC-ben nincs pontszám!

Illesztőpontok betöltése



Töltsük be mint ASCII pontfelhő a bemért pontok fájlját.

Illesztőpontok betöltése

Open Ascii File

Filename:

Here are the first lines of this file. Choose each column attribution (one cloud at a time):

1	2	3	4	5	6	7	8
SF Scalar	X coord. X	Y coord. Y	Z coord. Z	Red (0-255)	Green (0-255)	Blue (0-255)	Ignore
10	1.446	10.209	6.184	255	0	0	red
11	1.568	10.205	4.101	0	255	0	green
12	1.573	10.2	2.658	0	0	255	blue
13	1.663	10.191	0.987	100	0	0	dark red
14	2.296	10.539	2.514	0	100	0	dark green
15	2.223	10.537	1.227	0	0	100	dark blue
16	2.743	12.773	4.62	255	255	255	white
17	3.927	10.52	2.513	127	127	127	grey
18	4.04	10.507	1.205	255	255	0	yellow
19	4.614	12.75	4.322	0	255	255	cyan
20	5.816	12.745	4.318	255	0	255	purple
21	5.566	10.51	2.476	127	127	0	braun

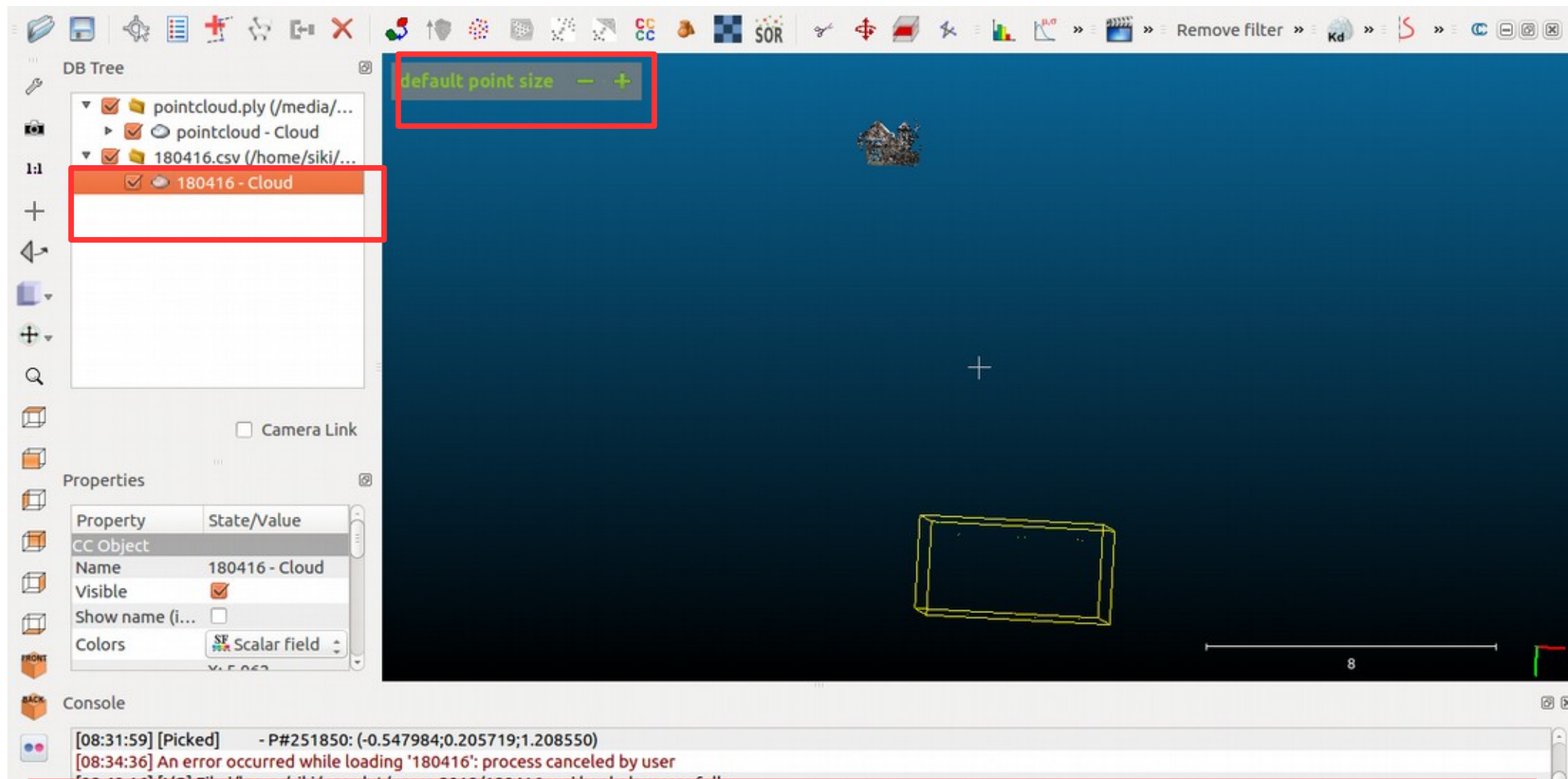
Separator (ASCII code: 59)

Skip lines ☐ extract scalar field names from first line

Max number of points per cloud

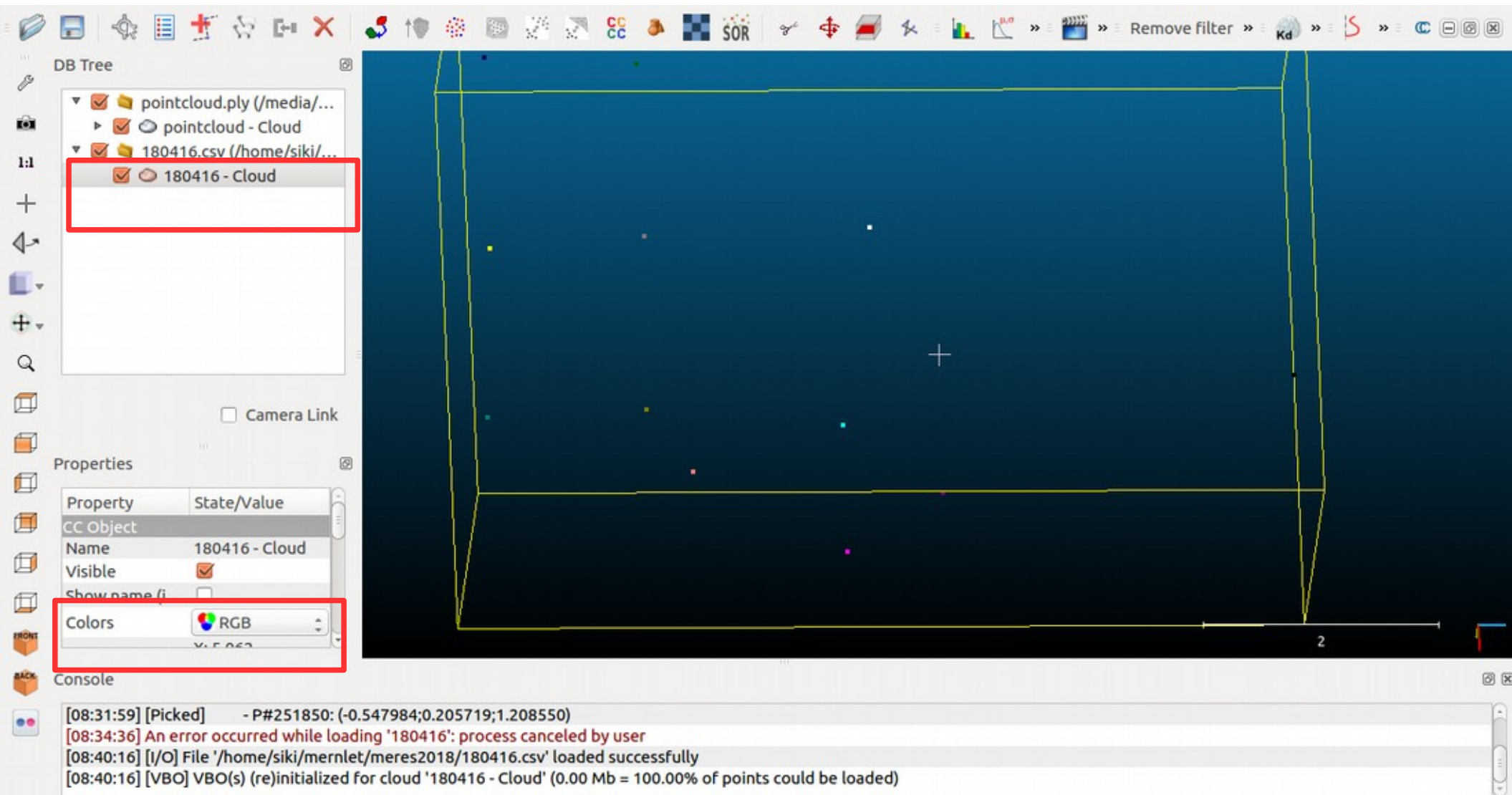
A program automatikusan felismeri az oszlopok tartalmát.

Illesztőpontok megjelenítése



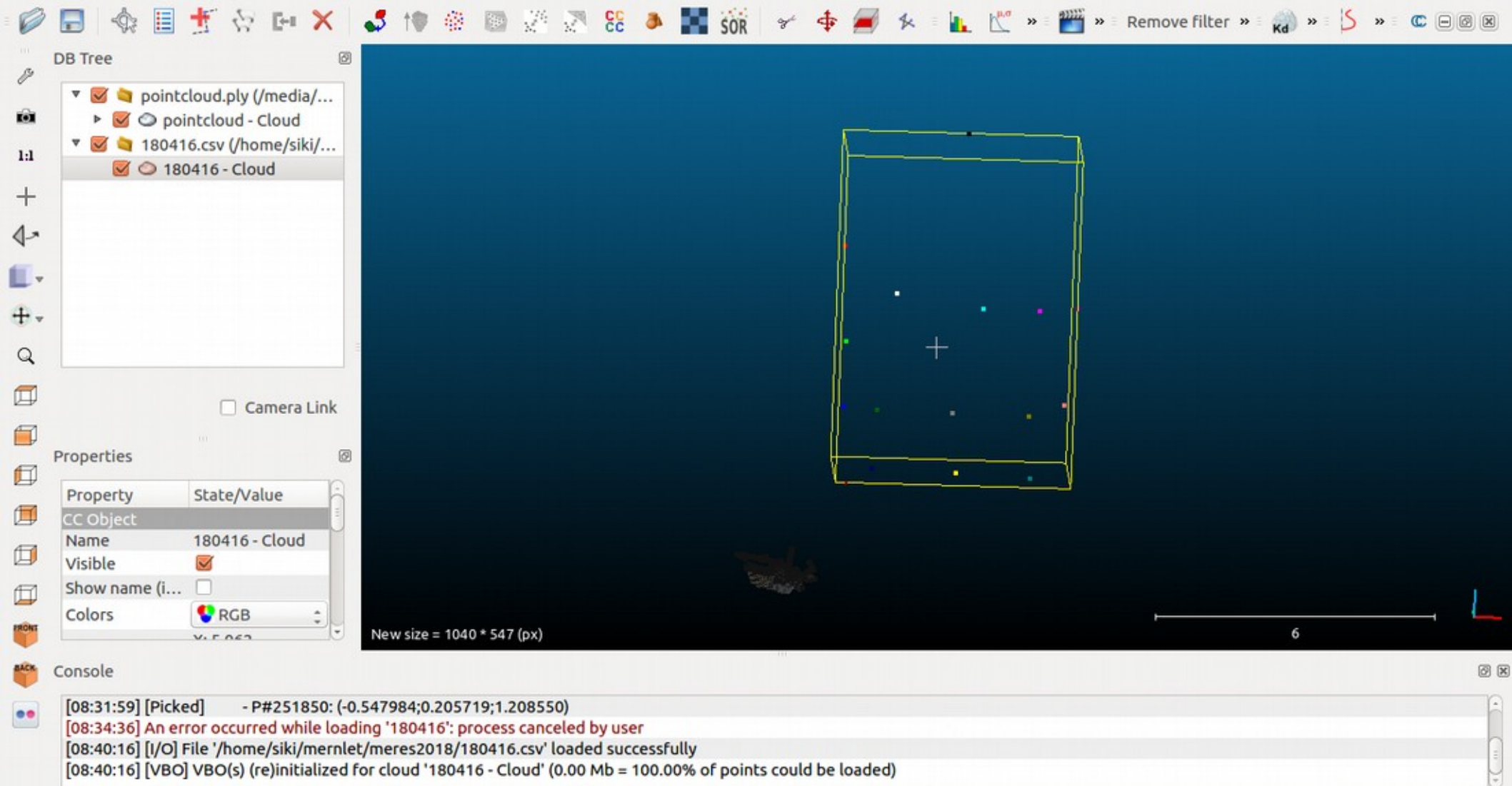
Jelöljük ki az illesztőpontok állományát a DB Tree mezőben, hogy lássuk hol vannak a pontok, növeljük meg a pontok méretét a jobb láthatóság érdekében

Illesztőpontok megjelenítése



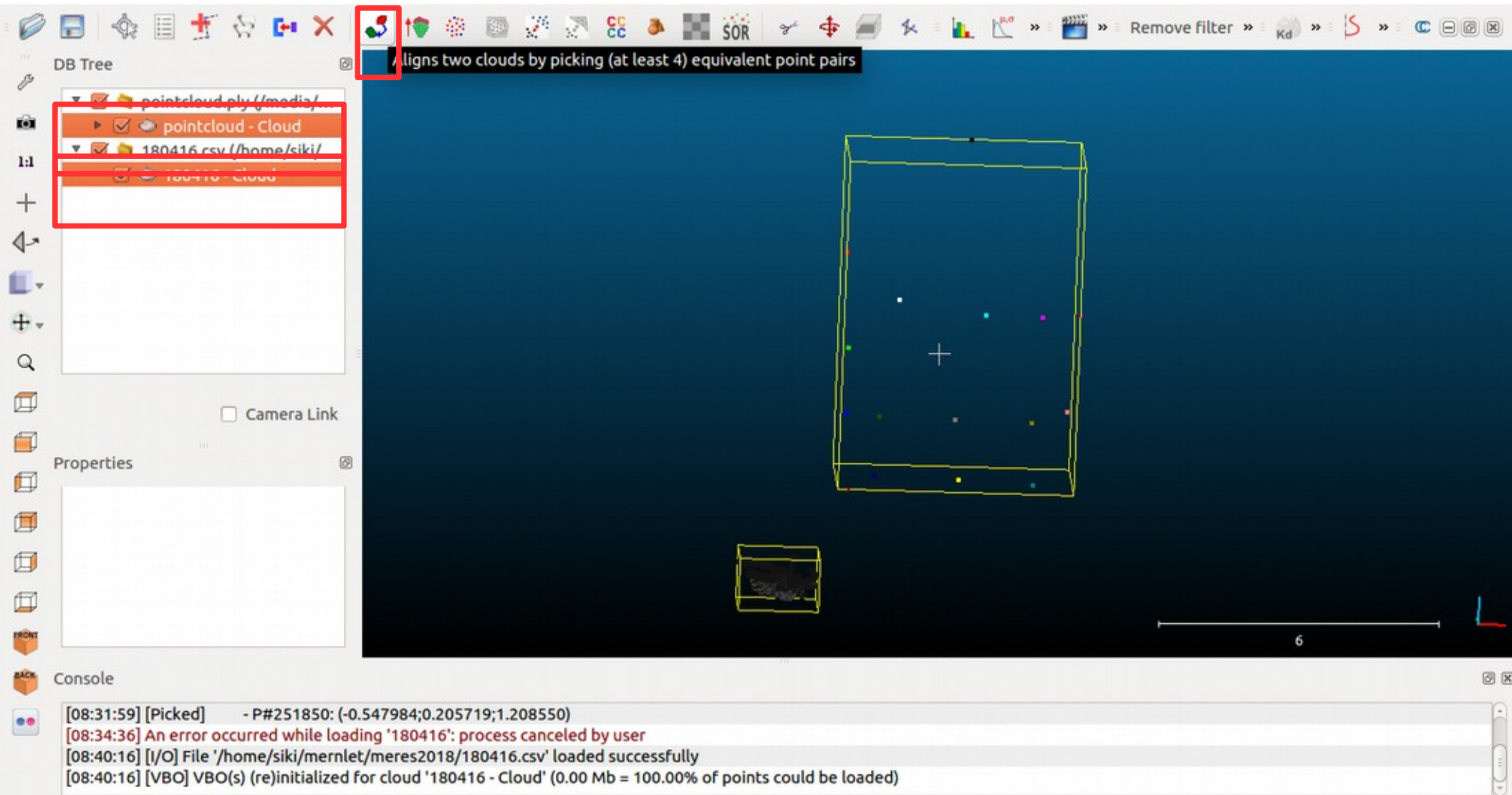
A pontfelhőre állítsuk át a *Colors* mezőt RGB-re.

Illesztőpontok megjelenítése



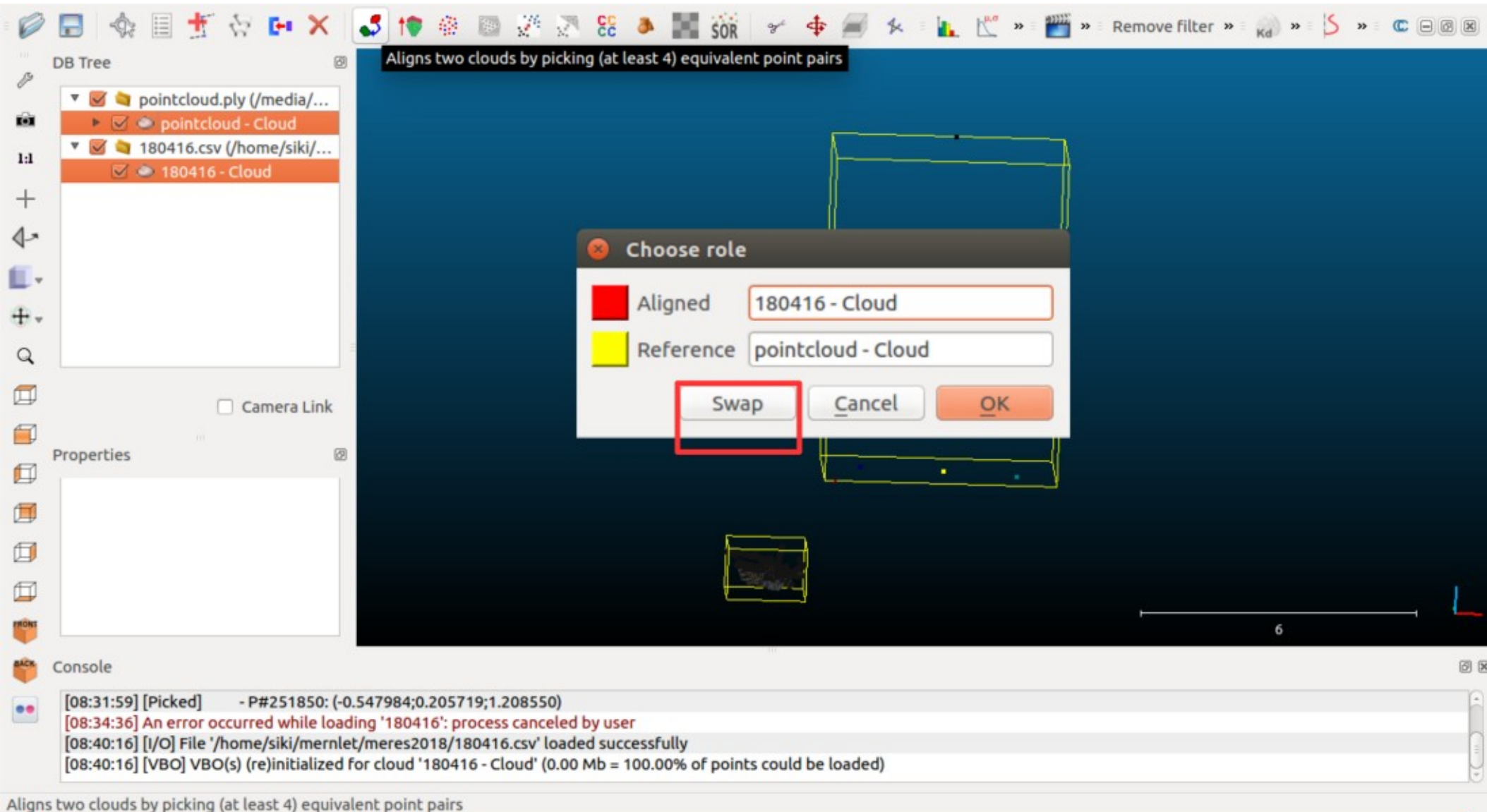
Forgassuk a pontfelhőt, hogy bal oldalon egymás alatt legyen a piros (10), zöld (11) és kék (12) pont.

Georeferálás (transzformáció)



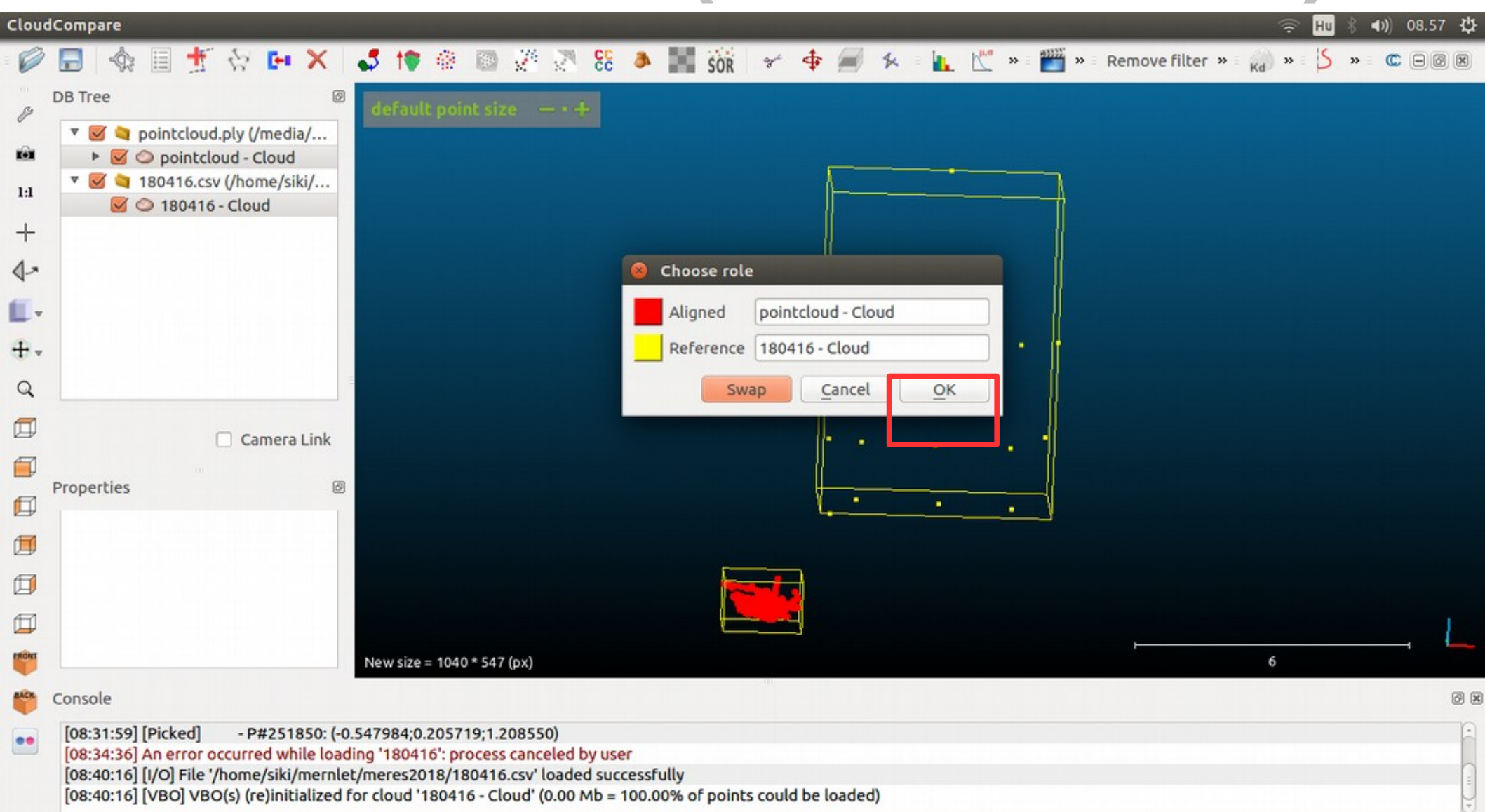
Jelöljük ki mindkét pontfelhőt a *DB Tree*-ben és válasszuk ki a két pontfelhő igazítását az eszközök közül

Georeferálás (transzformáció)



Cseréljük meg a két pontfelhő szerepét (Swap gomb), az illesztőpontokat tartalmazó legyen a referencia.

Georeferálás (transzformáció)



A pontfelhők színe mutatja a funkcióját.

Georeferálás (transzformáció)

The screenshot shows the CloudCompare interface for point cloud registration. The DB Tree on the left lists the loaded files: pointcloud.ply, pointcloud - Cloud, 180416.csv, and 180416 - Cloud. The central 3D view displays two point clouds of a building, with point pairs A0 through A5 marked for alignment. The right-hand panel contains the registration settings, including checkboxes for 'show to align cloud', 'show reference cloud', 'adjust scale', and 'auto update zoom'. Below these are two tables of coordinates and errors for the point pairs. The 'align' button is highlighted in the bottom right of the registration panel.

	X	Y	Z	Error
A1	-0.973806	1.26666	6.27236	0.00864...
A2	0.0209019	0.68697	7.68268	0.0132373
A3	1.01717	1.13669	6.39926	0.0089812
A4	-1.26481	1.94418	5.88122	0.0138745
A5	0.673774	1.97954	6.28668	0.00479...

	X	Y	Z	Error
R0	1.446	10.209	6.184	0.00892...
R1	2.296	10.539	2.514	0.00864...
R2	4.614	12.75	4.322	0.0132373
R3	6.3	10.216	2.818	0.0089812
R4	1.663	10.191	0.987	0.0138745

Console logs:

```
[14:33:24] [PointPairRegistration] Scale: 2.01511  
[14:33:53] [Point picking] Failed to use the octree. We'll fall back to the slow process...  
[14:34:51] [PointPairRegistration] Current RMS: 0.0102128
```

Jelöljük ki az illesztőpontokat, figyeljünk a sorrendre, a másik pontfelhőben is ezt a sorrendet kell tartani a kijelölésnél. A ceruza kiválasztása után bevihetjük a koordinátákat a billentyűzetről is. Engedélyezzük a méretarány változtatást, majd *Align*.

Georeferálás (transzformáció)

The screenshot displays the CloudCompare v2.12.1 interface for point cloud registration. The central 3D view shows two point clouds of a building, with five pairs of corresponding points labeled A0 through A5. The right-hand panel contains the registration settings, including checkboxes for 'show \'to align\' cloud', 'show \'reference\' cloud', 'adjust scale', and 'auto update zoom'. It also features a 'Rotation' dropdown set to 'XYZ' and checkboxes for 'Tx', 'Ty', and 'Tz'. Below these are 'align' and 'reset' buttons, with a green checkmark button highlighted. Two tables show the registration error for each point pair.

	X	Y	Z	Error
A1	-0.973806	1.26666	6.27236	0.00864...
A2	0.0209019	0.68697	7.68268	0.0132373
A3	1.01717	1.13669	6.39926	0.0089812
A4	-1.26481	1.94418	5.88122	0.0138745
A5	0.673774	1.97954	6.28668	0.00479...

	X	Y	Z	Error
R0	1.446	10.209	6.184	0.00892...
R1	2.296	10.539	2.514	0.00864...
R2	4.614	12.75	4.322	0.0132373
R3	6.3	10.216	2.818	0.0089812
R4	1.663	10.191	0.987	0.0138745

Console logs:

```
[14:33:24] [PointPairRegistration] Scale: 2.01511  
[14:33:53] [Point picking] Failed to use the octree. We'll fall back to the slow process...  
[14:34:51] [PointPairRegistration] Current RMS: 0.0102128  
[14:34:51] [PointPairRegistration] Scale: 2.01451
```

A transzformáció maradék hibáit elemezzük (~1 cm). Nagyobb markerek vagy nagyobb felbontású pontfelhő kellene a GCP-k szabatosabb kijelöléséhez.

Georeferálás (transzformáció)

The screenshot displays the CloudCompare interface with a point cloud of a building. An 'Align info' dialog box is open, showing the final RMS and transformation matrix. The console at the bottom provides a log of the registration process.

Align info

Final RMS: 0.0102128

Transformation matrix

1.999	0.058	0.245	2.639
-0.251	0.479	1.941	-2.483
-0.003	-1.956	0.482	1.957
0.000	0.000	0.000	1.000

Scale: 2.01451 (already integrated in above matrix!)

Refer to Console (F8) for more details

Console

```
[14:33:24] [PointPairRegistration] Scale: 2.01511
[14:33:53] [Point picking] Failed to use the octree. We'll fall back to the slow process...
[14:34:51] [PointPairRegistration] Current RMS: 0.0102128
[14:34:51] [PointPairRegistration] Scale: 2.01451
```

Table 1: Point-pair registration data

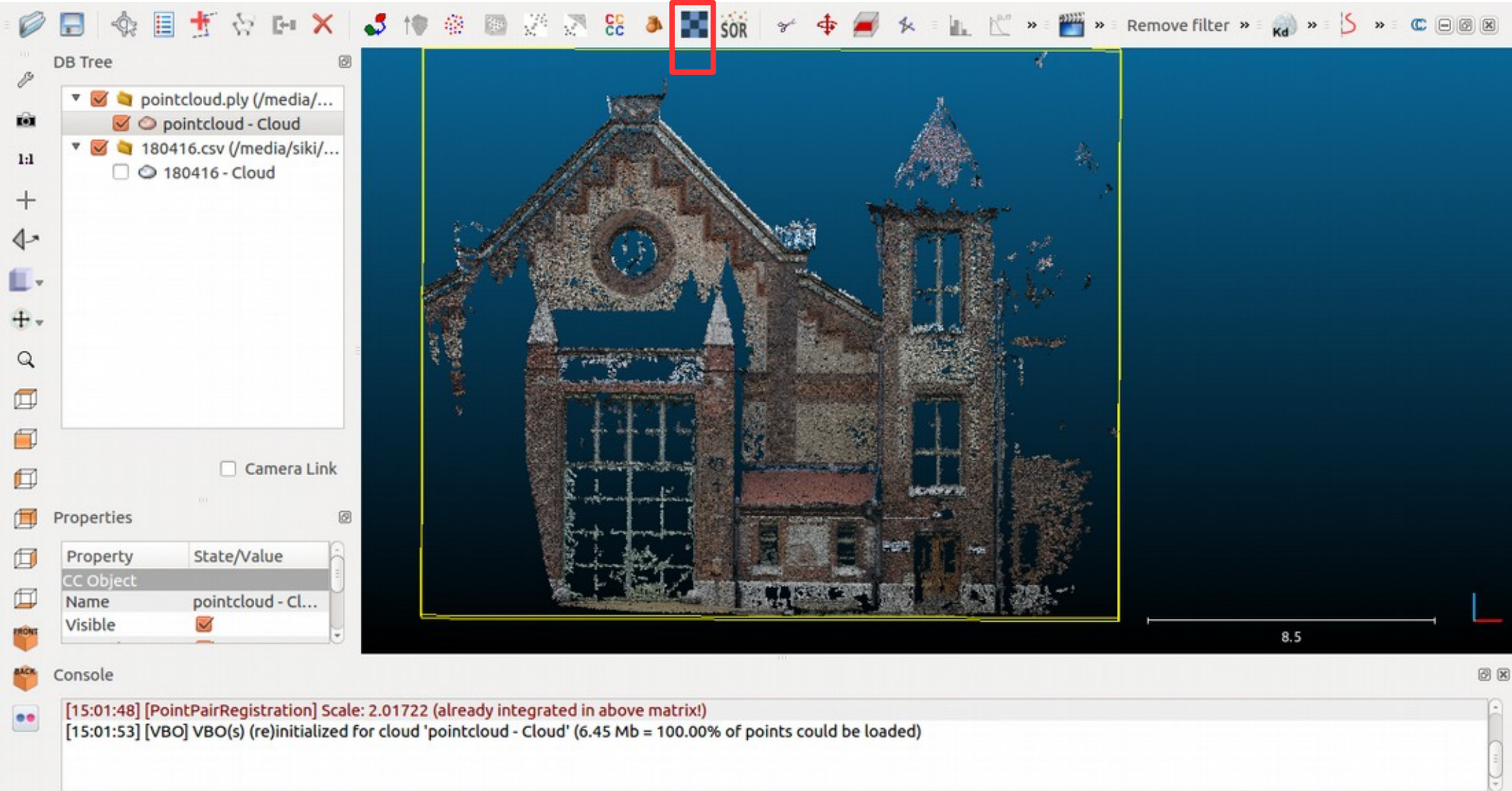
	X	Y	Z	Error
A1	-0.973806	1.26666	6.27236	0.00864...
A2	0.0209019	0.68697	7.68268	0.0132373
A3	1.01717	1.13669	6.39926	0.0089812
A4	-1.26481	1.94418	5.88122	0.0138745

Table 2: Additional registration data

	Y	Z	Error
	10.209	6.184	0.00892...
	10.539	2.514	0.00864...
	12.75	4.322	0.0132373
	10.216	2.818	0.0089812
	10.191	0.987	0.0138745

Az RMS értékünk ~1 cm. Hasonlítsuk ezt a pontfelhő részletességéhez!

Homlokzatkép, ortofotó készítés



Válasszuk ki a pontfelhőt, melyből homlokzatképet szeretnénk, majd válasszuk a „Convert cloud to 2D raster” eszközt.

Rasterize

Cloud

Name pointcloud - Cloud

Points 450798

Update grid

Grid

step 0.100000 Edit grid

size 70 x 10

active layer Height grid values

range

Projection

direction X

cell height average height

☒ interpolate SF(s) average value

☐ resample input loud

Empty cells

Fill with leave empty

0.000000

Export Contour plot Hillshade

Cloud Mesh

Export per-cell statistics as SF(s):

Raster Image Matrix

Cancel

OK

default point size

size of step of the grid generated (in the same units as the coordinates of the point cloud)

Állítsuk be a pixelek méretét, az aktív réteget állítsuk RGB-re. Állítsuk be a vetítés irányát. Az Update grid megnyomására látjuk az eredményt. A homlokzat nézet képként mentéséhez a Raster gombot kell megnyomni.

New size = 611 * 674 (px)
Perspective OFF

150

CC további lehetőségek

- Térfogat számítás
- Metszet készítés
- 2D raszter készítés (DTM)
- Háromszög háló (mesh) készítés
- Sík, gömb illesztés
- Újramintavételezés
- ...