

A Lánchíd digitális ikermodelljének elkészítése légi, vízi és terepi felmérés kombinálásával

Dr. Vanek Bálint

2022. Április 26.

BME Rédey Szeminárium

Széchenyi láncíd digitális ikermodell elkészítése

Videó animáció:

- <https://www.youtube.com/watch?v=AeRhSdKPn6U>

Nemzetközi visszhang

COMMERCIAL
UAV NEWS

GIM

INTERNATIONAL

NewsArticlesCase StudiesMagazinesCompaniesEvents

HomeNewsPodcastWebinarsReportsBuyer's Guide

JANUARY 31, 2022

How Did Data Captured by Drones Help Create a Digital Twin of the Széchenyi Chain Bridge?

by Jeremiah Karpowicz in Infrastructure & Transport, Construction, International

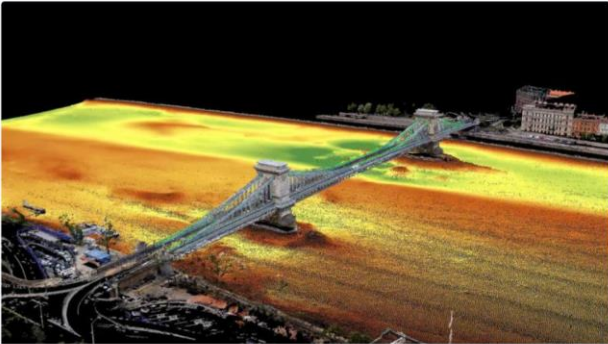
SHARE f t in e



A national symbol in Hungary since it was built, the Széchenyi Chain Bridge spans the Danube River and links the downtown area of Buda and Pest, the two parts of Budapest. Opened in 1849, the bridge has become a symbol of connection and advancement for the entire country, underscoring why [an effort to improve](#) the 380m-long, 14.8m-wide suspension bridge was so carefully considered.

SOMAG

State of the art
STABILIZATION TECHNOLOGY.



ARTICLE

Creating a 3D Model of the Famous Budapest Chain Bridge

The Process of Mapping an Iconic Structure

April 6, 2022

Two Hungarian companies designed a three-step data collection workflow to overcome the challenges in this urban surveying project, which included the use of UAVs and remote-controlled boats for Lidar and photogrammetry data. The result: a digital 3D BIM-compatible model of Budapest's iconic bridge over the River Danube to assist in preparations for restoration and renovation work.

PIX4D

ProductsIndustriesPricingSupport & TrainingBlog

LoginEnglish

Search Careers Contact TRY FOR FREE



Széchenyi Chain bridge: modeling a national monument

USE CASES AERIAL MAPPING PIX4DMAPPER SURVEYING

INFRASTRUCTURE & ASSET MANAGEMENT CULTURAL HERITAGE

FEBRUARY 23, 2022

Two companies partnered up to create a 3D model of the famous Chain Bridge in Budapest with photogrammetry software PIX4Dmapper

Ventus-Tech háttere

2015-ben alapítottuk fotogrammetriai felmérésekre

9 fő állandó munkatárs és több alvállalkozó

+1000km autópálya felmérés évente

Vasút és autópálya a tervezés, kivitelezés és megvalósulás fázisában

Légi LIDAR (2018 óta) – kedvező piaci reakció



A helyszín



Légtér igénybevételéhez szükséges dokumentumok:

- Légtér engedély (Lánchíd_2021_01)
- Biztonsági elemzés
- LHR1-es korlátozott légtér - ebben van a Karmelita Kolostor, Sándor-palota, Belügyminisztérium elkerülése (Lánchíd_2021_01_LHR1)
- HungaroControl hozzájárulás

plusz a távérzékeléshez a HM GEOSZtól:

- távérzékelési engedély



HONVÉDELMI MINISZTERIUM
ÁLLAMI LÉGÜGYI FŐOSZTÁLY
mint katonai légügyi hatóság
1055 Budapest, Balaton utca 7-11. • Postacím: 1885 Budapest Pf. 25
Telefon: +36 (1) 474-1469 • HM 21-670 • Fax: +36 (1) 474-1404 • HM 21-685
E-mail: klh@hm.gov.hu • Hivatali Kapu: Honvédelmi Minisztérium – EIR



Nyt. szám: 109-712/2021
Tárgy: Eseti légtér kijelölése

sz. példány

H A T Á R O Z A T

A(z) Ventus-Tech Kft. (2040 Budaörs, Ág utca 1/A) (a továbbiakban: Ügyfél) eseti légtér kijelölése tárgyában 2021. április 13-án 1852/20231/2021/é érkeztetési azonosítóval a Honvédelmi Minisztériumhoz, mint katonai légügyi hatósághoz (a továbbiakban: Hatóság) (1055 Budapest, Balaton utca 7-11.) benyújtott kérelmére indult eljárásban a következő döntést hoztam:

A Hatóság az Ügyfél részére a magyar légtér igénybevételéről szóló 4/1998. (I. 16.) Korm. rendelet (a továbbiakban: 4/1998. Korm. rendelet) 1. § (3) bekezdés szerinti

eseti légtérrel jelöl ki,

Időpont és körülmények

Hajó 2021.05.04 Magas vízállás – a Híd alját már elkezdték betakarni

Kopter 2021.05.19 – amikor légtér engedélyt kaptunk

Hídépítő Speciál Multibeam (Norbit) + hajós LIDAR korábban elkészült

- Georeferálás (EOV/EOMA) és pontfelhő tisztítás

Pro-bono felmérés: Ventus-Tech, Bimfra és Balogh Tamás (GD-T)

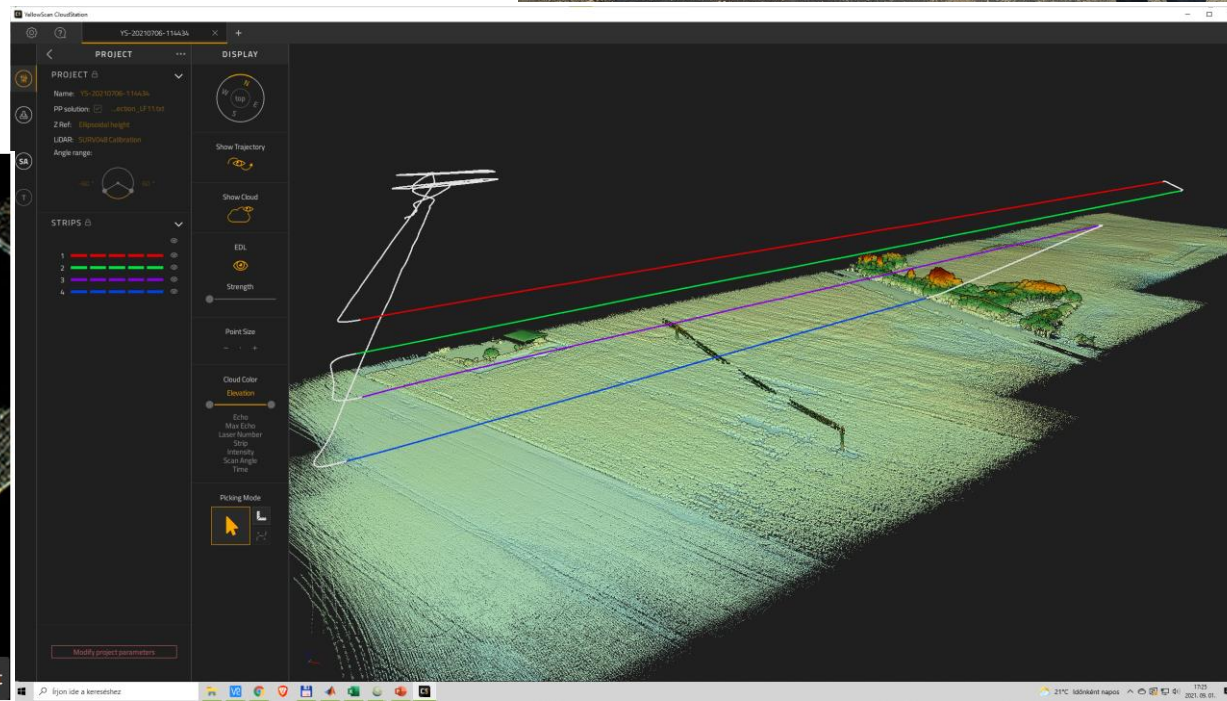
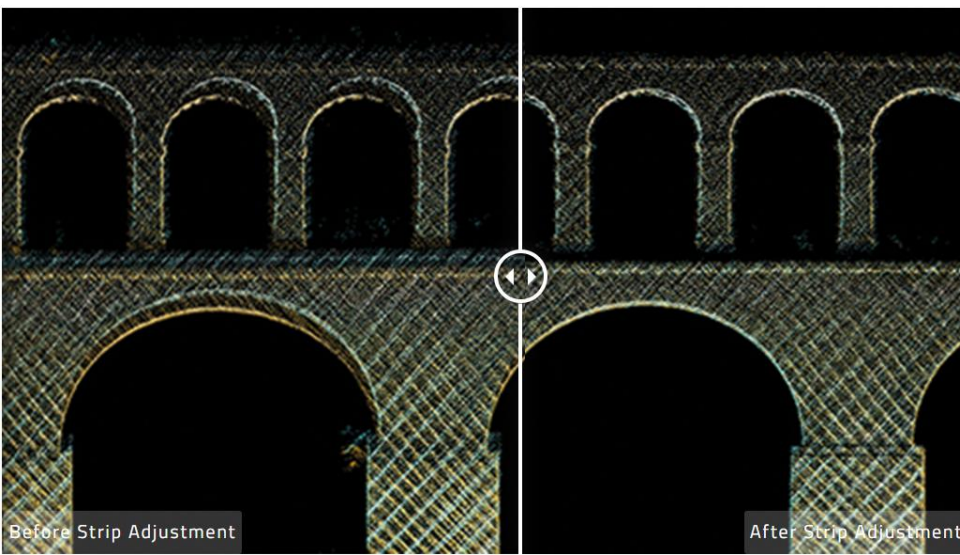


Eszközök



Műszaki háttér: Lidar hexakopter

- DJI M600 egyedileg tuningolt távirányítóval
- YellowScan Surveyor LIDAR szenzor
- 15 perc hasznos repidő, 40-50 m magasságon → 100 pont/m²
- Speciális repülési terv készítés és kézi LIDAR IMU kalibráció
- Lokális GNSS bázis
- Applanix PosPac + Yellowscan CloudStation utófeldolgozás
 - Strip adjustment
- Saját szoftveres megoldás az EOVS/EOMA konverzióra és földfelszín modell generálásra



Légi LIDAR felmérés

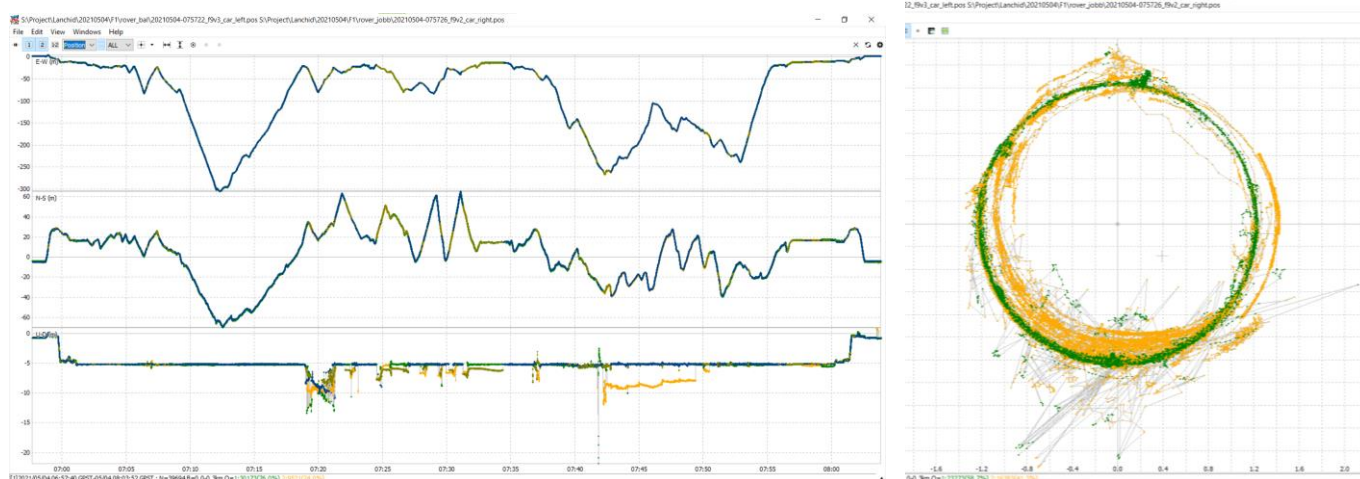


- Előre programozott útvonal 40 m magasan, 5 m/s sebességgel
- Repülés megkezdésekor és végén IMU kalibrációs manőverek
- Tükröződő felületek és alacsony reflektivitású területek problémásak
-

Hajós adatok feldolgozása

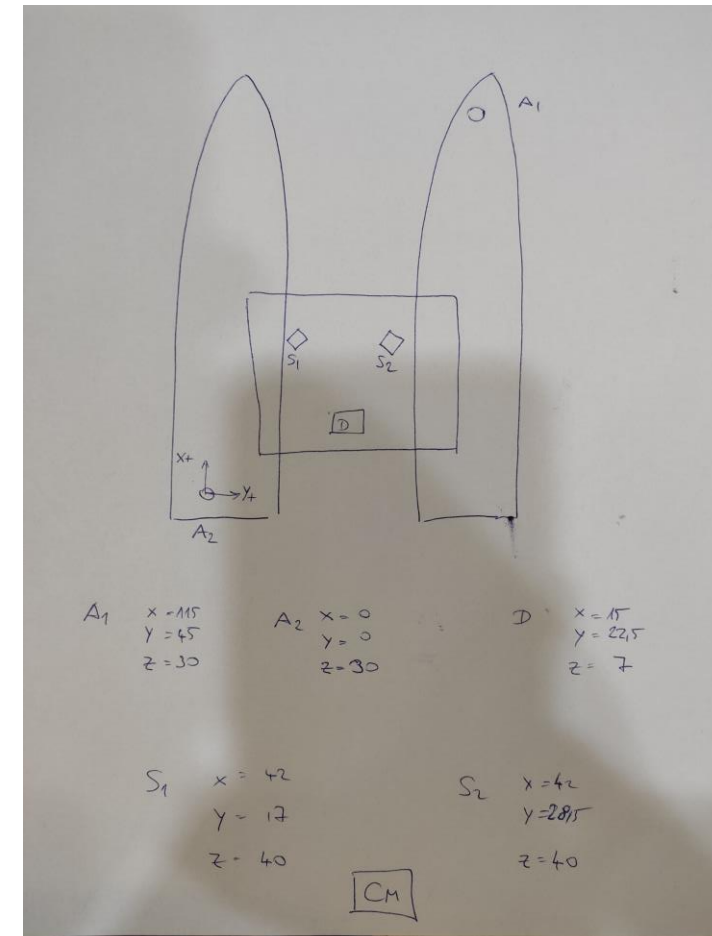
2 start – Buda, Pest

- BUTE bázis
- Helyi ublox F9P bázis – GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, SBAS @10HZ
- Hajón 2 db F9P azonos antennával, u.a. konst. 10 Hz
- PPK RTKLIBEXPLORER b34 verzióval, MGEX korrekcióval
- Holybro Durandal FCC/IMU – 50 Hz
- Sony a6400 kamera, fix 21 mm Zeiss Ventum lencse 45 fok ill. 60 fok felfelé
- 1500 kép/kamera/start



Hajós adatok feldolgozása

- Durandal – F9P – Sony adatok „összefésülése”
 - Durandal adja ki a kameráknak a parancsot (idő vagy távolság alapján)
 - Ezt követi a kamera elsütés expozíció után – vaku papucs – F9P event
 - SD kártyán a fotó tárolása (másodpercre kerekítve kamera relatív idővel)
 - Durandal IMU (roll, pitch, yaw) és GPS idő közti eltérés becslése a 2 antennás RTK megoldásból
 - Kimaradó fényképek automatikus szelekciója
 - Float GNSS megoldás hozzáigazítása a Duna szintjéhez
 - Heading kompenzációja a GNSS adatok alapján
 - Lever arm compensation a pontos kamera pozíciók meghatározására
 - Euler szögek konverziója fotogrammetriai PATB szögekké és a platform – kamera korrekciók alkalmazása



Hajós adatok feldolgozása II.

- Kék eget tartalmazó fényképek kiszűrése
- Megfelelő fotogrammetriai szoftver (pix4d) beállítások megtalálása
 - A budai és pesti pillér „kísértetiesen hasonlít”
 - Accurate geolocation and orientation beállítás használata
 - A hajós adatok kiegészítése ezekkel átfedő légi felvételekkel
 - GCP-k és MTP-k használata

Project

Process

View

rayCloud

Help

Project

Process

View

Navigation

Clipping

Point Cloud Editing

Assign

Home

Map View

rayCloud

Volumes

Mosaic Editor

Index Calculator

Create

Layers

Cameras

Display Properties

Calibrated Cameras

Uncalibrated Cameras

Disabled Cameras

Rays

Tie Points

GCPs / MTPs

Display Properties

1 (164)

2 (47)

3 (164)

4 (83)

5 (98)

6 (82)

7 (62)

8 (17)

9 (0)

10 (0)

11 (0)

12 (0)

13 (120)

14 (200)

15 (0)

16 (0)

mtp17 (38)

mtp18 (51)

mtp19 (22)

mtp20 (28)

mtp21 (33)

mtp22 (25)

mtp23 (21)

mtp24 (41)

mtp25 (16)

mtp26 (22)

mtp27 (165)

mtp28 (49)

mtp29 (136)

mtp30 (2)

mtp31 (4)

mtp32 (5)

mtp33 (6)

mtp34 (4)

mtp35 (6)

mtp36 (6)

mtp37 (5)

mtp38 (0)

mtp39 (0)

mtp40 (0)

mtp41 (0)

mtp42 (0)

mtp43 (0)

mtp44 (0)

mtp45 (0)

mtp46 (0)

mtp47 (0)

mtp48 (0)

mtp49 (0)

mtp50 (0)

mtp51 (0)

Processing

1. Initial Processing

2. Point Cloud and Mesh

3. DSM, Orthomosaic and Index

Current:

Poisson Surface Reconstruction

33%

Total:

2.

2/9

Output Status...

Start

Cancel

Help

Selection

mtp27 (Manual Tie Point)

Label:

mtp27

Type:

Manual Tie Point

X [m]:

649618.264

Y [m]:

239421.041

Z [m]:

126.428

Horizontal Accuracy [m]:

n/a

Vertical Accuracy [m]:

n/a

Number of Marked Images:

165

S₀² [pixel]:

2.0368

Theoretical Error S(X,Y,Z) [m]:

0.002, 0.002, 0.002

Maximal Orthogonal Ray Distance D(X,Y,Z) [m]:

-0.033, 0.080, -0.015

Error to GCP Initial Position [m]:

n/a

Initial Position [m]:

n/a

Computed Position [m]:

649618.264, 239421.041, 126.428

Automatic Marking

Apply

Cancel

Help

Images

Image Size

Zoom Level

F2_DSC00256.JPG

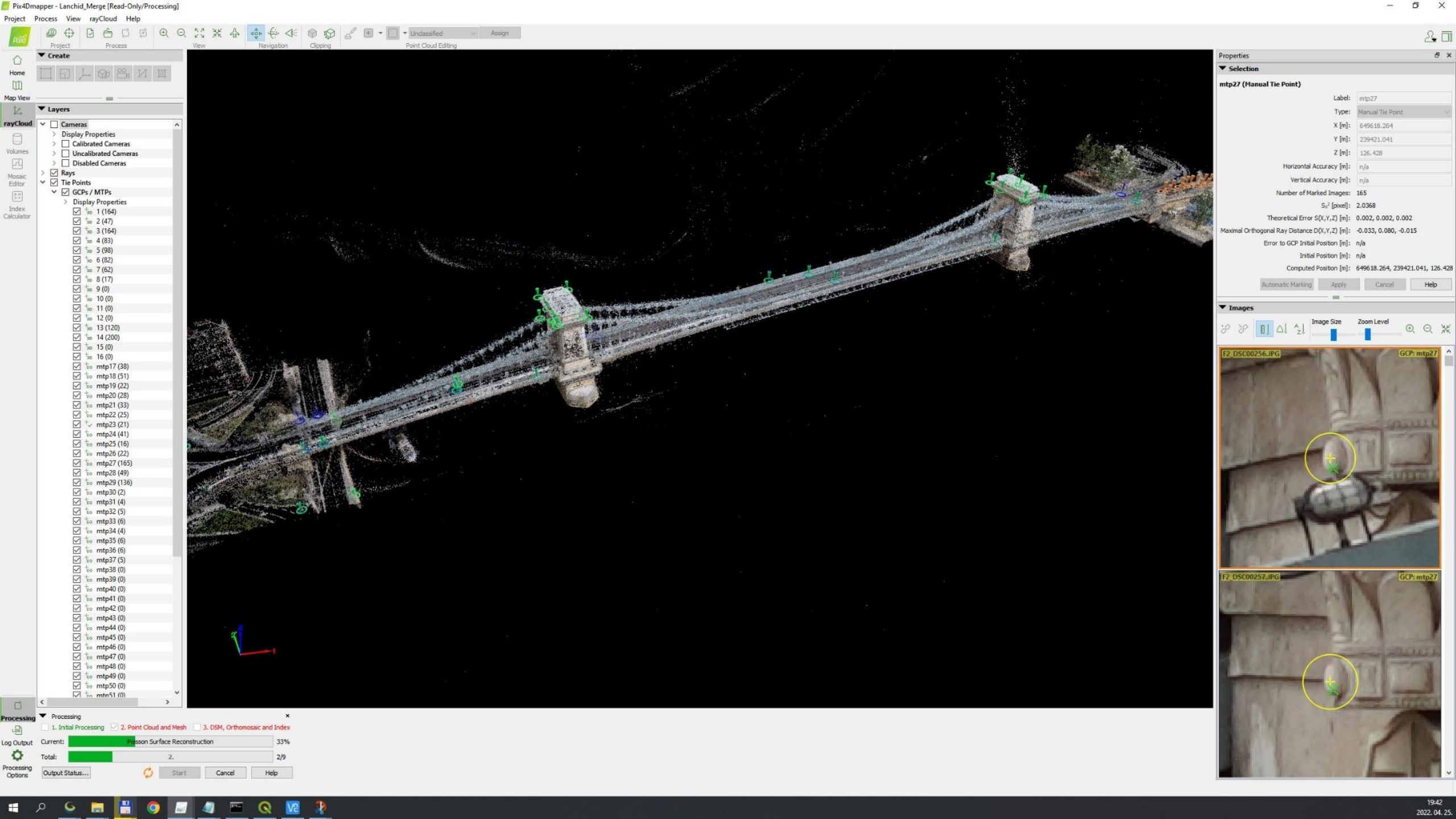
GCP: mtp27

F2_DSC00257.JPG

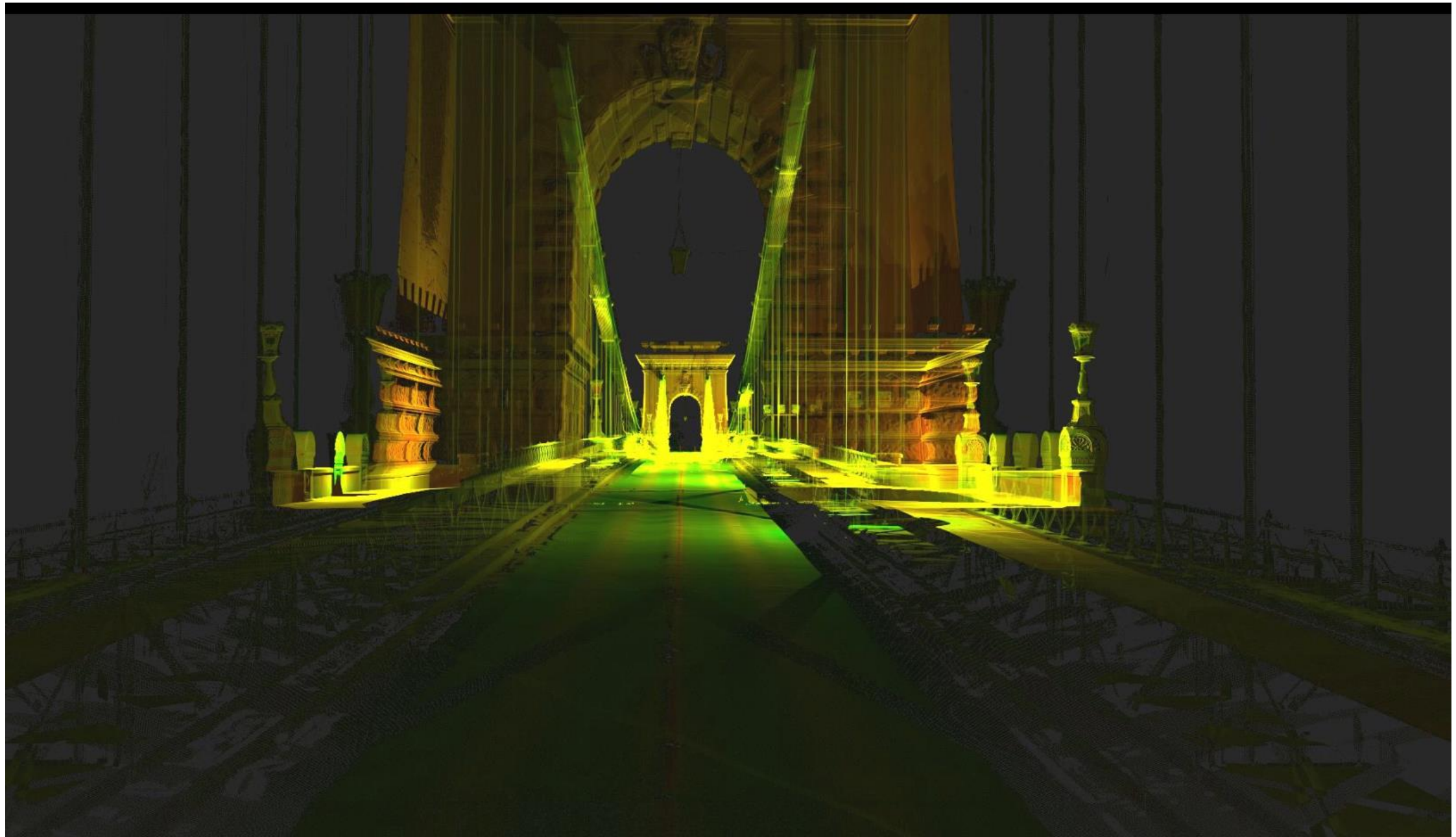
GCP: mtp27

19:42

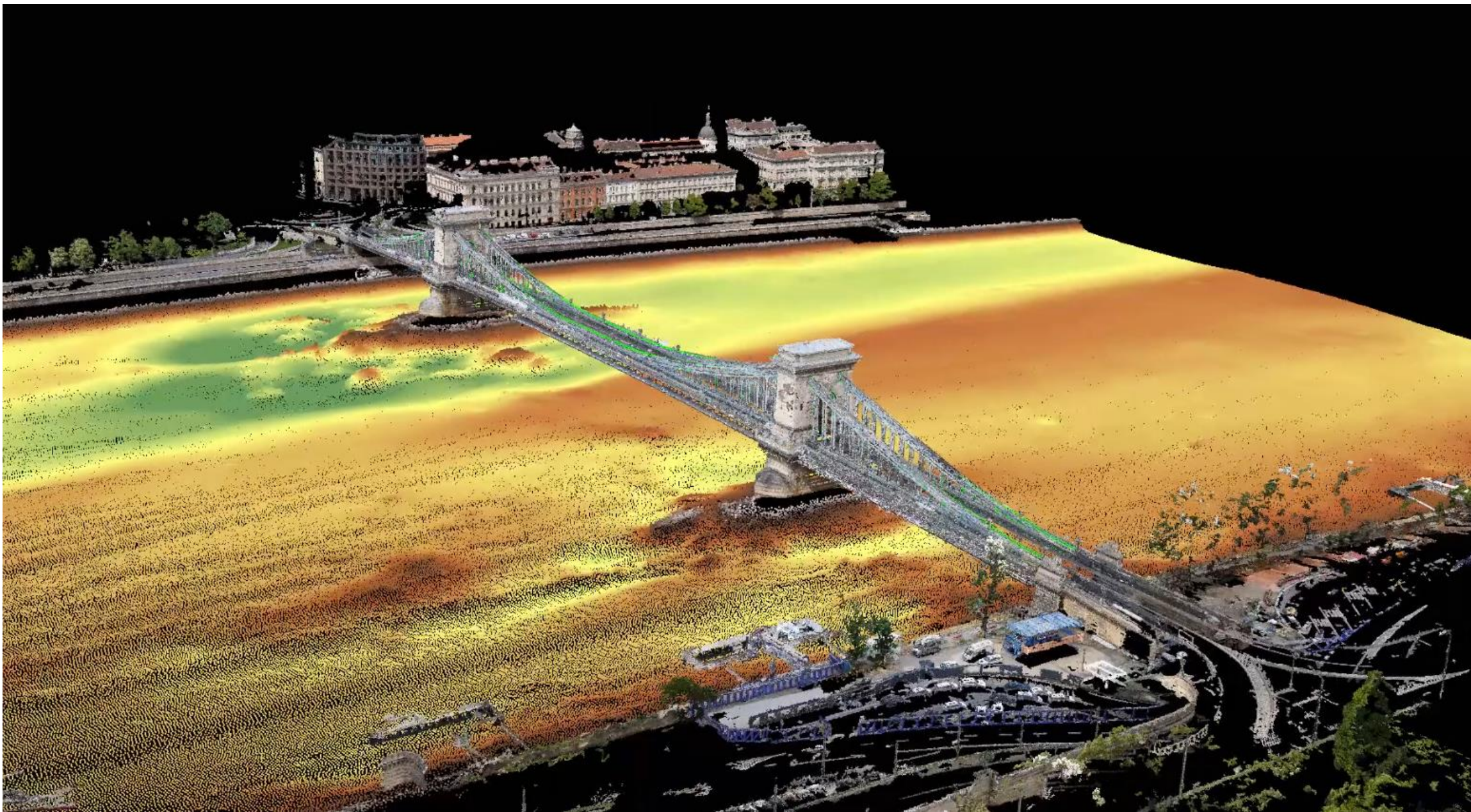
2022.04.25

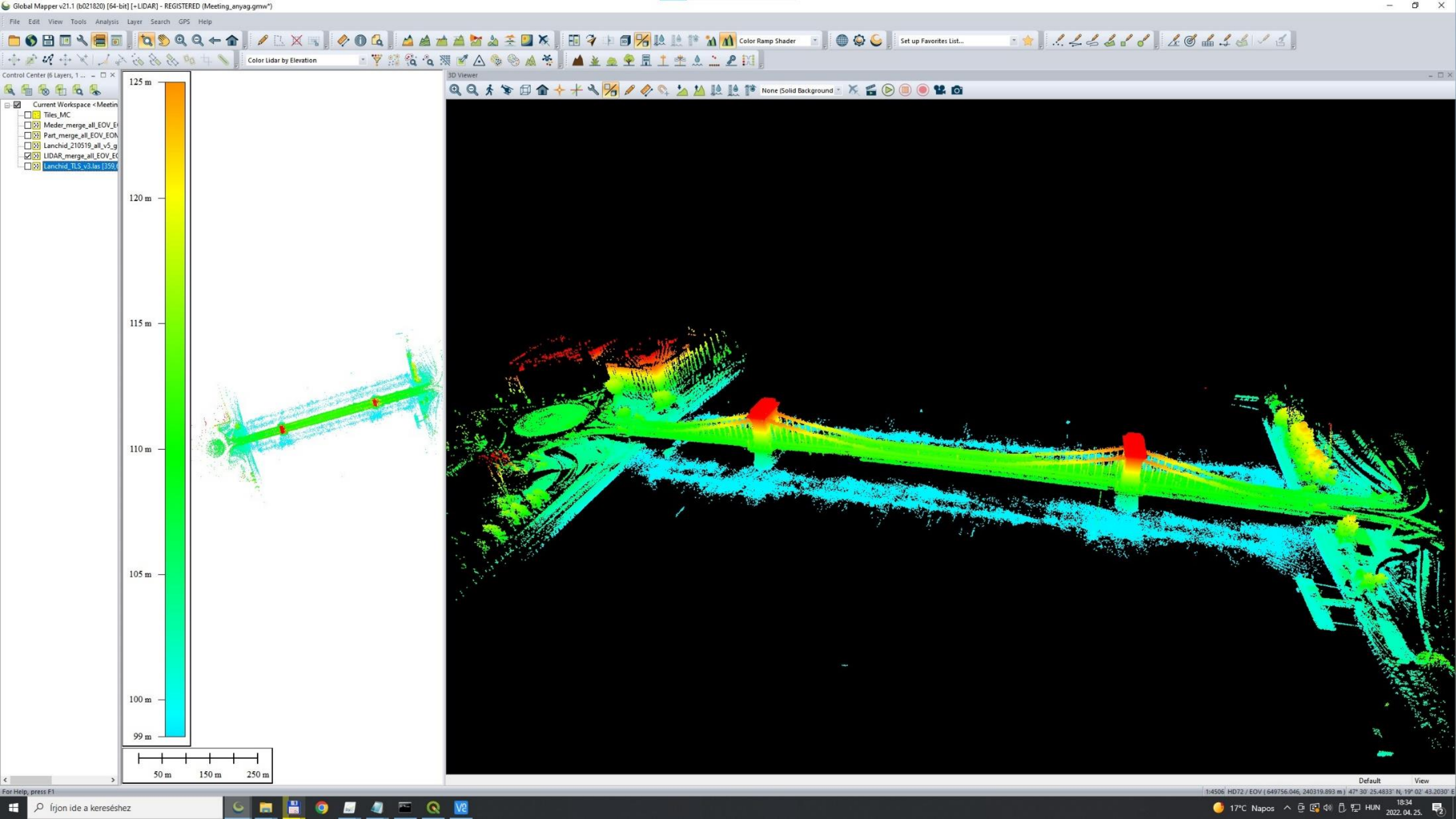


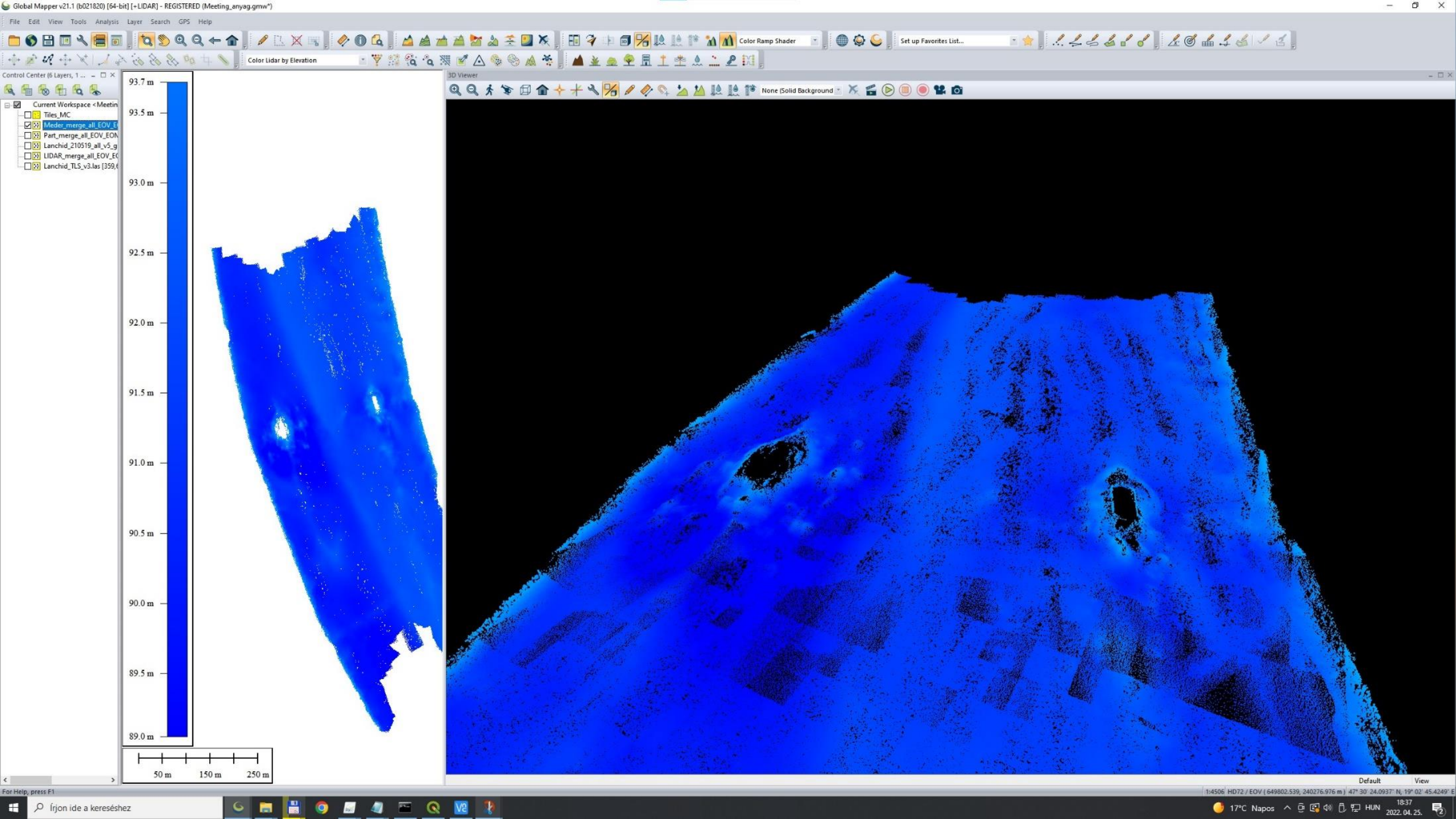
TLS mintakép

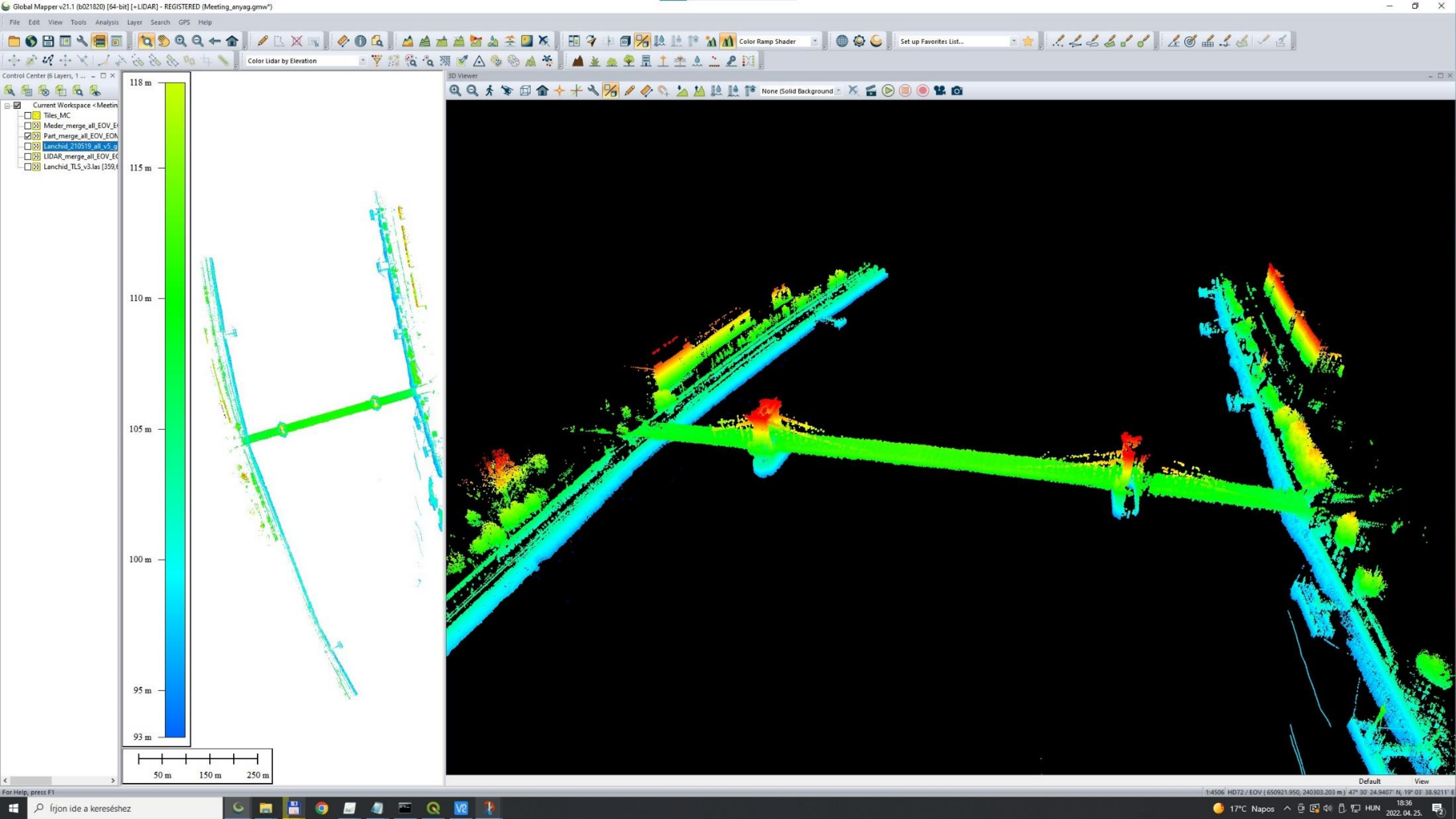


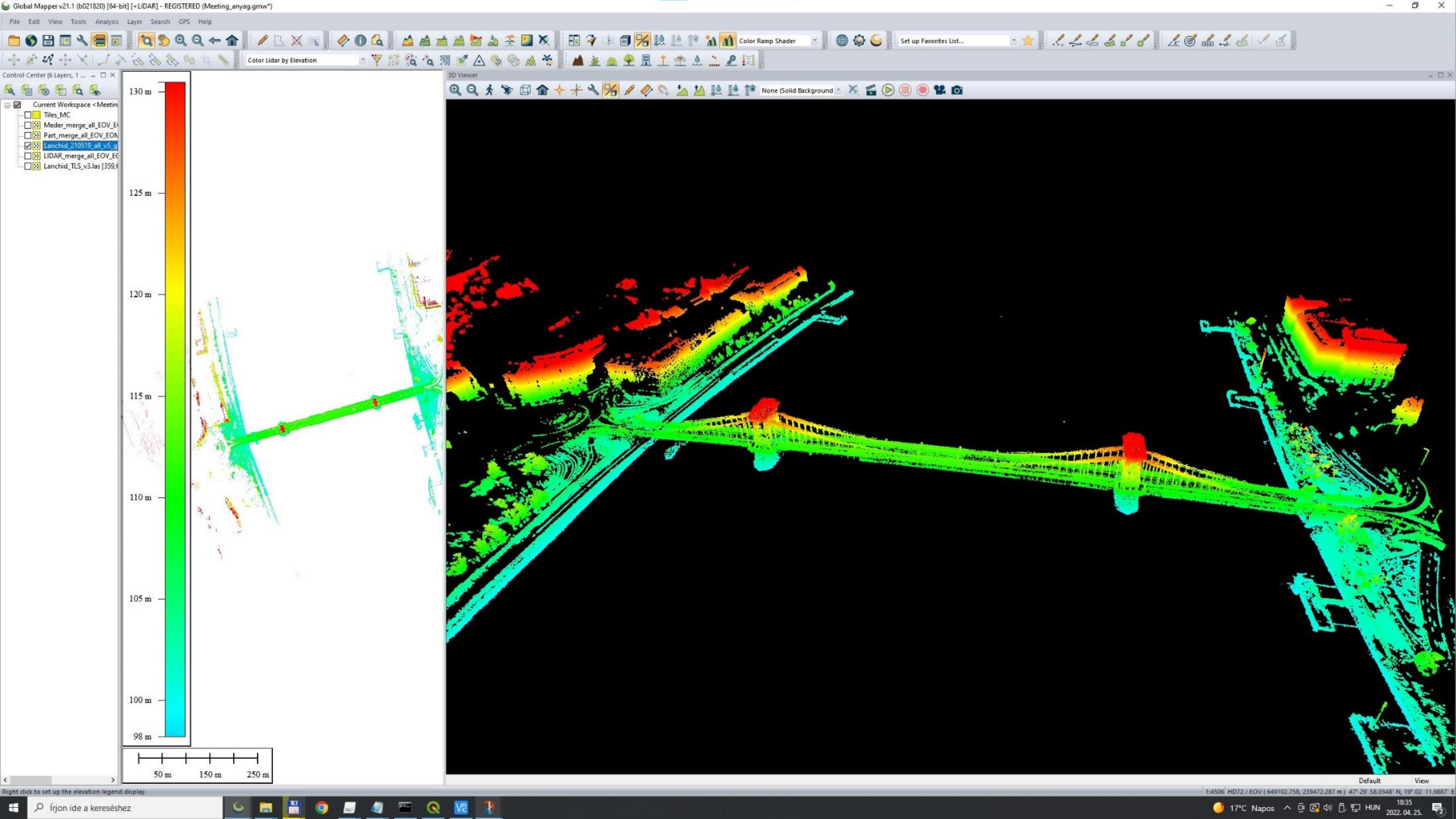
Multibeam szonár Batimetria

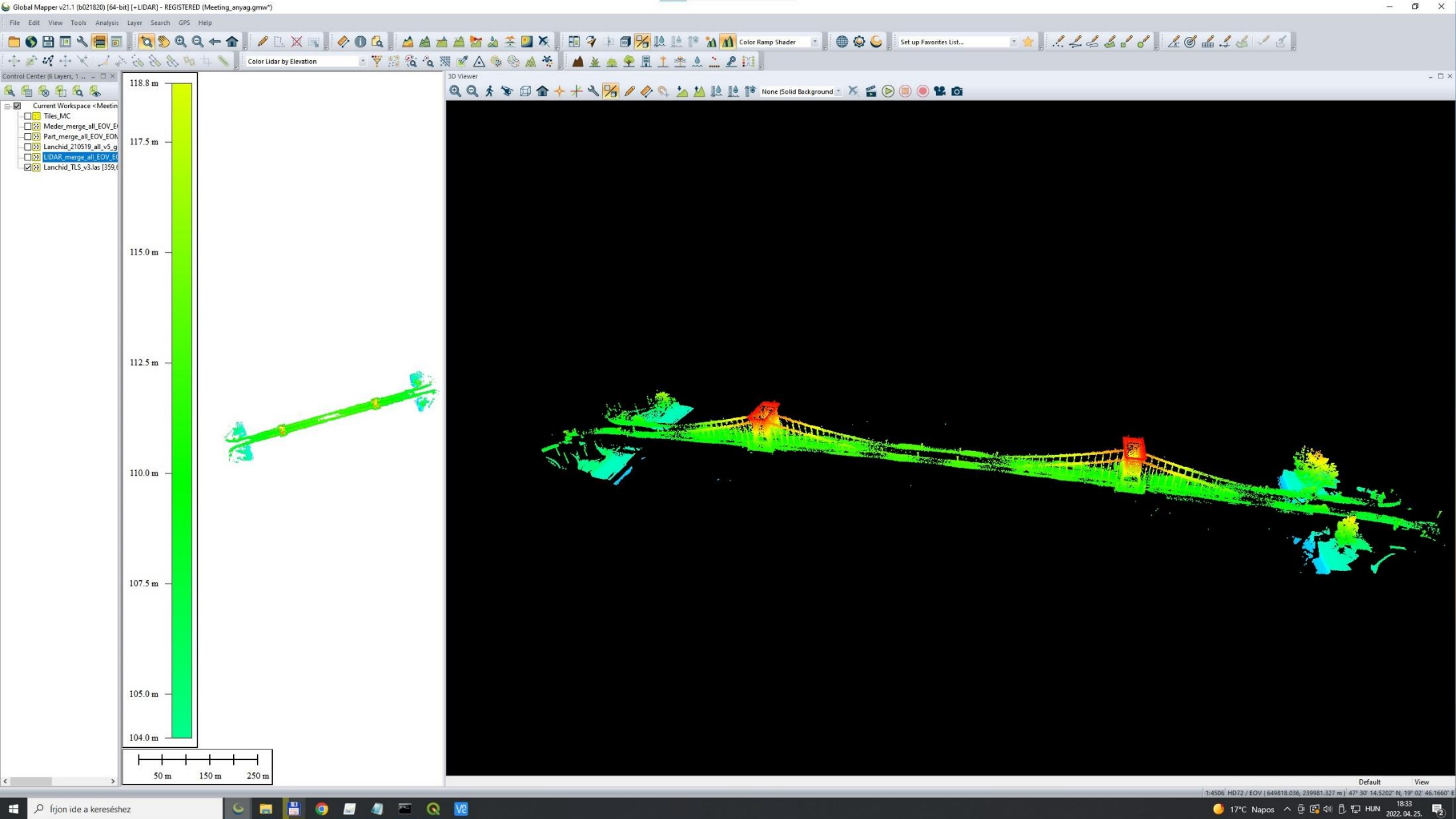


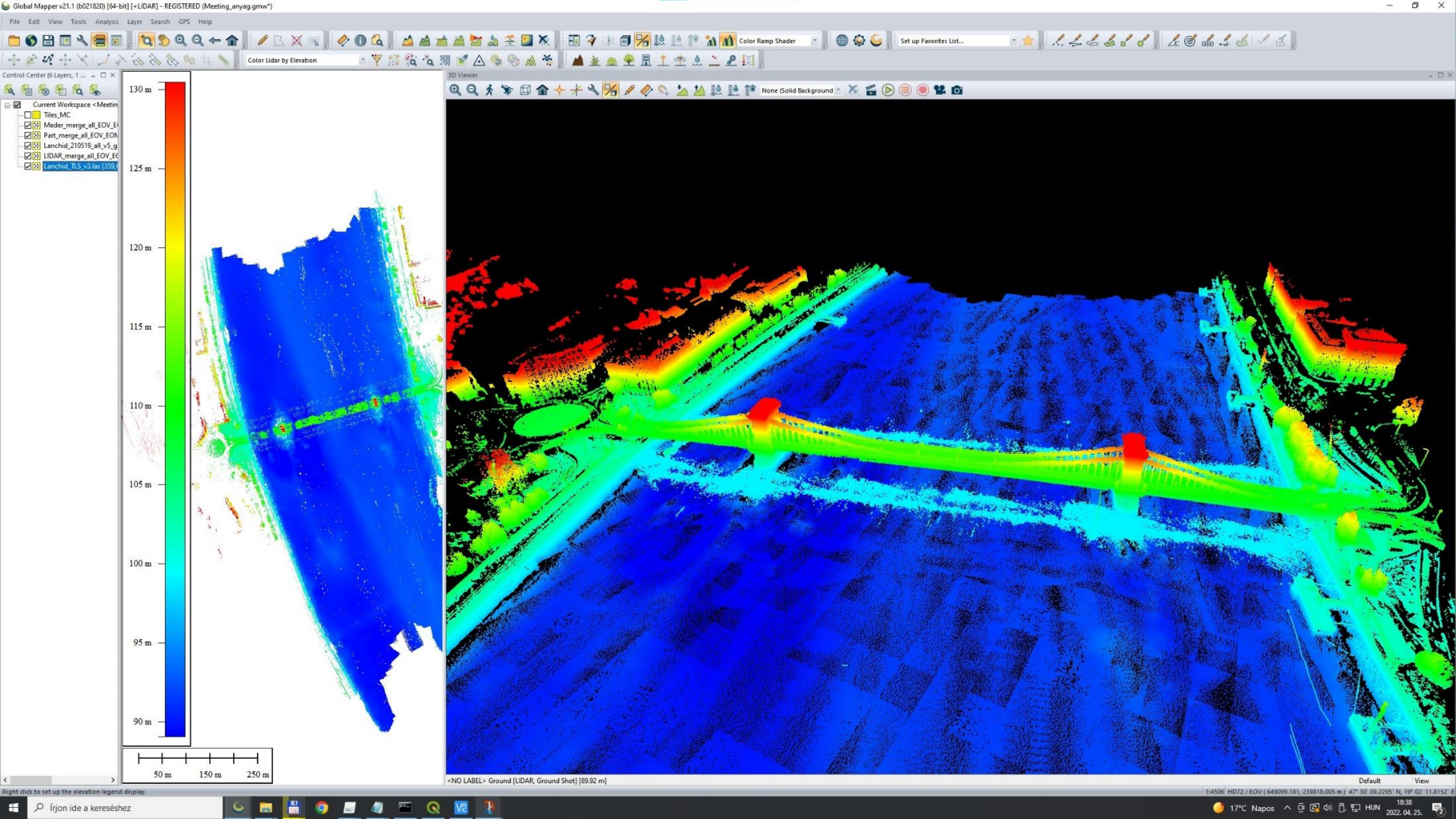










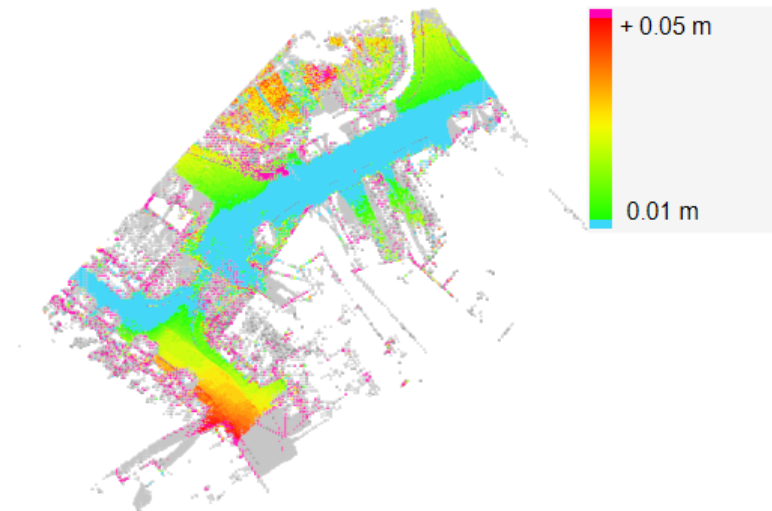
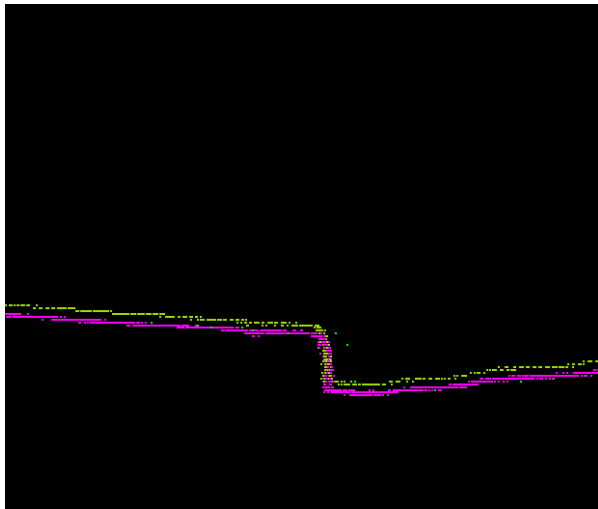


Adatok ellenőrzése

Pontsűrűség: (miből értékelhetőek ki a részletgazdag elemek)

Lefedettség: (mely scanból mely felületek értékelhetőek ki)

Egymáshoz való pontossági vizsgálat (topodot z bel eltérések vizsgálata, metszetsfelvétel)



TLS

Előnyök:

Pontosabb (mint a légi felmérés)

Részletgazdagabb felmérés (ez alkalmas díszítések kiértékelésére)

Hátrányok:

Kitakarások (Nagyon magas részek, elkerített részek. Ehhez jó a többi technológia)

Nagyobb adatmennyiség (pontfelhő decimálása/topodotban tileozása)

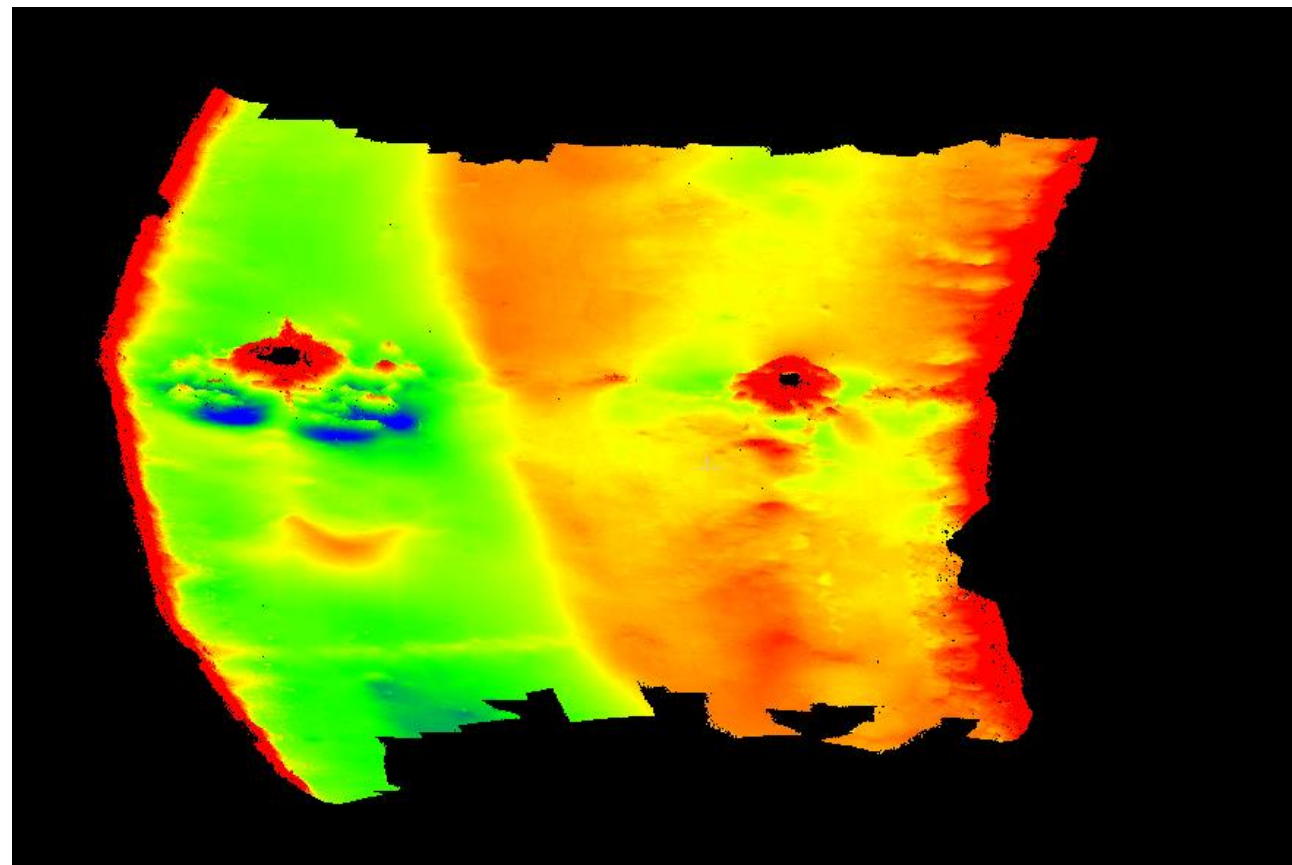
Batimetria

Mederfenék optimális leképzése

Felszín modellt ez alapján
lehetett létrehozni (könnyen
kezelhető háromszögmodell)

Partfal multibeam és LIDAR
adatok összedolgozása a daru
mozgásához

Változások kiértékelése a projekt
zárásakor (lőszementesítés)



Légi felmérés

Előnyök

Rengeteg felület csak ebből a felmérésből állt rendelkezésre (híd legteteje, kő pillérek)

Pontatlanabb, elnagyoltabb a geometria, mint a TLS, de nagyobb felületet fed le

(érdekesség- TLS-ből részletgazdag geometriát sokszor a légi felmérés pontjaira osztottuk ki)

Adatok előkészítése

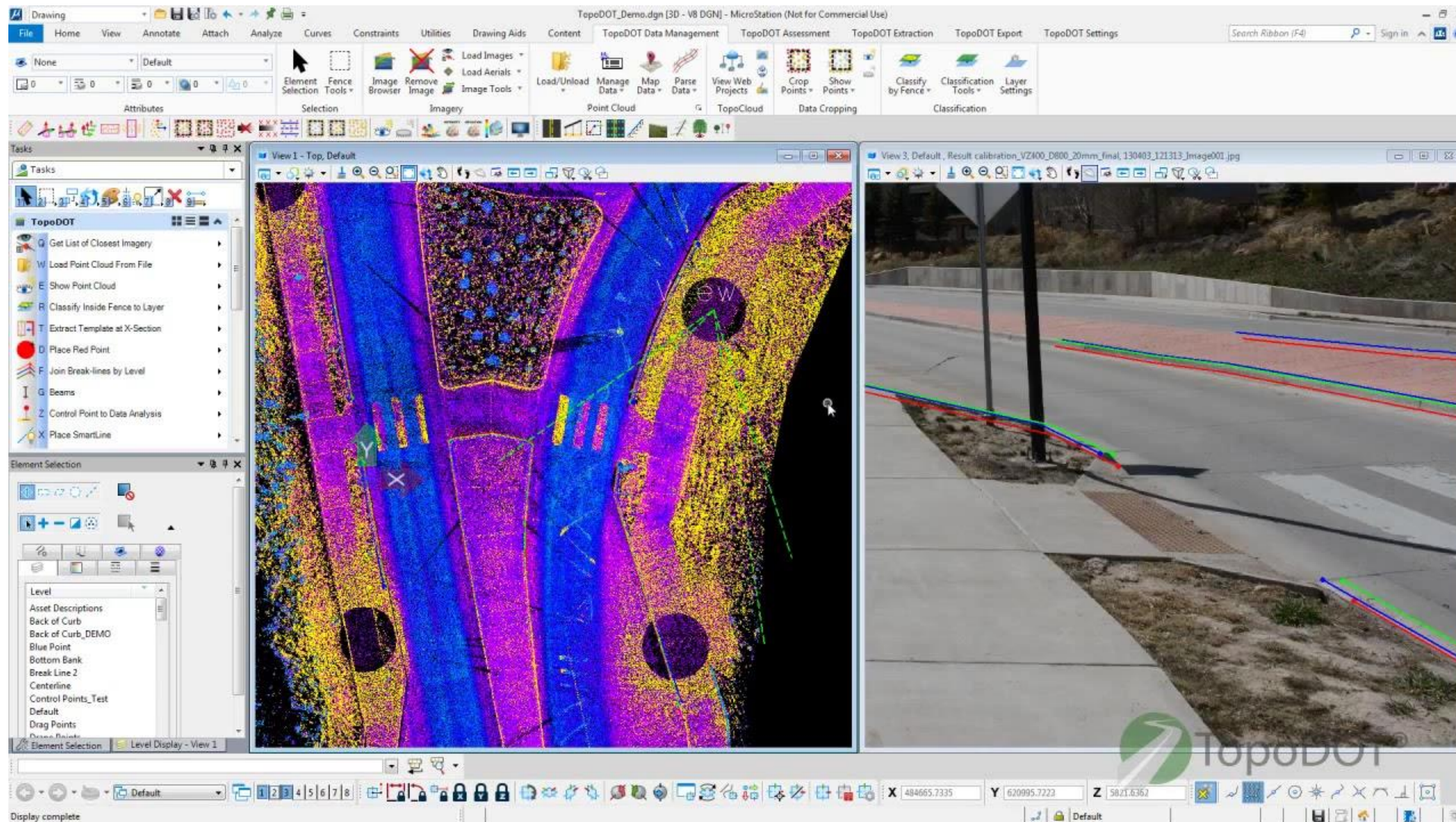
Előbb említett ellenőrzések

Pontfelhő decimálás (többféle megoldás van
octree, distance, minden 2. pont)

Pontfelhő tileozás (topodotban, felülnézeti
poligonokkal vágva)

Pontfelhő formátumok (revithez rcp, topodothoz
DOT)

Vektoros feldolgozás



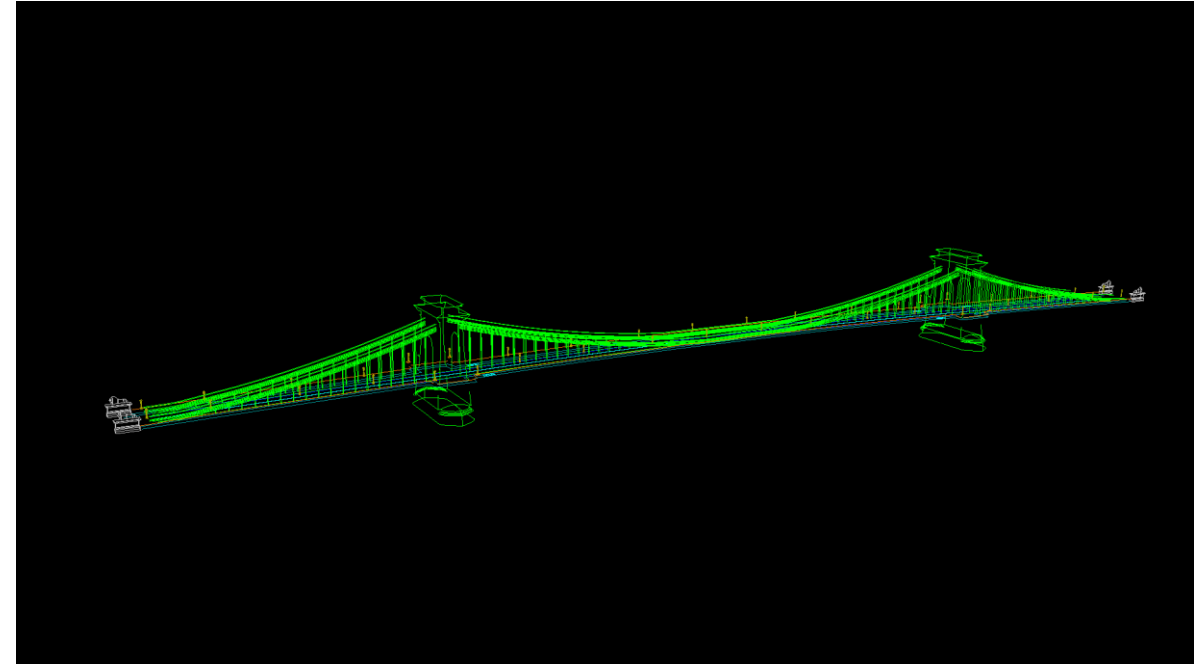
- Sablonok és automatizálás miatt félautomatikus folyamat – Lánchíd esetén semmi sem szabványos ☺
- Érdekes a fotogrammetriát és LIDAR-t közös platformon együttesen kezelni

Vektoros adat létrehozás

3D CAD állomány (dxf,dwg,dgn)

Ez egyben előkészíti a 3D revit modellezést (vezető vonalak)

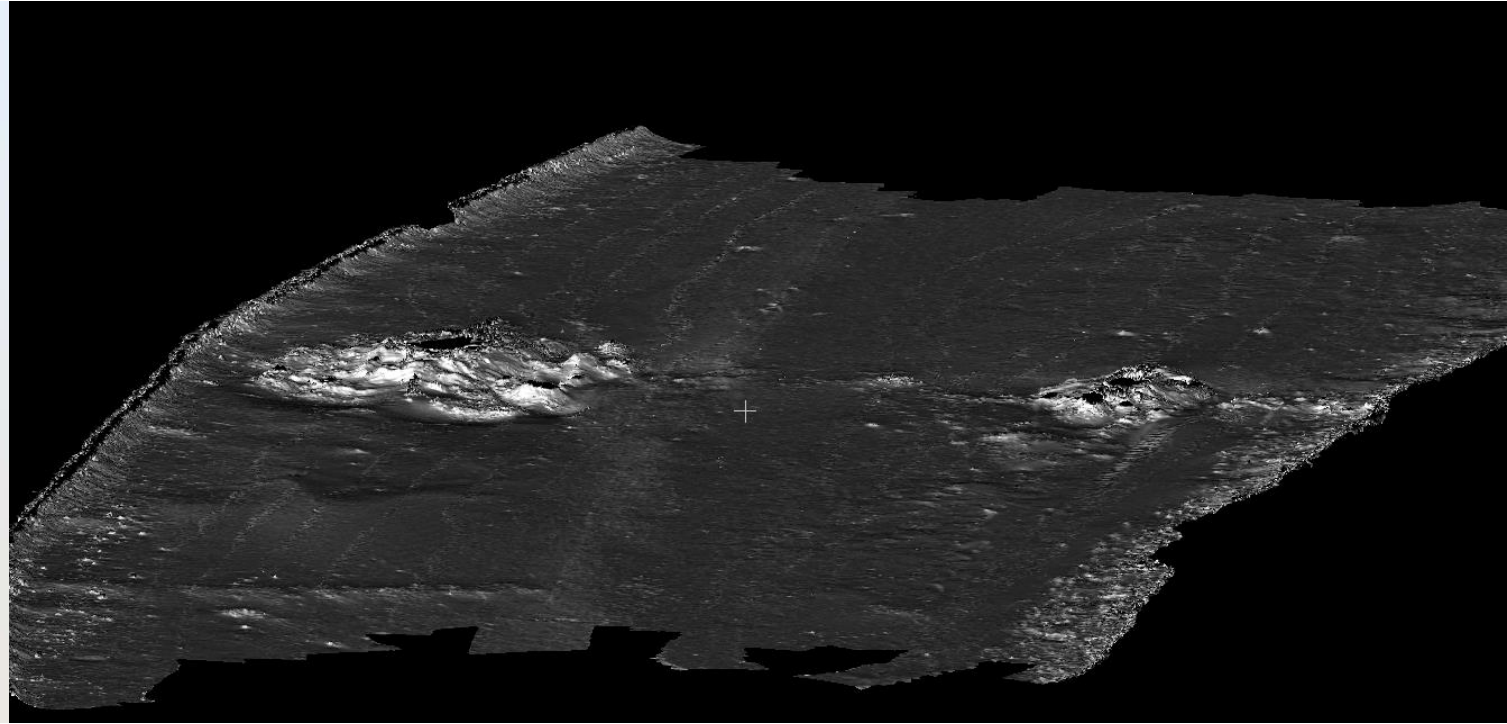
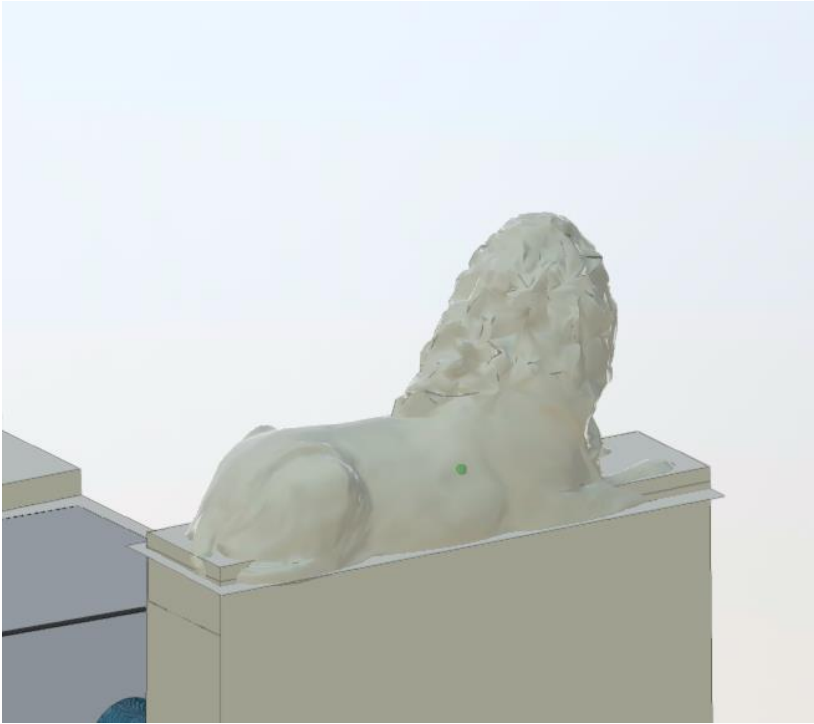
TLS és légi felmérésből (TLS-ből nem minden volt látható)



Mesh felületek létrehozása

Folyómeder pontjaira mesh felület

Szobrok – nem feltétlenül minden szobor különböző



Revit model

Family létrehozás (másolható, többszörösíthető, attribútumozható)

- Így egyszerre több ember tud dolgozni egy projekten

Modellbe vektorok használata segítette a folyamatot

- profil Topodotból amit végig lehet vezetni a revit-ben

Meshek használata nehezen modellezhető felületeknél

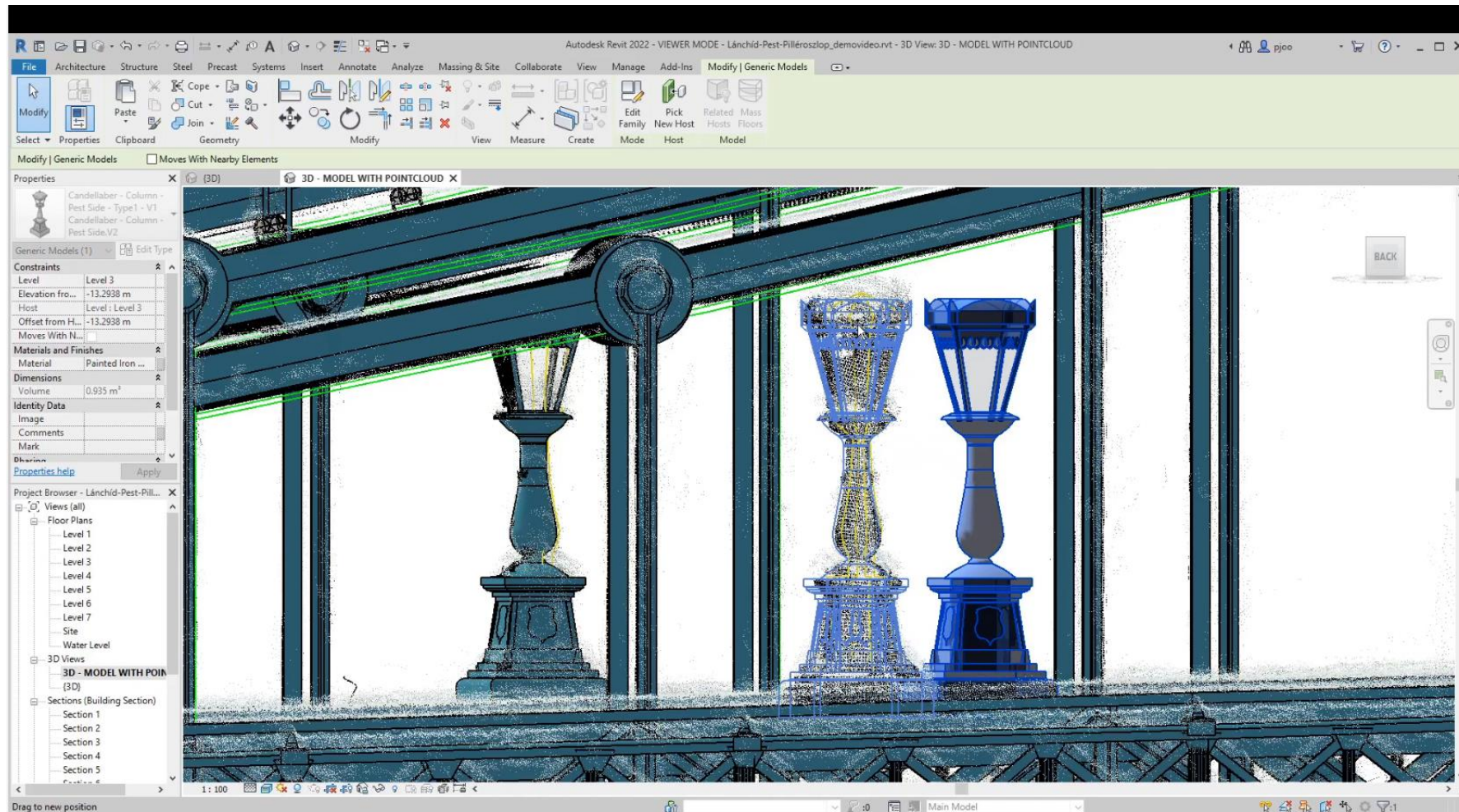
BIM360 használata csapatmunkához nélkülözhetetlen

- Megfelelő csatorna (verziókövetés, issue-zás)

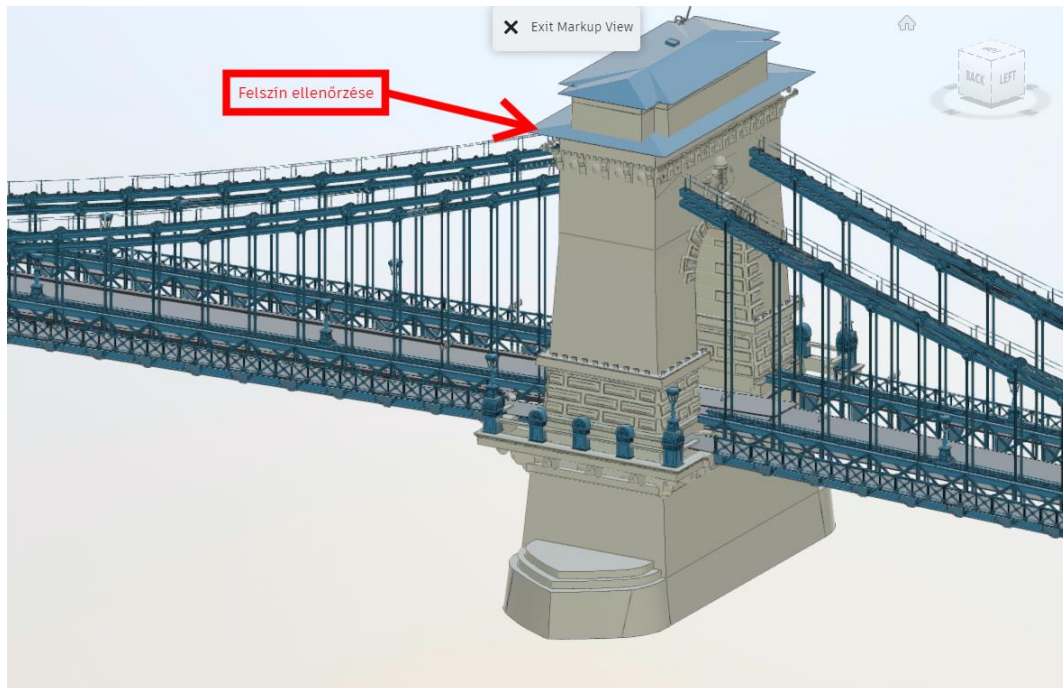
Minőségellenőrzés (cloudcompare)

Tileozás

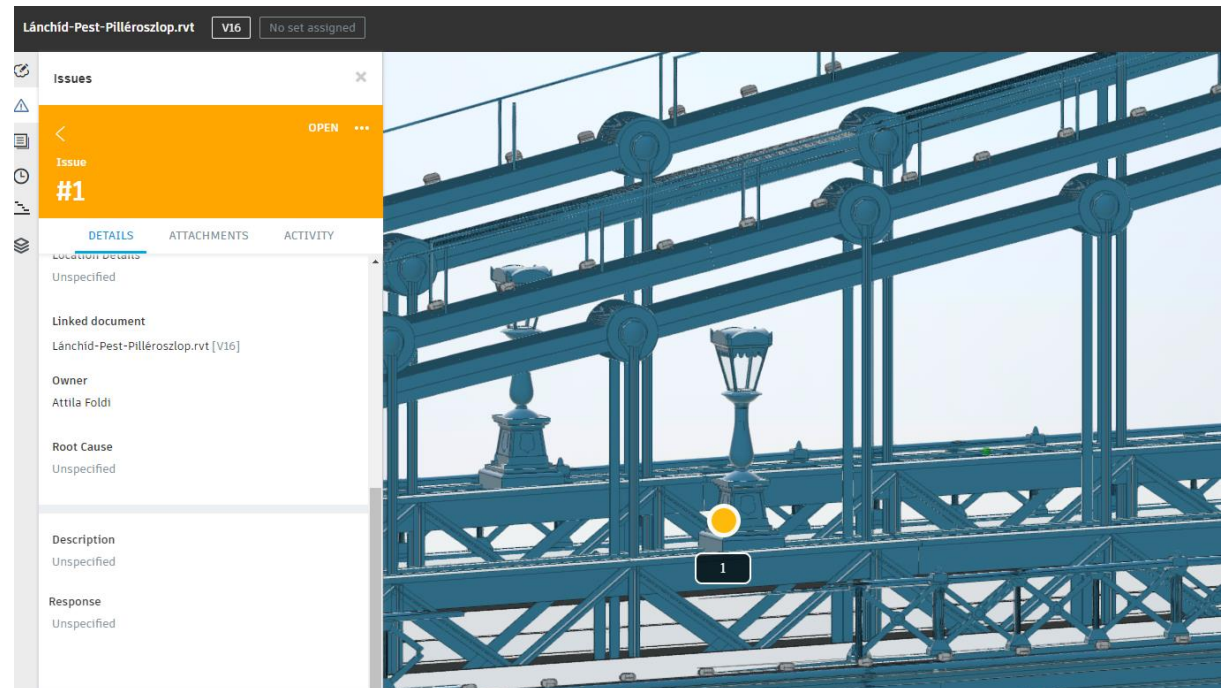
Revit family rámozgatása pontfelhőre



BIM 360 markup



Bim360 issue



Összegzés/szoftverek

- TLS, ALS, MLS, fotogrammetria + Multibeam felmérések
 - Applanic PosPac LIDAR regisztráció
 - RTKLIB + Matlab fotogrammetriai regisztráció
 - Pix4d fotogrammetriai feldolgozás
 - Yellowscan Cloud Station + Global Mapper Lidar utófeldolgozás
 - BME AGT ETRS89 <-> EOVBalti átszámítás
 - 3 nap terepi felmérés (+1 nap előkészítés a Mária Valéria hídnál)
 - 10 nap utófeldolgozás a rendszer K&F jellege miatt (főleg hajós adatok)
-
- Előkészítési folyamatok (TOPODOT, cloudcompare)
 - CAD(microstation,TOPODOT)
 - Revit modellezés (REVIT, BIM360)
 - Animáció (Twinmotion, hitfilm)
 - Teljes idő 153 óra (sajnos ez szerintem nem pontos adat)
 - Ebből a modellezés kb 100-110 óra volt



Visszajelzések

“Milyen jó lenne egy ilyen modell már az ajánlat adásnál”

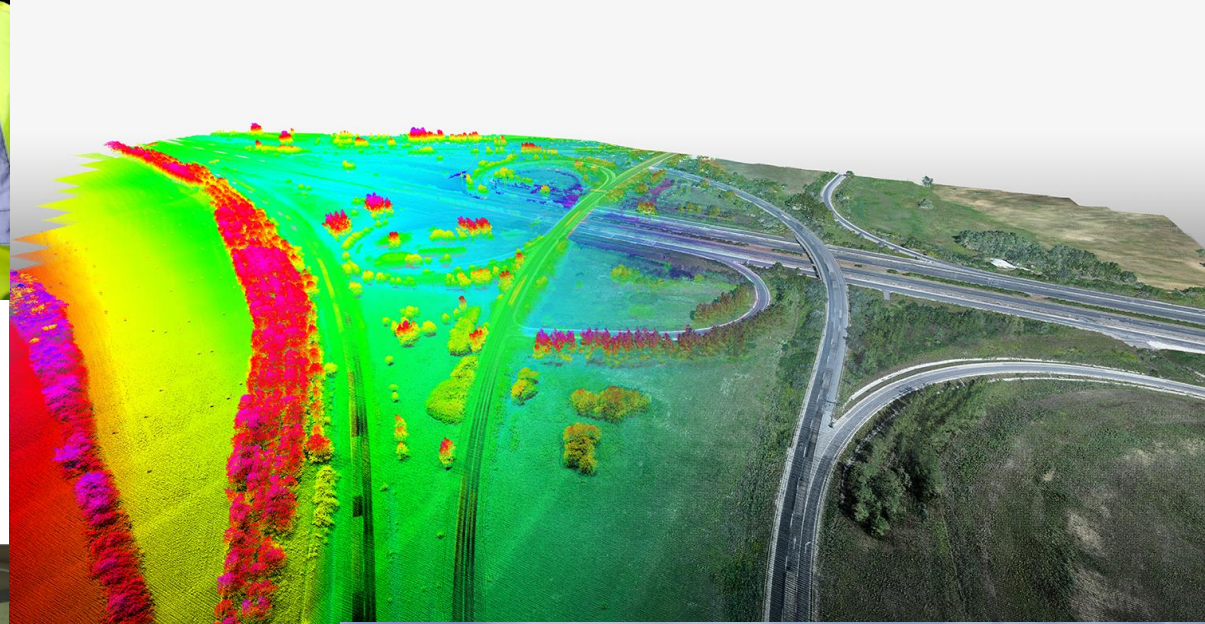
- Tökéletes digitális lenyomat az eredeti állapot dokumentálására
- Egzakt mennyiségek kiszámítása, etc.
- Repedések, korrózió, alakváltozás felmérése
- Kivitelezés közben a terepi munkához nagy segítség lenne egy online BIM360-as felület – problémák nyomkövetése (építésvezető, projektvezető, döntéshozatali szinten)
- A végső állapotnál a tervezett és megvalósult állapot összehasonlítására is kiváló lehet
- Daru igénybevétele és terhek számítása mozgatsnál
- Úszódaru manőverezése a meder figyelembe vételével

Köszönöm a figyelmet!



Lemodellezzük a valóságot:

<https://ventustech.hu/>



**Kapcsolat: Ventus-Tech Kft.
Vanek Bálint, 06 20 9177 816
ventustech@ventustech.hu**