

Drónok, kalibrálás, pontfelhő feldolgozás

Deák Márton

alprojektvezető, Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft
marton.deak@lechnergokzpont.hu

Weszelovits Gergő

távérzékelési szakértő, Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft
gergo.weszelovits@lechnergokzpont.hu

Felszállás előtt

Jogszabályi háttér

§

Jogszabályi háttér



engedély szükséges:

repülés (UAV vagy bármi más)

légi távérzékelés (ha ortofotózás vagy térképezés a cél)

engedély NEM szükséges:

földi felmérés

fotózás

LÉGTÉRENGEDÉLY

HM Állami Légügyi Főosztály

NKH Légügyi Hivatal

TÁVÉRZÉKELÉSI ENGEDÉLY

MH Geoinformációs Szolgálat (GEOSZ)

Alapfogalmak

AMSL: Above Mean Sea Level (tszf-i magasság)

AGL: Above Ground Level (felszín feletti magasság)

VFR: Visual Flight Rules (Látva Repülési Szabályok)

egyszerűbb

kisebb gépek (vitorlázó gépek, kisgépek, siklórepülőök, **UAV-k**, ...)

IFR: Instrumental Flight Rules (Műszeres Repülési Szabályok)

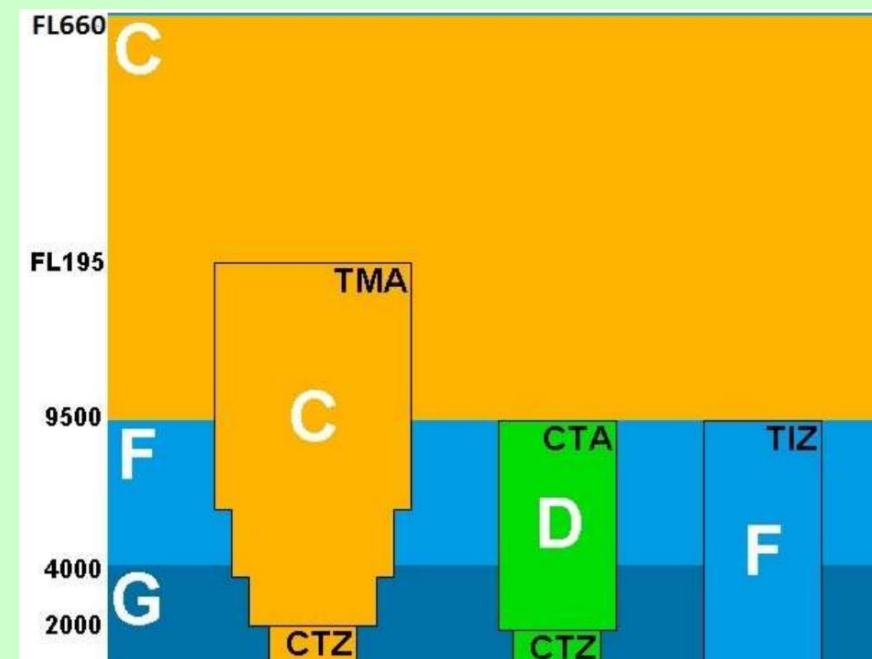
bonyolultabb (technikai feltétel irányításnál és légijárműnél!)

Légterek:

A → G („szigor” magas → alacsony)

• Légtérnek van:

- alsó-felső határa
- kiterjedése (WGS84 koordináták szerint)



Forrás: ICAO

Légtértípusok



A osztály

csak IFR

légiforgalmi irányító szolgálat elkülöníti az egyes repüléseket jellemzően 18000 AMSL-től

Magyarországon nincs

B osztály

IFR és VFR

légiforgalmi irányító szolgálat elkülöníti az egyes repüléseket

Magyarországon nincs

Légtértípusok



C osztály

IFR és VFR

légiforgalmi irányító szolgálat elkülöníti az IFR-VFR repüléseket

IFR tájékoztatást kap a VFR-ről

pl. reptérhez közvetlenül kapcsolódó körzetek (TMA-k, CTR-ek)

9500 láb felett

D osztály

IFR és VFR

légiforgalmi irányító szolgálat elkülöníti az IFR-VFR repüléseket

IFR tájékoztatást kap a VFR-ről

VFR tájékoztatást kap IFR-ről

pl. reptérhez közvetlenül kapcsolódó körzetek (CTR-ek)

E osztály

IFR és VFR

légiforgalmi irányító szolgálat elkülöníti az IFR repüléseket egymástól
nem teljes körű tájékoztatás

Magyarországon nincs

F osztály

IFR és VFR

kérésre IFR tájékoztatást kap

kijelölve vagy 4000 láb felett

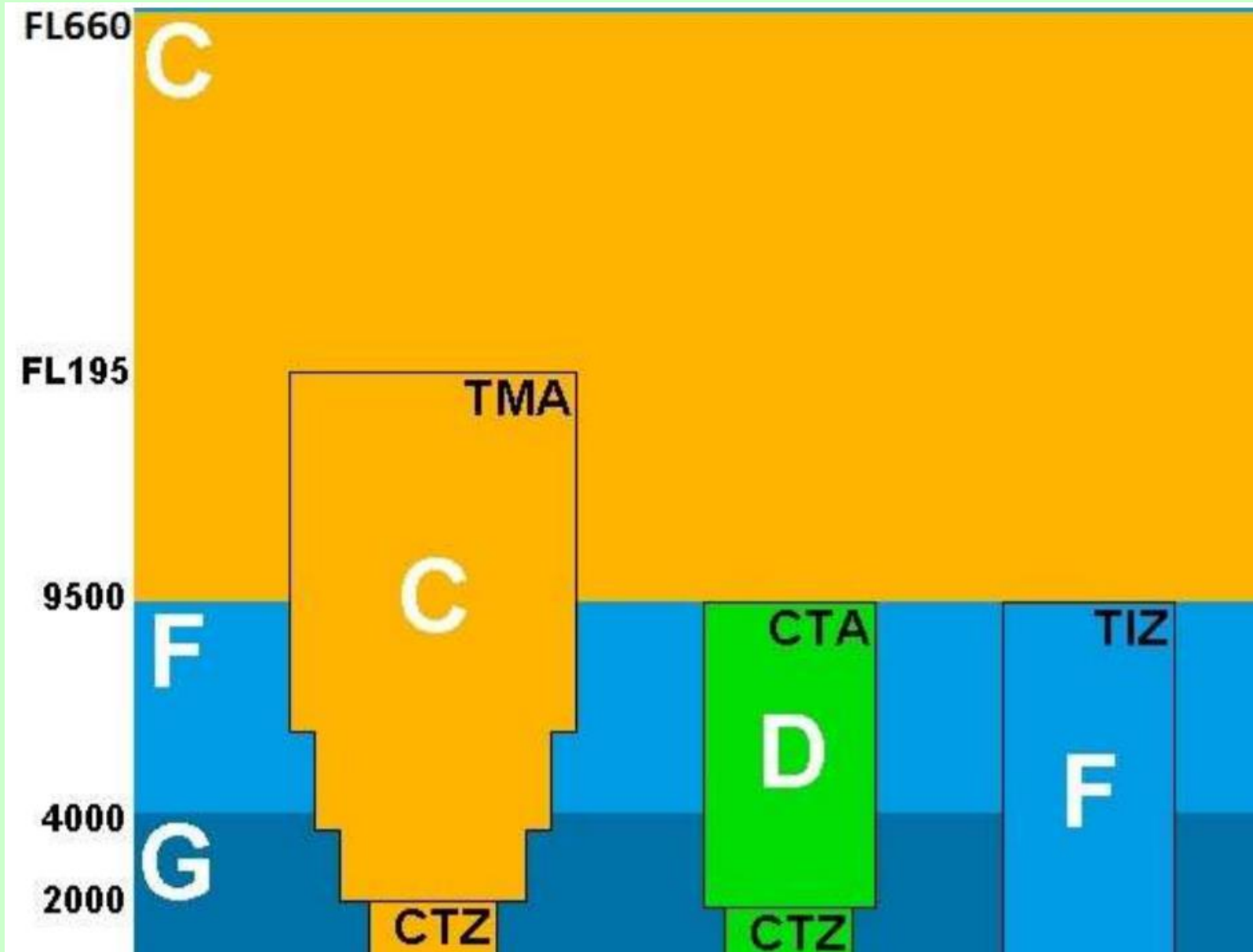
G osztály

csak VFR

4000 láb alatt

nem ellenőrzött légterek vagy külön kijelölésre

Légtértípusok



Forrás: IVAO

26/2007. (III. 1.) GKM-HM-KvVM együttes rendelet a magyar légtér légiközlekedés céljára történő kijelöléséről



korlátozott légtér

tiltott légtér

időszakosan korlátozott légtér

C,D,F,G típusú légtér

Wolters Kluwer		Új Jogtár bejelentkezés		
Hatályos jogszabályok	Új jogszabályok	Módosított jogszabályok	Önkormányzati rendelettár	Jogtár
Kezdőlap > 26/2007. (III. 1.) GKM-HM-KvVM együttes rendelet				
14	474906N 0173651E Sármellék TIZ1 465232N 0170443E 465233N 0171252E 464035N 0171331E 463224N 0171903E 462847N 0171750E 462659N 0170752E 463919N 0170630E 465010N 0165907E 465232N 0170443E	2000' (600 m) AMSL / GND	(ICAO „F”) Közzétett üzemidő szerint csak Sármellék TIZ2 légtérrel együtt működhet.	
15	Sármellék TIZ2 46521 IN 0164912E 465233N 0171252E 463423N 0171944E 462847N 0171750E 462539N 0170031E 46521 IN 0164912E	9500' (2900 m) AMSL / 2000' (600 m) AMSL	(ICAO „F”) Közzétett üzemidő szerint csak Sármellék TIZ1 légtérrel együtt működhet.	
16	Szeged TIZ 462300N 0200000E			

Légtértípusok



Repülőtéri irányító körzet: CTR/MCTR; CTZ/MCTZ (Control/Military Control)

reptér körül

Közelkörzet/Megközelítő terület: TMA/MTMA (Terminal Area/Military Terminal Area)

le- és felszállási terület

Időszakosan korlátozott légtér: TSA (Temporary Segregated Area)

időszakosan (pl. katonai áthaladásra) igénybevett légtér

Forgalmi tájékoztató körzet: TIZ (Traffic Information Zone)

tájékoztató terület

automatikusan „F” osztály

Légtértípusok



emellett:

tiltott: P (Prohibited)

korlátozott: R (Restricted)

veszélyes: D (Danger)

vitórlázó: G (Glider)

műrepülő: A (Aerobatics)

pl: LH-R1

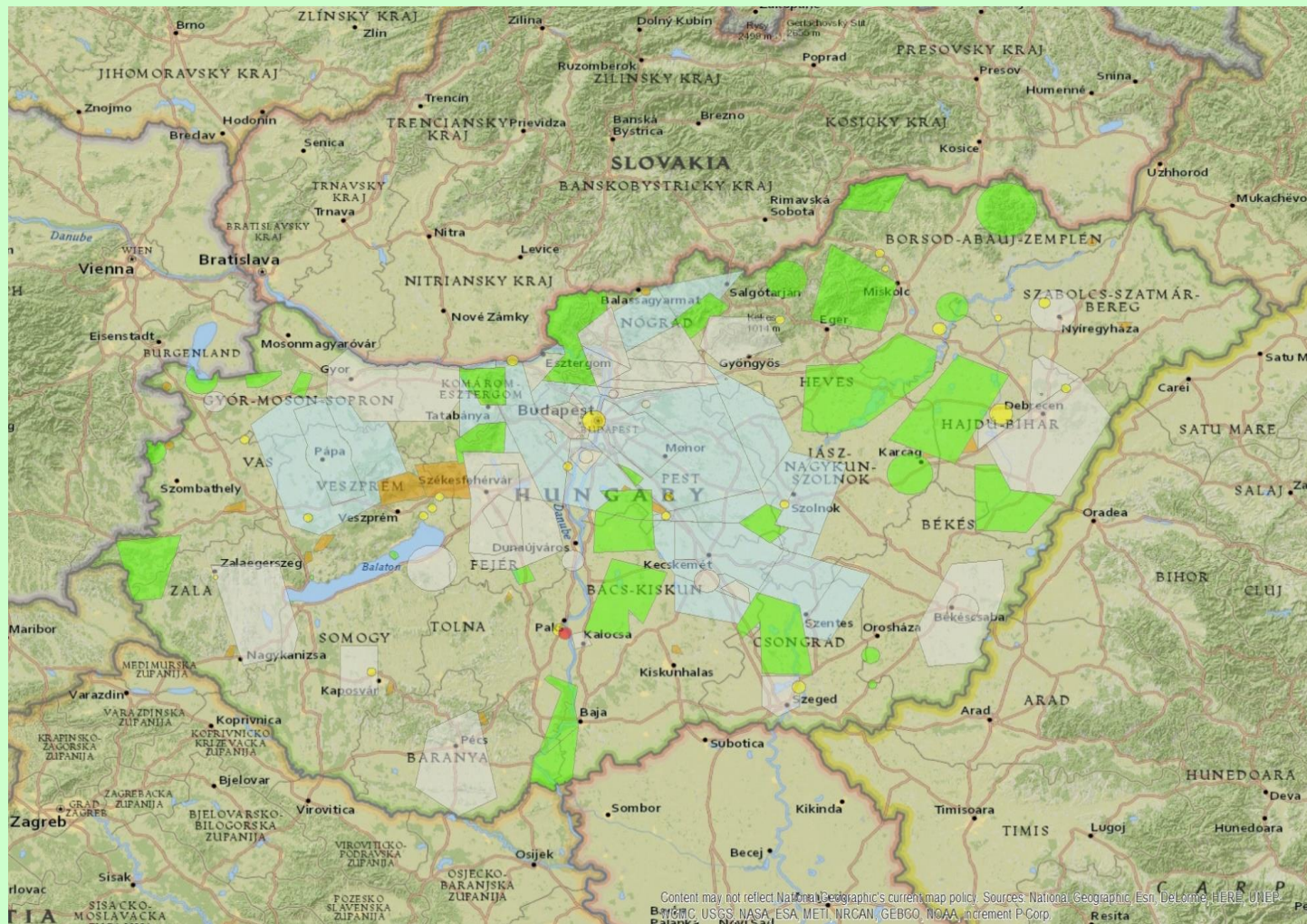
L - terület betűkódja (Magyarországon csak „L”)

H - Hungary

R - Restricted

1 - típuson belüli kód

26/2007. (III. 1.) GKM-HM-KvVM együttes rendelet a magyar légtér légiközlekedés céljára történő kijelöléséről



<http://terkep.legter.hu/>

1995. évi XCVII. törvény a légitözlekedésről



71. §

5. légi jármű: bármely szerkezet, amelynek légkörben maradása a levegővel való olyan kölcsönhatásból ered, amely más, mint a földfelszínre ható légerők hatása;

7. légi jármű-vezető: az a személy, aki a légi járművet repülés közben irányítja és a kormányait kezeli;

35. pilóta nélküli légitjármű: olyan - a pilóta nélküli légitjármű rendszer elemét képző - távvezérelt légitjármű, amelynek vezetését nem a fedélzeten tartózkodó személy végzi. Pilóta nélküli légitjárműnek minősül az előző feltételeknek megfelelő önálló repülésre - részben, vagy teljesen - alkalmas és az önálló repülésre nem alkalmas távvezérelt légitjármű is;

36. pilóta nélküli légitjármű rendszer: a légitjárművet, a légitjármű vezetéséhez szükséges távvezérlő munkaállomást és az ezek közötti folyamatos adatkapcsolatot nyújtó berendezést, valamint a légitjárművel végrehajtott repüléshez szükséges egyéb berendezéseket magában foglaló rendszer;

2. állami légitjármű: a honvédelmi, vámhatósági, rendőrségi és határőrizeti szervek céljára szolgáló légitjármű;

1995. évi XCVII. törvény a légitözlekedésről



6. § (1) A magyar légtér az a légi jármű veheti igénybe, a) amely felségjellel és lajstromjellel, illetőleg jogszabályban meghatározott egyéb azonosító jelzéssel rendelkezik, továbbá **b) amelynek vezetője a légitözlekedési hatóság, illetve a katonai légügyi hatóság által kiadott szakszolgálati engedéllyel rendelkezik, lajstromozásra nem kötelezett légitözlemű esetében a jogszabályban meghatározott feltételeknek megfelel.**

(5) A légitözlekedési hatóság, az állami célú légitözlekedéssel összefüggő feladatok tekintetében a katonai légügyi hatóság engedélyével repülhet a magyar légtérben az a légi jármű, amely vezető nélküli repülésre alkalmas, továbbá a jogszabályban meghatározott repülőmodell, illetve repülőeszköz. Lakott terület felett a modellrepültetés a légitözlekedési hatóság engedélyén túlmenően csak a helyi önkormányzat által feladatkörében kiadott rendeletben kijelölt területen és feltételek mellett hajtható végre.

12. § (1) A magyar polgári légi jármű - a jogszabályban légi járműnek minősített repülőmodell, az ejtőernyő és a személyzet által vezetett egyéb repülőeszköz kivételével - a légitözlekedésben akkor vehet részt, ha a légitözlekedési hatóság Magyarország Állami Légi jármű Lajstromába (a továbbiakban: lajstrom) felvette. A légitözlekedési hatóság a lajstromba vételről lajstromozási bizonyítványt és lajstromjelet ad ki.

29. § (1) A légi jármű és egyes légitözlekedéssel kapcsolatos eszközök gyártásához, a javítási és karbantartási tevékenység folytatásához a légitözlekedési hatóság, az állami célú légitözlekedéssel összefüggő feladatok tekintetében a katonai légügyi hatóság engedélye szükséges.

32. § A lajstromozásra nem kötelezett légi járművek vezetőinek képzését - a légitözlekedési hatóság engedélyével - gazdálkodó szervezet vagy repülő vagy ejtőernyős egyesület végzi, amely a képzés feltételeiről és követelményeiről is gondoskodik.

15. § (1) A magyar légtér igénybevételéről szóló 4/1998. (I. 16.) Korm. rendeletben (a továbbiakban: Korm. rendelet) meghatározott eseti légtér kijelölése iránti kérelmet harminc nappal a tervezett igénybevétel előtt, a katonai légügyi hatósághoz kell benyújtani.

4/1998. (I. 16.) Korm. rendelet a magyar légtér igénybevételéről



1. §

(3) A légtérnek a magyar légtér légiközlekedés céljára történő kijelöléséről szóló **miniszteri rendeletben meghatározottaktól eltérő légiközlekedési célú** vagy egyéb - nem légiközlekedési - célú igénybevételéhez légteret kell igényelni, esetenként, meghatározott időtartamra (a továbbiakban: **eseti légtér**).

5. §

(3) Ha

- a) az **eseti légtér** kijelölését
 - aa) **ellenőrzött légtérben** tervezik vagy
 - ab) olyan légtérben tervezik, amelyben **AFIS-t látnak el**, vagy
- b) a kérelmezett eseti légtér
 - ba) és az a) pont aa) vagy ab) alpontjában meghatározott légtér magassági határai **között kevesebb, mint 1000 láb (300 m) van** vagy
 - bb) az a) pont aa) vagy ab) alpontjában meghatározott légterek **oldalhatárától kevesebb, mint 2,5 NM-re (4,6 km) helyezkedik el**,

a kérelemhez a kérelmezőnek mellékelnie **kell az illetékes légiforgalmi szolgáltató véleményét** a légiforgalmi szolgáltatás biztonságos elláthatóságáról az eseti légtér kijelölése esetén, valamint a 2150/2005/EK bizottsági rendelet 7. cikkében meghatározott **biztonsági elemzést** a magyar légtér légiközlekedés céljára történő kijelöléséről szóló 26/2007. (III. 1.) GKM-HM-KvVM együttes rendelet 4. melléklet 3.2., 3.5. és 3.6. pontjában foglalt tartalmi követelmények szerint.

26/2007. (III. 1.) GKM-HM-KvVM együttes rendelet a magyar légtér légiközlekedés céljára történő kijelöléséről



ESETI LÉGTÉR

15. § (1) A magyar légtér igénybevételéről szóló 4/1998. (I. 16.) Korm. rendeletben (a továbbiakban: Korm. rendelet) meghatározott eseti légtér kijelölése iránti kérelmet harminc nappal a tervezett igénybevétel előtt, a katonai légügyi hatósághoz kell benyújtani.

(3) Az eseti légtérrel a légtér kijelölés indokául szolgáló esemény, rendezvény időtartamára lehet kijelölni, **de legfeljebb 30 napra lehet kijelölni.**

15/A. §

(2) Az eseti légtér kijelölésére vonatkozó kérelemnek - a közigazgatási hatósági eljárás és szolgáltatás általános szabályairól szóló törvényben foglaltakon túl - tartalmaznia kell:

- a légtér oldalhatárait **WGS-84 rendszerű földrajzi koordináták** szerint,
- a légtér-igénybevétel dátumát, a kezdés és befejezés időpontját (UTC-ben),
- az igényelt légtér alsó és felső határát,
- a légtérigénylés indokát,
- a légtérben a légiforgalom szervezéséért felelős személy vagy szolgálat megnevezését és elérhetőségét,
- a légtérigénylő - a tevékenység szervezéséért - felelős személy nevét és elérhetőségét.

HONVÉDELMI MINISZTERIUM ÁLLAMI LÉGÜGYI FŐOSZTÁLY

Kérelmező neve: Lechner Tudásközpont Területi Építészeti és Informatikai NKFT
Címe: 1111 Budapest, Budafoki út 59. E/3
Telefon száma: +36 (1) 279-2640
Fax száma: +36 (1) 279-2641

KÉRELEM eseti légtér igénylése iránt

A légtér oldalhatárainak WGS-84 rendszerű földrajzi koordinátái (fok, fokperc, fokmásodperc formátumban):
Tálya (1. é.sz. 48°14'34" k.h. 21°12'44" ; 2. é.sz. 48°14'34" k.h. 21°14'31" ; 3. é.sz. 48°13'35" k.h. 21°12'44" ; 4. é.sz. 48°13'35" k.h. 21°14'31")

A légtér igénybevételének dátuma, a kezdés és befejezés időpontja (UTC):

2017. március 16. – 2017. április 9.

Napeltétől napnyugtáig

A légtér alsó és felső magassága: GND – 1500 láb

A légtérigénylés indoka:

Építészeti felmérés pilóta nélküli légi járművel

A légtérben a légiforgalom szervezéséért felelős személy vagy szolgálat megnevezése és elérhetősége:

Deák Márton; +3630/2971263; marion.deak@lechnerkozpont.hu

A légtérigénylő felelős személy neve és elérhetősége:

Deák Márton; +3630/2971263; marion.deak@lechnerkozpont.hu

Melléklet:

- A nem nyilvános repülőter tulajdonosának vagy üzemben tartójának engedélye, amennyiben azt az eseti légtér igénybevétele részben vagy egészben érinti. (1995. évi XCVII. törvény 41. § (8) bekezdés alapján)
- x Képviselőre való meghatalmazás, amennyiben nem a jogi személy képviselőjére jogosult személy jár el.
- x 3000Ft értékű általános tételű eljárási illeték megfizetését igazoló banki átutalási bizonylat az illetékekről szóló 1990. évi XCIII. törvény 29. § (1) és a 73. § (1) bekezdés b) pontjában foglalt adattartalommal vagy **illetékbélyeg**.
- Amennyiben az eseti légtér ellenőrzött légtérrel, vagy olyan légtérrel érint, ahol műszer szerinti repülési eljárás engedélyezett, illetve ha a kérelmezett légtér ezen légtérek oldalhatáraitól kevesebb, mint 2,5NM-re (5km) helyezkedik el, vagy a magassági határai között kevesebb, mint 1000láb (300m) van, akkor a Rendelet 15. § (5) bekezdésben meghatározott a Rendelet 4. mellékletének 3.2. és 3.6. pontjában foglalt tartalmi követelményeknek megfelelő biztonsági elemzés, továbbá az illetékes légiforgalmi szolgáltató véleménye.

Kelt:

.....
Kérelmező
(sajátkezü/öegyszerű aláírása)

Megjegyzés:

Az eljárás az illetékekről szóló 1990. évi XCIII. törvény 29. §-a alapján, annak a 4. § -6. §-ára figyelemmel 3000 Ft értékű általános tételű eljárási illetékköteles.

Az eseti légtér igénylésének és igénybevételének szabályait a magyar légtér légiközlekedés céljára történő kijelöléséről szóló 26/2007. (III.1.) GKM-HM-KvVM együttes rendelet szabályozza.

A kérelmet a tervezett igénybevétel előtt legalább 30 naptári nappal kell benyújtani.

Jelen formanyomtatvány egy eseti légtér kijelölésének engedélyezése iránti kérelem benyújtására szolgál.

26/2007. (III. 1.) GKM-HM-KvVM együttes rendelet a magyar légtér légiközlekedés céljára történő kijelöléséről



KORLÁTOZOTT LÉGTÉR

1. § (1) Magyarország államhatára által körbezárt terület feletti, légiközlekedési célra kijelölt légtér meghatározott kiterjedésű **légiforgalmi légtérre, időszakosan korlátozott, korlátozott, veszélyes és tiltott légterekre** oszlik.

5. §(1) A 3. mellékletben meghatározott, a légiközlekedési hatóság engedélyével igénybe vehető korlátozott légtér igénybevételére a légiközlekedési hatóság - a 6. § (4) bekezdés *b*) pont *bf*) alpontjában meghatározott eset kivételével - a légiközlekedésről szóló 1995. évi XCVII. törvény 22. §-a szerinti engedéllyel rendelkező szervezetnek adhat engedélyt.

(2) A korlátozott légtér igénybevétele iránti kérelemnek - a közigazgatási hatósági eljárás és szolgáltatás általános szabályairól szóló törvényben foglaltakon túl - tartalmaznia kell:

- a) a korlátozott légtér nevét, azonosítóját,
- b) a korlátozott légtér igénybevételének célját,
- c) a repülés során használt légijármű típusát, lajstromjelét vagy azonosítójelét,
- d) a légtér igénybevételének tervezett kezdő dátumát és időpontját UTC-ben, valamint időtartamát,
- e) **környezetvédelmi szempontból korlátozott légtér** esetében az a)-d) pontokban foglaltakon túl, amennyiben ismert, a repülés útvonalát és magasságát, vagy ha a tervezett repülési útvonalra és magasságra vonatkozó információk nem állnak rendelkezésre a kérelmezés időpontjában, az igénybe venni kívánt légtérrészt oldalhatárait WGS-84 rendszerű földrajzi koordináták szerint, valamint alsó és felső határát a földfelszíntől számítva, méterben.

(3) A korlátozott légtér igénybevételét a légiközlekedési hatóság legfeljebb harminc napra engedélyezheti. A határozatnak - a közigazgatási hatósági eljárás és szolgáltatás általános szabályairól szóló törvényben foglaltakon túl - a (2) bekezdésben meghatározott adatokat kell tartalmaznia.

(4) Légi kutató-mentő repülés, mentőrepülés, rendészeti vagy bűnüldözés feladata céljából végzett repülés, valamint valós légvédelmi repülés esetében a korlátozott légtér igénybevételéhez engedély nem szükséges.

Kérelmező neve: <u>Deák Márton</u>	
Címe: <u>1223 Budapest, Gyula vezér út 50</u>	
Telefon száma: <u>003630-2971263</u>	
Fax száma: _____	
KÉRELEM korlátozott légtér igénybevétele iránt	
A korlátozott légtér neve, azonosítója: <u>LHB26</u>	
A korlátozott légtér igénybevételének célja: <u>Építészeti felmérés pilóta nélküli légijárművel</u>	
A repülés során használt légijármű típusa, lajstromjele vagy azonosítójele: <u>DJI Phantom 4, 07DD380A10459</u>	
A légtér igénybevételének tervezett kezdő dátuma és időpontja UTC-ben, valamint időtartama: <u>2017. április 10. - 2017. április 24. ; napkeltétől napnyugtáig</u>	
Környezetvédelmi szempontból korlátozott légtér igénybevétele esetén, amennyiben ismert, a repülés útvonala és magassága, vagy a kérelmezés időpontjában, az igénybe venni kívánt légtérrészt oldalhatárai WGS-84 rendszerű földrajzi koordináták szerint, valamint alsó és felső határát a földfelszíntől számítva, méterben: _____ _____ _____	
Melléklet: N: 3000Ft értékű általános tételű eljárási illeték, <u>illetékbérlésen</u> , amennyiben a kérelem előterjesztője nem állami szerv, vagy nem társadalmi szervezet <input type="checkbox"/> Képviselőre való meghatalmazás, amennyiben nem a jogi személy képviseletére jogosult személy jár el. X: Környezetvédelmi szempontból korlátozott légtér igénybevétele esetén, a szakhatósági eljárási díj (a környezetvédelmi és természetvédelmi hatósági eljárások igazgatási szolgáltatási díjairól szóló 14/2015. (III.31.) FM rendelet VI. melléklet, 3.1. alpontjában meghatározott díj) befizetéséről szóló igazolást	
Kelt:	
..... Kérelmező (sajátkezü/cégszerű aláírása)	
Megjegyzés: A korlátozott légtér igénylésének és igénybevételének szabályait a magyar légtér légiközlekedés céljára történő kijelöléséről szóló 26/2007 (III.1.) GKM-HM-KvVM együttes rendelet 5. §-a, valamint a 6. §-a szabályozza. A kérelmet a tervezett igénybevétel előtt legalább 21 naptári nappal kell benyújtani. Jelen formanyomtatvány a korlátozott légtér igénybevételének engedélyezése iránti kérelem benyújtására szolgál.	

Engedélyek típusai

Drónozni eseti légtérengeedéllyel szabad:

G osztályú légtérben (ha nincs semmi kijelölve, akkor bárhol 4000 láb alatt)

ha térkép szerint érintett légtér alsó határa nem éri el az 500 m AGL (1500 láb AGL-t)

Drónozni eseti légtérengeedéllyel + légiforgalmi szolgáltatói engedéllyel + repülésbiztonsági elemzéssel szabad:

nem korlátozott vagy tiltott légtérben, ahol IFR engedélyezett

azaz: A-F légterekben vagy ahol IFR engedélyezett (jellemzően repterek környékén)

Drónozni eseti + korlátozott légtér-engedéllyel szabad:

bármilyen korlátozott légtérben (jellemzően LHR1, természetvédelmi/környezetvédelmi légtérben)

Drónozni engedélyek nélkül

nem szabad

+ tevékenységi bejelentési kötelezettség

399/2012. (XII. 20.) Korm. rendelet a légi távérzékelés engedélyezésének és a távérzékelési adatok használatának rendjéről



A távérzékelési engedély iránti kérelemnek a közigazgatási hatósági eljárás és szolgáltatás általános szabályairól szóló törvényben felsorolt adatokon kívül tartalmaznia kell:

- a) a kérelmező személy (szerv) telefon- és telefax-számát, elektronikus levélcímét,
- b) a távérzékelés, valamint a fel- és leszállás helyét, a tervezett repülési útvonalat térképen vagy térképmásolaton két példányban,
- c) a végrehajtás tervezett időszakát,
- d) a légi jármű típusát, üzemben tartójának nevét,
- e) a távérzékelés végrehajtójának nevét, címét,
- f) a légiközlekedésről szóló törvény alapján kiadott légi távérzékelési tevékenységi engedélyének számát,
- g) a távérzékelés felhasználási célját,
- h) a távérzékelés, a távérzékelő eszközök technikai paramétereit, valamint
- i) a távérzékelés folyamata alatt a felvételező eszköz által vett vagy rögzített adatok, képek és jelek (a továbbiakban együtt: távérzékelési adatok) távközlési úton való továbbítására vonatkozó kérelem előzetes engedélyhez kötött megjelölését.
- j) az adatokkal rendelkezni jogosult nyilatkozatát arról, hogy a távérzékeléshez igénybevett pénzügyi források tartalmaznak-e részben vagy egészben közpénzeket.

Olyan objektumok felett, melyek távérzékelése során minősített adatok keletkeznek, illetve annak valószínűsíthető körzetében csak az végezhet távérzékelést, aki a távérzékelési engedélyen kívül

- a) rendelkezik a minősített adat kezeléséhez a minősített adat védelméről szóló törvényben meghatározott feltételekkel,
- b) a honvédelem térképészeti támogatásáért felelős szervével minősített adat kezelésére szerződést köt, valamint
- c) igazolja a minősített adat védelméről szóló törvény szerinti állami vagy közfeladat ellátását.

A honvédelem térképészeti támogatásáért felelős szervezet jogosult a távérzékelés folyamatának ellenőrzésére.

Az engedélyes köteles legalább két munkanappal a felszállás napja előtt a honvédelem térképészeti támogatásáért felelős szervnek írásban bejelenteni:

- a) a távérzékelési engedély számát,
- b) a légi jármű lajstromjelét, amennyiben rendelkezik azzal,
- c) a fel- és leszállás idejét, helyét,
- d) a munkaterület megnevezését,
- e) a felvételező rendszer típusát, valamint
- f) az adattároló, adathordozó eszközök azonosító számát.

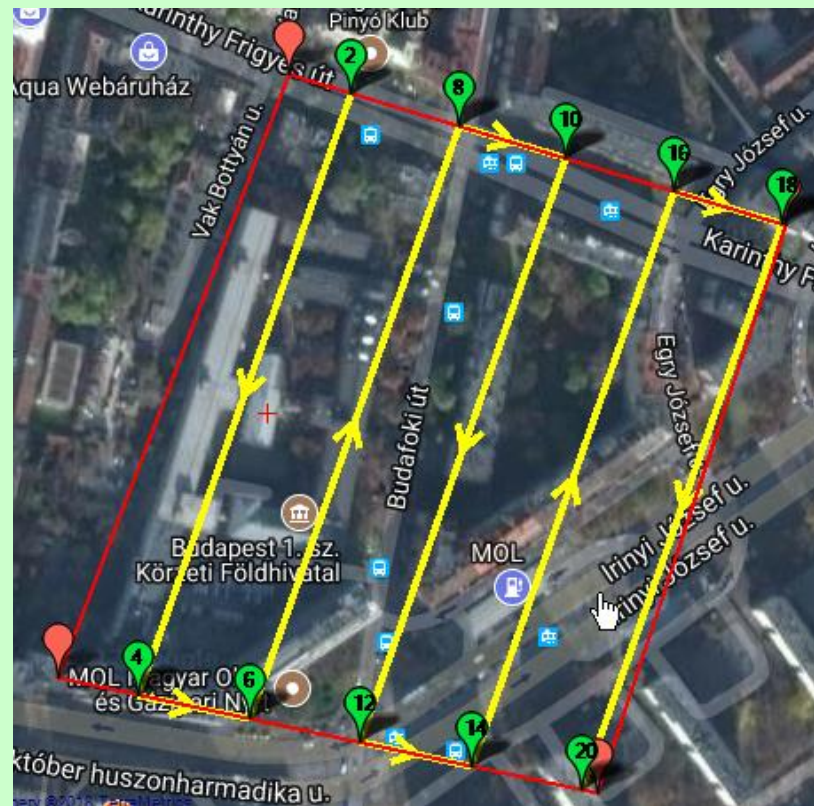
Az engedélyes köteles biztosítani a honvédelem térképészeti támogatásáért felelős szerv ellenőre számára a távérzékelés ellenőrzésének végrehajtásához szükséges technikai és technológiai feltételeket.

A távérzékelést végrehajtó személy köteles a távérzékelésről adatlapot vezetni, amelynek tartalmaznia kell:

- a) a távérzékelési engedély számát,
- b) a légi jármű lajstromjelét, amennyiben rendelkezik azzal,
- c) a fel- és leszállás tényleges idejét, helyét,
- d) a munkaterület megnevezését és az eredeti felhasználás célját,
- e) a felvételező rendszer eszközeinek típusát, gyártási számát,
- f) az adattároló, adathordozó típusát, a távérzékelési adatok tárolási helyét,
- g) az adattároló, adathordozó eszközök azonosító számát,
- h) az egyes, önálló sorszámmal rendelkező adathordozókon tárolt adatok által lefedett területek sarokpont koordinátáit, és – ha ez lehetséges – a kezdő és a végső felvételek sorszámmát, továbbá a készített felvételek darabszámát,
- i) az adattároló, adathordozó eszközök esetleges cseréjének időpontját, valamint
- j) az esetleges zavaró tényezőket, melyek az engedélytől való eltérést eredményezték.

Felszállás előtt

Felmérés-tervezés



Repüléstervezés



Android/iOS:

- Pix4D
- Altizure
- DroneDeploy

Javaslat:

- Ardu MissionPlanner (PC) + Litchi (Android/iOS)
-

Térképezés, ortofotó előállítása



Mission Planner 1.3.56 build 1.3.6672.30243

ARDUPILOT

Distance: 0.0000 km
Prev: 5598336.20 m AZ: 17
Home: 5598336.20 m

Zoom: 115200

Geo: 47.4785730
SRM: 19.0581250
105,72m

Grid View KML
GoogleHybridMap
Status: loaded tiles

Load WP File
Save WP File
Read WPs
Write WPs

Home Location
Lat: _____
Long: _____
Alt (abs): _____

Waypoints

WP Radius: 15
Latter Radius: 100
Default Alt: 100
Relative Verify Height Add Below Alt Warn Spline

Command	P1	P2	P3	P4	Lat	Lon	Alt	Delete	Up	Down	Grad %	Angle	Dist	AZ

1. Kezelőfelület

Térképezés, ortofotó előállítása



Mission Planner 1.3.56 build 1.3.6672.30243

Distance: 0.0000 km
Prev: 5598464.25 m AZ: 17
Home: 5598464.25 m

ARDUPILOT AUTO 115200

Zoom

Action

GEO 47.4759842
19.0515161
SRTM 108.94m

Grid View KML
GoogleHybridMap
Status: loaded tiles

Load WP File
Save WP File
Read WPs
Write WPs

Home Location
Lat
Long
Alt (abs)

- Delete WP
- Insert Wp
- Insert Spline WP
- Loiter
- Jump
- RTL
- Land
- Takeoff
- DO_SET_ROI
- Clear Mission
- Draw Polygon
 - Add Polygon Point
 - Rally Points
 - Clear Polygon
 - Geo-Fence
 - Auto WP
 - Map Tool
 - File Load/Save
 - POI
- Tracker Home
- Modify Alt
- Enter UTM Coord
- Switch Docking
- Set Home Here

Waypoints

WP Radius	Loiter Radius	Default Alt	Relative	Verify Height	Add Below	Alt Warn	Spline
15	100	100	Relative	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Command	P1	P2	P3	P4	Lat	Lon	Alt	Delete	Up	Down	Grad %	Angle	Dist	AZ
---------	----	----	----	----	-----	-----	-----	--------	----	------	--------	-------	------	----

2. Felmérési terület rajzolása

Térképezés, ortofotó előállítása



Mission Planner 1.3.56 build 1.3.6672.30243

ARDUPILOT

Distance: 0.0000 km
Prev: 5598657.97 m AZ: 17
Home: 5598657.97 m

Waypoints

WP Radius	Loiter Radius	Default Alt	Relative	Verify Height	Add Below	Alt Warn	Spline
15	100	100	Relative	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Add Below"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Command	P1	P2	P3	P4	Lat	Lon	Alt	Delete	Up	Down	Grad %	Angle	Dist	AZ

Zoom: 115200

Geo: 47.4770429
SRM: 19.0542412
110.53m

Grid View KML
GoogleHybridMap
Status: loaded tiles
Load WP File
Save WP File
Read WPs
Write WPs
Home Location
Lat
Long
Alt (abs)

2. Felmérési terület rajzolása

Térképezés, ortofotó előállítása



Mission Planner 1.3.56 build 1.3.6672.30243

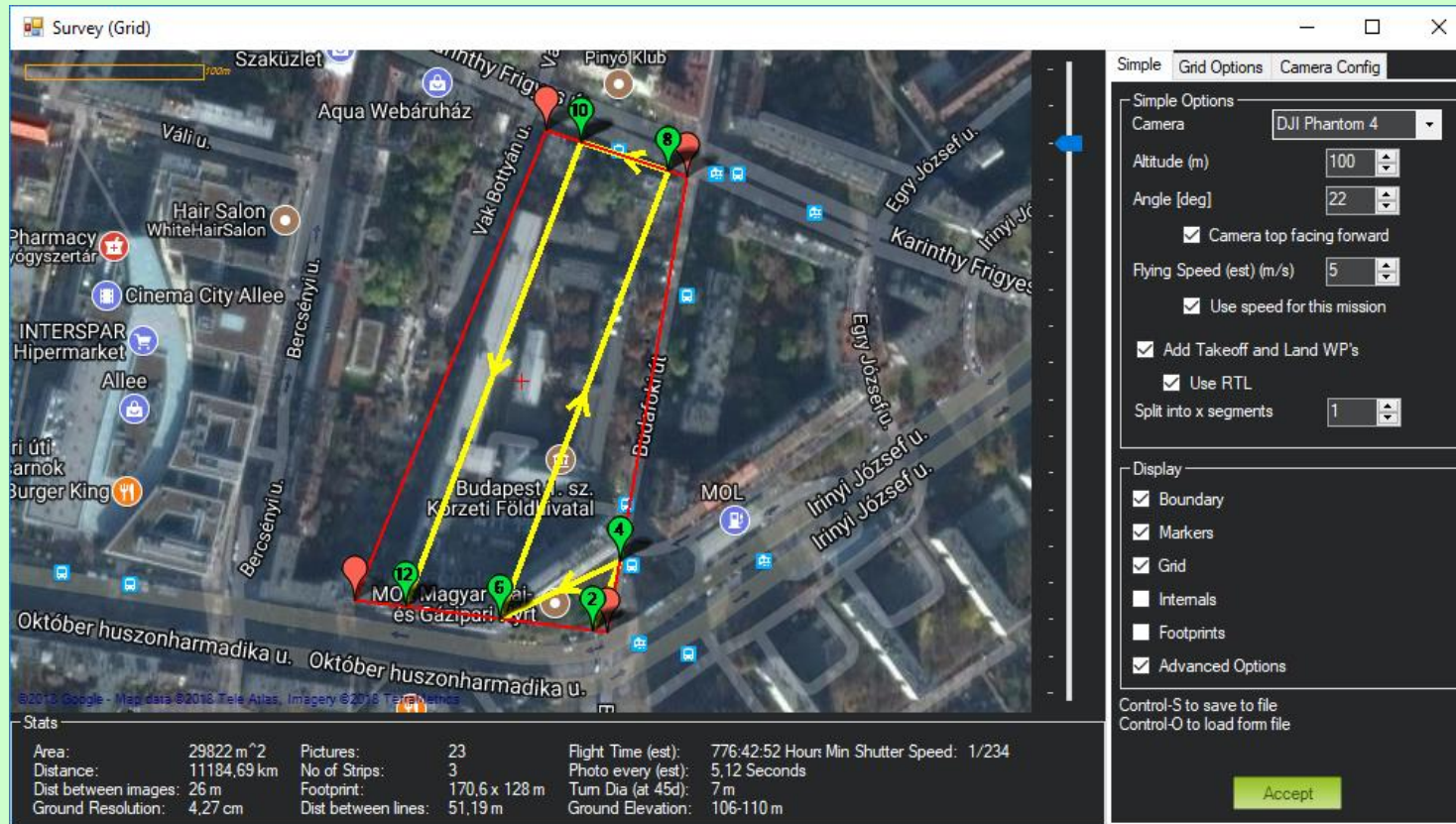
Distance: 0.0000 km
Prev: 5598405, 18 m AZ: 17
Home: 5598405, 18 m

Waypoints

Command	P1	P2	P3	P4	Lat	Lon	Alt	Delete	Up	Down	Grad %	Angle	Dist	AZ

3. Repülési sávok generálása

Térképezés, ortofotó előállítása



The screenshot shows the 'Survey (Grid)' software interface. The main window displays a satellite map of an urban area in Budapest, with a flight path overlaid in yellow and red. The path consists of several waypoints marked with numbered circles (1-12). The flight path is a rectangular grid pattern. The right-hand panel, titled 'Simple Grid Options Camera Config', contains the following settings:

- Simple Options
 - Camera: DJI Phantom 4
 - Altitude (m): 100
 - Angle [deg]: 22
 - Camera top facing forward
 - Flying Speed (est) (m/s): 5
 - Use speed for this mission
 - Add Takeoff and Land WP's
 - Use RTL
 - Split into x segments: 1
- Display
 - Boundary
 - Markers
 - Grid
 - Internals
 - Footprints
 - Advanced Options

At the bottom of the map window, there is a 'Stats' section with the following data:

Area:	29822 m ²	Pictures:	23	Flight Time (est):	776:42:52 Hour Min Shutter Speed: 1/234
Distance:	11184.69 km	No of Strips:	3	Photo every (est):	5.12 Seconds
Dist between images:	26 m	Footprint:	170,6 x 128 m	Turn Dia (at 45d):	7 m
Ground Resolution:	4,27 cm	Dist between lines:	51,19 m	Ground Elevation:	106-110 m

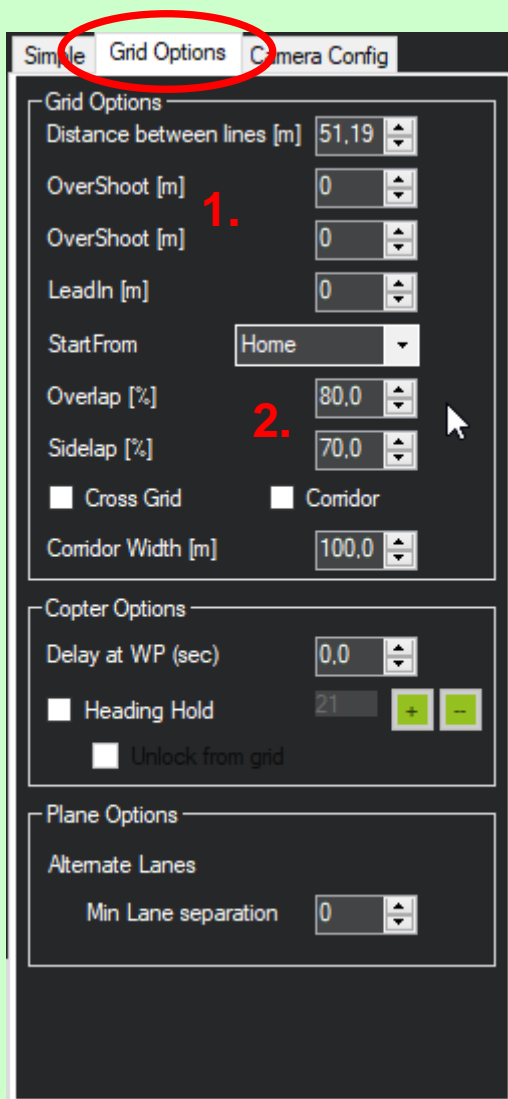
Camera: A használt kamera adatai (szenzorméret, felbontás, fókusztaáv). Ha még nincs az adatbázisban, akkor „Camera Config”.

Altitude: Repülési magasság

Angle: Azimut

Flying Speed: Repülési sebesség (m/s)

Térképezés, ortofotó előállítása



Simple **Grid Options** Camera Config

Grid Options

Distance between lines [m] 51.19

OverShoot [m] 0

OverShoot [m] 0 **1.**

LeadIn [m] 0

StartFrom Home

Overlap [%] 80.0

Sidelap [%] 70.0 **2.**

Cross Grid Coridor

Coridor Width [m] 100.0

Copter Options

Delay at WP (sec) 0.0

Heading Hold 21 + -

Unlock from grid

Plane Options

Alternate Lanes

Min Lane separation 0

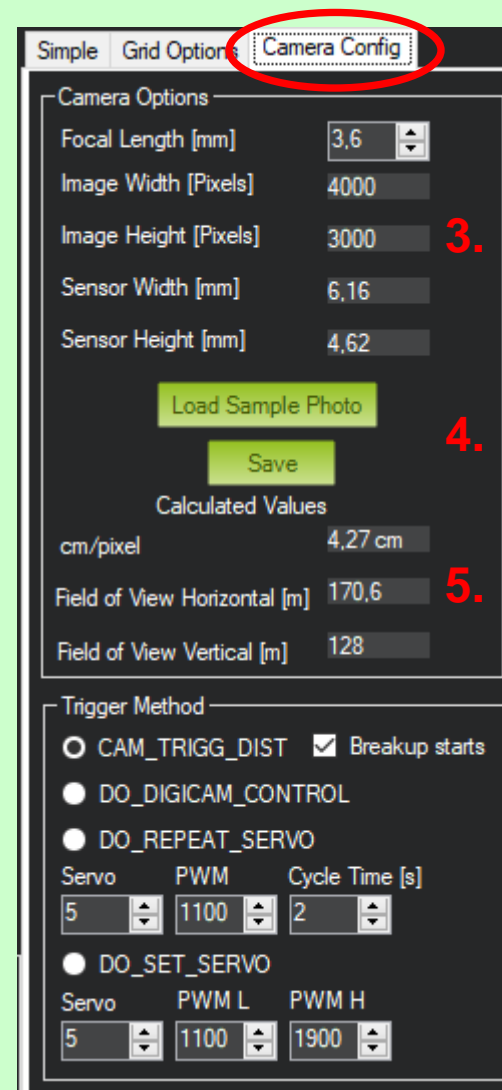
1. Overshoot: Felmérési terület növelése

2. Overlap/sidelap: Haladási- és oldalirányú átfedés

3. Kamera paraméterek VAGY

4. Mintaállomány feltöltése

5. Felvételezési adatok (terepi felbontás nadirban, látószög (haladási- és oldalirányú))



Simple Grid Options **Camera Config**

Camera Options

Focal Length [mm] 3.6

Image Width [Pixels] 4000

Image Height [Pixels] 3000 **3.**

Sensor Width [mm] 6.16

Sensor Height [mm] 4.62

Load Sample Photo

Save **4.**

Calculated Values

cm/pixel 4.27 cm

Field of View Horizontal [m] 170.6 **5.**

Field of View Vertical [m] 128

Trigger Method

CAM_TRIGG_DIST Breakup starts

DO_DIGICAM_CONTROL

DO_REPEAT_SERVO

Servo	PWM	Cycle Time [s]
5	1100	2

DO_SET_SERVO

Servo	PWM L	PWM H
5	1100	1900

Térképezés, ortofotó előállítása



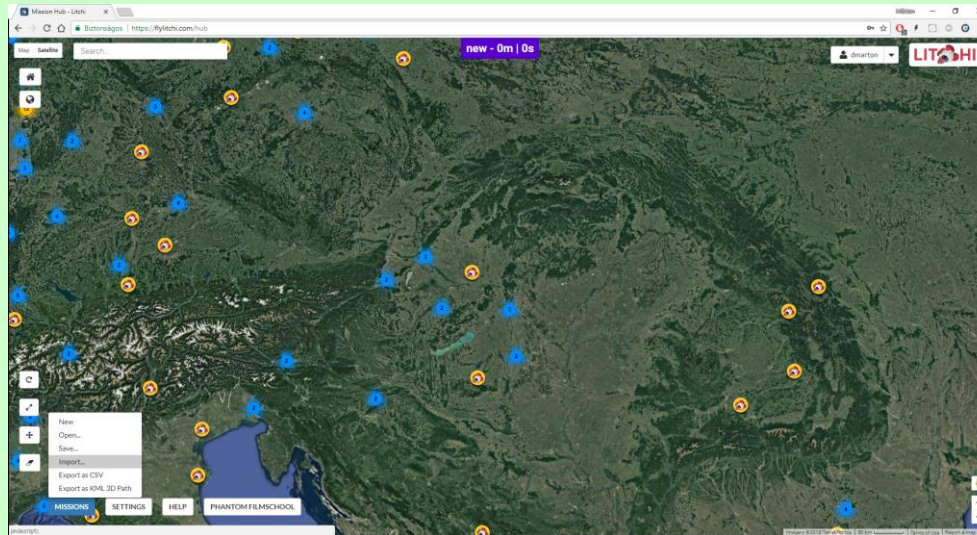
1. KML export (network.kml)

```

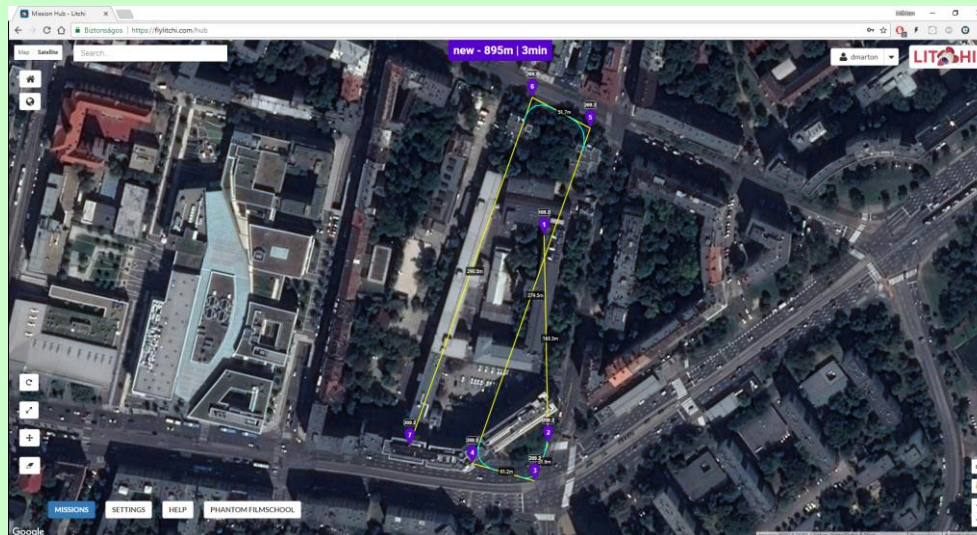
Fajl Szerkesztés Beállítások Kikódolás Sütő 100%
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2"
xmlns:gs="http://www.google.com/kml/ext/2.2"
xmlns:kml="http://www.opengis.net/kml/2.2"
xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom">
  <Folder>
    <name> Network Links </name>
    <open> 1 </open>
    <NetworkLink>
      <name> View Centered Placemark</name>
      <open> 1 </open>
      <refreshVisibility> 0 </refreshVisibility>
      <flyToView> 1 </flyToView>
      <Link>
        <href> http://127.0.0.1:56781/location.kml</href>
        <refreshMode> onInterval </refreshMode>
        <refreshInterval> 1 </refreshInterval>
        <viewRefreshTime> 1 </viewRefreshTime>
      </Link>
    </NetworkLink>
    <NetworkLink>
      <name> View Centered Placemark</name>
      <open> 1 </open>
      <refreshVisibility> 0 </refreshVisibility>
      <flyToView> 0 </flyToView>
      <Link>
        <href> http://127.0.0.1:56781/ups.kml</href>
      </Link>
    </NetworkLink>
  </Folder>
</kml>
  
```

network.kml: wps.kml-t letölteni!

Térképezés, ortofotó előállítása

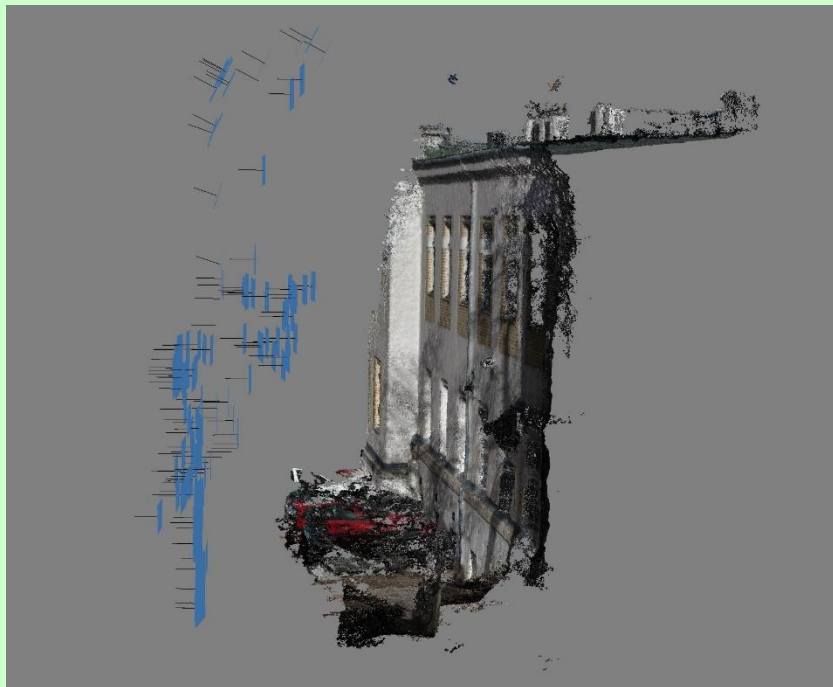


MISSIONS → Import... → wps.kml



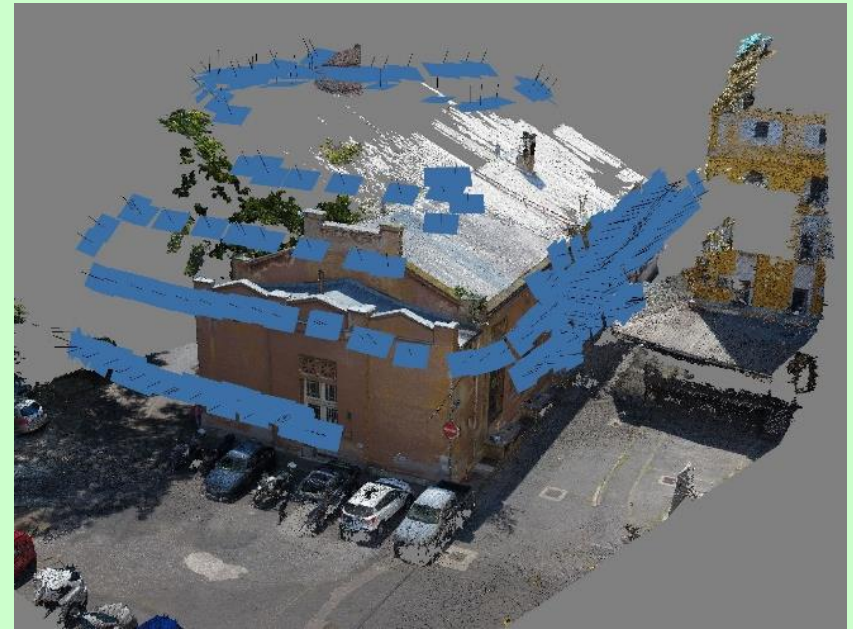
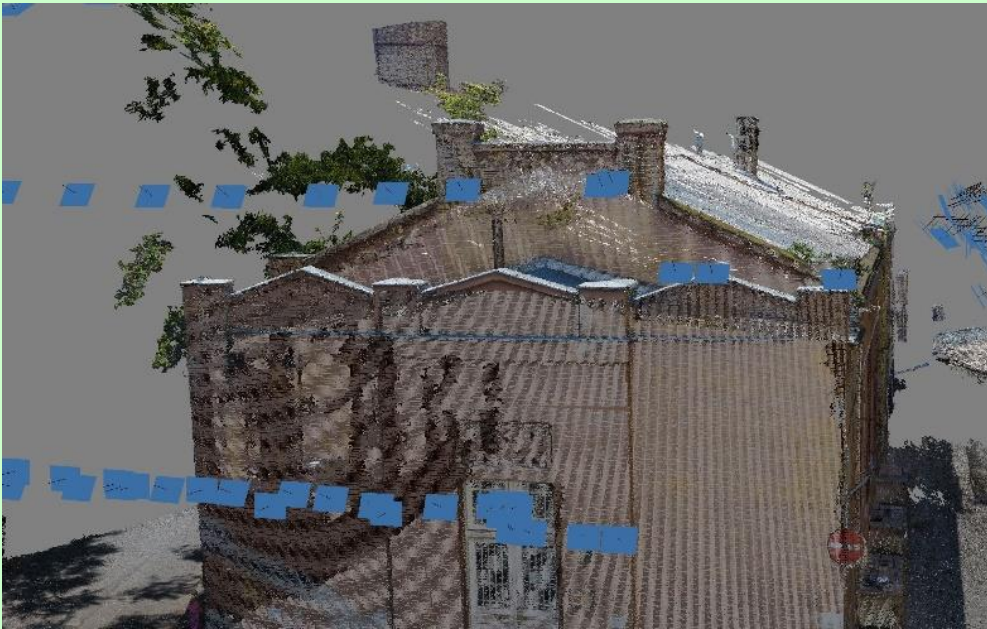
Épületfelmérés - homlokzat

- manuális repülés!
- homlokzati távolság: 10 m
- sortávolság: 3 m
- expozíciós intervallum: 2 mp



Épületfelmérés – teljes épület

- homlokzatonként egy repülés
- emeletenként egy körív $\sim 0^\circ$ -os szögben
- épület felett egy körív 45° off-nadir szögben



UAV típusok



UAV típusok

Hobby célú drónok

- rövid repülési idő, kifelbontású kamera/kamera nélkül
- hobby célú felhasználás, kiértékelésre kevésbé alkalmazható felvételek készítése
- helymeghatározási lehetőség nélkül



UAV típusok

Felmérési célra használható drónok

- közel fél órás repülési idő, nagyfelbontású kamera/kamerarendszer
- felmérés és látvány célú felvételek készítése, élőképes kapcsolat
- helymeghatározás, előre definiált repülési útvonal
- tájékozódást segítő szenzorok



UAV típusok

Professzionális drónok

- egyedi igényekre szabott, nagy teherbírású eszközök
- kamerarendszerek, felmérő eszközök, tárgyak szállítása
- Hosszú repülési idő, komplex szenzorrendszer
- Automata repülés



Mit tud egy DJI Phantom 4-es drón?

Súly: 1380 g

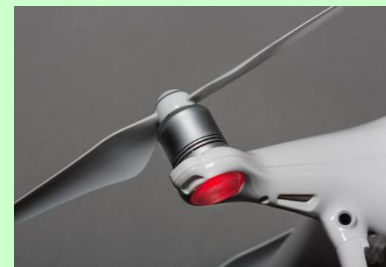
Max. sebesség: 72 km/h

Repülési idő: 28 perc

Egy repüléssel felmérhető terület: ~62 500 m² (3.5 km hatótáv)

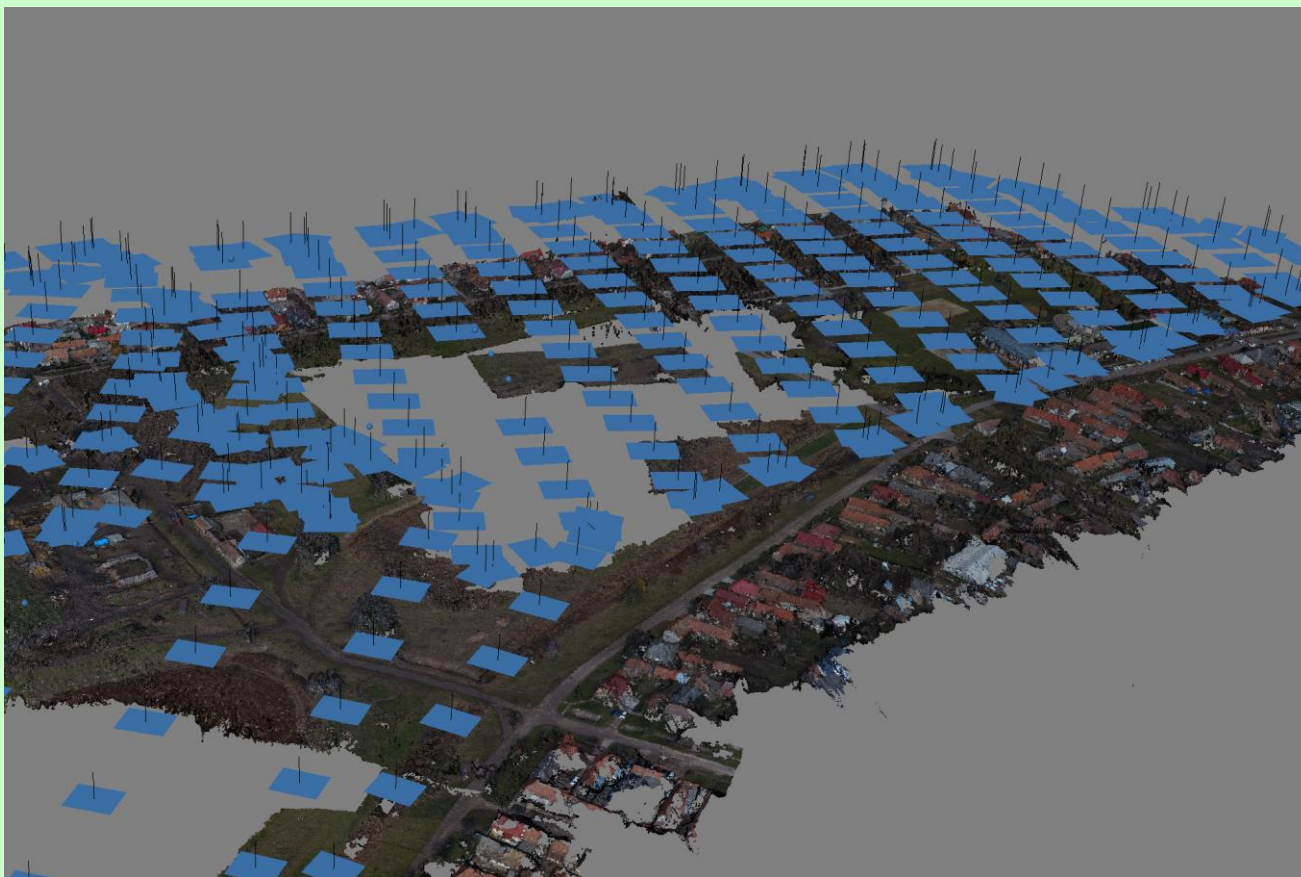
Pozicionálás: GPS/GLONASS, barométer, ultrahangos szenzor, sztereokamera

Kamera: 4K (12 MP)





Fotogrammetriai alapok



Fotogrammetriai minimum követelmények



Szoftver követelmények

- SFM algoritmus
- Minimális képszerkesztési funkciók
- Kapcsolat földrajzi koordináta rendszerekkel
- Kiértékelés teljes folyamata: kapcsolópontok keresése, sűrített pontfelhő, 3D modellek és ortofotók előállítása

Az egyes fázisok során keletkező adatok exportálhatóak más célszoftver számára, további műveletekhez és analízisekhez.

Fotogrammetriai minimum követelmények



Hardver követelmények

Memória (RAM): fotogrammetriai kiértékelés legtöbb fázisához szükséges nagy memória kapacitás, 8+ GB ajánlott

Processzor: a műveletek lefuttatásához, több magos 3 GHz feletti ajánlott

Grafikus processzor: a képpontok keresése és a pontfelhő sűrítéséhez használható ez az erőforrás is a processzor mellett, meggyorsítva a kiértékelést

- Minden lefuttatható, egyetlen korlát a memória hiánya
 - Alacsony-magas feldolgozási szint
 - Párhuzamos kiértékelés hálózaton több számítógép bevonásával
-

Képpontok keresése:

Photos	100	200	500	1000	2000	5000	10000
Memory consumption	500 MB	1 GB	2.5 GB	5 GB	10 GB	25 GB	50 GB

Pontfelhő létrehozása:

Photos	20 - 50	100	200	500
Lowest quality	100 MB - 300 MB	150 MB - 450 MB	300 MB - 1 GB	1 GB - 3 GB
Low quality	500 MB - 1.5 GB	750 MB - 2.2 GB	1.5 GB - 4.5 GB	4 GB - 12 GB
Medium quality	2 GB - 6 GB	3 GB - 9 GB	6 GB - 18 GB	15 GB - 45 GB
High quality	8 GB - 24 GB	12 GB - 36 GB	24 GB - 72 GB	60 GB - 180 GB
Ultra high quality	32 GB - 96 GB	48 GB - 144 GB	96 GB - 288 GB	240 GB - 720 GB

Forrás: Agisoft Ltd.

Képek minősége

Éles képek

- drón megáll a fotózáskor, vagy lassan halad (gimbal) → képvándorlás
- nagy mélységélesség

Felbontás

- felmérésre alkalmas drónoknál 4K felbontás

Átfedés

- az egyes képek között biztosítani kell a legalább 60%-os átfedést

Időjárás

- szórt nappali fény a legalkalmasabb
 - repülési idő megválasztása (változó árnyékok összezavarják a fotogrammetriai algoritmust)
-



álló drón képe



gyorsan mozgó drón képe



Az elkészült képek vizuális korrigálását elvégezhetjük külső szoftver használatával, de a legtöbb szükséges opció (pl. fényerő) a fotogrammetriai kiértékelő szoftverekben is rendelkezésre áll.

Abszolút tájékozás



Az abszolút tájékozás terepi alapjai

A terepi külső tájékozási alappontok megadásával javíthatunk a kiértékelés pontosságán, felhasználva a terepen elhelyezkedő objektumok helyzetének koordinátáit.

Illesztőpontok: geodéziailag meghatározott ponton elhelyezett, vagy bemért pozíciójú, levegőből jól látható objektum (*térképhelyesség és mérethelyesség*)

Terepi referenciapontok: olyan levegőből jól látható objektumok, melyek egymástól való távolsága kellő pontossággal ismert, így felhasználható a kiértékelt pontfelhő méretarányának pontosításához (*mérethelyesség*)

Kapcsolópontok: több képen azonosítható, azok összekapcsolására szolgáló pontok

Referencia nélkül a feldolgozott pontfelhőben a valóságtól nagyjából 1%-os arányban található majd eltérést, eszerint egy 100 méter hosszú vonal menti repülésnél a kiértékelésben akár 1 méteres hiba is lehet.

A referencia hálózat létesítésénél figyelni kell a pontok megfelelő elrendezésére, vonalas létesítménynél is törekedni kell a megfelelő egyenlő szárú háromszög alapján történő pont-elhelyezésre.

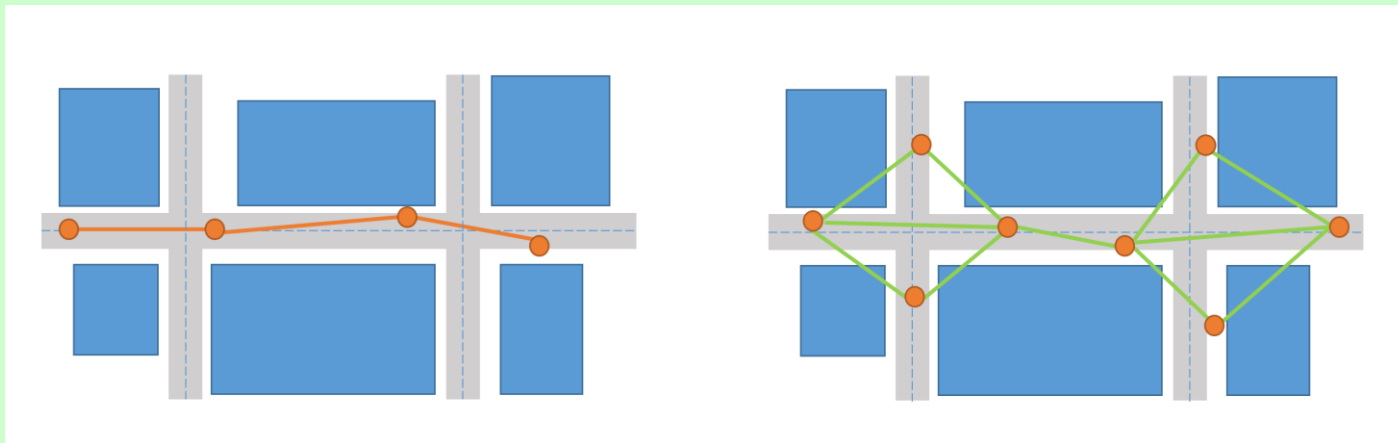
Abszolút tájékozás terepi pontok alapján

Illesztőpontok

- Hagyományos módszerekkel meghatározott koordinátájú terepi pontok
- Kiértékelés során automatikusan felismertette vagy manuális jelölve az illesztőpontok helyét, megadhatjuk terepen mért valós koordinátáit
- Eredmény: alak és mérethelyes, vetületbe forgatott pontfelhő

Bármilyen a levegőből jól látható terepi objektum megfelel a célra, fontos az illesztőpontok megfelelő hálózati elrendezése.

Helytelen és helyes elrendezés vonalas létesítmény felmérése esetén:



Intergeo2015.psc - Agisoft PhotoScan

File Edit View Workflow Tools Photo Help

Workpace: IMG_0194.JPG

Workspace (1 chunk, 415 cameras)

- Chunk 1 (415 cameras, 1 marker) [R]
 - Cameras (415/415 aligned) [R]
 - Markers (1)
 - point 1
 - Tie Points (247,640 points)
 - 3D Model (200,048 faces)

Reference

Cameras	Easting	Northing	Altitude
IMG_0083.JPG	38.781681	54.896332	631.806800
IMG_0084.JPG	38.781744	54.897211	632.158400
IMG_0085.JPG	38.781943	54.896395	635.740800
IMG_0086.JPG	38.782273	54.895529	636.198000
IMG_0087.JPG	38.782657	54.894708	634.822000
IMG_0088.JPG	38.782855	54.892824	632.188400
IMG_0089.JPG	38.782842	54.892812	638.856400
IMG_0090.JPG	38.782774	54.892035	632.834000
IMG_0091.JPG	38.783648	54.891212	631.204800
IMG_0092.JPG	38.782776	54.890315	631.777600
IMG_0093.JPG	38.782943	54.889434	630.120400
IMG_0094.JPG	38.782926	54.888535	630.588800
IMG_0095.JPG	38.782785	54.887669	632.000000
IMG_0096.JPG	38.782763	54.886770	631.877600
IMG_0097.JPG	38.782905	54.885903	630.145600
IMG_0098.JPG	38.783052	54.885036	629.536400
IMG_0099.JPG	38.783026	54.884187	631.866000
IMG_0100.JPG	38.782967	54.883301	631.270800
IMG_0101.JPG	38.783024	54.882409	629.206800
IMG_0102.JPG	38.783126	54.881583	628.488400
IMG_0103.JPG	38.783104	54.880721	630.706800
IMG_0112.JPG	38.785248	54.880614	632.879600
IMG_0113.JPG	38.784922	54.881554	632.443600

Markers

Markers	Easting	Northing
point 1		

Total Error:
Scale Bar: Distance (m) Error (m)

Photo

Label	Size	Aligned	Quality	Date & time	Make	Model	Focal length	F-stop	ISO	Shutter	35mm focal	Sensor X res	Sensor Y res
IMG_0428.L	4752x3188	✓	0.752332	2011-05-05 10:08...	Canon	Canon EOS 500D	28	f/2.8	100	1/1000	200.260	233.128	
IMG_0199.L	4752x3188	✓	0.752378	2011-05-05 09:43...	Canon	Canon EOS 500D	28	f/2.8	125	1/1000	200.260	233.128	
IMG_0204.L	4752x3188	✓	0.753823	2011-05-05 09:58...	Canon	Canon EOS 500D	28	f/2.8	125	1/1000	200.260	233.128	
IMG_0522.L	4752x3188	✓	0.753997	2011-05-05 10:16...	Canon	Canon EOS 500D	28	f/2.2	125	1/1000	200.260	233.128	
IMG_0128.L	4752x3188	✓	0.754084	2011-05-05 09:43...	Canon	Canon EOS 500D	28	f/3.5	100	1/1000	200.260	233.128	
IMG_0486.L	4752x3188	✓	0.754418	2011-05-05 10:11...	Canon	Canon EOS 500D	28	f/2.8	100	1/1000	200.260	233.128	
IMG_0586.L	4752x3188	✓	0.755152	2011-05-05 10:21...	Canon	Canon EOS 500D	28	f/2.2	100	1/1000	200.260	233.128	
IMG_0121.L	4752x3188	✓	0.755202	2011-05-05 09:43...	Canon	Canon EOS 500D	28	f/2.8	100	1/1000	200.260	233.128	
IMG_0492.L	4752x3188	✓	0.755603	2011-05-05 10:24...	Canon	Canon EOS 500D	28	f/4	100	1/1000	200.260	233.128	

Console | Photos

Abszolút tájékozás fedélzeti eszközök alkalmazásával

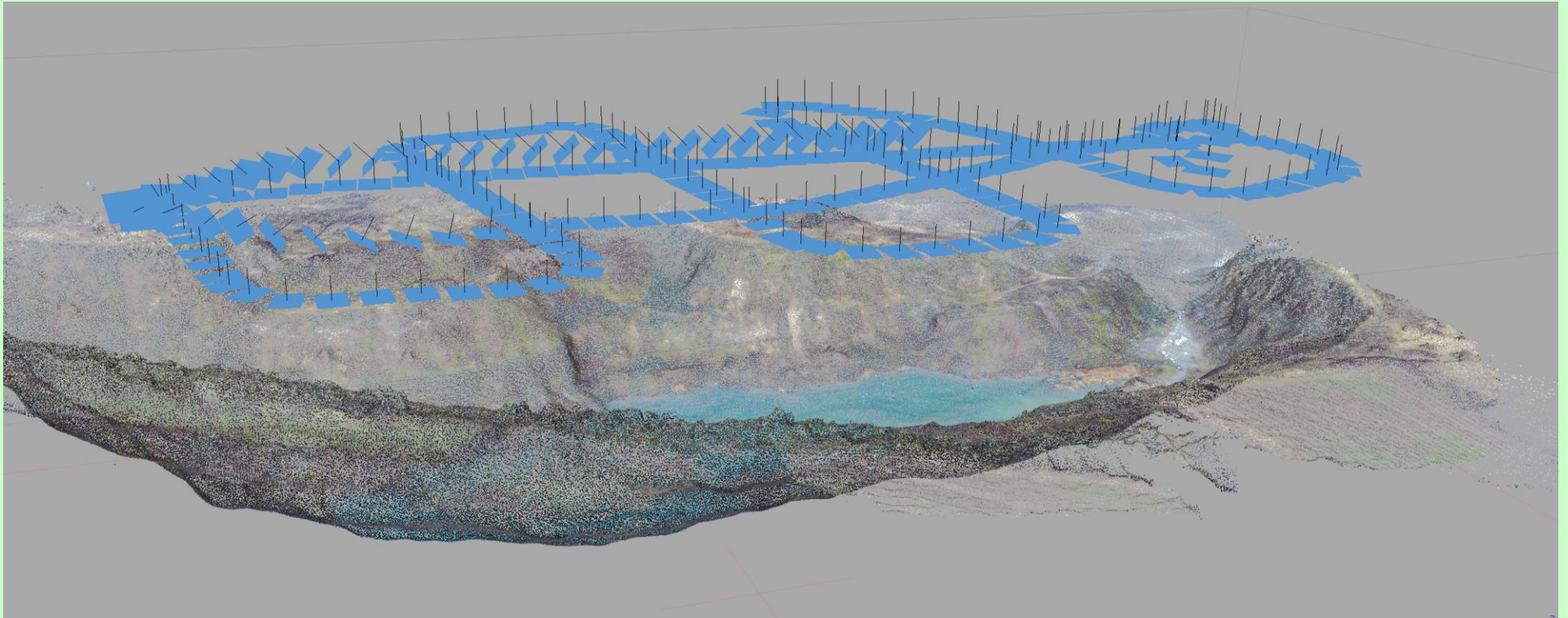


Geotag és külső tájékozási adatok felhasználásával

- UAV eszközön található GPS vevő
- UAV eszközön található IMU
- Külső tájékozási adatok: vetítési centrum tárgytéri koordinátái és térbeli szögei

A fotogrammetriai kiértékelést nagyban megkönnyíti a geotag-ből származó kezdeti helyzeti érték, azonban az ezen alapuló pontosság navigációs GPS vevők esetében a mérnöki felhasználás szempontjából nem elégséges. Az UAV helyzeti adatai alapján a kiértékelte pontfelhőt terület és távolság arányában 1%-os hiba terheli, valamint vonalas létesítmények esetében hajlamosabb az elcsavarodásra is.

Homlokzatok felméréséhez megfelelő lehet ez a megoldás, az elkészült pontfelhőt a homlokzaton mért távolságok alapján mérethelyessé alakíthatjuk.



Abszolút tájékozás fedélzeti eszközök alkalmazásával

Fedélzeti RTK használatával és PPK módszerrel javított helymeghatározás

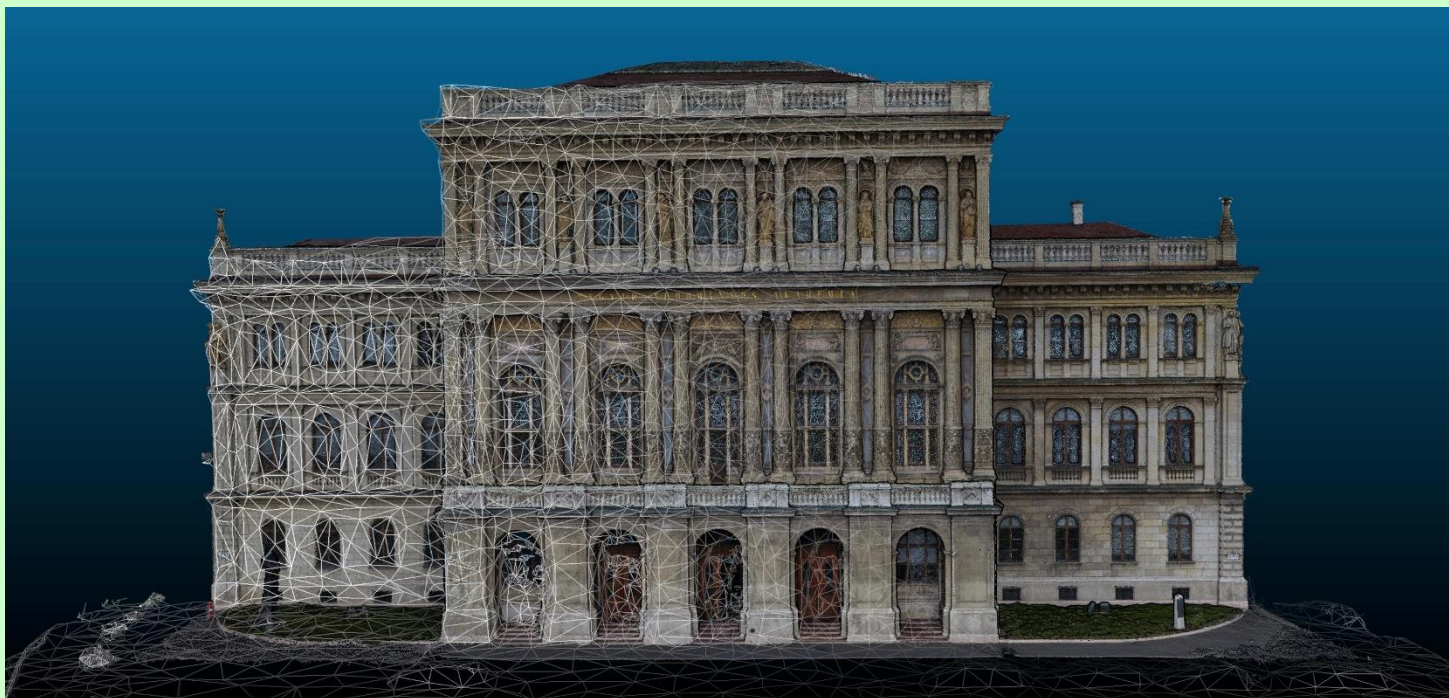
Számos UAV gyártó kiegészítő eszközként, vagy közvetlenül a drónba építve biztosítja a GNSS rendszerek általi geodéziai pontosságú helymeghatározást.

A drón fedélzetén elhelyezett RTK (Real Time Kinematic) vevővel az elkészült képek geotag információi néhány centiméteres pontossággal rendelkeznek, így a kiértékelt pontfelhő is mérnöki alkalmazásra alkalmas 2-3 centiméteres pontosságú helyzeti pontkoordinátákkal rendelkezik.

Repülés utáni utófeldolgozással is van lehetőségünk pontosítani a kép készítésének földrajzi helyzetét, PPK (Post-Processed Kinematic) módszerrel. Az elérhető pontosság hasonló az RTK módszernél biztosítottnál, azonban ebben az esetben nincs szükség rá hogy az UAV RTK vevője folyamatos adatkapcsolattal rendelkezzen a korrekciók begyűjtése érdekében. A repülés pozíció adatai a földön elhelyezett állomáson kerülnek tárolásra, majd ezután a rendelkezésre álló korrekciók alapján utófeldolgozással kerül javításra a képekhez rendelt helyzeti adat.



Fotogrammetriai kiértékelés



Kiértékelés

Fotogrammetriai minimum követelmények – szoftver oldalról:

- SFM algoritmus (structure from motion)
- Minimális képszerkesztési funkciók
- Kapcsolat földrajzi koordináta rendszerekkel
- Kiértékelés teljes folyamata: kapcsoló pontok keresése, sűrített pontfelhő, 3D modellek és ortofotók előállítása

A fotogrammetriai kiértékelő szoftverek a legtöbb esetben fel vannak készítve az ortofotó alapú légifelvételre és az általános irányú manuális repülésből származó képsorozatok kiértékelésére is. Az adathalmazunk ismeretében magunk meghatározhatjuk a kiértékelés paramétereit, attól függően hogy mi az céltermék.

Szoftverek

UAV-vel készített képek kiértékelésére alkalmas szoftverek

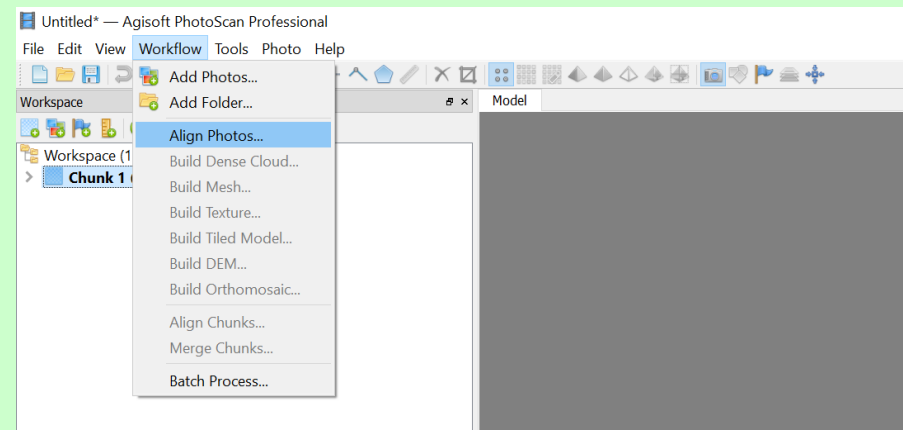
- **Agisoft PhotoScan Professional**
- **Pix4D**
- **VisualSFM**
- DroneDeploy
- MicMac
- 3Dsurvey

A PhotoScan és a Pix4D piacvezető szoftverek, fel vannak készítve közelfotogrammetriai és légi felvételek kiértékelésére is. A VisualSFM egy ingyenes szoftver, ahol a kamerapozíciók térbeli visszaállítását és a pontfelhő sűrítését is elvégezhetjük.

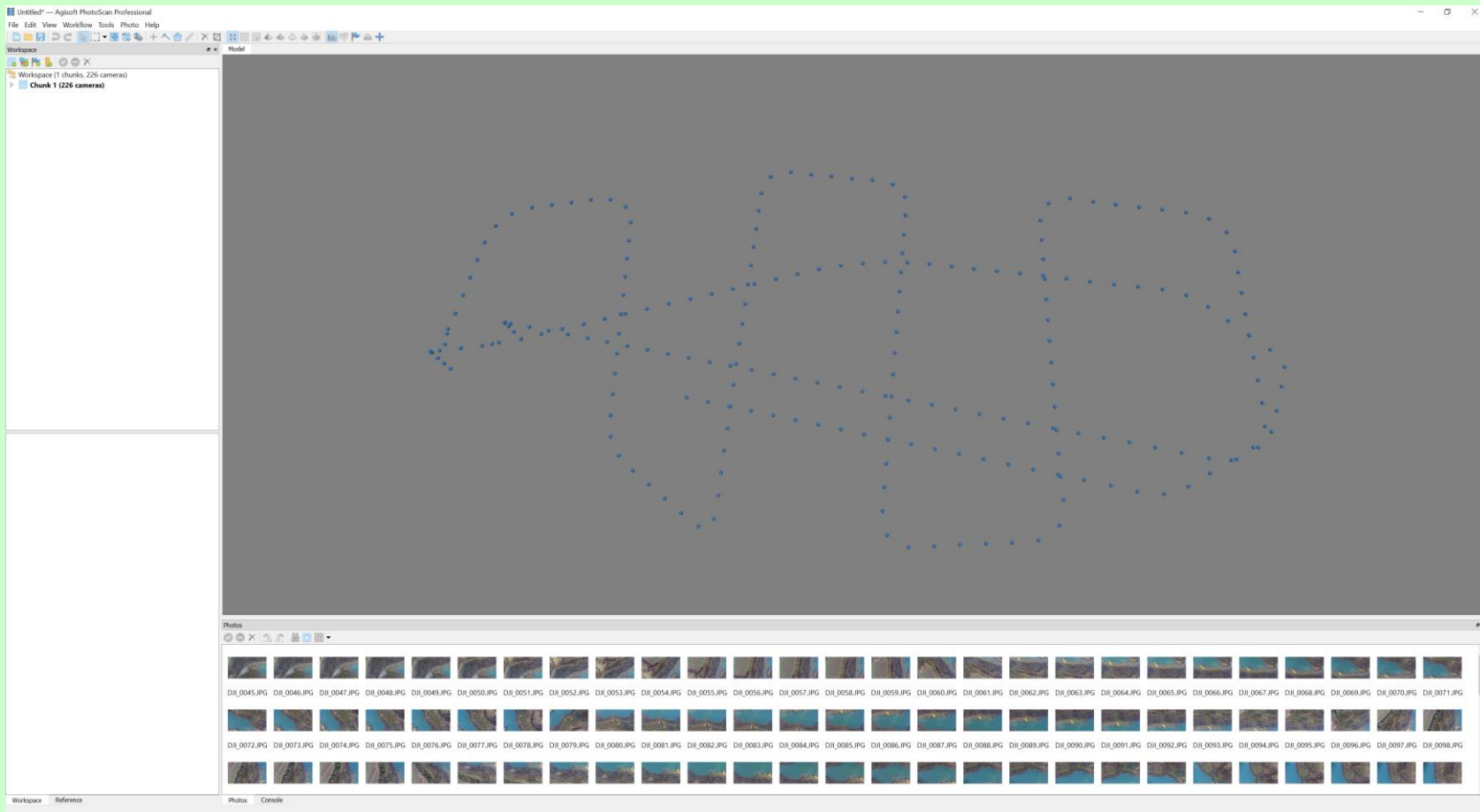
PhotoScan bemutató

A Workflow legördülő menüben láthatjuk a teljes feldolgozási folyamat lépéseit

- Add Photos → feldolgozandó képek tallózása
- Align Photos → kamerapozíciók visszaállítása a rendelkezésre álló külső és belső tájékozási adatok alapján
- Build Dense Cloud → az előző folyamat során előálló „Tie cloud” (kötőpontokból álló pontfelhő) sűrítése a képek pixelértékeinek részletes feldolgozásával
- Build Mesh → a korábban készült pontfelhőre létrehozható felületmodell
- Build Texture → az elkészült felületmodellhez hozzárendeljük a képekből származtatott textúrát
- Build Tiled Model → grafikai szintenként lebontott, részletekből felépülő modell
- Build DEM → magassági modell készítése
- Build Orthomosaic → ortofotó készítése



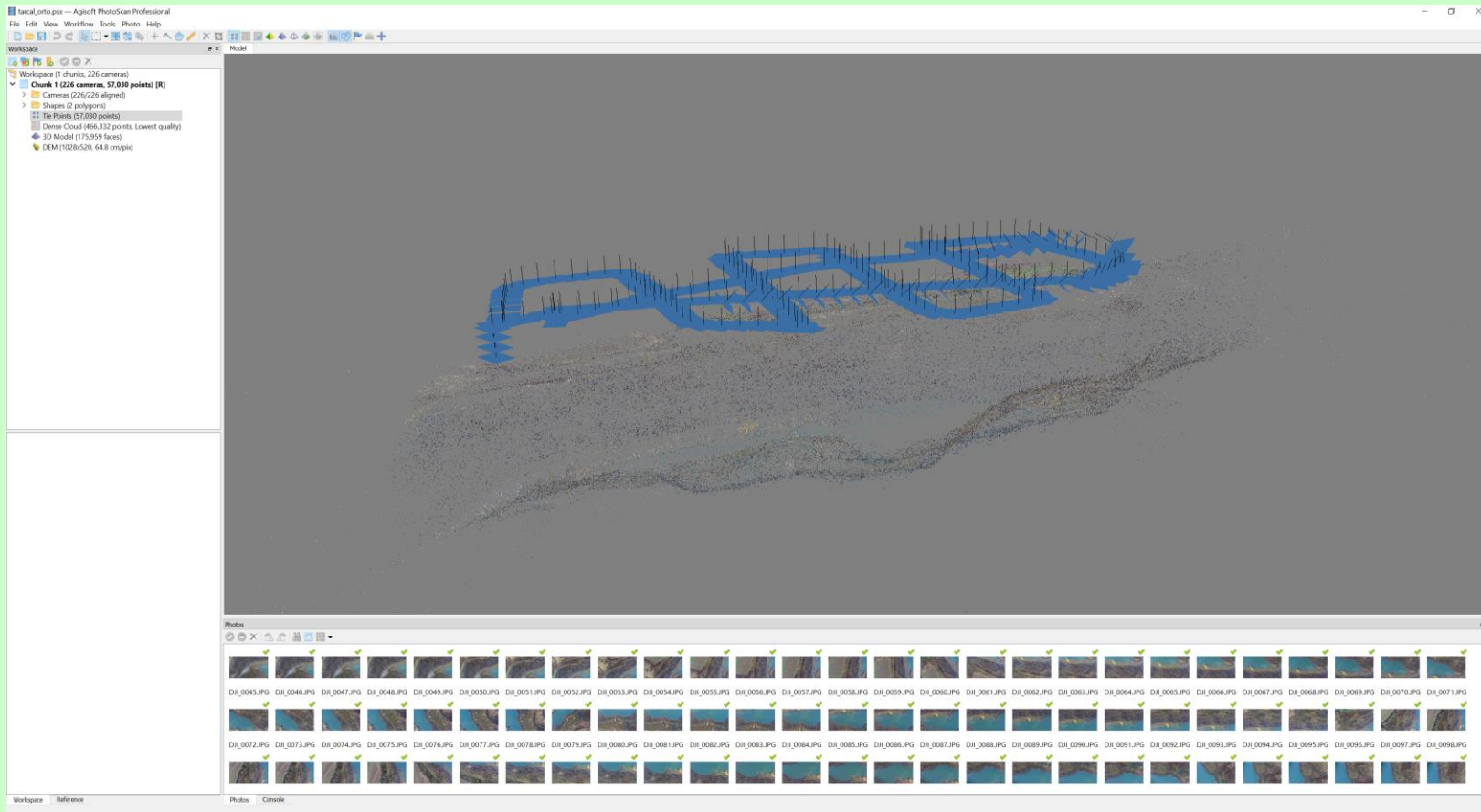
PhotoScan – Add Photos



Képek importálása

- geotag alapján megjelennek a képek készítésének helyei
- Chunk – projekten belüli mappa az adott fotósorozathoz

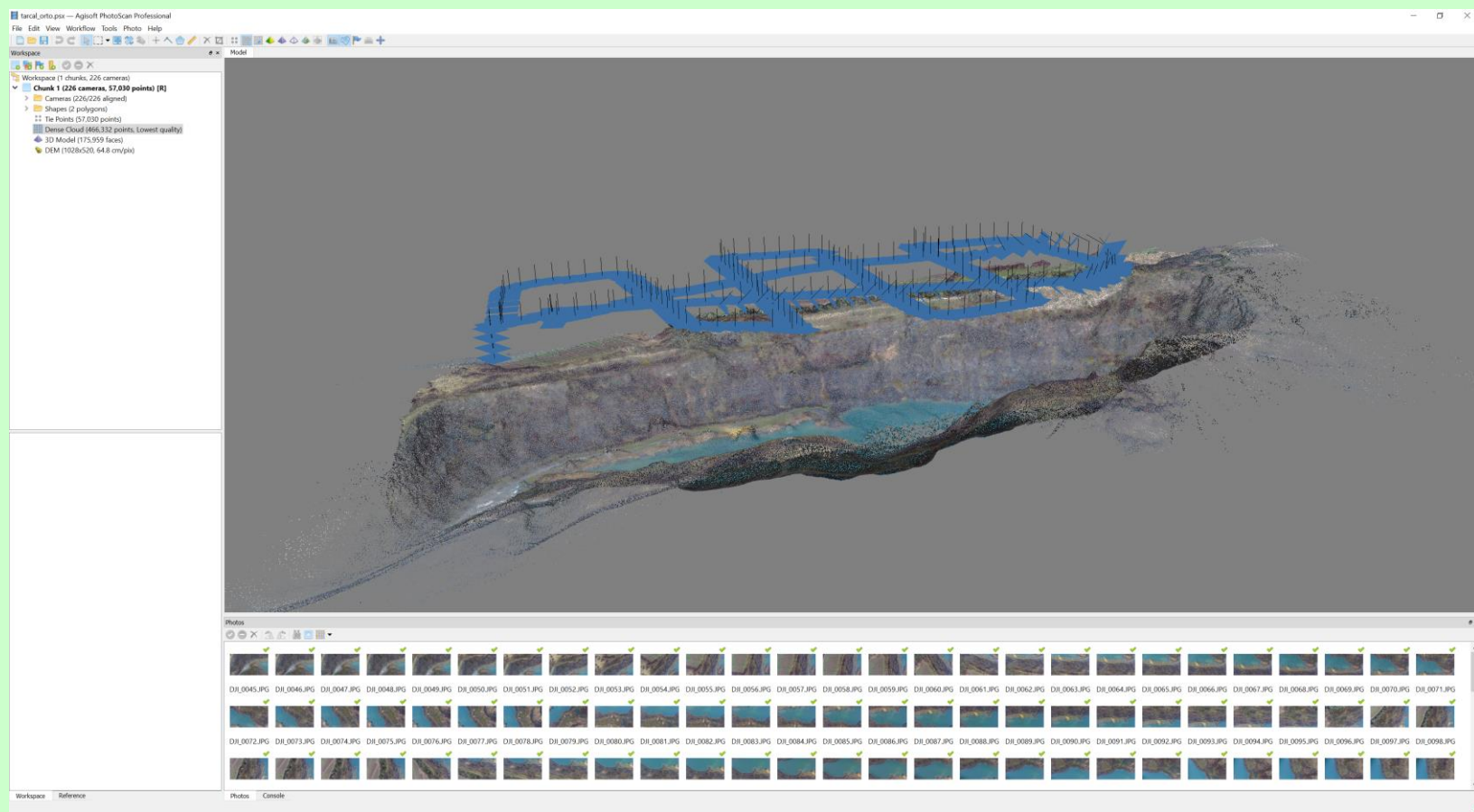
PhotoScan – Align Photos



Kamerapozíciók rekonstruálása (Structure from Motion alapján)

- Illesztési pontosság (High az ajánlott, minden második pixelt vizsgál a képeken)
- Kiértékelés szomszédosság vagy összes kapcsolat alapján
- Eredménye „Tie points”, azonosított kötőpontokból álló pontfelhő

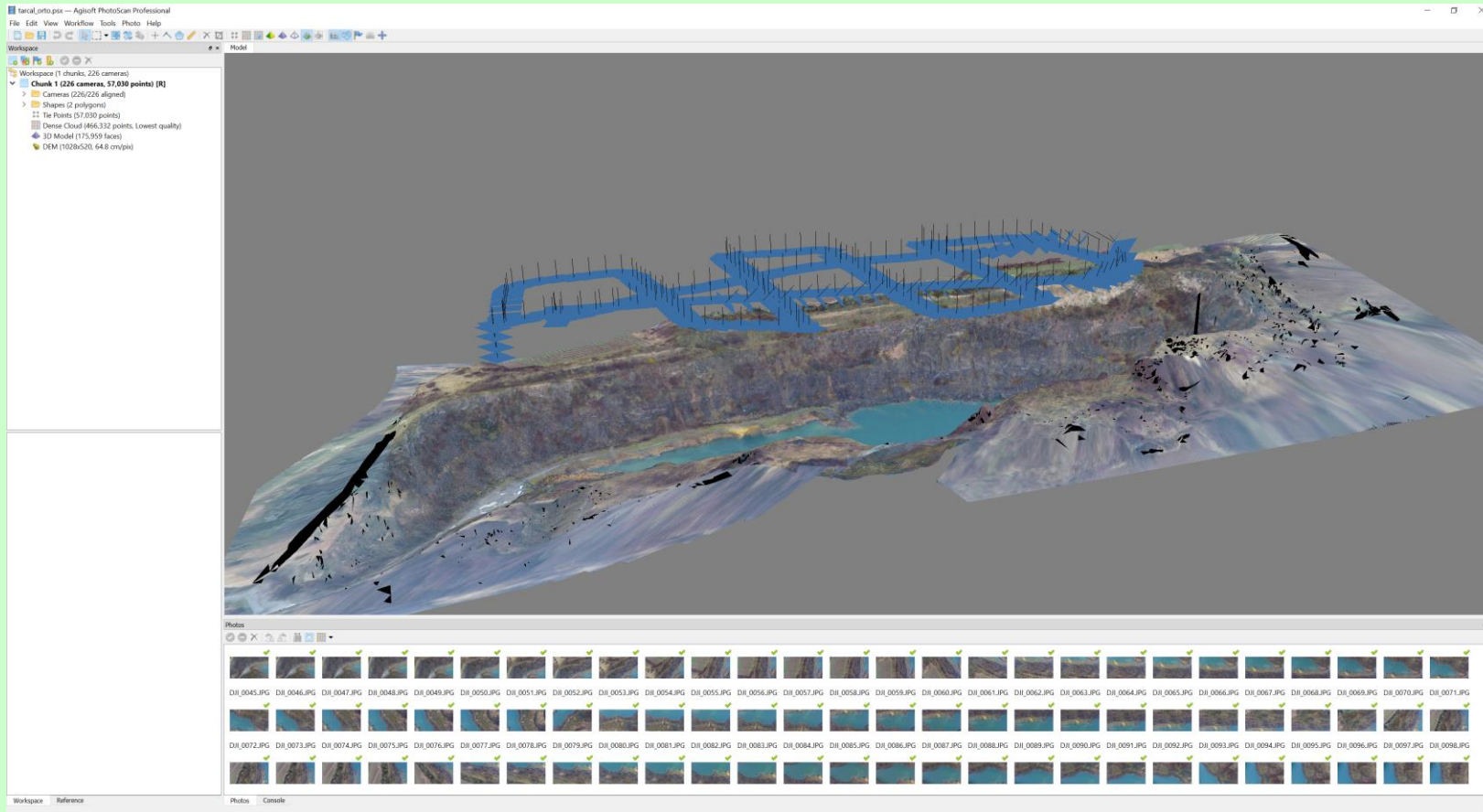
PhotoScan – Build Dense Cloud



Sűrített pontfelhő létrehozása

- Kötpontokra támaszkodó újramintavételezés
- Felbontás: kiértékelendő pixelek aránya
- Depth filtering: mélységi információk kinyerése (pl. mild – mező kiértékelése, aggressive – homlokzafelmérés)

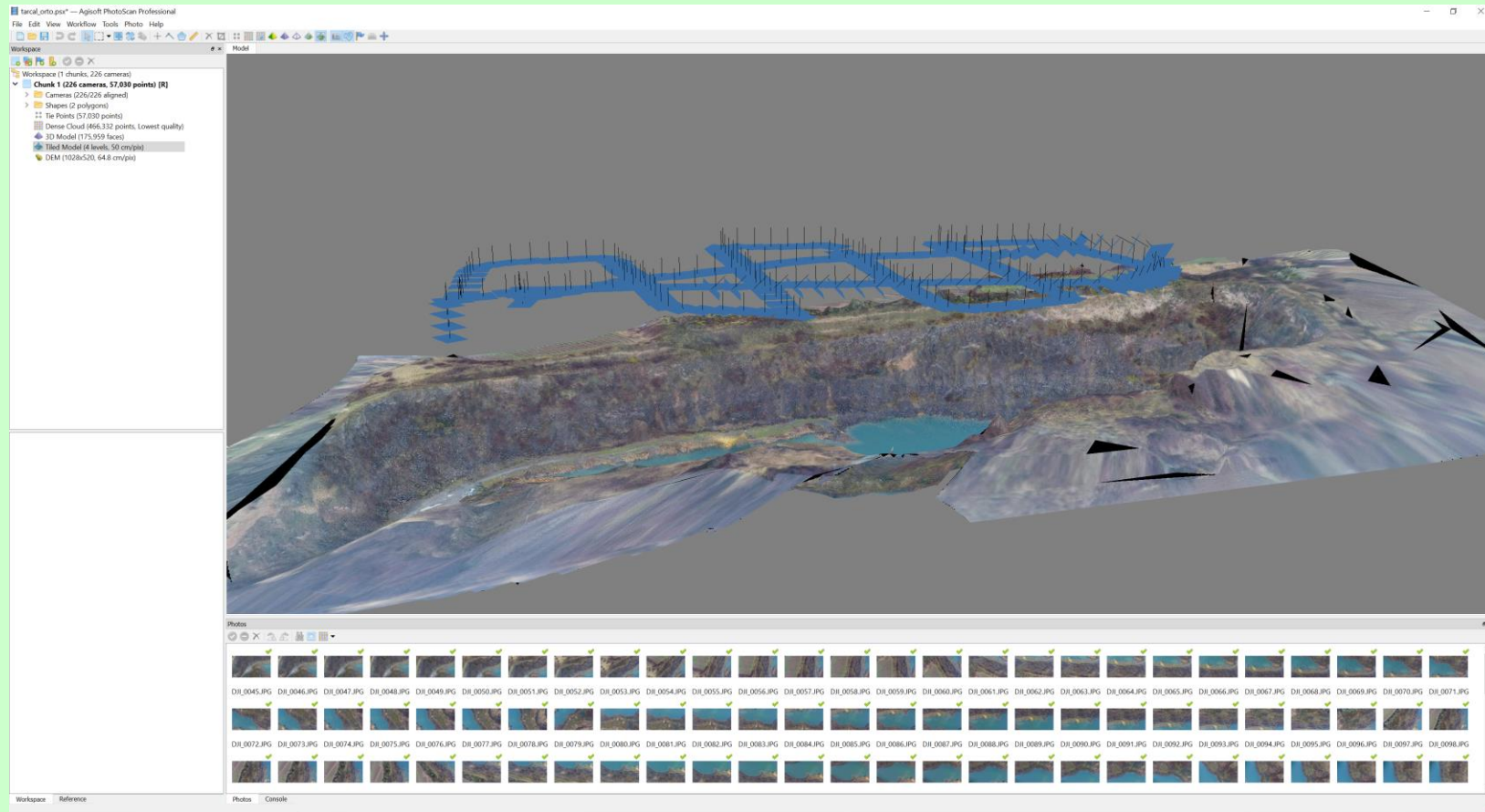
PhotoScan – Build Mesh



Mesh felszínmodell létrehozása:

- Alapja lehet a tie és a dense pontfelhő
- Felbontás: megadható manuálisan igény szerint
- Surface type: Height field – magassági kiértékelés, Arbitrary – több irányú felvételek kiértékelése

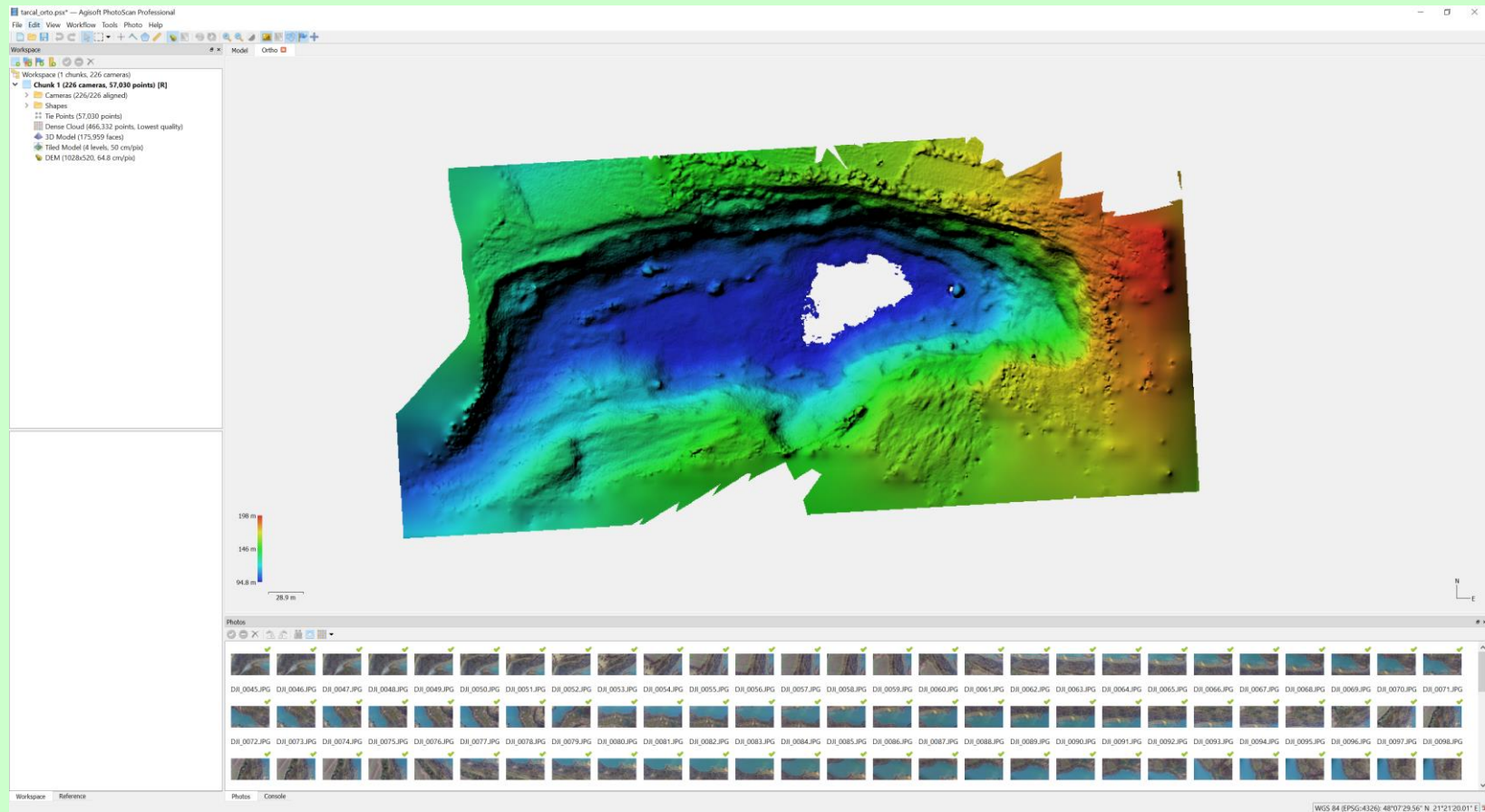
PhotoScan – Build Tiled Model



Csempe struktúrájú modell létrehozása:

- Beállítástól függően legenerál eltérő részletességű szintű elemekből álló modelleket
- Térinformatikai alkalmazásokhoz használható, LOD szintek

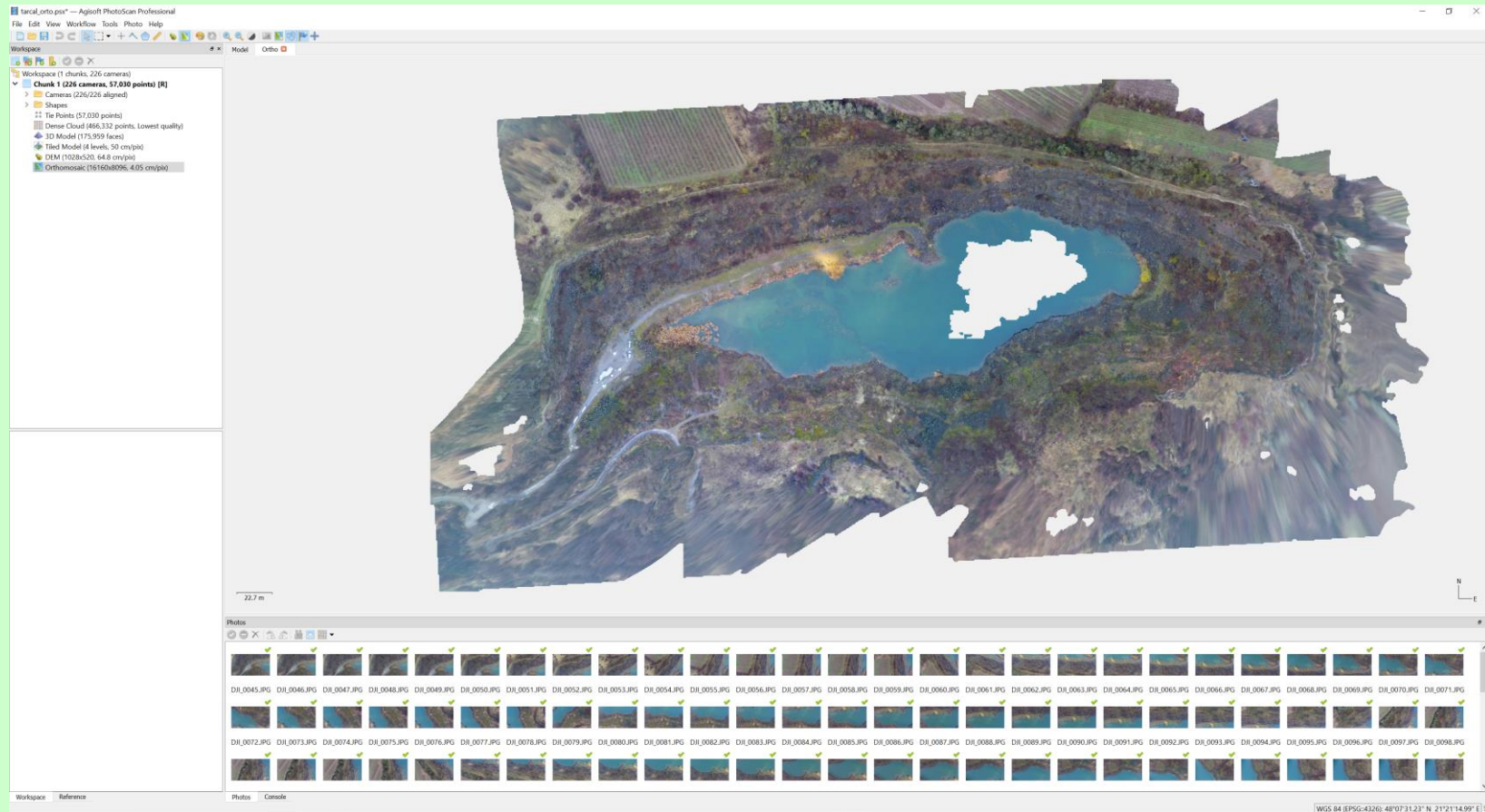
PhotoScan – Build DEM



Magassági modell (Digital Elevation Model) létrehozása:

- Alapja lehet Mesh és Dense Cloud
- Felbontása, hiányos részek kitöltése beállítható
- Output: 2D állomány, rögzített magassági értékekkel

PhotoScan – Build Orthomosaic



Ortofotó létrehozása:

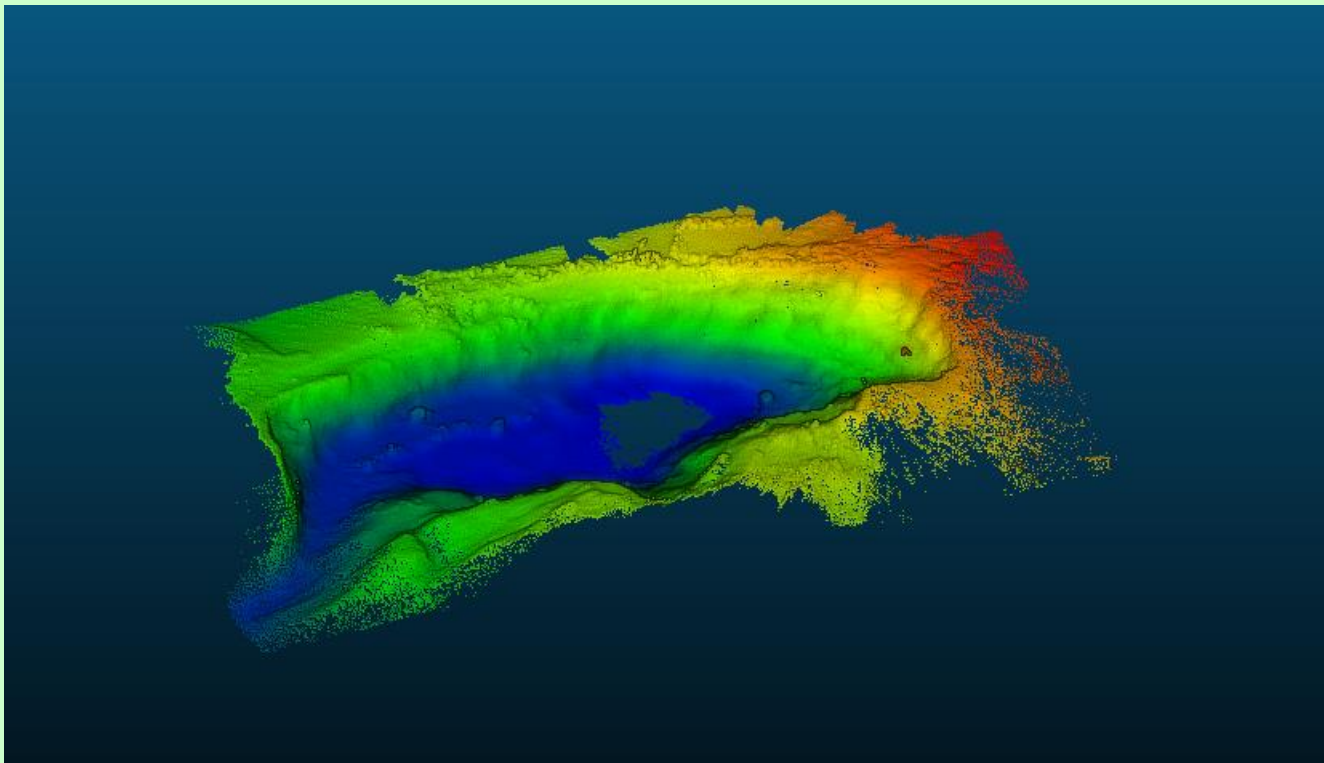
- Alapja lehet Mesh vagy DEM
- Felbontása, hiányos részek kitöltése beállítható
- Output: georefererált 2D állomány

PhotoScan – egyéb műveletek

- Nemzetközi koordinátarendszerek közötti konverzió, illesztőpont kijelölés és koordinátamegadás
- Automatikusan felismertethető markerek nyomtatása
- Sűrített pontfelhő klasszifikációja
- Mesh szerkesztése, hiányos részek kitöltése, élsimítás
- Távolság, felszín és térfogatmérés
- Szintvonalak generálása
- Képek maszkolása (felesleges részek ne kerüljenek kiértékelésre)
- Pontfelhő skálázása (scale bar ismert pontok között)

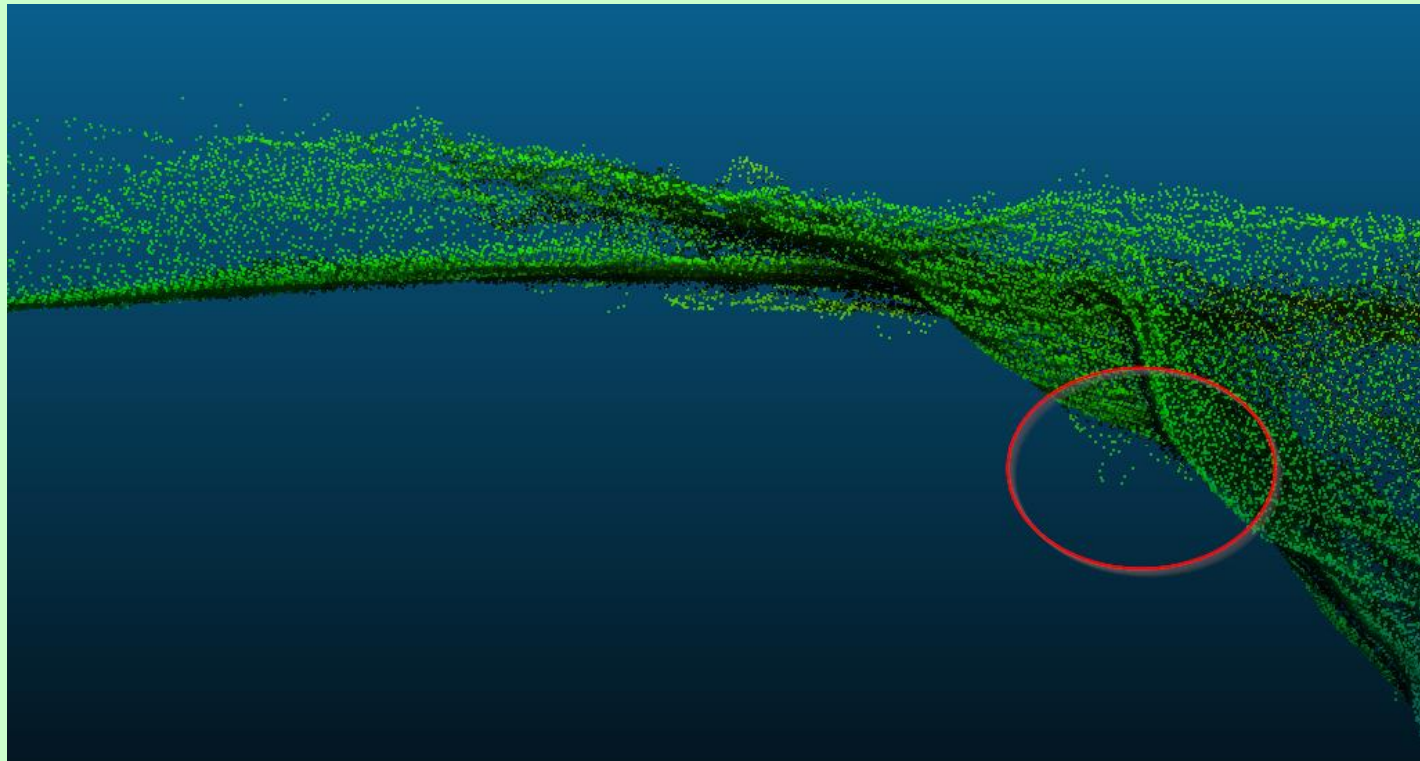
És még sok más hasznos funkció...

Pontfelhők előfeldolgozása és feldolgozása (CloudCompare)



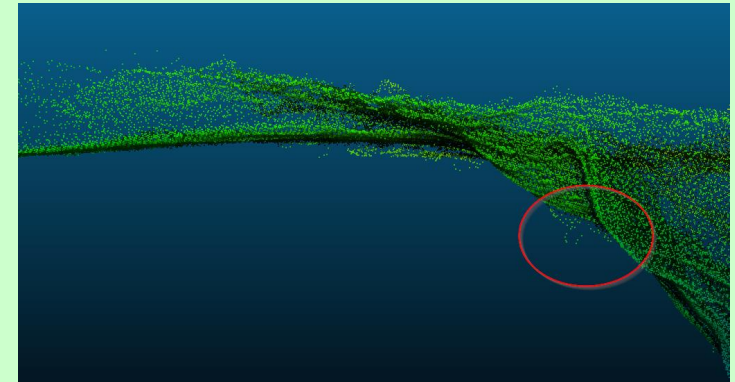
Pontfelhő kiértékelése és levezetett adatok

- lehetséges hibák:
 - zaj

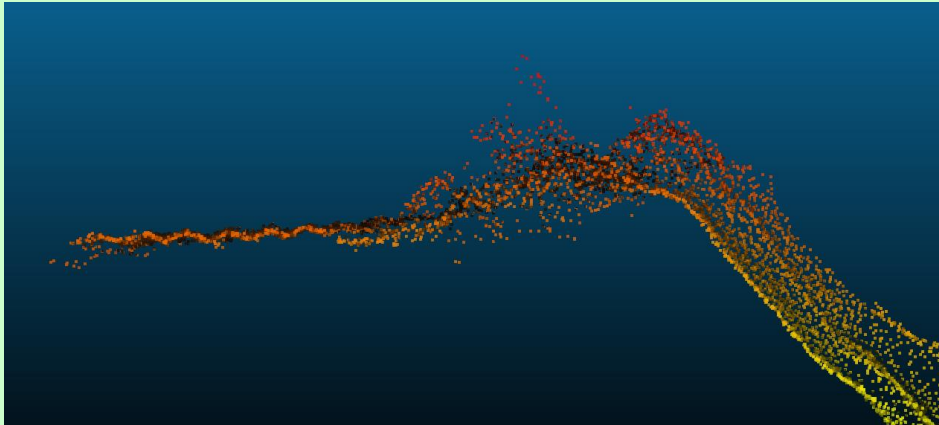
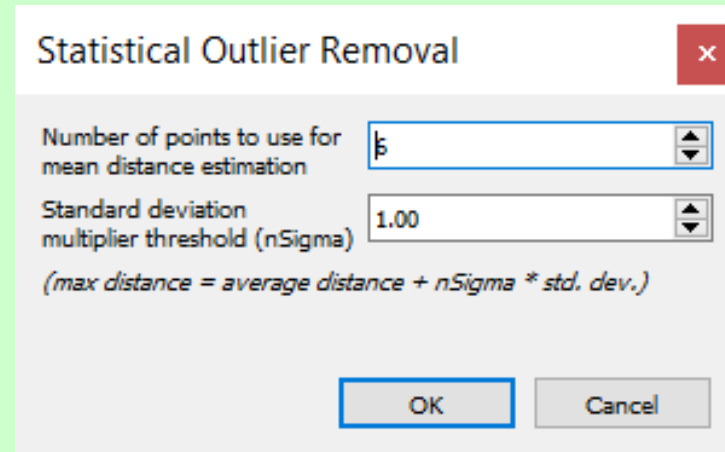
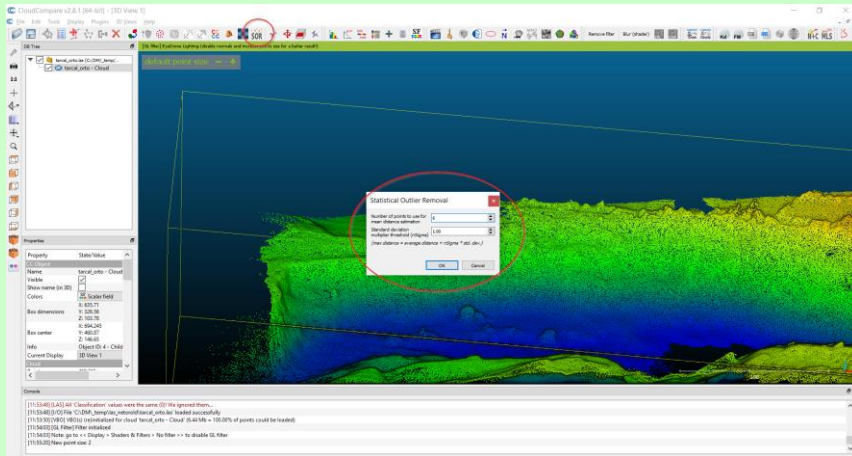


Pontfelhő kiértékelése és levezetett adatok

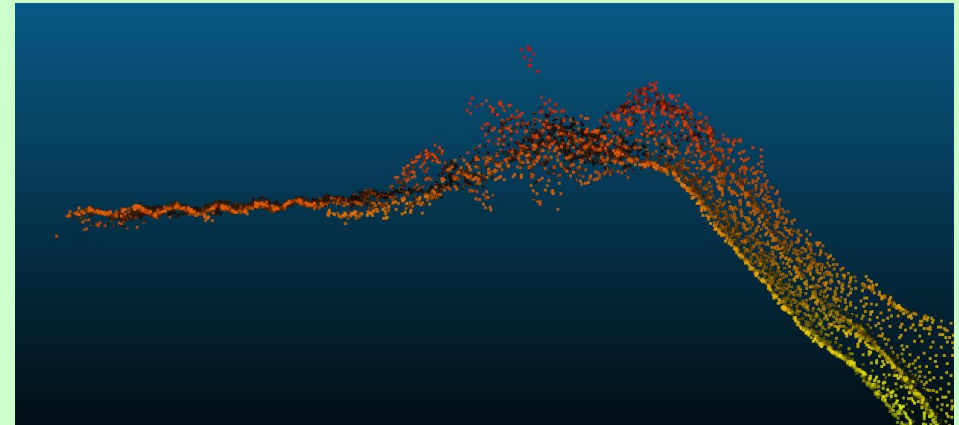
- zaj:
 - szisztematikus zaj ← pontfelhőben jellemző
 - nem szisztematikus („fehér”) zaj
- rendszerint normális eloszlás
- kevés szomszéd
- Statistical Outlier Filter:
 - A_x = szomszédos pontok távolságának átlaga; megj.: (a figyelembe vett szomszédos pontok száma paraméterezhető)
 - nSigma = szórási arányszám
 - D_x = környező pontok távolságának szórása
 - d_z = teljes adatsor távolsági arányszáma
 - d_x = X pont távolsági arányszáma
 - $d_z = [(A_x + (nSigma * D_x)) + (A_y + (nSigma * D_y)) + \dots + (A_n + (nSigma * D_n))] / n$
 - X zaj, ha $d_x > d_z$



Pontfelhő kiértékelése és levezetett adatok

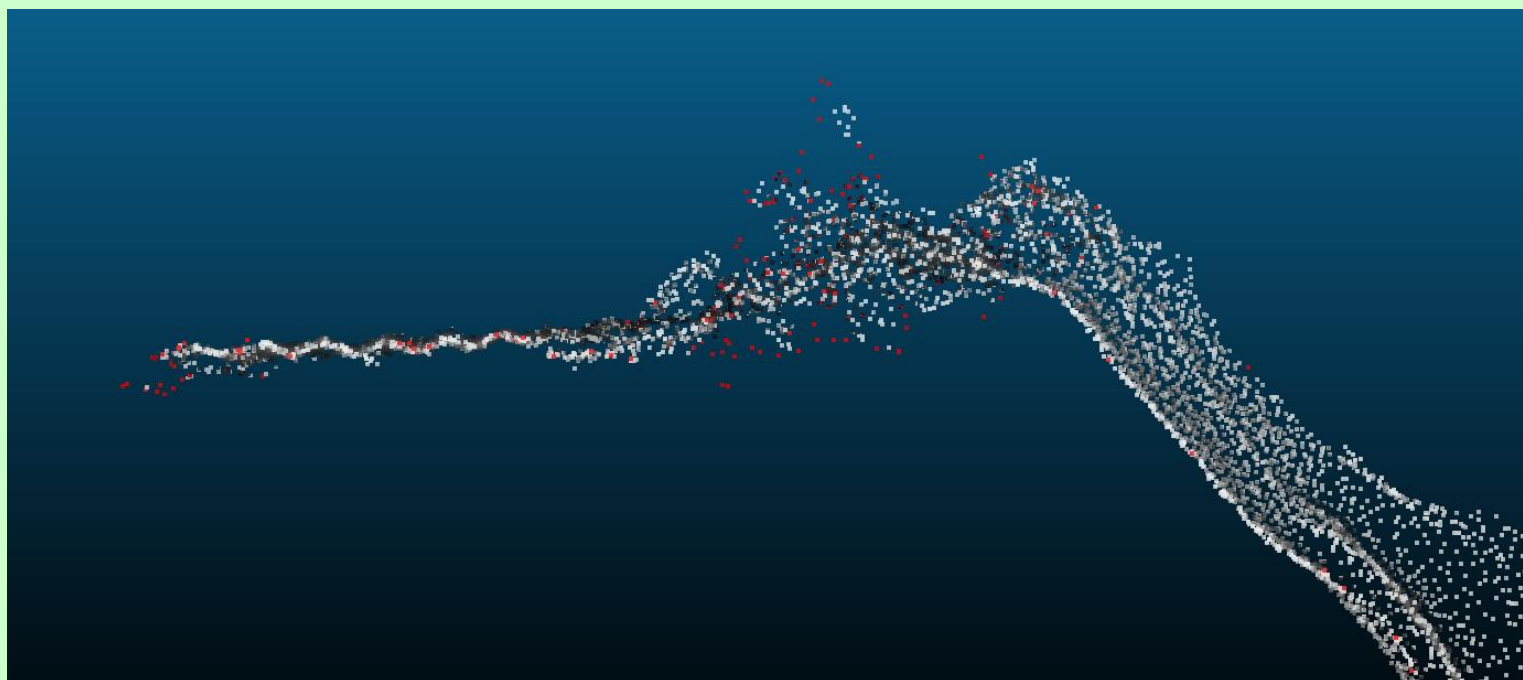


ELŐTTE



UTÁNA

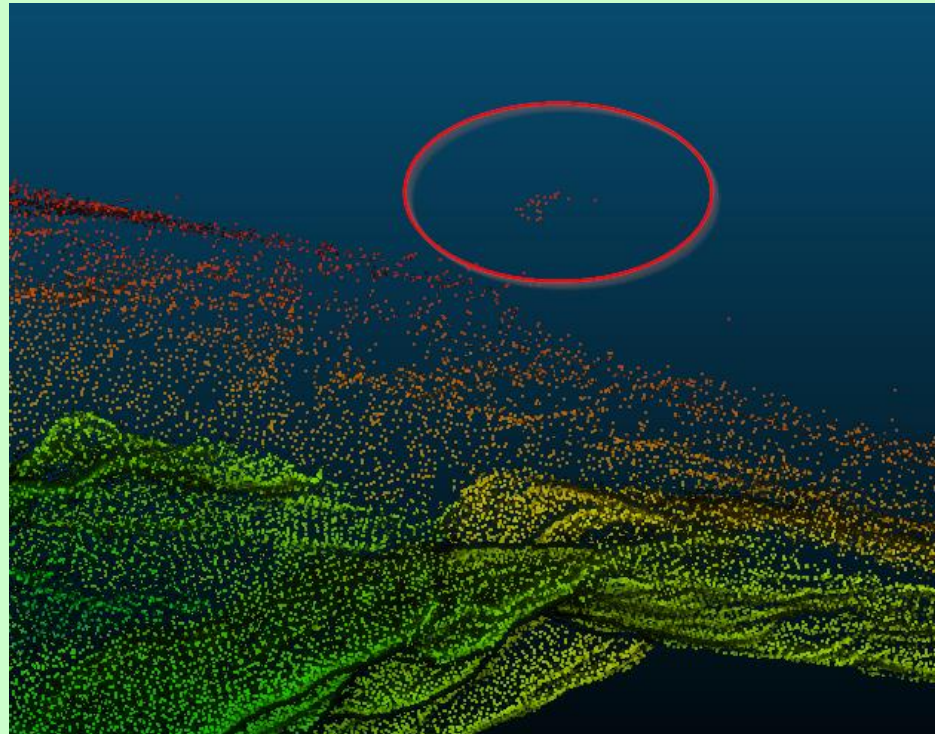
Pontfelhő kiértékelése és levezetett adatok



KÜLÖNBSÉG

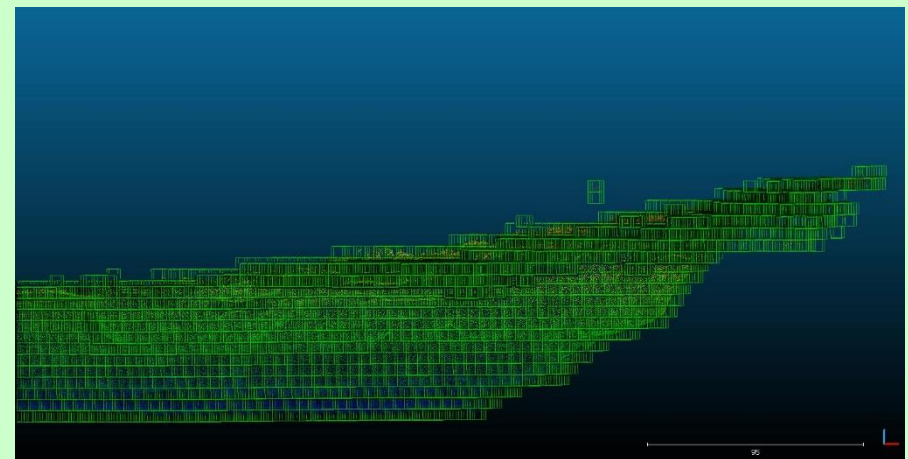
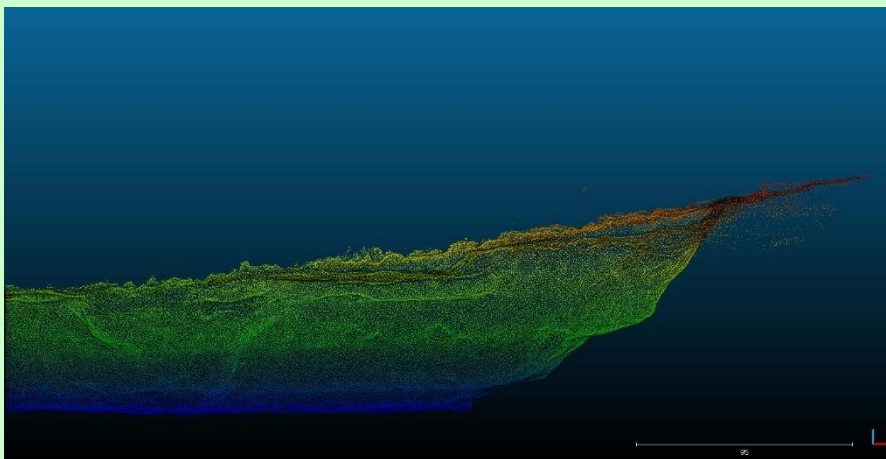
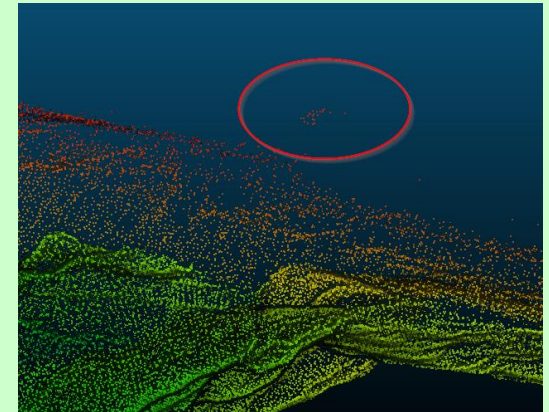
Pontfelhő kiértékelése és levezetett adatok

- lehetséges hibák:
 - zaj
 - hibás pontcsoportok (chunks)



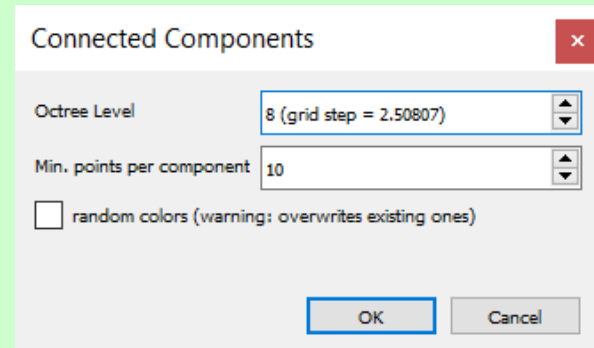
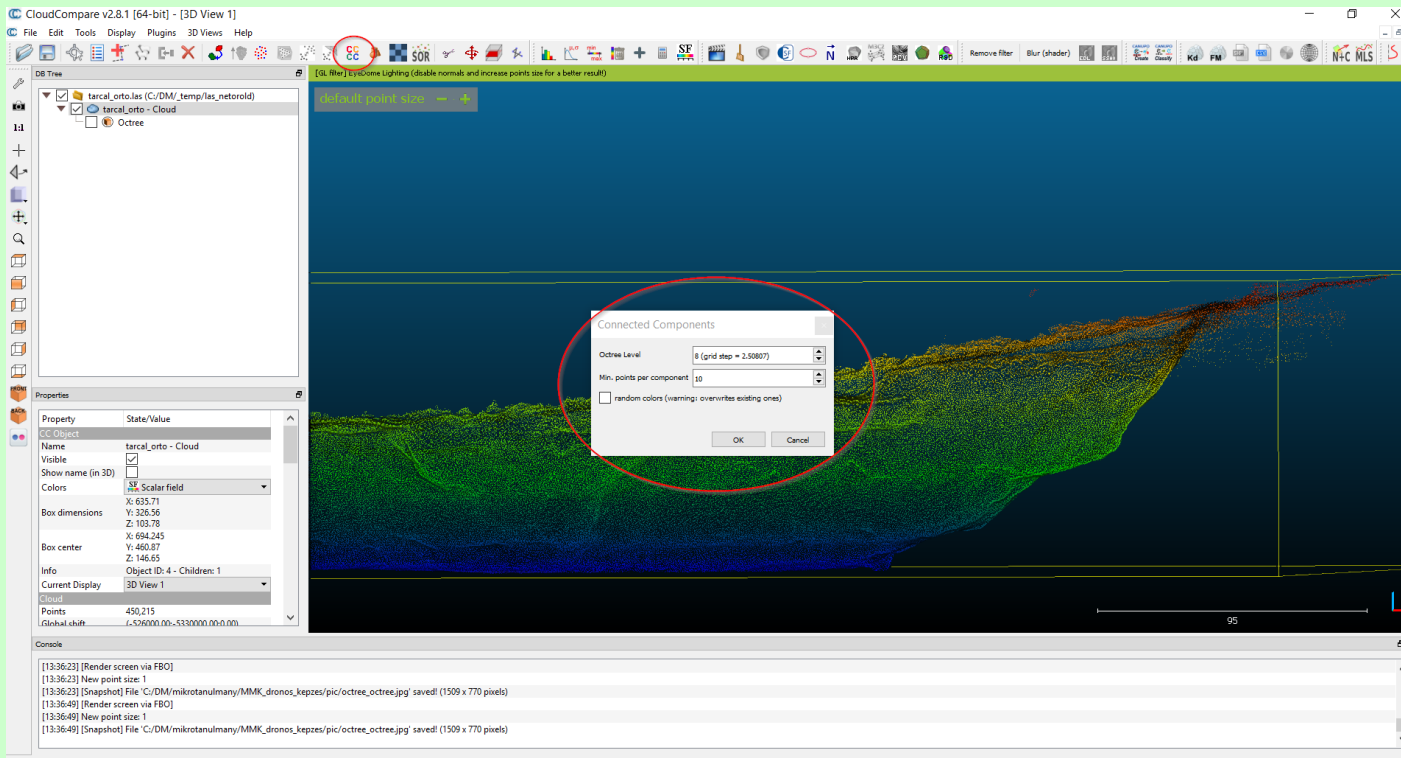
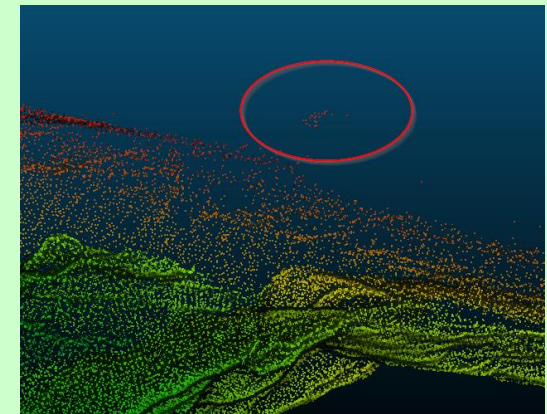
Pontfelhő kiértékelése és levezetett adatok

- hibás pontcsoportok (chunks)
 - hibás kiértékelés vagy visszaverődés eredménye
- azon pontok halmaza, amelyeknek bár vannak szomszédjai, de együtt különálló csoportot képeznek
- megoldás: octree alapján klasszifikálni
 - octree: 3D adattárolási struktúra, amelyben a teret egyenlő méretű kockákra osztva, majd azokat további 2x4 kockára osztva képezhetjük le
- octree létezik, ha az általa lefedett térrészben található pont

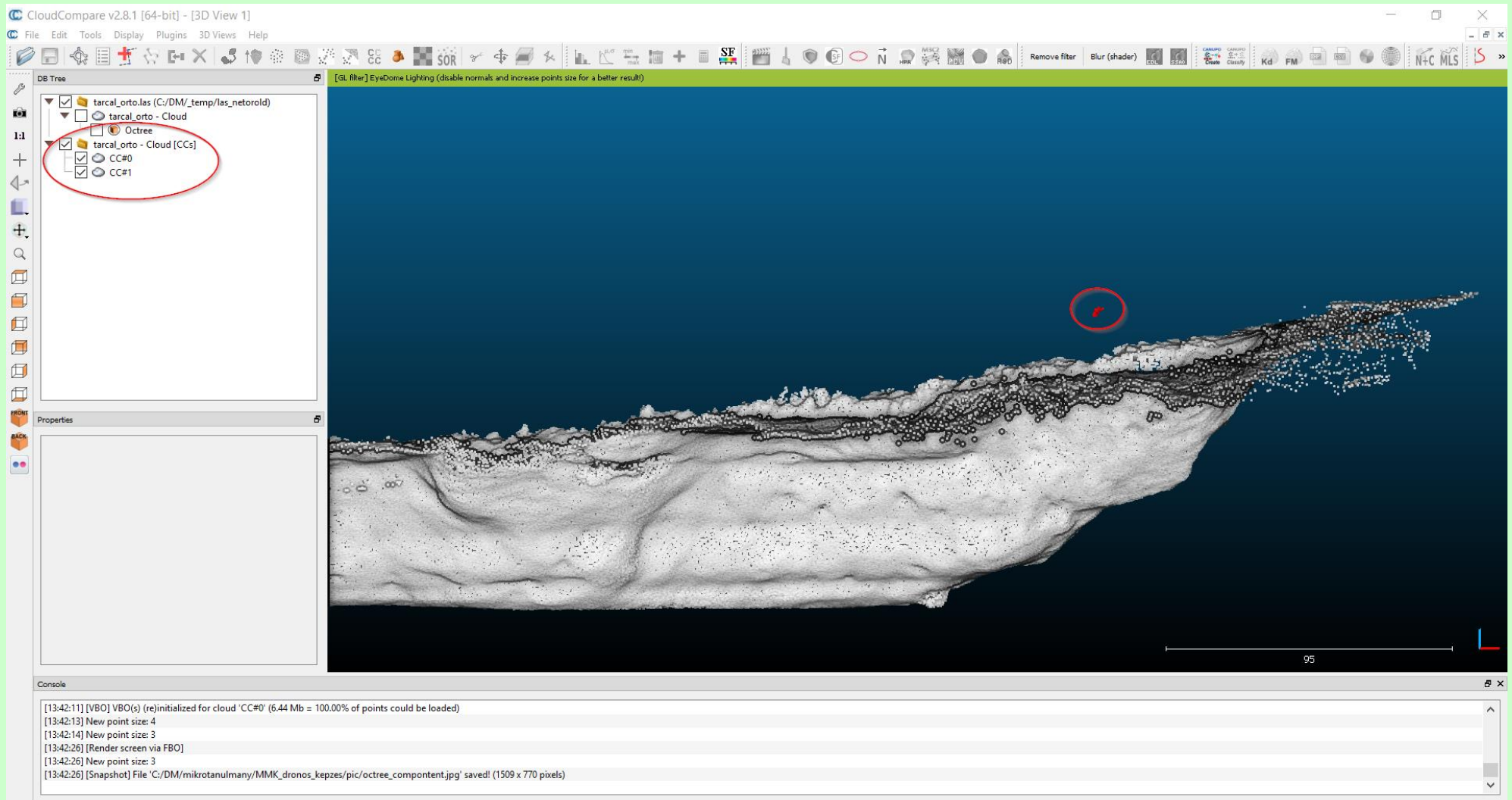


Pontfelhő kiértékelése és levezetett adatok

- Connected Components
 - component: azon octree-k csoportja, amelyben legalább „ n ” számú létező octree található

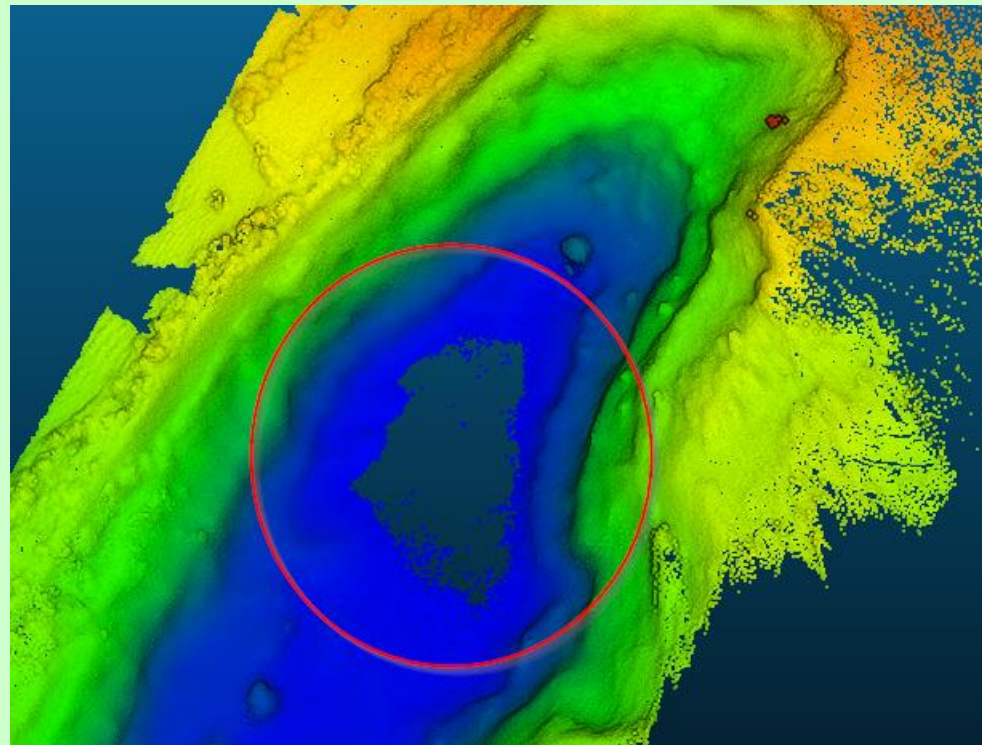


Pontfelhő kiértékelése és levezetett adatok



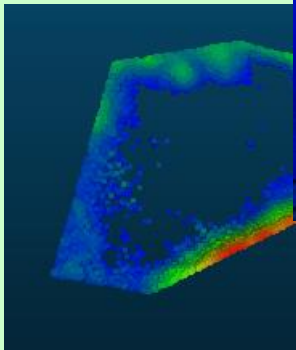
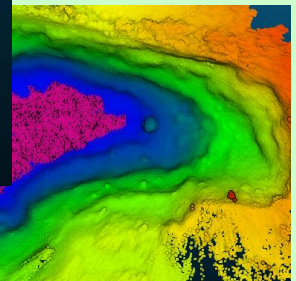
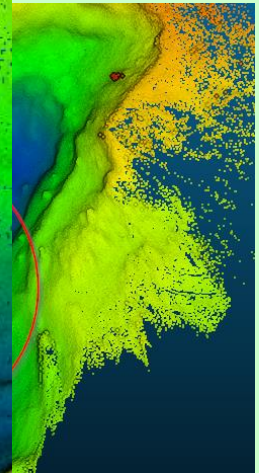
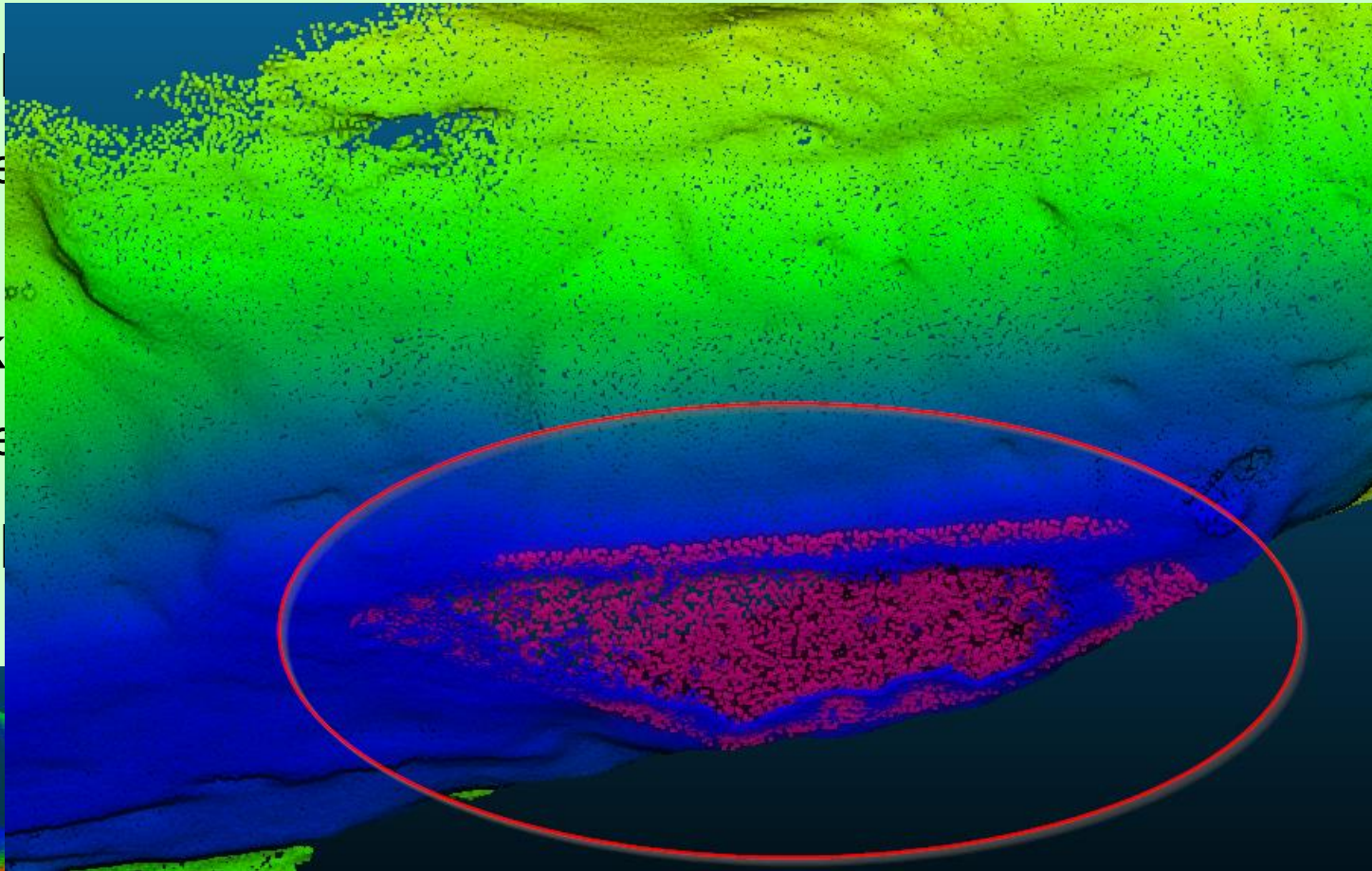
Pontfelhő kiértékelése és levezetett adatok

- lehetséges hibák:
 - zaj
 - hibás pontcsoportok (chunks)
 - adathiány



Pontfelhő kiértékelése és levezetett adatok

- adat
- ne
- tü
- csak
- ne
- inter



Vektorizálási műveletek

Az ortofotó vektorizálása

Digitális magasságmodell és domborzatmodell előállítása
– pontfelhőből

Törésvonalak, kontúrvonalak kiértékelése –
pontfelhőből, DDM-ből

Térfogat és felületszámítási módszerek – pontfelhő,
mesh

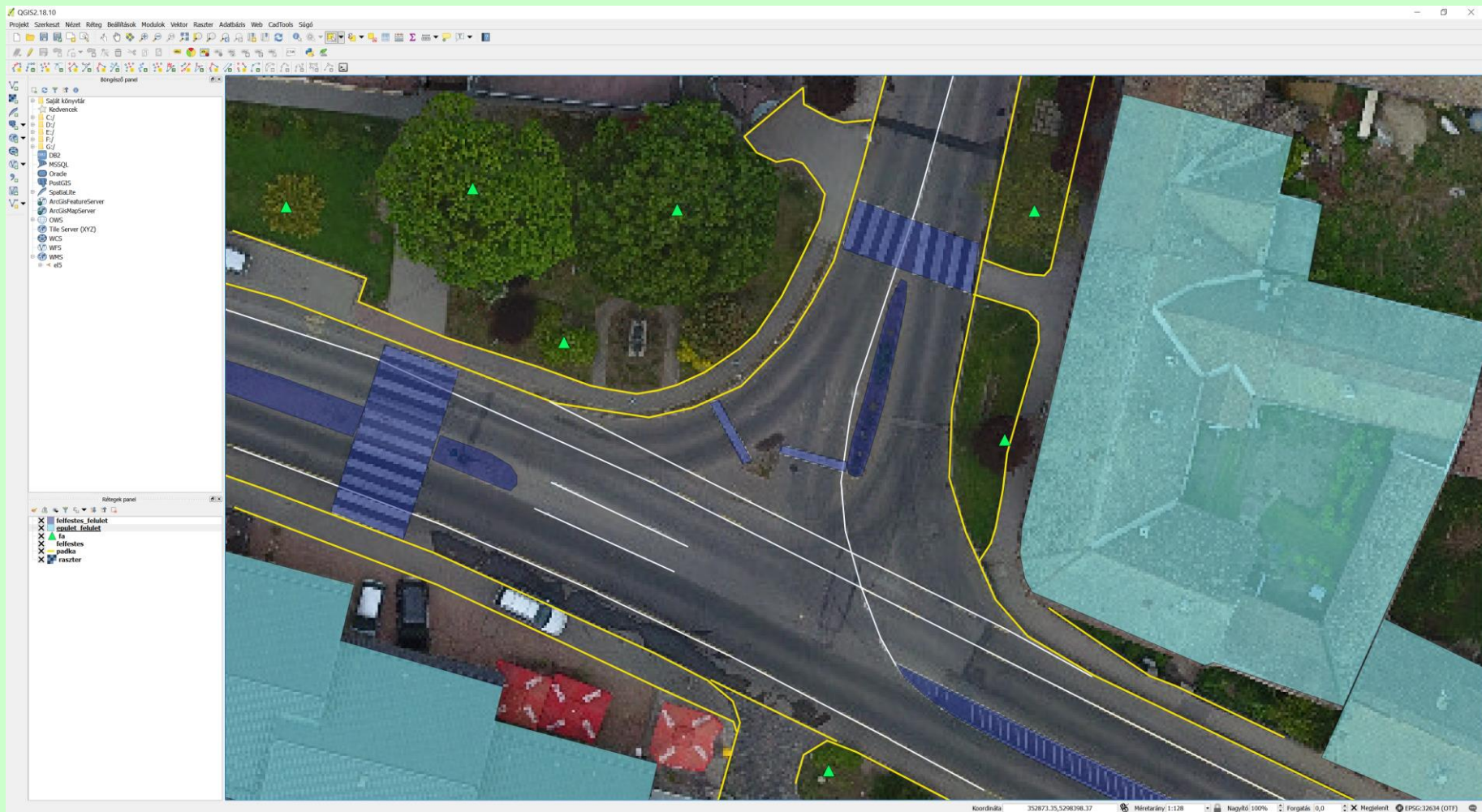
Ortofotó vektorizálása

- Ortomozaikok létrehozása → teljes területről ortofotó
 - Terepi felbontás
 - Georeferált kép importálása GIS és CAD környezetbe
 - Felüldigitalizálás félautomatikus/manuális módszerekkel

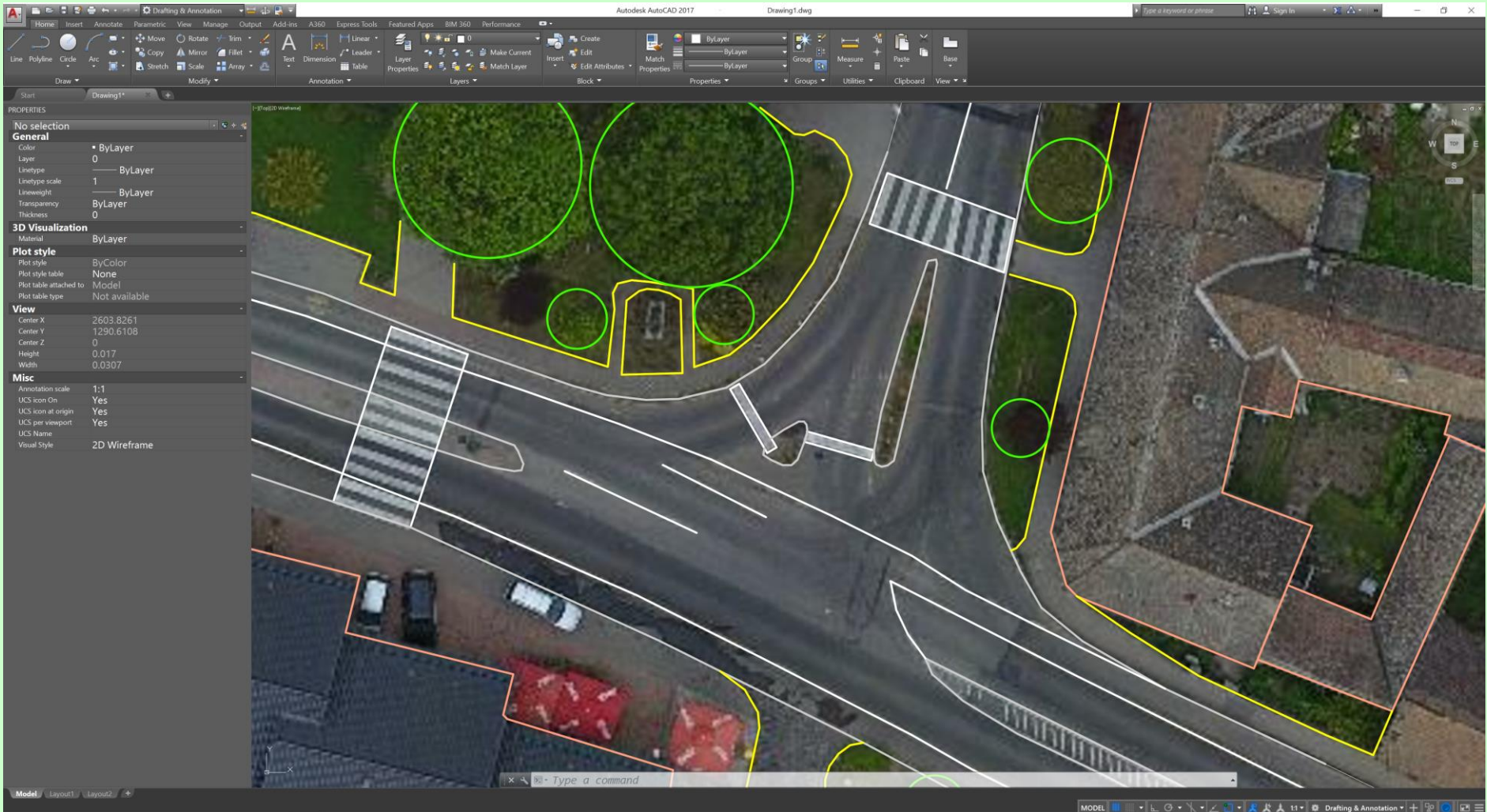
 - QGIS: shape fájlok, CAD digitalizáló eszközök, topológia, EOVS koordinátarendszer
 - CAD: DXF-DWG, block-ok, georeferált TIF ortofotók EOVS koordinátarendszerben kezelhetőek

 - Automatikus módszerek?
-

Ortofotó vektorizálása - QGIS



Ortofotó vektorizálása - AutoCAD



Digitális magasságmodell és domborzatmodell előállítása

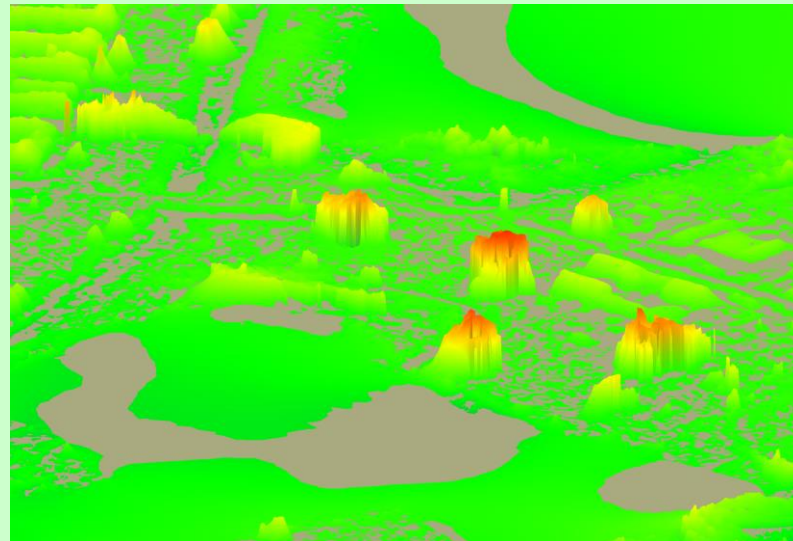
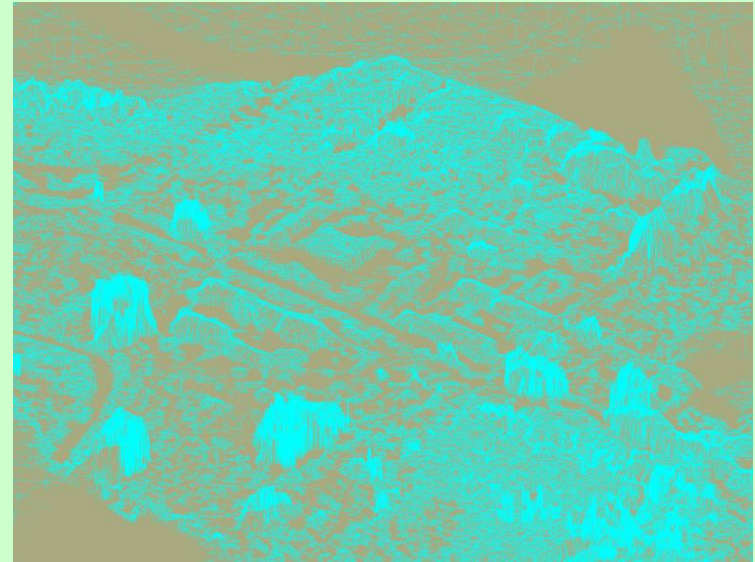
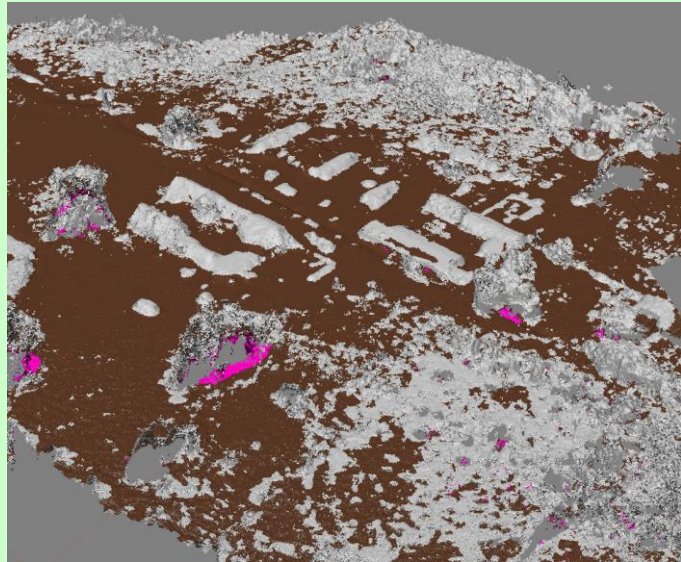


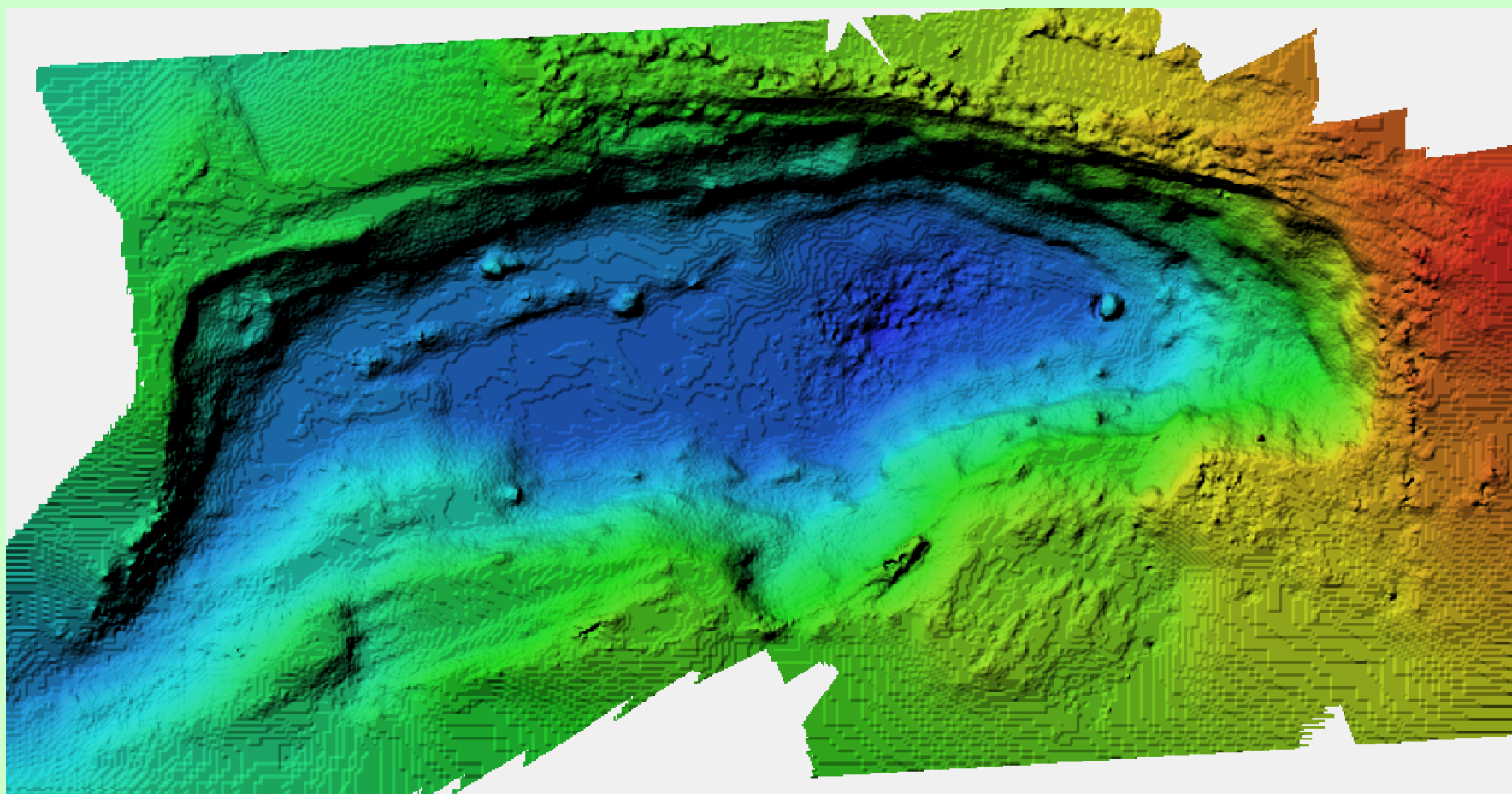
Digitális magasságmodell (DMM): csak magassági adatokat tartalmazó 2D vagy 3D állomány, nem tartalmaz egyéb információt a felszínről, stuktúráját tekintve lehet GRID vagy TIN alapú – DEM (Digital Elevation Model)

Digitális domborzatmodell (DDM): a terepviszonyokat megjelenítő digitális modell, a felszínen lévő mesterséges/természetes tereptárgyak nélkül – DTM (Digital Terrain Model)

Digitális felszínmodell (DFM): a felszínen található objektumokat magába foglaló, látható felszínt megjelenítő digitális modell – DSM (Digital Surface Model)

Drónos felmérések esetében a digitális magasságmodell és felszínmodell a kiértékelt pontfelhőből levezethető, domborzatmodell esetében szükséges a talajpontok automatikus, vagy kézi leválogatása. A leválogatott talajpontokra TIN háromszöghálót feszítve előállítható a domborzatmodell.

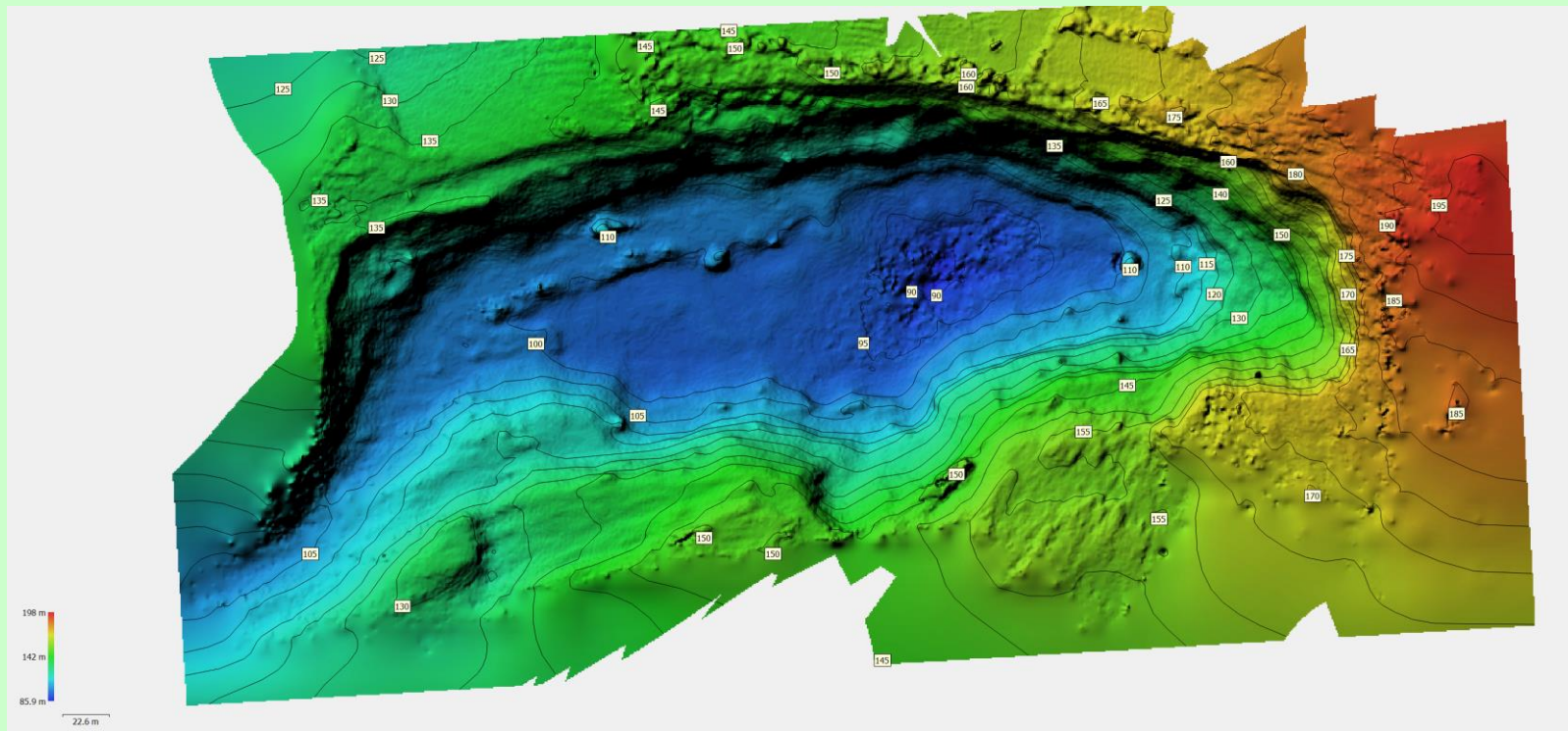




Törésvonalak, kontúrvonalak kiértékelése

- Szintvonalas térképek automatikus generálása

alapja: DEM, mesh, pontfelhő



CloudCompare v2.3.0 beta [64-bit] - [3D View 1]

File Edit Tools Display Plugins 3D Views Help

Remove filter Blur (shaker)

DB Tree

- pointfelho.bd (C:/Users/weszelovtger...
- pointfelho - Cloud
 - Contour plot(pointfelho - Cloud) [step=5]
 - Contour line value = 75 (#1)
 - Contour line value = 80 (#1)
 - Contour line value = 85 (#1)
 - Contour line value = 90 (#2)
 - Contour line value = 95 (#1)
 - Contour line value = 100 (#1)
 - Contour line value = 105 (#1)
 - Contour line value = 105 (#2)
 - Contour line value = 110 (#1)
 - Contour line value = 110 (#2)
 - Contour line value = 115 (#1)
 - Contour line value = 115 (#2)
 - Contour line value = 120 (#1)
 - Contour line value = 120 (#2)
 - Contour line value = 125 (#1)
 - Contour line value = 125 (#2)
 - Contour line value = 130 (#1)
 - Contour line value = 130 (#2)
 - Contour line value = 135 (#1)
 - Contour line value = 135 (#2)
 - Contour line value = 140 (#1)
 - Contour line value = 145 (#1)
 - Contour line value = 150 (#1)
 - Contour line value = 155 (#1)

Properties

Property	State/Value
Object	pointfelho - Cloud
Visible	<input checked="" type="checkbox"/>
Normals	<input checked="" type="checkbox"/>
Show name...	
Colors	RGB
Box dimens...	X: 635.93 Y: 324.599 Z: 125.637
Box center	X: 127.243 Y: -23.0504 Z: 135.711
Info	Object ID: 119066 - C...
Current Dis...	3D View 1
Cloud	
Points	456.155
Global shift	(0.00;0.00;0.00)
Global scale	1.000000
Point size	Default

Console

```

[15:27:17] [Rasterize] 43 iso-lines generated (26 levels)
[15:27:40] Contour lines have been successfully exported to DB (group name: Contour plot(pointfelho - Cloud) [step=5])
[15:28:10] [Rasterize] Current raster grid:
Size: 637 x 326
Height values: [72.8932; 197.917]
[15:28:10] New point size: 1
[15:28:10] [VBO] VBO(s) (re)initialized for cloud 'pointfelho - Cloud.raster(1)' (1.82 Mb = 100.00% of points could be loaded)
[15:28:21] [Rasterize] 24 iso-lines generated (27 levels)
[15:28:34] Contour lines have been successfully exported to DB (group name: Contour plot(pointfelho - Cloud) [step=5])
  
```

Rasterize

Cloud

Name: pointfelho - Cloud
Points: 456155

Update grid

Grid

step: 1.000000 Edit grid
size: 637 x 326
active layer: Height grid values
range: 125.024 [72.8932; 197.917]

Projection

direction: Z
cell height: average height
 interpolate SF(s) average value
 resample input cloud

Empty cells

Fill with: leave empty
0.000000

Export: Contour plot Hillshade Vei

The contour plot is computed on the active layer

Start value: 65.000000
Step: 5.000000
Min. vertex count: 2500
Line width: 1

colorize ignore borders
 project contours on the altitude layer

Clear Export Generate

OK Cancel

360

Térfogat és felületszámítási módszerek



Térfogatszámítás és felületszámítás alapja lehet:

- DEM (pixelértékekhez rendelt magasság alapján)
- Pontfelhő (pontok köré képzett 3D kocka testek száma)
- Mesh (felületelemek kiterjedése, általuk határolt térfogat)

Jól előkészített alap szükséges a pontos számításhoz, jelen példánál a vízfelszín alatt leképződött pontok, valamint az azokra támaszkodó mesh, DEM részek eltávolítása.

Az itt bemutatott példánál a következő értékek kerültek kiszámításra az egyes módszerek alapján:

Felület:

Pontfelhő: 102.245 m² (CloudCompare)

DEM: 103.319 m² (Agisoft PhotoScan)

Mesh: 107.565 m² (CloudCompare)

Térfogat:

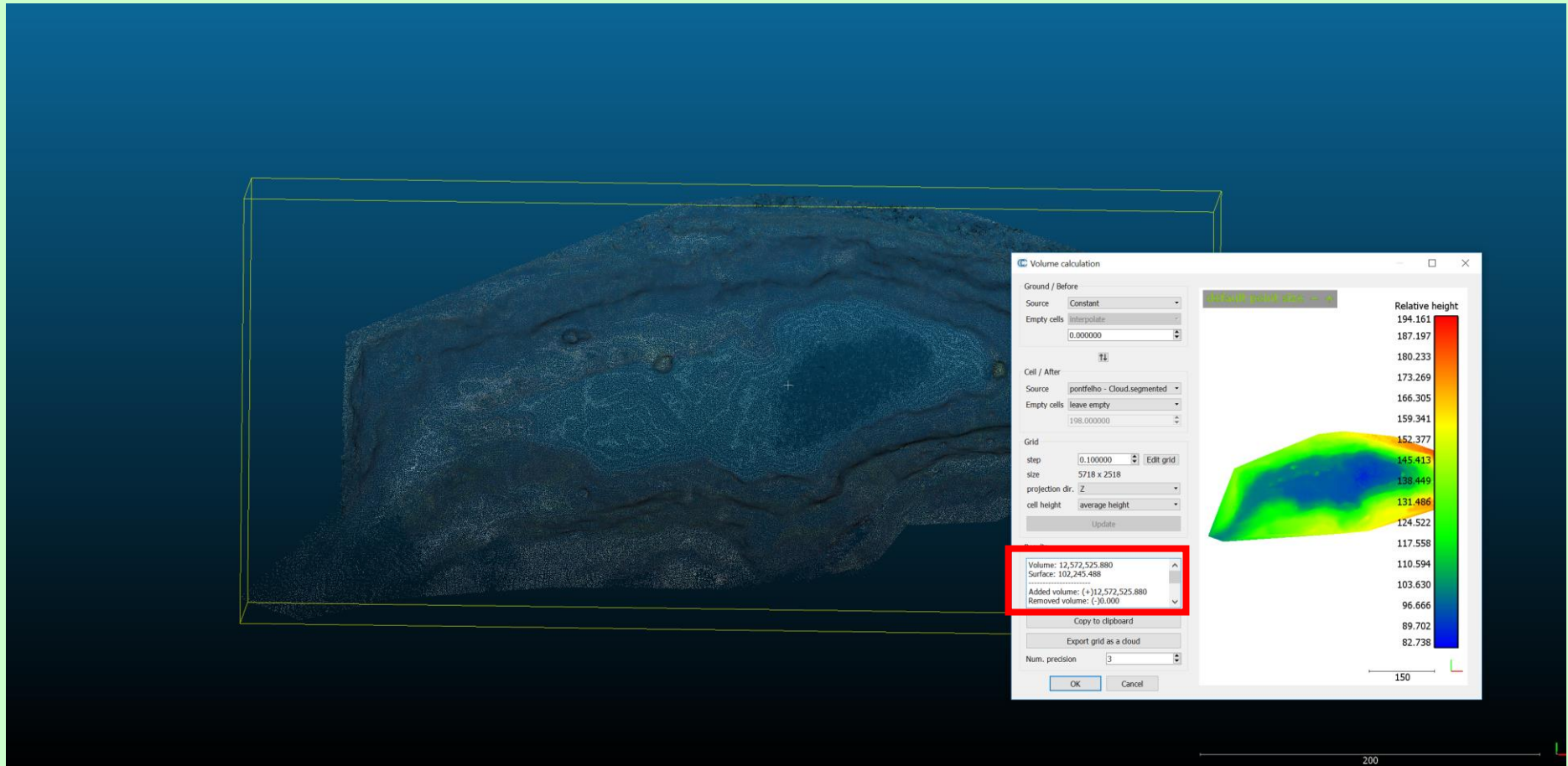
Pontfelhő: 10.822.785 m³ (CloudCompare)

DEM: 10.293.967 m³ (Agisoft PhotoScan)

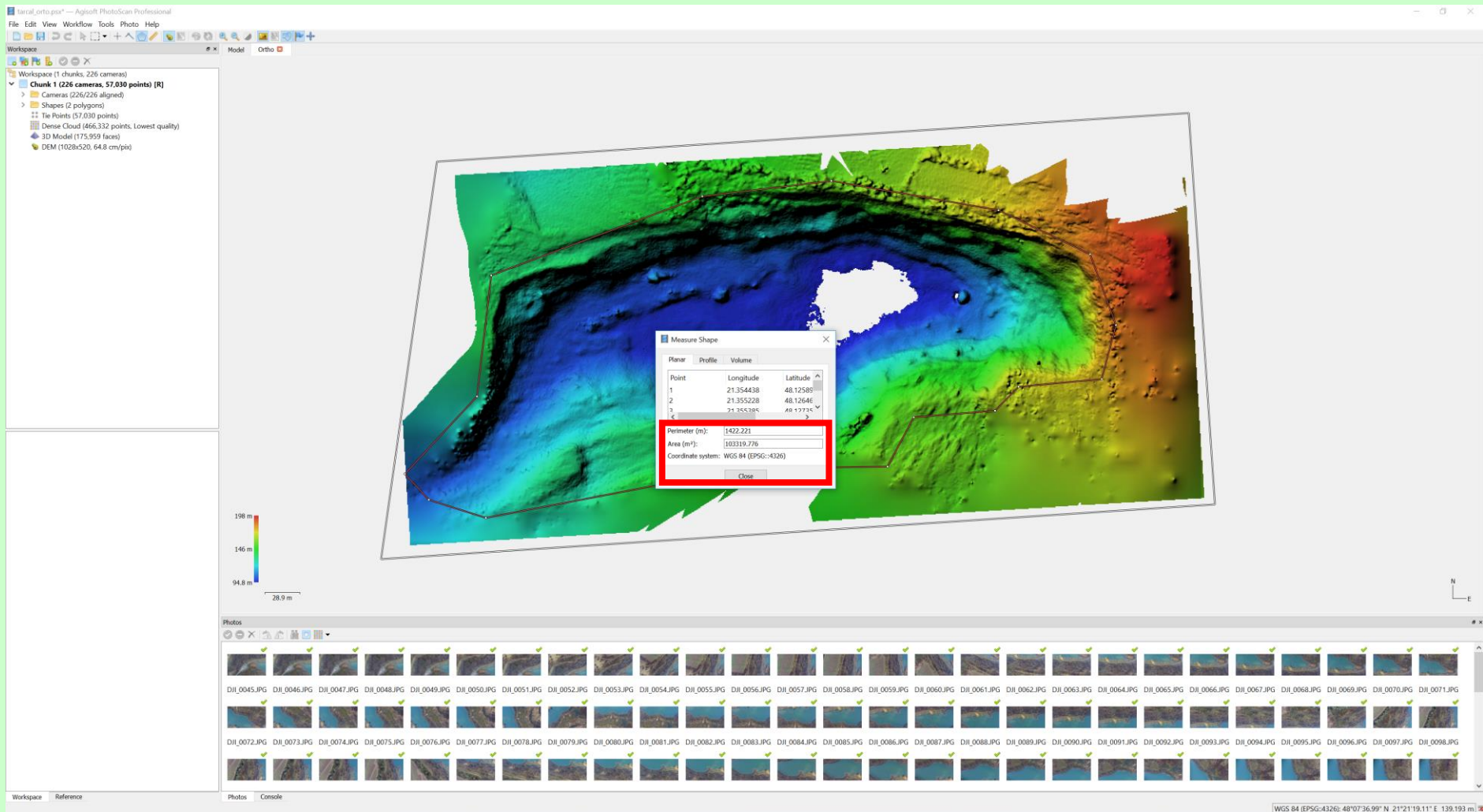
Mesh: 10.570.800 m³ (CloudCompare)

Átlagos eltérés: 5%

Felületszámítás - pontfelhő



Felületszámítás - DEM



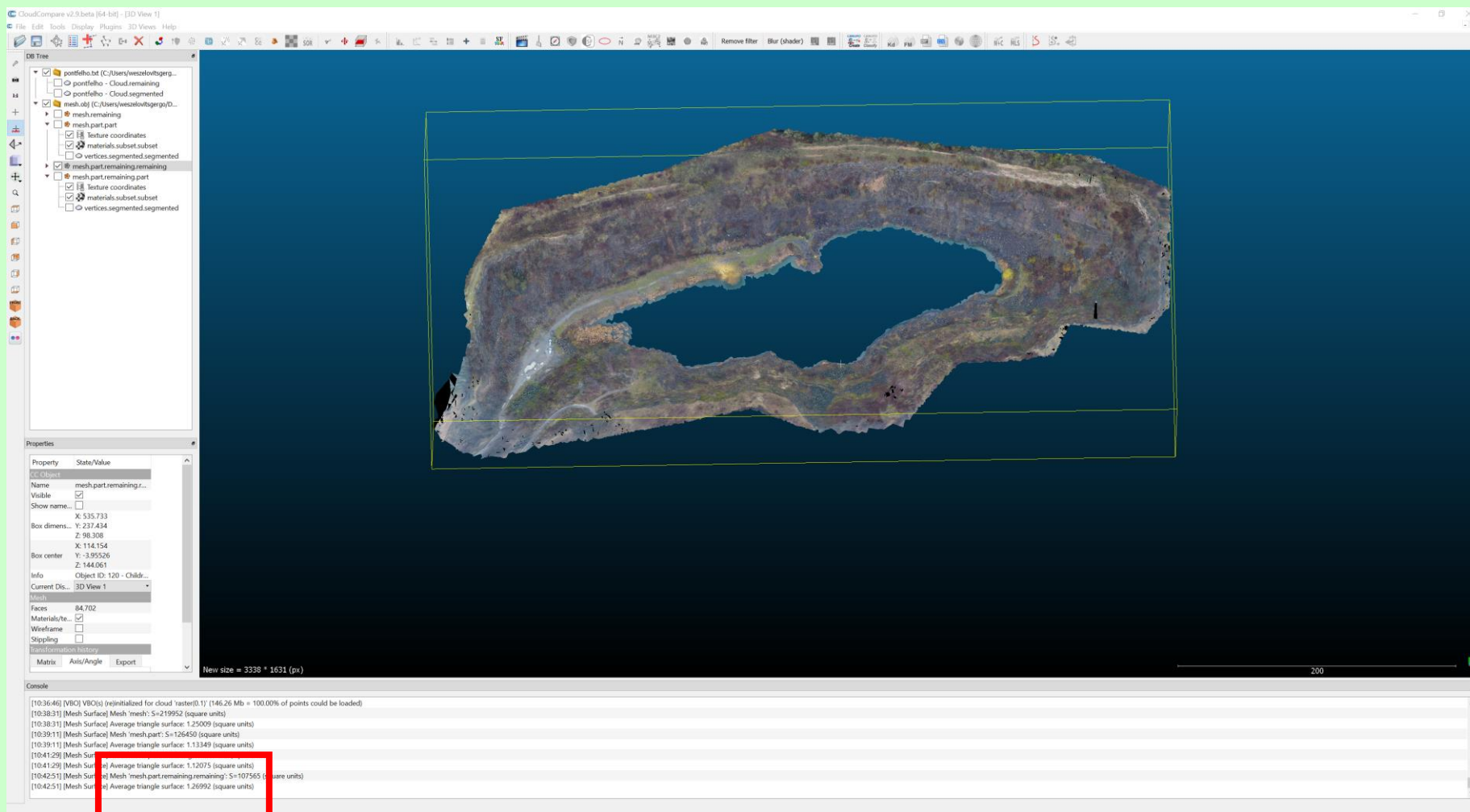
The screenshot shows the Agisoft PhotoScan Professional interface. The main window displays a 3D DEM model of a landscape, color-coded by elevation. A red polygon is drawn on the DEM, and a 'Measure Shape' dialog box is open over it. The dialog box shows the following data:

Point	Longitude	Latitude
1	21.354438	48.12580
2	21.355228	48.12646
3	21.356385	48.12724
4		

Perimeter (m): 1422.221
Area (m²): 103319.776
Coordinate system: WGS 84 (EPSG:4326)

The Photos panel at the bottom shows a grid of 100 photos, labeled from DJI_0045.JPG to DJI_0098.JPG. The status bar at the bottom right indicates the coordinate system: WGS 84 (EPSG:4326): 48°07'36.99" N 21°21'19.11" E 139.193 m.

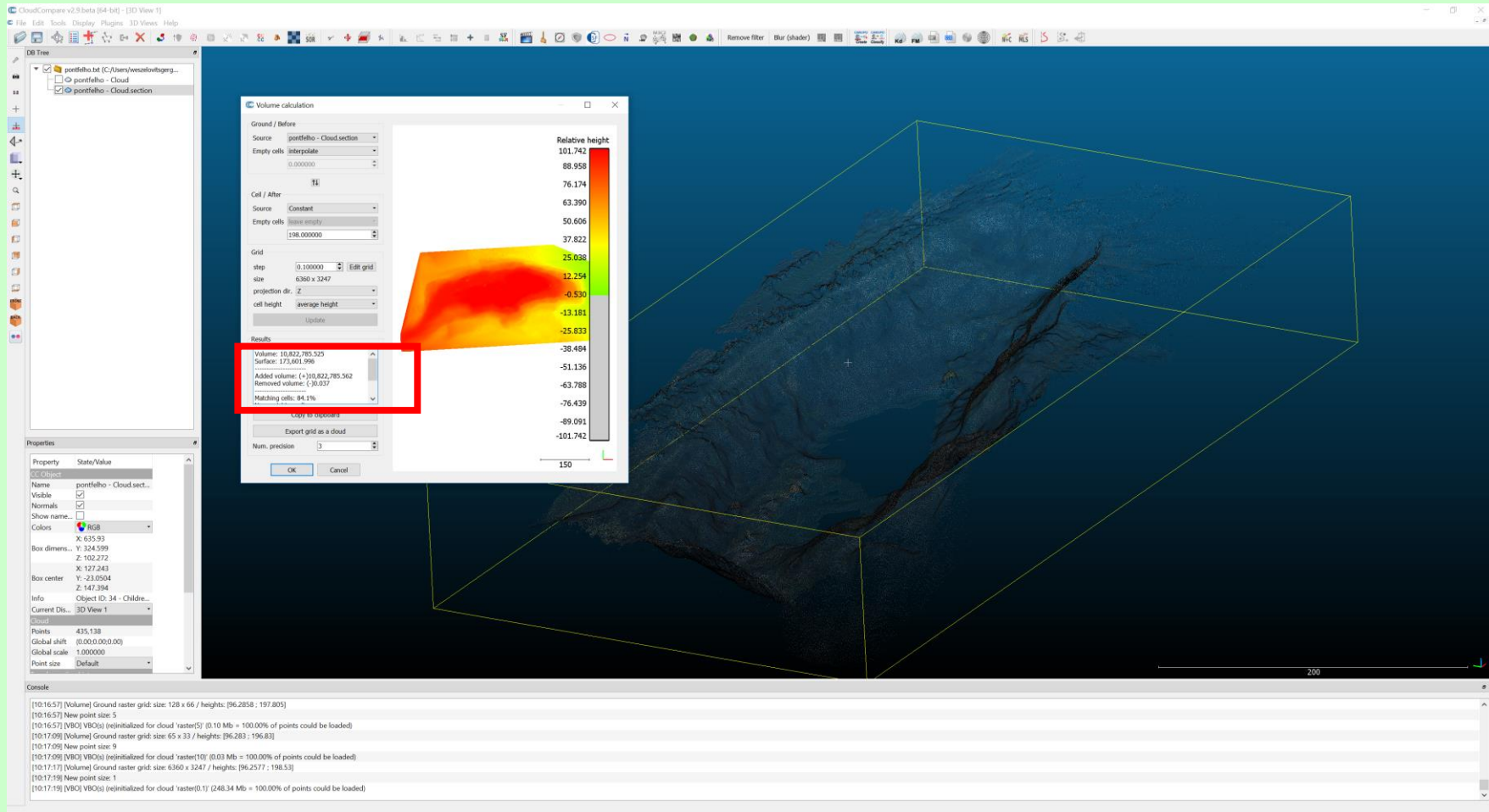
Felületszámítás - mesh



The screenshot displays the CloudCompare v2.9.3 beta interface. The main 3D Viewport shows a textured mesh of a terrain with a large, irregular hole in the center. The mesh is rendered with a naturalistic color palette. The DB Tree on the left lists the loaded objects, including 'pontfelho.bt' and its segmented parts. The Properties panel on the bottom left shows the selected object's details, such as its name, visibility, and bounding box dimensions. The Console window at the bottom displays a log of operations, with the final line highlighted in red:

```
[10:42:51] [Mesh Surface] Mesh 'mesh.part.remaining.remaining': S=107565 (square units)
```


Térfogatszámítás - pontfelhő



Volume calculation

Ground / Before

Source: pontfelhő - Cloud.section
Empty cells: interpolate
0.000000

Cell / After

Source: Constant
Empty cells: leave empty
198.000000

Grid

step: 0.100000 Edit grid
size: 6360 x 3247
projection dir.: Z
cell height: average height

Results

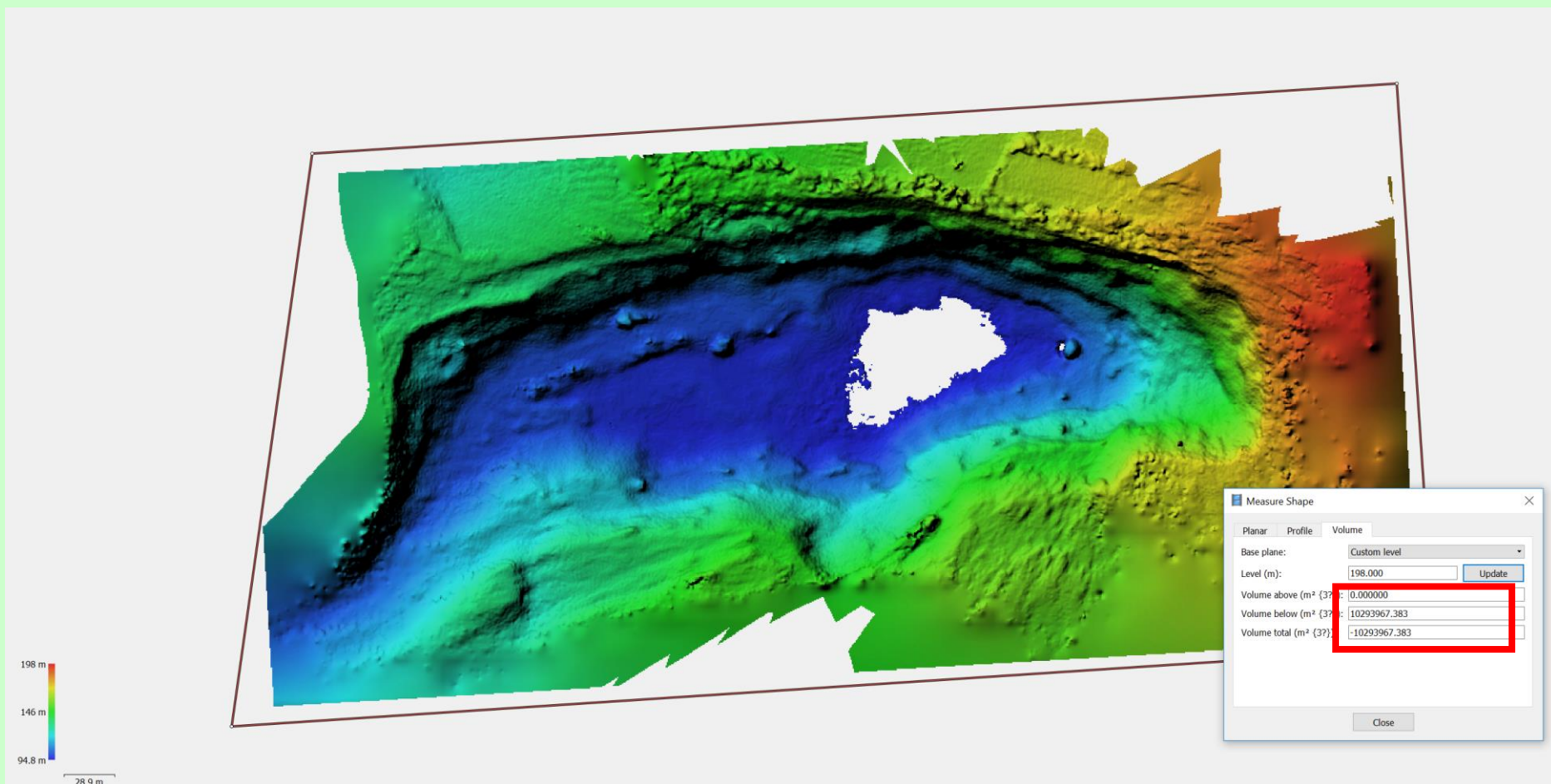
Volume: 10,822,785.525
Surface: 173,603.598
Added volume: (+) 118,822,785.562
Removed volume: (-) 30.032
Matching cells: 84.1%

Relative height

101.742
88.958
76.174
63.390
50.606
37.822
25.038
12.254
-0.530
-13.181
-25.833
-38.494
-51.136
-63.788
-76.439
-89.091
-101.742
150

Console

```
[10:16:57] [Volume] Ground raster grid size: 128 x 66 / heights: [96.2858 ; 197.805]  
[10:16:57] New point size: 5  
[10:16:57] [VBO] VBO(s) [re]initialized for cloud 'vaster[S]' (0.10 Mb = 100.00% of points could be loaded)  
[10:17:09] [Volume] Ground raster grid size: 65 x 33 / heights: [96.283 ; 196.83]  
[10:17:09] New point size: 9  
[10:17:09] [VBO] VBO(s) [re]initialized for cloud 'vaster[10]' (0.03 Mb = 100.00% of points could be loaded)  
[10:17:17] [Volume] Ground raster grid size: 6360 x 3247 / heights: [96.2577 ; 198.53]  
[10:17:19] New point size: 1  
[10:17:19] [VBO] VBO(s) [re]initialized for cloud 'vaster[0.1]' (248.34 Mb = 100.00% of points could be loaded)
```



CloudCompare v2.9.beta [64-bit] - [DD View 1]

File Edit Tools Display Plugins 3D Views Help

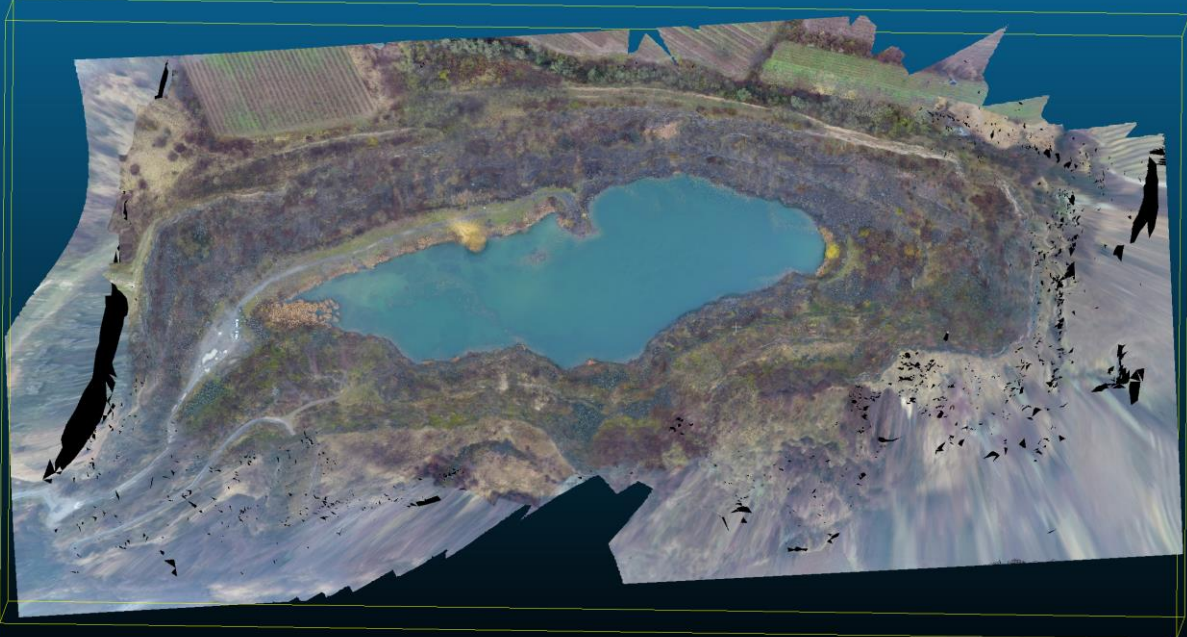
Remove filter Blur (shader)

DB Tree

- pontfelho.bt (C:/Users/weszlovitsgerg...
- pontfelho - Cloud
 - pontfelho - Cloud section
 - mesh.obj (C:/Users/weszlovitsgergo(D...
 - mesh

Properties

Property	State/Value
CC Object	
Name	mesh
Visible	<input checked="" type="checkbox"/>
Show name	<input type="checkbox"/>
Box dimens...	X: 654.721 Y: 337.001 Z: 112.363
Box center	X: 131.179 Y: -28.685 Z: 143.563
Info	Object ID: 96 - Childre...
Current Dis...	3D View 1
Mesh	
Faces	175.949
Materials/te...	<input checked="" type="checkbox"/>
Wireframe	<input type="checkbox"/>
Stippling	<input type="checkbox"/>
Transformation history	
Matrix	Axis/Angle Export



Console

```

[10:26:17] [OBJ] 1 mesh loaded - 0 group(s)
[10:26:17] [IO] File 'C:/Users/weszlovitsgergo/Documents/Oron/farcal/mesh.obj' loaded successfully
[10:26:33] [Rasterize] Current raster grid:
  Size: 1273 x 650
  Height values: [96.2577; 198.53]
[10:26:33] New point size: 1.0
[10:26:33] [VBO] [VBO(s)] [Mesh] Rasterized for cloud [pontfelho - Cloud.section.raster(0)] (11.84 Mb = 100.00% of points could be loaded)
[10:26:52] [Mesh Volume] [Mesh] [mesh: V=1.05708e+6 (cube units)]
[10:26:52] [Mesh Volume] [Mesh] [mesh: V=1.05708e+6 (cube units)] - above volume might be invalid (mesh has holes)
  
```

Hivatkozások:

- Deák M., Kari Sz., Vizi J. Cs., Zagorác M., Sik A., Riedel M. (2018): Photogrammetric UAV surveys in Architecture, In: ed. Casagrande, G., Sik A., Szabó G. (2018): Small Flying Drones, Applications for Geographic Observation, Springer, pp. 134-148
- Deák M., Pesti M., Riedel M.M., Sik A. (2017): A fototípiától a drónfelvételig: Az MTA székháza, Mérnök újság, vol. 1-2. pp. 37-40.
- Deák M., Kari Sz., Pesti M., Riedel M.M., Sik A. (2017): Korszerű homlokzatfelmérési módszertan – fotogrammetria, statikus és mobil lézershakennelés összehasonlítása, Metszet, 2017. július-augusztus

Képek forrása:

Lechner Tudáshközpont Nonprofit Kft.
