



UAS eszközök alkalmazás az ÉMVIZIG-en, lehetőségek a geodéziai munkák támogatásában

**Előadó: Szász Róbert
ÉMVIZIG**

Dátum: 2021. július 9.

Helyszín: MFTTT 33. Vándorgyűlés, Miskolc

Földi geodéziai eszközeink

GPS antenna



LEICA GS14

Mérőállomások



LEICA TS15A-3"



LEICA TS16 I 1"
R1000

Kontrollerek



LEICA CS15



LEICA CS20

A vizsgálandó objektumról valamely technológiával, hordozó eszközről készített képről/képszerű állományról szerez információt (mérés)

Hordozó eszközök:

Kéz, állvány ☺

Műholdak



Repülők,
helikopterek

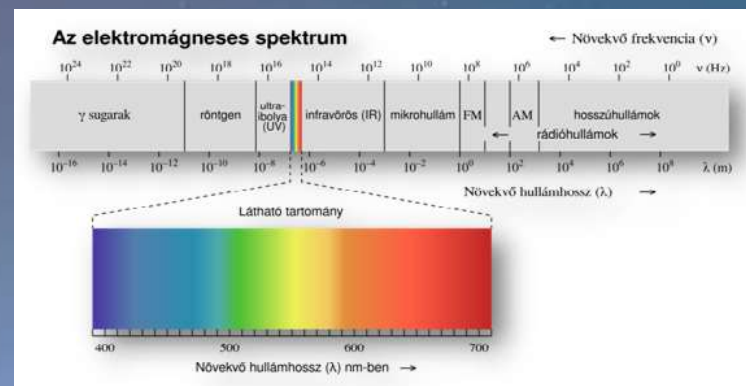


Drónok



Hajók, vizi drónok

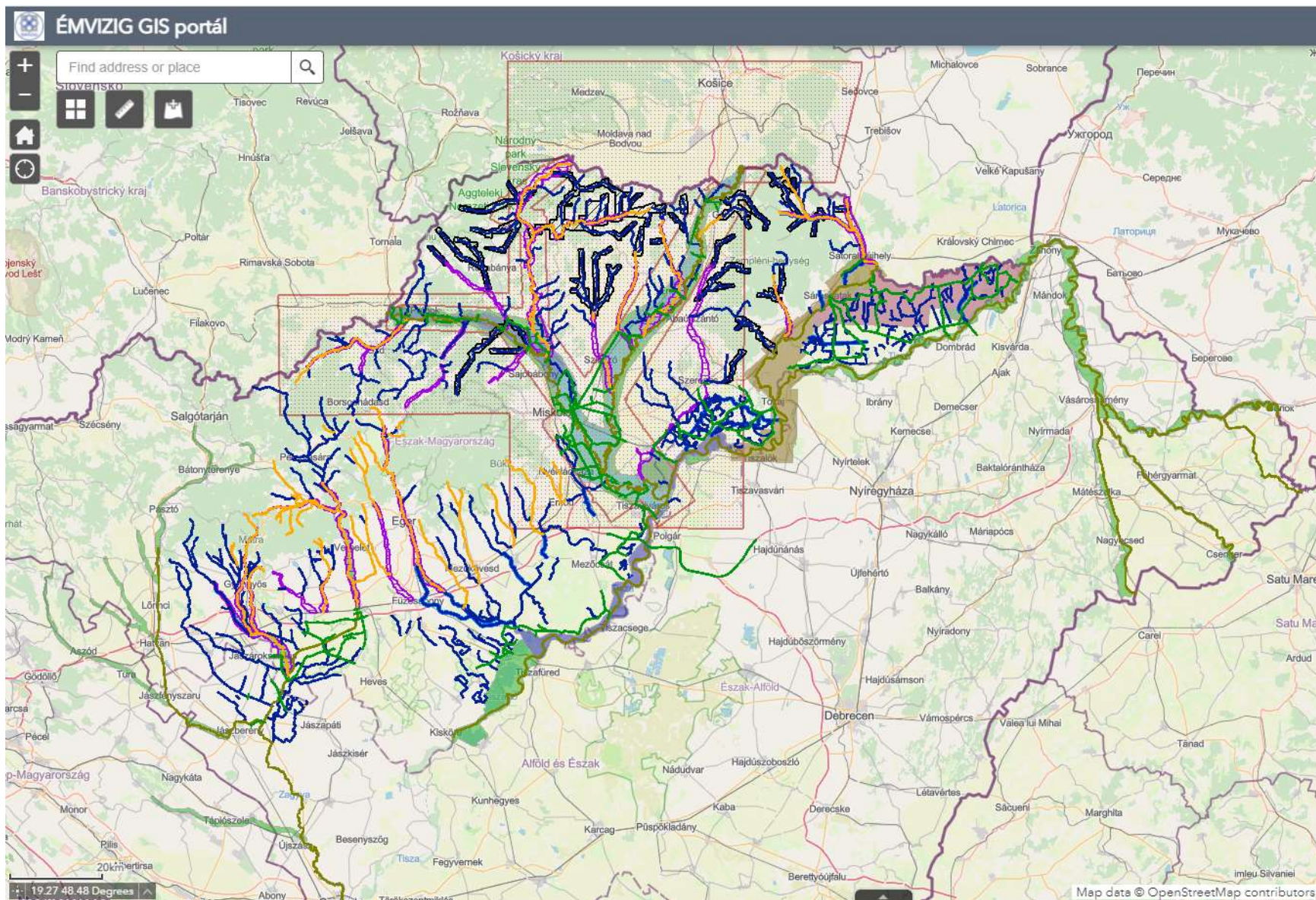
Elektromágneses spektrum és egyéb



Érzékelők:

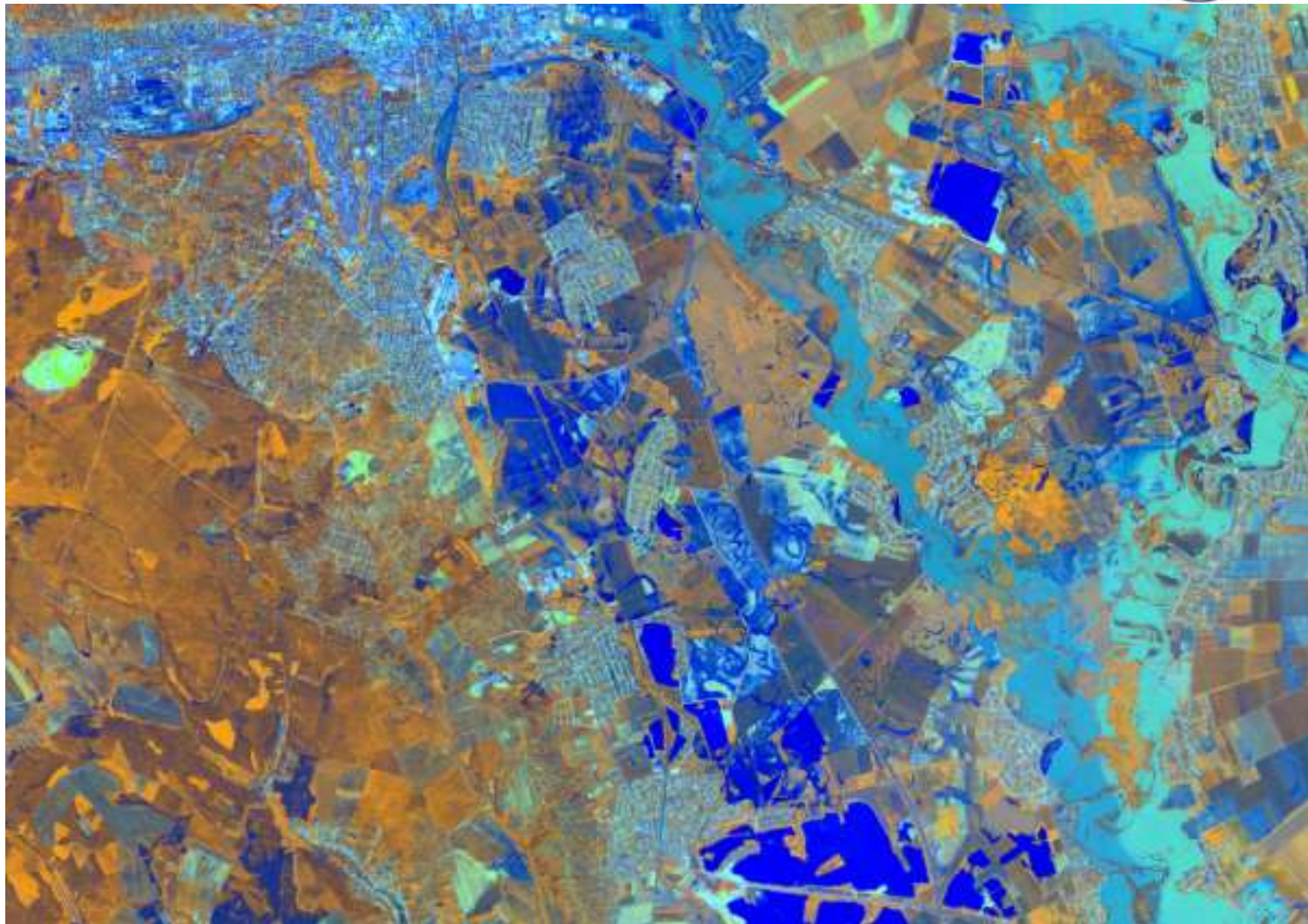
- Analóg kamerák
- **Digitális kamerák**
- Soros, tömbös érzékelők
- **Lézer szkennerek (LIDAR)**
- Radarok
- Hőkamera
- **Szonárok**

A rendelkezésünkre álló külső forrásból származó raszter adatok





Műhold felvétel hamis színes (terepi felbontás 5 m)





2017 évi ortofotó (terepi felbontás 0,4 m)

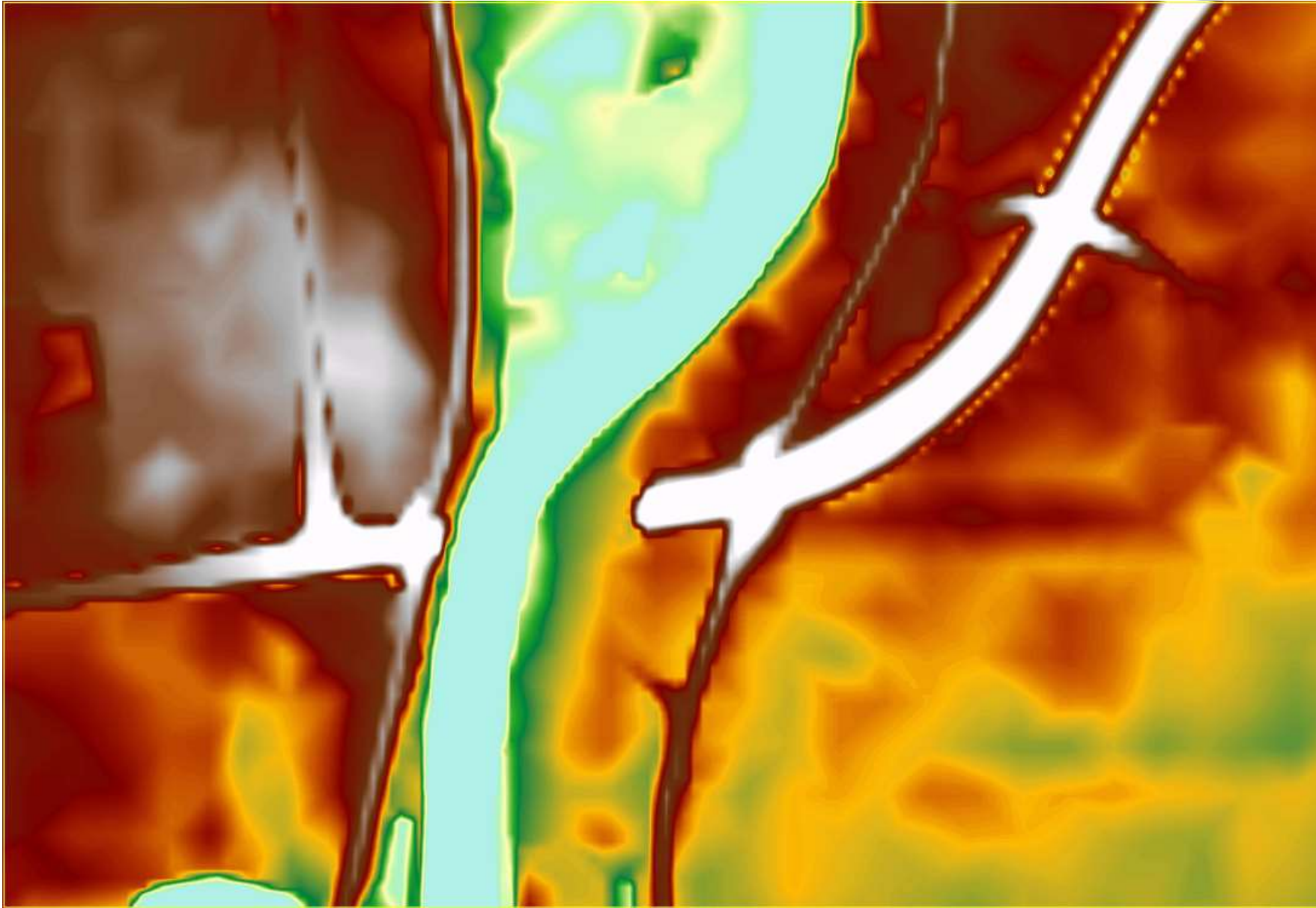


A MI VÍZÜGYÜNK



Ugyanaz a terület a DDM5 domborzat modellen

A MI VÍZÜGYÜNK





Merevszárnyú rendszerek:

- Nem igazán rugalmas alkalmazhatóság
- Kötött fel és leszálló hely
- Rendszerint autonóm üzemmód
- Szigorúbb jogi környezet
- Nagyobb hatótáv, nagyobb terület
- Általában nagyobb repülési magasság
- Cserélhető érzékelő
- ...

Multikopterek:

- Rugalmasság (helyből, fel és leszáll)
- Gyors reagálási lehetőség
- Könnyebb jogi követelmények
- Közvetlen irányítás vagy autonóm mód
- Videó és fénykép felvételek készítése
- Kis hatótáv, rövid repülési idő
- Cserélhető érzékelők
- Széles választék
- Viszonylag olcsó lehet
- ...





Mire jók az UAS-ok



- ❖ Dokumentum, PR felvételek készítése: fotó, videó.
- ❖ Kis területek, vonalas létesítmények felmérése (fotó, videó)
- ❖ Nehezem megközelíthető helyekről információszerzés
- ❖ Monitoring: események (árvíz, belvíz) és tevékenységek (építési, fenntartási, stb.) nyomon követése
- ❖ *Térképhelyes anyagokhoz (ortofotó, LAS, DSM) fényképfelvételek készítése*
- ❖ *Felvételek készítése objektumok 3 dimenziós modelljének előállításához*

Speciális érzékelőkkel (LIDAR, infra kamera, stb) való felmérések

És még sok másra



UAS eszközökkel végzett felmérések



A saját készítésű anyagoknál biztosítani kell:

- *A törvényi előírásoknak való megfelelést*
- A terepi azonosító pontokat és azok bemérését (ortofotó)
- A felmérő és a hordozó eszközt
- A repülés, felmérés tervezését
- A felvételezés lebonyolítását
- A feldolgozó szoftvert és a feldolgozást (ortofotó, DSM, videoklip)
- Az eredmények megjelenítését, felhasználása

EU 2019/947, EU 219/945 végrehajtási rendelet foglalkozik a drónok használatával

UAS regisztráció
UAS üzemben tartó regisztráció

Műveleti kategóriák:

- Nyílt (A1, A2, A3)
- Speciális
- Engedély köteles

Arányosak a művelet jellegével és kockázataival

Mydronespace alkalmazás használata a repülés alatt kötelező.

Korlátozások, no drone zónák, figyelmeztetések, más légtérhasználók követése.

INNOVÁCIÓS ÉS TECHOLÓGIAI MINISZTERIUM

Lakott terület felett kötelező az eseti légtér igénylése.
Díjköteles, 7 nappal adják ki 30 nappal előtte igényelve

Korlátozott légterek (természetvédelem, stb.)
Nem készíthető videó vagy fénykép felvétel sem személyről sem tulajdonról írásbeli hozzájárulás nélkül.

Drón (UA) kategóriák:

- játék
- C0, C1
- C2
- C3, C4
- C5, C6



ROBERT PAL

Távérzékelési engedély

HUN-RP-16o01In57n7u

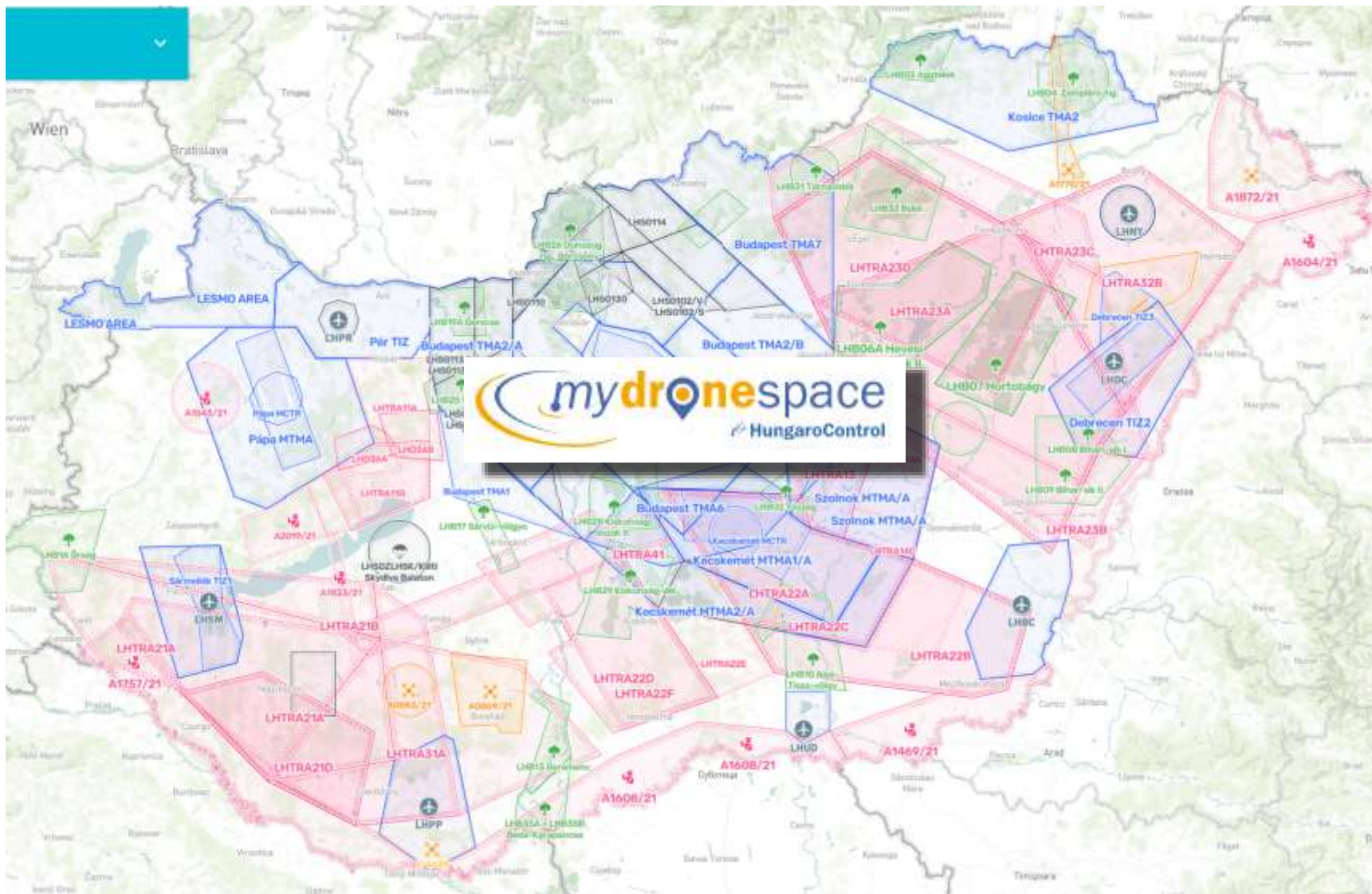
online képzés teljesítéséről UAS.OPEN.020 alapján

Kötelező alaptanfolyam nyílt kategória A1/A3
Kiegészítő képzés A2 kategóriára
Vizsga a kijelölt KAV központokban


A speciális és engedélyköteles kategóriákban szigorúbb feltételek.




Légtér felhasználási terv: <https://www.hungarocontrol.hu/legterfelhasznalasi-terv>



A terepi azonosító pontok és azok bemérése



A jól azonosítható terepi objektumok is alkalmasak azonosító jelként.



A terepi azonosító jelek az eredmények pontosabb térbeli elhelyezését biztosítja.



A standard jelek negyedkörös fekete ill. fehér színezésűek.



A jelek bemérése RTK GPS segítségével 2-3 cm pontossággal történik.



Kipróbáltuk a 60 cm-es FITA íjász lölapokat, melyek 100-200 méterig jól láthatók 😊



A terepi jeleknek olyanoknak kell lenniük, hogy a felméréskor 100-400 méteres magasságból jól azonosíthatóak legyenek.

Merev szárnyú Trimble UX5 UAV rendszer:

- 3-4 km² fotózására alkalmas autonóm ipari eszköz. (24 mpix kamera).
- Nagy (pl. 80%) átfedéssel készít fényképeket.
- Nagyobb terület esetén blokkokban lehet a felmérést végezni.
- Fontos a fel és leszállóhely gondos megválasztása.
- Korlátozott időjárási körülmények között alkalmazható.
- Földi azonosító pontok telepítése szükséges.
- A feldolgozó szoftver felületmodellt és ortofotót képes előállítani.

Az ágazatunk rendelkezik egy nagy teherbírású kopterrel, mely LIDAR eszközt hordoz. Mivel a repülési ideje max 20-25 perc így kisebb területek 3D felvételezésére alkalmas.

A repülés és felvételezés tervezés

Az UX5 UAS-nál a repülés tervezése és lebonyolítása „erősen” kontrollált.





Flight checklist

- Connect the modem**
- Make sure the download cable is disconnected from the modem.
 - Match the RF antenna to the modem.
 - Attach the modem and antenna to the back of the tablet.
 - Insert the modem cable into the USB part of the tablet.

Flight 2

- ▼ UN5
- 📷 Sony a5100 15 mm
- ⌚ 39 min
- 📶 376
- 🕒 1:20 sec

● Takeoff 1

📍	48.32244° N
📍	21.90348° E
📐	259°

● Straight up

● Block 1 split_1 split_2 split_1 split_1 split_2 split_1 split_1 split_1 split_1 split_2

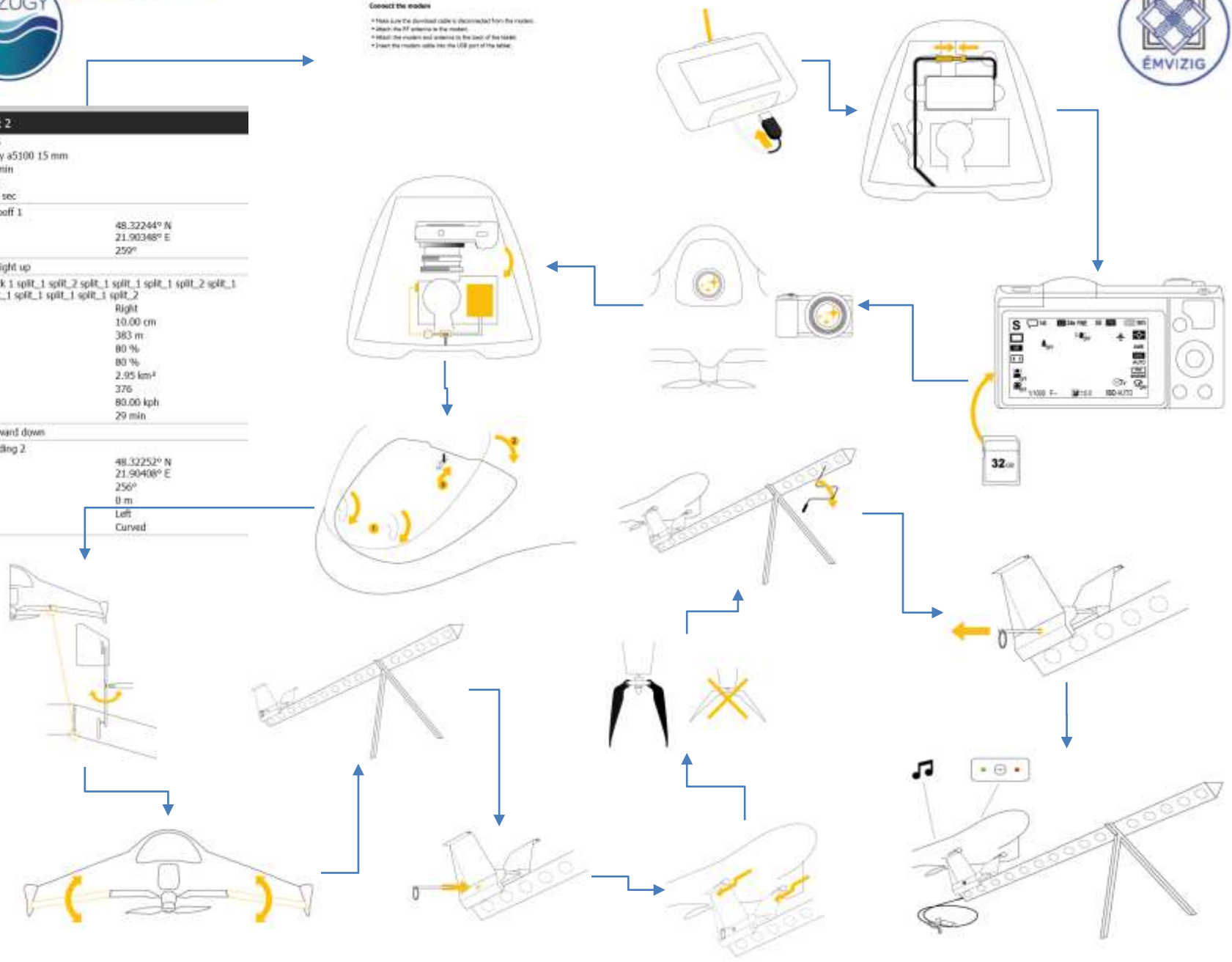
📍	Right
📏	10.00 cm
📏	383 m
📶	80 %
📶	80 %
📏	2.95 km²
📶	376
📏	80.00 kph
⌚	29 min

● Forward down

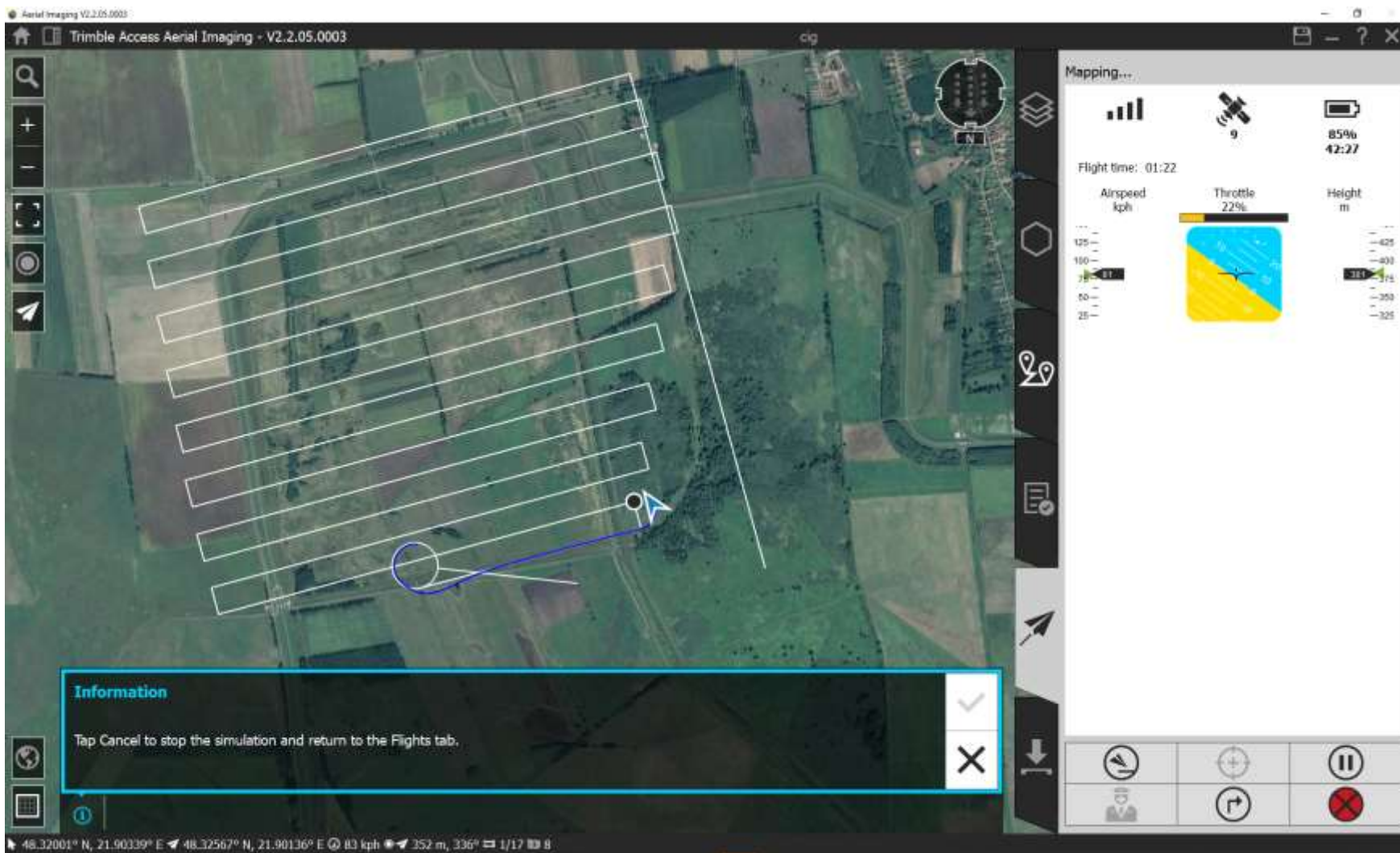
● Landing 2

📍	48.32252° N
📍	21.90406° E
📏	0 m
📶	Left
📶	Curved

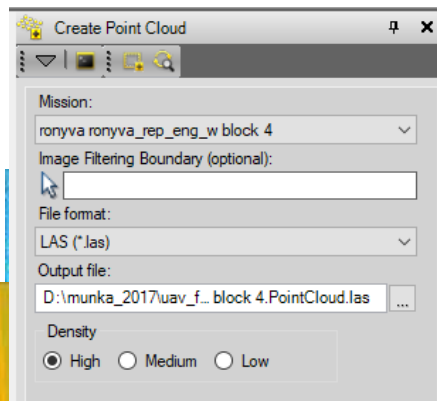
A MI VIZÜGYÜNK



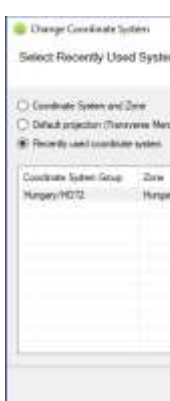
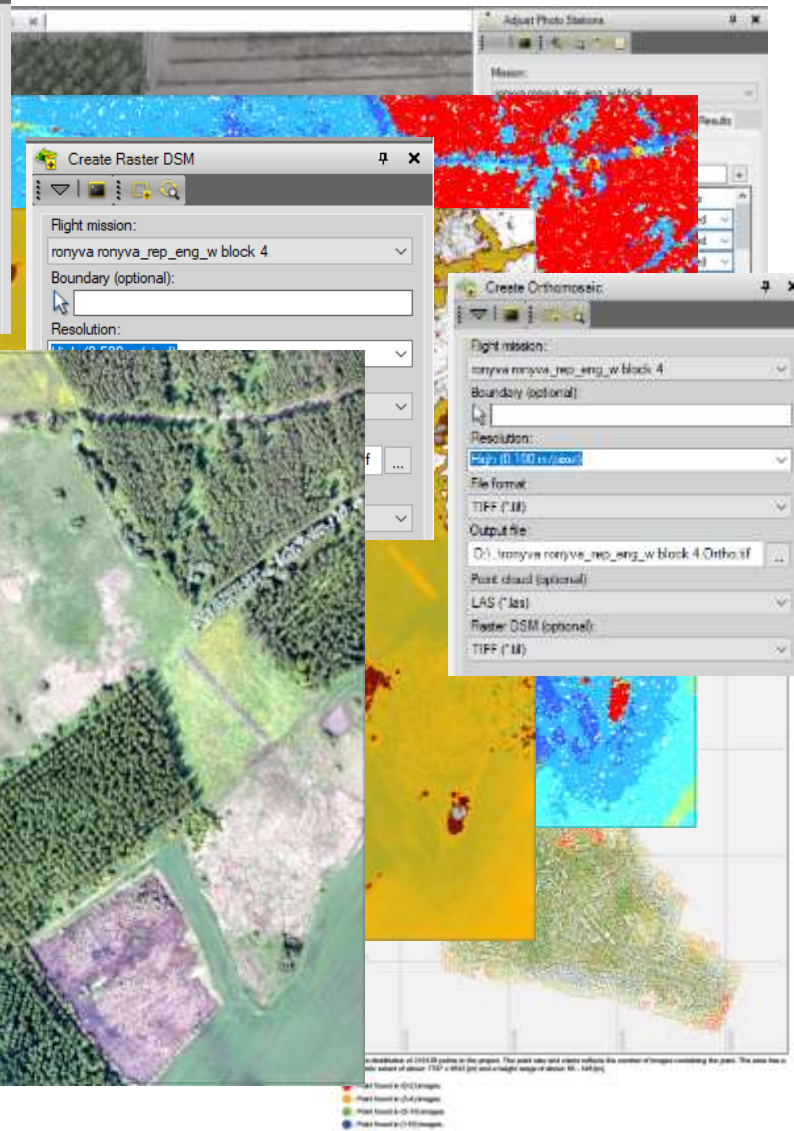
A felszállás után a felvételezés az előre beállított paraméterek szerint történik. A „főpilóta” kontrolleren követi a repülést. A „másodpilóta” a légtérrel figyeli, és ha beavatkozás szükséges, tájékoztatja társát.



Trimble UX5



Trimble TBC photogrammetric suite



2017\0502RONYVA_III.csv

Árvízi véstározók felmérése a Bódva völgyben a 2016 elején kialakult árvízi helyzet okán

Bódvaszilás



Bódvalenke



Bódvarákó



Árvízi szükségeltározók felmérése 2017-ben

UX5

Cigánd



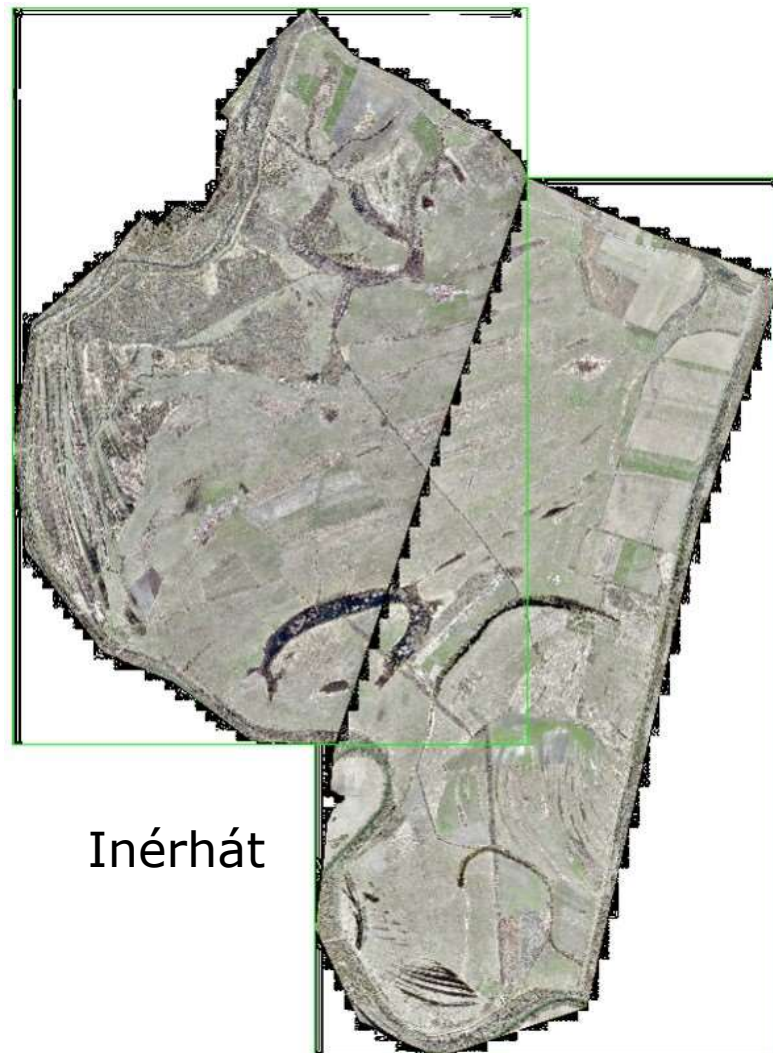
Ronyvazug



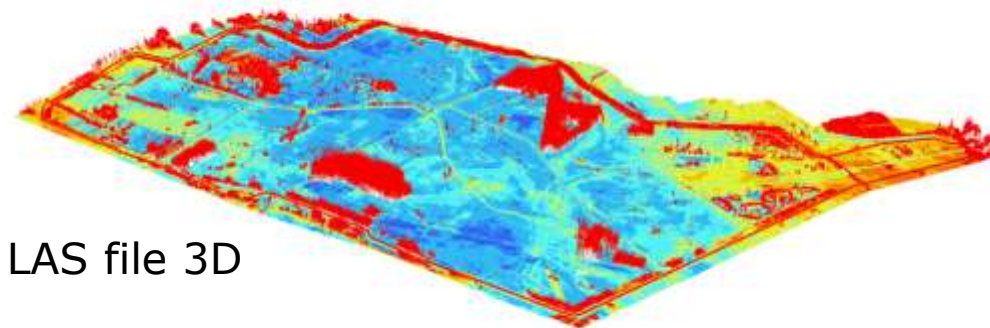
Tiszacsege



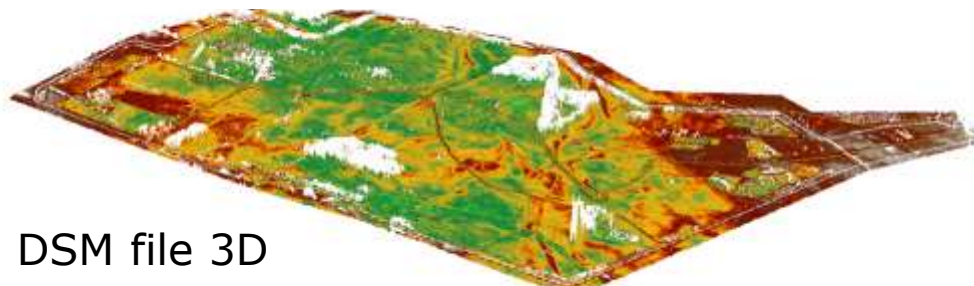
Inérhát



A cigándi szükségtározó anyagai a Trimble UX5 UAS fotói alapján a TBC szoftverrel készültek.



LAS file 3D



DSM file 3D



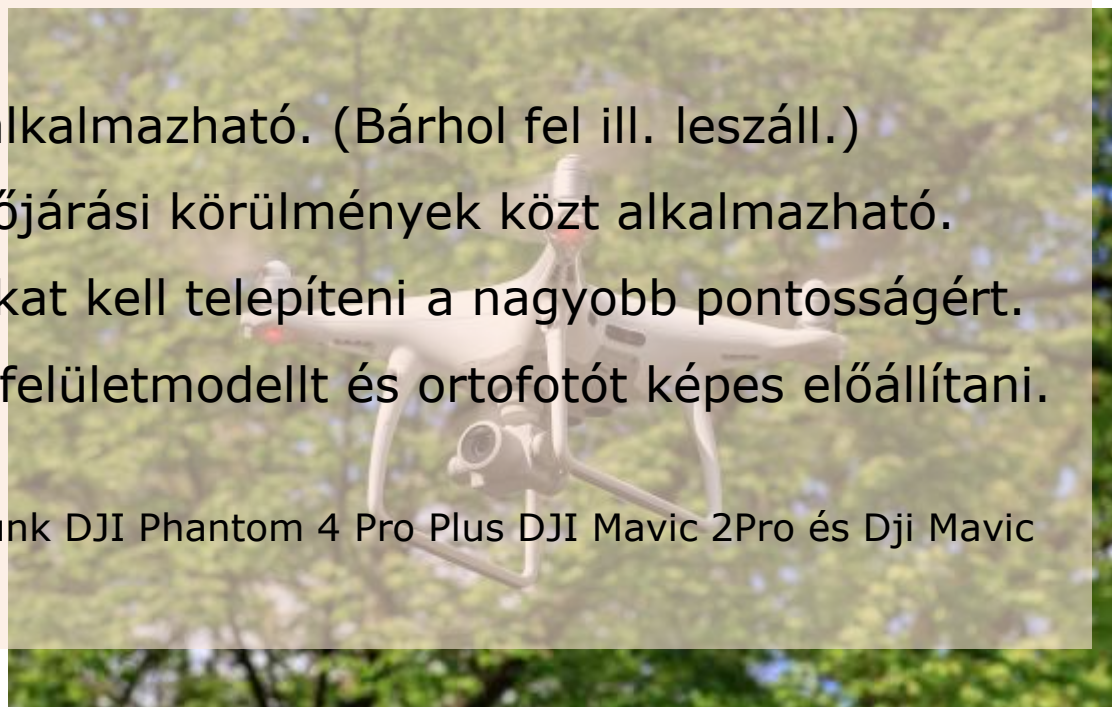
Ortofotó

Az elkészült LAS és DSM állományok megjeleníthetők 2D és 3D nézetben. Térbeli vizsgálatokra alkalmazhatók és 3D vektoros adatok nyerhetők belőlük. *Az ortofotók méretüktől függően több külön állományból állhatnak, melyeket egységes megjelenéssel az ArcGIS szoftverben mint mosaic dataset kezelhetjük egyben.*

DJI quadrokopteres UAV rendszerek:

- Kis területek ill. vonalas létesítmények felvételezésére alkalmas.
- Képes nagy felbontású fotók és videók készítésére.
- A megfelelő irányító szoftverrel autonóm területfelmérést is lehet vele végezni.
- Nagyon rugalmasan alkalmazható. (Bárhol fel ill. leszáll.)
- Viszont korlátozott időjárási körülmények közt alkalmazható.
- Földi azonosító pontokat kell telepíteni a nagyobb pontosságért.
- A feldolgozó szoftver felületmodellt és ortofotót képes előállítani.

(Saját beszerzésből rendelkezünk DJI Phantom 4 Pro Plus DJI Mavic 2Pro és Dji Mavic Air 2 eszközökkel.)





Sajó parteróziója - Nagycsécs



Takta töltésfelmérés



Tiszalök dokumentumfotó



Zalkod töltésfelmérés



Karcsa stégfelmérés



Nagyrédei tározó dokumentumfotó



DJI Phantom 4 Pro légifelvétel 2 cm terepi felbontással (csak a magasság szab határt ...)



A MI VÍZÜGYÜNK



2020. október 18. Bócs



A MI VÍZÜGYÜNK



Előzetes tervezés

DJI UAV eszközök



Repülési korlátozások

Időjárás

Repülési és fotózási mód

Repülési útvonal, sávok

Földi azonosító jelek

Adatmentés



Az elsődleges szempont, hogy a feldolgozáshoz megfelelő fotó sorozatokat állítsunk elő


- Függőleges (leginkább) tengelyű felvételek,
- A fényviszonyoknak megfelelő beállítások
- A soron belüli és a sorok közti átfedés min. 80% legyen

A megfelelő átfedéseket biztosíthatjuk „kézzel” (Ha egy soros felvételezést készítünk ez könnyű.) vagy felmérő szoftvert alkalmazunk.

Vonalas létesítményeknél (töltés, vízfolyás, út, vasút, stb.) kézi irányítással ügyelve az egyenletes, a repülési magasság és fotózási köz alapján választott sebességgel /átfedés biztosítása/ és intervallum fotózással végezzük a felmérést

Több sávós, nagyobb terület felvételezésénél nehéz biztosítani a sorok közti megfelelő átfedést. Szemre állapítjuk meg a sorok közét, az eszköz nem biztos, hogy egyenes vonalban repül (szél).

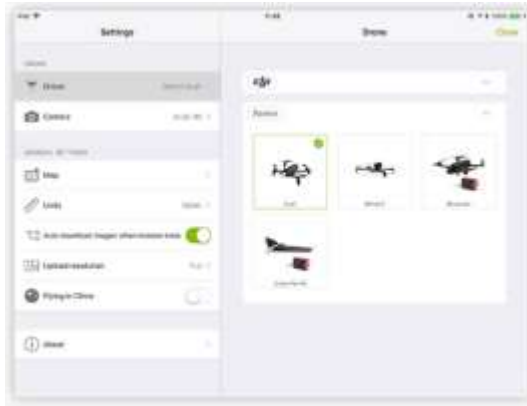
Több felmérő szoftver létezik, melyeket drónokra fejlesztettek.

A  **DroneDeploy** és a  **PIX4Dcapture** ingyenes szoftverek, melyek telefonra, tabletre, IOS-re Androidra is rendelkezésre áll.

Mi a PIX4D capture alkalmazást használjuk.

Az alkalmazás jól átgondolt felületű, logikus felépítésű, jól vezéri az UAS eszközt.

1. lépés az UAS kiválasztása



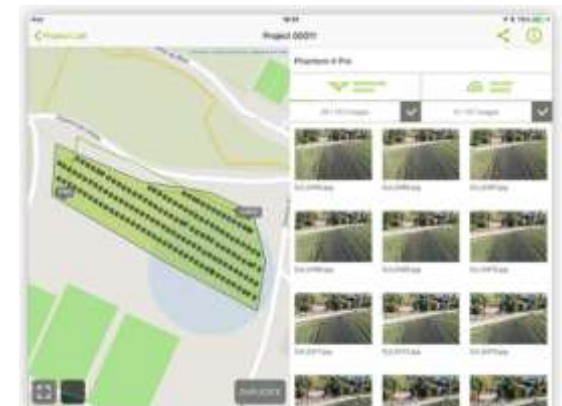
2. A felvételezési mód választás



3. A beállítások ellenőrzése

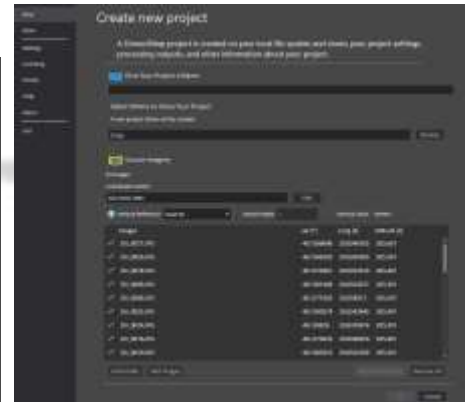
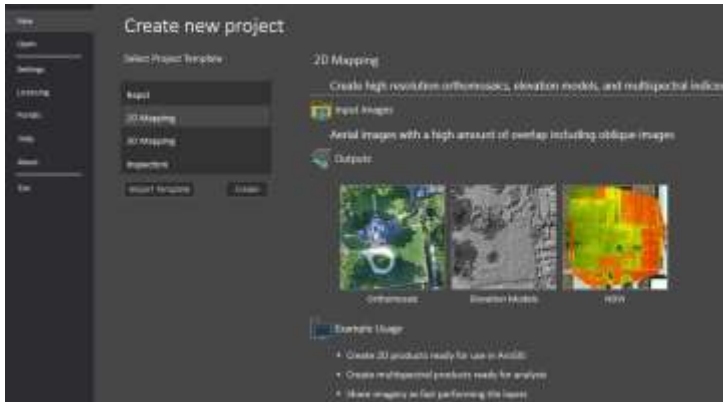
4. Let's go ...

5. A képek ellenőrzése



A kész felvételeket fel lehet tölteni a gyártó honlapjára is és elvégzik a feldolgozást ...

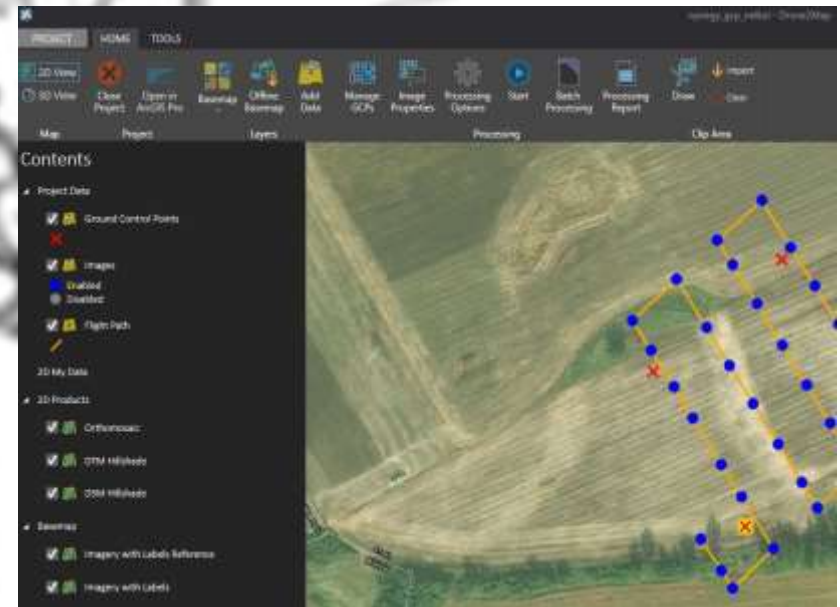
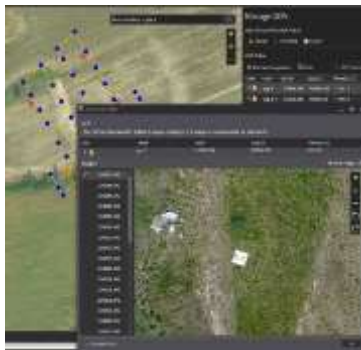
DJI UAV eszközök



ESRI Drone2Map



EXIF x, y, (z)



Processing Report



Summary

Project	250126_Tokaj
Processed	2021-05-27 15:09:37
Camera Model Name(s)	FC3170_4.5_4000x2250 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	2.73 cm / 1.08 in
Area Covered	0.054 km ² / 5.4235 ha / 0.02 sq. mi. / 13.4087 acres
Time for Initial Processing (without report)	18m:24s

Quality Check

Images	median of 32962 keypoints per image	✓
Dataset	178 out of 178 images calibrated (100%), all images enabled	✓
Camera Optimization	10.97% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	⚠
Matching	median of 15445.9 matches per calibrated image	✓
Georeferencing	yes, 12 GCPs (12.3D), mean RMS error = 0.043 m	✓

Preview

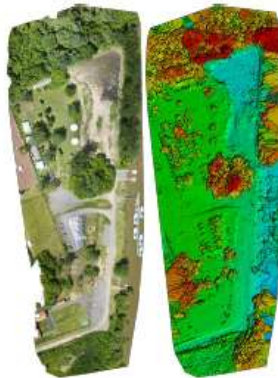
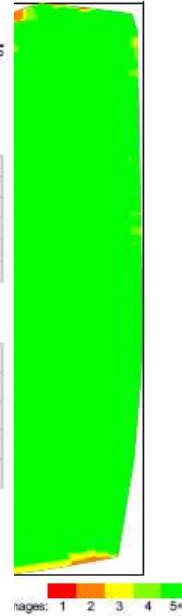


Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.



is computed for each pixel of the orthomosaic, generated. Green areas indicate an overlap of over 5 images for every pixel. Good matches is also sufficient for these areas (see Figure 5 for keypoint matches).

S

	2701164
	567534
	0.276

6.562 [mm] x 3.691 [mm]

Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
1125.000 [pixel] 1.846 [mm]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1016.858 [pixel] 1.668 [mm]	-0.034	0.185	-0.206	0.001	-0.000
0.694 [pixel] 0.001 [mm]	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000

Calibration Details

Number of Calibrated Images	178 out of 178
Number of Geolocated Images	178 out of 178

Initial Image Positions

el(R) Core(TM) i7-4790 CPU @ 3.60GHz
GB
IDIA Quadro K2200 (Driver: 10.18.13.5362)
s: 10 Pro, 64-bit

GCS_WGS_1984 (EGM96 Geoid)
Hungarian_1972_Egesegees_Onszagos_Vetuleti (EGM96 Geoid)
Hungarian_1972_Egesegees_Onszagos_Vetuleti (EGM96 Geoid)

2D Full
Full, Image Scale: 1
Aerial Grid or Corridor
Use Geometrically Verified Matching: yes
Targeted Number of Keypoints: Automatic
Calibration Method: Standard
Internal Parameters Optimization: All
External Parameters Optimization: All
Rematch: Auto, yes

on details

multiscale, 1/2 (Half image size, Default)
Optimal
3
yes
Resolution: Medium Resolution (default)
Color Balancing: no
Generated: no
Sample Density Divider: 1
group1
yes
yes
14m:42s
01m:42s
04m:55s

	1
	7417138
	140.71

Index Details

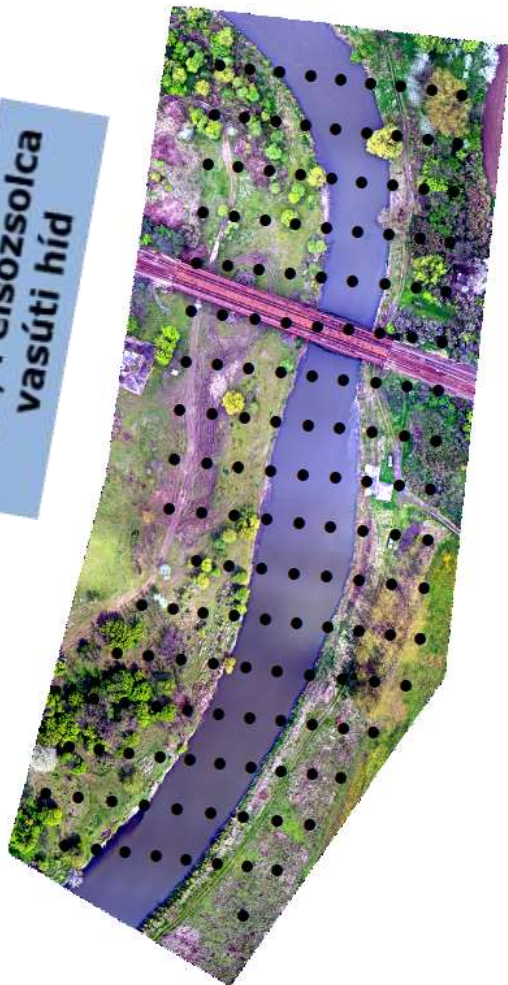
1 x GSD (2.73 [m/pixel])
Noise Filtering: yes
Surface Smoothing: yes, Type: Medium
Generated: yes
Method: Triangulation
Merge Tiles: yes

Felmérés szoftverrel és kézi irányítással ...

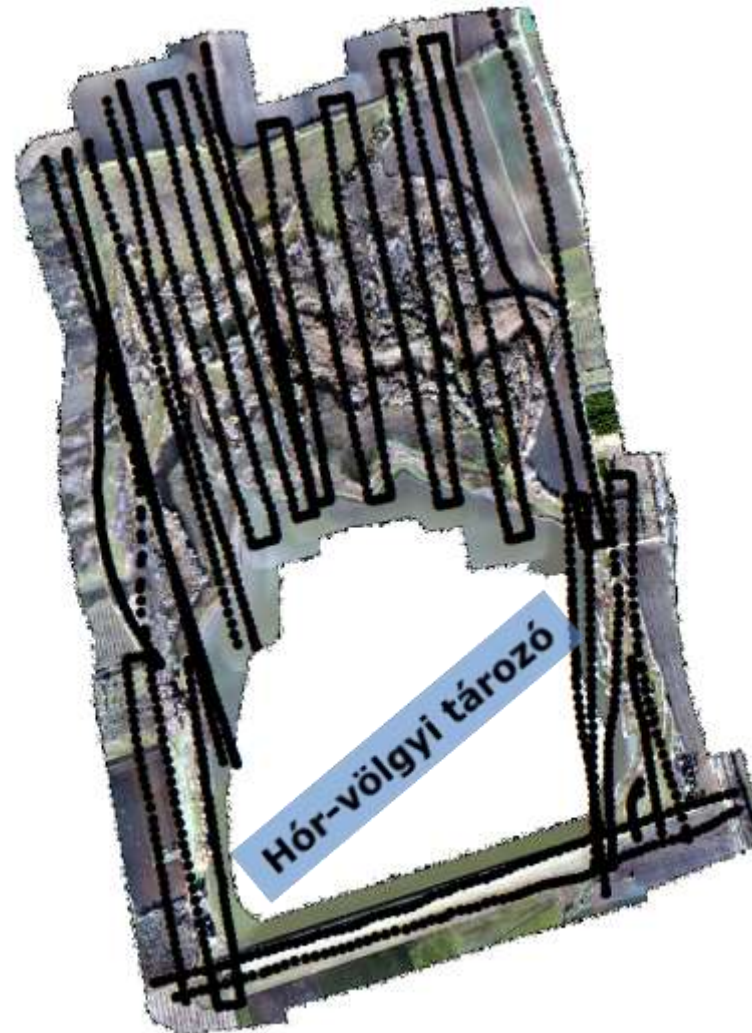
DJI Mavic 2 Pro
Egy repülés
Pix4D felmérés
ESRI Drone2Map

DJI Phantom 4 Pro +
Öt repülés
Kézi irányítás, intervallum fotó
ESRI Drone2Map

Sajó, Felsőzsolca
vasúti híd



Hór-völgyi tározó



Karcsa csatorna (Kézi irányítás, intervallum fotó)



Egyedileg
illesztett
képek

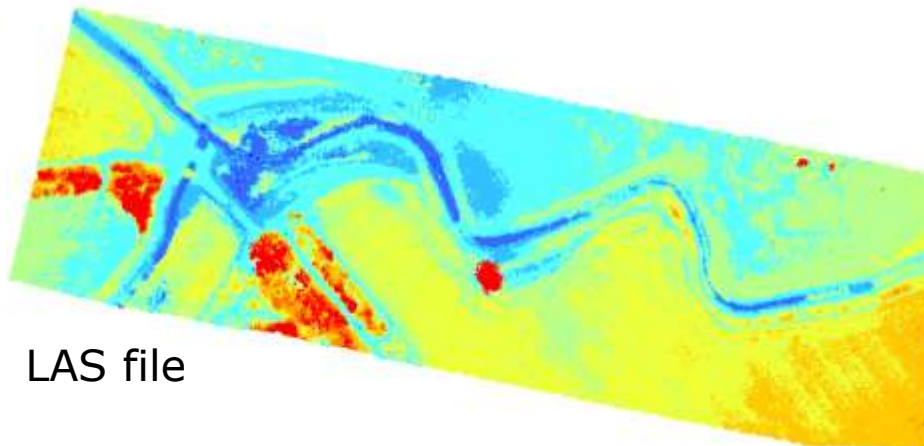
DJI Phantom 4

ESRI Drone2Map szoftverrel feldolgozva



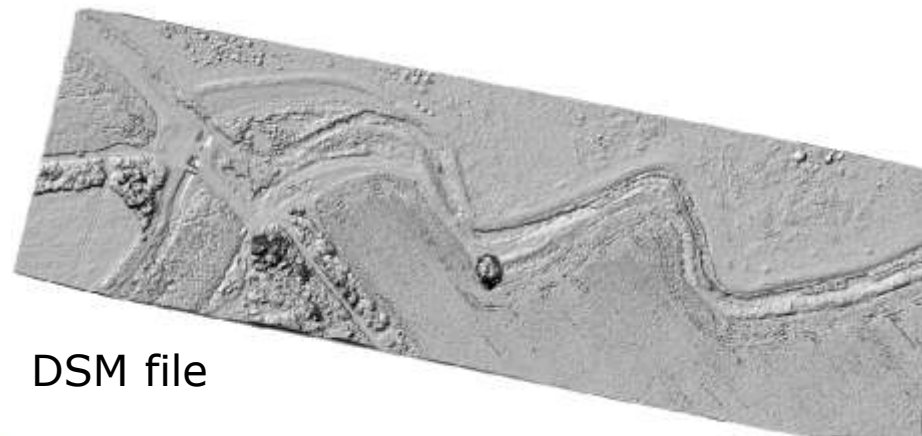
Zalkod védvonal
(Útpont repülés,
intervallum fotó)

Zalkod
(OKT Körlet)



LAS file

A felmérést DJI Phantom 4 Pro quadkopterrel végeztük és ESRI Drone2Map szoftverrel dolgoztuk fel.



DSM file



Ortofotó



DJI Mavic 2 pro drónnal Pix4D felmérő szoftverrel készült felmérések

Feldolgozás ESRI D2M szoftver



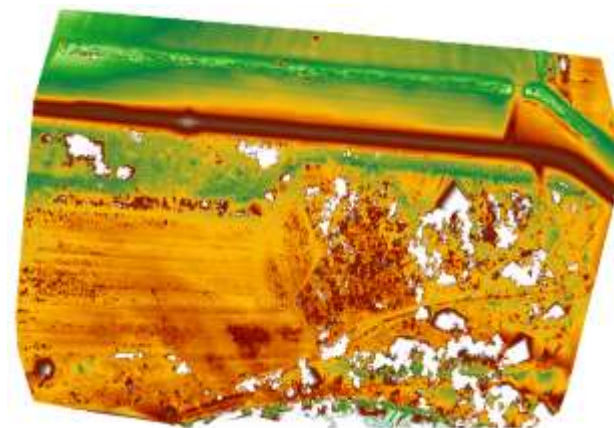
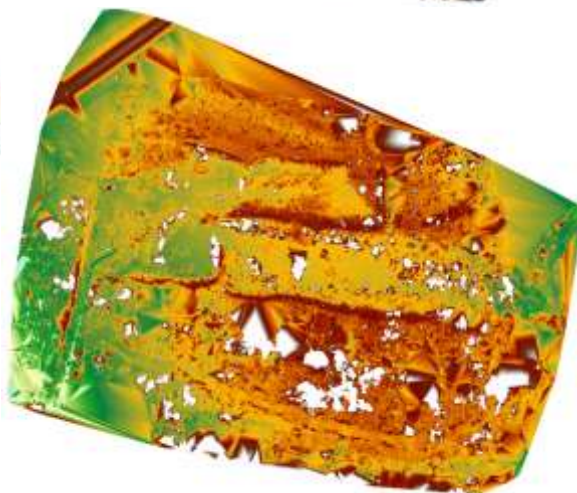
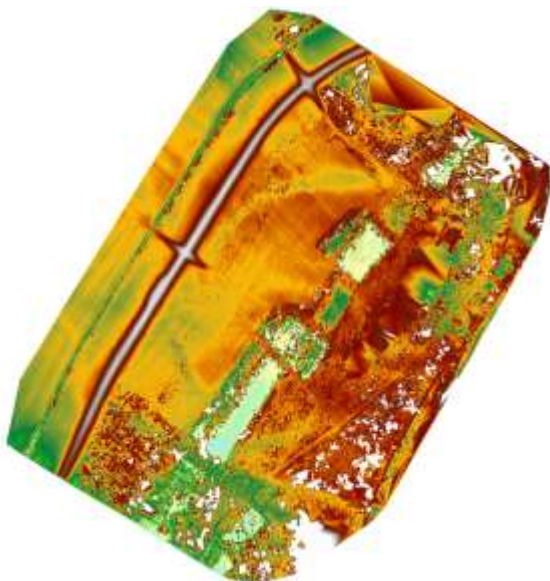
Ároktő

Tiszadorogma

Földi azonosító pont nélküli feldolgozás



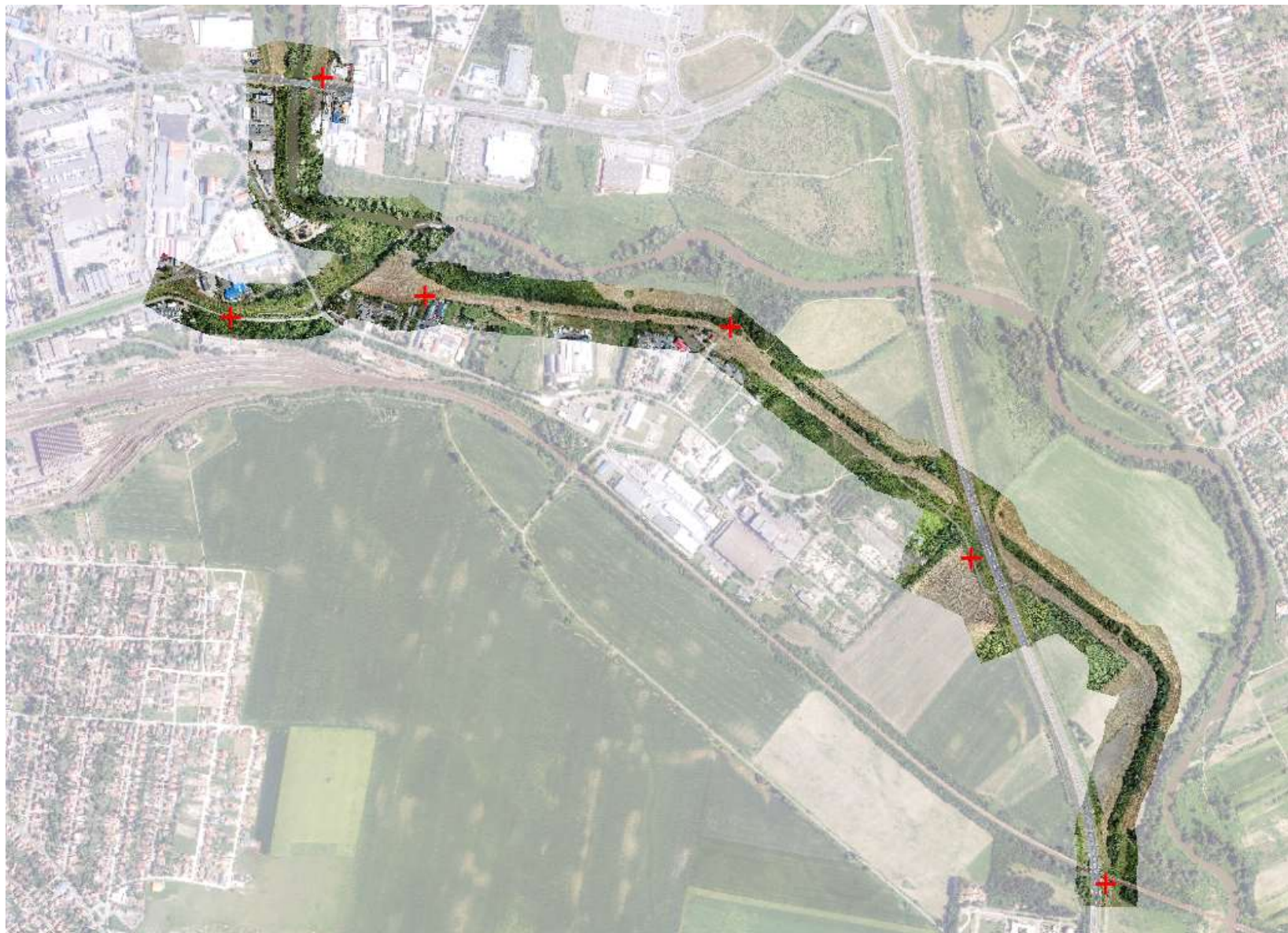
A MI VÍZÜGYÜNK





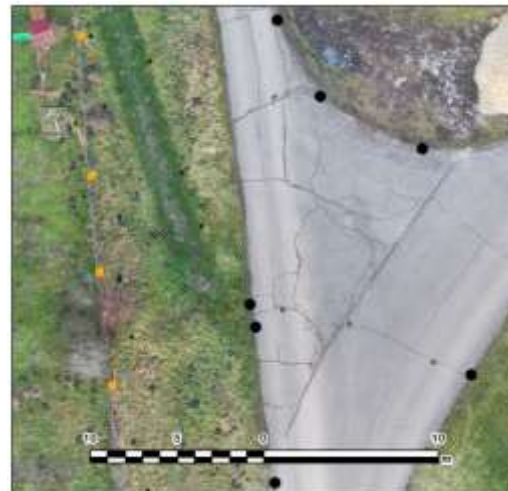
Töltésfelmérés 2019 Sajó, Miskolc Fonoda út

DJI Phantom 4 Pro plus. 100 m repülési magasság 1,9 cm terepi felbontás.
Kézi irányítás intervallum fotózás. Feldolgozás: ESRI D2M



DJI Mavic 2 Pro PIX4D szoftver. 100 m repülési magasság 1,9 cm terepi felbontás.
Földi azonosítópontoknál max. 2-3 cm eltérés. Egyéb bemért pontokon is hasonló a pontosság.

A MI VÍZÜGYÜNK



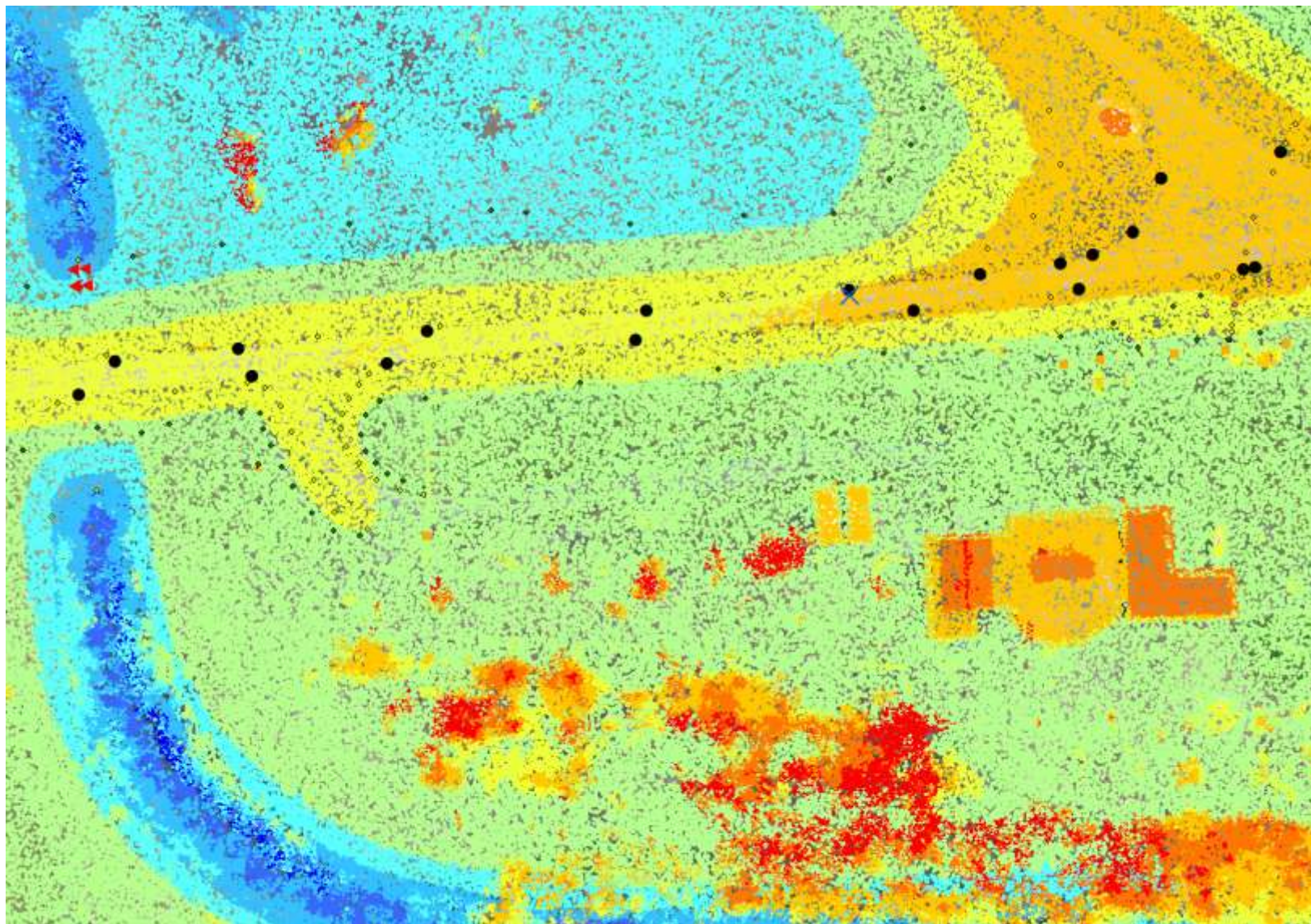


Poroszló töltés felmérés

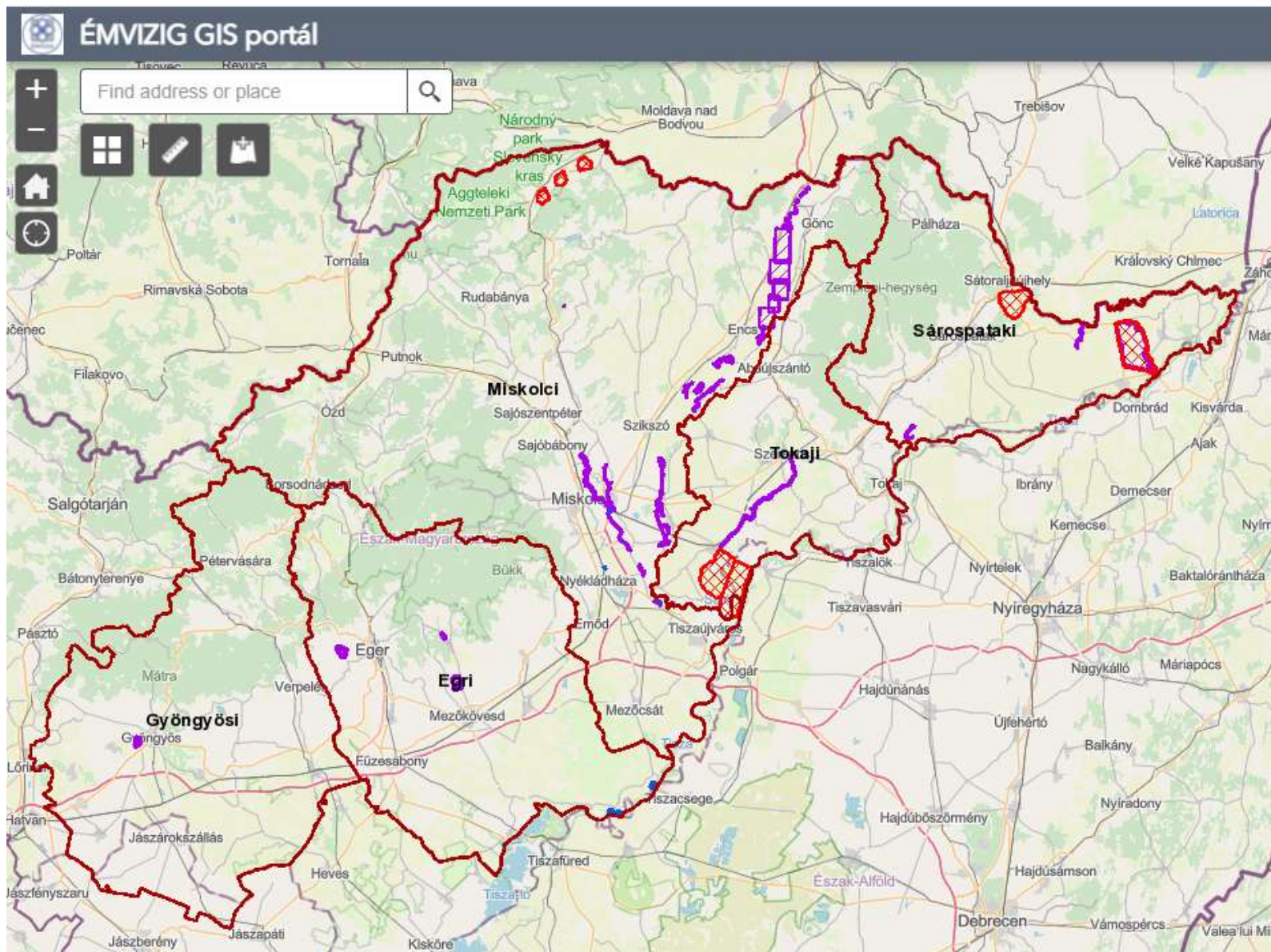
Feldolgozás ESRI D2M szoftver



A feldolgozás során létrejött LAS pontfelhő. Fedetlen területeken jó Z érték.



Saját felmérésből, feldolgozásból származó raszter adatok



Objektumok 3D felmérése ...

A megfelelően megtervezet repülések során készített felvételsorozatok lehetőséget biztosítanak bármely objektum 3D felmérésre. A ferde tengellyel -akár egyedileg- készült fényképek alapján a feldolgozó szoftver előállítja az x,y,z pontállományt, melyet különféle módokon tudunk megjeleníteni és a megfelelő illesztést alkalmazva pontos méreteket és pozíciót kinyerni.





Mire is lehet használni geodétáknak az UAS-okat?

Csak arra amit tudnak, repül és visz valamit ...

- Fotó és videó felvétel készítés (ferde tengely)
 - Mérési terület előzetes felmérése
 - Bemutató anyagokhoz, prezentációkhoz
 - Objektumok 3D felméréséhez
- Fotó és videó felvétel készítés (függőleges tengely)
 - LAS, DSM, ortofotó előállításához
- Felvétel készítés speciális érzékelőkkel (LIDAR)

A feldolgozott anyagok használata:

- LAS, DSM, ortofotó előállítása
 - DDM, DTM szerkesztési alap
 - Földi geodéziai felmérések kiegészítése, láttatása
 - Térfogatszámítás
 - Előrehaladási monitoring
 - Objektumok 3D reprezentációja, prezentációja

... és bármi más ami a kollégáknak eszébe jut ...



KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

A MI VÍZÜGYÜNK

szasz.robert@emvizig.hu +36 30 5694562