



ELTE | IK
INFORMATIKAI KAR

Reptéri futópálya anomália és FOD detektálása drónnal

Dr. Kovács Béla, egyetemi docens
ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet

FÖLDMÉRŐK VILÁGNAPJA, 2025.03.20.



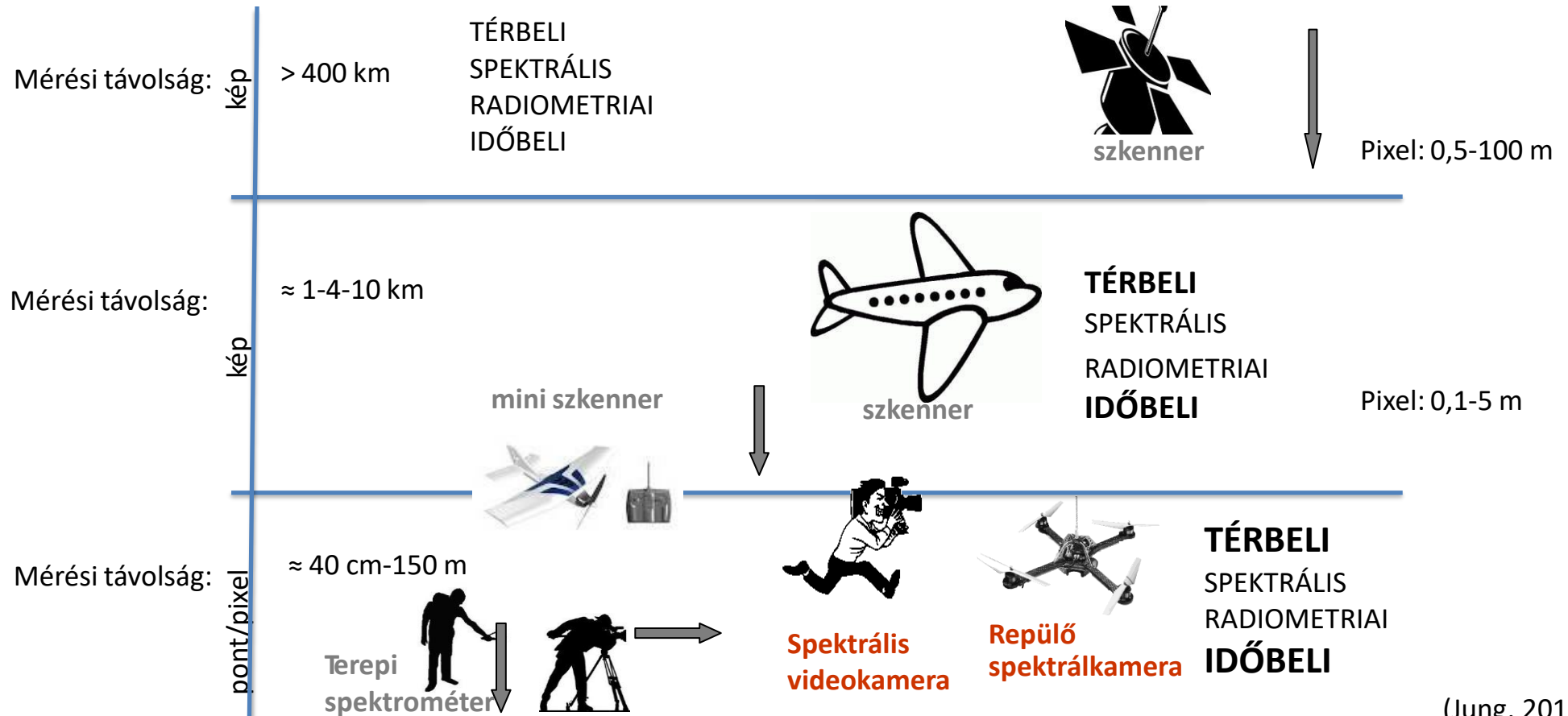
A projekt résztvevői

- Dr. Dudás Zoltán alezredes, NKE HHK Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszék, egyetemi docens
- Gajdos Máté Ádám százados, NKE HHK Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszék, tanársegéd
- Dr. Jung András, Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet, egyetemi tanár
- Dr. Károly Krisztián százados, NKE HHK Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszék, egyetemi adjunktus
- Dr. Kovács Béla, ELTE IK, egyetemi docens
- Dr. Varga Zsófia, ELTE IK Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet, egyetemi adjunktus
- Dr. Vas Tímea alezredes, NKE HHK Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszék, tanszékvezető egyetemi docens
- Dr. Vörös Fanni, ELTE IK Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet / Myactioncam Kft.

A távérzékelés szenzorai

- Anélkül jutunk adatokhoz, hogy a vizsgált tárgyjal közvetlen kapcsolatba kerülnénk.

- Különböző magasságból/ távolságból



(Jung, 2018)

A feladat

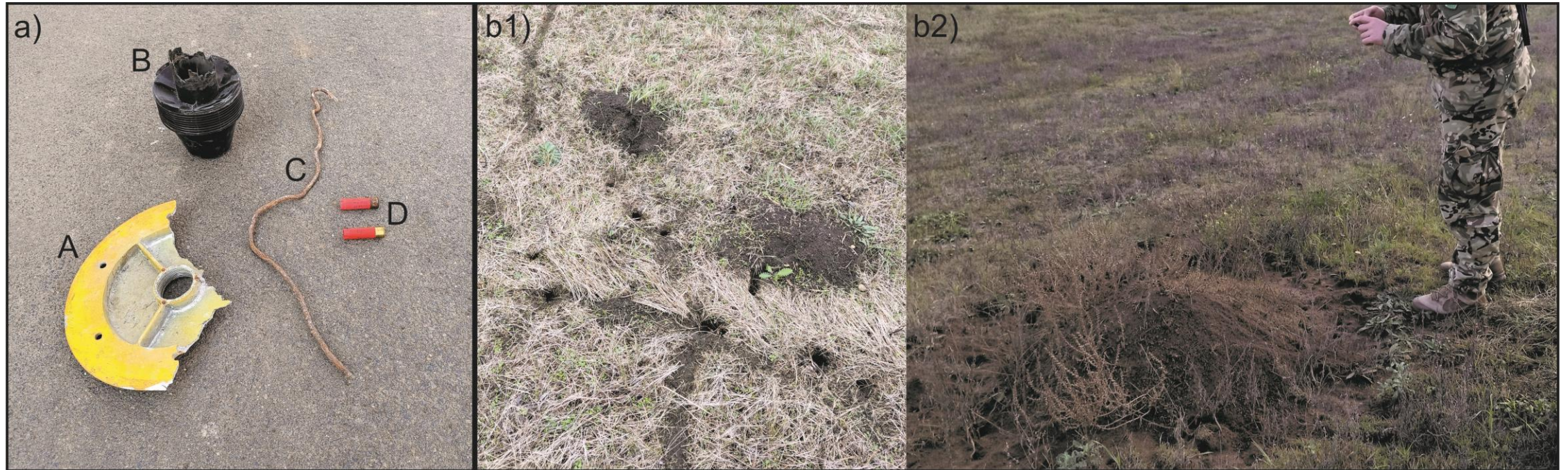
- FOD (Foreign Object Debris) - az oda nem illő, „idegen” tárgyak detektálása a reptéri futópályán/gurulóútjain

- (lehullott) repülőgép-alkatrészek (fémcsavarok, műanyag elemek stb.)
- élőlények (güzü, madarak, ragadozók, emberek)
- termések (dió, egyéb pl. szél által felhordott növényi maradványok stb.)
- szemét
- reptéri biztonsági berendezések (alkatrészei)

...vagyis mindaz, aminek nem volna szabad a gurulóúton, futópályán jelen lennie: sohasem!

- Anomáliák keresése (minden ami nem megszokott /eltér a normálistól (pl. út/pályahiba) – idősoros mérések összevetése. Automatizált feldolgozás lehetőségének vizsgálata.

FOD – Foreign Object Debris



a) A=gurulófény, irány-jelző alumínium tárcsa, B=levegőszűrő műanyag betét, C=betonvas?!,
D=töltényhüvely

b1, b2) (*Mus spicilegus*) - güzüegér, güzü fészek → ragadozómadarak a pályán!

FOD – Foreign Object Debris



a) A=gurulófény, irány-jelző alumínium tárcsa, B=levegőszűrő műanyag betét, C=betonvas?!,
D=töltényhüvely

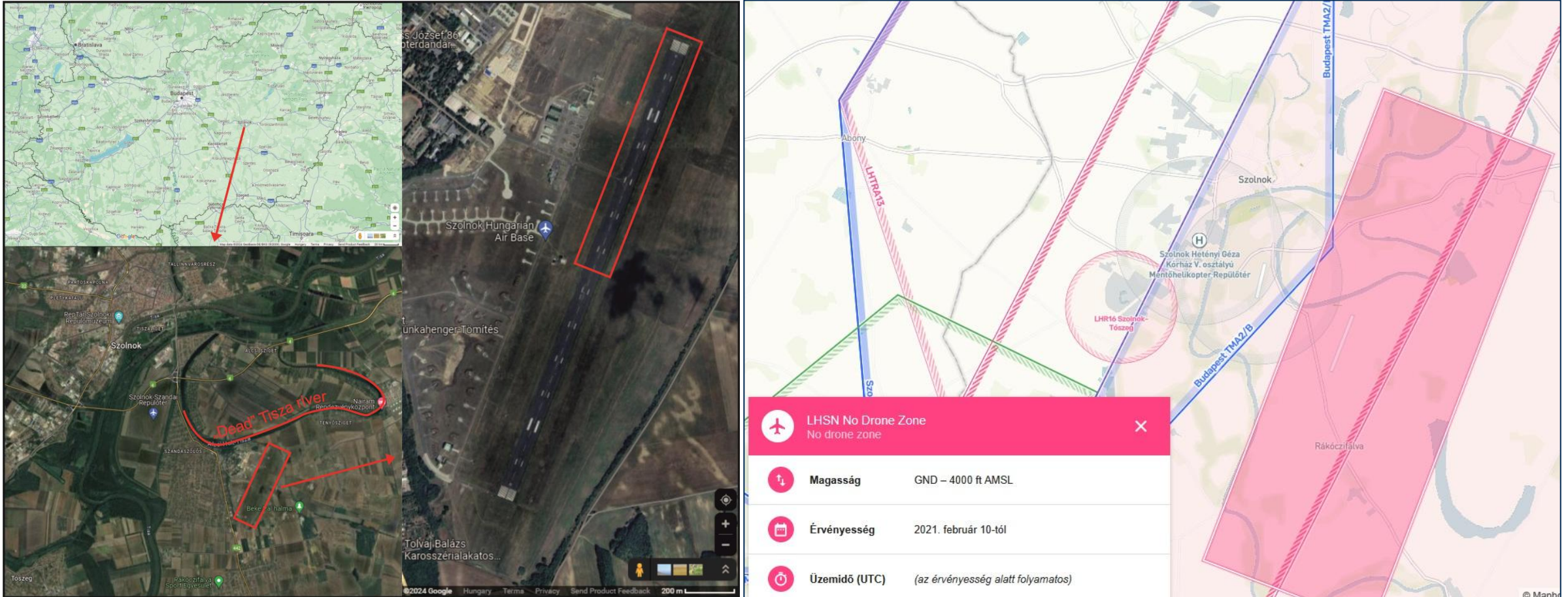
b1, b2) (*Mus spicilegus*) - güzüegér, güzü fészek → ragadozómadarak a pályán!

A helyszín/mintaterület bemutatása

Szolnok LHSN - katonai repülőtér (természetesen „no-drone” zóna!)

- Nemzeti Közszolgálati Egyetem (NKE) – IMA „Integrated Model Airport” projekt:
(katonai) repülőgépek (merevszárnyú és forgószárnyú) és pilóta nélküli (távpilóta, drón, UAV/UAS) eszközök együttes működésének vizsgálata és koordinálása
- Alcsi-Holt-Tisza közelsége
- a napi néhány-tól, akár 100+ le és felszállás
- építési terület, veszélyes üzem
- „Eseti légtér” engedély szükséges... Itt???
- (mezei drónpilóta kérelem itt esélytelen; de katonai háttértámogatással csak pár nap a sikeres ügyintézés 😊)
- gyártói (DJI restricted GEO-zone) tiltás/korlátozás feloldás problematikája

A helyszín/mintaterület

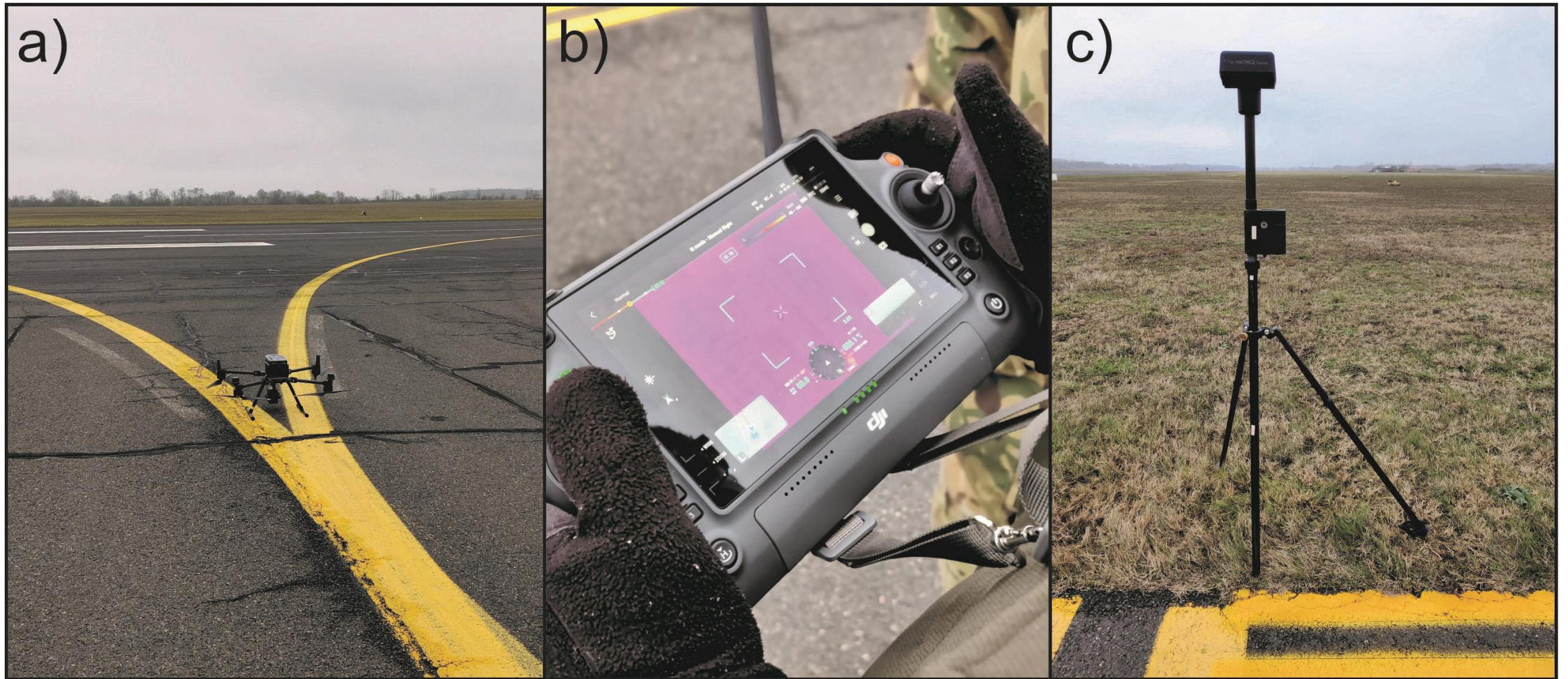


Az eszközeink

Abból gazdálkodunk, ami eszközünk már megvolt:

- DJI Matrice 210 RTK V2, X5S RGB és Micasense Altum multispektrális szenzor (R+G+B+NIR+RedEdge+LWIR)
- DJI Matrice 210 X5S RGB szenzorral
- DJI Matrice 350 P1 RGB, L1 LiDAR + RGB és H20 termális + RGB szenzorokkal
- Egyéb merevszárnyú, egyedi fejlesztésű eszközök
- DJI RTK bázisállomás
- Stonex S9iii GNSS vevő

Az eszközeink



Az eszközeink



Az eszközeink



Az eszközeink

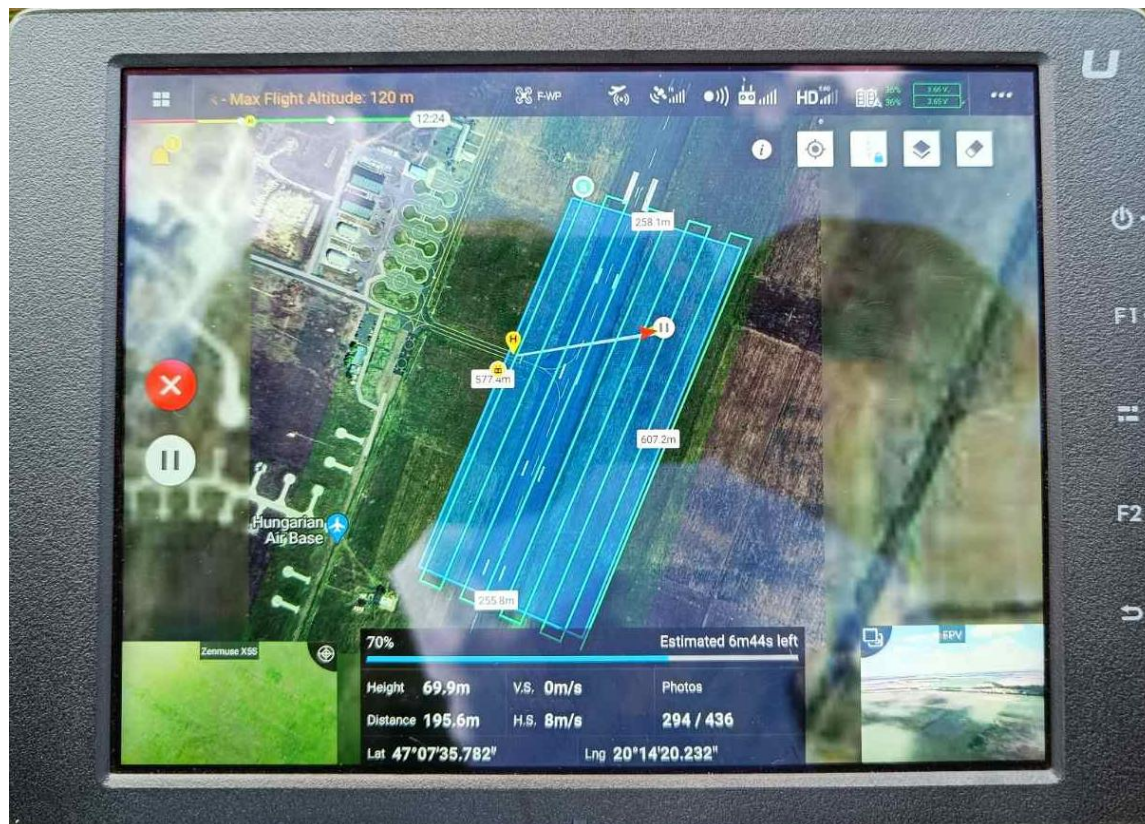


A terepi mérések, repülések

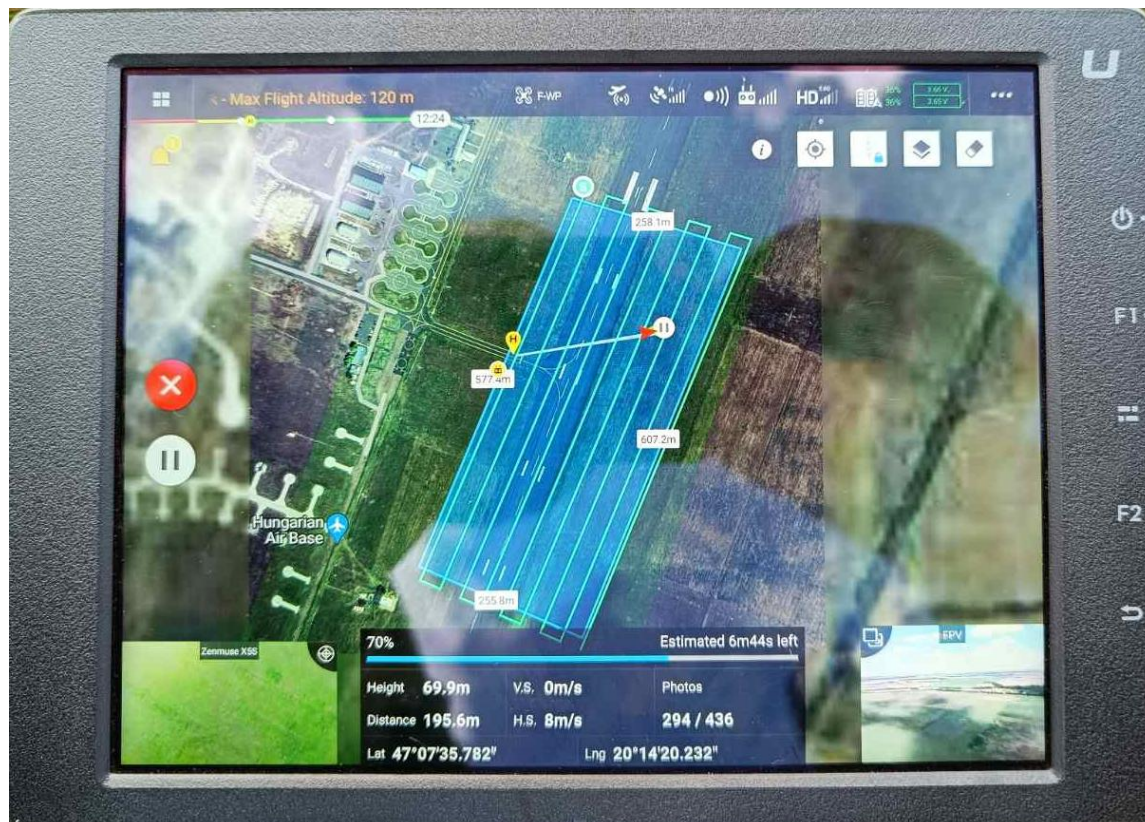
A projekt nem zárult le, igyekszünk különböző időjárási körülmény és hatás mellett további mintarepüléseket végezni, a keletkező sok-sok TerraByte-nyi adatot kiértékelni, feldolgozni, megszerezni, publikálni és tárolni...

- aktív katonai repülőtér
- limitált erőforrások, eszközök
- idő
- idő
- idő
- pénz

A terepi mérések, repülések



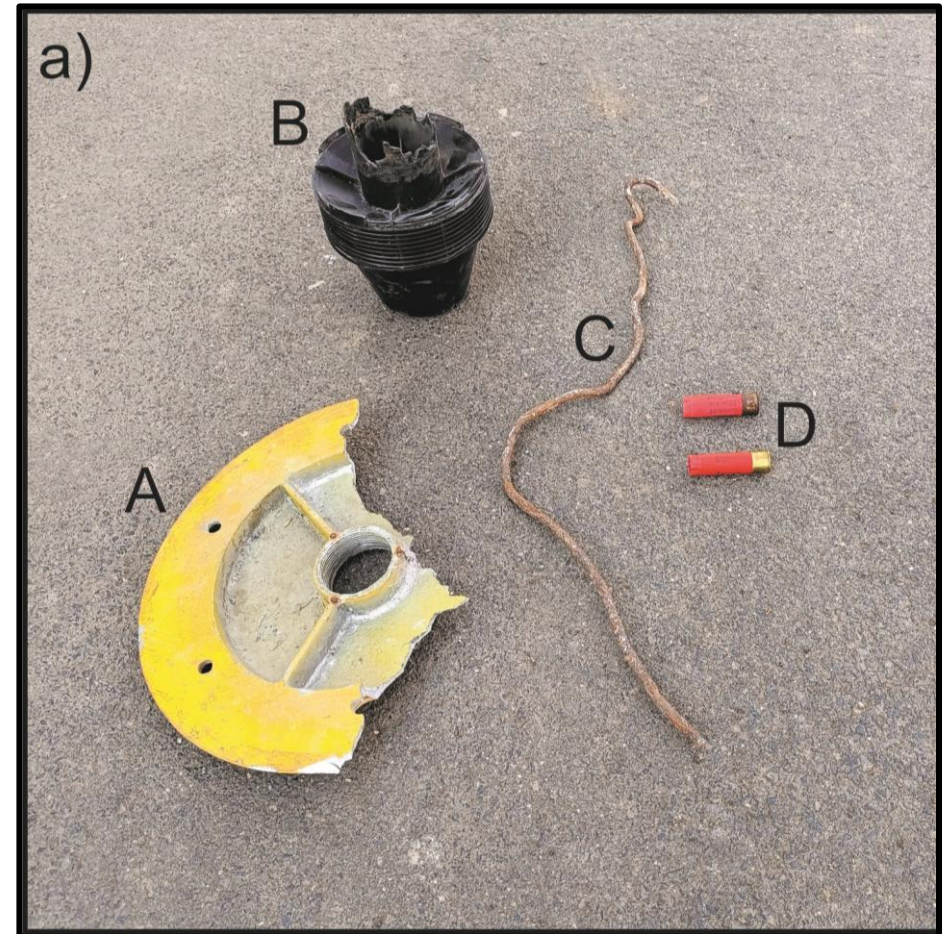
A terepi mérések, repülések



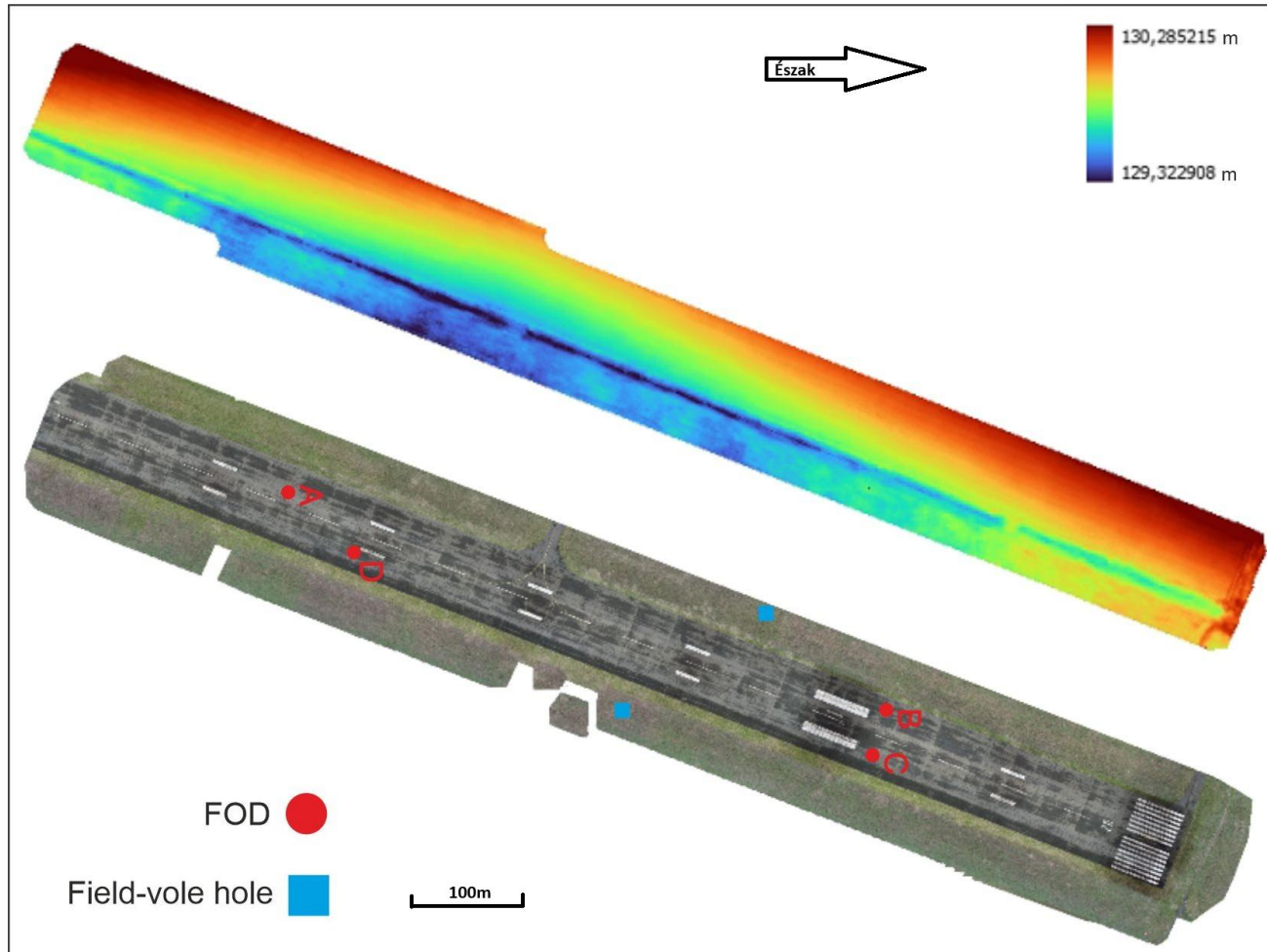
A terepi mérések (egy repülési nap adatai)

Szenzor	GSD (cm/pixel)	AGL (m)	Sebesség (m/s)	Felvétel szám:
L1	0.83	30	3.5	736
H20T	4.44	50	3	2227
P1	0.63	50	5.1	968

FOD mérete (mm)	x	y	z
A	335	240	35
B	160	160	210
C	675	10	10
D	65	20	23



Eredmények (...lejt a pálya...)

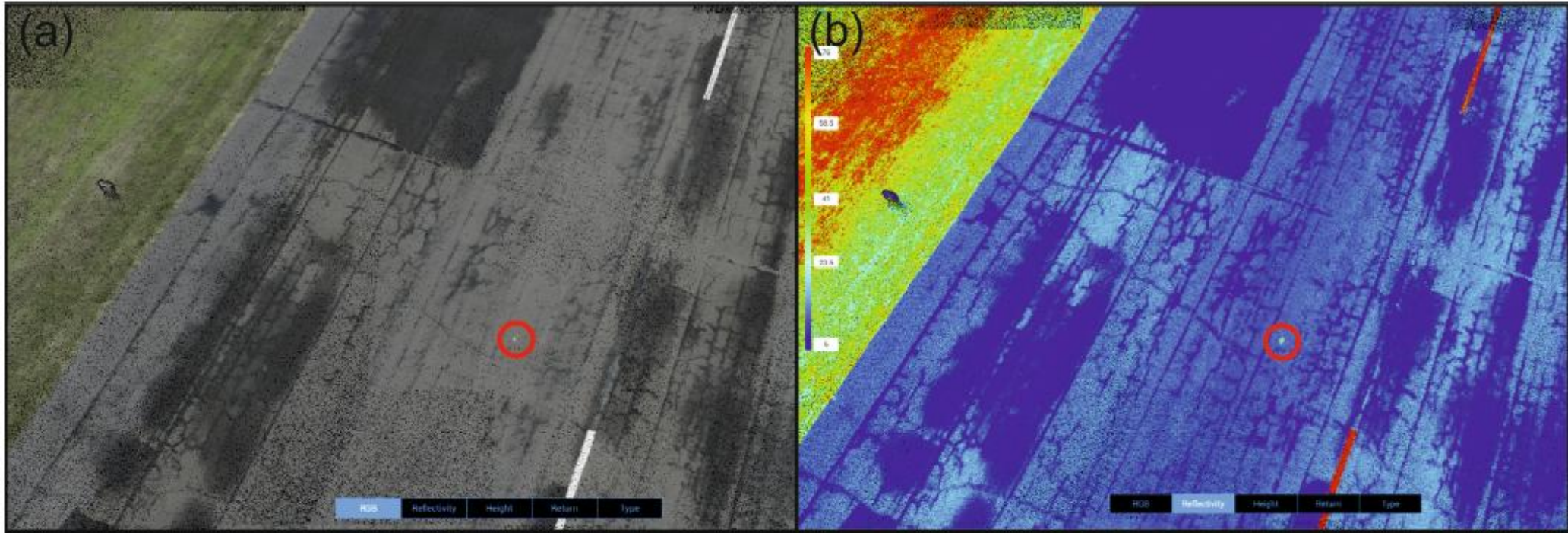


$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

$$\theta(x, y) = \cos^{-1} \left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{(\sum_{i=1}^n x_i^2)^{\frac{1}{2}} * (\sum_{i=1}^n y_i^2)^{\frac{1}{2}}} \right)$$

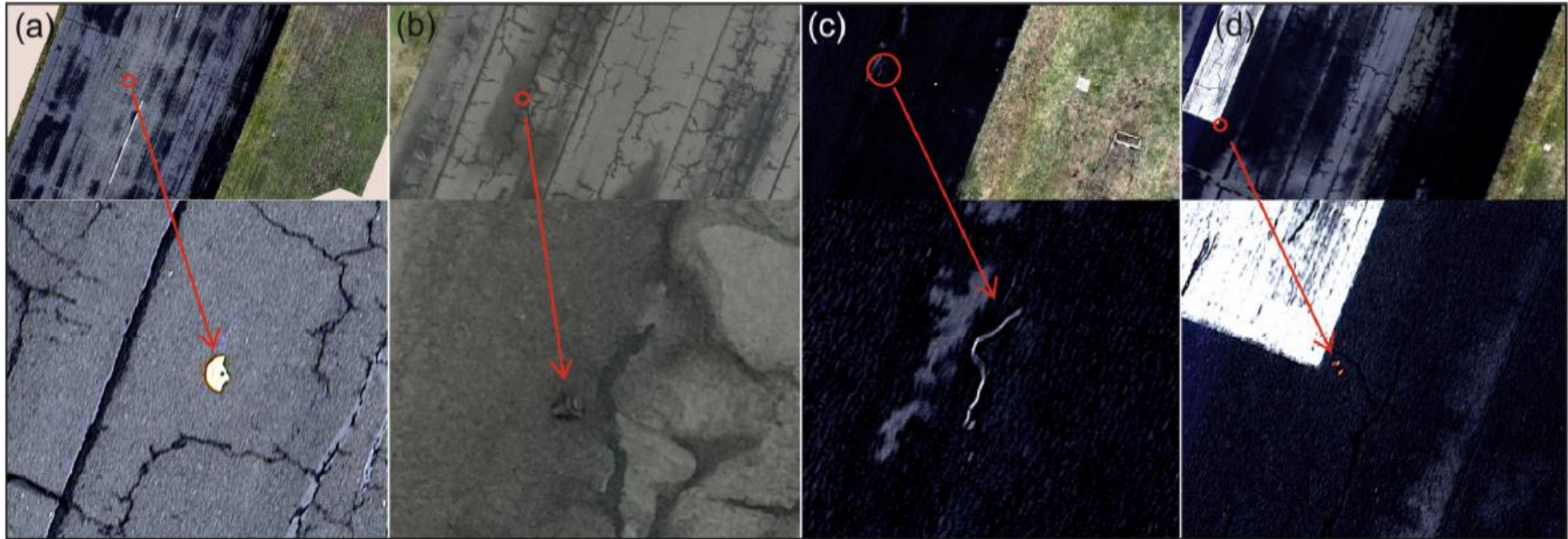
$$Gini\ index = 1 - \sum_{i=1}^n (p_i)^2$$

Eredmények (LiDAR)



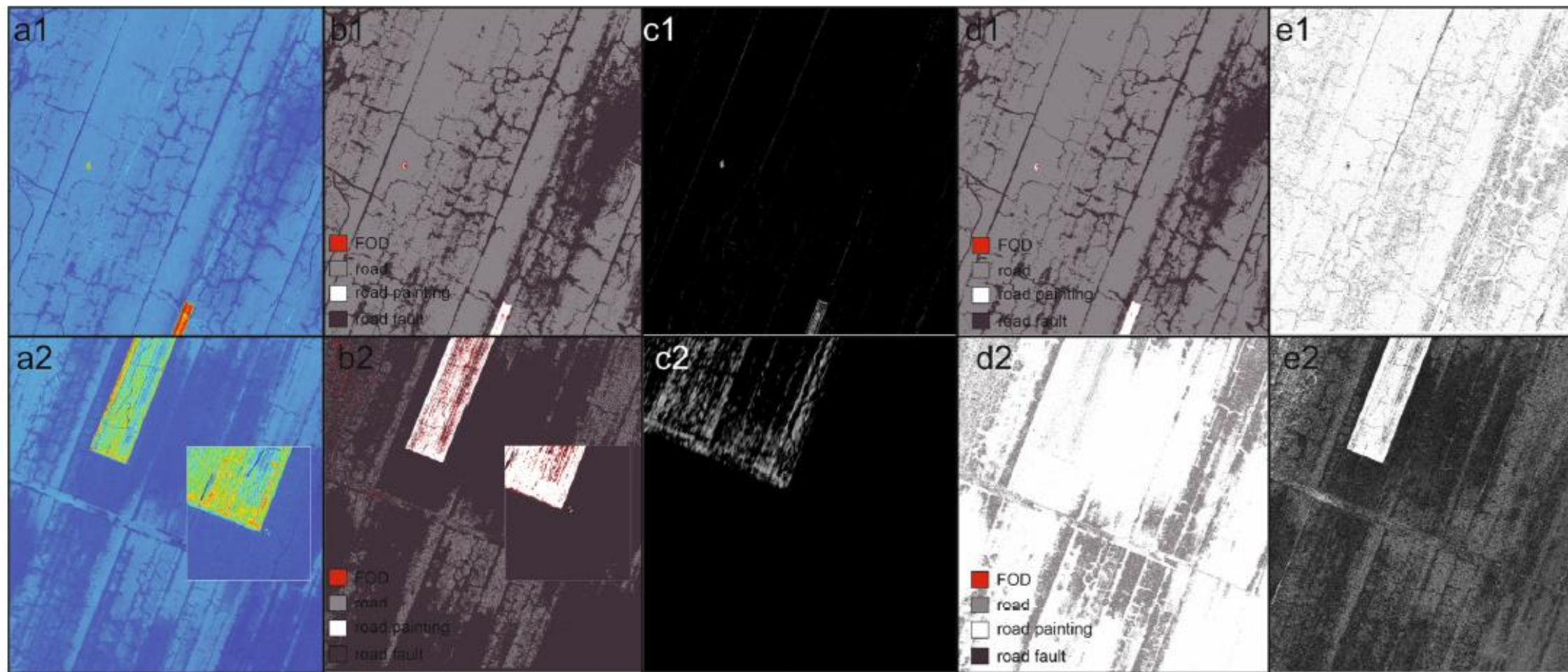
Az „A”-FOD detektálása az RGB pontfelhőn és feldolgozás során készült reflektancia térképen (jobbra)

Eredmények (RGB ortofotó)

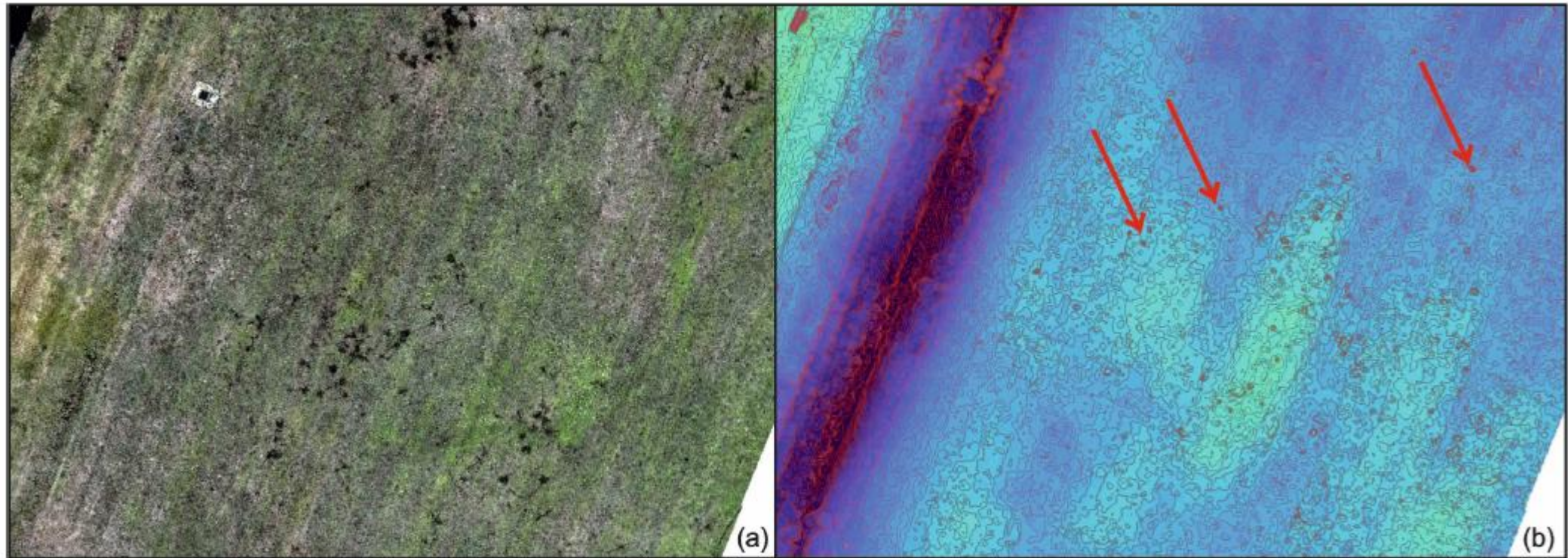


Minden vizsgált FOD megtalálható/látható/detektálható(?) az RGB felvételeken (alsó képeken az eredeti felbontásban) – a repülési napon tapasztalt mostoha időjárási körülmények között is.

Eredmények (gépi tanulás)



Eredmények („csak dolgoztunk, mint a güzü...”)



Ráadásként, az RGB felvétel sorozatokból készült „szintvonalas térképen” a güzü fészkek azonosíthatók/leválogatható, szabályos kúpként jelennek meg. (1 cm(!) az alapszintköz a jobb oldali izovonalas-térképen)

Megjelenéseink

- Kovács, Béla ; Vörös, Fanni ; Vas, Tímea ; Károly, Krisztián ; Gajdos, Máté ; Varga, Zsófia
Safety and Security-Specific Application of Multiple Drone Sensors at Movement Areas of an Aerodrome, DRONES 8 : 6 pp. 1-19. Paper: 231 , 19 p. (2024) (Q1)
- Vörös, Fanni ; Vas, Tímea ; Dudás, Zoltán ; Gajdos, Máté ; Kovács, Béla ; Varga, Zsófia
Reptéri futópálya állapotának többszenzoros drónos felmérése - első tapasztalatok
In: Abriha-Molnár, Vanda Éva (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában XV., Debrecen, Magyarország : Debreceni Egyetemi Kiadó (2024) 320 p. pp. 301-308. , 8 p.
- Vörös Fanni, Varga Zsófia, Kovács Béla, Károly Krisztián, Gajdos Máté, Vas Tímea
Többszenzoros UAV rendszerrel történő objektumkeresés; II. DAAK2024 konferencia, Gábor Dénes Egyetem, 2024.11.15.

Ez a projekt nem jött volna létre...

a Tématerületi Kiválósági Program támogatása nélkül:

- A TKP2021-NVA-29 számú projekt „Biztonságkritikus nemzeti szolgáltatások és ipari infrastruktúrák védelme kiberbiztonsági, technológiai és szabályozási eszközökkel” a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NVA pályázati program finanszírozásában valósult meg.
- A TKP2021-NVA-16 azonosítószámú „Alkalmazott katonai műszaki-, had-, és társadalomtudományi kutatások a nemzetvédelem, nemzetbiztonság területén a Hadtudományi és Honvédtisztképző Karon”. A projekt az Integrált-mintarepülőtér kiemelt kutatási terület Virtual Airport (VA) kutatócsoport kutatóinak munkájaként az Innovációs és Technológiai Minisztérium, mint Támogató finanszírozásával valósult meg.



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROJEKT



ELTE | IK
INFORMATIKAI KAR

Köszönöm a figyelmet!

Dr. Kovács Béla
egyetemi docens



FÖLDMÉRŐK VILÁGNAPJA, 2025.03.20.



ELTE | IK
INFORMATIKAI KAR

Köszönöm a figyelmet!

Dr. Kovács Béla
egyetemi docens



FÖLDMÉRŐK VILÁGNAPJA, 2025.03.20.