A Területi Monitoring Rendszer kutatás-fejlesztési feladatai

Magyar Államkincstár

Szerletics Ákos, Cséve Ármin

ULYSSYS

Henits László, Gudmann András, Kuczy Csaba

esa

Ulyssys Kft. K+F

- Magyar tulajdonú szoftverfejlesztő cég, közel 300 munkavállalóval
- Integrált Irányítási és Ellenőrzési Rendszer fejlesztése 2004 óta
- Területi Monitoring Rendszer fejlesztése 2021 óta

- Első megkötött ESA szerződés 2025-ben
- Kis és keskeny parcellák növénykategória monitorozása SENTINEL-2 adatok pixelösszetétel modellezésével LEZÁRULT 2026.02.16.
- Országos szintű gyomdetektálás mélytanulási algoritmus és Sentinel-2 adatok felhasználásával LEZÁRULT 2026.07.13.
- Hiperspektrális adatok integrálása KAP monitoring rendszerbe, továbbfejlesztett növénykategória osztályozás céljából FOLYAMATBAN 2027.04.27-ig

Ulyssys Kft. K+F csapat

Projekt csapat

- Üzletfejlesztési igazgató
- Projekt menedzser (2 fő)
- Üzletfejlesztési és termékmenedzser
- Pályázati referens

Kutató és Fejlesztő csapat

- Kutató (4 fő, 3 PhD)
- Fejlesztő (3 fő)

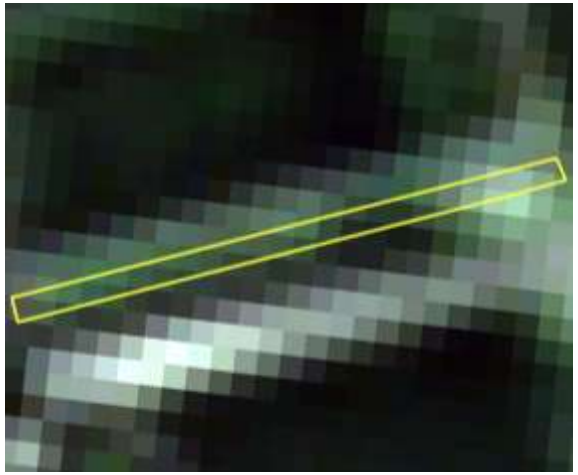
- Jelenlegi projektek 1 év hosszúságúak
- 1-2 futó projekt, közben új pályázat keresése, megírása
- ESA RPA pályázatok esetén kb. 1 év a pályázat benyújtásától az indulásig

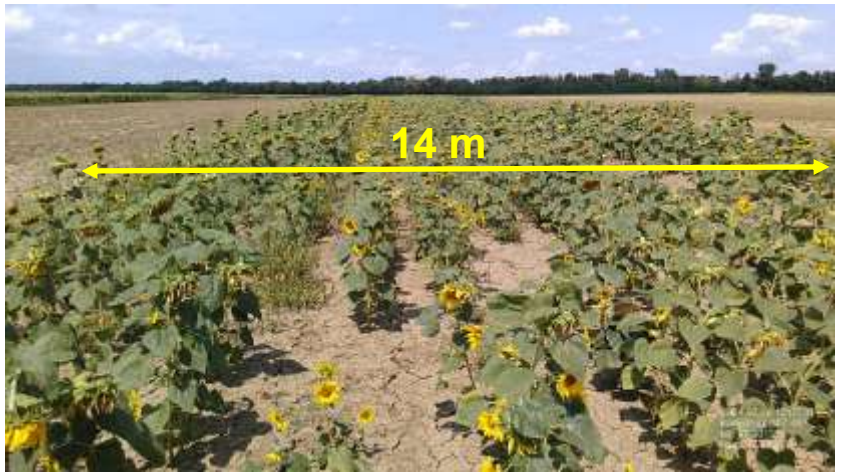
Területi Monitoring Rendszer

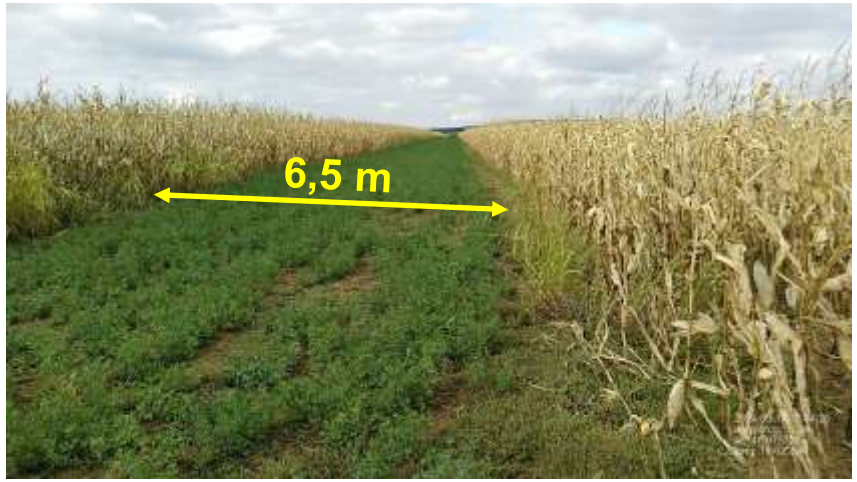
- Komolyabb kutatást igénylő feladatok a Területi Monitoring Rendszerből
- Új módszerek tesztelése, implementálása (Deep Learning, Adatfúzió)
- Jövőbeli ESA műholdas adatok használatára való felkészülés (CHIME, LSTM)

Kis- és keskeny parcellák ellenőrzése

- Kis és keskeny parcellák növénykategória monitorozása SENTINEL-2 adatok pixelösszetétel modellezésével
- TMR-ben 1,25 millió igénylés évente
  - 100 ezer igénylés (kb. 8%) kevesebb, mint 8 egész S2 pixelt tartalmaz
  - 60 ezer igénylés (kb. 5%) nem tartalmaz egész S2 pixelt
- Mintavételes helyszíni ellenőrzés







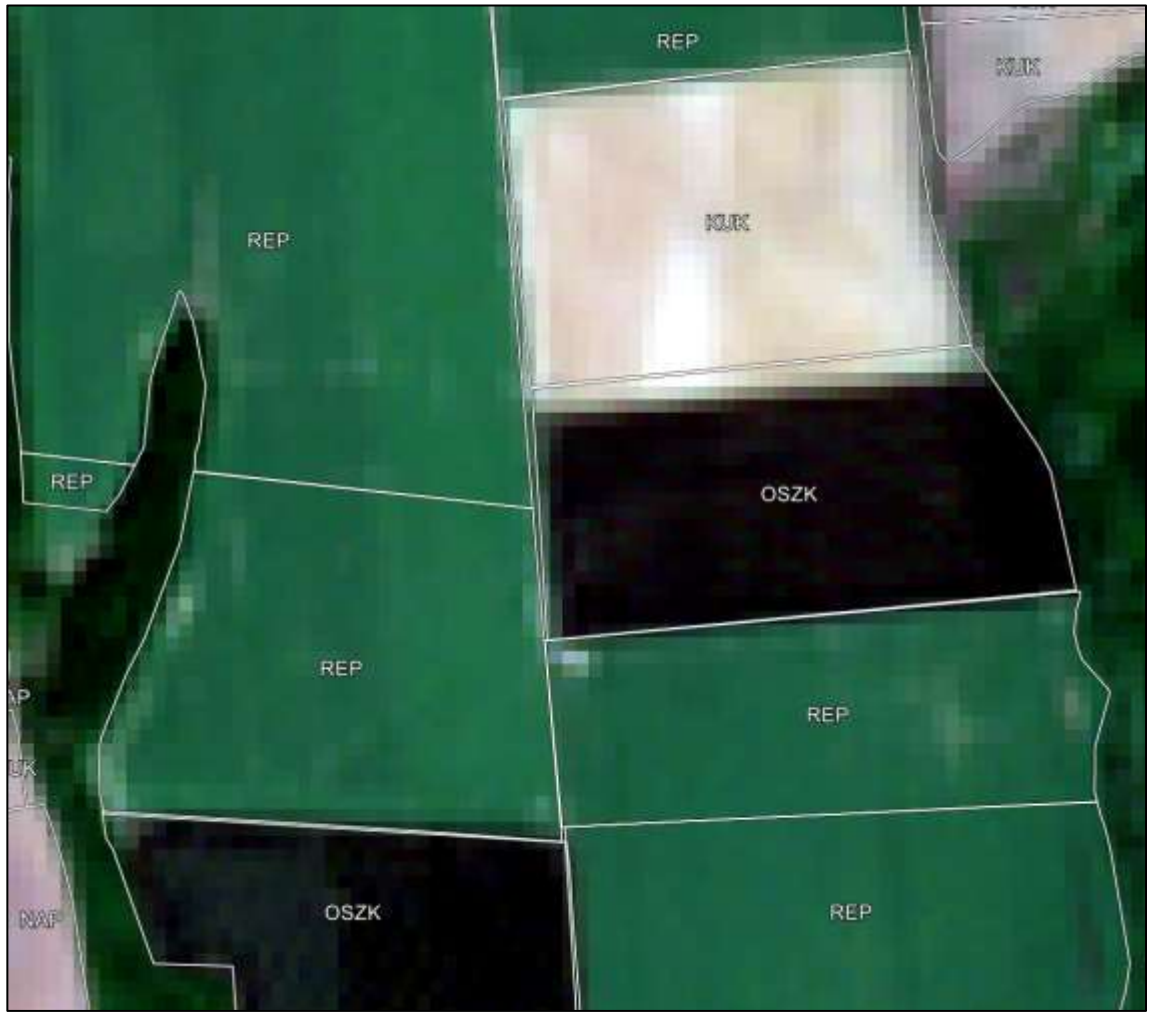
Növénykategória térkép

- 32 tematikus osztály
- 5 időpont (június-október)
- 10 m térbeli felbontás
- Teljes pontosság: 86,42-95,72%

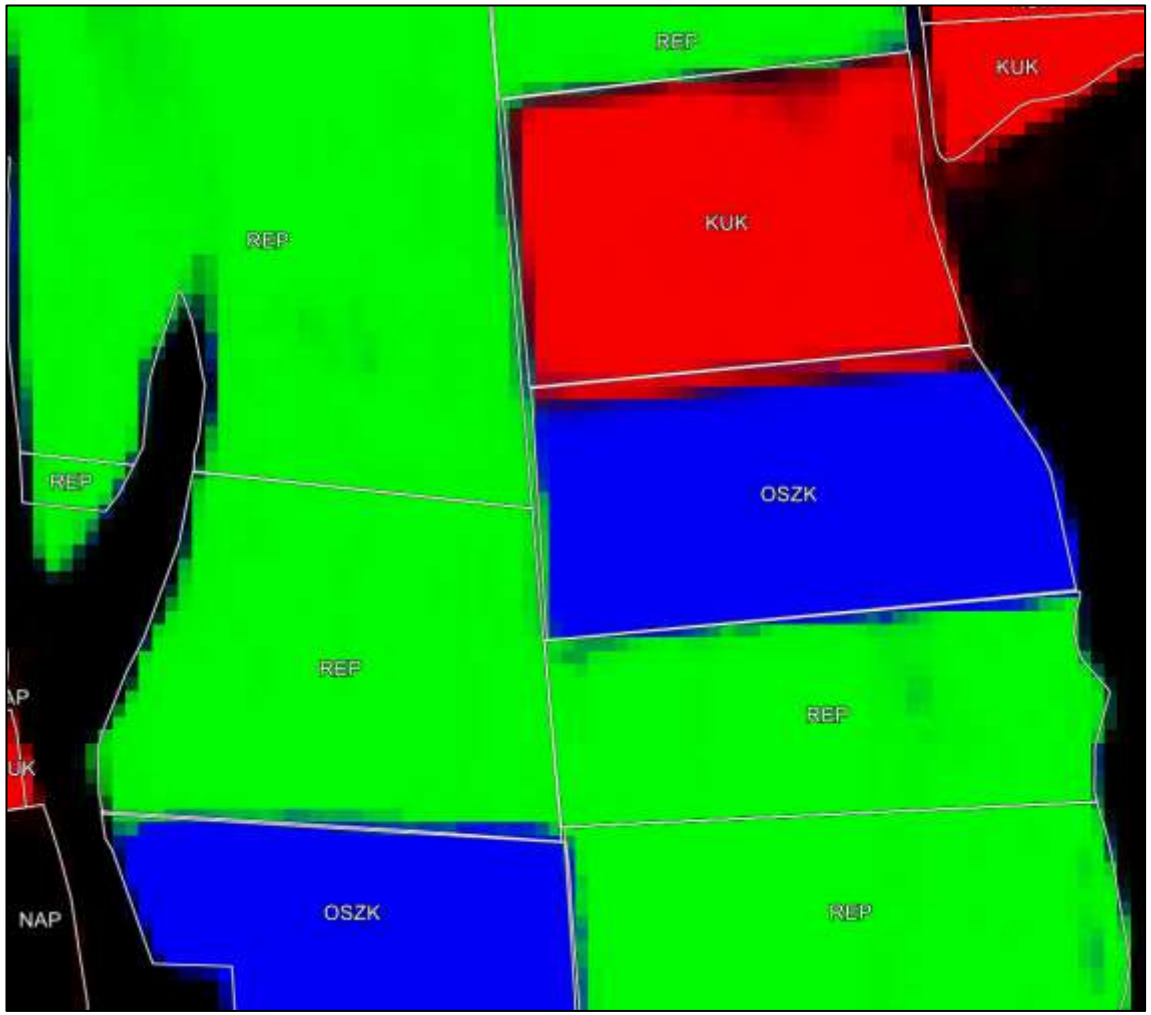
Magyar Államkincstár

esa

Valószínűségi rétegekből képzett kompozit



Sentinel-2A 2024.05.11.



Kukorica (%) Repce (%) Őszi kalászos (%)

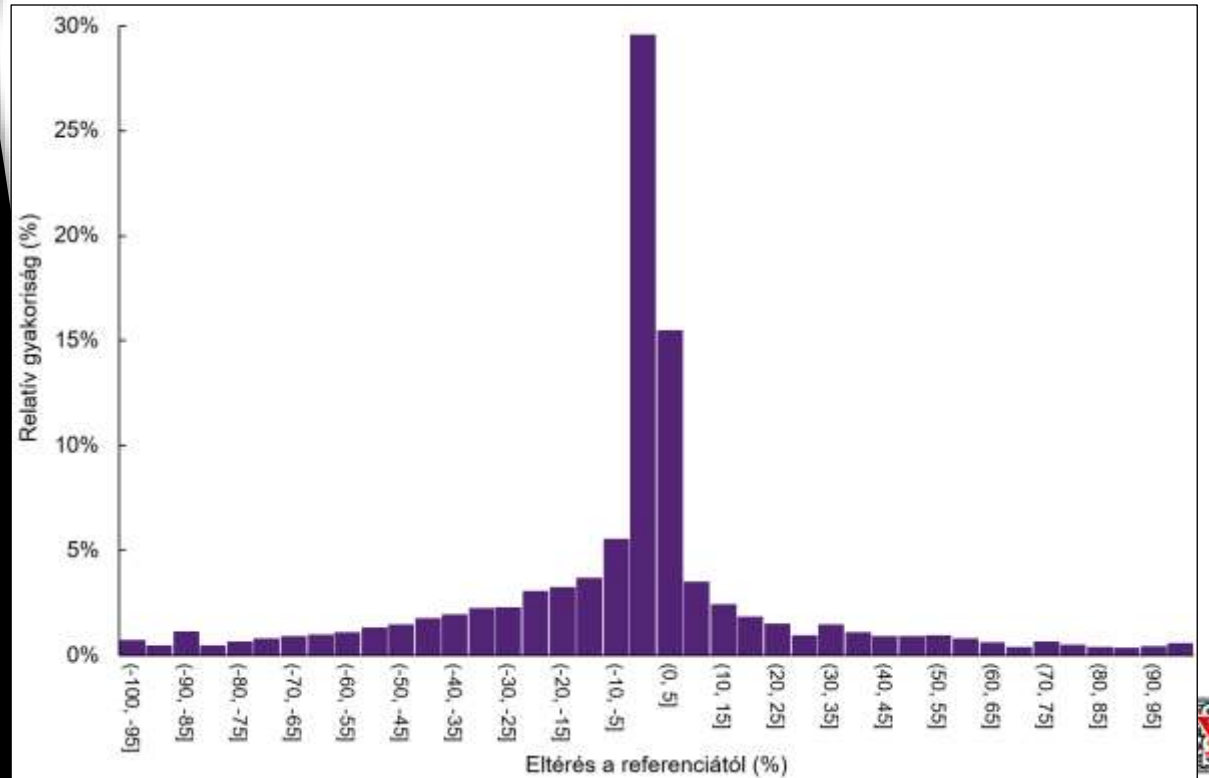
Magyar Államkincstár

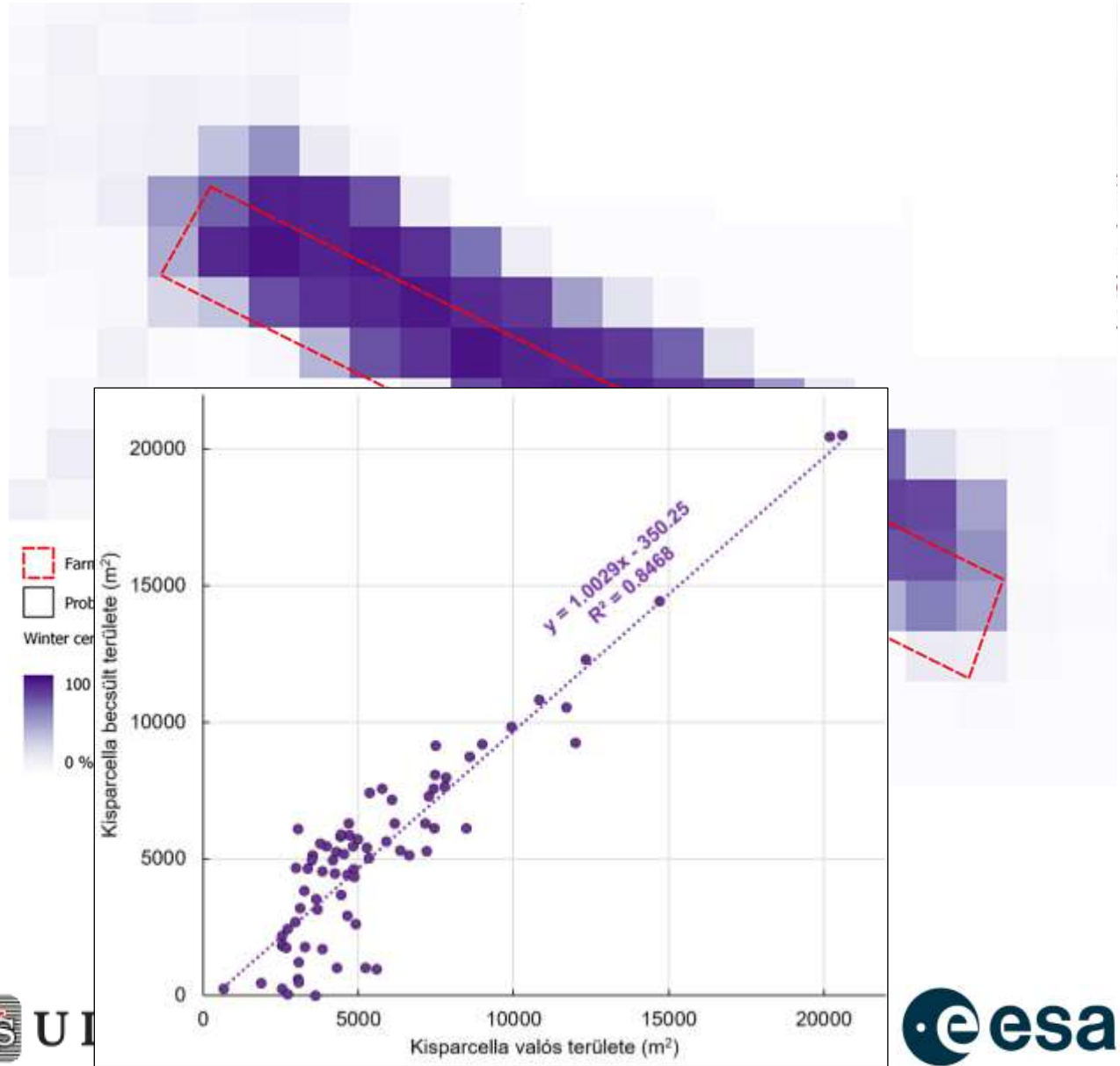
ULYSSYS

esa

Kis- és keskeny parcellák ellenőrzése

- A valószínűségi réteg értékei és a valós területi arányok között van-e kapcsolat?
- 1 Sentinel-2 pixel 100 m^2
- 1% valószínűség 1 m^2
- Parcella szintre aggregáljuk





Ellenőrzés szabályrendszere

- A valószínűségi réteg alapján összegzett terület és igénylés területének aránya alapján

	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Október
Zöld jelzés 75-100%	71,3%	74,2%	75,8%	76,2%	76,5%
Sárga jelzés 25-75%	18,4%	15,6%	14,2%	14,0%	13,7%
Piros jelzés 0-25%	7,8%	7,8%	7,6%	7,4%	7,2%
Nem-vizsgált kategória	2,4%	2,4%	2,5%	2,5%	2,5%

- Validáció helyszíni ellenőrzés eredményeivel

RFV \ PROB	Helyes	Hibás
Helyes	85,9%	3,4%
Hibás	9,6%	1,1%

ESA projekt összegzése

- A kisparcellás projektet 2026. február 16-án Frascatiban (ESRIN) lezártuk
- A 2026-os Területi Monitoring Rendszerbe beépítettük az algoritmust
- Ellenőrzések lefutottak 2026-ban a kisparcellákra

További részletek:

Gyomdetektálás mélytanulási algoritmussal

- ESA Requesting Party Activities for Hungary 2. kiírás
- Type A: Kutató és előkészítő tevékenység

- A TMR-es Random Forest osztályozásban a gyom külön osztály
- A tanítóadatok helyszíni adatokból származnak (kevés tanítóadat, folyamatosan érkeznek be az év során)
- Gyom kategóriának alacsony az F1-score értéke
- Kevés gyommal fertőzött gyepterületet találunk meg

- Célok
  - Országos léptékű gyomtérkép előállítása mélytanulási algoritmussal
  - Különböző osztályozási módszerek összehasonlítása és tesztelés
  - Gyomokkal fertőzött gyepterület parcellák detektálása Sentinel-2 felvételekből

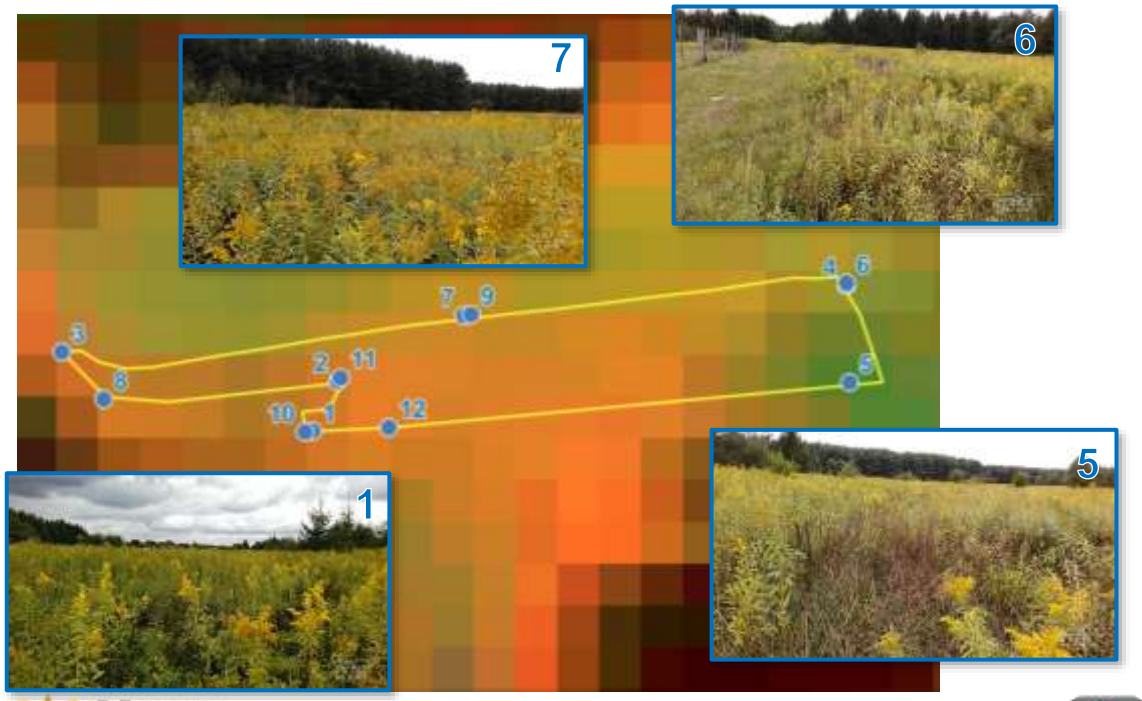
Magyar Államkincstár

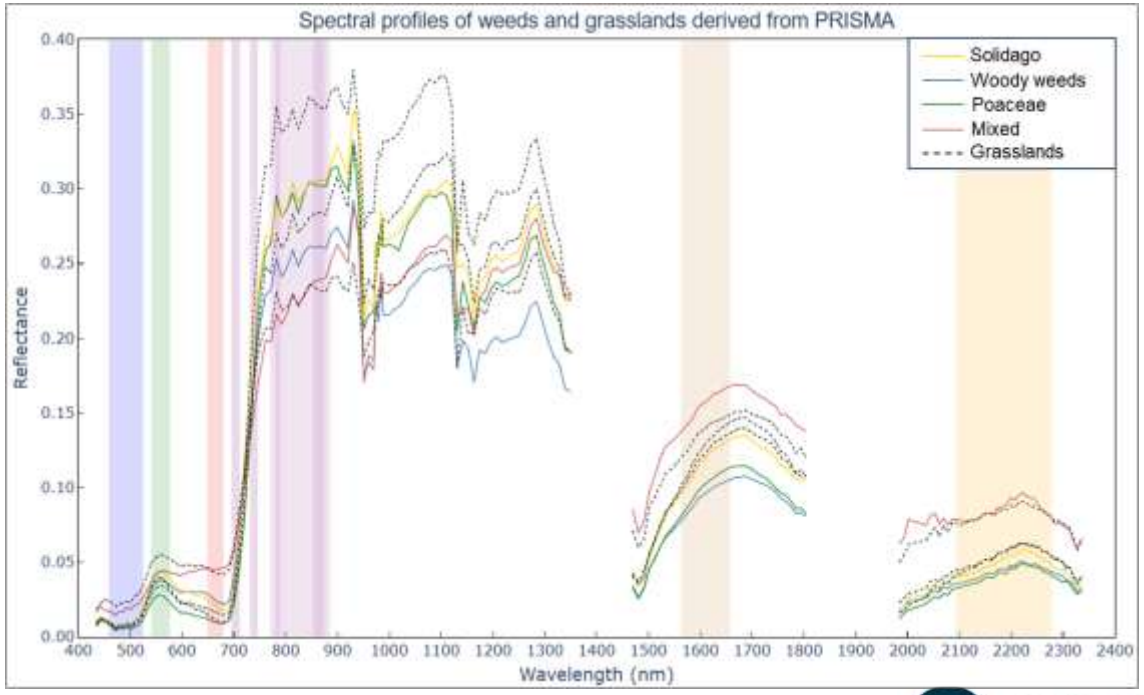
ULYSSYS

esa

Helyszíni ellenőrzés adatai

- Referencia év 2023
- Helyszíni adatok címkézése gyomfajokkal
- Gyomfajok és gyepterületek spektrális profiljainak és elkülöníthetőségének vizsgálata PRISMA és Sentinel-2 adatok alapján
- Gyomfajok elkülönítésével pontosabb osztályozást kapunk, mint gyom/nem gyom kategóriákkal





Magyar Államkincstár

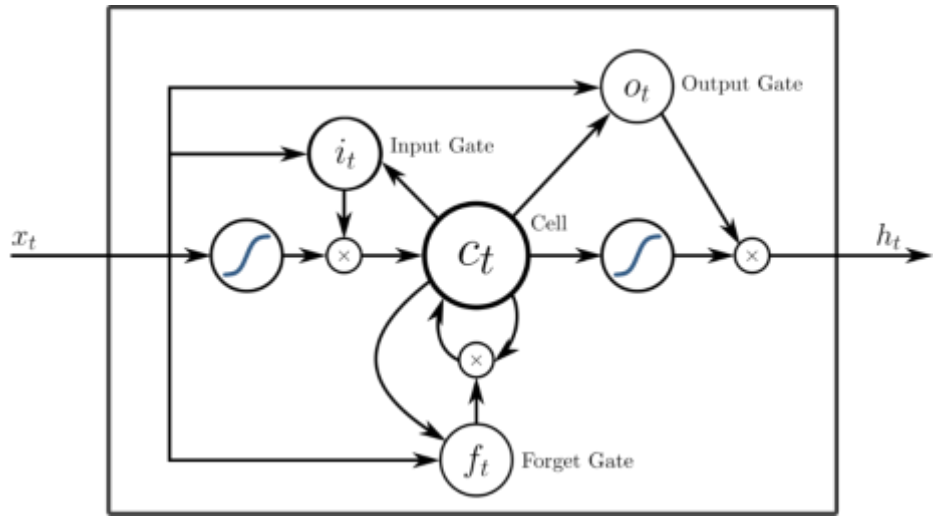
ULYSSYS

esa

Osztályozások tesztelése és összehasonlítása

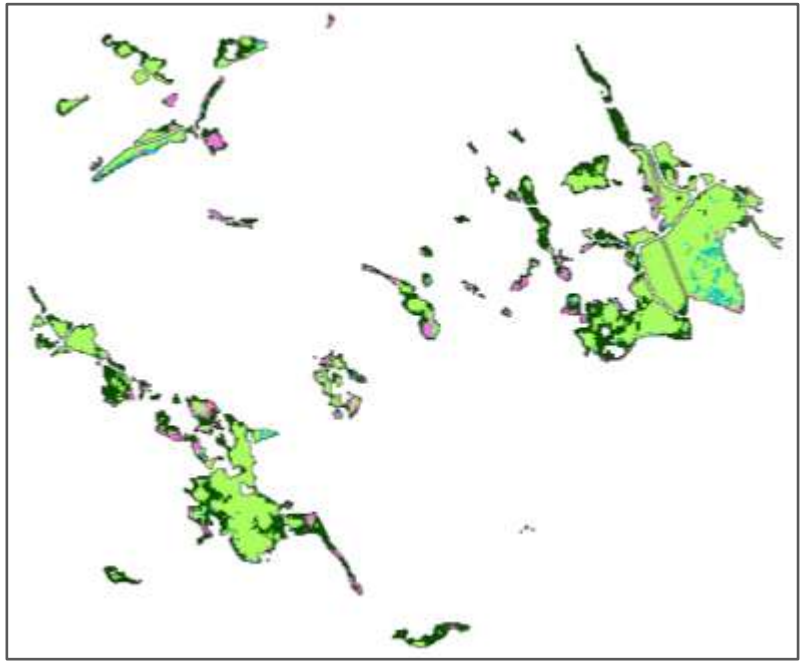
- Sentinel-2 képekből havi (május-június) és kétheti (július-szeptember) kompozit
- A referencia adatokat felosztottuk tanító, validáló és teszt halmazokra 70%-15%-15%
- A tanítóadatokat számát tovább növeltük augmentációs technikákkal és pszeudo-címkézéssel (pseudo-labelling).

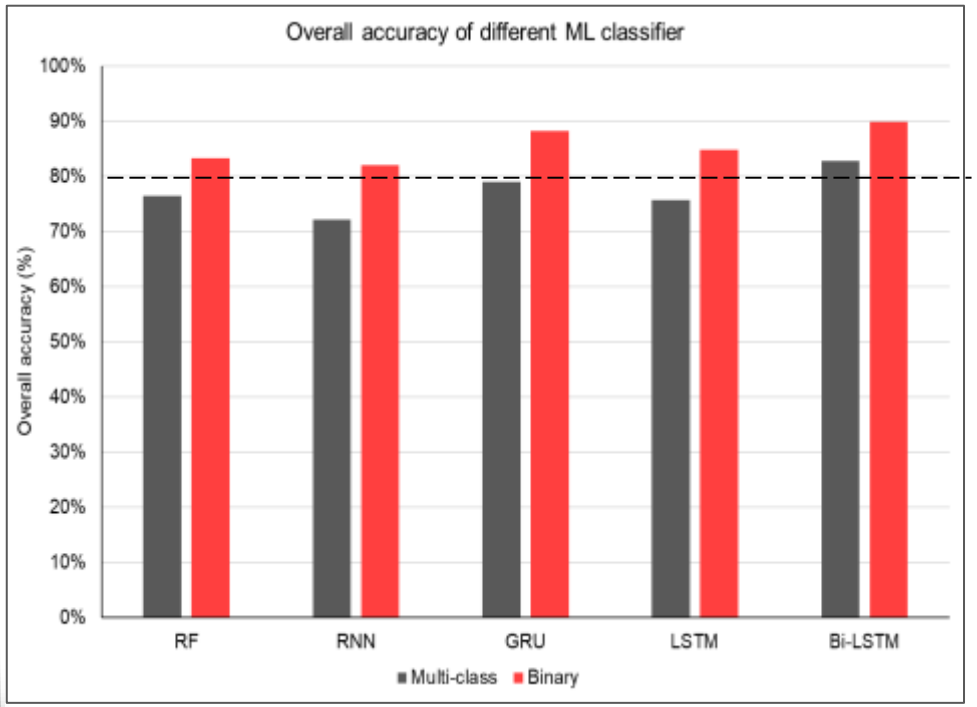
- Az alábbi gépi tanulásos/mélytanulásos osztályozásokat hasonlítottuk össze egy 180 km × 60 km-es mintaterületre:
  - Random Forest (RF)
  - Recurrent Neural Network (RNN)
  - Gated Recurrent Unit (GRU)
  - Long Short Term Memory (LSTM)
  - Bidirectional Long Short Term Memory (Bi-LSTM)



Osztályozások eredményei

- Bi-LSTM modell teljesített a legjobban a mintaterületen
- Eredmény 5 osztályos raszteres kép
- Összehasonlítás PlanetScope Superdove osztályozásával
- Közepes infravörös sáv (SWIR) fontos az elkülönítéshez





Class_Ref / Class_Pred	Weeds	Non-weeds	User's accuracy	F1 score
Weeds	1541	199	88.56%	90.06%
Non-weeds	141	1009	87.74%	85.58%
Producer's accuracy	91.62%	83.53%		

Overall Accuracy: 88.23%
Average F1-score: 90.06%

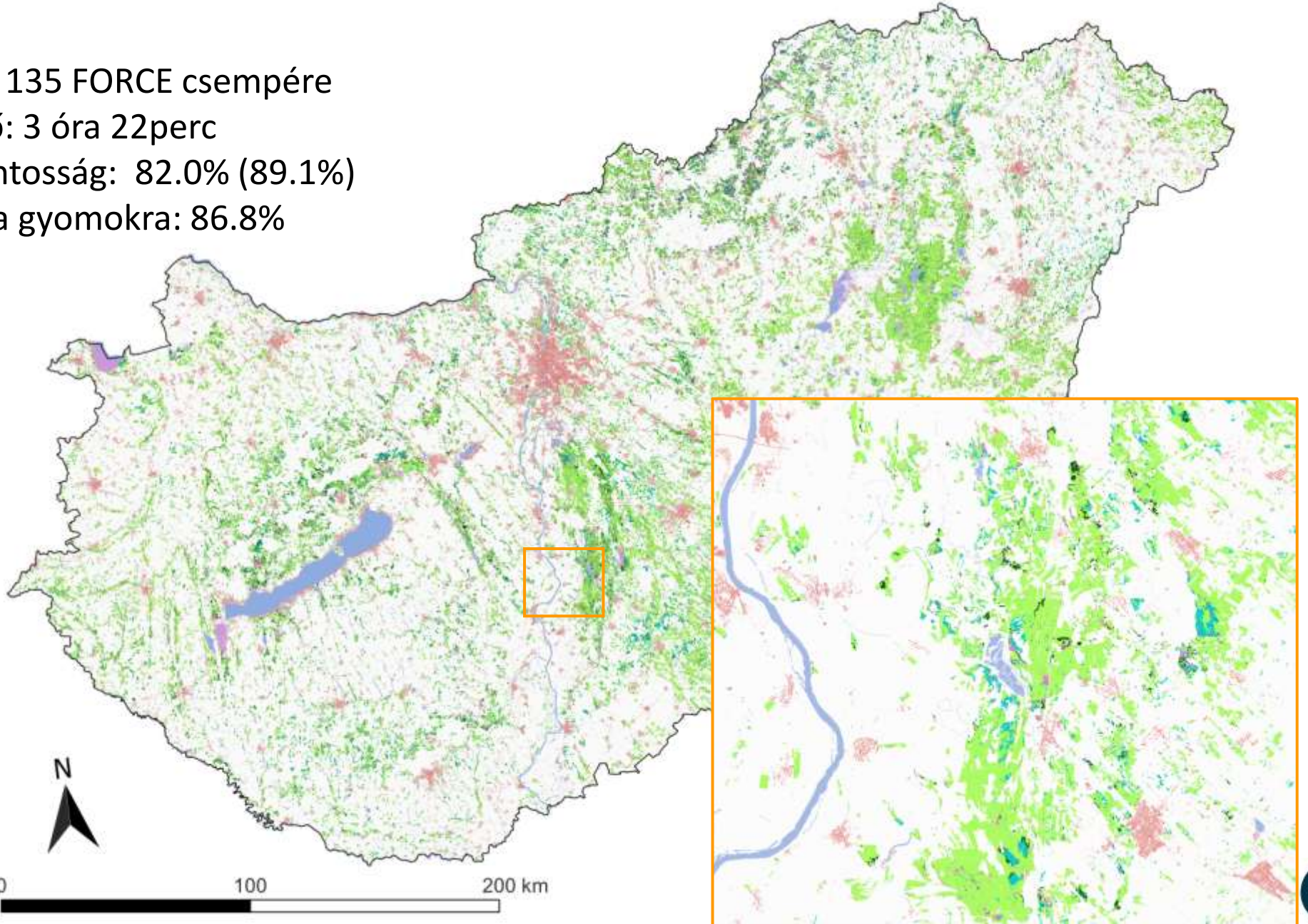
Magyar Államkincstár

ULYSSYS

esa

Országos gyomfertőzöttségi térkép

- Predikció 135 FORCE csempére
- Futási idő: 3 óra 22perc
- Teljes pontosság: 82.0% (89.1%)
- F1 score a gyomokra: 86.8%

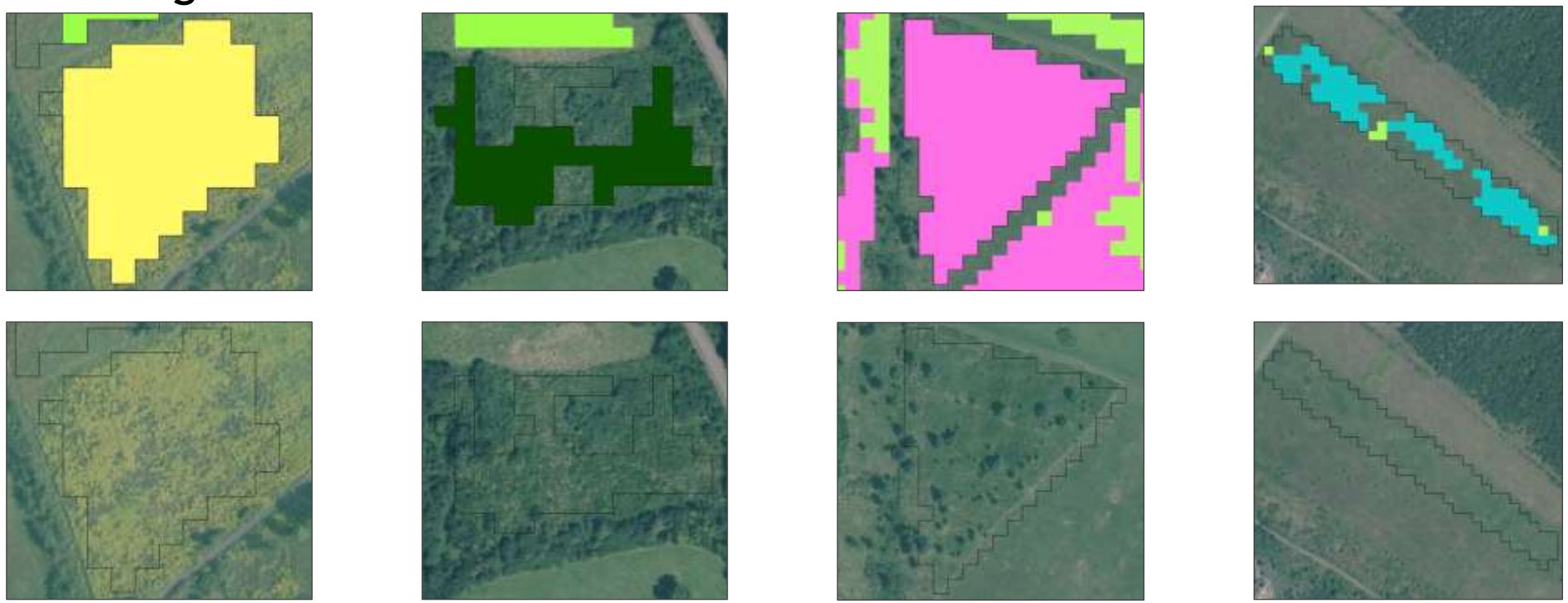


Magyar Államkincstár

esa

Gyommal fertőzött igénylések detektálása

- Parcella-szintű információ, a tábla legalább 50%-át gyomnövény borítja
- A gyomfertőzöttségi térkép szűrése valószínűségi értékek alapján
- Gyom PS = A gyomokhoz tartozó legmagasabb valószínűségi érték – gyep valószínűsége
- Egy adott pixelre mennyivel nagyobb egy gyom kategória valószínűsége, mint a gyep valószínűsége?



ESA projekt összegzése

- A gyomos projektet 2026. július 13-án Noordwijkban (ESTEC) lezártuk
- 4 időpontra futtattunk országosan július és október között, növekvő pixelszintű pontosság és megbízhatóság a parcella jelzésekre
- Országosan kb. 3% piros jelzést adunk
- Évek közötti predikciókon még dolgozni kell

További részletek:

Magyar Államkincstár

ULYSSYS

esa

Hiperspektrális adatok a növényosztályozásban

- TMR-ben használt növénykategória rendszer bővítése új osztályokkal
- Hasznosításokhoz tartozó jogcímek, diverzifikáció vizsgálata
- 19 további kategória kialakítása
  - Kevert kategóriák pl. zöldugar, méhlegelő
  - Dohány, mák
  - Osztályok tovább bontása
    - pl. őszi kalászosok → őszi búza, őszi árpa, őszi rozs, őszi zab
    - Kukorica → pattogtatni való kukorica, csemegekukorica, kukorica

Szójabab
Méhlegelő
Pattogtatni való kukorica
Csemege kukorica
Hibrid kukorica
Cirok
Zöldugar
Mák
Őszi árpa
Őszi búza
Őszi tritikálé
Őszi zab
Őszi rozs
Tavaszi zöldborsó
Tavaszi zab
Tavaszi árpa
Tavaszi búza
Dinnye
Dohány

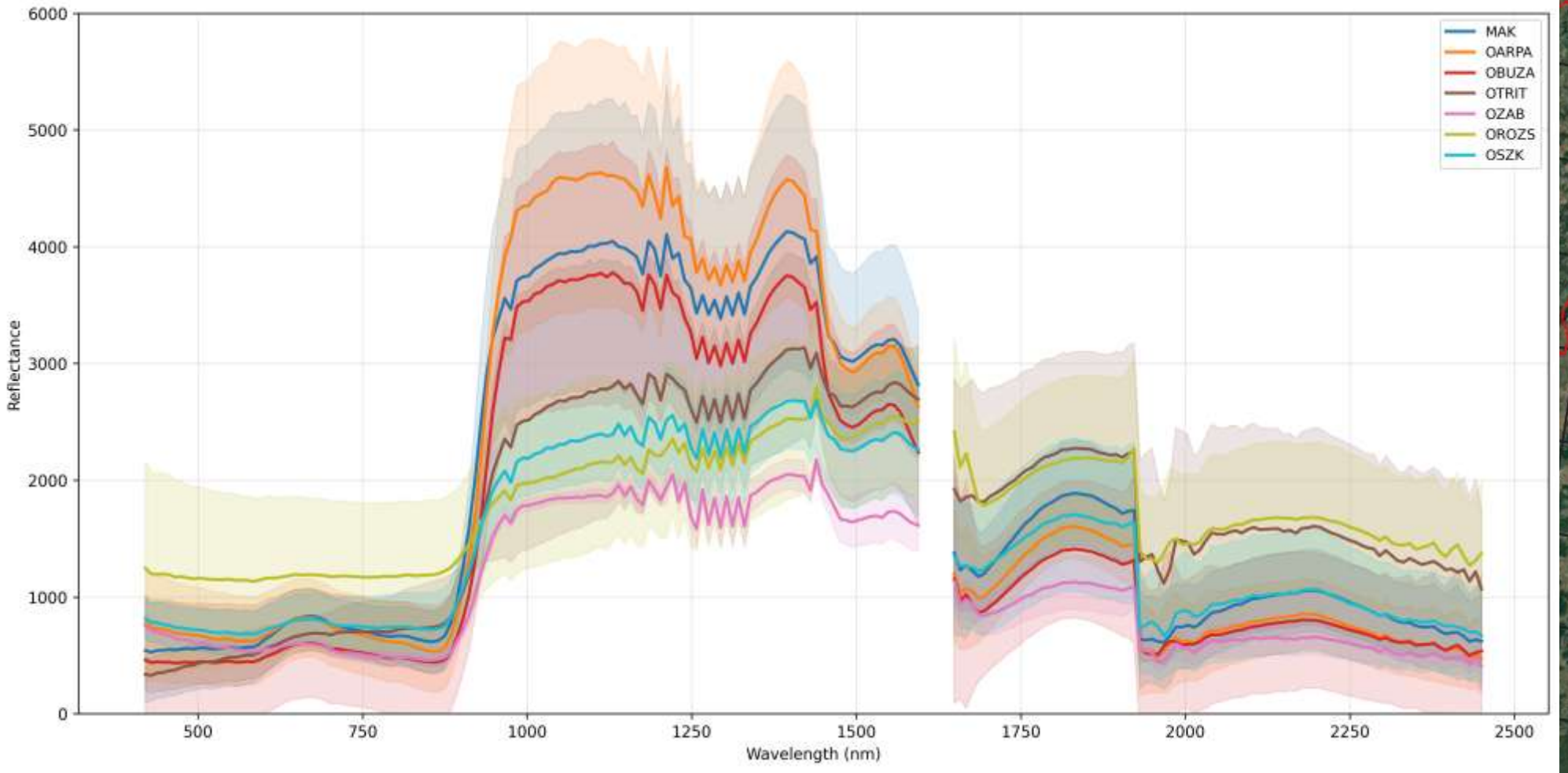
Magyar Államkincstár

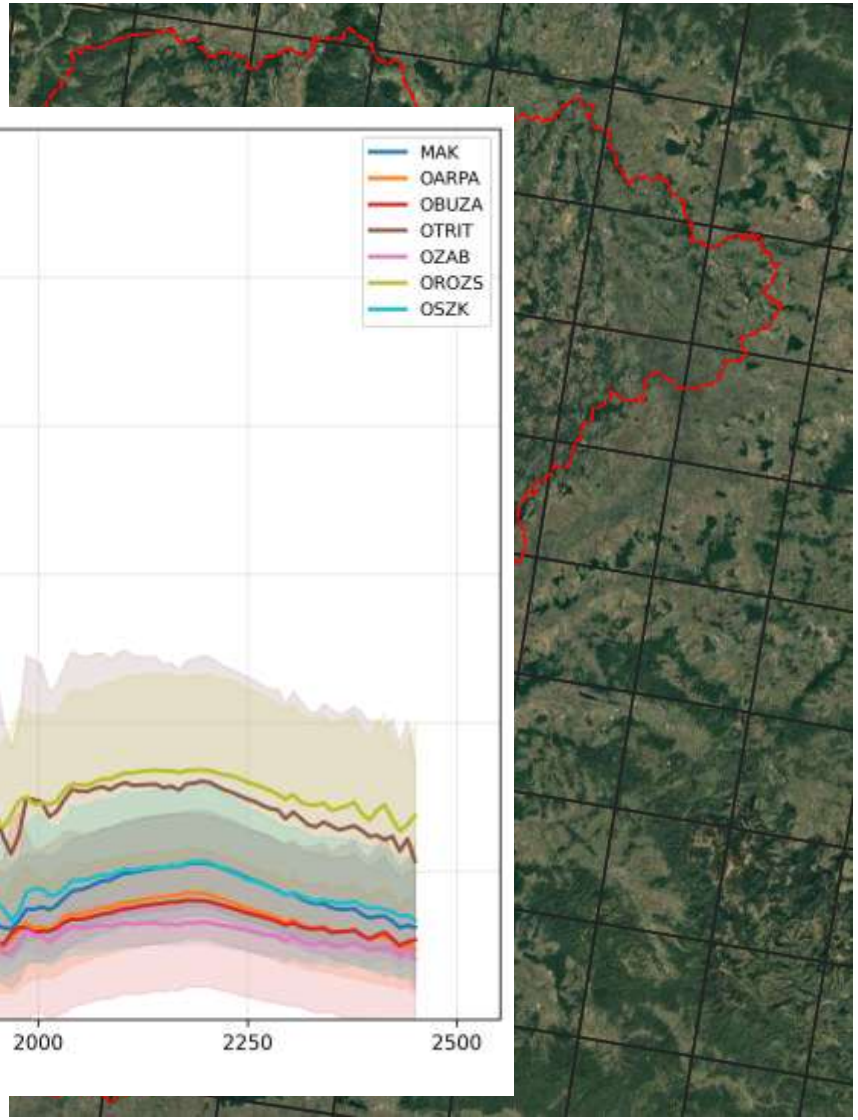
ULYSSYS

esa

Hiperspektrális adatok a növényosztályozásban

- PRISMA és EnMAP hiperspektrális műholdak adatai





Magyar Államkincstár

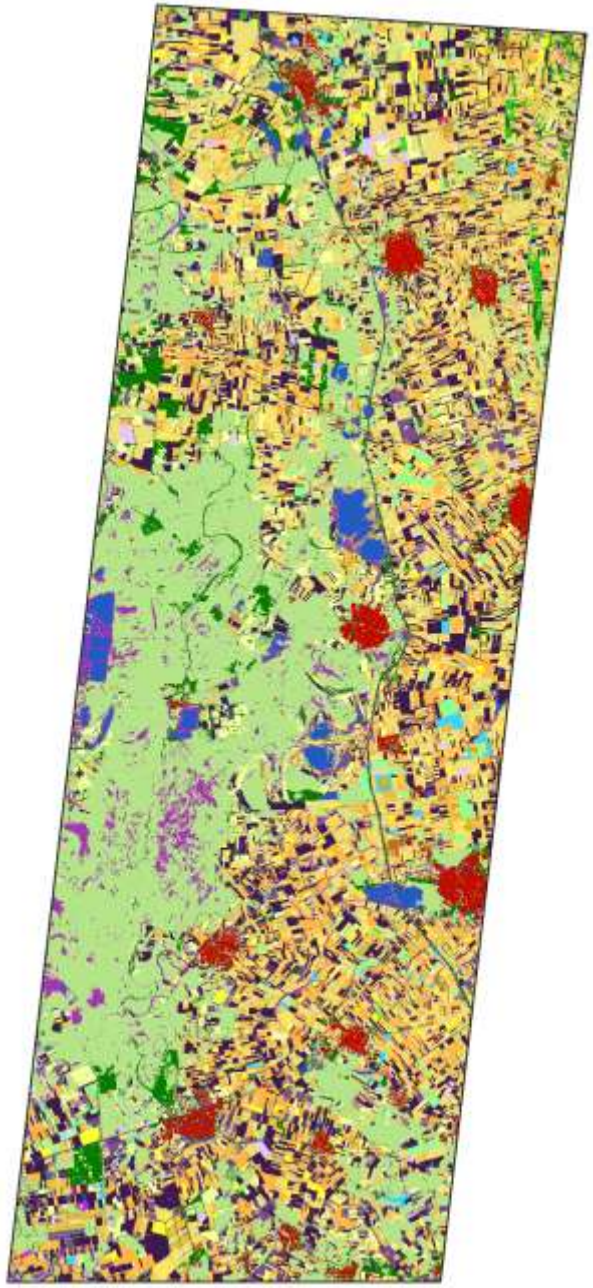
ULYSSYS

esa

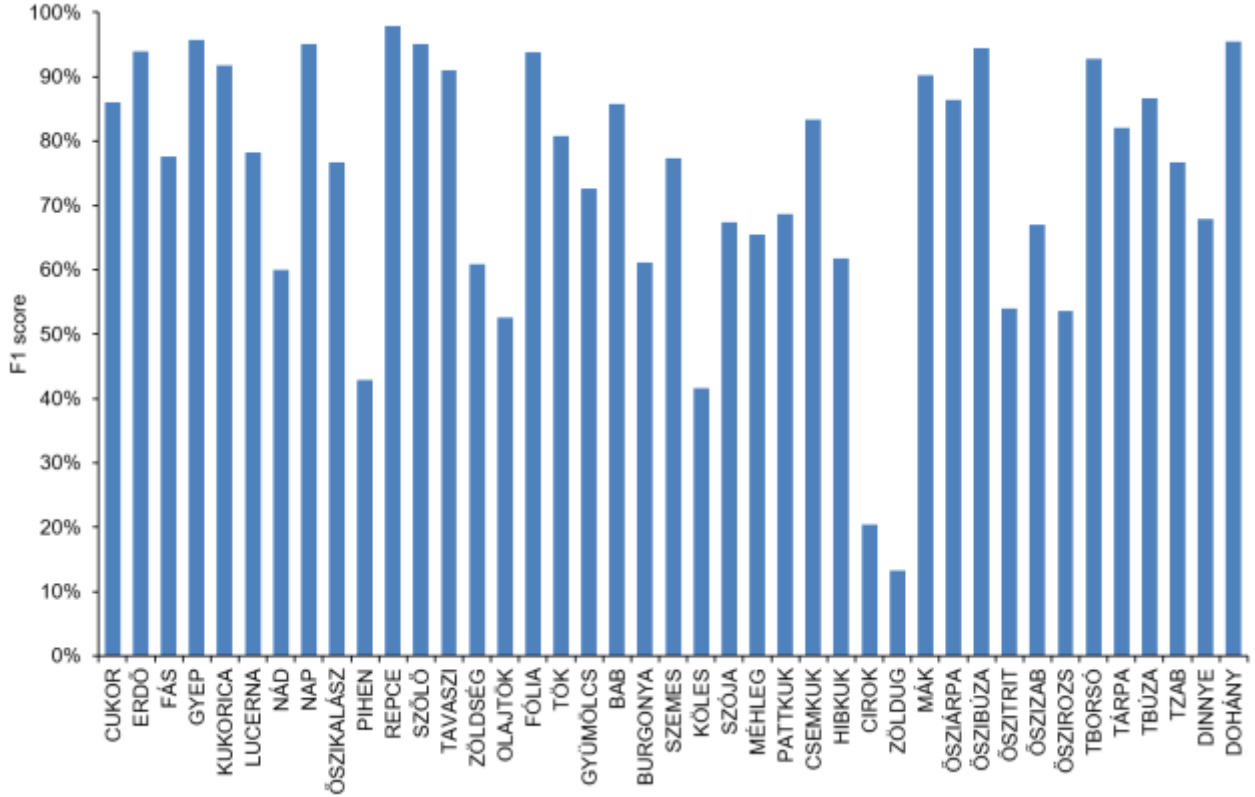
Pixel-szintű osztályozás

- Jellemzők kinyerése (Feature extraction) a hiperspektrális képekből
  - Főkomponens analízis (PCA), Lineáris Diszkriminanciaanalízis (LDA), Autoencoderek
- Augmentáció
  - Synthetic minority oversampling technique (SMOTE)
    - Tanítóadat pontok között köztes mintákat hoz létre (pl. interpolálás, legközelebbi szomszéd)
  - Conditional Tabular Generative Adversarial Network (CTGAN)
    - Megtanulja az adatok eloszlását, figyeli a változók közötti kapcsolatot és abból új mintát generál
    - Generátor új mintát generál, diszkriminátor megpróbálja eldönteni, hogy valós vagy mesterséges, majd egyre jobb mintákat generál
- Pixel-szintű oszályozás
  - Gradient Boosting Classifier
- Pontosságbecslés
  - Konfúziós mátrix, pontossági metrikák

Pixelszintű osztályozás 2026. augusztus



- 22 növénykategória helyett 41
- Pixelszintű pontosság: 90,7%
- Parcellaszintű pontosság: 86,4%
- Cirok, zöldugar alacsony pontosság



ULYSSYS

esa

ESA projekt összegzése

- Féltávnál jár a hiperspektrális projekt
- Nomenklatúra finomítása (osztályok megszűntetése, összevonása)
- Osztályozási szkenáriók (Sentinel-2 vs. Sentinel-2+Hyperspectal), hiperspektrális hozzáadott értéke
- Területi Monitoring szimuláció júniustól-szeptemberig

Köszönöm a figyelmet!