



Talajnedvesség variabilitásának mérése optikai távérzékelés alapján

Verőné Dr. Wojtaszek Małgorzata
Kauserné Dr. Szabó Virág

Előadás felépítése

Bevezetés

- Háttérinformáció
- Mezőgazdasági aszály
- Talajnedvesség-mérés

Távérzékelés-alapú eljárások

Probléma felvetése

Kutatásról (cél, anyag, módszer)

- OPTRAM modell
- Kutatási terület
- Adatok

Képelemzés

- Folyamata
- Eredmények
- Statisztikai analízis

Talajnedvesség variabilitása (térbeli és időbeli)

Összefoglalás/ tervek

Bevezetés

Mezőgazdasági aszály

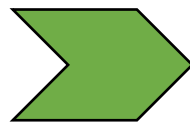
Aszály

- a csapadékhiány (hosszú távú átlaghoz képest), amely nagy területet érint egy bizonyos ideig
- egyedi jellemzővel rendelkezik
- összetett jelenség
 - ✓ észrevétlenül kezdődik
 - ✓ lassan és halmozottan halad előre
 - ✓ következményei fokozatosan jelentkeznek

Aszály fajtái

(a vizsgált szempontrendszerrel függően):

- Meteorológiai
- **Mezőgazdasági/talajnedvesség**
- Hidrológiai



Mezőgazdasági aszály

- Az egyik legösszetettebb jelenség
- Kedvezőtlen időjárási viszonyok következménye
- Jelentős problémát okoz a mezőgazdasági termelésben

Az aszály hatását befolyásoló paraméterek

- A talaj típusa, a talaj vízbefogadó és megtartóképessége
- Domborzat
- Termesztett növény
- Növény fejlődési stádiuma (fenológiai stádiuma)
- Alkalmazott technológia,...

A talajnedvesség-mérés



A talajnedvesség-mérés

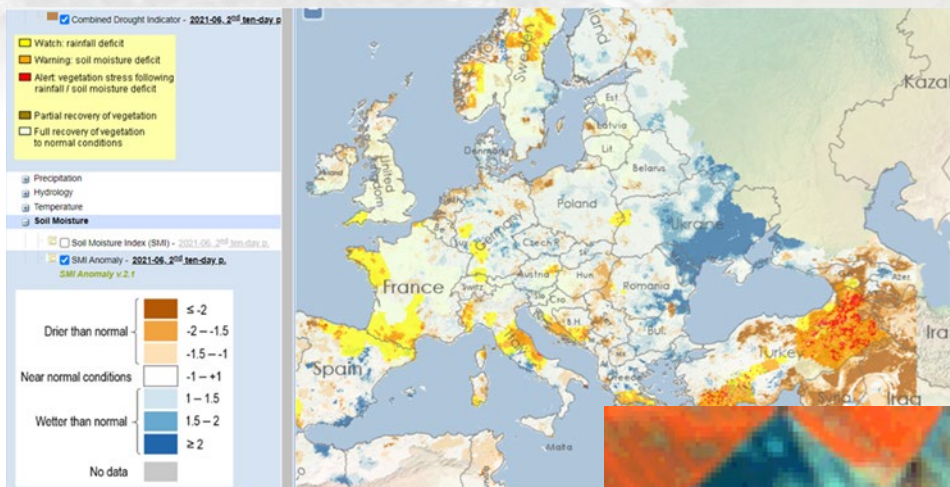
- Nedvességmérő szenzorok
- A talaj vízháztartásának elemzése
- Növényalapú megközelítés
- Távérzékelési módszerek

A talajmintavételezésen alapuló mérések hátránya

- időigényes
- munkaigényes
- mérési pontra vonatkozó információt adnak (nem képviseli a tábla változékonyságát)
- nem terjeszthető üzemi-, regionális szintre
- nehezen ismételhető (monitoring)

Az időjárás megfigyelésen alapuló paraméterek és mutatók nem megfelelőek az időbeli és térbeli aszály jellemzőinek becsléséhez.

Aszály monitoring Probléma felvetése



Talajnedvesség

- kritikus információ a döntéshozatalban
- jelentősen befolyásolja a növények növekedését
- vízfelhasználásának optimalizálása
- az öntözés hatékonyságának javítása



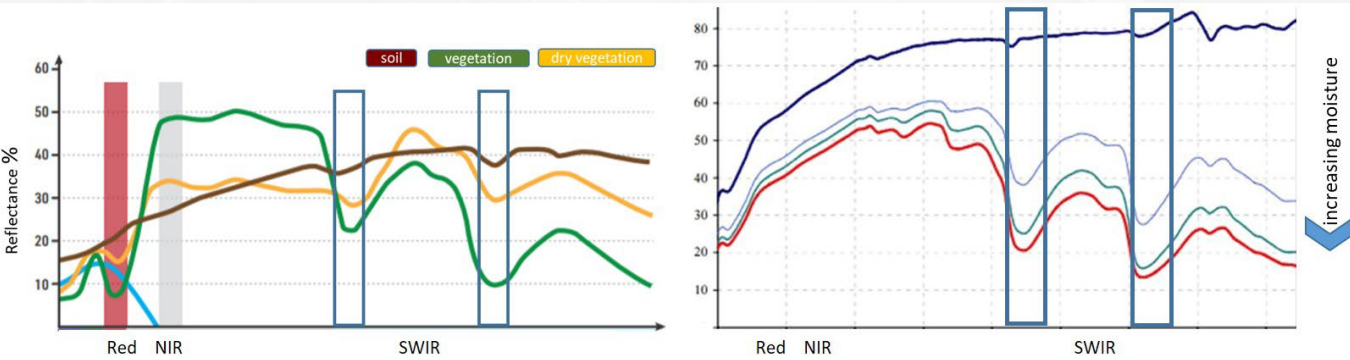
- Copernicus European Drought Observatory – EDO
- Global Drought Observatory (GDO)
- Comprehensive Agricultural Drought Monitoring System (DISS index)
- Integrated Drought Management Programme, etc.



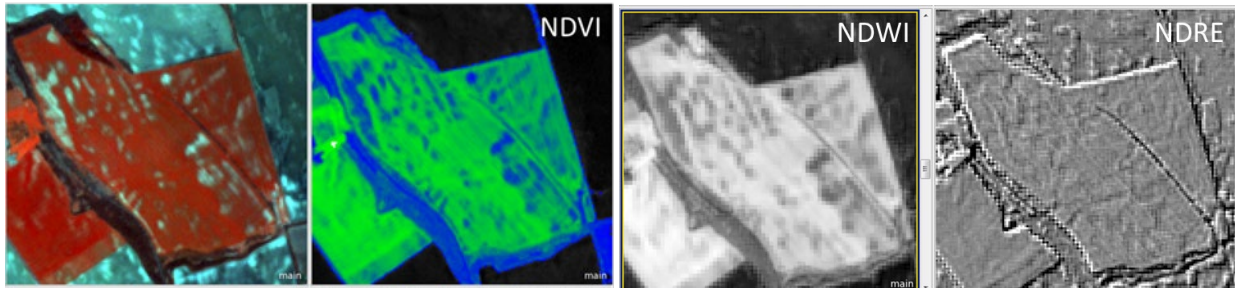
Probléma felvetése

- Táblán belüli változékonyság, ami a talaj tulajdonságaival, domborzattal, stb. függ össze
- Minden egyes képpont vagy képpontcsoportja különböző módon viselkedik (helyi adottságok, légköri jellemzők)
- A globális megközelítések nem megfelelőek
- **Közel valós idejű adatok szükségesek, hogy**
 - ✓ aktuális információt kapjunk a víztartalomról
 - ✓ térbeli variabilitásáról

Távérzékelési módszerek



Különböző víztartalmú növényzet és a talaj reflektancia görbéi (barna vonal: talaj, sárga: száraz növényzet, zöld: növényzet). Az indexek számításához használt spektrális sávok ki vannak emelve.



Sentinel 2 (B3, B4, B8), NDVI, NDWI, NDRE

Indexek számítása és elemzése

- Reflektancia mérése a VIS és NIR spektrális tartományban (pl. : NDVI, RDVI, OSAVI),
 - ✓ a vízhiány okozta változások
- Egyes index a NIR és SWIR tartomány vizsgálatán alapulnak (WI, SRWI, NDWI, stb.)

Modellek

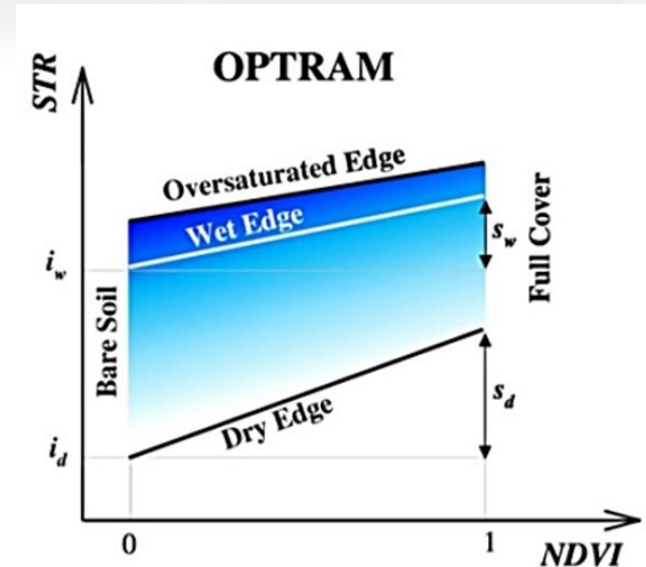
- „trapéz” vagy „háromszög” modellek
 - ✓ az optikai és termális tartományok
- modell a pixelek térbeli eloszlás értelmezésén alapszik a talajfelszíni hőmérséklet (TOTRAM) vagy a rövidhullámú infravörös visszaverődés (OPTRAM) - vegetáció index terében.

Cél

Fő kutatási kérdés

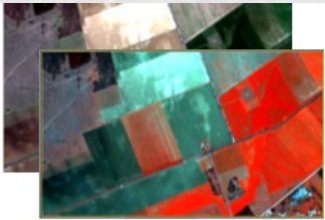
Hogyan lehet mérni táblán belül a talajnedvességet és variabilitását, valamint nyomon követni a hatását a növény fejlődésére műholdas távérzékelés alkalmazásával

- jelenleg szabadon elérhető műholdas adatok
- optikai távérzékelés
- az optikai trapézmodell (OPTRAM) alkalmazhatóságának vizsgálata a mezőgazdasági területek nedvességtartalom becslésében



- Optical TRApézoid modellt (OPTRAM)
- a modell a talaj nedvességtartalma és a rövidhullámú infravörös visszaverődés (transzformált visszaverődés (STR)) közötti kapcsolat vizsgálatán alapszik
- a nedvesség tartalom számításához szükséges paramétereket az ún. száraz és vizesél alapján határozzuk meg (STR_NDVI térben)
- minden egyes pixelre számítható normalizált nedvességtartalom (SWC: Soil Water Content)

Képelemzés/Folyamatábra



Data collection



Pre-processing

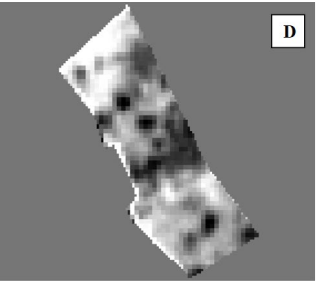
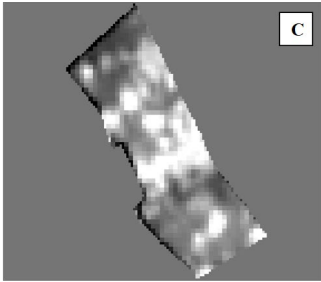
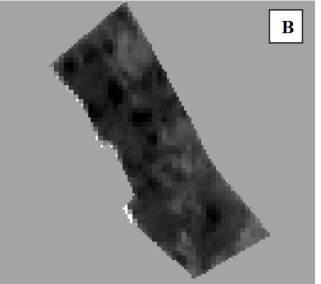
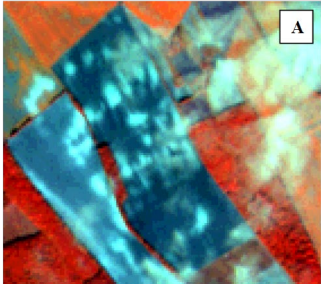
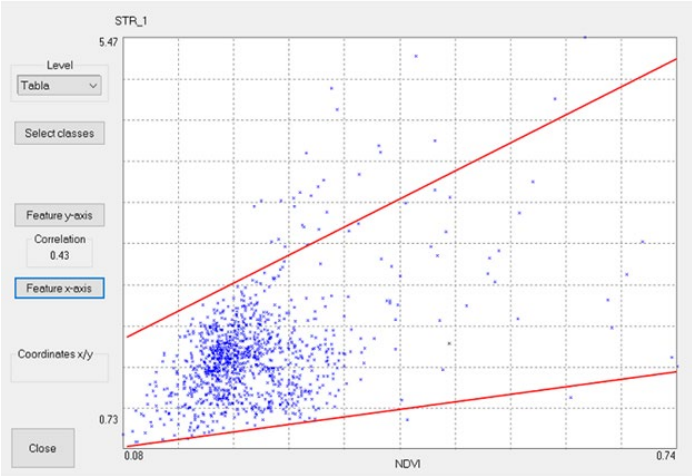
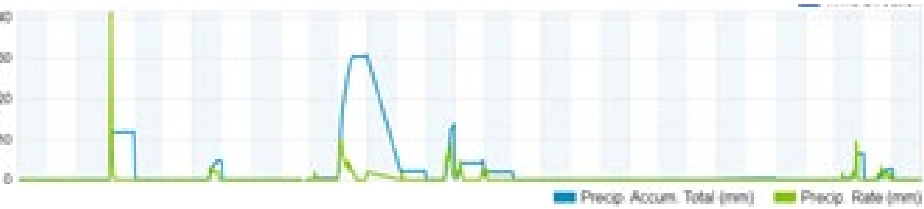
- Radiometric calibration
- Atmospheric correction
- Geometric correction

Data analysis

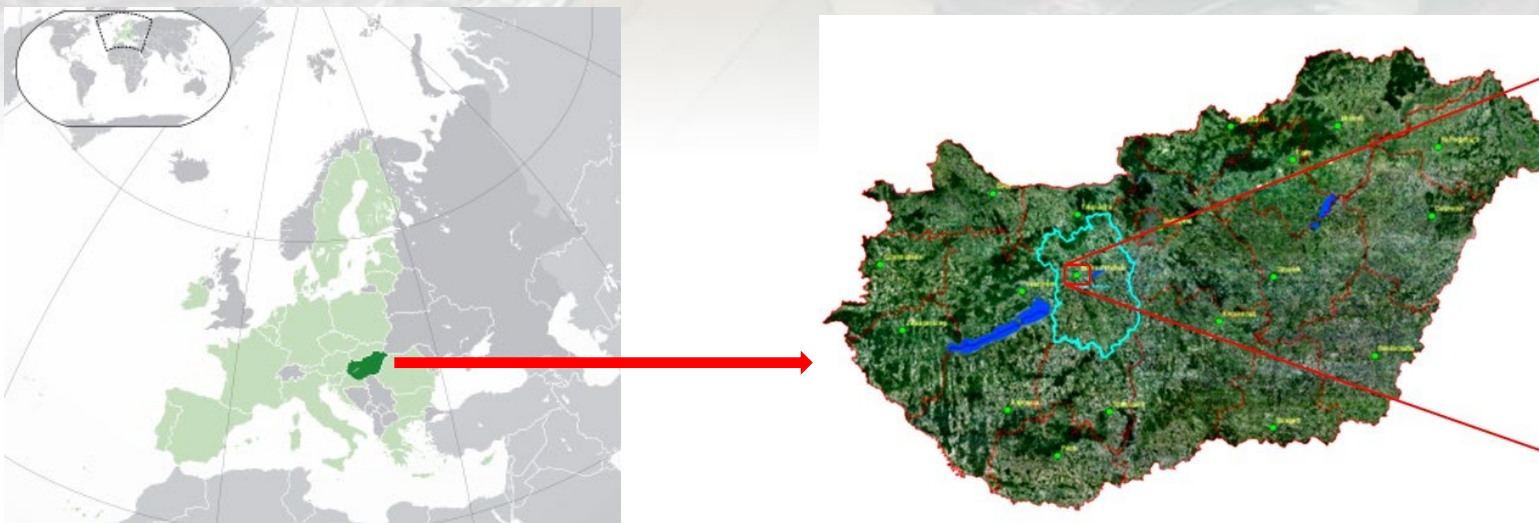
- Segmentation
- NDVI
- STR

OPTRAM

Soil moisture



A vizsgált terület bemutatása



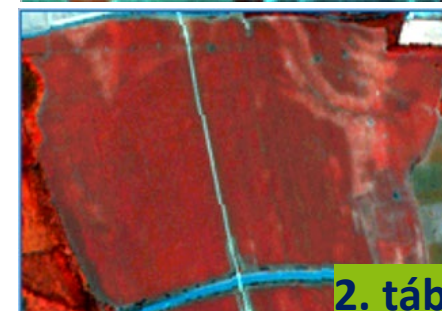
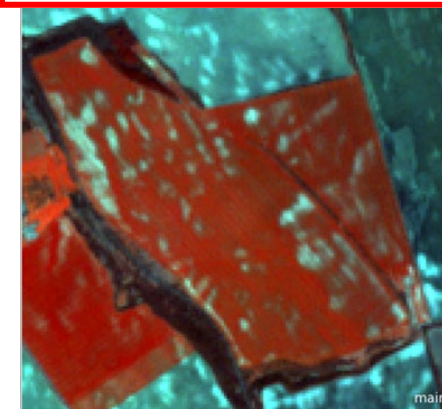
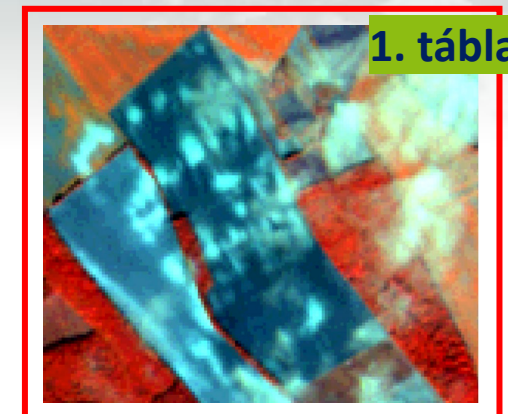
4 mezőgazdasági terület, összesen 300 ha.

1. tábla: 43 ha

- Mészlepedékes csernozjom talaj **1.58-2.99%** humusztartalommal
- Éves csapadékmennyiség: **550-650 mm**
- Erózió: A tábla legmagasabb pontja **180 m**, a legalacsonyabb pontja **140 m**.

2. tábla: 200 ha

- Ramann-féle barna erdőtalaj **0.5-3.6%** humusztartalommal
- Éves csapadékmennyiség: **500-1000 mm**
- A tábla legmagasabb pontja **141 m**, a legalacsonyabb pontja **112 m**.



Adatgyűjtés

Műholdképek

- ESA Sentinel-2 multispektrális felvételei: 12 felhőmentes kép volt elérhető, amelyekből az előzetes elemzés után 6 képet választottunk ki további feldolgozásra.
- Vizsgált időszak: 2020. május – október

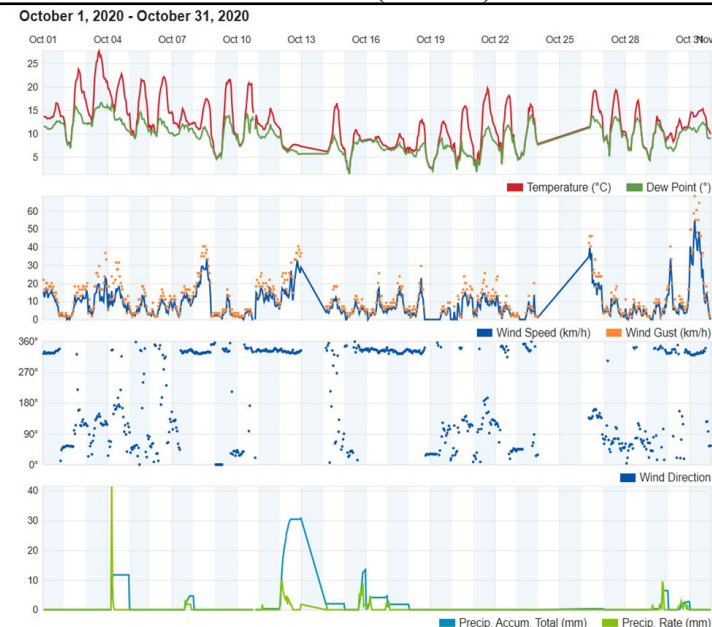
Meteorológiai állomás adatai

- csapadék mennyisége és intenzitása
- hőmérséklet
- szélesebesség, szélirány
- UV sugárzás
- napsugárzás stb.

További adatok (talajtérképek, topográfiai térképek stb.)

Terepi nedvességmérés

Adatforrás	Adattípus	Adatgyűjtés ideje	
		1. tábla	2. tábla
Sentinel-2	Spektrális felbontás VIS, NIR, SWIR (sávok: 3, 4, 8, 12)	2020. aug. 20. 2020. okt. 09.	2020. júl. 1.,21.,28. 2020. aug. 12.
Meteorológiai állomás	Összes csapadék mennyisége	2020. aug. 17. (34.8 mm) 2020. okt. 04. (11.71 mm) 2020. okt. 07. (4.6 mm)	2020. júl. 23. – 2020. aug. 10. (65 mm)



Erózió

Mészlepedékes csernozjom talaj

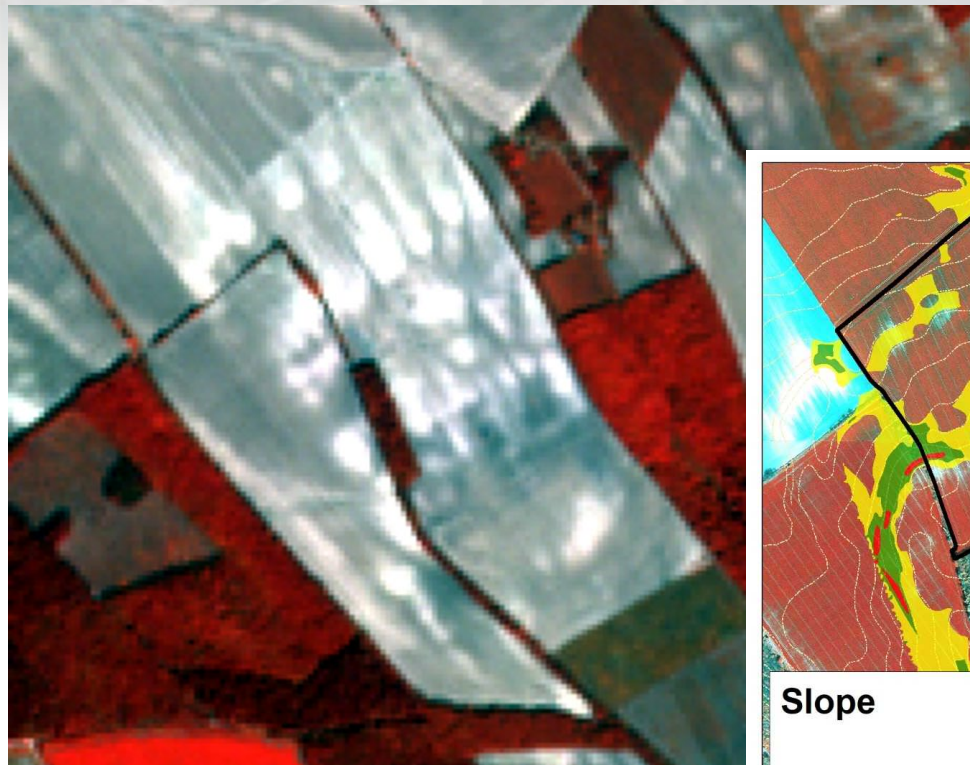
Humusztartalom: 1.58-2.99%

- ✓ 54% közepes (2.4-3%)
- ✓ 23% gyenge (2-2.4%)
- ✓ **23% igen gyenge (<2%)**

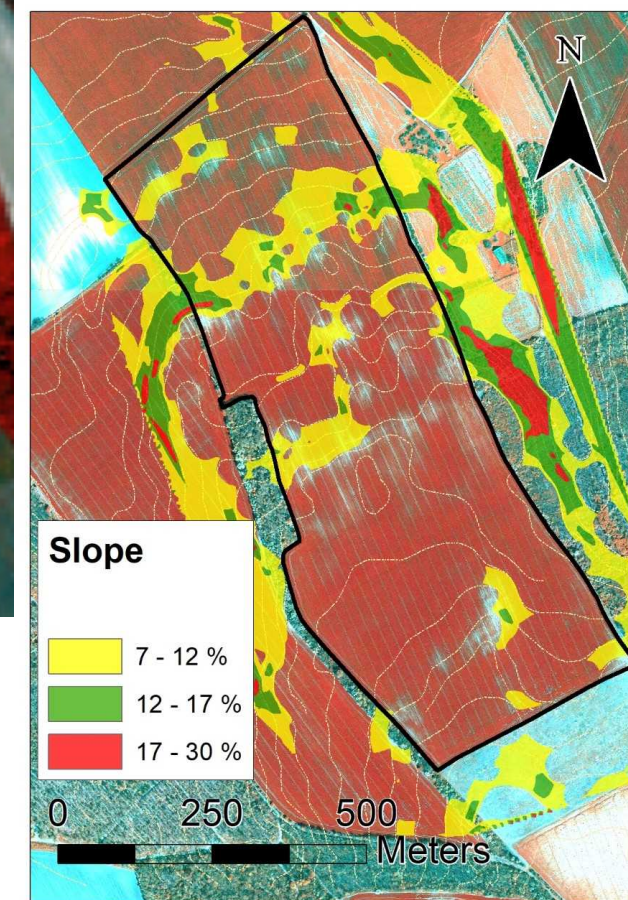
Az erodált foltok humusztartalma igen gyenge



Alacsony vízmegtartó képesség



Sentinel-2 (B3,B4,B8) 2020.08.17.



Szerkesztette: Lippmann L.

Terepi mérések/talajnedvesség

- 2020. október 9-én
- Csapadékmennyiség: 17 mm (Október 4-én 11,71 mm, 7-én 4,6 mm csapadék hullott.)
- Szenzor: **WaterScout SM100 Soil Moisture Sensor**
- Műszer: **FieldScout Soil Sensor Reader**
- A pontok kijelölése (19) az eltérő domborzati és talajviszonyok figyelembevételével történt.
- A talajnedvességet 20 cm mélységben mértük (Water Content WC%: a talaj százalékos víztartalma térfogatban kifejezve).



Talajnedvesség-becslés OPTRAM modellel

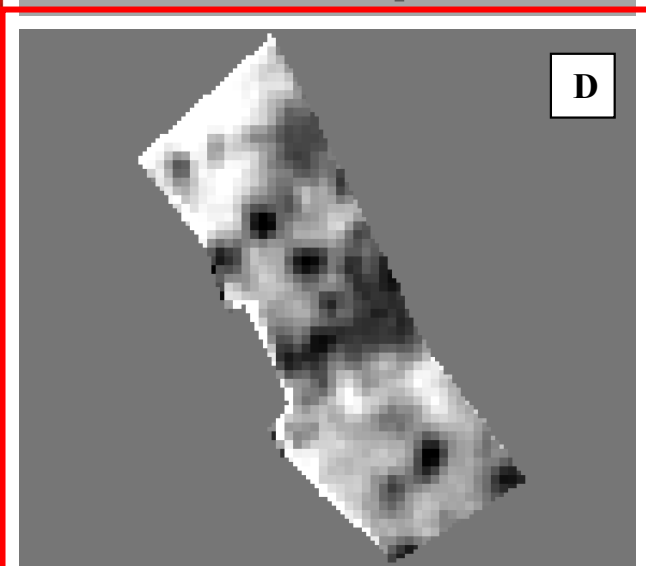
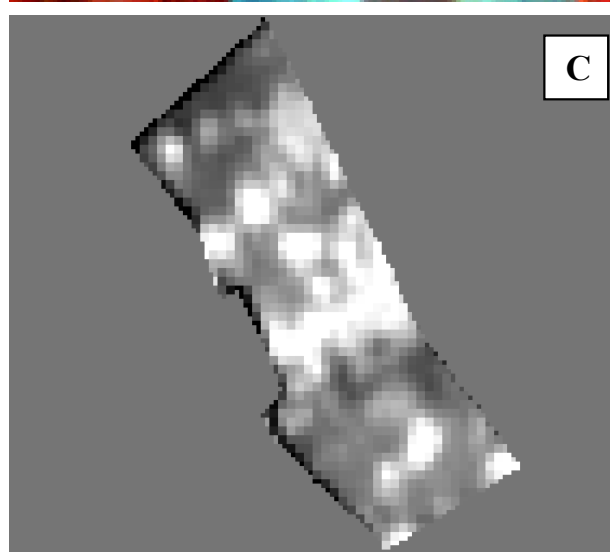
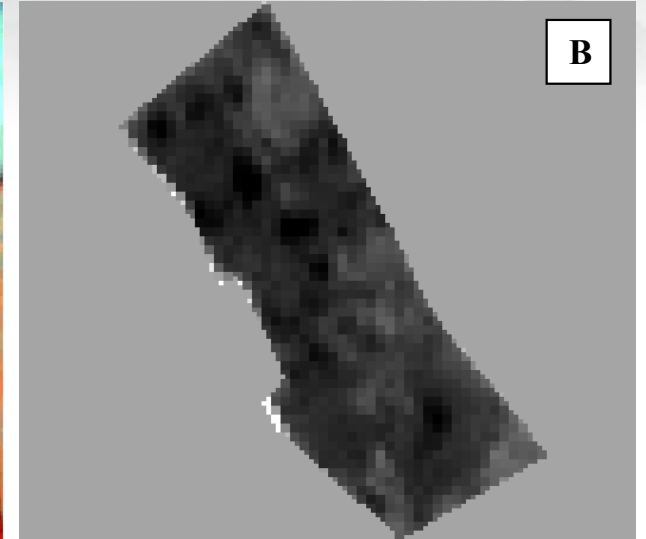
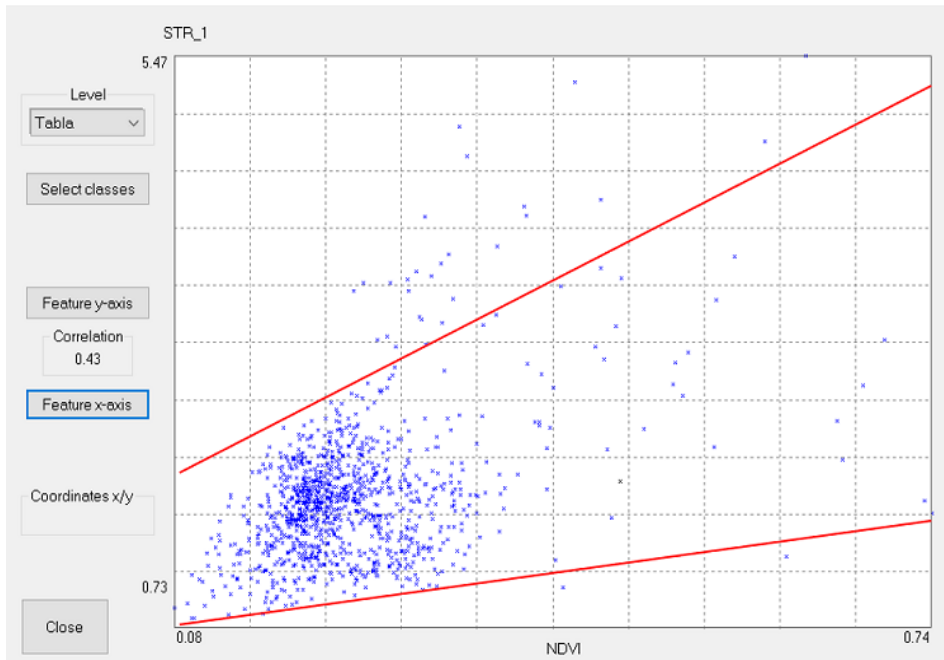
A: Hamisszínes felvétel (Sentinel 2: B3,B4,B8)

B: NDVI

C: SWIR (B12)

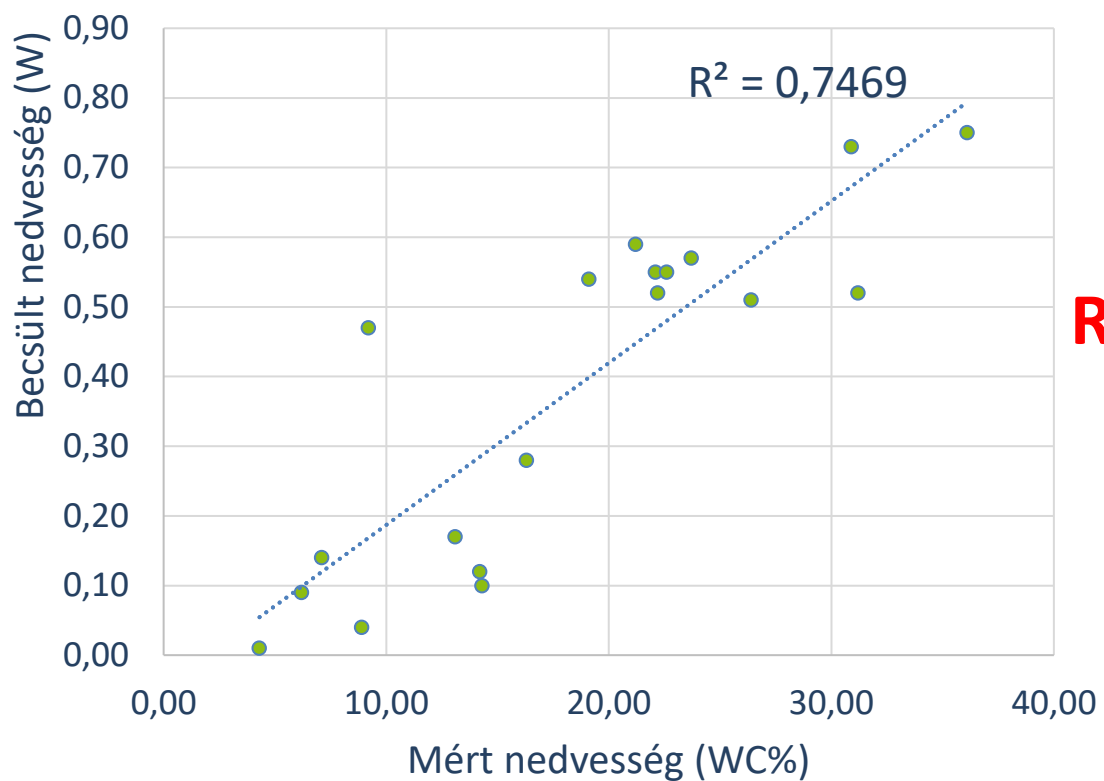
D: W (becsült nedvességérték)

$$W = \frac{i_d + s_d NDVI - STR}{i_d - i_w + (s_d - s_w) NDVI}$$



Statisztikai elemzés

- A mért és a becsült nedvességértékek közötti összefüggéseket statisztikai elemzéssel határoztuk meg.



$r=0,86$
 $R^2=0,746$

Mérési pontok	Mért nedvesség (WC%)	Becsült nedvesség (W)
1	30,90	0,73
2	21,20	0,59
3	6,20	0,09
4	23,70	0,57
5	9,20	0,47
6	4,30	0,01
7	22,10	0,55
8	14,30	0,10
9	8,90	0,04
10	7,10	0,14
11	16,30	0,28
12	36,10	0,75
13	22,20	0,52
14	19,10	0,54
15	22,60	0,55
16	31,20	0,52
17	26,40	0,51
18	13,10	0,17
19	14,20	0,12

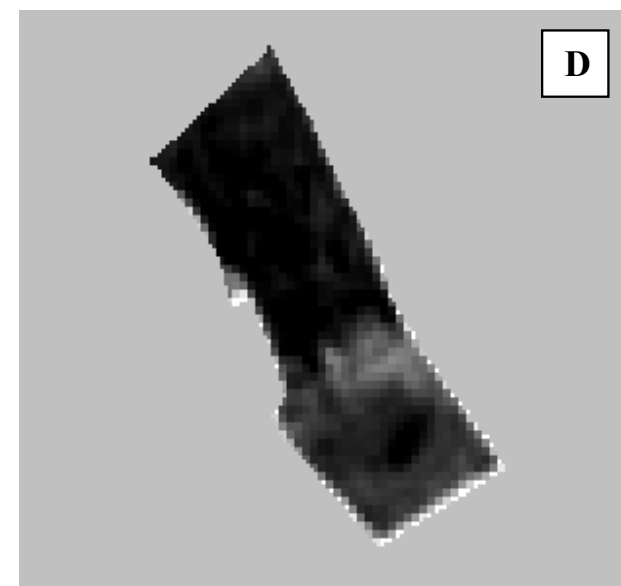
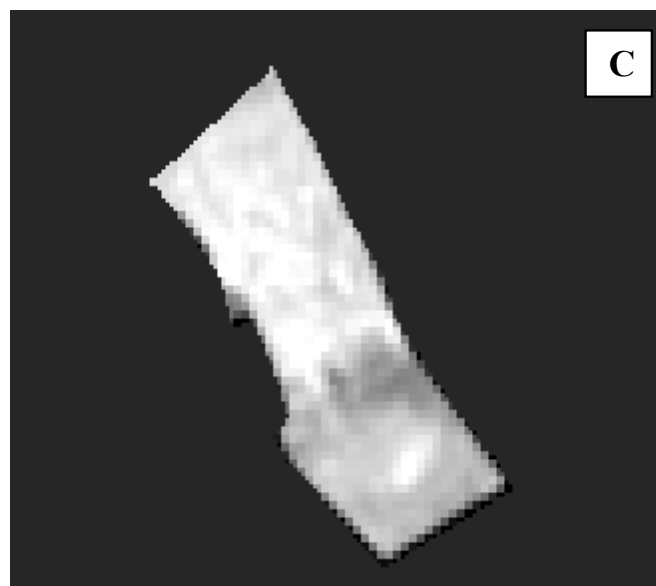
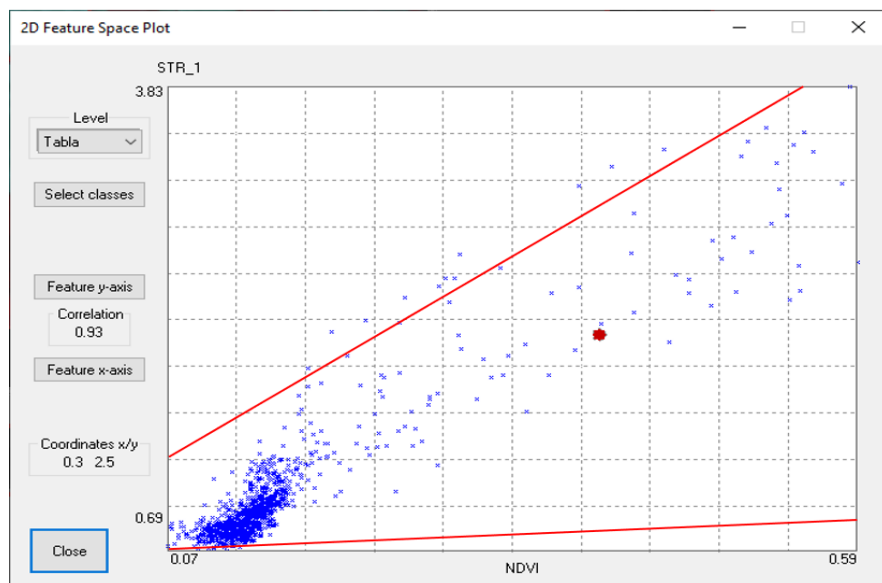
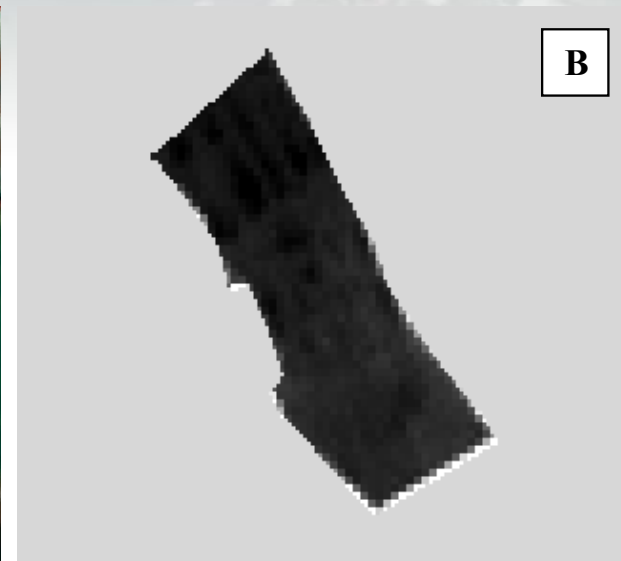
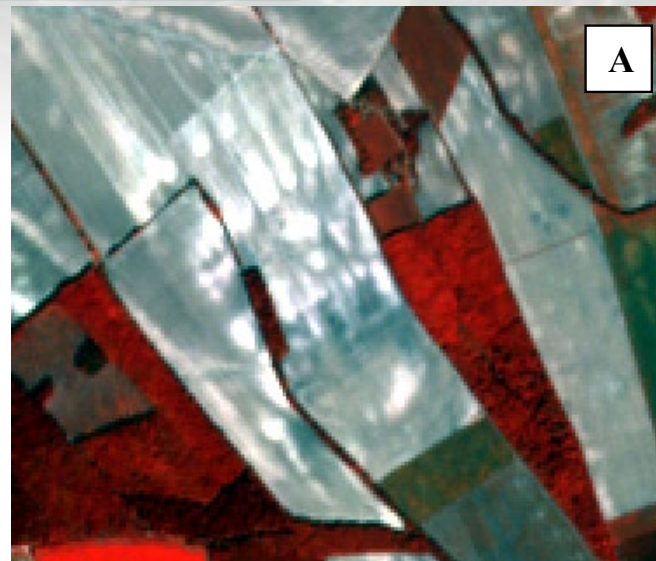
- A modell által számított értékek erősen korreláltak a helyben mért értékekkel!

A modell továbbfejlesztése

Miért nem elegendő a meteorológiai adatokon alapuló talajnedvesség-becslés?

2020. aug. 17-én kevesebb mint negyedóra alatt zúdult le 35 mm csapadék.

A: Hamisszínes felvétel **B:** NDVI értékek
C: SWIR (magasabb nedvesség: sötétebb részek)
D: W (becsült nedvességértékek)



Talaj nedvességtartalmának térbeli és időbeli változásának térképezése

Kiegészítő
adatok

Műholdas adatok

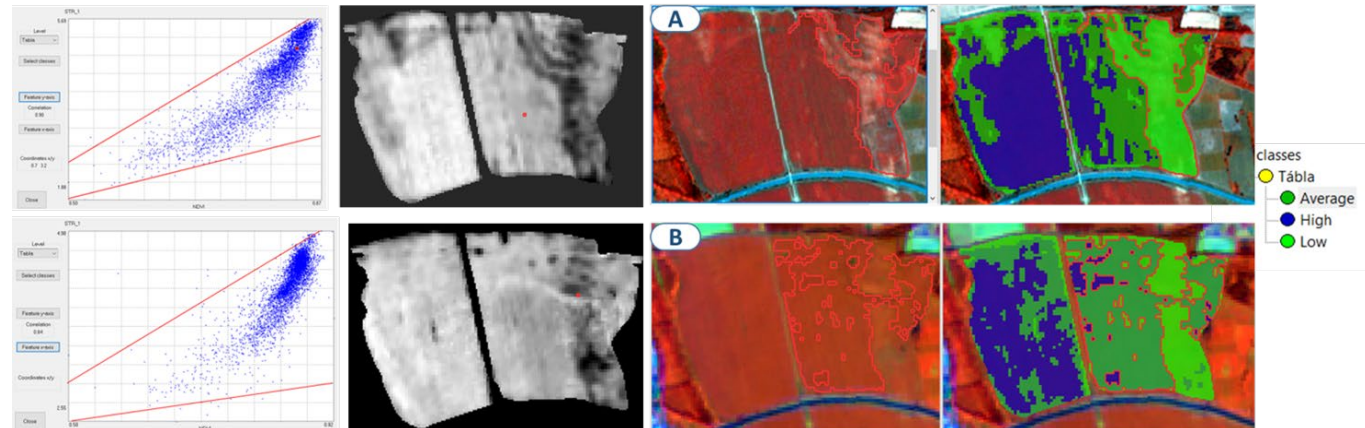
Esőesemény előtti
Esőesemény utáni

Eredeti adatok (sávok,
vektoros adatok)

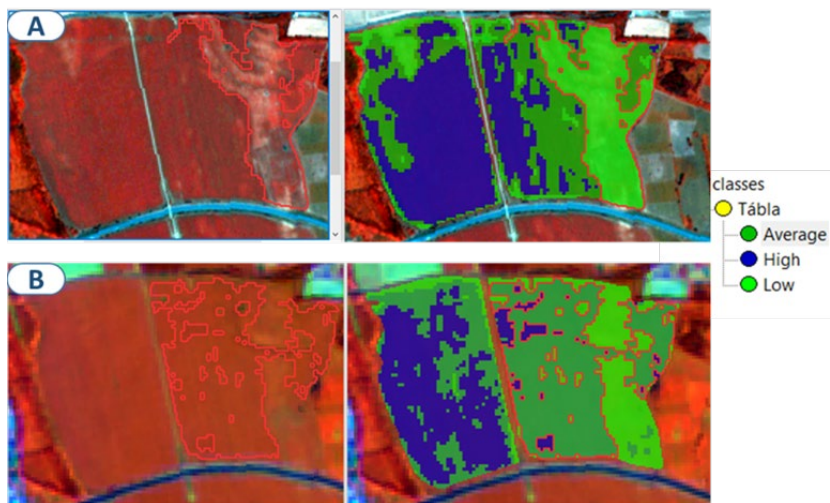
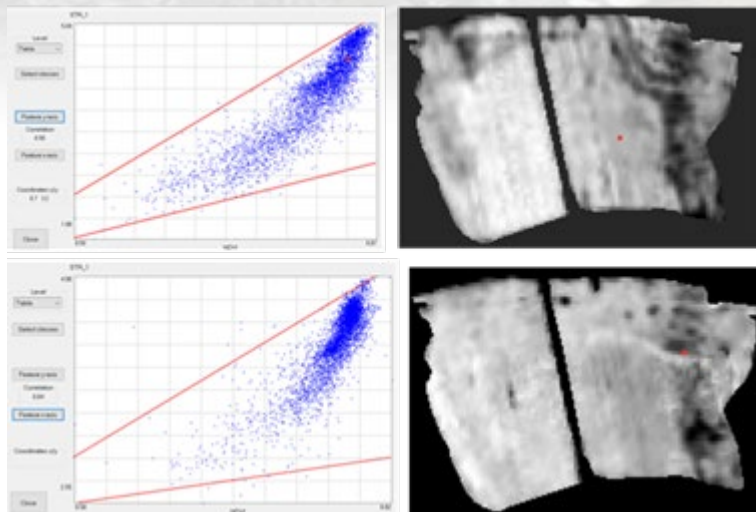
Két időpont adatainak
független elemzése
(szegmentálás, osztályozás,
stb.)

Szinkronizálás, térbeli és
időbeli elemzés

- Adatnyerés
- Input adatok kezelése (idősoros elemzés) egy projekten belül 'mainmap'
- Két térkép készítése független elemzéssel
- Szegmentálás, szegmens jellemzőinek számítása (indexek, STR, $W:OPTRAM$, $W_{relatív}$)
 - A talaj nedvességtartalmának osztályozása
 - A térképek tartalmának szinkronizálása
- Térbeli és időbeli tényleges változások elemzése



Talaj nedvességtartalmának térbeli és időbeli változásának becslése/ Eredmények



- Vizsgált időszak
 - ✓ **Aszályos, csapadékos** (összes csapadék: 65 mm)
- A meteorológiai állomáson 10 cm mélységben mért nedvességtartalom **26%-kal nőtt.**
- Talajnedvesség (W) becslése az OPTRAM modell alkalmazásával (W/20 m)
- Cellák besorolása $W_{\text{relatív}}$ értéke alapján a három kategóriába és nedvességtartalom változásának elemzése
 - ✓ 28 %-os növekedés leggyengébb ('Low') nedvességtartalmú kategória esetén
 - ✓ 34 %-os növekedés átlagos („Average”) nedvességtartalmú kategória esetén (0.73 → 0.88)
 - ✓ 7% a legjobb („High”) kategória esetén (0.93 → 1.0)
 - ✓ **Átlagos változás teljes területre számítva: 23%**

Kategóriák: Low ($W_{\text{relatív}} \leq W_{\text{átlag}-15\%}$), Average ($W_{\text{relatív}} = W_{\text{átlag} \pm 15\%}$), High condition ($W_{\text{relatív}} \geq W_{\text{átlag}+15\%}$)

Összefoglalás

Kutatás folytatása

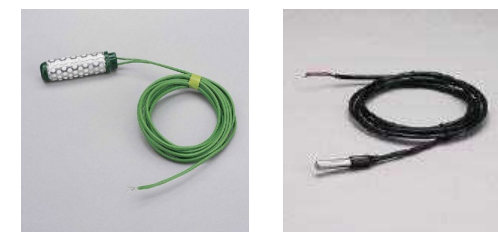
- OPTRAM modell használható **táblán belüli nedvességtartalom térbeli variabilitásának térképezésére és időbeli változások becslésére**
- A becsült nedvességtartalom és a területen végzett mérések közötti összefüggés (lineáris) **$R^2 = 0,75$**
- A talajnedvesség adatainak integrálása a döntéshozatalba (precíziós gazdálkodás) segíthet **a vízfelesleg és az aszálykockázat hatékonyabb kezelésében, a kultúrnövények optimális vízellátásának biztosításában**

Kutatás folytatása

- További kutatási területek bevonása
- További paraméterek (pl. talajtípus, fizikaiféleség) figyelembevétele modell fejlesztésében
- Új eszközök (meteorológiai állomás, talajnedvesség-mérő, levélnedvesség-mérő szenzor)
 - ✓ folyamatos csapadékmérés mintaterületen (5 percenként)
 - ✓ folyamatos talajnedvesség-mérés két szinten: talajfelszínen és gyökérszintben
 - ✓ Levélnedvesség-mérés



Meteorológiai állomás: Wireless Vantage Pro2™ & Vantage Pro2™ Plus Stations



Talajnedvességmérő: WATERMARK Soil Moisture Sensor — MODEL 200SS Temperature



Levélnedvességmérő

Az adatgyűjtésben és előfeldolgozásában
közreműködtek:

Kauser Jakab, Lippmann László és Kocsis Attila

Köszönöm szépen a figyelmét

