



Öntözés Okosan  
Szenzor-vezérelt Öntözőrendszer

Dr. Tóth Csaba

T-Markt

28 év öntözéstechnika

Villamosmérnök

Mezőgazdasági Vízgazdálkodási Szakmérnök

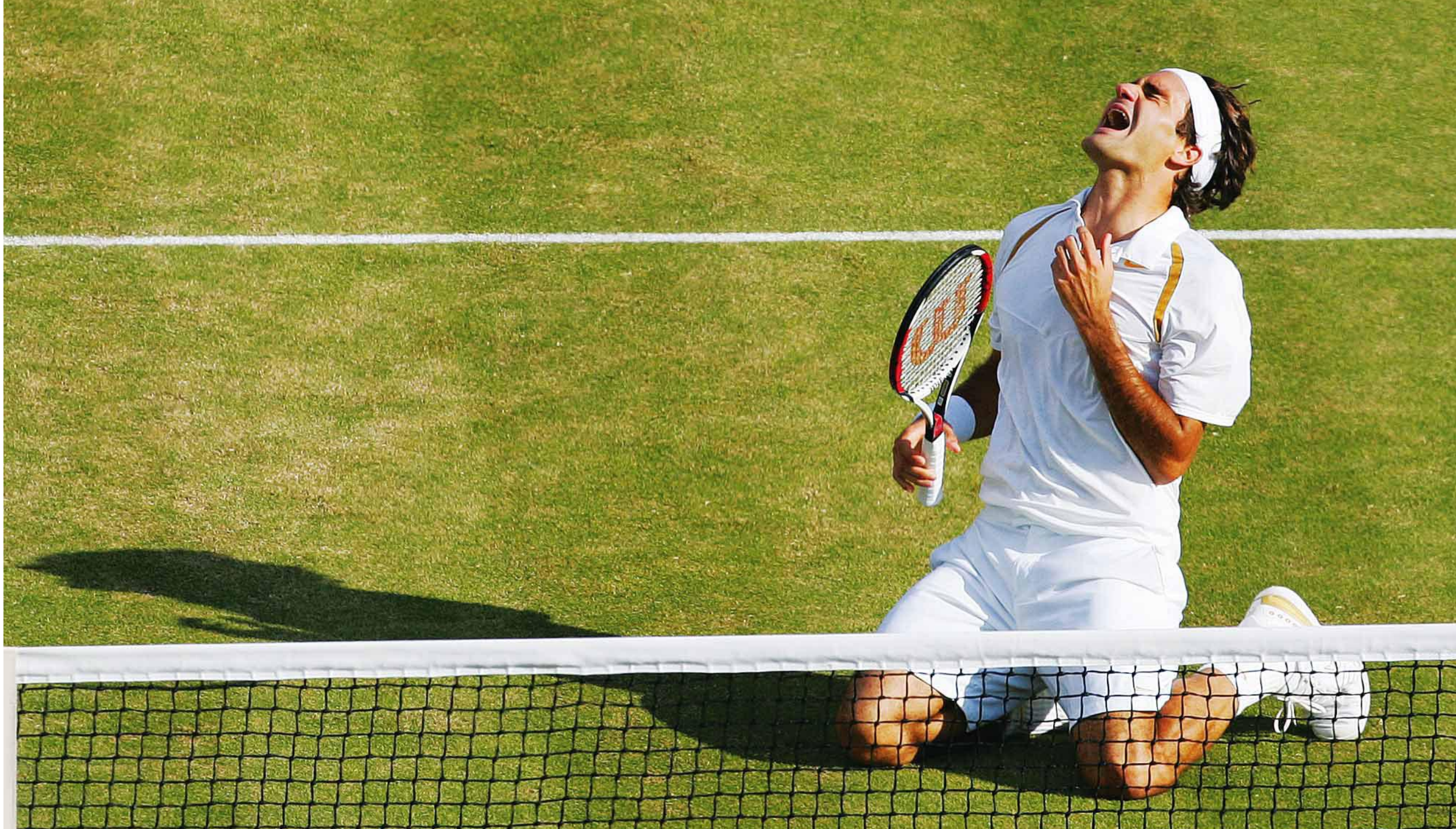
# Tartalom

Füves teniszpálya öntözési projekt  
Szenzoralapú automata öntözőberendezés  
ET alapú öntözés  
Öntözés talajnedvesség mérés alapján

# Füves Teniszpálya: Wimbledon







# Grand Slam 10.nap



# Füves Teniszpálya

- 2017-ben telepített, öntözőrendszerrel.
- A sportpálya fű nem bírta a 8mm-re vágást.
- Feladat:  
Automata öntözés beépített talajnedvesség mérővel

- Újravetés:  
Perennial Ryegrass







20cm homok + szervesanyag mix  
Vízáteresző alépítmény

# Az új fűmag.

- 4 fajtaból áll
- 2mm-ig nyírható

**ProNitro<sup>®</sup>**



%	Cultivar	Species	STRI Rating
40%	CLEMENTINE	Perennial Ryegrass	7.6
20%	MONROE	Perennial Ryegrass	6.9
20%	DICKENS	Perennial Ryegrass	6.9
20%	CHARDIN	Perennial Ryegrass	6.0

## Ratings

### Wear tolerance



### Recovery



### Close mowing tolerance



### Red thread tolerance



### Fast establishment



Sowing Rate:	35-75g/m <sup>2</sup>
Oversowing:	25-75g/m <sup>2</sup>
Mowing Height:	Down to 2mm

- Proven results at the highest level with a 4 cultivar mix delivering high disease resistance and attractive colour
- Clementine for outstanding shoot density, combined with a fine leaf and incredible cleanliness of cut for improved camera appeal.
- Rapid establishment

**GroMax**

treated, maximises seedling

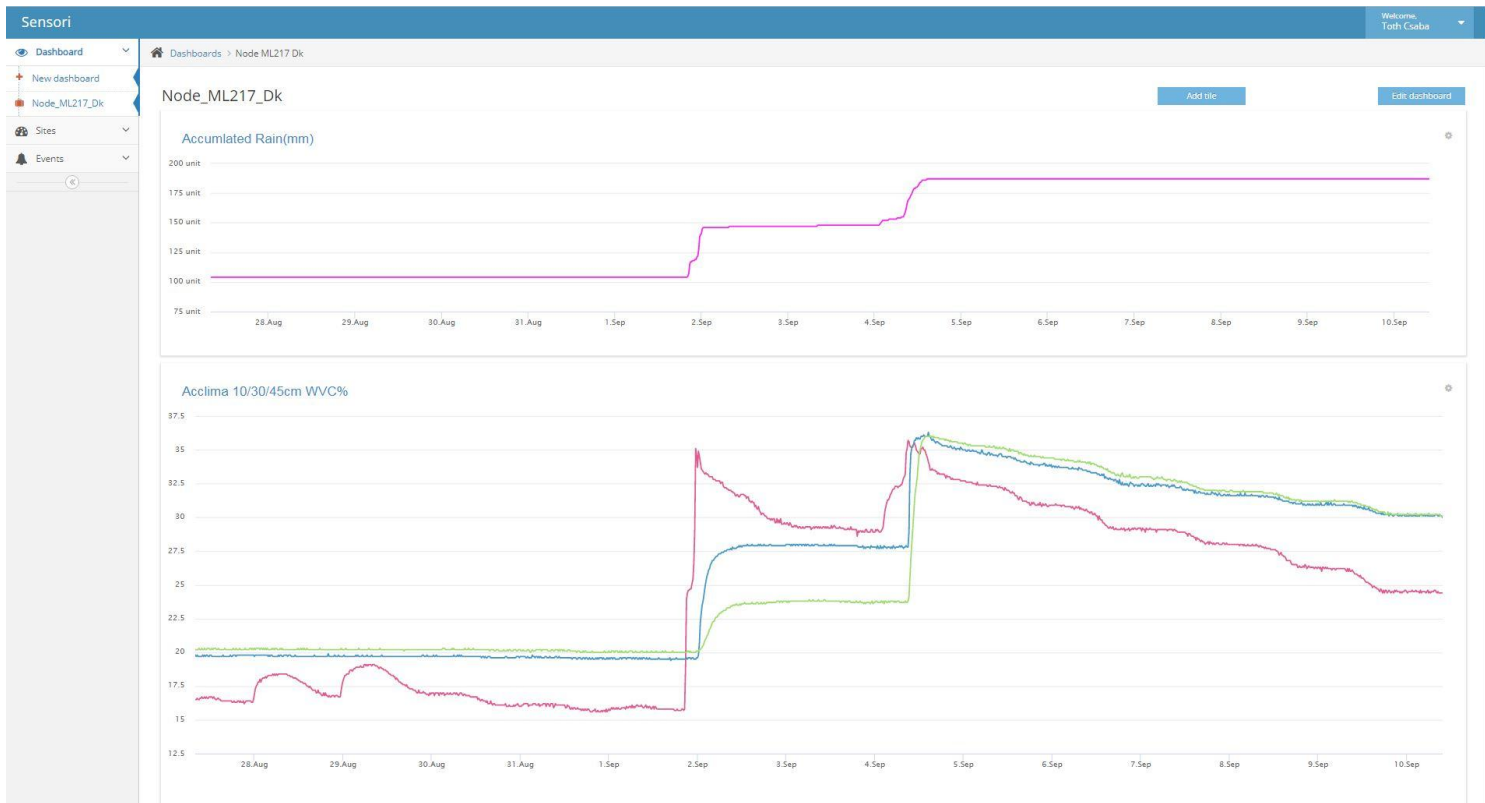
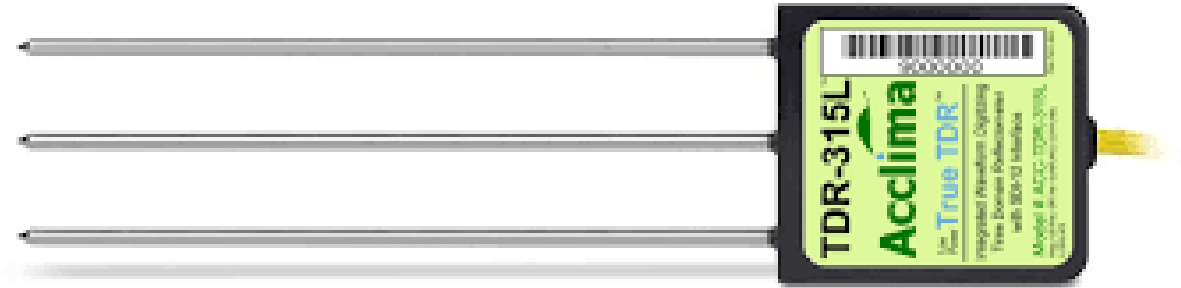
# Füves Teniszpálya

- Szenzorok telepítése
- Hidrovetés
- Kiváló őszi időjárás



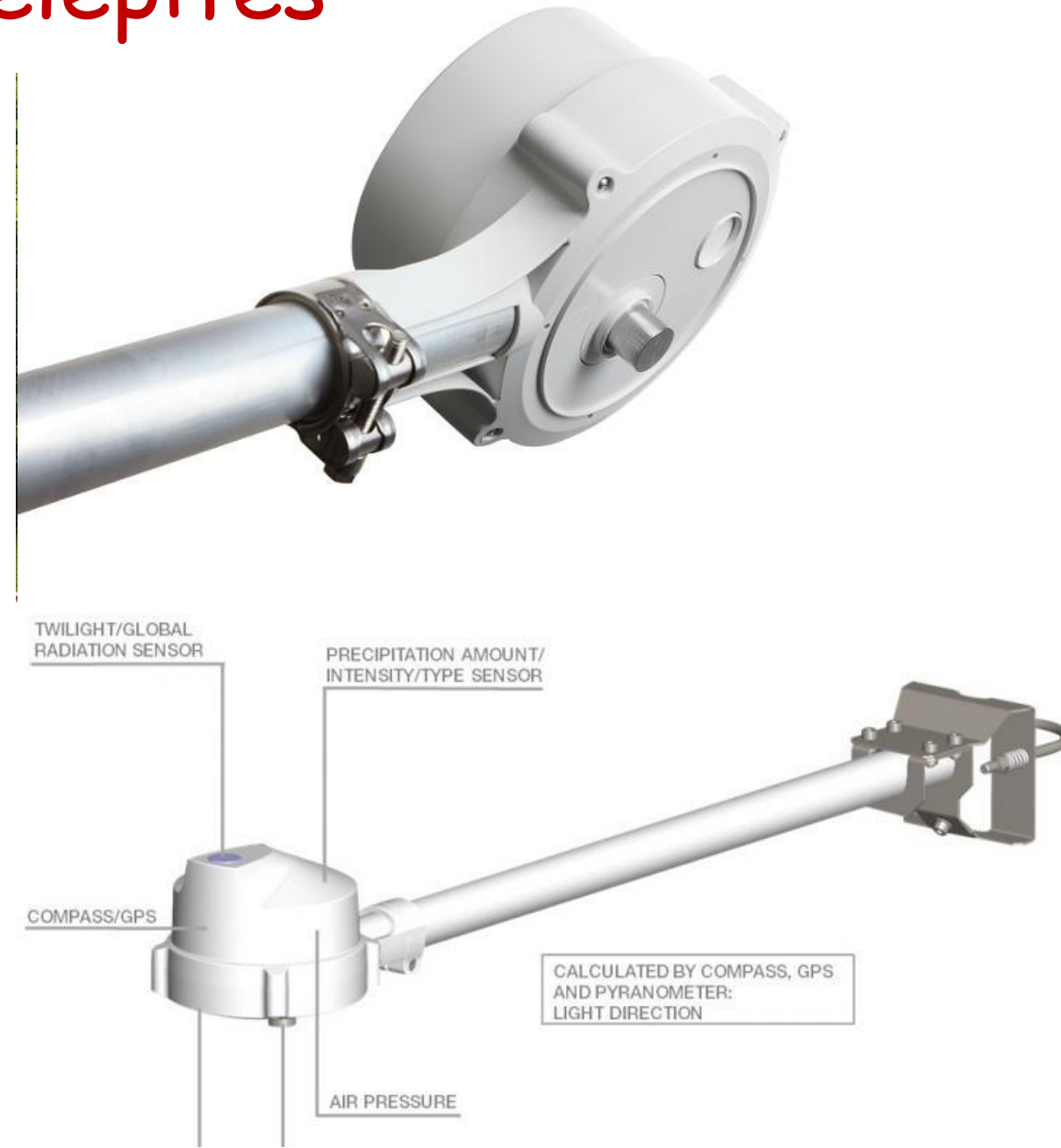
# Szenzor telepítés

12 db Acclima TDR 315L  
ML 217 ADS GPRS távadó  
Sensori.cloud vizualizáció

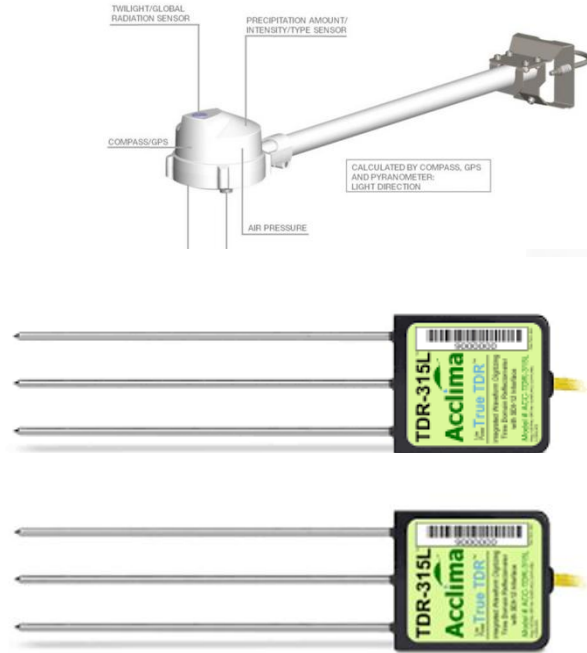


# Szenzor telepítés

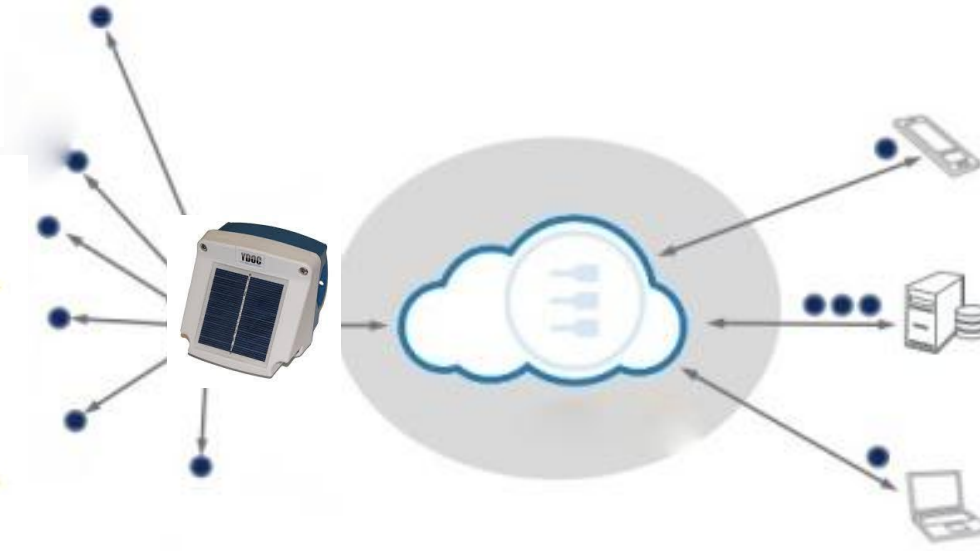
- 12 db Acclima TDR 315L
  - 5, 15 cm mélységben
- ML 217 ADS GPRS távadó
- Sensori cloud vizualizáció
- Csapadék szenzor
- Automatikus öntözésvezérlés
- Lufft WS10 időjárás állomás
  - Hőm, pára, szél, sugárzás, légnyomás
  - csapadék mennyiség és fajta
  - GPS



# Rendszer felépítés



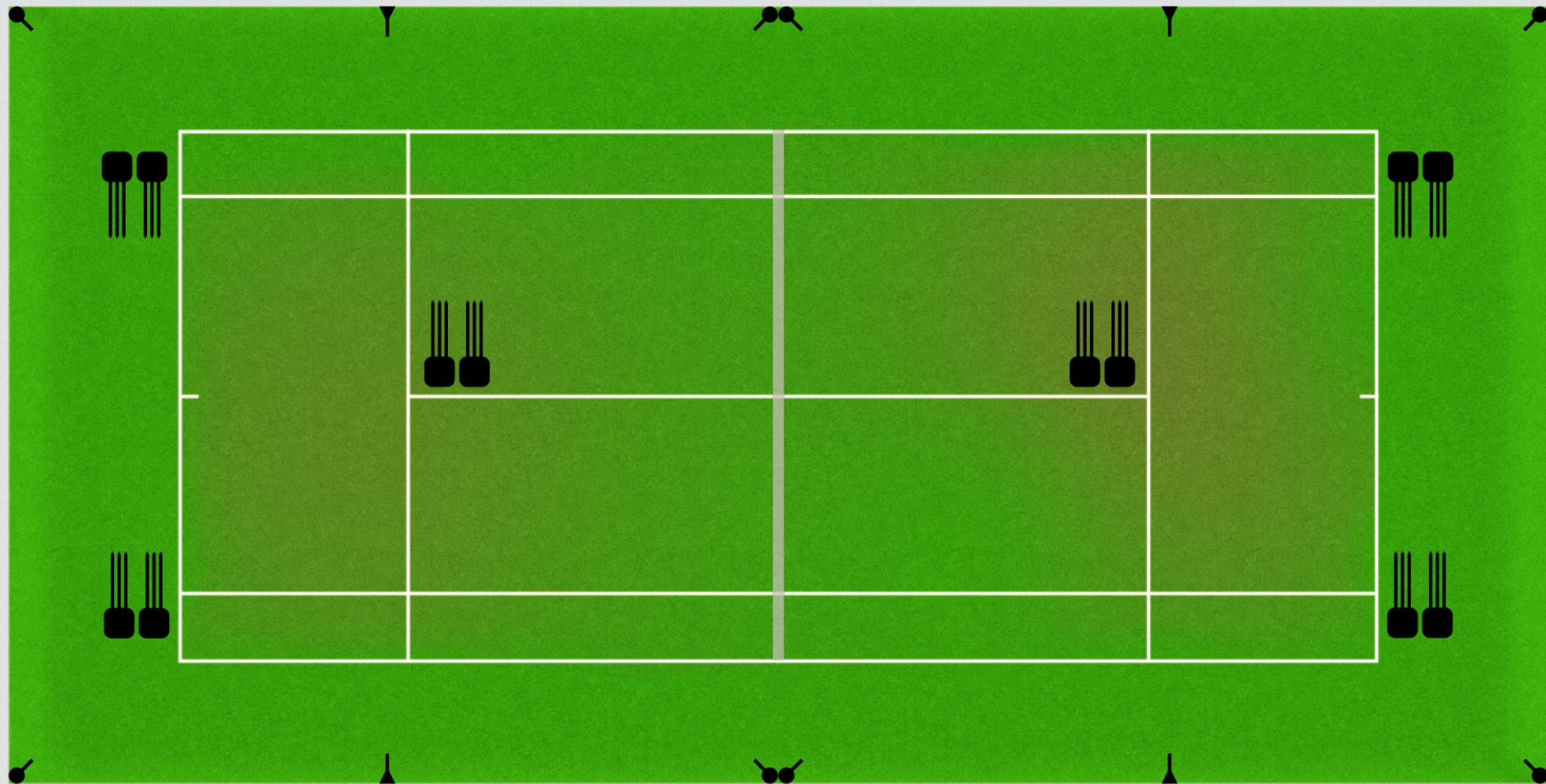
Szenzorok



Távadó Cloud Szerver



Vizualizáció



-  RB Falcon 6502
-  RB 5004
-  Mérőedény
-  TDR 315L talajszenzor

# Talaj szerkezet vizsgálata

- Talajminta
- Szárítás 105°C 24h
- Térfogatarányos víz bekeverés
- Tf% mérés
- Vízmegtartás: 27%
- 10cm: 27mm víz
- Szabadföldi vízkapacitás (VKSZ)





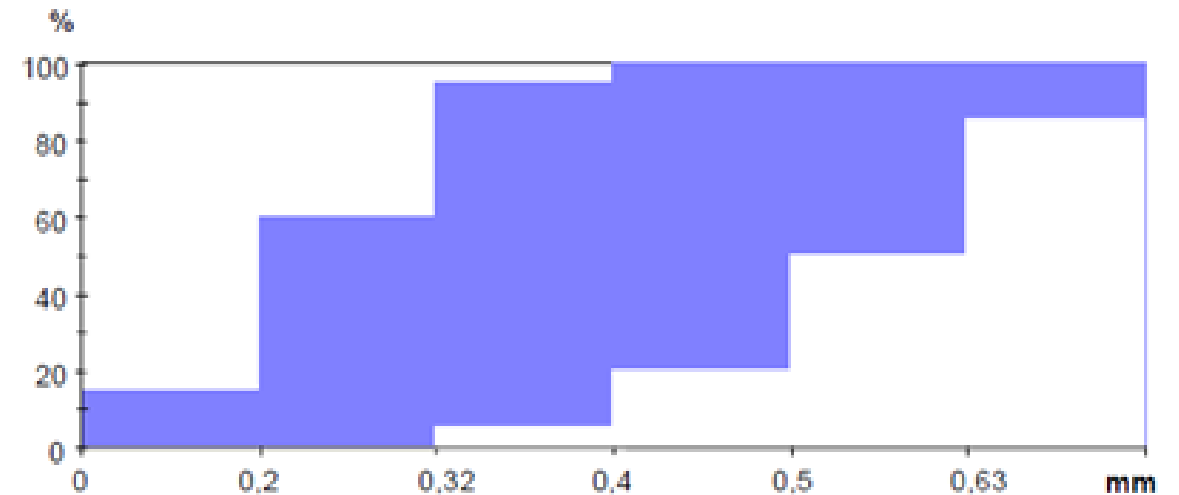
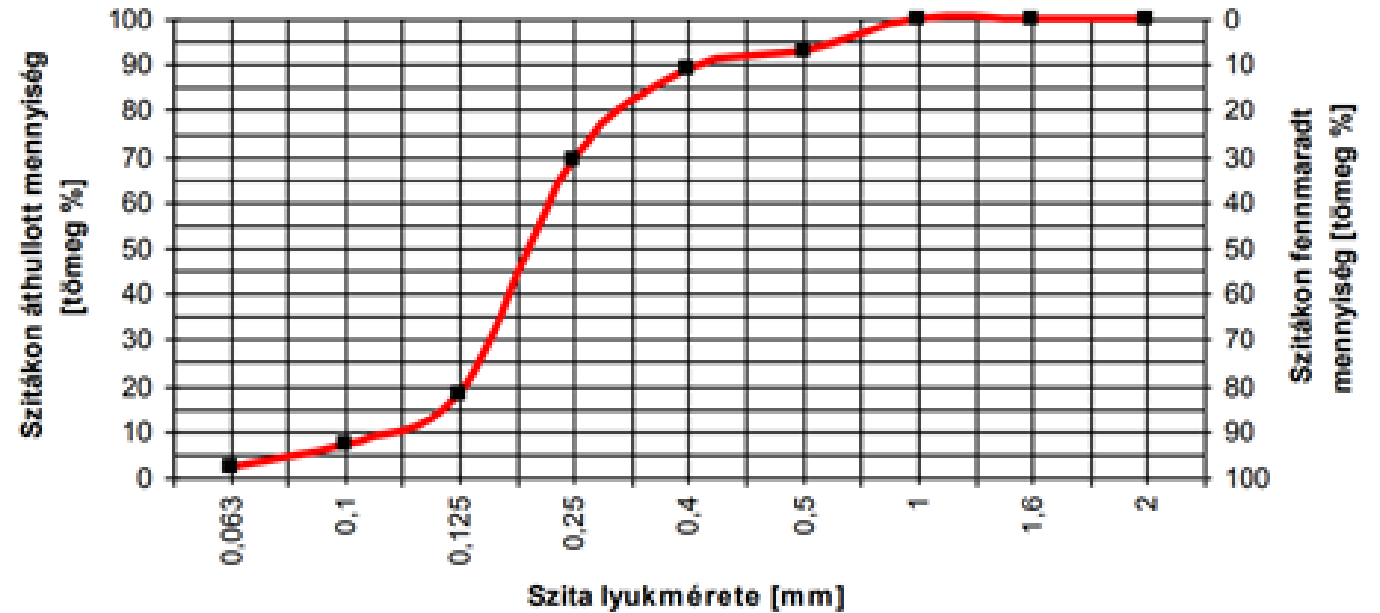
# Talaj szerkezet vizsgálata

Talaj frakciók



# Talaj szerkezet vizsgálata

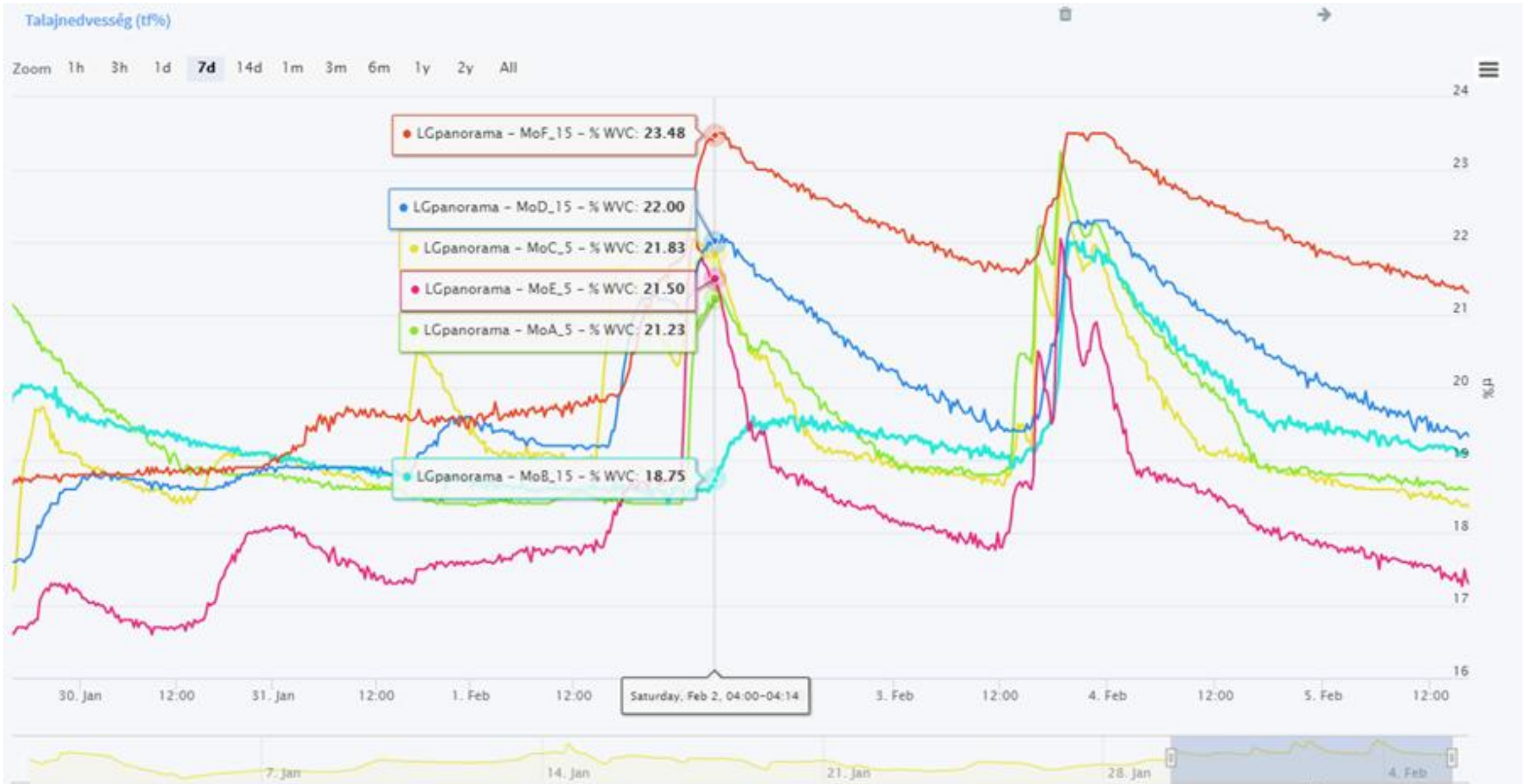
## Talajszita



# Szenzor telepítés

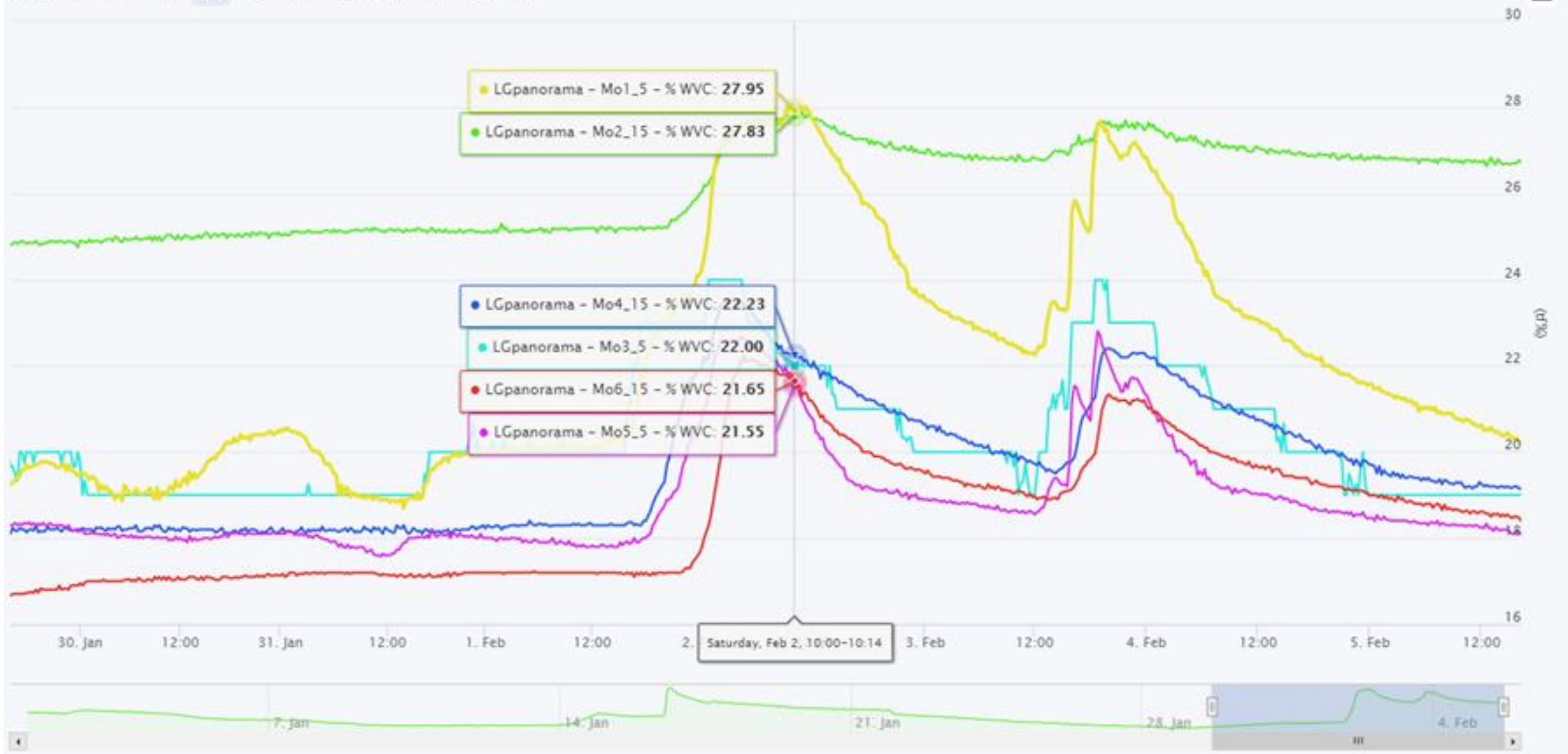


# Vizualizáció: Sensori.cloud



Talajnedvesség(tf%)

Zoom 1h 3h 1d **7d** 14d 1m 3m 6m 1y 2y All



# Teniszpálya öntözési sajátosságai

Használati – Karbantartási - Öntözési időszakok

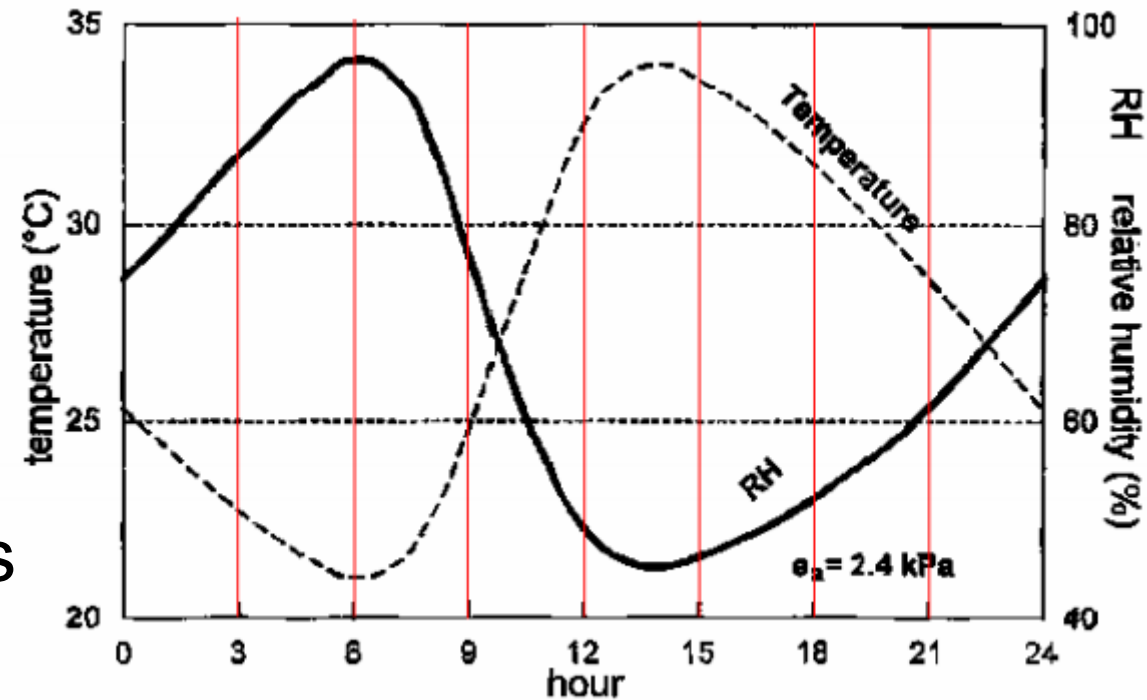
- Öntözési módok:
  - Vízpótló öntözés
  - Hűtő öntözés
  - Párásító öntözés

# Vízpótló Öntözés

- Mennyisége:
  - Az elpárolgott mennyiség pótlása.
  - Vízmegtartás szintjéig (SZVK)
- Meghatározása:
  - Napi ET számítás alapján pótolni a hiányt
    - pl: 5 mm /nap → 5mm + veszteség
  - Talajnedvesség mérésével kipótolni a kívánt értékre
    - pl: az aktuális szint 18%, az elérendő: 22%, → 4mm + veszteség

# Hűtő Öntözés

- Az alacsony fű miatt a napsugárzás könnyen felmelegíti
- A felmelegedett felület, gyökérszóna lehűtése vízzel.
- Késő délelőtt, kora délután
- Mennyisége:
  - Empirikus vízmennyiség meghatározás
  - Talajszenzorral hőmérséklet mérés

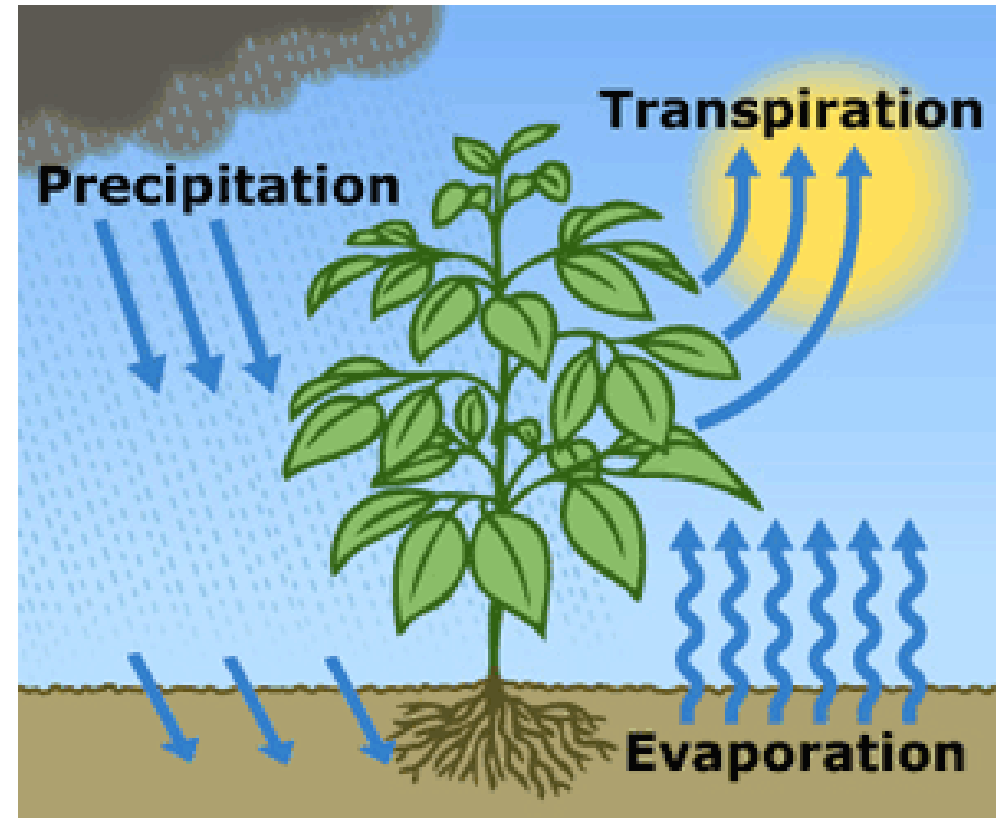




# Evapotranszspiráció (ET) definíciója

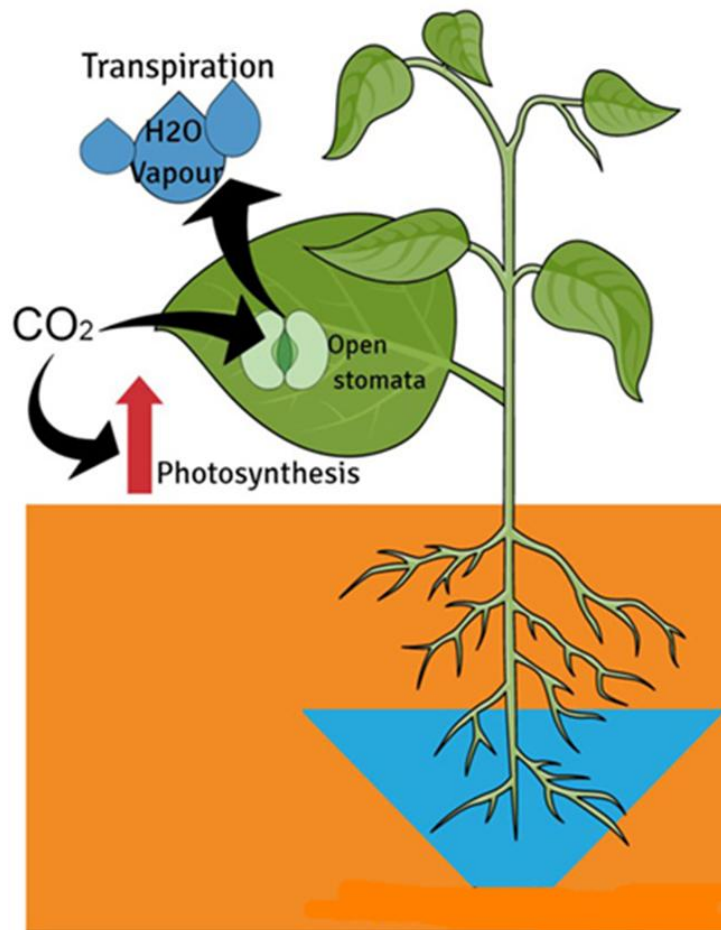
- Evapotranspiration
- Evaporation: Párolgás a talajról
- Transzspiráció: a növényi szervezet párologtatása a levélen keresztül

A talajból  
felhasználható vízmennyiség  
csökkenése.

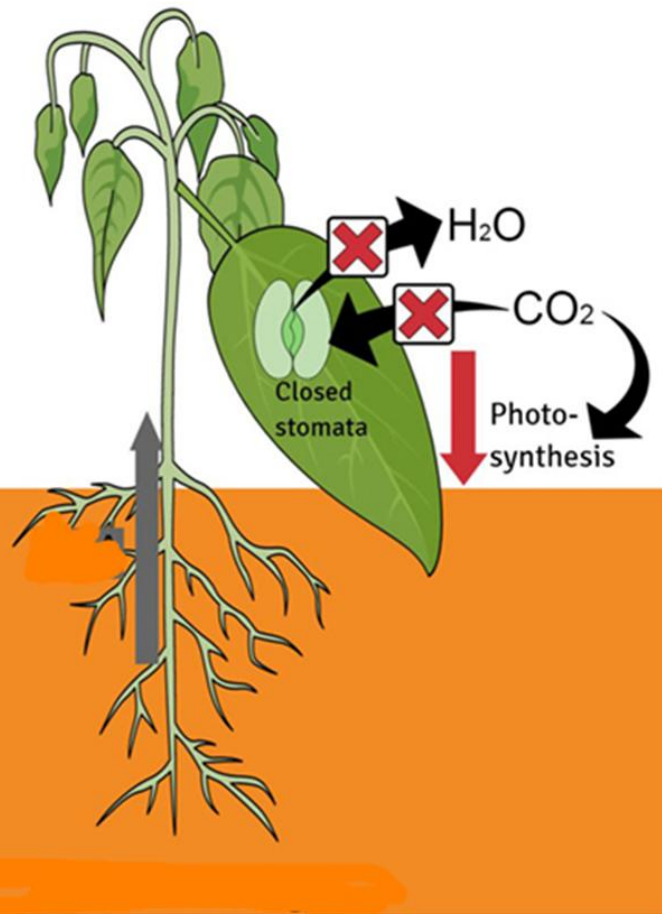


# Transzspiráció

A



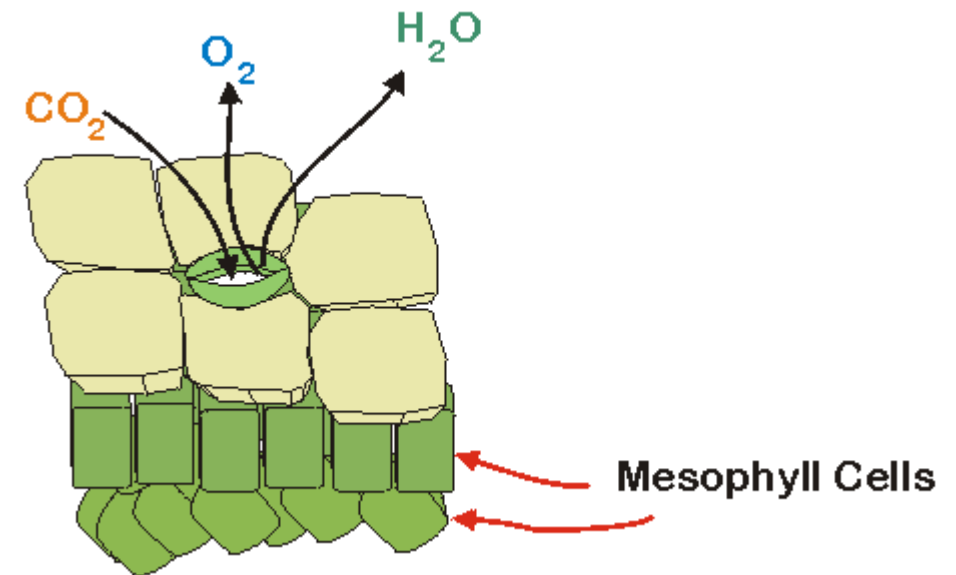
B



Fotoszintézis: CO<sub>2</sub>

Bezárul, nincs fotoszintézis

Tápanyag-hiány



# The Water Cycle



# Az ET változatai

## ➤ PET: potenciális ET

➤ Vízfelületről párolgás mértéke

## ➤ ETa: aktuális ET

➤ Az aktuálisan a növényről és a talajról elpárolgó víz, amivel csökkenti a tárolt vízkészlet

## ➤ ETo: referencia ET

➤ jó vízháztartású talajon, 12cm magas fűvel borított terület ET-je.

## ➤ Mértékegysége: mm/perc, óra, nap, hét, hó, év



# Mitől függ az ET értéke?

## ➤ Időjárás

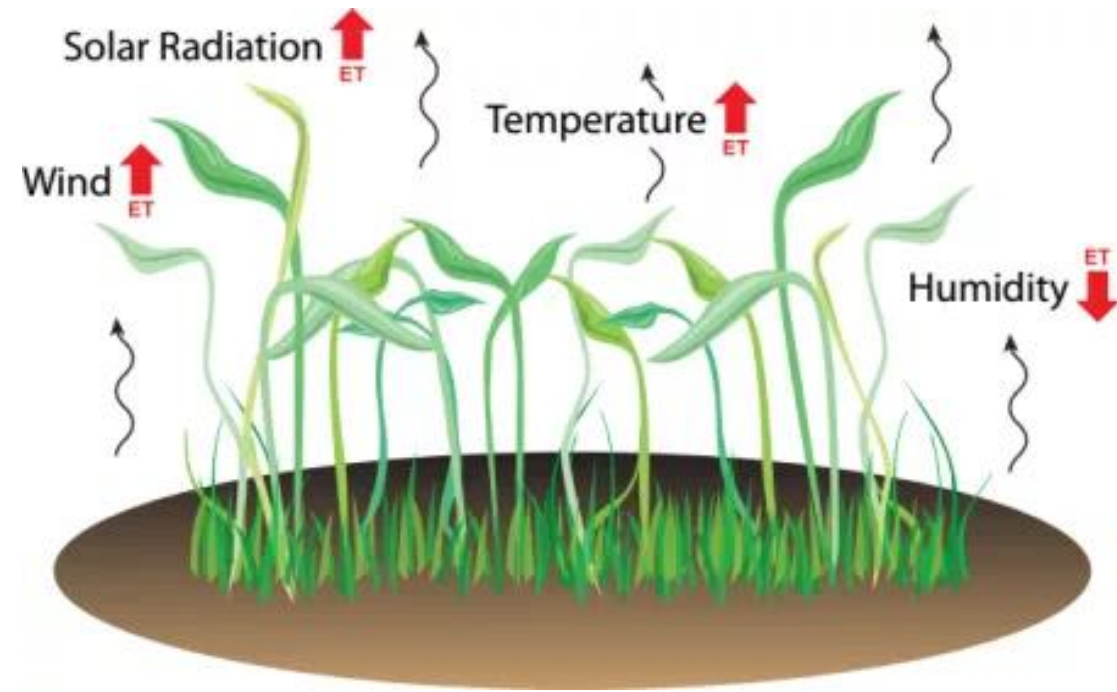
- Napsugárzás, Hőmérséklet,
- Páratartalom, Szél

## ➤ Talaj

- Szerkezet, SZVK, EC, szervesanyag

## ➤ Növényfajta és fejlődési ciklusa

## ➤ Művelési gyakorlat



# ET meghatározása

## ➤ Direkt mérés

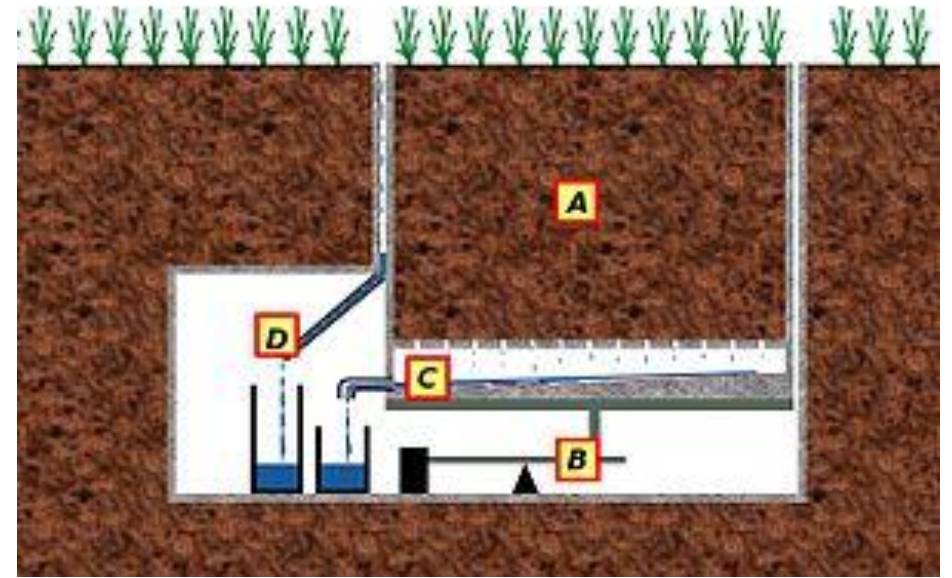
➤ PET

➤ Liziméter

➤ Többrétegű precíziós talajnedvesség mérés

## ➤ Számítás: Penman – Monteith Modell

➤ FAO által támogatott eszközkészlet



# Penman-Monteith (FAO)

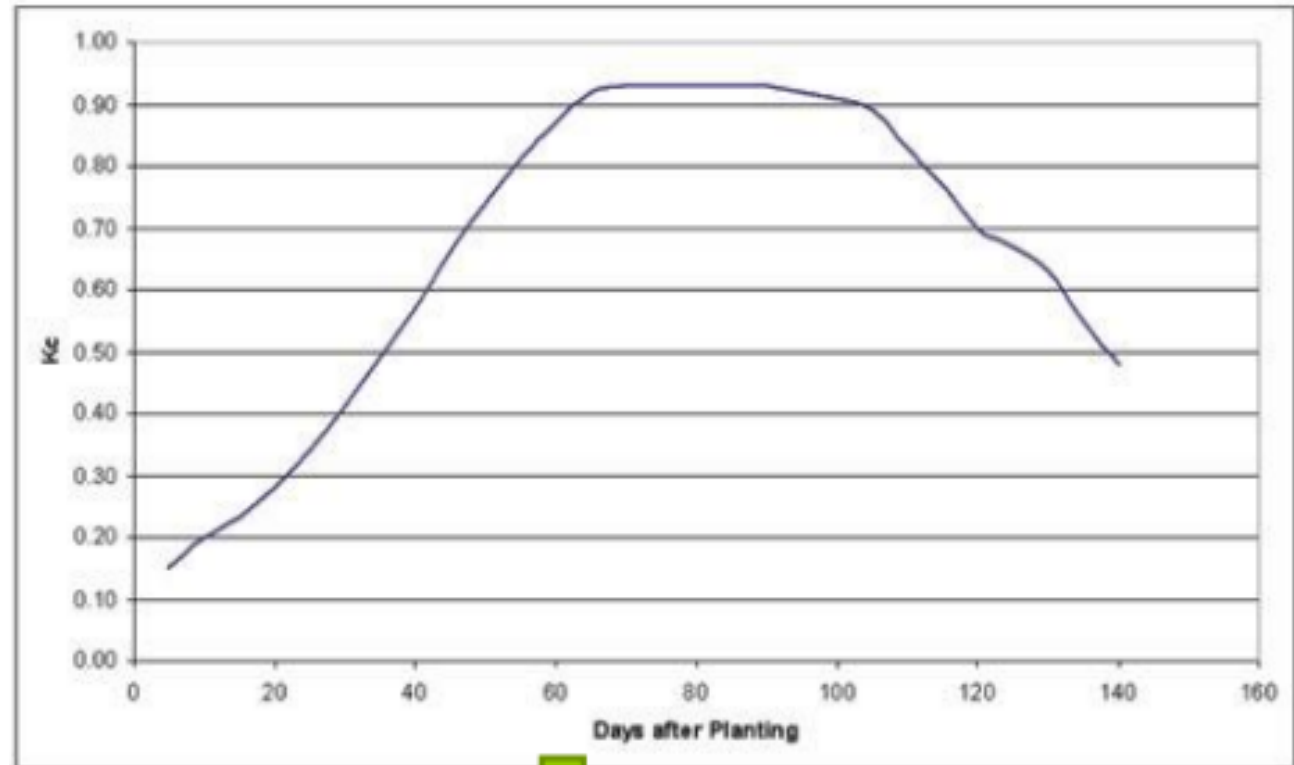
➤ 12cm magas füves referenciaterület

- $R_n$  = napsugárzás
- $T$  = hőmérséklet
- $u$  = szélesség
- $e$  = páratartalom
- Egyéb állandók

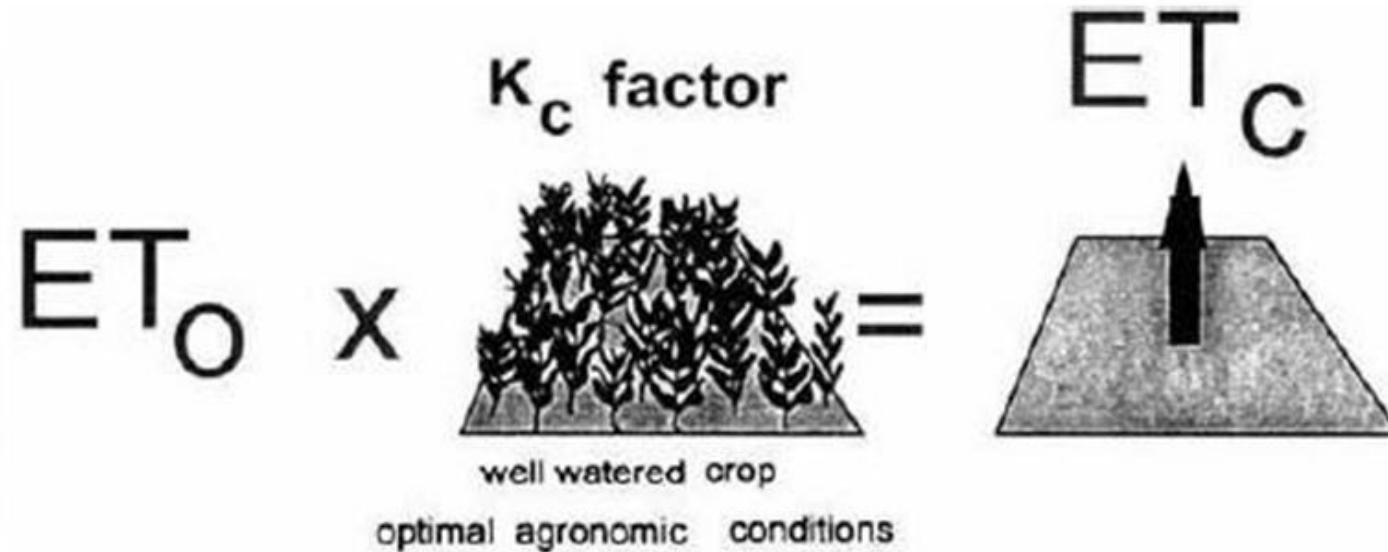
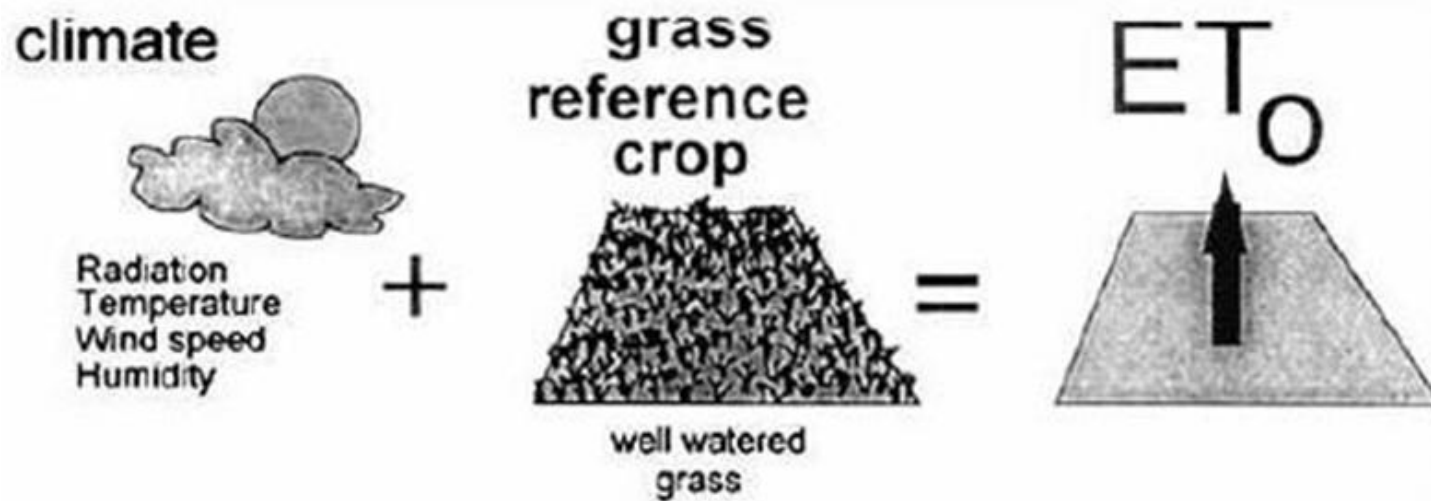
➤ Növény-specifikus faktor:

$$ET_c = K_c * ETo$$

$$ETo = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)}$$



# Penman-Monteith (FAO)





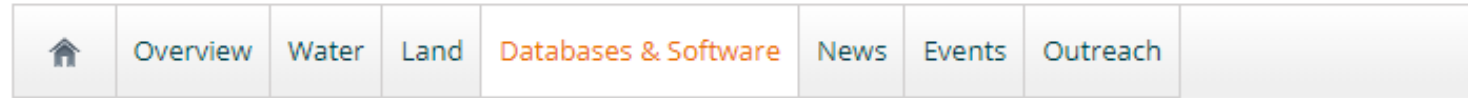
# Penman-Monteith (FAO)

- [www.fao.org](http://www.fao.org)
- mm/nap, hét, hó, év
- Adatsor:

- Min hőmérséklet
- Maximum hőmérséklet
- RH
- Csapadék
- Szélesebesség

-10.1	-0.8	86.6	0.0	1.2
-8.7	-1.1	91.0	0.0	0.9
-9	3.2	81.9	0.0	2.0
-4.5	0.6	79.8	0.3	4.0
-5.5	3.4	73.3	1.9	4.4
-11	-4.1	52.2	0.0	5.6
-15.3	-8.4	54.4	0.0	3.2
-19.6	-4.6	59.9	0.0	2.3
-10.4	-4.7	59.0	0.0	3.2
-16.1	-5.6	70.2	0.0	1.7
-12.5	-1.5	65.3	0.0	2.3
-11.7	0.6	74.3	0.2	3.2

## Land & Water



AQUASTAT

AquaCrop

AQUAMAPS

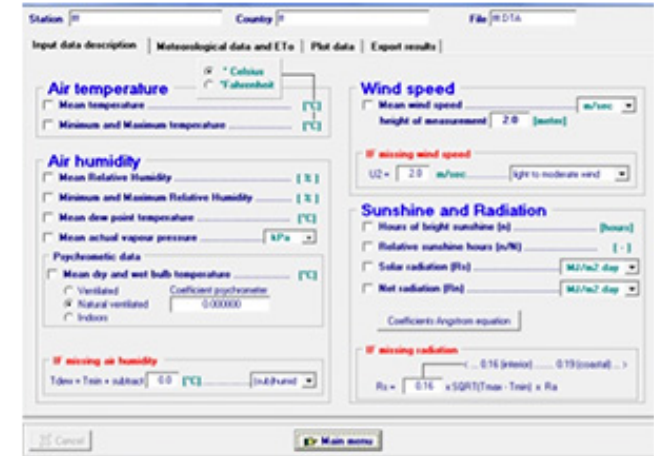
Crop Information

CropWat

## ETo Calculator

ETo calculator is a software developed by the Land and Water Division of FAO. Its main function is to calculate Reference evapotranspiration (ETo) according to FAO standards.

ETo represents the potential transpiration rate in a reference surface, short of water. A large short grass field is considered worldwide as the reference surface. The reference crop completely covers the soil, is kept short, well watered and is actively growing under optimal economic conditions.



# Szenzor vezérelt Okos-rendszerek

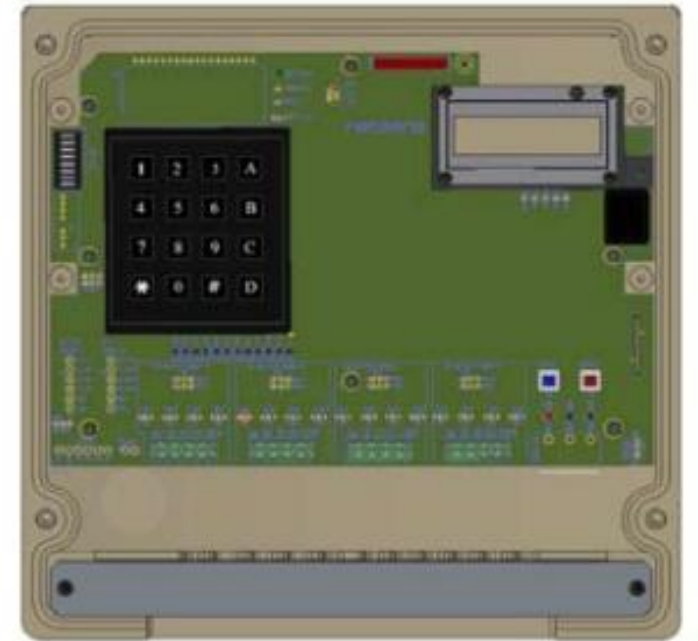
- Evapotranszspiráció (ET) alapú vezérlők.
- Talajnedvesség mérésen alapuló vezérlők.
- Kombinált vezérlők (Mesterséges Intelligencia)
  - ET és talajnedvesség
  - Múltbeli adatok
  - Jövőbeli előrejelzések

# Szenzor vezérelt Okos-rendszerek

- Evapotranszspiráció (ET) vezérlők
- Valós meteorológiai adatokból számol
  - Penman – Monteith (FAO)



WiSense 2.0



# Szenzor vezérelt Okos-rendszerek

- Evapotranszspiráció (ET) vezérlők
- Valós meteorológiai adatokból számolt
  - Penman – Monteith (FAO)
- Helyi mérés alapján számolt ET
  - Kevesebb időjárási alapadat: Hőmérséklet



# Szenzor vezérelt Okos-rendszerek

- Evapotranszspiráció (ET) vezérlők
- Valós meteorológiai adatokból számolt
  - Penman – Monteith (FAO)
- Helyi mérés alapján számolt ET
  - Kevesebb időjárási alapadat: Hőmérséklet
- Múltbeli ET adatok szerint
  - Irányítószám szerint letárolt adatok-ból

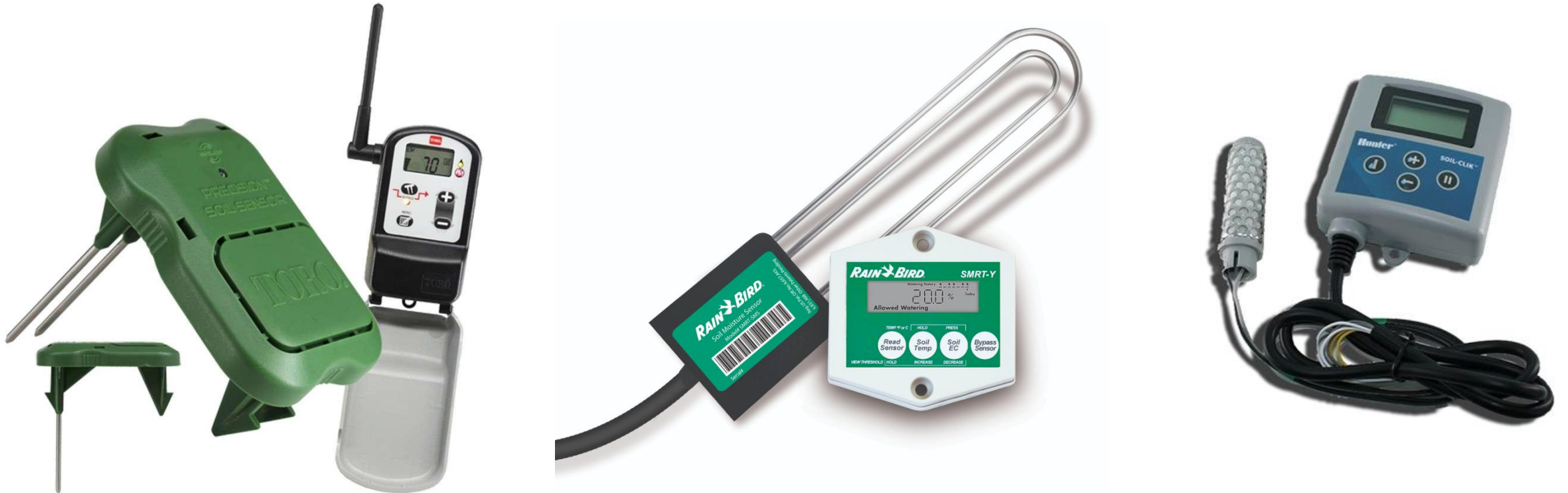


# Szenzor vezérelt Okos-rendszerek

- Evapotranszspiráció (ET) vezérlők
  - Valós meteorológiai adatokból számolt
    - Penman – Monteith (FAO)
  - Helyi mérés alapján számolt ET
    - Kevesebb időjárási alapadat: Hőmérséklet
  - Múltbeli ET adatok szerint
    - Irányítószám szerint letárolt adatok-ból
  - Szezonális ET adatok alapján
    - Évszak, havi időjárási korrekció

# Szenzor vezérelt Okos-rendszerek

- Talajnedvesség mérés alapú
- Programozott időkapcsoló, letiltással
  - Min % (engedélyezés), max % (letiltás) az esőkapcsoló bemeneten



# Szenzor vezérelt Okos-rendszerek

- Talajnedvesség mérés alapú
- Programozott időkapcsoló, letiltással
  - Min % (engedélyezés), max % (letiltás) az esőkapcsoló bemeneten
- Zónánkénti programozható talajnedvesség érzékelők
  - Acclima





# Szenzor vezérelt Okos-rendszerek

- Intelligens vezérlők
- ET alapú, talajnedvesség szenzorral finomított
  - A számolt ET kiadagolása közben a talajnedvességet is méri



# Szenzor vezérelt Okos-rendszerek

- Intelligens vezérlők
- ET alapú, talajnedvesség szenzorral finomított
  - Megadott ET kiadagolása közben a talajnedvességet is méri
- Prediktív: az időjárási előrejelzést is belekalkulálja
  - A várható csapadék esetén csak a vegetációs minimumot bocsájtja ki.
  - Növényspecifikus, víztakarékos, deficit öntözés

# A teniszpálya öntözési logikája

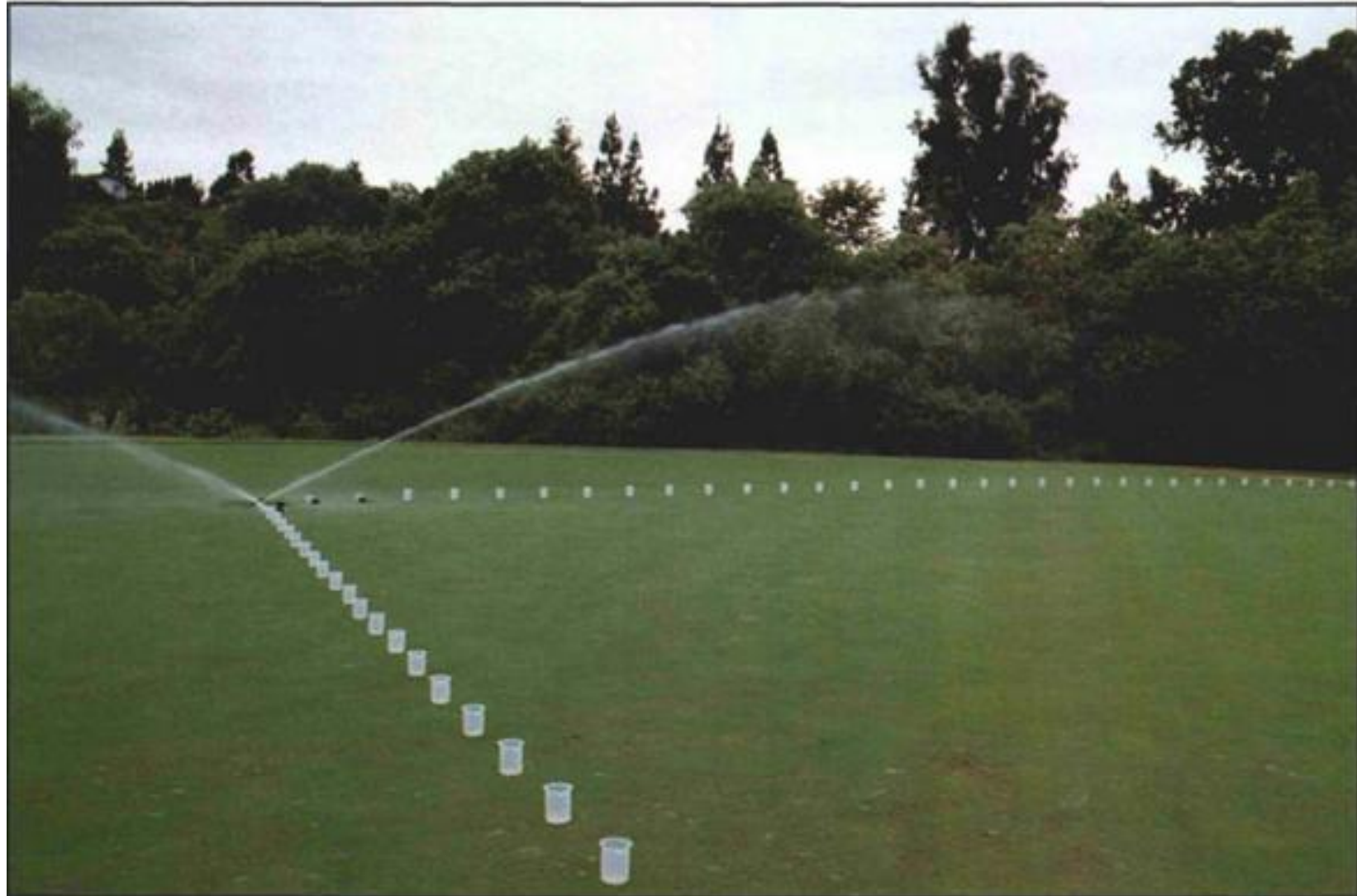
- Öntözési időablakok meghatározása
- Indítási feltétel:
  - Időablak érvényes
  - Hűtő: Talajhőmérsékletet elért
  - Vízpótló: A szükséges csapadék mennyiség  $> 0$
- Leállítási feltétel
  - A csapadék mennyiség kijuttatva, vagy
  - Elért talajnedvesség / hőmérséklet határérték

# Csapadék mennyiség meghatározása

- ET számítás: mm/óra, nap (FAO szerint)
- Veszteségek korrekciója:
  - Öntözési kiegyenlítetlenség miatti túlóntözés (5 – 25%)
  - Párolgási veszteség: Hőmérséklet (5 – 40%)
  - Lejtés miatt elfolyás (5% - )
- Felosztás az elfolyás, leszivárgás megakadályozására

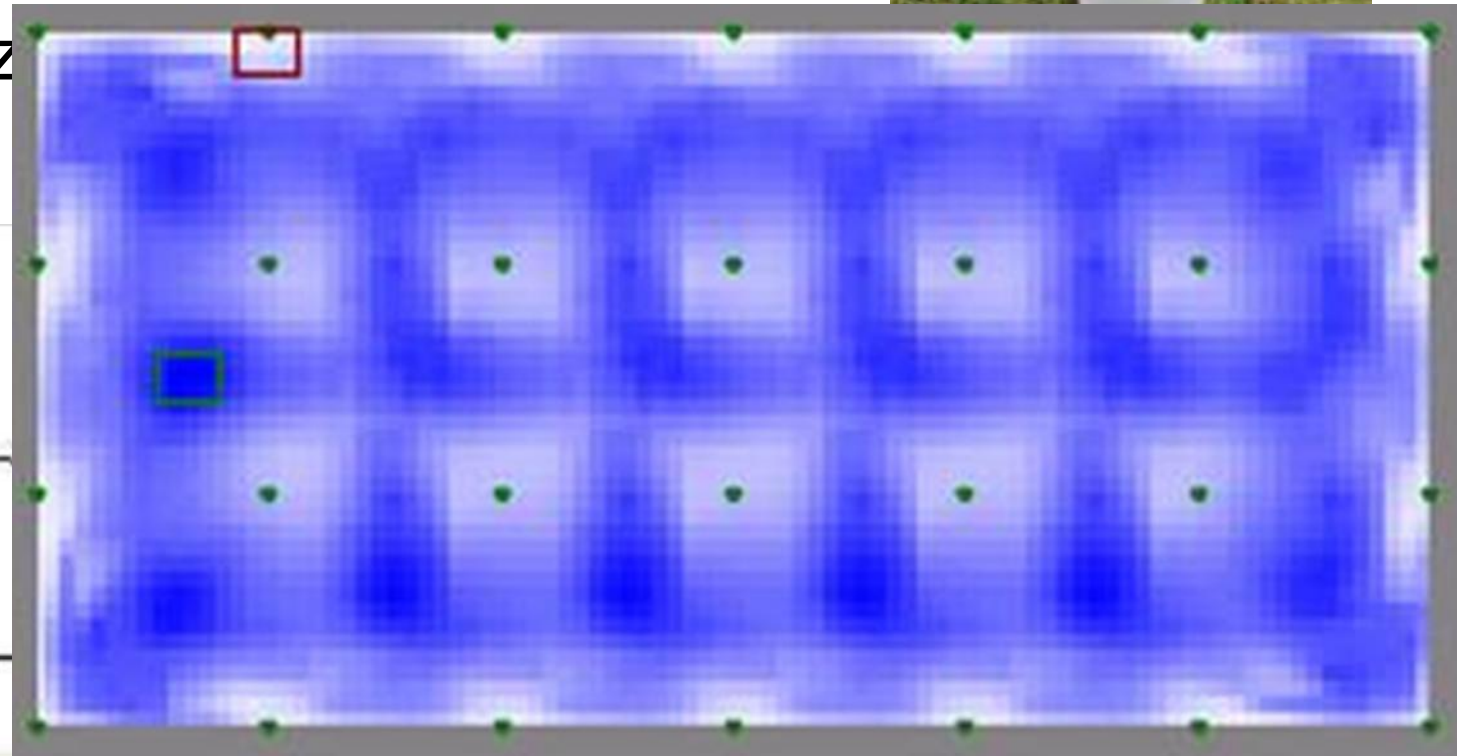
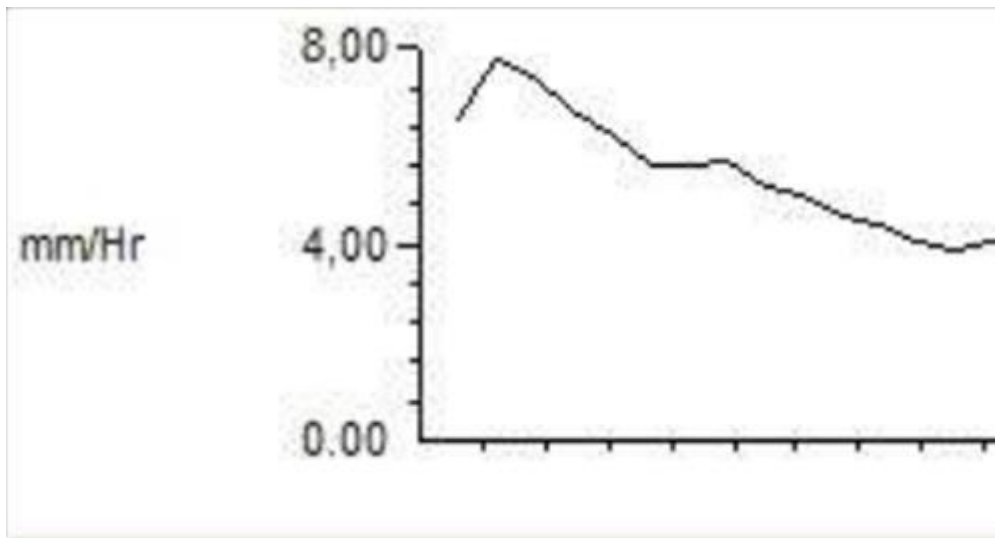
# Öntözési Egyenletesség meghatározása

- Mintaedényes felmérés



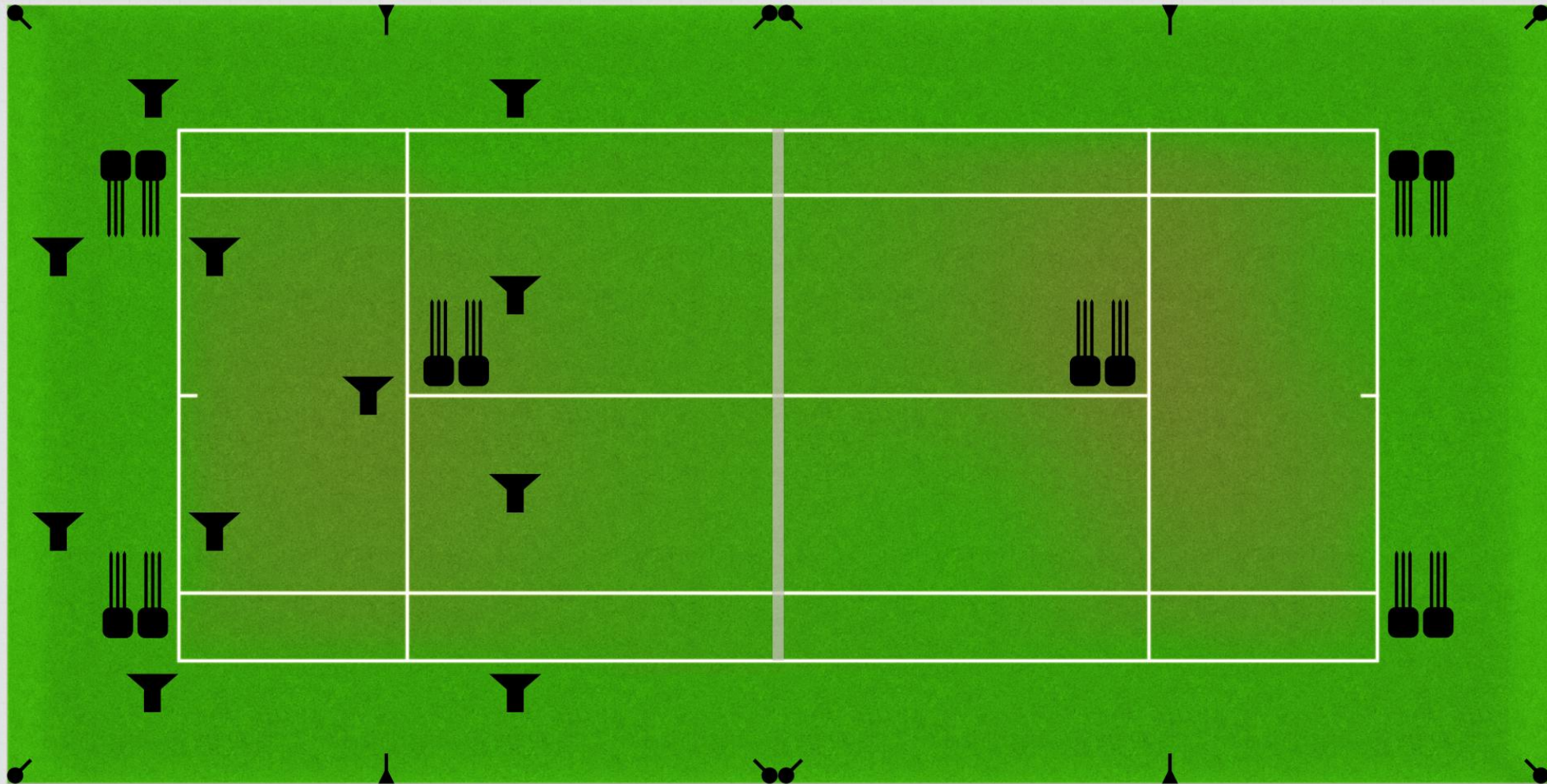
# Öntözési Egyenletesség meghatározása

- Mintaedényes felmérés
- CATI-Space Pro szoftver
  - intenzitásgörbe és lefedettség görbék felvétele
  - öntözési idő és ET össz



# Öntözési Egyenletesség meghatározása

- Mintaedényes felmérés
- CATI-Space Pro szoftver
  - intenzitásgörbe és lefedettség görbék felvétele
  - öntözési idő és ET összefüggése
- Szakdolgozat előzmények:
  - Hordós László
  - Bégányi Imre



-  RB Falcon 6502
-  RB 5004
-  Mérőedény
-  TDR 315L talajszenzor



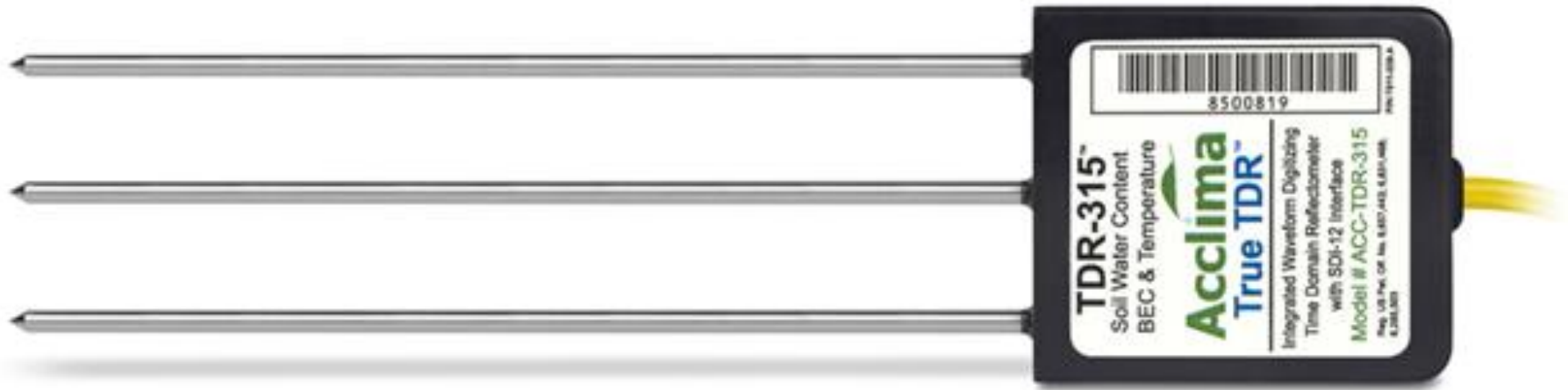
# Adatgyűjtés & Terv 2019

- Rendszer letárolja az adatokat:
  - Talajszenzorok, időjárás szenzor adatait 15perc, öntözés alatt 2 perc intervallumban.
  - A számított ET értékeket, öntözési idő értékeket.
  - A tényleges futási időket és leállási paramétereiket.
- 2020 évi MÖE konferencián
  - Bemutatom az eredményt: (egy jól működő öntözővezérlőt).
  - A részleteket a regisztrált adatok analízise alapján.

# Szenzor-vezérelt rendszerek előnyei

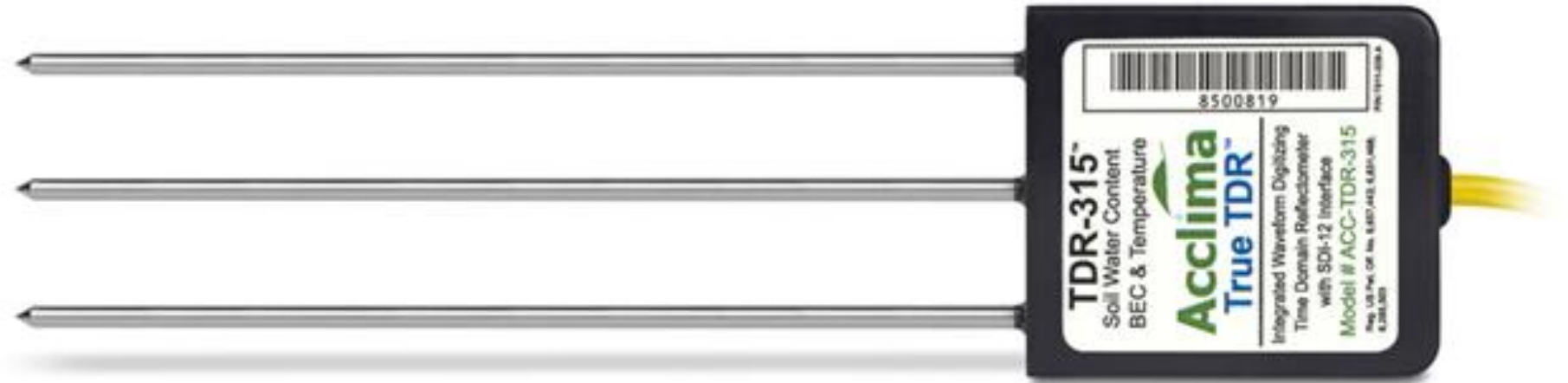
- Precíz és Takarékos
  - Időjáráshoz igazodó takarékos vízpótlás
  - A gyökérszónában tartott tápanyag
- Növény, fenológia specifikus folyamatok
- Távérzékelés, távprogramozás
- Automatikus hibadetektálás
- Növényvédelmi kockázati előrejelzés
- Mesterséges intelligencia

# Köszönöm a Figyelmet!



[toth.csaba@tmarkt.hu](mailto:toth.csaba@tmarkt.hu)

# Köszönöm a Figyelmet!



[toth.csaba@tmarkt.hu](mailto:toth.csaba@tmarkt.hu)

# Szenzorok tárolt adatai

TDR315L

talajnedvesség (tf%)

Talajhőmérséklet (°C)

EC: vezetőképesség (uS)

WS10

Levegő hőmérséklet (°C)

Relatív pára (RH%)

Napsugárzás (W/m<sup>2</sup>)

Szélesebesség, irány

Csapadék mennyiség (mm)

Csapadék fajta: eső, hó, jég..

# Teniszpálya Vezérlő

- Kiszórási egyenletesség mérés
  - Térfelenként optimális zóna futási idők meghatározása
- Határértékek meghatározása
  - Minimum talajnedvesség %
  - Kívánatos talajnedvesség %
  - Maximális talajhőmérséklet °C
  - Kívánatos talajhőmérséklet °C
  - Maximális egyszeri csapadék (alsó szenzor határértéke)

# Teniszpálya Vezérlés Tervezete

- A vízpótlás ET számítás alapján
  - Az egyes zónák öntözési ideje az egyenletességi felmérés és az aktuális veszteségek szerint automatikusan korrigálódik.
  - Elindítja a vízpótló öntözést az öntözési ablakban
  - Leállítja, ha a felső szenzor határértékét elérte
- A hűtő öntözés
  - Elindítja, ha a talaj hőmérséklete felment a megadott szintre
  - Leállítja, ha elérte a kívánatos határt, vagy az alsó szenzor lefolyást érzékel.
  - Prediktív indítás: ha a napsugárzásból számítható napi hő-összeg a beállított érték fölé megy.