

Szabályozott Precíziós Öntözésvezérlés  
Mesterséges Intelligenciával

Dr. Tóth Csaba

T-Markt Kereskedőház kft.

## Szakmai háttér

34 év öntözéstechnika

Villamosmérnök, közgazdász

2017: Mezőgazdasági Vízgazdálkodási Szakmérnök

Precíziós Gazdálkodás Szakmérnök

Talajtérképezési Szakmérnöki

# A mérőföldkövek

Öntözésvezérlő állomások

Kíséleti IoT szenzorhálózat fejlesztése

Öntözés & Mesterséges Intelligencia az Agráriumban

Mit nyerünk az MI-vel?

# ASG Pilot Mérőállomások

2021 óta 18 db

telepített öntözési mérőállomás

Évente 108 – 344% eredmények a KSH átlaghoz képest

# Derecske

## Hagyma

<b>Termelési Év</b>	<b>Learatott termés (t/ha)</b>	<b>KSH országos átlag (t/ha)</b>	<b>Termésmennyiség az átlaghoz képest (%)</b>
<b>2021</b>	100 t/ha	29.07	344%
<b>2022</b>	75 t/ha	31.87	235%
<b>2023</b>	91.3 t/ha	31.87 (2022)	286%

# Dombegyház

Termelési Év	Növény	Learatott termés (t/ha)	KSH országos átlag (t/ha)	Termésmennyiség az átlaghoz képest (%)
2022	Fokhagyma	13	6.33	205%
2023	Lila hagyma	65	31.87 (2022)	204%
2023	Vöröshagyma	65.3	31.87 (2022)	205%

# Szarvas

## Borsó

Termelési Év	Learatott termés (t/ha) fajtánként	KSH országos átlag (t/ha)	Termésmennyiség az átlaghoz képest (%)
<b>2023</b>	6.2	4.5 (2022)	140%
	8.1		180%
	8.2		182%
	7.3		162%

# Szarvas

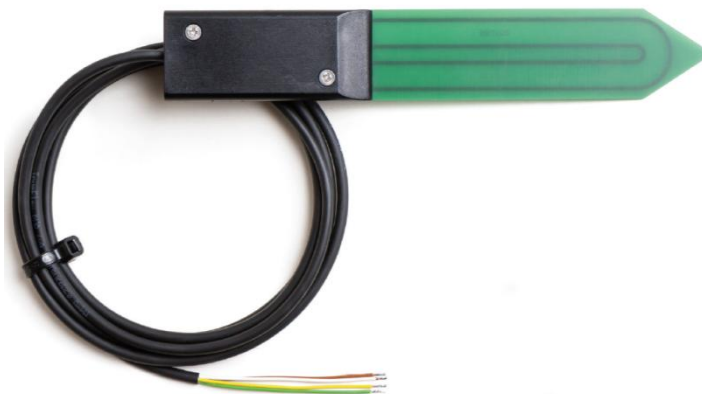
## Ipari Paradicsom

Termelési Év	Learatott termés (t/ha); fajtánként	Learatott Brix Szárazanyag (%)	Országos átlag hozam (t/ha)	Országos Brix átlag (%)	Eredmény az átlaghoz képest. Hozam; Brix
<b>2023</b>	67 80 94	6.3 5.8 5.1	61.9 (2022)	5 (2022)	108%; 126% 129%; 116% 152%; 102%



# AgriSmartGreen (ASG) mérőállomás

- GSM 2G, 4G adatgyűjtő, napelemes
- Csapadékmérő
- Volumetrikus szenzor 2 db
- Tenzióméter 1 db



# Volumetrikus Talajnedvességmérők

## Talaj víztartalom

$m^3/m^3$  (térfogat%)

- Elektromágneses működési elv
- TDR (Terjedési sebesség változás, Időkésleltetés)
- FDR (Frekvenciaváltozás)



SMT-50



SMT-100



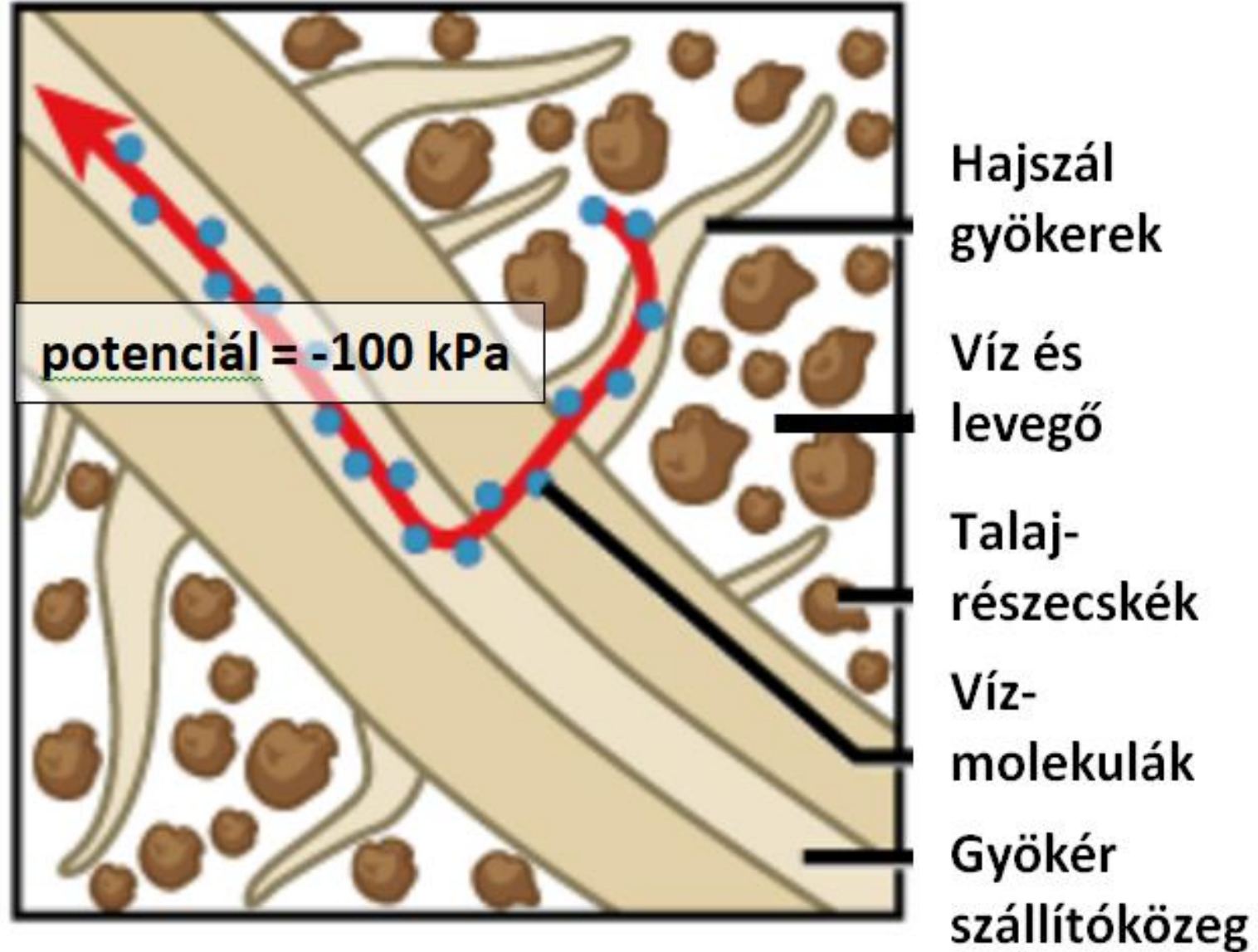
ACCLIMA TDR315L

# Vízpotenciál a gyökérben

Adhéziós, kohéziós erők.

A vízfelszíváshoz  
szükséges gyökér  
szívóerő.

100kPa = 1 Bar = 0.1MPa



# Vízpotenciál gyökérzóna: Tenzióméterek



WATERMARK



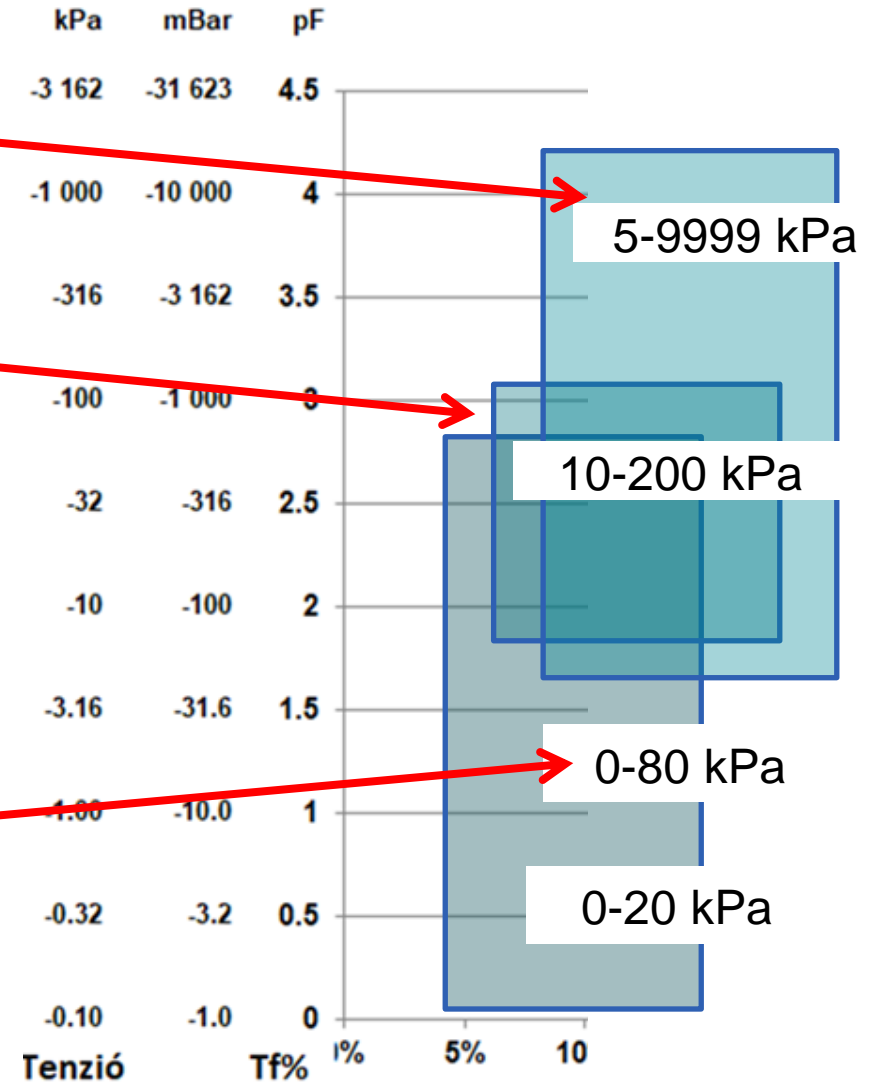
TEROS 21 v.2



TN-200



DIGITAL PRO





# ASG Öntözésvezérlés Hagymában



Csapadék



Talajnedvesség

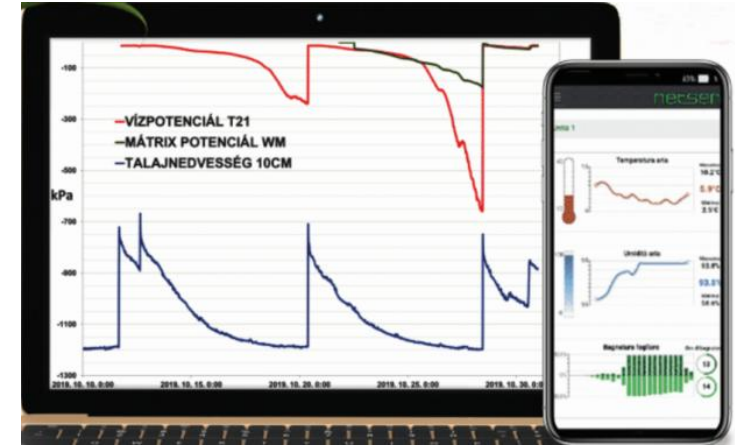


Adatgyűjtő,  
Rádiós  
távadó

GSM  
NB-IoT



Sensori app  
Adatfeldolgozás  
Vizualizáció



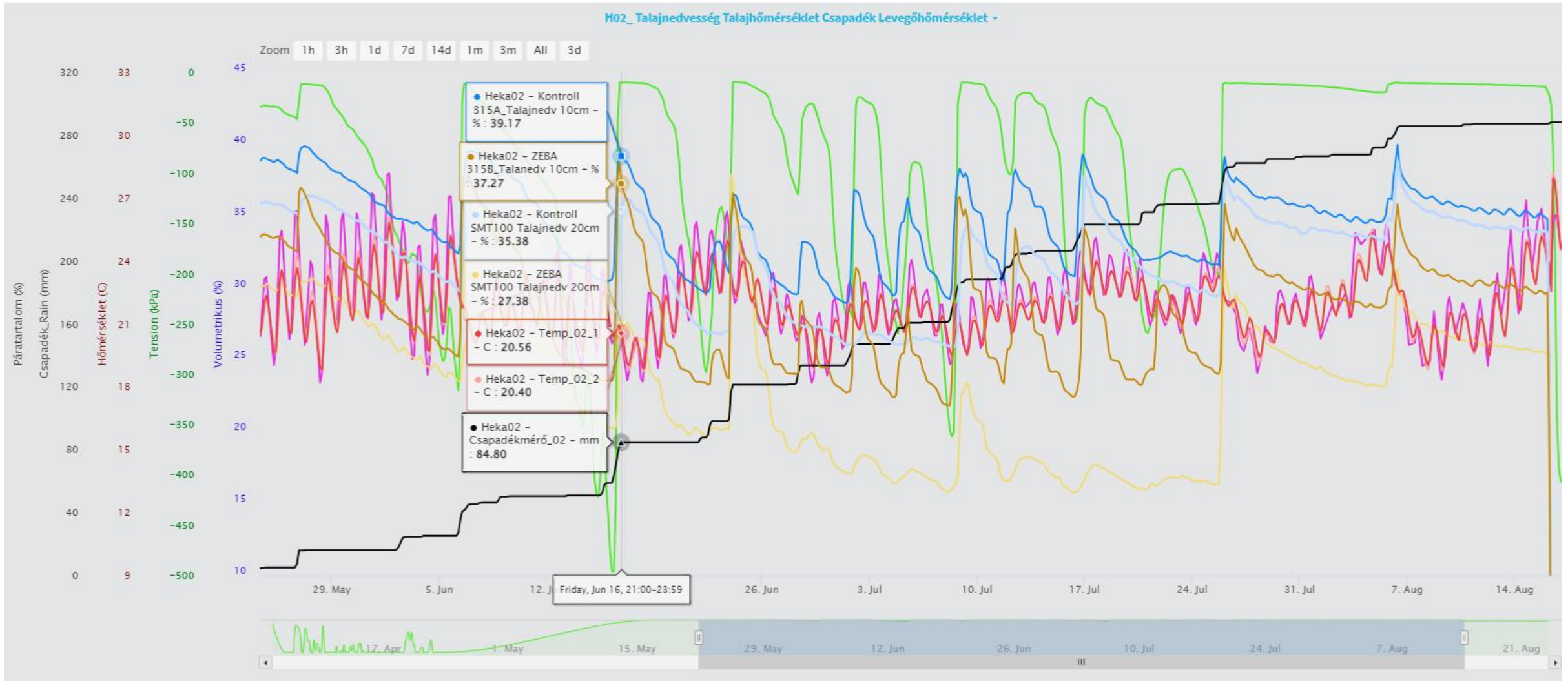
AUTO



MANUÁLIS

Elemzés Döntés

# Vizualizáció



# Szenzorok idődiagramok



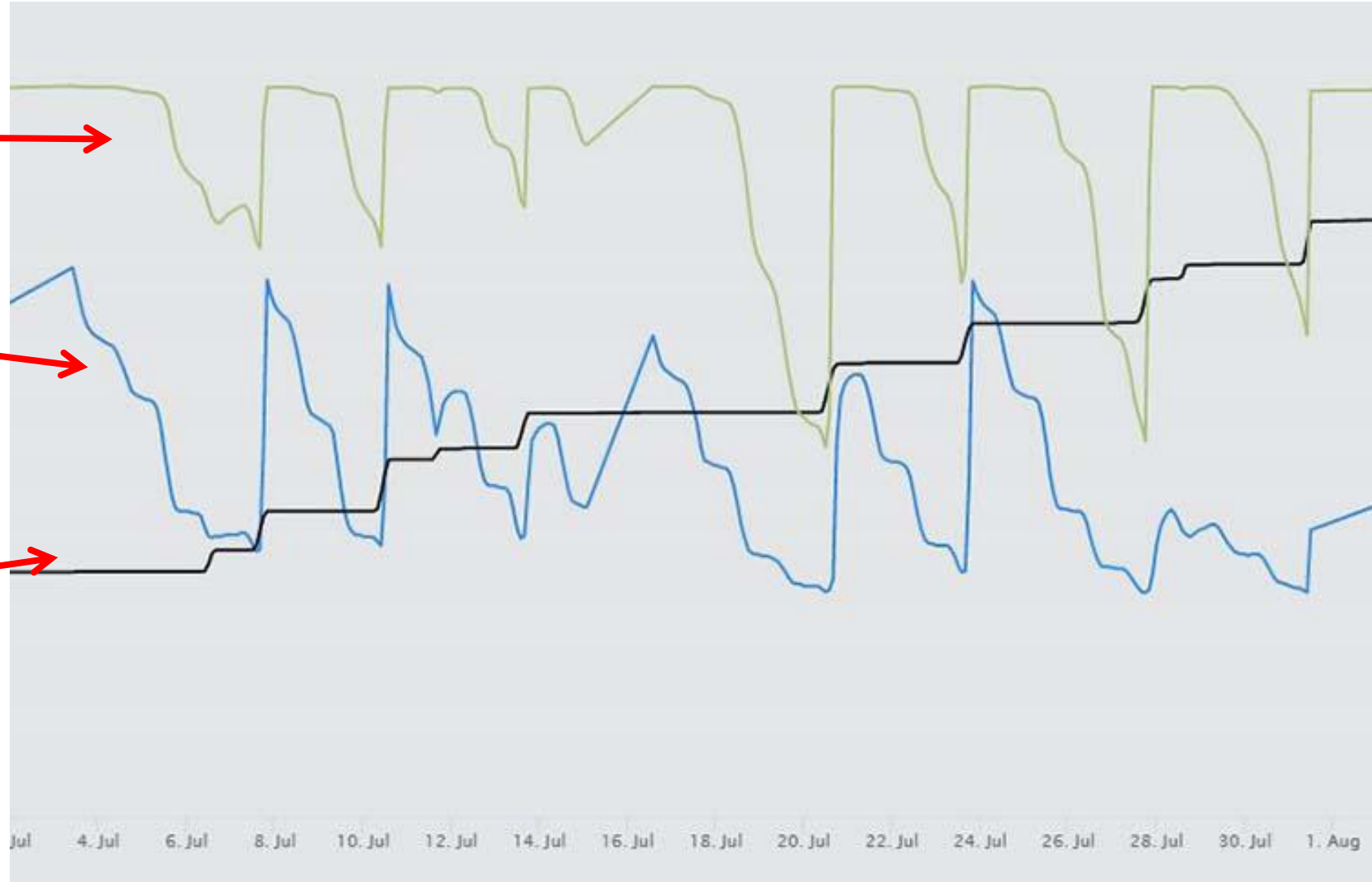
**TENZIÓMÉTER**



**VOLUMETRIKUS TF%**



**CSAPADÉKMÉRŐ**



# Szenzorok idődiagramok

Tenzió kPa  
20cm

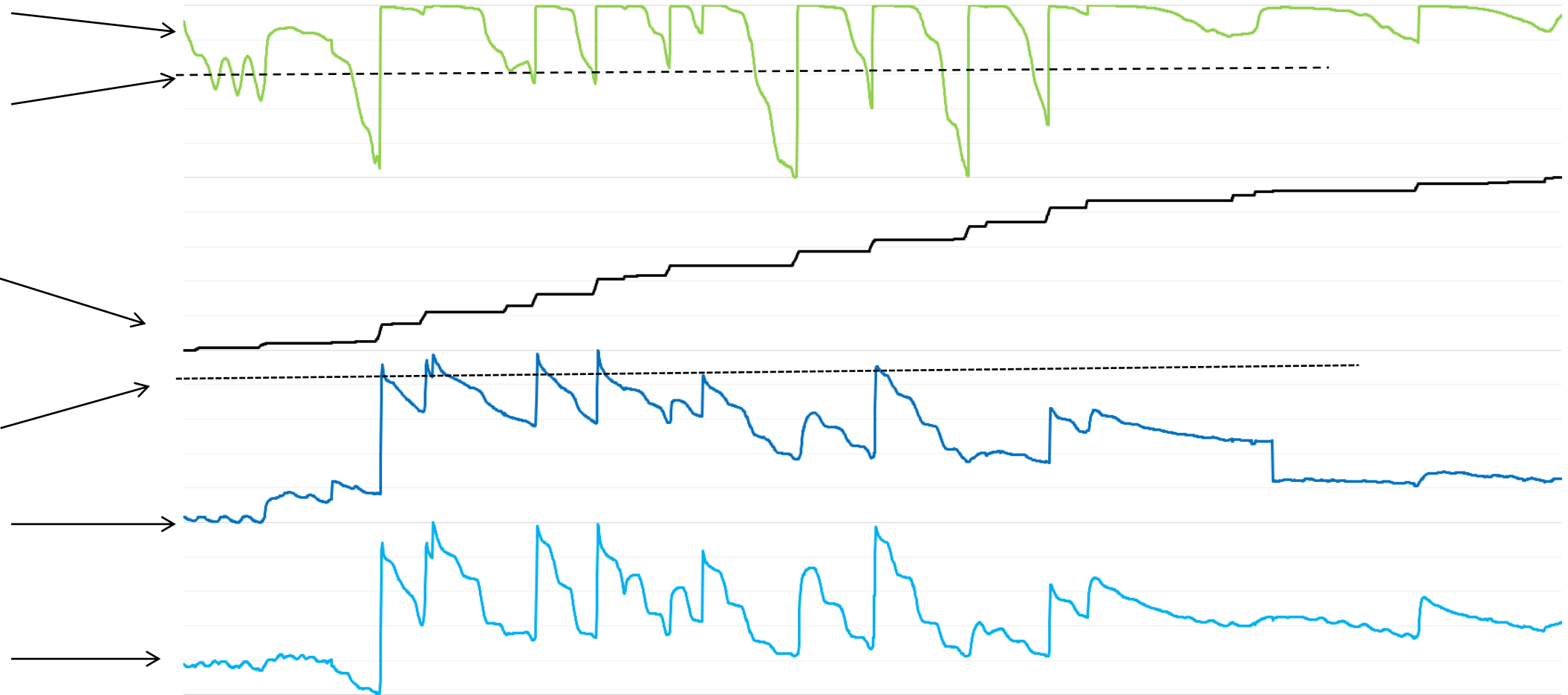
Stresszhatár

Csapadék

Víztartás  
határa

Nedvesség  
30cm

Nedvesség  
10cm





# pF görbe (vízmegtartási görbe)

VÍZPOTENCIÁL,  
TENZIÓ (-kPa)



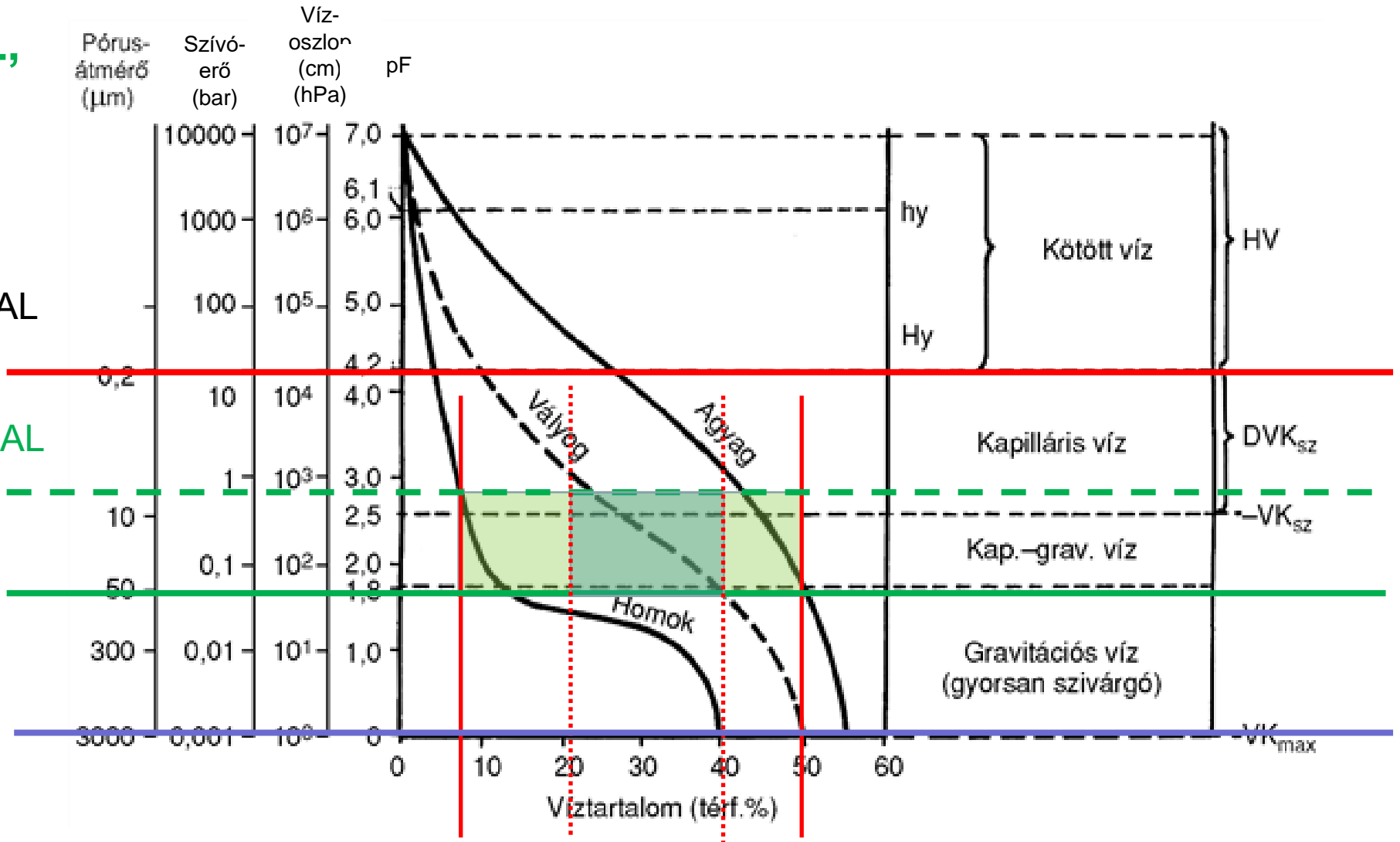
HERVADÁSVONAL

TERMELÉS VONAL

SZVK

VÍZTELÍTETT

Szárazság

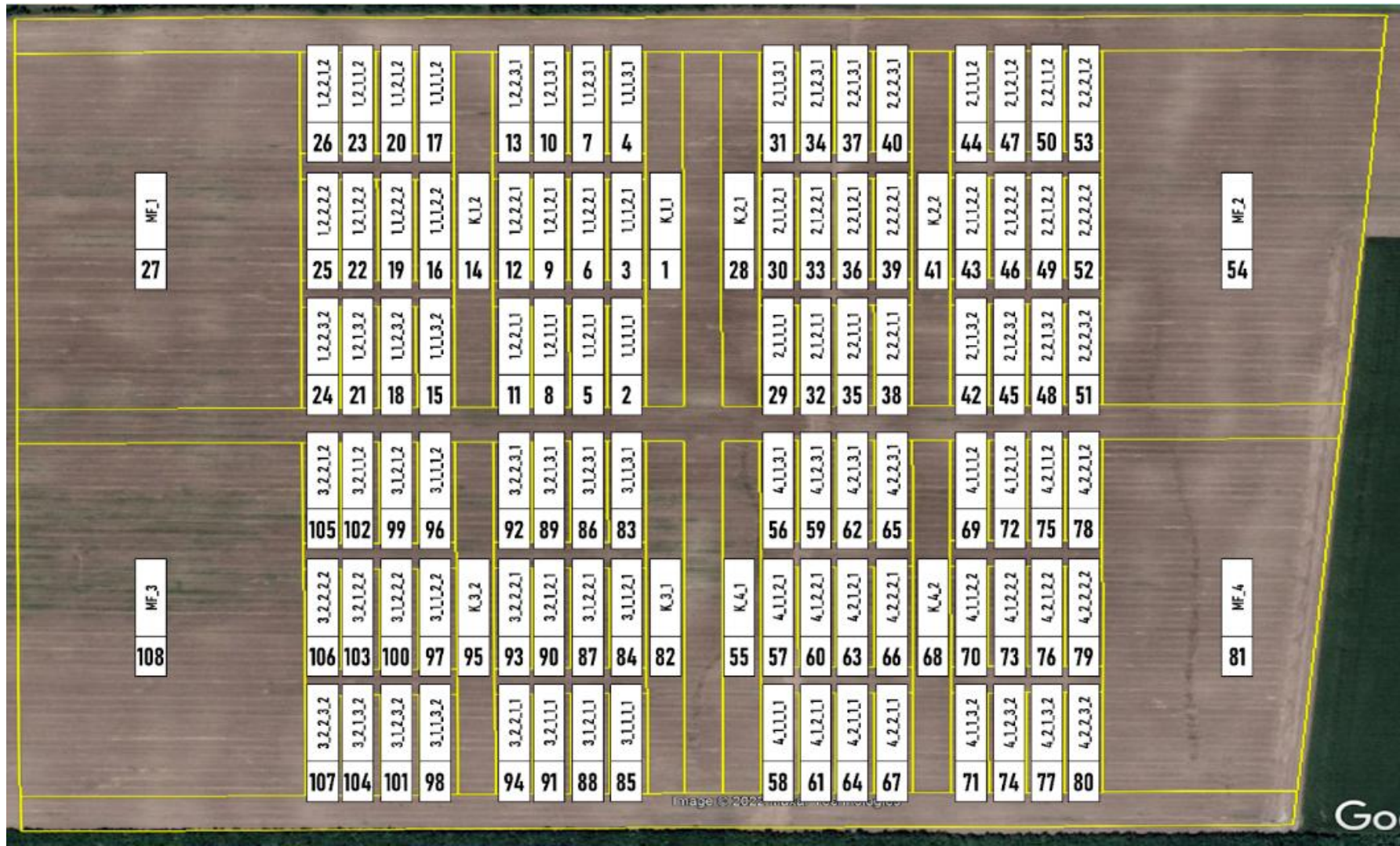


TALAJ VÍZTARTALMA (%)

# Mezőfalvai mérőhálózat



**GINOP\_PLUSZ-2.1.1-21-  
2022-00229**



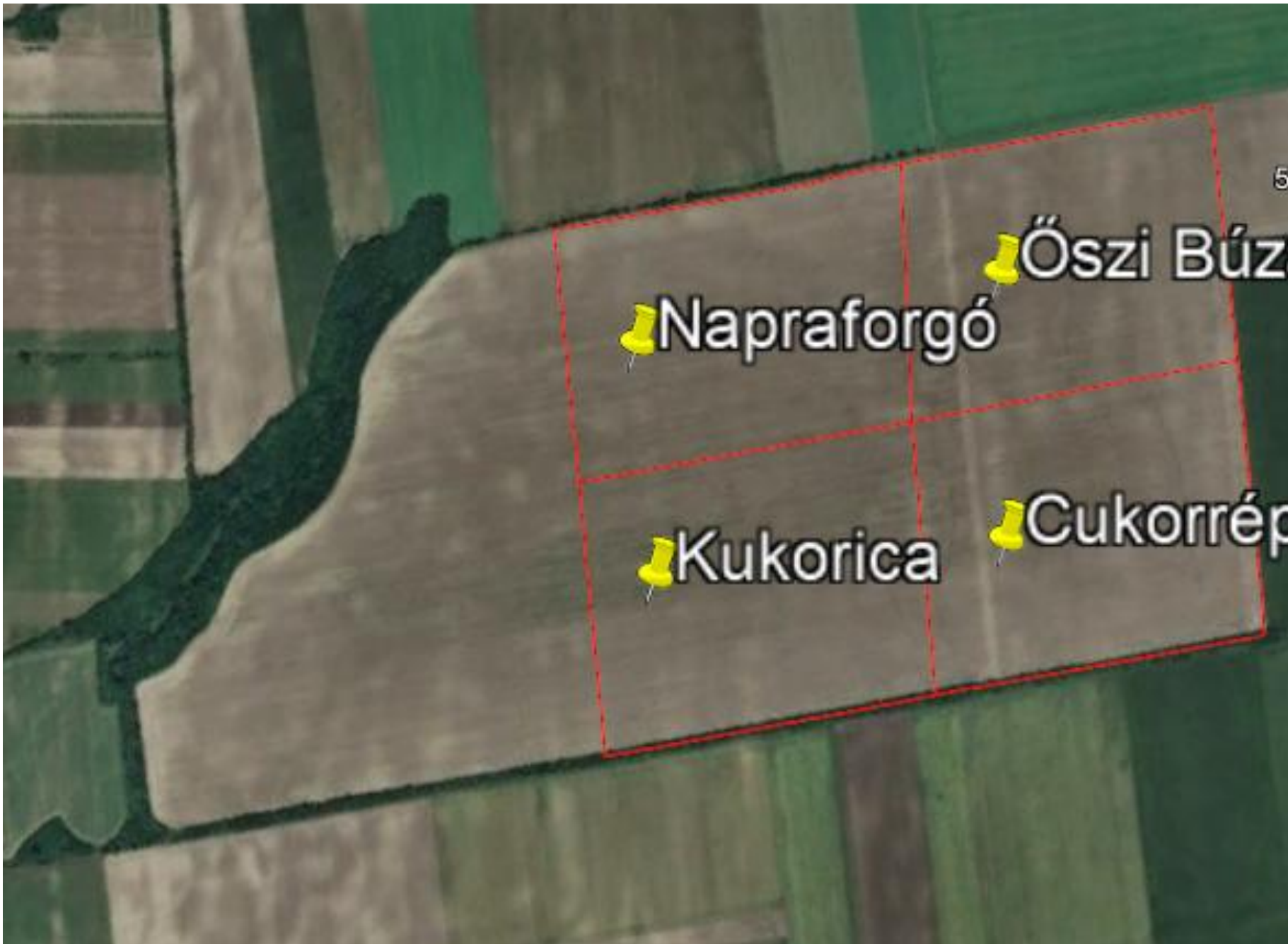
# Kondicionálószer kísérlet

108 parcella

Dózis  
Ismétlés  
Kontroll







2 db Kerlink Gateway





## A Hálózat

64 mérőállomás / 4 kultúra

5 meteorológiai mérőállomás

8 spektrális mérőállomás

400 db szenzor





# A MÉRŐHÁLÓZAT FELÉPÍTÉSE

TRH, Levélnedvesség



Csomag Diagnosztika  
Hibadetektálás  
Parametrizálás

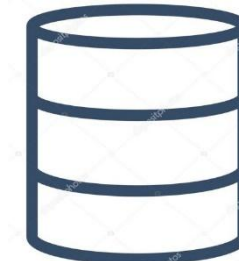
Adat csomagok  
9000/nap



Talajnedvesség



Mért, szűrt  
Paraméterek  
(40.000/nap)



TBS 12S  
Adatgyűjtő távadó

Kísérleti  
Felhő Adatbázis

# Mesterséges Intelligencia Robbanás

- Interaktív MI: gépi kommunikáció az interneten található írott dokumentumokból. Példa: GhatGPT.
- Ipari MI: gépi tanulás meglévő Adathalmazon
- Minták azonosítása, korrelációk keresése
- Modellek felépítése, fejlesztése, alkalmazása
- Az MI az Agráriumra is ráesett, **HASZNÁLNI KELL**

# 2025 : Alkalmazott MI

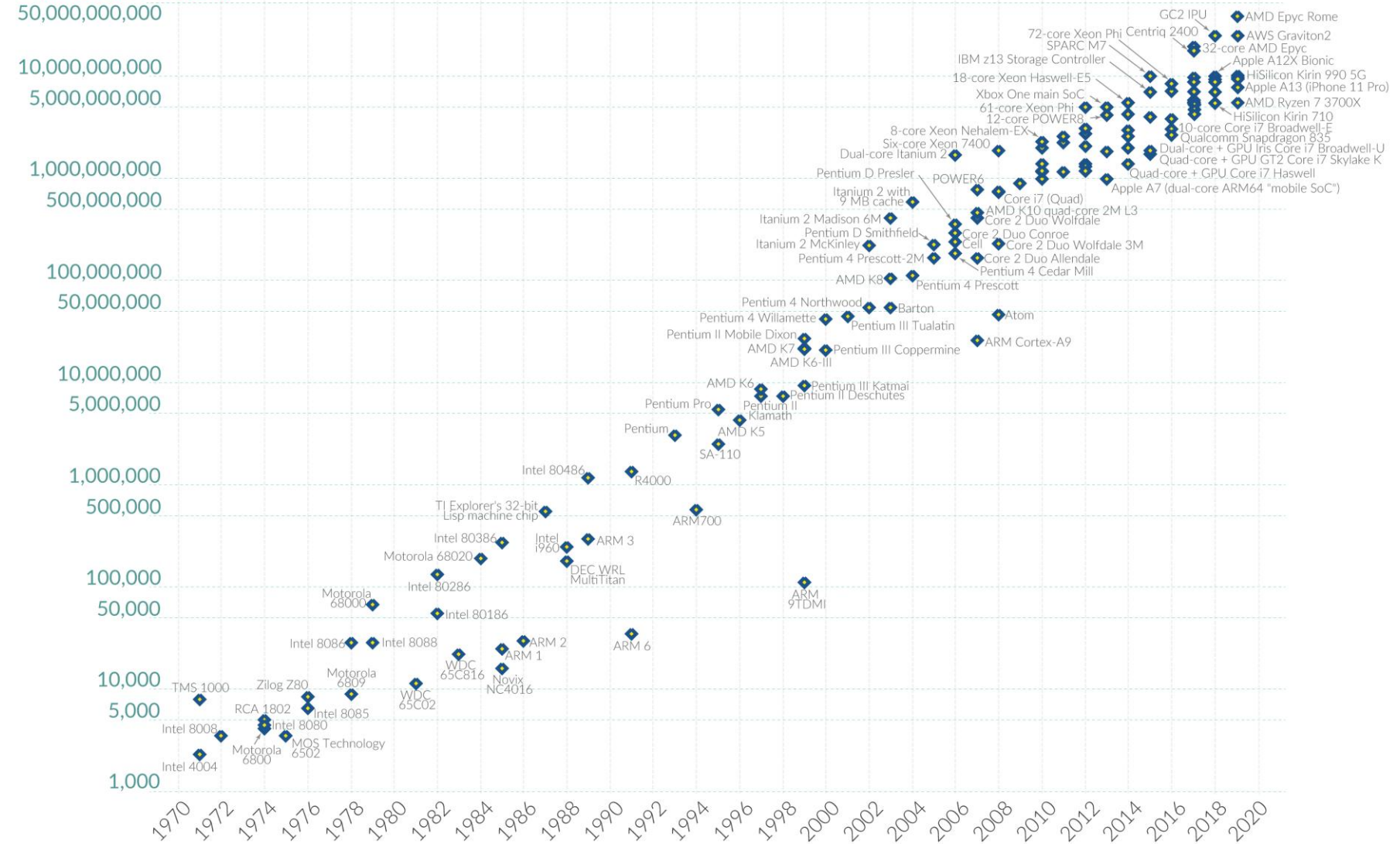
- Megvolt az MI húha, és a kiábrándulás is, most a lassú, masszív, optimista fejlődés jön.
- Egészségügy
  - Diagnosztizáló automák
  - Sebészeti robotok
- Oktatás
- Személyi asszisztens, üzleti Adminisztráció
- Közlekedés
- Mezőgazdaság!?



# Moore's Law: The number of transistors on microchips doubles every two years

Moore's law describes the empirical regularity that the number of transistors on integrated circuits doubles approximately every two years. This advancement is important for other aspects of technological progress in computing – such as processing speed or the price of computers.

## Transistor count



Data source: Wikipedia (wikipedia.org/wiki/Transistor\_count)

OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie and Max Roser.

**Moore  
Törvény**

Tranzisztorszám

/

Chip

Selflearning  
Core

# MI AGRÁR HASZNÁLAT

- ADATFORRÁSOK a termelési folyamatból
- A pillanatnyi termőhely-specifikus valóságok sorozata
- Klíma, Növény, Talaj,
- Kártevők, Betegségek
- A precíziós gépek művelési adatai
- Távérzékelés spektrális felvételei
- FOLYAMATOS ADAT GYŰJTÉS

## GAZDÁLKODÁS DOLGAI

Növények  
Gépek  
Jószágok.

## TERMELŐ MŰVELET

Talajművelés  
Vetés  
Növényvédelem  
Öntözés

## IoT SZENZOROK AdatForrások

Talajnedvesség  
Klíma  
GPS Tracker  
Drón  
Műhold  
Előrejelzések

## VIZUALIZÁCIÓ DÖNTÉSHELYZET

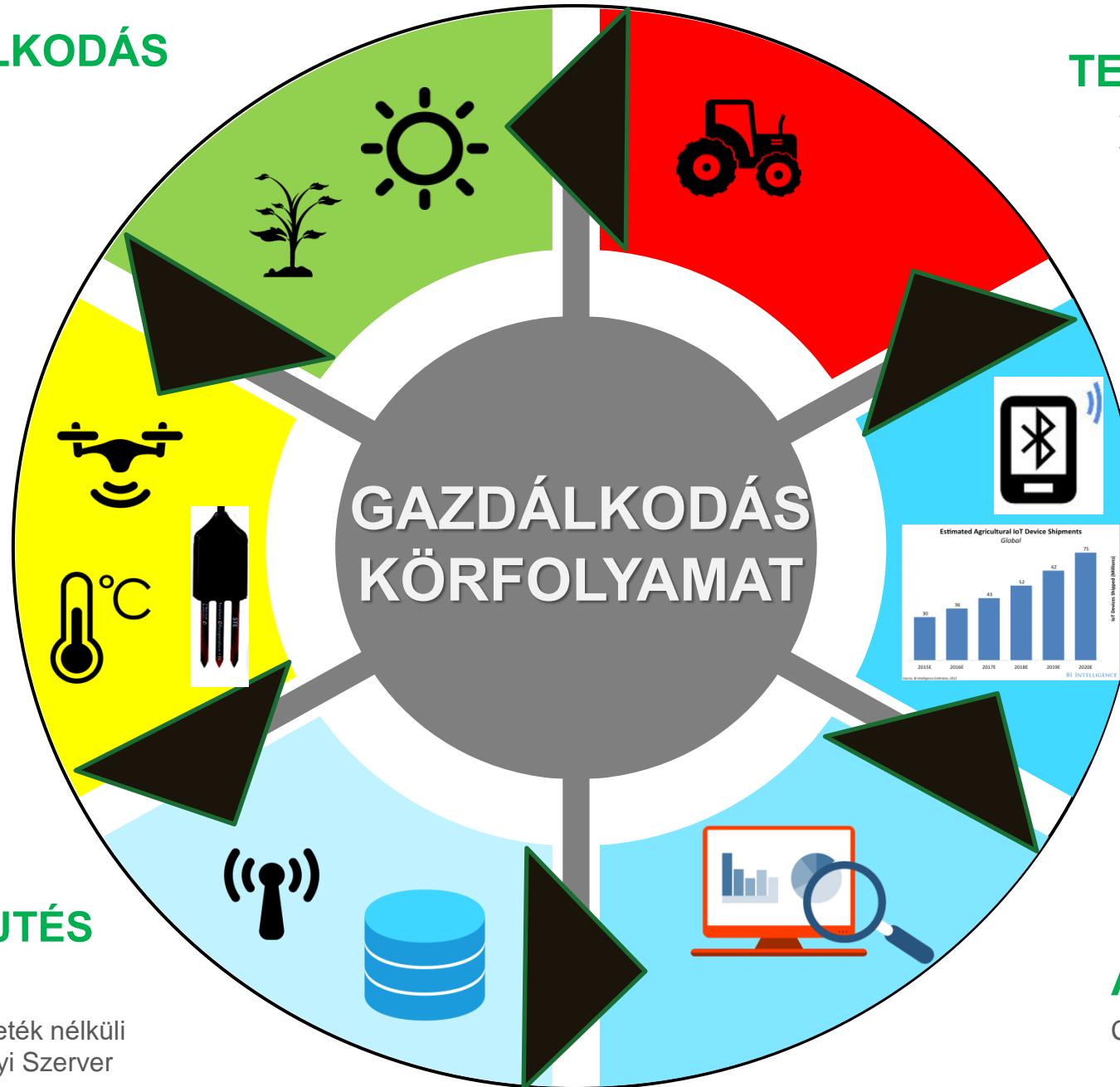
Gépi Tanulás  
Mesterséges Intelligencia  
Mobil Eszközök

## ADATGYŰJTÉS TÁROLÁS

Vezetékes Vezeték nélküli  
Cloud vagy Helyi Szerver

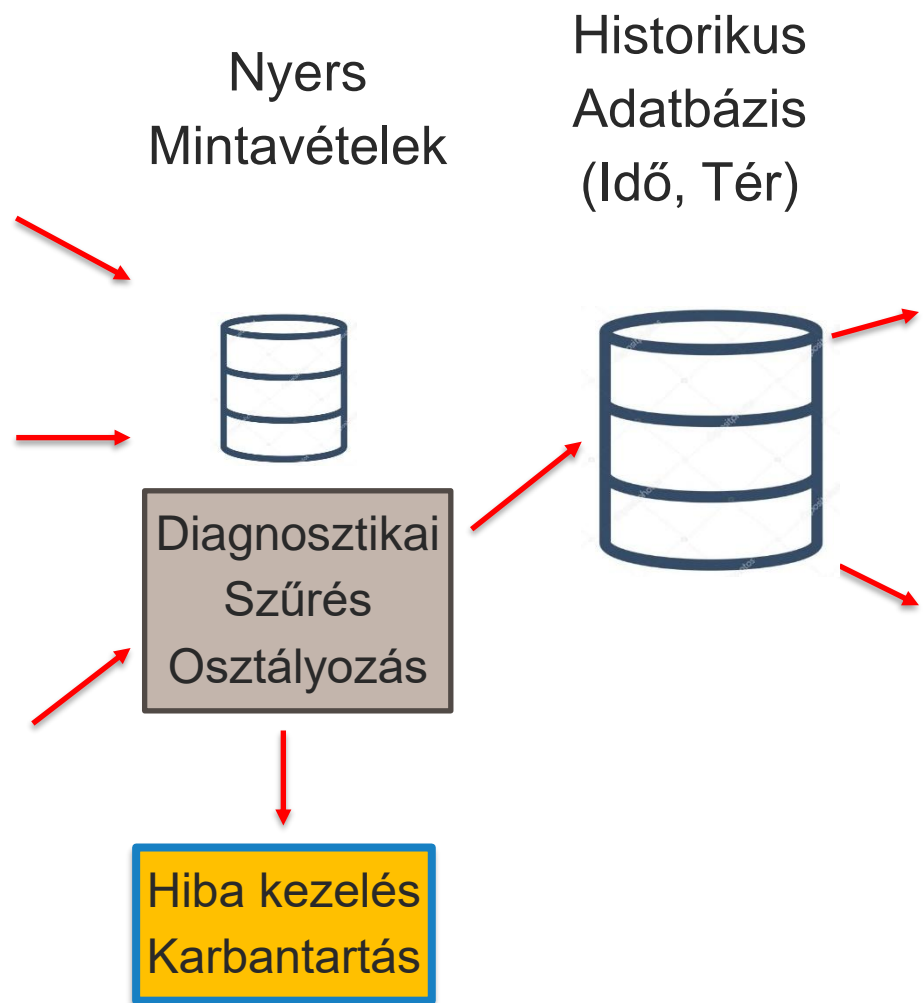
## ADATFELDOLGOZÁS

Cloud vagy Helyi erőforrás.



# ASG-MI Applikáció

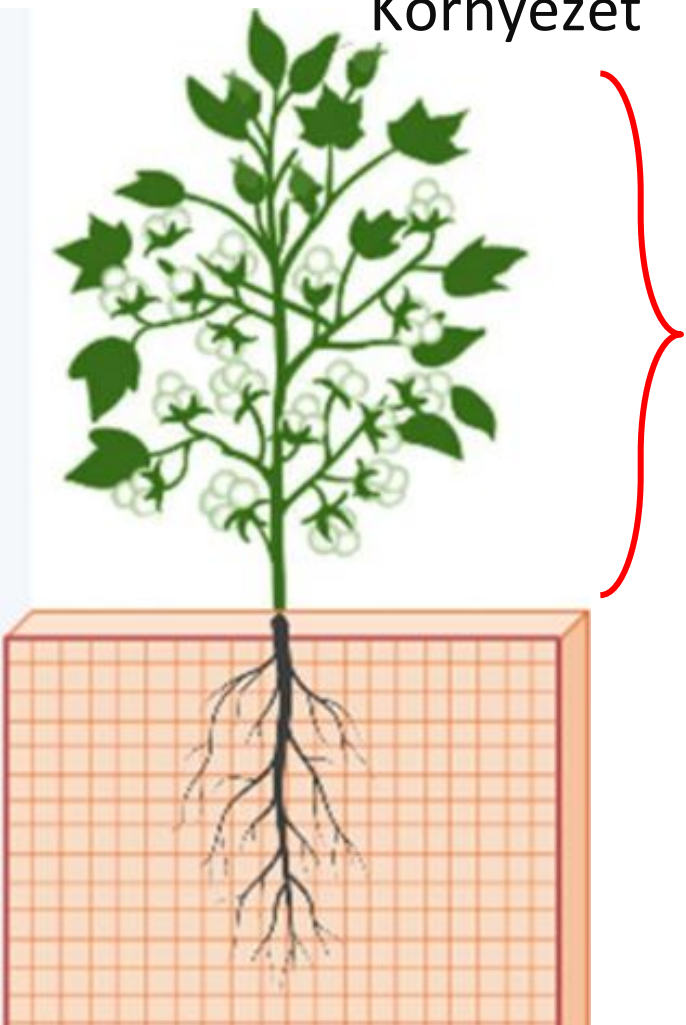
INPUTS



OUTPUTS



Környezet



## Helyspecifikus KÖRNYEZET és NÖVÉNY Adatok

### IoT szenzorok

Klíma = Meteorológiai állomás

PAR szenzor = Fotoszintetikus INPUT

LAI szenzor = Fotoszintetikus hasznosulás

Szivattyúk, átfolyásmérők

Öntözővíz minőség

Rovarcsapda

Evapotranspiration

Drón, műhold távérzékelés

Multispektrális, hiperspektrális térképek

Klorofil térkép

Szolgáltatások adatai

Időjárás előrejelzés

Növényvédelmi (kártévők, betegségek) előrejelzés

Precíziós művelőgépek adatszolgáltatása

Manuális mintavételek, eredményei

Biológiai, vegyi, toxin



## Helyspecifikus TALAJ adatok

Talajtérképezés

IoT szenzorok

Talajnedvesség

Talajtenzió

EC

Manuális mintavétel

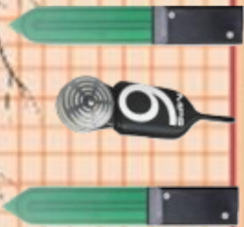
Tápanyag minta

C (szerves szént)

pH



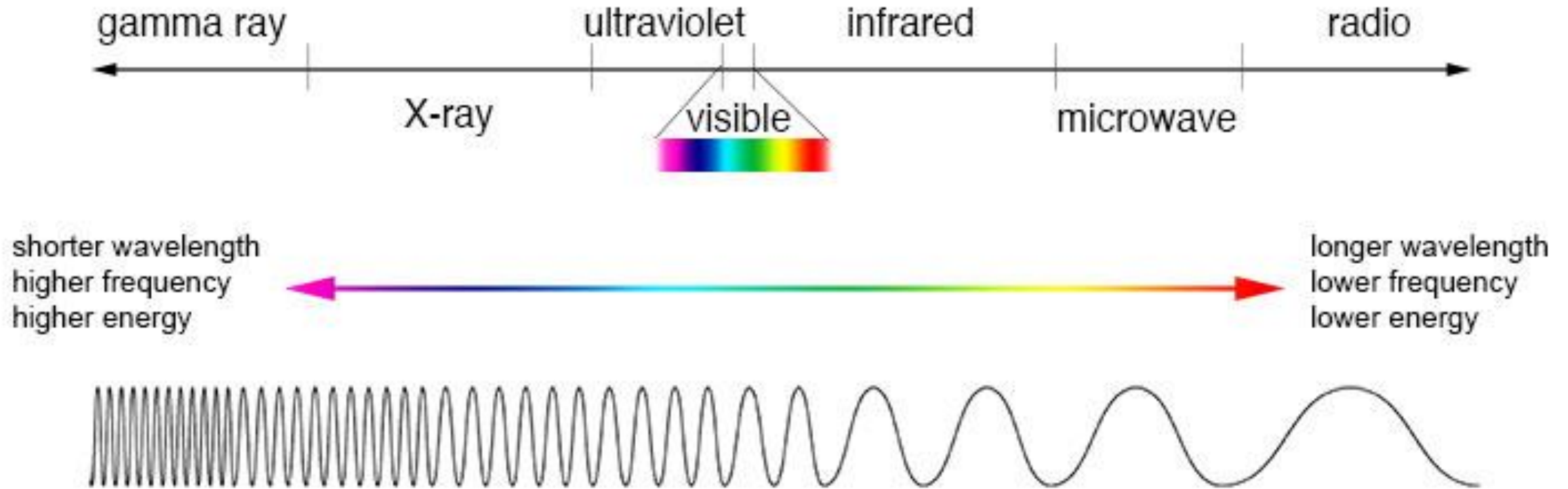
Talaj



# Növényfejlődés tényezői

- ✓ Fotoszintetikus sugárzás
- ✓ CO<sub>2</sub>
- ✓ Klíma (Hőmérséklet, Páratartalom, Szél)
- ✓ Tápanyag ellátottság
- ✓ Víz a talajban
- ✓ Oxigén
- ✓ Biotikus körülmények

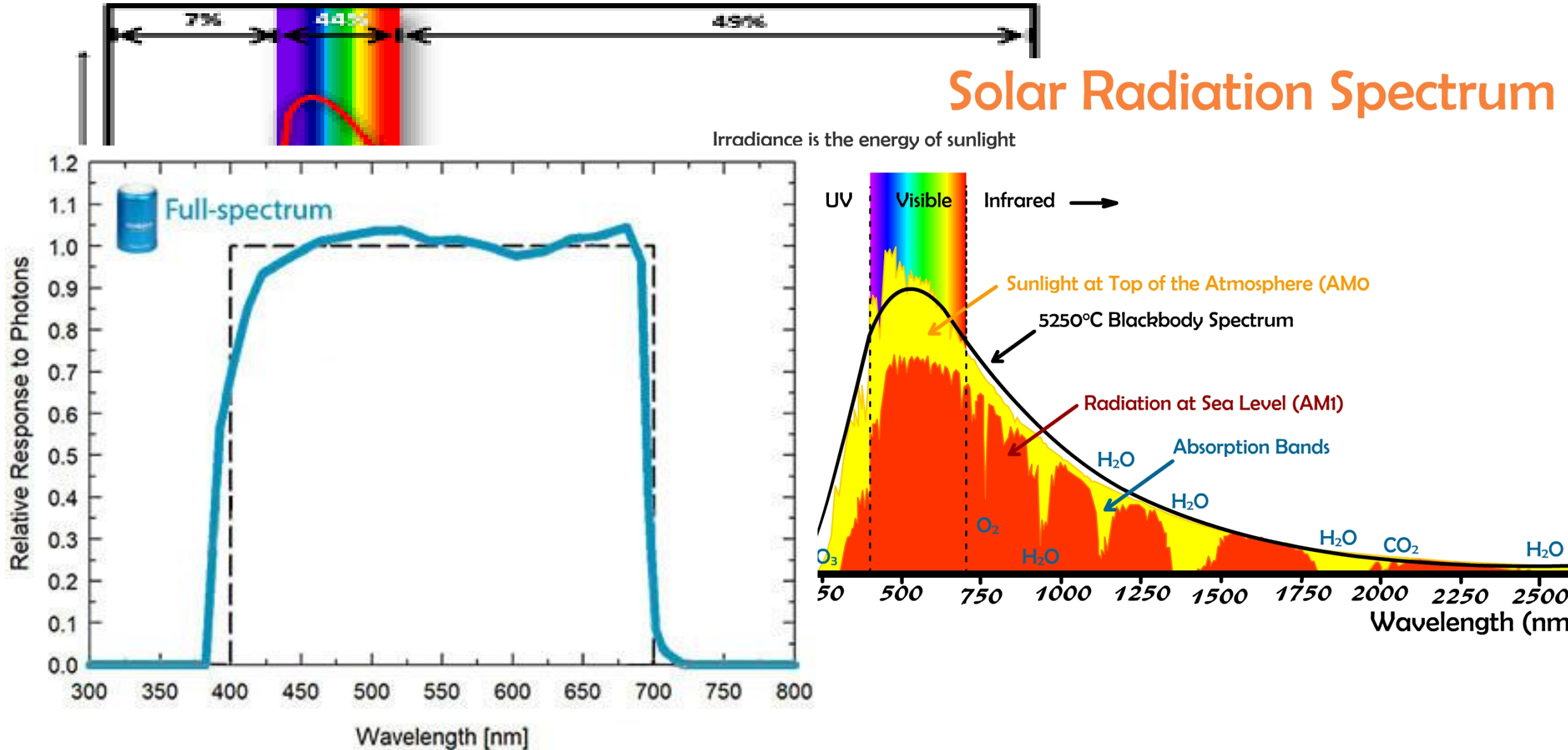
# Fotoszintézis mérése





# PAR Szenzor

## Solar Radiation Spectrum



# Fotoszintetikus hasznosulás



PAR szenzor

LAI (Leaf Area Index)

PAR

NIR (> 700nm)



# PAR: Biomassza előrejelzés

- ✓ Gépi tanulással
- ✓ Termésmennyiség becslés
- ✓ Növény fajtaszelekció
- ✓ Biológiai Regeneráció
- ✓ Művelés

# MI alkalmazása az öntözésben

- ✓ Vízhiány stressz minimalizálás
- ✓ Adott vízmennyiséggel termésmennyiség optimalizálás.
- ✓ Időjárás előrejelzés szerinti csapadék felhasználás
- ✓ Terméseredmény maximum deficit öntözéssel
- ✓ Növényspecifikus szárazanyag szabályozás

# ET meghatározás

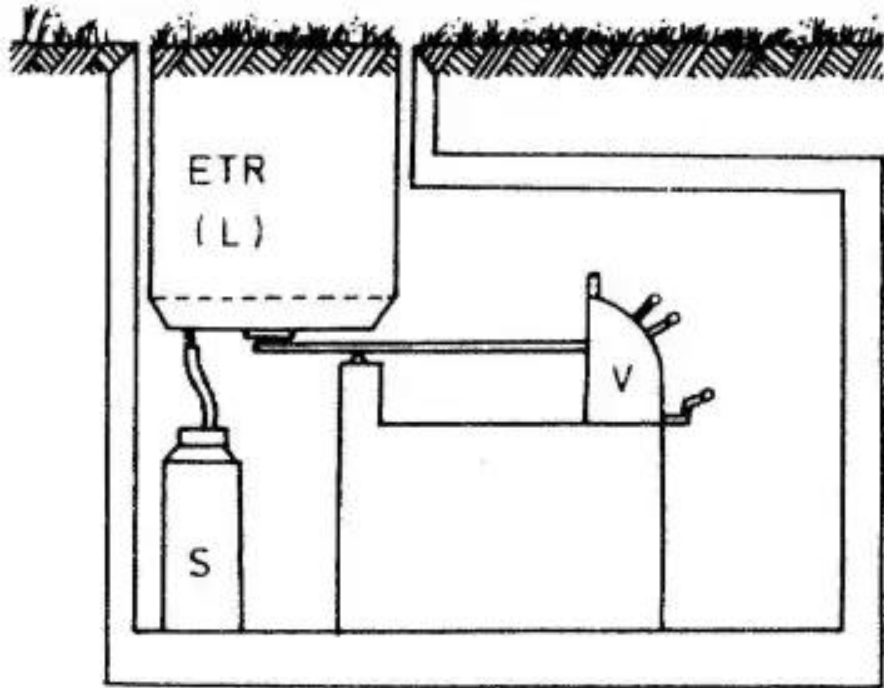
Közvetlen módszerek

Lyziméter

Párolgtatás edényből

Párolgtató kád

Atmométer = Párolgtató edény



# ET meghatározás

Számítással

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34u_2)}$$

Penman Monteith (pontos)

Levegőhőmérséklet szerinti képlet (egyszerű)

$$ET_0 = 0.0023 \times (T_{mean} + 17.8) \times (T_{max} - T_{min})^{0.5} \times R_a$$

Távérzékelés

Spektrális felvételek (több index kombinációja)

Szenzor alapú

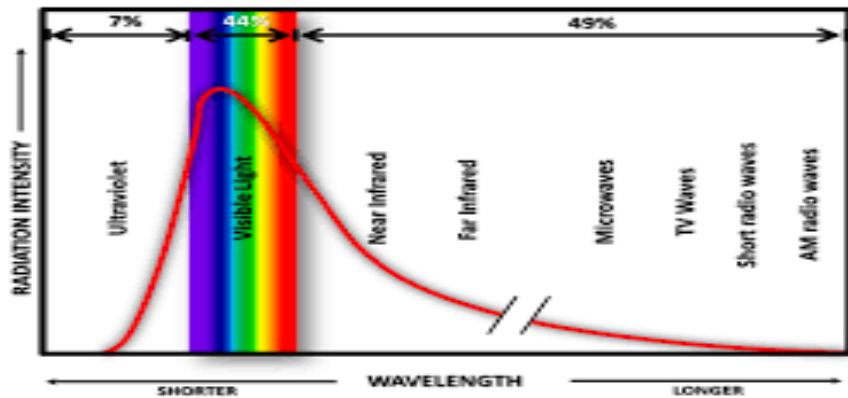
Talajnedvesség szenzorról, PAR alapú korrekcióval.

Vízpotenciál mérésből, gyökér, növény, levél

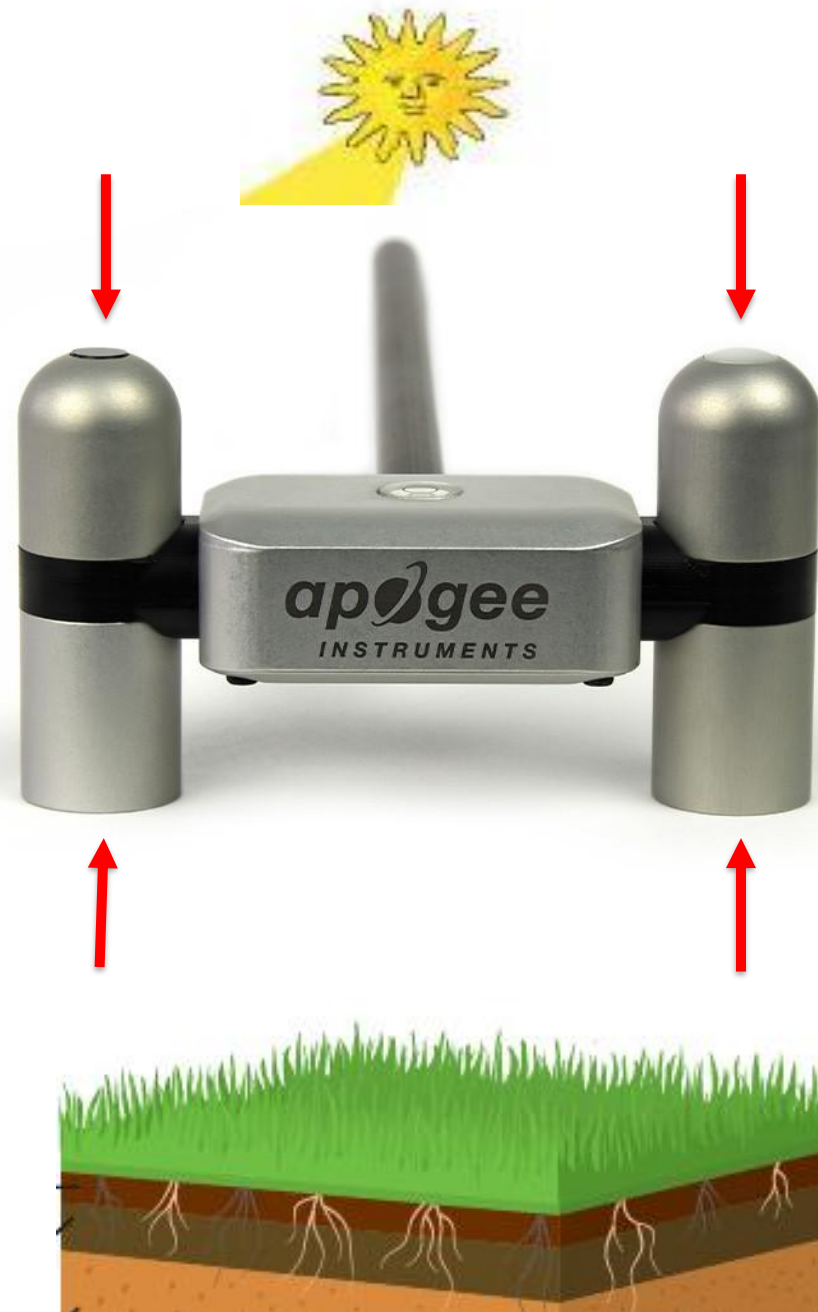


# SN-500 Net-Radiometer

Pyranometer  
300 – 2300 nm



Sugárzási Energia Egyensúly



Pyrgeometer  
5-30  $\mu\text{m}$

# Eddy covariancia torony

Gáz Fluxus

CO<sub>2</sub>

H<sub>2</sub>O

Üvegházhatás

Emisszió

Carbon Credit





# Mire tudjuk használni?

## ONLINE beavatkozások

- Precíziós növény és klímaspecifikus öntözés, tápoldatozás, tápanyagkijuttatás
- Munkagépek, kezelővel, kezelő nélkül, robotok precíziós alkalmazása
- Művelési háttér adminisztráció adatszolgáltatás
- Művelési stressz minimalizálás



# Mire tudjuk használni?

HISTORIKUS adathalmazon gépi tanulás

Termésmennyiség becslés

Helyspecifikus Növény fajtaszelekció

Klimatikus alkalmazkodás, szinergia

Ellenálló fajták

Biológiai Talajregeneráció, Gyomkezelés, Növényvédelem  
támogatása

**Fenntartható gazdálkodás kialakítása**



# Mit várunk?

Agrárium specifikus folyamatokat támogató MI modulok használata

Folyamatosan fejlődő helyzetanalízis

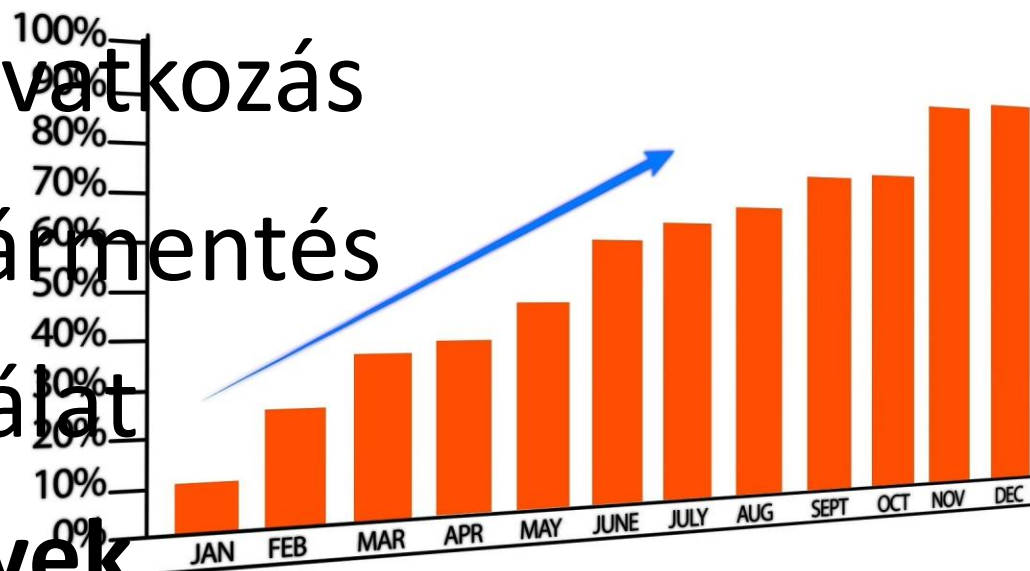
Optimális beavatkozások

Előrelátás < -- > Utólagos beavatkozás

Tervezés (megelőzés) < -- > kármentés

Fenntartható környezethasználat

**Növekvő gazdasági eredmények**



## Cél: Emberi fogyasztás kielégítése

Mi történik mire eljut az asztalra? Ipari termék lesz.

Élelmiszerbiztonság = személyes táplálkozási, egészségi kérdések.

Önvédelem

Szelektálni kell! **Mit eszünk és mit nem!**

## **Információforrások**

Vastagbél, Mikrobiom, Immunrendszer, Táplálkozás

Mester Károly Herbafulvo

Csicsor János Hymato kft

Boros G. László Kutató orvos

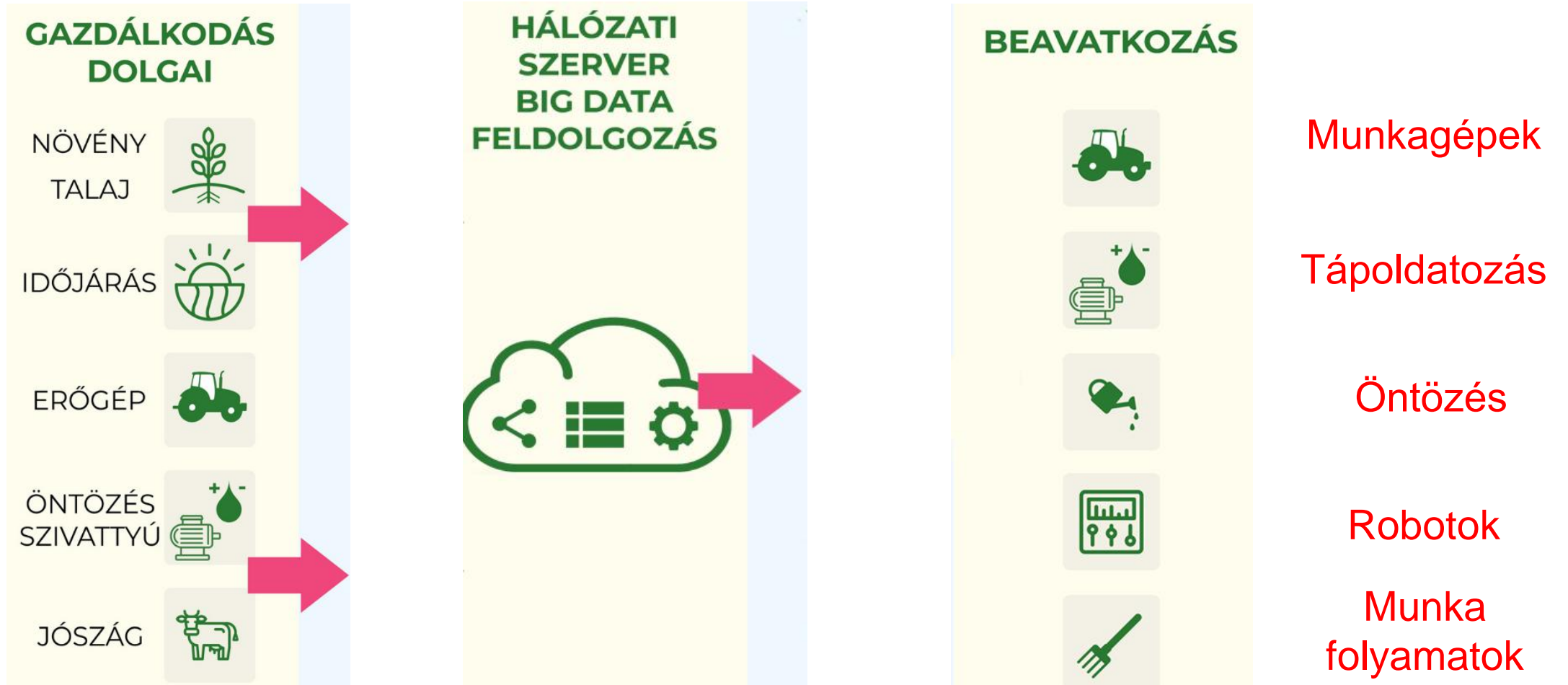
Schwab Richárd Gasztroenterológus



**KÖSZÖNÖM A FIGYELMET**

[www.AgriSmartGreen.com](http://www.AgriSmartGreen.com)  
[toth.csaba@tmarkt.hu](mailto:toth.csaba@tmarkt.hu)

# ASG-MI Applikáció



# KÖSZÖNÖM A FIGYELMET

[www.AgriSmartGreen.com](http://www.AgriSmartGreen.com)

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