

# Az evapotranspiráció mérés és modellezés tapasztalatai az öntözés tervezéséhez

Jancsó Mihály, Valkovszki Noémi Júlia, Kun Ágnes, Túri Norbert,  
Bozán Csaba

Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóközpont, Környezettudományi Intézet, MATE, Szarvas

## Bemutakozás – MATE Szent István Campus, Szarvasi Képzési Hely

- Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóközpont



## Az evapotranspirációt (ET) befolyásoló tényezők és mérési lehetőségeik

- Az ET mérésének módszerei
- Az ET becslésének lehetőségei – számítások és szoftverek



## Rövid esettanulmányok

- Őszi búza
- Aerob rizs
- Gyógynövények
- Talajtakarás



**MATE KÖTI**  
Öntözési és Vízgazdálkodási  
Kutatóközpont



**MATE Szarvasi Arborétum**



**MATE KÖTI**  
Öntözésfejlesztési  
és Meliorációs  
Tanszék



**MATE AKI**  
Halászati Kutatóközpont

**MATE VFGI**  
Vidék- és Területfejlesztési Tanszék és  
Idegen Nyelvi Tanszék



**MATE ÖVKI Galambosi  
Rizskísérleti Telep**



**MATE ÖVKI  
Liziméter Telep**



**Agrárerdészeti Rendszerek**



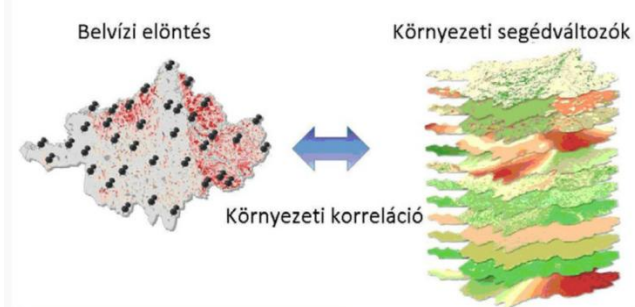
**MATE ÖVKI Műszaki Telep**



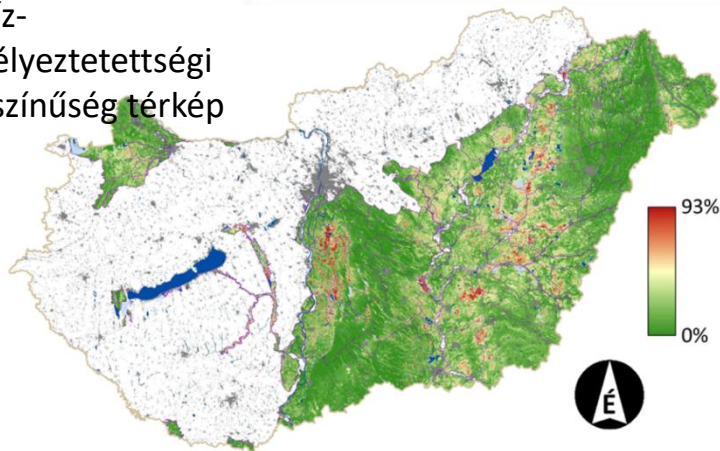
**Radiológiai Tenyészkert**

## Szélsőséges vízháztartási helyzetek, kiemelten a belvíz kutatása térinformatikai módszerekkel

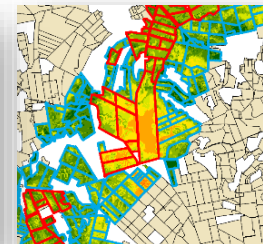
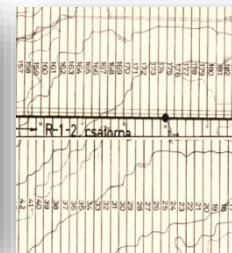
### A belvíz-veszélyeztetettség vizsgálata Magyarország síkvidéki területein



### Belvíz-veszélyeztetettségi valószínűség térkép



### Magyarország komplexen meliorált és talajcsövezett területeinek térképezése



### Országos Meliorációs Kataszter

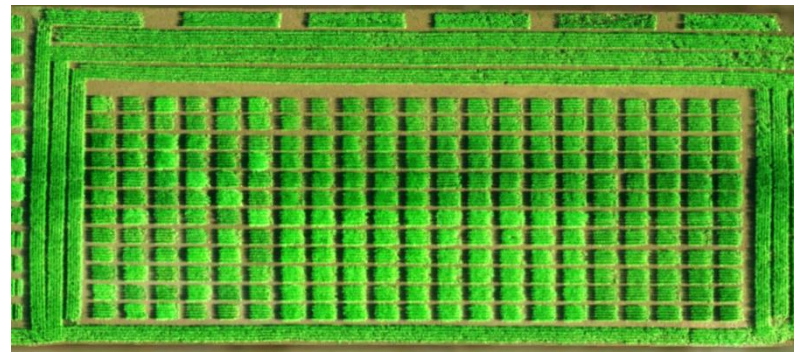
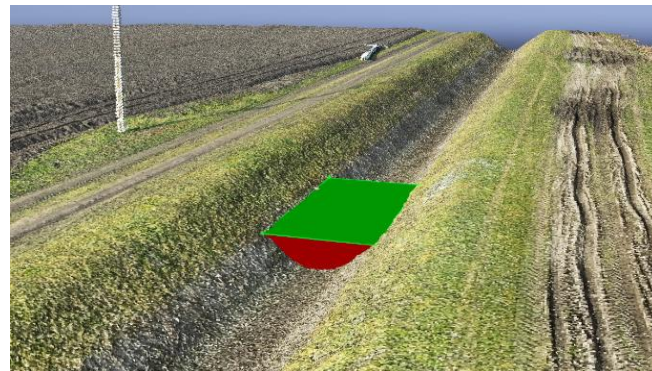


## Távérzékeléses vizsgálatok

**Műholdas** (Sentinel) adatok és a gépi tanulási módszerek felhasználása a belvíz felületek automatizált lehatárolásában és modellezésben.



**Drónos** távérzékelés alkalmazása növénykísérletek monitorozásában, belvízfelületek lehatárolásában, felszínformák és vízgazdálkodási létesítmények háromdimenziós térképezésében.



## A drónos távérzékelés sokszínűsége



Valós színes  
(RGB) kamera



Hőkamera



Lézer letapogató  
rendszer  
(LIDAR)



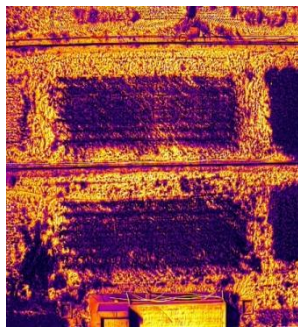
Multispektrális  
kamera



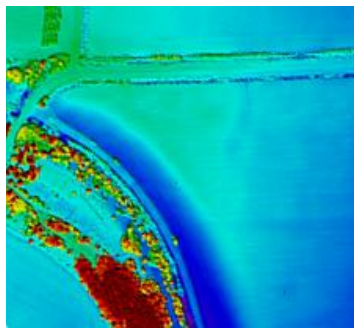
Fotótérkép  
(ortomozaik)



Hőtérkép



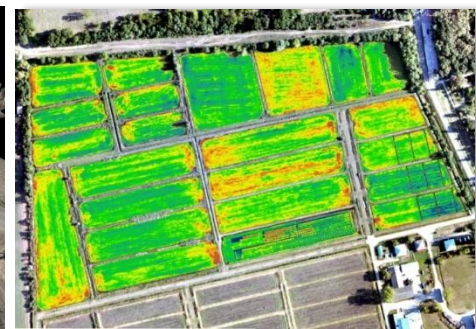
Digitális  
magasságmodell



3D  
felszínmodell



Vegetációs  
index térkép



**Küldetésünk a magyar öntözéses gazdálkodás színvonalának javításához és az öntözött területek nagyságának növeléséhez szükséges tudományos háttér erősítése, különös tekintettel a klímaváltozás hazánkat is érintő káros hatásainak mérséklésére.**

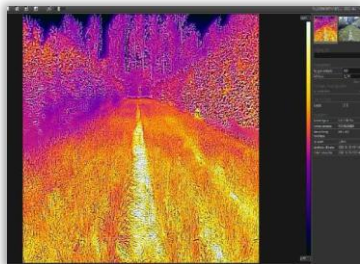
**Környezetbarát öntözési technológiák hatékony alkalmazásának elősegítése.**

**A modern öntözéstechnikai lehetőségek független ismertetése és értékelése.**

**Precíziós öntözési megoldások alkalmazása és bemutatása.**

**A növények vízigényéhez igazodó, hatékony vízfelhasználás támogatása lizimetriával .**

**A körforgásos gazdaság elveivel összhangban a használt víz újrahasznosítás és víz visszanyerés támogatása a mezőgazdasági vízfelhasználásban, különös tekintettel az öntözésre.**





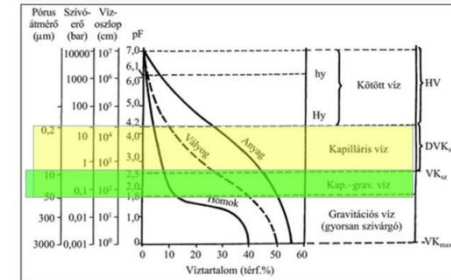
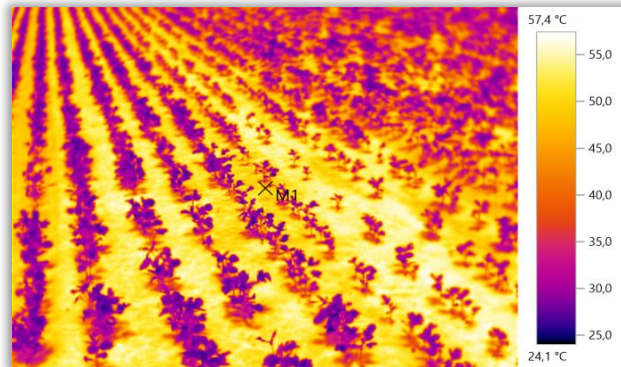
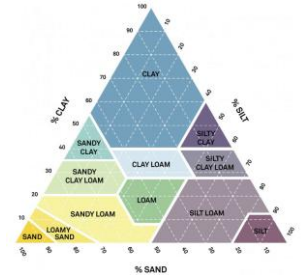
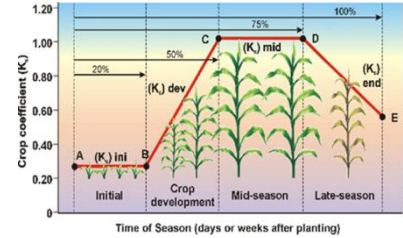
A hazai öntözéses gazdálkodás különleges elemének számító **rizstermesztés fenntartható fejlesztése, fajtafenntartás, nemesítés.**

**Öntözésfejlesztési Demonstrációs és Képzési Központ** működtetése, gyakorlati és elméleti öntözési képzési programok, valamint bemutatók kidolgozása.

A **hazai és nemzetközi tudományos kapcsolatok** erősítése az öntözéses gazdálkodás és a rizskutatás területén (legfőbb célországaink: Fülöp-szigetek, Chile, Argentína, Laosz, Thaiföld, Ghána, Kenya, Németország, Üzbegisztán és Ausztria).

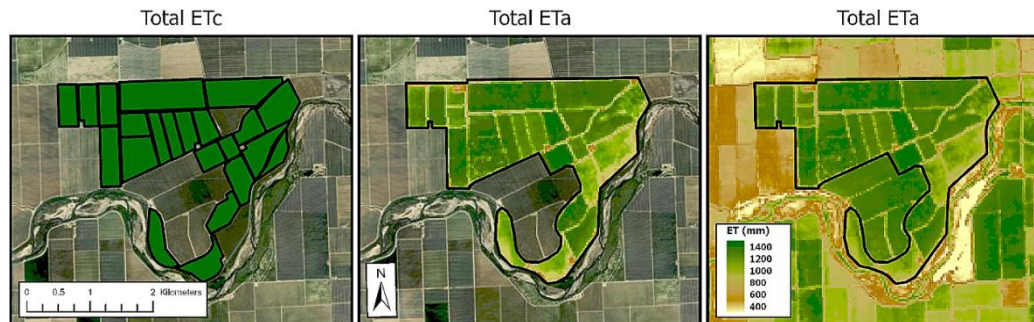


- ❖ Növényzet típusa és fejlettsége
- ❖ A talaj típusa és nedvességállapota
- ❖ Meteorológiai jellemzők – besugárzás, hőmérséklet, páratartalom, szélesebesség



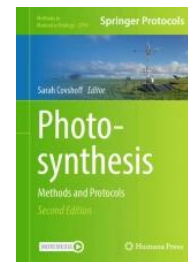
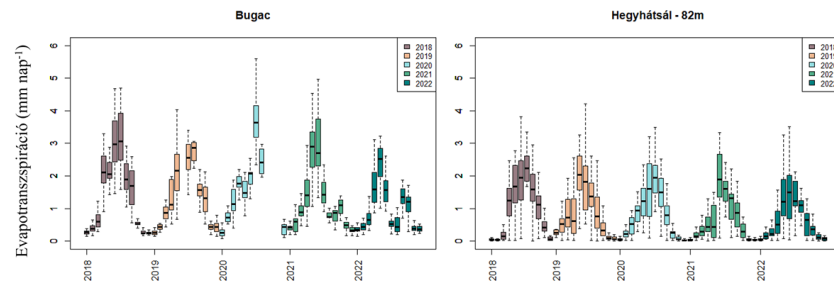
**Az ET minél pontosabb becslése fontos az öntözési hatékonyság növelése érdekében**

- ❖ Eddy-kovariancia alapú ET mérések
- ❖ Liziméterek
- ❖ Távérzékelés: Műholdak és drónok segítségével gyűjtött adatok alapján is lehet becsülni az evapotranszpirációt. Ezek az eszközök a növényzet állapotát és a talajnedvességet mérik, majd különböző modellek segítségével számítják ki az evapotranszpirációt



Az eddy-kovariancia (EK) mérés technika egy olyan **mikrometeorológiai módszer**, ami folyadékdinamikai és statisztikai alapokon nyugszik. A módszer elnevezése a légkörben előforduló örvényekre (angolul “eddy”) utal, amelyek biztosítják a **talaj-növény-légkör rendszerben lezajló folyamatok által létrehozott különböző anyag- és energiaáramok** (például széndioxid, szenzibilis és/vagy látens hő, illetve momentum) szállítását.

A módszerrel ideális esetben (viszonylag sík területen, valamint anticiklonális és advekciónélküli időjárási helyzetben) lehetne pontos mérést végrehajtani – a mérések sok esetben véletlen hibával terheltek



## Gravitációs/Kompenzációs liziméterek





## Súlyliziméterek



## Nagyméretű precíziós liziméterek (2.7 m<sup>2</sup> felszín, 100 g pontosság)

- A – Liziméter edény (110 cm talaj)
- B – 10 cm kavicsréteg
- C – Szervízakna
- D – Mérőcellák
- E – Gyűjtőtartály
- F – Esőárnyékoló
- G – Meteorológiai mérőállomás,  
talajnedvesség-mérők, adatgyűjtők



- ❖ Referencia evapotranspiráció a FAO Penman-Monteith egyenlet alapján vagy

$$ET_o = \frac{T_{max} [^{\circ}C]}{6}$$

$$ET_a = K_T * ET_o$$

Területi tényező ( $K_T$ ) számítása

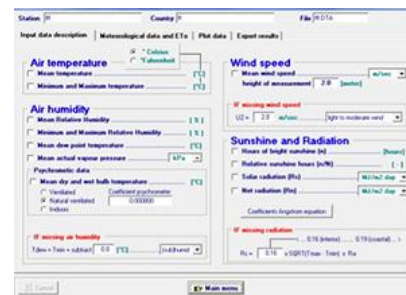
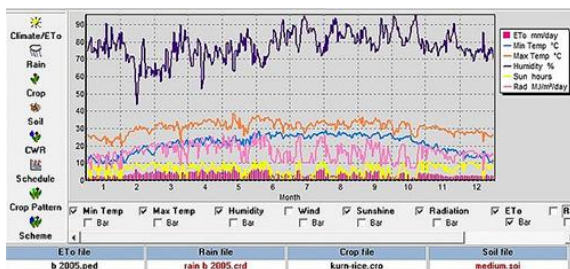
$$K_T = N_t * K_s * K_{mk}$$

$N_t$  – növényfaj,  $K_s$  – egyedsűrűség,  $K_{mk}$  – mikroklimatikus tényező





- ❖ FAO ETo calculator – referencia evapotranspiráció számítás a Penman-Monteith egyenlet alapján
- ❖ CLIMWAT 2.0 for CROPWAT – mért klimatikus adatok 5000 mérőállomás alapján
- ❖ CROPWAT 8.0 for Windows – vízigény számítás és öntözéstervezés talaj és klimatikus adatok alapján
- ❖ AquaCrop



## ❖ Danube Data Cube



Aquacrop Sandbox

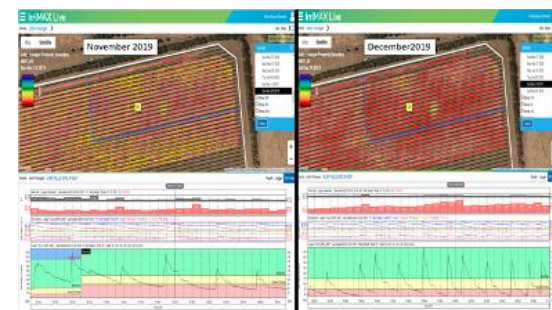
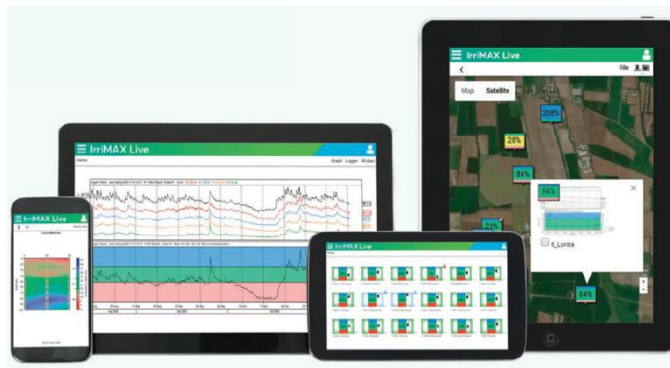
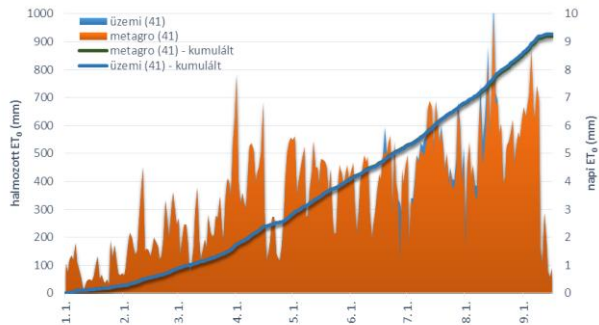
CropOM

DANUBE DATA CUBE

## ❖ METAGRO - Debreceni Egyetem MÉK Precíziós Növénytermesztési K+F Szolgáltató Központ

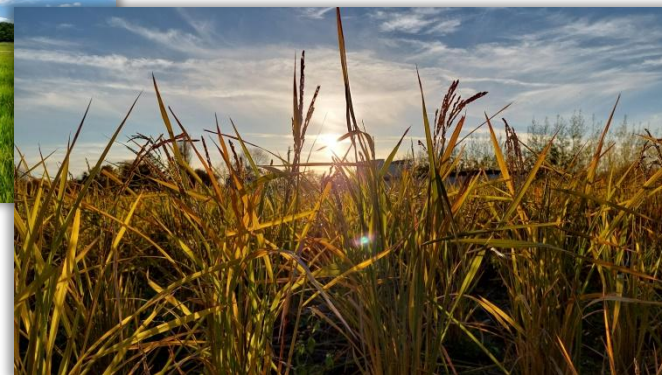
## ❖ IRRIMAX Live

## ❖ és még sok más lehetőség...





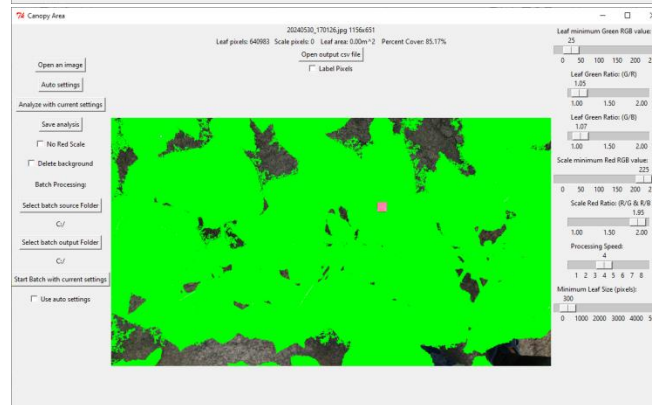
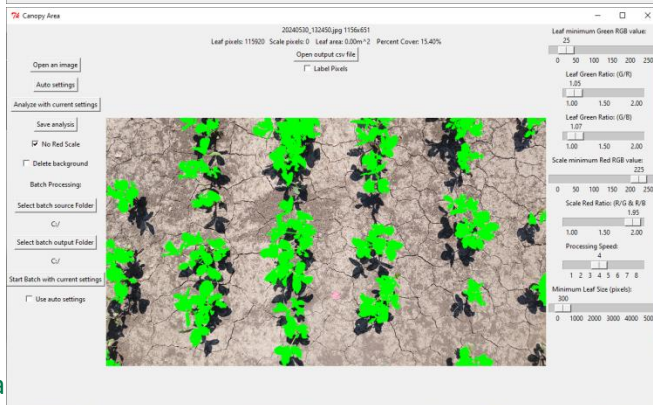
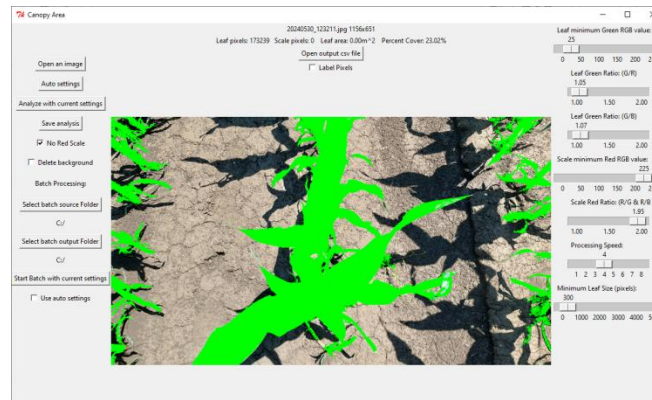
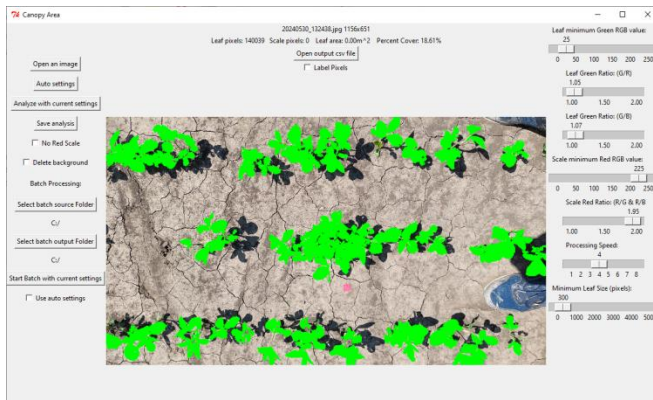
# AQUACROP ALAPOK RÖVIDEN



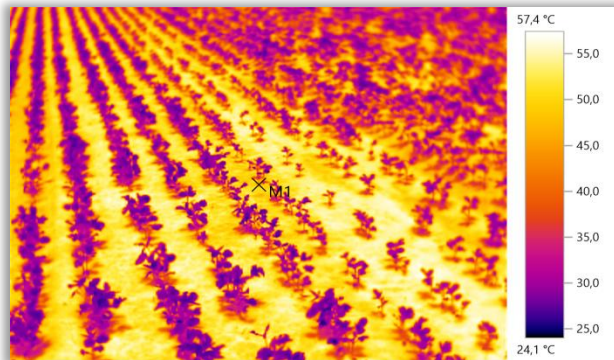
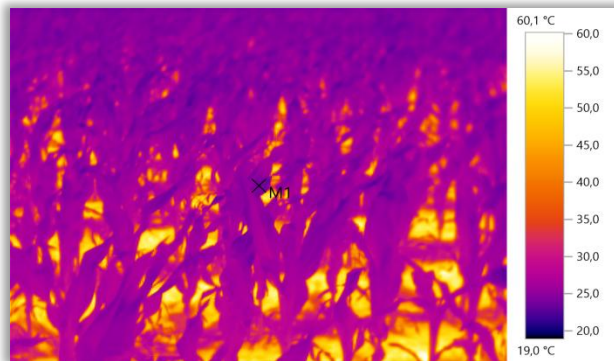
MIÉRT KELLENÉK A MODELLEK?



## CC – CANOPY COVER



## LEVÉLFELÜLET HŐMÉRSÉKLET VÁLTOZÁSOK A PÁROLOGTATÁS FÜGGVÉNYÉBEN





# HOGYAN ÉRTHETŐ EL A SZOFTVER?

<https://www.fao.org/aquacrop/en/>

Main menu

### Environment and Crop

**Climate**

- Climate: (None) Specify climatic data when Running AquaCrop

**Crop**

- Calendar: (None) No calendar for the Seeding/Planting year
- Calendar mode: (None)
- Crop: DEFAULT.CRO a generic crop

**Management**

- Irrigation: (None) Rainfed cropping
- Field: (None) No specific field management

**Soil**

- Soil profile: DEFAULT.SOL deep loamy soil profile
- Groundwater: (None) no shallow groundwater table

### Simulation

- Simulation period: Simulation period: from 22 March - to 24 July
- Initial conditions: (None) Soil water profile at Field Capacity
- Off-season: Simulation period linked to cropping period
- Project: (None) No specific project
- Field data: (None) No field observations

**Run** <<<

Exit Program

Food and Agriculture Organization of the United Nations

Search: Google

Home 中文 English Français Español Italiano

### AquaCrop

Overview Software Applications Workshops Resources News

**AquaCrop, the crop-water productivity model**

AquaCrop is a crop growth model developed by FAO's Land and Water Division to address food security and assess the effect of the environment and management on crop production. AquaCrop simulates the yield response of herbaceous crops to water and is particularly well suited to conditions in which water is a key limiting factor to crop production. AquaCrop balances accuracy, simplicity and robustness, to ensure its wide applicability. Users only need limited parameters and readily available input variables that can be obtained using simple methods. [Read more...](#)

AquaCrop new Version 7.1 now available!

Standard programme Stand-alone programme GitHub

**Standard AquaCrop programme with users' interface and database - version 7.1**

This is the standard crop water productivity software model with graphical user interface (GUI) and database, developed by the Land and Water Division (LWD).

AquaCrop standard interface and database - version 7.1

**AquaCrop stand-alone programme - version 7.1**

This allows to run several predefined "templates" and to save results in standard files for individual locations without using a Graphical User Interface (GUI). It can be used in applications where flexible or multiple scenarios are required. A "project" is a text file which can be composed by the standard AquaCrop programme or created by the user by reorganizing the structure of the project text file.

AquaCrop stand-alone programme - Windows - version 7.1  
AquaCrop stand-alone programme - Linux - version 7.1  
AquaCrop stand-alone programme - Mac OS - version 7.1

**AquaCrop on GitHub**

The AquaCrop version 7.1 core code is released as open-source Python code, and is available on GitHub for those and for anyone who wishes to have direct access to the latest and future code developments.

AquaCrop source code - version 7.1  
AquaCrop on GitHub

Publications

Review the latest AquaCrop

AquaCrop Release Note - Version 7.1

Key Documents

- AquaCrop, the crop water productivity model
- Introducing AquaCrop

Video interviews: Assessing the impacts of climate change on crop yields with AquaCrop

How to use AquaCrop?

Introduction to AquaCrop Part 1: AquaCrop Training module Nr. 1  
Apr 2016

Introduction to AquaCrop Part 2: AquaCrop Training module Nr. 2  
Apr 2016

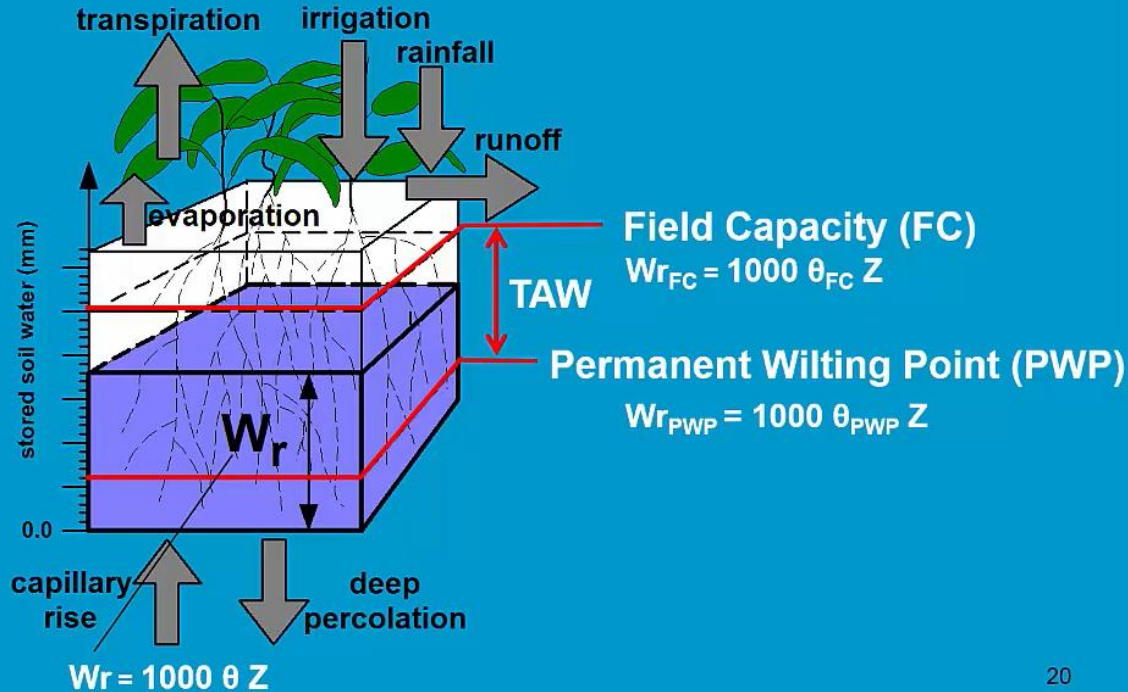
Introduction to AquaCrop Part 4: AquaCrop Training module Nr. 4  
Apr 2016

Related Links

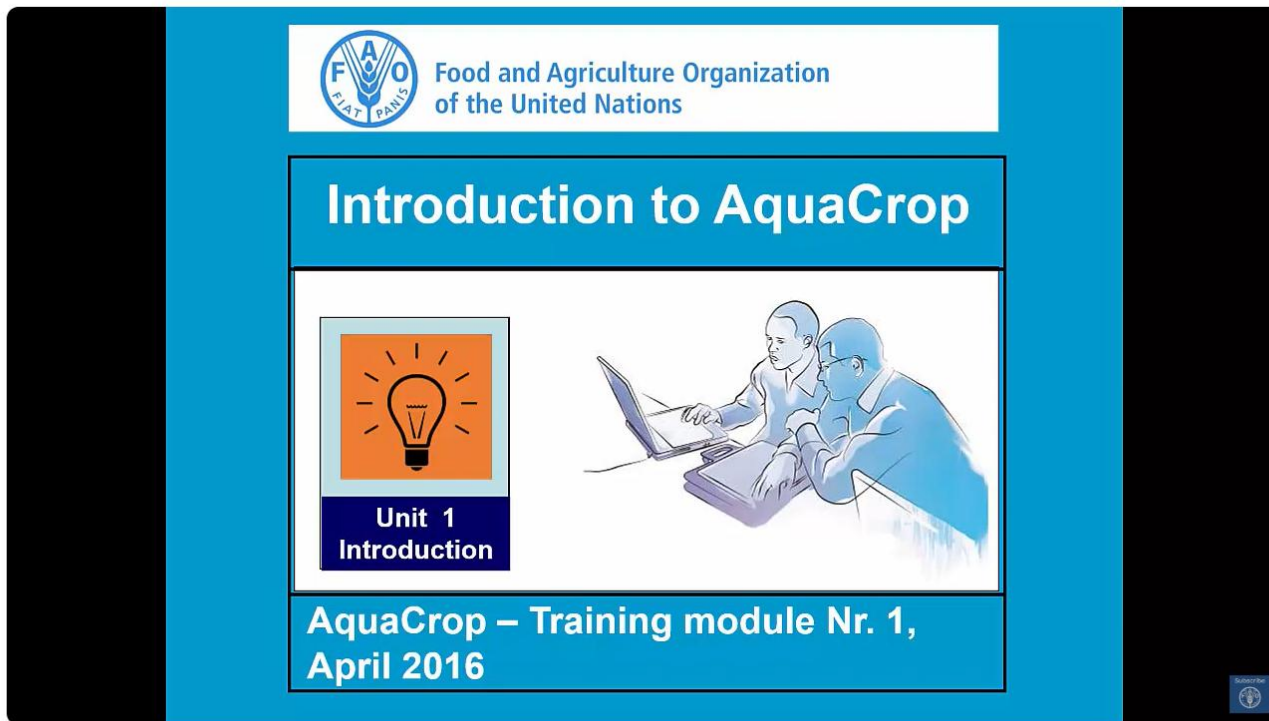
- Zetoc public library

Contact us  
[Aquacrop@fao.org](mailto:Aquacrop@fao.org)

- Total Available soil Water (TAW)







Introduction to AquaCrop Part 1 AquaCrop - Training module Nr. 1, April 2016



Food and Agriculture Organization of the United Nations  
183 E feliratkozó

Feliratkozás



Tetszik



Megosztás



Klip



Mentés



Mind

Feltöltő: Food and Agriculture ...

Kapcs...

## AquaCrop Training - FAO crop growt...

Excellence in Agronomy - 46/1



1 Introduction to AquaCrop Part 1 AquaCrop - Training modul...  
5:23  
Food and Agriculture Organizati...

2 Introduction to AquaCrop Part 2 AquaCrop - Training modul...  
4:08  
Food and Agriculture Organizati...

3 Introduction to AquaCrop Part 3 AquaCrop - Training modul...  
23:04  
Food and Agriculture Organizati...

4 Introduction to AquaCrop Part 4 AquaCrop - Training modul...  
5:31  
Food and Agriculture Organizati...

5 Required weather data AquaCrop - Training module ...  
8:40  
Food and Agriculture Organizati...

6 Reference evapotranspiration AquaCrop - Training module ...  
10:28  
Food and Agriculture Organizati...

7 Determination of reference evapotranspiration AquaCrop...  
19:57  
Food and Agriculture Organizati...

8 Import of climatic data AquaCrop - Training module ...  
19:40  
Food and Agriculture Organizati...

9 Soil water retention and soil water movement Part 1...  
6:25  
Food and Agriculture Organizati...

# AZ AQUACROP WEBOLDAL ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓI

## EGY KOMPLEX NÖVÉNYFEJLŐDÉST LEÍRÓ MODELL

What is AquaCrop
Practical applications
Limitations
Target audience
Calculation scheme
Input requirement
AquaCrop Extended Core Group

### What is AquaCrop

AquaCrop is a crop growth model developed by the Land and Water Division of FAO to address food security and to assess the effect of environment and management on crop production. AquaCrop simulates yield response to water of herbaceous crops, and is particularly suited to address conditions where water is a key limiting factor in crop production.



When designing the model, an optimum balance between simplicity, accuracy and robustness was pursued. To be widely applicable AquaCrop uses only a relatively small number of explicit parameters and mostly-intuitive input-variables requiring simple methods for their determination. On the other hand, the calculation procedures is grounded on basic and often complex biophysical processes to guarantee an accurate simulation of the response of the crop in the plant-soil system.

## AZ AQUACROP WEBOLDAL ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓI

What is AquaCrop

Practical applications

Limitations

Target audience

Calculation scheme

Input requirement

AquaCrop Extended Core  
Group



- Segítséget nyújt a növénytermesztés során a **tervezéshez és a döntések meghozatalához**
- Hasznos eszköz **öntözött és öntözés nélküli gazdálkodás** esetében is

### Miért jó?

- **Segít megérteni a növények reakcióit** a különböző környezeti változások esetén – **oktatási eszköz is**
- **Összehasonlítható az elméletben elérhető és a tényleges termésmennyiség** – tábla, gazdaság vagy nagyobb területeken
- A növénytermesztés lépéseinek és a vízhasznosítás hatékonyságának ellenőrzésére is használható

## AZ AQUACROP WEBOLDAL ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓI

What is AquaCrop

Practical applications

Limitations

Target audience

Calculation scheme

Input requirement

AquaCrop Extended Core  
Group



### Miért jó?

- **Öntözési tervek készíthetőek** – különböző menedzsment döntések esetére, különböző időjárási események esetére
- **Döntéstámogatás vízhiányos állapotok kezelésére** – javítható a vízhasznosítás hatékonysága:
  - **Deficit öntözés** tervezése
  - **Növénytermesztési lépések időzítése:**
    - ✓ vetésidő optimalizálás,
    - ✓ fajtaválasztás,
    - ✓ tápanyagkijuttatás tervezése,
    - ✓ talajtakarás hatékonyság ellenőrzése,
    - ✓ csapadék tározás tervezése (kell-e egyáltalán?)

## AZ AQUACROP WEBOLDAL ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓI

What is AquaCrop

Practical applications

Limitations

Target audience

Calculation scheme

Input requirement

AquaCrop Extended Core  
Group



### Miért jó?

- **Az éghajlatváltozás hatásainak elemzése történelmi adatok és előrejelzések segítségével** – a klímaváltozást leíró különböző forgatókönyvek hatásainak ellenőrzése
- **Elemzések készítése** a vízgazdálkodás, a gazdaság, a politikai és a tudomány szereplőinek részére
- **Döntéstámogatás** a vízgazdálkodás számára (költség-haszon elemzés egyik alapja – hol a leghatékonyabb a beavatkozás)

## Az AQUACROP WEBOLDAL ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓI

What is AquaCrop

Practical applications

Limitations

Target audience

Calculation scheme

Input requirement

AquaCrop Extended Core  
Group



### Mik a korlátai?

- Csak táblaszintű tervezést tesz lehetővé (pontszerű a szimuláció)
- Az **alapfelvetés szerint a tábla homogén**, nincsenek különbségek növényfejlődésben, evapotranspirációban, talajtulajdonságokban és agrotechnikában
- Csak a „függőleges vízmozgást” veszi figyelembe a szimuláció bevételi (csapadék, öntözés és kapilláris vízemelés) és kiadási (evaporáció, transzspiráció és leszivárgás) oldalon is

## AZ AQUACROP WEBOLDAL ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓI

What is AquaCrop

Practical applications

Limitations

Target audience

Calculation scheme

Input requirement

AquaCrop Extended Core  
Group



### Kinek ajánlott a használata?

- Szakértőknek, szaktanácsadóknak és oktatóknak a különböző folyamatok szemléltetésére
- Mezőgazdászoknak a gazdálkodási tervezés segítésére
- Kutatóknak a kísérleti tervezés megkönnyítésére
- Mindenkinek, akik jobban meg akarják érteni a különböző tényezők szerepét egy növénytermesztési tér alapvető változásaiban



Timer

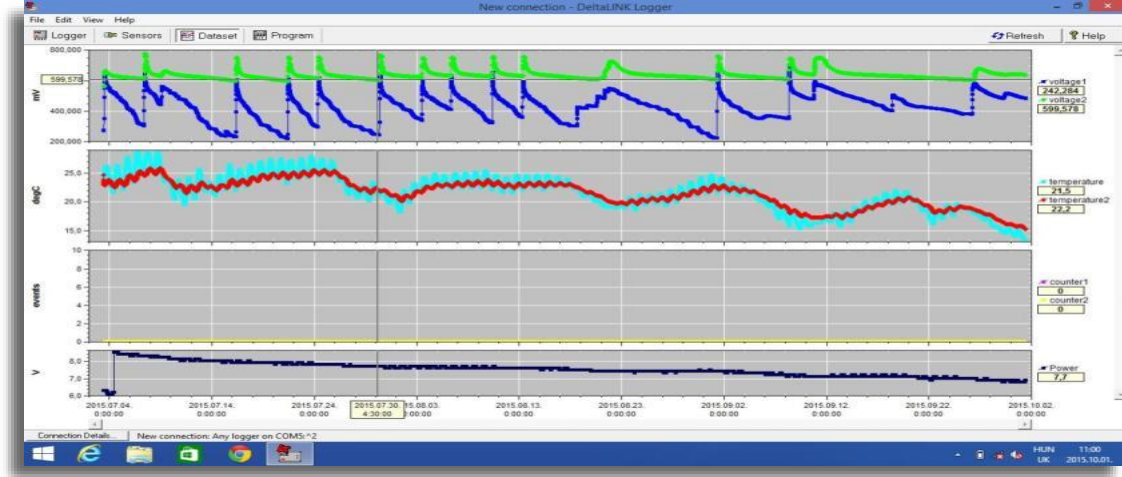


Floating sensor





# Kiegészítő talajnedvesség mérések az öntözés tervezéséhez



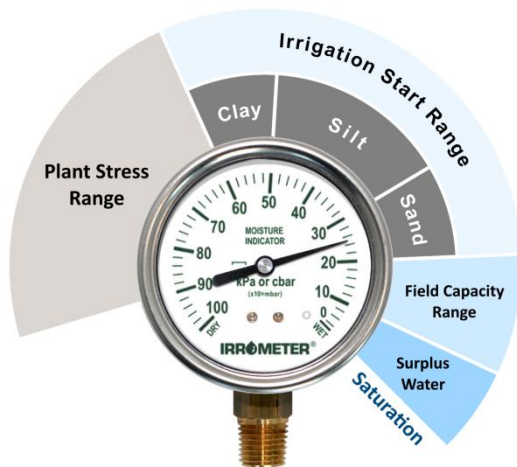
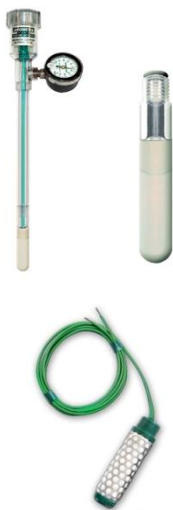
# Possibilities for Measuring Soil Moisture

**Soil moisture values of field capacity (FC) and wilting point (WP) in volumetric water content for different soils.** (forrás: metergroup.com)

Soil	FC (vwc%)	PWP (vwc%)	DW (vwc%)
Sand	5	1	4
Loamy Sand	10	2	8
Sandy Loam	17	6	11
Sandy Clay Loam	32	19	13
Loam	27	14	13
Sandy Clay	38	28	10
Silt Loam	27	13	14
Silt	24	10	14
Clay Loam	36	23	13
Silty Clay Loam	36	22	14
Silty Clay	40	28	12
Clay	42	32	10

## Tenziométerek

## Mátrix potenciál mérés



<https://www.irrometer.com/basics.html>

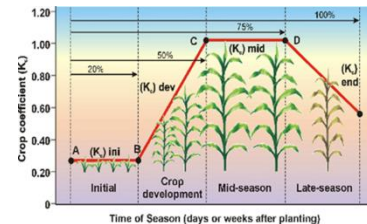


Crop	Water potential (kPa) (Range where plant is most comfortable)
Strawberries	-20 to -30
Celery	-20 to -30
Oranges	-20 to -100
Potatoes	-30 to -50
Canning Peas	-30 to -50
Grass	-30 to -100
Bananas	-30 to -150
Cantaloupe	-35 to -40
Lettuce	-40 to -60
Lemons	-40
Grapes	Early season: -40 to -50 During maturity: < -100
Onions	Early growth: -45 to -55 Bulbing time: -55 to -65
Broccoli	Early: -45 to -55 After budding: -60 to -70
Avocados	-50
Carrots	-55 to -65
Cabbage	-60 to -70
Cauliflower	-60 to -70
Beans (snap and lima)	-75 to -200
Tomatoes	-80 to -150
Alfalfa	-150
Carrots	During seed year at 60cm depth: -400 to -600
Onions	During seed year at 7cm depth: -400 to -600 at 15 cm depth: -150
Small Grains	Vegetative period: -40 to -50 During ripening: -800 to -1200
Corn	Vegetative period: -50 During ripening: -800 to -1200

Taylor, Sterling A., and Gaylen L. Ashcroft. Physical edaphology. The physics of irrigated and nonirrigated soils. 1972.

Table 1. An easy water potential reference scale for some crops (source: Taylor, Sterling A. and Gaylen L. Ashcroft. Physical Edaphology. The Physics of Irrigated and Nonirrigated soils. 1972). Plants stay out of stress and yield more when they are kept within their water potential comfort zone.

## Őszi búza fajták ET összehasonlítása – különböző szárazságtűrűsű genotípusok reakcióinak vizsgálata esőárnyékoló alatt súlyliziméterekben



Együttműködésben a **Gabonakutató Non-Profit Kft.** munkatársaival

Vizsgált időszak 2019.	Átlagos napi ET <sub>c</sub> (mm)				Átlaghőmérséklet (°C)
	GK Berény	Midas	PC84	Plainsman	
Január 3. dekád	0,37	0,31	0,31	0,53	-0,25
Február 1. dekád	0,76	0,86	0,81	0,76	4,24
Február 2. dekád	0,95	0,91	0,91	0,94	3,91
Február 3. dekád	0,95	0,89	0,78	0,98	4,21
Március 1. dekád	1,39	1,23	1,12	1,37	10,13
Március 2. dekád	1,82	1,58	1,04	1,80	12,07
Március 3. dekád	2,87	2,76	1,85	2,98	15,18
Április 1. dekád	4,49	4,57	3,37	4,76	18,15
Április 2. dekád	4,12	4,14	3,93	4,58	15,87
Április 3. dekád	4,67	4,57	5,21	4,74	21,93
Május 1. dekád	3,52	3,52	3,53	3,71	18,62
Május 2. dekád	4,77	4,90	5,20	4,77	17,92
Május 3. dekád	4,39	4,44	4,90	4,46	17,31
Június 1. dekád	4,03	3,87	4,74	3,49	21,78
Június 2. dekád	3,30	3,42	3,61	2,80	24,77
Június 3. dekád	1,35	1,47	1,32	1,22	23,92

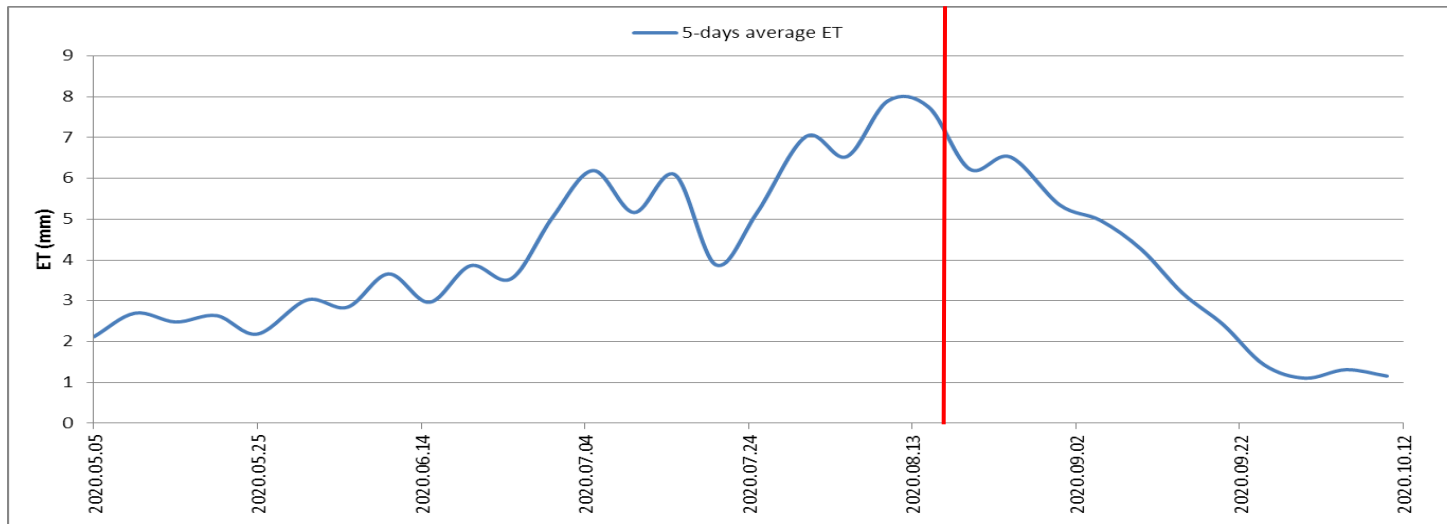




## Evapotranspiráció mértékének meghatározása nagy méretű súlyliziméterekben



## Az evapotranspiráció mértéke aerob rizstermesztésben



Az ET 5-napos átlagos értékei  
a 2020-as tenyészidőszakban

$\Sigma ET = 669.3 \text{ mm}$

## Az evapotranspiráció mérése kompenzációs liziméterekben



		ET (mm/nap)			
Fenofázis	Év	Egyéves konyhakömény		Szabadszín	
Vegetatív fázis	2022	3,16	3,63	2,9	2,57
	2023	4,09		2,24	
Virágzás	2022	5,51	5,62	3,19	2,44
	2023	5,72		1,69	

		ET (mm/nap)			
Fenofázis	Év	Orvosi zsálya		Szabadszín	
Vegetatív fázis	2022	5,06	5,26	3,02	2,15
	2023	5,46		1,27	
Virágzás	2022	8,3	6,45	2,93	2,31
	2023	4,6		1,68	

## A talajtakarás hatásának vizsgálata súlyliziméterekben

Határozzuk meg a talajtakarásra használt, különböző mennyiségű búzaszalma hatását az evapotranspirációra nagyméretű súlyliziméterekben:

- Evaporáció
- Gyomosodás





**Két mérési periódus:**

**2019.07.17-08.17.**

**2020.07.19-08.20.**

**Talajtakarás:**

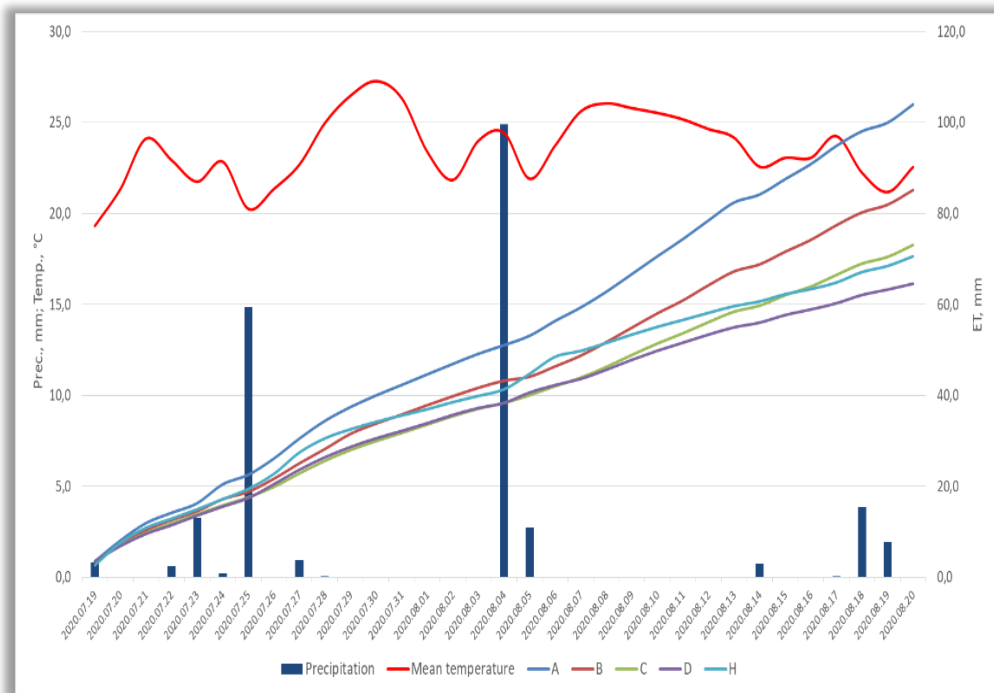
**Őszi búza szalma**

- **2019: 0,78 kg/m<sup>2</sup>**
- **2020: Ø Kontroll,  
0,41 kg/m<sup>2</sup>  
0,63 kg/m<sup>2</sup>  
0,84 kg/m<sup>2</sup>**



## 2020

Kezelés	ETc (mm/nap)	ΣET (mm)
∅	3,15	104,0
0,41 kg/m <sup>2</sup>	2,58	85,2
0,63 kg/m <sup>2</sup>	2,22	73,1
0,84 kg/m <sup>2</sup>	1,96	64,6



**A növényi maradványok hatékonyan felhasználhatóak a talaj takarására és ezáltal csökkenthető a mezőgazdasági táblákon a vízveszteség**

**A szalmatakarás 37,9-18,1%-kal csökkentette az ET értéket a talajtakarás nélküli talajfelszínhez képest**



# Köszönöm a figyelmet!



## MATE KÖTI Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóközpont

5540 Szarvas, Anna-liget u. 35.

+36 66 515 300

[jancso.mihaly@uni-mate.hu](mailto:jancso.mihaly@uni-mate.hu)

 #matekotiovki

 *Mihaly Jancso*

További információk: <https://kornyezettudomany.uni-mate.hu/>