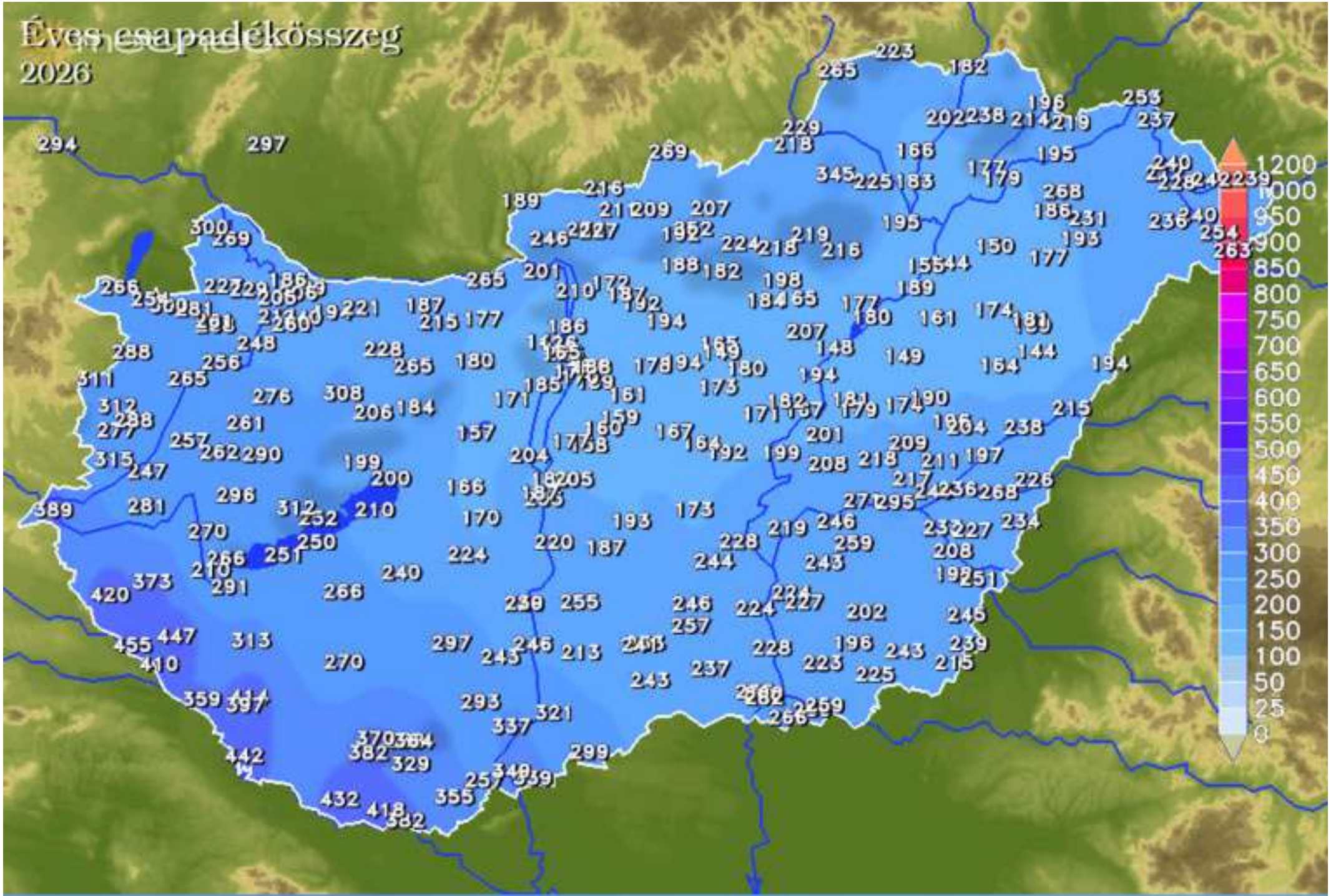
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

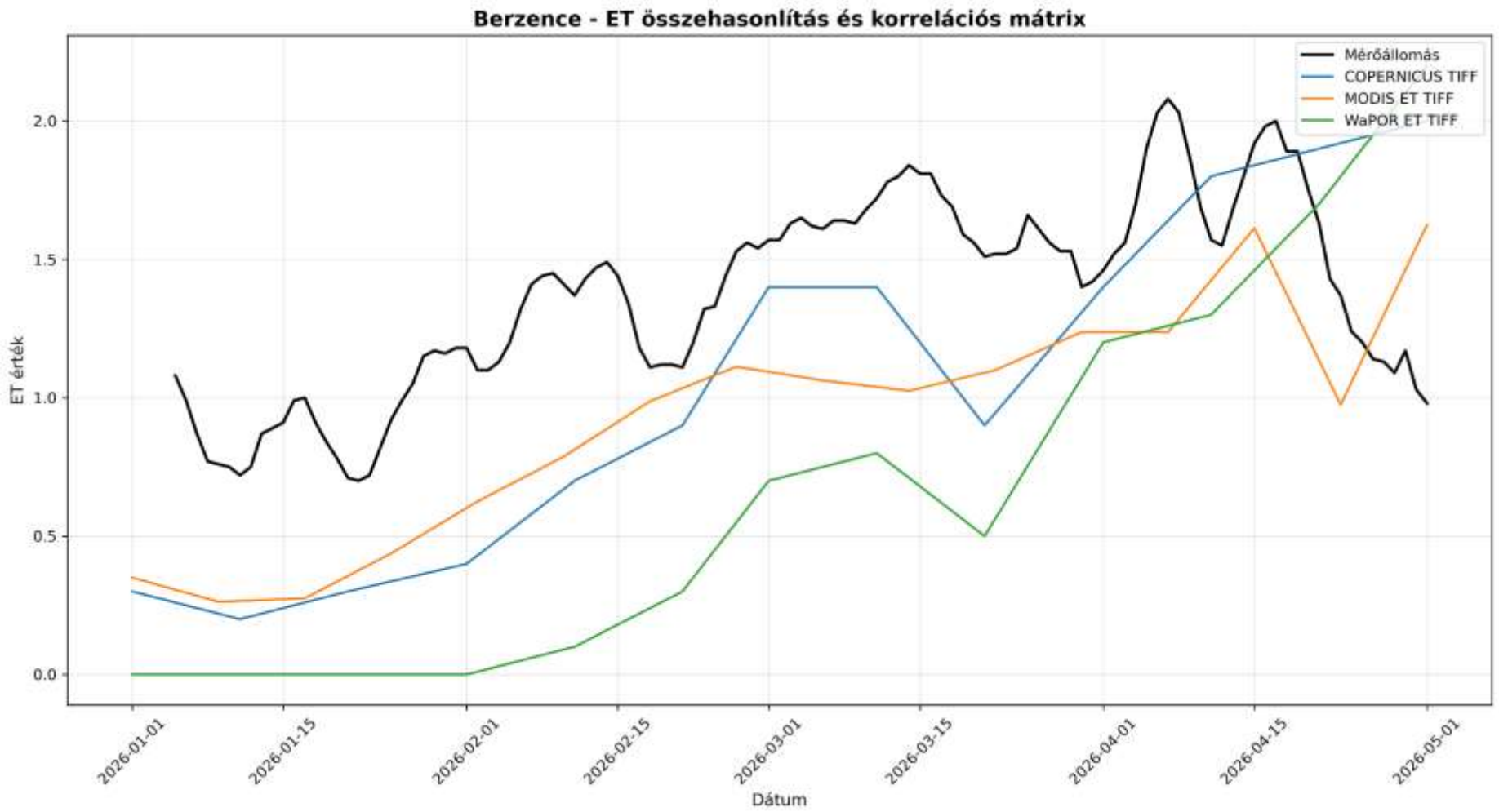
Országos Evapotranszspiráció számítás

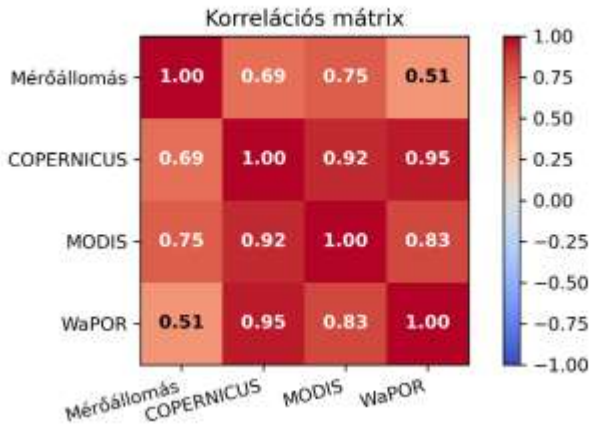
Böröcz Balázs

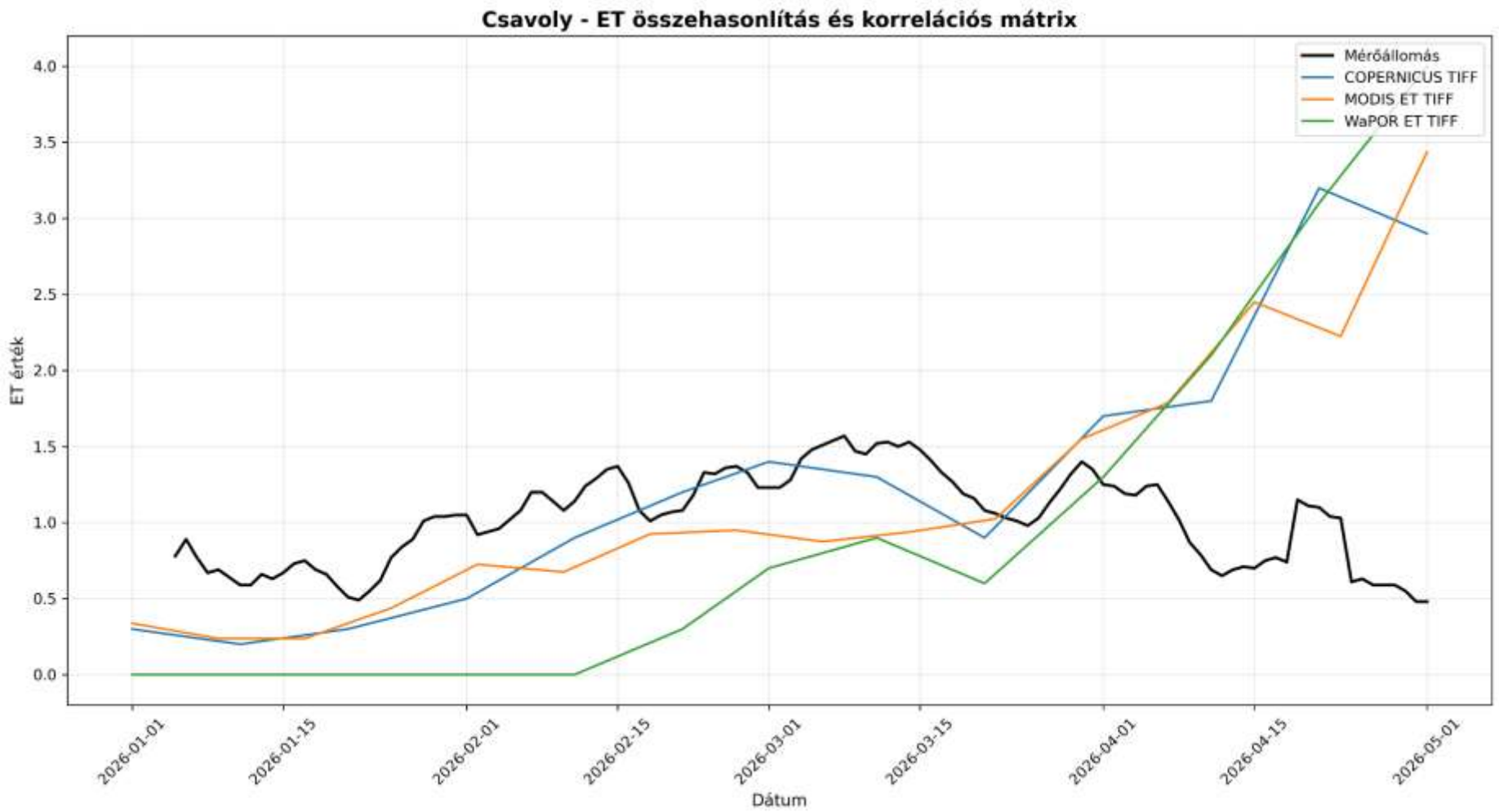
Evapotranszspiráció: rendelkezésre álló modellek

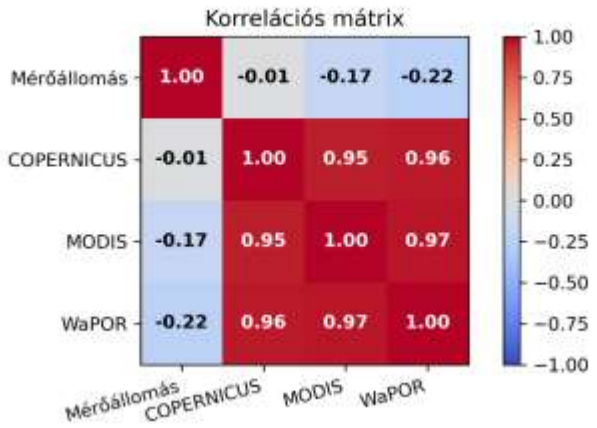
- **CLMS ET (EU):** 2 fő modellre épít (TSEB-PT [energiaegyenleg modell], és ETLook [Penman–Monteith egyenlet alapján]), majd ezek átlaga.
  - ~10 naponta áll elő (minden hónap 1. 11. 21. napja)
  - 300m felbontásban
- **Modis ET (USA):** Penman–Monteith (PM) egyenleten alapul, érdekesége, hogy a felszíni ellenállást és a növényzet fiziológiai állapotát műholdas információkkal próbálja meghatározni.
  - 8 naponta áll elő
  - 500m felbontásban
- **WaPOR (FAO):** FAO56 szabvány alapján dolgozik a folyamat elejétől a végéig (Penman–Monteith). Módszertanilag ET_0 értéket határoz meg, majd, majd azt követően vegetáció alapján végleges ET értéket.
  - ~10 naponta áll elő (minden hónap 1. 11. 21. napja)
  - 300m felbontásban
- **OVF:** Vízmérleg alapján dolgozik, az aszálymonitoring állomások által mért értékekből származtatja az általa meghatározott értékeket.
  - Pontszerűen meghatározott értékek
  - Napi szinten rendelkezésre áll


Éves csapadékösszeg
2026
1200
1000
950
900
850
800
750
700
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
25
0

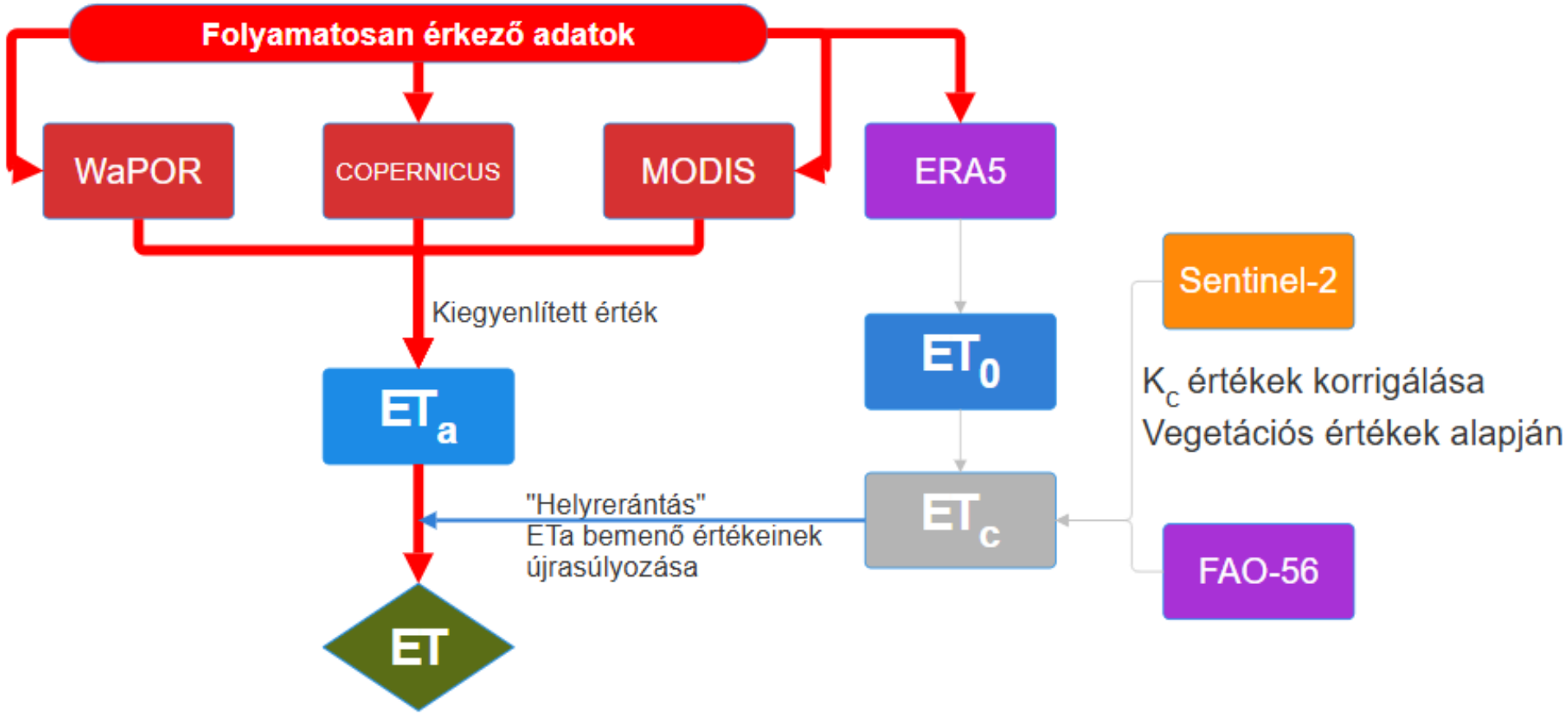

Berzence - ET összehasonlítás és korrelációs mátrix
Mérőállomás
COPERNICUS TIFF
MODIS ET TIFF
WaPOR ET TIFF
ET érték
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2026-01-01
2026-01-15
2026-02-01
2026-02-15
2026-03-01
2026-03-15
2026-04-01
2026-04-15
2026-05-01
Dátum


Korrelációs mátrix
Mérőállomás
COPERNICUS
MODIS
WaPOR
1.00 0.69 0.75 0.51
0.69 1.00 0.92 0.95
0.75 0.92 1.00 0.83
0.51 0.95 0.83 1.00
Mérőállomás
COPERNICUS
MODIS
WaPOR
1.00
0.75
0.50
0.25
0.00
−0.25
−0.50
−0.75
−1.00


Csavoly - ET összehasonlítás és korrelációs mátrix
Mérőállomás
COPERNICUS TIFF
MODIS ET TIFF
WaPOR ET TIFF
ET érték
Dátum
2026-01-01
2026-01-15
2026-02-01
2026-02-15
2026-03-01
2026-03-15
2026-04-01
2026-04-15
2026-05-01


Korrelációs mátrix
Mérőállomás
COPERNICUS
MODIS
WaPOR
1.00 -0.01 -0.17 -0.22
-0.01 1.00 0.95 0.96
-0.17 0.95 1.00 0.97
-0.22 0.96 0.97 1.00

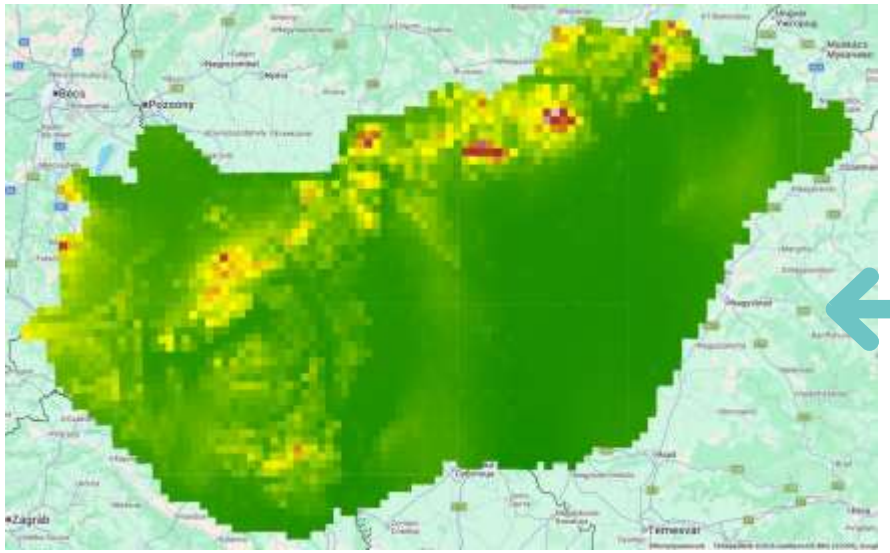
LTK evapotranszspiráció számítás mószertana

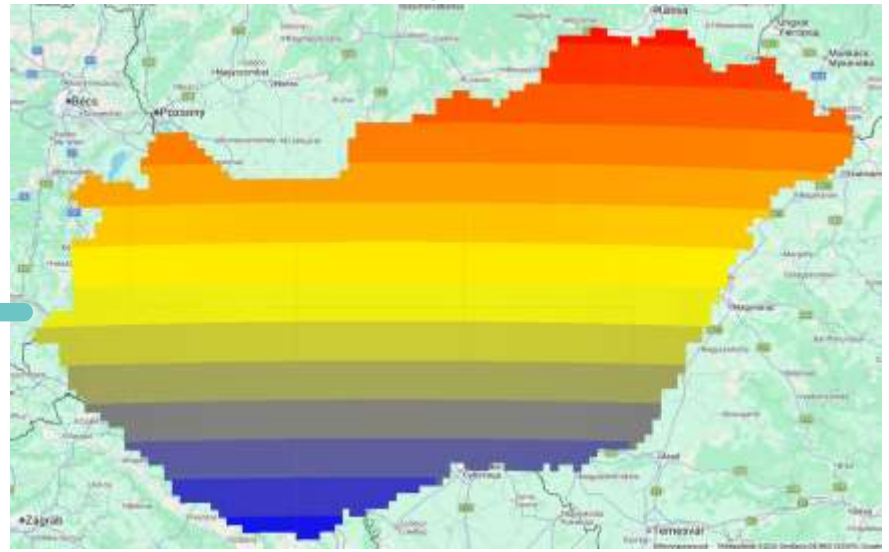


Evapotranszspiráció számítás

Rendelkezésre álló adatok összegyűjtése

- Országhatárok
- Szélesség körök lekérdezése 25 km-es grid-ben
- Adatok öröklése, DEM leképzése 5 km-es átlagmagassággal (Copernicus DEM)
- ERA5 meteorológiai adatok összegyűjtése





Evapotranszspiráció számítás

Referencia evapotranszspiráció számítás:

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma\frac{900}{T+273}u_2 \cdot VPD}{\Delta + \gamma(1 + 0.34 \cdot u_2)}$$

- Δ → Telítési gőznyomás görbe meredeksége (T hőmérsékleten) [$kPa \cdot °C^{-1}$].
- Rn → Napi sugárzás egyenleg [W $\cdot m^{-2}$]
- G →Talajba jutó hőáram [W $\cdot m^{-2}$] (kismértékben befolyásolja az eredményt így egyenlőre 0-nak tekintettük az első verzióban, későbbiekben lehet, hogy beépítésre kerül)
- γ → pszichrometrikus állandó [$kPa \cdot K^{-1}$] (paraméter, amely a levegő hőkapacitását, a légnyomást és a víz párolgáshőjét kombinálja, és a konvekciós és párolgási folyamatok közötti kapcsolatot jellemzi)
- T → Napi átlaghőmérséklet [°C]
- VPD → Telítési páratartalom hiány [kPa]
- u_2 → Szélsebesség 2m magasságban [km/h

VPD (telítési páratartalom hiány) számítása

$$VPD = e_s - e_a$$

Ahol e_s a napi átlagos telítési gőznyomás és e_a pedig az aktuális gőznyomást jelenti [kPa]

$$e_s = 0.61078 \cdot \exp\left(\frac{17.2694 \cdot T}{T + 237.3}\right)$$

$$e_a = 0.61078 \cdot \exp\left(\frac{17.2694 \cdot T_d}{T_d + 237.3}\right)$$

(d → harmatpont)

u_2 (szélsebesség 2 méter magasságban)

$$u_2 = u_h \cdot \frac{4.87}{ln(67.8 \cdot h - 5.42)}$$

- Ahol h a felszín feletti magasság. A meteorológiai modellekben a szélsebesség 10m magasságban áll rendelkezésre ezért szükség van az átszámításra.

$$u_2 = u_{10} \cdot \frac{4.87}{ln(67.8 \cdot 10 - 5.42)}$$

Rn (Napi sugárzás egyenleg) meghatározás I.

- Inverz relatív távolság tényező (dr) Nap-Föld vonatkozásban:

$$dr = 1 + 0.033 \cdot cos\left(\frac{2\pi}{365} \cdot DOY\right)$$

- szoláris deklináció (δ) (Naptól a Földhöz húzott vezérsugár felszíni metszéspontja, radiánban kifejezve):

$$\delta = 0.409 \cdot sin\left(\frac{2\pi}{365} \cdot DOY - 1.39\right)$$

- napnyugta óraszöge (ω_s) (Nap és a földrajzi hely meridiánja által bezárt szöget jelenti):

$$\omega_s = acos\left(-tan(\varphi) \cdot tan(\delta)\right)$$

Rn (Napi sugárzás egyenleg) meghatározás II.

- Légkör külső határára érkező rövidhullámú (extraterresztriális) napsugárzás (Ra):

$$R_a = \frac{G_{sc}}{\pi} \cdot dr \cdot (\omega_s \cdot sin(\varphi) \cdot sin(\delta) + cos(\varphi) \cdot cos(\delta) \cdot sin(\omega_s))$$

  - Ahol Gsc a napállandó (konstansnak lehet venni, 118,08 MJ*m^{-2}*nap^{-1})
- Felhőzet nélküli égbolt esetén a felszínre leérkező napsugárzás mennyisége (Rs0):

$$R_{s0} = (0.75 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot Z) \cdot R_a$$

Rn (Napi sugárzás egyenleg) meghatározás III.

- Rövidhullámhosszú sugárzás (Rs):

$$R_s = 0.25 + 0.5 \left(\frac{n}{N} \right) \cdot R_a$$

- Nettó rövidhullámhosszú sugárzás (Rns):

$$R_{ns} = (1 - \alpha) \cdot R_s$$

- Felhőzeti függvény (f_{cd}):

$$f_{cd} = 1.35 \cdot \left(\frac{R_s}{R_{s0}} \right) - 0.35$$

Rn (Napi sugárzás egyenleg) meghatározás IV.

- Hosszúhullámú sugárzásmérleg (Rnl):

$$R_{nl} = \sigma \cdot \left[\frac{T_{max}^4 + T_{min}^4}{2}\right] \cdot f_{cd} \cdot (0.34 - 0.14 \cdot \sqrt{e_a})$$

σ → Stefan-Boltzmann-állandó [4,901 · 10^{-9} MJ K^{-4} m^{-2} nap^{-1}]

- Napi sugárzás egyenleg (Rn):

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

γ (pszichrometriai állandó) meghatározás

- Légköri nyomás (P) általánosított képlettel:

$$P = 101.3 \cdot \left(\frac{293 - 0.0065 \cdot Z}{293} \right)^{5.26}$$

$$\gamma \approx 0.00065 \cdot P$$

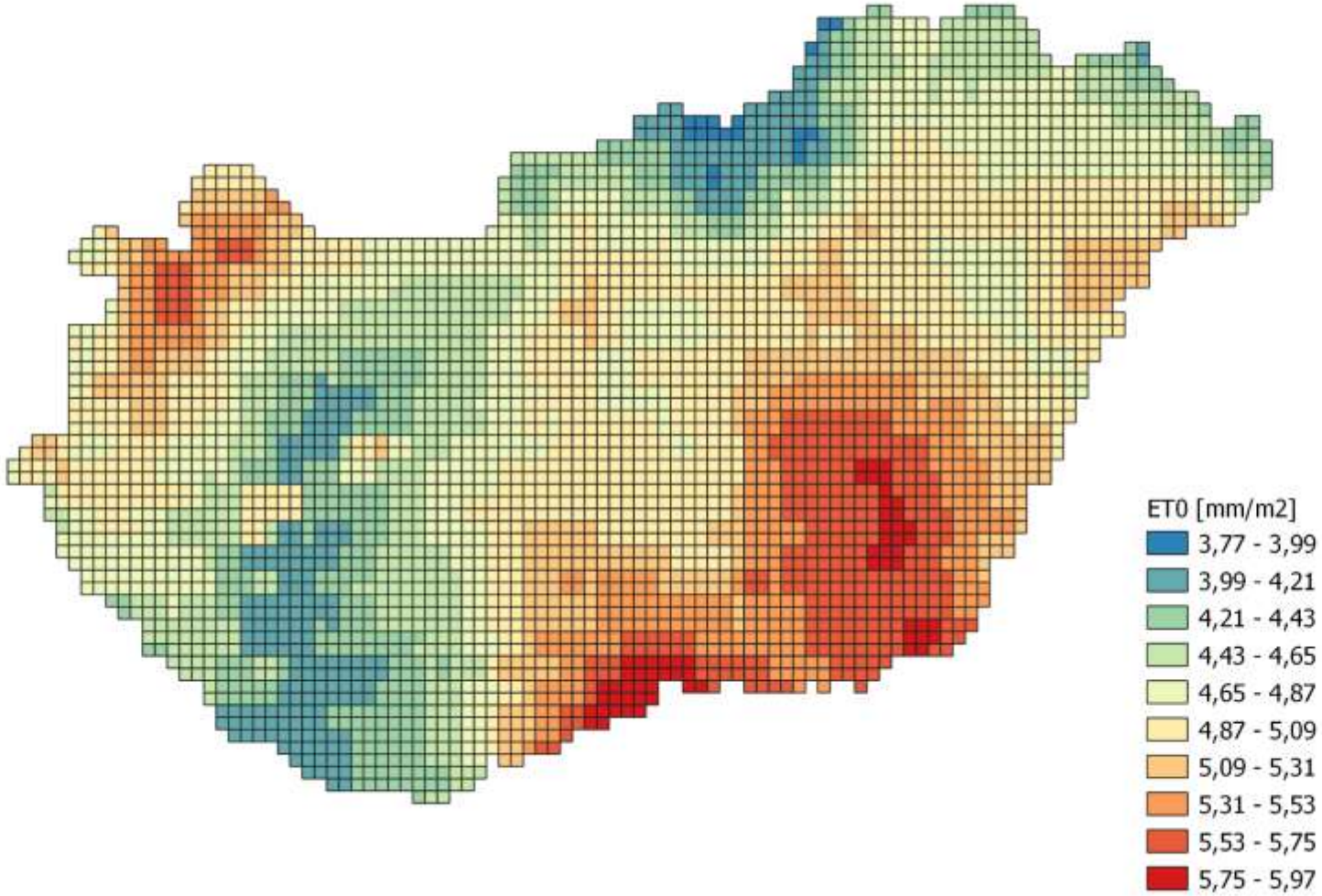
Δ (Telítési gőznyomás görbe meredeksége)

$$\Delta = \frac{4098 \cdot e_s}{T + 237.3^2}$$

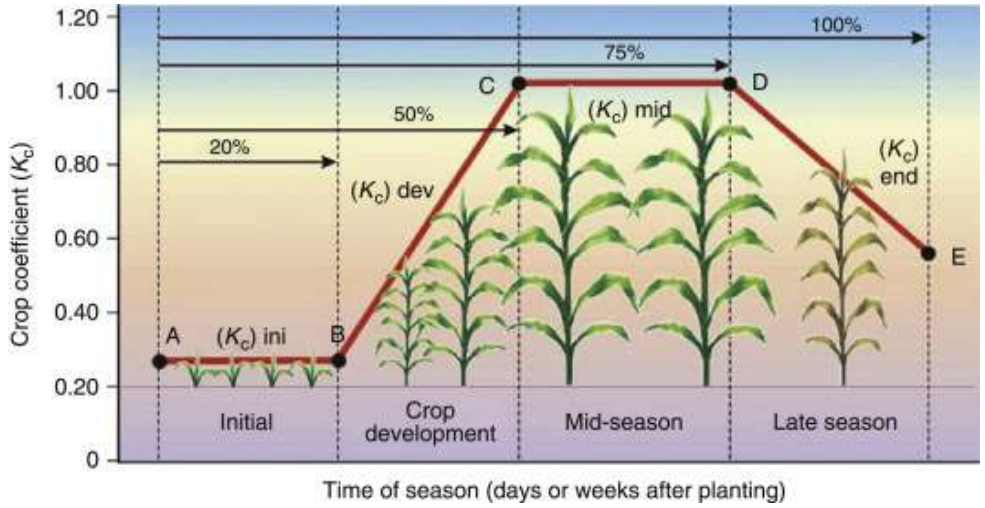
$\mathbf{ET_0}$ (Referencia evapotranszspiráció)

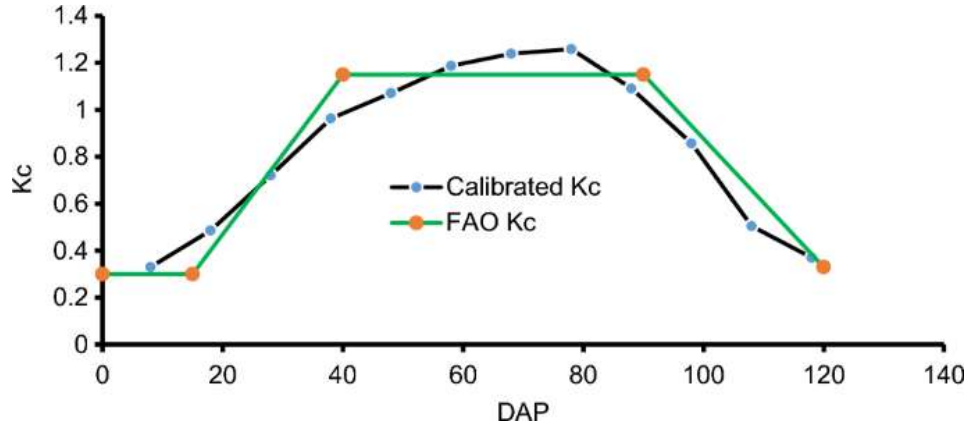
$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma\frac{900}{T+273}u_2 \cdot VPD}{\Delta + \gamma(1 + 0.34 \cdot u_2)}$$

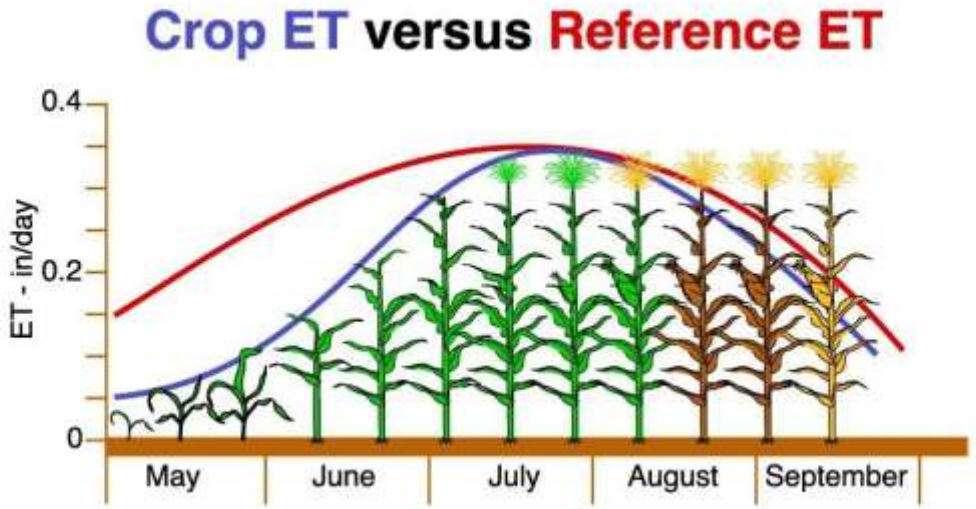
Referencia evapotranszspiráció

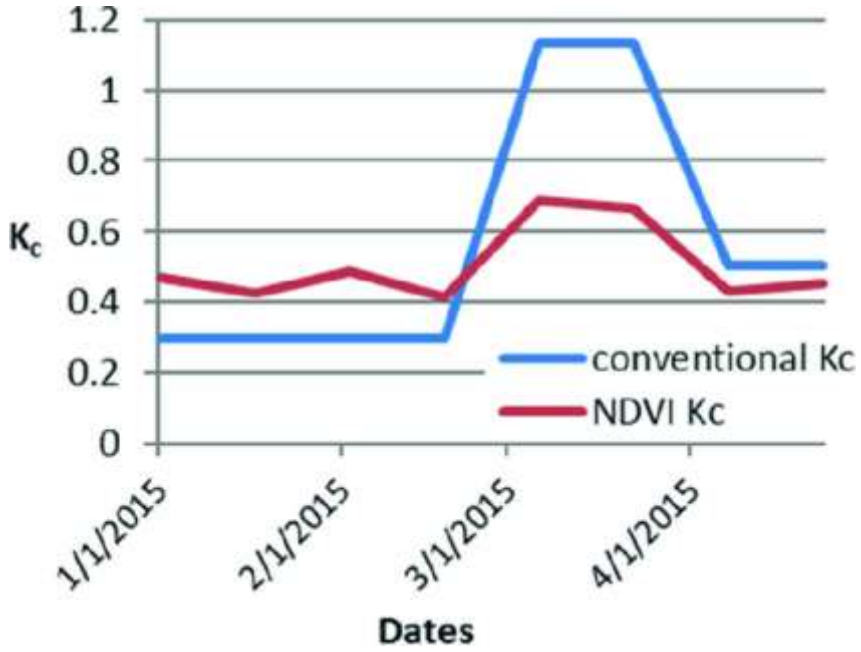


Kc (crop coefficient)



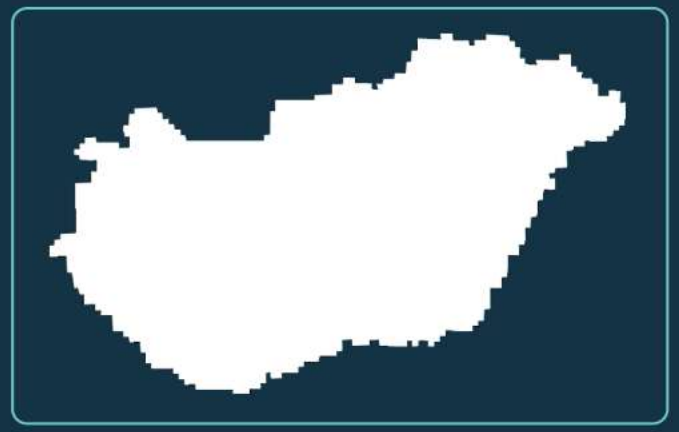






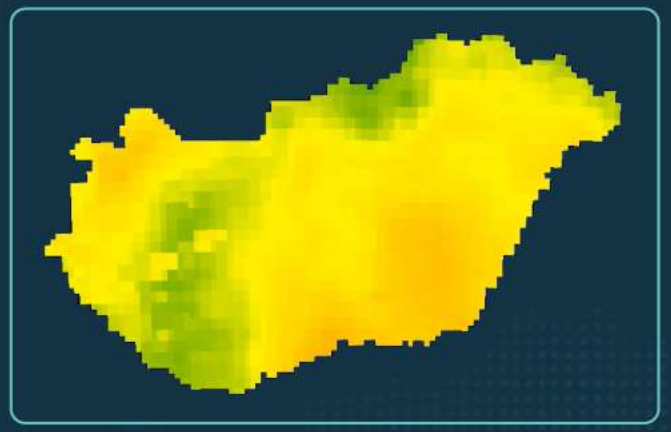
IDŐJÁRÁSI ÉS VÍZHÁZTARTÁSI PARAMÉTEREK

CSAPADÉK
[mm/m²]

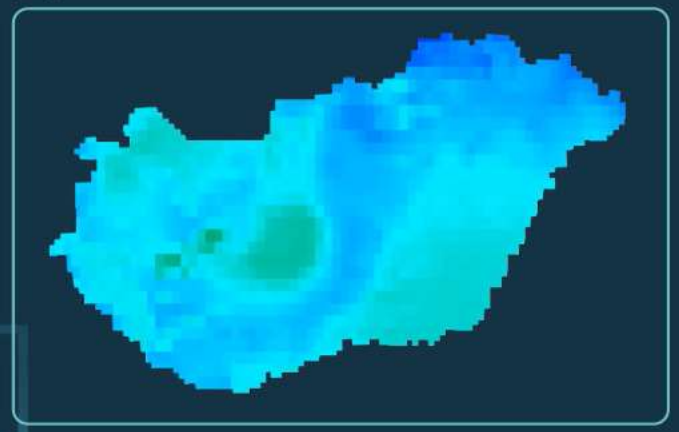


VPD
Telítési páratartalom-hiány [kPa]

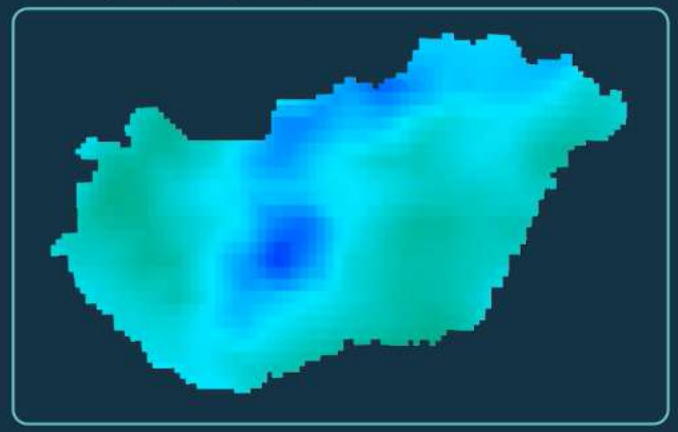
ET_0
Referencia-evapotranszspiráció [mm/nap]



HŐMÉRSÉKLET
[°C]



SZÉLSEBESSÉG
2 m magasságban [km/h]



LECHNER TUDÁSKÖZPONT

2026. május 1. – 00:00

KAPCSOLAT

Böröcz Balázs

1111 Budapest,
Budafoki út 59.

www.lechnerkozpont.hu
E-MAIL:
BALAZS.BOROCZ@LECHNERKOZPONT.HU