A talajnedvesség csapadékviszonyokra gyakorolt hatása a 2022-es aszályhelyzetben numerikus modellkísérletek alapján

VARGA ÁKOS JÁNOS, BREUER HAJNALKA

ELTE TTK FFI, Meteorológiai Tanszék

2025. december 4.

Bevezetés, motiváció

- A Kárpát-medencében a nyári aszályok egyre súlyosabb problémát jelentenek
- A talajnedvesség erősen befolyásolja a felszín–légkör kölcsönhatásokat; a talaj túlzott kiszáradása gátolhatja a záporok és zivatarok kialakulását
- A talajnedvesség esetleges csapadékmódosító hatása numerikus modellekkel vizsgálható
- A modellkonfiguráció jelentősen befolyásolhatja a szimulált folyamatokat
- Cél: vizsgálni, hogy a talajnedvesség változása milyen hatással lehet a csapadékviszonyokra a 2022-es aszályhelyzetben, és hogy ezek a hatások mennyire függenek a modellbeállításoktól

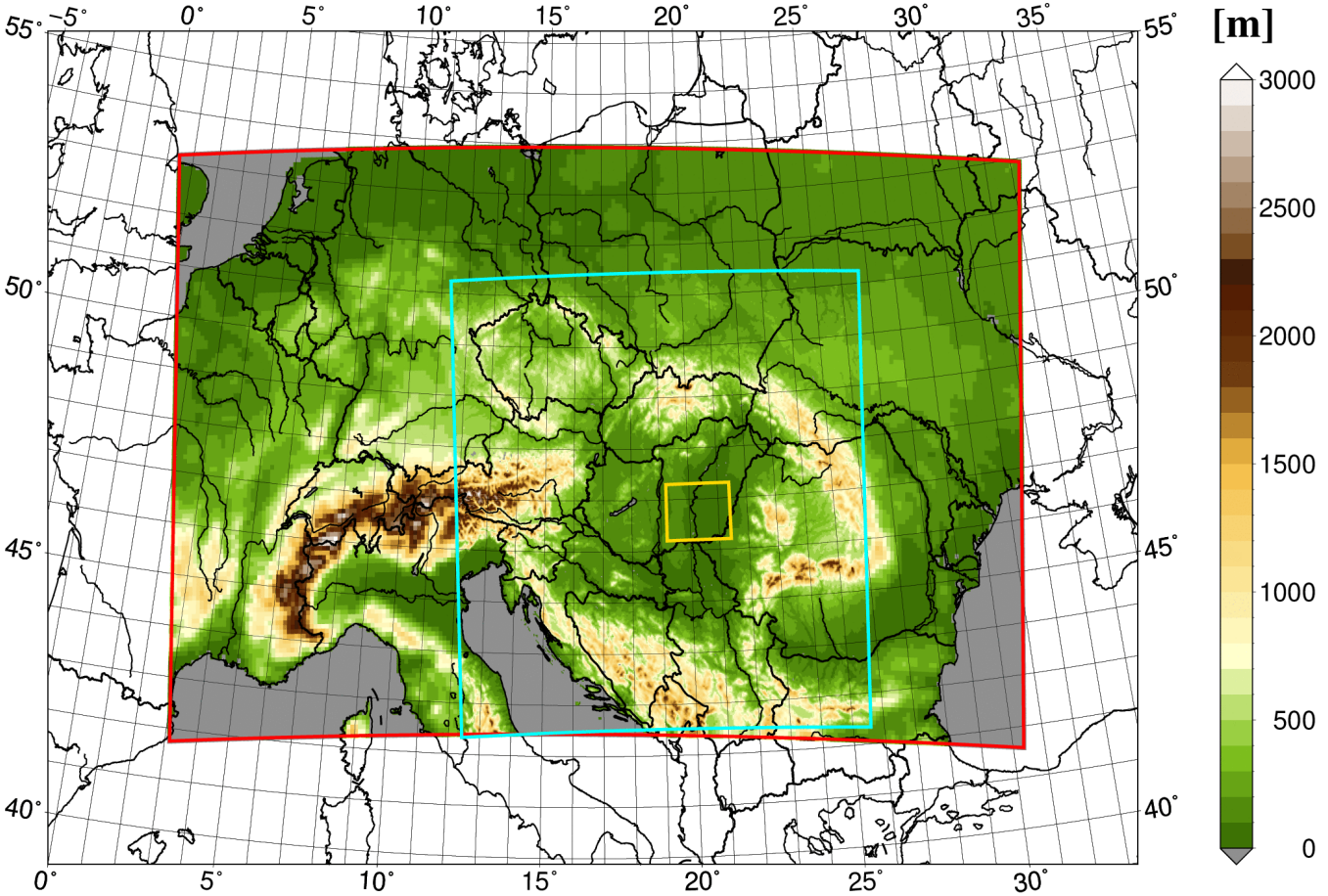
MTA

Modellbeállítások

- WRFV4.5.2 modell (2023. december)
- ERA5 kezdeti- és peremfeltételek (3-óránkénti csatolás)
- Szimulációs időszak:
  2022. április–szeptember,
  2023. április–szeptember
  (folytonos szimulációk)
- Rácstávolság: Δx=10 km, Δx=2,7 km

	Konv. param.	Spectral nudging	Rácstávolság
CU_ON-10km	✓	X	10 km
CU_ON-10km-SN	✓	✓	10 km
CU_OFF-10km	X	X	10 km
CU_OFF-10km-SN	X	✓	10 km
CU_OFF-2.7km	X	X	2,7 km

↳ Konvektív parametrizáció: Kain–Fritsch (KF) séma



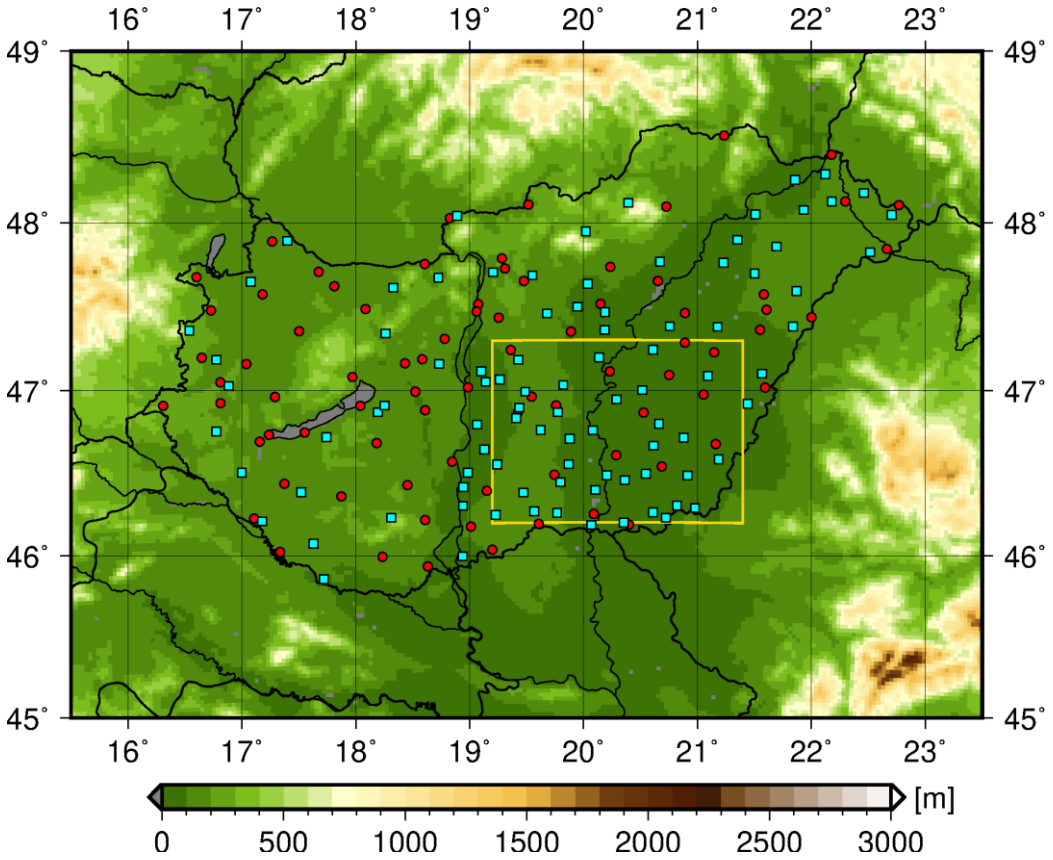
▲ Modelltartományok (Δx=10 km, Δx=2,7 km), feldolgozási terület és tengerszint feletti magasság

◀ Futtatások (modellkonfigurációk)

Spectral nudging (szinoptikus igazodás): olyan eljárás, amelyben a modell nagyobb skálájú, szinoptikus légköri mezőit a reanalízishez igazítjuk

MTA

Modellvalidáció I.

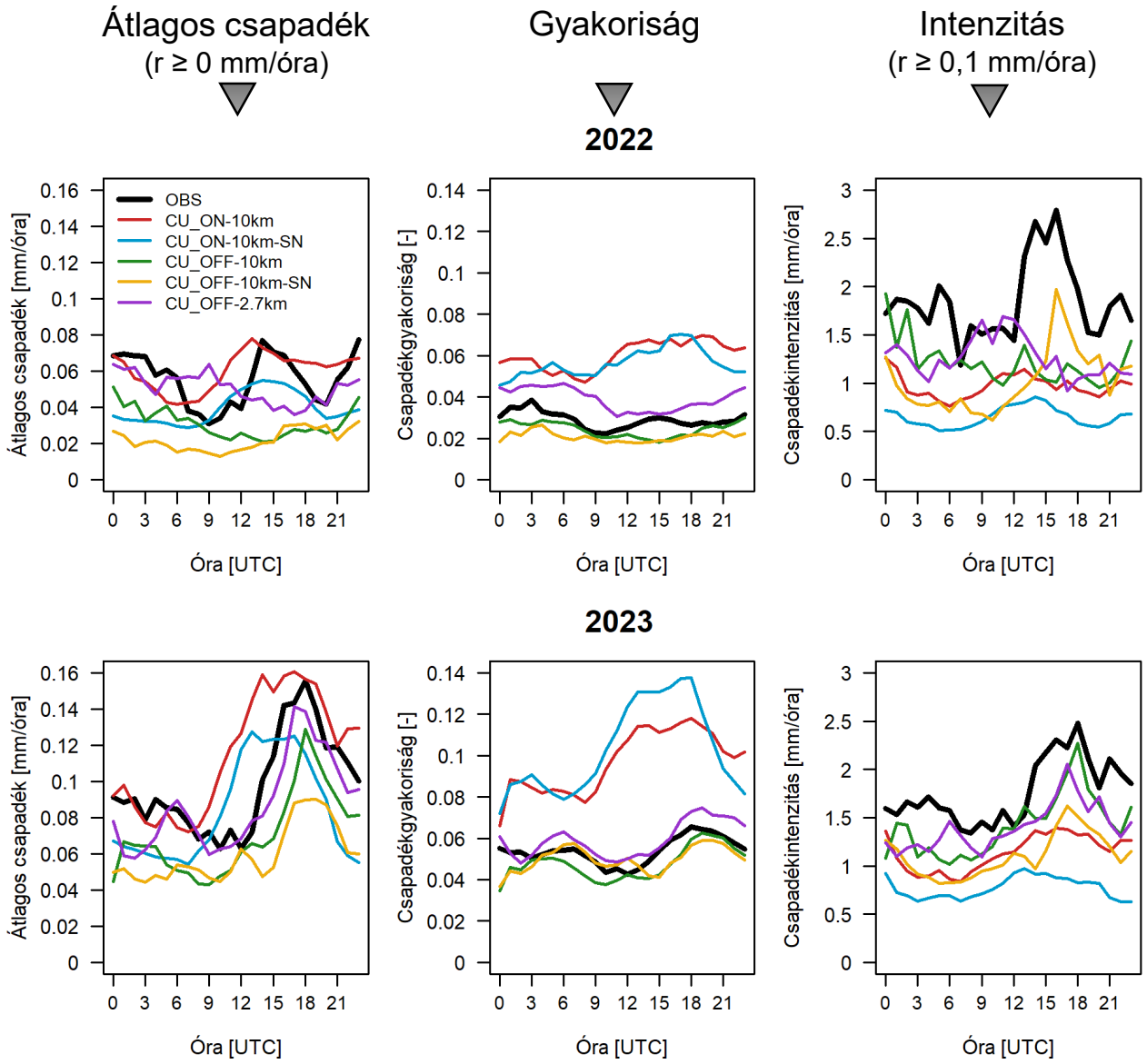


Felhasznált HungaroMet és Aszálymonitoring mérőállomások

HungaroMet adatok forrása: https://odp.met.hu/
Aszálymonitoring adatok forrása: https://aszalymonitoring.vizugy.hu/

Csapadék átlagos napi menete (MJJA)

(80 HungaroMet-állomás adatai alapján)



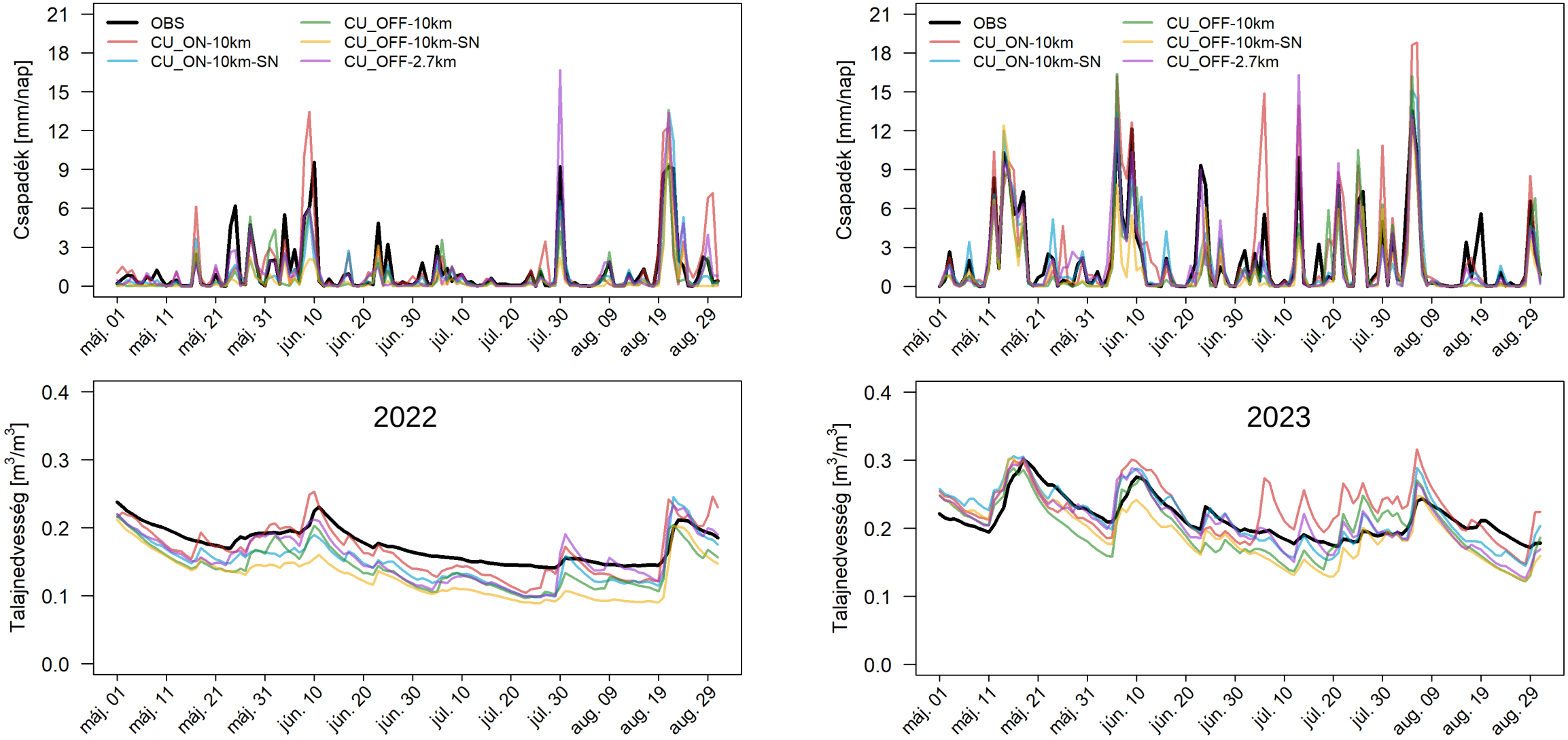
- **A konvektív séma mellőzése realisztikusabb napi menetet eredményez (Δx=10 km-en is!)**

MTA

Modellvalidáció II.

Napi csapadékösszeg és napi átlagos talajnedvesség

(93 Aszálymonitoring-állomás adatai alapján)



- **A felső (0–10 cm) talajréteg nedvességtartalmának időbeli alakulását jól reprodukálja a modell**

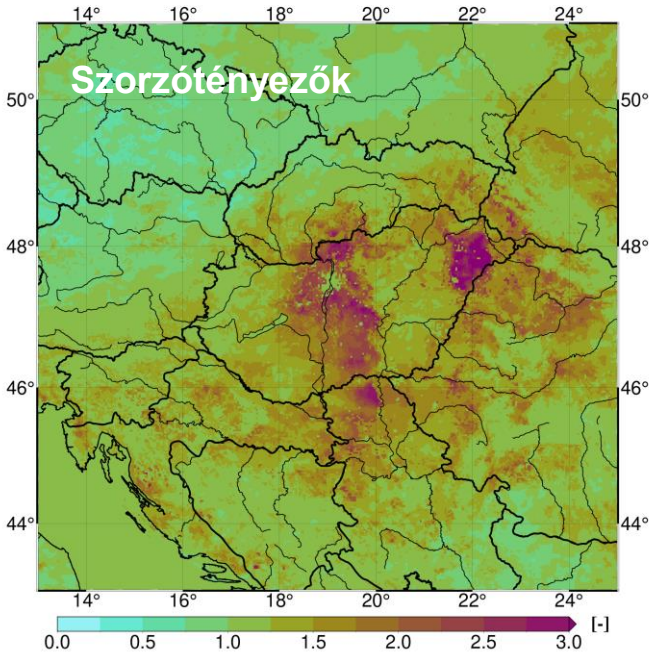
MTA

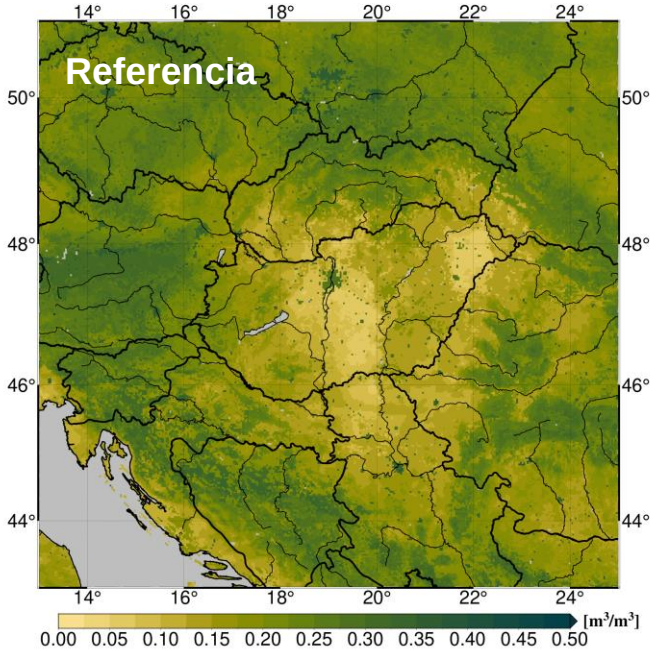
Talajnedvesség-módosítás

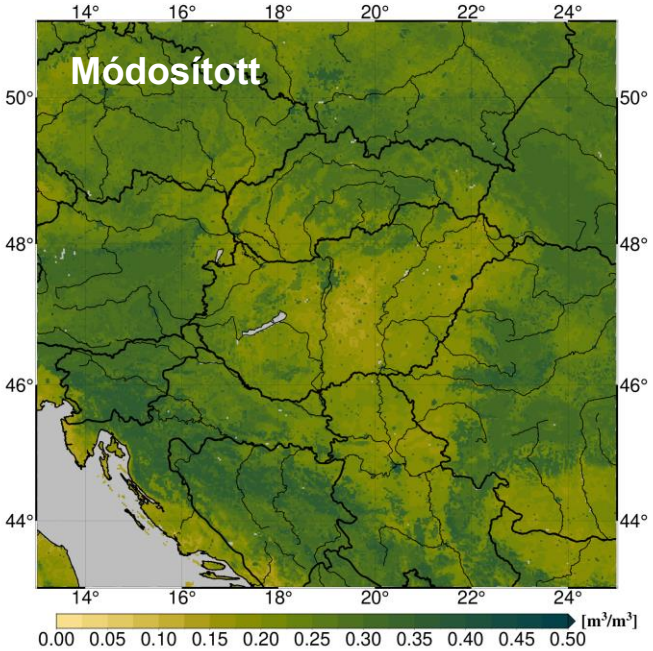
- Két év szimulációja: 2022 (aszályos) és 2023 (közel normális)
- Cél: a 2022-es időjárási helyzet megtartása, de a talajnedvesség igazítása a 2023-as viszonyokhoz
- Talajnedvesség-szorzótényezők:

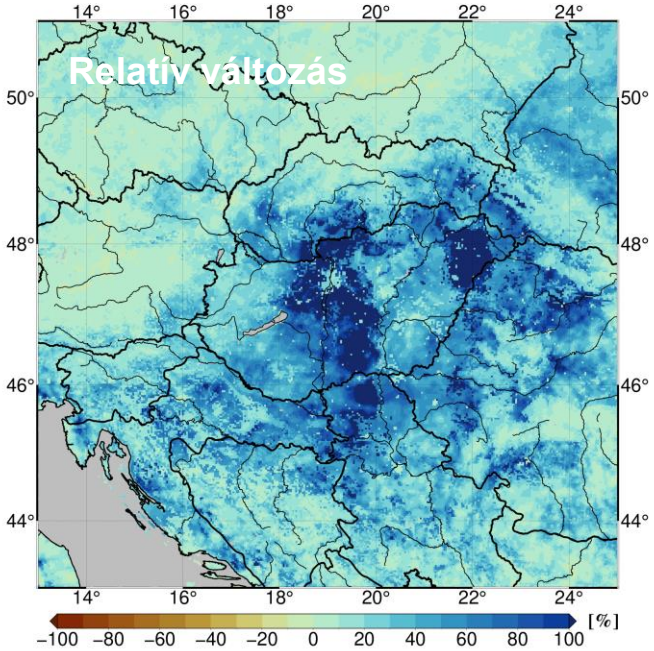
$$Szorzótényező(x, y, z, hónap) = \frac{Talajnedvesség_2023(x, y, z, hónap)}{Talajnedvesség_2022(x, y, z, hónap)}$$

- Módosított szimuláció: a 2022-es időszak lefuttatása 2023-nak megfelelő talajnedvességi állapottal (minden nap 00 UTC-kor az adott havi szorzótényező alkalmazása a 2022-es talajnedvességre)
- Eredmény: azonos légköri kényszer, eltérő talajnedvesség
- **Példa [térképek]: CU_OFF-2.7km futtatás, július hónap, 0–10 cm-es talajréteg**

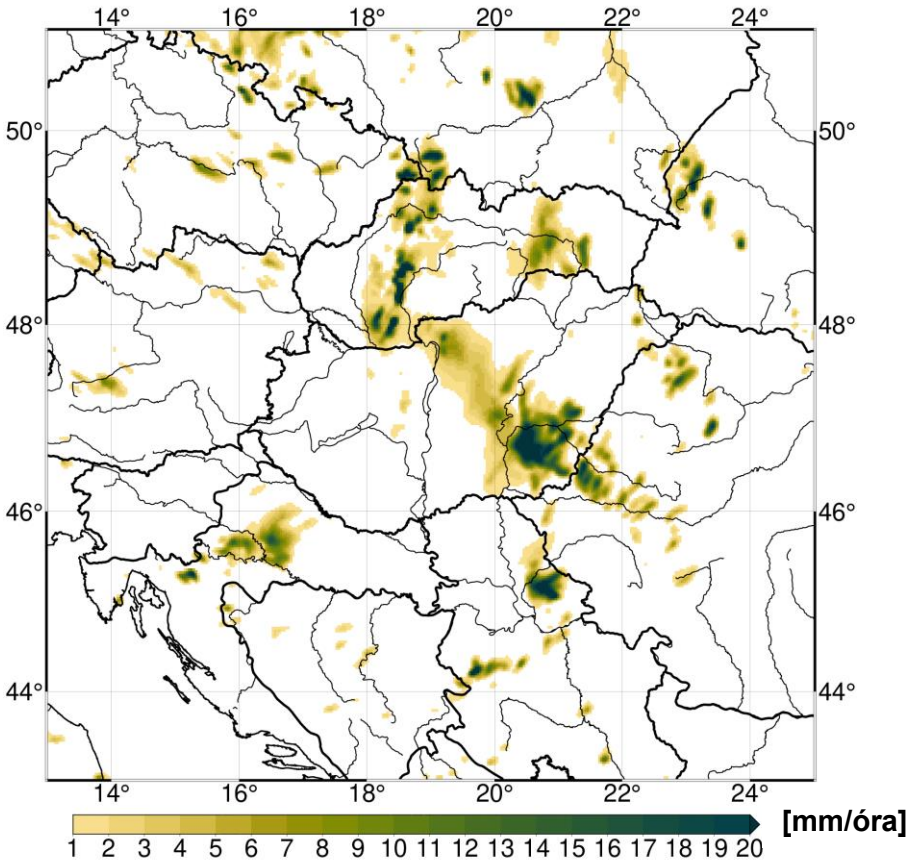




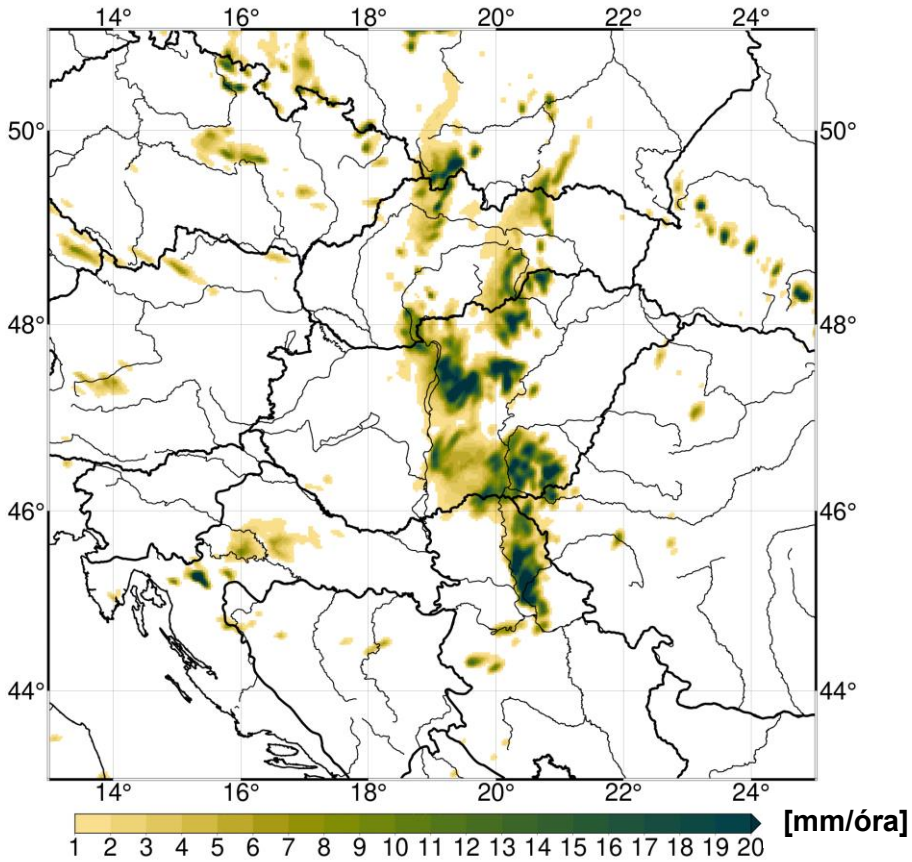




Talajnedvesség-módosítás hatásai I.



Referencia



Módosított

Órás csapadékösszeg (2022. július 30. 12 UTC)

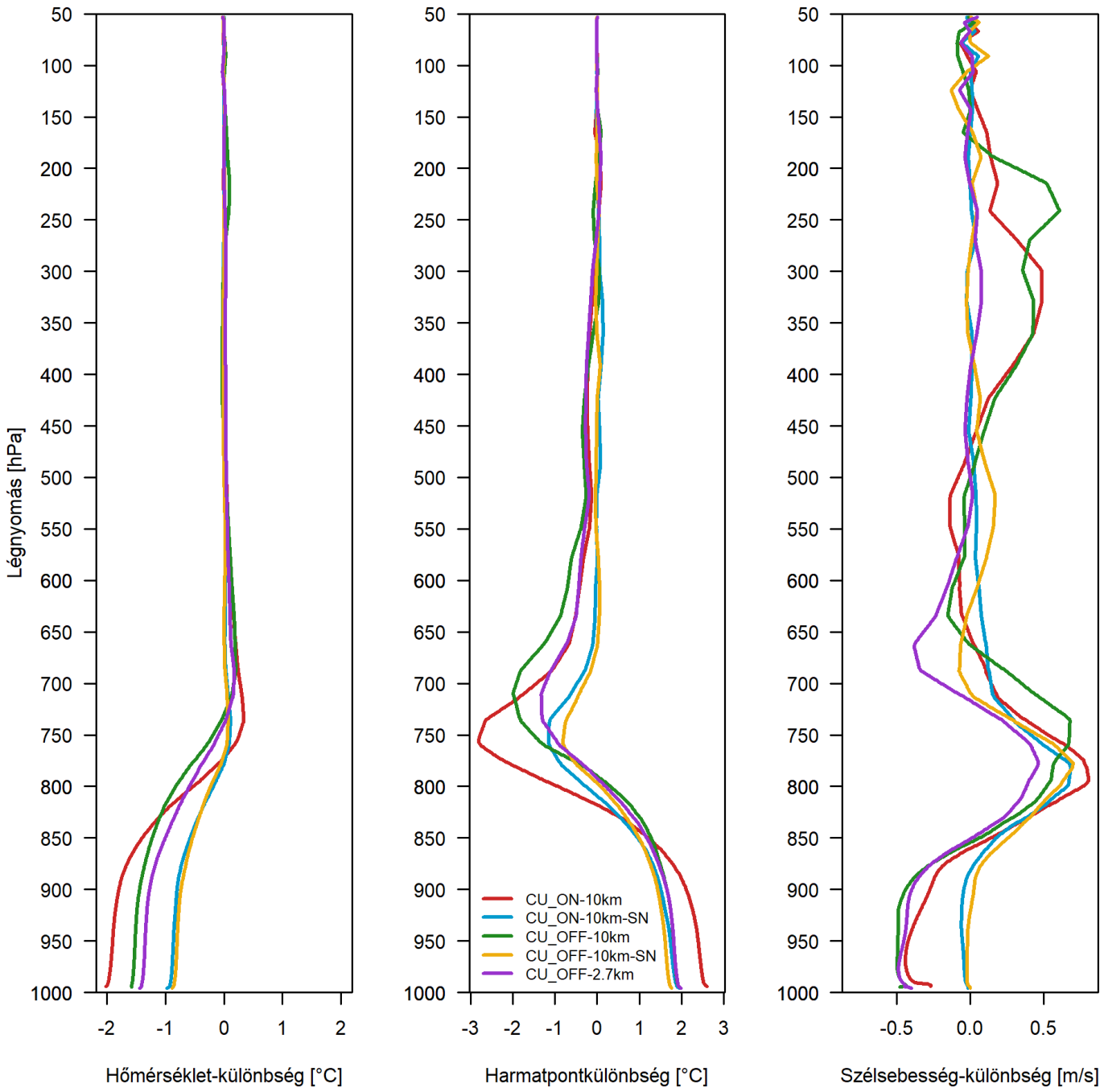
- **A módosított talajnedvesség időnként nagy eltéréseket eredményez a csapadékeloszlásban**

MTA

Talajnedvesség-módosítás hatásai II.

- Vertikális profilok átlagos (MJJA) megváltozása (hőmérséklet, harmatpont, szélsebesség)
- A jelentősebb különbségek kb. 750–700 hPa-ig (2500–3000 m) jelentkeznek
- Spectral nudging (szinoptikus igazodás) alkalmazása mellett a különbségek kisebbek

(Alföldi területi átlagok)

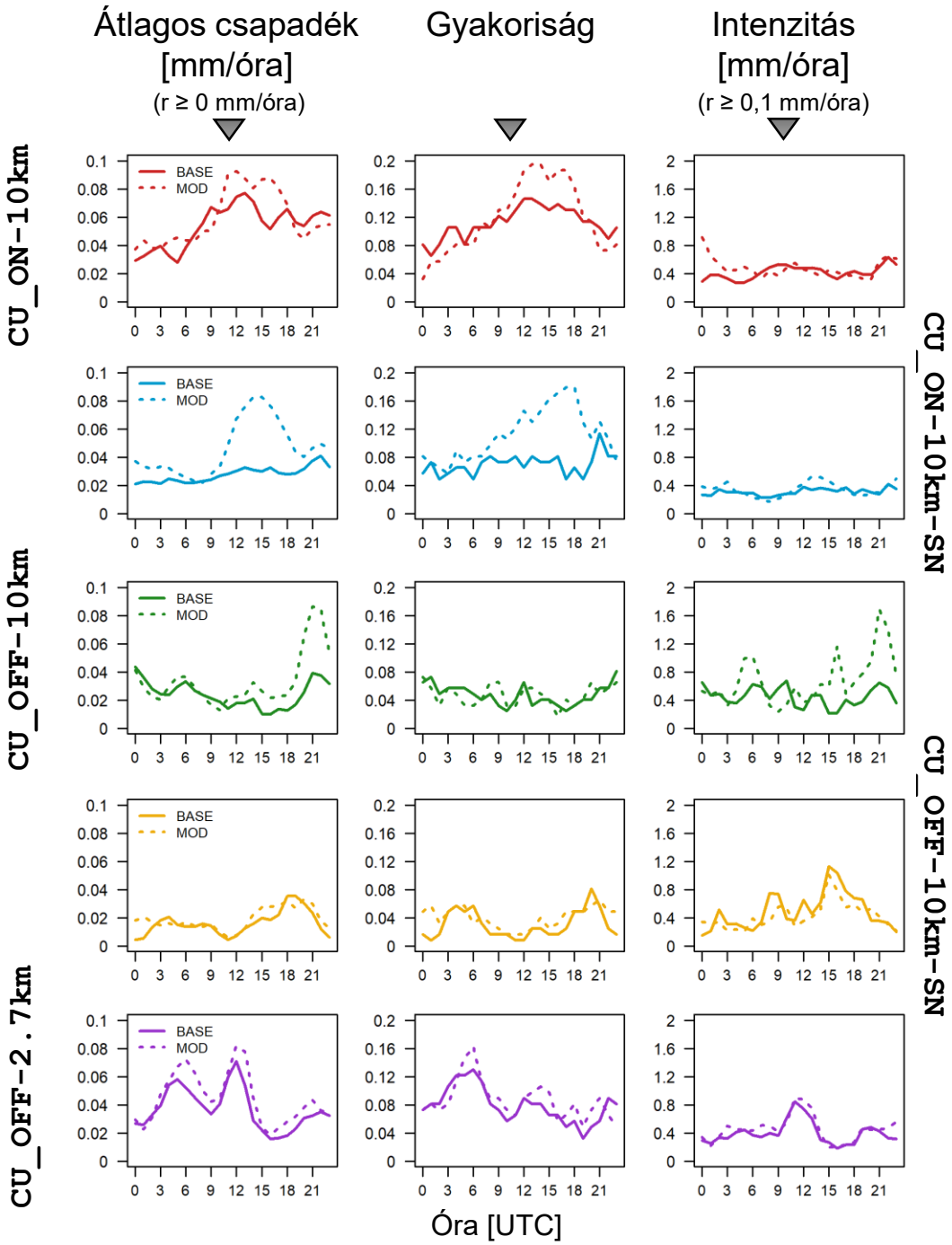


MTA

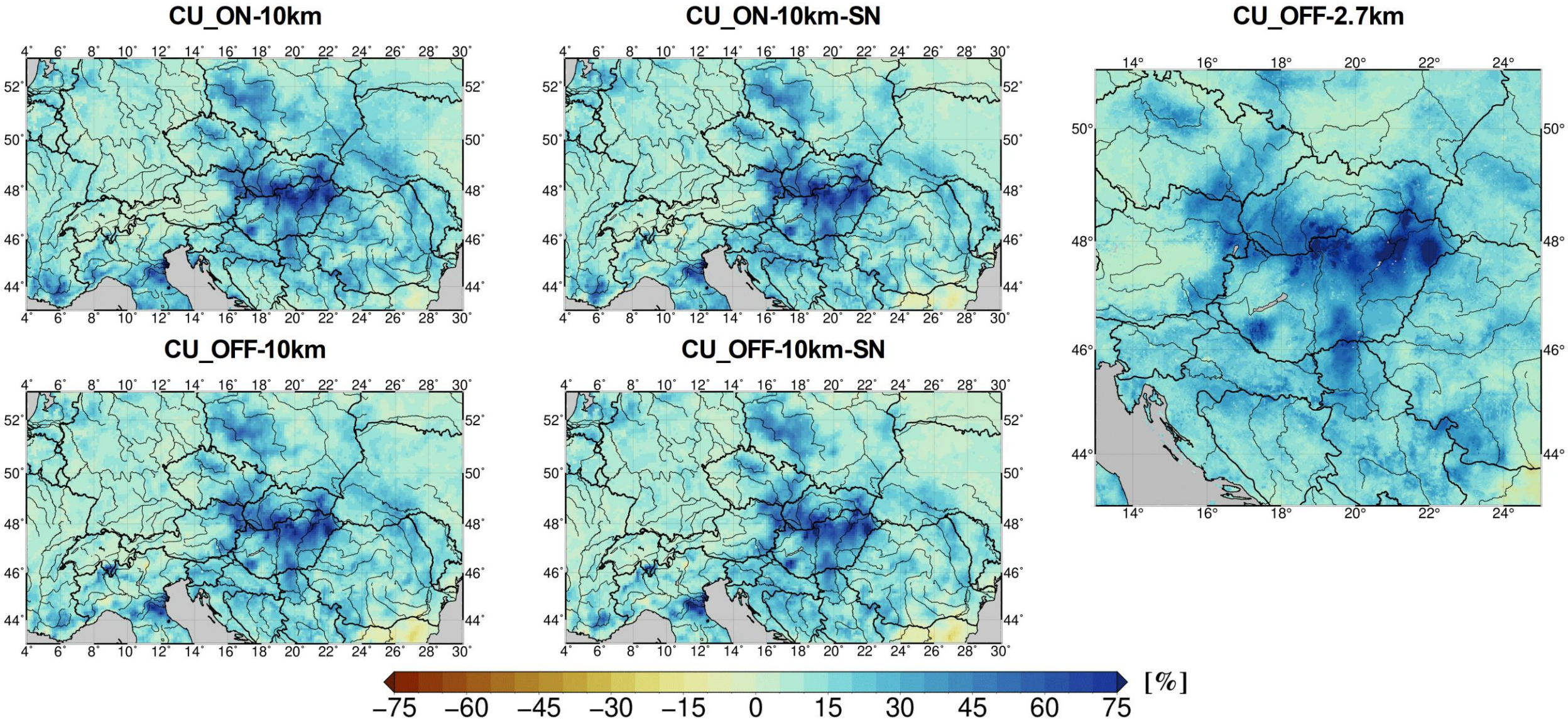
Talajnedvesség-módosítás hatásai III.

- Csapadék átlagos (MJJA) napi menete (átlagos csapadék, gyakoriság, intenzitás)
- A napi átlagos csapadékmennyiség minden vizsgált konfigurációban növekszik
- Parametrizált konvekció esetén a csapadékgyakoriság megnövekszik (valószínűleg irreálisan)

(Alföldi területi átlagok)
(Folytonos vonal: referencia; szaggatott vonal: módosított talajnedvesség)

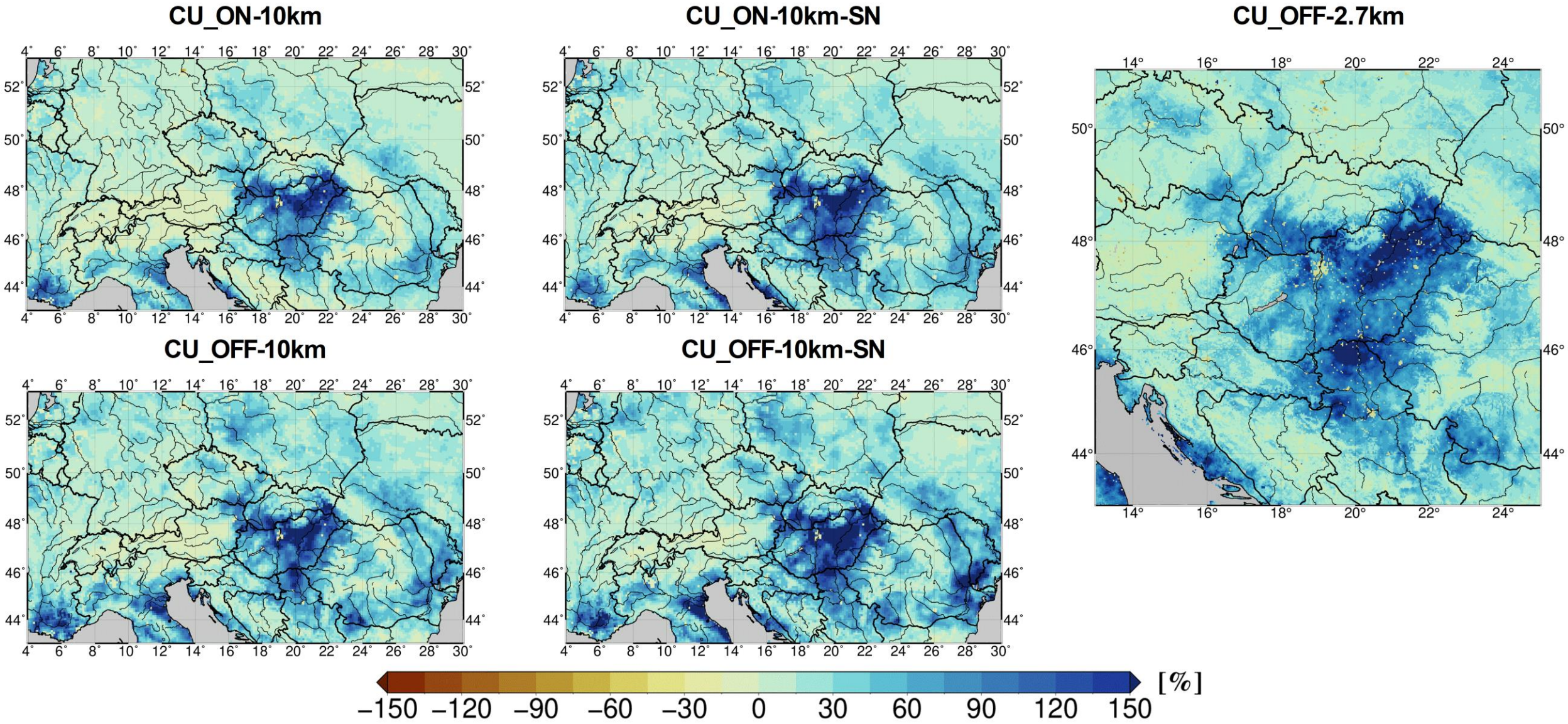


Talajnedvesség-módosítás hatásai IV.



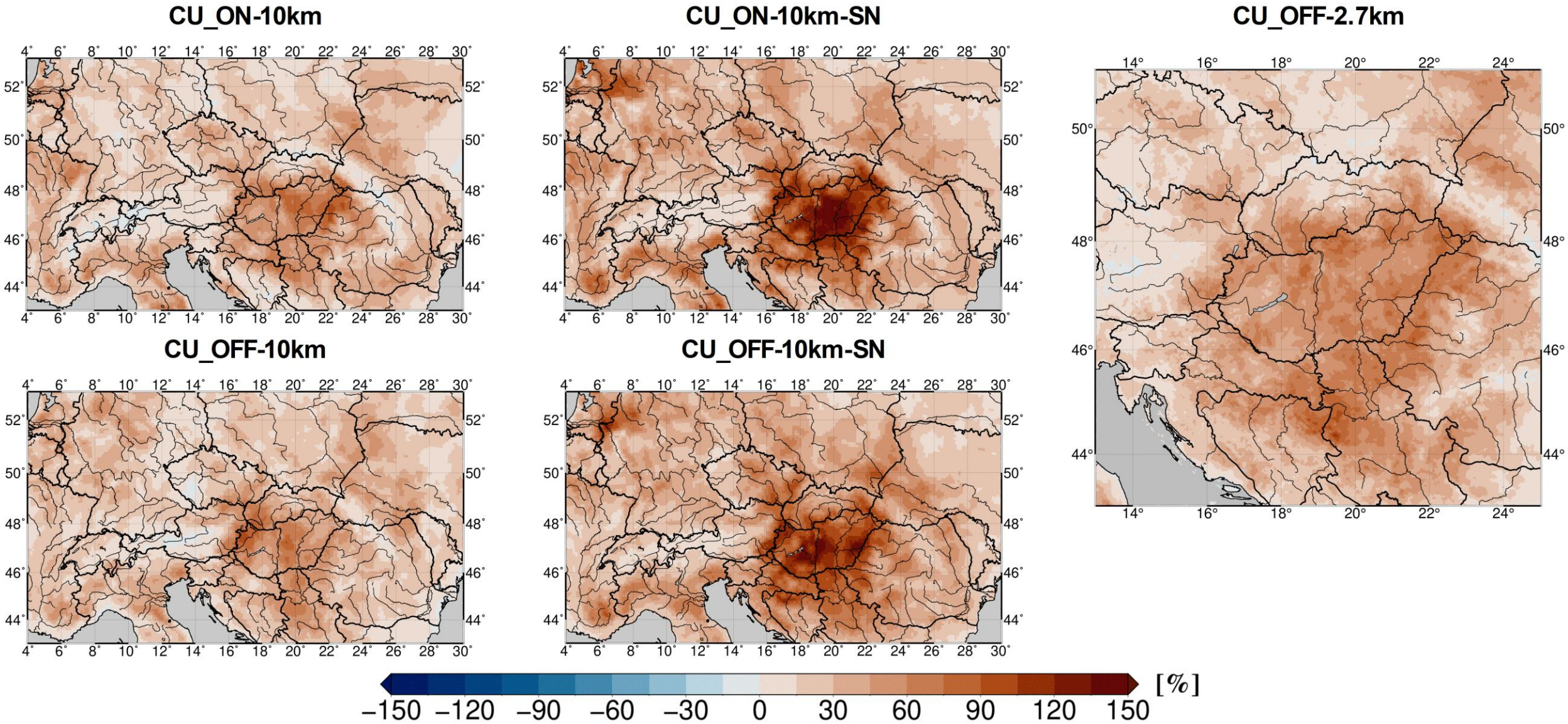
A teljes talajoszlop nedvességtartalmának relatív változása (MJJA átlag)

Talajnedvesség-módosítás hatásai V.



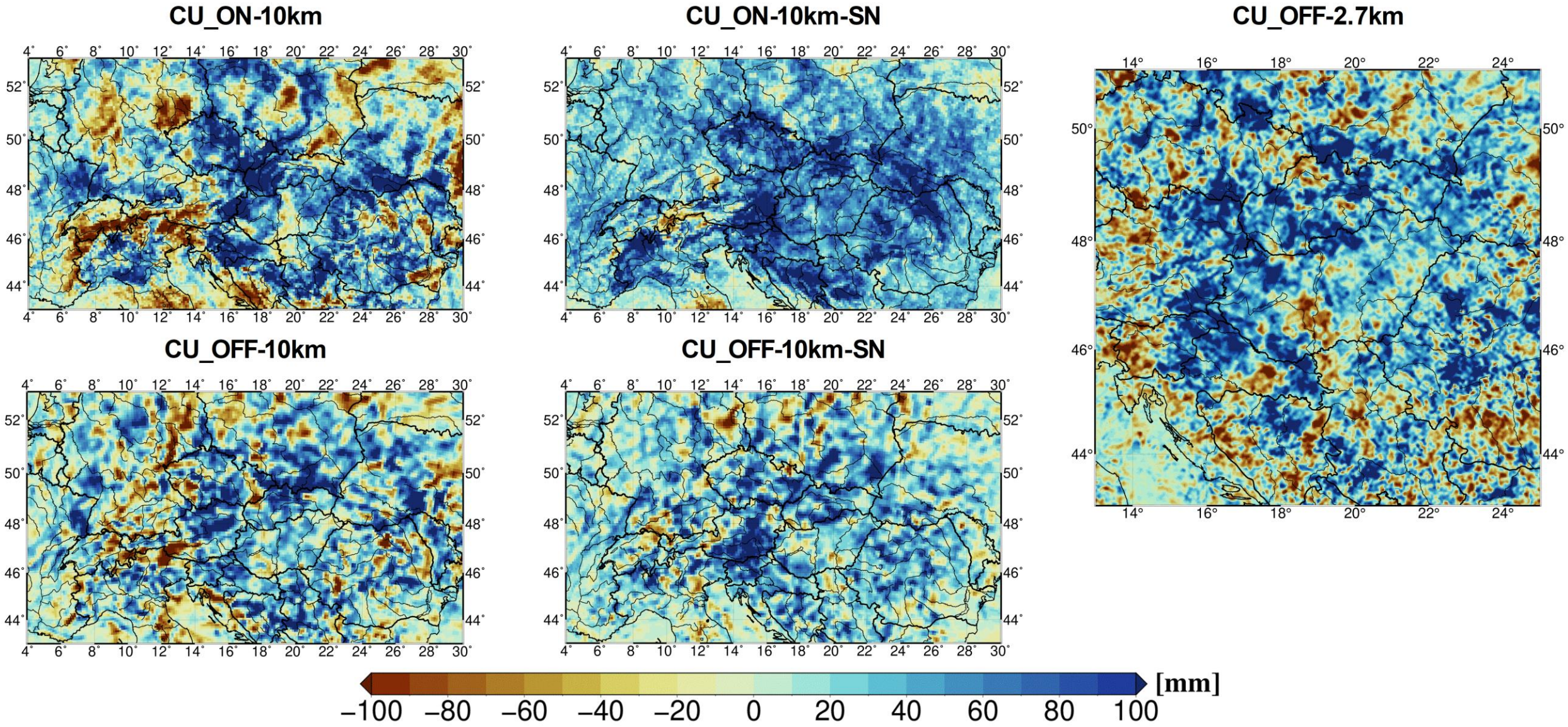
Látens hőáram relatív változása (MJJA átlag)

Talajnedvesség-módosítás hatásai VI.



Konvektív elérhető potenciális energia (MUCAPE) relatív változása (MJJA átlag)

Talajnedvesség-módosítás hatásai VII.



Csapadékösszeg változása (MJJA)

Következtetések, kitekintés

- A kijelölt alföldi területen a teljes időszak (MJJA) csapadékösszege növekszik a nagyobb talajnedvesség hatására; a legmegbízhatóbb, nagyfelbontású konfigurációban a változás 23 mm (≈21%)
- A csapadékváltozás területi eloszlása nem homogén: lokálisan csapadékcsökkenés is előfordulhat
- A növekedés vagy csökkenés mértéke és mintázata erősen függ a modellkonfigurációtól
- A csapadékváltozásokat a belső változékonyság is befolyásolhatja; további vizsgálatok szükségesek annak megállapítására, hogy a változások mennyire szisztematikusak
- A vizsgált szimulációk drasztikus és idealizált talajnedvesség-módosítást tartalmaznak, ezért gyakorlati jelentőségük korlátozott
- Hosszabb, több évtizedet lefedő szimulációk szükségesek a hatások statisztikai szempontból megalapozott értékeléséhez
- Eredményeink alapján a talajnedvesség hatással lehet a lokális csapadékfolyamatokra, de a gyakorlati jelentőség megítéléséhez további, célzott vizsgálatok szükségesek

MTA 200 ÉVES A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

Köszönöm a figyelmet!

Elérhetőség: vakos94@staff.elte.hu

Készült az RRF-2.3.1-21-2022-00014 azonosítószámú „Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium létrehozása” elnevezésű projektben a Magyarország Helyreállítási és Ellenállóképességi Tervének keretében, az Európai Unió Helyreállítási és Ellenállóképességi Eszközének támogatásával.

A kutatás az OTKA FK132014 pályázat keretében valósult meg.

MTA