NEMZETI LABORATÓRIUM

A RegCM klímamodell különböző beállításainak érzékenységi elemzése a Kárpát-régióra

Kalmár Tímea, Pieczka Ildikó, Pongrácz Rita

Götz Gusztáv születésének 90. évfordulójának emlékülése

2023.11.06.

Bevezetés

NEMZETI LABORATÓRIUM

A Meteorológiai Tanszéken az éghajlatmodellezési vizsgálatok közel 20 éve folynak (**RegCM,** PRECIS, WRF)

Különböző nemzetközi együttműködések (pl. CORDEX)

RegCM folyamatos fejlesztése és tesztelése (Mo.: Torma et al., 2008; 2011; Pieczka et al., 2017; Kalmár et al., 2021)

2016: RegCM4.5 adaptálása

Újdonságok:

- nem-hidrosztatikus dinamika
- új mikrofizikai séma (NogTom), amely jóval összetettebb a korábbihoz képest (SUBEX)

A cikkben ezek vizsgálatára került sor, illetve a planetáris határréteg (PHR) sémákra, mivel ezek eddig nem voltak tesztelve a Kárpát-régióra

→ *A sensitivity analysis of the different setups of the RegCM4.5 model for the Carpathian region*

RegCM szimulációk főbb beállításai

NEMZETI LABORATÓRIUM

- **7 szimuláció** (+H_NogTom_UW
- De! A NogTom és az UW séma nem kompatibilis egymással)
- Modellverzió: **RegCM4.5**
- Időszak: **1981-1990** (1980: spin up)
- ICBC: **ERA-Interim** (0.75°)
- Horizontális felbontás: **10 km**

	Dinamika	Mikrofizika	PHR séma	Konvektív séma – szf./óceán
H_SUB4.3	Hidrosztatikus	módosított SUBEX - SUB4.3	Holtslag	Grell/MIT-Emanuel
H_SUB4.3_UW	Hidrosztatikus	módosított SUBEX - SUB4.3	UW	Grell/MIT-Emanuel
H_SUBEX	Hidrosztatikus	SUBEX	Holtslag	Grell/MIT-Emanuel
NH_SUBEX	Nem-hidrosztatikus	SUBEX	Holtslag	Grell/MIT-Emanuel
H_NogTom	Hidrosztatikus	NogTom	Holtslag	Grell/MIT-Emanuel
NH_NogTom	Nem-hidrosztatikus	NogTom	Holtslag	Grell/MIT-Emanuel
NH_NogTom_NC	Nem-hidrosztatikus	NogTom	Holtslag	-

Különbség a SUBEX és a SUB4.3 között (Torma et al., 2011):

(a) Felhőből csapadék autokonverziós ráta: 0.0005 → 0.00025 s^{-1}

(b) Esőcsepp párolgási együtthatója: $0.2 \cdot 10^{-4} \rightarrow 1 \cdot 10^{-3} (kg \cdot m^{-2} \cdot s^{-1})^{-1/2} \cdot s^{-1}$

(c) Esőcseppek akkréciós rátája: 6 → 3 $m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-1}$ í

Validáció

NEMZETI LABORATÓRIUM

CarpatClim

Lefedett terület:

44° - 50° é.sz.

17° - 27° k. h.

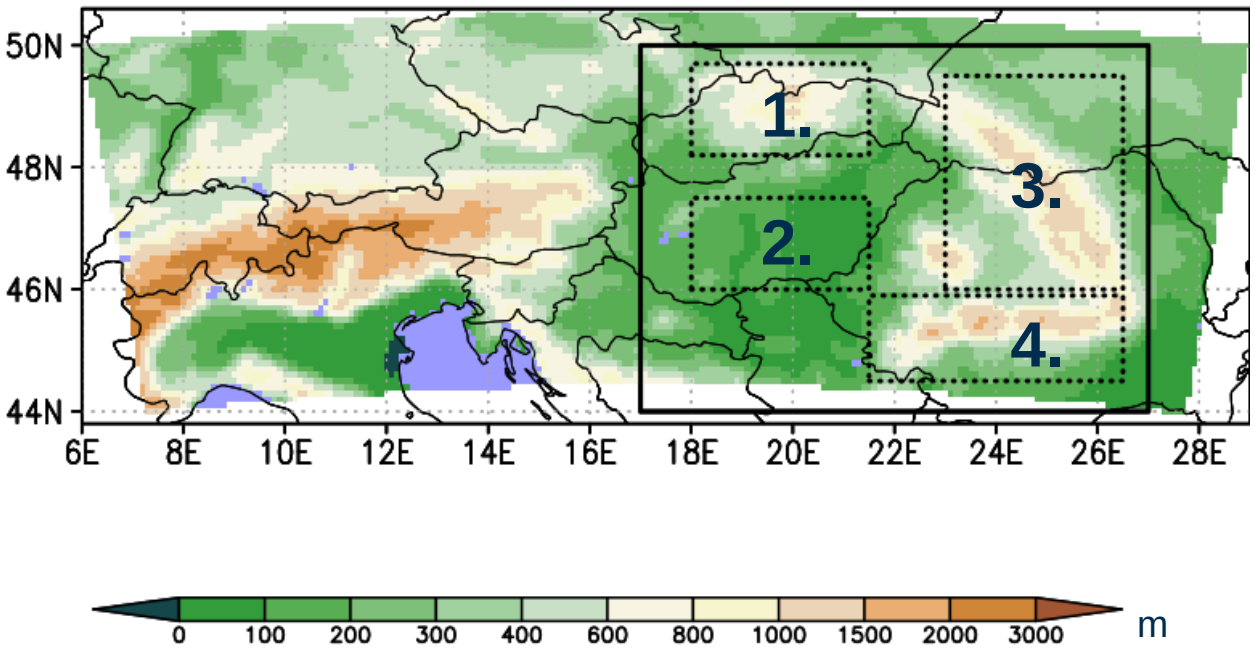
Időbeli felbontás: 1 nap

Horizontális felbontás: 0.1°

Vizsgált változók

- Hőmérséklet
- Globálsugárzás
- Felhőborítottság
- Csapadék

+Integrated Global Radiosonde Archive (IGRA)

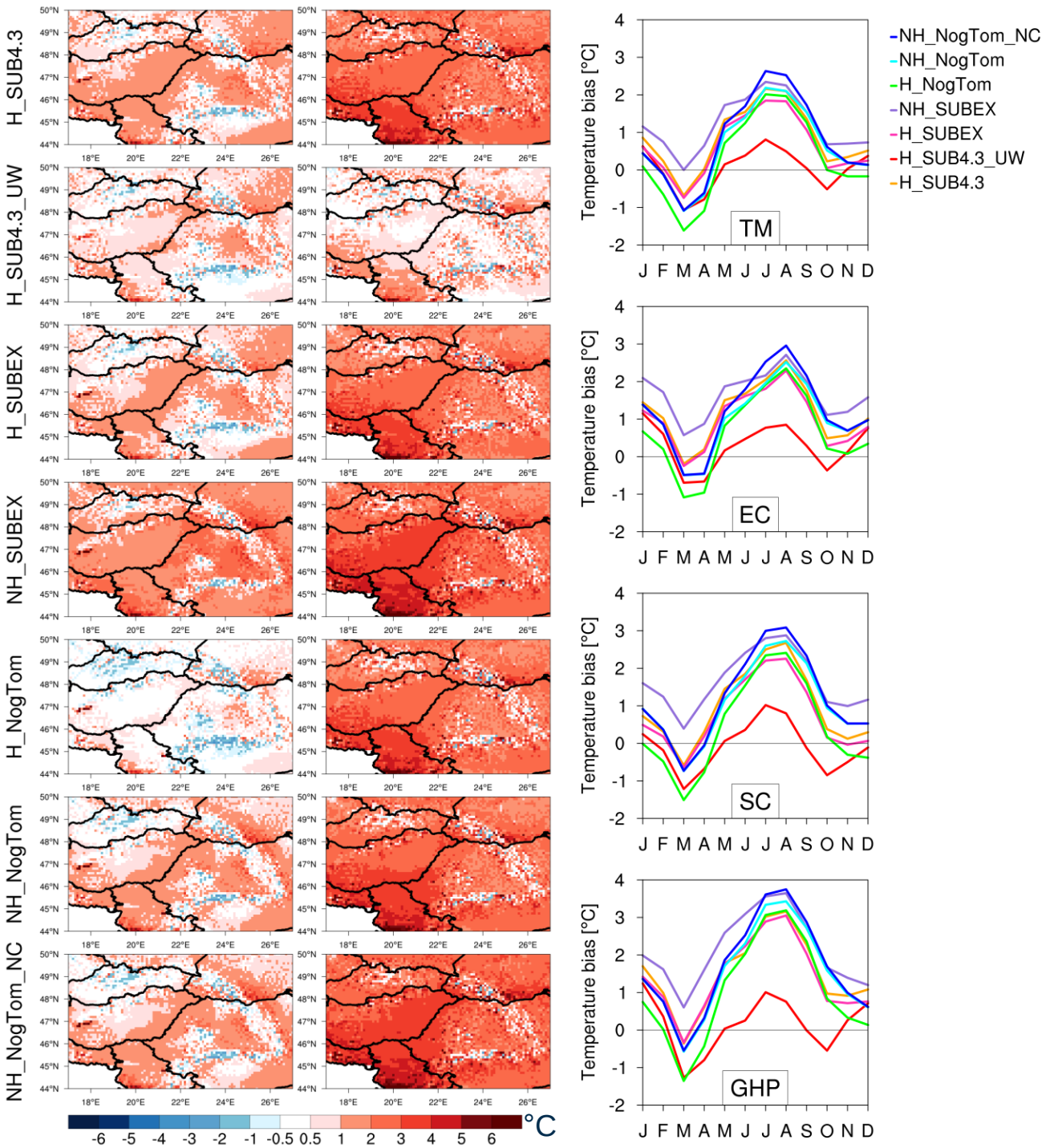


Négy kisebb régió vizsgálata:

1. Tátra (TM)
2. Alföld (GHP)
3. Keleti-Kárpátok (EC)
4. Déli-Kárpátok (SC)

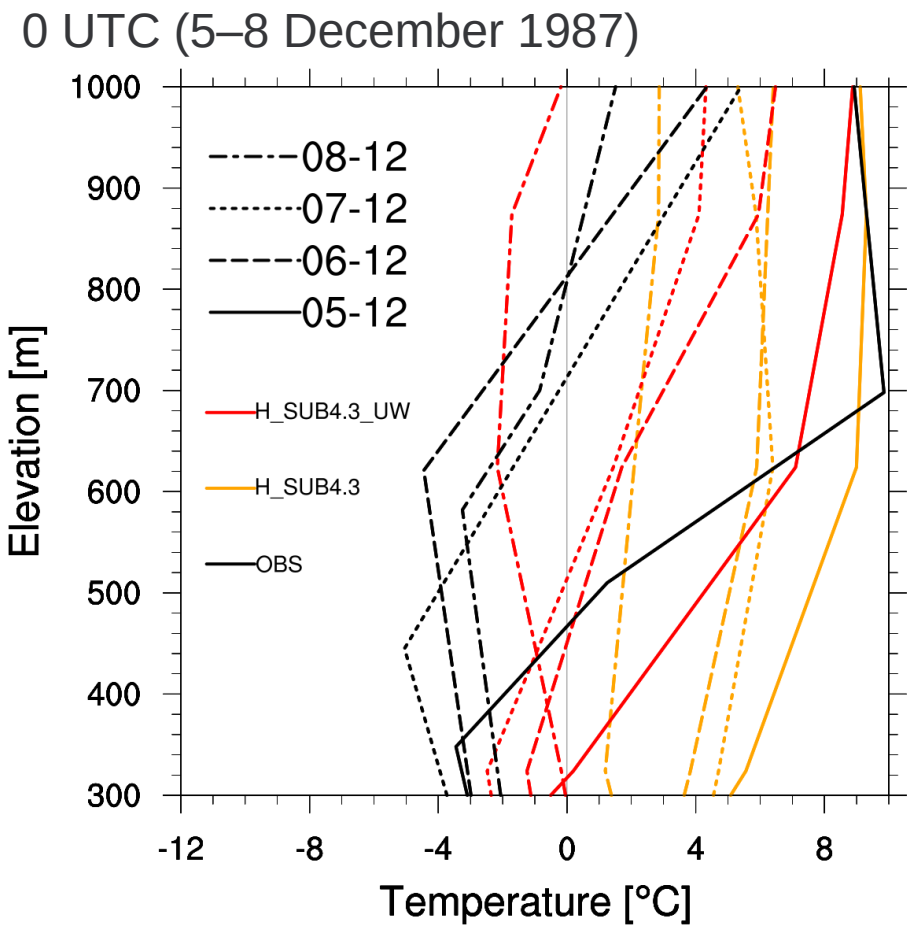
Hőmérséklet

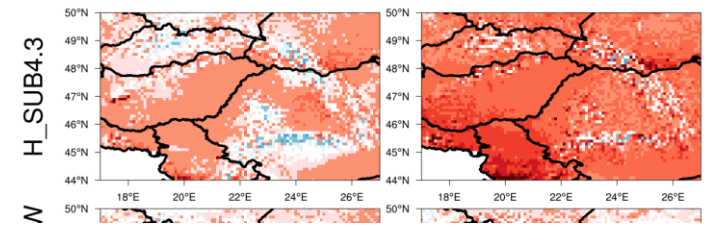
- Hőmérsékleti hiba télen és nyáron (b), illetve az éves menet hibái a négy régióra (j)
- Balaton megjelenése télen
- Hegyvidéki területeken hőmérsékleti alulbecslés, míg síkvidéken felülbecslés
- Nyáron a felülbecslés akár 4 °C-ot is eléri (kiv. H_SUB4.3_UW)
- UW csökkenti a hőmérsékleti felülbecslést télen és nyáron az aflödi területeken
- NogTom séma csak télen okoz javulást a SUBEX-hez képest

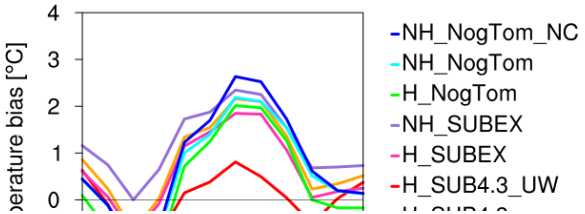


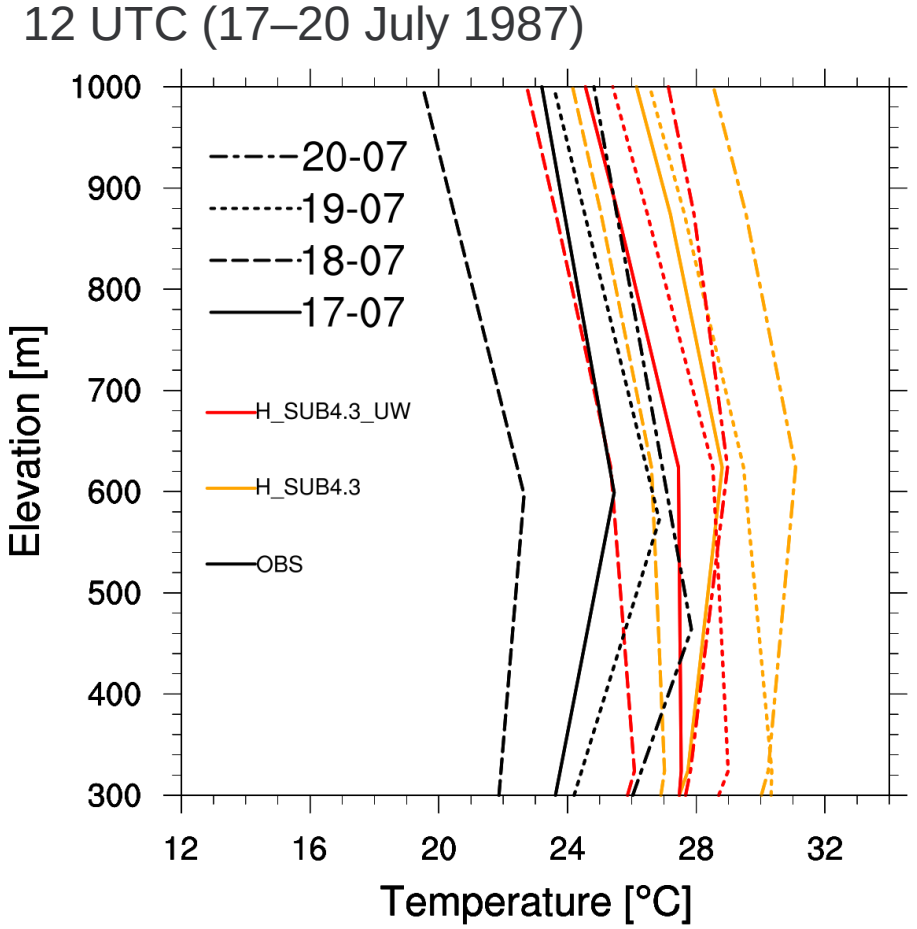
Hőmérséklet

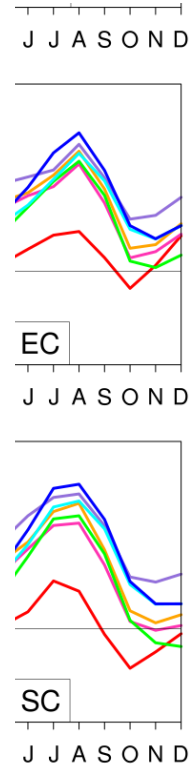
- Hőmé
(b), ill
négy
- Balato
- Hegy
alulbe
felülbe
- Nyáro
eléri (
- UW c
felülbe
aflödi
- NogTom séma csak télen okoz javulást a SUBEX-hez képest

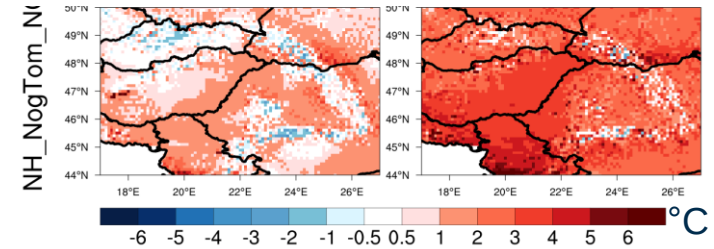


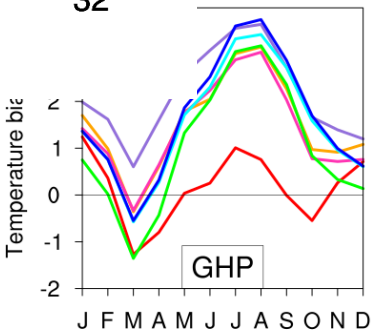






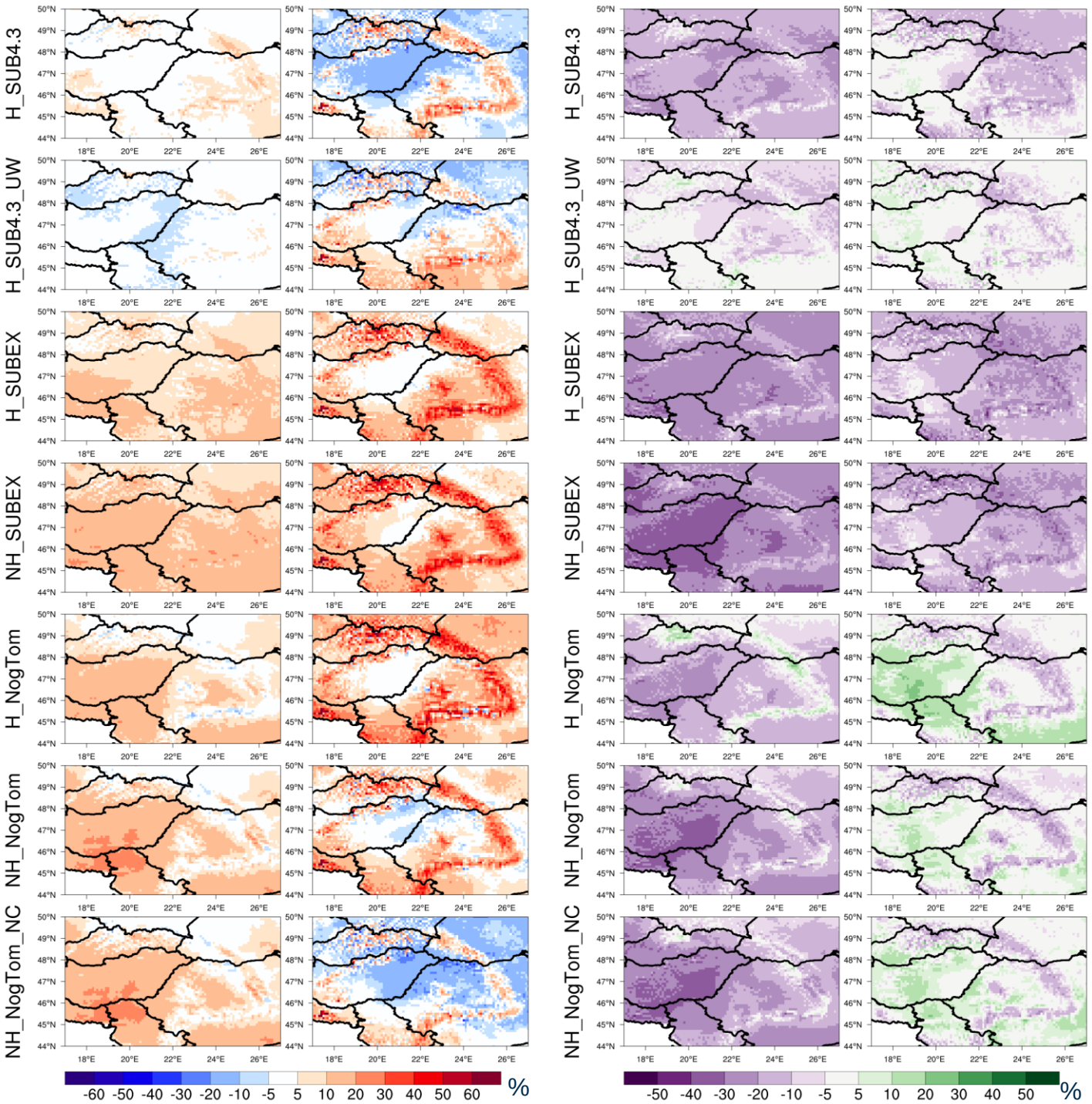






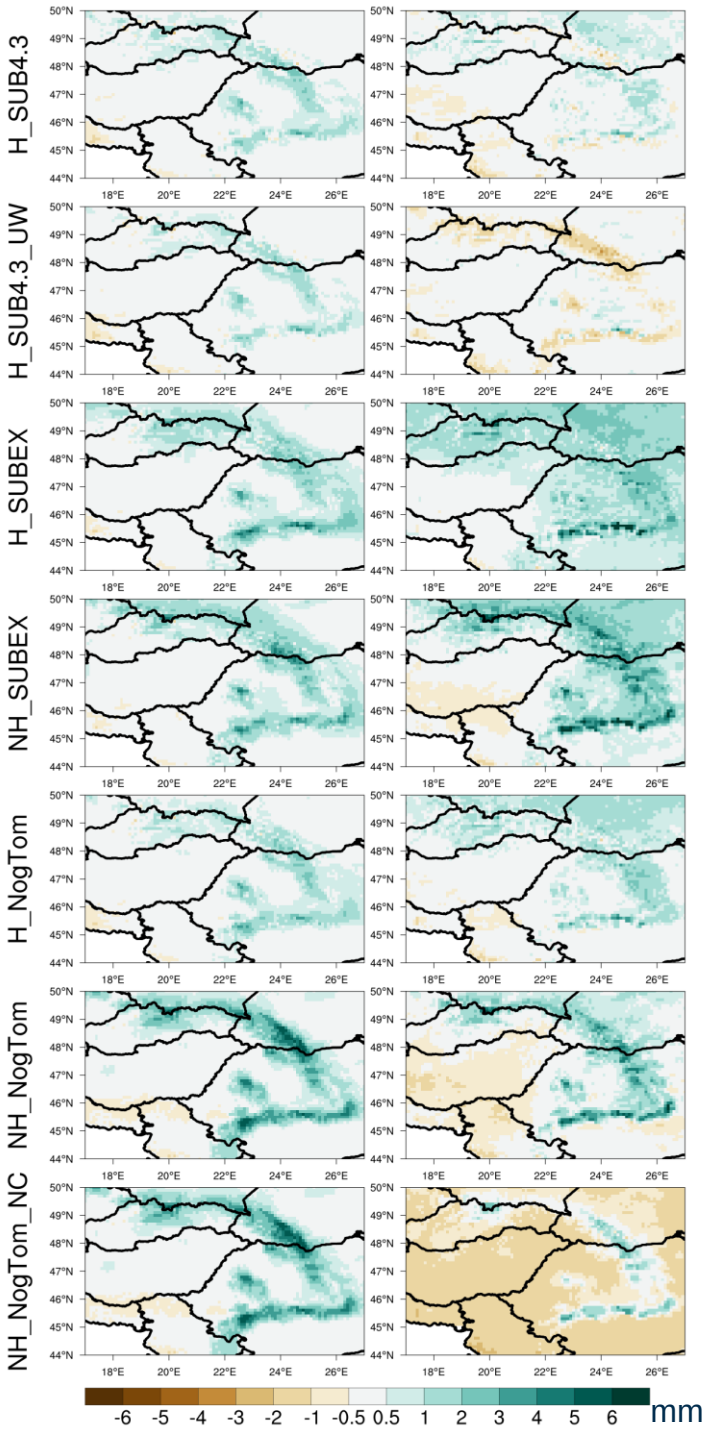
Globálsugárzás és felhőborítottság

- Globálsugárzás (b) és felhőborítottság (j) hibája télen és nyáron
- SUB4.3 jobban teljesít a SUBEX-nél – érdemes a módosított verziót használni itt is
- Kárpátokban akár 50%-os GR felülbecslés nyáron
- Az NH-s dinamika kevésbé érezteti hatását
- NH_NogTom_NC: télen globálsugárzás felülbecslése (30%), nyáron alulbecslés (20%)
- UW séma javulást okoz a felhőborítottságnál

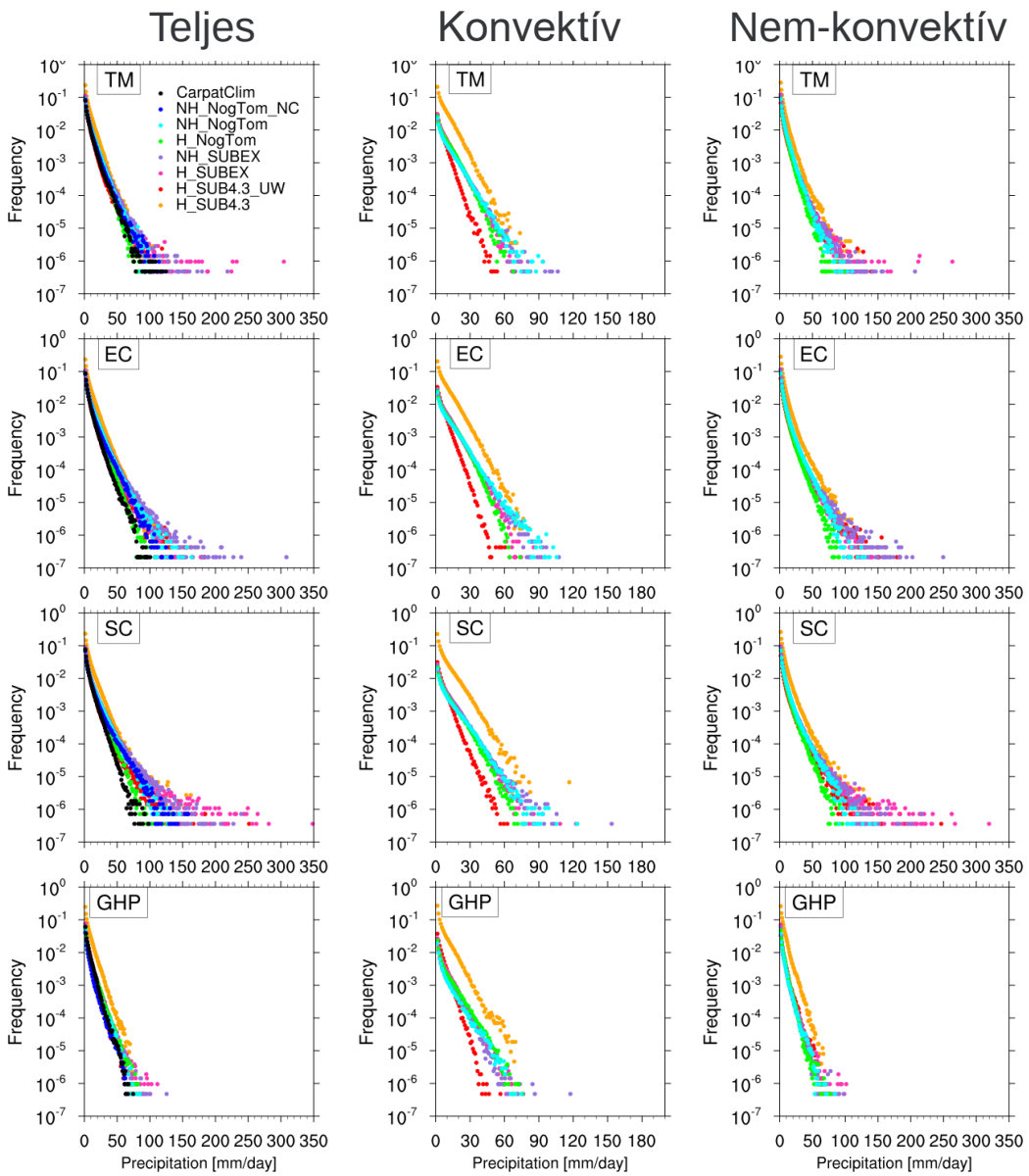


Csapadék

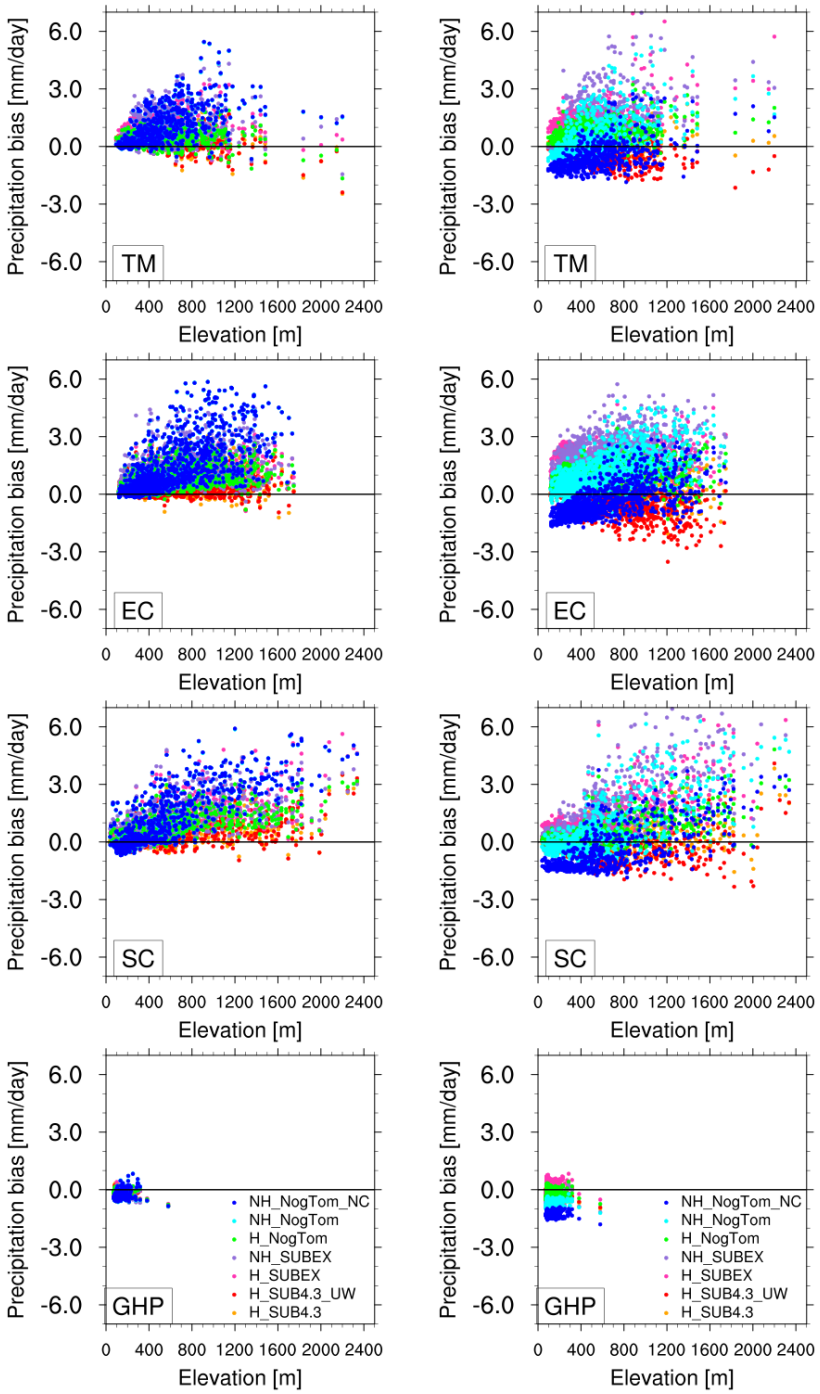
- Csapadékhiba télen (b) és nyáron (j)
- Csapadéknál inkább fordított a hibaelőjelek fordulnak elő a hőmérséklethez képest (hegyvidék magas értékek, alföldi régiók csapadék alulbecslése)
- A SUBEX módosításai csökkentik a csapadékmennyiséget, ahogy a NogTom séma is hidrosztatikus esetben
- NH-s dinamika növeli a csapadék mennyiségét a hegyvidéki területeken
- Télen a konvektív séma nem aktiválódik, így a NH_NogTom és NH_NogTom_NC megyegyezik
- Nyáron viszont 2 mm/nap alulbecslést okoz a konvektív séma kikapcsolása az alföldi területeken



Csapadék domborzattól való függése, különböző csapadéktípusok vizsgálata



Napi csapadékintenzitás empirikus valószínűségi eloszlása



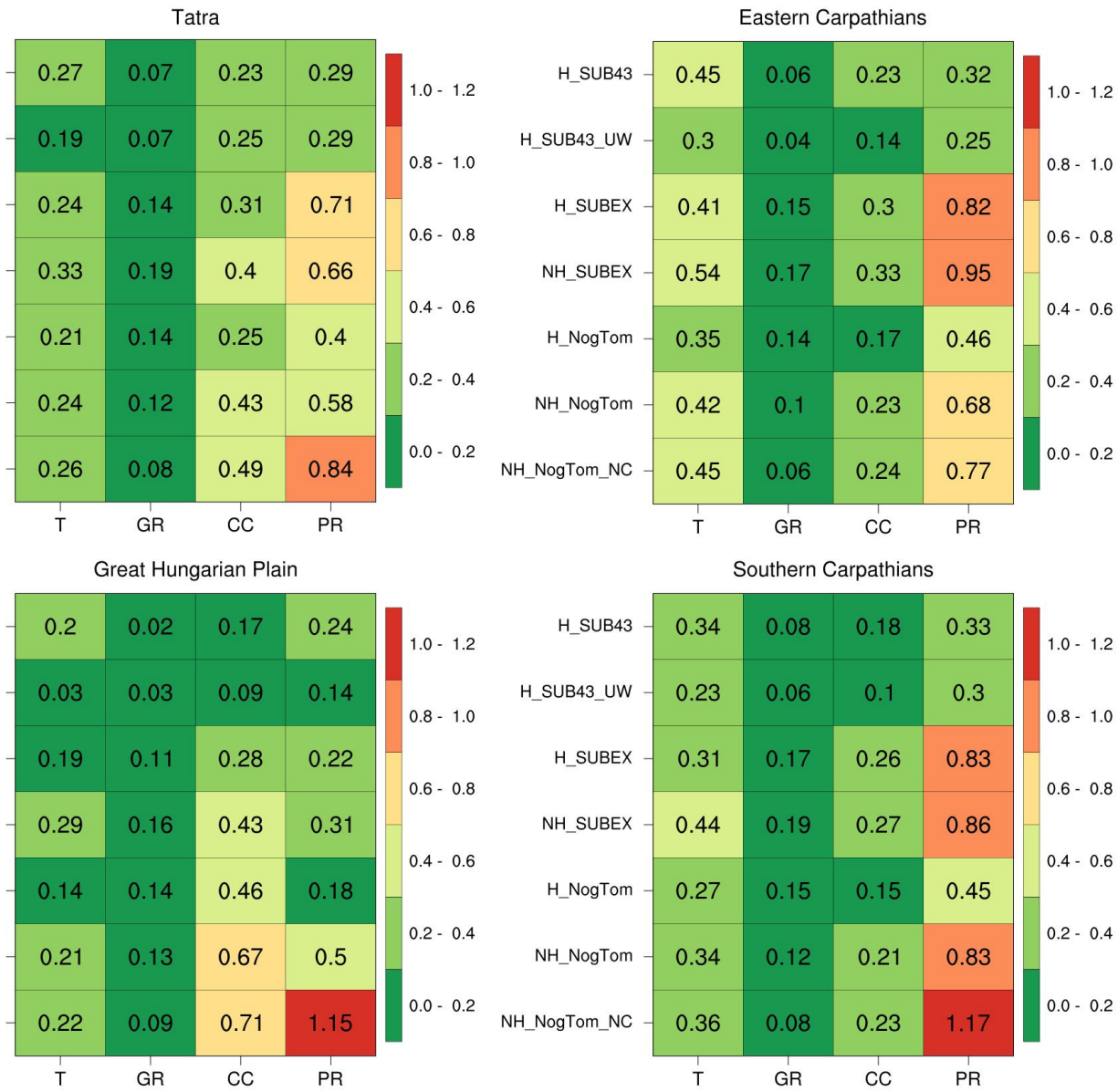
Csapadékhibák domborzattól való függése

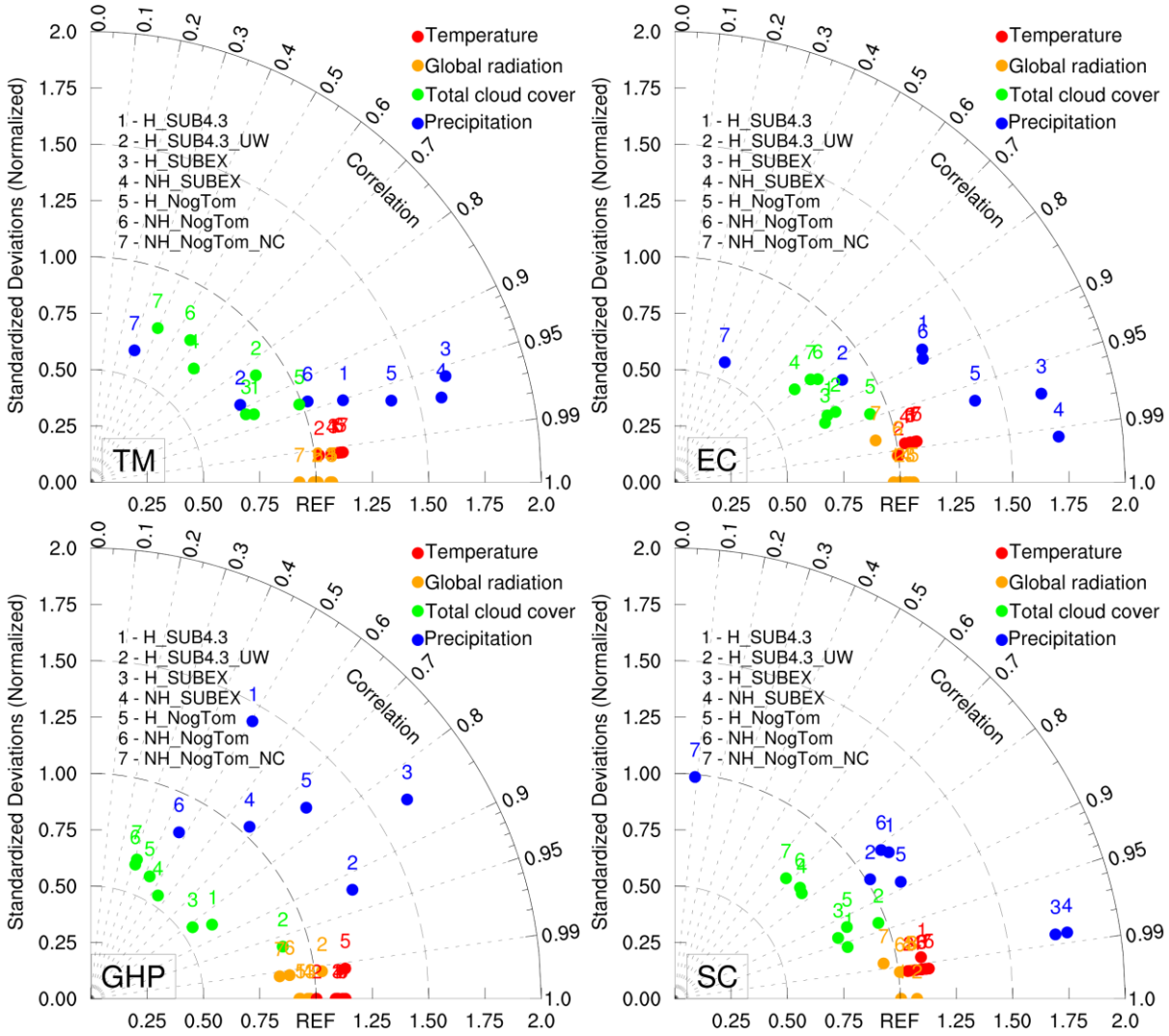
DISO index

NEMZETI LABORATÓRIUM

- **D**istance between **I**ndices of **S**imulation and **O**bservation (Hu et al., 2019)
- Felhasználja: korreláció (r), abszolút hiba (AE), négyzetes középhiba gyöke (RMSE)
- A dimenziók hatásának kiküszöbölése miatt normalizált AE (NAE) és RMSE (NRMSE) használata
- $\mathrm{DISO} = \sqrt{(\mathrm{r_M} - \mathrm{r_O})^2 + (\mathrm{NAE_M} - \mathrm{NAE_O})^2 + (\mathrm{NRMSE_M} - \mathrm{NRMSE_O})^2}$
- $-1 \leq r \leq 1, NAE \in R$ és $0 < NRMSE$
- $OBS: r = 1, NAE = 0, NRMSE = 0 \rightarrow \mathrm{DISO} = \sqrt{(\mathrm{r_M} - 1)^2 + \mathrm{NAE_M}^2 + \mathrm{NRMSE_M}^2}$
- Ha DISO = 0 → teljes egyezés
- Miért lehet érdemes a DISO indexet alkalmazni?
  - Taylor diagram csak a statisztikai jellemzőket adja meg,vizuális megjelenítés
  - DISO összetettebb index, a modellek közvetlen viselkedését írja le, konkrét érték

DISO index és Taylor-diagram





A cikk fontosabb eredményei

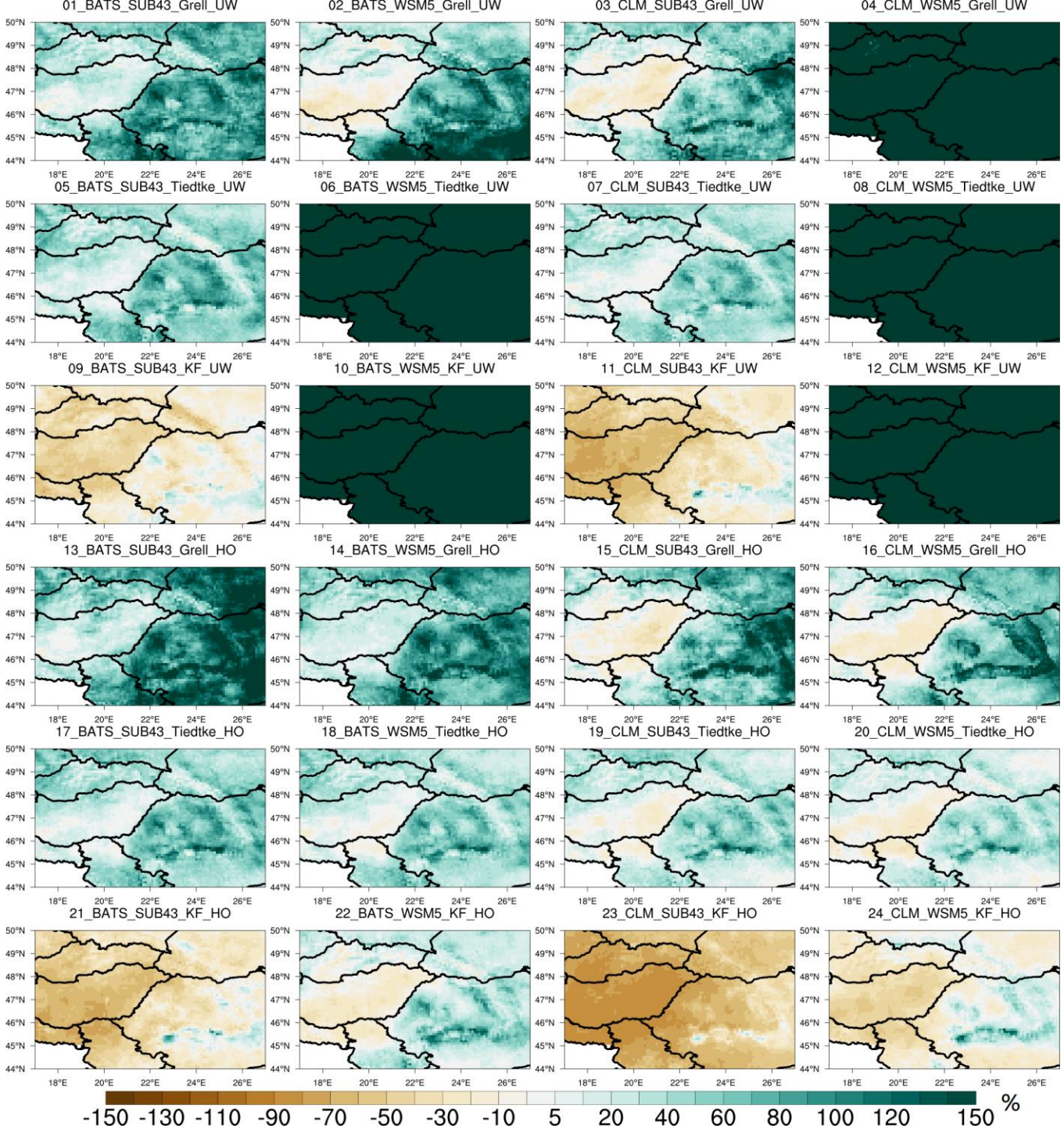
NEMZETI LABORATÓRIUM

1. A NogTom mikrofizikai séma javítja az eredményeket a Kárpátok térségében a SUBEX sémához képest, de ez a séma még mindig rosszabb, mint Torma et al. (2011) által a módosított SUBEX (SUB4.3) séma
2. A SUB4.3 séma alkalmazása valamennyi alrégióban csökkenti a csapadék és a felhőzet hibákat
3. Az UW séma annak ellenére csökkenti a hőmérsékleti hibákat, hogy nyáron szárazabb éghajlatot eredményez
4. A SUB4.3 és az UW kombináció általában minden éghajlati elemnél a legjobb eredményt adja
5. A nem-hidrosztatikus dinamika szerepe egyértelműen felismerhető a csapadék esetében, különösen a Kárpátokban
6. Validálási eredményeink azt mutatják, hogy a legjobb teljesítményt a H_SUB4.3_UW szimulációval érjük el a Kárpátok-régióra

A teljes cikk:

Kitekintés

- RegCM4.7 alkalmazása
- Több séma tesztelése (2 felszíni almodell, 2 mikrofizikai séma, 3 konvektív séma, 2 planetáris határréteg séma) a cikk eredményeinek figyelembevételével
- Összes lehetséges kombináció (24 szimuláció) a 2010-es évre
- Modell hiányosságai jobban előjönnek (nem kompatibilis kombinációk)
- Eredményeket bemutató kézirat leadása a Climate Dynamics folyóiratba



NEMZETI LABORATÓRIUM

Köszönöm a figyelmet!