

# A HIDROSZTATIKUS ÉS NEM-HIDROSZTATIKUS KLÍMAMODELL-SZIMULÁCIÓK ELEMZÉSE A KÁRPÁT-MEDENCÉRE

KALMÁR TÍMEA<sup>(1)</sup>, PIECZKA ILDIKÓ<sup>(1)</sup>, PONGRÁCZ RITA<sup>(1,2)</sup>, BARTHOLY JUDIT<sup>(1,2)</sup>

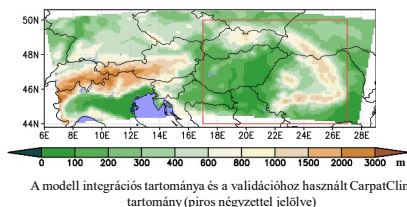
(1) Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék, Budapest

(2) Eötvös Loránd Tudományegyetem, Kiválósági Tudásközpont, Martonvásár



## BEVEZETÉS

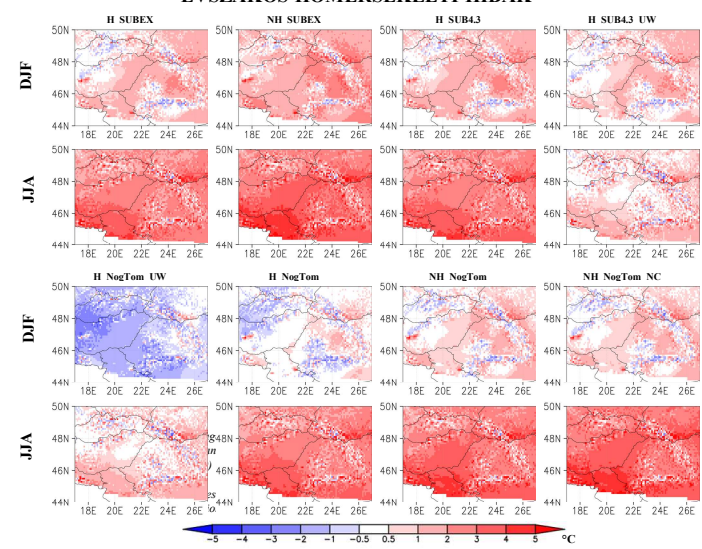
A klímamodellek az éghajlati rendszerre ható és azon belül lejátszódó komplex kölcsönhatások, visszacsatolások folyamatait írják le, aminek elengedhetetlen a modellek folyamatos fejlesztése. A fejlesztések egyik célja a múltban detektált éghajlati viszonyok rekonstrukciója. Ha ez elfogadható mértékben sikerül, akkor következő lépésként a klímamodellek felhasználásával becslhetjük az éghajlat jövőben várható változásait. Napjainkban regionális skálán a klímamodellek már néhány km-es horizontális felbontással is rendelkezhetnek. Ez a térbeli felbontás már nem-hidrosztatikus közelítési modelleket igényel. Ahhoz, hogy a modell megfelelően működjön, szükséges a modelldinamika módosítása, valamint a modell rácsfelbontásánál finomabb térszkálájú folyamatok fizikai parametizációinak további fejlesztése. Vizsgálataink során a RegCM4.5 regionális klímamodellel végeztünk modellefutásokat 10 km-es horizontális felbontás mellett a Kárpát-medencén az 1981-es évre. A kezdeti- és peremfeltételeket az ERA-Interim reanalízis adataiból (0,75°-os horizontális felbontással) szolgáltattuk. A RegCM4.5 már nem-hidrosztatikus dinamikával is futtatható. E modellezés másik nagyobb újítása, hogy egy új, a nem-konvektív eredetű felhőzet és csapadék kezelésére szolgáló csapadéksémát is beépítették. A korábbi séma, az ún. SUBEX (Rácsalátrézi Explicit Nedvesség Séma, Pal et al., 2000) figyelembe veszi a felhőzet rácsalátrézi belüli változásait úgy, hogy kapcsolatot létesít a rácscella átlagos relatív nedvességátalma és a felhővel való borítottság, illetve a felhő víztartalma között. Az újonnan beépített mikrofizikai séma (NogTom séma, Nogherotto et al., 2016) már a kevert halmozállapotú felhőzetet is figyelembe tudja venni, valamint a mikrofizikai folyamatokat is reálisabban adja vissza. A vizsgálatok során egyrészt a modell-dinamikát, másrészt a nagytérségi csapadéksémákat teszteltük különböző beállítások mellett. A verifikáció során a kapott szimulációs eredményeket a CarpatClim adatbázis adataival vetettük össze. Vizsgálataink alapján a nem-hidrosztatikus közelített elvégzett szimulációk jobban felülbecslik a csapadékok a hegyvidéki területeken, míg az Alföldön alulbecsli a felhőzetet meg. Megállapítjuk továbbá, hogy a 10 km-es felbontás nem-hidrosztatikus közelítéssel (a konvektív csapadékséma kikapcsolása mellett) még nem elegendő a csapadék megfelelő reprezentálásához. Hidrosztatikus közelítés esetén az új mikrofizikai sémával pontosabb eredményeket kaptunk, mint a korábbi SUBEX sémával.



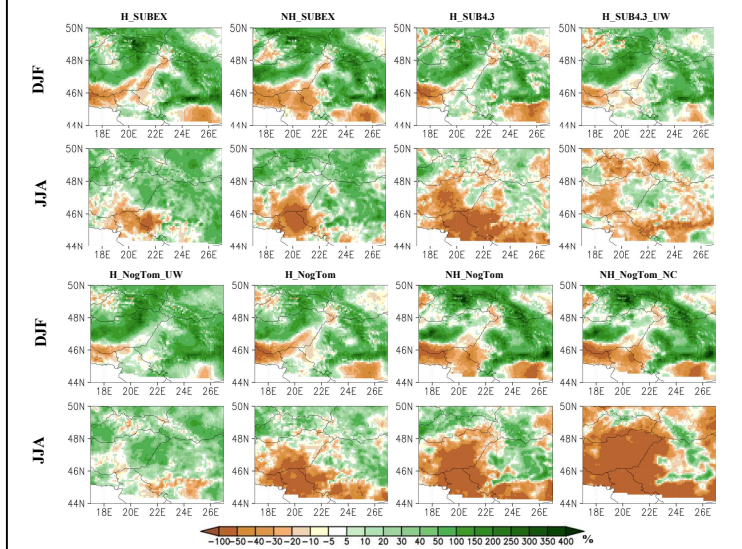
## Az elvégzett szimulációk legfontosabb tulajdonságai

	H_SUBEX	NH_SUBEX	H_SUB4.3	H_SUB4.3_UW	H_NogTom_UW	H_NogTom	NH_NogTom	NH_NogTom_NC
Dinamika	Hidrosztatikus	Nem-hidrosztatikus	Hidrosztatikus	Hidrosztatikus	Hidrosztatikus	Hidrosztatikus	Nem-hidrosztatikus	Nem-hidrosztatikus
Nagytérségi csapadékséma	SUBEX (Pal et al., 2000)		Módosított SUBEX (Torma et al., 2011)		Új mikrofizikai séma (NogTom séma) (Nogherotto et al., 2016)			
Konvektív csapadék séma (szárazföld)	Grell séma (Grell, 1993) Fritsch és Chappell lezárással (Fritsch és Chappell, 1980)							
Planetáris határtereg séma	Holtslag séma (Holtslag et al., 1990)			UW-PBL séma (Grenier és Bretherton, 2001; Bretherton et al., 2004)		Holtslag séma		

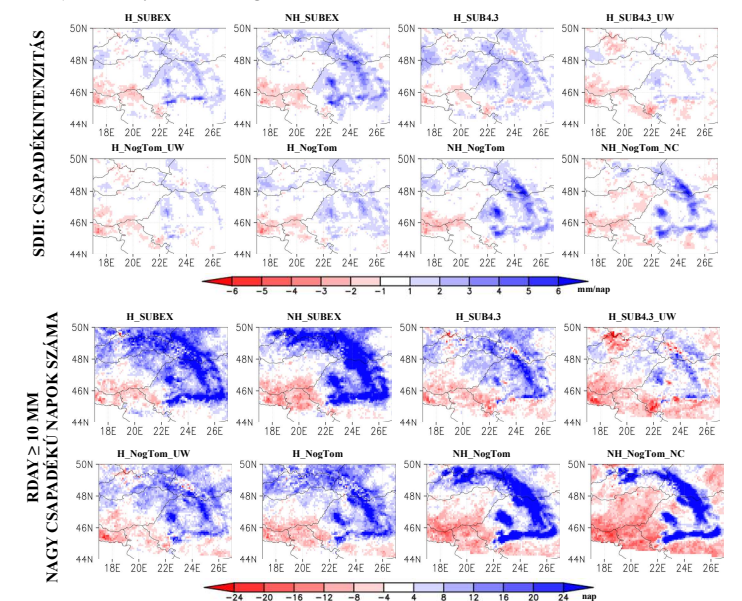
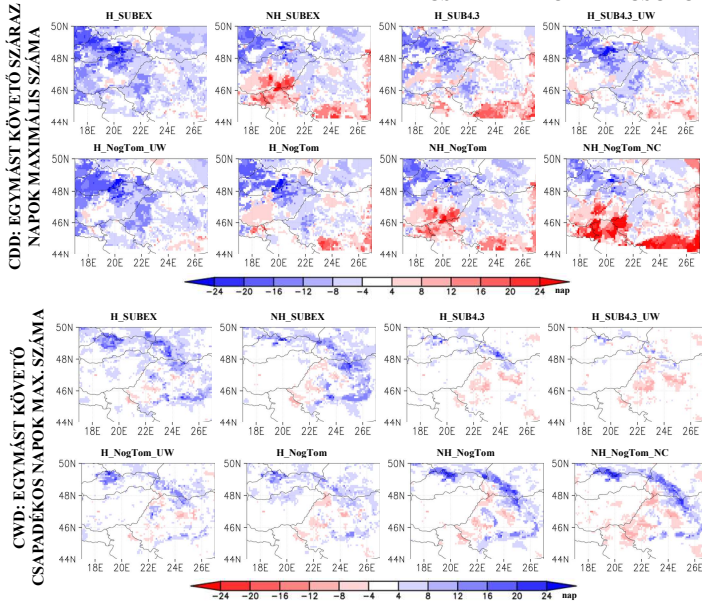
## ÉVSAZAKOS HŐMÉRSÉKLETI HIBÁK



## ÉVSAZAKOS CSAPADÉKHIBÁK



## CSAPADÉKHOZ KAPCSOLÓDÓ EXTRÉM INDEXEK : HIBAMEZŐK



## EREDMÉNYEK, KÖVETKEZTETÉSEK

- 1) A hőmérsékleti hibák nyáron a legnagyobbak, az UW-PBL séma alkalmazásával azonban sikerült ezeket csökkenteni
- 2) A legnagyobb pozitív csapadékhibák a Kárpátok vonulatainál láthatóak
- 3) A csapadékinzentiást (SDII) és a nagy csapadéku napok számát a nem-hidrosztatikus dinamikai jelentősen felülbecsülte a hegyekben, a legnagyobbak az NH-SUBEX szimuláció
- 4) A legnagyobb CDD hibákat az NH\_NogTom\_NC szimuláció produkálta a déli területeken
- 5) A 10 km-es horizontális felbontás még nem elég (a konvektív csapadékséma kikapcsolása mellett) a csapadék megfelelő reprezentálásához
- 6) A szimulációk közül a H\_SUB4.3\_UW és a H\_NogTom\_UW szimuláció adta a legjobb eredményt
- 7) Erre a térségre érdemes a módosított SUBEX sémát alkalmazni

## IRODALOMJEGYZÉK

BRETHERTON, C.S., MCCAA, J.R., GRENIER, H., 2004: A new parameterization for shallow cumulus convection and its application to marine subtropical cloud-topped boundary layers. Part I: Description and 1D results. *Monthly Weather Review*, 132, 864-882.

ELGUINDI, N., EL, X., GIORGI, F., NAGARAJAN, B., PAL, J., SOLMON, F., RAUSCHER, S., ZAKAY, A., O'BRIEN, T., NOGHEROTTO, R., GIULIANI, G., 2014: Regional climatic model RegCM

EMANUEL, K.A., 1991: A scheme for representing cumulus convection in large-scale models. *J. Atmos. Sci.*, 48, 21, 2313-2335.

FRITSCH, J.M., CHAPPELL, C.F., 1980: Numerical prediction of convectively driven mesoscale pressure systems. Part I: Convective parameterization. *J. Atmos. Sci.*, 37, 722-733.

GRELL, G.A., 1993: Prognostic evaluation of assumptions used by cumulus parameterizations. *Mon. Wea. Rev.*, 121, 764-787.

HOLTSLAG, A.A.M., DE BRUIN, E.F., PAN, H.L., 1990: A high resolution air mass transformation model for short-range weather forecasting. *Monthly Weather Review*, 118, 1561-1575.

KALMÁR, T., PIECZKA, I., PONGRÁCZ, R., 2017: Regional climate modeling with special focus on the precipitation-related fine scale processes. In: 20th Congress of Hungarian Geomathematicians and 9th Congress of Croatian and Hungarian Geomathematicians "Geomathematics in multidisciplinary science - The new frontier?" - Proceedings Book (Eds. Havasi, L.G., et al.) Paper 277, pp.

KALMÁR, T., PIECZKA, I., PONGRÁCZ, R., 2018: A RegCM4.5 regionalis klímamodell tesztelése: a hidrosztatikus és nem-hidrosztatikus közelítés szerepe különböző csapadéksémák alkalmazása mellett. In: Aktuális környezeti problémák a térség és az éghajlat összefüggésében. Egységes Meteorológiai Füzetek, 30. (Szerk.: Pongrácz R., et al.) 11p.

NOGHEROTTO, R., TOMPKINS, A. M., GIULIANI, G., COPPOLA, E., GIORGI, F., 2016: Numerical framework and performance of the new multiple-phase cloud microphysics scheme in RegCM4.5: precipitation, cloud microphysics, and cloud radiative effects. *Geoscientific Model Development*, 9(7), 2533-2547.

PAL, J.S., SMALL, E., ELTHAIR, E., 2000: Simulation of regional-scale water and energy budgets - Representation of subgrid cloud and precipitation processes within RegCM. *Journal of Geophysical Research*, 105, 29, 567-594.

SPINONI, J. & THE CARPATCLIM Project Team (39 authors), 2015: Climate of the Carpathian Region in 1961-2010. *Climatologies and Trends of Ten Variables*. Int. J. Climatol., 35, 1322-1341.

TORMA, C.S., COPPOLA, E., GIORGI, F., BARTHOLY, J., PONGRÁCZ, R., 2011: Validation of a high-resolution version of the regional climate model RegCM3 over the Carpathian Basin. *J. Hydrometeorol.*, 12, 84-100.

## Köszönetnyilvánítás

Kutatásunkat támogatta az Agrárklíma2 projekt (VKKS-12-1-2013-04/34), az OTKA K-120603 és K-120162 szíves támogatása, valamint a Széchenyi 2020 program az AgriMo kutatási projekt (GINOP-2.3.2-15-2016-00028) keretében. A CARPATCLIM Adatbázis átállítását az Európai Közöségi támogatta a JRC intézetek keresztül kéri kutatási program keretében.

