

# ÉGHAJLATI MODELL MEGHAJTÁSÚ OSZTOTT HIDROLÓGIAI MODELL ALKALMAZÁSA A FELSŐ-TISZA VÍZGYŰJTŐJÉNEK LEFOLYÁS BECSLÉSÉRE

KIS Anna<sup>1</sup>, PONGRÁCZ Rita<sup>1</sup>, BARTHOLY Judit<sup>1</sup>, SZABÓ János Adolf<sup>2</sup>

<sup>1</sup>EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM, METEOROLÓGIAI TANSZÉK, H-1117, BUDAPEST, Pázmány Péter sétány 1/a.  
<sup>2</sup>HYDROInform Ltd., H-1021, BUDAPEST, Hívósvölgyi út 54.  
 E-mail: kisanna@nimbus.elte.hu, prita@nimbus.elte.hu, bartholy@caesar.elte.hu, janos.szabo@hydroinform.hu

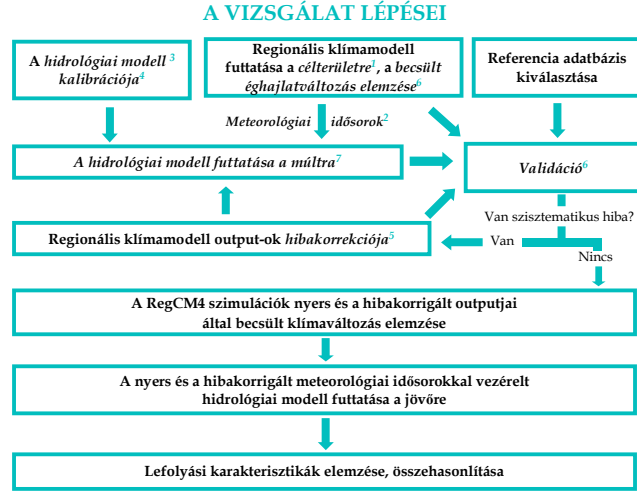


## ÖSSZEFOGLALÓ

Napjaink egyik legfontosabb feladata az éghajlatváltozás különböző várható hatásainak elemzése, mely lehetővé teszi a már kialakult társadalmi struktúrák fenntarthatóságát, vagy szükség esetén azok újratervezését. Célunk a klímaváltozásnak az egyik leginkább érintett szektorra, a vízgazdálkodásra gyakorolt hatásainak vizsgálata. Kutatásunkban a fizikai alapú, osztott DIWA-HFMS (Distributed Watershed Hydrologic Forecasting & Modelling System) hidrológiai modellt (Szabó, 2007) használtuk, amely a hidrológiai ciklus minden lényeges elemét (pl. intercepció, evapotranspiráció, hóolvadás, beszivárgás) és a felszín tulajdonságait is (pl. domborzat, területhasználat) részletesen számításba veszi. A futtatáshoz szükséges bemeneti meteorológiai paramétereket (csapadék, átlag- és minimumhőmérséklet) a CARPATCLIM adatbázis (Spinoni et al., 2015), valamint az ELTE Meteorológiai Tanszékén futtatott RegCM4 regionális klímamodell (Elguindi et al., 2011) szolgáltatja az RCP4.5, illetve RCP8.5 forgatókönyvek (van Vuuren et al., 2011) alapján. A kialakított módszertant a Felső-Tisza (Tiszabecs feletti vízgyűjtő, 9707 km<sup>2</sup>) vízgyűjtőjén teszteltük, amely árvízvédelmi szempontból kiemelten fontos terület hazánkban. A vízhozam-idősorosok segítségével kalibrált DIWA-HFMS modellt elsőként egy múltbeli időszakra (1971–2000) futtattuk. Az eredményül kapott vízhozam-idősorosok alapján lehetővé vált a vízgyűjtő éves és évszakos lefolyásának becslése, a különböző megjelölt meteorológiai adatok (CARPATCLIM, nyers és hibakorrigált RegCM4) esetén kapott értékek elemzése, összevetése. További terveink között szerepel a jövőre vonatkozó futtatások elvégzése mellett, a hibakorrekciós eljárás finomítása is.

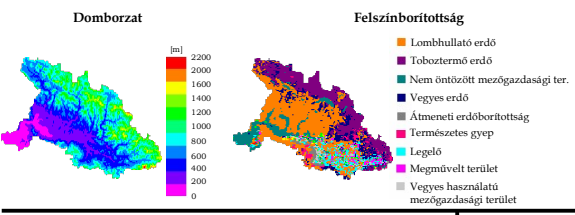
**RODALOMJEGYZÉK**  
 Bartholy, J., Pongrácz, R., Pezeka, L., Kelen, F., D. Kis, A., Andró, K., 2015: Regional climate model experiment using RegCM4 subgridding options in the framework of Med-CORDEX. 95th Annual Meeting of the American Meteorological Society. Phoenix, AZ. Paper 914. pp. Available online at <https://amc.cgd.cornell.edu/AMC2015/AMC2015.html>  
 Bakonyi, P., 2010: Flood and Drought Strategy of the Tisza River Basin. VIUKK. 4p.  
 Bihan, Z., Santimney, N., 2013: CARPATCLIM Deliverable D2.11. Annex 3 – Description of MASH and MSHI algorithms. 100p.  
 Collins, W.J., Bellon, N., Drostmann-Boscher, M., Godoy, N., Haddad, P., Hintton, T., Hughes, J., Jones, C.J., Joshi, M., Liddicoat, S., Martin, G., O'Connor, F., Rao, J., Senior, C., Stich, S., Toterdeli, I., White, A., Woodward, S., 2011: Development and evaluation of an Earth-system model – HadGEM2. Geosci. Model Dev. Discuss., 4, 997–1062. DOI:10.5194/gmd-4-997-2011  
 Elguindi, N., Xu, X., Gong, F., Nagarjan, R. P., J., Selmon, F., Kancher, S., Zakey, A., Gadim, G., 2011: Regional climate modeling study for the Carpathian region using RegCM4. User manual Version 4.3. ICTP, Trieste, Italy. 32p.  
 Pezeka, L., Bartholy, J., Pongrácz, R., Andró, K., Kis, A., Kelen, F., 2015: Regional climate modeling study for the Carpathian region using RegCM4 experiments. In: Air and Water Components of the Environment. (Eds.: Serban, G., et al.) Casa Cartii de Stiinta, Cluj-Napoca, Romania. pp. 96–101. [http://aspa.confed.ro/2015/PTF/13\\_PTEZKA\\_et\\_al\\_96\\_101.pdf](http://aspa.confed.ro/2015/PTF/13_PTEZKA_et_al_96_101.pdf)  
 Szabó, J.A., 2007: Decision Supporting Hydrological Model for River Basin Flood Control. In: Digital Terrain Modelling: Development and Applications in a Policy Support Environment (Eds.: Peckham R.J. and Jordan C.J.) Springer-Verlag, Berlin. pp. 145–182.  
 Szabó, J.A., Kun, L., Bakas, Zs., Pástor, L., Taly, A., 2010: Spatial Patterns of Drought Frequency and Duration in the Great Hungarian Plain, based on Coupled-Model Simulations. In: Proceedings of the 4th IAHB International Geospatial Symposium, Valencia, Spain. pp. 299–299.  
 Spinoni, J. and the CARPATCLIM project team (9 authors), 2015: Climate of the Carpathian Region in 1961–2010: Climatologies and Trends of Ten Variables. Int. J. Climatol., 35, 1332–1341. DOI:10.1002/joc.4059  
 van Vuuren, D.P., Edmonds, J.A., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A.M., Hibbard, K., Hurtt, G.C., Kram, T., Krey, V., Lamarque, J.-F., Masui, T., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Smith, S.J., Rose, S., 2011: The representative concentration pathways: an overview. Climatic Change, 109, 5–31.

**KÖSZÖNETNYILVÁNTAS**  
 Kutatásainkat az AGRÁRKLIAM projekt (VKSZ-12-1203-0303) és az Európai Gazdasági Térség (ECT) Támogatási Alap „Alkalmazkodás az Éghajlatváltozáshoz” Program (EEA-C13-10) támogatja. RCMTER és eea grants.



## 1. VIZSGÁLT TERÜLET: FELSŐ-TISZA VÍZGYŰJTŐ

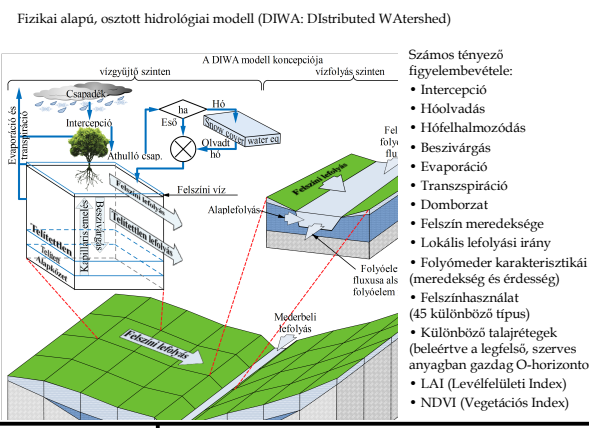
- Három ország (Magyarország, Románia, Ukrajna) határán terül el
- A vízgyűjtő mérete: ~ 9000 km<sup>2</sup>
- Éves átlagos csapadékmennyiség: 500–1400 mm
- Változatos domborzat, főleg hegyvidéki terület
- Az árhullámok levonulása gyors (2–20 nap)
- Árvízvédelmi szempontból kiemelten fontos terület Magyarországon
- Több szignifikáns árvíz az elmúlt években: 1970, 1998, 2001, 2006 (Bakonyi, 2010; <https://www.icpdr.org>)



## 2. FELHASZNÁLT ADATOK

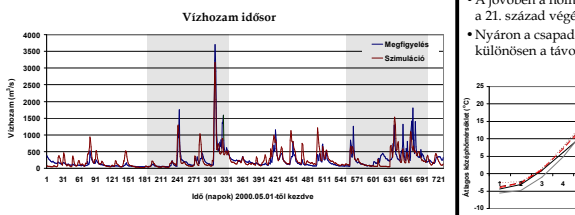
	CARPATCLIM adatbázis	RegCM4 szimulációk
<b>Időszak</b>	1961–2010 (50 év)	1970–2099 (130 év)
<b>Időbeli felbontás</b>	1 nap	1 nap
<b>Terület</b>	Kárpát-régió (44°–50°E; 17–27°K)	Közép/Kelet Európa (43,8°–50,6°E; 6–29°K)
<b>Térbeli felbontás</b>	0,1° (~10 km)	0,11° (~10 km)
<b>Egyéb jellemzők</b>	Megfigyelések interpolálása (MISH; Bihari és Szentimrey, 2013) és homogenizálása (MASH; Bihari és Szentimrey, 2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kezdeti- és peremfeltételek: HadGEM (Collins et al. 2011) által vezérelt 50 km-es futtatás</li> <li>Scenariók: – 2005-ig: megfigyelt ÜHG koncentrációk – 2006–2100: RCP4.5 és RCP8.5 (van Vuuren et al., 2011)</li> </ul>

## 3. AZ ALKALMAZOTT HIDROLÓGIAI MODELL: DIWA

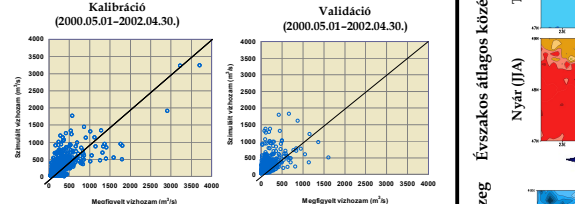


## 4. KALIBRÁCIÓ

- Állomás: Tiszabecs (48,1°E; 22,8°K)
- Időszak: 2000.05.01.–2002.04.30.
- Meteorológiai adatok: CARPATCLIM
- Referencia: vízhozam adatok (megfigyelt vizálás adatokból származó)



- A szimuláció jól közelíti a megfigyeléseket
- A szimuláció télen (novembertől márciusig, szürke háttérrel jelölve), kissé alulbecsli a megfigyeléseket
- Az alsó diagram páron a pontok elegendően közel helyezkednek el a szimulált és a megfigyelt vízhozam értékek tökéletes egyezését reprezentáló fekete egyeneshez (y = x)
- Nincs szisztematikus hiba

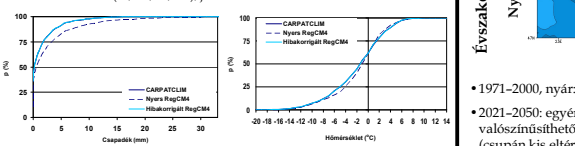


## 5. HIBAKORREKCIÓ

A regionális klímamodell-szimuláció nyers outputjai eltérnek a referenciától Additív (hőmérséklet), illetve multiplikatív (csapadék) korrekciós faktorok felhasználásával perentis-illesztésen alapuló hibakorrekció elvégzése havonta, rácspontonként

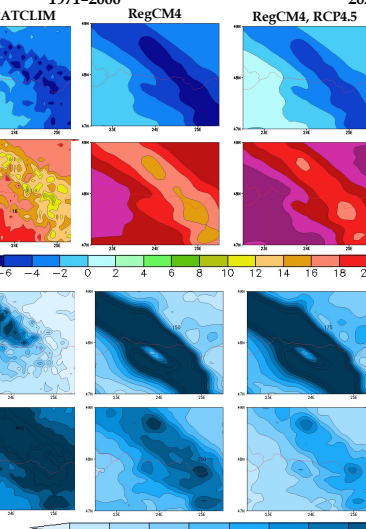
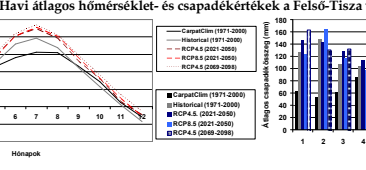
Szisztematikus hibák sikeres kiküszöbölése

- Példa: Tiszabecs (48,1°E; 22,8°K), január



## 6. A REGCM4 VALIDÁCIÓJA ÉS A PROGNOSTIZÁLT ÉGHAJLATVÁLTOZÁS

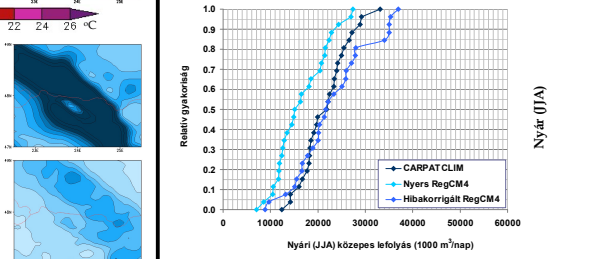
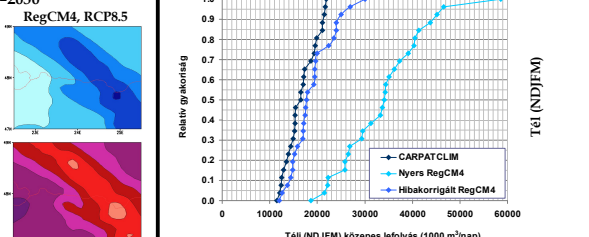
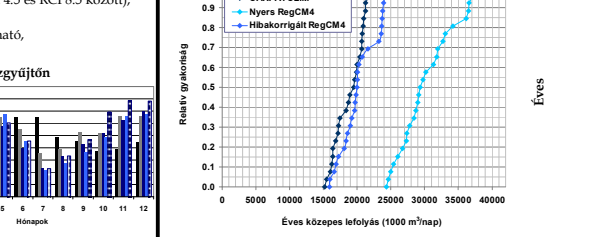
- A Felső-Tisza vízgyűjtőre 1971–2000-ra vonatkozó havi átlagos értékek tekintve a RegCM4 szimuláció nyáron felülbecsli a hőmérsékletet (+) és alulbecsli a csapadékokat (–), míg az év többi részében alulbecsli a hőmérsékletet (–) és felülbecsli a csapadékokat (+)
- A jövőben a hőmérséklet növekedése várható (2021–2050): csak kis különbség az RCP4.5 és RCP8.5 között), a 21. század végére a becslést változások egyértelműen nagyobbak
- Nyáron a csapadék csökkenése valószínűsíthető, míg télen növekedő tendencia várható, különösen a távolabbi jövőben



- 1971–2000, nyár: csapadék alulbecsülése, hőmérséklet felülbecsülése jellemző
- 2021–2050: egyértelműen magasabb hőmérsékleti értékek, szárazabb nyarak és csapadékosabb telek valószínűsíthetőek a RegCM4 szimuláció szerint mind az RCP4.5, mind az RCP8.5 forgatókönyvek alapján (csupán kis eltérés van a két szcenárió között erre az időszakra vonatkozóan)

## 7. LEFOLYÁS-SZIMULÁCIÓK

- Időszak: 1970.12.01.–2005.11.30.
- Állomás: Tiszabecs (48,1°E; 22,8°K)
- Meteorológiai adatok: CARPATCLIM, RegCM4 szimulációk nyers és hibakorrigált outputjai



- A CARPATCLIM és a RegCM4 vezérelte DIWA szimulációk különböznek: a nyers model futtatásokkal vezérelt DIWA felülbecsli az éves és a téli lefolyást (nyáron alulbecsli a tapasztalható)
- A téli lefolyás nagyobbak az eltérések
- Az alkalmazott hibakorrekció hatására a szimulációk jól közelítik a referenciát, habár a lefolyásra vonatkozó eloszlásfüggvény alakja módosult → a hibakorrekciós eljárás finomítása szükséges