

NAGYCSAPADÉKOK ÉS ASZÁLYOK: MIRE SZÁMÍTHATUNK?

Kis Anna, Sábitz Judit, Pongrácz Rita, Bartholy Judit

ELTE Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
e-mail: kisanna@nimbus.elte.hu, sabitzj@nimbus.elte.hu,
prita@nimbus.elte.hu, bartholy@caesar.elte.hu

Bevezetés

Napjaink egyik legnagyobb problémája a globális klímaváltozás, hiszen a megváltozott éghajlati viszonyok számos következményt vonhatnak maguk után. Csak néhány példát említve: a klímaváltozás hatására az ökológiai közösségek életterének beszűkülése miatt jelentős migráció jelentkezhethet; a mezőgazdasági termőterületek csökkenése alapvető élelmiszerellátási gondokat eredményezhet, különösen a sérülékenyebb régiókban; az invazív fajok elterjedése komoly egészségügyi veszélyekkel járhat; stb. Az éghajlati rendszer elemeinek már egy kis változása is jelentős módosulásokat okozhat különféle visszacsatolási folyamatok által globális és regionális skálán egyaránt. A megfigyelések szerint az elmúlt években Földünk átlaghőmérséklete eddig nem tapasztalt gyorsasággal növekedett (IPCC, 2013), továbbá megváltozott a csapadék globális eloszlása, csökkent az Északi-félgömb hó- és jégtakarója, emelkedett a globális tengerszint. Mindezek mellett az extrém éghajlati események is egyre gyakoribbá és intenzívebbé válnak (IPCC, 2011), amelyek számos természeti és gazdasági kárt okozhatnak. Kutatásunk során az egyik legfontosabb és legbizonytalanabb meteorológiai elem, a csapadék jövőben várható változását vizsgáljuk a Kárpát-medence térségére, kiemelve az extrém csapadék-tévékenység és az extrém csapadékhiány becsült tendenciáit.

Felhasznált adatok és alkalmazott módszerek

Mivel a globális klímamodellek (GCM) csak a nagyskálájú légköri jelenségek leírására alkalmasak, elemzésünkhöz regionális klímamodellek (RCM) outputjait használtuk fel, amelyeknek a finomabb térbeli felbontás mellett előnyük, hogy az extrém éghajlati eseményeket is jobban reprezentálják. A kutatás során alkalmazott modelleket az ENSEMBLES projekt (van der Linden és Mitchell, 2009) keretében futtatták, amelynek célja az Európában várható klímaváltozás vizsgálata volt klímamodellek együtteséből felépülő éghajlat-előrejelző rendszer segítségével, a klímamodellezés bizonytalanságának számszerűsítésével. Elemzéseinkhez összesen 11 RCM-szimuláció napi csapadékoutputjait használtuk fel, amelyek egységesen 25 km-es horizontális rácsfelbontással rendelkeznek és a közepesnek tekinthető A1B szcenáriót (Nakicenovic és Swart, 2000) alkalmazták. A futtatáshoz szükséges kezdeti- és peremfeltételeket három különböző GCM szolgáltatta: a német ECHAM, a brit HadCM és a francia ARPEGE.

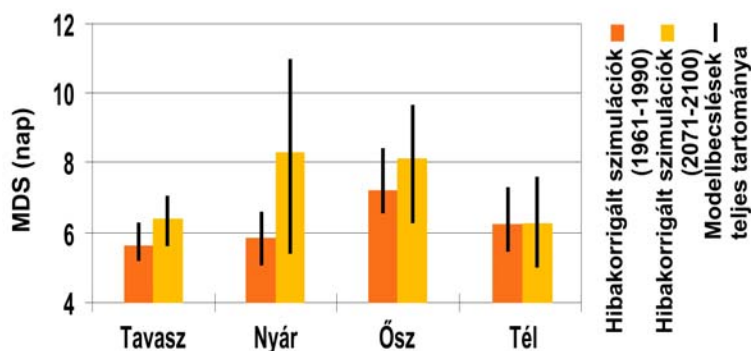
Elsőként összehasonlítottuk a modellszimulációk havi csapadékösszegeit az állomási mérések felhasználásával készült rácsponti értékeket tartalmazó E-OBS adatbázissal (Haylock et al., 2008). Azt tapasztaltuk, hogy a modellek nyáron jelentősen alul-, a többi évszakban pedig felülbecslik a megfigyeléseket. Annak érdekében, hogy ezeket a szisztematikus eltéréseket kiküszöbölhessük, egy, az eloszlásfüggvények illesztésén alapuló hibakorrekciót (Formayer és Haas, 2009; Pongrácz et al., 2012c) hajtottunk végre az RCM-ekből származó csapadék-adatsorokon. A korrekciót modellenként, havonta és rácspontonként végeztük el; referenciaként az E-OBS adatbázis napi csapadékértékei

szolgáltak (1951–2000). A korrigált szimulációk felhasználásával számos csapadékindex (Karl et al., 1999) Kárpát-medencében várható változását számítottuk ki a XXI. század közepére és végére (Pongrácz et al., 2012a; 2012b; 2012c; Kis et al., 2013a; 2013b).

Eredmények

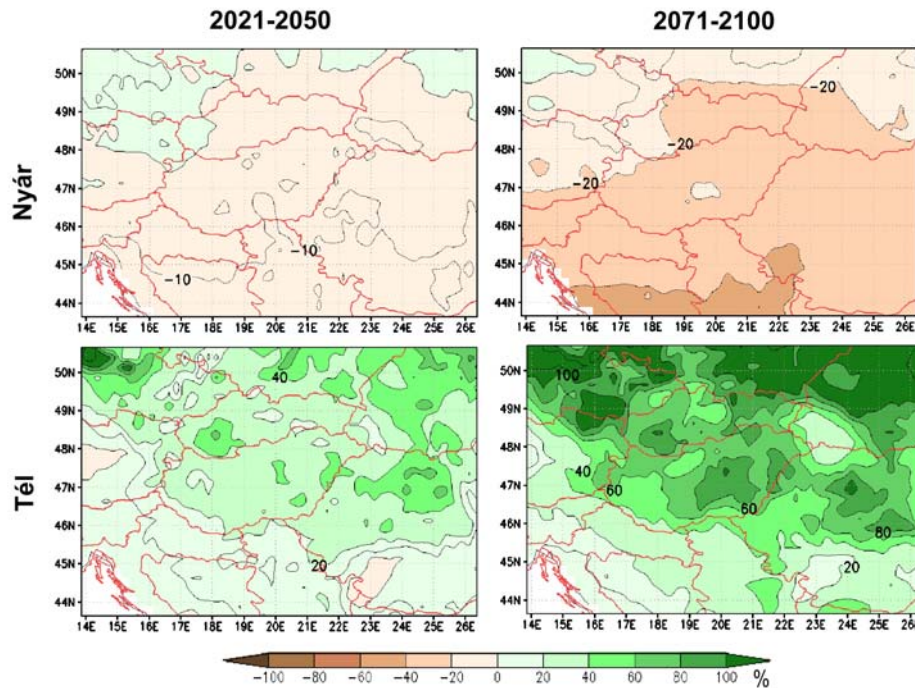
Eredményeink közül a száraz időszakok átlagos hosszának (MDS: Mean Dry Spell) és a 10 mm-nél nagyobb csapadékú napok számának (RR10) várható változását mutatjuk be részletesebben Magyarországra vonatkozóan.

Az MDS XXI. század végére becsült évszakos változását az 1. ábrán láthatjuk. Nyáron jelentős növekedés valószínűsíthető a száraz időszakok átlagos hosszának értékeiben: a korábbi 6 napról a modellek átlagos becslése szerint 8 napra nőhet az index értéke. Az 1961–1990 referencia időszakban az MDS értéke télen, tavasszal és nyáron is kb. 6 nap, ősszel pedig 7 nap volt. A XXI. század végére a száraz időszakok átlagos hossza feltételezhetően meg fog növekedni, az átmeneti évszakokban átlagosan 12–13%-kal, nyáron pedig 40%-kal. Tehát a jövőben, hazánkban hosszabbak lesznek a száraz időszakok – nyáron átlagosan 2 nappal – amely komoly problémát jelenthet például a mezőgazdasági termelésre nézve. Több vizsgálat is alátámasztja, hogy Magyarországon, a jövőben szárazabb nyarakra számíthatunk majd (Pongrácz et al., 2012c; Bartholy et al., 2013; Sábitz et al., 2013a; 2013b).



1. ábra: A száraz időszakok átlagos hossza Magyarországon 1961–1990-ben és 2071–2100-ban a 11 hibakorrigált regionális klímaszimuláció alapján

A nagy csapadékú napok száma a modellszimulációk szerint télen és ősszel növekedni fog a Kárpát-medence térségében, míg nyáron csökkenés valószínűsíthető az RR10 értékeiben (Kis, 2013). A 2. ábra térképein jól látszik, hogy az évszázad végére markánsabb változások várhatóak, mint az évszázad közepére. Télen, a közelebbi jövőben csak DK-Csehország északabbi területein jelenik meg 60%-ot meghaladó változás, 2071–2100-ban azonban már a legtöbb alrégióban nagyobb mértékű növekedés (40–60%) dominál. Hazánkban a várható átlagos változás a közelebbi és a távolabbi jövőben rendre 28%, illetve 68%. Ez azt jelenti, hogy az RR10 értéke, amely télen, a referencia időszakban évtizedenként 4 nap volt, 2071–2100-ra kb. 6 napra nőhet. Az évszázad első felében nyáron még DK-Csehországban, K-Ausztria és Ukrajna egyes területein is növekedés valószínűsíthető a 10 mm-nél nagyobb csapadékú napok számában, ám a XXI. század végén már csak DK-Csehország egy kis részén jelenik meg ez a tendencia. A várható átlagos változás hazánkban –7% 2021–2050-re és –23% 2071–2100-ra a 11 hibakorrigált szimuláció szerint, azaz a távolabbi jövőben a 10 mm-nél nagyobb csapadékú napok száma nyáron a korábban jellemző évtizedenkénti 14 napról 10 napra csökkenhet.



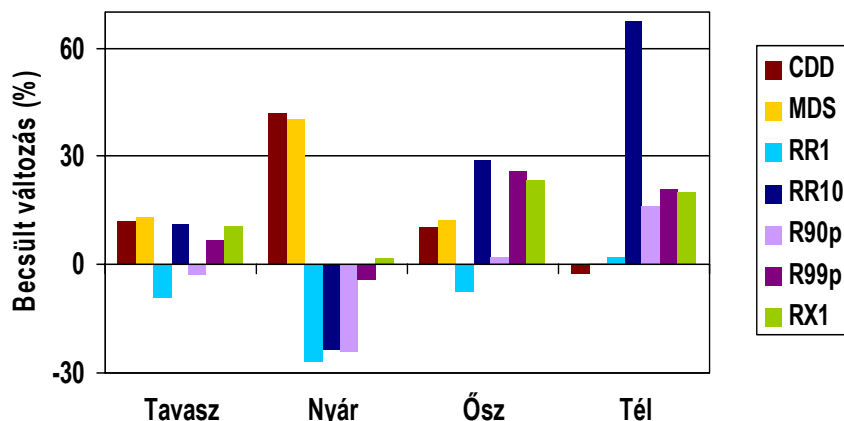
2. ábra: Kompozit térkép az RR10 index nyáron és télen várható relatív változásáról (%) 2021–2050-re és 2071–2100-ra a 11 RCM-szimuláció becslései alapján (referencia időszak: 1961–1990)

A 3. ábrán összefoglalásként néhány vizsgált csapadékindex becsült változását mutatjuk be. Az egymást követő száraz napok maximális számában (CDD: Consecutive Dry Days) az MDS-hez hasonló tendenciát várhatunk, azaz tavasszal és ősszel kisebb (10–11%), nyáron nagyobb (42%) mértékű növekedés valószínűsíthető, amely az éghajlat jelentős szárazodására utal. A CDD értéke nyáron, a referencia időszakban 14 nap volt Magyarországon; ez az érték a XXI. század végére elérheti a 20 napot. A csapadékos napok száma (RR1) – az előzőekkel összhangban – a tél kivételével várhatóan csökkenni fog hazánkban. Nyáron a becsült változás -27% : 1961–1990-ben 30 csapadékos nap volt jellemző ebben az évszakban, 2071–2100-ra azonban már csak 22 nap lesz az RR1 értéke a becslések szerint.

A 10 mm-nél nagyobb csapadékú napok száma a regionális klímamodellek szerint ősszel 29%-kal, télen 68%-kal fog növekedni, nyáron viszont 23%-os csökkenés valószínűsíthető az index értékeiben. A napi csapadék 90. és 99. percentiliséit is megvizsgáltuk: a nyár kivételével növekedés valószínűsíthető. Télen a napi csapadék 90. és 99. percentilise rendre 16%-kal és 20%-kal fog növekedni a becslések szerint; ősszel pedig az igazán extrémumnak számító R99p 26%-os növekedése várható (ami azt jelenti, hogy a múltban jellemző 151 mm 189 mm-re módosul). Érdekes még megjegyezni, hogy a napi csapadék 99. percentilise az 1961–1990-es referencia időszakban nyáron volt a legmagasabb (196 mm), azonban 2071–2100-ban már ősszel várható az R99p legmagasabb értéke (189 mm), hiszen nyáron a regionális modellszimulációk szerint 173 mm-re fog csökkenni a csapadék 99. percentilisének értéke.

Az egy nap alatt lehullott maximális csapadékmennyiség (RX1) eredményeink szerint minden évszakban növekedni fog, amiből arra következtethetünk, hogy a jövőben intenzívebb csapadéktevékenységre számíthatunk majd, hiszen kevesebb napon egyszerre nagyobb mennyiségű csapadék fog hullani. Az RX1 legnagyobb mértékű növekedése télen és ősszel valószínűsíthető, a várható átlagos változás rendre 20%, illetve 24%. Abszolút értékben kifejezve télen a korábbi 12 mm-ről 14 mm-re, ősszel pedig 16 mm-ről 20 mm-re

fog növekedni az egy nap alatt lehullott maximális csapadékmennyiség, ami már egy igen jelentős (4 mm-es) különbség.



3. ábra: Néhány vizsgált csapadékindex várható változása Magyarországon 2071–2100-ra 11 hibakorrigált regionális klímaszimuláció alapján (referencia időszak: 1961–1990)

Több, hibakorrigált regionális klímaszimuláció együttes elemzése alapján elmondható, hogy a jövőben hazánkban és a környező térségekben szárazabbak lesznek a nyarak, télen és ősszel pedig több lesz a nagy csapadékú napok száma. A csapadék intenzitása várhatóan minden évszakban növekedni fog az egyszerre nagyobb mennyiségű csapadék kihullásának következtében.

Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat támogatta az OTKA K-78125 számú pályázata, valamint a FuturICT.hu TÁMOP 4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0013 kutatási pályázat. A felhasznált RCM-szimulációkat az ENSEMBLES projekt (<http://ensembles-eu.metoffice.com>, 505539) keretében állították elő, melyet az EU FP6 program támogatott. Az E-OBS adatbázis alapját képező állomási adatokat az ECA&D projekt (<http://eca.knmi.nl>) bocsátotta rendelkezésre.

Hivatkozások

- Bartholy, J., Pongrácz, R., Hollósi, B., 2013: Analysis of projected drought hazards for Hungary. *Advances in Geosciences*, 35, 61–66. DOI:10.5194/adgeo-35-61-2013
- Formayer, H., Haas, P., 2009: Correction of RegCM3 model output data using a rank matching approach applied on various meteorological parameters. In: Deliverable D3.2 RCM output localization methods (BOKU-contribution of the FP 6 CECILIA project) 11p.
- Haylock, M.R., Hofstra, N., Klein Tank, A.M.G., Klok, E.J., Jones, P.D., New, M., 2008: A European daily high resolution gridded data set of surface temperature and precipitation for 1950–2006. *Journal of Geophysical Research*, 113, 12p. D20119, DOI:10.1029/2008JD010201.
- IPCC, 2011: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (Field, C.B., Barros, V., Stocker, T.F., Dahe, Q., Dokken, D.J., Plattner, G.-K., Ebi, K.L., Allen, S.K., Mastandrea, M.D., Tignor, M., Mach, K.J., Midgley, P.M. eds.) Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. 582p.
- IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex

- and P.M. Midgley (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 1535p.
- Karl, T.R., Nicholls, N., Ghazi, A., 1999: Clivar/GCOS/WMO Workshop on Indices and Indicators for Climate Extremes Workshop Summary. *Climatic Change*, 42, 3–7.
- Kis, A., 2013: Csapadékindexek várható trendjei Közép-Kelet-Európában az ENSEMBLES szimulációk korrigált napi csapadékösszegei alapján. MSc diplomamunka, ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest. 59p. Témavezető: Pongrácz R.
- Kis, A., Pongrácz, R., Bartholy, J., 2013a: Várható csapadéktendenciák a XXI. században korrigált csapadékmezők felhasználásával. In: Változó Föld, változó társadalom, változó ismeretszerzés 2013 – A megújuló erőforrások szerepe a regionális fejlesztésben. (Pajtókné Tari I., Tóth A., szerk.) Eszterházy Károly Főiskola Földrajz Tanszék, Agria-Innorégió Tudáscentrum, Agria Geográfia Közhasznú Alapítvány, Eger. 60–65.
- Kis, A., Pongrácz, R., Bartholy, J., 2013b: Hogy változnak a jövőben az extrém csapadékviszonyok Közép-Kelet-Európában? In: XII. Természet-, Műszaki- és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia (12th International Conference on Applications of Natural, Technological and Economic Sciences): Előadások – Presentations. (Mesterházy B., szerk.) Nyugat-magyarországi Egyetem, Szombathely. CD ROM, 42–49.
- van der Linden, P., Mitchell, J.F.B., 2009: Summary of research and results from the ENSEMBLES project. Met Office Hadley Centre, Exeter, UK. 164p.
- Nakicenovic, N., Swart, R., eds., 2000: Emissions Scenarios. A special reports of IPCC Working Group III. Cambridge University Press, UK. 570p.
- Pongrácz, R., Bartholy, J., Kis, A., 2012a: A nagycsapadékok és a csapadékintenzitás várható tendenciái a Kárpát-medencében ENSEMBLES-szimulációk alapján. In: Korszerű földtudományi oktatás – versenyképes gazdaság. HUNGEO-2012 Konferenciakötet. (Mika J., Dávid Á., Pajtókné Tari I., Fodor R., szerk.) Eszterházy Károly Főiskola, Eger. 255–260.
- Pongrácz, R., Bartholy, J., Kis, A., 2012b: What are the projected trends of precipitation-related agroclimatological indices in Central/Eastern Europe using bias-corrected ENSEMBLES-simulations? In: BIOCLIMATE 2012 - Bioclimatology of Ecosystems, International Scientific Conference, Conference Proceedings. (Koznarova, V., Sulovska, S., Hajkova, L., eds.) Czech Bioclimatological Society, Ústí nad Labem, Czech Republic. 92–93.
- Pongrácz, R., Bartholy, J., Kis, A., Miklós, E., Török, O., 2012c: Extrém éghajlati indexek várható tendenciái modell-szimulációk eredményei alapján. *Léggör*, 57, 166–169.
- Sábitz, J., Pongrácz, R., Bartholy, J., 2013a: Az aszályhajlam várható változása a Kárpát-medence térségében. In: Változó Föld, változó társadalom, változó ismeretszerzés, 2013 – A megújuló erőforrások szerepe a regionális fejlesztésben. (Pajtókné Tari I., Tóth A., szerk.) Eszterházy Károly Főiskola Földrajz Tanszék, Agria-Innorégió Tudáscentrum, Agria Geográfia Közhasznú Alapítvány, Eger. 82–86.
- Sábitz, J., Pongrácz, R., Bartholy, J., 2013b: A nyári aszály jövőbeli becsült tendenciáinak elemzése a Kárpát-medence térségében. In: XII. Természet-, Műszaki- és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia (12th International Conference on Applications of Natural, Technological and Economic Sciences): Előadások – Presentations. (Mesterházy B., szerk.) Nyugat-magyarországi Egyetem, Szombathely. CD ROM, 50–58.