

ASZÁLYINDEXEK ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE A PANNON-RÉGIÓ ALFÖLDI TERÜLETEIRE

Kis Anna^(1,2) , Pongrácz Rita^(1,2) , Bartholy Judit^(1,2) ,
Milan Gocic⁽³⁾ , Slavisa Trajkovic⁽³⁾ , Mladen Milanovic⁽³⁾ 

⁽¹⁾ELTE Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

⁽²⁾ELTE TTK Kiválósági Központ, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

⁽³⁾University of Nis, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Nis, Serbia
e-mail: kisanna@nimbus.elte.hu, prita@nimbus.elte.hu, bartholy@caesar.elte.hu,
milan.gocic@gaf.ni.ac.rs, slavisa.trajkovic@gaf.ni.ac.rs, mladen.milanovic@gaf.ni.ac.rs

Bevezetés

Számos koordinált kutatás kapcsolódik a globális éghajlati rendszer működésének pontosabb megértését célzó, átfogó nemzetközi programhoz, a WCRP¹-hez. Ezek egyike a PannEx (Ceglar et al., 2018): a WCRP részeként működő GEWEX² keretében létrejött nemzetközi kezdeményezés, amelynek célja, hogy jobban megértsük a Pannon-medence térségének regionális éghajlati viszonyait alakító folyamatokat, valamint a felszín és a légkör között lejátszódó kölcsönhatásokat. A PannEx iránt érdeklődő, elsősorban régióbeli kutatóintézetekben, egyetemeken dolgozó résztvevők sokféle kutatási szakterületet fednek le, amelyeket öt vezértéma köré csoportosíthatunk: mezőgazdaság, levegőtisztaság, fenntartható fejlődés, vízgazdálkodás és oktatás. Az ezekkel a tárgykörökkel kapcsolatos legfontosabb megválaszolendő tudományos kérdéseket egy hosszabb összegző tanulmány (Lakatos et al., 2018) foglalja össze.

A PannEx kezdeményezés tehát a Magyarországot teljes mértékben lefedő Kárpát-medence térségére fókuszál, és támogatja a nemzetközi együttműködéseket annak érdekében, hogy integrált megközelítéssel vizsgálhassuk a klímaváltozás, illetve az antropogén tevékenység környezeti hatásait, továbbá megfelelő tudományos alapot biztosítson az adaptációs stratégiák kidolgozásához. Jelen kutatásunk – amely a Pannon régió aszályainak és heves esőzéseinek elemzésére irányul (az elmúlt néhány évtizedet és a XXI. századot tekintve) – egy hivatalosan 2017. ősz végén kezdődött, két évre szóló szerb-magyar bilaterális kapcsolat keretében indult.

Adatok, módszerek

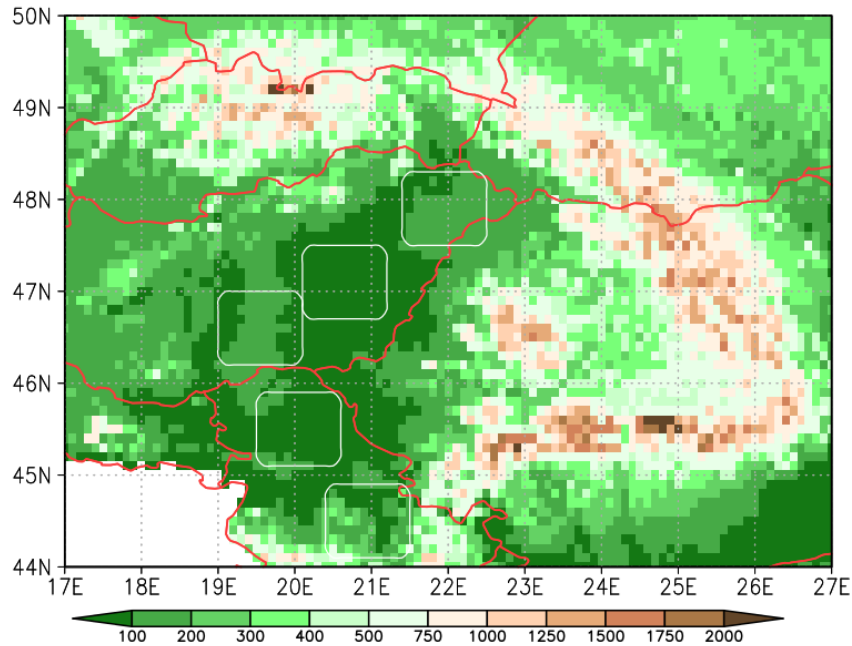
Kutatásunkban Magyarország és Szerbia alföldi területeire fókuszáltunk (*1. ábra*), hiszen a mezőgazdasági termelés miatt ezen régiók aszályhajlamának vizsgálata mind a múlt, mind a jövőre vonatkozóan különösen fontos. A múlt, illetve a jövőre vonatkozó elemzésekhez az állomási mérések alapján összeállított CARPATCLIM (Spinoni et al., 2015) adatbázist használtuk, amely napi léptékben áll rendelkezésre az 1961–2010 időszakra. A jövőre becsült tendenciák meghatározásához a RegCM4.3 regionális klímamodell (Elguindi et al., 2011) tanszékünkön végzett szimulációit alkalmaztuk (Pieczka et al., 2018) az RCP8.5 forgatókönyv (van Vuuren et al., 2011) figyelembe vételével.

Validációs vizsgálatok során bebizonyosodott, hogy a RegCM4.3 múlt, illetve a jövőre vonatkozó szimulációs eredményei szisztematikus hibával terhelték (Kis et al., 2017a) – ennek kiküszöbölésére

¹ WCRP: World Climate Research Programme (Klímakutatási Világprogram)

² GEWEX: Global Energy and water EXchanges (Globális energia- és vízcser)

lésére percentilis-alapú hibakorrekción (Kis et al., 2017b) hajtottunk végre a nyers modell-outputokon azért, hogy számításainkat mind a múltra, mind a jövőre vonatkozóan megbízhatóbb idősorokkal végezhessük.



1. ábra: A vizsgálatban szereplő régiók
(északról dél felé haladva: ÉMO, KMO, DTK, ÉSZR, DSZR³).

Az aszály jellemzésére számtalan indexet definiáltak, melyek osztályozása, felhasználásuk előnyeinek és hátrányainak részletes leírása megtalálható a szakirodalomban (pl.: Dunkel, 2009; Bartholy et al., 2013). Ezek közül e tanulmányban kettőt választottunk ki, amelyekre vonatkozó eredményeinket a következő alfejezetben ismertetjük majd. Az egyik index a száraz időszakok hosszát tekinti, ez a CDD⁴, ami az egymást követő száraz napok (amikor a napi csapadékösszeg nem haladja meg az 1 mm-t) maximális számát jelöli. A CDD-t három 30 év hosszúságú periódus (1971–2000, 2021–2050, 2069–2098) havi adatai alapján határoztuk meg. E tanulmány keretében a csapadékviszonyok jellemzésére vonatkozóan még egy paramétert, az ún. RVI⁵ indexet mutatjuk be, amelyet Gocic & Trajkovic (2013) Szerbia egyes állomásaira vizsgált már – itt azonban rácsponti adatbázisok alapján számolunk. Az RVI értéke az alábbi képlet segítségével határozható meg, éves bontásban:

$$RVI = \frac{(R - R_{\text{átl}})}{\sigma}$$

ahol R az évi csapadékmennyiség (adott évben), $R_{\text{átl}}$ az átlagos évi csapadékmennyiség és σ ennek szórása, amelyek az 1971–2000 referencia időszak alapján kerültek kiszámításra (a jövőre vonatkozó számításoknál is ezen átlag- és szórásértékeket alkalmaztuk, az összehasonlíthatóság érdekében). Könnyen belátható, hogy ha az RVI értéke egynél kisebb, akkor száraz időszak jellemzi a térséget, míg az egynél nagyobb index-értékek nedvesebb klímára utalnak.

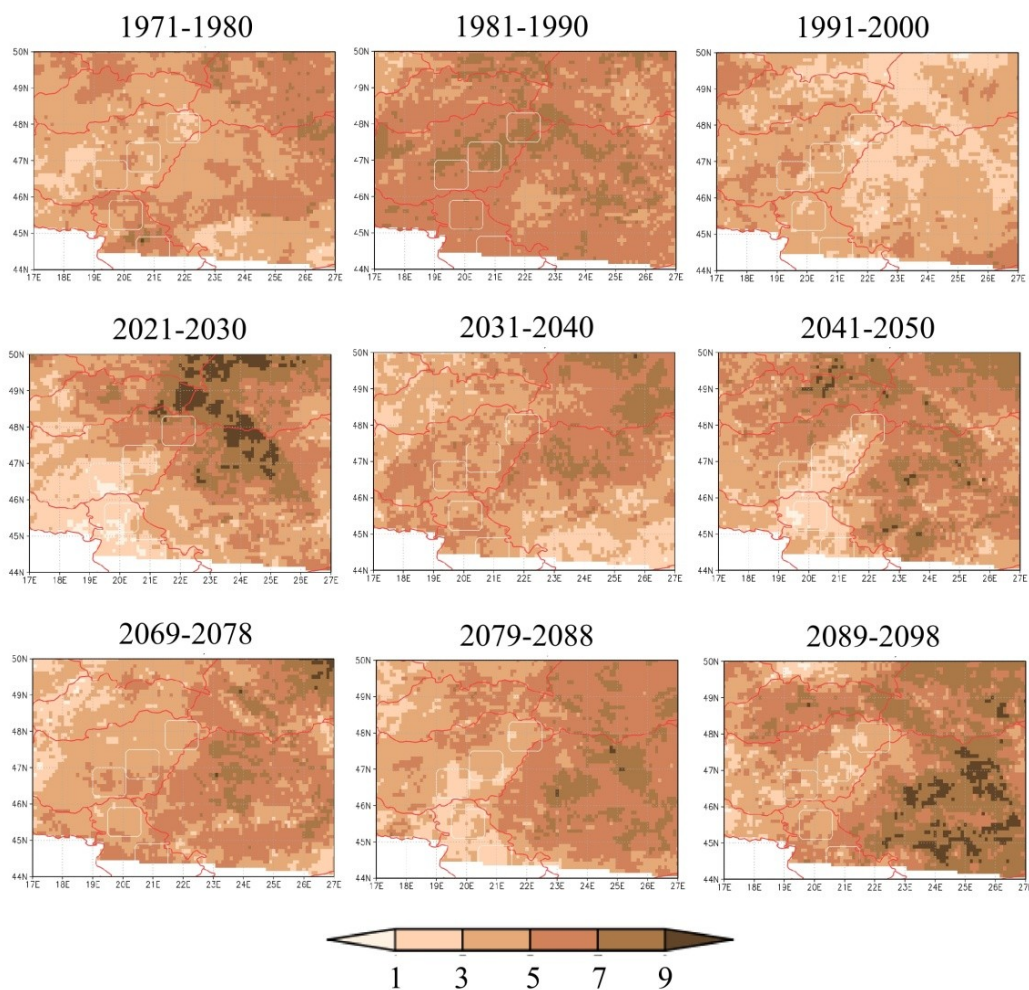
³ ÉMO, KMO, DTK, ÉSZR, DSZR: Észak-Magyarország, Közép-Magyarország, Duna-Tisza köze, Észak-Szerbia, Dél-Szerbia

⁴ CDD: Consecutive Dry Days (egymást követő száraz napok)

⁵ RVI: Rainfall Variability Index (csapadékváltozékonysági index)

Eredmények

A RegCM4.3 szimuláció korrigált csapadék-outputjainak felhasználásával számított RVI értékek alapján meghatározott száraz évek előfordulási gyakoriságának térbeli szerkezetét a 2. ábrán mutatjuk be a három vizsgált időszakra vonatkozóan, évtizedes bontásban. Látható, hogy a referencia időszakban egyik rácspontban sem fordult elő 9-nél magasabb érték, illetve, hogy az 1981–1990-es évtized volt átlagosan a legszárazabb. Mindhárom múltbeli évtizedre egységesen jellemző térbeli struktúra nem figyelhető meg. A vizsgált modellszimuláció idő-sora alapján a XXI. századra az index növekedése becsülhető: mind a 2021–2030, mind a 2089–2098 időszakban nem ritka a 9-nél magasabb RVI. A magasabb értékek jellemzően a vizsgált terület keleti felén jelennek meg; nyugatról kelet felé haladva kirajzolódik a szárazság mértékének növekedése.



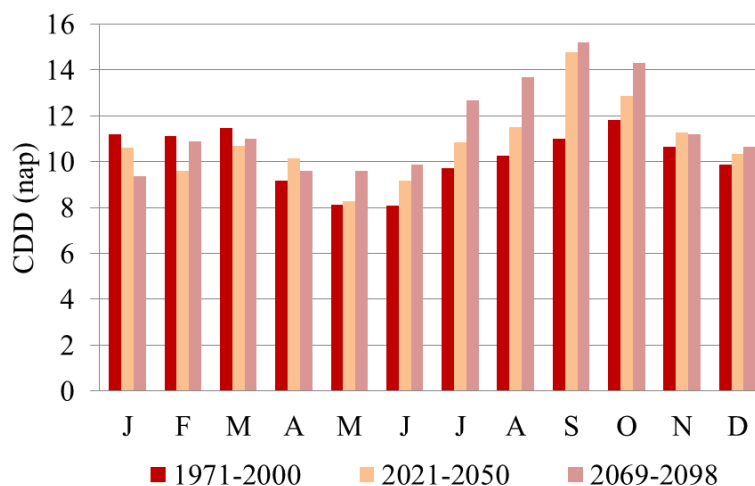
2. ábra: A száraz évek gyakorisága évtizedenként az RVI index alapján.

Az egyes régiókban a referencia időszak területi átlagát tekintve nincsenek jelentős eltérések. Általánosságban kiemelhető a középső évtized, amikor viszonylag magas volt a száraz évek száma (1. táblázat). A XXI. század közepére vonatkozó becslések is hasonlóak az egyes tartományokra vonatkozóan, csupán Észak-Magyarország és Közép-Magyarország tűnik ki valamelyest magasabb értékeivel a 2021–2030-as évtizedben. A távolabbi jövőre szimulált RVI esetén sem tapasztalhatók nagyobb különbségek az egyes régiók között.

1. táblázat: A száraz évek előfordulási gyakorisága évtizedenként az RVI index alapján az egyes régiókban.

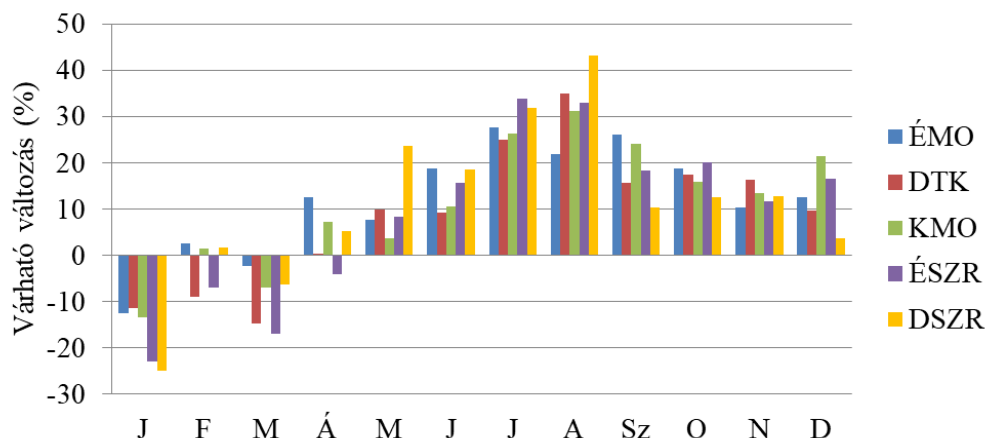
	ÉMO	KMO	DTK	ÉSZR	DSZR
1971–1980	4	5	5	5	5
1981–1990	7	8	7	7	6
1991–2000	3	4	5	4	4
2021–2030	7	7	2	2	2
2031–2040	5	5	5	5	4
2041–2050	4	4	5	2	3
2069–2078	5	5	6	5	6
2079–2088	4	5	3	3	3
2089–2098	4	4	5	5	6

Az egymást követő száraz napok maximális számát havi bontásban vizsgáltuk a három időszakra vonatkozóan a RegCM4.3 korrigált csapadék-outputjai alapján (3. ábra). A múltbeli időszakban nyáron volt a legalacsonyabb (8–9 nap) az index átlagos értéke a Kárpát-medencében, a jövőben viszont szeptember mellett pont ebben az évszakban számíthatunk a legnagyobb mértékű (30%-ot meghaladó) növekedésre, amelynek eredményeként a CDD átlagos évszakos értéke meghaladhatja akár a 12 napot is. A januártól márciusig terjedő időszakban ezzel szemben csökkenő tendenciát jeleznek szimulációink.



3. ábra: A CDD havi értékei a RegCM4.3 modellszimuláció alapján a három vizsgált időszakban a Kárpát-medence teljes területére vonatkozóan.

Általánosságban elmondható, hogy a távolabbi jövőhöz képest a közelebbi jövőre vonatkozóan kisebb mértékű változások valószínűsíthetők. A legjelentősebb növekedés (43%) a XXI. század végére, Dél-Szerbiára becsülhető augusztusra (4. ábra). Ekkor 11 napról 16 napra növekszik a CDD átlagos havi értéke a vizsgált RegCM-szimuláció szerint. Érdekes, hogy a legnagyobb mértékű csökkenés is Dél-Szerbiára becsülhető: januárban –25% a várható változás. A márciustól decemberig tartó időszakban mind az öt régióban a száraz időszakok hosszabbodására számíthatunk, amely júliusban és augusztusban lesz a legjelentősebb (20%-ot meghaladó) a RegCM-outputok alapján. Januárban és márciusban 5–20%-os csökkenés valószínűsíthető. Februárban és áprilisban a régiók között előjelbeli különbségek jelennek meg a kismértékű várható változásra vonatkozóan: Észak-Szerbiára és a Duna-Tisza közére becsült változások iránya eltér a többitől.



4. ábra: A CDD relatív változása (2069–2098 vs. 1971–2000) havi bontásban a RegCM4.3 modellszimuláció alapján az öt kiválasztott régióra vonatkozóan.

Összefoglalás

Jelen tanulmány keretében a szárazságot jellemző lehetséges mérőszámok közül kettőre – RVI és CDD – vonatkozó eredményeinket mutattuk be Magyarország és Szerbia egyes régióira fókuszálva. A jövőre vonatkozó modellszimulációk szerint a XXI. században összességében a referencia időszakhoz (1971–2000) képest szárazabb éghajlati körülményekre számíthatunk a teljes vizsgált területen. Az RVI index esetén a becsült változásra vonatkozóan kirajzolódott egy térbeli szerkezet, miszerint a Kárpát-medence keleti felén számíthatunk hangsúlyosabb változásra. Becsléseink alapján az egymást követő száraz napok maximális száma a július és október közötti időszakban viszonylag jelentősen meg fog növekedni. További terveink között szerepel, hogy az együttműködés keretében összetettebb indexeket is vizsgáljunk, valamint hidrológiai modellezést végezzünk a Pannon-régió belüli egy-egy kiválasztott kisebb vízgyűjtő-területre.

Köszönetnyilvánítás




Kutatásainkat támogatta a szerb-magyar TÉT_16-1-2016-0135 pályázat (és ennek szerbiai kiegészítő része: a 451-03-02294/2015-09/10 pályázat), az ELTE Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program (1783-3/2018/FEKUTSRAT) az Emberi Erőforrások Minisztériuma támogatásával, az AGRÁRKLIMA2 projekt (VKSZ_12-1-2013-0034), a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap K-120605 és K-129162 számú projektje, valamint a Széchenyi 2020 program, Magyarország Kormánya és az Európai Regionális Fejlesztési Alap az AgroMo kutatási projekt (GINOP-2.3.2-15-2016-00028) keretében. A kutatási együttműködés létrejöttét segítette a PANNEX program. Köszönet az adatokért: CARPATCLIM Database©European Commission – JRC, 2013.

Hivatkozások

Bartholy, J., Pongrácz, R., Hollósi, B., 2013: Analysis of projected drought hazards for Hungary. *Adv. Geosci.*, 35: 61–66. <https://doi.org/10.5194/adgeo-35-61-2013>

- Ceglar, A., Croitoru, A.E., Cuxart, J., Djurdjevic, V., Güttler, I., Ivancan-Picek, B., Jug, D., Lakatos, M., Weidinger, T., 2018: PannEx: The Pannonian Basin Experiment. *Climate Services*, 11: 78-85. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2018.05.002>
- Dunkel, Z., 2009: Brief surveying and discussing of drought indices used in agricultural meteorology. *Időjárás*, 113: 23–37.
- Elguindi, N., Bi, X., Giorgi, F., Nagarajan, B., Pal, J., Solmon, F., Rauscher, S., Zakey, A., Giuliani, G., 2011: Regional climatic model RegCM – User manual. Version 4.3. ICTP, Trieste, Italy. 32p.
- Gocic, M., Trajkovic, S., 2013: Analysis of precipitation and drought data in Serbia over the period 1980–2010. *J Hydrol*, 494: 32–42. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.04.044>
- Kis, A., Pongrácz, R., Bartholy, J., Szabó, J.A., 2017a: A Felső-Tisza vízgyűjtő vizsgálata éghajlati és hidrológiai szimulációk alkalmazásával. *Légekör*, 62(4): 179–182.
- Kis, A., Pongrácz, R., Bartholy, J., 2017b: Multi-model analysis of regional dry and wet conditions for the Carpathian Region. *Int. J. Climatol.*, 37: 4543–4560. <https://doi.org/10.1002/joc.5104>
- Lakatos, M., Guettler, I., Jug, D., Weidinger, T., Djurdjevic, V., Croitoru, A., Ivancan-Picek, B., Cuxart, J., eds., 2018: Regional hydro-climate project (RHP) over the Pannonian basin (PannEx). White Book. Budapest. 120p. <https://sites.google.com/site/projectpannex/>
- Pieczka I., Pongrácz R., Bartholy J., Szabóné André K., 2018: Future temperature projections for Hungary based on RegCM4.3 simulations using new representative concentration pathways scenarios. *Int. J. Global Warming*, 15: 277–292. <https://doi.org/10.1504/IJGW.2018.093121>
- Spinoni, J. and 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. <https://doi.org/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. *Clim. Change*, 109: 5–31. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z>
-

ORCID

- Kis A.  <https://orcid.org/0000-0002-3227-1230>
- Pongrácz R.  <https://orcid.org/0000-0001-7591-7989>
- Bartholy J.  <https://orcid.org/0000-0002-3911-7981>
- Gocic M.  <https://orcid.org/0000-0001-8398-6570>
- Trajkovic S.  <https://orcid.org/0000-0001-8294-1047>