



Csapadékindexek hosszútávú tendenciái Magyarországon

Simon Csilla, Lakatos Mónika

HungaroMet Nonprofit Zrt., simon.cs@met.hu

DOI: 10.56474/légkor.2026.2.1

A csapadék az egyik legfontosabb meteorológiai elem, amelyet térben és időben egyaránt nagy változékonyság jellemez. Az éghajlatváltozás következtében növekszik az időjárási és éghajlati extrémumok gyakorisága, amely nemcsak a hőmérsékleti, hanem a csapadékra vonatkozó szélsőségekben is megnyilvánul. A hatékony felkészülési stratégiák kidolgozásához elengedhetetlen a már bekövetkezett folyamatok minél pontosabb ismerete, amelynek elemzéséhez kulcsfontosságú a jó minőségű, hosszú adatsorok vizsgálata. A klímaváltozás hatásainak kimutatására különböző éghajlati indexeket használunk, amelyek gyakran egy adott küszöbérték átlépésének gyakoriságához köthetők, de vannak olyanok is, amelyek bizonyos feltételek teljesülésének időtartamát jelölik. Ebben a tanulmányban bemutatjuk néhány csapadékindex becsült trendjét Magyarországon az 1901–2024 közötti időszakra.

Observed trends of precipitation-related climate indices in Hungary

Precipitation is one of the most important meteorological elements characterized by high variability in both space and time. As a result of climate change, temperature and precipitation extremes become more frequent. In order to prepare for adaptation to the expected change in climate extremes, it is essential to analyse the observed trends with the use of long high-quality data series. The impacts of climate change can be detected by applying various climate indices, which are often based on predefined thresholds, though some indicate a duration of specific conditions. In this study the observed changes of precipitation-related climate indices are calculated for the period 1901–2024.

Az éghajlatváltozás hatása régiókban is kimutatható a mérési adatsorokból, amely a magasabb hőmérsékletek felé tolódás mellett a csapadékviszonyok megváltozásában is megnyilvánul, mivel a magasabb hőmérsékleten zajló vízciklus hozzájárul a szárazsághoz és a heves csapadékesemények kialakulásához egyaránt (Kim *et al.*, 2024). A melegebb levegő ugyanis több vizgőzt képes megtartani anélkül, hogy telítetté válna,

és felhő-, valamint csapadékképződés történne [1]. Amíg a hőmérséklet egyértelműen emelkedő tendenciát mutat globálisan és régiókban egyaránt (Twardosz *et al.*, 2021), addig a csapadék nagy idő- és térbeli változékonysága miatt annak homogén és egyirányú változása nem mutatható ki. Európában az éves csapadékösszeg megfigyelt (Caloiero *et al.*, 2018) és várható (Coppola *et al.*, 2021) változásának tendenciáját

tekintve észak-déli gradiens mutatkozik meg: míg Észak-Európában növekedés, addig Dél-Európában csökkenés figyelhető meg. Magyarországon az éves csapadékmennyiség országos átlaga 600 mm körül alakul (Szentés, 2023), amelyben csak kismértékű (3,75%-os), nem szignifikáns csökkenés jelenik meg (Marton et al., 2025), viszont a heves esőzések gyakoriságának tendenciája növekszik (Lakatos et al., 2021a), és kevesebb napon fordul elő csapadék (Bartholy és Pongrácz, 2007). A rövid idő alatt lehulló, intenzív csapadék általában konvektív időjárási eseményekhez köthető; Magyarországon a nyári csapadék jelentős része származik záporokból, zivatarokból (Horváth, 2005). Az ország éghajlati adottságainak velejárója az időnként fellépő szárazság is. 2022-ben súlyos aszály sújtotta Magyarországot, amely leginkább az Alföld középső és keleti részét érintette, ugyanakkor a meteorológiai feljegyzések alapján már korábban is előfordultak hazánkban jelentős száraz időszakok (Szentés, 2023). A melegedő nyarak, az egyre gyakrabban fellépő hőhullámos időszakok, valamint a csapadék idő- és térbeli eloszlásának megváltozása azonban növelik az aszályhajlamot. A hosszú ideig tartó szárazság és a rövid idő alatt lehulló, özönvízszerű esőzések súlyos károkat okozhatnak a mezőgazdaságban, a természetes ökoszisztémákban, emellett a vízügyi ágazatot is nagy kihívások elé állítják. A biztonsági kockázatok értékeléséhez és a hatékony alkalmazkodási stratégiák kidolgozásához elengedhetetlen a jövőben várható, és a már bekövetkezett változások irányának és mértékének ismerete is. Az alapvető meteorológiai paraméterek idősorainak vizsgálata mellett fontos az ezekből származtatott éghajlati indexek gyakoriságában megjelenő tendencia vizsgálata is, amely jó indikátora a klímaváltozásnak. Az éghajlati indexek gyakran írnak le szélsőségeket; vannak olyanok, amelyek egy bizonyos küszöbérték alatt vagy felett tartózkodást, vagy időtartamot fejeznek ki. Bokros és Lakatos (2022) cikkében hőség-indexek elemzéséről olvashattunk, ebben a tanulmányban pedig néhány csapadékkal kapcsolatos éghajlati index megfigyelt trendjét mutatjuk be Magyarországon az 1901–2024 közötti időszakra vonatkozóan. További csapadékindexek megtalálhatók a HungaroMet weboldalán [2], ahol az országos átlagok mellett 24 nagyobb településre is letölthetők az eredmények.

Felhasznált adatok és módszertan

Az éghajlati változások tanulmányozásához elengedhetetlen a térben és időben is reprezentatív adatbázisok használata. Elemzésünkhöz a HungaroMet

Éghajlatkutató Osztályán előállított, jó minőségű, MASH szoftverrel homogenizált (Szentimrey, 2008) és MISH módszerrel interpolált (Szentimrey és Bihari, 2007) HuClim adatbázist használtuk fel. A HuClim 10 km-es horizontális felbontással rendelkező, térben és időben egyaránt reprezentatív, méréseken alapuló, napi, rácsponthoz tartozó adatbázis (Izsák et al., 2022). A napi csapadékösszeg adatsorok előállításához különböző időszakokra különböző állomásrendszerek állnak rendelkezésre: 1901-től 131, 1951-től pedig 500 csapadékmérő-állomás adatai alapján történik a homogenizáció és az interpoláció. Az éves és az évszakos csapadékösszegekben megfigyelt változásokról korábbi tanulmányokban már olvashattunk (pl. Lakatos et al., 2021b; Szentés et al., 2024), így ebben a cikkben néhány csapadékindex (1. táblázat) elemzésére fókuszálunk.

Index neve	Definíció
Csapadékos nap	A napi csapadékösszeg ≥ 1 mm
Átlagos napi csapadékontenzitás	A csapadékos napokon lehullott csapadékösszeg és a csapadékos napok számának hányadosa
Egymást követő csapadékos napok maximális száma	Az a leghosszabb időszak, amikor a napi csapadékösszeg ≥ 1 mm
Egymást követő száraz napok maximális száma	Az a leghosszabb időszak, amikor a napi csapadékösszeg < 1 mm
30 mm-t meghaladó csapadékú nap	A napi csapadékösszeg > 30 mm

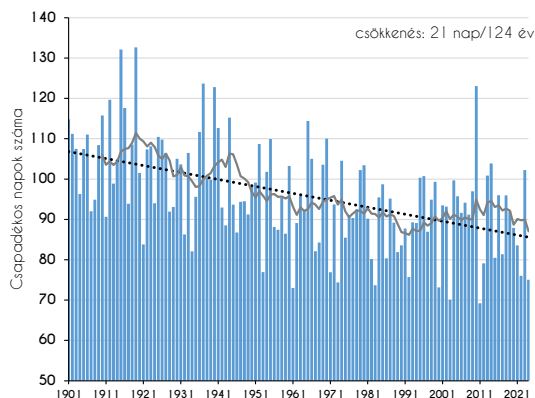
1. táblázat. Az éghajlati indexek definíciói.

A kiválasztott indexek között szerepel olyan, ami az aszályhajlamot, de olyan is, ami a villámárvizek esélyét jellemzi. Ezeket a mutatókat az 1901–2024 közötti időszak napi csapadékösszeg adatsorából számítottuk ki oly módon, hogy az indexek értékét minden rácspontra meghatároztuk, majd ezeket átlagoltuk az egyes évekre, így előállítva az országos átlagot. A változások becslésére lineáris trendmodellt alkalmaztunk, a trend szignifikanciájára vonatkozóan pedig t-próbával hipotézisvizsgálatot végeztünk 0,05 valószínűségi szintre. A trendillesztést a teljes, 1901–2024 időszak mellett egy rövidebb, 1981–2024 közötti időintervallumra is elvégeztük, amely a legintenzívebb globális melegedés időszaka, így ez tükrözi leginkább a jelenlegi tendenciákat.

Eredmények

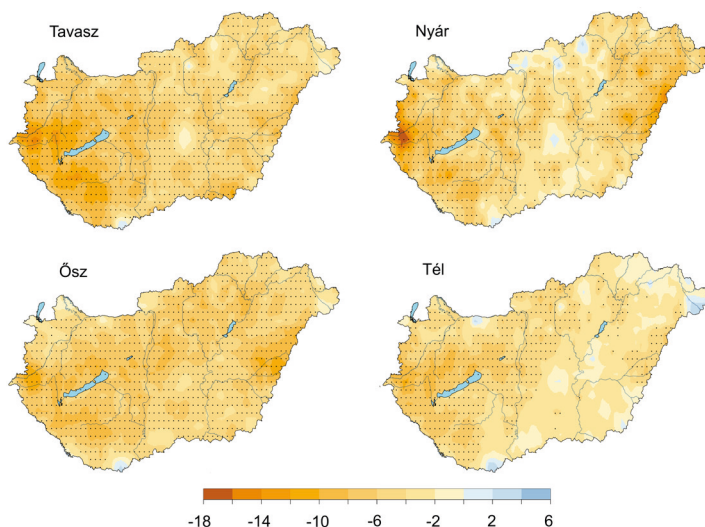
Csapadékos napok

A csapadékos napok éves száma megmutatja, hogy adott évben milyen gyakran fordul elő 1 mm-t elérő csapadék egy rácsponthban. Ezek országos átlagát tekintve 1901 óta szignifikáns, 21 napos csökkenés figyelhető meg lineáris trendet feltételezve (1. ábra). Míg a vizsgált 124 éves időszak elején az évek felében előfordult legalább 100 csapadékos nap, addig az időszak második felében csak az évek egyötödére volt ez jellemző. A legtöbb, 133 csapadékos nap 1919-ben következett be, a legkevesebb pedig 2011-ben, amikor területi átlagban mindössze 70 napon hullott legalább 1 mm csapadék – ez az év volt Magyarországon a leg-szárazabb esztendő a 20. század kezdete óta.



1. ábra. A csapadékos napok számának országos átlaga a becsült lineáris trenddel és a tízéves mozgót-lag görbéjével 1901 és 2024 között.

A csapadékos napok számában bekövetkező változás területi eloszlását tekintve nagy különbségek adódnak az egyes évszakokban (2. ábra). A legjelentősebb, egyben szignifikáns, 14–18 napos csökkenés nyáron jelenik meg az Őrségben és a Vasi-hegyhát vidékén, a keleti határvidéken pedig 10-16-tal csökkent az 1 mm-t elérő csapadékú napok száma 124 év alatt. Ebben az évszakban kismértékű növekedés csak a Kiskunság egyes részein, valamint a Börzsöny, a Mátra és a Bükk hegységek területein mutatkozott meg, de ez a változás nem tekinthető szignifikánsnak. A tavaszi és az őszi csökkenés országsszerte 2 és 12 nap között mozog, és néhány rácsponthot kivéve szignifikánsnak adódott; ennél nagyobb mértékű, 12–16 napos csökkenés csak a Dunántúl nyugati felén jelenik meg tavasszal. A legcsekélyebb változás télen jellemző, ebben az évszakban a Dunántúl nagy részén 6–10 napos, a Körös-vidéken,



2. ábra. A csapadékos napok számának változása napokban kifejezve az egyes évszakokban 1901 és 2024 között Magyarországon lineáris trenddel becsülve. A 95%-os megbízhatósági szinten szignifikáns változást fekete pöttyök jelölik.

a Cserhátban és a Mátraalján 1–6 napos, szignifikáns csökkenés adódott a csapadékos napok számában. A Szamosköz és Krasznaköz területén télen 2–6 napos növekedés, míg a Villányi-hegység déli előterében minden évszakban 1–4 napos növekedés figyelhető meg, de ez a trend nem adódott szignifikánsnak.

Hónap	Lineáris trend (nap)	
	1901 óta	1981 óta
Január	-1	4
Február	-1	4
Március	-2	-3
Április	-3	-4
Május	-1	3
Június	-2	-3
Július	-1	3
Augusztus	-2	-1
Szeptember	-1	3
Október	-3	2
November	-2	1
December	-2	-1

2. táblázat. A csapadékos napok országos átlagának lineáris trendje napokban kifejezve az egyes hónapokban az 1901–2024 és az 1981–2024 időszak alapján. A 95%-os valószínűségi szinten szignifikáns változást pirossal emeltük ki.

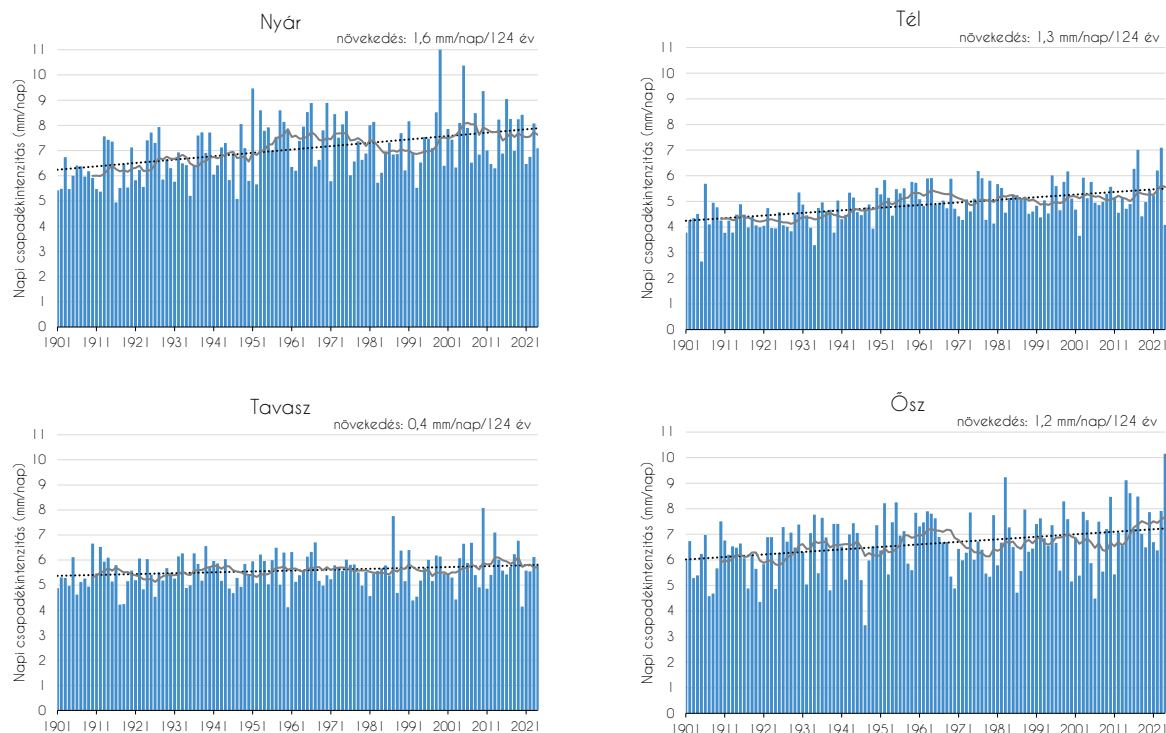
A 2. táblázatban összegezzük a csapadékos napok havi számának országos átlagaira vonatkozó változás mértékét, ami 1901 óta minden hónapban csökkenést mutat. Szignifikáns trend márciusban, áprilisban, júniusban, augusztusban, októberben, valamint decemberben figyelhető meg. A legjelentősebb, 3 napos csökkenés áprilisban és októberben jelentkezik. Ha a rövidebb, 1981 és 2024 közötti időszakot vizsgáljuk, több hónap esetén a csapadékos napok számának növekedését láthatjuk, de statisztikailag szignifikáns változás az utóbbi 43 év alatt egyik hónapra sem jellemző.

Átlagos napi csapadékinintenzitás

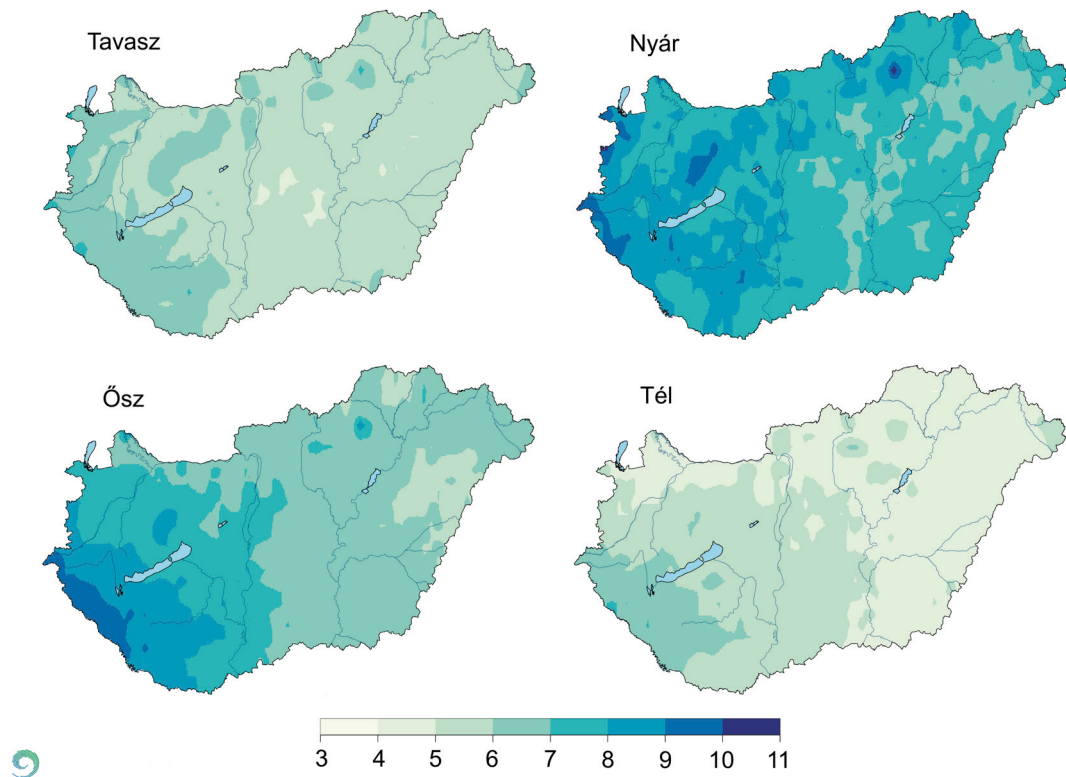
Adott évben a csapadékos napokon lehullott csapadékösszegnek és a csapadékos napok számának hányadosa megadja az átlagos napi csapadékinintenzitást (másképpen átlagos csapadékoság) értékét, amelyre minden évszakban emelkedő tendencia rajzolódik ki (3. ábra). A tavaszi növekedés mértéke a legkisebb, 0,4 mm/nap, a téli és az őszi csapadékinintenzitásra hasonló változás jellemző (1,3 mm/nap és 1,2 mm/nap), és leginkább a nyári intenzitás növekedése figyelhető meg, melynek értéke 1,6 mm/nap

124 év alatt. A változás minden évszakban statisztikailag szignifikánsnak adódott a 20. század elejétől. Az átlagos napi intenzitás növekedése arra utal, hogy nagyjából ugyanaz az éves csapadékösszeg (hiszen annak változása nem szignifikáns) mellett kevesebb napon fordul elő csapadéktevékenység; tehát ritkábban hullik csapadék, de ezeken a napokon nagyobb mennyiség gyűlik össze.

A 4. ábrán szemléltetjük az 1991–2020 közötti normálidőszakra jellemző átlagos napi csapadékinintenzitást az egyes évszakokban. A legmagasabb értékek nyáron jelennek meg, ebben az esetben jól kirajzolódik a csapadék konvektív jellege. A nagyobb tengerszint feletti magassággal rendelkező térségekben (Északi-középhegység, Bakony, Alpokalja) az átlagos napi intenzitás eléri a 9–11 mm/nap értéket, a legkisebb (5–7 mm/nap) pedig a Tisza vonalában és a Nyírségben jellemző ebben az évszakban. Ősszel a keleti országgrészben 5–7 mm/nap, a Dunántúl túlnyomó részén 7–9 mm/nap közötti intenzitás értékek jelennek meg, ennél magasabbak (9–10 mm/nap) a Dráva mentén mutatkoznak. A tavaszi és a téli átlagos intenzitás 3–7 mm/nap között alakul, a két évszakra viszonylag homogén térbeli mintázat jellemző.



3. ábra. Az átlagos napi csapadékinintenzitás országos átlaga az egyes évszakokban a becsült lineáris trenddel és a tízéves mozgóátlag görbéjével 1901 és 2024 között.

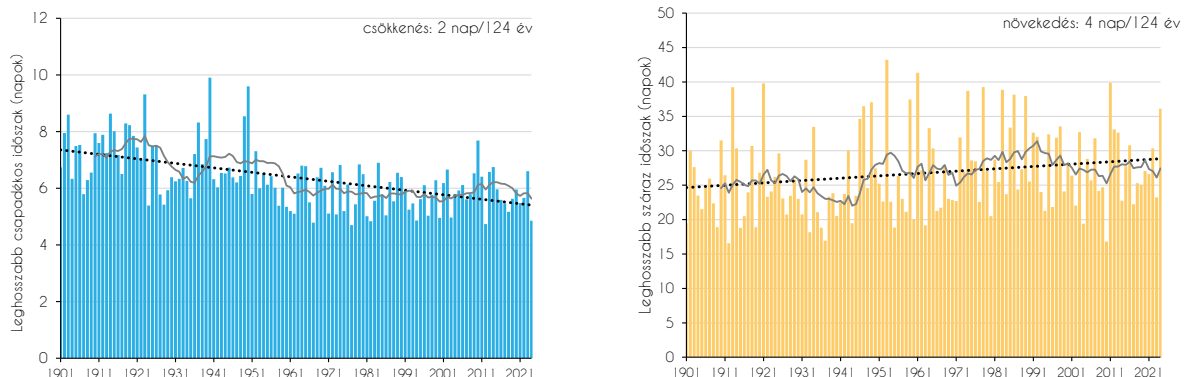


4. ábra. Az átlagos napi csapadékkéntesség az egyes évszakokban Magyarországon az 1991–2020 közötti időszakban.

Egymást követő csapadékos és száraz napok maximális száma

Az évente előforduló leghosszabb csapadékos időszak tartama országos átlagot tekintve 124 év alatt 2 nappal csökkent (5. ábra). 1940-ben detektáltuk a legtovább (10 napig) tartó olyan időszakot, amikor a lehullott csapadék mennyisége területi átlagban minden nap elérte az 1 mm-t. A feljegyzések szerint abban az évben júniusban a gyakori ciklonátvonulás

hatására rendkívül csapadékos időjárás uralkodott Magyarországon (Bacsó, 1940), és a mért 838 mm-es évi csapadékösszeg a második legmagasabb értéknek bizonyult 1901 óta (Szentés, 2023). A legrövidebb csapadékos időszak országos átlagban 4,7 napig tartott, ez 1977-ben következett be. A csökkenő trend legnagyobb mértékben ősszel mutatkozik meg, és a változás 1901 óta minden évszakban, valamint éves szinten is szignifikánsnak adódott 95%-os bizonyossággal.

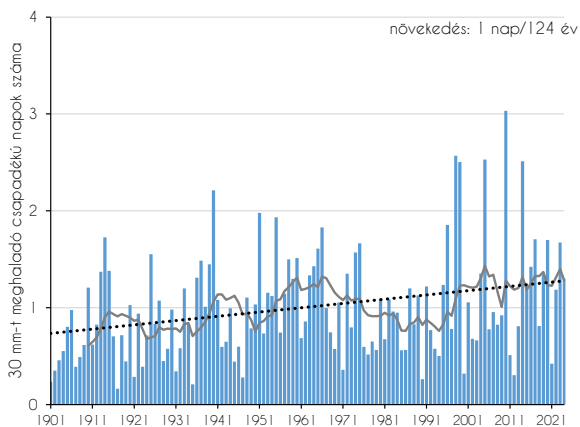


5. ábra. Az egymást követő csapadékos napok (balra) és az egymást követő száraz napok (jobbra) maximális számának országos átlaga a becült lineáris trenddel és a tízéves mozgóátlag görbéjével 1901 és 2024 között.

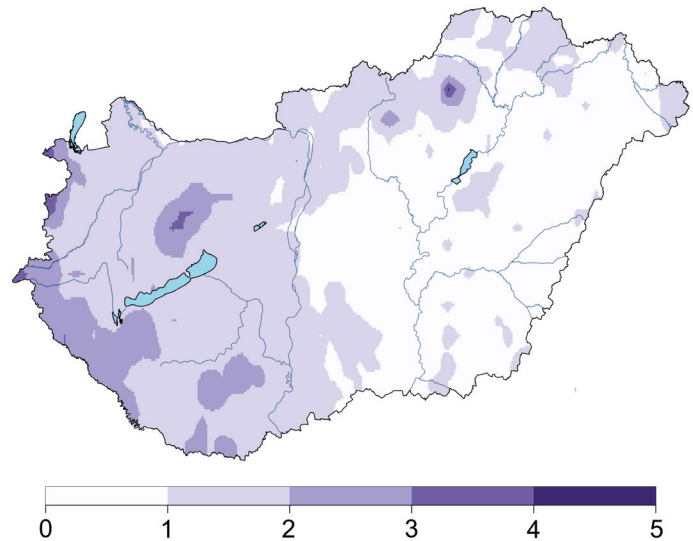
A száraz időszakok hossza országos átlagban szignifikáns, 4 napos növekedést mutat a 20. század kezdete óta (4. ábra). Az egyes évek között nagy változékonyság jellemző: a leghosszabb száraz időszak 1953-ban következett be, amikor 43 napon keresztül nem hullott legalább 1 mm csapadék országos átlagban. A legrövidebbet 1912-ben azonosítottuk, amitől nem sokkal marad el az 1937-es és a 2010-es év sem – mindhárom esetben kerekítve 17 nap az országos átlag. Az évszakok közül ősszel figyelhető meg a legnagyobb mértékű növekedés (4 nap), ezt követi a nyár 2 napos emelkedő trenddel – a változás mindkét esetben statisztikailag szignifikáns. A rövidebb, 1981-től kezdődő időszakot vizsgálva a száraz periódusok ősszel és télen rövidülni, tavasszal és nyáron hosszabbodni látszanak, ez a változás azonban egyik esetben sem szignifikáns.

30 mm-t meghaladó csapadéku napok

Egyre nagyobb figyelem fordul a nagy mennyiségű csapadékkal járó időjárási eseményekre azok káros hatása miatt. Egy-egy intenzív zápor, zivatar gyakran rövid idő alatt (akár kevesebb, mint 1 óra) eredményez több 10 mm csapadékot, ami fennakadásokat okozhat a közlekedésben, növeli a talajerózió kockázatát és a hegyvidéki, valamint a sűrűn beépített területeken villámárvíz kialakulásához is vezethet. Jelentős mennyiségű csapadék összegyűlhet egy nap alatt kisebb intenzitás mellett is, ami kevésbé károsító, mivel a lehulló csapadéknak több ideje van beszivárogni a talajba. Hazánkban emelkedő tendencia mutatkozik meg a nagycsapadékos események számában, ahogyan azt a 6. ábra



6. ábra. A 30 mm-t meghaladó csapadéku napok számának országos átlaga a becsült lineáris trenddel és a tízéves mozgóátlag görbéjével 1901 és 2024 között.



7. ábra. A 30 mm-t meghaladó csapadéku napok számának átlagos éves gyakorisága Magyarországon az 1991–2020 időszakban.

szemlélteti a 30 mm-t meghaladó csapadéku napok országos átlagára vonatkozóan. A tapasztalt változás szignifikánsnak tekinthető.

A vizsgált időszak legkorábbi normál periódusában, az 1901–1930 közötti időszakban az ország nagy részén átlagosan évente legfeljebb 2-szer fordult elő olyan nap, amikor a csapadékösszeg meghaladta a 30 mm-t; ennél többször (3–4 alkalommal) csak az Északi-középhegység legmagasabb részein és a nyugati határ mentén következett be ilyen. Ehhez képest az 1991–2020-as klímanormált tekintve a Dunántúlon, a Duna-Tisza közének délnyugati felén és az északi országrészben nagy területen átlagosan 3–5 ilyen nap fordult elő évente (7. ábra).

Összefoglalás

Jelen tanulmányban csapadékindexek alakulását mutatjuk be Magyarországon. A csapadékos napok éves számának statisztikailag szignifikáns csökkenése mutatkozik meg, a leghosszabb csapadékos időszakok tartamára is csökkenő trend jellemző, amivel párhuzamosan viszont hosszabbodnak a száraz időszakok. Figyelembe véve az utóbbi évtizedek melegedő nyarait és az egyre gyakrabban előforduló intenzív hőhullámokat, ezek együttes fellépése jelentősen növeli hazánkban az aszálykockázatot. Azon napok előfordulási gyakorisága is növekszik, amikor nagy mennyiségű csapadék hullik. Mivel az éves csapadékmennyiség nem változik számottevően,

az eredmények azt tükrözik, hogy nagyjából ugyanannyi csapadék kevesebb nap alatt gyűlik össze. Ennek következtében az átlagos napi intenzitás növekszik, ami minden évszakban megfigyelhető, és a nyári időszakban a legjelentősebb. A csapadékviszonyok időbeli és térbeli megváltozása kimutatható az adatsorokból, ami fontos információt jelenthet a jövőben várhatóan egyre gyakrabban bekövetkező szélsőséges csapadékeseményekre és az elhúzódó száraz időszakokra való felkészüléshez.

A hosszútávú csapadékváltozások szemléltetésére szolgálnak a HungaroMet weboldalán közzétett országos és 24 település csapadék klímaindex sorait bemutató grafikonok [2]. Ebben a tanulmányban ezekből mutattunk be néhányat, kiegészítve a térbeli változások elemzésével.

Irodalomjegyzék

- Bacsó, N., 1940: Magyarország időjárása 1940. június és július havában. *Az időjárás*, 16(7–8), 173–177.
- Bartholy, J. és Pongrácz, R., 2007: regional analysis of extreme temperature and precipitation indices for the Carpathian Basin from 1946 to 2001. *Global and Planetary Change*, 57, 83–95. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2006.11.002>
- Bokros, K. és Lakatos, M., 2022: Hőségperiódusok vizsgálata Magyarországon a XX. század elejétől napjainkig *Légekör*, 67, 130–140. <https://doi.org/10.56474/legkor.2022.4.4>
- Caloiero, T., Caloiero, P., Fruscati, F., 2018: Long-term precipitation trend analysis in Europe and in the Mediterranean basin. *Water and Environment Journal*, 32, 433–445. <https://doi.org/10.1111/wej.12346>
- Coppola, E., Nogherotto, R., Ciarlo, J.M., Giorgi, F., van Meijgaard, E., Kadyrov, N., Iles, C. et al., 2021: Assessment of the European Climate Projections as Simulated by the Large EURO-CORDEX Regional and Global Climate Model Ensemble. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 126, e2019JD032356. <https://doi.org/10.1029/2019JD032356>
- Horváth, Á., 2005: A gomolyfelhőktől a hurrikánokig – a konvekció mint a légkör egyik legfőbb bizonytalansági tényezője. *Magyar Tudomány*, 166(7), 797–804.
- Izsák, B., Szentimrey, T., Lakatos, M., Pongrácz, R., and Szentes, O., 2022: Creation of a representative climatological database for Hungary from 1870 to 2020. *Időjárás*, 126, 1–26. <https://doi.org/10.28974/idojaras.2022.1.1>
- Kim, S., Wasko, C., sharma, A. and Nathan, R., 2024: The role of regional water vapor dynamics in creating precipitation extremes. *Journal of Hydrology X*, 24, 100181. <https://doi.org/10.1016/j.hydroa.2024.100181>
- Lakatos, M., Bihari, Z., Izsák, B. és Szentes, O., 2021a: Globális és hazai éghajlati trendek, szélsőségek változása: 2020-as helyzetkép. *Scientia et Securitas*, 2(2), 164–171. <https://doi.org/10.1556/112.2021.00037>
- Lakatos, M., Bihari, Z., Izsák, B., Marton, A. és Szentes, O., 2021b: Megfigyelt éghajlati változások Magyarországon. *Légekör*, 66(3), 5–11.
- Marton, A., Izsák, B., Szentes, O. és Szolnoki-Tótván, 2025: A 2024. év éghajlati elemzése. *Légekör*, 70(2), 120–126.
- Szentes, O., 2023: Szárazság Magyarországon 2022-ben és a múltban. *Légekör*, 68, 9–19. <https://doi.org/10.56474/legkor.2023.1.2>
- Szentes, O., Lakatos, M. and Pongrácz, R., 2024: Precipitation conditions in Hungary from 1854 to 2022. *Időjárás*, 128, 171–193. <https://doi.org/10.28974/idojaras.2024.2.3>
- Szentimrey, T. és Bihari, Z., 2007: Mathematical background of the spatial interpolation methods and the software MISH (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized Data Basis). In: Proceedings from the Conference on Spatial Interpolation in Climatology and Meteorology, Budapest, Hungary, 2004, COST Action 719, COST Office, 17–27.
- Szentimrey, T., 2008: Development of MASH homogenization procedure for daily data, Proceedings of the Fifth Seminar for Homogenization and Quality Control in Climatological Databases, Budapest, 2006; WCDMP-No. 71, WMO/TD-NO. 1493, 123–130.
- Twardosz, R., Walanus, A., Guzik, I., 2021: Warming in Europe: Recent Trends in Annual and Seasonal temperatures. *Pure and Applied Geophysics*, 178, 4021–4032. <https://doi.org/10.1007/s00024-021-02860-6>

Internetes hivatkozások

- [1] https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3200 (2025. 07. 17.)
- [2] https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_hazai_valtozasok/csapadekindexek/ (2025. 07. 21.)