

# **Éghajlati szélsőségek változásai Magyarországon: közelmúlt és jövő**

A magyarországi eredmények összefoglalása az IPCC szélsőséges éghajlati események kockázatáról és kezeléséről szóló Tematikus Jelentéséhez kapcsolódóan

Lakatos Mónika, Szépszó Gabriella, Bihari Zita, Krüzselyi Ilona, Szabó Péter  
Országos Meteorológia Szolgálat, Éghajlati Osztály

Bartholy Judit, Pongrácz Rita, Pieczka Ildikó, Torma Csaba  
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék



2012. február 29.

## Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	2
Bevezetés.....	3
A közelmúltban megfigyelt tendenciák.....	3
Hőmérsékleti szélsőségek megfigyelt tendenciái.....	4
Csapadék szélsőségek megfigyelt tendenciái.....	5
A jövőben várható változások.....	8
Hőmérséklet.....	8
Csapadék.....	9
Összefoglalás.....	11
Hivatkozások.....	11

## Bevezetés

Az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change; Éghajlatváltozási Kormányközi Testület) 2011 novemberében jóváhagyta azt a döntéshozói összefoglalót, amely a "Szélsőséges események és katasztrófák kockázatának kezelése az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás elősegítése érdekében" című Tematikus Jelentés (SREX: Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation; 2011) fő eredményeit tartalmazza. Az összefoglaló magyar fordítása néhány nappal a megjelenés után elkészült, az alábbi címen olvasható: [www.met.hu/doc/IPCC\\_jelentes/ipcc\\_jelentes\\_2011.pdf](http://www.met.hu/doc/IPCC_jelentes/ipcc_jelentes_2011.pdf). A SREX célja, hogy értékelje a klímaváltozás szerepét az éghajlati szélsőségek intenzitásának és gyakoriságának változásában, valamint hangsúlyozza a kockázatkezelési és alkalmazkodási stratégiák szerepét, amellyel a sérülékeny közösségek csökkenthetik a klímaváltozással szembeni kitettségüket.

A Döntéshozói Összefoglaló szerint az 1950 óta rendelkezésre álló megfigyelések bizonyítják néhány éghajlati szélsőség mértékének és előfordulási gyakoriságának megváltozását. Az üvegházhatású gázok koncentrációjának növekedése mellett mind a napi maximum-, mind a napi minimumhőmérséklet világszerte emelkedő tendenciát mutatott. Összességében csökkent a hideg napok és éjszakák száma, s ezzel párhuzamosan nőtt a meleg napok és éjszakák száma. A csapadékkal kapcsolatos jelenségek nagyobb bizonytalanságúak, sok térségben megfigyelhető a nagy csapadékot adó időjárási események és az árvizek gyakoriságának növekedése, ugyanakkor az aszályok is gyakoribbá és intenzívebbé váltak.

Az éghajlati modellek alapján szinte bizonyosnak vehető, hogy a meleg hőmérsékleti szélsőségek gyakoriságának növekedése a jövőben is folytatódni fog. Például a hóhullámok időtartama, gyakorisága és intenzitása várhatóan növekszik. Az üvegházhatású gázok nagyobb kibocsátását feltételező (pesszimista) forgatókönyvek a forró napok gyakoriságának mintegy tízszeres növekedését jelzik a Föld legtöbb térségében. Valószínű, hogy a 21. században a Föld számos területén a nagy csapadékú események gyakorisága, illetve az ilyen eseményekből származó csapadék részaránya, a csapadék intenzitása növekedni fog.

Ezek a jövőbeli változások előreláthatóan világszerte növelik a klímaváltozással szembeni sérülékenységet, kitettséget és az éghajlati katasztrófákból származó anyagi és emberi veszteséget. A javaslatok kiemelik a felkészülés kulcsszerepét és a veszélyforrások megfelelő kezelését. Mindazonáltal regionális felkészülési stratégiák kidolgozásához részletesebb információkra van szükség, amire a célzott finom-felbontású, regionális vizsgálatok nyújtanak lehetőséget. A SREX Döntéshozói Összefoglaló megjelenése jó alkalom arra, hogy bemutassuk a szélsőséges éghajlati események hazai előfordulásában tapasztalt és várható változásokat egy SREX-hez hasonló HREX (Hungarian Report on Extreme Events) jelentés formájában.

## A közelmúltban megfigyelt tendenciák

A szélsőségek tendencia elemzéséhez az Országos Meteorológiai Szolgálat klimatológiai adatbázisában fellelhető, a teljes 20. századot napjainkig átívelő napi hőmérsékleti és csapadék idősorokat használtuk. Fontos megjegyezni, hogy éghajlatváltozással kapcsolatos vizsgálatokhoz hosszú, jó minőségű, ellenőrzött, térben és időben egyaránt reprezentatív adatsorok szükségesek. A változó mérési körülmények, például az állomás áthelyezése, a mérési idő megváltozása vagy műszercsere inhomogenitást, indokolatlan törést eredményezhetnek az idősorokban. Az esetleges adathibák és inhomogenitások kiszűrése, korrekciója és az adathiányok pótlása minden esetben megelőzte elemzéseinket a MASH (Szentimrey, 2006) homogenizációs eljárás alkalmazásával. Az országos rácsponti átlagok

idősorait pedig a MISH (Szentimrey és Bihari, 2006) módszerrel állítottuk elő, ily módon az adatoknak egy jó minőségű, térben és időben reprezentatív rendszeréhez jutottunk.

### *Hőmérsékleti szélsőségek megfigyelt tendenciái*

A szélsőértékek intenzitásában, gyakoriságában megmutatkozó tendenciák a változó éghajlat jelei. Nemcsak maguk a hőmérsékleti értékek, hanem a belőlük származtatott egyéb paraméterek, különböző indexek is értékes információval szolgálnak a klíma megváltozására vonatkozóan. Az extrém klímaindexek jellemzően valamilyen küszöb egyszeri vagy tartós átlépéséhez köthető esetszámok, gyakoriságok. Ilyen indexekkel jellemezzük például a hóhullámokat, és ilyen paraméter a fagyos napok éves száma is (a vizsgált indexek meghatározását az **1. táblázat** mutatja).

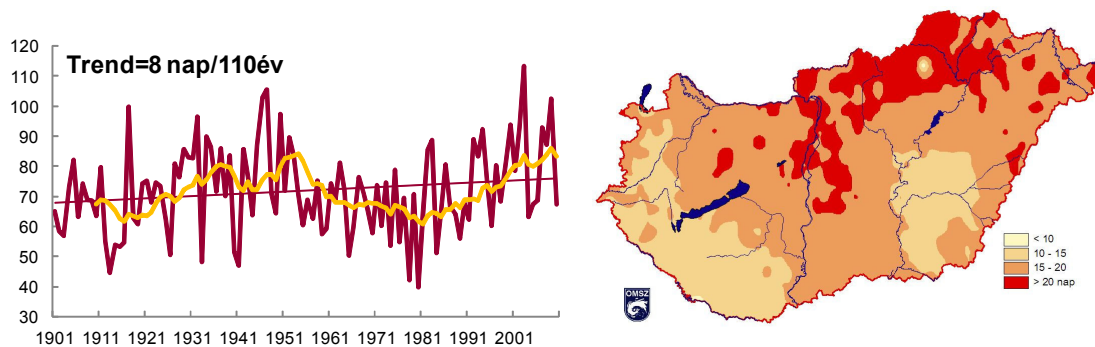
Két időszakra mutatjuk be a megfigyelt tendenciákat: 1901-től napjainkig és a legutóbbi harminc évre, 1981-től 2010-ig, ami egyben a legintenzívebb melegedési időszak a műszeres megfigyelések kezdete óta Magyarországon is. A hőmérsékleti szélsőségek tendenciáinak leírására a nyári napok (**1. ábra**), a hóhullámos napok (**2. ábra**) és a fagyos napok (**3. ábra**) számának alakulását választottuk. A múlt század elejétől tekintve mintegy 8 nappal több **nyári napot** tapasztalunk évente, a **hóhullámos napok** száma is megnőtt 5 nappal. Ezzel párhuzamosan kevesebb a **fagyos nap**, mint a századelőn, jellemzően 10 nappal. A meleg és a hideg hőmérsékleti szélsőségekben megnyilvánuló hosszú távú változások tehát a melegedés tényét erősítik.

A legutóbbi harminc év alatt bekövetkezett változások területi jellemzőit térképeken szemléltetjük. A melegedő tendencia a magasabban fekvő régiókban a legnagyobb a **nyári napok** esetén, mivel hegysegeinkben korábban csak elvétve tapasztaltunk 25 °C fölötti hőmérsékletet. A növekedés mértéke helyenként a 25 napot is eléri, országos átlagban 17 napos növekedés jellemző 1981 és 2010 között.

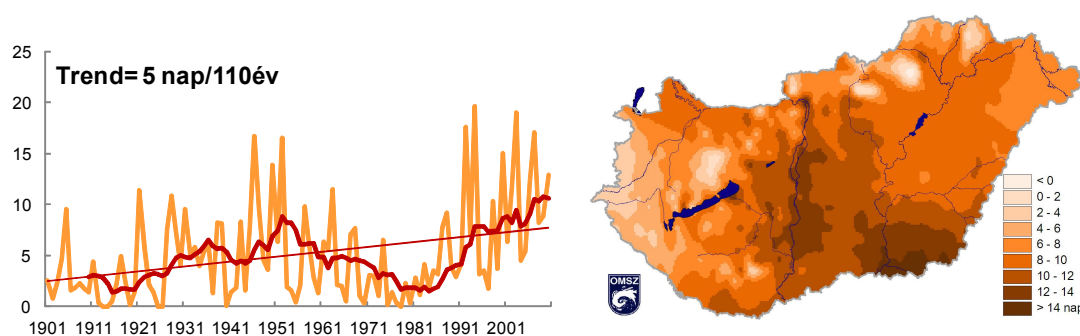
**Hóhullámos nap** fellépésével viszont még kevéssé kell számolnunk a hegyvidékeinken, a közép-magyarországi, dél-alföldi régióban kell több ilyen napot elszenvedni, vannak területek, ahol több mint 15 napos a növekedés, országos átlagban megközelíti a 9 napot az emelkedés mértéke. A **fagyos napok** fogyása az északi, északkeleti országrészben a legszembetűnőbb. Az Északi-középhegység kisebb régióiban akár 1 havi csökkenéssel is számolhatunk. Országosan 13 nappal kevesebb napon lép fel fagypon alatti hőmérséklet a legutóbbi három évtized tendenciáit tekintve.

**1. táblázat:** A vizsgált hőmérsékleti és csapadék szélsőségindexek.

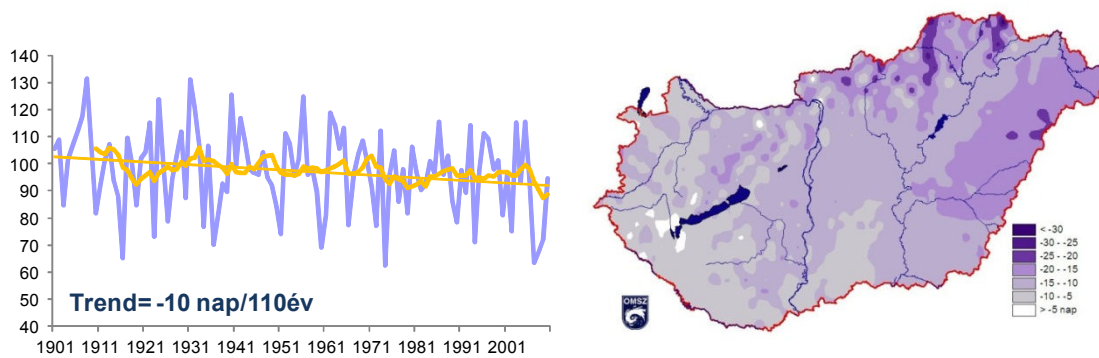
Index	Definíció	Mértékegység
<b>Nyári napok száma</b>	Azon napok évi száma, amikor $T_{\max} > 25 \text{ °C}$ .	nap
<b>Hóhullámos napok száma</b>	Azon napok évi száma, amikor $T_{\text{közép}} > 25 \text{ °C}$ .	nap
<b>Fagyos napok száma</b>	Azon napok évi száma, amikor $T_{\min} < 0 \text{ °C}$ .	nap
<b>Nagycsapadékú napok száma</b>	Azon napok száma, amikor $R_{\text{nap}} > 20 \text{ mm}$ .	nap
<b>Száraz időszakok maximális hossza</b>	Azon időszakok maximális hossza, amikor $R_{\text{nap}} < 1 \text{ mm}$ .	nap
<b>Csapadékintenzitás</b>	Az éves csapadékösszeg és az 1 mm összeget meghaladó csapadékú napok éves számának hányadosa.	mm/nap



**1. ábra:** A nyári napok (napi maximumhőmérséklet  $> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) rácsponti átlagának időszora a tízéves mozgó átlaggal és a becült lineáris trenddel az 1901–2010 időszakban, valamint az 1981–2010 közötti változás térbeli eloszlása.



**2. ábra:** A hőhullámos napok (napi középhőmérséklet  $> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) rácsponti átlagának időszora a tízéves mozgó átlaggal és a becült lineáris trenddel az 1901–2010 időszakban, valamint az 1981–2010 közötti változás térbeli eloszlása.

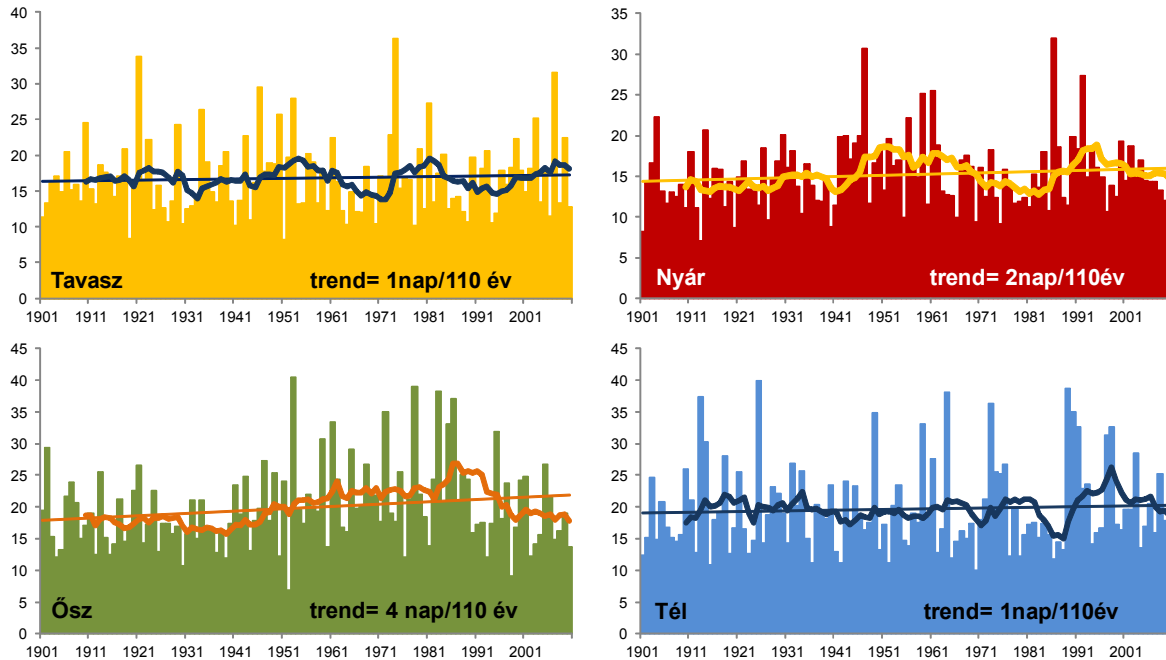


**3. ábra:** A fagyos napok (napi minimumhőmérséklet  $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) rácsponti átlagának időszora a tízéves mozgó átlaggal és a becült lineáris trenddel az 1901–2010 időszakban, valamint az 1981–2010 közötti változás térbeli eloszlása.

### *Csapadék szélsőségek megfigyelt tendenciái*

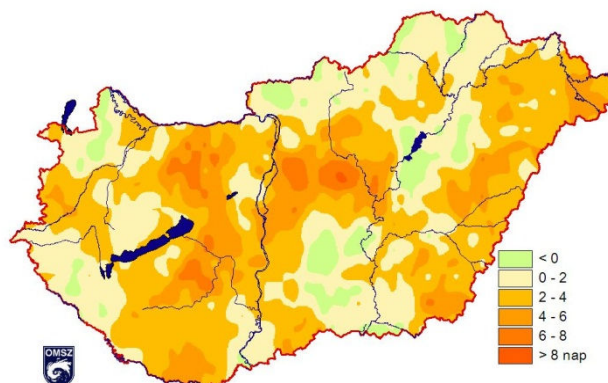
Az átlagosnál bőségesebb csapadékkal, vagy tartós szárazsággal járó események, időszakok előfordulási gyakoriságát csapadék indexek időszoraival jellemezzük. A SREX Döntéshozói Összefoglaló az egymást követő száraz napokból álló leghosszabb időszakok változását mutatja be globális léptékben az aszályhajlam növekedésének vizsgálatára, ezért a számos, csapadék szélsőséget leíró index közül ezt mutatjuk be (a vizsgált indexek meghatározását az **1. táblázat** mutatja).

Magyarországon a csapadék térben és időben egyaránt változékonny éghajlati paraméter. A csapadékváltozások kevésbé nyilvánvalóak, mint a hőmérséklet megváltozása, és ez a bizonytalanság a szélsőségekre is igaz. Az évszakos idősorokon megjelenő tendenciák nem szignifikánsak, viszont az egyre hosszabbodó **száraz időszakok** irányába mutatnak minden évszakban (**4. ábra**). Ősszel a legnagyobb a növekedés mértéke, 4 nap.



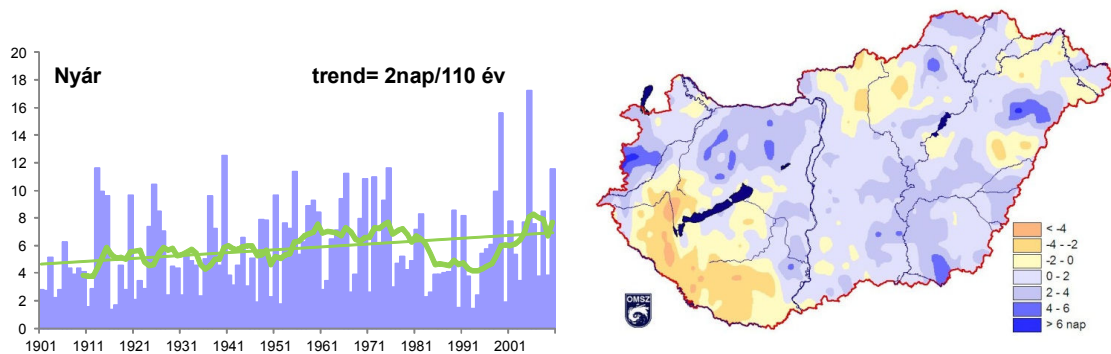
**4. ábra:** A leghosszabb száraz időszak (napi összeg < 1 mm az egymást követő napokon) hosszúságának rácsponti átlaga évszakonként a tízéves mozgó átlaggal és a becült lineáris trenddel az 1901–2010 időszakban.

A tavaszi változás térbeli eloszlását jelenítjük meg, mivel ebben az évszakban a legjelentősebb a csapadék csökkenés, közel 20% 1901-től. A legutóbbi fél évszázad változását elemeztük a csapadék esetén, mivel a csapadék tendenciák tekintetében az erős változékonyság miatt hosszabb időszakot érdemes vizsgálni az esetleges változások kimutatására, mint a hőmérsékletnél, és az IPCC SREX is döntően a múlt század közepétől fogalmaz meg állításokat. A száraz periódusok hosszának változás térképére tekintve (**5. ábra**) a kétnapos csökkenéstől a nyolcnapos növekedésig találunk területeket. Megállapíthatjuk, hogy a hosszabbodó száraz időszakokkal jellemezhető régiók vannak túlsúlyban.



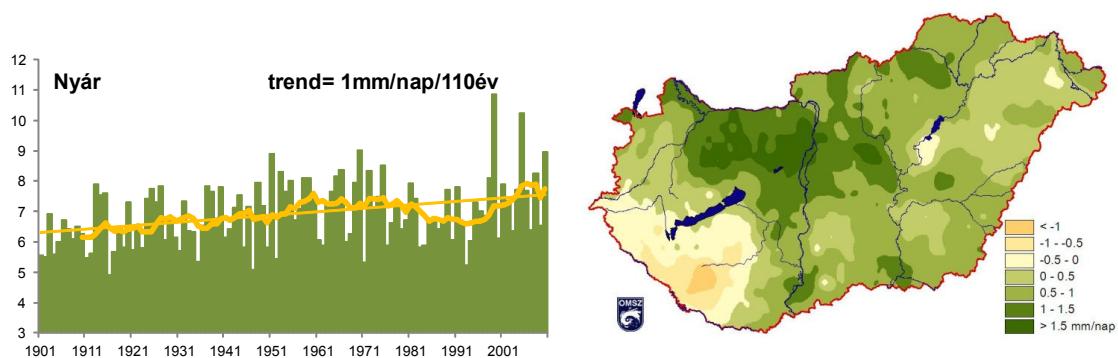
**5. ábra:** A leghosszabb tavaszi száraz időszak (napi összeg < 1 mm az egymást követő napokon) változásának térbeli tendenciája az 1960–2010-es időszakban.

A 20 mm fölötti csapadékú napok és az átlagos napi csapadékosság vagy más néven **napi intenzitás** nyáron növekedett meg a legnagyobb mértékben, de még nem elég magas a változás megbízhatósága. Kétnapos a növekedés a **nagycsapadékú napok** számában. A napi intenzitás is növekszik, 1 mm körüli értékkel a becslések szerint. A változástérképeken csökkenést és növekedést mutató területek egyaránt megjelennek mindkét csapadék index esetén. Délnyugat-Dunántúlon kevesebb a 20 mm fölötti csapadékkal járó esemény, egyébként pedig inkább a növekedésük jellemző (**6. ábra**).



**6. ábra:** A 20 mm fölötti csapadékú napok rácsponti átlagának időszora a tízéves mozgó átlaggal és a becsült lineáris trenddel az 1901–2010-es időszakban, valamint az 1960–2010-es tendenciák térbeli eloszlása.

A nyári napi csapadékosság országos átlagban növekedett, ezt a növekedést a délnyugat-dunántúli, és kisebb kiterjedésben az északkelet-magyarországi területek csapadékintenzitásának csökkenése mérsékli (**7. ábra**). A növekedés azt jelzi, hogy a nyári csapadék egyre nagyobb része rövid idejű, intenzív záporok, zivatarok során jut le a felszínre. Fontos megjegyezni, hogy a változások csak kisebb területeken szignifikánsak.



**7. ábra:** A nyári napi csapadékintenzitás rácsponti átlagának időszora a tízéves mozgó átlaggal és a becsült lineáris trenddel az 1901–2010-es időszakban, valamint az 1960–2010-es tendenciák térbeli eloszlása.

## A jövőben várható változások

A jövőbeli éghajlatváltozás részleteinek feltérképezése során éghajlati modellekre támaszkodunk, segítségükkel globális, illetve regionális projekciókat készíthetünk a várható tendenciák becslésére. A globális klímamodellekkel a teljes éghajlati rendszer viselkedését, kölcsönhatásait, valamint egy feltételezett kényszerre adott válaszát térképezhetjük fel; a regionális éghajlati modellek segítségével pedig a globális modellek eredményeit finomíthatjuk egy kisebb tartományon. Az éghajlati szimulációkat számos bizonytalanság terheli: az emberi tevékenység jövőbeli alakulásának bizonytalanságai, egyes folyamatok tudományos megértésének hiányosságai, az alkalmazott modellek korlátai. A jövőre vonatkozó projekciók csak a bizonytalanságok számszerűsítésével együtt tekinthetők korrektnek, ezért az eredményeket minden esetben ezekkel együtt kell közölni, amit az ún. *ensemble* megközelítés, azaz több modellkísérlet eredményének együttes értékelése tesz lehetővé.

Hazánkban az Országos Meteorológiai Szolgálatnál és az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszékén négy regionális éghajlati modellt alkalmazunk a 21. században várható változások számszerűsítésére. A modellekkel az emberi tevékenységből eredő légköri üvegházgáz-koncentráció mérsékelt emelkedésének feltételezése mellett 10 és 25 km-es felbontású szimulációkat készítettünk a Kárpát-medencét magában foglaló tartományon (*Horányi et al.*, 2011). A továbbiakban az éghajlati szélsőségek jellemzőiben várható változást vázoljuk fel Magyarországra a közeli 2021–2050 és a távolabbi 2071–2100 időszakra vonatkozóan a hazánkban alkalmazott négy regionális klímamodell eredményeinek felhasználásával.

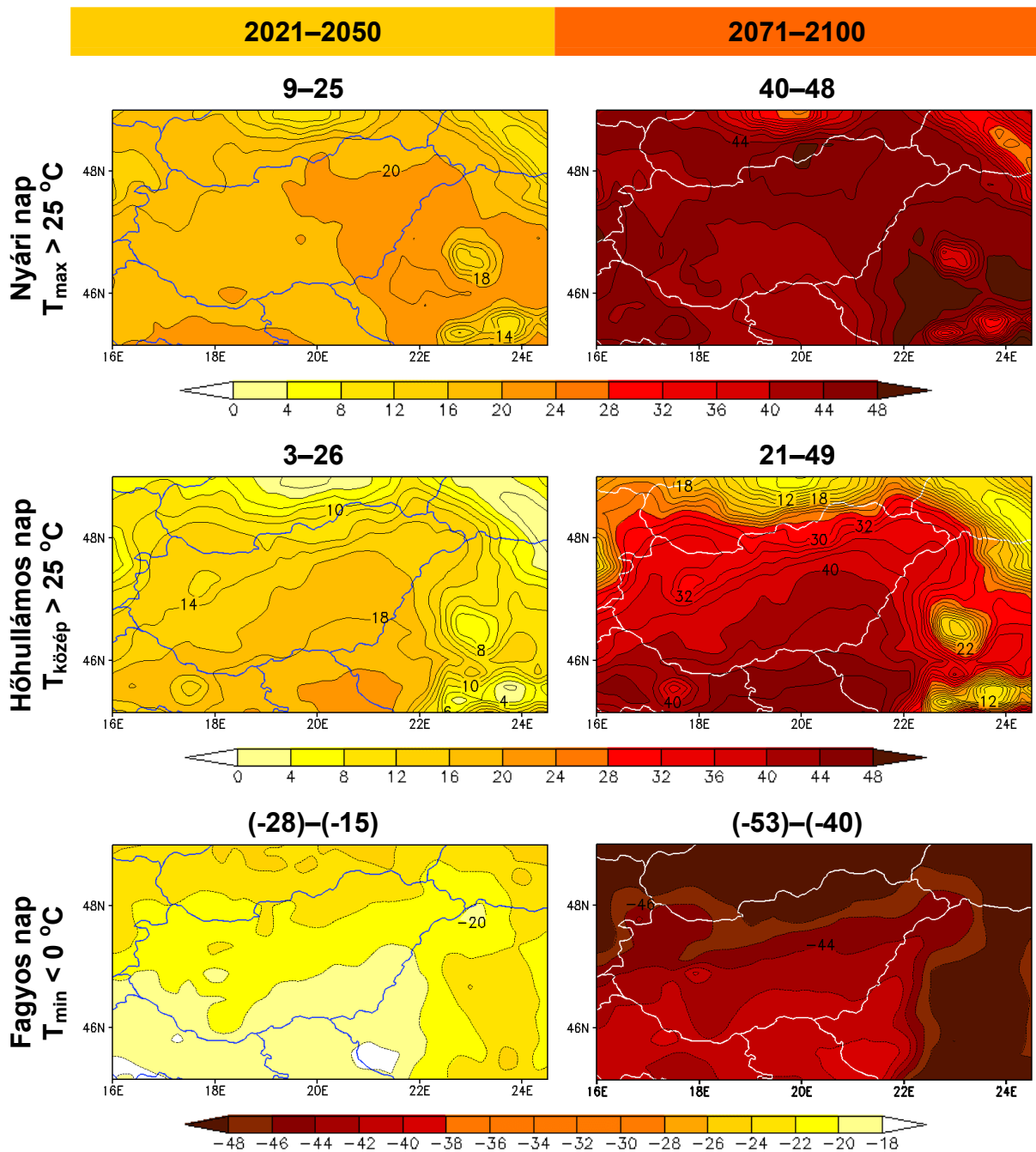
### *Hőmérséklet*

A hőmérsékleti indexek jövőbeli változását ún. *kompozittérképek* segítségével jelenítjük meg: a **8. ábra** térképei a négy regionális modell által jelzett átlagos változást mutatják, melyeket az 1961–1990 referencia-időszak modellek által leírt jellemzőihez viszonyítva számítottunk ki. A maximumhőmérsékletben 25 °C-ot meghaladó, **nyári napok** száma a jövőben egyértelműen növekedni fog: 2021–2050-re az ország területének nagy részén átlagosan 16-20 nappal, de a keleti országrészben akár 20 napot meghaladó változás is lehetséges. Az évszázad utolsó évtizedeire ez tovább fokozódik, s a növekedés eléri a 40 napot, sőt, az északi tájakon még nagyobb változásra számíthatunk.

A szélsőségesebb, 25 °C-ot meghaladó átlaghőmérsékletű, **hőhullámos napok** számában ugyanígy növekedést valószínűsítene az eredmények, bár a mértéket illetően nagyobb a bizonytalanság az egyes modellek között mindkét időszakra. A változás térbeli elrendeződése markáns: a melegebb déli-délkeleti területeken számíthatunk a legnagyobb gyakoriságnövekedésre mindkét időszakban, s az index értéke a hűvösebb északnyugati tájakon fog változni a legkevésbé.

A 0 °C-ot el nem érő minimumhőmérsékletű, **fagyos napok** száma a jövőben a melegedő tendenciát követve egyértelműen csökkenni fog, 2021–2050-re országos átlagban még csak 15-28 nappal, 2071–2100-ra viszont már 40-53 nappal. A változás térbeli szerkezete a fagyos napok esetében ellentétes a „meleg” indexek esetére becslétekkel: a hidegebb északi tájakon várható a legnagyobb gyakoriságsökkenés, s a melegebb déli területeket érinti a legkevésbé a változás.





**8. ábra:** A nyári napok (fent), a hőhullámos napok (középen) és a fagyos napok (lent) évi számának átlagos változása [nap] 2021–2050-re (balra) és 2071–2100-ra (jobbra) az 1961–1990 időszakhoz viszonyítva négy regionális éghajlati modell eredményei alapján. Az ábrák feletti értékek az adott indexre számított átlagos magyarországi változás értéktartományát mutatják a négy regionális modell eredményei alapján.

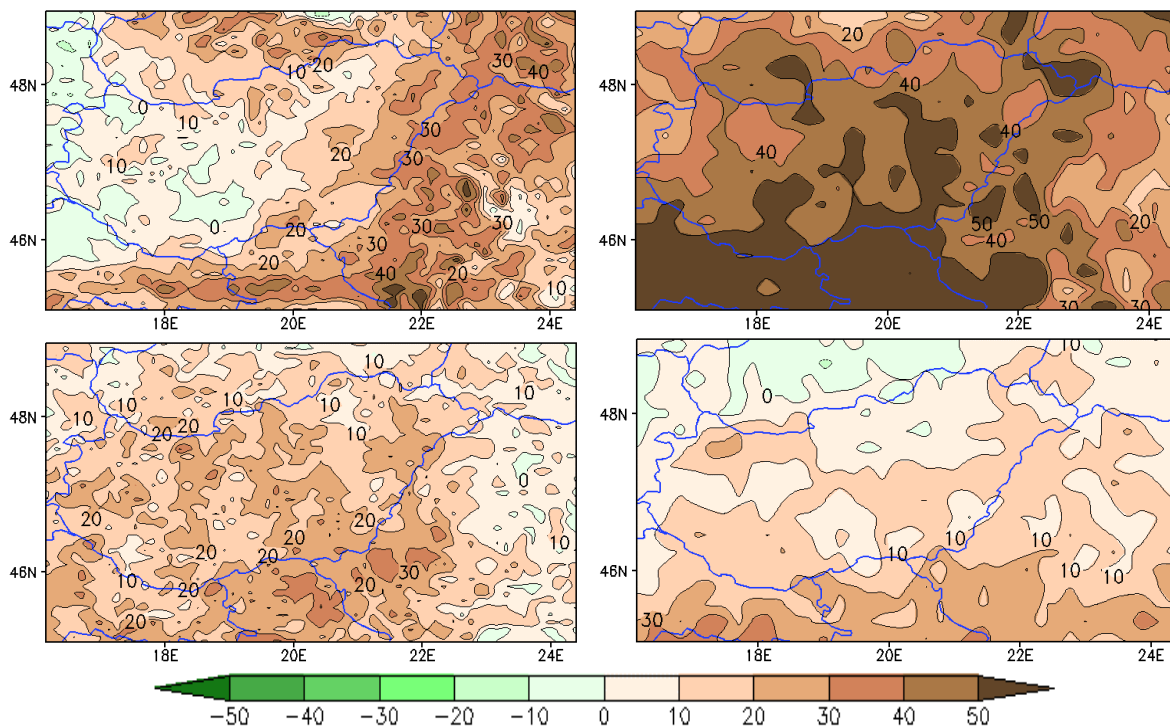
### Csapadék

Néhány csapadékkal kapcsolatos index várható évszakos változását foglalja össze a **2. táblázat**. Az egymást követő, 1 mm-nél kisebb csapadékú napok számában, azaz a **száraz időszakok** maximális hosszában 2021–2050-re még csak nyáron várható egyértelmű változás, a többi évszakban a változások bizonytalanságára utal a modelleredmények ellentétes előjele. Nyáron az index értékei mind a négy modellszimuláció szerint növekednek, azaz a jelenleginél hosszabb száraz nyári periódusok előfordulására számíthatunk. A távoli jövőben

ugyanaz a tendencia folytatódik, ekkor viszont már tavasszal és ősszel is a száraz időszakok hosszabbodásának irányába mutatnak a modelleredmények, egyedül a téli évszakban nem egyértelmű a változás előjele. Az index éves változásának térbeli elrendeződését tekintve (**9. ábra**), megállapíthatjuk, hogy a növekedés az évszázad végén szinte már az ország egészére jellemző lesz, (bár a mértéket tekintve eltérőek a modelleredmények) s a legnagyobb változással a déli és keleti területeken kell számolnunk.

**2. táblázat:** A száraz időszakok (egymást követő 1 mm-nél kisebb csapadékú napok) maximális időtartamának, a nagycsapadékos (20 mm-t meghaladó csapadékú) napok gyakoriságának és a csapadékintenzitás (a csapadékmennyiség és a csapadékos napok száma hányadosának) átlagos évszakai relatív változása [%] 2021–2050-re és 2071–2100-ra az 1961–1990 időszakhoz viszonyítva Magyarországra vonatkozóan négy regionális éghajlati modell eredményei alapján. A barnával kiemelt értékek a modelleredmények alapján az egyértelmű szárazodást, a zölddel kiemelt értékek az egyértelmű intenzitásnövekedést jelzik.

		Tavaszi	Nyár	Ősz	Tél
<b>2021–2050</b>	<b>Száraz időszakok</b>	(-15)–13	3–22	(-4)–10	(-7)–8
	<b>Nagycsapadékok</b>	13–93	(-11)–20	13–62	4–89
	<b>Intenzitás</b>	1–11	(-0,4)–5	6–13	(-2)–9
<b>2071–2100</b>	<b>Száraz időszakok</b>	3–14	18–68	7–19	(-12)–7
	<b>Nagycsapadékok</b>	38–84	(-5)–6	38–110	40–237
	<b>Intenzitás</b>	6–14	(-0,3)–9	9–21	3–24



**9. ábra:** A száraz időszakok (egymást követő 1 mm-nél kisebb csapadékú napok) maximális évi időtartamának átlagos változása [%] 2071–2100-ra az 1961–1990 időszakhoz viszonyítva négy regionális éghajlati modell eredményei alapján.

A száraz időszakokkal ellentétben a (20 mm-t elérő) **nagycsapadékú napok** számának változásai (**2. táblázat**) már a következő évtizedekben is világosabbak: tavasszal, ősszel és télen egyértelmű növekedés várható, s csak nyáron látunk a modelleredmények között negatív tendenciát is. Hasonló változások várhatók az évszázad utolsó évtizedeiben is, ősszel és télen a gyakoriságnövekedés nagyobb, mint 2021–2050-re, nyáron viszont kisebb változásra számíthatunk, mint a közeli jövőben.

A fenti két index változásainak következtében az átlagos **csapadékintenzitásban** is növekvő tendencia figyelhető meg a tavaszi és őszi eredményekben (**2. táblázat**), s az évszázad végére már télen is. Kiemeljük, hogy a csapadékos napokon lehulló átlagos csapadék legnagyobb mértékű növekedése ősszel valószínűsíthető, nyáron viszont az index értéke nem, vagy csak alig változik, ami egyformán érvényes a közeli és a távoli jövőbeli időszakra.

## Összefoglalás

Magyarországon a hőmérsékleti és csapadék szélsőségek intenzitásában és gyakoriságában is megmutatkoznak a változó éghajlat jelei. Az Országos Meteorológiai Szolgálat megfigyelési adatbázisán alapuló, a teljes 20. századot is felölelő homogenizált, ellenőrzött adatokon történt elemzések szerint egyértelműen gyakoribbá váltak a szélsőségesen meleg időjárási helyzetek, hideg szélsőségek pedig ritkábban léptek fel. Kevesebb a csapadékos nap, a tartós szárazsággal járó időszakok hossza pedig megnövekedett. A napi csapadékintenzitás nagyobb, különösen nyáron, ami arra utal, hogy a csapadék egyre inkább rövid ideig tartó, intenzív záporok formájában hullik. Az utóbbi évtizedeket jellemző magas hőmérsékleti anomáliák és az egymást követő évek szélsőséges csapadék viszonyai is indokolják, hogy mind a hőmérsékleti mind pedig a csapadék szélsőségek alakulását évről évre nyomon kövessük.

A Kárpát-medencében várható éghajlatváltozás becslésére hazánkban négy regionális klímamodell áll rendelkezésre. Az éghajlati szimulációk elemzését két időszakra, a közelebbi 2021–2050-re és a távolabbi 2071–2100-ra végezzük, a változásokat az 1961–1990 időszak modellek által leírt viszonyaihoz képest kifejezve. Az emberi tevékenység jövőbeni fokozódásával a modellek a meleg hőmérsékleti szélsőségek gyakoribbá és intenzívebbé válását jelzik, ami a hideg szélsőségek ritkábbá válásával párosul. A csapadék esetében elsősorban az évszázad végére egyértelműek a tendenciák, s ekkor a változások is fokozottabbak. A csapadékesemények száma összességében várhatóan csökkenni fog. A nagyobb, intenzívebb csapadékok előfordulása – a nyár kivételével – növekszik, különösen ősszel. A nyári száraz időszakok várhatóan hosszabbra nyúlnak, s az évszázad végére tavasszal és ősszel is erre számíthatunk.

A szélsőséges események intenzitás- és gyakoriságváltozásából eredő kockázatok lokális azonosítására részletes éghajlati információkra és azokon alapuló hatásvizsgálatokra van szükség. A HREX-ben bemutatott hazai megfigyelési és jövőre vonatkozó modelleredmények megfelelő kiindulási alapot szolgáltatnak a helyi szintű alkalmazkodási stratégiák kidolgozásához.

## Hivatkozások

- Horányi A., Bartholy J., Krüzselyi I., Pieczka I., Pongrácz R., Szabó P., Szépszó G., és Torma Cs., 2011: A hazai regionális klímamodellek eredményeinek együttes kiértékelése. 36. Meteorológiai Tudományos Napok, beszámolókötet, 113–128.
- Special Report of IPCC on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation, 2011. Summary for Policymakers.
- Szentimrey, T., 2006: Manual of homogenization software MASHv3.01.
- Szentimrey, T., Bihari, Z., 2006: Mathematical background of the spatial interpolation methods and the software MISH (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized Data Basis). Proceedings of the Conference on Spatial Interpolation in Climatology and Meteorology.