

2. melléklet

A Magyarországon megfigyelt éghajlati tendenciák, valamint a jövőben várható változások és bizonytalanságaik elemzése

Összeállította: Szépszó Gabriella, Horányi András, Lakatos Mónika

Országos Meteorológiai Szolgálat, Éghajlati Osztály

E-mail: klimadinamika@met.hu, eghajlat@met.hu

[\[Átlagos viszonyok\]](#) : [\[Hőmérséklet\]](#) [\[Csapadék\]](#) [\[Következtetések\]](#)
[\[Szélsőségek\]](#) : [\[Múlt\]](#) [\[Jövő\]](#) [\[Következtetések\]](#)
[\[Összefoglalás\]](#)

Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) 2011. április-május-június hónapjaiban terjesztett (és a honlapján megjelenő) kérdőíve több arra irányuló kérdést tartalmazott, hogy a válaszadók tapasztalják-e környezetükben az időjárási és éghajlati körülmények változását, s ha igen, hogyan tudnák ezeket jellemezni. A válaszok értékeléséhez fontos összevetni azokat a rendelkezésre álló adatokkal, így ez a dokumentum erről nyújt rövid áttekintést.

Az éghajlatváltozás részleteinek feltérképezése során alapvetően két forrásra támaszkodhatunk: egyrészt az összegyűjtött és rendelkezésre álló mérések birtokában következtetéseket vonhatunk le a közelmúlt és a jelen éghajlati viszonyairól, a megfigyelt tendenciákról; másrészt számszerű modellek segítségével szimulációkat végezhetünk a jövőbeli tendenciák megismerésére. Az OMSZ-nál két regionális éghajlati modellt alkalmazunk az utóbbi célra, azaz a Kárpát-medencében a 21. században várható változások számszerűsítésére. Az éghajlat várható átlagos és szélsőséges jellemzőinek megadásában a mérési információknak is fontos szerep jut, hiszen tudnunk kell, hogy a jövőbeli tendenciák milyen viszonyítási alaphoz képest értendők. Az éghajlati szimulációk számos bizonytalansággal terheltek (ennek részleteire itt nem térünk ki), ezért a jövőre vonatkozó eredményeket minden esetben ezekkel együtt kell közölni. A két modell alkalmazása pedig lehetővé teszi a bizonytalanságok mértékének egyszerű számszerűsítését a lehetséges változási intervallumok megadásával.

A továbbiakban az OMSZ-nál használt két regionális klímamodell eredményei alapján bemutatjuk a 21. század két harmincéves időszakára (2021–2050-re és 2071–2100-ra) várható változásokat, elsőként az átlagok, majd a szélsőséges események tekintetében. A vonatkoztatási alapot az 1961–1990 időszak jelenti, s a változások és a várható értékek mellett a mérési információk alapján erről az időszakról is adunk egy átfogó képet. Emellett a szélsőségek esetében az 1901-től az elmúlt évtizedig tapasztalt változásokat is ismertetjük az Országos Meteorológiai Szolgálat klimatológiai adatbázisában tárolt megfigyeléseken alapuló tendencia-elemzések segítségével.

Átlagos viszonyok



A kérdőívnek a jövőben várható átlagos változásokkal foglalkozó 17. kérdésére a válaszadók tekintélyes része (csaknem ötöde) jelölte meg azt a médiában sokat hallott általánosítást, hogy hazánk éghajlata a jövőben a mediterrán klíma irányába tolódik el. Vizsgáljuk meg, mennyiben támasztják ezt alá a hazai eredmények.

Hőmérséklet

A magyarországi éves középhőmérséklet a mérések tanúsága szerint az 1961–1990 időszakban átlagosan 10 °C volt (**1. táblázat**). A lineáris trendbecslés szerint az évi átlaghőmérséklet emelkedése a múlt század elejétől 2009-ig közel 1 °C volt. A tavaszi és a nyári átlagértékek növekedése az éveshez hasonló, illetve a nyár esetén valamivel nagyobb (1,17 °C-os) volt, míg az őszi és téli melegedés mértéke elmaradt az évestől (0,68 és 0,65 °C-os trendértékkel, s ez utóbbi statisztikai szempontból nem szignifikáns).

Az évi átlaghőmérséklet a 21. században egyértelműen növekedni fog, a melegedés pontos mértéke viszont bizonytalan: a 2021–2050 időszakban várhatóan 1 és 2 fok közé esik az ország teljes területén, 2071–2100-ra pedig nagy valószínűséggel mindenütt meghaladja majd a 3 fokot. Az évszakos átlaghőmérsékletek tekintetében szintén növekedésre számíthatunk: a legnagyobb mértékű melegedés nyáron, illetve ősszel várható, s 2071–2100-ra az északkeleti és északnyugati tájak kivételével a nyári hőmérsékletnövekedés mértéke eléri a 4 °C-ot az ország teljes egészén. Tavasszal és télen a hőmérséklet emelkedése mérsékeltebb ütemet követ, de az 1961–1990 időszakot jellemző -0,4 fokos téli országos átlaghőmérséklet a jövőben a pozitív értékek irányába tolódik el. Nem szabad elfelejteni, hogy a fenti megállapítások harmincéves időszakok átlagaira vonatkoznak, azaz az átlagértékek növekedése ellenére a jövőben sem tűnnek el a szokásosnál hűvösebb évek és évszakok.

1. táblázat: A magyarországi éves és évszakos átlaghőmérséklet 1961–1990 időszakban mért, valamint a két regionális klímamodell eredményei alapján 2021–2050-re és 2071–2100-ra várható értékei (°C-ban). A jövőbeli értékek az 1961–1990 időszak mért átlaghőmérsékleteinek és a modellek által szimulált változásértékeknek az összeadásával álltak elő.

	Éves	Tavas	Nyár	Ősz	Tél
1961–1990	10,0	10,3	19,6	10,3	-0,4
2021–2050	11,4 – 11,9	11,4 – 11,9	21,0 – 22,2	11,9 – 12,3	0,9 – 0,9
2071–2100	13,5 – 13,5	12,6 – 13,4	23,7 – 24,5	13,9 – 14,1	2,1 – 3,5

Csapadék



Magyarországon az éves csapadékösszeg az 1961–1990 időszakban a mérések alapján átlagosan 612 mm volt (**2. táblázat**), ennek jelentős része általában nyáron hullik, tavasszal és ősszel valamivel alacsonyabb értékek jellemzők, s átlagosan a csapadékban legszegényebb évszakunk a tél. A csapadékos évek inkább a múlt század első felében léptek fel, az évi összeg 1901-től 2009-ig 7%-os csökkenés mutatott. Ugyanez a tendencia volt érvényes tavasszal és ősszel: tavasszal közel 20%-kal, míg ősszel 17%-kal lett kevesebb a csapadék mennyisége a vizsgált időszakban. A nyári és a téli csapadék kismértékű növekedést mutatott, ugyanakkor a nyári növekedés mértéke nem szignifikáns.

Hogy a fentiekhez képest a jövőben a változás milyen irányban következik be, az nem minden évszak esetében egyértelmű. 2021–2050-ben ugyan a modelleredmények éves szinten országos átlagban csökkenést valószínűsítene, de ennek (5%-ot nem meghaladó) mértéke a természetes változékonyságon belül van, miként a 2071–2100-ra jelzett növekedés, illetve csökkenés is. Míg az éves összeget gyakorlatilag a változatlanság jellemzi a jövőben, addig évszakai szinten már komolyabb változásokra számíthatunk. A nyári csapadék csökkenése egyértelműnek tűnik a szimulációs eredmények alapján: 2021–2050-re 5%-kal, 2071–2100-ra pedig 20%-ot meghaladó mértékben (ez utóbbi érték pedig már túllépi a természetes változékonyság szintjét). Ősszel átlagban növekedésre számíthatunk, viszont a közeli jövőben az ország egyes tájain ez még nem egységesen valószínű: a keleti területeken van esély a csapadék csökkenésére is. A legbizonytalanabb a tavaszi és a téli csapadék jövőbeli alakulása: a megvizsgált modelleredmények alapján csökkenés és növekedés mindkét évszakban hasonló eséllyel fordulhat elő. Megjegyezzük, hogy ha a vizsgálatba több modell-szimuláció eredményeit vonjuk be, akkor a téli csapadéknövekedés valószínűsége jelentősen megnő. Itt is fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a fenti következtetések harmincéves átlagok viszonylatában érvényesek.

2. táblázat: A magyarországi éves és évszakai átlagos csapadékösszeg 1961–1990 időszakban mért, valamint a két regionális klímamodell eredményei alapján 2021–2050-re és 2071–2100-ra várható értékei (mm-ben). A jövőbeli értékek az 1961–1990 időszak mért átlaghőmérsékleteinek és a modellek által szimulált változásértékeknek az összeadásával álltak elő. A jövőre vonatkozó adatoknál színezéssel (zölddel: csapadéknövekedés, barnával: -csökkenés) vannak kiemelve azok az értékek, ahol a két modell azonos előjelű változást jelez, azaz amelyekhez nagyobb megbízhatóságot rendelhetünk.

	Éves	Tavaszi	Nyári	Ősz	Téli
1961–1990	612	145	208	143	115
2021–2050	606 – 611	135 – 150	197 – 198	147 – 162	104 – 123
2071–2100	580 – 628	143 – 148	155 – 166	158 – 170	111 – 150

A fentiek alapján látható, hogy a kérdőív 17. kérdésére adható válaszlehetőségek közül a mediterrán klíma nemcsak leegyszerűsített, de helytelen képet is sugall a várható magyarországi éghajlati viszonyokról. Ugyan a minden évszakra jellemző átlaghőmérséklet-emelkedés közelíthet a mediterrán térségekben jellemző értékekhez, ugyanakkor a mediterrán klíma lényeges sajátossága a téli csapadékmaximum és a nyári csapadékminimum, ami nemcsak a jelenlegi tendenciák alapján nem jellemzője éghajlatunknak, de a 2100-ig vizsgált modelleredmények sem ezt a jövőképet valószínűsítik. Ellenben az évszázad végére számíthatunk a nyári és őszi csapadékátlagok kiegyenlítésére, s a megmaradó, de kevésbé markáns téli minimumra.



Szélsőségek



A hőmérséklet és a csapadék szélsőségeinek jellemzésére néhány alapvető klímaindex alakulását mutatjuk be, melyek segítenek a kérdőív 16. és 18. kérdéseire adott válaszainak értékelésében (**3. táblázat**). A múltban illetve a jelenben tapasztalható változásokról a mérési információkon elvégzett trend-vizsgálatok alapján adunk áttekintést. A jövőben várható változásokat a 2021–2050 és 2071–2100 időszakokra pedig két regionális modell segítségével határozzuk meg, aminek során a viszonyítási alapot a modellek által az 1961–1990 referencia-időszakra szimulált átlagok jelentették. A két jövőbeli időszakot nemcsak az országos átlagokon keresztül mutatjuk be, de a változások térbeli jellegéről is nyújtunk információt. A táblázatokban szereplő jövőben várható magyarországi értékeket a szimulált változásoknak az 1961–1990 időszakban mért értékekhez való hozzáadásával számítottuk ki.

3. táblázat: A dokumentumban bemutatott éghajlati indexek.

Index	Meghatározás	Definíció	Mértékegység
FD	Fagyos napok száma	Azon napok száma, amikor a minimum-hőmérséklet nem haladja meg a 0 °C-ot	nap
TX30GE	Hőségnapok száma	Azon napok száma, amikor a maximum-hőmérséklet legalább 30 °C	nap
RR20	Extrém csapadékú napok száma	20 mm-t meghaladó csapadékú napok száma	nap
SDII	Csapadékintenzitás	Csapadékösszeg/1 mm-t meghaladó csapadékú napok száma	mm/nap
CDD	Száraz periódusok maximális hossza	Egymást követő 1 mm-nél kisebb csapadékú napok maximális száma	nap

Múltbeli tendenciák

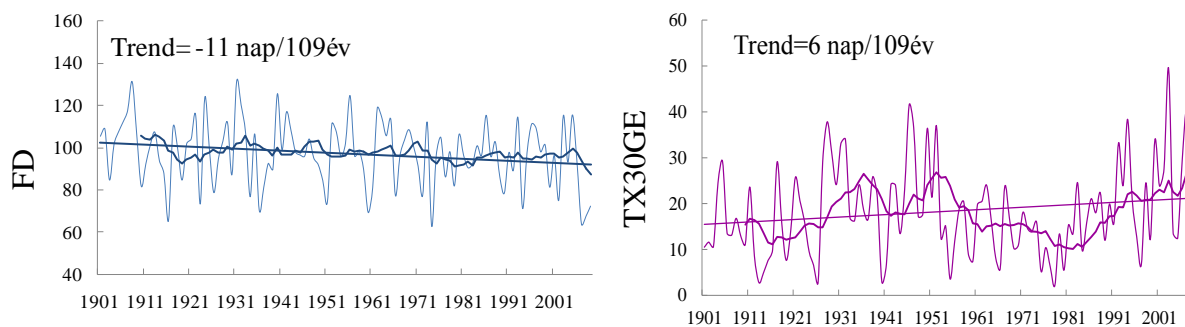


Hőmérséklet

A hőmérsékleti szélsőségek változását illetően a kérdőívet kitöltők többsége válaszában jelezte, hogy már napjainkban is tapasztalja a fagyos napok számának csökkenését, és a forró nyári napok gyakoribbá válását. Vessük ezt össze a rendelkezésre álló adatokkal.

A mérési adatok alapján Magyarországon a fagyos napok évi előfordulása az 1961–1990 időszakra átlagosan 96 nap volt (**4. táblázat**). A 20. század során az index értéke csökkenést mutatott: az 1901–2009 időszak 109 éve alatt 11 nappal lett kisebb az előfordulása (**1. ábra**).

A hőségnapok évi száma az 1961–1990 időszakban átlagosan 14 nap volt (**4. táblázat**), s az indexet a múlt század eleje óta (átlagosan 6 nap/109 év; **1. ábra**) növekvő tendencia jellemezte, mely az utóbbi évtizedekben a Duna-Tisza közén volt a legintenzívebb.



1. ábra: A fagyos napok (balra) és a hőségnapok (jobbra) mérések alapján számított magyarországi éves átlagértéke (napban) az 1901–2009 időszakra, tízéves mozgóátlaggal és az adatsorra illesztett lineáris trenddel.

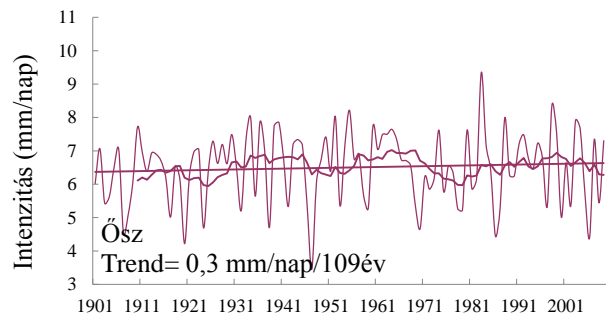
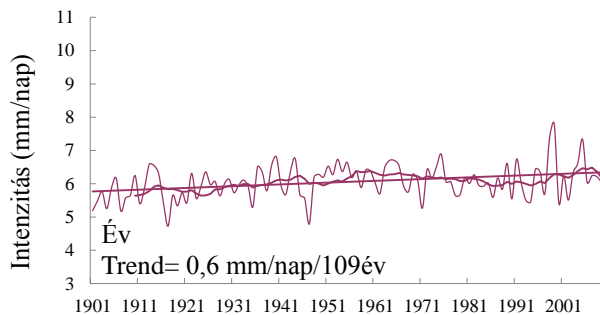
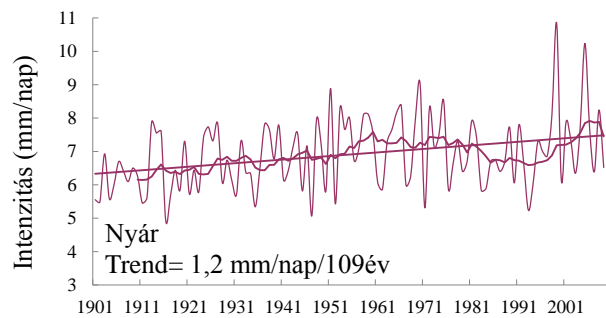
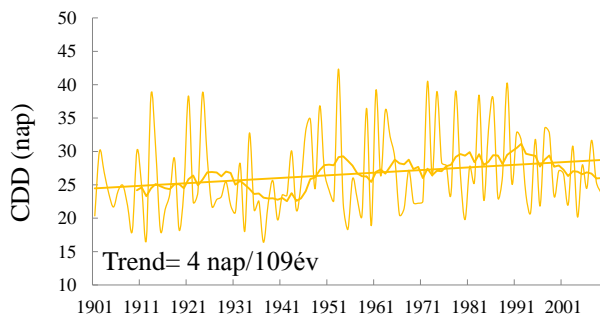
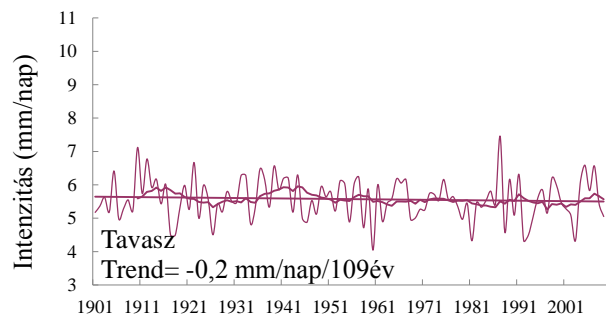
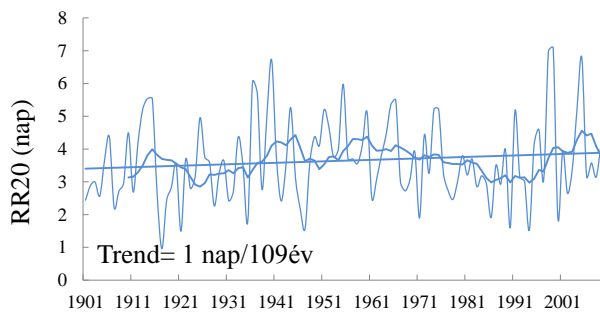
Csapadék

A kérdőív szélsőséges csapadékviszonyokhoz, illetve az arra visszavezethető jelenségekhez kapcsolódó kérdéseire a válaszadók nagyobb hányada jelezte, hogy napjainkban tapasztalja mind az áradások és nagycsapadékos események, mind az aszályok gyakoriságának növekedését.

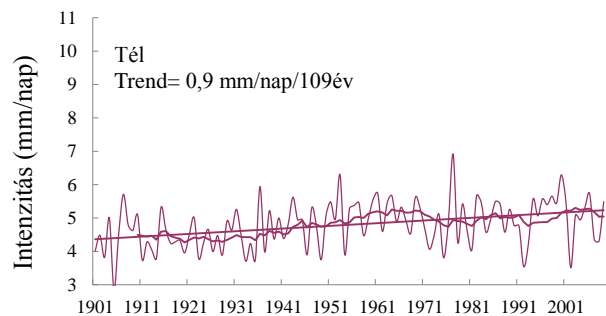
A 20 mm napi összeget elérő nagycsapadékos napok száma Magyarországon a mérések alapján éves átlagban 3,4 volt az 1961–1990 időszakban, aminek a zöme nyáron fordult elő (**5. táblázat**). Az elmúlt évszázadban a nagy csapadékkal járó események száma némileg növekvő tendenciát mutatott: a vizsgált 109 évben 1 nappal nőtt a gyakoriságuk (**2. ábra**).

A lehullott csapadék mennyiségének és a csapadékos napok számának hányadosa, azaz a csapadékintenzitás értéke a múltban éves átlagban hozzávetőlegesen 6 mm/nap volt az 1961–1990 időszak mérései alapján (**5. táblázat**). A változó értéke az 1901-től vizsgált megfigyelési adatsorok szerint (**2. ábra**) a tavasz kivételével minden évszakban növekedett, a legerőteljesebben nyáron (itt nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a trendegyüttható értéke erősen függ a kiválasztott időszak kezdetétől és végétől, azaz más időszak esetén eltérő következtetésre juthatunk).

Az egymást követő száraz napok maximális hossza a múltban éves szinten 30 nap volt, s a leghosszabb száraz periódusok általában ősszel történtek (**5. táblázat**). A száraz időszakok maximális hossza az 1901-től vizsgált adatsorokban egyértelmű növekedést mutat: 4 nappal 109 év alatt (**2. ábra**).



2. ábra: A csapadékkal kapcsolatos indexek mérések alapján számított magyarországi éves és évszakos átlagértéke (napban illetve mm/napban) az 1901–2009 időszakra, tízéves mozgóátlaggal és az adatsorra illesztett lineáris trenddel).



Jövőre vonatkozó változások



Hőmérséklet

A hőmérsékleti szélsőségek változásával kapcsolatban a kérdőívet kitöltők többsége a jövőre nézve a múltban már tapasztalt és a megfigyelések által is megerősített melegedő tendenciák folytatódását valószínűsítette. Nézzük meg, alátámasztják-e ezt a modelleredmények.

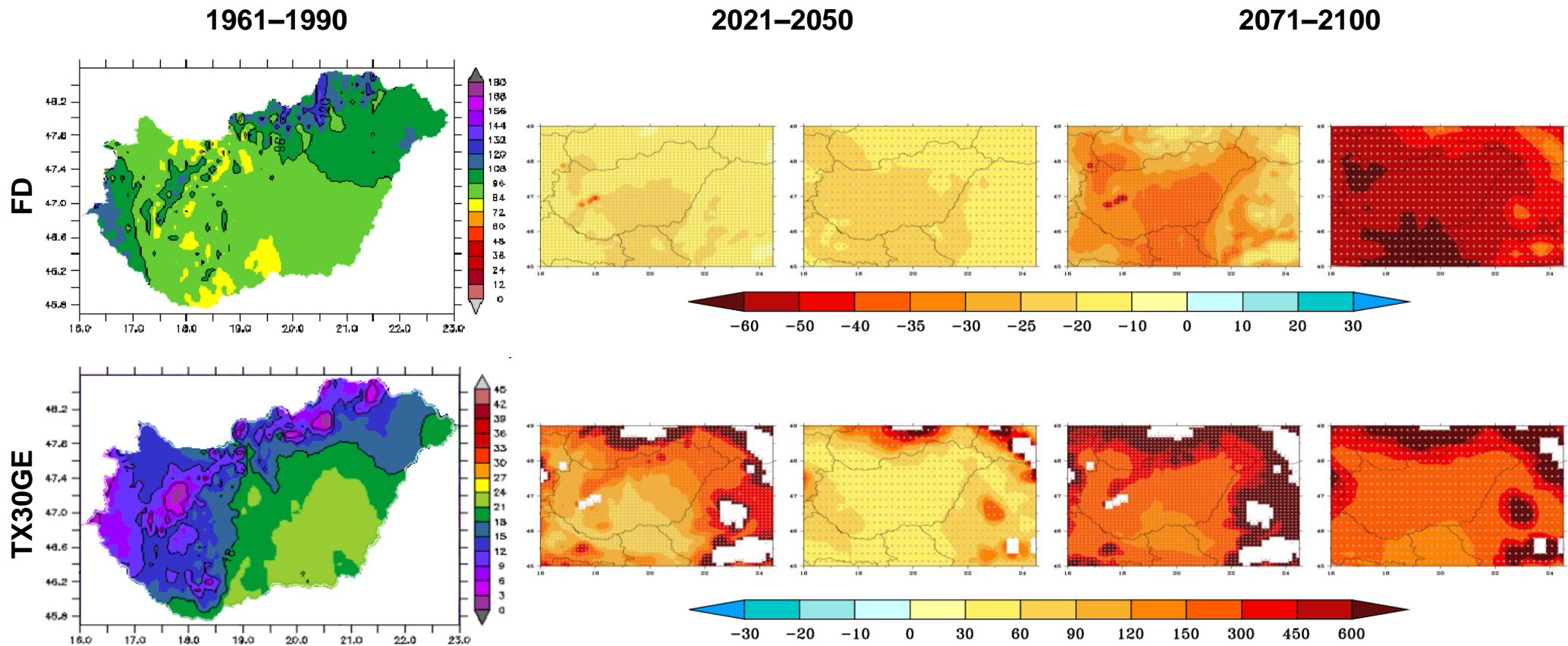
A fagyos napok évi előfordulása Magyarországon a mérések alapján az 1961–1990 időszakra átlagosan 96 napnak adódott (**4. táblázat**). Ez a szám az ország nyugati területein meghaladta a 100-at (**3. ábra**), sőt, az északkeleti fagyzugos tájakon akár a 120-at is, ami már csaknem az év harmadát kiteszi. A legkevésbé hideg területek (átlagosan évi 72-84 fagyos nappal) a középső és a déli országrészben található. Az évszázad közepére az 1961–1990

időszakra számított értékek átlagosan mintegy 20%-kal csökkennek, délen nagyobb, észak-északkeleten valamivel kisebb mértékben. Az évszázad utolsó évtizedeire ez tovább fokozódik, s bár a fagyos napok előreláthatólag nem fognak „eltűnni”, a déli tájakon akár 35-60 %-os változás is lehetséges.

A hőségnapok évi száma az 1961–1990 időszakban átlagosan 14 nap volt (**4. táblázat**), ami a délkeleti területeken 21-24 nap körül alakult (**3. ábra**), az ország magasabban fekvő északnyugati és északi tájain, valamint az Alpoknál pedig 10 nap alatti értékek voltak jellemzők. A százalékos változások már a 2021–2050 időszakra is az index jelentős (50%-ot meghaladó) növekedését mutatják, 2071–2100-ra viszont a hőségnapok száma az ország csaknem teljes területén elérheti a 10 napot, a nyugati országrészben pedig sok helyen a 30-40 napos átlagok lesznek jellemzőek, s déli tájakon akár az 50-60 napot is meghaladhatja az index értéke.

4. táblázat: A FD és TX30GE szélsőségindexek 1961–1990 időszakban mért, valamint a két regionális klímamodell eredményei alapján 2021–2050-re és 2071–2100-ra várható éves és évszakai magyarországi értékei (napban). A jövőbeli értékek az 1961–1990 időszak mért átlaghőmérsékleteinek és a modellek által szimulált változásértékeknek az összeadásával álltak elő.

	1961–1990	2021–2050	2071–2100
FD	96	77 – 78	42 – 64
TX30GE	14	23 – 33	49 – 52



3. ábra: A hőmérséklettel kapcsolatos szélsőségindexek mérések alapján számított átlagértéke (napban) az 1961–1990 időszakra, valamint két regionális klímamodell eredményei alapján várható változásuk 2021–2050-re és 2071–2100-ra az 1961–1990 időszakra szimulált átlagértékek százalékában. A statisztikailag szignifikáns változások helyét pontok jelölik.

Csapadék

Talán a legizgalmasabb kérdés, hogy hogyan fognak a jövőben változni a csapadékkal kapcsolatos (pozitív vagy negatív) szélsőségek előfordulásai. **A kérdőív erre vonatkozó kérdéseire a válaszadók nagyobb hányada jelezte, hogy a múltbeli tendenciák (azaz a nagycsapadékos események és az aszályok gyakoriságának növekedésének) folytatódására számít a jövőben is.** Lássuk mindezt a modelleredmények tükrében.

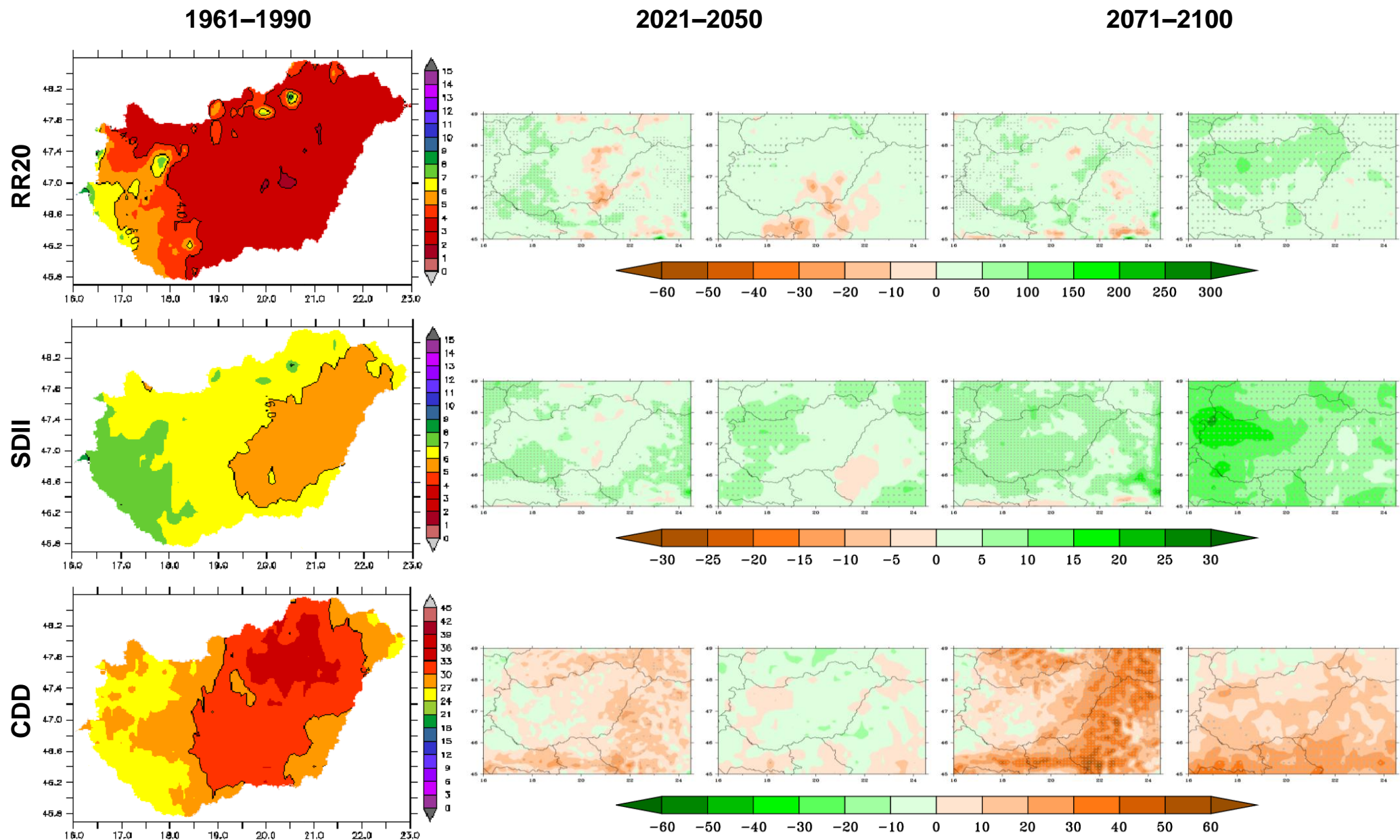
A 20 mm napi összeget elérő nagycsapadékos napok száma Magyarországon a mérések alapján éves átlagban 3,4 volt az 1961–1990 időszakban, aminek a zöme nyáron fordult elő (**5. táblázat**). Az Alpokalja területén az országos átlagnál nagyobb (6 és 7 nap közötti) éves értékek voltak jellemzők, míg az Alföldön jobbra 3 nap alatt maradt az átlag (**4. ábra**). A nagy csapadékkal járó események előfordulása a 21. században gyakoribbá válik: az évszázad közepére minden évszakban a növekedés lesz jellemző, a legnagyobb (de 1 napot nem meghaladó, 35-62 %-os) mértékben ősszel, a legkevésbé (6-8 %-kal) télen (**5. táblázat**). Ugyanakkor az ország keleti felén szinte mindig van esélye a csökkenésnek is (azaz legalább az egyik modell gyakoriság-csökkenést jelez; **4. ábra**). 2071–2100-ra folytatódik és fokozódik a növekvő tendencia, a nyár kivételével – ekkor a keleti és a déli tájakon a nagycsapadékok számának csökkenése valószínűbb. A fentiekkel kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy a közeljövőre a két modell statisztikailag szignifikáns eredményeket csak néhány, a távolabbi jövőre viszont már több rácspontban ad, azaz elsősorban a 2021–2050-re megadott változásokat óvatosan kell kezelni.

A csapadékintenzitás értéke a múltban éves szinten hozzávetőlegesen 6 mm/nap volt az 1961–1990 időszak mérései alapján (**5. táblázat**). Az évi csapadék-eloszlásnak megfelelően télen kisebb, 5 mm/nap, nyáron és ősszel magasabb, 7 mm/nap volt az index értéke, s az országban nyugatról kelet felé haladva, 8-9 mm/napról 5-6 mm/napra csökkent (**4. ábra**). 2021–2050-re éves átlagban a csapadékintenzitás néminemű, a nyugati területek kivételével 5%-ot nem meghaladó növekedése várható. Az 1901-től vizsgált megfigyelési adatsorok alapján (**2. ábra**) ez a változó **az elmúlt évtizedig a tavasz kivételével minden évszakban növekvő tendenciát mutatott, a legerőteljesebbet nyáron, a modelleredmények alapján azonban a jövőben ez megváltozhat: a csapadékintenzitás elsősorban ősszel fog növekedni, ellenben nyáron nem, vagy csak alig, s ez a tendencia változatlanul érvényes marad az évszázad utolsó évtizedeiben** (**5. táblázat**). Nyáron a modellek által mutatott kép meglehetősen felemás (**5. ábra**): inkább az intenzitás növekedése várható, de ugyanakkor nem zárható ki kismértékű csökkenés sem, ráadásul a változások nem szignifikánsak. Fontos hangsúlyozni, hogy ez alapján a modell-szimulációk eredményei nem támasztják alá azt a hitet, hogy a jövőben a nyári intenzív nagycsapadékos helyzetek érdemi növekedése lenne várható. Ugyanakkor ősszel a mindkét modell által jelzett (és több helyen szignifikáns) csapadékintenzitás-növekedés országos átlagban 10 illetve 20% körül alakul a két időszakra, tehát az őszi évszak az, ahol az évszázad közepére és végére a legerőteljesebb növekedés várható.

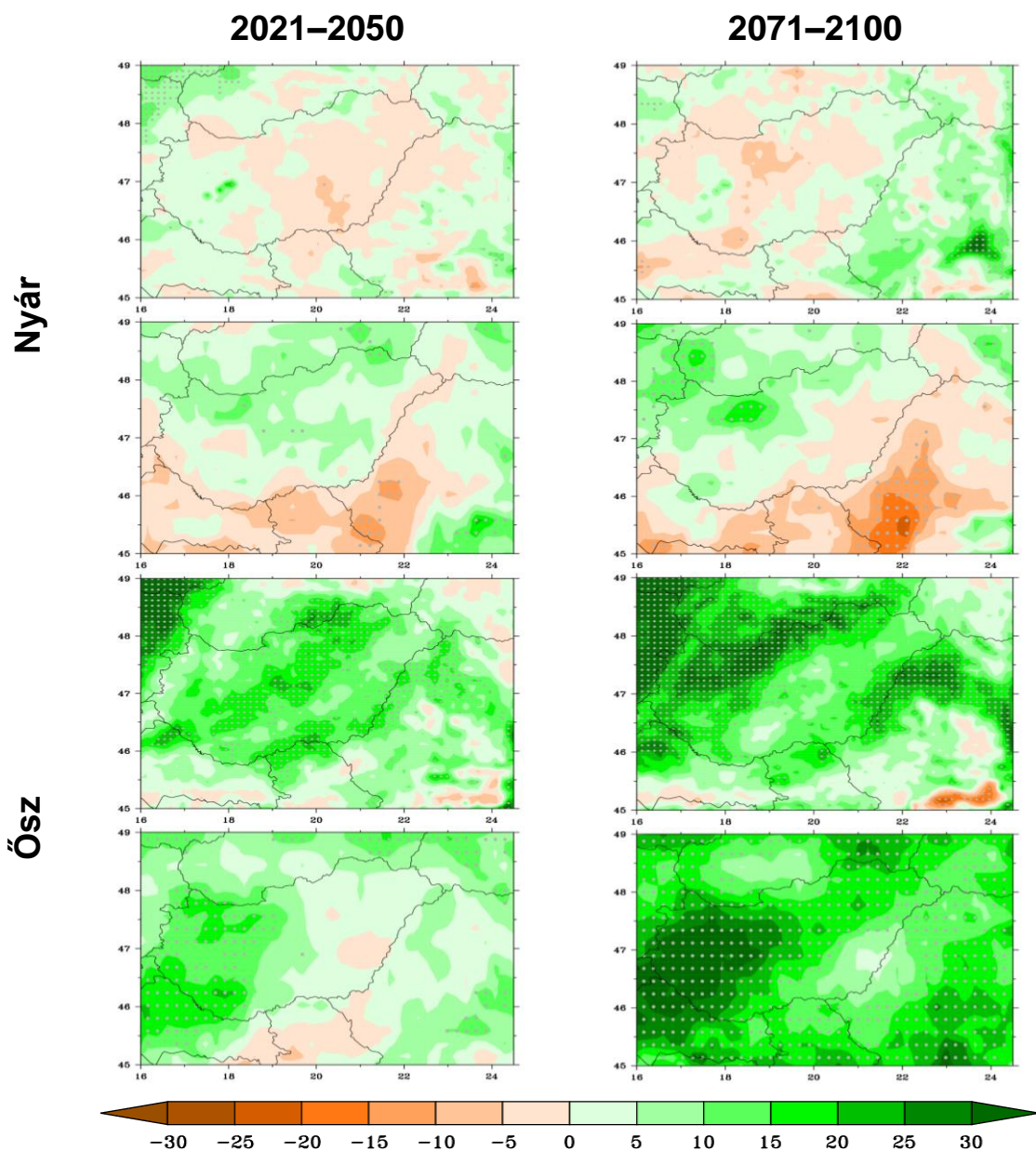
5. táblázat: Az RR20, SDII és CDD szélsőségszámok 1961–1990 időszakban mért, valamint a két regionális klímamodell eredményei alapján 2021–2050-re és 2071–2100-ra várható éves és évszaki magyarországi értékei (napban, illetve az SDII esetében mm/napban). A jövőbeli értékek az 1961–1990 időszak mért átlaghőmérsékleteinek és a modellek által szimulált változásértékeknek az összeadásával álltak elő. A jövőre vonatkozó adatoknál színezéssel (zölddel: nedvesedés/intenzitás-növekedés, barnával: szárazodás) vannak kiemelve azok az értékek, ahol a két modell azonos előjelű változást jelez, azaz amelyekhez nagyobb megbízhatóságot rendelhetünk.

		1961–1990	2021–2050	2071–2100
RR20	Éves	3,4	4,0 – 4,2	4,5 – 5,4
	Tavaszi	0,6	0,7 – 0,8	0,9 – 1,0
	Nyári	1,6	1,8 – 1,9	1,6
	Őszi	0,9	1,2 – 1,4	1,5 – 1,8
	Téli	0,3	0,4	0,5 – 0,9
SDII	Éves	6,1	6,3 – 6,4	6,5 – 6,8
	Tavaszi	5,5	5,6	5,8 – 5,9
	Nyári	7,0	7,0 – 7,2	7,0 – 7,2
	Őszi	6,5	7,0 – 7,4	7,6 – 7,8
	Téli	5,0	5,2 – 5,3	5,2 – 5,8
CDD	Éves	29	28 – 30	32
	Tavaszi	16	14 – 18	17 – 18
	Nyári	15	16	20 – 21
	Őszi	24	23 – 24	25 – 26
	Téli	20	18 – 21	19 – 21

Az egymást követő száraz napok maximális hossza a múltban éves szinten 30 nap volt, s a leghosszabb száraz periódusok általában ősszel történtek (5. táblázat). Ezen változó országokon belüli megoszlása zömében követi a hőmérséklet és a csapadék térszerkezetét: a hűvösebb és csapadékosabb nyugati területeken alacsonyabb (24 és 27 nap közötti), a melegebb, csapadékosabb alföldi részen magasabb (30 és 33 nap közötti) értékekkel – ugyanakkor az északkeleti, magasabban fekvő tájakon megfigyelhető 33-36 napos maximum is. A száraz időszakok maximális hossza az 1901-től vizsgált adatsorokban egyértelmű növekedést mutat (4. ábra), viszont az index változása 2021–2050-re éves átlagban nagyon kicsi, melynek előjele az egyik modell szerint pozitív, míg a másik szerint negatív (5. táblázat). Azaz erre az időszakra nem megalapozott annak a feltételezése, hogy a természetes változékonyságon túlmutató változás fog bekövetkezni. Az egymást követő száraz napok számában csak nyáron várható egyértelmű változás, amikor az index értékei növekednek mindkét modell szimulációja szerint, azaz a közeli jövőben előfordulhatnak a jelenleginél hosszabb nyári száraz periódusok. A többi évszaki változások ellentétes előjelűek a két modell szerint, azaz azok nagy bizonytalansággal terheltek. Világosabb képet kapunk az évszázad utolsó évtizedeire, amikor az egymást követő száraz napok maximális hossza a tél kivételével minden évszaki növekedni fog, s nyáron a változás nagysága meghaladja a természetes változékonyság szintjét.



4. ábra: A csapadékkal kapcsolatos szélsőségindexek mérések alapján számított átlagértéke (napban) az 1961–1990 időszakra, valamint két regionális klímamodell eredményei alapján várható változásuk 2021–2050-re és 2071–2100-ra az 1961–1990 időszakra szimulált átlagértékek százalékában. A statisztikailag szignifikáns változások helyét pontok jelölik.



5. ábra: A csapadékkéntesség két regionális klímamodell eredményei alapján várható változása 2021–2050-re és 2071–2100-ra az 1961–1990 időszakra szimulált átlagértékek százalékában. A statisztikailag szignifikáns változások helyét pontok jelölik.

A fentiek alapján látható, hogy bár a kérdőív 16. és 18. kérdéseire adott válaszoknál viszonylagos egyetértés mutatkozott, ez főként a csapadékkal kapcsolatban nem mindig esett egybe a mérések és modelleredmények alapján levont következtetésekkel. A hőmérséklet esetében az eddig tapasztalt változások összhangban álltak a mérési adatsorok tendenciáival, azaz azok alátámasztották a fagyos napok számának a válaszadók által jelzett csökkenését, illetve a meleg (nyári) napok előfordulásának növekedését. Ugyanez érvényes volt ezen indexek jövőben várható viselkedésére is, azaz a modelleredmények megerősítették, hogy ezek a tendenciák folytatódni fognak a 21. században is.

A nagy csapadékkal járó események gyakorisága a múltban a tavasz kivételével

minden évszakban egyértelmű növekvő tendenciát mutatott, továbbá a növekedés mértéke nyáron volt a legjelentősebb, s mindez egybevághat a kérdésekre adott válaszok többségével. A jövőben az emelkedő tendencia érvényben marad, annyi különbséggel, hogy ősze nagyobb változásra számíthatunk, mint nyáron. Az intenzitást szintén növekedés jellemzi a mérési adatok alapján, és a nyár kivételével a jövőben is ez várható. Nyáron viszont a vizsgált modelleredmények nem egységesek: egyforma valószínűséggel következhet be kismértékű csökkenés és növekedés is. Tehát itt különbség van a válaszok és az adatok között, amennyiben a válaszadók egyértelműen a nyári nagy és intenzív csapadékos helyzetek növekedésére számítanak. Ami az aszályhoz kapcsolható csapadékhiányt illeti, ebben is van némi eltérés a kérdőív válaszai és a hazai eredmények között. A mérések ugyan alátámasztják az egymást követő száraz napok maximális hosszának megnövekedését, és az évszázad végére is ez a tendencia lesz érvényes, ugyanakkor az évszázad közepéig növekedés még csak nyáron egyértelmű, a többi évszakban a két vizsgált regionális klímamodell eredményeiben nagy a bizonytalanság.

Összefoglalás



Az átlagos viszonyok, valamint öt szélsőség-index (FD, TX30GE, RR20, SDII, CDD) elemzése alapján az alábbi következtetések vonhatóak le a Magyarországon a 2021–2050 és 2071–2100 időszakokra várható hőmérsékleti és csapadékviszonyok tekintetében:

- A hőmérséklet minden évszakban egyértelműen emelkedni fog az ország teljes területén, a legnagyobb mértékben nyáron, illetve ősszel.
- 2021–2050-re az éves átlagos melegedés mértéke mindenütt meghaladja az 1, 2071–2100-ra pedig a 3 Celsius fokot. A változások mértéke minden évszakban túlmutat a természetes változékonyság szintjén.
- A csapadék éves mennyisége várhatóan nem fog jelentősen módosulni, az évszakai eloszlásban azonban átrendeződésre számíthatunk.
- A modelleredmények alapján a csapadék egyértelműen csökken nyáron, illetve ősszel országos átlagban növekszik mindkét időszakban, azonban az őszi növekedés a közeli jövőben az országban nem mindenütt egyformán valószínű. A téli és a tavaszi csapadékváltozások iránya nagyon bizonytalan.
- A hőmérséklettel kapcsolatos szélsőségek egyértelműen és szignifikánsan a melegedés irányába mozdultak el a 20. század folyamán: a fagyos napok száma fokozatosan csökkent, a túlzottan meleg napok száma növekedett, s várhatóan ez a tendencia folytatódik a jövőben is.
- A szélsőségesen meleg indexekben a legnagyobb relatív változások a hűvösebb északi területeken valószínűek.
- A csapadékkal kapcsolatos szélsőségek közül a nagy mennyiségű csapadékkal járó események előfordulása gyakoribbá vált a 20. század során, s intenzitásuk a tavasz kivételével minden évszakban a növekedett, a legerőteljesebben nyáron. Ezzel párhuzamosan a mérések alapján a száraz időszakok is fokozatosan hosszabbak lettek.
- Az átlagos éves változásokat illetően a modelleredmények a nagy intenzitású események és szélsőséges csapadékú napok számának, illetve a száraz időszakok hosszának növekedését vetítik előre, ugyanakkor ezek a változások többnyire nem szignifikánsak,

illetve a két modell sem mindig ért egyet a változás előjelében, azaz ezeket az eredményeket csak óvatosan lehet interpretálni.

- A nagymennyiségű és intenzív csapadékos jelenségek várhatóan elsősorban ősszel fognak növekedni (hasonlóan a nagycsapadékos napok számához), a modellek ilyen jellegű trendet a többi évszakban nem vagy csak nagy bizonytalansággal (többnyire nem szignifikáns módon) mutatnak.
- A száraz időszakok hossza 2021–2050-re várhatóan nyáron fog növekedni, mert ugyan a változás nem szignifikáns, de mindkét modell ezt vetíti előre (a többi évszakban a változás előjele és mértéke igen bizonytalan). 2071–2100-ra a változás iránya már a többi évszakban is egyértelműbb: a tél kivételével növekedésre lehet számítani, ráadásul nyáron a növekedés mértéke túllép a természetes változékonyság szintjén.