



A Balatoni Borrégió csapadékviszonyainak klimatológiai elemzése, különös tekintettel a Les-hegy és Fenyé-hegy térségére

Készítette:

.....

Lukács-Bokros Kinga

éghajlati szakértő

A dokumentáció elkészítéséért felelős:

.....

Konkolyné Bihari Zita

osztályvezető

2025. augusztus 7.





Tartalom

BEVEZETÉS	3
CSAPADÉKÖSSZEG	6
CSAPADÉKOS NAPOK SZÁMA	11
CSAPADÉKINTENZITÁS	15
NAGYCSAPADÉKOK GYAKORISÁGA	19
<i>10 mm-t meghaladó csapadékesemények gyakorisága</i>	19
<i>20 mm-t meghaladó csapadékesemények gyakorisága</i>	22
NAGYCSAPADÉKOK ARÁNYA A CSAPADÉK ÖSSZMENNYISÉGÉHEZ VISZONYÍTVA	26
<i>10 mm-t meghaladó csapadékesemények aránya</i>	26
<i>20 mm-t meghaladó csapadékesemények aránya</i>	30
EGYMÁST KÖVETŐ SZÁRAZ NAPOK MAXIMÁLIS SZÁMA	34
ÖSSZEFOGLALÁS	38



BEVEZETÉS

Jelen tanulmány a Dörgicsei és Leshegyi Környezetvédelmi Egyesület megrendelésére készült, melynek célja a Balatoni Borrégió térségére vonatkozó csapadékviszonyok részletes vizsgálata. **Kiemelt figyelmet fordítunk annak megállapítására, hogy a Balatonakali–Aszófő vonal feletti Balaton-felvidéken található Les-hegy és Fenyé-hegy térsége a Balaton Borvidékek legszárazabb területei közé sorolható-e.**

A vizsgálathoz a HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. elektronikus éghajlati adatbázisában tárolt, hitelesített csapadék adatokat használtuk fel, kiegészítve az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) három állomásának adatsoraival, a Les-hegyi borászat 2019–2024 közötti méréseivel (*1. táblázat*), valamint Aszófő területéről, Hamar Jenő társadalmi meteorológiai megfigyelőtől származó havi csapadékadatokkal 1993 és 2024 között.

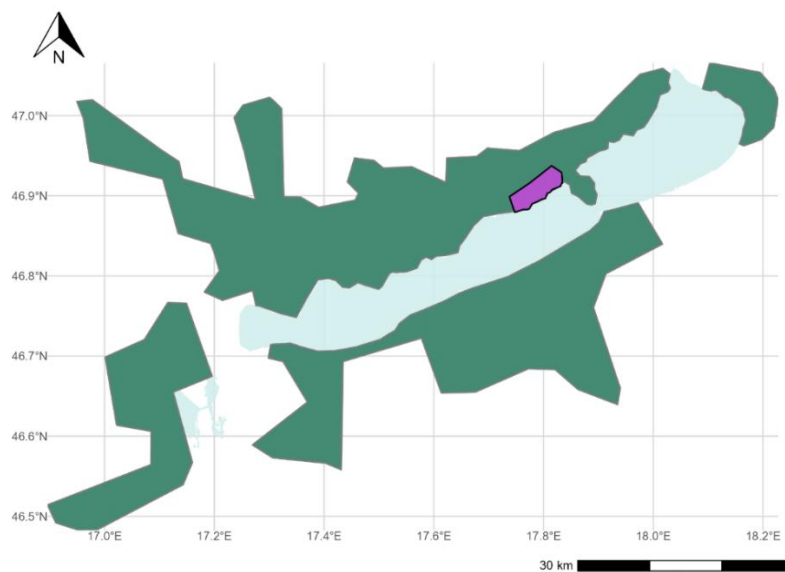
Elemzésünkben az alábbi indexek jelennek meg: *csapadékösszeg, csapadékos napok száma, csapadékkintenzitás*, valamint a *10 és 20 mm-t meghaladó csapadéku napok gyakorisága*, s ezek *aránya az adott időszak csapadékösszegéhez viszonyítva*, végül az *egymást követő száraz napok maximális száma*. A felsorolt csapadékmutatókat *teljes évre*, valamint a *vegetációs időszakra* (április-szeptember) időszakokra egyaránt meghatároztuk a Meteorológiai Világszervezet által ajánlott 30 éves klimatológiai normálidőszakokra (1961–1990 és 1991–2020), illetve a megrendelő kérésére kiterjesztettük 2024-ig az állomási adatsorok minimális és maximális csapadék-értékeinek meghatározását.

Az állomási adatok mellett egy kifejezetten meteorológiai célú interpolációs módszerrel létrehozott, 1 km-es felbontású rácsponti csapadék-adatsort is felhasználtunk annak érdekében, hogy pontosabb, térben részletesebb képet kapjunk a Balatoni Borrégió csapadékviszonyairól. A vizsgált változókat összehasonlítottuk a teljes Balatoni Borvidékre és a Les-hegy – Fenyé-hegy térségre (*1. ábra*), annak megállapítására, hogy a kérdéses terület a legszárazabb borrégió-e a Balatoni Borvidéken.

Megemlítendő, hogy nem minden állomás fedi le a teljes 1961-2024 időszakot, egyes állomások megszűntek, vagy később létesültek (*1. táblázat*), ezért a 30 éves időszakra vonatkozó térképek előállításához ezeket a rövid adatsorú állomásokat nem tudtuk figyelembe venni, csak a táblázatok készítésénél. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy az aszófői, társadalmi



meteorológiai észlelő által szolgáltatott havi bontású adatsorok alapján kizárólag az éves és a vegetációs időszaki csapadékösszegek számíthatók, a további csapadékjellemzők (intenzitás, csapadékos napok száma, nagycsapadékok gyakorisága stb.) meghatározása a napi felbontás hiányában nem lehetséges. Emellett fontos megjegyezni, hogy a Les-hegyi borászati mérőhely adatsora csak néhány évre terjed ki, továbbá jelentős hiányosságokat tartalmaz – egyes években több hónapra vonatkozóan is hiányoznak a csapadékadatok –, ezért az ezen állomás alapján készített számítások és összevetések kellő fenntartásokkal értelmezendők.



1. ábra A teljes Balatoni Borvidék (zöld) és a Les-hegy – Fenyő-hegy környéki régió (lila)





	Hosszúság [°]	Szélesség [°]	Tengerszint feletti magasság [m]	Időbeli lefedettség
Sümege	17.2917	46.9642	193.8	1961-2024
Nagyvázsony	17.7003	46.9781	271.0	1961-2024
Balatonkeresztúr	17.3717	46.7014	111.0	1961-2024
Balatonlelle	17.7000	46.7833	116.0	1961-2024
Marcali	17.4167	46.5833	129.0	1961-2024
Balatonkenese	18.1281	47.0250	107.0	1961-2024
Siófok	18.0408	46.9108	105.0	1961-2024
Tapolca	17.4350	46.8881	128.0	1961-2024
Hegymagas	17.4500	46.8333	125.0	1961-2024
Nemesvita	17.3833	46.8333	125.0	1961-2024
Balatonakali	17.7367	46.8803	105.0	1961-2024
Salföld	17.5497	46.8367	142.0	1961-2024
Vászoly	17.7589	46.9419	276.0	1961-2024
Sármellék repülőtér	17.1575	46.6942	122.0	1961-2024
Balatonújlak	17.3833	46.6833	110.0	1961-2024
Badacsony				
Badacsonytomaj	17.5000	46.7875	113.0	1961-2024
Balatonboglár	17.6500	46.7833	110.0	1961-2024
Fonyód	17.5525	46.7492	105.6	1961-2024
Lepsény	18.2464	46.9911	112.0	1961-2024
Szólád	17.8442	46.7828	116.0	1961-2010
Keszthely	17.2386	46.7356	111.0	1961-2024
Gyenesdiás	17.2783	46.7881	145.0	2005.05-2024
Szentkirályszabadja	17.9706	47.0828	281.0	1961-2024
Zamárdi	17.8985	46.8799	106.0	1961-1995.04
Tihany	17.8854	46.9143	159.0	1961-2010.04
Balatonfüred	17.92	46.97	131.0	1961-2001
Hidegkút	17.8250	47.0031	325.0	1961-2024
Balatonederics (OVF, HungaroMet)	17.3786	46.8136	122.0	2007-2020
Alsóörs (OVF)				2003.02-2020
Balatonszemes (OVF)				1992-2024
Les-hegyi borászati mérések				2019.05-2024.11
Aszófő (társadalmi meteorológiai mérések)				1993-2024

1. táblázat állomási vizsgálatokhoz felhasznált meteorológiai és vízügyi mérőállomások földrajzi adatai



CSAPADÉKÖSSZEG

A kifejezetten meteorológiai célú interpolációs módszerrel¹ létrehozott, 1 km-es felbontású, térben és időben reprezentatív, rácsponti adatbázisunk alkalmas arra, hogy részletes területi megállapításokat tegyünk a Balaton környékének csapadékviszonyairól. Ugyanakkor fontos kiemelni, hogy a rendelkezésre álló mérések térbeli lefedettségéből következően a módszer nem használható önálló kisebb térségek – például egy-egy dülő vagy hegyoldal – mikroklímájának pontos leírására. A vizsgált Les-hegy és Fenyé-hegy térsége csapadékviszonyainak további pontosítását egy olyan csapadékmérő állomás tenné lehetővé, ahol rendszeres, napi felbontásnál gyakoribb mérések állnának rendelkezésre.

A Balatoni Borrégió átlagos évi csapadékösszege 666,9 mm a jelenlegi klímanormál szerint (1991–2020), mely közel megegyezik az 1961–1990 időszak átlagával (667,3 mm). (2. táblázat).

A **Balatonakali–Aszófő régióban** – ahol a Les-hegy és a Fenyé-hegy térsége is található – az **évi csapadékösszeg 1991–2020 között 616,5 mm volt, amely mintegy 50 mm-rel marad el a borrégió egészének átlagától.** Ez a különbség már a korábbi időszakban (1961–1990) is megfigyelhető volt (621,7 mm, szemben a teljes Balatoni régiós 667,3 mm-rel). A két időszak összevetése alapján tehát elmondható, hogy **a Les-hegy és Fenyé-hegy térsége tartósan az alacsonyabb csapadékösszegű területek közé tartozik a borrégióon belül.**

A vegetációs időszekra (április–szeptember) vonatkozó átlagos csapadékösszegek is megerősítik ezt a megfigyelést: míg a teljes borrégióban a 1991–2020-as időszakban 388,7 mm hullott, addig a Balatonakali–Aszófő térségében átlagosan 358,4 mm, ami közel 8%-os eltérést jelent. A 30 évvel korábbi időszakban ez az arány hasonló volt (2. táblázat).

¹ MISH – Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized Data Basis



	Csapadékösszeg [mm]			
	Évi		Vegetációs időszaki	
	1961–1990	1961–1990	1961–1990	1961–1990
Balatonakali-Aszófő régió	621,7	616,5	363,9	358,4
Teljes Balaton Borrégió	667,3	666,9	391,9	388,7
különbség	-45,6	-50,4	-28,1	-30,3

2. táblázat Rácsponti csapadékösszeg [mm] statisztikák összefoglaló táblázata

A területi átlagokon túl áttekintettük a részletes területi csapadékeloszlást is. A 2-3. ábrákon jól látszik, hogy **a legtöbb csapadék a Balatoni Borrégió nyugati, délnyugati területein hullik** (a Zalai-borvidék Balaton környéki területein, Balaton-felvidéken, illetve a Balatonboglári borvidék délnyugati régiójában²). A legcsapadékosabb régiókban 700-780 mm közt alakul az éves, 400 mm felett a vegetáció időszaki sokévi átlag. A csapadékösszeg északkelet felé haladva csökken, a Badacsonyi borvidék és a Balatonboglári borvidék déli területén kevesebb, 620-680 mm, míg a **legkevesebb csapadék az északkeleti régiót (Balatonvilágos–Balatonfőkajár–Balatonakarattya) régiót éri, 560-600 mm-es sokévi átlaggal**. A kérdéses Balatonakali–Aszófő régiójában ennél magasabb a sokévi átlag, ahogy azt a 2. táblázat és 2-3. ábrák is szemléltetik.

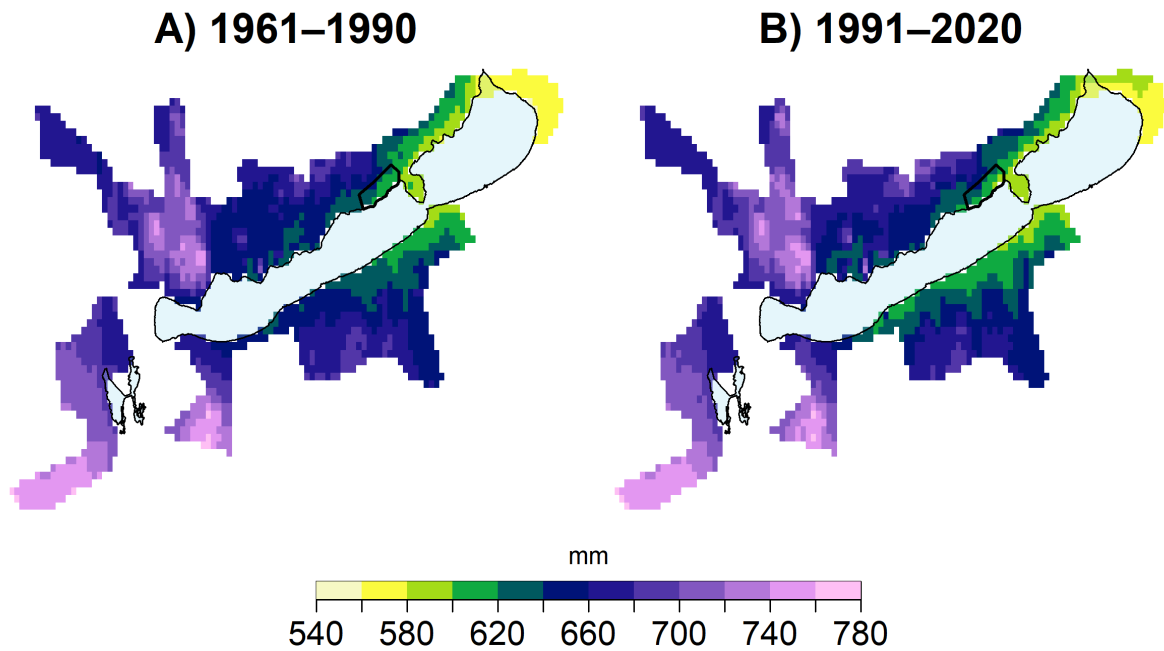
A két 30 éves időszak között bár területi átlagban nem tapasztalható jelentős eltérés (2. táblázat), a területi eloszlást tekintve azonban kirajzolódnak eltérések. A legnagyobb különbség a Balatoni Borrégió déli területein mutatkozik (Balatonboglári Borvidék), ahol 10-20 mm-rel kevesebb az évi csapadékösszeg sokévi átlaga. Ezzel szemben az északi vidékeken (Badacsonyi és Balaton-felvidéki borrégió egyes területein) 10-20 mm-rel több csapadék hullott az 1991–2020 időszakban, mint az 1961–1990 periódusban.

A vegetációs időszakban markánsabb eltérések jelennek meg a két éghajlati normálidőszak között: a Balatonboglári Borvidéken nagy területen csökkent a vegetációs időszaki csapadékösszeg (-5 és -25 mm közötti különbségek), a kérdéses Balatonakali-Aszófő régióban

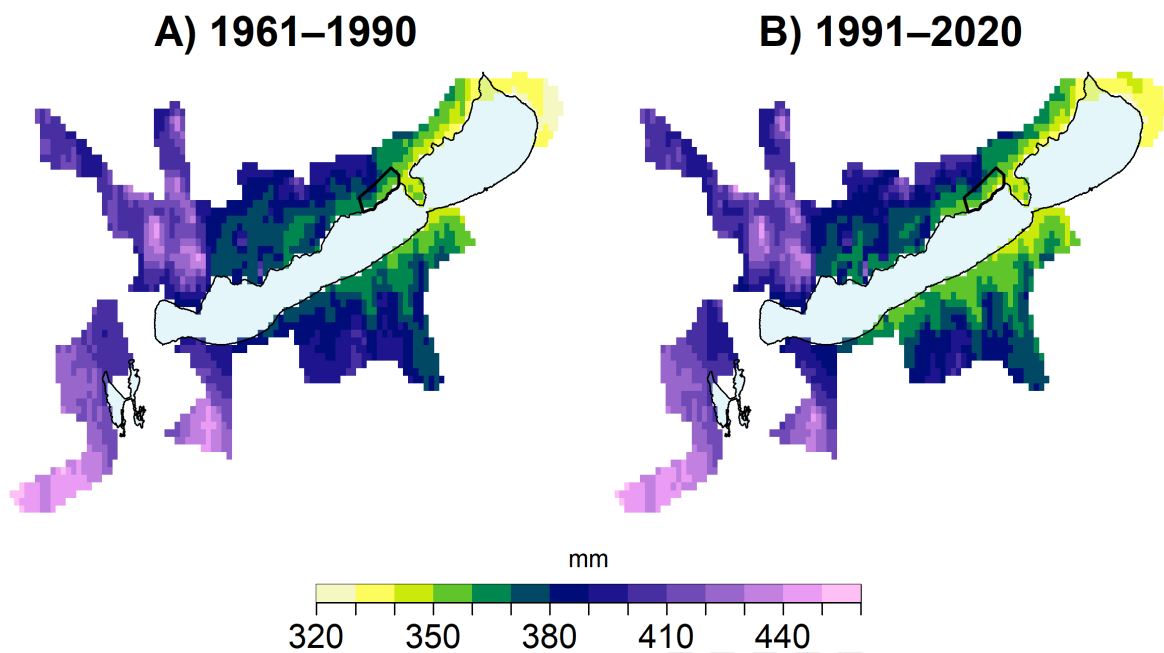
² Az elemzés során az egyes balatoni borvidékek térbeli azonosításához a kochboraszat.hu weboldalon található ábrát alkalmaztuk (18. ábra az Összefoglalás alatt)



5-10 mm-rel kevesebb a vegetációs időszakos csapadékösszeg a legfrissebb normálidőszakban, mint az 1961–1990-es évek között. (2. táblázat, 3. ábra)



2. ábra A Balaton Borvidék évi csapadékösszegeinek sokéves átlaga (1961–1990 és 1991–2020)



3. ábra A Balaton Borvidék vegetációs időszakos csapadékösszegének sokéves átlaga (1961–1990 és 1991–2020)



A rácsponti, interpolált adatbázis mellett áttekintettük a Balatoni Borrégió területén és környezetében található meteorológiai és vízügyi állomások, illetve borászatok csapadékméréseit, s megállapítottuk az 1961–1990 és 1991–2024 időszakok éves (3. táblázat) és vegetációs időszaki (4. táblázat) minimumát és maximumát a teljes Balatoni borrégió állomásaira és külön Balatonakali állomásra.

A 60-as években nagy változékonyság figyelhető meg, ugyanis ebben az évtizedben volt tapasztalható a 30 év legszárazabb (1961) és a legcsapadékosabb éve (1965) egyaránt. A 379,4 mm-es minimum Tihany állomáson hullott, mely a Balatonfüred-Csopaki Borvidéken, a Balatoni Borrégió legszárazabb borvidékén helyezkedik el, míg Marcalin, délnyugaton esett a legtöbb csapadék (háromszor annyi, mint a tihanyi minimum) 1961–1990 között, mely a már bemutatott térképek (2-3. ábra) szerint is a Balatoni borvidék egyik legcsapadékosabb része. Balatonakalin az 1983-as éves csapadékösszeg volt a legalacsonyabb, s a teljes Balatoni régió maximumához hasonlóan itt is az 1965-ös év volt a legcsapadékosabb (891,3 mm), mely a Marcalin mért maximumtól jelentősen, 265,3 mm-rel maradt el.

Az abszolút minimumok és maximumok azonban minden esetben az 1991–2024 időszakhoz köthetők: 2011 volt országosan a legszárazabb év, mely igaz a Balatoni Borrégióra és Balatonakali állomás évi csapadékösszegeire egyaránt. A teljes Balatoni Borrégióban Balatonszemesen hullott a legkevesebb csapadék (Balatonboglári Borvidék), 285,1 mm évi összeggel. Balatonakalin 40 mm-rel több hullott 2011-ben. Az elmúlt 125 év legcsapadékosabb éve 2010 volt hazánkban, mely Balatonakalin is megmutatkozott 900,9 mm-es éves csapadékösszeggel. A teljes Balatoni régiót tekintve mégis 2018-ban hullott a legtöbb csapadék a balatonedericsi vízügyi csapadékmérő adatai szerint 1204,9 mm éves összeggel.

A meteorológiai állomások csapadékadatát összevetve az Aszófő területéről, Hamar Jenő társadalmi meteorológiai megfigyelőtől származó mérésekkel hasonló eredményeket kapunk. A hivatalos Balatonakalin mért adatok (324,1 mm) és az aszófői borászat által mért adatok szerint (305 mm) is 2011 volt a legszárazabb év Balatonakalin, míg 2010 a legcsapadékosabb (HungaroMet: 900,9 mm; aszófői adatok: 876 mm). A 2019 májusától 2024 novemberig folyó Les-hegyi borászati mérések szerint a 2023-as év volt a legcsapadékosabb 660 mm-rel, a legkevesebb csapadékot 2024-ben mérték a borászat területén (262 mm-t), ám fontos hozzátenni, hogy 2024. júniustól szeptember elejéig nem állnak rendelkezésre csapadéértékek.



Min [mm]	Év	Állomás	Max [mm]	Év	Állomás	időszak
379,4	1961	Tihany	1156,6	1965	Marcali	1961–1990
285,1	2011	Balatonszemes	1204,9	2018	Balatonederics	1991–2024
448,1	1983	Balatonakali	891,3	1965	Balatonakali	1961–1990
324,1	2011	Balatonakali	900,9	2010	Balatonakali	1991–2024

3. táblázat Éves csapadékösszegek állomási minimumai és maximumai a 2 vizsgált időszakban, a teljes Balatoni Borrégió állomásainak és a Balatonakali állomás összehasonlításával

A vegetációs időszaki csapadékösszegek vizsgálata során szintén jelentős változékonyság volt megfigyelhető a Balatoni Borrégióban. Az 1961–1990-es időszak legszárazabb vegetációs időszaka, az éveshez hasonlóan Tihany állomáson volt, 1989-ben, ahol mindössze 120 mm hullott április és szeptember között, míg a legcsapadékosabb vegetációs időszakot 1965-ben rögzítették Sármelléken, 781,3 mm-rel. A második vizsgált időszakban (1991–2024) Fonyódon hullott a legkevesebb csapadék a vegetációs időszakban 2000-ben (120,2 mm), míg a legmagasabb összeget Nagyvázsonyon mérték 2010-ben.

Balatonakalin az 1983-as év hozta a legalacsonyabb vegetációs időszaki összeget (198,0 mm) az első vizsgált időszakban, míg a legtöbb csapadékot 1965-ben regisztrálták (593,9 mm). A második időszakban a 2000-es év szintén száraznak bizonyult (197,7 mm), míg 2014-ben hullott a legtöbb csapadék a növények szempontjából meghatározó időszakban (638,5 mm). Az Aszófő területéről, Hamar Jenő társadalmi meteorológiai megfigyelőtől származó mérések a vegetációs időszak esetén nagyobb eltérést mutatnak. A legkevesebb vegetációs időszaki csapadékot ugyanis 2012-ben rögzítették (179 mm). A Balatonakalin mért vegetációs időszaki 2014-es maximum (638,5 mm) jól közelít az aszófői társadalmi meteorológiai mérések vegetációs időszaki összegéhez (605 mm). A Les-hegyi borászat területén ellenben 2019-2024 között a legalacsonyabb mért vegetációs időszaki csapadékösszeg 2024-ben fordult elő (197 mm). A legmagasabb mért vegetációs időszaki összeg 2023-hoz köthető (402 mm) a Les-hegyi borászat területén.



Min [mm]	Év	Állomás	Max [mm]	Év	Állomás	időszak
120	1989	Tihany	781,3	1965	Sármellék repülőtér	1961–1990
120,2	2000	Fonyód	763,1	2010	Nagyvázsony	1991–2024
198,0	1983	Balatonakali	593,9	1965	Balatonakali	1961–1990
197,7	2000	Balatonakali	638,5	2014	Balatonakali	1991–2024

4. táblázat Vegetációs időszaki csapadékösszegek állomási minimumai és maximumai a 2 vizsgált időszakban, a teljes Balatoni Borrégió állomásainak és a Balatonakali állomás összehasonlításával

CSAPADÉKOS NAPOK SZÁMA

A csapadékos napok száma megadja, hogy egy adott időszakban (pl. év, hónap, vegetációs időszak, stb.) hány napon haladta meg a napi csapadékösszeg a 0,1 mm-t. Ennek sokévi (1991–2020) átlaga a teljes Balatoni Borrégióban 138 nap, mely nem tér el nagymértékben az 1961–1990 időszak területi átlagától (136 nap) (5. táblázat). Hasonlóan az éves összeghez, a vegetációs időszaki összegek is közel megegyeznek a két vizsgált időszakban (72 és 72,3 nap).

Ha Balatonakali-Aszófő területi átlagát vizsgáljuk, a korábbi, 1961–1990 időszakban majdnem 6 nappal alacsonyabb volt a sokévi átlag, mint a teljes Balatoni Borrégióé, míg a jelenlegi 1991–2020 átlag szerint szinte megegyezik (1,5 nappal több) a csapadékos napok száma. (5. táblázat) Hasonló mondható el a vegetációs időszaki vizsgálat alapján: a korábbi 30 évet vizsgálva kevesebb csapadékos nap volt jellemző a kérdéses területen (4 nappal), míg a jelenlegi klímanormál szerint a teljes területi átlaggal megegyező (73 nap és 73,2 nap).

	Csapadékos napok száma [nap]			
	Évi		Vegetációs időszaki	
	1961–1990	1991–2020	1961–1990	1991–2020
Balatonakali-Aszófő régió	132,3	138,0	68,5	72,3
Teljes Balaton Borrégió	138,0	136,4	72,3	72,0
különbség	-5,7	1,6	-3,9	0,3

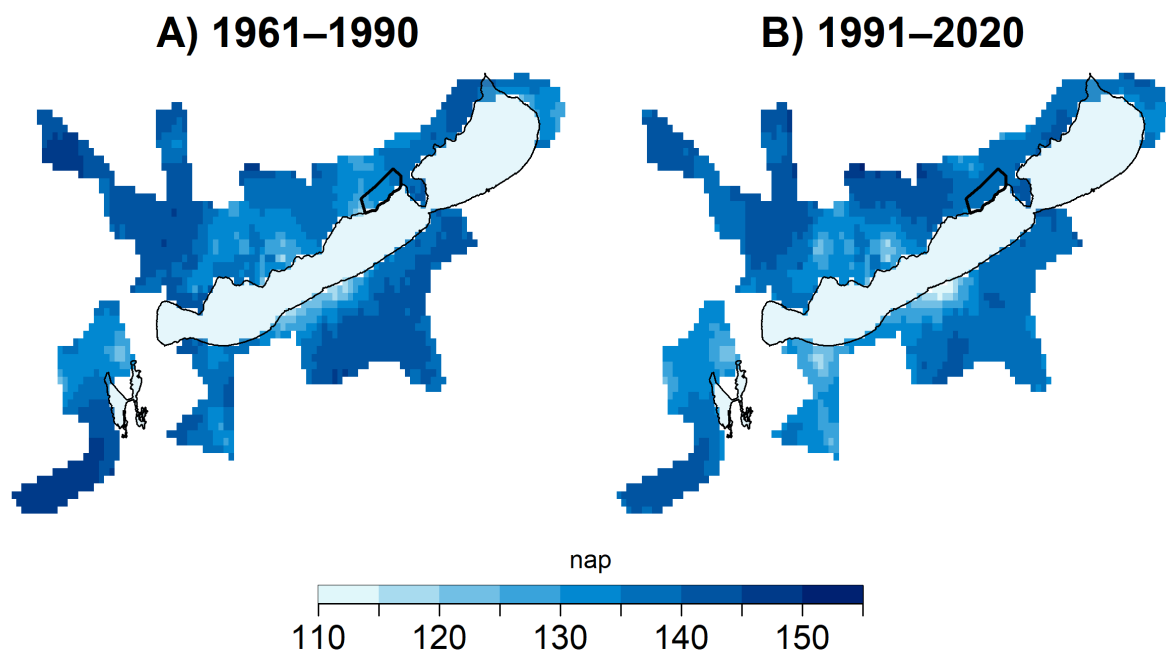
5. táblázat Csapadékos napok számának ($r \geq 0,1$ mm) statisztikáinak összefoglaló táblázata

A területi átlagokon túl megvizsgáltuk a csapadékos napok két átlagidőszaki területi eloszlását (4. ábra). A sokévi átlag a teljes Balatoni Borrégió borvidékein 110 és 150 nap között mozog. A két időszak közötti eltéréseket tekintve 1961–1990 és 1991–2020 között 5-15 nappal

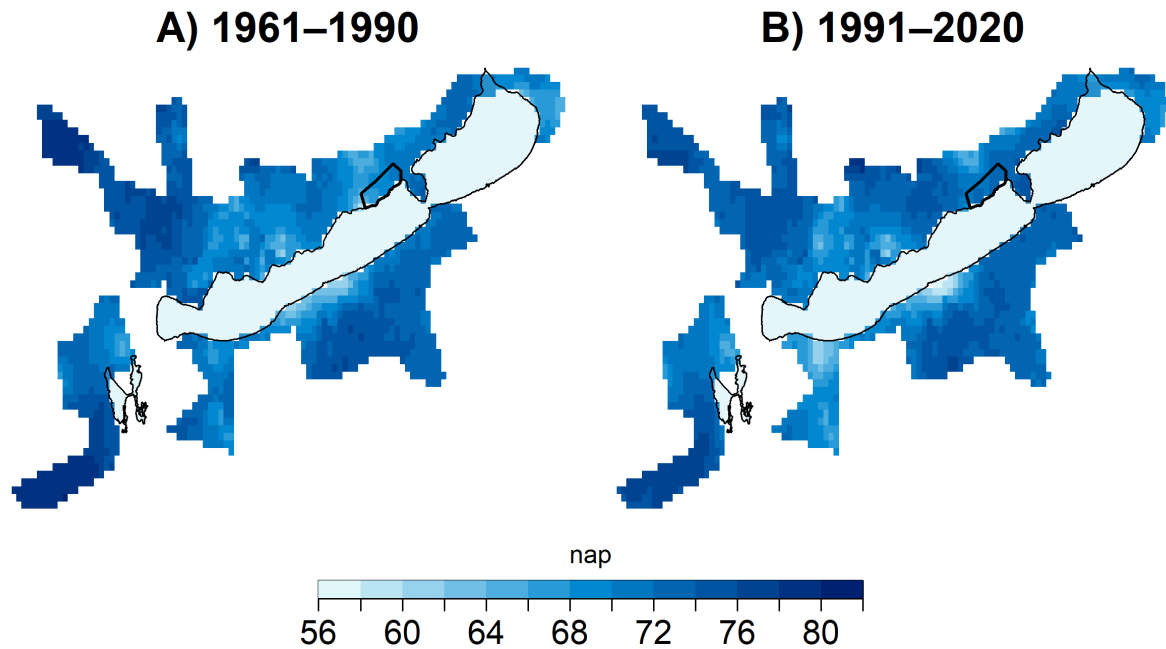


kevesebb a csapadékos napok száma a Balatonboglári Borvidék nyugati részén, 5-10 nappal a Zalai Borvidék délnyugati régióiban. Pozitív irányú változás (+5-10 nap) kizárólag a Balatonfüred–Csopaki Borvidék, azon belül is a Balatonakali–Aszófő régió nyugati felén volt tapasztalható, mely összecseng az 5. táblázatban szereplő területi átlagok statisztikáival.

A vegetációs időszakot tekintve a teljes Balatoni Borrégió csapadékos napjainak száma 57 és 80 nap között terjed (5. ábra). A két időszak közti különbségek jellege megegyezik az éves különbségek esetén, azaz a Balatonboglári Borvidék nyugati, délnyugati területein csökkent (2-8 nap), míg a Badacsonyi- és Balatonfüred–Csopaki Borvidékek (azon belül is a vizsgált Balatonakali–Aszófő régió) területén növekedés jellemző (2-10 nap) az 1961–1990 időszakhoz képest.



4. ábra A Balaton Borvidék évi csapadékos napjainak ($r \geq 0,1 \text{ mm}$) sokéves átlaga (1961–1990 és 1991–2020)



5. ábra A Balaton Borvidék vegetációs időszakos csapadékos napjainak ($r \geq 0,1$ mm) sokéves átlaga (1961–1990 és 1991–2020)

Az 1961–1990 és 1991–2024 közötti időszakokra vonatkozóan meghatároztuk az éves (6. táblázat) és a vegetációs időszakra eső (7. táblázat) minimum- és maximumértékeket a vizsgált állomásokra, külön kitérve a Balatonakali állomás adataira is, amely a részletesebben vizsgált Balatonakali–Aszófő térségben található.

Az 1961–1990-es időszakban a legkevesebb éves csapadékos napot Fonyódon regisztrálták 1983-ban (56 nap). Balatonakalin is ez az év hozta a legkevesebb csapadékos napot (83 nap). A legtöbb ilyen nap Balatonkeresztúron, 1965-ben fordult elő 170 nappal. A 1991–2024 közötti időszakban a minimumot Balatonbogláron mérték 2011-ben (60 nap), a maximum pedig épp Balatonakalin fordult elő 2010-ben (163 nap). A Les-hegyi borászaton az elérhető mérések alapján 21 nap volt a minimális (2024), és 2023-ban volt a legtöbb csapadékos nap (67).



Min [nap]	Év	Állomás	Max [nap]	Év	Állomás	időszak
56	1983	Fonyód	170	1965	Balatonkeresztúr	1961–1990
60	2011	Balatonboglár	163	2010	Balatonakali	1991–2024
83	1983	Balatonakali	133	1965	Balatonakali	1961–1990
88	1991	Balatonakali	163	2010	Balatonakali	1991–2024

6. táblázat Éves csapadékos napok állomási minimumai és maximumai a 2 vizsgált időszakban, a teljes Balatoni Borrégió állomásainak és a Balatonakali állomás összehasonlításával

A vegetációs időszaki csapadékos napok számában is hasonló változékonyság figyelhető meg. Az 1961–1990-es időszakban a legkevesebb ilyen nap Balatonbogláron volt 1976-ban (30 nap), míg a legtöbb Balatonkeresztúron 1965-ben (102 nap). A második időszakban ismét Balatonboglár mutatta a legalacsonyabb értéket (31 nap, 2011), míg a legmagasabb érték Balatonkeneséhez köthető 2010-ben (90 nap).

Balatonakalin az 1983-as év hozta a legkevesebb vegetációs időszaki csapadékos napot (40 nap), míg 1965-ben 72 nap esett ebbe a kategóriába. A 1991–2024-es időszakban a minimum 1992-ben volt (42 nap), míg a legtöbb csapadékos napot 2002-ben regisztrálták (88 nap). Az adatok alapján jól látszik, hogy a csapadékos napok számának éves eloszlása sokszor együtt mozog a csapadéköszegekkel, de nem minden esetben; a gyakori, de kis mennyiségű csapadékkal jellemezhető évek is kiugró értékeket eredményezhetnek ebben a változóban. A Les-hegyi borászat adatai szerint 16 (2024) és 46 nap (2023) között mozog a vegetációs időszaki csapadékos napok száma (2019-2024 adatok alapján).

Min [nap]	Év	Állomás	Max [nap]	Év	Állomás	időszak
30	1976	Balatonboglár	102	1965	Balatonkeresztúr	1961–1990
31	2011	Balatonboglár	90	2010	Balatonkenese	1991–2024
40	1983	Balatonakali	72	1965	Balatonakali	1961–1990
42	1992	Balatonakali	88	2002	Balatonakali	1991–2024

7. táblázat Vegetációs időszaki csapadékos napok állomási minimumai és maximumai a 2 vizsgált időszakban, a teljes Balatoni Borrégió állomásainak és a Balatonakali állomás összehasonlításával



CSAPADÉKINTENZITÁS

A csapadékindenzitás az adott időszak csapadékösszegének és csapadékos napjainak hányadosa [mm/nap]. Ennek területi átlagait a 8. táblázat szemlélteti.

A Balatoni Borrégió területének átlagos (1991–2020) csapadékindenzitása 4,9 mm/nap, melynél kisebb a Balatonakali-Aszófő régió csapadékindenzitása (4,5 mm/nap). A két vizsgált időszak különbsége a teljes Balatoni Borrégió területén 0,1 mm/nap, a Balatonakali-Aszófő régióban a két 30 éves időszak átlag között -0,2 mm/nap különbség.

A vegetációs időszakban a csapadékindenzitás jellemzően magasabb (8. táblázat), mivel ebben az időszakban a csapadék túlnyomórészt konvektív eredetű, záporos-zivataros jellegű. A balatoni sokévi átlaga 5,4 mm/nap mind az 1961–1990, mind az 1991–2020 időszakban. A Balatonakali-Aszófő régióban ennél kisebb (4,9 mm/nap), az 1961–1990 időszaki átlaghoz (5,3 mm/nap) képest csökkenés mutatható ki a térségben.

	Csapadékindenzitás [mm/nap]			
	Évi		Vegetációs időszaki	
	1961–1990	1991–2020	1961–1990	1991–2020
Balatonakali-Aszófő régió	4,7	4,5	5,3	4,9
Teljes Balaton Borrégió	4,8	4,9	5,4	5,4
különbség	-0,1	-0,4	-0,1	-0,5

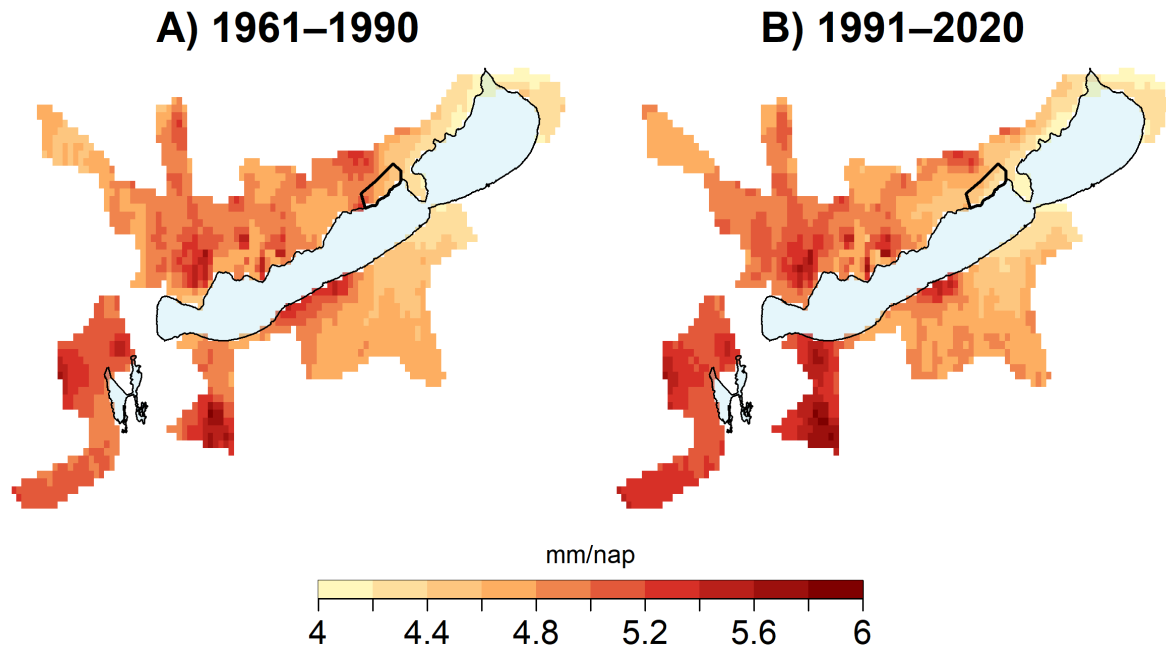
8. táblázat Csapadékindenzitás statisztikáinak összefoglaló táblázata

A területi eloszlást illetően megállapítható, hogy hasonlóan a csapadékösszeghez, a csapadékindenzitás is délnyugatnyugat – északkelet irányú csökkenést mutat. A legmagasabb értékek a Zalai Borvidék és a Balatonboglári Borvidék déli, délnyugati területein jellemző mind éves szinten (5,2-6 mm/nap), mind a vegetációs időszakban (5,8-6,6 mm/nap). A legkisebb értékek északkeleten jellemzőek (4-4,4 mm/nap), a Balatonfüred-Csopaki Borvidéken).

Az 1961–1990 és az 1991–2020 közötti időszakok összehasonlítása alapján megállapítható, hogy a csapadékindenzitás területi különbségei tovább erősödtek: ahol korábban is magasabb értékek voltak jellemzők (főként délnyugaton), ott növekedés figyelhető meg, míg az

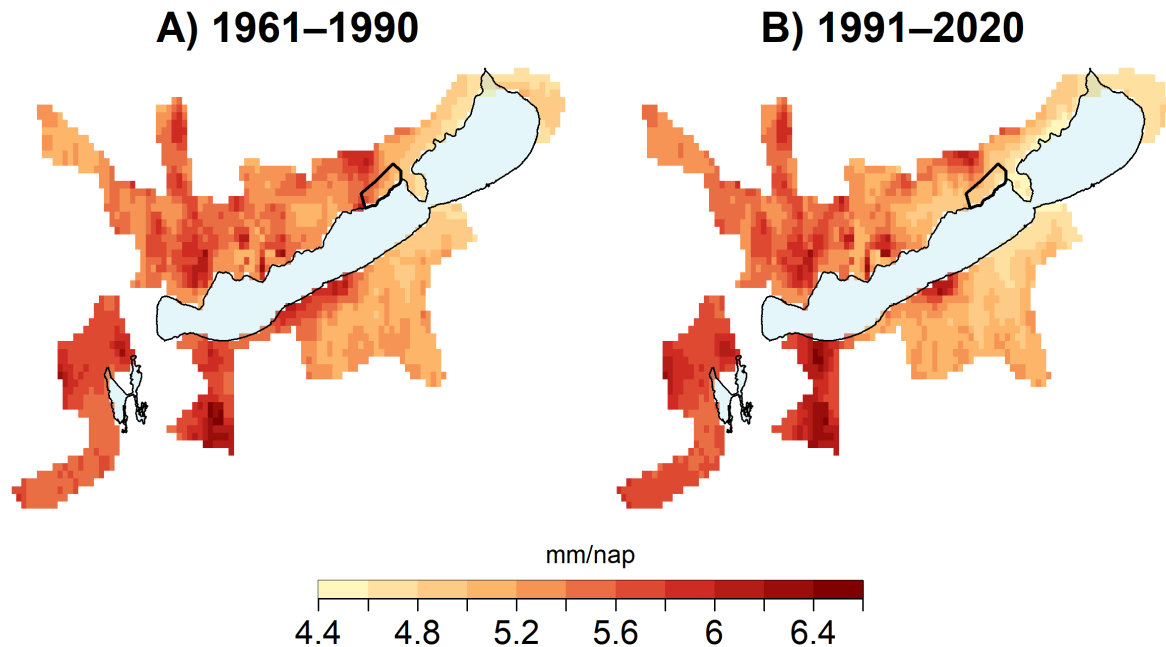


alacsonyabb értékeket mutató területeken (különösen északkeleten) további csökkenés történt, többek között a vizsgált Balatonakali-Aszófő régióban is mind éves szinten, mind a vegetációs időszakban.



6. ábra A Balaton Borvidékre jellemző évi csapadékinintenzitás sokéves átlaga (1961–1990 és 1991–2020)





7. ábra A Balaton Borvidékre jellemző vegetációs időszaki csapadékintenzitás sokéves átlaga (1961–1990 és 1991–2020)

Az állomási szélsőértékek vizsgálata szerint a csapadékintenzitás alakulása erős változékonyságot mutat a vizsgált időszakokban, mind éves, mind vegetációs időszaki bontásban. Jellemzően nagyobb a változékonyság az 1991–2024 időszakban, mint a korábbi 30 éves periódusban (9. táblázat). Az éves csapadékintenzitás az 1961–1990-es időszakban 3,4 mm/nap (Szentkirályszabadja, 1973) és 9,7 mm/nap (Nagyvázsony, 1982) között mozgott. A második vizsgált időszakban a minimum Balatonszemesen jelentkezett 2011-ben, a legszárazabb évben (2,6 mm/nap), míg a legnagyobb értéket 2018-ban Balatonedericsen mérték (9,6 mm/nap).

Balatonakaliban az 1961–1990-es időszakban 4,4 mm/nap (1970) és 7,1 mm/nap (1982) között alakultak az éves értékek, míg 1991–2024 között a legalacsonyabb intenzitást 2011-ben regisztrálták (3,1 mm/nap), a legmagasabbat pedig 2014-ben (6,3 mm/nap). A Les-hegyi borászati csapadékadatok jelentősen meghaladják mind a Balatoni, mind a Balatonakali értékeket (min: 7,9 mm/nap, 2022; max: 12,5 mm/nap, 2024), mely extrém, állomások közt kitűnő értékek jól tükrözi a les-hegyi borászati adatsor hiányosságaiból adódó torzításokat.



Min [mm/nap]	Év	Állomás	Max [mm/nap]	Év	Állomás	időszak
3,4	1973	Szentkirályszabadja	9,7	1982	Nagyvázsony	1961–1990
2,6	2011	Balatonszemes	9,6	2018	Balatonederics	1991–2024
4,4	1970	Balatonakali	7,1	1982	Balatonakali	1961–1990
3,1	2011	Balatonakali	6,3	2014	Balatonakali	1991–2024

9. táblázat Éves csapadékintenzitás állomási minimumai és maximumai a 2 vizsgált időszakban, a teljes Balatoni Borrégió állomásainak és a Balatonakali állomás összehasonlításával

A vegetációs időszaki csapadékintenzitás még szélesebb tartományban változott, melynek oka a nyári félévben gyakoribb zivatarok, intenzív csapadékhullások (10. táblázat). Az 1961–1990-es periódusban a tihanyi állomáson 3,2 mm/nap volt a legalacsonyabb érték 1989-ben, míg Balatonbogláron 1976-ban 11,7 mm/nap volt a maximum. A 1991–2020-as időszakban a minimum Balatonkenesén jelentkezett 2011-ben (3,1 mm/nap), míg a legnagyobb intenzitást ismét Balatonedericsen mérték 2018-ban, 13,6 mm/nap értékkel – ez a teljes vegetációs időszaki adatbázis legmagasabb értéke.

Balatonakali adatai is jól illeszkednek a régió trendjeihez: az első 30 éves időszakban 1983-ban volt a legkisebb vegetációs időszaki intenzitás (5,0 mm/nap), míg 1965-ben 8,3 mm/nap-ot regisztráltak. A második időszakban a legalacsonyabb érték 2011-et jellemzi (3,4 mm/nap), míg a legmagasabbat 2014-ben (7,7 mm/nap). A Les-hegyi borászati mérési adatok ez esetben is felülmúlták a Balatoni és Balatonakali értékeket. A minimum: 7,8 mm/nap (2022), míg a maximum 12,5 mm/nap.

Az adatok alapján megfigyelhető, hogy a 2011-es év nemcsak a legalacsonyabb éves és vegetációs időszaki csapadékösszegekhez és csapadékos napokhoz köthető, hanem a legalacsonyabb intenzitásértékekhez is, ami összességében rendkívül száraz évre utal. Ezzel szemben a 2018-as év kiemelkedő intenzitású csapadékhullással jellemezhető, különösen Balatonederics térségében, ami a térképi és állomási adatok alapján is az egyik legcsapadékosabb régióként szerepel.



Min [mm/nap]	Év	Állomás	Max [mm/nap]	Év	Állomás	időszak
3,2	1989	Tihany	11,7	1976	Balatonboglár	1961–1990
3,1	2011	Balatonkenese	13,6	2018	Balatonederics	1991–2024
5,0	1983	Balatonakali	8,3	1965	Balatonakali	1961–1990
3,4	2011	Balatonakali	7,7	2014	Balatonakali	1991–2024

10. táblázat Vegetációs időszaki csapadékintenzitás állomási minimumai és maximumai a 2 vizsgált időszakban, a teljes Balatoni Borrégió állomásainak és a Balatonakali állomás összehasonlításával

NAGYCSAPADÉKOK GYAKORISÁGA

10 mm-t meghaladó csapadékesemények gyakorisága

A nagycsapadékos napok – a 10 vagy a 20 mm-t meghaladó napi csapadékösszegek – a kritikus időjárási események közé tartoznak agár- és vízgazdálkodási szempontokból egyaránt.

A Balatoni Borrégió borvidékeinek teljes területi átlagát tekintve a 10 mm-t meghaladó napi csapadékösszegű napok gyakorisága 1961–1990 és 1991–2020 időszakban gyakorlatilag megegyezik (20,9 és 20,8 nap). A teljes területi átlagnál majdnem 3 nappal kisebb a Balatonakali–Aszófő régiós átlag (18,1 nap).

A 11. táblázat listázza a vegetációs időszaki nagycsapadékok (10 mm) gyakoriságát is, mely a teljes Balatoni Borrégióra vonatkozóan 12,5 nap (1961–1990 és 1991–2020 időszakban egyaránt). A Balatonakali-Aszófő területen csupán kismértékben tér el a sokéve átlag (10,9 nap).

	10 mm-nél nagyobb csapadékú napok gyakorisága [nap]			
	Évi		Vegetációs időszaki	
	1961–1990	1991–2020	1961–1990	1991–2020
Balatonakali-Aszófő régió	19,3	18,1	11,6	10,9
Teljes Balaton Borrégió	20,9	20,8	12,5	12,5
különbség	-1,6	-2,7	-0,9	-1,6

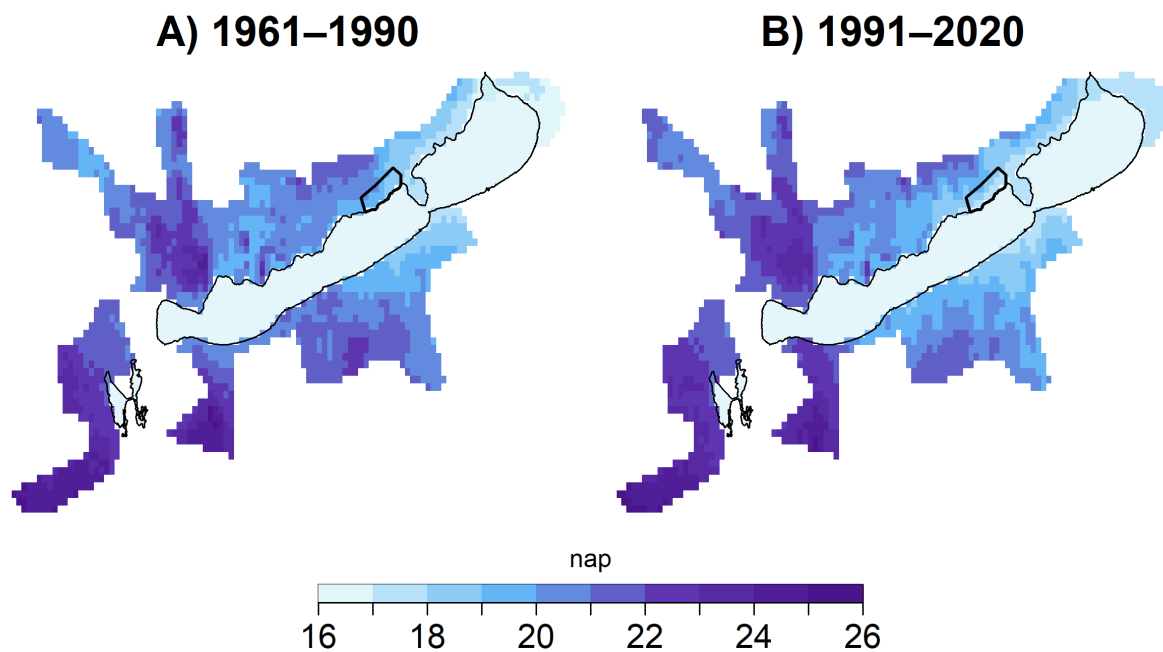
11. táblázat A 10 mm-nél nagyobb csapadékösszegű napok gyakoriságának statisztikái

Hasonlóan a csapadékösszeghez, a nagycsapadékok eloszlása is délnyugat-északkeleti irányú csökkenést mutat. A legtöbb nagycsapadékú nap a Zalai Borvidék és a Balatonboglári Borvidék

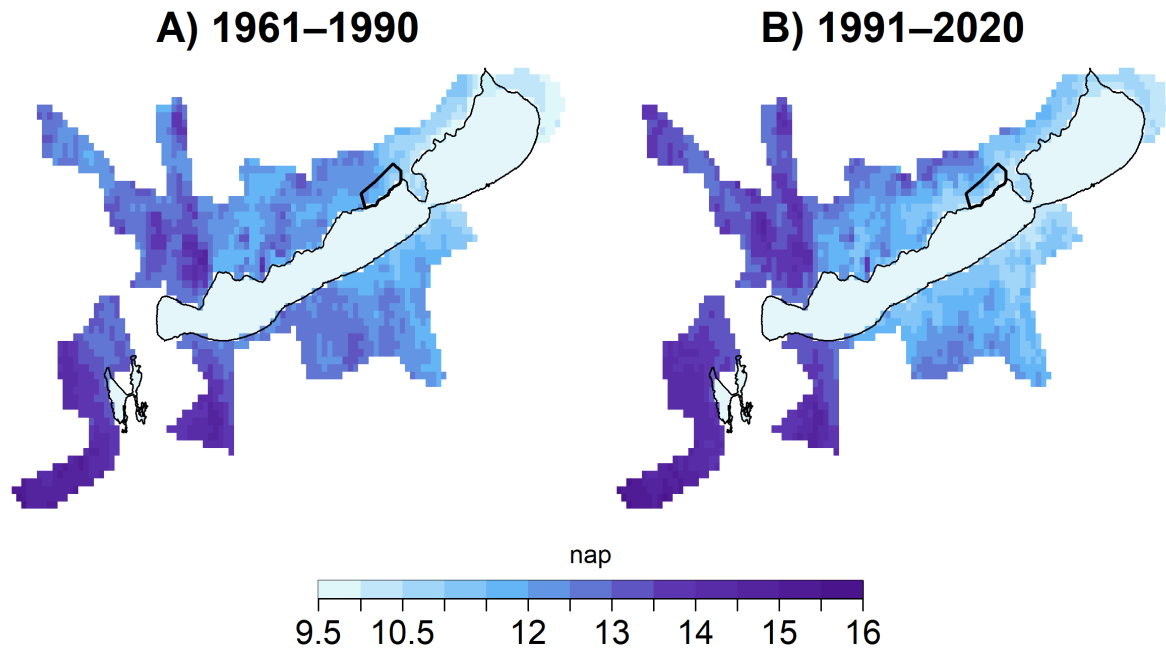


délnyugati területén (24-26 nap), valamivel kisebb gyakoriság jellemzi a Balaton-felvidéki és Balatonboglári Borvidékek középső területeit és a Badacsonyi Borvidéket (19-22 nap). A legritkábban a Balatonfüred-Csopaki Borvidéken fordul elő 10 mm-nél nagyobb csapadék, a legkevesebb a borvidék északkeleti vidékein, s az ezen borvidékhez tartozó Balatonakali-Aszófő régióban (17-20 nap). (8. ábra)

Kevesebb esetszámmal, de ugyanezen mintázattal írható le a vegetációs időszak, 10 mm-t meghaladó csapadékesemények sokévi átlaga, mely jellemzően 9-16 nap közötti értékeket vesz fel. Délnyugaton magasabb esetszámokkal, északkeleten (Balatonfüred-Csopaki Borvidéken és a Balatonboglári Borvidék északibb területein) jellemzően ritkábban fordul elő 10 mm-t meghaladó csapadékesemény. A Balatonakali-Aszófő régióban enyhe csökkenés mutatkozik az 1961–1990 és 1991–2020 időszaki átlagok között.



8. ábra A napi 10 mm-t meghaladó csapadékesemények évi átlagos száma a Balaton Borvidéken (1961–1990 és 1991–2020)



9.ábra A napi 10 mm-t meghaladó csapadékesemények vegetációs időszaki átlagos száma a Balaton Borvidéken (1961–1990 és 1991–2020)

A 10 mm-t meghaladó napi csapadékösszegek gyakorisága jelentős változékonyságot mutat állomási szinten a vizsgált időszakokban, és jól kiegészíti a csapadékösszegekről, csapadékos napokról és intenzitásról kapott képet. (12. táblázat)

Az éves gyakoriság alapján az 1961–1990-es időszakban a legkevesebb nagycsapadékos napot Szentkirályszabadján mérték 1973-ban (8 nap), míg a legtöbbet Marcaliban 1965-ben (39 nap). A második időszakban (1991–2024) a minimumot Balatonkenese produkálta 2011-ben (6 nap), a maximum pedig Hegymagason fordult elő 2023-ban (44 nap).

Balatonakalinn az első időszakban a legkevesebb 10 mm-t meghaladó napi csapadékesemény 1961-ben fordult elő (12 nap), a legtöbb pedig 1965-ben (31 nap). A 1991–2024-es időszakban 2011 volt a legszárazabb ilyen szempontból (8 nap), míg a legtöbb nagycsapadékos napot 2010-ben rögzítették (28 nap). A Les-hegyi borászat adatai szerint a legkevesebb nagycsapadékos (10 mm) nap 2022-ben fordult elő (7 nap), míg a legtöbb 2023-ban (21 nap).



Min [nap]	Év	Állomás	Max [nap]	Év	Állomás	időszak
6	1973	Szentkirályszabadja	39	1965	Marcali	1961–1990
6	2011	Balatonkenese	44	2023	Hegymagas	1991–2024
12	1961	Balatonakali	31	1965	Balatonakali	1961–1990
8	2011	Balatonakali	28	2010	Balatonakali	1991–2024

12. táblázat A napi 10 mm-t meghaladó csapadékesemények éves gyakoriságának állomási minimumai és maximumai a 2 vizsgált időszakban

A vegetációs időszaki értékek hasonló tendenciákat mutatnak (13. táblázat). Az 1961–1990-es időszakban a tihanyi állomáson (1989) fordult elő a legkevesebb nagycsapadékos nap 1989-ben (2 nap), míg a legtöbbet Balatonkeresztúron mérték 1966-ban (26 nap). A második időszakban ismét 3 nap volt a minimum, ezúttal Fonyódon 2000-ben, míg a maximumot Marcaliban regisztrálták 2010-ben (29 nap).

Balatonakalin az 1983-as év hozta a legkevesebb vegetációs időszaki 10 mm feletti csapadékeseményt (5 nap), míg a legtöbb 1965-ben fordult elő (21 nap). A 1991–2024-es időszakban 2009-ben volt a minimum (5 nap), míg 2010-ben 20 ilyen napot regisztráltak. A Les-hegyi borászati adatok szerint a vegetációs időszakban a legkevesebb nagycsapadékú (10 mm) nap 2021-ben és 2024-ben 6-6 nap volt, míg a legtöbb 2023-ban (13 nap).

Min [nap]	Év	Állomás	Max [nap]	Év	Állomás	időszak
2	1989	Tihany	26	1966	Balatonkeresztúr	1961–1990
3	2000	Fonyód	29	2010	Marcali	1991–2024
5	1983	Balatonakali	21	1965	Balatonakali	1961–1990
5	2009	Balatonakali	20	2010	Balatonakali	1991–2024

13. táblázat A napi 10 mm-t meghaladó csapadékesemények vegetációs időszaki gyakoriságának állomási minimumai és maximumai a 2 vizsgált időszakban

20 mm-t meghaladó csapadékesemények gyakorisága

A továbbiakban a napi 20 mm-nél nagyobb csapadékösszegű napok éves és vegetációs időszaki számának vizsgálata következik, melyek már az intenzívebb csapadékesemények körébe tartoznak. Sokévi átlaga a teljes Balatoni Borrégióra vonatkozóan 6 nap, míg a Balatonakali-Aszófő régióban átlagosan 5 nap. Az egész balatoni régióban nőtt a 20 mm-t meghaladó nagycsapadékok gyakorisága az 1961–1990 időszaki átlaghoz képest (14. táblázat, 10. ábra).

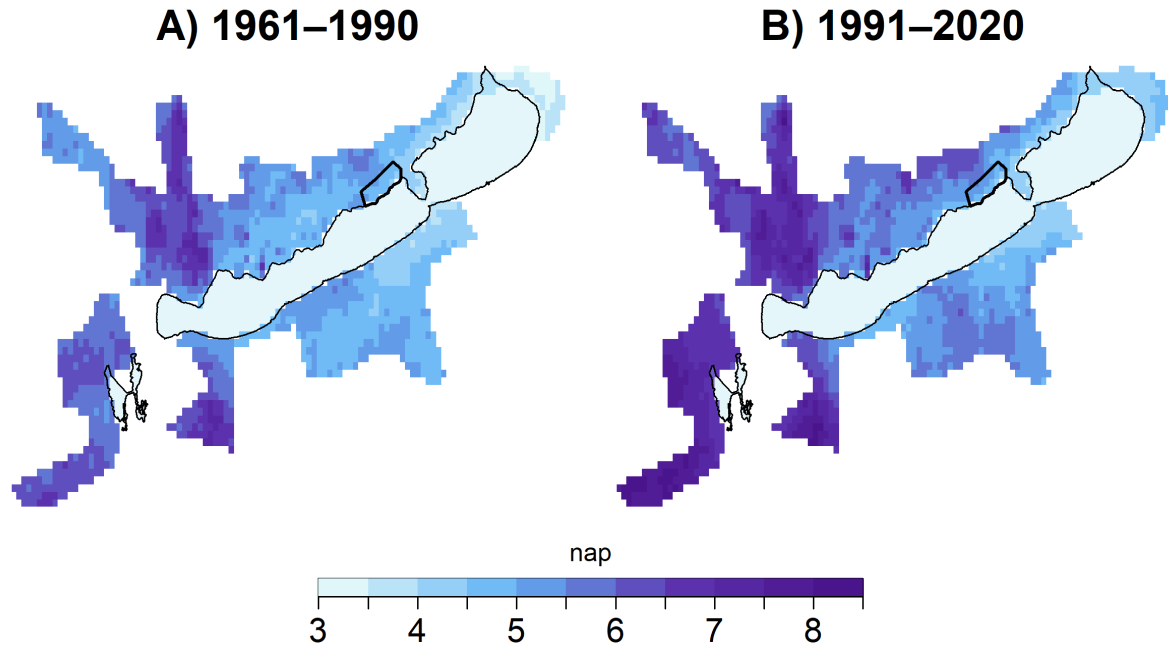


	20 mm-nél nagyobb csapadékú napok gyakorisága [nap]			
	Évi		Vegetációs időszaki	
	1961–1990	1991–2020	1961–1990	1991–2020
Balatonakali-Aszófő régió	4,7	5,0	3,4	3,6
Teljes Balaton Borrégió	5,3	6,0	3,7	3,9
különbség	-0,6	-1	-0,3	-0,3

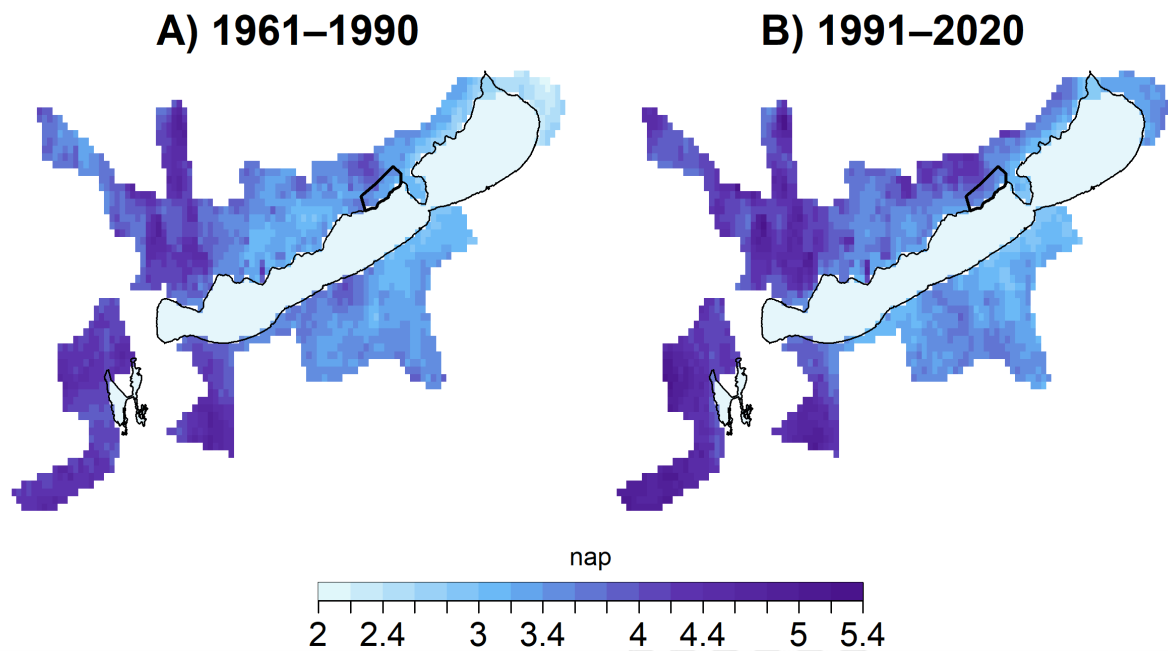
14. táblázat A 20 mm-nél nagyobb csapadékösszegű napok gyakoriságának statisztikái

A térségre általánosan érvényes csapadékeloszlási mintázat a 20 mm csapadékot meghaladó napok esetében is megfigyelhető. (10-11. ábra). A nyugati és délnyugati régióban 8 nap körüli sokévi átlag mutatkozik, míg ennek csupán fele jellemző a Balatonfüred-Csopaki Borvidéken és a Balatonboglári Borvidék északibb területein az 1991–2020 időszakban. Elmondható, hogy az egész balatoni régióban nőtt a 20 mm-t meghaladó nagycsapadékok gyakorisága az 1961–1990 időszaki átlaghoz képest (14. táblázat, 10. ábra), a Zalai Borvidék területén a 2 napot is meghaladja a két időszak közti különbség, míg a Balatonboglári borvidék területén 0-1 nap közti különbség figyelhető meg a két klímanormál tekintetében. Balatonakali-Aszófő régióban nem volt jelentős változás, ahogy az 14. táblázat és a 10. ábra színezése is szemlélteti, nem éri el a 0,5 napot a két időszak átlag különbsége.

A vegetációs időszakot tekintve jól látszanak a kisebb esetszámok (11. ábra), ám nem csupán növekedés tapasztalható, mint éves szinten, ugyanis a Balatonboglári és a Balaton-felvidéki Borvidék egyes területein enyhe, 1 napot meg nem haladó csökkenés mutatkozik.



10. ábra A napi 20 mm-t meghaladó csapadékesemények évi átlagos száma a Balaton Borvidéken (1961–1990 és 1991–2020)



11. ábra A napi 20 mm-t meghaladó csapadékesemények vegetációs időszaki átlagos száma a Balaton Borvidéken (1961–1990 és 1991–2020)



A napi 20 mm-t meghaladó csapadékesemények minimális és maximális éves gyakoriságát a 15–16. táblázat szemlélteti. Hasonlóan a korábban vizsgált csapadékjellemzőkhöz, itt is megfigyelhető az intenzív események gyakoriságának növekedése a 30 éves referenciaidőszakhoz (1961–1990) képest. Míg az első időszakban a legnagyobb értéket Hegymagason mérték 1965-ben (15 nap), addig az 1991–2024-es periódusban Balatonedericsen 18 ilyen esemény fordult elő 2019-ben, és ugyanennyi 2010-ben, Nagyvázsonyon.

Ezzel párhuzamosan a legalacsonyabb értékek is beszédesek: az 1961–1990-es időszakban csupán egy-egy állomás esetén fordult elő olyan év, amelyben nem regisztráltak 20 mm-t meghaladó eseményt, míg a második időszakban már a legtöbb állomáson előfordult ilyen év, ami a nagycsapadékos események térbeli és időbeli egyenlőtlenségének növekedésére utal.

Balatonakali éves adatai alapján az első vizsgált időszakban 1961-ben fordult elő a legkevesebb ilyen nap (2 nap), míg 1965-ben 12 alkalommal hullott napi 20 mm-t meghaladó csapadék. A 1991–2024-es időszakban 2002 volt a legszárazabb ilyen szempontból (0 nap), míg 2010-ben 13 eseményt regisztráltak. A Les-hegyi borászati adatok szerint a legkevesebb nagycsapadékú (20 mm) nap 2024-ben 3 nap volt, míg a legtöbb 2023-ban és 2020-ban (6-6 nap).

Min [nap]	Év	Állomás	Max [nap]	Év	Állomás	időszak
0	1965 1985	Balatonkenese Balatonkeresztúr	15	1965	Hegymagas	1961–1990
0	több állomás esetén		18	2010 2019	Nagyvázsony Balatonederics	1991–2024
2	1961	Balatonakali	12	1965	Balatonakali	1961–1990
0	2002	Balatonakali	13	2010	Balatonakali	1991–2024

15. táblázat A napi 20 mm-t meghaladó csapadékesemények éves gyakoriságának állomási minimumai és maximumai a 2 vizsgált időszakban

A vegetációs időszak legmagasabb értéket a második időszakban Nagyvázsonyon rögzítették 2010-ben (15 nap), míg az első periódus maximumát Marcali adatai alapján 1965 jelentette (12 nap).

Balatonakalin a legalacsonyabb vegetációs időszakos értéket 2000-ben mérték (0 nap), míg 2010-ben 11 olyan nap fordult elő, amikor a napi csapadék meghaladta a 20 mm-t. A korábbi



időszakban a minimumot 1961-ben (1 nap), a maximumot pedig 1965-ben (9 nap) regisztrálták. A Les-hegyi borászati adatok szerint a vegetációs időszakban a legkevesebb nagycsapadékú (20 mm) nap 2023-ban és 2024-ben 2-2 nap volt, míg a legtöbb 2022-ben (4 nap).

Min [nap]	Év	Állomás	Max [nap]	Év	Állomás	időszak
0	Több állomás esetén		12	1965	Marcali	1961–1990
0	Több állomás esetén		15	2010	Nagyvázsony	1991–2024
1	1961	Balatonakali	9	1965	Balatonakali	1961–1990
0	2000	Balatonakali	11	2010	Balatonakali	1991–2024

16. táblázat A napi 20 mm-t meghaladó csapadékesemények vegetációs időszaki gyakoriságának állomási minimumai és maximumai a 2 vizsgált időszakban

NAGYCSAPADÉKOK ARÁNYA A CSAPADÉK ÖSSZMENNYISÉGÉHEZ VISZONYÍTVA

10 mm-t meghaladó csapadékesemények aránya

A nagycsapadékokat nem csupán gyakoriságuk szerint vizsgálhatjuk. Fontos kérdés az is, hogy mennyiségüket tekintve milyen arányban járulnak hozzá az éves (vagy vegetációs időszaki) csapadékösszeghez (%).

A területi átlagokat tartalmazó 17. táblázat szerint éves szinten a 10 mm-t meghaladó csapadékeseményekből származó csapadékösszeg a Balatoni Borvidéken az egész évi csapadék felét teszik ki a két vizsgált normálidőszakban (53,7 és 54,6%). Ettől csupán kismértékben, 4,4%-kal tér el a Balatonakali-Aszófő régióra jellemző arányszám.

A vegetációs időszakra vetítve a nagycsapadékok aránya valamelyest magasabbnak mutatkozik mindkét térségben: a teljes borvidéken az érték 56,5%-ról 57,3%-ra emelkedett, míg a Balatonakali–Aszófő régióban 55,9%-ról 53,4%-ra csökkent. A két térség közötti különbség ez esetben is kismértékű).



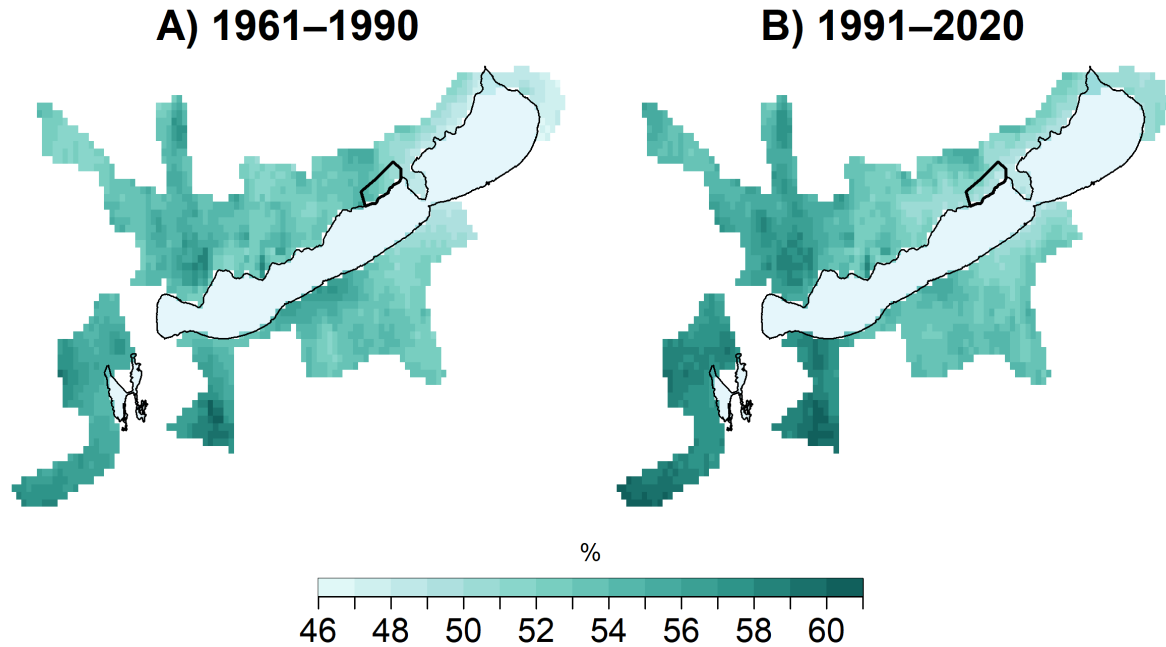
	Nagycsapadékok (≥ 10 mm) aránya [%]			
	Évi		Vegetációs időszaki	
	1961–1990	1991–2020	1961–1990	1991–2020
Balatonakali-Aszófő régió	52,6	50,2	55,9	53,4
Teljes Balaton Borrégió	53,7	54,6	56,5	57,3
különbség	-1,1	-4,4	-0,6	-3,9

17. táblázat A 10 mm feletti nagycsapadékok arányának statisztikái

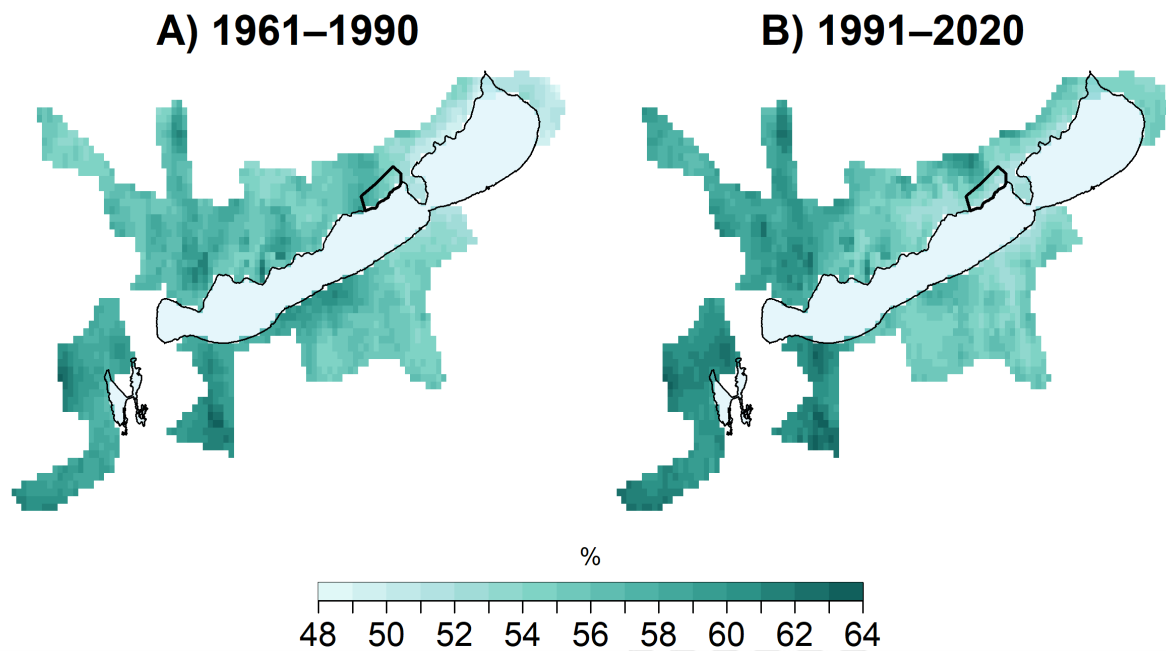
A 12. ábrán a nagycsapadékok (10 mm) arányának térbeli eloszlása látható az éves csapadékösszeg százalékában, a két vizsgált normálidőszakban. A térképek alapján megfigyelhető, hogy a nagycsapadékokhoz köthető csapadékarány a nyugati és déli régiókban magasabb, míg a Balaton északi térségében alacsonyabb értékek jellemzőek. A Balatonakali–Aszófő régió mindkét időszakban kissé elmarad a borvidék átlagától. A 1991–2020 közötti időszakban ez a különbség térben is jobban kirajzolódik, ami összhangban van a táblázatban szereplő aránycsökkenéssel.

A két időszak közötti különbségek területileg is kirajzolódnak: a Balatonhoz közeli középső térségekben csökkent a nagycsapadékos napokból származó csapadék aránya, míg a parttól távolabbi, főként déli és nyugati régiókban emelkedés figyelhető meg az 1991–2020-as időszakban az 1961–1990-es időszakhoz képest.

A vegetációs időszaki térképeket vizsgálva (13. ábra) jól látszik, hogy a mintázat hasonló a teljes évre jellemző térbeli eloszláshoz: a legmagasabb arányok a nyugati és déli területeken fordulnak elő, míg a Balaton északi partvidékén alacsonyabb értékek figyelhetők meg.



12. ábra A napi ≥ 10 mm csapadékkal járó események hozzájárulása az éves csapadékhoz a Balaton Borvidéken (%-ban kifejezve) – sokévi átlag (1961–1990 és 1991–2020)



13. ábra A napi ≥ 10 mm csapadékkal járó események hozzájárulása a vegetációs időszaki csapadékhoz a Balaton Borvidéken (%-ban kifejezve) – sokévi átlag (1961–1990 és 1991–2020)



A nagycsapadékok – vagyis a napi 10 mm-t meghaladó csapadékesemények – arányának vizsgálatát a teljes éves és vegetációs időszakai csapadékösszeghez viszonyítva állomási szinten a 18. táblázat szemlélteti

A 10 mm feletti események aránya éves szinten az 1961–1990-es időszakban 28,3% és 74,6% között alakult (Balatonkeresztúr, ill. Balatonújlak), míg a 1991–2024-es időszakban a minimum Szóládon 22,2% (2008), a maximum Balatonújlakon 81,7% volt, s épp a tavalyi 2024-es évben. Ez is megerősíti, hogy egyes években a csapadék jelentős része intenzív eseményekhez köthető.

Balatonakali adatai szerint az első időszakban a legalacsonyabb arány 1961-ben (41,2%), a legmagasabb 1982-ben (68,8%) jelentkezett. A második időszakban a minimum 2002-ben volt (28,4%), míg a maximum 2020-ban (68,0%) – ezzel a település adatai is jól tükrözik a régió általános trendjeit. A Les-hegyi borászat adatai szerint a legnagyobb arányban 2020-ban tette ki a nagycsapadékokból (10 mm) származó csapadék a teljes év csapadékösszegét (70,2%-ban), legkevesebb mértékben 2022-ben (45,6%).

Min [%]	Év	Állomás	Max [%]	Év	Állomás	időszak
28,3	1968	Balatonkeresztúr	76,4	1989	Zamárdi	1961–1990
22,2	2008	Szólád	81,7	2024	Balatonújlak	1991–2024
41,2	1961	Balatonakali	68,8	1982	Balatonakali	1961–1990
28,4	2002	Balatonakali	68,0	2020	Balatonakali	1991–2024

18. táblázat A napi 10 mm-t meghaladó csapadékesemények arányának állomási minimumai és maximumai a 2 vizsgált időszakban

A vegetációs idősakra vonatkozóan a 10 mm feletti események aránya a teljes időszakai csapadékhöz viszonyítva még szélesebb skálán mozgott: az 1961–1990 közötti időszakban 18,7% (Hegymagas, 1961) és 83,3% (Lepsény, 1975) között változott, míg 1991–2024 között a minimumot Tapolcán mérték 2009-ben (20,6%), a maximumot Balatonújlakon 2024-ben (84,7%). (19. táblázat)

Balatonakalin a legkisebb arányt 1961-ben regisztrálták (37,5%), a legnagyobbat 1971-ben (75,6%). A második időszakban a legalacsonyabb arány 2009-ben volt (26,1%), míg a legmagasabb 2014-ben (68,3%). A Les-hegyi borászat adatai szerint a legnagyobb arányban 2024-ben tette ki a nagycsapadékokból (10 mm) származó csapadék a teljes vegetációs időszak csapadékösszegét (65,0%-ban), legkevesebb mértékben 2022-ben (46,4%).



Min [%]	Év	Állomás	Max [%]	Év	Állomás	időszak
18,7	1961	Hegymagas	83,3	1975	Lepsény	1961–1990
20,6	2009	Tapolca	84,7	2024	Balatonújlak	1991–2024
37,5	1961	Balatonakali	75,6	1971	Balatonakali	1961–1990
26,1	2009	Balatonakali	68,3	2014	Balatonakali	1991–2024

19. táblázat A napi 10 mm-t meghaladó csapadékesemények vegetációs időszakos arányának állomási minimumai és maximumai a 2 vizsgált időszakban

20 mm-t meghaladó csapadékesemények aránya

A 20. táblázat a napi ≥ 20 mm csapadékösszegű eseményekből származó csapadék éves, illetve vegetációs időszakos arányát mutatja. A teljes borvidékre vetítve elmondható, hogy ezek az intenzívebb csapadékesemények az éves csapadék mintegy 21–24%-át adják, míg a vegetációs időszakban ez az arány 25-26% körüli értékeket mutat. Az 1991–2020 közötti időszakban mindkét időlépték (éves és vegetációs időszak) esetében növekedés figyelhető meg a borvidék átlagában, különösen az éves adatoknál.

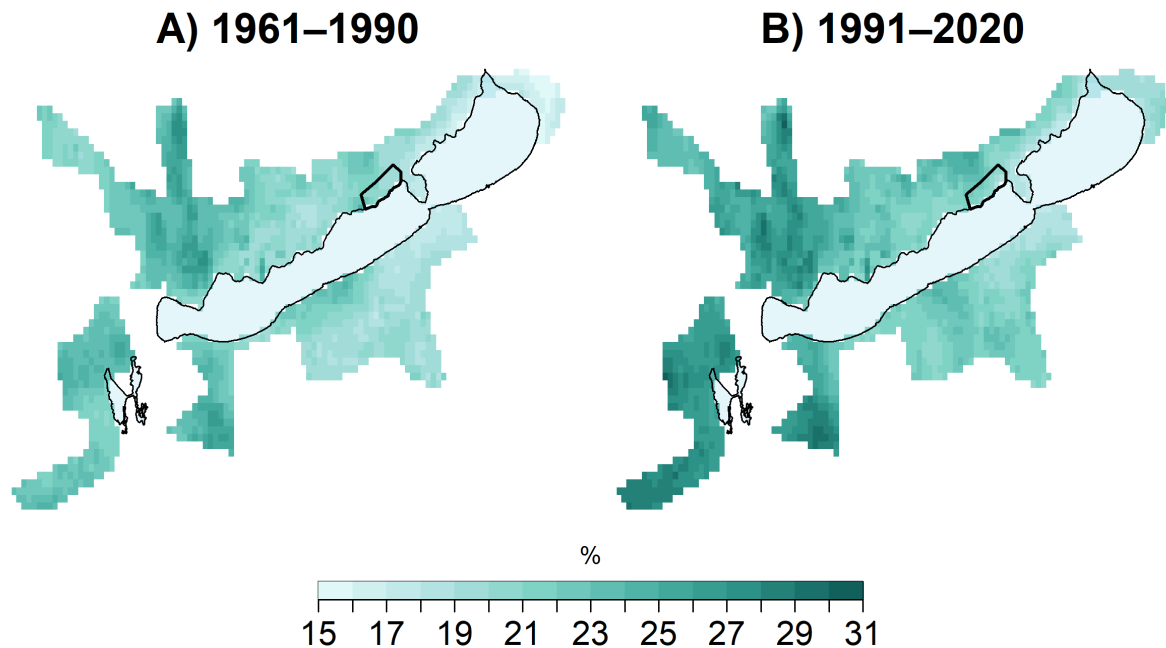
A Balatonakali–Aszófő régióban az éves arány alacsonyabb szintről indul, és jóval kisebb mértékben növekszik, azaz a két térség közötti eltérés nőtt az újabb időszakban. A vegetációs időszakban ugyanakkor a különbségek minimálisak maradtak, vagyis ebben az időszakban a két terület közötti eltérés elhanyagolható.

	Nagycsapadékok (≥ 20 mm) aránya [%]			
	Évi		Vegetációs időszakos	
	1961–1990	1991–2020	1961–1990	1991–2020
Balatonakali-Aszófő régió	20,4	20,9	25,2	25,5
Teljes Balaton Borrégió	21,4	23,7	25,3	26,0
különbség	-1,0	-2,8	-0,1	-0,5

20. táblázat 20 mm feletti nagycsapadékok arányának statisztikái

A 14. ábra a napi ≥ 20 mm csapadékösszegű eseményekből származó éves csapadékarányt mutatja a két vizsgált normálidőszakra. A térképek alapján megfigyelhető, hogy az intenzívebb csapadékesemények aránya az 1991–2020-as időszakban szinte mindenhol növekedett, különösen a Balaton térségétől délre és nyugatra eső területeken. A Balaton középső részén,

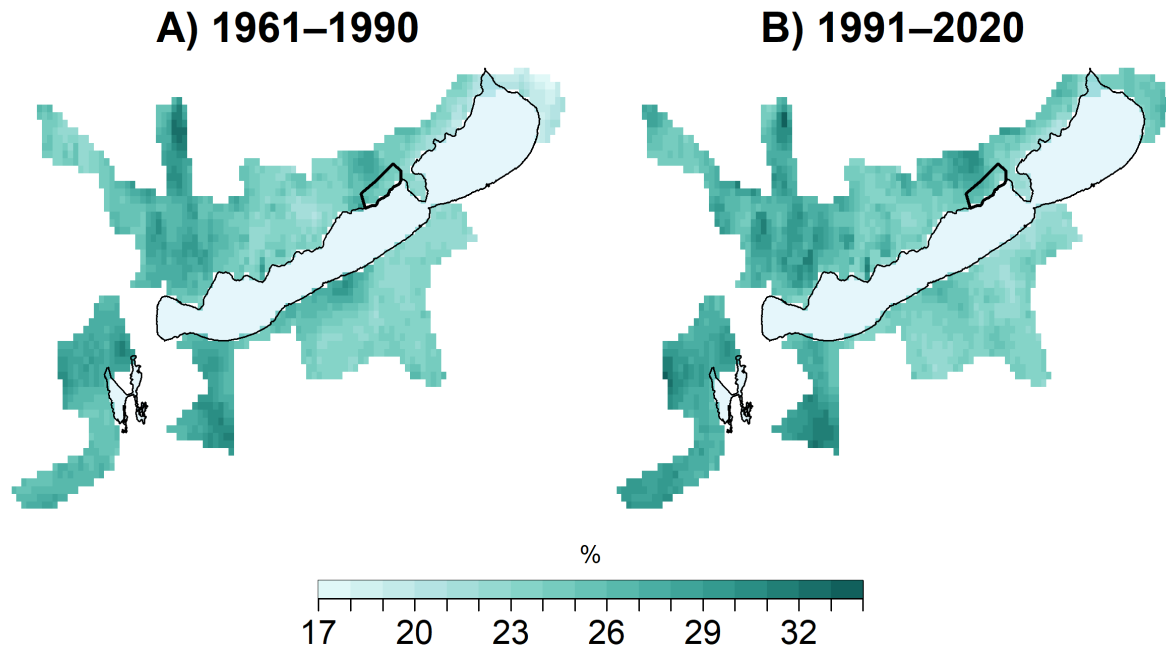
illetve a Balatonakali–Aszófő régióban, ugyanakkor ez az arány csak kismértékben változott, melyet a 20. táblázat is megerősít.



14. ábra A napi ≥ 20 mm csapadékkal járó események hozzájárulása az éves csapadékhoz a Balaton Borvidéken (%-ban kifejezve) – sokévi átlag (1961–1990 és 1991–2020)

A 15. ábra a napi ≥ 20 mm csapadékösszegű eseményekből származó csapadék arányát mutatja a vegetációs időszakban, a két vizsgált normálidőszakra. A térképek tanúsága szerint ezúttal épp az északkeleti térségben volt kimutatható nagyobb mértékű növekedés, a Balatonvilágos–Balatonfőkajár–Balatonakarattya régióban (+6-8%). Az 1991–2020 közötti időszakban több térségben enyhe emelkedés figyelhető meg, de a változások mértéke kisebb, mint az éves összesítés esetén. A Balatonakali–Aszófő régió arányai mindkét időszakban hasonló szinten maradnak, és csak minimális eltérés tapasztalható a borvidék egészéhez képest, ami a táblázatos adatokkal is összhangban van.

Ez alapján elmondható, hogy az intenzív csapadékesemények vegetációs időszakos térbeli eloszlása **viszonylag stabil**, és **csak enyhe, lokális változások** mentek végbe.



15. ábra A ≥ 20 mm csapadékkal járó események hozzájárulása a vegetációs időszaki csapadékhoz a Balaton Borvidéken (%-ban kifejezve) – sokévi átlag (1961–1990 és 1991–2020)

A 20 mm feletti csapadékesemények arányainak szélsőértékeit mutatja be a 21-22. táblázat állomási szinten. Éves szinten az 1961–1990-es időszakban volt olyan év, amikor egyes állomásokon (pl. Balatonkenese, Balatonkeresztúr, 1961, 1985) egyáltalán nem fordult elő ilyen esemény. Ugyanakkor a maximumok már ebben az időszakban is jelentősek voltak: pl. Sármelléken a teljes éves csapadék 45,9%-a 20 mm-t meghaladó napokon hullott 1983-ban. A 1991–2024 közötti időszakban 2015-ben Szentkirályszabadján ez az arány elérte az 58,5%-ot, miközben 2002-ben és 2012-ben jóval több állomáson nem fordult elő ilyen esemény. Ez is mutatja a szélsőségek erősödését.

Balatonakalín a legalacsonyabb éves arányt 2002-ben mérték (0%), míg a legmagasabbat 2014-ben (43,3%). Az 1961–1990-es időszakban a legalacsonyabb arány 1961-ben volt (9,4%), a legnagyobb pedig 1982-ben (44,0%). A Les-hegyi borászat adatai szerint a legnagyobb arányban 2021-ben tette ki a nagycsapadékokból (20 mm) származó csapadék a teljes év csapadékösszegét (43,9%-ban), legkevesebb mértékben 2023-ban (28,6%).

Min [%]	Év	Állomás	Max [%]	Év	Állomás	időszak
0	1985 1961	Balatonkeresztúr Balatonkenese	45,9	1983	Sármellék repülőtér	1961–1990



0	2002 2012	Több állomás esetén	58,5	2015	Szentkirályszabadja	1991–2024
9,4	1961	Balatonakali	44,0	1982	Balatonakali	1961–1990
0	2002	Balatonakali	43,3	2014	Balatonakali	1991–2024

21. táblázat A napi 20 mm-t meghaladó csapadékesemények arányának állomási minimumai és maximumai a 2 vizsgált időszakban

A vegetációs időszakban a 20 mm-t meghaladó csapadékesemények aránya még szélesebb tartományban ingadozott. Az 1961–1990-es időszakban 0% és 61,6% között változott (Balatonkeresztúr és Nagyvázsony, ill. Sümeg), míg a 1991–2024-es időszakban 0% és 68,2% között (Sümeg, ill. Balatonederics, 2018).

Balatonakalin a legkisebb vegetációs időszaki arányt 2000-ben regisztrálták (0%), míg a legnagyobbat 2014-ben (50,4%). A korábbi időszakban ez az arány 8,7% (1986) és 56,7% (1982) között mozgott. A Les-hegyi borászat adatai szerint a legnagyobb arányban 2021-ben tette ki a nagycsapadékokból (20 mm) származó csapadék a teljes vegetációs időszak csapadékösszegét (41,4%-ban), legkevesebb mértékben 2023-ban (15,4%).





Min [%]	Év	Állomás	Max [%]	Év	Állomás	időszak
0	1970 1985	Nagyvázsony Balatonkeresztúr	61,6	1967	Sümeg	1961–1990
0	2012	Sümeg	68,2	2018	Balatonederics	1991–2024
8,7	1986	Balatonakali	56,7	1982	Balatonakali	1961–1990
0	2000	Balatonakali	50,4	2014	Balatonakali	1991–2024

22. táblázat A napi 20 mm-t meghaladó csapadékesemények vegetációs időszaki arányának állomási minimumai és maximumai a 2 vizsgált időszakban

EGYMÁST KÖVETŐ SZÁRAZ NAPOK MAXIMÁLIS SZÁMA

Az egyik leglényegesebb szárazsági mutató az egymást követő száraz napok ($r < 1$ mm) maximális hossza. Ez a változó különösen a vegetációs időszakban bír jelentőséggel, mivel tartós csapadékhiány a növényzet számára kritikus lehet.

A 23. táblázat alapján elmondható, hogy mind az éves, mind a vegetációs időszaki száraz periódusok maximális hosszának területi átlaga enyhén csökkent a vizsgált időszakok között. A Balatonakali–Aszófő régióban az éves érték 27,3 napról 26,6 napra mérséklődött, míg a vegetációs időszakban 19,2 napról 18,9 napra csökkent. Hasonló mértékű változás figyelhető meg a teljes borvidékre vonatkozóan is.

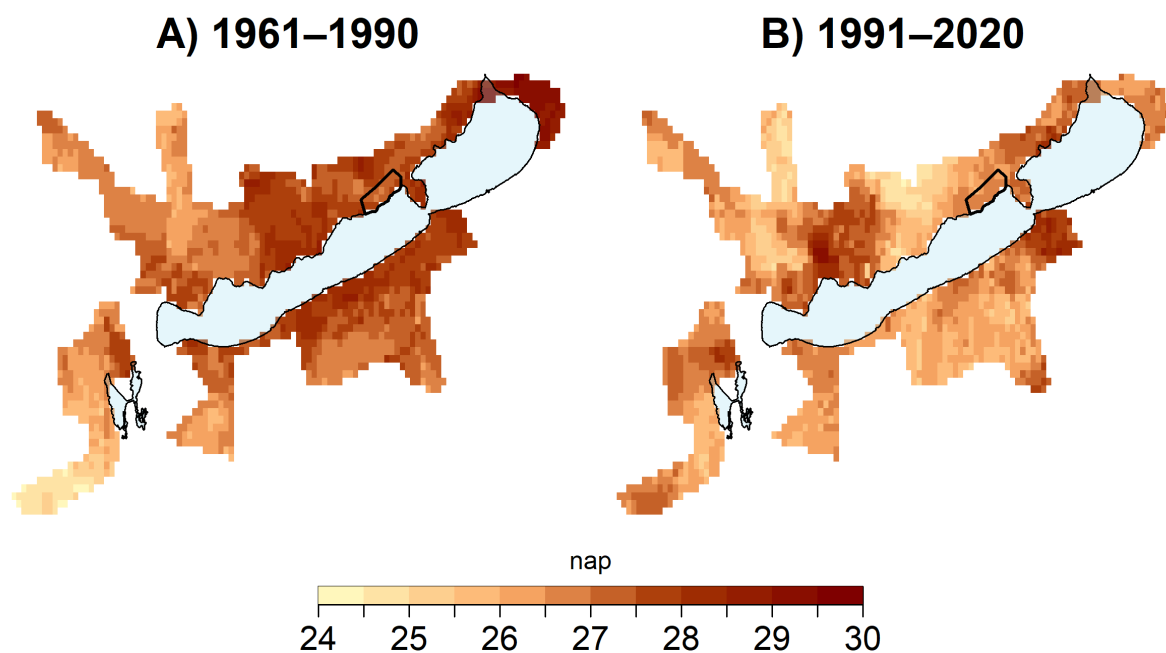
	Egymást követő száraz napok ($r < 1$ mm) maximális hossza [nap]			
	Évi		Vegetációs időszaki	
	1961–1990	1991–2020	1961–1990	1991–2020
Balatonakali-Aszófő régió	27,3	26,6	19,2	18,9
Teljes Balaton Borrégió	27,2	26,5	18,8	18,9
különbség	0,1	0,1	0,4	0

23. táblázat Az egymást követő száraz napok maximális hosszának statisztikái

Bár a területi átlagok szerint nincs jelentős eltérés a Balatonakali-Aszófő régió és a teljes Balatoni Borrégió között, a 16. ábrán megjelennek a térbeli különbségek. Az egymást követő száraz napok maximális hossza 24 és 30 nap közötti értékeket vesz fel mind a két vizsgált időszakban. A Balaton-felvidéki Borrégióban és a Balatonboglári Borvidék északi, a Balatonfüred-Csopaki Borvidéken jellemzően magasabb (28-30 nap). Azonban épp ezeken a

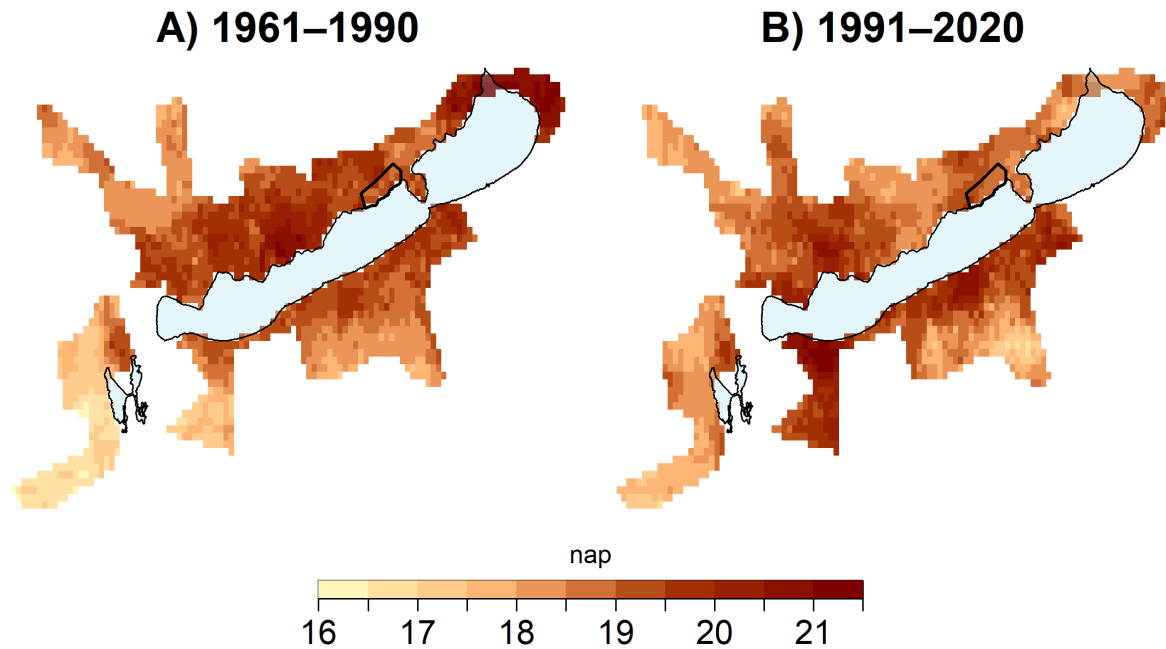


területeken volt tapasztalható a legnagyobb csökkenés is az 1961–1990-as évek átlagához képest (–2-4 nap). Növekedés (+1-3 nap) csupán a délnyugati vidékeken (Zalai Borvidék) és a Badacsonyi Borvidék területén volt tapasztalható. A Balatonakali-Aszófő régióban kismértékű, 1 napnál kisebb volt a csökkenés a száraz időszakok maximális hosszában.



16. ábra Az egymást követő száraz napok maximális hossza a Balaton Borvidéken – sokévi átlag (1961–1990 és 1991–2020)

Ahogy már említettük, a száraz időszakok vizsgálata a vegetációs időszakban kiemelkedő fontosságú a növényzet növekedésének, fejlődésének szempontjából. A 23. táblázat alapján megállapítottuk, hogy a teljes Balatoni Borrégió területi átlagában nem változott a száraz időszakok maximális hossza 1961–1990 és 1991–2020 időszakok között. Ám a vizsgált index sokévi átlagainak eloszlást szemléltető 17. ábra egyes területeken mutat különbségeket. Ilyen a déli, délnyugati régió, ahol a vegetációs időszak száraz időszakainak hossza 1-4 nappal nőtt az 1961–1990 időszakhoz képest, míg északkeleten (Balatonvilágos–Balatonfőkajár–Balatonakarattya régió), valamint a Badacsonyi Borvidéken 1-4 nappal rövidebbek a száraz időszakok az 1991–2020 években.



17. ábra Az egymást követő száraz napok maximális, vegetációs időszakos hossza a Balaton Borvidéken – sokévi átlag (1961–1990 és 1991–2020)

A 24–25. táblázat adatai alapján ez a változó is jelentős évek közötti és időszakos ingadozást mutat. Az éves időszakra vonatkozóan az 1961–1990-es időszakban az egymást követő csapadékmentes napok maximális hossza 15 nap (Sármellék repülőtér, 1967) és 53 nap (Fonyód és Hidegkút 1978) között mozgott. A második vizsgált időszakban (1991–2024) a minimumérték 13 nap volt (Mencs, 2014), míg a legnagyobb értéket ismét Fonyódon mérték 2000-ben, immár 67 nappal, ami a teljes adatbázis leghosszabb egybefüggő száraz időszaka.

Balatonakaliban az első időszakban a legrövidebb száraz periódus 1971-ben 17 napig tartott, míg a leghosszabb 1989-ben 47 nap volt. A második időszakban a minimum 17 nap (2000), a maximum pedig 51 nap (2005).



Min [nap]	Év	Állomás	Max [nap]	Év	Állomás	időszak
15	1967	Sármellék repülőtér	53	1978	Fonyód Hidegkút	1961–1990
13	2014	Marcali	67	2000	Fonyód	1991–2024
17	1971	Balatonakali	47	1989	Balatonakali	1961–1990
17	2000	Balatonakali	51	2005	Balatonakali	1991–2024

24. táblázat Az éves egymást követő száraz napok maximális hosszának állomási minimumai és maximumai a 2 vizsgált időszakban

Balatonakalin a vegetációs időszaki minimumot 1967-ben mérték (12 nap), míg a maximumot 1976-ban (34 nap). A 1991–2024-as időszakban a legrövidebb száraz periódus 11 nap volt (2002), míg a leghosszabb 30 nap (2007). Az állomási adatok is alátámasztják a rácsponti vizsgálatnál megállapítottakat, miszerint a teljes Balatoni Borrégióhoz képest rövidebb száraz időszakok jellemzőek a Balatonakali térségben.

Min [nap]	Év	Állomás	Max [nap]	Év	Állomás	időszak
9	1978	Salföld	38	1973	Balatonkeresztúr	1961–1990
9	2014 2017	Nagyvázsony Tapolca	67	2000	Fonyód	1991–2024
12	1967	Balatonakali	34	1976	Balatonakali	1961–1990
11	2002	Balatonakali	30	2007	Balatonakali	1991–2024

25. táblázat A vegetációs időszaki, egymást követő száraz napok maximális hosszának állomási minimumai és maximumai a 2 vizsgált időszakban





ÖSSZEFOGLALÁS

Tanulmányunkban arra kerestük a választ, hogy a Balaton-felvidéken található Les-hegy és Fenyé-hegy térsége valóban a Balatoni Borrégió legszárazabb területei közé tartozik-e. Az elemzés során több adatforrást használtunk: egyrészt a HungaroMet interpolált, nagyfelbontású (1 km-es) rácsponti adatbázisát, másrészt állomási adatokat a HungaroMet, az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF), a Les-hegyi borászat mérőhelyei alapján, valamint aszfői társadalmi meteorológiai méréseket. Az elemzés az 1961-1990 és a 1991-2020 klimatológiai normálidőszakot ölelte fel. Az állomási mérések vizsgálatát kibővítettük 2024-ig.

A Les-hegyi borászati mérőhely adatsora jelentős hiányosságokat tartalmaz – egyes években több hónapra vonatkozóan is hiányoznak a csapadékadatok –, ezért az ezen állomás alapján készített számítások és összevetések kellő fenntartásokkal értelmezhetők. Az összehasonlítást tovább nehezíti, hogy az állomás mindössze 2019 és 2024 közötti, lényegesen rövidebb időszakra vonatkozó adatokat tartalmaz, szemben a többi állomás hosszú, több évtizedes adatsorával.

A főbb megállapításokat az alábbiakban foglaljuk össze:

1. Csapadékösszeg (éves és vegetációs időszaki)

- A Balatonakali–Aszfő régióban valóban **tartósan alacsonyabb az éves és vegetációs időszaki csapadékösszeg**, mint a Balatoni Borrégió egészében – **átlagosan mintegy 50 mm-rel** kevesebb eső hullik.
- A különbség mindkét vizsgált időszakban fennállt, és mind rácsponti, mind állomási adatok igazolják. A Les-hegy és Fenyé-hegy térsége tartósan az alacsonyabb csapadékösszegű területek közé tartozik a borrégióon belül: míg a teljes borrégióban a 1991–2020-as időszakban 388,7 mm hullott a vegetációs időszakban, addig a Balatonakali–Aszfő térségében átlagosan 358,4 mm, ami közel 8%-os eltérést jelent. A 30 évvel korábbi időszakban ez az arány hasonló volt.
- Az aszályérzékenység szempontjából a kevesebb vegetációs időszaki csapadék különösen releváns.



- A legszárazabb a Balatonfüred-Csopaki Borvidék, melynek része a Balatonakali-Aszófő régió is. A Borvidéken belül az északkeleti Balatonvilágos–Balatonfőkajár–Balatonakarattya régió a legszárazabb.

2. Csapadékos napok száma

- Az 1991-2020 időszaki csapadékos napok száma a Balatonakali-Aszófő régió rácsponti átlagában szinte megegyezik a teljes Balatoni Borrégió ugyanazon időszaki átlagával.
- Az 1961-1990 időszakhoz képest a teljes Balatoni borrhégy átlagában nem volt jelentős változás, míg a Balatonakali-Aszófő régióban nőtt a csapadékos napok száma.

3. Csapadékintenzitás

- A Balatonakali–Aszófő térségben az intenzitás jellemzően alacsonyabb, különösen a vegetációs időszakban. A teljes területi átlagnál majdnem 3 nappal kisebb a Balatonakali–Aszófő régiós
- Mindez azt jelenti, hogy az **esőzés gyakoribb, de kisebb mennyiség hullik egyszerre.**

4. Nagycsapadékos napok (≥ 10 mm és ≥ 20 mm) és azok aránya a teljes időszak csapadékösszegéhez viszonyítva

- Legritkábban a Balatonfüred-Csopaki Borvidéken fordul elő nagycsapadéku esemény (≥ 10 mm, ≥ 20 mm napi csapadék). A legkevesebb a borvidék északkeleti vidékein, s az ezen borvidékhez tartozó Balatonakali–Aszófő régióban.
- A ≥ 10 mm eseményekből származó csapadék a Balatoni Borvidéken egész évi csapadékának felét teszi ki a két vizsgált normálidőszakban (53,7 és 54,6%). Ennél csupán kismértékben, 4,4%-kal tér el a Balatonakali-Aszófő régióra jellemző arányszám.
- A ≥ 20 mm nagycsapadékok az átlagos éves összeg 20%-át teszik ki (vegetációs időszakban a 25%-át), melyben jelentős változás nem következett be.

5. Egymást követő száraz napok maximális hossza

- A teljes Balatoni Borrégiós átlaggal gyakorlatilag megegyezik a száraz időszakok hossza a Balatonakali-Aszófő térségben mindkét vizsgált normálidőszakban.



- Az 1961-1990 időszakhoz képest enyhén rövidebb a száraz időszakok hosszának sokévi átlaga.

A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a Balatonakali–Aszófő térség a Balatoni Borrégió egyik legszárazabb része, a Balatonfüred–Csopak borvidékhez tartozva, amely maga is a térség legszárazabb borvidéke. Ezen belül az északkeleti peremterületek – különösen Balatonkenese és Balatonvilágos környéke – az éves csapadékösszeg alapján még kevesebb csapadékot kapnak. A Les-hegy és Fenyő-hegy térsége tehát nem számít extrém száraznak, de egyértelműen a legszárazabb borvidéken belül helyezkedik el.

A HungaroMet interpolált, nagyfelbontású (MISH) rácsponti adatbázisa megbízható alapot nyújt a térség csapadékviszonyainak vizsgálatához, ugyanakkor mikroklimatikus sajátosságok feltárására nem alkalmas. A térség csapadékviszonyainak további pontosítását egy önálló, rendszeres méréseket végző csapadékmérő állomás biztosíthatná.



