

# A Balaton vízforgalmának a klímaváltozás hatására becsült változása

Varga György  
[varga.gyorgy@ovf.hu](mailto:varga.gyorgy@ovf.hu)



VITUKI Hungary Kft.



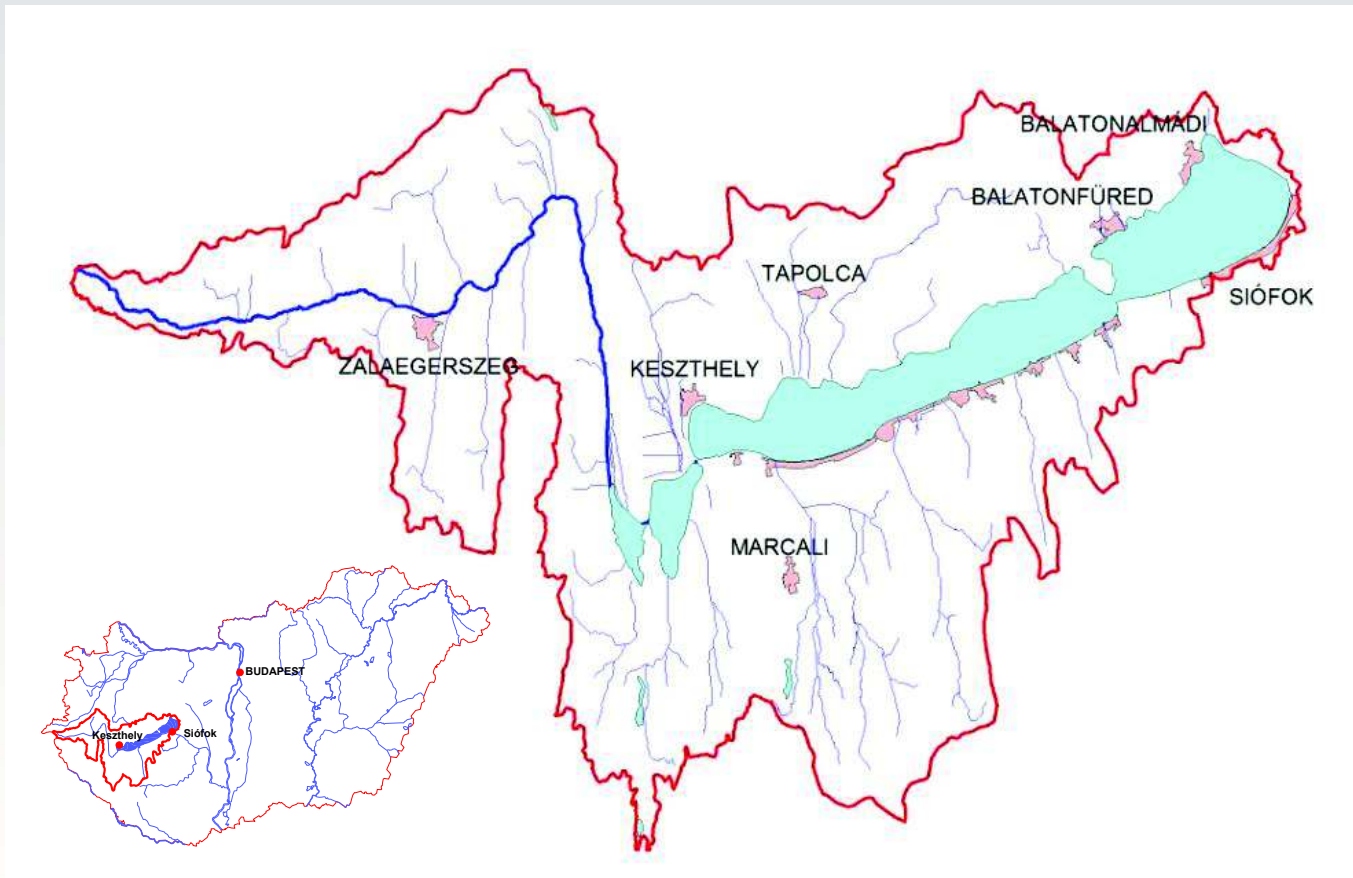
Országos Meteorológiai Szolgálat

# Az előadás tartalma



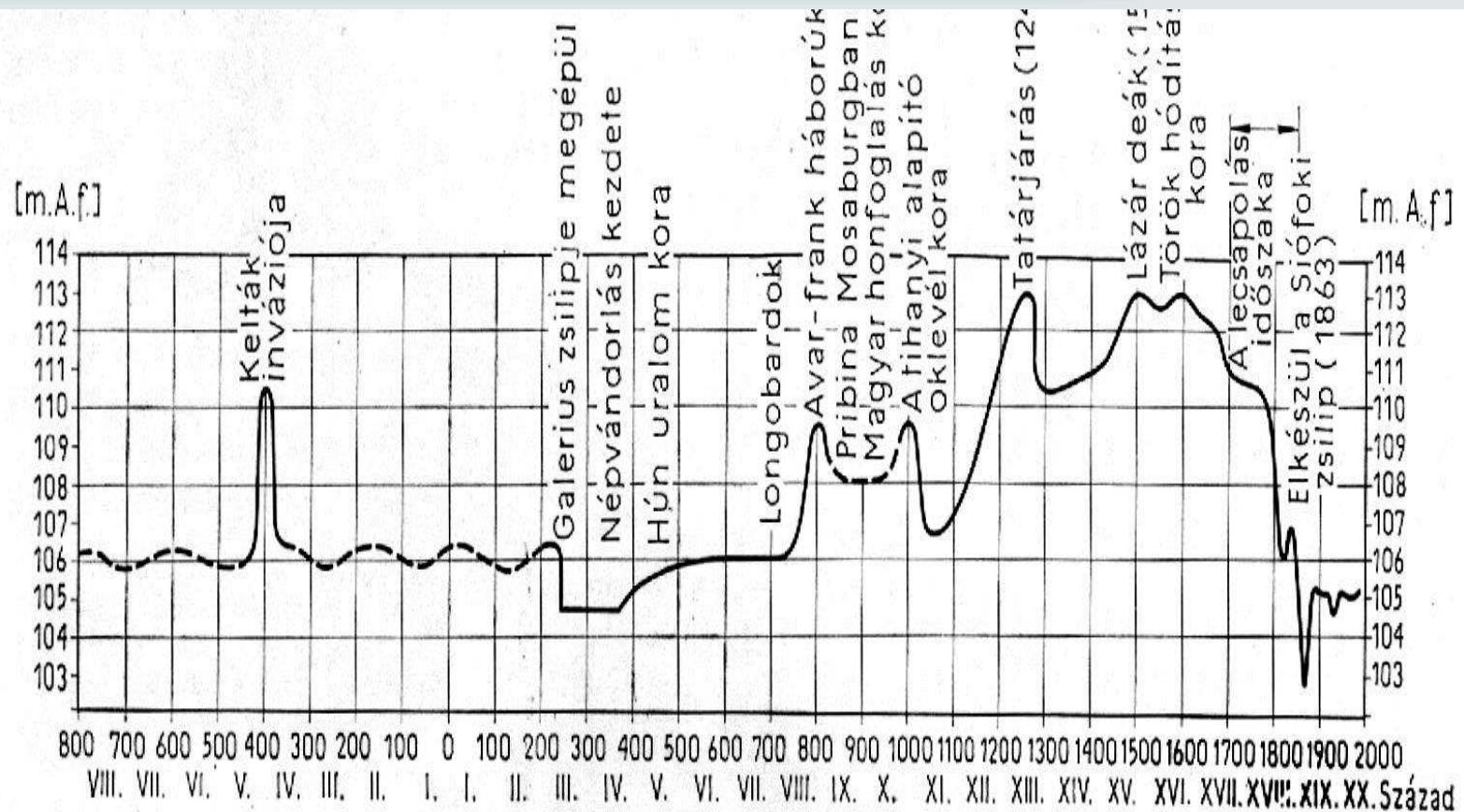
- adatok és információk a Balaton vízháztartásáról és vízállás-változásairól;
- a jövőbeni vízforgalom becsléséhez felhasznált ALADIN-Climate eredményadatok köre; lehetőségek és korlátok;
- a tó természetes vízkészlet-változása (a csapadék, a hozzáfolyás és párolgás előjelhelyes összege) klímaablakokra elvégzett becslése (módszerek, eredmények, következtetések);
- összefoglalás, kitekintés;

# A Balaton és vízgyűjtő területe

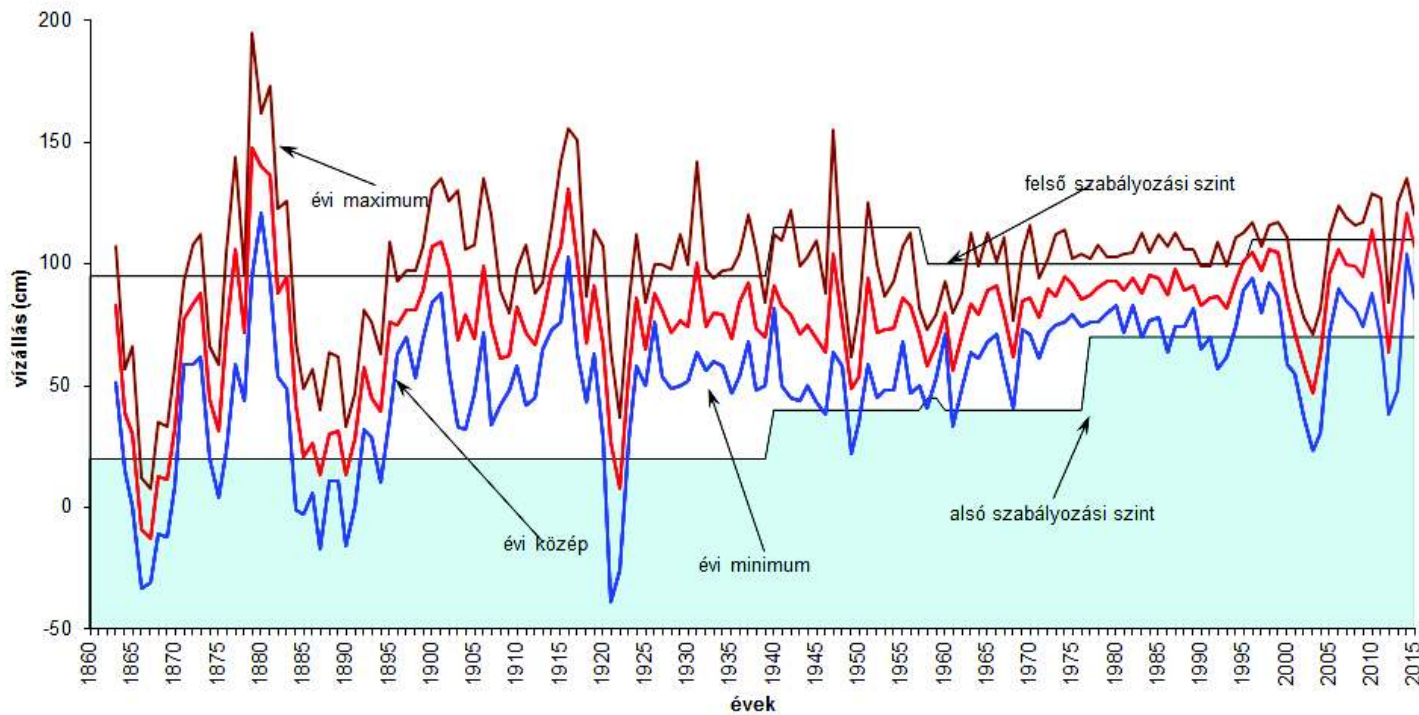


# A Balaton tartós vízállásainak görbéje i.e. 800-tól napjainkig

*Bendefy L. (1965) nyomán*



# A Balaton évi minimális, átlagos és maximális vízállása 1863-2015





# A Balaton geometriai jellemzői (75 cm-es vízállás mellett)



vízgyűjtő terület:	5775,0 km <sup>2</sup>
nyíltvízi terület:	571,7 km <sup>2</sup>
a nádasok területe:	16,8 km <sup>2</sup>
összes tófelület:	588,5 km <sup>2</sup>
hosszúság:	76,5 km
átlagos szélesség:	7,5 km
átlagos mélység:	3,36 m
térfogat:	1,978 km <sup>3</sup>
Kis-Balaton Vízvédelmi Rendszer:	~72 km <sup>2</sup>

# A Balaton vízháztartási tényezői és a vízmérleg-egyenlet



$$\Delta K = (C + H) - (P + L + V_h)$$

$$\Delta K_T = (C + H) - P$$

C – tóra hulló csapadék

H – hozzáfolyás a tóhoz

P – párolgás a tóból

L – vízeresztés a tóból

$V_h$  – vízelhasználás a tóból

$\Delta K$  – a tó vízkészlet-változása

$\Delta K_T$  - a tó természetes vízkészlet-változása

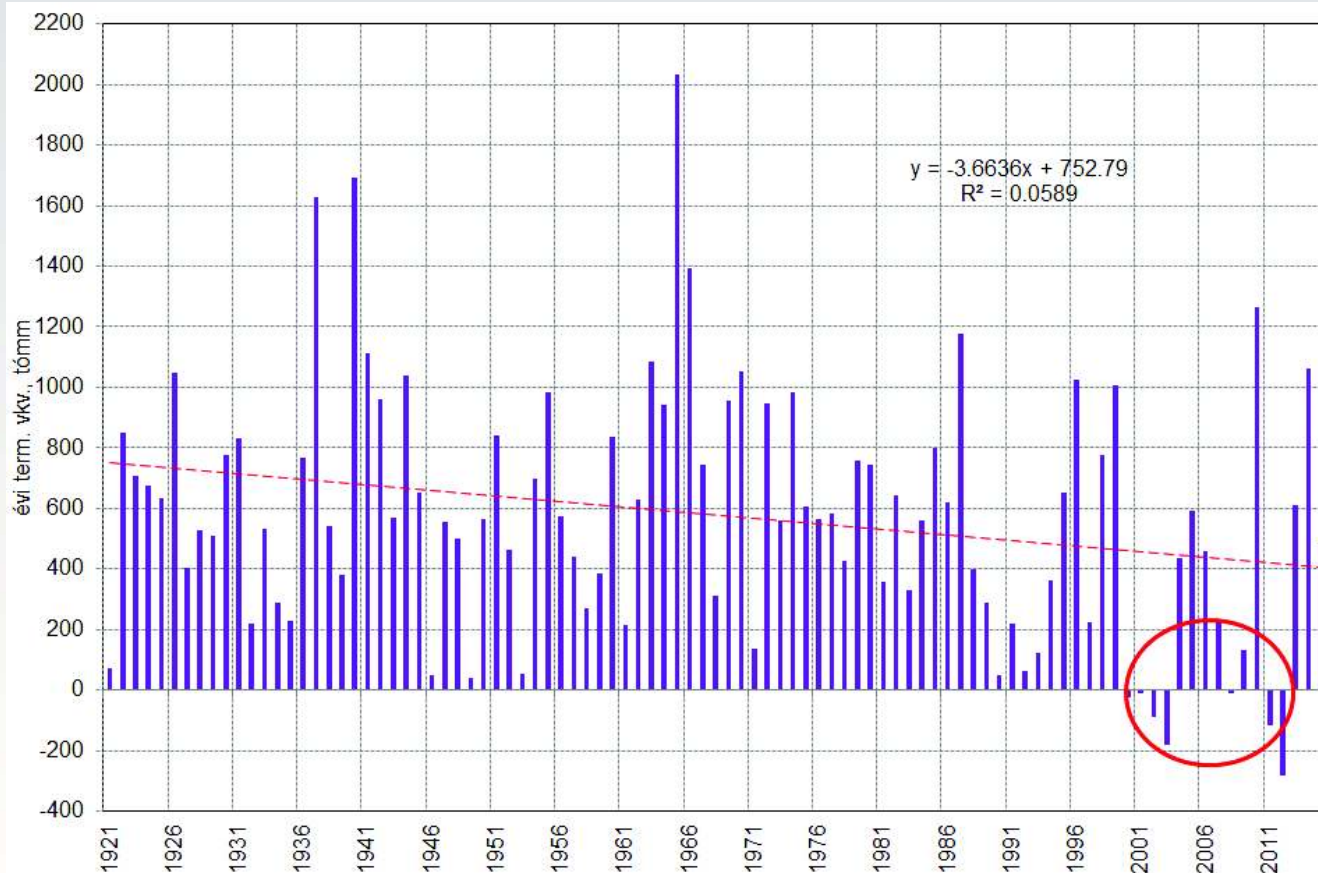
# A Balaton vízháztartási tényezőinek az 1921-2015. közötti időszakra vonatkozó átlag- és szélsőértékei



Vízháztartási tényező	minimum (tómm/év)	átlag (tómm/év)	maximum (tómm/év)
<b>Csapadék</b>	<b>309</b>	<b>617</b>	<b>929</b>
<b>Hozzáfolyás</b>	<b>236</b>	<b>856</b>	<b>1974</b>
<b>Párolgás</b>	<b>723</b>	<b>897</b>	<b>1073</b>
<b>Természetes vízkészlet-változás</b>	<b>-281</b>	<b>576</b>	<b>2031</b>
<b>Lefolyás</b>	<b>0</b>	<b>557</b>	<b>1791</b>
<b>Vízfelhasználás (1971-2015)</b>	<b>11</b>	<b>28</b>	<b>51</b>



# A Balaton évi természetes vízkészlet-változása 1921-2015



# A Balaton vízforgalmának jövőbeni klímaablakokra (2021-2050 és 2071-2100) történő becsléséhez felhasznált meteorológiai adatok



## a tó vízgyűjtő területére vonatkozó súlyozott területi átlagok

**havi csapadékösszeg (mm)** (1961-1990 CC; 1961-1990 ALADIN; 2021-2050 ALADIN, 2071-2100 ALADIN)

**havi középhőmérséklet (°C)** (1961-1990 CC; 1961-1990 ALADIN; 2021-2050 ALADIN, 2071-2100 ALADIN)

## a tó vízfelületére vonatkozó súlyozott területi átlagok

**havi csapadékösszeg (mm)** (1961-1990 CC; 1961-1990 ALADIN; 2021-2050 ALADIN, 2071-2100 ALADIN)

**havi középhőmérséklet (°C)** (1961-1990 CC; 1961-1990 ALADIN; 2021-2050 ALADIN)

**havi közepes szélesség 10 m-en (m/s)** (1961-1990 CC; 1961-1990 ALADIN; 2021-2050 ALADIN, 2071-2100 ALADIN)

**havi relatív nedvesség (%)** (1961-1990 CC; 1961-1990 ALADIN; 2021-2050 ALADIN)

# Gondolatok a meteorológiai adatok (ALADIN-Climate modellszimulációk eredményei) értelmezéséről, felhasználási lehetőségeiről és korlátairól



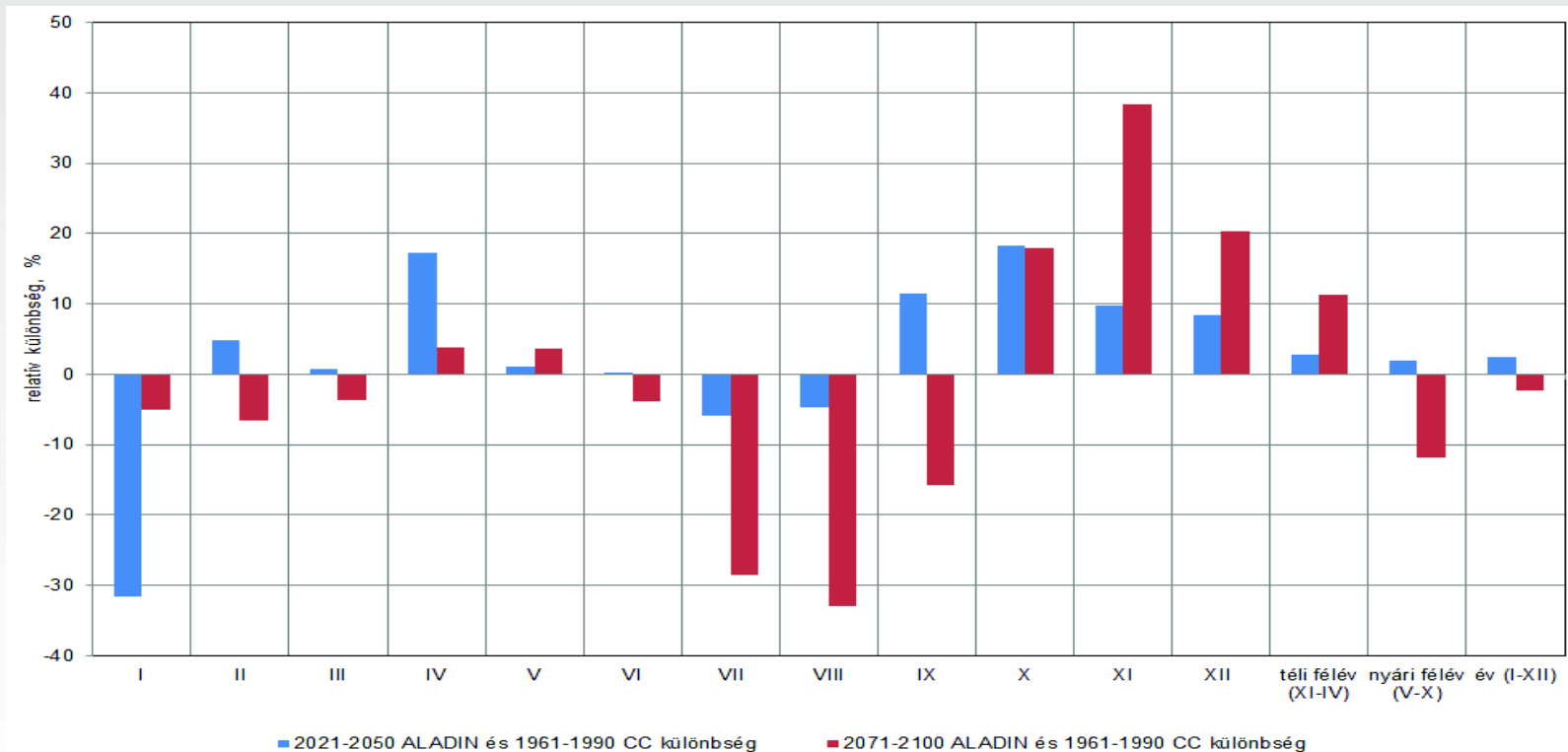
Klasszikus értelemben vett „hosszútávú előrejelezhetőség” az éghajlati modellekkel nem valósítható meg. Éghajlati időskálán a klímamodellek eredményeit mint statisztikai sokaságot kell tekintenünk, ahol nincs prognosztikai jelentősége annak, hogy adott előrejelzés melyik konkrét időpontra vonatkozik, s a modellek megbízhatóságát aszerint osztályozzuk, hogy egy kiválasztott időszak statisztikai jellemzőit milyen pontossággal képesek visszatükrözni.

A jövőre vonatkozó modelleredményeket nem önmagukban, hanem a modellek saját referencia-időszakához viszonyítva értelmezzük, így a jövőre és a múltra vonatkozó szisztematikus modellhibák a különbségképzéssel részben eliminálják egymást; illetve a változásértékeket hozzáadjuk a referencia-időszakra a mérések alapján kiszámított értékekhez (relatív változás esetén pedig összeszorozzuk a mérési és a változási értéket).

A harmincéves időszakokon belül az évenkénti adatok olyan statisztikai sokaságot alkotnak, melyek időben felcserélhetők. Ez azt jelenti, hogy egy tetszőleges éves adatsor az időszak bármelyik évének megfeleltethető.

# A Balaton vízgyűjtő területére érkező csapadék becsült változása (%)

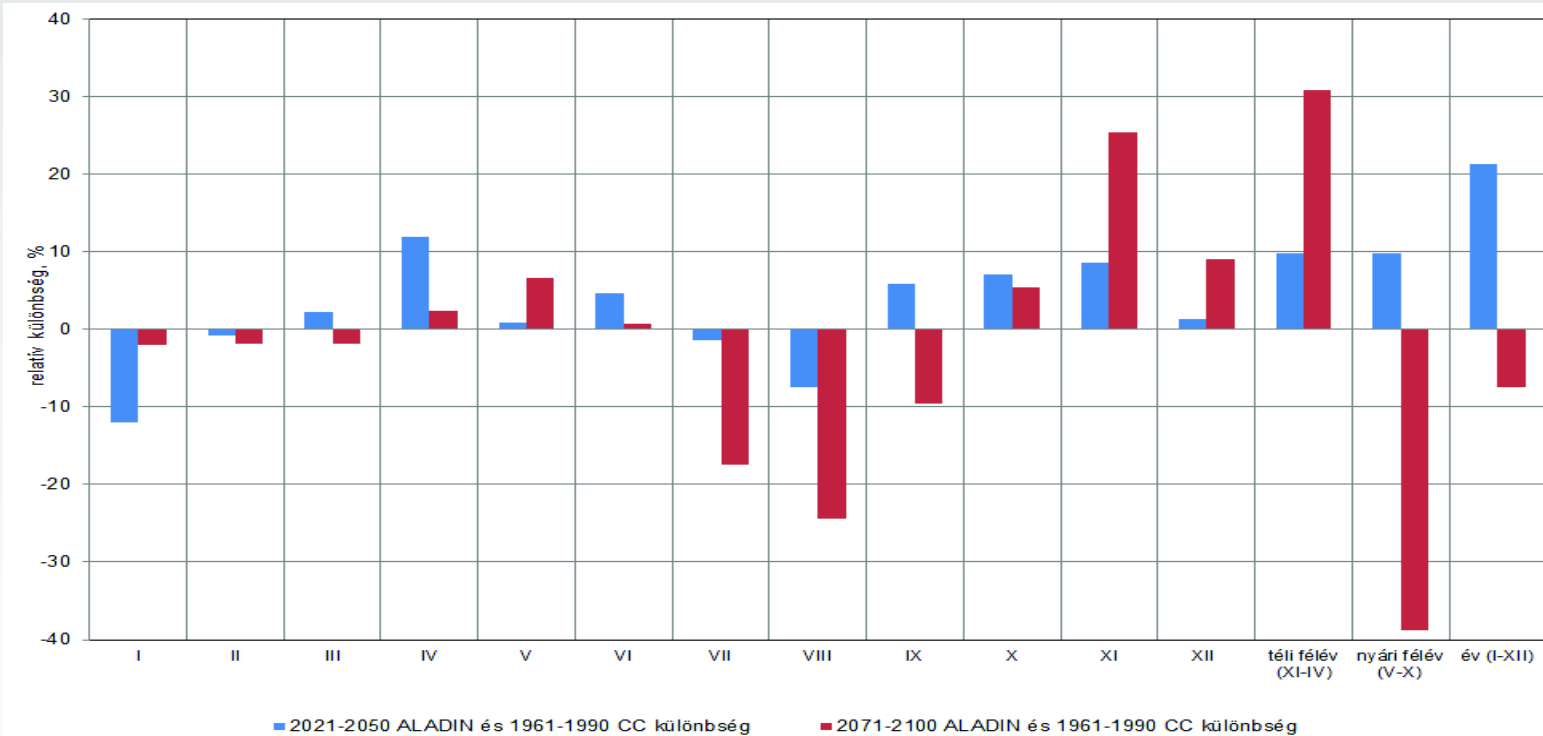
ALADIN 2150 (korr.) = (CC 6190 átlag)\*k, ahol  $k = (\text{ALADIN 2150})/(\text{ALADIN 6190 átlag})$   
 ALADIN 7100 (korr.) = (CC 6190 átlag)\*k, ahol  $k = (\text{ALADIN 7100})/(\text{ALADIN 6190 átlag})$



# A Balaton vízfelületére érkező csapadék becsült változása (%)



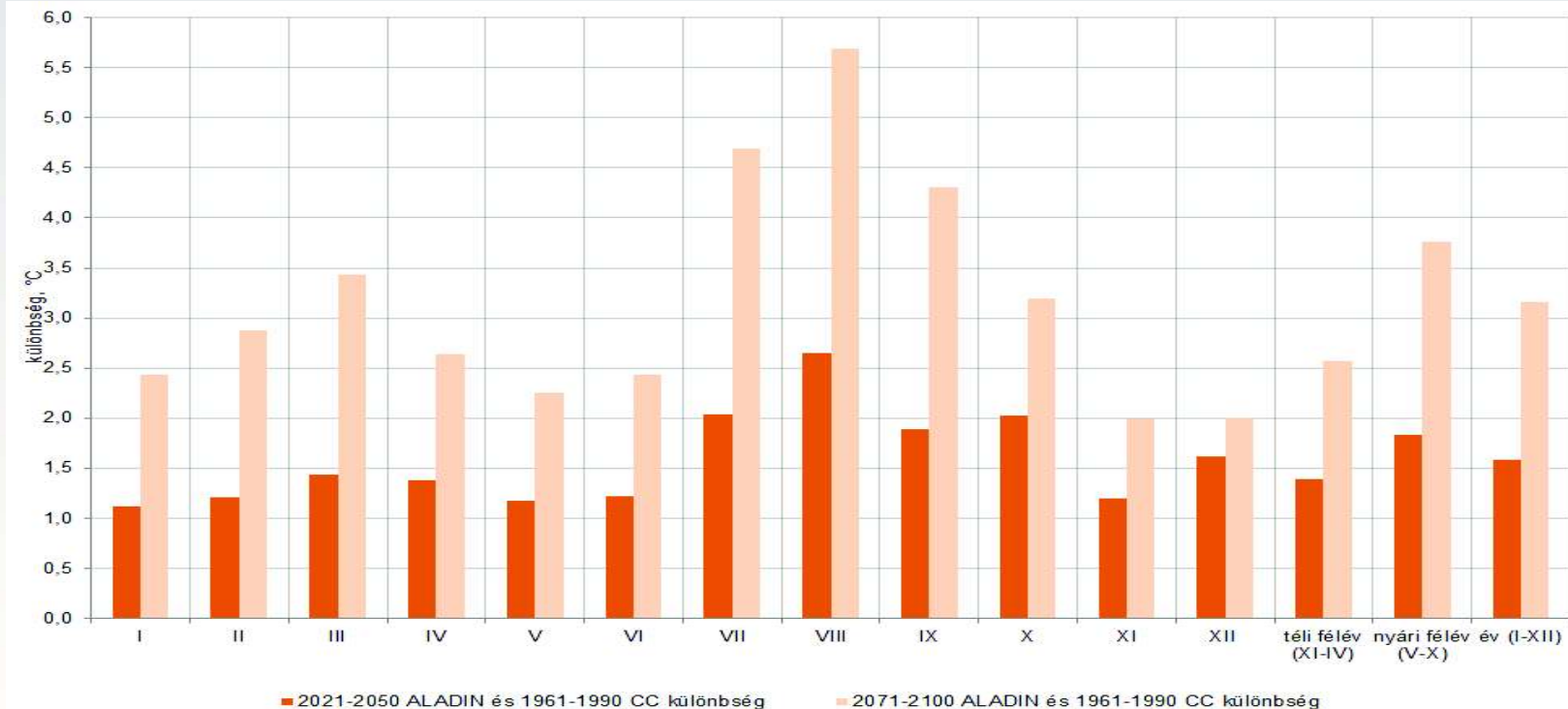
ALADIN 2150 (korr.) = (CC 6190 átlag)\*k, ahol  $k = (\text{ALADIN 2150})/(\text{ALADIN 6190 átlag})$   
 ALADIN 7100 (korr.) = (CC 6190 átlag)\*k, ahol  $k = (\text{ALADIN 7100})/(\text{ALADIN 6190 átlag})$



# A Balaton-vízgyűjtő évi középhőmérsékletének becsült változása (°C)



ALADIN 2150 (korr.) =  $k + CC$  6190 átlag, ahol  $k = ALADIN\ 2150 - ALADIN\ 6190$  átlag  
ALADIN 7100 (korr.) =  $k + CC$  6190 átlag, ahol  $k = ALADIN\ 7100 - ALADIN\ 6190$  átlag





# A Balaton-vízgyűjtő évi területi (tényleges) párolgásának becsült változása (mm)



REGIONAL ENVIRONMENTAL CENTER

időszak	az erdőfedettség időszakos átlaga (%)	szabad vízfelületek időszakos átlagos felülete (km <sup>2</sup> )		szabad vízfelületek időszakos átlagos többletpárolgása (mm/év)	
		Kis-Balaton Vízvédelmi Rendszer (KBVR)	halastavak, kisebb tározók	Kis-Balaton Vízvédelmi Rendszer (KBVR)	halastavak, kisebb tározók
1961-1990	25	3*	32**	300	250
2021-2050	29	72	37	350	290
2071-2100	29	72	37	400	330

időszak	min	átlag	max	szórás
1961-1990 CC	484	573	640	35,48
2021-2050 ALADIN (korr)	480	622	717	53,33
2071-2100 ALADIN (korr)	501	647	768	69,34

# A Balaton vízgyűjtő területéről történő évi lefolyás (a Balaton vízháztartásban a hozzáfolyás) időszakos átlagértékeinek (tómm/év) számítása a klímaablakokra



időszak	csapadék (P)	területi párolgás (ET)	számított lefolyás (P-ET)	a Balaton számított hozzáfolyása (I)
1961-1990	689	573	116	1001
2021-2050	706	622	84	725
2071-2100	673	647	26	224

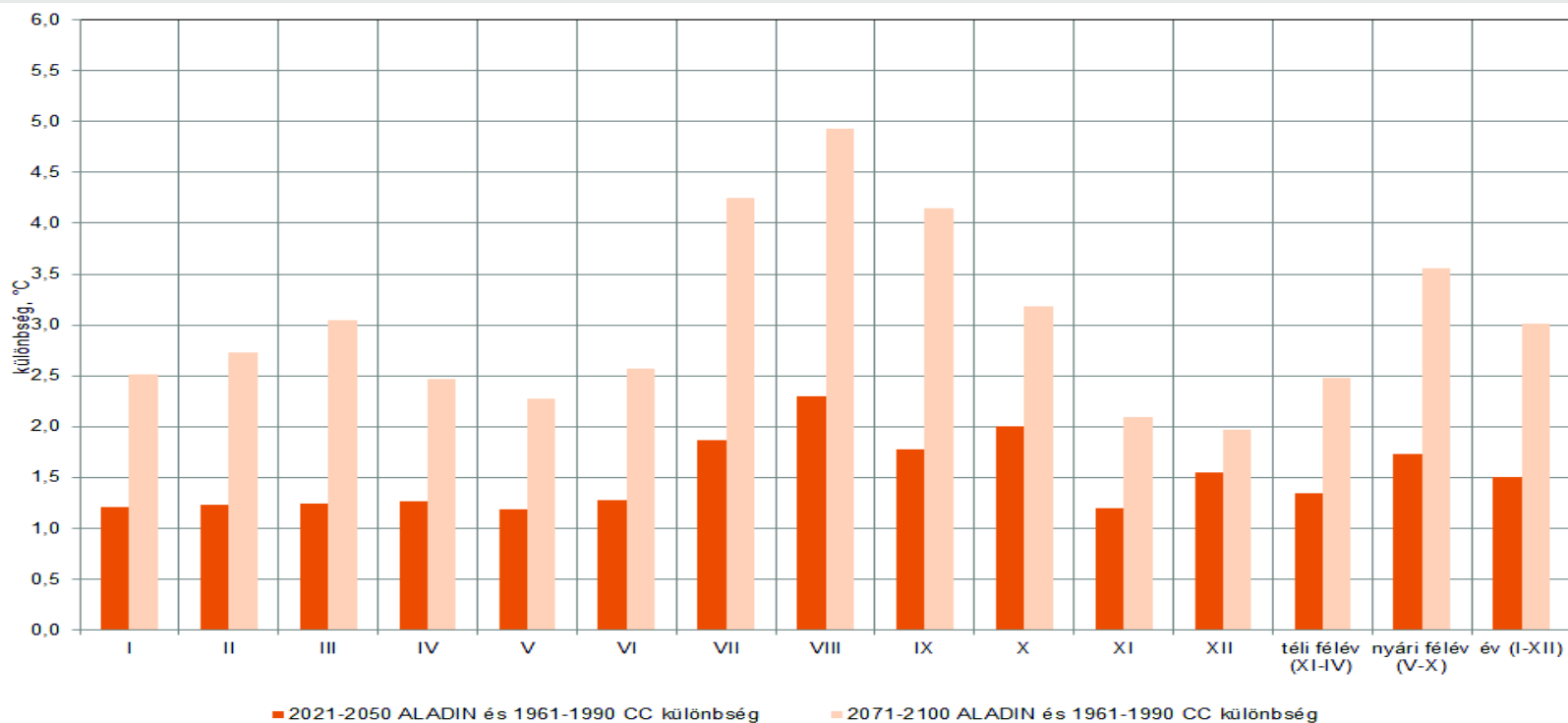
A 30 éves klímaablakokon belül a negatív előjelű évi csapadék-párolgás különbséggel jellemezhető évek száma az alábbi képet adta:

- az 1961-1990 időszakban 1 év
- a 2021-2050 időszakban 6 év
- a 2071-2100 időszakban 13 év

# A Balaton vízfelülete feletti légtér hőmérsékletének becsült változása (°C)



ALADIN 2150 (korr.) =  $k + CC$  6190 átlag, ahol  $k = ALADIN\ 2150 - ALADIN\ 6190$  átlag  
 ALADIN 7100 (korr.) =  $k + CC$  6190 átlag, ahol  $k = ALADIN\ 7100 - ALADIN\ 6190$  átlag

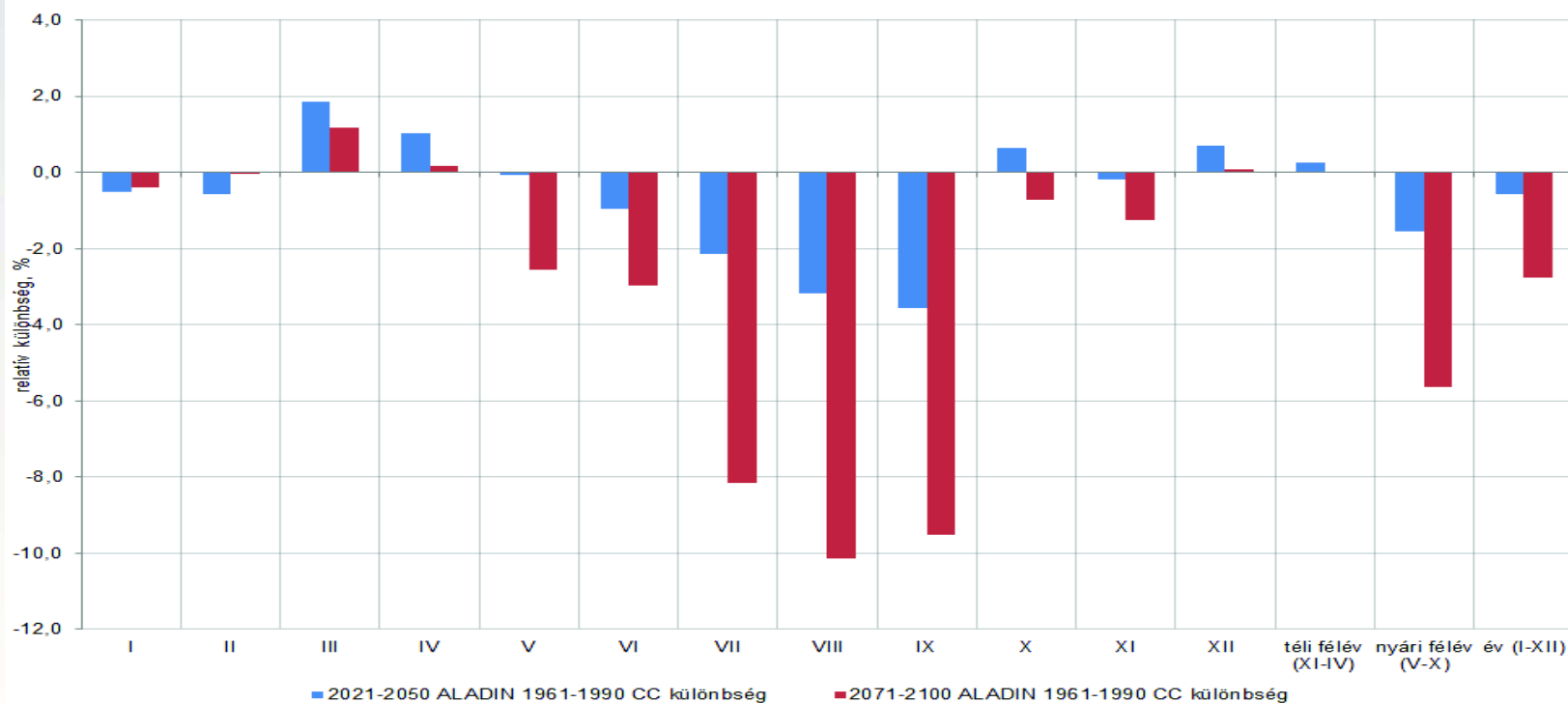


# A Balaton vízfelülete feletti légtér relatív nedvességének becsült változása (%)



REGIONAL ENVIRONMENTAL CENTER

ALADIN 2150 (korr.) =  $k + CC$  6190 átlag, ahol  $k = ALADIN\ 2150 - ALADIN\ 6190$  átlag  
 ALADIN 7100 (korr.) =  $k + CC$  6190 átlag, ahol  $k = ALADIN\ 7100 - ALADIN\ 6190$  átlag

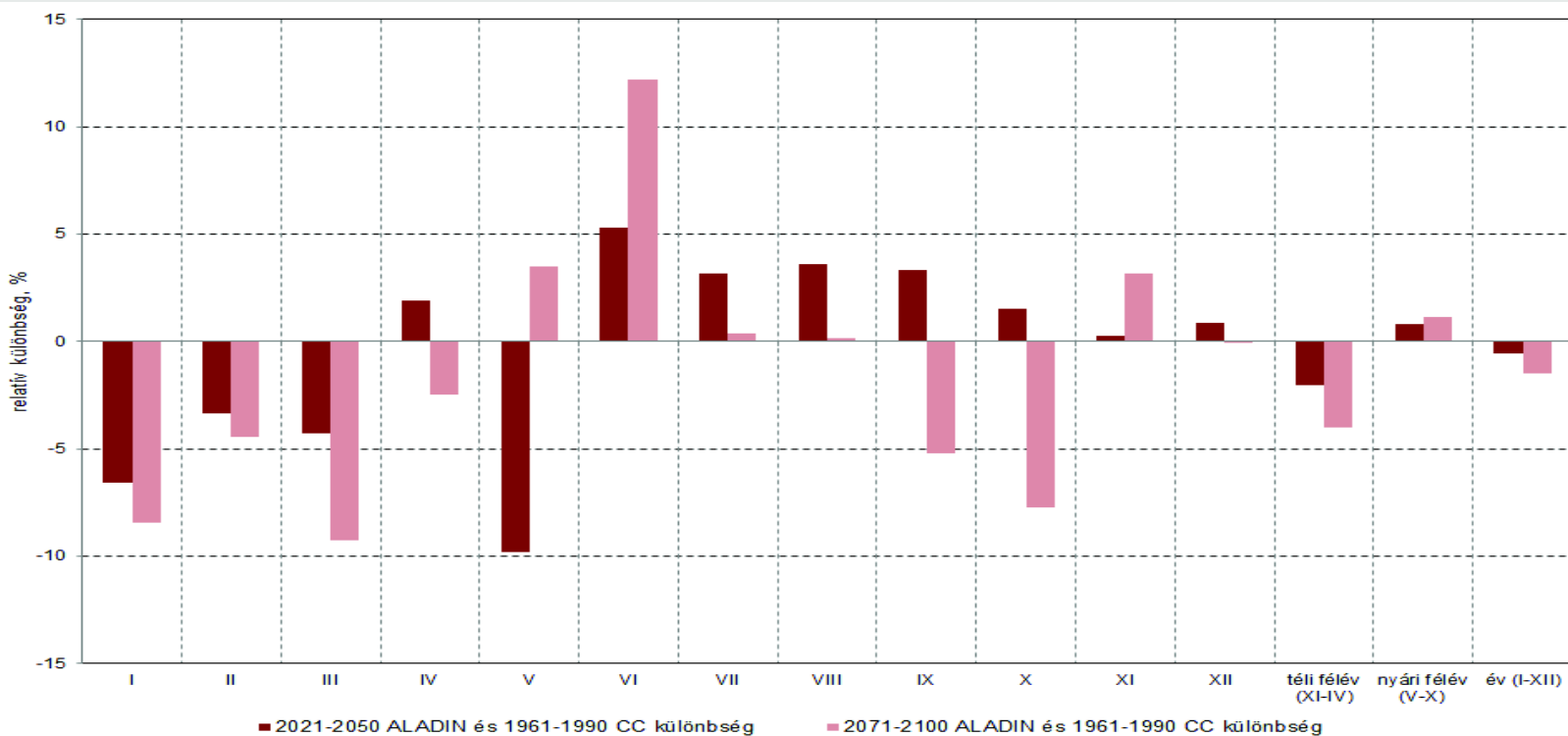


# A Balaton vízfelülete feletti légtér szélsőségeinek becsült változása (%)



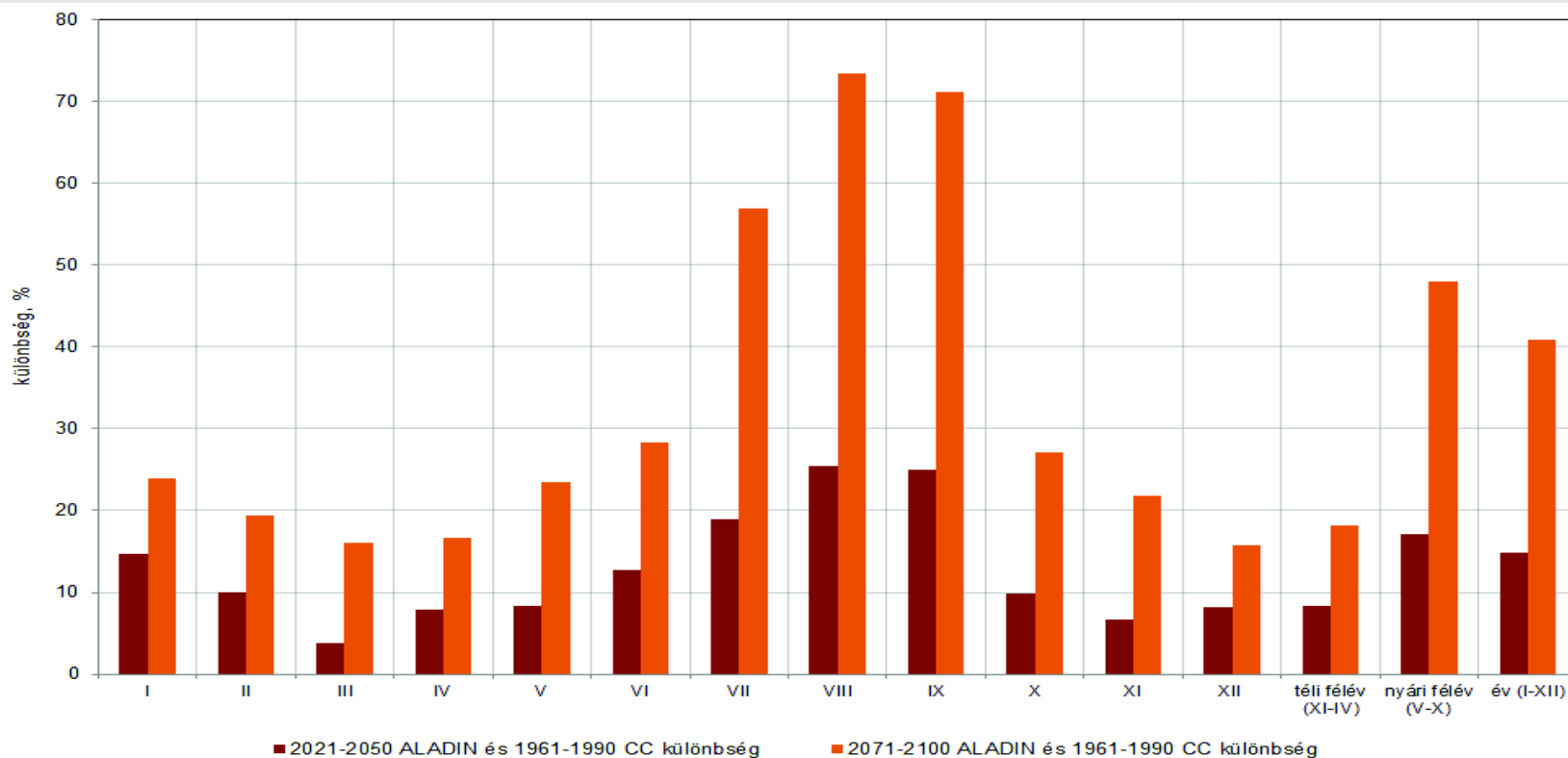
REGIONAL ENVIRONMENTAL CENTER

ALADIN 2150 (korr.) = (CC 6190 átlag)\*k, ahol  $k = (\text{ALADIN 2150})/(\text{ALADIN 6190 átlag})$   
 ALADIN 7100 (korr.) = (CC 6190 átlag)\*k, ahol  $k = (\text{ALADIN 7100})/(\text{ALADIN 6190 átlag})$



# A Balaton párolgásának becsült változása (%)

$$E_w = a * (E - e) * (0,59 + 0,013 * v) * n$$





# A Balaton évi természetes vízkészlet-változásnak becsült változása (tómm/év)



időszak	csapadék	hozzáfolyás	párolgás	természetes vízkészlet-változás
1961-1990 CC	609	1001	807	803
2021-2050 ALADIN	631	725	926	430
2071-2100 ALADIN	602	224	1137	-311

a negatív előjelű évi természetes vízkészlet-változással jellemezhető évek száma:

- az 1961-1990 időszakban 7 év
- a 2021-2050 időszakban 9 év
- a 2071-2100 időszakban 19 év

# Az elvégzett vizsgálatok továbbfejlesztésének irányai



Egyetlen – jelen esetben az ALADIN-Climate – modellszimuláció eredményeinek vizsgálatával nem tehetők megalapozott kijelentések az eredmények bizonytalanságáról.

A bizonytalanságok korrekt módon csak több modellkísérlet segítségével írhatók le. Két modell alkalmazása már jó kiindulási alapot nyújt a bizonytalanságok alapfokú számszerűsítésére. Ezért a jövőbeli változások értelmezéséhez mindenképpen szükséges legalább még egy alkalmasan megválasztott modellkísérlet eredményeinek vizsgálata.

# Összefoglalás, kitekintés



Összességében a Balaton vízháztartásában a **bevételi oldal csökkenése és a kiadási oldal növekedése valószínűsíthető**. Ez a kettős hatás a referencia időszak átlagos viszonyaihoz képest – különösen a második jövőbeli klímaablak időszakában (2071-2100) – **alapvetően megváltoztatja a tó hidrológiai képét**. A tó vízcserereaktivitása jelentősen romlik, gyakrabban és tartósabban fordulnak elő lefolyástalan időszakok, sőt a 21. század utolsó évtizedeiben a Balaton gyakorlatilag lefolyástalan tóvá változhat.

A vízforgalom természeti tényezők által befolyásolt becsült alakulásának bizonytalanságát erősítő antropogén hatások:

- a vízgyűjtő területen létező és a tavat közvetlenül érintő vízhasználatok (vízkivételek, vízbevezetések a vízrendszerben)
- területhasználat a vízgyűjtőn, annak természetes és emberi hatásra történő változásaira (erdősültség, művelési ágak és módszerek változása, a lefolyás szabályozása, szabad vízfelületek kiterjedésének változása, stb.)

# Köszönöm a figyelmet!



## Köszönöm

Dr. Nováky Béla

Szépszó Gabriella

Csorvási Anett

Homolya Emese

a tanulmány és az előadás  
elkészítéséhez nyújtott segítségét.