

A BALATON ÉS A TÓRÉSZEK HAVI VÍZHÁZTARTÁSI JELLEMZŐINEK MEGHATÁROZÁSA 2021.



**Közép-dunántúli Vízügyi Igazgatóság
8000 Székesfehérvár, Balatoni u. 6.**

2022.

TARTALOMJEGYZÉK

	Oldal
I. BEVEZETÉS	2.
II. VÍZHÁZTARTÁSI JELLEMZŐK SZÁMÍTÁSA.....	3.
Csapadék	3.
Hozzáfolyás	3.
Párolgás	4.
Vízfelhasználás	4.
Lefolyás	4.
Vízkészletváltozás	5.
III. ZÁRÓHIBÁK SZÉTOZTÁSA.....	5.
IV. A BALATON 2021. ÉVI VÍZHÁZTARTÁSI VISZONYAI.....	6.
ÖSSZEFOGLALÁS	13.

I. BEVEZETÉS

A Balaton 2021. évi vízmérleg elemeinek meghatározását, a vízháztartás jellemzőit magába foglaló alapképletből kiindulva végeztük:

$$K = C + H - (P + V_k + L), \quad (1)$$

ahol:

- C - a tó felületére hulló csapadék
- H - a felszíni hozzáfolyás
- P - a vízfelszín párolgása
- V_k - a tavat közvetlen érintő vízelhasználás
- K - a tó vízkészletváltozása
- L - a tóból a Sión keresztül levezetett vízmennyiség.

A KBVR (Kis-Balaton Vízvédelmi Rendszer) keretében a Zala–Fenékpusztai szelvényében 2012-ben ultrahangos mérőeszköz került kihelyezésre, melynek adatai alapján, sűrített ellenőrző mérések figyelembe vételével történt az elmúlt évi hozzáfolyás meghatározása. A Zala hozamszámítását a Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság végezte.

A Nyugati-övcSATORNÁN LÉVŐ ultrahangos eszköz cseréje a „Balaton 120-as monitoring” keretében 2017. október elejére megvalósult. Ettől az időponttól kezdve a távjelző rendszeren keresztül on-line vízhozam adat elérésre van lehetőség. 2021-ben is az ultrahangos műszerből képzett adatsort az üzemeltető, a Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság.

A Keleti-Bozót-árok, Fonyód állomáson a Közép- és Dél- Dunántúli Vízügyi Igazgatóságok közös konstrukcióban, de DÉDUVIZIG üzemeltetéssel szintén létrehoztak egy új automata vízhozammérő állomást, aminek segítségével a déli part második legjelentősebb vízmennyiséget szállító vízfolyásának adatairól is folyamatos értékeket kaptunk.

Analóg fejlesztés keretében az északi vízgyűjtőn a Lesence-patak Keleti-kifolyója alatt, a 71-es út alsó szelvényében automata távjelzősített vízhozammérő állomást telepítettünk. Ennek eredményei alapján a 3. részvízgyűjtő esetében az eddig alkalmazott hidrológiai analógia módszerét folyamatos mérési eredményből képzett adatsor váltotta fel. A három rendkívüli fejlesztés következtében 2017. október hónaptól a balatoni visszaduzzasztással érintett vízfolyások esetében is megbízhatóbb

hozzáfolyás érték képezhető. Az eszközök beszerzése KEOP pályázatok keretében, a kiépítés hazai forrásból valósult meg.

A mérleg egyéb adatai és a mérési eredmények a DÉDUVIZIG és a NYUDUVIZIG vízrajzi osztályától, valamint a KDTVIZIG Balatoni Vízügyi Kirendeltsége és a központi vízrajzi osztálytól származnak. A belvízbevezetések adatait a DÉDUVIZIG vízrendezési és öntözési osztályától, míg a vízkivételi és vízhasználati adatok a KDTVIZIG vízvédelmi osztálya és a DRV Zrt. adatszolgáltatása alapján kerültek meghatározásra. A párolgásméréshez a part menti 7 automata meteorológiai állomás adatait, valamint a széladatok esetében Siófok (OMSZ) és Keszthely (NYUDUVIZIG) adatsorait használtuk fel. A jégjelenségek értékeléséhez balatonszemesi észlelőnk adatait hasznosítottuk. A Közép-dunántúli Vízügyi Igazgatóság vízrajzi osztálya alá tartozó laboratórium a tápanyagterhelési mérlegek készítését 2017-ben újra indította, az annak alapadatául szolgáló tórészenkénti vízmérlegeket a 10. sz. táblázat szerint számítottuk.

II. VÍZHÁZTARTÁSI JELLEMZŐK SZÁMÍTÁSA

Csapadék

A csapadékmérő állomások esetében az automata csapadékmérők és a kézi észlelés adataiból képeztük a havi összegek átlagértékeit. A Balaton 120-as monitoring keretében Balatonvilágoson, Alsóörsön és Balatonmárfiafürdőn telepített automata csapadékmérők jól vizsgáztak. A táblázatban az összes partközeli automata hidrometeorológiai állomás adatát vettük figyelembe. Balatonvilágos váltotta fel a Balatonszabadiban 2020. év elején megszűnő észlelést.

Az 1. sz. táblázat utolsó sora, a Balaton összesen sor már a javított értékeket tartalmazza.

Hozzáfolyás

A részvízgyűjtők és tórészek lehatárolása nem változott. Az I. tórészhez történő hozzáfolyás a Zala-vízgyűjtő és a Keszthelyi-hegység viszonyait tükrözi.

A 3-4. részvízgyűjtő a tapolcai-medence, az 5. részvízgyűjtő a felvidék, a 6. részvízgyűjtő a félszigettől K-re eső vízfolyásokról tájékoztat. A 7. részvízgyűjtő becsült értéke a tó közvetlen parti hozzáfolyását adja, míg a déli part befolyóiról és a belvizes szivattyúzási értékekről a 8-9. részvízgyűjtők tájékoztatnak (3. sz. táblázat).

Az I. fejezetben leírtak szerint történt a Zala, a Nyugati-övcSATORNA, a Keleti-Bozót-árok és a Lesence-rendszer Keleti-kifolyó hozamának meghatározása. A többi részvízgyűjtő

hozzáfolyásának számítása nem módosult, folyamatos vízállásrögzítéseken és vízhozam méréseken keresztül képeztük a befolyók középvízhozamát (3. sz. táblázat). A belvízcsatornák szivattyú teljesítménye alapján meghatározott havi középvízhozamot is közzétesszük (2. sz. táblázat) egyéb adatelemzésekre nyújtva lehetőséget.

Párolgás

A számításnál alkalmazott egyenlet is változatlan:

$$P = a(E - ev) \times (0,59 + 0,013v)n$$

ahol:

a	- az évszaktól függő korrekciós tényező
E-ev	- telítési hiány (mbar) 7 állomás alapján
v	- közép szélesség (m/s) Siófok és Keszthely állomások alapján
n	- a hónap napjainak száma.

A párolgás számításához szükséges alapadatokat a 4. sz. táblázatban tüntettük fel. A telítési hiány képzése 7 db parti automata meteorológiai állomás mért páratartalom adatain keresztül került meghatározásra. A széladatoknál a siófoki és keszthelyi állomás széladatait vettük figyelembe, bár a sármelléki állomás adatai nem minden esetben relevánsak a Balaton párolgása szempontjából a szélárnyék miatt. A mérleg záróhibáinak szétosztásakor Balatonszemes és Balatonakali állomások mért kádpárolgását is figyelembe vettük. Területi lefedettségük miatt a havi értékeléseknél a parti állomások méréseiből képzett párolgási értékeket vittük tovább.

Vízfelhasználás

Az ivó-, ipari- és mezőgazdasági vízkivételek, valamint a tisztítás után bevezetett szennyvizek mennyiségéről tájékoztat az 5. sz. táblázat. Az adatok a vízhasználók OSAP bevallása alapján készültek. Jelentős ipari vízkivétel a tóból a SAL-X Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. (Balatonfűzfő) felszámolásával megszűnt, 2021-ben csak Siófok ipari vízmű kivétel történt. A legjelentősebb vízhasználó továbbra is a DRV, ivóvíz-szolgáltatóként.

Lefolyás

2021-ben két alkalommal történt vízeresztés a tóból. Mennyisége és időpontja a 6. sz. táblázatban van feltüntetve. Az év eleji vízeresztés 2021. január 28-án kezdődött és 2021. március 29-én zárult. Indoka a téli üzemi vízszint tartása volt. A Balaton átlagvízszintje nyitáskor és záráskor is 120 cm volt.

A következő zsilipnyitás június 2-án történt (124 cm-nél), aminek indoka a Sió 1D-s hidraulikai modellezéséhez az alapadatok előállítása volt. A modellezés a Sió csatornán felhozni tervezett 4 db nagyméretű hajótest legoptimálisabb útvonaltervéhez készült. A hajók szállításának tervezett ideje 2022. év májusa. A zsilip zárásakor, június 10-én a tóvízszint 122 cm volt. A vízeresztés folyamata alatt minden nap többször is kalibráló vízhozam mérés történt a Sió csatorna 10 db mérési szelvényében.

Vízkészletváltozás

A 7. sz. táblázatban követhető nyomon a mért készletváltozások havi alakulása.

A 8. sz. táblázat a mért és számított készletek eltérését és a záróhibák szétoztását mutatja.

A mért készletváltozás megállapítása (a tó átlagvízszint számítása) 2021. évben is megbízható volt, tartós adathiány Balatonakali és Tihany állomás távjelzett vízállás adatsorában nem fordult elő.

III. ZÁRÓHIBÁK SZÉTOZTÁSA

A mérleg készítése, a záróhibák szétoztása a 8. sz. táblázaton keresztül kísérhető nyomon, a kész mérleget a 9. sz. táblázat és a 2. ábra tartalmazza.

A záróhiba a számított és a mért készletváltozás különbsége, éves összege -67 tómm-re adódott, ami alapvetően nagyon megbízható éves eredményt jelez. Éves szinten a csapadékösszegeket 17 tómm-rel, a hozzáfolyások értékét 29 tómm-rel növeltük, vagyis a bevételi oldalon, éves szinten a mért értékeket 46 tómm-rel módosítottuk. A nyárközepi és jellemzően hirtelen lehulló, helyi nagycsapadékok miatt javítottuk a mérleg havi csapadék adatát.

A párolgásokat éves szinten összesen 21 tómm-rel kellett csökkenteni. A vízelhasználások és vízeresztések értékeit nem módosítottuk a záróhibák szétoztásakor.

IV. A BALATON 2021. ÉVI VÍZHÁZTARTÁSI VISZONYAI

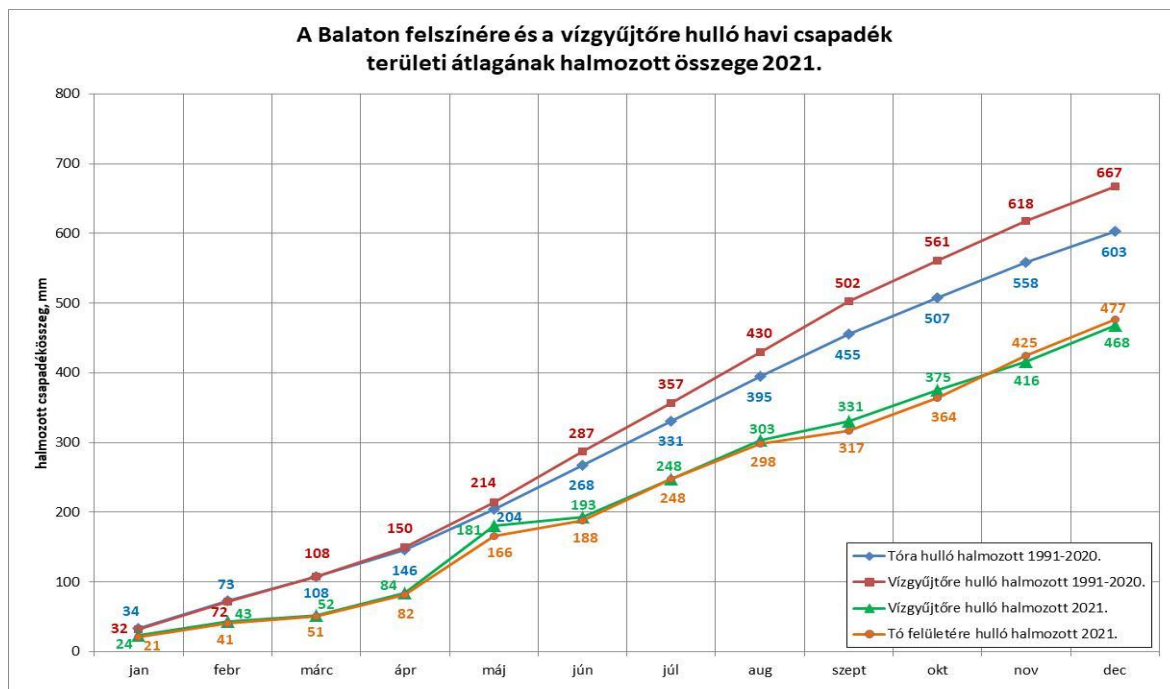
A 9. sz. táblázat a tó 2021. évi vízmérlegét, a 11. sz. táblázat és az 3. ábra a 90-es évek elejétől mutatja a mérlegelemek alakulását. A léghőmérsékleti viszonyok alakulását 7 hidrometeorológiai állomás havi középhőmérsékleti adatai alapján értékeljük. A 2021. évet enyhe téllal indítottuk, az összes állomás havi középhőmérsékleti átlaga +2 °C felett volt. Mindössze 4 napon keresztül képződött parti jég a tavon. A februári negatív hőmérsékletek a hónap közepén 9 napon át okoztak még parti jégjelenségeket, azonban tartós havazás nem alakult ki a vízgyűjtőn, így hóban tárolt vízkészlet sem tudott képződni. Év végén sem kedveztek a pozitív havi középhőmérsékletek a hóban tárolt vízkészlet, és a balatoni jég kialakulásának (7. ábra). Leghidegebb hónapunk a január volt, +2,3 °C átlag hőmérséklettel. Legmelegebb hónap a július volt, 24,2 °C átlaghőmérséklettel, maximális léghőmérsékleti értéket július 9-én Balatonvilágoson mértünk, 38,4 °C–ot. Havi középhőmérsékletek tekintetében mind a 3 nyári három hónapban 20 °C–ot meghaladó havi középhőmérséklet értékeket regisztráltunk.

Június-szeptember hónapokban a havi közép-vízhőmérsékletek átlaga 20 °C felett volt, a legmagasabb vízhőmérsékletű nap június 25-én volt Balatonakaliban, 30 °C vízhővel.

Havi csapadékösszeg szempontjából kiemelkedő hónap volt a május, amikor a parti állomások havi összegének átlaga 84 mm-re adódott, ami a 100 éves és a 30 éves havi összegek átlagát is meghaladta. A legtöbb havi csapadékösszeg Balatonedericsen hullott (102,1 mm) május hónapban. Napi csapadékjelenség szempontjából július 17-én Siófokon 63,8 mm helyi csapadékot jelentett az OMSZ, ami az évben a legcsapadékosabb nap volt. A legkisebb területi csapadékösszeg a tó felületére március hónapban hullott, azonban a június rendkívül csapadékhiányos hónapnak bizonyult. A helyenként regisztrált 1,6-3,0 mm közötti havi csapadékösszegek (például Balatonkenesén 1,6 mm) rendkívüli aszályt jelentett.

A tóra hullott **csapadék éves összege** 2021. évben **477 tómm** volt. Ez az érték 21 %-kal maradt el az utolsó 30 éves (603 tómm) és 23 %-kal a 100 éves átlagtól. Ez idáig 2011-ben mértük az eddigi sokéves minimumot (309 mm), 2010-ben pedig a sokéves maximumot (929 mm). Az alábbi szövegközi ábrán összehasonlítottuk a tó felületére és a vízgyűjtőterületre hulló csapadékok mennyiségét.

A vízgyűjtőre hulló 2021. évi csapadékmennyiség 9 mm-rel elmaradt a tó felületére hulló mennyiségtől. A vízgyűjtőterületen ugyanazok az időbeli anomáliák jelentkeztek, mint a tó felületén, azonban az utolsó 30 év átlagában a tó felületét 10 %-kal kevesebb csapadék éri, mint a vízgyűjtőt.



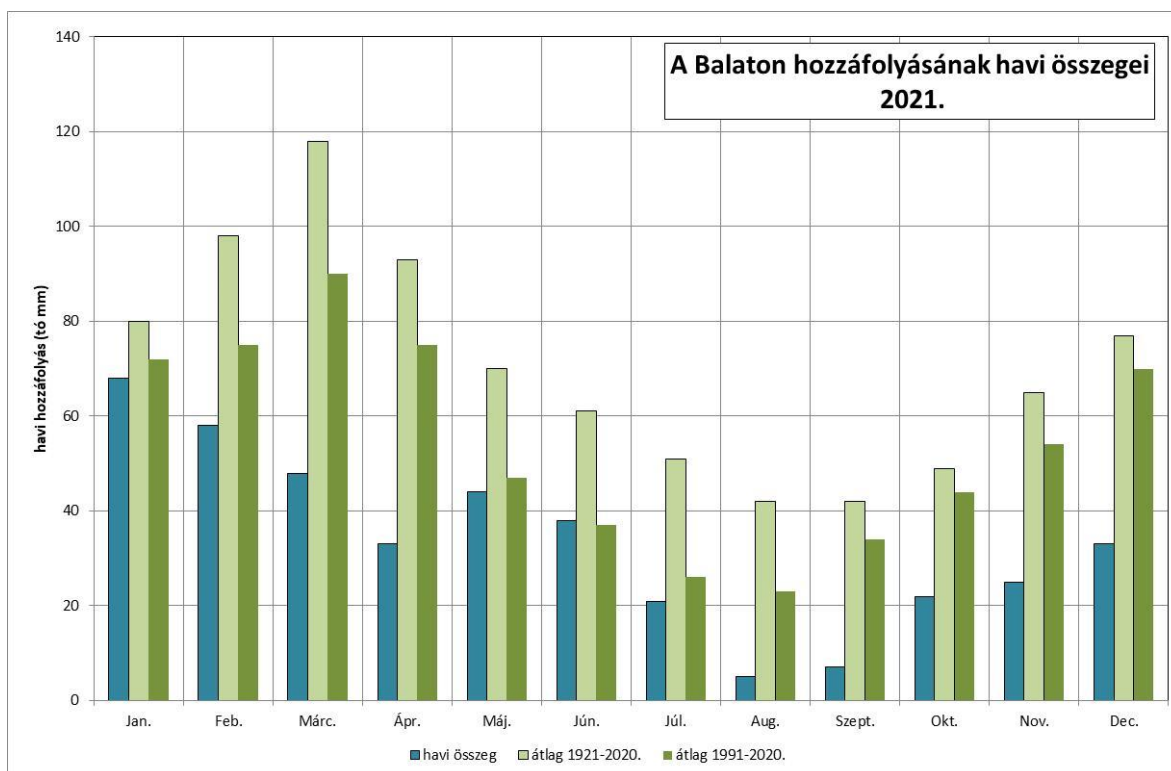
KDTVIZIG Balatoni Vízügyi Kirendeltség

A 2000. évtől (az első negatív természetes vízkészletű évtől) szövegtáblázatban részletesen is feltüntetjük a tóra hulló csapadékok alapján a csapadékhányos (pirossal jelölt) éveket.

Év	csapadékösszeg (tómm)	100 év átlaga (tómm) 1921-2020.	Utolsó 30 év átlaga (tómm) 1991-2020.
2000.	457	618	603
2001.	521		
2002.	541		
2003.	509		
2004.	660		
2005.	693		
2006.	520		
2007.	734		
2008.	526		
2009.	575		
2010.	929 (max.)		
2011.	309		
2012.	421		
2013.	673		
2014.	786		
2015.	563		
2016.	652		
2017.	587		
2018.	694		
2019.	648		
2020.	543		
2021.	477		

A táblázatból jól látszik, hogy az elmúlt 22 év 59 %-a csapadékhiányos volt, és az utolsó két év halmozódó hiányt tükröz, ami előrejelíti a természetes készletek 2021. évi összegének alakulását.

A **tó hozzáfolyásának** folyamatát az alábbi szöveggel is feltűntettük a 100 éves adatsorból, valamint az utolsó harminc év adataiból számított havi átlagokkal együtt. Az év egészére jellemző, hogy a havi hozzáfolyás értékek minden hónapban nagyon jelentősen alatta maradtak a 100 éves idősorból képzett sokéves havi értékeknek. Sajnos a június kivételével egész évben ugyanez a helyzet, ha az utolsó 30 évvel hasonlítjuk össze a havi értéket. Június hónapban a KBVR leeresztése még tartott a hónap közepéig, ezt vettük figyelembe a záróhiba szétosztásakor, így lett a tárgyévi és a sokéves havi átlag közel azonos.



A **Zala hozzáfolyásának** havi bontású részesedése a teljes hozzáfolyásból **16-78 %** közötti volt tárgyévben. Arányaiban a legkisebb érték (16 %) augusztusra adódott, amikor is a Kis-Balaton vízminőségének romlása miatt a Zala vízhozamának teljes lezárása már megtörtént, csak a hallépcsőn távozó víz bukkott át a tó felé. Arányaiban a legmagasabb (78 %) érték a KBVR leeresztésének utolsó lépései miatt még júniusra esett. Tárgyévben a havi középvízhozamok vonatkozásában azonban a Zala július–októberi értékei már 2,5 m³/s érték alá csökkentek.

Az alábbi táblázatban az elmúlt 22 év közép-vízhozam adatait, és az éves szállított vízmennyiségeket tesszük közzé.

Év	Zala évi közép-vízhozama	Vh
2000.	4,86	153
2001.	3,55	111
2002.	2,67	84
2003.	2,71	85
2004.	5,36	169
2005.	7,50	237
2006.	8,67	273
2007.	5,23	165
2008.	3,80	120
2009.	5,32	168
2010.	12,30	390
2011.	4,30	136
2012.	2,42	77
2013.	8,59	269
2014.	10,87	340
2015.	7,27	227
2016.	7,71	243
2017.	5,18	164
2018.	9,37	295
2019.	5,23	165
2020.	6,47	205
2021.	4,82	151

A Szigligeti medence vízfolyásai a legtöbb vizet januárban szállították a tóba (2,2 Mm³), ennek aránya a teljes hozzáfolyáshoz 5,4 % volt. A legjelentősebb vízpótló augusztus hónapban (a Zala folyó lezárása idején) a Tapolca-patak és az Eger-víz lett.

Csak február, március és május hónapokban dolgoztak néhány üzemórát a szivattyúüzemek, az év folyamán összesen 821.700 m³ belvizet emeltek át a tóba, ami 1,3 tómm vízoszlopnak megfelelő érték.

Fentiek alapján tárgyévben a **hozzáfolyások** évi összege **402 tómm** lett, amely a sokéves átlag (846 tómm) 47 %-a, az utolsó harminc évhez viszonyítva pedig ez az arány 62 %. Az átlagtól éves szinten is nagyon jelentősen elmaradó hozzáfolyás érkezett 2021. évben a tóba. A csapadékhöz hasonlóan, szintén 2000-től, kiemelten is bemutatjuk a hozzáfolyások évi összegét.

Itt két év (2010., 2014.) kivételével, folyamatos a hozzáfolyások sokéves átlagtól való elmaradása, ami a vízhiányos évek folytonosságát jelzi.

Év	hozzáfolyás (tómm)	100 év átlaga	Utolsó 30 év átlaga
2000.	553	846	647
2001.	355		
2002.	293		
2003.	293		
2004.	552		
2005.	688		
2006.	772		
2007.	504		
2008.	360		
2009.	513		
2010.	1139		
2011.	563		
2012.	236		
2013.	798		
2014.	1013		
2015.	731		
2016.	705		
2017.	530		
2018.	838		
2019.	504		
2020.	508		
2021.	402		

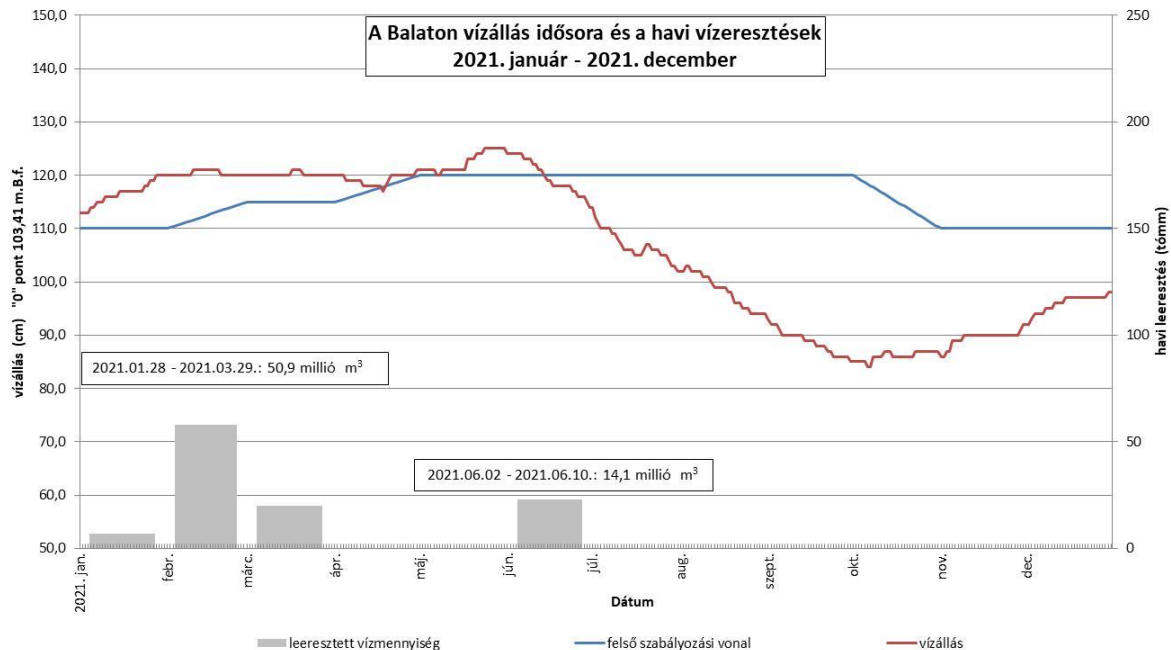
A fenti táblázat felhívja a figyelmet az utolsó harminc év hozzáfolyás átlagának nagyon jelentős csökkenésére is a 100 éves időszakhoz képest.

A párolgás 2021. évi összege **904 tómm**, ami a sokéves átlaghoz (894 tómm) közeli érték. A párolgási havi maximumot, 188 tómm-t július hónapra számítottuk. A nyári havi párolgási értékek és a jégmentes téli hónapok párolgása is a sokéves havi átlagokhoz közeli érték volt.

A 2021-es évben két alkalommal történt **vízeresztés a tóból**. Az év eleji vízeresztés 2021. január 28-án kezdődött és 2021. március 29-én zárult. Indoka a téli üzemi vízszint tartása volt (kiemelt figyelemmel a KBVR leeresztésére). A Balaton átlagvízszintje nyitáskor és záráskor is 120 cm volt. A leeresztett vízmennyiség 50,9 Mm³ (85 tómm) volt.

A következő zsilipnyitás június 2-án történt (124 cm-nél), aminek indoka a Sió 1D-s hidraulikai modellezéséhez szükséges alapadatok előállítása volt. A modellezés a Sió csatornán felhozni tervezett 4 db nagyméretű hajótest legoptimálisabb útvonaltervéhez készült. A hajók szállításának tervezett ideje 2022. év májusa. A zsilip zárásakor, június 10-én a tóvízszint 122 cm, a leeresztett vízmennyiség 14.1 Mm³ (23 tómm) volt. A

vízeresztés folyamata alatt minden nap többször is kalibráló vízhozam mérés történt a Sió csatorna 10 db mérési szelvényében.



A leeresztett vízmennyiségek adatait a 6. sz. táblázat részletesen tartalmazza. Az év folyamán az összes leeresztett vízmennyiség 108 tómm volt, ami 65 Mm³ vízmennyiségnek felel meg.

A tó **természetes vízkészletváltozása** a 11. sz. táblázatban és az 5. ábrán szerepel. Az ábra utolsó éveiben jelentkező negatív anomáliákat, amikor is a tó természetes vízkészlete negatív lett, piros színnel is jelöltük. Ezt a jelenséget korábban 80 éven át nem tapasztaltunk, 2000-óta azonban **8. alkalommal** megismétlődött. A természetes készletváltozás a negatív rekordoknak is köszönhetően egyre tágabb határok (-281 – +1265 tómm) között mozog, valamint a két szélsőérték közé mindössze egy szűk esztendő ékelődött be. Mindez nem csak az időjárási változásokra hívja fel a figyelmet, hanem jelzi a tó és a vízgyűjtő egyre sérülékenyebb voltát is. Az észlelések óta mért legcsapadékosabb évet 2010-ben, a legszárazabbat 2011-ben regisztráltuk. A folyamatos hozzáfolyás-hiányok eredménye lett a negatív rekordot jelentő 2012-ben regisztrált -281 tómm-es természetes készletcsökkenés.

2021. évben a természetes vízkészlet változás értéke (-25 tómm) a sokévi átlagtól (565 tómm) 590 tómm-el marad el. Ha az utolsó 30 év természetes átlagát (362 tómm) hasonlítjuk a tárgyévi értékhez (-25 tómm), akkor 387 tómm hiányt regisztrálunk.

évek	Természetes készletváltozás (tómm)	100 év átlaga (tómm) 1921-2020.	Utolsó 30 év átlaga (tómm) 1991-2020.
2000.	-23	565	362
2001.	-11		
2002.	-88		
2003.	-180		
2004.	434		
2005.	591		
2006.	460		
2007.	232		
2008.	-12		
2009.	134		
2010.	1265		
2011.	-116		
2012.	-281		
2013.	610		
2014.	1061		
2015.	487		
2016.	570		
2017.	220		
2018.	642		
2019.	271		
2020.	136		
2021.	-25		

Havi bontásban nézve a természetes készletek alakulását, a nagycsapadékos május hónap kivételével minden hónapban hiányt tapasztalunk. Az augusztusi nagycsapadékok sem tudták a természetes készleteket pozitívvá tenni, amit a talajrétegek víztartalmának kiürülése, az aszályosodás fokozódása okozott. A havi természetes készletek 2021. évi alakulását a sokévi havi átlagértékekhez viszonyítva mutatja a szövegtáblázat.

Hónapok	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
2021.												
Hiány tómm	-24	-57	-104	-58		-84	-58	-45	-75	-29	-30	-46
Többlet tómm					20							

Az évben 11 hónap természetes készlete vízhiányt tükrözött, míg egyedül a május hónap enyhítette a vízhiányt.

A tó vízkészletének változását integráltan a **vízállások** képezik le. Az év legelső napján 113 cm, utolsó napján 98 cm volt a tó vízállása. A Balaton átlag vízállása a 120 cm-es

értéket az év 122 napján érte el, vagy haladta meg. Az éves vízállás maximum 125 cm (május 24-én), a minimum 84 cm (október 6-án) volt.

A tó vízjátéka 41 cm volt, az év első felében még szabályozási vonal közeli, június 15-től az év végéig a szabályozási vonal alatti vízállásokkal. A tó vízjárása is az aszályt és a vízhiányt tükrözte.

ÖSSZEFOGLALÁS

2013-ban kísérleti céllal kezdődött meg, és évekig folytatódott az akkori szabályozási maximumot (110 cm) célzottan 10 cm-rel meghaladó statikus vízszintek tartása. Az emelt vízszinttartás hatósági engedélyezése másodfokon, 2019. február 6-án jogerőssé vált. A 2021. évi 120 cm-es szabályozási vonalat figyelembe vevő üzemeltetés ennek megfelelően történt.

Az aszályos, vízhiányos 2021. évben 41 cm-es vízjátéka volt a tó átlagvízállásának. Év elején még magas, szabályozási vonal közeli vízállásokkal indult az év, júniustól azonban év végéig sem sikerült a szabályozási vonal közelébe kerülni.

A 2021. év eleji szinten tartó téli vízeresztés, 20 m³/s körüli érték volt. A hidraulika számítást megalapozó júniusi vízeresztés maximuma 36 m³/s, ez a vízeresztés 9 napig tartott.

A két vízeresztés mennyisége összesen 11 cm-es vízelvonást jelentett a tóból.

Az évi csapadékösszeg 477 tómm, a sokévi átlagtól 20 %-ot meghaladó mértékben maradt el.

A hozzáfolyás tárgyévben 402 tómm volt, ami a sokévi érték mintegy 47,5 %-a. Az utolsó 30 év átlaga a 100 éves átlaghoz képest nagyon jelentős csökkenést mutat, ami a vízgyűjtő aszályosodását támasztja alá.

A tó tárgyévi párolgása átlag közeli, 904 tómm volt.

A tó természetes vízkészlet-változása -25 tómm, 2000. év óta nyolcadszor ért el tárgyévben negatív értéket.

Fentiek alapján a tó 2021. évi természetes mérlegelemei a párolgás kivételével átlagtól jelentősen elmaradóak, a tó vízmérlege pedig negatív előjelű.

Siófok, 2022. február 21.



Kravinszkaja Gabriella
Vízrajzi- és adattári osztály vezetője

IRODALOMJEGYZÉK

1. A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása
BVK Siófok, 1992-2020.
2. A Balaton vízháztartási mérleg készítésének fejlesztése
Összefoglaló jelentés
VITUKI Bp. 1986.
3. A Balaton és a tórészek vízháztartási jellemzőinek meghatározása
Összefoglaló jelentések
VITUKI Bp. 1988-1991.
4. A balatoni vízkészletgazdálkodási stratégia fejlesztése és korszerűsítése II. A Balaton-vízgyűjtő hidrológiai viszonyainak feltárása és értékelése
VITUKI Bp., 1996.
5. A Balaton vízgyűjtőjének vízforgalmi vizsgálata
KDT VIZIG, 1997.
6. A Balaton vízpótlási lehetőségeinek vizsgálata
VITUKI Bp., 2002.
KÖDU KÖVIZIG Székesfehérvár, 2011.
7. A Balatoni vízeresztés vízrajzi tapasztalatai
2005. szeptember – 2006. január
BVK Siófok, 2006.

MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

Ábrák

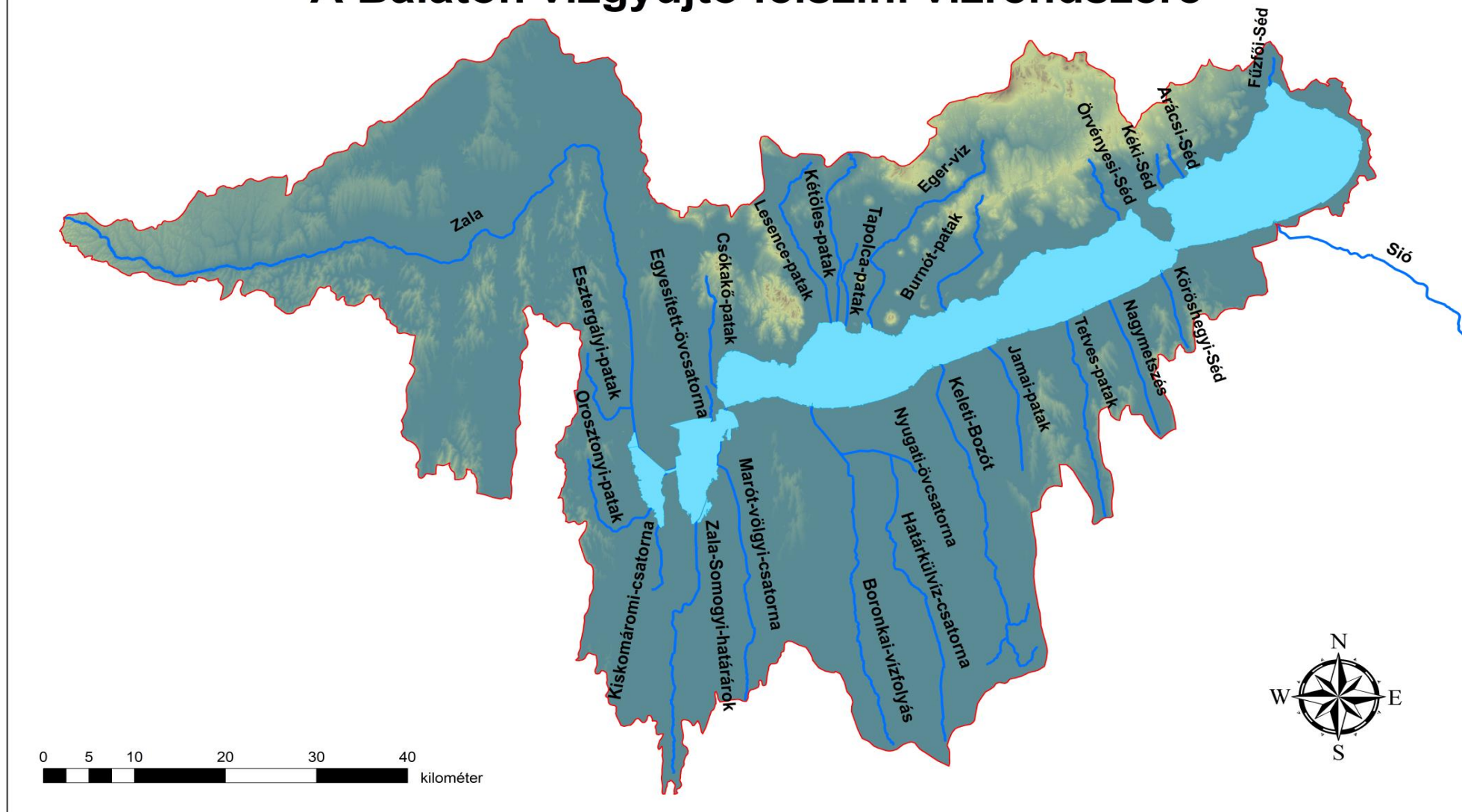
1. A Balaton vízgyűjtő elszíni vízrendszere
2. A Balaton vízmérlege 2021.
3. A Balaton vízháztartási elemeinek változása 1992-2021.
4. A Balaton tórészeinek vízmérlege 2021.
5. Természetes vízkészletváltozás alakulása a Balatonon 1921-2021.
6. A Balaton hóeleji vízállásai és a szabályozási tartomány 2003-2021.
7. Jégjelenségek a Balatonon Siófoknál 2021.

Táblázatok

1. A Balaton környezetében üzemelő csapadékmérő állomások havi csapadékösszegei 2021.
2. Szivattyús belvízbevezetés a Balatonba 2021.
3. Hozzáfolyás a Balatonhoz 2021.
4. Párolgás a Balaton felszínéről 2021.
5. Balatoni vízhasználatok 2021.
6. Vízeresztés a Balatonból 2021.
7. Alapadatok a vízkészletváltozás meghatározásához 2021.
8. A Balaton vízháztartási jellemzői és a vízmérleg záróhibái 2021.
9. A Balaton vízmérlege 2021.
10. Tórészenkénti vízmérleg 2021.
11. A Balaton vízháztartási elemeinek éves alakulása 1992-2021.

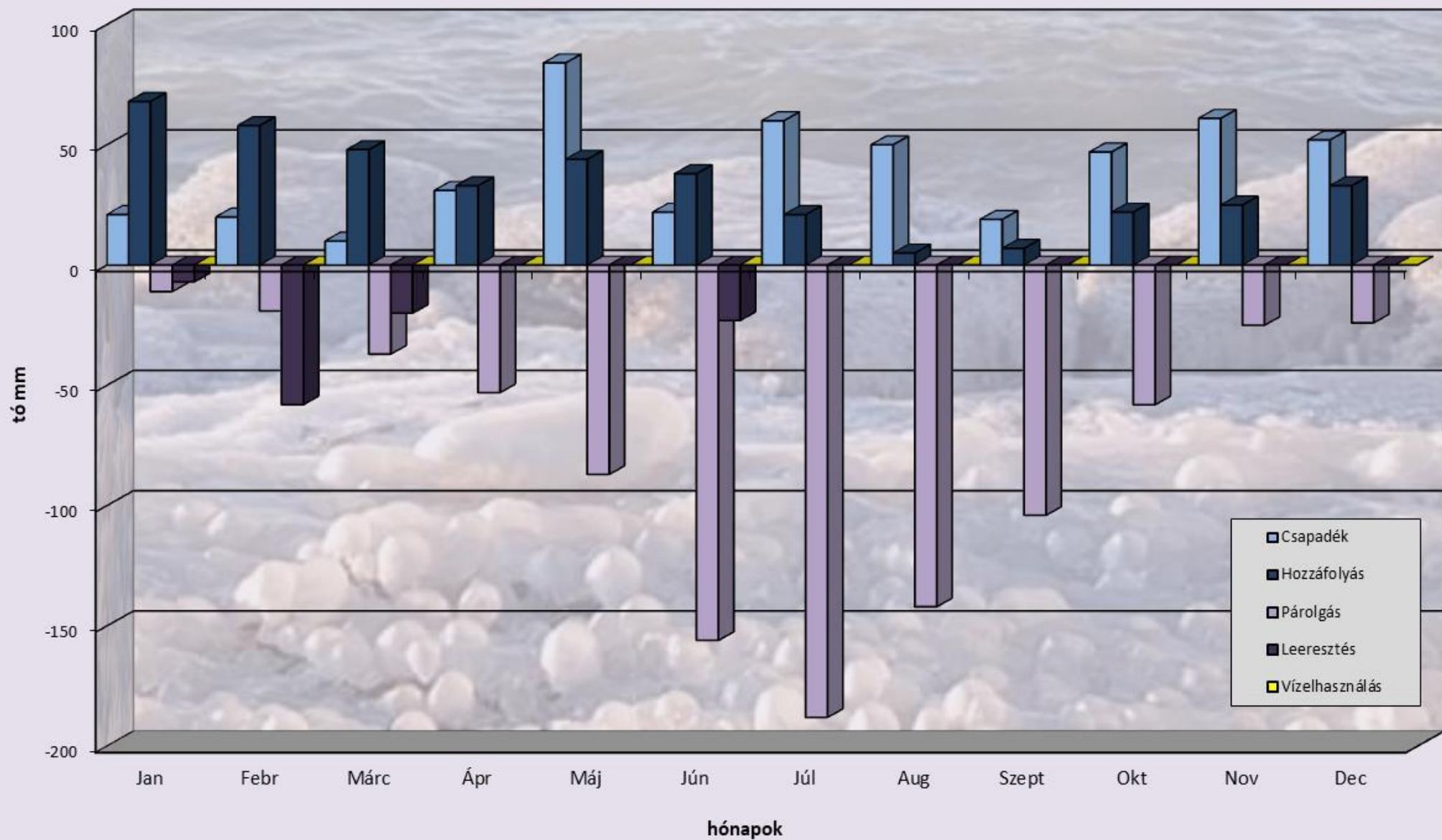
ÁBRÁK, TÁBLÁZATOK

A Balaton vízgyűjtő felszíni vízrendszere



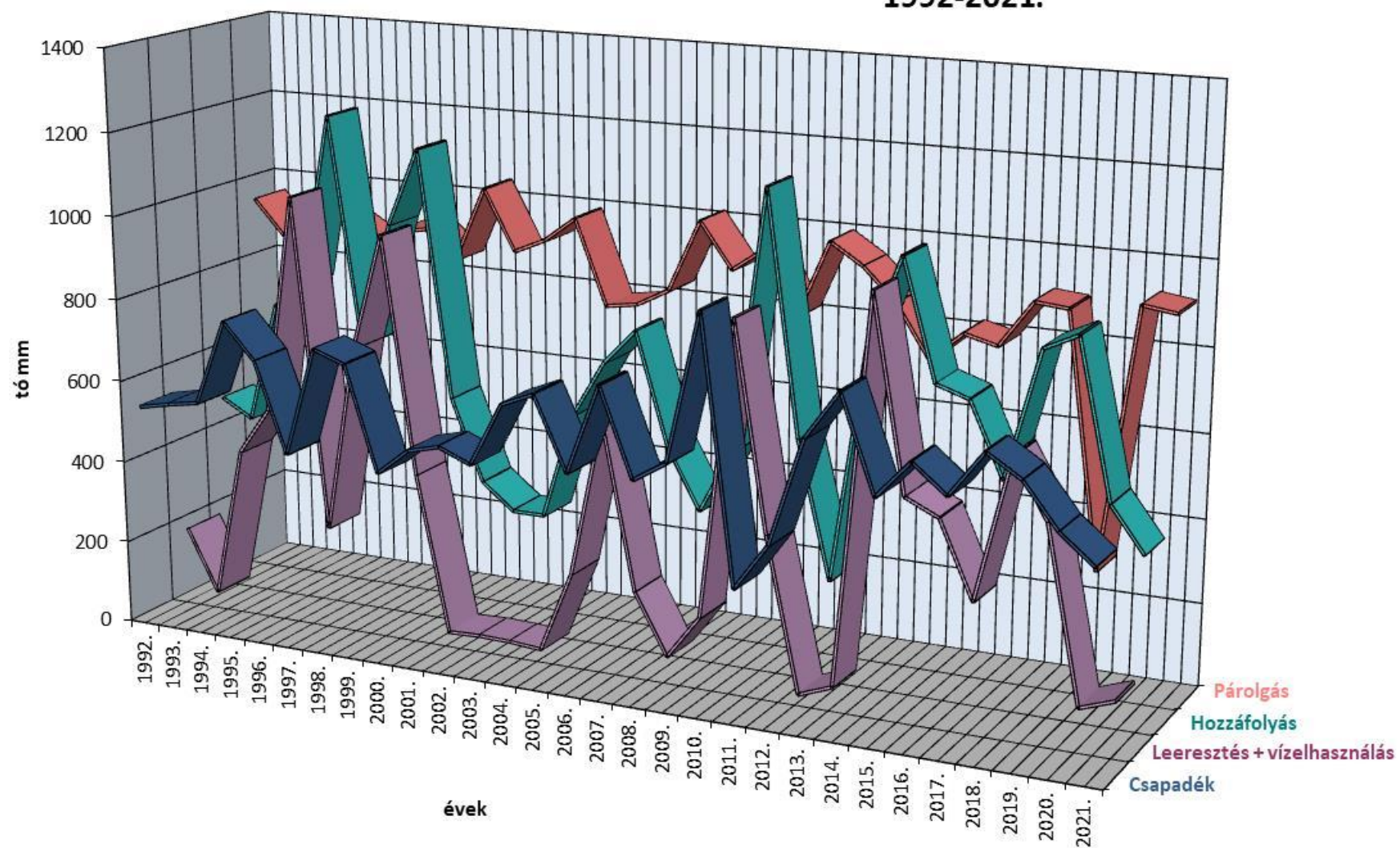
1. ábra

A BALATON VÍZMÉRLEGE 2021.

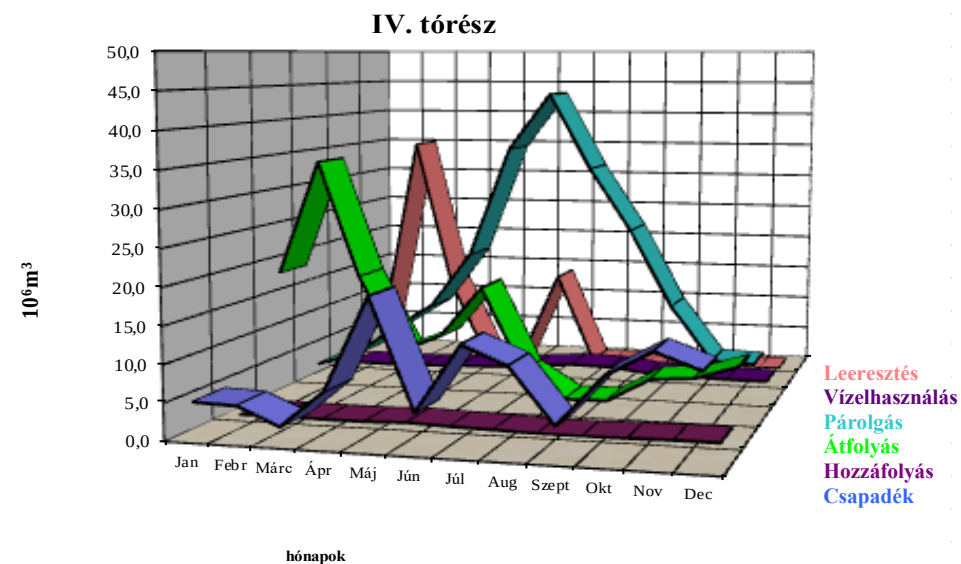
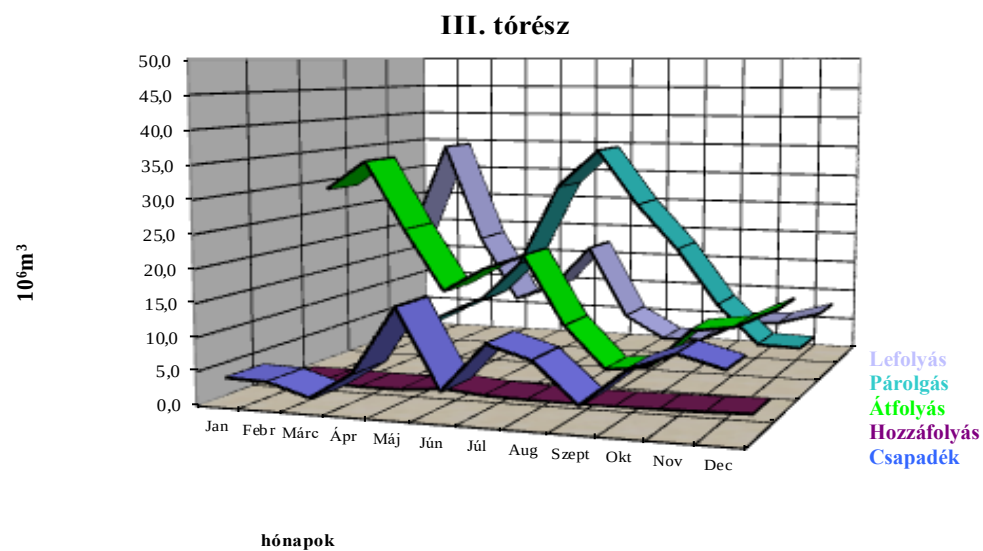
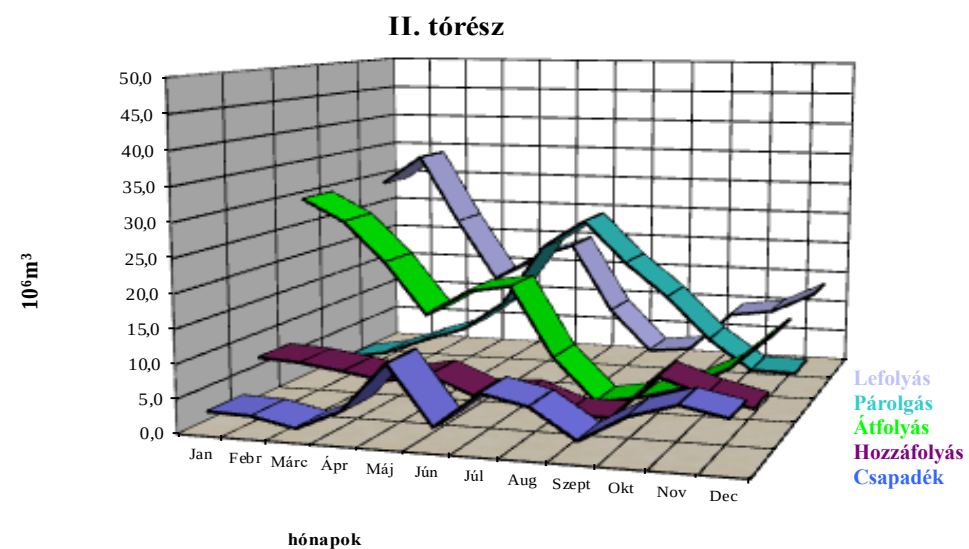
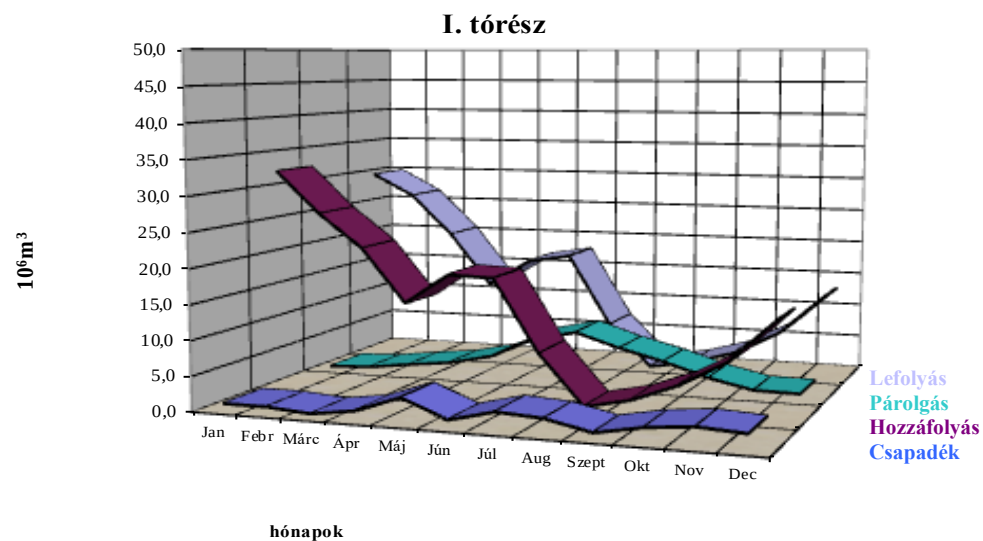


2. ábra

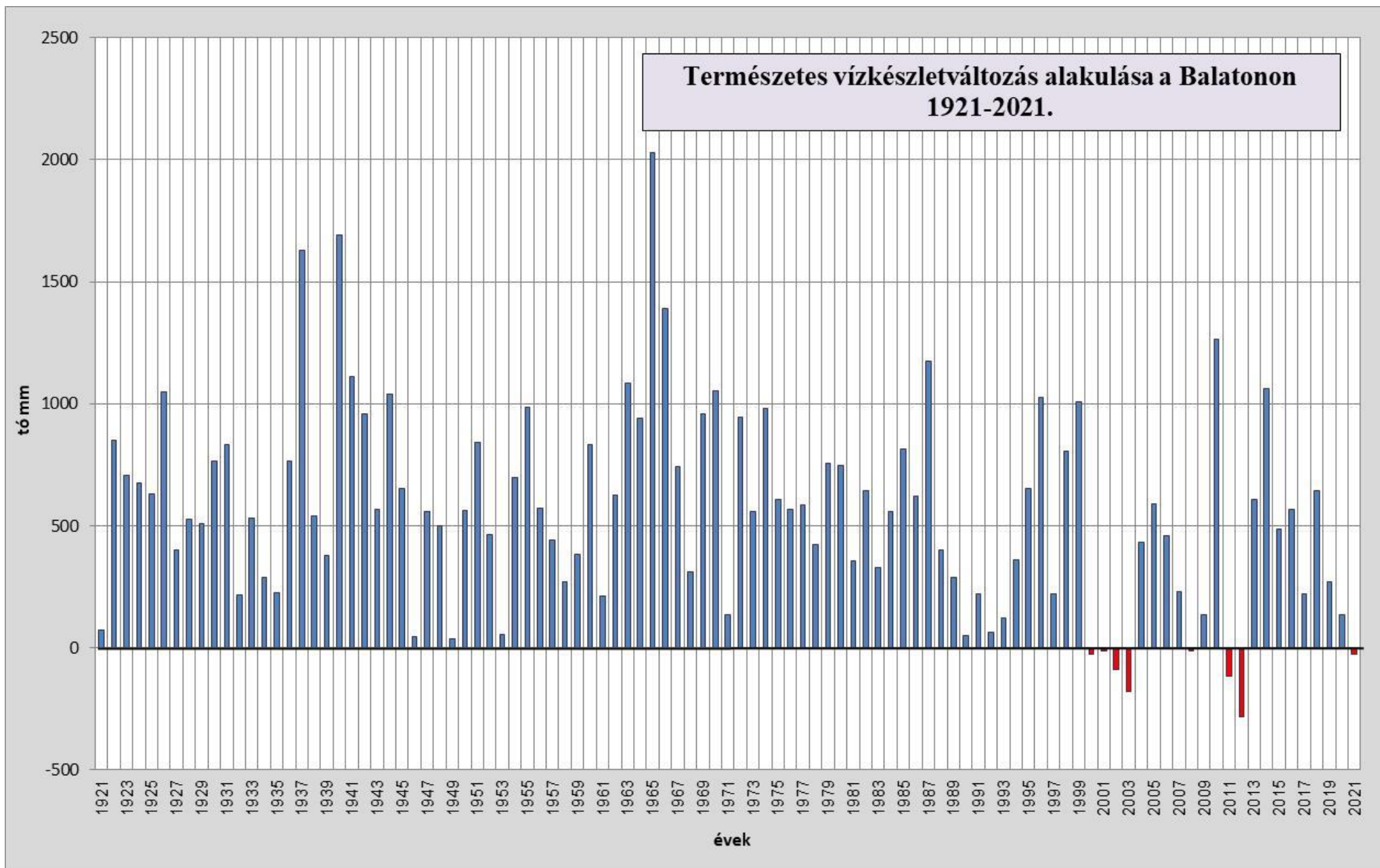
A BALATON VÍZHÁZTARTÁSI ELEMEINEK VÁLTOZÁSA 1992-2021.



A BALATON TÓRÉSZEINEK VÍZMÉRLEGE 2021.

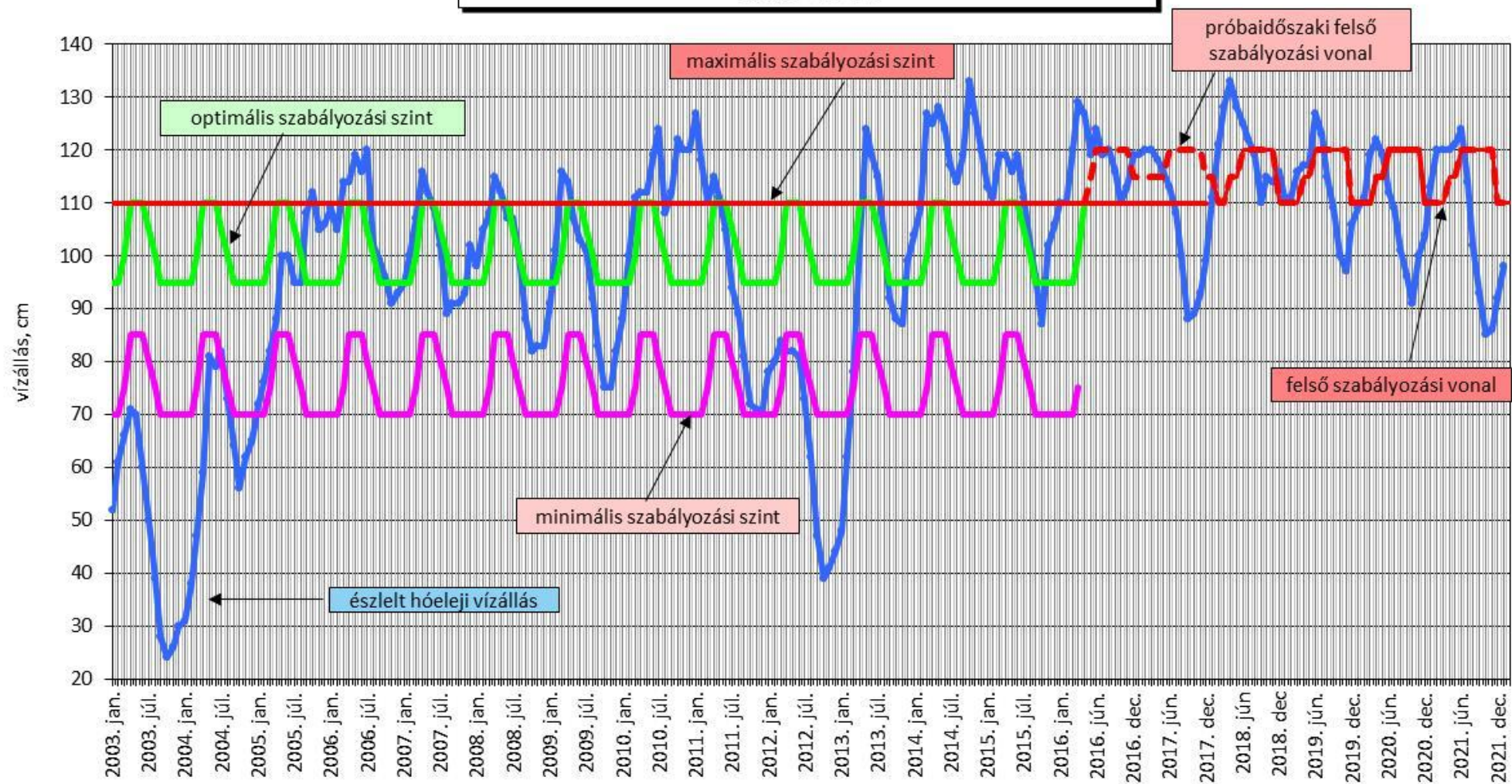


4. ábra



5. ábra

A Balaton hóeleji vízállásai és a szabályozási tartomány 2003-2021.



Jégjelenségek a Balatonon Siófoknál 2021.



7. ábra

**A Balaton környezetében üzemelő csapadékmérő állomások havi csapadékösszegei (mm)
2021.**

Ssz.	Állomás	Jan	Febr	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl	Aug	Szept	Okt	Nov	Dec	Évi összes
1.	Keszthely Tanyaker.	22,6	19,0	8,5	27,5	92,5	3,0	69,2	62,2	23,9	32,9	52,2	40,1	453,6
2.	Fenékpusztá	21,1	14,9	11,6	33,8	84,6	3,5	46,8	68,4	19,9	41,4	50,8	50,2	447,0
3.	Balatonederics	23,1	21,2	6,8	47,9	102,1	24,4	40,5	56,7	29,7	54,3	56,7	44,4	507,8
4.	Balatonkeresztúr	19,5	21,4	12,5	33,9	76,9	5,0	70,5	68,0	16,9	41,1	58,6	62,6	486,9
5.	Balatonmáriafürdő	23,7	21,6	15,4	37,0	82,6	48,0	65,6	58,6	19,6	43,6	52,5	54,6	522,8
6.	Fonyód	19,7	15,6	10,4	30,2	85,7	7,8	58,5	49,2	18,5	46,4	53,5	51,3	446,8
7.	Balatonlelle	27,4	18,6	16,0	36,2	81,6	7,5	81,3	54,5	20,3	56,5	66,4	61,5	527,8
8.	Balatonszemes	13,9	15,0	7,3	24,2	68,7	20,0	38,7	43,5	12,5	49,4	55,3	51,4	399,9
9.	Balatonakali	23,5	17,0	7,1	27,2	79,8	13,9	34,9	36,1	17,0	51,9	57,1	58,3	423,8
10.	Siófok	14,2	21,0	7,1	16,8	72,3	9,8	91,4	28,2	14,8	53,4	58,1	54,0	441,1
11.	Balatonvilágos	22,8	25,2	12,9	32,3	89,2	4,9	38,4	52,4	18,0	55,4	55,5	53,8	460,8
12.	Balatonkenese	21,3	28,1	7,6	25,7	87,9	1,6	38,8	43,5	14,7	46,5	52,5	58,9	427,1
13.	Alsóörs	24,4	24,1	7,7	31,9	87,2	3,0	42,5	30,4	16,2	54,2	57,7	54,0	433,3
Balaton összesen (tó mm)		21	20	10	31	84	12	55	50	19	48	56	54	460

Szivattyús belvízbevezetés a Balatonba (m³)
2021.

[illegible]

Hozzáfolyás a Balatonhoz (m³/s)
2021.

	Jan	Febr	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl	Aug	Szept	Okt	Nov	Dec	Évi átlag	Évi összes
Esztergályi-patak	0,085	0,088	0,032	0,014	0,040	0,012	0,005	0,004	0,002	0,029	0,007	0,034	0,029	
2. részvízgyűjtő	0,363	0,376	0,137	0,060	0,171	0,051	0,021	0,017	0,009	0,124	0,030	0,145	0,125	
1. részvízgyűjtő (Zala)	11,670	10,490	7,910	5,270	5,940	4,990	1,430	0,170	0,760	1,510	2,500	5,190	4,819	
I. törész	12,033	10,866	8,047	5,330	6,111	5,041	1,451	0,187	0,769	1,634	2,530	5,335	4,944	
Tapolca-patak	0,542	0,507	0,420	0,433	0,414	0,321	0,225	0,273	0,292	0,361	0,389	0,447	0,385	
Nádasmező K-i kifolyó	0,108	0,114	0,073	0,081	0,114	0,028	0,009	0,042	0,050	0,094	0,143	0,175	0,086	
Nádasmező Ny-i kifolyó	0,167	0,163	0,119	0,138	0,150	0,046	0,007	0,063	0,090	0,146	0,150	0,157	0,116	
3. részvízgyűjtő	0,817	0,784	0,612	0,652	0,678	0,395	0,241	0,378	0,432	0,601	0,682	0,779	0,588	
Egervíz	0,622	0,471	0,414	0,541	0,624	0,390	0,272	0,244	0,272	0,553	0,351	0,429	0,432	
4. részvízgyűjtő	0,684	0,518	0,455	0,595	0,686	0,429	0,299	0,268	0,299	0,608	0,386	0,472	0,475	
Nyugati-övcatorna	0,758	1,114	0,875	0,579	0,422	0,153	0,037	0,097	0,041	1,573	0,483	0,379	0,543	
K-B-árok Pamuk	0,235	0,284	0,117	0,187	0,227	0,039	0,010	0,008	0,018	0,092	0,142	0,368	0,144	
Keleti-Bozót-árok	0,530	0,442	0,194	0,211	0,399	0,147	0,231	0,037	0,033	0,358	0,400	0,170	0,263	
belvízbevezetés	0,000	0,083	0,191	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	
9. részvízgyűjtő	1,346	1,688	1,281	0,813	0,865	0,316	0,293	0,138	0,078	1,970	0,927	0,568	0,857	
II. törész	2,847	2,990	2,348	2,060	2,229	1,140	0,833	0,784	0,809	3,179	1,995	1,819	1,919	
Burnót-patak	0,033	0,044	0,032	0,042	0,058	0,016	0,004	0,002	0,002	0,003	0,004	0,005	0,020	
Örvényesi-Séd	0,017	0,015	0,013	0,015	0,017	0,016	0,017	0,018	0,020	0,021	0,027	0,027	0,019	
5. részvízgyűjtő	0,064	0,071	0,055	0,069	0,089	0,045	0,035	0,034	0,038	0,041	0,053	0,054	0,054	
Tetves-patak (Visz)	0,104	0,128	0,095	0,098	0,119	0,033	0,013	0,011	0,008	0,017	0,043	0,089	0,063	
Tetves-patak (tork.)	0,010	0,013	0,010	0,010	0,012	0,003	0,001	0,001	0,001	0,002	0,004	0,009	0,006	
Szólád	0,057	0,074	0,056	0,051	0,062	0,019	0,010	0,007	0,006	0,012	0,025	0,047	0,036	
Nagymetszés-patak	0,066	0,090	0,065	0,057	0,073	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002	0,021	0,052	0,037	
Jamai-patak	0,029	0,012	0,016	0,006	0,107	0,028	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002	0,033	0,020	
Kőröshegyi-Séd	0,051	0,045	0,015	0,014	0,020	0,016	0,007	0,005	0,005	0,009	0,020	0,039	0,021	
belvízbevezetés	0,000	0,000	0,000	0,000	0,041	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	
8. részvízgyűjtő	0,156	0,160	0,106	0,087	0,253	0,059	0,010	0,006	0,006	0,013	0,047	0,133	0,086	
III. törész	0,220	0,231	0,161	0,156	0,342	0,104	0,045	0,040	0,044	0,054	0,100	0,187	0,140	
Arácsi-Séd	0,006	0,008	0,006	0,006	0,010	0,006	0,003	0,003	0,002	0,003	0,004	0,005	0,005	
Kéki-Séd	0,019	0,022	0,020	0,020	0,025	0,016	0,012	0,012	0,011	0,016	0,017	0,022	0,018	
Fűzfői-Séd	0,010	0,011	0,007	0,008	0,012	0,017	0,010	0,008	0,007	0,007	0,012	0,016	0,010	
6. részvízgyűjtő	0,078	0,100	0,076	0,077	0,122	0,082	0,045	0,043	0,032	0,046	0,060	0,078	0,070	
7. részvízgyűjtő	0,077	0,095	0,070	0,073	0,088	0,024	0,010	0,008	0,006	0,013	0,032	0,066	0,047	
IV. törész	0,155	0,195	0,146	0,150	0,210	0,106	0,055	0,051	0,038	0,059	0,092	0,144	0,117	
Balaton összesen	15,255	14,282	10,702	7,696	8,892	6,391	2,384	1,062	1,660	4,926	4,717	7,485	7,121	
Tóvízszlopok (mm)	68	58	48	33	40	28	11	5	7	22	20	33		373

Párolgás a Balaton felszínéről 7 hidrometeorológiai állomás alapján (mm)
2021.

	Jan	Febr	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl	Aug	Szept	Okt	Nov	Dec	Évi átlag	Évi összes
Párányomás (mb)														
ev	6,3	6,5	6,8	8,3	12,1	17,9	19,9	18,3	14,9	10,0	8,1	6,2	11,3	
Léghőmérséklet C°														
t	2,3	2,7	5,7	9,2	14,5	22,8	24,2	20,9	17,3	10,0	6,0	2,6	11,5	
E	7,2	7,4	9,2	11,6	16,5	27,8	30,2	24,7	19,7	12,3	9,3	7,4		
E-ev	0,9	0,9	2,4	3,3	4,4	9,9	10,3	6,4	4,8	2,3	1,2	1,2	4,0	
Szélesség (m/s)														
v	3,3	2,9	4,0	4,5	3,9	3,0	3,5	3,2	3,0	2,9	2,7	3,8	3,4	
a	1,0	1,0	0,7	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,4	1,0		
n	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		
Párolgás (mm)	18	16	33	51	87	187	203	125	91	58	32	24		925

**Balatoni vízhasználatok (m³)
2021.**

	Jan	Febr	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl	Aug	Szept	Okt	Nov	Dec	Évi összes
Víz kivételek													
Ivóvíz	434 260	393 103	451 885	716 697	824 469	1 314 415	1 725 897	1 647 781	850 996	619 698	481 082	490 582	9 950 865
Mezőgazdasági+ipari+egyéb	80 129	72 377	80 129	77 545	80 129	77 545	84 227	80 129	77 545	80 129	77 545	80 129	947 558
Összesen	514 389	465 480	532 014	794 242	904 598	1 391 960	1 810 124	1 727 910	928 541	699 827	558 627	570 711	10 898 423
Vízbevezetés													
Szennyvízbevezetés	57 124	52 130	59 544	61 477	75 791	83 192	103 659	100 180	56 266	56 876	52 049	58 020	816 308
Víz felhasználás a Balatonból													
(m³)	457 265	413 350	472 470	732 765	828 807	1 308 768	1 706 465	1 627 730	872 275	642 951	506 578	512 691	10 082 115
(tó mm)	0,8	0,7	0,8	1,2	1,4	2,2	2,8	2,7	1,4	1,1	0,8	0,9	16,8

Vízeresztés a Balatonból (m³)
2021.

	Jan	Febr	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl	Aug	Szept	Okt	Nov	Dec	Évi összes
Bögzés													
Dátum													
m ³													
Vízeresztés													
Dátum	28-31.	1-28.	1-29.			2-10.							
m ³	4 358 808	34 762 140	11 807 028			14 092 949							65 020 925
Összesen (m³)	4 358 808	34 762 140	11 807 028	0	0	14 092 949	0	0	0	0	0	0	65 020 925
tó mm	7	58	20	0	0	23	0	0	0	0	0	0	108

**Alapadatok a vízkészletváltozás meghatározásához
2021.**

	Jan	Febr	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl	Aug	Szept	Okt	Nov	Dec	2022. Jan.
Vízállások (cm)													
Előző hó utolsó napján	113	120	120	120	121	125	114	102	94	85	87	92	98
Tárgyhó első napján	113	120	120	120	121	125	114	102	93	85	86	92	98
Tárgyhó második napján	113	120	120	120	121	124	112	102	92	85	86	92	98
Hóeleji középvízállás (cm)	113	120	120	120	121	125	113	102	93	85	86	92	98
Vízkészletváltozás a tárgyhóban (mm)	70	0	0	10	40	-120	-110	-90	-80	10	60	60	

**A Balaton vízháztartási jellemzői és a vízmérleg záróhibái (mm)
2021.**

	Jan	Febr	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl	Aug	Szept	Okt	Nov	Dec	Évi összes
Csapadék	21	20	10	31	84	12	55	50	19	48	56	54	460
Csapadék jav.						22	60			47	61	52	477
Hozzáfolyás	68	58	48	33	40	28	11	5	7	22	20	33	373
Hozzáfolyás jav.					44	38	21				25		402
Párolgás	18	16	33	51	87	187	203	125	91	58	32	24	925
Párolgás jav.	11	19	37	53		156	188	142	104		25		904
Leeresztés	7	58	20	0	0	23	0	0	0	0	0	0	108
Leeresztés jav.													
Vízfelhasználás	1	1	1	1	1	1	3	3	2	1	1	1	17
Vízfelhasználás jav.													
Vízkészletváltozás													
K számított	63	3	4	12	36	-171	-140	-73	-67	11	43	62	-217
K mért	70	0	0	10	40	-120	-110	-90	-80	10	60	60	-150
Záróhiba	-7	3	4	2	-4	-51	-30	17	13	1	-17	2	-67

**A Balaton vízmérlege (tó mm)
2021.**

VÍZHÁZTARTÁSI ELEM	Jan	Febr	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl	Aug	Szept	Okt	Nov	Dec	Évi összes
Csapadék	21	20	10	31	84	22	60	50	19	47	61	52	477
Hozzáfolyás	68	58	48	33	44	38	21	5	7	22	25	33	402
Párolgás	11	19	37	53	87	156	188	142	104	58	25	24	904
Leeresztés	7	58	20	0	0	23	0	0	0	0	0	0	108
Vízfelhasználás	1	1	1	1	1	1	3	3	2	1	1	1	17
Vízkielégítettség	70	0	0	10	40	-120	-110	-90	-80	10	60	60	-150
Természetes vízkészletváltozás	78	59	21	11	41	-96	-107	-87	-78	11	61	61	-25

Tórészenkénti vízmérleg (10^6 m^3)

2021.

	Jan	Febr	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl	Aug	Szept	Okt	Nov	Dec	Évi összes
I. TÓRÉSZ													
Csapadék	0,9	0,9	0,4	1,3	3,6	1,0	2,6	2,2	0,8	2,0	2,6	2,2	20,5
Hozzáfolyás	32,3	26,3	21,5	13,8	18,2	18,0	7,7	0,5	1,9	4,4	8,0	14,2	166,8
Párolgás	0,5	0,8	1,6	2,3	3,7	6,7	8,1	6,1	4,5	2,5	1,1	1,0	38,9
Lefolyás	29,7	26,4	20,3	12,4	16,4	17,5	6,9	0,5	1,6	3,5	6,9	12,8	154,9
Készletváltozás	3,0	0,0	0,0	0,4	1,7	-5,2	-4,7	-3,9	-3,4	0,4	2,6	2,6	-6,5
II. TÓRÉSZ													
Csapadék	2,9	2,7	1,4	4,3	11,5	3,0	8,2	6,8	2,6	6,4	8,4	7,1	65,3
Hozzáfolyás	7,6	7,2	6,3	5,3	6,6	4,0	4,4	2,1	2,1	8,5	6,3	4,8	65,2
Átfolyás	29,7	26,4	20,3	12,4	16,4	17,5	6,9	0,5	1,6	3,5	6,9	12,8	154,9
Párolgás	1,5	2,6	5,1	7,3	11,9	21,4	25,8	19,4	14,3	7,9	3,4	3,3	123,9
Lefolyás	29,1	33,7	22,9	13,3	17,1	19,5	8,8	2,3	3,0	9,1	10,0	13,2	182,0
Készletváltozás	9,6	0,0	0,0	1,4	5,5	-16,4	-15,1	-12,3	-11,0	1,4	8,2	8,2	-20,5
III. TÓRÉSZ													
Csapadék	3,9	3,7	1,8	5,8	15,7	4,1	11,2	9,3	3,5	8,8	11,4	9,7	88,9
Hozzáfolyás	0,6	0,6	0,4	0,4	1,0	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	4,8
Átfolyás	29,1	33,7	22,9	13,3	17,1	19,5	8,8	2,3	3,0	9,1	10,0	13,2	182,0
Párolgás	2,1	3,6	6,9	9,9	16,2	29,2	35,2	26,5	19,5	10,8	4,7	4,5	169,1
Lefolyás	18,4	34,4	18,2	7,7	10,1	17,2	5,6	2,0	2,1	5,4	5,8	7,7	134,6
Készletváltozás	13,1	0,0	0,0	1,9	7,5	-22,4	-20,6	-16,8	-15,0	1,9	11,2	11,2	-28,0
IV. TÓRÉSZ													
Csapadék	4,9	4,7	2,3	7,2	19,6	5,1	14,0	11,6	4,4	10,9	14,2	12,1	111,0
Hozzáfolyás	0,4	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	4,0
Átfolyás	18,4	34,4	18,2	7,7	10,1	17,2	5,6	2,0	2,1	5,4	5,8	7,7	134,6
Párolgás	2,6	4,4	8,6	12,3	20,2	35,9	43,8	33,1	24,3	13,5	5,8	5,6	210,1
Vízfelhasználás	0,5	0,4	0,5	0,7	0,8	1,3	1,7	1,6	0,9	0,7	0,5	0,5	10,1
Leeresztés	4,3	34,8	11,8	0,0	0,0	13,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,4
Készletváltozás	16,3	0,0	0,0	2,3	9,3	-28,0	-25,6	-21,0	-18,6	2,3	14,0	14,0	-35,0

**A Balaton vízháztartási elemeinek éves alakulása
1992 - 2021. években (tó mm)**

VÍZHÁZTARTÁSI ELEM	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.
Csapadék	538	554	567	773	688	471	734	707	457	521	541	509	660	693	520
Hozzáfolyás	478	435	729	794	1212	658	962	1151	553	355	293	293	552	688	772
Párolgás	951	866	933	913	875	906	919	851	1033	887	922	982	778	790	832
Leeresztés	151	1	369	484	1014	213	667	937	375	0	1	0	0	197	579
Vízfelhasználás	34	32	34	31	31	30	30	30	32	29	31	30	24	24	21
Természetes vízkészletváltozás	65	123	363	645	1025	223	777	1007	-23	-11	-88	-180	434	591	460

VÍZHÁZTARTÁSI ELEM	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Csapadék	734	526	575	929	309	421	673	786	563	652	587	694	648	543	477
Hozzáfolyás	504	360	513	1139	563	236	798	1013	731	705	530	838	504	508	402
Párolgás	1006	898	954	803	988	938	861	738	807	787	897	890	881	915	904
Leeresztés	180	39	145	858	367	0	36	960	506	468	286	628	277	81	108
Vízfelhasználás	22	19	19	17	17	19	14	11	11	12	14	14	14	15	17
Természetes vízkészletváltozás	232	-12	134	1265	-116	-281	610	1061	487	570	220	642	271	136	-25