

**XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia
Had- és Rendészettudományi Szekció
Budapest, 2013. április 16-18.
Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar**

A Balaton vízháztartása

Jelige: Ferrari

Dolgozat lezárásának időpontja: *2012. október*

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. A Téma aktualitása, kutatási célkitűzés.....	3
3. A Balaton és környékének természet-és társadalom földrajzi jellemzése.....	5
4. A Balaton vízmérlege 2000-2009 között.....	7
4.1.:A 10 év adatainak általános ismertetése	7
4.2. A hozzáfolyások elemzése.....	11
4.3. A Sió-csatorna	13
4.4.:A vízmérleg-adatok éves elemzése	14
4.4.1.: 2000. évi vízmérleg adatok elemzése	15
4.4.2.: 2001 évi vízmérleg adatok elemzése	18
4.4.3.: 2002. évi vízmérleg adatok elemzése	20
4.4.4.: 2003. évi vízmérleg adatok elemzése	23
4.4.5.: 2004. évi vízmérleg adatok elemzése	26
4.4.6.: 2005. évi vízmérleg adatok elemzése	29
4.4.7.: 2006. évi vízmérleg adatok elemzése	32
4.4.8.: 2007. évi vízmérleg adatok elemzése	35
4.4.9.: 2008. évi vízmérleg adatok elemzése	37
4.4.10.: 2009 évi vízmérleg adatok elemzése.....	40
5. A Balaton 2003. évi vízpótlási terve	42
6. Milyen problémák keletkezhetnek az alacsony vízállásból?	43
7. Balaton vízminősége.....	46
8. Összegzés.....	51
Felhasznált irodalom.....	53
Ábrajegyzék.....	53
Táblázatok jegyzéke	57

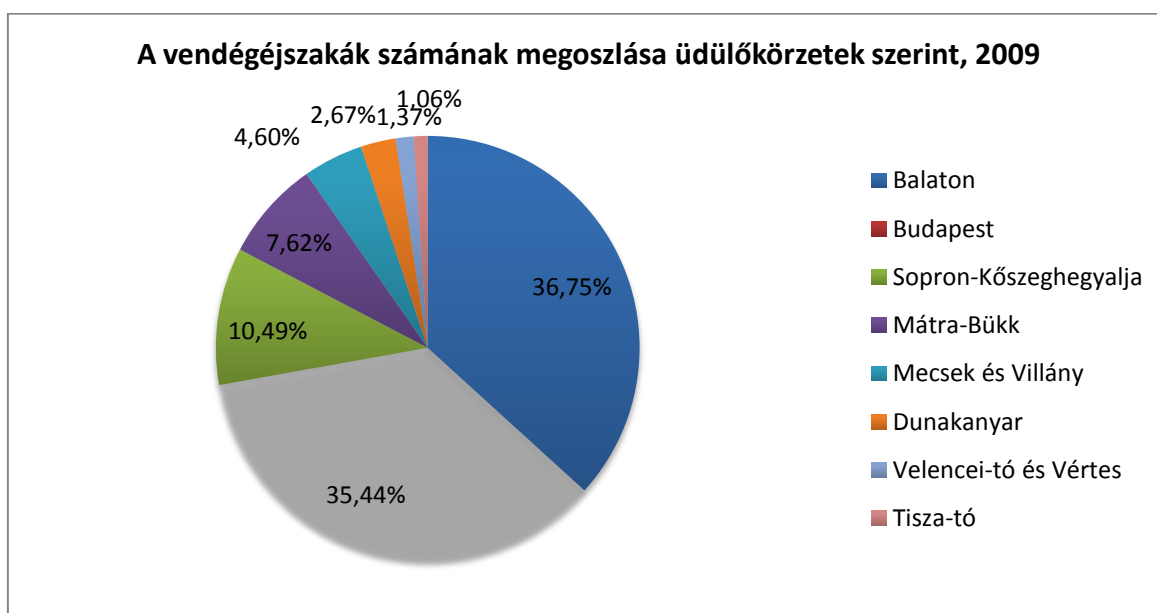
1. Bevezetés

Munkámban szeretném bemutatni a Balaton vízháztartását az elmúlt évtizedben, mivel Siófokon lakom, ezért a tó része a mindennapjaimnak. Mind a nyári, mind a téli hónapokban, vízszíntingadozást tapasztaltam, a Sión leengedett vízmennyiséget, pedig szinte minden nap látom. Továbbá szeretnék általános ismertetést adni a tó adottságairól, jellegzetes viszonyairól, hiszen rengeteg információt, hírt közöl a média a tóval kapcsolatban, viszont ezek hitelessége, valóságtartama számos esetben eltér az igazságtól. Néhány bekezdésben a száraz adatok elemzésén túlmenően saját tapasztalataimat is leírom, teszem ezt a tisztán látás miatt, mivel sok esetben jobb, pontosabb, a valóságot jobban megközelítő képet kapunk így, mint tisztán az adatok elemzéséből.

2. A téma aktualitása, Kutatási célkitűzés

Jelen mű írásának időpontjában ismét felerősödött a 2003-ban, alig 9 éve tapasztalt média visszhang, természetesen a tó kiszáradásával kapcsolatban. Úgy érzem időszerű tehát a témával foglalkozni. 2012. október első felében a tó vízszintje 40-50 cm közötti értéken állt, tehát igen jelentős közel 70 cm vízmennyiség hiányzik a tóból, ezt, aki mostanában járt a tó környékén azonnal észlelhette.

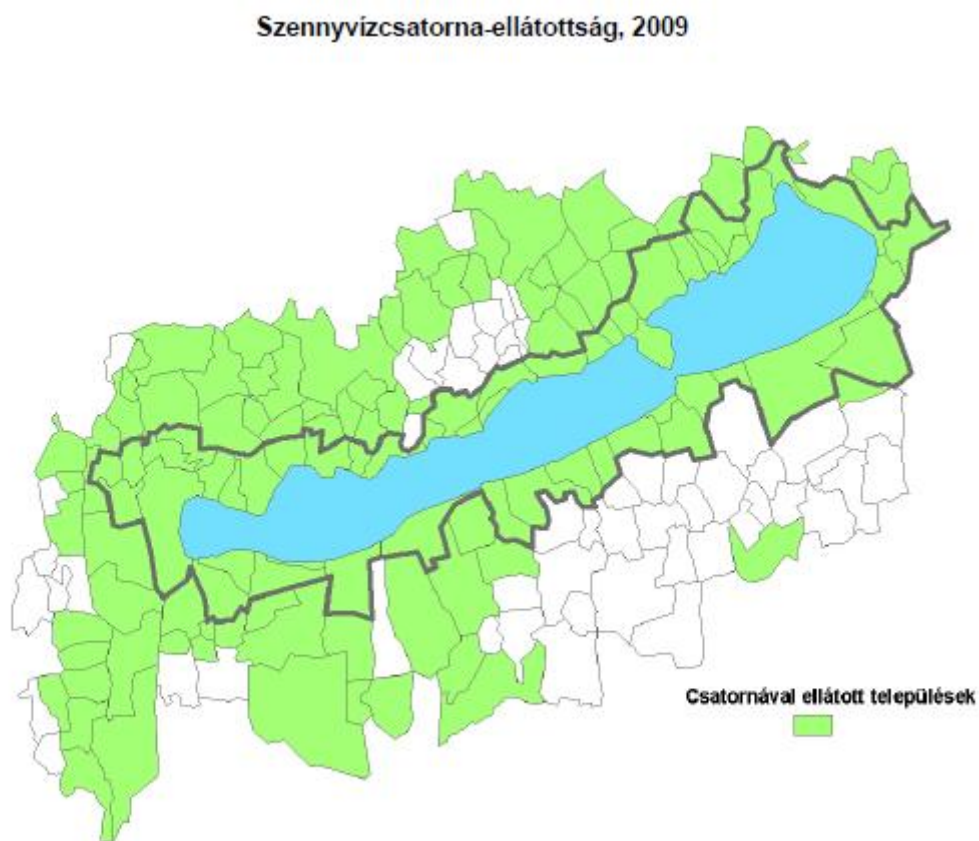
De miért is probléma ez? Egyáltalán érdemes-e foglalkozni ezzel?



1. ábra: (Forrás : A Balaton Kiemelt Üdülőkörzet társadalma és gazdasága)

Természetesen a Balaton sokkal több, mint egy süllyedékes tó, amely páratlan biológia sokrétűséggel rendelkezik. Gazdaságilag nagyon fontos szerepet játszik az ország életében, az ország nyolc (8) kiemelt üdülőkörzetének egyike a Balaton. A kiemelt üdülőkörzetek közül a Balatonnál a legmagasabb az eltöltött összes vendég éjszakák száma, amely meghaladja a 36%-ot.(lásd 2. ábra). Országos átlagban 1,6%-os a turizmus hozzájárulása az ország teljes gazdasági teljesítményéhez, a tó környéki három (3) megyében ezen adat több mint 2-szer nagyobb. Számszerűsítve ez azt jelenti, hogy 2009-ben 1,6 millió vendégéjszakát töltöttek el a tó körül, ami a környék lakosságának 6-szorosa, ez jelentős terhelést jelent a térségnek, hiszen a vendégek döntően a nyári hónapokban lepik el a tó környékét. Ennek folyományaként jelentősen nő a kommunális hulladék és szennyvíz mennyisége és az ivóvíz felhasználása.

Miért fontos? Mit befolyásol? Hogyan hat a tó ökoszisztémájára? Milyenek a turizmus hatásai, a tópart környéki települések szennyezésére?



2. ábra: (Forrás A Balaton Kiemelt Üdülőkörzet társadalma és gazdasága)

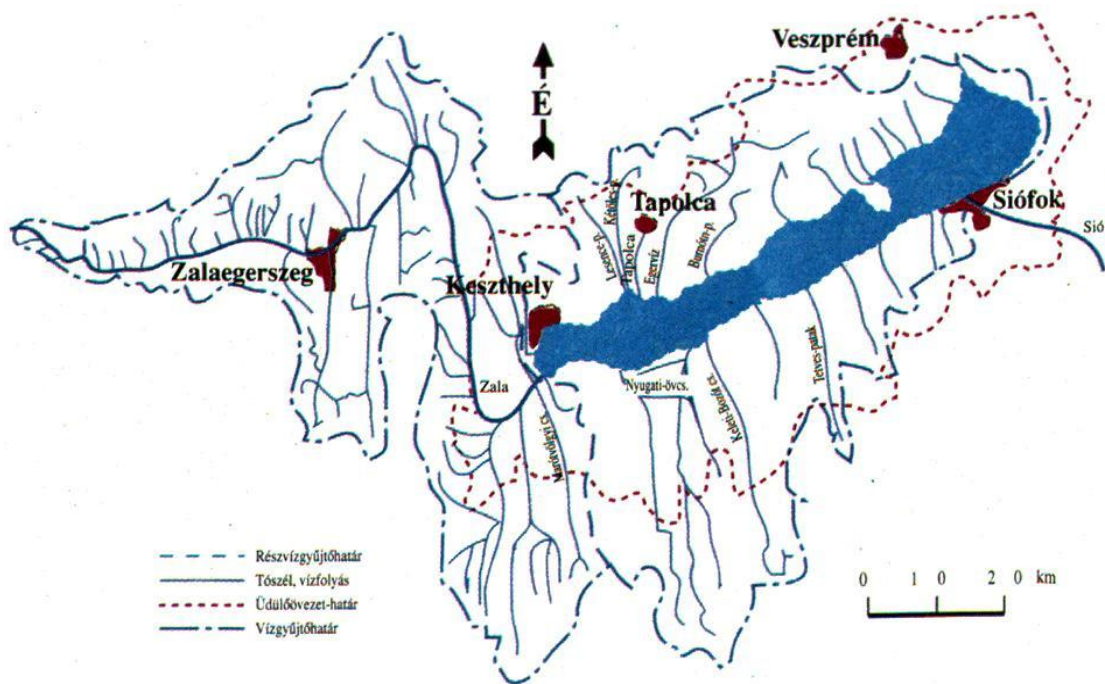
Az ivóvíz a térségben szinte minden településre eljut, de a csatornázottság már nem fedi le, teljesen az adott területet. A tó közvetlen közelében lévő településeken ugyan mindenütt kiépült a szükséges infrastruktúra, de a parttól távolabb még nem (lásd 3. ábra).

2009-ben közel 12 millió m³ szennyvíz keletkezett, ez a szolgáltatott ivóvízmennyiség 88%-a, tehát nem valósult meg a keletkezett szennyvíz 100 %-os elvezetése, igaz a partközeli térségben több mint 95%-os az arány.

Már a bevezetésből kitűnik, hogy a Balaton meglelte milyen fontos az ország és különösen a közvetlen környék számára, ezért vizsgálom meg 2000 és 2009 között a tó vízháztartását. Vizsgálatomból várhatóan fény derül a felmerült kérdésekre, különösen arra a kérdésre, hogy a jövőben is megmarad-e a tó jelenlegi formájában és a jelenlegi alacsony vízszint csak egy állapot a tó életében és egy csapadékosabb évben a túl sok víz fog gondot okozni, vagy csak mesterséges úton lesz fenntartható a tó.

3. A Balaton és környékének természet-és társadalom földrajzi jellemzése

A Balaton hazánk nyugati részén, a Dunántúl közepén fekszik. A tó, területét illetően Közép-Európa legnagyobb tava. Földtörténeti keletkezését tekintve viszonylag "fiatal" képződmény, kora 18-22 ezer évre becsülhető. Árkos süllyedékben keletkezett, átlagos mélysége 3,3 m, tehát egy rendkívül sekélyvizű tóról beszélhetünk, amelynek akár kis vízszintingadozása is jelentősen befolyásolja a tó vízháztartását. Nyaranta nagyon könnyen felmelegszik, felülete 600 km², hossza 78 km, átlagos szélessége 7,7 km. Vízömege mintegy 2 milliárd m³. Fő tápláló vízfolyása a nyugati oldalon beömlő Zala, amelynek vízgyűjtő területe a teljes vízgyűjtő terület 45%. A tó vízfeleslegének levezetése a siófoki zsilipen, a Sió-csatornán keresztül történik. A Balaton általában minden évben befagy, az átlagos jégvastagság 20-25 cm, de előfordult már 70 cm-es jégvastagság is (1928-1929 telén).



3. ábra: A Balaton vízgyűjtője (Forrás: Közép-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság)

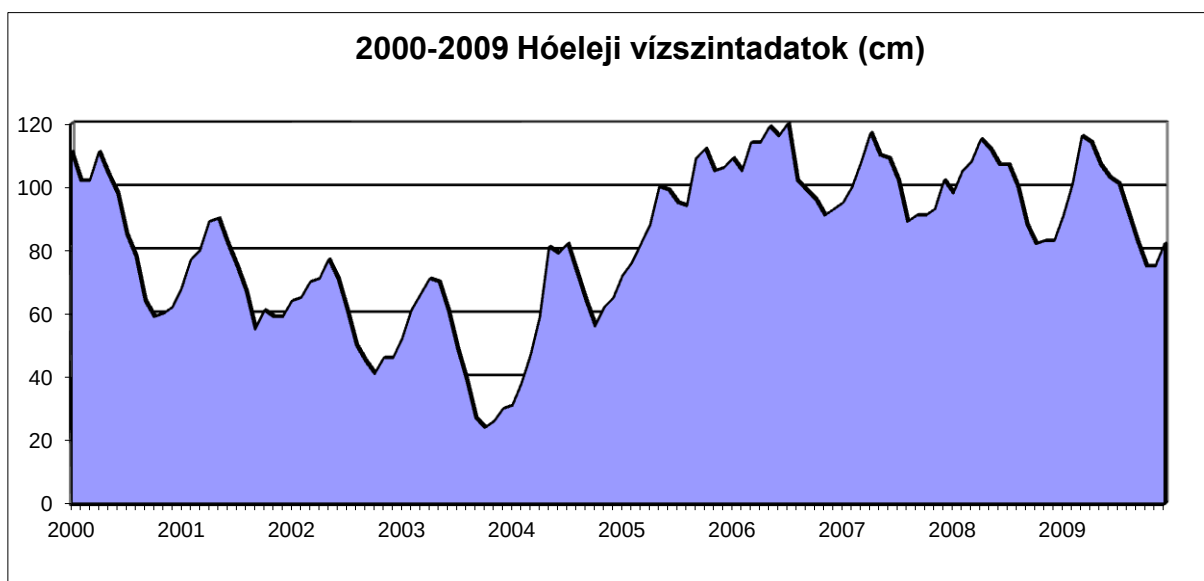
A Balaton vízállásában pozitív és negatív hatások is érvényesülnek, a tó közvetlen felszínére, és a vízgyűjtőre eső csapadékból keletkező lefolyás a tó vízszintjét növeli. A természetes párolgás csökkenti legnagyobb mértékben a tó vízkészletét, ez a tó kis mélysége miatt tapasztalható. Nyári 20-25 °C-ig történő felmelegedés következtében a párolgás rendkívül jelentős. Ezen kívül lehetőség van még a Sió-csatornán keresztül a Duna irányába történő vízeresztésre, amellyel a tó vízszintjét lehet szabályozni. Erre azért van szükség, mivel 1992 és 2009 között a vízkészletváltozás pozitív volt, néhány évet kivéve, de átlagban jelentős, évente 32 cm-es többlet jelentkezett a tóban. Az 1986 és 1995 közötti 10 éves időszakban is átlagban 35 cm-es pozitívum alakult ki, ezután minden évben jelentkezett valamennyi többlet a tó vízháztartásában.¹

¹ Virág Árpád: A Balaton múltja és jelene, 248.

A Balaton Kiemelt Üdülőkörzet társadalma és gazdasága, Központi Statisztikai Hivatal

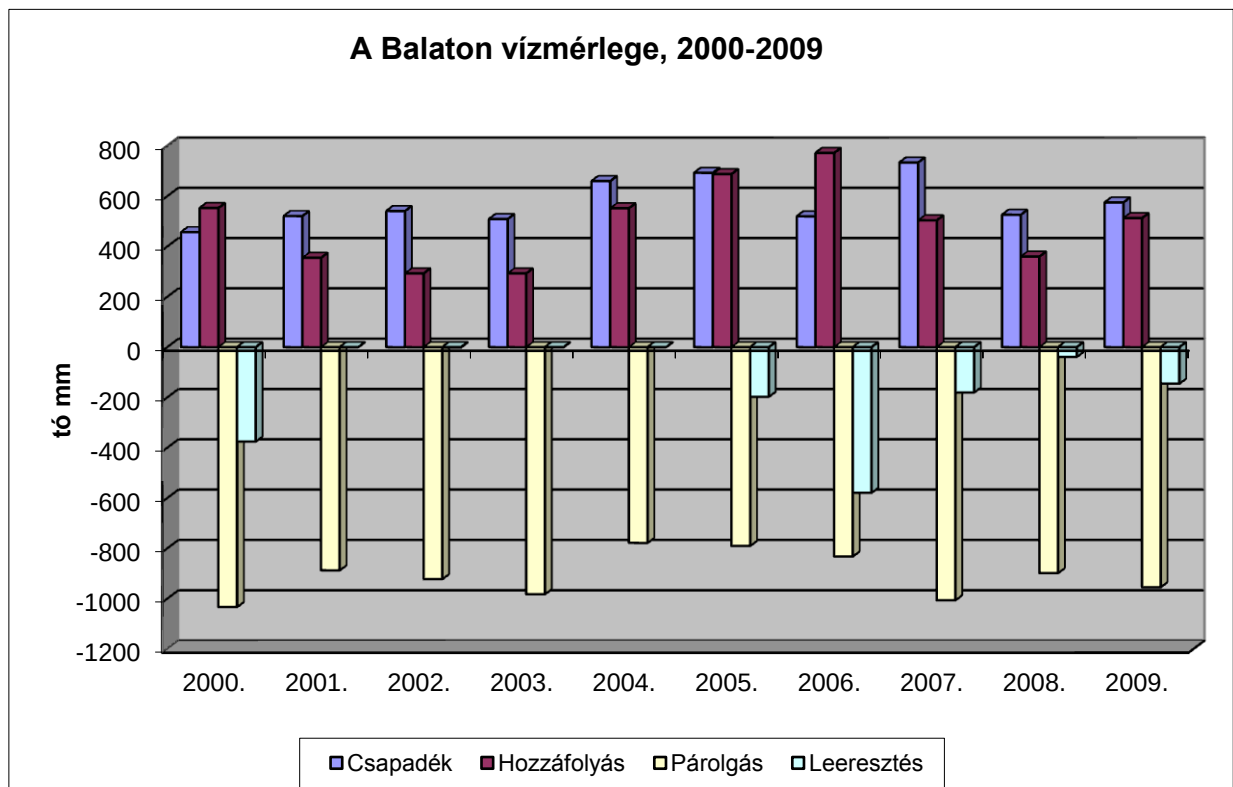
4. A Balaton vízmérlege 2000-2009 között

4.1 A 10 év adatainak általános ismertetése



4. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízráztartási jellemzőinek meghatározása (2000-2009))

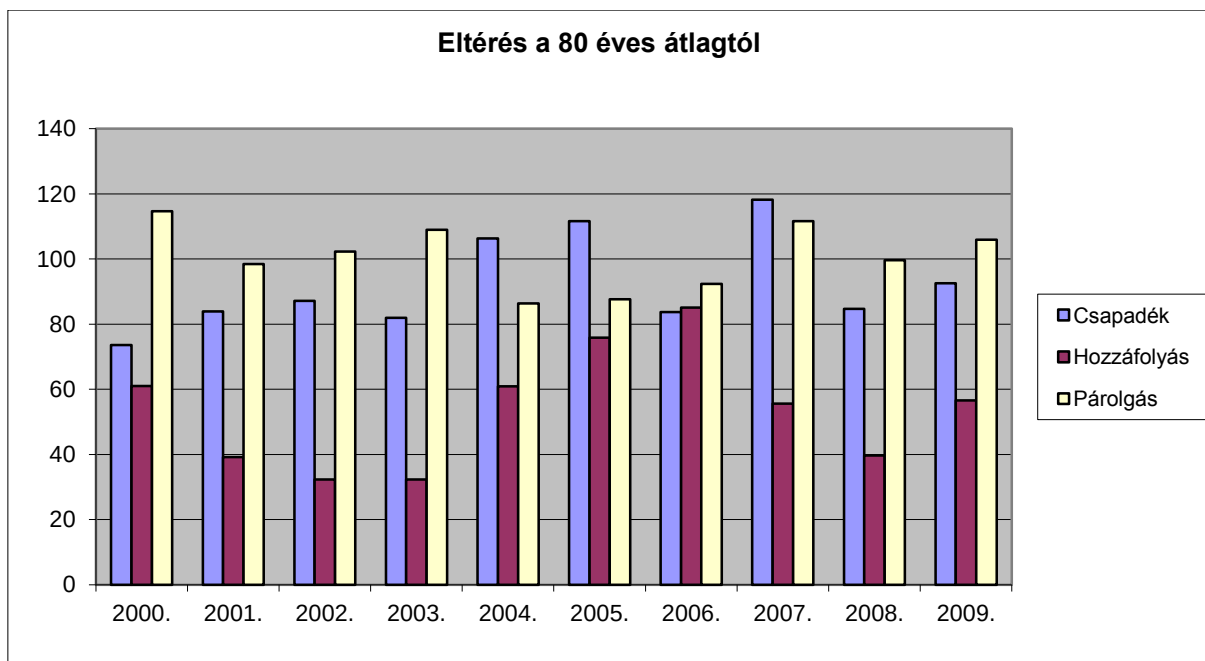
2000 és 2009 között rendkívül nagymértékű vízszintingadozás volt megfigyelhető. 2003 novemberében a siófoki vízmércén 22 cm-es értéket is mértek (lásd 4. ábra), közel 50 éve nem volt ilyen alacsony a Balaton vízállása, 2000 óta negatív volt a tó vízmérlege. Ennek okait később taglalom. Két év múlva újra normalizálódott a tó vízszintje és 2005 októberére 112 cm közelébe emelkedett újra a Balaton, tehát kevesebb, mint 2 év alatt 90 cm többlet jelentkezett a tóban, amely szintén rendkívül jelentős volt. Ezután nem volt jelentős ingadozás a tó vízszintjében, nyáron csökkent a párolgás miatt, míg télre az elpárolgott vízmennyiség pótlódott, majd a Sió-csatornán leengedett vízmennyiség segítségével korlátozott értékek közé sikerült szorítani a tó vízszintjét. Megemlítendő még, hogy a Balaton körüli települések ivóvízellátásában rendkívül fontos szerepe van a tónak, ezen kívül az ipar és a mezőgazdaság is hasznosítja a tó vizét, a tisztított szennyvíz egy részét visszavezetik a tóba, de például Siófok esetében a Sióba vezetik vissza, amely már nem kerül bele a Balatonba. Mivel, mint Siófok esetében, vagy a vízgyűjtőn kívülre távozik, vagy egyszerűen „elhasználódik” a lakossági használat (autómosás, kertlocsolás) során, a tisztított szennyvíz maximum 5-10%-a jut ily módon vissza a tóba. Minden évben a negatív oldalt terheli ez a vízmennyiség. Ennek mértéke 1-2 tó mm havonta, nyaranta kismértékben több, de évente átlagban mindössze 2-3 cm-rel fogy a Balaton vize. Ez egy alig átlag alatti csapadéku évben is „csak” azt eredményezi, hogy kevesebb vizet kell a Sió csatornán leengedni, tehát a tó egészére nincs



5. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása (2000-2009))



6. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása (2000-2009))



7. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása (2000-2009))

A 2003-ra eredményezett rendkívül kisvíz okai 2000 tavaszára vezethetők vissza, amikor a csapadék mennyisége közel 200 mm-rel elmaradt a 80 éves átlagtól. Ennek következtében nemcsak a tóra hulló csapadék mennyisége volt kevesebb közel 20 centiméterrel, hanem a hozzáfolyások mértéke is jelentősen csökkent, majdnem 350 mm-rel volt kevesebb, mint egy átlagos évben. Emiatt az áprilisi 110 cm feletti értékről, amit akkor még a Sió-csatorna eresztésével is csökkentettek az előre nem látható csapadékhiány miatt, öszre a siófoki vízmércén 60 cm körüli értékre süllyedt a vízszint, ebben az évben a változás -43 cm volt. Igaz, ekkor a párolgás is magasabb volt az átlagosnál, de nem csak ezzel magyarázható a 43 cm-es vízszintesökkenés, hanem a már említett csapadékhiánnyal és ennek következtében megcsappant hozzáfolyással. Az elkövetkező 2001-es évben ugyancsak 100 mm-rel kevesebb csapadék hullott, mint a 80 éves átlag, de az előző száraz év miatt a hozzáfolyások értéke jelentősen elmaradt, az átlagostól. Több mint 50 cm-rel kevesebb víz folyt a tóba, azonban mivel a Sió-csatornán érdemleges vízeresztés nem történt, a tó vízkészlete csak 4 cm-rel lett kevesebb 2001. december végére. A 2002-2003-as év rendkívül hasonlóan alakult, a csapadék mértéke kismértékben elmaradt, de ennek súlyos következménye, hogy a folyók és a patakok vízszállítása több mint fél méterrel kevesebb, a párolgás mértéke 2001 és 2003 között átlagban alig pár centivel haladta meg az előző években mértéket. Egyértelműen kimutatható, hogy a 2003-ban minimumát elérő vízszint fő oka a hozzáfolyások csökkenése, ami a

csapadék mennyiségének kismértékű, de több éven keresztül csökkenése miatt alakult ki. A párolgás mértéke 2000 és 2003 között évente alig 5-6 centiméterrel lépte túl az átlagot, tehát a 2003-as alacsony vízállás hátterében a párolgás mértékének növekedése elenyésző mértékben áll. Például a megelőző időszakban, átlagban több mint évi 300 tó mm vizet engedtek le a Sió-csatornán minden évben. 2004-ben és 2005-ben aztán elkezdett emelkedni a tó vízszintje, amelynek oka az átlagot meghaladó csapadékmennyiség, amely ugyancsak alig 50 mm-rel több, mint a megelőző években, de mivel átlagos csapadékmennyiség esetén is víztöbblet keletkezik a tóban, ezért elegendő volt a vízszint határozott növekedéséhez. A hozzáfolyások mértéke még 2005-ben is elmarad az átlagostól, amelynek oka az ezredforduló utáni évek vízhiánya, és az, hogy a Balatonba fokozatosan egyre kevesebb vizet szállítanak a folyók, amely a 2000 utáni évek átlagában több mint 45%-os csökkenésnek felel meg a 80 éves átlaghoz képest, míg a csapadék mennyisége 7-8% körüli mértékben csökkent csak. Megemlítendő, hogy a csapadék csökkenésével a hozzáfolyás mértéke jelentősebben csökken, de ekkora különbség régebben nem alakult ki, így vélhetően más vízgazdálkodási oka van. A párolgás mértéke elmaradt a 80 éves átlagtól, emiatt több mint 20 centiméterrel kevesebb víz párolgott el a két év során a tóból. Ennek következtében 2005 szeptemberében, újra megnyitották a Sió-zsilipet, amely több mint 5 évig zárva volt.

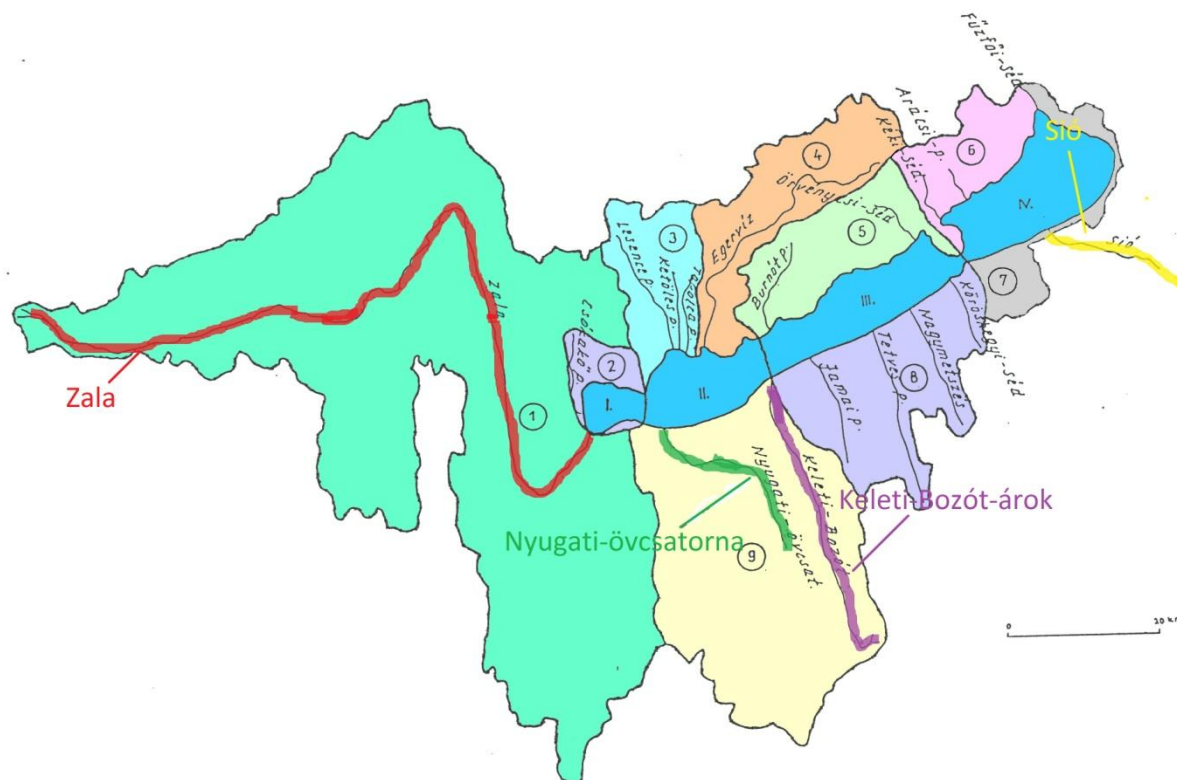
Átlagok (tó mm)			
	csapadék	párolgás	hozzáfolyás
80 éves átlag	621	-901	907
30 éves átlag	599	-893	827
1992-2009	598	-905	628
2000-2009	577	-908	488

1. táblázat (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása (1992-2009))

2006-ban az átlagos csapadékmennyiségnél kicsivel kevesebb esett, de az előző nedves év következtében tovább nőtt a hozzáfolyások mértéke, amely ekkor érte el a maximumát a vizsgált 10 évben, ennek következtében közel 58 cm vizet engedtek le a tóról. 2007-ben ugyan átlagot meghaladó csapadékmennyiség esett, de a 2008 és 2009-es évek szintén egy szárazabb időszakhoz tartoznak, bár a tó természetes vízkészlete ebben a 3 évben évente közel

12 cm-es többletet hozott, tehát még ekkor is leeresztéssel kellett a tó vízszintjét a kívánt szintre csökkenteni a telek folyamán.

4.2 A hozzáfolyások elemzése

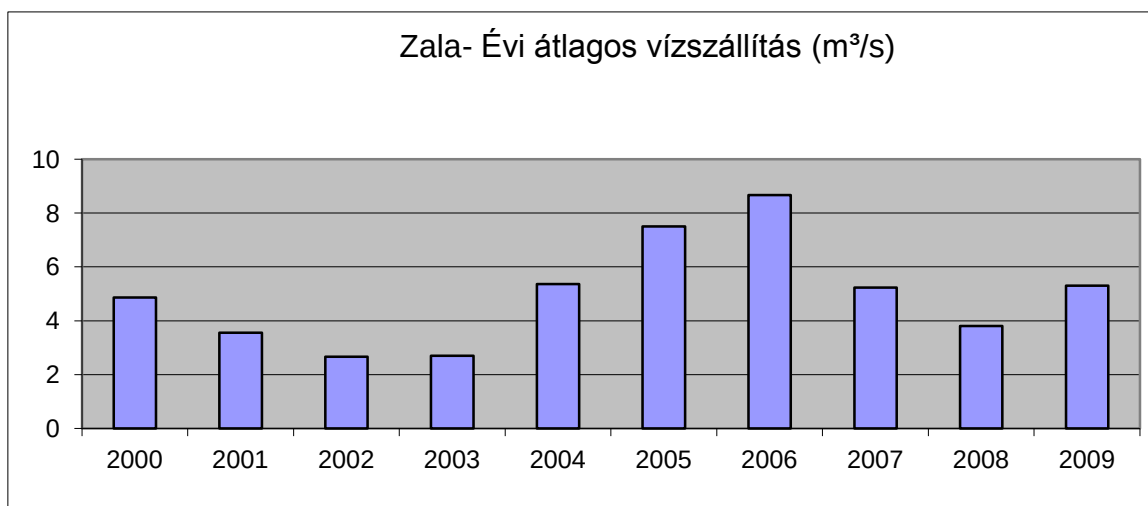


8. ábra (Forrás: Közép-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság)

A hozzáfolyások mértéke 80 éves átlagban a tó vízutánpótlásának 59%-át adta, azonban a 2000 utáni 10 évben ez mindössze 46%-a volt, tehát nagyon fontos megvizsgálni a megoszlását. A legnagyobb vízmennyiséget a Zala-folyó szállítja a Balatonba. 1969 és 1995 között átlagosan $7,5 \text{ m}^3$ vizet szállított a tóba másodpercenként, ez az összes átlagos hozzáfolyásnak közel a fele, ami 30 éves átlagban $15 \text{ m}^3/\text{s}$. 1996 áprilisában $33 \text{ m}^3/\text{s}$ volt a Zala vízszállítása, azonban nyáron ekkor is $4 \text{ m}^3/\text{s}$ alá csökkent a vízutánpótlás. A legmagasabb értéket 1987. augusztus 6-án mérték a Zalán, ekkor $175 \text{ m}^3/\text{s}$ volt a folyó vízszállítása. Rendkívül érdekes, hogy mindez nyáron történt, amikor döntően kevés csapadék esik és a nyári meleg miatt ez nem is kerül lefolyásra, hanem a száraz talajból, jelentős része visszakerül a légkörbe.

A Balaton három legjelentősebb hozzáfolyás vízhozama az összes hozzáfolyáshoz viszonyítva (%)											
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	10 éves átlag
Zala	47,4	52,7	55,0	52,1	53,6	56,8	59,6	55,0	54,9	55,5	54,2
Nyugati- övcSATORNA	13,74	10,85	9,09	8,68	10,80	12,11	9,97	11,01	6,31	6,78	9,9
Keleti- Bozót – árok	10,04	11,59	6,82	11,58	10,30	9,08	2,76	7,14	8,98	11,00	8,9
Összegük	71,2	75,2	71,0	72,4	74,7	78,0	72,3	73,1	70,2	73,2	73,1

2. táblázat (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása (2000-2009))



9. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása (2000-2009))

2000 és 2009 között a hozzáfolyások közel fele, 55%-a származott a Zala-folyóból, tehát megegyezett a sokéves átlaggal, viszont mennyisége jelentősen elmaradt, 2/3 része volt a megszokottnak. A Zala vízhozama és az összes hozzáfolyás között nem találtam kapcsolatot, a vizsgált 10 évben a legkisebb arányban 2000-ben részesült a folyó a hozzáfolyásból, míg a legnagyobb részben 2006-ban. Csak két évben érte el vagy haladta meg az átlagot, 2005-ben és 2006-ban, amikor 8,7 m³/s volt az átlagos éves vízhozam. Ebben a 2 évben is átlagos, 50-60% körüli volt a részesedése. 1996-ban a folyó átlagos vízhozama 14,5 m³/s volt, ami az összes hozzáfolyás 63%-a, tehát magasabb, mint az átlag, viszont 1999-ben 11 m³/s volt ez az

érték, de az összes hozzáfolyásnak csak 50%-a volt, tehát nincs egyértelmű összefüggés a hozzáfolyás mennyisége és megoszlása között. A másik két vízfolyás nagyjából 10-10%-ban részesedik, a három legjelentősebb hozzáfolyás adja az összes mennyiség 70-80%-át. A Nyugati-övcatorna „Vízhozama sokéves átlagban 1,4-1,5 m³/s közötti és az a legaszályosabb 1993. évben is 1,2-1,3 m³/s-ra csökkent. A Zala után a legtöbb vizet szállítja a Balatonba.”² 2000 és 2009 között 1 m³/s alatt maradt a csatorna vízszállítása, és csak három évben ért el 1,4 m³/s feletti értéket, míg 2002-ben és 2003-ban az átlagos vízmennyiség alig harmadát szállította a tóba.

A Keleti-Bozót-árok vízhozamának éves átlaga 0,6 m³/s, ez az elmúlt 10 évben, amikor a hozzáfolyások mértéke majdnem felére esett vissza, 0,8 m³/s-ra növekedett, ezzel a tóba ömlő harmadik legnagyobb vízfolyás lett. A növekedés oka valószínűleg a vízfolyáson lévő halastavak eltérő vízgazdálkodásában keresendő. A vízszállítás minimuma és maximuma követi a másik két folyó vízjárását, tehát 2002-ben volt a minimum 0,3 m³/s-mal, majd 2005-ben 1,2 m³/s-mal tetőzött. Érdekes, hogy 2006-ban meglepően kevés víz folyt az árokban. Viszont ez a vízfolyás volt a legkiegyenlítettebb a 10 év során, az aszályos évek idején csak kismértékben csökkent, míg a csapadékos években csak kismértékben növekedett a szállított vízmennyiség. 2004 és 2007 között kevesebb vizet szállított, mint a Nyugati-övcatorna. 2001 és 2004 között, valamint 2008-ban, amikor a csapadék mennyisége alacsony volt, nagyjából megegyezett a két vízfolyás által szállított vízmennyiség.

Elmondható tehát, hogy a tó vízutánpótlásának jelentős része a Zala folyóból származik. Az elmúlt 10 évben a Balaton vizének 45%-a származott a hozzáfolyásból és ennek 55%-át ez a folyó szállította, tehát az összes vízutánpótlás 25%-át. Azonban egy csapadékosabb évtizedben sokkal nagyobb százalékban részesedik.

4.3. A Sió-csatorna

A Balatonon lehetőség van a vízszint mesterséges csökkentésére, erre azért van szükség, mert a tó természetes vízszintváltozása hosszú távon pozitív, tehát egyre több és több víz halmozódik fel a tó medrében. Már a 3. században Galerius császár csatornát építtetett a mai Siófok térségében, amely tulajdonképpen egy átvágott homokturzás volt, ez a népvándorlás

² Virág Árpád: A Balaton múltja és jelene, 74.)

viharában eltűnt. Ezután a tó körüli települések döntően a dombokra települtek (Tihany, Szigliget). Azonban a 19. században, amikor az Adriát Budapesttel összekötő vasútvonal épült, felmerült, hogy a vasúti töltés védelmére szabályozni kellene a tó vízszintjét, mivel az 1860-1862-es magas vízszint károkat tett az épülő vaspályában. Ezért 1863 októberére fázsilipet építettek Siófoknál, amellyel, ha kezdetlegesen is, de elkezdődött a Balaton vízszintjének szabályozása. Az elkövetkező csapadékosabb években a kis zsilip képtelen volt a hatalmas mennyiségű vízzel megbirkózni. Amikor 1891-ben a helyzet kezdett kritikussá válni, átadták az $50 \text{ m}^3/\text{s}$ -ot áteresztetni képes új zsilipet.³ A legnagyobb, egy évben áteresztett vízmennyiség 179 tó centiméter volt, ezt 1965-ben engedték le, ekkor a Balaton vízmennyiségének közel fele távozott a zsilipeken, míg a legtöbb víz másodpercenként 1942-ben, $60 \text{ m}^3/\text{s}$ -mal zuhogott alá a Sió medrében.

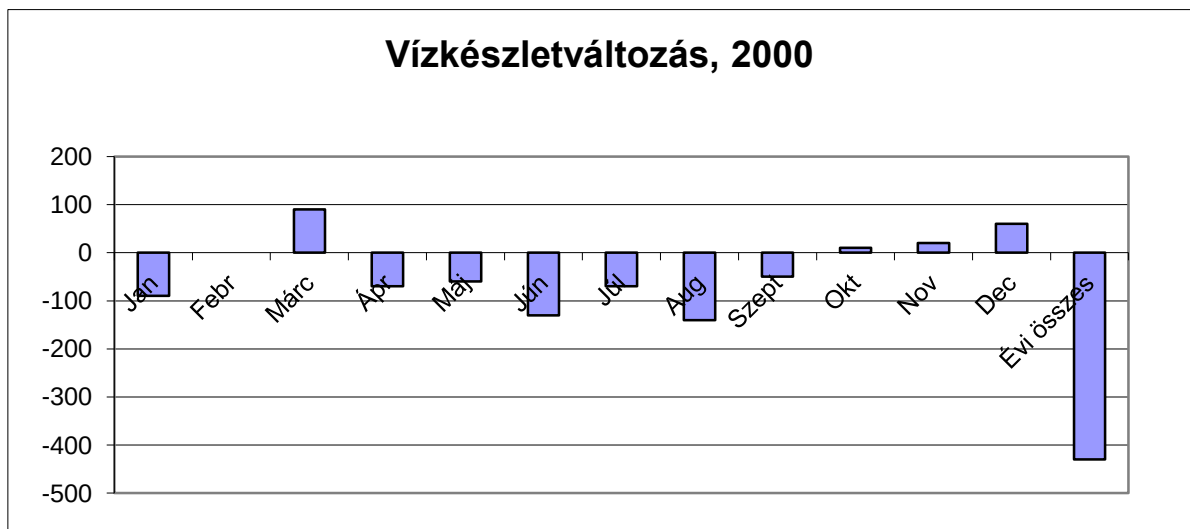
4.4. A Balaton vízmérleg-adatainak évenkénti elemzése

Ebben az alfejezetben évenként vizsgálom a tó vízháztartását. Az a szándékom, hogy rávilágítsak arra, hogy milyen törékeny vízháztartási egyensúlya van a tónak, mert ennek a környezetre is messzemenő hatásai vannak, pl. turizmus, tó ökoszisztémája stb...

Már a bevezetőben is említettem, hogy a tó milyen fontos a térség számára, és az eddigiekből az is kiderül, hogy milyen törékeny a tó vízháztartási egyenlege, hiszen 1 év alatt is képes körülbelül fél métert csökkenni vagy nőni a vízszint. Ez az adat önmagában nem jelent sokat, viszont már említettem, hogy a tó átlagos vízmélysége 3,3 m, tehát ez a jelentéktelennek tűnő csökkenés a tó teljes vízkészletének több mint 15%-os eltűnését vonja maga után. Mindez 1 év leforgása alatt, amely a tó életének jelentéktelen részét jelenti. Ezen tények ismeretében valóban jogosan merül fel a tó ökoszisztémájának veszélye, és ami gazdaságilag még fontosabb a turizmusból keletkező jövedelmek csökkenésének veszélye. Ezért elemzem és értékelem 10 év vízmérleg adatait 2000 és 2009 között.

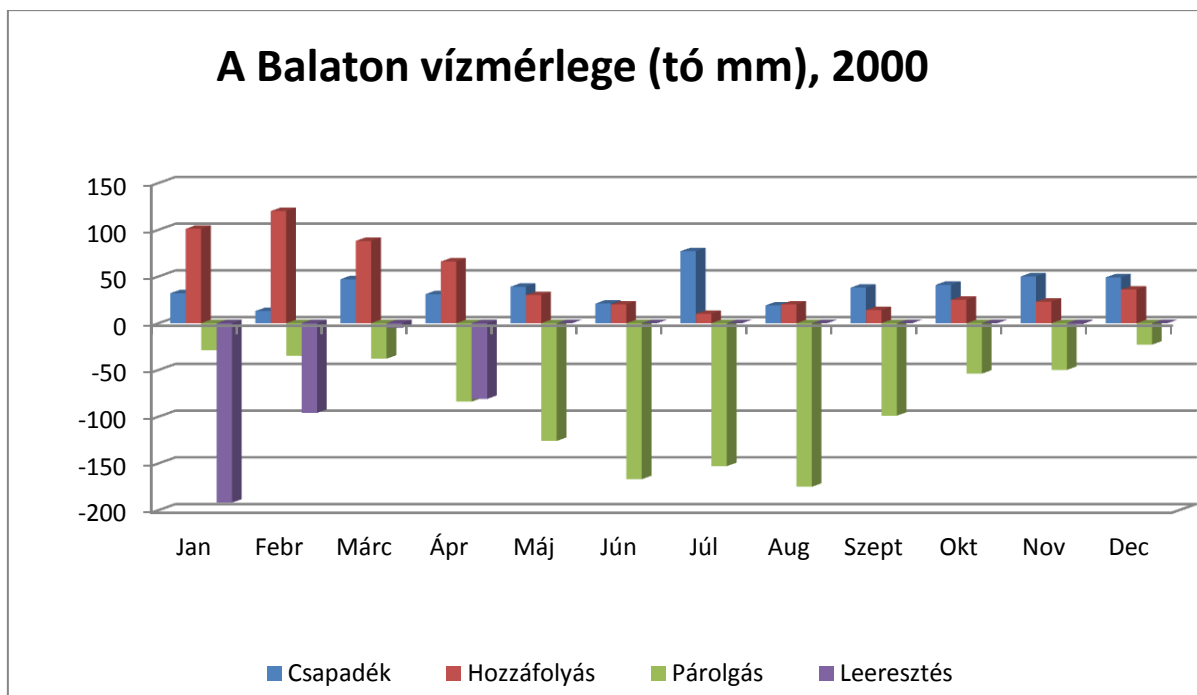
³ A magyar vízszabályozás története. Összeállította és szerkesztette: Ihrig Dénes. Budapest, 1973., 264. oldal.

4.4.1. 2000. évi vízmérleg adatok elemzése



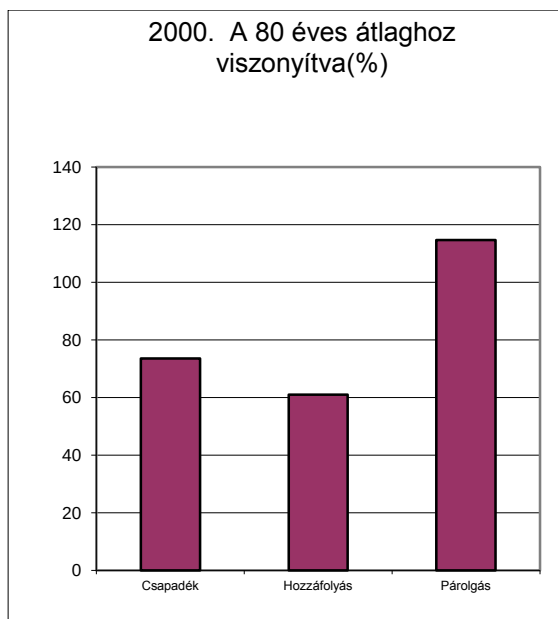
10. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2000)

2000-ben jelentős, több mint 40 cm-es negatív vízkiészletváltozás történt, ami rendkívül kiemelkedő. Mint minden évben, ekkor is döntően a nyári hónapokban fogyott jelentősen a vízmennyiség, azonban nem ezért alakult ilyen nagy arányban negatívan a vízkiészlet, hanem azért, mert tavasszal, ősszel és télen alig volt pozitív a vízmérleg.

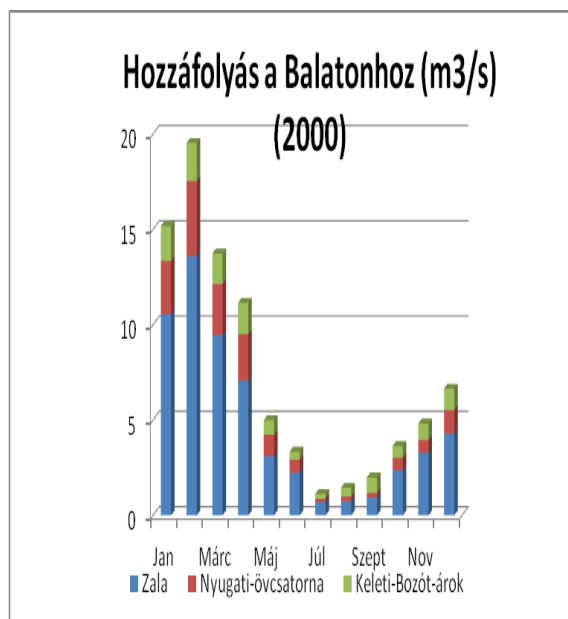


11. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2000)

Az elmaradt pozitív tavaszi, őszi és téli vízmérleg háttérében több tényező is áll. Tavasszal a Sió-csatorna engedése miatt nem jött létre felesleg a tó vízkészletében, míg ősszel és a tél elején, a csapadék hiánya és leginkább a hozzáfolyások csekély mértéke miatt nem tudott úgymond a következő évre feltöltődni a tó. A tavaszi zsilipengedés oka, hogy a megelőző tél rendkívül csapadékos volt és többszöri engedés után is meghaladta az akkori szabályozási szint maximumát, a 110 cm-t, tehát szükséges volt, viszont az év végére 68 cm-re csökkent a vízszint.



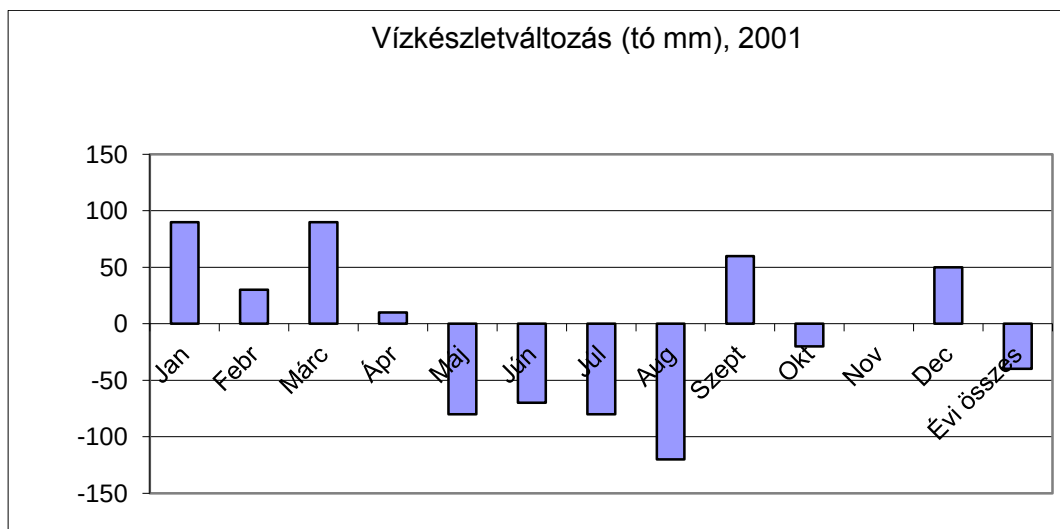
12. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2000



13. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2000)

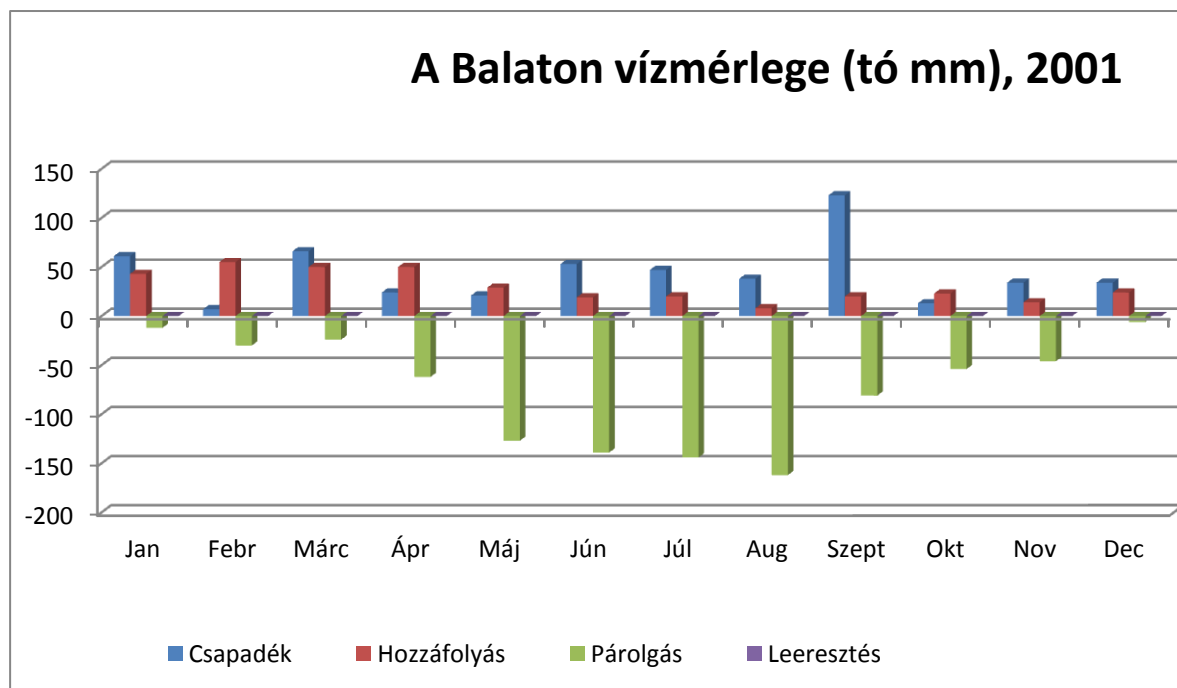
A 2000. évi vízszintcsökkenés oka egyértelműen a hozzáfolyások csökkenése volt, ami az alacsony csapadékmennyiség következtében alakult ki, mindössze 457 mm csapadék hullott abban az évben és különösen az áprilistól júniusig tartó hónapokban esett átlag alatti mennyiség. Ennek következtében a hozzáfolyások mértéke a februári maximumról erőteljesen csökkent, júliusban mindössze 1,2 m³/s volt ez az érték a három nagy vízfolyásból. Éves átlagban ez az érték közel 11 m³/s, tehát 2000-ben mindössze 3 hónapban haladta meg ezt az értéket. Ez okozta azt, hogy a hozzáfolyások összege mindössze 61%-a volt a 80 éves átlagnak, míg a párolgás értéke 115% közeli volt.

4.4.2. 2001. évi vízmérleg adatok elemzése



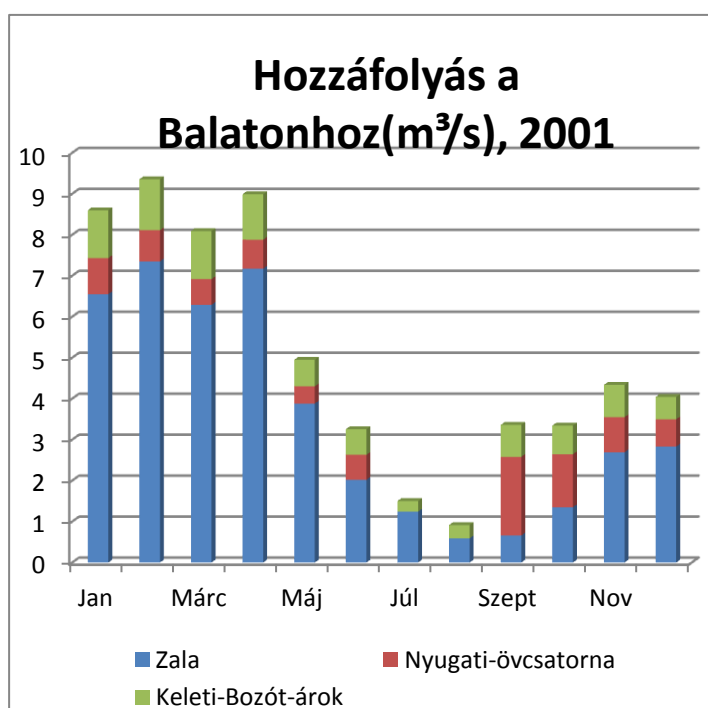
14. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2001)

2001-ben az éves vízkészletváltozás csak 4 cm volt mínuszban, ami nem sok, viszont, mivel az előző év is elég száraz volt, ezért az év végére 64 cm-re csökkent a Balaton vízszintje, a nyári hónapok párolgása átlagosnak volt mondható.

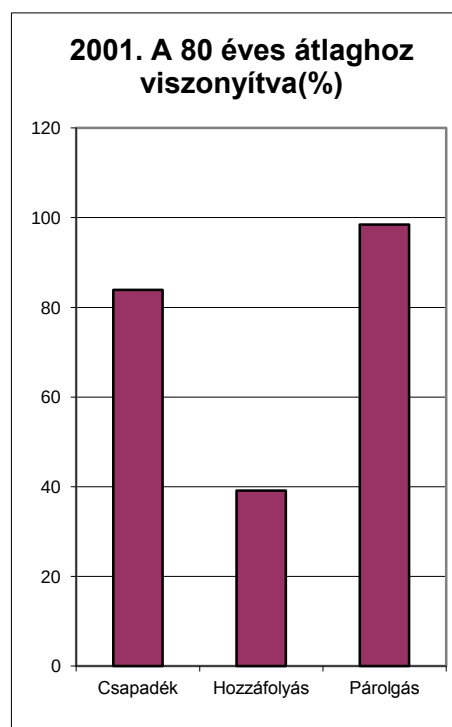


15. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2001)

A vízszintsökkenés, illetve inkább az emelkedés elmaradásának oka, mivel a Sió-csatornán nem történt vízenedés, ismét a tavaszi csapadékhiány volt. Az összes csapadékmennyiség 521 mm, amelynek következtében a hozzáfolyások mértéke jelentősen elmaradt az átlagostól. Rendkívül jó hatással volt a tó vízháztartására a szeptemberi átlagon felüli csapadékösszeg, ebben a hónapban többletet mutatott a tó vízmérlege, ez azért meglepő ilyenkor, mert a párolgás mértéke még magas és a nyár miatt a hozzáfolyás mértéke még rendkívül alacsony, talán a legalacsonyabb a hónapok között.



16. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2001)

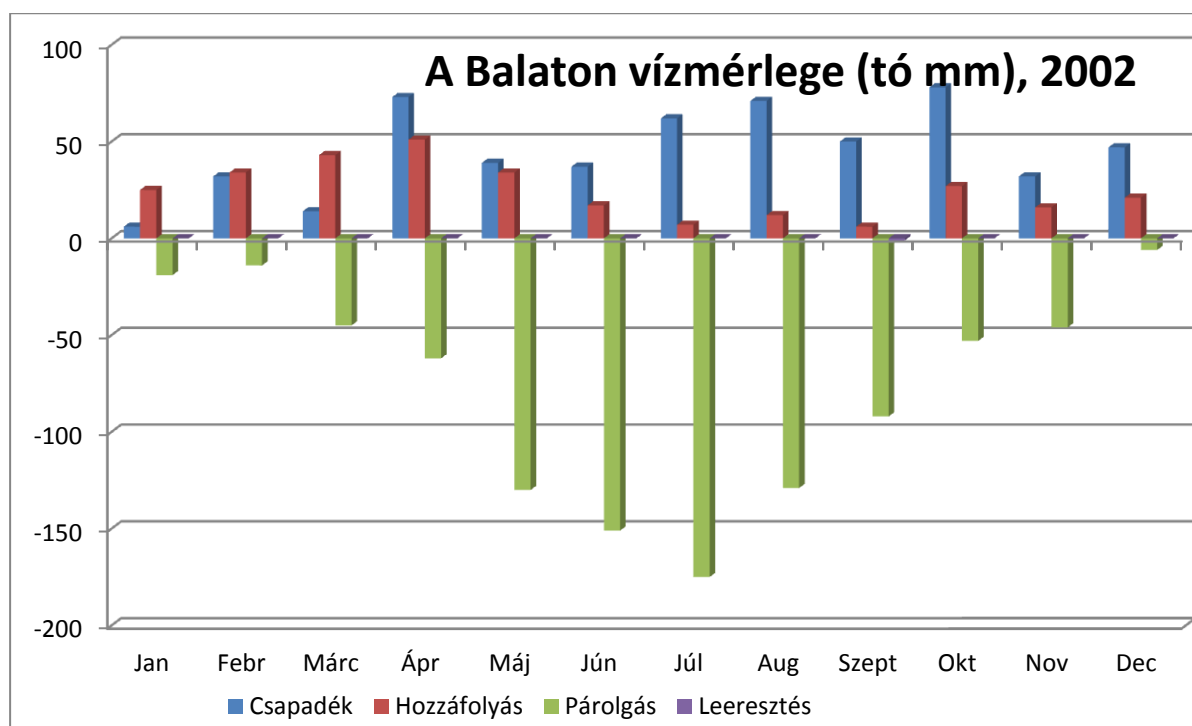


17. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2001)

A hozzáfolyás éves átlaga 11 m³/s, viszont ezt az értéket egy hónapban sem érte el a három nagy vízfolyás értéke, nyárra pedig 2 m³/s alá csökkent ez az érték. A szeptemberi csapadékmaximum miatt jelentősen növekedtek az értékek, de az előző hónapok szárazságát követően még mindig rendkívül kevés víz folyt a tóba. Érdekes, hogy télen és tavasszal a Keleti-Bozót-árok több vizet szállított, mint a Nyugati-övcsatorna. Szeptemberben nem a Zala szolgáltatta a hozzáfolyt vízmennyiség nagy részét, hanem a Nyugati-övcsatorna, amelynek vízzállítása majdnem elérte a 2 m³/s-ot. A 80 éves átlag 84%-a volt a csapadék mennyisége,

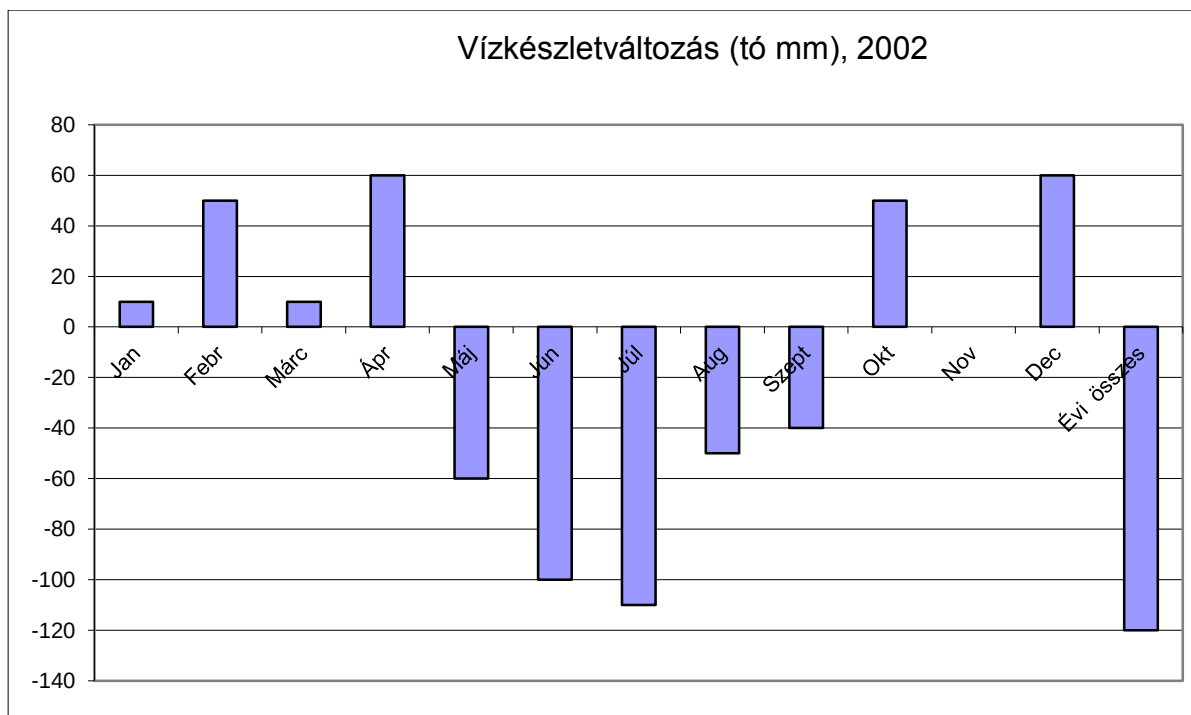
viszont a hozzáfolyások mértéke nem érte el a 40%-ot sem. Ez nem csak az akkori év csapadékhiánya, hanem az előző évié is. A párolgás mértéke szinte teljesen megegyezik a 80 éves átlaggal.

4.4.3. 2002 vízmérleg adatok elemzése



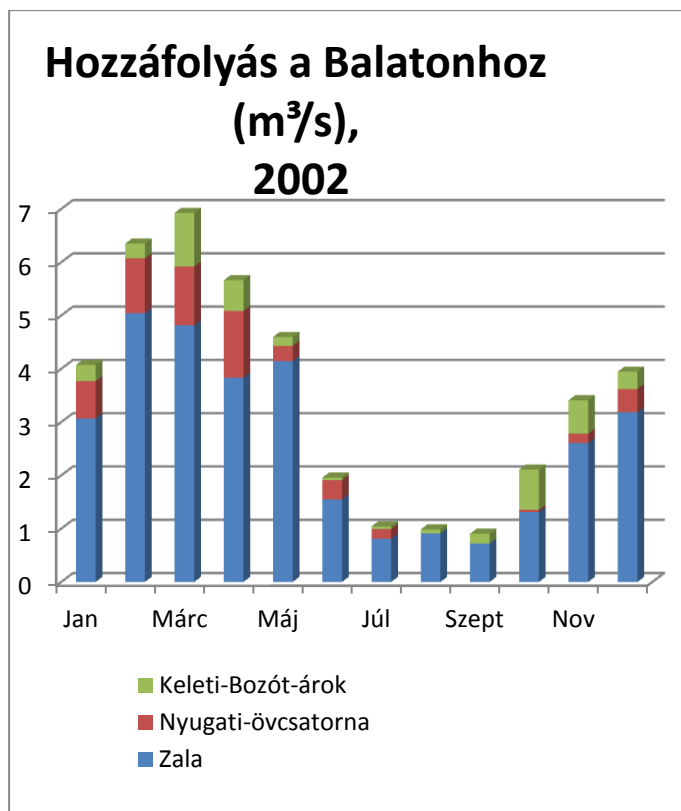
18. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2002)

2002-ben a csapadék mennyisége ismét elmaradt a 80 éves átlagtól, 541 mm volt, leeresztés ebben az évben sem történt a tóból, mivel a vízszint ebben az évben is tovább süllyedt és az év végére 52 cm-re csökkent. Tulajdonképpen ez az év nem volt túlzottan kiemelkedő a Balaton vízszintingadozását tekintve, a csapadék mennyisége egyenletesen alacsony volt, ezért, és mivel 2000 óta nem esett elegendő csapadék, a hozzáfolyások mértéke tovább csökkent.

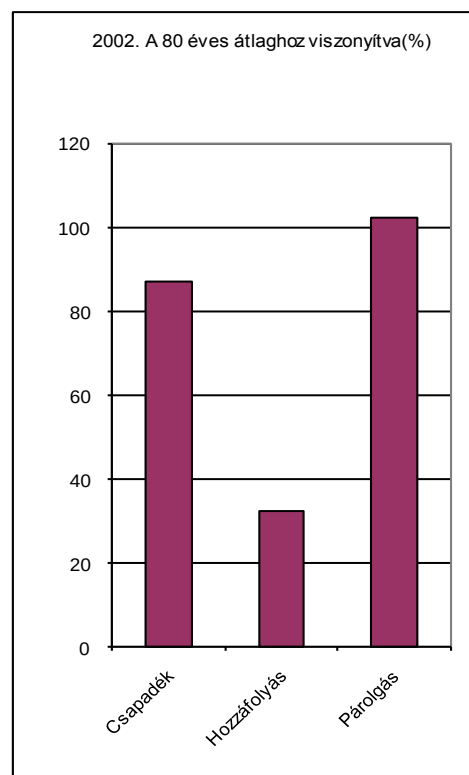


19. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2002)

Évi átlagban 12 cm-rel csökkent a tó vízszintje, a csökkenés oka egyértelműen az, hogy télen nem tudott kellőképpen pótlódni a tó vize és már májusban elkezdődött a tó vizének fogyása, pedig a legcsapadékosabb hónapunk egyike, igaz, a párolgás mértéke ekkor már akkora volt, mint augusztusban (lásd a 18. sz. ábrát).



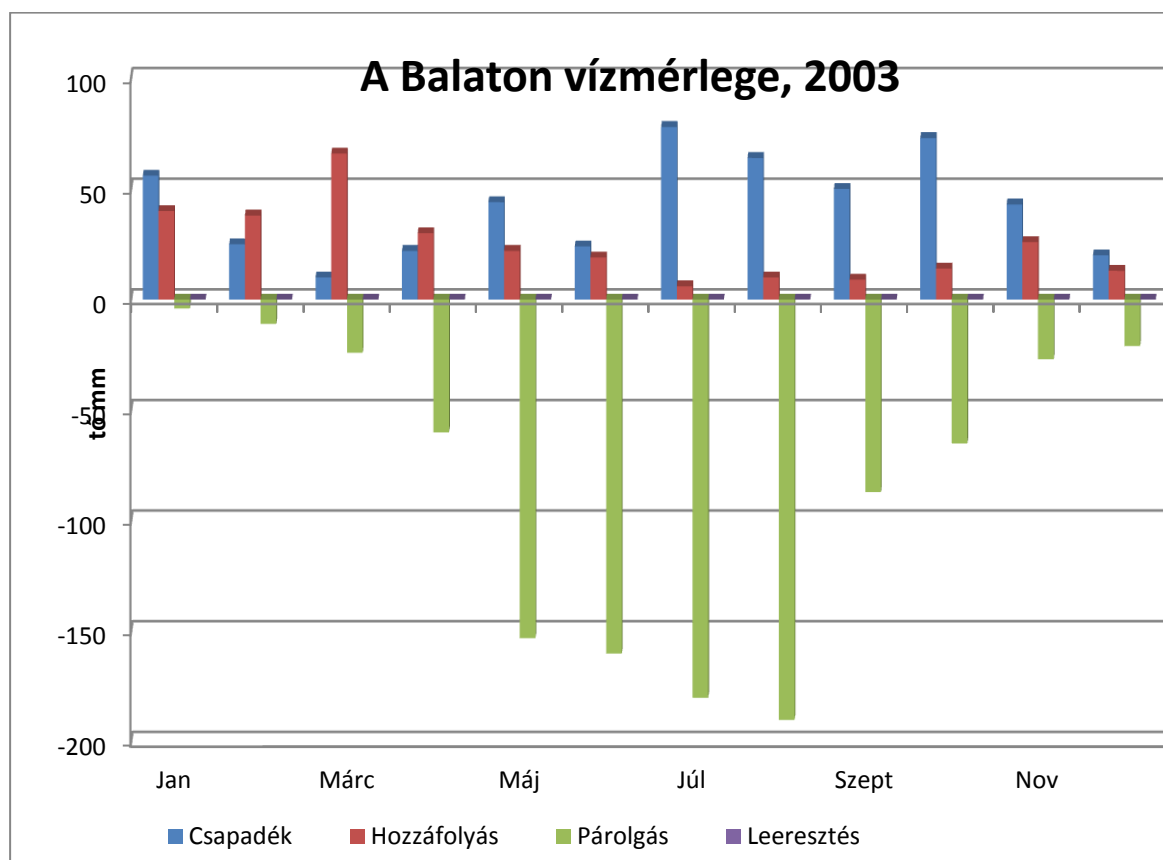
20. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2002)



21. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2002)

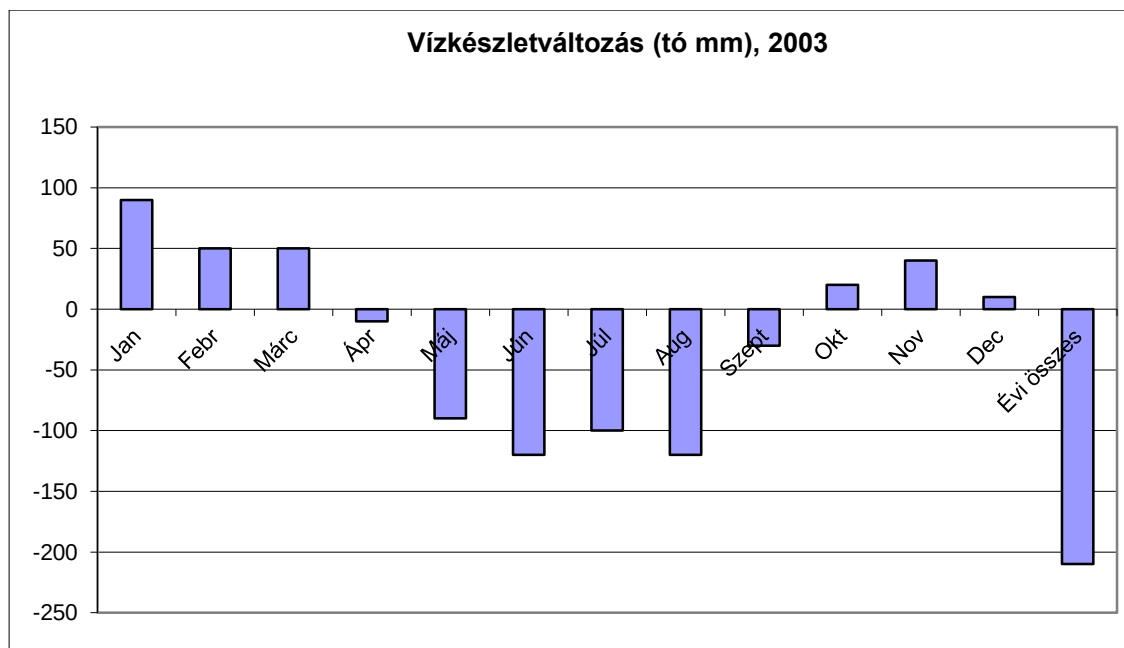
A hozzáfolyások mértéke az előző évekhez hasonlóan alacsonyan alakult, sőt tovább csökkent. 32%-a volt a 80 éves átlagnak, júniustól októberig 2 m³/s alatt maradt a Zala vízfolyásának összesített értéke. A Nyugati-övcSATORNA pedig augusztustól októberig gyakorlatilag nem szállított semennyi vizet a Balatonba, valamint számos kis patakból sem érkezett csapadék egész nyáron a tóba. Viszont az év elején még több vizet szállított, mint a Keleti-Bozót- árok, ami megfelel a sokéves átlagnak. Érdekes, hogy a csapadék mennyisége nőtt az előző évekhez képest, már több esett, mint a sokéves átlag 85%-a, viszont a folyók, patakok vízszállítása tovább csökkent. A párolgás mértéke kismértékben haladta meg a 80 éves átlagot, tehát a vízszintcsökkenés oka ismét nem az volt, hogy a Balaton vize „túlzott” mértékben párolgott volna az év során (18. sz. ábra).

4.3.4. 2000. évi vízmérleg adatok elemzése



22. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2003)

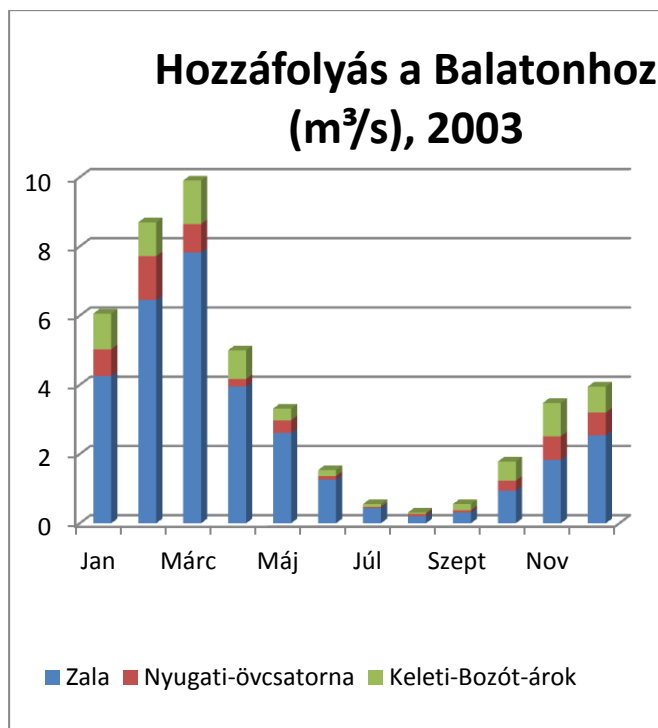
A csapadék mennyisége ismét elmaradt a 80 éves átlagtól, 509 mm volt, különösen az év elején volt rendkívül alacsony a mennyisége, az év második felében esett a csapadék 65%-a. A hozzáfolyások mennyisége tartósan alacsony volt az év folyamán, amely a csekély mennyiségű csapadéknak és eloszlásának volt köszönhető, valamint annak, hogy 2000 óta minden évben kevesebb csapadék esett, mint a sokéves átlag, 2003-ban a 82%-a. A párolgás mértéke közel 9%-kal haladta meg a 80 éves átlagot, ez csak 8 cm-rel csökkentette a Balaton vízszintjét. A Sió-zsilipen természetesen nem történt vízeresztés, 2000 áprilisa óta zárt állapotban volt.



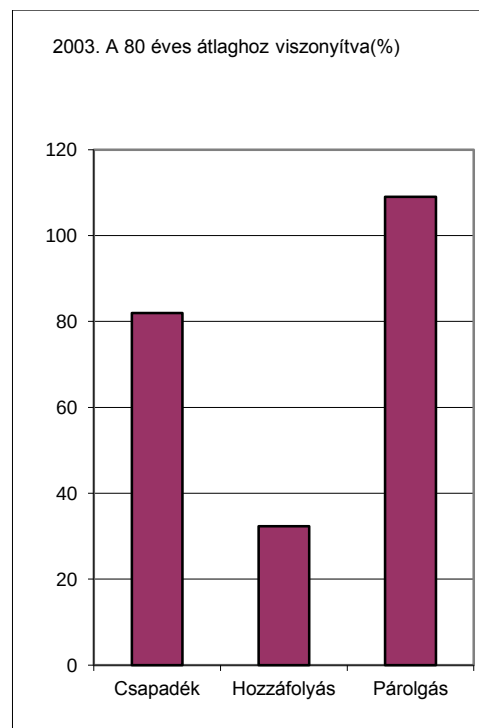
23. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2003)

2003-ban már áprilisban jelentősen negatívan alakult a vízmérleg, amely a nyár folyamán folytatódott és ennek eredményeképpen az év végére 21 cm-rel csökkent a tó vízszintje. 2003. november 11-én 22 cm-t mértek a siófoki vízmércén, ilyen alacsony vízállásra évtizedek óta nem volt példa. Az év utolsó napjára is csak 31 cm-re növekedett a tó szintje, hiába esett az év második felében az átlagos mennyiséget is meghaladó csapadékmennyiség, a csökkenés megszakítására ekkor még kevés esély kínálkozott. Mivel a csökkenés ekkor már a turisztikai értékét fenyegette a tónak, ezért a szakemberek megoldást kerestek a problémára, a lehetőségeket, amelyeket megvizsgáltak, később a „A Balaton 2003. évi vízpótlási terve” című 3. fejezetben tárgyalom.

Megállapítható tehát, hogy a Balatonban bekövetkező jelentős vízszintcsökkenés oka nem a túlzott mértékű párolgás volt, mivel a 4 év során mindössze 6%-kal párolgott el több víz a tóból. Ez évente alig több mint 5 cm-rel csökkentette volna a tó vízszintjét, ennek a többszörösét szokták leengedni a Sió-csatornán éves átlagban. Az igazi ok a csapadék mértékének csökkenése, amely ugyan nem volt túlzottan jelentős, viszont 4 éven keresztül minden évben átlag alatti volt, aminek következtében a hozzáfolyások mértéke évről évre csökkent, ezzel együtt a tó vize is évről évre fogyott.



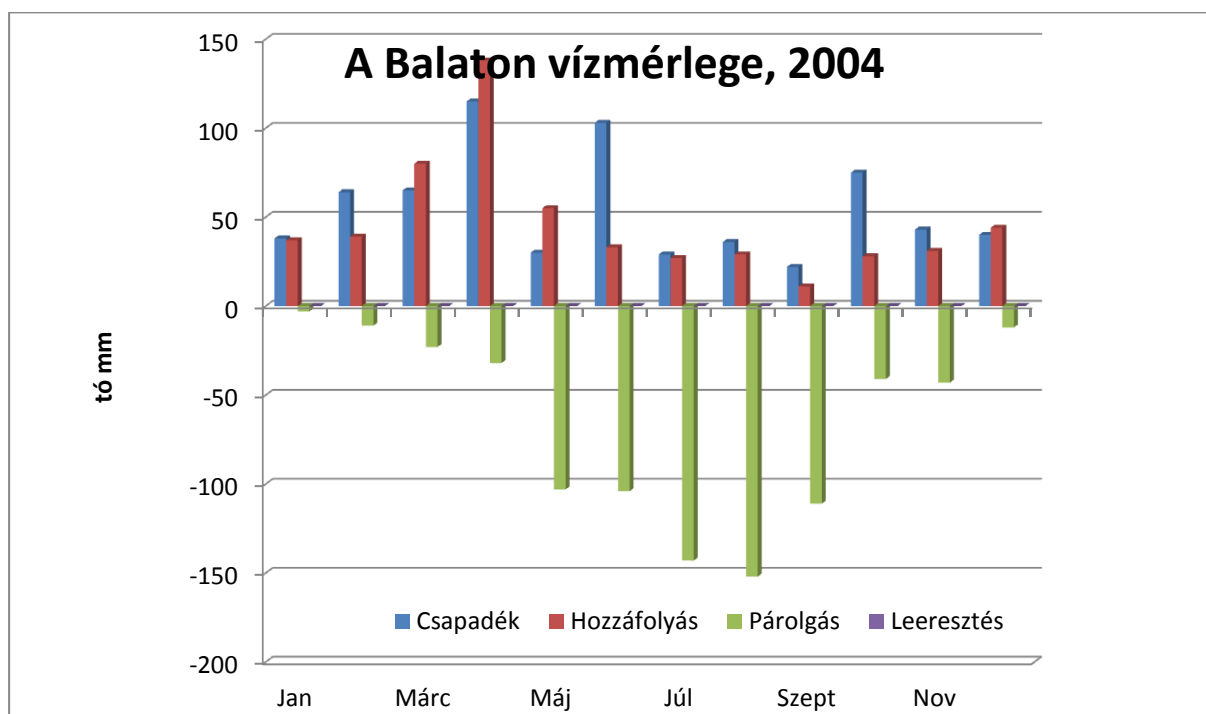
24. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2003)



25. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2003)

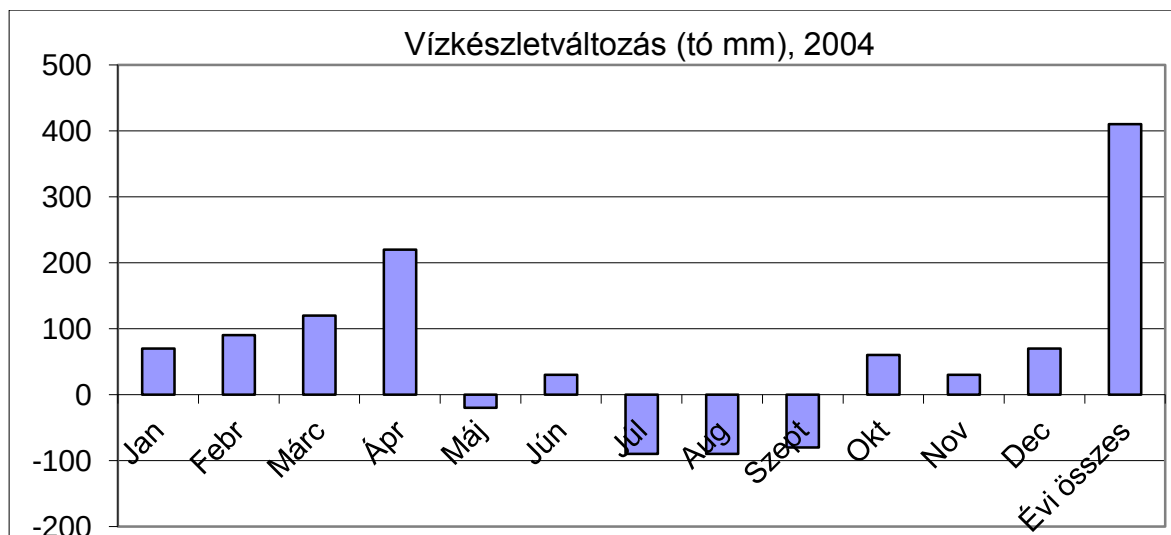
Már említettem, hogy a hozzáfolyások mértéke jelentősen elmaradt a sokéves átlagtól és pontosan megegyezett az előző évvel. Július hónapban a Zala vízszállítása 0,2 m³/s volt, míg a másik két vízfolyás elhanyagolható mértékben járult hozzá a tó vízkészletének növekedéséhez. Összességében az átlagos mennyiség 32%-a jutott a tóba ebben az évben, különösen a nyári időszakban maradt el a hozzáfolyások mértéke a megszokottól, amikor 0,9 m³/s volt az összes vízfolyás által szállított vízmennyiség. A Tapolcai-medence vízfolyásaiból érkezett a vízmennyiség jelentős része, amelynek vízhozamában kevésbé jelentkezett az évek óta tartó szárazság, ugyanis a karsztforrások vizét rövidtávon nem érintette a csapadék hiánya.

4.4.5. 2004. évi vízmérleg adatok elemzése



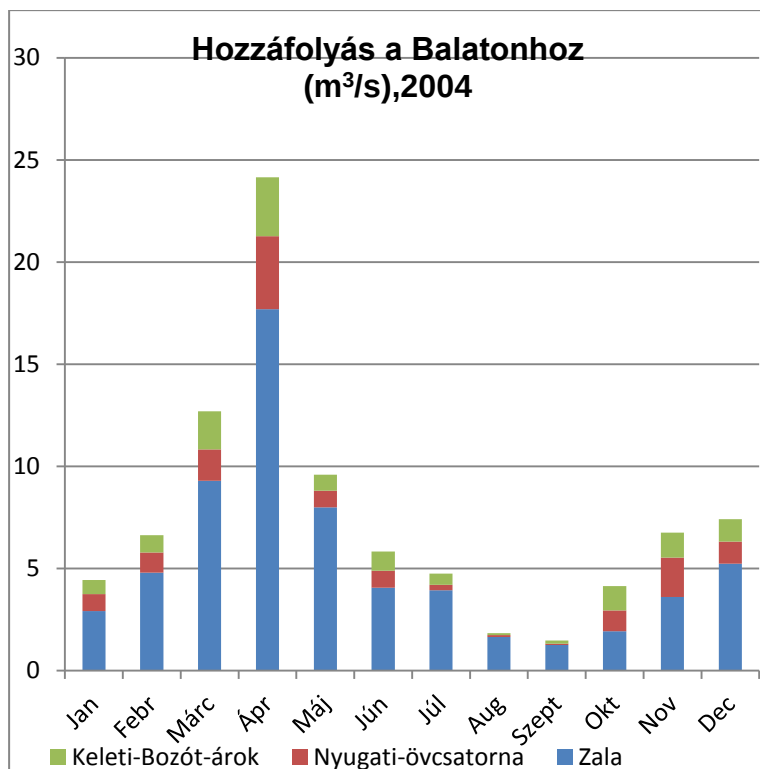
26. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2004)

2004-ben a csapadék mennyisége 4 év után újra meghaladta az átlagot, 660 mm csapadék esett ebben az évben, ami igaz csak 6%-kal haladja meg az elmúlt 80 év átlagát, de fontos, hogy az első félévben voltak a legjelentősebb esőzések, áprilisban és júniusban is 100 mm-nél több csapadék hullott a Balatonra. Ennek következtében a tó vízszintje az esők folytán közvetlenül, a hozzáfolyások miatt pedig közvetve emelkedésnek indult. Július elejéig 51 cm-t emelkedett a tó vízszintje a kritikusan alacsonynak mondható 31 cm-ről. A nyár folyamán a párolgás következtében enyhe csökkenés volt tapasztalható, amelynek üteme (havi kevesebb, mint 10 cm) a tavaszi erőteljes csapadék miatti hozzáfolyások következtében és a gyengébb párolgás miatt kisebb volt, mint a megelőző években. Természetesen vízengedés ebben az évben sem történt még.

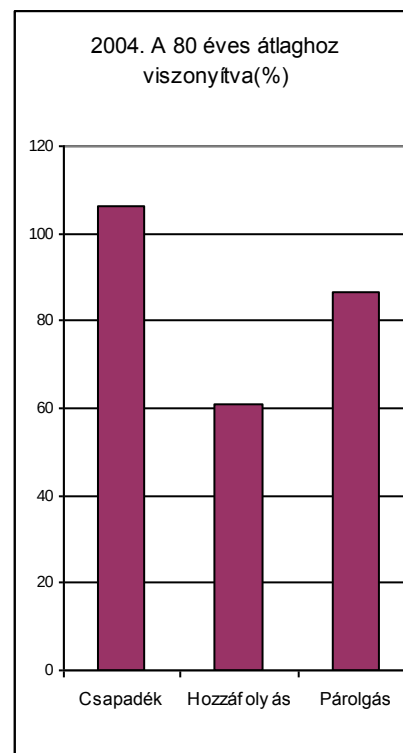


27. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2004)

A nyári hónapok után októberben ismét növekedett a tóban lévő vízmennyiség, az utolsó három hónapban havonta közel 5 cm-t. Természetesen a tó vízkeszletváltozása többlettel zárt, 2004-ben 41 cm-t emelkedett a vízszint és a következő évre biztatóan alakult a patakok, folyók vízszállítása. Tehát várhatóan jó eséllyel teljesen helyre állhatott a tó vízháztartása, ha hasonló mértékben emelkedett a vízszint. Tulajdonképpen a szokásos tavaszi csapadékmaximum idején 2004-ben már jelentős elmozdulás volt tapasztalható és már ekkor rendkívül bizakodóan lehetett tekintetni a jövőre.



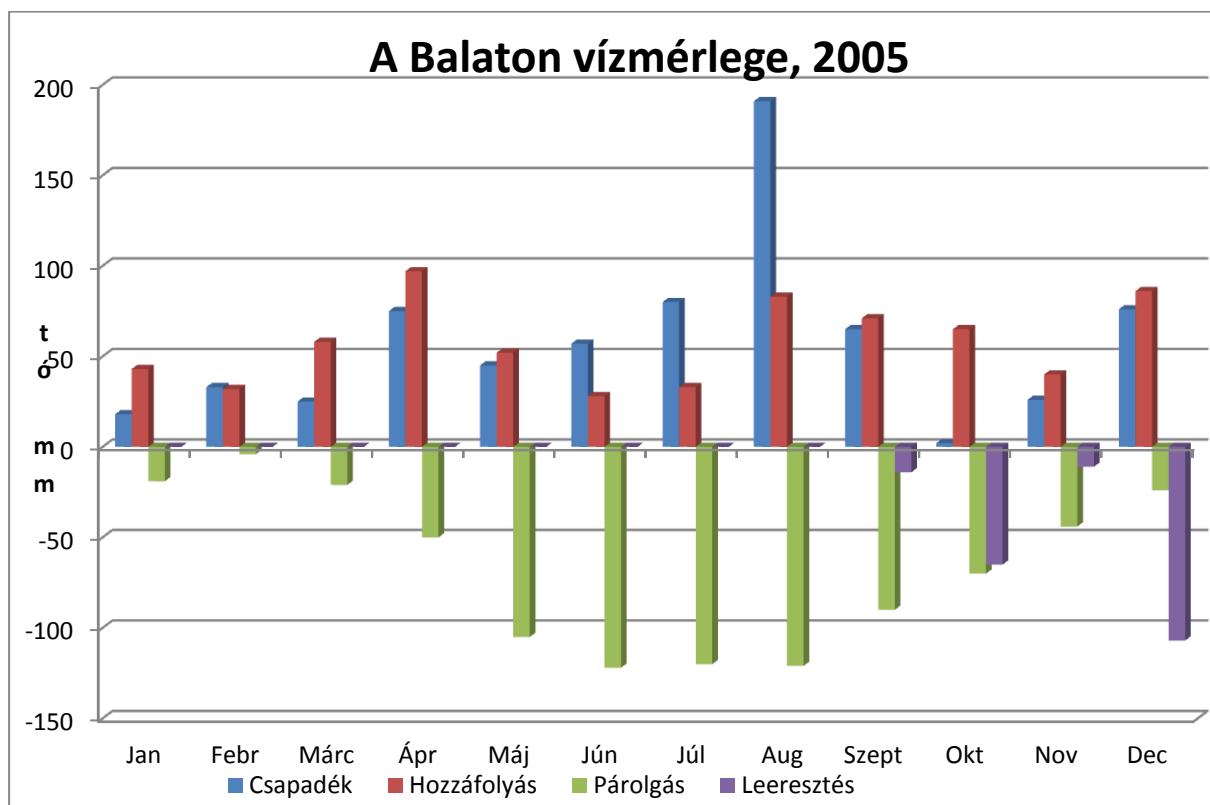
28. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2004)



29. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2004)

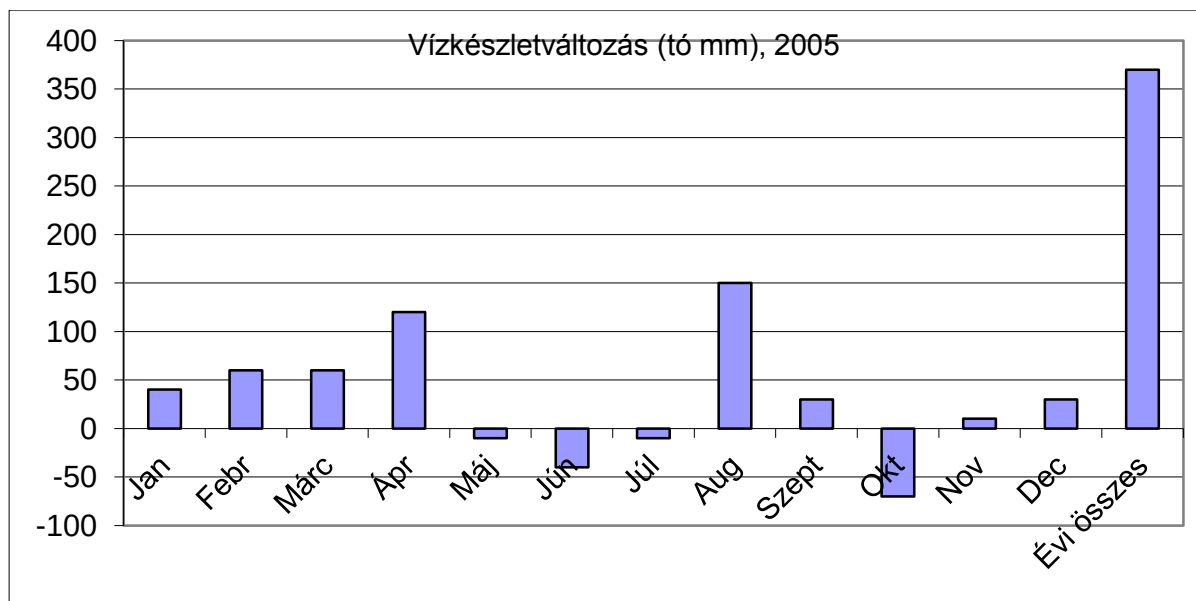
A hozzáfolyások mértéke még mindig jelentősen elmaradt a sokévi átlagtól, de már meghaladta a 60%-ot, ennek oka egyértelműen az előző 4 év szárazsága volt, tehát hiába esett átlag feletti csapadékösszeg, az előző évek hiánya meglátszott a vízfolyások vízzsálítási értékén. A Zala átlagos évi vízzsálítása 5,25 m³/s volt, de a három tavaszi hónapban már meghaladta az átlag a 11,5 m³/s-ot, erre évek óta nem volt példa. A másik két vízfolyás nagyjából egyenlő mértékben, kicsivel több, mint 1 m³/s-os értéket értek el. Érdekes módon a Nyugati-övcatorna ez év szeptemberében gyakorlatilag kiszáradt.

4.4.6. 2005. évi vízmérleg adatok elemzése



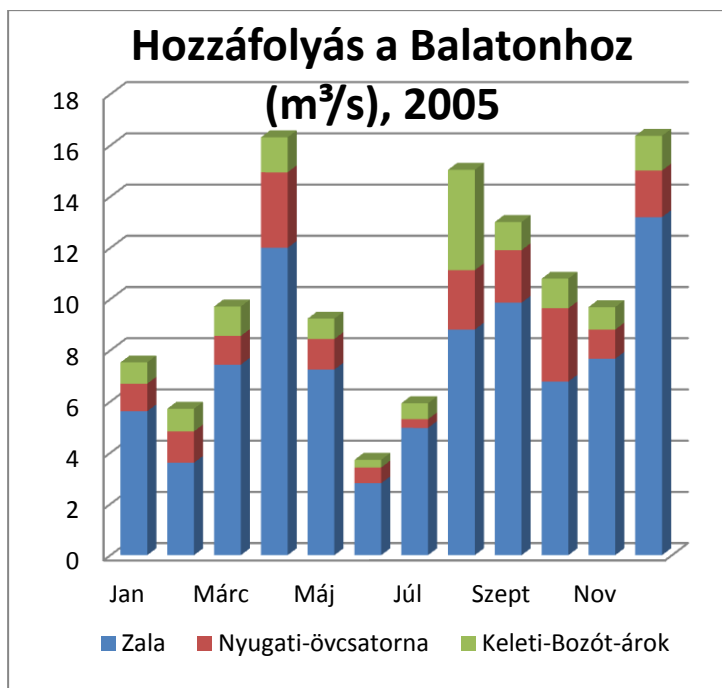
30. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2005)

2005-ben az előző év után az év elején a hozzáfolyások mértéke viszonylag magas volt az előző évekhez képest, ezért a tó vízszintje májusig gyarapodott, 28 cm-rel állt magasabban a vízszint, mint előző év december legvégén, majd májusra ismét elérte a 100 cm-t. Különösen nagy mennyiségű csapadék tavasszal nem hullott, ezért volt lassabb az emelkedés, mint az előző évben. Viszont a nyár folyamán, júliusban, de különösen augusztusban rengeteg eső (191 mm) esett, ennek következtében a legmelegebb hónapunkban mindössze 1 cm-rel csökkent a tó vízszintje, míg augusztusban 15 cm-rel növekedett. 693 mm csapadék hullott a tó felszínére, ami 11,5%-kal haladja meg sokévi átlagot, viszont a párolgás mértéke közel ennyivel maradt el. Mivel szeptemberben átlépte a maximális szabályozási szintet, azaz a 110 cm-t, öt és fél év után ismét megnyitották a Sió-zsilipeket.

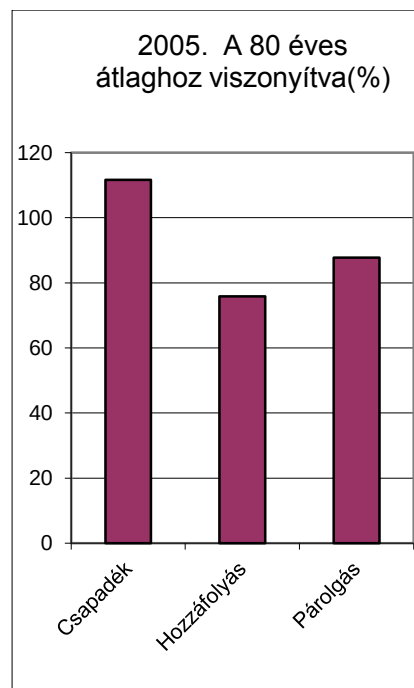


31. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2005)

Az évi összes vízkeszletváltozás 37 cm volt, de ezt úgy érték el, hogy közel 20 cm vizet engedtek le a tóról. Az év végén mind a négy hónapban történt eresztés, de így is magas értéken, 109 cm-en állt a vízmércén a víz az év utolsó napján. Elmondható tehát, hogy a Balaton 1,5 év alatt „leküzdötte” azt a hiányt, amit négy egymást követő száraz év során halmozott fel. A 2004-es és a 2005-ös év sem volt kiemelkedően csapadékos (28. sz. ábra).



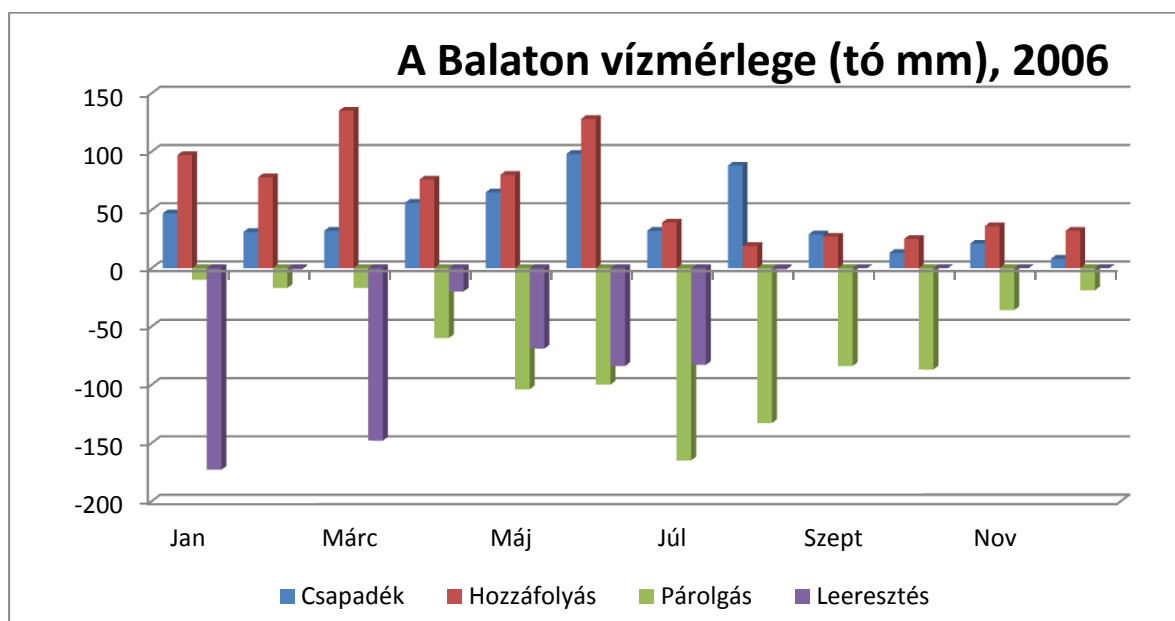
32. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2005)



33. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2005)

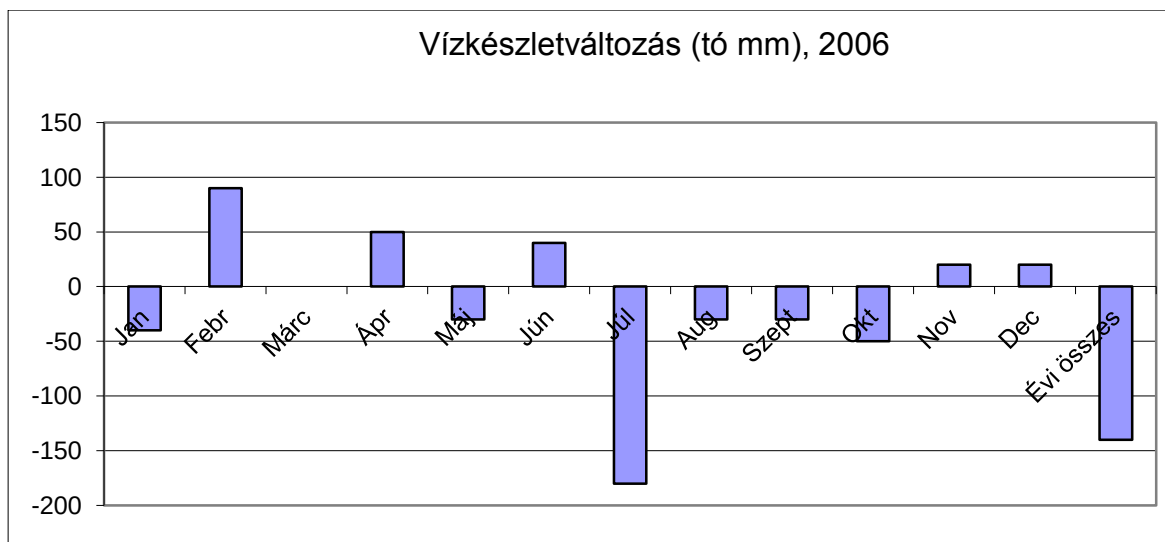
A hozzáfolyások mennyiségéből egyértelműen látszik, hogy a szokásostól eltérően nem az év első, hanem a második felében volt a hozzáfolyások maximuma, ami a hihetetlenül csapadékos augusztusnak volt köszönhető. A Zala átlagos évi vízhozama elérte a 7,5 m³/s-ot, ami megfelelt a sokéves átlagnak. A vízhozama egész évben egyenletes volt, nem alakult ki rajta jelentős árhullám. Érdekesség még, hogy augusztusban a Keleti-Bozót-árok vízszállítása 4 m³/s volt. A Zala után következő két vízfolyás vízszállítása közel 2,8 m³/s volt, ez, ha kevéssel is, de több mint a 2002-ben és a 2003-ban mért adat a Zalán.

4.4.7. 2006. évi vízmérleg adatok elemzése



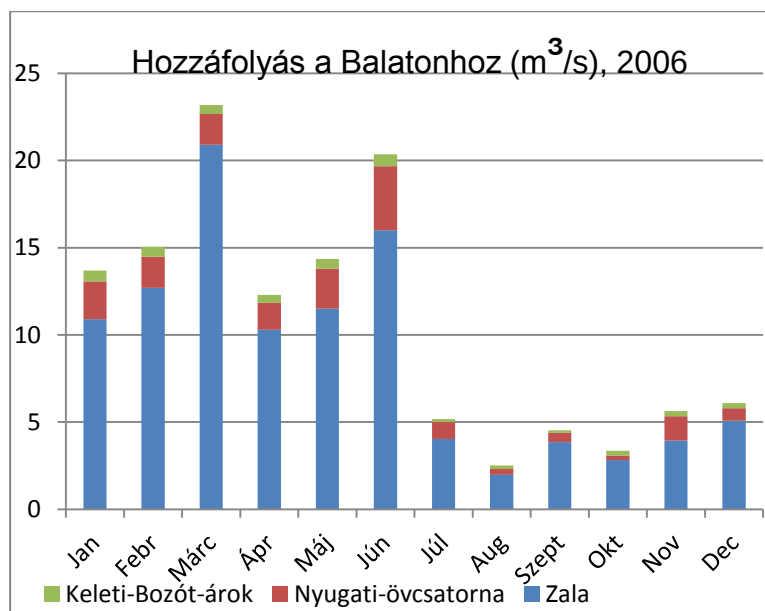
34. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2006)

2006-ban a csapadék mennyisége ismét elmaradt a 80 éves átlagtól, 521 mm csapadék hullott a tóra, ami majdnem azonos a 2001-es értékkel, ekkor az egész év során 4 cm-rel lett alacsonyabb a tó vízszintje, természetesen a Sió-csatorna egész éves lezárása mellett. Az év első felében az előző év végi sok csapadék miatt a hozzáfolyások mennyisége az évtized elején mért értékeket magasan felülmúlta. Ennek következtében a Sió-zsilipet többször megnyitották és még júliusban is történt vízenség a tóból. Közel 58 cm vizet vezettek le ebben az évben a Balatonról, de így is csak 14 cm-rel csökkent a vízszintje. Az év utolsó napján még mindig 96 cm-en állt a siófoki vízmércén a víz, nyáron elérte a 120 cm-t is, ami már rendkívül magas értéknek számított.

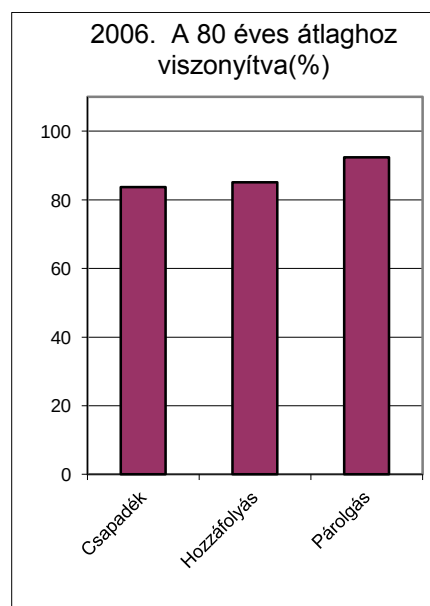


35. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2006)

Mint már említettem, a csapadék mértéke megegyezett a 2001-es értékkel, ez annak következtében alakult ki, hogy a második félévben elmaradt az átlagtól a csapadék mennyisége, emiatt a hozzáfolyások is erőteljes csökkenésnek indultak, az utolsó négy hónapban 4 cm-t csökkent a tó vízszintje a Sió engedése nélkül.



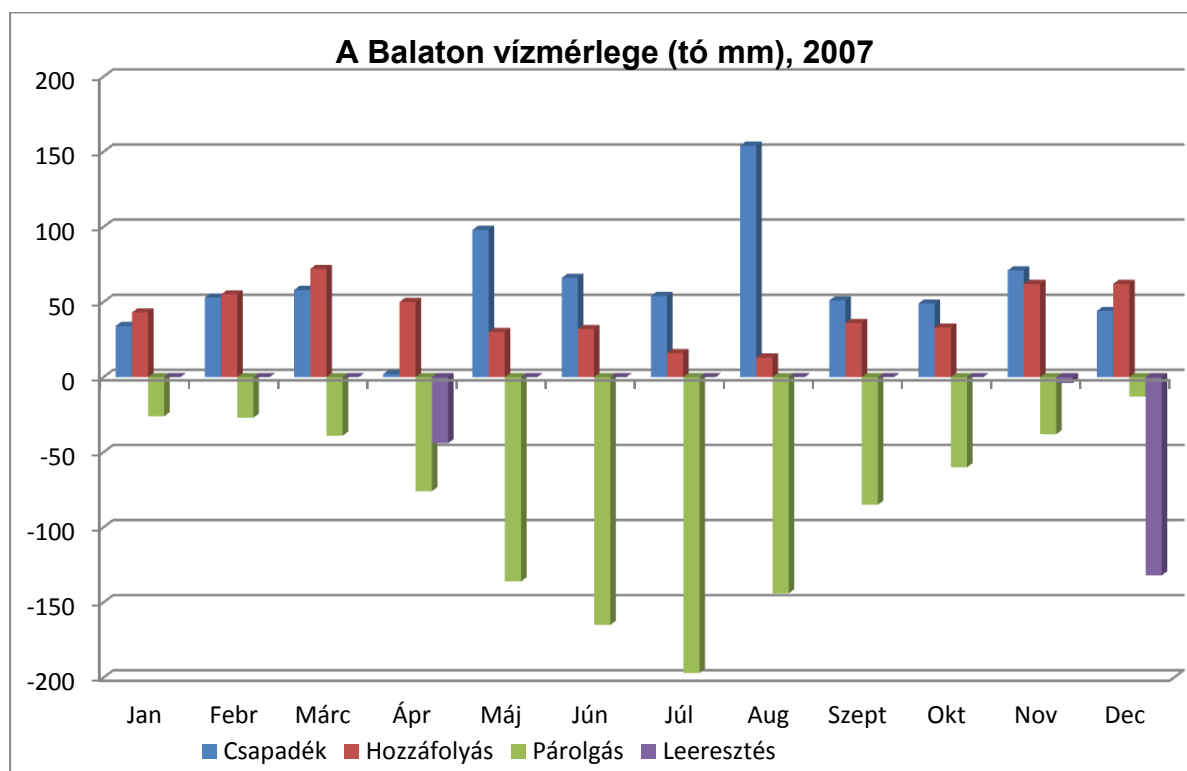
356. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2006)



367. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2006)

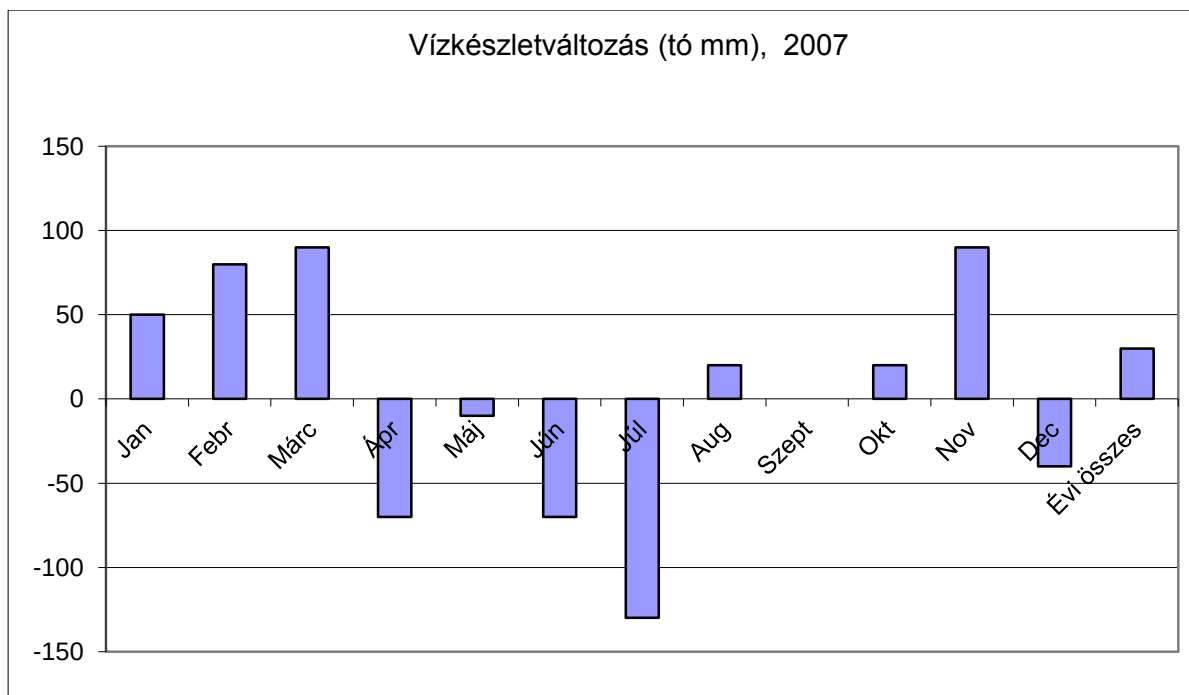
Az év első felében a Zala vízzsállítása megközelítette a 14 m³/s-ot, ez jócskán meghaladta az ilyenkor megszokottat. A következő 6 hónapban alig érte el a 4 m³/s-ot, még így is éves átlagban több mint 15%-kal haladta meg a sokéves átlagot, azonban a következő évre nézve rossz jel volt, hogy az év végére rendkívül alacsonyan alakult. A hozzáfolyások 2000 óta ebben az évben alakultak a legmagasabban, alig több mint 14%-kal maradt el a 80 éves átlagtól. A Keleti-Bozót-árok meglepően alacsony értéket produkált, egyedül a 2002-es évben volt ennél kisebb az árok által szállított vízmennyiség, még a 0,5 m³/s-ot sem érte el ebben az évben.

4.4.8. 2007. évi vízmérleg adatok elemzése

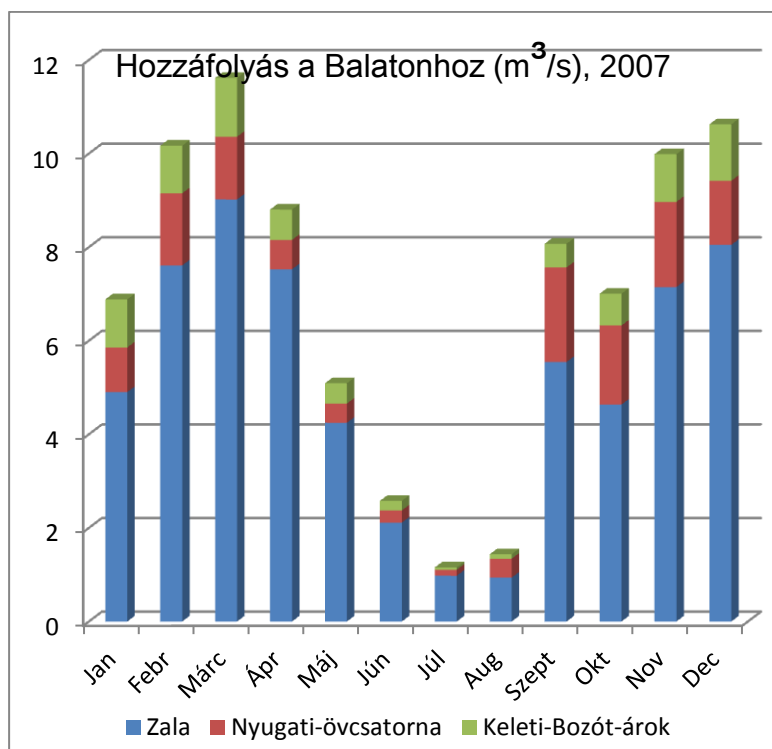


38. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2007)

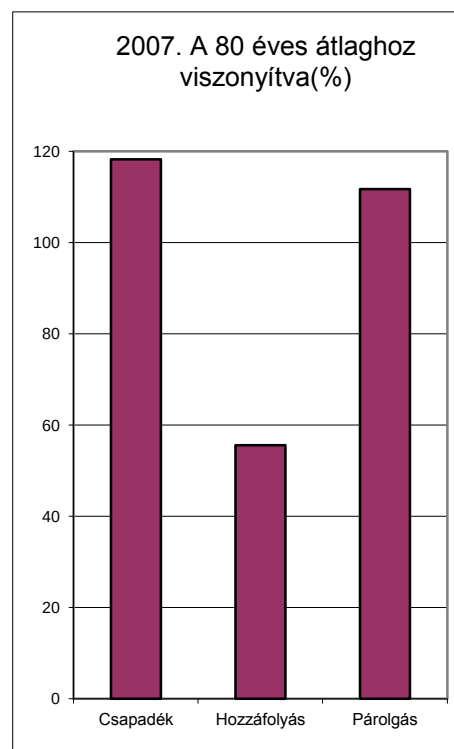
2007-ben, a viszonylag száraz 2006-os év után a csapadék mennyisége átlagon felüli volt, különösen nyáron esett sok csapadék, augusztusban több mint 150 mm eső hullott. Ebben az évben 721 mm csapadék esett, ez a 80 éves átlag 118%-a. Azonban az előző év végi csapadékhiány miatt a hozzáfolyások átlaga ebben az évben is elmaradt, 56%-os volt. Mivel tavasszal bőven meghaladta a szabályozási szint maximumának minősülő 110 cm-es értéket, ezért áprilisban megnyitották a zsilipeket (előbb azért nem tudták, mert felújítást végeztek rajta). Ezen kívül még az utolsó hónapban is történt vízeresztés, ekkor 14 cm vízmennyiséget engedtek le. Áprilisban minimális csapadék mellett 40 mm vizet eresztettek le a tóról. A párolgás mértéke szintén rendkívül magas volt ebben az évben, ennek oka a magas téli hőmérséklet, például januárban az átlaghőmérséklet 5 °C volt, ennek következtében a hónapban a párolgás értéke közel kétszerese volt az előző éveknek. Igaz, így is csak 2,5 cm volt a párolgás mértéke, ennél sokkal jelentősebb volt, hogy augusztus hónapban majdnem elérte a 20 cm-t. Mindent összevetve, 12%-kal volt több ebben az évben, közel 10 cm víz távozott így a tóból. Ebben az évben összességében 3 cm-el növekedett a tó vízszintje.



39. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2007)



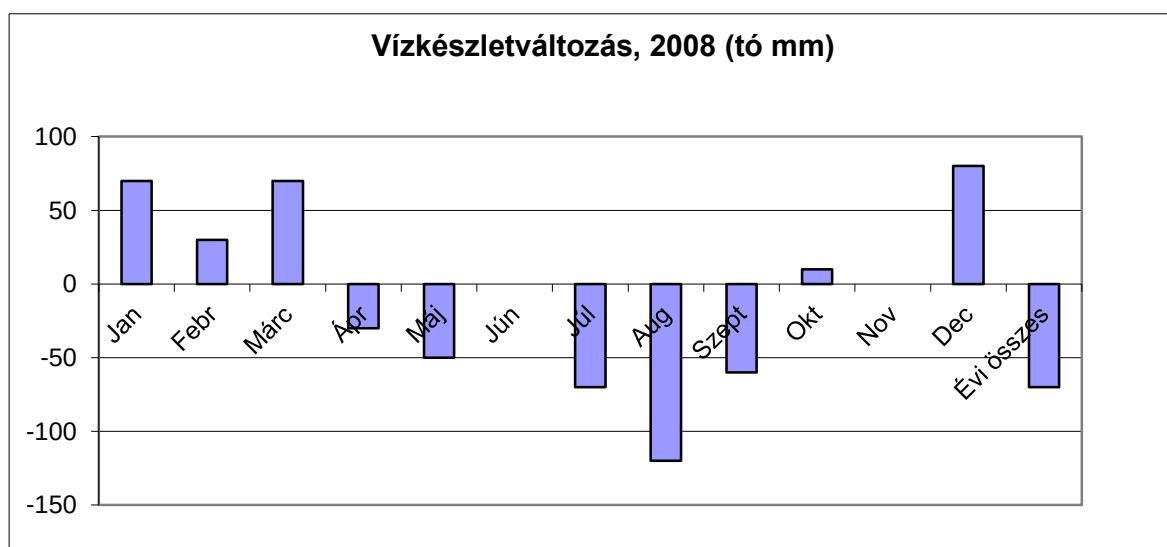
40. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2007)



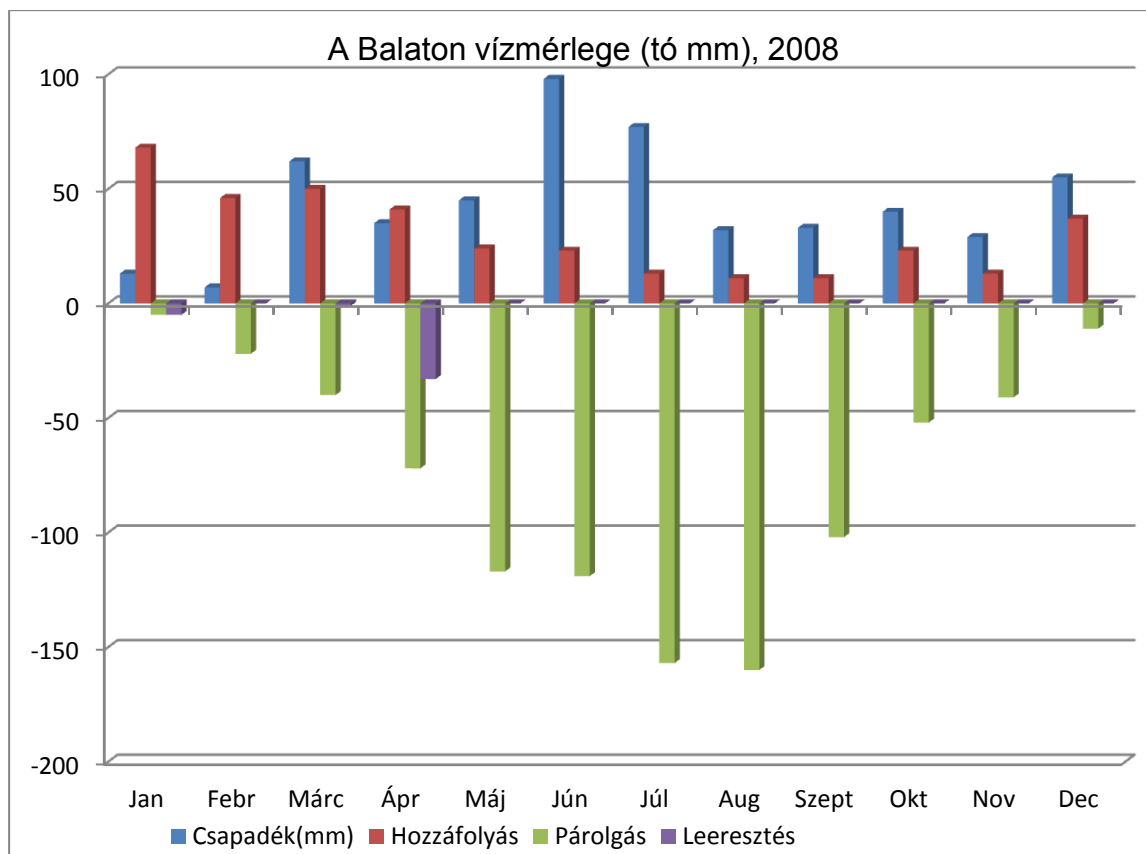
41. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2007)

A Zala folyó évi átlagos vízszállítása 5 m³/s körüli volt, eloszlásában jelentős eltérés nem volt a sokévi átlaghoz viszonyítva, a megszokott augusztusi minimummal. Csak kismértékben jelentkezett az a hatalmas mennyiségű csapadék, ami ekkor hullott, ennek következtében különösen a Nyugati-övcsatorna vízszállítása növekedett, ezzel együtt évi átlagban a csatorna 1 m³-rel járult hozzá minden másodpercben a tó természetes vízkészletéhez.

4.4.9. 2008. évi vízmérleg adatok elemzése

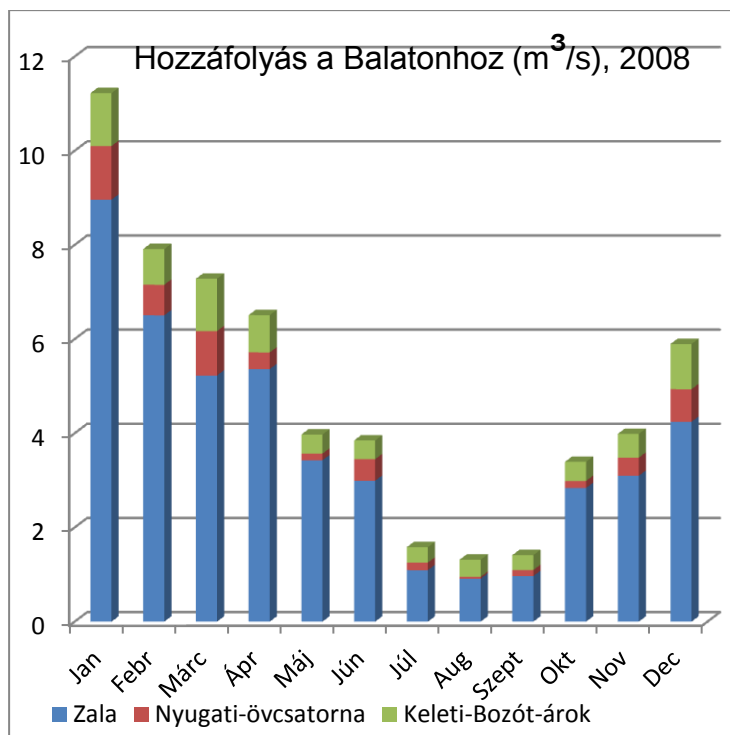


42. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2008)

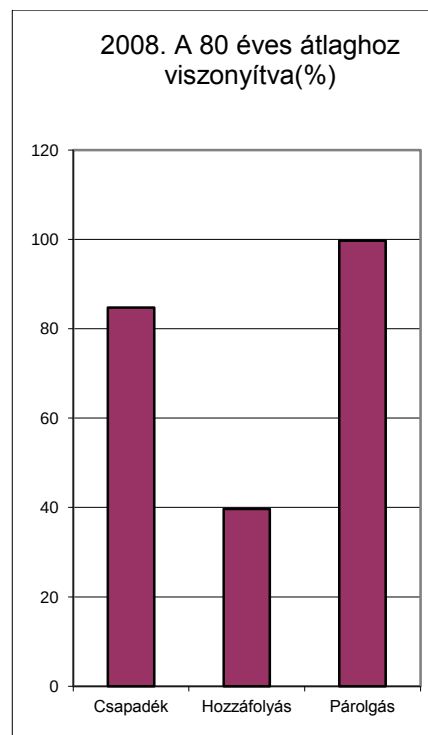


43. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2008)

2008-ban a csapadék mennyisége ismét átlagon aluli volt, 85%-a volt a 80 éves átlagnak. Júniusban és júliusban esett a legtöbb, míg az első két hónapban alig esett valami. Ennek következtében a hozzáfolyások hónapról hónapra csökkentek az év eleje óta. Az előző decemberi vízeresztés áthúzódott januárra, azonban ennek mennyisége minimális volt. Áprilisban, mivel 110 cm fölé emelkedett a tó vízszintje, megnyitották a zsilipeket és körülbelül 3 cm vizet engedtek le rajtuk.



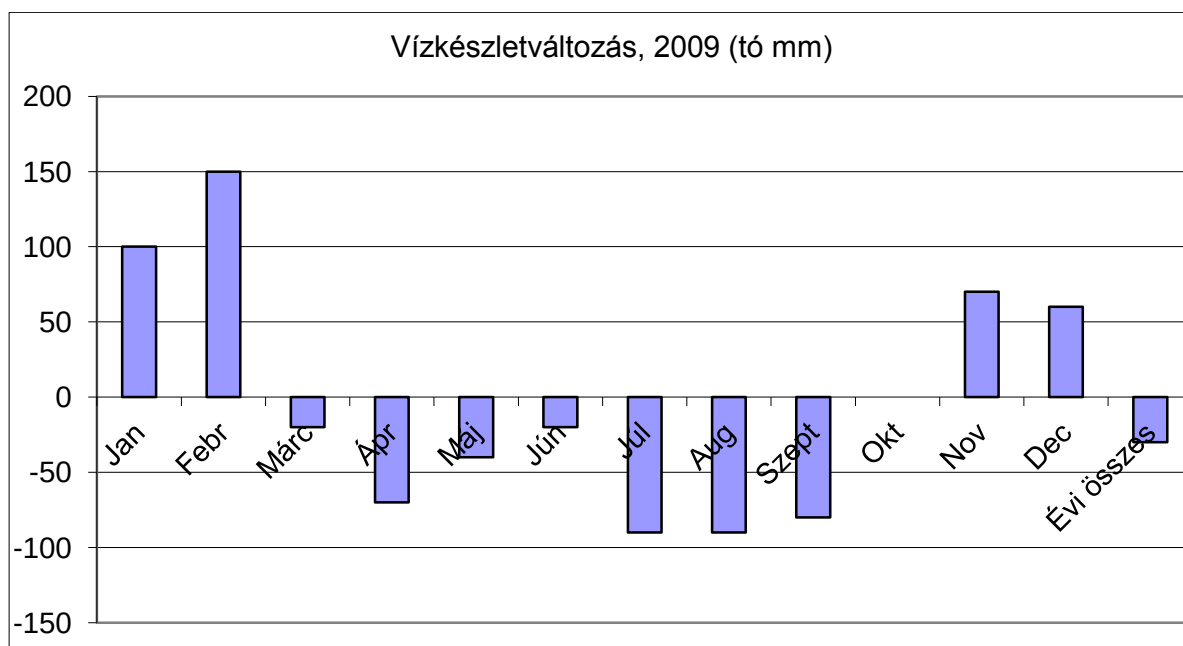
44. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2008)



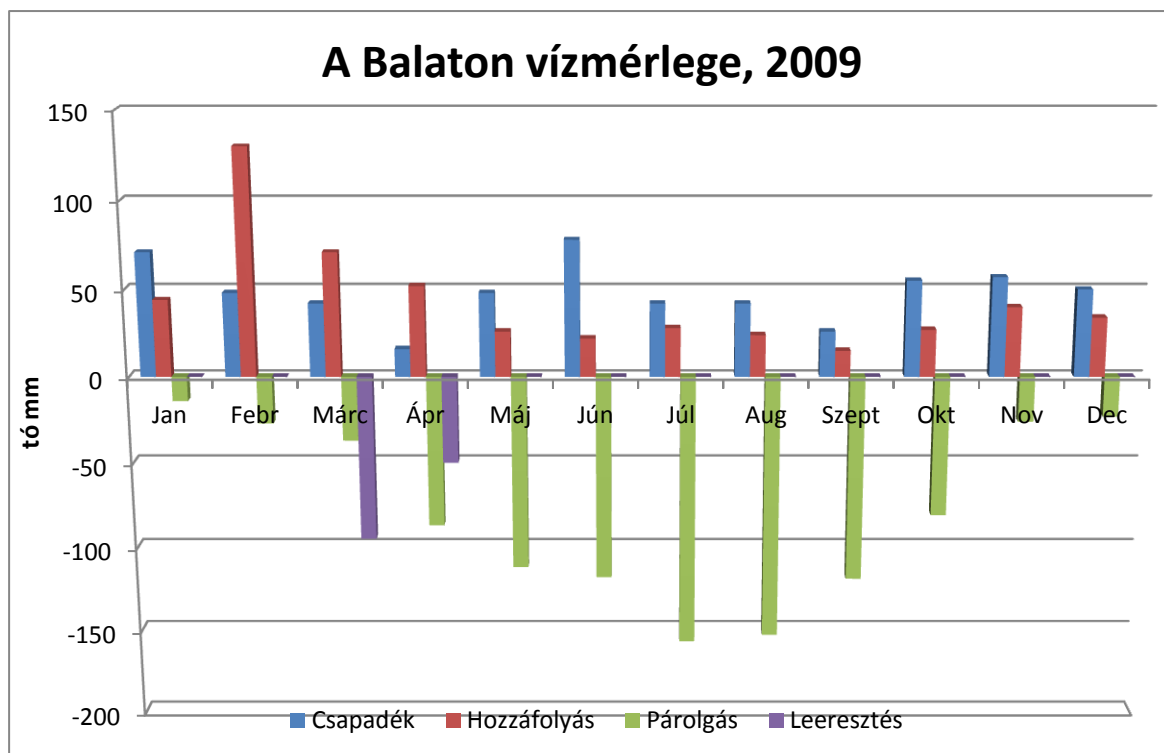
45. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2008)

A párolgás mértéke megegyezett a 80 éves átlaggal, míg a hozzáfolyások mértéke 40%-a sokévinek, ez nagyjából megegyezett a 2001-es adattal, amikor az előző évi csapadékhány miatt rendkívül alacsony volt a folyók, és a patakok vízszállítása. Ebben az évben 4 m³/s alatt volt a Zala-folyó vízszállítása, amely az év eleje óta fokozatosan csökkent. 2008-ban a Keleti-Bozót-árok több vizet szállított, mint a Nyugati-övcatorna, általában ez összefüggésben áll azzal, hogy ez a vízfolyás a csapadéktól gyakorlatilag függetlenül, mindig hasonló mennyiségű vizet szállít a tóba.

4.4.10. 2009. évi vízmérleg adatok elemzése

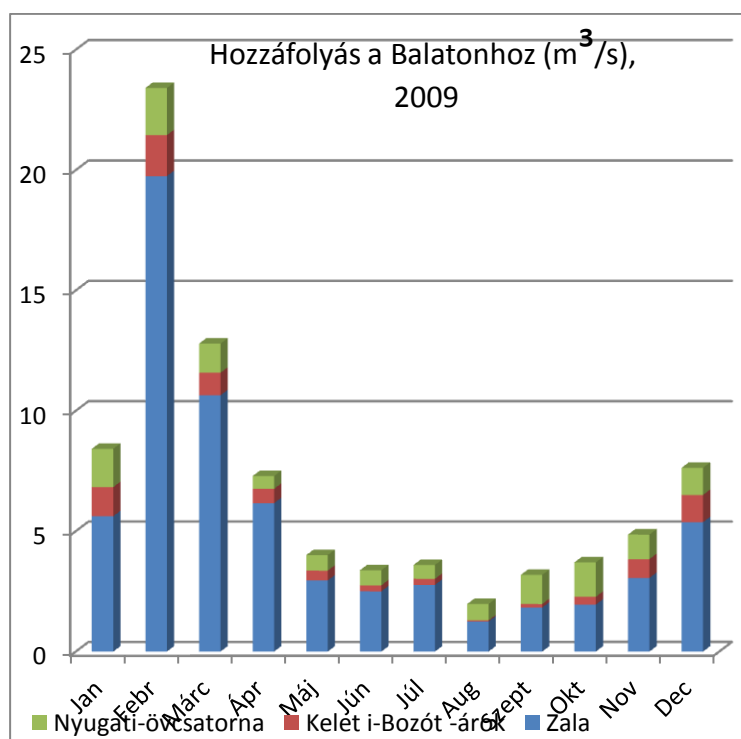


46. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2009)

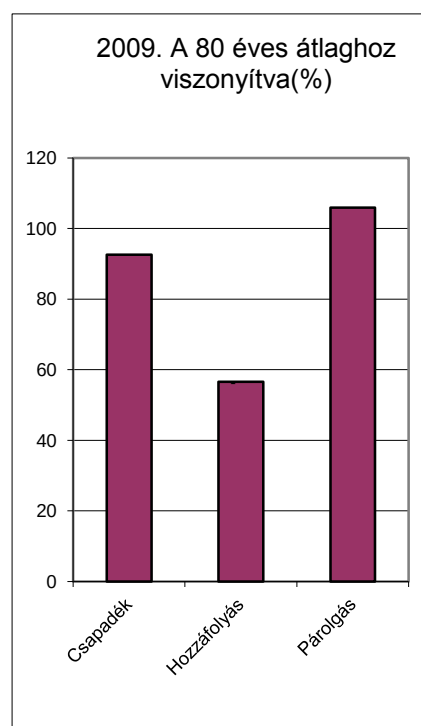


47. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2009)

2009-ben kevéssel átlag alatti mennyiségű csapadék hullott, viszont rendkívül kiegyenlített volt az év folyamán, csak áprilisban esett 20 mm alatti mennyiség, ez meglepő, hiszen ebben a hónapban döntően sok eső esik. Ebben az évben ismét februárban volt a hozzáfolyások értékének maximuma, mivel márciusban és áprilisban ismét meghaladta a tó vízszintje a maximális szabályozási szintet, a 110 cm-t, ezért a Sió megengedésre került és 14 cm-rel csökkentették a vízszintet. A párolgás kismértékben, 6%-kal haladja meg sokévi átlagot. Ez évben 3 cm-es volt a tó vízkészletének fogyása.



48. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2009)



49. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2009)

A februári maximum után, amikor közel 20 m³/s volt a folyó vízszállítása, erőteljes csökkenésnek indult ez az érték, és már májusban 5 m³/s alá esett. Csak az év utolsó hónapjában sikerült kismértékben átlépni ezt az értéket, két hónap volt, amikor jelentős vízmennyiség érkezett a tóba. A Zala által viszont egész éves vonatkozásban viszonylag magas, 5 m³/s feletti értéket kapunk, amely egyértelműen a februári adatnak köszönhető. A vízszállítást tekintve egyértelműen a Nyugati-övcatorna a második, mivel éves átlagban 1 m³ vizet szállított minden egyes másodpercben a tóba. Érdekes, hogy az első hat hónap és a második hat hónap ezen értéke szinte teljesen megegyezett, tehát abszolút nem hasonlított a Zala vízszint-ingadozására.

5. A Balaton 2003. évi vízpótlási terve

Mivel 2003 őszére a tó vízszintje kritikusan lecsökkent, ezért a szakemberek megvizsgálták a lehetőségét ennek, hogy képesek-e a tó vízgyűjtőjén kívül elhelyezkedő területekről a Balatonba vizet juttatni. A lehetséges verziók közt szerepelt a Rába, a Dráva, a Mura és még a Duna is. Azonban több szempontot is figyelembe kellett venniük: a vízbázis vízminősége, a működtetés költsége, a vízbázis vízkészlete, az üzemeltetés biztonsága, a megvalósítás költsége és a nemzetközi vonatkozások.

A vízbázis vízminősége rendkívül fontos, mert ha nem megfelelő a víz állapota, akkor felborulhat a tó ökoszisztémája. Ezért a Duna, mint vízfolyás nem jöhetett szóba, ezenkívül túl költséges is lett volna. Ebből a szempontból a legmegfelelőbb megoldásnak a Rába és a Mura tűnt.

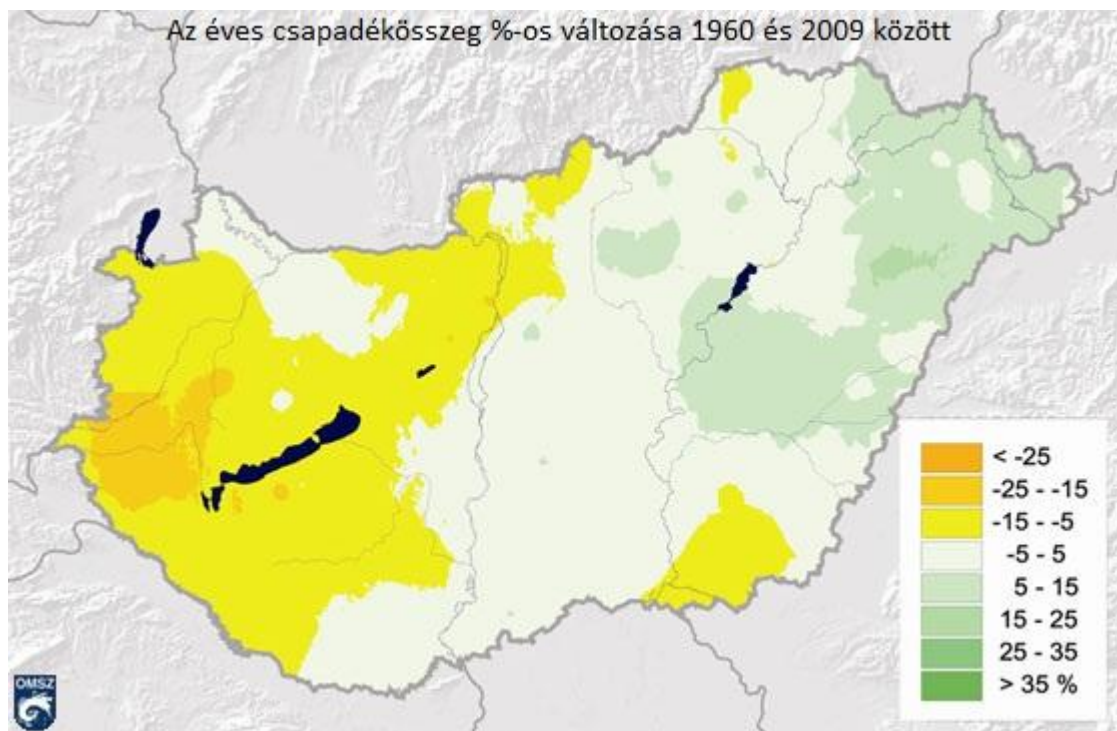
A további szempontokat elemezve a Rábából lehet leggazdaságosabban és legbiztonságosabban vizet szállítani a Zala mellékfolyásaiba, mert itt a legrövidebb a szükséges átvezetés hossza. Egyedül a víz mennyisége lehet negatívum, de mindent összevetve ez a legjobb megoldás.

Ezen belül is két módszert vizsgáltak. Egy szivattyúsat és egy olyat, amikor a víz magától folyik a gravitáció által. Mindkét módszernél Körmendhez közel egy rövid, 1 km-es átkötő csatornával kezdődik a víz útja. A szivattyús megoldásnál ezután egy 3 km-es nyomócsövön keresztül a szivattyúk segítségével a Sárvízbe emelik a vizet, a domb másik oldalára, ahol egy vízerőmű-telep létesülne, így a szivattyúk által elhasznált áram egy része visszanyerhető lenne, az áramnak alig 20%-a „veszne” el ilyen módon. Ezután akadálytalanul jutna a Zalába a víz. A másik, gravitációs módszernél a Csörnöc-Hepernyőn keresztül folya a víz a Hegyhátszentpéteri-patakba, majd a Sárvízbe, onnan pedig a Zalába. Mindez energiabefektetés nélkül, mivel a kiindulási hely magasabban van, mint az érkezési, ezért csak a víz medrét kell kialakítani. Azonban mire a tanulmány elkészült, a természet megoldotta a problémát, így nem került sor ezen beruházásokra.

Számos tanulsággal járt a terv. Egyrészt hosszútávon a Balaton vízszintszabályozásának és vízutánpótlásának egyik megoldása lehet. Másrészt felhívta a figyelmet arra, hogy egyrészt a természet önszabályozásánál nincs jobb megoldás, másrészt mekkora felelősséggel jár bármifajta emberi beavatkozás.

6. Milyen problémák keletkezhetnek az alacsony vízállásból?

A 4. fejezetben, hosszasan tárgyaltam a tó vízszint ingadozásait, és a tó fontosságára is kitértem. Vajon milyen hatással lenne a jövőre nézve, ha gyakoribbak lennének a száraz időszakok, ahogy azt mostanában számos tanulmány, elemzés állítja és az elemzett 10 év során is bebizonyosodott, az a tény, hogy egyre kevesebb víz érkezik a tóba mind közvetlenül, mind közvetve.



50. ábra (forrás: Megfigyelt éghajlati változások Magyarországon ,OMSZ)

Jelentősen közel 10-15%-al (lásd. 50. ábra) csökkent az elmúlt 50 évben a Balaton vízgyűjtőjére eső csapadék mennyisége. Ennek következményeit már elemeztük, láthattuk. Ezenkívül a vízpótlás lehetősége is ,mint már írtam róla, erősen behatárolható, és nagy valószínűséggel rontaná a tó vízminőségét, ezen tényeket figyelembe véve számolnunk kell a 2003-as alacsonyvíz megismétlődésével, figyelembe kell venni következményeit, mivel elkerülni nem, vagy csak a tó vízminőségromlása árán tudjuk.

Tehát tételezzük fel, hogy a tó vízszintje 0,5 vagy 1 méterrel csökken bizonyos időszakokban. A csökkenés hatásait, a tapasztalataim és saját megfigyeléseim alapján végzem, ezekből vonok le következtetéseket és döntően a mindennapi gazdasági oldalról közelítem meg, elhanyagolható m értékben foglalkozom az élővilág szemszögéből, amely meglátásom szerint képes lenne alkalmazkodni a természeti kihívásokhoz.

Először is a 0,5 m-es csökkenést vizsgálom meg. Ez a tó vízkészlete szempontjából már jelentős csökkenés, de a mindennapokban talán még fel sem tűnik senkinek. A déli parti strandokon a vízszint normális vízállás esetén bőven 1 m felett van, míg az északi oldalon, számos helyen a part közvetlen közelében meghaladja a 1,5 métert. Ezen kívül a tó mederszervezetéből adódóan a turzások miatt, a déli parton egy bizonyos pont után mélyül a víz. Pozitív hatásai is jelentkeznek a kisebb víznek, sokkal könnyebben éri el a partközeli víz a fürdéshez optimális hőfokot a víz, és a kisgyermek is élvezheti a tó nyújtotta élményt.

Kevésbé nagy médiavisszhangot kap a hajózás, pedig ezt döntően befolyásolja a tó vízszintje, azonban az említett vízszintcsökkenést még zökkenőmentesen képes átvészelni a turizmus ezen ágazatai is. Bizonyosan léteznek kikötők, amelyekben gondot okoz ez, de elenyésző százalékban, és semmiképp sem az utasszállításhoz kapcsolódó kikötőkben, hanem a part menti sekélyebb vitorláskikötőkben, ahol azonban döntően alacsony merülési hajók, csónakok állnak. Bizonyosan jelentkeznek további problémák is, de csak a legfontosabbakat, legszembetűnőbbeket vizsgáltam.



1. kép (Forrás:Szigetváry Zsolt: Kiszárad a Balaton, 2012.08.14.)

A – 1 méter vízszintnél már sokkal látványosabb problémák jelentkeznek, természetesen a leglátványosabb, amit mindenki lát, aki a déli partra érkezik, hogy sok helyen szigetek látszanak ki, vagy ami még gyakoribb, több 10 métert kell gyalogolni ahhoz, hogy beérjünk a vízbe. Ez sok mindenki számára visszataszító, elkeserítő lehet, ezt növelheti még a kisvízben elburjánzó dúsabb vegetáció. Azonban az északi parton jelentősen jobb az összkép, köszönhetően az eleve nagyobb vízmélységnek és a más mederviszonynak, amely sokkal gyorsabban mélyül, mint a déli parton. Az említett tények miatt csökkenhet a Balaton vonzereje, amely negatív hatást gyakorol az érkező vendégek számára. És itt jegyezném meg talán a legfontosabb megfigyelésemet, amely a hazai közmédiára irányul, természetes sokkal nagyobb hírértéke van egy a nemzeti tavunk kiszáradásáról szóló cikknek, és mindig lehet olyan képeket csinálni, amelyekkel ezt nagyon könnyű alátámasztani.

Említettem, hogy a vízszint csökkenéssel csökkenhet a tó vonzereje is, azonban szintén fellépnek pozitív következmények, ismét megemlíteném a tó még gyorsabb felmelegedését, amelyre nagyon jó példa a mostani ősz, hiszen a kisvíz következtében, mindössze néhány melegebb, naposabb nap alatt képes kellemes hőmérsékletűre melegedni a tó vize. Sokak számára vonzó lehet még az így kialakult homokos part, szinte tengerparti érzést kölcsönözve a tónak. Ezen kívül újból megemlíteném, hogy a tó mederviszonyainak következtében nem vagy csak alig kell többet befele haladnunk a kellő vízmélység elérése céljából, hiszen az a bizonyos pont, ahol jelentősen megmélyül a tó

Nem beszéltem még a hajózásról, azonban, ennél a vízszintnél már jelentős gondok akadnak, számos déli parti kikötőbe nem tud minden nagy személyhajó kikötni, erősen korlátozva ezzel a tó hajóforgalmát. Szemléletes példa a Balaton legidősebb hajója a Kelén, amely számos kikötőbe nem tudott behajózni 2003 nyarán, amikor a tó vízszintje a már említett szintre, azaz közel 1 m-el csökkent. Ez a vízszintcsökkenés már jelentős gondot okoz a nagyobb tökesúlyos vitorlásoknak is, hiszen felépítésükből adódóan ezek a hajók merülése is elérheti a 2 métert is.

Összességében elmondható, hogy bár drasztikusnak hangzik, hogy ha 1 méterrel csökken a tó vízszintje, akkor az alig több mint 3 m átlagos vízmélységű tó teljes vízkészlete közel 1/3-ára csökken, mégis a következmények nem tekinthetők túl drámainak. Ehhez kapcsolódik még, hogy egy nedvesebb év során ez a hihetetlenül nagy hiány is szinte teljes mértékben képes pótlódni, hiszen a csupán átlagos csapadékmennyiségű 2005-ös évben több mint 50 cm víztöbblet keletkezett.

7. Balaton vízminősége

„A Balaton vízminőségi jellemzői alapján egyedülálló az egész világon. A mészkiválás folyamatossága miatt a víz állandóan zavarosnak tűnik, átlátszósága ritkán haladja meg az egy métert. A víz köztudottan sekély, aminek az a következménye, hogy a legkisebb szél mozgásától is hullámszárnak indul, és a legtöbb esetben fenékgig felkeveredik. Ez azt eredményezi, hogy a víz oldott oxigéntartalma a felszínen állandóan 100%, illetve annak közelében van.”⁴

A klorofill-a jelentőségéről az alábbiakat állapíthatjuk meg: „Az algák - vízben élő apró növényi szervezetek - jelenlétének egyik mutatója a víz klorofill-a koncentrációja. Kedvező külső feltételek esetében, a vízi élővilág természetes és szükséges részét képező algák túlszaporodásával kell számolni az állóvizekben, és jellemzően a sekély vizű tavakban. A vízben rendelkezésre álló növényi tápanyag, a hosszan tartó - az üdülők, fürdőzők által oly kedvelt - meleg nyári időszakok az algák túlszaporodását - az úgynevezett vízvirágzást - eredményezhetik. Ilyenkor az algasejtek szintestei (klorofill) hatására a víz zöldnek látszik.”

A klorofill-a koncentráció határértékei az MSZ 12749:93 szabvány szerint a következők:

<25 mg/m³ kiváló

25-75 mg/m³ megfelelő

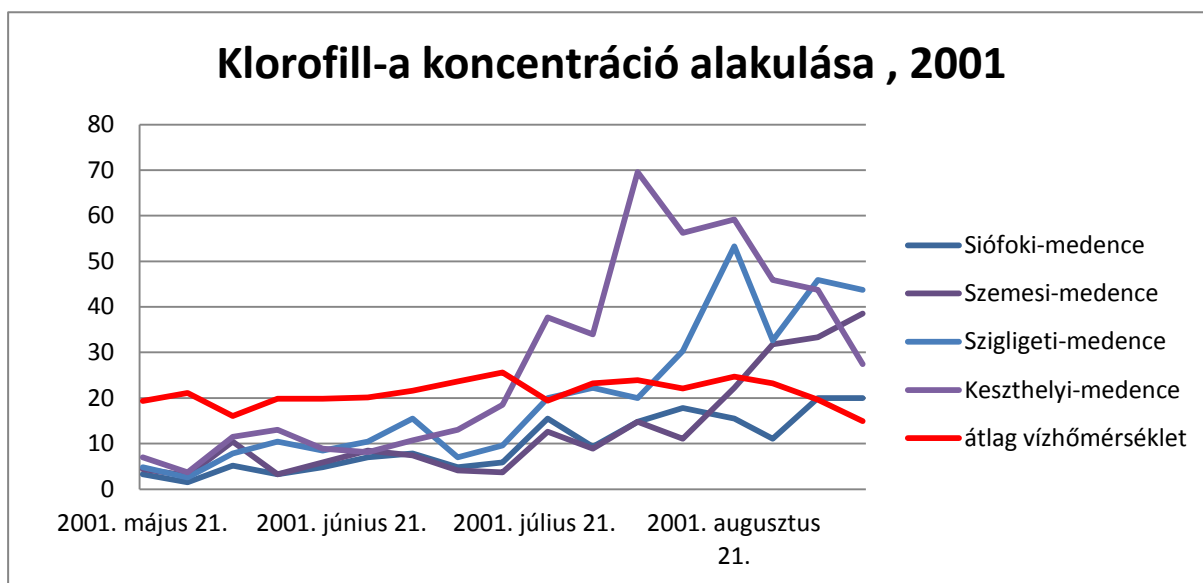
> 75 mg/m³ nem megfelelő.

Az OECD trofitási skála fokozatai, klorofill-a koncentráció és azok értelmezése				
Oligotróf kiváló		< 8 mg/m ³	Szűken termő – szervesetlen növényi tápanyagban szegény, kevés növényt (algát) termelő víz.	A fürdőzést nem gátolja a növényzet.
Mezotróf jó		8-25 mg/m ³	Közepesen termő víz.	A fürdőzést nem gátolja a növényzet.
Eutróf közepes		25-75 mg/m ³	Bőven termő, nagy trofitású, szervesetlen növényi tápanyagokkal jól ellátott, növényt (algát) bőven termő víz.	Ha a tartomány fesőfelében található a mért klorofill-a koncentráció, a fürdőzésnek - egyéni érzékenységtől függően - gátja lehet.
Hipertróf rossz		> 75 mg/m ³	Túltermő vizek, amelyekben olyan növényi tápanyagfelesleg van, aminek kihasználására a fényenergia mennyisége nem elég.	Fürdésre már nem javasolható.

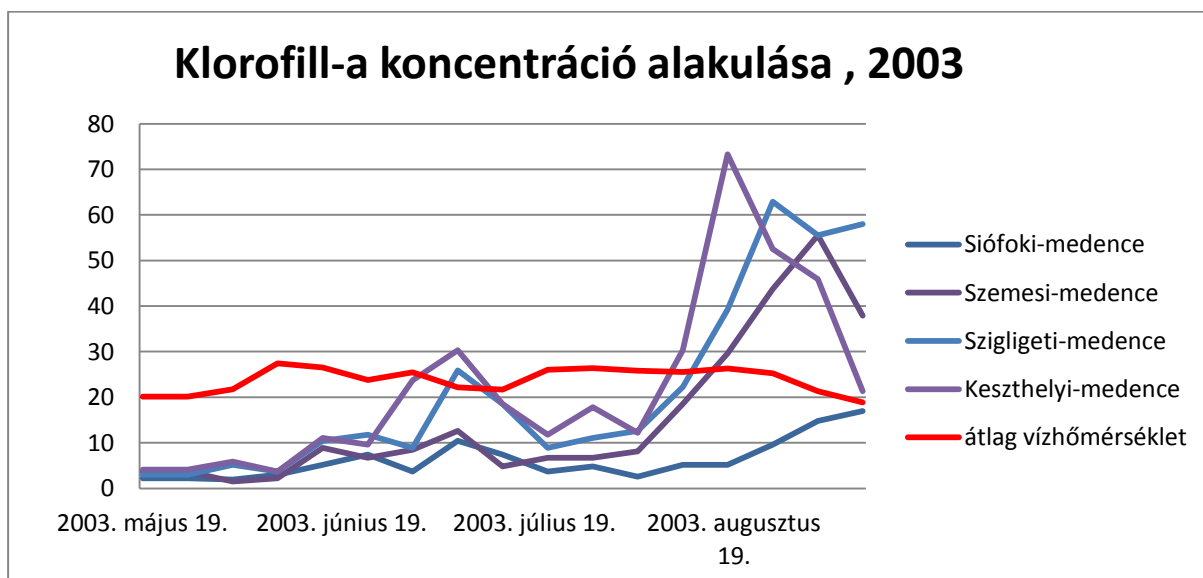
3. táblázat Forrás: Közép-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség, a Dél-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség és a Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelősége

⁴ A Közép-Dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség adatai alapján, Mikola Klára

„A **trofitás** az elsődleges szerves anyag termelés intenzitása a vizekben, ami a környezetbiológiai rendszer energia befogó képességét jelenti és a rendszer potenciális energiatartalmát növeli. A termelés alapja a fotoszintézis, amihez megfelelő mennyiségű és minőségű fény, megfelelő hőmérséklet, szerves növényi tápanyagok és klorofill tartalmú alga vagy vízinövény állomány szükséges.”⁵

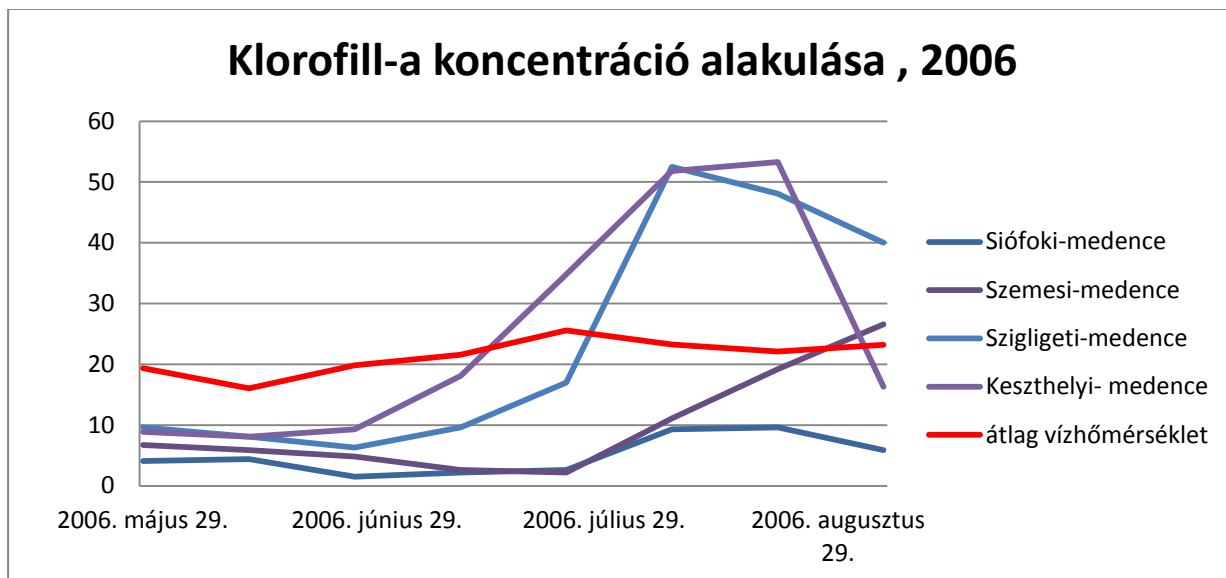


51. ábra Forrás: Közép-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség, a Dél-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség és a Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelősége



52. ábra Forrás: Közép-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség, a Dél-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség és a Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelősége

⁵ Közép-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség, a Dél-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség és a Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelősége



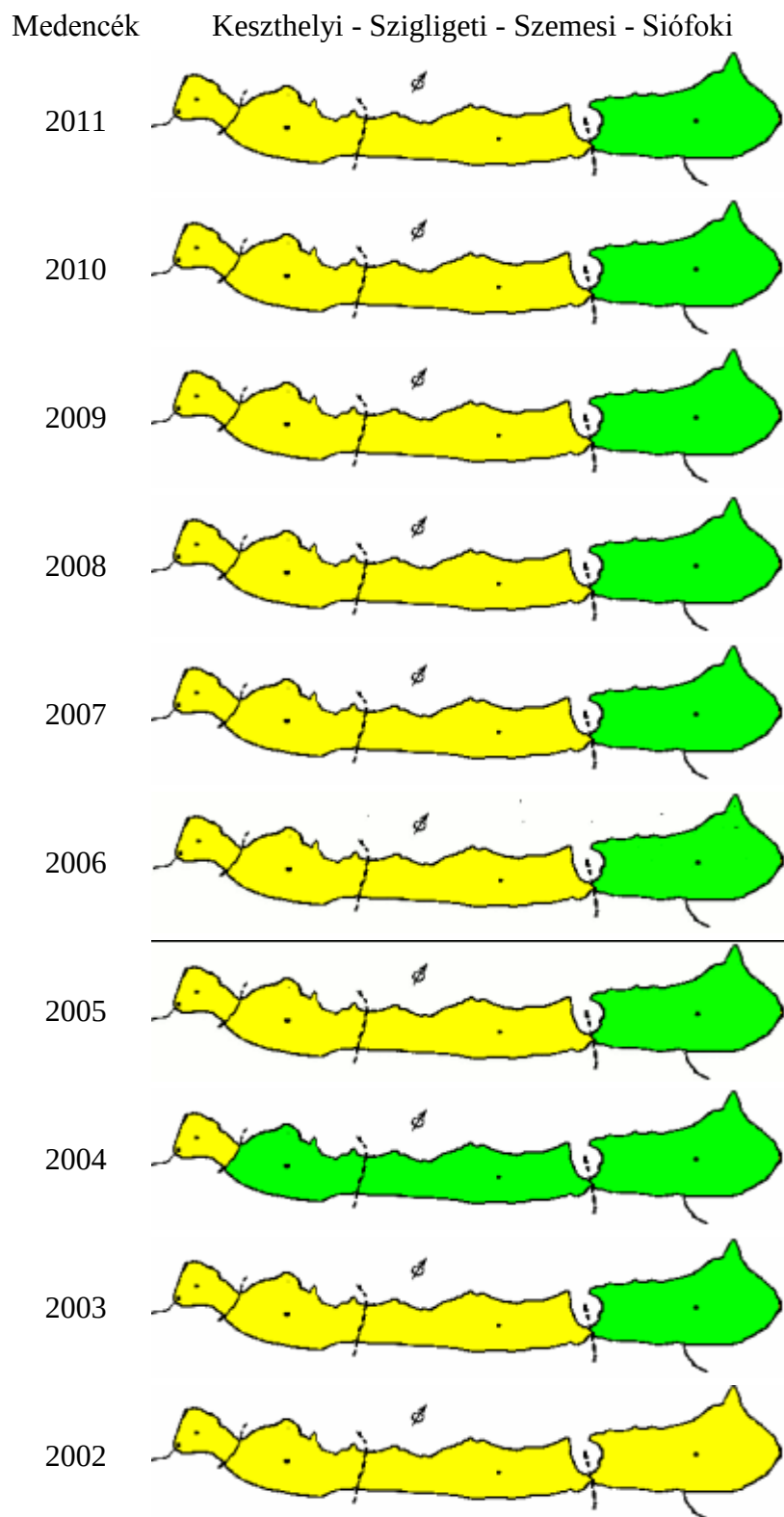
53. ábra Forrás: Közép-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség, a Dél-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség és a Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelősége

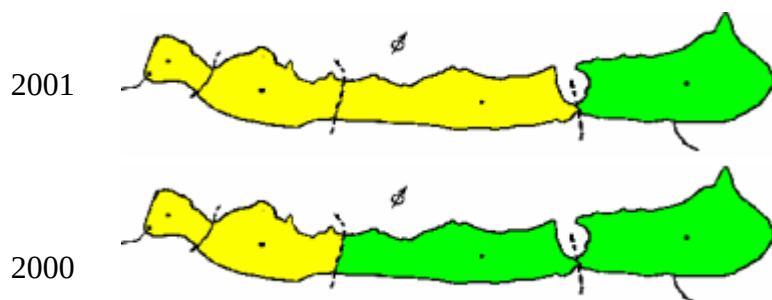
A következő részben három év klorofill-a adatait vizsgálom, ezek az évek között szerepel a 2003-as rekord alacsony vízszintű év és a 2001-es és 2006-os évek, amikor a vízszint a sokéves átlagnak megfelelően alakult. Négy további részre bontható, a Siófoki-medencére, amely a Tihanyi szorostól keletre fekvő vízterületeket fedi le. A Balaton nyugati medencéje 3 további részre van osztva, ezek a Szemesi-, Szigligeti- és Keszthelyi-medence. Mint látszik a vízminőség szempontjából nem a vízszint, hanem az adott terület elhelyezkedése játssza a fő szerepet. A legnagyobb klorofill-a szinttel a legnyugatibb rész, vagyis a Keszthelyi medence (lásd 51. ábra) rendelkezik, ennek magyarázata Zala folyóból a tóba ömlő nagymennyiségű hordalék és szerves anyag és az, hogy ez a legkisebb víztérfogattal rendelkező rész. Tulajdonképpen kelet felé haladva fokozatosan csökken a tóban lévő klorofil-szint, Siófoknál, pedig már mind a 3 vizsgált évben 25mg/m^3 alatt maradt, azaz itt mindig jó, vagy kiváló volt a vízminősége. A legmagasabb értéket, mégis 2003-ban mérték, ennek magyarázata lehet a kisebb vízszint, viszont ha tüzetesebb megvizsgáljuk az értékeket, kitűnik, hogy ebben az évben a tó víz hőmérséklete jelentősen magasabb volt a nyári időszakban, mint a másik két évben.

”Amnyi megállapítható, hogy a hőmérséklet növekedésével valószínű az algakoncentráció növekedése, de mértéke bizonytalan.”⁶ 2003-ban közel 24 fokos volt a tó víz hőmérséklete a vizsgált nyári

⁶ A Balatonra vonatkozó indikátor rendszer kialakítása és egyes indikátorok összefüggéseinek elemzése Dr. Kútics Károly K+F Consulting Kft

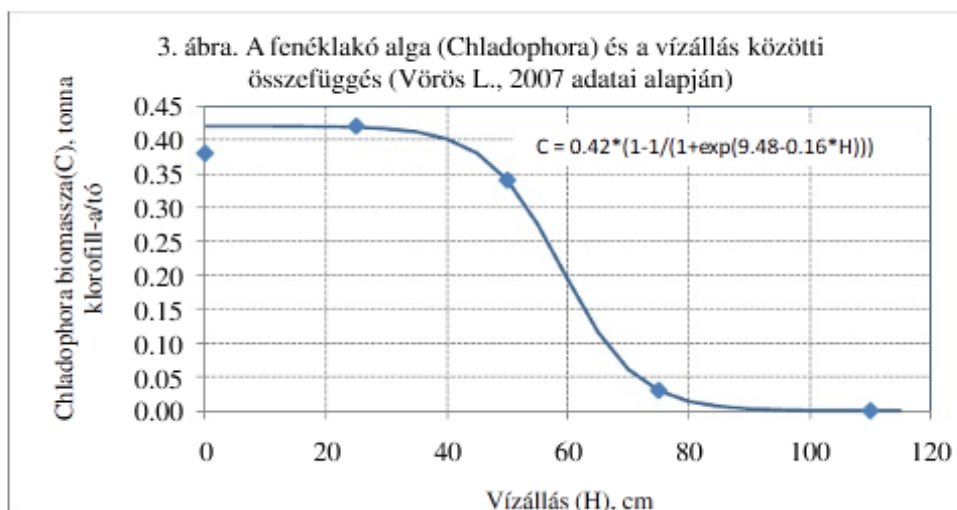
időszakban, és közel május végétől szeptember elejéig folyamatosan kellemes, sokszor 25 fok feletti hőmérsékletet ért el. Ennek hatására bizonyosan növekedett a tó vonzereje, hiszen a tó vízhőmérsékletének növekedésével bizonyosan nő a tó vonzereje.





54. ábra Forrás: Közép-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség, a Dél-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség és a Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelősége

A következő ábrákon ismét a tó klorofill-a szintjét láthatjuk, ezeken az ábrákon ugyanaz látszik, amit a részletesen elemzett 2001, 2003 és 2006-os évben, vagyis az, hogy kelet felé haladva (lásd 54. ábra) egyre kevésbé szennyezett a tó. Jelentős különbség nem alakult ki 2000 óta, ugyanis erre az időszakra megépült a Kis-Balatonon a tározó rendszer, amelynek következtében jelentősen csökkent a tóba érkező szerves anyag mennyisége, ezek közül a foszfor és a nitrogén a legjelentősebb. A 80-as, 90-es években többször fordult elő, hogy a tó vízminősége hipertróf volt, vagyis nem érte el a megfelelő szintet, azaz a tó vize köbméterenként 75mg-nál többet tartalmazott. A tó vízminőségéről tehát elmondható, hogy a 3 évezredre a tó vízminősége minden évben megfelelő volt, a 2 keleti részben, pedig a vízmennyiségtől függetlenül jó volt a tó vízminősége.



55. ábra (Forrás: A Balatonra vonatkozó indikátor rendszer kialakítása és egyes indikátorok összefüggéseinek elemzése ,Dr.Kutics Károly, K+F Consulting Kft)

Nem a vízminőségéhez kapcsolódik, de a fürdőzők számár ugyanolyan zavaró lehet az algák számának növekedése, amely, mint az ábra is mutatja, 60 cm-es víz alatt kezd el jelentősen szaporodni, ez már jelentős problémákat okoz a déli parton, hiszen ott már egy fél méteres

vízszintcsökkenés esetén is 60 cm alá csökkenhet a vízszint. A vízmennyiség további párolgásával, pedig még nagyobb mértékben kezd elszaporodni ez az algafajta, amely valóban nem kívánatos a fürdőzők számára, írtása pedig nehézkes, hiszen pár nap alatt képes újratermelődni a kisvízben, amelyet a kisvíz erőteljesebb felmelegedése is segít. Tulajdonképpen mindaddig jelentős gondokat okozhat a fürdőzőknek, míg annyira lecsökken a vízszint, hogy kiszárad, vagyis a vízszint további félméteres csökkenésével.



2. kép (Forrás: Balaton, fotó: H. Szabó Sándor, Balaton vízszint, Balaton, 2012.08.23.)

8. Összegzés

A dolgozat elején felvázoltam, hogy milyen fontos szerepet tölt be a Balaton országunk gazdaságában, tehát megvédése a jövő nemzedéke számára rendkívül fontos, ebben konszenzus van. A tó fenntartásának formáiban azonban már nem egyeznek meg a vélemények. Többször említettem, hogy a tó természetes vízmérlege döntően minden évben pozitív, ezért ezután gyorsan helyreáll a vízszint. Az elkövetkező években, pedig meggondolt, visszafogott vízeresztések történtek, ezen kívül a maximális szabályozási szintet a Balaton esetében 110 cm-re emelvén ez is segített a 2006-os és 2008-as szárazabb év probléma mentes átvészelésében.

De mi is a megoldás az egyre kevesebb csapadékban részesülő térségben lévő tó fenntartására? A változás egyértelműen látszik, viszont a megoldás koránt sem egyszerű, hiszen a más vízforrásokból történő vízpótlás, mint láttuk nem célravezető. A jelenlegi körülmények között még nincs, szükség drasztikus beavatkozásokra a természet úgy mond, pár év alatt visszaállítja az eredeti állapotot, helyrehozza saját hibáját, de számos kutatás (pl.: PRECIS-modell) mutat rá a Kárpát-medencében lezajló változásokra amelyek a jövőben, akár kritikus változásokat okozhatnak a tó életében. A tó vízminőségére jelentős hatással nincs a vízszint változása, döntően nem a vízmennyiség befolyásolja ezt, hanem a tóba kerülő szerves vegyületek mennyisége, ezt a Kis-Balatonnál végrehajtott tószabályozások jelentősen javították. Igaz a vízszint csökkenésével már említettem, hogy jelentősen növekszik az algaképződés, amely határozottan csökkenti a tó vonzerejét és rendkívül jó táptalajt ad a médiának a különböző rendkívül látványos tudósítások és fényképek készítésre, amelyekben a Balaton kiszáradását vizionálják. Viszont mindenképpen elmondható, hogy nem szerencsés belenyúlni a természetes folyamatokba, könnyen lehet, hogy egyszerűbb felkészülni a változásra és együtt élni vele, hiszen látszik, hogy a térség éghajlata egyre szárazabbra és kiszámíthatatlanabbá válik a jövőben, tehát a tó extrém vízszintváltozásait természetesebben kell a jövőben kezelni.



3. kép (Forrás: Schmall Rafael, 2008.08.18)

Felhasznált irodalom

A magyar vízszabályozás története. Országos Vízügyi Hivatal kiadványa, Összeállította és szerkesztette: Ihrig Dénes. Budapest, 1973. 398 oldal

Ligeti László: A Balaton és szabályozása. Vízügyi Történeti Füzetek. Budapest, 1974., 51. oldal

Virág Árpád: A Balaton múltja és jelene, 1998, Egri Nyomda Kft., Eger, 904. oldal, 1. 1 mell.

Vízügyi közlemények: A Balaton Szerkesztette: Dr. Szilávik Lajos „Dr. Mayer István: A Balatoni vízpótlás lehetőségei”, 2005, Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet Kht.

Cikkek

Közép-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság:

A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása – (1992-2009)

A Balaton szabályozása: A siófoki zsilip történetéből

Megfigyelt éghajlati változások Magyarországon, OMSZ

A Balaton Kiemelt Üdülőkörzet társadalma és gazdasága, KSH 2011.január

A Balatonra vonatkozó indikátor rendszer kialakítása és egyes indikátorok összefüggéseinek elemzése, Dr. Kutics Károly, K+F Consulting Kft

Takács Erzsébet, Kóbor István: Közép-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság Regionális Laboratórium

Ábrajegyzék

1. ábra (Forrás: A Balaton Kiemelt Üdülőkörzet társadalma és gazdasága)

2. ábra (Forrás: A Balaton Kiemelt Üdülőkörzet társadalma és gazdasága)
3. ábra: A Balaton vízgyűjtője (Forrás: Közép-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság)
4. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása (2000-2009))
5. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása (2000-2009))
6. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása (2000-2009))
7. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása (2000-2009))
8. ábra (Forrás: Közép-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság)
9. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása (2000-2009))
10. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2000)
11. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2000)
12. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2000)
13. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2000)
14. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2001)
15. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2001)
16. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2001)

17. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2001)
18. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2002)
19. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2002)
20. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2002)
21. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2002)
22. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2003)
23. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2003)
24. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2003)
25. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2003)
26. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2004)
27. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2004)
28. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2004)
29. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2004)
30. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2005)
31. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2005)

32. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2005)
33. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2005)
34. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2006)
35. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2006)
36. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2006)
37. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2006)
38. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2007)
39. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2007)
40. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2007)
41. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2007)
42. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2008)
43. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2008)
44. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2008)
45. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2008)
46. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórészek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2009)

47. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2009)
48. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2009)
49. ábra (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása, 2009)
50. ábra (Forrás: Megfigyelt éghajlati változások Magyarországon, OMSZ)
51. ábra (Forrás: Közép-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség, a Dél-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség és a Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelősége)
52. ábra (Forrás: Közép-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség, a Dél-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség és a Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelősége)
53. ábra (Forrás: Közép-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség, a Dél-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség és a Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelősége)
54. ábra (Forrás: Közép-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség, a Dél-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség és a Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelősége)
55. ábra (Forrás: A Balatonra vonatkozó indikátor rendszer kialakítása és egyes indikátorok összefüggéseinek elemzése, Dr. Kutics Károly, K+F Consulting Kft)

Táblázatok jegyzék

1. Táblázat (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása (1992-2009))
2. Táblázat (Forrás: KDTVIZIG: A Balaton és a tórésszek havi vízháztartási jellemzőinek meghatározása (2000-2009))
4. táblázat Forrás: Közép-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség, a Dél-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség és a Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelősége

Képjegyzék:

1. kép (Forrás:Szigetváry Zsolt: Kiszárad a Balaton, 2012.08.14.)
2. kép (Forrás: Balaton, fotó: H.Szabó Sándor, Balaton vízszint, Balaton, 2012.08.23.)
4. kép (Forrás: Schmall Rafael, 2008.08.18)