

A Duna kisvizeinek alakulása a Ráckeve-Soroksári-Dunaág vízbetáplálása tükrében

Dr. Kovács Péter

Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság, Budapest
Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Víz tudományi Kar, Baja

1. Bevezetés

2018 nyarán a tartósan alacsony dunai vízállások ellehetetlenítették a Ráckevei-Soroksári-Dunaág (RSD) gravitációs úton történő vízbetáplálását és hosszú időn keresztül szükségessé tették a mesterséges (szivattyús) vízpótlást. A Kvassay-vízerőtelepen található két beépített gépegység a vízszintek függvényében és az igényeknek megfelelően felváltva, valamint együttesen is üzemeltek. Augusztus közepére azonban szélsőséges különbség állt elő a Duna és az RSD vízszintjei között, amely meghaladta a beépített szivattyúk működési határát, így ezek már nem voltak képesek átmenelni a vizet. Ennek következtében teljesen megszűnt a vízbetáplálás, kritikus vízmennyiségi és vízminőségi helyzet alakult ki az RSD-n. A vízminőség javítása érdekében több helyszínen megkezdődött a víztömeg levegőztetése, a megfelelő vízpótlás érdekében pedig ideiglenes szivattyúk telepítésére került sor. Ennek során összesen 11 db mobil szivattyú kiépítése történt meg. A mobil szivattyúk csak az éppen elégséges vízmennyiség betáplálását tették lehetővé az RSD rendszerbe, a kritikus vízminőségi helyzetet csak az augusztus utolsó napjaiban érkezett dunai vízszintemelkedés oldotta meg.

A fentiekből is látható, hogy a Duna alacsony vízállásai nagymértékben befolyásolják a Ráckeve-Soroksári-Dunaágba történő vízbevezetéseket. A dolgozatban áttekintésre kerül az elmúlt közel 120 év dunai kisvízi vízjárása a Budapest-Vigadó téri vízmérce adatsora alapján, valamint a dunai vízszintek alakulásának vizsgálata az RSD kritikus kisvízi üzemi állapotainak idején.

2. A Duna vízjárása és a Kvassay-zsilip

2.1. A Duna vízjárásának általános jellemzése különös tekintettel a kisvizekre

A folyók vízjárása, tehát a vízhozam éves ingadozása főként a rövidtávon változó éghajlati tényezőktől, elsősorban a csapadéktól függ. Az árvíz és a kisvíz közötti legkisebb különbséget az egyenletes csapadékeloszlású területeken találjuk. Ilyen évi egy téli árvízzel jellemezhető területek kontinensünkön az Atlanti-óceán közelében fordulnak elő. Az óceántól kelet felé távolodva a csapadék előfordulása egyre inkább évszakos jelleget ölt, ezért a folyók vízjárása is egyre szélsőségesebbé válik. Északkelet-Európában akár több százszoros is lehet a kisvíz és a nagyvíz hozama közötti különbség. A kontinentalitás növekedésével együtt jár az évi két árvíz megjelenése: az egyik a (kora) tavaszi, amely a hóolvadáshoz kötődik, a másik a nyári, amely az esőzésekhez kapcsolódik. Dél-Európában a mediterrán éghajlat rendkívül szélsőséges vízjárást kialakító hatása érvényesül, mely a kisebb vízfolyások nyári teljes kiszáradásától az őszi végén hirtelen megjelenő, sokszor katasztrofális árvizekig terjed. (KOVÁCS P. 2009)

A *Duna* vízgyűjtőterülete a kontinens középső régiójában, a fenti három klímaterület ütközőzónájában helyezkedik el. Ennek megfelelően a terület folyóinak nagyvizei általában évente kétszer jelentkeznek: kora tavasszal, az alpi és kárpáti hóolvadás eredményeként, illetve nyár elején (zöldár), amely a kora nyári csapadékmaximumokkal van összefüggésben.

A délebbi területeken mediterrán hatásra ősszel is levonulhat egy kisebb árhullám. (KOVÁCS P. 2009)

A Felső-Duna vízgyűjtőterületén az Inn és az alpesi mellékfolyók völgyei mintegy másfél-kétszer annyi csapadékot kapnak, mint a főág, vagy a baloldali mellékfolyók vízgyűjtői. Ennek következtében Passau alatti Duna vízhozamának több mint felét az Inn és egyéb mellékfolyók révén az Alpokból kapja. Habár az Inn vízgyűjtőterülete csak mintegy fele a Dunáénak az összefolyásnál, a csapadék intenzitása és időtartama, valamint a nagyobb lefolyási tényező a vízhozamot annyira megnöveli, hogy az meghaladja a Dunáét. (TÖRY K. 1952)



1. kép: A Pers-gleccser felső szakasza az Inn forrásvidékén

A *Duna* vízjárására jellemző, hogy a csapadékban szegényebb, nyár végi, kora őszi kisvizes időszakokban a vízhozam nagy részben az *Inn* vízgyűjtőjében és az Alpok osztrák és svájci területein található gleccserek olvadékvizeiből származik (*1. kép*). Ennek köszönhető, hogy még a kivételesen száraz nyári hónapokban is számottevő vizet szállít. Ez a táplálási forma a vízjárás éven belüli részleges kiegyenlítődését okozza: évszázados viszonylatban a *Duna* kisvizei egyre gyakrabban az olvadásmentes január-februárban, kevésbé a nyár végi, őszi időszakban jelentkeznek. Jelenleg az Alpokban a gleccserek fokozatos visszahúzódása tapasztalható. Az utóbbi fél évszázadban egyre intenzívebbé váló folyamatnak köszönhetően jelentősen csökkent a vízrendszer felső szakaszán a sokéves hóval és jéggel borított területek kiterjedése, így a nyár végi, ősz eleji olvadékhozam is egyre kevesebb lett. Valószínűleg ennek a jelenségnek is köszönhetőek az utóbbi évek alacsony augusztus-novemberi vízhozam értékei. (TÖRY K. 1952, KOVÁCS P. 2009)

2.2. A Kvassay-vízlépcső műtárgycsoport

A Kvassay-vízlépcső műtárgycsoportja a Duna 1642,3 fkm szelvényében épült a Ráckeve-Soroksári-Dunaág (RSD) kiágazásában, mint a folyócsatornázott dunai mellékág felső vízbeeresztő és vízszintszabályozó műtárgya. Feladata az RSD vízutánpótlásának és üzemvízszintjének biztosítása, a nagy dunai árvizek kizárása.

A műtárgycsoport 1910-1962 között több ütemben létesült, három részből áll. A jobbparthoz csatlakozik a hajózsilip, a bal parthoz a beeresztőzsilip és a kettő között helyezkedik el a vízierőtelep (2. kép). Az RSD-be való vízbetáplálás - tekintettel az engedélyezett ipari és öntözővíz kivételekre, illetve a rendszer élővilágára - folyamatos. A vízbetáplálás nagyvízes és jeges időszakban is biztosított, melynek mennyiségét az RSD-n belüli vízfelhasználás, illetve az öntözőcsatornák felé történő tovább vezethetőség együttesen szabják meg. (VITUKI HUNGARY 2019)



2. kép: A Kvassay-vízlépcső műtárgycsoportjának felvízi oldali látképe

A műtárgycsoport három eleme közül vizsgálatunk tárgyát az 1926-ban elkészült vízbeeresztő és tápszilip képezi. Utóbbi úgy lett kialakítva, hogy a később megépült vízierőtelep vízellátását biztosíthassa. A vízbeeresztő zsilip célja az, hogy a Ráckevei (Soroksári) Duna-ágba vízfrissítés és öntözés céljából szükséges vízmennyiség beereszthető legyen. A beeresztő zsilip háromnyílású, táblái kétrészesek és egymástól függetlenül táblánként két fogasléc segítségével mozgathatóak. A zsilip küszöbszintje 94,52 m B.f.

A beeresztő zsilip az RSD rendszer gravitációs vízpótló műtárgya. Kapacitása a 0-100 m³/s elméleti vízhozam tartomány. A vízbeeresztés mértékét elsődlegesen a felvíz-alvíz közötti magasságkülönbség (Δh) határozza meg, de a gerebrácsok tisztasága vagy a szélirány is befolyásolja a ténylegesen bevezethető vízhozam értékét. (VITUKI HUNGARY 2019)

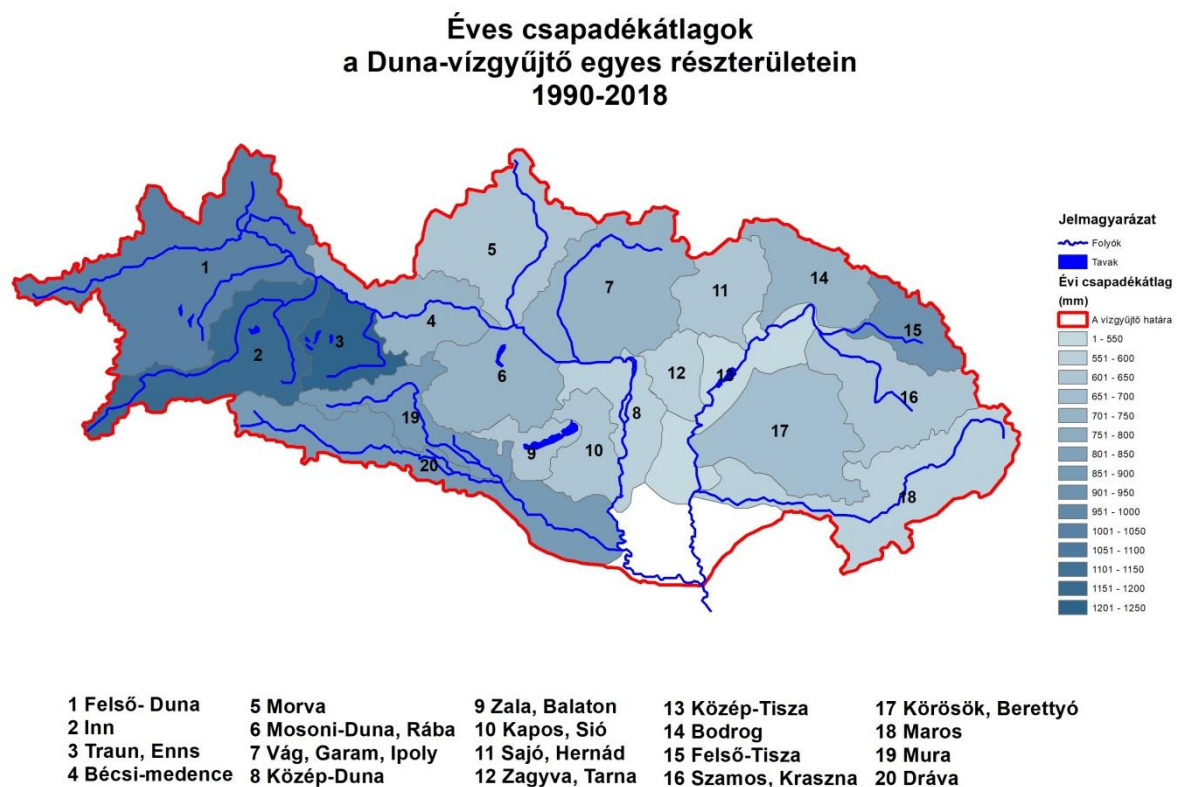
A Budapest, Vigadó téri vízmércén mért 200 cm-nél alacsonyabb vízállástartományokban az RSD rendszerbe a gravitációs vízpótlás lehetősége megszűnik. Ez az érték mindössze 19 %-os mederteltséget jelent a folyamaton, ami definíció szerint igen alacsony vízállásnak tekinthető. Ebben az esetben a vízierőtelep beépített turbináit szivattyúként járattva, a mellékág élővíz forgalmának biztosítása érdekében lehetséges a Duna felől a víz beemelése az RSD-be. A tapasztalatok alapján ez a lehetőség legfeljebb mintegy 60-70 cm-es negatív vízszintkülönbség ($-\Delta h$) kialakulásáig áll fenn, tehát a szivattyúüzemben legfeljebb ennyivel lehet alacsonyabb a Duna vízszintje az RSD aktuális vízszintjénél. Amennyiben ennél az értéknél nagyobb negatív vízlépcső alakul ki a műtárgy két oldalán, valamilyen egyéb megoldással kell gondoskodni a víz átmenéséről. (VITUKI HUNGARY 2019)

3. A Duna-vízgyűjtő csapadékviszonyai és vízjárása 2018-ban

3.1. A Duna vízgyűjtőterületének 2018. évi csapadékviszonyai

Ahogy már korábban írtuk, a Duna vízjárása szempontjából az alpi mellékfolyók vízgyűjtőinek csapadékviszonyai a meghatározók. Ezen magashegységi régiók a jelentősebb csapadékmennyiség és hófelhalmozódás miatt kulcsszerepet játszanak a lefolyási viszonyok alakításában.

Az Országos Vízeljáró Szolgálat által vizsgált dunai részvízgyűjtők sokévi (1990 és 2018 közötti) éves területi csapadékátlagait mutatja be az *1. ábra*.



1. ábra

Az évi átlagos csapadékmennyiségek alapján a vizsgált budapesti szelvény feletti 8 vízgyűjtő három jól elkülönülő kategóriába sorolható (*1. ábra, 1. táblázat*). A legnagyobb átlagos csapadékmennyiséggel jellemezhető területek az Alpok legmagasabb régiói körül helyezkednek el. A *Traun-Enns* és az *Inn* vízgyűjtőire évente átlagosan 1200 milliméter körüli csapadék hullik, míg a *Felső-Duna* vízgyűjtőre 1000 mm-nél több csapadék érkezik. A második csoportba a 700 mm-t meghaladó csapadékmennyiséget kapó területek kerültek: a *Bécsi-medence*, a *Mosoni-Duna-Rába*, valamint a *Vág-Garam-Ipoly* vízgyűjtők. A harmadik csoportot a legkevesebb, 500-600 mm csapadékú területek alkotják a *Vigadó téri* szelvény felett elhelyezkedő vízgyűjtők közül. Ide tartozik a *Morva*-, és a *Budapest környékét* is magában foglaló *Közép-Duna-vízgyűjtő*. A fentiek alapján a *Duna* vízgyűjtő csapadékának területi elrendeződéséből megállapítható, hogy a főfolyó vízjárását leginkább a magashegységi régiók határozzák meg. Főként azok a mellékvizek, melyek a *Keleti-Alpok* középső, legmagasabbra kiemelt vonulatait tájrák fel (*Inn, Traun, Enns*). (KOVÁCS P. 2009)

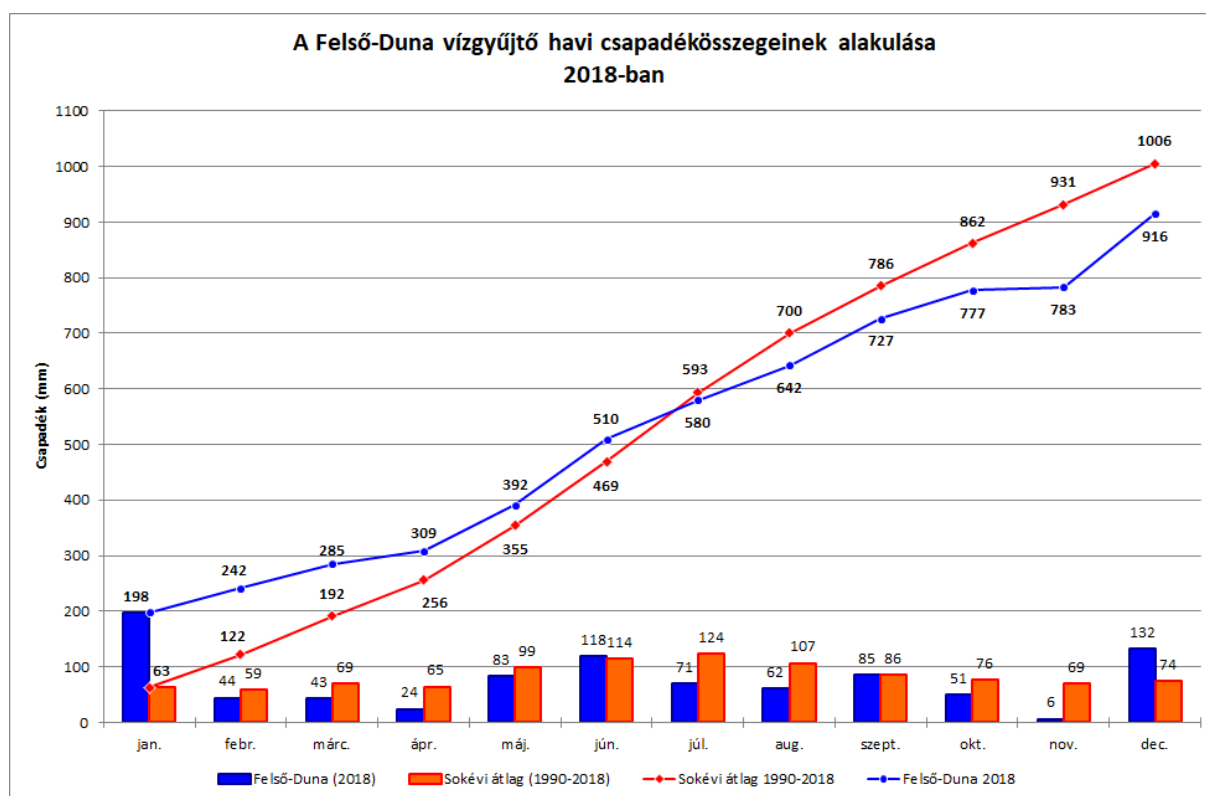
1. táblázat:

A Budapest feletti dunai részvízgyűjtők 2018. évi csapadékösszegei és sokévi átlagai

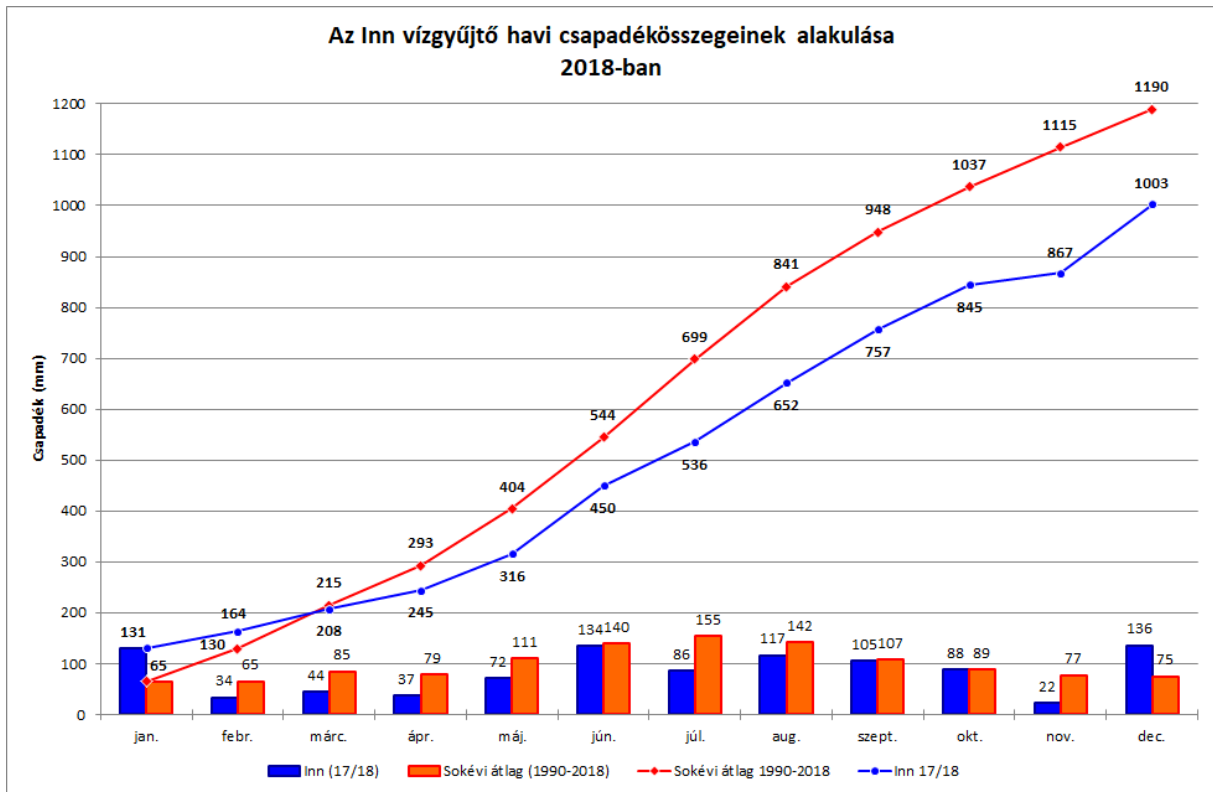
Részvízgyűjtő	Területi csapadékátlag		
	sokévi átlagértéke	2018. évi érték	Eltérés
	mm		%
Felső-Duna	1012,5	915,5	-9,6
Inn	1198,6	1003,4	-16,3
Traun-Enns	1215,4	904,7	-25,6
Bécsi-medence	722,2	747,0	3,4
Morva	646,4	496,7	-23,2
Mosoni-Duna, Rába	702,6	719,8	2,4
Vág-Garam-Ipoly	715,9	604,1	-15,6
Közép-Duna	571,5	576,3	0,8

Az 1. táblázatban az is látható, hogy 2018-ban a vizsgált nyolc vízgyűjtő többségére a sokévi átlagértéknél számottevően kevesebb csapadék hullott. A csapadékhiány elsősorban a magashegységi vízgyűjtőket érintette, ahol 10-25 %-os negatív eltérés mutatkozott a sokévi átlagértékhez viszonyítva. Ez az alpi (Felső-Duna, Inn, Traun-Enns) és kárpáti (Vág-Garam-Ipoly) vízgyűjtőket érintő hiány, mivel éppen a lefolyás szempontjából fontos területeket érintette, jelentős hatást gyakorolt a Duna 2018. évi vízjárási képére. Bár a délebbre elhelyezkedő, alacsonyabb fekvésű részvízgyűjtők (Közép-Duna, Mosoni-Duna-Rába, Bécsi-medence) – valószínűsíthetően a mediterrán klímahatás következtében – a sokévi átlagértéknek megfelelő csapadékmennyiséget kaptak, ezzel nyilvánvalóan nem tudták ellensúlyozni a magashegységi területekről hiányzó vízmennyiséget.

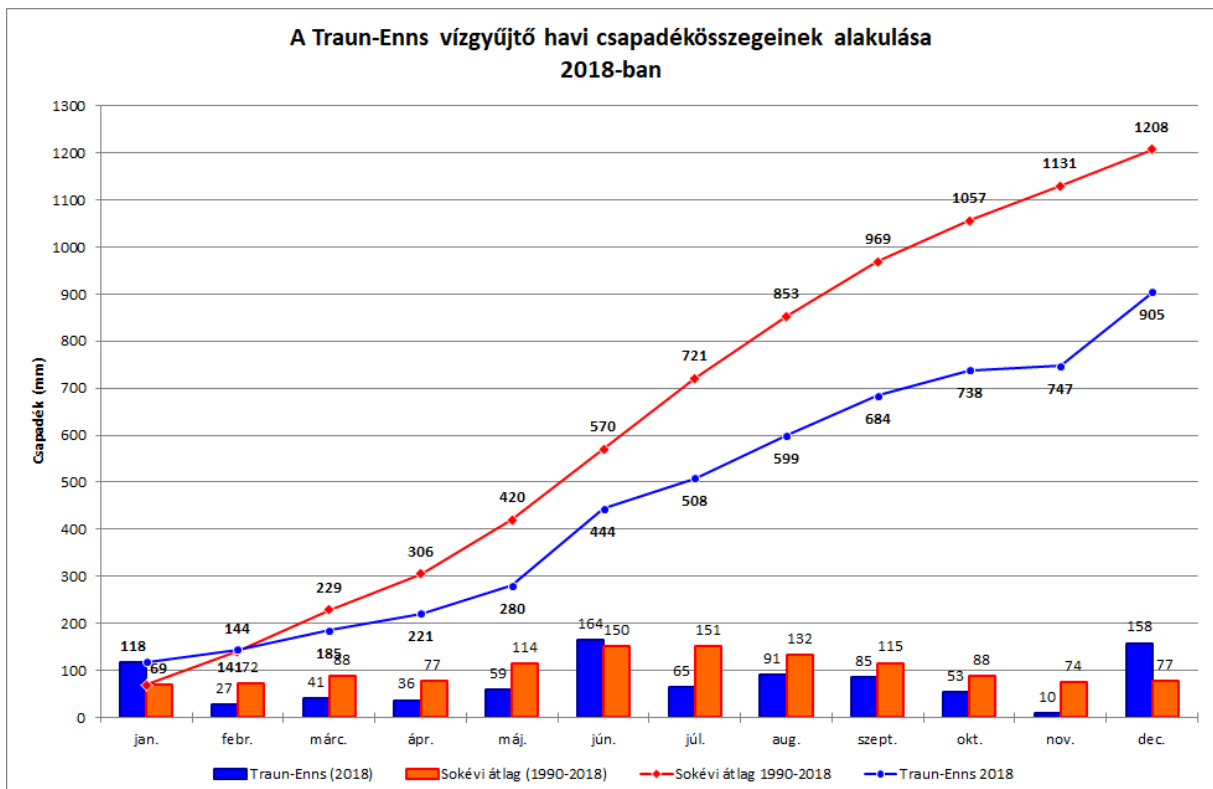
A csapadék éven belüli eloszlását a 2-9. ábrák sorozata mutatja be a vizsgált részvízgyűjtőkre.



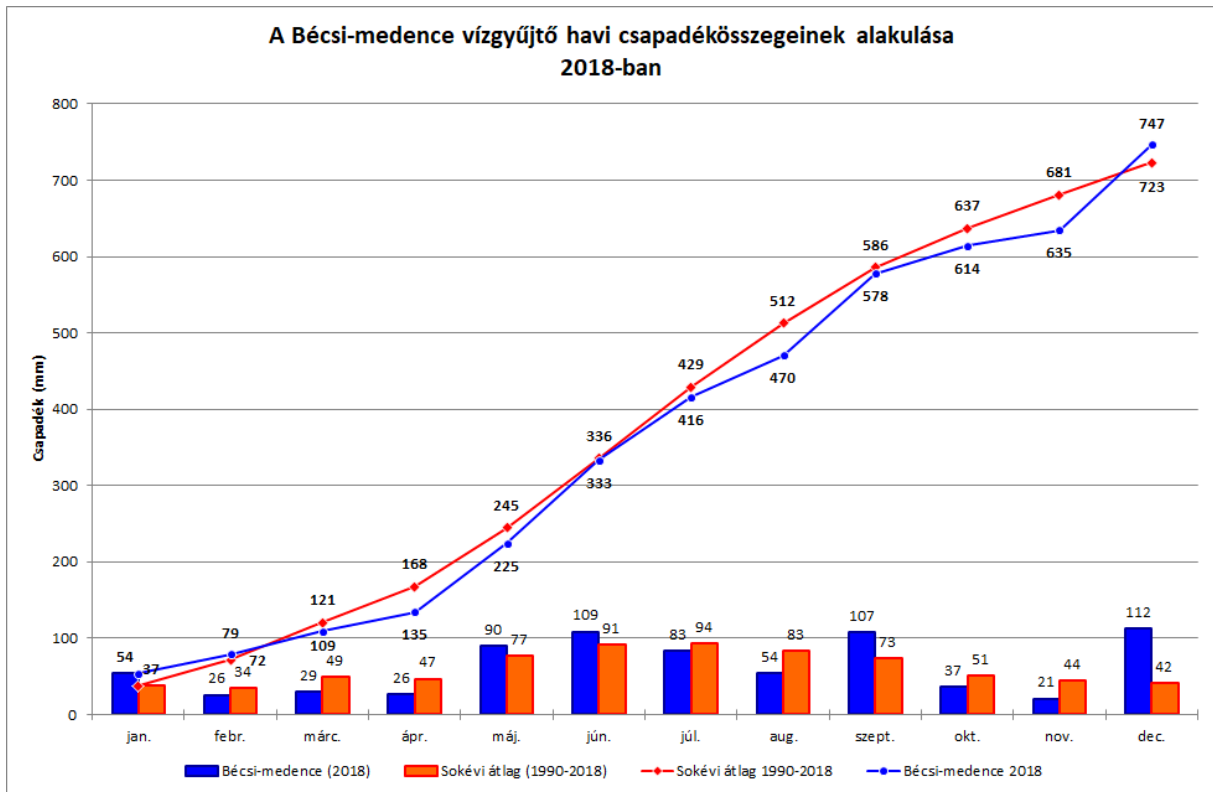
2. ábra



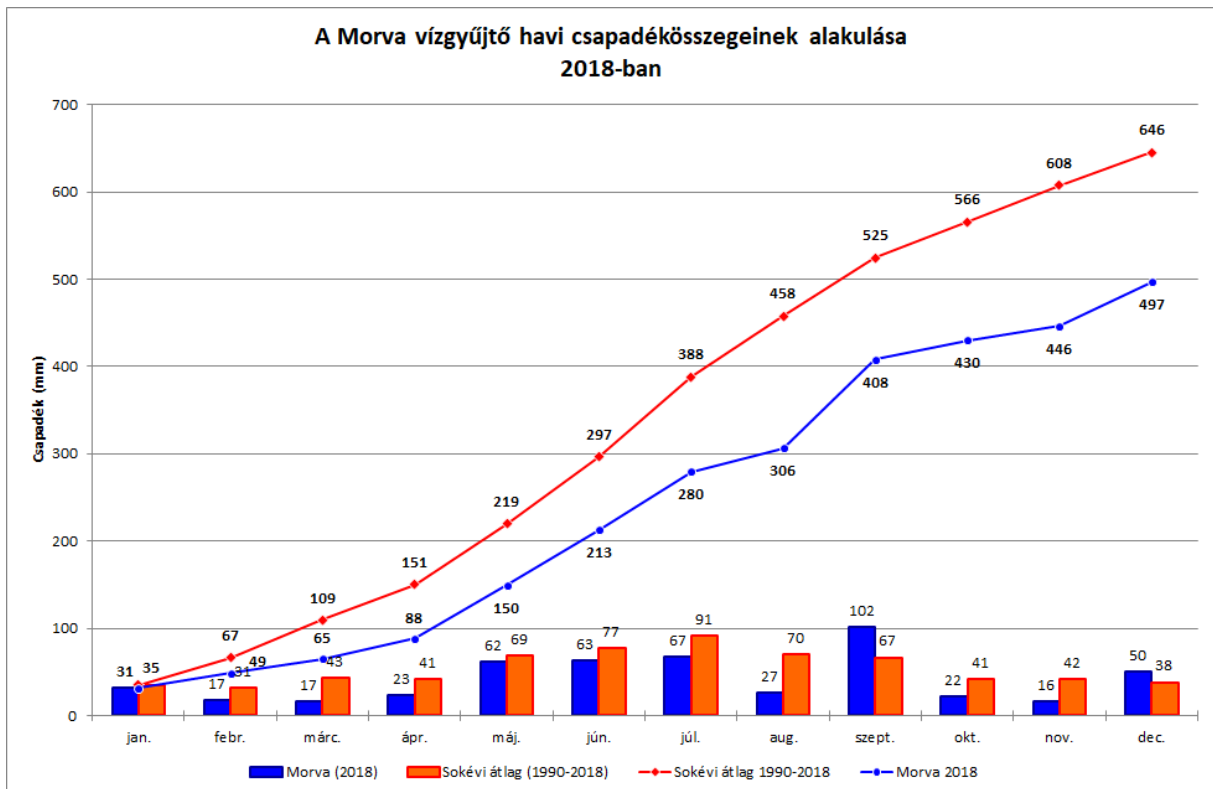
3. ábra



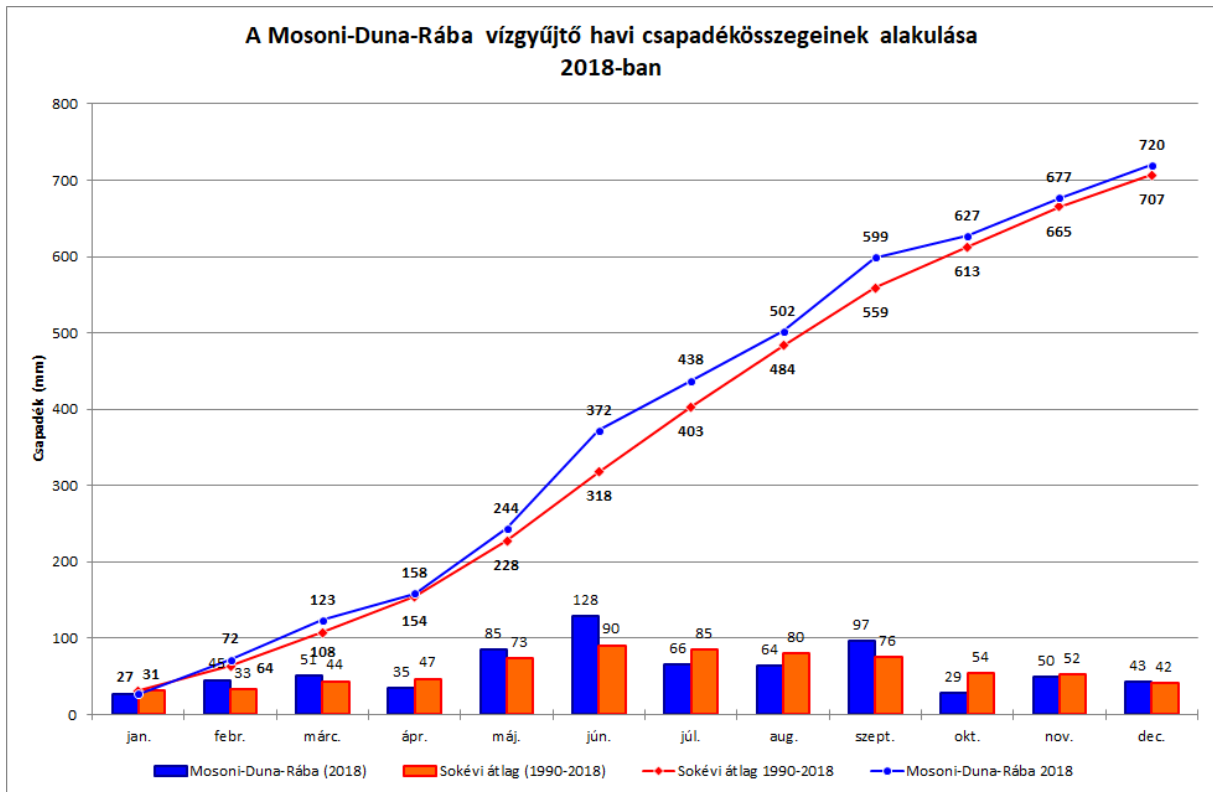
4. ábra



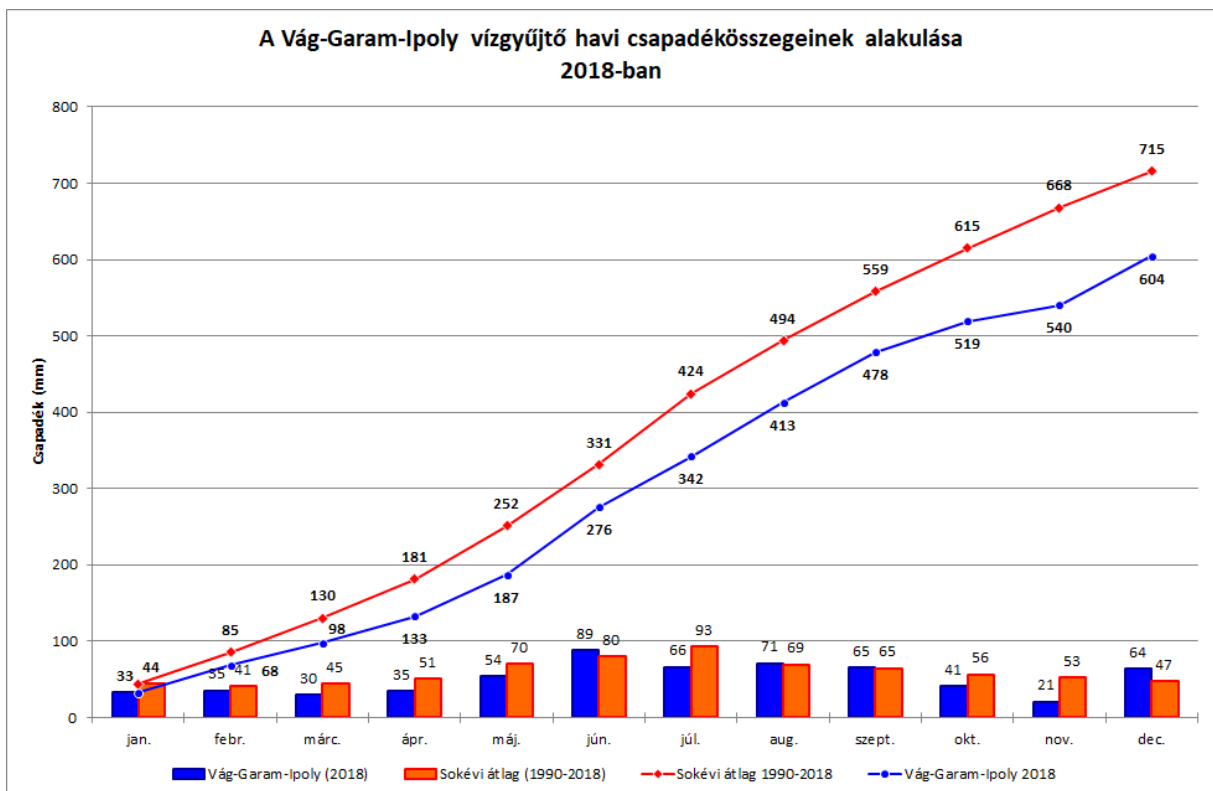
5. ábra



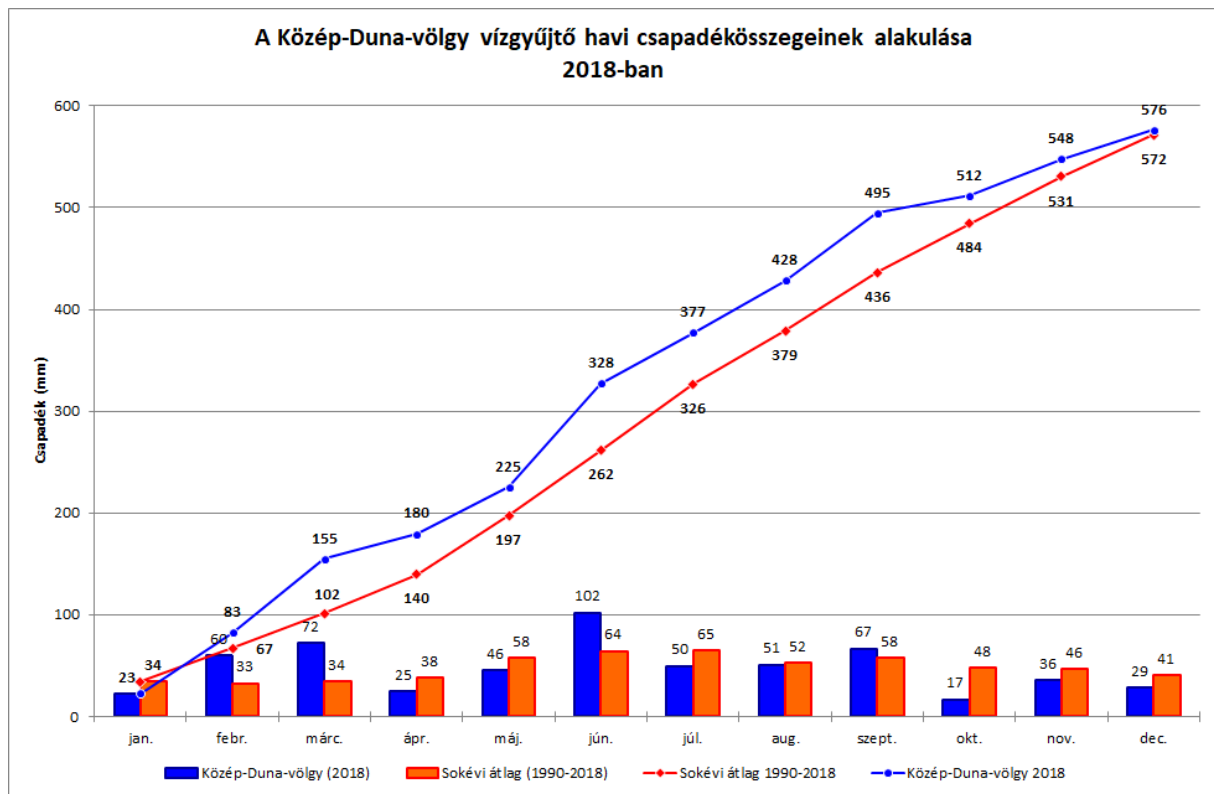
6. ábra



7. ábra



8. ábra



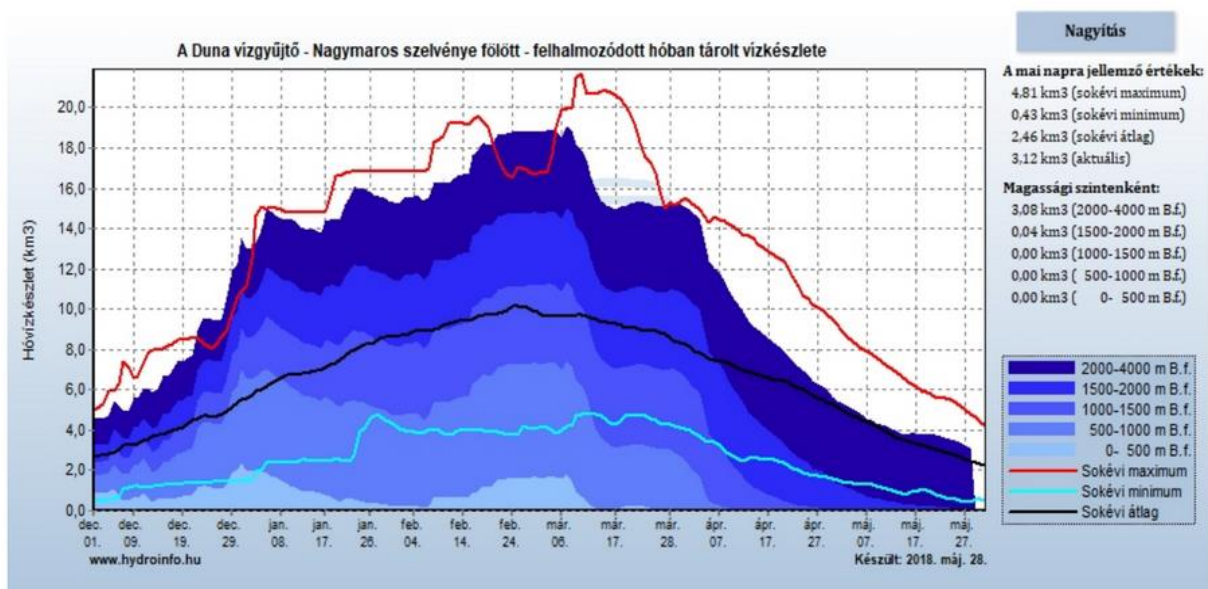
9. ábra

A részvízgyűjtők 2018. évi csapadéjának éven belüli eloszlásával kapcsolatban megállapítható, hogy a csapadékhiányok a tavaszi és az őszi hónapokban voltak jelentősek, míg a nyár elején – igazodva az általános éghajlati jellemzőként ismert ekkori csapadékmaximumhoz – csapadékosabb hónapok következtek be. Mindezek mellett egy hármás felosztás a csapadék évi eloszlásában is megmutatkozik a vízgyűjtőkön:

1. A Felső-Duna, Inn és Traun-Enns vízgyűjtők (2-4. ábrák) esetében jellegzetes téli csapadéktöbblet figyelhető meg. A januári és decemberi havi csapadékösszeg általában mintegy kétszerese, esetenként háromszorosa a sokévi átlagértéknek. Mindezek mellett a tavaszi csapadékhiányok nagyon gyorsan, már az első negyedévben a sokévi átlag alá viszik a havi csapadékösszeg görbét, amelyet a júniusi átlag körüli csapadékok nem tudnak visszaemelni. Lényeges jelenség, hogy júliusban a havi átlagos csapadéknak mindössze fele-harmada érkezett ezekre a vízgyűjtőkre és az augusztusi csapadékok sem érték el a sokévi átlagot. A nyár végi vízhiányt kicsit enyhítette az átlagos csapadékú szeptember (illetve az Inn vízgyűjtőn az október is), de aztán ismét rendkívül csapadékhiányos hónapok következtek. Novemberben a felső dunai vízgyűjtőkön a havi átlagos csapadéknak mindössze mintegy 10-30 %-a hullott le, ami területi átlagban 5-20 mm-t jelent. A csapadékeloszlás általános képét tekintve ebbe a csoportba sorolható be a Bécsi-medence részvízgyűjtő (5. ábra) is, mert a tavaszi és őszi hosszú csapadékhiányos időszakok mellett itt is januári és decemberi csapadéktöbblet mutatkozik, valamint a nyár első felében és szeptemberben itt is jelentős csapadékok voltak. Viszont bár a havi csapadékok tendenciái azonosak a másik három vízgyűjtővel, itt nem voltak akkora szélsőségek az átlagtól való eltérésben (kivéve a decembert, ahol mintegy háromszoros csapadéktöbblet mutatkozik). Ennek köszönhetően az év folyamán a csapadékösszeg végig a sokévi átlag közelében alakult.

2. A Morva (6. ábra) és Vág-Garam-Ipoly (8. ábra) vízgyűjtőkön nagyon hasonlóan alakult a havi csapadékeloszlás. Az év első felének csapadékhiányait az északi vízgyűjtőkön csak a nyár eleji esők kompenzálják valamelyest, bár ekkor is ritkán emelkedik a havi csapadékösszeg a sokévi átlag fölé. A Morván egy kilengéssel folytatódik az év (60 %-os csapadékhiány augusztusban és 50 %-os többlet szeptemberben), míg ugyanekkor a Vág-Garam-Ipoly vízgyűjtőn átlagos csapadéku hónapok következtek. Az őszi hónapok itt is 50-60 százalékos csapadékhiánnyal telnek, majd egy átlag feletti csapadéku december következik. Mindezeknek köszönhetően a havi csapadékok összegző görbéje egész évben az átlagos görbe alatt marad, attól egyre távolodva, és az év végére mindkét vízgyűjtőn jelentős, 15-25 % körüli csapadékhiány alakul ki.
3. A Mosoni-Duna-Rába (7. ábra) és Közép-Duna (9. ábra) vízgyűjtők csapadékviszonyai a többiekkel ellentétben szinte egész évben a sokévi átlag felett alakulnak. A Mosoni-Duna esetében ez 1-15 %-ot jelent, de a Közép-Dunánál eléri a 20-50 %-os értéket is. Ezeken a vízgyűjtőkön az év első hónapjaiba akár jelentős csapadéktöbblet is előfordult, illetve számottevő esőzés volt nyár elején is (júniusban kiugróan magas, 40-50 %-os csapadéktöbblettel). Ezeken a vízgyűjtőkön is mutatkoztak a tavaszi és őszi csapadékhiányok, ebben különösen az október volt kiemelkedő a maga 50-60 %-os negatív eltéréssel. Összességében azonban a csapadékos hónapokban érkezett annyi eső ezekre a vízgyűjtőkre, ami az év végére átlagos szintre helyezte a csapadékösszeget.

2017-2018. telén a Duna Nagymaros feletti vízgyűjtőterületén jelentős hóban tárolt vízkészlet halmozódott fel, amely több alkalommal is felülmúlta az addig észlelt maximumokat (10. ábra).



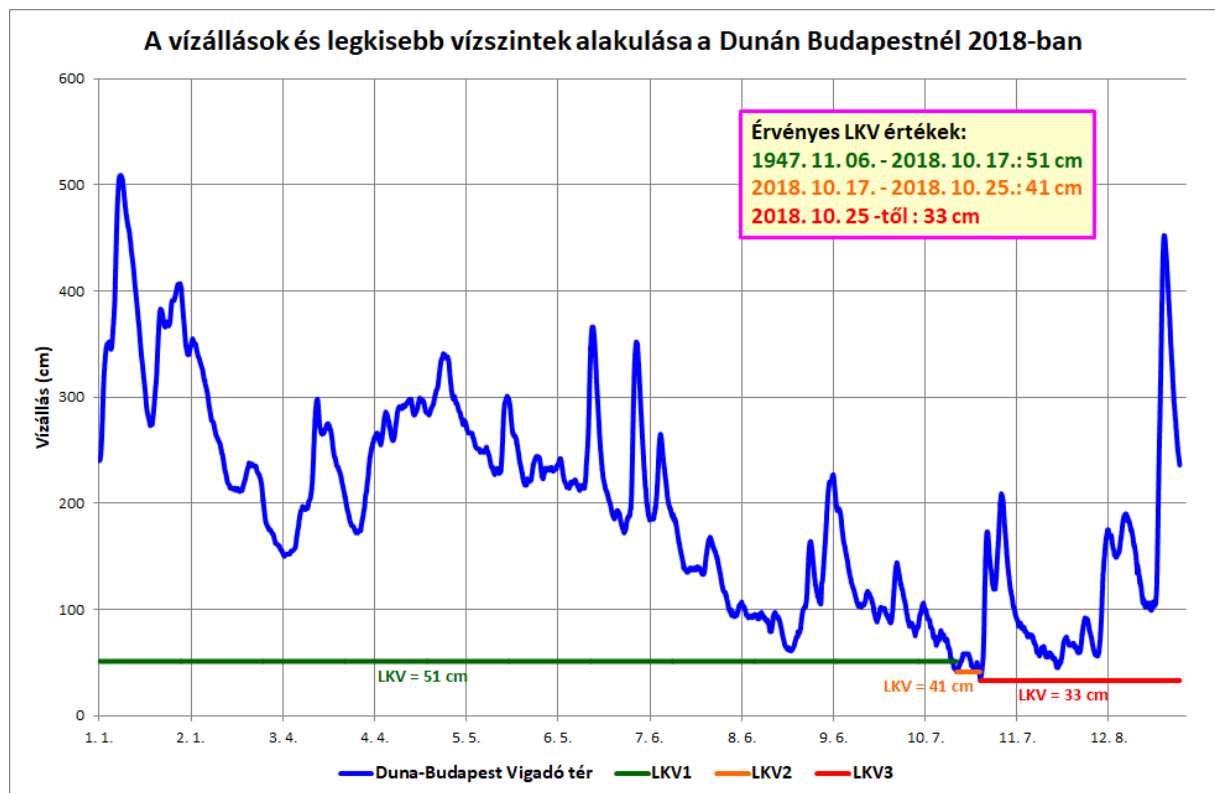
10. ábra: A hóban tárolt vízkészlet alakulása a Duna nagymarosi szelvénye felett 2017. december és 2018. május között
(Forrás: Gauzer 2019)

Ahogy a 10. ábrán látható, a Duna Nagymaros feletti vízgyűjtőjén jelentős, esetenként rekord közeli vagy afeletti hómennyiség 2017. december végétől 2018. április elejéig mutatkozott. Ebben a mintegy három hónapos időszakban a kisebb-nagyobb hó felhalmozódási és olvadási

szakaszok folyamatosan követték egymást, míg hosszabb változatlan hóborítású periódus februárban és márciusban alakult ki. A maximális hómennyiség február második felére alakult ki a vízgyűjtőn, amikor mintegy két hetes időtartamban 19 km^3 közelében tetőzött a hóban tárolt vízkészlet mennyisége, míg márciusba ugyanez az érték 15 km^3 körül alakult. A továbbiakban a vízgyűjtőn felhalmozódott hómennyiség a fokozatos felmelegedés következtében lassan, időben elnyújtva olvadt el, ezért rendkívüli lefolyási többletet a Dunán 2018 tavaszán nem okozott.

3.2. A Duna vízjárása 2018-ban

A Duna 2018. évi vízjárását a KDVVIZIG Budapest-Vigadó téri vízrajzi törzsállomásának adatai alapján vizsgáltuk meg. Az óránkénti észlelések vízállás idősorát mutatja be a 11. ábra, amely tartalmazza az év során meghaladott szélsőértékeket is. Az éves vízállás maximum 2018. január 8-án 509 cm volt, míg a legalacsonyabb vízállást október 25-én észlelték mindössze 33 cm-rel.



11. ábra

A Duna Budapestnél észlelt, 2018. évi vízjárási képe szoros kapcsolatban áll a felső vízgyűjtők (az évi csapadékeloszlás 1. csoportja) csapadékviszonyainak alakulásával, hiszen a vízjárás alakításába ezek a vízgyűjtők a meghatározók. A januári és decemberi sok csapadékhoz igazodva 2018-ban ezekben a hónapokban alakult ki a legmagasabb vízállás a Dunán. A tavaszi, nyár végi és őszi csapadékhiányok viszont több alkalommal hosszú kisvízes időszakokat okoztak. Az április-május hónapok viszonylag magasabb vízállásait a hóolvadás okozta, illetve a júniusi nagy csapadékok is kialakítottak kisebb árhullámokat. Összességében a 2018. év vízállásainak trendje erősen csökkenő a Budapest-Vigadó téri vízmércén. Az év eleji 400-500 cm-es értékekről márciusban többször is 200 cm alá süllyedt a vízszint. Ezt csak rövid időszakokra tudta 300 cm körüli szintre emelni az olvadás és a nyár eleji csapadékok vízmennyisége. Tulajdonképpen május elejétől kezdődően egy erősen

csökkenő trendet mutat a vízállás, amit csak a rövid idő alatt lehulló nagyobb csapadékokból kialakult, ezáltal kis tömegű, gyorsan levonuló árhullámok szakítanak meg. A szinte folyamatos csökkenés az év során a vízgyűjtőkön kialakult csapadékhiányoknak, illetve azok halmozódásának, egymásra rakódásának következménye.

A fentiek eredményeként az év folyamán a folyam vízállása megközelítette, illetve többször lefelé meg is haladta a dunai vízmércéken valaha észlelt legkisebb vízállásokat (LKV). Augusztus 21-én mindössze 11 cm-rel volt magasabb a vízállás a budapesti vízmércén az LKV értékhez viszonyítva, míg októberben kétszer is megdöntötte ezt az értéket a vízszint. Október 17-én 41 cm-es vízállással új LKV alakult ki, amely mintegy egy héttel később, október 25-én további 8 cm-rel csökkenve, 33 cm-re módosult. Ebben az időszakban két nagyjából azonos hosszúságú szakaszban, összességében mintegy hat és fél napon keresztül tartózkodott a vízállás a budapesti vízmérce korábban érvényes legkisebb vízszintje alatt.

Az RSD vízbetáplálása szempontjából megvizsgáltuk azt is, hogy 2018-ban mikor és mennyi ideig tartózkodott a vízállás a 200 cm-es érték alatt. Az év folyamán összesen 193 olyan nap volt, amikor a Vigadó téri vízállás alatta maradt ennek az értéknek, ami az évnek több mint a felét (53 %) jelenti. Az első ilyen kisvízes időszak már február végén elkezdődött, ekkor mintegy két hétig volt 200 cm alatti a vízállás, majd március végén még egy egyhetes periódusban is hasonló volt a helyzet. Június végén, július elején összességében több mint egy hétig, a kisebb árhullámok közötti völgyelési helyzetekben, több szakaszban volt ilyen alacsony a vízszint. Aztán június közepétől kezdődően karácsonyig szinte megszakítás nélkül 200 cm-nél alacsonyabb vízállásokat regisztráltak a Dunán Budapestnél. Ebben a 165 napos periódusban mindössze két nagyon rövid időszak volt, amikor meghaladta a 200 cm-t a vízmagasság, szeptember elején 3 napig és november elején 1 napig.

4. A dunai kisvizek vizsgálata

A Duna kisvízi vízjárását magában foglaló, meglehetősen tág témakörben jelen munkánkban a következő kérdéskörök áttekintését helyeztük előtérbe:

- Mennyire számít rendkívülinek a Duna életében a 2018-ban bekövetkezett alacsony vízállás?
- Mikor fordulnak elő és mennyi ideig állnak fenn a Dunán az RSD vízbetáplálás szempontjából hátrányos, Budapest-Vigadó téren mért 200 cm alatti vízállások?
- Elkülöníthetők-e jellegzetes, kisvízes évekre vonatkozó vízjárási típusok a Duna budapesti szelvényében?

A vizsgálatokat a KDVVIZIG Budapest-Vigadó téri vízrajzi törzsállomásának az 1901-2018 időszakban észlelt napi – reggeli – adatsora alapján végeztük el. Relatív vízállás adatokat használtunk és figyelembe vettük az időközben bekövetkezett nullpontváltozásokat is.

4.1. Az éves legkisebb vízállások vizsgálata a Duna Budapesti szelvényében

2018-ban a Dunán Budapestnél kétszer is megdőlt a valaha észlelt legkisebb jégmentes vízállás, ami mindenképpen rendkívüli eseménynek számít egy vízfolyás életében, illetőleg az észlelések történetében. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy soha nem észleltek ennél alacsonyabb vízszintet a Vigadó téri vízmércén, hiszen az állomás jeges LKV értéke a negatív tartományban van (-8 cm 1954-ből).

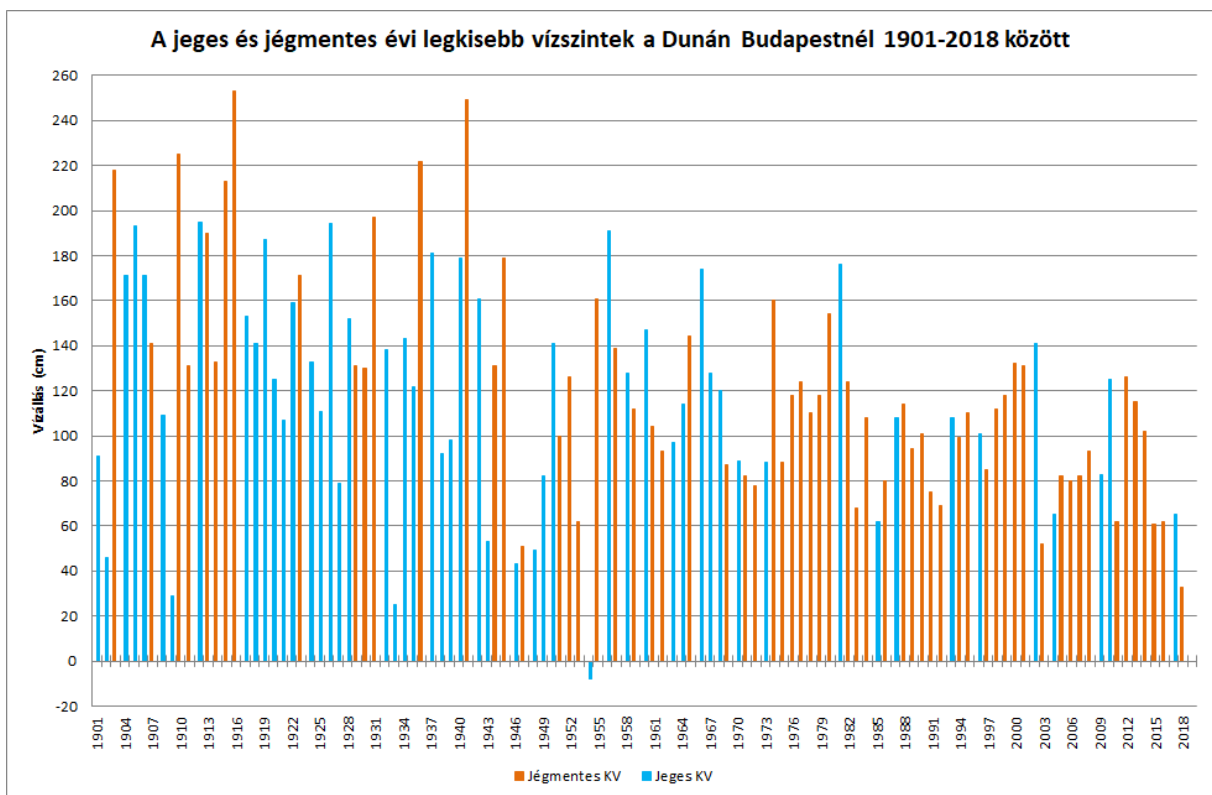
Az éves kisvizek vizsgálatánál figyelembe kell venni azt, hogy a jég megjelenése a vízfolyásokon jelentősen befolyásolhatja mind a nagy-, mind pedig a kisvizek alakulását. A jeges időszakban a rendkívül magas és alacsony vízállások bekövetkezése arra vezethető vissza, hogy a jégdugók és jégtorlaszok az érkező vízhozam jelentős részét visszatartják, így

feleltük a duzzasztás következtében sokkal magasabb, alattuk pedig alacsonyabb vízszintek alakulnak ki, mint amilyenek a folyam pillanatnyi vízhozamának megfelelően. Jeges időszakban a Duna Komárom alatti szakaszán olyan alacsony vízállások is bekövetkezhetnek, amelyek előfordulásával jégmentes időszakban nem kell számolni. Ezen a folyószakaszon a jeges kisvizek alakulása rendkívül szabálytalan, Budapestnél 1954-ben 59 cm-rel (Adonynál 73 cm-rel) volt alacsonyabb a Vigadó térnél 2018-ig LKV-t jelentő 1947. évi rendkívüli kisvíznél. (HORVÁTH S. 1961)

Az elmúlt csaknem 180 évben a Dunán 14 alkalommal fordult elő hatalmas károkat okozó jeges árvíz hazánkban. Közülük az 1838. évi és az utolsó, 1956. évi árvizek a legismertebbek, de számos alkalommal (pl.: 1942-ben és 1954-ben) rendkívül veszélyes körülmények között vonult le a jég. Az elmúlt mintegy fél évszázadban a jégjelenségek gyakorisága jelentősen lecsökkent, a magyar Duna-szakaszon nagyobb jégtorlasz, vagy állójég utoljára 1985-ben fordult elő. A Duna rendszeresebb befagyása leginkább a II. Világháború előtti időszakra tehető. Az 1970-es éveket megelőzően még az egyes teleken belüli jeges időszakok hossza is lényegesen hosszabb volt, mint napjainkban. Akkoriban nemegyszer a jeges időszakok március hónapban is folytatódtak, sőt a XX. század elején már novemberben is elkezdődhettek. (KEVE G. 2017, HORVÁTH S. 1961)

A Duna teljes befagyásának jelensége ugyan csökkent és zajlás is ritkábban fordul elő, hiszen egymást követő téli időszakok telnek el megfigyelhető jégjelenség nélkül. Mindemellert a téli időszakokban lehet és kell számítani jegesedésre, sőt az sem zárható ki, hogy egy-egy jeges időszak akár egy teljes hónapig tartson. (KEVE G. 2018)

A fentieknek megfelelően tehát a Duna budapesti, 118 éves adatsorában el kell különíteni a jeges és jégmentes kisvizeket (12. ábra).

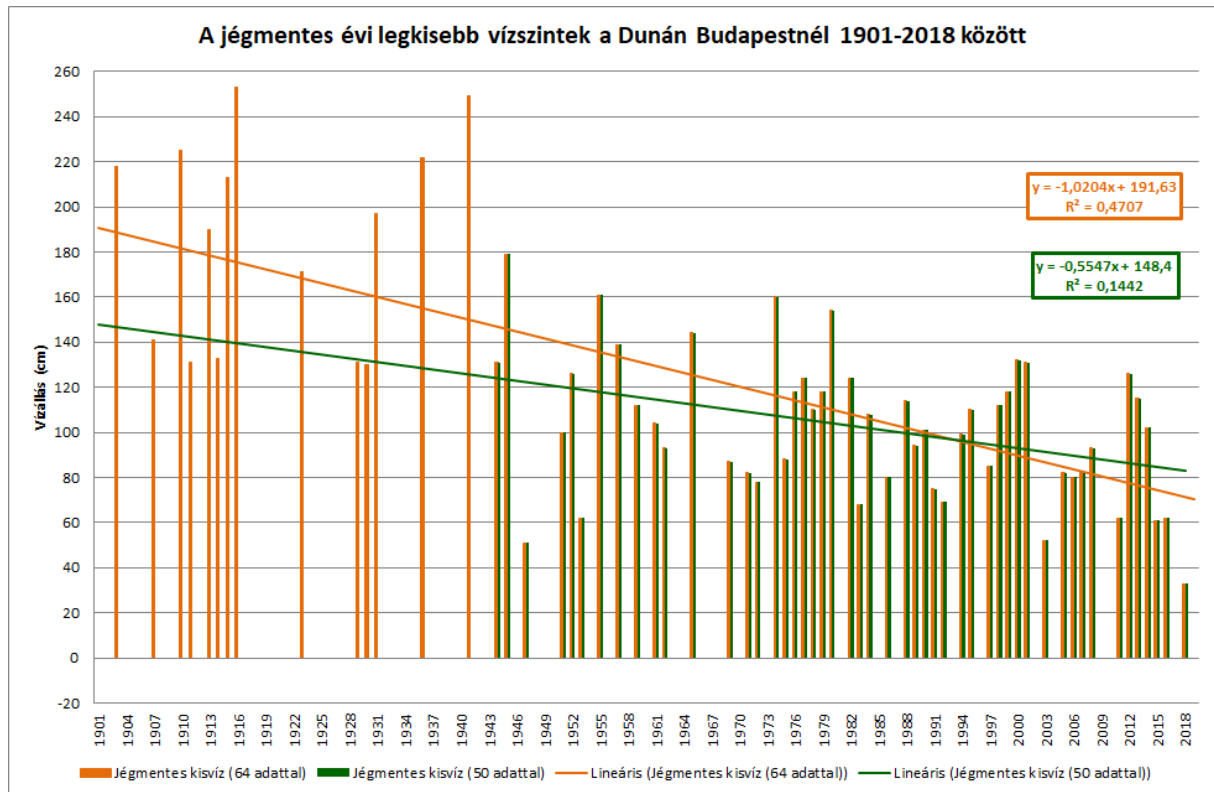


12. ábra

A kisvizek bekövetkezésének időpontja, valamint a Vigadó téri szelvényben rögzített jégészlelési adatok összevetése alapján megállapítható, hogy a vizsgált 118 évből 54 évben

jegesedéshez kötődik az adott évi kisvíz kialakulása, ami az adatsornak mintegy 45 %-át jelenti. A további vizsgálatokat tehát ezeknek az éveknek az adatsorból történő eltávolításával végeztük el.

A jegesedés hatása alatt kialakult kisvizek eltávolítása után egy 64 elemből álló adatsorhoz jutottunk, amelyben az időrendet továbbra is megtartottuk (13. ábra). Jól látható a vizsgált időszakban a jégjelenségek előfordulási gyakoriságának csökkenése. Míg a XX. század első évtizedeiben olyan 5-6 éves periódusok fordulnak elő, amikor több egymást követő évben akár jelentős jegesedés volt a Dunán, addig az utóbbi fél évszázadban ennek éppen az ellenkezője a jellemző: a jégmentes évek 5-6 éves periódusait szakítja meg 1-2 jeges év.



13. ábra

A 13. ábrán narancssárga színnel feltüntetésre került a vízállások trendvonala is a 64 jégmentes adatra vonatkozóan. A trend egyértelműen csökkenő, ami minden valószínűség szerint a Duna magyar szakaszának szinte teljes hosszában jellemző, a kis- és középvízi meder évszázadot meghaladóan tartó süllyedésére vezethető vissza. Ez az éves kisvízi és középvízi adatsorokon szignifikáns süllyedő trendet eredményez. (GODA L. 2019)

Jelen tanulmány a Vigadó téri vízállás idősor statisztikai vizsgálatával nem foglalkozik, viszont a vízmérce nullpontját 1943. január 1-én egy méterrel lejjebb süllyesztették, ezért az eredmények megbízhatóságának növelése érdekében külön megvizsgáltuk a nullpont változás utáni időszak jégmentes kisvizeinek trendjét is. Ebben az esetben egy 50 elemből álló adatsort elemeztünk, amelyet a 13. ábrán zöld színnel jelöltünk. A trend itt is szignifikánsan csökkenő, bár meredeksége kisebb, mint a bővebb adatsor esetében.

A zöld színnel jelölt adatsorban az legalacsonyabb éves kisvizek bekövetkezésének egyfajta 15-20 éves ritmusa fedezhető fel, mivel az 1940-es évek közepén, 1970 körül, az 1980-as évek közepén, 2003-ban és 2018-ban egy, de néha egymást követő több évben is LKV közeli éves kisvízszint alakult ki a budapesti szelvényben. Ennek okai meglehetősen összetettek

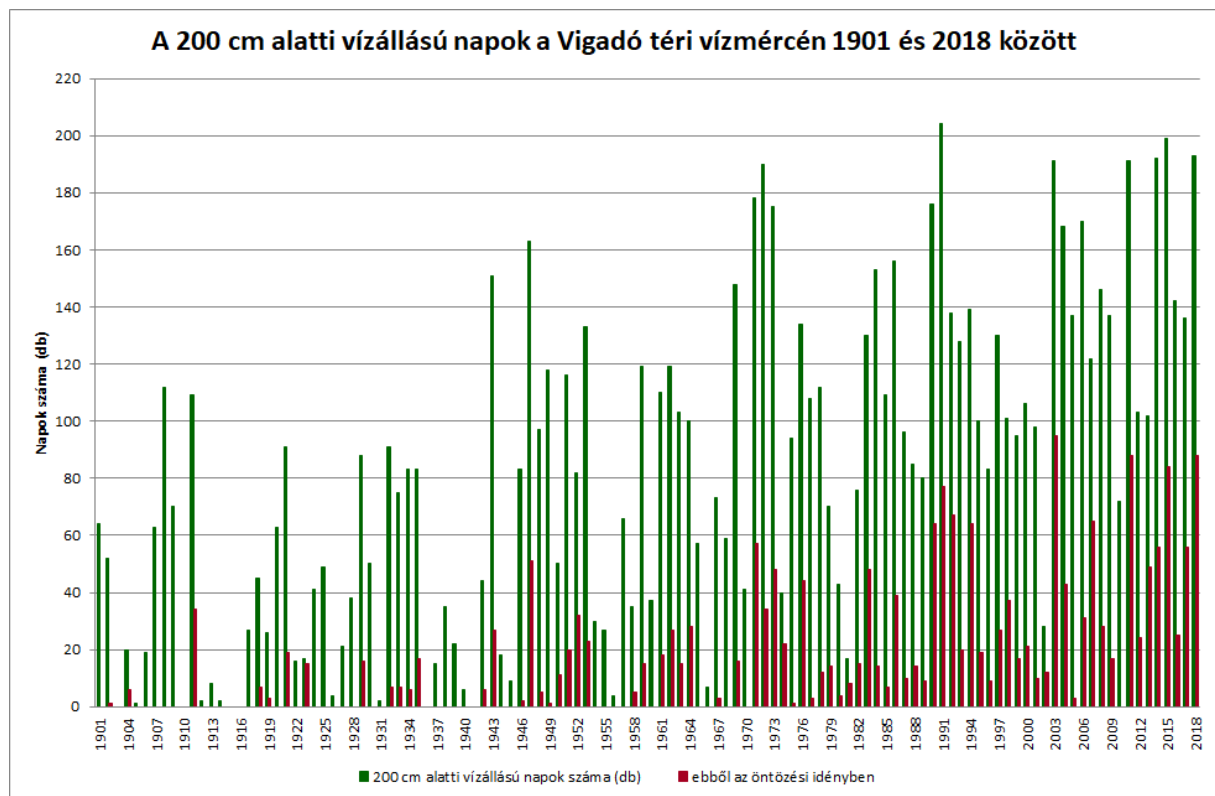
lehetnek, de az éghajlati viszonyok változásainak szinte biztosan számottevő szerepük van benne, ezért a következő évtizedekben is számíthatunk hasonló jelenségekre.

Ha az éves kisvizeket a mederteltség szempontjából vizsgáljuk, megállapítható, hogy a 64 adatból 13 alkalommal – a jelenleg érvényes vízállás szélsőértékeket figyelembe véve – az 5 %-os mederteltségi érték (80 cm vízállás a vízmércén) alatt alakult az éves kisvízszint. Emellett tovább 10 alkalommal nem érte el a 100 cm-es értéket, ami még mindig csak 8 %-os mederteltségnek felel meg. Ez azt jelenti, hogy a dunai jégmentes kisvízszintek a vizsgált időszak közel 40 %-ában nem érik el a rendkívül alacsonynak számító 10 %-os mederteltségi értéket sem. Látható, hogy bár soha nem észleltek még olyan alacsony vízállást a Dunán, mint 2018-ban, viszonylag sűrűn előfordul az éves kisvízszint ebben az alacsony vízállástartományban.

4.2. A 200 cm alatti vízállások vizsgálata a Duna Budapest-Vigadó téri állomásán

A Ráckeve-Soroksári-Dunaág vízbetáplálása szempontjából fontos határérték a Vigadó téri vízmércén leolvasott 200 cm-es vízállás, hiszen ez alatti vízszinteknél nem lehetséges a Duna vizének gravitációs átjuttatása a Kvassay-zsilip vízbeeresztő műtárgyán. Ezért tanulmányunkban megvizsgáltuk az ilyen alacsony vízszintek előfordulási gyakoriságát az 1901-2018 közötti 118 éves időszakra vonatkozóan, összességében és az éven belüli előfordulás tekintetében is. Mivel az RSD egyik fontos feladata a Duna-völgyi rendszer öntözővízzel történő ellátása, vizsgáltuk a 200 cm alatti vízszintek és az áprilistól szeptemberig tartó öntözési időszak egymáshoz való viszonyát is.

A 14. ábra az évenként előforduló 200 cm alatti vízállású napok számát mutatja be. A vizsgált időszakban átlagosan 86,4 napon fordul elő ilyen kisvíz a Dunán. A vizsgált 118 év között alig volt olyan, amikor ne alakult volna ki ilyen alacsony dunai vízállás. Mindösszesen hat ilyen év szerepel az adatsorban, melyek mind a XX. század első felében fordultak elő.



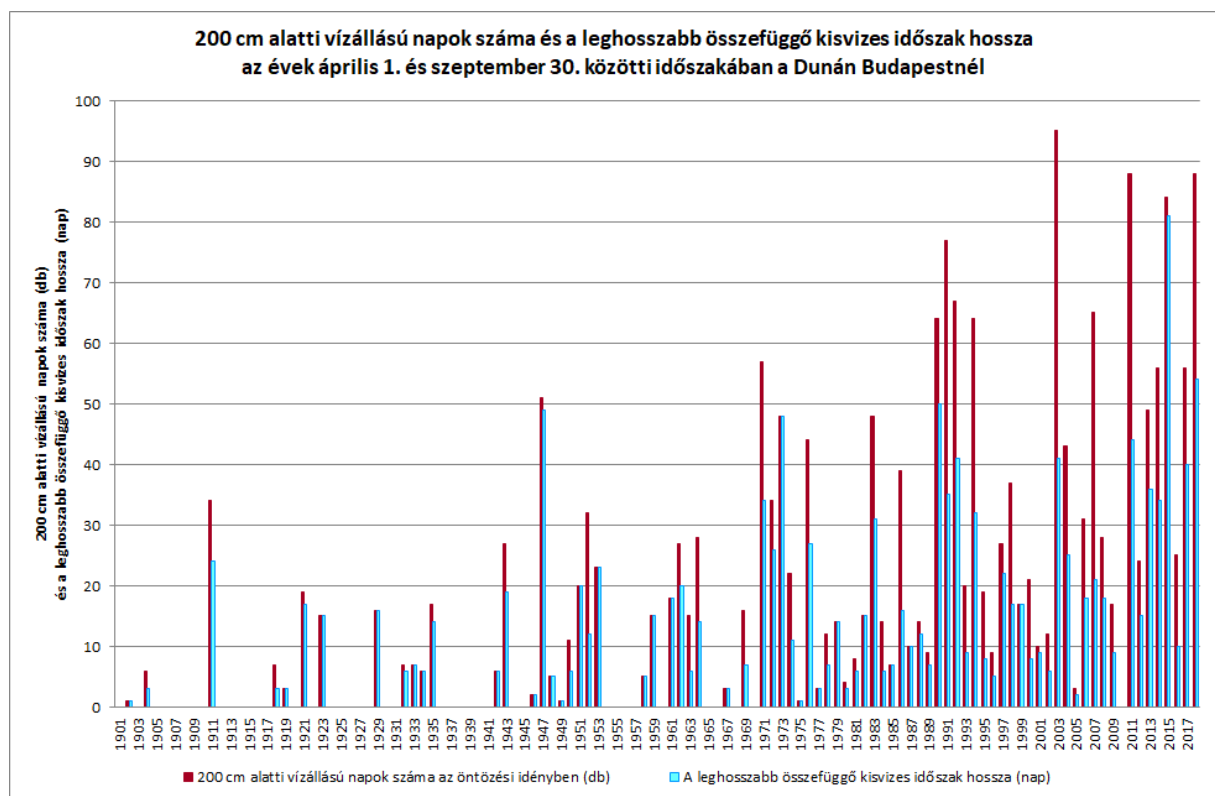
14. ábra

Bár az adatsor a jégjelenségekhez kapcsolódó kisvizeket is tartalmazza, ezért nem igazán szabad statisztikai jellegű következtetéseket levonni belőle, az azért jól látható, hogy a vizsgált időszak vége felé jóval többször fordulnak elő a vizsgálat tárgyát képező kisvizetek.

A legtöbb 200 cm alatti vízállású napot 1991-ben regisztrálták 204 db-os értékkel, ami az adott év napjainak 56 %-át, közel hét hónapnyi időtartamot jelent. A legalább fél éves (180 napos) tartamot – az 1991. évi rekord mellett – még hat alkalommal, 1972-ben, 2003-ban, 2011-ben, 2014-ben 2015-ben és 2018-ban érte el. Ezek mellett 1971, 1973 és 1990 néhány nappal maradt csak el a féléves hosszúságtól. Eszerint többször előfordul a Duna esetében az, hogy a hosszú kisvizes időszakok kettő vagy több egymást követő évben alakulnak ki. Ilyen jellegzetes periódus volt 1971-1973 között, 1990-91-ben, 2014-15-ben, de a 2003 után 2004-ben is mintegy öt és fél hónapos kisvizes időszak mutatkozott.

A 14. ábrán lila színnel jelöltük az öntözési időszakra eső kisvizes napok évenkénti darabszámát. A kisvizes napok éves össz mennyiségéhez hasonlóan itt is számottevő emelkedés látható az utóbbi évtizedekben: míg a XX. század első felében a kisvizes napoknak általában mintegy 20-30 %-a esett az öntözési időnyre, az utóbbi években ez a szám elérte az 50 %-ot is. Extrém esetként fordult elő 1923-ban, hogy a majd háromhetes kisvizes időszak szinte teljes egészében (88 %) az öntözési időnybe esett. A legtöbb ilyen, az öntözési időszakba eső napot (95 db) 2003-ban észlelték, de 2011-ben, 2015-ben és 2018-ban is (85-88 darabbal) hasonló magasságokba emelkedett ez az érték.

Az öntözési időszakban előforduló kisvizeket azért is szükséges külön vizsgálni, mert ilyenkor az öntözési vízszükségletek kielégítése és az RSD-be történő vízbetáplálás szükségessége kritikus vízkészlet-gazdálkodási helyzetbe sodorhatja a vízrendszert. Ebből a szempontból nagyon lényeges az is, hogy milyen hosszú ideig áll fenn folyamatosan a kisvizes időszak, amely alatt valahogy biztosítani kell az RSD-ből kivenni szükséges vízmennyiséget. A 15. ábra a kisvizes napok számát (ismét lila színnel) és a leghosszabb összefüggő kisvizes időszak hosszát (kék színnel) veti össze az öntözési időny belülről.



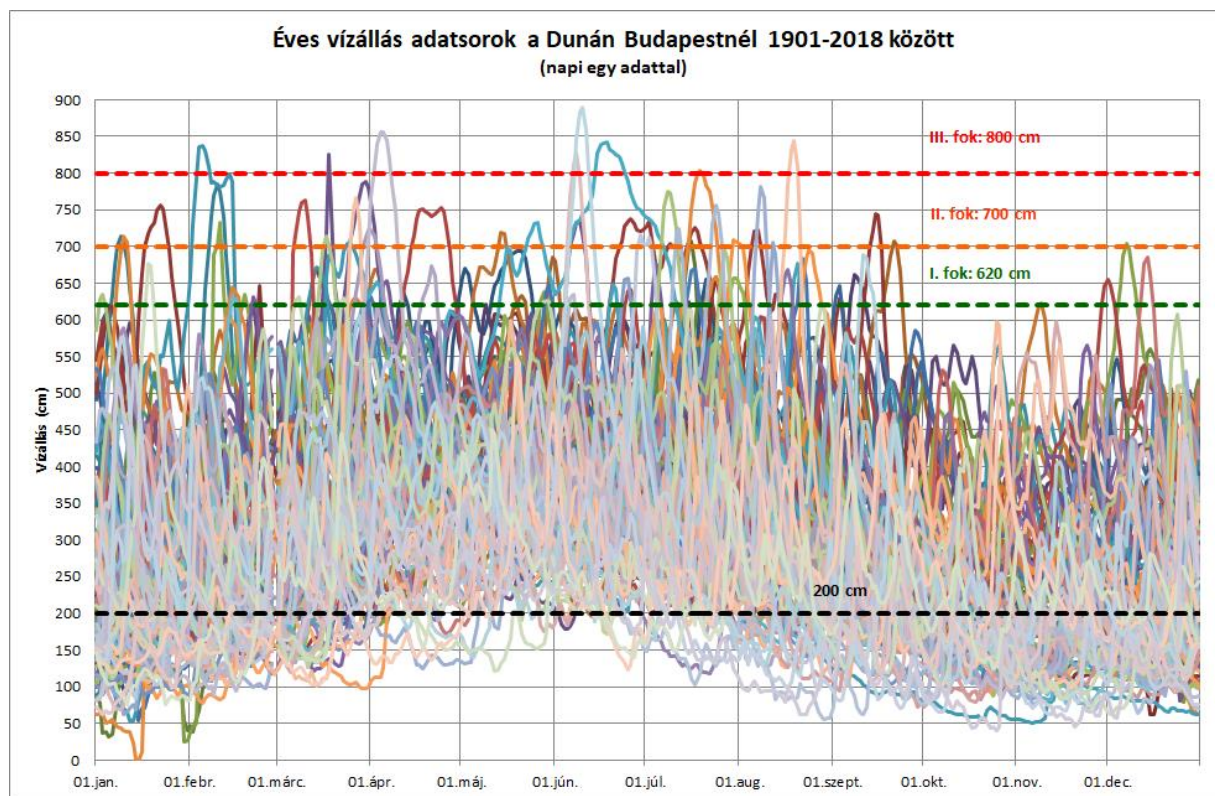
15. ábra

Az összefüggő kisvizes periódusok átlagos hossza az 1901-2018 közötti vizsgált időszakban 17,4 nap, tehát mintegy két és fél hétre tehető. Ebben természetesen benne vannak a mindössze néhány napos összefüggő kisvizes időszakot tartalmazó évek és a hosszú, 50-80 napos összefüggő időszakot tartalmazó évek is. A leghosszabb összefüggő, az öntözési időszakban kialakult kisvizes periódus 81 napig tartott 2015-ben. Ekkor azért nem alakult ki a 2018. évihez hasonló vízgazdálkodási probléma, mert bár rendkívül hosszú időn át kellett szivattyúzással vizet beemelni az RSD-be, ezt meg lehetett oldani a Kvassay-zsilipbe beépített turbinák szivattyú üzem módjának alkalmazásával, mivel a Duna vízszintje a legnagyobb vízkivételekkel jellemezhető időszakokban nem süllyedt annyira alacsony szintre, mint 2018-ban. A 2018-as év a maga 54 nap hosszúságú összefüggő időszakával a második helyet foglalja el a rangsorban és azért számított rendkívülinek, mert már augusztusban olyan alacsony dunai vízállások alakultak ki, hogy a beépített szivattyúkkal a víz átemelése nem volt lehetséges. Hasonló hosszúságú, öntözési időnyen belüli összefüggő kisvizes időszak egyébként még 1947-ben, 1973-ban és 1990-ben is előfordult.

4.3. Az éves vízjárás képek vizsgálata kisvízi szempontból a Duna budapesti szelvényében

Ebben a fejezetben a Duna évenkénti vízjárás képeit vizsgáljuk meg, tehát a vízszintek időbeli alakulását leíró görbék futását hasonlítjuk össze egymással évenként, különös tekintettel a kisvizes évekre.

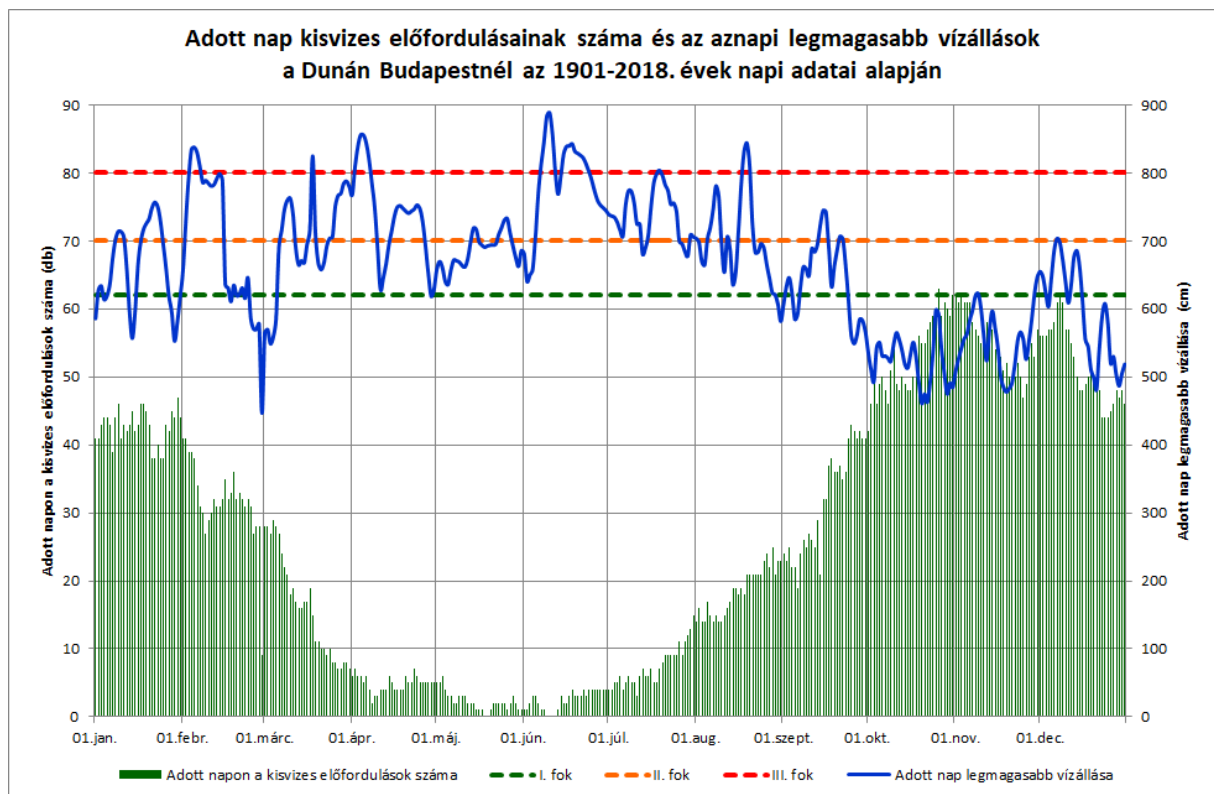
Azt az alaptézist, mely szerint a Dunán az év bármely szakában kialakulhat szélsőségesen nagyvíz és szélsőségesen kisvíz is, kiválóan szemlélteti a 16. ábra, amely egy ábrán mutatja be mind a 118 év évenkénti napi vízállás adatait.



16. ábra

A 16. ábra vízállás görbehalmaza látványosan megjeleníti Európának a Duna-vízgyűjtő régiójára jellemző éghajlati viszonyaiból következő vízjárást, mely szerint a nagyvizek inkább a tavaszi-kora nyári időszakban fordulnak elő, a kisvizek pedig inkább az őszi-téli hónapok sajátjai. Mindemellett a jegesedés, a jeges árvizek hatása is megmutatkozik, mert január és február hónapokban nagyon nagy a Duna vízjátéka, hiszen extrém kisvizek és rendkívüli, III. fokú készültségi szint felett tetőző árhullámok is előfordulhatnak.

Szinte ugyanezeket az információkat mutatja meg, de egy kicsit más megközelítésből a 17. ábra, amelyen az év egy adott napjára vonatkozóan láthatjuk egyrészt azt, hogy a 118 lehetőségből hányszor volt a kisvízi tartományban a vízállás, másrészt pedig az aznapra vonatkozó legmagasabb vízállás értékeket.



17. ábra

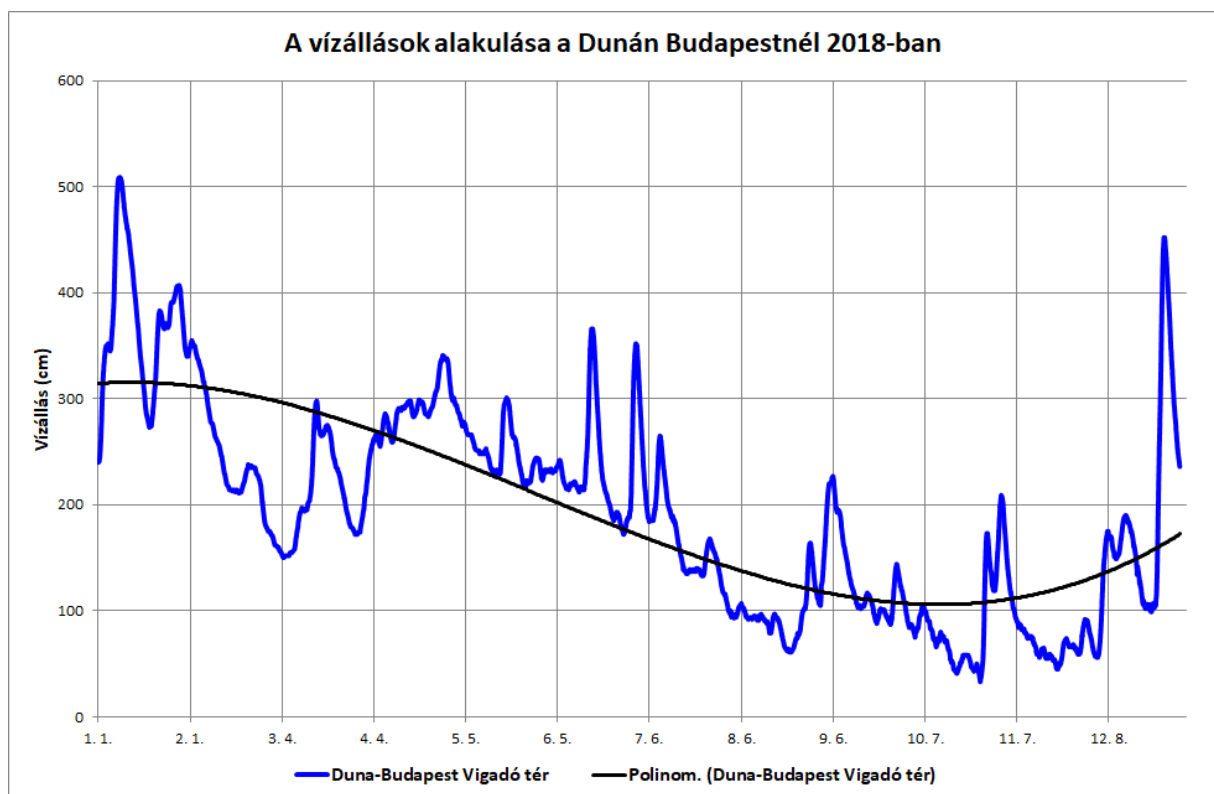
Általánosságban itt is az éghajlat által meghatározott vízjárási kép jelenik meg, amit leglátványosabban a napi kisvizes előfordulások száma támaszt alá. A legmagasabb értékek október-november fordulóján és december elején mutatkoznak, van ahol a 118 lehetőségből több mint hatvanszor kisvíz fordult elő. A rekorder nap október 26., összesen 63 évben volt ezen a napon 200 cm alatti vízállás a Dunán Budapestnél, ami az aznapra vonatkozó teljes adatmennyiségből 53,4 %-os részesedést jelent. Október utolsó és november első napjaiban hasonlóan magas, 60 körüli értékekkel találkozhatunk, valamint érdekes módon még december 7-9. között is 61-62 az előfordulások száma.

Januárban kissé csökken ugyan, de még mindig 40 körül ingadozik a kisvízi előfordulási darabszám, majd áprilisra tíz alá csökken. Nem meglepő módon a legalacsonyabb értékeket május-június hónapokban találjuk, amikor vannak olyan napok, amelyeken a vizsgált 118 évben egyszer sem fordult elő 200 cm-es vagy alacsonyabb vízállás a Vigadó téri vízmércén. Összesen hat ilyen nap van, két összefüggő csoportra osztódva: május 18-19. két napos időszaka, júniusban pedig a 9-12. közötti négy napos időtartam.

Érdekes jelenség, hogy a Budapest Vigadó téri vízmérce eddig észlelt legalacsonyabb vízszintjét 2018. október 25-én rögzítették, ami egy nap híján egybeesik a legtöbb kisvizes előfordulást magáénak tudó nappal, míg a valaha észlelt legmagasabb vízszintet a júniusi kisvízmentes négy nap egyikén, június 9-én mérték, 2013-ban.

A 17. ábra kék színű grafikonja az év adott napjának eddig észlelt legmagasabb vízállását mutatja az 1901-2018 időszakra vonatkozóan. A görbe futása visszavezet a fejezet elején leírt tézishez, mely szerint bármikor lehet készültségi szintet elérő árhullám a Dunán. Látható, hogy az év nagyobbik részében a napi maximális vízállások az árvízvédelmi készültség elrendelési szintjeinek tartományában helyezkednek el, ami tökéletesen alátámasztja a fentebb leírtakat. Alacsonyabb napi maximumokkal csak szeptember végétől, az őszi-téli időszakban találkozunk, de azért ekkor is előfordult már I. vagy II. készültségi szintet elérő árhullám. Január-februárban aztán már ismét megjelennek a magasabb szinten tetőző árhullámok, a február végi beszakadás pedig a szökőévekben február 29-én észlelt adatok alacsony száma miatt alakult ki.

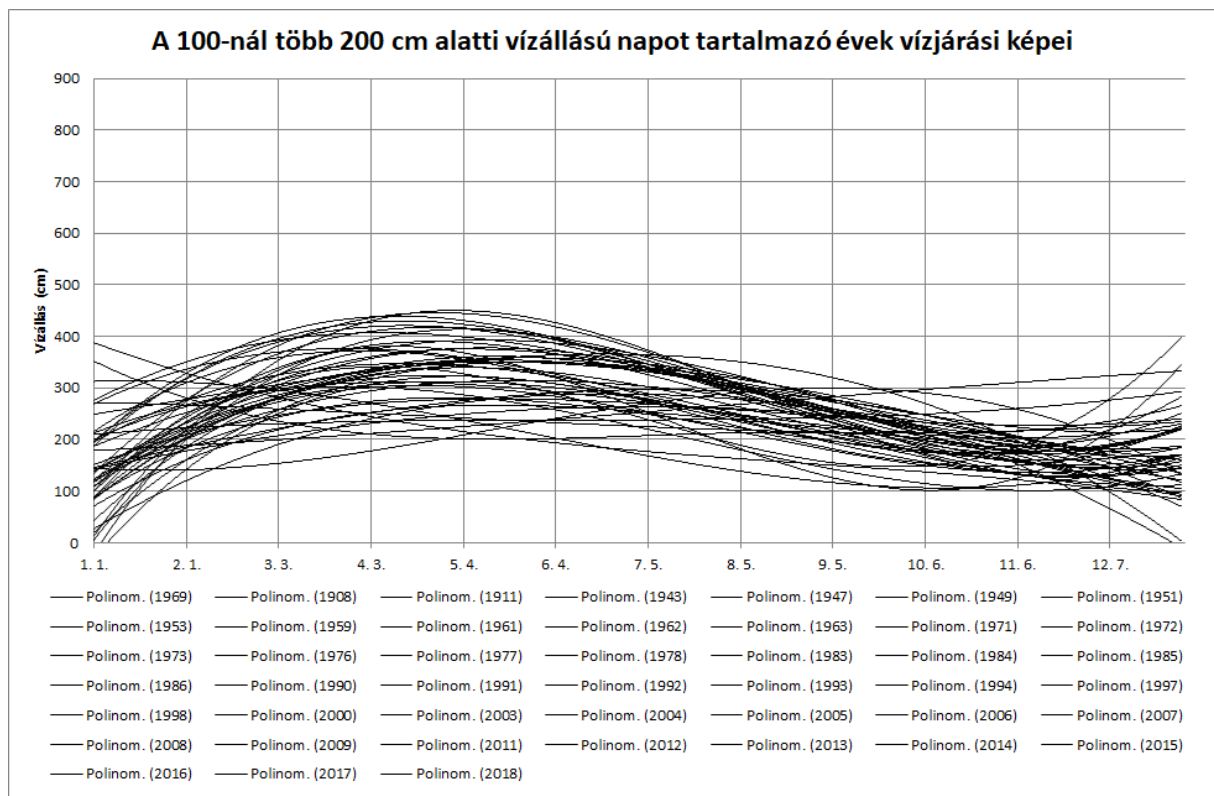
Ha a vízjárás évi menetét az egyes éveket egymással összevetve szeretnénk megvizsgálni, a 16. ábra görbehalmozát kapjuk. A hatalmas adatmennyiséget hordozó görbesereg a maga változatosságával meglehetősen nehézé teszi a vízjárási képek csoportosítását, összehasonlító vizsgálatát, ezért célszerű valamilyen egyszerűbb görbével közelíteni a vízállásgrafikonok rajzolatát. Erre a célra az Excel szoftver beépített polinomiális trendvonalát használtuk fel, melynek a 2018. évi adatokra történt alkalmazást a 18. ábra mutatja be. A trendvonalat itt nem statisztikai céllal alkalmaztuk, csak a vízjárás menetének egyszerűbb grafikai megközelítését szolgálja.



18. ábra

Ehhez a vizsgálathoz csak azokat az éveket használtuk fel, amikor a 200 cm alatti vízállású napok számának összmenyisége meghaladta a 100 napot, tehát a bő három hónapos értéket. A cél a hosszú kisvizes időszakokkal jellemezhető évek vízjárásaira egyfajta tipizálási eszköz

megalkotása volt, amelyhez a fenti definíció alapján 45 év adatsorait tudtuk felhasználni. Az így keletkezett vízjárási képek görbeseregét mutatja be a 19. ábra.



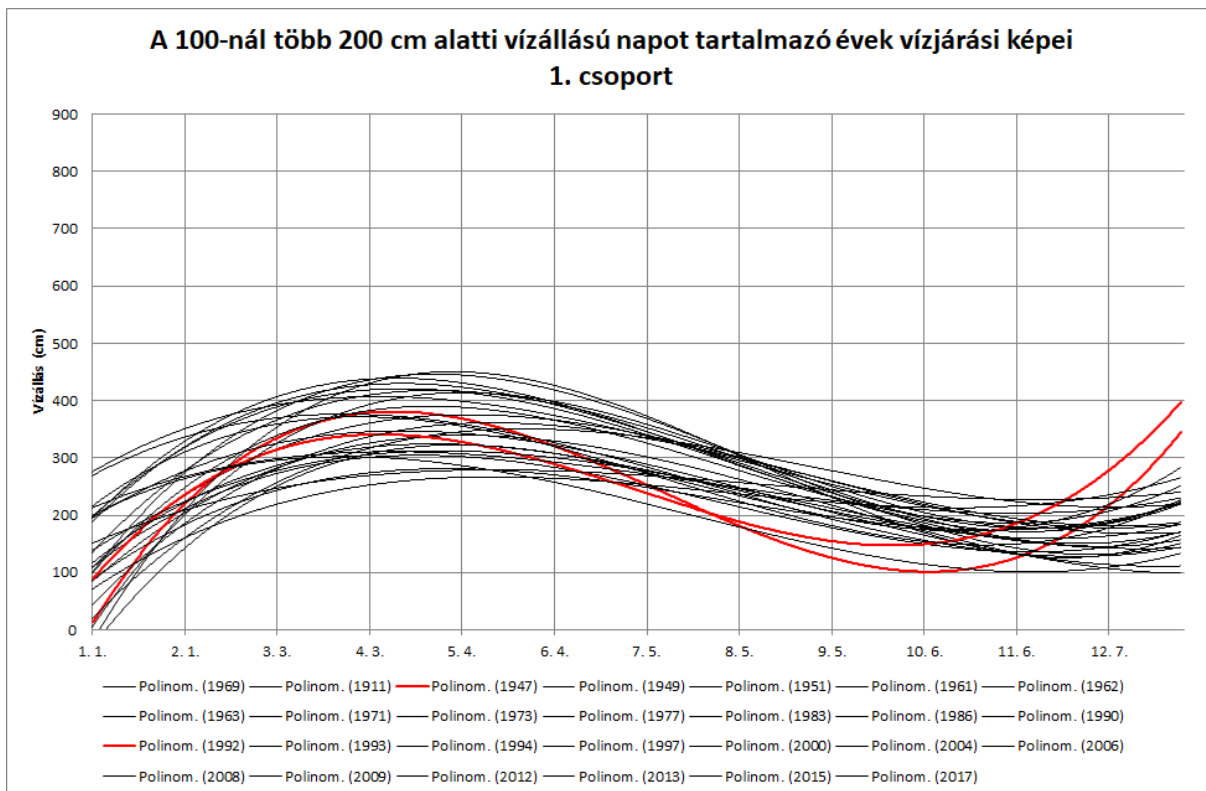
19. ábra

Mivel még itt is meglehetősen nagyszámú adatsor került bemutatásra egy ábrában, elég kaotikus a kép, de azért a főbb jellemvonások már leolvashatók (szemben a 16. ábra görbehalmozásával). A legtöbb vizsgált év januári kisvízes időszakkal indul, majd tavasszal nyár elején éri el a maximumot. Innen őszi általában csökkenés jellemző, az év vége viszont eléggé változatosan alakul. Ez minden valószínűség szerint annak köszönhető, hogy a vizsgált évek többségében mediterrán hatásra decemberben előfordult kisebb nagyobb csapadék, amelynek lefolyása valamilyen mértékben görbék ezen szakaszait is megemelte. Mindezek mellett előfordulnak olyan évek is, amelyek vízjárási képe nem illeszkedik bele az általános sémába.

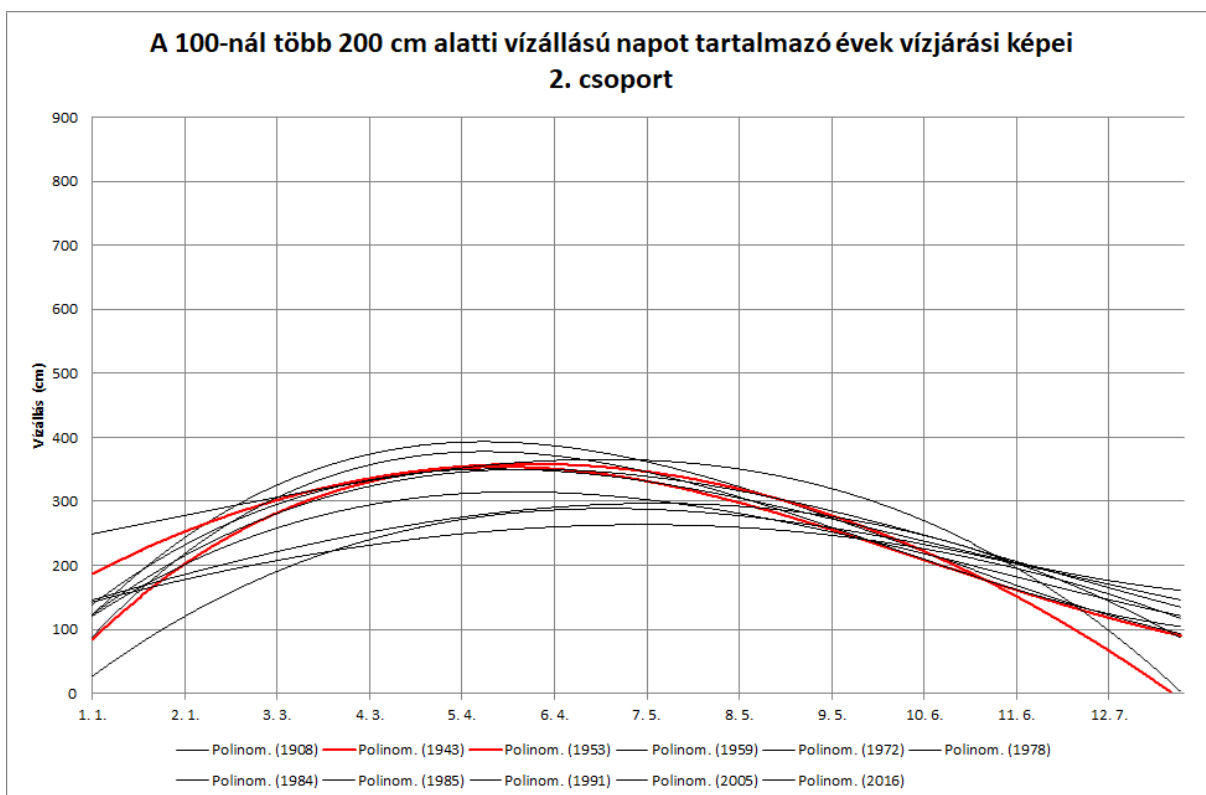
A fentebb felsorolt jellemzők felhasználásával három csoportba soroltuk az éveket a vízjárási képük alapján, amelyeket a 20-22. ábrák mutatnak be.

Az 1. csoportba (20. ábra) kerültek azok az évek, amelyekben vízjárási kép többé-kevésbé igazodik a normál klimatikus rendhez. A januári kisvízes időszak után tavasszal van a nagyvízes periódus, majd csökkenés ősz végéig, aztán decemberben – mediterrán hatásra – valamilyen mértékű (akár jelentős) emelkedés tapasztalható. Ezt a vízjárási képet hordozza a legtöbb év a 45-ből, mivel a vizsgált évek közel kétharmada, 27 db (60 %) került besorolásra ebbe a csoportba.

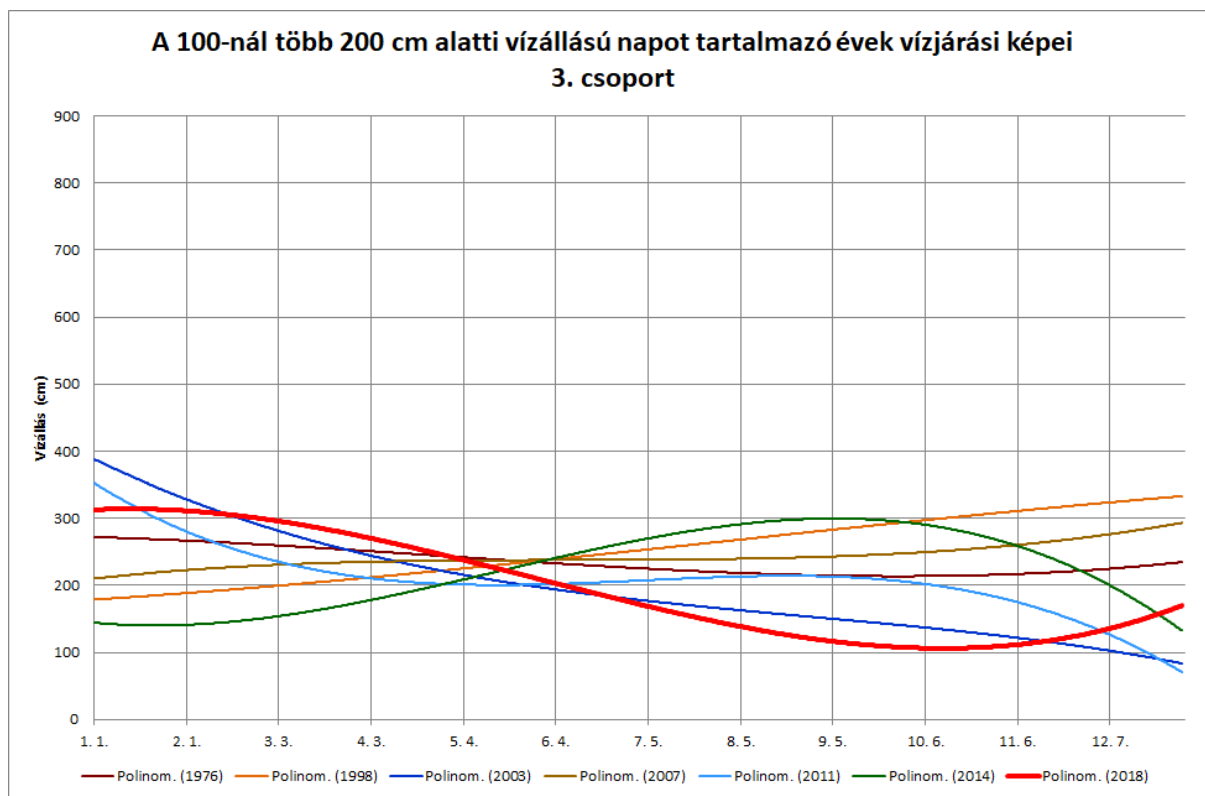
A 2. csoportba (21. ábra) 11 év vízjárási képe került. Bár nagyon hasonlóan viselkedik a vízjárás ezekben az években, mint az 1. csoport tagjainál (év eleji kisvíz, majd tavaszi maximum), de ezekben az években a polinomiális trend nem mutat emelkedést az év végén. Ez valószínűleg azért alakult így, mert az év végi, mediterrán hatásra kialakuló vízszintemelkedés vagy teljesen elmaradt ezekben az években, vagy nem érte el azt a mértéket, ami a trendvonal számottevő emelkedését okozta volna.



20. ábra



21. ábra

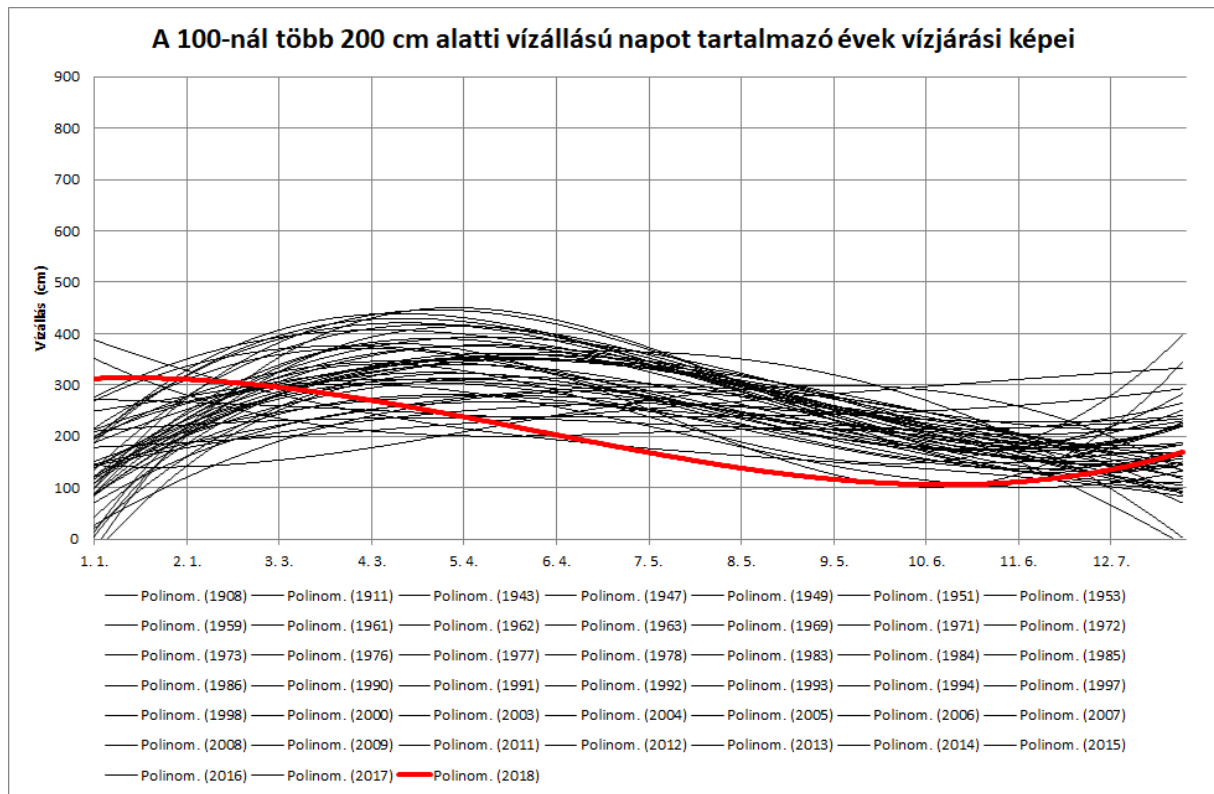


22. ábra

A 3. csoportba (22. ábra) hét olyan év vízjárási képe került, amelyek valamilyen módon eltérnek az általános trendtől, nem illeszthetők be a másik két csoportba. Itt szerepelnek olyan évek, amikor viszonylag kis sávban ingadozik a trendvonal: a barnás-narancsos árnyalatú görbék közül 1976-ban még valamelyest az első félév volt a magasabb vízszintű, de 1998 és 2007 esetében, ha csak kis mértékben is, már megfordult a trend: a második félév volt a magasabb vízállású. Ugyanilyen irányú a változás látszik 2014 zöld görbéjén is, ahol viszont már szignifikánsan magasabb a második félév vízszintje, számottevő év végi csökkenéssel. Ennek szinte a tükörképe 2018 (pirossal jelölve), viszonylag magas évkezdet után az őszi minimumokig süllyed a görbe, majd az év végén az 1. csoportban megszokott emelkedés mutatkozik. Mindezek mellett a kékes árnyalatokkal jelölt 2003 és 2011 években januárban érte el a vízjárás a maximumát, amelyet intenzív tavaszi csökkenés, nyári ellaposodás, majd ősszel további intenzív süllyedés követett.

A fentiek jól mutatják a 2018-as év vízjárásának különlegességét, hiszen a 3. csoportba került besorolásra, viszont vízjárási képének egyediségét legjobban akkor láthatjuk, ha az összes trendgörbét tartalmazó ábrában vizsgáljuk meg elhelyezkedését. A 23. ábra tulajdonképp megegyezik a 19. ábrával, csak pirossal kiemelésre került benne 2018 vízjárási képe. A vízjárás különlegességét az adja, hogy magasán indul a görbe januárban, ami a 2017 év végi és 2018 eleji átlag feletti csapadékoknak köszönhető. Ebben a téli időszakban elég jelentős mediterrán éghajlati hatás érvényesült a vízgyűjtőkön. Ezt követően azonban nagymértékben csökkent a csapadékmennyiség (vö. 2-4. ábrák), így a piros vonal szinte keresztülvág a többi év szokásos útvonalon haladó görbéin, és a januári maximum után csökkenés következik októberig. A csökkenés intenzitása nem tér el számottevően a többi év görbéjétől, csak a tavaszi magasabb maximumok hiányában alacsonyabb szinten halad lefelé. A nyári időszakban szinte végig a többi év görbéje alatt van a trendvonal, ami jól illeszkedik a valaha észlelt legkisebb vízszintek bekövetkezéséhez. Az év vége felé aztán szinte normál vízjárásúvá válik az év, hiszen az őszi minimum után az év végén itt is emelkedés következik

be, csakúgy, mint a trendvonallal vizsgált évek többségénél (1. csoport), ráadásul több másik év (1947, 2015) görbéje is ebben az időszakban ebben a tartományban helyezkedik el.



23. ábra

Összességében megállapítható, hogy a vizsgált 45 adatsor görbéinek nagyobbik része nem meglepő módon a Duna-vízgyűjtőre általában jellemző éghajlati adottságokból következő lefolyási viszonyokat tükrözi. Harmincnyolc esetben kisvizekkel indul a január, majd a tavaszi nagyvizes időszakot apadó tendencia követi őszig. Aztán az évek többségében érvényesül a mediterrán klímahatás, az év végén ismét emelkedő görbével találkozunk. Ehhez képest a 3. csoport eltérő hét éve – a vizsgált évek mindössze 15 %-a – nem tekinthető jelentős mennyiségnek. Jelenlétüket minden valószínűség szerint az adott évek átlagostól eltérő csapadékeloszlása okozza. Érdekes módon a hétből hat év az elmúlt húsz éves periódusban fordult elő, és itt szerepel több is az utóbbi évtizedek budapesti LKV-t legjobban megközelítő éves adatsorai közül (2003, 2011). Ez a jelenség feltételezhetően a Duna-vízgyűjtő éghajlatának változási folyamataira utal.

5. Összegzés

„A Duna vízjárását Pozsony térségében még az alpesi folyók vízjárása határozza meg. A havi vízállások a januári alacsony értékről fokozatosan emelkednek a júniusi legnagyobb értékig, majd ismét egyenletesen csökkennek decemberig, amikor az értékek még a januárinál is alacsonyabbak. Budapestnél a Duna vízjárását a közbenső folyók vízjárásai némileg módosítják. ... novemberben itt viszonylagos maximum is van, amely másodlagos maximumot a Duna mellékfolyói okozzák, melyek ősszel a mediterrán esőzések hatására viszonylag több vizet hoznak le a Kárpátok belső övezetéről, illetve az Alpok délkeleti lejtőiről.” (TÖRY K. 1952)

A fenti idézet Töry Kálmán közel hetven éve megjelent „A Duna és szabályozása” című kötetéből való, és ahogy az előző oldalakon bemutatásra került, még napjainkban is megfelelő leírása a Duna vízjárásának. A budapesti szelvényben napjainkban is az alpi vízgyűjtők csapadék- és lefolyási viszonyai határozzák meg a vízjárást, mivel a tavaszi-kora nyári nagyvizeket az őszi-téli kisvizek követik, míg az év végén általában érvényesül a mediterrán hatás.

A 2018-as év vízjárása a Duna életében sok szempontból rendkívülinek számít, de viszonylag jól illeszkedik a fentebb felvázolt általános képbe. Az év vízjárását Budapestnél az alpi csapadékviszonyok határozták meg: januárban és decemberben átlag feletti csapadékok hullottak az Alpokban, ami az év elején és végén magasabb vízállásokat eredményezett. A júniusi átlag körüli csapadékmennyiség is érzékelhető volt a vízállás adatsorban, míg a Kárpát-medence vízgyűjtőinek augusztus-szeptemberi csapadécai szinte életmentően hatottak a nyári kisvizes időszakban. Mindezek mellett 2018 jelentős csapadékhiányokkal terhelt év volt, hiszen a Budapest feletti részvízgyűjtők között nem is találunk olyant ahol az évi összeg számottevően meghaladta a sokévi átlagértéket. Mivel a csapadékhiányok már a tavaszi időszakot is jelentős mértékben érintették, már március-áprilisban is előfordultak többhetes kisvizes időszakok. A tavasz második felében a vízgyűjtőn felhalmozódott jelentős hó mennyiség elolvadása valamelyest még kompenzálta a csapadékhiányból fakadó lefolyási hiányt, de tendenciájában már május elejétől csökkenést mutatott a vízállás. Ezt a folyamatot a nyár eleji csapadékok sem tudták megállítani, a lefolyó kis víztömegek miatt az árhullámok csak rövid időszakokban emelték meg a vízszintet. A csökkenő trend eredményeként a vízállás már augusztusban megközelítette a valaha észlelt legalacsonyabb értéket, de ekkor még a Kárpát-medencei vízgyűjtők szeptemberi csapadékaiból lefolyó vízmennyiség megakadályozta a negatív rekorddöntést. Az év legalacsonyabb vízállásai a továbbra is legfeljebb csak átlagos csapadéktevékenység következtében végül októberben következtek be, amikor mintegy egy hét alatt kétszer is megdőlt a budapesti vízmércén eddig észlelt legalacsonyabb vízállás. A 33 cm-es vízszint 18 cm-rel maradt el a korábbi, mintegy hetven éve fennálló minimumtól.

2018 egyik legjelentősebb vízgazdálkodási problémája volt a Ráckeve-Soroksári-Duanág vízbetáplálása, amely a Duna alacsony vízszintjei mellett csak nehézkesen megoldható, hiszen a budapesti 200 cm alatt gravitációsan nem jut át a víz a Kvassay-zsilipen. 2018-ban viszont összesen 193 napig nem érte el a vízszint a 200 cm-t a Vigadó téri vízmércén, amelyből mintegy öt és fél hónap szinte megszakítás nélküli időszak volt. Az évben különös jelentősége volt annak is, hogy a kisvizes időszak jelentős része – több mint fele – az öntözési időszakba esett, ami az öntözési vízigény-kielégítési kötelezettségek miatt nyár végére kritikus vízgazdálkodási helyzetbe sodorta az RSD vízrendszert.

Bár a szélsőségesen alacsony vízszintek kialakulása szempontjából különleges vízjárású év volt 2018, de az egyéb vizsgált paraméterek alapján azért már előfordultak hasonló helyzetek az elmúlt bő évszázadban. A Vigadó téri vízmércén 200 cm alatti napok száma tekintetében 1991 és 2015 után csak a dobogó harmadik fokára kerül az elmúlt év, de még további öt év

követi ebben a rangsorban 5 napon belüli értékkel. Az öntözési idénybe eső kisvizes napok száma tekintetében 88 napjával 2011 társaságában a megosztott második helyen áll (2003 az első), ugyanebben az időszakban az összefüggő kisvizes periódus hosszát tekintve is második 2015-öt követve. A vízjárási kép tekintetében 2018 trendgörbéjének menete nagyon hasonló a normál rend szerinti alakhoz, csak az éves maximumok korábbra – tavasz helyett az év elejére – tolódása okozza az év első felének eltérő, mindent keresztülszelő rajzolatát.

Összességében elmondható, hogy 2018 a dunai vízszint észlelések szempontjából különleges év volt, de az elmúlt évtizedek tapasztalatai azt mutatják, hogy nem szabad meglepődnünk, ha közeli jövőben szinte ugyanilyen vízjárási helyzettel kerülünk szembe.

Felhasznált irodalom:

Gauzer Balázs (2019): A hófelhalmozódás és -olvadás folyamatának nyomon követése az OVSZ előrejelző rendszerében. PowerPoint előadás. Elhangzott 2019. április 25-én, a Magyar Meteorológiai Társaság Éghajlati Szakosztálya és az MHT Hidraulikai és Műszaki Hidrológiai Szakosztálya „A 2018-as év meteorológiai és hidrológiai értékelése” című együttes előadó üléséhez kapcsolódó vitanap keretében. 19 dia.

Goda László (2019): ÁKK terhelési szintek túllépési valószínűségének felülvizsgálata – A Dunán és töltésezett mellékvizein kijelölt vízmércék éves nagyvízállásainak és nagyvízhozamainak statisztikai elemzése – Az eredmények részletes ismertetése. Munkaközi anyag a 2019. május 31-i állapot szerint. Budapest, 13 p.

Horváth Sándor (1961): A csatornázás hatása a magyar Duna jégjárására. In.: Vízügyi Közlemények, 1960/4. füzet. OVF-VITUKI, Budapest, pp. 527-570.

Keve Gábor (2017): Space-Time Ice Monitoring of the Hungarian Lower-Danube. Periodica Politechnica – Civil Engineering 61:1, pp. 27-38., 12 p.

Keve Gábor (2018): Folyami jégészlelés fejlesztési lehetőségei. PhD értekezés. BME Építőmérnöki Kar, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, Budapest, 109 p.

Kovács Péter (2009): Vízjárástípusok és a vízjárás stabilitása a Duna vízgyűjtőterületén. Doktori Értekezés. ELTE TTK Földtudományi Doktori Iskola, Budapest, 124 p.

Töry Kálmán (1952): A Duna és szabályozása. Akadémiai Kiadó, Budapest, 454 p.

VITUKI Hungary (2019): A Ráckevei (Soroksári) - Duna-ág (RSD), valamint a Kvassay és Tassi vízlépcső vízjogi üzemeltetési engedélyezési tervdokumentációja (Tervszám: VET-RSD-1130/2018.). Megrendelő: Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság, tervező: VITUKI Hungary Kft., Budapest, 84 p.