

A MOSONI-DUNA TORKOLATI MŰTÁRGY IDEIGLENES ÜZEMRENDJÉT ÉS ÜZEMELTETÉSI SZABÁLYZATÁT MEGALAPOZÓ HIDROLÓGIAI VIZSGÁLATOK

Kerék Gábor

szakágazati vezető

Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság

KIVONAT

Jelenleg kivitelezés, illetve próbaüzem alatt áll hazánk elmúlt 30 évének legjelentősebb vízépítési műtárgya, a Mosoni-Duna torkolati mű. A műtárgy komplex módon hivatott kezelni a kisalföldi térség vízgazdálkodási problémáit, az árvízvédelemtől, a vízszint-rehabilitációján át a rekreációs potenciál növeléséig. Tekintettel arra, hogy a Kisalföld medence valamennyi felszíni vize itt éri el befogadóját, a Dunát, a mű tervezett üzemeltetése komplex hidrológiai-hidraulikai, üzemviteli és szervezési kérdéseket vet fel. Jelen tanulmányban a műtárgy üzemeltetésének hidrológiai alapjait elemzem, és teszek javaslatot a mű üzemére vonatkozóan.

KULCSSZAVAK: Mosoni-Duna, vízszint-rehabilitáció, műszaki hidrológia, árvízvédelem, vízépítési műtárgyak

1. ELŐZMÉNYEK

A Dunán a múlt század 50-es éveiben megkezdődött, majd az évszázad végére befejeződött vízlépcső-építések miatti medersüllyedés és más különböző antropogén hatások valamint természeti folyamatok következtében jelentősen lecsökkent a vízi élőhelyek területe a Mosoni-Duna torkolati szakaszán. A magyarországi Felső-Duna egyébként is aktuális komplex rendezési igénye a Bósi vízlépcső üzembe helyezését követően sürgető feladattá vált. A különböző rendezési változatoknál az árvízvédelmi, vízminőségi, vízbázisvédelmi, hajózási, üdülési, rekreációs szempontok mellett meghatározó feladat a mellékágrendszerek, valamint a holtágak a korábbi nedves területek rehabilitálása, továbbá a mellékvízfolyások torkolati szakaszának rendezése. A Mosoni-Duna alsó szakaszát közvetlenül a Duna elterelése nem érintette, hiszen Szaptól lefelé a Dunán már a teljes vízkészlet rendelkezésre áll. Az elterelés előtti időszakban -mintegy 30 évben - kialakult medersüllyedési tendencia és ezzel együtt a kis- és közepes vízszintek süllyedésének tendenciája viszont folytatódott, amely tovább rontotta a Mosoni-Duna alsó szakaszának környezeti állapotát. Korábbi vizsgálatok és az elemzések megállapították, hogy a Mosoni-Dunán, a referencia vízszintnek tekinthető 1960-as évekbeli kis és közepes vízszintek helyreállítása egy komplex torkolati műtárgy megépítésével lehetséges. A komplex műtárgy üzemével lehetővé válik a vizes élőhelyek rehabilitációja, a hajózás biztosítása, a győri városkép javítása, továbbá árvízkapu funkció biztosításával az árvízvédelmi biztonság növelése. A műtárgy megfelelő elhelyezésével és kialakításával a Győr-Gönyű Országos Közforgalmú Kikötő medencéssé alakítható.

Összefoglalóan a Mosoni-Duna torkolati műtárgyának megépítésével a következő problémák válnak megoldhatóvá:

- a kis- és középvizek szintje megemelhető lesz a referencia időszak (1950-es és 1960-as évek) vízszintjére,
- megteremthetők lesznek a hajózási feltételek, hiszen a Mosoni-Dunát az EGB nagyhajózásra alkalmas vízi útnak minősíti és III. vízi út kategóriába sorolja a 2-14 fkm között,
- a hajózás feltételeinek megteremtése úgy oldható meg, hogy az árvizek és a jég levezetése ne jelentsen további problémákat, valamint biológiai folyosó is létesülhessen.
- mérsékelhetőek lesznek a Duna árvizei okozta vízszintemelkedések. A torkolati mű-

tárgy
árvíz-

kapuként is működhet, ami azt jelenti, hogy tartósabb dunai árvíz esetén (pl. 1965) árvízkapuként nem vehető figyelembe, azonban az árvizek jelentős részében csökkenti a vízszinteket, amely előnyös Győr térségében.

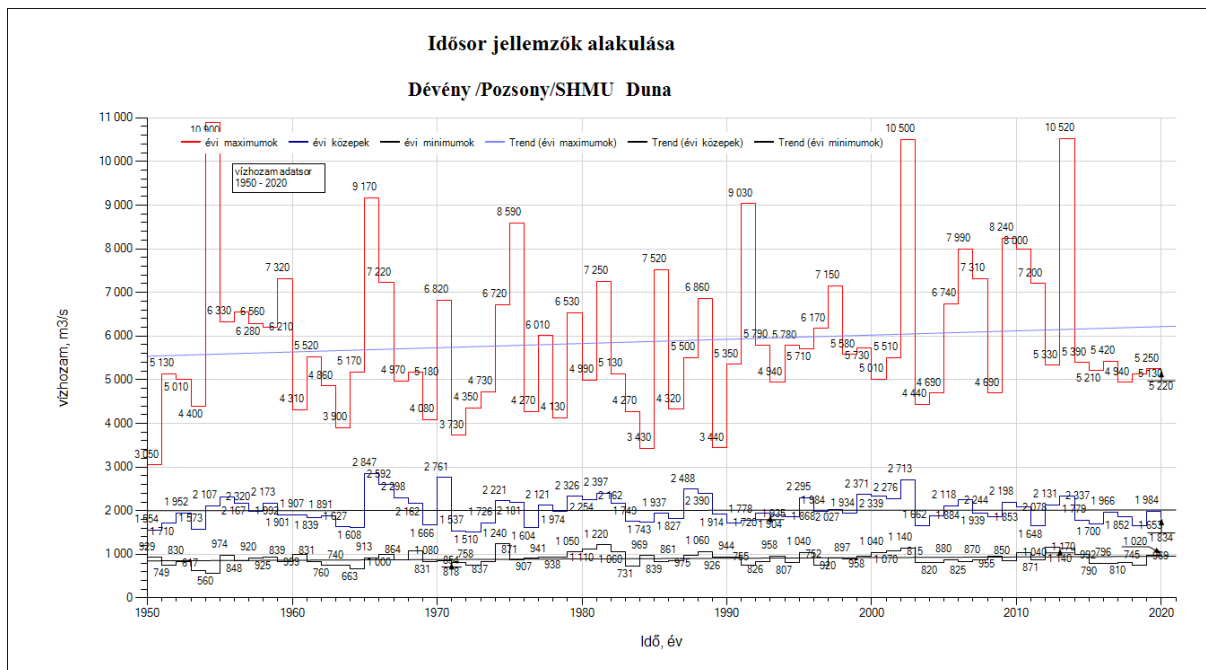
- lehetővé válik a kisvízes időszakokban a Duna leszívó hatásának kiküszöbölése,
- lehetőség nyílik a gyalogos és kerékpáros közlekedés megteremtésére a Vének-Gönyű községek között.

Jelen tanulmány a jelenleg kivitelezés és próbaüzem alatt álló mű ideiglenes üzemrendjének és üzemeltetési szabályzatának hidrológiai megalapozását szolgálja.

2. A MOSONI-DUNA TORKOLATI MŰTÁRGY ISMERTETÉSE, A BERUHÁZÁS HIDROLÓGIAI – HIDRAULIKAI INDOKOLTSÁGA

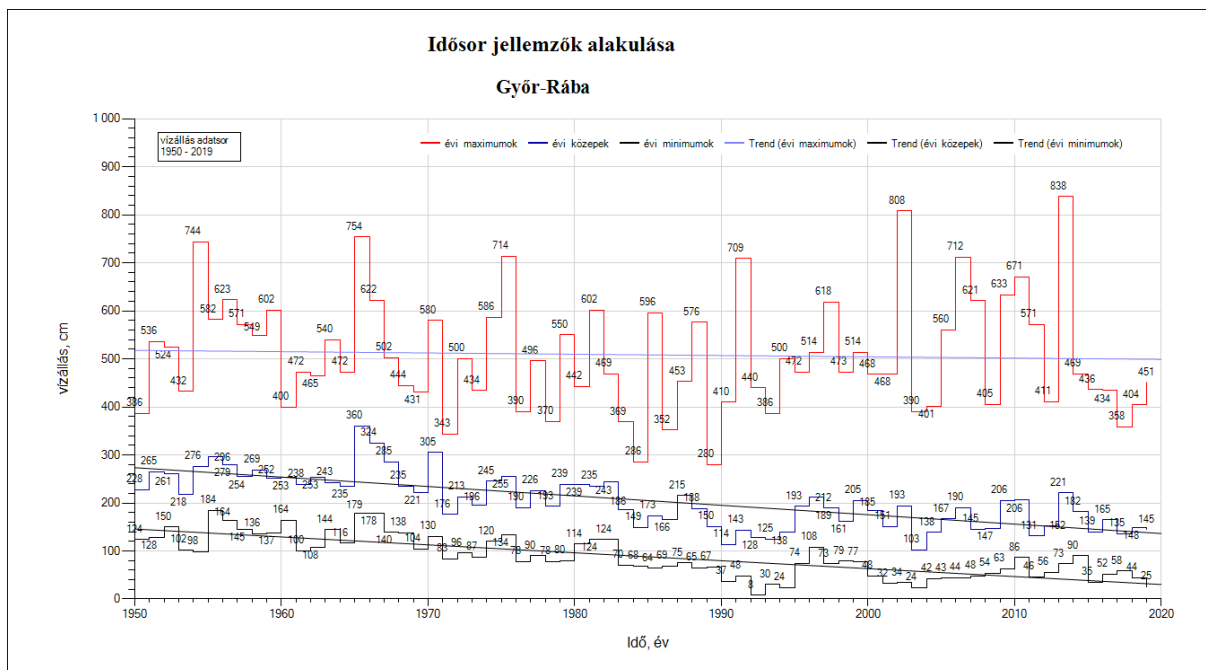
A Mosoni-Duna alsó 16-18 km-es szakaszának és a Rába alsó 10-11 km-es szakaszának vízszintjét is alapvetően a Dunán, a Mosoni-Duna torkolatánál kialakuló vízszintek határozzák meg. A Duna hazai szakaszán a hajózhatóság biztosítása érdekében az elmúlt évtizedekben olyan folyamszabályozási beavatkozások (pl.: a kisvízi meder szélességét csökkentő terelőművek, kotrás) sora zajlott, valamint jelentősek voltak a nem folyamszabályozási célú, ipari méretű kavicskotrások és a felettünk lévő Duna szakaszon megépült vízlépcsők duzzasztott terében a görgetett hordalék visszatartása, melyek eredményeként a Duna főmedre jelentősen bevágódott. A beavatkozások elsődleges célja az volt, hogy hajózási szempontból kritikus kisvízes időszakban a mederben lévő víztömeget minél keskenyebb sávra szorítsa annak érdekében, hogy a keskenyebb sávon nagyobb vízmélység alakuljon ki. A kisvízi meder szélességének szűkítésével párhuzamosan ugyanakkor az áramlási sebesség nőtt és vele arányosan a munkavégző képesség. A nagyobb munkavégző képesség eredményeként a mederben a lineáris eróziós folyamatok erősödtek fel, ami a meder fenékszintjének süllyedését és a meder egyre mélyebbre ágyazódását vonta maga után. Ez a folyamat zajlott és zajlik napjainkban is a Duna Vének és Gönyű közötti szakaszán, mely a Mosoni-Duna befogadója. A Duna kis- és középvízszintjének süllyedése következtében az 1970-es évek első fele óta, közel 2 méterrel csökkent a kisvízi vízszint a Mosoni-Duna alsó szakaszán.

A Mosoni-Duna és a Rába alsó szakaszán tapasztalt mederbeágyazódás, ill. kis- és középvízi vízszintcsökkenés miatt a hullámtéren található egykori mellékágak, medermaradványok, ill. kubikgödrök fokozatosan elvesztették kapcsolatukat a főmederrel, ill. a főmeder víztömegével. Ennek következtében vízháztartásuk egyre szélsőségesebbé vált. A Rába és a Mosoni-Duna medre a lecsökkent kisvízi és középvízi vízszintek miatt Győr városában jelenleg az év túlnyomó részében nem nyújt a korábbi évtizedekre jellemző pozitív tájesztétikai élményt, amiért a települést a „vizek városának” nevezték el. A jelenlegi állapotban a folyómedrek a városképet sokkal inkább negatívan befolyásolják és csökkentik a vízparti területek rekreációs potenciálját. A kisvízi vízszintek emelésével és a középvízi vízszintek tartósságának növelésével a győri vízparti területek tájképi értéke, a vízparti területek rekreációs potenciálja jelentősen javítható. mindezen hatások jól reprezentáltak a következő két ábrán, mely a Duna dévényi, illetve a Rába győri szelvényének jellemző vízhozam és vízszint trendjeit mutatja 1950-től napjainkig. Látható, hogy az elmúlt 70 évben a Duna közép- és kisvízhozamai nem mutatnak jellemző trendváltozásokat, ellentétben az éves nagyvízhozamokkal, amely szignifikáns emelkedést mutat 1950 óta.

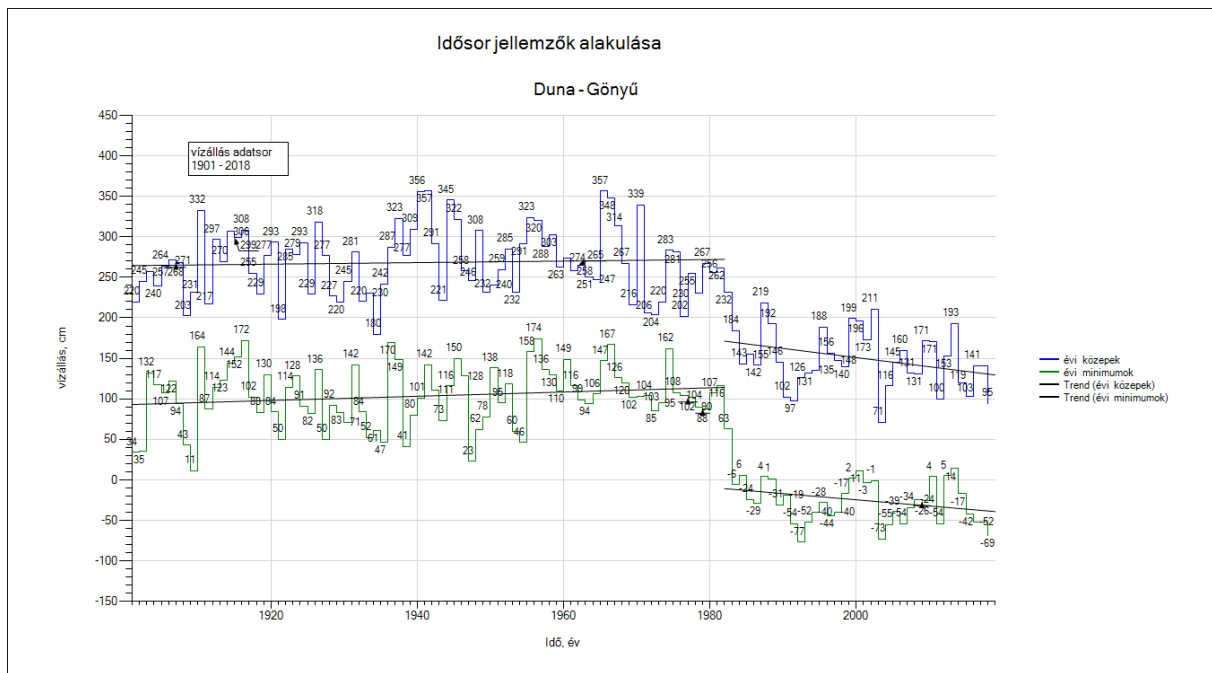


1. ábra. Idősor-jellemzők, Duna-Dévény vízhozamok (1950-2020)

Ettől lényegesen eltérő képet mutatnak a Rába torkolatában fekvő győri vízmérce elmúlt 70 évének vízszint-trendjei. Az éves legnagyobb vízszintek gyakorlatilag vízszintes trenddel jellemezhetők, viszont a közép- és kisvízszintek erős csökkenő trendet mutatnak, igazolva az előzményekben taglalt beavatkozások hatását.



2. ábra. Idősor-jellemzők, Rába-Győr vízállások (1950-2020)



3. ábra. Idősor-jellemzők, Duna-Gönyű vízállások (1900-2020)

Elsőrendű feladat tehát a Duna vízszintsüllyedésének hatására a Mosoni-Duna lesüllyedt kis- és közepes vízszintjeinek visszaállítása, a Duna megtámasztó hatásának megfelelő torkolati vízszint visszaállítása. A műtárgy megépítésével, mely árvízkapuként is funkcionál, a vízszint rehabilitáció hatásterületén az árvízvédelmi biztonság is javul.

Az új torkolati mű építésének helye a Mosoni-Duna torkolatában lévő Torda sziget és környezete, a Mosoni Duna bal és a Duna jobb partja, valamint a Farkasúsztató-ágtól a Mosoni-Duna bal parti területe a Vének község árvízvédelmi gátjáig.

A torkolati műtárgy két 12,0 m szélességű duzzasztó/leeresztő nyílásból és egy 12,0x90,0 m hasznos méretű hajószilipből álló monolit vasbeton szerkezetű létesítmény. A műtárgy balpartján létesül egy 2,50 m szélességű réselt halátjáró is, a műtárggyal egybeépítve. A hajózás biztonságos lebonyolítása érdekében létesül az alvízi és felvízi móló, 2,0 m szélességgel 112,40 mBf magassággal.

Az árvizek kizárására a kikötő RO-RO rámpájától induló és a Vének község árvízvédelmi töltésig tartó, 1616 m hosszban létesülő árvízvédelmi gát létesül. A nettó kiépítési szint 116,80 mBf. (MÁSz+1,20 m) A gát tetején üzemi út vezet, mely a műtárgyon át hídban folytatódik. Maga a torkolati műtárgy tehát egy háromnyílású létesítmény, melyből az egyik hajózási funkciót is ellát, ennek megfelelően az árvízlevezetésben is szükség szerint részt vesz. A Mosoni-Dunán mederátvágás készül, összesen 1181 m hosszban.

A műtárgyegyes elemek a következők:

- a vízszint rehabilitációt biztosító műtárgy egy kétnyílású vízszintszabályozó mű, benne kétirányú víznyomás felvételére alkalmas, vízszintes tengelyű, acélszerkezetű, szegmens elzárással. Ez biztosítja a Mosoni-Duna alsó szakaszán a kis- és közepes vízszintek megemelését, vízszint szabályozási lehetőséggel, továbbá biztosítja az árvízkapu funkciót.

- a hajózás biztosítására a vízszintszabályozó mű mellé hajózsilip létesül. A hajózsilip IV. osztályú víziútnak megfelelő, 12x90 m hasznos méretű, de III. osztálynak megfelelő küszöbmélységű (3,0 m), és a 17/2002. (III. 7.) KöViM rendelet 7. § (3) bekezdésben foglaltaktól eltérően szimpla kialakítású. A hajózsilip elzáró szerkezete a vízszintszabályozó műhöz hasonlóan szintén kétirányú víznyomásra alkalmas.
- a Mosoni-Duna torkolat áthelyezése részben a Farkasúsztatói ágon, részben a Torda szigeten keresztül. Az új torkolata jelenlegi felett mintegy másfél kilométerrel feljebb vezeti a Mosoni-Duna vizét a Dunába, a jelenlegi meder a Győr-Gönyű Országos Közforgalmú Kikötő felett áttöltésre kerül.
- a műtárgynál a Mosoni-Duna hosszirányú ökológiai átjárhatóságát biztosító létesítmény (halátjáró) épült.
- a jobb-, és balparti mederáttöltés ill. árvízvédelmi töltés a mértékadó árvízszintekre épült ki a 74/2014. (XII. 23.) BM rendeletnek megfelelően.
- a vízi turisták számára a csónakok kézi átemelésének lehetőségének megteremtésére csónakátemelő rámpa, sólyák készültek.
- az üzemelési, fenntartási munkák elvégzését biztosítandó üzemi híd és üzemviteli épület is létesült.

Jelen tanulmányunkban megvizsgáljuk a műtárgy üzemeltetéséhez szükséges hidrológiai paraméterek múltbéli és jelenlegi alakulását, alapot szolgáltatva az ideiglenes üzemrendben szereplő üzemeltetési forgatókönyveknek.

3. A REFERENCIAIDŐSZAK ÉS AZ ELMÚLT 20 ÉV VÍZJÁRÁSAINAK VIZSGÁLATA A DUNÁN ÉS A MOSONI-DUNÁN

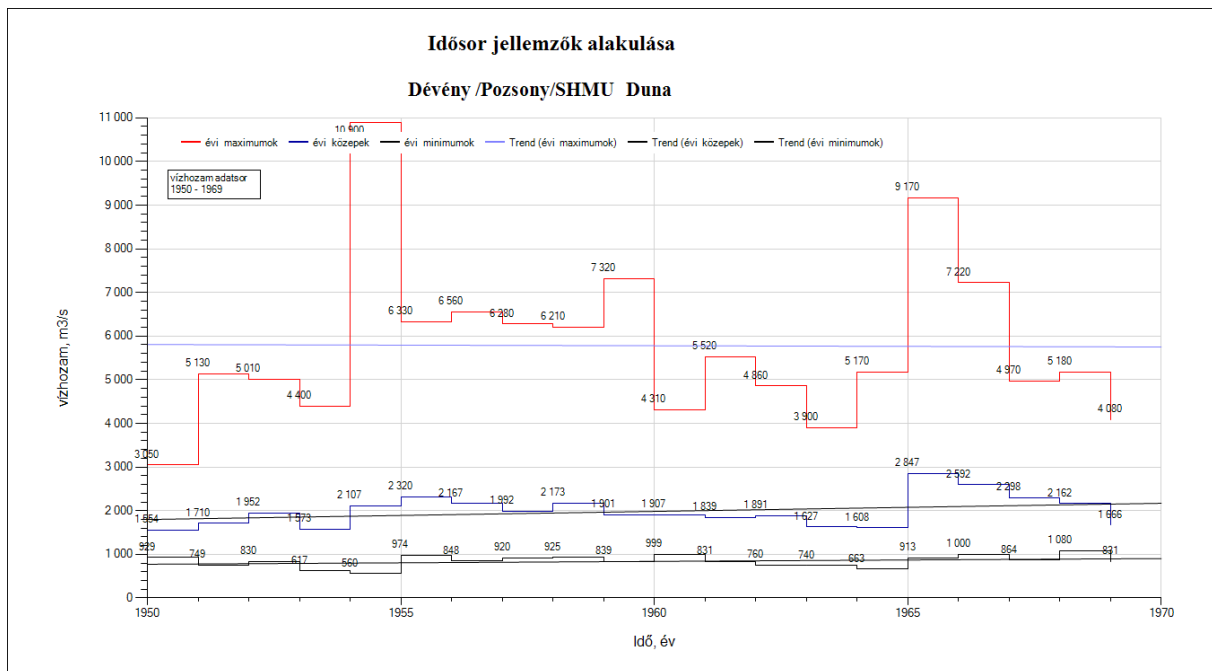
Alapvetések:

- a műtárgy üzemének primer vezérlő paramétere az előzetes vizsgálatok szerint a Duna Pozsony felett, Dévénynél a Kisalföld területére lépő vízhozamának a tárgynapot megelőző 3 napi számtani átlagértéke
- a vizsgálatokat a Mosoni-Duna torkolati szakaszának vonatkozásában a Rába torkolatában üzemelő győri vízmércére végeztük el, mivel hidraulikailag jól reprezentálja a Mosoni-Duna teljes torkolati szakaszának vízjárását, és 1901 óta zárt vízállás-idősorral rendelkezik

A korábbi tervek szerint a kisvízi állapotot az 1961. október 10-én előállt felszingörbe reprezentálja. Ez a Mosoni-Duna torkolatában (Duna 1794 fkm) 107,79 mBf, míg Győrnél, a Rába torkolatánál 108,03 mBf szintet jelent. A jelenlegi 1 %-os valószínűségű kisvíz a torkolatnál 105,83 mBf., Győrnél (Rába torkolat) 107,19 mBf. A változás a referencia időszakhoz képest 1,9 m-es vízszintsüllyedést mutat a Mosoni-Duna torkolatánál, a Rába torkolatánál pedig 0,84 m-t. A középvízi állapotot a referencia időszakban a Mosoni-Duna torkolatánál 109,19 mBf. szint, a győri vízmércén pedig 109,60 mBf. szint jellemzi. A jelenlegi középvízszint a torkolatnál 108,45 mBf., a Rába torkolatnál 108,60 mBf.

A tanulmányban a továbbiakban közölt rehabilitációs célvízszintek is korábbi vizsgálatok alapján kerültek meghatározásra, ennek értelmében a műtárgy által kialakított duzzasztott bögében a győri vízmércén mért 108,50 ... 109,30 mBf vízszintek tartása a cél a dévényi vízhozam kis- és középvízi tartományában.

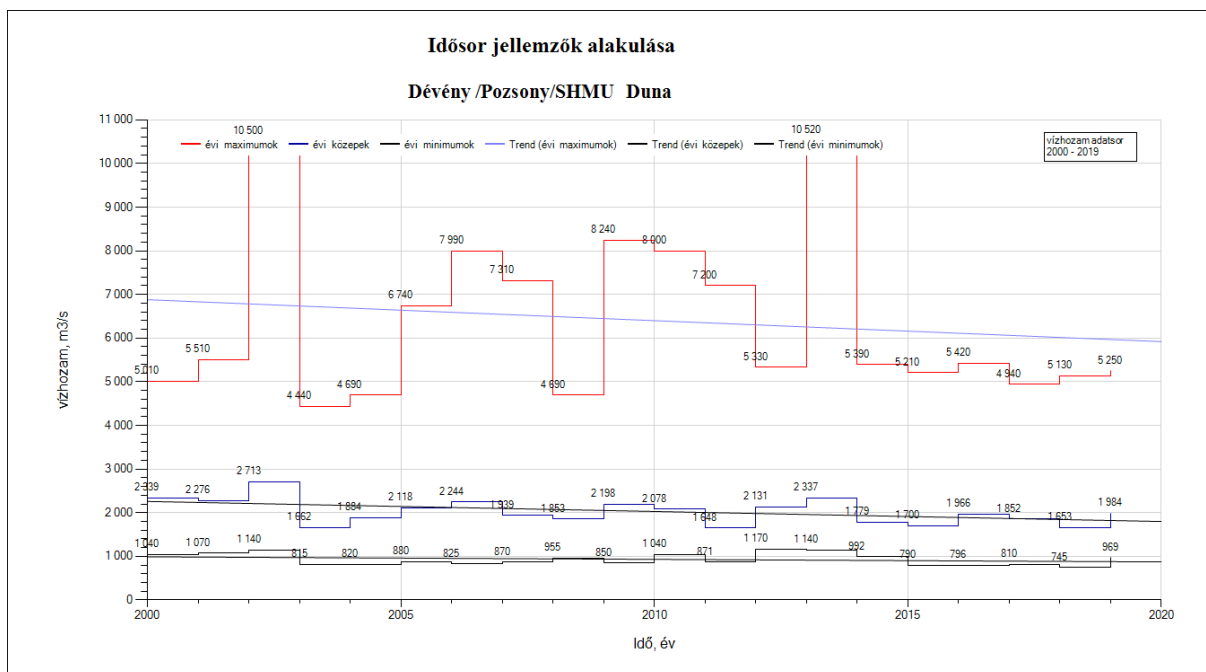
A hidrológiai paraméterek mind a vízhozamok, mind a vízszintek vonatkozásában az 1950-1969, valamint a 2000-2019 közötti két évtizedre végeztük el. A dévényi vízhozamok jellemző értékei a következő ábra szerint alakultak a referenciaként tekintett 1950 és 1969 közötti terminusban.



4. ábra. Idősor-jellemzők, Duna-Dévény vízhozamok (1950-1970)

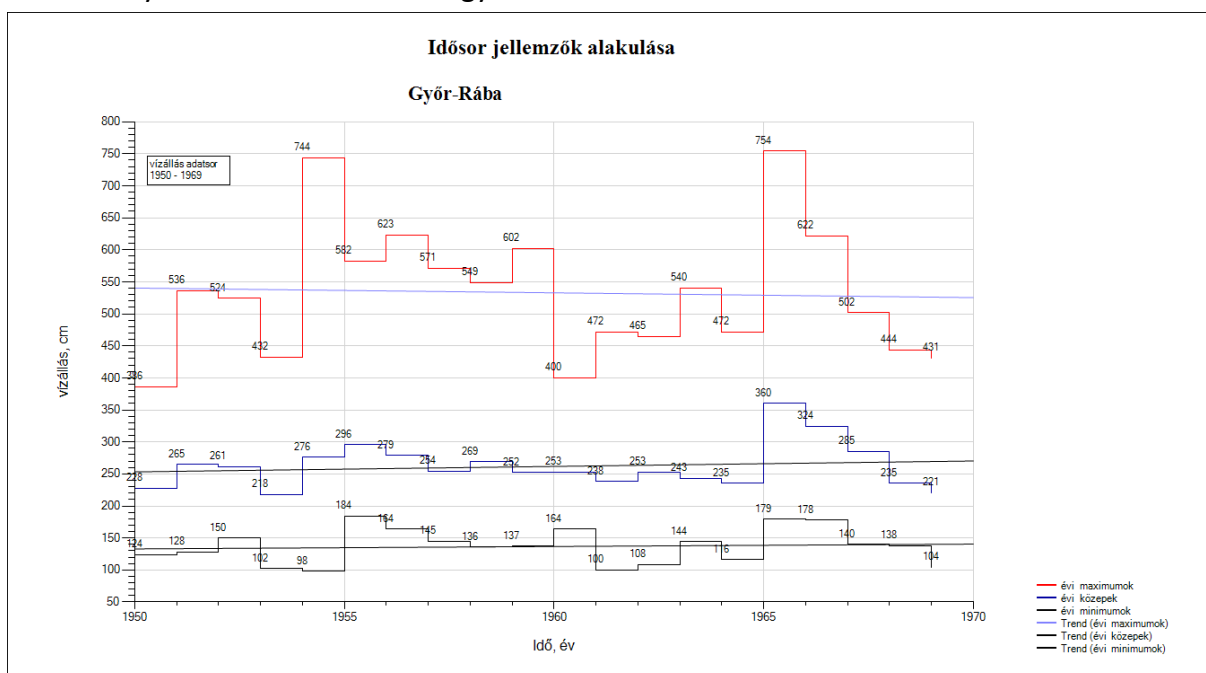
Látható, hogy két jelentős, történelmi árvíz is levonult az időszakban a folyón, 1954-ben, és 1965-ben. Utóbbi tartóssága okán az éves közepes lefolyás alakulására is jelentős hatást gyakorolt. Az éves kisvizek szélsőségektől jellemzően mentesek voltak.

Az elmúlt két évtized ezzel való összevetésben némiképp ellentétesen alakult. Szintén levonult két jelentős árhullám, azonban az évi közepes és kisvízhozamok enyhe csökkenő trendet mutatnak, és megdőlt mindkét szélsőérték a dunai vízszintek vonatkozásában. 2013 júniusában a korábbi LNV-t meghaladó, majd 2018 őszén a korábbi LKV-tól elmaradó vízszintek alakultak ki a magyarországi felső-Dunán.



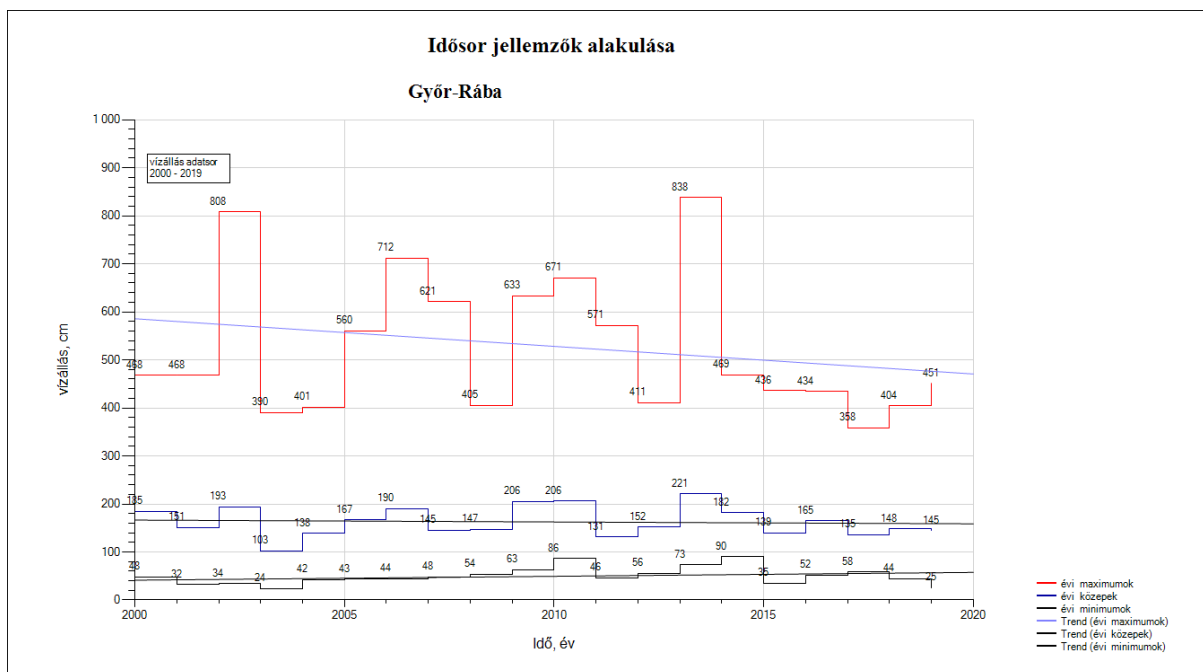
5. ábra. Idősor-jellemzők, Duna-Dévény vízhozamok (2000-2020)

A Rábán Győrben mért vízszintek ugyanezen időszakban a következő ábrák szerint alakultak:



6. ábra. Idősor-jellemzők, Rába-Győr vízállások (1950-1970)

Látható, hogy az árvízszintek általános trendje erősen csökken a rekordszinten tetőzött két árhullám ellenére is, ami a vízgyűjtő és a nagyvízi lefolyás szélsőségeiből fakadó vízszintsüllyedés, amely eléri a 100 cm-t a Mosoni-Duna torkolatánál!



7. ábra. Idősor-jellemzők, Rába-Győr vízállások (2000-2020)

A két időszak jellemző vízjárási paramétereit a következő táblázatban foglaltuk össze:

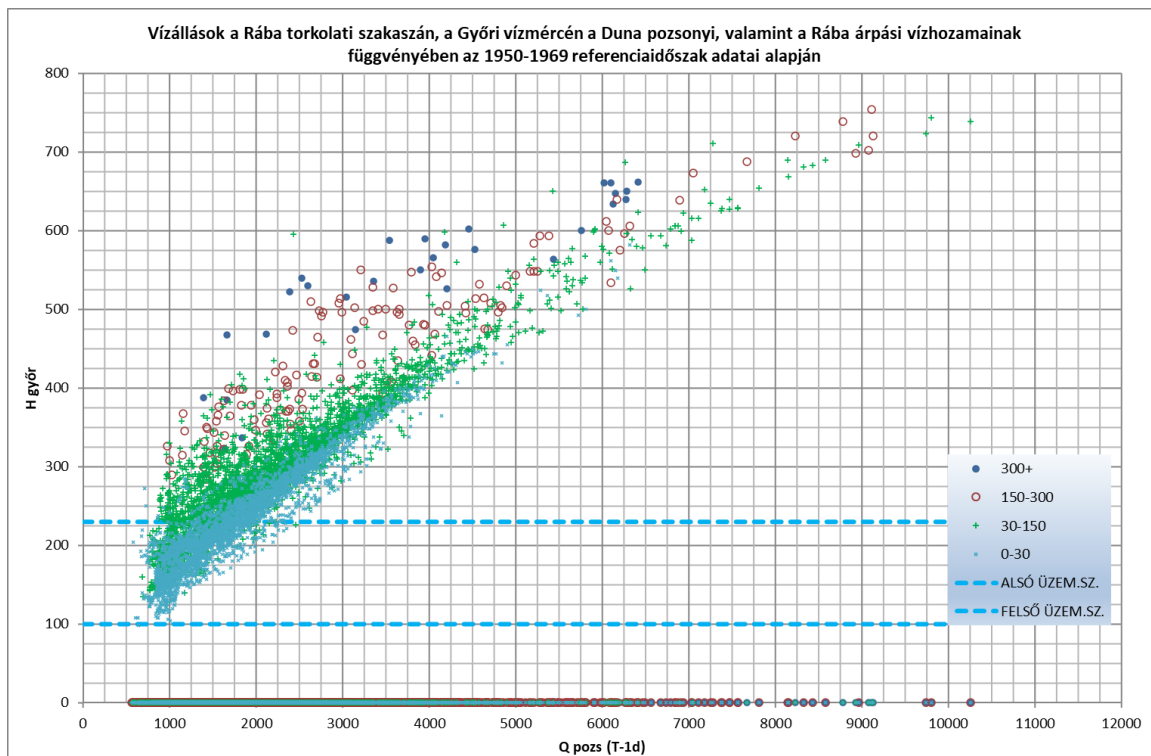
		1950-1969	2000-2019		
Dévény Q (m ³ /s)	LNQ	10900	10520		
	LKQ	560	745		
	KöQ	1997	2019		
	KNQ	5779	6376	Z (mBf)	
	KKQ	844	929	1950-1969	2000-2019
Győr H (cm)	LNV	754	838	114.52	115.36
	LKV	98	24	107.96	107.22
	KöV	262	162	109.60	108.60
	KNV	533	525	112.31	112.23
	KKV	137	50	108.35	107.48

1. táblázat Vízjárási jellemzők, Duna-Dévény; Rába-Győr

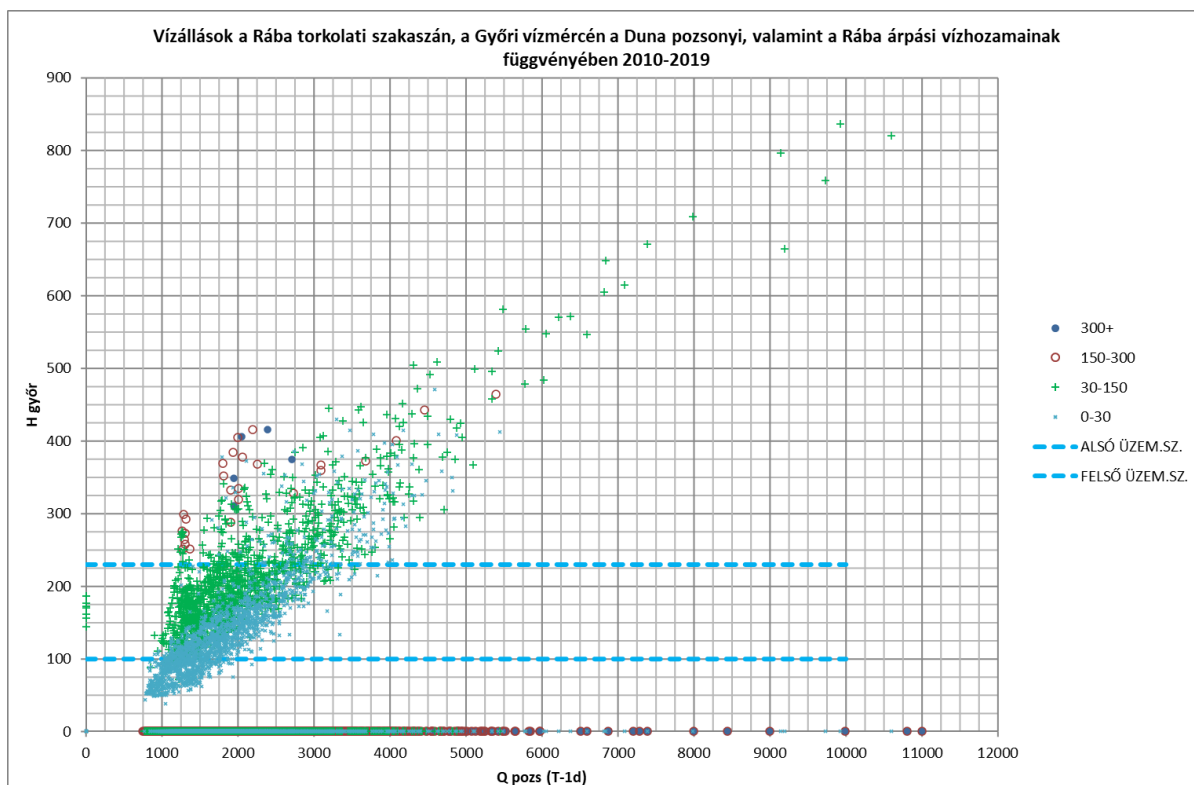
4. ÖSSZEFÜGGÉSEK A DUNAI VÍZHOZAMOK ÉS A RÁBA-TORKOLATI VÍZSZINTEK KÖZÖTT

Az ideiglenes üzemrend meghatározása céljából összefüggést állítottunk fel a dévényi vízhozam és a győri vízszintek között, mintegy vízhozamgörbe megszerkesztésével. A referenciaidőszakban és az elmúlt 20 évben mért napi középvízhozamok és a Rábán kialakult vízszintek kapcsolati pontfelhőjét több változatban vizsgáltuk meg, egyrészt a dunai levonulási idők, másrészt a dunai vízhozam-változások kiegyenlítése, harmadrészt pedig a győri vízszintek rábai vízhozamoktól való függése tekintetében.

Egy-egy jellemző pontfelhő megjelenítésére mutatunk be példát a következő ábrákon



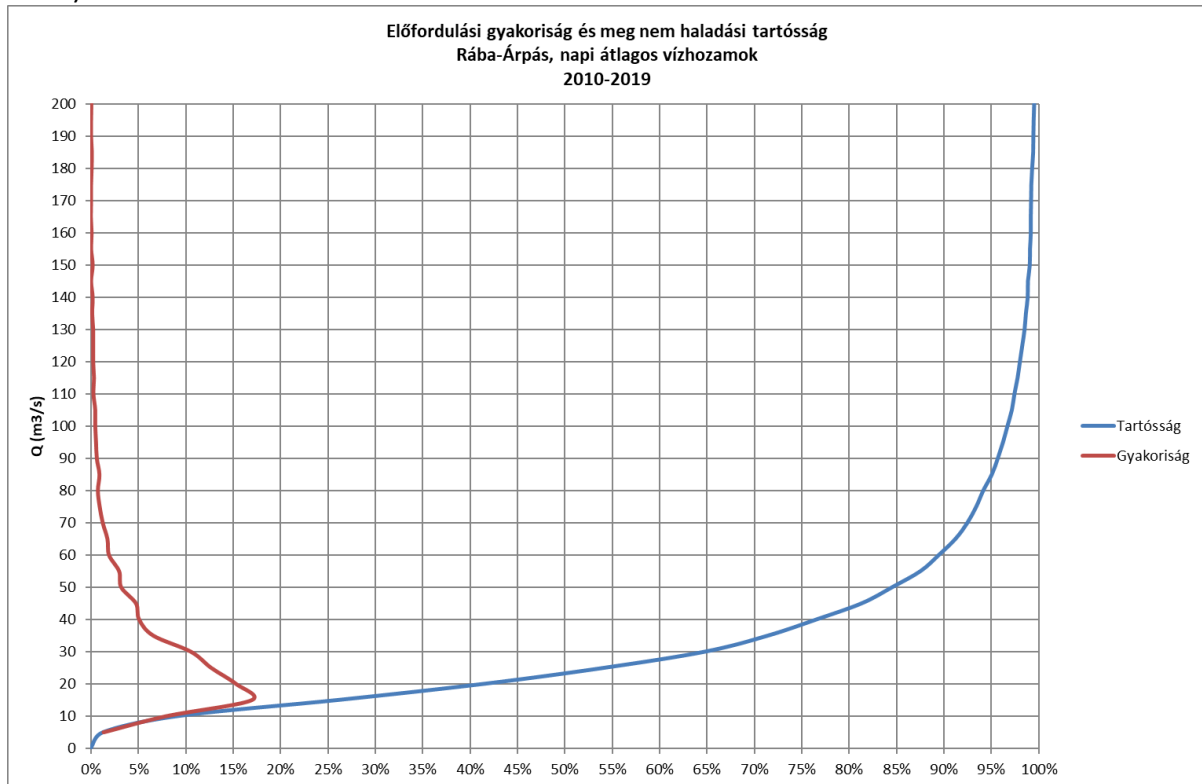
8. ábra. Összefüggés a Duna vízhozamai és a Rába torkolati szakaszának vízszintjei között (1950-1970)



9. ábra. Összefüggés a Duna vízhozamai és a Rába torkolati szakaszának vízszintjei között (2000-2019)

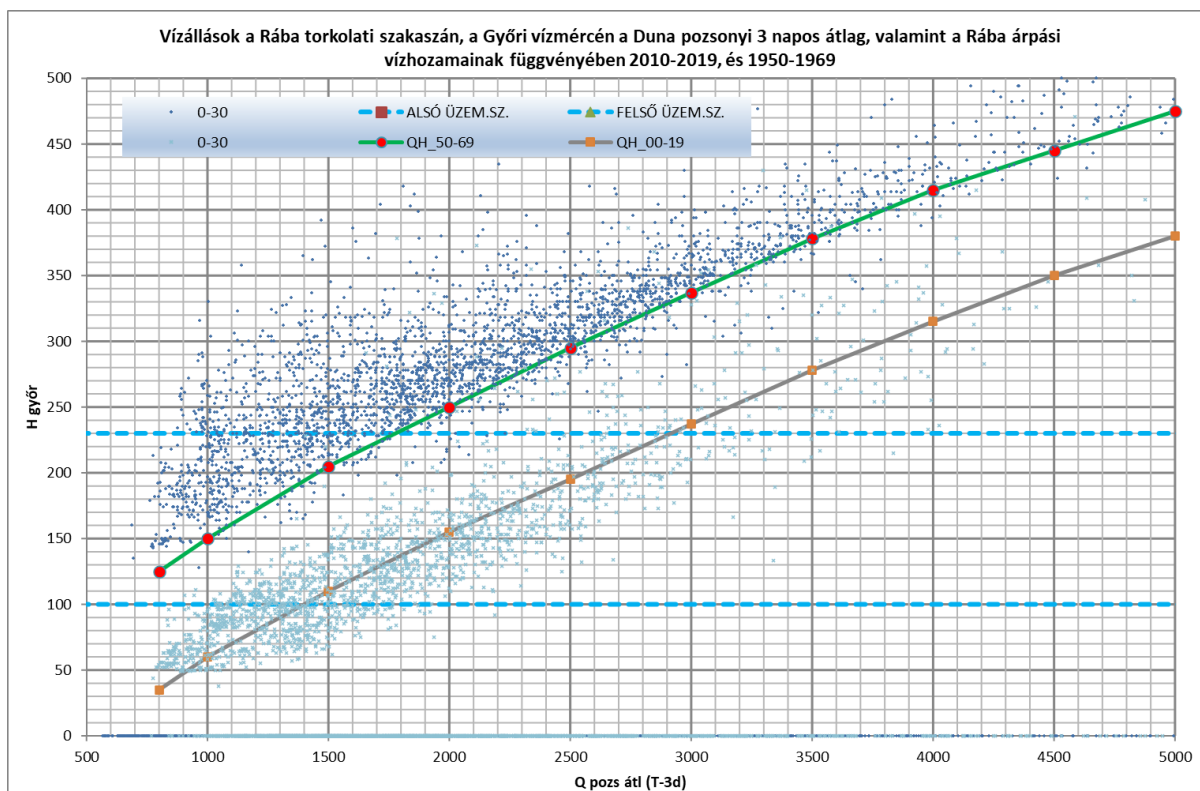
Az ábrákon jól látható a pontfelhő viszonylag határozott vízhozamgörbe jellege mindkét vizsgált időszak vonatkozásában.

A vizsgálatok végeredményeként a műtárgy üzemeltetése szempontjából mértékadó vezérlő paraméterként a **Duna dévényi vízhozamának tárgynapot megelőző 3 napi aritmetikai átlagát** tekintjük, a Rába Árpásnál mért előző napi középvízhozamának 0...30 m³/s-os tartományában. Az e feletti vízhozamok a Rábán a gyakorisági vizsgálatok alapján statisztikailag jóval ritkábbak, és a torkolati Rába és Mosoni-Duna-szakaszon kialakuló vízszintekre a Duna visszaduzzasztó hatása szignifikánsan nagyobb hatással bír, mint a Rábán levonuló vízhozamok. A következő ábrán a Rába árpási szelvényének gyakorisági és tartóssági ábráját közöljük (2010-2019)



10. ábra. Vízhozam-gyakoriság és tartósság, Rába-Árpás (2010-2019)

A győri vízállások és a megelőző 3 napi dévényi átlagos vízhozamok „vízhozamgörbéi a következő ábrán láthatók.



11. ábra. Összefüggés a Duna vízhozamai és a Rába torkolati szakaszának vízszintjei között (1950-1970 és 2000-2019)

Az összefüggéseken jól látható a referenciaidőszak és az aktuális két évtized különbsége, amely a medersüllyedés következtében lesüllyedt vízszintekben jelentkezik. A két görbe ordináta-különbsége adódik, mint szükséges duzzasztási igény, amely a jelenlegi természetes vízjáráshoz képest mintegy 100 cm-es vízszint-emelést indikál.

5. TARTÓSSÁG-VIZSGÁLATOK A DUNAI VÍZHOZAMOKRA ÉS A GYŐRI VÍZSZINTEKRE

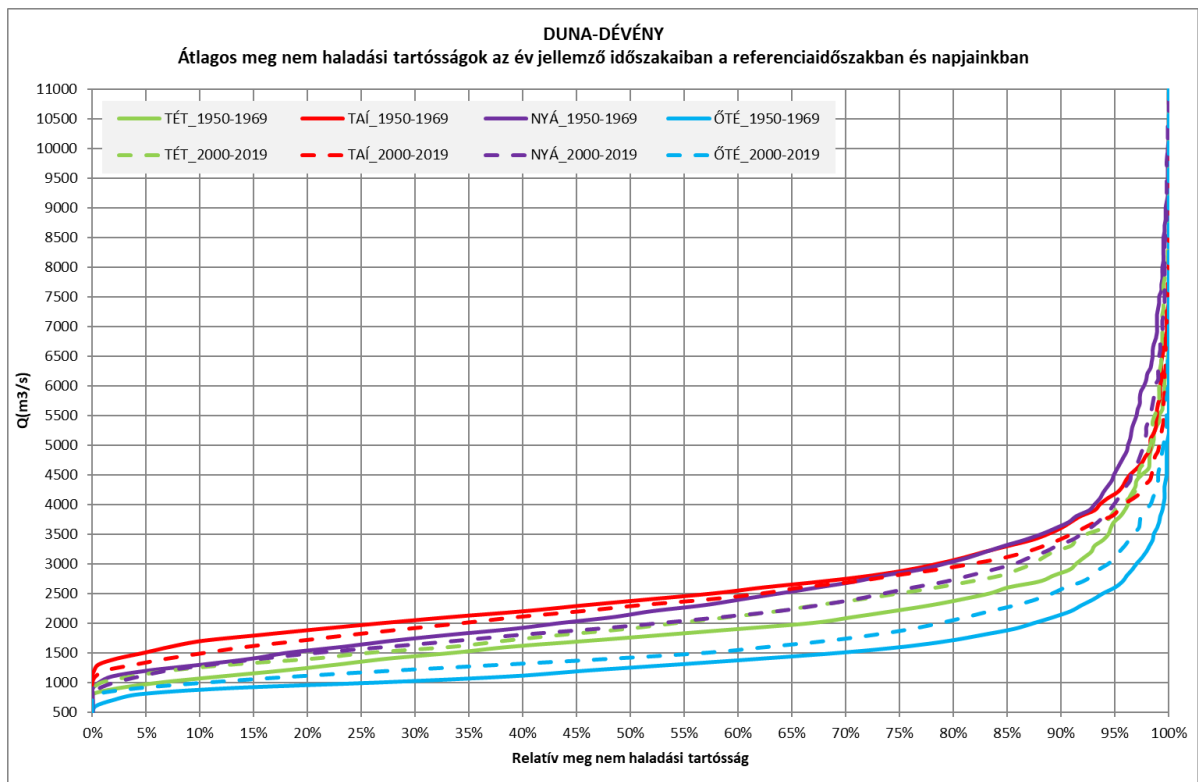
Az ideiglenes üzemrend kialakításához szükséges a vízállás-és vízhozam-tartósságok vizsgálata, a fent közölt rehabilitációs vízszintek és a hozzájuk rendelhető dunai vízhozam-értékek összefüggésének meghatározása céljából. A műtárgy üzemének éven belüli szofisztikálása, valamint a vegetáció és halfauna életciklusához való igazodás miatt az üzemrendet 4 évszakos felosztásban tervezzük az év során. A meghatározott üzemelési időszakok a következő táblázatban láthatók. (A továbbiakban a színjelölésük ezt a sémát követi, és a jelmagyarázatokban az időszakokra azok rövidítésével hivatkozunk.)

Rövidítések magyarázata

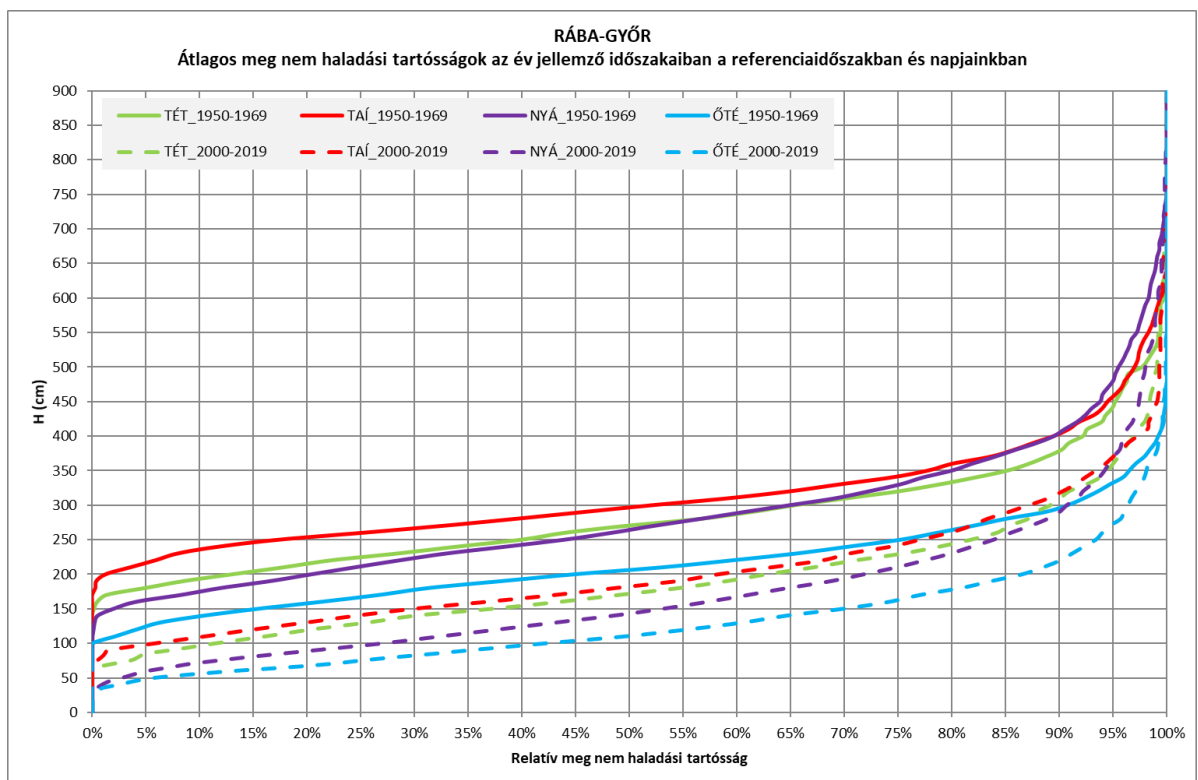
TÉT	Télvégi-koratavaszi időszak (február 15 - április 1)
TAÍ	Tavaszi ívási időszak (április 2 - május 31)
NYÁ	Nyári időszak (június 1 - szeptember 30)
ŐTÉ	Őszi-téli időszak (október 1 - február 14)

A tartóssági vizsgálatokat a vízügyi ágazatban általánosan elterjedt hidrológiai statisztikai adatelemző szoftverrel, az MHStat-tal készítettük.

Az egyes üzemelési időszakok meg nem haladási tartósságait a következő ábrákon közöljük



12. ábra. Szezonális vízhozam-tartósságok, Duna-Dévény



13. ábra. Szezonális vízszint-tartósságok, Rába-Győr

Az ábrákon ismét jól látható a Duna medersüllyedése következtében előálló különbség a referenciaidőszak és a jelenlegi időszak vízállás-tartósságai között. A dévényi vízhozamok tekintetében nem ennyire egyértelmű a helyzet; az egyes üzemelési időszakokban a szignifikáns tartósság-tartomány figyelembe vehető vízhozamai jellemzően nem térnek el egymástól a két vizsgált évtizedben.

A tartósság-vizsgálatok numerikus végeredményeit a következő táblázatok tartalmazzák:

Duna – Dévény napi átlagos vízhozamok relatív meg nem haladási tartósságai:

2000-2019 r.m.n.h. tart	TÉT	TAÍ	NYÁ	ŐTÉ
	Q (m ³ /s)			
0%	800	1000	800	700
10%	1247	1483	1275	987
20%	1392	1715	1481	1111
30%	1554	1915	1640	1218
40%	1732	2108	1804	1316
50%	1909	2283	1954	1418
60%	2118	2453	2129	1549
70%	2366	2682	2374	1740
80%	2648	2945	2732	2050
90%	3244	3417	3329	2567
100%	8500	8000	10600	6600

1950-1969 r.m.n.h. tart	TÉT	TAÍ	NYÁ	ŐTÉ
	Q (m ³ /s)			
0%	800	1100	900	500
10%	1064	1690	1296	868
20%	1244	1878	1535	951
30%	1440	2047	1742	1025
40%	1615	2197	1922	1116
50%	1756	2370	2144	1248
60%	1899	2548	2391	1372
70%	2082	2748	2674	1507
80%	2372	3061	3038	1713
90%	2847	3600	3642	2144
100%	6600	7400	10200	5200

Rába - Győr napi átlagos vízállások relatív meg nem haladási tartósságai:

2000-2019 r.m.n.h. tart	TÉT	TAÍ	NYÁ	ŐTÉ	TÉT	TAÍ	NYÁ	ŐTÉ	MIN	ÁTL	MAX
	H (cm)				Z (mBf)						
0%	60	65	20	20	107.58	107.63	107.18	107.18	107.18	107.39	107.63
10%	96	109	72	56	107.94	108.07	107.70	107.54	107.54	107.81	108.07
20%	119	130	89	67	108.17	108.28	107.87	107.65	107.65	107.99	108.28
30%	140	150	105	82	108.38	108.48	108.03	107.80	107.80	108.17	108.48
40%	154	165	124	97	108.52	108.63	108.22	107.95	107.95	108.33	108.63
50%	172	182	143	111	108.70	108.80	108.41	108.09	108.09	108.50	108.80
60%	192	203	167	129	108.90	109.01	108.65	108.27	108.27	108.71	109.01
70%	217	228	194	150	109.15	109.26	108.92	108.48	108.48	108.95	109.26
80%	244	261	231	178	109.42	109.59	109.29	108.76	108.76	109.26	109.59
90%	309	318	290	219	110.07	110.16	109.88	109.17	109.17	109.82	110.16
100%	690	720	820	550	113.88	114.18	115.18	112.48	112.48	113.93	115.18

1950-1969 r.m.n.h. tart	TÉT	TAÍ	NYÁ	ŐTÉ	TÉT	TAÍ	NYÁ	ŐTÉ	MIN	ÁTL	MAX
	H (cm)				Z (mBf)						
0%	140	170	110	90	108.38	108.68	108.08	107.88	107.88	108.26	108.68
10%	193	235	175	139	108.91	109.33	108.73	108.37	108.37	108.83	109.33
20%	215	253	199	158	109.13	109.51	108.97	108.56	108.56	109.04	109.51
30%	233	266	223	177	109.31	109.64	109.21	108.75	108.75	109.23	109.64
40%	250	281	243	193	109.48	109.79	109.41	108.91	108.91	109.40	109.79

50%	270	296	264	206	109.68	109.94	109.62	109.04	109.04	109.57	109.94
60%	287	311	288	221	109.85	110.09	109.86	109.19	109.19	109.75	110.09
70%	309	331	313	239	110.07	110.29	110.11	109.37	109.37	109.96	110.29
80%	333	360	350	264	110.31	110.58	110.48	109.62	109.62	110.25	110.58
90%	379	404	405	296	110.77	111.02	111.03	109.94	109.94	110.69	111.03
100%	630	640	750	480	113.28	113.38	114.48	111.78	111.78	113.23	114.48

2. táblázat szezonális meg-nem-haladási tartósságok, Duna-Dévény vízhozam, Rába-Győr vízállás

A két időszak vízszintjeinek különbségei:

r. m.n.h. tart	TÉT	TAÍ	NYÁ	ŐTÉ	ÁTL
	H (m) Ref-akt				
0%	0.80	1.05	0.90	0.70	0.58
10%	0.97	1.26	1.03	0.83	0.84
20%	0.96	1.23	1.10	0.90	0.95
30%	0.93	1.17	1.18	0.95	0.98
40%	0.96	1.16	1.19	0.96	1.02
50%	0.99	1.14	1.21	0.96	1.06
60%	0.95	1.08	1.21	0.92	1.06
70%	0.92	1.03	1.19	0.89	1.04
80%	0.90	0.99	1.20	0.86	1.02
90%	0.70	0.86	1.15	0.77	1.00
100%	-0.60	-0.80	-0.70	-0.70	0.88
ÁTL	0.88	0.79	1.13	1.16	

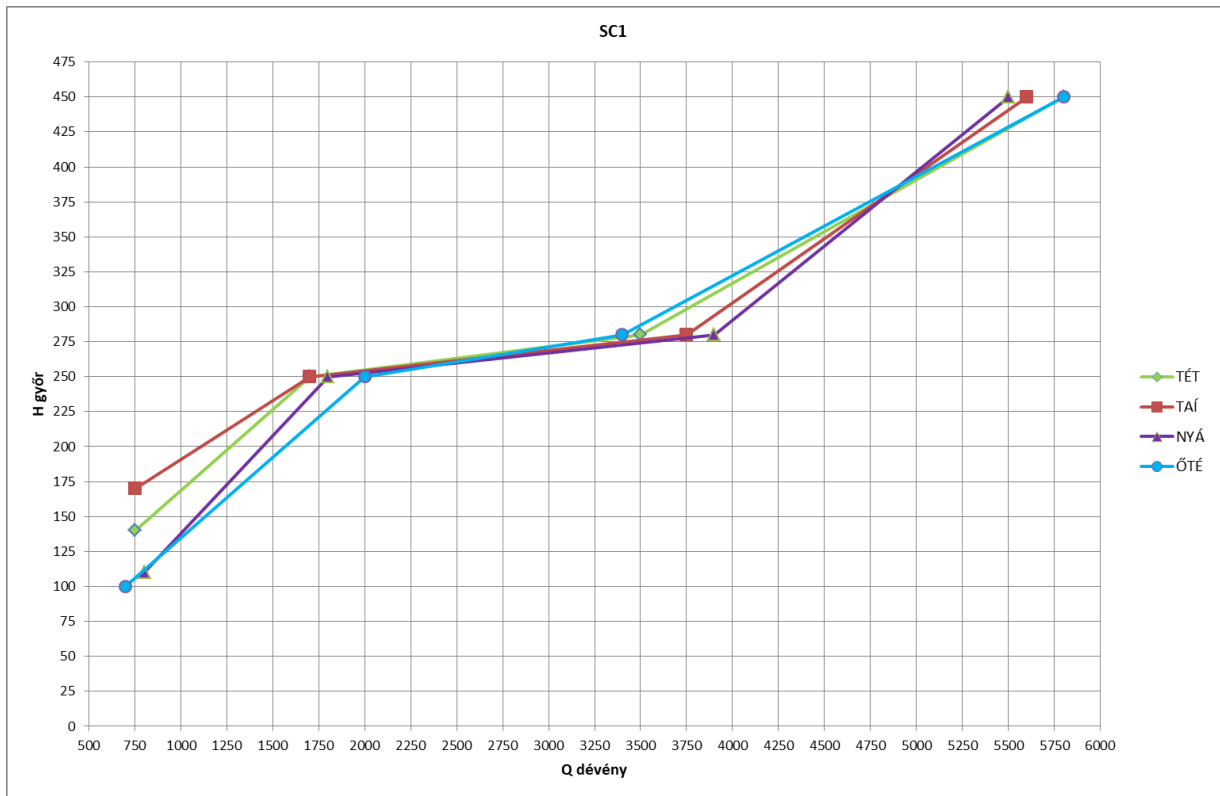
3. táblázat Vízszint-különbségek a referenciaidőszakhoz képest, Rába-Győr

6. VIZSGÁLT ÜZEMRENDI VÁLTOZATOK

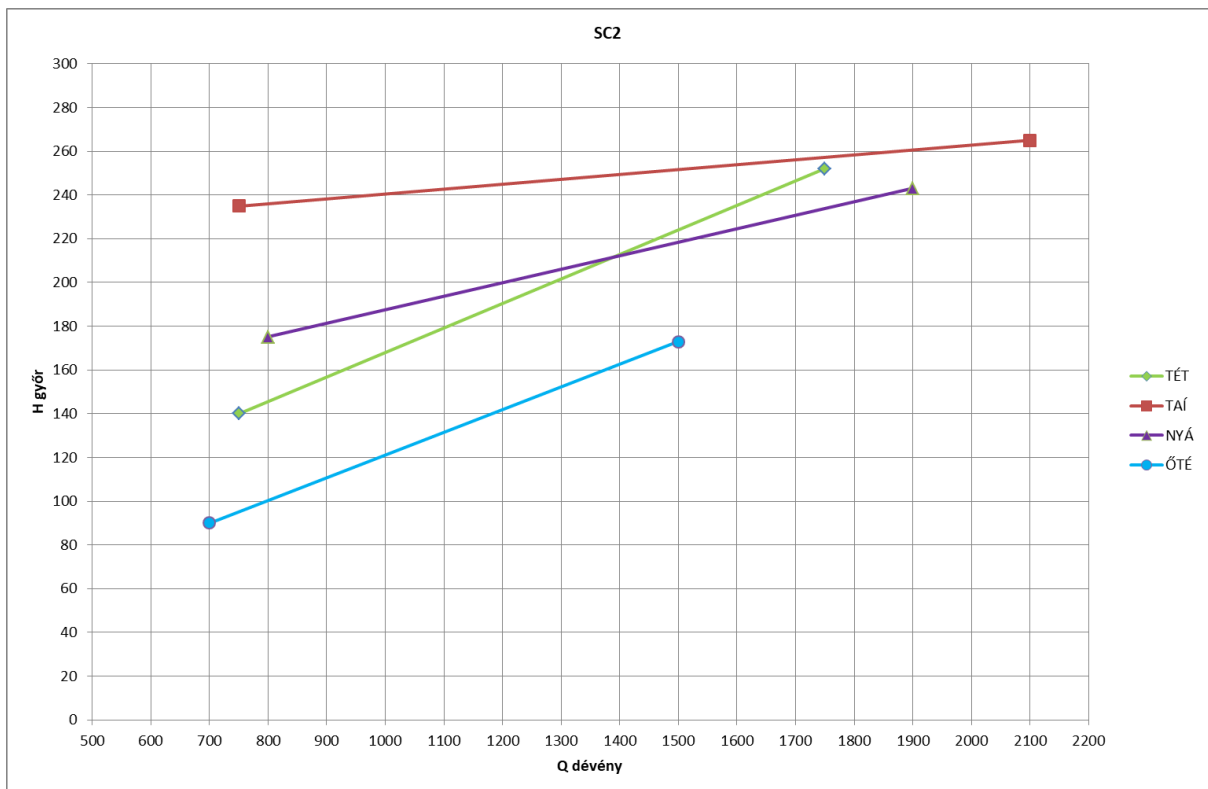
A vizsgálatok során két üzemrendi javaslatot dolgoztunk ki, figyelemmel a meghatározott tartóssági görbék 30...70 %-os szignifikancia-sávjaira, mely a rehabilitált vízszint alsó és felső határát jelentette az egyes üzemelési időszakokban. Az üzemrendi változatok meghatározásánál figyelembe vettük a Mosoni-Duna és a Rába Győr város belterületi szakaszának különböző kiépítési szintjeit. Ezek a többcélú padka és a rakpart szintje, melyek elöntését a műtárgy üzeme során lehetőség szerint el kell kerülni. Az üzemrendi javaslatokat ennek megfelelően dévényi vízhozam (T-3d átl) és a győri vízmércén mért vízszintek relációjában határoztuk meg.

Az SC1 jelű első esetben a műtárgy üzemeltetésével elérendő felvízi célvízszinteket a dévényi LKQ, és az I. fokú árvízvédelmi készültség elrendelési szintjéhez köthető 5500 m³/s dunai vízhozamokhoz rendeltük. Töréspontként a korábbiakban meghatározott győri 100, és 250 cm, valamint a győri belterületi folyószakasz átlagosan 280 cm-es szinthez tartozó többcélú padka, és a győri rakpart ~450 cm-es szintben meghatározható elöntési szintjeit vettük alapul.

Az SC2 jelű esetben a szezonális üzemvízszinteket a dévényi kis-és középvízhozamok tartományában határoztuk meg, az SC1 esethez képest rugalmasabb alsó és felső rehabilitációs vízszintekkel. A két változat sematizált vízhozamgörbéit a következő ábrákon közöljük.



14. ábra. 1. sz. üzemrendi forgatókönyv szezonálisan



15. ábra. 2. sz. üzemrendi forgatókönyv szezonálisan

A vizsgált üzemrendi változatok győri vízszintre gyakorolt hatását modellezett vízállás-idősorok segítségével vizsgáltuk meg, azzal az opcióval, a Rábán Árpásnál mért 30...50 m³/s érkező vízhozam felett, a Rába intenzív hordalékossága miatt a torkolati műtárgyon a duzzasztást meg kell szüntetni, hogy a Mosoni-Duna torkolati szakaszán lehetőség szerint megakadályozzuk a lebegtetett hordalék kiülepedését.

7. IDŐSOR-MODELLEK A REHABILITÁCIÓS VÍZSZINTEK FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

A modell-idősorok előállítását az előző fejezetben tárgyalt üzemrendi változatokra végeztük el, a 3 napos dévényi átlagvízhozam megfeleltetésével az SC1 és SC2 összefüggéseken szezonális bontásban lineáris interpolációval 2010 és 2019 között. A Rába imént tárgyalt vízhozam-küszöbét az SC1 forgatókönyv esetében 50, az SC2 esetében pedig 30 m³/s értékkel ábrázoltuk.

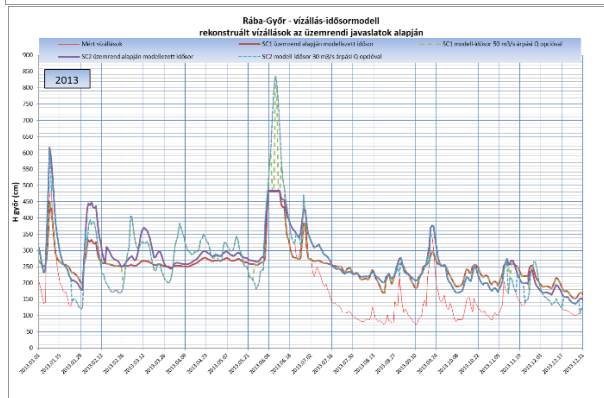
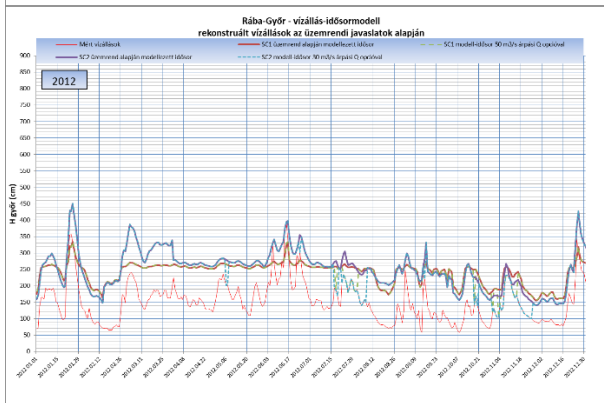
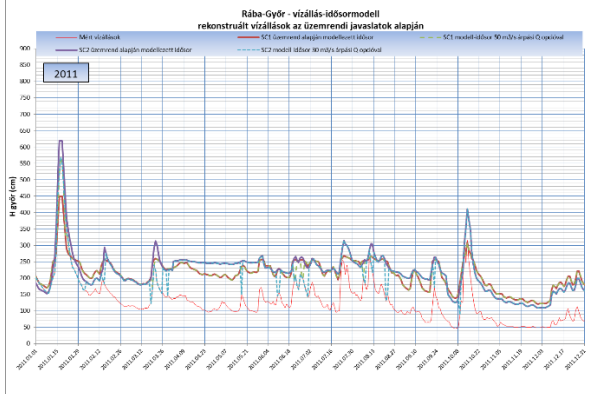
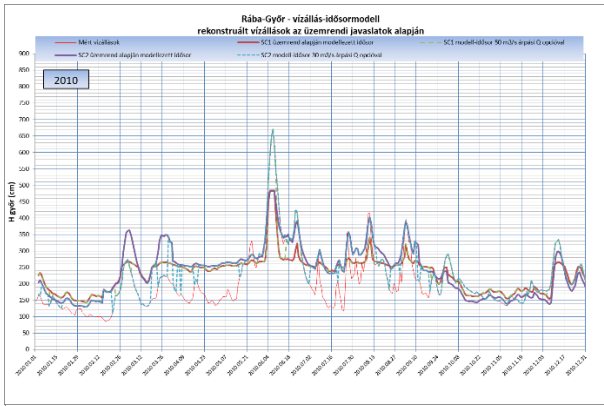
Az idősorokat éves felbontásban a következő ábrák tartalmazzák.

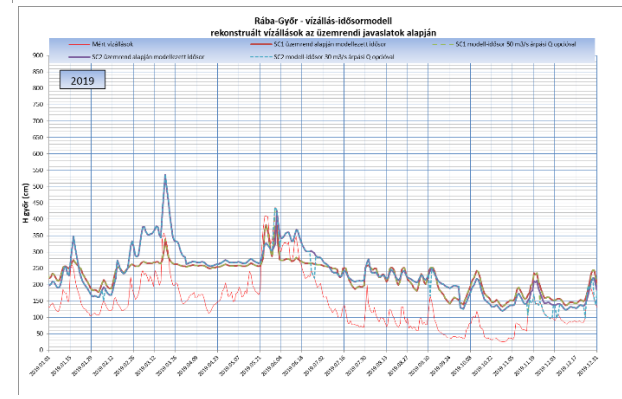
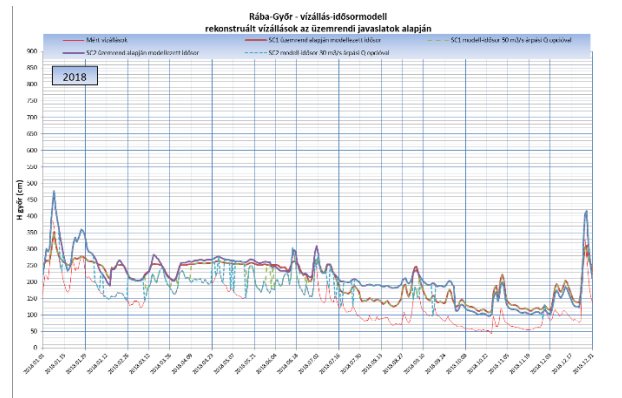
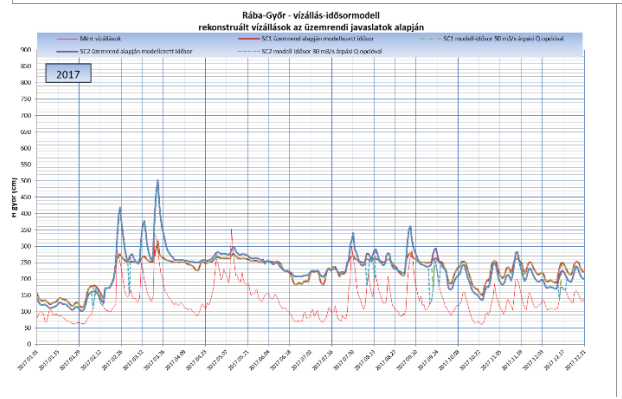
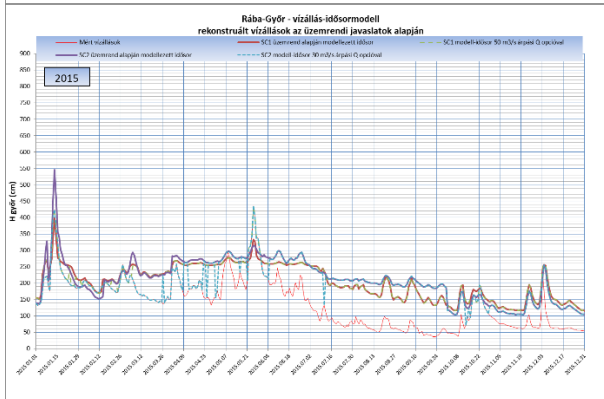
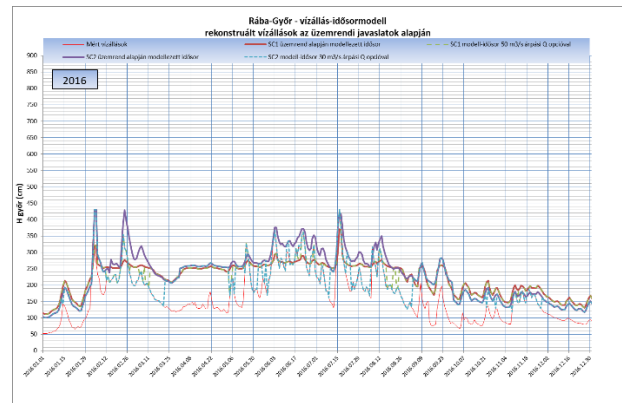
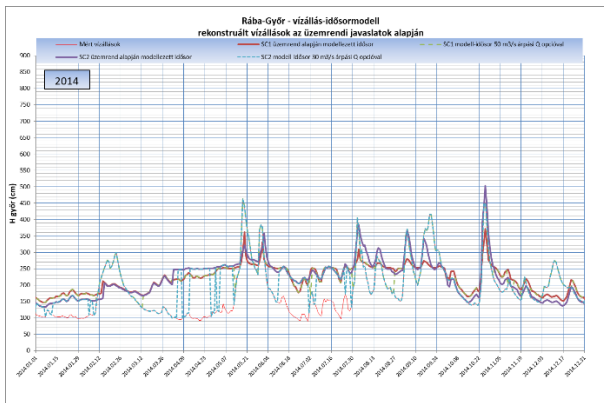
8. ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK

Tárgyi vizsgálatok keretében a Duna dévényi és a Rába győri vízhozam- illetve vízszint-idősorainak hidrológiai statisztikai vizsgálatait végeztük el, majd a meghatározott tartóssági görbék felhasználásával a Mosoni-Duna torkolati műtárgy ideiglenes üzemelési jellemzőire tettünk javaslatokat. A két javasolt üzemrend alapján megbecsültük a Duna dévényi átlagvízhozamai és a Rába győri vízmércéjének elmúlt 10 évi vízállás-idősora alapján a Rába torkolatánál kialakuló vízszintek idősorát, és az idősorok tartósságát.

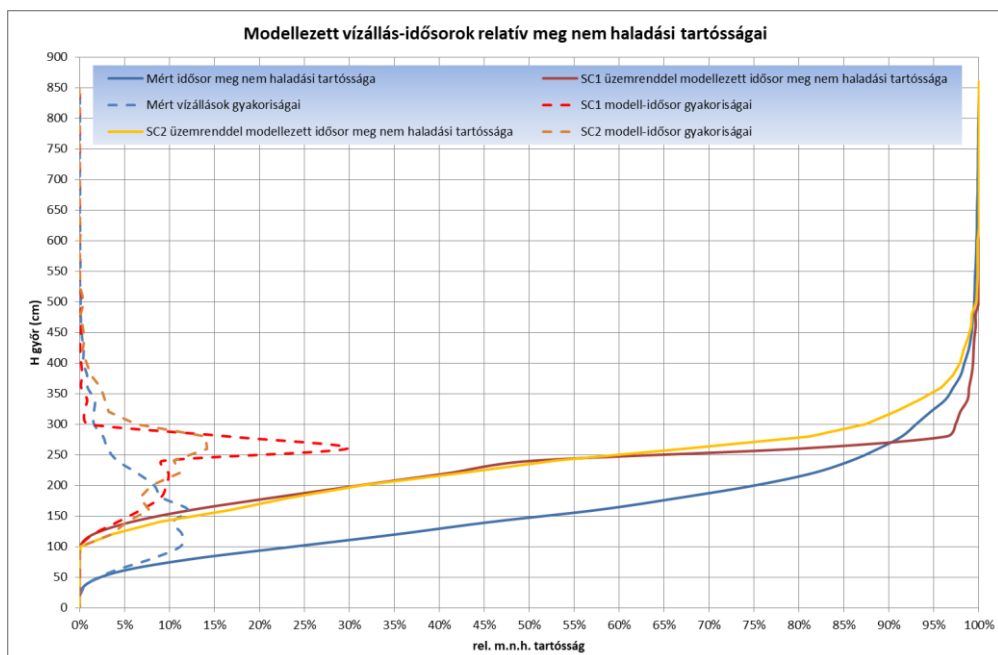
Az idősor-modellek vizsgálatából az alábbi általános következtetések vonhatók le:

- A két vizsgált üzemrendi forgatókönyv alkalmazásával teljesíthető a műtárgy elsődleges funkciója, a Mosoni-Duna torkolatai szakaszának vízszint-rehabilitációja, az eredeti vízjárás dinamika hozzávetőleges megtartásával, ami a modellezett idősorok tartóssági görbéin jól követhető. Az SC1 üzemrendi forgatókönyv esetében a gyakorisági ábra a 250 cm-es felső üzemi vízszintnél szignifikánsan csúcsosodik, ami az üzemrend kissé statikus mivoltára utal, az SC2 scenárió esetén a vízszintek hisztogramja egyenletesebb eloszlást mutat.
- A Rába hordalékának kezelésére vonatkozó opció feltétlenül további vizsgálatokat igényel, mivel amint az idősorokon is látható, a 30 m³/s árpási vízhozam-küszöb néha indokolatlanul intenzív vízszint-változások kialakulásához vezet, az 50 m³/s-os küszöb pedig elnagyoltan veszi figyelembe a Rába hordalékosságát, és magasabb érkező Rába vízhozamok esetén is túlságosan statikus vízszintek alakulnak ki a Rába torkolati szakaszán.
- a Duna árvizeinek kezelése feltétlenül külön „árvízki zárásos” üzemrend kialakítását igényli, ebben az esetben a Rába és a Mosoni-Duna tározódó vízhozamai a Duna vízjárásától független vízjárás kialakulásához vezetnek a műtárgy hatásterületén
- a felső üzemi vízszint (Győr ~250 cm) és a Győr belvárosi többcélú padka jellemző elöntési szintje (~280 cm) közti szűk átmeneti sáv elöntése a műtárgy célzott üzemeltetésével a természetes ütemhez képest némileg késleltethető, csakúgy, mint a győri rakpart elöntése.





16. ábra. Idősor-modellek a két üzemeltetési forgatókönyvi változatban (2010-2019)



17. ábra. SC1 és SC2 változatok gyakorisági és tartóssági ábrái

Hivatkozások:

MÉLYÉPTERV KOMPLEX Zrt. – Mosoni-Duna torkolati szakaszának vízszint rehabilitációja, Torkolati műtárgy víz-jogi létesítési engedélyezési terve, Budapest, 2016.

Országos Vízügyi Főigazgatóság – Magyar Hidrológiai Adatbázis (Egységes online hidrológiai adattároló és adat-feldolgozó rendszer),” Budapest, 2015.