

Tartalomjegyzék

1	ELŐZMÉNYEK	4
1.1	VÍZPÓTLÓ RENDSZER A SZIGETKÖZBEN.....	6
1.1.1	<i>Referencia-állapot meghatározása</i>	7
1.1.2	<i>Hullámtéri vízpótlás</i>	7
1.1.3	<i>Szigetközi Vízpótló rendszer működése</i>	9
1.2	A SZIGETKÖZI DUNA-SZAKASZ VÍZSZÁLLÍTÓ-KÉPESSÉGE	10
1.2.1	<i>A középvízi meder vízzállítóképessége</i>	10
1.2.2	<i>A 2002. évi árhullám vizsgálata</i>	11
1.3	A HULLÁMTÉRI FELTÖLTÖDÉS KEZELÉSE	15
2	A PROJEKT CÉLJA	17
3	A KÖZVÉLEMÉNYKUTATÁSOK ÁLTAL MEGSZABOTT FELTÉTELEK	18
4	N ÉVES VISSZATÉRÉSI IDEJŰ ÁRVÍZHOZAMOK MEGHATÁROZÁSA A DUNÁN, (MÉRTÉKADÓ VÍZHOZAMOK) A JELLEMZŐ VÍZSZINTEK MEGHATÁROZÁSA	18
5	A HIDROLÓGIAI-ÖKOLÓGIAI MEGOLDÁSI JAVASLATOK ISMERTETÉSE, AZ ELSŐ KOMPROMISSZUMOK	20
5.1	DR. MIKULAS LISICKY PROFESSZOR JAVASLATA.....	21
5.2	ÖKOPLAN JAVASLATA.....	21
5.3	SZITE JAVASLAT	21
5.4	A MEGOLDÁS KULCSA - ÖKOLÓGIAI CÉLOKAT SZOLGÁLÓ DINAMIKUS FENÉKKÜSZÖB .	24
6	A KÖZÖS ELEMEEKET TARTALMAZÓ ÖKOLÓGIAI – HIDROLÓGIAI REHABILITÁCIÓS MEGOLDÁSOK ÁRVÍZI ELLENŐRZÉSE, ÉRTÉKELÉSE AZ 1D HIDRODINAMIKAI MODELLEZÉS ÉS FIZIKAI KISMINTA MODELLEZÉS EREDMÉNYEINEK ALKALMAZÁSÁVAL.	33
6.1	FIZIKAI MODELLKÍSÉRLET	34
6.1.1	<i>Dunaremete – Medve közötti folyószakasz kisminta-vizsgálata</i>	35
6.1.2	<i>Dunakiliti-Dunaremete közötti szakasz vizsgálata</i>	41
6.2	NUMERIKUS MODELLEZÉS	49
6.2.1	<i>A modell felépítése</i>	49
6.2.2	<i>Permanens vizsgálatok</i>	52
6.2.3	<i>Kalibráció:</i>	54
6.2.4	<i>Futtatási eredmények</i>	56

6.2.5	<i>A modell továbbfejlesztése a projekt során</i>	58
6.2.6	<i>Nempermanens vizsgálatok</i>	59
6.2.7	<i>Javaslatok értékelése az 1D modell és a tapasztalatok alapján a Szigetköz árvízvédelmi fejlesztésének lehetséges fő irányai szempontjából</i>	63
6.3	MODELLKÍSÉRLETEK ÉRTÉKELÉSE, AZ ÉRINTETT TERÜLET ÁRVÍZLEVEZETŐ KÉPESSÉGÉNEK VÁLTOZÁSA ÉS A KÍSÉRLETEK FELHASZNÁLÁSA ALAPJÁN ELÉRHETŐ EREDMÉNYEK, JAVASLAT A TOVÁBBI KUTATÁSOKRA	71
6.3.1	<i>A javaslat kialakítása során megfogalmazott szempontok megvalósulása:</i>	72
6.3.2	<i>Javasolt építési sorrend:</i>	74
6.3.3	<i>Javaslat a további kísérletekre és kutatásokra az elkészült modellek tapasztalata alapján</i>	75
7	JAVASLATOK A KÖZÖS REHABILITÁCIÓS MEGOLDÁS ÁRVÍZVÉDELMI VONZATAI ÉS A TERÜLET ÖKOLÓGIAI POTENCIÁLJÁNAK ELÉRÉSE MIATT SZÜKSÉGESSE VÁLÓ EGYÉB JÁRULÉKOS BERUHÁZÁSOKRA	77
7.1	JAVASLATOK A FÖMEDERREL KAPCSOLATOSAN SZÜKSÉGESSE VÁLÓ EGYÉB JÁRULÉKOS BERUHÁZÁSOKRA	78
7.1.1	<i>Az árvízlevezetés biztonságát szolgáló beavatkozások:</i>	78
7.1.2	<i>A kapcsolat megteremtését biztosító műtárgyak</i>	78
7.1.3	<i>A jégvezető sáv lekotrása</i>	80
7.2	JAVASLATOK A MELLÉKÁGRENDszerREL KAPCSOLATOSAN SZÜKSÉGESSE VÁLÓ EGYÉB JÁRULÉKOS BERUHÁZÁSOKRA	80
7.2.1	<i>Mellékágotrások</i>	80
7.2.2	<i>Az árvízlevezető sávok kialakítása</i>	81
7.2.3	<i>A mellékágrendszer műveinek átalakítása</i>	82
7.2.4	<i>A jelenlegi művek megerősítése, átalakítása</i>	82
7.2.5	<i>Rehabilitálandó mellékágak az érintett szakaszon</i>	86
7.3	AZ ÁRVÍZVÉDELMI LÉTESÍTMÉNYEK FELÜLVIZSGÁLATA, JAVASLATOK AZ ÁRVÍZVÉDELMI TÖLTÉSEKKEL KAPCSOLATOSAN SZÜKSÉGESSE VÁLÓ EGYÉB JÁRULÉKOS BERUHÁZÁSOKRA	86
7.3.1	<i>01.03. Vének – Dunaremete-i árvízvédelmi szakasz</i>	87
7.3.2	<i>01.04. Dunaremete – Rajkai árvízvédelmi szakasz</i>	88
7.3.3	<i>Műtárgyak az árvízvédelmi vonalban</i>	89
8	A JAVASOLT MEGOLDÁS ÉRTÉKELÉSE TERMÉSZETVÉDELMI-KÖRNYEZETVÉDELMI SZEMPONTBÓL	90

9.	A JAVASOLT MEGOLDÁS ÉRTÉKELÉSE TERÜLETFEJLESZTÉSI SZEMPONTBÓL	92
9.1.	A MEZŐGAZDASÁG SZÁMÁRA BIZTOSÍTOTT LEHETŐSÉGEK	92
9.1.1.	<i>Hullámtéri erdészet.....</i>	93
9.1.2.	<i>Árvízvédelmi sávok legeltetése</i>	94
9.1.3.	<i>Halászat.....</i>	94
9.1.4.	<i>A megoldás hatása a mentett oldali gazdálkodásra.....</i>	95
9.1.5.	<i>Idegenforgalom és mezőgazdaság.....</i>	95
9.2.	AZ IDEGENFORGALOM SZÁMÁRA BIZTOSÍTOTT LEHETŐSÉGEK	95
9.2.1.	<i>A terület zonális felosztása</i>	96
9.2.2.	<i>Kiegészítő intézkedések</i>	99
9.3.	A TERÜLETFEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK ÖSSZEGZÉSE	100
10.	MELLÉKLETEK:.....	101

1 Előzmények

A Duna magyarországi völgye, azon belül a szigetközi táj évszázadok óta egy térben és időben állandóan átalakuló, változó rendszert jelentett. A változások azonban a különböző antropogén hatások következtében a 19. század közepétől-végétől kezdve felgyorsultak, az 1960-as évek végétől pedig egyes helyeken és egyes paraméterek tekintetében trendjük iránya is megváltozott. Az egységes főmeder kialakításával és az árvízvédelmi rendszer kiépítésével a védtöltések közötti területre korlátozódtak.

A vízzel vívott küzdelem évszázadokon keresztül meghatározta a Szigetközben élők életét. A XIX. századig a rőzseművekkel végzett, csak helyi érdekeket szolgáló beavatkozásoknak a partszaggatások csökkentése volt a fő célja. A Duna ágak állandó helyváltoztatásai, a zátonyképződés megnehezítette és veszélyessé tette a szigetközi szakaszon a hajózást, állandó árvízveszélyt jelentett. A hajózóút javítása érdekében 1832-1845 között jelentős folyamszabályozási beavatkozásokat végeztek, az átfogó szabályozásra azonban csak 1887-1896 között került sor. Sarkantyúk és párhuzamművek beépítésével az egységes főmeder kialakítása volt a cél, a mellékágakban a víz energiáját zárásokkal csökkentették. A nagyszabású munkára jellemző, hogy 1877-1896 között 3.300.000 m³ követ építettek be, a kikotort anyag pedig meghaladta a 6.000.000 m³-t.

A víziúti szállítási igény növekedésével és technikai fejlődésével egyre nagyobb kapacitású és merülésű hajók számára kellett biztosítani a hajóutat. A XX. század elején és közepén tovább folytatódott szabályozások nem tudták kielégíteni a megnövekedett igényeket, ezért az 1960-as évek közepétől megkezdődött az átfogó középvíz-szabályozás végrehajtása. A mellékágakat közepesnél kisebb vizeknél leválasztották a főmedertől, csak az ágrendszerek alsó kitorcollásai maradtak nyitva. Ezzel a beavatkozással a folyószakasz hajózási viszonyai jelentősen javultak, de a vízgyűjtőn és a folyó egyéb szakaszain végzett más munkálatok közös hatásaként újabb problémák jelentkeztek.

Az egyre értékesebb mezőgazdasági kultúrák és az állandósult települések védelmére 1892-ben alakult meg a Szigetközi Árvízmentesítő Társulat, amely 1892-96 között összefüggő töltéseket épített, ezzel jelentősen javítva Szigetköz árvízvédelmének helyzetét. Ennek ellenére 1897-ben és 1899-ben Nagybajcsnál és Patkányosnál újabb töltésszakadások keletkeztek, ezért további erősítési munkálatok váltak szükségessé. Ez a munka 1904-ben befejeződött.

1900-as évek elején megerősített védvonal fél évszázadon keresztül minden árhullámmal szemben ellenállónak bizonyult. Az 1954. júliusi árhullám azonban a töltést négy helyen átszakította. Különösen súlyossá tette a katasztrófát, hogy a XIX. század végéhez képest lényegesen fejlettebb mezőgazdasági területek és falvak mellett az árvíz a jelentős társadalmi és gazdasági értéket képviselő Győr város Révfalui részét is tönkretette.

Az 1955-61 évek között végrehajtott töltésmagasítási és szelvénybővítési munkák mellett a védvonal erősítésének fő célja a hidraulikus talajtörés veszélyének a

megakadályozása volt. Ennek érdekében a buzgáros szakaszokon szorítógát-
rendszereket és leterhelő paplanokat létesítettek. Az 1965-ös három hónapig tartó
rendkívüli árvizet a szigetközi szakaszon megfeszített védekezéssel sikerült kivédeni,
de bebizonyosodott, hogy az árvízvédelmi biztonság nem megfelelő. A további
fejlesztéseknél a rendkívül inhomogén talajviszonyok miatt a számítások eredményeit
az árvízvédekezés tapasztalattal is kiegészítették, illetve korrigálták. A 70-es évek
közepén befejeződött töltéserősítések sikerét az 1975-ben, 1985-ben, 1991-ben, 2002-
ben és 2006-ban levonult jelentős árhullámok idején tapasztaltak bizonyítják.

A múlt század elejétől kezdve a század közepéig mind a kis- és középvízszintek, mint
pedig az árvízszintek folyamatos emelkedése figyelhető meg. A kisebb-nagyobb
szünetekkel végrehajtott szabályozások és nagyarányú kotrások tehát csak helyileg és
ideiglenesen tudták megállítani a geológiai mederemelkedés folyamatát.

Az 1960-as évek végétől a középvizek emelkedő tendenciája lelassult, a kisvízszintek
pedig csökkentek. A kisvízi meder beágyazódását bizonyítják az éves mederfelvételek
is. Ez a folyamat az érkező hordalék és a hordalékmozgató képesség megváltozott
arányára vezethető vissza. A nagyszabású középvíz-szabályozások eredményeként a
kis- és középvízi mederben megnövekedett a folyó energiája. A felső vízgyűjtőn sorra
épülő vízlépcsők és a Pozsony térségében elvégzett kavicskotrások ugyanakkor
hordalékcsapdaként működve jelentősen lecsökkentették az érkező görgetett
hordalékot. Nagyszabású ipari kotrások történtek a közös magyar-szlovák szakaszon
is. A megnövekedett energia és a relatívan kevesebb hordalékmenyiség
törvényszerűen a meder beágyazódásához vezetett.

A 19. században megkezdett és azóta folyamatosan végrehajtott emberi
beavatkozások kőművek építésével véget vetettek a meder vándorlásának, az
előntésektől való megvédés érdekében pedig töltésekkel megakadályozták az árvizek
szétterülését. Ennek következményeként az a hordalékmenyiség, amely addig a
Szigetköz és Csallóköz hatalmas területén megoszlott, ezt követően az árvízvédelmi
töltések közötti területet tölti fel. A töltődés üteme tehát a korábbihoz képest
jelentősen felgyorsult. A felső német és osztrák vízlépcsők és a dunacsúnyi tározó kis
árhullámok idején megfogják a lebegtetett hordalékot, melyet a nagyobb árvizek
továbbmozgatnak. A térségbe érkező görgetett hordalék csökkenése mellett tehát a
lebegtetett hordalék mennyisége tovább növekedett, amely nagy része a hidraulikai
szempontból kedvezőtlen vonalvezetésű árvédelmi töltések közötti hullámtéren
lerakódik.

A bösi vízerőmű üzembehelyezése óta a közepes nagyságrendű árhullámok
üzemvízcsatorna irányába történő vízmegosztása miatt a kedvezőtlen vízszállító-
képességű szigetek hordalékos árvízzel történő ritkább előntése ugyanakkor a
Dunaremete feletti hullámtéren lassítja a feltöltődési folyamatot. Ennek ellenére a
jövőben is nem elhanyagolható tényezőként kell vele számolni

A korábban az év nagy részében víz alatt lévő kavicszátonyok a kis- és
középvízszintek süllyedése miatt hosszú időszakra szárazra kerültek, aminek
következtében megkezdődött rajtuk a szárazföldi növényzet megtelepedése. Árvizek
idején a sűrű bokrok és fák a víz sebességét lecsökkentik, segítve ezzel a hordalék
kiülepedését, ami a zátonyok intenzív feltöltődéséhez vezetett. A növényzet

elburjánzása és a feltöltődés egymást erősítő folyamataként az árvízlevezető-képesség jelentős romlását eredményezte.

A Szigetköz kialakulása és geológiai viszonyai, az antropogén hatások a múltban és jelenleg is jelentősen meghatározzák az árvízvédelem sajátosságait és feladatait.

- A szabályozások történeti áttekintéséből szembetűnő, hogy az árvízvédelmi fejlesztések is időről-időre visszatérő feladatot jelentettek. Ennek okát jól mutatja az éves maximális vízállások idősorának egyértelműen emelkedő tendenciája, és az elvégzett numerikus és fizikai modellvizsgálatok eredményei.
- A 2006. márciusi-áprilisi és különösen a 2002. augusztusi árhullámok kiemelten föl hívták a figyelmet arra, hogy a Duna árvízi levezető-képessége helyenként jelentős mértékben lecsökkent.
- A hullámtér folyamatosan tovább töltődik, aminek következtében az árvízszintek emelkedésével kell számolni. Ennek megfelelően a védképességet időközönként felül kell vizsgálni és az esetlegesen szükséges fejlesztéseket elvégezni.
- A nagy áteresztőképességű altalaj felett a fedőréteg keskeny, ezért a felszakadás és az ezt követő hidraulikus talajtörés veszélye nagy. A fejlesztéseknél és az operatív árvízvédekezésnél ezt kiemelt jelentőségűnek kell tekinteni.
- A hordalékkúpon a mellékágak meanderezési hajlama nagy, ezért a folyamszabályozás és az árvízvédelem összhangja az átlagosnál is fontosabb. Egy-egy szabályozási mű esetleges tönkremenetele olyan mellékág-továbbfejlődést okozhat, amely veszélyeztetheti az árvízvédelmi töltést
- A rendkívül szabdalt területen a védműveket csak számtalan mellékág keresztezésével lehetett kialakítani, melyek mind egy-egy „gyöngye pontját” jelentik a védvonalnak.
- A speciális geológiai adottság és az eddigi árvízvédekezések tapasztalatai alapján megállapítható, hogy a kiépítettnek minősíthető árvízvédelmi művek önmagukban nem garantálják az elvárható biztonságot. Az árhullámok idején megfelelő helyismerettel és magas szintű szaktudással rendelkező, elhivatott védelmi szervezet tevékenysége szükséges.
- Külön fel kell hívni a figyelmet mind a Duna, mind pedig a Mosoni-Duna védvonalai mellett a mentett oldali védősáv szerepére. A műszaki célokat szolgáló, rendszeresen karbantartott gyeptakaró védelme mellett különös jelentőségű, hogy az esetleges árvízi biztonságot veszélyeztető jelenségek időben, jól észlelhetők legyenek. Ezeket ezért továbbra is szabadon kell hagyni.

Szigetköz árvízvédelmének fejlesztése, az árvízi levezető képesség és a jéglevezetés javítása az egyéb célú rehabilitációs beavatkozások nélkül is sürgető feladat. Ezért bármelyik rehabilitációs megoldás kerül megvalósításra, ezt a kérdést kiemelten kell kezelni.

1.1 Vízpótló rendszer a Szigetközben

1992-ben került sor a bőszi vízerőtelep üzembe helyezésére, melynek hatására a szigetközi Duna szakaszon a vízszintek jelentősen lecsökkentek, teljesen megváltozott a Szigetköz jellege. A természeti értékekben gazdag táj elvesztette alapvető energiáját, a vizet, a hullámtéri mellékágak víztelenné váltak. A mentett oldali területeken a

talajvíz szintje szintén jelentős mértékben lecsökkent, a mélyvonulatokban kiépített csatornákból eltűnt a víz. A mentett oldali területek elvítettelenedése a térség mezőgazdasági termelését is erősen befolyásolta. A vízpótlás hiányában a táj ökológiai potenciálja jelentősen lecsökkent, a tervezés ezért megkezdődött.

1.1.1 Referencia-állapot meghatározása

A szigetközi vízpótló rendszer 1995-os tervezésénél a tervezők korukat megelőzve a 2000-ben hatályba lépett EU Víz Keretirányelv szellemiségének megfelelő vízpótlást terveztek. A vízpótlás célja az volt, és ma is az, hogy a vízpótlásba bevont területeken olyan vízjárás alakuljon ki, amely leginkább hasonlít az ismert emberi beavatkozások előtti állapotokhoz.

Az EU Víz Keretirányelv előírásai elérendő célként a víztestek jó ökológiai állapotát, illetve a jó ökológiai potenciált fogalmazza meg, attól függően, hogy a víztest természetes, erősen módosított vagy mesterséges besorolású-e. A jó ökológiai állapot/potenciál meghatározásához először egy ún. referencia-állapotot kell meghatározni.

Az EU VKI alapján vizsgálni kell azt, hogy lehetséges-e a referencia állapot teljes visszaállítása, vagy van-e olyan korábbi beavatkozás, melyet a jövőben is feltétlenül fenn kell tartani. A Szigetköz esetében jövőben is fenntartandó beavatkozásnak kell tekinteni az árvízvédelmi beavatkozások közül az egybefüggő árvízvédelmi vonal fenntartását (nyilvánvaló, hogy a töltések elbontása nem lehetséges). Azonban az Öreg-Duna esetében a nemzetközi hajóútra vonatkozó előírások fenntartása, az ehhez szükséges folyamszabályozási beavatkozások nem feltétlenül szükségesek.

Figyelembe véve a szigetközi Duna-szakaszon történt beavatkozásokat a vízpótló rendszer tervezésénél arra a következtetésre jutottak, hogy az 1960-as évek előtti, de az 1900-as éveket követő időszakból kell referencia időszakot választani. A folyószabályozás kapcsán már említett hullámtér feltöltődése, a terepszint emelkedése – amelyet a dunaremetei nagyvízállások növekvő trendje is bizonyít – miatt az évszázad elejét jellemző vízszintek kisvízekkor a napjainkra kialakult medermorfológiai helyzetben a hullámtéren száraz medreket, illetve nagyvízkor az előntések elmaradását eredményeznék. A jelenlegi medermorfológiai viszonyok miatt az évszázad közepére eső időszakot célszerű elemezni, az 1950-1959 közötti éveket.

1.1.2 Hullámtéri vízpótlás

1.1.2.1 A célkitűzések meghatározása

A célállapotok meghatározásánál három fő terület igényeit kellett kielégíteni, Ezek:

- a táj jellegzetességeinek megőrzése (jellemző vegetáció és fauna életfeltételeinek biztosítása)
- a területre jellemző gazdálkodási formák feltételeinek biztosítása (pl.: erdészeti, halászati vadgazdálkodási igények)
- a területen jelentkező újabb igények kielégítése (pl.: idegenforgalom).

Ezek a területek nagyban egymásra utaltak, és a felmerülő igények sokszor szemben állnak egymással.

A szakértők a megállapított prioritásokat figyelembe véve az értékelemzés módszerét alkalmazva keresték a kompromisszumos megoldásokat a térség többcélú rehabilitációjához. A legmarkánsabban kimutatható konfliktus a gazdálkodás és az idegenforgalom valamint a természetvédelem igényei között jelentkeztek. A változatos vízi élettér kialakítása, a nedves élőhelyek rekonstrukciója, a hullámtéri zavartság csökkentése, a fonatos ágrendszerre jellemző medermorfológia megőrzése ellentétes igényt jelent a tájidegen fafajok telepítésével, a vegetációs időszakban végzett fakitermeléssel és tarvágással, a védett (pld.: hód, egyes rovarok, stb.) illetve túlszaporodott (pl. kárókatona, rágsálók, stb.) állatfajok kártételeinek csökkentésével. A természetes élőhely kialakítása hasonló ellentétben áll a medererózió okozta károk teljes körű helyreállítási igényével, a különböző célú szárazföldi és vízi úti közlekedési fejlesztésekkel, a túrizmus fejlesztésével, a szúnyoginvázió megakadályozásával szemben is.

A fontossági sorrend meghatározásánál első helyen szerepelt a Dunára jellemző vízjárás biztosítása a mellékágrendszerben, mivel ezzel lehet a drasztikus változásokat megelőző természetes állapotot leginkább biztosítani. Ez az jelenti, hogy mesterséges szabályozással, olyan vízviszonyokat kell kialakítani, amilyenek a Duna elterelése előtt voltak. A tervezett állapot a degradálódott vízjárás okozta változásokhoz alkalmazkodott gazdálkodók számára ugyan kedvezőtlen volt, de a természetközeli vízjárás kialakítása – mint a rendszer életetője – elsőbbséget kell, hogy élvezzen az egyéb igényekkel szemben.

A különböző igények fontossági sorrendje a következőképpen alakult:

- árvíz, belvíz, jég és vízminőségi havária okozta károk megelőzése
- ivóvízbázis megóvása
- természeti és tájképi értékek védelme, helyreállítása
- a vízpótlórendszer funkcióképességének a megőrzése
- gazdálkodási, idegenforgalmi feltételek megteremtése

A felmerült konfliktusok kezelése a különböző funkciók térbeni és időbeni elhatárolásával; prioritások, mértékadó határértékek alapján történő korlátozással (pl. vízminőségi határértékek megadása); kártérítések, kompenzációk, speciális eszközök, művek biztosításával vált lehetővé. Az üzemelés során felmerülő problémák megoldására létrehozásra került egy kezelői szervezet, amely évente ellenőrzi az üzemelés menetét.

Valamennyi funkció teljesíthetőségének alapfeltétele a megfelelő mennyiségű, szintű és dinamikájú vízjárás biztosítása. A tervezés során a célállapot meghatározásához a tervezők felhasználták a korábbi tervekben megfogalmazott vízigényeket, az egyes időszakokra jellemző vízjárás-leírásokat, a tervezői csoport különböző szakterületeinek képviselői által megfogalmazott igényeket.

A vízpótlási vízigényt tervezési alapadat szinten:

- vízszintekkel
- áramlási sebességekkel
- vízdinamikával
- vízminőségi paraméterekkel lehet definiálni.

Ezek figyelembe vételével, a mederparaméterek, bele értve a térfogatot illetve a tartózkodási időt, a meglévő és reálisan beépíthető műszaki létesítmények ismeretében számítható a vízpótlási vízhozam-igény valamint annak dinamikája.

Az egyes jellemző időszakokra a főmeder különböző pozsonyi vízhozamokhoz tartozó felszingőrbéit regresszió-számítások eredményei és rögzített felszingőrbék alapján határozták meg. A szabályozó művek műszaki paraméterei, a betáplálendő vízhozam mennyisége az így kapott igényszintekhez lettek kialakítva.

1.1.3 Szigetközi Vízpótló rendszer működése

A Szigetközi Vízpótló rendszer a Duna 1992-es elterelését követően, a Szigetköz ökológiai értékeinek megóvására, a kialakult kedvezőtlen vízviszonyok javítására létesült.

A felmerülő problémák orvoslására a vízpótlás jelentette a megoldást. A hatékony vízpótlás lehetőségét az 1995-ben megépített fenékküszöb biztosította, mely a Duna 1843 fkm-ben épült, és lehetővé teszi a Duna jobbparti hullámterének gravitációs vízpótlását (1. sz. ábra), A fenékküszöb árvízi vízszintemelő hatását a duzzasztómű mozgatható táblái semlegesítik.

A Szigetköz vízellátását az 1995-ben létrejött Magyar–Szlovák megállapodás rögzíti. A Dunába átadandó víz mennyisége a dunacsúni duzzasztóművön, illetve erőművön keresztül érkezik az Öreg-Duna medrébe. Az átadandó víz mennyiségét a Duna vízjárásának (dévényi vízhozam) függvényében határozták meg. A megállapodás szerint árvízi időszakon kívül az átadott vízhozam 250 – 600 m³/s között változik. (ez az érték mindössze hatoda a Duna természetes átlagos vízhozamának).

A Rajkai szelvényben átadott vízhozam követi a Duna vízjárását, a dévényi szelvényben mért érték függvényében változik.

A jobbparti mellékágrendszerek vízpótlása a Dunakiliti duzzasztó feletti bögéből három töltőbukón keresztül történik. A vízpótlásba bevont mellékágrendszerek a

- Tejfaluszigeti mellékágrendszer (1848-1837,1 fkm)
- Cikolaszigeti mellékágrendszer (1837,1-1832,4 fkm)
- Bodak-dunaremetei mellékágrendszer (1832,4-1825,7 fkm)
- Lipót-ásványi mellékágrendszer csak részben (1825,7-1816 fkm)

Négy mellékágrendszer vízpótlása jelenleg még nem megoldott. A Jónási mellékág (1850,2-1849 fkm) vízpótlásának megteremtésével kiküszöbölhetővé válik a Szivárgó csatornán érkező többletvíz problémája. A Bagaméri mellékágrendszer (1816,0-1809,0 fkm) és a Patkányosi ágrendszer (1809,0-1807,0 fkm) vízpótlása az Alsó-szigetköz vízállapotát javítaná, teljessé tenné a hullámtér vízpótlását.

A hullámtér és főmeder közötti természetes, több ponton történő oldalirányú kapcsolatot felváltotta egy, a vízpótlott terület végpontjaiban érintkező, az áramlási iránnyal párhuzamos vízrendszer, melyben a mellékágak vízpótlása teljes mértékben egymásra épül. Az igényként megfogalmazott vízszintek biztosítása szabályozható vízkormányzó, szakaszoló műtárgyak létesítésével történik.

A hullámtéri vízpótlórendszer jelenleg csak az Ásványi ágrendszer felső részéig van kiépülve. Az Árvai bukó alatti szakaszon a vízpótlás nem megoldott. A vízpótlásba be nem vont Bagoméri ágrendszerben és az Ásványi ágrendszer alsó részén a korábbinál lényegesen kisebb vízszintek alakultak ki. Mindezek hatására a mellékágak folyamatos leromlása figyelhető meg.

A hullámtéri üzemeltetés 2004-et megelőzően nem tette lehetővé az árvízi állapotok szimulálását, mely a hullámtéri ökoszisztéma megőrzéséhez szükséges. Ezért készült egy terv az ún. árvízi szimuláció végrehajtásának lehetőségéről, majd 2004-ben a Szigetközi Üzemelési Bizottságban az érdekeltek megállapodtak abban, hogy milyen feltételek mellett javasolják a hullámtér részleges elárasztásának megvalósítását. Ezt követően megállapodás született a szlovák és a magyar fél között a Duna-meder átöblítését, és a jobb oldali mellékágrendszer részleges elárasztását illetően.

A rendszer üzemelését üzemelési szabályzat határozza meg. A szabályzatban megfogalmazott célállapotokat egy, a természet- és környezetvédelem, gazdálkodó szervezetek, idegenforgalmi, és vízügyi szakemberekből álló csoport határozta meg.

1.2 A szigetközi Duna-szakasz vízszállító-képessége

A fenékküszöb alatti szakaszon a főmeder állapotán javítani nem volt mód. A meder nagy része ma is száraz. Kismértékű javulást eredményezett a vízmegosztási megállapodásból származó, időszakonkénti nagyobb vízmennyiség.

1.2.1 A középvízi meder vízszállító-képessége

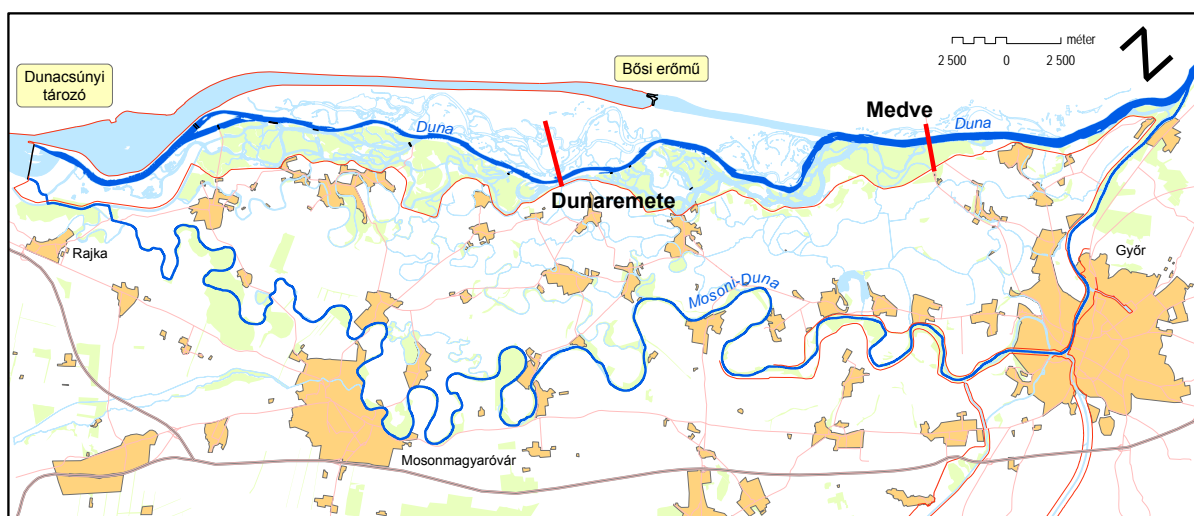
A bősi vízerőtelep üzembehelyezése óta csak kevés olyan árhullám vonult le a folyón, amikor a szlovák fél a Duna régi medrét is bevonta az árvizek levezetésébe. A bősi erőmű kb.: 4800 m³/s vízemésztésre képes, s a Régi-Duna mederbe üzemrend szerint maximum 600 m³/s-ot vezetnek át. A dunacsúnyi tározó megfelelő előürítésével kb. 5600 – 5800 m³/s dévényi csúcsvízhozamig tudják az árhullámokat úgy levezetni, hogy a régi mederben az átadott vízhozamot ne kelljen megnövelni. Ennél nagyobb árhullámok esetén a Duna eredeti medre és a szigetközi hullámtér is részt vesz az árvizek levezetésében. A bősi vízerőtelep üzembehelyezése óta foglalkoztatja a szlovák és magyar szakembereket az a kérdés, hogy az eltereléssel érintett folyószakasz árvízi levezetőképessége mennyire változott meg. Az elmúlt években több olyan üzemrenden kívüli vízeresztés is történt a régi Duna mederben, amikor vízhozammérésekkel és vízszintrögzítésekkel próbáltuk meghatározni a középvízi meder emésztőképességének a változását. A mérések alapján vizsgáltuk a dunaremetei vízhozamgörbe változását, illetve a MIKE-11 egydimenziós hidrodinamikai modell segítségével szimuláltunk különböző állapotokat. E vizsgálatok 2001-ben kimutatták, hogy a Duna Rajka – Szap közötti szakaszán a középvízi meder vízszállító-képessége a legkritikusabb pontokon (Dunaremete térségében) 20 %-kal csökkent az elterelés

előtti állapothoz képest. Itt a jelenlegi állapotban vegetációs időben kb.: 2400 m³/s-os vízhozam mellett alakul ki olyan felszíngörbe, mint 1987-ben 3000 m³/s körüli permanens vízhozamnál. Ezek a vizsgálatok azonban természetesen nem térhettek ki a teljes nagyvízi meder vízszállításának vizsgálatára.

1.2.2 A 2002. évi árhullám vizsgálata

Duna 1992. évi elterelése következtében a folyó Rajka-Szap között a középvízi meder vízborítottsága is jelentősen csökkent a korábbi évekhez képest. Zátonyain és a part menti zónákban megindult a növényzet burjánzása: bokrok, cserjék és fák akadályozzák a víz levonulását. Ennek jelentős hatása van a kisebb-nagyobb árvizek levonulására. Szap alatt már a teljes vízhozam a Duna eredeti medrében folyik, de a hullámtér a Mosoni-Duna torkolatáig még itt is viszonylag széles, s a jellemző hullámtéri növényzet itt is az erdő.

A 2002. évi dunai árhullámok – márciusban és augusztusban – a csúcsvízhozamot tekintve is a XX. század legnagyobb árhullámai közé tartoznak a magyarországi Felső-Dunán. 2002. augusztusában Nagybajcs térségében közel 1 méterrel haladta meg a tetőzést a korábbi LNV-t, s a Duna elterelése óta hasonló mértékű áradás nem volt a folyón. Az árhullám során végzett mérések lehetővé teszik, hogy az új LNV-t okozó árhullámot részletesen értékeljük, s megvizsgáljuk, hogy mi válthatta ki az árvízszint emelkedését.

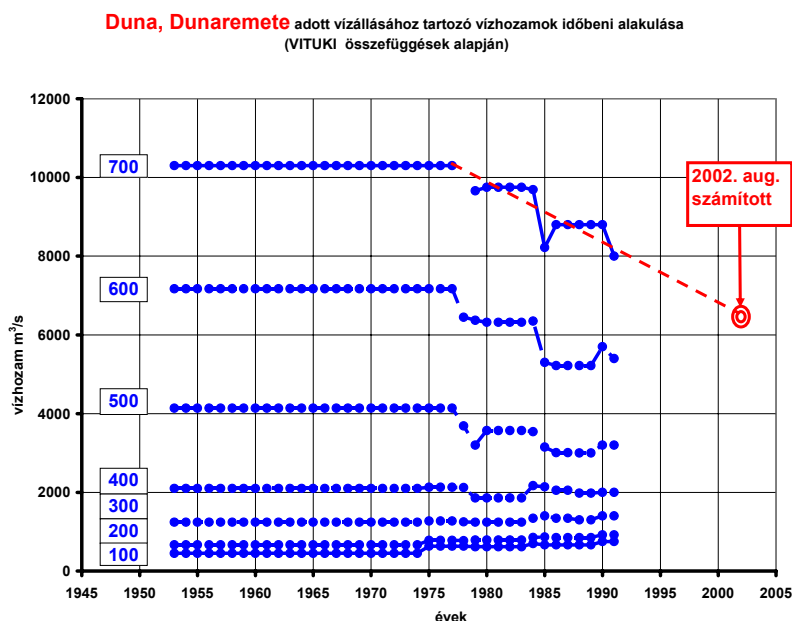


1. ábra

A Dunaremete szelvény vízállás-vízhozam összefüggéseinek változása

A bősi vízerőtelep üzembehelyezése által jelentősen érintett Duna-szakasz jellemzőnek tekinthető vízállásmérő és vízhozam nyilvántartó állomása a Duna, Dunaremete vízrajzi mérőállomás. Az 1992 előtti időszakban a VITUKI által készített vízhozamgörbék tanúsága szerint a nagyvízi levezetőképesség romlása a középvízi szabályozást követő években megkezdődött és közel egyenletesen, trendszerűen folytatódott a középvízi szabályozási szintek fölötti vízállásoknál.

Az 2. sz. ábra a Duna, Dunaremete vízmérce különböző vízállásaihoz tartozó vízhozamok időbeli alakulását szemlélteti és az ábrán feltüntettük a 2002. augusztusi árvízi állapotnak megfelelő pontot is.

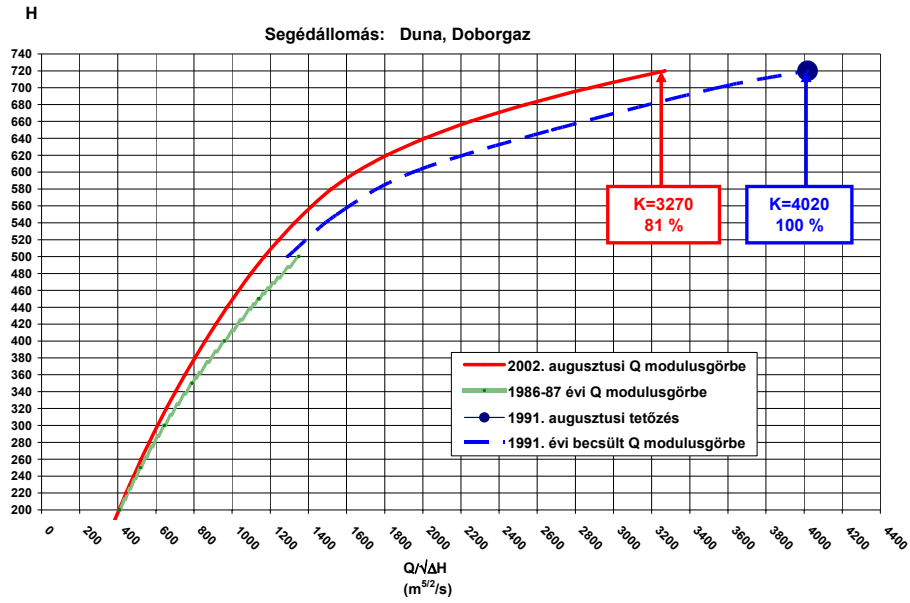


1. ábra

A teljes szelvény levezetőképessége trendszerű romlásának szelvényrészekre történő lebontásához konkrét mérési adatok nem állnak rendelkezésre a nagyvizek tartományában. Az azonban a 2001. évi vízeresztés-vizsgálatok során megállapítást nyert, hogy a főmederben maradó vizek esetében a levezető-képesség romlása szintén mintegy 20 %-os a teljes szelvénnel megegyezően.

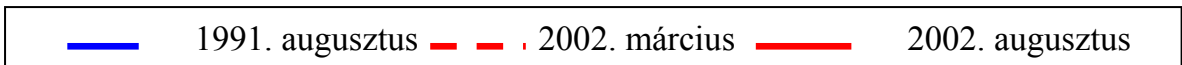
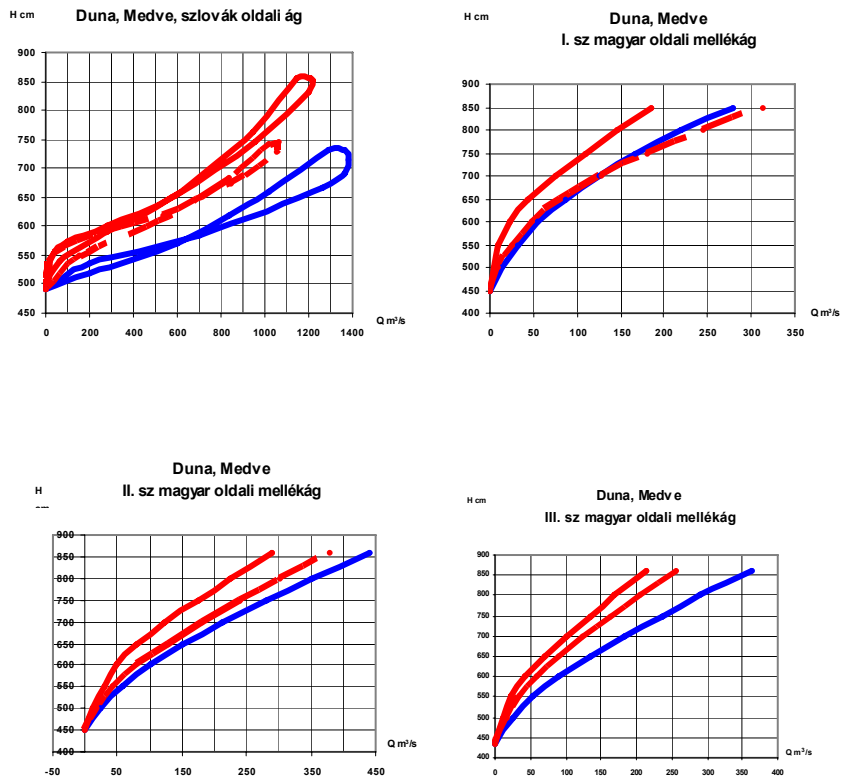
A 3. sz. ábráról könnyen leolvasható, hogy a 2002. augusztusi árvíz 1991-ben 40 cm-rel alacsonyabb vízállásoknál folyt volna le.

Duna, Dunaremete



2. ábra

A medvei szelvény vizsgálata



4. sz. ábra

Az üzemvízcsatorna torkolata alatt, a medvei hídnál 2002-ben végzett vízhozammérések lehetővé tették, hogy a hullámtéri változásokat is nyomon kövessük. Medvei híd alatt egy 5 híd alkotta átfolyási szelvény-együttest kell érteni: a Duna főmedrén kívül szlovák oldalon egy jelentős, a magyar oldalon 3 kisebb hídszelvény vesz részt a vízszállításban. A vízszállítás változásának vizsgálata keretében elkészült az 5 medvei mérőszelvény árvízi vízhozamgörbéinek meghatározása az 1991. augusztusi, a 2002. márciusi és a 2002. augusztusi árvizekre vonatkozóan (4. sz. ábra).

Az adatok összevethetősége a 2 korábbi ár hullám hurokgörbéinek extrapolálásával volt biztosítható. A hurokgörbék középvonalát extrapolálva a 2002. augusztusi tetőző vízállásértékre kapjuk azokat a vízhozam-értékeket, amelyek azt mutatják, hogy ilyen vízállásokat mekkora vízhozamok okozhattak volna 1991-ben, ill. 2002. tavaszán. Ily módon az ugyanazon vízállásokhoz tartozó vízhozamok eltérése a levezetőképesség változását megfelelően jellemzik a Duna esetében természetesen nem csupán közvetlenül a mérőszelvényre, hanem annak tágabb környezetére vonatkozóan is. A grafikus ábrázolásmódon túl a kapott adatokat az alábbi 1. sz. táblázatban is összefoglaltuk:

Mérőszelvény	A 2002. augusztusi tetőzéshez tartozó vízhozam (m ³ /s)		
	1991. augusztus	2002. március	2002. augusztus
	extrapolációval képzett fiktív, számított adat	extrapolációval képzett fiktív, számított adat	tényadat
főmeder	7520	7460	7300
szlovák oldali ág	1980	1355	1200
I. sz. magyar oldali ág	290	325	195
II. sz. magyar oldali ág	445	335	290
III. sz. magyar oldali ág	365	250	215
összesen	10600	9730	9200
Arányszámok:	100%	92%	87%

1. Táblázat

A fenti adatokat elemezve az alábbi megállapítások tehetők ebben a szelvényben:

- a főmeder vízszállítóképessége érdemben nem csökkent 1991 óta
- a szlovák oldali ág levezetőképessége jelentősen leromlott napjainkra (mintegy 1/3-ával csökkent)

- a hullámtéri levezetőképesség egyébként természetes évszaki változása mindegyik mellékágnál határozottan kimutatható: a szlovák oldali mellékágnál és a III. sz. magyar oldali mellékágnál viszonylag kisebb, az I. sz. és a II. sz. magyaroldali mellékágaknál jelentős mértékben
- a szlovákoldali ág levezetőképességét jellemző vízhozamgörbén a nagyobb vízállások tartományában a befogadó főmedernek és a hullámtérnek a vízszintek növekedésével egyre nagyobb visszaduzzasztó hatása szembeütően jelentkezik (a vízállás-vízhozam összefüggés határozottan inflexiós
- a két augusztusi árvíz tetőzési vízhozamának arányszámai (1991. év=100 %):

▪ főmeder	~100 %
▪ szlovák oldali ág	61 %
▪ I. sz. magyar oldali ág	67 %
▪ II. sz. magyar oldali ág	65 %
▪ III. sz. magyar oldali ág	59 %
▪ A teljes szelvény	87 %,

tehát ebben a szelvényben a levezető-képesség romlása kifejezetten a hullámtéri lefolyási viszonyok jelentős romlásából fakad.

- Az évszaki hatás a két jelentős 2002. évi árhullám adatai alapján (2002. március=100 %):

▪ főmeder	~100 %
▪ szlovák oldali ág	89 %
▪ I. sz. magyar oldali ág	60 %
▪ II. sz. magyar oldali ág	87 %
▪ III. sz. magyar oldali ág	86 %
▪ A teljes szelvény	95 %

Az összefüggésekből megállapítható, hogy a 2002. augusztusi árvíz 1991-ben 80 cm-rel alacsonyabb szinten folyt volna le.

2002. augusztusában a Duna szigetközi szakaszán tehát **minden eddigi vízállást meghaladó árvíz vonult le, de a csúcsvízhozamok nem érték el a korábbi maximumot. A 2002. augusztusi árhullám jelentős volt, de nem rendkívüli.** A mérések alapján kimutatható, hogy **az árvízi meder emésztőképessége jelentősen lecsökkent.** Ez a csökkenés a teljes Rajka-Gönyü közötti szakaszon megfigyelhető, s Szap alatt a legnagyobb mértékű.

1.3 A hullámtéri feltöltődés kezelése

A XIX. század végén kiépített egységes árvízvédelmi védvonal kiépítésekor a vízszintes vonalvezetésnél figyelembe vették az árvízvédelmi érdekeltségek által épített gátakat, ezért erősen változó szélességű hullámtér alakult ki. Ez hidraulikai szempontból nem felel meg a középszakasz jellegnek, ezért a nagyvizek által szállított

jelentős mennyiségű hordalék lerakódik. A partszaggatás megakadályozására a mellékágakban kialakított zárások is csökkentették a hordalékmozgató erőt. Az árvízvédelmi védvonal nyomvonalának kialakítása tehát műszaki szempontból elhibázottnak tekinthető, ugyanakkor viszont egy egyedülálló vízi világot őrzött meg.

A térségbe érkező görgetett hordalék csökkenése mellett a közelmúltban levonult árhullámok tapasztalatai alapján, a lebegtetett hordalék mennyisége tovább növekedett. A mértékére megbízható adat nem áll rendelkezésre, a folyamatot jól mutatják az alábbi fényképfelvételek (1-4. ábra).



3. ábra Árvízkor kiülepedett lebegtetett hordalék



5. ábra Hullámtéri területre kiülepedett hordalék árvíz után I.



4. ábra Kiülepedett hordalék vastagsága



6. ábra Hullámtéri területre kiülepedett hordalék árvíz után I.

Ökológiai, erdészeti szempontból a közepes nagyságrendű árhullámok üzemvízcsatorna irányába történő vízmegosztása a hullámtéri elárasztás gyakoriságának és tartósságának csökkenése miatt kedvezőtlen. A nem kedvező vízszállító-képességű szigetek hordalékos árvízzel történő ritkább elöntése ugyanakkor lassítja az árvízszintek emelkedését okozó feltöltődési folyamatot. Ennek ellenére a jövőben is nem elhanyagolható tényezőként kell vele számolni.

A Rajna alsó, hollandiai szakaszán a probléma kezelésének egyik eszköze a hullámtereket feltöltő anyag hasznosítása. Az eltávolítás gazdaságos megvalósítása érdekében téglagyári alapanyag biztosítását szolgáló célirányos vonalvezetésű, keresztmetszetű anyagnyerő helyeket jelölnek ki. Az ilyen jellegű megoldásra Szigetközben sem tájképi, ökológiai, sem pedig gazdasági szempontból nincs reális

lehetőség. Célként csupán az övzátonyok részleges eltávolítása, megnyitása fogalmazható meg.

A hullámtéri feltöltődés és az ezzel együtt járó árvízszint növekedés már az 1950-es 60-as években is problémaként vetődött fel. Megoldásként egy tanulmány a főmederrel párhuzamos nyárigát kiépítését javasolta, amely a közepes árhullámok kedvezőbb hidraulikai feltételek közötti levezetése mellett a hullámtér jelentős részén lényegesen ritkább hordalékos árvízi elöntést biztosított volna. A tájképi és ökológiai szempontból is kedvezőtlen beavatkozás szerencsére nem valósult meg. A hullámtéri feltöltődés azonban a jövőben is hidraulikai szempontból kedvező árvízi meder kialakításával kezelhető. A szükséges beavatkozások teljes mértékben megegyeznek az érdesség csökkentése érdekében javasolt intézkedésekkel. Célként kell kitűzni, hogy a hordalék nagy része tovább haladjon, illetve a hullámtéri kiülepedés jelentős része nem a nagyvízi levezető sávokban, hanem az áramlási holt-terekben történjen meg.

2 A projekt célja

A Szigetköz-Csallóköz Duna-ártér mellékágrendszer rehabilitációjának közös megalapozása című projekt célja, hogy konkrét műszaki megoldásra tegyen javaslatot annak érdekében, hogy a szigetközi-csallóközi Duna szakaszon teljesíthetők legyenek az Európai Víz Keretirányelv előírásai. A Víz keretirányelv ütemezése szerint 2015-ig el kell érni vizeink jó ökológiai állapotát. Különösen nagy problémát jelent ez az érintett Duna szakaszon, amelyet egy félbehagyott, illetve az eredeti tervektől eltérően megvalósított beruházás problémái terhelnek.

A megbízó Mosonmagyaróvár Környezetvédelmi Közalapítvány célja az volt, hogy az elmúlt közel húsz év tapasztalatait összegezve, a helyiek támogatásával konkrét javaslatot tegyen le véget vetve a már több évtizede jelentkező megoldási javaslatoknak, és egyértelművé tegye a helyi szándékokat a területfejlesztés és a természetvédelem területén. A javasolt megoldás kiindulópontja a magyar és a szlovák kormánybiztosi tárgyalásokon felvetett műszaki megoldásokból indul ki, amelyet a részletes közvélemény-kutatások adatai szerint, a Szigetközi Természetvédelmi Egyesület közreműködésével módosítottak a helyi és a természetvédelmi igényeknek megfelelően. A javaslatokat fizikai kisminta kísérletek segítségével dolgozták ki, és készítették elő részletes vizsgálatokhoz. Jelen tanulmány célja, hogy a javasolt megoldásokat elsősorban árvízvédelmi szempontból numerikus modellezéssel is felülvizsgálja, illetve ennek alapján meghatározza azokat a járulékos beruházásokat, amelyek **a terület jó ökológiai állapotának eléréséhez** szükségesek, nem hagyva figyelmen kívül a térség területfejlesztési elképzeléseit. A terv csak a főmeder és a magyar oldali mellékágrendszer feladatait fogalmazza meg, a főmedri tervezésben nemzetközi egyeztetések szükségesek, a szlovák oldali hullámtéren természetesen a szlovákiai szakemberek tervezési munkája a döntő. Az időközi anyagban előzetesen számba vettük azokat a beavatkozásokat, melyek végrehajtásáról már most tudjuk, hogy szükséges, illetve várható, hogy a modellezési eredmények ismeretében szükségessé válnak.

3 A közvéleménykutatások által megszabott feltételek

A kisminta vizsgálatok előtt megtörtént a közvélemény kutatások elemzése, amely a műszaki megoldási javaslatot érintő következtetései az alábbi kiinduló paramétereket fogalmazták meg:

Megoldandó

- a Duna és a mellékágrendszerek kapcsolatának lényeges javítása
- a természetes vízszintek, vízjárás biztosítása
- az árvizek és a jég biztonságos leeresztése
- a terület minimális zavarása
- A kidolgozandó javaslatoknak ezekre a kérdésekre választ kell adniuk.

4 n éves visszatérési idejű árvízhozamok meghatározása a Dunán, (mértékadó vízhozamok) a jellemző vízszintek meghatározása

A hágai Nemzetközi Bíróság Bős-Nagymarosi Vízlépcsőrendszer ügyében hozott ítélete végrehajtásával összefüggő magyar-szlovák tárgyalások keretében létrehozott Folyamgazdálkodási, Környezetvédelmi, Hajózási és Energetikai Szakértői Munkacsoport 2005. augusztus 2-3-án Budapesten tartott összevont üléséről készült jegyzőkönyv értelmében a két fél vízügyi szakértőinek meg kellett határozni a hidrológiai viszonyok jelenlegi állapotából kiindulva a 100 és az 1000 éves visszatérési idejű árvízhozamokat a Pozsony-Budapest szakaszon. A Magyar-Szlovák Határvízi Bizottság Dunai Albizottságának szakértői által közösen elfogadott éves dunai vízhozam-maximumok adatsorai alapján a szakértők elvégezték az n-éves visszatérési idejű mértékadó árvízhozamok meghatározását a Duna Pozsony, Medve, Nagymaros és Budapest szelvényére. A statisztikai vizsgálatokat a két fél a saját vízügyi szakterületén általánosan elfogadott műszaki hidrológiai módszereivel végezte el. A munka során a szakértők a rendelkezésre álló idősorokkal legjobb illeszkedést mutató statisztikai módszerekkel kapott eredményeket fogadták el: Pozsonynál és Medvénél a Gumbel, Nagymarosnál a lognormál, Budapestnél pedig a log-Pearson eloszlásfüggvényekkel számított értékeket.

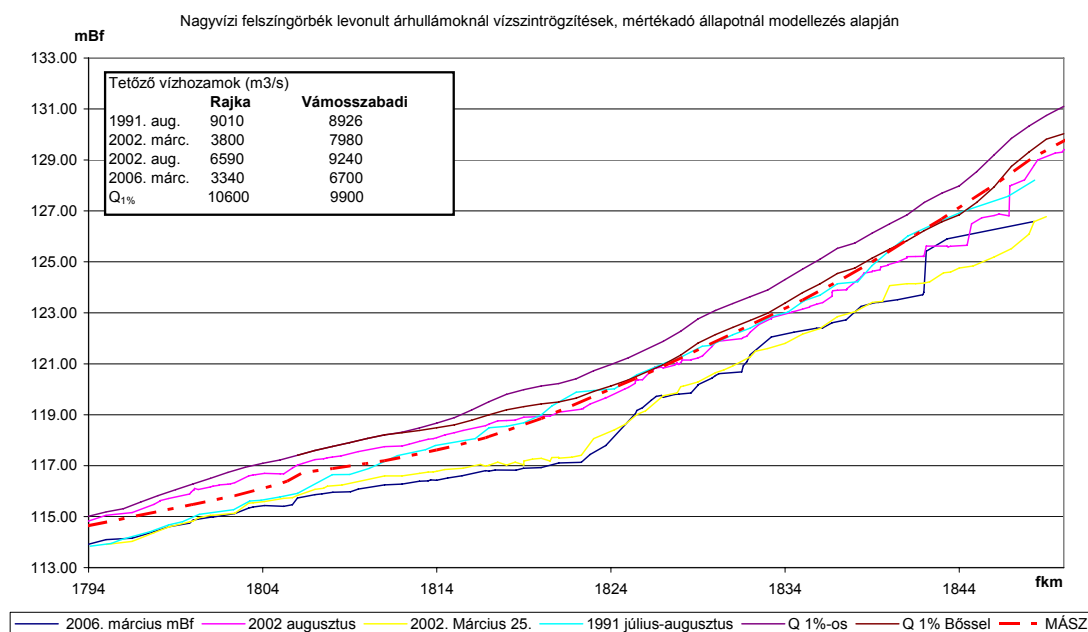
A/ N-éves visszatérési idejű Duna-árvízhozamok a teljes észlelési időszak alapján (m³/s)

Szelvény	teljes időszak	módszer	2	5	10	20	50	100	200	500	1000
Duna-Dévény	1891-2004	Gumbel	5500	7000	8000	8900	10100	11000	11800	13000	13900
Duna-Medve	1930-2004	Gumbel	5000	6300	7200	8000	9100	9900	10700	11800	12600
Duna-Komárom	1892-2004	Gumbel	4800	6000	6700	7500	8400	9100	9800	10700	11400
Duna-Izsa	1930-2004	Gumbel	5100	6200	6900	7700	8600	9300	9900	10800	11500
Duna-Nagymaros	1891-2004	lognormál	5300	6400	7100	7700	8500	9000	9500	10200	10700
Duna-Budapest	1924-2004	log-Pearson	5200	6300	7000	7600	8300	8800	9300	9900	10200

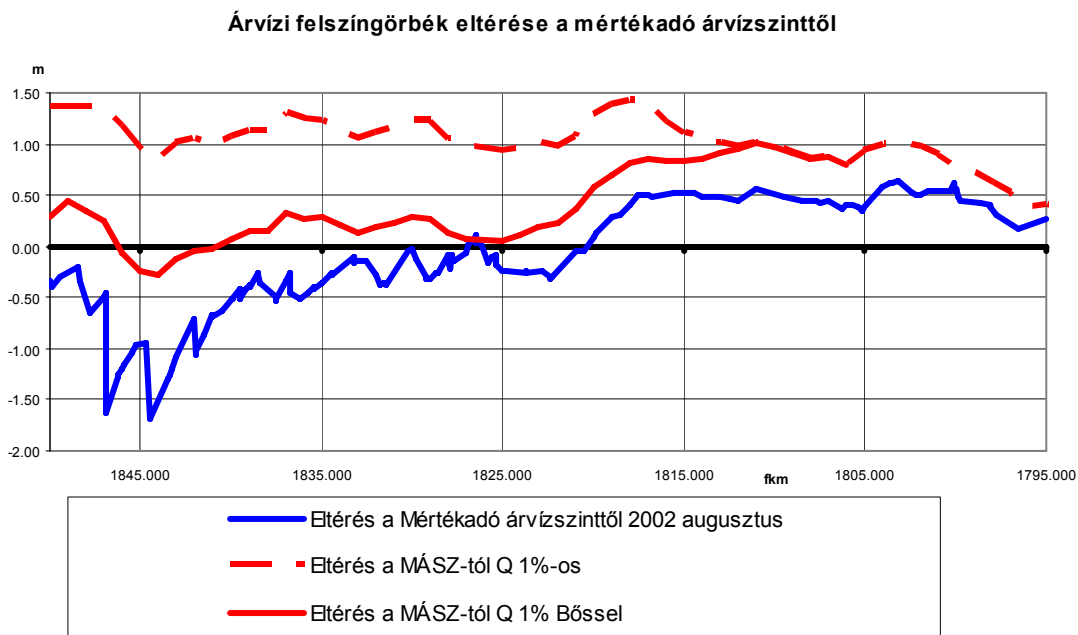
B/ N-éves visszatérési idejű Duna-árvízhozamok azonos időszak (1930-2004) alapján (m³/s)

Szelvény	közös időszak	módszer	2	5	10	20	50	100	200	500	1000
Duna-Dévény	1930-2004	Gumbel	5500	6900	7900	8800	9900	10800	11600	12800	13600
Duna-Medve	1930-2004	Gumbel	5000	6300	7200	8000	9100	9900	10700	11800	12600
Duna-Komárom	1930-2004	Gumbel	4800	6000	6700	7500	8400	9100	9800	10700	11400
Duna-Izsa	1930-2004	Gumbel	5100	6200	6900	7700	8600	9300	9900	10800	11500
Duna-Nagymaros	1930-2004	log-Pearson	5200	6400	7100	7800	8700	9300	9900	10700	11300
Duna-Budapest	1930-2004	lognormál	5200	6400	7100	7700	8500	9100	9600	10300	10800

A különböző árhullámok idején rögzített vízszinteket, a modell által számított vízszinteket és a MÁSZ értékét az alábbi ábra szemlélteti. (MÁSZ: mértékadó árvízszint, mely megegyezik az 1970-es évek elején számolt 1%-os gyakoriságú árvízi hozam hatására kialakult vízszinttel. Ez alapján került kiépítésre az árvízvédelmi vonal, aminek magassága a mértékadó árvízszint+1,2 m)



A 2002 évi augusztusi árhullámot jellemző lefolyási viszonyok között a modellkísérletek szerint az 1%-os gyakoriságú árvízi hozam hatására kialakult árvízszintek eltérése a mértékadó árvízszinttől az alábbiak szerint alakul Szigetközben:



Az ábrán látható, hogy az 1%-os valószínűséggel kialakuló árvízszintek szinte a teljes területen meghaladják a mértékadó árvízszintet. A várható vízszintemelkedés Ásványráró (1816 fkm) és Nagybajcs (1802 fkm) között közelíti az 1 m-t, tehát a 100 évente várható árvízszintek a töltéskoronával színelnek. Így a védvonal megtartása rendkívül nehéz feladat lesz.

5 A hidrológiai-ökológiai megoldási javaslatok ismertetése, az első kompromisszumok

A Duna szigetközi-csallóközi szakaszán az Európai Víz Keretirányelv előírásainak teljesítésére három megoldási javaslatot vizsgáltunk:

- Dr. Mikulas Lisicky professzor
- Az ÖKOPLAN (Dr. Rác Tamás)
- A Szigetközi Természetvédelmi Egyesület

Lisicky professzor javaslata nyitható műtárgyat nem tartalmaz. Itt a megoldást a főmeder kisvízi vízforgalmának két-két keresztgáttal történő olyan kizárása biztosítja, mely megoldja a hullámtéri mellékágak összekötését és a mellékágrendszereknek a jelenlegi állapothoz képest nagyobb vízhozamokat biztosít.

A másik két javaslatban a vízszintemelést a főmederben elhelyezett keresztirányú művek szolgálják. Az ÖKOPLAN 8+1 zárt, partélig emelt fenékküszöböt, míg a SZITE három, árvízkapuval, hallépcsővel és kishajó zsilippel kiegészített művet javasolt.

5.1 Dr. Mikulas Lisicky professzor javaslata

A javaslat abból indul ki, hogy a főmedret mesterségesen, egy korábbi mellékág kotrásával, szabályozásával alakították ki. Ezért azt a kisvizek idején a vízforgalomból kizárja és csak a mellék ágakra összpontosít, hogy a rendelkezésre álló víztömegből azok vízigényét maradéktalanul biztosítsa. Ezért a fonatos ágrendszer jobb és bal parti párijait a főágban kavicsból készült gáttal úgy kapcsolja össze, hogy azokat egy-egy árhullám elmosni legyen képes, hogy az árvízi levonulást ne gátolja. Ezért ezeket az elzárásokat minden árhullám után helyre kell állítani. A javaslat összesen 12 pár ilyen zárást tartalmaz.

A javaslat érnye, hogy foglalkozik a torkolat alatti szakasz további süllyedésének lehetőségével és ezért a szapi torok felett egy keresztgát beépítését javasolja a vízszintek megtartása érdekében. A Bagaméri mellékág vízszintjeit szintén keresztgáttal kívánja megtartani.

5.2 ÖKOPLAN javaslata

A javaslat abból indult ki, hogy a főmederben kőből készült, partélig emelt keresztgátak segítségével úgy megemelik a vízszinteket, hogy a rajkai szelvényben a főmederben érkező vízhozam mellett (mely a korábbi évek jellemző érkező vízhozamának csak töredéke) is a középvízi vízjárásnak megfelelő vízszinteket állítsanak elő. A főmederben kiválaszthatók azok a területek, ahová a vízszintemelést szolgáló gátakat úgy lehet elhelyezni, hogy a folyó kanyargását a jobb és bal parti mellékágak között ne akadályozzák.

A megemelt vízszint már szükségtelenné teszi a főágot a mellékágrendszerektől elzáró gátak valamint a mellékágak zárásainak és fenntartását, tehát ezek eltávolíthatók. A vízterek összenyitása nem csak a fonatos ágrendszer helyreállítását teszi lehetővé, de biztosíthatóvá válik az ökológiai átjárhatóság a főág-mellékágrendszer között, a mellékágban kitűzhető a kishajó forgalom számára is a hajózóút. A vizsgált szakaszra az ÖKOPLAN összesen 8+1 fenékküszöb beépítését irányozta elő. **A tanulmány nem foglalkozik az árvízlevezetés és az igényelt vízdinamika biztosításának kérdéseivel.**

5.3 SZITE javaslat

A Duna elterelését követően Szigetköz katasztrófális állapotba került. A főmeder víztükörszélessége a töredékére csökkent, a mellékágak jelentős része kiszáradt. Az 1995-ben üzembe helyezett fenékküszöb részben orvosolta e problémát.

A fenékküszöb felett megemelkedtek a vízszintek és helyreállt a főág-mellékág kapcsolat a dunakiliti mellékágrendszerben. A megemelkedett vízszintek lehetőséget adtak a főág-mellékágrendszer kapcsolatának megszüntetése mellett a vízszintemelésre a tejfalusi, cikolai, bodaki és részben az ásványi ágrendszerben is.

Kérdéses volt azonban a fenékküszöb átjárhatósága. A fenékküszöbről a vizet először az üzembehelyezést követően pár nappal leeresztették, hogy ellenőrizzék az esetleges

rongálódásokat. Ekkor még nem volt biológus szakember a helyszínen, így csak a helyi kíváncsiskodók állapíthatták meg, hogy a küszöbön nagy mennyiségű hal található. A tapasztalatok alapján az őszi felülvizsgálat kapcsán elvégzett leeresztésen már jelen volt Dr. Guti Gábor, a gödi halkutató állomás kutatója, aki megállapította, hogy a küszöb környezetében több, fokozottan védett faj található, rákfélék, tömegesen német és magyar bucó, botoskölönte és egyéb halfajok. Kérdés maradt még, hogy a fenékküszöb valóban átjárható-e a halak számára, vagy csak megközelítik azt.

Ennek vizsgálatára 1996-ban került sor, amikor megjelölt halakat engedtek el a fenékküszöb alatt és megkérték a helyi halászokat, hogy ha a fenékküszöb felett ilyen halakat találnak, annak jelölését juttassák vissza a halkutató állomásra. A halászok az 1996 év folyamán fogtak ilyen halakat, tehát bebizonyosodott, hogy a megfelelő rézsúhajlással, természetes anyagból kialakított fenékküszöb a halak számára átjárható.

A kisvíz szintemeléssel hatására a fenékküszöb felett a Duna medrében a zátonyokat víz borította, míg a fenékküszöb alatt a zátonyokon megtelepedett, majd sűrű erdővé erősödött a növényzet.

A szigetközi szakaszon 2002 tavaszán került sor a Duna és a hullámtér felmérésére. A mérések bebizonyították, hogy azokon a területeken, ahol a vízpótlás megoldott volt, a mellékágak csak kis mértékben, vagy egyáltalán nem iszapoltak fel. Azonban ott, ahol már a vízpótlás nem volt megoldható, az Ásványi ágrendszer alsó szakaszán és a patkányosi mellékágrendszerben, a mellékágak rohamosan feliszapolódtak, a vízborítás megszűnt, az egykori mederfenéken ligeterdők alakultak ki. A Bagaméri mellékág fenékszintjének magassága pl. 3 m-t emelkedett.

2002-ben árhullám vonult le a Dunán. A dunakiliti duzzasztómű felett a korábban vízborított, így növényzetmentes, jól szállító főmederben ugyanakkora vízhozam a töltések magasságát is meghatározó mértékadó árvízszintnél több, mint egy méterrel alacsonyabb szinten vonult le. A fenékküszöb alatt a vízszintek már közelítették a mértékadó árvízszintet és Dunaremete alatt jelentősen meghaladták azt. Az árhullám idején a dunakiliti duzzasztóművet ki kellett nyitni, hogy a fenékküszöb visszaduzzasztó hatását ezzel ellensúlyozzák. Az árvíz során, a vízzel borított hullámtéren evezve feltűnő volt a hullámtéri réteken kialakult erős sodrás, mely a közepesen benőtt erdőkben már mérséklődött és a sűrű erdőkben nem volt érzékelhető.

2004-ben ismét sor került a hullámtér elárasztására. Rajkán a főmederbe több víz érkezett, mint normál, az elterelést követő üzemmódban, de kevesebb, mint a Duna elterelése előtt bármikor. Akkor az ilyen alacsony vízhozamok mellett már több mellékág kiszáradt. A dunakiliti duzzasztómű tábláinak mozgásával azonban olyan vízszinteket lehetett kialakítani a hullámtérben, melyek a partéllal színeltek, vagyis korábban lényegesen magasabb vízhozam esetén alakultak csak ki. Tehát bebizonyosodott, hogy mozgatható szerkezetek segítségével biztosítható dinamikus vízjárás.

A lejátszódó események alapján megállapítható volt, hogy Dunakiliti felett a rendszer jól működik, tehát ezt a már bevált gyakorlatot kell átültetni az alsó szakaszokra.

Ezért a SZITE összegyűjtötte a rendszer működésének feltételeit:

1. Csak fenékküszöbvel képzelhető el a vízszintemelés a főmederben, mely alapja a főág-mellékág kapcsolat helyreállításának
2. A műtárgynak tartalmaznia kell nyitható elemeket, melyek az árvíz és a jég biztonságos levezetését teszik lehetővé
3. A nyitható elemeknek olyan szinten kell biztosítani a dinamikus vízjárást, hogy az a jövőbeni igényeket is kielégítse.
4. Hallépcső kialakítása szükséges a hossz-irányú átjárhatóság biztosítása érdekében, melynek kialakítása hasonlítson a Kilitinél megépített fenékküszöbhez, mert azt már bizonyítottan használják a halak.
5. A térségben igényelt kishajó forgalom biztosítására hajózsilipet kell kialakítani
6. A főmederből az elterelés hatására bekövetkezett kisvízszint süllyedés miatt megtelepült növényzetet és a feliszapolódást el kell távolítani, helyre kell állítani az eredeti állapotot és azt a vízborítás folyamatos biztosításával, szükség esetén a lerakódó iszapréteg esetenkénti eltávolításával meg kell őrizni.
7. Mivel a dunai hajózás ezen a folyószakaszon már megszűnt, az ennek biztosítása miatt beépített sarkantyúkat el kell távolítani.
8. Azokon a területeken, ahol már nem érvényesült a dunakiliti fenékküszöb hatása, a mellékágakat az eredeti, 1970-es éveket jellemző állapotra egyszeri beavatkozással helyre kell állítani és ezt az állapotot a vízborítás folyamatos biztosításával megőrizni.
9. Azokon a területeken, ahol a megemelt vízszint nem éri el a mellékágakban már kialakult vízszinteket, az ágvég elzárást meg kell tartani
10. Ahol az árvízlevezetés biztonsága miatt szükséges, helyre kell állítani az eredeti hullámtérhasználatot, a rétv-legelőgazdálkodást, mert ezek a területek bizonyíthatóan bekapcsolhatók az árvízlevezetésbe. Az ilyen természetes árapasztók kialakítása során törekedni kell arra, hogy azok a nagyvízi sodor irányában legyenek, mert vízemésztésük ekkor magasabb.
11. Egyes területeken szükség lehet a korábbi erdőművelés visszaállítására, mely a sűrű aljnövényzet eltávolítását és a lombkorona árvízszint fölé metszését jelenti.

A SZITE tehát javaslatának kidolgozásakor az eddigi kedvező tapasztalatok alapján a helyreállítást tekinti elsődlegesnek, még akkor is, ha az elmúlt évek során bekövetkezett események és a rehabilitáció elmaradásának hatására kialakult egyre kedvezőtlenebb állapotok felszámolása egyszeri, jelentős beavatkozást jelent Szigetköz életében. A legsúlyosabb beavatkozások azonban már rehabilitált területeket nem érintik, hiszen ott az időben elvégzett helyreállítás alapvető beavatkozásokat már szükségtelenné tett. Itt csak az ideiglenesen megépített művek véglegesítése és a rendszer teljes kiépítése szükséges.

A fenti elvek figyelembevételével a SZITE három, mozgatható, vízszintszabályozásra is alkalmas árvízkapuval, hallépcsővel és kishajó zsilippel kiegészített fenékküszöb megépítését javasolta. Továbbá ehhez kapcsolódva a nem rehabilitált főmeder és

mellékágak 1970-es éveket jellemző helyreállítását és a mellékágakban a megemelt vízszint megőrzéséhez szükséges műtárgyak kialakítását vagy átalakítását a hosszirányú átjárhatóság biztosítása mellett.

5.4 A megoldás kulcsa - Ökológiai célokat szolgáló dinamikus fenékküszöb

A Közös egyezményes terv (KET) már foglalkozott a főmeder vízszintjének megemelésével.

A „Régi Dunameder szabályozása” c. tanulmánytervet az OVIBER megrendelésére az Észak-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság 60 178/88 tervszámmal 1988. júliusában készítette el, tervezője Kováts Zoltán.

A tanulmányterv legfontosabb megállapításai:

„A közelmúlt éveiben – 1983-tól kezdődően – került megtervezésre, és már építik a szigetközi vízpótló-rendszert, melynek létesítményeit szintén a régi Dunameder szabályozásához csatolták, hiszen azzal igen szoros összefüggésben kell a hullámtéri vízpótlórendszert üzemelni.” (2. oldal)

A KET tehát már 1983-ban foglalkozott a hullámtéri vízpótló-rendszer kiépítésével és a beruházással egy időben mind a magyar, mind a csehszlovák oldalon elkészültek a hullámtéri vízpótlás vízigényének kiszolgálását célzó műtárgyak.

A szlovák oldalon a vízpótló-rendszer az eredeti tervek szerint valósult meg, vagyis a Doborgazi töltőműtárgyon átlagosan 30 m³/s vízhozamot juttatnak a bal parti mellékágrendszerekben. Ugyanakkor a teljes bakai mellékágrendszer vízpótlását a tervek nem oldották meg, mivel Bős térségében a töltés a főmeder partján épült ki és így a víz továbbvezetésére töltésáthelyezés nélkül nem volt mód. Ezért a vízpótlás a bőszi mellékágrendszer záró-bukójával véget ért.

A KET a jobb parti hullámtér vízpótlását a dunakiliti hajószilipkamrából tervezte megoldani, ahol mintegy 200 m³/s vízhozam átadására teremtett lehetőséget a hullámtér felé. A jobb parton Dunaremete térségében épült a főmeder mellé az árvízvédelmi töltés. Ezért a -KET keretében - jelentős alsó-szigetközi területek vízpótlását egy mesterséges ág kialakításával, a töltés áthelyezésével oldotta meg.. A főmeder kisvízszint-süllyedésével a terv számolt, ezért a főmederbe visszatérő Bagaméri mellékág végét egy sima 113, 00 mBf. koronaszintű bukóval zárta le.

A terv tehát megoldotta a bal parti hullámtéri területek jelentős részének vízpótlását és vízszintemelését, ahol a referencia-időszakot közelítő vízszinteket alakított ki, de nem számolt a főág-mellékágrendszer kapcsolatának helyreállításával.

A terv felhívta a figyelmet a következőkre: „Hangsúlyozni kívánjuk, hogy a régi Dunameder szabályozottságának, valamint a hullámtéri vízpótló-rendszer üzemelésének egymásra hatása kölcsönös lesz. Bizonyossá vált ugyanis, hogy a megváltozott természeti viszonyok javítása érdekében a vízpótlás elengedhetetlen a Duna mindkét oldalán, így a csehszlovák oldali vízpótló-rendszer is kezd kialakulni, melynek kapcsolódásával a régi Dunameder szabályozását illetően szintén számolni kell.” (2. oldal)

„A szabályozás másik célja, hogy minél szélesebb víztükör alakuljon ki a mederben, és a víz minél magasabb szinten maradjon. A széles víztükör egyaránt esztétikailag is kedvezőbb lenne, és a magasabb vízszintek a szivárgási veszteségeket csökkentenék a vízpótló rendszerek felől. Ugyanakkor a nagyobb vízelborítás a régi Dunameder fenntartási munkáit csökkentené, tehát a vízelborítás nélkül maradó mederben felburjánzó növényzet irtása kisebb ráfordítással mehetne végbe.” (26. oldal 1. bekezdés)

„A gázlók biztosításának, illetőleg rendezésének az egyik változataként viszont azt a megoldást fogadták el, ami a mederbe történő besüllyesztés nélkül átlag 20 m széles fenékkerítésre épülő keresztgát megépítését jelenti a gázlók jellemző szelvényeiben. ... Ez a keresztgát a fenékbiztosításként elhelyezett kőterítés felett átlagosan 0,5 – 0,8 m magas lesz.” (29. oldal)

A mellékelt ábrán megtalálható a számított felszín görbe. Mivel csak gázlóbiztosítás jöhetett szóba, a kőművek koronaszintjét a terv az árvízlevezetés biztonságának megőrzése mellett határozta meg. Ez viszont azt jelentette, hogy a referencia-időszak vízszintjének elérését a főmederben ezek a gázlóbiztosítások nem érték el, tehát a főág-mellékág kapcsolat nem állhatott helyre.

A főmeder gázlóbiztosításaira nem került sor, így valóban bekövetkezett, amit a terv már előre jelzett: a főmedri zátonyok feliszapolódása és az ott megtelepedő növényzet jelentősen lerontotta a főmeder vízszállító képességét és az árvízszintek a mértékadó árvízszint felé emelkedtek.

„A tervezés során bebizonyosodott, hogy a kishajózás biztosítása olyan beruházási és fenntartási hitelek igényel, ami a kérdés behatóbb és szélesebb körű vizsgálatát, majd ebben a témában történő végleges döntést szükségessé teszi.” (26. oldal 3. bekezdés)

A tervvel kapcsolatos modellkísérleti vizsgálatok rámutattak arra, hogy a kishajóforgalom a viszonylag olcsóbb surrantók alkalmazása mellett sem biztosítható, ezért a kishajóforgalom biztosításával annak költségigényessége miatt a továbbiakban nem foglalkoztak.

Megállapítható, hogy ez a terv árvízvédelmi szempontból biztonságos, teljesíti az anyagi minimum igényét is, ugyanakkor pont ez utóbbi szempont miatt sem a kívánatos vízszinteket, sem a vízdinamikát, sem az átjárhatóságot, sem a kishajóforgalom biztosítását nem oldja meg.

Az ÖKOPLAN-Mikolics javaslat szintén figyelembe vette a mederadottságokat és javaslatukban a fenékküszöbököt a gázlók szelvényében helyezte el. Az összesen 8 db fenékküszöb már biztosította a főmederben a referencia-időszakot jellemző vízszinteket és az 1811,35 fkm szelvényben elhelyezett fenékküszöbvel kizárta az alvízcsatorna torkolata alatt már bekövetkezett kisvízszint-süllyedés hatását a mellékágrendszerből.

A vízszintemelés következtében a hosszirányú átjárhatóság és a kishajóforgalom a mellékágrendszereken keresztül bonyolódhatna, mivel a vízszintemelés következtében a jelenleg a vízszinttartást biztosító mellékágzárások elbonthatóvá válnak. A tervezett kőművek azonban nyitható elemet nem tartalmaztak. Az 1811,35 fkm-be tervezett

fenékküszöböt kishajó zsilippel egészíti ki, a hajóknak a mellékág rendszerből a főmederbe való kijutásának biztosítása érdekében.

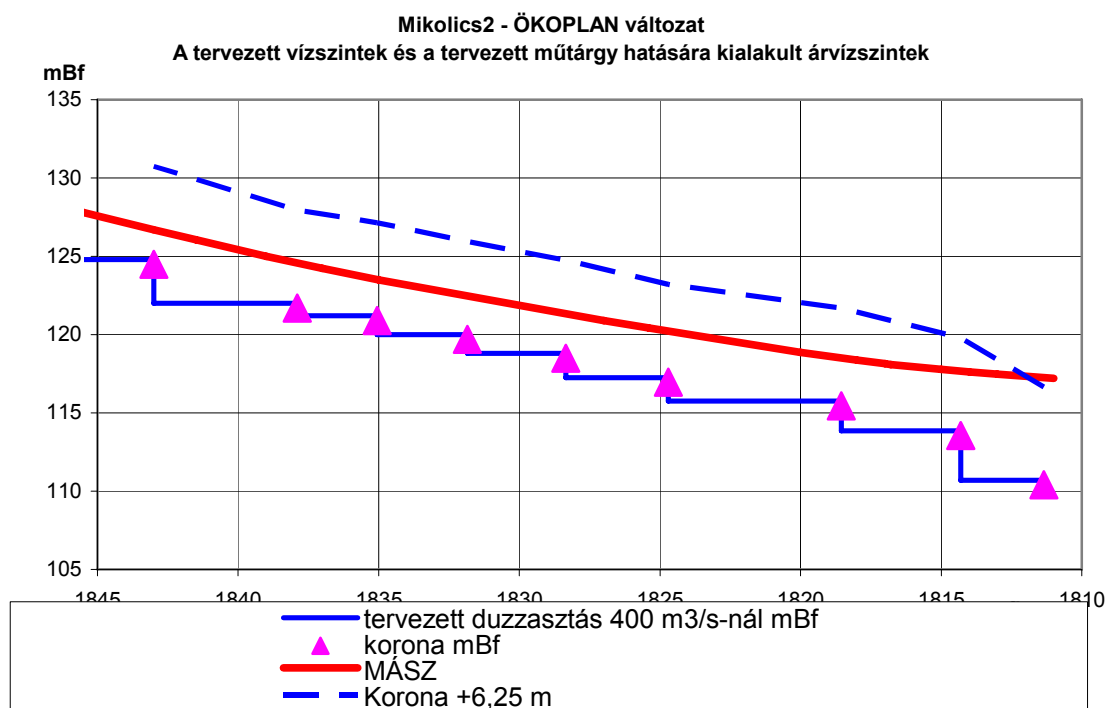
A küszöbszint megállapításakor a terv már a ténylegesen átadott vízhozamokkal számol, nyári időszakban 400, téli időszakban 200 m³/s érkező vízhozamot vesz figyelembe a főmederben. Egyszerű bukóképlettel ellenőrizve a számítást megállapítható, hogy a vízdinamikát ezzel a megoldással igen szűk határok között lehet biztosítani.

$$\text{A bukóképlet} \quad Q = m_0 \cdot B \cdot (2 \cdot 9,81)^{1/2} \cdot H^{3/2}$$

Ahol: Q=átbukó (rendelkezésre álló) vízhozam
 m_0 = tényező a tapasztalatok szerint =0,41
 B= a víztükörszélesség, ez esetünkben minimum 250 m
 H= a bukó felett kialakult vízoszlop

Ha a számítást elvégezzük, azt kapjuk, hogy a 200 m³/s vízhozam esetén 58 cm víz borítja a bukókoronát, míg 400 m³/s érkező vízhozam esetén 92 cm, vagyis az elérhető vízdinamika mindössze 34 cm. Ha a bukó ferdén épül meg, akkor a kialakuló vízoszlop magassága még kisebb, tehát a vízdinamika lehetősége is csökken. Mivel az átadott vízhozam egy jelentős része a bukót kikerülve a mellékágakon folyik le a kialakuló vízdinamika a számítottnál kisebb lesz.

Az 1%-os árvízi hozam ezen a szakaszon, figyelembe véve a bösi vízerőmű 2800 m³/s-os vízemésztését 7100 m³/s. Feltételezve, hogy a vízhozam 2/3-át a főmeder szállítja, a fenti számítást elvégezve azt az eredményt kapjuk, hogy 6,25 m-el magasabban vonul le az árvízszint, mint a bukókorona.



Ha feltételezzük, hogy tartani lehet a mértékadó árvízszintet, akkor pedig az az eredmény születik, hogy 5-5.500 m³/s víztömeget a hullámtérnek kell levezetnie,

vagyis közel háromszorosát annak, amit a főmeder a küszöbök visszaduzzasztó hatása miatt szállítani képes.

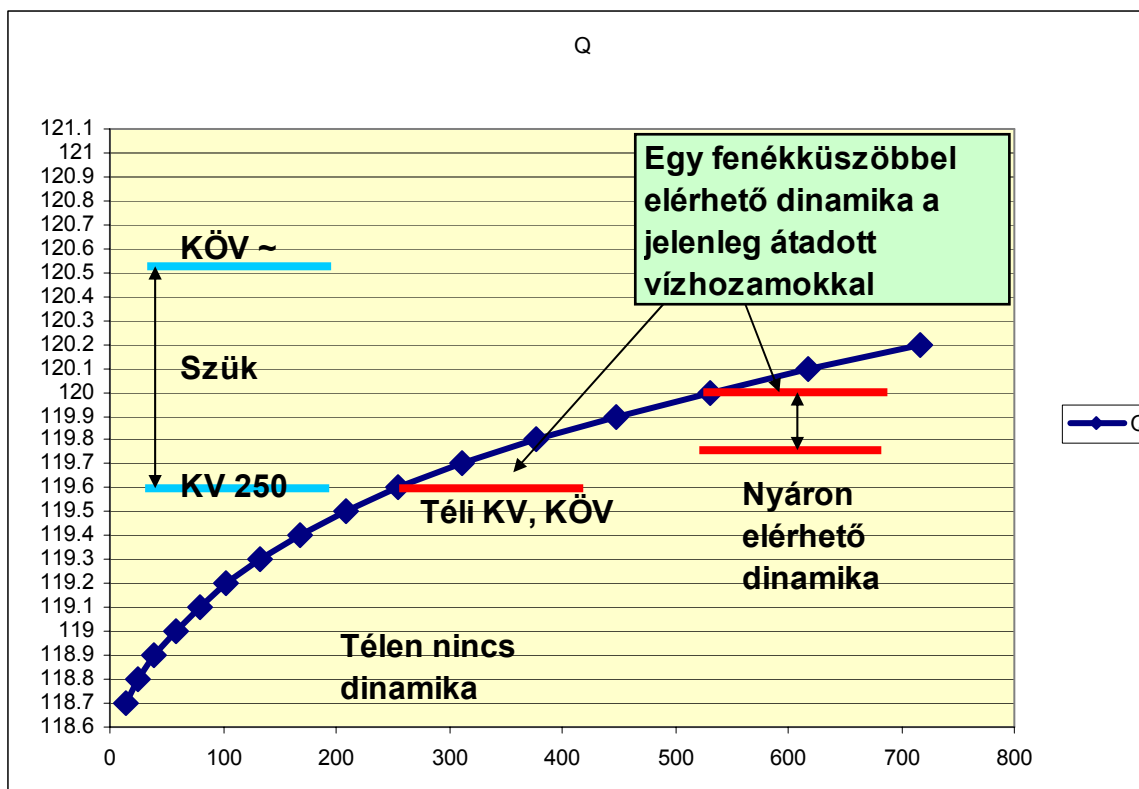
Ezek a nagyon egyszerű számítások rámutattak arra, hogy bár a terv jól határozta meg azokat a pontokat, ahol a vízszintemelés kívánatos lenne, a műtárgy típusát nem szerencsésen választotta meg, mert ez a megoldás az árvízi biztonság fontos kritériumát és az igényelt vízdinamikát nem teljesíti.

Árvízlevezetési szempontból nyilvánvaló, hogy minél nagyobb a rendelkezésre álló keresztmetszvény terület, annál alacsonyabb a kialakuló vízszint, hiszen

$$Q = F \cdot v$$

ahol F a nedvesített keresztmetszvény, v=a kialakult sebesség. Tehát, ha csökkentjük a meder keresztmetszvényét, adott esetben egy magas küszöbű műtárggyal vagy a meder feltöltésével, a víz a hiányzó területet csak felfelé tudja pótolni, vagyis emelkednek a vízszintek. Ha nagyobb területet biztosítunk, adott esetben egy csak árvizek esetén nyitva tartott műtárggyal, akkor a nedvesített keresztmetszvényt növeljük, vagyis segítjük az árvizek levonulását. Ez az összefüggés jól használható, ha az árvizeket kell levezetni.

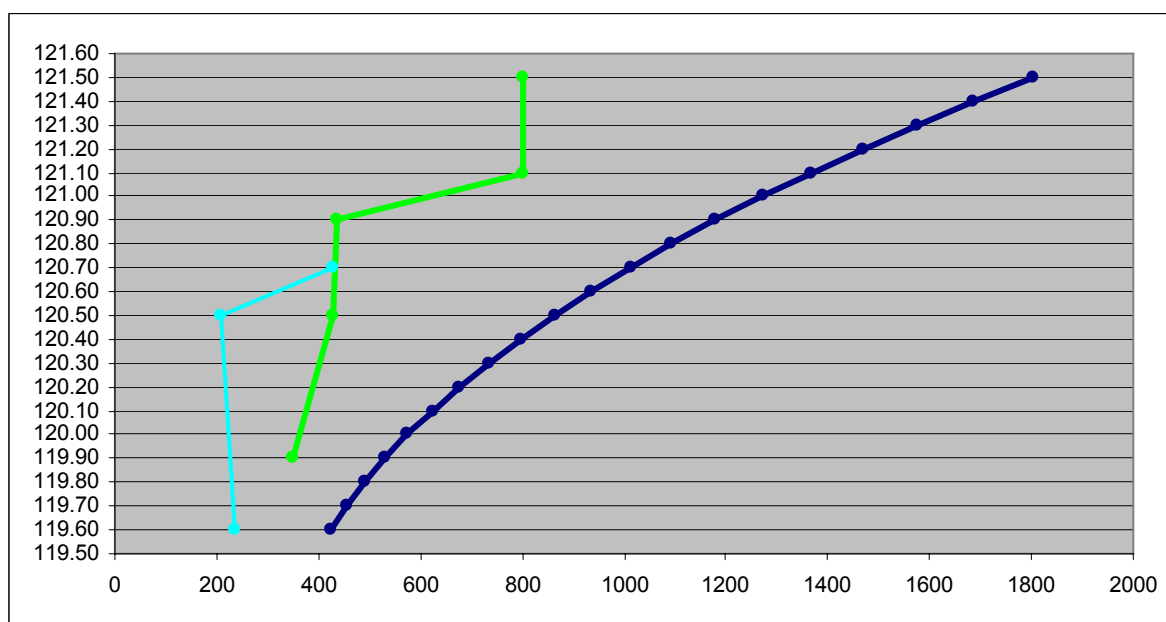
Visszanyúlva a bukóképlethez pedig azt tapasztaljuk, hogy minél kisebb a víztükör szélessége, annál nagyobb a vízoszlop magassága a bukó felett. Ez részben a vízdinamikát segíti, részben pedig az árvízlevezetést, hiszen az ökológiai okok miatt igényelt vízszint alacsonyabb koronaszint mellett is biztosítható. Feltétel még, hogy a hossz-irányú átjárhatóság is biztosítva legyen, ezt a biológusok bukó esetén 1 m körüli vízborítással határozták meg.



Egy fenékküszöbvel elérhető dinamika

A fenti tényezők számbavétele már adta a megoldást: nyitható szerkezettel és összetett bukóprofilal rendelkező műtárgyat kell kialakítani.

A nyitható elemek, vagyis az árvízkapuk minimális szélességét az előzetes számítások 80 m körül határozták meg. (Fel szeretnénk hívni a figyelmet arra, hogy ezek a számítások csak jól közelítő becslések, a műtárgy pontos méreteit pontos számításokkal alá kell támasztani és az így kapott eredményeket lehetőleg modellezni kell a műtárgyvizsgálatoknál használatos üvegcsatornában is.) Ezzel az értékkel már csökkenthető a tervezett bukó koronaszélessége. Azonban még ez a bukókorona is túl széles, ezért célszerű egy 20 m-es szakaszon 1 m-el lesüllyeszteni a koronát, hogy az 1 m-es igényelt vízborítás minden esetben rendelkezésre álljon. Ezzel a megoldással már biztosítható a kívánatos vízszint, a nyitható elemek szabályozást is betölthetnek, tehát megoldható a vízdinamika és megoldott a hossz-irányú átjárhatóság. Ha ilyen típusú a műtárgyakat kellő sűrűségben helyezük el, a kishajó-forgalom biztosítható a mellékágrendszerben. (A legalsó fenékküszöb esetében ekkor is szükséges kishajó zsilip megépítése). Ugyanakkor a nagyszámú műtárgyak egymásra hatása árvízkor visszaduzzasztást okozhat, ez azonban az árvízkapuk méretének növelésével ellensúlyozható.



A vízdinamika lehetőségének változása a nyitható elemek hatására

És most kell visszaemlékeznünk arra, hogy ez a megoldás az eredeti elgondolásban gazdasági megfontolások miatt szóba sem jöhetett, mivel az árvízkapukkal kiegészített fenékküszöbök kialakítása költséges.

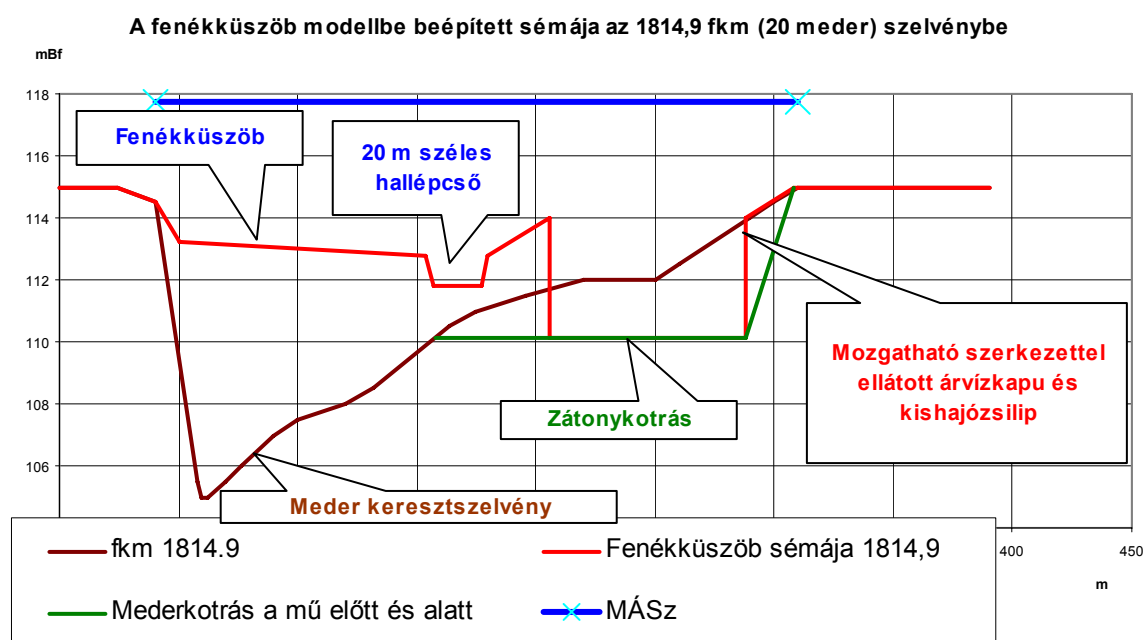
Tehát számítani kell arra, hogy egyszerre a 8 műtárgy gazdasági megfontolások miatt nem valósulhat meg, ezért ki kell választani azokat a műtárgyakat, melyek a legnagyobb hatékonysággal orvosolják Szigetköz gondjait, vagyis prioritást – építési sorrendet - kell felállítani. Ez viszont azt jelenti, hogy a kishajó-forgalom biztosítása a teljes kiépítettségig vagy nem biztosítható, vagy az árvízkapu egyik nyílását a kishajó-forgalom lebonyolítására is alkalmassá kell tenni.

Ez a megfontolás eredményezte a javasolt műtárgytípus végleges formáját, melynek részei:

- 3*24 m széles, mozgatható, nyitható árvízkapu (árvízi biztonság, jég levezetés és vízdinamika)
- 10 m széles, az árvízlevezetésben is részt vevő kishajó-zsilip (kishajó-forgalom biztosítása)
- fenékküszöb (Referencia időszak vízszintjeinek biztosítása)
- 20 m széles, a fenékküszöb tervezett koronaszintje alatt 1 m-el alacsonyabb hallépcső. (hossz-irányú átjárhatóság)

A kishajó-zsilipre – a legalsó kivételével - a már teljes kiépítettséget biztosító műtárgyaknál nem lesz szükség, de ellenőrizni kell, hogy ezt a nyitható, árvízlevezetést is szolgáló műtárgyrészt nem kell-e helyettesíteni további árvízkapuval az árvízi biztonság érdekében.

A műtárgy részei tehát már kialakultak, további kérdés volt a gazdaságos megvalósíthatóság.



A tapasztalatok azt mutatták, hogy egy kőből készült fenékküszöb megvalósítása, ha jól van előkészítve és megfelelő mennyiségű munkaeszköz áll rendelkezésre, nem időigényes. Ugyanakkor, szintén a tapasztalatok szerint, egy mozgatható szerkezettel ellátott árvízkapu kialakítása hosszabb időt vesz igénybe. Ha az árvízkaput a legmélyebb mederrészen alakítjuk ki, mesterséges mederben kell megoldani a főmeder vízforgalmát, árvízi levezető-képességének megőrzését, továbbá a tervezett műtárgy, építésre alkalmas környezetének kialakítása is jelentős költséget emészt fel. (részfalal körülrárt víztelenített munkagödör kialakítása szükséges) Célszerű lenne ezért az árvízkapukat a jelenleg jellemző alacsony kisvízszintek miatt szárazon álló zátonyokon felépíteni. Kérdés volt, hogy ezek a területek milyen arányban vesznek

részt az árvízlevezetésben, hiszen egy ilyen műtárgy nyilvánvalóan akkor hatékony, ha a tervezett területeken jelentős sebességek alakulnak ki, tehát a vízemésztés is jelentős.

Árhullámok idején az élet védelme miatt vízsebességet (v) ezeken a területeken nem tudunk mérni. Korábbi kutatások azonban már bizonyították, hogy a görgetett hordalék mozgása árvizek idején pont a zátonyokon a legintenzívebb és ismert, hogy a görgetett hordalék mozgása négyzetesen arányos a kialakult sebességgel. Továbbá kutatások azt is igazolták, hogy a kanyarulati sugár egyenes arányban nő a víztükörszélességgel, ami árhullámok idején megnövekedik, tehát a kisvízi és az árvízi sodorvonal nem fedi egymást. Ezeket a tapasztalatok is alátámasztják. Természetes állapotban ezekről a zátonyokról az évente visszatérő árhullám lemossa az iszapot, felszaggatja és átrendezi a fedőréteget, így lehetetlenné teszi, hogy a durva kavicsra a növényzet megtelepedjen. Lebegtetett hordalékából csak a folyó partján épít övzátonyt, tölti a csendesebb víztereket és a hullámteret. Ugyanakkor a zátony meder felőli oldalán durva hordalékát rakja le (ott kisebb a sebesség, nincs ereje szállítani) ezért figyelhető meg, hogy egy-egy árhullám után a kialakult zátonyok magassága nem, csak szélessége növekedik. A folyó egyrészt így őrzi meg nagyvízi levezető-képességét, másrészt így fokozza kanyargási hajlamát, hiszen a növekvő zátony a másik part alá szorítja a kisvizet, melyet az alámos. Ez a természetes kanyarfejlődés folyamata.

De a fentiek magyarázzák ez elmúlt évek árvízszintjeinek gyors emelkedését is. A zátonyokon megtelepedett növényzet, vagyis a kavicsra is megtelepedni képes fűznyár, melyet nem takarított már el az évenként visszatérő árhullám a zátonyokról, úgy megerősödött és olyan mértékben lelassította a ritkán érkező árhullámot, hogy hordalékát már a zátonyokon is lerakta. Így a folyamat, az iszapban rejlő kitűnő tápérték miatt (ld.: Egyiptom, Nílus áradása) öngerjesztővé vált. Az egyre sűrűbb erdők egyre kisebb árvízlevezető képességet eredményeztek, az iszaplerakódás fokozódik. A főmeder partélei között megtelepedett erdők pont azon a területen lassították le a vízmozgást, ahol korábban a legmagasabb sebességek alakultak ki.

Alsó-Szigetköz hullámterein a vízpótlás hiányában kiszáradt mederfenékeken megtelepedett növényzet szintén lelassította a hullámtér mellékágaiban árhullámok esetén kialakuló vízmozgást, tehát a folyó ezeket a medreket is elkezdte tölteni, iszapjával a tápanyag utánpótlást biztosítani. Tehát itt is folyamatosan ront saját árvízlevezető képességén. Az egyensúly megbomlott, melyet a tervezett rehabilitáció során helyre kell állítani.

Ezen kis kitérő után, de a fentiek tanulsága alapján feltételezhető, hogy a nagyvízi sodorvonal, vagyis a legnagyobb sebességeket összekötő vonal pont a főmedri zátonyok felett haladna, ezért a tervezett műtárgy vízemésztése a gazdaságosabb kivitelezés mellett is várhatóan jó hatásokkal rendelkezik, feltéve, ha előtte gondoskodunk a zátonyok letisztításáról.

A számítások ismételten aláhúzták, hogy árvizek esetén a főmederben elhelyezett fenékküszöbök még az árvízkapuk ellenére is fokozottabb szerepvállalásra kötelezik a hullámteret. A fentiek alapján tehát a műtárgyak helykiválasztásánál ügyelni kell arra, hogy a műtárgy környezetében jól szállító, az árvízi sodorvonalba illeszkedő

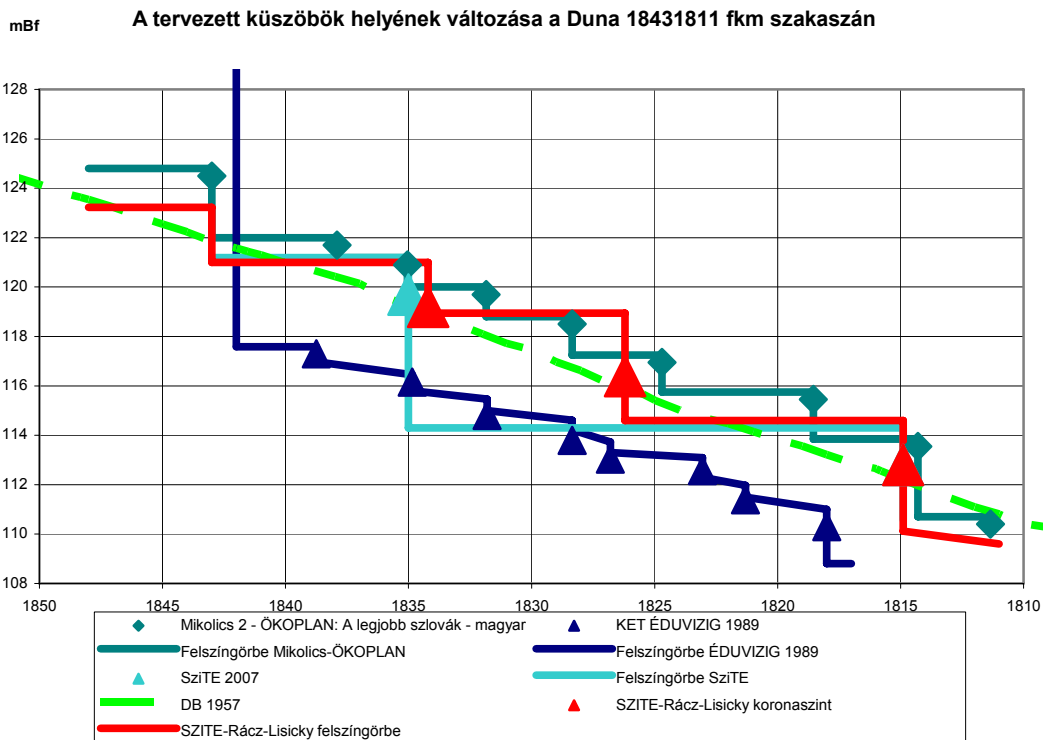
hullámtéri mellékág legyen. A főág vízszintemelő hatásának köszönhetően ezek a mellékágak ugyanis rányithatók a főágra és ezzel az ökológiai kapcsolat helyreállításán túl árvízlevezető képességük is növekedik. Szükséges lehet továbbá, a fenékküszöb környezetében, hullámtéri levezető sáv kialakítására, lehetőleg rétlejelőhasznosítással.

Megvitatva a fentieket a javaslattevők között az alábbi megegyezés született:

- A SZITE figyelembe veszi az ökológusok által (ÖKOPLAN és Lisicky professzor) meghatározott, a fonatos ágrendszerre jellemző összefüggéseket és a műtárgyak javasolt helyszíneit úgy határozza meg, hogy az ennek helyreállítását szolgálja.
- Az ÖKOPLAN elfogadja a javasolt műtárgytípust a vízdinamika biztosítása és az árvízi biztonság érdekében
- Az ÖKOPLAN és a SZITE számol azzal, hogy a teljes kiépítettség hosszabb időt vesz igénybe, ezért közösen határozzák meg a legfontosabb műtárgyakat, melyekre ráépülhet a teljes rendszer.
- Mind a SZITE, mind az ÖKOPLAN elfogadja Kováts Zoltán javaslatát, miszerint a főmeder teljes szelvényének vízborításával gátolni kell a növényzet ismételt megtelepedését a főmederben. Ennek biztosítása érdekében a zátonyokat meg kell tisztítani és az elmúlt évek során lerakódott iszapot olyan szintig kell eltávolítani, hogy a zátonyok 0,8-1,0 m-es vízborítása a vízszintemelés után biztosított legyen.

A SZITE a gazdaságosságot szem előtt tartva az egyeztetések előtt 2 fenékküszöb megépítését javasolta. Egyet az 1814,9 fkm szelvénybe, ezzel az ÖKOPLAN is egyetértett, míg a másikat az 1835 fkm szelvénybe. Ekkor viszont a főmederben nagyon hosszú szakaszon, az 1825-1835 fkm szelvények között a kialakult vízszintek nem érik el a referencia-időszak vízszintjeit. Ez azon túl, hogy lehetetlenné teszi a főág-mellékág kapcsolat helyreállítását Közép-Szigetközben (Bodaki ágrendszer) az árvízlevezetés biztonsága érdekében jelentős, évenként visszatérő mederfenntartási költségeket eredményez, hiszen évről-évre le kell tisztítani a zátonyokat, mivel vízborításuk nem megoldott.

Felmerült, hogy a második küszöböt lejjebb, az 1831 fkm szelvényben kerüljön kialakításra, de még ekkor is 5 km hosszú szakaszon megoldatlan a főmeder sorsa. Bár megnyithatóvá válna a Denkpáli torok, de itt már jelenleg is jól működő hallépcső található. Tehát olyan ponton javít csak az átjárhatóságon, ahol az már alacsonyabb szinten ugyan, de biztosított, ugyanakkor továbbra sem megoldott a Közép-Szigetköz élő kapcsolata főmederrel. Ezért a SZITE módosított eredeti elképzelésén és a továbbiakban 3 fenékküszöböt javasolt, az 1814,9 – 1828,2 -1834,2 fkm szelvényekben. Ezzel már jobban követhető a referencia-időszak vízszintje a főmederben és legalább egy ponton minden ágrendszerben megoldható az élő kapcsolat helyreállítása úgy a bal, mint a jobb parton is.



Az ÖKOPLAN a SZITE javaslatát további műtárgyakkal egészítette ki az 1819-1831-1838,4 fkm szelvényekben. Ezek a műtárgyak már nem rendelkeznek kishajózsilippel, mert ezek vízszintemelítő hatására a főág-mellékág kapcsolat minden ponton helyreállítható, tehát ez a műtárgyrész szükségtelen. A szapi torok alatt várható további kisvízszint-süllyedések miatt a rehabilitálandó szakasz utolsó műtárgyáról nem született döntés, mert annak helye, szerepe egyelőre a torkolatban várható vízszint ismeretének hiányában tisztázatlan.

Mindhárom javaslattevő elfogadta ugyanakkor az eredeti KET-ben szereplő javaslatot és számolt a Bagaméri ágvég lezárásával, de a műtárgyat a hossz-irányú átjárhatóság biztosításának érdekében 15 m széles hallépcsővel egészítették ki.

A szakértők tisztában voltak azzal, hogy a főmederben elhelyezett keresztirányú művek megemelhetik az árvízszinteket. Ezért a káros vízszintemelkedés ellensúlyozására a modellkísérletek során az alábbi megoldások alkalmazási lehetőségeinek vizsgálatát kérték fontossági sorrendben:

- a főmederben a szükségtelen keresztirányú szabályozási művek elbontása
- A főmeder zátonyain a kisvízszint süllyedés hatására megtelepült növényzet és a lerakódott iszapréteg eltávolítása
- A főmeder melletti jégleeresztő sáv letisztítása és eredeti szintre történő lekotrása, ami gyakorlatilag a főmeder árvízi szelvényének helyreállítását jelenti.
- Árvízi szabadon hagyandó sávok kialakítását, mely gyakorlatilag a gyeplegelő művelés helyreállítását irányozza elő az árvízlevezetés számára legfontosabb területeken.

- A mellékágakban lerakódott iszap eltávolításával az 1970-es éveket jellemző mederszelvények helyreállítása
- A mellékágrendszer keresztirányú műveinek átjárható és megfelelő vízpótlást biztosító átalakítása
- Az árvízvédelmi töltések megemelése ott, ahol az árvízszint csökkentése a fenti beavatkozásokkal nem oldható meg.

6 A közös elemeket tartalmazó Ökológiai – hidrológiai rehabilitációs megoldások árvízi ellenőrzése, értékelése az 1D hidrodinamikai modellezés és fizikai kisminta modellezés eredményeinek alkalmazásával.

A megoldási javaslatok vizsgálatára numerikus és fizikai modellkísérletek alkalmazásával volt módunk. A fizikai modellvizsgálat (kisminta-kísérlet) a dunaszigeti Ökoparkban létesített kisminta-kísérleti telepen történt. A numerikus modellezéshez a HEC-RAS egy 1-dimenziós hidrodinamikai modellező rendszert alkalmaztuk.

A kisminta-vizsgálat során a teljes szigetközi folyószakaszt két részletben vizsgáltuk. A modell-láda méretéhez szabott lehetőségekhez igazodva az alsó, Dunaremete-Medve közötti terület 1:500/100 méretarányban, a felső, Dunakiliti-Dunaremete közti szakasz pedig 1:700/100 méretarányban került beépítésre. A numerikus vizsgálatok modell-területe a Duna Rajka-Komárom közötti szakasza volt.

A modellek kalibrálása a szigetközi szakaszon az eddig legnagyobb szinten levonuló 2002 augusztusi árhullámra, a változatok hatásának vizsgálata pedig az árvízvédelmi gyakorlatban mértékadó 1%-os előfordulási valószínűségű (statisztikailag meghatározott) vízhozamra történt.

A kisminta háromdimenziós leképezése a vizsgált folyószakasznak, s ezzel a vizsgált műszaki beavatkozások hatására kialakuló tendenciák térbeli elemzését teszi lehetővé, a vízszintváltozások számszerűsítésével. Az 1:700/100 méretarányú vizsgálat csak becslésre alkalmas. A numerikus vizsgálatok viszont számítási egységenként egy jellemző paramétert határoznak meg, ami egydimenziós esetben keresztshelvényenként egy átlagértéket (vízállást, vízhozamot, vízsebességet) jelent. Ennek megfelelően az 1D-s vizsgálat a beépített műtárgyaknak a környező shelvényekben a folyó átlagos vízszintjére, átlagos vízhozamára, átlagsebességére gyakorolt hatását tudjuk vizsgálni. A Szigetköz esetén – a fonatos mellékágrendszer, az összetett területhasználat miatt – az ilyen mélységű vizsgálat várhatóan nem ad kellő pontosságú, számszerűsíthető eredményt. A shelvényenkénti átlagérték nem ad lehetőséget a beépített műtárgyak fő áramlási irányra merőlegesen kiterjedő hatásának vizsgálatára, a megváltozott áramlási irányok, az ágak, hullámtéri területek vízszállítás-arányában bekövetkező változás, esetlegesen kialakuló vízszintkülönbségek kimutatására.

A Szigetközhöz hasonló összetett vízrendszerben a jelen tanulmányban megfogalmazott beavatkozások összetett (kis- és nagyvízi) vizsgálatához a 2 dimenziós modellezést lenne szükséges.

6.1 Fizikai modellkísérlet

A fizikai kisminta kísérletek részletes összefoglalója megtalálható a Fizikai kisminta kísérletek – Záródokumentáció című dokumentációban, a modellkísérletek részletes ismertetését ebben a dokumentációban nem tartjuk indokoltnak.



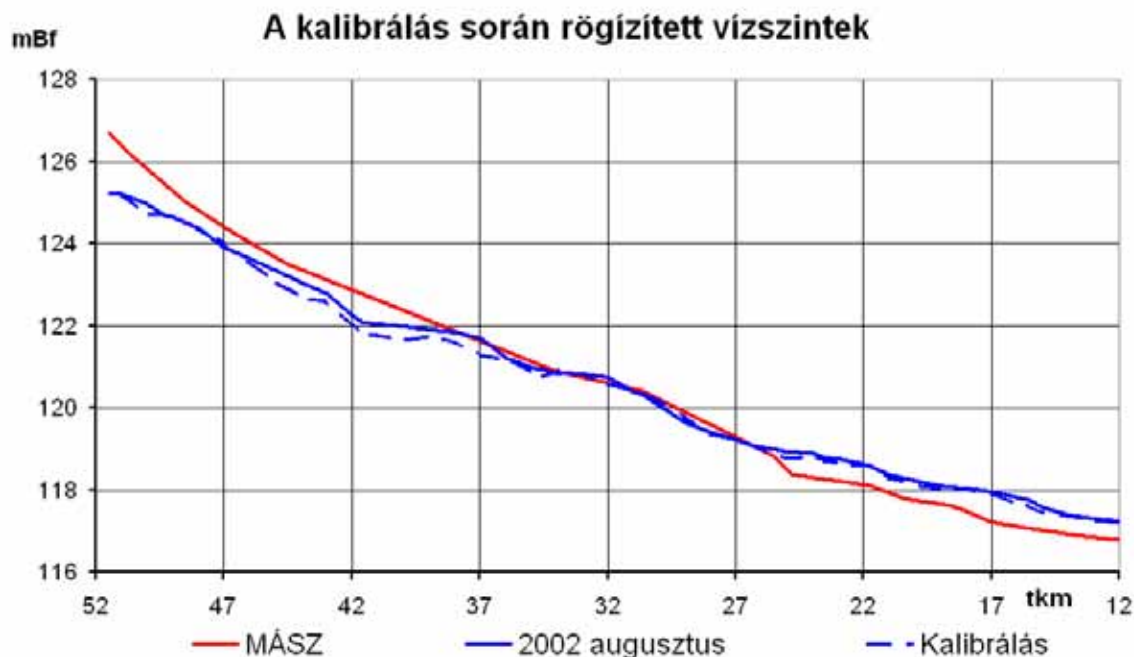
A fizikai modell építése

A modell a **2002 évi mederfelmérés** adatait használta fel, a keresztmetsvények mérési sűrűsége 100 m volt. A **hullámtér felmérése is 2002-ben** készült, a szelvénytávolság 1 km volt. A modellezett területen található műtárgyak a Szigetközi hullámtéri vízpótló üzemeltetéséhez készült létesítményjegyzék szerint kerültek beépítésre. A főmederben található sarkantyúk helyszínrajzi elrendezése a Duna 1848-1708 fkm szakaszáról készült digitális térkép, magassági elrendezése az 1997-ben végzett felmérés szerint készült el.

Jelen dokumentációban a „Mellékletek”-ben a modellkísérletek minden változatának rögzített felszíngörbéi a „Vízszintrögzítések”, helyszínrajzi elrendezései a „Rajzok” fejezetben található meg.

A kisminta-kísérlet során a rehabilitációs javaslatokat két részletben vizsgáltuk. Elsőként a Dunaremete-Medve közötti terület kerül beépítésre 1:500/100, majd a Dunakiliti-Dunaremete közti szakasz 1:700/100 méretarányban.

A kalibrálást mindkét esetben a 2002 augusztusi árhullám tetőző értékeinek alapján végeztük el. A felső szakaszon a modell méretaránya miatt kisvízi kalibrálás nem történt. Az alsó szakaszon a kalibrációhoz a 2003.07.07.-i kisvízi vízszintrögzítés adatait használtuk fel.



6.1.1 Dunaremete – Medve közötti folyószakasz kisminta-vizsgálata

A folyószakasz kalibrálásához, valamint a tervezési változatok hatásának vizsgálatához az alábbi peremfeltételeket alkalmaztuk:

Peremfeltételek	Kisvíz vizsgálata	2002 aug árhullám tetőzés	1%-os Bőssel jelenlegi állapotra	1%-os Bőssel MÁSZ
főmeder $Q=m^3/s$	407	6130	7100	7100
alvízcsatorna $Q(m^3/s)$	546	3080	2800	2800
Doborgaz $Q=m^3/s$	30	0	0	0
Sorjás bukó $Q=m^3/s$	46.7	0	0	0
vízállás Medvei híd mBf	108.80			
Vízállás 12+000 tkm mBf		117.238	117.600	116.780

A kisvízi kalibráció során a vízszintek az 1825-1819 fkm szelvények között magasabban alakultak ki a természetben mért értékeknél, ennek feltehető oka, hogy a modell alapját képező mederfelmérés a 2002. augusztusi árhullám előtt történt, míg a felhasznált vízszintrögzítésre az árhullámok követő évben került sor. A modellkísérletek során az árhullám vizsgálatokor ezen a szakaszon jelentős medereróziót tapasztaltunk. A mederanyag bearányosítása nem történt meg, de a mederváltozások tendenciája a modellben jól kimutatható.