

## Az újjászülető Szigetköz

Jakus György<sup>1</sup>, Kertész József<sup>2</sup>, Mohácsiné Simon Gabriella<sup>2</sup>, Pannonhalmi Miklós<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Országos Vízügyi Főigazgatóság (e-mail: jakus.gyorgy@ovf.hu)

<sup>2</sup> Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság

DOI: 10.59258/hk.14994



### Kivonat

A mai Magyarország területének negyedén a vízpótlás és a vízáteremtés teremti meg az emberi területhasználatok és a természeti értékek megőrzéséhez, újrateremtéséhez szükséges feltételeket. A Szigetközben történt beavatkozások igazolják, hogy vízpótlásokkal a kialakult vízgazdálkodási problémákat meg lehet oldani és így természeti környezet újrateremtése megvalósítható. Az érintett területekre juttatott megfelelő hozamú és minőségű víz gravitációs elvezetése és a szabályozhatóság megteremtése képes a szükséges vízállapotokat előállítani és egy térségi revitalizációt megvalósítani. A Szap alatti szakaszon a folyómeder süllyedésének problémája egy megoldásra váró, nagyon komoly szakmai feladat, amely Magyarország és Szlovákia együttműködését igényli. Itt csak egy Dunai alsó vízlépcső (Nagyymaros vagy Pilismarót) duzzasztása lehet a megoldás.

### Kulcsszavak

Szigetköz, Duna, Mosoni-Duna, hullámtér, Bős-Nagymarosi Vízlépcsőrendszer, gravitációs vízpótlás, vízpótló-rendszer, mellékág-rendszerek, revitalizáció, fenékküszöb.

## The rebirthing Szigetköz (Hungary)

### Abstract

In a quarter of the territory of today's Hungary, water supplement and water relocation create the necessary conditions for preserving and re-creating human land uses and natural values. The interventions, that took place on the Szigetköz prove that water relocation can be used to solve the water management problems and thus, the natural environment can be rebirthed. The gravity draining of water of suitable yield and quality delivered to the affected areas and the creation of controllability can produce the necessary water conditions and realize a regional revitalization. The incision problem of the riverbed in the section below Szap is a very serious professional task to be solved, that requires the cooperation of Hungary and Slovakia. According to current knowledge, the only solution here would be the implementation of a barrage on the Lower Danube (Nagyymaros or Pilismarót).

### Keywords

Szigetköz, Danube, Mosoni-Danube, foreshore, Gabčíkovo-Nagyymaros Water Barrage Scheme, gravity water supplement, water supplement scheme, tributary systems, revitalization, bottom threshold.

### BEVEZETÉS

Szigetköz Európa legnagyobb hordalékkúpján, Magyarországon északnyugati részén, a Kisalföldet északról határolva helyezkedik el. A Győri medencének a Duna és a Mosoni-Duna által határolt kistája. Területe: 375 km<sup>2</sup>, hossza 52,5 km, szélessége átlagosan 6-8 km. A lejtési viszonyok alapján két részre – Felső- és Alsó-Szigetközre – osztható fel. Tengerszint feletti magassága 110 m-től 125 m-ig változik. A megnevezés találon jellemzi fizikai, földrajzi arculatát, hiszen egész területe mozaikszerűen folyómedrek, erek, holtágak szabdalta szigetekből tevődik össze.

A Duna elterelése után kiépített vízpótlási rendszerek üzeme 30 éves tapasztalattal rendelkezik. Az így szerzett tudás, valamint a működést folyamatosan figyelő monitoring elemek adatai alapján egyértelműen rögzíthető, hogy:

- A vízpótlások át tudták venni a Duna térségi vízjárásra gyakorolt szabályozó szerepét. A mellékágak és a mentett oldali vízpótlások szabályozott módon egy korábbi természetes állapotot szimulálnak, így a teljes Szigetközben – kivéve a Duna régi főmedre – az 50-es évekre jellemző vízviszonyok állnak elő. Vizes élőhelyek sokaságának rehabilitálása valósult meg, új kiemelkedő értékű vizes élőhelyek gazdagítják a Szigetköz világát. A terület kiemelt természetvédelmi területi értékekkel rendelkezik.

- A vízpótlások tapasztalata, hogy kis vízmennyiséggel és tudatos – talajfelszínhez igazodó – lépcsőzéssel a korábbi természetes állapot helyreállítható és szabályozottan működtethető.

- Bár a vízpótló-rendszerek és a torkolati mű létrehozásának elsődleges célja a mentett oldali és a hullámtéri ágrendszerek rehabilitációja volt, ám pozitív hatást tapasztaltunk a talajvíz állapotának alakulásában is. A művek a kisvízi dunai vízállapotok idején is magasabban tartják a talajvízszinteket, valamint szerepük van a talajvízszint ingadozás mérséklésében és jelentős mértékben hozzájárulnak a talajvízkészlet Szigetközben tartásához (ÉDUVIZIG 2023).

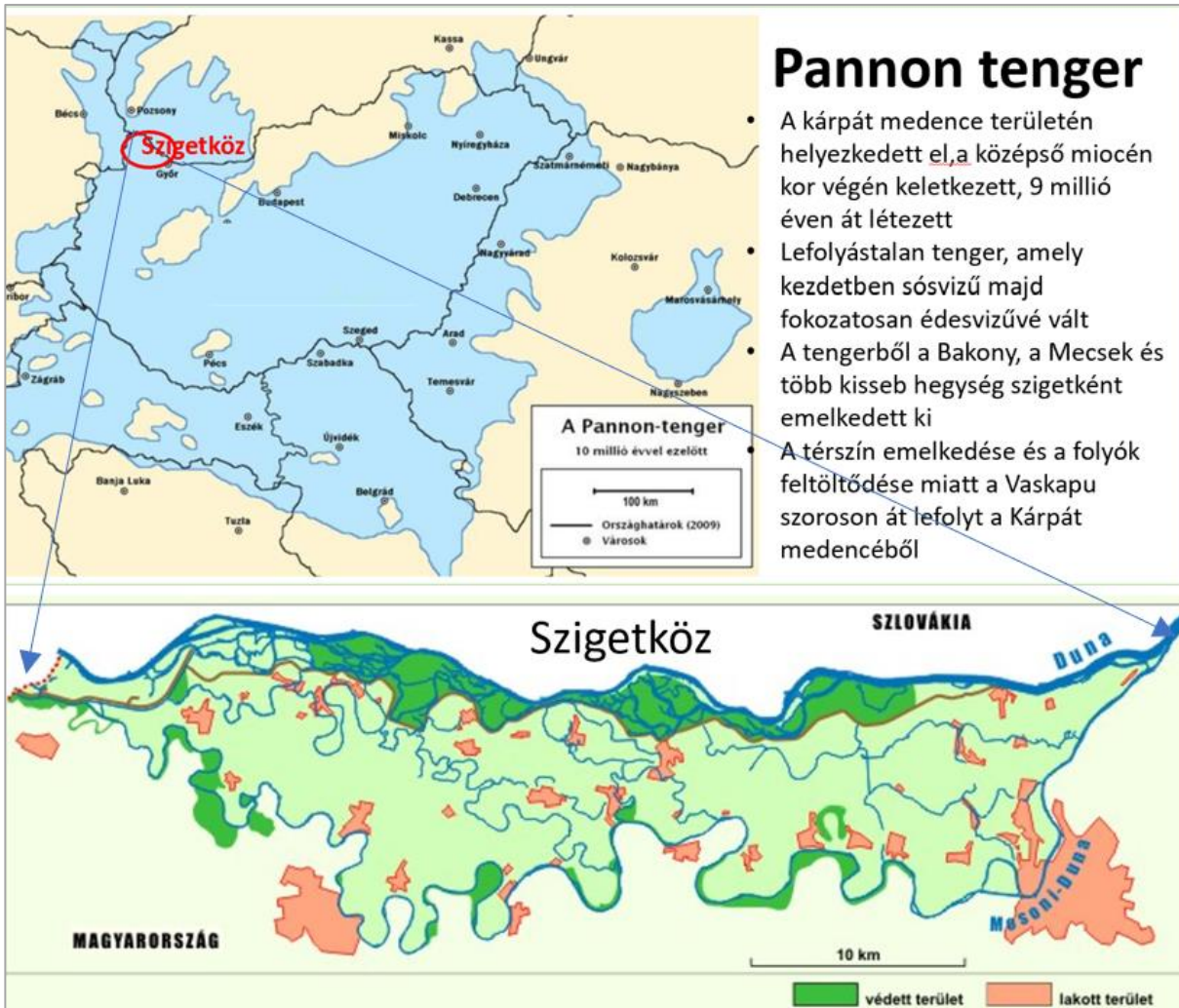
A közlemény a Szigetköz történetén és környezeti állapotának változásán keresztül mutatja be azt az egész vízrendszerre kiterjedő példaértékű revitalizációt, mely világorökség szintű mozaikos vizes élőhely rendszereket teremtett, jó például szolgálva a pusztuló Gemenc számára is.

### SZIGETKÖZ TÖRTÉNETE

A Szigetköz kialakulása a földtörténeti múltban 2,5-3 millió évvel ezelőtt, a harmad- és a negyedkor határánál kezdődött. Ekkor zúdult le a Pannon tenger elhagyott medencéjébe az Ós-Duna roppant víztömege (<https://hu.wikipedia.org/wiki/Szigetköz>). A síkságon szétterülő víz nem

tudta hordalékát tovább hurcolni, így egy részét lerakta, szigeteket, zátonyokat épített és közöttük ezernyi ágra szakadva folyt tovább. Az évmilliók során egy hatalmas – főként homokból és kavicsból álló – hordalékkúp

keletkezett, melynek vastagsága Lipót térségében a 400 m-t is meghaladja. Ennek a közepén fekszik a Nagy-Duna és a Mosoni-Duna határolta nagy sziget a Szigetköz (1. ábra).



1. ábra. Szigetközi táj (Digitális Képtár 2023, [http://www.szigetkoz.biz/honlap/bevezetes\\_tk.htm](http://www.szigetkoz.biz/honlap/bevezetes_tk.htm))  
Figure 1. Szigetköz landscape (Digitális Képtár 2023, [http://www.szigetkoz.biz/honlap/bevezetes\\_tk.htm](http://www.szigetkoz.biz/honlap/bevezetes_tk.htm))

A homokos kavicsrétegek felett átlagosan 1,5 m vastagságú igen nagy termőképességű fedőréteg található. Itt ősidóktól kezdve minden a víztől függött, a „nagy folyó”, a Duna épített és rombolt, éltetett és pusztított. Az ember korán letelepedett a vízben és vadban gazdag területen, mely a megélhetés mellett védelmet is nyújtott a kóborló hadakkal szemben. Kialakultak a tájhoz és az élővilághoz kapcsolódó ősi mesterségek, létrejött egy évszázadokig létező, ezernyi szállal összefonódó harmonikus kapcsolat az ember és a természet között.

A gyakori áradások, a mederváltozások és a partszaggatások állandó veszedelemet jelentettek az itt élők számára. Kezdeti fogva tartott a változó sikerrel zajló küzdelem a Duna és az ember között. A partvédő vesszőfonások és a kőhányások, valamint a falvakat védő töltések csökkentették ugyan az árvizek pusztítását, de a nagy áradások ellen nem nyújtottak biztonságot. A „nagy folyó” a 19. század végén szenvedte el első igazán súlyos vereségét egy, a térséget alapvetően megváltoztató emberi beavatkozás következményeként. Az 1886-1896 között elvégzett

folyamszabályozási és ármentesítő munkálatok során kialakult az árvizek kárai ellen védő egységes töltésrendszer, valamint a kőhányásokkal biztosított parti főmeder. A jelentős emberi beavatkozást jelentő munkálatok ezt a tájat két részre, vízjárta területre és mentett területre osztották. Az árvízvédelmi töltések kiépítésével a településeket az árvizek már nem önthették el, viszont a beszűkített mederben magasabb vízállások alakultak ki, így a töltések között számtalan mellékág és sziget került előtérbe. A töltéseken kívülre került mellékágakból holtágak lettek, melyek egy része napjainkra már feltöltődött. Megváltozott a Szigetköz, vagyis kialakult az áradásoktól védett úgynevezett mentett oldal, ahol megtalálható az ország bármely síkvidéki területére jellemző mezőgazdasági kultúra, valamint a korábbi mellékágakból képződött holtágrendszer, vagyis az egykori medrek helyét jelző – fával, náddal benőtt – lápos területek.

A Szigetközben található települések között egy sincs, amelyet az idők során ne pusztított volna el áradás vagy partszaggatás, amelyek igen nagy károkat okoztak és

szinte évről évre megváltoztatták a Duna-ágak képét. Az ármentesítő munkák következtében a települések védelme ugyan megoldódott, de az árvízszintek emelkedése továbbra is veszélyt jelentett. Idővel, a már kiépített árvízvédelmi rendszer több esetben is elégtelennek bizonyult. Az árvízszint emelkedés következtében 1954-ben az árvízvédelmi töltések átszakadtak, Szigetköz nagy része víz alá került. 1965-ben a hosszantartó ár hatására hatalmas területek a töltés alatti átszivárgás következtében kerültek elöntés alá és a Csalóközi oldalon (Szlovákia) pedig gátszakadás következett be. A nagy árvizek levonulása során az altalajon keresztül átszivárgó nagy mennyiségű víz okozta elöntések is megjelentek. A nagy árvizeket (1956, 1965) követően megerősítették a gátakat, kiépült a fakadóvizeket elvezető rendszer. Állami támogatással, társadalmi összefogással eltüntették a pusztító árvíz nyomait és a Szigetköz újjáépült.

A felszíni vízjáráshoz hasonlóan a vizek változásait követő felszín alatti vízmozgás is jelentősen befolyásolta a térségben élők életét. A felszín alatti intenzív vízmozgás oka az, hogy az altalajra jellemző pleisztocén homokos, kavicsos összlet lényegesen jobb vízvezető képességgel rendelkezik, mint a fekvését alkotó – homokos és agyagos rétegekből felépülő – felső-pannon üledékek. A pleisztocén kavicsos hordalék, mivel csak lencseszerű agyag betelepüléseket tartalmaz, hidraulikailag összefüggő rendszert alkot és nagy mennyiségű vizet tárol. Az összefüggő víz-záró réteg hiányában nem választható szét élesen a talajvíz és a rétegvíz. A kavicsos összletben található vízkészlet mintegy 30 m mélységig tekinthető talajvíznek, amire hatással vannak az időjárási viszonyok és ami közvetlen hidraulikai kapcsolatban áll a felszíni vízmozgásokkal.

A Szigetköz talajvízkészlete utánpótlódását részben a lehulló csapadékból, részben pedig a felszíni vízfolyásokból, főleg a Duna mederből a talajvíztartóba történő beszivárgásból kapta. Nagy mennyiségű víz érkezik felszín alatti áramlással a Duna felsőbb szakaszán beszivárgó vizekből, és részben a Parndorfi plató felől.

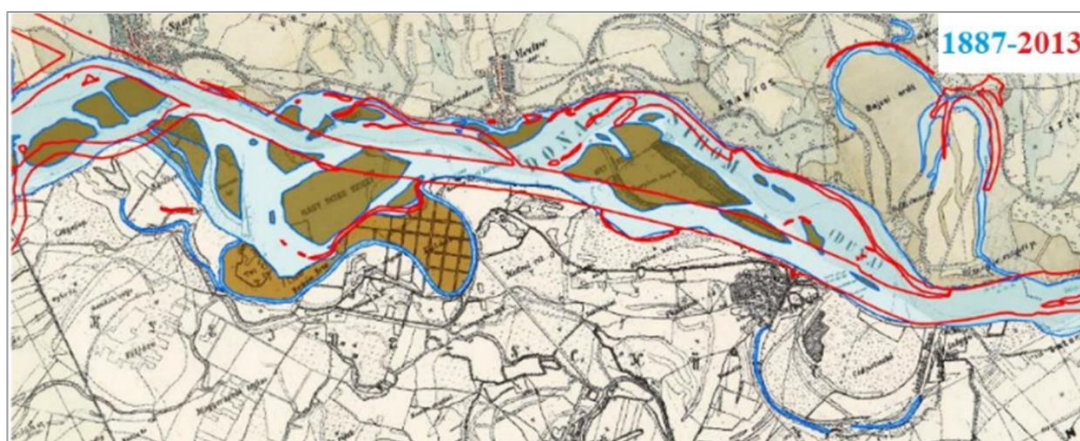
A talajvíz természetes áramlási iránya D-DK. Rajka-Bezenye-Hegyeshalom térségében az országhatár felől érkezik a felszín alatti áramlás. Fő iránya a Felső-Szigetköz felől az Alsó-Szigetköz felé mutat. A nagyvízes időszakokban viszont a Duna felől a Szigetköz felé áramlik a víz a teljes Duna szakaszon, míg a kisvízi dunai vízállapot esetén megfordul ez az áramlási irány és a Duna csapolja meg a talajvizet.

A Nagy-Duna medre és az árvízvédelmi töltés közötti mintegy 6 000 ha – az úgynevezett hullámtér – továbbra is közvetlenül a Duna vízjárása által befolyásolt terület maradt. Az egykori Szigetköz hangulatát tájképi karakterét itt találjuk meg, ahol még ma is ugyanúgy a víz az úr, mint a korábbi évezredek alatt. Az ősi táj az árvizektől mentesített területen csak néhány helyen – a Mosoni-Dunát kísérő keményfa ligetekben, a mocsarak és holtágak területén, a nedves réteken – maradt fenn.

### A DUNAI MELLÉKÁGAK ÁTALAKULÁSA

A térséget fenyegető árvizek elleni védelem jelentette az első nagy beavatkozást Szigetköz életébe. A 19. század végén azonban fontos tényezővé vált a Duna víziútként történő hasznosítása is. Az elvégzett folyamszabályozás során kőhányásokkal biztosított partú főmedret alakítottak ki. A mellékágak lezárásával megakadályozták a Dunán érkező vízhozamok szétterülését, így biztosítva a hajózás feltételeit. A folyamszabályozás lehetővé tette a mezőgazdasági fejlődést, így az állattartás mellett fokozódott a rendszeres talajművelés, növénytermesztés, kialakultak a sík területekre jellemző mezőgazdasági kultúrák.

A 19. századi szabályozások alapelve az volt, hogy a sok-sok egyforma nagyságú Dunaág közül kiválasztottak egyet és erre a mederre összpontosították a beavatkozásokat, a szabályozási munkákat. A szabályozáskor arra törekedtek, hogy ezen a széles hullámtéren (8-12 km) megfelelő módon lebonyolódhasson a hajózás, vagyis, hogy legyen egy olyan útvonal a hajók számára, amely megfelelő vízmélységet és szélességet biztosít (2. ábra).



2. ábra. Duna szabályozás előtt és után-összehasonlítás (Holubová és társai 2015)  
Figure 2. Comparison-before/after Danube regulation (Holubová et al. 2015)

Az emberi beavatkozások hatására a Duna felső szakaszról érkező görgetett hordalék jelentős része a kiépített főmederben maradt, csak viszonylag kis mennyiség kerülhetett a mellékágak rendszerébe. Az érkező hordalék, így évről-évre emelte a Duna főmedrének fenékszintjét.

A nagy volumenű felújítási munkák ellenére a feltöltődési folyamat nem szűnt meg, a zátonyvándorlás folytatódott, a hajózási viszonyok – a rendszeres nagymérvű gázlókotrás ellenére – nem javultak. Ezek a tapasztalatok arra késztették a Közös Műszaki Bizottságot, hogy a magyar-

országi Felső-Duna szabályozására (a Rajka-Gönyű közötti szakaszra) új elveket dolgozzanak ki, ami 1961-1963 között történt meg.

A Duna Bizottság Ajánlásában (*Duna Védelmi Egyezmény 1974*) szereplő 25 dm mély és 120 m széles hajóút kialakításának figyelembevételével a szabályozás fő alapelvei a következők voltak:

- a főbb vízvesztéseket minimálisra kell csökkenteni a mellékágak lezárásával és az egységes part kialakításával. A művek állékonysága érdekében a mellékág elzárásokat úgy kell kialakítani, hogy az egységes part szintjét meghaladó árhullámok a mellékágrendszereket kellő időben vízzel feltölthessék,
- rendezni kell a mellékágrendszereket vízszinttartó keresztgát sorozatok építésével,
- szűkíteni kell a középvízi medret úgy, hogy a megnövekvő hordalékmozgató erő lehetőleg folyamatosan biztosítsa az érkező hordalék továbbszállítását.

Az építést az érintett két ország – Magyarország és Csehszlovákia – az elfogadott irányelvek alapján egyeztetett feladatmegosztás és ütemterv szerint hajtotta végre. A Közös Műszaki Bizottság utódjaként 1979-ben létesült a határfolyó valamennyi vízügyi feladatait rendezni hivatott Magyar-Csehszlovák Határvízi Bizottság (HVB). A HVB állásfoglalásának megfelelően az általános szabályozási tervből megvalósításra került az 1816-1810 fkm közötti jobb parti Bagaméri mellékágrendszer rendezése, valamint a rajkai, a bösi, a kisbodaki és a nagybajesi gázlószakasz kisvízszabályozása. A szabályozási munkák 1985-ben fejeződtek be. Az érintett szakaszokon gyakorlatilag megszűntek a gázlók és a hajózási viszonyokban lényeges javulás következett be. A végrehajtott szabályozások célja a folyamatosan keletkező hajózási akadályok megszüntetése és a károkozás nélküli jegesár levezetése volt. A szabályozásnál alapvető célként azt is kitűzték, hogy a mederemelkedési tendencia, vagyis a Duna-szakasz állandó romlása megszűnjön. Az 50-es évekig bekövetkezett mederemelkedés hatása ma is jól kimutatható, hiszen a Duna főmedrének partjai magasabbak az árvízvédelmi töltések lábánál elhelyezkedő terepszinteknél. Az 50-es évektől megvalósuló tudatos szabályozási munkák hatására kialakult az egységes főmeder, illetve az a hajóút, amely képes a nemzetközi hajózás forgalmát lebonyolítani. A meder fenékszintjének emelkedése megszűnt.

Ugyanezen időszakban a Duna medréből Pozsony és Győr térségében jelentős mennyiségű kavicsanyagot termeltek ki az építőipar adalékellátása érdekében, valamint a keletkezett hajózási akadályok, gázlók megszüntetése miatt is kotrásokat kellett végzeni. Ezen időszakban az osztrák Duna szakaszon sorra épültek a vízlépcsők, melyek jelentős mértékben lecsökkentették a Duna medrében érkező görgött hordalék mennyiségét. A lecsökkent hordalékszállítás és a kotrások együttes hatása átfordította a korábbi mederemelkedési tendenciát és jelentős medermélyülés következett be, melynek hatására a kisvizek és a kö-

zépvizek felszínénél átlagosan 1-1,5 m vízszint csökkenés következett be. A különböző időszakokban előállt vízszintek süllyedő tendenciája a mellékágakra, a szigetekre, sőt az altalajon keresztül a Szigetköz egész térségére kiterjedt. A felszíni és a felszín alatti vizek szintjének csökkenése következtében egyre több mellékág került szárazra és számos holtágból eltűnt az éltető víz.

### VÍZVISZONYOK ALAPVETŐ VÁLTOZÁSA, A BÖSI VÍZLÉPCSŐ ÜZEMBE HELYEZÉSE (1992) UTÁNI IDŐSZAK

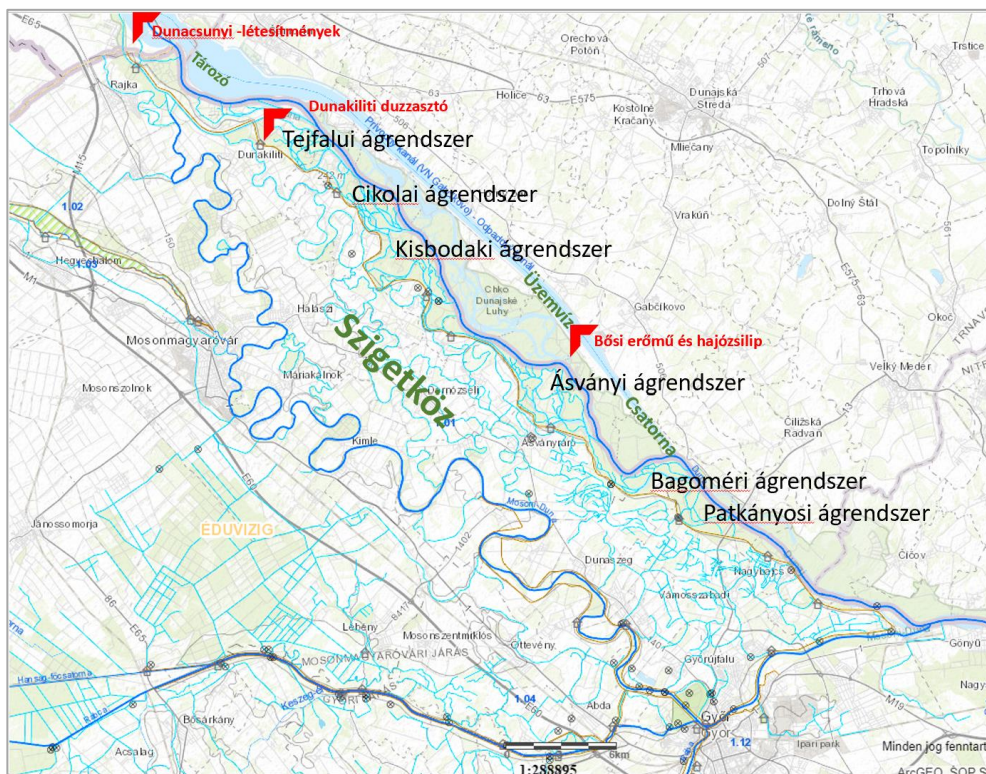
1977 évben Magyarország és Csehszlovákia szerződést kötött a Bős-Nagymarosi Vízlépcsőrendszer megépítésére, melyben a felső üzemvízcsatornás vízlépcső létesítményének elhelyezésével gazdasági és jogpolitikai egyensúlyt teremtettek volna a két ország, valamint a határfolyó Duna jövőjében. A Dunakiliti duzzasztó, mint a vízmegosztás főlétesítménye Magyarország területén épült volna fel, míg az üzemvízcsatorna és a Bösi vízerőmű és hajószilip Csehszlovák területen valósult volna meg (3. ábra). Pár hónappal a Bösi vízerőmű és hajószilip tervezett üzembe helyezése előtt 1989 évben Magyarország ökológiai szükséghelyzetre hivatkozva előbb felfüggesztette, majd teljesen leállította a Nagymarosi Vízlépcső és a gyakorlatilag kész Dunakiliti duzzasztó munkálatait. Szlovákia az üzembehelyezés érdekében, az eredménytelen tárgyalások után megépítette a Dunakiliti duzzasztót kiváltó saját duzzasztóművét Dunacsúny térségében, ezzel a vízkormányzás kulcsa teljesen Szlovák kézbe került. A rendszer felső elemének (Bösi vízlépcső) üzembe helyezése, vagyis a Duna elterelése 1992. október 25-én megtörtént.

#### Az egyoldalú Duna elterelés következményei

1992. október 25-én a csehszlovák építők magyar hozzájárulás nélkül Dunacsúnynál a Duna főmedrének elzárásával a szlovák területen épült üzemvízcsatornába terelték a Duna vizét. Az elterelés következtében a Duna Rajka országhatár szelvényében 2-2,5 m-es vízszint csökkenés következett be, mely az 1900-1992 közötti években észlelt legkisebb vízállásnál is (-61 cm) 2,09 m-rel alacsonyabb volt.

A vízhozam és ezzel együtt a vízállás drasztikus csökkenése miatt:

- Rajka Ásványráró közötti Duna szakaszon mintegy 80 km ágrendszerben (4000 ha vízfelület) a vizek eltűntek, mivel az ágrendszerek nyitottak voltak a Duna főmedre felé, így az esésviszonyoknak megfelelően az itt található víztömeg a főmeder felé eltávozott. Valamennyi ágrendszerben az ágak egyik órától a másikra kiszáradtak, a vízi élőlények elpusztultak (1. kép),
- a főmeder rendkívül alacsony vízszintje és a kiürült, kiszáradt mellékágak miatt elindult a talajvíz erős áramlása a főmeder felé (kiürülési folyamat),
- a nagymértékű dunai leszívás hatására a mentett oldalon is elindult a kiürülési folyamat,
- az egyoldalú beavatkozás következményeként mind a felszíni vizek, mind pedig a talajvizek állapota szinte Szigetköz teljes területén megváltozott.



3. ábra. A Szigetköz és az egyoldalúan üzembe helyezett művek (Alaptérkép: OVF)  
 Figure 3. Szigetköz and the unilaterally commissioned works (Base map: OVF)



1. kép. A kiszáradt mellékág Cikolasziget térségében (Fotó: ÉDUVIZIG)  
 Photo 1. The dried-up branch in the Cikolasziget area (Photo by ÉDUVIZIG)

Korábban a Duna vízállásváltozásai határozták meg szinte az egész Szigetköz talajvizeinek állapotát. Az észlelő kutak vízszintjei jól követték a Duna vízjárását. Dunától távolabbi kutakban természetesen kicsit később jelent meg a nyomásváltozás, de lényegében a vízjárásuk jelle­gében azonos volt. Az elterelés után a Duna főmeder közelében levő kutak vízszintje erősen lesüllyedt (4. ábra). A Szigetköz belseje felé a Duna vízállás­változásai már nem érvényesültek olyan meghatározó mértékben, azonban a kutak vízjárása, az áramlási irányok és a szivárgási sebes­ségek megváltoztak.

Bár a talajvíz áramlás fő iránya most is a Felső-Sziget­köz felől mutat az Alsó-Szigetköz felé, de az áramlási irány a korábbinál keletebbre fordul, a legtöbb szakaszon szinte párhuzamos a Dunával. A Dunából történő

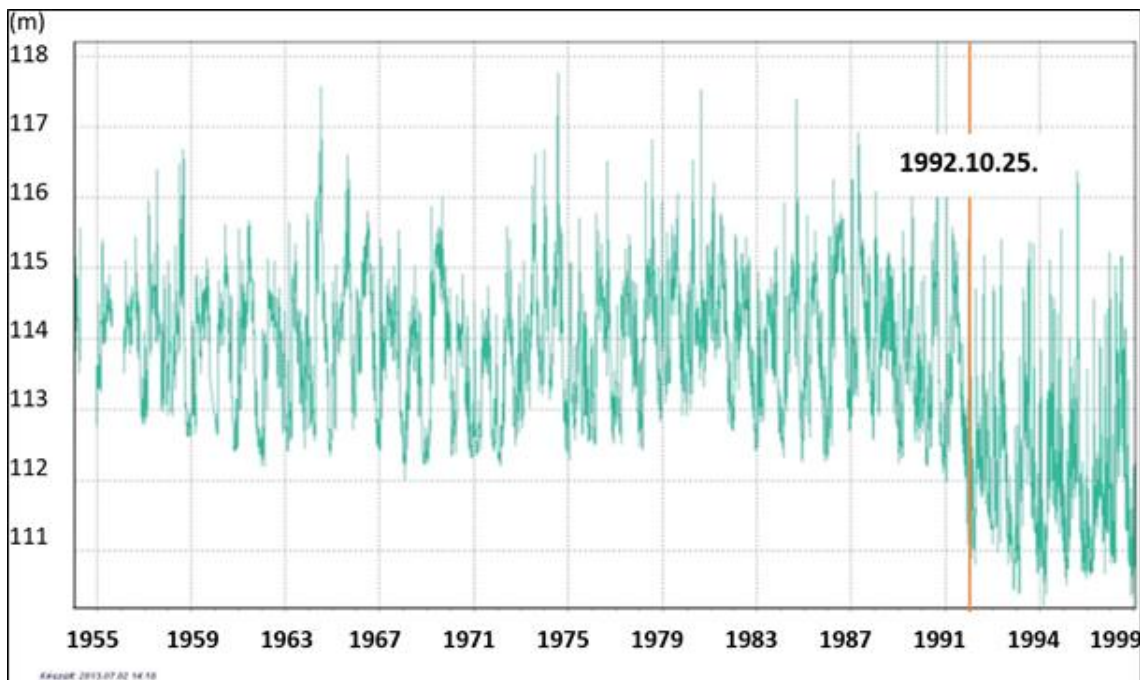
beszivárgásnak jelentős szerepe csak a Rajka-Dunakiliti közti és az Ásványráró-Szap közti szakasznak van. A Duna Dunakiliti és Ásványráró közti szakasza inkább befogadó jellegűvé vált. Az alsó-szigetközi Duna-szakasz (Nagybajcs-Szőgye) kisvízes dunai vízállapotban megcsapoló, nagyvízkor betápláló (VIZIMOLNAR 2001). Tulajdonképpen az év legnagyobb részében a Duna megcsapolja a talajvizet:

- a talajvíz rohamos csökkenésének hatására nemcsak a főmederrel közvetlen kapcsolatban lévő ágak, hanem a teljes ágrendszer kiszáradt és elindult a mentett oldali holtágakon is a vízszintcsökkenés,
- korábban egy árhullám levonulásakor a Duna menti sávban emelkedtek meg a talajvízszintek és itt volt a leggyorsabb az apadás is. 1992 után az árhullámok

jelentős része az üzemvízcsatornán vonult le, így szinte már csak a Bős alatti szakaszon vált érezhetővé az árhullámok a talaj vízszintekre gyakorolt hatása,

- a dunai főmeder rendkívül gyors vízszintváltozásának következtében a művek kisebb mértékben rongálódtak, a rendkívül csekély vízmennyiség a középvízi meder töredékében helyezkedik el – a gázlós szakaszokon 3–5 dm vízmennyiséggel –, így e meder használhatatlan, állaga folyamatosan romló (medermélyülés, szárazulatok beerdősülés),
- az egyoldalúan megépített szlovák művek ("C" változat I. ütem) átvezető képessége üzemszerűen 250–400 m<sup>3</sup>/s, az elterelés időszakában 184 m<sup>3</sup>/s, így a Szigetközben kialakuló vízviszonyok ezen állapothoz igazodnak,

- a tartós kisvízi állapotot és a folyamatos talajvíz kiürülést csak az időszakonként kényszerből levezetett nagyobb vízhozamok változtatják meg időlegesen,
- a talajvíz kiürülése gyorsabb folyamat, mint a kiürült talajvíz test visszatöltése. A viszonylag könnyen visszapótolható kiürülés mértékét a VITUKI szakemberei 100 nap körüli időtartamban határozták meg (<http://www.szigetkoz.biz/valtozas/talajviz/main-page.htm>). A biológiai életfolyamatokra is körülbelül a 100 napos határértéket jelezték a kutatók, így a vegetációs időszak kezdetét jelölték meg, amely időszakig a bekövetkezett kár tűrhető,
- az elterelés a hullámtéren és a mentett oldalon is egy új vízgazdálkodási körülményt, ezzel együtt a korábbiaktól eltérő, szegényebb élővilág kezdeti kialakulását eredményezte (1. kép).



4. ábra. A Duna főmeder közelében levő „Ásványráró-110010” számú észlelő kút hosszú idejű vízszint időszora 1956-tól 2013-ig. Az 1992. évi eltereléskor több méter süllyedés látható (Ficsor és Mohácsiné Simon 2013)

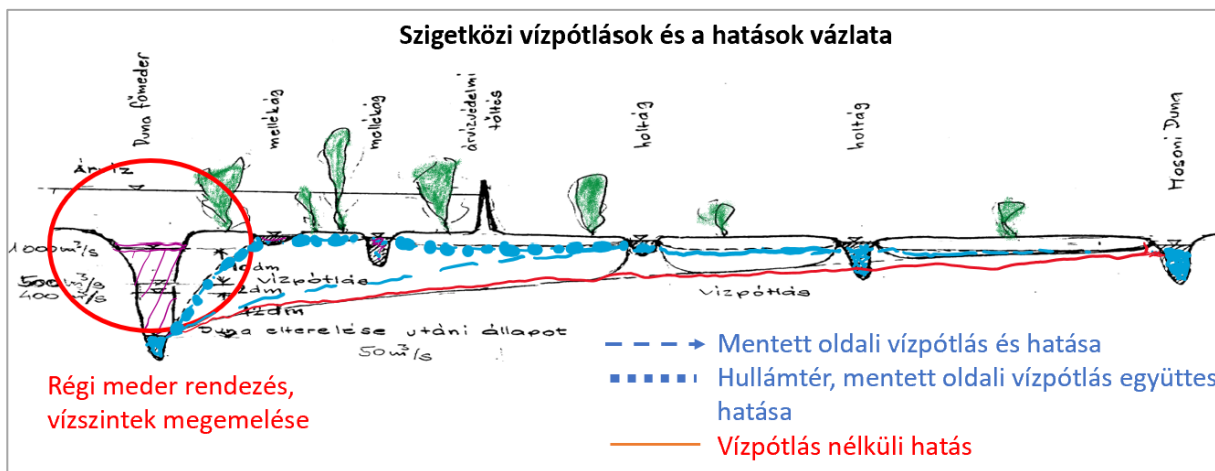
Figure 4. Long-term water level time series of monitoring well No. "Ásványráró-110010" near the Danube main bed (1956–2013). Several meters of decrease can be seen at 1992 diversion (Ficsor and Mohácsiné Simon 2013)

#### Az előre jelezhető károk mérséklésére tett intézkedések

A Szigetközben élők – vállalva a politikai ellenszélben munkálkodás következményeit – megismerve az üzembe helyezés előre látható kárait a megelőzés érdekében jelentős erőfeszítéseket tettek.

A helyi döntéshozók elfogadták az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság (ÉDUVIZIG) javaslatát, melyekben a károk mértékének csökkentésére azonnali intézkedéseket javasoltak. A kármegelőzés alapvető lehetősége a vízhiányt kiküszöbölő sürgős vízpótlás. Előzetes tervek hiányában azonnali beavatkozásra került sor, mely a szlovák oldalról átszivárgott vizek, valamint a Mosoni-Duna számára átadott vízmennyiség megcsapolásával a helyi területhasználók hathatós segítése mellett 4 hónapon belül megindulhatott a Felső-Szigetköz mentett területén a vízpótlás. A tervezési munka igényfelméréssel kezdődött, melyben valamennyi szigetközi területhasználó

nyilatkozott, hogy a területén az év különböző időszakában milyen vízállások legyenek. Az eredmény lesújtó volt, mivel mindenki mást szeretett volna. A zsákutcából egy – véleményünk szerint – új korszakot nyitó gondolat született, ugyanis Dunai Ferenc, az ÉDUVIZIG tervezést irányító munkatársának javaslatára kiválasztásra került egy olyan időszak, mely még jó természeti (vízjárás) körülményt jelentett és még megfelelő adatok is rendelkezésre álltak. A gondolat azonosulva elindult a vízpótlások tervezése. Az 50-es évek időszaka lett kijelölve és ez alapján lehetett meghatározni, hogy melyik mellékágban, melyik holtágban vagy éppen a Mosoni-Dunán milyen vízszinteket, vízszintváltozások voltak. Az adatok alapján megindult a tervezés (5. ábra). A legnagyobb kérdés az volt, hogy a Duna főmedrében levonuló, az egész térség (Szigetköz, Csalóköz) vízállapotait határozó vízhozamok eltűnése után kialakult helyzetet képes-e a természetes állapotot szimuláló vízpótlás ellensúlyozni.



5. ábra. Vízpótlások és a következmények sémája (saját szerkesztés Jakus)  
 Figure 5. Scheme of water-supplement and consequences (Own edition Jakus)

**VÍZPÓTLÁSOK MEGVALÓSÍTÁSA**

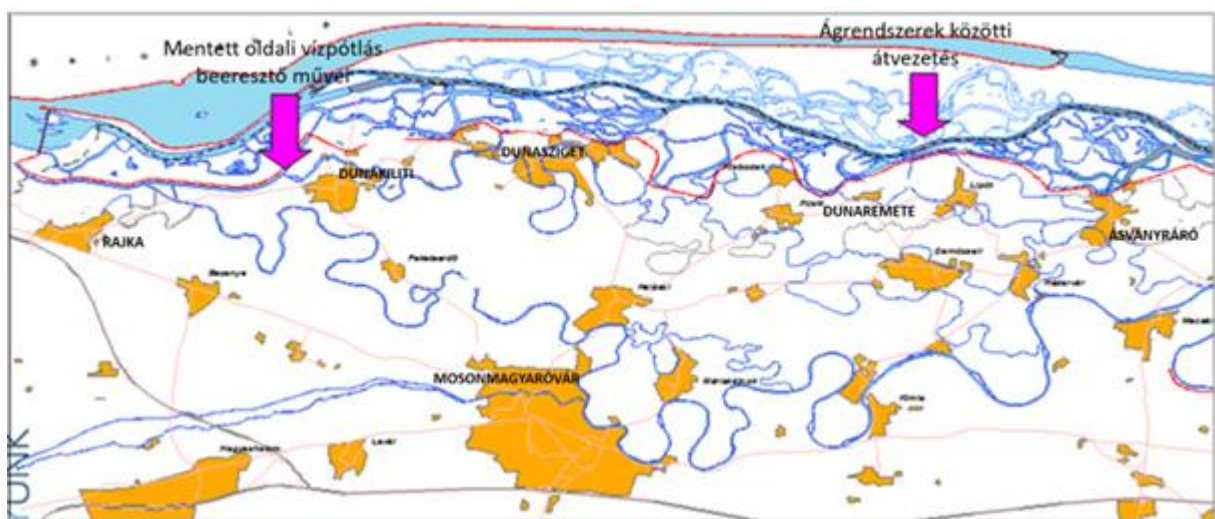
Az 1992. évi elterelés után a Duna folyamán a Dévény felől érkező víz jelentős része az Üzemvízcsatornában a Bósi vízlépcsőn keresztül folyik le. Az Öreg-Duna (Régi-Duna) főmedrébe átadott vízhozam töredéke a folyó természetes vízhozamának, így a Duna Rajka-Szap közötti szakaszán alapvetően megváltozott a folyam vízjárása. A főmederben kialakult alacsony vízszintek következtében a hullámtéri mellékágrendszerekben szélsőségesen alacsony vízszintek alakultak ki, illetve a medrek nagy része kiürült, kiszáradt. A víz a mellékágrendszerből – egyrészt közvetlenül a főmeder és a mellékágrendszer élő kapcsolatát biztosító torkolatokon keresztül, másrészt elszivároghva a folyamatosan leürülő talajvíztesttel – a főmederbe távozott. A drasztikus vízszintesökkenés elindította a homokos kavics altalajban is a kiürülési folyamatot. A korábbi természetes állapotokat visszaállító vízpótlások megvalósítása

az egyoldalú üzembe helyezéstől – 1992. október 25. – a mai napig tartanak, finomodnak és még ma sem tekinthetők befejezettnek (pl. Öreg-Duna meder szabályozása).

**Azonnali beavatkozások (mentett oldali vízpótlás)**

Az egyoldalú üzembe helyezést követően (1992. október-1993. március) mindenekelőtt a mentett oldali holtágak és a vízvezető csatornák azonnali vízellátását valósították meg. Az engedély nélküli katasztrófa elhárítást a térség polgármesterei, vízhasználói, az érintett területek tulajdonosai és a hivatalban lévő kormány megbízott az akkori politikai széllel szemben bátran felvállalták. 1993 március végén már a mentett oldali vízpótlás üzemszerűen működött.

A vízpótláshoz szükséges vízmennyiséget gravitáción – Dunakiliti község mellett – a megépített tározó töltés lábánál húzódó szivárgó csatorna megcsapolásával lehetett biztosítani (6. ábra).



6. ábra. Azonnali beavatkozások hatásának helyszínrajza  
 Figure 6. Sites of the immediate interventions impact

Első eredményként a Zátyonyi-Duna és a Nováki-csatorna vízpótlása a holtág maradványok összekötésével keletkezett korábbi belvízvezető csatornahálózaton valósult meg. Az üzembe helyezése 1993. március 21-én történt meg. A vízkormányzást, vízszinttartást zsilipes műtárgyak biztosították.

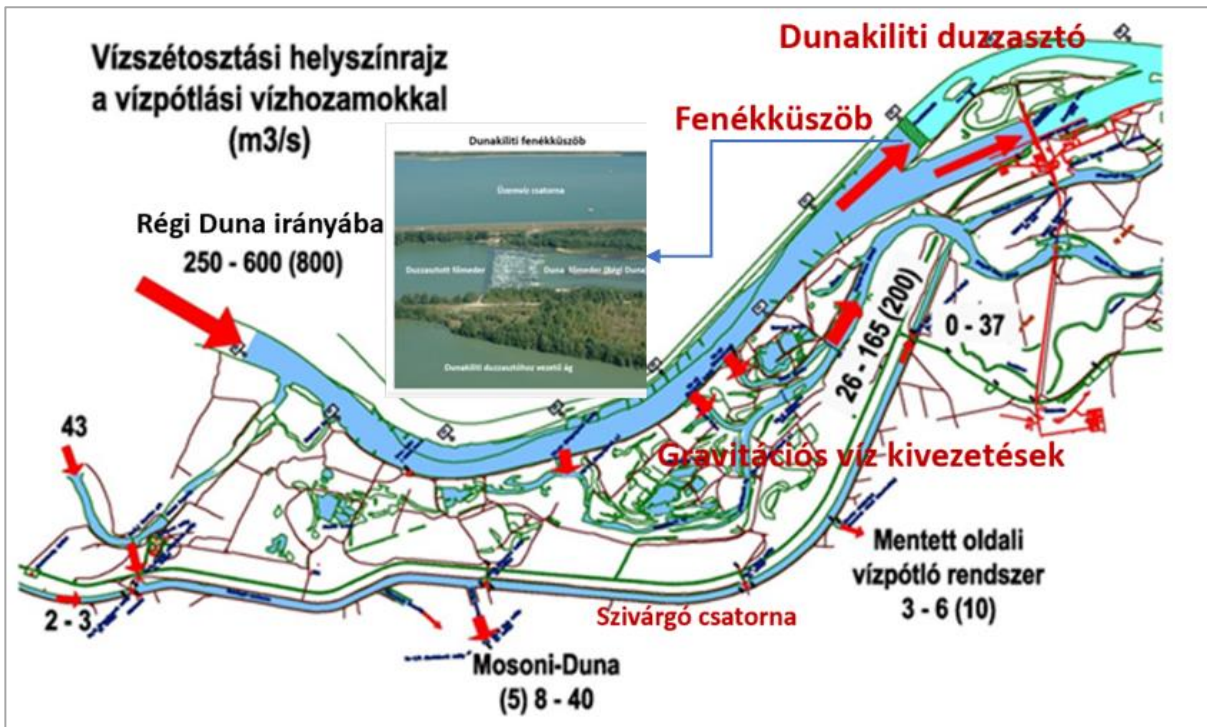
Az összesen 54 km hosszúságú új vízpótló ág érdekes „folyócska”. A Dunakiliti község külterületén lévő Kisrévi vízkivételen keresztül kivett, mintegy 5,0 m<sup>3</sup>/s vízmennyiség a folyásirány mentén folyamatosan csökken – a víz egy része a térség talajvíztestét táplálja – és mire Novápusztára, a befogadó Mosoni-Dunához ér, ez a mennyiség lecsökken mintegy 1,0-1,5 m<sup>3</sup>/s-ra.

Ez a vízpótlás volt az, amely a gyakorlatban is bemutatta, hogy miként lehet a gravitációs vízpótlásokat eredményesen megvalósítani! Az azóta eltelt, most már több mint 30 év során ez a vízrendszer számos célt kielégítve, jónéhány kiemelkedően értékes vizes élőhelyet létrehozva teljesíti feladatát.

### Felső-szigetközi mellékág rendszerek vízpótlása (Dunakiliti-Ásványráró)

1995 májusában, a Duna folyam főmeder 1843 fkm-ben, egy meglévő gázlóküszöbnél épült meg egy keresztirányú, a két partot összekötő kőmű (durva rámpa), melynek elsődleges feladata a mederben érkező kis vízhozamok

felszínének megemelése volt. A fenékküszöb mellett lévő mederátvágásban megépített Dunakiliti duzzasztómű segítségével megemeli a felette lévő folyószakasz vízszintjét, így a hullámtéri vízpótlás részét képező mellékágak vízellátása gravitációsan megtörténhet. A kiengedett víz mennyiségét a fenékküszöb feletti vízszint emelésével és süllyesztésével lehet szabályozni. A szabályozást a Dunakiliti duzzasztómű végzi úgy, hogy a felvízszintet a szegmens elzáró táblák részleges nyitásával és fojtásával emeli és süllyeszti (7. ábra). Ez az üzemrend nemes feladattal látja el a funkció nélkül maradt Dunakiliti duzzasztót, mely így a hullámtéri vízpótlásoknak a fő szabályozó elemévé, a térségi rehabilitáció fő eszközévé vált.



7. ábra. A Felső-Szigetköz vízszétosztási helyszínrajza a vízpótlási hozamokkal (m³/s)  
Figure 7. The water distribution site map of Upper-Szigetköz with water supplement yields (m³/s)

A vízpótló-rendszer belső elemei azok a bukók, fenékküszöbök és elzárások, melyek a mellékágakon belüli vízszinttartást – és ezáltal a környező talajvízszintek tartását is – biztosítják. Ezek teszik tehát lehetővé azt, hogy jóval alacsonyabb vízhozamok mellett is tarthatók legyenek az elterelés előtti vízszintek (8. ábra).

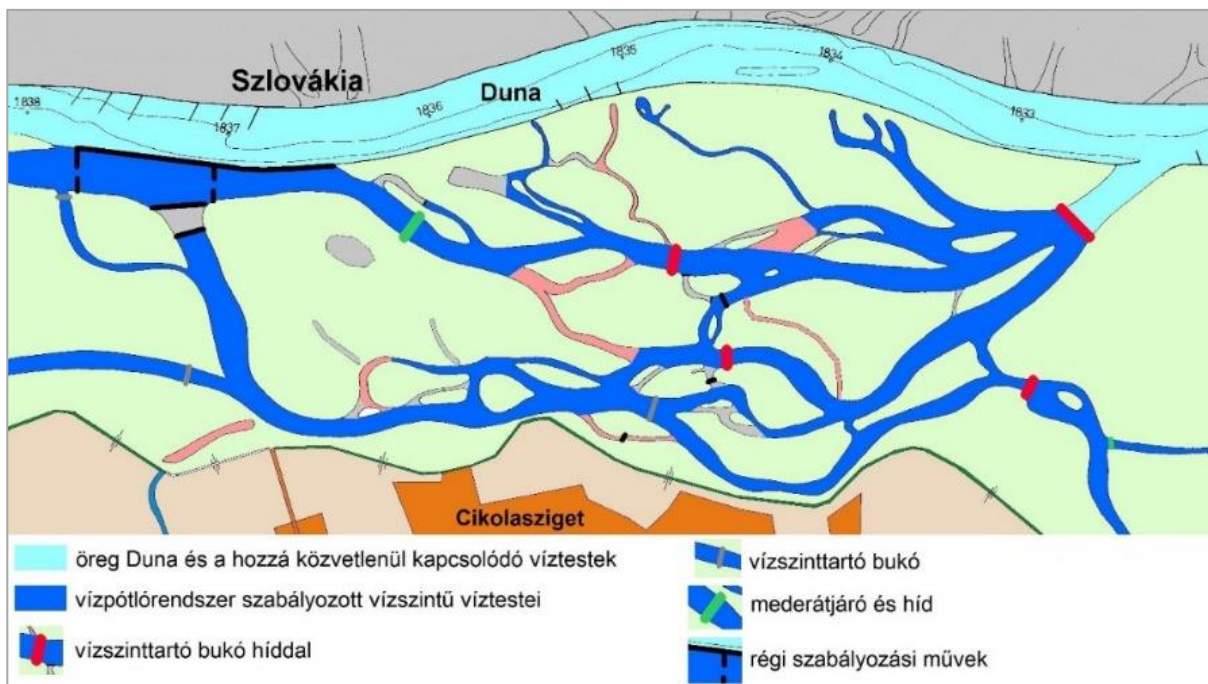
Az ágrendszerekben a vízpótlás a BNV (Bős-Nagymaros) Vízlepcsősorrendszer beruházás részben megvalósított vízpótlási művek felhasználásával, az ágrendszerek alsó torkolati szakaszának – a Duna főmedrére történő bevezetés – lezárásával, valamint az ágrendszerek közötti főmedertől független átvezetések kiépítésével valósult meg. Az ágrendszerek összekötése alapvetően a régi ágak felhasználásával történt, a dunaremetei nagyon szűk hullámtéren megvalósított csatorna kivételével, mely az Ásványi ágrendszer vízpótlását valósította meg (6. ábra).

A fenékküszöb megépítése és a Dunakiliti duzzasztómű szabályozó üzeme lehetővé tette a mellékágrendszerek szabályozott gravitációs vízellátását. A mellékágak a Duna főmederi kapcsolatának megszüntetésével – ágvégek lezárása – és a terepviszonyoknak megfelelő eséscsökkenést

biztosító keresztgátak – mellékágak lépcsőzése – megépítésével, valamint a szabályozást végző fenékküszöb és a Dunakiliti duzzasztómű segítségével a bevezetett vizek már képessé váltak az 1950-es évek vízjárását megvalósítani. Így lehetővé vált, hogy a főmederben érkező vízmennyiség egy részét a hullámtéri mellékágrendszerek felső végénél, a Duna folyam 1846,9, az 1845,9 és az 1845,4 fkm-ben kibontott és stabilizált töltőbukókra keresztül kivezessék a hullámtérre (2. kép, 6. ábra). Ez egyben azt is jelenti, hogy a duzzasztómű szabályozza az átadott hozam megosztását az Öreg-Dunameder és a vízpótló-rendszer között. Árvízkor a duzzasztómű zsilipjeinek teljes nyitásával biztosítják többelvezetőbiztonságos levezetését. A fenékküszöb, mint durva rámpa biztosítja a halak számára az átjárhatóságot is.

A Dunakiliti duzzasztómű alapfeladata az eredeti tervekhez képest – a szükségintézkedések időszakától kezdődően – jelentősen megváltozott. Jelenleg a Duna 1843 fkm-ben épült fenékküszöb támogatásával a szigetközi hullámtéri vízpótlásának fő műtárgya. Szabályozó funkciójának köszönhető, hogy a Duna természetes vízjárását az egész Szigetközben szimulálni lehet.





8. ábra. A szigetközi vízpótló-rendszer cikolai alegysége (Zsuffa és társai 2023).  
 Figure 8. The Cikola subunit of the Szigetköz water supplement system (Zsuffa et al. 2023).



2. kép. Dunakiliti duzzasztómű (Fotó: ÉDUVIZIG)  
 Photo 2. Dunakiliti dam (Photo by ÉDUVIZIG)

A hullámtéri vízpótló Üzemelési Szabályzata (Szigetközi Hullámtéri vízpótló-rendszer 2001) a térségben élőkkel közösen meghatározott célkitűzéseként a jó ökológiai potenciál megteremtését tűzte ki célul. Ennek érdekében valósult meg a referencia állapot (1950-es évek vízjárása) szimulálása. Az üzemeltetés alapja: a Duna természetes vízjárásának elérése, melyet a pozsonyi (dévényi) vízhozam figyelembevételével szabályoznak (1. táblázat).

A Dunakiliti duzzasztómű nyílásainak fojtása, vagy nyitása segítségével biztosítható a szabályozás. A 8. ábrán a 2002. év vízhozamait ábrázoltuk. Kék színnel a dévényi szelvényben mért Dunai vízállások változásai, zöld színnel a referencia időszak alapján kiszámított szükséges

vízjárás, piros színnel a tényleges üzemelés során bekövetkezett vízszintek jellennek meg.

Külön szabály határozza meg a hullámtéri elárasztást, amelyet április 01. és május 31. közötti időszakban szükséges évente egy alkalommal végrehajtani, amennyiben a Duna rajkai szelvényében a vízhőmérséklet eléri a +10 °C-t és a Duna vízhozama a Pozsony-Dévényi szelvényben az előre jelezhető időszakban meghaladja a 2 500 m<sup>3</sup>/s-ot. Az elárasztáshoz a szlovák fél az Öreg-Dunába 800 m<sup>3</sup>/s vízhozamot biztosít 14 napon keresztül. Amennyiben az Öreg-Duna átöblítésének és a szigetközi hullámtéri vízpótló-rendszer elárasztásának feltételei is kialakulnak, úgy az átöblítés a szigetközi mellékágrendszer egyidejű elárasztásával történhet. Az

Öreg-Duna főmedrére átadott vízhozam az átöblítéssel egyidejűleg történő elárasztás esetén is 14 napig leg-  
alább 800 m<sup>3</sup>/s (Szigetközi Hullámtéri vízpótló-rendszer

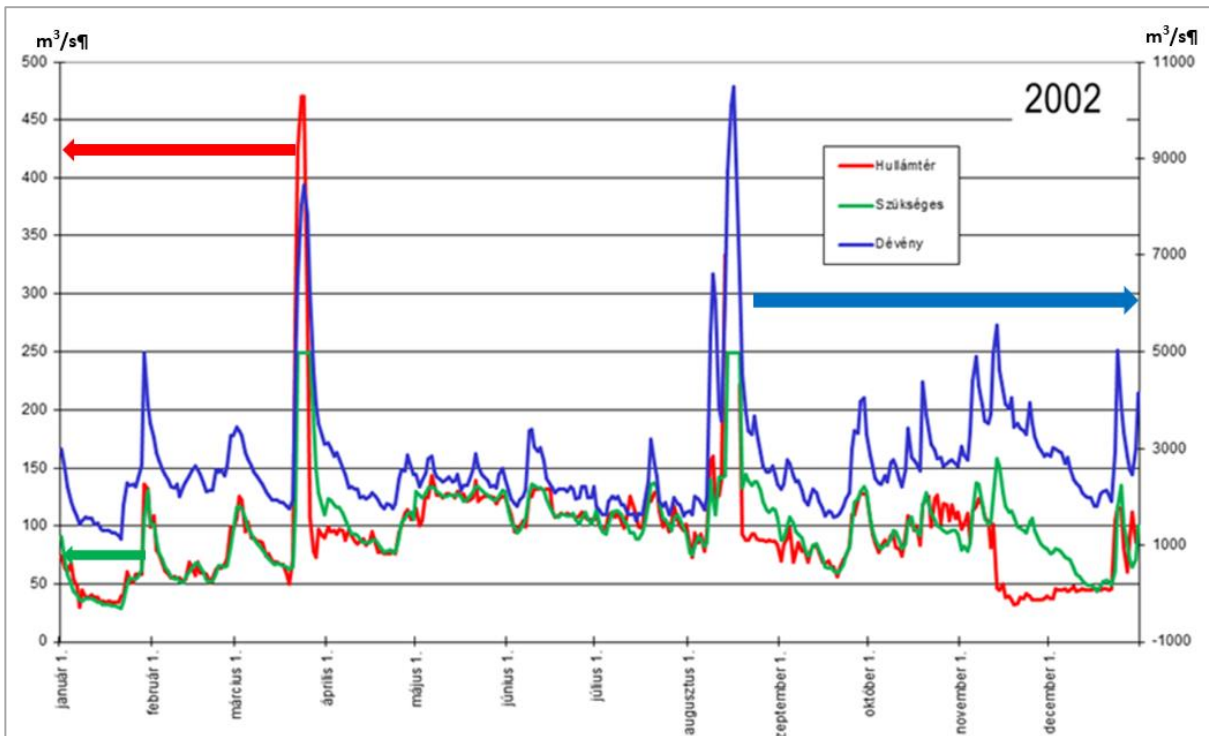
2001). A hullámtéri elárasztás ökológiai célokat szolgál (pl.: a fő ívási időszak során a halak ívási körülményeit javítják).

1. táblázat. Az üzemrend szerint a hullámtérbe vezetett vízhozamok (Szigetközi Hullámtéri vízpótló-rendszer 2001)

Table 1. Flows to the floodplain according to operational order (Szigetköz floodplain endowment system 2001)

Hó- nap	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
QDévény	m <sup>3</sup> /s											
1 000	26	26	37	40	40	60	60	57	26	26	26	26
1 200	30	29	41	51	80	80	80	68	40	35	32	29
1 400	34	33	48	60	80	80	80	80	54	44	399	66
1 600	38	37	55	69	90	86	90	80	65	53	45	37
1 800	43	42	62	78	103	96	103	81	74	62	51	72
2 000	48	48	68	86	113	104	114	90	82	70	56	48
2 200	53	54	76	93	121	110	122	99	90	77	61	54
2 400	59	61	83	100	128	117	129	107	97	84	67	60
2 600	65	68	90	107	132	122	135	115	1004	90	72	66
2 800	71	76	97	113	138	129	140	121	11	97	78	73
3 000	77	84	104	119	143	134	146	127	118	103	84	80
3 200	84	93	111	125	146	140	152	131	123	109	90	86
3 400	91	102	118	130	149	144	157	136	128	115	96	93
3 600	98	112	125	134	152	149	160	140	132	120	102	101
3 800	105	123	134	141	156	153	164	145	134	124	108	108
4 000	113	134	143	149	158	157	165	152	143	128	116	115
4 500	134	165	165	165	165	165	165	165	165	134	134	134

Megjegyzés: A szürkével jelzett vízhozamok esetében a hullámtér mélyebb területein már részleges elárasztás keletkezik.  
Note: In the case of water flows marked in gray, partial flooding already occurs in the deeper areas of the foreshore



8. ábra. Az üzemrend a Duna vízjárását követi  
Figure 8. The operating schedule follows the water course of the Danube

A Szigetközi vízpótló-rendszerek üzemeltetését az ÉDUVIZIG végzi az Üzemelési Bizottság (ÜB) felügye-  
lete alatt. Az ÜB a vízpótló-rendszerrel kapcsolatban az

érintett önkormányzatok, a tulajdonosok, a gazdálkodó  
szervek, valamint az állami hivatalok megbízott képvise-  
lőiből tevődik össze, mely évenként értékeli, és adott eset-

ben módosítja az Üzemelési Szabályzatot az aktuális igények és a lehetséges műszaki megoldások figyelembevételével.

A rehabilitáció tervezése és a megvalósítása során kiemelt szempont volt a szigetközi hullámtéri vízpótló-rendszer belül a vízi élettér megvalósítása. A Szigetköz egészét

érintő tájrehabilitáció egyik eleme Magyarország első természetközeli halátjárója (hallépcsője), mely folyamatosan minden vízjárási helyzetben, valamint a téli időszakban is jól működik, így javítani tudja a Duna folyam főmedre és a Cikolai mellékágrendszer vízterei között a vízi élőlények vándorlását (3. kép).



3. kép. Dunaszigetnél a Denkpáli ágvéglezárásba beépített természet közeli halátjáró (Fotó: Kertész)  
Photo 3. A back-to-nature fish ladder built at the Denkpáli branch end closure at Dunasziget (Photo: Kertész)

A felső-szigetközi vízpótlás kihasználja a terep és vízfelületek esésviszonyait, így gravitációs módon képes a korábbi természetes állapotokat helyreállítani

A hullámtérre bevezetett víztömeg hatására az altalajban lejátszódó folyamatok a térség teljes egészére hatást gyakorolnak. Duna közeli kutakban az eltereléskor lesüllyedt talajvízszintek a vízpótló-rendszer üzembe helyezése után, 1995-től megemelkedtek. A Felső-Szigetközben a kutak vízszint alakulása különvált a dunai főmederben lesüllyedt vízállásoktól. A talajvízszint éven belüli ingadozása csökkent. A korábbi 2-3 m-es amplitúdó a vízpótlás területén kb. 60 cm lett. A hullámtéri vízpótlás kisvízes dunai vízállásoknál is táplálja a talajvizet. A vízpótlás a Duna felső szakasza felől érkező felszín alatt áramló vizeket a korábbi természetes állapothoz hasonlóan bent tartja a Szigetközben. A Felső-Szigetközben csökkent a Duna megcsapoló hatása is. A fentiek igazolják, hogy a vízpótlások át tudták venni a Duna szigetközi vízállapotokra gyakorolt meghatározó szerepét.

A Rajka-Dunakiliti közötti részen megnövekedett a talajvíztartóba történő beszivárgás, ami a tározótóból származik. Ezért és a vízpótló fenti hatásának köszönhetően a Felső-Szigetközben még nőtt is a talajvízszint az 1992-1995. közti időszakhoz képest, míg az alsó területreszen ez érdeemben nem változott.

#### Középső- és Alsó-Szigetköz vízpótlása (Dunaszentpál-Vének)

Az 1995 utáni időszakban, a korábbi vízügyi előrejelzéseknek megfelelően jelentős vízgazdálkodási problémák jelentkeztek a térségben. Ezek közé tartozott, hogy a kisvízes időszakokban az alsó-szigetközi hullámtéri ágak időszakonként kiszáradtak, a vizes élőhelyek területi kiterjedése fokozatosan visszaszorult.

A hidrológiai vizsgálatok rámutattak, hogy Duna folyam 1811 fkm alatti szakaszán jelentős medersüllyedések következtek be, amelyek hatására a kapcsolódó mellékágak vízellátásának fokozatos romlása, esetenként megszűnése, a mellékágak kiszáradása következett be (Kertész

2015). A Duna elterelésének másodlagos, azaz közvetett hatására az Ásványi ágrendszer alsó szakaszán, illetve a Bagaméri és a Patkányosi ágrendszerekben jelentős vízszintcsökkenés alakult ki, felgyorsítva az ágrendszerek elöregedését (4. kép).



4. kép. A Bagaméri ágrendszer Pörös-szigeti mellékág, 2003. augusztus 29 -én (Fotó: Kertész)  
Photo 4. Pörös-island branch at Bagaméri branch system, August 29, 2003. (Photo by Kertész)

Ezen túlmenően a Bösi vízlépcső alvízcsatornája alatt – Szap környékén – az üzemvízcsatornán keresztül érkező vízben a görgetett hordalék hiányzik és a megmaradó kevesebb, finomabb szemcséjű hordalék nem elég az egyensúlyi állapot kialakításához és fenntartásához. Az ehhez hiányzó mennyiséget a folyó saját medréből mossa ki, ezért azt folyamatosan mélyíti.

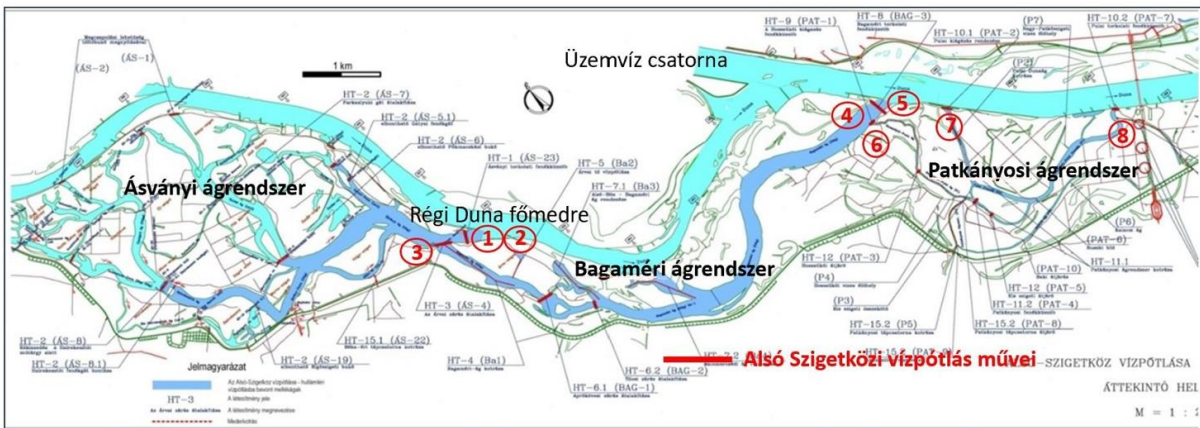
A Szap-Gönyű közötti folyószakaszon működő monitoring rendszer adatai alapján megállapítható, hogy a Medvei híd feletti szakaszon egyértelmű meder kimélyülés jelentkezik (Kertész 2015). A hordalékmozgató erő ezen a szakaszon nincs teljesen kihasználva, így a mederanyag kis és közepes szemcséi kimosódnak. A meder anyaga a vízjárás valamennyi helyzetében mozoghat. A szakasz hordalék mérlege egyértelműen negatív. A meder eróziója a Medvei híd alatti Nagybajcsi szakaszon is megjelent. Az

1800 fkm alatti szakaszon váltakozva jelentkeznek kimosódások és lerakódások.

A főág és a mellékágrendszerek közötti kapcsolat egyre rövidebb időszakokra korlátozódott. A Bösi vízerőmű és hajószilip üzembe helyezés, valamint a Szap alatti medermélyülési tendencia felgyorsította az üzembe helyezés előtti időszakban is megfigyelhető kis- és középvizék szintjének csökkenését. Ugyanakkor a hullámterek feltöltődési folyamata az árvízi időszak hordalék lerakódása miatt továbbra is folytatódott. Az üzembe helyezés ezt a tendenciát ugrászerűen emelte, mivel a Nagymarosi vízlépcső elmaradása az alvízi megtámasztás hiánya jelentős medermélyülést eredményezett a Szap-Gönyű közötti szakaszon. A kialakult medermélyülés következtében előáll

vízszint csökkenések hatása az Ásványráró-Nagybajcs közötti ágrendszerekben okozott jelentős károkat, így a vízpótlás itt is elengedhetetlenné vált.

A fenti problémák megoldása érdekében a vízpótlásból korábban kimaradt ágrendszerek vízpótlása EU támogatással megvalósult meg. A „III. KEOP Szigetközi mentett oldali és hullámtéri vízpótló-rendszer ökológiai célú továbbfejlesztése” című projekt a Felső-szigetközi vízpótlásból származó, korábban az Ásványi ágon a Öreg-Duna medre felé távozó vízzel oldja meg a vízpótláshoz szükséges hozamok biztosítását (9. ábra). Megépültek az Ásványi ágrendszer alsó szakaszán, a Bagaméri ágrendszerben és a Patkányosi ágrendszerben a vízpótlás művei (III. KEOP 2011).



9. ábra. A Hullámtéri vízpótló-rendszer térbeli kiterjesztése (Kertész 1996)  
Figure 9. Spatial extension of the Foreshore water supplement system (Kertész 1996)

Az Ásványrárói ágrendszerben megvalósult az ásványi torkolati fenékküszöb ① (9. ábra), az Ásványi ágrendszer csatlakozása és a Béka-éri tápcsatorna kotrása. Az alsó-szigetközi vízpótlás hatásfokának javítása érdekében a vízpótló főágon, a Duna folyam 1816 fkm térségében halátjáró ② (9. ábra) került kialakításra (9. ábra). A vízpótlás lehetőségét az ásványi ágrendszerben elhelyezett fenékküszöb teremti meg. A küszöb által létrehozott vízszintemelés biztosítja a vízpótláshoz szükséges vízmennyiség átvezetését.

A Bagaméri mellékágrendszerben megvalósult az Árvai zárás átalakítása ③ (9. ábra, 5. kép), a Bagaméri ág kotrása, az Árvai-tó vízpótlása, az Aprókövesi és a Tilosi zárás átalakítása, valamint az Alsóbős-Bagaméri és a Malomercsédi ágak rendezése. A vízpótlás a Bagaméri torkolati fenékküszöb ④ (9. ábra) és az itt elhelyezkedő halátjáró ⑤ (9. ábra) megépítésével vált teljessé (6. kép).



5. kép. Árvai zárás, Ásványráró 2023. 04. 10-én (Fotó Kertész)  
Photo 5. Árvai closure, Ásványráró on 10/04/2023 (Photo by Kertész)



6. kép. Bagaméri halátjáró a Bagaméri torkolati fenékküszöbnél (Fotó Kertész)  
Photo 6. Bagamér fish ladder at the bottom sill of the Bagamér estuary (Photo by Kertész)

### Alsó-Szigetköz vízpótlása

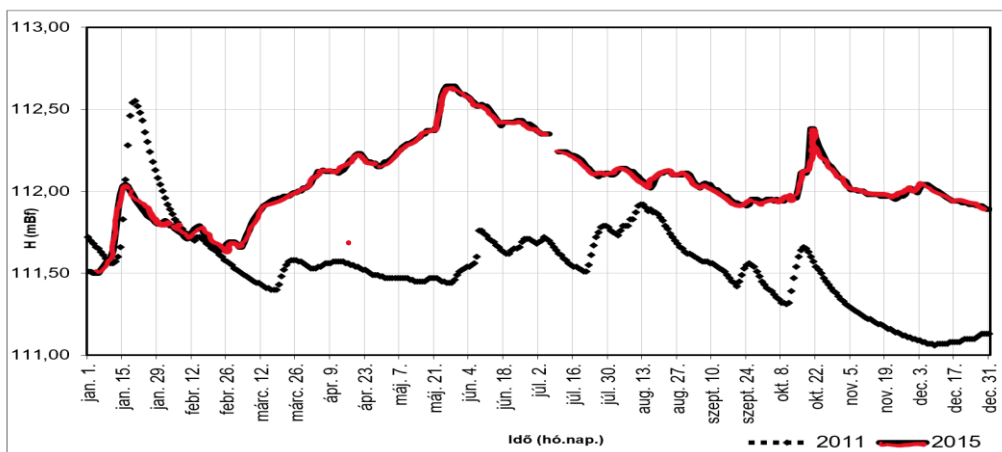
A Patkányosi ágrendszer vízpótlása a Felső-Szigetköz-ből érkező vízkészletére támaszkodva a Bagaméri-ágrendszerből történik (6) (9. ábra). Az érkező vizek folyamatos átvezetése érdekében megvalósult a Hosszúköi kiágazás (7) (9. ábra) és a Pulai torkolati (8) (9. ábra) fenékküszöb, a Patkányosi ágrendszer kotrása, a Patkányosi fenékküszöb, a Matláki-ág és a Patkányosi-tápcsatorna kotrása és a Kalacsi vízkivételi kőküszöb.

Az alsó-szigetközi mentett oldali vízpótló-rendszernek kialakítása lehetővé teszi a mentett oldali csatornák, holtmedrek vízellátását és a szivornyás vízkivételi lehetőségek megteremtését. Ez a megoldás megteremti az Alsó-Szigetköz mentett oldalán is a vízpótlás lehetőségét, így a mentett oldalon is létrejön a vizes élőhelyek revitalizációja. A mentett oldal vízellátása érdekében vízkivételi lehetőségek valósultak meg, így a Béka-éri, a Patkányosi és a Nagybjajcsi szivornyák.

A középső- és alsó-szigetközi vízpótlás jelentős változást eredményezett a talajvízviszonyok állapotában is. Míg

a Felső-Szigetközben az ottani vízpótló-rendszerek egyrészt megemelték a talajvízszinteket a kisvizes időszakokban az elterelés utáni szintekhez képest, másrészt a talajvízszint ingadozást is mérsékeltek, addig a Középső- és Alsó-Szigetközben ez a vízszintemelő hatás az alsó-szigetközi vízpótlás megvalósításáig már nem volt érzékelhető és a kutakban az ingadozás amplitúdója is nagy maradt. Az Alsó-Szigetközben a talajvíz áramlási viszonyokra az jellemző, hogy kisvizes dunai vízállapotban a dunai kisvizek leszívják a talajvizet, nagyvízi állapotban pedig megfordul az áramlás iránya (ÉDUVIZIG 2016).

Az alsó-szigetközi vízpótlás megvalósulásával a kisvízi állapotban a talajvízszintek megnövekedtek a vízpótlás előtti kisvízi állapothoz képest. Mivel ilyenkor is van víz az ágrendszerben és a csatornában, ez magasabban tartja a talajvízszinteket is és a főmeder nem tudja jelentős mértékben leszívni a talajvizet. A kutak vízszintingadozása itt is csökkent, főleg a szélsőséges kisvízi állapotok elmaradása miatt (10. ábra).



10. ábra. Ásványráró 3817. számú észlelő kút éves vízszint időszora az alsó-szigetközi vízpótló üzembe helyezése előtt (2011) és után (2015 április) (Magyar Nemzeti Jelentés 2015)

Figure 10. Time series of the annual water level of monitoring well No. 3817 in Ásványráró before (2011) and after (April 2015) of the operation of the lower-szigetköz water supplement system (Hungarian National Report 2015)

### Mosoni-Duna torkolati szakaszának fejlesztése

Az alsó-szigetközi vízpótlás legelső elemeként 2022 évben egy újabb nagyszabású vízgazdálkodási projekt ért célba a Mosoni-Duna torkolati művének megépítésével. A műtárgy az alsó-szigetközi vízpótlás létesítményeit

kiegészítve a Mosoni-Duna kis és közepes vízszintjeinek a süllyedését, valamint Alsó-Szigetköz talajvizeinek kiürülését akadályozza meg. Üzemével lehetőséget teremt, hogy a Mosoni-Dunán is érvényesüljön az 50-es évek természetes vízjárása. A fejlesztésben megépült műtárgy az

árvízkapu funkciót is biztosító vízszintszabályozó műből, egy hajószilipből és a Mosoni-Duna hosszirányú ökológiai átjárhatóságát biztosító halátjáróból áll. A projekt egyik fontos eleme a Mosoni-Duna torkolatának áthelyezése volt, amellyel megvalósulhatott a vízviszonyok helyreállítása és ezzel a megoldással a Győr-Gönyű kikötő medencés kikötővé vált (7. kép).

A beruházás szükségességét alapvetően a Duna medrében bekövetkezett nagymértékű süllyedés káros hatásai indokolják. A Mosoni-Duna torkolatánál a kisvízszintek mintegy 2 métert süllyedtek. A Duna medrének süllyedése a Bósi vízlépcső üzembehelyezése után felgyorsult. A meder süllyedésének negatív hatása a dunai kisvízes időszakokban jelentkezett leginkább. A kisvizek leszívták a Mosoni-Duna alsó torkolati szakaszán a vizeket, ugyanakkor a megváltozott vízforgalom miatt jelentőssé vált a Mosoni-Duna feliszapolódása. A Duna medrének fokozatos beágyazódása miatt, a Mosoni-Duna alsó, torkolati szakaszán a kis és közepes vízszintek folyamatosan csökkentek és ennek következményeként a főág, illetve a mellékágrendszer és egyéb hullámtéri vizes élőhelyek közötti kapcsolatrendszer beszűkült, vagy megszűnt. A kis és közepes vízszintek csökkenésével egyre nehezebbé vált illetve lehetetlenné a természetvédelmi-ökológiai törekvések kivitelezése. Az alsó-szigetközi mellékágrendszer rehabilitációja, az Alsó-Szigetköz mentett oldali vizes élőhelyeinek vízpótlása érdekében tett erőfeszítések csak részben érték el céljukat.

A kedvezőtlen hatás elsősorban Győrnél, de még a Rába alsó szakaszán is érzékelhető volt. Ezért hívták a helyiek Győrt a vizek városa helyett a pocsolják városának. Mindezek mellett komoly gondot okozott az árvízszintek emelkedése, hiszen a Mosoni-Duna alsó szakasza nem volt elzárva ezért a Dunai árvizek akadálytalanul jelentek meg a Mosoni-Duna alsó szakaszán (Vének–Dunaszentpál). Legutóbb a 2013-ban vonult le rekord méretű árhullám a Dunán, mely az egész Alsó-Szigetközt veszélyeztette.

A fenti összetett problémákra egy komplex műtárgy kialakítása jelentette a megoldást. A kivitelezést 2017-ben kezdődött. A projekt részeként az üzemelési, a fenntartási munkák elvégzéséhez egy üzemi hidat is kialakítottak a műtárgy fölött, valamint egy kétszintes kezelőépület is létesült a hajószilip mellett. A vízi turistákra való tekintettel a kajakok, kenek kézi átemelési lehetőségének megteremtésére csónakátemelő rámpákat és sólyákat alakítottak ki. A projekt keretében a Mosoni-Duna torkolatát áthelyezték, mely részben a Farkasúsztatói ágon, részben pedig a Torda-szigeten keresztül, a korábbi torkolat felett mintegy másfél kilométerrel feljebb vezet most már a Mosoni-Duna vizét a Dunába. A korábbi medret a Győr-Gönyű Országos Közforgalmú Kikötő feletti szakaszon áttöltötték (7. kép).

A torkolati mű üzembe helyezésével a Mosoni-Duna szintjének kisvízi állapotban történő megemlése és szinten tartása, az árvízszintek kritikus elemeinek visszatartása a torkolati mű tábláinak mozgatásával lehetővé vált. A műtárgy szabályozó funkciója lehetővé teszi a célként megfogalmazott 1950-1960-as évekre jellemző vízszintek előál-

lítását. A szélsőséges vízszinteket, melyek a korábbi természetes állapotnál nem fordultak elő a torkolati mű megszüntette.



7. kép. A Mosoni-Duna torkolati műtárgy (Fotó: ÉDUVIZIG)  
Photo 7. The Mosoni-Danube estuary unit (Photo by ÉDUVIZIG)

A szabályozás a talajvízszintekre is pozitív hatást gyakorol, megtámasztva az Alsó-Szigetközi talajvízszinteket. Korábban a Mosoni-Duna vízszintje az év legnagyobb részében alacsonyabb volt a szigetközi talajvízszintnél a Győr és Vének közötti térségben. Tekintettel arra, hogy a felszín alatti talajvízáramlás fő iránya is a Mosoni-Duna e szakasza felé mutat, a Mosoni-Duna közép- és kisvízes időszakokban leszívta a talajvízkészletet. A Mosoni-Duna visszaduzzasztása az Alsó-Szigetköz területén egy sávban magasabban tartja a talajvízszinteket, aminek következtében kisvízi időszakban sem érvényesül a Mosoni-Duna leszívó hatása (11. ábra), (ÉDUVIZIG 2023).

Az 1950-60-as évekre jellemző torkolati vízszintek visszaállítása lehetővé tette a Mosoni-Duna menti vizes élőhelyek rehabilitációját is. A projekt továbbá kedvező hatást gyakorol a hajózhatóságra, a győri városkép javítására és a vízszint rehabilitáció hatásterületén az árvízvédelmi biztonság növelésére.

## MAI HELYZET

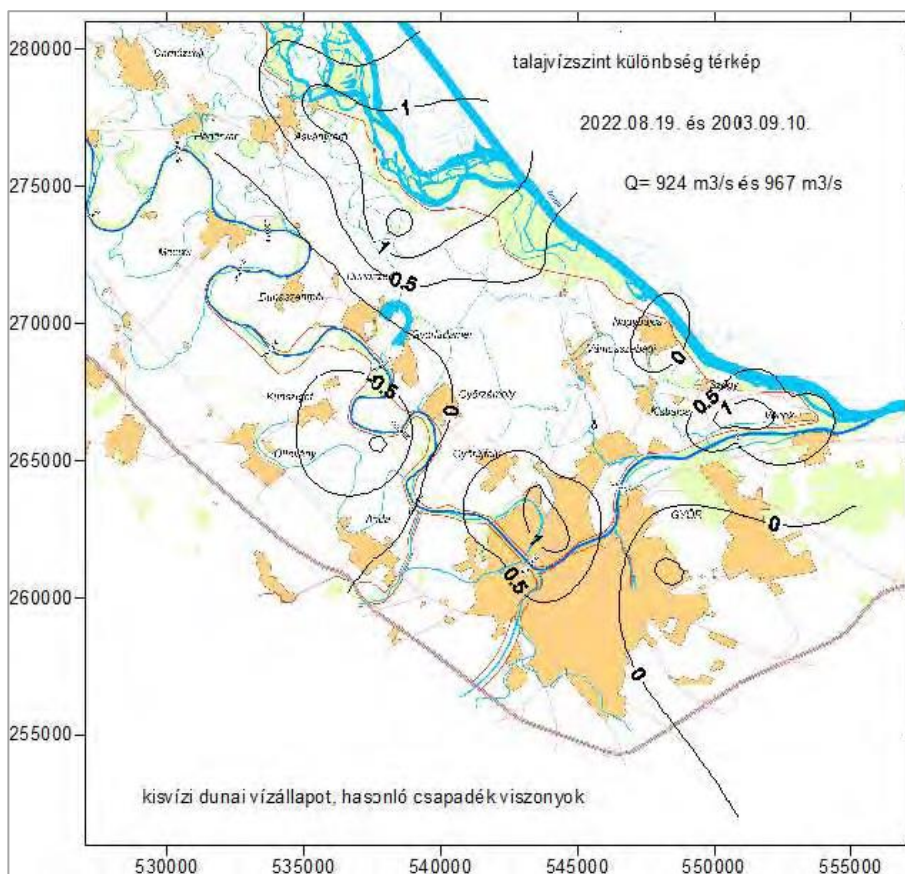
### A vízpótlások legfontosabb tapasztalatai

A vízpótlási rendszerek üzeme 30 éves tapasztalattal rendelkezik. Az így szerzett tudás, valamint a működést folyamatosan figyelő monitoring elemek adatai alapján egyértelműen rögzíthető, hogy:

- A vízpótlások át tudták venni a Duna térségi vízjárásra gyakorolt szabályozó szerepét. A mellékágak és a mentett oldali vízpótlások szabályozott módon egy korábbi természetes állapotot szimulálnak, így a teljes Szigetközben – kivéve a Duna régi főmedre – az 50-es évekre jellemző vízviszonyok állnak elő. Vizes élőhelyek sokaságának rehabilitálása valósult meg, új kiemelkedő értékű vizes élőhelyek gazdagítják a Szigetköz világát. A terület kiemelt természetvédelmi területi értékekkel rendelkezik.
  - Az egész Szigetközre kiterjedő szabályozási rendszer példaértékű revitalizáció, mely világörökség szintű mozaikos vizes élőhely rendszereket teremtett, mely jó példa lehet a pusztuló Gemenc számára is.

Ugyanakkor nem szabad elfelejteni, hogy a Szigetköz melletti Duna közös folyó, így a főmederbe történő beavatkozások és a vízáradás csak a két ország közös akarata szerint valósulhat meg. A Bősi vízlépcső (Dunacsúny duzzasztó, üzemvízcsatorna, Bősi erőmű

és hajószilip) szlovák kézben van, mely Magyarország számára kiszolgáltatott helyzetet teremt. A magyar beleszólás nagyon korlátos, a magyar érdekek képviselete a jogilag nem rendezett állapot miatt szinte lehetetlen (12. ábra).



11. ábra. A torkolati mű üzembe helyezése előtti és utáni időpontban kialakult talajvízszintek különbség térképe hasonló csapadék viszonyok és kiszáradt duna vízállapotok esetén (ÉDUVIZIG 2023).

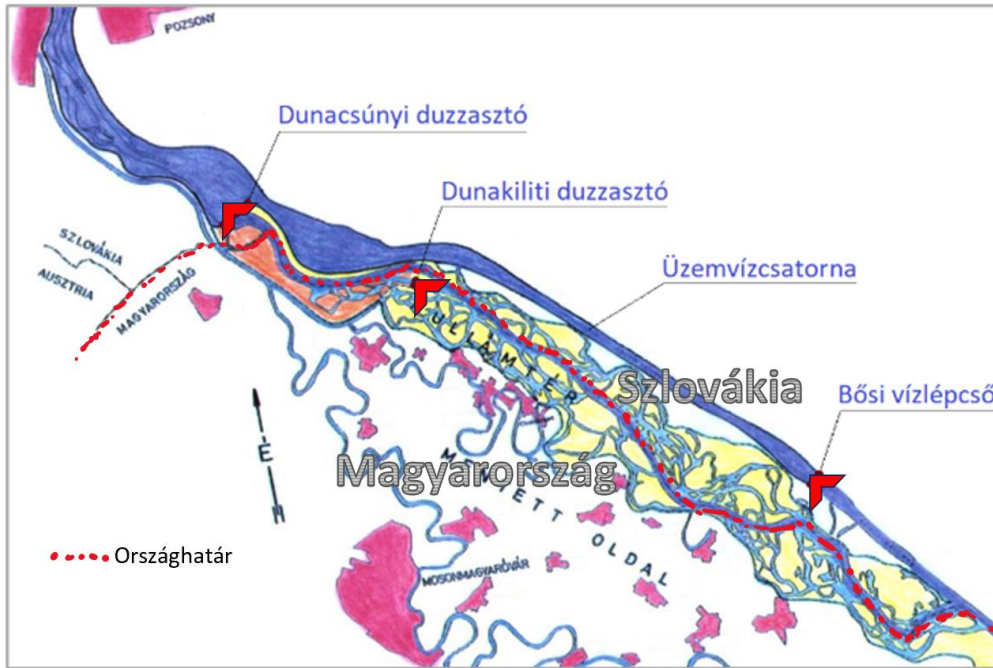
Figure 11. Map of groundwater levels differences before and after the operation of the estuary unit in the case of similar rainfall and low Danube water level conditions (ÉDUVIZIG 2023).

A mai napig is rendezetlen (nincs megállapodás az alapkérdésekben) állapot mellett azonban a régi dunai főmederbe és a Magyarországra kerülő víz mennyiségének kérdésében sikerült megállapodást kötni. 1995. április 19-én a magyar és a szlovák kormány rögzítette, a Duna főmedrébe és a Mosoni-Dunába biztosítandó vízhozamok nagyságát, másrészt felhatalmazta a magyar felet, hogy Dunakilitinél, a Duna 1843 fkm-ében megépítse a vízügyi szakemberek által javasolt fenékküszöböt. A megállapodás szerint a Duna főmedrébe vezetett hozam a folyó aktuális Dévényben mért hozamának és az aktuális hónapnak a függvénye (13. ábra). A vízáradás jelenleg is a megállapodás alapján történik.

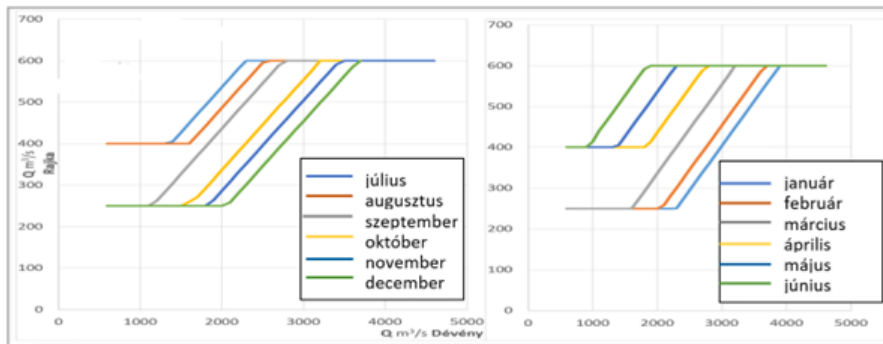
Az 1995 nyarán megépült a dunakiliti fenékküszöb és a Dunakiliti duzzasztó együttese a szigetközi vízpótló-rendszer megvalósulásának alpműtárgya lett. A Dunakiliti duzzasztó vezénylőjében történik a mentett oldali és a hullámtéri vízpótlások szabályozása (14. ábra). A mentett oldali vízpótlás 1993. márciusa és a hullámtéri vízpótlás 1995. augusztusa óta folyamatosan, üzemszerűen működik. Mindkét rendszer tisztán gravitációs úton, hatékonyan biztosítja a szigetközi mentett oldali víztestek és a szigetközi mellékágrendszerek vízellátását.

A vízpótló-rendszerek elemei, melyek az 50-es évek vízjárását teremtették meg, alapvetően jól működnek, viszont a működés folyamatos megfigyelésére a rendszer egyes elemeinek finomítására folyamatosan szükség van.

Az ágrendszerek végeinek lezárása, az ágrendszerek főmedren kívüli összekötése, a nagy felszínesést csökkentő kis duzzasztott terek létrehozása lehetővé tette azt, hogy a célállapot fenntartásához elég legyen csak az elszivárgó és az elpárolgó vizek pótlását biztosítani. A vízpótló-rendszer szabályozhatósága megteremtette az ökológiai szempontból kedvező, folyamatosan változó állapotok létrehozását, mind a szigetközi hordalékkúpban, mind a felszíni vizekben a mentett és a hullámtéri oldalon egyaránt. A szabályozható vízpótló-rendszer képes létrehozni azokat a hidrológiai viszonyokat, melyeket korábban a Duna hozott létre. A vízpótló-rendszer tehát átvette a Duna szerepét. Mivel a rendszer vízellátása teljesen szabályozott, lehetőség van a mellékágrendszerek hidrológiai viszonyainak pontos beállítására és ennek következményként a vízlépcsőprojekt előtt beindult degradációs folyamatok kompenzálására is.

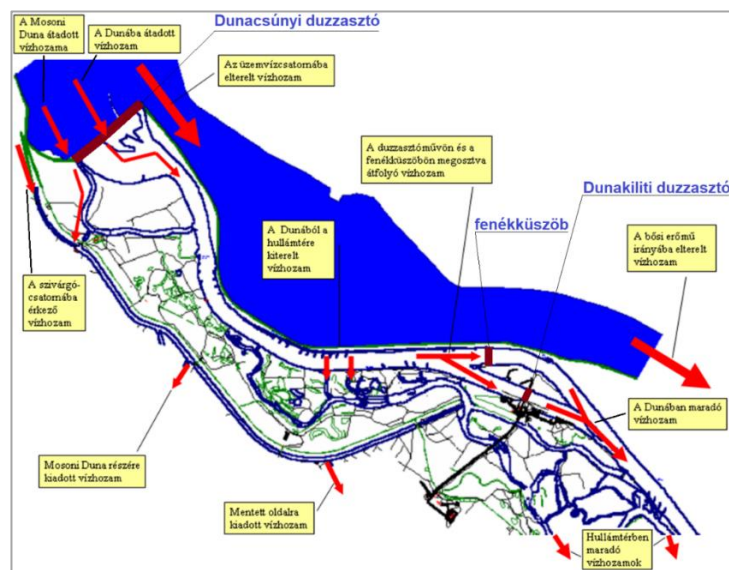


12. ábra. Az 1992. október 25-én üzembe helyezett Bósi vízlépcső létesítményei (Zsuffa és társai 2023)  
Figure 12. The units of the Bósi barrage system, put into operation on October 25, 1992 (Zsuffa et al. 2023)



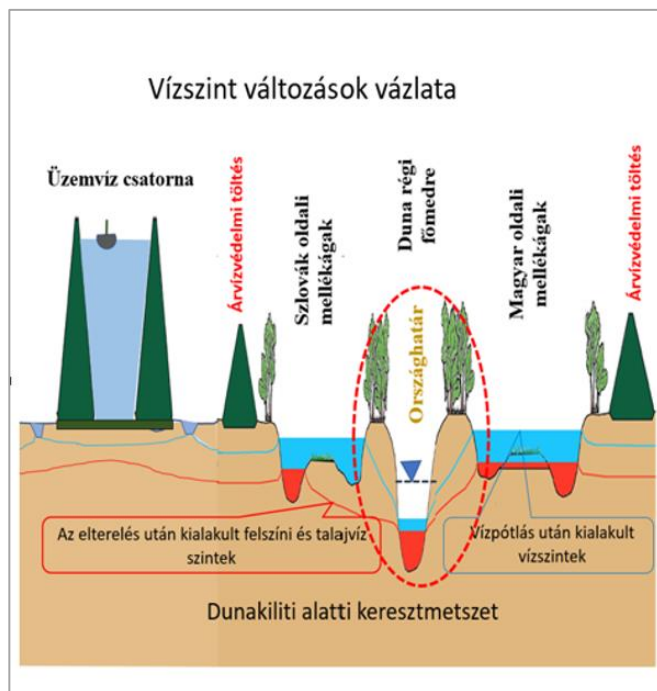
13. ábra. A Dunacsúnyi duzzasztón keresztül a Duna régi medrébe történő vízhozam átadás üzemrendje (Szigetközi hullámtéri vízpótló-rendszer 2001.)

Figure 13. Operation schedule for transferring water flow to the old bed of the Danube through the Dunacsúnyi dam (Operational order of Szigetköz floodplain endowment system 2001.)



14. ábra. A szigetközi vízpótló-rendszer betápláló alrendszere (Szigetközi hullámtéri vízpótló-rendszer 2001.)  
Figure 14. The intake subsystem of the Szigetköz water supplement system (Szigetköz floodplain endowment system 2001.)





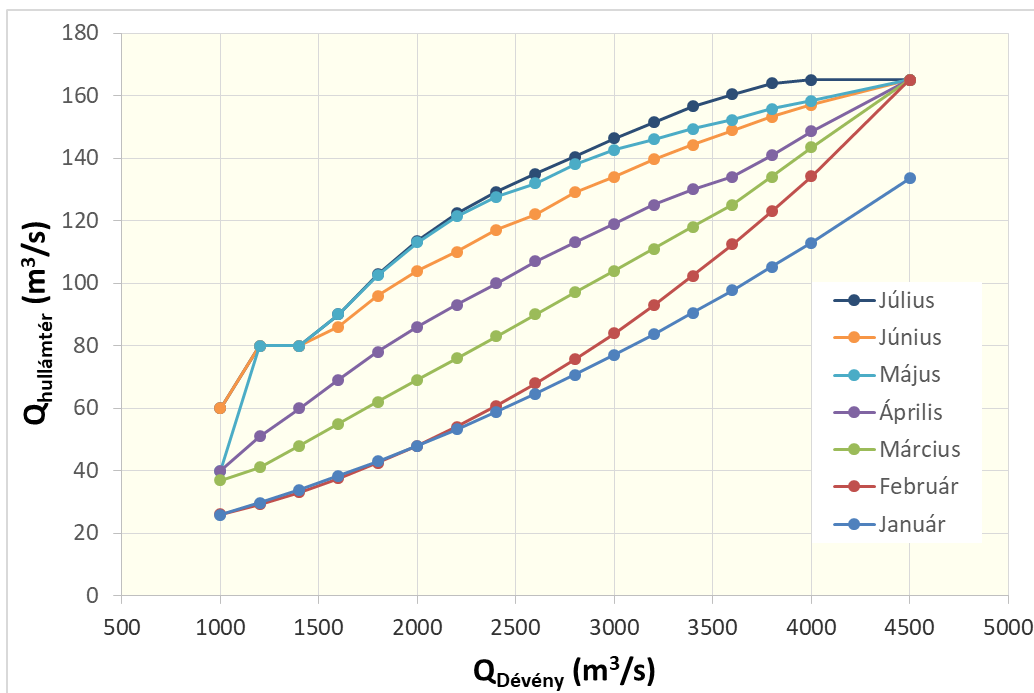
15. ábra. Felszín és felszín alatti vizek állapota a Szigetköz tejfalu szelvényében, hasonló hidrológiai helyzetű különböző időpontokban (Németh 2016)

Figure 15. State of surface and subsurface waters in the Tejfalu section of Szigetköz, at different times with a similar hydrological situation (Németh 2016)

A 15. ábra jól mutatja, hogy a vízpótló-rendszer nemcsak az elterelés káros következményeit szüntette meg, hanem még az elterelés előtti időkhöz képest is javított a hullámtér hidrológiai viszonyain.

A hullámtér vízellátásának alapját a vízpótló-rendszerbe táplált vízhozamok képezik, melyeket – hasonlóan

a Dunacsúnynál átadott vízhozamokhoz – a Duna aktuális dévényi hozama és az aktuális hónap határoz meg. A cél az, hogy a vízpótlás dinamikusan kövesse egyrészt a Duna mindenkori vízjárását, másrészt az ökoszisztémák és az ökoszisztéma szolgáltatások vízigényeit, melyek évszakonként változnak (16. ábra).



16. ábra. A szigetközi hullámtéri vízpótló-rendszerbe táplálható vízhozamok üzemrendje az év első felében (Szigetközi hullámtéri vízpótló-rendszer 2001)

Figure 16. Operating schedule of the water flows to be fed into the Szigetköz foreshore water supplement system in the first half of the year (Szigetköz floodplain supplement system 2001)

A vízpótlás alapelvei az Üzemelési Szabályzatban kerül rögzítésre. A vízpótló-rendszer üzemeltetője az ÉDUVIZIG, a vízpótlás felügyeletét pedig a 80-as évek sikeres együttműködése alapján létrehozott Szigetközi ÜB végzi.

Az ökológiai viszonyok további javítása érdekében, 2004 óta részleges tavaszi árasztások is történnek a szigetközi hullámtéren, a Duna medrébe a Dunacsúnynál átadott

vízhozam 600-ról 800 m<sup>3</sup>/s-ra történő növelésének segítségével. A hullámtér tavaszi elárasztása rendkívül fontos az előtött növényzetet ívó- és táplálkozó helyként használó halak számára; így biztosítva továbbá az ártéri növényzet víz- és tápanyagellátását (8. kép). Az előtött hasznos még az olyan ivadékhalkból táplálkozó gázlómadarak számára is, mint például az egészséges ártéri ökoszisztémák jelképének tekintett fekete gólya.



8. kép. Mesterséges tavaszi árasztás a Szigetközben (Fotó: Kertész)  
Photo 8. Artificial spring flooding in Szigetköz (Photo by Kertész)

A szlovák féllel történt megállapodás szerinti, árasztás hatására a hullámtéren kialakuló vízszintek megfelelnek az 50-es években 3 000-4 000 m<sup>3</sup>/s-os közepes árvizek során kialakult vízszinteknek. Így tehát olyankor is megtörténik a jótékony tavaszi elárasztás, amikor az a Bős-Nagymarosi Vízlépcsőrendszer (BNV) építése előtti időkben elmaradt a tavaszi árvizek hiánya miatt. Az árasztási időszak végén az átadott vízhozam csökkentése lassan történik, így a vízszintek is lassan csökkennek a hullámtéren, ami biztosítja azt, hogy a leívt halak és az ivadékok biztonságban visszajussanak a permanens víztestekbe.

#### Fokrendszerek kialakítása

Szigetközben új elemként megjelent a fokrendszerek gyakorlati megvalósítása is. A vízpótló-rendszert és a Nyárási átvágás északi oldalán található lapost, valamint az újszigeti vizes élőhelyet fok-csatornákkal kötötték össze. A rávezető fokok a vízi élőlények számára javítják az életfeltételeket. A tavaszi mesterséges árasztások a fokokon bejutva sekély vízborított-ságú területeket alakítanak ki, melyek a halak számára kedvező ívó- és táplálkozó helyeket jelentenek. Az alulról történő feltöltés lehetővé teszi azt is, hogy a lassú apadás során a vizek visszavezetése is megvalósuljon, miközben a leívt halak és az ivadékok a szomszédos Duna-ágba vándorolhatnak (9. kép).



9. kép: Újszigeti vizes élőhely rávezető foka (Fotó: Kertész)  
Photo 9. Inlet canal of Újsziget wetland (Photo by Kertész)

A beavatkozások eredményeként, ezekben a mellékágakban is helyreálltak az ökológiai és turisztikai szempontból megfelelő vízszintek.

A fenti fejlesztések, kombinálva a tavaszi mesterséges árasztásokkal, jelentős javulást eredményeztek a Szigetköz ökológiai viszonyaiban. Az említett példák is igazolják, hogy az így kialakult mozaikos vizes élőhelyek finomítása,

egyre értékesebbé tétele folyamatos figyelmet és eseteként kiegészítő beavatkozásokat igényel.

A kiépített vízpótló-rendszer és a kialakított vízpótlási üzemrend végeredményben napjainkban már jobb hidroökológiai állapotokat biztosít a rendszer által lefedett területeken, mint ami a BNV előtti időkben volt.

#### Mérő- megfigyelő rendszerek, monitoring

A szigetközi vízpótlás előtt a Duna törzshálózati vízminőségi mérési eredményeinek részletes elemzésére több alkalommal is sor került (*Horváth és társai 1981, Varga és társai 1990, Pannonhalmi 1994*). A Duna Magyarország feletti szakaszának terhelései meghatározóak a Szigetközbe érkező víz minőségére. A terhelések csökkenését követő kedvező vízminőség változásokat támasztották alá a rajkai szelvény hosszú idejű adatsorainak elemzése (*Pannonhalmi és Varga 2021*). Megállapították, hogy a Duna vize minőségi szempontból alkalmas a hullámtéri rendszerek vízpótlására. A Szigetközben az egyes mellékágak rendszeres vizsgálatára a 70-es évek végén került sor. A mellékágak a „folyamatos” vízminőségi változása alapján kapták a szigetközi vízterek a későbbiekben a „mozaikos” jelzést (*Várday 1987*). A hullámtéri ágakban a planktonikus eutrofizáció és a trofitással összefüggő kémiai tulajdonságok szélsőségesebben változnak, mint az azokat feltöltő Dunában (*Tamásné Dvihalj 1987*).

#### Vízpótlást követő monitoring tevékenység

A vízpótlást követő 1995 évi *”Megállapodás a Magyar Köztársaság Kormánya és a Szlovák Köztársaság Kormánya között az ideiglenes műszaki intézkedésekről és vízhozamokról a Dunában és a Mosoni-Dunában”*, az úgynevezett *”fenékküszöb egyezmény”* széles körű, átfogó, a fizikai-kémiai és biológiai paraméterekre kiterjedő vizsgálatokat tett lehetővé:

- Felszíni vizek mennyiségi adatai
- Talajvízszint észlelés
- Felszíni vízminőségi monitoring
- Felszín alatti vízminőségi monitoring
- Földtani monitoring
- Medermorfológiai, üledék – és hordalék monitoring
- Felszín alatti vizek utánpótlódása
- A Szigetköz felszínborítási viszonyainak monitoringja
- Szigetközi talajnedvesség monitoring
- Erdészeti monitoring
- Botanikai monitoring
- Hidrobiológiai monitoring
- Alga és moha monitoring
- Zoológiai monitoring

Az Állami Számvevőszék 2021 évi vizsgálatához az MTA Szigetközi Munkacsoportja 1993-2000 közötti tevékenységéről készített beszámolója összefoglalja a szigetközi környezeti monitoring és a fontosabb tanulmányok eredményeit, közreadva a zárójelentéseket és tanulmányok listáját az 1993-1999. időszakra vonatkozóan. (<http://www.szigetkoz.biz/>). A szigetközi vízpótlás közös, szlovák magyar monitoring nemzeti jelentései az 1997-2015 időszakra a <http://www.szigetkozi-monitoring.hu/> honlapon megtalálhatók (*Nemzeti Jelentés 2023*).

Az 1995 év utáni időszakban az 1995 évi megállapodás szerinti vizsgálati monitoring feladatok végrehajtása a források csökkenése miatt egyre korlátozottabbá, adathiányossá vált (*Sütheő 2017*).

#### A monitoring tevékenység napjainkban

A Kormány 2017-ben döntött a szigetközi környezeti/ökológiai monitoring újraindításáról és működtetéséről (*1941/2017. (XII.11.) sz. Kormányhatározat*). Egyetértett a Kormány azzal, hogy a hágai Nemzetközi Bíróság által hozott ítéletnek megfelelően a kétoldalú megállapodás megkötéséig szükséges a korábbi, „fenékküszöb egyezmény” szerinti monitoring folytatása. Felhívta egyben a földművelési minisztert, hogy gondoskodjon a szigetközi monitoring hiányzó elemeinek újraindításáról, az eredmények átfogó értékeléséről, hozzáférhetőségéről, kutathatóságáról. Közreműködő szervezetként a Kormányhatározat a Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft.-t nevesítette. A szlovák és magyar fél 2017. novemberi jegyzőkönyvébe foglalta a két oldalon a vizsgálati elemeket, a mérőhelyeket, a vizsgálandó paramétereket, valamint a komponensek körét. A környezet állapotváltozását figyelő monitoring-rendszereket a Szigetközben és a Csallóközben működtetik. A monitor rendszer újraindítása már figyelembe vette a mérőhelyek és vizsgálandó paraméterek és a minősítési igények optimalizációját.

A monitoring során vizsgált elemek:

- A felszíni vizek hidrológiája
- Morfológia, a Čunovo-Vámoszabadi (Medved'ov) Duna szakasz meder morfológiájának értékelése
- A felszíni vizek minősége, ezen belül (fizikai-kémiai mutatók és szerves mikroszennyezők, hidrobiológiai vizsgálatok, klorofil-a, fitoplankton, fitobentosz, makrozoobentosz, makrofiták, halak)
- Üledékvizsgálatok
- Talajvíz szintjei
- Felszín alatti vizek minősége
- Talajnedvesség
- Erdőállományok
- Biológiai megfigyelések.

Az eredményekről az utolsó közös jelentést, beleértve a rendszeres és időszakos vizsgálatokat is 2020-ban fogadta el a környezetügyért felelős magyar államtitkár és a szlovák kormány meghatalmazott (<https://2015-2019.kormany.hu/hu/foldmuvelesugyi-miniszterium>).

A Szigetközben végzett felszíni vizek vízminőségi monitoringja alapján a szigetközi vízpótlásra átadott víz megfelel a követelményeknek, vízminőségi okokból a vízpótlás szüneteltetésére, megváltoztatására nem került sor.

A Víz Keretirányelv hazai bevezetésével szükségessé vált a monitor rendszer átalakítása. A legjelentősebb változásra az ökológiai szemléletmódú állapotértékelés bevezetésével a hidrobiológiai vizsgálatok területén vált szükségessé, ami egyfajta paradigma-váltás volt. A több mint ötven éve végzett vizsgálatok főbb eredményeinek összefoglalására 2021-ben került sor (*Vízügyi Közlemények 2021*). A Duna vízének magyarországi szakaszán a vízminőséget elsősorban a belépő határszelvény határozza meg, az

értékelt komponensek esetében a javulás jelentős volt (Pannonhalmi és Varga 2021).

A Duna, amely a Szigetköznél AEP 443 kódú víztest – a VGT 3 a hidromorfológia (Himo) és biológia együttes hatása alapján megállapított módosított állapot szerint – erősen módosított víztest besorolást kapott (1242/2022 (IV.28. Korm. hat.)). Ennek megfelelően a környezeti célkitűzés a jó ökológiai potenciál, azaz a Víz Keretirányelv előírás szerinti minősített állapot elérése. A kármérséklő munkák célkitűzése a jó ökológiai potenciál eléréséhez:

- az élőhely javítása, megtartva a meglévő az igényeknek megfelelő módosításokat, változtatásokat,
- a kereszt- és hosszirányú átjárhatóság biztosítása, vagyis minden olyan intézkedés megtétele, ami javítja a vízi élőlények vándorlását, szaporodását, táplálkozását (pl. változatos élőhelyek kialakítása az árvízvédelmi töltéseken belül, part átalakítása stb.).

A Szigetköz felszíni vizeinek környezeti célkitűzéseinek eléréséhez, illetve megtartásához a javasolt innovatív vizsgálatok hozzájárulhatnak a szükséges kárenyhítő intézkedések megtételéhez. Az Insula Magna nemzetközi projekt (Insula Magna 2023) egyben lehetőséget ad az alkalmazott módszerek összehasonlítására, az eredmények egységes értékelésére.

A felszíni és talajvízszint adatok, valamint a monitoring vizsgálatok eredményei alapján megállapítható, hogy

- a BNV beruházás szerződésének felbontását indokló „ökológiai szükséghelyzet” az üzembe helyezés után nem következett be,
- a víztestek minősége követve a Dunai vízállapotokat javuló tendenciát mutat, a tévesen (tudatos félrevezetéssel) előre jelzett drasztikus vízminőség romlás nem következett be,
- a Szigetköz mozaikossága újra épült, a természetes vízjárást szimuláló üzem mellett nem figyelhető meg drasztikus, beszivárgást megakadályozó kolmatáció,
- nem mutatható ki a felszín alatti vízbázisok esetében káros mértékű feliszapolódás,
- az EU keretirányelve által előírt jó állapotok a korábbi természetes állapot visszaállításával előállt.

## AKTUÁLIS TERVEK A SZIGETKÖZ HIDRO-ÖKOLÓGIAI VISZONYAINAK TOVÁBBI JAVÍTÁSÁRA

### Régi meder (Öreg-Duna) revitalizációja (IV. ütem)

A vízpótló-rendszer sikeres működése ellenére maradtak még megoldásra váró feladatok a Szigetközben. Ezek közül a legfontosabb a főmeder revitalizációja. Itt továbbra is az elterelés után kialakult nagyon alacsony vízállások uralkodnak, melyek az alábbi problémákat eredményezték:

- a főmeder jelentős mértékben beerdősült és feliszapolódott, melynek következtében lecsökkent az

árvízlevezető képessége az elterelés előtti állapothoz képest. Nyilvánvalóan ez is hozzájárult ahhoz, hogy a 2013-as árvíz az összes szigetközi vízrajzi állomásnál meghaladta az eddig mért legnagyobb árvízszinteket. Ráadásul, Dunaremete alatt még súlyos vészhelyzet is kialakult, melynek elhárítása komoly védekezési erőfeszítéseket igényelt. Hiába vezetett el tehát 3 200 m<sup>3</sup>/s-os vízhozamot az üzemvízcsatorna (mely nélkül még magasabb szinteken tetőzött volna a Duna a szigetközi szakaszon), a Szigetköz árvízvédelmi biztonsága nem bizonyult olyan mértékűnek, mint amelyet a vízlépcső-projektől eredetileg vártak a tervezők,

- nincs felszíni hidrológiai kapcsolat a főmeder és a hullámtéri mellékágak között. Ilyen körülmények között nem lehetséges a halak laterális mozgása a főmeder és a hullámtéri ív- és táplálkozó- helyek között, pedig valaha a Szigetköz a Duna egyik „halbölcsője” volt. Ezt a funkcióját, kisebb nagyobb mértékben a vízpótlással szabályozott ágrendszerek átvették, de a Szap és Rajka közötti Öreg- Duna-főmedre kizáródott, így ezt a szerepet nem tudja betölteni,
- a főmeder, mint vizes élőhely, továbbra is jóval rosszabb állapotban van az elterelés előtti viszonyokhoz képest.

Komoly kihívás még az üzemvízcsatorna visszatorkolása alatti Duna szakaszon (1811-1790 fkm) észlelt jelentős medersüllyedés. Az üzembe helyezés előtti időszakban a süllyedések oka egyrészt a hajózás érdekében végzett hagyományos folyószabályozási beavatkozások hatása. Az egyoldalú üzembe helyezés, vagyis a megváltozott vízjárás, a Dunacsúnyi duzzasztó és tározó (valamint a folyó felvízi szakaszain működő többi vízlépcső) hatásaként a görgetett hordalék nem jelenik meg a vízlépcső alatti szakaszon. A vízlépcsők utáni állapotokra jellemző hordalékvesztés kedvezőtlen hatásaként, valamint mivel nem épült meg a Nagymarosi vízlépcső – így nincs alsó visszaduzzasztó hatás – a Szap alatti szakaszon elindult a drasztikus kimélyülési folyamat. A medersüllyedések a kapcsolódó mellékágak vízellátásának fokozatos romlását, esetenként megszűnését, a mellékágak kiszáradását, továbbá a talajvízszintek jelentős süllyedését eredményezte. Ezeket a káros folyamatokat az alsó-szigetközi mellékágak vízpótló-rendszerhez történő kapcsolása csak részlegesen el-lensúlyozta.

A főmederrel kapcsolatos problémák megoldására az Insula Magna projekt (Insula Magna 2023) állt elő egy műszaki javaslattal, melynek lényege az, hogy az Öreg-Duna főmedrének a 10. képen jelzett szelvényeiben a dunakiliti fenékküszöbhez hasonló fenékküszöbökkel meg lehet emelni a vízszinteket és így a hullámtéri vízpótlás által megemelt mellékágak vízszintjeivel közvetlenül összekötve biztosítani lehet a kereszt irányú áramlásokat is (Zsuffa és társai 2023). Ezzel a megoldással a főmeder vízviszonyai is a Dunakiliti-Szap közötti Duna szakasz a korábbi – 50-es évekre jellemző – állapotba kerülhetnek.



10. kép. A javasolt fenékküszöbök helyei az Öreg- Dunában (Insula Magna 2023)  
Photo 10. Locations of the proposed bottom sills in the old Danube (Insula Magna 2023)

A fenékküszöbök a duzzasztó hatásuk révén megfelelően magas vízállásokat biztosítanak az eltereléssel érintett szigetközi Duna szakasz mentén, még olyankor is, amikor csak a minimális vízhozam kerül átadásra Dunacsúnynál. Segítségükkel bizonyos mellékágak esetében, lehetővé válik az alsó ágvéglezárások visszabontása és ekképpen a főmeder és a hullámtér közötti hidroökológiai kapcsolat helyreállítása, majd folyamatos fenntartása. Ez várhatóan megnyitja az utat halak laterális migrációjára, ami alapvetően fontos feltétel a Szigetköz „halbölcső” funkciójának újraélesztéséhez.

Halak hossz-menti migrációját a fenékküszöbök igen lapos alvízi rézsűi biztosítják. Ekképpen a fenékküszöbök „durva rámpa” típusú halátjárókként is funkcionálnak.

A küszöbök duzzasztásának további kedvező hatása az, hogy a Duna főmedre újra teljes szélességében víz alá kerül, melynek következtében megszűnik meder árvizek levezetését akadályozó benótság is.

A küszöbök persze új akadályokat is jelentenek az árvizek levezetésében. A javasolt megoldás erre a problémára az, hogy előre tervezett módon, több helyen vissza kell bontani a főmederrel párhuzamosan húzódó – a hullámtéri mellékágakat a Duna főmedrétől ma még elválasztó – elzárásokat azzal a céllal, hogy az így megnyitott mellékágak árvízkor jelentős mértékben tehermentesítsék a főmedret.

Míndez persze gondos tervezést igényel, mely nem nélkülözheti a 2/3D hidrodinamikai és vízminőségi modellezés alkalmazását. E munkák jelentős része az Insula Magna projekt (Insula Magna 2023) keretein belül valósul meg. A projekt egyik végcélja egy elvi vízjogi engedélyezési terv szintű tervrészlet kidolgozása a Duna szigetközi főmedrének fent bemutatott átalakítására. Az előkészítési munkákat az OVF koordinációjával az ÉDUVIZIG és a győri Széchenyi István Egyetem végzi.

A Szap alatti szakaszon (üzemvízcsatorna visszatorkolása alatt) a folyómeder süllyedésének problémája egy megoldásra váró, nagyon komoly szakmai feladat, amely Magyarország és Szlovákia együttműködését igényli. Itt csak egy Dunai alsó vízlépcső (Nagymaros vagy Pilismarót) duzzasztása lehet a megoldás.

A Szigetközi vízpótlás egy mesterségesen előállított, folyamatos szabályozással működő rendszer, mely egy egész térség vízállapotait szabályozza, folyamatosan felügyelve azt. A korábbi természetes állapotok (kisvíz, középvíz, árvíz) létrehozásával, megteremtve az egész térség mozaikos élettereit is, lehetőség nyílik az egyre értékesebb (pl. fokrendszerek) vízállapotok kialakítására. Ez a víz-

pótló rendszerek folyamatos, rugalmas, nagy odafigyelést igénylő üzemeltetését feltételezi, valamint a rendszeren belül a folyamatos finomhangolások igényli.

## IRODALOMJEGYZÉK

*Digitális Képtár (2023).* pannoniansea\_currentborders\_nagykep.jpg (1465×1061) (oszk.hu) Letöltve: 2023.12.07.

*Duna Védelmi Egyezmény (1974).* Egyezmény a Duna védelmére és fenntartható használatára irányuló együttműködésről, Szófia. [http://www.icpdr.org/icpdr-pages/navigation\\_and\\_ecology\\_process.htm](http://www.icpdr.org/icpdr-pages/navigation_and_ecology_process.htm)

*ÉDUVIZIG (2016).* Szigetközi Vízpótló Rendszer fejlesztésének hatása a talajvízre (ÉDUVIZIG Intézkedési Terv SZ-5 feladat).

*ÉDUVIZIG (2023).* Mosoni-Duna torkolati mű – 2022. március-április havi próbaüzem – Hidrológiai, áramlástan, morfológiai és felszín alatti vizes monitoring mérések és értékelés.

*Ficsor J., Mohácsiné Simon G. (2013).* Szigetköz felszíni víz és talajvíz viszonyainak jellemzése az ÉDUVIZIG monitoring hálózatának mérései alapján. Magyar Hidrológiai Társaság XXXI. Országos Vándorgyűlése. Gödöllő, 2013. július 3-5.

*Holubová, K., Comaj, M., Lukác, M., Mravcová, K., Capeková, Z., Antalová, M. (2015).* Final report in DuRe Flood project - 'Danube Floodplain Rehabilitation to Improve Flood Protection and Enhance the Ecological Values of the River in the Stretch between Sap and Szob, Bratislava.

*Horváth L., Pannonhalmi M, Várday N. (1981).* Duna vízminőség változás 1968-1978. Vízügyi Közlemények 63. évf. 4. sz. pp. 506-520.

*Insula Magna projekt (2023).* <https://insulamagna.sze.hu/kezdooldal>

*Kertész J. (1996).* A hullámtéri vízpótló-rendszer kialakítása MHT XIV. Vándorgyűlés (A Magyar Hidrológiai Társaság XIV. Országos Vándorgyűlése I. kötet (Sopron, 1996. május 21-24.).

*Kertész J. (2015).* A Szigetközi vízpótló-rendszer térbeli kiterjesztése és a hatékonyságának a növelése. Magyar Hidrológiai Társaság XXXIV. Országos Vándorgyűlése. Szombathely, 2015. július 1-3.

*Magyar Nemzeti Jelentés (2015).* MAGYAR NEMZETI JELENTÉS az 1995. április 19.-i Kormányközi Megállapodásban meghatározott Közös magyar-szlovák monitoring 2015. évi tevékenységéről – Felszíni vizek mennyisége – Felszín közeli vizek mennyisége <https://szmp.hu/node/188>

*Nemzeti Jelentés (2023).* A szigetközi vízpótlás közös, szlovák magyar monitoring nemzeti jelentései az 1997-2015 időszakra, <http://www.szigetkozi-monitoring.hu/>

*Németh J. (2016).* A szigetközi vízpótlás vízügyi eredményei, várható fejlesztések. Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság. Előadásanyag. (<https://docplayer.hu/110873514-A-szigetkozi-vizpotlas-vizugyi-eredmenyei-varhato-fejlesztések-eszak-dunantuli-vizugyi-igazgatóság-nemeth-jozsef-igazgato.html>)

*OVF alaptérkép.* <http://geoport.al.vizugy.hu/vizkeszletvedelem/index.html>

*Pannonhalmi M. (1994).* Veraenderungen im Donauraum – Aenderungen der Wasserqualitaet. Limnologische Berichte Donau 1994. EAWAG Dübendorf - IAD Wien.

*Pannonhalmi M., Varga P. (2021).* A vízügyi szolgálat vízminőség vizsgálatának 50 éve Magyarországon a Duna példáján. Vízügyi Közlemények, CIII. évfolyam 2021. évi 1. füzet

*Sütheő L. (2017).* Szigetköz monitoring múltja, jelene, jövője. MTA VEAB Biológiai Szakbizottság Vízgazdálkodási Munkabizottsága, Szombathely 2017.

*Szigetközi Hullámtéri vízpótló-rendszer (2001).* Vízjogi üzemeltetési engedély, száma: (20923/2001) H-15 171-2/2010

*Tamásné Dvihaljy Zs. (1987).* A kislalföldi Duna-szakasz ökológiája, p. 232. ISBN: 963712182X

*Varga P., Ábrahám M., Simor J. (1990).* Water quality of Danube in Hungary. Wat. Sci.Tech.22. pp.113-118. <https://doi.org/10.2166/wst.1990.0018>

*Várday N. (1987).* A kislalföldi Duna-szakasz hidrológiai, hidrográfiai és vízkémiai viszonyai. VEAB. 1987.

*VÍZIMOLNÁR (2001).* Talajvízgazdálkodási koncepció kidolgozása az Osztrák, Szlovák, Magyar határmenti területen (PHARE Project ZZ9621-02 L001)

*Vízügyi Közlemények (2021).* AZ ORSZÁGOS VÍZÜGYI FŐIGAZGATÓSÁG KIADVÁNYA VÍZÜGYI KÖZLEMÉNYEK 2021.1. szám.

*Zsuffa I., Szöllősi-Nagy A., Bogárdi J. (2023).* Insula Insolita – Szigetköz és Bős-Nagymaros párhuzamos története. Hidrológiai Közlöny, 103/2. pp. 4-23. <https://doi.org/10.59258/hk.11537>

*III. KEOP (2011).* „Szigetközi mentett oldali és hullámtéri vízpótló rendszer ökológiai célú továbbfejlesztése” című, III. KEOP-2.2.4/2f/09-2011-0004 (2011) projekt dokumentációja

*1242/2022 (IV.28.)* Kormány határozat: Hivatalos Értesítő 2022. 23. szám.

[http://www.szigetkoz.biz/honlap/bevezetes\\_tk.htm](http://www.szigetkoz.biz/honlap/bevezetes_tk.htm)

<https://2015-2019.kormany.hu/hu/foldmuvelesugyi-miniszterium>

<https://hu.wikipedia.org>

<http://www.szigetkoz.biz/valtozas/talajviz/main-page.htm>

## A SZERZŐK



**JAKUS GYÖRGY** okleveles vízépítő mérnök (BME 1970), folyami víz- építő szakmérnök (BME 1977). 1970-től az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság Rábai Főépítés-vezetőségének munkavezetője, majd 1972–1975 között a szervezet vezetője lett. Ezt követően a VIZIG Szigetközi Szakmérnökségét vezette 1980-ig. 1982–1991 között a VIZIG műszaki igazgatóhelyettese, majd 1999-ig igazgatója volt. 2000-től az OVF Vízgazdálkodási és Informatikai Főosztály vezetője, majd az OVF főigazgató-helyettese lett 2012-es nyugdíjba vonulásáig. Működésének főbb szakterületei: a folyószabályozás, a szigetközi vízgazdálkodás, az árvíz- és belvízvédekezés, a vízügyi szakigazgatás informatikai fejlesztése, illetve a vízügyi nagyberuházások műszaki irányítása. Díjai: 2002-ben Vásárhelyi Pál- díj (2002), Magyar Köztársasági Arany Érdemkereszt (2014), Mosonyi Emil díj (2020). Az MHT-nek 1975 óta tagja.



**KERTÉSZ JÓZSEF** okleveles vízépítő mérnök (BME 1978), okleveles építőipari gazdasági mérnök (BME 1982). 1978-tól 2015-ig az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóságnál dolgozott, közben három évig a GNV kirendeltség, majd 22 évig a Szigetköz-vezetője. Aktív résztvevő a Szigetközben végzett rehabilitációs munkák, a Szigetközi hullámtéri és a mentett oldali vízpótló-rendszerek kiépítésében és az üzemeltetésében. 2018-tól óraadó a győri Széchenyi István Egyetemen. 2022-től a Szigetköz Natúrpark Egyesület elnökségi tagja, alelnök. Díja, kitüntetése: Lampl Hugó díjas (2005), Pro Aqua díj (2023), Magyar Ezüst Érdemkereszt (2022), Gróf Széchenyi Ferenc díj (2023). Az MHT-nek 1978 óta tagja



**MOHÁCSINÉ SIMON GABRIELLA** okleveles hidrogeológus, a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen diplomázott. 1996-ban vízgazdálkodási szakmérnöki képesítést szerzett. 1982. szeptemberétől az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság dolgozója. Ügyintéző majd csoportvezető, 1998-tól a Vízvédelmi és vízgújító-gazdálkodási osztály munkáját irányítja, osztályvezetőként. Főbb tevékenysége az ÉDUVIZIG területén az államigazgatási feladatokon túl különösen a felszín alatti vízkészlet-gazdálkodás feladatai, víz-beszerzési szakvélemények, vízkészletek állapotának értékelése, vízbázis-védelem, projektek kezelése, irányítása. 1982-től a Magyar Hidrológiai Társaság tagja. Szakértőként évtizedek óta részt vesz az magyar-osztrák és a magyar-szlovák határvízi bizottságok munkájában. 2015 óta a Magyar-Osztrák Vízminőségi Állapotértékelő Szakértői Munkacsoport magyar tagozatának vezetője. Díjak, kitüntetések: Vásárhelyi Pál emlékérem I. fokozat (2001.), Miniszteri Elismerő Oklevél (2004.), Felszín Alatti Vizekért Alapítvány ezüstpohár díja (2017.), Országos Vízügyi Főigazgatóság Főigazgatója szakterületi érem (2020.)



**PANNONHALMI MIKLÓS** egyetemi tanulmányait Lengyelországban, Olsztyn, Műszaki-Agrártudományi Egyetem Vízvédelem és Belvízi Halászati Karán magiszteri fokozattal (1971) majd a Veszprémi Vegyipari Egyetem Környezetvédelmi Szakmérnöki Kar posztgraduális képzésen szerzett okleveles környezetvédelmi mérnöki diplomát (1977). 1971- 1973 a szarvasi Haltenyésztési Kutató Intézet tudományos segédmunkatársa. 1973-2012 Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóságon hidrobiológus, osztályvezető, igazgató-helyettes főmérnök, majd nyugdíjas szakértő. 2001-2008 között a Nemzetközi Limnológiai Társaság (SIL) Nemzetközi Duna-kutató Munkacsoport /IAD/, a Fizika/Kémia Munkacsoportját vezette. Egyetemi oktatást végzett a Soproni Egyetemen és a győri Széchenyi István Egyetemen. Több évtizeden át a Magyar-Oszták Határvízi Bizottság szakértője volt. A Magyar Köztársasági Ezüst Érdemkereszt, a II. osztályú Honvédelemért kitüntető cím, a Pro Aqua, az FM által adományozott bronz Életfa, valamint a Vásárhelyi Pál, és az MHT által adományozott a Schafarzik Ferenc díj tulajdonosa. 2023-ban megkapta a Magyar Arany Érdemkeresztet.



*Az Ásványrárói hallépcső (Fotó: Kertész József)*