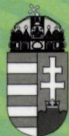


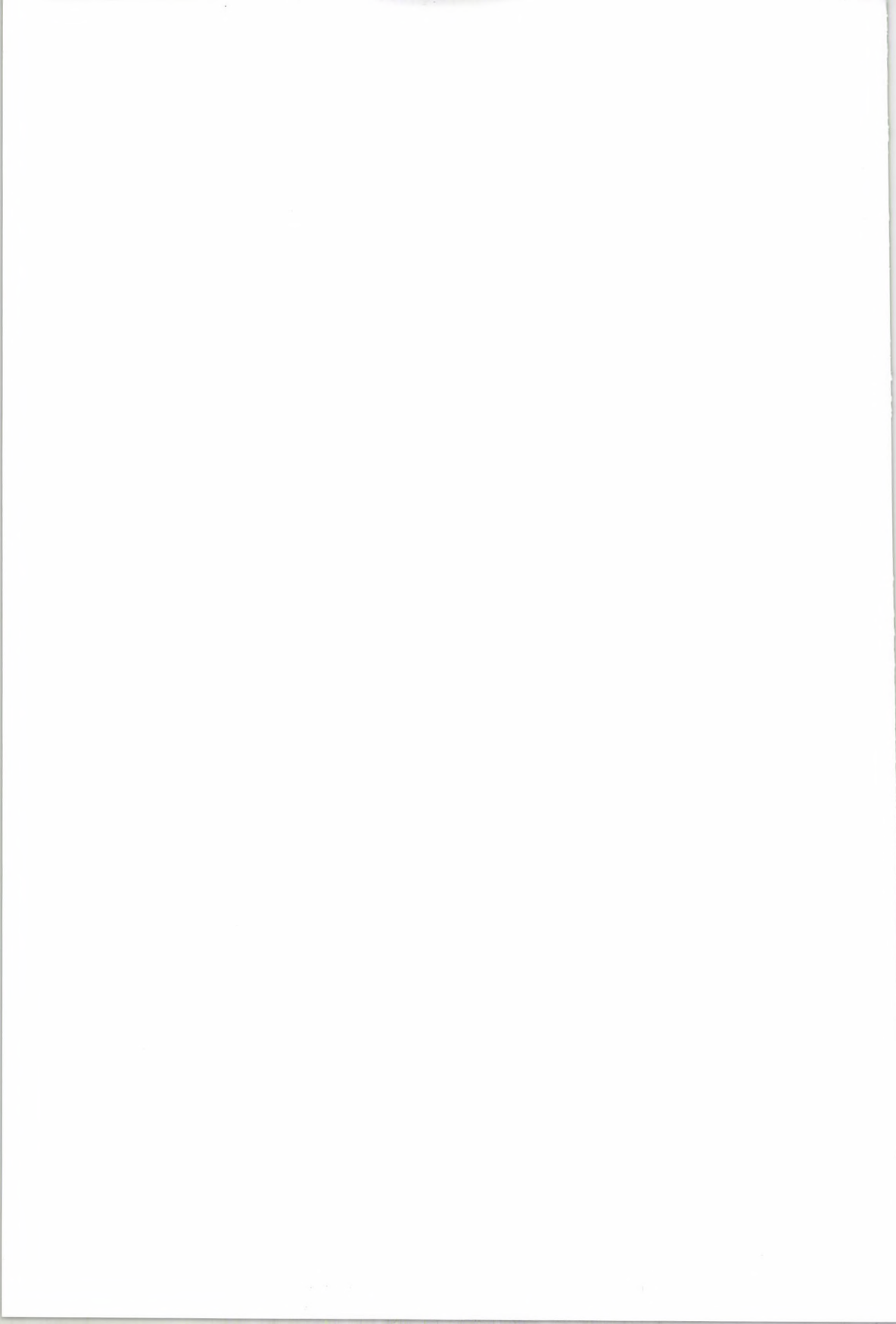
AZ ORSZÁGOS
VÍZÜGYI FŐIGAZGATÓSÁG KIADVÁNYA

VÍZÜGYI KÖZLEMÉNYEK

2024. 3. szám



BUDAPEST



VÍZÜGYI KÖZLEMÉNYEK
MŰSZAKI FOLYÓIRAT

2024. évi 3. szám

BUDAPEST, 2024

AZ ORSZÁGOS VÍZÜGYI FŐIGAZGATÓSÁG KIADVÁNYA

KÖZZÉTESZI:
AZ OVF VÍZÜGYI TUDOMÁNYOS TANÁCSA

A folyóirat megjelenik nyomtatott kiadványként és digitális formában is.

A kézirat lezárva: 2024. november 15-én.

Főszerkesztő:
DR. VÁRADI JÓZSEF

Szerkesztette:
DR. SZLÁVIK LAJOS

Tördelte: dr. Szlávik Lajos

A Szerkesztő Bizottság összetétele:

Bak Sándor, dr. Bakonyi Péter, dr. Balatonyi László, dr. Bálint Zoltán, dr. Búzás Kálmán, dr. Csonki István, dr. Dévai György, dr. Dobos Endre, dr. Engi Zsuzsanna, Fejér László, Göncz Annamária, Haranghy Csaba, dr. Hayde László, Horkai András, dr. Horváth Ákos, Illés Lajos, dr. Kertai István, dr. Keve Gábor, Kling Zoltán, dr. Koris Kálmán, Kóthay László, dr. Kovács Sándor, dr. Kozák Péter, dr. Krámer Tamás, Lábdy Jenő, Lovas Attila, dr. Madarassy László, Pannonhalmi Miklós, Rácz Tibor, Rosza Péter, dr. Szaló Péter, Sziebert János, dr. Szlávik Lajos, dr. Tóth László, dr. Varga István, dr. Váradi József

Szerkesztőség:
1012 Budapest, Márvány u. 1/D.

Borítóterv: Bíró Mária
Nyomdai munkák: GMN-Color Digital Kft.

HU ISSN 0042-7616

TARTALOMJEGYZÉK

	oldal
Szerkesztői bevezető	5.
<i>Jakus György, Kertész József, Dunai Ferenc, Pannonhalmi Miklós:</i> Revitalizáció és vízpótlás a Szigetközben. II. rész.....	11.
<i>Bufa-Dórr Zsuzsanna, Vargha Márta:</i> Változások az ivóvízminőség szabályozásában és az ellenőrzés rendjében.....	61.
<i>Keve Gábor:</i> Hidraulikai laboratórium fejlesztése a Nemzeti Közzolgálati Egyetem Víztudományi Karán	85.
<i>Szlávik Lajos:</i> Hetven éve történt a szigetközi árvízkatasztrófa	97.
<i>A víztudományok nagy egyéniségei</i> Benedek Pál (1924-2016).....	133.

A címlapon lévő fénykép:

Az Ásványrári hallépcső a Szigetközben (2023)
(Kertész József felvétele)

A hátsó borítón lévő fényképek:

Felső kép:

A Hatvanasi Duna-ág Lipótnál a Szigetközben (2023)
(Kertész József felvétele)

Alsó kép:

Erdei ágak kotrása a Szigetközben (2023)
(Kertész József felvétele)

* * *

SZERKESZTŐI BEVEZETŐ

Jakus György, Kertész József, Dunai Ferenc és Pannonhalmi Miklós átfogó, elemző, hézagpótló tanulmányt készített a Szigetközben az elmúlt három évtizedben végzett hatalmas munkáról – a térség vízpótlásáról és revitalizációjáról.

A terjedelmes tanulmányt két részben közöljük: az *I. rész* a Vízügyi Közlemények 2024. évi 2. számában jelent meg, a *II. részt* pedig a jelen számban mutatjuk be. A szerzők ebben a részben kitérnek a vízpótlások megvalósításának részletes ismertetésére, a Szigetköz hidroökológiai viszonyainak jelenlegi helyzetére, valamint a további javítására irányuló aktuális tervek bemutatására.

A Bősi Vízlépcső üzembe helyezése, a Duna elterelése (1992. október 25.) után a folyamon Dévény felől érkező víz jelentős része az Üzemvízcsatornában a Bősi Vízlépcsőn keresztül folyt le, így a Duna Rajka-Szap közötti szakaszán alapvetően megváltozott a folyam vízjárása. A főmederben kialakult alacsony vízszintek következtében a hullámtéri mellékág-rendszerekben szélsőségesen alacsony vízszintek alakultak ki, illetve a medrek nagy része kiürült, kiszáradt.

A Felső-Szigetközben haladéktalanul elindult a vízpótlás a műszaki beavatkozások előzetes terve alapján: szükségintézkedésekre, azonnali beavatkozásokra került sor. A műszaki intézkedések vízforrása a Mosoni-Dunába átadott vízhozam volt. A hullámtérbe vezetett 10-12 m³/s vízhozam azonban nem bizonyult kielégítő megoldásnak, kevés volt ahhoz, hogy egyidejűleg a Mosoni-Duna mentén, a mentett oldalon és a hullámtéren is megfelelő vízviszonyok alakuljanak ki.

A vízpótlás hosszú távú tervezésének célkitűzése az 50-es évekre jellemző vízjárás megteremtése volt. A korábbi természetes állapotokat visszaállító vízpótlások megvalósítása az egyoldalú üzembe helyezéstől a mai napig tartanak, finomodnak és még ma sem tekinthetők befejezettnek.

Az Országgyűlés az 1994. április 13-án hozott határozatában – elvetve a Kormányának az ideiglenes fenékgát kialakítására tett javaslatát, az ÉDUVIZIG és a helyiek tiltakozása ellenére – elrendelte a *hullámtér szivattyúkkal történő vízpótlási megoldását*, amelyhez a forrásokat is biztosította. Ennek megfelelően megtörtént három diesel szivattyútelep telepítése, amelyek teljes kapacitása 15,5 m³/s volt. A szivattyúzás ellenére – a vízpótló főág kivételével – a többi hullámtéri ág továbbra is száraz volt, a vízi élőhelyek jelentős része víz nélkül maradt. A szivattyús vízpótlás érdemben nem javított a Szigetköz helyzetén. A szivattyúzást véglegesen 1994. december 15-én függesztették fel. Ez volt az ökológiai szükséghelyzetre

hivatkozó kormányzat olyan intézkedése, amellyel tönkretette a még nem károsodott területeket is.

1995-ben a szigetközi vízellátásban jelentős előrelépés történt. Magyarország és Szlovákia között 1995. április 19-én létrejött egy *megállapodás*, amely szabályozta a Duna vízhozamának ideiglenes vízmegosztását és lehetővé tette egy, a hullámtér vízpótlását megoldó *fenékküszöb* építését a Duna 1843 fkm szelvényében. A megállapodásban a Szlovák fél vállalta 43 m³/s vízhozam átadását a Mosoni-Duna számára a dunacsúnyi törpevízerőművön és a szivárgócsatornán keresztül, valamint időszakról és a Duna teljes vízhozamától függően minimum 250-600 m³/s vízhozam átadását a Duna főmedrébe.

Az érkező vízhozam felhasználása érdekében 1995 májusában elkészült a Duna 1843 fkm-ben a fenékküszöb, amely lehetővé tette mintegy 150 m³/s vízhozam kiterelését a Duna jobbpartján az 1845,4 és 1845,9 fkm-nél kibontott és átalakított töltőbukókon át a hullámtér irányába. A Dunakiliti duzzasztó működtetésével ugyan korlátozott módon, de lehetővé vált a *dinamikus vízpótlás*. Az érkező vízmennyiség optimális szinten történő levezetésére szükségessé vált a *hullámtéri ágrendszer átalakítása*. A hullámtéri szigeteken a szántóföldi művelést és legeltetést fokozatosan felváltotta az intenzív erdőgazdálkodás.

A vízi élőlények számára az átjárhatóság biztosítása már a tervezés korai szakaszában is igényként jelentkezett. A tapasztalatok birtokában megállapítható, hogy a beton, cement vagy egyéb kötőanyag nélkül is állékony durva rámpák a vízi élőlények számára átjárhatók. A fenékküszöb által biztosított szabályozható gravitációs vízpótlás képes volt átvenni az érintett térségben a Duna főmeder korábbi meghátározó funkcióját. Jelentős eredmény volt az is, hogy a két ország 1995-ben egy a mai napig érvényes *vízmegosztási egyezményben* az addigi mennyiséget megnövelve rögzítette a vízpótlásokra felhasználható átadandó vízhozamokat.

A Dunakiliti duzzasztómű új funkciót kapott, a mellékág rendszerek vízellátásának szabályozó műve lett. Alapfeladata az eredeti tervekhez képest – a szükségintézkedések időszakától kezdődően – jelentősen megváltozott. Jelenleg a Duna 1843 fkm-ben épült fenékküszöb segítségével a szigetközi hullámtéri vízpótlásának fő műtárgya. Szabályozó funkciójának köszönhető, hogy a Duna természetes vízjárását az egész Szigetközben szimulálni lehet.

EU támogatások elnyerése tette lehetővé a felső-szigetközi vízpótlás pozitív üzemelési tapasztalata alapján a vízpótlás folytatását a középső és alsó szigetközi területeken is. A hullámtéri vízpótlással érintett középső- és alsó-szigetközi vízpótlás jelentős változást eredményezett a talajvízviszonyok állapotában is. Az alsó-szigetközi vízpótlás utolsó eleme a Mosoni-Duna torkolati művének megvalósítása volt, melyet 2022-ben helyeztek üzembe.

A vízpótlási rendszerek üzeme 30 éves tapasztalattal rendelkezik. A vízpótlások tapasztalatait összegezve a szerzők megállapítják, hogy a vízpótlások át tudták venni a Duna térségi vízjárásra gyakorolt szabályozó szerepét. A mellékágak és a mentett oldali vízpótlások szabályozott módon egy korábbi jellemző állapotot szimulálnak, így a teljes Szigetközben – kivéve a Duna régi főmedrét – az 1950-es évekre jellemző vízviszonyok állnak elő. Vizes élőhelyek sokaságának rehabilitálása valósult meg. A morfológiai adottságokat kihasználva olyan rendszer jött létre, mely lehetővé tette, hogy az üzemeltetés során az ágrendszerekben alapvetően csak az elszivárgó vizek pótlása szükséges. Az egész Szigetközre kiterjedő szabályozási rendszer *példaértékű revitalizáció*, mely világorökség-szintű mozaikos vizes élőhely-rendszereket teremtett.

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 1950-es évek vízjárását teremtették meg, alapvetően jól működnek, viszont a működés folyamatos megfigyelésére a rendszer egyes elemeinek finomítására folyamatosan szükség van. A szabályozható vízpótló-rendszer képes létrehozni azokat a hidrológiai viszonyokat, melyeket korábban a Duna hozott létre. A vízpótló-rendszer tehát átvette a Duna szerepét.

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.

A vízpótlást követő monitoring tevékenység adataira építve a tanulmány bizonyítja: annak ellenére, hogy a Bösi vízlépcső több mint 30 éve üzemel, az idő alatt az „ökológiai szükséghelyzet” egyetlen egy eleme sem mutatható ki.

A szerzők a tanulmány befejező részében áttekintik a Szigetköz hidroökológiai viszonyainak további javítását szolgáló aktuális feladatait. Az öreg meder nagyvízi vízszállító-képességének javítása érdekében sürgető feladat a főmeder és a szabályozási kőművek növényzettől, uszadék torlaszoktól, bedőlt fáktól történő tisztítása és tisztán tartása.

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. Komoly kihívás még az üzemvízcsatorna visszatorkollása alatti Duna szakaszon (1811-1790 fkm) észlelt jelentős *medersüllyedés*.

A Szap alatti szakaszon (az üzemvízcsatorna visszatorkollása 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 az 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 vízállapotok kialakítására (pl. fokrendszerek). Ez a vízpótló rendszerek folyamatos, rugalmas, nagy odafigyelést igénylő üzemeltetését feltételezi, valamint a rendszeren belül igényli a folyamatos finomhangolásokat.

Az Európai Parlament és a Tanács 2020. december 22-én elfogadta az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről szóló 2020/2184 Irányelvet. Az új Irányelvnek a hazai jogrendbe történő átültetése 2023. január 12-én az ivóvíz minőségéről és az ellenőrzés rendjéről szóló 5/2023 (I.12.) Kormányrendelet elfogadásával, illetve kapcsolódó jogszabályok kisebb módosításával valósult meg. Az új szabályozás fokozatosan alakítja át az ivóvízminőség-felügyelet rendszerét.

Bufa-Dörr Zsuzsanna és Vargha Márta, a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ (NNGYK) Közegészségügyi Laboratóriumi és Módszertani Főosztályának munkatársai a „Változások az ivóvízminőség szabályozásában és az ellenőrzés rendjében” c. cikkükben részletesen bemutatják, hogy a fő változások leginkább a következőkben érvényesülnek. A kockázat alapú ivóvízminőség-felügyeletet kiterjesztik a teljes ivóvízellátási láncra, az ivóvíz célú nyersvizektől a fogyasztói pontig. Felülvizsgálták az ivóvíz minősítésénél vizsgálandó paramétereket és határértékeiket az új tudományos (technológiai és toxikológiai) eredmények alapján. Az Európai Unió területén megkezdődött a vízzel érintkező anyagok szabályozásának és engedélyezésének egységesítése és ezen a téren a hazai jogrendben is történtek fontos lépések. Átalakítják a lakossági tájékoztatást annak érdekében, hogy erősítsék az ivóvízbe vetett fogyasztói bizalmat. Javítják az ivóvízhez nem vagy csak korlátozottan hozzáférő (marginalizált) csoportok víz-hozzáférését.

Az új szabályozás a korábbinál rugalmasabb és korszerűbb ivóvízfelügyeleti megközelítést alkalmaz. Ugyanakkor ez a rugalmasság egyben nagyobb felelősséget ró az üzemeltetőkre és a népegészségügyi hatóságokra, hogy éljenek ezekkel a lehetőségekkel, s eközben a lakossági ivóvízellátás biztonsága ne sérüljön.

A vízügyi szakember-utánpótlás az oktatás valamennyi szintjén megjelenik, és az alapozó tantárgyak között rendre megtalálható a *Hidraulika tantárgy*. Keve Gábor cikkében a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz tudományi Karán (NKE

VTK) zajló fejlesztések közül a *Hidraulikai laboratórium és a hozzá kapcsolódó beruházások* folyamatába nyújt betekintést.

A Hidraulika tárgy a VTK minden alapképzésének része, amelyet a második évfolyamon, két féléven keresztül hallgatnak a diákok. A leadott tananyag megértését a különböző kísérletek oly mértékben segítik, hogy a diákok előszeretettel veszik fel a tantárgyhoz kapcsolódó szabadon választott kurzusokat is.

Az NKE VTK-n folyó vízügyi felsőoktatás több, mint 60 éves múltja során a gyakorlatorientált képzés mindig is erős hangsúlyt kapott. Az utóbbi 7 év lehetőségeit kihasználva a Hidraulika tantárgy laboratóriumi körülményei jelentősen fejlődtek, így az oktatást és a kutatást szolgálva újabb „*learning-by-doing*” („gyakorlat általi tanulás”) képzési mód segíti a tudományterület elmélyültebb elsajátítását. A fejlesztési elképzelések még korántsem apadtak ki, de a további jelentős előrelépést kétséget kizáróan az új laborcsarnok megépítése jelentené.

Az 1953 végén megalakított Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) alig néhány hónap múlva súlyos próbatétel, kemény árvízi helyzet elé nézett. Ezt az esemény-sorozatot mutatja be *Szlávik Lajos* „*Hetven éve történt a szigetközi árvíz katasztrófa*” c. tanulmánya.

Az 1954. július 13-31. között lezajlott dunai árvíz példátlanul tartós és intenzív csapadék-sorozata következtében heves árhullámok alakultak ki a Duna alpesi mellékfolyóin. Bajorországban és Ausztriában több, mint 2.500 km² került víz alá. A Duna hazai szakaszain a rekord magasságú víz ellen a védekezés csak részben volt sikeres, mert súlyos árvízi elöntés érte a Szigetközt. Itt az árhullám négy helyen okozott gátszakadást, több mint 220 km², az Alsó-Dunán bekövetkezett gemenci gátszakadás miatt pedig közel 170 km² került víz alá, a kár meghaladta a 750 millió Ft-ot, ami akkor hatalmas összegnek számított. Az árvíz során 30 ezer lakost kellett átmenetileg kitelepíteni. A folyó további hazai szakaszain a védekezés a rendkívüli magasságú árvíz ellen sikeres volt.

A tanulmány bőséges szakirodalmi forrásmunkák feldolgozásával bemutatja az 1954. évi dunai árvizet kiváltó csapadékviszonyokat, az árvíz előrejelzését, az árvíz fogadására való felkészülés intézkedéseit, az árhullám levonulásának, az árvízvédekezésnek az eseményeit, elemzi és összegzi a védekezés tapasztalatait és tanulságait.

70 év elteltével nemcsak azért kell az 1954. évi dunai árvízre visszaemlékezni, mert az Magyarország területén az addig észlelt legmagasabb árvízszinteket is meghaladta, mert Szigetköz nagy részének és Győr egyik kerületének (Révfa) teljes elöntésével hatalmas anyagi károkat okozott, hanem mert az 1954. évi rendkívüli árvíz mérőföldkönek tekinthető a hazai árvízvédelemben, az akkor szerzett

tapasztalatok hosszú időre meghatározták, megszabták a dunai védvonalak fejlesztésének feladatait. Sőt, az utána bekövetkezett, egyre magasabb szinten tetőző dunai árvizek (1965, 1991, 2002, 2006, 2013) ismeretében, azoknak az 1954. évi árvízzel való összehasonlításával, a 70 évvel ezelőtti árvíz során szerzett tapasztalatokat is felhasználhatjuk bizonyos hidrológiai, műszaki feladatok megoldásánál.

Folytatjuk a VK előző számaiban megkezdett sorozatunkat, immár a tizenkettedik megemlékezést tesszük közzé. „*A víztudományok nagy egyéniségei*” sorában mostani számunkban emlékezünk a 100 esztendővel ezelőtt született *Benedek Pálra* (1924-2016).

1947-ben szerzett mérnöki oklevelet a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Mérnöki és Építészmérnöki Karán (a BME jogelődjén). 1947-64 között a MÉLYÉPTERV-ben, szennyvíztisztító telepek vezető tervezőjeként dolgozott. 1964-ben azzal a feladattal érkezett a VITUKI-ba, hogy teremtse meg a víz- és szennyvíztisztítási, tehát a víztechnológiai kutatás-fejlesztés alapjait. 1984-ig, nyugdíjba vonulásáig vezette a VITUKI Víztisztítási- és Vízminőség-védelmi Főosztályát, illetve Víztisztítási- és Vízminőség-védelmi Intézetét.

Benedek Pál irányításával az 1970-es évtizedben a VITUKI-ban megalapozták a magyarországi vízminőség-szabályozást és a Vízminőség-védelmi Intézetet nemzetközi hírű kutatóhellyé fejlesztették. Az eleveniszapos szennyvíztisztítás hazai elterjesztésében nyújtott előremutató munkássága mellett közreműködött a vízminőség-szabályozás tudományos alapjainak kidolgozásában. 1983-ban a Magyar Tudományos Akadémián sikerrel védte meg akadémiai doktori disszertációját a vízminőség-védelem témakörben.

Kiváló nemzetközi kapcsolatokkal rendelkezett. Iskolateremtő mérnök és tudós volt. Keze alól került ki számos egyetemi doktor, kandidátus, valamint MTA doktora és akadémikus is. Szakmai tudását és tapasztalatait azzal is elismerték, hogy tudományos minősítéseken elnöki, opponensi feladatokra kérték fel. Szakmai munkásságát több – részben társszerzőkkel írott – szakkönyv és több mint 150 szakmai tanulmány, publikáció fémjelzi.

Nyugdíjba vonulása után, életének utolsó 27 évét, mint alapító tag és a cég elnöke, a VTK Innosystem Kft. munkatársaival töltötte, tanítva őket a szakma szeretetére és a munka megbecsülésére.

Dr. Váradi József
főszerkesztő

Dr. Szlávik Lajos
szerkesztő

REVITALIZÁCIÓ ÉS VÍZPÓTLÁS A SZIGETKÖZBEN II. RÉSZ¹

JAKUS GYÖRGY², KERTÉSZ JÓZSEF³,
DUNAI FERENC⁴, PANNONHALMI MIKLÓS⁵

5. A vízpótlások megvalósítása

Az 1992. évi elterelés után a Dunán a Dévény felől érkező víz jelentős része az Üzemvízcsatornában a Bösi 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 mellékág-rendszerekben szélsőségesen alacsony vízszintek alakultak ki, illetve a medrek nagy része kiürült, kiszáradt. A víz a mellékág-rendszerből – egyrészt közvetlenül a főmeder és a mellékágrendszer élő kapcsolatát biztosító torkolatokon keresztül, másrészt elszivárogva a folyamatosan leürülő talajvíztesttel – a főmederbe távozott. *A drasztikus vízszintcsökkenés elindította a homokos kavics altalajban is a kiürülési folyamatot (9. ábra).*

¹ A cikk I. részét a *Vízügyi Közlemények* 2024. évi 2. füzeté tartalmazza.

² *Jakus György* okl. vízépítő mérnök, folyami vízépítő szakmérnök, Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF)

³ *Kertész József* okl. vízépítő mérnök, okl. építőipari gazdasági mérnök, Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság (ÉDUVIZIG)

⁴ *Dunai Ferenc* ált. és mg. vízgazdálkodási üzemmérnök, ÉDUVIZIG

⁵ *Pannonhalmi Miklós* MSc, ÉDUVIZIG

A kialakult helyzet kezelése érdekében a Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium (KHVM) 1992. október 26-án I. fokú kárelhárítási készültséget rendelt el az érintett Duna-szakasz mentén.

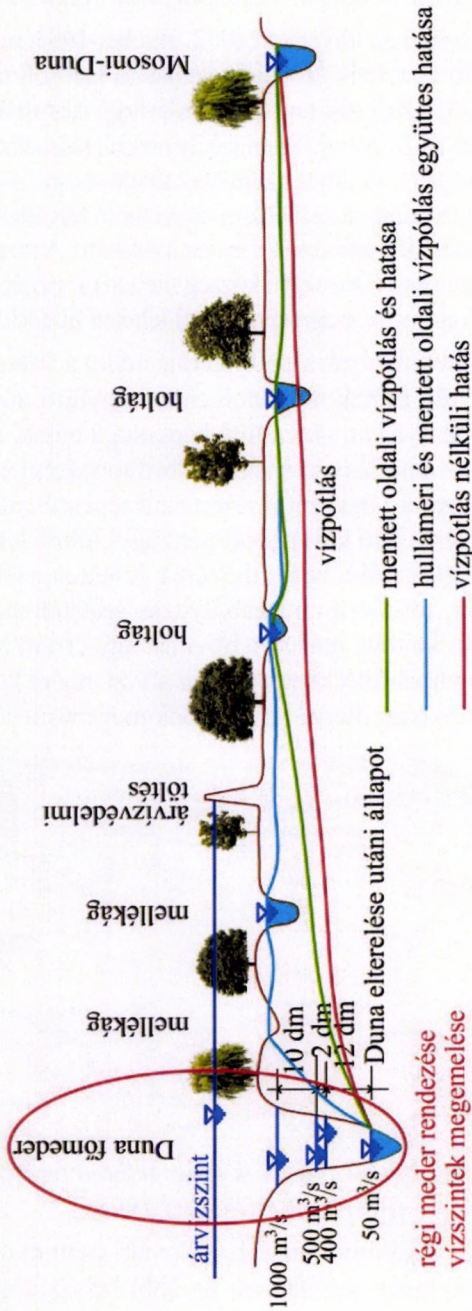
A Szigetközben élők – vállalva a politikai ellenszélben munkálkodás következményeit, megismerve az üzembe helyezés előre látható kárait – a megelőzés érdekében jelentős erőfeszítéseket tettek. A helyi döntésirányítók elfogadták az ÉDUVIZIG javaslatait, amelyek szerint a károk mértékének csökkentésére azonnali intézkedések megvalósítása szükséges. A kiürülés azonnali megakadályozása érdekében a mentett oldali holtágak és belvízelvezető rendszerek azonnali feltöltését határozták el és tervek, engedélyek nélküli beavatkozásokkal néhány héten belül a kivitelezés is megtörtént. *A térségben élők támogatásával 4 hónapon belül elindult Felső-Szigetköz mentett területén a vízpótlás.*

Az azonnali intézkedésekkel egyidőben megindult a hullámtéri vízpótlások tervezése is. Az ÉDUVIZIG-nél Tervezési Osztály ekkor már nem volt, ezért *Jakus György* igazgató a korábban tervezői gyakorlatot szerzett és szakaszmérnök-helyettesként megfelelő helyismerettel is rendelkező *Dunai Ferencet*, a Vízrendezési Osztály osztályvezető-helyettesét bízta meg egy *tervezői munkacsoport* megalakításával, a hullámtéri és a mentett oldali tervek elkészítésével. A tervezési munka igényfelméréssel kezdődött, melyben valamennyi szigetközi területhasználó nyilatkozott, hogy a területén az év különböző időszakasaiban milyen vízállások legyenek. Az eredmény lesújtó volt, mivel mindenki mást szeretett volna.

A zsákutcából való kijutásra egy – véleményünk szerint – *új korszakot nyitó gondolat* született, ugyanis *Dunai Ferenc javaslatára kiválasztottak egy olyan időszakot, mely még jó természeti (vízjárési) körülményt jelentett és a megfelelő adatok is rendelkezésre álltak. Tehát a tervezés célkitűzése az 50-es évekre jellemző vízjárás megteremtése volt.* A gondolattal azonosulva elindult a vízpótlások tervezése. Az 1950-es évek időszaka lett kijelölve és ez alapján lehetett meghatározni, hogy melyik mellékágban, melyik holtágban vagy éppen a Mosoni-Dunán milyen vízszinteket, vízszintváltozásokat kell megvalósítani annak érdekében, hogy a kívánt vízjárás helyreállítható legyen.

A Győr-Moson-Sopron megyei köztársasági megbízott támogatásával az ÉDUVIZIG 1992. november 8-ra elkészítette a környezeti károk mérséklése érdekében szükséges *azonnali műszaki beavatkozások előzetes tervét és megkezdődtek lehetőség szerinti legfontosabb munkák.*

A korábbi természetes állapotokat visszaállító vízpótlások megvalósítása az egyoldalú üzembe helyezéstől – 1992. október 25. – a mai napig tart, finomodik és még ma sem tekinthető befejezettnek (pl. Öreg-Duna meder szabályozása).



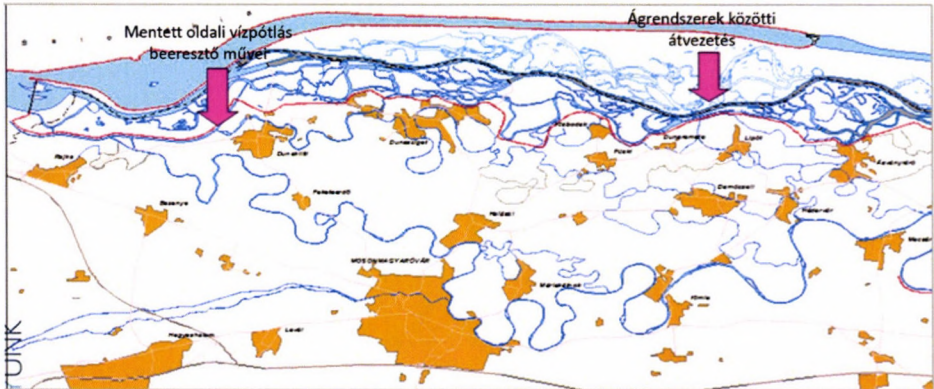
9. ábra. Vízpótlások és a következmények vázlatja (Forrás: Jakus György, tervezői vázlat 1993)

A fenti ábra vázlatosan bemutatja a kiürülési folyamatot, amely a Szigetköz felső és középső részén a medrek teljes kiürülését és jelentős talajvízszint csökkenést eredményez (piros vonal).

5.1. Szükségintézkedések, azonnali beavatkozások (mentet oldali vízpótlás)

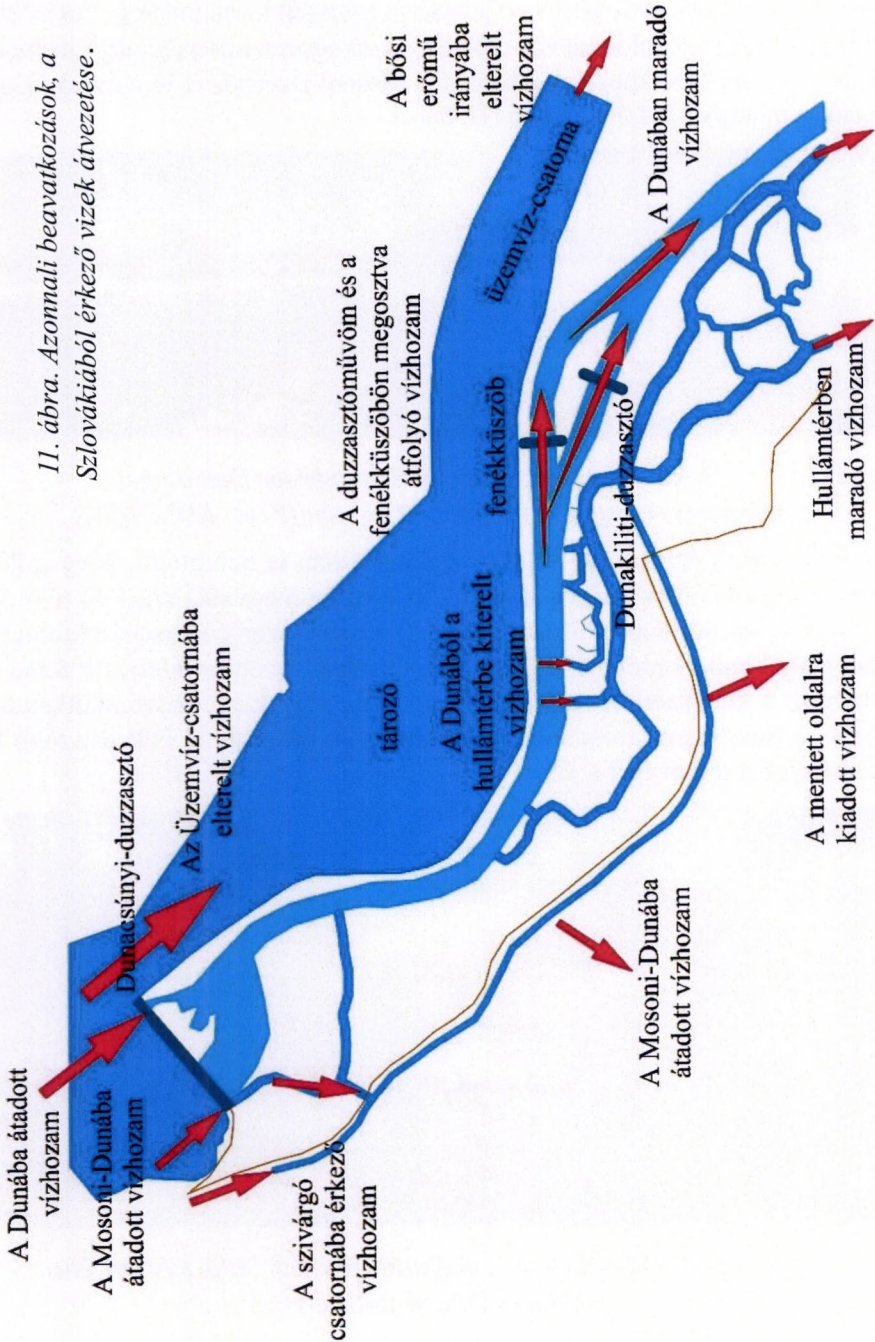
Az egyoldalú üzembe helyezést követően (1992. október-1993. március) a mentet oldali holtágak, vízvezető csatornák azonnali vízellátása valósult meg. A vízpótláshoz szükséges vízmennyiség a Szlovák területről a szivárgó csatornába érkező vizek átvezetése biztosította (10. és 11. ábra). Az engedély nélküli katasztrófa elhárítást a térség polgármesterei, vízhasználói, az érintett területek tulajdonosai, a hivatalban lévő kormány megbízott az akkori politikai széllal szemben bátran felvállalták. A mentet oldali vízpótlás 1993. március végén már üzemszerűen működött. A vízpótláshoz szükséges vízmennyiséget gravitációsan (Dunakiliti község mellett) a megépített tározó töltés lábánál húzódó szivárgó csatorna megcsapolásával lehetett biztosítani (11. ábra).

A vízpótlással érintett medrek alapfunkciója addig a fakadóvízből származó belvizek elvezetése volt. Ennek megfelelően a vízgyűjtő növekedésével lefelé haladva egyre nagyobb nyílású, vízszállító képességű hidak, zsilipek épültek ki. Az elszivárgás miatt a vízpótlás esetén ennek fordítottjaként a felső szakaszokon kellett nagyobb vízhozamot bevezetni, ezért szükségessé vált egyes műtárgyak bővítése. A rendelkezésre álló korlátozott pénzügyi feltételek és a rövid építési idő miatt csak a legegyszerűbb beavatkozások jöhettek szóba. Ahol nem volt szükség közlekedésre, ott a vízszintszabályozás érdekében megkerülő meder építésével a zsilipet kiiktatták, másutt a bővítést egy cső út alatti átsajtolásával sikerült megoldani, a vízszállító-képességet az alvízi meder kotrásával és a zsilip alatt surrantó kialakításával, illetve az utófenék megerősítésével növelni.



10. ábra. Az azonnali beavatkozások és az érintett terület helyszínrajza
(Forrás: ÉDUVIZIG 1995)

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



11. ábra. Azonnali beavatkozások, a Szlovákiából érkező vizek átvezetése.

Az összesen 54 km hosszúságú új vízpótló ág érdekes „folyócska”. A Dunakiliti község külterületén lévő Kisrévi vízkivételen keresztül kivett, mintegy 5,0 m³/s-nyi vízmennyiség lefelé folyamatosan csökken – a víz egy része a térség talajvíztestét táplálja –, és mire Novákpusztára a befogadó Mosoni-Dunához ér ez a mennyiség lecsökken mintegy 1,0-1,5 m³/sec-ra (11. ábra).



3. kép. 1992 december és 1993 február Dunasziget – a zátonyi strand a vízpótlás előtt és után (Fotó: ÉDUVIZIG)

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 (3. kép). A kényszerintézkedések és az utána következő szisztematikus üzemelés a Bős-Nagymarosi beavatkozások előtti időszaknál is kedvezőbb körülményeket teremtett (4. kép).



4. kép. A Zátonyi-Duna a Tejfaluszigeti régi zsilip szelvényében 2023.04.25-én (Fotó: Kertész)

5.2. Azonnali beavatkozások a hullámtéren, a mellékágak rendszerében.

A Szigetköz térségében illetékes köztársasági megbízott – jogkörénél fogva – kezdeményezte a kárelhárítás azonnali megkezdését, valamint kérte a területen illetékes szakhatóságokat, felügyeleti szerveket és gazdálkodókat, hogy határozzák meg a térség vízigényét. Érdemi válaszok hiányában a tervezők az 1848-1810 fkm közötti szakaszon a VITUKI által a mellékágrendszerek az 1960-as évek végén elvégzett részletes felméréseit használták. A geodéziai mederfelmérések még a kis- és középvízszint-süllyedések előtt történtek, ezért a különböző időpontú és helyű vízszintrögzítések, a hozzájuk kapcsolható Duna vízhozamokkal jól jellemezték az egyes mellékág-rendszerek akkori vízállapotait.

A Duna főmedrében átadott megosztott vízhozamból származó vízszint a vízpótlással ellátandó területek szintje alatt volt. A Mosoni-Duna részére átadott vízhozam olyan szinten érkezett Magyarország területére, amely lehetővé tette a részleges gravitációs vízpótlást. Ennek mennyisége ugyan a kívánatosnál lényegesen kevesebb volt, de a megnyugtató megoldásig „életmentő” lehetőséget biztosított.

Egyértelmű elvégzendő feladat volt a hullámtéri vízpótlórendszer megkezdett, de 1990-ben az építkezések leállításával egyidőben abbamaradt legfontosabb munkáinak befejezése. Az egyes mellékágrendszerek összekötésének befejezésével lehetővé vált, hogy a betáplált víz eljusson az alsó mellékág-rendszerekig.

A tervezői munkacsoport a korábbi tervektől eltérő bizonyos mértékű koncepcióváltást is figyelembe vett a tervezés során. Az új vízpótlási koncepció alapján nemcsak a vízpótló főágon, hanem a többi mellékágon is jelentékeny mennyiségű vizet kell vezetni és a vízszállításból nem maradnak ki a Duna menti mellékágak sem (Görgetegi-ág, Doborgazi Szigeti Duna-ág stb.). Ahol csak lehet, a mellékágakban intenzívebb vízfolyást kellett biztosítani. Fontos szempont volt, hogy az átfolyó víz közepsebessége lehetőleg a 0,3 m/s-ot meghaladja.

A kolmatáció és az eutrofizáció veszélye miatti vízminőségromlás megakadályozása érdekében – ahol lehetőség adódott – áramló vizet tűztek ki célul, ezért a korábban kiépült vízszinttartó zárásokat részleges, a felső kisebb, a főmedertől a szuffózió veszélye miatt a főággal nem kapcsolatos korábban betöltött ágvéglezárások teljes visszabontását tervezték. A betáplált víz mellékágakban történő megtartása érdekében a mellékágrendszert le kellett választani a főmedertől, és a főmeder irányába elszivárgó vizet is csökkenteni kellett. Ennek érdekében *ágvéglezárásokat* alakítottak ki. Fontos prioritás volt a szigetközi tájra jellemző *mozaikosság* megtartása, a fokozottan védett területek pl. Ásványráriói ágrendszerben található rendkívüli természetvédelmi értéket képviselő Öntési-tó vízellátása. A részletes tervezéssel szinte egyidejűen folytak a legfontosabb beavatkozások.

5.3. A károk enyhítésére végrehajtott szükségintézkedések (1993-94)

A Duna elterelését követően 1992-ben a KHVM I. fokú kárelhárítási készülséget rendelt el. A kormány által az úgynevezett szükségintézkedések keretében, az akkori köztársasági megbízotton keresztül biztosított költségvetési keretek felhasználásával a szigetközi hullámtér és a mentett oldal egy részét a területi vízügyi igazgatóság részben alkalmassá tette a vízpótlás fogadására.

A szükségintézkedési terv a hullámtér vízpótlását a Duna 1843 fkm szelvényében létesítendő ideiglenes fenékgáttal irányozta elő. A hullámtérben a legszükségesebb kiviteli munkákat 1993. májusában befejezték, a július végi árvíz a műveket ugyan megrongálta, de helyreállításuk megtörtént. Az ideiglenes fenékgát építésére azonban – az idevonatkozó kormánydöntés felfüggesztése miatt – nem került sor. Az ÉDUVIZIG közben elkészítette a fenékküszöb engedélyezési tervét.

Az azonnali mentett oldali vízbevezetés pozitív tapasztalata (3. kép) alapján a politikusokban laikus gondolatként felmerült, hogy ezt a vízkészletet meg lehet osztani és be lehet vezetni a hullámtér felé a mellékágrendszerekbe. A gondolat megvalósítása ellen valamennyi szakember tiltakozott, hiszen a kiépítetlen mellékágrendszer nyitott végén a bevezetett víztömeg akadálytalanul távozik. A tiltakozás ellenére a Fertő-Hanság Nemzeti Park azt kezdeményezte, hogy a hullámtér vízpótlásának növelését a Mosoni-Duna részére átadott vízkészlet teljes átkormányzásával kell megoldani. Ezt követően a kormány a fenékküszöbös vízpótlási módot elrendelő kormányhatározat felfüggesztése mellett a vízpótlást a Mosoni-Duna számára a szlovák fél által átadott vízkészletek megosztásával rendelte el.

Később a folyóba vezetendő vízhozamot 0-ról 3,0 m³/sec-ra növelték és erre a KTM 357.875/93. számon végrehajtási utasítást adott ki. A végrehajtást a térség polgármesterei tiltakozással akadályozták meg. A helyszínen egyeztetésre megjelenő *Gyurkó János* KTM miniszter ígéretet tett a fenékküszöb megvalósítására és annak elkészültéig a Mosoni-Dunába kormányzott vízhozam 10,0 m³/sec-ra növelésére.

5.4. A Mosoni-Duna vízkészletének megosztása 1993. július 15-én

Gyurkó János KTM miniszter és a térség polgármesterei közötti megállapodásnak megfelelően a hullámtéri mellékágrendszer vízpótlása 1993. július 15-én megkezdődött, majd – egy levonuló árhullám miatt megszakítva – augusztus 15-től folytatódott a Mosoni-Duna részére átadott vízhozamok megosztásával.

A hullámtérbe vezetett 10-12 m³/s vízhozam azonban nem bizonyult kielégítő megoldásnak, és a kísérlet alatt végrehajtott mérési eredmények alapján megállapítható volt, hogy – a tiltakozó szakemberek véleményét igazolva – a hullámtéri vízpótlást a Mosoni-Duna vízkészletéből nem lehet megoldani. A rendelkezésre

álló vízhozam ugyanis kevés ahhoz, hogy egyidejűleg a Mosoni-Duna mentén, a mentett oldalon és a hullámtéren is megfelelő vízviszonyok alakuljanak ki. *Beigazolódott, hogy a vízpótlásra tervezett létesítmények (ágvéglezárások, ágrendszerek összekötése) kiépítése előtt az egyesek által elképzelt vízbevezetés egyszerűen butaság.* Az értelmetlen átirányítás miatt a Mosoni-Dunán a vízhiányos helyzet alakult ki, mely 1993. augusztusában halpusztulást eredményezett.

5.5. Diesel szivattyútelep telepítése 1994-ben

Annak ellenére, hogy a nagyfokú butaság igazolást nyert, az Országgyűlés az 1994. április 13-án hozott 25/1994. számú országgyűlési határozatban – elvetve a Kormánynak az ideiglenes fenékgát kialakítására tett javaslatát – az ÉDUVIZIG és a helyiek tiltakozása ellenére elrendelte a hullámtér szivattyúkkal történő vízpótlási megoldását, amelyhez a forrásokat is biztosította. Ennek megfelelően megtörtént három diesel szivattyútelep telepítése, amelyek teljes kapacitása $15,5 \text{ m}^3/\text{s}$ volt, illetve megkezdődött a már meglévő észlelő hálózatok fejlesztése. A szükséges engedélyek beszerzését és a telepítést követően az ÉDUVIZIG Dunaremeténél, az Árvíz- és Belvízvédelmi Központi Szervezet (ÁBKSZ) és a Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság (KÖVIZIG) 1994. július 22-től három telepítési helyen megkezdte a szivattyúzást.

A szivattyúzás eredményeként a hullámtérre bevezetett vízhozam mennyisége növekedett, a középső Szigetközben kb. a kétszeresére, míg az ásványrári ágrendszerbe érkező vízhozam mintegy ötszörösére, $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ -ról $10 \text{ m}^3/\text{s}$ körüli értékre emelkedett. A hullámtérbe összesen $20\text{-}25 \text{ m}^3/\text{s}$ közötti vízhozamot vezettek be. Ez a vízhozam-növekedés a hullámtéri főágon a Felső- és Középső-Szigetközben $5\text{-}20 \text{ cm}$ vízállás-emelkedést eredményezett, míg az Ásványrári ágrendszer felső részénél 60 cm -es vízállás-emelkedés következett be. Az esésviszonyok alapján a nyitott ágrendszerekből a betáplált víz szabadon távozott. *A szivattyúzás ellenére – a vízpótló főág kivételével – a többi hullámtéri ág továbbra is száraz volt, a vízi élőhelyek jelentős része víz nélkül maradt.*

A már kiépült mentett oldali vízpótló ág vízellátása, valamint a mentett oldalon lévő Lipóti Holt-Duna vízpótlása a megépített összekötő csatorna segítségével mind szivattyúzással, mind gravitációsan is biztosított volt. A Mosoni-Duna vízmosztása, valamint a szivattyúzás hatására megközelítően sem sikerült a korábbi természetes állapotra jellemző vízszinteket előállítani, valamint a természetvédelmi, erdőgazdasági, mezőgazdasági igényeket kielégíteni. *A szivattyús vízpótlás érdemben nem javított a Szigetköz helyzetén.* A szivattyúzás üzemelési költsége magas volt, és nem üzemelt az év teljes időszakában. A rendkívül költséges, zaj- és légszennyező tevékenység 1994. október 15-ig átlagosan $15 \text{ m}^3/\text{s}$ vízmennyiséget biztosított a Duna főmederből a mellékágrendszer részére. A szivattyúzást véglegesen 1994. december 15-én függesztették fel.

Ez volt az ökológiai szükséghelyzetre hivatkozó kormányzat olyan intézkedése, amellyel tönkretette a még nem károsodott területeket is.

A szivattyúzás leállítását követően rövid időn belül ismét szárazra került a fokozottan védett Lipóti Holt-Duna. A folyamatos biztonságos vízellátását Dunaremetei Sorjási gátnak a hullámtéri munkák keretében elvégzett megépítésével sikerült elérni. Ezzel lehetett a morotvató helyzetét stabilizálni az időszakos szivattyús vízpótlástól függetlenül úgy, hogy a hullámtérről 0,50 m³/s vízhozam gravitációsan kivezethetővé vált a mentett oldali Lipóti Holt-Duna irányába.

A szivattyús vízpótlást preferáló „szakértők” egy nagy teljesítményű elektromos szivattyútelep létesítését is jó megoldásként javasolták. Ez azonban a nagy területű erdőirtás, tájrombolás, jelentős beruházási és üzemelési költségek miatt szerencsére nem valósult meg.

5.6. A Felső-szigetközi mellékág rendszerek vízpótlása, a fenékküszöb üzembe helyezése (1995)

1995-ben a szigetközi vízellátásban jelentős előrelépés történt. Március 24-én az Országgyűlés felhatalmazta a kormányt (31/1995. OGY határozat), hogy tárgyaljon Szlovákiával a szigetközi vízpótlásról, és annak megoldásáról saját hatáskörében döntsön. Ennek eredményeként Magyarország és Szlovákia között létrejött egy megállapodás, amely szabályozta a Duna vízhozamának ideiglenes vízmegosztását és lehetővé tette egy, a hullámtér vízpótlását megoldó fenékküszöb építését a Duna 1843 fkm szelvényében. A megállapodásban a Szlovák fél vállalta 43 m³/s vízhozam átadását a Mosoni-Duna számára a dunacsúnyi törpevízerőművön és a szivárgócsatornán keresztül, valamint időszaktól és a Duna teljes vízhozamától függően függően minimum 250-600 m³/s vízhozam átadását a Duna főmedrébe.

A felső-szigetközi hullámtéri mellékágrendszer érdemi gravitációs vízpótlása tehát a Duna 1843 fkm-ben épített fenékküszöb segítségével valósult meg. 1995. április 24-én kezdődött meg az építése, 1995. június 22-én üzembe helyezték.

Nyilvánvaló volt, hogy az építést az eredeti Duna mederben, az üzemvízcsatorna kiágazása és visszatorokollása közötti szakaszán kell megvalósítani. Így az átvágásban kialakított Dunakiliti duzzasztó működtetésével lehetővé vált a változtatható szintű vízszintemeléssel a dinamikus, különböző mértékű és dinamikus vízhozamú vízpótlás. A fenékküszöb helyszínének kiválasztásánál lényeges szempont volt, hogy az ne tűnjön a beruházás burkolt befejezésének egyik lépéseként, ezért az áttöltés tervezett helye, az 1841 fkm szóba sem jöhetett. Az 1843 fkm-ben található zátony az építési feltételek és a költségek szempontjából is kedvező volt.

A tervezés során – a politikai elvárásoknak megfelelően – alapkövetelmény volt, hogy a létesítmény ideiglenes, könnyen elbontható jellegű legyen. Ennek megfelelően a fenékgát TA-TB-TC kategóriákba sorolható kőből, gabionszákok-

ból és kavicsból, hátradöntéses technológiával épült. Szlovák követelmény volt, hogy a határjellegzet meg kell őrizni, ezért minimum 200 m széles vízátbukást kellett biztosítani. A kiviteli terv az engedélyezési tervben szereplő utófenék kövezés és energiatörő borda helyett inkább az 1:10-re tervezett alvízi rézsű 1:15-re történő laposítását tartalmazta.

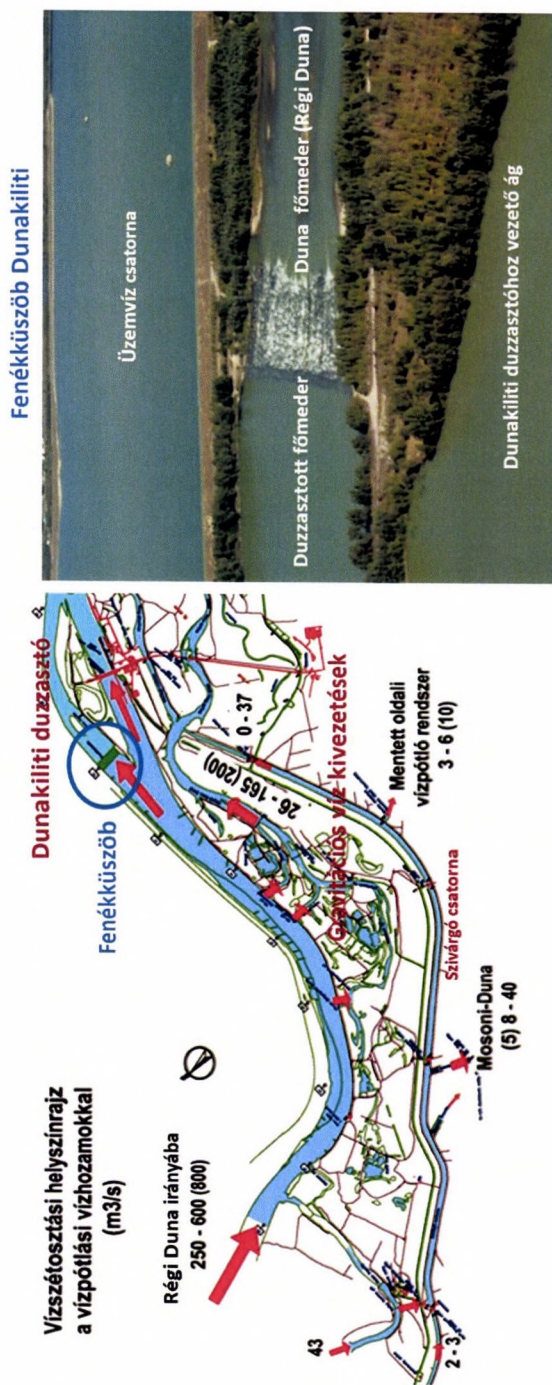
A vízvesztesség, szivárgási veszteség szempontjából kedvező volt a hátradöntéses gépkocsis építési technológia, mert a járófelület csak a nagy kövek közötti hézagok kis kövekkel és homokos kavicsal történő betöltésével volt kialakítható. Így azonban az építés során nem képződött kellő energiatörést biztosító felület, amely azonban nem okozott problémát, ugyanis az első vízterhelés kimosta, átrendezte a nagy kövek közül, között a homokos kavicsot és kisebb köveket. Az így kialakuló változatos struktúrájú felület, növelte a rámpa érdekességét, egyben pihenő helyeket is biztosít a vízi élőlényeknek.

A vízi élőlények számára az átjárhatóság biztosítása már a tervezés korai szakaszában is igényként jelentkezett. A szigetközi hullámtéri vízpótlás kulcsműtárgyának számító dunakiliti fenékküszöb kialakítási paramétereit elsősorban állékonysági feltételek határozták meg. A tervezők számára is meglepetésként hatott, hogy a három napos, az esetleges rongálódások észlelésére májusban elvégzett garanciális próbaüzemet követő vízvisszavétel során a létesítmény alvízi rézsűjén a csökkenő vízborításban tömegesen voltak megfigyelhetők a halak. A tapasztalatokat figyelembe véve a későbbiekben célirányos monitoring vizsgálatokat is végeztek. A folyóból fogott halakat megjelölték és a fenékküszöb alatti mederszakaszon szabadon engedték. Az akkor még engedélyezett piaci célú halászat során a jelölt egyedek a felső víztérben kifogásra kerültek, bizonyítva a létesítmény hosszirányú átjárhatóságát. Az 1995 novemberében a garanciális felülvizsgálat során végrehajtott vízvisszavétel során pedig a köveken kialakult moszaton élő rákokcskákat fogyasztó reofil halfajok tömegesen lepték el a rézsűfelületet.

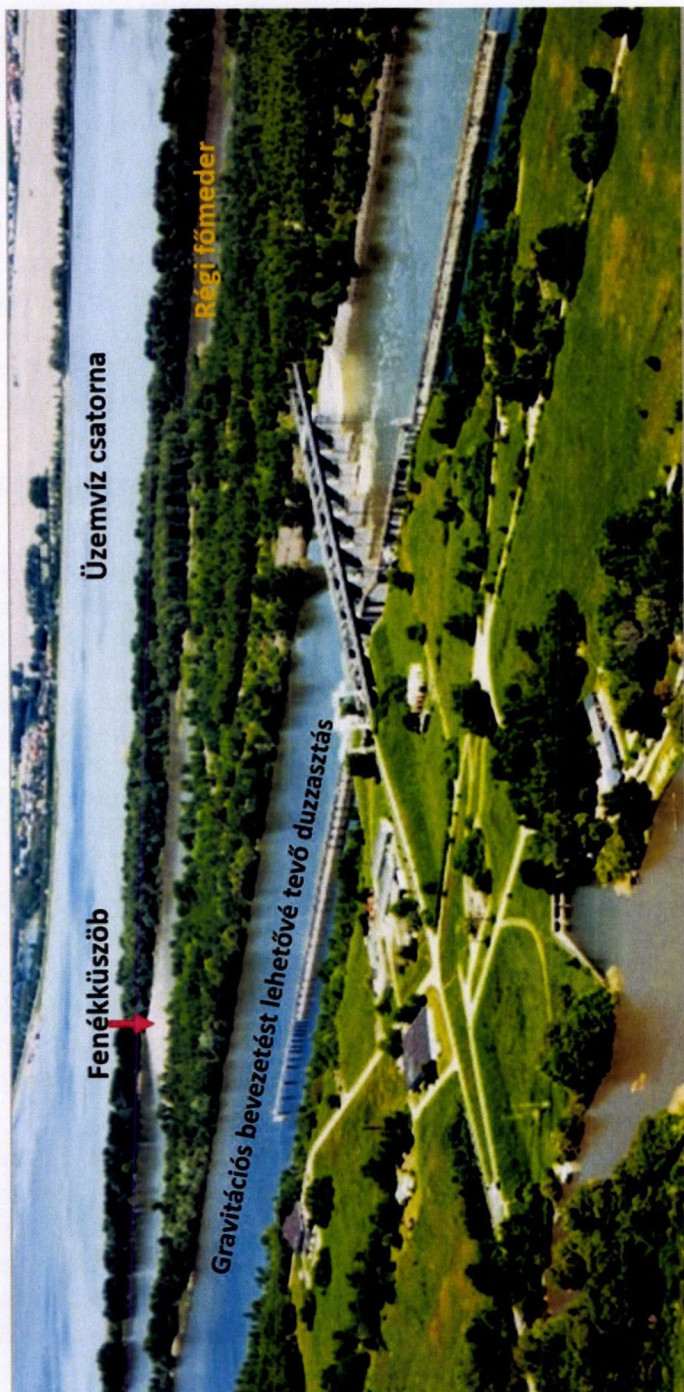
A tapasztalatok birtokában megállapítható, hogy a beton, cement vagy egyéb kötőanyag nélkül is állékony durva rámpák a vízi élőlények számára átjárhatók.

Az érkező vízhozam felhasználása érdekében 1995. májusában elkészült a Duna 1843 fkm-ben a fenékküszöb, amely lehetővé tette mintegy 150 m³/s vízhozam kiterelését a Duna jobbpartján az 1845,4 és 1845,9 fkm-nél kibontott és átalakított töltőbukókon át a hullámtér irányába (12. ábra).

Ezzel biztosítani lehetett a hullámtéri mellékágrendszerben az elterelés előtti közép- és kisvízszintek előállítását is. A Dunakiliti duzzasztó működésével ugyan korlátozott módon, de lehetővé vált a dinamikus vízpótlás. E mellett növelni lehetett a Mosoni-Dunába bevezetett vízhozamot. Így elkerülhetők voltak az elterelés előtt is már esetenként tartósan kialakult szélsőséges kisvízi helyzetek (5. kép).



12. ábra. A Felső-Szigetköz vízszétosztási helyszínrajza a vízpótlási hozamokkal (m³/s) és a fenékküszöb



5. kép. A Dunakiliti duzzasztómű és a fenékküszöb (Fotó: ÉDUVIZIG)

A megnövekedett hullámtéri vízhozam szükségessé tette a hullámtéri művek stabilizálását, átalakítását, új művek építését. Feladatként jelentkezett még a kiszáradt medrekben felnőtt növényzet eltávolítása.

A hatékony vízpótlás feltételeit, a vízpótló rendszer kialakítását az 1995 májusában épített *fenékküszöb* teremtette meg, ami lehetővé tette elegendő vízhozam bejuttatását a hullámtérbe, amelynek medreit, műtárgyait is fel kellett készíteni a többletvízhozam fogadására, a többcélú igények kiszolgálására. A tervezett hullámtéri vízpótlás hatékonyságának biztosítása érdekében a mellékágrendszerben is szükség volt átalakítások tervezésére, mivel megszűnt az eddigi több pontos kapcsolódása a főmederhez, és ezt a *többirányú oldalsó betáplálást egy koncentrált felső betáplálás váltotta fel*. Azokat az átalakításokat, amelyek a hullámtéren szükségessé váltak az alábbiak szerint csoportosíthatjuk:

- a meglévő művek átalakítása,
- a mellékágrendszert megcsapoló kifolyások bezárásának stabilizálása,
- a mellékágrendszer vízbetáplálásának kiépítése.

A tervezés és a kiviteli munkák rendkívüli állapot keretében történtek. Az építés ütemét a Dunakiliti ideiglenes fenékgát megvalósításához igazodva kellett meghatározni, munkaközi tervszolgáltatással. Az idő rövidege miatt a tervezés nagyobb részét a kivitelezéssel párhuzamosan történt, az építés munkaközi tervek alapján folyt, ugyanakkor az építést tervezői művezetéssel is segíteni kellett. A tervezésbe bevontuk a vízügyi igazgatóság volt tervezési osztályának nyugdíjas osztályvezetőjét, *Kováts Zoltánt*, akinek ceruzásan megszerkesztett rajzait lefénymásolva szinte munkafolyamatonként folyamatosan a munkaterületen átadva végezték a kivitelezést. Természetesen e mellett a tervezői művezetésre is sor került.

Az érkező vízmennyiség optimális szinten történő levezetésére szükségessé vált a *hullámtéri ágrendszer átalakítása*. Az eddigi többpontos, a főmeder irányából történő oldalsó vízpótlást felváltotta egy felső, a mellékágrendszer méreteit tekintve egypontosnak tekinthető vízbetáplálás. Ennek megfelelően, a vízpótlás szempontjából több helyen akadályt képeztek a szűk keresztmetszetű medrek, kőművek. A tervezés során megállapították a kritikus pontokat, és elvégezték átalakításukat.

A hullámtéri szigeteken a szántóföldi művelést és legeltetést fokozatosan felváltotta az intenzív erdőgazdálkodás. A Duna kis- és középvízszint-süllyedését megelőzően az anyagok, a gépek, a személyzet szállítását vízi úton hajókkal, kompokkal, csónakokkal végezték. A mellékágrendszerek összeszűkülő vízterülete miatt ezek a vízi eszközök nem voltak használhatók, eltűntek, az év nagy részében száraz gázlók, a kőművek, a zárások lehetővé tették a szárazföldi közlekedést, anyagszállítást.

A szükségintézkedések ismertetésénél már jeleztük, hogy az eredeti elképzelésektől eltérően a legtöbb helyen az *állóvízű*, „*víztakarékos*” *vízpótlás helyett* – a kolmatáció és az eutrofizáció veszélye miatti vízminőségromlás megakadályozása érdekében – lehetőleg célul tűzték ki az *áramló víz biztosítását*. Ennek érdekében a korábban kiépült vízszinttartó zárásokat részleges visszabontották. Mint ismertettük, az elterelés előtt a hullámtéri közlekedést száraz, illetőleg kisvízes gázlók és leburkolt zárások szolgálták, ezzel szemben a gazdálkodókkal történő konfliktus elkerülésére, az egyes szigetekre bejutás biztosítására – ahol csak lehetett – hidakat alakítottunk ki.

A megvalósításra rendelkezésre álló időkeret és pénzügyi feltételek korlátozottak voltak, ezért szükségessé vált a folyamatban lévő tervek időnkénti átalakítása, mikor azt az építési körülmények indokolták és újabb anyagok felhasználhatóságát kellett megteremteni. Fontos szempont volt ezért az átereszek korszerű, de mégis egyszerű, költségtakarékos módon történő kialakítása, az átjárást biztosító hidak szerkezeteinek gazdaságos elhelyezése. Ennek érdekében megvizsgáltuk a KHVM Állami Céltartalék Kezelő Szervezet által felajánlott, a rendszerváltást követően az egyesült Németországtól, az NDK hadikészletéből átvett hídelemek felhasználhatóságát. A készülő tervek átalakításával az elemek beépítését alkalmasnak ítéltük és a tervezést ennek figyelembevételével folytattuk.

A víz- és hordalékmozgásra, a vízi élőlényekre tekintettel és a szárazföldi közlekedés biztosítására a kulcsfontosságú műveket magas küszöbű, betéttáblákkal szűkíthető, zárható átereszekből, valamint közöttük mélyküszöbű átvezetést is biztosító hídból álló *kombinált műtárggyal* terveztük átalakítani. A műtárgytagokat a meglévő kőműre alapoztuk. A magas küszöbszinteket az alapozási viszonyok és a megépíthetőségi feltételek határozták meg, ezek figyelembevételével a lehető legalacsonyabb szinten választottuk meg. Ahol szükséges volt, a jobb és bal parti nyílásoknál ezek eltérő értékűek is lehettek (pl. B7 Tábori úti zárás). Az egyes nyílások szélességét a hidraulikai méretezés mellett a felhasználható SBG-66 gerendák mérete határozta meg.

A műtárgy körül kialakulható nagy vízsebességek eróziós hatásának kivédésére a magas küszöbű fenéklemez felett és alatt minimálisan 5 m szélességben a küszöbszinteknek megfelelő magasságú kőrakatok készültek, melyek a mederfenékhez rézsúsan csatlakoztak. A magas küszöbű tagokat hídszerkezet köti össze 8 db 2,5-6,0-8,5 m hosszú SBG-66 járógerenda alkalmazásával. A hídszerkezet alatti mederkiképzés egyúttal a mélyküszöb kialakítását szolgálta. A vízszinttartást és áteresztést szolgáló műtárgyakat elzárógerendák elhelyezésére alkalmas tokszerkezetek

beépítésével tervezték megvalósítani, melynek érdekében a közbenső pilléreket rövidítve, a tokszerkezet mögött 1,0 m hosszúságban kellett megépíteni. A hidak alsó éle szintjének meghatározásánál tervezési szempont volt, hogy a felvízi üzemvízszint és az alsó él közötti nyíláson egy csónak biztonságosan áthaladhasson.

A csatlakozó medrek és a létesítmények hidraulikai méretezése azonban olyan jól sikerült, hogy az üzemelési tapasztalatok alapján betéttáblákat csak a nem befejezett rendszer legalján, az Ásványi ágrendszerben lévő műtárgyaknál (B11 Halrekesztői, Gatyai) kellett alkalmazni. A kedvezőtlen uszadékemefogó hatása miatt vízpótlás továbbfejlesztését követően azonban a közbenső pilléreket a módosításokkal érintett műtárgyakból is eltávolították.

A kárelhárítási munkák tervezési koncepciója az volt, hogy a Duna 1843 fkm-ben épített fenékküszöb és a Dunakiliti duzzasztómű segítségével szabályozható módon felduzzasztják a vizet, és ebből a felduzzasztott bögéből a víz gravitációs úton befolyik a hullámtérbe. A vízpótlási célból a hullámtérre betáplált víz mennyisége a böge vízszintjétől függ, ami a Dunakiliti duzzasztómű segítségével szabályozható.

Összességében megállapítható, hogy az 1995. év rendkívül nagy előrelépést jelentett a térség vízellátásának megoldásában. A mentett oldal vízigénye a hosszú távú igényeket figyelembe véve is kielégíthetővé vált. A hullámtéri mellékágrendszerben Ásványráróig sikerült biztosítani a kis- és a középvízszinteket és ezek dinamikus, szabályozható változtatását. A főmeder 1842-1850 fkm közötti szakaszán sikerült visszaemelni a vízszinteket a Duna elterelését megelőző középvízszintig. A vízpótlások eredményeképpen a lesüllyedt talajvízszintek jelentős emelése is sikerült azokon a területeken, ahol a vízpótlás biztosítható volt.

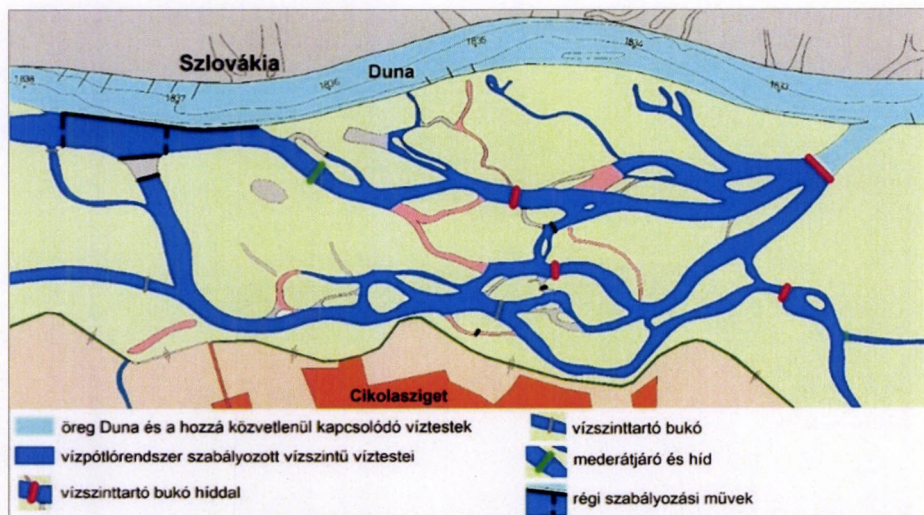
Egyértelműen megállapítható, hogy a fenékküszöb által biztosított szabályozható gravitációs vízpótlás képes volt átvenni az érintett térségben a Duna főmeder korábbi meghatározó funkcióját. Jelentős eredmény volt az is, hogy a két ország 1995 májusában egy a mai napig érvényes vízmegosztási egyezményben az addigi mennyiséget megnövelve rögzítette a vízpótlásokra felhasználható átadandó vízhozamokat.

5.7. A szükségintézkedések időszakában kiépített vízpótlások tapasztalataira épülő fejlesztések

A Duna főmeder 1843 fkm-ében megépült fenékküszöb és a mellette lévő mederátvágásban megépített Dunakiliti duzzasztómű segítségével 1995 májusától szabályozható vízhozamok érkeznek a mellékágrendszerekbe. *A Dunakiliti duzzasztó új funkciót kapott, a mellékág rendszerek vízellátásának szabályozó műve lett.*

A fenékküszöb megépítése és a Dunakiliti duzzasztó szabályozó üzeme lehetővé tette a mellékág-rendszerek szabályozott gravitációs vízellátását. A mellékágak a Duna főmederi kapcsolatának megszüntetésével (az ágvégek lezárásával) és a terepviszonyoknak megfelelő eséscsökkenést biztosító keresztgátak megépítésével (a mellékágak lépcsőzésével), valamint a szabályozást végző fenékküszöb és a Dunakiliti duzzasztó segítségével a bevezetett vizek már képessé váltak az 1950-es évek vízjárását előállítani. Így lehetővé vált, hogy a főmederben érkező vízmennyiség egy részét a hullámtéri mellékágrendszerek felső végénél, a Duna 1846,9, 1845,9 és 1845,4 fkm-ben kibontott és stabilizált töltőbukókon keresztül kivezessék a hullámtérre (15. ábra). Ez egyben azt is jelenti, hogy a duzzasztó szabályozza az átadott hozam megosztását a régi Dunameder és a vízpótló-rendszer között. Árvízkor a duzzasztó zsilipeinek teljes nyitásával biztosítják többelhozamok biztonságos levezetését. A fenékküszöb, mint durva rámpa biztosítja a halak számára az átjárhatóságot is.

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 (pl. Cíkolai ágrendszer, 13. ábra).



13. ábra. A szigetközi vízpótló-rendszer cíkolai alegysége (Forrás: ÉDUVIZIG)

Az ágrendszerekben a vízpótlás a BNV beruházás részben megvalósított vízpótlási műveinek felhasználásával, az ágrendszerek alsó torkolati szakaszának lezárásával (a Duna főmedrébe történő bevezetés), valamint az ágrendszerek közötti főmedertől független átvezetések kiépítésével valósult meg. Az ágrendszerek

összekötése alapvetően a régi ágak felhasználásával történt, kivéve az Ásványi ágrendszer vízpótlása érdekében, a Dunaremetei nagyon szűk hullámtéren megvalósított csatornát (11. ábra).

A megvalósítás során külön figyelmet fordítottunk a korábbi természeti állapot megteremtésére, az élőhelyek és a vízi élőlények életterének helyreállítására (pl. a Denkpáli halátjáró).

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

A tervezés és megvalósítás során kiemelt szempont volt a vízi élettér megvalósítása is, mely a szigetközi hullámtéri vízpótló-rendszer keretein belül valósult meg. *A Szigetköz egészét érintő tájrehabilitáció egyik eleme Denkpálnál Magyarország első természet-közeli halátjárója (hallépcsője)*, mely folyamatosan minden vízjárási fázisban és a téli időszakban is jól működik, így javítani tudja a Duna főmedre és a Cikolai mellékágrendszer vízterei között a vízi élőlények vándorlási lehetőségét (6. kép).



6. kép. A Denkpáli ágvéglezárásnál megépült megcsapoló műtárgy és halátjáró (Fotó: ÉDUVIZIG)

Az 1995. évi szlovák-magyar megállapodást és a fenékküszöb megépítését követően a gravitációs vízpótlásra rendelkezésre álló vízhozamok jelentősen megnöttek.

Az 1995- 2000-ig terjedő időszak a hullámtér és a mentett oldal üzemeltetésének kísérleti időszaka volt. A rendszer üzemeltetői azt próbálták meghatározni, hogy milyen vízkormányzással lehetséges a kiválasztott referencia időszak (az 1950-es, 60-as évek) vízviszonyaihoz hasonló állapotokat elérni. Ebben az időszakban a Mosoni-Dunába a dinamikus vízpótlása keretében 10 – 40 m³/s-ot tápláltak be, időszaktól függően. A mentett oldal irányába a Zátonyi-Dunán keresztül 2,5 – 6 m³/s folyt ki. A Mosoni-Duna részére átadott 43 m³/s vízhozam esetlegesen fennmaradó része a hullámtéri vízpótlást segítette a szivárgócsatorna árvízvédelmi töltésbe épült műtárgyán keresztül.

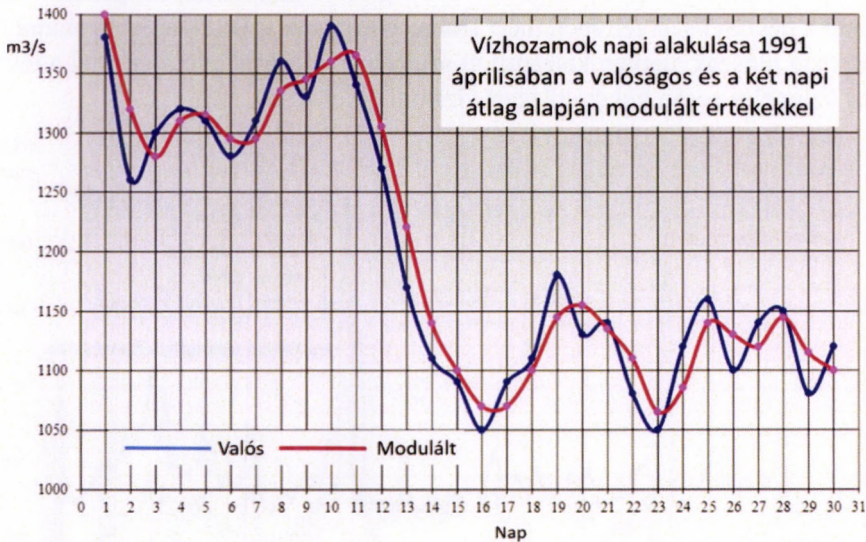
1999 decemberében és 2000 januárjában egy szakmai team tekintette át az értékelemzés módszerével, hogy az ÉDUVÍZIG milyen módon üzemeltesse, szabályozza Szigetköz vízgazdálkodását. A munka célja az volt, hogy a vízjellemzőkre olyan kompromisszumos megállapodások jöjjenek létre, melyek nem veszélyeztetik a természetet, a környezetet, egyben lehetővé teszik az erőforrások minél jobb hasznosítását, tehát a gazdálkodást is.

A tervezői munkacsapat a vízgazdálkodási, azon belül az árvízvédelmi, folyógazdálkodási, vízrajzi, hidrológiai-hidraulikai, vízminőségi szakemberek mellett kiegészült az erdészeti, a halászati-horgászati hasznosító, hidrobiológia, halbiológia, természetvédelem szakértőivel és a környezetvédelmi, népegészségügyi, mezőgazdasági hatóságok képviselőivel, valamint a lakossági érdekeket képviselő érintett polgármesterekkel.

A szakértői team az előkészítő tanulmányokban megfogalmazott különböző igényeket, célokat, a vízpótlórendszer funkcióit és a közösen elfogadott prioritásokat is figyelembe véve az értékelemzés módszertanát alkalmazva kereste azokat a kompromisszumos megoldásokat, melyek a térség fenntartható fejlődését szolgálják. A tervezés során figyelembe kellett venni az egymás mellett működő vízrendszerek adottságait a különböző szintű víztestek egymásra hatását (14. ábra).

A változatos vízi élettér kialakítása, a nedves élőhelyek rekonstrukciója, a hullámtéri zavartság csökkentése, a fonatos ágrendszerre jellemző medermorfológia megőrzése a különböző érintettek között sok esetben ellentétes igényt jelentett. A térség fenntartható fejlődésének biztosítása azonban valamennyi érintett szakterület és gazdálkodó alapvető érdeke, ezért a konfliktusok kompromisszumos kezelése nem antagonisztikusan feloldhatatlan feladat volt. A vízpótlási vízigény meghatározásának egyik lehetséges módszereként egy korábban jellemző, referenciául választott időszak vízjárásának szimulálását elfogadhatónak minősítették. Az *üzemelési szabályzat* készítésekor még nem volt ismert az EU Víz-Keretirányelv, amelyben ez, mint a rehabilitációs célállapot meghatározásának javaslata szerepelt. A referenciának tekinthető időszak meghatározásához

átlagszámát javasolták figyelembe venni. Az 1980-1995 közötti időszak napi vízhozamadataiból ezzel a módszerrel transzformált vízhozamidősorból számított „dinamikai mutatószám” ugyanis a század elejére és közepére jellemző értékek közé adódott (15. ábra).



15. ábra. A betáplált vízhozamok dinamikája (Forrás: ÉDUVIZIG)

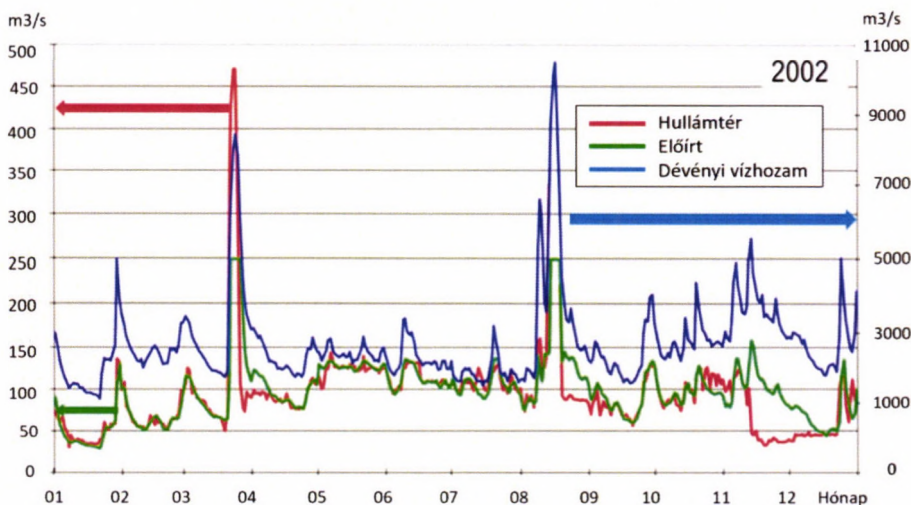
A szigetközi vízpótló-rendszerek üzemeltetését az ÉDUVIZIG végzi, az üzemelési szabályzat kidolgozása után a szakértői teamből alakult Üzemelési Bizottság (ÜB) felügyelete alatt. Az ÜB a vízpótló-rendszerrel kapcsolatban az érintett önkormányzatok, tulajdonosok, gazdálkodó szervek, valamint az állami hivatalok megbízott képviselőiből tevődik össze. Az ÜB évenként értékeli, és adott esetben módosítja az Üzemelési Szabályzatot az aktuális igények és a lehetséges műszaki megoldások figyelembevételével. A változtatás csak abban az esetben hajtható végre, amennyiben azzal valamennyi tag egyetért.

A hullámtéri vízpótlórendszerbe táplált vízhozam nagyságát a Dunakiliti duzzasztómű szabályozásával határozzák meg. Az üzemeltetés jelenleg is úgy történik, hogy az utolsó két nap pozsonyi vízhozamának átlagából a kidolgozott utasításnak megfelelően az üzemelési program automatikusan felkínálja a hullámtérbe táplálendő vízhozamot és szükség szerint a duzzasztómű tábláinak állításával az aktuális értéket is erre módosítják.

Így a kialakuló vízszintek a Duna vízhozamától függenek, tehát az üzemeltetők a két napi dunai vízhozamnak megfelelő, az 1950-es évekre jellemző vízszinteket állítják be a hullámtéren. Ezzel az eltérő érdekeltségű gazdálkodók

egymástól szinte mindig eltérő vízszint-igénye között a Duna pillanatnyi vízhozama tesz igazságot.

A Dunakiliti duzzasztómű nyílásainak fojtása, vagy nyitása segítségével biztosítható a szabályozás. A 16. 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 jelennek meg.



16. ábra. Az üzemrend a Duna vízjárását követi (ÉDUVIZIG)

A bősi vízlépcső üzembe helyezését követően az árhullámokat az üzemvízcsatorna és a főmeder között megosztva vezetik le. Ezzel a hullámtér elárasztásának gyakorisága, illetve időtartama jelentősen lecsökkent. A vízpótlással kapcsolatos erdészeti, halászati, természetvédelmi tanulmányok egybehangzó igényként fogalmazzák meg a *megfelelő mértékű és tartósságú árasztás szükségességét*.

A Magyar-Szlovák Határvízi Bizottság Dunai Albizottság Pozsonyban, 2004. február 4-én tartott szakértői tárgyalásán született 6/2004. számú jegyzőkönyv alapján megállapodás született az Öreg-Duna átöblítésének, valamint a jobb oldali hullámtéri mellékágrendszer elárasztásának módjáról. A jegyzőkönyv alapján az elárasztás évente egyszer szükséges, április, május vagy június hónapokban, amennyiben a víz hőmérséklete a rajkai szelvényben eléri a +10 °C értéket és a Duna vízhozama a Pozsony-Dévény szelvényben az adott időszakban az előrejelzés szerint legalább három napon át meghaladja a 2500 m³/s értéket. Az elárasztás megkezdésének legkorábbi időpontja április 15. és a legkésőbbi június 30. Az Öreg-Duna mederbe átengedett vízhozam a hullámtér elárasztása esetén is 14 nap tartóssággal és 800 m³/s-al történik.

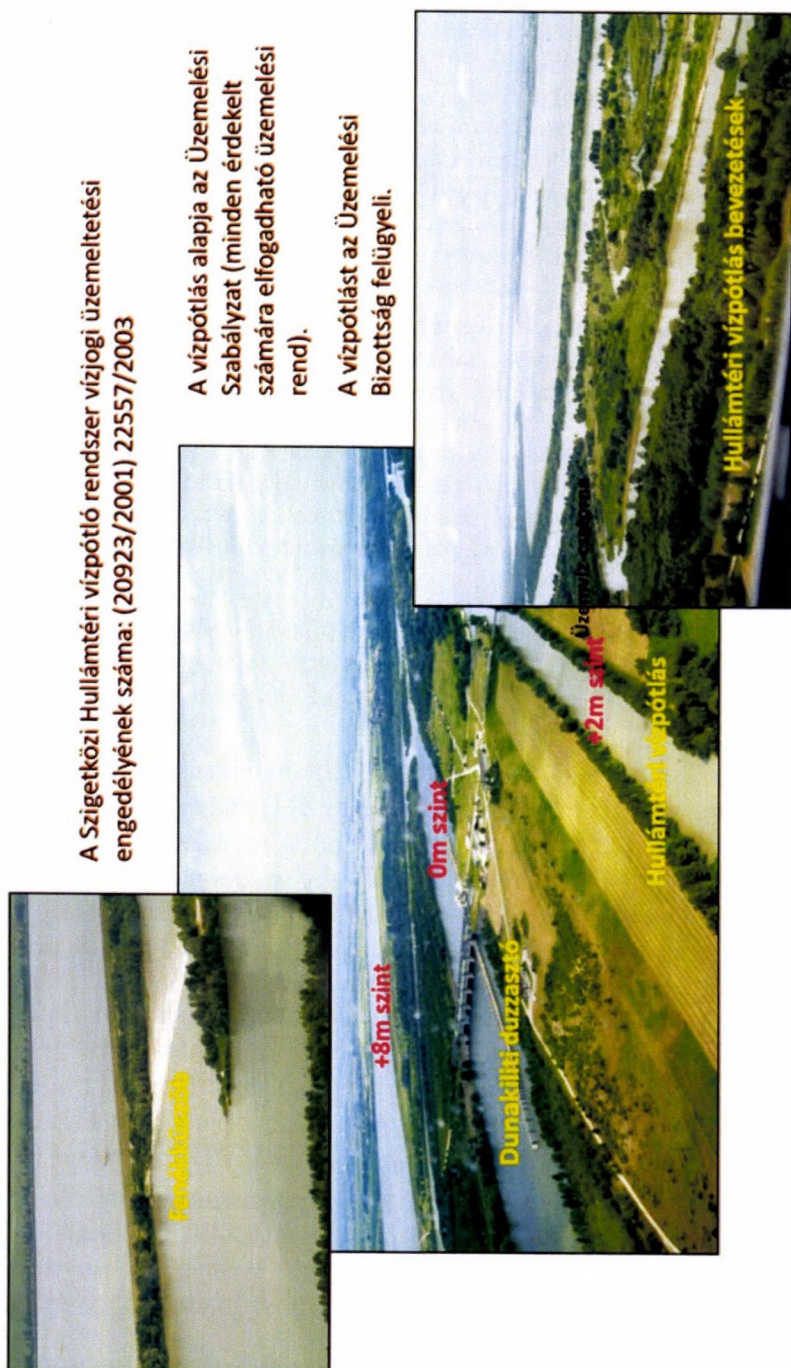
A Dunán a tavaszi időszakban levonuló árhullámok idején végzett hullám-téri elárasztás egyébként is sok vitát generált. A növény- és állatvilág szempontjából egyértelműen kedvező hatása mellett a szúnyoginvázió miatti kellemetlen hatása az önkormányzatok ellenállását váltotta ki. A korábban is tapasztalt állapotokat nem ismerő és megszokó betelepülő lakosság és a turisták „védelme” érdekében kérték az üzemelési bizottságot a megállapodásban rögzítettek módosítására. A bizottsági ülésen résztvevők szerint előbbre lehet hozni az időszak elejét és végét, az elárasztás megkezdésének legkorábbi időpontja április 1. és a legkésőbbi május 31. lehet és a vízhőmérsékleti minimumot +10 °C-ról +8 °C-ra csökkentve fogadták el.

A mellékágak hossz-szelvényeinek értékelése alapján megállapítható, hogy a partélek az övzátonyok miatt általában a szigetek átlagos szintjénél magasabbak. Alapvetően ez okozza a szúnyogok túlzott elszaporodását az árhullámok és/vagy az elárasztás után fennmaradó pangó vizes területeken, sok panaszt okozva a lakosok és a turisták között. A helyzetet javítani lehet az árvízlevezetés, az árvízi vízmegosztás érdekében is hasznos övzátonyok rendezésével, árapasztó vápák kialakításával. A pangó vizes területek megszüntetésére, csökkentésére ennél is hatékonyabb megoldás a hullám-téri mélyterületek fokszerű csatornákkal való bekötése az anyamedrekbe.

A felső-szigetközi vízpótlás kihasználja a terep és vízfelületek esésviszonyait, így gravitációs módon képes a korábbi természetes állapotokat helyreállítani. A vízpótlás gravitációs vízellátásának fő létesítményei a 17. ábrán láthatóak.

A hullámtérre bevezetett víztömeg hatására az altalajban lejátszódó folyamatok a térség teljes egészére hatást gyakorolnak. A Dunához közeli kutakban az eltereléskor lesüllyedt talajvízszintek a vízpótló rendszer üzembe helyezése után, 1995-től megemelkedtek. A Felső-Szigetközben a kutak vízszintjének alakulása különvált a régi 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 a kisvizes 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 Dunának a szigetközi vízállapotokra gyakorolt meghatározó szerepét.*

A folyam Rajka-Dunakiliti közötti részen megnövekedett a talajvíztartóba történő beszivárgás, ami a tározótóból származik. Ennek köszönhetően és a vízpótló fenti hatásának köszönhetően a Felső-Szigetközben még nőtt is a talajvízszint az 1992-1995. közötti időszakhoz képest, de az alsó területrészen a talajvízszint érdemben nem változott.



A Szigetközi Hüllámtéri vízpótló rendszer vízjogi üzemeltetési engedélyének száma: (20923/2001) 22557/2003

A vízpótlás alapja az Üzemelési Szabályzat (minden érdekeltek számára elfogadható üzemelési rend).

A vízpótlást az Üzemelési Bizottság felügyeli.

17. ábra. A vízpótlás fő létesítményei (Forrás: ÉDUVIZIG)

5.8. A Középső-Szigetköz vízpótlása

EU támogatások elnyerése tette lehetővé a felső-szigetközi vízpótlás pozitív üzemelési tapasztalata alapján a vízpótlás folytatását középső és alsó szigetközi területeken is (*III. KEOP Szigetközi mentett oldali és hullámtéri vízpótló rendszer ökológiai célú továbbfejlesztése*).

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

A hidrológiai vizsgálatok rámutattak, hogy a Duna 1811 fkm alatti szakaszán a korábban is jellemző medersüllyedések jelentősen felgyorsultak, 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 (*7. kép*).



7. kép. A Bagaméri ágrendszer Pörös-szigeti mellékág, 2003. augusztus 29 -én (Fotó: Kertész)

Ezen túlmenően a Bősi 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 mederkimélyülés 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 Nagybjacsi szakaszon is felgyorsult. Az 1800 fkm alatti szakaszon váltakozva jelentkeznek kimosódások és lerakódások.

A főág és a mellékágrendszerek közötti kapcsolat egyre rövidebb időszakra korlátozódott. A Bősi vízerőmű és hajósilip üzembe helyezése, valamint a Szap alatti medermélyülési tendencia felgyorsította a kis- és középvizek szintjének csökkenését, amely az üzembe helyezés előtti időszakban is megfigyelhető volt. Ugyanakkor a hullámterek feltöltődési folyamata, az árvízi időszak hordaléklerakódása továbbra is folytatódott. Az üzembe helyezés ezt a tendenciát ugrásszerűen emelte, mivel a Nagymarosi vízlépcső elmaradása, az alvízi „megtámasztás” hiánya jelentős medermélyülést eredményezett a Szap-Gönyű közötti szakaszon. A kialakult medermélyülés következtében előálló vízszintcsökkenések hatása az Ásványráró-Nagybjacs 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 valósult 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 (*18. ábra*). Megépültek az Ásványi ágrendszer alsó szakaszán, a Bagaméri ágrendszerben és a Patkányosi ágrendszerben a vízpótlás művei (*III. KEOP* 2011).

Az Ásványrárói ágrendszerben megvalósult az ásványi torkolati fenékküszöb (*18. ábra* 1), az Ásványi ágrendszer csatlakozása és a Béka-éri tápcsatorna kotrása. Az alsó-szigetközi vízpótlás hatásfokának javítása érdekében a vízpótló főág, a Duna folyam 1816 fkm térségében halátjáró (*18. ábra* 2) alakították ki. A vízpótlás lehetőségét az ásványi ágrendszerben elhelyezett torkolati fenékküszöb teremti meg. A küszöb által létrehozott vízszintemelés biztosítja a felső rendszerből érkező megmaradt vízmennyiség átvezetését a Bagaméri ágrend-

szerbe. Az érkező víz fogadására a mellékágrendszerben megvalósult az Árvai zárás átalakítása (18. ábra, 3) (8. kép), a Bagaméri ág kotrása, az Árvai-tó vízpótlása, az Aprókövesi és a Tilosi zárások átalakítása, valamint az Alsóbős-Bagaméri és a Malomercsédi ágak rendezése. A vízpótlás a Bagaméri torkolati fenékküszöb (18. ábra 4) és az itt elhelyezkedő halátjáró (18. ábra 5) megépítésével vált teljessé (9.a, 9.b kép).



18. ábra. A hullámtéri vízpótló-rendszer térbeli kiterjesztése (Kertész 1996)



8. kép. Az Árvai zárás, Ásványráró 2023. 04. 10-én (Fotó: Kertész)



9. kép. Az Ásványi (a) és a Bagaméri halátjárók (b) (Fotó: Kertész)

5.9. Az Alsó-Szigetköz vízpótlása

A Dunára vonatkozó hidrológiai vizsgálatok alapján kimérhető, hogy a Duna 1811 fkm alatti szakaszán jelentős medersüllyedések következtek be, amelyek hatására a kapcsolódó mellékágak vízellátásának fokozatos romlása, esetenként megszűnése, a mellékágak kiszáradása következett be. A Duna elterelésének másodlagos, azaz közvetett hatása az Ásványi-ágrendszer alsó szakaszán, illetve a Bagaméri- és a Patkányosi-ágrendszerekben okozott jelentős vízszintcsökkenést, felgyorsítva az ágrendszerek elöregedését (7. kép). 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 mossza ki, ezért azt folyamatosan mélyíti, így a most is kimérhető folyamatok további degradációt jeleznek.

A fenti problémák megoldása érdekében a vízpótlásból korábban kimaradt ágrendszerek vízpótlása is megvalósult. Megépültek az Ásványi ágrendszer alsó szakaszán, a Bagaméri ágrendszerben és a Patkányosi ágrendszerben a vízpótlás művei.

A Patkányosi ágrendszer vízpótlása a Felső-Szigetközből érkező vízkészletére támaszkodva a Bagaméri-ágrendszerből történik (18. ábra 6). Az érkező vizek folyamatos átvezetése érdekében megvalósult a Hosszúközi kiágazás (18. ábra 6), a Pulai kiágazás (18. ábra 7) és a Pulai torkolati fenékküszöb (18. ábra 8), a Patkányosi ágrendszer kotrása, a Patkányosi fenékküszöb, a Matláki-ág és a Patkányosi-tápcsatorna kotrása és a Kalacsi vízkivételi kőküszöb.

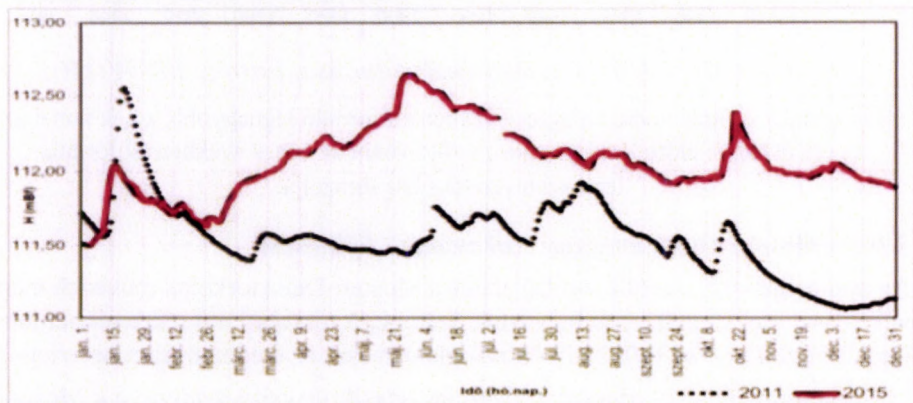


10. kép. Hosszúköz-Pulai Duna-ág, 2015. május 9-én (Fotó: Kertész)

Az alsó-szigetközi mentett oldali vízpótló-rendszer kialakítása lehetővé teszi a mentett oldali csatornák, holtmedrek vízellátását, kihasználva a hullámtéri vízpótlás kibővítésével a szivornyás vízkivételi lehetőségeket. Ez a megoldás megteremtí az Alsó-Szigetköz mentett oldalán is a hatékony 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 Nagybajcsi szivornyák.

A hullámtéri vízpótlással érintett 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-hullámtéri vízpótlás megvalósításáig már nem volt érzékelhető és a kutakban az ingadozás amplitúdója is nagy maradt. A hullámtéri vízpótlással nem érintett Alsó-Szigetközben a talajvíz áramlási viszonyokra továbbra is az a jellemző, hogy kisvizes dunai vízállapotban a dunai kisvizek leszívják a talajvizet, nagyvízi állapotban pedig megfordul az áramlás iránya (ÉDUVIZIG 2016).

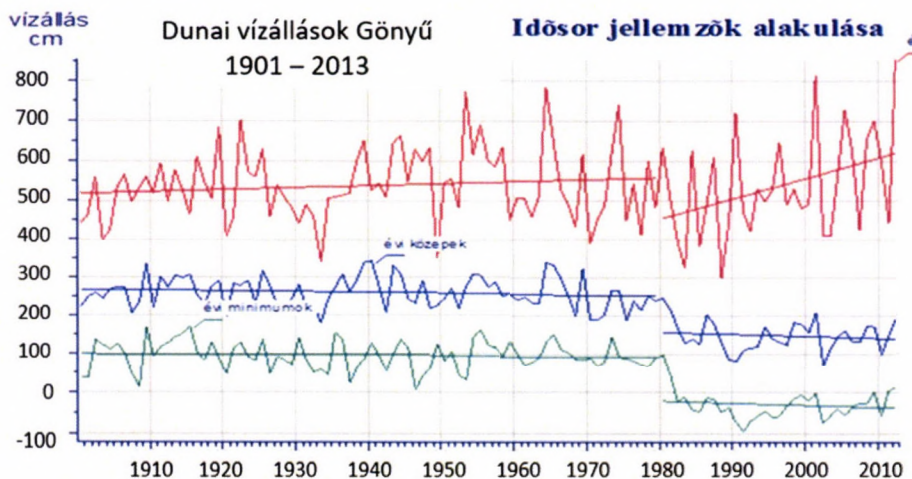
Az alsó-szigetközi hullámtéri vízpótlás megvalósulásával a kisvízi állapotban a talajvízszintek megnövekedtek a vízpótlás előtti kisvízi állapothoz képest. Mivel ilyenkor is van víz az ágrendszerben és a csatornában, ez magasabban tartja a talajvízszinteket is és a főmeder nem tudja jelentős mértékben leszívni a talajvizet. A kutak vízszintingadozása itt is csökkent, főleg a szélsőséges kisvízi állapotok elmaradása miatt (19. ábra).



19. 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)

A Szap–Gönyű közötti folyószakaszon működő monitoring rendszer adatai alapján megállapítható, hogy a Medvei híd feletti szakaszon egyértelmű meder-kimélyülés jelentkezik. A hordalékmozgató erő ezen a szakaszon nincs teljesen kihasználva, a mederanyag kis- és közepes szemcséi kimosódnak. A meder anyaga a vízjárás valamennyi helyzetében mozoghat. A szakasz hordalékmérlege egyértelműen negatív. A meder eroziója a Medvei híd alatti nagybajcsi szakaszon is megjelent. Az 1800 fkm alatti szakaszon váltakozva jelentkeznek kimosódások és lerakódások (20. ábra).

A monitoring adatok igazolják, hogy az 1980-as évektől kezdve jelentős meder-mélyülés keletkezett Gönyű térségében, ugyanakkor az árvízszintek esetében jelentős emelkedés mutatható ki.



20. ábra. A Duna középvízi medrének változása (Forrás: ÉDUVIZIG)

Megjegyzés: A piros vonal az egyes években előforduló legnagyobb, a kék vonal az egyes években előforduló közepes, a zöld vonal az egyes években előforduló legkisebb vízállásokat ábrázolja.

5.10. A Mosoni-Duna torkolati szakaszának fejlesztése

Az alsó-szigetközi vízpótlás utolsó eleme a Mosoni-Duna torkolati művének megvalósítása, melyet 2022-ben helyeztek üzembe. A torkolati mű részletes bemutatását lásd: Szabó et al. (2022). Itt összefoglalóan csak az eredményeket ismertetjük.

A műtárgy az alsó-szigetközi vízpótlás létesítményeit kiegészítve a Mosoni-Duna kis- és közepes vízszintjeinek a süllyedését, valamint az Alsó-Szigetköz talajvizeinek kiürülését akadályozza meg. Üzemével lehetőséget teremt, hogy a Mosoni-Dunán is érvényesüljön az 1950-es évek természetes vízjárása. A fej-

lesztésben megépült, *árvízkapu funkciót is biztosító műtárgy vízszintszabályozó műből, hajószilipből és a Mosoni-Duna hosszirányú ökológiai átjárhatóságát biztosító halátjáróból* áll (11. kép). 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. A megvalósítás során a Mosoni-Duna torkolatát áthelyezték, mely így most már a Torda-szigeten kialakított új medren keresztül, mintegy másfél kilométerrel a korábbi torkolat felett vezeti a Mosoni-Duna vizét a Dunába. A korábbi medret a Győr-Gönyű Országos Közforgalmú Kikötő feletti szakaszon áttöltötték.



11. kép. A Mosoni-Duna torkolati műtárgy átnézetes helyszínrajza (ÉDUVIZIG)

A torkolati mű üzembe helyezésével a Mosoni-Duna szintjének kisvízi állapotban történő megemelése és szinten tartása, a rendkívüli Duna árvizek kritikus elemeinek részleges kizárása a torkolati mű tábláinak mozgatásával lehetővé vált. A műtárgy szabályozó funkciója lehetővé teszi a célként megfogalmazott, az 1950-1960-as évekre jellemző vízszintek előállítását. A szélsőséges vízszinteket, melyek a referencia állapotnál nem, vagy csak nagyon ritkán fordultak elő, a torkolati mű megszüntette.

A szabályozás a talajvízszintekre is pozitív hatást gyakorol, megtámasztva az Alsó-Szigetközi talajvízszinteket. Korábban a Mosoni-Duna vízszintje az év legnagyobb részében lényegesen 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 a 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 jelentősen a Mosoni-Duna leszívó hatása. Az 1950-60-as évekre jellemző torkolati vízszintek visszaállítása lehetővé tette a *Mosoni-Duna menti vizes élőhelyek rehabilitációját* is.

6. A mai helyzet

6.1. A vízpótlások tapasztalatai

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

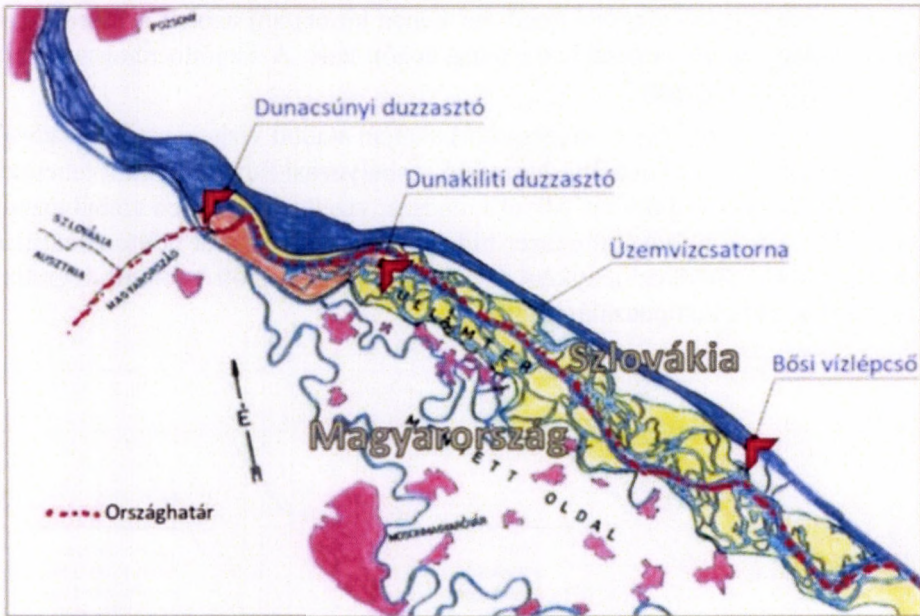
- A vízpótlások át tudták venni a Duna térségi vízjárásra gyakorolt szabályozó szerepét. A mellékágak és a mentett oldali vízpótlások szabályozott módon egy korábbi jellemző állapotot szimulálnak, így a teljes Szigetközben – kivéve a Duna régi főmedrét – az 1950-es évekre jellemző vízviszonyok állnak elő. Vizes élőhelyek sokaságának rehabilitálása valósult meg. Új kiemelkedő értékű vizes élőhelyek gazdagítják a Szigetköz világát. A terület kiemelt természetvédelmi területi értékekkel rendelkezik.

- Teljes mértékig kihasználva a morfológiai adottságokat olyan rendszer jött létre, mely lehetővé tette, hogy az üzemeltetés során alapvetően az ágrendszerekben csak az elszivárgó vizek pótlása szükséges. ezzel el lehet érni, hogy kevés és így meglévő vízhozamokkal is fenn lehet tartani az a teljes szigetközi vízpótlás rendszerét.

- Az egész Szigetközre kiterjedő szabályozási rendszer példaértékű revitalizáció, mely világörökség-szintű mozaikos vizes élőhely-rendszereket teremtett, mely jó példa lehet, lehetőséget teremt a pusztuló Gemenc számára is.

Ugyanakkor nem szabad elfelejteni, hogy a Szigetköz melletti Duna közös folyó, így a főmederbe történő beavatkozások és a vízátadás csak a két ország közös akarata szerint valósulhat meg. A Bósi vízlépcső (Dunacsúnyi duzzasztó, üzemvízcsatorna, Bósi erőmű és hajózsilip) szlovák kézben van, mely Magyarország számára kiszolgáltatót helyzetet teremt. A magyar beleszólás nagyon korlátos, a magyar érdek képviselője a jogilag nem rendezett állapot miatt szinte lehetetlen (21. ábra).

A mai napig is rendezetlen állapot mellett (nincs megállapodás az alapkérdésekben) 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



21. ábra. Az 1992. október 25-én üzembe helyezett Bósi vízlépcső létesítményei (Zsuffa et al. 2023)

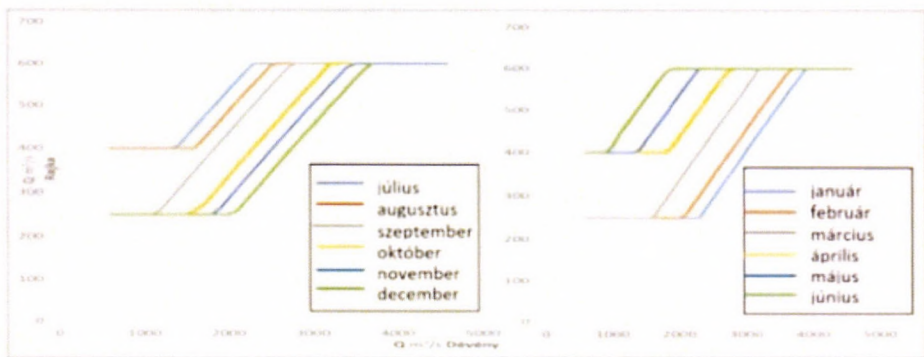
hozam a folyó Dévényben mért aktuális hozamának és az aktuális hónapnak a függvénye. A vízátadás jelenleg is a megállapodás alapján történik.

Az 1995 nyarára elkészült dunakiliti fenékküszöb és a Dunakiliti duzzasztó együttese a szigetközi vízpótlórendszer megvalósulásának alapműtárgya lett. A Dunakiliti duzzasztó vezénylőjében történik a mentett oldali és a hullámtéri vízpótlások szabályozása (11. 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 1950-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 a hatékony vízpótlást. 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.

A Szlovák Féllel történt megegyezés alapján átadott vízhozamok (22. ábra) és a fenékküszöb a Dunakiliti duzzasztó szabályozási funkciói teszik lehetővé a teljes Szigetköz vízpótlását. Mivel a rendszer vízellátása teljesen szabályozott, lehetőség van a mellékágrendszer hidrológiai viszonyainak pontos beállítására és ennek következményként a vízlépcső-projekt előtt beindult degradációs folyamatok kompenzálására is.

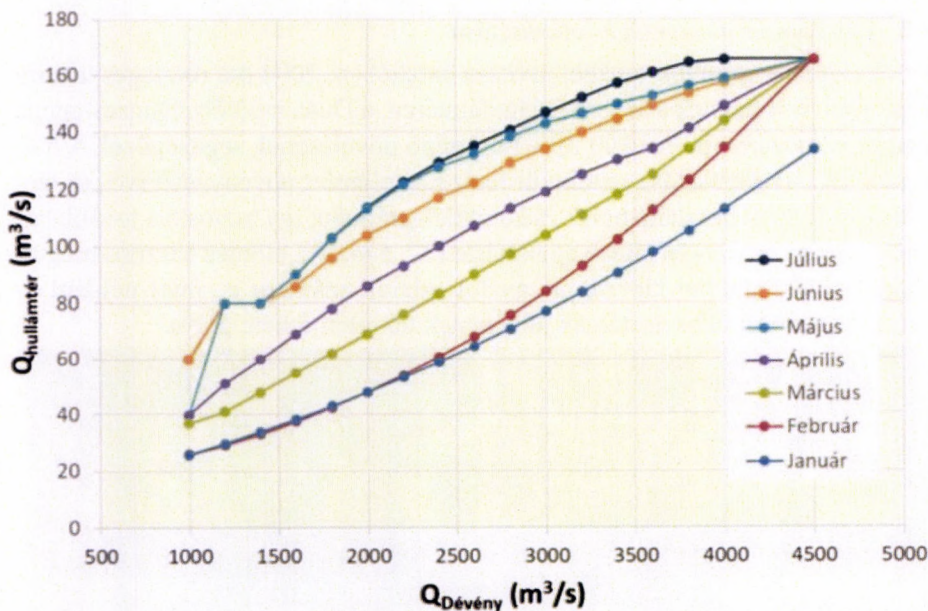


22. ábra. A Dunacsúnyi duzzasztón keresztül a Duna régi medrébe történő vízhozam átadás üzemrendje (Szigetközi hullámtéri vízpótló-rendszer 2001)

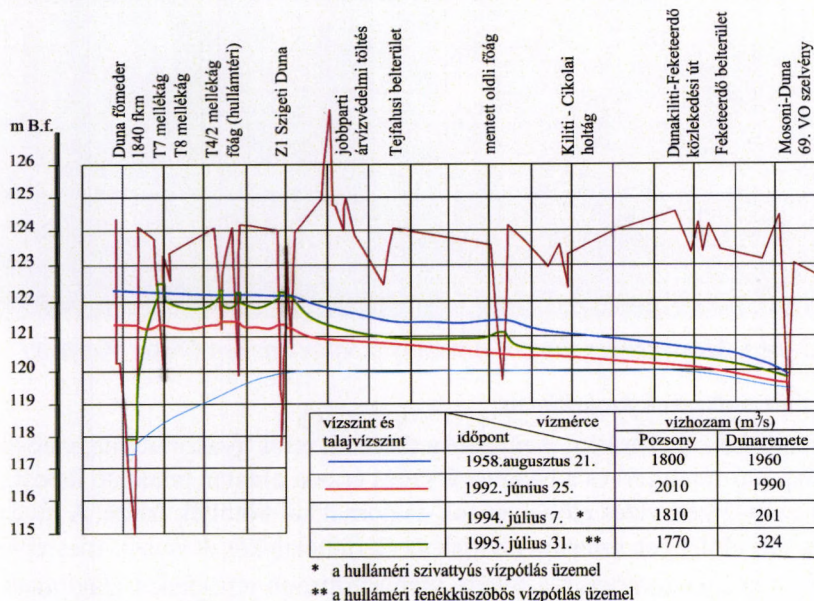
A monitoring rendszer adatai alapján megállapítható, hogy a vízpótló-rendszer nemcsak az elterelés káros következményeit szüntette meg, hanem még az elterelés előtti időkhöz képest is javított a hullámtér hidrológiai viszonyain.

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 (23. ábra).

A monitoring rendszer adatai alapján bebizonyosodott, hogy mind a felszíni, mind a felszín alatti vizek állapota jól követi az előírás szerinti 50-es évek vízjárását a különböző időszakokban (24. ábra). A teljes mértékig szabályozható rendszer, mely a korábban említett üzemelési rend eredménye igazolja, hogy a vízpótlás rendszere teljes mértékben át tudta venni azt a Duna befolyásoló szerepét.



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



24. ábra. A felszíni és felszín alatti vizek állapota a Szigetköz tejfalusi szelvényében, hasonló hidrológiai helyzetű különböző időpontokban

6.2. A hullámtér mesterséges elárasztása

Az ökológiai viszonyok további javítása érdekében, 2004 óta részleges tavaszi árasztások is történnek a szigetközi hullámtéren, a Duna medrébe Dunacsúnynál átadott vízhozam 600-ról 800 m³/s-ra történő növelésének segítségével. A hullámtér tavaszi elárasztása rendkívül fontos az elöntött növényzetet ívó- és táplálkozó helyként használó halak és kételtűek számára; így biztosítva továbbá az ártéri növényzet víz- és tápanyagellátását (12. kép). Az elöntés hasznos még az olyan ivadékhalakból táplálkozó gázlómadarak számára is, mint például az egészséges ártéri ökoszisztémák jelképének tekintett fekete gólya.



12. kép. Mesterséges tavaszi árasztás a Szigetközben (Fotó: Kertész)

6.3. A fokrendszerek kialakítása

A Szigetközben új elemként megjelent a fokrendszerek gyakorlati megvalósítása is. A vízpótló-rendszert és a Nyárasi 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 vízborítottságú 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 leívtott halak és az ivadékok a

szomszédos Duna-ágba vándorolhatnak (13. kép). A beavatkozások eredményeként, ezekben a mellékágakban is helyreálltak az ökológiai és turisztikai szempontból megfelelő vízszintek.



13. kép: Újszigeti vizes élőhely rávezető foka (Fotó: Kertész)

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.

6.4. A Szigetközbe vezetett víz minősége

A szigetközi vízpótlás előtt a Duna törzshálózati vízminőségi mérési eredményeinek részletes elemzésére több alkalommal is sor került (Horváth *et al.* 1981, Varga *et al.* 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 elemzési eredményei (Pannonhalmi és Varga 2021). Megállapították, hogy a Duna vize minőségi szempontból alkalmas a hullámtéri rendszerek vízpótlására. A Szigetközben az egyes mellékágak rendszeres vizsgálatára az 1970-es évek végén került sor.

A mellékágak „folyamatos” vízminőségi változása alapján kapták a szigetközi vízterek a későbbiekben a „mozaikos” jelzöt (Várday 1987). A hullámtéri ágakban a planktonikus eutrofizáció és a trofitással összefüggő kémiai tulajdonságok szélsőségesebben változnak, mint az azokat feltöltő Dunában (Tamásné Dvihally 1987).



14. kép. Dunakiliti fenékküszöb (Fotó: Kertész)

6.5. A vízpótlást követő monitoring tevékenység

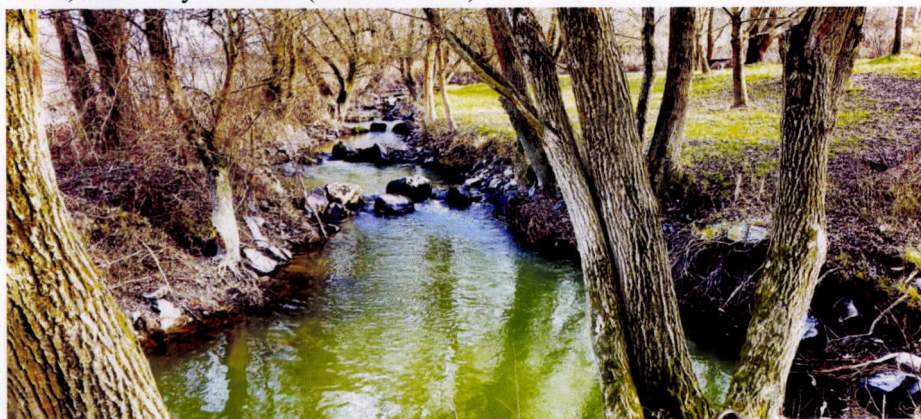
A vízpótlást követő 1995. évi „Megállapodás a Magyar Köztársaság Kormánya és a Szlovák Köztársaság Kormánya között az ideiglenes műszaki intézkedésekről és vízhozamokról a Dunában és a Mosoni-Dunában”, az úgynevezett „fenékküszöb egyezmény” széles körű, átfogó, a fizikai-kémiai és biológiai paraméterekre 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 Munka-

csoportja 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 közötti időszakra a <http://www.szigetkozi-monitoring.hu/> honlapon megtalálhatók (Nemzeti Jelentés 2023).

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



15. kép. Hazánk első természetközeli hallépcsője – Denkpál (Fotó: Kertész)

6.6. 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 a környezet állapotváltozását figyelő monitoring-rendszereket a Szigetközben és a Csallóközben működteti. A felek 2017. novemberében jegyzőkönyvébe foglalták a két oldalon vizsgálandó elemeket, a mérőhelyeket, a vizsgálandó paramétereket, valamint a komponensek körét. A monitoring-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 medermorfológiájának értékelése
- A felszíni vizek minősége, ezen belül: fizikai-kémiai mutatók és szervesetlen 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>).



16. kép Bagaméri Duna-ág, Ásványráró (Fotó: Kertész)

A felszíni vizek Szigetközben végzett vízminőségi monitoringja alapján a szigetközi vízpótlásra átadott víz megfelel a követelményeknek, vízminőségi okokból a vízpótlás szüneteltetésére, megváltoztatására nem került sor. Az adatsorok egyértelműen igazolják, hogy annak ellenére, hogy a Bösi vízlépcső több mint 30 éve üzemel, az „*ökológiai szükséghelyzet*” egyetlen egy eleme sem mutatható ki.

Az EU Víz Keretirányelv hazai bevezetésével szükségessé vált a monitoring-rendszer átalakítása. A legjelentősebb változásra az ökológiai szemlélet-

módú állapotértékelés bevezetésével a hidrobiológiai vizsgálatok területén volt szükséges, ami egyfajta paradigma-váltás volt.

A Duna vizének magyarországi szakaszán a vízminőséget elsősorban a belépő határszélvény határozza meg, az értékelt komponensek esetében a javulás jelentős volt. A több mint ötven éve végzett vizsgálatok főbb eredményeinek összefoglalására 2021-ben került sor (*Pannonhalmi és Varga 2021*).



17. kép. Szürke Duna-ág Lipótnál (Fotó: Kertész)

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

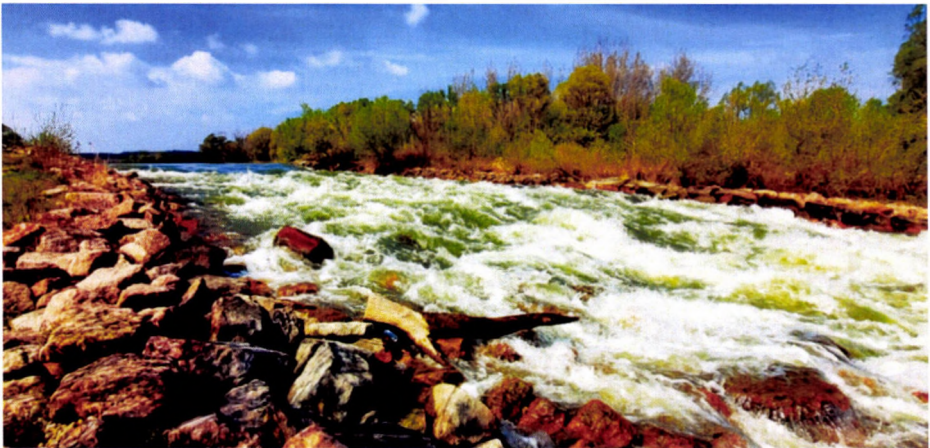
- az *élőhely javítása*, megtartva a meglévő az igényeknek megfelelő módosításokat, változtatásokat;
- a *kereszt- és hosszirányú átjárhatóság biztosítása*, vagyis minden olyan intézkedés megtétele, ami javítja a vízi élőlények vándorlását, szaporodását, táplálkozását (pl. változatos élőhelyek kialakítása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

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

egységes értékelésre (*Insula Magna* 2023).

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 újraépült, a természetes vízjárást szimuláló üzem mellett nem figyelhető meg drasztikus, beszívárgást megakadályozó kolmatáció;
- nem mutatható ki a felszín alatti vízbázisok esetében káros mértékű feliszapolódás;
- az EU Víz Keretirányelve által előírt jó állapot a korábbi természetes állapot visszaállításával előállt.



18. kép. Ásványrárói megcsapoló (Fotó: Kertész)

7. Aktuális tervek a szigetköz hidroökológiai viszonyainak további javítására

7.1. Duna főmedrében történő beavatkozások, az árvízi levezető képesség javítása, kis- és középvízi beavatkozások

A Duna elterelésével érintett és az üzemvízcsatorna visszatorkollása alatti teljes folyószakaszon a meder beágyazódása miatti kisvízszint-csökkenés következtében a korábban az év nagy részében víz alatt lévő kavicszátonyok a kis-

és középvízszintek süllyedése miatt hosszú időszakra szárazra kerültek, aminek következtében azokon megkezdődött a szárazföldi növényzet megtelepedése. Az árvizek idején a növényzet a víz sebességét lecsökkentette, segítve ezzel a hordalék kiülepedését, ami a zátonyok intenzív feltöltődéséhez vezetett. A növényzet elburjánzása és a feltöltődés egymást erősítő folyamatként az árvízlevezető-képesség jelentős romlását eredményezte. A 2002. és 2013. évi dunai árhullámok célirányos mérési eredményeinek kiértékelése alapján kijelenthető, hogy a folyamat egyre erősödő. *Az árvizeknek az üzemvíz csatorna irányába történő vízmegosztási lehetősége ellenére – hatékony beavatkozás nélkül – ez szinte kivédhetetlen mértékű árvízszint növekedéshez vezethet!* A tervezési területen talán a legfontosabb feladat ezért az árvízi levezető képesség javítása és fenntartható működtetése a főmederben és a jobb- és bal parti mellékágrendszerekben és hullámtereken.



19. kép. Rudi-gyepi halátjáró a Felső-Zalka-ággal (Fotó: Kertész)

Az öreg meder nagyvízi vízszállító-képességének javítása érdekében sürgető feladat a főmeder és a szabályozási kőművek (sarkantyúk, vezetőkőművek, árvízi töltőbukók, a középvízi meder vízépítési terméskővel bevédett rézsűi stb.) növényzettől, uszadék torlaszoktól, bedőlt fáktól történő tisztítása és tisztán tartása.

Az egyértelművé vált, hogy a főmeder zátonyairól, szigeteiről a fásszárú nö-

vénnyzet eltávolítása, visszaszorítása irtási munkával a rendelkezésre álló pénzügyi- gépi- és emberi erőforrásokkal nem biztosítható. Amennyiben az irtást követően jelentős beruházás-jellegű tereprendezés és füvesítés történik, ezek csak akkor lehetnek hatékonyak, ha a rendszeres karbantartás (kaszálás, legeltetés) műszaki és anyagi feltételei adottak lesznek. Ezt olyan beavatkozásokkal kell megoldani, amelyek ütemezhetőek és illeszkednek a végleges vízszintemeléssel megoldáshoz. A nagyvízi mederkezelési tervben a főmederben javasolt beavatkozások alapvetően a vízszintemeléssel nélküli, jelenlegi helyzetre vonatkoznak. A növekvő árvízveszély miatt az I. ütemben ezek megvalósítása szükséges.

A tervben foglaltak szerint a főágban található zátonyoknál a növényzet eltávolítását követően célirányos, tervszerű kavicskitermeléssel állandó vízborítású árapasztó vápákat kell kialakítani. Ezzel megvalósul a levezető mederszelvény lehetőség szerint a legnagyobb mértékű bővítése is. Az állandó vízborítású árapasztó vápák kialakításával az árvízlevezetés jelentősen javul, de egyéb beavatkozás nélkül a kisvizek szabályozatlan vízhozam-megosztásával a jelenlegi, a kívánatosnál lényegesen alacsonyabb kis- és középvízszintek tovább süllyednének. A jelenlegi kisvízszint süllyedésének megakadályozása érdekében a vápák és a kisvízi meder között ökológiai szempontból egyébként is kedvező meghagyandó szigeteket és a partot zárások, fenékküszöbök építésével össze kell kötni olyan módon, hogy az árapasztó vápában kisvizek alkalmával csak minimális áramlás alakuljon ki.



20. kép. Felső-Jakabi ágak (Fotó: Kertész)

7.2. Az 1843,0 fkm szelvényben található meglévő fenékküszöb átalakítása és kapcsolódó fejlesztések

A Rajkai- és Tejfalui jobb parti mellékágrendszeren a vízszintek elmaradnak a referenciául választott időszak szintjeitől. A Görgetegi-ág alsó szakaszán jelentős feliszapolódási folyamat figyelhető meg. A problémák kezelése a mellékágrendszereken átvezetett vízhozamok növelésével valósítható meg.

Ennek érdekében feltétlenül meg kell említeni az 1843 fkm-ben létesített meglévő fenékküszöb koronaszintjét. Az előzetes vizsgálatok alapján ennek mértéke a dunacsúnyi erőmű hatásfokának csökkenése nélkül kb. 1,0 m-re tehető. A meglévő fenékküszöb emelésével a kibontott három töltő bukón (Szigetparti bukó – TE 14 1847,00 fkm, Öregreői bukó – 1845,90 fkm, Benda bukó – 1845,40 fkm) kivezetett vízhozam növelhető. A fenékküszöb felvízszintjének megemlése a már beépített és tervezett erőművek turbináinak hatásfokát is javítja.

A vízkivételi helyeken megnövekedő vízhozammal a referenciául választott időszak szintjei biztosíthatók és részben a Görgetegi-ág elbontásával a mellékág átöblítése megvalósul, jelentősen csökkentheti a mára erősen előregedő mellékág feltöltődését, részben pedig az egyébként is „vízhiányos” Cicolai-ágrendszerbe kormányozható. A megnövelt vízhozam egy része a Flóri kapun (1839,25) fkm kialakítandó, kis- és középvíznél gépjárművel átjárható kapcsolatot biztosító műtárgyon át az Öreg-Dunába visszavezethető. A többlet vízhozam többi részét az egyébként is „vízhiányos” Cicolai ágrendszerbe kell átvezetni. Ennek biztosítására a Ferde gát (1839 fkm) átalakítása szükséges.

A megemelt fenékküszöb a Dunakiliti duzzasztóval lényegesen nagyobb vízkivételt és vízdinamikát biztosít. Ezzel az Öreg mederrel kapcsolatot biztosító vízvisszavezetések több helyen és nagyobb mértékben megoldhatók. A kifolyásos kapcsolatoknál akár több méteres szintkülönbség is megengedhető, mert egy durva rámpával a vízi élőlények átjárhatósága könnyűszerrel biztosítható. A „kisvízi medret” részben stabilizálva csónakcsúszdaként célszerű kialakítani.

A megnövelt vízkivételi vízhozamoknak további ökológiai előnye, hogy a Rajkai-Tejfalui medrek felső szakasza teljes egészében a korábban tározóternek tervezett, állami tulajdonú területen halad és az esetleges parterózió, medervándorlás nem veszélyeztet sem árvízvédelmi töltést, sem értékes műtárgyat vagy területet. Ennek megfelelően érvényesülhetnek a természetes morfológiai folyamatok. Nem lesz szükség folyószabályozási beavatkozásokra, csak a dunakiliti duzzasztóhoz bevezető út hídjainak védelmére, állékonyságuk biztosítására.

7.3. A régi meder (Öreg-Duna) revitalizációja

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. évi árvíz az összes szigetközi vízrajzi állomásnál meghaladta az addig mért legnagyobb árvízszinteket. Ráadásul, Dunaremete alatt még súlyos vészhelyzet is kialakult, melynek elhárítása komoly védekezési erőfeszítéseket igényelt. Hiába vezetett el tehát 3.200 m³/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.*



21. kép. Benda-ág (Fotó: Kertész)

- *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 ívó- és táplálkozó- helyek között, pedig valaha a Szigetköz a Duna egyik „halbölcsője” volt. Ezt a funkcióját – kisebb-nagyobb mértékben – átvették a vízpótlással szabályozott ágrendszerek, 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 visszatorkollása alatti Duna szakaszon (1811-1790 fkm) észlelt *jelentős medersüllyedés*. Az üzembe helyezés előtti időszakban a süllyedések egyik oka a hajózás érdekében végzett hagyományos folyószabályozási beavatkozások hatása volt. 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, hogy a „hordalékéhes” víz kedvezőtlen hatásaként, valamint mivel nem épült meg a Nagymarosi vízlépcső (és 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 eredményezték. Ezeket a káros folyamatokat az alsó-szigetközi mellékágak vízpótló-rendszerhez történő kapcsolása csak részlegesen ellensúlyozta.

A főmederrel kapcsolatos problémák megoldására az *Insula Magna projekt* (Insula Magna 2023) állt elő egy műszaki javaslattal (25. ábra), melynek lényege az, hogy az Öreg-Duna főmedrének a 12. ábrán látható szelvényében a dunakiliti fenékküszöbhez hasonló fenékküszöbökkel meg lehet emelni a vízszinteket és így a hullámtéri vízpótlás által megemelt mellékágak vízszintjeivel közvetlenül összekötve biztosítani lehet a keresztirányú áramlásokat is (Zsuffa et al. 2023). Ezzel a megoldással a főmeder vízviszonyai a Dunakiliti-Szap közötti Duna szakaszon is a korábbi – az 1950-es évekre jellemző – állapotba kerülhetnek.



25. ábra. A javasolt fenékküszöbök helyei az Öreg-Dunában (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 a halak laterális migrációja előtt, ami alapvetően fontos feltétel a Szigetköz „hal-

bölcső” funkciójának újraélesztéséhez. A 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.

Mindez természetesen gondos tervezést igényel, mely nem nélkülözheti a 2/3D-s hidrodinamikai és vízminőségi modellezés alkalmazását. E munkák jelentős része az *Insula Magna projekt* keretein belül valósul meg (*Insula Magna* 2023). 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 (az üzemvízcsatorna visszatorkollása 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 az 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 vízállapotok (pl. fokrendszerek) kialakítására. Ez a vízpótló rendszerek folyamatos, rugalmas, nagy odafigyelést igénylő üzemeltetését feltételezi, valamint a rendszeren belül igényli a folyamatos finomhangolásokat.

* * *

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

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

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 Hidrológiai Társaság XXXI. Országos Vándorgyűlése. Gödöllő, 2013. július 3-5.

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>

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

Pannonhalmi M. és Varga P. (2021): A vízügyi szolgálat vízminőség vizsgálatának 50 éve Magyarországon a Duna példáján. *Vízügyi Közlemények* 2021. évi 1. szám.

Szigetközi Üzemelési Bizottság (2015): Szervezeti és Működési Szabályzat.

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

SOLVEX-BME Konzorcium (2014): 01.NMT.01. Nagyvízi mederkezelési tervdokumentáció (Duna 1850,200 - 1809,760 fkm)

Szabó József, Benedek András, Kerék Gábor (2022): A Mosoni-Duna torkolati szakaszának vízszint rehabilitációja. *Vízügyi Közlemények*, 2022. évi 2. füzet, pp. 57-106.

Szlávik Lajos (2007): 111 vízi emlék Magyarországon. KvVM, Budapest, pp. 24-25.

Tamásné Dvihally (1987): A kisléöldi Duna-szakasz ökológiája, p. 232. ISBN:963712182X

Várdy N. (1987): A Kisléöldi Duna-szakasz hidrológiai, hidrogeográfiai és vízkémiai viszonyai (VEAB). 1987.

Varga P., Ábrahám M., Simor J. (1990): Water quality of Danube in Hungary. *Wat. Sci.Tech.*22. pp.113-118.

Zsuffa István, Szöllősi-Nagy András, Bogárdi János (2023): *Insula Insolita – Szigetköz és Bős-Nagymaros párhuzamos története.* *Hidrológiai Közöny* 103/2.

VÁLTOZÁSOK AZ IVÓVÍZMINŐSÉG SZABÁLYOZÁSÁBAN ÉS AZ ELLENŐRZÉS RENDJÉBEN

BUFA-DÖRR ZSUZSANNA¹, VARGHA MÁRTA¹

Az Európai Parlament és a Tanács 2020. december 22-én elfogadta az *emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről* szóló 2020/2184 Irányelvet (a továbbiakban: *új Irányelv*). Az *új Irányelvnek* a hazai jogrendbe történő átültetése 2023. január 12-én az *ivóvíz minőségéről és az ellenőrzés rendjéről* szóló 5/2023 (I.12.) Kormányrendelet elfogadásával, illetve kapcsolódó jogszabályok kisebb módosításával valósult meg. Az új szabályozás fokozatosan alakítja át az ivóvízminőség-felügyelet rendszerét, melyben a fő változások leginkább az alábbi öt területen érvényesülnek (*1. ábra*):

- a kockázat alapú ivóvízminőség-felügyelet kiterjesztése a teljes ivóvízellátási láncra az ivóvíz célú nyersvizektől a fogyasztói pontig;
- a vizsgálandó paraméterek és határértékeik felülvizsgálata az új tudományos (technológiai és toxikológiai) eredmények alapján;
- a vízzel érintkező anyagok szabályozásának és engedélyezésének egyesítésének az Európai Unió területén;
- a lakossági tájékoztatás átalakítása, fejlesztése az ivóvízbe vetett fogyasztói bizalom erősítése érdekében;
- az ivóvízhez nem, vagy csak korlátozottan hozzáférő csoportok (marginális csoportok) hozzáféréseinek javítása.

¹ *Bufa-Dórr Zsuzsanna*, Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ (NNGYK) Közegészségügyi Laboratóriumi és Módszertani Főosztály

¹ *Vargha Márta*, Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ (NNGYK) Közegészségügyi Laboratóriumi és Módszertani Főosztály



1. ábra. A módosítások főbb területei az 5/2023 (I.12.) Kormányrendeletben

A jogszabályváltozás számos új feladatot ró az ivóvízszolgáltatókra, a felügyelet végző népegészségügyi hatóságra, de a szolgáltatásért felelős önkormányzatok, valamint a marginalizált csoportokkal kapcsolatban lévő szervezetek, pl. védőnők feladatai is megjelennek benne. Nehézséget jelenthet, hogy egyes, a korábbi szabályozás alapján megszokott, rögzült folyamatoknak, pl. a vízminőség monitoringjának, beavatkozásoknak meg kell változniuk, azonban közegészségügyi és ivóvízbiztonsági szempontból a módosítással elérni kívánt célkitűzések kiemelten támogatandók. A rendszer nagyobb rugalmasságot biztosít az üzemeltetésben és a felügyeletben, azonban magasabb szintű, komplex szakmai mérlegelést is igényel.

1. A háttér

Az Európai Bizottság 2017-ben kezdte meg az *emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről* szóló, 1998. november 3-án elfogadott 98/83/EK Irányelv felülvizsgálatát a „*Célravezető és hatásos szabályozás*” (REFIT) értékelése és több érdeképviseleti egyeztetés eredménye alapján. A felmérés igazolta, hogy az EU-ban az ivóvíz minősége jellemzően megfelelő, de több terület fejlesztése szükséges a magasabb szintű egészségvédelem érdekében. Az új Irányelv kidolgozását végző Bizottságban a hazai képviseletet az Emberi Erőforrások Minisztériuma (EMMI) képviseletében a Nemzeti Népegészségügyi Központ [a továbbiakban: NNK, jogutódja: Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ (továbbiakban: NNGYK)] biztosította. Elfogadását követően az új Irányelv hazai jogrendbe ültetésére az NNK vezetésével egy szakértői munkacsoport alakult 2021. áprilisban.

A munkacsoportban az alábbi kormányzati és szakmai szervezetek szakértői vettek részt: Fővárosi és Megyei Kormányhivatalok, Belügyminisztérium, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (a továbbiakban: OKF), Országos Vízügyi Főigazgatóság (a továbbiakban: OVF), Magyar Víziközmű Szövetség (továbbiakban: MAVÍZ), Agrárminisztérium, Innovációs és Technológiai Minisztérium, Miniszterelnökség, Alapvető Jogok Biztosának Hivatala, Országos Kórházi Főigazgatóság, Magyar Energetikai és Közműszabályozási Hivatal, Klebelsberg Központ.

Az új Irányelv az ivóvíz minőségi követelményeiről és ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X.25.) Kormányrendelet helyett egy új kormányrendelet kidolgozását tette szükségessé, de emellett további jogszabályok kisebb módosítása is megvalósult. A nem közműves ivóvízellátás szabályozása a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról szóló 147/2010. (IV.29.) Kormányrendelet módosításával valósult meg, az ivóvízkivételi pontokat is tartalmazó vízgyűjtő területek kezelésére és szabályozására vonatkozó előírások a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízellétesítmények védelméről szóló 123/1997. (VII.18.) Kormányrendelet módosításával kerültek átültetésre.

2. Az ivóvízminőség-felügyelet főbb változásai az 5/2023 (I.12.) Kormányrendelet alapján

2.1. Ivóvízminőség

Az 5/2023 (I.12.) Kormányrendelet alapján az ivóvíz fogalma az ivásra, főzésre, ételkészítésre szolgáló víz mellett az egyéb szociális célokra használt vizeket is magába foglalja. A szabályozás kiterjed a közműves ivóvízellátás mellett a közszolgáltatást vagy kereskedelmi tevékenységet végző közösségi ivóvízellátást biztosító saját célú ivóvízellátó rendszerekre is, azonban a kis, 10 m³/nap-nál kevesebb vizet szolgáltatató vagy kevesebb mint napi 50 főt ellátó egyedi vízellátókra bizonyos előírások, pl. a vízgyűjtő veszélyelemzés követelménye, nem vonatkoznak.

2.2. Népegészségügyi hatóság

Az 1.000 m³/nap mennyiségnél kevesebbet szolgáltatató és 5.000 főnél kevesebb fogyasztót ellátó *ivóvízellátó rendszerek* (továbbiakban: VER) hatósági felügyeletét a területileg illetékes *fővárosi és vármegyei kormányhivatal népegészségügyi feladatkörében eljáró járási (fővárosi kerületi) hivatala*, az ennél nagyobb, illetve az egy járás határán átnyúló VER-ekét a *fővárosi és vármegyei kormányhivatal látja el* (továbbiakban: *népegészségügyi hatóság*). A vármegye határán átnyúló VER-ek felügyelete a népegészségügyi hatóságok közötti folyamatos

tájékoztatási kötelezettség mellett, a vármegyehatártól megoszlik a szomszédos vármegyék között. Mivel a korábbi szabályozás alapján a hatósági felügyeletet a VER kapacitása határozta meg, így 2023-ban jelentős számú VER felügyelete került át vármegyei szintről járási szintre, illetve fordítva.

A szolgáltatott vízmennyiséget a VER *ivóvízbiztonsági tervének* (továbbiakban: *VBT*) tartalmaznia kell, illetve erről az ivóvízszolgáltatóknak évente jelentést kell tenniük a *Humán Vízhasználatok Információs Rendszerén* (a továbbiakban *HUMVI*) keresztül. A napi 10 m³-nél kevesebb vizet szolgáltató vagy 50 személynél kevesebbet kiszolgáló egyedi vízellátó rendszerek felmenthetők az *5/2023 (I.12.) Kormányrendelet* hatálya alól, ha az ivóvizet nem kereskedelmi, szolgáltatási, közszolgáltatási célból vagy munkavégzéshez kapcsolódó tevékenység keretében szolgáltatják (gyakorlatban *magán vízellátás, 4.2. fejezet*). A népegészségügyi hatóság emellett felmentheti a csak szociális vízellátást, azaz ivástól és ételkészítéstől eltérő céllal használt ivóvizet szolgáltató rendszereket a rendelet követelményeinek teljesítése alól. Ebben az esetben a víz minőségére (egyedi határértékek) és az ellenőrzés rendjére (egyedi vizsgálat számok és paraméterkör) vonatkozó előírásokat a népegészségügyi hatóság határozza meg.

2.3. Megfelelő minőségű ivóvíz

Az ivóvíz nem tartalmazhat olyan mennyiségben vagy koncentrációban mikroorganizmust, parazitát, kémiai, fizikai vagy radiológiai paramétert, amely az emberi egészségre potenciális veszélyt jelenthet. A bizonyítottan káros egészséghatással rendelkező szennyező anyagokra vonatkozóan az *5/2023 (I.12.) Kormányrendelet* határértékeket tartalmaz. Az ivóvíznek meg kell felelnie a vonatkozó határértékeknek, de a *Kormányrendeletben* a megfelelő ivóvízminőség meghatározásában erőteljesebb szerepet kap a *kockázat alapú szemlélet*. Az elsősorban esztétikai panaszokat okozó, vagy az üzemeltetés hatékonyságát jelző paraméterek megfelelőségének értékelésére a *Kormányrendelet* parametrikus értéket tartalmaz, túllépés esetén az ivóvízfogyasztás szempontjából elfogadható, de tűrhető minőségű. Határérték-túllépés esetén az ivóvízszolgáltató minden esetben, mérlegelés nélkül meg kell tegye a szükséges intézkedéseket a vízminőség helyreállítása, a fogyasztó egészségének védelme érdekében, tűrhető vízminőség esetén a szükséges beavatkozásokat a fogyasztókra gyakorolt várható egészséghatás alapján a népegészségügyi hatóság mérlegelheti.

Vannak olyan ivóvízminőségi paraméterek, így az elosztóhálózat általános állapotára jellemző érzékszervi (szín, szag, íz, zavarosság) és egyes mikroszkópos biológiai paraméterek, valamint a telepszám, amelyre a parametrikus érték nem numerikus, hanem szöveges: „*elfogadható a fogyasztók számára, rendellenes*

eltérés, szokatlan változás nélkül". Ezen paraméterek esetén nem egy konkrét érték túllépése, hanem a vízminőségi jellemző hirtelen változása, vagy folyamatos változása jelezhet problémát, így a beavatkozást igénylő szint meghatározásához, a számszerű értékeléshez az elosztóhálózatra jellemző érték előzetes meghatározása szükséges. A jellemző értékek alapján a népegészségügyi hatóság egyedi, egy konkrét elosztóhálózatra jellemző parametrikus értéket határoz meg, és állít be a HUMVI-ban (2.8. fejezet). A települési elosztóhálózatokra beállított egyedi, akár egy vízellátó rendszeren belül különböző parametrikus értékek miatt ezen paraméterek egységes, VER szintű értékelése már nem lehetséges, valamint ezt a jellemző értéket a laboratóriumi vizsgálatokat automatikus értékelő laboratóriumi informatikai rendszerekben is figyelembe kell venni.

2.4. Megfigyelési lista mechanizmus

Az új, jelenleg a szolgáltatott vízből még nem, vagy csak esetileg vizsgált, de potenciálisan káros egészséghatással rendelkező paraméterek felügyeletére a „*megfigyelési lista*” mechanizmus került bevezetésre. Az Európai Bizottság által megfigyelési listára tett paramétereket az országos tisztifőorvos további, Magyarországon releváns paraméterekkel egészítheti ki, majd az évente frissülő listát a honlapján teszi közzé. A 2023-2024. évekre vonatkozóan a megfigyelési lista két hormonháztartást zavaró anyagot, a 17-béta-ösztadiolt és a 4-nonilfenolt tartalmazza. A megfigyelési lista paramétereinek kockázatát az adott vízellátó rendszerben először a nyersvízre (vízkivételi pontok vízgyűjtő területeire) vonatkozó kockázatértékelés (lásd 2.10.1. fejezet) részeként szükséges vizsgálni és ha a nyersvízben előfordulhatnak, ott az ivóvízellátó rendszerre vonatkozó egyedi kockázatértékelésében (VBT, lásd 2.10.2. fejezet) szükséges elemezni, hogy a szolgáltatott vízben való megjelenésére számítani kell-e. A paraméter vizsgálata csak ott lesz része a szolgáltatott vízre vonatkozó monitoring vizsgálatoknak, ahol a szolgáltatott vízben való megjelenés kockázata a veszélyelemzés alapján felmerül. A megfigyelési lista a paraméterekre irányértéket és nem határértéket tartalmaz, így az ettől való esetleges eltérés nem jelent nem megfelelést. A megfigyelési lista mechanizmusát a 2. ábra szemlélteti. További információ az NNGYK honlapján érhető el (NNGYK-1 2023).

2.5. Ivóvízellátó rendszerek, ivóvízellátási körzetek

Az új 5/2023 (I.12.) Kormányrendelet alapján az ivóvízminőség-felügyelet alapja a vízellátó rendszerben a VBT részeként elvégzett átfogó veszélyelemzés és kockázatértékelés, valamint az erre épülő üzemeltetési monitoring (lásd 2.10.2. fejezet). Az ivóvíz-szolgáltató által végzett önellenőrző, illetve a népegészségügyi hatóság által végzett hatósági vízminőség-ellenőrző vizsgálatok célja annak

igazolása, hogy kockázat alapú felügyelet megfelelően működik, az ivóvíz minősége megfelel a jogszabályi követelményeknek, a fogyasztók egészségének védelme megvalósul (*megfelelési monitoring*). A minimális vizsgálati számok meghatározása alapvetően nem változott a korábbi szabályozás óta, azonban fontos pontosítás, hogy a minimális vizsgálati számokat *ivóvízellátási körzetre* (továbbiakban: *VEZ*) és *nem ivóvízellátó-rendszerre* (továbbiakban: *VER*) vonatkozóan kell meghatározni.

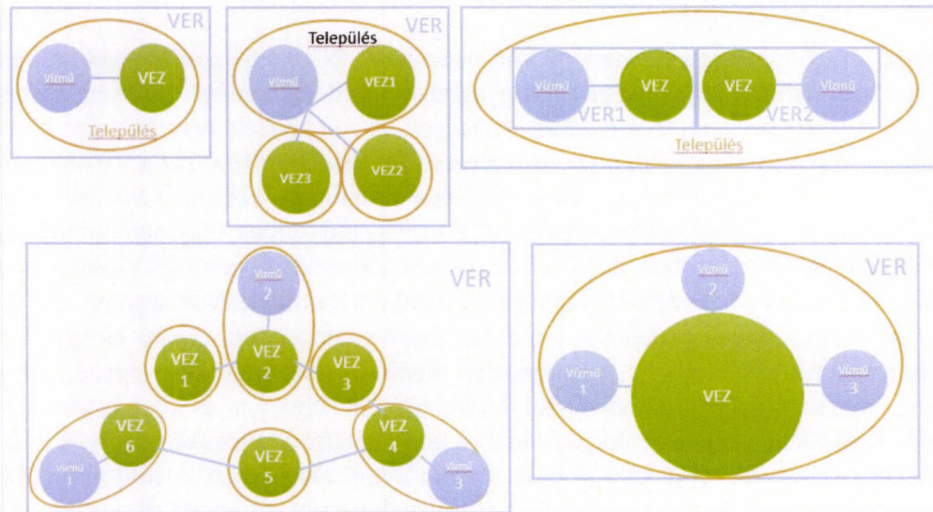


2. ábra. Megfigyelési lista mechanizmus

Az *ivóvízellátási körzet* olyan földrajzilag meghatározott, egy települési elosztóhálózatnál nem nagyobb terület, amelyen belül az ivóvíz egy vagy több közös forrásból származik, és a vízminőség hozzávetőlegesen azonosnak tekinthető. Egy VEZ lehet kisebb, mint egy település közigazgatási határa, azonban nagyobb nem. Jelenleg VEZ-ként a HUMVI rendszerben a települési elosztóhálózatok feleltethetők meg leginkább, azonban több betáplálási pontot, különböző vízforrásokat tartalmazó VEZ esetén egy településen belül is több VEZ határolható le. A szolgáltató az áramlási viszonyok, nyomászónák ismeretében kell lehatárolja, majd a HUMVI rendszerben rögzítse a VEZ-eket, azonban fontos, hogy a mintavételi helyek is egyértelműen a megfelelő VEZ-hez legyenek rendelve. *A lehetséges VER-VEZ kapcsolatokat a 3. ábra szemlélteti.*

Az új szabályozás értelmében a korábinál rugalmasabb lehetőség van a vizsgálati számok csökkentésére azon paraméterek esetében, melyek jelenlétéből eredő kockázat a fogyasztóra nézve alacsony vagy elhanyagolható. Ha a nyersvíz vízgyűjtő területére vonatkozó veszélyelemzés és az ivóvízbiztonsági tervek (lásd 2.10.1. és 2.10.2. fejezet) veszélyelemzése és kockázatértékelése ezt alátámasztja, valamint az elmúlt három évben vett vizsgálatok eredménye az adott paraméterre:

- a határérték 60%-a alatt marad, akkor a paraméter vizsgálati száma a népegészségügyi hatóság engedélyével, a vizsgálati program hatósági jóváhagyása eljárás keretében legfeljebb 25%-ra csökkenthető egy VEZ-ben. Az alap-paramétereken (*E. coli*, *Enterococcus*, coliform baktériumok, telepszám 22 °C-on, szín, zavarosság, íz, szag, pH, vezetőképesség, hőmérséklet, ammónium, nitrit, szervesanyag-tartalom, fertőtlenítőszer maradék) kívül bármely paraméter esetében engedélyezhető a vizsgálati szám csökkentése.



3. ábra. Lehetséges VER-VEZ-település kapcsolatok

– a határérték 30%-a alatt marad, akkor a paraméter vizsgálatszám a NNGYK engedélyével 3 évente egy vizsgálatra csökkenthető a VER-ben. *A mintavétel helye a VER betáplálási pontja, az ivóvízmű kimeneti pontja.* A vizsgálati szám csökkentése azokra a paraméterekre alkalmazható, amelyek a koncentrációja nem változik az elosztó hálózatban: alumínium, arzén, benzol, benz(a)pirén, bór, cianid, cisz-1,2-diklór-etilén, 1,2-diklór-etán, fluorid, peszticidok, tetraklór-etilén, triklór-etilén, policiklusos aromás szénhidrogének, higany, szelén, kadmium, klorid, szulfát, nátrium, urán, THM, PFA, trícium, radon és indikatív dózis. *Az engedélyeket a HUMVI rendszer tartalmazza.* Egy VER vizsgálati szám csökkentési engedélye jellemzően a VER által ellátott összes VEZ-re érvényes, de egyes összetett, több betáplálási ponttal, többféle vízbázist használó VER esetén az engedély ettől eltérő előírást is tartalmazhat.

A vizsgálati szám csökkentések visszamenőleg nem érvényesíthetők. Az év közben megkért és megkapott vizsgálati szám csökkentések a következő évi vizsgálati terv jóváhagyásakor vehetők figyelembe. Fontos emiatt, hogy a szolgáltatók a kérelmeket az eljárási és az ütemterv elfogadására vonatkozó határidők (tárgyév január 31.) figyelembe vételével nyújtsák be. A radiológiai paraméterekre a korábbi szabályozás alapján megkapott teljes felmentések 2023. végével hatályukat veszítették. A radiológiai paraméterekre új vizsgálatszám csökkentés kérhető, azonban ehhez a korábban, a felmentések kérelméhez végzett laboratóriumi vizsgálatok 2024-től már nem használhatók fel.

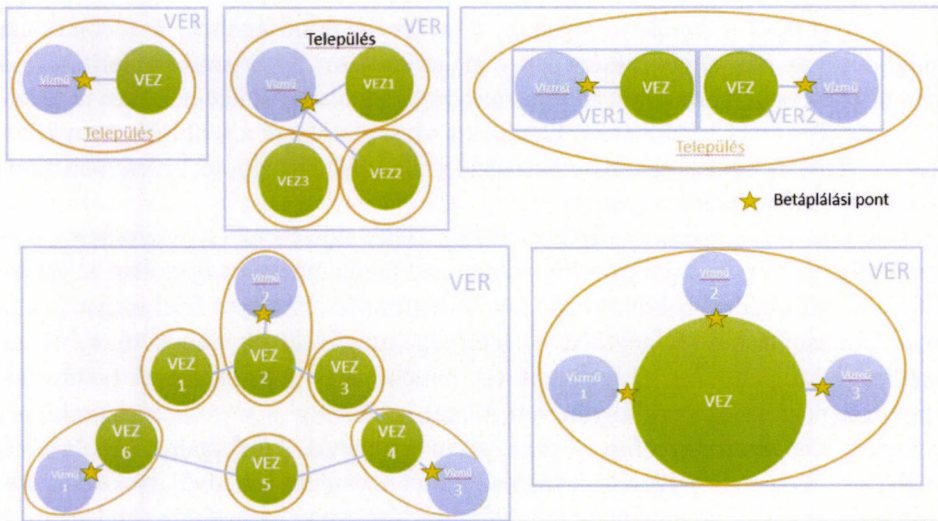
2.6. Megfelelési pont

A megfelelő minőségű ivóvizet ott kell biztosítani, és az ivóvíz minőségét ott kell ellenőrizni, ahol a víz ténylegesen fogyasztásra kerül. *Mintavételi pontként* emiatt *valós fogyasztási pontok kijelölése szükséges*. A mintavételi helyeket egy adott VEZ-ben úgy kell kijelölni, hogy az reprezentatív módon jellemezze a VEZ vízminőségét. Lehetőség szerint egy adott VEZ-ben a minimális vizsgálati számnál több mintavételi helyet kell kijelölni, és azokat rotációs rendszerben vagy random módon vizsgálni annak érdekében, hogy a VEZ elosztó hálózatának áramlási viszonyaiból adódó keveredések, esetleges vízpangások hatása is monitorozható legyen.

Kistelepüléseken problémát jelenthet, hogy gyakran nem érhető el egyetlen közforgalmú épület (bolt, polgármesteri hivatal, vendéglátóipari egység stb.) sem, ahol napközben a mintavételek kivitelezhetők. Ebben az esetben is törekedni kell inkább a magánszemélynél történő mintavételre az utcai közkifolyók mintázása helyett, mivel a közkifolyók vízminősége, elsősorban a mikrobiológiai paraméterek tekintetében sokkal kedvezőtlenebb, mint a fogyasztói ponton vett vízmintáké, és nem reprezentatív a települési ivóvízminőségre. Közkifolyókon vett vízminta vizsgálata megfelelőségi monitoring teljesítése céljából csak abban az esetben fogadható el, amennyiben az a népegészségügyi hatóság által jóváhagyott, egyes marginalizált csoportok ellátását biztosító kijelölt vízellátási pont (lásd 4.1 fejezet). A mintavételi helyeket a szolgáltató jelöli ki, és a népegészségügyi hatóság hagyja jóvá. A jóváhagyás során a népegészségügyi hatóság a mintavételi hely fenti feltételeknek történő megfelelőségét vizsgálja.

Tartályból szolgáltatott víz, pl. *tartálykocsis átmeneti vízellátás* esetén a vízminőséget ott kell biztosítani, ahol a vizet tartályból kieresztik. Azon paraméterek esetén (pl. telepszám), ahol a túllépést a szokatlan értékek megjelenése okozza, jellemző értéként nem a települési vízminőséget kell figyelembe venni, hanem a tartálykocsi jellemző vízminőségi értékeit. *A palackozott, vagy más zárt edényzetben forgalmazott víz* (pl. zacskós, ballonos víz) esetében a palackozás, élelmiszerüzemi célú víz esetében a felhasználás helyén kell igazolni, hogy az ivóvíz minősége megfelelő.

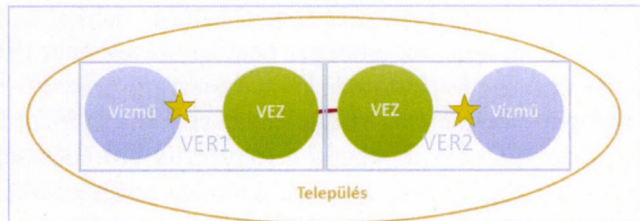
Az elosztóhálózatban bizonyosan nem változó, jellemzően nyersvíz eredetű paraméterek esetén a megfelelőség az ivóvízkezelő mű ivóvíz kiadási pontján, az ivóvízellátó rendszer betáplálási pontján, a vízellátó rendszer bármely hálózati pontján vagy az átadási ponton vett mintákkal is igazolható. Az ivóvízkezelő mű kimeneti pontján történő mintavétel lehetősége jelentősen csökkentheti a több VEZ-t ellátó VER-ek esetén egyes – különösen a jelentős laboratóriumi költségigényű „B” csoportos – vizsgálati paraméterek vizsgálati számát. A vizsgálati szám csökkentés érvényesítéséhez a szolgáltatónak a HUMVI rendszer jelentési felületén minden VEZ esetén meg kellett adnia a VER kimeneti pontjának mintavételi hely kódját.



4. ábra. Betáplálási pontok kijelölése a különböző VER-VEZ kapcsolatok esetén

Egy VER-ben van lehetőség ugyanazt a kódot megadni az összes VEZ-hez, és így az ezen a ponton vett minták beszámolódnak az összes VEZ kötelező vizsgálati számának teljesülésébe a HUMVI rendszerben. Több települést ellátó VER esetén természetesen ez a mintavételi pont nincs feltétlenül a település közigazgatási területén (csak az egyikén), ami zavaró, félreérthető lehet egy adott VEZ, adott időszakban vett vízmintáinak HUMVI rendszerből való lekérdezése esetén. Figyelembe szükséges venni, hogy a vizsgálatok beszámítása csak a jogszabály által engedélyezett paraméterek esetén történik meg, az „A” csoportos paraméterekre, az elosztóhálózat állapotát jellemző paraméterekre a vizsgálati szám ilyen csökkentése nem érvényesíthető. A kimeneti pontok kijelölésére vonatkozó lehetőségeket a *különböző VER-VEZ kapcsolatok* esetén a 4. ábra szemlélteti. Olyan VER esetén ahol saját vízművel történő ellátás mellett esetleg, vagy folyamatosan vízátvétel is történik egy másik VER-ből, betáplálási pontként a vízmű kimeneti pontja jelölhető ki, de az átvett vizet is vizsgálni kell (5. ábra).

5. ábra. Betáplálási pontok kijelölése vízátvételt is tartalmazó VER-VEZ kapcsolat esetén



Az üzemeltetés hatékonyságának, a nyersvíz minőségének, a technológia működésének stb. ellenőrzésére vagy pl. szennyezés forrásának felderítésére a szolgáltatók egyéb pontokon is végeznek vizsgálatokat. Az üzemeltetési monitoring rendjét a VBT tartalmazza. Ezeknek a vizsgálatoknak a feltöltése nem kötelező a HUMVI rendszerbe, de a hatékony vízminőségfelügyelet érdekében ajánlott, és technikai akadály sincs.

A szolgáltató az épületek átadási pontjáiig felelős a megfelelő ivóvízminőség biztosításáért. Amennyiben a fogyasztói ponton vett minta minősége igazoltan az épületek belső hálózatában bekövetkező vízminőségromlás miatt nem felel meg a vonatkozó előírásoknak, a szolgáltatott víz minősége megfelelőnek tekinthető. Kérdéses esetben a szolgáltató a szolgáltatott víz minőségének ellenőrzésével (vízóránál, vagy a legközelebbi közkifolyón vett minta) igazolhatja a vízminőségi probléma eredetét. Közintézményekben – azaz olyan nyilvános, közforgalmú, szolgáltató épületben, melyet a tulajdonoson vagy az épület üzemeltetőjén kívül mások is használhatnak és a látogatók számára ivóvízfogyasztásra vagy használatra van lehetőség – a megfelelő ivóvízminőséget az ivóvízhasználat tényleges helyén kell biztosítani, melyért az épület üzemeltetője, ennek hiányában a tulajdonosa a felelős. Nem megfelelő vízminőség esetén az épület-üzemeltetőnek (tulajdonosnak) kell a szükséges ivóvízminőség-javító intézkedéseket megtennie, és addig is folyamatosan biztosítani a megfelelő minőségű ivóvíz rendelkezésre állását, melyre a népegészségügyi hatóság kötelezi. Magánszemélyek esetén a népegészségügyi hatóság csak tájékoztatja az ingatlan tulajdonosát a vízminőséggel kapcsolatos probléma okára, a lehetséges egészségkockázatra és a kockázatcsökkentési lehetőségekre vonatkozóan.

2.7. Hatósági ellenőrzés

Az ivóvízminőség-javító intézkedésekre és a vízhasználat korlátozására vonatkozó előírások és hatósági folyamatok jellemzően nem változtak a korábbi szabályozás óta, azonban a hatékony felügyelet érdekében a kockázat-alapú szemléletnek itt is jobban kell érvényesülnie. Ha az ivóvízminőség-ellenőrző vizsgálatok során határérték-túllépés jelentkezik, az ivóvízszolgáltatónak intézkednie kell a közegészségügyi kockázatot jelentő paraméter koncentrációjának csökkentése, és a szennyezés veszélyével járó hiba elhárítása érdekében. Parametrikus érték-túllépés esetén a népegészségügyi hatóság mérlegeli, hogy szükséges-e intézkedés, illetve, hogy az esetleges beavatkozások nem járnak-e egyéb, akár jelentősebb egészségkockázattal. Pl. telepszám emelkedés vagy egyes mikroszkópos biológiai paraméterek megjelenése esetén a hálózat fertőtlenítése érdemben és hosszútávon nem csökkenti a fogyasztót érő egészségkockázatot, az egészségnyereség kisebb lehet, mint a túlklorozás során keletkező fertőtlenítési melléktermékek által okozott egészségkockázatot.

2.8. Adatszolgáltatás

Az ivóvízminőség-ellenőrző vizsgálatokkal, a határérték-túllépésekkel, a szennyezés veszélyével járó rendkívüli eseményekkel, valamint az ivóvízminőség-javító intézkedésekkel kapcsolatos adatok, információk rögzítése, folyamatos tárolása és kezelése céljából az NNGYK a HUMVI rendszert működteti. A HUMVI rendszer különböző folyamatai támogatják az ivóvízminőség-felügyeletet, a népegészségügyi hatóság munkáját.

Az ivóvízellátó rendszerre vonatkozó alapadatokat (jelentéstétel) a szolgáltónak a tárgyév január 10-ig kell frissítenie a HUMVI rendszerben. A jelentéstétel részeként szükséges megadni a VER betáplálási (kimeneti) pontjának mintavételi hely kódját is. Fontos ellenőrizni, hogy a kijelölt (illetve eseti) mintavételi helyek megfelelő besorolásúak legyenek, ugyanis az 5/2023 (I.12.) Kormányrendelet alapján egyes vízminőségi paraméterek (pl. nitrit, *Nematoda*) határ- illetve parametrikus értéke a mintavételi helytől függ, illetve a mintavételi hely jellege egyes paraméterek esetében befolyásolja azt is, hogy a vizsgálati eredmény beleszámít-e az előírt mintaszám teljesülésébe (pl. nyersvíz eredetű paraméterek kimeneti ponton, vagy egyéb hálózati ponton is vizsgálhatók).

A hatósági és önellenőrző mintavételi ütemtervek U100, illetve U101 folyamatai a hatósági és az önellenőrző vizsgálati számok meghatározását segítik. A HUMVI ütemtervszámoló funkciója az 5/2023 (I.12.) Kormányrendelet előbbiekben vázolt változásait már követi.

A rendkívüli események bejelentésére szolgáló E100 folyamatot a szolgáltató abban az esetben indítja, ha az ivóvízellátó-rendszerben valamilyen *szennyezés vagy szennyezés veszélyével járó rendkívüli esemény történt*. A folyamatkezelésben rögzíteni kell az esemény okát, és a szükséges beavatkozásokat, valamint a folyamathoz rendelt kontroll-minta eredményével a beavatkozások hatékonyságának igazolását. A folyamat a korábbi években jellemzően csak a határérték, illetve parametrikus érték túllépések kezelésére szolgált. Az új *Irányelv* alapján azonban nem csak a határérték túllépések, hanem minden olyan incidens (esemény) rögzítése szükséges, mely esetlegesen túllépéshez vezethet, vagy a fogyasztó egészségét veszélyezteti, így pl. árvíz, csőtörés, áramszünet stb. Természetesen amennyiben az esemény a rutin eljárásokkal vagy speciális beavatkozásokkal végül megfelelően kezelhető volt, és vízminőségi probléma nem jelentkezett, akkor az esemény lezárásához kontroll minta nem szükséges. Az események kapcsán változás, hogy az okok, beavatkozások mellett az érintett lakosság számát, és az esemény hosszát is meg kell majd adni. Az E100 folyamat új elemeit a HUMVI rendszer már jelenleg is tartalmazza, de a fentiek szerinti működtetés 2025-től lesz kötelező.

Az ivóvízminőségi adatok HUMVI rendszerbe való feltöltésére vonatkozó követelmények (negyedévente, a következő naptári hónap 15. napjáig, illetve határ- vagy parametrikus érték túllépés esetén soron kívül) nem változtak, azonban a tapasztalat szerint gyakori a késedelmes adatszolgáltatás, ami megnehezíti a hatékony felügyeletet és az egységes, következetes adatértékelést.

2.9. Új határértékek és új vizsgálandó paraméterek

2.9.1. Új paraméterek

Az új szabályozás számos új kémiai paraméter kötelező monitoring vizsgálatát írja elő, melyek közegészségügyi kockázata az elmúlt 20 évben a tudományos eredmények alapján igazolódott. A vizsgálatukat legkorábban 2026. január 12-től szükséges megkezdeni (azaz a paramétereket legkorábban a 2026. évi vizsgálati ütemtervbe kell kötelezően beépíteni), de a határértéknek való megfelelés érdekében a szolgáltatóknak a vizsgálatokat érdemes önellenőrző vizsgálatként, az üzemeltetési monitoring részeként korábban megkezdeni, hogy a határidőig el tudják végezni az esetlegesen szükséges *minőségjavító beavatkozásokat*. Az ellenőrző vizsgálatok megkezdése tájékozódás céljából abban az esetben is hasznos lehet, ha a szolgáltató laboratóriuma még nem rendelkezik a paraméter vizsgálatára vonatkozóan akkreditációval, de a módszer beállítása már lezajlott, és mérés elfogadhatósága laboratóriumi összemérésekkel, vagy jártassági vizsgálatban való megfelelő eredménnyel igazolt.

Az új paraméterek egy része a *fertőtlenítés kockázatának nyomonkövetésére* szolgál, a paraméterek vizsgálata így csak azokban az ivóvízellátó rendszerekben szükséges („A” csoportos paraméter szerinti gyakorisággal), amelyekben a fertőtlenítőszer-választás alapján indokolt. A klorát a nátrium-hipoklorit szennyezője, csak olyan ivóvízellátó rendszerben kell vizsgálni, ahol nátrium-hipoklorit adagolás történik. Határértéke 0,25 mg/l, de esetleg (egy évben összesen maximum 30 napig) magasabb, 0,7 mg/l határérték vehető figyelembe annak érdekében, hogy a mikrobiológiai megfelelést semmilyen havária, vagy rendkívüli esemény ne kockáztassa. A törésponti klórozást nátrium-hipoklorittal végző ivóvízellátó rendszerekben a kezdeti ammóniumtartalomtól függően a határérték betartása várhatóan nehézséget okoz majd, itt fokozott vegyszerminőség-ellenőrzés, valamint a vegyszer tárolási körülményeinek szigorú betartása (hűvös, fénytől védett helyen, gyártást követő rövid időn belüli felhasználás), vagy ha ez nem vezet eredményre, a technológia átalakítása (vegyszer cseréje klórgázra, biológiai ammóniummentesítésre történő áttérés) lesz szükséges. Haloecetsavak vizsgálata azon rendszerekben kötelező „A” csoportos paraméter szerinti gyakorisággal, ahol bármilyen klór alapú vegyszert adagolnak. A haloecetsavak határértéke 60 µg/l, betartása azon vízellátó rendszerekben jelenthet problémát, ahol jelenleg az összes trihalometán (THM) gyakran meghaladja a határértéket.

A lakossági aggodalmat jelentő hormonháztartást befolyásoló anyagok közül kötelezően vizsgálandó a biszfenol-A, melynek „B” csoportos paraméter szerinti vizsgálati gyakorisággal történő vizsgálata – mivel nyersvíz és hálózati eredetű is lehet – kezdetben az összes vízellátó rendszerben kötelező lesz. A kockázatértékelés alapján azonban várhatóan a vizsgálati száma a legtöbb VER-ben csökkenthető lesz.

Egyéb alternatív (nem klór alapú) fertőtlenítőszer, pl. hidrogén-peroxid alkalmazása esetén annak maradékát az „A” csoportos vizsgálati gyakorisággal szükséges visszamérni.

Az utóbbi évtizedekben felismert, és bizonyítottan jelentős egészségkockázatot jelentő PFA vegyületek (per- és polifluorozott alkil vegyületek) is újonnan vizsgálandó paraméterek. A PFA vegyületek széleskörben alkalmazott, és emiatt a környezetben is egyre gyakrabban kimutatható, perzisztens ipari szennyezők, amelyek nyersvízbázisokban való előfordulására vonatkozóan jelenleg nincs hazai adat. Mivel nyersvíz eredetű szennyező, így a jelenlétéből eredető kockázatot a VER nyersvízre vonatkozó kockázatértékelése során szükséges értékelni. Azon VER-ek esetében, ahol a nyersvízben nem mutathatók ki, a szolgáltatott vízben, fogyasztói ponton történő monitorozása nem szükséges.

A mikrocisztin-LR egy cianobaktériumok által termelt toxin, fogyasztói ponton történő vizsgálata a nyersvízként felszíni vizet használó vízellátó rendszerekben kötelező, és ott is csak cianobaktériumok okozta vízvirágzás idején.

Új paraméter az urán, mely bár alfa sugárzó anyag, vizsgálata nem a radiológiai kockázata, hanem közvetlen toxicitása (vesekárosító hatása) miatt indokolt. Az NNGYK előzetes felmérése alapján az urán határérték (30 µg/l) feletti mennyisége csak néhány vízellátó rendszerben jelenthet problémát. Mivel az urán nyersvíz eredetű, vizsgálati száma 3 év vizsgálati eredményei vagy az NNGYK felmérésének eredményei alapján a legtöbb ivóvízellátó rendszerben várhatóan az NNGYK engedélyével 3 évente egyre csökkenthető. Az új paraméterekre vonatkozó vizsgálati követelményt az 1. táblázat foglalja össze.

2.9.2. Új határértékek

Az ólom határértéke 2036. január 12. után 10 µg/l-ről 5 µg/l-re csökken, mely határértéket legalább a szolgáltatási ponton (házi vízelosztó rendszer betáplálási pontján) el kell érni. Szintén az alacsonyabb határértéket kell figyelembe venni az az új épületekben, valamint az ivóvízzel érintkező termékek engedélyezésekor. Az alacsonyabb határértéknek való megfelelés érdekében a szolgáltatói hálózatban lévő ólomcsövek és ólom bekötőcsövek cseréjét 15 éven belül el kell végezni.

Felére csökken az összes króm határértéke (50-ről 25 µg/l-re), ez azonban a hazai vízminőségi adatok értékelése alapján nem fog megfeleléségi problémát okozni.

Ahol a geológiai adottságok indokolják, a bór határértékeként 2,4 mg/l vehető figyelembe. A hazai nyersvízbázisok bórtartalma geológiai eredetű, így a határérték emelése miatt már megfelelő vízminőségűnek tekinthető néhány, korábban

1. táblázat. Új vizsgálati paraméterek

Új paraméterek (Monitoring és megfelelés követelmény: 2026.01.12-től)						
	Mikrocisztin-LR (1,0 µg/l)	Biszfenol A (BPA) (2,5 µg/l)	Haloecetsavak HAA5 (60 µg/l)	Klorát (0,25 mg/l, esetileg, összesen évi maximum 30 napig 0,7 mg/l elfogadható)	PFA vegyületek PFASs Total 0,5 µg/l Sum of PFASs 0,1µg/l	Urán (30 µg/l)
Indok	Cianobaktérium toxin, ismert egészséghatás	Hormonháztartást zavaró anyag Forrás: nyersvíz (felszíni víz eredetű szennyezés) és hálózati anyagokból való kioldódás is lehet	Karcinogének ismert klórozási melléktermékek Közegészségügyi szempontból kiemelten indokolt	Ismert fertőtlenítési melléktermékek Közegészségügyi szempontból kiemelten indokolt Vérszegénység, központi idegrendszer rendellenességek	Perzisztens, nagyon elterjedt ipari szennyező (vízlepergető, tapadásmentesítő tulajdonságok) Ismert, káros egészséghatás	Geológiai eredetű Vesekárosító, kémiai toxicitás
Vizsgálati kötelezettség	Felszíni vízkivétel esetén, vízvirágzás kockázata esetén	Várhatóan nem mindenhol indokolt, kockázatértékelés alapján kell megállapítani a vizsgálati számokat	Ahol klór alapú vízkezelőszert alkalmaznak	Hipoklorit adagolás esetén (hipó szennyezője)	Várhatóan nem mindenhol, csak a sérülékeny vízbázisoknál	Várhatóan nem mindenhol

nem megfelelő vízminőségű település (pl. Csanádpalota, Kövegy), valamint sok településen szükségtelemmé válhat a korábban kiépített bór mentesítő technológia üzemeltetése.

Korlátozott, de a lehető legrövidebb időtartamra, és legfeljebb három évre az Európai Bizottság hozzájárulásával engedélyezhető eltérés az új határértékeknek való megfelelés alól, feltéve, hogy ezen derogáció nem jelent potenciális veszélyt az emberi egészségre, és az adott térségben az ivóvíz szolgáltatását más, ésszerű módon nem lehet fenntartani. A népegészségügyi hatóság a parametrikus értékeknek (jellemzően: vas, mangán, nátrium, összes keménység) való megfelelés alól engedélyezhet átmeneti eltérést olyan vízellátó rendszerekben, ahol a paraméter nyersvíz eredetű, és kezelésére nem áll rendelkezésre vízkezelő technológia. A népegészségügyi hatóság egyidejűleg meghatározza és a HUMVI rendszerben beállítja az érintett vízminőségi jellemző ideiglenes parametrikus értékét, az átmeneti eltérés időtartamát, és a felülvizsgálatra vonatkozó követelményeket, valamint új monitorozási rendszert állapít meg, szükség szerint megnövelt monitorozási gyakorisággal.

2.10. Kockázat alapú vízminőség-felügyelet

Az új szabályozás értelmében a kockázat alapú ivóvízminőség-felügyelet koncepcióját az ivóvízellátás teljes láncára ki kell terjeszteni. A veszélyelemzésen és kockázatértékelésen alapuló szemlélet az ivóvízkivételek vízgyűjtő területeire, az ivóvízellátó rendszer egészére és az épületen belüli elosztórendszerekre is ki kell terjedjen. A kockázatértékelésre vonatkozó követelményeket, a felelősségi köröket összefoglalóan a 2. táblázat foglalja össze.

2.10.1. Ivóvízkivételi pontokat tartalmazó nyersvizek vízgyűjtő területei

Az új *Irányelv* ivóvízkivételi pontokat tartalmazó nyersvizek vízgyűjtő területeinek veszélyelemzésére vonatkozó követelménye a 123/1997. (VII. 18.) Kormányrendelet módosításával került átültetésre a hazai jogrendbe. Az új *Irányelv* követelménye alapján minden tagállamban szükséges kijelölni az ivóvízkivételi pontok vízgyűjtő területeit, azokat jellemezni kell (területhasználatok, lefolyások, pótlódások stb.), azonosítani az ivóvíz fogyasztói szempontjából a vízgyűjtő területtel kapcsolatos veszélyeket, megelőző és ellenőrző tevékenységeket szükséges meghatározni a veszélyesemények bekövetkezési gyakoriságának csökkentése, vagy hatásuk mérséklése érdekében, és a vízgyűjtő területen vízminőség-ellenőrző monitoring vizsgálatok kivitelezése szükséges. Az új szabályozás alapján az ivóvízkivételi pontok körül az OVF határolja le azt a vízgyűjtő területet, amelyre a kockázatértékelést el kell végezni. Ahol a vízbázis védőterülete, védőidoma már korábban kijelölésre került, ott vízgyűjtő területként a legnagyobb kijelölt védőterület, vagy a védőidom felszíni metszete kerül lehatárolásra. Ehhez *hatékony adatátadás szükséges a vízvédelmi hatóság és az OVF között.*

2. táblázat. Kockázat alapú szemlélet, feladatok, felelősségi körök

KOCKÁZAT ALAPÚ MEGKÖZELÍTÉS			
	Vízbázis, vízgyűjtő területek veszélyelemzés	Vízellátórendszer veszélyelemzés és kockázatértékelés	Belső elosztóhálózat kockázatértékelés
Feladat	<ul style="list-style-type: none"> – Ivóvíz-kivételi pontokhoz tartozó vízbázisok vízgyűjtőterületeinek jellemzése (térkép, védőterületterületek, lefolyási-feltöltődési folyamatok) – Veszélyek, veszélyesemények elemzése – Potenciális szennyezőforrások azonosítása 	<ul style="list-style-type: none"> – Veszélyelemzés és kockázatértékelés a teljes vízellátási láncon (vízbázis–fogyasztó) – VBTFertőtlenítés hatékonyság elemzése – Víruseltávolítási hatékonyság ellenőrzése – Vízrel érintkező anyagok szabályozása 	<ul style="list-style-type: none"> – Általános elemzés a vízminőséget befolyásoló tényezőkről – Vízrel érintkező anyagok minősítése – <i>Fogyasztói tájékoztatás</i>
Monitoring, beavatkozás	<ul style="list-style-type: none"> – Veszélyelemzés alapján nyersvíz minőségi monitoring – Megelőző tevékenységek a nyersvízre 	<ul style="list-style-type: none"> – VBT-k felülvizsgálata, kiegészítése – VBT szerinti üzemeltetési monitoring rendszer (paraméterek, gyakoriság) 	<ul style="list-style-type: none"> – Csak elsőbbségi helyszíneken – <i>Legionella</i> – egészségügyi intézmények – Ólom – gyerekintézmények
Határidő	<ul style="list-style-type: none"> – Nyersvíz kockázatértékelés összeállítása, ivóvízszolgáltatók számára hozzáférhetővé tétele 2025. december 22-ig 	<ul style="list-style-type: none"> – VBT-k kiegészítése a soron következő felülvizsgálatkor- – VBT-k kiegészítése a nyersvíz kockázatértékelés eredményével 2026. december 22-ig 	2027. január 12.
Felelős	<i>OVF</i>	<i>Ivóvízszolgáltatók</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Általános kockázatértékelés: <i>NNGYK</i> – Épület szintű kockázatértékelés: <i>épület üzemeltetők</i>

Ahol a védőterületek még nincsenek kijelölve (pl. védett vízbázisok vagy saját célú ivóvízművek) a szolgáltatóval együttműködésben egyedi módszertannal történik majd a lehatárolás. Az OVF a lehatárolt vízgyűjtő területeket geokoordinátákkal is jellemzi, hozzárendeli az összegyűjtött szennyezőforrásokat és a rendelkezésre álló vízminőségi adatokat (a *Víz Keretirányelv* alapján történő állami vízvizsgálatok, ivóvízszolgáltatók vizsgálatai, egyéb környezethasználók vizsgálatai stb.) (EU 2000). Olyan *nyersvíz veszélyelemzés* elkészítése, mely hatékonyan értékelhető és *alkalmas a megfelelő megelőző tevékenységek azonosítására, az OVF-nél jelentős informatikai fejlesztést igényel.*

A feladat végrehajtását nehezíti és az átalakulási időszakban feltehetőleg lassítani fogja, hogy a vízügyi és vízvédelmi feladatokat végző kormányzati szervek felügyeletét 2024. augusztus 1-től az Energiaügyi Minisztérium vette át (lásd a *Kormány tagjainak feladat- és hatásköréről szóló 182/2022. (V. 24.) Korm. rendelet módosításáról szóló 172/2024. (VII. 2.) Korm. rendelet*). Az OVF a fenti adatbázisokat, elemzést 2025. december 25-ig készíti el, és majd hatévente felülvizsgálja, valamint hozzáférhetővé teszi az ivóvízszolgáltatók számára. Az ivóvízszolgáltatók a veszélyelemzés adott ivóvízellátó rendszerre vonatkozó részét értékeli és beépíti a VER ivóvízbiztonsági tervébe. Meghatározzák a szükséges speciális megelőző és ellenőrző tevékenységeket az adott veszélyekre vonatkozóan. A kockázatcsökkentő tevékenységeket az ivóvízszolgáltató a hatáskörébe eső területeken elvégzi, a hatáskörén kívül eső területen intézkedést kezdeményez az illetékes hatóságoknál, valamint kérheti a védőterületek felülvizsgálatát is.

2.10.2. Ivóvízellátó rendszer veszélyelemzése és kockázatértékelése

Az ivóvízellátó rendszer kockázatértékelése 2009 óta része a hazai jogi szabályozásnak az ivóvízbiztonsági tervezés (VBT) követelménye révén. Az *5/2023 (I.12.) Kormányrendelet* alapján egyes területeken a VBT-k felülvizsgálata, kiegészítése szükséges:

– A vízkivételi pontok vízgyűjtőinek veszélyelemzése alapján a VBT-ben a vízbázis veszélyelemzését és kockázatértékelését felül kell vizsgálni és ki kell egészíteni legkésőbb 2026. december 22-ig.

– A VBT éves felülvizsgálata során hangsúlyosabban kell értékelni a klímaváltozással, a hálózati veszteséggel és szivárgással kapcsolatos veszélyeket, és konkrétan meg kell határozni az azokhoz rendelt beavatkozásokat.

– Felszíni víz vagy felszíni szennyezésnek kitett nyersvíz esetén a VBT részeként igazolni kell, hogy a vízkezelő technológia hatékonyan távolítja el a vírusokat, kórokozókat. Ehhez vírusanalógnak szomatikus colifágót kell alkalmazni. A víruseltávolítási hatékonyság értékeléséhez az NNGYK módszertana használható (NNGYK-2 2023).

– Ha az ivóvizet fertőtlenítik, az ivóvízszolgáltató köteles gondoskodni az alkalmazott fertőtlenítés hatékonyságának a VBT részeként történő ellenőrzéséről, értékeléséről és biztosítani, hogy a fertőtlenítőszer melléktermékeiből származó szermaradvány az ivóvízben – a fertőtlenítő hatás veszélyeztetése nélkül – a lehető legalacsonyabb szintű legyen. A fertőtlenítés hatékonyságának értékeléséhez az NNGYK módszertana használható (*NNGYK-3 2023*).

A víziközmű szolgáltatóknak az ivóvízellátó rendszerre specifikus üzemeltetési monitoring programot kell kialakítaniuk és üzemeltetniük, amely tartalmazza a VBT-ben azonosított veszélyek nyomon követésére szolgáló ellenőrző, kontroll méréseket. Emellett új előírásként a szűrést alkalmazó vízművekben a zavarosságot az alapparamétereknél is nagyobb gyakorisággal, legalább hetente, illetve a legnagyobb vízművekben folyamatosan kell mérni.

A nyersvízre vonatkozó veszélyelemzés ütemezésével való összhang kialakítása érdekében a VBT-k népegészségügyi hatósági felülvizsgálata is öt helyett hat évente szükséges.

2.10.3. Épületek belső hálózatára vonatkozó kockázatértékelés

Az épületek belső hálózatára vonatkozóan, illetve az épületen belüli vízminőségromlással összefüggően kockázatértékelést kell végezni. Az országos tisztifőorvos 2027. január 12-ig készíti el a házi vízelosztó rendszerekre, valamint a kapcsolódó termékekre és anyagokra vonatkozó általános kockázatértékelést, amely kitér a házi vízelosztó rendszerrel, valamint a kapcsolódó termékekkel és anyagokkal kapcsolatos potenciális kockázatok általános elemzésére, a vízfogyasztási szokásokkal összefüggő kockázatokra és az egyedi, épületszintű ólomkockázat és a *Legionella* kockázat értékelések tapasztalataira.

Az elsőbbségi létesítményekben az épület üzemeltetőjének vagy ennek hiányában tulajdonosának egyedi, épület szintű kockázatértékelést kell végeznie, és a kockázatértékelés eredménye alapján ólom és/vagy *Legionella* monitoring kötelezettsége keletkezhet. Elsőbbségi létesítménynek számítanak ólom tekintetében azok a létesítmények, ahol 14 év alatti gyermekek ellátása történik és a jellemző ellátási időszak meghaladja a fél évet; *Legionella* tekintetében az egészségügyi intézmények, a szálláshelyek, a büntetés-végrehajtási intézetek és a szociális intézmények (kivéve a bölcsődéket). Az egyedi kockázatértékelések elvégzéséhez módszertani útmutatók elérhetők az NNGYK honlapján (*NNGYK-4 2024*).

3. Ivóvízzel érintkező anyagok szabályozása, engedélyezése

Az ivóvízzel érintkező anyagok szabályozásában egy egységes, az egész Európai Unióban harmonizált higiénés megfelelőség-értékelési rendszer kidolgozása kezdődött meg. Az egységes rendszer bevezetését követően hosszútávon várhatóan

a termékforgalmazók vizsgálati és adminisztrációs terhei, valamint a tagországok engedélyező hatóságainak adminisztrációs terhei is csökkenni fognak. A jövőben kizárólag olyan ivóvízzel és használati melegvízzel érintkezésbe kerülő termékek hozhatók majd forgalomba Magyarországon, melynek vízzel érintkező anyagainak kiindulási anyagai szerepelnek az ECHA (Európai Vegyianyag Ügynökség) által összeállított ún. európai pozitív listákon. A listákat szerves, cement típusú, fém, zománc, valamint kerámia vagy más szervesetlen anyagokra állították össze. Egy gyártásban használt kiindulási anyag részletes kockázatértékelést követően kerülhet fel a pozitív listára. A pozitív lista valamint a pozitív listára felkerülő anyagok értékelési rendszere elkészült, annak alkalmazása 2026. december 31-től kötelező (EU-1, EU-2, EU-3 2024).

A kiindulási anyagokból előállított végleges anyagoknak az Európai Bizottság által elfogadott egységes követelményrendszer szerinti higiénés értékelésnek kell megfelelniük 2026. december 31-től, míg az ezekből gyártott termékeknek a terméktípusonként kidolgozott és magyar szabványként bevezetett európai szabványoknak. Az egységes vizsgálati módszertant már elfogadták (EU-4 2024).

A termékek megfelelőségét továbbra is az NNGYK értékeli. Az Európai Bizottság által meghatározott vizsgálati módszertan, valamint a termékszabványok kidolgozásáig az NNGYK jelenleg érvényes eljárásrendje és vizsgálati protokollja marad érvényben. Az új követelményeknek való megfelelés a jelenleg nyilvántartásba vett vagy engedélyezett termékek esetében a következő kötelező felülvizsgálatkor kerül ellenőrzésre. Jelentős változás, hogy a korábbi szabályozás alapján nem bejelentésköteles ivóvízkezelő vegyszerek ismét a bejelentésköteles termékek körébe tartoznak, valamint az, hogy az engedélyezett termékekből kialakított, méretezett ivóvízkezelő eljárások, technológiák közegészségügyi szempontú megfelelőségét az új ivóvízkezelő technológia létesítésekor vagy jelentős, a vízkezelési eljárásokat érintő módosítás esetén az illetékes népegészségügyi hatóság ellenőrzi. Az ellenőrzés részeként, a megfelelőség igazolására a népegészségügyi hatóság legalább 6 hónap hosszú *próbaüzemi vizsgálati programot* is előír. NNGYK engedély csak az egyben forgalmazott vízkezelő berendezésekre („dobozos” termékekre, mint pl. a háztartási ivóvíz utótisztító kisberendezések) szükséges. A vízzel érintkező anyagok szabályozásának átalakulását a 6. ábra mutatja be.

4. Az ivóvízhez való hozzáférés javítása

4.1. Ivóvízhez való hozzáférés

Az ivóvízellátás megbízhatóbb, és a legkisebb közegészségügyi kockázattal járó formája a *közműves ivóvízszolgáltatás*. A közműves ellátáshoz valamilyen okból nem, vagy korlátozottan hozzáférő lakosság hozzáférési szintjének felmérésére, nyomon követésére, valamint a hozzáférésük javítását célzó intézkedésekre,

ösztönző programokra van szükség, beleértve az érintett lakosság tájékoztatását az általuk igénybe vett ivóvízellátás lehetséges kockázatairól és annak csökkentési lehetőségeiről. Az 5/2023 (I.12.) Kormányrendelet tartalmazza a hozzáférés szintjeit:

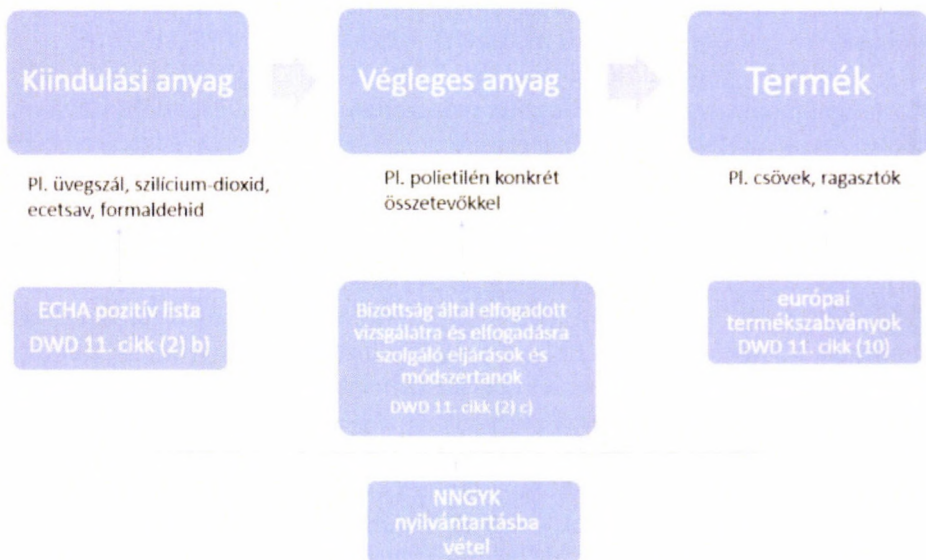
„A” szintű hozzáférés: lakóhelyen biztosított, közműves ivóvízellátás

„B” szintű hozzáférés: lakóhelyen a közösségi ivóvízellátást biztosító saját célú ivóvízmű (egyedi ellátás) által biztosított vezetékes ivóvíz ellátás (lásd 4.2 fejezet)

„C” szintű hozzáférés: magán ivóvízellátást biztosító saját célú ivóvízművel, vagyis magánkúttal biztosított ivóvízellátás (lásd 4.2 fejezet)

„D” szintű hozzáférés: a víziközmű-szolgáltatásról szóló 2011. évi CCIX. törvény 58. § (10) bekezdése szerint biztosított az ivóvízellátás: 20 l/fő/nap vízmennyiség 150 m-en belül

„E” szintű hozzáférés: ismeretlen forrásból vételezett ivóvízellátás



6. ábra. Vízrel érintkező anyagok új engedélyezési eljárása

A különböző szintű hozzáféréssel rendelkezők nyilvántartása, rendszeres tájékoztatása, hozzáférésük javítását célzó intézkedések tervezése és végrehajtása a települési önkormányzatok feladata. A települési önkormányzatok hozzáféréssel kapcsolatos feladatairól az NNGYK tájékoztatót állított össze (NNGYK-6 2024).

A települési önkormányzatok nyilvántartásait a járási hivatalok bevonásával országos szinten az NNGYK összesíti.

A különböző szintű hozzáféréssel rendelkezők közül kiemelt figyelmet kell fordítani a várandósokra és kisgyermeket nevelőkre. Az ivóvízvétel céljából magánkutat használó várandós és 3 év alatti gyermeket nevelő lakosok számára a népegészségügyi hatóság ingyenes vízvizsgálati lehetőséget biztosít a kútvíz mikrobiológiai minőségének, nitrít és nitrát tartalmának ellenőrzésére.

4.2. A nem közműves, illetve különleges közüzemi vízellátás szabályozása

A nem közműves, vagy különleges közüzemi vízellátásra vonatkozó követelményeket 147/2010 (IV.29.) Kormányrendelet rögzíti. A települési önkormányzat felelős azért, hogy mindenkinek elérhető legyen a megfelelő minőségű ivóvíz. Közműves ivóvízellátás hiányában az érintett fogyasztók nem közműves (saját célú ivóvízmű, egyéb vízforrás) és különleges közüzemi ivóvízellátásának (közkefolyó) biztosítása is a települési önkormányzat feladata. A települési önkormányzat ellátási kötelezettségét teljesítettnek kell tekinteni, ha megbizonyosodott róla, hogy a lakosok ivóvízellátása vagy közműves ivóvízellátással, ellenőrzött egyedi vízellátással (saját célú ivóvízmű), engedélyezett, ellenőrzött magánkúttal vagy megfelelő távolságon belül elérhető közkefolyóról (20 l/fő/nap mennyiségben, legfeljebb 150 méterre) biztosított. Egyéb esetben az önkormányzatnak kell gondoskodnia az érintett lakosok ellátásáról, pl. palackos víz osztásával. Bár egyes önkormányzatok szerint az ellátási kötelezettségük csak belterületen és bejelentett lakhely esetén áll fent, de az Alaptörvényből levezethető alapjog alapján az ivóvízhez való hozzáférést minden életvitelszerűen lakott ingatlanban, külterületen is biztosítani kell.

A 147/2010. (IV.29.) Kormányrendelet rögzíti a saját célú ivóvízművekre vonatkozó előírásokat is. A közösségi ivóvízellátást biztosító saját célú ivóvízművek (egyedi ellátás) felügyeletére, vízminőség-ellenőrzési rendszerére, üzemeltetési körülményeire az 5/2023 (I.12.) Kormányrendelet vonatkozik. A szolgáltatónak a vízminőség ellenőrzését a népegészségügyi hatóság által jóváhagyott ütemterv szerinti kell végeznie, alapadatait és a vizsgálati eredményeket a HUMVI rendszerbe kell jelentenie, az ivóvízellátó rendszerre vonatkozóan ivóvízbiztonsági tervet kell készítenie stb.

A magán ivóvízellátást végző saját célú ivóvízművek (magánkutat) üzemeltetőinek (tulajdonosainak) az ivóvízellátás céljára létesített magánkút létesítését a jegyzőnél kell engedélyeztetni, és a víz minőségét a létesítéskor, illetve háromévente vizsgáltatnia kell. A vízminőség értékelését (azt, hogy fogyasztásra alkalmas-e) a területileg illetékes járási hivatal végzi.

5. A nyilvánosság tájékoztatása

A szolgáltatott ivóvíz minőségére vonatkozó adatok nyilvánosak. Az ivóvíz minőségéről és az ivóvízszolgáltatás rendszeréről a nyilvánosság átláthatóbb és célzottabb tájékoztatásának célja az ivóvízbe vetett fogyasztói bizalom növelése az egyéb vízforrásokkal (ásványvíz, ivóvíz utótisztító kisberendezésekkel kezelt víz stb.) szemben, valamint a vízpazarlás csökkentése. A tájékoztatásban az ivóvízszolgáltatók mellett a települési önkormányzat, a népegészségügyi hatóságok és az NNGYK is szerepet vállal. A víziközmű szolgáltatóknak – a honlapjukon közzétett adatok mellett – legalább évente egyszer célzottan tájékoztatniuk kell a fogyasztókat a szolgáltatott ivóvíz minőségéről egy évnél nem régebbi adatok alapján. A kommunikációnak ki kell terjednie az ivóvíz árára vonatkozó információkra, valamint a háztartás által fogyasztott ivóvízmennyiségre is, összehasonlítva az átlagos háztartás vízfogyasztásával.

A fogyasztók számára elérhetővé kell tenni az ivóvízszolgáltatási területre, az ellátott személyek számára, valamint a vízkitermelés módjára, az alkalmazott vízkezelési és fertőtlenítési módszerek típusaira, a kockázatértékelési rendszerre vonatkozó általános tájékoztatást is. Az ivóvíz egészségre gyakorolt hatásáról a népegészségügyi hatóságtól kérhető információ. Az ivóvízminőség országos helyzetéről, valamint az ivóvízfogyasztással összefüggő kockázatok (pl. pangó víz fogyasztása) csökkentési lehetőségeiről pedig az NNGYK készít összefoglaló értékelést. A települések vízminőségének településsoros értékelése az NNGYK honlapján érhető el, az értékelés fejlesztése a MAVÍZ-zel együttműködésben folyamatban van.

Következtetések

Összefoglalva elmondható, hogy *az új szabályozás a korábnál rugalmasabb és korszerűbb ivóvízfelügyeleti megközelítést alkalmaz.* Ugyanakkor ez a rugalmasság egyben nagyobb felelősséget ró az üzemeltetőkre és a népegészségügyi hatóságokra, hogy úgy éljenek ezekkel a lehetőségekkel (pl. ivóvízvizsgálati számok csökkentése), hogy ezzel a lakossági ivóvízellátás biztonsága ne sérüljön. Az ivóvízhez való hozzáféréssel összefüggő állami kötelezettségek rögzítése hiánypótló, és összhangban van az egyéb, nemzetközi vállalásokkal, így az ENSZ Fenntartható Fejlődési Céljaival is. Bár az új szabályozás bevezetése a kezdeti időszakban okozhat nehézséget az ivóvízszolgáltatók és felügyelő hatóságok számára, hosszú távon megbízhatóbb, preventív szemléletű ivóvízellátást tesz lehetővé.

Forrásmunkák

EU (2000): Víz Keretirányelv. Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve (2000. október 23.) a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról

EU-1 (2024): A Bizottság (EU) 2024/367 végrehajtási határozata (2024. január 23.) az (EU) 2020/2184 európai parlamenti és tanácsi irányelv alkalmazására irányuló szabályoknak az emberi fogyasztásra szánt vízzel érintkezésbe kerülő anyagok vagy termékek gyártásában való felhasználásra engedélyezett kiindulási anyagok, anyagösszetételek és összetevők európai pozitív listáinak létrehozása révén történő megállapításáról.

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202400367

EU-2 (2024): A Bizottság (EU) 2024/365 végrehajtási határozata (2024. január 23.) az (EU) 2020/2184 európai parlamenti és tanácsi irányelvnek az európai pozitív listákra felveendő kiindulási anyagok, anyagösszetételek és összetevők vizsgálatára és elfogadására szolgáló módszertanok tekintetében történő alkalmazására vonatkozó szabályok megállapításáról.

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202400365

EU-3 (2024): A Bizottság (EU) 2024/369 felhatalmazáson alapuló rendelete (2024. január 23.) az (EU) 2020/2184 európai parlamenti és tanácsi irányelvnek a kiindulási anyagok, anyagösszetételek és összetevők európai pozitív listáira való felvételére vagy az onnan való törlésére vonatkozó eljárás megállapítása tekintetében történő kiegészítéséről.

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202400369

EU-4 (2024): A Bizottság (EU) 2024/368 végrehajtási határozata (2024. január 23.) az (EU) 2020/2184 európai parlamenti és tanácsi irányelvnek az emberi fogyasztásra szánt vízzel érintkezésbe kerülő termékekben felhasznált végleges anyagok vizsgálatára és elfogadására szolgáló eljárások és módszerek tekintetében történő alkalmazására vonatkozó szabályok megállapításáról.

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202400368&qid=1727350394617

NNGYK-1 (2023): Nemzeti Népegészségügyi Központ Közegészségügyi Laboratóriumi Főosztály: Az ivóvízszolgáltatás során ellenőrzésre kerülő újonnan megjelenő és potenciális egészségkockázattal rendelkező paraméterek megfigyelési listája.

[https://www.nnk.gov.hu/attachments/article/1860/5_2023%20\(1.%2012.\)%20szerinti%20ivo%C%81vi%CC%81zszennyezo%CC%8B%20megfigyele%CC%81si%20lista_2023.pdf](https://www.nnk.gov.hu/attachments/article/1860/5_2023%20(1.%2012.)%20szerinti%20ivo%C%81vi%CC%81zszennyezo%CC%8B%20megfigyele%CC%81si%20lista_2023.pdf)

NNGYK-2 (2023): Nemzeti Népegészségügyi Központ Közegészségügyi Laboratóriumi és Módszertani Főosztály: Szakmai útmutató az ivóvízellátó rendszerben a szomatikus colifág paraméter ellenőrzéséhez és vizsgálatához.

<https://www.nnk.gov.hu/attachments/article/1703/Szakmai%20%C3%BAtmutat%C3%B3%20az%20iv%C3%B3v%C3%ADzell%C3%A1t%C3%B3%20rendszerben%20a%20szomatikus%20colif%C3%A1g%20param%C3%A9...pdf>

NNGYK-3 (2023): Nemzeti Népegészségügyi Központ Közegészségügyi Laboratóriumi és Módszertani Főosztály: Szakmai útmutató az ivóvízellátó rendszerben a fertőtlenítés hatékonyságának validálásáról.

<https://www.nnk.gov.hu/attachments/article/1703/Fert%C5%91tlen%C3%ADt%C3%A9si%20hat%C3%A9konys%C3%A1g%20valid%C3%A1l%C3%A1sa%20iv%C3%B3v%C3%ADzell%C3%A1t%C3%B3%20rendszerekben.pdf>

NNGYK-4 (2024): Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ: Módszertani útmutató. Legionella által okozott fertőzési kockázatot jelentő közegekre, illetve létesítményekre vonatkozó kockázat értékeléséről és a kockázatesökkentő beavatkozásokról.

<https://www.nnk.gov.hu/index.php/kozegeszsegugyi-laboratoriumi-foosztaly/kornyezetegeszsegugyi-laboratoriumi-osztaly/vizhigienes-laboratorium/legionarius-betegseg/1378-a-legionella-kockazatbecsles-modszer-tani-utmutato.html>

NNGYK-5 (2022): Nemzeti Népegészségügyi Központ: Ólom a csapvízben.

<https://www.nnk.gov.hu/index.php/kozegeszsegugyi-laboratoriumi-foosztaly/kornyezetegeszsegugyi-laboratoriumi-osztaly/vizhigienes-laboratorium/ivoviz/olom-a-csapvizben.html>

NNGYK-6 (2024): Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ: Útmutató a települési önkormányzatok számára az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 5/2023. (I.12.) Korm. rendelet, és a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról szóló 147/2010. (IV. 29.) Korm. rendelet előírásaival kapcsolatban

<https://www.nnk.gov.hu/index.php/kozegeszsegugyi-foosztaly/telepules-egeszsegugyi-klimavaltozas-es-kornyezeti-egeszseghatas-elemzo-osztaly/temaink/ivoviz/2371-utmutato-a-telepulesi-onkormanyzatok-szamara.html>

NNGYK-7 (2024): Magyarországi települések ivóvízminősége

<https://www.nnk.gov.hu/index.php/kozegeszsegugyi-laboratoriumi-foosztaly/kornyezetegeszsegugyi-laboratoriumi-osztaly/vizhigienes-laboratorium/ivoviz/magyarorszagi-telepulesek-ivovizminosege.html>

HIDRAULIKAI LABORATÓRIUM FEJLESZTÉSE A NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM VÍZTUDOMÁNYI KARÁN

KEVE GÁBOR¹

1. Bevezetés

A vízügyi szakember-utánpótlás az oktatás valamennyi szintjén megjelenik, és az alapozó tantárgyak között rendre megtalálható a *Hidraulika* tantárgy. Csakúgy, mint a többi tudományág, ez a részterület is rohamosan fejlődött az elmúlt évtizedek alatt. Egyre komolyabb algoritmusok és numerikus megoldások támogatják a számítógéppel is segített feladatmegoldásokat. A számítógépek által szolgáltatott impozáns megjelenésű eredmények sokszor elfeledtetik a felhasználókkal, hogy a természet tökéletes digitális modellezését még nem sikerült elérnie a szakembereknek. A számításoknál használt képletek jelentős része mind a mai napig tapasztalati alapú és így nem nélkülözheti azt a mögöttes munkát, amely a természet folyamatos megfigyelésén alapul. Ilyen megfigyelések laboratóriumi körülmények között tetszőleges számban és az adott jelenségre fókuszálva sokkal könnyebben és eredményesebben végezhetőek el (*Haszpra* 2005). Sőt a jelenségek megértését is jól szolgálja egy-egy célzottan előkészített kísérlet, amelyből azután a látszólag bonyolult matematikai leképezés is felfoghatóvá, emészthetőbbé válik. Éppen ezért az oktatás egyetlen szintje sem nélkülözheti a gyakorlati munka által szolgáltatott tudás-átadás módszertanát.

A Nemzeti Közszerológálati Egyetem Víztudományi Karán (NKE VTK) és jogelőd intézményeiben, Baján a *gyakorlat-orientált oktatás* mindig is nagy hangsúlyt kapott. Elég megemlíteni a *geodéziai* (Érsekcsanád) és *hidrometriai* (Magyaregregy) *mérőtáborokat*, melyekről az évfolyam-találkozók alkalmával

¹ Dr. Keve Gábor; okl. mérnök, PhD, egyetemi docens, tanszékvezető, Nemzeti Közszerológálati Egyetem, Víztudományi Kar, Területi Vízgazdálkodási Tanszék (keve.gabor@uni-nke.hu)

öregdiákjaink rendre megemlékeznek (Maruzsa 2010). Természetes volt, hogy a Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság által Milléren megépített *Karcagi Gábor Árvízvédelmi Gyakorlópálya* (Fazakas-Kara 2022) is nyomban szerves része lett a képzési rendszernek, hiszen a céltudatosan a gyakorlati képzésre kialakított helyszínek nagyot lendítettek az oktatás sikerén. Emellett tanulmányutak és különböző egyedi gyakorlatok gazdagítják a különböző szakirányok hallgatóinak oktatását. A fejlesztési munkánk során a mérnöki képzéshez elengedhetetlen építéstani, geotechnikai és hidraulikai laborfejlesztési munkába is belekezdünk, amely most is folyamatosan zajlik. Cikkünkben az NKE VTK-n zajló fejlesztések közül a Hidraulikai laboratórium és a hozzá kapcsolódó beruházások folyamatába nyújtunk betekintést.

2. Előzmények

A bajai vízügyi felsőoktatás 1962-ben indult meg. A kezdetben felsőfokú technikusok oktatását hamar felváltotta a főiskolai diplomát nyújtó üzemmérnök képzés. Az oktatáshoz szükséges infrastruktúra és oktatási anyagok kialakítását javarészt az itt dolgozó oktatók tervezték, valósították meg (Szlávik 2022a, 2022b). Így az 1980-as évek második felében a már korábban felépített Víztechnológiai oktatóbázis épületében a Hidraulika tárgy akkori oktatói, *Sziebert János* és *Zellei László* tervei alapján készült el az intézmény első Hidraulika laboratóriuma. Ennek elemei a következők voltak:

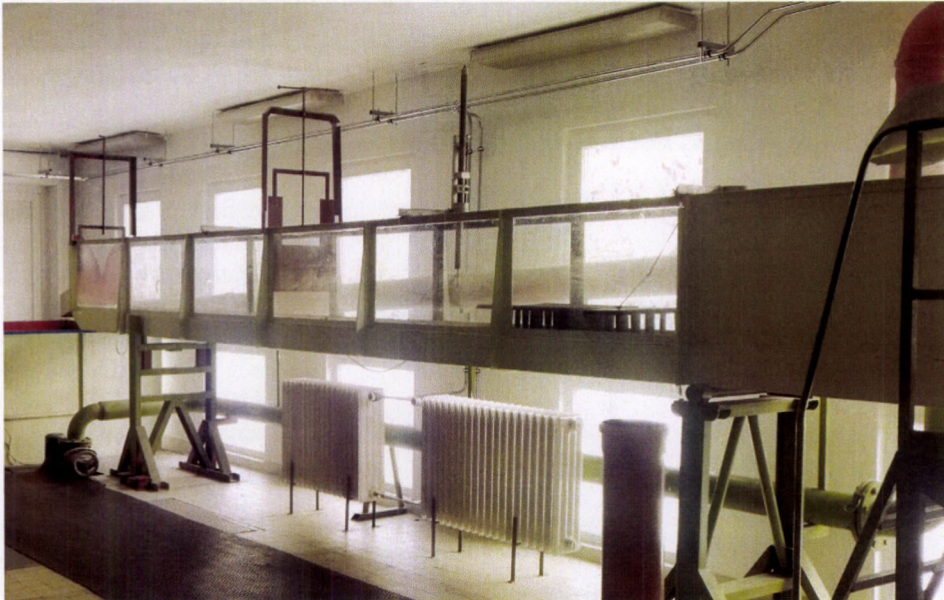
- 7 m hosszú 0,5 m x 0,5 m keresztmetszetű üvegcsatorna, mely 20 l/s vízhozam szállítására volt képes.
- Állványra szerelt zárt csővezetéki kísérleti pad, mely a csővezetéki veszteségek kimérését tette lehetővé.
- Plexi tálca nagy frekvenciás generátorral, amellyel szivárgásvizsgálatokat lehetett végezni (elektromos analóg kísérlet)
- Hidrosztatikai mérleg
- Résmodell a töltéstartó szivárgási folyamatainak bemutatására
- Írásvetítőre tehető áramlástechnikai szemléltető eszköz. (Ez *Szentjóni Szabó Tibor* és *Zellei László* pedagógiaileg bejegyzett módszertani újítása volt.)

Emellett még néhány házi készítésű kísérletnek adott otthont a laboratórium, mint például egy *esőztető öntöző szórófej bemérő padnak*. A hároméves főiskolai képzés kötött és sűrű tantervi programjában eléggé nehéz volt megtalálni a tantervbe illeszthető helyét a laborkísérleteknek. Az akkori kontakt órák száma meghaladta a heti 30-at, a ténylegesen megtartott 14 hetes szorgalmi időszakban (Faludi 1988). Emellett az oktatási segédanyagok hiánya is hátráltatta az aktív laborhasználatot.

Bár a tantárgyi tematika leírásában a laborgyakorlat a Hidraulika 2. tantárgy részét képezte heti egy óra terjedelemben, annak megvalósítása a gyakorlatban inkább csak kisebb bemutatókra szorítkozott. A rendelkezésre álló emelt óraszám

alatt elsősorban a gyakorlati számpéldák megoldását erősítették, elősegítve ezzel a kapcsolódó mérnöki számítások készség szintű elsajátítását.

A hidraulikai laboratórium kihasználatlansága miatt 2015-ben annak egy részét egy fejlesztési projekt keretében leválasztották és abban a helységben egy szennyvíz laboratóriumot hoztak létre. Az itt megmaradt és máig működőképes 7 m-es üvegcsatorna (1. kép) az egyetlen használható eszköz volt ebben a helyiségben, és mint utolsó „mohikán” most is teljesíti feladatát.



1. kép. Az 1980-as évek második felében létesült hidraulikai üvegcsatorna
(Fotó: Keve Gábor)

A kezdetek óta több próbálkozás is volt a hidraulikai laboratórium fejlesztését illetően, de ezek a fellángolások valami módon mindig elhamvadtak. Jómagam 2018 szeptemberében vettem át a Hidraulika tárgyfelelősi feladatait és kezdtem meg annak elméleti oktatását, partneremként pedig Koch Dániel tanársegéd a gyakorlati órákat tartotta.

A tárgy átvételekor a Hidraulika 2. tantárgyi tematikája még mindig tartalmazta a laborgyakorlatot heti 1 órában. Ugyanakkor ennek véghezvitelére a Kar területén egyedül a 7 m-es üvegcsatorna állt rendelkezésre. Ezért a GRUNDFOS cég felajánlásával élve a Budaörsön lévő telephelyükön kialakított oktatási laboratóriumba vittük diákjainkat, ahol megtapasztalhatták a hidraulika egyes gyakorlati fogásait.

3. Új laboratóriumi eszközök beszerzése

A hidraulikai laborfejlesztésben a 2017-ben indult EFOP-3.4.3-16-2016-00003 számú, „Stratégiai oktatási kompetenciák minőségének fejlesztése a felsőoktatásban, a megváltozott gazdasági és környezeti feltételekhez történő adaptációhoz és a képzési elemek hozzáférhetőségének javításáért” című projekt hozta meg az első áttörést. A projekt keretei között – e cikk témáját illetően – első lépésként egy *mini hidraulikai csatornát* fejlesztettünk. Ez a 2. képen látható 120 cm hosszú, plexi csatorna egy görgőkön álló hordóra van erősítve, amelyből egy bűvárszivattyú keringeti a fürdősóval megkékített vizet. A plexi csatorna falába mart hornyokban elhelyezett *bukókat, átereszeket és zsilipeket* is könnyedén beépíthetünk a rendszerbe és így izgalmas kísérleteket mutathatunk be az érdeklődőknek.



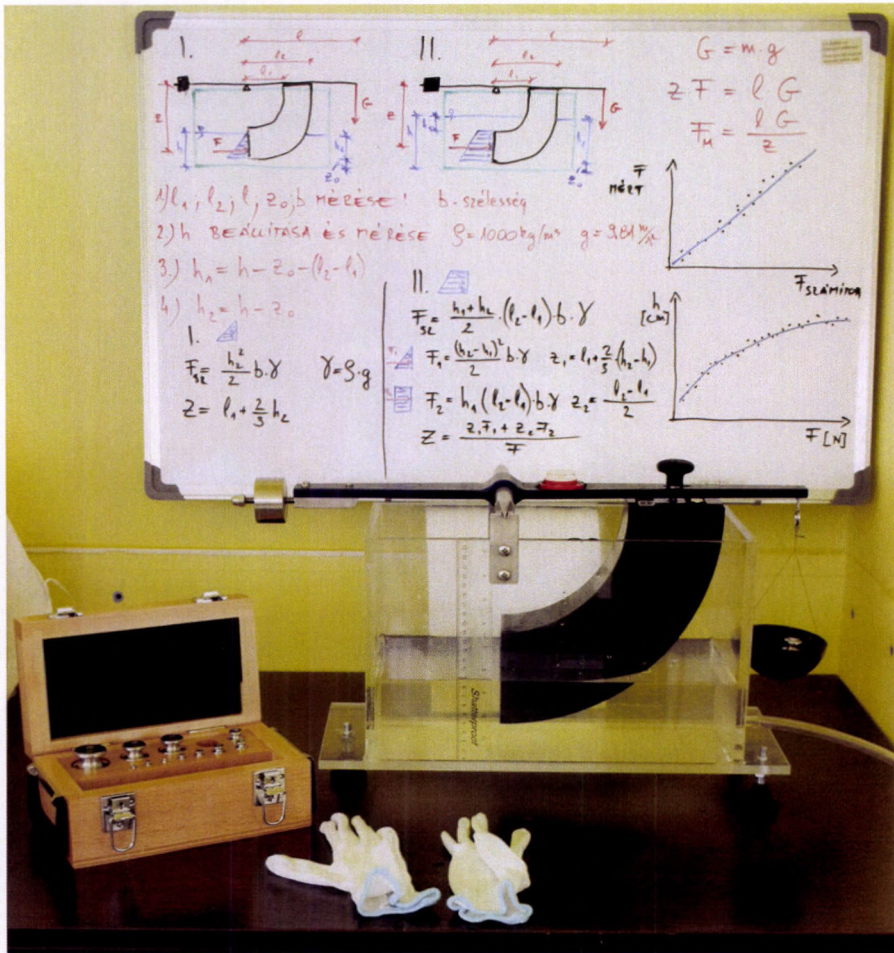
2. kép. Mini hidraulikai csatorna (Fotó: Bárdos Mónika)

nyességét mi sem példázza jobban, mint a technikus képző helyek érdeklődése, amelyek kivétel nélkül kifejezték igényüket ezen oktatássegítő eszközre.

Az említett projekt anyagi forrásait kihasználva további eszközök is elkészültek, melyek kivitelezéséhez már komoly szakmai segítséget is kaptunk a BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszékétől. Lehetőségünk volt a Hidraulika laboratóriumuk meglátogatására és a BME építőmérnök képzésének részét képező laborgyakorlatok kísérleti berendezéseinek megismerésére. Emellett *Józsa János*, a BME akkori rektora valamennyi oktatási anyagukat rendelkezésünkre bocsátotta és személyesen is segített a legfontosabb laborelemek meghatározásában. A BME Hidraulika labor munkatársainak, *Pozsgai Istvánnak* és *Szabó Lászlónak* a segítségével elkészítettük három alapkísérletünket:

Szándékosan nem diákokat vagy hallgatókat említek itt, mivel a mini csatornánkkal több olyan bemutaton is szerepeltünk, ahol széles közönség előtt szemléltettük a kísérleteket. Ezt a sikert nagyban elősegítette *Majer Fruzsina* kolléganőnk szorgalma, aki a kísérletek élő varázsa mellé a modellezett valóságot kivetítőn is rendre bemutatta. Így nyert teljességet ez a kísérleti berendezés, melynek eredmé-

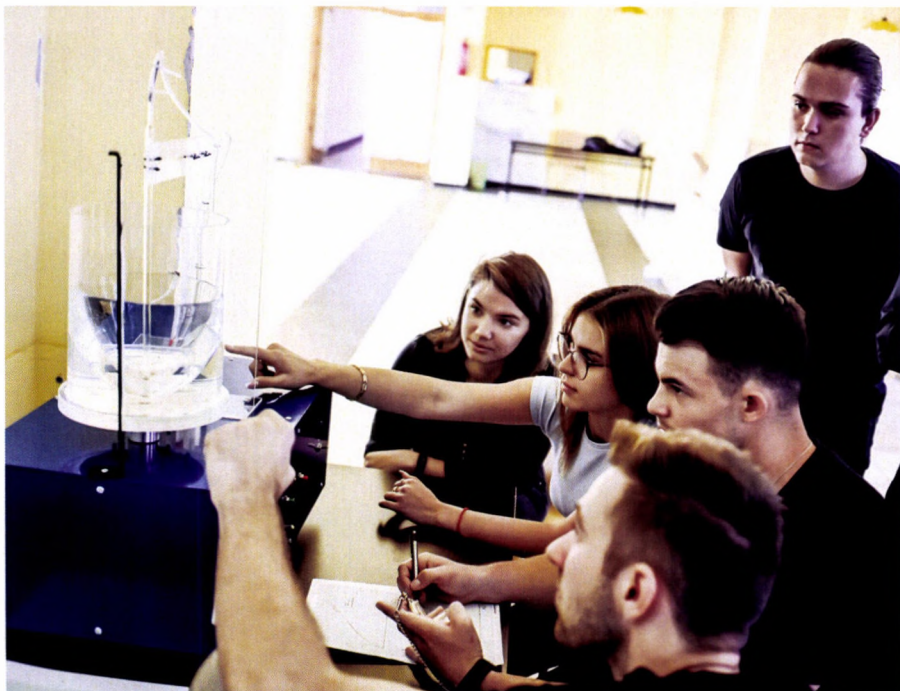
- a hidrosztatikai mérleget (3. kép), amely az hidrosztatika Euler-féle alap-törvényének megértését segíti;
- az egyenletes szögsebességgel függőleges tengelye körül forgó hengeres tartályt (4. kép), amely a folyadékok relatív nyugalmába enged betekintést;
- az elektromos analóg kísérletet, amelyben kétdimenziós modellel a szivárgás-hidraulika mérnöki feladatait ismerhetik meg a diákok.



3. kép. Hidrosztatikai mérleg (Fotó: Bárdos Mónika)

A kísérleti berendezések ugrásszerű bővítését a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz tudományi Kar bajai campusának fejlesztéséről szóló 1734/2018. (XII.18.) Kormányhatározattal biztosított forrás segítette elő. Az Armfield cég

által kifejezetten oktatási célra gyártott új laboreszközöket vásárolhattunk egy közbeszerzési eljárás keretében és azokat beüzemelhettük. Két *hidraulikai padot* vásároltunk, melyek a különböző kísérleti berendezésekhez szükséges *vízforgatást* segítik elő. A permanensen adagolt vízhozamot *beépített áramlásmérővel* és egy trükkösen kialakított köböző ládával is precízen mérhetik a hallgatók.



4. kép. Forgó hengeres tartály (Fotó: Szilágyi Dénes)

A hidraulikai padokkal együtt működtethető, alábbi, önálló kísérleti berendezéseket is beszereztük:

- Venturi cső,
- kavitációs kísérlet,
- 5 m-es üvegcsatorna alapfelszereléssel (modell műtárgyakkal és aljzatokkal) (5. kép),
- csővezetéki áramlások helyi- és hosszmenti veszteségeinek kimérésére szolgáló eszköz.

A beszerzési csomagban még a következő berendezések és mérőeszközök szerepeltek:

- Darcy-kísérlet a felszín alatti vízmozgások modellezésére,
- precíziós nyomásmérő kalibrátor,

- különböző mérőtűk megfelelő állványzattal,
- Pitot-cső,
- laboratóriumi mikroforgószárnyas sebességmérők,
- lézeres technológiával működő, részecskemozgást detektáló, képfeldolgozáson alapuló sebességmérő,
- kézi manométerek,
- mechanikai készlet.

Az egyes kísérletekhez jól használható, *speciális szoftvereket* is szolgáltatott a gyártó, amelyekkel az oktatás igen hatékonyvá vált.



5. kép. 5 m-es üvegsatorna használat közben (Fotó: Bárdos Mónika)

A megvásárolt berendezések mellett továbbra is igyekeztünk saját kivitelezésben elkészíthető eszközökkel bővíteni a hidraulikai laboratórium készletét. Így terveztük és alkottuk meg egy *Danaidát* (6. kép) is. Ez a berendezés különböző kialakítású, de azonos átmérőjű kör keresztmetszetű nyíláson való kifolyás vízhozam tényezőjének mérésekkel való meghatározását segíti elő. Mindez a *Bernoulli-egyenlet* alkalmazását és emellett a görög mitológia egyik meghatározó történének megismerését teszi maradandóvá a hallgatók számára.

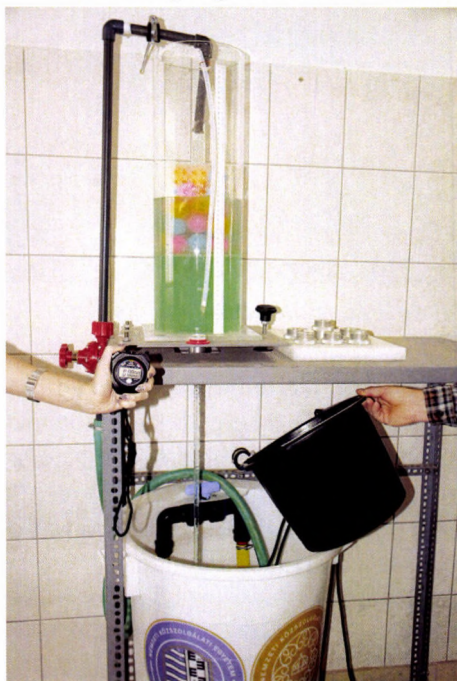
Legújabb, saját készítésű eszközünk egy *Heron-féle szökőkút* (7. kép), ami az eszközben létrejövő nyomáskülönbségek kihasználásával látszólag a gravitáció ellenében áramoltatja a vizet. A fizikai törvényszerűségek megértésével az ebbe

a csodába vetett hit hamar szertefoszlik és a nyugvó folyadékokban lévő, a kizárólag a helyzettől függő nyomás azonnal érthetővé válik.

4. A hidraulika laboratóriumi helyiség kialakítása

Az egykori hidraulikai laboratórium lecsökkentett alapterülete már nem tette lehetővé, hogy valamennyi beszerzett eszközünket elhelyezhessük benne és a gyakorlati oktatást megfelelő létszámmal kezdhessük meg.

Megoldást keresve a Campus területén lévő helyiségek között kézenfekvőnek tűnt és be is váltotta reményeinket az egykori ebédlő és az ahhoz kapcsolódó konyha „rekvirálása”. Az ebédlő vagy étterem gazdaságos üzemeltetésének próbálkozásai a Campus közvetlen környezetében lévő, kedvező áron szolgáltató menzák térhódítása miatt rendre kudarcba fulladtak. Így a parlagon heverő, megfelelő alapterületű, kicsempézett, árammal, vízellátással és lefolyókkal ellátott, kulturált állapotban lévő helyiség-együttes szinte kínálkozott a berendezésre. A kari vezetés jóváhagyásával, de nem örök időre itt kapott helyet a hidraulika laboratórium. Hosszú távú megoldásként önálló laborcsarnokban tervezzük majd az elhelyezését az Építéstan és Geotechnika laboratóriumok társaságában. A laborcsarnok létesítéséig is szükség van azonban a hidraulikai laborgyakorlatok megtartására, így aknáztuk ki az egykori ebédlő nyújtotta lehetőségeket. Ezzel együtt át is kereszteljük a helyiséget és immár *Hidraulika laborként* hívjuk és így is funkcionál.



6. kép. *Danaida, avagy hidraulikailag kis nyíláson való kifolyás kísérlete*
(Fotó: Bárdos Mónika)

A Hidraulikai laboron belül kapott helyet külön helyiségben a VTK *Hordalék laboratóriuma* is. A Területi Vízgazdálkodási Tanszék két oktatója (*Tamás Enikő Anna* és *Ficsor Johanna*) is behatóan foglalkozik a folyami hordalékszállítás témájával, akik itt találtak megfelelő helyszínt kutatásaikhoz. A hordalék labor fejlesztése még folyamatban van, de az alapvizsgálatokhoz szükséges eszközök (szárítószelekrény, üledékvizsgáló berendezés, szitatorosta sorozat, rázógép stb.) már most is rendelkezésre áll.

A laboratórium kedvező alapterülete lehetővé teszi, hogy a hidraulikai elemeken túl más bemutatóknak is helyt adjunk. Így a hallgatói toborzási programunk egyik pillérének számító *virtuális homokozó* (projektorral realtime vetít színes szintvonalakat a kézzel kialakított domborzatra és virtuális vízfakasztásra is képes) is itt teljesíti szolgálatát.

Külön sarkot alakítottunk ki az árvízvédelem részére, itt *homokzsákokkal elfogott buzgárt* és egy *mobil árvédelmi falat* (Tóth Ferenc ajándékát) is kihelyeztünk. Ez utóbbit minden nálunk végző hallgató legalább egyszer szétszed és összerak. Itt a régi mérnöki eszközök is testközelbe kerülnek, és nem hogy tiltott, de éppen kötelező ezeknek a berendezéseknek a kipróbálása.

Kuriózusként a Hernádból a meder fenekéről előkerült egykori vörösfenyő cölöp is gazdagítja a gyűjteményt. Bármennyire is reklámnak tűnik, de itt jelezzük, hogy bármely szakmai relikvia felajánlását nagy örömmel fogadjuk és építjük be a jövő vízmérnökeinek képzésébe. Egykori diákjaink már eddig is élen jártak a gyűjtemény bővítésében, de mindig van helye az újabb berendezéseknek is.

Egyetlen laboratórium sem nélkülözhet egy *kisegítő műhelyt*, ahol a kísérletek előkészítése mellett a javításokat elvégezhetjük és újabb mérőeszközöket is készíthetünk. Így a Hidraulika laboratóriumon belül egy különálló kisebb helyiségben műhelyt is berendeztünk.

Az így megteremtett Hidraulikai laboratórium immár alkalmassá vált a hallgatók fogadására és a megfelelő gyakorlati oktatások lebonyolítása mellett kutatási feladatok ellátására is. A végleges és ideális állapot, azaz az új laborcsarnokba költözés időpontjáig működőképes és használható rendszert hoztunk létre.

5. Fizikai kisminta kísérleti laboratórium

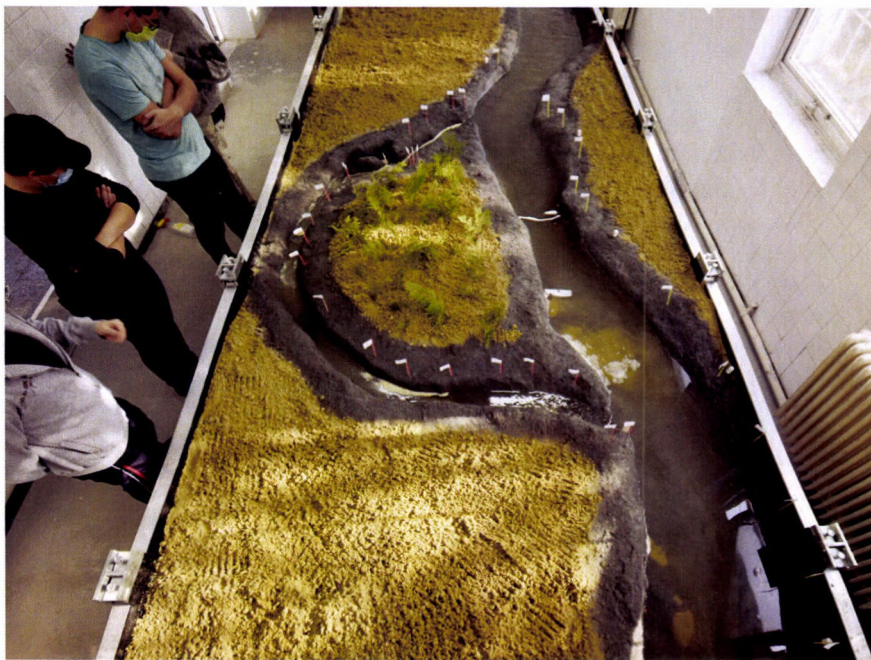
Az EFOP-3.6.1-16-2016-00025 „A vízgazdálkodási felsőoktatás erősítése az intelligens szakosodás keretében” című projekt keretében a *Fizikai Kisminta Kísérleti Labor* (8. kép). Az itt megvalósított fizikai kisminták egytől-egyig hidraulikai kísérletek. Ezt a laboratóriumot – a Tanszék munkatársának, Tamás



7. kép. Heron-féle szökőkút
(Fotó: Bárdos Mónika)

Enikő Annának az elképzeléseit követve – az egykori Biotechnológiai laborban helyezték el, ahol egy 2,4 m x 7,8 m alapterületű, mobil érvédelmi térdfallal körülvett és HDPE fóliával kibélelt, speciális homokkal feltöltött modelltér áll rendelkezésre, kisminta kísérletekre. Jelenleg 20 l/s-os vízforgatás érhető el, ami kisebb 3D-s hidrodinamikai modellezéseket tesz lehetővé.

A modelltér szerénynek mondható méretei ellenére a *Froude-féle modelltörvény* szabályait követve sikerült már több kísérletet is végrehajtanunk benne. Sajnos egy Duna-szakasz ilyen méretű lekicsinyítése (melyre a legtöbb igény mutatkozna) csak torzított modellel lehetséges, ami a függőleges és vízszintes méretszorzók eltérő értékével valósítható meg. Bár ezek a torzított modellek is jó szemléltető eszköznek bizonyultak oktatási szempontból, a valós folyamatokra való következtetések levonásához ilyen esetekben sokkal rögzösebb út vezet.



8. kép. A Fizikai Kisminta Labor modelltere (Fotó: Tamás Enikő Anna)

6. A Hidraulika tantárgy oktatása

Az előző fejezetekben bemutatott fejlesztések oda vezettek, hogy a kialakított laborok kapacitásait diákjaink használhatják és használják is, sőt nyitottak vagyunk más oktatási intézmények fogadására is. Az oktatáshoz kapcsolódó laborgyakorlatokon túlmenően már kutatások is kezdődtek és több TDK dolgozat is született az itt zajló mérések, megfigyelések alapján.

A Hidraulika tárgy a VTK minden alapképzésének része, amelyet a második évfolyamon, két féléven keresztül hallgatnak diákjaink. A leadott tananyag megértését a különböző kísérletek oly mértékben segítik, hogy diákjaink előszeretettel veszik fel a tantárgyhoz kapcsolódó szabadon választott kurzusokat is. A Hidraulika 2 tárgynak most is heti 1 órában része a laborgyakorlat, de ezeket a gyakorlati órákat összevonva, a félév végén tartjuk meg. Az így összevont, összesen 12 órát két napra szétosztva, négy 3 órás modul alakítottunk ki.

A foglalkozások minden esetben a balesetvédelmi oktatással és a követelmények ismertetésével kezdődnek. Ezt követően a lehetőségek szerint 4 fős csapatokat alkotunk a hallgatókból, így mindenkire kellő figyelem jut, és valóban mindenki dolgozik is. A különböző kísérleteket és méréseket oktatói felügyelet mellett forgószínpad-szerűen végzik a diákok. A laboratóriumi munkát követően a jegyzőkönyvek kiszámítását, műszaki leírásokat és a rajzi mellékletek megszerkesztését otthoni munkával végzik. Minden egyes kísérletről a csoportok hagyományos módon műszaki dokumentációt készítenek, melyet összegyűjtve és sorba rendezve, egységesen A4-es dossziében, rendezetten adnak le a gyakorlatot vezető oktató számára. A gyakorlat elvégzését igazoló minősítést a csoport által leadott dokumentáció függvényében kapják a hallgatók.

7. Fejlesztési tervek

A rövidtávú tervek szerint további kísérleti berendezések üzembe helyezését és a meglévő eszközök szélesebb körű használatát céloztuk meg.

Bíró Tibornak, a Kar akkori dékánjának irányításával elkészültek a VTK hosszú távú fejlesztési elképzelései. E szerint egy új 600 m² alapterületű laborcsarnok is épülne a VTK Bajai Campusán álló Víztechnológiai Oktatóbázis mögött, annak mintegy folytatásaként. A tervezést megelőzően több mint 10 európai felsőoktatási intézmény hidraulikai laboratóriumában jártunk és gyűjtöttük a tapasztalatokat. A laborcsarnok engedélyes kiviteli tervei már elkészültek. Ebben a csarnokban kapna helyet az *Építéstan*, a *Geotechnika* és a *Hidraulika laboratórium* (9. kép). Az elképzelés és a tervek szerint ezek a laboratóriumok egybenyithatók lennének és így – amennyiben igény van rá – egy komolyabb fizikai kisminta is megépíthetővé válik. Az új laborcsarnokban helyeznék el a *Hordalék laboratóriumot*, sőt egy *asztalos* és egy *lakatos műhely* is ide kerülne. Egy szinteltolással kialakított karzaton kutatói és oktatói helyiségek és raktárak is szolgálnák az oktatási igényeket.

8. Összefoglalás

A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz tudományi Karán folyó vízügyi felsőoktatás több, mint 60 éves múltja során a gyakorlatorientált képzés mindig is erős hangsúlyt kapott. Az utóbbi 7 év lehetőségeit kihasználva a Hidraulika tantárgy laboratóriumi körülményei jelentősen fejlődtek, így az oktatást és a kutatást szolgálva újabb „*learning-by-doing*” („gyakorlat általi tanulás”) *képzési mód* segíti a tudományterület elmélyültebb elsajátítását.



9. kép. Új laborcsarnokban kialakítandó Hidraulikai labor látványterve
(Kép: Duna-Tisza Ingatlanfejlesztő Kft.)

A fejlesztési elképzelések még korántsem apadtak ki, de a további jelentős előrelépést kétséget kizáróan az új laborcsarnok megépítése jelentené. Engedélyes kiviteli tervvel rendelkezünk, de a megépítéshez szükséges forrást még meg kell szerezni.

IRODALOMJEGYZÉK

- Fazekas Helga-Kara Róbert (2022): Árvízvédelmi gyakorló pálya Szolnok-Milléren. *Vízügyi Közlemények* 2022. évi 1. szám.
- Faludi Gábor (1988): Huszonöt éves a vízgazdálkodási üzemmérnökképzés; Pollack Mihály Műszaki Főiskola Vízgazdálkodási Intézet Baja,
- Haszpra Ottó (2005): Hidraulika I.; Egyetemi jegyzet, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar, Műegyetemi Kiadó
- Marusza Zoltán (2010): Diplomás Pályakövetési Rendszer és eredményei az Eötvös József Főiskolán 2010; TÁMOP-4.1.1-08/1-2009-0004 számú projekt keretében
- Szlávik Lajos (2022a): 60 éves a bajai vízügyi felsőoktatás (1962-2022.) *Vízügyi Közlemények* 2022. évi 3. szám.
- Szlávik Lajos (2022b): A Bajai Vízügyi Felsőoktatás 60 éve. NKE VTK kiadványa 1734/2018. (XII.18.) Kormányhatározat, a Nemzeti Közszerződési Egyetem Víz tudományi Kar bajai campusának fejlesztéséről.

HETVEN ÉVE TÖRTÉNT A SZIGETKÖZI ÁRVÍZKATASZTRÓFA

SZLÁVIK LAJOS¹

1. Bevezetés

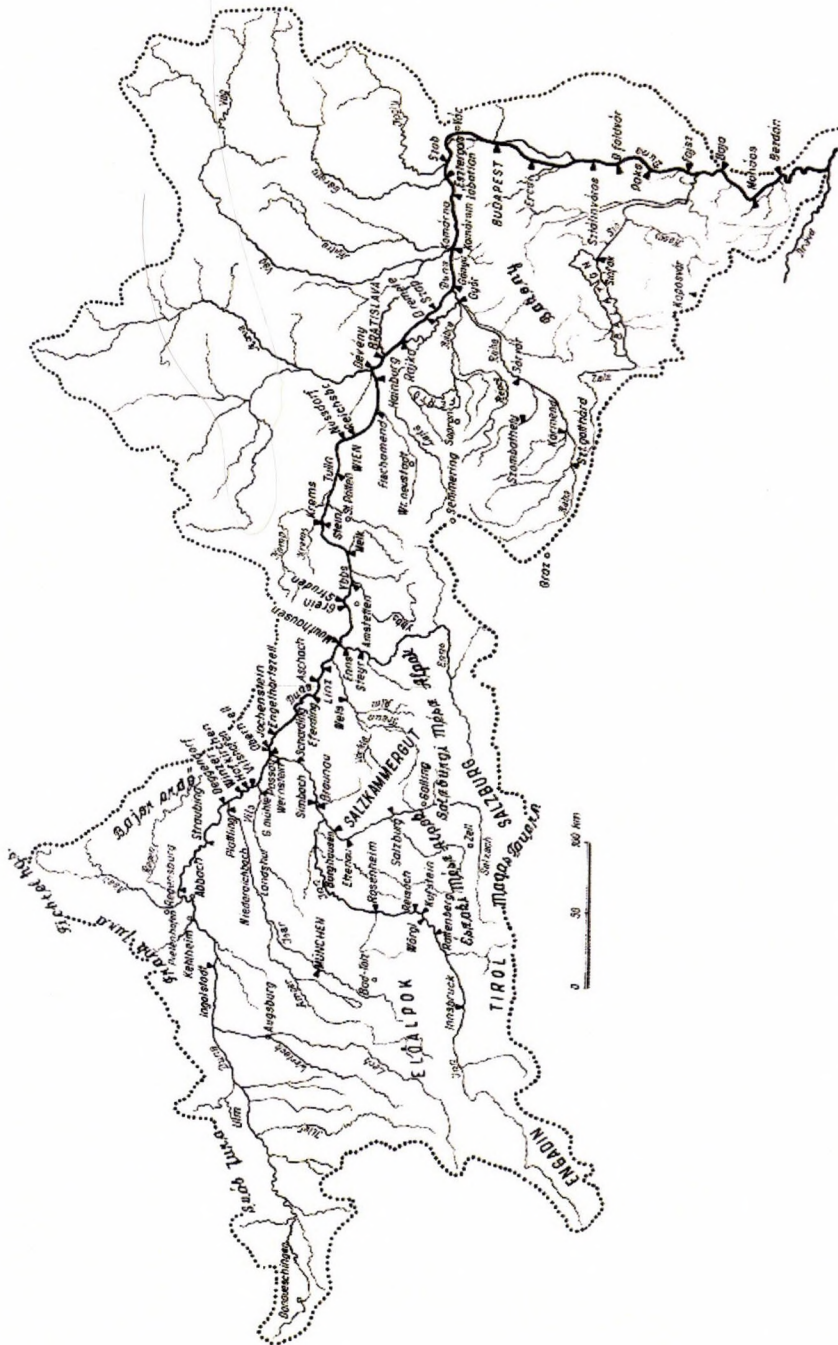
Az 1953 végén megalakított Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) alig néhány hónap múlva súlyos próbatétel, kemény árvízi helyzet elé nézett. Az 1954. július 13-31. között lezajlott dunai árvíz példátlanul tartós és intenzív csapadék-sorozata következtében heves árhullámok alakultak ki a Duna alpesi mellékfolyóin. Bajorországban és Ausztriában több, mint 2.500 km² került víz alá.

A Duna hazai szakaszain a rekord magasságú víz ellen a védekezés csak részben volt sikeres, mert súlyos árvízi elöntés érte a Szigetközt. Itt az árhullám négy helyen okozott gátszakadást, több mint 220 km², az Alsó-Dunán bekövetkezett gemenci gátszakadás miatt pedig közel 170 km² került víz alá, a kár meghaladta a 750 millió Ft-ot, ami akkor hatalmas összegnek számított. Az árvíz során 30 ezer lakost kellett átmenetileg kitelepíteni. A folyó további hazai szakaszain a védekezés a rendkívüli magasságú víz ellen sikeres volt.

Az 1954. évi dunai árvírről 1955-ben a Vízügyi Közleményeknek egy különszáma (az 1955. évi összevont 1-2. szám) *Lászlóffy Woldemár* szerkesztésében. Ebből a kötetből nemcsak a magyarországi, hanem a bajor, az osztrák és a szlovák árvízi események is megismerhetők az árvíz elleni küzdelemben részt vett legilletékesebb német, osztrák és szlovák szakemberek írásai alapján.

70 év elteltével nemcsak azért kell az 1954. évi dunai árvízre visszaemlékezni, mert az Magyarország területén az addig észlelt legmagasabb árvízszinteket is meghaladta, mert Szigetköz nagy részének és Győr egyik kerületének (Révfalu)

¹ Dr. Szlávik Lajos, okl. mérnök, Professor Emeritus

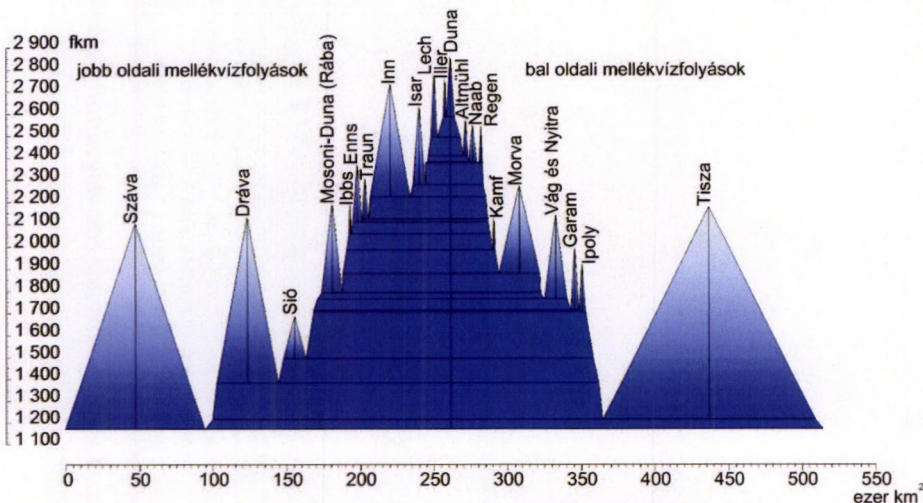


1. ábra. A Duna Dráva torkolata feletti vízgyűjtő területe (Lászlóffy, 1955)

teljes előntésével hatalmas anyagi károkat okozott, hanem mert az 1954. évi rendkívüli árvíz mérföldkönek tekinthető a hazai árvízvédelemben, az akkor szerzett tapasztalatok hosszú időre meghatározták, megszabták a dunai védvonalak fejlesztésének feladatait. Sőt, az utána bekövetkezett, egyre magasabb szinten tetőző dunai árvizek (1965, 1991, 2002, 2006, 2013) ismeretében, azoknak az 1954. évi árvízzel való összehasonlításával, a 70 évvel ezelőtti árvíz során szerzett tapasztalatokat is felhasználhatjuk bizonyos hidrológiai, műszaki feladatok megoldásánál.

2. A Dunáról

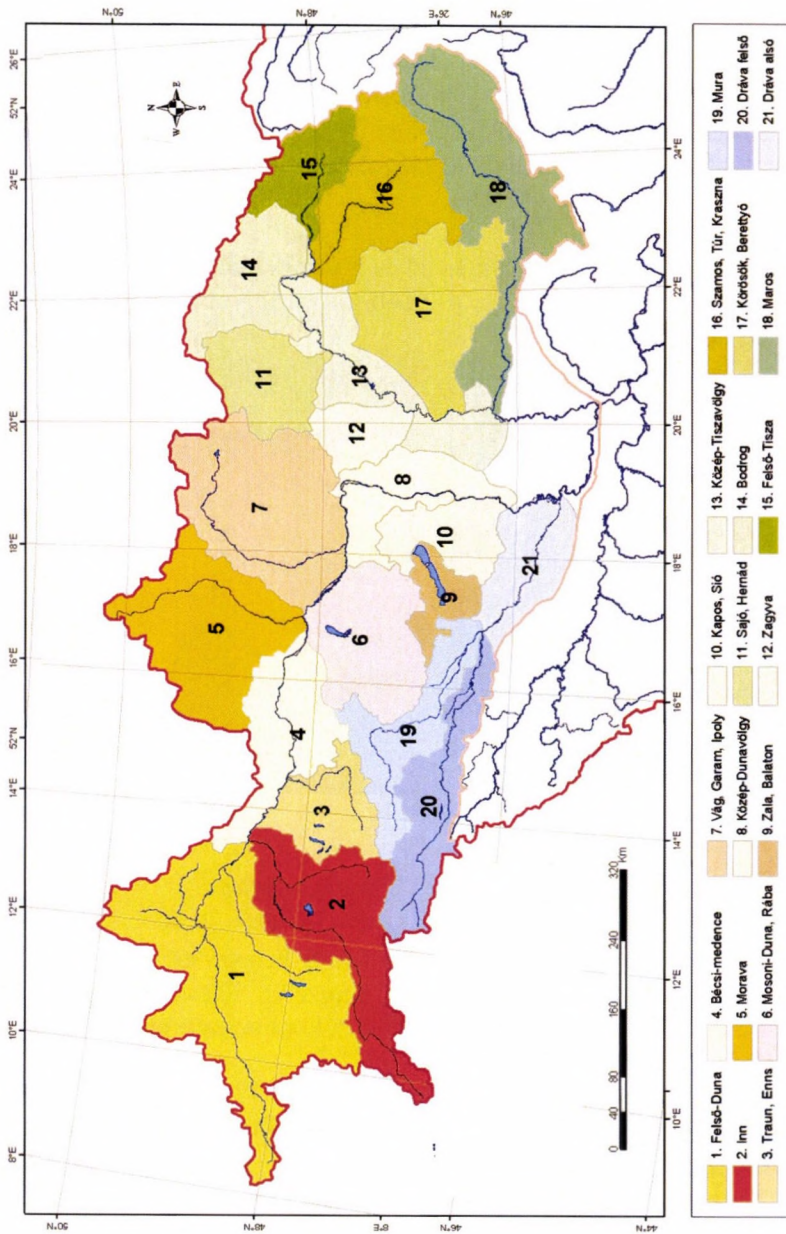
A Duna vízgyűjtőterületének nagyságát és teljes hosszát tekintve – a Volga után – Európa második legnagyobb folyója. A 2.860 km-es folyóhossz egyébként a világranglista 21. helyéhez elegendő.



2. ábra. A Duna vízgyűjtőjének felépítése a Száva torkolata feletti szakaszon (Szlávik 2013)

A Duna a németországi Fekete-erdőtől indulva a Fekete-tengerbe torkolva összesen kilenc országon folyik és hömpölyög keresztül. 800.000 km²-nyi vízgyűjtőjén 19 állam kb. 82 millió lakosa él, tehát a kontinensen élők több mint 12%-a közvetlenül érintett a folyó ügeiben.

Ha a térképen végigszaladunk a Duna vízgyűjtőjén, a 19 államból mindössze Magyarországot találjuk teljes területével rajta (93.000 km²), de Ausztria, Szlovákia és Románia 97%-os területi részaránya is igen magas. Rajtuk kívül még Németország, Csehország, Szlovénia, Horvátország, Bosznia és Hercegovina, Szerbia, Montenegró, Bulgária, Moldávia, valamint Ukrajna területi részesedése is jelentős. A további öt országot (Svájc, Olaszország, Lengyelország, Albánia és



3. ábra. A Duna fontosabb részvízgyűjtői (Szlávik 2007)

A térkép a Dunának a Dráva torkolatáig, valamint a Tiszának a Maros torkolatáig terjedő vízgyűjtő területet alkotó 21 részvízgyűjtőjét tünteti fel.

Macedónia) már csak a hidrológiai precizitás miatt kell említeni, hiszen az ezen országok területére eső csapadéknak – némi túlzással – már csak cseppjei jutnak el a Dunába. *E sok nép és nemzet, vallás és kultúra összekapcsolása a folyót egyedülállóná teszi a világon.*

A folyót egy másik egyéni vonása is sajátossá teszi Európában. Szimbolikus jelentősége van annak, hogy a nagy európai folyók közül – változatos úton, nagy távolságot bejárva – egyedül a Duna tart Nyugat felől Keletre. A Duna-Majna-Rajna csatorna megnyitását követően a folyó a Fekete-tengert és az Északi-tengert összekötő, mintegy 3.500 kilométeres transzkontinentális víziútrendszer keleti gerincévé vált. Nem mindegy tehát, hogy a kereskedelmi hajóforgalomnak milyen akadályokkal kell megküzdenie az adott folyószakaszokon akkor, amikor a nemzetközi áruforgalomnak a jövőben egyre jelentősebb része vízi úton fog rendeltetési helyére eljutni.

A nagyobb városok a 417 km-es magyar Duna-szakaszon: Győr, Komárom, Esztergom, Budapest, Dunaújváros, Baja, Mohács. Több mint 2,5 millió ember él az országban a folyó közvetlen közelében, ez a teljes magyar lakosság közel egynegyede. Ez is érthetővé teszi, hogy a folyó e szakaszának 90%-a szabályozott, hiszen az itt megtestesülő nemzeti értékeket nem lehet kitenni az időszakosan jelentkező dunai árvizek pusztításainak.

3. Az 1954. évi árvizet kiváltó csapadék

Az árvíz a magasabb alpesi régiókban elkésett tavaszodás és a bajor Duna, valamint az Inn vízgyűjtő területén, június végén és július elején három egymást követő periódusban lehullott rendkívüli mennyiségű heves csapadékok következménye volt.

A Duna Pozsony feletti szakaszához tartozó vízgyűjtőterületen 1954. június utolsó napjaiban (június 27-30) a kisebb mennyiségű ún. előkészítő csapadékot július 1-2. között igen heves záporok követték (gócuk az Alpok északi peremvidékén és az Alsó-Inn vízgyűjtőjén volt, 24 óra alatt 60-100 mm-rel), majd július 7-12. között rendkívüli mennyiségű, heves és igen nagy területre kiterjedő csapadék hullott le (Kresser 1955).

Az árvizet okozó csapadékot 1954-ben is a Duna bajorországi vízgyűjtőterületére az V/b ciklon (DNy-ÉK irányú ciklon-vonulás) hozta. Az V/b ciklon rendszerint csak az Elő-Alpok és az Alpok peremvidékén okoz heves esőzést, de 1954-ben a július 8-án a Keleti-Alpok felett keletkezett magas légköri depresszió hatására kiterjedt az Isar és az Inn közötti területre is, észak felé egészen a Dunáig, és később elérte még a Bajor-erdőt, és Júra hegység egy részét (Völk 1955). A legnagyobb csapadék az Isar és az Inn, továbbá a Mész-Alpok területén eredő mellékfolyók vízgyűjtőjén hullott. Ha a Duna Bécs feletti vízgyűjtő területét három részvízgyűjtőre (az Inn torkolata feletti, az Inn vízgyűjtője és az Inn torkolata alatti – egészen Pozsonyig tartó – Duna-szakasz vízgyűjtője) osztjuk, akkor egyértelmű, hogy a rendkívüli nagy csapadékot 1954-ben az Inn vízgyűjtője kapta.

4. Az árvíz előrejelzése

Az árvíz kialakulásának és levonulásának első időszakában nehézségek voltak az árvízi előrejelzéssel és a hírközléssel. A győri vízügyi igazgatósághoz nem jutottak el közvetlen információk a vízgyűjtőről, szakemberei az osztrák rádió vízállásadatait hallgatták, és azokból tájékoztak. A hazai Vízjelző Szolgálat elavult segédletek alapján dolgozott, s kezdetben, első előrejelzéseiben 90-96%-os tetőző vízállást – vagyis alacsonyabb szinten várható, rövidebb idejű tetőzést – prognosztizált. Az árvízi tetőző szintek téves prognózisa, az előrejelzés módszere egyébként az osztrákoknál is gondokat okozott (*Rajczi 1955, Serf-Sik 1955, Stelczer 2004*).

A második világháború után a Duna-medencében az 1954. évi árvíz volt az első, melyben az adatok és információk az 1948-ban újjáalakult Duna Bizottság egész Dunára vonatkozó előírásainak, ill. az 1948-ban Prágában aláírt új magyar-csehszlovák vízügyi egyezménynek megfelelően működött (*Lászlóffy 1958*).

A belgrádi Duna-egyezményt 1948. augusztus 18-án írta alá hat Duna menti állam. Az Egyezmény Magyarországon az 1949. évi XIII. tc. emelte törvényerőre. E szerint a Duna Bizottság által újjászervezett dunai nemzetközi vízjelző szolgálat keretében 141 vízmérce állomásról naponta összesen 645 jelentést, 17 egy napos és 5 kétnapos előrejelzést adtak ki. Ezenkívül – külön megegyezés nélkül, a régebbi gyakorlatnak megfelelően – a Német Szövetségi Köztársaság és Ausztria is szolgáltatott adatokat összesen 12 állomásról (*Lászlóffy 1958*).

Az osztrák és a csehszlovák vízügyi szervek a kétoldalú egyezményekben meghatározott vízmérce-állomásokról naponta táviratban közölték a vízállásokat, és a bécsi, ill. pozsonyi előrejelzéseket a VITUKI Országos Vízjelző Szolgálatával. A salzburgi, ill. linzi rádió pedig naponta 8:40 órakor, a pozsonyi 14:30 órakor sugározta a vízállásjelentést. Ezen kívül a bécsi adó 12:45 órakor részletesebb nemzetközi vízállásjelentést, árvíz idején pedig Bécsre naponta kétszer előrejelzést adott közre (*Lászlóffy 1955*).

Az 1954. évi árvízről az első jelzést az osztrák vízrajzi szolgálat július 8-án adta ki (*Kresser 1955*). Ugyanis július 7-én erős és kiterjedt esőzés indult meg, melynek súlypontja az Isar, Inn és Salzach vízgyűjtő területe volt. Hatására heves árhullám indult el az Inn és Isar folyókon, és így a Duna Passau alatti szakaszán magas árhullám volt várható. A helyzetet súlyosbította, hogy ezt megelőzően június 27-július 2. között Bajorországban, Tirolban és Salzburg környezetében már volt egy többnapos heves esőzés és hatására közepes árhullám vonult le a Dunán, így a Duna medre viszonylag telt volt.

A Duna áradása a magyar vízügyi szervek közül elsőként a Győri Vízügyi Igazgatóságot érintette. Az osztrák vízrajzi szolgálat július 8-án kiadott első jelzésére a Győri Vízügyi Igazgatóság vezetője *Asztalos László* még aznap elrendelte az árvízvédelmi készültséget a Duna jobb parti I. és II., valamint a Mosoni-Duna bal parti III. szakaszra.

A VITUK1 Országos Vízjelző Szolgálat 1954. július 9-én az Inn folyóról jelzett ijesztő intenzitású áradás (Wernstein 24 óra alatt 495 cm-t áradt) figyelembevételével adta ki első, figyelmeztető előrejelzését (*Lászlóffy* 1955). Ekkor az Alpokban még zuhogott az eső és az áradás még csak Passaunál tartott. A figyelmeztető előrejelzés szerint rendkívül magas árvíz várható, Budapesten a kb. 750 cm-es víz az alsó rakpartot elönti. Ez a figyelmeztetés 9 nappal előzte meg a 805 cm-es tényleges budapesti tetőzést.

Az osztrák vízrajzi szolgálat Bécsre kiadott előrejelzései sorra magasabbak voltak, mint a ténylegesen bekövetkezettek. Az 1954. július 10-i előrejelzés 73 cm-rel volt magasabb (igaz ekkor még a Duna felső vízgyűjtőjén zuhogott az eső és sem a schärdingi, sem a passauai vízmércén nem tetőzött az ár), de még július 12-én is 32 cm-rel nagyobbat jeleztek Bécsre, pedig ekkor már Linz is tetőzött.

A VITUKI Országos Vízjelző Szolgálat az előrejelzését egyrészt a bécsi előrejelzésre, másrészt pedig az előző, hasonló nagyságú, 1899. évi árvízre alapozta.

A Győri Vízügyi Igazgatóságon *Károlyi Zoltán* július 11-én mércekapcsolatok és a Duna árvízi hossz-szelvénye, valamint a linzi tetőzés alapján készített előrejelzést a győri Igazgatóság főbb mércéire (*Lászlóffy* 1955). Komáromban a várható tetőző magasságot 750-800 cm közöttire jelezte, de inkább a 800 cm-hez közelebb álló maximumot várta. Ez a hatnapos előrejelzés rendkívül jónak bizonyult (751 centiméterrel tetőzött az ár, de a szigetközi szakadások nélkül 770 cm lett volna) és nagyban segítette a Komárom-Almásfüzitő védvonalon védekezők munkáját. Sajnos Dunaremetére *Károlyi* még július 13-án is csak 660 cm-t jelzett, 32 cm-rel kevesebbet a tényleges tetőzésnél. Még rosszabb volt az Országos Vízjelző Szolgálat előrejelzése: közel egy méterrel kevesebb. Ez viszont az ott védekezők számára azt jelentette, hogy amíg a szigetközi védvonal legalacsonyabb szakaszain az előrejelzett magasság alig érte volna el, vagy éppen színelts volna a töltéskoronával, addig a tényleges, magasabb tetőzés miatt, a tetőzés előtt egy nappal – a védekezés legkritikusabb szakaszában – nyúlgátat kellett építeni, sokszor már a töltéskoronán átbukó víz mellett.

5. Felkészülés az árvíz fogadására

A július 9-i rendkívüli figyelmeztető előrejelzés után a Vízügyi Szolgálat azonnal megkezdte a felkészülést a rendkívüli árvíz fogadására (*Szászhelyi-Sik* 1955).

Az Országos Vízügyi Főigazgatóságon *Rajczy Kálmán* főigazgató vezetésével megalakult az *Árvízvédelmi Kormánybizottság* (*Fejér* 2001). Kialakították a kormánybizottság szervezetét, az OVF teljes személyzetét a vízgazdálkodási főosztályra háruló árvédekezés szolgálatába állították, kijelölték a két kormánybiztos-helyettest (*Serf Egedet* és *Szászhelyi Pált*), az operatív bizottság vezetőjét (*Ziegler Károlyt*) és helyettesét (*Sik Jenőt*), végül a kormánybizottságba bevonták a tárcaösszekötőket. A Minisztertanács a kor-

mánybiztos elnöklete alatt felállította az *Országos Árvízvédelmi Bizottságot* és a megyei *Árvízvédelmi Bizottságokat*.

Az Országos Vízügyi Főigazgatóságon döntés született, hogy kormánybiztos-helyetteseket küldenek ki a győri igazgatósághoz (*Horváth Sándort*) és a budapesti vízügyi igazgatóság bajai kirendeltségéhez (*Bartos Istvánt* kormánybiztos-helyettesként és *Ihrig Dénest* műszaki szakértőként).

A helyi, győri vízügyi védelmi szervezet sikerrel lett úrrá az árvízi küzdelem első nehézségein, s magabiztosan, talán túlzott önbizalommal is védekezett az árvíz rövidesen várt tetőzési időpontjáig. Mikor azonban a várt tetőzés nem következett be, és tovább emelkedett a folyó vízszintje, a helyzet válságossá, a vezetés pedig bizonytalanná vált.

Az árvédekezésben további érdekelt budapesti, székesfehérvári és pécsi vízügyi igazgatóságok (a bajai a júliusi árvíz idején még a budapesti igazgatóság kirendeltségeként működött) elrendelték az előírt árvízvédelmi készültségeket. A budapesti, székesfehérvári és pécsi vízügyi igazgatóságok felkészülés szempontjából a győrinél lényegesen kedvezőbb helyzetben voltak. Több idejük volt, hiszen a bécsi tetőzés után Rajkán általában már 1 nappal, viszont Budapesten 3-5 és Mohácson 6-7 nappal később következik be a tetőzés.

6. Az 1954. évi árhullám levonulása

Amióta rendszeres vízállás-feljegyzéseink vannak, még sohasem vonult le olyan magas jégmentes árvíz a magyar Duna-szakaszon, mint 1954 júliusában; a hazai vízmércék csaknem mindegyikén a tetőzés kisebb-nagyobb mértékben túlhaladta az eddig nyilvántartott jégmentes maximumokat.

Az 1. táblázatban néhány fő vízmércére vonatkozóan feltüntettük az elmúlt 60 év jelentősebb jégmentes árvizeinek tetőző vízállásait és az 1954. évi megelőző legnagyobb értékeket. A közölt adatokból kitűnik, hogy az 1954. évi tetőző vízállások a Dunaújváros-Dunaföldvár-Paks szakaszon alatta maradtak ugyan a korábbi maximumoknak, de egyebütt minden mércén – főleg a szigetközi szakaszon igen nagy mértékben – meghaladták őket. Az eltérések magyarázata részben az egymást követő árhullámok találkozásában, részben – főleg a Szigetközben – az időközben történt mederváltozásokban keresendő. Az 1954. évi árvíz nemcsak magasságban szárnyalta túl az eddigieket, de tartósság tekintetében is egyedülálló volt, különösen, ha a magasabb szintek tartóssági értékeit vizsgáljuk.

Az 1954. évi árvíz jellemző tetőző vízállásait összehasonlítva az addig észlelt legmagasabb értékekkel kitűnt, hogy az 1954. évi árvíz levonulása – bár minden árvízé különböző – legjobban az 1899. szeptemberi árhullámhoz hasonló, mert

- mindkét árvizet az Inn folyó vízgyűjtőjére lehullott csapadék eredményezte;
- Schärdingnél (az Inn és a Salzach torkolata alatt), mindkét árvíz

- gyakorlatilag azonos magassággal tetőzött (4. ábra);
- az árvíz tömege is közel egyforma volt;
 - az 1954. évi árvíz előtt az 1899. évi volt a Duna Komárom feletti szakaszának legtöbb vízmércéjén a mértékadó legnagyobb árvíz.

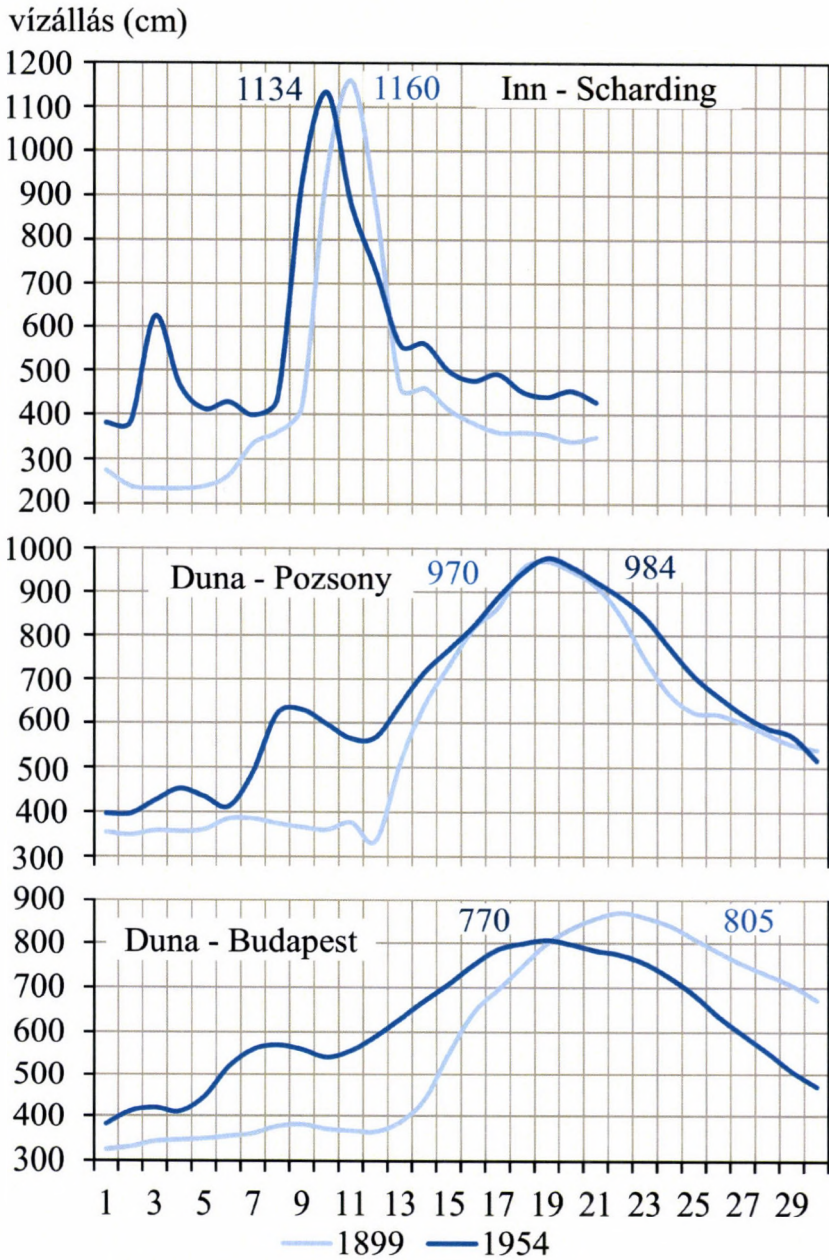
1. táblázat. Az 1954. évi árvíz összehasonlítása a korábbi nevezetesebb árvizekkel

Vízmérce	Az 1954. évi árvíz összehasonlítása a korábbi nevezetesebb árvizekkel					
	1897	1899	1923	1940	1954	Az 1954. évi maximum
	az árvíz magassága, cm					eltérése az addigi LNV-től, cm
Pozsony	940	970	886	747	984	+ 14
Dunaremete	565	605	551	519	692	+ 87
Gönyű	711	735	702	614	774	+ 39
Komárom	680	670	720	672	751	+ 31
Esztergom	666	646	670	669	694	+ 24
Vác	672	654	662	654	690	+ 18
Budapest	780	770	784	787	805	+ 18
Dunaújváros	663	640	651	685	671	- 14
Dunaföldvár	673	647	643	640	651	- 22
Paks	852	811	800	802	816	- 36
Baja	905	888	842	878	912	+ 7
Mohács	900	878	820	878	924	+ 24

Az 1899. és az 1954. évi árhullám levonulása a Duna egyes szakaszain mégis lényeges eltérést mutat. Az okokat vizsgálva, a vízállás idősorok összehasonlításából (4. ábra) kitűnik, hogy 1954-ben volt egy „előkészítő árhullám” (az Inn Schärdingnél 1954. július 3-án 625 cm-rel tetőzött).

A Bécs feletti vízgyűjtőn lejátszódó hidrometeorológiai jelenségek egyike sem indokolja, hogy az 1954. évi árvíz Bécs alatt, pontosabban Hainburgtól lefele, minden vízmércén lényegesen túllépje az 1899. évi tetőzéseket. Különösen, hogy sem a Morva, sem a Duna Kárpát-medencei mellékfolyói egyik árvíznél sem szállítottak számottevő vízmennyiséget, másrészt a tetőző vízhozam Bécsnél 1899-ben 10.500 m³/s, míg 1954-ben csak 9.600 m³/s volt.

Károlyi Zoltán (1955) szerint a jelenség magyarázatát az adja, hogy milyen magas volt a vízállás az árhullám elindulása pillanatában. Az 1899. évi árvíz a Duna magyarországi szakaszán üres medret talált. Az 1954-ben viszont a július hó elején levonult kisebb, „előkészítő árhullám” miatt a meder telt volt (4. ábra)



4. ábra. Az 1954. és az 1899. évi dunai árvizek vízállásgörbéi

és a második árhullám, amely már Pozsonynál elérte az elsőt, a Duna magyarországi szakaszán telt mederre érkezett. A 4. ábra jól mutatja, hogy Budapestnél már csaknem 3 méterrel volt magasabb az árhullám előtti vízállás, mint 1899-ben. Károlyi szerint a kettős, illetve egymást utolérő árhullámok idézték elő a vártnál magasabb árvizet, és ilyen árhullám volt az 1954 júliusi is.

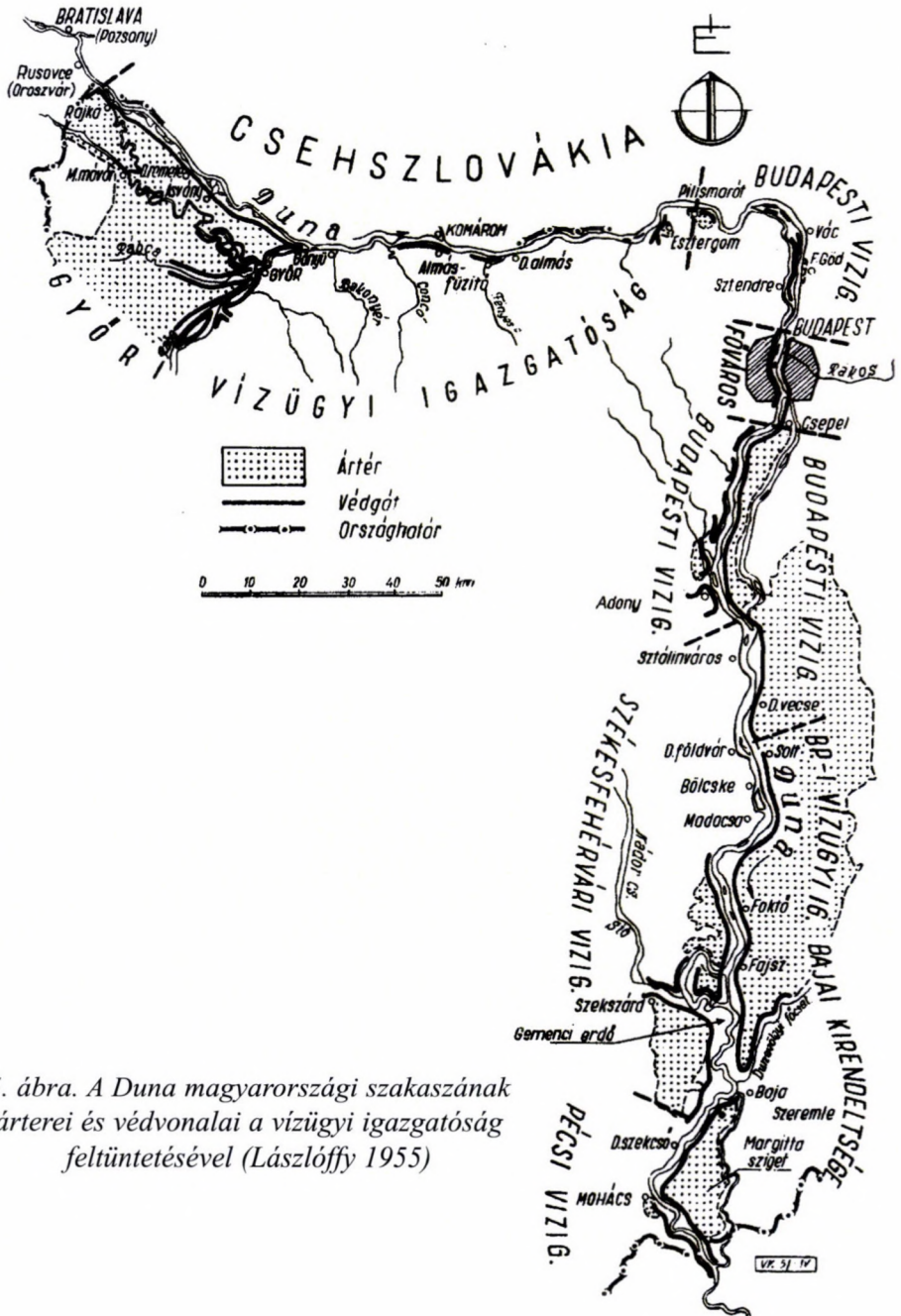
Kresser (1955) szerint további oka is volt annak, hogy 1954-ben az árvíz a Pozsony alatti Duna-szakaszon mindenütt magasabban tetőzött az 1899. évinél. Időközben mind a bajor Dunán, mind a Bécs alatti területen (a Bécsi-medencében és Morvamezőn) árvízvédelmi töltések építésével nagyobb területeket iktattak ki az ártérből. Ezért az 1954. évi árvíz levonulási ideje a bajor és az osztrák Duna-szakaszon rövidebb lett, kevésbé tudott tározódni, ellapulni.

Ha az 1899. és az 1954. évi árvizeket a várható valószínű legnagyobb árvizek kialakulásának szempontjából vetjük össze, akkor megállapíthatjuk, hogy az 1899. és az 1954. évi rendkívüli dunai árvizeket ugyan egyértelműen az Inn áradása okozta, de az Inn (beleérve a Salzacht is) vízgyűjtőjén nem voltak azonos hidrometeorológiai jelenségek. Ugyanis az 1954-ben sem az Inn (a Salzach torkolata felett), sem a Salzach nem hozott annyi vizet, mint 1899-ben, de egyesülésük után azonban már lényegesen meghaladta az 1899. évi árvízszinteket: Simbachnál 170 cm-rel, az Inn torkolatánál, Wernsteinél pedig már 225 cm-rel volt magasabb (Völk 1955). Ha az Inn, a Salzach torkolata felett és a Salzach is az addig észlelt maximális árvizet hozta volna 1954-ben, akkor az egyesülésük utáni szakaszon, majd a Dunán Passau alatt, továbbá a magyarországi Duna-szakaszon katasztrofális árvízszint alakulhatott volna ki.

7. Az árvíz elleni védekezés

A 416 km hosszú magyar Duna-szakaszon az árvíz elleni tényleges védekezés július 8-án, a szigetközi védvonalon, Rajkánál kezdődött meg és augusztus 1-én Mohácsnál ért véget, amikor a víz a töltések lábát elhagyta. A hatalmas árhullám a vízügyi igazgatóságokat nem érte készületlenül, de a győri mozgósítás mértékét kétségkívül hátrányosan befolyásolta az az első figyelmeztetés, amely szerint 90—96%-os vízállásokkal kell számolni, illetve az, hogy pontosabb előrejelzésekre csak az osztrák szakaszon bekövetkezett tetőzések után kerülhetett sor.

A háromhetes küzdelem alatt a győri, budapesti, bajai, székesfehérvári és pécsi vízügyi igazgatóság szervezett védekező tevékenysége 697 km saját maguk fenntartotta fő védelmi vonalra, és 23 helyen összesen 125 km hosszú, tanácsi kezelésben levő hullámtéri nyárigátra, továbbá a bevédetlen nyílt ártereken hevenyészett ideiglenes gátakra terjedt ki. Győr és Esztergom városa, továbbá Budapest főváros az árvíz elleni védekezést saját szervezetével és az Országos Árvízvédelmi Kormánybiztosság támogatásával 107 km hosszú vonalon látta el (Serf-Sik 1955).



5. ábra. A Duna magyarországi szakaszának árterei és védvonalai a vízügyi igazgatóság feltüntetésével (Lászlóffy 1955)

Az 1954. évi árvíz során 51 km hosszon szivárgás, 90 csurgás és 143 buzgár ellen kellett védekezni. Utóbb megtörtént a dunai védvonal részletes talajmechanikai vizsgálata, benne a szigetközi buzgárképződés okainak feltárása (Tápay 1955, Galli 1955). Ezekből az információkból és a védekezők beszámolóiból megfelelő képet kaphatunk az árvízi jelenségekről és a védekezési munkák körülményeiről.

Az 1954. évi árvíz elleni védekezést jól jellemzi Serf Eged és Sik Jenő értékelése (1955): „Az általános helyzetképhez tartozik még annak a megállapítása is, hogy abban az időben, amikor a tetőzés a Budapest feletti védvonalak mentén keresztülhaladt, vagyis július 17-18-án már teljes súllyal érvényesült az a nagy, országos jellegű támogatás, amelyet az Országos Árvízvédelmi Kormánybizottság a szigetközi töltésszakadások után mozgósított”.

Ez a gyakorlatban azt jelentette, hogy a Szigetközbe július 15-én Mosonmagyaróvárról érkezett az első közérő és néhány teherautó deszka a dunaremetei hajóállomás feletti szakaszon nyúlgát építéséhez. Addig azonban a vízügyi igazgatóság a saját, elsősorban a 10-15 főből álló csapataival (Rajka, Cikola, Bodak, Lipót és Ásványráró) és az árvédelmi szertárakban levő csekély anyaggal védekezett. Viszont az almásfüzitői védvonalon, mely épülőben volt, – az időelőnyt kihasználva, néhány nap alatt – idejében kirendelt további gépekkel, kézi erővel és fogatolt járművekkel sikerült 18.000 m³ föld beépítésével a területet megvédeni.

1. kép. Védekezési munka a Győri Vízügyi Igazgatóság területén, a Szigetközben (az ÉDUVIZIG archívumából)



Árvízvédekezés a Győri Vízügyi Igazgatóság területén

A védekezés legnehezebb szakasza Szigetközben volt (6. ábra). Egyrészt, mert az árvíz itt érkezett az ország területére és ezért itt volt a legkevesebb idő a felkészülésre, másrészt ezen a szakaszokon volt a legmagasabb a vízszint, mind az eddig észlelt maximumhoz, mind a mértékadónak tartott 1899. évi tetőzésekhez képest.



6. ábra. A szigetközi árvízvédelmi vonal (Stelczer [2004] nyomán)

A Győri Vízügyi Igazgatóság 466 km hosszú védvonalából a védekezés a Dunán és a mellékfolyók visszaduzzasztott szakaszán 190,9 km hosszú védvonalra terjedt ki. A legtöbb gondot a buzgárok elleni védekezés és a töltések magasztása (nyúlgátak építése) jelentette.



2. kép. Elöntött lakóház Győr-Révfalan (az ÉDUVIZIG archívumából)

Az első riasztó jelenség július 12-én 18 óra körül a rajkai gátórház felett kb. 150 m-re jelentkezett (6. ábra), amikor a viszonylag magas és a szigetközi töltésnél nagyobb méretekkel, főként homokos kavicsból épült töltés hullámtéri oldalán, pár centiméterrel az árvíz szintje felett 20-30 cm átmérőjű gödör jelent meg. A gödör egyre nagyobbodott és mélyült, miközben a gáttest belseje felé csorgó kavicsanyag éles zörgő hangot adott.

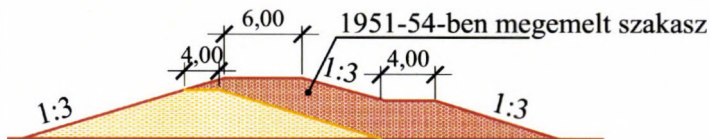
A töltés mentett oldalán, közvetlenül a töltés lábánál a Mosoni-Duna kotrással kialakított medrében a 0,50-0,60 m-es mély vízben fekete iszapot hozó sok apró buzgár jelent meg. A védekezést két körülmény is nehezítette:

- a Duna árvízszintje és a Mosoni-Duna vízszintje között 5,5 m vízszintkülönbség alakult ki, viszonylag rövid távolságon belül;
- a Mosoni-Duna medrében a buzgár elfogása hagyományos módszerekkel nem volt lehetséges, az ellennyomást csak a Mosoni-Duna vízszintjének duzzasztásával lehetett biztosítani.

A Mosoni-Duna vízszintjének megemelését – a meder elzárásával – mintegy 1.000 m³ kő vasúti és közúti szállításával már július 13-án a délutáni órákban, a meder elzárásával, sikerült biztosítani. Az Árvízvédelmi Készenléti Szervezet (ÁKSZ) pedig órák alatt felvonult és még július 13-án a hajnali órákban befejezte mintegy 20 m hosszón a szádfal leverését (6. ábra).

A szigetközi védvonalon történt négy szakadás közül hármát buzgárképződés

okozott (6. ábra), viszont az igazán kis méretekkkel megépített töltéseken (7. ábra) magassági hiányok miatt nem volt szakadás, pedig egyes szakaszokon néhol 50-60 cm-rel is magasabb volt a víz a töltés koronájánál.



7. ábra. A szigetközi árvízvédelmi töltés méretei (Stelczer [2004] nyomán)

A szigetközi védvonal magassági és keresztmetszeti kiépítettsége enyhén szólva is gyenge volt, nemcsak a rendkívül magas 1954. évi árvízhez, de a Csallóköz bal parti töltéséhez viszonyítva is. A bal parti töltések általában 20-40 cm-rel magasabbak voltak és 4 m helyett 6 m koronaszélességgel épültek ki.

A szigetközi töltések megerősítése 1951-ben kezdődött. Az 1954-ig megerősített, Cikolasziget és Kisbodak közötti, mintegy 9 km-es szakaszon (7. ábra) az 1954. évi árvíz során védekezésre nem került sor (mindössze két mini-buzgár jelentkezett a terep két legmélyebb pontján). Ennél jobban nem lehet bizonyítani a megfelelő méretekre kiépített töltések hatékonyságát.

A Győri Vízügyi Igazgatóság többi szakaszán a védekezés sikeres volt. Komáromnál a bombasérült mellvédfalat a vízfelőli oldalon terméskövel erősítették meg, a teherpályaudvar védelmére pedig jászolgátat építettek. Az almásfü-

3. kép. A lakosság kitelepítése Révfaluból (az ÉDUVIZIG archívumából)



zítői védtöltés építése az árvíz érkezésekor még épülőben volt. A védekezés alatt mintegy 18.000 m³ föld beépítésével főként a magassági hiányokat kellett pótolni, ill. keresztmetszeti méreteket növelni.

Az 1954. július 15-16-án bekövetkezett ásványrárói gátszakadások (8. ábra) után a védekezést Győr városára, illetve a révfalui régi, gyenge körgát megerősítésére összpontosították. Hiába volt azonban minden erőfeszítés, július 20-án hajnalban, talajtörés következtében itt is átszakadt a gát, és a négy nappal korábban kiürített házakat csaknem két méteres víz borította el.



8. ábra. Az ásványrárói gátszakadások (Stelczer [2004] nyomán)

Árvízvédekezés a Budapesti Vízügyi Igazgatóság területén

A Budapesti Vízügyi Igazgatóság és a Duna magyarországi alsó szakaszán védekező székesfehérvári és pécsi igazgatóság is, a felkészülés szempontjából lényegesen kedvezőbb helyzetben volt, mert

- több idő állt rendelkezésére (az árvíz Budapesten július 18-án tetőzött);
- az árvíz tetőző magasságát és idejét már előre, pontosan jelezni lehetett;
- a Budapest alatti szakaszon a védvonalak magasabbak voltak, a jeges árvizek szintjének figyelembevételével épültek;
- az Országos Árvízvédelmi Bizottság a szigetközi töltésszakadások után (emberben és anyagban) igen nagy erőket mozgósított.

A Budapesti Vízügyi Igazgatóság kereken 183 km hosszú szakaszon 37 buzgár és 22 csurgás ellen védekezett (*Serf-Sik* 1955). Veszélyes helyzet azokon a szakaszokon alakult ki, ahol a töltések kiépítési foka messze elmaradt a tervezettől: Felsőgöd, Szentendre rögtönzött gátjain, a Szentendre-szigeti védvonal alacsonyabb részein.

A **Bajai Vízügyi Igazgatóság** – amely akkor a budapestinek kirendeltsége volt – területén, a Duna bal parti és a Dunavölgyi-főcsatorna 153 km hosszú védvonalán 35 buzgár és 41 csurgás jelentkezett. Kritikus helyzet egyedül csak a Dunavölgyi-főcsatorna jobb parti védtöltésén alakult ki, ahol a tőzeges altalaj és a rossz töltésanyag miatt rendkívüli mértékű csurgások, szivárgások és átázások mutatkoztak (*Serf-Sik* 1955).



4. kép. Az elöntött révfalui víztorony környéke (az ÉDUVIZIG archívumából)

Árvízvédekezés a Székesfehérvári Vízügyi Igazgatóság területén

A Székesfehérvári Vízügyi Igazgatóság a Duna jobb parti és a Sionak a visszaduzzasztás határáig érő 150 km hosszú töltésszakaszán védekezett. Buzgárt 23, csurgást 7 helyen kellett elfogni. A csak nyári gáttal védett Bölske és Madocsa községeket az árvíz ideje alatt épített gátrendszerrel kellett megvédeni (*Serf-Sik* 1955).

Árvízvédekezés a Pécsi Vízügyi Igazgatóság területén

A Dunának a Pécsi Vízügyi Igazgatóság területére eső Mohács-déli országhátár között húzódó jobb parti, 20 km hosszú gátján mindössze 9 helyen jelent-

kezett buzgár. Az alacsony és elégtelen méretű gátat a kellő időben odarendelt földmunkagépeknek köszönhetően az árvíz alatt padka építésével sikerült megerősíteni (*Serf-Sik* 1955).

8. Az 1954. évi árvízvédekezés tapasztalatai és tanulságai

Az 1954. évi árvíznél, az eddigi jégmentes vizeknél nagyobb árvízszint a töltések magassági méretezésére mértékadónak megállapított vízszint megváltoztatását csak a Vác feletti Duna-szakaszon tette szükségessé. Vác alatt továbbra is a szakaszonként különböző időpontokban rögzített legmagasabb jégtorlódásos árvízszintek burkológörbéjét kellett mértékadónak tekinteni. Mivel valamennyi korábbi, és az 1954. évi jégmentes árvízszint is, kisebb-nagyobb mértékben a jeges árvízszintek alatt fekszik, a védtöltések meglévő, illetve tervezett koronamagassága itt nem szorult korrekcióra. Mindez természetesen nem vonatkozott a védvonal keresztmetszeti méreteinek megállapítására, amelynél a jövőben a rövid ideig tartó jeges tetőzések helyett az 1954. évi árvíz tartósságát kell a töltés és általaj teherbírása szempontjából figyelembe venni.



5. kép. A révfalui körgát erősítése jászolgáttal (az ÉDUVIZIG archívumából)

A fentiekkel ellentétben egészen lényeges, alapvető változást idézett elő az új árvízszint a Vác feletti, de különösen az Oroszvár–Komárom közti Duna-szakaszon. Itt eddig az 1899. évi árvíz adatai alapján az akkori töltésszakadásokon kiömlött víz-

mennyiség figyelembevételével, számítással meghatározott vízszint volt a mértékadó, és a Magyar-Csehszlovák Közös Műszaki Bizottság is ezt fogadta el. A védőtöltéseknek e fölé a vízszint fölé kellett volna 1,50–1,20 m magassági biztonsággal kiépülniük, ami a magyar parton addig még nem történt meg.

A dunaremetei vízmércén az 1899. évi eddigi maximumhoz képest 87 cm vízszintemelkedést észleltek. Ez az amúgyis megerősítésre váró védvonal teljes magassági tartalékát felemésztette, és a vízáteresztő altalajban olyan áramlási viszonyokat idézett elő, amelyeket a múltban még nem vizsgáltak és a védvonal állékonysága szempontjából kellően nem értékelték. Ebből következően érthető, hogy miért éppen a Szigetköz Duna-jobbparti védvonala került a védekezés tekintetében a legsúlyosabb helyzetbe, és más helyekkel ellentétben – ahol teljes sikerrel járt a hatalmas arányú védekezési erőfeszítés – miért éppen ezen a szakaszon nem lehetett a védvonal átszakadását, 220 km² elárasztását és 3559 lakóépület megrongálódását, illetve összeomlását elhárítani (*Serf-Sik* 1955).



6. kép. Elöntött lakóház Győr-Révfaluban (az ÉDUVIZIG archívumából)

Az 1954. évi dunai árvíz elleni védekezés tapasztalatait *Rajczy Kálmán vízügyi főigazgató* (1955) az alábbiak szerint összegezte:

- a Duna magyarországi szakaszán egyidejűleg végzett védekezés – a hiányosságok, elsősorban a védművek hiányosságai ellenére – eredményes volt,
- a védművek megerősítését az eddiginél gyorsabb ütemben kell végezni, mert a védművek megerősítéséhez szükséges anyagi áldozat jóval kisebb, mint

egyetlen nagy árvíz okozta kár (1954-ben a Duna-völgyben kerekén 350 km² került víz alá és romba dőlt 1394, megrongálódott 2165 ház).

- ez az árvédekezés különösen kidomborította a tudományos elemző munkán alapuló előrejelzés fontosságát, azt, hogy az alkalmazott előrejelzési módszereken és az előrejelzési tevékenység szemléletén változtatni kell. A védekezés országos irányításához nem elegendő az, hogy a prognózis csak a már bekövetkezett vízállásokra támaszkodik. (Meggjegyezzük, hogy a dunai árvízi előrejelzés fejlesztésére *Lászlóffy Woldemár* (1955) 10 pontos javaslatot tett.)

- a vízgyűjtőterületen osztozó szomszédos államok vízrajzi és meteorológiai szolgálatainak szorosan együtt kell működniük és egymásnak idejében szolgáltatni az adatokat.

Rajczy Kálmán azt is kihangsúlyozta, hogy ha 1954 júliusában a Traun és Enns árhulláma nem közepes, hanem az Inn árhullámához hasonló, igen magas vízzel érte volna el a Dunát, az árvízveszély hazánkban sokkal súlyosabb lett volna.

Az 1954. évi árvíz során a Szigetközben nagyon sok „mini” buzgár keletkezett, melyek elfogására csak nagyon kevés esetben került sor, mert ezen a szakaszon kevés volt a védekező ember és az anyag (homokzsák). Ezek az apró buzgárok legtöbbször önmagukat fojtották el. Az árvíz levonulása után a „mini” buzgárok részletes feltárása megtörtént (*Galli* 1955). A szigetközi altalaj (nagy mélységig homokos-kavics, jó vízvezető réteg) és félig vízzáró fedőréteg esetén

7. kép. Víz alatt a Szigetköz (az ÉDUVIZIG archívumából)



a „mini” buzgárok, és bizonyos mértékig a *fakadó vizek* ellen a legjobb védekezési módnak az *ellennyomó medencék*, ill. a *mentett oldali kavicspadkák* („paplan”) építése bizonyult (Stelczer-Csoma 1979, Stelczer 1994). Az ellennyomó medencék a későbbi árvizek során is sikeresen vizsgáztak.

Az 1954. évi árvíz során buzgár három helyen (Ásványrári felső szakadás, Kisbodak és Dunakiliti) okozott gátszakadást (6. ábra). A buzgárok áradó ágon, a tetőzés közelében és addig még nem mért magas vízállásnál jelentkeztek. A rajkai buzgár elleni sikeres védekezés még további tapasztalatokkal járt:

- felhívta a figyelmet a figyelőszolgálat fontosságára. A figyelőszolgálat ébersége, a veszély időben való jelzése lehetővé tette az eredményes védekezést, a védelmi anyagok és eszközök helyszínre szállítását, az ÁBK SZ gépi szádpalló verőosztagának időbeni felvonulását, a munkaerő riasztását.

- a töltés anyagának és a beépítés módjának helyes megválasztására;
- az 1954. évi árvíz elleni védekezés talán legfontosabb tapasztalata, hogy a megfelelően kiépített védvonal sikeresen ellenállt még az addig észlelt legmagasabb árvíznek is.



8. kép. Szigetközi „csendélet”
(Szlávik 2007a)

Szigetköz fővédvonalán keletkezett negyedik szakadásra, az ásványrári alsóra, azért érdemes visszaemlékezni, mert ilyen okokra visszavezethető szakadás még nem volt Magyarország árvízvédelmének történetében (8. ábra).

Az Ásványráró feletti szakadáson átömlő vizet egy egykori mederpart és a község töltésre csaknem merőleges házsora az árvédelmi töltés mentett oldalához terelte (8. ábra). A töltés fokozatos elmosása következtében július 16-án 15 óra 40 perckor bekövetkezett a negyedik, az Ásványráró alatti szakadás (Serf-Sik 1955). Felmerült, hogy a töltéshez legközelebb levő házak felrob-

bantásával el lehetett volna kerülni ezt a szakadást. Ugyanakkor a robbantás után ott maradó törmelék továbbra is terelőműként szorította volna a nagy sebességgel rohanó vizet a töltéshez. A törmelék elszállítására pedig a Szigetközbe beömlő egyre magasabb víz miatt lehetetlen lett volna. Végül is a terelés fő oka a töltésre merőleges házsor

volt. Tanulság, hogy a szabadon hagyandó sáv szélessége nem elégséges. A mentett oldalon a töltés lábától legalább 100 m széles sávra építési tilalmat kellene elrendelni, tehát a település utcája, utcásorai ennél jobban ne közelítsék meg az árvédelmi töltés mentett oldali lábát. Sajnos, ez a szabad sáv sok helyen ma sincsen meg.

Az árvízszintek emelkedése egyre inkább veszélyeztette a kiépített védelmi rendszert. Az 1954. júliusi rendkívüli árvíz esetében már elégtelenné vált a korábban kiépített védelmi vonal. A levonuló árhullám okozta négy töltésszakadáson kiömlő víz szinte a teljes Szigetköz területét elöntötte. Különösen súlyossá tette a katasztrófát, hogy a 19. 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. A katasztrófa után az 1955-61 közötti években végrehajtott töltésmagasítási és szelvénybővítési munkák mellett a védvonal erősítésének fő célja a *hidraulikus talajtörés veszélyének* a megakadályozása volt. Ennek érdekében a *buzgáros szakaszokon szorítóát-rendszereket és leterhelő paplanokat* létesítettek.

Az 1954. évi árvíz elleni védekezés tapasztalatai egyértelműen bizonyították, hogy az árvíz elleni sikeres védekezés három alapfeltétele – kiépített művek, szakember gárda, technika és felszerelés – közül az első kettő kiemelkedően fontos. Szigetközben az 1951-54 között megerősített töltésszakaszon (7. ábra) nem kellett védekezni. Szomorú tény, hogy a szakadások következtében nagyobb volt a kár, mint amibe került volna Szigetköz teljes védvonalának megfelelő méretekkel való kiépítése. A figyelőszolgálat vízügyi alkalmazásban levő emberei időben észrevették a rajkai buzgár megjelenését és így időben meg lehetett tenni a szükséges intézkedéseket.

Az 1965-ös, három hónapig tartó rendkívüli árvizet a szigetközi szakaszon megfeszített védekezéssel sikerült kivédeni, de bebizonyosodott, hogy az árvízvédelmi biztonság még mindig nem megfelelő. A hosszantartó ár hatására az altalajon keresztül átszivárgó víz hatására hatalmas területeken keletkeztek elöntések a védett oldalon is. A rendkívüli árvíz elleni küzdelmet segítette, hogy a Duna bal partján, a Csalóközi oldalon következett be gátszakadás. A nagy árvizek levonulása mellett az altalajon keresztül átszivárgott nagy mennyiségű víz által okozott elöntések is megjelentek. Mértékükre jellemző, hogy az 1954. évi árvíz – amely töltésszakadásokkal járt – pusztításainál nagyobb károk keletkeztek az 1965. évi árvíz levonulásakor, amelyeknél nem volt szakadás. A felszíni vízjáráshoz hasonlóan a vizek változásait követő felszín alatti vízmozgás így jelentősen befolyásolta a térségben élők életét.

Az árvízi tapasztalatokat felhasználva további fejlesztésekre került sor. Az árvízvédelmi rendszer fejlesztésével egyidőben az altalajon keresztül megjelenő fakadó-

vizek elvezetésére hatékonyabban működő – az átszivárgó vizek Mosoni-Duna felé történő elvezetését biztosító fejlesztések is megvalósultak. A védelmi rendszerek 1970-es évek közepén befejeződött kiépítésének sikerét az 1975-ben, 1985-ben, 1991-ben, 2002-ben, 2006-ban és 2013-ban levonult jelentős árhullámok idején tapasztaltak bizonyítják. Ezt követően csak az árvizek utáni jelenségek, kisebb rongálódások helyreállítása történt meg. A nagy árvizeket követően megerősítették a gátakat, kiépült a *fakadóvizeket elvezető rendszer* (Jakus et al. 2024).

9. A jelentősebb dunai árvizek összehasonlítása (1897-2013)

Az 1954. évi árvizet megelőzően alig több mint 50 évvel (1897, ill. 1899), vonult le az addigi két legmagasabb dunai árvíz Magyarország területén. Az 1954. évi árvíz a Dunának csaknem a teljes hazai szakaszán (a Dunaújváros – Paks közötti részt kivéve) LNV-t eredményezett. Azt követően csaknem hat évtized alatt (2013-ig) öt olyan árhullám vonult le a magyarországi Dunán (1965, 1991, 2002, 2006, 2013), amelyek – különböző szempontok, paraméterek alapján – rendkívülinek minősíthetők (2. táblázat). Rendkívüliségük abban is megnyilvánult, hogy az 1954. év utáni árvizek (a 2013. évi kivételével) úgy lettek a magyarországi vízmércéken maximálisak, úgy haladtak meg az 1954. évit, hogy Bécs felett lényegesen alatta maradtak az 1954. évinek!

Az 1965. évi árvizet hat nagyobb és több kisebb árhullám alakította ki. Az egymást követő kisebb, vagy nagyobb áradások egymást szorosan követően futottak rá a Duna magyarországi kisebb esésű, Gönyű alatti szakaszára. Végül az utolsó, a hatodik árhullám emelte az árvízszintet az 1954. évi árhullám tetőzésénél magasabbra. Magyarországon az 1965. évi árvíz Budapest alatt úgy lett 2013-ig minden idők addigi legnagyobb árvize, hogy a Rajka feletti Dunán messze alatta maradt az 1899. és az 1954. évi árvizek tetőzéseinek. Az 1954. évi árvíz Pozsonynál 70, Rajkánál 48 cm-rel volt magasabb, mint az 1965. évi, de Adony-Mohács között már az 1965. évi emelkedett magasabbra az 1954. évinél 58-77 cm-rel (1. és 2. táblázat). A két árvíz közötti magasságkülönbség Pozsony-Mohács viszonylatában 130 cm (Body et al. 1966). A Mohács alatti szakaszon a jugoszláviai szakadások leszívó hatása jól érzékelhető volt.

Az 1991. évi árhullámot nevezhetjük „magános” árhullámnak is, mégis több szempontból is figyelmet érdemel. Egyértelműen megmutatta az „előkészítő csapadék” fontos szerepét a felszíni lefolyásban. A csapadéktevékenység aránylag rövid ideig tartott és elsősorban a Bécs környéki vízgyűjtőkön, vagyis Magyarországhoz közel eső területeken volt számottevő. Ennek eredményeként a

második árhullám áradó és apadó ága Pozsonynál igen meredek volt, rendkívül nagy (az évszázadban a harmadik legnagyobb) tetőző vízhozammal, de viszonylag kicsi víztömeggel. Az árhullám kis tömegének és a bal parti szlovákiai mellékfolyók (Vág, Garam, Ipoly) vízgyűjtőjén lehullott kevesebb csapadéknak köszönhetően az Esztergom alatti szakaszon az árhullám rohamosan ellapult. Ennek az árvíznek a Bécs-Komárom közötti tetőző vízállásai (2. táblázat) élesen rámutattak arra a csaknem évszázados problémára, hogy Dunaremete térségében az árvízi és a középvízi meder – az intenzív folyószabályozási beavatkozások ellenére – állandóan emelkedik. Az emelkedés üteme az 1965. évi árvíz óta fokozódott (Bartháné-Bartha 1993, Stelczer 2004).

2. táblázat. Az 1954-2013 közötti időszak legjelentősebb árhullámjainak tetőzési adatai

Vízmerce	Az árvíz tetőzésének ideje					
	1954. 07.	1965. 06.	1991. 08.	2002. 08.	2006. 03.	2013. 06.
	az árvíz magassága, cm					
Pozsony	984	914	864	991	829	
Dunaremete	692	654	722	718	573	
Nagybajcs	784	780	779	878	759	907
Gönyű	774	787	721	832	728	857
Komárom	751	782	745	801	781	845
Esztergom	694	740	714	771	766	813
Nagymaros	641	682	634	707	714	751
Budapest	805	845	783	848	860	891
Dunaújváros	671	742	661	716	724	755
Dunaföldvár	651	703	633	685	691	721
Paks	816	872	798	859	861	891
Baja	912	976	875	943	952	989
Mohács	924	984	864	925	931	964

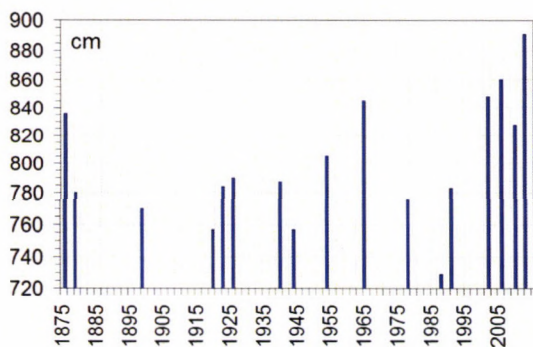
A 21. század első, rendkívül magas árhulláma **2002 augusztusában** vonult le a Dunán. Ez az árvíz az 1954. évihez hasonlított, mert ennek az árvíznek is volt egy kisebb „előkészítő árhulláma”. Különbözött viszont abban, hogy az árvíz kialakulásában főként az Enns és a Traun játszott vezető szerepet, melyet a Salzach igen jelentős áradásai tovább súlyosbítottak. Feltűnő volt az is, hogy a Duna árvízét általában meghatározó Inn 2002-ben nem áradt. A 2002. évi árvíz Pozsonynál csak 7 cm-rel volt magasabb, mint az addig észlelt legmagasabb 1954. évi tetőzés (2. táblázat).

2002 augusztusában a Duna Pozsony-Budapest közötti szakaszán minden addigi vízállást meghaladó árvíz vonult le (2. táblázat), annak ellenére, hogy a csúcsvízhozamok nem érték el a korábbi maximumot. Ennek oka abban keresendő, hogy a meder emésztőképessége jelentősen lecsökkent. Ez igaz, s nemcsak az eltereléssel érintett Duna-szakaszra, hanem az üzemvíz-csatorna visszatorkollása alattira is. A Rajka-Szap közötti szakaszon mind a főmeder, mind a hullámtér, míg Szap alatt csak a főmeder emésztőképessége romlott.

A Budapest alatti szakaszokon 2002-ben a vízszintek mindenhol elmaradtak az 1965. évi maximális értékektől. Ennek okai a következőkkel magyarázhatók: a jelentősebb szlovák mellékfolyók (elsősorban a Morva és a Vág) szerény vízszállítása; a Budapest alatti viszonylag alacsony mederteltség, valamint az, hogy az alsó szakaszokon a határainktól délre eső nagy mellékfolyók (elsősorban a Dráva) vízszállítása kicsi volt (Stelczer 2004).

A **2006. évi árvíz** tetőző szintjei a Komárom alatti szakaszon mindenütt meghaladták az 1954. évi tetőzéseket; Komárom-Budapest között elérték vagy meghaladták az 1965. évi LNV-eket (2. táblázat). Ennek elsősorban az volt az oka, hogy a magyar-szlovák határszakasz térségében a Duna bal parti mellékfolyói (elsősorban a Morava és a Vág) rendkívüli vízhozamokat szállítottak és a tetőzések egybeestek a Dunán levonuló árhulláméval (Szlávik 2007b).

A **2013. évi árhullám** tetőző szintjei a hazai szakaszon – Mohács kivételével – végig új LNV-eket jelentettek (2. táblázat). Az 1965. évi és a 2013. évi árhullámok befolyásoló tényezőit elemezve kitűnik, hogy a magyarországi alsó szakasz vízállásaira jelentős hatást gyakoroló Dráva 1965-ben jelentős, 2013-ben viszonylag kis vízhozamot szállított (Szlávik 2013).



9. ábra. Az árvízszintek oszlopdiagramja Budapestnél (1875-2013)

Megvizsgáltuk az 1875-2013 közötti időszakban a Duna budapesti szelvényében kialakult, a 720 cm-es tetőző szintet meghaladó árhullámokat. Az elmúlt 138 évben Budapestnél 17 olyan jégmentes árhullám vonult le, amelyek tetőző vízálása meghaladta a 720 cm-t (9. ábra). Az árvízszintek emelkedő tendenciája egyértelmű. A III. fokú szintet (800 cm) meghaladó árhullámok száma 138 év alatt 7, ezekből az utóbbi 4 2002-2013 között fordult elő (Szlávik 2013).

A tetőzés időpontja	Jégmentes		Jeges
	észlelt	számított	észlelt
	árvíz magassága, cm		
1838. 03. 15.			1030
2013. 06. 09.	891		
1876. 02. 16.			867
1775. 02. 16.			864
2006. 04. 04.	860		
2002. 08. 18.	848		
1965. 06. 18.	845	866	
1876. 03. 09.	827		
1941. 02. 04.			832
1799. 03. 07.			830
1940. 03. 18.			818
1839. 02. 18.			817
1744. 03. 10.			812
1954. 07. 18.	805	815	
1850. 02. 13.			805
1926. 06. 22.	790		
1940. 03. 03.	787		
1923. 02. 10.	784		
1991. 08. 08.	783		
1897. 08. 08.	780		
1926. 08. 05.	780		
1975. 07. 08.	776		
1899. 09. 22.	770		
2002. 03. 27.	767		
1956. 03. 09.			764

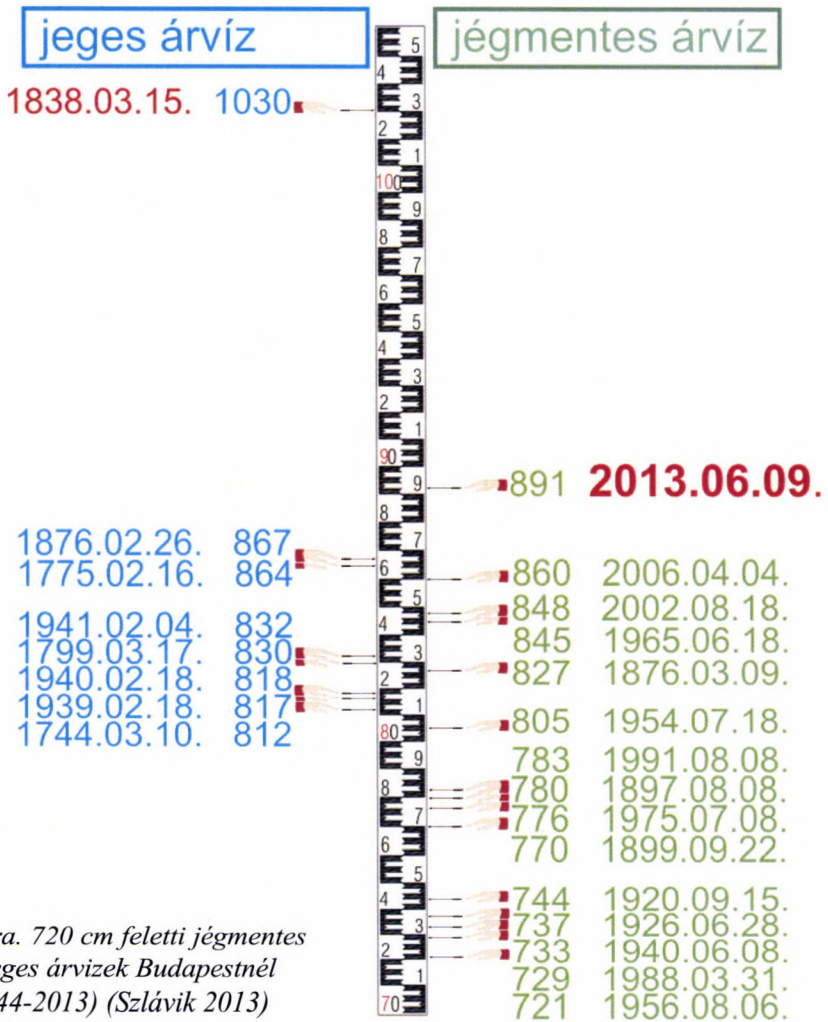
3. táblázat. 760 cm-t meghaladó jégmentes és jeges árvízszintek a Duna budapesti vízmércéjén (1744-2013)

• az újabb – korábban még elő nem fordult – időjárási helyzetekből származó következmények. (Erre példa a Morava és a Vág előzőekben bemutatott hatása a 2006. évi dunai tetőzésekre, illetve a Dráva vízszállítása a 2013. évi árvíz levonulásakor.) (Szlávik 2013).

A 3. táblázatban összeállítottuk az eddig észlelt legmagasabb jégmentes és jeges árvizek tetőző magasságait Budapestnél. (Ugyanezeket az értéket a 10. ábrán is szemléltetjük). Feltűnő, hogy a 2006. évi árvíz magassága megközelítette az 1876. és az 1775. évi jeges árvizek szintjét, amelyek a második-harmadik legnagyobb jeges árvizek voltak Budapestnél; a 2013. júniusi jégmentes árvízszint pedig már ezeket is meghaladta!

A Dunán, a Tiszán és mellékfolyóikon az elmúlt 100-180 évben számos új LNV alakult ki. A 11. ábra ezek időbeli egymásutánosságát és növekedését szemlélteti. Az utóbbi néhány évtizedben az árvízszint-emelkedés intenzitása több szelvényben növekedett. A hazai árvízvédelem fejlesztésének stratégiai kérdései e vízszint-növekedés okai, várható üteme és mértéke. Véleményünk szerint az árvízszintek emelkedésének legalább három – egymást átfedő, egymásra halmozódó – oka van:

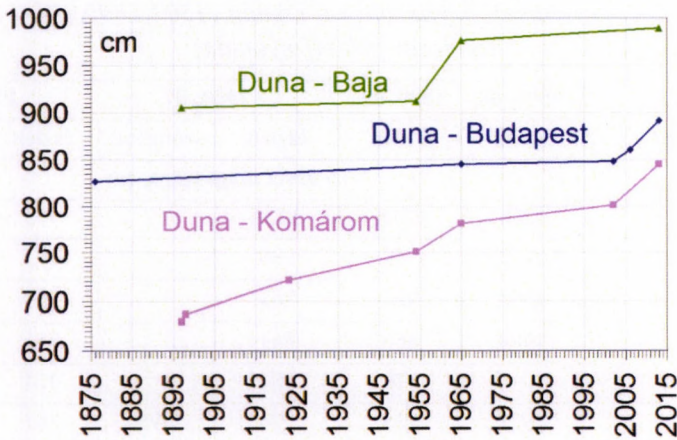
- az éghajlatváltozás vitathatatlanul jelentkező, bár részleteiben még nem számszerűsíthető hatása;
- a vízgyűjtőn folytatott emberi tevékenység hatásának integrált megjelenése, amely a felső folyószakaszokon az összegyülekezés, a lefolyás gyorsításában, a kisesésű sík-vidéki szakaszokon pedig – ezzel ellentétben – az érdesség növekedésében és a tározódásban nyilvánul meg;



10. ábra. 720 cm feletti jégmentes és jeges árvizek Budapestenél (1744-2013) (Szlávik 2013)

Hetven évvel az 1954. évi, ma már mondhatjuk történelmi árvíz után – ismerve az újabb és újabb rekordmagasságokat elérő 1965., 1991., 2002., 2006. és 2013. évi magyarországi árvizeket (2. táblázat) – többszörösen is beigazolódtott Károlyi Zoltán (1955) akkori megállapítása: „az 1954. évi árvíz egyáltalán nem tekinthető egyedülállónak, és megismétlődésével, illetőleg túlhaladásával a legkomolyabban számolni kell”. Károlyi szavai utóbb (1965-2013) rendre beigazolódtak.

Ezt a megállapítását Károlyi (1955) azokra a történelmi árvízi adatokra alapozta, melyeket a bécsi Hydrographisches Zentralbüro – Központi Vízirajzi Intézet (HZ 1908) és a Duna magyar szakaszáról Zawadowszky (1891) állított



11. ábra. A dunai árvízszintek emelkedési tendenciája (1875-2013)

össze, kiegészítve a 20. század első felének nagy árvizeivel. Ezen adathalmaz alapján meg lehetett állapítani, hogy a Dunán minden évszázadban 5-12 esetben fordult elő olyan rendkívüli árvíz, mely emberélettel és nagy anyagi kárral járt. Károlyi szerint, valamennyi között legnagyobb volt és valóban az addig észlelt legmagasabb árvíznek tekintendő az 1501 augusztusában levonult árhullám. Magasságát Ausztria területén számos árvízjel örökíti meg.

Az **1501. évi árvíz** magasságát Passaunál 1338, Engelhartzellnél 1232, Linznél 1098 és Bécsnél 1000 cm-re (4. táblázat), tetőző vízhozamát 14.000 m³/s-ra, ismétlődési valószínűségét pedig 3.000 évre becsülték (Károlyi 1955).

Az 1501. évi árvízszint Passaunál 118 cm-rel volt magasabb, mint az 1954. évi maximum, és 220 cm-rel a második legnagyobb szintnél, az 1899. évinél. Bécsnél 1899-ben 134, 1954-ben 139 cm-rel tetőzött magasabban az árhullám, mint az 1501. évi árvíz (4. táblázat).

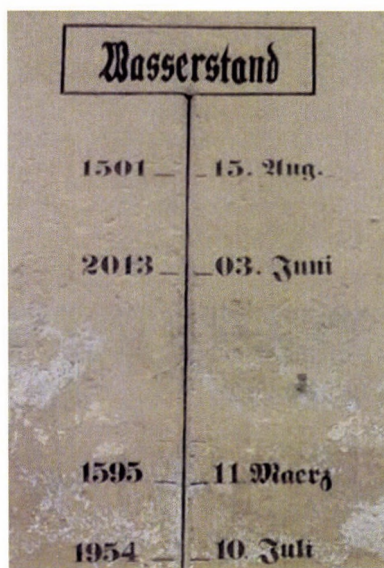
A 2013. évi árvíz tetőzése Passauban (1289 cm) rendkívüli érték: az 1501 óta a Városháza falán megjelölt történelmi árvízszintek sorában a második és mindössze 31 cm-rel marad el az ott jelölt 1501. évi értéktől (1320 cm). Az itt közölt 10. kép 2013 késő őszén, a helyszínen készült és feltétlenül hitelesnek tekinthető, mivel a passai illetékesek által bemért és bejelölt 2013. évi vízszintet mutatja.

A vízszintek számértékei a vízmérce mai „0” pontjára átszámítva:

1. 1338 cm 1501. augusztus
2. 1289 cm 2013. június 3.
4. 1220 cm 1954. július 10.
9. 1079 cm 2002. augusztus 13.

4. táblázat. Történelmi árvízszintek a Dunán (1501, 1899, 1954, 2013)
(Stelczer [2004] nyomán)

Vízmerce	1501. 08.	1899. 09.	1954. 07.		1965. 06.	
	észlelt	észlelt	észlelt	számított	észlelt	számított
	az árvíz magassága, cm					
Passau	1338	1118	1220		973	
Engelhartszell	1232	969	996		817	
Linz	1098	907	963		803	
Bécs	1000	866	861		756	
Pozsony		970	984		914	
Gönyű	1071	735	774	795	787	796
Komárom	1014	687	751	773	782	803
Esztergom		646	694	710	740	758
Budapest	1045	770	805	815	845	866
Dunaújváros		640	671		742	762
Paks		811	816		872	890
Baja		888	912		976	996
Mohács	1057	878	924		984	1004



9. kép. Történelmi árvízszintek a passai Városháza falán
(Szlávik 2013)

Az 1501. évi árvíz és az eddigi rendkívüli dunai árvizek ismeretében *Stelczer Károly* 2004-ben megbecsülte a Budapestre várható maximális rendkívüli árvízszintet (*Stelczer* 2004):

- az 1501. évi árvíz tetőzése (14.000 m³/s) és a Q-H görbe alapján: **1050** cm körüli érték;
- az eddig észlelt legmagasabb 1501. évi árvíz ausztriai jelölt magasságait és a becsült 14.000 m³/s vízhozamot figyelembe véve a VITUKI Vízjelző Szolgálatának lefolyás-szabályozási és előrejelzési modelljével számolva a Budapestre várható vízállás: **1045** cm;
- ha az 1954. évi árvíz a Traun és Enns 1899-ben szállított vízhozamaival növelt tetőzéseit (*4. ábra*) fogadjuk el mértékadónak és csatlakoztatjuk az 1501. évi bécsi árvízszinthez, a budapesti tetőzés így becsült értéke **930** cm körüli;
- ha viszont a 2002. évi vízállás-idősort helyezzük át a bécsi szelvénybe (*4. ábra*), akkor a budapesti tetőzés becsült értéke **970** cm körülire adódik.

A becslés eredményei ugyan elég széles sávban helyezkednek el, de arra feltétlen rámutatnak, hogy Magyarországon az eddigieknél lényegesen magasabb árvizekre lehet számítani. Ezt a becslést alátámasztja az a tény is, hogy az 1954. évi árvíz utáni négy nagy árvíz úgy ért el maximumokat Magyarországon, hogy a Bécs feletti szakaszon mindegyik kisebb volt az 1954. évinél. *Stelczer* 2004. évben közölt becsléséa Duna 2006. és 2013. évi budapesti tetőző vízállásai is igazolják.

Egyértelműnek tekinthetjük, hogy a 20. század második felétől a Duna magyarországi szakaszán lényegesen megváltoztak a lefolyási viszonyok. A változás következménye, hogy a magyarországi Duna-szakasz árvízvédelmi biztonságát felül kell vizsgálni, a várható legmagasabb árvízszinteknek és a mentett területek nagyságrendekkel megnövekedett védett értékeinek megfelelően **a dunai árvízvédelmi vonalakat fejleszteni kell.**

Budapest árvédelmi vonala igen nagy értékeket véd, ezért a biztonságot 150 cm-rel, mint a jégveszélyes szakaszok minimális biztonsági értékével növelve, **legalább a lánchídi vízmérce szerinti 1200 cm-es árvízszintre kellene kiépíteni a főváros védvonalát.**

10. Emlékezés az 1954. évi szigetközi árvízkatasztrófára

Az 1954. július 15–16-i ásványrári gátszakadások után Győr városára, illetve a révfalui régi, gyenge körgát megerősítésére összpontosítottak a véderők. Hiába volt azonban minden erőfeszítés, július 20-án hajnalban, talajtörés következtében átszakadt a gát, és a négy nappal korábban kiürített házakat közel kétméteres víz borította el. Ennek állítottak emléket még abban az évben a megye és a város vezetői, valamint a helyreállításon dolgozó szakiparosok.

Az építészeti kompozíció három lépcsőfokkal emelkedik a parkosított térsík fölé. Egy négyzetes vízmedencében az árvíz tényét egy fekvő téglatest formájú, alacsony visszaugró lábazon álló fehér mészkőtömb örökíti meg. A vízmedence alacsony, de széles műkö szegélyét magas, álló téglatest alakú, szalagkerettel tagolt kőoszlop töri meg, amely felhívja az arra járók figyelmét az emlékműre. A kőoszlop felső homlokzatán az első gátszakadások nevezetes dátuma: 1954. VII. 15. A mészkőtömb vékony kökeretében dombormű látható. A jelenet közepén álló, s az áradó vízből asszonyt és gyereket kimentő férfi visszatekint a pusztulás nyomaira, a vízben álló és összedülő révfalui házakra, a csónakon menekülő emberekre, míg előtte jobbra megjelennek a romos épületek újjáépítését ábrázoló képek. A fekvő kötömböt visszaugró kőlap fedi, oldalán a következő felirattal:

„A SZIGETKÖZI ÁRVÍZ EMLÉKÉRE”.

A kompozíció előtti kisméretű térséget egy-egy műkö tömbökön álló pad kerekezi. Az emlékművet alkotója nem szignálta (Szlávik 2007a).



10. kép. Az 1954. évi árvízi emlékmű Győr révfalui városrészében

A „Víz Világnapján” (március 22-én) az emlékműnél, Győr-Révfaluban, a Hédervári út és a Szövetség utca sarkán minden évben koszorúzással egybekötött megemlékezést tartanak a helyi vízügyi szervezetek, a vízügyi szakközépiskola és az önkormányzat képviselői.

A Szigetközben további emlékművek is őrzik az 1954. júliusi árvíz-katasztrófa emlékét, pl. Mosonmagyaróváron, a Régi Vámház téren az „Emberek a bárkán” árvízi emlékmű, Kisbodak külterületén egy *Gátszakadási emlék kopjafa*, Ásványráró, külterületén ugyancsak egy *kopjafa*. Számos *árvíz-táblával* is találkozhatunk, pl. Ásványrárón, a Győri út 30., Győrött, a Zólyom utca 8. alatt, vagy Véneken, a Petőfi Sándor utcában (Bokody 2003).

11. Epilógus

Az árvíz következtében beállott károk jelentősek voltak. A felmerült kiadások főösszegei – *Rajczy Kálmán* közlése szerint (1955) – a következők:

1. az árvízvédekezés költségei:	141 400 000 Ft
2. az árvíz okozta károk helyreállítási költségei:	383 500 000 Ft
Összesen:	524 900 000 Ft

Az 1954. évi dunai árvédekezésre különleges méreteit jellemzi az is, hogy a költségek csaknem 45%-át érték el az anyagra, 41%-át a szállításra és csak alig több, mint 4%-át a munkabérré fordított kiadások.

Az árvíz okozta károk az alábbi fő tételekre bonthatók:

• mezőgazdasági károk:	184.000.000 Ft (48 %)
• épületek és közművek kára:	128.900.000 Ft (34 %)
• közlekedési károk:	30.900.000 Ft (8 %)
• az árvízvédelmi berendezéseket ért károk:	27.650.000 Ft (7 %)
• a kereskedelem és kisipar kárai:	6.050.000 Ft (1,5%)
• iparvállalatok anyagkára:	6.000.000 Ft (1,5 %)
• Összesen:	383.500.000 Ft (100 %)

Az épületek és közművek kárai között leglényegesebbek a lakóépületekben bekövetkezett károk: romba dőlt 1394 és megrongálódott 2165 ház.

Rajczy Kálmán vízügyi főigazgató 1955-ben, a Vízügyi Közlemények árvízi különszámában így értékelte az 1954. évi árvíz elleni védekezést:

„Ha összefoglalásul áttekintjük az egyes szakaszokon még soha elő nem fordult magasságú és időtartamú nyári árvíz ellen az egész Duna mentén egyidejűleg végzett védekezés munkát, meg kell állapítanunk, hogy – a hiányosságok, és elsősorban a védművek hiányosságai ellenére – eredményes volt. A szorosan vett dunai árterek hazánkban fekvő kereken 700 000 kat. hold árvízszint alatti, mezőgazdaságilag művelt, illetve részben beépített területéből a szigetközi töltésszakadások következtében 5%, kereken 35 000 kat. hold került víz alá. Az árterek többi, jóval nagyobb részét sikerült a töltésekkel megvédeni...”

A vízügyi szolgálat árvízvédelmi tevékenységét a gátszakadások kapcsán komoly kormányzati kritika is illette. A Nagy Imre-kormány 2.170/56/1954.sz. határozata a következőket állapította meg:

„...Az Országos Vízügyi Főigazgatóság a védekezés kezdeti időszakában egyedül a saját szervezetével és műszaki felkészültségével - viszonylagosan gyenge erővel - vette fel a küzdelmet a dunai árvíz ellen. Nem szervezte meg a helyes árvízvédekezés előkészítését oly módon, hogy adott pillanatban - az ország jelen-

tős erejének mozgósítása útján - igénybe vehesse mindazokat az erőforrásokat, amelyek az egész ország népgazdaságában és a tömegek mozgósításában rejlenek. Az árvízvédekezés kezdetén kiadott hivatalos közlemények magabizóan és derülátóan, a veszély lebecsülésével ítélték meg a súlyos árvízvédelmi helyzetet és így az árvízzel fenyegetett lakosság előtt nem tudatosították eléggé a védekezés szükségességét...

Megállapítja továbbá a Minisztertanács, hogy az ország egységes vízgazdálkodásának irányítására létesített OVF eddig súlypontosan az öntözés fejlesztésével foglalkozott, emellett azonban az árvízvédelem háttérbe szorult. Az OVF működésében ezt a helyzetet fel kell számolni... ”.

A kritikának hamarosan személyi és egyéb következményei is lettek. A Nagy Imre-kormány bukását követően, 1955 végén új főigazgatót neveztek ki az OVF élére Dégen Imre személyében és megkezdődött a védelmi szervezet jelentős erősítése.

Az árvíz utótörténetéhez tartozó fejleménynek tekinthető, hogy hamarosan alapjaiban megreformálták az árvízi előrejelzés szemléletét és módszereit. A vízügyi szolgálatnál már nem lehetett ezután – politikai okokra hivatkozva – minimumra szorítani a hidrológiai együttműködést a tőlünk nyugatabbra fekvő dunai országokkal. A szakemberek pedig bebizonyították, hogy nem elegendő, ha csak a már bekövetkezett vízállásokra hivatkoznak az előrejelzések, mert úgy kevés idő marad az előkészületekre. Ezután jóval nagyobb ütemben erősítették a védműveket, és a megelőzésre is nagyobb figyelmet fordítottak.

Hetven év távlatából az 1954. évi árvíz jelentőségét az adja, hogy *ez a rendkívüli árvíz döbbsentette rá az ország vezetését, hogy a vízgazdálkodás mennyire fontos kérdés hazánkban; és ez után indult el a vízügy a fejlődés útján.* Állami támogatással, társadalmi összefogással eltűntették a pusztító árvíz nyomait és a Szigetköz újjáépült.

* * *

Forrásmunkák

- Bartha P.-né-Bartha P.* (1993): Az 1991. évi dunai árvíz hidrometeorológiai viszonyai. *Vízügyi Közlemények*, 1993. évi 4. füzet.
- Body K-Csoma J-Károlyi Z-Szilágyi J.* (1966): Az 1965. évi dunai árvíz hidrológiai okai és lefolyása. *Vízügyi Közlemények* 1966. évi külön kötet. 1966.
- Bokody József* (2003): Árvízi emlékek Magyarországon. Kézirat. Duna Múzeum, Esztergom
- Fejér L.* (szerk.) (2001): Vizeink krónikája. A magyar vízgazdálkodás története. Budapest, 2001.
- Galli L.* (1955): Szivárgási jelenségek a védvonalakon. Az 1954. évi dunai árvíznek szentelt szám. *Vízügyi Közlemények* 1-2. füzet.
- HZ* (Hydrographisches Zentralbüro) (1908): Beiträge zur Hydrographie Österreichs, IX Heft. Wien.
- Jakus Gy., Kertész J., Dunai F., Pannonhalmi M.* (2024): Revitalizáció és vízpótlás a Szigetközben I-II. rész *Vízügyi Közlemények*, 2024. évi 2-3. szám.
- Károlyi Z* (1955): A jövőben mértékadó dunai árvízszint megállapítása. Az 1954. évi dunai árvíznek szentelt szám. *Vízügyi Közlemények* 1-2. füzet. 1955.
- Kresser W.* (1955): Az árvíz Ausztriában. Az 1954. évi dunai árvíznek szentelt szám. *Vízügyi Közlemények* 1-2. füzet. 1955.
- Lászlóffy W.* (1941): Az 1940. év tavaszi árvizei vízrajzi megvilágításban. *Vízügyi Közlemények*, XXIII. évfolyam, 1-2. füzet. 1941.
- Lászlóffy W.* (szerk.) (1955): Az 1954. évi dunai árvíznek szentelt szám. *Vízügyi Közlemények* 1-2. füzet.
- Lászlóffy W.* (1955): Az árvíz előrejelzése. Az 1954. évi dunai árvíznek szentelt szám. *Vízügyi Közlemények* 1-2. füzet. 1955.
- Lászlóffy W.* (1958): A tízéves Dunabizottság. *Vízügyi Közlemények* 4. füzet. 1958.
- Rajczy K.* (1955): Előszó. Az 1954. évi dunai árvíznek szentelt szám. *Vízügyi Közlemények* 1-2. füzet. 1955.
- Serf E-Sik J.* (1955): Az 1954. júliusi dunai árvíz lefolyása és a védekezési munkálatok. Az 1954. évi dunai árvíznek szentelt szám. *Vízügyi Közlemények* 1-2. füzet. 1955.
- Stelczer K.* (1955) : A szigetközi töltésszakadások. *Vízgazdálkodási Műszaki Szemle*. VITUKI 2. füzet. 1955.
- Stelczer K.* (1994): Negyven éve az árvíz uralta a Szigetközt. *Vízügyi Közlemények*, 4. füzet. 1994.
- Stelczer K.-Csoma J.* (1979): Árvízmentesítés, árvízvédelem, folyószabályozás. BME. Továbbképző Intézet. M.298. Tankönyvkiadó. Budapest
- Stelczer K.* (2004): Az 1954. évi dunai árvíz. *Vízügyi Közlemények*, 2004, 3-4. füzet
- Szlávik L.* (szerk.) (2007a): 111 vízi emlék Magyarországon Bp.

- Szlávik L.* (szerk.) (2007b): A Duna és a Tisza szorításában. Bp.
- Szlávik L.* (szerk.) (2013): Szembenézünk az árvizekkel. Bp.
- Szászhelyi P-Sik J.* (1955): Az árvízvédelem megszervezése. Az 1954. évi dunai árvíznek szentelt szám. *Vízügyi Közlemények* 1-2. füzet. 1955.
- Tápay L.* (1955): Rendszeres töltésmegfigyelések és a töltésállapot hossz-szelvények. Az 1954. évi dunai árvíznek szentelt szám. *Vízügyi Közlemények* 1-2. füzet.
- Tóry K.* (1952): A Duna és szabályozása. Budapest
- Völk J.* (1955): Az 1954. júliusi árvíz a Duna vízgyűjtőjének Bajorországi részén. Az 1954. évi dunai árvíznek szentelt szám. *Vízügyi Közlemények* 1-2. füzet. 1955.
- Zawadowszky A.*(1891): Magyarország vizeinek statisztikája

*A víztudományok nagy egyéniségei***BENEDEK PÁL**
(1924-2016)

Benedek Pál 100 évvel ezelőtt, 1924. november 17-én született Mezőtúron. A Mezőtúri Református Főgimnáziumban érettségizett. 1942-ben felvételt nyert a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Mérnöki és Építészmérnöki Karára (a BME jogelődjére) és 1947-ben az Egyetem Mérnöki osztályán szerzett mérnöki oklevelet. 1947-64 között a MÉLYÉPTERV vezető tervezőjeként dolgozott, majd 1964-től 1984-es nyugdíjba vonulásáig a VITUKI Víztisztaság-védelmi Főosztályát, illetve Víztisztaság-védelmi Intézetét vezette. 1989-ben alapította meg a VITUKI (VTK) *Innosystem Kft-t*, ahol haláláig a cég elnökeként dolgozott.

Egyetemi doktori címét 1970-ben szerezte meg. 1983-ban a Magyar Tudományos Akadémián sikerrel védte meg *akadémiai doktori disszertációját a vízminőség-védelem témakörben*.

A MÉLYÉPTERV-ben az 50-es években tervezett első szennyvíztisztító telepek még a német hagyományokat követve csepegető testekből álltak. Benedek Pál azonban, a korszerű eleveniszapos elven működő biológiai szennyvíztisztítók alkalmazását javasolta, amelyek tervezéséhez – amerikai szakmai eredményekre támaszkodva – tervezési irányelveket dolgozott ki, melyeket hivatalosan is elfogadtak.

1964 elején azzal a feladattal érkezett a VITUKI-ba, hogy teremtse meg a víz- és szennyvíztisztítási, tehát a *víztechnológiai kutatás-fejlesztés alapjait*. E feladatot támogatva létesült a pécsi szennyvíztisztító telep területén egy félüzemi kísérleti berendezés, majd a 80-as években Balatonfüreden a kísérleti szennyvíztisztító telep.

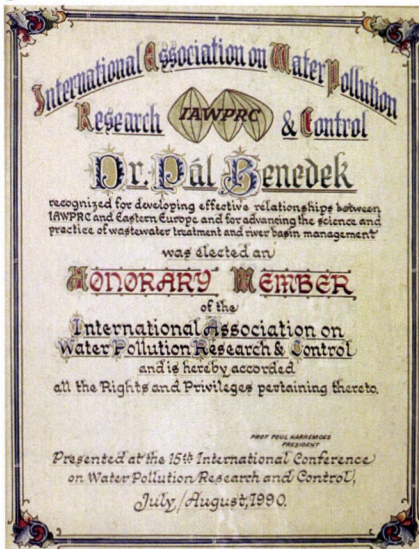
A 60-as évek közepén a *Balaton ugrásszerű eutrofizációja* óriási kutatási kihívást jelentett a Főosztály számára. Benedek Pál vezetésével olyan kiváló szakemberek kapcsolódtak be ebbe a munkába, mint Felföldy Lajos a szakma elismert biológusa, a fiatal vegyészmérnök, Literáthy Péter és később mások is.



Benedek Pál vezetésével a VITUKI a magyarországi vízminőség-szabályozás fellegvárává és nemzetközi híru kutatóhellyé formálódott.

Az 1970-es évek kezdetén a VITUKI-ból kutató központ, a Főosztályból *Vízminőség-védelmi Intézet* lett. Benedek Pál vezetésével ezt az évtizedet a magyarországi vízminőség szabályozás megalapozása és nemzetközi híru kutatóhely kialakítása fémjelezte. Az Intézetben Benedek Pál doktori témavezetője volt számos országból érkező kutatónak. Az Intézet nemzetközi elismertségét fémjelezte, hogy az *Egészségügyi Világszervezet* (WHO) nagy horderejű kutatási feladatokkal bízta meg. A 70-es években az egyik kiterjedt kutatási program során (*Sajó folyó vízminőség-védelmi program*) az intézet vezetőjeként elérte, hogy mintegy 40 fő kutató, tervező és gyártó *WHO ösztöndíjjal* a világ fejlett országaiban a vízellátás és a szennyvíztisztítás technológiai berendezéseit és újdonságait, tanulmányozhassa.

Az *eleveniszapos szennyvíztisztítás* hazai elterjesztésében nyújtott előremutató munkássága mellett a *vízminőség-szabályozás tudományos alapjainak* kidolgozásában közreműködött.



1965-ben az angliai Harrogate-ben egyik alapítója volt a *Nemzetközi Vízminőség-szabályozási és Kutatási Szövetségnek* (International Association on Water Pollution Research and Control – IAWPRC), a mai *Nemzetközi Vízügyi Szövetségnek* (International Water Association – IWA). A Szövetségnek évenként át Magyarországot képviselő vezetőségi tagja, majd pedig haláláig tiszteletbeli tagja volt.

A hazai munkásságát kiterjedt nemzetközi szakmai kapcsolatrendszer segítette. A vezetése alatt működő Vízminőség-védelmi Intézet az ágazat nemzetközi kapcsolatainak bölcsője lett. Konferenciák sokaságán tartott előadásokat az eleveniszapos szennyvíztisztítás különböző vonatkozásairól. 1961-ben az új hamburgi szennyvíztisztítót ismertető ATV (Abwassertechnische Vereinigung) konferencián az amerikai Eckenfelder és az angol Downing professzorokkal együtt kérték fel előadás megtartására.

1970-ben Alaszkában, a Fairbanks-i egyetemen, majd San-Franciscóban és Honolulu-ban az IAWPR konferenciákon tartott előadást. 1987-ig számos nemzetközi konferencián öregbítette a VITUKI és a magyar vízügyi ágazat hírnevét.

1987-ben elnöke volt az IAWPR Budapesten megrendezett a „Nagy Szennyvíztisztító Telepek Tervezése és Üzemeltetése” című konferenciájának.

Benedek Pál osztrák és német kapcsolatai is kiválóak voltak. Szoros, sok évtizedes barátság fűzte a bécsi egyetem két professzorához, W. von der Emde professzorhoz és utódjához Helmut Kroiss-hoz. Sok személyes szállal kötődött a németországi egyetemekhez, azok professzoraihoz, melyhez a keretet a Német Szennyvíztechnikai Szövetség (ATV) jelentette. 2008-ig minden évben látogatta az ATV „Essener Tagung” konferenciáit. Ezek kiadványai jelentős mértékben segítették a magyar szakemberek munkáját, nem csak a szennyvíztisztítás, hanem a hulladékgazdálkodás területén is.

Nyugdíjba vonulása után, életének utolsó 27 évét, mint alapító tag és a cég elnöke, a VTK Innosystem Kft. munkatársaival töltötte, tanítva őket a szakma szeretetére és a munka megbecsülésére. Munkatársai őszintén csodálták. 92 évesen is, minden nap bejárt dolgozni.

Szakmai munkásságát több – részben társszerzőkkel írott szakkönyv és több mint 150 szakmai tanulmány, publikáció fémjelzi. Szakkönyvei közül kiemelkednek: *A vízminőség-szabályozás a környezetvédelemben* (1979), *Biotechnológia a környezetvédelemben* (1990) és *Vízisztítás - szennyvíztisztítás zsebkönyv* (amelynek 1990-ben már a 4. kiadása jelent meg). Hat jelentősebb szabadalom fűződik a nevéhez a víz- és szennyvíztisztítás szakterületén.

A hazai szakmérnök képzés területén a szennyvíztisztítást oktatta, ő írta e témakörben az első jegyzetet számunkra. 2002-ben első kitüntetettje volt a Magyar Víziközmű Szövetség (MaVíz) frissen alapított *Reitter Ferenc díjának*, amelynek átvételekor mondott köszönő szavaiban ezt hangsúlyozta: „... csak arra vagyok büszke, hogy kiváló tudósok, nemzetközi hírű mérnökök és a „zászlót” továbbvivő szakemberek kerültek ki a „csapatomból””

Számos szakmai elismerésben, díjban részesült. 1990-ben az IAWPRC-től megkapta a *Tiszteletbeli Tag* (Honorary Member) címet. 2006-ban a *Magyar Mérnöki Kamara Örökös Tagja* lett.-ben kitüntették az *Eötvös Loránd díjjal*, amely a kiemelkedő ipari alkotó, irányító, szervező tevékenységének elismerésére szolgált. 2013-ban életművét a *Magyar Érdemrend tisztikeresztje* kitüntetéssel ismerték el.



Benedek Pál iskolateremtő mérnök és tudós volt. Emberi nagyságát – a jelentős szakmai eredmények mellett – a munkatársaihoz való viszonya koronázta meg. Minden „kutató” beosztású munkatársától megkövetelte az angol nyelv tudását, annak elsajátítását és a tudományos fokozat megszerzését. A nyelvtanulás egyébként számára hobby volt, minden szabadidejét erre fordította. Keze alól került ki számos egyetemi doktor, kandidátus, valamint MTA doktora és akadémikus is. Szakmai tudását és tapasztalatait azzal is elismerték, hogy tudományos minősítéseken elnöki, opponensi feladatokra kérték fel.

Szigorú főnök volt. Munkatársai határozott, rendet, fegyelmet követelő, szókimondó, önzetlen embernek ismerték. Szigorúsága, és magas szintű elvárásai ellenére közvetlen munkatársai, az intézeti kollegák rajongásig szerették, az ágazatban dolgozó munkatársak pedig őszintén tisztelték.

Dr. Benedek Pál az MTA doktora, a VITUKI Víztisztaság-védelmi Intézetének nyugalmazott igazgatója, a magyarországi vízminőség-szabályozás iskolateremtő mérnöke, a VTK Innosystem Kft. alapító tagja, tartalmas életének 92. évében, 2016. július 23-án hunyt el. Emlékét ezzel is megőrizendő a Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség (MaSzeSz) a szakmai díját 2017-től „*Dr. Benedek Pál díj*”-nak nevezte el.

Dr. Szlávik Lajos

