

**VÁLTOZÁSOK A SZIGETKÖZBEN
A DUNA ELTERELÉSÉNEK HATÁSÁRA**

Összefoglalás
az MTA Szigetközi Munkacsoportja koordinációjával végzett
kutató-értékelő tevékenység alapján

1991-1996

**VÁLTOZÁSOK A SZIGETKÖZBEN
A DUNA ELTERELÉSÉNEK HATÁSÁRA**

Összefoglalás
az MTA Szigetközi Munkacsoportja koordinációjával végzett
kutató-értékelő tevékenység alapján
1991-1996

Az összefoglaló készítésében közreműködtek:

Berczik Árpád
Buczko Krisztina
Hajósy Adrienne
Horváth István
Mészáros Ferenc
Rajczy Miklós
Tóth György

Vitára alkalmas munkaanyagként jóváhagyta : Láng István

A Munkacsoport kutatásait
a Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium támogatásával végzi

Tartalomjegyzék

Bevezetés

A Szigetköz természetföldrajzának rövid összefoglalása

Nem élő környezet

Földtani áttekintés

Geomorfológia

A Kisalföld területének süllyedése

A Duna kisalföldi hordalékkúpjának kialakulása

A folyamszabályozás következményei a hordalékkúp alakulására

A Duna elterelésének aktuálgeológiai következményei

Mederfelmérések és mederanyagvizsgálatok

A Duna-meder domborzatának változásai

A Felső-Duna mederanyag szemszerkezetének változása

Az 1992-1995 időszak mintái alapján levont következtetések
összefoglalása

Az 1996. évi mintavételek eredményeiből levont főbb
megállapítások

Vízszint- és vízhozamváltozások

A Duna vízszintje és vízhozama

A szigetközi talajvíz változásának értékelése ökológiai szempontból

A Duna és a talajvízszint összefüggése

A talajvíz változása a Duna elterelése után, az elterelés előtti és
utáni talajvízszint összehasonlítása

Az idő múlása, a károk növekedése

A felszín alatti vizek transzportfolyamatai és minősége

A talajvíz utánpótlódásának vizsgálata

Izotóphidrológiai vizsgálatok

Élő környezet

Bevezetés

Hidrobiológiai kutatások

- Fitoplankton vizsgálatok
- Protozoológiai vizsgálatok
- Zooplankton vizsgálatok
- Makrofiton vizsgálatok
- Hirudinea (pióca) fauna vizsgálata
- Halászatökológiai vizsgálatok

A dunai halfauna monitorozása

- A halak életfeltételeinek alakulása
- A szigetközi ívóhelyek megfigyelésének tapasztalatai
- A halfogások elemzése
- A fenékküszöbös vízpótlás halfaunára gyakorolt hatása

Kriptogám növények monitorozása

Botanikai monitorozás

- Flóra és vegetáció
- Indikátor fajok (populációk) jelzései
- A szigetközi nádasok állpota és indikációja
- Mederszukcesszió vizsgálatok

A gyomvegetáció tanulmányozása

Erdészeti megfigyelések

- A fatermés, a faállományok és a fatérfogat évi növekedésének mérése
- Az egyes fák növekedésének (kerületnövedék) mérése
- Az erdők egészségi állapota

Mezőgazdasági megfigyelések

Zoológiai monitorozás

- Puhatestűek
- Planktonrákok
- Szitakötők
- Egyenesszárnyúak
- Kérészek
- Bogarak
- Tegzesek
- Kéeltűek

Összegzés

BEVEZETÉS

A bős-nagymarosi vízlépcsőrendszer tervezésének és építésének időszakában alapvető kutatások maradtak el, a környezeti szempontok nem játszottak jelentőségüknek megfelelő súlyú szerepet. Az 1985-ben készített környezeti hatástanulmány (VIZITERV, 1985) egyoldalú elkötelezettsége miatt az egyes részek kidolgozottságának mélysége, minősége igen eltérő, és hiányzik belőle az ökológiai szemlélet. A vízminőség, az ivóvízellátás vonatkozásában például a 111 oldalas munka mindössze arra a megállapításra szorítkozik, hogy e témakörökben számottevő probléma nem merülhet fel.

Az MTA Szigetközi Munkacsoportja 1991-től koordinálja a Szigetköz megismerése érdekében végzett kutató- és monitoringtevékenységet. A csoport társelnökei Láng István és Berczik Árpád akadémikusok. A munkában tudományos intézetek, egyetemek és a szigetközi területi szervek kutatócsoportjai, munkatársai vesznek részt. A Munkacsoport képviselői az elmúlt évek során számos alkalommal tevékenykedtek a bős-nagymarosi kérdéskörrel kapcsolatos különféle szakmai bizottságokban, így például az EK részvételével 1992-94-ben működött ún. három oldalú szakmai bizottságban, illetve a hágai per előkészítésében. A hágai per szóbeli szakaszában Vida Gábor akadémikus volt a hivatalosan delegált magyar szakértő, aki korábban a három oldalú bizottságok magyar szekciójának is vezetője volt.

Az első két év terepi munkái, összefoglaló értékelései alapján lehetőség nyílt a Duna elterelése előtti állapot rögzítésére. Az 1991-1993. években készült tanulmányok és szintézisek szolgálták alapul a

Magyar Tudományos Akadémia Szigetközi Munkacsoport: *Szigetköz - környezet-tudományi kutatások, környezeti állapot, ökológiai követelmények* (Budapest, 1993, 145 oldal)

című könyv kiadásához. Az ismeretes problémák ellenére (finanszírozási nehézségek, szűkös szakembergárda, bizonyos szakterületeken nagyon rövid kutatási időszak és adathiányok), a könyv valamennyi releváns tudományterület eredményei összefoglalásának tekinthető. A könyv kiegészítéseként a Munkacsoport publikálta a kérdéskör annotált bibliográfiáját (angol nyelven is).

Az EK szakértőinek közreműködésével folytatott magyar-szlovák szakértői tárgyalásokon három összefoglaló kötet készült (az 1993. évek már a hágai eljárás keretében):

Commission of the European Communities, Czech and Slovak Federative Republic, Republic of Hungary, Working Group of Independent Experts on Variant C of the Gabčíkovo-Nagymaros Project: *Working Group Report*, Budapest, November 23, 1992, p. 65;

Commission of the European Communities, Republic of Hungary, Slovak Republic, Working Group of Monitoring and Water Management Experts fo the Gabcikovo System of Locks: *Assessment of Impacts of Gabcikovo Project and Recommendations for Strengthening of Monitoring System, Data Report*, Budapest, November 2, 1993, p. 71;

Commission of the European Communities, Republic of Hungary, Slovak Republic, Working Group of Monitoring and Water Management Experts fo the Gabcikovo System of Locks: *Report on Temporary Water Management Regime*, Bratislava, December 1, 1993, p. 71.

A három oldalú szakmai bizottságok anyagai alapján tett ajánlásokat az EU Bizottsága a kormányoknak a Duna vízének ideiglenes megosztására (1993-ban és 1994-ben), melyeket a magyar kormány elfogadott, a szlovák kormány azonban nem. A három oldalú szakértői tárgyalásokon a monitoring-rendszerek fejlesztésére elfogadott javaslatok alapján működik — 1995 nyaratól — az ideiglenes vízpótlás közös monitoringja.

A hágai peres eljárásban a bíróság elé terjesztett dokumentumok természettudományos részeinek alapjául az

Expert Group of the Hungarian Academy of Science: *Environmental Risks and Impact Associated with the Gabvikovo-Nagymaros Project* (Budapest, April, 1994, p.191)

című könyv szolgált. A Munkacsoport szakértői részesei voltak a hágai eljárás írásbeli szakaszának.

A monitoring eredményeinek összefoglalását angol nyelven, könyv formátumban 1997-ben adta ki a Munkacsoport:

Expert Group of the Hungarian Academy of Science: *Studies on the Environmental State of the Szigetköz after the Diversion of the Danube* Budapest, 1997, p. 131

Az 1991 óta folyó kutató-értékelő tevékenység eredményeit szakterületenkénti csoportosításban mutatjuk be. Az összefoglaló a Munkacsoport jelentésein alapul, (jegyzékét a melléklet tartalmazza). A jelentések és az összefoglaló is támaszkodik a területi szervek (Vízügyi Igazgatóság, Környezetvédelmi Felügyelőség, Nemzeti Park Igazgatóság) hozzáférhető adataira.

1997 nyarán a szlovák fél — két alkalommal is — néhány napig az elterelés előtti időszak középvizének megfelelő mennyiségű hozamot engedett át a dunacsúnyi gáton, ez 1992 óta nem fordult elő. Ez a rendkívülinek minősíthető hidrológiai helyzet az idei év adatainak értékelését nagy mértékben meg fogja nehezíteni, mind a talajvízháztartás, mind a vízminőség, mind a biomonitring adatainak vonatkozásában.

A SZIGETKÖZ TERMÉSZETFÖLDRAJZÁNAK RÖVID ÖSSZEFOGLALÁSA

a Duna elterelése előtti állapot

A Szigetköz a Duna negyedidőszaki hordalékkúpja által létrehozott síkságon helyezkedik el. A Duna főága (Öreg-Duna) és a Mosoni-Duna határolja, így lényegében egy 52 km hosszú és átlagosan 7-8 km széles sziget. Területe 375 km².

Felszíne ÉNY felől DK felé enyhén lejtő tökéletes síkság, néhány méteres kiemelkedésekkel. Legmagasabb pontja 127 mBf, legmélyebb pontja 110 mBf. A hordalékkúp felszíne az Öreg-Duna mentén — a hordalék holocén korú lerakódása következtében — magasabb mint a Mosoni-Duna környezetében. Az igen csekély szintkülönbséget mutató felszín alacsony és magas ártérre osztható. Az alacsony ártér magassága a Duna középvízszintje felett 1-2 méter, a magas ártéré 4-6 m. Az alacsony árteret túlnyomórészt erdő, rét, legelő borítja, a magas ártéren főként szántófield található.

Éghajlat Az éghajlati viszonyokat elsősorban az Atlanti óceán felől a Dévényi kapun át északnyugatról érkező páradús légtömegek határozzák meg. Hatásuk az éghajlatot kiegyenlítetté teszik. A levegő relatív páratartalma magas, átlagosan 75 %. A felhős napok aránya 60 % körül mozog. A napsütéses órák száma ennek ellenére magas, 1900-2000 óra évenként. A csapadék mennyiségének hetvenéves átlaga 649 mm, magasabb az országos átlagnál. Az utóbbi 40 évben az évi csapadék maximuma 800 mm, minimuma 350 mm volt. Egy évben általában 85-90 napon esik 1 mm-t meghaladó csapadék.

A hőmérséklet évi átlaga 10°C. A téli időszak átlaga 3,9°C, a nyári időszaké 19,3°C. A legmelegebbet (38,5°C) és a leghidegebbet (-28,5°C) egyaránt Mosonmagyaróváron mérték.

Vízrajz A Szigetköz a dévényi sziklapad alatti Duna hordalékkúpján alakult ki. Az ősi Duna sok ezer éven át szinte az egész hordalékkúp területét behálózta kisebb-nagyobb mellékágaival. A főmeder nyomvonala minden egyes áradás után megváltozott. A Duna végül Pozsonytól lefelé három ágra szakadt: Kis-Duna, Öreg-Duna, Mosoni-Duna. Az Öreg-Duna szigetközi szakasza 56 km, a Mosoni-Dunáé 120 km. A folyók mai arculatukat a múlt század végi szabályozás következtében nyerték el, amikor kialakították a helyhez kötött főmedret és a hullámtéri mellékágrendszereket.

A Duna (Öreg-Duna) középvízszintjének szintkülönbsége a Szigetköz mentén 15 méter, ez kilométerenként 20-40 cm esést jelent. A Duna vízjárását döntően az Alpok éghajlati viszonyai alakítják. Télutón vagy kora tavasszal tartós hideg időjárás után a nyugati áramlású gyors felmelegedés jeges árhullámot okozhat. A másik, árhullámokat hozó időszak május végétől július végéig terjed. Ebben az időszakban szinte minden évben megjelenik a zöldár. Ez a nyáreleji, illetve nyári árhullám bőséges csapadék és a hóolvadás együttes hatására alakul ki. Az alacsony vízállásos időszak októbertől februárig terjed. Árvíz azonban bármelyik időszakban előfordulhat. Az árvíz megváltoztatja az esésviszonyokat, az 1965. évi árvíz során például a jobb parti hullámtéren 47-50 cm/km nagyságú esésértékeket állapítottak meg. A Felső-Dunán egy jelentős árvíz rendkívüli módon megváltoztatja a mederviszonyokat. Az árvíz által lerakott hordalék kezdetben rendkívül laza, ezért a közép- és kisvizek igen hatékonyan és önállóan képesek helyreállítani az árvíz által megzavart levonulási viszonyokat.

A Duna-vízjárása szeszélyes. A táblázat az elmúlt néhány év pozsonyi vízhozamainak éves minimumainak, maximumainak és átlagainak változékonyságát mutatja:

Év	minimum m ³ /s	átlag m ³ /s	maximum m ³ /s
1987	971	2536	5654
1988	987	2371	6864
1989	879	1986	3528
1990	943	1715	5296
1991	769	1782	9289
1992	826	1935	5790
1993	980	1956	5450
1994	795	1854	5830
1995	928	2261	5640
1996	851	2018	6170

A Mosoni-Duna a rajkai zsilipen keresztül kapja a vizet. Három mellékfolyója közül a Lajta Mosonmagyaróvárnál, a Rába és a Rábca Győrnél ömlik a folyóba.

A Szigetközt a Duna árvízi töltése két részre, ún. hullámtérre és ún. mentett oldalra osztja. A mentett oldalon 157 km összhosszúságban belvízi csatornák hálózják be a területet, ezek nagy részét 1886-1900 között létesítették. Nyomvonaluk nagyrészt követi a régi medreket. A belvízcsatornák időszakos vízfolyások, az év jelentős részében medrük száraz.

A hullámtéren öt jelentős ágrendszer helyezkedik el. Helyük a Duna folyamkilométerei szerint rögzítve:

Doborgazszigeti ágrendszer	1848,0	-	1837,2	fkm
Cikolaszigeti ágrendszer	1837,2	-	1832,4	fkm
Bodaki ágrendszer	1832,4	-	1827,7	fkm
Ásványi ágrendszer	1823,9	-	1816,0	fkm
Bagoméri ágrendszer	1816,0	-	1809,8	fkm

A mellékágak középvízi medre csaknem azonos területet foglal el a Duna középvízi medrével. Az ágak hossza többszöröse az ágrendszerhez tartozó Duna-szakasznak. A cikolaszigeti mellékágrendszerben a legsűrűbb a mellékágak hálózata, itt a főmeder minden kilométerére átlagosan 5 km ághossz esik. A bagoméri ágrendszerhez tartozik a legkevesebb ág, itt a főmeder minden kilométerére 2,2 km ághossz esik. A mellékágak kiágazását párhuzamművek zárják le, amíg a főmederben a vízállás a párhuzamművek koronaszintjét nem éri el, az ágakat csak a műveken átszivárgó víz táplálja. A párhuzamműveket nem egységes szintre építették ki, így az egyes mellékágak a főmeder különböző vízállásainál kapcsolódnak be a vízszállításba.

A Duna szabályozása A Duna és a mellékágak szabályozása a múlt század harmincas éveiben kezdődött. Kezdetben főként egymástól független szakaszokon hajózási célú beavatkozásokat hajtottak végre.

A múlt század nyolcvanas éveiben kezdték meg a Felső-Duna átfogó szabályozása első lépéseként a középvízi szabályozást. Az 1886-1896. évek között végrehajtott szabályozási munkálatokkal a Dunát az 1880-1790 fkm-ek közötti szakaszon kétoldali kő vezető művek (párhuzamművek) közé szorították. Új, állandó medret alakítottak ki, melyet enyhe kanyarulatokban és hosszú, egyenes szakaszokban vezettek.

A nagyvízi szabályozás az árvízvédelmi töltések kiépítéséből állt, mindkét parton eléggé szeszélyes vonalvezetéssel 1900-1904 között. 1907-ben megépült Rajkánál az ún. rajkai (csúnyi) zsilip, amely végérvényesen kizárta a Mosoni-Dunából a dunai árhullámokat.

Az 1899-ben kezdett kisvízi szabályozás - megszakításokkal ugyan - 1940-ig tartott. A kisvízszabályozással együtt végrehajtották a mindkét oldali mellékágak részleges elzárását is. A munkák célja a középvízi szabályozás hatására kialakult meder elfajulásának megakadályozása volt. Ugyanezen célból a középvízi művek magasítását és mederkotrásokat is végeztek. Ezek a munkák eredményesek voltak ugyan a hajóút megjavítása szempontjából, de a Felső-Duna legégetőbb kérdését, a mederemelkedés geológiai folyamatát nem tudták megállítani.

Az 1950-es években a Duna Rajka-Gönyü közti szakaszán a szabályozási, fenntartási munkák csökkenése, illetve hiánya miatt a művek jelentős része tönkrement, hatékonyságuk számottevően csökkent. A Magyar-Csehszlovák Közös Műszaki Bizottság tevékenysége keretében az 1963-1975. évek között jelentős mértékű szabályozási munkák folytak:

összesen 580 ezer m³ követ építettek be, és 6,0 millió m³ kavicsot kotortak ki. A munkák célja kedvező hordalékvonulás és hidraulikailag kedvező mederszelvény kialakítása volt, a Duna Bizottság ajánlásában szereplő 25 dm mély és 120 m széles hajút kialakításának figyelembevételével. A cél érdekében egységes partvonal kialakítását, a mellékágrendszerek rendezését és a középvízi meder szűkítését valósították meg a nagyarányú kőbeépítési és kotrási tevékenységgel.

Ezt követően a főmederben főként a hordaléklerakódás meggátlását szolgáló kotrásokat végezték, a mellékágakban pedig a bős-nagymarosi vízlépcsőrendszer terveiben előírányzott zárásokat valósították meg.

A Dunában az elterelést megelőző 20 évben végzett szabályozás eredményét a Rajka-Gönyü szakaszon átlagosan 3 cm/év medermélyüléssel lehet jellemezni. A Pozsony alatti nagy tömegű kavicskotrás miatt a medermélyülés magyar területen Rajka környékén jóval nagyobb mérvű volt, mint a Dunaremete alatti szakaszon. Kotrás nélkül, a természetes tendencia Rajka és Szap között 1,5 cm/év mederemelkedés, Szap és Gönyü között 8 cm/év mederemelkedés lett volna.

A térség vízrajzi viszonyairól készült utolsó átfogó értékelés az 1969. évben megjelent Duna Atlaszban található.

NEM ÉLŐ KÖRNYEZET

FÖLDTANI ÁTTEKINTÉS

A Szigetköz földtani értelemben nem önálló egység, hanem a Kisalföld részét képezi, mely mai állapotában a Keleti Alpok és a Nyugati Kárpátok között lévő alpi orogén területnek a középső miocén kezdete óta tartó besüllyedésével és üledékes feltöltődésével jött létre.

A Kisalföld ÉK-i irányban elnyújtott és szélesedő, közel háromszög alakú süllyedék. Legmélyebb része a Győri-medence ($h > 6$ km), amely nagyjából a terület közepén, a magyar-szlovák határon átnyúlva helyezkedik el. Délkeleti irányban a Dunántúli-középhegység felé a medence aljzata közel egyenletesen emelkedik. Északnyugati irányban azonban az elnyúlt és 2 km mélység fölé is emelkedő Mihályi-hát húzódik, mely után ismét mélyzóna, a Csapodi-árok található. Hasonló "basin and range" jellegű morfológia alakult ki a medence északi peremén is, ahol a Nyugati Kárpátok ujszerűen benyúló nyúlványai (Inovec, Tribec és Selmeci-hegység) között 3-4 km mélységű árokszerű medencék helyezkednek el.

A Szigetköz térségében két szerkezeti egység található, melyeket a Rába-vonal nagy-szerkezeti öve választ el egymástól. Ez a mezozoikum végétől többször aktivizálódva, rányomta bélyegét a Szigetköz medencéjének kialakulására, hatása a jelenkori földtani képződményekben is megfigyelhető. A szerkezeti vonal ÉNy-i oldalán az ismert legidősebb képződmények paleozós, különböző időben és eltérő mértékben metamorfizált gneiszek, csillámpalák, melyekre közvetlenül középső miocén durva törmelékek települnek. A másik oldalon (a Rába - Mosoni Duna - Gönyü vonaltól DK-re) a Dunántúli középhegység triász mészkő és dolomit vonulatai találhatók a mélyben, ezekre a korábban említettél kissé fiatalabb, miocén rétegsor települ. A bádeni emelettől kezdve a két terület földtani fejlődésviszonyai hasonlókká váltak. A Kárpátok felgyűrődésével jellemezhető nagyszerkezeti mozgások következtében a szerkezetileg "árnyékban" maradt terület folyamatosan süllyedni kezdett, és ezzel a süllyedéssel a kialakult hegyvidék (Alp-Kárpáti övezet) pusztulása is felgyorsult, több ezer km³-nyi törmelékanyag rakódott le folyamatosan a Pannoniai medencében. A süllyedés a negyedidőszak során is tovább folytatódott, és az intenzívebb kiemelkedés hatására immár durvább kavicsos, homokos-kavicsos hordalék töltötte fel a medence legmélyebb részét. E feltöltésben a Duna mellett a felvidéki folyók és a Rába is résztvett. Ez a hordalékkúp-képződés a jelenkorban is tart, bár a folyószabályozás és árvízvédelem bizonyos határt szab a friss üledékek szétterülésének. A Rába-vonal fiatalkori aktivitását jelzi, hogy a negyedidőszak folyamán nagyjából ementén alakult az a szerkezeti öv, amely a korai pleisztocén hordalékkúpot két részre, egy tovább süllyedő medencére, és egy kiemelt terasszá formált zónára osztja.

A Szigetköz ivóvízkincsét tartalmazó, nagy vastagságú, folyóvízi pleisztocén-holocén üledékösszletnek lito- és krono-sztratigráfiai besorolása — a durva törmelékes üledékek jellemző faunaszegénysége miatt — mindeddig szinte lehetetlennek bizonyult. A Kisalföldi Kutatási Program keretében telepített araki szerkezetkutató fúrás — amely 358 m-es mélységben érte el a negyedidőszaki képződmények feküjét —, jelentős sztratigráfiai eredményeket hozott. Ez annak köszönhető, hogy a geofizikai mérésekkel szinte homogénnek tetsző durva törmeléket az ósszvastagsághoz viszonyítva elhanyagolható méretű finomszemű üledékek tagolják, melyekben a mechanikai utóhatásoktól védetten viszonylag gazdag gerinces és mollusca fauna őrződött meg. Az üledékek álló vagy gyengén folyó elsekélyesedő vízben lefűződő holtágakban keletkeztek, és 10 szintben tagolják a durva törmelékes összletet. A vizsgálatok arra a meglepő eredményre vezettek, hogy a hordalékkúp anyagának nagyobb része az alsó pleisztocénben halmozódott fel. A malakológiai vizsgálatok szerint az araki fúrásban 16 m-es mélységből holocén, 71,8 m mélységből alsó pleisztocén fauna került elő.

A térség legfiatalabb képződménye a holocén alacsony- és magas ártér üledékösszlete. A magas ártér kialakulásának kora — a fauna és radiokarbon vizsgálatok szerint — óholocén, az alacsony ártéré újholocén. A folyószabályozás előtt, az árvizek alkalmával az alacsony árteret elöntötte a Duna, a nagyobb árvizek esetében a magas ártér is víz alá került. Az elöntések következtében iszapos fedőüledék fedte be a hordalékkúp homokos-kavics képződményeit.

GEOMORFOLÓGIA

A szigetközi Duna-szakasz elterelés előtti arculatának kialakulása döntően három folyamat eredménye:

- a Kisalföld területének több millió éve tartó és jelenleg is folyó süllyedése,
- a Kis-Kárpátok vonalát elhagyó Duna hatalmas legyezőszerű hordalékkúpjának épülése,
- a több évszázada megkezdődött, majd 1886-tól kiteljesedett ármentesítő és folyószabályozási munkálatok.

A Kisalföld területének süllyedése

A süllyedés mértékét jól jellemzi, hogy az Északi-Bakonyban és a Gerecsében felszínen lévő felső-triász korú mészkövek és dolomitok a medence legmélyebbre süllyedt részén, Győrzámoly térségében 8500 m mélyen található. A süllyedés területileg differenciáltan, csupán néhány száz négyzetkilométer kiterjedésű tömbökben-üstökben történik, így a medencealjzatban hátságok és árkok különülnek el. A süllyedés különösen az utolsó 12 millió évben vált intenzívvé, sebessége helyenként elérte a 0,5 mm/év értéket.

A maihoz hasonló jellegű Duna kétmillió éve jelent meg a Kisalföld középső részén. A dunai durva kavicsösszlet maximális vastagsága a Szigetköz területén meghaladja a 700 métert. A folyóhordalék vastagsága a medencealjzat mélységével függ össze, ez valószínűsíti, hogy a több millió éve megkezdődött süllyedési folyamat lényegében változatlanul folytatódik. Különösen figyelemreméltó az utolsó tízezer év - a holocén - üledékének nagy vastagsága, amely a Mosonmagyaróvár-Abda vonaltól ÉK-re lévő terület jelenleg is tartó gyors süllyedésével magyarázható.

A Kisalföld süllyedése az ember által nem befolyásolható természetes folyamat. Aktuálgeológiai jelentősége még nyilvánvalóbbá válik, ha figyelembe vesszük, hogy Vénektől K-re a terület abszolút értelemben is emelkedik, (Ásványrárónál még 700 m mélyen eltemetve található pannon képződményeket Gönyűnél a Duna már a felszínen erodálja). A Duna kizárólag azáltal tudta az elmúlt kétmillió évben Kelet felé tartó folyását megőrizni, hogy a süllyedő Kisalföldet feltöltötte, az emelkedőben lévő visegrádi sziklaküszöböt pedig hordalékával folyamatosan koptatta, mélyítette.

A Duna kisalföldi hordalékkúpjának kialakulása

Ha egy süllyedő területre a vízfolyások nem szállítanak a feltöltéshez elegendő hordalékot, ott viszonylag gyorsan mocsár vagy tó alakul ki (így alakult a Balaton vagy a Fertő-tó). Ezekben az ún. kompenzálatlan süllyedésekben agyagos és iszapos mocsári-tavi üledékek rakódnak le. A Szigetköz területén az utóbbi kétmillió évben azonban mindig a folyóvízi kavicsos feltöltődés dominált. A feltöltött területen nincsenek nagy kiterjedésű agyagos vízzáró rétegek.

A süllyedő Kisalföldre lépő Duna esése, hordalékszállító képessége erősen lecsökken, a magával hozott törmelék nagy részét lerakja. A folyó medre a folytonos törmelékfelhalmozás miatt állandóan emelkedik, környezeténél magasabbra kerül. Egy-egy nagyméretű árvíz alkalmával a Duna — medrét hirtelen megváltoztatva — az alacsonyabb térszín felé keresett lefolyást, a feltöltést arrafelé folytatva. Így alakult ki Pozsony alatt a Duna nagyméretű, legyezőszerűen szétterülő hordalékkúpja. Az utóbbi idők nagymértékű mederváltozásai a történelmi idők térképein is nyomon követhetők.

A Szigetköz Duna elterelése előtti vízrajzi képén figyelemreméltó a Duna és a Mosoni-Duna jellege közti különbség. Míg a szabályozás előtti Duna erősen zátonyosodó, több ágra szakadozó, ún. fonatos medrű volt, addig a Mosoni-Duna élesen kanyarogva, meanderezve szeli át a hordalékkúpot. A folyószakaszok jellegét az adott szakasz hordalékháztartása határozza meg. Elzátonyosodó, fonatos mederszakaszok ott alakulnak ki, ahol a leülepedő görgetett hordalék jelentősen több, mint az onnan elszállított. Ezzel szemben a saját hordalékában kanyargó, meanderező vízfolyások hordalékegyenlege közel nulla. Ez azonban nem zárja ki a meanderező szakaszon belüli jelentős hordalékát-halmozódást, ami a kanyarulatok szüntelen vándorlását eredményezi.

A kisalföldi hordalékkúp kialakításában elsődleges szerepe a legnagyobb vízszállítású medernek van, a fonatos főmeder végzi a süllyedő terület feltöltését. A hordalékkúp palástján vándorló, kisebb vízhozamú, meanderező folyóágak a főmeder által lerakott hordalék egyenletes szétterítését végzik. Ennek a törvényszerűségnek megfelelően a Duna ma magasabban folyik, mint a Mosoni-Duna és a Rábca. A törmelékkúp lábánál a Hanság és a Gutai-mocsár nem a süllyedés centrumai, hanem csupán kompenzálatlan süllyedéktérületek. Így a Szigetköz területén a talajvizet a függőmedrű Duna táplálta a meder hordalékán keresztül (a folyó eltereléséig), a talajvíz jelentős eséssel áramlott Dél felé, a Rábca irányába.

A folyamszabályozás következményei a hordalékkúp alakulására

A múlt század 80-as éveiben kezdődő mederrendezés eredményeképpen az ún. középvízi Duna-meder 300-380 m szélességű, párhuzamművek közé szorított csatornává vált. A főmederben javultak a hajózási és lefolyási viszonyok, de egyensúlyi állapot nem következett be: a középvízi meder túlzott szélessége miatt a folyó a felülről érkező hordalékot továbbszállítani nem tudta. Folytatódott a meder feltöltődése, a zátonyképződés és a zátonyvándorlás.

A jelen század elején kezdtek hozzá a kisvízszabályozáshoz. Sarkantyúkat, mellékág-elzárásokat építettek, nagymértékű gázlókotrásokat kezdtek, a mederemelkedés folyamatát azonban ez sem tudta megállítani. A további folyószabályozás során a hangsúlyt a nagyvízi meder rendezésére, a mellékágrendszerek hordalékcsapdáinak kialakítására, a középvízi művek magasítására, újabb sarkantyúk építésére és az intenzív gázlókotrásra helyezték.

Aktuálgeológiai szempontból tekintve a főmeder múlt század végi 'helyhez kötése', irányváltottatásainak megakadályozása felborította a Kisalföldön az elmúlt kétmillió év

során fennálló egyensúlyi helyzetet. A folyószabályozási munkálatok óta ugrásszerűen megnőtt a feltöltődéssel kompenzálatlan süllyedékterület nagysága. Az árvizek szétterülésének meggátlása, a lerakódások kisebb térre koncentrálása miatt a Rajka-Szap közötti folyószakasz túl magasra töltődött fel, elfajulttá vált.

A Duna elterelésének aktuálgeológiai következményei

A Duna elterelése után Rajka és Dunaremete térségében a főmeder vízszintje helyenként 3-4 m-rel süllyedt a korábbi középvizek szintje alá, és megszűnt a vízjárás korábbi napi dinamizmusa is. Az 1992 novemberi árvíz alkalmával a dunacsúnyi árapasztó alatti ártérről mintegy 3 millió m³ kavics mosódott ki és rakódott le hatalmas zátonyok formájában a főmeder felső 10 km-es szakaszán. A főmeder középső szakaszán nagyméretű zátonyok kerültek szárazra, melyeken jól fejlett bokorfüzesek és nyárasok sarjadtak. A korábbi tiszta kavicsfelszíneket a növényzet között mindenütt iszapos fedőréteg takarja. A jól átvilágított, stabil mederfenéken megtelepedő algafoalak miatt a főmederben is megkezdődött a kolmatáció. Különösen megváltozott a helyzet a főmeder alsó részén, az alvízcsatorna visszatorkollása fölötti 5-7 km-es szakaszon, ahol intenzív feliszapolódási jelenségek mutatkoznak. Felső és középső szakaszán a főmeder elveszítette korábbi talajvíztápláló szerepét, talajvíz-megcsapolóvá vált.

A mellékágak a Duna elterelése után 1993 nyaráig jórészt kiszáradtak. Az ágrendszerek középső szakaszának medreit is benőtte a növényzet, és csak a zárások alatti kimosódási üstökben maradt mélyebb víz. 1993 tavaszán a hullámtéri vízpótló rendszer kialakítása érdekében a mellékágakat belépcsőző zárások jó részét visszabontották, az ágrendszerek alsó, nyitott végét pedig elzárták a főmedertől. Ezáltal egy több, mint 36 km hosszú, a főmedertől elkülönített vízrendszer jött létre.

A vízpótlás során az 1993-94-ben az ágrendszerekbe vezetett viszonylag csekély, állandó vízhozam nem okozott jelentősebb változást a növényzettel részben benőtt, kötött medrű mellékágak morfológiájában. Az új átvágások, kotrások térségében új kimosódások, hordalék-lerakódások képződtek, élő mederszakaszok alakultak ki. A bősi erőmű alvízcsatornájának visszaduzzasztó hatása a mellékágakban is érvényesül: különösen az alsó ágrendszerekben alakultak ki pangó vízterek, amelyekben a kavicsos mederanyagot 1-2 m vastag iszapréteg borítja.

Feliszapolódás ott következik be, ahol az áramló víz sebessége 0,15 m/s alá csökken. Megelőzéséhez el kell érni, hogy a meder közepén az áramlás sebessége legalább 0,3-0,5 m/s legyen és ne alakuljanak ki nagyméretű, pangó vízű mederrészek. A vízzel borított, konszolidálatlan iszaplerakódásokat egy-egy árhullám is képes elszállítani, de a szárazra került, növényzettel már megkötött áradmányos takaró megbontására az áradás sem képes — azt mesterségesen kell eltávolítani.

Kolmatitos üledékekkel ott töltődik föl a meder, ahol a hirtelen, lökészerű árhullámok miatt a mederbe sok görgetett hordalék jut, majd a mederben megrekedő, fokozatosan elpárolgó és elszivárgó vízből a homokos-kavicsos üledékek szemcséi közé agyagos kőzetliszt rakódik, amely teljesen eltömi a pórusokat. A szigetközi Duna-szakaszra

jellemző durvakavicsos mederüledékek esetében már 2-3 százaléknyi kőzetliszt-agyag elegendő a pórusok eltöméséhez; az üledék szivárgási tényezője az ötvened részére csökken.

A kolmatitok gyakorlatilag vízzáró képződmények. A kolmatitok - finomanyag-tartalmuknak köszönhetően - kapilláris víz tárolására is képesek, ezért szárazra kerülésük után hamar megtelepszik rajtuk a növényzet. Tartós kiszáradás esetén pedig agyagos cementjük miatt szinte beton keménységűvé válnak, s a következő áradás már képtelen a kolmatitokat megbontani. A kolmatitok képződése igen felgyorsítja a mellékágak feltöltődését. Ha kiegyenlítetté tesszük az árhullámok levonulását, végig biztosítjuk a folyamatos, lassú apadás lehetőségét. A mederben már lerakódott kolmatitos üledékek kizárólag kotrással bonthatók meg.

A meder környezetének kolmatációja bármely rögzített medrű, a talajvizet tartósan tápláló vízfolyás esetében bekövetkezik. A meder környezetében a pórusok finom-anyaggal történő eltömődése miatt néhány hónap alatt kialakuló kolmatálódott zóna megakadályozza a talajvíz utánpótlódását. A folyamat következtében a talajvíz szintje fölött húzódó, függő medrű vízfolyás alakul ki. A meder körüli kolmatáció kotrással sem szüntethető meg.

A hullámtéri mellékágakon keresztül 1995-től megvalósított vízpótlás — a mellékágak medrének kedvezőtlen beszivárgási viszonyai és a főmeder erős talajvízleszívó hatása következtében — sem mennyiségileg, sem minőségileg nem képes helyettesíteni a főmeder korábbi talajvíztápláló szerepét.

A főmeder fenékküszöb fölötti szakaszát (1843-1851 fkm) korábban nagyméretű kopár kavicszátonyok jellemezték. Csupán a zátonyok pereménél, ahol bővizű források fakadtak, telepedett meg dús lágyszárú növényzet. A fenékküszöb üzembe helyezése nyomán a vízszint 2,5-4,5 m-t emelkedett, a zátonyok víz alá kerültek. A mederszakasz továbbra is alapvetően megcsapolja a talajvizet, és csak a jobb part mentén, közvetlenül a fenékküszöb fölött, mintegy 300-500 m hosszan észlelhető elszivárgás. A mérések szerint itt a beszivárgási viszonyok folyamatosan romlanak.

Közvetlenül a fenékküszöb alatt (1841-1943 fkm) hosszanti kavicszátonyok képződtek a mederben, kissé lejjebb pedig - a kiliti duzzasztómű alvívcsatornájának visszaduzzasztó hatása miatt - a partok mellett iszaplerakódás kezdődött. Ez a mederszakasz korábban is megcsapolta a talajvizet - most a fakadások még intenzívebbé váltak.

A főmeder középső szakaszának (1825-1841 fkm) nagyméretű szegélyzátonyait dús növényzet borítja, közöttük a kavicsra vékony finomhomokos-kőzetlisztes takaró rakódott. A meder állandóan megcsapoló jellegű; a visszaszivárgó erősen anaerob vizekből vasas-mangános bevonat csapódik ki a meder kavicsaira.

A bősi erőmű alvívcsatornája által visszaduzzasztott szakasz felső része (1820-1825 fkm) ugyancsak tartósan megcsapoló jellegű. A partszeéleken itt észlelhető a legnagyobb mértékű föliszapulódás. Az egykor tiszta kavicsos mederfelületekre az elmúlt évek során 5-15 cm vastag, kellemetlen szagú, rothadó szerves anyagban dús iszap rakódott.

A főmedernek közvetlenül az alvízcsatorna torkolata alatti szakaszát (1809-1811 fkm) igen élénk mederátalakulás jellemzi, a jobb part számos helyen gyors ütemben erodálódik. Lejjebb viszont, Medve és - különösen - Nagybajcs térségében a mederszéleken mindenütt friss kavicsos lerakódások figyelhetők meg.

A hullámtéri vízpótló rendszer mederállapota igen változatos. Ritkák az élő, vándorló kavicsátonyokkal borított mederszakaszok - ilyenek főként Dunakiliti és Dunasziget térségében fordulnak elő. Lejjebb már a pangó vizek, föliszapolódott bögék dominálnak. Dunakilititől Ásványráróig a hullámtéri medrek végig állandóan táplálják a talajvizet, ezért a medrek erős kolmatálódása tapasztalható. A korábban kiváló vízvezető-képességű üledékekből 1994-re szinte mindenütt rossz vízáteresztő képességű üledékek alakultak ki, amelyek hátrányosan befolyásolják a beszivárgó vizek mennyiségét és minőségét.

A fenékküszöbös vízpótlás hatására a korábbiakhoz képest lényegesen megnőtt a vízhozam, 1,0-1,5 m-es vízszintemelkedés következett be. Újabb ágak kerültek víz alá: ezek egy részében élő medrek alakultak ki, más részük azonban pangó vízű, zsák jellegű. Többnyire élénkebb lett a vízáramlás, de nem volt képes megbontani a kolmatálódott mederfelületet. A partok mentén végig lágyszárú növényzettel dúsan benőtt részek kerültek víz alá. A növényzet között lelassult vízből helyenként 15-20 cm vastag, magas szervesanyag-tartalmú iszap rakódott le. A hullámtéri vízpótlás tartósan magas nyári vízszintjeinek talán legfontosabb következménye a partok meglepően nagy mértékű föliszapolódása.

A megnövelt vízhozamhoz átalakított műtárgyak alatt intenzív kimosódások és partfelmosódások, új hordaléklerakódások képződtek. Különösen jelentős mederváltozások alakultak ki a hullámtéri vízrendszert alulról lezáró bukók alatt.

A hullámtéri mellékágaknak a bősi alvízcsatorna által visszaduzzasztott szakaszba eső részén (Ásványi- és Bagoméri-Duna) igen nagy mértékű a föliszapolódás. Például az Ásványi-Dunában 1992-95-ben (3 év alatt) mintegy 40-50 cm vastagságú, rothadó szapropeles iszap lerakódását figyelhettük meg a part mentén. Ezen a részen a mellékágak többnyire megcsapolják a talajvizet. A mederbe visszaszivárgó, erősen reduktív vizekből a fakadási helyeknél intenzív vaskiválás tapasztalható.

MEDERFELMÉRÉSEK ÉS MEDERANYAGVIZSGÁLATOK

A Duna 1992 októberi dunacsúnyi elzárása és a vízhozam döntő részének elterelése minden eddigi folyószabályozási beavatkozásnál nagyobb mértékben alakította át a Nagybajcs-Rajka szakasz medrét. 1992 óta folyik a mederváltozások rendszeres felmérése a mederanyag szemszerkezet változásával kölcsönhatásban. A mérések évi rendszerességgel kiterjednek a főmedernek az elterelés hatásaival érintett szakaszára 100 méteres szelvénytávolsággal, valamint (az anyagi lehetőségek függvényében) néhány mellékág időnkénti vizsgálatára is sor került. A topográfiai felmérést térképsorozat rögzíti. A változásokat áttekinthetően szemlélteti a szelvények közti medersávok *MVSZ'90 - 2 m* kisvízszint alatti éves medertérfogatváltozása.

A folyók mederanyagának vizsgálata szemösszetétel szempontjából szorosan kapcsolódik a meder rendszeres felméréséhez. Ahogy az egymást követő felmérések eredményeinek összehasonlítása tájékoztatást ad a meder kimélyüléséről, illetve feltöltődéséről, a mederanyag szemösszetételének megváltozása (finomodása, illetve durvulása) megbízható és mással nem pótolható képet ad a mederben lejátszódó hordalékmozgási folyamatokról.

A Duna-meder domborzatának változásai

Az értékelésbe bevont első mérésorozat 1992 őszén, közvetlenül a Duna elterelése előtt készült. Ez szolgál alapállapotként az elterelés következményeinek vizsgálatára. Az 1992-96. évi mérésorozatok alapján megállapítható, hogy a legmarkánsabb változások az 1826-1800 folyamkilométerek között, a szapi alvívcsatorna hatásterületén mutatkoznak. Az alvívcsatorna torkolata fölött szedimentáció, alatta az erózió tekintélyes mértéket mutat. Az ábrák mutatják az 1992-96 közötti összes medertérfogat-változást (*M-1*), illetve az utolsó év alatti változást (*M-2*).

A dunakiliti fenékküszöb üzembehelyezése az 1851-1842 folyamszakaszon is jelentős változást indukált, az ábra az 1992-96 időszakban bekövetkezett változásokat mutatja (*M-3*).

A részletes elemzésből az 1992-95 közti időszakra a következő főbb megállapítások tehetők. A változások az 1840-1814 fkm szakaszon $\pm 1,5$ m alatt maradnak, mélyülő és töltődő foltok váltakozva fordulnak elő. A többnyire kiskiterjedésű változások szelvénybeli, illetve rövid hosszmenti átrendeződésre utalnak. A szapi alvívcsatorna feletti-alatti 2-2 km-es szakasz az 1992-94. évi jelentős változásokhoz képest csillapított változást mutatott 1995-ben. Az 1809-1803 fkm között nagyobb foltokban $\pm 1,5$ m tágasságú változás tapasztalható. Ettől lefelé Nagybajcs-Vének térsége az évtizedek óta megszokott, helyenként szélsőségesen nagy $\pm 3,5$ métert is meghaladó kereszt-, illetve folyásirányú átrendezést mutatja. 1994-95 között az 1823 fkm környékén — amely a Szapi alvívcsatorna hozzávetőleges duzzasztási határa — a meder töltődött, a felülről érkező apró frakciójú anyag ennél lejjebb már nem juthatott. Az 1816-1813 fkm közötti mélyülés a duzzasztási határ időszakos változása, illetve a főmederbe levezetett néhány megosztott árhullám együttes hatására alakulhatott ki. Az alvívcsatorna torkolata alatt az 1811-1809 fkm között a meder nagy mértékben és folyamatosan mélyült. Ettől lefelé töltődő és mélyülő sávok felváltva fordulnak elő, jelezve, hogy a megváltozott vízjárási viszonyokra a meder elmozdulással reagált.

Az 1992-95. évi változási ábrák, illetve a fajlagos mederváltozások összevetéséből megállapítható, hogy a megváltozott viszonyokhoz a meder még nem volt képes igazodni, a szakasz túlnyomó részén további átrendeződések várhatók.

Az 1996. évi mérési eredmények alapján megállapítható, hogy a Dunakiliti-Rajka mederszakasz tekintélyes feliszapolódást mutat, alig 15-20 százaléka esik a ± 25 centiméteres változású és egyensúlyban lévőnek tekintett tartományba. Különösen nagy mértékű az 1850-1848 fkm szakasz töltődése. A szapi alvívcsatorna hatásterületén az

1992-95 évben megállapított tendenciák megváltozni látszanak, bár az 1996. évi mérések alapján még nem tehető megállapítás arról, hogy ezek a jelenségek hosszabb távon is fennmaradnak. A közvetlenül az alvívcsatorna betorkollása feletti szakaszon enyhe erózió következett be, fajlagos értéke a mérési pontosságot alig meghaladó 6 cm.

A Felső-Duna mederanyag szemszerkezetének változása

Az összehangolt mederváltozás - szemösszetétel változás elemzése különösen fontos a Felső-Duna Rajka-Gönyü közötti szakaszán, amelynek víz- és hordalékjárása a Duna elterelése és a bösi vízlépcső üzembehelyezése miatt természetellenessé vált.

Az 1992-1995 időszak mintái alapján levont következtetések összefoglalása

Az VO szelvényenként 5-7 függélyben vett mederanyag minták szemösszetételi elemzése szerint Rajka-Ásványráró között nagyjából egymást kiegyenlítő mélyülések és töltődések álltak elő a főmederben az 1992-1994 időszakban. Az év túlnyomó részében itt levezetett ún. "fenntartó" vízhozam hordalékmozgató ereje nem elegendő a kavicsanyagú meder páncélozódott részeinek megbontására. Az évente néhány alkalommal előálló árhullámok főmederbe bocsátott része átmenetileg görgetett hordalékmozgást hoz létre, azonban ez inkább csak apró kavics és durva homok szemcsefrakciók néhány száz méteres távon történő áthelyezéséből áll. Ezt a periodikusan ismétlődő kimosódást és lerakódást számos VO szelvényben lehet észlelni és mederanyag szemösszetétele is arra mutat, hogy itt a mozdulatlan durva kavics meder felszínén annál jóval finomabb anyag mozog. A hordalékszállítás sávszerűen történik, hol a bal-, hol a jobbpart közelében.

Az Ásványráró és Szap közötti visszaduzzasztott szakaszon 1994-ig kimutatott nagyarányú iszaplerakódás egy része kimosódott, feltehetően az 1995-ben megosztva levezetett árhullámok hatására. Van azonban olyan folyószakasz is, elsősorban az 1813-1811 fkm között, ahol tovább folytatódott a lerakódás. A finom homok és iszap lerakódása 5-10 cm/s körüli áramlási sebességek tartós fennállására utal a mintavételi függélyben, illetve az általa kijelölt medersávban. Ott pedig, ahol a vízsebesség csaknem megszűnt, stagnálóvá vált, a 0,06 mm alatt ún. "wash load" frakciók kiülepedése is jelentős mértékű.

Az üzemvízcsatorna torkolata alatti mederszakasz szemösszetételének alakulása különösen érdekes azért, mert itt a Duna elterelése óta gyorsütemű mederátalakulások és elfajulások játszódnak le. A torkolat alatt alig 1 km-re levő 113.VO szelvény minden mintájában viszonylag könnyen mozgatható, apró kavics és durva homokban bővelkedő mederanyagot találunk. A legdurvább a szemcseösszetétel a két part közelében, valamint a szelvény balfelén. Ezen a környéken a vízmozgás iránya és sebessége, a meder szélessége mentén számottevően megváltozott az elterelés előtti helyzethez képest.

A nagybajcsi gázlós szakaszon lévő 104.VO szelvény (1801,368 fkm) alakulása lerakódást mutat a szelvény bal felén és jelentős kimosódást a jobb felén. A mederanyag szemeloszlási görbéinek alakja mérsékelt, illetve erőteljes erózióra utal. Az ez alatti szelvényekben kimutatható a kimosódott anyag újbóli lerakódása. Sajnálatosan a gázlók újraképződnek.

Az 1995. évi vizsgálati eredmények szerint a Rajka-Gönyü közötti Duna-szakasz mederviszonyai még nem tekinthetők megállapodottnak.

Az 1996. évi mintavételek eredményeiből levont főbb megállapítások

A dunakiliti fenékküszöb fölötti szakasról a közvetlenül a határnál lévő 161.VO szelvényben vett minta tanúsága szerint a balpart közelében páncélozódott a durva kavicsmeder. A szelvény középső három függélyében görgetett hordalékmozgásra utal a szemeloszlási görbék alakja, míg a jobbpart közelében vett minta határozott lerakódást mutat a fél milliméter alatti homokfrakcióból. A 159.VO szelvényben már 1995-ben (a fenékküszöb üzembehelyezése előtt) is volt mintavétel. Az összehasonlításból megállapítható, hogy az átlagos szemátmérő lényegesen megnövekedett: 11,6 mm-ről 20,8 mm-re. A mederanyag durvulását az okozza, hogy a meder közepén páncélozódott a meder, és csak a balpart mellett mutat mozgó jelleget. A fenékküszöb feletti szakaszon a 154 és 152 VO szelvényekben vett minták a feltöltődés oldalirányú kiterjedését és finomodását mutatják. Az 1995-ben még túlnyomóan durva kavics medret 1996 nyarára már csaknem teljes szélességükben egyre inkább iszap fedte be.

Az 1996. évi mérések alapján a fenékküszöb üzembehelyezésének hatásai a főmeder hordalékjárására változására az alábbiakban foglalható össze:

- a fenékküszöb előterében olyan lassú áramlási tér állt elő, amely lehetővé tette a finom homok és iszap lerakódását;
- egész duzzasztási hossza mentén fokozta a lerakódást a parti sávban, különösen a növényzettel részben már benőtt területeken, valamint a kisebb-nagyobb öblösödésekben;
- lelassította a dunacsúnyi duzzasztómű felől szakaszosan érkező finom kavics és durva homok mozgását, ami görgetett hordalékként haladt eddig az eredeti páncélozódott durva kavics meder felett gyakorlatilag a főmeder teljes hosszában a Szap feletti visszaduzzasztás határáig.

Az alvívcsatorna szapi torkolatához közeledve a főmederben a lerakódás fokozódása állapítható meg. A 121.VO szelvényben csak egyetlen függélyben találtak kavicsanyagot, de annak is finomodott a szemösszetétele 1995 óta. Lejjebb (de még Szap felett) szokatlan jelenség, kimosódás a jellemző, ám hol a bal-, hol a jobb szelvényfélben, hol pedig középen. A jelenség oka a vízhozam növekedése mellett feltehetően az 1996-ban megváltozott bősi üzemmód az oka. A turbinák hirtelen nyitása és zárása megváltoztatta a szapi torkolat felett korábban fellépő — folyamatos lerakódást okozó — hidraulikai viszonyokat. A napi rendszerességgel ismétlődő leszívások kimozdították az ezen a szakaszon korábban lerakódott igen finomszemű anyag egy részét.

VÍZSZINT- ÉS VÍZHOZAMVÁLTOZÁSOK

A Szigetköz területén a Dunán és az ágakban nagy számú mérőponttal rendelkező vízszintészlelő hálózatok működnek, az utóbbi években az állomások száma folyamatosan nő, a műszerezettség területén is jelentős előrelépés történt. A nyilvános, ún. törzs-állomások adatai az utóbbi hónapokban már az Interneten is elérhetők, csakúgy, mint a szlovákiai hálózat adatai. A tekintélyes mennyiségű adathalmaz ellenére a környezeti folyamatok értékelése még további adatokhoz való hozzájutást szükségeltetne, különösen a hullámtéri ágak vízszintjének adatairól rendelkezésre álló szórványos ismeretek kiegészítése lenne fontos.

A talajvízszint észlelését több intézmény végzi (ÉDUKÖF, ÉDUVIZIG, MÁFI), a kilencvenes években minden kutat felszereltek regisztráló berendezéssel. A mérőpontok térbeli elhelyezkedése egy korábbi koncepciót tükröz, a jelenlegi hidrológiai és hidrogeológiai helyzet pontosabb feltárásához újabb kutak telepítése lenne kívánatos.

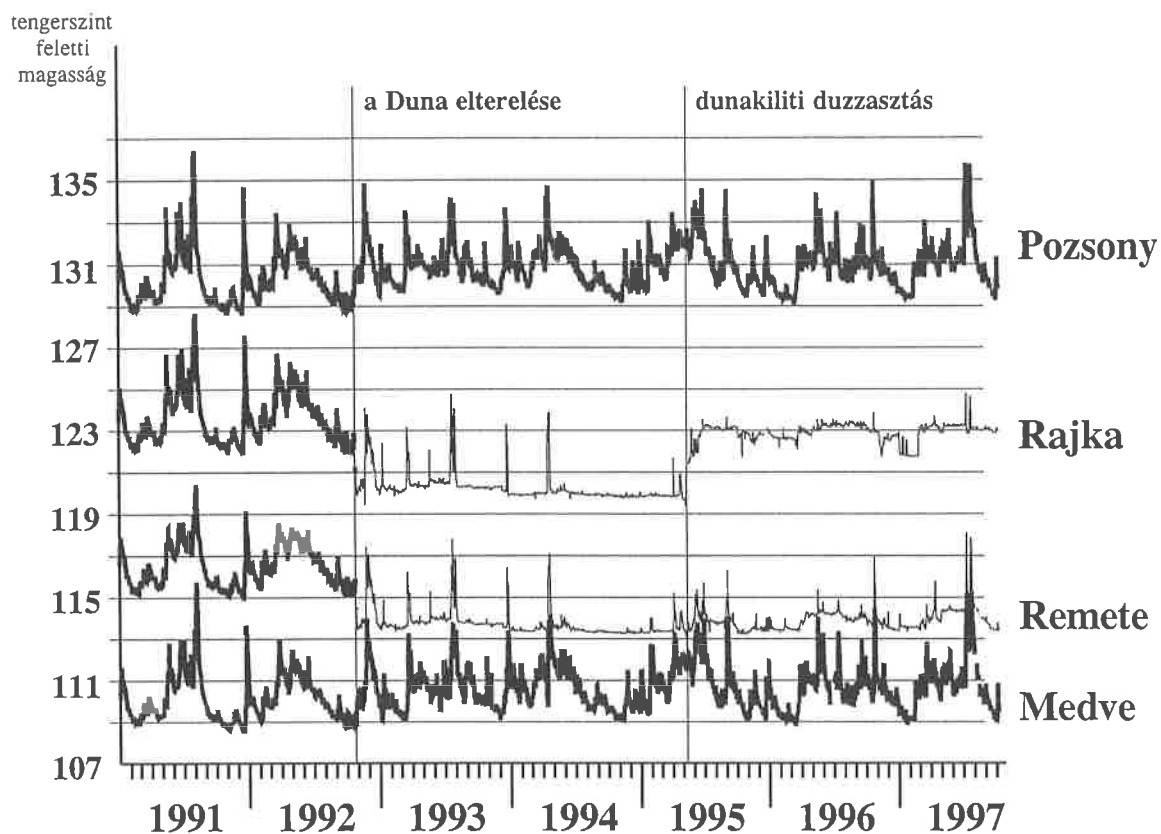
A Duna vízszintje és vízhozama

A Duna vízszintjét az 1991-1997. időszakban a *T-1 ábra* mutatja. Az ábra négy mérce napi átlagai alapján készült. A pozsonyi(dévényi) és a medvei mérce a teljes hozam lefolyásához tartozó szintet mutatja. A rajkai és a remetei mérce az eltereléssel érintett Duna-szakaszon van, a görbék összehasonlítása szemléletesen tükrözi az elterelés miatti 3-4 méteres átlagos vízszintsüllyedést. A rajkai mérce a dunakiliti fenékküszöb felett helyezkedik el, időszora mutatja a fenékküszöb duzzasztó hatását.

A *T-2 ábra* a Duna elterelése óta tartó időszakra mutatja a Duna vízhozamának heti átlagait. A pozsonyi(dévényi) mércén a folyam teljes vízhozamát, a rajkai mércén a dunacsúnyi gáton a közös mederszakaszba engedett vízhozamot mérik. Az 1992 októbertől eltelt időszakban a teljes vízhozam átlaga $2058 \text{ m}^3/\text{s}$, a rajkai mércéhez tartozó hozam átlaga $350 \text{ m}^3/\text{s}$, a teljes hozam 16,9 százaléka. A *T-3 ábra* a bősi üzemvízcsatornába terelt vízmennyiség felének (ez a magyar állam tulajdona) időbeli növekedését tükrözi. A 1997 októberéig ez összesen 133,5 milliárd m^3 .

A szigetközi talajvíz változásának értékelése ökológiai szempontból

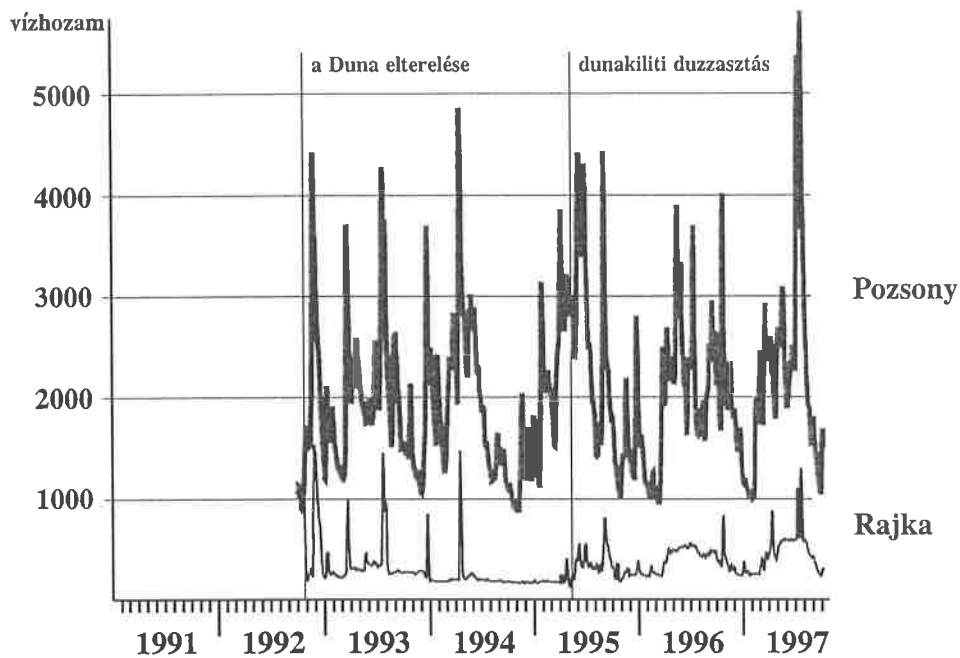
Összefoglalás A Duna elterelése következtében a Dunacsúny-Szap szakaszon (42 km hosszúságban) a vízhozam 10-20 százaléka, a folyam szintje 3-4 métert süllyedt. Emiatt a folyamszakasz melletti néhány kilométeres sávban a talajvíz szivárgásának iránya megváltozott, a talajvíz szintje csökkent. A talajvízszint csökkenése a gyökérzóna nedvesítettségét nagyon kedvezőtlenül befolyásolta. A szivárgási irány változása a természetes mederszűrés folyamat megszűnését okozta, ami a szigetközi-csallóközi vízkészlet megmaradását veszélyezteti. A fejezet a talajvízszint csökkenését, a csökkenés mértékének ökológiai szempontot is kielégítő értékelését mutatja be az 1993-1996 időszakban.



A Duna vízszintjének alakulása

A pozsonyi mérce a dunacsúnyi gát előtt, a medvei mérce az üzemvízcsatorna visszatorkollása alatt van. A rajkai és a remetei mérce az eltereléssel érintett szakaszon található, a rajkai a fenékküszöb fölött, a remetei pedig alatta.

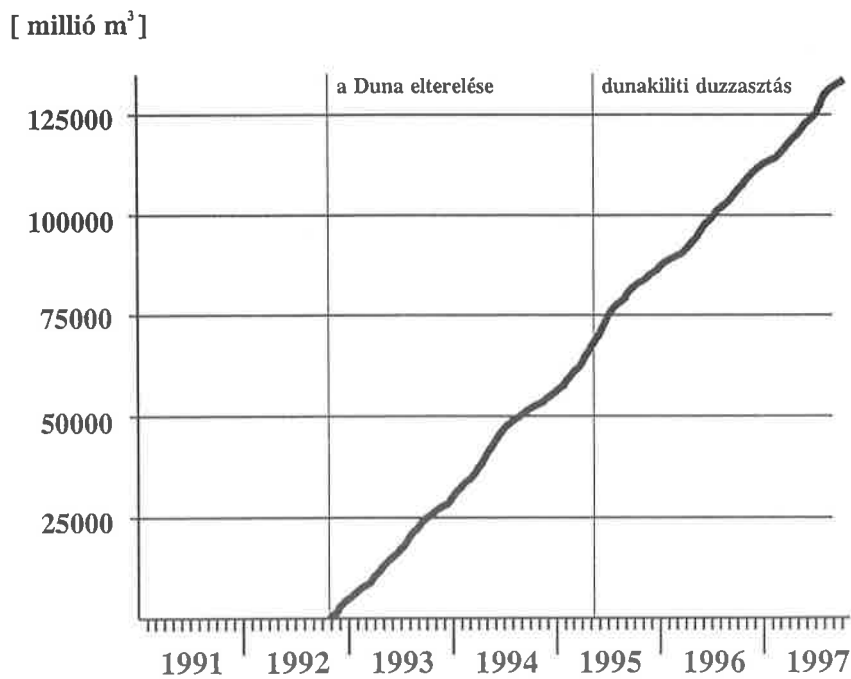
T-1 ábra



T-2 ábra

A Duna vízhozama az elterelés után

A pozsonyi mérce a teljes hozamot, a rajkai a dunacsúnyi gáton átengedett hozamot mutatja. Az elmúlt öt évben átlagosan a víz 16,9 %-át terelték a közös mederszakaszba



T-3 ábra

A bősi üzemvízcsatornába terelt víz Magyarországot illető felének időbeli növekedése: 1997 októberéig
133 milliárd köbméter összesen

A Duna és a talajvízszint összefüggése

A Duna elterelése előtti időkből a folyam és a szigetközi talajvíz szoros kapcsolatát szemléletesen tükrözi a vízszintek kapcsolata. A laza homokos-kavicsos összletben gyorsan terjed a dunai vízszint-ingadozás okozta nyomásváltozás: a dunai vízszint és a talajvízszint időszora szoros korrelációt mutat. Emiatt egyszerű függvény-kapcsolat állapítható meg a két mennyiség között. A szoros kapcsolat miatt a medermélyülés okozta hosszú idejű változások is tükröződnek a talajvíz változásában.

Az összefüggés matematikai leírása Valamely rögzített földrajzi helyen mért dunai vízszint és egy kút vízszintje között a t időpillanatban a függvénykapcsolat:

$$h(t) = a * H(t-t_0) + b,$$

ahol

H :	dunai vízszint,
h :	vízszint a kútban,
a, b :	a kútra jellemző állandók,
t_0 :	a kút időkése.

Az a , t_0 paraméterek a kút földrajzi helyétől függő, fizikai jelentéssel rendelkező állandók. Az a vízszintingadozás csillapodásának mértéke, ami a Dunától távolodva csökken. A t_0 a talajvízváltozás időkése a kútban, ez a Dunától távolodva nő. Az összefüggésből számolt h érték a továbbiakban - a szokások szerint - 'modell értéként' szerepel.

A Duna áradó, apadó és stagnáló állapotához nyilvánvalóan más és más hidrosztatikus nyomásterjedés tartozik. Ennek megfelelően három a , t_0 paraméterrendszer használatával kellene a dunai vízszint - talajvízszint összefüggést leírni. Numerikusan lényegesen egyszerűbb azonban a különböző hidrológiai állapotok matematikai 'egységesítése': a felszíni vízállás idősor simított függvényének használata.

A talajvíz változása a Duna elterelése után, az elterelés előtti és utáni talajvízszint összehasonlítása

A Duna elterelése után a vízhozam csökkenése következtében a folyó közepes szintje 3-4 méterrel csökkent a Dunacsúny-Szap szakaszon. Emiatt a talajvízszint is szignifikánsan csökkent. Az elterelés előtt a Duna a talajvíz állandó táplálója volt, az elterelés után pedig állandó megcsapolóvá vált. Megszűnt a talajvízszint dunai vízjáráshoz igazodó szezonális ingadozása. A Duna elterelésével és a dunacsúnyi tározótó feltöltésével bonyolult hidrogeológiai helyzet keletkezett. A dunakiliti fenékküszöb 1995 májusi üzembehelyezésével a hidrogeológiai viszonyok tovább bonyolódtak.

Az elterelés előtti és utáni állapotok összehasonlítása nem egyszerű feladat, a folyam változékony vízjárása miatt. Ugyanakkor a Duna elterelésével okozott károk számokkal történő szemléltetéséhez mégis a talajvízszint csökkenése tűnik a legegyszerűbbnek, két

okból is. Egyrészt a talajvízszint csökkenése közvetlen károkat okozott az élővilágban, mert lényegesen csökkent a gyökérzóna nedvesítettsége, főleg az ökológiailag különlegesen értékes, ártéri területeken. Másrészt a talajvízszint egyszerűen mérhető mutató, különösen a különféle florisztikai és faunisztikai mérési módszerekkel összehasonlítva. Az ökológiai károk számbavételénél azonban fontos szempont, hogy az élővilág káraiért nemcsak a talajvízszint csökkenése, hanem a rendszeres ártéri elöntések hiánya is felelős.

Kiválasztott időtartamokhoz tartozó talajvízszintek statisztikai jellemzőinek összehasonlítása a kár mértékének megállapítása szempontjából megkérdőjelezhető. Ökológiai szempontból ugyanis a természetes állapot a 'jó', ám az egyes azonos naptári időszakok vízjárása jelentősen eltérő lehet. Ezért, ha például két különböző év azonos időszakának átlagait összehasonlítjuk, a különbség értékelése valószínűleg még hidrológiai szempontból is felvet problémákat, ökológiai szempontból azonban bizonyosan értelmezhetetlen.

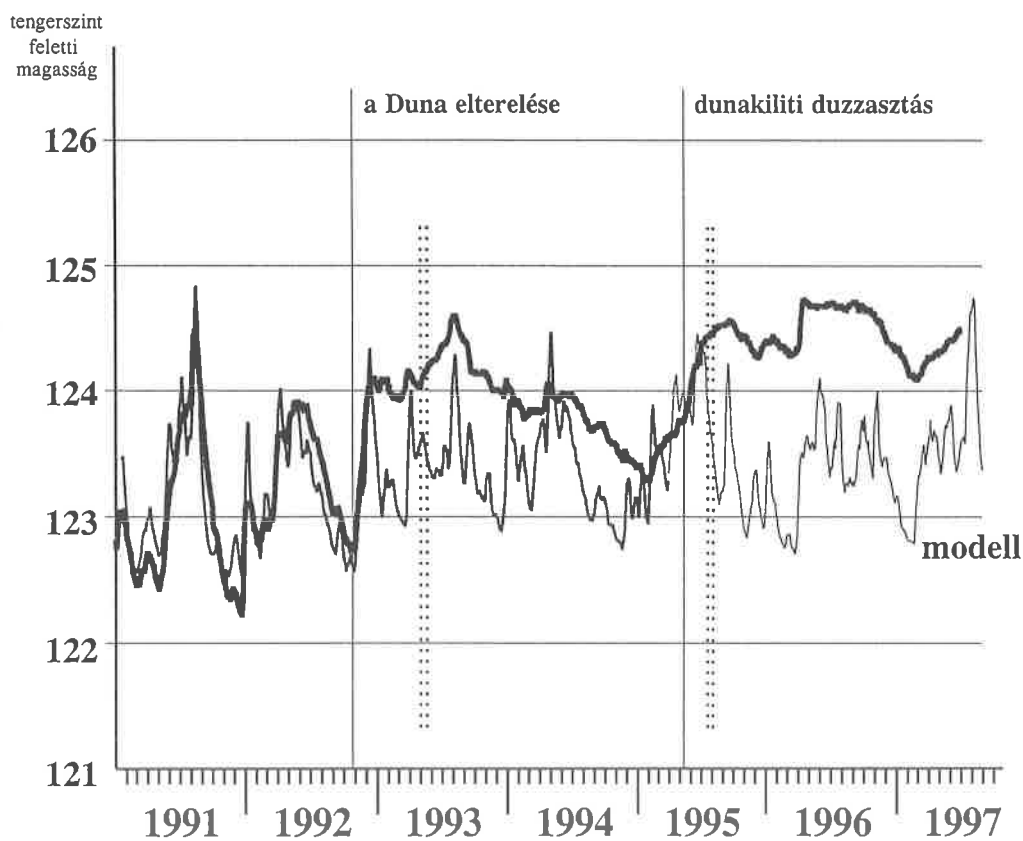
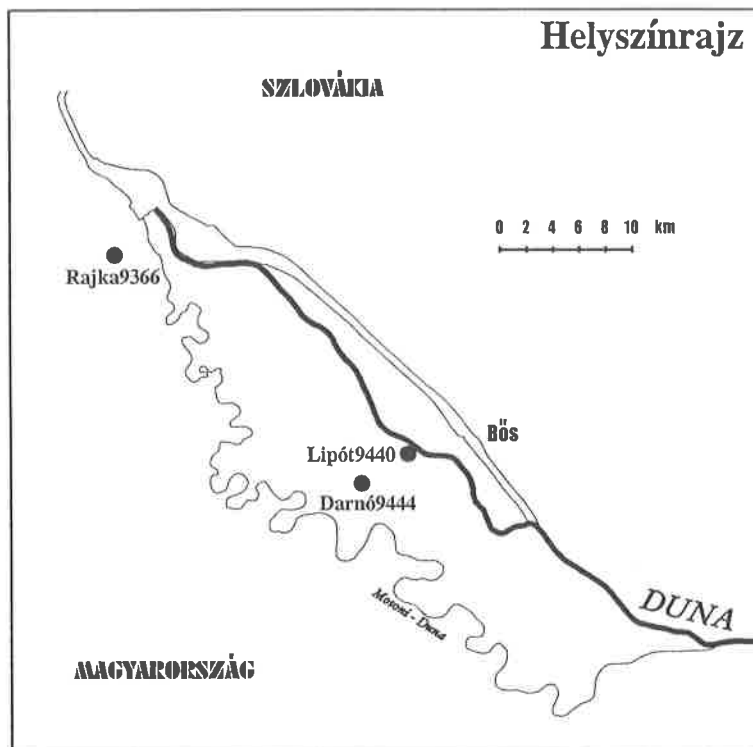
A talajvízszint csökkenésének mértékét a modell segítségével lehet ökológiai szempontból is kielégítően meghatározni. A dunacsúnyi duzzasztás fölötti, még szabadon folyó szakaszon lévő mérce alapján ugyanis kiszámítható a modell-függvényből a 'természetes állapot' napjainkban is. A modellfüggvény csekély hibájától eltekintve meghatározható az a talajvízszint, ami akkor lenne, ha a Dunát nem terelték volna el a medréből. A modell és a mért érték összehasonlítása így éppen a természetes állapotban bekövetkezett romlást mutatja.

A Duna elterelése óta eltelt négy évben mind a magyar, mind a szlovák hullámtérben különféle vízpótlások folynak. A Dunával párhuzamos, jórészt mesterségesen kotort ún. főágba különböző módszerekkel vizet tereltek. A vízpótlás egyik kritikus kérdése a talajvízszintre gyakorolt hatás. A modellel történő összehasonlítás alapján erről is tehető értékelő megállapítás.

Az *T-6 ábra* három kiválasztott kút földrajzi helyét, a talajvízszint mért idősorát, valamint a modellgörbéket mutatja. A Duna elterelése után mind a három kútban jelentősen csökkent a vízszint. A dunakiliti fenékküszöb 1995 májusi üzembehelyezése után a duzzasztott szakasz mellett nőtt a talajvízszint, ezt mutatja a Rajka térségben lévő, dunaparti kút idősora (Rajka9366). A Középső-Szigetközben lévő kút (Lipót9440) szintje azonban a fenékküszöbös vízpótlás hatására sem változott érdemben. A Dunától távolabbi kútban (Darnó9444) mindezen folyamatok sokkal kisebb amplitúdóval jelentkeznek.

A kutak idősor-ábráin függőleges vonalak jelölik azt a két, mintegy 20 napos intervallumot, amelyekhez tartozó átlagos talajvízdomborzat térképekkel szemléltetjük a jelenségek térbeli eloszlását. A két intervallum kiválasztásának szempontja az volt, hogy a két szélsőséget mutassa be. A kútgörbék is tükrözik, hogy a választott 1993-as időszakban minimális szinten volt a talajvíz, míg az 1995-ös időszakot a Duna elterelése óta előálló maximum jellemzi. Az két időszak összehasonlíthatósága érdekében olyan közel azonos, közepes dunai vízhozammal jellemezhető időintervallumokat választottunk, amikor az eltereléssel érintett szakasz vízjárása is közel azonos volt.

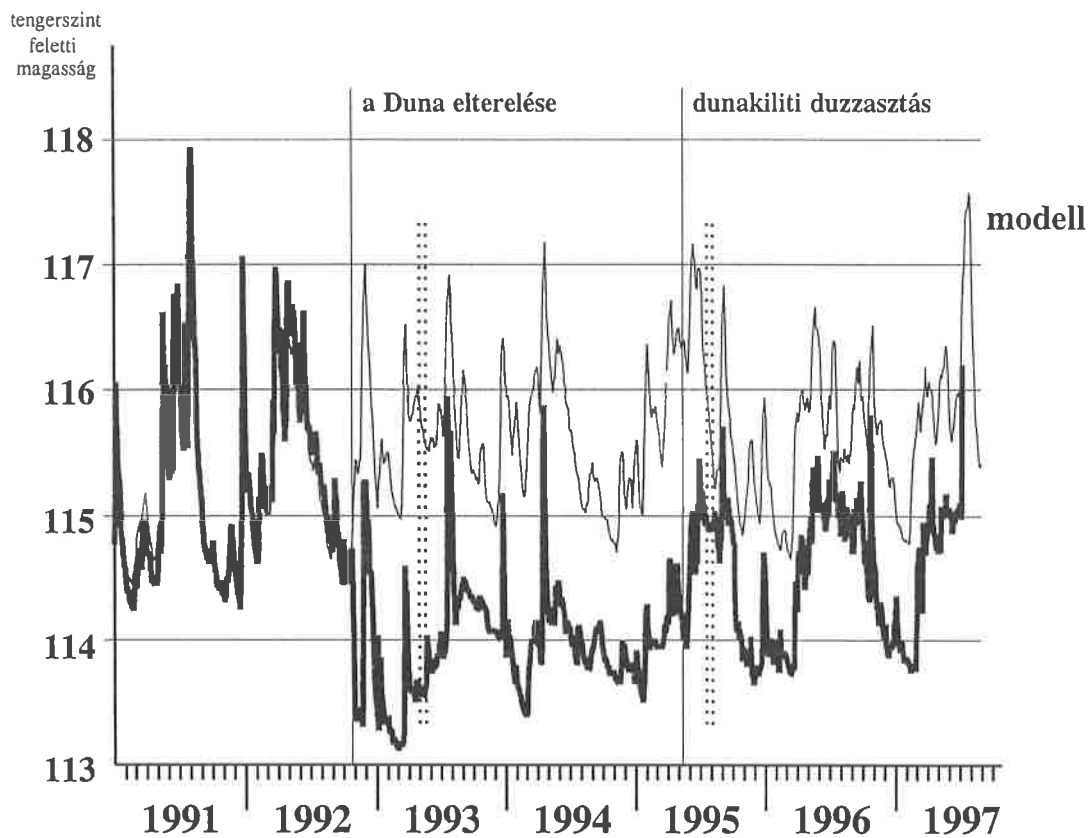
A *T-7 és T-8 ábra* mutatja a választott időszakokhoz tartozó átlagos talajvízdomborzatot. Az *a)* jelű ábrák a mért értékekből, a *b)* jelű ábrák a modell értékekből szerkesztett szint-



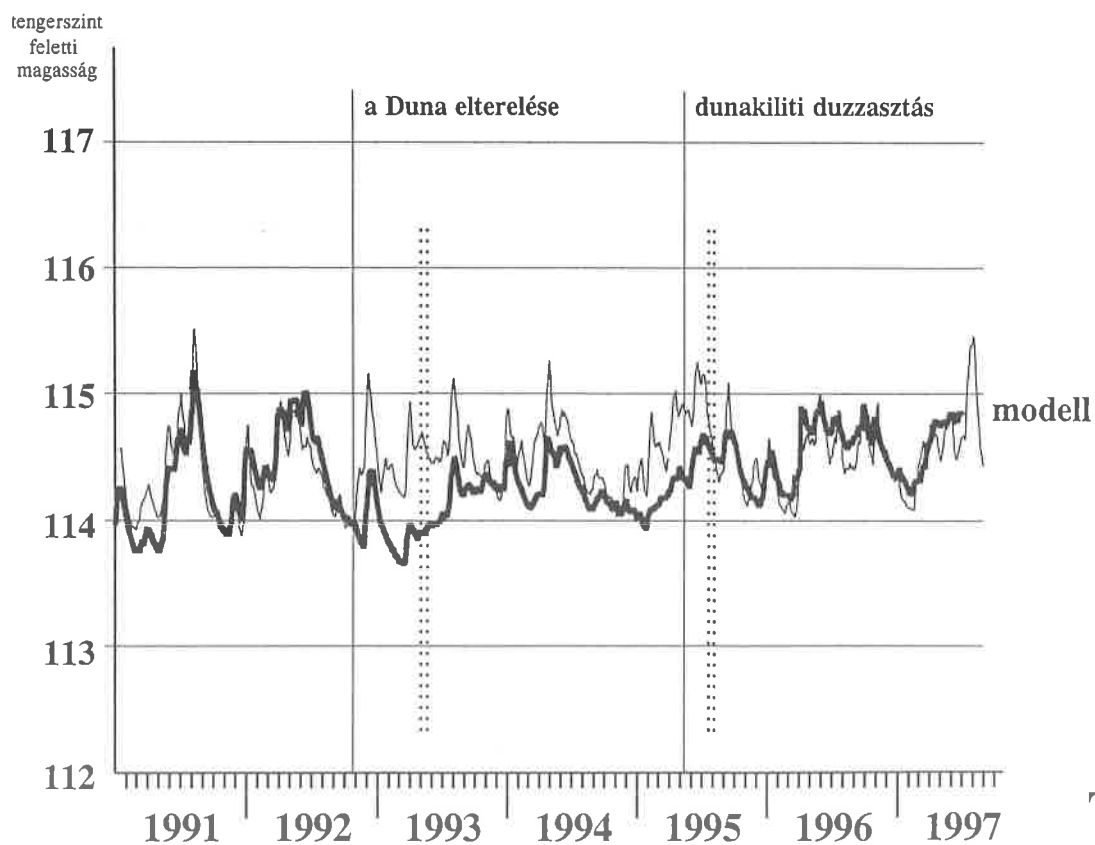
Rajka9366 kút a dunacsúnyi tározóhoz közel

T-6 ábra

A modellgörbe (vékony vonal) mutatja, hogyan alakult volna a talajvíz, ha a Dunát nem terelték volna el a medréből

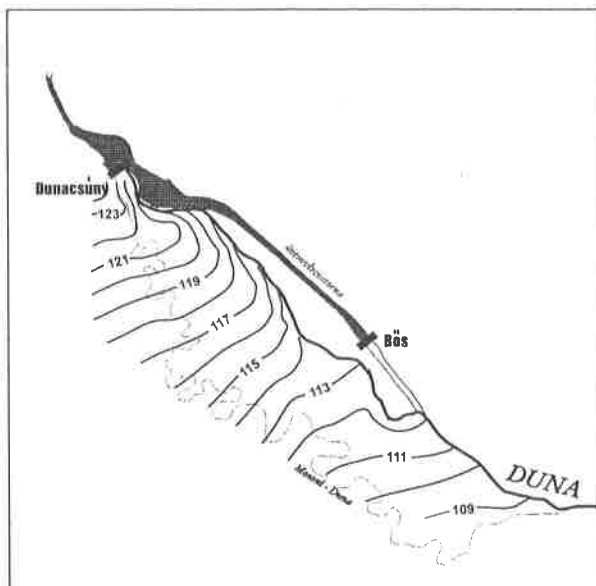


Lipót9440 kút



Darnó9444 kút a Dunától távolabb

T-6 ábra



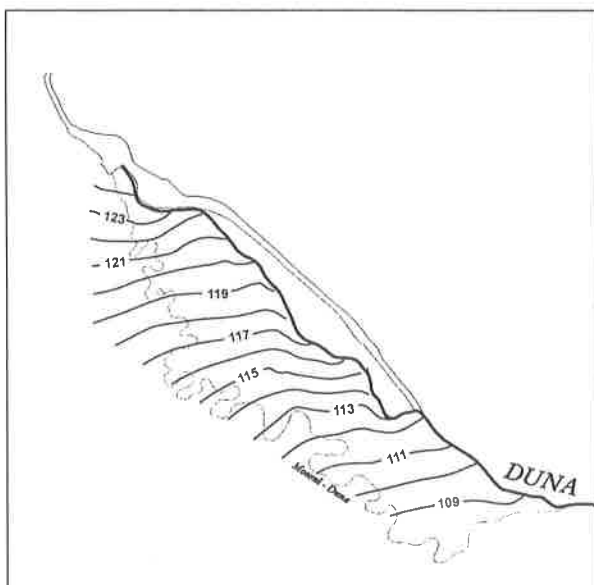
Átlagos talajvízdomborzat térkép

az 1993. május 1. - 1993. május 19.
időszakban

a Duna átlagos vízhozama

2002 m³/s Pozsonyban
302 m³/s Dunaremeténél

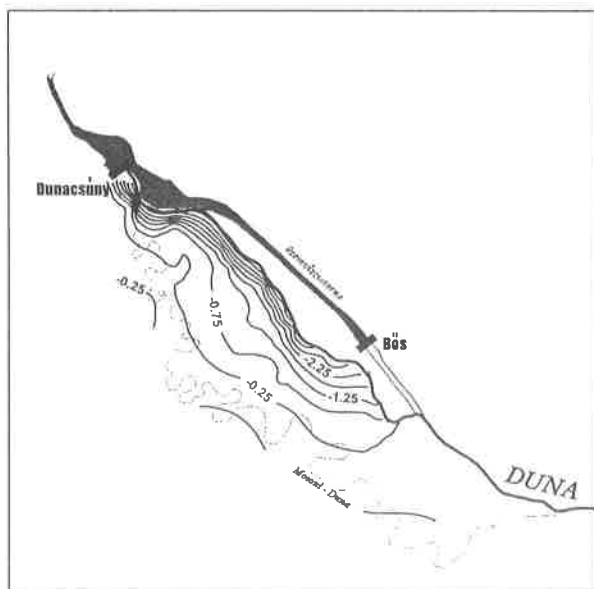
T-7 a) ábra



Modell

így alakult volna az átlagos
talajvízdomborzat 1993. május 1. -
1993. május 19. között, ha a Dunát
nem terelték volna el az üzemvíz-
csatornába

T-7 b) ábra



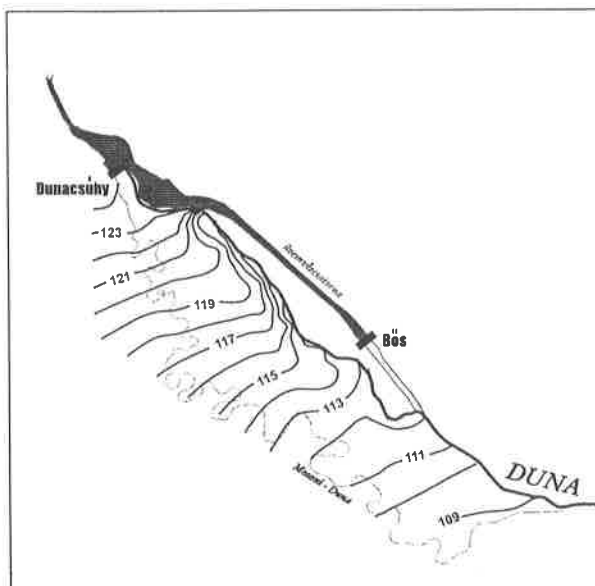
Átlagos talajvízszint-süllyedés

1993. május 1. - 1993. május 19.
között

az izovonalak méter dimenziójúak

a Duna mellett a csökkenés több
mint 3 méter

T-7 c) ábra



Átlagos talajvízdomborzat térkép

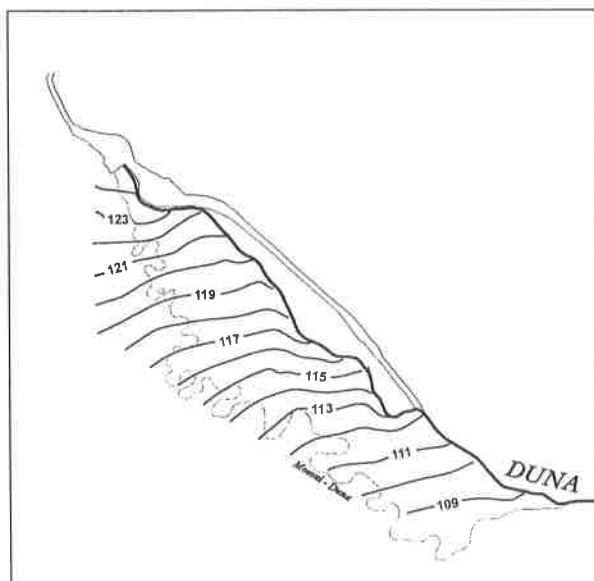
az 1995. július 19. - 1995. augusztus 4. időszakban

a Duna átlagos vízhozama

1938 m³/s Pozsonyban

312 m³/s Dunaremeténél

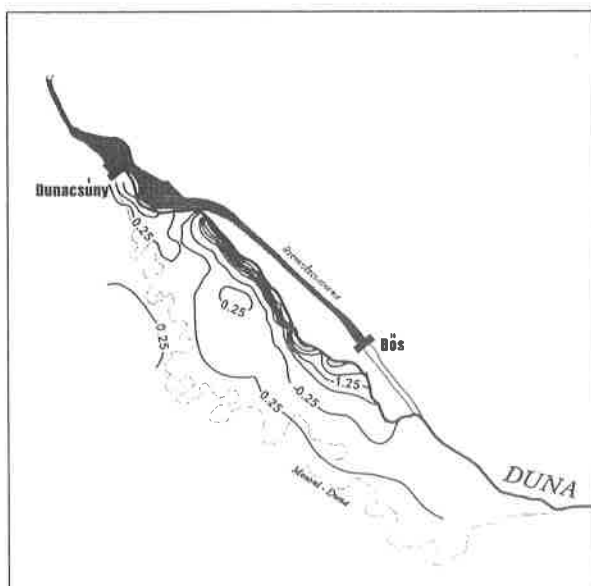
T-8 a) ábra



Modell

így alakult volna az átlagos talajvízdomborzat 1995. július 19. - 1995. augusztus 4. között, ha a Dunát nem terelték volna el az üzemi-csatornába

T-8 b) ábra



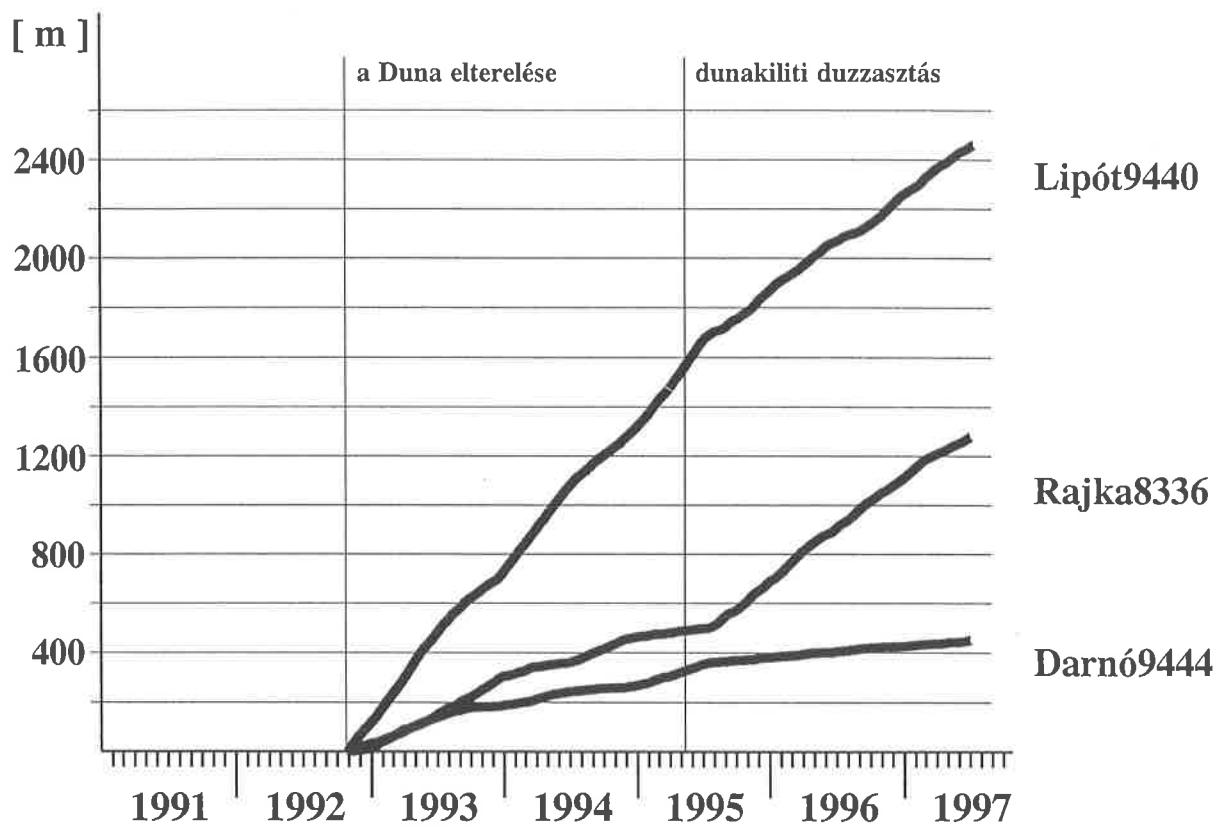
Átlagos talajvízszint-süllyedés

1995. július 19. - 1995. augusztus 4. között a fenékküszöbös vízpótlás időszakában

az izovonalak 'méter' dimenziójúak

a mentett oldalon a csökkenés mértéke kisebb mint 1993 májusában, a hullám-terén azonban változatlanul 2-3 méter

T-8 c) ábra



A talajvízszint természetestől való eltérésének halmozódása 1992 októberétől 1997 júliusáig

T-9 ábra

vonalat tünteti fel. A c) jelű ábrák mutatják a különbségtérképeket. Az a) és b) jelű térképpárok izovonalai szemléletesen tükrözik az alapvető változást. A partmenti néhány kilométeres sávban a Dunából történő kiszivárgás lenne a természetes állapot, ám a folyam elterelése óta a talajvíz táplálja a Dunát. Ezen a kedvezőtlen jelenségen a vízpótlás sem változtatott, a szivárgási irány 'visszafordulása' a fenékküszöb üzembehelyezése után sem következett be.

A Dunával párhuzamos 2-3 km-es sávban - és különösen az ártéren - mindkét időszakban szignifikánsan alacsonyabb volt a talajvízszint, mint a Duna elterelése nélkül lett volna. A fenékküszöbös vízpótlás időszakában az elmaradás általában fél méterrel kevesebb, azonban a gyökérzónában az élővilág számára fontos nedvesítettségi viszonyokat ez nem változtatta meg érdemben.

Az idő múlása, a károk növekedése

Az ökológiai szempontú értékelés fontos tényezője a talajvízszint-csökkenés időtartama. Nyilvánvaló ugyanis, hogy néhány vegetációs időszak vízhiányának hatását az ártéri ligeterdők élővilága még tudná korrigálni, ha visszatérne a természetes vízjárás. Az idő előrehaladtával azonban a rehabilitáció esélye csökken.

A talajvízszint és a Duna elterelése nélküli talajvízszintet előállító modell különbségének abszolút értéke mutatja a természetes állapottól való pillanatnyi eltérést (az eltérés pozitív is lehet). A pillanatnyi különbségek abszolút értékeinek összege az eltelt idő monoton növekvő függvénye. Ezzel az összeggel jellemezhető a természetes állapottól való eltávolodás mértéke.

A T-9 ábrán látható a T-6 ábra kútjaihoz tartozó napi abszolút eltérések összegének növekedése az eltelt idő függvényében. Az eltérés halmozódik (a kár növekszik); a két hullámtéri kútban a növekedés mértéke sokszor nagyobb, mint a mentett oldali kútban. Az ábra alapján egyszerű becslés tehető: 1996 nyarán a Darnó9444 kút (Darnózseli) környékén a talajvízváltozás miatti kár mértékeként ugyanaz valószínűsíthető, mint ami a Duna mellett Lipótnál 1993 tavaszán volt észlelhető.

A FELSZÍN ALATTI VIZEK TRANSZPORTFOLYAMATAI ÉS MINŐSÉGE

A talajvíz utánpótlódásának vizsgálata

A bósi vízlépcső üzembehelyezése előtt a talajvizek legfőbb táplálója az év legnagyobb részében a magasabb vízszintű Duna volt. A folyam elterelése és a fenékküszöb megépítése után a talajvizek lehetséges táplálói:

- a dunacsúnyi és somorjai tározótó,
- a felvízcsatorna,

- a szivárgó csatorna (a mosoni vízkivétel alatti rövid szakasztól eltekintve),
- a Mosoni-Duna Feketeerdő feletti szakasza,
- a hullámtéri ágak ásványrári ágrendszer feletti szakasza,
- a mentett oldali vízpótló ágak,
- az egykori dunai főmeder Dunakiliti feletti 0,5-1,0 km-es szakasza.

Ugyanakkor a főmeder Dunakiliti-Ásványráró közötti szakasza a talajvizek megcsapolójává vált (kivéve az évi néhány napos magasabb víű időszakokat).

A főmeder Szap és Ásványráró között - az alvízcsatornán levezetett nagyobb vízhozam visszaduzzasztó hatása miatt - időben és térben változó talajvizet tápláló szakasszal rendelkezik. Ennek mértéke, helyzete a főmederben és az alvízcsatornán levezetett vízhozamok aktuális értékétől függ. Mejegyzendő, hogy nemcsak a tápláló mederszakasz hossza, hanem vízzel borított keresztmetszete is erősen változik. Az alvízcsatorna vízhozam ingadoztatása által okozott 0,5-1 méteres vízszintváltozás nemcsak a szedimentációt változtatta meg ezen a szakaszon, hanem a mederfelület rendszeres szárazzá majd ismét vízzel borítottá változtatásával a szűrőréteg tartós kialakulását is megnehezíti.

Általánosságban elmondható, hogy amíg az elterelés előtti időszakban a felszín alatti vizek táplálását legnagyobb részben a főmeder biztosította, most az elterelés és a fenékküszöb miatt a beszivárgási viszonyok rendkívül bonyolulttá, térben, időben, mederállapotban, felszíni vízviszonyokban a korábbtól jelentős mértékben eltérővé váltak. A helyzet részletes vizsgálata - különösen, ha még a különböző zsilipekkel történő manipulációkat is figyelembe vesszük - hatalmas tömegű új kút, szonda és egyéb megfigyelőhely rendszeres (és a különböző vízhozam-vízszint változási eseményekhez kapcsolódó nem rendszeres) észlelés elvégzését tenné szükségessé.

A rendelkezésre álló anyagi, időbeli és munkaerőbeli lehetőségek a part menti szondázásokat tették lehetővé. A folyóvíz-talajvíz-mélységi víz áramlási rendszerben a közvetlen, part menti szondázás a folyamat első fontos lépcsőjére, a mederfenéken történő átszivárgás következményeire világít rá. Ennek a folyamatnak a jellege és a változások intenzitása nagy mértékben megszabja a víz minőségének későbbi alakulását

A mérések alapján a következő összefoglaló megállapítások tehetők.

- A megcsapolóvá vált főmeder mentén vett vízminták alapján az itteni vizek nem jelzik a vízpótló rendszer szivárgó vizeivel való genetikai azonosságot. Nem igazolható az, hogy a főmeder mellett fakadó vizek a vízpótló rendszerből származnak.
- A jelenlegi utánpótlódást biztosító mederszakaszok mellől vett talajvizek (szonda vizek) jelentősen eltérnek az elterelés előtti utánpótlást jelentő környezet talajvizeitől.
- Az eltérés okaira, mértékére a vizek redox (illetve oxigénháztartási) viszonyai adnak felvilágosítást.

A talajvízszint alakulásában az utánpótlási viszonyok mellett döntő a megcsapolási helyek vízszintjeinek szabályozó szerepe is. A korábban egyszerű kép - vagyis hogy a fő megcsapoló az állandó vízszintű Mosoni-Duna alsóbb szakasza és a Hanság vidéke volt - az elterelés és a fenékküszöb építése után bonyolulttá vált. Az új megcsapolási helyek most a főmeder alvízi szakaszai, a szivárgó csatorna, valamint a vízpótló rendszerek egyes - szintén alvízi helyzetű - részei.

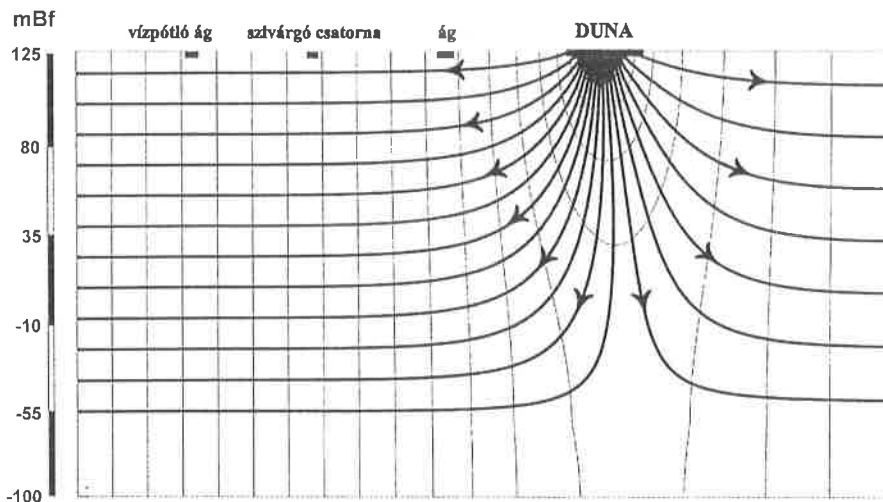
Ebben az időben és térben rendkívül változékonnyá vált rendszerben csak a nagy részletességű, tranziens háromdimenziós áramlási- és transzport-modellektől várhatjuk a folyamatok megfelelő leírását. E modellek kialakítása, adatokkal történő feltöltése és ellenőrzése rendkívül idő- és számításigényes feladat. A legfontosabb "trial and error" feladatrészek gyors áttekintését kétdimenziós permanens áramlási és transzport modellezés eredménye mutatja (a FLOTRANS szoftver felhasználásával). Olyan vertikális szelvényekben alkalmazható, melyeknél feltételezhető, hogy nyomvonaluk a felszín alatti vízáramlás irányát követi.

Az eredményeket az *H-1 ábrán* látható hidrogeológiai szelvény példáján ismertetjük. A 4400 méter hosszúságú szelvény a somorjai tározórész középvezetékében kezdődik, harántolja a főmedret az 1845 fkm környékén, a vízpótló főágat Helenánál, a szivárgó csatornát, a Zátonyi Dunát, majd Dunakiliti térségében fejeződik be. A modellezés eredményeként kapott potenciálértékeket a szelvénybe eső észlelőkutak és szondák adatai, valamint a terepi megfigyelések, vízszintmérések segítségével ellenőriztük.

A *H-2 és H-3 ábrán* látható áramvonalak alakulásából jól látszik, hogy a somorjai tározórészből kiszivárgó víz egy része közvetlenül a főmederbe szivárog (úgy a balparton és a jobbparton, mint a meder közepén). A tározóból származó víz többi része a Helena ágat táplálja, illetve a mélyben továbbszivárog a Mosoni-Duna - Hanság irányába. A tározóból származó vízhez képest mennyiségileg elenyésző utánpótlást biztosít a két vízpótló ág. Az utánpótlást biztosító mederüledék finomszemcsés és szerves anyagokban dúsabb, mint az eredeti Duna-meder beszivárogtató felülete. Az új utánpótlási felületekről induló vízminőség-változások modellezése alapján megállapítható, hogy négy év alatt a jelzőanyag tíz százaléknyi mennyisége már 2,5 kilométer távolságban is megjelenik, vagyis a szlovák oldalról kiinduló vízminőségi hatások már jelentős mértékben átjuthattak Magyarországra.

Az 1995. évben éppen ezeknek a vízminőségi hatásoknak a nyomkövetésére a vizsgált szelvényben figyelőkutakat telepítettünk. A kutakban 1995. augusztusa 1996. szeptembere között 8 darab mintavételezés történt. A vizsgálatok eredményeinek értékelésénél figyelembe kell venni a felszíni víz minőségének változásait, a beszivárgást biztosító mederfelületek változásait, valamint a transzport és víz-közet kölcsönhatási folyamatokat (diszperzió, megkötődés, lebomlás, keveredés, oldódás).

A vizsgált időszak ugyan rövid volt, néhány megállapítás azonban tehető. 1996 első negyedévében a Dunában levonuló magasabb oldott anyag tartalmú vizek nyomkövethetőek voltak kútjainkban. A közvetlenül a tározó hatása alatt álló DKL-6 figyelőkútban ez a hatás körülbelül 130-160 nap késéssel és kisebb amplitúdóval jelentkezett, mint a DKL-1 kútban, mely vizét közvetlenül a fenékküszöb feletti duzzasztott térből kapja.

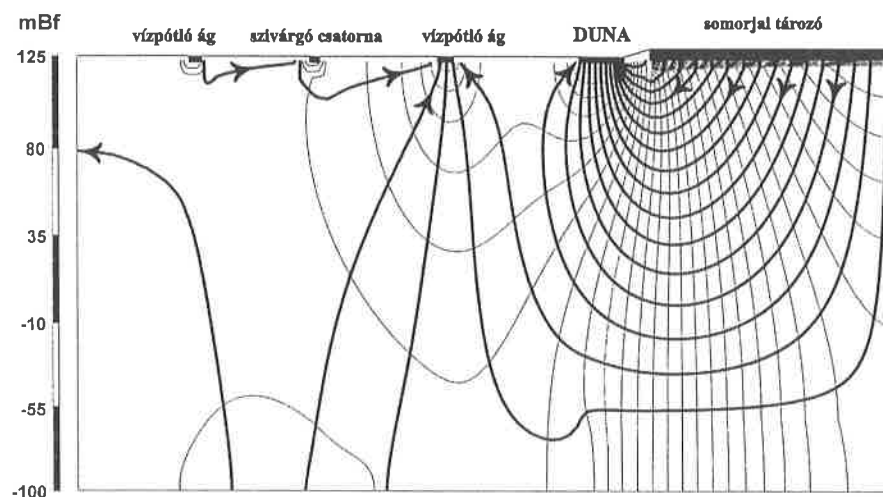


elterelés előtti állapot

a talajvíz utánpótlását a Dunából történő intenzív kiszivárgás biztosítja

a vékony vonal a potenciál-felületeket, a vastag vonal a szivárgás irányát mutatja

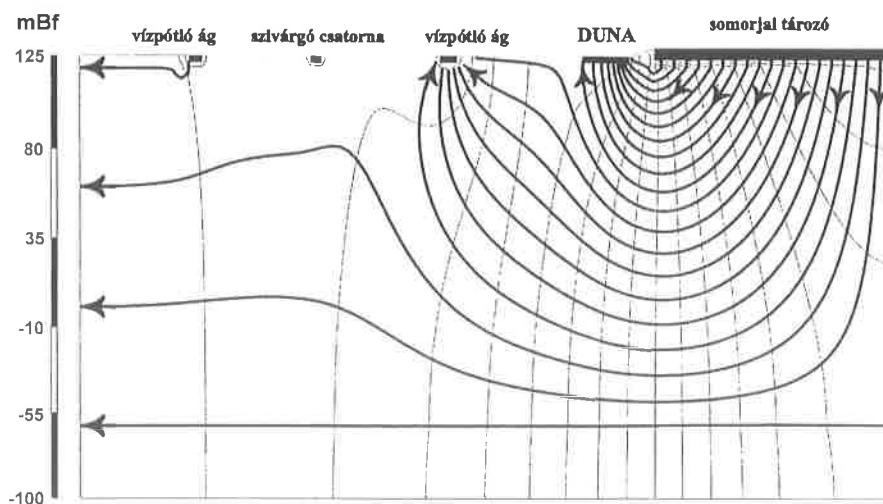
H-1 ábra



a Duna elterelése után

a Duna megcsapolóvá vált, a tározóból származó víz másik része a vízpótló ágot táplálja

H-2 ábra



a fenékküszöb építése után

a Duna megcsapoló hatása csökkent, a Szigetköz belsejébe irányuló szivárgás intenzívebbé vált

H-3 ábra

Hidrogeológiai szelvény

a Dunára merőleges irányban Dunakilitinél (1845 fkm)

Összefoglalóan megállapítható, hogy a duzzasztott szlovákiai tározórészek hatással vannak a magyarországi felszín alatti vizek minőségére. A szennyeződés-terjedés pontosabb előrejelzéséhez az eddigieknél lényegesen gyakoribb mintavételezésre van szükség. Az eddigi másfél év mérési tapasztalata alapján kijelölhetők azon helyek, ahol a folyamatokról a legtöbb információt lehetne gyűjteni, esetleg regisztrálást kellene végezni.

Izotóphidrológiai vizsgálatok

Az izotóphidrológiai vizsgálatok célja egyrészt annak eldöntése, hogy a Szigetköz és környezete vastag kavicsrétegében a talajvíz és rétegvíz honnan származik, valamint a természetes rétegvíz áramlás sebességének direkt mérése. Az izotóphidrológiai állapot-felvétel egyúttal lehetőséget nyújt bármely hidraulikai modell verifikálásra is. A modellezett utánpótlódási és áramlási viszonyokhoz ugyanis hozzárendelhető egy szimulált izotópeeloszlás is, ami összehasonlítható a mért izotóp értékekkel.

A kavicsrétegben található talaj- és rétegvíz különböző eredetű lehet, (1) a kavics alatti pliocén rétegből föláramló rétegvíz, (2) helyi beszivárgású csapadékvíz, (3) Dunavízből történő, közel vízszintes eláramlás.

A kutatás első lépése a C-14 víz-kormeghatározás, a rétegvíz abszolút korának nagyságrendi becslésére. A Szigetköz területén mindenütt nagyon friss, 2-3 ezer évnél biztosan fiatalabb vízkor adódik a kavicsban lévő rétegvízre. Ezzel ellentétben, a kavics alatti pliocén rétegekből vett vízminták kora 20-30 ezer év. Tehát a feláramló, idős pliocén rétegvizek részaránya a kavicsréteg vizének utánpótlódásában elhanyagolható, csupán a kavics legalján mutathatók ki.

A stabil oxigén-izotóp arány elemzések felhasználásának alapja a természetes nyomjelzés, azaz, hogy felszín alatti áramlás során a víz megtartja eredeti stabil oxigén összetételét, amely utal a beszivárgás körülményeire.

A dunai eredetű és a helyi beszivárgásból származó víz részarányát a szigetközi talajvízben az izotóphígítás elve alapján számolható, felhasználva, hogy a Szigetköz területére érkező Duna-víz stabil oxigén-izotóp koncentrációja szignifikánsan eltér a helyi beszivárgásból származó talajvíz izotóp összetételétől.

A Szigetköz területén a talajvíz átlagosan $-11,1 \pm 0,4$ ezrelék stabil oxigén izotóp értékei élesen eltérnek az ország egyéb területeinek talajvizeire jellemző $-9,3 \pm 0,4$ ezrelék átlagértéktől. Ennek alapján mintegy 80-100 százalékban a Dunából származik a Szigetköz felső és középső részén a talajvíz. A Szigetköz déli részén ennél kisebb, mintegy 50 százalékos a Dunavíz részaránya a talajvízben.

A talajvíz stabil oxigén izotóp adatokból megszerkesztett Dunavíz-részarány izovonalakból látható, hogy nemcsak a Szigetköz területének nagy részére jellemző a dunai eredetű víz dominanciája, hanem a Lajta folyótól északra eső területre is. A Szigetköztől távolodva a Duna-eredetű víz aránya gyorsan csökken, s a Rábca vonalában már csak 20 százalék. Ettől délre és nyugatra már az ország egyéb területeire jellemző $-9 - -10$ ezrelék stabil oxigén izotóp értékek találhatóak a talajvízben, ami 0-20 százalék Duna-víz részarányt

jelent. Két oldalirányú beáramlás is valószínűsíthető a stabil oxigén izotóp adatok alapján. Mindkettő Ausztria felől érkezik, Rajka illetve Mosonmagyaróvár irányába.

A trícium (H-3) az O-18-hoz hasonlóan, a víz ideális nyomjelzője. Ma is kimutatható (> 1 TU) trícium koncentráció csak az 1952. után hullott csapadékból beszivárgott vízben található. A Szigetköz területén a kavicsban lévő legnagyobb mélységű kutakban is kimutatható trícium, azaz 35-40 évnél fiatalabb víz. Ez azt jelenti, hogy a Duna-víz a vizsgált legnagyobb mélységig intenzíven átöblíti a kavicsösszletet. Ez a gyors vízáramlás egyúttal felhívja a figyelmet a Szigetköz rétegvizeinek rendkívüli szennyeződés-érzékenységre.

A Dunából történő felszín alatti eláramlás sebességét annak alapján vizsgálható, hogy az 1963-as csapadék trícium csúcs a Duna-vízben is jelentkezett, így a Dunából 1963-ban elszivárgott víz ma is anomálishan magas trícium tartalmú. A talaj- és rétegvízben jelentkező trícium csúcsoknak a Dunától mért jelenlegi távolsága alapján mintegy 400-500 méter/év a 60-100 méteres mélységű rétegben a dunai eredetű víz horizontális áramlásának sebessége a vizsgált terület ÉNY-i részén.

A legrészletesebben megvizsgált Dunakiliti - Mosonmagyaróvár - Öttevény áramlási pálya mentén 475 m/év a rétegvíz áramlási sebessége a trícium csúcs módszer alapján. Ugyanezen áramlási pálya mentén a lényegesen pontosabb trícium/He-3 kormeghatározási módszerrel mintegy 600 m/év vízáramlási sebesség számolható.

ÉLŐ KÖRNYEZET

BEVEZETÉS

A Szigetköz (a Csallóközzel együtt) ma a Felső-Duna-völgy egyetlen nagy kiterjedésű folyómenti ártéri területe, kiemelkedő jelentőségű nedves élőhely ("wetland"), a természeteshez közelálló élővilággal. A természeti adottságok, az élőhelyek sokfélesége gazdag növény- és állatvilágnak ad otthont. Ez a nagy biodiverzitás egyaránt vonatkozik a térség növény- és állattársulásainak változatosságára, a társulások nagy faj-egyed diverzitására és a különleges fajkompozíciókra is.

A Duna elterelésével a térségben - az Öreg-Duna mindkét oldalán - az élővilág létét biztosító kulcsfontosságú környezeti feltételek hihetetlen gyorsasággal és drasztikusan megváltoztak. Ezek közül a változások közül a leglényegesebbek: az Öreg-Dunában a vízhozam csökkenése, a Felső- és a Középső-Szigetközben nagy területen talajvízszint csökkenés, az Öreg-Duna és a mellékágrendszerek közötti kapcsolat megszűnése, a rendszeres árvizek elmaradása, a mellékágrendszerek hidrológiai változásai.

A változások törvényszerűen az élővilág megváltozásához vezetnek. Döntő többségük hosszú időtartamú, tehát a biomonitorozás eredményei is csak hosszabb időszak elteltével általánosíthatók. Ennek nem mond ellent, hogy bizonyos monitorozott referencia-szervezetek egy-egy tényezőre nézve szűk tűréshatárjuk következtében gyorsan reagálnak

(például: vízszintcsökkenés — planktonrákok). Mint minden változás esetén - itt azonban különösen élesen - felmerül a reverzibilitás-irreverzibilitás kérdése.

A Duna elterelése előtti állapothoz viszonyítva a biomonitorozás eddigi eredményei a mintavételi helyektől, a monitorozott élőlényektől (fajok, populációk, társulások), az alkalmazott módszerektől, a kapott jelzésektől függően a biotikus változások kezdeti fázisaira utalnak.

A szigetközi biomonitorozás feladata a Duna egyoldalú szlovák elterelése hatásának nyomon követése a térség élővilágára (természeti értékeire). A biomonitorozás a Szigetközben a következő részterületből áll:

1. Hidrobiológiai kutatások
2. Kriptogám növények monitorozása
3. Botanikai monitorozás
4. A gyomvegetáció tanulmányozása
5. Erdészeti megfigyelések
6. Mezőgazdasági megfigyelések
7. Zoológiai monitorozás
8. A dunai halfauna monitorozása

HIDROBIOLÓGIAI KUTATÁSOK

A Duna elterelését követően a főágban és a mellékágrendszerekben a vízi életterek kiterjedése (felülete és volumene) a középvízi hozam 80-90 százalékának elvesztésével jelentős mértékben csökkent. A mellékágrendszerek és a Duna felszíni kapcsolatai és ezzel az értékes biológiai kölcsönhatások (hal- és planktonállomány utánpótlás) gyakorlatilag megszűntek. A dunacsúnyi tározótó hatására Budapest felett is kimutathatóan megindult a trofitás növekedése. Az 1993-94-ben megindult folyamatok nyomonkövetését 1995-ben megszakították a műszaki beavatkozások, amelyek a június végén — a fő tenyészidő kellős közepén — üzembehelyezett fenékküszöbvel teljesen új helyzetet teremtettek. 1996-ban nyílt lehetőség a vízpótlás hatásainak vizsgálatára. Általánosságban megállapítható, hogy az időnkénti előntés, a talajvízen keresztül történő jelentős vízutánpótlást, az időnkénti vízszintcsökkenést jelentő természetes vízjárás megszűnése, valamint a helyébe lépő mesterséges vízpótlás jellegtelen folyóvízi állapot kialakulásához vezetett, aminek a fajszám csökkenésén és a fitoplankton uniformizálódását túlmenően a politrofikus, hipertrofikus állapot is velejárója.

Fitoplankton vizsgálatok

Mintavételezés a Duna főágában, a mellékágrendszerekben (hullámtér), a mentett oldalon, valamint a gödi Duna-szakaszon történt. Az eredményeket nemcsak a mintavételi helyek, a mintavételi időpontok, hanem a C-változat majd a vízpótlások — és építési munkálataik — jelentősen befolyásolják, megnehezítve az általánosítható következtetések levonását. A vizsgálat kiemelt szempontja a Duna eutrofizálódása, a magyar Duna-szakasz jelenlegi

trofitási szintje és az ezt létrehozó, döntően meghatározó tényezők, amelyek alapvetően a dunai vízlépcsőkkel függnek össze.

Egy folyóvíz trofitási szintjét elsősorban a növényi tápanyag ellátottság, a vízsebesség, a hőmérséklet és a fényklíma határozza meg. A nyolcvanas években végzett vizsgálatok szerint a Duna növényi tápanyag ellátottsága (oldott ásványi N és P) már a rajkai szelvényben körülbelül tízszerese volt az algák gyors szaporodását gátló küszöbértéknek. A vízsebesség a magyar szakaszon 1 m/s körüli érték, ami a fitoplankton szaporodását már nem gátolja. A hőmérséklet csak kivételesen gátló tényező, mivel a folyóvizek fitoplanktonjának számos domináns faja (például *Stephanodiscus* fajok) már 1-2°C -os vízben is intenzíven szaporodik. A fényklímát elsősorban a lebegtetett hordalék mennyisége befolyásolja. Az ötvenes években (a német és osztrák szakasz vízlépcsőinek építése előtt) a Duna lebegőanyag koncentrációja 2-3-szor nagyobb volt mint a nyolcvanas években, a vízlépcsők megépítése után. A vízlépcsők tározóiban a vízsebesség csökken, a lebegtetett hordalék leülepszik. Az egymást követő tározókban az ülepedés következtében a lebegőanyag koncentrációja csökken, a víz átlátszósága növekszik. (Jelenleg például a gödi szakaszon (1669 fkm) kisvízes időszakban már a teljes vízréteg 80-90 százaléka az eufotikus zónához tartozik.) Ezért a vegetációs periódusban a fitoplankton tömege nagy, a víz trofitási szintje eutrófikus-hipertrófikus, az áradásokat leszámítva. A fitoplankton mennyisége és a Duna trofitási szintje a nyolcvanas években már 5-10-szer nagyobb volt, mint az ötvenes években. A dunai tározóknak ezt a hatását a folyó magyar szakaszán először Gödnél észlelték, majd hasonló növekedést tapasztaltak az osztrák és szlovák szakaszon is. Ez az oka annak, hogy a dunacsúnyi tározó megépítése előtti és utáni helyzet összehasonlítása során gödi adatokra is támaszkodhatunk.

A bősi erőmű üzembehelyezése előtt az alábbi vélemény készült a fitoplankton és a trofitási szint várható változásairól: A fitoplankton mennyisége és a trofitási szint emelkedni fog a Dunában. A növekedés az aktuális hidrológiai állapot függvénye lesz. A dunacsúnyi tározó hatására tavasszal a fitoplankton korábban válhat nagy tömegűvé, mint a vízlépcső megépítése előtt. Várható, hogy olyan kékalga virágzás és olyan nagy tömegű fitoplankton alakul ki a dunacsúnyi tározó csendes vizű részei, amely korábban nem volt jellemző a Dunára. Mindezek a predikciók valóra váltak a dunacsúnyi tározó üzembehelyezését követően.

1996 februárjában a fitoplankton mennyisége gyorsan növekedni kezdett az 1°C-os Dunában, és Gödnél március 18-án elérte maximális értékét (111000 ind/ml, biomasz 49 mg/l, a-klorofill 90 µg/l). Hasonló növekedés volt Dunakilitinél. Soha ilyen nagyfokú és ilyen korai fitoplankton csúcsot nem észleltünk még a Dunán.

1994 júliusában és augusztusában a Duna fitoplanktonjának mennyisége Dunakilitinél és Gödön nagy volt (a-klorofill koncentráció: 100-125 µg/l). A Centrales kovalga fajok közül (amely a legtömegesebb algacsoportja a Dunának) a *Skeletonema potamos* mennyisége 80000-100000 sejt/ml -t ért el, ez kétszer annyi volt mint az eddig regisztrált legnagyobb érték. Ugyanebben az időszakban egy potenciálisan mérgező kékalga faj (*Microcystis flosaquae*) mennyisége is jelentős volt (20000-25000 sejt/ml, biomasz 2,5-3 mg/l) Dunakilitinél és Gödön. Ez az érték tízszerese volt az eddig észlelt maximumnak.

Megalapozott becslések szerint a fitoplankton mennyisége és ezáltal a trofitási szint 2-4-szer nagyobb lehet dunacsúnyi tározó csendes vizű déli öbleiben, mint az üzemvízcsatornában. Összehasonlítva az fitoplankton egyedszámát Dunakilitinél (ez az üzemvízcsatornához hasonló) és a Zátonyi-Dunában (mentett oldal), a különbségek nagyok (átlagosan 200 százalék, a minimum 125 százalék, a maximum 450 százalék). Hasonló növekedést volt tapasztalható 1996-ban az Ásványi-Dunában és a Lipóti-morotvában. Ez azt eredményezheti, hogy a Dunába visszajutó vizek tovább gerjeszthetik, gyorsíthatják az alatta lévő folyószakasz eutrofizálódását.

Protozoológiai vizsgálatok

A Protozoák vizsgálata 1994-ben kezdődött. A Duna főágára az volt jellemző, hogy olyan csillósejtűek jelentek meg folyamatosan, amelyek korábban csak a mellékágakban fordultak elő, vagy korábban ismeretlenek voltak a Duna faunájában. A hullámtérre és az ottani extrém körülményekre "kevés faj-, nagy egyedszám" volt a jellemző. A mentett oldalon, akár csak a hullámtérben, az egysejtű állomány átalakulásban van. Korábban az egyes víztereket — azok karakterének megfelelően — számos konstans fajjal lehetett jellemezni, jelenleg az un. "K" stratégista fajok kerültek előtérbe.

Zooplankton vizsgálatok

A Duna-főág zooplankton-együtteseire a fajszegénység és a kis egyedszám volt a jellemző. A hosszszelvény mentén változási tendencia nem volt kimutatható.

A hullámtéri ágrendszerekre általában jellemző fajszámban gazdag, nagy egyedszámú planktonrák-együttesekben a Duna elterelése és a vízpótlás (vízszintemelkedés, áramlási sebesség növekedés) hatására a planktonrákok taxonszáma csökkent, ugyanez történt az egyedszámmal is. Határozott uniformizálódás következett be mind az élőhelyek, mind az élőlény-együttesek tekintetében. Nagy veszteségnek tekinthető, hogy a vízszint megemelkedésével és a zárások építésével számos unikális víztípus megszűnt (Forrásos-ág, Disznós-ág), vagy alapvetően megváltozott (Csákányi-Duna, Ásványi-Duna), és ezzel elveszett diverz, értékes Crustacea faunája is.

Makrofiton (hínárállomány) vizsgálatok

A Duna főágában a jelentősen csökkent vízmélység és áramlási sebesség, a feliszapolódott aljzat, a vízi makrofitonok megtelepedését tette lehetővé. A szélsőséges, állandóan változó körülmények miatt állományaik fajokban szegények. A feliszapolódás kezdeti szakaszában a nagy tűrőképességű, könnyen betelepülő submers fajok a gyakoriak (*Elodea canadensis*). Erősebb fokú feltöltődésnél már az állóvízi körülményeket jelző lebegő és úszólevelű makrofitonok jellemzők (*Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*).

A hullámtér a Duna elterelése előtt a természetes vízi növényzet legjelentősebb előfordulási helye volt. Az elterelés után a termőhelyek kiszáradása miatt a hullámtérből gyakorlatilag eltűntek. A vízpótlás kezdeti évében (1994) a gyors vegetatív szaporodású fajok (*Elodea canadensis*, *Potamogeton spp.*), a rövid tenyészidejű növények (*Najas marina*) voltak jellemzők. 1995-ben a fenékküszöbös vízpótlás hatására a nagy vízszállítású ágakban a kiszáradás problémája megszűnt, de a kisebb ágakban, ágvégekben ennek lehetősége tovább is megmaradt.

A mentett oldalon a hínárállományok értékcsökkenése évről évre nagyobb mértékű. A vízpótlás hatására (1993, 1994) még csak a környezeti változásokra érzékeny fajok húzódtak vissza illetve tűntek el. 1995-ben a megnövelt mentett oldali vízhozamok hatására a vízi növényállományok fajvesztése az egyes mintaterületeken 50-100%-os. Jelentősen csökkent a megmaradt fajok vitalitása.

Hirudinea (pióca) fauna vizsgálata

A fokozottan védett területek piócafaunájának fajszáma 1994-hez képest nem változott, más területeken jelentősen visszaesett. Alapvető változások történtek a dominancia viszonyokban. A Duna elterelése óta eltelt időszakban az egyes fajok eltűnése és esetleges ismételt megjelenése mellett a társulások relatív abundancia viszonyai is kiszámíthatatlanul változtak.

A térség egészére jellemző, hogy 1995-ben összesen hét olyan fajt nem sikerült kimutatni, ami 1994-ben még jelen volt (például a Nemzetközi Vörös Könyvben szereplő *Hirudo medicinalis*).

Halászatökológiai vizsgálatok

A Dunában mintavételi helyektől függően a halfaunában az elmúlt két évben jelentős különbségek adódtak. A halfauna rheofil jellege azonban megmaradt. A hullámtér ivadékállományát az eutrofil fajok dominanciája jellemzi. A Dunától való elszigetelődés miatt a rheofil fajok nem népesítették újra a vízterületet. A fajok gyakoriság eloszlásának hasonlósága az állomány homogenizálódására utal.

A mentett oldalon (Gazfői-Duna) a korábbi limnofil fajgyűttes elemei megritkultak és új, neutrofil fajok jelentek meg. Eltűnt az egykori halfauna két értékes eleme a lápi póc és a réti csík. A lipóti morotvát kiszáradása után a tápláló vízzel besodródott halfajok népesítik be, összetételükben szintén a neutrofil fajok a meghatározók. A Mosoni-Dunán a folyóág élőhelyi karaktere nem változott lényegesen, a vízpótlás hatására a halállomány összetételében a rheofil jelleg erősödése jellemző.

A DUNAI HALFAUNA MONITOROZÁSA

A halak életfeltételeinek alakulása

A Duna elterelése után a mintegy 3350 hektár szigetközi vízterületnek több mint egyharmadát lehetett megszünt, illetve alkalmatlan halélettérnek tekinteni. Az azóta eltelt években a halak életfeltételeinek alapvető megváltozását elősegítő körülmények nem következtek be.

A kárenyhítést szolgáló beavatkozások hatására egyes vízrészekben az élőhely minősége kedvezőbb lett. Egyelőre nem lehet tudni, hogy a Felső- és Középső-Szigetköz vízvesztésétől bekövetkezett halkárosodást a törzsállomány hogyan vészelte át. Nagy biztonsággal lehet előre jelezni, hogy a "folyó" vizeket kedvelő halfajok (például a domolykó, balin, márna, süllő, csuka, paduc) arányának csökkenése, és az állóvíz jellegű életteret kedvelő fajok (például keszegfélék, ponty, harcsa) arányának növekedése várható.

Az ágrendszerekbe juttatott minden víz javítja a halfauna túlélési esélyeit.

A szigetközi ívóhelyek megfigyelésének tapasztalatai

Azok a szaporító helyek, amelyek a Duna elterelése következtében kiszáradt mederbe estek, azóta sem alakultak újjá.

Egy évtizeddel ezelőtt a Szigetközben 53 halbölcsőt, állandó ívóhelyet figyeltek meg. 1994-ben ezek közül 16 funkciója ellátására alkalmatlannak bizonyult, 10 alkalommal pedig a megváltozott körülmények hatására új szaporodó helyek alakultak ki.

Az üzemvízcsatorna visszatorkolásának hatásterületén a természetellenes vízmozgás jelent szokatlan helyzetet az ívásra készülő halaknak. Aggodalomra ad okot, hogy a halfogási törekvés intenzitása a kritikus helyzet ellenére is változatlan.

A halfogások elemzése

Az ívóhelyeket ért károsodás lényegesen nem enyhült. Az 1989-től kezdődött folyamatos hozamcsökkenés 1994-ben megállt és a halfogás az előző évi mélyponthoz képest 8%-al növekedett.

Ennek lehetséges magyarázata:

- az 1994. áprilisi árhullámmal nagy haltömeg került az ágrendszerekbe. A hirtelen apadással a halak az ágrendszerekbe rekedtek. A Duna főágában Dunakiliti és a duzzasztó közötti részen igen eredményes volt a halfogás. Az árhullám levonulása után a vízhiányos, összeszűkült vízterületen koncentráltabb halállományból nagyobb sikerrel lehetett halászni és horgászni.

- a mederelzárás halpusztító következményeit a 90-es évek elején sikeresebb ívásokból származó fiatal populációk jobban átvészelték, és ezek most kerültek "kifogható stádiumba".

A tendenciákból arra lehet következtetni, hogy a Szigetköz a jelenlegi viszonyok között teljesen elvesztette a dunai halutánpótlásban betöltött szerepét, hiszen saját állománya reprodukciójára sem képes. Nem elhanyagolható a jelentős mennyiségű mesterséges halivadék kihelyezése az ágrendszerekbe és a Mosoni-Dunába. 1994-ben a teljes Felső-Duna szakaszon a horgászok 16%-os létszámcsökkenése ellenére 14%-al nagyobb mennyiségű halat fogtak.

A fenékküszöbös vízpótlás halfaunára gyakorolt hatása

A fenékküszöbös vízpótlás jelenleg azt mutatja, hogy a klasszikus ívóhelyek mindegyikénél annyi víz volt nyárra, mint régebben közepes dunai vízállásnál. Ha a vízpótlásban megvalósul a halak biológiai igényeinek megfelelő vízszabályozás, az ágrendszerekben valamennyi ívóhely szaporító telep lehet. Problémát okozhat, hogy az ágrendszerek nem teljesen átjárhatók, a főág és a mellékágak között nincs kapcsolat.

A KRIPTOGÁM NÖVÉNYEK MONITOROZÁSA

A monitorozás két növénycsoportban folyik: bevonatalkotó (perifitikus) algák és mohák segítségével. A megfigyelések a Cikolai-, Ásványi- Bodaki ágrendszerben és az Öreg-Duna mentén történnek.

A Duna elterelése előtt a Szigetközben a bevonatalkotó algák szerepe alárendelt volt a fitoplanktonnal összehasonlítva. Az elterelést követő első vizsgálati évben, 1994-ben a perifiton mennyisége megsokszorozódott (bentonikusan eutrofizálódtak az ágak), de fajszegényebbé vált. A cikolaszigeti ágrendszerben 1991-ben még 199 fajt mutattak ki, 1995-ben ez 97-re csökkent. Ugyanakkor a felületegységre eső átlagos egyedszámok megnégyszereződtek. Az ásványi ágrendszerben kisebb mértékű volt a fajvesztés (138-ról 108-ra) de a mennyiségi növekedés kifejezettebb: az átlagos egyedszám tízszeresére nőtt. A mennyiségi növekedés azonban még ennél is sokkal nagyobb a perifiton számára alzatul szolgáló makrofitonok elburjánzása miatt.

A korábban határozottan elkülönülő ágrendszerek algavilága összekeveredett, a bevonatalkotó algák tekintetében uniformizálódott az élővilág. Az elterelést követően mindkét vizsgált ágrendszerben megnőtt a bevonatalkotó algák átlagos egyedszáma. Az átlagos növekedés nem egy-egy kiugróan magas értékkel jellemezhető, a növekedés folyamatos és mindenütt megfigyelhető. Ezzel párhuzamosan a fajszámok csökkentek, gyakran egyetlen faj (*Achnanthes minutissima*) adja az egyedszám 50-90%-át.

1994-től kezdődően a vegetációs periódusban heti gyakorisággal végzett vizsgálatok eredményei szerint a mennyiségi növekedés és a minőségi romlás (fajszám és divezitás csökkenés) folyamatos. 1994-ben 259, 1995-ben 211, 1996-ban 186 fajt határoztak meg. Az algák közül a biomonitorozásban leggyakrabban a diatómákat használják. A diatómák

relatív abundanciája alapján az elterelés előtti fajgazdaságot és diverzitást a bevonatok sem 1995-ben sem 1996-ban nem érték el.

A bentonikus eutrofizációval összefüggő változás, hogy az elterelést követően az ágakban összefüggő algagyeppek (főleg *Cladophora* szövedék) jelentek meg.

Az 1990-es évek kezdetén a szigetközi ágrendszerek mohavilága még meglehetősen dús volt. Az elterelést követő kétéves szárazság meggyérítette a vegetációt. 1994-ben a megfelelő mintavételi helyek kitűzése is gondot okozott. A vízpótlások hatására újra nőtt a mohaborítás. A gondot a száraz periódus alatt elgyomosodott pontok újrabenyepesülése jelenti.

A vizsgált mintavételi helyeken a fajsám 45-ről 65-re növekedett a szárazságtűrő fajok betelepülésével. 30 faj telepedett be újonnan, míg 10 pusztult ki (közöttük több ritka, értékes faj). A betelepülő fajok többsége kolonista ("üres" helyeket meghódító) faj. Súlyozott arányuk 25%-ról 38%-ra növekedett. A Szigetköz mohavegetációjában a kolonista fajok mindig és nagy százalékban szerepeltek. Ezek az új kolonista fajok azonban a kisebb vízigényű, nem vízparti mohák közül kerülnek ki. A mohák vízigény spektruma a közepes vízigény irányába tolódott el, a vízigényesebb fajok között is csökkent az elárasztást jól tűrő fajok aránya.

Az 1996-os bőséges vízellátottság ellenére a vízi és vízparti mohavegetáció a vízindikáció szempontjából szárazabb körülményeket jelzett az elterelés előtti állapothoz képest. Meglepő, de a helyzet 1995-höz képest is romló tendenciát mutat.

BOTANIKAI MONITOROZÁS

A növények és a növényzet egyes tulajdonságainak változásait - jelzéseit - már hosszú ideje használják a mindenkori termőhelyi viszonyok jellemzésére. A botanikai megfigyelőrendszer - három területről kapott tapasztalatokra épül.

Flóra és vegetáció

A Szigetköz edényes flórája igen gazdag, eddig 1010 faj előfordulása bizonyított. Ez a teljes magyarországi edényes flóra 47 %-a. Ezen belül a védettek száma jelentős: 85 faj tartozik közéjük. Ezek értékesek tudományos szempontból, mert reliktumok, bennszülött (endemikus) fajok, az eredeti flóra megmaradt képviselői, ugyanakkor fontos indikátorok, mivel természetes, vagy természetközeli termőhelyeket (habitatokat) jeleznek. A védett fajok közül kiemelendő: 24 faj a kosborfélék (*Orchiaceae*) családjából, 7 faj a liliomfélék (*Liliales*) rendjéből, 7 faj a fészkesek (*Compositae*), 6 faj a boglárkafélék (*Ranunculaceae*), 4 faj a tárnicsfélék (*Gentianaceae*) családjából és 8 faj a harasztok (*Pteridophyta*) törzséből.

A gazdag flóra változatos növénytársulások (fitocönózisok) alkotója. A Szigetközben összesen 60, az eredeti vegetációt képviselő társulás található. Ebből 15 védett, 4 reliktum, 38 természetes, illetve természetközeli és 3 a zavarástűrő. Ismert még a

területen mintegy 16 gyomjellegű társulás, amelyek ökológiai és természeti értékei kevésbé jelentősek. A társuláskataszter igazolja a kis térség nagy termőhely-társulás sokféleségét (nagy habitat-fitocönózis diverzitását).

Indikátor fajok (populációk) jelzései

a) Ökoanatómiai vizsgálatok a vízitők levelén

A Duna elterelését követően drasztikus élőhelyi változások következtek be a Szigetközben. A Dunaremete melletti morotva kiszáradt, azonban az itt kialakuló medergyom-társulásokban a vízitök (*Nuphar lutea*) szárazföldi alakban tovább élt. Így lehetőség nyílt a vízhiány hatásainak vizsgálatára a növény levelének anatómiáján keresztül. Az ökoanatómiai vizsgálatok a levélméret csökkenésében, a levelek anatómiai felépítésének mutattak ki változásokat.

b) Az asszimiláló levélfelületek változásai

Érzékeny indikátora a termőhely vízellátottságának a vizes élőhelyeken tenyésző erdők állományalkotó fájnak levélzete, azaz az asszimiláló levélfelület méretének alakulása. Elsősorban a vízhez kötött fafajok levélfelülete jelentősen redukálódik akkor, ha a talajból felvehető nedvességtartalom csökken.

A fafajok többsége érzékeny indikátornak bizonyult, elsősorban a fehér fűz (*Salix alba*). A kocsányos tölgy (*Quercus robur*) és a havas éger (*Alnus incana*) levelei az elterelést követő két éves időszakban 21-27 %-os felületcsökkenést mutattak az előző évek átlagához képest. A *Fraxinus* átlagos levélfelülete kisebb mértékben csökkent (8-10 %). Kifejezők a *Salix alba* levélfelületi adatai: közel 30 %-os csökkenést mutattak, miközben a Duna elterelésével nem érintett kontroll-területen az átlagos levélméret nem változott. A csapadékosabb vegetációs időszakok a levélméret-csökkenés ütemét lassítják. A levélfelületek méretének alakulása jelzi, hogy az ártéri füzesek az utóbbi két év több csapadéka ellenére is vízellátási passzívumban maradtak, belátható időn belül pusztulásuk várható.

c) A magas utifű (*Plantago altissima*) növekedési mutatóinak elezése

A jellegzetesen nedves réti növény 1993 óta vizsgált jellemzői a levélfelület és a virágzati tengelyhossz. A minták a dunaszigeti és a szőgyei rétekről származnak. A szőgyei (a Duna elterelésének hatásterületén kívüli) mintaterület növényei szignifikánsan nagyobbak bizonyultak a dunaszigeti mintaterület növényeihez képest, még az 1995-96 években, az átlagot meghaladóan csapadékos időszakban is.

Társulásszintű indikáció

A társulásszintű változások monitorozása (a fajösszetétel éves változása, a populációk terjeszkedése, W-érték csoportok, a TV érték szerinti eloszlás változása) 7 mintaterületen kezdődött: Dunakiliti-erdő, Dunasziget-erdő, Dunasziget-rét, Dunaremete-botolófűzes, Gombócós-nemes nyáras, Derék-erdő, Hédervári-erdő. Sajnos, előre nem látott

beavatkozások miatt két mintaterületen (Dunakiliti-erdő, Hédervári-erdő) a vizsgálsorozat megszakadt.

Dunasziget-erdő A felső-dunai tölgy-szil-kőris ligeterdő (*Scillo vindobonensi-Ulmetum*, régebben *Fraxino pannonicae-Ulmatum*) hamvas égeres mintaterület a hullámtéren 1992 ősze előtt a Duna magas vízállásakor olykor 1 méteres vízborítás alatt is állt. A társulás természetes fajai ehhez alkalmazkodtak. A társulás szélsőséges viszonyokhoz való alkalmazkodását, illetve az erdei ökoszisztémák viszonylagos rezisztenciáját jelzi az a tény, hogy a fajkészletben nem nőtt meg a szárazságtűrő fajok számának részaránya, és nem növekedett a degradációt jelző fajok aránya. A növénytársulások válasza a környezeti változásokra később jelentkezik, mint a fiziológiai, egyedfejlődési, szöveti válaszok. A gyors fiziológiai reakció a Duna elterelésének hatására itt sem maradt el. A mintaterületen a hamvas éger (*Alnus glutinosa*) egyedeinek kiszáradását, majd pusztulását tapasztalták. 1993-ban gyérült a lombkorona, a gyepszint, a lombohullás más a nyár végén megkezdődött. Az ok nyilvánvalóan a Duna elterelését követő termőhely szárazodással függ össze.

Dunasziget-rét

A réti csenkeszes nedves rét (*Cirsio cani-Festucetum pratensis*) mocsárrétből szárazabb kaszálórétté alakult. A hullámtéren fekvő rétet több-kevesebb rendszerességgel kaszálják. A kaszálások gyakorisága arányos a betakarítható széna mennyiségével, ami viszont a talaj nedvességállapotának függvénye. A rét növényzetét a talajvízszint csökkenése közvetlenül, a kaszálások számának csökkenésén keresztül pedig közvetve befolyásolja. A területen 1992-ig lényegesebb faji átrendeződés nem történt, utána viszont a szárazságtűrőbb, gyomjellegű fajok aránya megnőtt. Előretört a mezei aszat (*Cirsium vulgare*). Több nedvességigényes faj (például *Poa palustris*, *Lotus corniculatos*, *Chrysanthemum leucanthemum*) eltűnt, mások mennyisége (például *Plantago altissima*) csökkent. A kaszálórégi fajok (például *Plantago lanceolata*) mennyisége nőtt és fokozódott az elgyomosodás (például *Cirsium arvense*).

Dunaremete-botolófűzes A puhafa(fűz)liget (*Leucojo aestivo-Salicetum albae*, régebben *Salicetum albae-fragilis*) Dunaremete mellett, az öreg "botolófűzes" mintaterület eredetileg vízparton fekvő, rendszeresen elárasztott terület volt. Fajkészletében uralkodtak a mocsári fajok, lágyszárú szintjét iszapgyom társulás adta. A mintaterület vízellátottsága kétszer is jelentősen változott. 1992 után szárazságtűrő fajok jelentek meg, arányuk növekedett. A vízhez kötött növények például a mocsári nefelejcs (*Myocotis palustris*), a mocsári perje (*Poa palustris*) innen teljesen eltűntek. A rendkívül aszályos 1992. évtől kezdve a fajcsere során erőteljesen növekedett a zavarástűrő és a gyomjellegű fajok, például a mezei aszat (*Cirsium arvense*), fehér tippán (*Agnostis stolonifera*) aránya. Megkezdődött egy bokorfűzekből álló cserjeszint kialakulása. A vízpótlás hatására a területet többször elöntötte a víz, ez lehetőséget teremthet a vízhez kötött fajok visszatelepedésére.

Lipót-Gombócós-nemesnyáras A lombkoronaszintet ültetett olasznyár alkotja, melyen a vizsgálati időszakban szálaló ritkítást végeztek. Ez megnövelte az aljnövényzet szintjére lejutó fény mennyiségét, ami a fajszám növekedését idézte elő. 1991 óta jelentősen megnőtt a gyomjellegű fajok aránya. A terület szárazodását jelzi, hogy az aljnövényzet döntő tömegét adó nagy csalán (*Urtica dioica*) és a bíbor nenyúljhózzám (*Impatiens*

glandulifera) átlagmagassága közel a felére csökkent. A mennyiségi arányok a szárazságtűrőbb csalán irányába tolódtak.

Derék erdő-gyertyános-tölgyes A Szigetköz eredeti vegetációját tükröző egykoron nagyobb kiterjedésű gyertyános-tölgyesek máig megmaradt, fokozottan védett állománya kontroll területként szolgált. A vizsgált időszakban az adatsorok nem mutatnak jeleltős eltérést sem a degradáció, sem a szárazodás vonatkozásában. A kismértékű ingadozást az magyarázza, hogy egyes ritka élőlény fajok nem minden évben hajtanak ki (vagy nem a felvételezés idején), más - elsősorban gyomjellegű - növények nem minden évben jelennek meg a permanens kvadrátban.

A szigetközi nádasok állapota és indikációja

Az álló- és folyóvizeket kísérő nádasok felértékelődtek az utóbbi évtizedekben, természetvédelmi értékük fokozódott, az egyre gyarapodó ökológiai ismeretek alapján ezek a környezetileg érzékeny, sérülékeny területek közé sorolták. A szigetközi Duna-szakaszon tenyésző nádasok a Duna elterelése óta a teljes eltűnés lehetőségével fenyegetettek. Öt kiválasztott nádas állomány vizsgálatára alapján a következők állapíthatók meg. Három állományban — a Zátonyi Dunán Dunakilitinél, a Cvek-laposon és Lipóton — erősen megváltozott a fajösszetétel, egyértelmű a nagymértékű elgyomosodás. Lipóton a kiszáradásnak indult nádas a vízpótlás óta lassan kezd regenerálódni.

Mederszukcesszió vizsgálatok

A dunaremetei vízmérce közelében folyó mederszukcessziós vizsgálatok eredményei szerint a növényet határozott övezetessége figyelhető meg (bokorfüzes → magaskórós növényzet → xerofil gyomokban gazdag, nyílt gyep). Térben és időben határozott fajszámcsökkenés figyelhető meg, ugyanakkor a kevesebb faj nagyobb borítással van jelen. Jelentős az átrendeződés a vízigény szerinti eloszlásban is. A növényzet a kolonizáció kezdeti randomizált állapotából három év alatt egy viszonylag jól strukturált fázisba lépett. Kimutatható a talajképződés kezdete és a szervesanyag akkumuláció.

A GYOMVEGETÁCIÓ TANULMÁNYOZÁSA

A Szigetköz szántóföldi (szegetális) gyomvegetációja jól ismert. A gyomvegetáció monitorozásának az a célja, hogy tisztázzuk a gyomok szerepét a Duna elterelése után meginduló kiszáradó, degradatív szukcessziós folyamatokban. Az egy éve kezdődött kutatások eredményei tájékoztató jellegűek. A Duna elterelése után szárazra került (kiszáradó) ágrendszerek, morotvák és a Duna-meder iszapos, kavicsos, homokos aljzata a gyomok és adventív növények számára optimális megtelepedési lehetőséget jelentett. Ez megnövelte az edényes flóra diverzitását, ugyanakkor rontotta az egyenletességet (ekvitabilitást), fokozta a degradációt jelző gyomok és adventív fajok számát és tömegességét.

Ha a szigetközi gyomfajokat vízigényük szerint csoportosítjuk (W_b érték: 11 fokozatú skála, ahol a sor elején a szárazságtűrő, a végén a vízigényes fajok szerepelnek) és két

jelzést veszünk figyelembe, a fajszámot és a borítást, a következő megállapításokat tehetjük:

- a) 1990-91-ben a legnagyobb fajszámmal és borítással a félszáraz (W_B4) termőtalajok gyomnövényei szaporodtak el. A fajszámra vonatkozó W_B értékek eloszlási görbéje a 7-10 W_B értékű fajoknál egy második csúcst is formál.
- b) Amennyiben a talajvízszint csökken, a fenti fajok száma és borítása visszaszorul (csökken?), a gyomfajokra vonatkozó W_B érték eloszlási görbéje egycsúcsú lesz.

ERDÉSZETI MEGFIGYELÉSEK

A Szigetközben 1986 óta folyamatos a hullámtéri területek faállomány-viszonyainak és termőhelyi adottságainak vizsgálata. A mérések és megfigyelések célja az, hogy a megváltozott körülmények között nyomon kövesse az ökológiai viszonyokban, valamint a növényegyedek és faállományok növekedésében és fejlődésében bekövetkezett változásokat. A fáknek előnyös tulajdonsága, hogy növekedésük mértékével jól indikálják a környezeti változásokat. A vizsgálatok során ezért elsősorban a faállományok éves méret-növekedésének és az egyes fák éven belüli növekedésmenetének a meghatározásra koncentrálnak.

A fatermés, a faállományok és a fatérfogat évi növekedésének mérése

1992-ig a nyárállományokban a folyónövedék egyenletes volt, ezt követően - a Duna elterelése után - jelentős mértékben, szignifikánsan csökkent. Termőhelytől, földrajzi elhelyezkedéstől, fajtától függően a korábbi (1993 előtti) éveknél jobb vagy hasonló növekedés is tapasztalható volt. A legszembetűnőbb károsodás a természetes úton keletkezett füzesekben következett be. Az érintett Duna-szakaszon 1993-ban mintegy 20 ha pusztult ki. A megmaradt állományokra nagyon erős növedék-visszaesés jellemző. A keményfás állományban jelentős változás nem volt megfigyelhető.

Az 1995. évben az időjárás viszonylag kedvező volt a fákra nézve, különösen, ha az előző 3 évvel vetjük össze. Ez minden bizonnyal jelentős hatást gyakorolt a fák élettevékenységeire. Az ezekkel kapcsolatos 1995-ös tapasztalatok az alábbiakban foglalhatók össze:

- Az elmúlt három évben, így 1995-ben sem következett be a faállományok általános és katasztrofális pusztulása. A pusztulás ugyanis számos tényező függvénye (fafaj érzékenysége, kor, termőréteg- és talajvíz-viszonyok), amelyekben még nem következtek be drasztikus változások, illetve ezek hatását a fák még pufferni tudták.
- Bizonyos helyeken azonban előfordultak lényeges növekedés-csökkenések. A legjelentősebb ilyen jellegű károsodás a vízre nagyon érzékeny füzesekben következett be, ahol az elöntések elmaradása azonnal éreztette negatív hatását.

- A nyárok növekedése nagy változatosságot mutat. A korábbi évekhez képest mégis általában csökkenő tendencia volt megfigyelhető, a csökkenés mértéke főleg a termőréteg vastagságától, a magassági fekvéstől és a Duna-medertől való távolságtól függ.
- A tölgy és kőris esetében nem volt lényeges növekedésbeni eltérés a korábbi évekhez képest, ha a beteg fákat figyelmen kívül hagyjuk. A betegség a kocsányostölgyek általános állapotleromlási folyamatához köthető, és nem feltétlenül kapcsolódik a szigetközi ökológiai változásokhoz.

Az 1996-os évet a korábbiakhoz képest kiegyensúlyozottabb hidrológiai viszonyok jellemezték: viszonylag egyenletes eloszlású, egész évben nagy mennyiségű csapadék volt megfigyelhető, és a vízpótló rendszer is folyamatosan és egyenletesen működött. A vegetációs időben lehullott csapadék ugyanakkor jelentősen túlszárnyalta az elmúlt 10, illetve 25 év átlagát. A hőmérséklet némileg elmaradt a sok éves átlagtól.

Az erdészeti mintaterületeken megfigyelt talajvíz-kutak adatai alapján a változások irányai nem mutatnak egységes tendenciát, hanem nagyon is helyhez kötött mozgásokról van szó. A vizsgált területek egy részén (Lipót, Ásványráró) az elmúlt két év vízutánpótlása számottevően megemelte az 1993-94 évi időszakhoz képest a vegetációs időben mért talajvízszintet, és folyamatosan biztosította annak a kavicsréteg feletti elhelyezkedését. A talajvízszint azonban az elterelés előtti szintet többnyire nemigen éri el. A Duna közvetlen partmenti szakaszán nem javult a helyzet.

Mivel a Szigetközben a különböző fajtájú nemesnyárok nagy területeket foglalnak el, így gazdaságilag jelentősek, az erdészeti megfigyelőhelyek nagy része is nemesnyárasban, elsősorban a legnagyobb jelentőséggel bíró olasznyárasokban ('I-214' klón) lett kitűzve. Az 'I-214' olasznyárok összfatermésének folyónövedékének alakulását vizsgálva megállapítható:

- az összfatermés folyónövedéke az utolsó három évet megelőzően általában meghaladja az országos átlagot;
- az 1993-1995 időszakban az összfatermés folyónövedéke szinte valamennyi parcella esetében a kor függvényében várható értéknél jelentősebb mértékben csökkent;
- e növedék-csökkenés sajnálatos módon az ígéretesen induló fiatal parcellákra fokozott mértékben jellemző;
- két középkorú parcella esetében a törzsek kiszáradása következtében a folyónövedék negatív értékbe csapott át, vagyis az állomány élőfakészlete csökkent (megjegyzendő, hogy az egyik erdőrészlet közvetlenül a Duna-meder mellett van);
- 1996-ban a sok csapadék hatására a fák növekedésének csökkenése többnyire megállt, ill. normálisnak mondható növekedést mutattak a fák.

A Duna elterelését követő három év során tehát a térség jelenleg kiemelt gazdasági jelentőségű fafaja, az 'I-214' olasznyár vizsgálatakor az összfatermés folyónövedékében jelentős, szignifikáns visszaesést tapasztaltunk. Ugyancsak csökkent az egyéb nemesnyár klónok, valamint a fűz fatérfogat-növedéke is. Nem, vagy alig csökkent viszont a kis térfoglalású keménylombos fafajok (pl. a tölgy) növekedése. Az 1996-os kedvezőbb

növekedés feltehetően elsősorban a kedvező időjárásnak tudható be, s átlagos vagy annál szárazabb évben újból csökkenés prognosztizálható.

Az egyes fák növekedésének (kerületnövedék) mérése

Néhány mintaterülettől eltekintve a nemesnyárok kerületnövekedése 1993-ban jelentősen csökkent, az előző évi növekedésnek csupán 60-80%-át érte el. A füzeseknél a csökkenés 50%-os. ÁBRA Az elterelés előtti évekre jellemző növekedésmenet-görbe megváltozott. Az évi növedék mind nagyobb része képződik a fejlődés első szakaszában (körülbelül május végéig), utána a fejlődés lelassul, néha szinte leáll. Ez a jelenség adhat magyarázatot az összes növekedés csökkenésére is.

A vegetáció 1996-ban a tavaszi nagyon alacsony hőmérséklet miatt nagyon későn, csak május elején indult meg, viszont elhúzódott szeptember vége-október elejéig. A tényleges növekedési időszak 20 hét körül volt. A különböző nyárklónok kerületnövekedése 1993 után visszaesett, s az 1995. évi értékekhez képest 1996-ban minimális emelkedés figyelhető meg.

A növekedés mértéke nem érte el az ilyenkor kívánatos szintet. A fehérfüzek egész éves növekedése hasonló a korábbi két évhez, de jelentősen elmarad az azt megelőzőktől és az adott termőhelyen elvárható mértéktől is. Bár a termőhely az erdőgazdálkodás számára továbbra is sok helyen kedvező még, ezek az új termőhelyi viszonyok azonban elsősorban már nem a füzek igényeit elégítik ki, hanem inkább már a nyárasokét.

Összefoglalva megállapítható, hogy a Duna elterelését követően valamennyi fa és faállomány növekedésében törésszerű csökkenés következett be, amit az elmúlt két év javuló hidrológiai viszonyai sem tudtak visszaállítani az eredeti mértékre.

Az erdők egészségi állapota

Az 1993-1994 évek jellegzetessége volt az aszály kompenzálását célzó korai lombhullás, amikoris a fás növényzet párologtató felületének csökkentésével igyekezett a vízhiányt mérsékelni. A jelenség főleg az eltereléssel érintet magasabban fekvő területeken, elsősorban a Duna-meder mentén jelentkezett.

Az 1995-96-os tél során jelentős mértékű pocokkár - részben a hosszú, hideg télnek és hűvös, csapadékos tavasznak köszönhetően - nem jelentkezett, pedig a korábbi években kártételükkel számolni kellett.

A fűzállományok általános kondíciója az év első felében csak közepesnek volt minősíthető. A törzseken nagyon sok járulékos rügy hajtott ki, a koronában sok volt a száraz ág. Később nyilvánvalóvá vált: helyenként egész foltokban kipusztultak a fák, mégpedig főleg a főmeder mentén. Egy vékony sávban az egész Szigetközön keresztül megfigyelhető ez a kiszáradás, ami nyilvánvalóan a főmeder vízleszívó hatásának az eredménye. Ezekben a helyeken a vízpótlás nem képes a talajvizet annyira megemelni, hogy a fák elegendő vízhez jussanak, a csapadék pedig nem biztosítja a füzeknek a folyamatos és bőséges vízellátást.

Új száradás ugyan nemigen kezdődött, de az 1993-ban beindult száradási folyamatok befejeződni látszanak. A száradás néhány, szintén a főmeder közelében álló nyáron is megfigyelhető. Mindez arra utal, hogy ezek a termőhelyek már nem a füzek, ill. nyárok termőhelye, hanem annál szárazabbá váltak. (Ezt az is jelzi, hogy a helyi erdőgazdaság inkább az ellenállóképesebb tölgyeket ülteti a korábban nyárral elfoglalt termőhelyek egy részére is.) Ezeknek a helyeknek a megmentése csakis a főmederben lefolyó víz szintjének a megemelésével lehetséges.

A kedvező meteorológiai és javuló hidrológiai viszonyok együttes hatása eredményeképpen viszont 1996-ban nem jelentkezett az utóbbi évek jellegzetes nyári, aszályokozta lombvesztése. Nincs ugyanakkor okunk feltételezni, hogy átlagos, vagy annál szárazabb évben ne folytatódjon tovább a faállományok lassú romlása. Ennek lassítását, esetleg megállítását nagymértékben elősegítené a hullámtér rendszeres évi árvízi elöntése a vegetációs időszakban.

MEZŐGAZDASÁGI MEGFIGYELÉSEK

A feladat a mezőgazdasági hasznosítás állapotörögzése a vízlépcső hatásterületének szigetközi szakaszán. Az éves jelentések alaposan és kimerítő részletességgel ismertetik 1995-ben például 16 mezőgazdasági nagyüzem, 1 település és 11 növényfajta megfigyelését és elemzését. A feldolgozás kiterjed a talaj és annak tulajdonságai, a klimatikus és meteorológiai jellemzők, a talajvíz térségi szerepe és egyes technológiai elemek (trágyázási, tápanyag visszapótlás, fajtaválaszték, talajfertőtlenítés, vegyszeres gyomirtás, öntözés, stb.) részletes tárgyalására.

Annak a reális megítéléséhez, hogy a terméseredményeket befolyásoló és vizsgált tényezők közül a talajvízszint csökkenésének mekkora szerepe van, nyilvánvalóan a jelenleginél hosszabb idősorokra van szükség. Más vízlépcsők hatásterületén szerzett tapasztalatok is azt támasztják alá, hogy a mezőgazdasági művelésben jelentkező károk csak évtizednyi időkéssel válnak szignifikánssá.

ZOOLÓGIAI MONITOROZÁS

A Szigetköz elsősorban teresztris zoológiai állapotfelmérése - ami gyakorlatilag a taxonok jelenlétének bizonyítására szolgált - csak 1990-1992 között történt meg

Semmiféle előzetes, a biomonitorozást megalapozó kutatások nem folytak a térségben. Ha figyelemmel vagyunk a fauna mintavételezési nehézségeire is, jogos az eredmények közzlésekor a feltételes mód és a bizonytalanság hangsúlyozása.

A monitorozott állatcsoportok évenként kismértékben változtak, az elmúlt 1994-95-ben a következők voltak: puhatestűek, rákok, szitakötők, egyenesszárnyúak, kérészek, recésszárnyúak, bogarak, tegzesek, lepkék, talajatkák, halak, békák, madarak, kisemlősök. Az értékelt jelzések leggyakrabban a prezencia-abszencia, ritkábban - bár egyre gyarapodó mértékben - szemikvantitativ és kvantitativ adatok voltak. Tekintettel a nagyszámú

állatcsoport sokféle jelzésére, a rendelkezésre álló adatsorokra, és a korlátozott terjedelemre, állatcsoportonkénti-összegzések-adhatók.

Puhatestűek (*Mollusca*)

A Szigetköz puhatestűfajainak felderítettségi aránya a földrajzilag lehetséges előfordulások figyelembevétel közel 100 százalékos. Mivel egy — életmódjában és előfordulási körülményeiben is — nagy diverzitású állattörzsről van szó, ez a kutatottsági állapot más, hasonló nagyságú taxonokhoz viszonyítva igen jó, a faunakutatásból levonható következtetések megalapozottnak tekinthetők. Az ország egyéb területeihez viszonyítva a Szigetköz malakofaunisztikai benépesültsége igen jelentős: sok tekintetben meghaladja a legtöbb természetvédelmi terület e vonatkozású zoológiai értékét. Nagy a ritkább fajok aránya, ami az elszigetelt populációk meglétére utal. Az endemizmusok léte ~~is~~ elszigetelődést jelez, ezek természeti értéke a szó betű szerinti értelmében felbecsülhetetlen.

Fajdiverzitás csökkenés a legszembeötlőbbben a Duna elterelt szakaszán mutatható ki. Bizonyítható, hogy korábban itt élő fajok pusztultak ki. Nagy szerencse, hogy ezek a dunai fajok másutt még fellelhetők. A mentett oldali területek (szárazulatok, mocsarak és csatornák) puhatestű fajainak változatossága csökkeni látszik. Ezzel szemben ~~egy tűnhet,~~ hogy a mellékágak és az ártéri erdő faunája gazdagodott. Ám a vizsgált időszak adatainak pontos elemzése azt mutatja, hogy a mellékágakból annyi faj tűnt el, mint amennyi megjelent. A fauna tehát átrendeződés alatt van. Mivel az eltűnőben lévő fajokat még meg lehet találni, és a helyükre lépők is már ott vannak, ez a fauna gazdagodásának hamis képét rajzolja ki. Megállapítható, hogy a Duna elterelésének és a vízpótlásnak a hatása a Szigetköz malakofaunájára tehát nem volt egyirányú, kaotikussá tette az egyes populációk sűrűségének változását.

Planktonrágók (*Crustacea*)

A Szigetközben sokféle víztípus létezik, ezekben a változatos vizekben változatos, fajgazdag mikrofauna található. Az eddigi kutatási eredmények szerint a Szigetközben található a legváltozatosabb vízi mikrofauna a Duna völgyében. Az 1993 óta végzett rendszeres gyűjtések eredményeként már több mint 100 rákfaj előfordulása vált ismertté erről a területről. Két faunára új rák is előkerült. A kimutatott fajok zöme másutt is gyakori az országban, de a több éves vizsgálatorozatban számos ritkaságot is sikerült a Szigetközben megtalálni. Az eddigi eredmények tehát arra engednek következtetni, hogy a Duna elterelése után is változatos, nagyon gazdag rákfauna található a szigetközi vizekben. A tapasztalt változások okait nehéz egyértelműen megállapítani, mert az ártéren természetes állapotában is nagyon jellemző az állandó változás.

Korábbi zárások átvágása, valamint a fenékküszöb üzemeltetése miatt számos hely nagy mértékben megváltozott. A korábbi, némileg eltérő jellegű állóvizek helyett gyorsan áramló vizeket lehet találni, amelyekben egyrészt megszűnik, vagy átalakul a kistrák-fauna, másrészt a parti vegetáció kifejlődésével megjelennek a bolharágók. Nagy változáson ment át a Duna elterelése óta a lipóti Holt-Duna. 1993-ban történt kiszáradása óta ismét fajgazdag ráknépeség található a parti övben, de a nyíltvízi társulást elsodorja a vízpótlás áramló vize.

(*Acumliipoda*)
nem alakul ki a nagy áramlási sebesség miatt.

Szitakötők (*Odonata*)

A Mosoni-Duna, a kavicsbánya-tavak és a Parti-erdő lánya szitakötő faunájában az elterelés előtti időszakhoz képest minőségi és mennyiségi változás nem tapasztalható, sőt az utóbbi élőhelyen a fajszám nőtt. A mentett oldali csatornák közül a legdrasztikusabb változás a Lipóti-csatorna kolonák állományának kipusztulása, és ennek következtében az itt tenyésző két Berni Konvenció által fokozottan védett faj (*Aeshna viridis*, *Laccorhina pectoralis*) eltűnése. Az elterelés közvetett hatása (túlzott vízpótlás) valamennyi csatorna esetében a fauna szembevető változását okozta: csökkent a fajszám, folyóvízi, illetve tág tűrésű fajok veszik át az értékeesebb elemekből felépülő közösségek helyét.

Egyenesszárnyúak (*Orthoptera*)

A Szigetközben háborítatlan, természetes gyepeket nehéz találni. A legtöbb gyepeket valamilyen mértékben bolygatott, általában kaszálást, lehelést végeznek. Ezek a munkák fontos részét képezik az egyenesszárnyú közösségeket alakító környezeti tényezőknek. (Például egy gyomtársulásból rendszeres kaszálással mezofil alakítottak ki Rajkánál, ami állandó fajösszetételű és állandó dominancia szerkezetű közösséget tart fenn ezen a mintavételi-ponton.) Az 1994. év vizsgálatai alapján két csoportra lehetett osztani a terület egyenesszárnyú közösségeit. Az egyik csoportot a Felső-Szigetköz (Dunaszigetig), a másik csoportot az Alsó-Szigetköz (Dunaremetétől Vámoszabadiig) egyenesszárnyú közösségei alkotják. A Felső-Szigetköz gyepeiben (főként Rajkán és Dunakilitin) a szárazsághedvelő fajok jelentek meg. Rajkánál ez egyértelműen a terület letarolásának köszönhető.

A nedvességkedvelő fajok állandó jelenlétét a növényzet között található páratartalom biztosítja. Ezt a mikroklimatikus páratartalmat az esőzések és a talajból kipárolgó nedvesség tartja fenn. Ahol nincs párolgást lassító vegetáció és a talajvízszint is túl mélyen van, a talaj gyorsan kiszárad. Ezekről a területekről a nedvességkedvelő rovarok vagy elvándorolnak, vagy kipusztulnak, és helyüket xerofil, termofil rovarok foglalják el. Bizonyos területeken ez a helyzet állandósult (Rajka), itt az esőzések ellenére is hiányoznak a nedvességkedvelő rovarok. Egyéb területeken a szárazsághedvelő fajok nagy arányú betelepődése csak időszakos (Dunakiliti), vagy ha állandó, akkor nagyon kicsi az egyedszám (Dunasziget, Dunaremete).

Kérészek (*Ephemeroptera*)

Az unikális, vagy igen ritka, és ezért jelentős természeti értéket képviselő szigetközi kérészfajok nagy része (*Baetis alpinus*, *Baetis muticus*, *Caenis luctuosa*, *Caenis pseudorivulorum*, *Ephemerella notata*) a Mosoni-Dunában fordul elő. Az elterelés során vizüket vesztett nagy-dunai mellékágak kérész együttese elszegényedett.

Bogarak (*Coleoptera*)

Dunakilitinél a szárazra került mederben a talajlakó bogárfauna fajösszetétele elszegényedett. A növényzetmentes nyílt területeket preferáló, extrém nedvességkedvelő és extrém szárazságtűrő fajok visszaszorultak, előretörték a gyommal fedett területek jellemző

fajai, illetve kisebb részben a réti fauna elemei. A fenékküszöb létesítése nem volt hatással a bogárfaunára. Közvetlen környezetében új, növényzetmentes felszín alakult ki, ahol ugyanazok a fajok jelentek meg, mint amelyek a szárazra került meder faunáját jellemezték 1993-ban (például *Nebria livida*). Lejjebb, Ásványráró és Kisbodak körzetében azonban az egyenletesebbé váló vízjárás miatt a nedvességkedveő futóbogárfajok életkörülményei kedvezőbbé váltak. A gyűjtések során 5 bogárfaj elős alkalommal került elő Magyarországról.

Tegzesek (*Trichoptera*)

A szigetközi Duna-szakasznak és mellékvízeinek igen gazdag *Trichoptera* faunája volt, számos, országosan, európai tekintetben is igen ritka fajjal. A kavicsos mederben folyó tiszta, oxigénben gazdag víz faunája csak más, nagyobb folyókéval volt összehasonlítható. A Duna elterelése után eltűnt az eredetileg nagy diverzitású *Trichoptera* együttes.

Kétéltűek (*Amphibia*)

A tavaszi vízviszonyok meghatározó szerepet töltenek be az Alsó-Szigetköz árterében található (*Rana lessonae* - *Rana esculenta*) populációs rendszerek fennmaradásában és szerkezeti állandóságában. Az árhullámok elmaradása és a folyamatosan alacsony vízállás hosszú távon a vízibékák egyedszámának nagy mértékű csökkenését és a *Rana esculenta* populáción belüli aránynövekedését eredményezi. A Felső-Szigetköz térségében található rendszerekben a kecskebéka (*Rana esculenta*) és a tavi béka (*Rana ridibunda*) aránynövekedése figyelhető meg.

Madaras (Aven)

ÖSSZEGZÉS

Aki nem ismerte az egykori Szigetközt, vagy manapság is csak ritkán látogatja, a látható képen nem érzékelheti a változásokat, még kevésbé a - biomonitorozás mozaikjaiból összerakható, a változásokat meghatározó - hátteret.

A biomonitorozás eddigi eredményeiből teljesen egyértelműen kirajzolódik maga a változás ténye. Ez önmagában még szinte semmit nem jelent, hiszen bármelyik biológiai entitásra létezik a normális állapotváltozások sorozata (normális szukcesszió).

A szigetközi változások azonban változást itt ki kell egészítenünk néhány jelzővel:

- a Szigetközben tapasztalt változások egyértelműen a degradáció, a leromlás irányába induló, abnormális szukcessziós folyamatokat jelentenek
- a megindult változások relatíve gyorsak. Sajnos az elterelés előtti állapotokról közel sincs elegendő információnk (átfogó és részletes biomonitorozás nem történt). Azt azonban megkockáztatjuk, hogy ha pl a 60-as évektől számítva a sokak szerint már akkor sem "jól működő" Szigetközben a leromlási folyamatok sebessége a jelenleg ismerteket megközelítette volna, ma a térségre nem ismernénk rá.

- a Duna elterelésének hatására megkezdődött degradatív folyamatoknak több iránya lehet, ezek ma még teljesen kiszámíthatatlanok.
- a biomonitorozás eredményeiből egyetlen olyan adat, eredmény sem olvasható ki, mely a fentieknek ellentmondana. Csak "természeti érték csökkentő" folyamatok indultak be, az ellenkezőjére nincs példa.

Nem tagadható, hogy már korábban (például a 70-es évek második felétől) bekövetkeztek a térségben a természeti értékek fennmaradását hátrányosan befolyásoló változások (a felső-dunai vízlépcsők, folyószabályozás). Két dolog azonban nem téveszthető szem elől a Duna elterelése óta bekövetkezett változások vonatkozásában:

- 1) A Szigetköz már említett korábbi működési zavarai nem indukáltak olyan gyors degradációs folyamatokat, melyeknek ma részesei vagyunk.
- 2) ~~Hamis az a szlovák érvelés, hogy a tervezett, majd megvalósított vízlépcső-(rendszer) egyúttal a természeti értékek megőrzését is szolgálja. Nincs példa rá, hogy Európában hasonló szituációban a természeti érték megőrzését és fenntartását hasonló működési elveken épült vízlépcsővel sikeresen megoldották volna.~~

~~Nyilvánvaló, hogy pótlólagos beruházásokkal (pl. vízpótlás) kárenyhítés, egyes leromlási folyamatok lassítása elérhető. Ugyanakkor hosszú távon az élővilág átalakulása, a strukturális és funkcionális kapcsolatok gyökeres megváltozása következik be. Egy egészen más, természeti értékeinek nagy részét elvesztett Szigetköz létrejötte nem védhető ki.~~

ZÁRÓJELENTÉSEK, TANULMÁNYOK LISTÁJA
MTA munkacsoport, 1991

1. A Szigetköz és a kapcsolódó térség földtani viszonyai
 - A földtani és geofizikai kutatás története (Scharek Péter)
 - A negyedidőszaki képződmények vastagság és kifejlődésviszonyai (Don György)
 - A pannóniai képződmények vastagság és kifejlődésviszonyai, a medencealjzat felépítése (Don György)
 - Földtani fejlődéstörténeti vázlat (Scharek Péter)
 - Földtani szerkezet, neotektonikai viszonyok (Síkhegyi Ferenc)
 - A Szigetköz geomorfológiai viszonyai (Kaiser Miklós)
 - A Szigetköz és környéke talajai (Marsi István)
 - A terület hidrogeológiai jellemzése (Zsámbok István)
 - A terület mérnökgeológiai viszonyai (Szeiler Rita)
 - Környezetföldtani viszonyok (Scharek Péter)

(Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 1991, 130 oldal és mellékletek)
2. A Szigetköz és környékének hidrogeológiai és hidrogeokémiai értékelése
(Tóth György, Budapest, 1991.)
3. Terepi vizsgálatok "A Szigetköz hidrogeológiája" című tanulmányhoz
(Gondár Károly, Budapest, 1991, 23 oldal)
4. A Kisalföld hévízföldtani viszonyai
(Szabó Lajos, Budapest, 1991, 12 oldal és mellékletek)
5. A szigetközi térség környezeti információs rendszerének kialakítási alapelvei
(Turczi Gábor, Budapest, 1991, 31 oldal)
6. A földrengések és a földrengésekkel kapcsolatos jelenségek figyelembe vétele atomerőművek, gátak tervezésekor
(MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet, Szeizmológiai Observatórium, Budapest, 1991. december, 8 oldal)
7. A történelmi földrengések esetleges megjelenése a régészeti lelőhelyek vizsgálata alapján, különös tekintettel a Kisalföld és a Duna vonalának térségére (Kocsis László, Budapest, 1991, 23 oldal)
8. Dunakiliti térségének valószínűségi földrengés veszélyeztetettsége
(MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet, Szeizmológiai Observatórium, Budapest, 1991. december, 26 oldal)
9. Kutatási Tervtanulmány a Dunakiliti tározó jobb parti fővédvonalán a töltéstest és az altalaj komplex mérnökgeológiai vizsgálatára
(Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Budapest, 1991, 20 oldal)
10. Kutatási jelentés a Dunakiliti tározó jobb parti fővédvonalán a töltéstest és az altalaj komplex mérnökgeológiai vizsgálatáról
(Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Budapest, 1991. november, 19 oldal és 22 melléklet)
11. A Dunakiliti térség tektonikai elemzése
(Balla Zoltán, Budapest, 1991. december, 117 oldal)
12. Dunakiliti és Bős környezetének tektonikája
(Kilényi Éva, Budapest, 1991. november, 37 oldal és 9 melléklet)
13. A Bős-Nagymarosi vízlépcsőrendszer Dunakiliti tározó védőtöltéseinek műszaki alkalmassági vizsgálata
(Goschy Béla, Budapest, 1991. december, 71 oldal és 3 melléklet)
14. Graphic Database Management Software of Geo-data measured on BŐS-GABCIKOVO area
(MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet, Sopron, 1991, 24 oldal és 1 db 5 1/4 floppy)
15. A Duna és a Szigetköz partiszűrési vízbázisaival, felszín alatti vízkészletével és biológiai anyagforgalmával kapcsolatos kutatások, összefoglalás
(Somlyódy László, Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóközpont, Budapest, 1991, 43 oldal)

16. Vízminőségi és tápanyagforgalmi modellek fejlesztése és alkalmazása a Duna hazai szakaszára
(Bakonyi Péter, Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóközpont, Budapest, 1991, 76 oldal)
17. A Duna és Szigetköz anyagforgalmi vizsgálata
(Szilágyi Ferenc, Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóközpont, Budapest, 1991, 132 oldal)
18. Partiszűrészű vízbázisok szennyezőanyag eltávolítási határfokának vizsgálata
(László Ferenc, Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóközpont, Budapest, 1991, 29 oldal)
19. A Szigetköz felszín alatti vízkészleteinek vizsgálata
(Liebe Pál, Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóközpont, Budapest, 1991, 27 oldal, 3 függelék)
- A Szigetköz és déli környezete földtani-hidrogeológiai megkutatottsága (Szűcs István)
 - A vízföldtani szelvények szerkesztésének szempontjai (Neppel Ferenc, Szűcs István)
 - A Szigetköz és déli környezetére érvényes közelítő kapcsolat vizsgálata a rétegleírás szerinti réteganyag és a szivárgási tényező között (Szűcs István)
 - Transzport-paraméterek meghatározása a szigetközi víztartó rétegekben a trícium-csúcs módszer alkalmazásával (Ujfaludi László, Maginecz János)
 - Talajvízármlás és tríciumtranszport modellezése a Szigetköz középső szakaszán (Székely Ferenc)
 - A Morton-féle területi evapotranspirációra épített beszivárgás-számítás alkalmazása síkvidéki területen (Csepregi András)
 - Talajvízármlás kétdimenziós modellezése a Szigetközben áramvonalak mentén, a kijelölt szelvényekben (Maginecz János)
- Környezeti izotóp és vízkémiai vizsgálatok a Szigetközben (Deák József, Deseő Éva, 125 oldal, 49 táblázat, 150 ábra és 6 melléklet)
20. Rövid jelentés a szigetközi mellékágrendszer hidrobiológiai állapotának feltárására c. AKA téma keretében végzett munkáról
(Berczik Árpád, az MTA {kológiai és Botanikai Kutatóintézete, Magyar Dunakutató Állomás, Göd, 1991, 10 oldal és mellékeletek)
21. Jelentés a Magyar Természettudományi Múzeum Állattárának "A szigetközi Dunaszakasz magyarországi részének zoológiai állapotfelmérése" c. AKA kutatási témában 1991-ben elért eredményeiről
(Mészáros Ferenc, Magyar Természettudományi Múzeum Állattára, Budapest, 1991, 28 oldal és 12 melléklet)
22. Jelentés a szigetközi kutatási téma keretében végzett erdőcönológiai vizsgálatokról
(Szerdahelyi Tibor, Budapest, 1991. november, 10 oldal)
23. A Szigetköz mikroszkópikus gomba kutatása
(TTM Növénytára, Budapest, 1991, 5 oldal)
24. A Felső-Szigetköz zuzmóflórájának térképezése, állapotrögzítése természetközeli, ill. antropogén környezetben
-- Jelentés a Szigetközben 1991-ben végzett lichenológiai kutatásokról
(Lőkös László, Budapest, 1991. november, 2 oldal)
25. Mohák - Bryophyta -- Jelentés a szigetközi florisztikai állapotfelmérés első évről
(Papp Beáta, Rajczy Miklós, Budapest, 1991, 11 oldal)
26. Kutatási jelentés a Szigetközben 1991-ben végzett algológiai megfigyelésekről
(Ács Éva, Buczkó Krisztina, Budapest, 1991, 18 oldal)
27. A szigetközi makrogomba flóra (Basidiomycetes) vizsgálata 1991-ben
(Locsmáncsi Csaba, Vasas Gizella, Budapest, 1991, 5 oldal)
28. Tájvédelem a Szigetközben
(Futó Rita, Budapest, 1991, 23 oldal)
29. Térszerkezet, demográfia és szociális infrastruktúra a Szigetközben
(Farkas Gabriella, Ferik Tünde, Potyondi Ágnes, Budapest, 1991, 49 oldal és 14 térkép)
30. A települési hulladékok ártalmatlanítása a Szigetközben
(Sigrayné Csiszár Valéria, Budapest, 1991, 36 oldal és 6 táblázat)
31. Víziközművek a Szigetközben
(Dima András, Jordán Péter, Budapest, 1991, 7 oldal, 1 táblázat és 3 térkép)

32. Térinformatikai rendszer
(Fekete Balázs, Budapest, 1991, 14 oldal)
33. A Szigetköz energetikai rendszere
(Barótfi István, Budapest, 1991, 65 oldal és 16 táblázat)
34. A Szigetközi mellékágrendszer hidrobiológiai állapotának feltárása
(MTA Magyar Dunakutató Állomás, Göd, 1991.)
- Fitoplankton kutatások (Kiss Keve, 8 oldal és 8 táblázat)
 - Zooplankton kutatások (Abaftyné Bothár Anna, 10 oldal és 8 táblázat)
 - Protozoológiai vizsgálatok (Csutorné Bereczky Magdolna, Nosek János, 8 oldal és 10 ábra, táblázat)
 - Makrofiton állományok vizsgálata (Ráth Tamásné, 8 oldal és 9 ábra, táblázat)
 - Litorális régió zoológiai vizsgálata (Puky Miklós, 4 oldal, 1 táblázat)
 - Hal- és halászatbiológiai vizsgálatok (Guti Gábor, 7 oldal és 5 táblázat)
 - Üledékkémiai és anyagforgalmi vizsgálatok (Dinka Mária, 1 oldal és 2 táblázat)
 - Az oldott és partikulált nehézfém-koncentráció alakulása a dunaremetei mellékágrendszerben (Ortel Nándor, 5 oldal és 1 táblázat)
35. A Szigetközi mellékágrendszer hidrobiológiai állapotának feltárása
(Gulyás Pál, Csányi Béla, Németh József, VITUKI, Budapest, 1991., 54 oldal)
36. Környezetminősítés
(MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, 1991. november, 128 oldal, táblázatok, térképek)
37. Települési környezet
(MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, 1991. november, 87 oldal, táblázatok, térképek)
38. Természeti erőforrások gazdasági értékelése
(MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, 1991. november, 134 oldal, táblázatok, térképek)

MTA SZIGETKÖZI MUNKACSOPORT
TANULMÁNYOK, 1993

1. Kutatási jelentés a Szigetköz hidrobiológiai megfigyelőrendszere című témáról
MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, témafelelős: Berczik Árpád
Vácrátót-Göd, 1993, 35 oldal + 32 táblázat + 50 ábra
2. A Szigetköz biológiai megfigyelőrendszere, botanikai monitoring,
1993 ELTE Növényrendszertani és ökológiai tanszék,
témavezető: Simon Tibor
Budapest, 1993, 7 oldal + táblázatok, ábrák, fotók
3. Részjelentés a Duna szigetközi hatásterületén az ökológiai
bázisterületeken és fatermési területeken rendszeres vizsgálat,
adatgyűjtés, és adatszolgáltatás c. témában
Halupa Lajos, Csókáné Szabados Ildikó, Veperdi Gábor
1993, 14 táblázat, 9 ábra, 2 pld.
4. A Szigetköz biológiai megfigyelő rendszere, zoológiai monitoring,
az 1993. évi eredmények összefoglalása
MTM Állattár, témafelelős: Mészáros Ferenc
Budapest, 1993. december, 56 oldal
5. Területi megfigyelőrendszer biológiai programja a GNV által érintett térségben VIII. 1993. évben
ELTE Növényrendszertani és ökológiai tanszék,
témavezető: Simon Tibor
Budapest, 1993, táblázatok, ábrák, 2 példány
6. A lipóti morotvató megfigyelése 1993. augusztus hónapban
ISTER, 1993. október, 17 oldal + fényképek + ábrák
7. Szigetköz 1993. tavaszi állapotértékelése
Pannon Agrártudományi Egyetem, témavezető: Palkovits Gusztáv
Mosonmagyaróvár, 1993. május 21., 12 oldal + táblázatok + ábrák
8. Tanulmány a Bős-Nagymaros project hatásterületének mezőgazdasági termeléséről
Pannon Agrártudományi Egyetem, témavezető: Palkovits Gusztáv
Mosonmagyaróvár, 1993. október 14., 24 oldal + táblázatok + ábrák
9. A Szigetköz talajtani megfigyelőrendszere
MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete,
témavezető: Várallyay György, 12 oldal + táblázatok + ábrák
10. 1993. évi II. számú jelentés a Dunai Környezeti Ellenőrző és
Megfigyelőrendszer működési területébe eső vizek halfaunája és ennek élettere állapotváltozásairól
Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Szervezők Vállalkozása kft.
Győri Kirendeltsége, 1993. október, 100 oldal + mellékletek, 3 pld.
11. A Szigetköz biológiai megfigyelőrendszere, erdővédelmi monitoring
EFE Erdővédelmi Tanszék, Sopron
12. Földtani szakvélemény a Lipót községi lakóépületek repedésének földtani okairól
ELGI, Budapest
13. A szigetközi hullámtéri feltöltés hatásának ellenőrzése a Mosoni-Duna és a hullámtér környezetének állapotára II. részjelentés
VITUKI Hidrológiai Intézet
Budapest, 1993. szeptember 27. 7 oldal + függelékek

14. A szigetközi hullámtéri feltöltés hatásának becslése és ellenőrzése a Mosoni-Duna és környezetének vízállapotára
VITUKI Hidrológiai Intézet
Budapest, 1993. november 15. 17 oldal + függelékek
15. A szigetközi hullámtéri feltöltés hatásai és a Mosoni-Duna állapota
VITUKI Hidrológiai Intézet
Budapest, 1993. december 20. 8 oldal + függelékek
16. A Duna Monitoring felülvizsgálata a Duna elterelésével és a Szigetköz vízpótlásával kapcsolatban
VITUKI, 1993. június

MTA SZIGETKÖZI MUNKACSOPORT
JELENTÉSEK 1994

1. Magyar Természettudományi Múzeum
témavezető : Mészáros Ferenc
A Szigetköz botanikai és zoológiai értékei, flóra és fauna alapadatok a biológiai monitoringhoz
Budapest, 1994. 218 oldal
2. Magyar Állami Földtani Intézet
témavezető: Scharek Péter
Beszámoló jelentés az Európai Közösségek szakértői ajánlásaiban megfogalmazott hidrogeológiai feladatok elvégzéséhez alapadatok összeállítása és értékelése
Budapest, 1994. február 15. 215 oldal + mellékletek
3. Magyar Állami Földtani Intézet - Magyar Természettudományi Múzeum
témavezető: Tóth György - Mészáros Ferenc
A szigetközi természetvédelmi területek katalógusa
Budapest, 1994.
4. VITUKI Hidrológiai Intézet
témavezető: Szekeres János
A szigetközi hullámtéri és mentetoldali vízpótló rendszer hordalék és áramlási viszonyainak vizsgálata
Budapest, 1994. május 20.
5. VITUKI Hidrológiai Intézet
témavezető: Liebe Pál
A felszíni és felszín alatti vizek kapcsolatának vizsgálata a Szigetközben
Budapest, 1994. december 12.
6. VITUKI Hidrológiai Intézet
témavezető: László Ferenc
Beszámoló szigetközi vízminőség-vizsgálatokról
Budapest, 1994. december 8.
7. VITUKI Hidrológiai Intézet
témavezető: Liebe Pál
A Felső-Duna és a szigetközi ágrendszer környezetállapotának vizsgálata, Összefoglaló jelentés
Budapest, 1995. február 69 oldal + mellékletek + videofelvételek
8. Rotárné Szalkai Ágnes, Nagy Péter, Tóth György
Összefoglaló zárójelentés a Szigetköz térségében a MIKE SHE programcsomag próbafuttatásáról
Budapest, 1994. december 1.
9. Magyar Állami Földtani Intézet
témavezető: Scharek Péter
Beszámoló jelentés a Szigetköz hidrogeológiai és aktuálgeológiai állapotfelmérése, az adatok térinformatikai feldolgozása című szerződés teljesítéséről
Budapest, 1994. november 30. 116 oldal + térképek
10. Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Szervezők Vállalkozása kft. Győri Irodája
Jelentés a dunai halfauna és élettere változásának 1994. évi megfigyeléséről I.
1994. május 8. 100 oldal, 11 melléklet
11. Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Szervezők Vállalkozása kft. Győri Irodája
Jelentés a dunai halfauna és élettere változásának 1994. évi megfigyeléséről II.
1994. november 8. 69 oldal, 14 melléklet
12. ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék
témavezető: Simon Tibor
A Szigetköz biológiai megfigyelőrendszere: Botanikai monitoring, 1944
Budapest, 1994 22 oldal, ábrák, táblázatok, fényképek
13. Erdészeti Tudományos Intézet

- témavezető: Halupa Lajos
A szigetközi ökológiai bázisterületen és fatermelési kísérleti területeken végzett adatgyűjtés és értékelés
 II. részjelentés Budapest, 1994. november 15. 11 oldal, ábrák, táblázatok, fényképek
14. Erdészeti Tudományos Intézet
 témavezető: Halupa Lajos
Részjelentés a szigetközi biomonitoring keretén belül az erdészeti megfigyelések az ökológiai bázisterületeken és a fatermelési kísérleti területeken adatgyűjtés és értékelés témában
 Budapest, 1994. 7 oldal + táblázatok
15. Erdészeti és Faipari Egyetem Erdővédelmi Tanszék
 témavezető: Varga Ferenc
A Szigetköz Biológiai megfigyelőrendszere: Erdővédelmi monitoring
 Sopron, 1994. december 1. 23 oldal + mellékletek
16. Magyar Természettudományi Múzeum Állattára
 témavezető: Mészáros Ferenc
Jelentés a Szigetköz 1994-es zoológiai monitoringjáról
 Budapest, 1994. 179 oldal + fényképek
17. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete Magyar Dunakutató Állomás
 témavezető: Berczik Árpád
Hidrobiológiai észlelő-kutató tevékenység a Duna Rajka-Göd szakaszán
 Vácrátót-Göd, 1994. november 15., I.kötet 74 oldal, II. kötet táblázatok
18. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete Magyar Dunakutató Állomás
 témavezető: Berczik Árpád
Felmérés az 1994. év őszi rendkívül alacsony dunai vízállás miatt bekövetkezett hidrobiológiai károkról a Szigetköz felszíni vízterületein
 Vácrátót-Göd, 1994. december 9. I.kötet 74 oldal, II. kötet táblázatok
19. Magyar Természettudományi Múzeum Növénytára
 témavezető : Ács Éva, Buczkó Krisztina
Algamonitoring a Szigetközben
 Budapest, 1994. november 15. 36 oldal, ábrák, táblázatok, fényképek
20. Magyar Természettudományi Múzeum Növénytára
 témavezető: Papp Beáta és Rajczy Miklós
A felső Szigetközben lezajló változások monitorozása a vízi-vízparti mohafőra segítségével
 Budapest, 1994. 11 oldal, táblázatok, fényképek
21. Pannon Agrártudományi Egyetem
 témavezető: Palkovits Gusztáv
Jelentés a Duna Monitoring környezeti adatgyűjtő- és információs rendszer mezőgazdasági hasznosítás állapotörögzítéséről a Szigetközben
 Mosonmagyaróvár 1994. december 34 oldal + mellékletek
22. Pannon Agrártudományi Egyetem
 témavezető: Palkovits Gusztáv
Jelentés a Szigetközi Monitoring környezeti adatgyűjtő- és információs rendszer talajnedvesség méréséről
 Mosonmagyaróvár 1994. november 11 oldal + mellékletek
23. Pannon Agrártudományi Egyetem
 témavezető: Palkovits Gusztáv
Jelentés a Duna Monitoring rendszer keretén belül az 1994. évi fenológiai megfigyelésekről és értékelésükről
 Mosonmagyaróvár 1994. december 49 oldal + mellékletek

ZÁRÓJELENTÉSEK, TANULMÁNYOK LISTÁJA
MTA munkacsoport, 1995

1. ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék
témavezető: Simon Tibor -- A Szigetköz biológiai megfigyelőrendszere
Botanikai Monitoring 1995
Jelentés, Budapest, 1995. november 30, 13 oldal + mellékletek
2. ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék
témavezető: Simon Tibor -- Az ideiglenes fenékküszöb hatásának mérése fitoindikációs módszerrel
Kutatási jelentés, Budapest, 1995. november 28, 4 oldal + melléklet
3. Magyar Természettudományi Múzeum Állattár
témavezető: Mészáros Ferenc -- "A gerinces fauna monitorozása"
Jelentés, Budapest, 1995, 27 oldal + függelékek
4. Magyar Természettudományi Múzeum Állattár
témavezető: Mészáros Ferenc -- "A gerinctelen fauna monitorozása" c. munkáról
Jelentés, Budapest, 1995. 27 oldal + függelékek (2 kötet)
5. Magyar Természettudományi Múzeum Állattár
témavezető: Mészáros Ferenc -- "Az ideiglenes fenékküszöb biológiai hatásai különös tekintettel a szemiteresztris és teresztris faunára"
Budapest, 1995. 7 oldal + függelékek
6. Magyar Természettudományi Múzeum Növénytár
témavezető: Papp Beáta - Rajczy Miklós -- "A felső Szigetközben lezajló változások monitorozása a vízi-vízparti mohafőra segítségével"
Munkajelentés, Budapest, 1995. november, 8 oldal + mellékletek
7. Magyar Természettudományi Múzeum Növénytár
témavezető: Rajczy Miklós -- "Fenékküszöb hatásának monitorozása kriptogám növények segítségével"
Munkajelentés, Budapest, 1995. november, 42 oldal + mellékletek
8. Magyar Természettudományi Múzeum Növénytár
témavezető: Buczkó Krisztina - Ács Éva -- "Algamonitoring a Szigetközben"
Kutatási jelentés, Budapest, 1995. november, 36 oldal + mellékletek
9. Erdészeti Tudományos Intézet
témavezető: Somogyi Zoltán -- "Erdészeti megfigyelések a Szigetközben Faállományok növekedésének vizsgálata"
1. részjelentés, Budapest, 1995., 15 oldal + mellékletek
10. Erdészeti Tudományos Intézet
témavezető: Somogyi Zoltán -- "Az erdészeti monitoring többletfeladatai a közös magyar-szlovák monitoring programban"
Jelentés, Budapest, 1995. november 30., 36 oldal + mellékletek
11. Erdészeti Tudományos Intézet
témavezető: Somogyi Zoltán -- "Erdészeti megfigyelések a Szigetközben"
2. Részjelentés, Budapest, 1995. december 11., 18 oldal + mellékletek
12. Erdészeti és Faipari Egyetem Erdővédelmi Tanszék
témavezető: Varga Ferenc -- Erdővédelmi monitoring
Jelentés, 1995. december 10., 10 oldal
13. Reflex Környezetvédő Egyesület
témavezető: Lajtmann József -- "Közép-Szigetközi Duna-meder és élővilágának állapotváltozása"
Beszámoló, Győr, 1995. november 30. 5 oldal + mellékletek
14. Pannon Agrártudományi Egyetem
témavezető: Czímber Gyula -- "A Szigetköz gyomvegetációjának változásai a vízpótlás hatására"
Kutatási jelentés, Mosonmagyaróvár, 1995. november 27., 36 oldal
15. Pannon Agrártudományi Egyetem

témavezető: Palkovics Gusztáv -- "Jelentés a Szigetközi Monitoring környezeti adatgyűjtő és információrendszer talajnedvesség méréséről"

Mosonmagyaróvár, 1995. november, 8 oldal + mellékletek

16. Pannon Agrártudományi Egyetem

témavezető: Palkovics Gusztáv -- "Jelentés a Szigetközi Monitoring környezeti adatgyűjtő és információrendszer mezőgazdasági hasznosítás állapotvizsgálásáról a Szigetközben"

Mosonmagyaróvár, 1995. december, 34 oldal + mellékletek

17. Pannon Agrártudományi Egyetem

témavezető: Palkovics Gusztáv -- "Jelentés a Duna monitoring rendszer keretén belül az 1995. évi fenológiai megfigyelésekről és értékelésükről"

Mosonmagyaróvár, 1995. december, 41 oldal + mellékletek

18. Pannon Agrártudományi Egyetem

témavezető: Palkovics Gusztáv -- "Jelentés a vízpótlás mező- és erdőgazdasági hatásainak megfigyeléséről"

Mosonmagyaróvár, 1995. december 5., 14 oldal + mellékletek

19. Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Szervezők Vállalkozása Kft. Győri Irodája

témavezető: Bertalan Ottó -- "A dunai halfauna szigetközi élettere alakulásának vizsgálata"

Részjelentés, Győr, 1995. május 2., 60 oldal + mellékletek

20. Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Szervezők Vállalkozása Kft. Győri Irodája

témavezető: Bertalan Ottó -- "A dunai halfauna szigetközi élettere alakulásának vizsgálata"

Közbenes jelentés, Győr, 1995. május 18., 22 oldal + mellékletek

21. Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Szervezők Vállalkozása Kft. Győri Irodája

témavezető: Bertalan Ottó -- "A dunai halfauna változása az 1995. évi vízpótlást követő időszakban"

Jelentés, Győr, 1995. november, 87 oldal + mellékletek

22. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet

témavezető: Berczik Árpád -- "Hidrobiológiai észlelő-kutató tevékenység a Duna Rajka-Göd szakaszán"

Kutatási jelentés, Vácrátót-Göd, 1995. november I. kötet 79 oldal, II. kötet ábrák + táblázatok,

23. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet

témavezető: Berczik Árpád -- "A fenékküszöb hidrobiológiai hatásainak vizsgálata"

Kutatási jelentés, Vácrátót-Göd, 1995, 60 oldal

24. Magyar Állami Földtani Intézet

témavezető: Scharek Péter -- "Földtani monitoring hálózat fejlesztése és működtetése a Szigetközben"

Beszámoló jelentés, Budapest, 1995. november 30., 123 oldal + mellékletek

25. Magyar Állami Földtani Intézet

témavezető: Scharek Péter -- "Hullámtéri észlelőrendszer bővítése és a felszínközeli képződmények szerkezeti elemzése a Szigetközben"

Beszámoló jelentés, Budapest, 1995. november 30. I. kötet 66 oldal + mellékletek, II. kötet 33 oldal + mellékletek

26. VITUKI Hidrológiai Intézet

témavezető: Szekeres János -- "Tavaszi állapotfelmérés a Szigetközben"

Budapest, 1995. április 28., 9 oldal + mellékletek (video)

27. VITUKI Hidrológiai Intézet

témavezető: Sass Jenő -- "A szigetközi Duna és hullámtér 1995. évi áprilisi környezetállapotának feltárása"

Budapest, 1995. június, 30 oldal + mellékletek

28. VITUKI Hidrológiai Intézet

témavezető: Liebe Pál -- "Felszín alatti vizek utánpótlódásának vizsgálata a Szigetközben"

Budapest, 1995. december, 7 oldal + 3 kötet melléklet

29. VITUKI Hidrológiai Intézet

témavezető: Liebe Pál -- "Szigetközi Hidrológiai Információs Rendszer"

Budapest, 1995. december, 21 oldal

30. VITUKI Hidrológiai Intézet

témavezető: Ágotai György -- "Az 1995. június havi rendkívüli állapot felvétele a Szigetközben"
Budapest, 1995. augusztus 4., 8 oldal + mellékletek

31. VITUKI Hidrológiai Intézet

témavezető: Sass Jenő -- "A Szigetközi-Duna és a hullámtér 1995. évi áprilisi környezetállapotának feltárása"
Budapest, 1995. június, 31 oldal + mellékletek + video

32. VITUKI ARGOS Stúdió

témavezető: Ditzendy Arisztid -- Légifelvétel M = 1 : 10000
1995. október 22.

33. VITUKI Hidrológiai Intézet

témavezető: Sass Jenő, Szekeres János -- "A Felső Duna és a szigetközi ágrendszer
1995. évi környezetállapotának vizsgálata"
Budapest, 1995. december, 52 oldal + mellékletek + mellékletkötet

34. BME Felsőgeodézia Tanszék

témavezető: Völgyesi Lajos -- "Magyarországi vetületi rendszerek közötti átszámítások"
Budapest, 1995 május, 24 oldal

35. OMSZ

témavezető: Szalay Sándor -- "A szigetköz Meteorológiai állapotának értékelése különös tekintettel az 1995-ös évre"
Budapest, 1995, 30 oldal + mellékletek

36. Északdunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség

"A Duna elterelése és a vízpótlás hatása a Szigetköz felszíni és felszín alatti vizeire"
Az 1994. évi megfigyelések eredményeinek összefoglalása és értékelése
Győr, 1995. július hó, 65 oldal + táblázatok + ábrák

1996. ÉVI MONITORINGJELENTÉSEK
MTA Munkacsoport

1. 1996. évi mezőgazdasági észlelések -- 4 jelentés
Pannon Agrártudományi Egyetem

Szigetköz 1996. tavaszi állapotértékelése
Mosonmagyaróvár 1996. május 10., 17 oldal + táblázatok

Jelentés a Szigetközi monitoring környezeti és adatgyűjtő információs rendszer talajnedvesség méréséről
Mosonmagyaróvár 1996. november 29., 12 oldal

Jelentés a Szigetközi monitoring környezeti és adatgyűjtő információs rendszer mezőgazdasági hasznosítási állapotörögztetéséről
Mosonmagyaróvár 1996. december 12., 33 oldal

Jelentés a Szigetközi monitoring környezeti és adatgyűjtő információs rendszer mezőgazdasági fenológiai megfigyeléséről és értékeléséről
Mosonmagyaróvár 1996. december 19., 45 oldal

2. 1996. évi halfauna monitorizálás -- 2 jelentés
Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Szervezők Vállalkozása kft. győri irodája

Halfauna monitorizálás I. sz. kutatási jelentés
Győr 1996. április, 76 oldal + táblázatok

Halfauna monitorizálás II. sz. kutatási (záró) jelentés
Győr 1996. október, 74 oldal + táblázatok

3. Erdészeti Tudományos Kutatóintézet

Erdészeti megfigyelések a Szigetközben A 1996. évi megfigyelések alapján készített jelentés
Budapest, 1996

4. VITUKI jelentések

A Felső-Duna és a szigetközi ágrendszer 1996. évi környezetállapotának vizsgálata
Budapest, 1996. december, 52 oldal + táblázatok és ábrák

Felszín alatti vizek utánpótlódásának vizsgálata a Szigetközben - Zárójelentés I. melléklet
Budapest, 1996. december 16., 6 oldal + táblázatok és ábrák

Felszín alatti vizek utánpótlódásának vizsgálata a Szigetközben - Zárójelentés 2. melléklet
Budapest, 1996. december 10., 7 oldal + táblázatok és ábrák

Felszín alatti vizek utánpótlódásának vizsgálata a Szigetközben - Zárójelentés 3/1. melléklet
Budapest, 1996. december 10., 6 oldal + ábrák

5. Botanika -- 2 jelentés

ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék
Botanikai monitoring, 1996
Budapest, 1996, 23 oldal + táblázatok és ábrák

Pannon Agrártudományi Egyetem
A Szigetköz gyomvegetációjának változásai az eltérő talajvízszintű területeken
Mosonmagyaróvár, 21 oldal

6. Magyar Állami Földtani Intézet

Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben
Budapest, 1996. november 30., 166 oldal

7. Hidrobiológiai monitoring 1996 I.-II.

MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet

Hidrobiológiai monitoring tevékenység a Duna szigetközi szakaszán
Vácrátót-Göd, 1996, 68 oldal + ábrák, táblázatok

8. Zoológiai monitoring

MTM Állattár

Zoológiai monitoring a Szigetközben
Budapest, 1996, 195 oldal + táblázatok