

**MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete**  
**MAGYAR DUNAKUTATÓ ÁLLOMÁS**

**A Duna szigetközi szakaszán 1992 és 1996 között végzett hidrobiológiai kutatások  
legfontosabb megállapításai**

**A KTM megbízásából készített összeállítás**

**Vácrátót - Göd**  
**1997.március**

## TARTALOM

Bevezetés	1
Fitoplankton-trofitás	6
Makrofiton állományok	13
Hal- és halászatbiológia	17
Planktonikus Crustaceák	26
A parti régió gerinctelen együttese	28
Befejezés	30

## BEVEZETÉS

A Szigetköz, ez a mintegy 400 km<sup>2</sup> kiterjedésű terület a Duna korábbi főága (Öreg-Duna) és a Mosoni-Duna között (hasonlóan a Szlovákia területére eső Csallóközhöz) a Kisalföldnek különösen értékes része. A Szigetköz természeti, társadalmi, gazdasági viszonyait, folyamatait alapvetően a terület sajátos vízrajzi, hidrológiai adottságai határozták és határozzák meg. A Dévényi kapun keresztül a Kárpát-Medencébe érkező Duna lerakja hatalmas törmelékkúpját, ezen alakult ki az az ágas-bogas mellékágrendszer, amely jellegzetes vízjárásával együtt a terület alapvető felszíni és felszín alatti hidrológiai karakterét megszabja. Ismeretes, hogy ez a természeti, táji és gazdasági tekintetben igen értékes terület az árvizektől sokat szenvedett, a hajózás megjelenésével, fejlődésével pedig a zátonyos mederszakaszok jelentős nehézségeket okoztak. A múlt század közepétől kezdve átfogó folyamszabályozási programok keretében enyhítettek ezeken a gondokon a Duna-szakaszon, amelyet a magyar Felső-Dunának is szoktak nevezni. E szabályozási program-sorozat természetesen a mellékágrendszerek, holtágak ("vadvizek") nagyarányu felszámolásához vezetett.

A Bős-Nagymarosi Vizlépcsőrendszer megépítését közvetlenül vagy közvetve célzó tevékenység megindulása (1970-es évek) előtt olyan állapot állt fenn, amelyre a természeti, táji értékek és a sokrétű emberi tevékenység, a gazdálkodás fokozatosan kialakult összhangja érvényesült. Azt mondhatjuk két társadalmi érdek: a természeti értékek védelme és a gazdálkodás nagyrészt kiegyensúlyozott kompromisszumban volt jelen. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy "minden rendben volt" hiszen bizonyos kérdések, mint pl. a Duna szabályozása (az árvédelem és a hajózás érdekében) vagy a területfejlesztés bizonyos kérdései még továbbfejlesztésre, megoldásra vártak.

A természeti (természetvédelmi) és tájképi értékek fogalma az utóbbi évtizedekben fejlettebb országokban különösen is felértékelődtek. Mindinkább felismerik, hogy ezek a tényezők az emberi élet minősége és az élővilág sokféleségének fenntartása érdekében alapvető jelentőségűek. E társadalmi szempont érvényesítése nemcsak azért halad nehézkesen előre, mert újfajta kategóriákról van szó, amelyek a (gyakran csak rövid- vagy középtávu) gazdasági érdekekkel ütköznek, hanem azért is, mert általában nem, vagy csak áttételesen kvantifikálható értékekről van szó. Nyilvánvaló, hogy a természet- és tájvédelem, az üdülés

vagy az ökoturizmus területén számszerűsíthető hasznot jelent, de csak töredékét képviseli a természet- és tájvédelem egyébként nem, vagy alig számszerűsíthető értékének.

A hidrobiológia ökológiai tudomány, amelynek igen egyszerűen kifejezve a vízi élőlénytársulások és a környezeti adottságok közötti kapcsolatok, kölcsönhatások megismerése, értelmezése a célja. A szigetközi vízterületek különösen gazdag sokfélesége, Duna főága, a mellékágrendszerek térben és időben igen eltérő hidrológiájú részei a hullámtéren és a mentett oldalon a hidrobiológia számára eleve vonzó kutatási terület, hiszen itt az élőlénytársulások és környezetük nagyon is sokféle típusa tanulmányozható. (Állandóan vagy időszakosan áramló, nagy vízjártéku terek, végleg lefűződött vagy elrekesztett állóvízű holtágak stb. )

A fentieknek megfelelően az MTA Magyar Dunakutató Állomás (amelyet a Nemzetközi Dunakutató Munkaközösség 1957-ben megindult tevékenységének szolgálatára hívtak életre) már 1960-tól foglalkozott a szigetközi vízterületek hidrobiológiai alapállapotának feltárásával. Vízkémiai, zooplankton, parti élőbevonat vizsgálatsorozatokra került sor az Öreg-Duna 40 km-es szakaszán, valamint a Mosoni-Duna 125 km-es teljes hosszában. A Mosoni-Dunán a halállomány összetételét is felmérte a Magyar Dunakutató Állomás.

A BNV-vel kapcsolatban felmerülő kérdések tisztázására (amelyek korábban megfelelő hatástanulmány hiányában fel sem vetődtek, ill. fel sem voltak vethetők) az MTA Magyar Dunakutató Állomás szigetközi tevékenysége lassan ismét felerősödött. Egyidejűleg a Duna további magyar szakaszán, elsősorban Budapestig, de részben Bajáig ill. Mohácsig terjedő más irányú vizsgálatainkban is, a BNV hatásvizsgálatának szempontjai fokozottabb hangsúlyt kaptak. Ezen vizsgálatok támogatottsága mindvégig elégtelen, évről-évre bizonytalan és adminisztratív nehézségektől terhes volt. Az utóbbi években súlyosbodó gazdasági feltételek mellett e körülmények hónapokra, félévekre ellehetetlenítették a munkát, amely bizonyos évek biológiai változási folyamatainak rögzítését egyszer és mindenkorra megakadályozták.

Megállapításaink kivétel nélkül elfogadott, megbízható módszerek alkalmazásával nyert adatokon nyugszanak. OECD vagy azzal egyenértékű módszereket alkalmaztunk, mint pl. a Nemzetközi Dunakutató Munkaközösségben elfogadott eljárásokat. Megjegyezzük, hogy az MTA Magyar Dunakutató Állomás munkatársai a Duna szigetközi vízrendszerére

vonatkozóan 1962 és 1980 között 67 tudományos közleményt, 1981 és 1996 között pedig 134 tudományos közleményt, valamint a KTM megbízása alapján 6 kötet kutatási jelentést (654 oldal összterjedelemmel) adtak közre. Az utóbbi 6 évben már 10 tudományos kutató és 8 szakalkalmazott vett részt e kutatásokban.

Az MTA Magyar Dunakutató Állomás fő törekvése mindenkor az alapállapot feltárása volt, amely természetesen nem valamely pillanatkép rögzítését jelenti. Hiszen áramló vizek, folyók esetében különösen is az alapállapothoz tartoznak mindazon jelenségek, amelyek pl. az évszakos, periodikus hidrológiai állapotváltozások következtében az élővilág összetételében, anyagforgalmi tevékenységében tükröződnek. Sajnálatosan a legerőteljesebb vízepítési beavatkozások kezdetéig (a Duna elterelése) távolról sem sikerült a szigetközi vizterek egészének hidrobiológiai alapfeltárását elvégezni, bár számos, e területen jellegzetes viztípus többoldalú kikutatásáig, megismeréséig eljutottunk.

A hidrobiológiai kutatások tekintetében is azt a három, hidrológiailag alapvetően különböző részterületet kellett kiindulásul megkülönböztetnünk, amely tulajdonképpen természeti adottságok és folyamszabályozási tevékenységek együttes hatására jött létre: a *Duna fő-ága (Öreg-Duna)*, a *hullámtéri mellékágrendszerek* és a *mentett oldali mellékágrendszerek, vizterek.* (Negyedikként járul ezekhez a Mosoni-Duna. )

A kutatási stratégiát kidolgozva e három részterület vizein jelöltünk ki jellegzetes vizsgálati pontokat, vizsgálati szakaszokat (lásd térképmelléklet). Ezeket az évek során lehetőleg csak kismértékben, az időközben nyert vizsgálati eredmények, vagy felmerült kívánságok figyelembevételére alapján módosítottuk. A kutatások tartalmát illetően Állomásunk tudományos munkatársainak egyéni szűkebb szakiránya, technikai lehetőségei és a ráfordítható idő volt meghatározó. Ennek megfelelően az Állomás részéről vállalható szakterületek voltak : viz- és üledékkémia, anyagforgalom, fito- és zooplankton, makrofíton állományok, litorális gerinctelen fauna, hal- és halászatbiológia.

Az egyes kutatási időszakok szorosan vett kutatási-vizsgálati célja valamely tudományos kérdés tisztázása (pl. egy viztípus alapállapota, vagy valamely hidrológiai tényező hidrobiológiai hatása, stb.), vagy valamely, a Megbízó által körvonalazott tudományos feladat volt.

Jelen összeállításunk a Megbízó kívánságának megfelelően a Bősi Vízlépcső építésével kapcsolatos két legnagyobb hidrológiai hatás: a Duna elterelése és a fenékküszöb létesítése által kiválasztott hidrobiológiai következmények bemutatása. Az igen nagy vizsgálati anyag széleskörű bemutatása nem tűnt célszerűnek, ezért csak az eredményeket, megállapításokat mutatjuk be amelyek a legmeggyőzőbben tükrözik e beavatkozások hidrobiológiai következményeit. E vizsgálati területek: *afitoplankton-trofítás*, a *makrofiton állományok*, a *hal- és halászatbiológia*, valamint kiegészítésként bizonyos megállapítások a planktonikus rákok és a parti sáv gerinctelen együtteseire vonatkozóan.

Az anyag tárgyalásában a főág - ártér - mentett oldal alapjaiban eltérő jellegét mindenkor figyelembe vesszük. Néhány vonatkozásban három időszak viszonyait vetjük egybe: a Bősi Vízlépcső üzembehelyezése előtti 1990-92, az azt követő 1993-94, valamint a fenékküszöb megépítését követő 1995-96. évi, "jelenlegi" időszakot. Áttekintésünkben az 1996. évi eredményeket kiemelt fontossággal kezeljük, de az értékelés során korábbi kutatási eredményeinkhez, megállapításainkhoz is vissza kell nyúlnunk. A Bősi Vízlépcső létesítésével kapcsolatos vízépítési munkálatok - elsősorban az üzemelő Vízlépcső és a Dunacsúni Tározó - hatása több vonatkozásban a folyó alsóbb szakaszain, akár 150-200 fkm-rel lejjebb válnak kifejezetté, ezért pl. a gödi kutatási eredmények egy részét is be kellett építenünk mint hatásterületi jellemzőket.

## FITOPLANKTON - TROFITÁS DUNA FŐÁG (ÖREG-DUNA)

Az Öreg Duna számos hidrobiológiai jellemvonását a Bősi Vízlépcső létesítése előtti időszakból jónéhány tanulmányban leírták már. Itt csupán a Láng et al. (1994) „Szigetközi” bibliográfiában annotált több-tucatnyi munkára utalnánk. Egyetlen szempontot kívánunk kiemelni, ami az utóbbi években mind többször előtérbe került, s amit nem kezeltek-kezelnek megfelelő hangsúllyal. Ez a Duna eutrofizálódása, a magyarországi szakasz jelenlegi trofitási szintje, s az ezt létrehozó, döntően meghatározó tényezők, melyek alapvetően a dunai erőművekkel függnek össze.

Egy folyóvíz trofitási szintjét elsősorban a növényi tápanyag-ellátottság, a vízsebesség, a hőmérséklet és fényklíma határozza meg.

- A Duna növényi tápanyag-ellátottsága (oldott ásványi N és P) már a rajkai szelvényben kb. tízszerese annak, ami az algák gyors szaporodásának gátló küszöbértéke (Varga et al. 1989).
- A vízsebesség a magyar szakaszon  $1 \text{ m s}^{-1}$ , vagy annál kisebb, ami a fitoplankton szaporodását már nem gátolja.
- A hőmérséklet csak kivételesen gátló tényező, mivel a folyóvizek fitoplanktonjának számos domináns faja (pl. *Stephanodiscus* kovaalga fajok) már  $1-2 \text{ C}^{\circ}$ -os vízben is intenzíven szaporodik.
- A fényklímát elsősorban a lebegtetett hordalék mennyisége befolyásolja. Az 50-es években (a német és osztrák szakasz erőműveinek építése előtt) a Duna lebegő-anyag koncentrációja 2-3-szor nagyobb volt mint a nyolcvanas években (az erőművek megépítése után - Rákóczi 1989). Az erőművek tározóiban a vízsebesség csökken a lebegtetett hordalék leülepszik. Az egymást követő tározókban az ülepedés eredményeképp a lebegőanyag koncentrációja csökken, a víz átlátszósága növekszik. Jelenleg a gödi szakaszon (1669 fkm) kisvízes időszakban a teljes vízréteg 80-90 %-a az eufotikus zónához tartozik. Ezért a vegetáció periódusban a fitoplankton tömege nagy, a víz trofitási szintje eutrófikus - hipertrófikus, az áradásokat leszámítva. A fitoplankton mennyisége és a Duna trofitási szintje 5-10-szer nagyobb ha a nyolcvanas évek adatait az ötvenes évekével összehasonlítjuk. A növekedést elsősorban az erőművek tározóinak fentebb említett hatása okozta (Kiss 1985, 1994). Emlékeztetnünk kell arra, hogy az erőművek ilyen hatását elsősorban a folyó magyarországi szakaszán (Budapest fölött

Gödnél) észlelték, de hasonló növekedést tapasztaltak az osztrák és szlovák szakaszon is a két időszakot összehasonlítva (Wawrik 1962, 1968, Hanzlikova 1973, Dokulil 1991, Kiss & Genkal 1996). Ez az oka annak, hogy a Dunacsúni-tározó megépítése előtti és utáni helyzet összehasonlítása során gödi adatokra is támaszkodunk.

A Bösi-erőmű megépítése előtt az alábbiakban foglaltuk össze véleményünket azokról a jövőbeni változásokról melyek a fitoplankton és a trofitási szintet érintik:

- A fitoplankton mennyisége és a trofitási szint emelkedni fog a Dunában. A növekedés az aktuális hidrológiai állapot függvénye lesz. Ezért a két időszak többé kevésbé hasonló hidrológiai, hidrometeorológiai helyzeteiben észlelt fitoplankton mennyiséget és a trofitási szintet lehet összehasonlítani.
- A Dunacsúni-tározó hatására tavasszal a fitoplankton korábban válhat nagy tömegűvé, mint a Vizlépcső megépítése előtt.
- Várható volt, hogy olyan kékalga vízvirágzás és olyan nagy tömegű fitoplankton alakul ki a Dunacsúni-tározó csendes vizű részein, amely eddig nem voltak jellemző a Dunára.

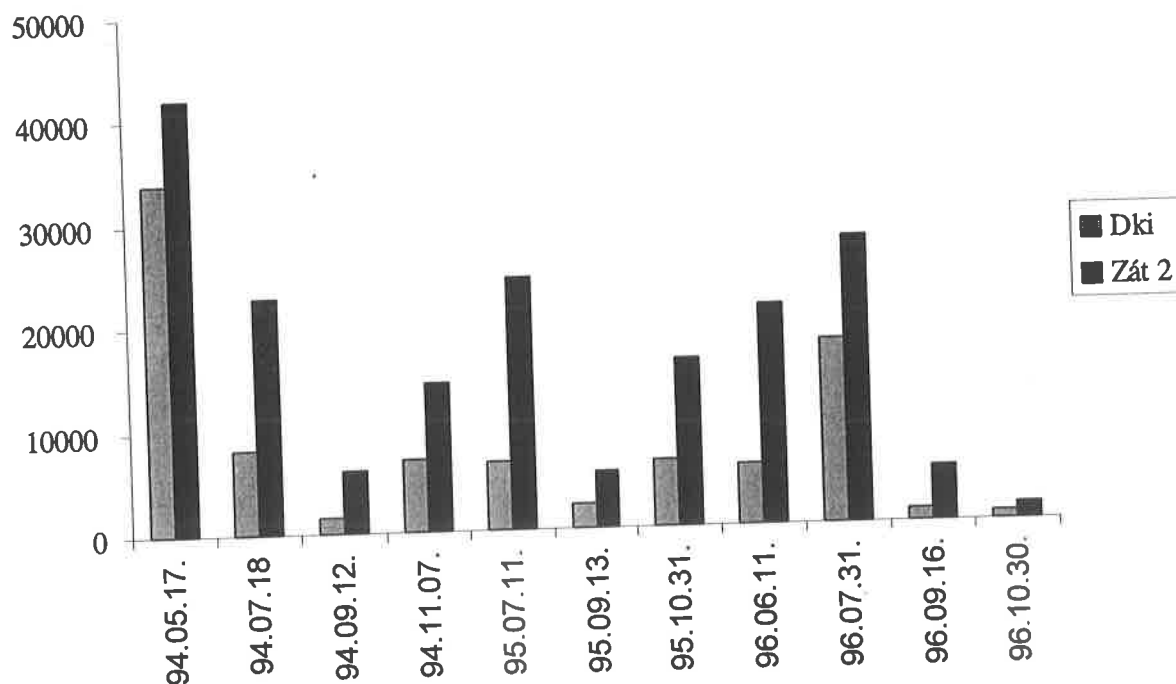
Mindezek a predikciók valóra váltak a Dunacsúni-tározó üzembe helyezését követően:

- 1996 februárjában a fitoplankton mennyisége gyorsan növekedni kezdett az 1 C<sup>o</sup>os Dunában, és Gödnél március 18-án elérte maximális értékét (111 000 ind ml<sup>-1</sup>, biomassa 49 mg l<sup>-1</sup>, a-klorofill 90 µg l<sup>-1</sup>). Hasonló növekedés volt Dunakilitinél. Soha eddig ilyen nagyfokú és ilyen korai fitoplankton-csúcsot nem észleltünk még a Dunán (Kiss és Genkal in press.).
- 1994 július augusztusában a Duna fitoplanktonjának mennyisége Dunakilitinél és Gödön nagy volt (a-klorofill koncentráció: 100 - 125 µg l<sup>-1</sup>). A Centrales kovaalga fajok között, melyek a legabundánsabb algacsoportja a Dunának, egy meleg-sztenotermikus faj a *Skeletonema potamos* mennyisége 80 000 - 100 000 sejt ml<sup>-1</sup>-t ért el (ez 2-szer annyi volt mint az eddig regisztrált legnagyobb érték - Bothár & Kiss 1995).
- Ugyanebben az időszakban egy potenciálisan mérgező kékalga faj (*Microcystis flos-aquae*) mennyisége is jelentős volt (20 000 - 25 000 sejt ml<sup>-1</sup>, biomassa 2,5-3,0 mg l<sup>-1</sup>) Dunakilitinél és Gödön. Ez az érték közel 10-szerese volt az eddig észlelt maximumnak (Bothár & Kiss 1995).

Emlékeztetnünk kell arra is, hogy a fitoplankton és ezen belül egyes potenciálisan toxikus vagy íz és szagrontó algafajok mennyiségének további növekedése a vízellátás, ivóvíztisztítás szempontjából mindenképp kedvezőtlen.



- A fitoplankton mennyisége s ezáltal a trofitási szint 2-4-szer nagyobb lehet a Dunacsúni-tározó csöndes vizű két déli öblében, mint az üzemvíz-csatornában. A Mosoni-Duna ill. a vízpótló rendszer jelentős része az egyik ilyen déli öblözetből kapja vizét. Az innen származó víz kedvezőtlenül befolyásolhatja a Mosoni-Duna ill. a vízpótló rendszer által ellátott területek vízminőségét. Összehasonlítva a fitoplankton egyedszámát Dunakilitinél (hasonló mint az üzemvíz-csatornában) és a Zátanyi-Dunában a különbségek nagyok (átlagosan 200%, min. - 125%, max. - 450%, 1. ábra, 2. táblázat). Hasonló növekedést tapasztaltunk 1996-ban az Ásványi-Dunában és a Lipóti-morotvában. Ez azt eredményezheti, hogy az Öreg Dunába visszajutó vizek (mint az Ásványi-Dunáé) tovább gerjeszthetik, gyorsíthatják az alatta lévő folyószakasz eutrofizálódását.

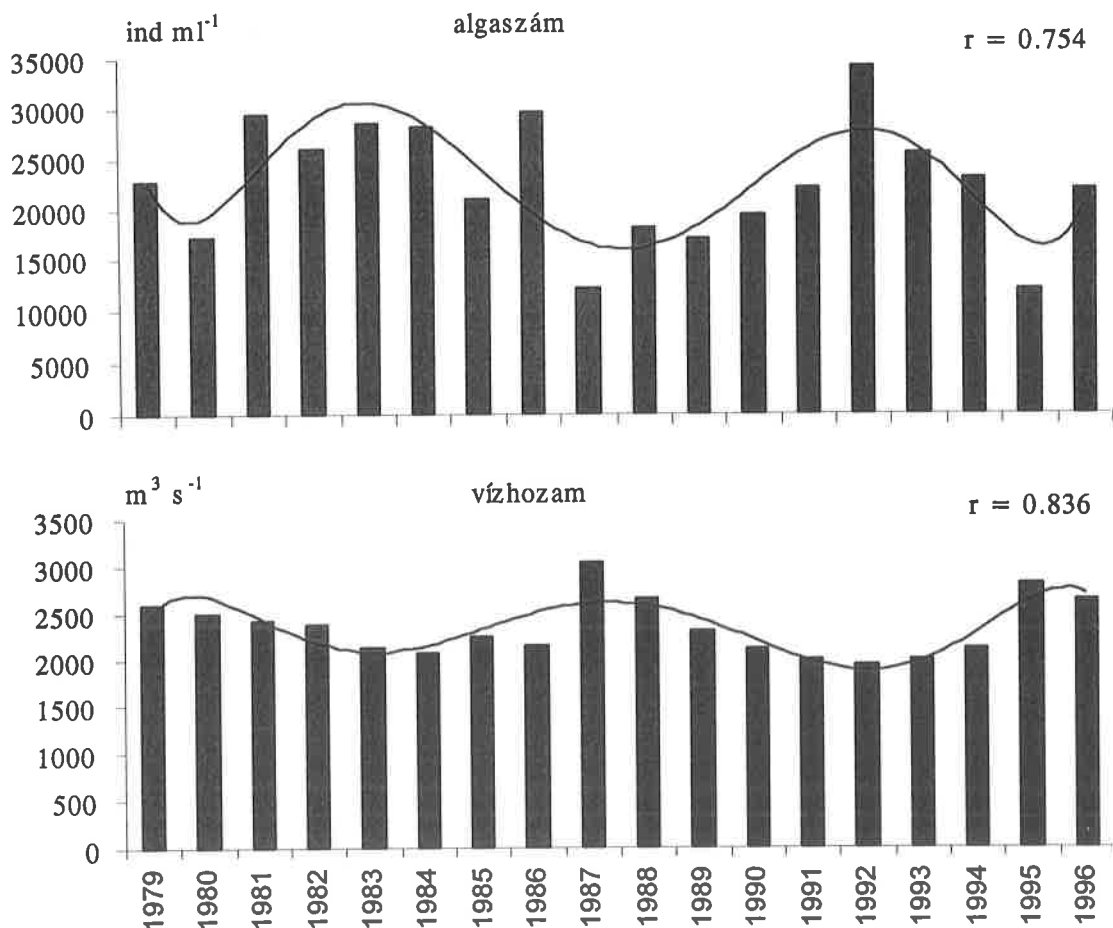


1. ábra. A fitoplankton egyedszáma az Öreg-Dunában Dunakilitinél (Dki) és a Zátanyi-Duna elején (Zát 2)

1992-höz képest Gödnél a Duna algaszámának éves átlagértéke csökkent. Ez 1995-ben volt különösen szembetűnő. Egyesek ebből azt a következtetést vonták le, hogy a fitoplankton mennyisége ill. a trofitási szint „megjósolt” növekedése nem következett be a Dunacsúni-tározó hatására, az erre vonatkozó előrejelzések alaptalannak bizonyultak. Nem érthetünk

egyet ezzel a véleménnyel és meg kell ismételnünk, hogy a tározó igenis növelte, és még növelni fogja a fitoplankton tömegét, a trofitás szintjét.

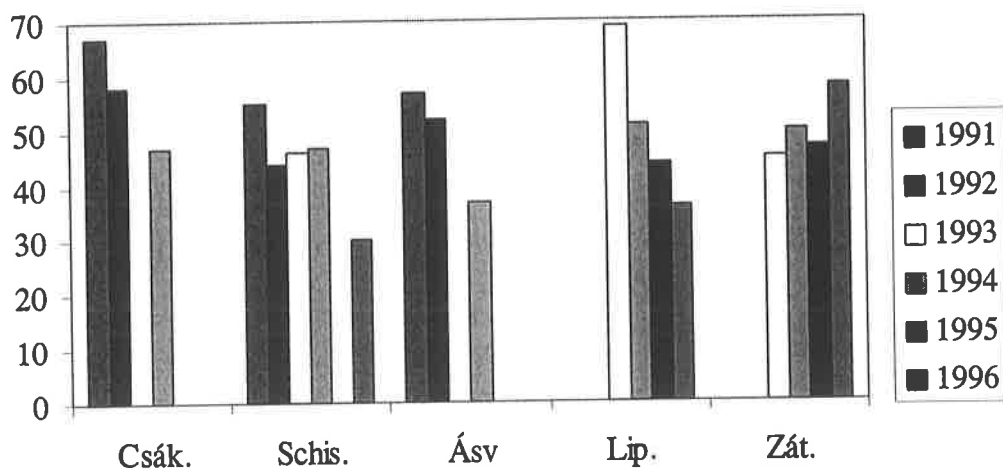
Köztudott tény, hogy a fitoplankton mennyisége és a folyó vízjárása, vízhozama közt szoros az összefüggés. Áradás, nagy vízhozam mellett kicsi az algaszám és fordítva. Ez az átlagos vízhozam és algaszám értékek összehasonlítása esetén is igaz. A 2. ábrán jól látható, hogy a Duna vízhozama kb. 10 éves periódusonként kisebb ill. nagyobb vízhozamú és ennek tükörképeként az algaszám hasonló periodikus változást mutat (3. táblázat.) A Dunacsúni-tározó üzembe helyezése épp egy növekvő vízhozamú periódusra esett. Természetes tehát, hogy a fitoplankton átlagos tömege csökkent. Másszóval, ha a fitoplankton tömege szempontjából csökkenő tendenciájú periódusban mégis nagy algaszámokat regisztrálunk, az joggal tulajdonítható a tározó hatásának, vagy annak is.



2. ábra. Az éves algaszám (Göd - hetenkénti adatok) és átlagos vízhozam (Budapest naponkénti adatok) alakulása (február-november közötti adatok alapján) valamint az adatokra illesztett polinomiális függvény és a korreláció koefficiens (P 0.1%)

## HULLÁMTÉR

A mellékágrendszerek hidrológiai állapota alapvetően más volt a Bösi Vizlépcső megépítése előtt mint utána. A Dunához közel lévő mellékágakat (Cikolai-ágrendszer: Csákányi-Duna; Ásványi-ágrendszer: Ásványi-Duna), a vízhozamtól függően, a folyó egy évben többször is elöntötte. Az áradások után a Duna fitoplanktonja megváltozott a mellékágakban, és tavakra jellemző, más fajösszetételű, gyakran fajokban gazdagabb fitoplankton alakult ki. Egyes mellékágakat, mint a Schisler-holtágat, csak ritkán, a mentett oldaliakat, mint a Lipóti-morotvát, soha nem öntötte el a folyó. Ezekben általában gazdag fitoplankton alakult ki. A Duna elterelése majd a vízpótló rendszer ill. a fenékküszöb megépítését követően a mellékágak, holtágak a hidrológiai állapota alapvetően megváltozott. Jelenleg a mellékágak javarészában folyamatos az áramlás, fitoplanktonjuk közvetve a Dunából származik. Jóval kisebb a lehetőség a fitoplankton átalakulására, a fajszám növekedésére, mint az a korábbi idősakra jellemző volt. Pl. 1991-94 között a Csákányi-Dunában 30 %-al, az Ásványi-Duna Ásv. 1 pontján 35 %-al, 1991-96 között a Schisler holtágban 45 %-al csökkent a fitoplankton fajszáma (3 ábra, 4. táblázat).



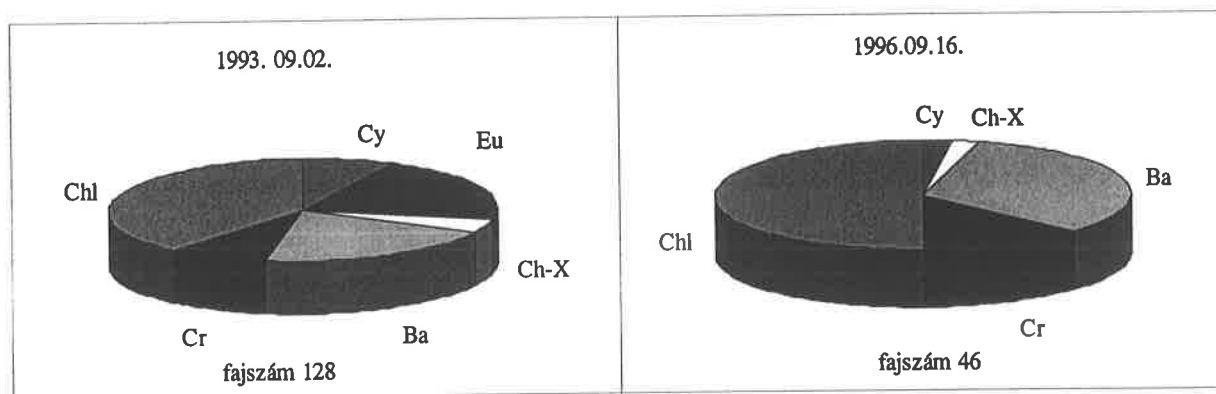
3. ábra. A fitoplankton átlagos, mintánkénti fajszámának alakulása a Csákányi-Dunában (Csák), a Schisler-holtágban (Schis), az Ásványi-Dunában (Ásv), a Lipóti-morotvában (Lip) és a Zátonyi-Dunában

A vízpótlás megkezdése előtt a hullámtéren, a Cikolai ágrendszerben több olyan mellékág létezett (pl. a gyakran politrófikus Disznós-ág, vagy az unikális, oligotrófikus Forrásos-ág), melyeket nagy diverzitású, értékes fajokból álló fitoplankton együttesek jellemezték. Ezek egyediségüket, változatos planktonikus valamint rögzült

növénytársulásait elvesztették. A folyamatos vízfolyás és megemelt vízszintek következtében hasonlónak váltak a Csákányi-Dunához.

#### MENTETT OLDAL

A Lipóti-morotvában a vizsgálatokat a Duna elterelése után, a vízpótlás megkezdése előtt kezdtük meg, 1993. őszén. A morotva fitoplanktonja, 1993 szeptemberében nagyon fajgazdag volt, összehasonlítva a többi szigetközi mellékággal. Az unikális fitoplanktonban 10 Cyanophyta, 27 Euglenophyta, 5 Chrysophyceae és Xanthophyceae, 26 Bacillariophyceae, 11 Cryptophyceae és 49 Chlorophyceae fajt találtunk (4. ábra). Közülük jónéhány faj ritka a szigetközben vagy az egész országban: *Merismopedia glauca*, *Spirulina maior* (Cyanophyta), *Cryptoglena pigra.*, *Euglena texta*, *E. vermicularis*, *Lepocinclis globula*, *L. ovumar. caudata*, *L. steinii*, *Phacus dangeardii*, *Ph. pyrum*, *Ph. ranula*, *Trachelomonas verrucosa* (Euglenophyta). Amikor a vízpótlás elkezdődött, a gazdag, unikális fitoplankton eltűnt és egy "jellegtelen" folyóvízi fitoplankton váltotta föl a helyét, ami a Dunából származik. A gazdag eredeti algaflóra soha nem jelent meg újra. 1993-96 között az egy mintára számolt átlagos fajszám közel 50 %-al csökkent (69-ről 36-ra) (4. ábra, 5 táblázat).



4. ábra A fitoplankton főbb rendszertani csoportjainak %-os megoszlása a Lipóti-morotvában a vízpótlás megkezdése előtt és után (Cy - Cyanophyta, Eu - Euglenophyta, Ch-X - Chrysophyceae-Xanthophyceae, Ba - Bacillariophyceae, Cr - Cryptophyta, Chl - Chlorophyta)

Az "eredeti" gazdag algaflóra kialakulásának okát a víz relatív nagy só-koncentrációjában kereshetjük (1993 szeptemberében a vezetőképesség  $1300-1600 \mu\text{S cm}^{-1}$  volt). A fentebb említett fajok a magyarországi szikes vizekben találhatóak meg, ahol a nagy só-koncentrációhoz alkalmazkodtak. A Lipóti-morotva "eredeti" vizét a vízpótlás során Duna-

vízzel hígították, s a vezetőképesség  $300-350 \mu\text{S cm}^{-1}$  lett. Ez volt az oka a fitoplankton fajösszetétele jelentős változásának és a fajszám csökkenésének.

## ÖSSZEFOGLALÁS

- A Bősi Vizlépcső és a Dunacsúni-tározó üzembe helyezése tovább növeli az érintett vizek amúgy is jelentős trofitási szintjét. Időben és térben gyakoribb a hipertrófikus szint kialakulása, annak minden kellemetlen mellékhatásával együtt (ez 180 fkm-el lejjebb, Gödön a főágban, valamint a Szigetközben a hullámtéri- és mentett oldali vizekben egyaránt megnyilvánul).
- A hullámtéri és mentett oldali vízterekben, a Duna elterelését követő katasztrofális vízszint csökkenés, számos helyen teljes kiszáradás után kialakított vízpótlás (és fenékküszöb) hatására csak részlegesen regenerálódott a megelőző időszak flórája és faunája.
- A főágban a hínárállományok megjelenése a feliszapolódás, az ártéri szukcesszió gyors ütemére utal. Ennek eredményeképpen az Öreg Duna jelenlegi vízfelületének további csökkenése, fokozódó mederelfajulás várható. Ehhez a fás vegetáció (bokorfűzes) erős előretörése is hozzájárul.
- Számos területen jelentős fajszám és diverzitás csökkenés következett be a korábbi nyíltvízi flóra és fauna tekintetében. Jónéhány „értékes” (ritka vagy vörös könyves) faj visszaszorult, vagy teljesen eltűnt.
- Egyes vízterekben (Öreg Duna partmenti, feliszapolódó részei, több mellékág, holtág beörvényesedő partmenti régiója) az újonnan kialakuló élőhelyeken új fajok is jelentek meg (relatív faj-gazdagodás), közülük azonban csak kevés az „értékes faj”.
- A vízpótlás hidrológiai szempontból (talán) kedvezőnek ítélnélhető, hidrobiológiai szempontból azonban hozzájárul az építés, elterelés miatt már amúgy is jelentős diverzitás csökkenéshez. Ez a változatos, sokarcú vízi életterek visszaszorulását, egyesek eltűnését, jelenleg pedig uniformizálódását eredményezte. Mindezek a táj eredeti arculatának megváltozásához, értékcsökkenéséhez vezettek.

## MAKROFITON ÁLLOMÁNYOK

A Duna vizi növényekben gazdag szigetközi árterületén a makrofiton állományok vizsgálatát a 80-as évek közepén kezdtük el. A vizsgálatok célja a vizlépcső üzembe helyezése előtt az alapállapot (elterjedés, florisztikai összetétel, mennyiségi viszonyok) felmérése volt, a vizlépcső üzembe helyezése után pedig a kutatások a botanikai változások nyomon követésére irányultak.

Az alapállapot felméréseket a hullámtéri mellékágrendszerekben (Dunaremetei, Ásványi, Cikolai) 9, a mentett oldali vizekben (Zátonyi Duna, Lipóti morotva) 10 mintavételi helyen végeztük el.

A vizlépcső üzembe helyezése után a jelentős környezeti változások (termőhelyek kiszáradása, majd helyenként nagy vízborítás) miatt, a vizsgálatok folytatására kevesebb mintavételi helyen nyílt lehetőség (hullámtéren: 4, mentett oldalon: 5). Vizsgálatokat kezdhettünk el ugyanakkor az elterelt főágban, ahol a vizi makrofitonok 1996-ban az 1843-1828 fkm-ek közötti szakaszon 7 mintavételi helyen jelentek meg.

Mintavételi helyeinken a vegetációs periódus jellemző aspektusaiban (tavasz, nyár, ősz) az előforduló virágos (Phanerogamae) és nagytermetű virágtalan (Chryptogamae) növényekről összesített fajlista készült (6. táblázat). A fajok tömegviszonyainak becslése a Kohler-féle skála (1978) alapján történt.

### DUNA FŐÁG (ÖREG-DUNA)

Néhány évvel ezelőtt a vizi makrofitonok jelenléte a Duna főágában, annak felsőszakasz jellege miatt még elképzelhetetlennek tűnt. A megtelepedéshez szükséges feltételek (kisebb vízmélység, kisebb áramlási sebesség, a görgetett hordalékmozgás szinte teljes megszűnése, feliszapolódó aljzat) a Duna elterelése után a parti sávban alakultak ki (sarkantyúöblökben, az Öreg-Dunától lefüződő nyílt vizű foltokban, mellékágak korábbi elrekesztett torkolatánál). Az állományokban közönséges, submers, stressz-toleráns fajok dominálnak (*Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton lucens*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*), de megjelentek adventív növények (*Elodea canadensis*, *E. nuttallii*), valamint egy uszólevelű makrofiton is (*Potamogeton nodosus*).

A fenékküszöb létrehozásával lehetőség nyílt az Öreg-Duna kedvezőbb vizellátására. A lefolyó vízmennyiségek azonban, különösen a nyári időszakban, nem emelkedtek olyan

mértékben, hogy a fenékküszöb alatti termőhelyeken az állományok kifejlődését megakadályozzák.

A legnagyobb fajszámot (16) és elterjedést 1996-ban, a fenékküszöb üzemelésének 2. évében regisztráltuk. Az állományok fajgazdagsága és tömegértéke az Öreg-Dunától lefüződött, tavi jellegű mintavételi helyeken a legjelentősebb (1832,5 és 1828 fkm-nél).

1995-ben a fenékküszöb feletti duzzasztott vízterületről a parti sáv jelentős vízszintemelkedése miatt, a vízi növényállományok eltűntek. Az intenzív vízmozgás következtében ugyancsak alkalmatlan élőhelynek bizonyult a fenékküszöb közvetlen hatásterülete is. A fenékküszöb alatt néhány km-rel (az 1839 fkm-től kezdődően) a létfeltételek továbbra is megfelelőek voltak, amit ezen a szakaszon a fajszám növekedése mutatott.

A fajszám növekedésének különösen az Öreg Dunán lebocsájtott kisebb vízhozamok kedveztek, amelynek időszakában (augusztus, szeptember eleje) a tartósan állóvízű körülmények hatására, a főágtól már lefüződött vízterületeken (pl. az 1828 fkm-nél), a feltöltődést gyorsító, lebegő és uszólevelű növények jelentek meg (*Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton nodosus*).

A vízhozam jelenlegi szintjén a parti sekélyebb vízű területek feltöltődése, ennek nyomán az Öreg Duna nyílt vízfelületének további csökkenése várható. Ha a fenékküszöb lebocsájtott vízmennyiségek nem okoznak túl gyakori vízszintingadozást, a meder feltöltő szukcessziója viszonylag természetesen, a dunai árterületek alacsony szintjére jellemző módon (Simon 1978) fog végbemenni éspedig:

friss vizes mineralogén feltöltődésnél: ártéri gyomtársulás - bokorfüzes - füz-nyár ligeterdő,

pangó vizes feltöltődésnél: hinár - nádas - bokorfüzes - füz-nyár ligeterdő.

## HULLÁMTÉR

A Bösi Vizlépcső üzembe helyezése előtt a Duna szigetközi szakaszán a természetes vízi növényzet legfontosabb előfordulási helye volt. Mintavételi helyeinken 29 taxont állapítottunk meg, közülük négy védett (*Hippuris vulgaris*, *Nymphaea alba*, *Nymphoides peltata*, *Salvinia natans*), négy a ritka fajok közé (*Callitriche cophocarpa*, *Ranunculus fluitans*, *R. petiveri*, *R. radians*) tartozott. A magyar flórára nézve egy új vízi makrofiton is előkerült (*Elodea nuttallii*). Mélyebb vízű, kavicsos alzatú mellékágakban (pl. Cikolai

mellékágrendszer, Csákányi-Duna), vízi növények nem fordultak elő, a feltöltődés előrehaladottabb stádiumában (pl. Schisler-holtág) nagy fajgazdagság és tömegérték volt jellemző.

A Bösi Vizlépcső üzembe helyezését követően a vízi növényállományok egy mintavételi hely kivételével (Schisler-holtág), eltűntek. Regenerálódásuk a hullámtéri vizpótlás megkezdésével sem történt meg. Pionir makrofiton állományok alakultak ki ugyanakkor, korábban vízi növényektől mentes területeken (Csákányi-Duna, mellékágrendszerek torkolatvidéke), amelyekben mindössze 13 közönséges faj (*Elodea canadensis*, *Najas marina*, *Potamogeton*-félék, stb.) szaporodott el.

Az utóbbi két évben (1995, 1996) a hullámtérre juttatott nagyobb vízhozamok az áramló vizű termőhelyeken mérsékelték a vízi makrofitonok elterjedését. A közvetlen vizutánpótlástól elzárt területeken (pl. a Schisler-holtágban), ugyanakkor a csökkenő fajszám ellenére szinte eltűnt a nyílt vízfelület. A hatalmas növénytömeg, amelyben mindössze két faj dominált (*Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*), a friss vízcserre megszűnésének a következménye.

## MENTETT OLDAL

A Bösi Vizlépcső üzembehelyezéséig a mélyebb fekvésű mentett oldali vízterületeken a hullámtérhez hasonló fajszámában (28) fennmaradt a védett és ritka fajokban gazdag vízi vegetáció. Megőrzésükre a Duna elterelését követő drasztikus talajvízszint csökkenés miatt kevés remény maradt. A mentett oldali vizpótlórendszer kiépítése a túlélés szempontjából megfelelő megoldásnak látszott, a hidrológiai változásokkal azonban (folyamatosan áramló víz, nagyobb vízmélység, hordalékosság, stb.) a természeti értékek veszélybe kerültek. Mintavételi helyeinken az állományok degradálódása évről-évre nagyobb mértékű. Először a környezeti változásokra legérzékenyebb submers (vizbemerült) fajok tűntek el, vagy huzódtak vissza (*Hippuris vulgaris*, *Myriophyllum verticillatum*, *Utricularia vulgaris*). 1995-ben a megnövelt vizpótlás hatására, a fajvesztés a mintavételi helyek többségén még jelentősebb volt (50-100 %). Csökkent a védett uszólevelű fajok (*Nymphaea alba*, *Nymphoides peltata*) vitalitása (kevesebb virágzó példány) és tömegértéke is. 1996-ban a fajszámcsökkenés tovább folytatódott. Csaknem teljesen eltűnt a Lipóti morotva természetvédelmi szempontból legértékesebb növénye, a vízi lófark (*Hippuris vulgaris*), amelynek tömeges előfordulása alapján 1987-ben e területet védetté nyilvánították. Némely mintavételi helyen a morotvában a



legújabb kotrásokat követően az eredeti vegetációból hiányzó efemer növények jelentek meg (*Ranunculus trichophyllus*, *Zannichellia palustris*, stb.), amely a fajszám kisebb mértékű növekedését eredményezte.

## HAL- és HALÁSZATBIOLÓGIA

A közép-dunai halászat írásos emlékei és a tudományos kutatások eredményei egyaránt azt igazolják, hogy a kiterjedt és változatos mellékágakkal szegélyezett Duna-szakaszokon a halfauna fajgazdagsága és a halfogások mennyisége lényegesen nagyobb, mint a keskeny árterű szakaszokon. Az árterek vizes élőhelyei a halak számára különösen fontosak mint: 1) ívó és/vagy ivadéknevelő területek; 2) haltápláléktermő területek, amelyek biztosítják a főág táplálékszervezetekkel történő ellátását is; 3) menedékhelyek, ahol az árhullámok levonulása idején a halállomány elkerülheti az alsóbb folyószakaszra történő lesodródást.

Az egykor kiterjedt kisalföldi Duna-ártér maradványait őrző szigetközi hullámtér vízi biotópjai különösen fontosak a folyó jelenlegi halállományának fennmaradásában, és ennek megfelelően a kutatásaink irányvonalát a következő célok határozták meg: 1) A szigetközi térség vízi biotópjainak tipizálása és feltérképezése. 2) A halivadékállományok strukturális jellemzése. 3) Az ivadékállományok dinamikájának vizsgálata. 4) A fontosabb biotóptípusok természetvédelmi jelentőségének értékelése, a felméréseink alapján.

A halivadékállományok tanulmányozása több szempontból is alkalmas a szigetközi vízrendszer monitorozására: 1) A halak élőhelyválasztása általában dinamikusabb mint a vízi gerincteleneké. 2) A halivadék a környezeti tényezők szűkebb tartományát képes elviselni a kifejlett halakkal szemben, ezért az ivadék eloszlása pontosabban jelzi az egyes vízterek ökológiai státusát, valamint a környezeti tényezők változásait. 3) Az ivadékállományok fajgazdagságának és abundanciájának meghatározásával viszonylag egyszerűen jellemezhetjük az egyes biotóptípusok éves reprodukciós potenciálját is.

### VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

Felméréseinket elektromos halászaton alapuló, random pont abundancia mintavételi stratégiával végeztük. Ennek lényege, hogy néhány nagy minta helyett több száz kis mintát gyűjtöttünk és dolgoztunk fel. A mintavételek számának növelésével a módszer statisztikailag egyre érzékenyebbé válik az aggregáltan előforduló populációk kimutatására és hatékony eszköz a halállomány térbeli strukturájának jellemzésére. A halivadékokat egy speciális, a kis testméretű halak fogásához kifejlesztett hordozható elektromos halászgéppel gyűjtöttük.

A halivadékállomány strukturáját a halfajok előfordulásuk szerinti gyakoriságeloszlásával, abundanciájával és aggregációs indexével jellemeztük. A halfajok

koegzisztenciáját a mintavételi helyszínek halfaunájuk szerinti főkomponens analízisével (PCA) vizsgáltuk. Az ivadékállományok dinamikáját a strukturális sajátosságaik időbeni (évszakos és éves léptékű) változásai alapján írtuk le. A biotóptípusok természetvédelmi jelentőségének értékelését a halfaunájuk természeti értékrendjének megállapításával (Guti 1995) végeztük.

#### A SZIGETKÖZI VÍZI BIOTÓPOK TÍPIZÁLÁSA

A síkvidéki folyók biotópjainak legátfogóbb osztályozási rendszerét ROUX és társai (1982) dolgozták ki. A korábbi tipizálásokkal ellentétben rendszerük nem csak hidrológiai alapokra, hanem geomorfológiai, hidrológiai és ökológiai elemzésekre épül. A potamális (folyami) biotópok általuk leírt négy fő típusa sajátos módon különült el a Szigetköz szabályozott hidrográfiai hálózatában a bôsi vízlépcsô üzembehelyezését megelőzően:

#### DUNA FÔÁG (ÖREG-DUNA)

1) *Eupotamális biotóp*: Állandóan áramló folyóág. Az aljzat köves vagy kavicsos. A lebegőanyag tartalom nagy, az árhullámok levonulásakor különösen nagy. A hőmérséklet és az oxigén vertikális rétegződése nem jellemző, a víz vezetőképessége alacsony. Az *eupotamon* a fitoplanktonja szegényes, elsősorban sodródó kovaalgák alkotják, a makrovegetáció hiányzik. A zooplankton domináns elemei a protozoák és a rotatóriák, amelyek biomasszája kevés. A zoobentoszt többnyire vízáramlást kedvelő, ún. rheofil fajok jellemzik, amelyek biomasszája kevés. A viszonylag fajgazdag halállományt elsősorban rheofil fajok alkotják, amelyek biomasszája nem jelentős. — Eupotamális biotóp például az 56 km hosszú főág, a Duna kisalföldi mellékfolyói: Lajta, Rábca, Rába; stb.

#### HULLÁMTÉR

2) *Parapotamális biotóp*: Mellékág, amely alsó torkolata állandó kapcsolatban áll a folyó főágával. Áramlását felszíni és talajvíz egyaránt táplálja, a folyó vízszintingadozása függvényében az áramlás mértéke és iránya változhat. A lebegőanyag tartalom a kisvízes periódusokban mérsékelt. Az aljzat homokkal és iszappal kevert kavics. A hőmérséklet és az oxigén vertikális rétegződése a vízmélységtől függően időszakosan előfordul, a víz vezetőképessége közepes. A *parapotamon* fitoplanktonja fajgazdag, a kovaalgák és zöldalgák tömegesek, biomasszájuk jelentős; a makrovegetáció azonban szegényes. A

zooplankton nagy biomasszát képvisel, domináns elemei a protozoák és a rotatóriák. A zoobentosz biomasszája jelentékeny. A halállományt a vízáramlás vonatkozásában igénytelenebb, ún. neutrofil és részben rheofil fajok jellemzik, amelyek biomasszája közepes. — Parapotamális biotóp volt például a Cicolai-ágrendszerben a Csákányi-ág, az Ásványi-ágrendszerben a Halrekesztő-ág a bôsi vízlépcsô üzembehelyezését megelőző évtizedekben.

3) *Plesiopotamális biotóp*: Időszakosan lefűzôdô, állóvízû holtág, amely mérete, víztömege a folyó vízállása függvényében változik, esetenként kiszáradhat. Az aljzat iszap és agyag, az üledék felszínének szerves széntartalma mérsékelt. A lebegôanyag tartalom változó, általában mérsékelt. Jellemzô a hôtémrséklet és az oxigén vertikális rétegzôdése, a víz vezetôképessége nagy. A *plesiopotamon* fitoplanktonja nagy tömegû, a vízvirágzás gyakori jelenség, a makrovegetáció dús. A zooplankton domináns elemei a rotatóriák és az alsóbbrendû rákok, amelyek biomasszája különösen nagy. A zoobentosz biomasszája jelentôs. A halállományt állóvizet kedvelô, ún. limnofil, valamint neutrofil fajok alkotják. Az időszakosan extrém környezeti viszonyok következtében a halközösség nem ritkán mono- vagy bispecifikus. A halállomány biomasszája szélsôségesen változó, lehet különösen nagy is. — Plesiopotamális biotóp volt például a Cicolai-ágrendszerben a Schiesler-holtág, az Ásványi-ágrendszerben az Öntési-tó a bôsi vízlépcsô üzembehelyezését megelőző évtizedekben.

#### MENTETT OLDAL

4) *Paleopotamális biotóp*: Tartósan elzáródott, állóvízû holtág, morotva, amely rendkívül rikán, a legmagasabb vízállások esetén kerülhet csak felszíni kapcsolatba a többi potamális biotóppal, vízpótlását többnyire talajvíz és részben csapadék biztosítja. Az aljzat iszap és agyag, az üledék felszínének szerves széntartalma nagyon nagy. A lebegôanyag tartalom kevés. A hôtémrséklet és az oxigén napi vertikális rétegzôdése jelentôs, a víz vezetôképessége nagy. A *paleopotamon* fitoplanktonja fajszegény, biomasszája jelentéktelen, a makrovegetáció azonban különösen dús. A zooplankton meghatározó szervezetei az alsóbbrendû rákok, amelyek biomasszája kevés. A zoobentosz biomasszája nem jelentôs. A halállományt viszonylag kevés limnofil faj jellemzi, amelyek biomasszája számottevô. — Paleopotamális biotóp volt például a Gazfûi-Duna, a Lipóti morotva a bôsi vízlépcsô üzembehelyezését megelőző évtizedekben.

A nagyobb árhullámok levonulásakor, amikor az árteret összefüggő víztest borítja és a potamális biotópok nem tipizálhatóak, általában a potamonok időszakos felbomlása, keveredése figyelhető meg. A potamális biotópok fontos ismérve, hogy a kis- vagy a középvízi meder parti régiója szegélyezi őket, azaz kiterjednek a teljes mederszelvényre. Az egyes biotópokon belül általában térbeli preferenciát jelző mikrobiotópok figyelhetők meg, amelyeket szezonális dinamika jellemez.

Terepmunkáink során feltérképeztük a szigetközi hullámtér teljes területén a jellemző vízi biotóptípusokat és azok eloszlását térképeken ábrázoltuk. Az első térképsorozat az 1992-t megelőző néhány év viszonyait szemlélteti, a második sorozat az 1993-94-es állapotot tükrözi (ennek egy részlete látható az 5. ábrán), míg a harmadik sorozat az 1996-tól jellemző helyzetet tünteti fel.

#### A HALIVADÉKÁLLOMÁNY STRUKTÚRÁJA

A Duna szigetközi hullámterén a bôsi vízlépcsô üzembehelyezése előtt a parapotamális és a plesiopotamális mellék-, illetve holtágak voltak a meghatározó vízi biotópok. Az 1992-ben végzett vizsgálataink során 20 parapotamális és 7 plesiopotamális helyszínt mértünk fel. Összesen 21 halfaj ivadékát (0+) mutattuk ki, amelyek közül *Rutilus rutilus* volt a leggyakoribb, azt követte az *Alburnus alburnus*, *Blicca bjoerkna*, *Rhodeus sericeus amarus*. Az aggregációs index szintén a *R. rutilus* esetében volt a legnagyobb, és viszonylag nagy értékek jellemezték az *A. alburnus*, *R. sericeus*, *Leuciscus leuciscus* és *Barbus barbus* ivadékot is, ami jól jelzi e fajok gyakori csoportos előfordulását.

A mintavételi helyszínek halivadék fajok szerinti PCA ordinációja (6. ábra) a parapotamális és a plesiopotamális élőhelyeket jól elkülönítette. A parapotamális helyszíneken belül pedig elhatárolódtak a lassú áramlású, a kavicsos aljzatú és az iszapos aljzatú vízterületek ivadékállományai. A lassú áramlású mellékágakban a rheofil és a neutrofil halfajok ivadékának gyakorisága volt jellemző. Az állóvízû holtágak kavicsos aljzatú élőhelyeit szintén a rheofil és a neutrofil fajok jelenléte jellemezte, de a rheofil fajok gyakorisága kissé mérsékeltebb volt. Az állóvízû holtágak iszapos aljzatú élőhelyein a neutrofil halfajok ivadékának dominanciáját állapítottuk meg. Az időszakosan izolálódott plesiopotamon típusú víztereket viszonylagos fajszegénység, a rheofil fajok hiánya, valamint

a neutrofil és a limnofil fajok gyakorisága jellemezte. A vizsgálatsorozat eredményei azt igazolták, hogy a halivadék térbeli eloszlását az aktuális vízáramlási viszonyok mellett, a mederüledék összetétele, és a vizek elszigetelődésének mértéke is alakította.

#### A HALIVADÉKÁLLOMÁNY DINAMIKÁJA

A hullámtéri vizek hidrológiai viszonyait az ivadékállományok szerkezetének szezonális változása sajátos módon tükrözi. Még a bôsi vízlépcsô üzembehelyezése előtt 1992. májusa és júliusa között a Cicolai-ágrendszer két, konnektivitásában eltérô vízterületén vizsgáltuk a halivadékállomány dinamikáját heti mintavételezéssel. Az egyik mintavételi helyszínt a főághoz állandóan kapcsolódó parapotamális mellékág, a Csákányi-Duna öblözetében jelöltük ki, amely közvetlen felszíni kapcsolatban állt a mellékágrendszerrel. A másik helyszínt a tartósan lefűződött, plesiopotamális Schiesler holtág volt, amelynek évente átlagosan 15 napig volt csak összeköttetése a mellékágrendszerrel. Az egymástól mintegy 200 méternyire elhelyezkedô két mintavételi terület átlagos vízmélysége, aljzatának minôsége, növényzete, víz hőmérséklete között nem volt lényeges eltérés. A parapotamális mellékágban 14, a plesiopotamális holtágban pedig 8 halfaj ivadékát találtuk meg a felmérés idején. Az előbbinél az ivadékállomány kezdetben (május) fajszegény volt, majd június elejétől két kisebb árhullám levonulását követően a fajszám hirtelen megnőtt. Az elszigetelt plesiopotamális holtágat mérsékelt fajgazdagság, a rheofil fajok teljes hiánya és viszonylagos szezonális kiegyenlítettség jellemezte. A vizsgálat eredményei a biotópok konnektivitásának jelentőségére mutattak rá, azaz a rheofil halfajok ivadéka csak a mellékágakkal állandó összeköttetésben álló vízterületet népesítette be, ugyanakkor ezen a biotópon az ivadékállomány struktúrája a Duna vízjárásának függvényében jelentősen változott.

A hullámtéri vizek és a Duna főága közötti kapcsolat jelentőségére, illetve a kapcsolat hiányának következményeire világított rá a szigetközi halivadékállományok összetételének változása a bôsi vízlépcsô üzembehelyezését megelőző és az azt követô évek során (7. ábra, 7. táblázat). A vízlépcsô üzemelése előtt, 1992-ben gyűjtött mintákban azonosított halfajok gyakoriságeloszlását összehasonlítva az 1994. évvel, a fajszám 25 %-os csökkenését, a rheofil fajok többségének eltűnését, egyes neutrofil fajok dominanciáját és a limnofil fajok térhódítását állapíthatjuk meg. A rheofil fajok általában a kavicsos aljzatú, áramló vizű élőhelyeken ívnak, de az ivadékok az egyedfejlődés kezdeti szakaszában részben a turbulens áramlások káros hatása, továbbá a megfelelő planktontáplálék előfordulása miatt a lenitikus élőhelyeket igényli. A rheofil fajok ivadékának csaknem teljes hiánya a Duna

főága és a hullámtéri mellékágak közötti közvetlen kapcsolat megszûnését jelzi. A limnofil fajok térhódítását viszont a növényzettel dúsan benőtt, nem vagy alig áramló sekély vízterek kialakulására vezethetjük vissza. Az ivadékállományok összetétele kevésbé változott 1995-ben az elôzô évhez képest. Az 1995. nyaratól üzemeltetett gravitációs vízpótlással megnôtt a mellékágakon átfolyó víz mennyisége és feltehetôen ezzel függött össze, hogy a limnofil fajok gyakorisága mérséklôdött. 1996-tól a fajsám is emelkedett, újra megjelentek olyan rheofil fajok, amelyek a Duna felôl jutottak a területre (pl. *leuciscus*, *Abramis ballerus*), tehát a fenékküszôb segítségével megvalósított vízbetáplálás lehetôvé tette a főág halainak korlátozott beúszását a hullámtéri ágrendszerbe.

#### A BIOTÓPTÍPUSOK TERMÉSZETVÉDELMI JELENTÔSÉGÉNEK ÉRTÉKELÉSE

A Duna jelenlegi halállományának fennmaradásában a hullámterek vízi biotópjai meghatározó jelentôségûek. A hullámtéri biotópok természetes szukcessziójának integritását azonban számos antropogén folyamat károsította az utóbbi évtizedekben, amit a halállományok változása is tükrözött. A Szigetköz halállományának a potamális biotópok szerinti elkülönülését felméréseink alátámasztották (8. táblázat).

Az eupotamális biotópokon (pl. Öreg-Duna) 51 halfaj jelenléte volt igazolható az elmúlt évtizedben. A halfajok 61 %-a rheofil, 31 %-a neutrofil és 8 %-a limnofil volt. A kimutatott neutrofil és a limnofil fajok többsége élôhelyi generalista, amelyek általában a lenitikus mikrobiotópokhoz kötôdtek. Az elmúlt évtizedben az eupotamális biotópokon természetvédelmi szempontból 1 faj eltûnô elem, 11 faj veszélyeztetett, 17 faj ritka és 14 faj tömeges elôfordulású, valamint 1 faj bevándorló és 7 faj faunaidegen a Kárpát-medencében. A Duna vízgyûjtôjén endemikusnak tekinthetô fajok száma 7. A halfauna abszolút és relatív természeti értéke:  $T_A = 92$ ,  $T_R = 1.84$ .

A parapotamális biotópokon (pl. Csákányi ág, Halrekesztô-ág) 48 halfaj volt kimutatható az elmúlt tíz évben. A halfajok 50 %-a rheofil, 33 %-a neutrofil és 17 %-a limnofil volt. A halfauna elemeinek 88 %-a az eupotamonban is megtalálható. A neutrofil és a limnofil fajok viszonylag nagyobb gyakorisága, a parapotamális biotópok idôszakosan áramló víztömegére utal. A megfigyelt halfaunában 8 faj veszélyeztetett, 19 faj ritka elôfordulású és 14 faj tömeges, továbbá 1 faj bevándorló és 7 faj faunaidegen a Kárpát-medencében. A Duna vízgyûjtôjén endemikusnak tekinthetô fajok száma 3. A halfauna

abszolút és relatív természeti értéke:  $T_A=79$ ,  $T_R=1.65$ , ami mérsékeltebb mint az eupotamikus faunájé.

A plesiopotamális biotópokon (pl. Schiesler-holtág, Öntési-tó) 31 halfaj jelenléte volt kimutatható az utóbbi évtizedben. A fajok 48 %-a neutrofil, 26 %-a rheofil és 26 %-a limnofil volt. A rheofil elemek többsége általában az árhullámok levonulását követően található meg a holtágakban, de állandó jelenlétük nem jellemző. A plesiopotamális halfauna eddig megismert valamennyi eleme a parapotamonban is előfordul, illetve a fajok 87 %-a az eupotamonban szintén megtalálható. A neutrofil és a limnofil fajok nagyobb gyakorisága a plesiopotamális biotópok többnyire pangó víztömegére utal. A szigetközi hullámtéren a plesiopotamikus halfauna 3 faja veszélyeztetett, 12 faja ritka és 13 faja tömeges, valamint 2 faja faunaidegen a Kárpát-medencében. A fauna abszolút és relatív természeti értéke  $T_A=46$ ,  $T_R=1.53$ , mérsékeltebb mint a parapotamális állományé.

A paleopotamális biotópokon, amelyek bôsi vízlépcsô üzembehelyezése előtti években Szigetközi mentett oldali mocsarasodó vízterekre (pl. Gazfői-Duna, Lipóti morotva) voltak jellemzőek, 23 halfaj jelenlétét mutattuk ki. A fajok 52 %-a neutrofil, 39 %-a limnofil és 9 %-a rheofil volt. A rheofil elemek csak lokálisan fordultak elő a talajvízszivárgások közetkeztében áramló vízû mikroélőhelyeken. A paleopotamális halfauna 78 %-a az eupotamonban szintén megtalálható. A neutrofil és a limnofil fajok domináns gyakorisága a paleopotamális biotópok izoláltságára utal. A szigetközi paleopotamikus halfauna 2 faja veszélyeztetett, 7 faja ritka és 12 faja tömeges, valamint 1 faja faunaidegen a Kárpát-medencében. A fauna abszolút és relatív természeti értéke  $T_A=33$ ,  $T_R=1.43$ . A paleopotamális biotóp szélsőségesen ingadozó, időszakosan kedvezőtlen környezeti viszonyainak megfelelően a halfauna viszonylag fajszegény.

#### A KUTATÁSI EREDMÉNYEINK ALAPJÁN TETT FONTOSABB MEGÁLLAPÍTÁSOK

- A bôsi vízlépcsô üzembehelyezésekor a szigetközi hullámtér mellékágait elzárták a Duna főágától, így a folyami halak elveszítették legfontosabb ivó-, ivadéknevelő és tápláléktermő élőhelyeiket, ami károsan érintette a közép-dunai halállomány természetes utánpótlását.
- A bôsi vízlépcsô üzembehelyezését követő években a szigetközi hullámtér mellékágaiban viszonylag stabil vízállás váltotta fel a korábbi, gyorsfolyású időszakokkal jellemezhető vízdinamikát, ilymódon a korábbi halállomány szaporodási lehetőségei jelentősen



lorlátozódtak, mivel a folyami halak szaporulatának mennyisége általában az ívási időszakban elárasztott területek méretével arányos.

- A bôsi vízlépcsô üzembehelyezését követô évben a szigetközi hullámtér mellékágaiban gyakorlatilag megszûnt a vízáramlás, csökkent a lebegtetett hordalék mennyisége és a vízi makrovegetáció rohamos terjedése, illetve sűrűsödése volt tapasztalható. Ez az időszak néhány igénytelen, fitofil ivó halfaj (naphal, ezüst kárász) szaporulatának kedvezett, amelyek tovább rontották a halászati erôforrások minőségét. A hullámtér gravitációs vízpótlásának megvalósításával mérséklődött e fajok gyakorisága.
- A Duna főágában a halfauna számottevô átalakulását nem igazolták felméréseink a bôsi vízlépcsô üzembehelyezését megelőző évekhez képest.
- Vizsgálataink alapján feltételezhetjük, hogy 1843. fkm-nél épített fenékküszöb nem jelent leküzdhetetlen akadályt a főág legtöbb halfaja számára.
- A fenékküszöb felszíne sajátos hidrológiai viszonyokkal jellemezhető mikroélőhely, ahol 1995-ben és 1996-ban, legalább 20 halfaj előfordulása igazolódott. Jelentős hányaduk védett, veszélyeztetett.
- A Duna főága felől történô gravitációs hullámtéri vízbetáplálás lehetővé tette a főág halainak újbóli bejutását a hullámtéri ágrendszerbe. Főági faj alkalmi előfordulását a mentett oldali vízrendszerben is kimutattuk.
- A Mosoni-Duna halfajai szintén megjelentek a hullámtéri ágrendszerben.
- A vízpótlórendszerrel tartósan elszigetelt, kizárólag talajvízből táplálkozó hullámtéri vizeken a halállomány fokozatos degradációját állapítottuk meg.
- A mentett oldali mederhálózat természetes jellegű, szabályozott vízdinamikája megítélésünk szerint kedvezően alakította a halászat által hasznosított halfajok szaporodását, ugyanakkor korlátozta a természetvédelmi szempontból értékes mocsári biotópokat, illetve azok sajátos halállományát.

## PLANKTONIKUS CRUSTACEAK

### DUNA FŐÁG (ÖREG-DUNA)

1992-95 között a Duna főágában (1843-1669 fkm) a planktonikus Crustaceák faj és egyedszáma fokozatosan csökkent. 1994-95-ben a planktonikus Crustacea állomány fajszegény és kis egyedszámú volt. Az 1843-1828 fkm között, az Öreg-Duna parti régiójában a feltöltő szukcesszió során kialakult élőhelyeken - a parti mocsári és a hínár vegetáció között - egymástól eltérő fajösszetételű, fitofil, a Duna nyíltvizétől eltérő Crustacea együttesek jelentek meg.

### HULLÁMTÉR

Az elterelést követő vízpótlási megoldások eredményezte egyre magasabb vízszint csökkentette a parti, növényekkel borított élőhelyek számát, ami a Csákányi- és Ásványi-Dunában faj- és egyedszámcsökkenést idézett elő. A Schisler holtág a Duna elterelését követően teljesen kiszáradt. 1993 őszére ismét megjelent a víz a szivárgócsatornából történt vízutánpótlás következtében. Késő ősszel fajokban szegény, alacsony egyedszámú Crustacea együttesek jelentek meg. 1994-ben folytatódott a fajszámcsökkenés, a nyílt víz mint élőhely összezsugorodott, néhány m<sup>2</sup>-es foltok maradtak meg a nagy borítású hínármezők között. A nyíltvízi foltokban és a hínár közötti vízterekben az előző évhez képest drasztikusan csökkent a Crustacea egyedszám, különösen a Cladoceráké. 1995-ben a vízutánpótlás következtében tovább emelkedett a holtág vízszintje. A nyíltvízben és a nádasok közötti vízterben az előző évihez hasonló kis egyedszámú crustacea együttesek jelentek meg.

1991-1995 között évről évre csökkent a Schisler holtágban előforduló Crustacea taxonszám (29-ről 16-ra). A nyíltvízi és növényekkel borított különböző élőhelyeken a Crustacea egyedszámok a C-változat üzembehelyezése és a folyamatos vízpótlás után több nagyságrenddel csökkentek. Határozott uniformizálódás következett be mind az élőhelyek, mind a Crustacea együttesek tekintetében.

### MENTETT OLDAL

A mentett oldali Lipóti-morotvában a vizsgálatok a Duna elterelése következtében kiszáradt morotvában a vízutánpótlás megkezdésének időszakában, 1993-ban kezdődtek. 1993-ban az egyes mintavételi helyek még mint sekélyvizű, önálló tavacskák jelentek meg. Az egyes víztesteknek mind a nyílt vizét, mind a növényekkel borított élőhelyeit nagy

egyedszámú, eltérő faji összetételű Crustacea fauna népesítette be. 1994-ben fokozatosan emelkedett a vízszint, az egyes víztesteket összekötő csatornában jelentős áramlás lépett fel, a nyílt víz jelentős kiüresedése volt megfigyelhető. A tápvíz eredetére csak a májusban a *Bosmina longirostris* utalt. A vízbetáplálás irányában a nádasok közötti vízterekben is csökkent az egyedszám. 1995-ben tovább emelkedett a vízszint, és az előző évhez hasonló jelenségeket lehetett megállapítani.

1993-95 között a planktonikus Crustacea együttesek egyedszáma a morotvában mintegy 5 nagyságrenddel csökkent. 1994-95-ben a vízi növényekkel borított élőhelyeken is jelentős (20-60%) volt az egyedszámcsökkenés.

Az 1993-ban megkezdett vízutánpótlás a Szigetközben mind a hullámtér, mind a mentett oldali vízterekben a korábbihoz képest megemelkedett, állandóbb vízszinteket hozott létre.

A vízszint emelkedésével és az átvágások, ill. lezárások révén számos unikális víztípus megszűnt (pl. Forrásos-ág, Akali-ág) ill. alapvetően megváltozott (Csákányi-Duna, Ásványi-Duna) ezzel elveszett értékes, diverz Crustacea faunája is.

A Crustaceák, különösen a Cladoceraék, gyorsan alkalmazkodván az új körülményekhez, még 1996-ban is képesek voltak egymástól domináns fajokban is eltérő együttesekkel benépesíteni az erre még alkalmas, a vízpótlás következtében morfológiailag és növényzetükben megváltozott vizeket (pl. Schisler-holtág, Zátonyi-duna, Lipóti-morotva) és az újonnan kialakult élőhelyeket (pl. Öreg-Duna feltöltődő parti régiója). E víztípusokban a vízpótlás okozta legnagyobb veszteség a környezet uniformizálódásán kívül, a nyíltvíz mint élőhely elvesztése.

## A PARTI RÉGIÓ GERINCTELEN EGYÜTTESEI

Áramló vizek esetében a litorális (parti) régió mint élőhely - a folyó szélességétől függő mértékben - viszonylag alárendelt szerepet játszik az áramló víztesthez ill. a mederfenékhez mint élőhelyhez képest. A parti sávon belül három eltérő jellegű élőhelytípus különböztethető meg, a partszegély - a szoros értelemben vett parti sáv, tekintet nélkül az alzat minőségére, az élőbevonat - valamilyen alzaton, pl. kőszórás, kialakult növényi bevonat (*Cladophora glomerata* vagy *Fontinalis antipyretica*) élővilága - és a sekély parti vízben élő növényzet között élő szervezetek összessége.

A három élőhelytípus jelentősége, szerepe a Szigetköz különböző vízterein az egyes években - a vízkormányzási, vízpótlási beavatkozásoknak, az ezekkel járó áramlásbeli változásoknak megfelelően eltérő mértékű volt.

A parti régióban a *Hirudinea* fauna változásait 1988 óta, a többi litorális gerinctelen csoportét 1994 óta vizsgáltuk a Szigetköz különböző vízterein

### DUNA FŐÁG (ÖREG-DUNA)

A Duna elterelése előtt a főágban a parti régióban a kőszórásokon kialakult élőbevonat volt az uralkodó élőhelytípus, sajátos, áramlást kedvelő ill. tûrő gerinctelen fajaival. Az elterelést követően a vízszint és az áramlási sebesség jelentős csökkenése következtében a parti műtárgyak (párhuzamművek, sarkantyúk kőszórásai) felületének nagyrésze felszínre került, elkezdődött az időszakosan magas vizek által szállított iszap, hordalék által a sarkantyúöblök feliszapolódása. Ezeken a helyeken valamint a partszegélyen megindult a magasabbrendű száras vízi vagy mocsári növényzet térhódítása. Az élőbevonat mint élőhelytípus rovására (szárazra került alzatok) megnőtt a partszegély és a növényzet közötti élőhelyek jelentősége. A folyó egészét tekintve a parti régió relatív jelentősége is jelentősen megnőtt a nyíltvízhez képest. Az eredeti felső közép-szakasz jellegű főághoz képest kétségtelenül növelte a felhagyott főágban az élőhelyek diverzitását. Az alzatokon kialakult élőbevonat mennyiségének és jelentőségének csökkenésével fokozatosan csökkent az áramlásokkedvelő fajok egyed- és fajszáma (pl. sapkacsiga, kétpupú bolharák, kérészlárva) és a partszegély valamint a száras növényzet térhódításával megjelentek és terjedni kezdtek az álló vagy csak lassú áramló vizet kedvelő fajok (pl. mocsári csiga, pontusi tanúrák, bűvárpoloska fajok, a *Helobdella stagnalis*)

Az ideiglenes fenékküszöb üzembehelyezését követően 1995-ben a fenékküszöb alatti mintegy 8-9 km hosszú szakaszon a taxonok száma megnőtt az 1833 fkm-től kezdődő második szakaszhoz képest. Ezen a mintegy tíz km-es szakaszon ismét az áramlásokkedvelő taxonok kerültek túlsúlyba. A fenékküszöb jellegénél és szerkezeténél fogva ugyanolyan potenciális élőhely mint az elterelés előtti állapotban a sarkantyúk, vagy a párhuzamművek. A

fenékküszöb azonban, méreténél fogva csak igen kis töredékét pótolja a korábban összességében nagy felületet adó ilyen élőhelyeknek.

## HULLÁMTÉR

A hullámtéren és a mentett oldalon a gerinctelen szervezetek elsősorban a partszegélyen és a növényzet között található. A három víztér közül ez legfajszegényebb. Egyedül a Hirudinea fajok száma magasabb itt, mint a főágban. 1995-re eltűnt a Schisler-holtágból a színező Hirudinea fajok többsége (*Glossiphonia verrucata*, *Haemopsis sanguisuga*), így az átmeneti növekedés után a fajszám az 1993-asnál is alacsonyabb volt. A *Glossiphonia verrucata* 1996. évi terjedése arra utal, hogy az 1994-ben eltűnt faj a főág felől telepszik vissza újra a hullámtérre.

## MENTETT OLDAL

A legmagasabb fajszámú víztér, a változatos, eltérő hidrológiai sajátosságú áramló és állóvízű élőhelyeknek köszönhetően.

Az áramló vizek Hirudinea és Turbellaria faunája jelentősen szegényebb az állóvizeknél, leggyakoribb fajuk az *Erpobdella octoculata*. Egyedül ebben az élettérben találtuk meg a terület egykor domináns faját, a *Glossiphonia complanata*. 1996-ban az előző évhez képest új fajok jelentek meg az áramló vizekben, így csökkent az állóvizektől való eltérés (pl. *Dugesia lugubris*, *Dendrocoelum lacteum* jelenléte).

Az állóvízű területek közül kettő, az Araki láp és a Lipóti-morotva fokozottan védett. Faunájukra a három *Turbellaria* faj mellett jellegzetesen állóvízi *Hirudinea* (*Glossiphonia concolor*, *G. verrucata*, *Helobdella stagnalis*) fajok jellemzőek. Az araki láp Gastropoda faunájában megvannak még a lápi elemek (pl. *Bathyomphalus contortus*), ezért mindkét terület egyedülállóan tekinthető.

A Lipóti-morotva rendkívül fontos vízterület a Szigetköz közepén. 1995-ben a kimutatott szigetközi Hirudinea fauna 70%-a, 1996-ban már 85%-a élt ezen az egy helyen. A *Piscicola geometra* és a *Haemopsis sanguisuga* csak itt fordult elő (9. táblázat).

A Hirudinea fajok táplálkozási stratégia szerinti megoszlása 1994-ben a ragadozó : parazita arány 5:8 volt, 1995-re ez 2:8-ra módosult 1996-ban pedig 3:8 arányt mutatott. Az 1995-ben lejátszódott dominancia változások általánosságban továbbra is érvényesek, (a valamikor 10% határ felett lévő *Glossiphonia complanata* szinte teljesen eltűnése, az áramló vízű területeken a *Dina lineata* előretörése, az *Erpobdella octoculata* kiszorulása).

Természetvédelmi szempontból jelentős, hogy a Nemzetközi Vörös Könyvben szereplő *Hirudo medicinalis* amely a Duna eltereléséig a hullámtéren és a mentett oldalon is jelen volt, továbbra sem került elő a Szigetközből.

Összevetve a három vizsgált vízteret, megállapítható, hogy a bevonatban és a növényzetben élő mezo- és makrofauna számára a főág fenékküszöb utáni mintegy tíz km-es szakaszától eltekintve nincs számottevő változékonyság. A domináns taxonok mindhárom vízterületen ugyanazok. Az egyes kisebb vízterek áramló vagy állóvízi jellegétől függően a szubdomináns és szórványosan előforduló taxonokban tapasztalható csak különbség. A csoportdiverzitás értékek és szezonális változásuk is egyfajta uniformitásra utalnak.

## MOSONI-DUNA

A legjobb vízellátású szigetközi terület parti régiójának faunája átmeneti képet mutat, az áramló vizű területekre jellemző fajok mellett állóvizek is előfordulnak. Mivel a Szigetközben itt a legegyszerűsebb a vízellátás, a Mosoni-Duna felhasználható kompenzációs megoldások esetén régi élőhelyek revitalizációjában vagy újak kialakításában. A folyó mentén öt - tíz kilométerenként kialakítható állóvizek, "vakágak,, valamelyest ellensúlyozhatnák az egyéb területeken bekövetkezett fajdiverzitás csökkenést.

\*\*\*


A fenti összeállítás Kiss Keve Tihamér: Fitoplankton-trofitás , Ráth Tamásné: Makrofiton állományok, Gutti Gábor: Hal- és halászatbiológia című, e célra írott fejezetek egybe szerkesztésével, valamint Abaffyné Bothár Anna és Nosek János , továbbá Puky Miklós korábbi jelentési anyagának adatait felhasználva készült. A Bevezetés , Befejezés , valamint a szerkesztés Berczik Árpád és Nosek János munkája.

## BEFEJEZÉS

Vizsgálódásaink egyik egyre határozottab tanulsága, hogy az 1993-ban megjelent MTA Kiadványban (Láng I., Banczerowski J., Berczik Á., szerk.: Szigetköz - Környezettudományi Kutatások, Környezeti állapot, Ökológiai követelmények, MTA Budapest, 1993. 1-145.) már akkor megállapítható és prognosztizált károk tulajdonképpen kivétel nélkül bekövetkeztek, ezért mindenképpen elutasítható az az utóbbi idők erősödő vélekedés, hogy ökológiai károsodás pedig nincsen. Kétségtelen, hogy a prognosztizált károk mértéke eltérő, egyes vonatkozásokban csak a jelzett tendenciák egyértelmű erősödése figyelhető meg csak meg, és azt sem vonjuk kétségbe, hogy a kármérséklő beavatkozások bizonyos eredményeket hoztak. Egyes kármérséklő beavatkozások határfokának növelésére a vízügyi ágazat illetékesei a korábbinál lényegesen nagyobb egyeztetési, együttműködési készséget tanúsítanak. A magunk részéről több ízben hangsúlyoztuk, hogy nem politikai, hanem csakis szakmai szempontból közelítjük meg a ránk bízott feladatok megoldását, az értékelést. Ennek szellemében a beruházás egészének ökonómiai-ökológiai értekeletlenségét változatlanul hangsúlyozzuk, de emellett értékesnek tartjuk a vízügyi ágazat fent említett operatív együttműködési készségét lényeges részletkérdésekben.

A monitoring jellegű hidrobiológiai vizsgálatsorozatok szükségességét - a magyar-szlovák ezirányú egyezményes kötelezettség teljesítésén túl - továbbra is fontosnak tartjuk és folyamatosságának jelentőségét most is hangsúlyozzuk. E meggyőződésünknek az az alapja, hogy a hágai Nemzetközi Biróság előtt folyó per bármilyen kimenetele esetén is szükség lesz magyar-szlovák együttműködésre, egyezkedésre.

Vácrátót-Göd, 1997. április 7.

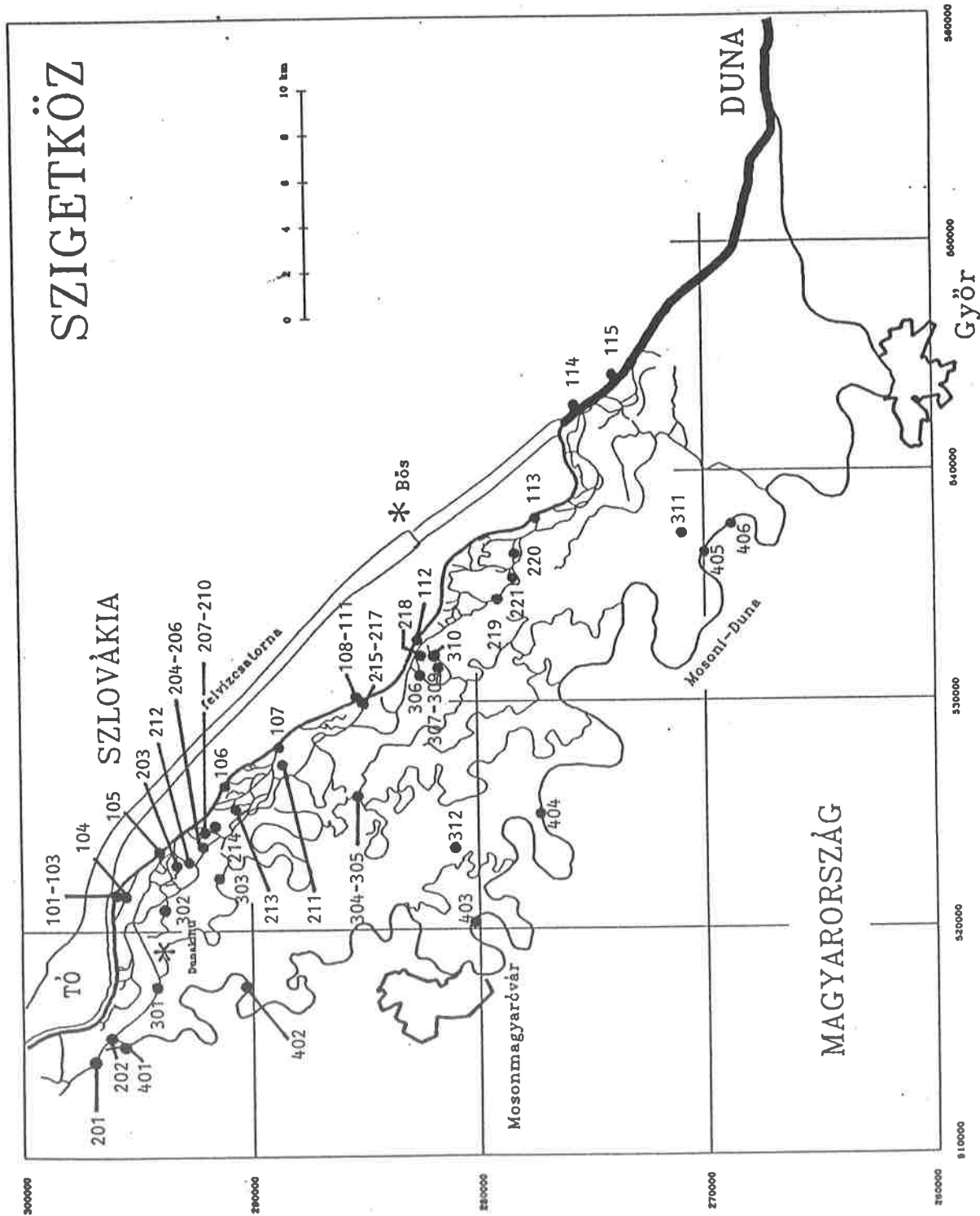
  
 /Dr. Berczik Árpád/  
 akadémikus, egyetemi tanár  
 az MTA ÖBKI Magyar Dunakutató Állomás  
 vezetője

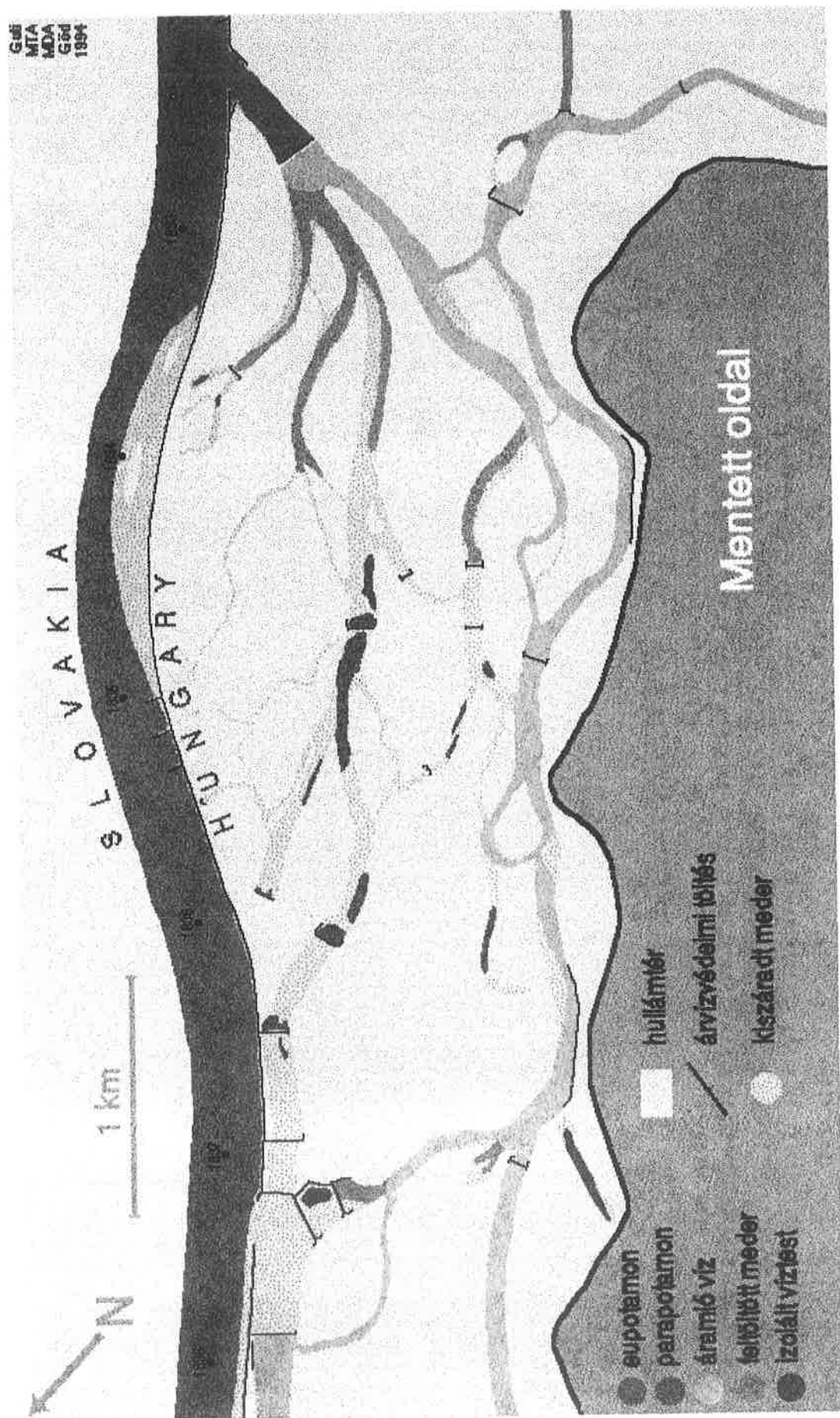
## IRODALOM:

- Bothár, A. & Kiss, K.T. 1995. Änderungen des Phyto-, und Zooplanktons in der Donau bei Göd/Ungarn (1669 Strom Km) zwischen 1991-1994. Opusc. Zool. Budapest, 27-28: 137-146.
- Dokulil, M. 1991. Review on recent activities, measurements and techniques concerning phytoplankton algae of large rivers in Austria. - In: Whitton, B.A., Rott, E, Friedrich, G. (eds.) Use of algae for monitoring rivers 1991, Institute für Botanik, Universität Innsbruck. p: 54-57. ISBN 3-9500090-0-0
- Guti, G. 1995. Conservation status of fishes in Hungary. Opuscula Zoologica, 27/28: 153-158.
- Hanzliková, G. 1973. Dynamik der Veränderungen des Phytoplanktons im Tschechoslovakischen Donauabschnitt. - Acta. Rer. Natur. Mus. Nat. Slov. Bratislava. 19: 57-77.
- Kiss, K. T. 1985. Changes of trophity conditions in the River Danube at Göd. Danubialia Hungarica XCIV. Annal. Univ. Sci. Budapest Sect. Biol. 24-26: 47-59.
- Kiss, K. T. 1994. Trophic level and eutrophication of the River Danube in Hungary. Verh.Internat.Verein.Limnol. 25: 1688-1691.
- Kiss, K. T. & Genkal, S. I. 1996. Phytoplankton of the Danube's reservoirs in September 1995 from Germany to Hungary. - In. Berczik, Á. (Red.) Limnologische Berichte Donau 1996. Band. I. P. 143-148. MTA Ökol. Bot. Kutint. Magyar Dunakutató Állomás, Vácrátót/Göd. ISBN. 936 8391 20 0.
- Kiss, K. T. & Genkal, S. I. In press. Télvégi - koratavaszi Centrales (Bacillariophyceae) vízvirágzás a Dunán (1996) [Late winter - early spring bloom of centric diatoms in the River Danube at Göd (1996)]. Hidrol. Közlöny.
- Láng, I., Banczerowski, I. & Berczik, Á. (eds.)1994. Annotated references to the Bős (Gabcikovo)-Nagymaros Danube Barrage System Project. - AKAPRINT. Budapest. pp. 1-277.
- Rákóczi, L. 1989. Vízlépcsők hatása a hordalék- és mederviszonyokra [The effect of river barrages on sediment- and bed-condition]. - Vízügyi Közlemények, 71: 5-24.
- Simon, T. 1978. A Gabcikovo-Nagymarosi Vízlépcsőrendszer létesítésével összefüggő biológiai egyensúly vizsgálata I. ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, Budapest. Kézirat, pp. 206.
- Varga, P., Ábrahám, M. & Simor, J. 1989: A magyar Duna-szakasz vízminősége [Water quality on the Hungarian stretch of the Danube River]. Vízügyi Közlemények, 71: 582-598.
- Wawrik, F. 1962. Zur Frage: Führt der Donaustrom autochtones Plankton? - Arch. Hydrobiol. Suppl. Donauforschung. 27: 28-35.
- Wawrik, F. 1968. Zur Frage: Führt der Donaustrom autochtones Plankton? II. - Arch. Hydrobiol. (Suppl.). 34: 339-363.

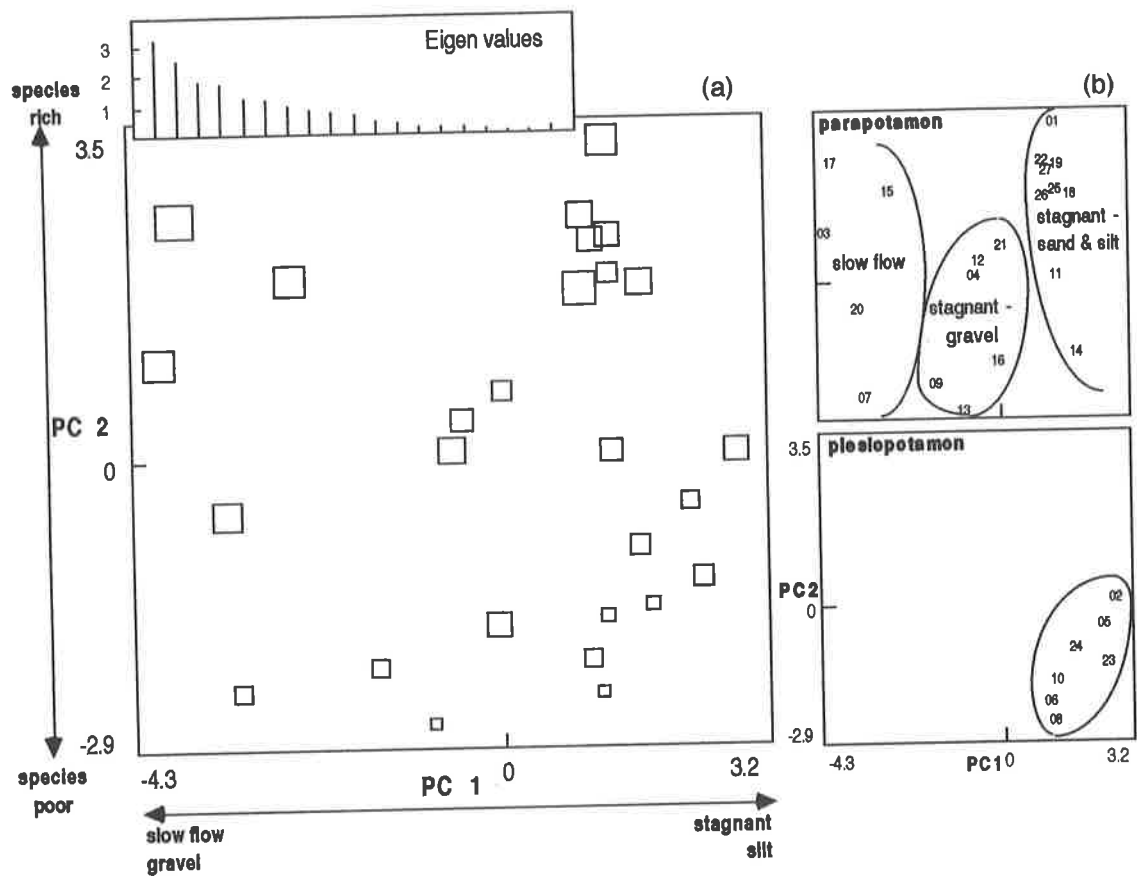


AZ MTA MAGYAR DUNAKUTATÓ ÁLLOMÁS MINTAVÉTELI HELYEI A SZIGETKÖZBEN

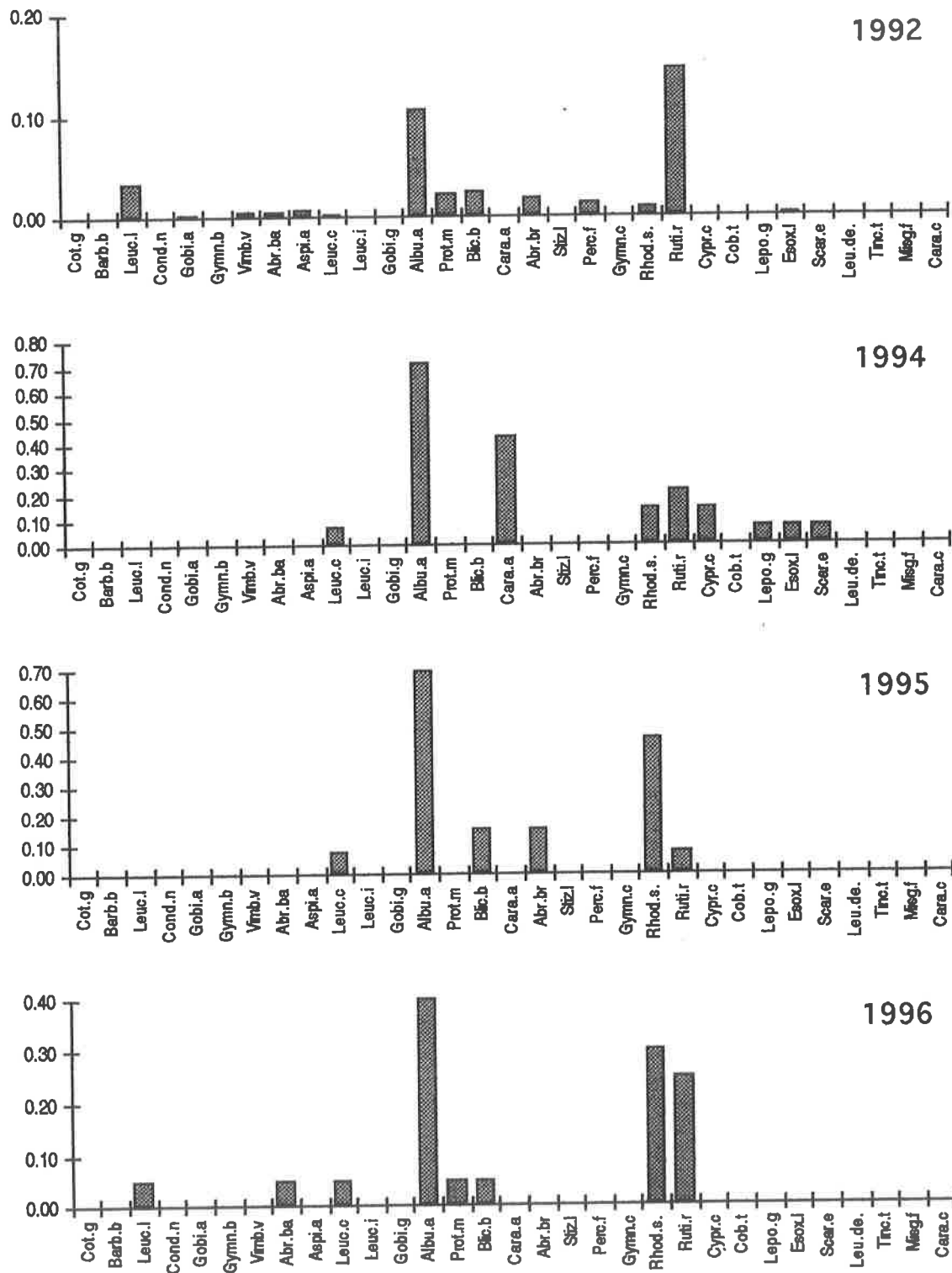




5. ábra: A Cíkolai árendszer vízi élőhelytípusai a bósi vízlépcső üzembehelyezését követően a szivattyús vízpótlás idején (1994).



6. ábra: A szigetközi hullámtéren 1992-ben vizsgált mintavételi helyszínek halfaunájuk szerinti főkomponens (PCA) analízise. Az (a) mezőben a négyzetek relatív mérete a helyszínen gyűjtött halfajok számát tükrözi. A (b) mezőben ugyanaz az ordináció a helyszínek biotópjellegetek feltüntetésével.



7. ábra: A Csákányi-Duna öblözetében gyűjtött halivadék fajok szerinti gyakoriságeloszlása 1992-ben, 1994-ben, 1995-ben és 1996-ban. A halfajok sorbarendezése a vízáramláshoz való viszonyuk alapján történt. Balra a rheofil, jobbra pedig a limnofil fajok helyezkednek el.

## 1. táblázat AZ MTA MAGYAR DUNAKUTATÓ ÁLLOMÁS MINTAVÉTELI HELYEI A SZIGETKÖZBEN

### Duna- főág

- 101 Dunakiliti, fenékküszöb felett, 1843 fkm
- 102 Dunakiliti, fenékküszöb alatt, 1843 fkm
- 103 Dunakiliti, 1842 fkm
- 104 Dunakiliti, az 1842 fkm magasságában a duzzasztó felvízi csatornájában
- 105 Öreg Duna, 1839 fkm
- 106 Öreg Duna, 1835 fkm
- 107 Öreg Duna, 1832.5 fkm
- 108 Öreg Duna, 1828 fkm
- 109 Öreg Dunáról lefűződött tó, 1828 fkm
- 110 Öreg Dunával még kapcsolatban lévő nagyobb tó, 1828 fkm
- 111 Öreg Dunáról lefűződött kis tó, közvetlenül a Bodaki m.ágr. alsó zárásánál, 1828 fkm
- 112 Dunaremete, 1825 fkm
- 113 Ásványráró, 1816 fkm
- 114 Szap, 1811 fkm
- 115 Medve, 1806 fkm, ÉDU KÖFE műszerpontja

### Hullámtér

- 201 Vizpótlórendszer a szivárgócsatornával való találkozási pont felett
- 202 Szivárgócsatorna a vizpótlórendszerbe torkolás előtt
- 203 Tejfaluszigeti m.ágr. torkolata
- 204 Schisler-holtág, közelebbi megjelölés nélkül
- 205 Schisler-holtág Ny-i vége
- 206 Schisler-holtág K-i vége
- 207 Csákányi-Duna a Cikolaszigeti gátörház magasságában
- 208 Csákányi-Duna öble a B-2 bukó után
- 209 Csákányi-Duna felső szakasza, Ci-12 zárás alatt
- 210 Csákányi-Duna középső szakasza
- 211 Cikolai m.ágr. torkolata
- 212 Doborgazi átvágás
- 213 Kerekesciglés sziget melletti ág
- 214 Akali holtág („Disznós-ág”)
- 215 Bodaki m.ágr. torkolata
- 216 Bodaki m.ágr. torkolatközeli széles része
- 217 Bodaki m.ágr. torkolatánál keskeny mellékág
- 218 Szivárgócsatorna Dunaremeténél
- 219 Ásványi-Duna, Halrekesztő
- 220 Ásványi-Duna, Szilfási-torok
- 221 Ásványi-Duna, hajókikötő

### Mentett oldal

- 301 Zátonyi-Duna a szivárgócsatornából történő kiágazás után
- 302 Zátonyi-Duna Dunakiliti után a Dunakiliti-Dunasziget út keresztezésénél
- 303 Zátonyi-Duna a dunaszigeti strandnál
- 304 Zátonyi-Duna Bodaknál
- 305 Zátonyi-Duna Bodaknál a zsilip után
- 306 Lipóti morotva tápvizcsatornája Dunaremeténél
- 307 Lipóti morotva K-i vége az üdülőtelepnél
- 308 Lipóti morotva, nagyobb nyíltvíz az üdülőtelep és a kemping között
- 309 Lipóti morotva középső része a kempingnél
- 310 Lipóti morotva É-i vége
- 311 Dunaszegi morotva
- 312 Araki láp

### Mosoni-Duna

- 401 Mosoni-Duna a rajkai hidnál
- 402 Mosoni-Duna Feketeerdőnél
- 403 Mosoni-Duna Máriakálnoknál
- 404 Mosoni-Duna a novákpusztai égeresnél
- 405 Mosoni-Duna Dunaszegnél
- 406 Mosoni-Duna Györladamérenél

2. táblázat. A fitoplankton egyedszáma az Öreg-Dunában Dunakilitinél (Dki) és a Zátonyi-Duna elején (Zát 2)

	Dki ind/ml	Zát 2 ind/ml
94.05.17.	33870	42100
94.07.18	8160	22790
94.09.12.	1636	5995
94.11.07.	6926	14310
95.07.11.	6697	24250
95.09.13.	2426	5370
95.10.31.	6483	16110
96.06.11.	5827	21280
96.07.31.	17730	27600
96.09.16.	1175	5324
96.10.30.	763	1541

3. táblázat. Az éves algaszám és az átlagos vízhozam alakulása

	vízhoz. m3/s	algasz. ind/ml
1979	2584	22807
1980	2499	17305
1981	2410	29377
1982	2387	26013
1983	2130	28475
1984	2067	28125
1985	2237	21015
1986	2142	29564
1987	3035	12145
1988	2645	18115
1989	2303	17061
1990	2109	19434
1991	1998	22130
1992	1926	34068
1993	1993	25574
1994	2108	23030
1995	2804	11980
1996	2636	21941

4. táblázat. A fitoplankton átlagos, mintánkénti fajszámának alakulása a Csákányi-Dunában (Csák) a Schisler-holtágban (Schis), az Ásványi-Dunában (Ásv), a Lipóti-morotvában (Lip) és a Zátonyi-Dunában (Zát)

	Csák.	Schis.	Ásv I	Lip.	Zát.
mintánkénti átlagos fajszám					
1991		67	55	57	
1992		58	44	52	
1993			46		69
1994		47	47	37	51
1995					44
1996			30		36

5. táblázat. A fitoplankton főbb rendszertani csoportjainak %-os megoszlása a Lipóti-morotvában

fajszám		
	02.09.93	14.09.95
Cy	10	3
Eug	27	
Chr-Xa	5	7
Bac	26	29
Cryp	11	5
Chlor	49	32

6. táblázat. A Szigetköz különböző viztipusaiban 1993 és 1995 között kimutatott makrofiton fajok

Növekedés- forma		Öreg-Duna		Hullámtér			Mentett oldal		
		1994	1995	1993	1994	1995	1993	1994	1995
r	<i>Alisma plantago-aquatica</i> fo. <i>aquaticum</i> Glück							x	
r	<i>Butomus umbellatus</i> fo. <i>submersus</i> Glück							x	
mp	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	x	x	x	x	x	x		x
bp	<i>Chara</i> sp.			x			x	x	
mp	<i>Cladophora</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x	x
r	<i>Elodea canadensis</i> Michx.	x	x		x	x			
r	<i>Elodea nuttalli</i> (Planchon) St. John	x							
bp	<i>Fontinalis antipyretica</i> L.						x	x	
r	<i>Hippuris vulgaris</i> L.						x	x	
r	<i>Hippuris vulgaris</i> fo. <i>fluviatilis</i> Coss. & Germ.						x	x	x
ap	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.							x	x
ap	<i>Lemna minor</i> L.		x		x	x	x	x	x
mp	<i>Lemna trisulca</i> L.						x	x	x
r	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	x	x	x	x	x			
r	<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.						x	x	
r	<i>Majas marina</i> L.			x	x	x			
r	<i>Majas minor</i> Allioni			x	x	x			
f	<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sibth. & Sm.						x	x	x
f	<i>Nymphaea alba</i> L.						x	x	x
f	<i>Nymphoides peltata</i> (S. G. Gmel.) O. Kuntze						x	x	x
r	<i>Oenanthe aquatica</i> fo. <i>submersa</i> (L.) Poir.						x		
f	<i>Polygonum amphibium</i> fo. <i>aquaticum</i> Leyss.						x	x	x
r	<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber		x		x				
r	<i>Potamogeton crispus</i> L.	x			x		x		
r	<i>Potamogeton lucens</i> L.				x			x	x
f	<i>Potamogeton natans</i> L.				x				
f	<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.		x						
r	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	x	x	x	x	x	x	x	x
r	<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>scoparius</i> Wallr.			x	x				
r	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.			x	x	x			
r	<i>Potamogeton pusillus</i> Agg.				x			x	x
r	<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.			x	x	x		x	
mp	<i>Riccia fluitans</i> L.						x	x	
ap	<i>Ricciocarpus natans</i> (L.) Corda							x	
r	<i>Sagittaria sagittifolia</i> fo. <i>vallisneriifolia</i> Coss & Germ.						x	x	x
ap	<i>Salvinia natans</i> (L.) All.						x	x	x
ap	<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.		x	x	x	x			
mp	<i>Utricularia vulgaris</i> L.						x	x	
r	<i>Zannichellia palustris</i> L.							x	

Növekedésformák: ap - acroleustophyta, bp - benthopleustophyta, mp - mesopleustophyta, r - rhizophyta, f - úszólevelű

7. Táblázat: A Csákányi-Duna öblözetében gyűjtött halivadék fajok szerinti gyakorisága 1996-ban, 1995-ben, 1994-ben és 1992-ben.

	1996	1995	1994	1992
<i>Cot.g</i>				
<i>Barb.b</i>				
<i>Leuc.l</i>	0.050			0.033
<i>Cond.n</i>				
<i>Gobi.a</i>				0.002
<i>Gymn.b</i>				
<i>Vimb.v</i>				0.005
<i>Abr.ba</i>	0.050			0.005
<i>Aspi.a</i>				0.007
<i>Leuc.c</i>	0.050	0.077	0.071	0.003
<i>Leuc.i</i>				
<i>Gobi.g</i>				
<i>Albu.a</i>	0.400	0.692	0.714	0.107
<i>Prot.m</i>	0.050			0.022
<i>Blic.b</i>	0.050	0.154		0.025
<i>Cara.a</i>			0.429	
<i>Abr.br</i>		0.154		0.017
<i>Stiz.l</i>				
<i>Perc.f</i>				0.013
<i>Gymn.c</i>				
<i>Rhod.s.</i>	0.300	0.462	0.143	0.010
<i>Ruti.r</i>	0.250	0.077	0.214	0.145
<i>Cypr.c</i>			0.143	
<i>Cob.t</i>				
<i>Lepo.g</i>			0.071	
<i>Esox.l</i>			0.071	0.002
<i>Scar.e</i>			0.071	
<i>Leu.de.</i>				
<i>Tinc.t</i>				
<i>Misg.f</i>				
<i>Cara.c</i>				



8. táblázat: A Szigetközben az elmúlt évtizedben igazoltan előforduló halfajok.

I életközösség: a eupotamon, b parapotamon, c plesiopotamon, d paleopotamon (előfordulás: +++ gyakori, ++ mérsékelt gyakori, + ritka, ? feltételezett); II ökológiai jellemzés tekintettel a vízáramlásra (Rhe rheofil, Neu neutrofil, Lim limnofil); III ökológiai jellemzés tekintettel az ívási aljzatra (P pelagofil, LiP lito-pelagofil, Li litofil, FLi fito-litofil, F fitofil, Ps pszammofil, Sp speleofil, O ostracofil, Ad Adrianofil) (BALON 1975, GYÖRE 1995); IV természetvédelmi státusz [E eltűnőben, V veszélyeztetett, R ritka, T tömeges, B bevándorló, X egzotikus, \* endemikus (GUTI 1993, 1995)]; V gazdasági jelentőség (\*\* elsődleges, \* másodlagos).

	halfaj	Ia.	Ib.	Ic.	Id.	II.	III.	IV.	V.
Kecsege	<i>Acipenser ruthenus</i>	++	+	-	-	Rhe	LiP	R	**
Sebes pisztráng	<i>Salmo trutta</i>	+	+	-	-	Rhe	Li	R	-
Szivárványos pisztráng	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	+	+	-	-	Rhe	Li	X	-
Galóca	<i>Hucho hucho</i>	+	-	-	-	Rhe	Li	E*	-
Lápi póc	<i>Umbra krameri</i>	-	-	-	++	Lim	F	V*	-
Csuka	<i>Esox lucius</i>	++				Lim	F	T	**
			+++	+++	+++				
Bodorka	<i>Rutilus rutilus</i>					Neu	FLi	T	*
		+++	+++	+++	+++				
Leánykancér	<i>Rutilus pigus virgo</i>	+	+	-	-	Rhe	F	V*	-
Amur	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	+	+	-	-	Rhe	P	X	**
Vörösszárnú keszeg	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	+	++			Lim	F	T	*
				+++	+++				
Nyúldomolykó	<i>Leuciscus leuciscus</i>		++	-	-	Rhe	FLi	R	-
		+++							
Domolykó	<i>Leuciscus cephalus</i>			+	-	Rhe	Li	T	*
		+++	+++						
Jász	<i>Leuciscus idus</i>			+	-	Rhe	FLi	R	*
		+++	+++						
Balín	<i>Aspius aspius</i>			+	-	Rhe	Li	R	**
		+++	+++						
Kurta baing	<i>Leucaspius delineatus</i>	-	+	++	+	Lim	F	V	-
Küsz	<i>Alburnus alburnus</i>					Neu	FLi	T	*
		+++	+++	+++	+++				
Sujtásos küsz	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	+	-	-	-	Rhe	Li	V	-
Karika keszeg	<i>Blicca bjoerkna</i>	++			++	Neu	F	T	*
			+++	+++					
Dévér	<i>Abramis brama</i>			++	+	Neu	FLi	T	*
		+++	+++						
Lapos keszeg	<i>Abramis ballerus</i>		++	+	-	Rhe	FLi	R	*
		+++							
Bagolykeszeg	<i>Abramis sapa</i>	++	++	-	-	Rhe	Li	R	-
Szilvaorrú keszeg	<i>Vimba vimba</i>	++	++	+	-	Rhe	Li	V	-
Garda	<i>Pelecus cultratus</i>	+	+	-	-	Rhe	P	R	-
Compó	<i>Tinca tinca</i>	-	+	++	++	Lim	F	R	*
Paduc	<i>Chodrostoma nasus</i>		++	-	-	Rhe	Li	R	*
		+++							
Márna	<i>Barbus barbus</i>		++	-	-	Rhe	Li	T	**
		+++							
Fenekjárom küllő	<i>Gobio gobio</i>	++		++	+	Rhe	Ps	R	-
			+++						
Halványfoltú küllő	<i>Gobio albipinnatus</i>			++	+	Rhe	Ps	T	-
		+++	+++						
Homoki küllő	<i>Gobio kessleri</i>	+	?	-	-	Rhe	Ps	V*	-
Kínai razbóra	<i>Pseudorasbora parva</i>	+	+	+	?	Neu	Li	X	-
Szivárványos ökle	<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	++				Lim	O	T	-
			+++	+++	+++				
Kárász	<i>Carassius carassius</i>	-	+	++	++	Lim	F	R	-
Ezüst kárász	<i>Carassius auratus</i>				++	Neu	F	T	*
		+++	+++	+++					
Ponty	<i>Cyprinus carpio</i>	++	++	++	+	Neu	F	T	**
Fehér busa	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	+	+	-	-	Rhe	P	X	**
Petyes busa	<i>Aristichthys nobilis</i>	+	+	-	-	Rhe	P	X	**
Kövi csfk	<i>Barbatula barbatula</i>	++	+	+	-	Rhe	F	R	-
Réti csfk	<i>Misgurnus fossilis</i>	-	+	++	++	Lim	F	R	-

Vágó csfk	<i>Cobitis taenia</i>	+	++	++	+	Neu	F	R	-
Kőfűró csfk	<i>Sabanejewia aurata</i>	++	+	-	-	Rhe	F	V	-
Harcsa	<i>Silurus glanis</i>	++	++	+	+	Neu	F	R	**
Angolna	<i>Anguilla anguilla</i>	+	+	+	+	Neu	P	B	-
Menyhal	<i>Lota lota</i>	++	++	-	-	Rhe	LiP	V	*
Tüskés pikó	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	++	++	-	-	Neu	Ad	X	-
Naphal	<i>Lepomis gibbosus</i>	++				Lim	Ps	X	-
			+++	+++	+++				
Sügér	<i>Perca fluviatilis</i>	++				Neu	F	T	-
			+++	+++	+++				
Vágódurbincs	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	+		++	+	Neu	FLi	T	-
			+++						
Széles durbincs	<i>Gymnocephalus baloni</i>	++		-	-	Rhe	Li	R*	-
			+++						
Selymes durbincs	<i>Gymnocephalus schraetzer</i>	++	+	-	-	Rhe	Li	V*	-
Süllő	<i>Stizostedion lucioperca</i>	++		+	-	Neu	F	R	**
			+++						
Kősüllő	<i>Stizostedion volgens</i>	+	++	+	-	Neu	FLi	V	-
Magyar bucó	<i>Zingel zingel</i>	++	?	-	-	Rhe	Li	V*	-
Német bucó	<i>Zingel streber</i>	++	?	-	-	Rhe	Li	V*	-
Tarka géb	<i>Proterorhinus marmoratus</i>					Neu	Sp	R	-
		+++	+++	+++	+++				
Kessler géb	<i>Neogobius kessleri</i>	+	-	-	-	Rhe	Li	R	-
Botos köllönte	<i>Cottus gobio</i>	++	?	-	-	Rhe	Sp	V	-

9. táblázat. A Hirudinea fajszám változása egyes vízterületeken

	vízpótló rsz.	Schisler-holtág	Araki láp	Lipóti morotva
1993 előtt	12	8	5	6
1993	6	4	0	4
1994	5	5	1	7
1995	2	2	1	7
1996	5	4	3	9