



Magyar Tudományos Akadémia
Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete
**MAGYAR DUNAKUTATÓ
ÁLLOMÁS**

KUTATÁSI JELENTÉS

HIDROBIOLÓGIAI MONITORING TEVÉKENYSÉG A DUNA SZIGETKÖZI SZAKASZÁN

II. feladatrész
*HIDROBIOLÓGIAI MONITOROZÁSI MÓDSZEREKET FEJLESZTŐ KÍSÉRLETI
VIZSGÁLAT*

A KvVM és az MTA között 2006. évre kötött
megállapodás szerint

Témafelelős:
BERCZIK ÁRPÁD
az MTA r. tagja

*Készült: Az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézetében
Igazgató: Dr. Török Katalin*

Vácrátót - Göd
2006

A munkában résztvevő:

Dr. BERCZIK ÁRPÁD akadémikus, témafelelős

Dr. GUTI GÁBOR PhD tud. főmts., feladatrész koordinátor

Dr. DINKA MÁRIA biol. tud. kand., tud. főmts.

Dr. KISS ANITA tud. mts.

Dr. KISS KEVE TIHAMÉR MTA doktora, tud. tanácsadó

SCHÖLL KÁROLY tud. s.mts.

és Horváth Gábor mtárs, Bagyánszki Jánosné, Hremóné Bagyánszki Ágnes,
Kelényiné Welner Irma, Kopász Jánosné, szakalkalmazottak,

valamennyien az MTA ÖBKI Magyar Dunakutató Állomás munkatársai.

Tartalom

I. feladatrész: HIDROBIOLÓGIAI MONITOROZÁS – 2006 (külön kötetben!)

II. feladatrész: HIDROBIOLÓGIAI MONITOROZÁSI MÓDSZEREKET FEJLESZTŐ KÍSÉRLETI VIZSGÁLAT

BEVEZETÉS	5
ELŐZMÉNYEK	7
A VIZSGÁLATOK HELYSZÍNE	11
MEGFIGYELÉSI EREDMÉNYEK	18
VÍZKÉMIA 1. (HELYSZÍNI MÉRÉSEK)	18
VÍZKÉMIA 2. (LABORATÓRIUMI MÉRÉSEK)	23
FITOPLANKTON	31
ZOOPLANKTON 1. (ROTATORIA)	39
ZOOPLANKTON 2. (CRUSTACEA)	44
HALAK	57
ÉRTÉKELŐ ÖSSZEGZÉS, JAVASLATOK	63

A jelentést szerkesztette:

GUTI GÁBOR

Technikai szerkesztő: HORVÁTH GÁBOR ÉS HREMÓNÉ BAGYÁNSZKI ÁGNES

Bevezetés

A szigetközi hidrobiológiai monitorozási tevékenységet ez évben is a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium közigazgatási államtitkára, valamint a Magyar Tudományos Akadémia főtitkára által aláírt, az államháztartásról szóló 1992. évi XXXVIII. törvény 24. § alapján, a tárgyévre kötött Megállapodás mellékletében foglaltak határozzák meg, a Megbízó és a Megbízott közötti előzetes egyeztetés alapján (F-1/12/2006.). 2006. évre a munkaterv két feladatrészt foglalt magába: az **I. feladatrész:** a *Hidrobiológiai monitorozás* a vonatkozó magyar-szlovák egyezménynek és az eddigi gyakorlatnak megfelelően, **II. feladatrész:** *Hidrobiológiai monitorozási módszereket fejlesztő kísérleti vizsgálatok*. Ez utóbbi részben azt a törekvést szolgálja, hogy a hidrológiai és morfológiai viszonyokra indikatív biológiai mutatókat vizsgáljuk, továbbá az elmúlt években alkalmazott mintavételi eljárások megbízhatóságát teszteljük. Ezek alapján a további monitorozó tevékenység hatékonyságát igyekszünk növelni.

Vizsgálatainkat, a meghatározott célkitűzés szerint 2004-ben kezdtük meg, ennek folytatását törekedtünk megvalósítani 2006. évi felmérésünkben, két vizsgálat sorozat végrehajtásával.

A jelen kötet a **II. feladatrész** teljesítéséről számol be.

II. feladatrész: Hidrobiológiai monitorozási módszereket fejlesztő kísérleti vizsgálat

Előzmények

Az MTA Magyar Dunakutató Állomás szigetközi hidrobiológiai kutatásainak előzményei az 1960-as évekig nyúlnak vissza. A több víztérre kiterjedő sorozatos vizsgálatok 1984-ben kezdődtek, majd 1990-től azok beépültek a magyar-(cseh)szlovák államközi egyezményben rögzített monitoring rendszerbe. A több mint egy évtizedes rendszeres monitorozási tevékenység fő célja: a szigetközi vízrendszer hidrobiológiai jellemzése, az éves és a hosszabb idejű változási folyamatok feltárásával különböző típusú élőhelyeken, különös tekintettel a bőszi vízlépcső építésével, illetve üzemeltetésével összefüggő környezeti hatások kimutatására és értékelésére. A Duna főágának, a hullámtéri ágrendszernek, a mentett oldali víztereknek és Mosoni-Dunának több mint 40 helyszínére kiterjedő szisztematikus felmérések sikeresen kimutatták a vízi életközösségek erőteljes változásait. A monitorozás eredményei számos hasznos tanulsággal is gyarapították ismereteinket a vizsgált élőlénycsoportok hosszú idejű dinamizmusáról és a hidrológiai változásokkal összefüggő reakcióiról.

A szigetközi hidrobiológiai megfigyelőrendszer módszertanának kidolgozása óta azonban újabb elvárások merültek fel az illetékes hatóságok, valamint a terület kezelői részéről, mint például az ökológiai vízigény meghatározása, ökológiai állapot minősítése az EU Víz Keretirányelv (VKI) szerint, stb., amelyek kielégítését már kevésbé lehet szakszerűen biztosítani, a monitorozás jelenlegi gyakorlatával nyerhető adatok alapján. Az elkövetkező években a vizeink élővilágára vonatkozó információigény mennyiségi és minőségi változásait mérlegelve, indokoltnak tartjuk a szigetközi hidrobiológiai megfigyelőrendszer módszertanának felülvizsgálatát és a szükséges fejlesztések irányvonalainak meghatározását.

A VKI szerinti hidrobiológiai monitorozás napjaink aktuális kérdése. Ezzel kapcsolatban a következőket jegyezzük meg mindenekelőtt:

- A monitorozás módszertana, különösen a nagy folyók esetében, még nem tekinthető véglegesnek, számos szakértői munkabizottság foglalkozik a mintavételek és az adatelemzések eljárásainak kidolgozásán, illetve fejlesztésén az EU tagországaiban.
- Az EU szakértői munkacsoportok eddigi módszertani ajánlásait mérlegelve egyértelműen megállapítható, hogy a VKI szerinti regionális hidrobiológiai felmérések személyi, technikai és anyagi feltételei jelenleg hiányosak Magyarországon.

A Szigetköz térsége különösen alkalmas EU ajánlásainak megfelelő monitorozási módszerek tesztelése. Egyrészt nincs más olyan folyóvízi rendszer Magyarországon, illetve a Magyar Alföld ökorégió területén, amelynek élővilágáról hasonlóan részletes információval és hasonló mennyiségű monitorozási tapasztalattal rendelkeznénk, másrészt a terület hidrológiai viszonyainak sokfélesége fokozott körültekintést kíván a módszerek tesztelésékor, ami egyúttal eredményességet ígér a térségre jellemző folyamatok feltárásához. Nem az a célunk, hogy a szigetközi hidrobiológiai megfigyelőrendszert egyszerűen csak a VKI elvárásaihoz igazodó monitorozó-rendszerrel helyettesítsük a jövőben, mivel akkor fel kellene hagynunk egyes informatív biológiai objektumok (pl. a víztesttel tovahaladó plankton) megfigyelésével. A szigetközi hidrobiológiai megfigyelőrendszer fejlesztésekor a fokozatos megvalósítást tartjuk ajánlatosnak, úgy, hogy az átalakítás időszakában biztosítani kell a korábbi gyakorlatnak megfelelő felmérések folytatását is.

A 2004-ben megkezdett kísérleti felmérés keretében olyan adatsorok gyűjtésére törekedtünk elsősorban, amelyek a jövőbeni monitorozó program tervezéséhez hasznosíthatóak. A korábbihoz hasonló technikai és személyi feltételek mellett nagyobb intenzitású felméréseket hajtottunk végre hidrológiai és medermorfológiai szempontból eltérő élőhelytípusokon. A felmérések közvetlen célja részben a hidrológiai és morfológiai viszonyokra indikatív biológiai mutatók vizsgálata, továbbá az elmúlt években alkalmazott mintavételi eljárások megbízhatóságának tesztelése volt.

A vizsgálatok helyszínéül olyan vízterületet kerestünk, amelyik egyrészt megfelelően reprezentálja a szigetközi hullámtérre, mint tájegységre jellemző vizes élőhelyek fő típusait, továbbá jól feltártnak tekinthető hidrobiológiai szempontból. A szigetközi hullámtér vizeit általában besorolhatóak az alábbi három akvatikus élőhelytípus, illetve funkcionális alakzat valamelyikébe:

- *Eupotamon*: Állandó átfolyással rendelkező folyóágak (főág, mellékág). Aljzata durva szemcseméretű, gyakran kavicsos. A lebegőanyag tartalom nagy, az árhullámok levonulásakor különösen jelentős. A hőmérséklet és az oxigén vertikális rétegződése nem jellemző, a víz vezetőképessége alacsony.

Fitoplanktonja szegényes, elsősorban sodródó kovaalgák alkotják, a makrovegetáció jelentéktelen. A zooplankton domináns elemei a protozoák és a rotatóriák, amelyek biomasszája csekély. A zoobentoszt és a viszonylag fajgazdag halállományt elsősorban reofil fajok jellemzik, amelyek biomasszája kicsi.

- Parapotamon: Torkolatán a folyó főágával állandó kapcsolatban álló holtág. Áramlását felszíni és talajvíz is táplálhatja, a folyó vízszintingadozása függvényében az áramlás mértéke és iránya változhat. A lebegőanyag tartalom a kisvízes periódusokban mérsékelt. Az aljzat összetétele kevésbé durva szemcseméretű, gyakran homokkal és iszappal kevert kavics. A hőmérséklet és az oxigén vertikális rétegződése a vízmélységtől függően időszakosan előfordul, a víz vezetőképessége közepes. Fitoplanktonja fajgazdag, a kovaalgák és zöldalgák biomasszája jelentős; a makrovegetáció azonban szegényes. A zooplankton nagy biomasszát képvisel, domináns elemei a protozoák és a rotatóriák. A zoobentosz biomasszája jelentékeny. A halállományt az élőhelyi sajátosságok vonatkozásában igénytelenebb, ún. eurytop és részben reofil fajok jellemzik, amelyek biomasszája közepes mennyiségű.
- Plesiopotamon: Időszakosan lefűződő, állóvízű holtág, amelynek kiterjedése és víztömege a folyó vízállásával változik, esetenként kiszáradhat. Aljzata iszapos és agyagos. A lebegőanyag-tartalom változó, általában mérsékelt. Jellemző a hőmérséklet és az oxigén vertikális rétegződése, a víz vezetőképessége nagy. Fitoplanktonja nagy tömegű, a vízvirágzás gyakori jelenség, a makrovegetáció dús. A zooplankton domináns elemei a rotatóriák és az alsóbbrendű rákok, amelyek biomasszája különösen nagy. A zoobentosz biomasszája jelentős. A halállományt eurytop, valamint limnofil fajok alkotják. Az időszakosan extrém környezeti viszonyok következtében a halközösség nem ritkán mono- vagy bispecifikus. A halállomány biomasszája szélsőségesen változó, lehet különösen nagy is.

A változatos térbeli mintázatokkal jellemezhető folyóvízi rendszerek standardizált biológiai megfigyelésének egyik fontos feltétele, a megfigyelt élőlénycsoportok összetételére és mennyiségére irányuló megfigyelések élőhelytípusonkénti (biotóp) bontásban történjen. Az egyes élőhelytípusok közötti állománykülönbségek figyelembe vétele pontosabb becsléseket eredményez. A fő élőhelytípusokon belül további kisebb léptékű részegységek, részélőhelyek is elkülöníthetők például az aljzat összetétele, vagy a növényzet eloszlása alapján. Ennek megfelelően az élőhelytípusok szerint elhatárolható vizsgálati helyszíneken belül megvizsgáltuk és GPS koordináták mérésével feltérképeztük a jellemző élőhelyi mintázatokat. A mintavételi pontok, illetve a mintavételi szakaszok kijelölésekor az élőhelyi mintázat eloszlásához igazodtunk.. Az élőhelytípusok leírásához és elhatárolásához háttérinformációként szolgáló vízkémiai és üledékkémiai méréseket végeztünk, valamint kvalitatív és szemi-kvantitatív biológiai adatok gyűjtésére törekedtünk. A megfigyelési

eredmények megbízhatóságára ismételt mintavételek alapján következtettünk. A 2006-ban végrehajtott hidrobiológiai vizsgálataink elemei voltak:

- Vízkémia (helyszíni és laboratóriumi mérések)
- Fitoplankton állományösszetétel
- Zooplankton fajgyűttesek (Rotatoria, Crustacea)
- Halállomány fajösszetétel

A vizsgálatok helyszíne

A kísérlet számára a Cicolai-ágrendszer felső részén (Duna 1837 fkm magasságában) található Csákányi-Dunának (v. Görbe-Duna) a Kormosi-ág torkolatától a Disznós-ág alsó torkolatáig terjedő, közel 2 km hosszú szakaszát jelöltük ki, a hozzá kapcsolódó Disznós-ággal és a Schiesler-holtággal. A vizsgálatok helyszínének kiválasztásakor figyelembe vettük, hogy e három élőhelyi jellegét tekintve eltérő vízterületen számos hidrobiológiai felmérés történt az elmúlt évtizedben. A mintavételi helyeket az élőhelytípusok eloszlása szerint jelöltük ki, az előzőekben ismertetett szempontoknak megfelelően: az *eupotamon* jellegű Csákányi-Dunán 15 mintavételi szakaszt (1. táblázat), míg a *parapotamon* jellegű Disznós-holtágon és a *plesiopotamon* jellegű Schiesler-holtágon 5-5 szakaszt. A Csákányi-Dunán egy további sajátos mintavételi helyet is kijelöltünk. A jobbról becsatlakozó doborgazi átvágás torkolata mellett, egy régi feltöltődött mellékág maradványaként kis öböl alakult ki, amelyben nem észlelhető a víz áramlása. Ezt a mintavételi helyet 'Csákányi-Duna öböl' (Csá.ö) megjelöléssel különböztettük meg.

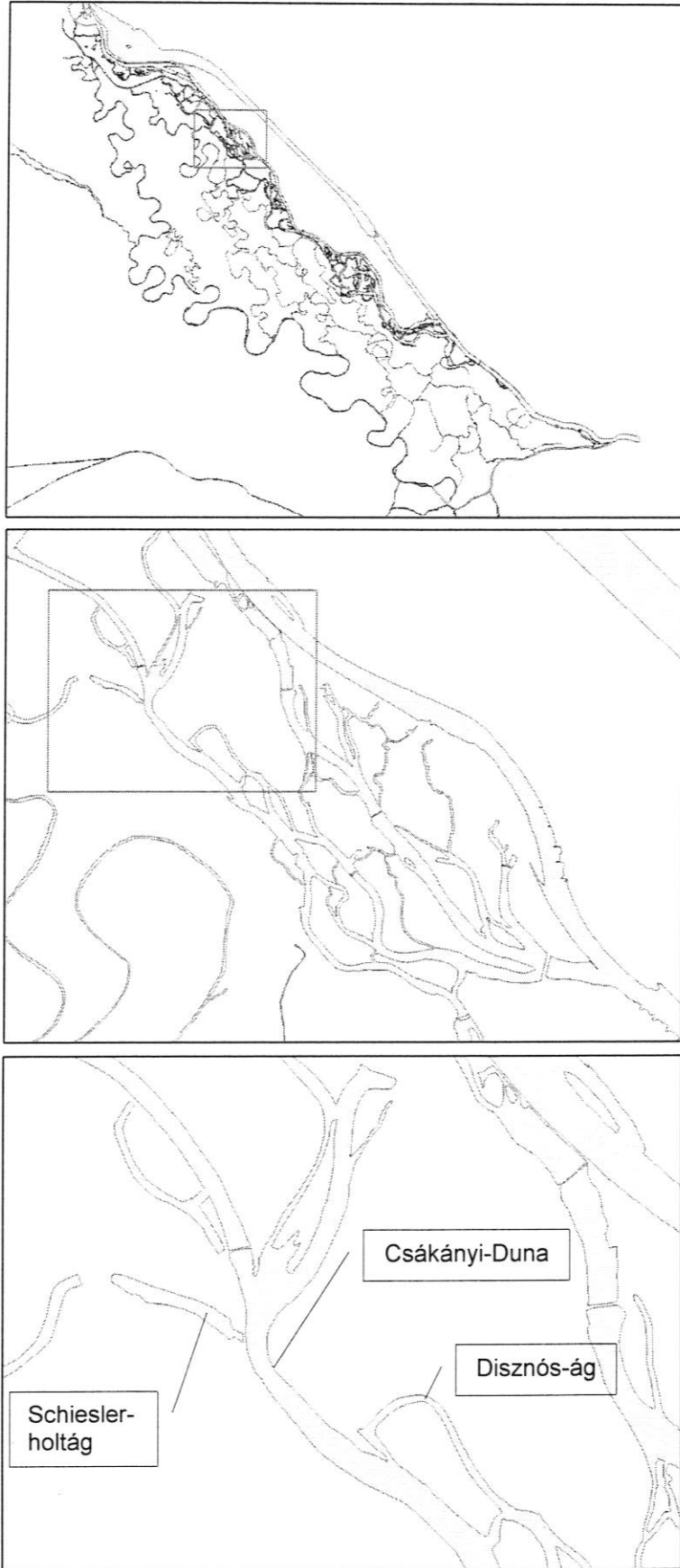
A Cicolai-ágrendszer a Duna kisalföldi hordalékkúpjának gerincén, a durva szemcseméretű allúviumon legyezőszerűen szétágazó és összefutó fonatos folyószakasz, amit a 19. század végén végrehajtott közép- és nagyvízi folyószabályozások alapvetően átalakítottak. A fonatos mederszakasz többszöri kettéágazással és összefolyással létrejött, egymásba szövődő ágak hálózatából áll. A szabályozást megelőzően a terepalakulatok instabilitása általában nem tette lehetővé a teljes ökológiai szukcesszió kifejlődését, ezért az akvatikus élőhelyek fejlődése a fiattól a középkorú állapotig terjedt (*eupotamon* – *parapotamon* – *plesiopotamon*). A élőhelyeket benépesítő fajgazdag reofil dominanciájú életközösségek biomasszája és biológiai produkciója közepes szintű lehetett.

A 19. századi középvízi szabályozás során átmetszéseket és kotrásokat alkalmazva hozták létre az egyes ágak nyomvonalát követő, kétoldali vezető művek közé szorított, 300-380 m széles, gyakorlatilag új főágot a hajózási viszonyok javítása és a jeges árhullámok biztonságosabb levezetése céljából. A nagyvízi szabályozások keretében ekkor építettek ki az árvízvédelmi töltéseket, amelyek a korábban rendszeresen elöntött árteret ármentesített területre és a továbbra is víz alá kerülő ún. hullámtérre osztották. A szabályozással létesített főághoz kapcsolódó hullámtéri mellékágrendszerek felső torkolatainak elzárására csak a 20. század első harmadában került sor. Az intenzív hordalék-lerakódás és mederemelkedés következtében az 1950-es évekre a középvízi szabályzó művek elveszítették hatékonyságukat,

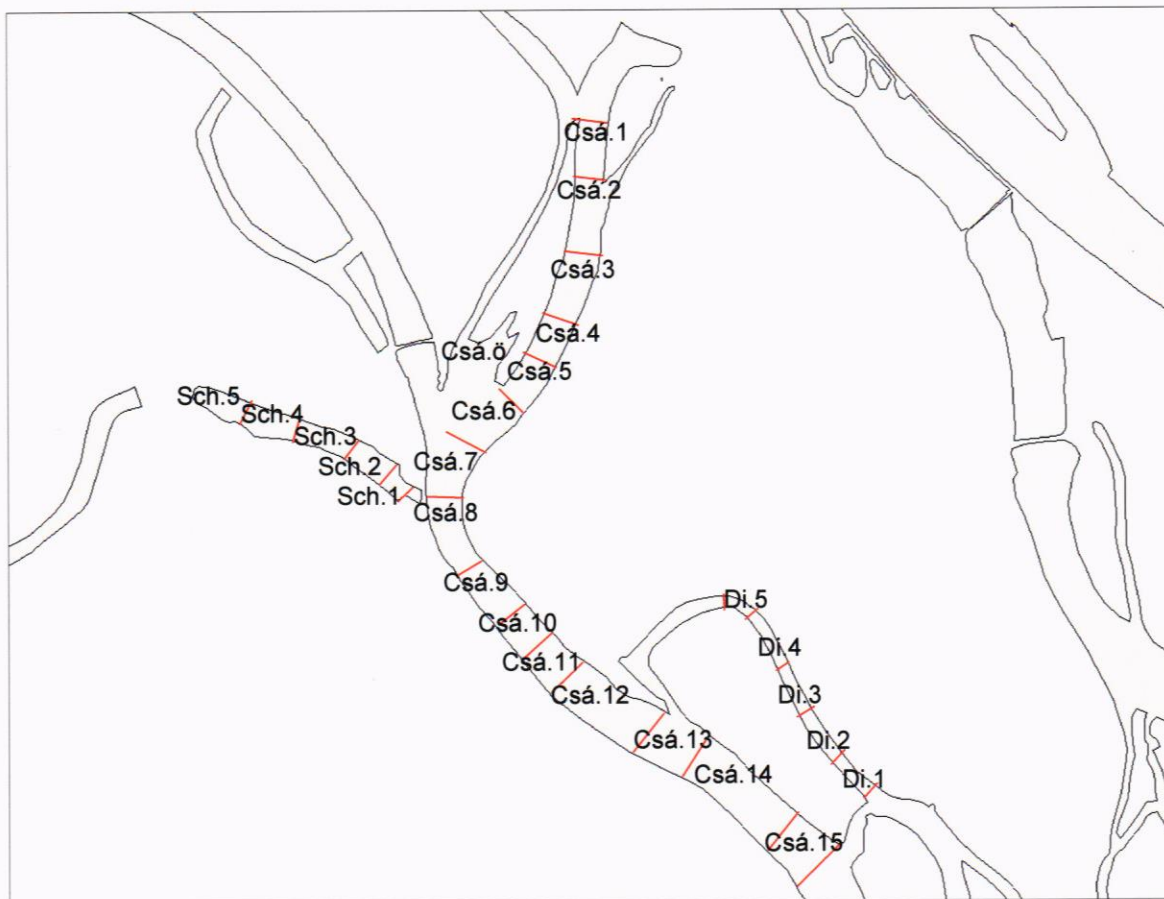
és a felső-szigetközi ágrendszerek átfolyási gyakorisága 95-98 %-ra növekedett. A hajózási szempontból kedvezőtlen folyamatok ellensúlyozására az 1960-as évek második felében ismételt középvízi szabályozást hajtottak végre a főághoz legalább 10 ponton kapcsolódó Cíkolai-ágrendszeren. A felső töltőbukó magasságát a $2500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ -os, a főág partvonalát pedig $3500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ -os vízhozamhoz tartozó vízálláshoz igazították, jelentősen csökkentve ezzel a betáplálási pontok számát és mintegy 20 %-ra korlátozva az átöblítődések gyakoriságát. A medererózió csökkentése érdekében számos keresztirányú bukógáttal is belépcsőzték az ágrendszert. A szabályozással alapvetően megváltoztatták a közel 5 km hosszú Cíkolai-ágrendszerben található 18 mellékág (teljes hosszúságuk 24 km) hidrológiai és morfológiai tulajdonságait. Lényegében megszűnt a mellékágak keletkezése és oldalirányú mozgása, megindult az ágrendszer feliszapolódása, továbbá a főág fokozatos medersüllyedése miatt növekedett a kisvizes időszakok tartóssága.

A bósi vízlépcső üzembehelyezését követően megszakadt a Cíkolai-ágrendszer és főág közötti közvetlen kapcsolat, a mellékágak közel 80 %-a kiszáradt. A következő években különböző megoldásokkal próbálták a hullámtéri mederhálózat vízpótlását biztosítani: kizárólag a szivárgócsatornából (1993), a főág felől szivattyúk üzemeltetésével (1994), gravitációs vízpótlás a dunakiliti fenékküszöb felvizeről (1995). Az ágrendszer alsó torkolatánál 1998-ban egy hallépcsős megcsapoló műtárgyat alakítottak ki a hullámtéri vízpótlórendszer rugalmasabb üzemeltetése érdekében.

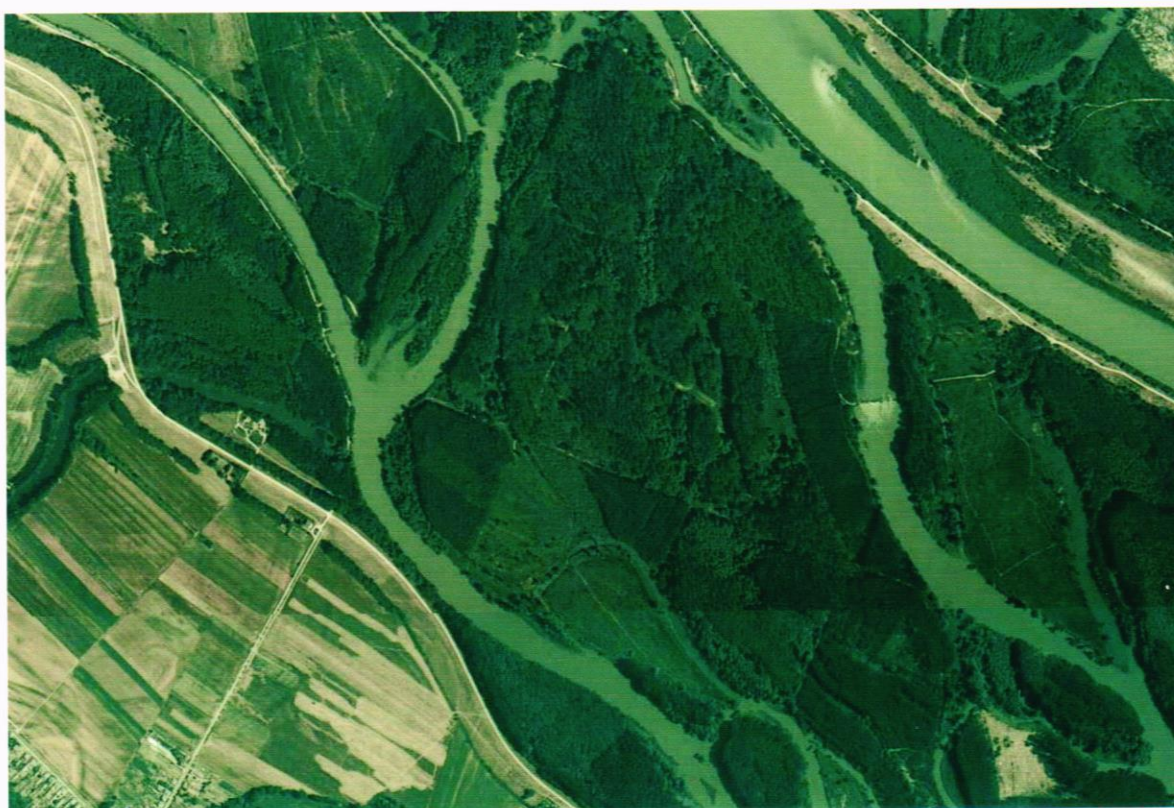
A bósi vízlépcső üzembehelyezését megelőzően, az 1970-es és 1980-as években a Cíkolai-ágrendszerben csak a közepesnél nagyobb, $2500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ -ot meghaladó vízhozam esetén alakult ki vízáramlás, ugyanakkor az alsó torkolaton keresztül, egész évben kapcsolatban állt a Duna főágával. Ebben az időszakban elsősorban a *parapotamon* típusú élőhelyi sajátosságok jellemezték a mellékágakat, de az elszigeteltebb holtágakban a *plesiopotamon* jelleg érvényesült. Az 1995 óta folyamatos gravitációs vízpótlás fenntartása óta lényegesen megváltozott az élőhelyi alakzatok elrendeződése a szigetközi hullámtéren. A betáplált vizet elvezető ágakban folyamatos a vízáramlás, ezért ezek jellege az *eupotamon* irányába változott, ugyanakkor térben és időben rendkívül korlátozott a kapcsolatuk a Duna főágával. A vízpótlórendszer alsó torkolatainál (Ásványi-ágrendszerben) található bukógátak átjárhatósága csak ritkán, a nagyobb dunai vízállások esetén alakul ki, és a denkpáli hallépcsőnek – hatékonysága ellenére – önmagában nincs lényeges hatása a kiterjedt hullámtéri ágrendszer és a Duna főága közötti oldalirányú átjárhatóságra.



1. ábra: A kísérleti felmérések helyszíne: felül Szigetköz, középen Cikolai-ágrendszer, alul a vizsgált vízterek.



2. ábra: A mintavételi szakaszok a felmérések helyszínén



1. kép: A kísérleti felmérés helyszíne légifelvételen.



1. táblázat: A Csákányi-Dunán (eupotamon) kijelölt 15 mintavételi szakasz, a Disznós-ágon (parapotamon) kijelölt 5 mintavételi szakasz és a Schiesler-holtágon (plesiopotamon) kijelölt 5 mintavételi szakasz főbb jellemzői

szakasz	kezdet	vége	hossz (m)	bal part jellemzés	jobb part jellemzés
Csá 1	N 47 57 505, E 17 21 985	N 47 57 455, E 17 21 973	90	fűzliget	fűzliget
Csá 2	N 47 57 455, E 17 21 973	N 47 57 400 E 17 21 963	100	fűzliget, kezdetén 20 m nád	fűzliget
Csá 3	N 47 57 400 E 17 21 963	N 47 57 328, E 17 21 928	130	nyárerdő	fűzliget
Csá 4	N 47 57 328, E 17 21 928	N 47 57 281, E 17 21 891	105	nyárfaerdő, meredek	nádszegély fiatal fűzes előtt
Csá 5	N 47 57 281, E 17 21 891	N 47 57 225, E 17 21 852	100	nyárfaerdő, előtte kevés nád	nád- sásfoltok fiatal fűzes előtt
Csá 6	N 47 57 225, E 17 21 852	N 47 57 169, E 17 21 804	100	nyár-fűz erdő	kiterjedt hínármező
Csá 7	N 47 57 169, E 17 21 804	N 47 57 120, E 17 21 774	100	nád, békabuzogány, előtte hínár	köszorás, fűzes
Csá 8	N 47 57 120, E 17 21 774	N 47 57 046, E 17 21 804	150	nádas lapos part	köszorás, fűz-nyár
Csá 9	N 47 57 046, E 17 21 804	N 47 56 999, E 17 21 879	130	fűzes	köszorás, akác-z.juhar-nyár
Csá 10	N 47 56 999, E 17 21 879	N 47 56 962, E 17 21 924	80	irtás	köszorás, akác-nyár
Csá 11	N 47 56 962, E 17 21 924	N 47 56 931, E 17 21 973	75	fűzliget, bedőlt fák	köszorás vége, szakadó part
Csá 12	N 47 56 931, E 17 21 973	N 47 56 861, E 17 22 131	230	nádszegély, lapos, hinaras	szakadó part, nyárfaerdő
Csá 13	N 47 56 861, E 17 22 131	N 47 56 830, E 17 22 204	100	lapos hinaras	szakadó part, bedőlt fák, nyárfaerdő
Csá 14	N 47 56 830, E 17 22 204	N 47 56 830, E 17 22 204	260	fűz-z.juhar	nyár-fűz, bedőlt fák, nád
Csá 15	N 47 56 830, E 17 22 204	N 47 56 810, E 17 22 430	100	fűzliget, bedőlt fák	nyár-fűz
Cső	N 47 57 244, E 17 21 773			nádszegély, lapos, hinaras	nyárfaerdő, meredek
Di 1	N 47 56 810, E 17 22 430	N 47 56 851, E 17 22 379	100	fűzliget, bedőlt fák	nádszegély, nyárerdő
Di 2	N 47 56 851, E 17 22 379	N 47 56 919, E 17 22 303	140	nádszegély, fűzliget	nádszegély, nyárerdő
Di 3	N 47 56 919, E 17 22 303	N 47 56 977, E 17 22 265	120	fűzliget	nádszegély, nyárerdő
Di 4	N 47 56 977, E 17 22 265	N 47 57 004, E 17 22 153	140	nyárerdő	nádszegély, nyárerdő
Di 5	N 47 57 004, E 17 22 153	N 47 56 995, E 17 22 105	50	nád, cserje, bedőlt fák	nád, cserje, bedőlt fák
Sch 1	N 47 57 142, E 17 21 677	N 47 57 153, E 17 21 641	40	gyékény-nád	gyékény-nád
Sch 2	N 47 57 153, E 17 21 641	N 47 57 128, E 17 21 661	50	gyékény-nád	nyárerdő
Sch 3	N 47 57 158, E 17 21 640	N 47 57 168, E 17 21 540	100	nyárerdő	nyár-z.juhar
Sch 4	N 47 57 168, E 17 21 540	N 47 57 205, E 17 21 425	100	nyár-fűz erdő	fűz-z.juhar
Sch 5	N 47 57 205, E 17 21 425	N 47 57 223, E 17 21 336	120	nyár-fűz erdő	fűzes

Megfigyelési eredmények

VÍZKÉMIA 1. (HELYSZÍNI MÉRÉSEK)

A felmérések helye és ideje

A 2006. évi mintavételek a 2004-ben kijelölt helyszíneken történtek. A helyszíni víz fizikai és kémiai paraméterek mérésére a Csákányi-Duna 4 (Csá1, Csá10, Csá15, Csáö), a Disznós-ág és a Schiesler-holtág 3-3 (Di1, Di3, Di5, ill. Sch1, Sch3, Sch5) helyszínén került sor, 2006. július 5-én, valamint szeptember 26-án.

Módszerek

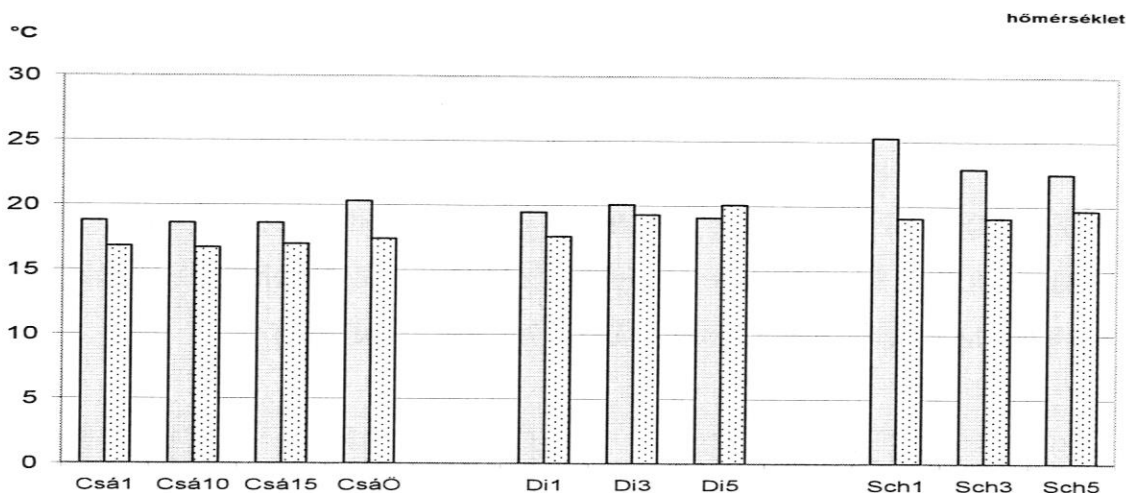
A helyszíni vízkémiai méréseknél a következő eljárásokat, terepműszereket használtuk:

- Mintavételi pontok koordinátáinak meghatározása: Garmin Legend GPS
- pH, vezetőképesség, oldott oxigén (DO) koncentráció és telítettség, valamint vízhőmérséklet mérése: WTW (Multiparameter System)

Eredmények

Hőmérséklet

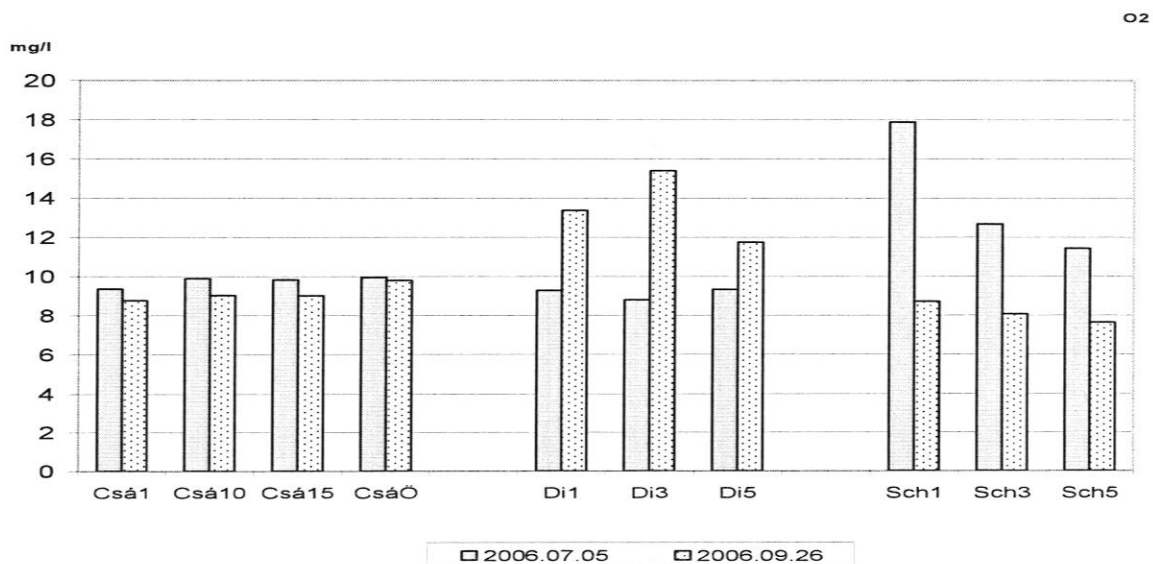
A *Csákányi-Duna* vizének hőmérséklete júliusban a folyás irányában a Csá1 mérési helytől a Csá15-ig 0,2 °C-ot csökkent (3. ábra), szeptemberben pedig 0,2 °C-ot emelkedett (alacsonyabb vízállás, lassúbb áramlás). A Csákányi-Dunához kapcsolódó, sekélyebb állóvíz jellegű Csákányi-öbölben (Csáö) a felszíni víz hőmérséklete 1,5 ill 0,7 °C-kal volt több (júliusban ill. szeptemberben). A *Disznós-ágon* befelé haladva a víz hőmérséklete júliusban kisebb mértékben (0,5-0,9 °C-kal) emelkedett, szeptemberben pedig, amikor a víz áramlása az ágban csökkent, állóvíz jellegűvé vált a víz hőmérséklete, a Csá15 mérési helyhez képest 0,6 - 3,1 °C-kal nőtt. A Csákányi-Dunához csatlakozó *Schiesler-holtágban* a víz hőmérséklete júliusban 25,3 és 22,5 °C között, szeptemberben 19,1 és 19,7 °C között változott. A legalacsonyabb vízhőmérsékletet júliusban, amikor a vízállás az átlagosnál nagyobb volt, az összeköttetéshez legtávolabbi (Sch5) mérési ponton mértünk, ahol a vízhőmérséklete 1,8 °C-al volt alacsonyabb, mint a Sch1 helyen mért érték.



3. ábra: A Cikolai-ágrendszer mintavételi helyein 2006. július 5-én és szeptember 26-án mért vízhőmérséklet értékek.

Oldott oxigén

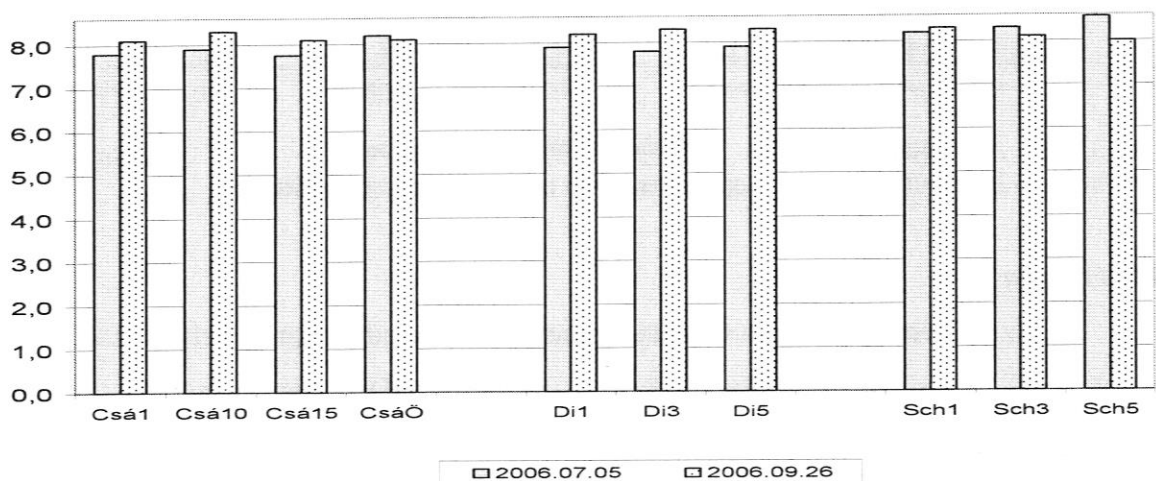
Az víz oxigéntelítettsége a Cikolai-ágrendszerben minden mérési helyen 100 % körüli volt (4. ábra). A *Csákányi-Dunában* júliusban (magas vízállású, viszonylag sebesen áramló víz) a víz O_2 telítettsége (a Csáö mérési hely kivételével) 100-107 %, szeptemberben 92 -94 % volt. A *Schiesler-holtágban* mértük júliusban a legnagyobb, szeptemberben pedig a legkisebb O_2 koncentrációkat, ill. telítettséget. A holtág K végétől (összeköttetést biztosító csőtől) a Ny-i vége felé haladva mindkét vizsgálati időpontban csökkent a víz O_2 telítettsége (júliusban: 218 %-ról 133 %-ra; szeptemberben: 97%-ról 84 %-ra). A *Disznós-ágban* volt szeptemberben a víz O_2 telítettsége a legnagyobb (130-166 %), amely Csákányi-Dunától távolodva növekedett.



4. ábra: A Cikolai-ágrendszer mintavételi helyein 2006. július 5-én és szeptember 26-án mért oldott oxigén koncentráció értékek.

pH

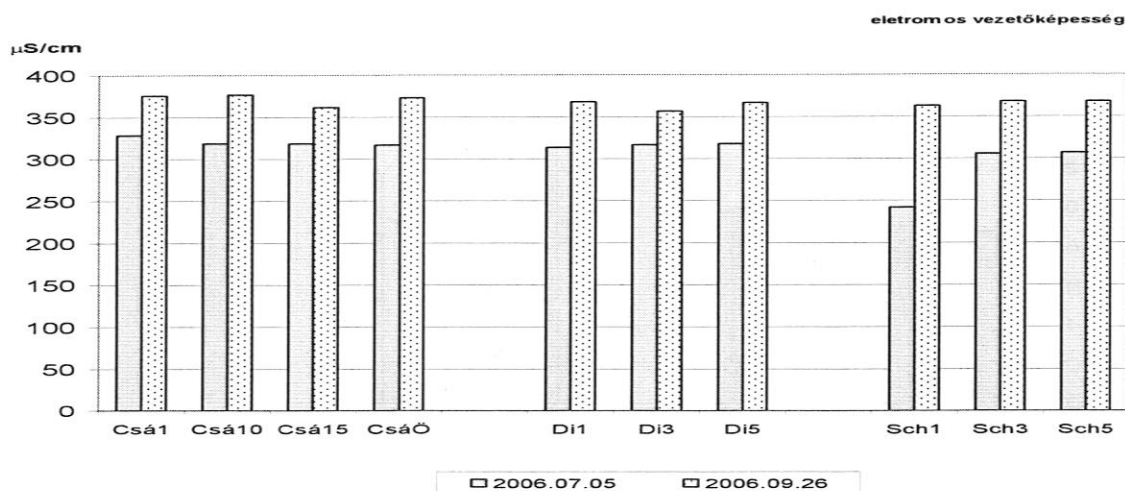
A Cikolai-ágrendszer felszíni vizének pH-ja (5. ábra) a *Csákányi-Duna* mérési helyein júliusban 7,0 és 8,2, szeptemberben 8,1 és 8,3 között változott. A *Schiesler-holtágban* a Csákányi-Dunától távolodva a pH értéke júliusban nőtt (8,2-ről 8,5-re), szeptemberben csökkent (8,3-ről 8,0-ra). A *Disznós-ágban* a pH értékek közötti eltérések a Csákányi-Dunától távolodva lényegében nem változtak (július: 7,9; szeptember: 8,3).



5. ábra: A Cikolai-ágrendszer mintavételi helyein 2006. július 5-én és október 26-án mért pH értékek.

Vezetőképesség

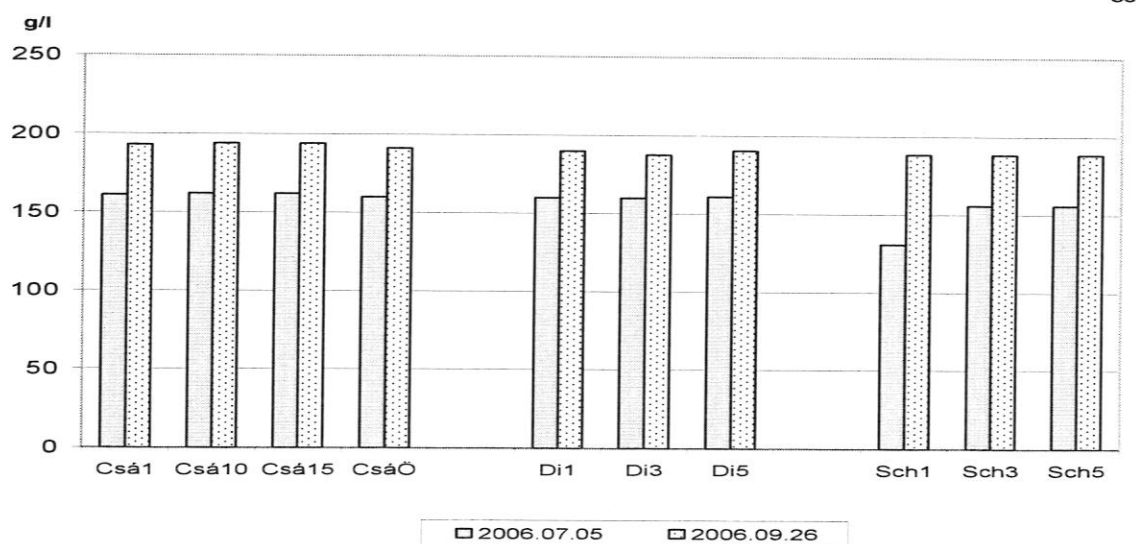
A vezetőképesség (6. ábra) nagyobb értékeket mutatott a szeptemberi méréseknél. Az egyes vízterületeken belül nem volt számottevő térbeli eltérés, a Sch1 helyszín júliusi adata (242 $\mu\text{S}/\text{cm}$) kivételével. A *Schiesler-holtág* vezetőképessége júliusban kis mértékben alacsonyabb volt mint a másik két vízterületen mért értékek.



6. ábra: A Cikolai-ágrendszer mintavételi helyein 2006. július 5-én és szeptember 26-án mért vezetőképesség értékek.

Összes só

A Csákányi-Dunában mért összes só koncentrációja (7. ábra) júliusban 162 mg/l, szeptemberben 194 mg/l volt. A folyás irányába haladva a víz összes só koncentrációjának változásában nem volt megállapítható változási tendencia. A Schiesler-holtágban a mért összes só koncentrációi a legkisebbek, a Csákányi-Dunával összeköttetést biztosító csőtől távolodva az érték júliusban kismértékben nőtt (25 mg/l-rel). Szeptemberben a holtág vizében a só koncentrációja nem változott, 190 mg/l volt. A Disznós-ágban a víz összes só tartalma sem júliusban, sem szeptemberben nem változott a Csákányi-Dunában mértékhez képest.



7. ábra: A Cikolai-ágrendszer mintavételi helyein 2006. július 5-én és szeptember 26-án mért összes só koncentráció értékek.

Értékelés

A 2006. július 5-én és szeptember 26-án a Cikolai-ágrendszer különböző vizeitereiben (Csákányi-Duna, Disznós-holtág és Schiesler-holtág) in situ mért vízkémiai és fizikai paraméterek eltérései sajátos módon alakultak. A víz hőmérséklete júliusban valamennyi mintavételi helyen magasabb volt. A vízterületek hőmérséklete közötti különbségek júliusban és szeptemberben a holtágak konnektivitásának csökkenésével ellentétes trenddel (Csá, Di, Sch irányba) növekedett. Az oldott oxigén mennyisége júliusban a Schiesler-holtágban, szeptemberben pedig a Disznós-holtágban volt lényegesen magasabb, mint a több vízterületen. Az oldott oxigén mennyiségi különbségei részben a makrofiton állományok térbeli eloszlásával függ össze. (A fitoplankton tömege, illetve a klorofill-A koncentrációja a Schiesler-holtágon befelé haladva növekedett mindkét vizsgálati időpontban. vö. 4. táblázat) A pH érték szeptemberben kissé nagyobb volt a júliusi eredményekhez viszonyítva a

Csákányi-ágon és a Disznós holtágban. A térbeli eltérések ezen a két vízterületen nem voltak számottevőek. A Schiesler-holtágban befelé haladva mérsékelt növekedés volt tapasztalható júliusban, szeptemberben viszont a trend csökkenő volt. A vezetőképesség és az összes oldott só koncentrációja azonos módon változott a júliusi és szeptemberi mérések során a különböző vízterületeken. Szeptemberben minden mintavételi helyszínen magasabb értékeket tapasztaltunk. A Schiesler-holtágon mindkét paraméter kisebb értéket mutatott júliusban, különösen a holtág torkolati szakaszához közeli helyszínen mért adat miatt. A mérési eredmények trendje sok esetben eltért az előző év tapasztalataitól.

VÍZKÉMIA 2. (LABORATÓRIUMI MÉRÉSEK)

A felmérések helye és ideje

A laboratóriumi vízkémiai mérésekhez a terepi mérések helyszínein gyűjtöttünk mintákat 2006. július 5-én, valamint szeptember 26-án:

2. táblázat: A 2006-ban végrehajtott vízkémiai felmérés mintavételi helyszínei.

Vízterület	Minta száma	Szakasz kódja	Mintavétel helye
Csákányi-Duna	1	Csá 1	közép
	2	Csá 10	közép
	3	Csá 15	közép
	4	Csá ö.	közép
Disznós-ág	1	Di 1	közép
	2	Di 3	közép
	3	Di 5	közép
Schiesler-holtág	1	Sch 1	közép
	2	Sch 3	közép
	3	Sch 5	közép

Módszerek

Laboratóriumi vizsgálatokhoz 1.5 literes palackba merített vizet vettünk, valamint a kation-, anion koncentrációk és a szénformák meghatározásához a helyszínen 0,45 μ -on szűrt vízmintákat gyűjtöttünk. A minták feldolgozásához az alábbi módszereket alkalmaztuk:

- TC analizátor:
0,45 μ -on szűrt vízből oldott összes, szerves és szervetlen C (DTC, DIC, DOC), valamint oldott összes N (DTN) koncentráció meghatározása.
Szűretlen vízből az összes, szerves és szervetlen C (TC, TIC, TOC), valamint oldott összes N (TN) koncentráció meghatározása
- Dionex ionkromatográf:
Kation: Ca^{2+} , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , NH_4^+ ,
Anion: NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , Cl^- , SO_4^{2-} koncentráció mérése
- Hagyományos vízkémiai módszerek:
lebegőanyag, klorofill-A, KOI, HCO_3^- és CO_3^{2-} koncentráció meghatározása.

Eredmények

Csákányi-Duna

A vízfolyás irányában haladva a Csá1 és Csá15 mintavételi helyek között júliusban a víz lebegőanyag tartalma, PO_4^{3-} koncentrációja a Csá10 mintavételi helyen volt a legnagyobb. Szeptemberben ezen paraméterek a Csákányi Duna vizsgált mintavételi helyein lényegében nem változtak (3. táblázat, 8., 9., 10. ábra). A víz elektromos vezetőképessége, lúgossági mutatója, összes sótartalma, HCO_3^{2-} , szerves-, szerves- és összes C-koncentrációja a 2 km-es Csákányi-Duna szakaszon nem változott. A NO_3^- -N aránya az összes N koncentrációján belül a Csákányi-Dunában volt a legnagyobb (65-74 %). Ez az érték a folyóvízre jellemző értékekhez hasonló. A szerves C (DOC) aránya az összes C (DTC) koncentrációján belül júliusban 20 %-ot, szeptemberben 11,5-13 %-ot tett ki.

3. táblázat: A Csákányi-Duna vízkémiai paraméterei 2006. július 5-én, valamint szeptember 26-án.

Paraméterek	Csá1		Csá10		Csá15		CsaÖ	
	07.05.	09.26.	07.05.	09.26.	07.05.	09.26.	07.05.	09.26.
Hőmérséklet (°C)	18,8	16,8	18,6	16,7	18,6	17	20,3	17,4
Elektromos vezetőképesség ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	329	376	319	377	319	362	317	373
Oxigén (mg/L)	9,37	8,77	9,9	9,04	9,84	9,02	9,95	9,8
Oxigéntelítettség (%)	101,5	91,6	106,7	94	105,6	94,1	110,3	103,4
pH	7,8	8,1	7,9	8,3	7,75	8,1	8,2	8,1
Lebegőanyag (mg/L)	18,8	12,6	49,2	10,8	27,4	11,8	22,6	12,8
Lúgosság (mmol/L)	2,92	3,41	2,92	3,44	3,01	3,41	2,92	3,43
HCO_3^- (mg/L)	177,91	208,03	177,91	210,02	183,82	208,03	177,91	209,25
CO_3^{2-} (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0	0
Ca^{2+} (mg/L)	46,42	55,34	46,98	55,50	47,01	55,65	46,98	54,68
Mg^{2+} (mg/L)	10,39	10,14	10,74	10,41	10,49	10,43	10,52	10,25
Na^+ (mg/L)	8,90	11,09	9,06	10,79	8,76	10,81	8,88	10,47
K^+ (mg/L)	2,26	2,22	2,41	2,25	2,36	2,26	2,23	2,16
NH_4^+ (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0	0
Cl^- (mg/L)	12,55	17,81	12,27	17,64	12,22	17,65	12,36	17,28
NO_2^- (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_3^- (mg/L)	5,73	5,74	5,79	5,82	5,78	5,89	5,64	4,98
SO_4^{2-} (mg/L)	22,37	28,27	22,93	28,26	23,08	28,50	22,51	28,01
PO_4^{3-} ($\mu\text{g}/\text{L}$)	35,56	17,36	39,92	16,49	33,03	17,79	30,85	3,30
Összes só (mért)(g/L)	0,16	0,19	0,16	0,19	0,16	0,19	0,16	0,19
DIC (mg/L)	29,99	35,58	30,14	35,67	29,89	35,84	29,38	35,24
DOC (mg/L)	7,35	4,87	7,88	5,36	7,51	5,27	7,26	4,56
DTC (mg/L)	37,35	40,45	38,02	41,04	37,40	41,11	36,64	39,80
DTN (mg/L)	1,98	1,81	1,93	1,90	1,99	1,80	1,83	1,56
TIC (mg/L)	31,38	35,28	30,67	34,85	31,46	34,92	29,10	34,43
(mg/L)	8,73	5,48	8,13	4,76	10,16	5,12	6,80	5,65
TC (mg/L)	40,11	40,75	38,80	39,61	41,63	40,05	35,89	40,07
TN (mg/L)	2,16	2,04	2,23	1,92	2,30	2,13	2,03	2,01
KOI sz (mg/L)	1,86	1,61	1,73	1,63	1,70	1,39	1,67	1,97
KOI nsz (mg/L)	3,16	1,87	2,99	1,58	3,03	1,17	2,69	1,77
Klorofil-A ($\mu\text{g}/\text{L}$)	8	12	8	13	8	13	6	19

Disznós-ág

Az időszakosan átfolyó holtágon befelé haladva, júliusban a PO_4^{3-} , a szerves- és az összes C-koncentráció növekvő tendenciájúak, de szeptemberben ez a növekvő tendencia csak a PO_4^{3-} -koncentráció változására igaz (4. táblázat, 8., 9., 10. ábra). A Disznós-ágban júliusban a $\text{NO}_3\text{-N}$ aránya az összes N koncentrációjának 66-70 %-át, szeptemberben 50-64 %-át tette ki. Júliusban a szerves C az összes C-koncentrációjának 19,1-21,5 %-át, szeptemberben 13-14,5 %-át adta. A szerves C aránya a torkolattól távolodva kismértékben nőtt.

4. táblázat: A Disznós-ág vízkémiai paramétereit 2006. július 5-én, valamint szeptember 26-án.

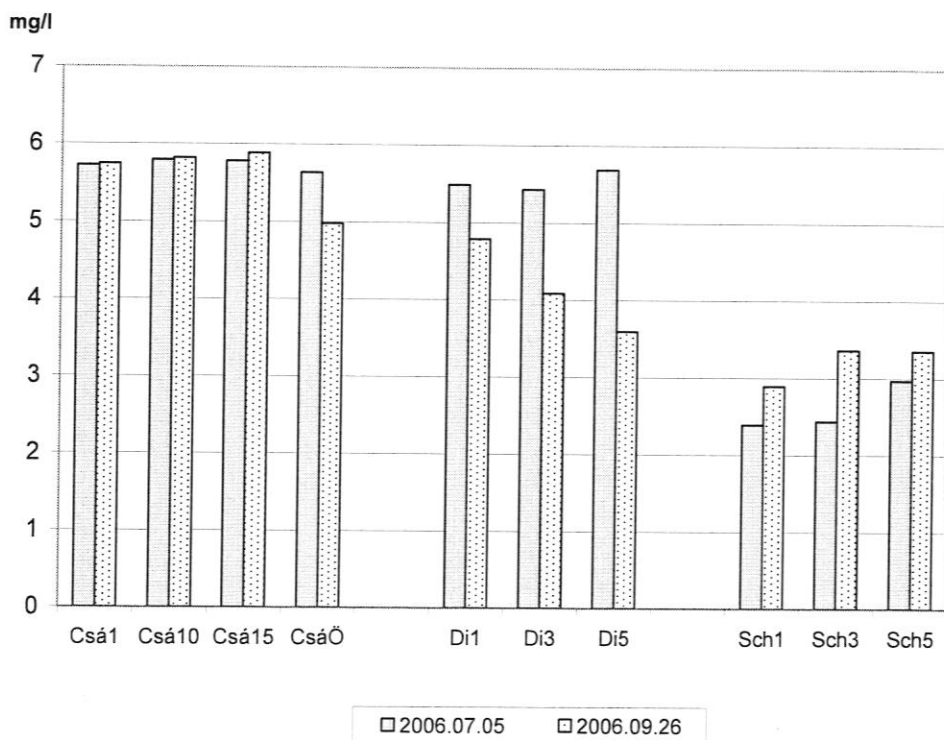
Paraméterek	Di1		Di3		Di5	
	07.05.	09.26.	07.05.	09.26.	07.05.	09.26.
Hőmérséklet (°C)	19,5	17,6	20,1	19,3	19,1	20,1
Elektromos vezetőképesség ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	314	368	317	357	318	367
Oxigén (mg/L)	9,29	13,38	8,81	15,4	9,34	11,75
Oxigéntelítettség (%)	101,8	145,5	97,4	166,9	101,5	130,8
pH	7,9	8,2	7,8	8,3	7,9	8,3
Lebegőanyag (mg/L)	15,8	6,6	12,8	9,2	33,2	11
Lúgosság (nmol/L)	2,92	3,24	3,07	3,29	2,88	3,67
HCO_3^- (mg/L)	177,91	197,43	187,10	200,74	175,94	223,93
CO_3^{2-} (mg/L)	0	0	0	0	0	0
Ca^{2+} (mg/L)	47,09	53,56	47,36	51,32	47,85	51,45
Mg^{2+} (mg/L)	10,53	10,76	10,61	11,08	10,83	11,05
Na^+ (mg/L)	8,77	11,13	8,73	13,20	9,07	11,77
K^+ (mg/L)	2,36	2,25	2,37	2,27	2,38	2,39
NH_4^+ (mg/L)	0	0	0	0	0	0
Cl^- (mg/L)	12,00	17,73	12,50	18,54	13,04	19,27
NO_2^- (mg/L)	0	0	0	0	0	0
NO_3^- (mg/L)	5,49	4,79	5,44	4,09	5,69	3,60
SO_4^{2-} (mg/L)	22,50	28,91	22,58	29,54	23,51	30,41
PO_4^{3-} ($\mu\text{g}/\text{L}$)	25,59	1,57	25,77	2,00	30,67	3,30
Összes só (mért)(g/L)	0,16	0,19	0,16	0,19	0,16	0,19
DIC (mg/L)	29,37	34,84	30,79	34,04	30,34	34,42
DOC (mg/L)	6,95	5,54	8,41	5,04	7,53	5,98
DTC (mg/L)	36,32	40,38	39,20	39,09	37,87	40,40
DTN (mg/L)	1,86	1,68	1,85	1,58	1,80	1,60
TIC (mg/L)	28,95	34,01	29,30	33,66	30,78	34,25
(mg/L)	7,38	5,44	7,15	6,20	8,10	6,90
TC (mg/L)	36,33	39,45	36,45	39,86	38,89	41,15
TN (mg/L)	2,12	1,90	1,91	1,75	2,08	1,68
KOI sz (mg/L)	1,71	1,14	1,72	1,60	1,80	1,51
KOI nsz (mg/L)	2,47	2,36	2,55	1,43	3,02	2,14
Klorofill-A ($\mu\text{g}/\text{L}$)	8	18	8	22	8	18

Schiesler-holtág

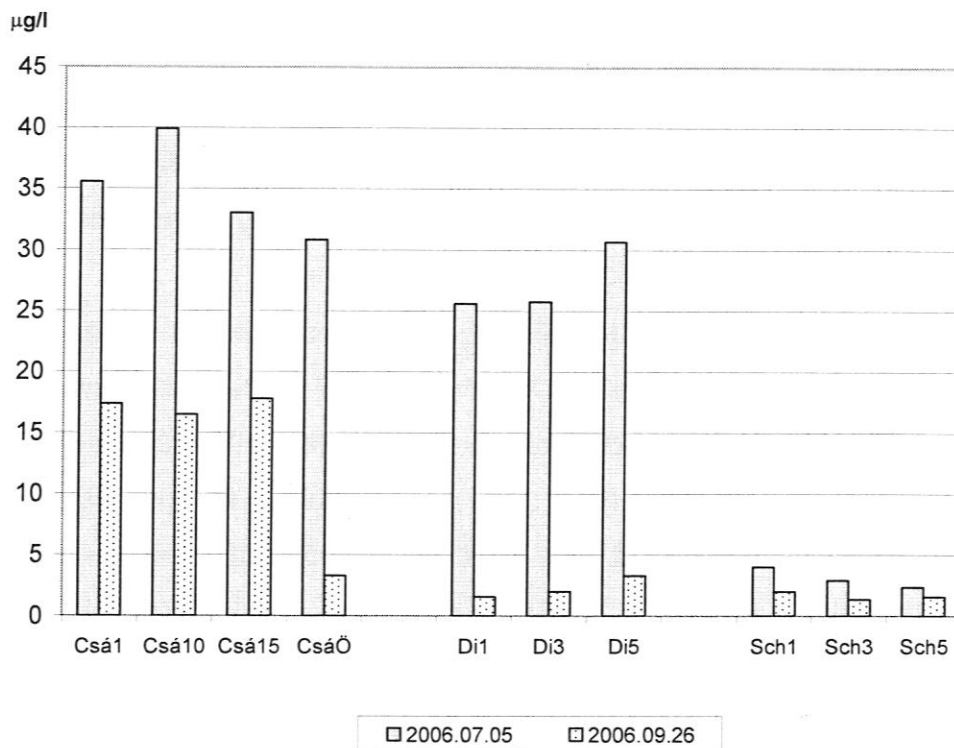
A holtágon befelé haladva a víz összes sótartalma, NO_3^- - valamint az oldott szerves, szerves és összes C- koncentrációit kivéve a többi paraméter értékei csökkenő tendenciájúak voltak (5. táblázat, 8., 9., 10. ábra). Júliusban a $\text{NO}_3\text{-N}$ aránya az összes N koncentrációjának 41-48 %-át, szeptemberben 45-50 %-át adta, azonban alakulásában a holtág K-Ny irányú tengelye mentén egyértelmű növekvő tendencia csak szeptemberben volt megállapítható. A szerves C aránya az összes C koncentrációján belül júliusban 22,5-38,5 %-ot, szeptemberben pedig 14-12 %-ot tett ki.

5. táblázat: A Schiesler-holtág vízkémiai paraméterei 2006. július 5-én, valamint szeptember 26-án.

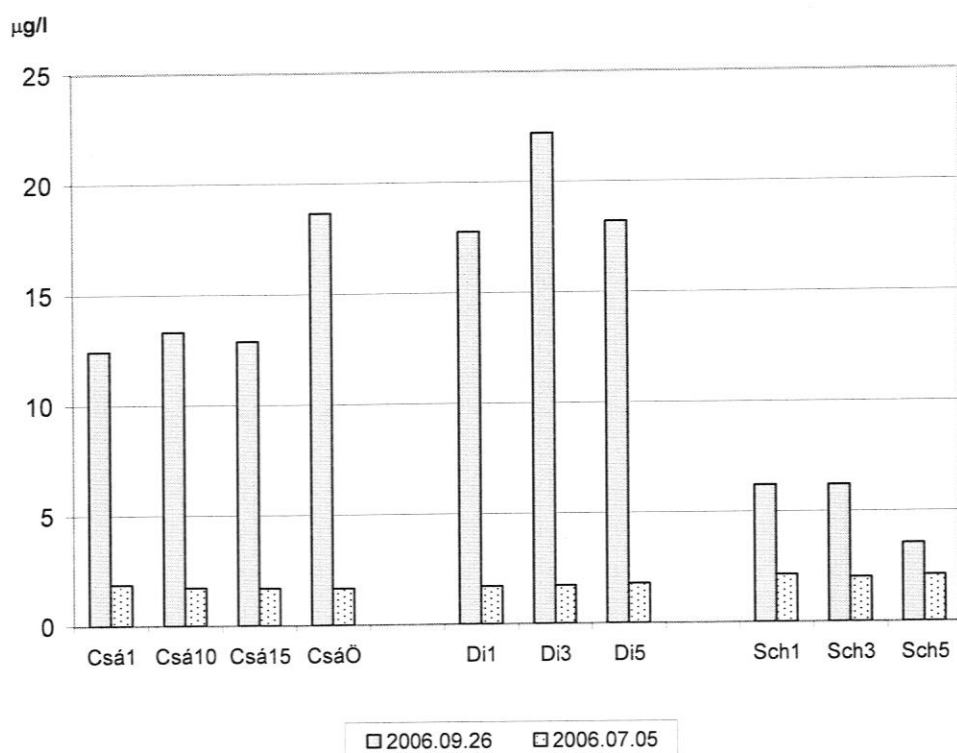
Paraméterek	Sch1		Sch3		Sch5	
	07.05.	09.26.	07.05.	09.26.	07.05.	09.26.
Hőmérséklet (°C)	25,3	19,1	22,9	19,1	22,5	19,7
Elektromos vezetőképesség ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	242	363	306	368	307	368
Oxigén (mg/L)	17,9	8,73	12,68	8,09	11,44	7,66
Oxigéntelítettség (%)	218	97,7	148	90,6	133	84,4
pH	8,2	8,3	8,3	8,1	8,55	8
Lebegőanyag (mg/L)	3,6	8	-3,6	3,8	0,8	0,6
Lúgosság (nmol/L)	2,33	3,33	2,87	3,34	2,86	3,53
HCO_3^- (mg/L)	142,46	203,39	175,29	204,05	174,63	215,32
CO_3^{2-} (mg/L)	0	0	0	0	0	0
Ca^{2+} (mg/L)	38,98	54,12	45,29	54,33	45,49	54,40
Mg^{2+} (mg/L)	10,78	13,71	11,06	13,71	11,10	13,76
Na^+ (mg/L)	9,16	11,40	9,12	11,30	9,22	11,51
K^+ (mg/L)	1,92	2,43	1,98	2,40	1,99	2,45
NH_4^+ (mg/L)	0	0	0	0	0	0
Cl^- (mg/L)	13,11	17,66	12,96	17,92	13,12	18,19
NO_2^- (mg/L)	0	0	0	0	0	0
NO_3^- (mg/L)	2,40	2,90	2,44	3,37	2,98	3,36
SO_4^{2-} (mg/L)	20,86	28,21	21,19	28,81	21,22	29,17
PO_4^{3-} ($\mu\text{g}/\text{L}$)	4,02	2,00	2,93	1,35	2,38	1,57
Összes só (mért)(g/L)	0,13	0,19	0,16	0,19	0,16	0,19
DIC (mg/L)	26,76	35,10	30,02	35,04	29,82	35,07
DOC (mg/L)	7,78	6,02	9,77	6,49	18,73	7,21
DTC (mg/L)	34,55	41,11	39,79	41,52	48,55	42,28
DTN (mg/L)	1,32	1,44	1,37	1,52	1,39	1,56
TIC (mg/L)	27,81	34,95	29,71	34,89	29,53	35,36
(mg/L)	8,87	7,02	10,46	5,89	8,67	6,00
TC (mg/L)	36,67	41,96	40,17	40,78	38,20	41,36
TN (mg/L)	1,52	1,70	1,63	1,66	1,60	1,60
KOI sz (mg/L)	2,14	2,15	2,02	2,12	2,11	2,74
KOI nsz (mg/L)	3,19	1,97	2,55	2,98	2,77	2,20
Klorofill-A ($\mu\text{g}/\text{L}$)	4	6	15	6	11	4



8. ábra: A NO₃- koncentráció alakulása a Cikolai-ágrendszerben vizsgált mintavételi helyeken 2006. július 5-én és szeptember 26-án



9. ábra: A PO₄₃- koncentráció alakulása a Cikolai-ágrendszerben vizsgált mintavételi helyeken 2006. július 5-én és szeptember 26-án



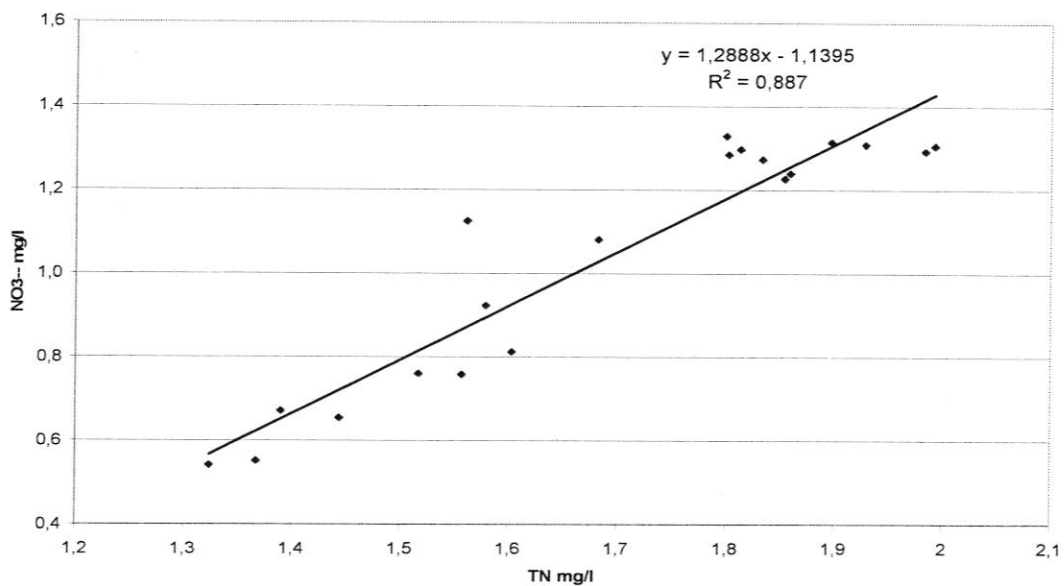
10. ábra: A klorofill-A koncentráció alakulása a Cíkólyi-ágrendszertben vizsgált mintavételi helyeken 2006. július 5-én és szeptember 26-án

Értékelés

A mintavételi időpontok szerinti elemzésekből a következőket állapíthatjuk meg:

- Összre a víz elektromos vezetőképessége, lúgossága és összes só tartalma mindhárom víztérben (Csákányi-Duna, Disznós-ág, Schiesler-holtág) növekedett (13-53 %-kal) (3., 4., 5. táblázat) .
- Az eltérő vízterek vízének lebegőanyag tartalma szeptemberre csökkent, és pedig a Csákányi-Dunában 78-23 %, a Disznós-ágban 67-27 % közötti értékkel a júliusi magas vízállás idején mértékhez képest. Az előzőekkel ellentétben a Schiesler-holtág csőszeköttes közeli helyén (Sch1) és a holtág középső részén (Sch3) a lebegőanyagtartalom 112 ill. 7 %-os növekedését állapítottuk meg szeptemberben a júliusi értékhez képest. A holtág csőszeköttestől legtávolabbi részén (Sch5) viszont 25 %-kal kevesebb volt a víz lebegőanyagtartalma szeptemberben.
- A tápanyagok közül a víz ortofoszfát koncentrációja szeptemberben a Csákányi-Dunában és a Schiesler-holtágban a júliusi érték több mint felére csökkent, a Disznós-ágban ekkor a júliusi ortofoszfát koncentráció 10 %-át mértük.

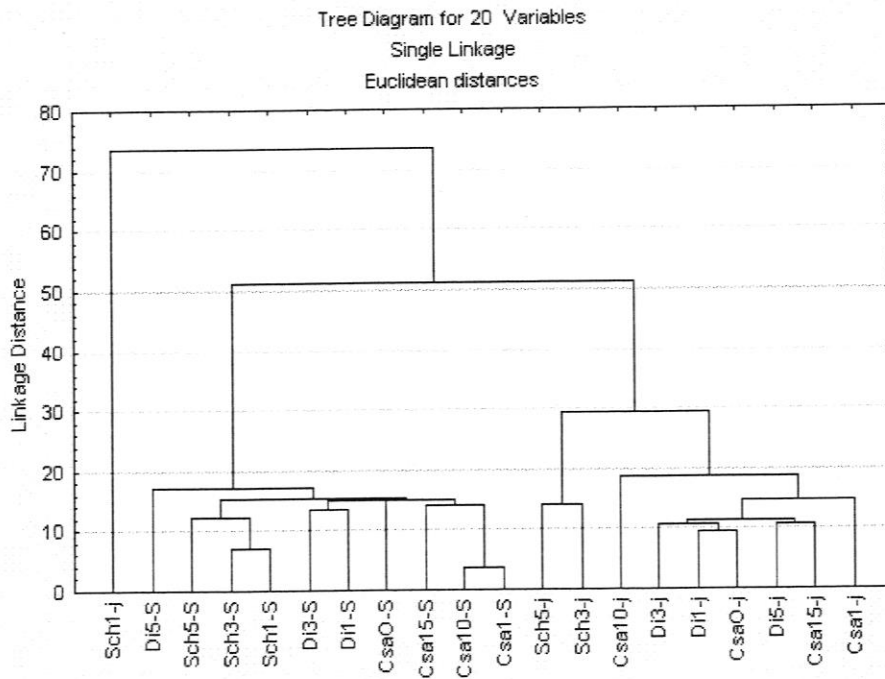
- A NO_3^- koncentrációja a Csákányi-Dunában júliusban (áradás) és szeptemberben azonos volt. A Disznós-ágban szeptemberben a NO_3^- koncentráció (a Dunától távolodva) 13, 25 és 37 %-kal volt kisebb. A Schiesler-holtágban a víz NO_3^- koncentrációja szeptemberben az összeköttetést biztosító csőtől távolodva (K-ről Ny-felé haladva) 21, 38 és 13 %-kal volt nagyobb.
- Hasonló tendenciát figyelhettünk meg az összes oldott N (DTN) koncentrációjának változásában is. Míg a Csákányi-Dunában a DTN koncentráció szeptemberben 2-10 %-kal, a Disznós-ágban 10-15 %-kal csökkent, addig a Schiesler holtágban 9-12 %-kal volt nagyobb a DTN koncentrációjának értéke, mint júliusban.
- Korrelációt állapítottunk meg a víz $\text{NO}_3\text{-N}$ és DN koncentrációja között (11. ábra).



11. ábra: Az összefüggés a víz összes N és $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentrációja között

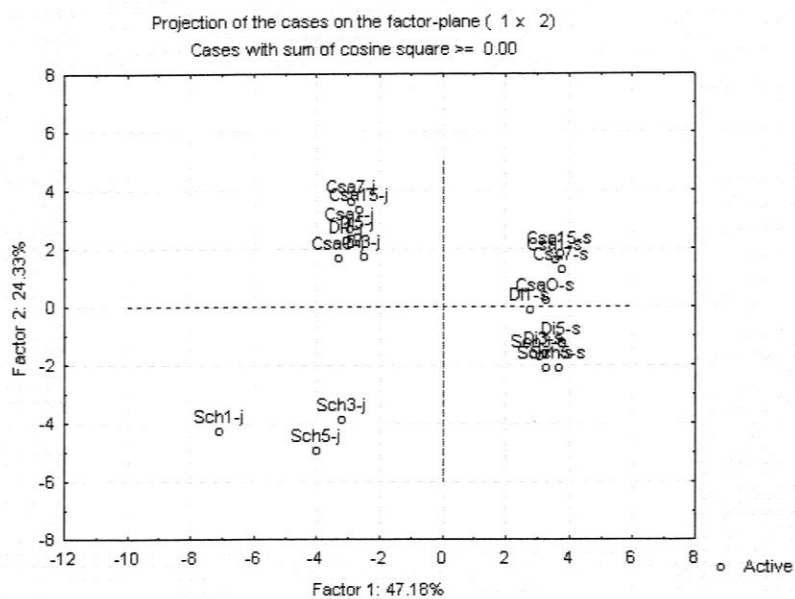
A 3., 4., és 5. táblázat adataiból klaszter és PCA analízissel vizsgáltuk egyrészt a mintavételi helyek elkülönülését, illetve hasonlóságát, továbbá azt, hogy milyen szerepe van a mért vízkémiai paramétereknek a mintavételi helyek elkülönülésében.

A klaszter és PCA analízist elvégeztük mintavételi időpontként, valamint együttesen a két mintavételi időpont alapján. A klaszteren a Sch1 júliusi mintavételi hely (alkot egy csoportot) elkülönül az összes többi mintavételi helyet és időpontot magába foglaló csoporttól. Ez utóbbi csoport a mintavételi időpont alapján két alcsoportra különül el. A júliusi időpontban a mintavételi helyek közül a Sch5 és Sch3 egyértelműen elkülönül a Csákányi-Duna és a Disznós-ág mintavételi helyeitől. A klaszteren a szeptemberi mintákat összefogó alcsoporton belül megfigyelhető a mintavételi helyek szétválása, elsősorban a Csákányi-Duna és a Schiesler-holtág esetében.



12. ábra: A mintavételi helyek klasszifikációja a vízkémiai paraméterek alapján

A főkomponens analízis eredménye alapján is júliusban a Schiesler-holtág elkülönül az összes mintavételi helytől és időponttól. A 13. ábrán egy helyen csoportosulnak a júliusi (Csákányi-Duna és Disznós-ág) mintavételi helyek és egy másik csoportot alkotnak a szeptemberi mintavételi helyek, melyeken belül vízkémiai paramétere alapján a Csákányi-Duna kicsit különáll a többi mintavételi helytől.



13. ábra. Mintavételi helyek csoportosulása főkomponens analízis alapján

FITOPLANKTON

A felmérések helye és ideje

A fitoplankton vizsgálatához az alábbi mintavételi helyeken gyűjtöttünk mintákat 2006. július 5-én és szeptember 26-án:

6. táblázat: A 2006-ban végrehajtott fitoplankton felmérés mintavételi helyszínei.

Vízterület	Minta száma	Szakasz kódja	Mintavétel helye
Csákányi	1	Csá 1	közép
	2	Csá 10	közép
	3	Csá 15	közép
Disznós	1	Di 1	közép
	2	Di 3	közép
	3	Di 5	közép
Schiesler	1	Sch 1	közép
	2	Sch 3	közép
	3	Sch 5	közép

Módszerek

A vizsgálati módszerek megegyeznek a Szigetköz térségében 1991 óta folytatott kvalitatív és kvantitatív fitoplankton vizsgálatok során alkalmazott eljárással. Ezek leírását lásd az előző évek kutatási jelentéseiben.

Eredmények

Csákányi-Duna

A Csákányi-Dunában a fitoplankton mennyisége a július eleji mintában kicsi volt. Az algaszám közel 80 %-át a Centrales, 5-10 %-át a Cryptophyta és Chlorophyta fajok adták. Közülük a *Cyclostephanos*, *Cyclotella*, *Stephanodiscus*, *Thalassiosira* fajok, a *Skeletonema potamos* (Centrales) valamint a *Chroomonas acuta* (Cryptophyta) emelhető ki.

A Csá1, Csá10, Csá15 mintavételi helyszíneken a 2006. szeptember 27-én gyűjtött mintákban nagy egyedszámot találtunk, ami csak kis mértékben változott (9347 - 10827 ind ml⁻¹ - 7. táblázat, 15. ábra). A megtalált algák a Cyanobacteria, Chrysophyceae, Xanthophyceae, Bacillariophyceae, Haptophyta, Cryptophyta, Dinophyta, Euglenophyta, Chlorophyceae és Conjugatophyceae divízióba ill. osztályba tartoztak.

A fajsám 47 és 55 között változott. A Chlorophyceae fajsám 50-60 %-ot ért el, ezt követte a Cryptophyta (14. ábra). A Chrysophyceae Centrales és Pennales fajsám 10-10 %

körüli volt. A megtalált fajok túlnyomórésze máshol is előfordul a Szigetközben ill. az egész magyarországi Duna-szakaszon. Mint a térségben ritkán előforduló faj a Csákányi-Dunából a *Granulocystopsis coronata* var. *elegans* (Chlorococcales) említhető.

A Csákányi-Dunában július elején oligotrófikus, szeptember végén mezotrófikus volt a trofitási szint (7. táblázat).

Disznós-holtág

A Disznós-holtág három pontján (Di1, Di3, Di5) a 2006. szeptember 27-én gyűjtött mintákban talált algák a Cyanobacteria, Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Haptophyta, Cryptophyta, Dinophyta, Chlorophyceae és Conjugatophyceae divízióba ill. osztályba tartoztak. Xanthophyceae ill. Euglenophyta fajt nem találtunk.

A fajszám július elején 32 volt, szeptember végén 52-53 közötti. A mintákban a Chlorophyceae-fajok domináltak, a fajszám 60-70 %-át alkották. Mellettük szubdominánsként a Cryptophyta említhető, a többi csoport fajszáma nem érte el mintánként az öt %-ot (14. ábra). A megtalált fajok túlnyomórésze máshol is előfordul a Szigetközben ill. az egész magyarországi Duna-szakaszon. Mint a térségben ritkán előforduló faj a Disznós-holtágból egy sem említhető.

A fitoplankton mennyisége július elején közepes volt (4897 ind ml⁻¹), szeptember végén nagy (11931 - 12165 ind ml⁻¹, 7. táblázat, 15. ábra). Az algaszám közel 80 %-át a Centrales fajok adták, mellettük az ill. Cryptophyta és Chlorophyceae mennyisége volt még számottevő. A Centrales fajok közül a *Cyclostephanos*, *Cyclotella*, *Stephanodiscus*, *Thalassiosira* valamint a *Skeletonema potamos* emelhető ki. Ez utóbbi szeptember végén az egyedszám közel 40 %-át adta. A Cryptophyta fajok közül a *Chroomonas acuta*, *Cryptomonas ovata*, *Rhodomonas lacustris*, a Chlorococcales fajok közül a *Chlamydomonas reinhardtii*, *Micractinium pusillum*, *Monoraphidium arcuatum*, *M. contortum*, *M. pusillum* egyedszáma érte el a 100 - 400 ind ml⁻¹ közötti értéket.

A Disznós-holtágban szeptember végén mezotrófikus volt a trofitási szint.

Schiesler-holtág

A Schiesler-holtág három pontján (Sch1, Sch3, Sch5) a 2006. július 5-én, valamint szeptember 27-én gyűjtött mintákban a Cyanobacteria, Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Haptophyta, Cryptophyta, Dinophyta, Euglenophyta, Chlorophyceae és Conjugatophyceae

divízióba ill. osztályba tartozó algákat határoztunk meg. A vizsgált mintákban Xanthophyceae fajt nem találtunk.

A mintánkénti fajszám 29-35 között változott, s bennük, szeptemberben a Chlorophyceae, Cryptophyta fajok domináltak, ill. július elején még a Centrales és Pennales is említést érdemel (14. ábra). A megtalált fajok túlnyomórésze máshol is előfordul a Szigetközben ill. az egész magyarországi Duna-szakaszon.

A fitoplankton mennyisége július elején pedig közepes (5210 ind ml^{-1}), szeptember végén pedig a holtág mindhárom pontján kiegyenlített és nagy volt ($7288 - 7414 \text{ ind ml}^{-1}$), (7. táblázat, 15. ábra). Az algaszámnak 70-80 %-át a Cryptophyta fajok adták. Itt a *Chroomonas acuta*, *Cryptomonas erosa* var. *reflexa*, *C. gracilis*, *C. marsonii*, *C. ovata* fajok említhetők elsősorban. Szeptemberben a Centrales egyedszám volt még számottevő, ahol a *Cyclostephanos*, *Cyclotella*, *Stephanodiscus*, *Thalassiosira* fajok említendők.

A Schiesler-holtág mindhárom pontján mezotrófikus volt a trofitási szint (7. táblázat).

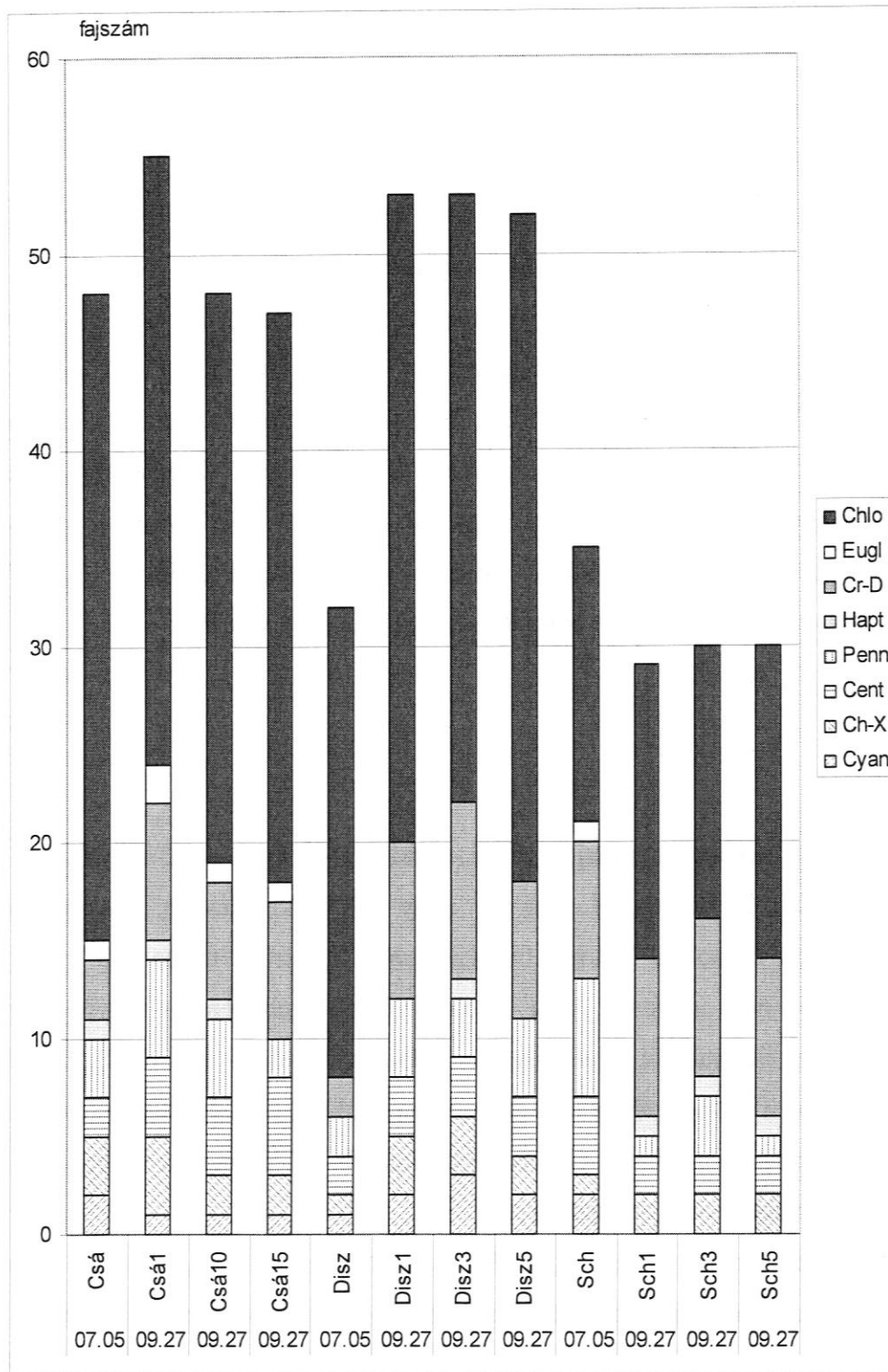
Értékelés

Csákányi-Duna

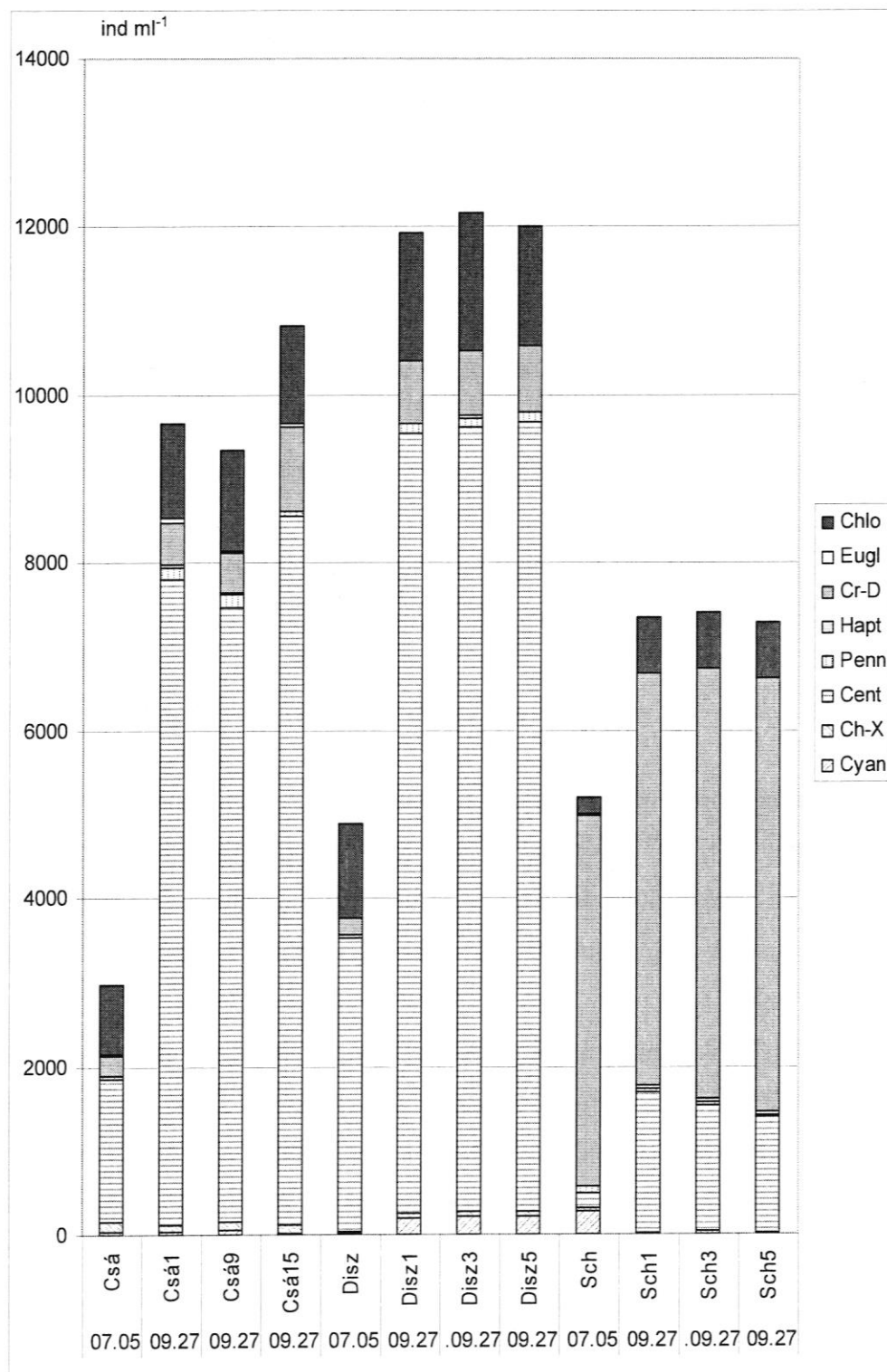
A Csákányi-Duna három pontján (Csá1, Csá10, Csá15) a 2006. szeptember 27-én gyűjtött minták fajszáma közepes, ill. már-már nagy volt (47-55 taxon). Közöttük minden nagyobb rendszertani csoportba tartozó fajt találtunk. A három minta fajösszetételében jelentős különbséget nem mutatott, s a kisebb eltérések ellenére is egységes volt a fitoplankton. A főág fitoplanktonjával összehasonlítva számottevő hasonlóságot találtunk. Mint a térségben ritkán előforduló faj a Csákányi-Dunából a *Granulocystopsis coronata* var. *elegans* (Chlorococcales) említhető, előfordulását inkább véletlennek tekinthetjük, belőle messzemenő következtetést nem vonhatunk le.

A fitoplankton mennyisége szeptember végén jelentős volt, erőteljes Centrales dominanciával, valamint a Cryptophyta és Chlorophyceae szubdominanciával, ami a Duna kora őszi fitoplanktonjára hasonlít nagymértékben. A három vizsgált pont fitoplanktonjának mennyiségében nem tapasztaltunk jelentős különbséget.

A Csákányi-Duna szeptember végi trofitási szintje a mezotrófikus kategória alsó határához közeli volt. A gazdag növényi tápanyag-ellátottságú hullámtéri mellékágakban, a korábbi években összel ennél nagyobb értékek is kialakultak.



14. ábra. A fitoplankton főbb rendszertani csoportjainak fajszáma a hullámtér vizeiben. (Sch - Schiesler-holtág, Csá - Csákányi-Duna, Di - Disznós-holtág, Cyan – Cyanobacteria, Ch-X - Chrysophyceae - Xanthophyceae, Cent - Centrales, Penn - Pennales, Hapt - Haptophyta, Cr-D - Cryptophyta-Dinophyta, Eugl - Euglenophyta, Chlo- Chlorophyta).



15. ábra. A fitoplankton főbb rendszertani csoportjainak egyedszáma a hullámtér vizeiben. Schieslerholtág, Csá - Csákányi-Duna, Di - Disznós-holtág, Cyan – Cyanobacteria, Ch-X - Chrysophyceae - Xanthophyceae, Cent - Centrales, Penn - Pennales, Hapt - Haptophyta, Cr-D - Cryptophyta-Dinophyta, Eugl - Euglenophyta, Chlo- Chlorophyta).

Disznós-holtág

A Disznós-ág három pontján (Di1, Di3, Di5) a 2006. szeptember 27-én gyűjtött minták fajszáma (52-53) közepesen fajgazdag fitoplanktont jelez, még akkor is, hogy két nagyobb rendszertani csoportból (Xanthophyceae ill. Euglenophyta) egyetlen fajt sem találtunk. A három minta fajösszetételében jelentős különbséget nem tapasztaltunk, ritka fajok sem kerültek elő. A nagyobb rendszertani csoportok fajszám arányai a főágra emlékeztettek több tekintetben.

A fitoplankton mennyisége szeptember végén alig különbözött a három mintavételi ponton. A Centrales, Cryptophyta ill. Chlorophyceae szinte teljesen azonos volt a három területen. A nagyobb csoportok abundancia viszonyainak aránya nagyon hasonlított a Csákányi-Dunában talált arányokhoz.

A Disznós-ág szeptember végi mezotrófikus trofitási szintjét a gazdag növényi tápanyagellátottságú hullámtéri mellékágakban ősszel megszokottnak tekintjük.

Schiesler-holtág

A Schiesler-holtág három pontján (Sch1, Sch3, Sch5) a 2006. július 5-én gyűjtött minták fajszáma közepes volt, a Xanthophyceae csoportból egyetlen fajt sem találtunk. Ez a holtág fitoplanktonjának közepes diverzitására utal. A három minta fajösszetételében jelentős különbséget nem találtunk. A főág fitoplanktonjával összehasonlítva a Cryptophyta fajszám volt nagyobb itt a holtágban.

A három mintavételi ponton a fitoplankton egyedszámában nem volt jelentős különbség. A nagyobb abundanciájú Centrales, Cryptophyta fajok szinte azonos mennyiségben voltak jelen. Az Sch1-Sch3 pont közötti kis növekedés, majd az Sch5 pont felé mutató csökkenés biztosan véletlenszerű, vízminőségi okokat aligha lehet mögötte keresni.

A Schiesler-holtág trofitási szintje az évszaknak megfelelő volt, az a-klorofill koncentrációk különbsége alapján mindhárom pont a mezotrófikus tartományba sorolható.

Összegzés

Korábbi ismereteink alapján tudjuk, hogy az októberi monitorozó vizsgálat során tanulmányozott három vízterület hidrológiai, hidrográfiai, morfológiai szempontból különbözik egymástól. Ennek megfelelően a fitoplankton fajösszetétele, mennyiségi viszonyai is különböztek. Az eredmények alapján megállapítható, hogy egy-egy kisebb mellékágon,

holtágon belül is különbözhet a fitoplankton, az áramlási viszonyok, a vízpótló rendszerrel való kapcsolat, a vízmélység, a növényekkel borítottság függvényében. Amennyiben a fitoplanktont elsősorban a nyíltvíz élőlény közösségének tekintjük, a partközeli sekélyvizű, vízínövényekkel dúsan benőtt vizekben jelentősen eltérhet a fajösszetétel és az egyedszám. Ilyen területeken a mintavétel is nagy körültekintést, gyakorlatot igényel.

Tapasztalataink szerint, ha a vizsgálat célja nem az, hogy egy mellékág, holtág vizének algaflóráját olyan alaposan ismerjük meg, amikor a mikrohabitatokban lehetséges különbségeinek feltárását tűzzük ki célul, akkor „vízminőség-megismerő” monitorozásnál néhány jól kiválasztott mintavételi pont mintáinak összeöntésével kapott átlagmintát vizsgálva, az adott víz alapvető jellemvonásai pontosan megismerhetők.

ZOOPLANKTON 1. (ROTATORIA)

A felmérések helye és ideje

A planktonikus kerekeseféreg-együttesek vizsgálatához az alábbi mintavételi helyeken gyűjtöttünk mintákat 2006. július 5-én és szeptember 26-án:

8. táblázat: A 2006-ben végrehajtott Rotatoria felmérés mintavételi helyszínei.

Vízterület	Minta száma	Szakasz kódja	Mintavétel helye
Csákányi	1	Csá 1	közép
	2	Csá 10	közép
	3	Csá 15	közép
	4	Csá 0	közép
Disznós	1	Di 1	közép
	2	Di 3	közép
	3	Di 5	közép
Schiesler	1	Sch 1	közép
	2	Sch 3	közép
	3	Sch 5	közép

Módszerek

A planktonikus kerekeseféreg-együttesek vizsgálatához minden mintavételi helyen 10 liter vizet szűrtünk át 40 μ m lyukbőségű planktonhálón. A mintákat 4%-osra híguló formalinban rögzítettük. Valamennyi mintavételi helyről három párhuzamos mintát vettünk. A rögzített mintákban lévő állatokat meghatározásuk után Sedgewick-Rafter kamrában, fénymikroszkóppal számláltuk. A mennyiségi adatokat többek között sokváltozós módszerekkel elemeztük, aminek során nem metrikus többdimenziós skálázást használtunk (euklédieszi távolság, log₂ standardizáció).

Eredmények

A területről 57 minta feldolgozásával 12 Rotatoria taxont mutattunk ki, többségük a Disznós-ágban és a Schiesler-holtágban fordult elő (9. táblázat).

9. táblázat: A 2006-os felmérések során a Csákányi-Dunában (Csá), a Disznós-holtágban (Di) és a Schiesler-holtágban (Sch) kimutatott Rotatoria taxonok listája.

	Csá	Di	Sch
<i>Asplanchna girodi</i> DE GUERNE			
<i>Euchlanis dilatata</i> EHRENBERG			
<i>Keratella cochlearis cochlearis</i> GOSSE			
<i>K. cochlearis tecta</i> GOSSE			
<i>K. cochlearis macracantha</i> (LAUTERBORN)			
<i>K. quadrata quadrata</i> O.F. MÜLLER			
<i>Lecane luna</i> (O.F. MÜLLER)			
<i>Polyarthra dolichoptera</i> IDELSON			
<i>P. longiremis</i> CARLIN			
<i>P. major</i> BRUCKHARDT			
<i>P. vulgaris</i> CARLIN			
<i>Synchaeta pectinata</i> EHRENBERG			
Taxonszám:	4	8	10

Csákányi-Duna

Az állandóan áramló Csákányi-Duna négy mintavételi helyén (Csá1, Csá10, Csá15, Csáö) 4 taxon került elő, valamennyi igen alacsony (0-17 egyed/10 liter) példányszámban (10. táblázat). Az egyes helyek közti különbség elhanyagolható, az azonos helyeken vett párhuzamos minták közti különbség (elsősorban a taxonszámban) viszonylag nagy. A kimutatott taxonokból a párhuzamos mintákban jobbra egy-egy példány volt, ezért itt tűnik legelőnyösebbnek a több, párhuzamosan vett minta használata. Az egyes mintákban legfeljebb 2 taxon fordult elő egyszerre, ezért a diverzitási mutatók, illetve a dominancia és egyenletesség összevetésének nincs értelme.

10. táblázat. Taxonszámok és összesített egyedszámok a Csákányi-Duna mintavételi helyein.

	Csá1		Csá10		Csá15		Csáö	
	07.05.	09.26.	07.05.	09.26.	07.05.	09.26.	07.05.	09.26.
Taxonszám	1	2	0	0	2	1	-	1
Egyed/10 liter	8,33	16,66	0	0	16,66	8,33	-	8,33
S-W diverzitás	0,00	0,54	0,00	0,00	0,54	0,00	-	0,00
Egyenletesség	1,00	0,98	-	-	0,98	1,00	-	1,00
Dominancia	1,00	0,46	-	-	0,46	1,00	-	1,00

Disznós-holtág

A többnyire állóvízű Disznós-ágban 8 taxont mutattunk ki. Az összesített egyedszámok 0 - 650 egyed/10liter között változtak. Az ágban a párhuzamosan, azonos helyről vett minták közti különbség kisebb, mint az áramló vízű Csákányi-Duna esetén. Az egyes helyek között mindkét mintavételi alkalommal jelentős különbség volt, az ágban az egykori folyásiránnyal szemben haladva nőtt a taxonszám, az egyedszám és a diverzitás, a dominancia pedig csökkent (11. táblázat).

11. táblázat. Taxonszámok, összesített egyedszámok, Shannon-Wiener diverzitás, egyenletesség és dominancia a Disznós-ág mintavételi helyein.

	Di1		Di3		Di5	
	07.05.	09.26.	07.05.	09.26.	07.05.	09.26.
Taxonszám	0	0	1	1	4	6
Egyed/10 liter	0	0	8,33	8,33	41,66	650,00
S-W diverzitás	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34	1,35
Egyenletesség	-	-	1,00	1,00	0,95	0,64
Dominancia	-	-	1,00	1,00	0,28	0,34

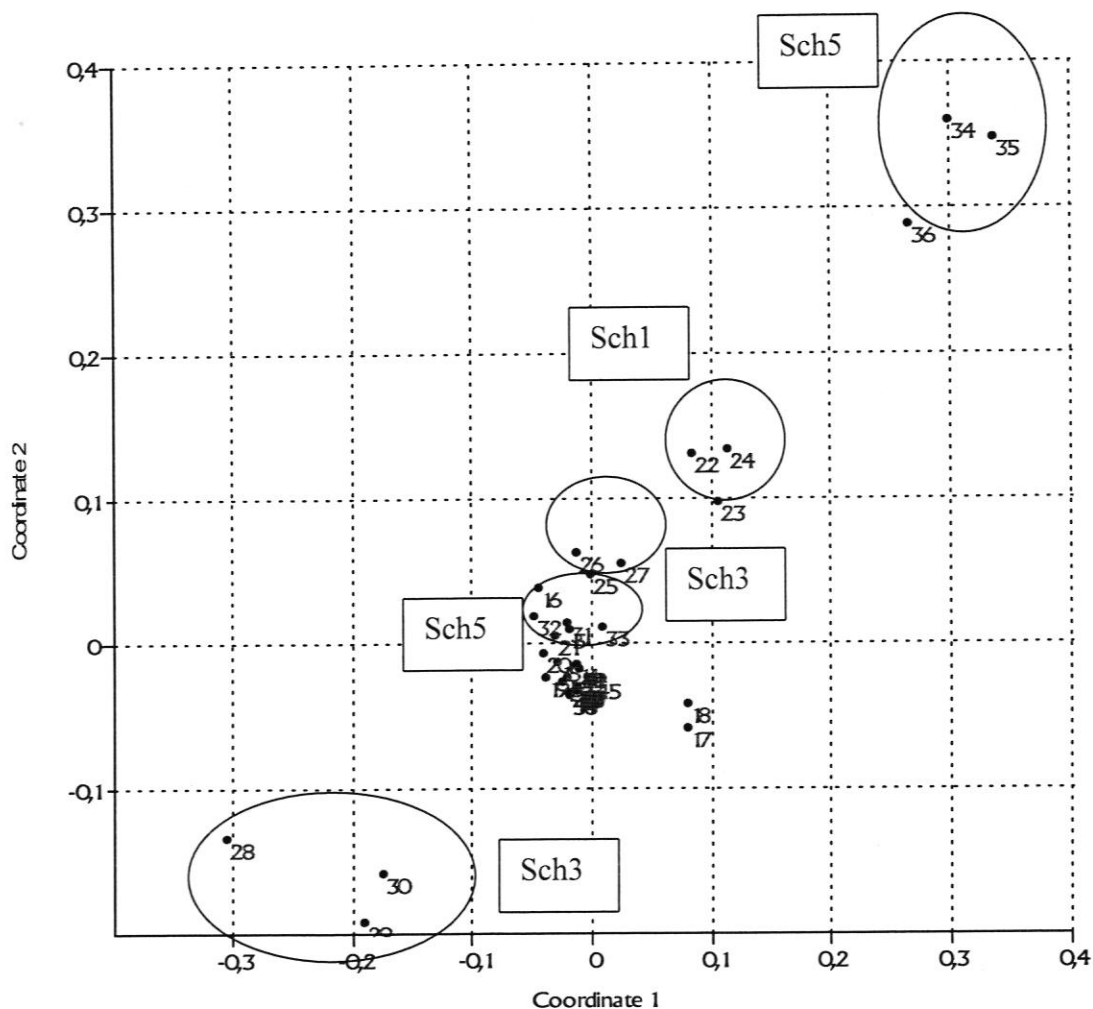
Schiesler-holtág

Az állóvízű Schiesler-holtágban 10 taxont mutattunk ki. Az egyes mintavételi helyek között nincs igazán jelentős különbség a kimutatott taxonok és az egyedszámok szempontjából sem (12. táblázat). A párhuzamosan, azonos helyről vett minták különbsége kicsi.

12. táblázat. Taxonszámok, összesített egyedszámok, Shannon-Wiener diverzitás, egyenletesség és dominancia a Schiesler-holtágban.

	Sch1		Sch3		Sch5	
	07.05.	09.26.	07.05.	09.26.	07.05.	09.26.
Taxonszám	7	4	6	4	6	5
Egyed/10 liter	166,66	1508,33	783,33	2366,66	366,66	4025
S-W diverzitás	1,85	0,81	1,69	0,81	1,46	0,94
Egyenletesség	0,91	0,56	0,90	0,56	0,71	0,51
Dominancia	0,17	0,51	0,20	0,54	0,28	0,47

Az adatok sokváltozós elemzésével készített ordináción jól látszik, hogy csak a Schiesler-holtág mintavételi helyei különülnek el a többi, kis egyed- és taxonszámú mintától (2. ábra). A párhuzamos minták közti különbség ezeknél jelentéktelen (2. ábra).



16. ábra A Cikolai-ágrendszerben vizsgált mintavételi helyeknek a planktonikus kerekeshéreg-együttesek alapján nem metrikus többdimenziós skálázással készült ordinációja

Bár az ordináción az alacsony taxonszámok és egyedszámok miatt az időszakosan áramló Disznós-ág és az állandó áramlású Csákányi-Duna mintái nem különíthetők el egyértelműen, a Csákányi-Dunából származó minták legtöbb esetben csak 1-2 példányt tartalmaztak. Ez egyes minták közötti különbség ezért sokkal jelentékenyebb volt, mint a nagyobb példányszámú minták esetén.

Értékelés

Az újra megismételt, két alkalommal is elvégzett kísérleti jellegű felmérés az igen alacsony egyedszámok ellenére is megerősítette, hogy az eltérő hidrológiai jellegű mellékágakat a követendő mintavételi stratégia szempontjából, áramlási viszonyaik alapján, az alábbi csoportokra oszthatjuk: 1. Állóvízű vizek, 2. Időszakosan áramló vizek, 3. Áramló vizek.

Az állóvízű Schisler-holtág és az időszakosan áramló Disznós-ág esetén több mintavételi hely felvétele indokolt, mivel az áramlás hiánya illetve gyengesége elősegíti a nagyobb abundanciájú kerekeshéreg-állomány valamint az élőhelyek mozaikosságának kialakulását. Az ugyanabban az ágban, eltérő helyeken vett mintáink között esetenként igen nagy eltéréseket tudunk kimutatni mind taxon- mind egyedszám tekintetében (az állóvízű Schisler-holtágban jellemzően nagyobb számban voltak jelen a Rotatoriák). Az azonos helyen, azonos időben vett párhuzamos minták közti különbség ezzel szemben ezekben a vizekben alacsony.

A nagyobb sebességgel áramló Csákányi-Duna esetében nem indokolt a mintavételi helyek számának növelése, mivel az áramlás „homogenizálja” az élőhelyet. Ezzel szemben indokolt lenne az álló/időszakosan áramló vizek vizsgálatához képest kevesebb helyen, több párhuzamos minta vételének bevezetése, amit az általában igen alacsony egyedszám is indokol. A mintaméret egyszerű növelése nem igazán jó megoldás, mivel a bekerülő szennyeződések a minta feldolgozásakor jelentős számlálási nehézséget, ezzel nagyobb hibát okoznak.

Az adatok sokváltozós elemzésével készített ordináción (16. ábra) jól látszik, hogy az áramló vízű Csákányi-Duna mintavételi helyei nem különülnek el egymástól. A Disznós-ág mintavételi helyei az ábrán részben megkülönböztethetőek, a Schiesler-holtágban vett minták, pedig jól láthatóan a mintavételi helyeknek megfelelően csoportosulnak. Az azonos helyen vett minták különbségei a Schiesler-holtág esetében a legkisebbek, a Disznós-holtágban és a Csákányi-Dunában jóval nagyobbak.

ZOOPLANKTON 2. (CRUSTACEA)

A felmérések helye és ideje

A planktonikus Crustacea-állományok vizsgálatához az alábbi mintavételi helyeken gyűjtöttünk mintákat 2006. július 5-én és szeptember 26-án:

13. táblázat: A 2006-ban végrehajtott Rotatoria felmérés mintavételi helyszínei.

Vízterület	Minta száma	Szakasz kódja	Mintavétel helye
Csákányi	1	Csá 1	közép
	2	Csá 10	közép
	3	Csá 15	közép
	4	Csá öböl	közép
Disznós	1	Di 1	közép
	2	Di 3	közép
	3	Di 5	közép
Schiesler	1	Sch 2	közép
	2	Sch 3	közép
	3	Sch 5	közép

Módszerek

Megismételve a 2004-ben végrehajtott vizsgálsorozatunkat, a planktonikus Crustacea állományok felmérésének megbízhatóságát teszteltük a Cikolai-ágrendszerben. A mintavétel során három párhuzamos zooplankton mintát vettünk, 50 liter víz 70 µm lyukbőségű planktonhálón keresztül történő átszűrésével. A mintavétel a meder mediális részén történt. A mintákat a helyszínen 4%-os formalin-oldattal konzerváltuk. A planktonminták válogatását, valamint az egyes Crustacea fajok egyedeinek számolását és preparálását Nikon SMZ sztereo mikroszkóp alatt végeztük. A fajok meghatározásához Olympus BX51 típusú fénymikroszkópot használtunk. A planktonikus Crustacea csoportok mellett a mintákba került Ostracoda taxonokat is meghatároztuk, noha a merített mintavétel a kagylósrákok gyűjtéséhez nem legmegfelelőbb módszer.

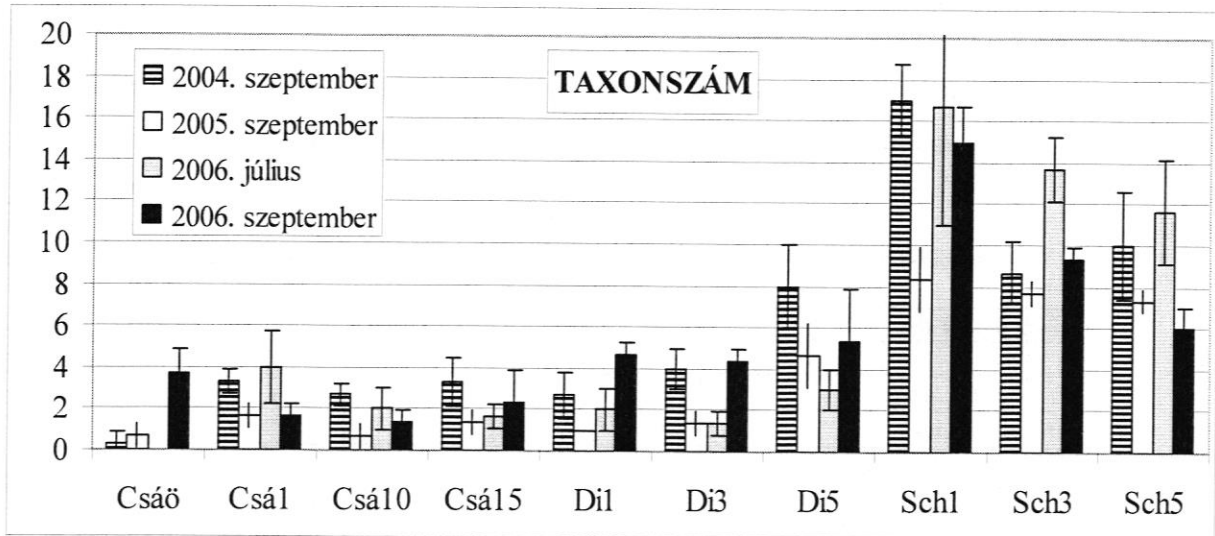
Eredmények

Az 57 planktonminta feldolgozása során 43 Crustacea taxon (25 Cladocera, 12 Copepoda, 6 Ostracoda) előfordulását mutattuk ki (14. táblázat). Az ágrendszerben végzett hároméves vizsgálat sorozat során összesen 54 (30 Cladocera, 17 Copepoda, 7 Ostracoda) taxon került elő, a szeptemberi értékek tekintetében az egyes évek között jelentős különbségek voltak (2004. szeptember: 36, 2005. szeptember: 18, 2006. szeptember: 32, 2006. július: 33 taxon, 2006. összesen: 43 taxon). A 2006. szeptemberi és júliusi taxonszám hasonló volt, azonban júliusban 9 faj is előkerült, amelyek szeptemberben hiányoztak.

14. táblázat. A Schisler-holtág vizsgálati helyein, 2006. júliusában a párhuzamos minták Crustacea együttese

2006. 07. 04-05.	Sch1			Sch3			Sch5		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Acroperus harpae</i>	1								
<i>Alona costata</i>	8	2	2			2	1		1
<i>Anchistropus emarginatus</i>		1			1				1
<i>Bosmina longirostris</i>				63	70	83	157	67	
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	37	13	12	36	51	58	83	55	72
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	6	11	4						
<i>Chydorus sphaericus</i>	62		14	7	4	11	5	9	6
<i>Daphnia ambigua</i>				1					
<i>Daphnia cucullata</i>	2	2		6	9	4	12	3	3
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>				2	7	6	4		
<i>Eurycercus lamellatus</i>	1								
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	97	7	6	4		2	1	2	1
<i>Pleuroxus aduncus</i>	2			2	2	4	4	2	2
<i>Pleuroxus denticulatus</i>	4		2						
<i>Pleuroxus truncatus</i>	73	8	9	2	1	3	2		
<i>Scapholeberis mucronata</i>	27				1		1		
<i>Sida crystallina</i>	6					1			
<i>Simocephalus serrulatus</i>	2			1					
<i>Simocephalus vetulus</i>	168	29	43	9	2				
<i>Acanthocyclops robustus</i>									6
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	5		2						
<i>Eucyclops serrulatus</i>	24	3	2						
<i>Eudiaptomus gracilis</i>				13	118	57	217	105	137
<i>Eurytemora velox</i>	7		3		4				
<i>Macrocyclus albidus</i>	21	9	35				2		1
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	4								
<i>Megacyclops viridis</i>	1								
<i>Microcyclus varicans</i>	1		1						
<i>Thermocyclops crassus</i>				243	419	320	650	240	210
copepodit + nauplius	62	83	37	374	508	350	570	220	320
<i>Cyclocypris laevis</i>				1					
<i>Cypridopsis vidua</i>	157	34	52	17	2		6	4	2
egyedszám ind 50 l⁻¹ (2006)	778	202	224	781	1199	901	1725	707	762

Az **átlagos taxonszám** a Csáő, Di1 és Sch3 mintavételi hely kivételével valamennyi mintavételi helyen kisebb volt, mint 2004-ben, de jelentősen nagyobb, mint 2005-ben (17. ábra). A 2006. júliusi taxonszám a Schisler-holtág mintavételi helyein nagyobb volt, mint szeptemberben, ezzel ellentétben a Disznós-ágban a szeptemberi átlagos egyedszámok voltak a nagyobbak.

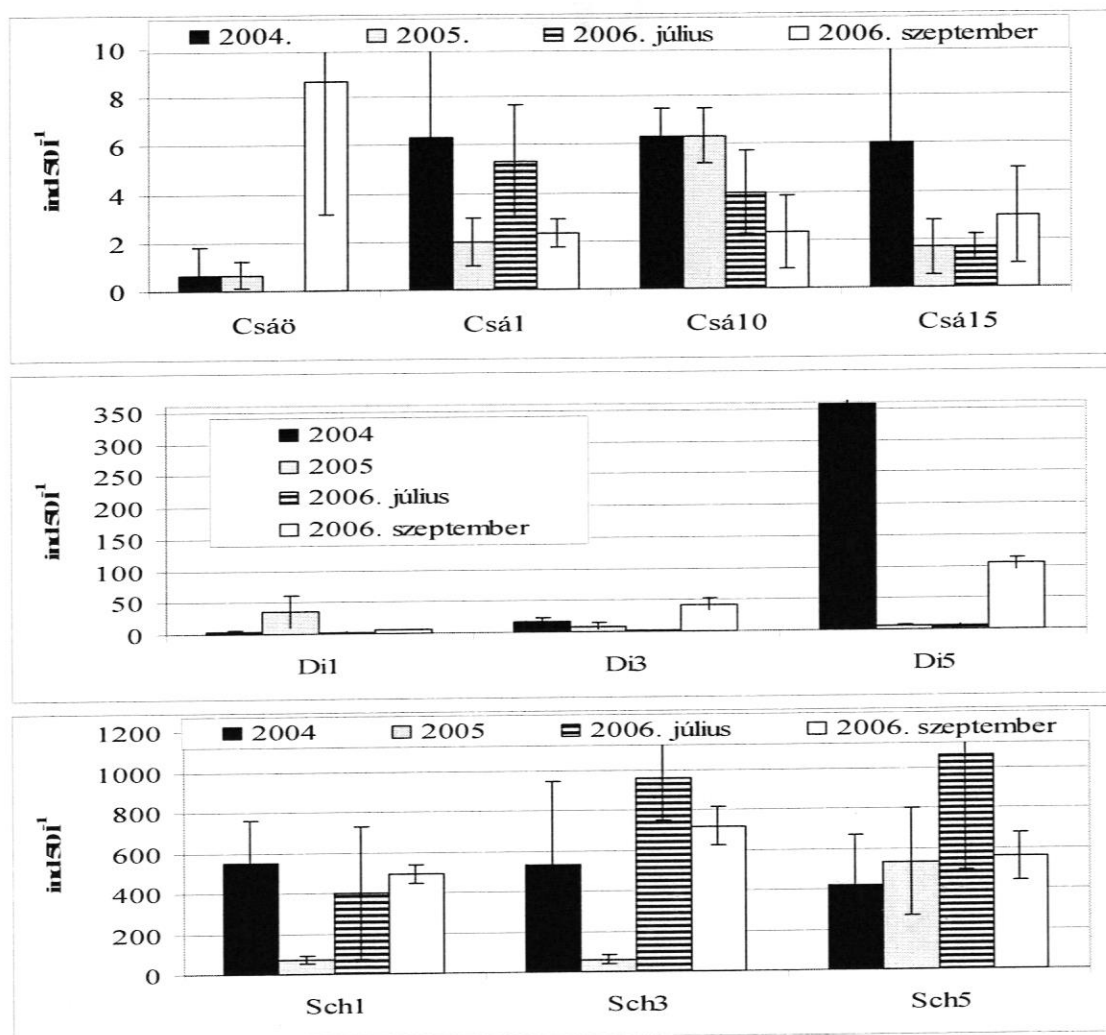


17. ábra. Az összesített átlagos taxonszám (\pm SD) változása az egyes mintavételi helyeken

Mindhárom évben a legtöbb faj (2006. szeptember: 22, 2006. július: 26, 2006. összes: 30, 2005. szeptember: 12, 2004. szeptember: 22) a Schisler-holtág Sch1 mintavételi helyéről került elő, valamint a fajszám mindhárom évben (2006-ban júliusban és szeptemberben is) az Sch1 helytől az Sch5 hely felé csökkent. Idén a 10 vizsgálati helyről 14 új taxon került elő (*Alona quadrangularis*, *Anchistropus emarginatus*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Daphnia ambigua*, *Eurycercus lamellatus*, *Macrothrix hirsuticornis*, *Simocephalus serrulatus*, *Diacyclops bicuspidatus*, *Macrocyclus albidus*, *Megacyclus viridis*, *Microcyclus varicans*, *Paracyclops poppei*, *Cyclopyris laevis*, *Cypria ophthalmica*), amelyből 9 a Schisler-holtágban fordult elő. A mindhárom évben előfordult taxonok száma az összes 54 taxonból mindössze 16 volt. Az évi több mintavétel szükségességét mutatja, hogy 2006-ban 9 faj kizárólag júliusban fordult elő, amelyek között volt a Szigetközben ritka előfordulású és idén a kísérleti jellegű monitoring vizsgálati helyeiről először kimutatott *Alona quadrangularis*, *Anchistropus emarginatus*, *Eurycercus lamellatus*, *Paracyclops poppei* és *Cyclopyris laevis*, valamint a Szigetköz területére nézve új *Anchistropus emarginatus* is.

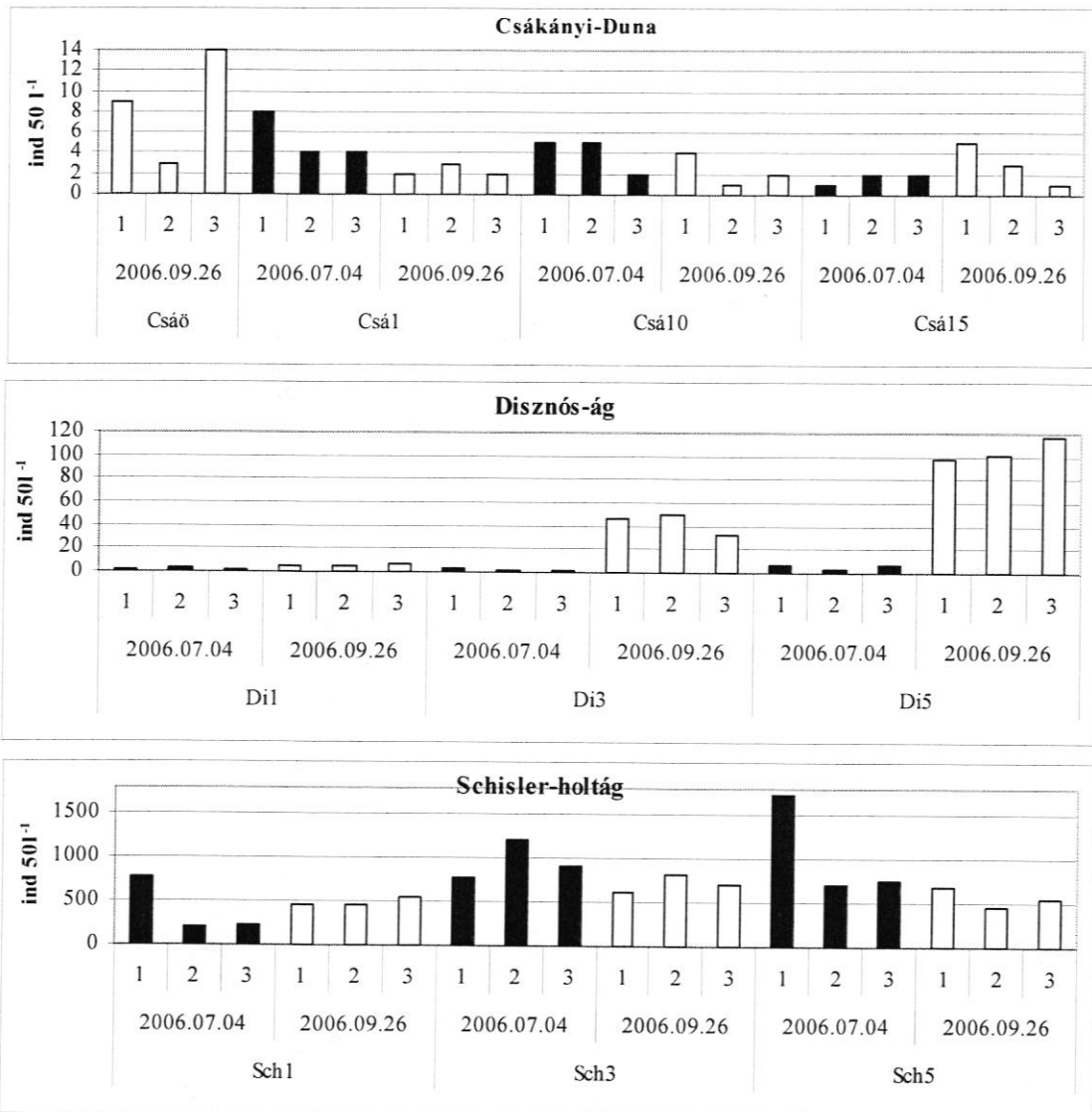
Az **átlagos egyedszám** a három vizsgálati évben a Csáő, Di3, Sch3 és Sch5 helyeken 2006-ban, a Di1 helyen pedig 2005-ben volt a legnagyobb, a többi mintavételi helyen pedig az egyedszám maximumok 2004-ben voltak (18. ábra). A Csákányi-Duna mintavételi helyein

az együttesek egyedszáma mindhárom évben csekély volt. 2006-ban az egyedszám maximum az Sch3 mintavételi helyen, júliusban alakult ki (1725 ind 50 l⁻¹), jelentősen meghaladva a többi mintavételi helyen tapasztalt egyedszámokat.



18. ábra. Az egyes mintavételi helyek átlagos egyedszáma (±SD) a három vizsgálati évben – (a jelentősen különböző egyedszámok miatt a három mintavételi terület együttesét külön ábrákon mutatjuk be)

A három párhuzamos minta egyedszáma közötti különbség, a 2005. évhez hasonlóan, a Schisler-holtág mintavételi helyein volt a legnagyobb (19. ábra).

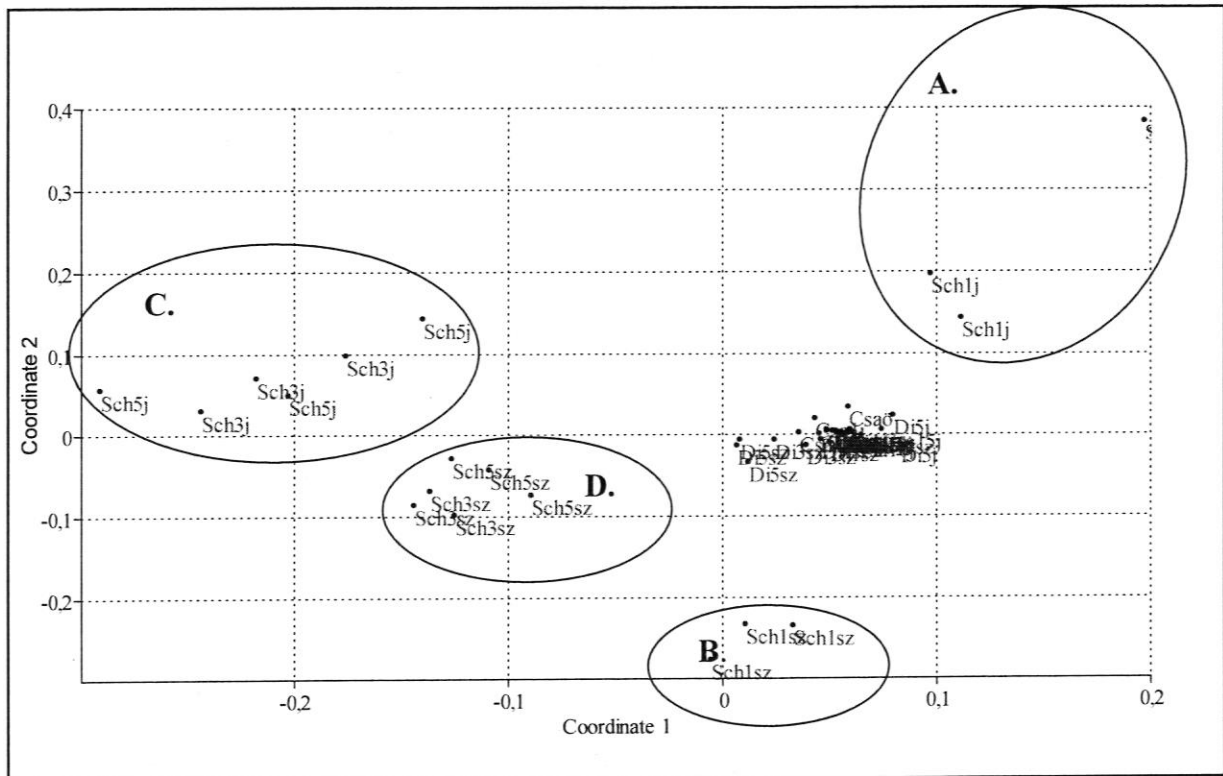


19. ábra. A három párhuzamos minta fajgyűjtéseinek egyedszáma a Csákányi-Dunában, a Disznós-ágban és a Schisler-holtágban

A többváltozós analízisek eredményei az előző két évhez képest bonyolultabbak, hiszen a nyári és őszi mintavételek miatt az évszakos változások is szerepet játszanak. A nem-metrikus ordinációs dendrogramon a Schisler-holtág mintái több különálló csoportot alkotnak, míg a többi minta (Csákányi-Duna, Disznós-ág) egy külön csoportot alkot, amelyben az egyes helyek és időpontok nem válnak szét (20. ábra). A Schisler-holtág mintái között határozott térbeli és időbeli elkülönülés is megfigyelhető, a minták a következő csoportokra válnak szét:

- Az Sch1 hely júliusi (A) és szeptemberi (B) mintái. E mintavételek hely a holtágban a legsekélyebb, kiterjedt hínárállományokkal, amelyeket nádas határol. Látható, hogy a júliusi párhuzamos minták sokkal lazább csoportot alkotnak, mint a szeptemberiek a nyáron a hínárállományokban tapasztalható jelentősebb fajösszetétel és egyedszám heterogenitás miatt.

- A nagyobb vízmélység és a kevesebb hínár miatt az Sch3 és Sch5 hely mintáinak együttese az Sch1 helytől határozottan elkülönülnek és a hasonló fajösszetétel miatt közös csoportot alkotnak. Az évszakos változások itt is megjelennek, a júliusi (C.) és szeptemberi (D.) minták külön csoportba rendeződnek.



20. ábra. A 2006-ban feldolgozott 57 minta nem-metrikus ordinációja (Horn-index, log transzformáció)

Csákányi-Duna

A Csákányi-Duna négy állandó áramlású mintavételi helyén (Csáö, Csá1, Csá10, Csá15) az áramló vizekre jellemző kis egyed- és fajszámú együttesek fordultak elő. Az előfordult fajoknak mindössze 1-2 példánya fordult elő és az egyedek nagy része Copepoda fejlődési alak volt (15. táblázat). A 2004-ben megfigyelt a folyásirányban növekedő fajszám növekedést az ez évi nagyon csekély egyedszámok miatt nem mutattuk ki. A taxonszám jelentősen nagyobb volt (18), mint a megelőző két évben, az *Alona quadrangularis*, *Diacyclops bicuspidatus* és *Paracyclops poppei* fajok idén kizárólag a Csákányi-Dunából kerültek elő. A *Paracyclops poppei* a Szigetközben ritka előfordulású faj, jelenlétét ezt megelőzően 1996-ban mutatták ki, de a Csákányi-Dunából 1991. óta még nem közölték. A szigetközi monitorozó vizsgálat helyén (Csáö) az *Alona quadrangularis* 1998., a *Diacyclops bicuspidatus* pedig 2001. óta nem fordult elő.

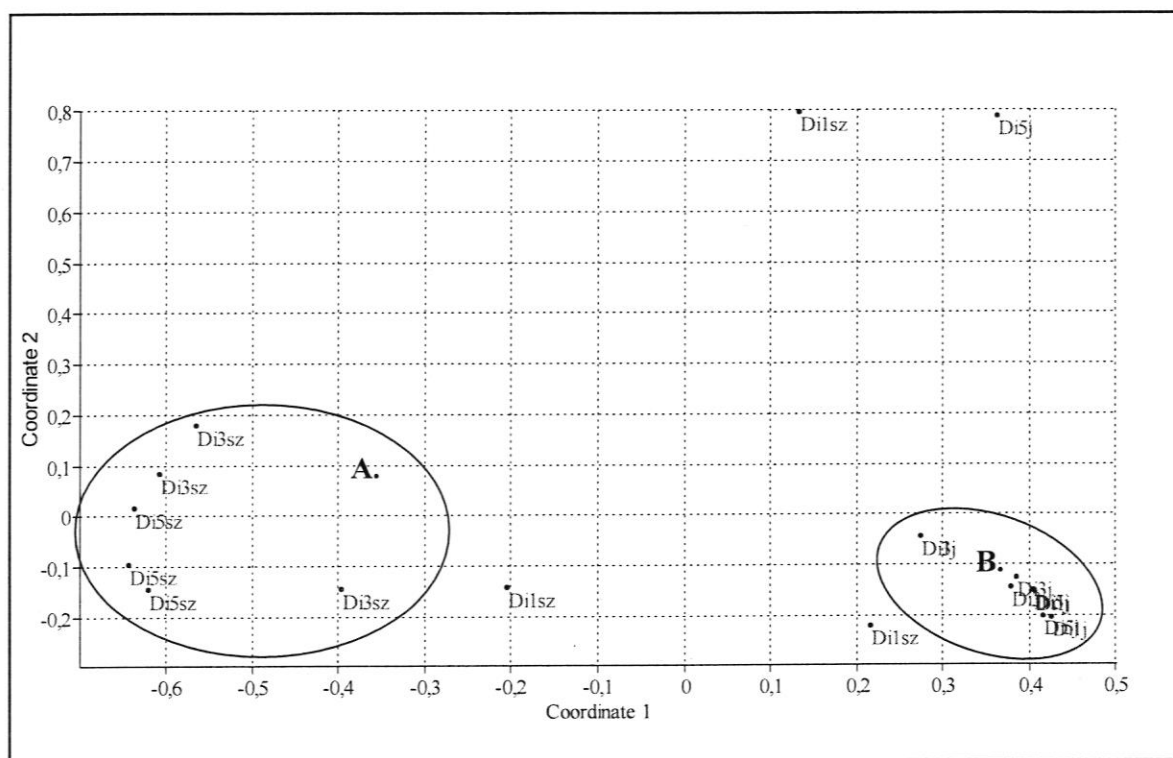
15. táblázat. A Csákányi-Duna vizsgálati helyein a párhuzamos minták Crustacea együttese (a táblázatban feltüntettük a 2004. és 2005. szeptemberi egyedszámokat is)

Csákányi-Duna	Csáő			Csá1			Csá1					
	2006.09.26			2006. 07. 4-5.			2006.09.26					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Alona quadrangularis</i>				1								
<i>Bosmina longirostris</i>				1	1							
<i>Chydorus sphaericus</i>	1	1	3		2							1
<i>Graptoleberis testudinaria</i>			1									
<i>Moina brachiata</i>								1				
<i>Pleuroxus denticulatus</i>		1	2									
<i>Pleuroxus truncatus</i>				2		1						
<i>Sida crystallina</i>			4									
<i>Acanthocyclops robustus</i>			1									
<i>Canthocamptus staphylinus</i>						1						
<i>Diacyclops bicuspidatus</i>	1											
<i>Paracyclops poppei</i>				1								
<i>Thermocyclops crassus</i>	1											
copepodit + nauplius	6	1	3	1	1	2	2	2	1			
Ostracoda sp. juv.				2								
egyedszám ind 50 l⁻¹ (2006)	9	3	14	8	4	4	2	3	2			
egyedszám ind 50 l⁻¹ (2005)	0	1	1				2	1	3			
egyedszám ind 50 l⁻¹ (2004)							11	4	4			
	Csá10			Csá10			Csá15			Csá15		
	2006. 07. 4-5.			2006.09.26			2006. 07. 4-5.			2006.09.26		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Alona costata</i>										1		
<i>Alonella nana</i>										1		
<i>Bosmina longirostris</i>									1			
<i>Chydorus sphaericus</i>				1								
<i>Macrothrix hirsuticornis</i>											1	
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	1									1		
<i>Eucyclops serrulatus</i>								1				
<i>Paracyclops poppei</i>		2										
copepodit + nauplius	3	3	2	3	1	2	1	1	1	2	2	1
Ostracoda sp. juv.	1											
egyedszám ind 50 l⁻¹ (2006)	5	5	2	4	1	2	1	2	2	5	3	1
egyedszám ind 50 l⁻¹ (2005)				0	1	2				3	1	1
egyedszám ind 50 l⁻¹ (2004)				7	5	7				10	2	6

Disznós-ág

A Disznós-ág három mintavételi helyéről 17 faj (9 Cladocera, 5 Copepoda, 3 Ostracoda) előfordulását mutattuk ki (16. táblázat). Mindhárom vizsgálati évben a legtöbb taxon a Di5 mintavételi helyről került elő (Di1 2006: 10, Di3 2006: 6, Di5 2006: 12 taxon). Az ág Di5 helyén a Crustaceák szempontjából kedvezőbb élőhelyek alakultak ki, mivel ezen a mintavételi helyen sok volt a bedőlt fa és a vízfelszín alatt hínárállományok terültek el, továbbá ezen a szakaszon a víz áramlási sebessége is csökkent. Mindhárom mintavételi helyen az együttesek jelentős részét a Copepoda fejlődési alakok alkották. Valamennyi faj egyedszáma a *Bosmina longirostris* kivételével alacsony volt. E kisméretű Cladocera egyedszáma a Di1 helytől a Di5 felé fokozatosan nőtt (gyűjtött egyedek száma: Di1:4, Di3: 12, Di5: 73 egyed).

A Disznós-ág mintáinak főkomponens elemzésénél térbeli és évszakos elkülönülés mutatható ki, azonban ez nem annyira határozott, mint a Schisler-holtág esetében (21. ábra). A Di3 és Di5 helyek szeptemberi mintái külön csoportot (A.) alkotnak a Copepoda fejlődési alakok, illetve a *Bosmina longirostris* nagyobb egyedszámú megjelenése miatt. Ezen felül valamennyi alacsony egyed- és fajszerű júliusi párhuzamos minta (egy kivételével) szintén külön csoportot alkot (B.).



21. ábra. A Disznós-ág párhuzamos mintáinak főkomponens elemzése

16. táblázat. A Disznós-ág vizsgálati helyein a párhuzamos minták Crustacea együttese
(a táblázatban feltüntettük a 2004. és 2005. szeptemberi egyedszámokat is)

2006. 07. 4-5.	Di1			Di3			Di5		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Alona costata</i>							1		
<i>Chydorus sphaericus</i>								1	
<i>Scapholeberis mucronata</i>							3		
<i>Sida crystallina</i>		1							1
<i>Simocephalus vetulus</i>									4
<i>Canthocamptus staphylinus</i>						1			
<i>Eucyclops serrulatus</i>		1							2
copepodit + nauplius	2	2	1	2	1		1	3	
Candoninae sp. juv.			1				2		
<i>Cyclocypris laevis</i>				1					
egyedszám ind 50 l⁻¹ (2006)	2	4	2	3	1	1	7	4	7
2006.09.26	Di1			Di3			Di5		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Bosmina longirostris</i>	2	1	1	5	3	4	18	29	26
<i>Chydorus sphaericus</i>		2		2		2	5	3	1
<i>Macrothrix hirsuticornis</i>			1						
<i>Moina brachiata</i>				1	2	1			
<i>Pleuroxus denticulatus</i>			1						1
<i>Sida crystallina</i>	1						1		1
<i>Simocephalus vetulus</i>							1		
<i>Acanthocyclops robustus</i>	1	1							
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	1								
<i>Eurytemora velox</i>				1	1				2
<i>Mesocyclops leuckarti</i>			1						1
copepodit + nauplius	1	2	3	37	44	26	73	69	83
<i>Cypridopsis vidua</i>									1
egyedszám ind 50 l⁻¹ (2006)	6	6	7	46	50	33	98	101	116
egyedszám ind 50 l⁻¹ (2005)	6	47	54	8	14	4	7	7	8
egyedszám ind 50 l⁻¹ (2004)	6	5	2	14	24	12	358	110	607

Schiesler-holtág

A holtágból 2006-ban 37 Crustacea taxon (23 Cladocera, 10 Copepoda, 4 Ostracoda) jelenlétét mutattunk ki (17. táblázat). A holtág változatos élőhelyei (hínárosok) miatt az együttesek faj- és egyedszáma ezen a mintavételi helyen volt a legnagyobb. A holtágból a három vizsgálati évben összesen 47 taxon (27 Cladocera, 15 Copepoda, 5 Ostracoda) jelenlétét mutattuk ki a mellékág-rendszerből összesen előkerült 54 taxon közül. A három vizsgálati év közül 2004. (33) és 2006. (37) taxonszáma hasonló volt, míg 2005-ben a taxonszám jelentősen csökkent (15). A holtágban 1991. óta, az Sch3 helyen folyó kistrák

kutatások 75 taxon (50 Cladocera, 19 Copepoda, 6 Ostracoda) jelenlétét mutatták ki. A kísérleti jellegű, párhuzamos mintákkal végzett felmérésünk során a holtágból két új faj került elő (*Eucyclops macruroides*, *Macrocyclus fuscus*), mindkét faj az Sch1 helyről. A felmérés során a holtágból több olyan faj is előkerült, melyek jelenlétét már hosszú évek óta nem mutattuk ki a holtágból (*Eurycercus lamellatus* (1998.), *Pleuroxus uncinatus* (1999.), *Cyclops vicinus* (1992.), *Eucyclops macrurus* (1994.), *Microcyclus varicans* (1991.)). A fenti eredmények is azt mutatják, hogy a holtághoz hasonló jellegű, igen diverz élőhelyeken az egy időpontban vett több párhuzamos minta, illetve új vizsgálati helyek bevonása (mint pl. az SCh3 helytől teljesen eltérő Sch1) a vizsgálatokba még hosszabbtávú (több évtizedes) monitoring felmérések esetében is hozhat új eredményeket.

A többváltozós elemzések során a vizsgálati helyek és időpontok között jelentős különbségeket mutattunk ki (20. ábra). A viszonylag sekély, kiterjedt hínárállományokkal rendelkező Sch1 hely kistrák együttese különböztek a mélyebb, hínárral már kevésbé borított Sch3 és Sch5 helytől. Jelentős számú növényállományokhoz, illetve sekélyvízű környezethez kötődő faj (*Acroperus harpae*, *Alona intermedia*, *Alonella nana*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Disparalona rostrata*, *Eurycercus lamellatus*, *Megacyclus viridis*, *Microcyclus varicans*), továbbá a *Canthocamptus staphylinus* és az *Eucyclops serrulatus* kizárólag az Sch1 helyen volt jelen, a másik két helyről hiányzott. Ezzel ellentétesen az Sch1 helyen nem voltak jelen a másik két helyen gyakori, nyíltvízi környezetet preferáló fajok (*Diaphanosoma brachyurum*, *Moina brachiata*, *Acanthocyclops robustus*, *Eudiaptomus gracilis*) és a *Thermocyclops crassus*. A holtágban a júliusi és szeptemberi minták határozottan elváltak egymástól. Szeptemberben mindhárom helyen a taxonszám, különösen a Cladocerák esetében csökkent, a leggyakoribb faj a *Bosmina longirostris* és *Eurytemora velox* lett.

Az átlagos egyedszám 2006-ban az Sch3 és Sch5 helyen nagyobb volt, mint az Sch1 helyen a Copepoda fejlődési alakok tömeges megjelenése miatt. A párhuzamos minták egyedszámának szórása mindhárom helyen júliusban nagyobb volt, mint szeptemberben, a nyári élőhelyek nagyobb változatossága miatt. Az élőhelypreferenciájuk miatt néhány faj egyedszáma a holtágban térben változott. Valamennyi fitofil faj egyedszáma az Sch1 helyen jelentősen nagyobb volt, mint a többi helyen, továbbá a *Graptoleberis testudinaria* és *Cypridopsis vidua* egyedszáma az Sch1 helytől az Sch5 felé csökkent. Ezzel ellentétben a nyíltvízi fajok közül a *Bosmina longirostris* és *Eudiaptomus gracilis* egyedszáma az Sch5 hely felé nőtt.

A három vizsgálati év közel azonos időszakában vett szeptemberi mintáinak egyedszáma eltérő. Az átlagos egyedszám 2005-ben volt a legkisebb, továbbá a helyek közötti

különbségek ekkor voltak a legnagyobbak. Ezt a 2005-ös halbiológiai és algológiai vizsgálati eredmények ismeretében a holtágban 2005-ben tömegesen megjelent halivadékok fokozott kifalásával, továbbá a szokatlanul alacsony algamennyiséggel magyaráztuk. A 2004-es és 2006-os évben a kistrák együttesek taxon- és egyedszáma magas volt valamint az értékek közel hasonlóan voltak. A nagyobb fajszámok és egyedszámok a holtág kiegyenlítettebb állapotára utalnak, valamint a hínárállományok nagyobb kiterjedésű megjelenésére.

17. táblázat. A Schisler-holtágban 2006. júliusában gyűjtött párhuzamos minták Crustacea együttese

2006. 07. 04-05.	Sch1			Sch3			Sch5		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Acroperus harpae</i>	1								
<i>Alona costata</i>	8	2	2			2	1		1
<i>Anchistropus emarginatus</i>		1			1				1
<i>Bosmina longirostris</i>				63	70	83	157	67	
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	37	13	12	36	51	58	83	55	72
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	6	11	4						
<i>Chydorus sphaericus</i>	62		14	7	4	11	5	9	6
<i>Daphnia ambigua</i>				1					
<i>Daphnia cucullata</i>	2	2		6	9	4	12	3	3
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>				2	7	6	4		
<i>Eurycerus lamellatus</i>	1								
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	97	7	6	4		2	1	2	1
<i>Pleuroxus aduncus</i>	2			2	2	4	4	2	2
<i>Pleuroxus denticulatus</i>	4		2						
<i>Pleuroxus truncatus</i>	73	8	9	2	1	3	2		
<i>Scapholeberis mucronata</i>	27				1		1		
<i>Sida crystallina</i>	6					1			
<i>Simocephalus serrulatus</i>	2			1					
<i>Simocephalus vetulus</i>	168	29	43	9	2				
<i>Acanthocyclops robustus</i>									6
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	5		2						
<i>Eucyclops serrulatus</i>	24	3	2						
<i>Eudiaptomus gracilis</i>				13	118	57	217	105	137
<i>Eurytemora velox</i>	7		3		4				
<i>Macrocyclus albidus</i>	21	9	35				2		1
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	4								
<i>Megacyclops viridis</i>	1								
<i>Microcyclops varicans</i>	1		1						
<i>Thermocyclops crassus</i>				243	419	320	650	240	210
copepodit + nauplius	62	83	37	374	508	350	570	220	320
<i>Cyclocypris laevis</i>				1					
<i>Cypridopsis vidua</i>	157	34	52	17	2		6	4	2
egyedszám ind 50 l⁻¹ (2006)	778	202	224	781	1199	901	1725	707	762

Értékelés

- A Crustacea együttesek összetétele és egyedszáma a három vizsgálati évben jelentősen különbözött. E különbségeket a komplex, több élőlénycsoportra és tudományterületre kiterjedő felmérés eredményeinek ismeretében a három év különböző hidrológiai (vízállás), vízkémiai (elsősorban víz hőmérséklet), hidrobotanikai (hínár, mint élőhely), algológiai (alga, mint a kistrákok elsődleges tápláléka) és halbiológiai (hal, mint a kistrákok elsődleges fogyasztója) körülményeivel magyarázhatjuk.
- A három év tapasztalata alapján megállapítható, hogy a párhuzamos mintavételezés mind az áramló vizekben, mind a hínárral borított állományokban egyaránt indokolt. Több minta egyidejű vételével a kimutatható fajok száma nő, illetve a Csákányi-Duna és a Schisler-holtág esetében olyan fajok is előkerültek, amelyek előfordulását az 1991. óta folyamatosan végzett alap-monitoring során nem találtunk meg az adott területen.
- Hasonlóan tavalyi megfigyeléseinkhez az áramló vízben a nagyon alacsony és ingadozó faj- és egyedszámokkal az egy helyen több minta vételével az együttesek összetételéről realisabb képet alkothatunk. Az állóvízű, makrovegetációval borított, diverz és nagy egyedszámú együttesek kialakulását biztosító élőhelyeken pedig az egyes fajok nagyobb abundanciája miatt, már egy mintából is sok információt nyerhetünk, azonban a kis egyedszámú előforduló, sok esetben ritka előfordulású fajok, amelyek általában az élőhely stabilitását és elzártságát jelzik, biztonságosabban csak több minta egyidejű vételével kimutathatók.
- A taxonszám idei növekedésben lényeges szerepe volt, hogy ez évben a mintavételezést két alkalommal, nyáron és ősszel is elvégeztük. A két mintavételi alkalom segítségével az együttesek összetételének teljesebbkörű megismerése mellett az évszakos változásokról is képet alkothattunk, elsősorban a Schisler-holtág esetében.
- A három év során a Schisler-holtágban a kistrák együttesek összetételének változása (fitofil fajok jelenléte, egyedszáma, hiánya, kagylósrákok jelenléte, hiánya, nyíltvízi fajok jelenléte, egyedszáma és hiánya, Cladocera/Copepoda arány, stb.) egyértelműen jelezte és jellemezte a holtág különböző élőhelyeit, vagyis a kistrákok bioindikációs hatékonysága megfelelő, nemcsak tavi, hanem a folyóvízi rendszerekben is, továbbá ez a csoport a különböző holtág revitalizációkban is eredményesen felhasználható.

Az eredmények ismeretében módszertani javaslataink a következők:

- A Csákányi-Duna és a Disznós-ág (legalább a Di1 és Di3) mintavételi helyein az alacsony egyedszámok miatt javasolt az 50 liter mintamennyiség helyett 100 liter minta vétele.
- Az Sch1 mintavételi hely a kistrák együttesek alapján a holtág egyik ökológiai szempontból legfontosabb része, stabil kistrák populációkkal, melyekben a ritka fajok is előfordulnak. A fentiek miatt mindenképpen javasolt az Sch1 hely évenkénti vizsgálata és az alap-monitoring mintavételi hálózatba illesztése.
- A hároméves vizsgálatsorozat során az idei vizsgálatoknál a területre kimutatott új taxonok nagy száma (14) mindenképpen az évi két alkalommal megismételt mintavételezés előnyét mutatja. A javasolt két időpont: nyár (kicsit később, mint ez évben, július vége, augusztus eleje) és ősz (a szeptember vége megfelelő).
- Több mintavételi módszer (üledékfauna, a növényállományok közötti vizek mintázása) együttes használatával a kistrák együttesek összetételéről még teljesebb képet alkothatnánk, illetve különösen a Schisler-holtágban további új fajok megjelenése is várható.

HALAK

A vizsgálatok helye és ideje

A halbiológiai felméréseket 2006. július 5. és 7. között, valamint szeptember 26-tól 28-ig végeztük a nappali órákban. A vizsgálatok kiterjedtek a hidrológiai szempontok alapján elkülönített három élőhelytípusra (Csákányi-ág, Disznós-holtág, Schiesler-holtág) hasonlóan az előző két évben követett gyakorlathoz.

Mintavételi módszerek

A vizsgálandó vízterület jellegének megfelelően a mintavétel kisméretű csónakból történt, a partvonal mentén haladva. A halakat egy 4.500 W teljesítményű halászgéppel (Hans Grassl EL 63 II, impulzus üzemmód, 50 Hz) gyűjtöttük. A hajó körül felbukkanó elkábult halakat az anódra szerelt merítő szákkal emeltük ki. A kifogott halakat meghatároztuk, testhosszukat 1 mm, illetve 5 mm (100 mm-nél nagyobb példányok esetében) pontossággal lemértük. A vizsgálatot követően a halakat visszaeresztettük élőhelyükre.

Eredmények

Halfauna

A 21 mintavételi szakaszon történt felmérés során 25 halfaj előfordulását mutattuk ki 2006-ban. Az előző két évben észlelt faunaelemek közül négy faj (*Barbus barbus*, *Gymnocephalus baloni*, *Leuciscus leuciscus*, *Sabanejewia aurata*) nem került elő. Korábban még nem észlelt halfaj nem bukkant fel a 2006-os mintavétel során.

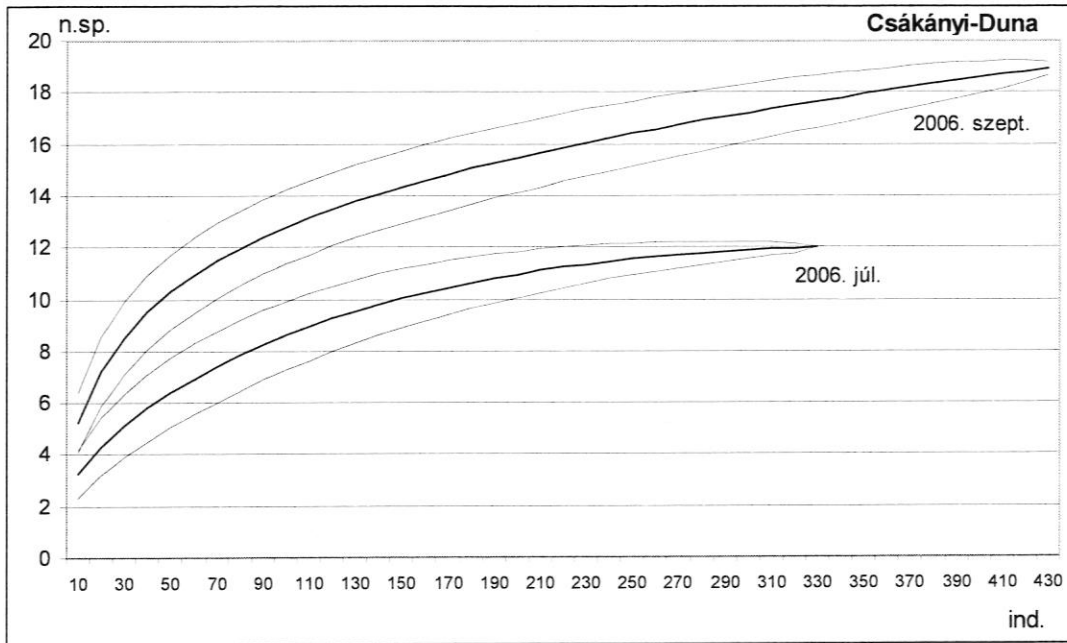
A júliusi felmérés során a kimutatott fajok száma minden élőhelyen (Csá: 12, Di 11, Sch 13) kevesebb volt, mint szeptemberben (Csá: 19, Di 15, Sch 17). A júliusi felmérés idején a vízállás lényegesen magasabb volt, ami számottevő mértékben korlátozta az elektromos halászgéppel történő mintavétel hatékonyságát. A mintavételi körülmények közötti különbség megmutatkozott a halállomány fajdiverzitásának alakulásában is.

18. táblázat: A Csákányi-Dunában (Csá), a Disznós-holtágban (Di) és a Schiesler-holtágban (Sch) kimutatott halfajok listája a 2004-től 2006-ig végrehajtott halbiológiai felmérések eredményei alapján.

	rövid.	Csá			Di			Sch		
		2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
<i>Abramis brama</i>	Ab.br	+						+		+
<i>Alburnus alburnus</i>	Alb.a	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ameiurus melas</i>	Ame.m				+		+	+	+	+
<i>Aspius aspius</i>	Asp.a	+	+	+	+		+	+	+	+
<i>Barbus barbus</i>	Bar.b		+							
<i>Blicca bjoerkna</i>	Bli.b	+	+	+	+		+	+	+	+
<i>Carassius auratus</i>	Car.a	+		+	+		+	+	+	+
<i>Esox lucius</i>	Eso.l	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Gas.a	+	+	+	+	+	+			
<i>Gymnocephalus baloni</i>	Gym.b	+								
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Gym.c		+	+			+			+
<i>Lepomis gibbosus</i>	Lep.g				+	+	+	+	+	+
<i>Leuciscus cephalus</i>	Leu.c		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Leuciscus idus</i>	Leu.i	+	+	+	+		+	+		
<i>Leuciscus leuciscus</i>	Leu.l	+								
<i>Misgurnus fossilis</i>	Mis.f							+	+	+
<i>Neogobius gymnotrachelus</i>	Neo.g	+		+						
<i>Neogobius kessleri</i>	Neo.k	+	+	+						
<i>Neogobius melanostomus</i>	Neo.m	+	+	+						
<i>Perca fluviatilis</i>	Per.f	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Proterorhinus marmoratus</i>	Pro.m	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	Rho.s	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rutilus rutilus</i>	Rut.r.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sabanejewia aurata</i>	Sab.a	+								
<i>Sander lucioperca</i>	San.l		+					+	+	
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Sca.e		+		+		+	+	+	
<i>Silurus glanis</i>	Sil.g	+	+	+			+			
<i>Tinca tinca</i>	Tin.t	+		+	+	+		+	+	
<i>Vimba vimba</i>	Vim.v	+	+	+				+		
fajok száma:		22	19	19	16	10	17	17	16	18
			26			18		20		
						29				

Csákányi-Duna

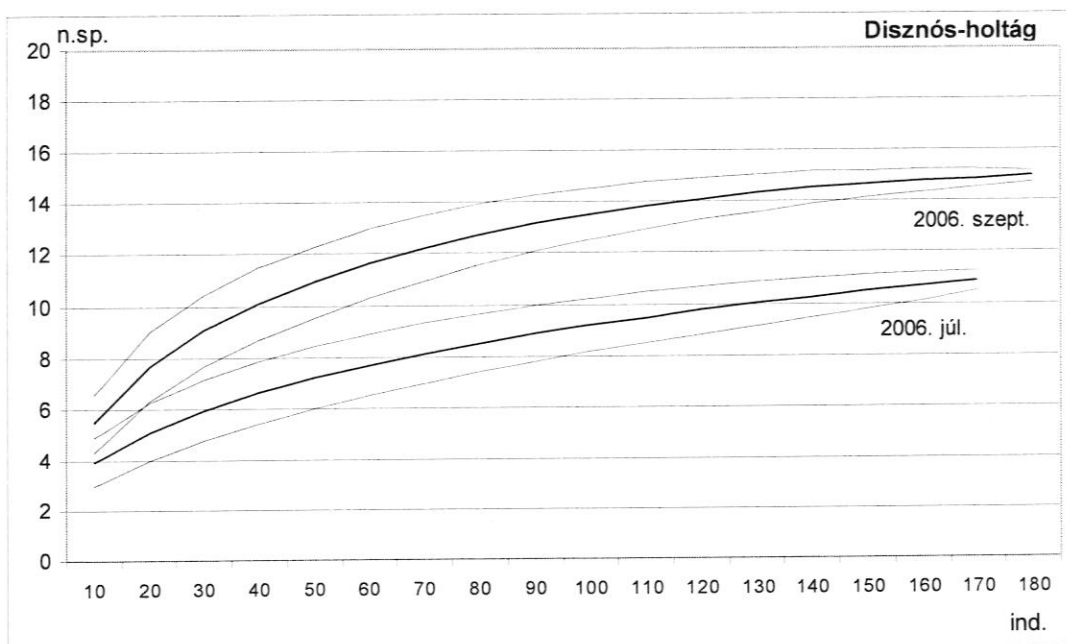
A Csákányi Dunán végrehajtott halászatok során júliusban 330 pd. halat gyűjtöttünk, amelyek között 12 fajt azonosítottunk, szeptemberben 436 pd-t gyűjtve 19 fajt mutattunk ki. Az abundancia szempontjából kiemelkedett az *Alburnus alburnus* és a *Rutilus rutilus*.



22. ábra: A Csákányi-Dunában júliusban és szeptemberben gyűjtött minták fajgazdagságának összehasonlítása egyedalapú rarefaction elemzéssel. A 95%-os konfidenciahatárokat szaggatott vonal jelzi.

Disznós-holtág

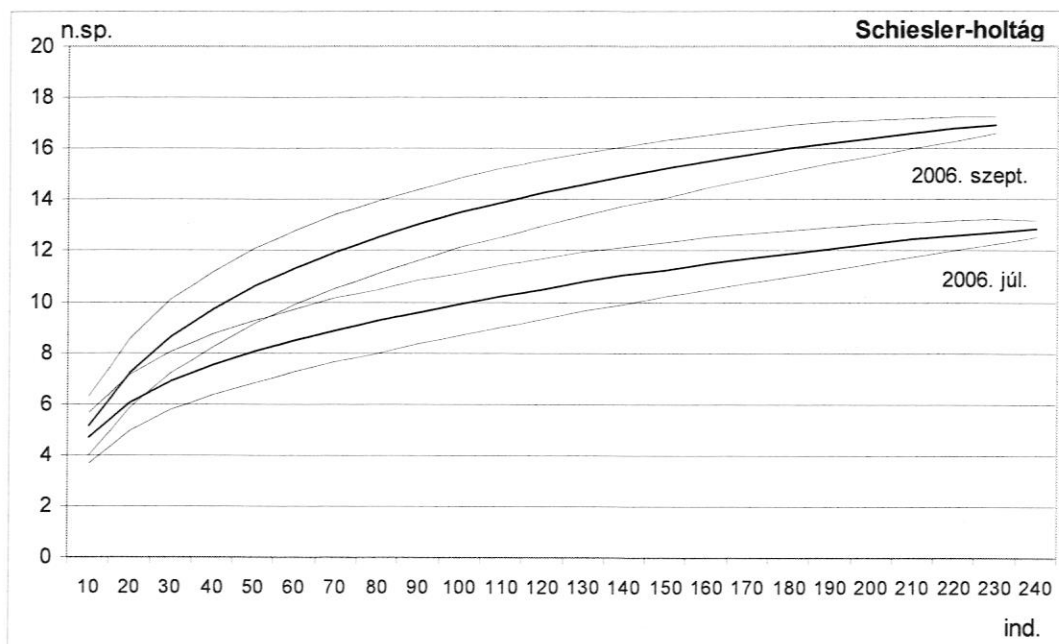
A Disznós-holtág halállományának felmérésekor júliusban 179 pd. gyűjtésével 11, szeptemberben 188 pd. gyűjtésével 15 halfajt észleltünk. Az abundancia szempontjából júliusban a *R. rutilus* és az *A. alburnus* emelkedett ki, míg szeptemberben a *R. rutilus*, a *Leuciscus cephalus*, a *Rhodeus sericeus* és a *Perca fluviatilis*.



23. ábra: A Disznós-holtágban júliusban és szeptemberben gyűjtött minták fajgazdagságának összehasonlítása egyedalapú rarefaction elemzéssel. A 95%-os konfidenciahatárokat szaggatott vonal jelzi.

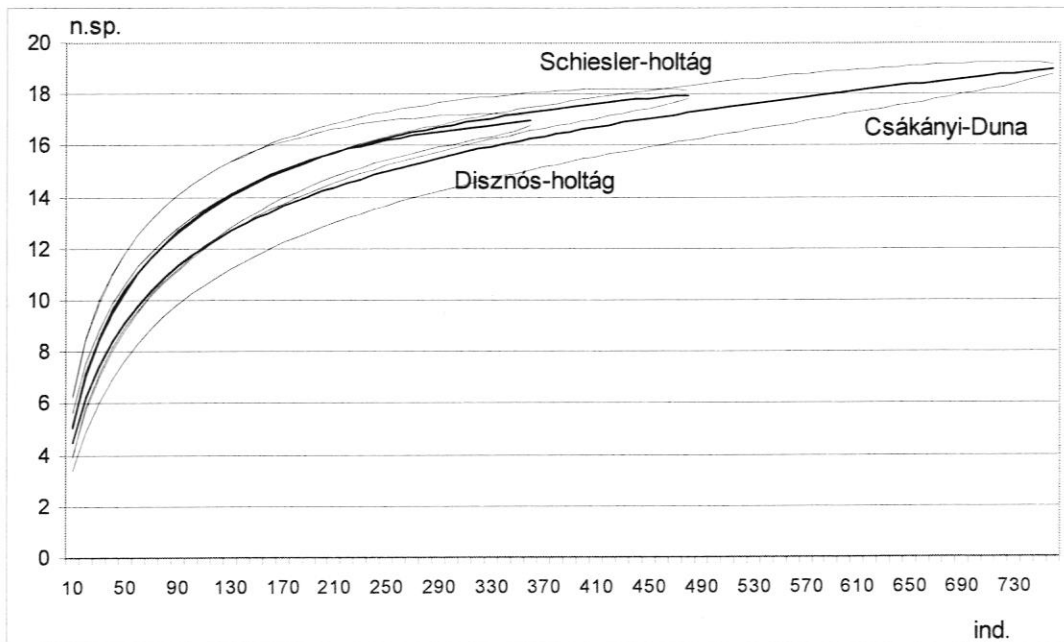
Schiesler-holtág

A Schiesler-holtág halállományának vizsgálatakor júliusban 249 pd. halat gyűjtöttünk, amelyek között 13 fajt azonosítottunk. Szeptemberben 237 pd. gyűjtésével 17 faj előfordulását állapítottuk meg. Az abundancia szempontjából júliusban kiemelkedett az *A. alburnus*, a *R. rutilus* és a *P. fluviatilis*, míg szeptemberben a *R. rutilus*, az *A. alburnus*, az *Ameiurus melas* és a *P. fluviatilis* abundanciája volt figyelemreméltó.



24. ábra: A Schiesler-holtágban júliusban és szeptemberben gyűjtött minták fajgazdagságának összehasonlítása egyedalapú rarefaction elemzéssel. A 95%-os konfidenciahatárokat szaggatott vonal jelzi.

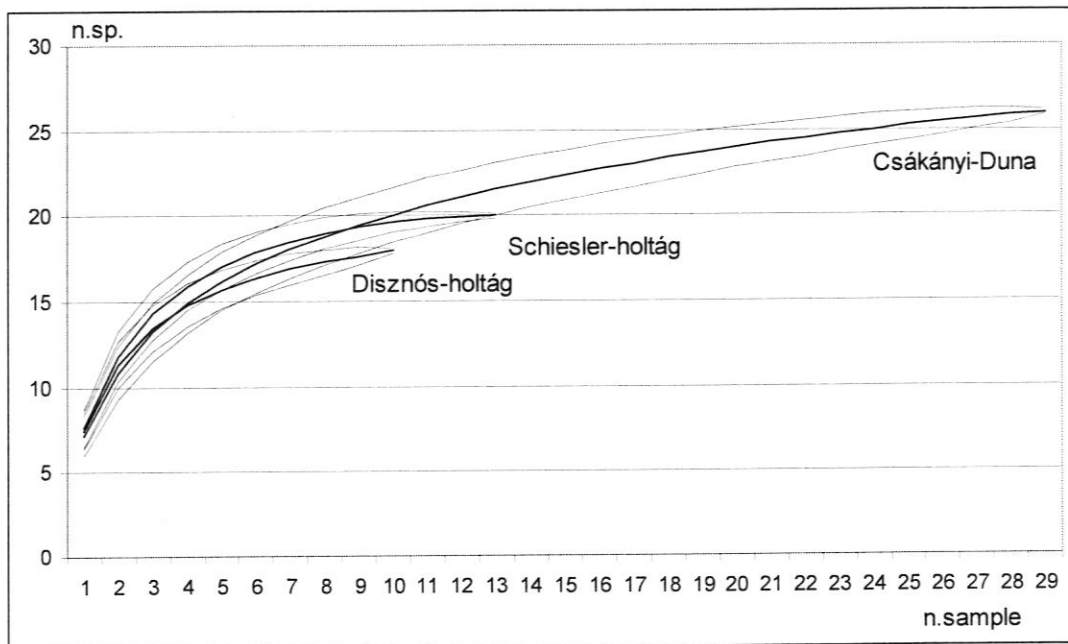
A felmérések során minden alkalommal a Csákányi-Dunából került elő a legtöbb halfaj, ugyanakkor a gyűjtött minták száma, illetve az ott kifogott halak mennyisége is nagyobb volt. Az élőhelyi vonatkozásban megkülönböztetett vízterületek halállományának fajgazdagságát rarefaction elemzéssel hasonlítottuk össze a 2006-os felmérés eredményei alapján. Az elemzés szerint nincs szignifikáns eltérés az élőhelyek fajgazdagsága között, a kimutatott fajok számában megfigyelhető különbségek ellenére (25. ábra).



25. ábra: A Csákányi-Duna, a Disznós-holtág és a Schiesler-holtág halállományának összehasonlítása a 2006-os felmérések adatai alapján egyedalapú rarefaction elemzéssel. A 95%-os konfidenciahatárokat szaggatott vonal jelzi.

A minimálisan gyűjtendő mintaszám kérdése

A 2004-től 2006-ig négy alkalommal történt (2004. szept., 2005. okt., 2006. júl. és szept.) felmérések eredményei alapján becsléseket végeztünk a minimálisan gyűjtendő minták számára vonatkozóan a három fő élőhelytípusra vonatkozóan (26. ábra).



26. ábra: A kumulatív fajszám alakulása a Csákányi-Duna, a Disznós-holtág és a Schiesler-holtág halállományának vizsgálatokor az elektromos halászgéppel gyűjtött minták számának növelésével. Minta-alapú rarefaction elemzés a 2004. a 2005. és a 2006. évi felmérések adatai alapján. A 95%-os konfidenciahatárokat szaggatott vonal jelzi.

A gyűjtött minták számának növelésével a kumulatív fajszám fokozatosan szignifikáns különbséget mutat a fő élőhelytípusokon. A részélőhelyek szempontjából különösen változatos Csákányi-Dunán kimutatott 26 halfaj észleléséhez mintegy 25 minta gyűjtése szükséges. A fajok 75%-ának kimutatásához 9 mintára van szükség és 1 minta gyűjtésével a fajok 28%-a kerül elő átlagosan. A jóval homogénebb Disznós-holtágon 7-8 minta gyűjtésével már megtalálható az igazolt 18 halfaj, 3 minta gyűjtésével a fajok 75%-a kimutatható és 1 minta gyűjtése várhatóan a fajok 41%-át detektálja. A Schiesler-holtágban megtalált 20 halfaj észleléséhez 8 mintát, míg a fajok 75%-ának kimutatásához 4 mintát célszerű gyűjteni. Az egyetlen mintavételes felméréssel átlagosan a fajok 38%-át lehet feltárni.

A halbiológiai felmérések összegzése

A minták fajösszetételének alakulása jelentős mértékben függött a vizsgált élőhely típusától. Egyes élőhelyspecialista fajok csak az eupotamon jellegű Csákányi-Dunában, más fajok viszont kizárólag a plesiopotamon típusú Schiesler-holtágban voltak megtalálhatóak. A parapotamon típusú Disznós-holtág halállományát ugyanakkor élőhelyi generalista fajok alkották elsősorban. A vizsgálati eredmények megerősítik azt álláspontot, hogy a szigetközi hullámtéren a halállomány biológiai sokféleségének fenntartásában a plesiopotamon típusú élőhelyek meghatározó szerepet játszanak, ezért azok monitorozását is kiemelten kell kezelni.

A minimálisan gyűjtendő minták számára vonatkozó becsléseink szerint egy-egy 100 m hosszúságú partszakasz elektromos halászgéppel történő felmérése nem elfogadható mértékben reprezentálja egy-egy élőhelytípus halállományát. A minimálisan gyűjtendő minták száma élőhelytípusonként eltérő. A Csákányi-Dunán legalább 9, a Disznós-holtágon 3, a Schiesler-holtágon 4 mintavétel javasolt a fajok közel 75%-ának kimutatásához. A mintavételi helyszínek kijelölésekor, különösen a Csákányi-Dunán, figyelembe kell venni a vízterület morfológiai tagoltságát.

Értékelő összegzés, javaslatok

A 2004. szeptemberében elkezdett és 2005. októberében, majd 2006 júliusában és szeptemberében megismételt kísérleti felmérés keretében elsősorban olyan adatsorok gyűjtésére törekedtünk, amelyek a közel egy évtizede folyamatos szigetközi hidrobiológiai monitorozó tevékenység továbbfejlesztéséhez hasznosíthatóak. A vizsgálataink során részben a hidrológiai és morfológiai viszonyokra, valamint az élőhelyek típusaira indikatív hidrobiológiai mutatókat értékeltük, továbbá az elmúlt években alkalmazott mintavételi eljárások megbízhatóságát teszteltük.

A kísérlet helyszínéül a Cikolai-ágrendszer felső, mintegy 2 km hosszú szakaszát választottuk, amelynek viszonylag nagy az élőhelyi változatossága, és ezért megfelelően reprezentálja a dunai hullámtér, mint a Szigetköz egyik jellegzetes tájegységének fontosabb vizes élőhelytípusait. Az ágrendszernek ez a része viszonylag jól feltártnak tekinthető hidrobiológiai szempontból. A szigetközi hullámtér vízterei általában besorolhatóak az *eupotamon* (állandóan áramló ág/mellékág), *parapotamon* (időszakosan áramló mellékág/holtág) és *plesiopotamon* (időszakosan kapcsolódó lefűződött holtág) élőhelytípusok valamelyikébe. A kísérleti felmérések helyszínén mindhárom élőhelytípus megtalálható, egymástól nem nagy távolságra: eupotamon – Csákányi-Duna, parapotamon – Disznós-ág, plesiopotamon – Schiesler-holtág. Egyes élőlénycsoportok (makrogerinctelenek, halak) térbeli eloszlásának tanulmányozása további kisebb léptékű ún. részélőhelyekre is kiterjedt. A részélőhelyek elkülönítése általában az alzat összetétele, vagy a növényzet eloszlása alapján történt.

Az eddigi megfigyelések eredményeiből levont következtetésekkel kapcsolatban megjegyezzük, hogy a méréseink többnyire alacsony, egyszer magasabb vízállás mellett történtek. A vizsgálati időszakok eredményei bizonyos hasonlóságok mellett számos eltérést is mutattak. Az összefüggések és tendenciák pontosabb, megbízható megállapításához további adatgyűjtés, megfigyelés szükséges, az évszakos változások, valamint a víz- és az időjárás hatásainak figyelembevételével.

A **víz kémiai vizsgálatok** eredményei alapján a három vizsgált vízterület egyértelműen elkülöníthető, ami indokolja azok élőhelyi (eu-, para- és plesiopotamon) megkülönböztetését is. A különböző évek vizsgálatai ugyanakkor nem teljesen azonos eltéréseket mutattak ki. A

2004. évi felmérés szerint a parapotamon és a plesiopotamon típusú élőhely között kevesebb volt a különbség, mint 2005-ben, vagy 2006-ban. A Csákányi-Duna áramló vizében a hőmérséklet kisebb, a zavarosság és a vezetőképesség általában nagyobb volt, mint a hozzá kapcsolódó nem áramló vízterekben, hasonlóan az előző évi megfigyelésekhez. A vizsgált paraméterek ugyanakkor nem mutattak lényeges eltérést a Csákányi-Duna hossz-szelvénye mentén. A Disznós-ágban és a Schiesler-holtágban jellemző volt általában, hogy a vízminőségi mutatók gradiens-szerűen változtak a Csákányi-Dunával való kapcsolódásuktól távolodva: A Disznós-ágon befelé haladva növekedett a hőmérséklet, az oxigén koncentráció és a pH, a vezetőképesség pedig csökkent. A Schiesler-holtágban hasonló trendet mutatott a hőmérséklet és a vezetőképesség alakulása, és a zavarosság csökkenése jóval határozottabban volt kimutatható. Az oldott oxigén koncentráció és a pH változása viszont ellentétes trendet követett, mint a Disznós-ágban. A para- és a plesiopotamon típusú vízterekben a vizsgált paraméterek hossz-szelvény menti gradiens szerű változása miatt, a belső mintavételi pontok határozottabban különböznek a többi vízterület mintavételi pontjaitól.

A *fitoplankton* vizsgálatok 2006-os eredményei, az előző két év tapasztalatokhoz hasonlóan, jelezték, hogy a Cikolai-ágrendszer három tanulmányozott vízterületén a fitoplankton fajösszetétele és mennyiségi viszonyai különböznek. Az élőhelyek trofitása ugyanakkor nem mutatott olyan markáns eltéréseket, mint 2004-ben. Az eddigi megfigyelések alapján megállapítható, hogy egy-egy kisebb mellékágon, holtágon belül is jelentős mértékben változhat a fitoplankton, az áramlási viszonyok, az élőhelyek konnektivitása, a vízmélység, vagy a növényekkel borítottság függvényében. Amennyiben a fitoplanktont elsősorban a nyíltvíz élőlény közösségének tekintjük, a partközeli sekélyvizű, vízinövényekkel dúsan benőtt vízterekben jelentősen eltérhet a fajösszetétel és az egyedszám. Ilyen területeken a mintavétel is nagy körültekintést, gyakorlatot igényel. Tapasztalataink szerint, ha a vizsgálat célja nem az, hogy egy mellékág, holtág vizének algaflóráját olyan alaposan ismerjük meg, amikor a mikrohabitatokban lehetséges különbségeinek feltárását tűzzük ki célul, akkor „vízminőség-megismerő” monitorozásnál néhány jól kiválasztott mintavételi pont mintáinak összeöntésével kapott átlagmintát vizsgálva, az adott víz alapvető jellemvonásai pontosan megismerhetők. A tanulmányozott víztereken belül fitoplankton fajösszetételét és mennyiségi viszonyait megfelelően reprezentáló mintavételi helyek számát és pozícióját nem célszerű módosítani.

A *planktonikus Rotatoria* együttesek vizsgálata 2006-ban is igazolta, hogy a kimutatott egyedszámok, a várakozásoknak megfelelően, határozottan növekednek az eupotamon típusú víztértől, a parapotamonon keresztül a plesiopotamon irányába. Az észlelt taxonok száma, valamint a fajok élőhelyek szerinti elkülönülése eltérően alakult az egyes években. A felmérési eredmények megerősítették azt a korábbi megállapításunkat, hogy a vizsgált élőhelytípusokon célszerű más-más mintavételi stratégiát alkalmazni. Az állóvízű Schiesler-holtág és az időszakosan áramló (mintavételünkkor az alacsony vízállás miatt állóvízű) Disznós-ág esetén több mintavételi hely felvétele indokolt, mivel az áramlás hiánya illetve gyengesége elősegíti a nagyobb abundanciájú kerekesszélű állomány valamint az élőhelyek mozaikosságának kialakulását. Az ugyanabban az ágban, eltérő helyeken vett mintáink között esetenként igen nagy eltéréseket tudunk kimutatni mind taxon- mind egyedszám tekintetében (az állóvízű Schiesler-holtágban jellemzően nagyobb számban voltak jelen a Rotatoriák). Az azonos helyen, azonos időben vett párhuzamos minták közti különbség általában alacsony. A nagyobb sebességgel áramló Csákányi-Duna esetében nem indokolt a mintavételi helyek számának növelése, mivel az áramlás „homogenizálja” az élőhelyet. Ezzel szemben indokolt lenne az álló/időszakosan áramló vizek vizsgálatához képest kevesebb helyen, több párhuzamos minta vételének bevezetése, amit az általában igen alacsony egyedszám is indokol.

A *planktonikus Crustacea* állomány felmérési eredményei szerint a fajegyüttesek összetétele és abundanciája szoros összefüggést mutatott a mintavételi helyek élőhelyi jellemzőivel: a taxonszám és egyedszám határozottan növekedett az eupotamon típusú víztértől, a parapotamonon keresztül a plesiopotamon irányába. A Crustacea együttesek ugyanakkor jelentősen különböztek az egyes vizsgálati időszakban. Az eltérések feltehetően a különböző hidrológiai (vízállás), vízminőségi (elsősorban víz hőmérséklet), hidrobotanikai (hínár, mint élőhely), algológiai (alga, mint a kistrákok elsődleges tápláléka) és halbiológiai (hal, mint a kistrákok elsődleges fogyasztója) körülmények következtében alakultak ki. Az eddigi megfigyelések tapasztalatai azt igazolták, hogy a Schiesler-holtágban – kisebb mértékben a Disznós-holtágban is – a Csákányi-Dunától legtávolabbi mintavételi helyen volt a legnagyobb a fajegyüttesek egyedszáma. Ismét megerősítést nyert az a korábbi megállapításunk, hogy a párhuzamos mintavételezés mind az áramló vizekben, mind a hínárral borított állományokban egyaránt indokolt. Több minta egyidejű gyűjtésével nő a kimutatható fajok száma, és reálisabb képet alkothatunk a fajegyüttesek összetételéről, különösen az áramló vizekben. Az egyes felmérési időszakokban a párhuzamos minták

heterogenitása változó volt, ami részben az eltérő hidrológiai körülményekkel magyarázható. A makrovegetációval benőtt, állóvízű élőhelyeken általában változatosabb és nagyobb egyedszámú együttesek kialakulása figyelhető meg. A fajok nagyobb abundanciája miatt már egy mintából is sok információt nyerhetünk, azonban a ritkább előfordulású fajok – általában az élőhely stabilitását és elzártságát jelzik – több minta párhuzamos gyűjtésével nagyobb valószínűséggel mutathatóak ki.

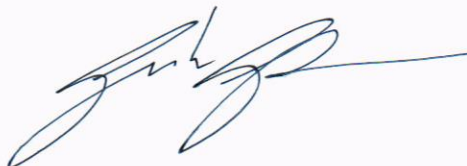
A *halállomány* vizsgálati eredményei alapján minden évben egyértelműen megállapítható volt, hogy a minták fajösszetétele számottevő mértékben függ attól, hogy melyik vízterületen, és azon belül is milyen részélőhelyen történt a felmérés. A fajok egy része csak az állandóan áramló, eopotamon típusú élőhelyen, más része pedig csak az általában állóvízű plesiopotamon típusú holtágban volt megtalálható. Az időszakosan átfolyó, parapotamon típusú mellékághoz tipikusan kötődő fajt nem találtunk. A vizsgálati eredmények megerősítik azt álláspontot, hogy a szigetközi hullámtéren a halállomány biológiai sokféleségének fenntartásában a plesiopotamon típusú élőhelyek is meghatározó szerepet játszanak, ezért azok monitorozására is figyelmet kell fordítani.

A különböző időszakokban végrehajtott felmérések eredményeiben számottevő különbségek figyelhetőek meg a kifogott halak mennyiségében, valamint a halállomány élőhelyek szerinti elkülönülésében. A megfigyelési eredmények különbözősége részben a halfajok évszakosan változó, illetve vízállástól, időjárástól függő élőhely-választásával magyarázható. Az évszakai dinamika és a vízjárás hatásainak, mint a monitorozási eredményeket számottevő mértékben befolyásoló tényezők pontosabb megismerése érdekében célszerű a eddigi halbiológiai felméréssorozatot nagyobb gyakorisággal folytatni.


Összefoglalóan: a kísérleti felmérés eredményei számos új és hasznos információval gyarapították ismereteinket a szigetközi Duna-szakasz élővilágáról, illetve a tájegységre jellemző fontos élőhelytípusok hidrobiológiai sajátosságairól. Megállapítottuk többek között, hogy a vízkémiai paraméterek általában szignifikáns eltéréseket mutatnak a hidrológiai, morfológiai viszonyok alapján elhatárolt élőhelytípusok között, továbbá a plankton összetétele és mennyisége, és a halállomány térbeli eloszlása is határozottan összefügg az élőhelyek típusaival. A kísérleti felméréssel néhány mintavételi eljárás megbízhatóságát is értékeltük, és az újabb tapasztalatok alapján újra értékeltük a monitorozási módszerek alkalmazásával és fejlesztésével kapcsolatban, az előző évben megfogalmazott javaslatainkat. A kísérlet során számos újabb szakmai kérdés, módszertani probléma is felvetődött, amelyek

megválaszolása és elemzése további, részletesebb vizsgálatokat kíván, ezért a megkezdett vizsgálatok folytatását mindenképpen indokoltnak tartjuk az elkövetkező években. A kísérlet eredményei egyértelműen igazolták, hogy a vízminőségi és a biológiai mutatók tér- és időbeli változékonyságának pontosabb megismerése továbbra is fontos szakmai feladat, egy korszerű, az új társadalmi elvárásoknak is megfelelő, informatívabb és megbízhatóbb hidrobiológiai monitorozó rendszer megalapozása érdekében.

Vácrátót – Göd, 2006. december



/Dr. Guty Gábor/
tud. főmunkatárs, feladatréz koordinátor



/Dr. Berczik Árpád/
akadémikus, témafelelős

MTA ÖBKI Magyar Dunakutató Állomás

