

Acta Biol. Debr. Oecol. Hung. 21: 139–152, 2010

DUNAI MAKROGERINCTELEN-MINTAVÉTELEK TANULSÁGAI A GÖDI-SZIGET TÉRSÉGÉBEN

OERTEL NÁNDOR – NOSEK JÁNOS – BÓDIS ERIKA – BORZA PÉTER – TÓTH BENCE

MTA ÖBKI Magyar Dunakutató Állomás, 2131 Göd, Jávorka Sándor u. 14.

LEARNINGS OF MACROINVERTEBRATE SAMPLING IN THE RIVER DANUBE AT THE LOCALITY OF „GÖDI-SZIGET” (ISLAND OF GÖD)

N. OERTEL* – J. NOSEK – E. BÓDIS – P. BORZA – B. TÓTH

Hungarian Danube Research Station, IEB of the HAS, Jávorka Sándor u. 14., H-2131 Göd, Hungary

*Corresponding author, e-mail: oer63@ella.hu

KIVONAT: Jelen tanulmány egy kb. 1 kilométer hosszúságú sziget lokálisan eltérő áramlású depozíciós mozaikjaiban mutatja be a makroszkopikus gerinctelen társulások körében végzett vizsgálati eredményeket (taxon- és egyedszám, funkcionális táplálkozási csoportba tartozás, mindezek térben és időben való változása), és azt, ahogyan a mintavételi erőfeszítés növelése befolyásolja a fenti eredményeket. A Gödi-sziget szedimentációs zónáiban alkalmazott két mintavételi eljárással (Surber és „kick & sweep” mintavevő) összesen 17 magasabb rendű csoportot és ezen belül 63 (faji vagy család szintig határozott) taxont mutattunk ki. A vizsgált Duna-szakaszon, a feltöltődő parti övben jellemző a nagyon finom és az ultra finom (250-0,45 µm) szemcseméretű szervesanyag dominancia. A sziget sodorvonal felőli partja mentén folyásirányban növekszik az összes bentikus szervesanyag, és ezzel párhuzamosan nyáron és ősszel az első sorban a csigák, kagylók, kevésstérű gyűrűsférgék, felemáslábú rákok és az árvaszünnyogok csoportjaiból összeadó egyedszám. Mindkét érték a mellékág állóvízében a legmagasabb. A Közép-Duna parti zónájában a „kick & sweep” vízhálóval ~3 m²-ről vett minta taxon- és egyedszámban reprezentatív a mintavételi helyre. Bár az összterület növelésével mindenképpen nő a feldolgozandó minta mennyisége, a terepen való mintavételi erőfeszítés jóval kisebb a „kick & sweep” vízhálózás során, mint az ugyanekkora területet lefedő Surber minták vételekor. Nagy folyók, folyamok esetében egy szakasz reprezentatív leírásához az egyes mintavételi helyek, un. „multihabitat” mintavételezését (ld. AQEM módszer) skálafüggő módon ki kell terjeszteni, és egy magasabb szinten – a hidromeomorfológiai foltokhoz kapcsolt „functional process zone”-ákban – megismételve, azok eredményeit együttesen kell értékelni.

Kulcsszavak: bentikus szervesanyag, makrogerinctelen társulás, funkcionális táplálkozási csoportok, Duna, Surber és „kick & sweep” mintavétel, mintavételi erőfeszítés

ABSTRACT: This paper presents the results of our investigations (taxon and individual number, functional feeding groups, and the spatial and temporal changes of all this within the macroinvertebrate communities), which was elaborated in hydrodynamically different habitats of a Danubian island. Attempt was also made to show how sampling effort influences the representativeness of Surber and kick & sweep sampling. 17 higher taxonomic groups and 63 taxa (identified on species or family level) were revealed in the sedimentation zone of the Göd-island. In the littoral zone of the studied Danube section the very fine and ultra fine fractions (250-0,45 μm) of organic matter dominate. The amount of total benthic organic matter (TBOM) increases down stream along the shoreline and the total individual number (TIN) of macroinvertebrates (snails, mussels, oligochaetes, amphipods and chironomids) does the same. TBOM and TIN have the highest values in the lentic side arm both in summer and fall. We concluded that kick & sweep sample of about 3 m² provides taxon and individual numbers, which are representative for the studied middle Danube-section. Although the volume of the sample and the process invested increase with the increasing number of sampling repetition, sampling effort in the field is considerably less by kick & sweep method, than by Surber sampler, referring to the same area. To present representatively the studied section of a large river the multi-habitat sampling of the individual sites (e.g. AQEM) must repeat in the different hydrogeomorphic patches associated by functional process zones, and their data must evaluate together as a whole, on the higher scale of the river section.

Key words: benthic organic matter, macroinvertebrate community, functional feeding groups, Danube, Surber and „kick & sweep” sampling, sampling effort

Bevezetés

A Duna, mint folyam, hazai szakaszán a bentikus anyagforgalom vizsgálatát 2004-ben egy OTKA (2004–2008) kutatás keretében kezdtük meg. Az első szakaszban a Dunakanyar Kismaros (1688 fkm) és Göd (1668 fkm) közötti szakaszán mértük fel a parti zóna depozíciós és eróziós szakaszain a mederüledék szervesanyag tartalmát; a táplálékláncban döntő szerepet játszó makro- és meiofauna taxon és egyedszámát, funkcionális csoportba tartozását; valamint ezek tér- és időbeli változását és kölcsönkapcsolatát (TÓTH et al 2008, NOSEK et al 2009). Jelen tanulmány egy – a folyószakasznál kisebb léptékű – kb. 1 kilométer hosszúságú sziget lokálisan eltérő áramlású depozíciós mozaikjaiban a makroszkopikus gerinctelen társulások körében végzett vizsgálataink eredményeit (taxon- és egyedszám, funkcionális táplálkozási csoportba tartozás, mindezek térben és időben való változása) és a mintavételek tanulságait kívánja bemutatni. A detritusz alapú tápláléklánc kiinduló elemeire vonatkozó eredményeket (mederüledék frakciói és a frakciónkénti, ill. az összes szervesanyag tartalom) egy korábbi tanulmány mutatja be részletesen (TÓTH és OERTEL 2008), az ott közölt adatokra hivatkozunk, amikor a gerinctelen társulások térben és időben történő változásának okait elemezzük. A mintavételek során két a parti zónában rutinszerűen használt szemi-kvantitatív mintavételi eszközt alkalmaztunk párhuzamosan: a Surber mintavevőt és a „kick & sweep” hálózást (OERTEL 2000, OERTEL és NOSEK 2000, 2004). A tanulmány azt is igyekszik bemutatni, hogy a növekvő mintaszámú – és ezzel jelentősen megnövekedett munkaigényű – mintavétel (és feldolgozás) hogyan befolyásolja a fenti eredményeket.

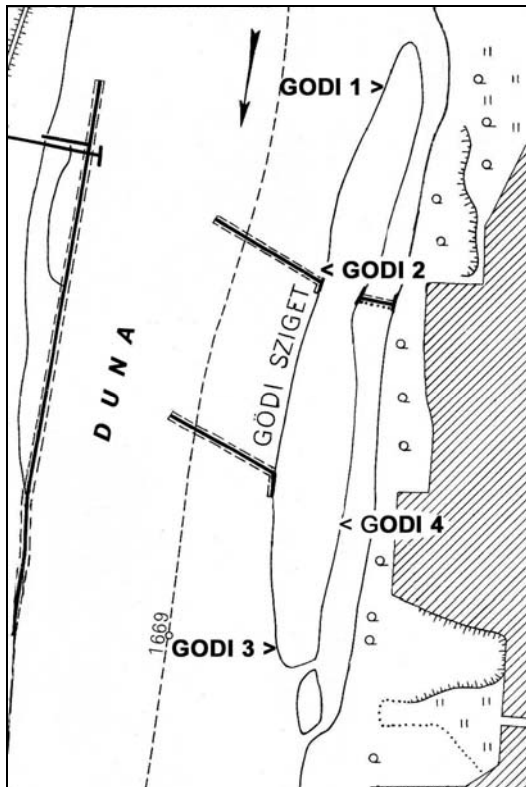
Anyag és módszer

Mintavételi helyek:

Az üledékvizsgálatokra a Duna váci főágában Gödnél (1670-1669 fkm) került sor a Gödi-sziget parti zónájában. A sziget kb. 1 km hosszú, felső harmadában keresztgáttal van lezárva. A keresztgát, valamint a be- és kifolyásnál tapasztalható feltöltődés miatt vízátfolyás csak a budapesti vízmércén mért 250 cm-t meghaladó vízállásoknál van a mellékágban.

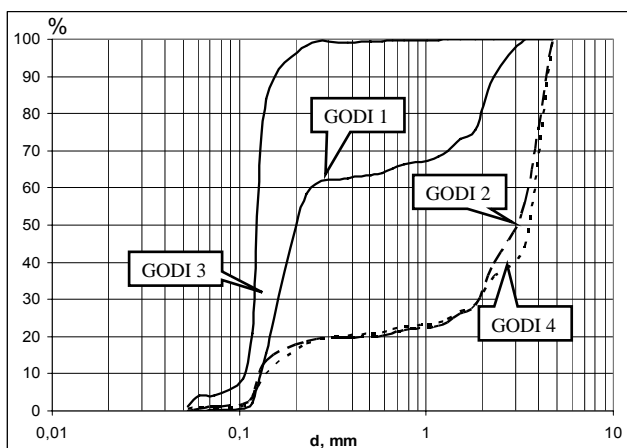
A sziget négy pontján vettünk mintákat a parti sávban (1. ábra):

- GODI 1: sodor felőli oldal, a felső csúcshoz közel; lapos kemény kavicsos part; $0,5 \text{ m sec}^{-1}$ áramlási sebesség.
- GODI 2: sodor felőli oldal, felső sarkantyú feletti öblözet; laza, iszapos agyagos alzat; állóvíz.
- GODI 3: sodor felőli oldal, az alsó csúcsnál; homokos part; $0,6 \text{ m sec}^{-1}$ áramlási sebesség.
- GODI 4: partfelőli oldal, mellékág alsó harmadában; laza, iszapos agyagos üledék, állóvíz.



1. ábra. Mintavételi helyek a Gödi-sziget parti zónájában (mintavételi helyek kód magyarázata a szövegben)

A lokális helyzetükben és áramlási viszonyaikban eltérő depozíciós mintavételi helyek alzatbeli különbségét a mederanyag szemösszetételi diagramja érzékelteti (2. ábra).



2. ábra. A Gödi-sziget mintavételi helyeinek mederanyag szemösszetételi diagramja (a függőleges tengelyen a vízszintes tengelyen leolvasott szemcse nagyságnál kisebb szemcsék mennyisége az egész anyag tömegszázalékában kifejezve; mintavételi helyek kód magyarázata a szövegben)

Mintavételi időpontok

A mintavételekre 2006. júliusában (2006.07.18.) – egy tavasztól folyamatosan csökkenő vízállású periódus végén (210 cm-es vízállásnál) és októberben (2006.10.25.) – egy tipikusan alacsony vízállású őszi periódusban (100 cm-es vízállásnál) került sor. A mintavételeket megelőzően 11, ill. 49 nap óta nem volt tartós átfolyás a mellékágban.

Mintavétel és feldolgozás

A parti zóna kb. 50 m hosszú szakaszain, 20-30 cm-es vízmélységből vettünk random mintákat a mederüledék szervesanyagának és makroszkopikus gerinctelen társulásainak vizsgálatához. Minden esetben az üledék felszíni 5 cm-et vizsgáltuk (MARIDET et al. 1996, BÓDIS 2007, OERTEL et al. 2007, TÓTH és OERTEL 2008).

A makrogerinctelenek mintavételéhez 25x25 cm élhosszúságú (0,0625 m² felületű) Surber mintavevőt 10 ismétlésben, ill. 40 cm élhosszúságú „kick & sweep” vízihálót használtunk 2 m hosszban „vontatva” (0,8 m²) 4 ismétlésben. A Surber és a „kick & sweep” mintavevő egységesen 720 µm lyukbőségű hálóval volt felszerelve. Az alkalmanként vett párhuzamos mintákat egyenként dolgoztuk fel. A terepen 4 % formaldehiddel rögzítettük, a nagyobb rendszertani csoportokra történő szétválogatás után pedig az állatokat 70 %-os alkoholban tároltuk a minőségi és mennyiségi meghatározásig. A mintákban előforduló taxonokat a kevéssertéjűek és árvaszűnyogok kivételével faji, ill. család szintig határoztuk, a mennyiségi adatokat pedig egységesen négyzetméterenkénti egyedszámban (ind m⁻²) adtuk meg.

A funkcionális táplálkozási csoportok részesedésének kiszámításánál MOOG (2002) kategorizálását vettük alapul és a csoportok szerinti százalékos megoszlást a makrogerinctelen társulásokat reprezentáló mintákra a fajok egyedszámmal súlyozott értékei alapján számoltuk. Ez a módszerrel a tömegességi viszonyok mellett azt is figyelembe vehettük, hogy egyes fajok többféle táplálkozás típusát képviselnek.

Az adatokat a grafikus értékelésen túl t-próbával, függetlenség vizsgálattal (és χ^2), varianciaanalízissel, valamint nemlineáris görbeillesztéssel (legkisebb négyzetek, Gauss-Newton iterációs módszer) értékeltük.

Eredmények

Mederanyag szervesanyag tartalma

A detritusalapú tápláléklánc kiinduló elemeire vonatkozó eredményeket (mederüledék frakciói és a frakciónkénti, ill. az összes szervesanyag tartalom) egy korábbi tanulmány mutatja be részletesen (TÓTH és OERTEL 2008). Itt csak röviden, háttér információként soroljuk fel azokat a főbb jellemzőket, amelyek az egyes mintavételi helyek jellemzésére, ill. elkülönítésére szolgálnak.

A sziget felső csúcsán (GODI 1) mindkét időpontban többé-kevésbé egyenlő arányban fordul elő a (AFDW g m⁻²-ben kifejezett) szervesanyag mind a négy vizsgált frakcióban (durva: 2360-710, finom: 710-250, nagyon finom: 250-63 és ultra finom: 63-0,45 µm). A sarkantyú feletti öblözetben (GODI 2) a szervesanyag több mint felét az ultra finom, a sziget alsó csúcsán (GODI 3) pedig 70 %-át a nagyon finom és az ultra finom frakció alkotja. A sziget sodorvonal felőli (főági) partja mentén folyásirányban növekszik az összes bentikus szervesanyag, amelynek fő tömegét is e két frakció adja. A mellékág (GODI 4) mederanyagának szervesanyag jellemzői jó egyezést mutatnak a sarkantyú feletti öblözet (GODI 2) szintén állóvízében mértekkel.

Rendszertani csoportok és fajok száma

A két alkalommal gyűjtött mintákban 17 magasabb rendszertani csoport került elő, zárójelben a faji vagy család szintig határozott taxonok száma: Gastropoda (13), Lamellibranchiata (18), Polychaeta (1), Oligochaeta, Mysidacea (2), Isopoda (1), Amphipoda (4), Ephemeroptera (7), Odonata (2), Trichoptera (6), Diptera (lárva és báb: 1-1), Chironomidae (lárva), Nematomorpha (1), Planaria (1), Hirudinea (2), Hydridae (1) és Heteroptera (1) (1. táblázat).

Mindkét mintavételi eljárásnál a sziget főág felőli oldalán a felső és alsó csúcson azonos, míg a sarkantyú feletti állóvízi öblözetben magasabb csoportszámot regisztráltunk, ennél is magasabb csoportszám a mellékágban fordult elő. A nyári mintavételekhez képest ősszel csökkent a csoportszám, ez a csökkenés a főág felőli oldal Surber mintában volt jelentősebb. A „kick & sweep” mintákban mind a helyeket, mind az időpontokat tekintve magasabb csoportszámok adódtak (3a. ábra), de a különbségek nem voltak szignifikánsak.

A taxonszám a sziget főági oldalán folyásirányban növekszik, a sarkantyú feletti öblözetben nyáron magasabb, ősszel alacsonyabb, mint a két folyóvízi mintavételi hely átlaga. A mellékági értékek a legmagasabbak. A nyári Surber értékek őszre mindenhol – GODI 2 és GODI 3 helyen jelentős – csökkenést mutatnak, a „kick & sweep” minták GODI 2 kivételével kismértékű emelkedést. A nyári GODI 2 és GODI 3 hely Surber mintáit kivéve a „kick & sweep” mintákban volt magasabb vagy jóval magasabb a taxonszám (3b. ábra). Szignifikáns ($p < 5\%$) különbség a két módszer között azonban csak három esetben tapasztaltunk, nyáron a GODI 4, ősszel a GODI 3 és GODI 4 helyeken.

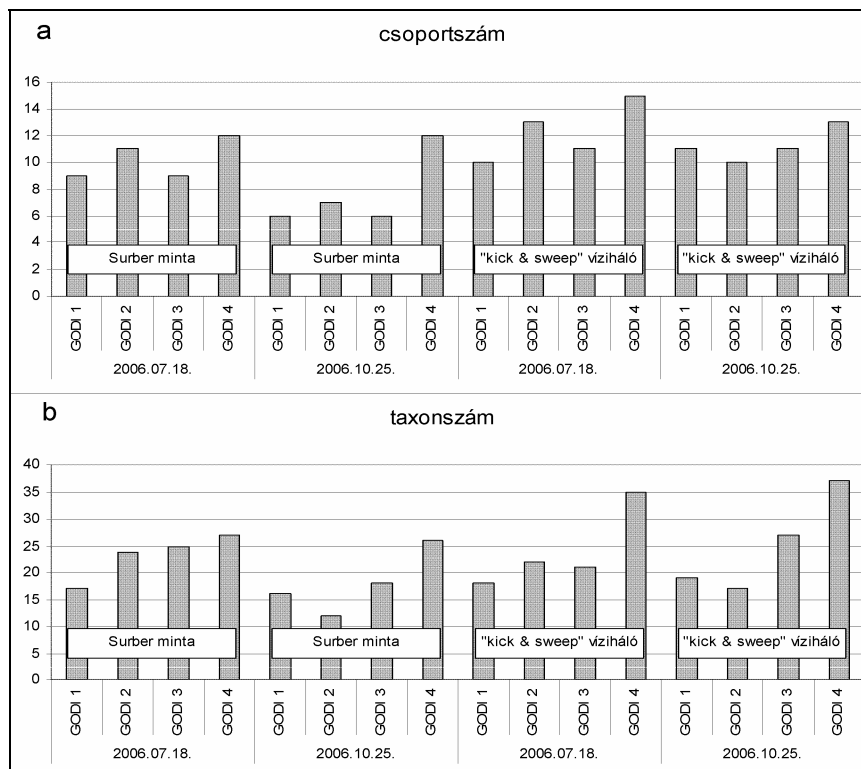
7 olyan taxon (3 Gastropoda, 3 Lamellibranchiata, 1 Ephemeroptera) volt, ami csak a Surber mintákban, 17 taxon (1 Gastropoda, 3 Lamellibranchiata, 1 Mysidacea, 3 Ephemeroptera, 2 Trichoptera 1 Diptera; valamint a ritka előfordulású csoportok 1 Nematomorpha, 1 Planaria, 2 Hirudinea, 1 Hydridae és 1 Heteroptera) pedig csak a „kick & sweep” mintákban fordultak elő.

1. táblázat. A Gödi-sziget depozíciós mozaikjaiban 2006-ban nyáron és ősszel gyűjtött makroszkopikus gerinctelen taxonok prezencia-abszencia táblázata (mintavételi helyek kód magyarázata a szövegben)

mintavevő	Surber mintavevő				Surber mintavevő				"kick & sweep" viziháló				"kick & sweep" viziháló			
dátum	2006.07.18.				2006.10.25.				2006.07.18.				2006.10.25.			
mintavételi hely	GÖDI 1	GÖDI 2	GÖDI 3	GÖDI 4	GÖDI 1	GÖDI 2	GÖDI 3	GÖDI 4	GÖDI 1	GÖDI 2	GÖDI 3	GÖDI 4	GÖDI 1	GÖDI 2	GÖDI 3	GÖDI 4
GASTROPODA	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ancylus fluviatilis</i>	+						+	+								
<i>Bithynia tentaculata</i>				+			+	+				+				+
<i>Fagotia acicularis</i>							+		+							
<i>Fagotia esperi</i>																+
<i>Lithoglyphus naticoides</i>	+		+	+	+		+		+	+	+	+		+	+	+
<i>Lymnaea peregra</i>		+														+
<i>Physa acuta</i>			+					+								+
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>				+				+				+			+	+
<i>Theodoxus danubialis</i>	+				+			+	+							
<i>Theodoxus fluviatilis</i>		+	+		+			+	+			+	+		+	+
<i>Valvata naticina</i>			+				+				+	+			+	+
<i>Valvata piscinalis</i>					+											
<i>Viviparus acerosus</i>			+													
LAMELLIBRANCHIATA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anodonta anatina</i>																+
<i>Corbicula fluminea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dreissena polymorpha</i>			+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Musculium lacustre</i>			+							+	+					
<i>Pisidium amnicum</i>			+	+			+	+			+	+			+	+
<i>Pisidium casertanum</i>				+												+
<i>Pisidium casertanum var. pond.</i>												+				
<i>Pisidium henslowianum</i>			+	+			+	+		+	+	+			+	+
<i>Pisidium moitessierianum</i>											+					
<i>Pisidium nitidum</i>			+	+	+	+	+			+	+	+			+	
<i>Pisidium subtruncatum</i>		+	+	+			+									
<i>Pisidium supinum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sphaerium corneum</i>							+									
<i>Sphaerium nivicola</i>					+											+
<i>Sphaerium solidum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+
<i>Unio pictorum</i>		+	+													
<i>Unio tumidus</i>		+	+				+	+							+	+
<i>Pisidium sp.</i>											+			+	+	+
POLYCHAETA		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hypania invalida</i>		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
OLIGOCHAETA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MYSIDACEA	+		+	+				+	+	+	+	+	+			+
<i>Limnomysis benedeni</i>	+		+	+				+	+	+	+	+	+			+
<i>Katamysis warpachowskyi</i>									+				+			
ISOPODA		+		+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Jaera istri</i>		+		+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
AMPHIPODA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chelicorophium curvispinum</i>	+	+		+			+	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Dikergammarus villosus</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Obesogammarus obesus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dikergammarus sp.</i>	+	+	+	+					+	+	+	+	+	+	+	+
EPHEMEROPTERA	+	+		+				+	+	+	+	+	+		+	+
<i>Polymitarcys virgo</i>	+			+												
<i>Ephemera vulgata</i>		+						+				+				
<i>Caenis macrura</i>		+							+	+	+	+			+	+
<i>Potamanthus luteus</i>								+							+	+
Baetidae																+
Ephemerellidae													+		+	
Leptophlebiidae													+		+	
ODONATA	+	+		+		+		+			+	+		+	+	+
<i>Gomphus vulgarissimus</i>	+			+		+		+			+	+		+	+	+
<i>Gomphus flavipes</i>		+									+	+		+	+	+
TRICHOPTERA	+	+	+	+	+			+	+	+		+	+			+
<i>Brachycentrus subnubilus</i>		+	+	+						+						
Limnephilidae	+							+				+				
Hydropsychidae	+	+		+	+							+	+			
Lepidostomatidae		+			+				+							+
Glossostomatidae												+				
Sericostomatidae												+	+			

1. táblázat. (folytatás)

mintavevő datum	Surber mintavevő 2006.07.18.				Surber mintavevő 2006.10.25.				"kick & sweep" viziháló 2006.07.18.				"kick & sweep" viziháló 2006.10.25.				
mintavételi hely	GODI 1	GODI 2	GODI 3	GODI 4	GODI 1	GODI 2	GODI 3	GODI 4	GODI 1	GODI 2	GODI 3	GODI 4	GODI 1	GODI 2	GODI 3	GODI 4	
DIPTERA		+	+	+			+			+					+	+	+
báb		+	+	+			+										
Ceratopogonidae										+					+	+	+
CHIRONOMIDAE	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Chironomidae	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
NEMATOMORPHA															+		
<i>Gordius aquaticus</i>															+		
TURBELLARIA																	
<i>Polycelis</i> sp.														+			+
HIRUDINEA										+	+	+	+			+	
<i>Glossiphonia complanata</i>																+	
<i>Erpobdella octoculata</i>										+	+	+	+				
HYDRIDAE										+		+					
<i>Hydra</i> sp.										+		+					
HETEROPTERA															+		
<i>Micronecta</i> sp.															+		



3. ábra. Makrogerinctelen csoportszám (a) és taxonszám (b) (Gödi-sziget; 1670-1669 fkm.; mintavételi helyek kód magyarázata a szövegben)

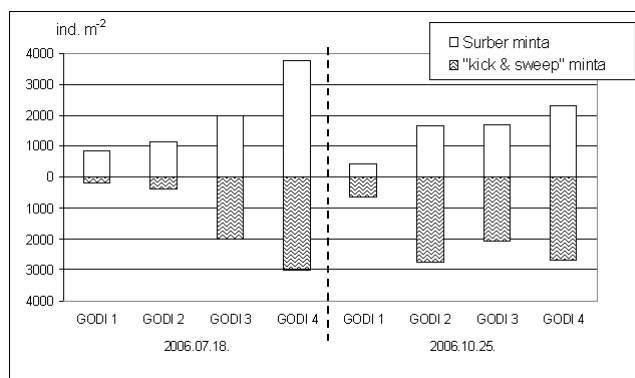
Egyedszám

A négyzetméterre vonatkoztatott csoportonkénti egyedszámokat a 2. táblázat tartalmazza. A mintánkénti összegyedszám 3742 és 197 ind m⁻² között változik.

Mindkét mintavételi eljárás szerint a sziget főági oldala mentén folyásirányban nyáron és ősszel is emelkedik az összegyedyszám, és ennél is magasabb a mellékágban (4. ábra). Nyáron a Surber mintákban, ősszel pedig a „kick & sweep” mintákban volt magasabb összegyedyszám (átlagosan 1,38, ill. 1,34-szeres). A Surber mintákban az összegyedyszám őszi átlag 5 %-al csökkent (felére a mellékágban, GODI 4 helyen), míg a „kick & sweep” mintákban átlag 12 %-al növekedett (hétszeresére a sarkantyú feletti öblözetben, GODI 2 helyen).

2. táblázat. Makrogerinctelen csoportok ind. m⁻²-ben kifejezett mennyisége (Gödi-sziget; 1670-1669 fkm.; mintavételi helyek kód magyarázata a szövegben)

mintavevő dátum mintavételi hely	Surber mintavevő 2006.07.18.				Surber mintavevő 2006.10.25.				"kick & sweep" víziháló 2006.07.18.				"kick & sweep" víziháló 2006.10.25.			
	GODI 1	GODI 2	GODI 3	GODI 4	GODI 1	GODI 2	GODI 3	GODI 4	GODI 1	GODI 2	GODI 3	GODI 4	GODI 1	GODI 2	GODI 3	GODI 4
GASTROPODA	28,8	24,0	153,6	32,0	30,4	0,0	139,2	216,0	4,7	0,6	1101,9	18,8	9,1	0,3	56,3	89,7
LAMELLIBRANCHIATA	46,4	105,6	606,4	1206,4	105,6	62,4	369,6	580,8	7,8	23,4	40,9	767,1	15,0	37,5	244,4	612,8
POLYCHAETA	0,0	49,6	24,0	14,4	0,0	9,6	4,8	44,8	1,3	2,8	2,2	1,3	0,3	36,3	5,0	18,1
OLIGOCHAETA	1,6	16,0	443,2	40,0	62,4	758,4	937,6	177,6	0,6	10,9	508,1	50,0	145,6	2071,9	1509,4	407,8
MYSIDACEA	14,4	0,0	1,6	3,2	0,0	0,0	0,0	1,6	14,4	2,5	1,3	7,1	0,6	0,0	0,0	4,7
ISOPODA	0,0	12,8	0,0	17,6	0,0	1,6	0,0	3,2	28,1	40,3	1,3	275,0	27,5	0,3	7,5	36,3
AMPHIPODA	723,2	331,2	73,6	2076,8	232,0	20,8	67,2	155,2	135,9	38,1	228,4	1761,7	170,6	7,5	45,9	111,6
EPHEMEROPTERA	3,2	8,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	4,8	0,3	0,3	2,2	3,8	0,9	0,0	1,6	9,7
ODONATA	1,6	1,6	0,0	1,6	0,0	1,6	0,0	1,6	0,0	0,0	0,3	3,3	0,0	0,3	0,3	0,3
TRICHOPTERA	6,4	8,0	1,6	49,6	4,8	0,0	0,0	1,6	0,3	0,6	0,0	18,3	3,8	0,0	0,0	0,3
DIPTERA	0,0	24,0	6,4	6,4	0,0	0,0	0,0	35,2	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	12,2	5,0	5,9
CHIRONOMIDAE	20,8	561,6	659,2	286,4	3,2	824,0	169,6	1086,4	3,1	253,1	115,0	84,6	243,1	562,2	202,5	1387,5
NEMATOMORPHA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
TURBELLARIA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,3
HIRUDINEA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0
HYDRIDAE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0
HETEROPTERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,3	0,0	0,0	0,0



4. ábra. Makrogerinctelen összegyedyszám (Gödi-sziget; 1670-1669 fkm.; mintavételi helyek kód magyarázata a szövegben)

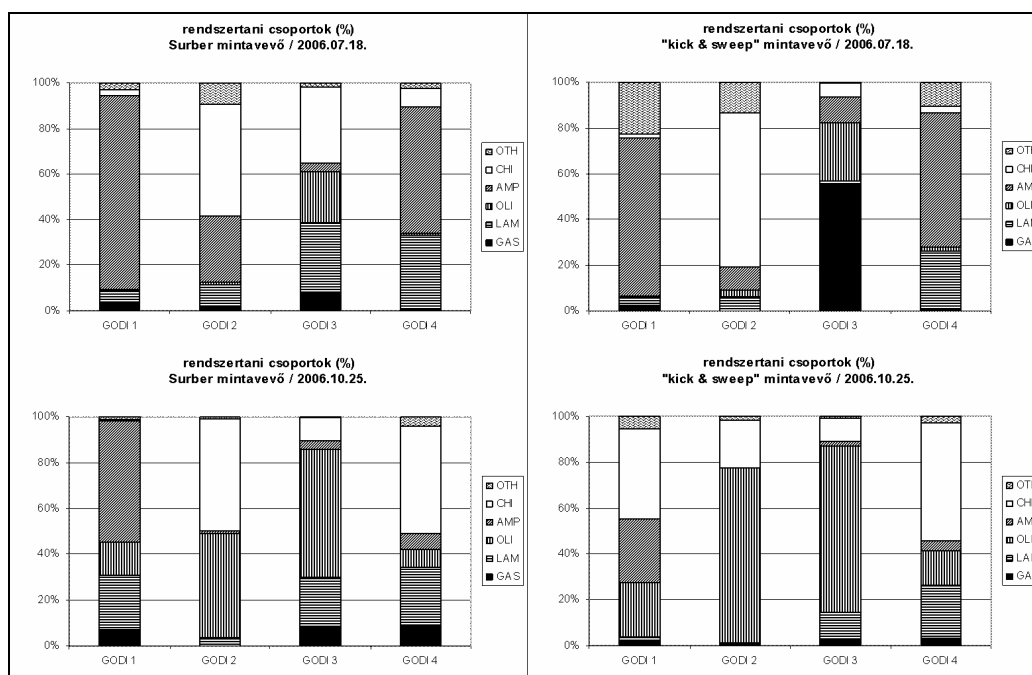
Szignifikáns ($p < 5\%$) különbség a két módszer között az összegyedyszám tekintetében csak nyáron jelentkezett a GODI 1 és GODI 2 helyeken.

A két mintavételi eljárást összehasonlítva (két évszak x 4 mintavételi hely), az összes eset 41 %-ában a Surber mintavevő, 32 %-ában pedig a „kick & sweep” vízihálózás bizonyult hatékonyabbnak. A tömeges – négyzetméterenként száz és ezres egyedszámban előforduló – makrogerinctelenek közül a Gastropoda, Lamellibranchiata, Polychaeta, Amphipoda és Chironomidae csoportokat a minták

62,5-87,5 %-ában a Surber-mintavevő, az Oligochaeta és Isopoda csoportokat 75,0-87,5 %-ban pedig a „kick & sweep” vízihálózás gyűjti nagyobb mennyiségben.

Az 5. ábra mutatja az összegyedszám alakításában döntő szerepet játszó 5 rendszertani csoport; a csigák (Gastropoda/GAS), a kagylók (Lamelli-branchiata/LAM), a kevésértéjű gyűrűsférgek (Oligochaeta/OLI), felemáslábú rákok (Amphipoda/AMP) és az árvaszúnyogok (Chironimidae/CHI) mintavételi hely és eljárás, valamint évszak szerinti százalékos megoszlását. A többi csoport összevontan az egyéb (OTH) kategóriában szerepel. Nyáron a két mintavételi eljárás a sziget alsó csúcsának (GODI 3) kivételével közel azonos képet mutat, itt kagyló szinte csak a Surber mintában, csigák hétszeres tömegben pedig a „kick & sweep” mintában fordultak elő. Jól látható különbség még, hogy ritka – az egyéb kategóriába összevontan – csoportok átlagban 12%-ot tesznek ki a „kick & sweep” mintában, míg a Surber mintában ez csak 4 %.

Ősszel a sziget alsó csúcsa és a mellékág közel azonos százalékos eloszlást mutat a két mintavételi eljárás szerint. A sziget felső csúcsán (GODI 1) árvaszúnyog csak a „kick & sweep” vízihálóban fordult elő (40 %). Ősszel is a „kick & sweep” mintákban kétszer több a ritka csoport.



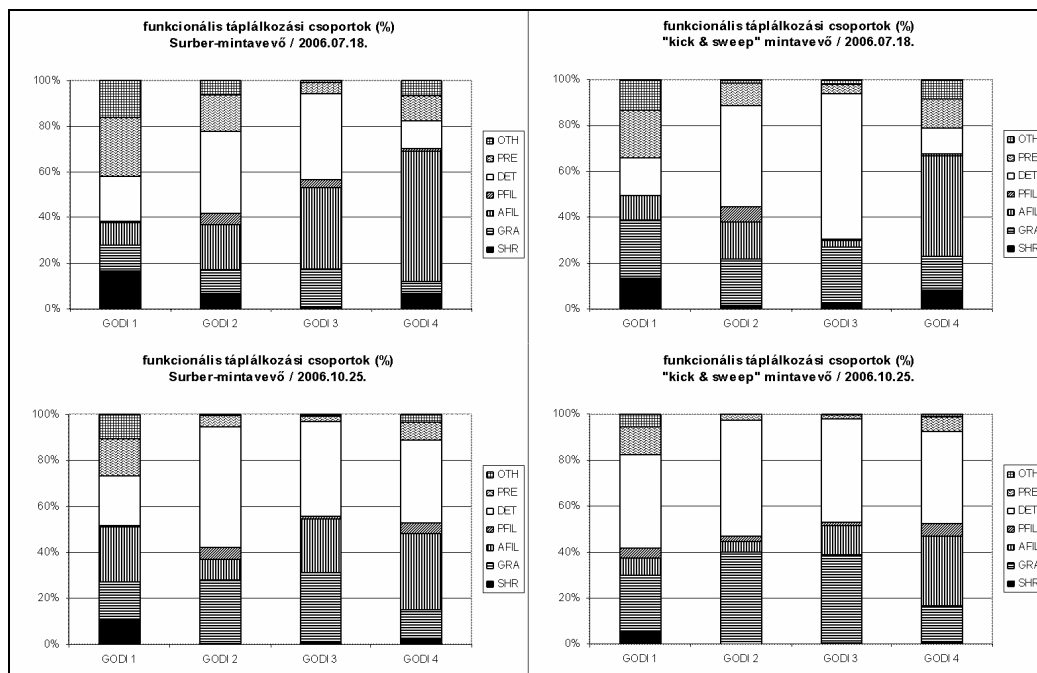
5. ábra. Makrogerinctelen rendszertani csoportok százalékos megoszlása (Gödi-sziget; 1670-1669 fkm.; mintavételi hely és csoport kódok magyarázata a szövegben)

Funkcionális táplálkozási csoportok

A talált fajokat a következő 7 funkcionális táplálkozási csoportba lehetett sorolni: aprítók (SHR), legelészők (GRA), aktív filtrálók (AFIL), passzív filtrálók (PFIL), detrituszevők (DET), ragadozók (PRE) és egyéb táplálkozásúak (OTH). A funkcionális táplálkozási csoportok százalékos megoszlását az egyes mintavételi helyeken évszak és mintavételi eljárás szerint a 6. ábra mutatja. Mind a Surber mind

a „kick & sweep” módszer esetében azonos évszakban az egyes helyek, ill. azonos helyen a két évszak szignifikánsan ($p < 5\%$) a különbözött egymástól. A két mintavételi mód között szignifikáns különbség ($p < 5\%$) csak három esetben volt, nyáron a GODI 2 és GODI 3, ősszel a GODI 1 helyen.

Nyáron a sziget felső csúcsán közel azonos arányban fordul elő minden csoport, a főági oldalon folyásirányban növekszik az aktív filtrálók és a detrituszevők aránya. A mellékágban az aktív filtrálók dominálnak (Surber minta: 57 %; „kick & sweep” minta: 44 %). Ősszel szinte minden helyen a legelészők és a detrituszevők csoportja dominál, az aktív filtrálók aránya csökken.

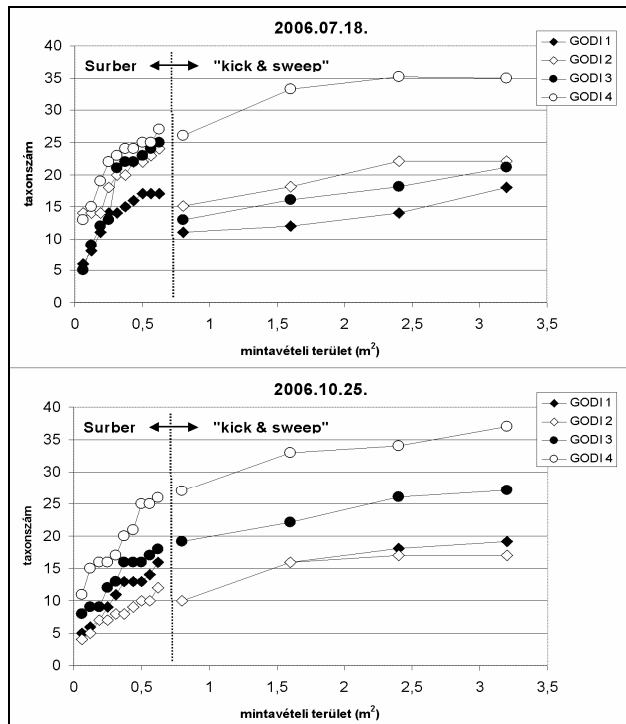


6. ábra. Makrogerinctelen funkcionális táplálkozási csoportok százalékos megoszlása (Gödi-sziget; 1670-1669 fkm.; mintavételi hely és csoport kódok magyarázata a szövegben)

Mintavételi terület vs. taxonszám

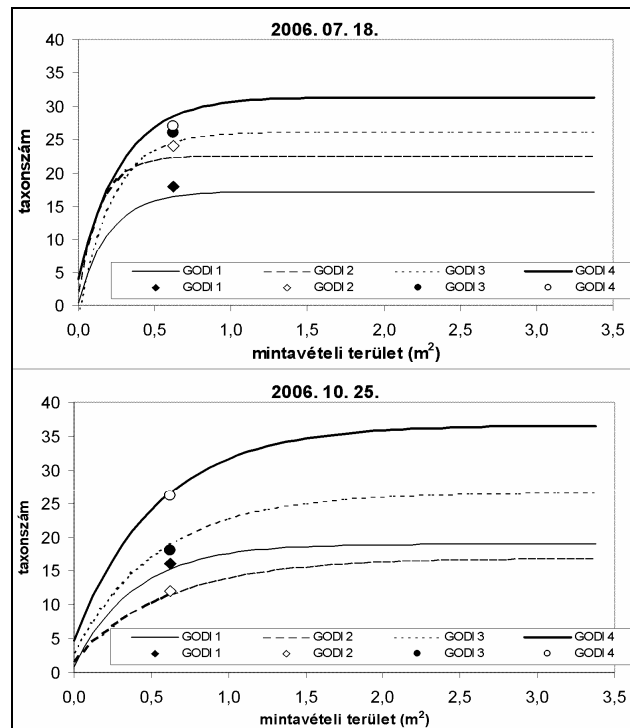
A 10 ismételtsből származó Surber minták és a 4 ismétléses „kick & sweep” minták értékelése során nyert kumulatív taxonszám és az ennek megfelelő, növekvő mintavételi terület kapcsolatát mutatják a 7. ábra diagramjai. A 10 ismétléses Surber mintavétellel lefedett összterület $0,625 \text{ m}^2$, míg a 4 „kick & sweep” minta területe $3,2 \text{ m}^2$. Nyáron a sziget főági mintavételi helyein (GODI 1, GODI 2, GODI 3) 10, 8, ill. 7 Surber minta éri el azt a taxonszámot amit a 4 „kick & sweep” minta.

Az összevont adatokra a legjobb illeszkedést a Baule–Mitscherlich telítődési függvény [$y = A \cdot (1 - e^{-cx})$] adta 8. ábra. Az illeszkedés minden esetben $p < 0,01\%$ szinten volt szignifikáns. Az illesztett görbék alapján meghatározható az a Surber mintaszám, mely a megfigyelt maximális taxonszámot eredményezné (3. táblázat). Ezek az értékek a nyáron a GODI 4 helyet kivéve megfelelnek az alkalmazott ismétlésszámnak, de a többi esetben jóval több Surber mintából kapnánk a „kick & sweep” módszerrel azonos eredményt.



7. ábra. Mintavételi terület vs. taxonszám (Gödi-sziget; 1670-1669 fkm.; csoport kódok magyarázata a szövegben)

8. ábra. A mintavételi terület vs. taxonszám alakulása a Baule-Mitscherlich telítődési függvény szerint Surber minták esetében (Gödi-sziget; 1670-1669 fkm.; csoport kódok magyarázata a szövegben; 0,625 m²-nél a piktogramok a kumulált 10 Surber minta taxonszámát jelölik)



3. táblázat. A Baule–Mitscherlich telítődési függvényre illesztett görbék alapján meghatározott Surber mintaszám, mely a megfigyelt maximális taxonszámot eredményezné (mintavételi helyek kód magyarázata a szövegben)

mintavételi hely	mintavételi időpont	összevont Surber minta taxonszáma	illesztett görbe telítési értéke (A)	összevont K&S minta taxonszáma	összevont K&S minta értékéhez szükséges Surber mintaszám
GODI 1	2006.07.18.	18	17,2	18	10
GODI 2	2006.07.18.	24	22,6	22	9
GODI 3	2006.07.18.	26	26,2	21	10
GODI 4	2006.07.18.	27	31,3	35	19
GODI 1	2006.10.25.	16	18,9	19	35
GODI 2	2006.10.25.	12	16,9	17	48
GODI 3	2006.10.25.	18	26,6	27	37
GODI 4	2006.10.25.	26	36,6	37	37

Következtetések

A Gödi-sziget szedimentációs zónáinak mintavételi helyeiről az alkalmazott két mintavételi eljárással (10 ismétlésben Surber mintavevővel és 4 ismétlésben „kick & sweep” vízihálóval) összesen 17 magasabb rendű csoportot és ezen belül 63 (faji vagy család szintig határozott) taxont mutattunk ki. Amennyiben a 2006. évi mintákat összehasonlítjuk a 2005-ben azonos helyről (GODI 3) Surber mintavevővel négy alkalommal 5 ismétlésben vett mintákkal, akkor azt látjuk, hogy az átlagos csoportszám 5,25-ről 7,5-re, az átlagos taxonszám 11,0-ről 21,5-re növekedett. A 2006-os „kick & sweep” mintákkal ez a növekedés eléri a 9,25-öt, ill. a 22,7-et. A kumulatív csoportszám 8-ról 9-re, a kumulatív taxonszám 25-ről 27-re növekedett, a „kick & sweep” mintákkal ez a szám 12, ill. 27 (NOSEK et al 2009). Tehát a sziget alsó csúcsán a sodor felőli oldalon, a kétszeres mintavételi erőfeszítés Surber minta esetében az összes taxon számot csak kis mértékben növelte.

A vizsgált Duna-szakaszon, a feltöltődő parti övben jellemző a nagyon finom és az ultrafinom (250-0,45 μm) tartomány közötti szervesanyag dominancia, ami általános jelenség a nagy folyók középső és alsó szakaszán, ill. a tározók alatti térségekben (MUNOZ és PRAT 1994). A sziget sodorvonal felőli (főági) partja mentén folyásirányban növekvő összes bentikus szervesanyag fő tömegét is e két frakció adja. A mellékág (GODI 4) mederanyagának szervesanyag jellemzői jó egyezést mutatnak a sarkantyú feletti állóvízű öblözetben (GODI 2) mértékkel.

Mindkét mintavételi eljárás szerint a sziget főági oldala mentén folyásirányban nyáron és ősszel is emelkedik az elsősorban a csigák, kagylók, kevésértéjű gyűrűsférgek, felemáslábú rákok és az árvaszúnyogok csoportjaiból összeadódó egyedszám, ami általában a mellékág állóvizében a legmagasabb. Szignifikáns összefüggést azonban csak az összes bentikus szervesanyag és az összegyedszám, ill. a kagylók egyedszáma között kaptunk ($r=0,9249$, $p<0,1\%$, ill. $r=0,8767$, $p<1,0\%$).

Nyáron a sziget oldalon folyásirányban növekszik az aktív filtrálók és a detrituszevők aránya, a mellékágban az aktív filtrálók dominálnak, ősszel szinte minden helyen a legelészők és a detrituszevők csoportja dominál, az aktív filtrálók aránya csökken.

Szem előtt tartva, hogy a két mintavételi eljárás (Surber és „kick & sweep”) átlageredményei eltérő ismétlésből (10 és 4), és eltérő mintavételi területről származnak a következőket tapasztaltuk:

- A „kick & sweep” mintákban mind a helyeket, mind az időpontokat tekintve magasabb csoportszámok adódtak, bár a különbségek nem voltak szignifikánsak. Nyáron a „kick & sweep” mintákban volt magasabb, vagy jóval magasabb a taxonszám, ez általában őszre még emelkedett is, míg a Surber mintákban őszre mindenhol csökkenést tapasztaltunk.
- 7 taxon csak a Surber mintákban, 17 taxon (a ritka előfordulású csoportok pedig kizárólag) csak a „kick & sweep” mintákban fordultak elő.
- Mindkét mintavételi eljárással közel azonos (a Surber mintákban átlagosan 9%-al magasabb) négyzetméterenkénti egyedszámot kaptunk, amely a sziget főági oldala mentén folyásirányban nyáron és ősszel is emelkedik, legmagasabb pedig mellékágban.
- A „kick & sweep” mintákban a ritka csoportok átlagban 2-3-szor nagyobb számban fordulnak elő, mint a Surber mintákban.
- Bár a helyek és évszak szerint különbség mutatkozik a funkcionális táplálkozási csoportok százalékos megoszlásában, a két mintavételi mód egyes esetekben szinte teljesen azonos képet mutat.

A mintavételi erőfeszítés növelésével (ismétlésekkel növelt mintavételi terület) növekszik a kumulált taxonszám is (SCHMERA és ERŐS 2008). A telítési görbét a négy „kick & sweep” minta által lefedett 3.2 m²-es terület esetén is csak az állóvízi helyeken közelítettük meg. A 10 ismétlésből származó Surber minták együttes területe is csak 0,625 m². Megfontolva és összegezve a mintavételekre szerzett tapasztalatainkat, azt mondhatjuk, hogy Közép-Duna parti régiójában a „kick & sweep” vízihálójával ~3 m²-ről vett minta taxon- és egyedszámban reprezentatív a mintavételi helyre. Bár az összterület növelésével mindenképpen nő a feldolgozandó minta mennyisége, a terepen való mintavételi erőfeszítés jóval kisebb a „kick & sweep” vízihálózása során, mint az ugyanekkora területet lefedő Surber minták megvételekor.

A mintavételek és az eredmények értékelése során szerzett tapasztalataink is a diszkontinuos foltdinamika jelenséget dokumentálták (THORP et al. 2006). Nagy folyók, folyamok esetében egy szakasz reprezentatív leírásához az egyes mintavételi helyek ún. „multihabitat” mintavételezését (ld. AQEM módszer) skálafüggő módon ki kell terjeszteni, és egy magasabb szinten – a hidrogeomorfológiai foltokhoz kapcsolt „functional process zone”-ákban – megismételve, azok eredményeit együttesen kell értékelni.

Felhasznált irodalom

- AQEM CONSORTIUM (2002): Manual for the application of AQEM system: A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates developed for the purpose of the Water Framework Directive – version 1.0.
- BÓDIS, E. (2007): Spatio-temporal pattern of the small-sized mussel fauna in the Danube above Budapest. – *Acta biologica debrecina Supplementum oecologica hungarica* 16: 21–32.
- MARIDET, L.M. – PHILIPPE, M. – WASSON, J.G. – METHIEU, J. (1996): Spatial and temporal distribution of macroinvertebrates and trophic variables within bed sediment of three streams differing by their morphology and riparian vegetation. – *Archiv für Hydrobiologie* 136(1): 41–64.

- MOOG, O. (szerk.) (2002): Fauna Aquatica Austriaca, Edition 2002. – Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Vienna.
- MUNOZ, I. – PRAT, N. (1994): Macroinvertebrate community in the lower Ebro river (NE Spain). – *Hydrobiologia* 286: 65–78.
- NOSEK, J. – OERTEL, N. – BÓDIS, E. – TÓTH, B. 2009: A bentikus szervesanyag és a makrogerinctelen társulások tér- és időbeli változása a Duna Kismaros (1688 fkm) és Göd (1668 fkm) közötti szakaszán. – *Acta biologica debrecina Supplementum oecologica hungarica* 20: 165–179.
- OERTEL, N. – NOSEK, J. – PONYI, J. (2007): Meiofauna kutatások a Duna hiporheális zónájában. – *Acta biologica debrecina Supplementum oecologica hungarica* 16: 175–186.
- OERTEL, N. (2000): Macroinvertebrate Studies at the Hungarian Danube Section 1. Fundamental and Methodological Questions of Biomonitoring. – International Association for Danube Research, Limnological Reports 33: 271–278.
- OERTEL, N. – NOSEK, J. (2000): Bioindikáció vízi gerinctelenekkel a Dunában. 1. Bevezetés - elvi és módszertani kérdések. – *Hidrológia Közöny* 80: 336–338.
- OERTEL, N. – NOSEK, J.N. (2004): Comparative analysis of quantitative macroinvertebrate sampling techniques. – International Association for Danube Research, Limnological Reports 35: 173–180.
- OTKA (2004-2008): A makro- és meiobentosz strukturális és funkcionális szerepe a Dunai detrituszláncban. – OTKA T 046180 pályázat.
- SCHMERA, D. – ERŐS, T. (2008): A mintavételi erőfeszítés hatása a mintareprezentativitásra. – *Acta biologica debrecina Supplementum oecologica hungarica* 18: 209–213.
- THORP, J.H. – THOMS, M.C. – DELONG, M.D. (2006): The riverine ecosystem synthesis: biocomplexity in river networks across space and time. – *River Research and Applications* 22: 123–147.
- TÓTH, B. – NOSEK, J. – OERTEL, N. (2008): Composition and dynamics of benthic organic matter in the middle Danube Section. – *Archiv für Hydrobiologie* 166(1–2) Large Rivers 18(1–2): 257–270.
- TÓTH, B. – OERTEL, N. (2008): A mederanyag összetételének és szervesanyag-tartalmának heterogenitása egy depozíciós partszakaszon, a Duna középső szakaszán. – *Hidrológiai Közöny* 88: 207–210.