

Acta Biol. Debr. Oecol. Hung 14: 185–194, 2006

MAKROSZKOPIKUS GERINCTELEN KÖZÖSSÉGEKEN ALAPULÓ BIOTIKUS INDEXEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

OERTEL NÁNDOR – NOSEK JÁNOS

MTA MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Magyar Dunakutató Állomás, 2131 Göd, Jávorka S. u. 14.

COMPARATIVE ANALYSIS OF BIOTIC INDICES BASED ON MACROINVERTEBRATE COMMUNITIES

N. OERTEL – J.N. NOSEK

Hungarian Danube Research Station of the Hungarian Academy of Sciences, H-2131 Göd, Jávorka S. u. 14, Hungary

KIVONAT: 1999-től 2001-ig áprilistól-novemberig 30-30 héten keresztül végeztünk háromhetenként makrogerinctelen vizsgálatokat a gödi Duna-szakaszon (1669 fkm), párhuzamosan alkalmazva a „kick & sweep” vízhálózás és a mesterséges aljzatok módszerét. Az időben sűrű mintavétel nagyszámú (109 minta, 125000 egyed), faji szintig meghatározott mennyiségi adatsorát használtuk arra, hogy összehasonlítsuk a szaprobitási (SI) és vízminősítési (QI) biotikus indexeket és értékeljük alkalmazhatóságuk feltételeit. A „kick & sweep” hálózás eredményei alapján számolt szaprobitási index (SI) évszakosan ugyan változó, de azonos vízminőségi kategórián belül kis szórással indikálja az adott Duna-szakasz vízminőségét. A mesterséges aljzatok alapján számolt index tendenciájában hasonló képet mutat. A „kick & sweep” hálózás és a mesterséges aljzatok hosszú periódusú vizsgálatának adataiból a Makrozoobenton Család Pontrendszer alapján számolt index (QI) az öt vízminőségi osztály (11 alosztály) skáláján, rövid időn belül – három hetenként – jelentősen, nem egyszer 2-3 osztályt (három-négy alosztályt) is változhat. Valós korrelatív kapcsolatot a két index között kimutatni nem tudtunk semmilyen kombinációban. A gödi szakaszra jellemző, viszonylag szűk – túlnyomóan a béta-mezoszaprób – tartományban mozgó egyes SI értékekhez a QI értékek széles tartománya tartozik. A két index viselkedése közötti különbség eredhet a faji szintről a család szintre történő áttérésnél fellépő információ veszteségből, ill. abból is, hogy az SI a faj szaprobitási jellemzői mellett a tömegességi viszonyokat is számításba veszi, a QI nem.

ABSTRACT: Between 1999 and 2001, from April till November, three weekly macroinvertebrate samples were taken at the Danube section of Göd (1669 rkm) using the methods of kick & sweep and that of the artificial substrates. The macroinvertebrates were identified on species level and counted (109 samples, 125000 specimens). On the basis of these frequent sample series the biotic indices (SI=saprobic index, QI=water quality index) were calculated and their applicability were assessed. Values of SI based on kick & sweep

method fluctuate seasonally but indicate the water quality of the given Danube section steadily within the range of β -mesosaprobic class. The SI calculated on the artificial substrate samples shows similar picture. At the same time, the QI values of the kick & sweep sampling and the long term colonization experiments of the artificial substrates calculated by the Hungarian Macrozoobenton Family Score system significantly fluctuates within short periods, changing two or three water quality categories. There was found no correlation between the SI and QI values. Wide range of QI values belong to every SI value, which remains within the β -mesosaprobic class during the whole studied 30-week periods. The difference between the two assessment system is probably due to that the saprobic system needs identification on species level and calculates with the quantities of the macroinvertebrates, the family score systems does not do that.

Key words: Macroinvertebrates, saprobiological index, water quality index, Danube

Bevezetés

A felszíni vizek minősítésében az elmúlt évtizedek túlsúlyban lévő kémiai-analitikai szemléletét kezdi felváltani a biológiai, sőt egyre inkább egy komplex ökológiai megközelítés (DE ZWART 1995). A szemléletmód-váltáshoz a megfelelő módszertani háttérrel a biomonitorozás kialakulófélben levő eszközszerrendszere biztosítja (OERTEL és DÉVAI 1994). Ezen eszközszerrendszeren belül is egyre nagyobb hangsúlyt kapnak az áramló vizekben valóban nagyon fontos anyagforgalmi szerepet betöltő makroszkopikus gerinctelenek (UN/ECE 1995). A makrogerinctelenekkel történő vízminősítési rendszerek az elmúlt évek során látványos fejlődésen mentek keresztül Woodiwiss klasszikus 10-es skálájú biotikus indexétől a RIVPACS (River InVertebrate Prediction and Classification System) modell megalkotásáig (WOODIWISS 1964, BMWP 1976, WRIGHT et al. 1989). Számtalan sikeres példa igazolja a vízi gerinctelenekkel történő minősítés használhatóságát, habár vannak szemlélet- és módszerbeli különbségek, pl. a taxonómiai határozás – család vagy faj – szintjét illetően. Az eljárás és annak szabványosítása elsősorban a kisebb – morfológiailag és hidrológiailag is jól összehasonlítható – vízfolyásokban kecséget interpretálható eredményekkel. Nagy folyók, folyamok – mint pl. a Duna – esetében már maga a nagyobb dimenzió, a vízgyűjtőterület nagysága, az eltérő litorális és profundális régió, valamint a változékony vízjárási körülmények egy rendkívül komplex és folyton változó rendszert hoznak létre. Ennek az állandóan változó állapotnak a komplexitását növeli, hogy a sűrűn lakott, iparosodott, ill. mezőgazdaságilag intenzíven művelt területeken áthaladó folyót pontszerű és diffúz humán szennyezések is érik. A makrogerinctelenekkel történő – kisebb vízfolyásokra kidolgozott – eljárások csak adaptálás után és bizonyos megszorításokkal alkalmazhatók. Az esetek többségében szemléletében és módszertanában is új, alap kutatás szintű megközelítésre van szükség a nagy folyók esetében (OERTEL és NOSEK 2000).

A makrogerincteleneken alapuló vízminősítés nagy folyókban történő megbízható alkalmazása legfontosabb elvi és módszertani kérdéseinek tanulmányozására 1998-ban többéves vizsgálatssorozatot kezdtünk (OERTEL és NOSEK 2000). Ennek keretében a gödi Duna-szakaszon 1999 áprilisától 2001 májusáig végeztünk vizsgálatokat háromhetenkénti mintavétellel, párhuzamosan alkalmazva a „kick & sweep” vízihálózás és a mesterséges aljzatok módszerét. A

munka során a reprezentatív mintavételi stratégia kidolgozása mellett (OERTEL 2002) feltártuk a kolonizáció menetét (OERTEL et al. 2001, NOSEK 2002) és a mesterséges alzatok okozta szelektivitás hatását (OERTEL és NOSEK 2004). Az adatsorokból származó nagyszámú (109 minta, 125000 egyed), a két módszerrel párhuzamosan vett, faji szintig meghatározott mennyiségi minták egyedülálló lehetőséget adnak különböző biotikus indexek azonos adatokon alapuló összehasonlítására és alkalmazhatóságuk feltételeinek értékelésére.

Anyag és módszer

A mesterséges alzatokkal folytatott kolonizációs kísérletek 1999-ben és 2000-ben áprilistól-novemberig 30-30 héten keresztül folytak (Göd, 1669 fkm). 5000 cm³ térfogatú, perforált műanyag csöveket a helyi meder kavics anyagával (**K**), ill. agyag-granulátummal (**A**) töltöttünk meg. A mesterséges alzatokat közvetlenül a vízfelszín alatt (**F**), ill. a mederfenéken helyeztük el (**L**). Kétféle kísérleti beállítást alkalmaztunk. Az ún. hosszú periódusú kolonizáció (**HPK**) vizsgálatára minden harmadik héten felvettünk egyet-egyet az egyes alzattípusokból – az elsőnek felvett így 3 hétig, az utolsóként felvett 30 hétig volt a vízben. Ezzel az eljárással a Dunában az adott körülmények között hosszabb távon kialakuló, viszonylag stabil és egyensúlyi állapotban lévő makrogerinctelen együtteseket értékeltük. Az ún. rövid periódusú kolonizációt (**RPK**) 3 hetes időszakonként új alzatokat kihelyezve vizsgáltuk. Ez a kísérlet – az eltérő évszakokban kihelyezett alzatokkal – a rendszertani csoportok megjelenésének, mennyiségi viszonyainak, és a benépesedésnek az évszakos változásaira világított rá (NOSEK et al. 2001, NOSEK 2002). Végeredményben hat kísérleti kombináció állt rendelkezésünkre: agyag-fent-hosszú periódusú kolonizáció (**A-F-HPK**), agyag-fent-rövid periódusú kolonizáció (**A-F-RPK**), agyag-lent-hosszú periódusú kolonizáció (**A-L-HPK**), agyag-lent-rövid periódusú kolonizáció (**A-L-RPK**), kavics-lent-hosszú periódusú kolonizáció (**K-L-HPK**), kavics-lent-rövid periódusú kolonizáció (**K-L-RPK**).

A mesterséges alzatokkal párhuzamosan, de hosszabb időszakon keresztül – 1999 augusztusától 2001 májusáig – „kick & sweep” (**K&S**) hálózást végeztünk a gödi partszakaszon.

A makrogerinctelen közösségek adataiból számított szaprobitási index (**SI**) (NÉMETH 1998) és a Magyar Makrozoobenton Család Pontrendszer (**MMCP**) vízminőségi indexének (**QI**) (CSÁNYI 1998) összehasonlítását az azonos időpontban vett minták alapján végeztük el.

A mennyiségi adatok értékelésénél nem használtunk relatív abundancia értékeket, hiszen – jelentős munkaráfordítással ugyan, de – rendelkezünk az abszolút egyedszámokkal. Ezek relatív kategóriákká alakítása információvesztést jelentett volna.

Eredmények és értékelés

A vizsgálati periódusban a „kick & sweep” hálózás és a mesterséges alzatok használatával 27 családhoz tartozó 37 fajt határoztunk meg (1. táblázat) és 125000 egyedet értékeltünk mennyiségileg.

1. táblázat. Gödnél (1669 fkm) kick & sweep” hálózással és a mesterséges alzatokkal gyűjtött makroszkopikus gerinctelen fajok és családok

Bryozoa	
<i>Plumatella repens</i>	Plumatellidae
Platyhelminthes	
<i>Polycelis</i> sp.	Planariidae
Gastropoda	
<i>Theodoxus danubialis danubialis</i>	Neritidae
<i>Viviparus acerosus</i>	Viviparidae
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>	Hydrobiidae
<i>Lithoglyphus naticoides</i>	Hydrobiidae
<i>Bithynia tentaculata</i>	Bithyniidae
<i>Microcolpia daudebartii acicularis</i>	Melanopsidae
<i>Esperiana esperi</i>	Melanopsidae
<i>Physella acuta</i>	Physidae
Lamellibranchiata	
<i>Dreissena polymorpha</i>	Dreissenidae
<i>Sphaerium</i> sp.	Sphaeriidae
Polychaeta	
<i>Hyphania invalida</i>	Ampharetidae
Oligochaeta	
<i>Criodilus lacuum</i>	Criodilidae
Hirudinea	
<i>Piscicola geometra</i>	Piscicolidae
<i>Erpobdella octoculata</i>	Erpobdellidae
Mysidacea	
<i>Limnomysis benedeni</i>	Mysidae
Isopoda	
<i>Jaera sarsi</i>	Janiridae
Amphipoda	
<i>Corophium curvispinum</i>	Corophiidae
<i>Dikergammarus villosus</i>	Gammaridae
<i>Pontogammarus obesus</i>	Gammaridae
Ephemeroptera	
Baetidae	Baetidae
<i>Proclleon bifidum</i>	Baetidae
Heptageniidae	Heptageniidae
<i>Heptagenia flava</i>	Heptageniidae
<i>Heptagenia sulphurea</i>	Heptageniidae
<i>Heptagenia</i> sp.	Heptageniidae
<i>Potamanthus luteus</i>	Potamanthidae
<i>Caenis luctuosa</i>	Caenidae
<i>Caenis macrura</i>	Caenidae
<i>Caenis</i> sp.	Caenidae
Trichoptera	
<i>Agapetus laniger</i>	Glossosomatidae
<i>Hydroptila</i> sp.	Hydroptilidae
<i>Hydropsyche contubernalis</i>	Hydropsychidae
<i>Hydropsyche fulvipes</i>	Hydropsychidae
<i>Hydropsyche siltalai</i>	Hydropsychidae
<i>Hydropsyche</i> sp.	Hydropsychidae
Polycentropodidae	Polycentropodidae
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	Polycentropodidae
<i>Brachycentrus subnubilus</i>	Brachycentridae
Limnephilidae	Limnephilidae

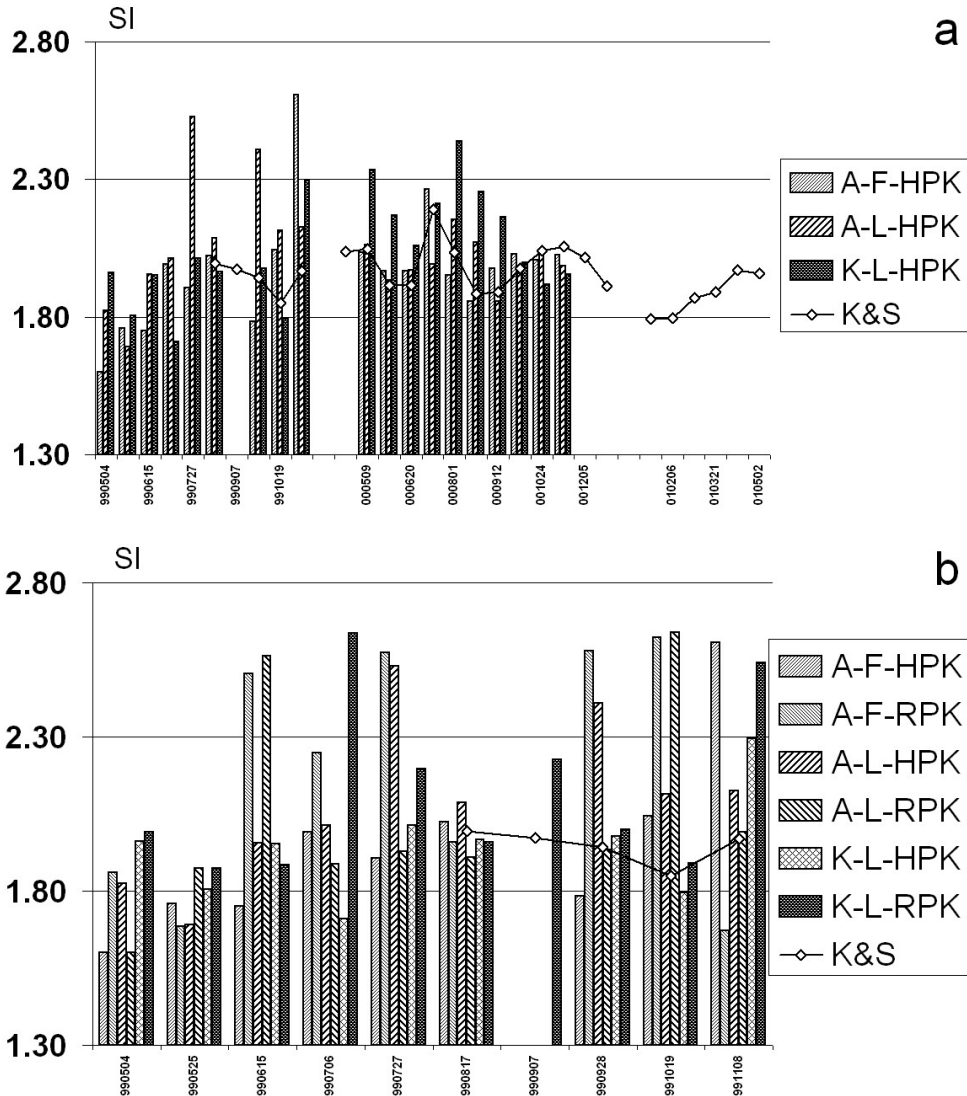
Az 1. ábra összegzi a makrogerinctelen közösségek alapján számított szaprobitási index változását időben és a mintavételi eljárások szerint. Az 1. ábra „a” része 1999-től 2001-ig mutatja be a „kick & sweep” hálózás és a mesterséges alzatok hosszú periódusú, a „b” része pedig 1999-ben az előbbieket mellett a mesterséges alzatok rövid periódusú eredményeit is. A „kick & sweep” hálózás alapján számolt szaprobitási index szerint a vizsgált Duna-szakasz a béta mezoszaprób zónába tartozik. Az SI értéke kisebb ingadozásokat mutat évszakosan, a legalacsonyabb kora tavasszal és késő ősszel, nyáron éri el a maximumot. A mesterséges alzatok alapján számolt index hasonló képet mutat 2000-ben, de 1999-ben jóval nagyobb az értékek szóródása, az oligo-béta mezoszapróból az alfa-béta mezoszaprób zónáig. 2000-ben az évszakos változás hasonló képet mutat a mesterséges alzatoknál, mint a „kick & sweep” hálózás esetében, 1999-ben minden alzattípustól tavasztól késő őszig emelkedik az SI értéke, a béta mezoszaprób tartományon belüli fokozatosan romló vízminőséget jelezve.

Éves adataikat tekintve legkevésbé a „kick & sweep” adatok szórnak (CV%: 3-5), ezt követik a hosszú periódusú kolonizációs kísérletek (CV%: 4-16). Legnagyobb a szórás a háromhetenként új alzatot használó rövid periódusú kolonizációnál (CV%: 13-21). Évenként eltérő mértékben, de mindig a mederfenéken elhelyezett alzatok – ott is a kavics – SI értékeinek szórása kisebb, mint a felszínieké.

Az éves adatsorok átlagainak kismértékű eltérései és az ismétlődő tendenciák alapján a következők állapíthatók meg. A „kick & sweep” hálózás eredményeiből számolt szaprobitási index értéke évszakosan ugyan változó, de azonos vízminőségi kategórián belül (kis szórással) indikálja az adott Duna-szakasz vízminőségét. A „kick & sweep” mindkét évben kicsivel jobb vízminőséget jelez, mint a mederfenéken elhelyezett kavicsal töltött mesterséges alzat. A felszín az agyagot tartalmazó alzatok adatai alapján hasonló vagy kicsit jobb minősítést kap, mint a fenék. A hosszú periódusú kísérletek eredményei a felszíni agyag és a mederfenéken elhelyezett kavics esetében jobb vízminőséget indikálnak, mint a hasonló rövid periódusúak.

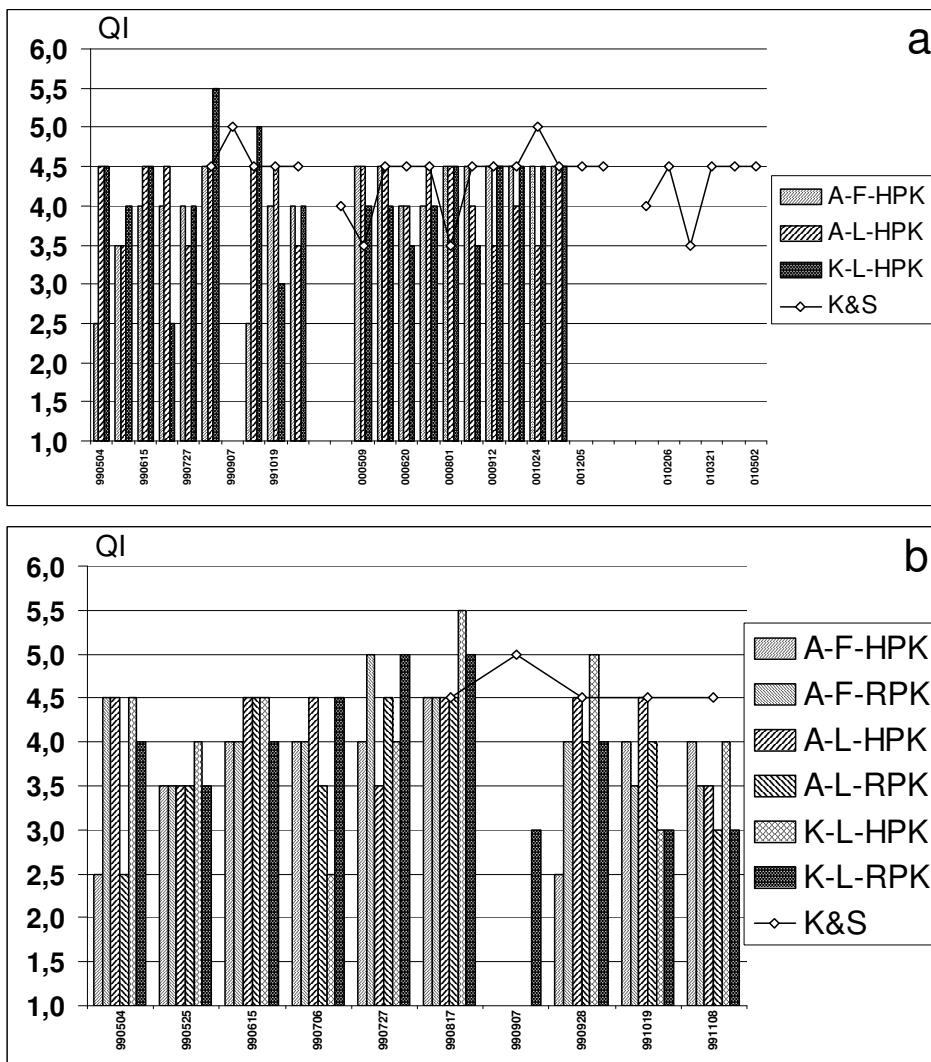
Az 2. ábra „a” és „b” része az 1. ábrához hasonlóan összegzi a makrogerinctelen közösségek MMCP alapján a számított vízminőségi indexének (QI) változását időben és a mintavételi eljárások szerint. A szaprobitási indexnél tárgyalt szempontok szerint értékelve az adatsorok szórását, megállapítható, hogy a diszkrét értékeket felvevő index adatsorai szinte minden összehasonlításban magasabb szóráserőket mutatnak, mint a szaprobitási index. A „kick & sweep” hálózás és a mesterséges alzatok hosszú periódusú vizsgálatának adataiból számolt QI értékek az öt vízminőségi osztály (11 alosztály) skáláján elhelyezve azt jelzik, hogy a vízminőség rövid időn belül – háromhetenként – jelentősen, nem egyszer 2-3 osztályt (három-négy alosztályt) is változik (3. ábra). A rövid periódusú kísérletek adatai is hasonlóképpen szórnak. Különbség tapasztalható az évek között is, a 2000. év adatai egyenletesebbnek tekinthetők, időben rövidtávon 1-2 alosztálynyi ugrásokkal.

Az éves adatsorok átlagainak kismértékű eltérései és az ismétlődő tendenciák alapján a QI esetében a következők állapíthatók meg. A „kick & sweep” hálózás 1999-ben azonos, 2000-ben kicsivel jobb vízminőséget indikál, mint a mederfenéken elhelyezett kavicsal töltött mesterséges alzat. A felszín az agyagot tartalmazó alzatok adatai alapján évenként váltakozón jobb vagy rosszabb minősítést kap, mint a fenék. A hosszú periódusú kísérletek eredményei a mederfenéken elhelyezett agyag és kavics esetében jobb vízminőséget indikálnak, mint a hasonló rövid periódusúak.



1. ábra. A makrogerintelen közösségek alapján számított szabóitási index változása időben és a mintavételi eljárások szerint 1991-2001 között (Göd, 1669 fkm). (Jelölések magyarázatát lásd a szövegben!)

Valós korrelatív kapcsolatot a két index között kimutatni nem tudtunk semmilyen kombinációban. A 109 adatpár kapcsolatát – pontosabban az adatok függetlenségét – demonstrálja a 4. ábra. A gödi szakaszra jellemző, viszonylag szűk – túlnyomóan a béta-mezoszaprób – tartományban mozgó egyes SI értékekhez a QI értékek széles tartománya tartozik. Hasonló jelenséget tapasztaltak a Duna Budapest alatti szakaszának több pontjáról származó minták összehasonlító elemzése alapján JUST és munkatársai (1998), amikor megállapították, hogy az SI és az Average Score Per Taxon (ASPT) indexek tudományos megfeleltetése nem indokolható.



2. ábra. A makrogerintelen közösségek alapján számított vízminőségi index változása időben és a mintavételi eljárások szerint 1991-2001 között (Göd, 1669 fkm). (Jelölések magyarázatát lásd a szövegben!)

Következtetések

Az angol BWMP (Biological Monitoring Working Party) pontozásos rendszer hazai módosított változatát (MMCP) használtuk, kiszámítása ugyanazon adatsor alapján történt, mint a szaprobitási indexé, csak a faji szintig meghatározott anyagot magasabb rendszertani kategória, a családok szerint értékeltünk. Az adatsorok 10-72 CV % közötti szórása és a módszer ismert hibája – miszerint erősen függ a taxonszámtól – miatt eleve csak a kumulatív pontszámból (MMCP) és a taxononkénti átlagpontszámból (TÁP) számolt vízminőségi indexeket (QI) értékeltük. Első ránézésre is látszik, hogy az adatok jobban szórnak, mint az SI értékek, sokszor 2-3 vízminőségi osztályt is váltanak az év során.

K&S	kiváló			jó		kevésbé		közepesen szennyezett		nagyon	
QI	>6	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
	I.A.	I.B.	I.C	II.A.	II.B.	III.A	III.B	IV.A.	IV.B	V.A.	V.B.
990504											
990525											
990615											
990706											
990727											
990817											
990907											
990928											
991019											
991108											
000418											
000509											
000530											
000620											
000710											
000801											
000822											
000912											
001003											
001024											
001114											
001205											
001227											
010116											
010206											
010301											
010321											
010411											
010502											

A-F-HPK	kiváló			jó		kevésbé		közepesen szennyezett		nagyon	
QI	>6	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
	I.A.	I.B.	I.C	II.A.	II.B.	III.A	III.B	IV.A.	IV.B	V.A.	V.B.
990504											
990525											
990615											
990706											
990727											
990817											
990907											
990928											
991019											
991108											
000418											
000509											
000530											
000620											
000710											
000801											
000822											
000912											
001003											
001024											
001114											
001205											
001227											
010116											
010206											
010301											
010321											
010411											
010502											

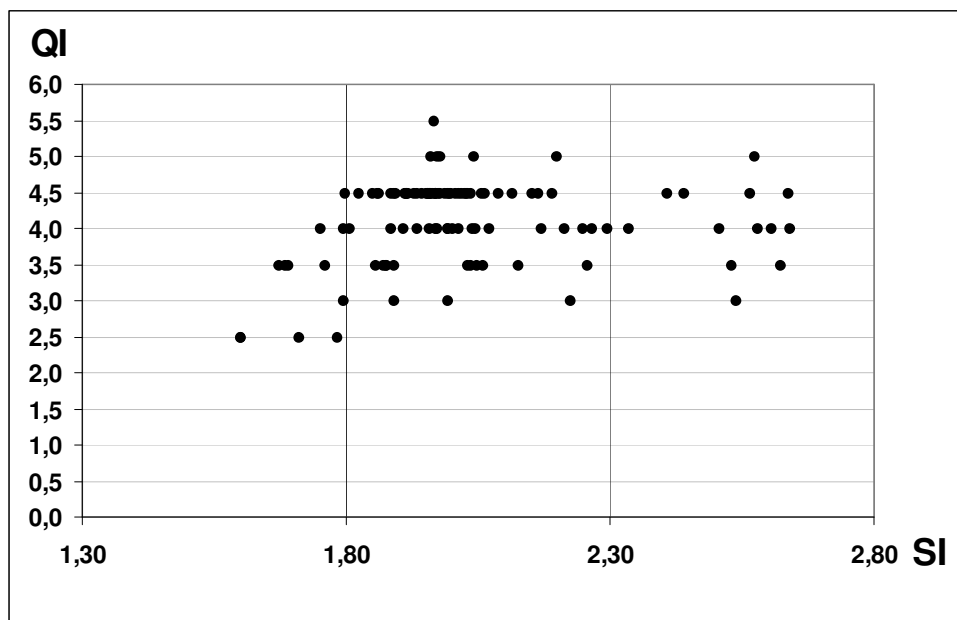
K-L-HPK	kiváló			jó		kevésbé		közepesen szennyezett		nagyon	
QI	>6	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
	I.A.	I.B.	I.C	II.A.	II.B.	III.A	III.B	IV.A.	IV.B	V.A.	V.B.
990504											
990525											
990615											
990706											
990727											
990817											
990907											
990928											
991019											
991108											
000418											
000509											
000530											
000620											
000710											
000801											
000822											
000912											
001003											
001024											
001114											
001205											
001227											
010116											
010206											
010301											
010321											
010411											
010502											

A-L-HPK	kiváló			jó		kevésbé		közepesen szennyezett		nagyon	
QI	>6	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
	I.A.	I.B.	I.C	II.A.	II.B.	III.A	III.B	IV.A.	IV.B	V.A.	V.B.
990504											
990525											
990615											
990706											
990727											
990817											
990907											
990928											
991019											
991108											
000418											
000509											
000530											
000620											
000710											
000801											
000822											
000912											
001003											
001024											
001114											
001205											
001227											
010116											
010206											
010301											
010321											
010411											
010502											

3. ábra. A „kick & sweep” hálózás és a mesterséges alzatok hosszú periódusú vizsgálatának adataiból számolt QI index értékek az öt vízminőségi osztály (11 alosztály) skáláján 1999-2001 között (Göd, 1669 fkm).

A gödi szakaszon végzett „kick & sweep” hálózás és mesterséges alzatok szelektivitásának összehasonlító vizsgálata is felhívta a figyelmet, hogy a reális minősítéshez faji szintű határozás és gyakori mintavételek szükségesek elsősorban a biodiverzitás monitorozás esetében. A fajok időbeli megjelenését messzemenően figyelembe vevő mintavételi gyakoriság a környezeti változások (diszturbanciák, szennyezések) monitorozása során is fontos szempont.

A rutinmonitorozásnál lényegesen sűrűbb adatsoraink elemzése és a tapasztalt nagyfokú időbeli változékonyság – a rövid időn, heteken belül bekövetkező jelentős vízminőségi osztályváltás számos kérdést vet fel. Hogyan értelmezhető ez az ingadozás szakmailag? Lehet-e ezeket a jelentősen szóró értékeket egy hosszabb periódus jellemzésénél átlagolni? Az év folyamán hány mintavétel szükséges, ill. melyik időszak fogadható el az indikálás alapjául?



4. ábra. A makroszkopikus gerinctelen közösségek alapján számolt szaprobitási index (SI) és vízminőségi index (QI) összefüggése (Göd, 1669 fkm) (N=109 adatpár)

Az összefüggések értelmezése további vizsgálatokat igényel, hogy a különféle biotikus indexek a vízminősítés egységes rendszerébe illeszthetők legyenek. Az eltérések nagy valószínűséggel több forrásból erednek.

Az egyik ilyen, hogy az eredeti angol BMWP pontrendszert elsősorban az egymással minden tekintetben jól összehasonlítható, szerves anyaggal terhelt kisebb folyókra dolgozták ki. A nagy folyók azonos időben jelentkező, bonyolult körülményei között – diszkontinuitás, toxikus szennyezések, eutrofizáció, stb. – nehéz az összehasonlítás. Itt elsősorban a folyó energiaháztartásának megfelelő szakaszjellegét a funkcionális táplálkozási csoportok minőségi és mennyiségi viszonyai határozzák meg.

A két módszer közötti különbség további magyarázata lehet az eltérő szintű taxonómiai determinálásban keresendő. Ugyanazon minták értékelésekor információvesztés következik be akkor, amikor a faj szintről a család szintre térünk, esetünkben ez 37 faj helyett 27 családot jelentett. Az SI számításakor a faj szaprobitási jellemzői (pl. indikációs súly) mellett a tömegességi viszonyokat is számításba veszik, a QI-nál nem.

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka gyakorlati része az OTKA T/025419, a kiértékelés a T/046180 számú pályázata keretében folyt. A szerzők köszönetüket fejezik ki Andrikovics Sándornak a kérész és a tegzes lárvák meghatározásáért, valamint Kelényiné Welner Irmának a minták előzetes feldolgozásában nyújtott segítségéért.

Irodalom

- BWMP (1976): A Revised Biological Classification of Water Quality for Use in the River Pollution Surveys of England, Wales and Scotland. – Interim report DoE, London, UK.
- CSÁNYI, B. (1998): A magyarországi folyók minősítése a makrozoobenton alapján. – PhD értekezés. KLTE, Debrecen, 89. pp.
- DE ZWART, D. (1995): Monitoring Water Quality in the Future. Volume 3: Biomonitoring. – Biltoven, The Netherlands, 83. pp.
- JUST, I. – SCHÖLL, F. – TITTIZER, T. – CSÁNYI, B. – GULYÁS, P. (1998): Versuch einer Harmonisierung nationaler Methoden zur Bewertung der Gewässergüte im Donauraum am Beispiel der Abwässer der Stadt Budapest. – Transform-Program des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin, 65. pp.
- NÉMETH, J. (1998): A biológiai vízminősítés módszerei. – Vízi természet- és környezetvédelem. Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest, 303. pp.
- NOSEK, J. (2002): Macroinvertebrate studies at the Hungarian Danube section. 4. The colonization Dynamics of Macroinvertebrates of Different Substrates. – Internat. Assoc. Danube Res. 34: 317-326.
- OERTEL, N. (2002): Macroinvertebrate studies at the Hungarian Danube section. 3. Artificial substrate as a tool to study macroinvertebrate colonization. – Internat. Assoc. Danube Res. 34: 327-336.
- OERTEL, N. – DÉVAI, Gy. (1994): Gondolatok a biomonitorozás, a bioindikáció lehetőségeiről és aktuális kérdéseiről. – MTA Hidrobiol. Biz. és az MHT Limnol. Szakoszt. Közös előadójelentése. MTA Székház, Budapest, 1994.
- OERTEL, N. – NOSEK, J. (2000): Bioindikáció vízi gerinctelenekkel a Dunában. 1. Bevezetés - elvi és módszertani kérdések. – Hidrol. Közl. 80: 336-338.
- OERTEL, N. – NOSEK, J. (2004): Sampling of macroinvertebrates by artificial substrates in the River Danube (Hungary). – Verh. Internat. Verein. Limnol. 29: xx-xx. (közlés alatt)
- OERTEL, N. – NOSEK, J. – ANDRIKOVICS, S. (2001): Bioindikáció vízi gerinctelenekkel a Dunában. 5. Mesterséges alzatok alkalmazása a kolonizáció vizsgálata során. – Hidrol. Közl. 81: 438-440.
- UN/ECE Task Force on Monitoring & Assessment (1995): Biological assessment methods for watercourses. TF 3.05. Final draft report III. – RIZA - Witteveen+Bos Consulting engineers, The Netherlands, 62. pp.
- WOODIWISS, F.S. (1964): The biological system of stream classification used by the Trent River Board. – Chemistry and Industry 14: 443-477.
- WRIGHT, J.F. – ARMITAGE, P.D. – FURSE, M.T. (1989): Prediction of invertebrate communities using stream measurements. – Regulated Rivers: Research and Management 4: 147-155.