

2009. ÉVI RÁBA-VIZSGÁLAT VÍZI MAKROGERINCTELENEKRE VONATKOZÓ EREDMÉNYEI II. ÖKOLÓGIAI ÁLLAPOTÉRTÉKELES

SZEKERES JÓZSEF¹ – CSÁNYI BÉLA¹ – KOVÁCS KRISZTIÁN² – PODANI JÁNOS³

¹VITUKI Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet Nonprofit Kft., 1095 Budapest, Kvassay Jenő út 1.

²Észak-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség, MÉRŐÁLLOMÁS, 9028 Győr, Török Ignác u. 68.

³ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter Sétány 1/C.

RESULTS OF THE RÁBA SURVEY 2009 ON AQUATIC MACROINVERTEBRATES I. HYDROECOLOGICAL ASSESSMENT

J. SZEKERES¹ – B. CSÁNYI¹ – K. KOVÁCS² – J. PODANI³

¹VITUKI Environmental and Water Management Research Institute Non-profit Ltd., Kvassay Jenő út 1., H-1095 Budapest, Hungary

²North Transdanubian Regional Environmental, Nature Conservation and Water Management Inspectorate, Laboratory, Török Ignác u. 68., H-9028 Győr, Hungary

³Loránd Eötvös University, Department of Plant Taxonomy and Ecology, Pázmány Péter Sétány 1/C, H-1117 Budapest, Hungary

*Corresponding author, e-mail: szekeres.jozsef@vituki.hu

KIVONAT: 2009 nyarán Ausztria és Magyarország szakértői együttesen végezték el a Rába teljes hossz-szelvény vízminőség védelmi szempontú vizsgálatát. A biológiai minőségelemek közül a makrozoobenton, fitobenton és a halak élőlény-együtteseit tártuk fel, az EU Víz Keretirányelv (VKI) 2000/60/EG előírásai szerint. Jelen dolgozatban a vízi makroszkopikus gerinctelen adatok alapján kapott eredményeket és tanulságokat vettük számba. Az ökológiai állapot értékelése rámutatott, hogy a folyó általánosságban véve jó, illetve kiváló minőségű. A legfelső osztrák szelvény néhány jellegzetessége, hogy a puhatestű fauna teljesen hiányzik, valamint néhány kérész (*Baetis luteri*, *B. scambus*), álkérész (*Dinocras cephalotes*, *Perla marginata*), vízbogár (*Esolus parallelepipedus*), tegzes (*Lype phaeopa*, *Allogamus auricollis*), valamint két *Simulium*-faj csak itt fordult elő. Eme szűk elterjedésű taxonok mellett vannak inkább a felső Rábára jellemzők (és ez nem mindig korlátozódik az osztrák szakaszra: *Ancylus fluviatilis*, *Pacifastacus leniusculus*, *Baetis fuscatus/scambus*, *Oligoneuriella rhenana*), valamint az inkább az alsó folyószakaszi kimutatott taxonok (számos csiga- és kagylófaj, *Heptagenia*-fajok, *Ephoron virgo*, néhány vízbogár, mint pl. a *Macronychus quadrituberculatus* és a *Potamophilus acuminatus*). A magyar szakaszon, a tipológiai besorolás által dombvidékinek nevezett, de valójában végig síkvidéki

magyar Rábán a Lapincs betorkolása alatt sokkal gazdagabb és változatosabb fauna jelenik meg számos, természetvédelmi szempontból jelentős elemmel. Numerikus osztályozó módszerek alkalmazásával a fajösszetétel alapján látható módon elkülönül az első mintavételi szelvény (Mitterdorf) az osztrák szakasz felső és alsó szakaszától. Szintén elválik a Lapincs, melynek faunaelemei keveredve a magyar szakaszon szintén jól elkülöníthető csoportot alkotnak. Mennyiségi adatok figyelembevételével az első osztrák és az utolsó magyar terület tekinthető erősen különbözőnek. A változók ordinációja alapján a folyó menti faunisztikai gradiens jól érzékelhető a fajok cseréjével és egyes környezeti változók korrelációival.

Kulcsszavak: Lapincs, környezeti változók, folyótípusológia, hosszirányú mintázatok

ABSTRACT: Austrian and Hungarian experts completed the longitudinal water quality survey on the Rába River during the summer of 2009. The inclusion of three Biological Quality Elements (phytobenthos, benthic macroinvertebrates, fish) was completed according to the methodology of the EU WFD (2000/60/EG). The results are reported in this paper. Generally, the evaluation of the ecological status indicates good and high quality. The lack of molluscan taxa and the selective presence of several mayflies (*Baetis luteri*, *B. scambus*), stoneflies (*Dinocras cephalotes*, *Perla marginata*), aquatic beetle (*Esolus parallelepipedus*), caddisflies (*Lype phaeopa*, *Allogamus auricollis*), and two *Simulium* taxa have to be mentioned from the upper, Austrian section. Besides these narrowly distributed taxa, there are some others not always restricted to the Austrian section (*Ancylus fluviatilis*, *Pacifastacus leniusculus*, *Baetis fuscatus/scambus*, *Oligoneuriella rhenana*), and others characteristic to the lower, Hungarian section (several mollusc species, *Heptagenia* taxa, *Ephoron virgo*, and some beetles such as *Macronychus quadrituberculatus* and *Potamophilus acuminatus*). Several species having outstanding nature conservation value were found in the Lapincs and the Hungarian Rába section. This latter one is misclassified as hilly medium river. The truly hilly stretch is situated in Austria, 200 m above sea level, the Hungarian section belongs to the lowland type. Multivariate analysis divided the river to two distinct parts because the hilly Austrian and the lowland Hungarian sections are different. The first Austrian site (Mitterdorf) differs greatly from the other Austrian stretches. Due to the similar macroinvertebrate fauna of Lapincs and the Hungarian Rába, they form another distinct group. Based on abundance data, the last Hungarian site is also different from the rest. These trends are illustrated and explained well with the PCA of species data and environmental variables.

Key words: Lapincs, environmental variables, typology of rivers, longitudinal patterns

Bevezetés

Az elmúlt években a Rábán kialakult habképződés a magyar lakosság tiltakozását váltotta ki, ezért a Magyar-Osztrák Vízügyi Bizottság 2008-ban a Rába Survey megvalósításában állapodott meg. Az első Rába Survey-ben való sikeres kétoldalú együttműködés után a 2009. évi folytatás mellett döntöttek. Ellentétben a Rába vizsgálat 2008-al, ez alkalommal a Rába vízminőségét nem csak fizikai és

kémiai mérések alapján értékeltük, hanem az ökológiai állapot vizsgálatával is. A mérésorozat kivitelezésével két intézetet bíztak meg. A hidrobiológiai program kivitelezését osztrák részről a bécsi BOKU Universitát fr Bodenkultur Institut für Hydrobiologie und Gewssermanagement munkacsoportja látta el Otto Moog vezetésével, a magyar felet a VITUKI Környezetvédelmi s Vízgazdálkodási Kutató Intézet Nonprofit Közhasznú Kft Hidrobiológiai Laboratórium, a Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi s Vízügyi Igazgatóság és az szak-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi s Vízügyi Felügyelőség Mralloms biolgusai képviseltk Csányi Béla koordinálásával.

A biológiai minőségelemek közül a makrozoobenton, fitobenton és a halak élőlény-együtteseit tártuk fel, az EU Víz Keretirányelv (VKI) 2000/60/EG elirsai szerint. Mint a kémiai és fizikai vizsgálatoknál, a mintavétel t a két ország szakértői együtt végeztek. Ebben a dolgozatban a gerinctelen makrofauna adatok alapján rtkeljk a folyó állapotát. A faunisztikai eredmények és a mintavételi stratégia Kovács és munkatársainak (2011) dolgozatában lelhetők fel. Jelen dolgozatban a hivatalos eredményként elkönyvelt ökológiai állapotbecslés rövid ismertetésén kívül egyéb alternatív értékelési módszereket veszünk számba.

Anyag és módszer

A mintavételi terület magába foglalja a Rába hossz-szelvényt az ausztriai Mitterdorftl a magyar határig (Mitterdorf, Gleisdorf, Takern, Gniebing, Ertlermhle, Gritsch, Neumarkt s Mogersdorf), és a magyar hossz-szelvényt a folyó Dunába történő torkollsig (Szentgotthárd, Csörötnek, Körmend, Rum, Sárvár, Ostffyasszonyfa, Nick, rps s Győr). Továbbá mintavétel történt a Lapincson a Rába torkolata előtt is (Minihof). Az 1. táblázat bemutatja a mintavételi pontokhoz tartozó vízgyűjtőterületek nagyságát és az országok saját szakaszainak mederesst.

A gyjts az osztrákok által kidolgozott, multi-habitat sampling eljáráson alapuló AQEM mintavétel alapján zajlott (Moog 2004, AQEM 2002). A helyszínen jegyzőkönyvbe kerültek a következő abiotikus változók: tlagos és maximális vízmélység, átlagos és maximális vízsebesség, vízhőmérséklet, folyó szélessége és a vezetőképesség, valamint a mintázott habitatok szervesetlen és szerves összetevői (2. táblázat).

A VKI elirsain alapuló állapotbecslés az osztrák kompatibilis, interkalibrlt módszer alkalmazásával történt közös megegyezéssel. Az alapeljárás az ökológiai állapot megítéléséhez, a minőségi elem „Makrogerinctelenek” által, egy modulokból álló értékelési rendszert vázol és alapvetően két módszerből áll: a részletes és a Screening-módszerből (OFENBCK et al. 2009). A vizsgált Rába szakasz ökológiai állapotának minősítése n. multimetrikus indexek meghatározásán alapul a részletes MZB eljárás leírása szerint. A multimetrikus értékelés módszertana három modulból áll: 1) szaprobiológiai terhelés; 2) ltalnos terhelés, ezen belül több multimetrikus index (MMI); 3) savasodás. Minden egyes modul 1-tl 5-ig terjedő osztlyrtket eredményez, végül a legrosszabb osztályzat határozza meg a végső besorolást.

1. táblázat. Hidrográfiai jellemzők a Rába mentén (fkm=folyókilométer, Tszf.= tengerszint feletti magasság, VGY=vízgyűjtő terület nagysága).

Helykód	Kereszt-szelvény neve	Fkm	Tszf. (m)	VGY (km ²)	Szakasz hossz (km)	Szint-kül. (m)	Mederesés m/km
AU-01	Rába, Mitterdorf	285,5	398	183,7			
AU-02	Rába, Gleisdorf	275,7	349	321			
AU-03	Rába, Takern	267,1	326	478,5			
AU-04	Rába, Gniebing	250,1	286	655,5			
AU-05	Rába, Ertlermühle	244,4	274	691			
AU-06	Rába, Gritsch	225,8	245	905,2			
AU-07	Rába, Neumarkt	221,2	232	986,4			
AU-08	Rába, Mogersdorf	210	222	1078	75,5	176	2,33
HU-09	Rába, Szentgotthárd	206,8	218	1085			
L	Lapincs, Minihof	207	218	1992			
HU-11	Rába, Körmend	157,1	187	4688			
HU-12	Rába, Rum	113,7	167	5022			
HU-13	Rába, Sárvár	89	152	5273			
HU-14	Rába, Ostffyasszonyfa	73,3	145	5390			
HU-15	Rába, Nick	67,9	139	5490			
HU-16	Rába, Árpás	29,1	127	5691			
HU-17	Rába, Győr	2	118	5841	208	104	0,50

A taxonlista alapján kiszámítottuk az egyes helyekre a magyar viszonyokra alkalmazott BMWP/ASPT értékeket (CSÁNYI 1997), és ennek alapján vízminőségi osztályba soroltuk őket. Elemeztük a folyó földrajzi, hidrológiai adottságainak hatását a vízi gerinctelen makrofaunára, az egyes taxonok elterjedési mintázatait, valamint a víztestek különböző tipológiai besorolásából adódó szakaszok relevanciáját a makrozoobenton fajstruktúra szempontjából.

A mintavételi helyeket az előkerült taxonok jelenlét/hiány adatai alapján a Jaccard-különbözöttségi index felhasználásával az UPGMA módszerrel osztályoztuk. A környezeti változók és a taxonok alapján standardizált főkomponens analízist végeztünk a mennyiségi adatok bevonásával. A taxonok és változók együtt szerepeltetésével így bemutatathatók a közöttük fennálló kapcsolatok is (a viszonylag kevés mintavételi hely miatt kanonikus elemzést nem tudtunk végezni). A többváltozós adatelemzést a SYN-TAX 2000 szoftverrel számítottuk ki (PODANI 2001).

2. táblázat. A vizsgálatban alkalmazott környezeti változók és rövidítései (1 minta/helyszín = 20 alminta, 1 alminta = adott élőhelytípus részaránya >5%).

Környezeti változó	Rövidítés
tengerszint feletti magasság (m)	ASL
átlagos vízmélység [m]	AVDEPTH
legnagyobb vízmélység [m]	DEPTH_MAX
folyó szélesség [m]	WIDTH
átlagos áramlási sebesség [m/s]	MCV
legnagyobb áramlási sebesség [m/s]	MAXCV
víz hőmérséklet [°C]	TEMP
fajlagos vezetőképesség [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	COND
Alzat/élőhely összetétel (1-20):	
partvédő kövezés	tech_S
nagyméretű kő, alapkőzet (> 40 cm)	mega_S
kő (20-40 cm)	macro_S
kisebb méretű kövek (6-20 cm)	meso_S
durva kavics (2-6 cm)	micro_S
durva kavics nagyobb kövekkel	mm_S
finom és közepesen finom kavics (2mm-2 cm)	akal_S
homok	psamm_S
durva homok	akps_S
farönkök	xylal_S
durva szemcséjű szervesanyag	cpom_S
szárazföldi növényi részek	roots_S
vízinövény	plant_S
folyómenti sás	grass_S
folyómenti sás+ talaj	grassps_S
belógó ágak	branch_S
iszap	pelal_S

Eredmények és értékelésük

Állapot minősítése

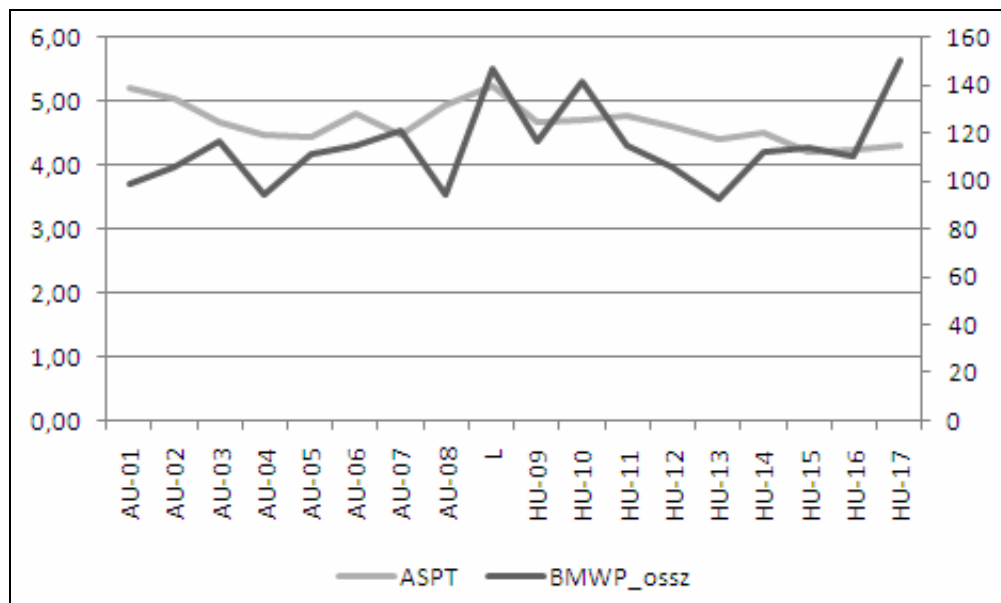
Az ökológiai állapot osztályba sorolását illetően a magyar adatok által szolgáltatott eredményeket tekintjük át. Az osztrák eredmények csak kevés kivételen különböztek és kis mértékben, így általánosságban elfogadható a mindkét ország adatsorán alapuló becslés. A magyar adatok alapján a torkolat előtti utolsó mintavételi hely Győr (H9) egy SI 2,47 értékkel a közepes állapotba sorolható. Az összes többi mintavételi hely a jó szaprób állapotot érte el.

Az általános degradációt jelző modul értékei szerint Neumarkt térségéig a jó állapotosztály jellemző, Mogensdorftól a győri szelvényig többször a kiváló osztály alsó értékét közelíti, Körmend, Rum és Árpás esetében meg is haladja azt.

A Rába vizsgált szelvényeinek ökológiai állapotával kapcsolatos megállapítások két szempontrendszeren alapulnak: a szaprobiológiai jellemzőkön, valamint az általános leromlással kapcsolatos helyzeten, így együttesen lehet megállapítani az ökológiai állapot jellemzőit. Általánosan kijelenthető, hogy a Rába vizsgált mintavételi helyei jó ökológiai állapotban vannak. A vízi makrogerinctelen

élőlény-együttes alapján csupán egy osztrák (Neumarkt), valamint két magyarországi hely (Sárvár és Győr) vannak közepes ökológiai állapotban. A 1. ábrán látható az taxononkénti átlagpontszám (ASPT) és az összpontszám (BMWP) alakulása a hossz-szelvény mentén.

A hazai gyakorlatban alkalmazott BMWP pontrendszer szerint a biológiai vízminőség minden szelvényben „kiváló minőségű” besorolást eredményezett. Ez a fajta minősítés csak általános, és főként szerves anyag terhelést jelző tájékozódásra alkalmas, nem ad típus specifikus értékelésre módot.

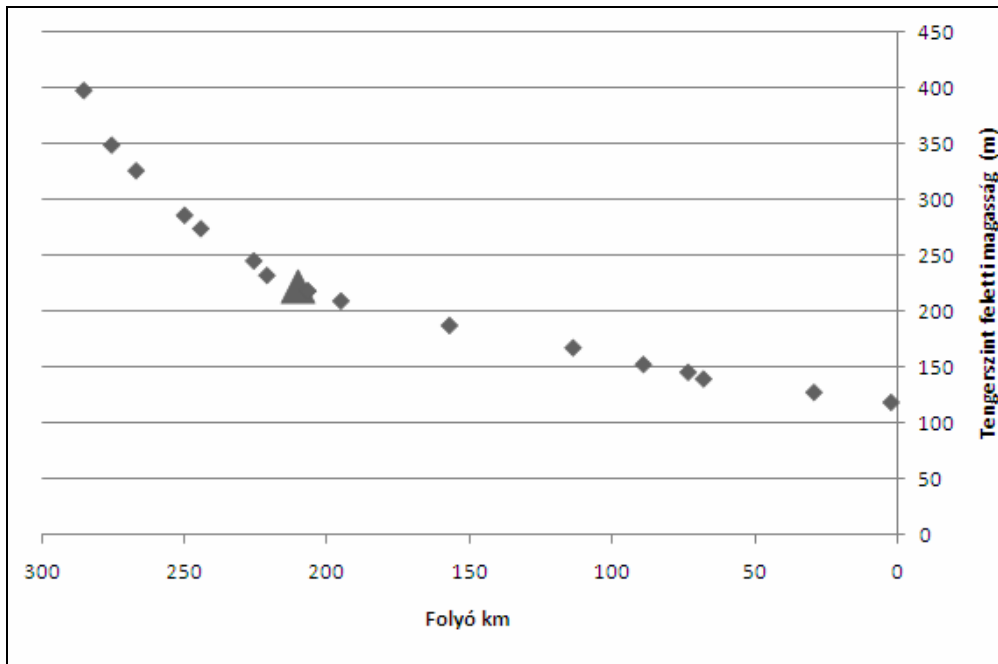


1. ábra. BMWP/ASPT alakulása a Rába teljes hossza mentén (2009).

Tipológiai elemzés

A Rába osztrák-magyar hossz-szelvény vizsgálata a magyar folyó-tipológia számára is hasznos tanulságokkal szolgál. A magyar besorolás szerint a hazai Rába három típusba sorolható. (6, 13, illetve a 19 kóddal jelölt típusok). Ha a vízgyűjtőméret- és a tengerszint feletti magasságot egyaránt szemügyre vesszük (1. táblázat), akkor rögtön felismerhető, hogy két jellegzetesen eltérő mederesésű szakaszra osztható a folyó, a töréspontot a Lapincs torkolatánál találjuk. Az osztrák mintavételi szelvények körülbelül jól megfelelnek a magyar közepes vízgyűjtőjű (100-1000 km²), közepes mederesésű (2,33 m/km) dombvidéki (398-210 m tengerszint felett) folyónak. A magyar szakasz szelvényei pontosan a nagy vízgyűjtőjű (1085 km²-től 5841 km²), kis mederesésű (0,50 m/km) síkvidéki folyó (218-118 m tengerszint felett) kategóriájába esnek.

Tovább elemezve a tanulságokat, rögtön látható, hogy a magyar folyótipológia dombvidéki kategóriája nem a folyókra, hanem a dombokra, magára a reliefre vonatkozik. Ez nem szerencsés, hiszen így a folyó olyan elbírálás alá esik, amelynek nem fog úgy megfelelni, például élőlény-együttesét tekintve, mint egy valódi dombvidéki vízfolyás. Továbbá növeli a típusok számát olyan kategóriák bevezetésével, amik mögött nem fedezhetünk fel valós ökológiai relevanciát.



2. ábra. A mintavételi szelvények tengerszint feletti magassága a Rába mentén (▲ = Lapincs).

Szakasz-specifikus együttesek

A típusokhoz rendelhető biológiai mutatók, az egyes taxon-csoportok elemzése szintén jól hasznosítható tanulságokat mutat. A Rába legalsó szakasza, amelyet a 19-es típus-csoportba sorolnak, a Mosoni-Duna és a fölötté lévő Rába-szakasz faunaelemeinek jellegzetes keveredési zónáját mutatja. A csak innen előkerült vízcigák (*Theodoxus danubialis*, *Viviparus acerosus*, *Lithoglyphus naticoides*, *Valvata piscinalis*, *Radix balthica/labiata*, *Physella acuta*) és kagylófajok (*Corbicula fluminea*, *Unio pictorum*, *Sphaerium solidum*) jellegzetes dunai előfordulású szervezetek. A magasabb rendű rákok két fajtát szintén csak innen sikerült kimutatni (*Corophium curvispinum*, *Astacus leptodactylus*). A vízi rovarok között csak elvétve fordultak elő ilyen taxonok (*Ischnura elegans pontica*, *Neureclipsis bimaculata*).

A legfelső osztrák szelvény néhány jellegzetessége a következőkben foglalható össze:

- A puhatestű fauna teljesen hiányzik;
- Néhány kérész- (*Baetis luteri*, *B. scambus*), álkérész (*Dinocras cephalotes*, *Perla marginata*), vízibogár (*Esolus parallelepipedus*), tegzes (*Lype phaeopa*, *Allogamus auricollis*), valamint két *Simulium*-faj csak itt fordult elő.

Eme szűk elterjedésű taxonok mellett vannak inkább a felső Rábára jellemzők (és ez nem mindig korlátozódik az osztrák szakaszra: *Ancylus fluviatilis*, *Pacifastacus leniusculus*, *Baetis fuscatus/scambus*, *Oligoneuriela rhenana*), valamint az inkább az alsó folyószakaszból kimutatott taxonok (számos csiga- és kagylófaj, *Heptagenia*-fajok, *Ephoron virgo*, néhány vízibogár, mint pl. a *Macronychus quadrituberculatus* és a *Potamophilus acuminatus*).

Az előzőekben elmondottak, vagyis a tipológiai megfontolások alapján elkülöníthető osztrák szakasz tehát a valójában nálunk hiányzó közepes vízgyűjtőjű, közepes mederesesű dombvidéki közepes méretű folyó makrozoobentonjára elsősorban a vízirovar-együttesek jellemzőek. Érdekesen alakulnak a fenékjáró poloska (*Aphelocheirus aestivalis*) előfordulás-adatai, amely taxon Gritsch szelvényétől egészen a Mosoni-Dunáig végig megtalálható a Rábában. Igen érdekesen alakul két felemáslábú rákfaj elterjedése a hossz-szelvény mentén:

- A vizsgálatok alapján a *Gammarus fossarum* a legfelső mintavételi szelvénytől Nick szelvényéig mindenütt nagy egyedszámban megtalálható;
- Ugyanezen adatok szerint a *Gammarus roeselii* csak a Lapincsbán és annak torkolatától lefelé válik közönséges előfordulásúvá, így Szentgotthárdnál még nem jelenik meg.

A magyar szakaszon, tehát a tévesen dombvidékinek nevezett, de valójában végig síkvidéki magyar Rábán a Lapincs betorkolása alatt sokkal gazdagabb és változatosabb fauna jelenik meg. Ez a gazdagság természetvédelmi szempontból is kiemelkedő, hiszen néhány NATURA 2000 (*Theodoxus transversalis*, *Unio crassus*) és védett (*Pseudanodonta complanata*) puhatestű említhető a hazai folyóról. Az *Unio crassus*-t és a *Pseudanodonta complanata*-t egy 2005-ben végzett vizsgálatunkban már Csörötnék szelvényében kimutattuk „kick & sweep” mintavételi stratégiát követve. A magyar folyószakasz leginkább kimagasló természetvédelmi értéke a rendkívül kicsiny elterjedési területtel jellemezhető *Theodoxus transversalis*, amely a hazai Dunából mára kipusztult, csak a Felső-Tisza (Tiszabecs), Hernád és a Bódva rendelkezik hírmondó populációival. Ezt a csigát éppen ezért kiemelt objektumként érdemes tekintetbe venni bármilyen környezeti monitoring program során.

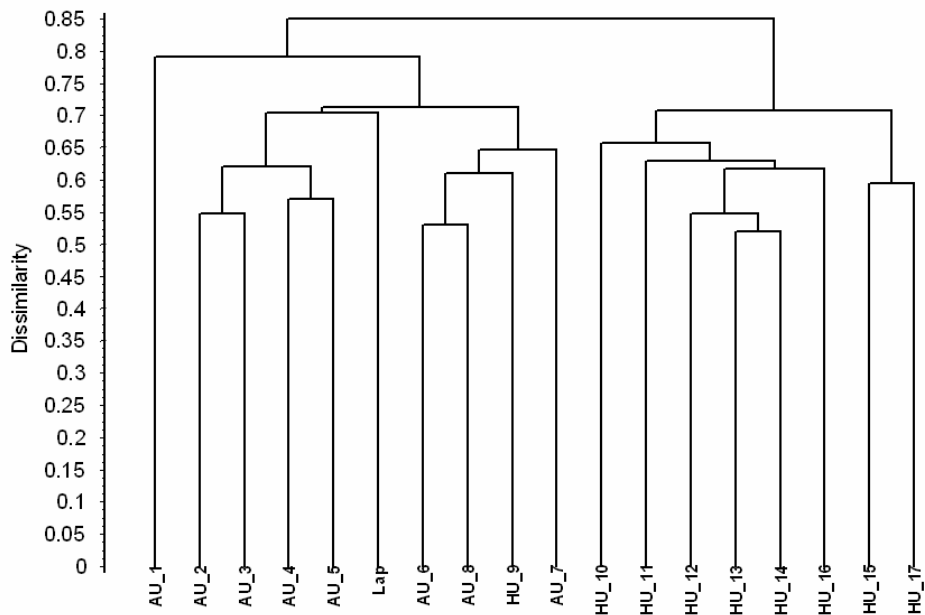
Összefoglalóan megállapítható, hogy az osztrák Rába nagymértékben szabályozott, számos duzzasztás található rajta, és szinte teljes hossza mentén csatornaszerű, partvédő kövezéssel. Ezzel szemben a magyar szakaszon ugyan szintén találunk néhány erőművet, a folyó azonban mégis teljesen más képet mutat: változatos, mozaikos élőhelyekkel tarkított, szabadon kanyargó, természetes szakaszok követik egymást a teljes magyarországi szakaszon, amely méltán váltotta ki osztrák kollégáink és barátaink tetszését!

A folyó szakaszainak jellegzetességei

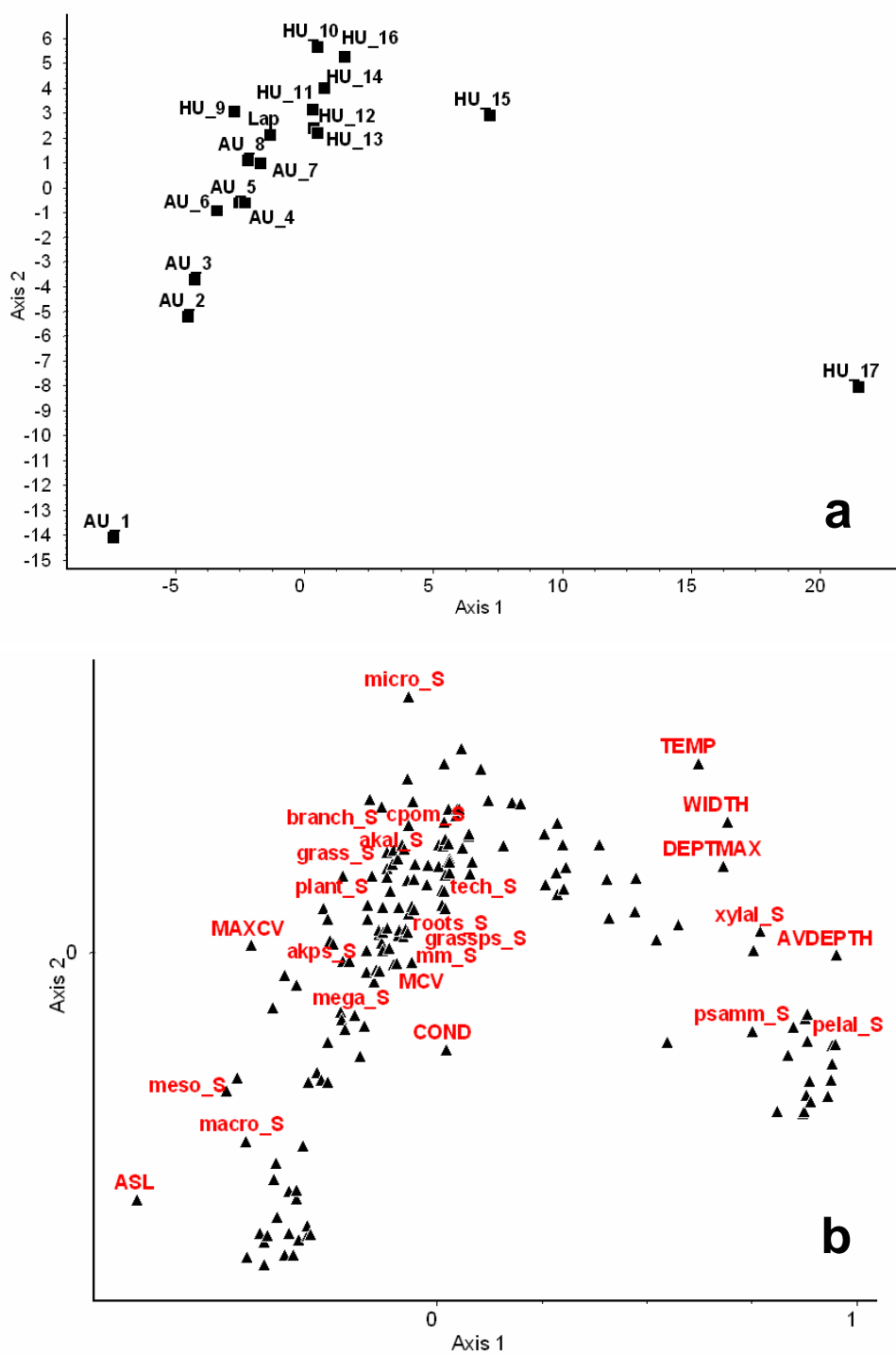
A mintavételi helyek osztályozásában (3. ábra) jól látható módon elkülönül az első mintavételi szelvény (Mitterdorf) az osztrák szakasz felső és alsó szakaszától. Szintén kiválik a Lapincs, melynek faunaelemei keveredve az osztrák szakaszon szintén jól elkülöníthető csoportot alkot, a magyarországi mintavételi helyek a határszelvény kivételével különálló csoportot képeznek.

A fajok és a környezeti változók kapcsolatát mennyiségi adatok alapján főkomponens elemzéssel vizsgáltuk (4ab. ábra). A változók és helyek ordinációját az 1-2 dimenzió szerint külön ábra mutatja be, mert a változók ordinációján amúgy sem tudtuk a centroid körül elhelyezkedő változók feliratait olvashatóan elrendezni. Feltűnő az első osztrák mintaterület elkülönülése, ami már az osztályozásban is megfigyelhető volt prezencia-abszencia adatok alapján. Ezután egy patkószerű ív mentén rendeződnek el a helyek, kisebb ingadozásokkal a folyó menti pozícióknak megfelelően. Az utolsó magyarországi mintavételi hely viszont mennyiségi adatok alapján éppúgy elkülönül, mint az első osztrák. A patkó menti elrendeződés egy erős egydimenziós háttérstruktúrát indikál. Ezzel egybevág a változók ordinációja. A fajok legnagyobb csoportja (a centroid körül) a középső területek mintáit jellemzi,

míg az első osztrák és az utolsó magyar területet jellemző fajcsoportok jól elkülönülnek. Ha eltekintünk az abiotikus változóktól, a fajkészlet önmagában ugyanezt a mintázatot mutatja be (ezt az ábrát nem mutatjuk külön be). A környezeti változók közül lényeges hatása nincs a partvédő kövezés, a szárazföldi növényi részek, az apró kavics, a durva szerves törmelék, a gyökerek és a belógó szárazföldi növényi részek jelenlétének, ezek nem is látszanak a nagy átfedések miatt. A többiek közül az osztrák szakaszokat jellemzi a nagyobb tengerszint feletti magasság (ASL), a gyors vízsebesség (MAXCV), a köves aljzat (meso_S és macro_S), míg a magyar szakaszon előrehaladva a vízhőmérséklet (TEMP), a folyó szélességének (WIDTH) és mélységének (DEPTH_MAX és AVDEPTH), a fa eredetű részek aránya (xylal_S) valamint a finom mederüledék mennyiségének (psamm_S és pelal_S) emelkedő értékei figyelhetők meg.



3. ábra. A vizsgálati helyek osztályozása (Jaccard különbségi index, UPGMA). A rövidítéseket az 1. táblázat foglalja össze.



4. ábra. A főkomponens elemzés eredménye. a: a mintaterületek ordinációja, b: a környezeti változók (2. táblázat) és fajok (▲) ordinációja az első két tengelyen (a rövidítéseket a 2. táblázat tartalmazza).

Felhasznált irodalom

- AQEM (2002): The Development and Testing of an integrated Assessment System for the Quality of Streams and Rivers throughout Europe using Benthic Macroinvertebrates; Förderung durch die Europäische Kommission; Contract No.: EVK1-CT 199-00027; Laufzeit 3/2000 – 2/2002.
- CSÁNYI, B. (1997): Módszertani kézikönyv a vízi makroszkopikus gerinctelen (makrozoobenton) élőlény-együttessel végzett biológiai vízminősítés céljára. – Vituki Rt., Bp., pp. 45.
- KOVÁCS, K. – CSÁNYI, B. – DEÁK, Cs. – KÁLMÁN, Z. – KOVÁCS, T. – SZEKERES, J. (2011): A 2009. évi Rába vizsgálat vízi makrogerinctelenekre vonatkozó eredményei I. Faunisztika – Acta Biologica Debrecina, Supplementum Oecologica Hungarica 26: 135–151.
- MOOG, O. (2004): Standardisierung der habitatanteilig gewichteten Makrozoobenthos-Aufsammlung in Fließgewässern (Multi-Habitat-Sampling; MHS). Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 20 pp.
- OFENBÖCK, T. – MOOG, O. – HARTMANN, A. – STUBAUER, I. (2009): Leitfaden zur Erhebung der Biologischen Qualitätselemente, Teil A2 – Makrozoobenthos. Bundesministerium für land- und forstwirtschaft, umwelt und wasserwirtschaft. 211 pp.
- PODANI, J. (2001): SYN-TAX 2000. Computer Programs for Data Analysis in Ecology and Systematics. User's Manual. – Scientia, Budapest.

