

XVI. KONFERENCIA

Slovenskej limnologickej spoločnosti
a České limnologické společnosti

ZBORNÍK PRÍSPEVKOV



Editor:

ZUZANA ČIAMPOROVÁ-ZAŤOVIČOVÁ

HOTEL JUNIOR, JASNÁ, NÍZKE TATRY

25. – 29. JÚN 2012



Čiamporová-Zat'ovičová Z. (ed.) 2012: XVI. konferencia Slovenskej limnologickej spoločnosti a České limnologické společnosti - Zborník príspevkov, 25.-29. jún 2012, Jasná, 235 pp.

Vydavateľ: Slovenská limnologická spoločnosť pri SAV, Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava

1. vydanie, 2012

150 výtlačkov

Tlač: Ing. Karol Illý, Vydavateľstvo NOI

Za jazykovú úpravu a obsah príspevkov zodpovedajú autori.

ISBN 978-80-971056-0-0



OBSAH

ÚVOD	11
ABSTRAKTY A ROZŠÍŘENÉ ABSTRAKTY REFERÁTŮV	13
Časopriestorové zmeny spoločenstva potočníkov (Trichoptera) v toku Demänovka [Spatio-temporal changes of caddisfly assemblages in the Demänovka stream] Beracko P., Lukáš J.	15
Chemismus vody na českých lokalitách perlorodky říční (Margaritifera margaritifera) jakožto faktor limitující výskyt druhu na okraji přirozeného areálu [Water chemistry in Czech localities of freshwater pearl mussel (Margaritifera margaritifera) as a factor limiting the species on a border of its distribution area] Bílý M., Simon O., Kladivová V.	16
Hodnocení vlivu využití krajiny na společenstva fyto-bentosu malých toků [The effect of landuse on phytobenthos of small stream] Brabcová B., Marvan P., Brabec K., Hájek O.	17
Prostorová škálovatelnost faktorů prostředí ve vztahu ke společenstvům makrozoobentosu [Effective spatial scale of environmental factors affecting structure of stream macroinvertebrate communities] Brabec K., Komprdová K., Hájek O., Kraková M., Kalábová T., Chloupková R., Kučerová M.	18
„Stratený“ alebo „Strácajúci“ sa svet - fauna vodných chrobákov Venezuely (Coleoptera: Elmidae) [„Lost“ or „disappearing“ World – water beetle fauna of Venezuela (Coleoptera: Elmidae)] Čiampor Jr. F., Čiamporová-Zaťovičová Z.	19
Populačná genetika vodného hmyzu v tatranských plesách: „prípád Agabus“ [Population genetics of aquatic insects in alpine lakes of the Tatra mountains: „the Agabus case“] Čiamporová-Zaťovičová Z., Čiampor Jr. F.	22
Aquatic insects of table mountains in Guyana highlands (Venezuela) [Vodný hmyz stolových hôr Guayanskej vysočiny (Venezuela)] Derka T., Svitok M.	26
Výskyt toxických kovů v sedimentech a rybách vybraných pražských nádrží [Toxic metals in sediments and fish from Prague's reservoirs] Doležalová L., Komínková D.	27
Novosti z biomanipulace Boleveckého rybníka v Plzni [News from biomanipulated Bolevec Lake in Pilsen] Duras J.	31
Fyzikálně chemické charakteristiky fosforu emitovaného ze zemědělských povodí [Physical and chemical characteristics of phosphorus load emitted from agricultural land] Fiala D.	35
Možnosti zlepšení ekologického stavu malých zemědělských toků, výsledky rakousko-českého projektu [Possibilities to improve the ecological status of small agricultural streams, the results of the Austrian-Czech project] Forejtníková M., Rozkošný M.	36
Společenstva fyto-bentosu jako indikátor trofie údolních nádrží [Assemblages of phytobentos as indicator of trophy of valley-shape reservoirs] Geriš R., Littnerová S., Kosour D., Jarkovský J., Větříček S., Komzák P.	40
Cyanobaktérie/sinice rašeliniska Klin, Horná Orava [Cyanobacteria/cyanophytes of the peat-bog Klin, Upper Orava] Hindák F.	43
Verejné zdravotníctvo a ochrana zdravia pred Cyanobaktériami [Public health and the protection against the Cyanobacteria] Horecká M.	46
Vodní nádrže Jizerských hor – zotavování z acidifikace (1992 – 2011) [Water reservoirs of the Jizera Mountains (North Bohemia, Czech Republic) – recovery from acidification (1992 – 2011)] Hořícká Z., Bímová T., Burdová L., Hušek J., Křeček J., Procházková L., Stuchlík E., Vondrák D.	48
Genetická struktura populací blešivce potočního (Gammarus fossarum) v prameništích moravsko-slovenského pomezí [Population genetic structure of freshwater shrimp (Gammarus fossarum) in spring fens in the Outer Western Carpathian Mts] Hubáčková L., Pařil P., Cíváňová K., Bayerová Z.	49



Ecological integrity of river-floodplain system-assessment by planktonic crustaceans surveys (Branchiata: Branchiopoda) [Hodnotenie miery konektivity vôd inundácie Dunaja na základe spoločenstva perloočiek]	
Illyová M.	50
Hádej, kdo jsem! Aneb jak se liší povrchová ultrastruktura efípií perlooček rodu Daphnia [Differences in ephippial surface ultrastructure in Daphnia]	
Juračka P.J., Kořínek V., Radzikowski J., Petrušek A.	54
Makrozoobentos rašelinísk – vplyv faktorov prostredia na taxonomické zloženie a diverzitu spoločenstiev [Macrozoobenthos of peatlands: The influence of environmental factors on taxonomical composition and community diversity]	
Kapustová S.	55
Ecology of planktonic freshwater bacteria of the Limnohabitans genus (Betaproteobacteria) [Ekologie planktonních sladkovodních bakterií z rodu Limnohabitans (Betaproteobacteria)]	
Kasalický V., Jezbera J., Hahn M., Jezberová J., Hejzlar J., Šimek T.	59
Vodné bzdochy Slovenska: rozšírenie a ekológia [Water bugs of Slovakia: distribution and ecology]	
Klementová B., Svitok M., Bitušík P., Bulánková E., Kment P., Manko P., Matúšová Z., Novikmec M., Očadlík M., Rovný F.	63
Přítomnost a dynamika aerobních anoxygenních fototrofů ve sladkých vodách [Distribution and dynamics of aerobic anoxygenic phototrophs in fresh waters]	
Koblížek M., Mašín M., Hojerová E., Čuperová Z., Sommaruga R., Salka I., Grossart H.-P.	64
Dlouhodobé trendy v bioakumulaci těžkých kovů v makrozoobentosu Labe: co si počít s nehomogenním souborem dat [The long-term trends in the bioaccumulation of heavy metals in the Elbe macrozoobenthos: what to do with the inhomogenic data set]	
Kolaříková K.	65
Akumulace toxických kovů v sedimentu VD Hostivař v letech 1964–2010 [Accumulation of toxic metals in sediment of the Hostivař Reservoir in 1964–2010]	
Komínková D., Doležalová L.	69
Stav životních společenstev a kvalita vody podhorského toku v závislosti na lidských aktivitách [Biotic community composition and water quality of a highland stream influenced by different human impacts]	
Kopp R., Petrek R., Sukop I., Brabec T., Vítek T., Řezníčková P., Zíková A.	73
Funkční morfologie perlooček – základ pro pochopení fenoménu „čiré vody“ a top down procesů [Relevance of cladoceran morphology for clear water phase and top down effect phenomena]	
Kořínek V., Juračka P.J.	77
Zooplankton zatápěné zbytkové jámy Medard – Libík vzniklé po těžbě hnědého uhlí [Zooplankton in the brown coal mining residual pit Medard]	
Kosík M., Příkryl I.	78
Co víme o račím moru v České republice po osmi letech výzkumu? [What we know about crayfish plague in the Czech Republic after eight-year research?]	
Kozubíková E., Filipová L., Grandjean F., Petrušek A.	82
Ako reagujú spoločenstvá podeniek (Ephemeroptera) a pošvatiek (Plecoptera) na využívanie krajiny [Response of mayfly (Ephemeroptera) and stonefly (Plecoptera) assemblages to land use effects]	
Krištofovičová L., Krno I.	83
Vplyv prirodzených disturbancií na ekologický status tatranských bystrín na modelovom objekte pošvatiek (Plecoptera) [The influence of natural disturbances on the ecological status of the Tatra streams, using stoneflies (Plecoptera) as the model object]	
Krno I., Šporka F., Lánczos T., Štefková E.	84
Předběžné výsledky výzkumu pošvatek (Plecoptera) v Moravskoslezských Beskydech a Podbeskydské pahorkatině [Preliminary results of the Stoneflies (Plecoptera) research in the Moravskoslezské Beskydy Mts. and the Podbeskydská pahorkatina Upland]	
Kročá J.	89
Diverzita mikro- a meiofauny na prameništích slatiništích [The diversity of micro- and meiofauna in the spring fens]	
Křoupalová V., Opravilová V., Horsák M., Bojková J.	90



Které faktory ovlivňují společenstvo pijavic (Clitellata: Hirudinida)? Srovnání tekoucích a stojatých vod [What ecological factors affect the leech assemblages (Clitellata: Hirudinida)? Comparison of running and stagnant waters]	
Kubová N., Schenková J.	91
NPR Lednické rybníky – stav a udržitelná ochrana jejich slaniskové, litorální a vodní makrovegetace [The Lednice Fishponds National Nature Reserve – state of its salt-marsh, littoral and aquatic macrovegetation]	
Květ J., Husák Š.	92
Geochémia prírodných vôd a ich úloha v genéze stolových hôr Guayanskej vysočiny a ich (pseudo) krasových javov [Natural waters geochemistry and its role in the genesis of the Guyana highlands' table-mountains and their (pseudo) carstic phenomena]	
Lánczos T., Aubrecht R.	93
Ako reagujú pakomáre (Chironomidae, Diptera) na zmeny hydromorfológie podhorských tokov? [Can chironomids (Chironomidae) indicate hydromorphological degradation of lower mountainous streams?]	
Lešková J., Lorenz A., Hering D., Bulánková E.	96
Biologické hodnotenie kvality povrchových vôd na základe spoločenstiev pošvatiek [Biological water quality assessment on the basis of stonefly assemblages]	
Lešťáková M.	97
Vliv nízké teploty na perloočku <i>Daphnia galeata</i>: adaptivní reakce nebo jenom důsledek vyšších metabolických nákladů [Low temperature effect on the cladoceran <i>Daphnia galeata</i> : adaptive response or just a result of higher metabolic costs]	
Macháček J., Sed'a J.	98
Výsledky Slovenska v interkalibrácii biologických metód [The Slovak intercalibration results on the biological methods]	
Makovinská J., Mišíková Elexová E., Baláži P., Fidlerová D., Haviar M., Kováč V., Lešťáková M., Plachá M., Ščerbáková S., Horváthová G.	102
Aktivita metanotrofních bakterií v Labí [Activity of methane-oxidizing bacteria in the River Elbe]	
Matoušů A., Osudar R., Šimek K., Bussmann I.	106
Emergencia podeniek: význam svetelného režimu, teploty vody a klimatických faktorov [Emergence of mayflies: the meaning of light regime, water temperature and climatic factors]	
Matúšová Z., Svitok M.	107
Využitie vybraných metrick pri hodnotení vplyvu hydromorfologických zmien na bentické bezstavovce (Podlužianka, Jabloňovka) [Use of selected metrics for evaluation of impact of hydromorphological changes on benthic invertebrates (Podlužianka, Jabloňovka)]	
Mišíková Elexová E., Lešťáková M., Ščerbáková S.	108
Vliv znečištění a přeshraničních vztahů na jakost vody v řece Dyji [Influence of pollution and transboundary relations on the water quality of the Dyje River]	
Mlejnková H.	112
Adaptačné mechanizmy bakteriálnych degradérov organických toxických kontaminantov povrchových a podzemných vôd, pôd a sedimentov [The adaptation mechanisms of bacterial degraders of toxic organic pollutants that contaminate surface and underground water, soil and sediments]	
Murínová S., Dudášová H., Lukáčová L., Dercová K.	116
Sezónni vývoj snežných rias na ľadovej pokrývke vysokohorského plesa (Ľadové pleso, Vysoké Tatry) [Seasonal development of snow algae on the ice cover of a high mountain lake (Ľadové pleso, High Tatra Mountains)]	
Nedbalová L., Stuchlík E.	120
V tieni a na výslni – povrchová teplota vody a trvanie ľadovej pokrývky plies Vysokých Tatier závisí na nadmorskej výške, topografickom zatienení a batymetrii plies [Shaded and insolated – surface water temperature and ice cover of Tatra Mountain lakes depends on altitude, topographic shading and bathymetry]	
Novikmec M., Svitok M., Kočický D., Šporka F., Bitušík P.	121
Dendrotelmy – pozoruhodné aquatické habitaty [Water-filled tree holes – remarkable aquatic habitats]	
Oboňa J., Svitok M.	122
Porovnávacía diverzita litorálneho makrozoobentosu (α, β, γ) pliesok a plies Vysokých Tatier [Comparative diversity of littoral benthic macroinvertebrates (α , β , γ) of Tatra Mts. ponds and lakes]	
Očadlík M., Svitok M., Novikmec M., Bitušík P.	123



Vysychání toků v období klimatické změny: případová studie strategií přežití vodních bezobratlých [Drying up of the streams in the current climate change: the case study of aquatic macroinvertebrate survival strategies]	
Pařil P., Řezníčková P., Zahrádková S.	124
Predikcia výskytu rýb v plytkých příbřežných zónach nížinných tokov [Predictions of fish species occurrence in shallow inshore areas of lowland rivers]	
Pekárik L., Koščo J., Košuthová L.	125
Změny kvality vody při vypouštění rybníka [Changes in water quality during the pond draining]	
Poštulková E., Kopp R., Lang Š., Brabec T.	126
Živinové bilance rybníků a jejich vliv na látkové toky v povodí [Impact of fish ponds mass balance on nutrition flows in the drainage area]	
Potužák J., Duras J.	130
Planktonní rozšíření tatranských ples (Slovensko/Polsko) [Planktic diatoms of Tatra Mountain lakes (Slovakia/Poland)]	
Procházková L., Houk V., Nedbalová L., Stuchlík E.	134
Zooplankton nádrží vzniklých po těžbě různých surovin [Zooplankton of reservoirs originated after mining of different materials]	
Příkryl I.	135
Co ovlivňuje distribuci larev vodního hmyzu izolovaných slatinišť? Jejich disperze nebo ekologické nároky – úvod do výzkumu [What affects distribution of aquatic insect larvae of isolated fens? Dispersion or ecological requirements – an introduction to the study]	
Rádková V., Bojková J., Horsák M.	139
Čo nám môžu prezradiť stabilné izotopy o potravných vzťahoch a mikrohabitatových preferenciách pakomárov v grónskych jazerách? [What can stable isotopes reveal about microhabitat and feeding preferences of chironomids (Diptera) in Greenlandic lakes?]	
Reuss N.S., Hamerlík L., Velle G., Michelsen A., Pedersen O., Brodersen K.P.	140
Metanogenní systém toku Sítka [Methanogenic system of the Sítka stream]	
Rulík M., Badurová P., Bednařík A., Brablcová L., Buriánková I., Mach V., Gratzová K.	141
Ekologické metriky a druhové vlastnosti – „species traits“ makrozoobentosu ako ukazovatele katastrofických a extrémnych podmienok TANAP-u [Ecological metrics and species traits of macrozoobentos as markers of catastrophic and extreme conditions in TANAP (Tatra National Park)]	
Rúfusová A., Krno I., Beracko P.	145
Vliv přítoku důlních vod na společenstvo máloštětinatých opaskovců řeky Nedvědičky [Environmental impact of heated mining waters on clitellate assemblages]	
Růžičková S., Schenková J., Konvičková V., Syrovátka V., Helešic J.	146
Vliv vysychání na temporární faunu toků na modelové skupině jepice (Ephemeroptera) [The effect of drought on the temporary stream fauna with focus on the model group mayflies (Ephemeroptera)]	
Řezníčková P., Zahrádková S., Soldán T., Němejcová D., Pařil P.	147
Variabilita vodních opaskovců (Clitellata) na slatiništích vnějších Západních Karpat [Variability of aquatic clitellates in outer Western Carpathians spring fens]	
Schenkova J., Bílková M., Bojková J.	148
Origin, enzymatic response and fate of flood introduced dissolved organic matter in a river-floodplain system	
Sieccko A., Maschek M., Peduzzi P.	149
Osudy lužní tůně jako reflexe stavu krajiny a trendů v managementu [The fate of a floodplain pool as a reflection of landscape and management]	
Skácelová O.	150
Jaké vlastnosti je výhodné mít ve vysychavém toku? [Which species traits are essential for success in intermittent streams?]	
Straka M., Tajmrová L., Syrovátka V. & Pařil P.	153
Složení mikrobiálního společenstva pelagiálu v komplexním systému Bílého jezera, řeky Šeksny a Rybinské nádrže na horní Volze; význam abiotických a biologických faktorů na rozlišení lokalit s využitím ordinační analýzy [Composition of pelagic microbial assemblages in the complex system of Belyeje Lake, Šeksny River and Rybinsk Reservoir in the upper Volga; significance of abiotic and biological factors in the differentiation of localities using ordination analysis]	



Lake, Sheksna River and Rybinsk Reservoir on the upper Volga River; ordination analysis used for characterizing geographic localities by abiotic and biological parameters] Straškrábová V., Kasalický V., Šmilauer P., Kopylov A.	154
Fauna pakomárov horského jazera: kombinácia paleo- a neolimnologického prístupu pri hodnotení zotavovania z acidifikácie [Chironomid fauna of an alpine lake: combination of paleo- and neolimnological approaches to assess recovery from acidification] Svitok M., Kubovčík V., Appleby P.G., Kopáček J., Bitušík P.	157
Vývojové cykly acidotolerantních pošvatek [Life cycles of acidotolerant Plecoptera] Svobodová J., Bojková J., Matěna J.	158
Vliv manipulace s rybí obsádkou na vodní bezobratlé a ptáky v NPR Lednické rybníky [The impact of fish stock manipulation on aquatic macroinvertebrates and waterfowl in the Lednické rybníky Nature Reserve] Sychra J.	159
Pakomárovití (Diptera: Chironomidae) prameništích slatinišť na gradientu minerální bohatosti: záležitost chemie vody, nebo substrátu? [Non-biting midges (Diptera: Chironomidae) of spring fens along the mineral richness gradient: water chemistry or substratum issue?] Srovátka V., Rádková V., Bojková J.	160
Nanočástice železa v aplikované limnologii? [Iron nanoparticles in applied limnology?] Ševců A.	161
Zooplankton and zoobenthos in small saline inland waters in Great podkrušnohorská dump in Sokolov region [Oživení malých zasolených nádrží na Velké podkrušnohorské výsypce v okrese Sokolov] Šímová I., Matěna J., Přikryl I., Novotná K.	162
Zooplankton v mělkých mesokosmech: vliv teploty, trofie vody a velikosti rybí obsádky [Zooplankton in shallow mesocosms: the impact of temperature, nutrient level and fish stock] Šorf M., Jeppesen E., Menezes R.F.	163
Porovnanie spoločenskíev rozsievok troch vybraných tokov južných svahov Vysokých Tatier prirodzených a postihnutých veternou smršťou [Comparison of diatom communities of three selected streams of south slopes of the High Tatra Mts. affected by windstorm] Štefková E.	164
Změny taxocenóz jepic (Ephemeroptera) v moravských tocích jako odraz antropogenních vlivů v povodí v průběhu 20. století [Long-term changes of mayfly taxocoenoses as a reflection of anthropogenic impacts in the Morava River basin during the 20th century] Švaňhalová B., Zahrádková S., Bojková J., Soldán T.	165
Subfossil chironomids reveal the paleoclimate: is modeling enough? [Subfossilní pakomáři odhalují paleoklima: stačí jen modelovat?] Tátosová J., Vondrák D., Stuchlík E.	166
Ecology and extension of free living amoebae in swimming pools: or how to create optimal conditions for their life [Ekológia a rozšírenie nahých meňaviek v bazénoch: alebo návod ako im vytvorit' optimálne podmienky pre život] Trnková K.	167
Lovci nebo zahradnice – proč mají vodní masožravé bublinatky pasti plné mikrobů? [Hunters or gardeners – why are traps of aquatic carnivorous bladderworts full of microbes?] Vrba J., Sirová D., Adamec L., Borovec J., Rejmánková E., Šantrůček J., Šantrůčková H.	170
Rostliny využívané v kořenových čistírnách odpadních vod [Plants used in constructed wetlands with horizontal subsurface flow] Vymazal J.	171
Rekonstruované taxocenózy jepic (Ephemeroptera) významných typů toků v povodí Moravy [Reconstructed taxocoenoses of mayflies (Ephemeroptera) of important stream types in the Morava river basin] Zahrádková S., Soldán T., Bojková J., Švaňhalová B., Němejcová D., Hájek O.	174



ABSTRAKTY POSTROV	175
Detekce a vertikální distribuce metanogenních archeí v říčním sedimentu [Detection and vertical distribution of methanogens in river sediment]	
Badurová P., Buriánková I., Brablcová L., Gratzová K., Bednařík A., Mach V., Rulík M.	177
Zooplankton přehradních nádrží Jizerských hor v období acidifikace a zotavování z acidifikace [Zooplankton of reservoirs in the Jizera Mountains (Czech Republic) in the period of acidification and recovery from acidification]	
Bímová T., Vondrák D., Hořícká Z.	178
Vliv částic nulmocného nanoželeza na kulturu řasy <i>Chlamydomonas</i> sp. a sinice <i>Anabaena planktonica</i> [Effect of zerovalent nanoiron on green alga <i>Chlamydomonas</i> sp. and cyanobacterium <i>Anabaena planktonica</i>]	
Bobčíková K., Ševců A.	179
Životné stratégie podeniiek a pošvatiek v tokoch s konštantnou teplotou vody [Life strategies of mayfly and stonefly species in the constant temperature streams]	
Bottová K., Derka T., Beracko P., Svitok M.	180
Využití denaturační gradientové gelové elektroforézy (DGGE) k analýze společenstva metanogenů [Using of denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) for analysis of methanogenic community]	
Brablcová L., Buriánková I., Badurová P., Rulík M.	181
Diverzita metanogenních archaeí v hyporheickém sedimentu říčky Sítky [Diversity of methanogenic Archaea in Sítka stream hyporheic sediment]	
Buriánková I., Brablcová L., Badurová P., Bednařík A., Mach V., Rulík M.	182
Naše kôstky (<i>Sphaerium</i>) a ich determinácia na základe morfológických znakov [Identification of Slovak fingernail clams (<i>Sphaerium</i>) by their morphological features]	
Čejka T.	183
Diagnostické postupy pre molekulárnu identifikáciu živočíchov [Diagnostic techniques for molecular identification of animals]	
Čiamporová-Zat'ovičová Z., Čiampor Jr. F., Čejka T., Illyová M., Kohout J., Pekárik L., Laššová K.	184
Toxické kovy v ekosystému rybníku ovlivněného městskou čistírnou odpadních vod [Toxic metals in pond ecosystem affected by the municipal wastewater treatment]	
Doležalová L., Komínková D.	185
Výskyt <i>Gammarus pulex</i> na území ČR [Occurrence of <i>Gammarus pulex</i> in Czech Republic]	
Đurišová J., Peštová D., Janeček E.	186
Využitie umelých substrátov pre odber vzoriek bentických rozsievok (<i>Bacillariophyceae</i>) pre účely hodnotenia ekologického potenciálu vodárenských nádrží Slovenska [Use of artificial substrates for benthic diatoms (<i>Bacillariophyceae</i>) sampling for the assessment of ecological potential of water reservoirs in Slovakia]	
Fidlerová D.	187
Indikuje bentická fauna tatranských plies obnovu z acidifikácie? [Does indicate the littoral benthic macro fauna of the Tatra Mountains lakes their recovery from acidification?]	
Gelienová R.	188
Dlouhodobé změny v obsahu živin a organického zatížení v toku Berounky [Long-term changes of nutrient content and organic pollution in the river of Berounka]	
Hess J., Duras J.	189
Surface temperature and hydrochemistry as indicators of land cover functions	
Chmelová I., Hesslerová P., Šulcová J., Kröpfelová L., Pechar L.	190
Nové a zaujímavé nálezy pakomárov (Diptera: Chironomidae) v tatranských potokoch [New and interesting chironomid records (Diptera: Chironomidae) from the Tatra mountain streams]	
Iarošová K., Hamerlík L.	191
Impact of the artificial snow production to Trichoptera and Diptera in High Tatra Mountain streams	
Kapustová S., Šoltés R.	192
Životný cyklus a produkcia vodných bzdôch <i>Cymatia coleoprata</i> Fabricius 1777 a <i>Plea minutissima</i> Leach 1817 [Life cycle and secondary production of water bugs <i>Cymatia coleoprata</i> Fabricius 1777 a <i>Plea minutissima</i> Leach 1817]	
Klementová B., Svitok M., Gregor M.	193



Vodárenské nádrže Jizerských hor – limnologické aspekty [The water supply reservoirs in Jizera Mts. – limnological point of view]	
Koza V., Rederer L., Špaček J.	194
Vodné makrofyty Veľkolélskeho ramena (Dunaj) [Water macrophytes of the Veľkolélske rameno Arm (Danube)]	
Kubalová S., Sýkorová A.	195
Larainae sveta (Coleoptera: Elmidae): rozšírenie, taxonómia a molekulárna fylogénéza [The World Larainae (Coleoptera: Elmidae): distribution, taxonomy and molecular phylogeny]	
Laššová K., Čiamporová-Zaťovičová Z., Čiampor Jr. F.	196
Revize ČSN 75 7716 Jakost vod – Biologický rozbor – Stanovení saprobního indexu [Revision of the Czech technical standard ČSN 75 7716 Water quality – Biological analysis – Determination of saprobic index]	
Marvan P., Němejcová D., Zahrádková S., Opatřilová L., Fremrová L.	197
Poznámky k rozšíreniu vážok (Odonata) na Slovensku [Notes to distribution of dragonflies (Odonata) in Slovakia]	
Matúšová Z., Klementová B., Novikmec M., Očadlík M., Svitok M.	198
Vliv vnějších faktorů na strukturu mikrobiálních společenstev malého horského toku [Influence of external factors on microbial community structure of small mountain stream]	
Mlejnková H., Konečná J., Kroča J.	199
Populačná dynamika potočnika <i>Allogamus auricollis</i> (Pictet, 1834) (Trichoptera: Limnephilidae) [Population dynamics of caddisfly <i>Allogamus auricollis</i> (Pictet, 1834) (Trichoptera: Limnephilidae)]	
Novikmec M., Svitok M., Ďurčeková M., Bitušík P.	200
Životný cyklus chrobáka <i>Prionocyphon serricornis</i> (Coleoptera: Scirtidae) v dendrotelme [Life cycle of the water-filled tree holes beetle <i>Prionocyphon serricornis</i> (Coleoptera: Scirtidae)]	
Oboňa J., Svitok M., Vojenčiaková S.	201
Potočníky (Trichoptera) hornej a strednej časti povodia Ipľa (Slovensko) [Caddisflies (Trichoptera) of middle and upper reach of the Ipeľ River basin (Slovakia)]	
Očadlík M., Novikmec M., Svitok M., Gajdošová I., Klementová B., Matúšová Z.	202
Metodika hodnocení ekologického stavu tekoucích vod České republiky podle makrozoobentosu [Method of assessing running waters of the Czech Republic using benthic macroinvertebrates]	
Opatřilová L., Kokeš J., Němejcová D., Syrovátka V., Zahrádková S.	203
Co určuje míru kanibalismu u larev vážek? [What determines the rate of cannibalism in dragonfly larvae?]	
Peroutka M., Klečka J., Bojková J., Boukal D.	204
Testovanie nového indexu pre hodnotenie tokov na základe fytoplanktónu pre podmienky Slovenska [Testing a new index for assessment of running water based on phytoplankton for the condition in Slovakia]	
Plachá M.	205
Srovnání dostupného typového materiálu středoevropských zástupců rodu <i>Electrogena</i> Zurwerra & Tomka, 1985 (Ephemeroptera: Heptageniidae) [Comparison of available type material of the genus <i>Electrogena</i> Zurwerra & Tomka, 1985 (Ephemeroptera: Heptageniidae) from Central Europe]	
Polášek M., Zahrádková S.	206
Látková bilance rybníka Rožmberk s posouzením jeho vlivu na řeku Lužnici [Mass balance of fish pond Rožmberk – impact on water quality of Lužnice River]	
Potužák J., Duras J.	207
Fytoplankton přehradních nádrží Jizerských hor v období acidifikace a zotavování z acidifikace [Phytoplankton of reservoirs in the Jizera Mountains (Czech Republic) during acidification and recovery from acidification]	
Procházková L, Hořická Z.	208
Vliv vybraných rybníků jižní a střední Moravy na kvalitu vodního prostředí a protipovodňovou ochranu [Impact of selected ponds of South and Central Moravia regions on the water quality and flood protection]	
Rozkošný M., Řídká A., Sedláček P., Dzuráková M.	209
Srovnání benthické fauny intermitentního a permanentního toku v oblasti jižní Moravy [Comparison of benthic fauna of intermittent and permanent stream in South Moravia region]	
Řezníčková P., Zahrádková S., Pařil P.	210
Benthic macroinvertebrates in the inflows and outflows of acidified mountain lakes in the Bohemian Forest	
Senou T., Stuchlík E.	211



Charakteristiky fytoplanktonu produkčních rybníků CHKO Třeboňsko [Characteristics of phytoplankton in production ponds Protected Landscape Area Třeboňsko]	
Skácelová K., Pechar L.	212
Podenky (Ephemeroptera) horného a stredného Poiplia [Mayflies (Ephemeroptera) of upper and middle Ipeľ River basin]	
Svitok M., Novikmec M., Gajdošová I., Klementová B., Matúšová Z., Očadlík M.	213
Vliv zkušenosti na frekvenčně závislou potravní selektivitu larev vážky rodu <i>Sympetrum</i> [The effect of experience on the frequency-dependent prey selection by larvae of a <i>Sympetrum</i> dragonfly]	
Šalandová P., Boukal D., Klečka J.	214
Mapovanie spoločenstiev vodných organizmov Čiližského potoka v prvej etape projektu obnovy jeho vodného režimu [The aquatic communities survey in the first phase of the restoring water regime project on the Čiližský potok stream]	
Ščerbáková S., Baláží P., Lešťáková M., Mišíková Elexová E., Plachá M.	215
Nepůvodní druh mechovky <i>Pectinatella magnifica</i> a její sinice a řasy [Non-indigenous species of Bryozoa <i>Pectinatella magnifica</i> and its blue-green algae and algae]	
Šetlíková I., Skácelová O., Šinko J., Rajchard J., Balounová Z.	216
Vodule (Hydrachnidia) České republiky [Water Mites (Hydrachnidia) in the Czech Republic]	
Špaček J.	217
Sezónní vývoj fytoplanktonu a zooplanktonu v nádrži Švihov v období 2006 – 2010 se zřetelem na stav kvality vody [Seasonal development of phytoplankton and zooplankton in the Švihov Reservoir in 2006 – 2010 with respect to the status of water quality]	
Štrojsová M., Duras J.	218
„Siamské dvojčatá“ alebo ontogenetické malformácie sladkovodných nálevníkov (Ciliophora) [„Siamese twins“ or ontogenetical malformations of freshwater ciliates (Ciliophora)]	
Tirjaková E., Vďačný P.	219
Komplexní studie litorálního makrozoobentosu v Českém lese Horská jezera: taxonomické hodnocení procesu obnovy [A comprehensive study of littoral macroinvertebrates communities in the Bohemian Forest lakes: taxonomic evaluation of the recovery process]	
Ungermanová L., Senoo T., Stuchlík E.	220
Riziko ohrožení původních společenstev „velkých mlžů“ slávičkou mnohotvárnou [Risk of a threat of native unionid communities by zebra mussel]	
Uvíra V., Vojtkovská R., Vláčilová A., Uvírová I.	221
Habitatové preference člunice jezerní (<i>Acroloxus lacustris</i>) v malém nížinném toku [Habitat preferences of <i>Acroloxus lacustris</i> in a small lowland stream]	
Uvírová I., Bártková V., Hubová P., Uvíra V.	222
Výskyt <i>Atherix ibis</i> v povodí Odry [Occurrence of <i>Atherix ibis</i> in the Odra river basin]	
Vařecha D., Fehérová J.	223
Řeka Sezina – skutečně pstruhová voda v celém úseku toku? [Sezina river – Is really trout water in the whole stage of the river?]	
Vojtásek S.	224
Komořanské jezero – rozházená knihovna či paleoklimatický archiv? [Komořany Lake – disorderly library or paleoclimate archive?]	
Vondrák D., Tátošová J., Bešta T.	225
Druhové složení a velikostní struktura zooplanktonu v experimentálních mesokosmech o různé hloubce a koncentraci živin [Species composition and size structure of the zooplankton community in experimental mesocosms of different depths and nutrient levels]	
Zadinová K., Šorf M., Hejzlar J.	226
REGISTER AUTOROV	227
ADRESÁR ÚČASTNÍKOV KONFERENCIE	230



Milé kolegyně, vážení kolegovia limnológovia a všetci priaznivci limnológie,

dostáva sa Vám do rúk Zborník príspevkov zo XVI. konferencie Slovenskej limnologickej spoločnosti a České limnologickej spoločnosti, ktorá sa po deviatich rokoch koná opäť na Slovensku, tentoraz v Demänovskej doline v Nízkych Tatrách.

Od nášho posledného stretnutia v Třeboni uplynuli 3 roky a ten čas poznačili radostné i smutné udalosti. To, čo nás iste potešilo, bolo prijatie SLS a ČLS do spoločenstva európskych spoločností tvoriacich European Federation for Freshwater Sciences (EFFS), s radosťou sme oslávili jubileá významných česko-slovenských limnológov (Ing. V. Janeček, prof. F. Kubíček, RNDr. P. Marvan, RNDr. V. Onderíková) a radostné je sledovať ako sa naše rady rozrastajú o nových členov z radov študentov a doktorandov. Bohužiaľ, museli sme sa rozlúčiť s našimi učiteľmi, vzormi a legendami nielen našej, ale aj európskej a svetovej limnológie, akými boli doc. Hrbáček, RNDr. M. Zelinka, RNDr. J. Holčík ako aj ďalšími kolegami limnológmi.

Trojročná prestávka je dost' na to, aby bol dôvod znova sa stretnúť, vzájomne oboznámiť s výsledkami svojej práce, vymeniť si skúsenosti, poznatky, alebo si len tak neformálnepohovoriť trebárs aj o bežných veciach, ako to už býva medzi dobrými známymi a priateľmi. XVI. konferencia SLS a ČLS nesie názov „Od molekúl po ekosystémy“ a už i zbežné prečítanie titulov takmer 130 abstraktov prednášok a posterových prezentácií, z ktorých je zložený tento zborník, potvrdzuje oprávnenosť tohto názvu. Záujmy súčasnej českej a slovenskej limnológie sú skutočne rozsiahle.

Miesto konania konferencie bolo vybrané z viacerých možností. Centrálna časť Nízkych Tatier patrí k najkrajším a turisticky najnavštevovanejším miestam Slovenska. Dostupnosť najcennejších, a pre účastníkov konferencie iste najzaujímavejších lokalít národného parku je však fyzicky aj časovo náročná, preto boli trasy exkurzií nasmerované do iných, a veríme, že rovnako zaujímavých častí Liptova a Oravy.

Snahou organizačného výboru konferencie bolo vytvoriť príjemné prostredie tak pre oficiálnu, ako aj neoficiálnu časť programu a dúfame, že konferencia splní svoje poslanie a všetci účastníci si odnesú len tie najlepšie dojmy a zážitky.

P. Bitušík
predseda SLS



ABSTRAKTY A ROZŠÍRENÉ ABSTRAKTY REFERÁTOV



Časopriestorové zmeny spoločenstva potočníc (Trichoptera) v toku Demänovka

Spatio-temporal changes of caddisfly assemblages in the Demänovka stream

Pavel BERACKO & Jozef LUKÁŠ

Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina B2, 842 15 Bratislava, SR; e-mail: beracko@fns.uniba.sk

Časo- priestorové zmeny spoločenstva potočníc boli skúmané v toku Demänovka. Kvantitatívne vzorky boli odoberané sezónne od októbra 1995 do augusta 1997 na siedmych lokalitách v jej longitúdínálnom profile. Na základe Bray-Curtis vzdialenosti objektov sme v analýze podobnosti (ANOSIM) identifikovali päť rozličných spoločenstiev potočníc. Čiastkovými ordináciami bol determinovaný výrazne vyšší vplyv priestorového parametra (longitúdínálneho profilu toku) na druhové zloženie spoločenstva, ktorý určoval až 50 % variability v druhových dátach. Časový parameter ako rozmer spoločenstiev mal výrazne nižší vplyv, keď vysvetľoval len 10 % variability v druhových dátach. Podobný výsledok sme zaznamenali aj vo vybraných metrikách (diverzita, vyrovnanosť, sapróbny index) spoločenstiev. Najvyššie hodnoty indexu diverzity spoločenstva sme zistili v strednom úseku Demänovky, kým najväčšiu se-

zónnu variabilitu tohto parametra sme identifikovali v jej dolnom úseku. Tu sme zaznamenali i najvyššie hodnoty sapróbneho indexu spoločenstva spolu s jeho výraznou sezónnou variabilitou. Najvyššiu vyrovnanosť spoločenstva s jej najnižšou sezónnou fluktuáciou hodnôt sme determinovali v pramennej oblasti. Analýzou podielu jedincov jednotlivých potravných gíld v pozdĺžnom profile toku sme identifikovali tri signifikantne odlišné zóny. Na rozdiel medzi jednotlivými zónami sa podieľali najmä predátori a spásače/zoškrabávače (SIMPER: kum. percent. podiel na nepodobnosti < 65 %). Najvyššiu sezónnu variabilitu jednotlivých potravných skupín v priebehu roka v rámci identifikovaných troch zón sme zistili v spodnom úseku Demänovky.

Keywords: caddisfly assemblages, seasonality, altitude, metrics



Chemismus vody na českých lokalitách perlorodky říční (*Margaritifera margaritifera*) jakožto faktor limitující výskyt druhu na okraji přirozeného areálu

Water chemistry in Czech localities of freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) as a factor limiting the species on a border of its distribution area

Michal BÍLÝ, Ondřej SIMON & Věra KLADIVOVÁ

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., Podbabská 30, 160 00 Praha 6, ČR;
e-mail: michal_bily@vuv.cz

Kvalita vody je považována za hlavní faktor zodpovědný za světový ústup populací perlorodky říční (*Margaritifera margaritifera*). V ČR se tento druh vyskytuje pouze zbytkově na horní výškové hranici areálu, přičemž hlavním centrem výskytu je oblast Šumavy. Zdejší tři hlavní lokality se svým chemismem navzájem odlišují. Chemismu optimálnímu pro perlorodku říční (NO_3^- pod 2,5 a Ca pod 8 mg.l⁻¹, $\text{P}_{\text{celk.}}$ pod 20 $\mu\text{g l}^{-1}$, vodivost pod 50 $\mu\text{S.cm}^{-1}$) se nejvíce blíží Teplá Vltava, která je současně i teplotně příznivá. V toku Blanice jsou některé parametry dlouhodobě vyhovující (pH, NO_3^-) a byl u nich zaznamenán v minulých dvaceti letech příznivý vývojový trend. Řada přítoků povodí Blanice vykazuje výrazné zlepšení jakosti vody dané příznivými změnami v obhospodařování po-

zemků v jednotlivých mikropovodích. Celkově však dosud jakost vody není v žádné části povodí dlouhodobě vyhovující v kompletním souboru všech významných parametrů. Především plošně zvýšené hodnoty P zůstávají v povodí Blanice hlavním problémem. Naproti tomu sousední povodí Zlatého potoka, i přes větší podíl zemědělské půdy, vysokými hodnotami P tolik zatíženo není. Vysvětlení je potřebné hledat v stavu půd s nízkým množstvím bází i živin, v místních geochemických anomáliích či vlivu historické hornické činnosti.

Keywords: freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera*, water chemistry, Šumava, Blanice River, Zlatý Potok Stream, Teplá Vltava River



Hodnocení vlivu využití krajiny na společenstva fyto bentosu malých toků

The effect of landuse on phytobenthos of small stream

Blažena BRABCOVÁ¹, Petr MARVAN², Karel BRABEC³ & Ondřej HÁJEK⁴

¹ Katedra biologie, Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Poříčí 7/11, 603 00 Brno, ČR;
e-mail: brabcova@ped.muni.cz

² Limni s.r.o., Poštovská 455/8, 602 00 Brno, ČR

³ Centrum pro výzkum toxických látek, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Kamenice 126/3, 625 00 Brno, ČR

⁴ Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 267/2, 611 37 Brno, ČR

V rámci projektu STAR (číslo projektu EVK1-CT 2001-00089, <http://www.eu-star.at/frameset.htm>) byly na 23 lokalitách vodních toků s plochou povodí do 50 km² studovány charakteristiky společenstva fyto bentosu a zaznamenány parametry prostředí. Fyto bentos byl hodnocen z hlediska jeho kvalitativního i kvantitativního složení. Kvantitativní hodnocení fyto bentosu bylo na základě odhadní stupnice (pro všechny sinice a řasy) nebo na základě počtu schránek (pouze pro rozsivky). K hodnocení byly také použity biotické indexy založené na znalosti autekologie jednotlivých taxonů. Vedle chemických parametrů vody (živiny, BSK₅, chloridy, alkalinita) byly zaznamenány také hydromorfologické charakteristiky koryta a říční nivy a využití krajiny v povodí i v prostorově škálova-

ných pásech podél říční sítě nad studovanými lokalitami. Reakce nárostových společenstev na environmentální gradienty byla hodnocena prostřednictvím vícerozměrného škálování umožňujícího zjednodušit matici podobnosti taxonomického složení společenstev do ordinálního prostoru a získat skóre pro jednotlivé vzorky.

Biotické indexy fyto bentosu významně korelují s koncentrací nutrientů. Jejich vztah s využitím krajiny je méně těsný. Pomocí regresní analýzy byly vyjádřeny podíly chemismu vody a využití krajiny na variabilitě vybraných biotických indexů fyto bentosu.

Keywords: phytobenthos, environmental conditions, landuse, STAR, stream



Prostorová škálovatelnost faktorů prostředí ve vztahu ke společenstvům makrozoobentosu

Effective spatial scale of environmental factors affecting structure of stream macroinvertebrate communities

Karel BRABEC¹, Klára KOMPRDOVÁ^{1,2}, Ondřej HÁJEK³, Martina KRAKOVÁ³, Tereza KALÁBOVÁ¹, Renata CHLOUPKOVÁ² & Michaela KUČEROVÁ²

¹Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Kamenice 3, 625 00 Brno, ČR; e-mail: brabec@sci.muni.cz

²Institut biostatistiky a analýz, Masarykova univerzita v Brně, Kamenice 3, 625 00 Brno, ČR

³Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR

Na souboru dat reprezentujícím gradient antropogenního tlaku na malé vodní toky byly analyzovány vazby společenstev makrozoobentosu na využití krajiny v povodí, charakter pobřežního koridoru, vzdálenosti od bodových zdrojů znečištění a hydromorfologických parametrech. Vliv parametrů prostředí byl vyhodnocen v rámci kumulativně se zvětšujících částí říční sítě nad studovanými lokalitami. Z toho bylo možné zjistit v jakém prostorovém rozsahu, případně vzdálenosti vykazují charakteristiky říční sítě nebo povodí nejvýraznější vztah ke struktuře společenstev makrozoobentosu. Zvláštní pozornost byla věnována vlivu pobřežního koridoru vodního toku na hydromorfologii, chemismus vody a životní strategie vodních bezobratlých.

Výsledky ukázaly, že terénní i GIS přístupy (CORINE, analýza leteckých snímků) představují informaci využitelnou pro vyhodnocení rizik plynoucích z antropogenních aktivit v povodí

a v říčním koridoru. Mohou tak představovat tzv. „proxy“ proměnnou pro odhad rizik souvisejících např. se zemědělským využitím v okolí vodních toků (přísun jemných sedimentů a živin). Klasifikace pobřežní vegetace a krajinného pokryvu říčního koridoru pak přináší čitelné vztahy například s koncentrací nutrientů v říční vodě a substrátovými preferencemi makrozoobentosu.

Identifikace prostorové škály maximálního působení faktorů prostředí na indikátorové parametry fluvialních ekosystémů představuje užitečnou informaci pro navrhování opatření k revitalizaci poškozených vodních toků. Největší hodnotu mají právě opatření obnovující rovnováhu s procesy, které se formují v různých prostorových škálách systému.

Keywords: macroinvertebrates, stream corridors, spatial scales



„Stratený“ alebo „Strácajúci“ sa svet – fauna vodných chrobákov Venezuely (Coleoptera: Elmidae)

„Lost“ or „disappearing“ World – water beetle fauna of Venezuela (Coleoptera: Elmidae)

Fedor ČIAMPOR Jr. & Zuzana ČIAMPOROVÁ-ZAŤOVIČOVÁ

Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied, Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, SR; e-mail: f.ciampor@savba.sk

Abstract

In November – December 2011, hydrobiological expedition to Venezuela was carried out within the project "Biodiversity of river corridors in tropical forests: present state, human impacts and restoration perspectives". During the field work, 27 localities were examined, situated in Guyana shield and lowland forests around Caura and Orinoco rivers. Within the material collected, more than 2 000 specimens of the family Elmidae were recorded. Preliminary they were determined to 20 genera and 60 species. The material includes at least one new genus, several new species and numerous undescribed larvae. The results gained, including analysis of molecular markers, distinctly improve knowledge on the Venezuelan Elmidae fauna, they also enable description of new taxa for science, description of immature stages, as well as identification of sites still undisturbed by human activities, which in the future can serve as sources of biodiversity of water corridors in the renaturation processes.

Keywords: South America, Venezuela, Elmidae, diversity, DNA barcoding

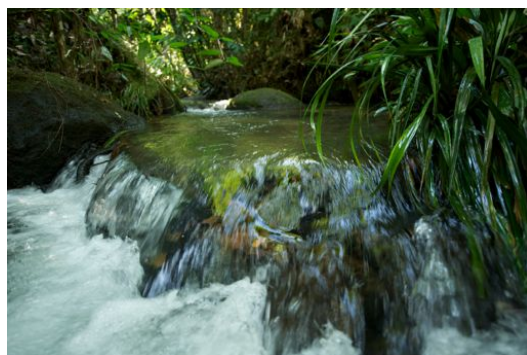
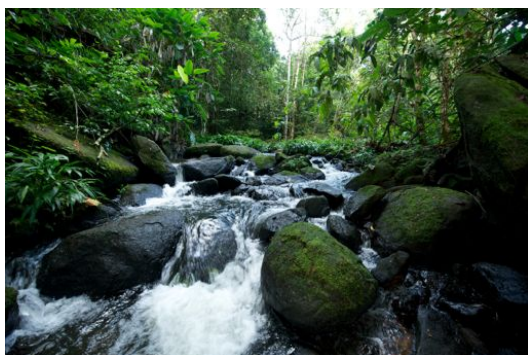
Úvod

Venezuela – krajina tisícich vodopádov, tisícov potokov, riečok a riek oplýva obrovskou druhovou diverzitou, podobne ako iné krajiny tropických oblastí. Bohužiaľ, rovnako ako v iných štátoch, aj fauna Venezuely kriticky dopláca na bezcitné zásahy ľudí do prírodného prostredia ako je ťažba dreva, vypaľovanie veľkých plôch, znečisťovanie a pod. (Ghazoul & Sheil 2010), čoho bezprostredným dôsledkom je značný úbytok pôvodných habitatov. Takto zničené územia sa veľmi rýchlo vyčerpajú a následne sa len ťažko dostávajú do pôvodného stavu. Vodné biotopy síce nemiznú tak ako dažďové pralesy, zmeny v ich okolí však vplyvajú na kvalitu vody, teplotný režim, trofiu či iné environmentálne parametre, čo následne spôsobuje zmeny (bohužiaľ predovšetkým úbytok) druhového bohatstva. V súvislosti so zachovaním a obnovou svetovej biodiverzity je preto dôležité študovať dopady týchto zmien, identifikovať oblasti, ktoré zatiaľ ostali nenarušené, prípadne definovať možnosti obnovy postihnutých biotopov. Je zrejmé, že svet tropických oblastí sa stráca a je potrebné urobiť maximum, v prvom rade dobre spoznať jeho súčasť, aby nenásledoval osud sveta Artura Conana Doylea.

Výsledky

V roku 2011 sa v spolupráci troch inštitúcií zo Slovenska začal realizovať projekt s názvom „Biodiverzita riečnych koridorov tropických pralesov: súčasný stav, vplyv antropogénnej činnosti a perspektíva obnovy“. Hlavným cieľom projektu je prispieť k poznaniu a ochrane centier biodiverzity tropických oblastí Južnej Ameriky, so zameraním na vodné biotopy. Počas prvej z troch plánovaných expedícií bolo navštívených 27 lokalít v oblastiach Guayanskej vysočiny v okolí stolových hôr (Obr. 1, 2) a nížinných pralesov v povodí riek Caura a Orinoko (Obr. 3, 4). Terénne práce boli zamerané na odber bentických bezstavovcov, pričom významnú časť tvorili chrobáky čeľade Elmidae. Odbery prebiehali klasickými hydrobiologickými postupmi a odchytom na svetlo.

Čo sa týka známych údajov, doteraz bol publikovaný jediný zoznam druhov Elmidae amazónskej oblasti, obsahujúci faunistické údaje z Venezuely (Passos et al. 2010), ktorý udáva 16 druhov patriacich do 5 rodov. Check-list Elmidae celej Brazílie (Segura et al. 2012) obsahuje 148 druhov patriacich do 24 rodov (treba poznamenať, že Brazília je rozlohou 9,5 x väčšia než Venezuela).



Obrázok 1–4. Typické lokality vodných tokov Venezuely: 1, 2) Guayanská vysočina; 3, 4) toky v nížinách tropických pralesoch.



Počas expedície v roku 2011 bolo zozbieraných vyše 2 000 jedincov (imága a larvy) čeľade Elmidae patriacich do dvoch podčeľadí (Elminae, Larinae). Predbežné výsledky, získané prvotným spracovaním materiálu, naznačujú prítomnosť približne 20 rodov a 60 druhov, z ktorých je viacero nových, ešte neopísaných. Je veľmi pravdepodobné, že materiál obsahuje minimálne jeden nový rod a mnoho nových druhov, napr. z rodov *Phanoceroidea*, *Hypsilara*, *Gyrelmis*. Okrem toho odobraný materiál obsahuje larvy viacerých druhov, ktoré doteraz tiež neboli opísané. Tieto larvy sú postupne priradované k odobraným imágam pomocou barcodingových fragmentov DNA.

Doteraz získané predbežné výsledky potvrdzujú jendak veľkú diverzitu druhov chrobákov čeľade Elmidae venezuelských vodných tokov a tiež kritický stav súčasného poznania ich fauny. Údaje tiež naznačili stav preskúmaných

Obrázok 5. Habitus nového neopísaného rodu čeľade Elmidae.



lokalít a ich prípadnú funkciu v procese obnovy biodiverzity tokov, negatívne ovplyvnených antropogénnou činnosťou. Momentálne sa spracovávajú molekulárne dáta vzoriek rodov *Jolylemis*, *Gyrelmis*, *Roraima* a *Hypsilara*, zároveň sú sumarizované dáta zástupcov rodov podčeleďade Larainae (*Phanocerus*, *Phanoceroidea*, *Disersus*, *Potamophilops*). Analýzou fragmentov mitochondriálnej DNA sa potvrdzuje hypotéza o blízkom vzťahu rodov *Jolylemis* a *Gyrelmis* a príbuznosť rodov *Hypsilara* a *Phanoceroidea*. V rode *Roraima* boli potvrdené dva recentne oddelené nové druhy. Analýza Larainae naznačuje nezávislú evolúciu juhoamerických druhov na ostatných zástupcoch podčeleďade a tiež samostatné postavenie rodu *Phanocerus*.

PodĎakovanie

Tento príspevok je výsledkom realizácie projektu APVV-0213-10.

Literatúra

- Ghazoul J. & Sheil D. 2010. Tropical rain forest ecology, diversity, and conservation. Oxford University Press, New York, USA, 496 pp.
- Passos M.S., Fernandes A.S., Hamada N. & Nessimian J.L. 2010. Insecta, Coleoptera, Elmidae, Amazon region. Checklist 6: 538-545.
- Segura M.O., Valente-Neto F. & Fonseca-Gessner A.A. 2012. Checklist of the Elmidae (Coleoptera: Byrrhoidea) of Brasil. Zootaxa 3 260: 1-18.



Populačná genetika vodného hmyzu v tatranských plesách: „prípád *Agabus*”

Population genetics of aquatic insects in alpine lakes of the Tatra mountains: "the *Agabus* case"

Zuzana ČIAMPOROVÁ-ZAŤOVIČOVÁ & Fedor ČIAMPOR Jr.

Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied, Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava;
e-mail: zuzana.zatovicova@savba.sk

Abstract

High mountain lakes and ponds of glacial origin belong to the most remote and undisturbed aquatic environments. Recovery from anthropogenic pollution, classification of lakes, and potential impact of climate change on these ecosystems are scientific hot topics at present. However, little attention is still paid to the study of population genetics and phylogeography of their inhabitants, especially macroinvertebrates, not only in large scale (between mountain ranges), but also within smaller areas. Results of analysis based on proper and sensitive molecular methods can considerably contribute to the knowledge on their distributional trends and identifying their possible refugia. The High Tatra Mountains (western part of Carpathian arch) were formed about 10 000 years ago and now more than 110 permanent lakes of glacial origin and many other small ponds rest there. In 2009, the study of genetic variability of model alpine macroinvertebrate species begun, focused on aquatic beetle *Agabus bipustulatus solieri* (Coleoptera: Dytiscidae), representing aquatic insects with the whole life cycle spent in the water and with restricted possibility of long-range motion. The DNA of 366 specimens from 61 standing waters (on Slovak and Polish side of High Tatras), belonging to 16 different valleys was isolated. Partial cytochrome b – 343bp mitochondrial DNA fragment was used for haplotype analysis. Within the *A. bipustulatus solieri* samples, 22 haplotypes were identified. The dominant haplotype occurred in 230 specimens (63%). Only 7 haplotypes were present in more than one of the sampled valleys. High proportion of the lakes is characterized by the single haplotype and majority of the haplotypes is restricted to the only one of the sampled valleys. AMOVA results showed that molecular variance was higher within valleys than among valleys.

Keywords: DNA, Coleoptera: *Agabus*, population genetics, Tatra Mts., alpine lake, haplotype

Úvod

Fauna vysokohorských jazier je adaptovaná na život v podmienkach nízkych teplôt a preto citlivo reaguje aj na minimálne zmeny prostredia (Skjelkvale & Wright 1998). Vplyv nadmorskej výšky a s ňou spojených environmentálnych faktorov dominujú vo vzťahu medzi biodiverzitou a podmienkami prostredia, vplyv ďalších faktorov ostáva často neobjasnený. Identifikácia vplyvu „skrytých“ faktorov vyžaduje nezávislé skúmanie štruktúry populácií a vzťahov medzi biodiverzitou a environmentálnymi premennými.

Genetická štruktúra populácií vodných bezstavovcov je úzko spätá s ich rozšírením a zároveň odzrkadľuje minulé a súčasný vplyv rozmanitých faktorov. Molekulárne analýzy dokážu poskytnúť veľmi detailný obraz o biodiverzite (Pauls et al. 2010) a aj preto sa analýza molekuly

árných dát stále častejšie využíva aj v štúdiách zameraných na vodné živočíchy. Dnes existuje relatívne veľa poznatkov o vplyve klimatických, geografických, ekologických a antropogénnych faktorov, ktorých účinok sa prejavuje na toku génov a kompozícii genotypov. Je tiež známe, že tieto faktory viac ovplyvňujú genetickú variabilitu druhov s nižšou schopnosťou disperzie, aj to, že fragmentované populácie sú citlivejšie na zmeny prostredia ako väčšie, s konštantnou veľkosťou. Preto je účelné venovať sa izolovaným populáciám na okraji areálu rozšírenia (Watts et al. 2006), alebo druhom s limitovaným rozšírením, čo platí aj pre alpínske druhy.

Je zrejmé, že populačno-genetické štúdie prinášajú množstvo nových údajov a poznatkov. Publikované údaje o spoločenských alpínskych ekosystémov sú však veľmi zriedkavé



(napr. Brunner et al. 1998). Ojedinelou prácou z nášho územia je analýza populácií dvoch druhov potápnikov z rodu *Agabus* v tatranských plesách (Čiamporová-Zaťovičová & Čiampor 2011). Výsledky síce nezahŕňajú celé územie Tatier a venované sú len dvom druhom, naznačili však rozdiely v genetickej štruktúre populácií potápnikov rodu *Agabus* aj na takom malom území. Vzťah k environmentálnym faktorom a presnejšie vzory štruktúr populácií zatiaľ neboli determinované. Je nepochybné, že výskum alpských plies, ako špecifických a zraniteľných biotopov, je dôležitý a zároveň nedostatočný. Vzájomné prepojenie analýzy environmentálnych faktorov a determinácie diverzity populácií na molekulárnej úrovni predpokladá posun v poznatkoch o faune a diverzite sladkovodných ekosystémov.

Materiál a metódy

Materiál bol odobraný v rokoch 2009-2011 zo 61 alpínskych a subalpínskych plies a pliesok Tatier (49°10' N, 20°10' E), situovaných v nadmorskej výške 1300–2157 m n.m., s rozlohou 0,01–34,9 ha. Litorálny substrát pozostával z balvanov s nízkym podielom piesku a štrku (väčšie plesá), resp. jemnejšieho substrátu s vyšším podielom partikulovanej organickej hmoty (menšie plesá, plieska).

Vzorky boli odoberané pomocou hydrobiologických sietí s veľkosťou oka 300–500 µm kopacou technikou, priamo v teréne fixované

etanolom a po vytriedení v laboratóriu boli jedince rodu *Agabus* prefixované absolútnym etanolom.

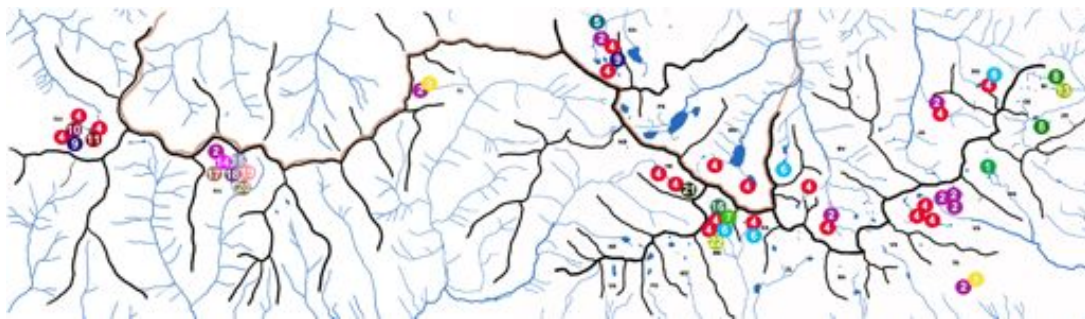
DNA bola analyzovaná z 433 jedincov rodu *Agabus*. Na extrakciu DNA bol použitý štandardný extrakčný kit (Qiagen DNeasy tissue kit). 343bp fragment mitochondriálnej DNA (fragment génu pre cytochróm b) bol amplifikovaný pomocou PCR s primermi CB3 a CB4 (Simon et al. 1994). Amplifikované produkty boli odoslané na purifikáciu a sekvenovanie do komerčného laboratória (Macrogen Europe Inc., Amsterdam, Holandsko). PCR produkty boli sekvenované z oboch strán. Získané sekvenencie boli editované v programe Sequencher v5.0.1, vytvorenie výslednej matice a následné analýzy sa vykonali v programe MEGA v5 a TCS. Analýza molekulárnej variancie (AMOVA, Excoffier et al. 1992): test odlišnosti populácií, Fst boli vykonané v programe Arlequin v3.5. Na základe molekulárnych vzdialeností boli sekvenencie *A. bipustulatus solieri* oddelené od ostatných druhov rodu *Agabus* a následne boli použité na vytvorenie haplotypovej mapy a analýzu príbuznosti haplotypov.

Výsledky a diskusia

Počas doterajšieho výskumu boli odobrané a spracované vzorky zo 101 tatranských plies a menších stojatých vôd, z ktorých v 61 bol potvrdený výskyt potápnikov rodu *Agabus*. DNA bola izolovaná z 460 jedincov tohto rodu, štu-

Tabuľka 1. Molekulárne vzdialenosti identifikovaných haplotypov tatranskej populácie *A. bipustulatus solieri* (uncorrected pairwise distance).

1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21
.006																				
.006	0.000																			
.003	0.009	0.009																		
.009	0.009	0.009	0.006																	
.006	0.006	0.006	0.003	0.003																
.006	0.012	0.012	0.003	0.009	0.006															
.006	0.012	0.012	0.003	0.009	0.006	0.006														
.006	0.012	0.012	0.003	0.009	0.006	0.006	0.006													
.003	0.009	0.009	0.000	0.006	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003											
.006	0.012	0.012	0.003	0.009	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.003										
.009	0.015	0.015	0.006	0.012	0.009	0.009	0.003	0.003	0.009	0.006	0.009									
.006	0.006	0.006	0.009	0.015	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.009	0.012	0.015								
.003	0.003	0.003	0.006	0.006	0.003	0.009	0.009	0.009	0.009	0.006	0.009	0.012	0.009							
.035	0.035	0.035	0.032	0.032	0.029	0.035	0.035	0.028	0.035	0.032	0.035	0.032	0.042	0.032						
.006	0.012	0.012	0.003	0.003	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.003	0.006	0.009	0.012	0.009	0.035					
.009	0.003	0.003	0.012	0.012	0.009	0.015	0.015	0.015	0.015	0.012	0.015	0.018	0.009	0.006	0.038	0.015				
.003	0.003	0.003	0.006	0.012	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.006	0.009	0.012	0.003	0.006	0.038	0.009	0.006			
.009	0.003	0.003	0.012	0.012	0.009	0.015	0.015	0.009	0.015	0.012	0.015	0.012	0.009	0.006	0.032	0.015	0.006	0.006		
1.015	0.022	0.022	0.012	0.019	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.012	0.015	0.019	0.022	0.019	0.018	0.015	0.025	0.019	0.025	
.028	0.028	0.028	0.025	0.025	0.022	0.028	0.028	0.022	0.028	0.025	0.028	0.025	0.035	0.025	0.006	0.028	0.031	0.031	0.025	0.025

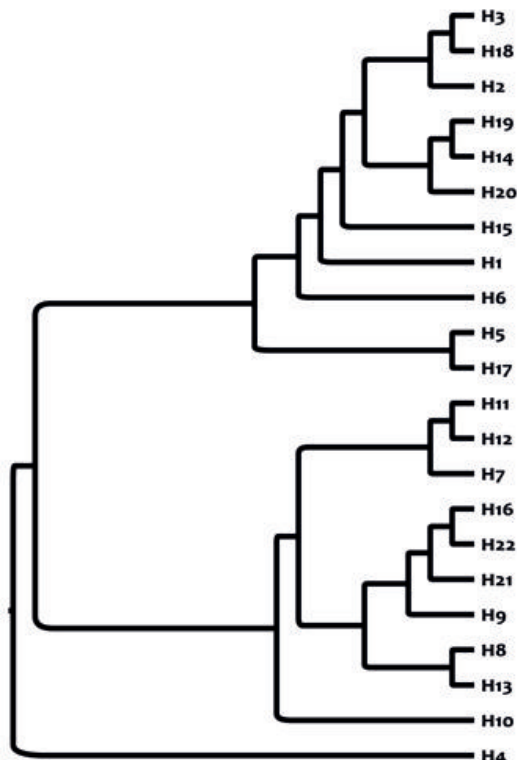


Obrázok 1. Rozšírenie haplotypov *A. bipustulatus solieri* v Tatrách. Označenie dolín s výskytom *A. bipustulatus solieri*: BI – dolina Kežmarskej Bielej vody; BV – Bielowodská dolina; GA – Dolina Gasienicowa; JA – Javorová dolina; KO – Kolová dolina; ME – Mengusovská dolina; MO – Dolina Rybiego potoku; MS – Malá Studená dolina; RA – Račkova dolina; RO – Roháčska dolina; SL – Slavkovská dolina; TE – Temnosmrečinská dolina; TI – Tomanovská dolina v Tichej doline; VS – Veľká Studená dolina; ZA – Kotlina Žabích plies.

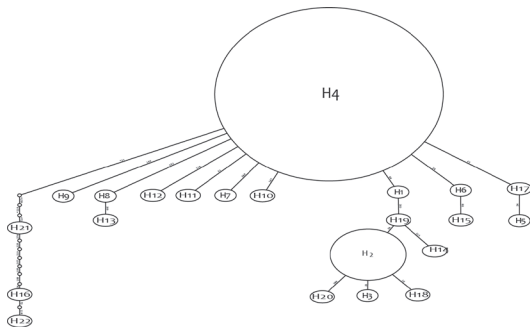
dovaný fragment mitochondriálnej DNA bol úspešne amplifikovaný a sekvenovaný u 433 jedincov. Fragment génu pre cytochróm b nebol dĺžkovo variabilný, dĺžka použitého fragmentu bola 343bp. Zo získaných sekvencií, 366 vzoriek patrilo druhu *A. bipustulatus solieri*, ktorý bol zistený v 16 dolinách a 40 plesách. Okrem tohto druhu boli vo vzorkách identifikované aj ďalšie druhy. Molekulárna vzdialenosť (uncorrected pairwise distance) medzi sekvenciami *A. bipustulatus solieri* bola 0–4,2 % (Tabuľka 1), priemerná molekulárna vzdialenosť od vzoriek ostatných druhov bola 11,9–17,5 %.

Analýza genetickej štruktúry tatranskej populácie *A. bipustulatus solieri* potvrdila prítomnosť 22 haplotypov. Sedem haplotypov bolo potvrdených z viac ako jedného plesa, výskyt 15 haplotypov bol obmedzený na jedno pleso (Obr. 1). Dominantný haplotyp (H4) bol identifikovaný u 230 vzoriek (skoro 63 %). Tento haplotyp je zrejme ancestrálny v rámci celej tatranskej populácie vzhľadom k jeho frekvencii a centrálnej pozícii (Posada & Crandall 2001). Polovica haplotypov bola reprezentovaná len jediným jedincom. Najrozšírenejšie boli dva haplotypy (H2, H4), ktoré boli identifikované v 25, resp. 11 plesách a v 10, resp. 7 dolinách. Najväčšia variabilita bola zistená v Račkovej doline (7 haplotypov), vyššia variabilita (3–5 haplotypov) bola zistená aj v Gasienicovej, Mengusovskej a Roháčskej doline. Analýza príbuznosti haplotypov (maximum likelihood) naznačila prítomnosť dvoch väčších skupín haplotypov (Obr. 2).

Vzorky *A. bipustulatus solieri* sme rozdelili do 16 skupín podľa jednotlivých dolín, v ktorých sa nachádzali sledované plesa a plieska. Analýza molekulárnej variácie (AMOVA) ukázala, že molekulárna variabilita je vyššia v rámci jednot-



Obrázok 2. Maximum likelihood kladogram haplotypov *A. bipustulatus solieri* zakorenený v ancestrálnom haplotype H4.



Obrázok 3. Haplotypová mapa tatranskej populácie *A. bipustulatus solieri*.

livých dolín (59,84 %, $p < 0.0001$), nižšia variabilita bola detekovaná medzi dolinami (40,16 %, $p < 0.0001$). Štruktúra populácie (Obr. 3) naznačila jeden centrálny haplotyp podobne ako u iných druhov vodného hmyzu (Williams et al. 2006), lúčovitý vzor indikuje recentnú expanziu (Matthews et al. 2007).

Štúdium molekulárnej diverzity a štruktúry populácie *A. bipustulatus solieri* v Tatrách naznačuje, že populácie vodného hmyzu tatranských jazier nie sú homogénne, pričom identifikovanú heterogenitu zapríčínajú zrejme rozličné environmentálne faktory a biológia samotných druhov. Z hľadiska ochrany fauny alpínskych jazier je veľmi užitočné poznať centrá genetickej diverzity, pretože slúžia ako zdroje vnútrodruhovej variability a tým zlepšujú možnosti adaptácie druhov na zmenené podmienky.

Pod'akovanie

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci Operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Vývoj a aplikácia inovatívneho diagnostického postupu pre molekulárnu identifikáciu živočíchov (ITMS: 26240220049), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- Brunner P.C., Douglas M.R. & Bernatchez L. 1998. Microsatellite and mitochondrial DNA assessment of population structure and stocking effects in Arctic charr *Salvelinus alpinus* (Teleostei: Salmonidae) from central Alpine lakes. *Molecular Ecology* 7: 9-23.
- Čiamporová-Zaťovičová Z. & Čiampor Jr. F. 2011. Aquatic beetles of the alpine lakes: diversity, ecology and small-scale population genetics. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 402: 10p1-10p20.
- Excoffier L., Smouse P.E. & Quattro J.M. 1992. Analysis of molecular variance from metric distance among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data. *Genetics* 131: 479-491.
- Matthews S.D., Meehan L.J., Onyabe D.Y., Vineis J., Nock I., Ndams I. & Conn J.E. 2007. Evidence for late Pleistocene population expansion of the malarial mosquitoes, *Anopheles arabiensis* and *Anopheles gambiae* in Nigeria. *Medical & Veterinary Entomology* 21: 358-369.
- Pauls S.U., Blahnik R.J., Zhou X., Wardwell C.T. & Holzenthal R.W. 2010. DNA barcode data confirm new species and reveal cryptic diversity in Chilean Smicridea (Smicridea) (Trichoptera: Hydropsychidae). *Journal of the North American Benthological Society* 29: 1058-1074.
- Posada D. & Crandall K.A. 2001. Intraspecific gene genealogies: trees grafting into networks. *Trends in Ecology & Evolution* 16: 37-45.
- Skjelkvåle B.L. & Wright R.F. 1998. Mountain lakes; sensitivity to acid deposition and global climate change. *Ambio* 27: 280-286.
- Watts P.C., Saccheri I.J., Kemp S.J. & Thompson D.J. 2006. Population structure and the impact of regional and local habitat isolation upon levels of genetic diversity of the endangered damselfly *Coenagrion mercuriale* (Odonata: Zygoptera). *Freshwater Biology* 51: 193-205.
- Williams H.C., Ormerod S.J. & Bruford M.W. 2006. Molecular systematics and phylogeography of the cryptic species complex *Baetis rhodani* (Ephemeroptera, Baetidae). *Molecular Phylogenetics & Evolution* 40: 370-382.



Aquatic insects of table mountains in Guyana highlands (Venezuela)

Vodný hmyz stolových hôr Guayanskej vysočiny (Venezuela)

Tomáš DERKA¹ & Marek SVITOK²

¹Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina B-2, 842 15 Bratislava, SR; e-mail: derka@fns.uniba.sk

²Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej Univerzity vo Zvolene, T.G. Masaryka 2117/24, 960 53 Zvolen, SR

The remote summits of peculiar mountains with a table shape in the Venezuelan Guayana known as tepuis are considered a distinct and discontinuous biogeographical province called Pantepui (Mayr & Phelps 1967). The Pantepui includes about 50 mountains (topographic islands) with elevations ranging from 1 500 to 3 000 m a.s.l., covering an area of about 5 000 km² and their surface area ranges between 0.2 and 1 096 km² (Berry et al. 1995; McDiarmid & Donnelly 2005). The region is known for its extraordinary diversity and high level of endemism, which is, above all, remarkable at the isolated summits of the sandstone mesas (Huber 2005; Rull 2005; McDiarmid & Donnelly 2005). In our presentation we will try to summarize the results of faunistical investigations of mayflies (Ephemeroptera), stoneflies (Plecoptera), caddisflies (Trichoptera) and unusual aquatic Orthoptera in the Pantepui. Three mayfly species have been described or reported from the Pantepui: *Miroculis bicoloratus* (Savage, 1987), *Hagenulopsis minuta* (Peters & Domínguez, 2001) and *Fittkauneria carina* (Pescador & Edmunds, 1994). Later, Derka (2002) described *Massartella devani* from the stream in Mt. Roraima massif. Nieto & Derka (2011) published a new Baetidae genus *Parakari* with two species endemic to Churí-tepui and Auyán-tepui, respectively. Nieto & Derka (2012) described new *Spiritiops* species inhabiting streams at Churí-tepui, Auyán-tepui and Mt. Roraima and the number of mayfly species known from the Pantepui reached seven. Derka et al. (2010) published first records of stoneflies from the Pantepui. They found nymphs of genera *Macrogygnoplax* and *Kempnyia* at Churí-tepui and *Kempnyia* nymphs in Mt. Roraima. The most common and the most widely distributed Neotropical genus

Anacroneuria have been recorded only recently at Auyán-tepui. Records of Trichoptera in Pantepui are mostly based on material collected at Cerro de la Neblina expeditions in eighties of the 20th century. Altogether 23 species belonging to 8 genera and 6 families have been published from the Pantepui (Derka & Zamora-Muñoz, in press). Families Calamoceratidae, Hydroptilidae, Odontoceridae and Sericostomatidae are recorded for the first time in the Pantepui by Derka & Zamora-Muñoz (in press). Nine genera are recorded for the first time in the Pantepui: *Phylloicus* (Calamoceratidae), *Blepharopus*, *Macrostemum* (Hydropsychidae), *Orthotrichia*, *Oxyethira*, *Zumatrichia* (Hydroptilidae), *Oecetis*, *Nectopsyche* (Leptoceridae) and unidentified genus from the Sericostomatidae (*Notidobiella?*). The genus *Hydrolutos* Issa & Jaffe, 1999 (Orthoptera: Anostostomatidae: Lutosinae) is the unique group of aquatic Orthoptera. It was known by four species: *H. auyan*, *H. chimantea*, *H. roraimae*, *H. aracamuni*, described from four different tepuis in SE Venezuela (Issa & Jaffe, 1999). Derka & Fedor (2010) described a new species *Hydrolutos breweri* from the cave Cueva Charles Brewer and Derka & Fedor (2012) made an additional description of the female of this species. All of them appear as unique and unusual in their aquatic ecology, enabled by a plastron-like structure on pleuro-sternal area of thorax and abdomen, generally unique within orthopterans. New findings of *Hydrolutos* will be presented.

This publication is the result of the project APVV-0213-10 implementation.

Keywords: aquatic insects, tepui, Pantepui, Venezuela



Výskyt toxických kovů v sedimentech a rybách vybraných pražských nádrží

Toxic metals in sediments and fish from Prague's reservoirs

Lucie DOLEŽALOVÁ & Dana KOMÍNKOVÁ

Katedra zdravotního a ekologického inženýrství, Fakulta stavební, ČVUT v Praze, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, ČR;
e-mail: lucie.dolezalova@fsv.cvut.cz

Abstract

The aim of this paper was to explore toxic metals contamination of sediments and different species of fish in Prague's reservoirs. The monitoring was conducted on twelve Prague's reservoirs. The results had show that the fish is exposed to chronic effect related to accumulation of metals in bottom sediments. The highest load was monitored in the case of the ponds Kyjský, Strnad and flood pool Stodůlecký. The results show that toxic metals accumulate in sediment as well in fish. The acceptable concentration of toxic metals in fish have been exceeded in a few samples (such as liver, heart, bones, fins and scales), but none of these samples were meat. This study refers the need for more detailed studies.

Keywords: fish, sediments, toxic metals, reservoirs

Odběr vzorků

Vzorky sedimentů byly odebírány v letech 2009 – 2011 z povrchové vrstvy dnového sedimentu následujících pražských nádrží: Hájecký RN3, Hornoměřolupská RN, Kyjský rybník, Milíčov RN, Motolský rybník R1, Motolský rybník R3, Počernický rybník, RN Jiviny, RN Košíkovský R3, RN Košíkovský R4, Stodůlecký N3, Rybník Strnad. Odběr sedimentů byl proveden plastovou naběračkou do plastové nádoby, aby nedošlo k druhotné nežádoucí kontaminaci kovy. Základní charakteristika nádrží je uvedena v Tabulce 1.

Vzorky ryb byly získány od rybářů z nádrží Košíkovský R3, Košíkovský R4, Motolský R3, Hornoměřolupská nádrž, Stodůlky RN N3, Kyjský rybník, Rybník Strnad. Jednotlivé druhy ryb a druh jejich potravy jsou uvedeny v Tabulce 2. Tato práce má poukázat na možné zatížení potravního řetězce a být podkladem pro podrobnější dlouhodobý monitoring kumulace toxických prvků v ekosystémech nádrží na území Prahy.

Tabulka 1. Základní charakteristika sledovaných nádrží.

NÁDRŽ	VODNÍ TOK	TYP	ÚČEL	OBJEM m ³
Hájecký RN3	Hájecký potok	průtočná	RN, KT, CHR	16 000
RN Hornoměřolupská	Měřolupský p.	průtočná	RN, KT	6 760
Kyjský rybník	Rokytky	průtočná	RN, CHR, KT	455 480
Milíčov RN R4	Milíčovský potok	průtočná	RN, CHR	29 507
Motolský R1	Motolský potok	boční	CHR, KT	10 914
Motolský R3	Motolský potok	boční	CHR, KT	5 394
Počernický Velký rybník	Rokytky	průtočná	KT, BIO, CHR, RN	310 000
RN Jiviny	Litovicko-Šárecký potok	průtočná	RN, CHR, BIO	138 000
RN Košíkovský R3	Košíkovský potok	průtočná	RN, CHR, KT	13 674
RN Košíkovský R4	Košíkovský potok	průtočná	RN, CHR, KT	7 843
RN Stodůlky N3	Prokopský potok	průtočná	RN, KT, CHR	25 750
Rybník Strnad	Litovicko-Šárecký potok	průtočná	BIO, RN, KT	114 015

Pozn.: RN-retenční, CHR-chov ryb, KT-krajinotvorný, BIO-biologický


Tabulka 2. Charakteristika zkoumaných druhů ryb.

DRUH	ČELEĎ	POTRAVA	KS
Kapr obecný	Kaprovití	bentos, drobní živočichové	5
Karas obecný	Kaprovití	rostliny, drobní živočichové	5
Hrouzek obecný	Kaprovití	rostliny, drobní živočichové, vodní hmyz	3
Ouklejká	Kaprovití	rostliny, drobní živočichové, vodní hmyz	30
Okoun říční	Okounovití	drobní živočichové, drobné rybky	4
Plotice obecná	Kaprovití	plankton, rostliny, drobní živočichové	4
Lín obecný	Kaprovití	rostliny, drobní živočichové	2
Cejnek malý	Kaprovití	plankton, bentos, rostliny	1
Štika obecná	Štikovití	výše uvedené druhy ryb	2
Amur bílý	Kaprovití	zooplankton, rostliny, řasy	1

Materiál a metody

Odebrané vzorky sedimentu a ryb byly před analýzou vysušeny vymražením za sníženého tlaku. Ve vzorcích byl stanoven obsah vybraných toxických kovů (Cd, Pb, Zn, Cr, Ni, Cu a Al, Mn a Fe). Dále byl ve vzorcích sedimentu stanoven podíl organické hmoty žiháním a podíl celkového organického uhlíku na přístroji Analytik Jena TOC multi N/C 2100. Vzorky určené pro stanovení obsahu kovů byly rozkládány v mikrovlnné peci (ETHOS, Milestone) v kyselině dusičné s přidavkem peroxidu vodíku (ES/ER/TM-95/R4–EPA, 1997). Rozklad byl proveden dle metodiky US EPA 3051. Obsah toxických kovů byl analyzován pomocí přístroje Solaar S (FAAS a GF AAS). Obsah sledovaných kovů v sedimentu byl vyhodnocen dle Metodického pokynu Ministerstva životního prostředí SR, z 27. augusta 1998 č. 549/98-2, konkrétně Target Value-cílová hodnota (TV), což je koncentrace se zanedbatelným rizikem a Maximum Permissible Concentration (MPC), koncentrace s pravděpodobným rizikem. Vyhodnocení koncentrací kovů ve vzorcích ryb bylo provedeno dle Evropské směrnice 466/2001, která stanovuje maximálně přijatelné koncentrace některých toxických kovů v čerstvé biomase ryb pro lidskou spotřebu.

Výsledky a diskuze

Získaná data ze vzorků sedimentu, shrnutá v Tabulce 3 jsou průměrné hodnoty za roky 2009–

2011. Obsah organických látek zjištěných žiháním v celkovém dnovém sedimentu činil v průměru 9 %. Podíl celkového organického uhlíku činil v průměru 4,7 %. Nejvyšší organický podíl žiháním (OP) i nejvyšší podíl celkového organického uhlíku (TOC) byl zjištěn u rybníku Strnad, jehož celkový sediment vykazuje 23 % OP a 14 % TOC. Jak je patrné z Tabulky 3, zjištěné hodnoty vybraných toxických kovů v mnoha případech překračují uvedená kritéria (hodnoty na šedém poli). Nejčastěji byly překročeny koncentrace zinku, mědi a niklu, které sice nejsou silně toxické pro lidi, ale mohou být silně toxické pro některé ryby a mnohé vodní živočichy (Pitter 2009). Nejvíce zatíženou nádrží je rybník Kyjský, u kterého byly zjištěny zvýšené koncentrace v celkovém sedimentu u zinku, mědi, a kadmia, které překročily použitý environmentální standard Target Value (TV). Druhou nádrží, jejíž celkový sediment nevyhověl ve třech případech, je retenční nádrž Stodůlecký N3, v tomto případě se jednalo o překročení koncentrací zinku (TV), mědi (TV) a niklu (TV) Koncentrace v celkovém sedimentu z rybníku Strnad překročily kritéria pro zinek a měď (TV), stejně tomu bylo i u nádrží Hájecký RN3, Hornoměřcholupská RN, Milíčov RN4 a u Počernického velkého rybníka. Pouze retenční nádrž Jiviny a Košíkovský R4 mají koncentrace sledovaných kovů v celkovém sedimentu pod hodnotou sledovaných environmentálních limitů.

**Tabulka 3.** Vyhodnocení obsahu vybraných rizikových kovů v sedimentech.

	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Fe (g/kg)	Mn (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Al (g/kg)
Hájecký RN3	610	75	27	0,422	30	344	57	56,5	8,9
Hornoměch. RN	173	61	19	0,372	10	216	38	47,1	6,9
Kyjský rybník	326	60	32	1,542	23	950	56	54,6	17,0
Milíčov RN4	310	87	27	0,412	29	420	54	43,1	8,6
Motolský R1	185	35	27	0,197	24	363	34	17,4	8,8
Motolský R3	124	83	34	0,405	27	611	39	33,3	26,7
Počernický rybník	165	77	23	0,514	22	631	58	31,7	6,6
Rybník Strnad	380	67	16	0,248	17	465	29	19,8	10,7
RN Jiviny	60	18	10	0,141	9	268	14	14,8	5,8
RN Košík. R3	46	15	15	0,027	19	148	20	10,3	5,2
RN Košík. R4	194	33	14	0,348	20	233	25	26,2	13,1
RN Stodůlecký	448	36	36	0,335	26	310	60	33,0	10,8
TV/MPC(mg/kg)	140/ 620	36/ 73	35/ 44	0,8/ 12	-	-	100/ 380	85/ 530	-

Vyhodnocení vzorků ryb

Limitní koncentrace použité pro vyhodnocení ryb jsou čerpány ze směrnice EU 466/2001, která stanovuje maximálně přijatelné koncentrace některých toxických kovů v čerstvé biomase ryb pro lidskou spotřebu (Commission regulation No. 466/2001). Ze sledovaných prvků určuje směrnice pouze koncentrace kadmia a olova. Vzhledem k použitému limitu je vhodné sledovat především koncentrace v konzumované části, tedy v mase ryb. Při přepočítání získaných koncentrací ze sušiny na obsah v čerstvé hmotě můžeme konstatovat, že maso ryb vyhovuje požadavkům kladeným směrnicí (Tabulka 4).

Výsledky analýzy jednotlivých orgánů ryb však některá překročení limitu prokázaly. To poukazuje na fakt, že by se analýzy ryb neměly soustředit pouze na jejich maso, ale měly by se rozšířit i na jejich ostatní části, které jsou také nezdědkou používané ke konzumaci (rybí vývar). Hygienický limit byl překročen celkem 30 krát, 28 krát v případě olova a 2 krát v případě kad-

mia. Vyšší koncentrace olova byly stanoveny v těchto částech: plynový měchýř, žlučník, srdce, šupiny, játra, ledviny, ploutve a kosti. Pro porovnání výsledků koncentrací v mase ryb byly použity výsledky z práce (Žlábek & Randák 2006) týkající se kontaminace ryb z volných vod z lokality Orlík soutok se Skalíc, Labe-Svádov, Morava nad Litovlí. Výsledky uvedené v této práci ukazují, že hodnoty olova a kadmia v mase ryb z tekoucích vod, jsou velmi podobné jako v mase ryb z pražských nádrží. Můžeme se pouze domnívat, že pokud bychom měli k dispozici koncentrace i z ostatních částí ryb z tekoucích vod, byly by už rozdíly kontaminace patrné.

Závěr

Monitoring pražských nádrží prokázal jejich zatížení toxickými kovy a jejich akumulaci ve dnových sedimentech a v biomase ryb. Hodnocení zatížení sedimentů toxickými kovy dle řady environmentálních kritérií ukázalo, že sedimenty

Tabulka 4. Koncentrace olova a kadmia v mase ryb (čerstvá hmota).

Sledovaný kov	ES 466/2001	Kapr obecný	Karas obecný	Hrouzek obecný	Ouklejká	Okoun říční	Plotice obecná	Lín obecný	Cejnek malý	Štika obecná	Amur
Pb (µg/kg)	200	8.9	1.34	3.5	6.4	1.11	1.39	26.58	1.89	34.37	12.59
Cd (µg/kg)	50	0.8	0.05	0.12	0.54	0.29	0.12	0.29	1.32	0.098	0.28



pražských nádrží ve většině případů nevyhovují zvoleným kritériím, nezanedbatelný vliv na tento stav mohou mít prvky městského odvodnění (Komínková 2006). Nejčastěji byly překročeny koncentrace zinku a mědi, které sice nejsou silně toxické pro lidi, ale mohou být silně toxické pro některé ryby a mnohé vodní živočichy (Pitter 2009). Mezi nejvíce zatížené nádrže patří rybník Kyjský a retenční nádrž Stodůlecký N3. Polovina sledovaných prvků v dnových sedimentech těchto dvou nádrží nevyhověla použitým standardům environmentální kvality. Screeningový monitoring obsahu toxických kovů v rybách ukázal, že zjištěné hodnoty vyhovují požadavkům kladeným na obsah kadmia a olova v mase ryb, tedy části nejčastěji užívané k lidské spotřebě. Výsledky monitoringu ukázaly na nutnost detailnějšího studia zatížení pražských nádrží toxickými kovy, protože ryby z většiny sledovaných nádrží jsou používány pro lidskou spotřebu a mohly by způsobit ohrožení zdraví (Bencko et al. 1995).

Poděkování

Příspěvek byl zpracován v rámci projektů SGS12/131/OHK1/2T/11 a SGS11/039/OHK1/1T/11.

Literatura

- Bencko V., Cikrt M. & Lener J. 1995. Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka, 2. Vydání, Praha, Grada Publishing, 288 s.
- Commission regulation No. 466/2001 setting maximum levels of certain contaminants in foodstuffs.
- ES/ER/TM-95/R4 – EPA-Toxicological Benchmarks for Screening Contaminants of Potential Concern for Effects on Sediment-Associated Biota. 1997 Revision.
- Komínková D. 2006. Vliv městského odvodnění na bioakumulaci těžkých kovů. Habilitační práce. ČVUT v Praze.
- Metodický pokyn Ministerstva životného prostredia SR, z 27. augusta 1998 č. 549/98-2 na hodnotení rizík zo znečistených sedimentov tokov a vodných nádrží, http://www.sazp.sk/slovak/struktura/ceev/ERA/met_pokyn/hodnot.htm.
- Pitter P. 2009. Hydrochemie, 4.vydání, Praha: VŠCHT.
- Žlábek V. & Randák T. 2006. Závěrečná zpráva – Kontaminace ryb z volných vod, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech.



Novosti z biomanipulace Boleveckého rybníka v Plzni

News from biomanipulated Bolevec Lake in Pilsen

Jindřich DURAS

Povodí Vltavy, státní podnik, Denisovo nábřeží 14, 304 20 Plzeň, ČR; e-mail: jindrich.duras@pvl.cz

Abstract

Shallow Bolevec Lake was restored to original littoral ecosystem by the means of (i) reduction of fish stock, (ii) application of Al coagulant and (iii) reintroduction of aquatic vegetation. The effect appeared after two years (ecological hysteresis) and was considerable. Improved water transparency concurrently opened great opportunity for submerged macrophytes, but their growth was limited by lack of P for another two years. As soon as root zone of Elodea was built sufficiently, P in the sediment was partially converted into exploitable forms and aquatic vegetation expanded and infested about 30 % of the lake volume. Swimmers and yachtmen had serious problem, suddenly. It appears that the best way how to control the vegetation is mechanical harvesting that should lead after several years to P limitation of macrophytes again.

Keywords: shallow lake recovery, biomanipulation, ecotechnology, aquatic vegetation

Úvod

Projekt zlepšení kvality vody ve Velkém boleveckém rybníce (43 ha, prům. a max. hl. 2,1 a 5,0 m) je realizován od r. 2006, ovšem přípravné průzkumy probíhaly ještě o pět let dříve (chemismus, plankton, rybí obsádka, vegetace, sediment) a první kroky k zahájení projektu (stop vysazování kapra) začaly v r. 2005. Za tu dobu byla získána řada velmi zajímavých výsledků, které je na tomto místě možné uvést pouze jako stručný a přehled. Některé dílčí výsledky byly publikovány (Duras 2008, 2009, 2010; Duras & Dziaman 2010), stručná informace byla prezentována i na konferenci našich limnologických společností v r. 2006 a 2009.

Co se stalo? Zhruba v r. 2000 došlo soustředěným tlakem kaprů, amurů a drobných planktonofágů k totální likvidaci zbytků ponořené vegetace a ekosystém rybníka přešel rychle do čistě pelagického stavu, kde se uplatnily hojně i sinicové vodní květy (alternativně s dominancí *Microcystis* a *Planktothrix*). Kulturní rekreační lokalita byla silně ohrožena. Postupně bylo zjištěno, že v rybníce s dobou zdržení vody několik let a s čistým přítokem hraje dominantní roli přehuštěná rybí obsádka recyklující účinně P. Také sediment v nejhlubších partiích dna (> 3,5 m) dokázal P uvolňovat (letní anoxie).

Princip projektu. Bylo třeba vrátit ekosystém zpět do litorálního typu (i) razantní redukcí rybí obsádky a změnou jejího druhového složení, (ii) ošetřením sedimentu Fe a Al koagulantem a (iii) obnovou ponořené vegetace.

Realizace projektu

Chemické aplikace. Ošetření Fe koagulantem, byť bylo velmi intenzivní a v laboratorních podmínkách fungovalo výborně, se v praxi neosvědčilo, protože nedokázalo dostatečně snížit koncentraci P ve vodě. Proto byl rybník nadále opakovaně ošetřován nízkými dávkami Al s cílem nejen odstranit P z vodního sloupce, ale především posílit schopnost sedimentů pevně vázat P v komplexech s Al. Koagulant odstraňoval z vodního sloupce také fytoplankton. Každá aplikace však znamenala náhlé zvýšení průhlednosti, takže fotosyntetizující buňky zachycené ve vločkách koagulantu produkovaly bublinky kyslíku, které pak vynášely povlaky sraženiny ze dna ke hladině. Tam se rozpadaly a zejména sinice se z nich opět osvobodily (*Microcystis*). K přímému potlačování sinic v mělkých nádržích nelze tedy koagulanty rozhodně doporučit. Vliv aplikací na zooplankton byl velmi slabý.

Po každé aplikaci se situace v rybníce během několika dnů vrátila zhruba do stavu před



Tabulka 1. Přehled dávkování koagulantů do Velkého boleveckého rybníka.

Table 1. Survey of coagulant doses in Bolevec Lake during the project.

	Aplikace			Dávka (g/m ²)
	koagulant	tun	počet	Al, Fe
2006	síran hlinitý	105	1	9.8
2007	FeCl ₂	80.5	14	16.2
	PAX-18	35.4	4	7.3
2008	PAX-18	81.2	3	20.3
2009	PAX-18	48.3	2	10.9
2010	PAX-18	25.0	1	5.6
Celkem Al			12	53.9

aplikací: průhlednost klesla, koncentrace P a chlorofylu se opět zvýšila. Účinek se projevoval teprve v dalším vývoji – např. růst biomasy fytoplanktonu už dále nepokračoval.

V sedimentu byl frakcionačními analýzami (dr. Borovec) prokázán nárůst podílu Al~P na úkor redox labilního Fe~P a zvýšila se retenční kapacita sedimentu pro P.

Rybí obsádka byla regulována všemi dostupnými prostředky: kapři byli odloveni sportovními rybáři, plotice, cejni, okouni a perlíni byli likvidováni nočními odlovy záťahovými sítěmi, záťahy ve tření, instalováním umělých třecích substrátů a odstraněním jiker po výtěru, elektrolovem omračovací lodí v době tření. Dravci byli systematicky dosazováni, velmi se osvědčil zejména bolen dravý. Během 5 let byla rybí obsádka zredukována o cca 90 %, přičemž dramaticky stoupl podíl dravců. Vývoj se zdá směřovat ke stabilní přibližně šitko – okounové obsádce, která má v nynější poměrně husté vegetaci vhodné podmínky.

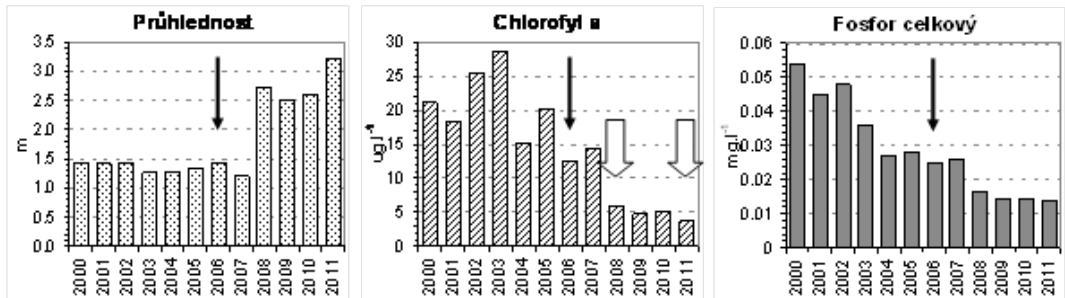
Vodní rostliny byly vysazovány v ohrazené mělčí části rybníka od r. 2006. V r. 2008 na jaře vytvořily velký vrchol parožnatky (*Nitella flexilis*), které sice v červnu vymizely, ale do značné části rybníka expandovala ostatní makrofyta (*Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton puseillus*, *P. crispus*, *Batrachium* sp., *Zanichelia palustris*, *Eleocharis acicularis*) do té míry, že v exponovaných oblastech si plavci stěžovali (na stolístek dosahující na hladinu). V dalších dvou letech ale růst ponořené vegetace velmi zbrzdil: silně „eutrofní“ druhy (*Potamogeton crispus*, *Zanichelia palustris*) v zásadě vymizely, stolístky

přetrvávaly v podobě velkých „stromů“ a jejich nové drobné rostlinky vegetovaly na dně ve hloubce 1,5–2,5 m. Intenzivně se po dně rozšiřoval vodní mor (*Elodea canadensis*), jehož drobné rostlinky řídkými porosty kolonizovaly dno ve hloubkách do 2,5 m. Stolístek i vodní mor pravidelně přečkávaly zimu ve výborné kondici. Situace se dramaticky změnila na jaře 2011, kdy náhle začaly explozivně růst porosty vodního moru se značným podílem parožnatek a stolístku. Do léta prorostla část porostů vodního moru celým vodním sloupcem, a výrazně rozšířila svoji pokryvnost. Analýzy pórové vody (dr. Borovec) ukázaly, že si rostliny v kořenové zóně výrazně změnilly chemismus a zpřístupnily si značné množství fosforu. To jim umožnilo náhlou expanzi, která citelně zasáhla jak plavce, tak jachtaře. Po zvážení všech možností byla vybrána mechanická regulace makrofyty, která má řadu výhod oproti metodám ostatním (herbicid, amur s kaprem). S biomasou je odstraňován i fosfor, jehož využitelné zásoby v sedimentu jsou relativně omezené. Sklizení lze také „dávkovat“ podle aktuální potřeby, je možné se vyhnout oblastem, kde se vyskytují vzácnější druhy rostlin (zde např. *Potamogeton nodosus*).

Výsledky

Kvalita vody se první dva roky realizace projektu nezměnila. Teprve začátkem třetího roku (2008) souhra změn v rybí obsádce, sedimentu a expanze makrofyty překonala odpor pelagického ekosystému a došlo ke skokové změně. Z pohledu rekreačního využití rybníka se kvalita vody výrazně zlepšila (Obr. 1). Cílové hodnoty průhlednosti (2,0 m), chlorofylu *a* (10 µg.l⁻¹) i koncentrace P celkového (0,020 mg.l⁻¹) – vše jako průměr za vegetační období – byly s rezervou dosaženy. Počty buněk sinic tvořících vodní květ se snížily v červenci a srpnu o dva řády na ~ 1 000 b. v 1 ml.

Regulace porostů ponořené vegetace je zatím prováděna podvodními kosami („Lake Mower“, Reedman Services, Ltd.) s manuálním vyhazováním biomasy na břeh a s odvozem ke kompostování. V létě 2012 bude zahájeno sklizení biomasy pomocí speciálního plavidla, tzv. harvesteru, kdy je posečená biomasa rovnou nakládána a svážena na břeh (firma Berky, typ 6520).



Obrázek 1. Vývoj kvality vody v Boleveckém rybníku (průměrné hodnoty IV. – IX.). Šipka označuje začátek projektu, prázdné šipky označují dvě vlny expanze ponořené vegetace.

Figure 1. Water quality in Bolevec Lake (mean values IV. – IX.). Black arrow marks start of the project. Empty arrows point the years when two waves of macrophyte expansion occurred.

Změny uvnitř ekosystému jsou sice stranou mediální pozornosti, ale jsou nesmírně zajímavé. Bohužel nelze sledovat všechny složky ekosystému a změny náležitě doložit. Zde uvádím alespoň několik příkladů:

- Výrazné zvýšení průhlednosti potlačilo stabilitu teplotního zvrstvení rybníka s příznivým dopadem na kyslíkový režim u dna. Zároveň došlo k rozmachu autotrofních epipelických povlaků (produkce O₂, omezení resuspenze).
- Dramaticky se zvýšila kolonizace dna chironomidy, pravděpodobně se značným dopadem na intenzitu bioturbace, a tedy na zapracovávání sraženiny koagulantu, změny redox poměrů pod povrchem bahna a změny v rychlosti mineralizace organických látek.
- Populace mlžů (*Anodonta anatina*, *A. cygnea*, *Unio tumidus*) nebyla dotčena aplikacemi koagulantů, naopak pozitivně se projevila snížená predace kaprem. Věková struktura populace mlžů ozdravěla – zvýšila se početnost nejmladších ročníků.
- Populace raka říčního (*Astacus astacus*) přestala aplikace koagulantů ve zdraví a je stále poměrně početná, pravidelně obnovující.
- Omezením až eliminací plotice a perlína, včetně nejmladších věkových skupin se otevřel prostor pro bezobratlé organismy kolonizující ponořená makrofyta, zejména stolístek, kde bylo nacházeno až 20 jedinců na 10 cm stonku. Kromě máloštětinatých červů (*Stylaria* a další), larev chrostíků (*Agraylea*, *Oxyethira*), jepic (*Caenis lactea*), komárců (čel. *Ceratopogonidae*) a detritofágních la-

rev chironomidů, se poměrně hojně objevili i filtrátoři, např. nálevníci (*Carchesium*), vířníci (*Lacinularia flosculosa*), perloočka *Sida crystalina*. Z pohledu biomanipulace je zajímavá přítomnost fytofágního hmyzu, který může potenciálně omezovat růst vodních rostlin. Populace nosatce *Phytobius leucogaster* (stolístek) se významněji neprojevila, ale značný vliv měl žír larev chironomidů rodu *Endochironomus* a *Cricotopus* a housenek vílenky (čel. Pyralidae, podčel. Acentropinae), které konzumací vzrůstných vrcholů výrazně omezovaly růst stolístku. Ten pak tvořil bohatě větvené „stromy“ připomínající trochu bonsaje. Housenky vílenek se uplatnily také žírem na vodním moru. Operovaly ale pouze do cca 30 cm pod hladinou, přičemž elodea po jejich zásahu velmi rychle obnovovala. Dynamika vývoje populací fytofágního hmyzu bude jistě zajímavá i nadále, protože např. na jaře 2012 byl pozorován hromadný výlet vílenek.

- Výrazné snížení početnosti i biomasy rybí obsádky nemělo nijak dramatický vliv na velikostní strukturu filtrujícího zooplanktonu. Začala se sice objevovat perloočka *Daphnia galeata*, ale pouze subdominantně a jen zřídka její početnost ve velikostní frakci > 710 µm překročí jednotky a výjimečně i desítky jedinců na 1 dm². Příčinou je patrně paralelní limitace celkovou velmi nízkou úživností rybníka.

Značné dopady biomanipulace lze pozorovat i v širších vazbách. Například netopyři v obrovských počtech asistují u líhnutí chironomidů;



zvýšila se početnost lysek (*Fulica atra*), které potřebují dostatek vodních bezobratlých; na jaře a na podzim rybník vyhledávají labutě (až 100 ks oproti 2–4 ks dříve), které kromě recyklace P trávící aktivitou přenášejí motolice (riziko cercariové dermatitidy).

Závěr

Biomanipulace rybníka zasahuje celý ekosystém a projeví se plně teprve při dlouhodobém sledování, které přináší vždy mnoho zajímavého a neočekávaného. Zde jsem se snažil uvést alespoň příklady změn, které se podařilo zachytit. Bohužel právě neočekávanost některých procesů nedovoluje dobře připravit adekvátní sledování, a proto řada dějů zůstává v úrovni diskusí mezi kolegy, ale bez publikačních výstupů, z nichž by se poučila širší odborná veřejnost.

Literatura

- Duras J. 2008. Zkušenosti s aplikací Al a Fe látek v lokalitě Bolevecký rybník, Plzeň, p. 105-113. In: Maršálek B. & Maršálková E. (eds.), Cyanobakterie 2008. Sborník konference, 2.–3.4.2008 Brno.
- Duras J. 2009. Sediment rybníka ošetřovaného Fe a Al koagulanty. In: Hucko P. (ed), Sedimenty vodných tokov a nádrží. Sborník konference. SVS pri VÚVH Bratislava 13.–14.5.2009.
- Duras J. 2010. Biomanipulace a vodní rostliny, p. 74-79. In: Maršálek B., Maršálková E. & Vinklárová D. (eds), Cyanobakterie 2010. Sborník konference, 16.–17.6.2010 Brno.
- Duras J. & Dziaman R. 2010. Recovery of shallow recreational Bolevecký Pond, Plzeň, Czech Republic, p. 43-50. In: Nędzarek A. (ed.), Anthropogenic and natural transformations of lakes. Polish Limnological Society, Toruň.



Fyzikálně chemické charakteristiky fosforu emitovaného ze zemědělských povodí

Physical and chemical characteristics of phosphorus load emitted from agricultural land

Daniel FIALA

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., Podbabská 30, 160 62 Praha 6, ČR; e-mail: fiala@vuv.cz

Ekvivalence zdrojů fosforu je klíčovou otázkou aplikované limnologie, která v běžných povodích znesnadňuje vyhodnocení jejich dopadu na vodní ekosystémy. Z kontextu historického ohlednutí za výzkumem eutrofizace i nedostatků stávajících modelů vyplývá urgentní potřeba nových metod a technik, které budou různé zdroje fosforu charakterizovat adekvátně, tj. z pohledu potenciálního nebo aktuálního příjmu fytoplanktonem. V příspěvku se mj. zaměřím

na vybrané hydrochemické a hydrodynamické parametry fosforu emitovaného ze zemědělských povodí, které nám mohou při hodnocení diametrálně rozdílných zdrojů pomoci.

Příspěvek byl vypracován s podporou projektu NAZV Q1102265.

Keywords: phosphorus, eutrofication, non-point sources of pollution, point sources of pollution, source apportionment



Možnosti zlepšení ekologického stavu malých zemědělských toků, výsledky rakousko-českého projektu

Possibilities to improve the ecological status of small agricultural streams, the results of the Austrian-Czech project

Milena FOREJTNÍKOVÁ & Miloš ROZKOŠNÝ

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., Mojmírovo náměstí 16, 612 00 Brno, ČR;
e-mail: milena_forejtnikova@vuv.cz

Abstract

This project is focused on small streams in agricultural areas for which it is very difficult to find reference localities. Special attention was paid to zoobenthos, phytobenthos and morphological state of streams. At the same time self-cleaning chemical parameters were evaluated in polluted stream sections. Main result of the project is Guide of proposal for the rehabilitation of small streams, in order to achieve the highest improvement in ecological status or potential, while maintaining overall affectivity.

Keywords: small stream, self- purification, ecological status, reference conditions, measures

Úvod

Oblast jižní Moravy a oblast Weinviertel mají obdobné přírodní podmínky i obdobné problémy v managementu malých vodních toků v intenzivně zemědělsky obdělávané krajině. Vedoucím partnerem společného projektu řešeného v období 2009 – 2011 byl Úřad Dolnorakouské zemské vlády, za českou stranu byl jediným partnerem Výzkumný ústav vodohospodářský, T.G.M, v.v.i.

Cílem projektu bylo najít efektivní opatření pro zlepšení ekologického stavu či potenciálu v souladu s Rámcovou směrnicí. Projekt byl zaměřen na vztahy mezi morfologií koryta toku, antropogenními vlivy a samočištěním. Součástí projektu bylo také modelování vztahů mezi povodím a tokem i sledování dynamiky procesů v toku vázaných na přísun a šíření nutrientů.

Referenční lokality

V podstatě všechny toky, kterých se projekt týká, jsou silně pozmeněné a není možno je většinou vrátit do původního stavu. Často je také obtížné stanovit, jaký stav to je. Na výběr referenčních lokalit a referenčních podmínek byla zaměřena první část projektu.

Na rakouském území se nepodařilo nalézt vhodné neovlivněné úseky toků, do sledování byly zahrnuty tedy alespoň úseky druhotně přírodě blízké. Jednalo se o úseky se vzrostlou

doprovodnou vegetací označované jako „lesní“ i o úseky s bylinným případně rákosovým doprovodem označované rakouskými kolegy jako „luční“ typ.

Na Moravě byly vybrány odpovídající lokality z referenčního monitoringu z let 2007 – 2008. Pro některé z nich bylo ovšem nutné v rámci projektu dokončit hodnocení biologických ukazatelů, případně provést hodnocení hydromorfologického stavu podle schválené metodiky. Tyto vybrané referenční profily, i když mají své značné kvality, se ukázaly pro naše potřeby většinou nevhodné. Jsou v lužní krajině, zatímco většina toků řešených v projektu je ve stepní krajině, někdy není kvalita jejich vody odpovídající z důvodů využívání povodí nad vybraným úsekem (Gránický potok), případně je charakter těchto toků zcela odlišný, i když formálně typově odpovídají (přítoky Kyjovky v prostoru Soutok).

Monitoring vybraného toku v období 2009–2010

V následujícím období byl na území obou států monitorován vybraný tok z pohledu organického znečištění a zatížení nutrienty. Na moravském území byl vybrán tok Haraska, o kterém jsme měli základní údaje již z předchozích projektů a na kterém byl v předešlých letech revitalizovaný několikasetmetrový úsek.



Gránický potok – referenční lokalita.

Tok Haraska má vysoký obsah minerálních látek. Ve všech sledovaných lokalitách jsou hodnoceny v V. třídě ukazatele konduktivita a SO_4 , to souvisí s vlastnostmi podzemních vod v tomto regionu. Tato vysoká solnost ovlivňuje i pH.

U živin se potvrzuje vliv zemědělského hospodaření na vyplavování dusičnanů. V nejvyšší položené profilu jsou zvýšené hodnoty, jedná se přitom o pramennou oblast a plochy představují většinou ornou půdu. Naopak potok přítékající od Divák je ovlivňován odpadními vodami této vesnice, která nemá centrální čištění, povodí potoka je z větší části zalesněno, či využíváno pro sady. Hodnoty $N-NO_3$ jsou v tomto profilu nižší než u předchozího. V následujícím úseku nad Boleradicemi hodnoty mírně kolísají bez výrazného trendu v podélném profilu, vyplývá z toho určitá rovnováha mezi přínosem dusičnanů z okolních zemědělských ploch a samočisticími účinky toku na tento ukazatel.

Amoniakální dusík se jeví jako dobrý indikátor bodového znečištění, koncentrace jsou výrazně vyšší v Diváckém potoce (pod obcí Diváky) i v Harasce pod Boleradicemi. Oproti jiným



Haraska – typický stav zemědělského toku.

ukazatelům je výrazněji odbouráván v málo zatěžovaných úsecích toku.

Na první lokalitě jsou velmi nízké hodnoty fosforu, na lokalitě pod ústím potoka od Divák řádově stoupají. V podélném profilu Harasky se dále projevuje zvýšení koncentrací fosforu po soutoku Harasky s Diváckým potokem a v dalším úseku se koncentrace fosforu mírně snižuje. Skokový nárůst zaznamenáváme pod Boleradicemi.

Znečištění organickými látkami je podchyceno ukazateli CHSK, obsahem kyslíku a množstvím celkového a organického uhlíku. Tyto ukazatele dokreslují okamžité zhoršení jakosti pod bodovými zdroji a postupné odbourávání organických látek v nezatěžovaných úsecích toku. Kyslíkové poměry jsou dobré, tok je v podstatě i v zatížených lokalitách dostatečně saturován.

O erozních dějích v povodí informuje obsah nerozpuštěných látek. Ve všech lokalitách jsou velké výkyvy mezi minimální a maximální hodnotou, v období vysokých průtoků se hodnoty tohoto ukazatele zvyšují až o dva řády.

Látkový tok dusíku, fosforu a organického uhlíku byl počítán s využitím aktuálních hodnot průtoků a zjištěných koncentrací. Tyto hodnoty byly potřebné pro další část projektu, zaměřenou na modelování. Rozpětí hodnot látkového toku pro jednotlivé ukazatele ve vybraných profilech uvádí Tabulka 1.

Látkové zatížení vodního prostředí Harasky bylo počítáno pro dva hlavní sledované úseky. Prvním je regulovaný úsek, druhým pak úsek revitalizovaného koryta. Jak vyplývá z Tabulky 1, látkové zatížení je v obou úsecích Harasky obdobné.


Tabulka 1. Látkový tok [g/s] dusíku, fosforu a organického uhlíku v povodí Harasky (2009–2010).

Ukazatel	regul.úsek-začátek	regul.úsek-konec	revit.úsek- začátek	revit.úsek-konec
TOC	1,26 – 39,84	2,37 – 39,56	1,44 – 41,34	16,04 – 92,36
Ncelk	1,19 – 37,01	1,98 – 36,95	1,25 – 36,38	10,38 – 88,84
N-NH ₄	0,74 – 3,02	1,03 – 2,24	0,62 – 3,46	3,84 – 21,45
N-NO ₃	0,18 – 32,85	0,50 – 33,36	0,64 – 31,82	2,50 – 66,67
Pcelk	0,13 – 1,28	0,23 – 1,72	0,16 – 1,18	0,74 – 12,03
P-PO ₄	0,09 – 0,82	0,14 – 0,71	0,06 – 0,69	0,15 – 2,42
NL suš	13,82 – 487,30	5,18 – 457,33	8,64 – 396,58	47,52 – 979,78
NL žíh	3,97 – 377,14	1,73 – 374,08	1,73 – 318,82	22,81 – 789,26

Experimentální sledování samočisticích procesů

Účelem této části projektu bylo určit účinnost retence nutrientů v toku měřením retenční kapacity. Délka vstřebání nutrientů je průměrná vzdálenost pohybu molekuly nutrientu před jejím odstraněním z vodního sloupce (Newbold et al 1981; Newbold 1992). Tento parametr je indikátorem odstranění znečištění v experimentální části toku ve srovnání se snížením znečištění. Poměr poklesu koncentrace látky v dané části toku souvisí s retenční kapacitou toku v důsledku biotických či abiotických procesů. Základem výpočtu je porovnání koncentrace modelové stopovací látky a koncentrace nutrientu v daném úseku toku. Pokles koncentrace nutrientu sleduje podobný pokles koncentrace stopovací látky, jestliže nutrient nebyl v daném úseku toku odbourán.

Experiment byl proveden s chloridem amonným (NH₄Cl), s dihydrátem dihydrogenfosforečnanu sodného (Na(H₂PO₄)·2H₂O) a

chloridem sodným (NaCl) jako konzervativními stopovacími látkami. Nutrienty a chlorid sodný byly vnášeny do toku současně pro každý cca 200 m dlouhý studijní úsek toků po dobu 2–3 hodin. Měřena byla konduktivita použitím konduktometru Hach-Lange HQ40d pro měření změn relativní koncentrace soli v čase. Poté, co koncentrace soli dosáhla setrvalé úrovně, byly odebrány tři vzorky vody v podélném profilu každých 40 m. Cílová koncentrace nutrientu byla 2–4 vyšší než koncentrace zjištěného pozadí. Filetrované vzorky vody byly analyzovány na koncentrace N-NH₄, N-NO₃ a P-PO₄ použitím standardních laboratorních metod. Při každém vzorkování, byly měřeny charakteristiky koryta v příčném profilu, zahrnující hloubku vody a šířku koryta, a byly měřeny rychlosti vody pro výpočet aktuálního průtoku vody v korytě.

V Tabulce 2 jsou uvedeny výsledky z experimentu na dvou úsecích toku Haraska, které byly provedeny během vegetačního období.

Tabulka 2. Výsledky výpočtů parametrů retence a odbourání nutrientů.

	Haraska 1 (regulovaný úsek)	Haraska 2 (úprava přírodě blízká - revitalizovaný úsek)
Průtok (l/s)	2,0	2,0
Průměrná hloubka (m)	0,08	0,06
Průměrná šířka (m)	0,5	0,65
Průměrná rychlost proudu (m/s)	0,16	0,09
NO ₃ ⁻ (mg/l)	2,9	2,9
NH ₄ ⁺ (mg/l)	4,2	3,8
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0,4	0,4
Délka odběru NH ₄ ⁺ (m)	2000	670
Koeficient rychlosti odběru NH ₄ ⁺ (1/s)	2,0 * 10 ⁻⁵	4,5 * 10 ⁻⁵
Hmotnostní koeficient přenosu NH ₄ ⁺ (m/s)	1,6 * 10 ⁻⁶	2,7 * 10 ⁻⁶
Rychlost odběru NH ₄ ⁺ (mg/m ² min)	0,4	0,6
Délka odběru PO ₄ ³⁻ (m)	910	714
Koeficient rychlosti odběru PO ₄ ³⁻ (1/s)	4,4 * 10 ⁻⁵	4,2 * 10 ⁻⁵
Hmotnostní koeficient přenosu PO ₄ ³⁻ (m/s)	3,5 * 10 ⁻⁶	2,5 * 10 ⁻⁶
Rychlost odběru PO ₄ ³⁻ (mg/m ² min)	0,1	0,1



Průtočné poměry byly na úrovni minimálních průtoků, cca na úrovni Q364d.

Délka úseku nezbytného pro snížení definovaného množství NH_4^+ je významně kratší u revitalizovaného úseku. Rychlost úbytku amonických iontů je v tomto úseku vyšší než v úseku regulovaném. Tyto skutečnosti dokladují vyšší abiotický a nebo biotický úbytek v revitalizovaném úseku. Pokud jde o fosforečnany, výsledek vzájemného porovnání obou úseků je obdobný, nicméně rozdíly nejsou tak zřejmé.

Rozhodovací matice a Příručka návrhů opatření

Výše popsané aktivity spolu s matematickými modely vedly k sestavení hlavních výstupů projektu. Všechny postupy navrhované v Příručce byly diskutovány zejména u rakouských partnerů i na úrovni státní správy a se zainteresovanou zemědělskou veřejností a byly posuzovány i z hlediska finanční únosnosti.

Cílem všech prováděných zásahů na tocích má vždy být zlepšení stavu, v případě toků sledovaných v projektu tedy většinou potenciálu. Rozhodovací matice i Příručka nabízejí a podrobně popisují v podstatě následující postup:

Po zjištění špatného stavu biologických parametrů je třeba nejprve posoudit kvalitativní ukazatele. Vždy je třeba nejprve odstranit výrazné bodové zhoršení jakosti vody – zátěž organickým znečištěním. Při překročení limitních hodnot je třeba dostavět, případně modernizovat čistírny komunálního odpadních vod.

Druhé v pořadí naléhavosti je zamezení přímého vstupu plošných splachů do toků. Příručka podrobně popisuje kritická místa, kde k

těmto vstupům dochází i jejich sanaci. Velký důraz se klade na doprovodné vegetační pásy a ochranné zóny kolem toků.

Třetí v pořadí je zlepšení morfologie toku revitalizačními opatřeními. Přírodě blízké úpravy vodních toků, zejména malých znečištěných toků mohou přispět ke zvýšení retence a odbourání transportovaného znečištění, včetně dusíku a fosforu, a v důsledku toho zlepšit podmínky pro vodní ekosystémy i v páteřních tocích vodních útvarů. Z tohoto pohledu je důležité také rozhodnutí o budoucím typu revitalizovaného toku. „Luční“ typ u většiny těchto toků lépe odpovídá původnímu charakteru. Avšak „lesní“ typ má významné klady pro stabilizaci jakostních parametrů v delším časovém období. V příručce se uvádí i minimální délky těchto „lesních“ úseků, aby se mohly projevit výhody této úpravy.

Bližší podrobnosti o projektu, o jeho řešení a výstupech je možno získat na stránkách projektu www.profor.eu.com.

Poděkování

Tento příspěvek podává informace o výsledcích projektu M00061 „Výzkum procesů samočištění drobných, silně degradovaných toků v oblasti Weinviertel a Jižní Moravy“ podpořeného z fondů Evropské územní spolupráce. Zpracování referátu pro konferenci Limnologické společnosti bylo umožněno prostřednictvím projektu QJ1220233 „Hodnocení území na bývalých rybníčních soustavách (vodních plochách) s cílem posílení udržitelného hospodaření s vodními a půdními zdroji v ČR.“



Společenstva fyto-bentosu jako indikátor trofie údolních nádrží

Assemblages of phytobentos as indicator of trophy of valley-shape reservoirs

Rodan GERIŠ¹, Simona LITTNEROVÁ², Dušan KOSOUR¹, Jiří JARKOVSKÝ², Stanislav VĚTRÍČEK¹
& Petr KOMZÁK¹

¹Povodí Moravy, státní podnik, Dřevařská 11, 601 75 Brno, ČR; e-mail: geris@pmo.cz

²Institut biostatistiky a analýz, Kamenice 126/3 Brno, ČR

Abstract

The goal of our paper is to compare 19 valley-shape reservoirs in Morava river basin according to chemical parameters and trophic indices, obtained by software Omnidia. We furthermore attempt to choose indices most available for this sort of biotops and find out the relations among them. Finally it would be judged entire method for assessment of valley-shape reservoirs, drinking waters and recreational as well.

Keywords: bioindication of trophy, valley-shape reservoirs, diatoms, degrees of trophy, assemblages of phytobentos

Úvod

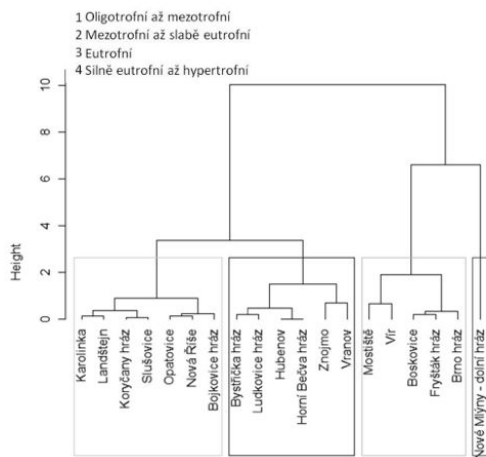
Indikace trofie pomocí společenstev fyto-bentosu stojatých vod Střední Evropy zatím silně zaostává za využitím fyto-bentosu u vod tekoucích. Naskytá se nicméně možnost uvést několik autorů, kteří se zabývali touto problematikou, například u rybníků v ČR (Pouličková et al. 2003), u horských jezer v blízkosti Salzburku (Pouličková et al. 2004) nebo u mělkých úživných jezer v panonské oblasti (Ácz et al. 2005). Na těchto mělkých jezerech byl dokonce v Maďarsku vyvinut speciální index TDIL, hodnotící trofie jezer podle litorálních rozsivek (Stenger-Kováč et al. 2007). Nepodařilo se nám však dosud najít žádnou práci, která by se zabývala výzkumem trofie pomocí společenstev fyto-bentosu u údolních nádrží. Naše práce má za cíl srovnat 19 údolních nádrží z povodí Moravy podle vybraných chemických parametrů a indexů, získaných programem Omnidia. Dále pokusit se vybrat indexy pro tento typ biotopů nejnvhodnější a zjistit některé vztahy mezi nimi. Na závěr by měla být posouzena vhodnost celé metody pro hodnocení údolních rekreačních i vodárenských nádrží v České republice.

Metodika

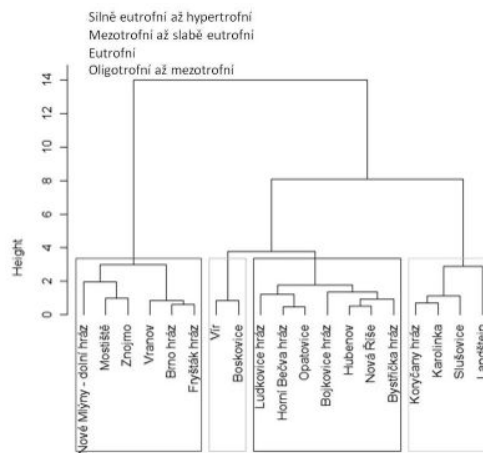
Pro výzkum bylo vybráno 14 vodárenských (Vír, Mostiště, Hubenov, Boskovice, Nová Říše, Landštejn, Znojmo, Opatovice, Koryčany, Fryšták, Bojkovice, Ludkovice, Karolinka, Slušovice) a pět

rekreačních (Vranov, Bystřička, Horní Bečva, Brněnská nádrž, Nové Mlýny – dolní zdrž) nádrží. Jsou zde jimi zastoupeny všechny trofické stupně. Srovnání kvality vody bylo provedeno na základě chemických parametrů, zvláště těch, kterými je určována trofie vody (P celk., chlorofyl *a*). Fyto-bentos byl odebírán na každé nádrži u hráze z pěti kamenů oškrabáváním pomocí kartáče a zabroušené lžice. Po prescreeningu živého materiálu byl vzorek vypálen v koncentrovaném peroxidu vodíku a zaléván do media Naphrax. K hodnocení jednotlivých taxonů byla použita semikvantitativní stupnice. Pro výpočet různých biotických, saprobních a trofických indexů byl použit software Omnidia. Zvláště byl vypočítán revidovaný Sládečkův saprobní index, který zatím v Omnidii není. Fyzikálně chemické parametry byly měřeny v terénu (pH, teplota, vodivost, koncentrace kyslíku) a v laboratoři Povodí Moravy, s.p. standardními metodami. Pro statistické zhodnocení byly použity průměry za 7 měsíců vegetační sezóny, ve které byly provedeny odběry fyto-bentosu.

Pro statistické hodnocení vztahu mezi indexy a chemickými parametry jsme použili Spearmanův korelační koeficient. Pomocí shlukové analýzy jsme vytvořili dvě stratifikace nádrží; dle chemických parametrů a dle trofických indexů. Ve všech testech byla využita jako hranice statistické významnosti hodnota $\alpha < 0,05$. Statistická analýza byla provedena za použití softwaru SPSS 19.0.1 (IBM Corporation, 2010) a R 2.12.2 (R Foundation for Statistical Computing, 2011).



Obrázek 1. Dendrogram shlukové analýzy dle chemických parametrů.



Obrázek 2. Dendrogram shlukové analýzy dle trofických indexů.

Výsledky a diskuse

Při použití shlukové analýzy rozdělující nádrže podle chemických parametrů, vztažených ke trofi došlo k vytvoření čtyř shluků (Obr. 1). V prvním jsou nádrže s nejnižší trofí – mezotrofní a oligotrofní, kde jedna podskupina reprezentuje dvě lokality nejkvalitnější: oligotrofní – Karolinku a Landštejn a dvě na hranici oligotrofnie a mezotrofnie – Koryčany a Slušovice, druhá podskupina je tvořena mezotrofními nádržemi – Nová Říše, Opatovice a Bojkovice. Ve druhém shluku jsou nádrže slabě eutrofní až eutrofní – Hubenov, Bystřička, Horní Bečva, Vranov, Znojmo, Ludkovice. Třetí shluk je tvořen silně eutrofními nádržemi; jedná se o nádrže, u kterých během letních měsíců dochází k intenzivnímu sinicovému vodnímu květu – Brno, Mostiště, Vir, Boskovice, Fryšták.

Tabulka 1. Vztah mezi trofickými indexy a vybranými chemickými parametry.

	P celkem(mg/l) Korelační koef/Sig.	Chlorofyl (µg/l) Korelační koef/Sig.
Sládečkův index SLI	0.723/<0.001*	0.536/0.012*
IBD	-0.882/<0.001*	-0.709/<0.001*
IPS	-0.731/<0.001*	-0.620/0.003*
IDG	-0.665/0.001*	-0.518/0.016*
TDI	0.853/<0.001*	0.699/<0.001*
RottSi	0.890/<0.001*	0.797/<0.001*
RottTi	0.883/<0.001*	0.786/<0.001*
Nd	-0.383/0.086	-0.269/0.238
Div	-0.314/0.165	-0.231/0.315

Poslední shluk obsahuje pouze jednu nádrž, dolní zdrž díla Nové Mlýny, která je silně hypertrofní.

Dále byla provedena shluková analýza na základě trofických indexů (Saprobní index, TDI, Rott – Saprobní index, Rott – Trofický index) (Obr. 2). Opět byly vytvořeny čtyři shluky. První shluk je složen z nádrží hypertrofních a silně eutrofních (Nové Mlýny dolní, Mostiště, Znojmo, Vranov, Brno, Fryšták); druhý z eutrofních a silně eutrofních nádrží (Vir a Boskovice); třetí ze slabě eutrofních a mezotrofních Ludkovice, H. Bečva, Bojkovice, Opatovice, Hubenov, Bystřička, N. Říše) a čtvrtý obsahuje nádrže oligotrofní (Karolinka, Landštejn) a slabě mezotrofní (Koryčany, Slušovice) (Obr. 2.).

Je možné konstatovat, že obě použítá dělení dávají podobné grafické výstupy s blízkým grafickým vyjádřením.

Vztahy mezi indexy a eutrofizačními parametry jako P nebo chlorofyl *a* byly hodnoceny pomocí korelací (Tabulka 1).

Z tohoto hlediska se zdají být nevhodnějšími indexy pro hodnocení trofie údolních nádrží indexy Rott(Si), Rott(Ti) a TDI, použitelný je také revidovaný Sládečkův index SL(i), IBD a IPS, naopak jako méně vhodný se jeví index IDG, který pro výpočet využívá determinace taxonů pouze na rodovou úroveň.


Tabulka 2. Průměrné biotické, saprobní a trofické indexy u jednotlivých nádrží.

Nádrž	IBD	IPS	IDG	TDI	RottTí	RottSí	Nd	Div	SI(i) rev.	Shluk
Karolinka	5.50	3.79	3.68	42.15	1.92	1.55	28.50	4.67	1.20	1
Landštejn	5.95	4.54	4.09	28.45	1.43	1.31	35.50	5.01	0.89	1
Koryčany	5.60	4.26	3.76	50.05	1.78	1.54	30.00	4.75	1.25	1
Slušovice	5.49	4.04	4.16	38.15	1.56	1.49	20.50	4.22	1.31	1
Opatovice	5.10	4.01	3.92	58.65	2.51	1.69	22.00	4.32	1.41	1
Nová Říše	5.28	3.95	3.81	48.45	2.33	1.59	43.00	5.14	1.48	1
Bojkovice	5.18	4.02	3.40	59.75	2.11	1.63	35.50	3.76	1.32	1
Bystřička	5.43	4.09	3.88	44.55	2.03	1.66	34.00	4.81	1.52	2
Ludkovice	5.11	3.94	3.83	52.85	2.42	1.69	26.50	4.59	1.68	2
Hubenov	5.11	3.85	3.75	52.25	2.27	1.66	36.00	5.01	1.43	2
Horní Bečva	5.06	3.95	3.88	60.40	2.45	1.70	30.50	4.71	1.52	2
Znojmo	4.77	3.70	3.43	71.85	2.84	2.01	26.00	4.47	1.55	2
Vranov	4.79	3.62	3.48	65.37	2.62	1.96	31.33	4.81	1.77	2
Mostiště	4.50	3.16	3.12	69.25	2.94	2.21	33.00	4.89	1.60	3
Vír	5.04	3.70	3.61	66.70	2.74	1.94	20.50	4.20	1.27	3
Boskovice	4.93	3.79	3.52	57.90	2.72	1.83	34.50	4.98	1.25	3
Fryšták	4.85	3.69	3.57	61.45	2.79	1.83	29.50	4.69	1.84	3
Brno	4.91	3.59	3.46	68.95	2.77	1.82	37.50	5.03	1.81	3
Nové Mlýny - dolní	4.84	3.79	3.53	84.48	3.02	2.10	12.60	3.39	1.89	4

Závěr

Hodnocení trofie údolních nádrží na základě saprobních i biotických indexů získaných analýzou fyto-bentosu a zvláště litorálních rozsivek se jeví jako smysluplný doplněk k celkovému hodnocení vodárenských i rekreačních nádrží.

Poděkování

Za všestrannou pomoc při determinaci i teoretických otázkách děkujeme RNDr. Petru Marvanovi CSc.

Literatura

Ácz É., Reskóne N.M., Szabó K., Taba Gy. & Kiss K.T. 2005. Application of epiphytic diatoms in water quality monitoring of lake Velence – recommendations and assignments. *Acta Botanica Hungarica* 47: 211-223.

Kitner M. & Poulíčková A. 2003. Littoral diatoms as indicators for the eutrophication of shallow lakes. *Hydrobiologia*: 519-524.

Legendre P. & Legendre L. 1998. *Numerical Ecology*, 2nd Engl. Ed. Elsevier, Amsterdam, ISBN 0444892494.

Magurran A. 1983. *Ecological diversity and its measurement*. Croom Helm, London.

Poulíčková A., Duchoslav M. & Dokulil M. 2004. Littoral diatom assemblages as bioindicators of lake trophic status: A case study from perialpine lakes in Austria. *Eur. J. Phycol.* 39: 143-152.

Poulíčková A., Kitner M., Karabinová H., Pakostová A. & Křížová B. 2003. Fishpond trophic status assesment based on nutrients and bioindication II. Littoral diatom communities. *Hodnocení trofie rybníků podle nabídky živin a bioindikačních metod II. Rozsivky litorálu*. *Czech Phycology, Olomouc* 3: 111-118.

Stenger-Kovácz C., Buczkó K., Hajnal É. & Padisák J. 2007. Epiphytic, littoral diatoms as bioindicators of shallow lake trophic status: Trophic diatom index for lakes (TDIL) developed in Hungary. *Hydrobiologia* 589: 141-154.



Cyanobaktérie/sinice rašeliniska Klin, Horná Orava

Cyanobacteria/cyanophytes of the peat-bog Klin, Upper Orava

František HINDÁK

Botanický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 845 23 Bratislava, SR; e-mail: frantisek.hindak@savba.sk

Abstract

Cyanobacteria/cyanophytes from the periphyton of the peat-bog Klin, Protected Landscape Area Horná Orava, N Slovakia, were investigated. Altogether, 27 species belonging to 27 genera were recognized, among them *Merismopedia sphagnicola* Joosten, *Dasygloea turfosa* (Voronichin) *Anagnostidis* and *Katagnymede accurata* Geitler are first records for Slovakia.

Keywords: Biodiversity, Cyanobacteria/Cyanophytes, Chroococcales, Oscillatoriales, Nostocales, acidic waters

Úvod

Diverzita cyanobaktérií/siníc (Cyanobacteria, Cyanophyta, Cyanoprokaryota) rašelinových vôd vrchoviskového typu na Slovensku je známa iba fragmentárne, azda najviac z litorálu tatarských plies (Hindák 2008; Hindák & Kawecka 2010) a rašeliniska Klin (Fott 1952; Juriš 1955; Hindák 2011, 2012; Hindák & Hindáková 2012). V rámci pripravovanej Flóry Slovenska, časť cyanobaktérie/sinice treba urobiť aktuálnu inventarizáciu týchto mikroorganizmov vrátane acidofilných druhov na celom území SR.

V tomto príspevku sme sa zamerali na cyanobaktérie/sinice Klinského rašeliniska, ktoré sledujeme od r. 2009. Doteraz sme identifikovali 27 druhov patriacich do 27 rodov. Tieto organizmy predstavujú významnú časť prítomného spoločenstva fototrofných mikroorganizmov (Hindák 2011, 2012; Hindák & Hindáková 2012), výrazne bohatšieho ako uvádzali Fott (1952: 7 druhov) a Juriš (1955: 7 druhov). Okrem toho sme uverejnili výskyt druhu *Chalarodora azurea* Pascher 1929, ktorý má endocyanyely a zaraďuje sa do oddelenia Glaucophyta (Hindák & Hindáková 2012).

Materiál a metódy

NPR Klinské rašelinisko je najlepšie vyvinuté a zachované vrchovisko nelesného typu u nás. Je najstarším chráneným územím zriadeným za účelom zachovania vzácných rašelinných spoločenstiev na území CHKO Horná Orava, v r. 1994 bolo vyhlásené za Národnú prírodnú rezerváciu. Rašelinisko patrí do katastra obce

Klin (19°29'V, 49°25'S), ktorá sa nachádza v susedstve Námestova (bližšie pozri Mrva & Hindák 2010).

Vzorky sa odoberali od 19.9.2009 do 21.11.2011 zo šlenkov (Obr. 1), v každom z 11 odberov sme analyzovali 3–5 vzoriek. Hodnoty pH varírovali v rozmedzí od 4,06 do 4,54, ojedinele 6,01. Cyanobaktérie/sinice sme študovali v živom materiáli pokiaľ možno hneď po odbere, a potom neskoršie v laboratórnych subkultúrach alebo monodruhových kultúrach. Používali sme mikroskop Leitz Diaplan a fotografické zariadenie Wild Photoautomat MPS45. Konzervovaný materiál 4 % formaldehydom a fotografická dokumentácia sú uložené na Botanickom ústave SAV v Bratislave.

Výsledky a diskusia

Prezentovaná diverzita predstavuje predbežné údaje, nakoľko štúdium cyanobaktérií/siníc naďalej pokračuje v rámci projektu VEGA. Z tohto dôvodu možno očakávať, že ďalšie taxóny sa budú priebežne dopĺňať, prípadne niektoré určenia bude treba prehodnotiť alebo upresniť. Limitovaný priestor na publikovanie tohto príspevku nám nedovoľuje bližší komentár k vzácnym sa vyskytujúcim taxónom. Druhy označené hviezdíčkom (*) pred vedeckým menom sú nové pre mikroflóru Slovenska.

Rad Chroococcales

V tejto skupine kokálnych cyanobaktérií/siníc sme doteraz identifikovali tieto rody a druhy: *Aphanocapsa delicatissima* W. et G.S. West,



Obrázok 1. Zaplavená jama po ťažbe rašeliny (šlenk) na rašelinisku Klin (foto F. Hindák).

Aphanothece microscopica Nägeli, *A. nidulans* Richter in Wittrock et Nordstedt, *Cyanobium* sp., *Cyanothece aeruginosa* (Nägeli) Komárek, *Chroococcus montanus* Hansgirg, *Ch. turgidus* (Kützing) Nägeli, *Eucapsis alpina* Clement et Schantz, *Gloeocapsa aeruginosa* Kützing, *Gloeotheca* cf. *membranacea* (Rabenhorst) Bornet, **Merismopedia sphagnicola* Joosten, *Synechococcus* cf. *elongatus* (Nägeli) Nägeli, *Rhabdogloea linearis* (Geitler) Komárek.

Merismopedia sphagnicola bola iba nedávno ustanovená Joostenom (2006), patrí však medzi bežne sa vyskytujúce druhy spoločenstva mikroorganizmov v rašeliniskách, predtým sa v citovanej literatúre z rašeliniska Klin označovala ako *M. glauca* (Ehrenberg) Kützing.

Rad Oscillatoriales

Z tohto radu sme našli viaceré doteraz neidentifikované druhy rodov *Geitlerinema* (Anagnostidis et Komárek) Anagnostidis, *Jaagine* *nema* Anagnostidis et Komárek a *Leptolyngbya* Anagnostidis et Komárek. Ďalšími taxónmi boli **Dasygloea turfosa* (Voronichin) Anagnostidis,

**Katagnymede accurata* Geitler, *Phormidium okenii* (Agardh ex Gomont) Anagnostidis et Komárek, *Pseudanabaena catenata* Lauterborn, *P. galeata* Böcher, *Oscillatoria brevis* Kützing ex Gomont.

Druh *Dasygloea turfosa* sa doteraz našiel iba v Gruzínsku (Komárek & Anagnostidis 2005) a *Katagnymede accurata* iba v Rakúsku (Komárek & Anagnostidis 2005; Hindák 2008).

Rad Nostocales

V skupine heterocytných cyanobaktérii/siníc sme pozorovali druhy *Anabaena augstumalis* Schmidle, *A. lapponica* Borge, *A. cf. subcylindrica* Borge, *Calothrix braunii* Bornet et Flahault, *C. stagnina* Gomont, *Lyngbya stagnina* Kützing, *Microchaete tenera* Thuret, *Nostoc* spp., *Hapalosiphon fontinalis* (Agardh) Bornet, *Fischerella* sp., *Scytonema* cf. *minutum* (Agardh) Hassal.

Tvorba hormogónií v laboratórnych subkultúrach sa študovala u *Hapalosiphon fontinalis* (Hindák 2011) a u *Fischerella* sp. (Hindák 2012). Druhy rodu *Fischerella* Gomont sa vyskytujú zväčša v tropických a subtropických oblastiach



(Geitler 1930–1932), u nás neboli doteraz registrované (Hindák 2008; Hindák & Hindáková 2012).

PodĎakovanie

Za odber materiálu z rašeliniska Klin ďakujeme p. RNDr. V. Migrovi z Námestova. Práca bola financovaná s podporou projektu VEGA 2/130/10.

Literatúra

- Fott B. 1952. Mikroflora oravských rašelin. *Preslia* 24: 189-209.
- Geitler L. 1930–1932. Cyanophyceae. In: Rabenhorst's Krypt.-Fl., Leipzig, 14: 1-1196.
- Hindák F. 2008. Colour atlas of cyanophytes. Veda, Bratislava, 253 pp.
- Hindák F. 2011. Neobvyklé zhľukovanie hormogónií heterocytickej sinice *Hapalosiphon fontinalis* do zväzočkov. *Limnologický spravodajca*, Bratislava 5/1: 5-8.
- Hindák F. 2012. Tvorba hormogónií u nostokálnej sinice z rodu *Fischerella* (Nostocales, Cyanophyta/Cyanobacteria). *Limnologický spravodajca*, Bratislava 6/1: 8-11.
- Hindák F. & Hindáková A. 2012. *Chalarodora azurea* Pascher 1929 - a rare glaucophyte found in the

- peat-bog Klin (Orava, northern Slovakia). In: Wołowski, K., Kaczmarska, I. Ehrman J.M. & Wojtal A.Z. (eds), Current advances in algal taxonomy and its applications: phylogenetic, ecological and applied perspective. Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, 2012: 53-60.
- Hindák F. & Kawecka B. 2010. Sinice a riasy, pp. 313-318. In: Koutná A. & Chovancová B. (eds), Tatra – príroda. Nakladatelství Miloš Uhlíř – Baset, Praha, 648 pp.
- Joosten A.M.T. 2006. Flora of the blue-green algae of the Netherlands. I. The non filamentous species of inland waters. KNNV Publishing, Utrecht, 239 pp.
- Juriš Š. 1955. Riasy rašeliniska Bór (I. Orava, Slovensko). *Biológia*, Bratislava 10: 700-718.
- Komárek J. & Anagnostidis K. 1998. Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1: 1-548.
- Komárek J. & Anagnostidis K. 2005. Cyanoprokaryota. 2. Teil Oscillatoriales. Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/2: 1-759.
- Mrva M. & Hindák F. 2010. Opätovný nález schránkatej meňavky *Lesquereusia spiralis* (Ehrenberg, 1840) (Testacealobiosa: Lesquereusiidae) v Klinskom rašelinisku (Horná Orava, Slovensko). *Limnologický spravodajca*, Bratislava 4/2: 61-64.



Verejné zdravotníctvo a ochrana zdravia pred Cyanobaktériami

Public health and the protection against the Cyanobacteria

Mária HORECKÁ

Úrad verejného zdravotníctva Slovenskej republiky, Trnavská cesta 52, 826 45 Bratislava, SR;
e-mail: maria.horecka@uvzsrsk

Abstract

The role of public health precautions to protect the health is enshrined in legislation of the Slovak Republic. Cyanobacteria are a potential health hazard in natural swimming pools and water tanks. Legislation of public health determines the limits of biological and chemical indicators of water in natural pools and water intended for human consumptions, compliance with which would protect public health for health risks from cyanobacteria and exercises control over compliance with the quality of bathing water and drinking.

Keywords: bathing water, natural swimming pools, drinking water, water reservoirs, Cyanobacteria, water legislation

Úvod

Cyanobaktérie a ich schopnosť tvoriť vodné kvety s produkciou cyanotoxínov je stále aktuálnejším hygienickým problémom na vodárenských nádržiach a prírodných rekreačných lokalitách (Maršálek et al. 1996; Chorus & Bartram 1999). Ich rozvoj podporuje zvyšovanie obsahu živín vo vode, čo vedie k jej postupnej eutrofizácii. Verejné zdravotníctvo, ktorého úlohou je preventívna ochrana zdravia verejnosti sa preto týmto problémom intenzívne zaoberá.

Svetová zdravotnícka organizácia považuje za potenciálne riziko ohrozenia zdravia premnoženie cyanobaktérií nad 100 000 buniek/ml vo vode na kúpanie a v pitnej vode prekročenie limitu 1 µg/L mikrocystínu LR (WHO 1998).

Voda na kúpanie

Verejné zdravotníctvo Slovenskej republiky sa riadi odporúčaniami WHO a rešpektuje Smernicu Rady Európy v národnej legislatíve a zaradilo do nej príslušné ukazovatele a ich limity.

Podľa základnej právnej úpravy, t.j. zákon NR SR č. 355/2007 Z.z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia v znení neskorších predpisov, v § 19 voda na kúpanie nesmie obsahovať toxický vodný kvet. Bližšie sa kvalitou vody a spôsobom jej monitorovania a hodnotenia zaoberá vykonávací predpis k tomuto zákonu – NV č. 87/2008 Z.z. o požiadavkách na prírodné kúpaliská, v ktorom je zakotvená defi-

nícia vodného kvetu, limit pre počet buniek cyanobaktérií so schopnosťou tvoriť vodný kvet, limit pre počty jedincov rias, limity pre chlorofyl a pri premnožení siníc a pri premnožení rias ako aj limity pre ukazovatele ovplyvňujúce rozvoj fytoplanktónu, napr. celkový fosfor a dusík, teplota vody, a limity pre ukazovatele, ktoré sú rozvojom fytoplanktónu ovplyvňované, napr. pH, priehľadnosť, nasýtenie vody kyslíkom a ekotoxicita vody.

Nariadenie vlády určuje obdobie, frekvenciu a spôsob odberu vzoriek, usmerňuje výber miest odberu a tiež výber analytických metód. V prípade nahromadenia vodného kvetu len v niektorej časti vodnej plochy sa, okrem stálych odberových miest, vzorka vody odoberá aj v mieste najväčšieho výskytu cyanobaktérií.

Voda vhodná na kúpanie je prírodné kúpalisko, vyhlásené v zmysle zákona všeobecne záväznou vyhláškou Krajského úradu životného prostredia, ktoré je sledované podľa európskych kritérií. Od roku 2004 Slovenská republika každoročne poskytuje Európskej komisii zoznam vôd vhodných na kúpanie a údaje o ich kvalite. Túto povinnosť sledovať vývoj cyanobaktérií na prírodných kúpaliskách ukladá členským štátom EÚ Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2006/7/ES z 15. februára 2006 o riadení kvality vody určenej na kúpanie a bola pretransformovaná do zákona č. 355/2007 a do nariadenia vlády č. 87/2008. Príslušný orgán verejného zdravotníctva je povinný zabezpečiť v



spolupráci s orgánom štátnej vodnej správy vytvorenie a zachovanie profilu vody vhodnej na kúpanie. Kontroluje sa stav, vývoj a podmienky na rozvoj cyanobaktérií na vyhlásených kúpacích oblastiach. Prevádzkovateľ kúpaliska má povinnosť sledovať kvalitu vody a v rámci toho aj rozvoj cyanobaktérií. Pri neorganizovanej rekreácii preberá povinnosti prevádzkovateľa vlastník pozemku. Výsledky kontroly kvality vody sa predkladajú regionálnemu úradu verejného zdravotníctva a aktuálne informácie o kvalite vody musia byť sprístupnené obyvateľstvu na dostupnom mieste v bezprostrednej blízkosti vody. V prípade premnoženia siníc vydáva regionálny hygienik zákaz kúpania a prevádzkovateľ je povinný túto skutočnosť uviesť podobným spôsobom. Dostupné musia byť aj informácie o krátkodobom znečistení vody, a to aj v predchádzajúcom roku, alebo tiež očakávané krátkodobé znečistenie vody.

Pre tvorbu profilov sa sledujú aj makrofyty a makroriasy ako dôležité články samočistenia vody významne ovplyvňujúce rozvoj cyanobaktérií. Túto časť biocenózy prírodných kúpalísk monitorujú úrady verejného zdravotníctva a výsledky sa uplatňujú pri tvorbe profilov kúpacích oblastí. V roku 2011 boli prvýkrát spracované a v roku 2012 aktualizované profily 34 vyhlásených kúpacích oblastí ako vôd vhodných na kúpanie. Sú na webovej stránke Úradu verejného zdravotníctva Slovenskej republiky (www.uvzs.sk).

Pitná voda

Povrchových zdrojov pitných vôd, kde treba rátať s rizikom premnoženia cyanobaktérií a teda s ohrozením zdravia verejnosti je na Slovensku 7 – Hriňová, Klenovec, Bukovec, Starina, Nová Bystrica, Málinec, Turček a odoberá sa z nich 14,5 % celkovej spotreby pitnej vody. Vzhľadom k tomu zaradila aj Slovenská republika do svojej legislatívy limit pre obsah mikrocystínu LR (1µg/l) vo vodách určených na ľudskú spotrebu a to novelou nariadenia vlády č. 496/2010 Z.z., ktorou sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 354/2006 Z.z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na

ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu. Kontrolu mikrocystínu LR vykonáva výrobca pitnej vody v pitných vodách upravovaných z povrchových vodných zdrojov vtedy, ak sa cyanobaktérie vyskytujú v počte väčšom ako 20 000 buniek/ml v mieste ich najväčšieho výskytu na povrchovom zdroji, pričom musí byť pri odbere dodržaný postup podľa platných STN, t.j. že hĺbka vody v mieste odberu musí byť najmenej 1 meter.

Verejné zdravotníctvo

Komplexné sledovanie problematiky cyanobaktérií z hľadiska ohrozenia zdravia verejnosti na Slovensku vykonáva Úrad verejného zdravotníctva Slovenskej republiky v Bratislave v spolupráci s regionálnymi úradmi verejného zdravotníctva. Národné referenčné centrum pre hydrobiológiu determinuje taxóny a ich kvantitatívny rozvoj, NRC pre ekotoxikológiu testuje toxicitu vôd a vodných kvetov a špecializované laboratórium pre chromatografiu analyzuje cyanotoxíny. Všetky skúšky používané pri sledovaní cyanobaktérií má ÚVZ SR akreditované.

Regionálne úrady verejného zdravotníctva monitorujú kvalitu vody, v prípade zistenia premnoženia siníc na prírodných kúpaliskách, odoberajú vzorky vody a vodného kvetu a zasielajú ich na komplexnú analýzu na ÚVZ SR.

Z povinnosti výrobcov pitnej vody upravovanej z povrchových zdrojov sledovať obsah mikrocystínu LR v pitnej vode vyplýva potreba sledovať rozvoj siníc na vodárenskej nádrži. V prípade ohrozenia nádrže cyanobaktériami musí výrobca predkladať orgánu na ochranu zdravia výsledky analýz upravenej pitnej vody na obsah mikrocystínu LR.

Literatúra

- Chorus I. & Bartram J. 1999. Toxic Cyanobacteria in Water. WHO, Londýn, 416 pp.
- Maršálek B., Keršner, V. & Marvan, P. 1996. Vodní květy sinic. Nadatio flos-aque, Brno, 142 pp.
- WHO 1998. Guidelines for drinking-water quality. Second edition, Addendum to Volume 2, health criteria and other supporting information, World Health Organization, Ženeva.



Vodní nádrže Jizerských hor – zotavování z acidifikace (1992 – 2011)

Water reservoirs of the Jizera Mountains (North Bohemia, Czech Republic) – recovery from acidification (1992 – 2011)

Zuzana HOŘICKÁ¹, Tereza BÍMOVÁ¹, Lucie BURDOVÁ², Jiří HUŠEK³, Josef KŘEČEK⁴, Lenka PROCHÁZKOVÁ⁵, Evžen STUHLÍK¹ & Daniel VONDRÁK¹

¹Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Benátská 2, 128 01 Praha 2, ČR; e-mail: zhoricka@cesnet.cz

²Centrální laboratoř imisí, Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 412, ČR

³Správa CHKO Jizerské hory, U Jezu 10, 460 01 Liberec, ČR

⁴Katedra hydrauliky a hydrologie, Fakulta stavební ČVUT v Praze, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, ČR

⁵Katedra ekologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Viničná 7, 128 44 Praha 2, ČR

Nádrže vybudované na náhorní plošině Jizerských hor – Bedřichov (Černá Nisa, 1905), Souš (Černá Desná, 1915) a Josefův Důl (Kamenice, 1982) – byly studovány v souvislosti s acidifikací, která v této oblasti vrcholila v 80. letech minulého století a měla velké ekologické důsledky pro povodí i povrchové vody. Prudké snížení kyselé zátěže, způsobené ve druhé polovině 80. let poškozením a smýcením smrkových monokultur v povodích (ze 40 – 80 %) vedle pokračujícího poklesu depozice S a N, se velmi rychle odrazilo na zlepšení chemického složení vody a následně na oživení nádrží a jejich přítoků. Výrazně se proměnilo složení planktonních a bentických organismů, vzrostl počet druhů, u některých též biomasa. V průběhu 90. let byl do všech přehrad úspěšně vysazen siven americký (*Salvelinus fontinalis*), který v nich dnes přes neustálý chemismus tvoří stabilní populace. Současná struktura planktonu a bentosu již není určována kyselostí vody, ale odpovídá suk-

cesi, na níž se významnou měrou podílí odlišný charakter nádrží, vápnění (Souš), rybí predace a další vztahy mezi organismy. Přes chemické a biologické zotavení nádrží z acidifikace jsou jejich přítoky dále ovlivňovány kyselými epizodami (v období tání sněhu a přívalových dešťů klesá pH vody až na hodnotu 4,3). Těla bentických živočichů a tkáně ryb obsahují zvýšené koncentrace kovů; byly zjištěny degenerativní změny na žaberním aparátu lososovitých ryb v důsledku působení nízkého pH a toxické frakce Al. Další vývoj chemismu a oživení těchto vod bude záviset zejména na míře obnovy lesa v povodích a jeho druhové skladbě (podílu jehličnanů). Vzhledem ke zvýšené podkorunové depozici naměřené pod nově vysazeným lesem lze v brzké době očekávat novou epizodu acidifikace s fatálními důsledky pro ryby i bezobratlé.

Keywords: acidification, recovery from acidification, reservoirs, the Jizera Mountains



Genetická struktura populací blešivce potočního (*Gammarus fossarum*) v prameništích moravsko-slovenského pomezí

Population genetic structure of freshwater shrimp (*Gammarus fossarum*) in spring fens in the Outer Western Carpathian Mts

Lenka HUBÁČKOVÁ¹, Petr PAŘIL¹, Kristína CIVÁŇNOVÁ¹ & Zuzana BAYEROVÁ²

¹Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR; e-mail: 269749@mail.muni.cz

²Ústav experimentální biologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR

Sladkovodní bezobratlí a zvláště pak zástupci permanentní fauny jsou ve své disperzi do značné míry limitováni vodním prostředím, a lze tedy předpokládat, že jejich genetická struktura bude odpovídat struktuře říční sítě.

Cílem této studie bylo popsat populačně-genetickou strukturu blešivce potočního (*Gammarus fossarum*) v pramenných úsecích toků. Celkem bylo genotypizováno 664 jedinců z 24 populací na pěti polymorfních mikrosatelitových lokusech. Oblast výzkumu se nacházela na moravsko-slovenském pomezí, přičemž 3 populace náležely do povodí Odry, 10 do povodí Moravy a 11 do povodí Váhu.

Populace blešivce potočního byly na velkých prostorových škálách (řádově kilometry až desítky kilometrů) geneticky značně diferencované. Na malých prostorových škálách (řádově desítky až stovky metrů) se však ge-

neticky téměř nelišily. Dle získaných výsledků nepředstavovalo rozvodí pro disperzi blešivců nepřekonatelnou bariéru, a je tak zřejmé, že *G. fossarum* je schopen překonávat terestrické prostředí. Vzhledem k jeho permanentní vazbě na vodní prostředí lze usuzovat, že se nejspíše jedná o disperzi pasivní (pravděpodobně zoochorii). Efektivní velikosti populací *G. fossarum* do jisté míry závisí na množství vápníku ve vodě, který je nezbytný pro správný průběh ekdyse. Vápnitost lokality by tedy měla ovlivňovat také genetickou diverzitu populací tohoto druhu. V rámci této práce však byla mezi genetickou diverzitou a konduktivitou, jako proxy proměnnou koncentrace vápníku, zjištěna pouze slabá korelace.

Keywords: *Gammarus fossarum*, microsatellites, genetic structure, population structure



Ecological integrity of river-floodplain system-assessment by planktonic crustaceans surveys (Branchiata: Branchiopoda)

Marta ILLYOVÁ

*Institute of Zoology, Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, Slovakia;
e-mail: marta.illyova@savba.sk*

Abstract

The relationship between hydrological connectivity and species diversity patterns of cladocerans was investigated in the by passed Danube section and in the adjacent water bodies on the left-bank of the floodplain (r. km 1840.5 – 1804) in Slovakia. Following the twenty years monitoring results we tried to describe the Cladocera species habitat preferences numerically: indication weights have been allocated to each species and consequently the valency point distributions were based on available data.

Keywords: Cladocera, Danube, ecological assessment, river floodplains, habitat values, Floodplain index

Introduction

The lateral connectivity between the river and its floodplain is the most important feature of river-floodplain system (Amoros & Roux 1988). Cladocerans seem to be good indicators of habitat heterogeneity and the hydrological dynamic of water bodies. This group was chosen to describe species association representative four types of floodplain water along the gradient of hydrological connectivity. The key element of this assessment is the Floodplain Index (FI). Primarily this method has been designed to meet the requirements of the WFD. The schemes for assessing the ecological status of floodplain areas were developed for water insects (Chovanec & Waringer 2001) and other invertebrates (Chovanec et al. 2005; Waringer et al. 2005). Based on these methods, in this paper a planktonic crustaceans approach is presented including a comparative set of indicator groups, which allow to thoroughly exploring connectivity patterns of a river-floodplain system. Although planktonic crustacean are not listed as an indicator group in the WFD, this group was considered in approach because of its relevance for assessing the ecological integrity of river-floodplain system and its role in the trophic chain, and the cladocerans play role in saprobe index (Sládeček 1964).

Methods

Description of the habitat types

The habitat types follow a gradient of lat-

eral connectivity with the main river channel, ranging from dynamic waters, through low dynamic waters, to stagnant waters. The classification of water bodies proposed by Ward & Standford (1995) was used. They represent a basic type of the local aquatic environment, influenced by the operation of the Gabčíkovo hydropower plant. The general characteristics of four habitat types of floodplain area:

H1 – eupotamal I. (the main river channel/ old river bed); H2 – eupotamal II. (side arms artificially feeding after damming); H3 – parapotalam (side arms connected with the main channel at the downstream end at mean water level) and H4 – plesiopotamal (non connectivity with the main channel at mean water levels; terrestrialization processes).

Sampling and data analysis

The samples cladocerans assemblages were collected three times a year from 1991 to 2010 (except 1998) of 8 localities from open water zone and from the littoral zone. The plankton net of 70 µm mesh size was used. Total of 223 samples was collected and analyzed. Linear correlation was used to detect any significant association between FI and the different type of water bodies.

Calculation

The parameters necessary for calculation are: the list of species, species-specific habitat values (HV), indicator weight (IW) and constancy



Table 1. The selected Cladocera (Branchiopoda: Anomopoda, Ctenopoda, Haplopoda and Onychopoda) species of the river-floodplain system of the Hungarian-Slovak stretch of the Danube: valency points (H1 – H4), species-specific habitat values (HV) and indication weights (IW).

Cladocera	H1	H2	H3	H4	HV	IW
<i>Bosmina longispina</i> Leydig, 1860	10				1	5
<i>Daphnia pulicaria</i> Forbes, 1893	10				1	5
<i>Ilyocryptus acutifrons</i> Sars, 1862	10				1	5
<i>Ilyocryptus cuneatus</i> Štiffner, 1988	10				1	5
<i>Alona protzi</i> Hartwig, 1900	8	2			1,2	4
<i>Bosmina coregoni</i> Baird, 1857	6	3	1		1,5	3
<i>Disparalona leei</i> Chien, 1970	4	4	2		1,5	2
<i>Monospilus dispar</i> Sars, 1862	5	4	1		1,6	2
<i>Leydigia leydigii</i> (Schoedler, 1862)	6	1	3		1,7	3
<i>Ilyocryptus agilis</i> Kurz, 1878	4	3	3		1,9	2
<i>Macrothrix hirsuticornis</i> Norman et Brady, 1867	5	1	4		1,9	2
<i>Pleuroxus uncinatus</i> Baird, 1850	3	4	3		2	2
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841)	3	4	3		2	2
<i>Daphnia longispina</i> O.F.Müller, 1776	6		1	3	2,1	3
<i>Macrothrix laticornis</i> (Jurine, 1820)	2	5	3		2,1	2
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	5		3	2	2,2	2
<i>Alona affinis</i> (Leydig, 1860)	2	4	3	1	2,3	1
<i>Daphnia galeata</i> Sars, 1863	4	2	1	3	2,3	1
<i>Pleuroxus truncatus</i> O.F. Müller, 1785		7	2	1	2,4	3
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.Müller, 1776)	2	3	2	3	2,6	1
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1875	3		5	2	2,6	2
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F.Müller, 1776)	2	2	3	3	2,7	1
<i>Pleuroxus denticulatus</i> Birge, 1879		5	2	3	2,8	2
<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird, 1843)		4	3	3	2,9	2
<i>Daphnia parvula</i> Fordyce, 1901			10		3	5
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin, 1848)	2		3	5	3,1	2
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer, 1848)		4	1	5	3,1	2
<i>Alonella nana</i> (Baird, 1850)		3	3	4	3,1	2
<i>Daphnia ambigua</i> Scourfield, 1947	1		5	4	3,2	2
<i>Simocephalus serrulatus</i> (Koch, 1841)		2	3	5	3,3	2
<i>Anchistropus emarginatus</i> Sars, 1862			7	3	3,3	4
<i>Daphnia curvirostris</i> Eylmann, 1887			6	4	3,4	3
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862	1		3	6	3,4	3
<i>Ceriodaphnia megops</i> Sars, 1862		2	1	7	3,5	3
<i>Simocephalus exspinosus</i> (De Geer, 1776)		2		8	3,6	4
<i>Moina brachiata</i> (Jurine, 1820)	7		7	2	3,6	3
<i>Alonella excisa</i> (Fischer, 1854)		2		8	3,6	4
<i>Pleuroxus laevis</i> Sars, 1862		1	2	7	3,6	3
<i>Scapholeberis rammneri</i> Dumont & Pensaert, 1983		1	1	8	3,7	4
<i>Diaphanosoma mongolianum</i> Uéno, 1938			2	8	3,8	4
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine, 1820)			1	9	3,9	5
<i>Camptocercus rectirostris</i> Schoedler, 1862			1	9	3,9	5
<i>Polyphemus pediculus</i> Linnaeus, 1758				10	4	5
<i>Ceriodaphnia rotunda</i> Sars, 1862				10	4	5
<i>Ceriodaphnia setosa</i> Matile, 1890				10	4	5
<i>Simocephalus congener</i> Schoedler, 1858				10	4	5
<i>Megafenestra aurita</i> (Fischer, 1849)				10	4	5
<i>Bunops serricaudata</i> (Daday, 1888)				10	4	5
<i>Lathonura rectirostris</i> (O.F.Müller, 1785)				10	4	5
<i>Oxyurella tenuicaudis</i> (Sars, 1862)				10	4	5
<i>Dunhevedia crassa</i> King, 1853				10	4	5
<i>Alonella exigua</i> (Lilljeborg, 1853)				10	4	5
<i>Pleuroxus trigonellus</i> (O.F.Müller, 1785)				10	4	5



of occurrence (%). Valency point – in order to describe the habitat preferences numerically. This valency point distribution procedure has been developed on the basis of the authors' recordings in the investigation area (223 samples), as well as literature data. Indication weights (IW) ranging from 1 for eurytopic species to 5 for stenotopic species have been allocated to each species by using the approach of Sládeček (1964). Species-specific habitat values (HV) are calculated according to Chovanec & Waringer (2001). The floodplain index (FI) is calculated according to Chovanec et al. (2005), on the summation of the habitat values and indication weights of all species present at the sampling sites and using the equation: $FI = \frac{\sum (HV \cdot IW)}{\sum IW}$

Results and discussion

In total 72 Cladocera species was detected in investigated area. About 20 Cladocera species prefer eupotamal habitat type; 24 Cladocera species prefer eupotamal II/parapotamal and 28 Cladocera species prefer plesiopotamal habitat type (Tab. 1).

The significant decrease in water level and long-term mean discharge, in the main river channel was recorded after damming.

Littoral species appeared in potamoplankton and their relative abundance increased. Consequently, the decrease of the FI values was recorded in the old river bed (Fig. 1). Great changes have been observed in the previous parapotamal side arm, artificially fed with water from the head-race channel. The dominance of tychoplanktonic species increased, while the typical euplanktonic species disappeared (Illyová & Némethová 2005). The parapotamal side arm lost the connectivity with the main channel and the littoral macrophytes have been developing since 2000. The dominance of phytophilous and benthic species has increased, so the biggest increase of the floodplain index was recorded in this arm type. Changes have also been recorded in plesiopotamal type side arms. Dense macrophytes support the increase in the reach community of phytophilous cladocerans and there were also the rare species that inhabit eutrophic shallow waters recorded. It can be stated, that a number of cladoceran species has been increased with the increasing distance from the main channel, because the most diversified assemblages have formed in the plesiopotamal side arms.

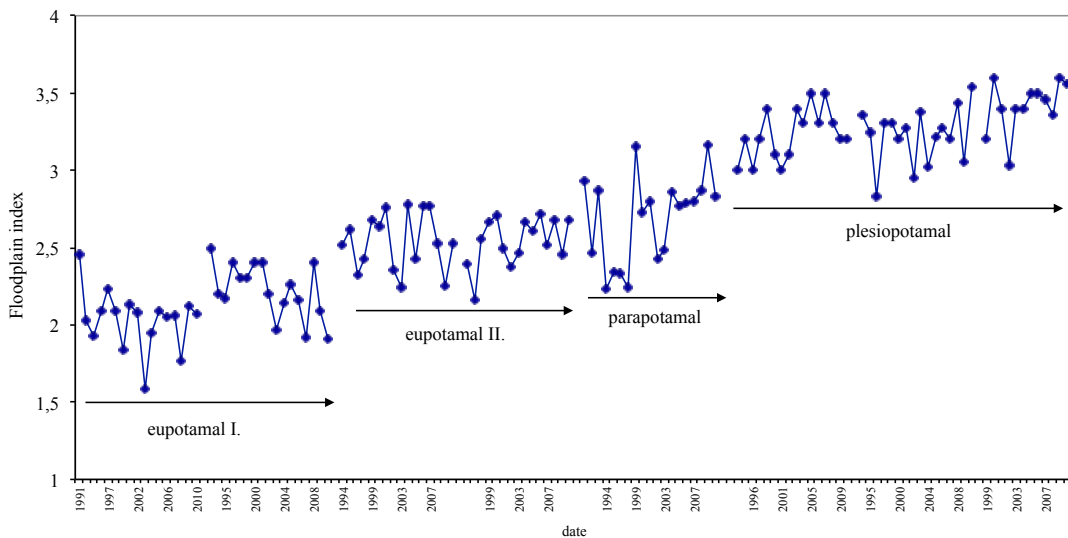


Figure 1. Each point represents the value of floodplain index of localities from years 1991 (or 1993, 1994 eventually) to 2010. There was a positive relationship between FI and the decrease of connectivity of water bodies ($r = 0.875$; $P < 0.001$)



Acknowledgement

This publication is the result of the project implementation: Development and application of the innovative diagnostic approach for the molecular identification of animals (ITMS: 26240220049) supported by the Research & Development Operational Programme funded by the ERDF.

References

- Amoros C. & Roux A.L. 1988. Interaction between water bodies within the floodplains of large rivers: function and development of connectivity. *Münsterche Geogr. Arb.* 11: 607-617.
- Chovanec A. & Waringer J. 2001. Ecological integrity of river-floodplain systems – assessment by dragonfly surveys (Insecta: Odonata). *Regulated Rivers: Research & Management* 17: 493-507.
- Chovanec A., Waringer J., Straif M., Graf W., Reckendorfer W., Waringer-Löschenkohl A., Waidbacher H. & Schultz H. 2005. The floodplain index – a new approach for assessing the ecological status of river/floodplain system according to the EU Water Framework Directive. *Large Rivers* 15: 1-4, *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 155/1-4: 169-185.
- Illyová M. & Némethová D. 2005. Long-term changes in cladoceran assemblages in the Danube floodplain area (Slovak-Hungarian stretch). *Limnologica* 35: 274-282.
- Sládeček V. 1964. Zur Ermittlung des Indications – Gewichtes in der biologischen Gewässeruntersuchung. *Archiv für Hydrobiologie* 60: 241-243.
- Waringer J., Chovanec A., Straif M., Graf W., Reckendorfer W., Waringer-Löschenkohl A., Waidbacher H. & Schultz H. 2005. The Floodplain Index – habitat values and indication weights for molluscs, dragonflies, caddisflies, amphibians and fish from Austrian Danube floodplain waterbodies. *Lauterbornia* 52: 177-186.
- Ward J.V. & Stanford J.A. 1995. Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation. *Regulated Rivers: Research and Management* 11: 105-119.



Hádej, kdo jsem! Aneb jak se liší povrchová ultrastruktura efipií perlooček rodu *Daphnia*

Differences in ephippial surface ultrastructure in *Daphnia*

Petr Jan JURAČKA¹, Vladimír KOŘÍNEK¹, Jacek RADZIKOWSKI² & Adam PETRUSEK¹

¹Katedra ekologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Viničná 7, 128 44 Praha 2, ČR;
e-mail: juracka@natur.cuni.cz

²Department of Hydrobiology, University of Warsaw, Banacha 2, Warszawa, 02-097, Poland

Efipia, chitinózní obaly dormantních vajíček perlooček, oplývají několika vlastnostmi velmi výhodnými pro taxonomické i paleoekologické studie zooplanktonu. Především jsou to velmi odolné struktury, které mohou přetrvávat v sedimentech po značnou dobu. Vajíčka jsou v nich životaschopná, anebo alespoň použitelná pro genetické analýzy řádově desítky let. Efipia samotná lze pak bez výrazných strukturálních změn nalézt i v sedimentech starých stovky i tisíce let, případně jako fosilie a to až z období druhohor.

Vzhledem k tomu, že se od sebe efipia různých druhů často výrazně liší v povrchové ornamentaci, můžeme od sebe pomocí rastrovací elektronové mikroskopie odlišit i velmi stará efipia neobsahující již žádná vajíčka. Použití elektronové mikroskopie je v tomto případě extrémně jednoduché a rychlé, neboť jsou efipia uzpůsobena samovolnému vysychání a není tak zapotřebí žádného dehydratačního postupu jako u jiných přírodních materiálů. V případě efipií pokrytých vrstvou organických či anorganických částic znemožňujícími přímé pozorování povrchových struktur lze pak použít

i poměrně agresivních činidel k jejich očištění, a to bez výrazného rizika poškození povrchové struktury. Jako velmi výhodná se jeví efipia i pro rozlišení recentních populací perlooček. Shledali jsme je extrémně užitečnými tam, kde je jiných spolehlivých znaků málo, jako např. u sesterských druhů *Daphnia curvirostris* a *D. hr-baceki*, stejně tak jako u nás invazních druhů *Daphnia ambigua* a *D. parvula*.

O mezidruhových rozdílech v povrchové struktuře efipií se dlouhodobě ví, v současné době existuje dokonce první verze obrazového atlasu efipií. Aby však bylo možno druhy spolehlivě odlišit, je nutná jistá představa o vnitrodruhové variabilitě, která zůstává v tomto ohledu neprozkoumána. Vybrali jsme tedy velmi běžný druh perloočky, *Daphnia pulex*, a přinášíme srovnání efipiálních ultrastruktur jak jedinců z různých habitatů (vysokohorských jezer, rybníků i lesních tůň), tak z různých oblastí Palearktu.

Keywords: ephippia, SEM microscopy, ultrastructure, *Daphnia pulex*



Makrozoobentos rašelinísk – vplyv faktorov prostredia na taxonomické zloženie a diverzitu spoločenstiev

Macrozoobenthos of peatlands: The influence of environmental factors on taxonomical composition and community diversity

Silvia KAPUSTOVÁ

Výskumný ústav vysokohorskej biológie, Žilinská univerzita, 059 56 Tatranská Javorina 7, SR;
e-mail: silvia.kapustova@gmail.com

Abstract

The samplings of benthos macrofauna were carried out in Orava peatbogs and Tatra peatbogs. The substance was taken from three types of peatbog dumps with a different age in five Orava peatbogs (NPR Klinské rašelinisko, NPR Spálený Grúnik, Menzdrovka, NPR Sosnina, PR Rudné) and three Tatra peatbogs close to the mountain lakes (Kolová dolina, Nižné Žabie pleso, Kvetnica). During the sampling water temperature, pH and conductivity were measured. Gathered data were processed using CANOCO program. In total, 2 642 taxa of benthic macroinvertebrates were identified in CHKO Horná Orava and 229 taxa of benthic macroinvertebrates in TANAP. Temporary fauna was significantly richer in comparison with permanent fauna. Temporary fauna was the main part of diversity in macrozoobenthos community. There were 12 faunistically important taxons at all, and 9 of which are assigned to the red list of endangered species.

Keywords: macrozoobenthos, succession, diversity, bogs, environmental variables

Úvod

Makrozoobentos rašelinísk Hornej Oravy a TANAP-u nebol doteraz komplexne spracovaný. Výsledky výskumov zoocenóz rašelinísk prezentované niekoľkými generáciami zoológov sú často neúplné a pochádzajú z príležitostných zberov. Bentická fauna rašelinísk musí byť prispôbena na prežitie v extrémnych životných podmienkach prostredia. Výsledkom každej zmeny môže byť vyhynutie alebo výskyt nových druhov. Sledovanie faktorov, ktoré menia skladbu spoločenstva bezstavovcov je veľmi dôležité najmä pre monitoring a manažment (Hawkins & Vinson 2000; Johnson et al. 2004; Briers & Biggs 2005). Cieľom tejto práce bolo získať údaje o druhovom zložení, porovnať štruktúru bentickej fauny v šlenkoch v rôznom štádiu sukcesie a identifikovať environmentálne premenné, ktoré ovplyvňujú spoločenstvá.

Materiál a metódy

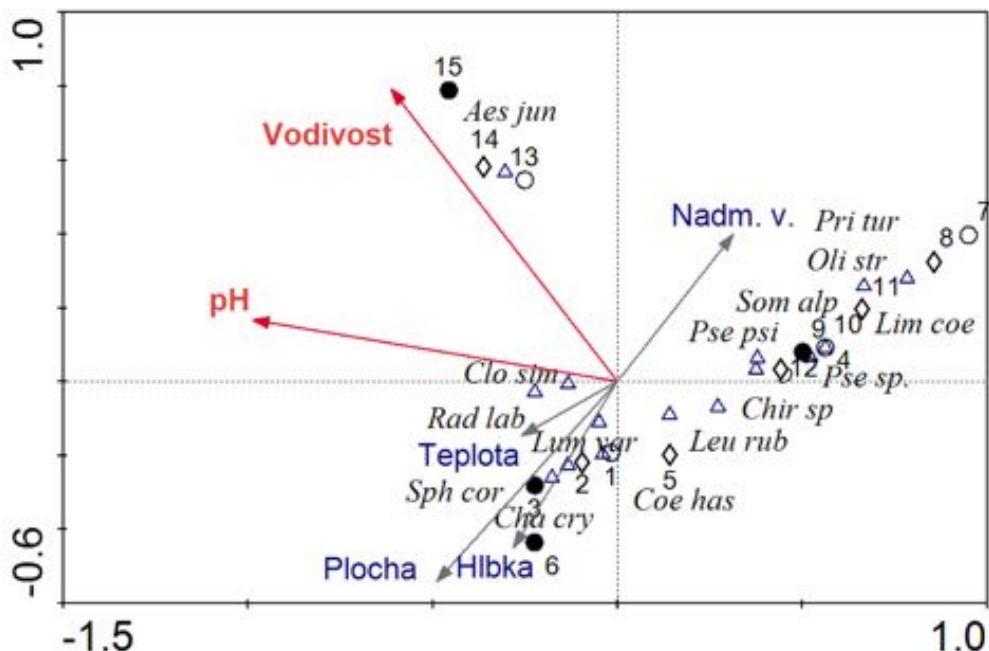
Na každej lokalite boli vybrané depresie vyplnené vodou, tzv. „šlenky“. Odbery bentickej makrofauny boli uskutočnené v rokoch 2003 a 2005 v oravských rašeliniskách, v roku 2009 v tatranských rašeliniskách, v jednodesačných

intervaloch od mája do septembra. Materiál bol odoberaný z troch typov rašelinných šlenkov rôzneho veku (v rôznom štádiu sukcesie). Na vyhodnotenie vplyvu environmentálnych premenných na benticú makrofaunu boli použité mnohorozmerné analýzy, pričom vybraný model bol testovaný pomocou Monte Carlo permutačného testu (999 permutácií, $p < 0,05$). Všetky mnohorozmerné analýzy boli vykonané v programe CANOCO 4.0. Výber plôch v teréne zohľadnil variabilitu z hľadiska ekologických činiteľov a z hľadiska nadmorskej výšky. V teréne sme zaznamenali vodivosť, pH, teplotu, nadmorskú výšku, hĺbku a plochu šlenkov. Pre ordinačné analýzy sme použili balík CANOCO 4.5 (ter Braak & Šmilauer 2002).

Výsledky a diskusia

Vo výsledkoch boli zistené rozdiely v teplote vody, v konduktivite a pH medzi jednotlivými šlenkami v rámci každej lokality. Rašelinné šlenky s rašelinníkom vykazovali kyslejšie prostredie s nižšími hodnotami konduktivity ako šlenky bez vegetácie.

Celkovo bolo získaných 2 871 jedincov makrozoobentosu, ktoré boli identifikované do 41



Obrazok 1. Triplot CCA znázorňujúci vzťah medzi druhovými premennými a environmentálnymi premennými v rašeliniskách Hornej Oravy.

Vysvetlivky: lokality sú označené číslami, ktoré korešpondujú s označením šlenkov nasledovne: 1–3 = K1–K3, 4–6 = SP1–SP3, 7–9 = R1–R3, 10–12 = SO1–SO3, 13–15 = M1–M3; ○ – šlenky porastené rašelinníkom, ◇ – šlenky, kde je rašelinník prítomný na okraji a dne, ● – šlenk bez prítomnosti rašelinníka alebo s ojedinelým výskytom.

Figure 1. CCA, triplot, relation between species variables and environmental variables in the mires of Horná Orava. Legend: the numbers of localities correspond with following labels of dams: –3 = K1–K3, 4–6 = SP1–SP3, 7–9 = R1–R3, 10–12 = SO1–SO3, 13–15 = M1–M3; ○ – Dumps with *Sphagnum* mosses, ◇ – *Sphagnum* mosses present at bottom or at margin, ● – Dumps without *Sphagnum* mosses, or *Sphagnum* mosses sporadic.

Skratky druhov (abbreviations of species): Lum var – *Lumbriculus variegatus*, Rad lab – *Radix labiata*, Sph cor – *Sphaerium corneum*, Clo sim – *Cloeon simile*, Coe has – *Coenagrion cf. hastulatum*, Aes jun – *Aeshna cf. juncea*, Som alp – *Somatochlora alpestris*, Leu rub – *Leucorrhinia rubicunda*, Oli str – *Oligotricha striata*, Lim coe – *Limnephilus coenosus*, Pri tur – *Prionocera turcica*, Cha cry – *Chaoborus crystallinus*, Pse psi – *Psectrocladius psilopterus* group, Pse sp – *Psectrocladius (Mesopsectrocladius) sp.*, Chir sp – *Chironomus sp.*

druhov, resp. taxónov patriacich do 21 vyšších taxonomických jednotiek. Permanentná fauna v oravských rašeliniskách bola zastúpená najmä skupinami Oligochaeta a Mollusca, ktoré neboli zaznamenané v tatranských rašeliniskách. Temporálna fauna bola v porovnaní s permanentnou faunou výrazne početnejšia a bola hlavnou zložkou spoločenstiev.

Na Obr. 1 sú znázornené výsledky CCA pre dáta z oravských rašelinísk. Vodivosť je ovplyvnená stupňom disociácie vápenatých iónov, preto vodivosť koreluje s pH. Prostredie s posunom pH do alkalického oblasti vyhľadávajú najmä Mollusca. V triede mäkkýšov (Mollusca) je za tento trend zodpovedná najmä čeľ. Lymnaeidae. Svoje optimum vo vzťahu k vodivosti

nachádza benthická fauna zo slatinného ekosystému (lokality Menzdrovka). Za tento trend je zodpovedná čeľ. Aeschnidae (Odonata) reprezentovaná druhom *Aeshna juncea*. Pre rašeliniská vyšších polôh sú typické druhy *Prionocera turcica*, *Oligotricha striata*, *Somatochlora alpestris*, *Psectrocladius psilopterus*, *Limnephilus coenosus*, *Chironomus sp.*, *Psectrocladius psilopterus* group. Rašeliniská väčších rozmerov s ojedinelým výskytom cievnatých rastlín a najmä hlboké osídľoval druh *Chaoborus crystallinus* a *Sphaerium corneum*. V šlenkoch s malou hĺbkou boli skôr prítomné druhy *Lumbriculus variegatus* a *Radix labiata*.

Na Obr. 2 sú znázornené výsledky CCA pre dáta z rašelinísk Vysokých Tatier. Prostredie s



Obrázok 2. Triplot CCA znázorňujúci vzťah medzi druhovými premennými a environmentálnymi premennými v rašeliniskách Vysokých Tatier.

Vysvetlivky: lokality sú označené číslami, ktoré korešpondujú s označením šlenkov nasledovne: 1–3 = NB1–NB3, 4–6 = KO1–KO3, 6–9 = KV1–KV3; – šlenky porastené rašelinníkom, ◊ – šlenky, kde je rašelinník prítomný na okraji a dne, – šlenk bez prítomnosti rašelinníka alebo s ojedinelým výskytom.

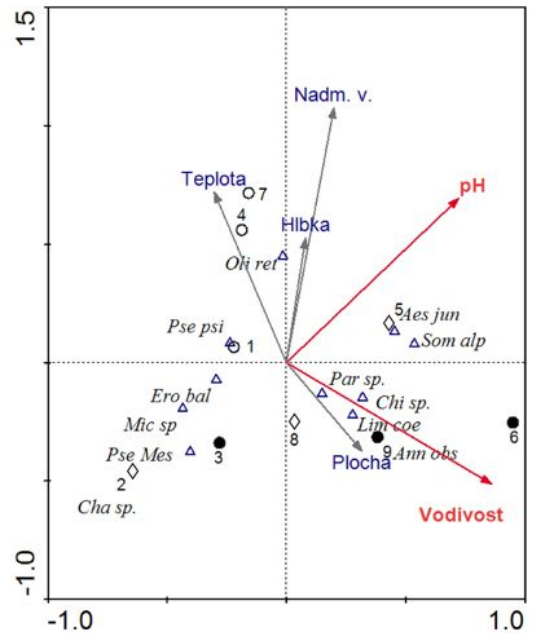
Figure 2. CCA, Triplot, relation between species variables and environmental variables in the mires of Tatra peatlands.

Legend: the numbers of localities correspond with following labels of damps: 1–3 = NB1–NB3, 4–6 = KO1–KO3, 6–9 = KV1–KV3; – Dumps with Sphagnum mosses, ◊ – Sphagnum mosses present at bottom or at margin, – Dumps without Sphagnum mosses, or Sphagnum mosses sporadic.

Skratky druhov (abbreviations of species): Aes jun – *Aesna juncea*, Som alp – *Somatochlora alpestris*, Ero bal – *Erotesis baltica*, Ann obs – *Annitela obscurata*, Cha sp – *Chaetopteryx* sp., Lim coe – *Limnephilus coenosus*, Oli ret – *Oligostomis reticulata*, Pse psi – *Psectrocladius psilopterus* group, Pse Mes – *Psectrocladius (Mesopsectrocladius)* sp., Chir sp – *Chironomus* spp., Par sp – *Paratanytarsus* sp., Mic sp – *Microspectra* sp.

posunom do alkalickéj oblasti vyhovuje najmä zástupcom triedy Odonata, konkrétnejšie čel. Aeschnidae a Cordulidae. Na opačnej strane gradientu, v kyslej oblasti sú Diptera, čel. Orthoclaadiinae a Chironominae a Trichoptera, čel. Leptoceridae. Vodivostný gradient pozitívne koreluje s druhmi *Paratanytarsus* sp., *Chironomus* spp., *Limnephilus coenosus*, *Annitela obscurata*, ktoré osídľovali šlenky s hĺbkou cca 10 cm. Rašelinné šlenky pri Nižnom Žabom plese väčších rozmerov s ojedinelým výskytom cievnatých rastlín boli zastúpené druhmi *Erotesis baltica*, *Chaetopteryx* sp. *Microspectra* sp., *Psectrocladius psilopterus* group. Druhy *Aesna juncea* a *Somatochlora alpestris* sa vyskytovali v Kolovej doline v rašelinných šlenkoch s najnižšími hodnotami pH 3,42–4,04 a šlenky s najvyššou teplotou vody v tomto rašelinisku osídľovali druhy *Oligostomis reticulata* a *Psectrocladius psilopterus* group.

Rašeliniská predstavujú jednu z foriem tundrového krajinného typu a vyznačujú sa životnými podmienkami výrazne odlišnými od iných biotopov. Abiotickým ekologickým faktorom, ktorý sa v prvom rade podieľa na vzniku a vývoji rašeliniska je voda. K charakteristike vodných habitatov rašelinísk vrchoviskového typu patria



nízke hodnoty pH, nízky obsah rozpustených minerálnych látok a nedostatok živín vo vode (Lellák & Kubíček 1991; Ružičková et al. 1996). Rozsah zarastania rašelinníkom bol spojený s odlišnými hodnotami sledovaných fyzikálno-chemických charakteristík, ktoré narastali v smere odberu šlenk 1 → šlenk 2 → šlenk 3. Pozoruhodný je rozdiel v hodnotách konduktivity medzi odberovými miestami porastenými rašelinníkom a bez porastu rašelinníka. Je pravdepodobné, že rozdiel spôsobujú husté porasty rašelinníka, ktoré sú schopné odčerpávať z roztoku dostupné zlúčeniny. Nízke hodnoty konduktivity boli spojené s nízkymi hodnotami pH.

Zazemnené, najstaršie šlenky s najnižším pH boli síce počtom jedincov chudobné, ale v zložení makrozoobentosu dominovali najmä vzácne druhy. V závislosti od hodnôt pH najmä v odberových miestach bez prítomnosti, alebo len s ojedinelým výskytom rašelinníka sa menila štruktúra spoločenstiev a zvyšovala početnosť jedincov.

Zmeny v štruktúre spoločenstiev v tatranských rašeliniskách medzi jednotlivými lokalitami a ich odberovými miestami neboli také výrazné ako v oravských rašeliniskách. Zoocenózy týchto lokalít predstavujú zachovalé spoločenstvá rašelinných ekosystémov s menšou diverzitou.



Literatúra

- Briers R.A. & Biggs J. 2005. Spatial patterns in pond invertebrate communities: separating environment and distance effect. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater ecosystems* 15: 549-557.
- Hawkins C.P. & Vinson M.R. 2000. Weak correspondence between landscape classifications and stream invertebrate assemblages: implication for bioassessment. *Journal of the North American Benthological Society* 19: 501-517.
- Johnson R.K., Goedkoop W. & Sandin L. 2004. Spatial scale and ecological relationship between the macroinvertebrate communities of stoney habitats of streams and lakes. *Freshwater Biology* 49: 1179-1194.
- Lellák J. & Kubíček F. 1991. *Hydrobiologie*. Univerzita Karlova, Praha, ISBN 8070665300, 260 pp.
- Ružičková H., Halada L., Jedlička L. & Kalivodová E. (eds) 1996. *Biotopy Slovenska. Príručka k mapovaniu a katalóg biotopov*. ÚKE SAV, Nitra, SBN 80-968495-4-9, 192 pp.
- Ter Braak C.J.F. & Šmilauer P. 2002. *CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (Version 4.5)*. Microcomputer Power, Ithaca New York, USA, 500 pp.



Ecology of planktonic freshwater bacteria of the *Limnohabitans* genus (*Betaproteobacteria*)

Ekologie planktonních sladkovodních bakterií z rodu *Limnohabitans* (*Betaproteobacteria*)

Vojtěch KASALICKÝ^{1,2}, Jan JEZBERA¹, Martin HAHN³, Jitka JEZBEROVÁ¹, Josef HEJZLAR¹ & Karel ŠIMEK²

¹Biology Centre of the AS CR, v.v.i., Institute of Hydrobiology, Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, Czech Republic; e-mail: vojtech.ves@post.cz

²Faculty of Natural Sciences, University of South Bohemia, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, Czech Republic

³Institute for Limnology, Austrian Academy of Sciences, Mondseestrasse 9, A-5310 Mondsee, Austria

Abstract

Limnohabitans genus includes rapidly growing bacteria, which could be commonly found in freshwater lakes and reservoirs. During the last 6 years, we have managed to recover about 40 strains affiliated to this genus. We are trying to describe the intragenous microdiversity, their growth and metabolic features and their role in the carbon cycle in waters.

Abstrakt

Rod *Limnohabitans* zahrnuje rychle rostoucí bakterie, které se běžně vyskytují ve sladkovodních jezerech a nádržích. Během posledních šesti let se nám podařilo vyizolovat cca 40 kmenů. S jejich pomocí se pokoušíme blíže popsat mikrodiverzitu uvnitř rodu, jejich metabolické vlastnosti a roli v cyklu uhlíku ve vodě.

Keywords: zooplankton, filling mining pits, lake Medard

Introduction

Limnohabitans genus has been recently established (Hahn et al. 2010) for an environmentally highly relevant taxonomic unit of “not-easily cultivable” freshwater bacteria including the metabolically highly active bacteria from the RBT lineage (i.e. bacteria targeted by the R-BTo65 probe, Šimek et al. 2001). With the help of isolated species, we try open a black box frequently used in the research on freshwater microbial ecology and assign the contained organisms to new phylogenetically defined taxa with distinct phenotypic and ecological features. Our analysis points towards highly important ecological implications within the *Limnohabitans* genus.

Isolation of new strains

Currently 35 bacterial strains affiliated with the recently described *Limnohabitans* genus, mostly of its RBT lineage, were isolated from a broad spectrum of non-acidic European freshwater habitats. The modified filtration and ac-

climation method (Hahn et al. 2004) was used to establish cultures, than purified strains were kept in liquid NSY medium. The isolated strains possess diverse morphology ranging from small cocci (0.02–0.05 μm^3), rods (0.04–0.10 μm^3), thin curved rods (0.12–0.20 μm^3), to large solenoids with cell volumes of 0.28–1.0 μm^3 .

Phylogenetic scheme and habitats

Phylogenetic analysis of the ribosomal SSU and ITS1 gene (Kasalický et al. submitted) suggests the possibility to divide the *Limnohabitans* genus into following tribes (see simplified tree in Fig. 1). Strains with unresolved phylogenetic relationship are grouped with the question marks. Morphological characteristics of strains within each lineage are included. The affiliation of > 500 clones within proposed lineages was tested with Bayesian algorithm, ML, MP and NJ (not shown). Data on habitats were retrieved from Genbank database and/or from published articles. An important collection of *Limnohabitans* strains has been established by prof. Kenji Watanabe and colleagues.

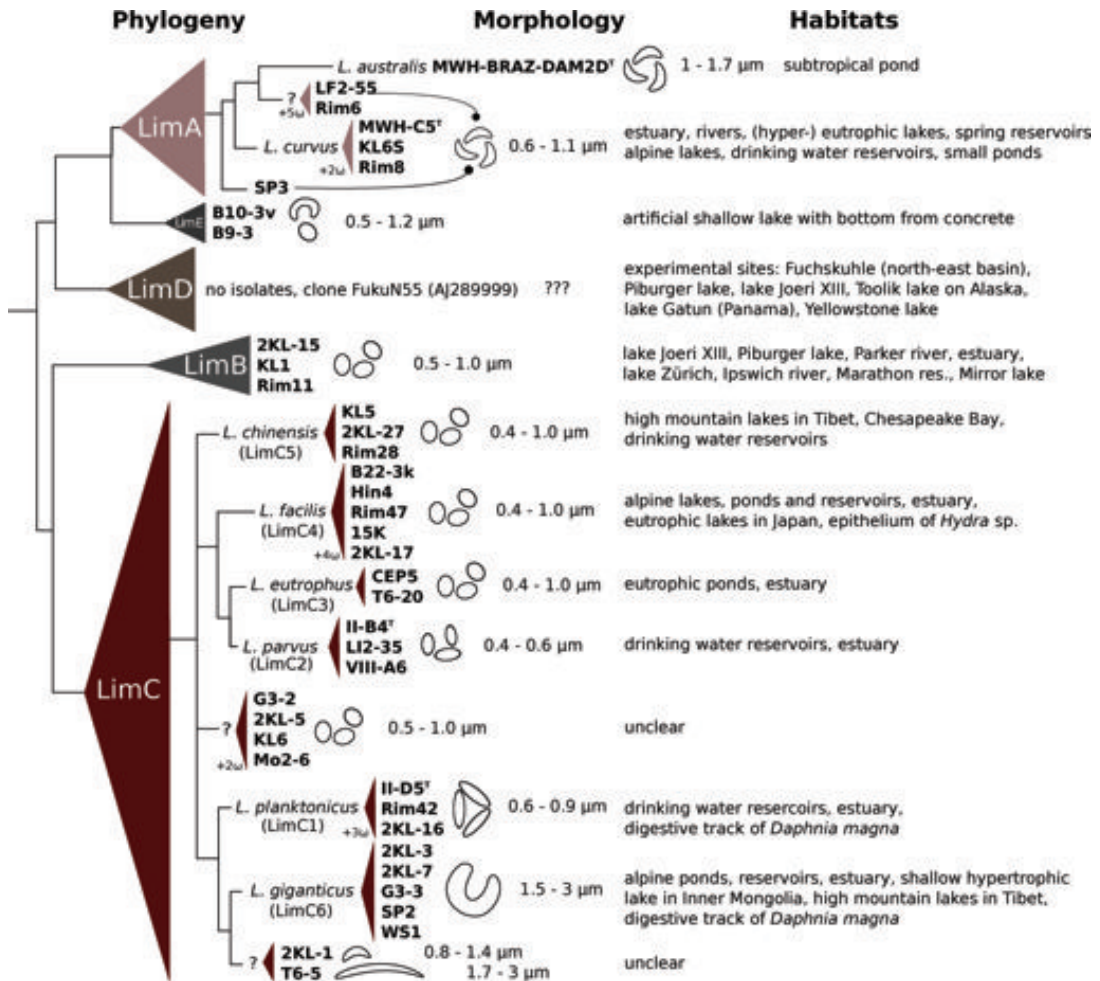


Figure 1. Microdiversity of *Limnohabitans* genus based on 40 isolated strains. The simplified phylogeny schema was built on analyses of 16S rRNA gene and IGS1 sequences Kasalický et al. (submitted). Symbol “ω” with a number stands as reference for isolated strains obtained by K. Watanabe. New names for members of coherent lineages are proposed. Question marks stands for polyphyletic groups of strains with similar morphologies. Listed habitats originate from GenBank, EMBL sequence databases.

pH a principle factor for RBT bacteria

To determine major factors influencing the occurrence of RBT lineage bacteria, we investigated more than 100 freshwater lakes, reservoirs, and various ponds located in central Europe on an altitudinal gradient from 290 to 2375 m a.s.l. Limnological characteristics of each habitat were determined and analyzed against the abundance of bacteria hybridized with R-BT065 and BET42a probes (Fig. 2). For details see Šimek et al. (2010).

Protist grazing an indication for carbon channelling

Four strains of the genus *Limnohabitans* (the RBT lineage) of different cell size and shape, one strain from the *Polynucleobacter* C-subcluster of *Betaproteobacteria* and one strain from the Luna 2 cluster of *Actinobacteria* (both as a comparison) were fed to: a natural community of heterotrophic nanoflagellates (HNF) originated from a freshwater reservoir and pregrown in 5 μm filtrate for two days, and to an axenic culture of a mixotroph, *Poteri-*



oochromonas sp. The *Limnohabitans* and the *Polynucleobacter* strains yielded a significantly positive stimulation for the HNF growth while the actinobacterial strain did not. In contrast, *Poterioochromonas* sp. grew only when fed by the *Limnohabitans* strains. Notably, there were significant prey-related differences in HNF and *Poterioochromonas* sp. growth parameters (growth rate, lag phase), which cannot be simply related only to size or biovolume of the bacterial prey. Overall, this study showed higher food value of all the *Limnohabitans* strains in comparison to the both other lineages for our selected HNF community.

Conclusions

Genus level

- No geographical distance can stop *Limnohabitans* spp.
- Lake trophic status characteristics have no relation to RBT lineage abundance.
- *Limnohabitans* spp. possess high food value for small flagellates and can be selectively grazed by *Poterioochromonas* sp.

Lineage level

- Low resolution of 16S rRNA gene for microdiversity within *Limnohabitans* genus.
- Usually several lineages are present at the same time in one habitat.
- No apparent key to estimate ecology of lineages from available clone libraries.

- Size-related grazing pressure for strains affiliated to one lineage.

Acknowledgement

Alena Hartmanová, Radka Malá and Ulli Koll are acknowledged for their help with isolation of new strains. This study was largely supported by the Grant Agency of the Czech Republic under research grants 206/08/0015 (granted to KS) and P504/10/0566 (granted to JJ), the institutional project of the ASCR No. AVoZ 60170517. The authors also profited from the Czech-Austrian mobility found KONTAKT projects MEB 060602/CZ 05-2007 (granted to KS and MWH) and MEB 060901/WTZ project 406600 (granted to JJ and MWH).

References

- Hahn M.W., Kasalický V., Jezbera J., Brandt U., Jezberová J. & Šimek K. 2010. *Limnohabitans curvus* gen. nov., sp. nov., planktonic bacterium isolated from a freshwater lake. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 60: 2946-2950.
- Hahn M.W., Stadler P., Wu Q.L. & Pöckl M. 2004. The filtration-acclimatization-method for isolation of an important fraction of the not readily cultivable bacteria. *Journal of Microbial Methods* 57: 379-390.
- Kasalický V., Jezbera J., Hahn M.W. & Šimek K. Unveiling the diversity of the *Limnohabitans* genus, an important group of freshwater bacte-

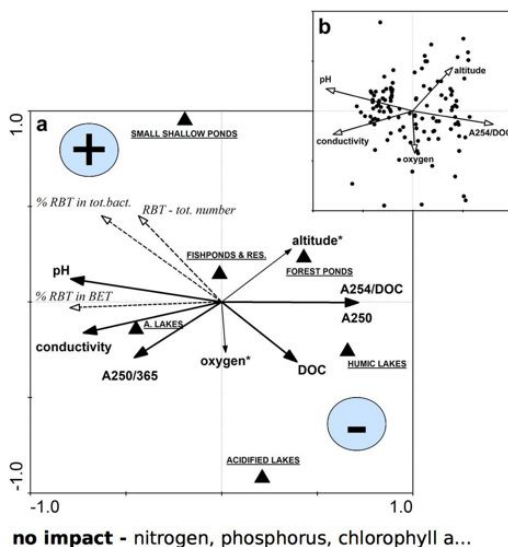


Figure 2. (a) Results of redundancy analysis (RDA) demonstrating the influence of the habitat characteristics (solid arrows) on the positions of the habitat clusters (triangles) and the absolute or relative numbers of R-BT065 bacteria (dashed arrows). Arrows pointing in the same direction indicate positive correlations, and arrows pointing in opposite directions indicate negative correlations. The model and both axes explain 55.3 % of the variability in the data ($P < 0.002$) when only nonautocorrelated parameters are taken into account. Abbreviations: RBT, cells targeted by the R-BT065 oligonucleotide probe; RBT - tot. number, absolute number of R-BT065 phylotypes; % RBT in BET and % RBT in tot. bact., proportions of the R-BT065 phylotypes in the *Betaproteobacteria* and in the total bacteria, respectively; A. LAKES, alkaline lakes; HUMIC LAKES, humic lakes and ponds; RES., reservoirs; (b) Distribution of all habitats analyzed (dots) in relation to their core chemical or geographical characteristics (arrows) in RDA analysis. From Šimek et al. (2010).



- rioplankton, by characterization of 35 isolated strains. Submitted manuscript.
- Šimek K., Kasalický V., Jezbera J., Jezberová J., Hejzlar J. & Hahn M.W. 2010. Broad habitat range of the phylogenetically narrow R-BTo65 cluster representing a core group of the betaproteobacterial genus *Limnohabitans*. *Applied and Environmental Microbiology* 76: 631-639.
- Šimek K., Pernthaler J., Weinbauer M.G., Horňák K., Dolan J.R., Nedoma J., Mašín M. & Amann R. 2001. Changes in bacterial community composition, dynamics and viral mortality rates associated with enhanced flagellate grazing in a mesoeutrophic reservoir. *Applied and Environmental Microbiology* 67: 2723-2733.



Vodné bzdochy Slovenska: rozšírenie a ekológia

Water bugs of Slovakia: distribution and ecology

Barbora KLEMENTOVÁ¹, Marek SVITOK¹, Peter BITUŠÍK², Eva BULÁNKOVÁ³, Petr KMENT⁴, Peter MANKO⁵, Zuzana MATÚŠOVÁ¹, Milan NOVIKMEC¹, Miroslav OČADLÍK¹ & Filip ROVNÝ³

¹ Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej Univerzity vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, SR; e-mail: klementova.barbora@gmail.com

² Katedra biológie a ekológie, Fakulta prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, SR

³ Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4, SR

⁴ Entomologické oddělení, Národní muzeum, Kunratice 1, 148 00 Praha 4, ČR

⁵ Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovskej Univerzity, Ul. 17. novembra 1, 081 16 Prešov, SR

Vodné bzdochy (Heteroptera) obývajú široké spektrum vodných habitatov. Majú dôležité postavenie v trofických reťazcoch vodných spoločenstiev, vynikajú svojou morfológickou pestrosťou a niektoré druhy majú tiež nezanedbateľné hospodárske využitie. Aj napriek svojmu významu sú na Slovensku pomerne málo preskúmanou skupinou, ktorej sa už dlhšie obdobie nevenuje systematická pozornosť. Z nášho územia chýba súhrnnejšia práca, ktorá by pojednávala o ich druhovom zastúpení a výskyte. Cieľom nášho výskumu preto bolo zosumarizovať údaje o výskyte a rozšírení vodných bzdoch na Slovensku a posúdiť ich ekologické nároky na prostredie. Na základe terénnych odberov a literárnej rešerše boli získané údaje o

vodných bzdochách z 593 lokalít. Materiál bol determinovaný do 53 druhov a 11 čeľadí, pričom v prípade druhov *Anisops sardeus* Herrich-Schaeffer 1849, *Notonecta lutea* Muller 1776, *Notonecta maculata* Fabricius 1794, *Arctocoris carinata* C.R. Sahlberg 1819 a *Sigara distincta* Fieber 1848 ide o prvý záznam na území Slovenska. Nároky na prostredie boli vyhodnotené vo vzťahu k trom environmentálnym charakteristikám: mernej vodivosti vody, pH a nadmorskej výške.

Výskum bol realizovaný v rámci projektov HUSK0801/066 a IPA 19/2011.

Keywords: water bugs, Slovakia, conductivity, pH, altitude



Přítomnost a dynamika aerobních anoxygenních fototrofů ve sladkých vodách

Distribution and dynamics of aerobic anoxygenic phototrophs in fresh waters

Michal KOBLÍŽEK¹, Michal MAŠÍN¹, Eva HOJEROVÁ¹, Zuzana ČUPEROVÁ¹, Ruben SOMMARUGA²,
Ivette SALKA³ & Hans-Peter GROSSART³

¹ Mikrobiologický ústav AV ČR, Sektor fototrofních mikroorganismů, Opatovický mlýn, 379 81 Třeboň, ČR; e-mail: koblizek@alga.cz

² Institute of Ecology, University of Innsbruck, Technikerstr. 25, 6020 Innsbruck, Rakousko

³ Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Alte Fischerhuetten 2, D-16675 Stechlin, Německo

Aerobní anoxygenní fototrofové (AAF) jsou prokaryotní organismy obsahující bakteriochlorofyl. Na rozdíl od purpurových fotosyntetických bakterií nejsou AAF bakterie schopny fixovat CO₂ a vyžadují proto přísun organického substrátu. Tyto organismy byly až dosud studovány převážně v mořském prostředí, o jejich výskytu ve sladkých vodách nebyly dosud žádné informace. Z tohoto důvodu jsme provedli rozsáhlý průzkum výskytu těchto organismů ve sladkovodních systémech v ČR, Německa, Polska, Finska a Rakouska. Pomocí infračervené epifluorescenční mikroskopie bylo zjištěno, že množství AAF bakterií v průběhu roku výrazně kolísá. Minimální počty byly zaznamenány

v zimním období a začátkem jara. Naopak maxima dosahují AAF v letním období, kdy tvoří 2 – 30 % veškerých prokaryot. Druhové složení těchto organismů bylo studováno pomocí klonových knihoven genu *pufM*. Sladkovodní AAF bakterie náleží mezi rozmanité podskupiny *Alpha* a *Betaproteobakterií*. V neutrálních a mírně alkalických jezerech byla zastoupena především skupina *Rhodofera*, která v některých lokalitách tvořila i polovinu všech získaných *pufM* sekvencí.

Keywords: aerobic anoxygenic phototrophs, freshwater, *pufM*, bacteriochlorophyll

Dlouhodobé trendy v bioakumulaci těžkých kovů v makrozoobentosu Labe: co si počít s nehomogenním souborem dat

The long-term trends in the bioaccumulation of heavy metals in the Elbe macrozoobenthos: what to do with the inhomogenic data set

Kateřina KOLAŘÍKOVÁ

Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Benátská 2, 128 01 Praha 2, ČR;
e-mail: katerina.kolarikova@natur.cuni.cz

Abstract

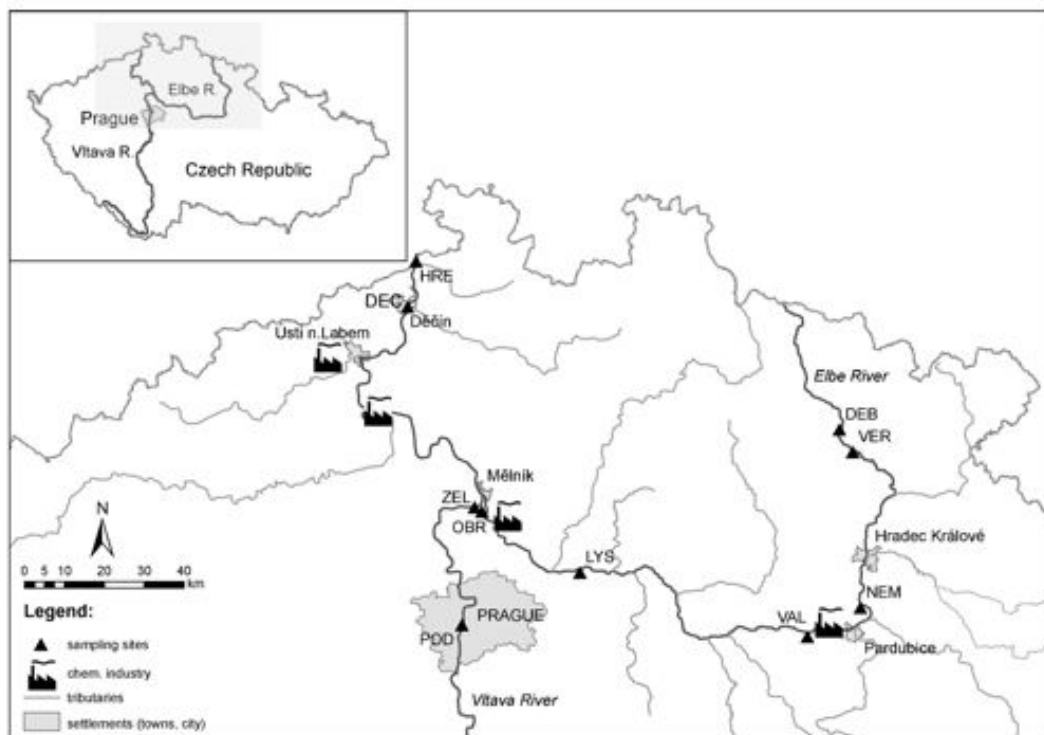
The body burden of the Elbe macroinvertebrates with As, Cd, Pb, and Hg was monitored within the framework "Elbe Project" to follow expected improving of the water quality after 1989. The presentation focuses on the first comprehensive summary of the results gained during this project and discuss the sources of contamination. Additionally, new evaluative approaches to assess the data were suggested.

Keywords: heavy metals, bioaccumulation, freshwater macroinvertebrates, Elbe River

Úvod

Součástí intenzivnějšího výzkumu zatížení řeky Labe po roce 1990 bylo v rámci Projektu Labe také sledování zátěže vybraných skupin makrozoobentosu těžkými kovy a arsenem. Počínaje rokem 1993 byl každé tři roky na podzim proveden na 10 vybraných lokalitách (8 na Labi a 2 na dolní Vltavě, Obr. 1) sběr biomasy kory-

zoobentosu těžkými kovy a arsenem. Počínaje rokem 1993 byl každé tři roky na podzim proveden na 10 vybraných lokalitách (8 na Labi a 2 na dolní Vltavě, Obr. 1) sběr biomasy kory-



Obrázek 1. Rozmístění odběrových profilů na Labi a dolní Vltavě (DEB – Debrné, VER – Verdek, NEM – Némčice, VAL – Valy, LYS – Lysá, OBR – Obříství, DEC – Děčín, HRE – Hřensko, POD – Podolí, ZEL – Zelčín) (Kolaříková et al. 2012).



Tabulka 1. Klasifikace zatížení lokalit podle modifikovaného indexu I_{geo} Müller-Geo-accumulation Index (pro hodnocení použity koncentrace v pakomárech čel. Chironomidae). Třídy III – VI jsou tučně zvýrazněny (Kolaříková et al., 2012).

	rok	DEB	VER	NEM	VAL	LYS	OBR	DEC	HRE	POD	ZEL
As	99		II	I	I	o	I	I	o	o	o
	02		IV	II	III	II	III	III	II	II	II
	03		IV	II	II	II	III	II		I	I
	05	III	IV		II	II	III			III	
Cd	93		III	IV	II	IV	II		o		
	96		IV	II	III	IV	III			IV	IV
	99		III	II	II	IV	III	I	II	II	III
	02		III	II	II	III	IV	II	o	III	II
	03		II	II	II	II	III	o		II	II
05	II	IV		I	II	III			II		
Pb	93			I	o	II	II		I		
	96		IV	II	II	III	II			II	II
	99		III	II	II			II	III	II	III
	02		II	I	I	o	II	I	I	I	I
	03		II	I	I	o	II	I		o	I
05	II	II		o	I	I			II		
Hg	93			IV	VI	V	V		V		
	96		II	II	IV	III	IV			II	III
	99		II	II	IV	III	V	IV	IV	I	II
	02		I	II	II	II		o			II
	03			I	III	II	III	I	o	o	I
05	I	I	II	II	II	II	II	II	I	I	

Třída 0 ($I_{geo} \leq 0$) – žádné znečištění, I ($0 < I_{geo} < 1$) – žádné znečištění až mírné znečištění, II ($1 < I_{geo} < 2$) – mírné znečištění, III ($2 < I_{geo} < 3$) – mírné až silné znečištění, IV ($3 < I_{geo} < 4$) – silné znečištění, V ($4 < I_{geo} < 5$) – silné až velmi silné znečištění, VI ($5 < I_{geo}$) – velmi silné znečištění.

šů *Asellus aquaticus*, plžů *Bythinia tentaculata*, pijavek *Erpobdella* sp. a pakomárů čel. Chironomidae. V případě dostatečného množství biomasy byly vzorky rozděleny až do 3 velikostních skupin nebo vůbec, a následně analyzovány na As, Cd, Pb a Hg. Po skončení dlouhodobého projektu v roce 2005 byl k dispozici soubor 1 607 hodnot koncentrací v suché biomase sledovaných bentontů ze šesti odběrových let, který vykazoval značnou nehomogenitu z několika důvodů: 1) vzorky nemohly být odebrány z důvodu vysokého stavu vodní hladiny; 2) sledované druhy nebyly v době odběru přítomny v dostatečném množství; nebo také 3) v průběhu let se mírně změnila abundance sledovaných druhů, např. kvůli nástupu invazních druhů.

Metodické postupy

Kvůli nehomogenitě dat byl výběr obvyklých statistických i multifaktoriálních metod značně omezen. Pro srovnání zátěže v jednotlivých le-

tech a mezi jednotlivými lokalitami musela být data kvůli malému množství hodnot dávana dohromady (neparametrický Kruskal-Wallisův test). Zhodnocení celkového obrazu o kontaminaci navíc komplikovalo použití čtyř taxonů makrozoobentosu, z nichž každý akumuluje jinou měrou. Tento rozdíl mezi taxony byl redukován standardizováním dat (funkce *standardize* v programu STATISTIKA, StatSoft) každého taxonu zvlášť, tzn. data byla přepočítána tak, že jejich průměr byl 0. Přepočítaná data již mohla být společně použita pro vyhodnocení časového trendu a porovnání lokalit.

Druhým navrženým metodickým postupem je způsob vyhodnocení dat, jehož výsledkem je přehledná tabulka s časovým vývojem úrovně zatížení v jednotlivých lokalitách. Metoda spočívá v modifikaci Müllerova Geo-akumulačního indexu (1979), který byl původně navržen jako kvantitativní nástroj pro hodnocení zatížení sedimentů stopovými látkami oproti geogennímu pozadí. Pro vodní bezobratlé organismy žádné pozadřové koncentrace stopových látek stanoveny nikdy nebyly, proto byly na příkladu čel. Chironomidae jako pozadřové hodnoty stanoveny hodnoty mediánů deseti nejnižších koncentrací z celého datového souboru. Geo-Index I_{geo} pak byl spočten podle rovnice (1) a podle ní byla stanovena adekvátní I_{geo} -třída znečištění (0 – VI).

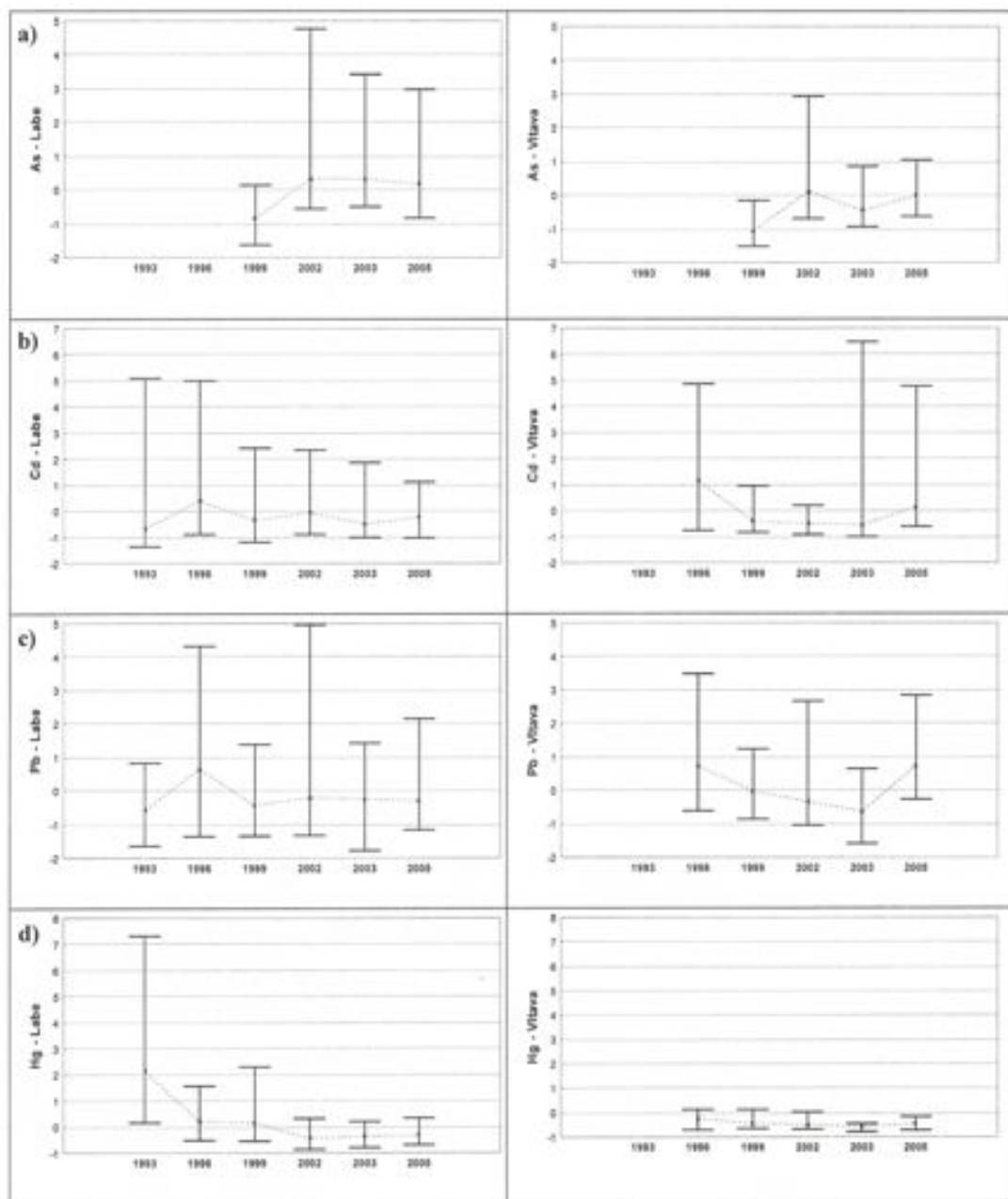
(1)

$$I_{geo} = \log_2 \frac{C_n}{B_n \cdot 1.5}$$

kde C_n je průměrná koncentrace daného elementu v biomase taxonu a B_n je spočtená pozadřová hodnota.

Výsledky

Porovnáním jednotlivých lokalit bylo možné identifikovat zdroje kontaminace (Tab. 1). Nejvyšší koncentrace byly nalezeny v profilech Valy, Lysá, Obříství, Zelčín a Děčín, což odpovídá jejich lokalizaci pod podniky chemického průmyslu nebo pod Prahou. Překvapivě vysoké koncentrace As, Cd a Pb byly však naměřeny také už na profilech horního Labe ve Verdeku, i Debrném, které byly původně vytipovány jako referenční lokality.



Obrázek 2. Dlouhodobé trendy koncentrací As (a), Cd (b), Pb (c) a Hg (d) v makrozoobentosu Labe a dolní Vltavy za období 1993 – 2005. Data byla standardizována. V grafu jsou mediány a rozsahy hodnot (Kolaříková et al. 2012).

Analýza časového trendu zatížení sledovaných lokalit (Obr. 2) neukázala, oproti očekávání, žádný jednoznačný a zásadní pokles kontaminace, s výjimkou koncentrací Hg, kde došlo

od roku 1993 k významnému ($p < 0,05$) poklesu. U As byl dokonce zaznamenán signifikantní ($p < 0,05$) vzestup po roce 1999, v letech 1993 a 1996 však ještě nebyl As sledován vůbec, pro-



to je nutné hodnotit tento trend s jistou obezřetností. Překvapivě ani u Cd, ani u Pb nelze za sledované období konstatovat žádný trvalý pokles koncentrací v biomase makrozoobentosu.

Poděkování

Data byla získána v rámci Projektu Labe díky finanční podpoře hned několika po sobě jdoucích grantů: MR Labe (1991–1994), MR/5/95 (1995–1998) a Labe IV SA/650/5/03 (2003–2005). Zpracování výsledků pak bylo provedeno i s podporou GA ČR 526/09/0567.

Literatura

- Kolaříková K., Stuchlík E., Liška M., Horecký J., Tátošová J., Hardekopf D., Lapšanská N., Hořícká Z., Hovorka J., Mihaljevič M., Fuksa J.K., von Tümpling W. 2012. Long-term changes in the bioaccumulation of As, Cd, Pb and Hg in macroinvertebrates from the Elbe River (Czech Republic). *Water, Air and Soil Pollution* (in press), DOI: 10.1007/s11270-012-1129-1.
- Müller G. 1979. Schwermetalle in den Sedimenten des Rheins – Veränderungen seit 1971. *Umschau*, 79: 778-783.



Akumulace toxických kovů v sedimentu VD Hostivař v letech 1964–2010

Accumulation of toxic metals in sediment of the Hostivař Reservoir in 1964–2010

Dana KOMÍNKOVÁ & Lucie DOLEŽALOVÁ

*Katedra zdravotního a ekologického inženýrství, Fakulta stavební, ČVUT v Praze, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, ČR;
e-mail: kominkova@fsv.cvut.cz*

Abstract

The Hostivař Reservoir is the largest dam in Prague. The reservoir performs number of functions, as recreation, flood protection, hydroenergy, etc. The reservoir was built in 1959 – 1963 and the filling was completed in 1964, since it has not been cleaned. Therefore sediment may provide information about the historical pollution of the Hostivař Reservoir, especially of persistent priority pollutants, as toxic metals, PAHs and PCB. The reservoir was first time completely drained in late summer 2010 and consequently the sediment was removed during spring and summer 2011. The sampling of the sediment was conducted during winter months when the upper layer of sediments was frozen. The core samples were collected in different parts of the reservoir. The results show the changes in the timeline of pollution from filling the reservoir till summer 2010. Concentration of lead, cadmium and PAH had showed decreasing trends during the period. In the case of lead there is significant decrease of concentration on the 90th when using lead as antiknock additive was terminated.

Keywords: priority pollutants; sediment; accumulation; the Hostivar reservoir

Zájmové území

Hostivařská přehrada byla vybudována v letech 1959 – 1963 přehrazením koryta pražského potoka Botiče a zatopením lesnatého údolí, kterým tento potok protékal. Vzniklo tak výjimečné vodní dílo, s mnoha vodohospodářskými funkcemi, jako ochrana před povodněmi, energetická, retenční a díky její snadné dostupnosti je také využívána prakticky všemi obyvateli Prahy k rekreaci. V roce 1964 bylo dokončeno napouštění vodního díla a od té doby nebyla nikdy zcela vypuštěna a čištěna (Lesy Hl. M. Prahy 2011). Sedimenty, které se po tuto dobu v nádrži usazovaly nám tak mohly poskytnout informace o znečištění nádrže za celou dobu její existence. Na konci léta 2010 začalo postupné vypouštění nádrže. Odběr byl proveden v únoru, kdy byla svrchní vrstva sedimentu promrzlá.

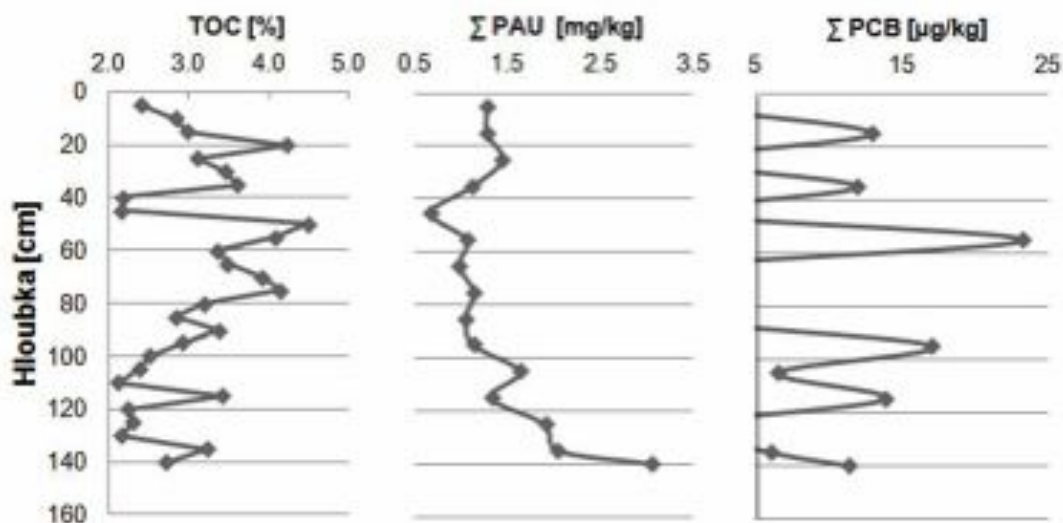
Materiál a metody

Odebrané vzorky sedimentu byly před analýzou vysušeny vymražením za sníženého tlaku. Ve vzorcích sedimentu byl stanoven obsah PAU, PCB, vybraných toxických kovů (Cd, Pb, Zn, Cr, Ni, Cu a Al) a analýza byla doplněna o stanovení Mn a Fe, které mají zásadní význam pro vazbu toxických kovů do sedimentu. Vzorky určené pro stanovení obsahu kovů byly roz-

kládány v mikrovlnné peci (ETHOS, Milestone) v kyselině dusičné s přidavkem peroxidu vodíku. Rozklad byl proveden dle metodiky US EPA 3051. Obsah toxických kovů byl analyzován pomocí přístroje Solaar S (FAAS a GF AAS). Obsah PAU a PCB byl stanoven v laboratoři AQUATEST a.s, dle akreditovaných metod – PCB - EPA Method 8082 A; PAU - TNV 75 8055. Obsah organické hmoty byl stanoven jako podíl celkového organického uhlíku (TOC) na přístroji Analytik Jena TOC multi N/C 2100. Obsah sledovaných kovů byl vyhodnocen dle Metodického pokynu Ministerstva životního prostředí SR, z 27. augusta 1998 č. 549/98-2, konkrétně Target Value-cílová hodnota (TV) byly použity pro hodnocení sedimentu. Obsah PAU a PCB byl vyhodnocen dle norem environmentální kvality, které byly čerpány z Nařízení vlády č. 23/2011 ze dne 22. prosince 2010 (NV 23/2011), kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb. (Nařízení vlády 23/2011Sb.).

Výsledky a diskuze

Obsah celkového organického uhlíku (TOC) se od roku 1964 do roku 2010 pohyboval od 2,0 % do 4,5%. Změny obsahu organického uhlíku jsou znázorněny na Obr. 1. Rozdíly mezi obsahem TOC v jednotlivých letech jsou dány množstvím



Obrázek 1. Obsah TOC, obsah PAU a obsah PCB v hĺbkovom profile

Figure 1. Content of TOC, PAHs and PCB in the core samples

Pozn.: 1) Minimální detekční limit u PCB je hranice 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$; 2) Suma PCB zahrnuje: PCB kong. 101, PCB kong. 118, PCB kong. 138, PCB kong. 153, PCB kong. 180, PCB kong. 28, PCB kong. 52.; 3) Suma PAU zahrnuje: Acenaften, Benzo(a)antracen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Antracen Benzo(ghi)perylen, Benzo(k)fluoranthen, Dibenzo(a,h)antracen, Fenantren, Fluoranthen, Fluoren, Chrysen, Indeno(c,d)pyren, Naftalen, Pyren

organického materiálu přineseného z povodí, ale i množstvím usazené odumřelé hmoty. Vliv na výsledný obsah uhlíku má i rychlost rozkladu organické hmoty v jednotlivých letech. Obsah TOC v sedimentech zásadním způsobem ovlivňuje vazebné chování toxických kovů, které se na organickou hmotu snadno vážou. Na Obr. 1 je rovněž znázorněn průběh koncentrací polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU). Z průběhu je patrný pokles koncentrací PAU po celé období existence nádrže. Maximální koncentrace PAU byly sledovány na počátku existence nádrže, což může být ovlivněno výstavbou nádrže a aktivitami s ní spojenými (výfukové plyny, spalování fosilních paliv). Norma environmentální kvality uvedená v (Nařízení vlády 23/2011Sb.) udává pro sediment hodnotu ΣPAU 2,5 mg/kg, tato norma však zahrnuje pouze některé ze sledovaných PAU (Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(ghi)perylen, Benzo(k)fluoranthen), vypočítáme-li sumu PAU, které udává norma, získáme koncentraci 0,93 mg/kg v nejzatíženějším profilu, což je poloviční koncentrace než norma (Nařízení vlády 23/2011Sb.) uvádí. Obsah polychlorovaných bifenyly (PCB)

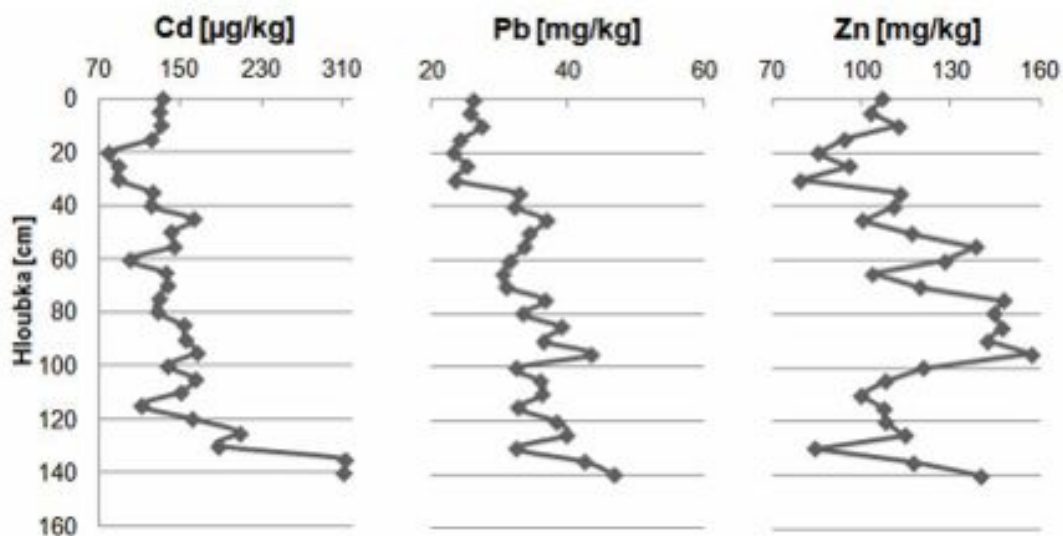
v sedimentu je znázorněn na Obr. 1. Výroba PCB a jejich zvýšené používání (náterové hmoty) v ČR začalo v roce 1956, tedy před vznikem Hostivařské nádrže. Zjištěné koncentrace PCB byly značně variabilní, nejvyšší hodnoty PCB byly zjištěny v hloubce 55 cm, což přibližně odpovídá 90. letům 20. století (distribuce náterových hmot obsahujících PCB byla v ČR ukončena 1986).

Obsah kadmia v sedimentu (Obr. 2) byl nejvyšší (až dvojnásobné koncentrace) v nehlubších vrstvách sedimentu, tzn. na počátku existence nádrže, tak jako koncentrace PAU. Zvýšený obsah kadmia v tomto období, může být způsoben nejen zvýšenou aktivitou v povodí v čase výstavby nádrže, ale také může pocházet z drobných průmyslových provozoven nacházejících se v povodí v době, kdy nebyl ještě kladen tak velký důraz na čištění odpadních vod. Obsah kadmia ve vzorcích sedimentu po celé období nepřekročil cílové hodnoty (800 $\mu\text{g}/\text{kg}$) (Slovenský metodický pokyn 549/98-2) a kadmium nepředstavovalo ohrožení pro vodní biotu. Cílové hodnoty koncentrací představují takové koncentrace, jejichž překročení může způsobit ohrožení nejcitlivějších druhů

vodních organismů. Stejně tak, jako u kadmia i olovo vykazuje nejvyšší koncentrace v nejhlubších vrstvách sedimentu (Obr. 2). V celém hloubkovém vrtu je možné sledovat pozvolný pokles koncentrací olova v sedimentu, který se ještě zrychlil přibližně v druhé polovině 90. let 20. století. Tento pokles může být důsledkem postupného omezování až konečného zastavení přidávání olova jako antidekonačního aditiva do pohonných hmot. Obsah olova v sedimentu po celé období nepřekročil cílové hodnoty (85 mg/kg) (549/98-2), to znamená, že olovo nepředstavovalo ohrožení pro vodní biotu. Na Obr. 2 jsou také znázorněny koncentrace zinku v závislosti na hloubce. Po počátečních vysokých koncentracích docházelo k pozvolnému poklesu a následnému nárůstu přibližně na počátku 70. let 20. století. Vyšší koncentrace v nejhlubších vrstvách sedimentu mohou být způsobeny vyšší aktivitou v povodí při vzniku nádrže. Nárůst v 80. letech je možné vysvětlit dalšími stavebními aktivitami v povodí Botiče, výstavba sídliště v oblasti Měcholupy – Petrovice (1980 – 1985). Koncentrace zinku ve vzorcích sedimentu po většinu období nepředstavovala environmentální riziko pro vodní biotu, koncentrace se většinou pohybovaly pod hodnotami cílové koncentrace stanovené Slovenským

metodickým pokynem (140 mg/kg) (549/98-2). Koncentrace v hloubce, které odpovídaly přibližně období 80. let 20. století, představovaly mírné ohrožení pro vodní biotu.

Výsledky udávající obsah niklu vykazovaly silnou variabilitu, přestože dochází k periodickému snižování a opětovnému zvyšování koncentrací a není možné vysledovat konkrétní trend, je možné přibližně od počátku 90. let 20. století sledovat pozvolný nárůst koncentrací niklu v sedimentu až do přelomu tisíciletí, což se dá připsat zvýšené výrobě a použití elektronických součástek a dalších nikl využívajících technologií a procesů. Obsah niklu ve vzorcích sedimentu po celé období nepřekročil cílové hodnoty (35 mg/kg) (549/98-2). Podobně jako nikl i obsah chromu a mědi vykazují podobný průběh bez výrazného trendu s nárůstem koncentrací na počátku 90. let 20. století. Obsah chromu ve vzorcích sedimentu po celé období nepřekročil cílové hodnoty (100 mg/kg) (Slovenský metodický pokyn 549/98-2). Obsah mědi ve vzorcích sedimentu téměř po celé období překračoval cílové hodnoty (36 mg/kg) (549/98-2). Z grafu je patrné snížení koncentrací mědi v nedávné době, kdy na přelomu tisíciletí několikrát koncentrace vyhověly výše uvedenému standardu. Značnou variabilitou se vyznačuje i obsah man-



Obrázek 2. Obsah kadmia Cd, obsah olova Pb a obsah zinku Zn v hloubkovém profilu

Figure 2. Content of cadmium (Cd), lead (Pb) and zinc (Zn) in the core samples



ganu, železa i hliníku. Pro obsah hliníku, železa a manganu v sedimentu nejsou stanoveny normy environmentální kvality a proto nelze vyhodnotit, zda jejich koncentrace předsatvují ohrožení pro vodní biotu.

Výsledky chronických testů toxicity s bentickými organismy druhu *Heterocypris incongruens* ukázaly na výrazné snížení přežívání organismů a na snížení jejich růstu v průběhu 6 dního testu. Výsledky testů toxicity ukazují, že i přesto, že sedimenty většinou splňovaly požadavky norem environmentální kvality jejich toxicita je značná a je nutné ji dát do souvislosti nejen s možnou přítomností dalších škodlivin, ale nezanedbatelný podíl může mít i synergický efekt všech přítomných polutantů, který však stanovené NEK nezohledňují.

Závěr

Výskyt toxických kovů, polyaromatických uhlovodíků (PAU) a polychlorovaných bifenyliů (PCB) v sedimentu Hostivařské nádrže byl sledován ve vzorcích odebraných jádrovým vzorkovačem a reprezentujícím obdobím od roku 1964 až do současnosti. Zvýšené koncentrace kovů (Pb, Cd, Fe, Cu a Al) a PAU v tomto období je možné dát do souvislosti s aktivitami, které souvisely s výstavbou nádrže, tzn. zvýšený provoz těžké mechanizace, zvýšená eroze v povodí, prašnost, atd. U dalších kovů (Cu, Ni, Cr) je možné vysledovat další nárůst koncentrací na počátku 90. let 20. století, který může mít původ v drobných provozovnách vznikajících v povodí, ale i v nových technologiích a procesech využívajících těchto kovů.

Zatížení nejvíce toxickými kovy, kadmíem a olovem, vykazovalo během tohoto období výrazný pokles. V případě olova je možné vysledovat, kdy došlo k omezení použití olova jako antidetonálního aditiva do pohonných hmot. Také zatížení polyaromatickými uhlovodíky vykazovalo směrem k současnosti výrazný pokles, a jejich koncentrace v sedimentu Hostivařské nádrže se ustálily na počátku tohoto tisíciletí kolem hodnoty 1,3 mg/kg.

V současnosti dochází k vyhodnocení horizontální distribuce zatížení nádrže toxickými kovy v závislosti na rozdílných sedimentačních podmínkách. Důležité pro důkladné poznání a pochopení těchto informací je nalezení závislosti mezi obsahem toxických kovů a opatřeními v povodí, tedy získání informací o vývoji výstavby a průmyslu v povodí.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován v rámci projektů SGS12/131/OHK1/2T/11 a SGS11/039/OHK1/1T/11. Autorky článku by rády poděkovaly doc. Mgr. Janě Nábělkové, Ph.D., Josefu Ježkovi a Jiřímu Fridrichovi za pomoc při odběru vzorků a Mgr. Gabriele Šťastné, Ph.D. za pomoc při testech toxicity.

Literatura

- ES/ER/TM-95/R4-EPA-Toxicological Benchmarks for Screening Contaminants of Potential Concern for Effects on Sediment-Associated Biota, 1997. Revision.
[http://www.lesypraha.cz/index.php?cat=30506&aid=\(online 1. 8. 2011\)](http://www.lesypraha.cz/index.php?cat=30506&aid=(online+1.8.2011))
- Metodický pokyn Ministerstva životného prostredia SR, z 27. augusta 1998 č.549/98-2 na hodnotení rizík zo znečistených sedimentov tokov a vodných nádrží, http://www.sazp.sk/slovak/struktura/ceev/ERA/met_pokyn/hodnot.htm
- Nařízení vlády ze dne 22. prosince 2010, kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb. [www: http://eagri.cz/public/web/file/105217/sb00082011232011.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/105217/sb00082011232011.pdf)
- Pitter P. 2009. Hydrochemie, 4.vydání, Praha: VŠCHT.
- Rand G.M. 1995. Fundamentals of Aquatic Toxicology. Effects, Environmental Fate and Risk Assessment.
- US EPA 3051: Standard method. Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils, and Oils, (1994) Washington DC, USA



Stav životních společenstev a kvalita vody podhorského toku v závislosti na lidských aktivitách

Biotic community composition and water quality of a highland stream influenced by different human impacts

Radovan KOPP^{1,2}, Radim PETREK¹, Ivo SUKOP¹, Tomáš BRABEC¹, Tomáš VÍTEK¹, Pavla ŘEZNÍČKOVÁ¹ & Andrea ZIKOVÁ³

¹Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství Mendelovy univerzity v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR; e-mail: fcela@seznam.cz

²Botanický ústav AV ČR, Lidická 25/27, 657 20 Brno, ČR

³Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Department of Ecophysiology and Aquacultur, Müggelseedamm 310, 125 87 Berlin, Germany

Abstract

The aim of the present study was to evaluate the influence of different human activities on water quality and benthos composition in the Ošetnice Stream that is located in the Western Carpathian Mountains. During the whole period of our monitoring, the high concentrations of dissolved oxygen and low content of organic matters were determined. Upstream part of the Ošetnice Stream is affected by long term building activities concerning railway tunnels and by the motorway along the stream that is in winter chemically treated to assure negotiability. Ski area situated close to the stream was used 110 days during the monitored period. Average daily visit was 590 persons. In winter, when road salting was used, concentrations of chlorides, sodium and calcium were noticeably increased in the stream tributaries which had an impact on monitored water parameters. Water quality assessment using macrozoobenthos and phytobenthos indices revealed the environmental state in a range from moderate to good. Decrease of salmonid community in the stream corresponds to start of road use in the year 2002. Salt applied in winter period to ensure road negotiability affected significantly water chemistry of the monitored stream. Deterioration of environmental conditions is mainly due to human activities; nevertheless self-cleaning ability of the stream is high and ensure a fast degradation of pollutants. Thus the biotic communities (except fish) of the Ošetnice Stream have to adapt to changes of the environment within the year.

Keywords: phytobenthos, macrozoobenthos, hydrochemistry, pollution

Úvod

V mnoha horských střediscích je vysoká hustota zimní rekreace. Vodní toky, protékající skrz nebo v blízkosti těchto areálů, jsou ovlivněny přípravou umělého sněhu, odpadní vodou z rekreačních zařízení, úpravou silnic aj. Fyzikálně-chemické parametry vody a bentická společenstva jsou pod vlivem těchto faktorů modulována, dochází ke změnám druhového spektra organizmů, jejich abundance a biomasy. Změny v kvalitě vody a struktuře společenstev jsou způsobeny především solením přístupových cest a stavební činností (Molles & Gosz 1980).

Materiál a metodika

Charakteristika zájmového území

Tok Ošetnice je pravostranný přítok říčky Lomná, do které se vlévá v blízkosti města Jablunkov. Na základě oficiálního rozdělení toků dle

Rámcové směrnice EU o vodní politice spadá mezi malé toky spodní hornaté oblasti Střední Evropy (Hering et al. 2004). Hlavní tok i jeho přítoky lze charakterizovat jako rychle tekoucí vodu. Tok pramení na úpatí pohoří Beskydy v nadmořské výšce 600 m n.m. a ústí do říčky Lomná v nadmořské výšce 400 m n.m., délka toku je 7,8 km a průměrná šířka toku je 2 m. Průměrný průtok hlavního toku nepřekračuje 0,1 m³.s⁻¹, průměrný průtok přítoků z lyžařského areálu nepřekračuje 0,01 m³.s⁻¹. Průtok je výrazně vyšší v jarním období při tání sněhu. Sledovaný úsek toku je v jeho horní části v blízkosti obce Mosty u Jablunkova (4 tisíce stálých obyvatel). Bylo monitorováno pět lokalit na hlavním toku a dva přítoky z lyžařského areálu.

Tok Ošetnice je téměř po celé své délce využíván jako odchovný potok k produkci násady pstruha obecného (*Salmo trutta* L.). V horní čás-



ti toku probíhá dlouhodobá stavební činnost na úpravách tunelů železničního koridoru. Souběžně s tokem probíhá rychlostní komunikace, která je v zimním období chemicky ošetřována. Lyžařský areál situovaný v blízkosti toku byl v období monitoringu v provozu 110 dnů s průměrnou denní návštěvou 590 osob. Na toku se nachází čistička odpadních vod s plně automatizovaným diskontinuálním čištěním, kapacitou 360 m³.den⁻¹, pro 2 100 ekvivalentních obyvatel.

Chemické a hydrobiologické metody

Vzorky vody pro chemické analýzy byly odebírány přímo do plastových vzorkovnic z hloubky 10–20 cm od hladiny. Nasycení vody kyslíkem, teplota vody, pH a vodivost vody byly stanovovány přímo na lokalitách při odběrech vzorků. Základní fyzikální parametry byly stanovovány za využití kombinovaného oxí/pH metru HACH Hq 40d (Hach-Lange, Colorado, USA). Konduktivita byla stanovována přístrojem Conmet 1 (Hanna Instruments, USA). Všechny chemické parametry byly stanovovány za využití standardních metod (APHA 1998).

Kvalitativní vzorky zoobentosu byly odebírány za využití ruční sítě (velikost odběrového otvoru 25 × 25 cm, hustota ok sítě 0,5 mm, délka sítě 75 cm). Kvantitativní vzorky zoobentosu byly odebírány za využití odběrové sítě typu „Surber“ (vzorkovací plocha 1 225 cm²). Kvalitativní i kvantitativní vzorky zoobentosu byly odebírány z každé monitorované lokality a ihned fixovány 4 % formaldehydem. Biomasa zoobentosu byla stanovována vážením fixovaných vzorků do tří měsíců od doby odběru.

Vzorky fytoobentosu byly odebírány na základě Evropského protokolu seškrabem nárostů z 3–5 kamenů (Kelly et al. 1998) a jejich převedením do 100 ml vzorkovnic s vodou. Čerstvé vzorky byly uloženy do chladicího boxu a transportovány do laboratoře. Determinace základních taxonů sinic a řas (kromě rozsivek) byla provedena do 24 hodin od odběru. Vzorky byly fixovány Lugolovým roztokem. Schránky rozsivek byly zbaveny organického materiálu za využití peroxidu vodíku a zality do umělé pryskyřice Pleurax (Fott 1954). Minimálně 300 nepoškozených schránek z každého vzorku bylo počítáno za využití imerzního objektivu

a zvětšení 1 000× k odhadnutí relativní abundance každého taxonu ve vzorku (CEN 2010). Kvantitativní stanovení řasové biomasy bylo prováděno jako stanovení chlorofylu *a* extrakcí horkým ethanolem (Lorenzen 1967).

Výsledky

Kvalita vody

Po celou dobu sledování byly v toku zjišťovány vysoké koncentrace rozpuštěného kyslíku a nízký obsah organických látek. V zimě v období aplikace chemického posypu přilehlých komunikací se výrazně zvyšovalo množství chloridů, sodíku, a vápníku v přítocích, což značně ovlivňovalo i hodnoty sledovaného toku. Ve sledovaném úseku toku byly zaznamenány vyšší koncentrace amoniakálního dusíku, které se směrem po proudu snižovaly. V průběhu dubna byly na horních lokalitách zjištěny extrémní hodnoty pH a v celém toku byly řádově zvýšeny i hodnoty celkového dusíku. Znečištění bylo pravděpodobně způsobeno vnikem odpadních vod při stavební činnosti několik set metrů nad první sledovanou lokalitou. Negativní vliv čistírných odpadních vod na chemismus toku nebyl pozorován.

Fytoobentos

Celkově bylo nalezeno 78 druhů sinic a řas, kdy nejpočetnější byli zástupci rozsivek (69 druhů). Druhově bohatost vzorků fytoobentosu mezi sledovanými lokalitami byla podobná, byly zjištěny jen minimální rozdíly mezi lokalitami. Výraznější rozdíly ve složení fytoobentosu byly zaznamenány v jednotlivých sledovaných obdobích. Na podzim v celém toku jednoznačně dominovala *Navicula avenacea*. Na jaře byli nejhojnější zástupci rodu *Navicula*, rod *Nitzschia* a druh *Cymbella minuta* agg. Sporadicky se v průběhu roku vyskytující *Cocconeis placentula* byl v letním období jednoznačně dominujícím druhem. Ve vyšší abundance se v letním období vyskytovaly ještě *Navicula avenacea*, *Nitzschia perminuta* agg., *Achnathes lanceolata*, *Cymbella minuta* agg. a *C. sinuata*. Saprobni a trofické indexy fytoobentosu ukazují na dobrou kvalitu toku. Zatímco saprobni a trofický index se v průběhu toku výrazněji neměnil, bylo v jarním období zaznamenáno výrazné zvýšení abun-



dance druhů tolerantních k organickému znečištění.

Makrozoobenthos

Celkově bylo v toku Ošetnice nalezeno 72 druhů makrozoobentosu. Dominantními zástupci makrozoobentosu byl vodní hmyz, který byl zastoupen třemi důležitými skupinami – larvami dvoukřídlých (Diptera), chrostíky (Trichoptera) a jepicemi (Ephemeroptera). V podzimním období se na lokalitách v hojném počtu vyskytoval blešivec *Gammarus fossarum*, na jaře a v létě byly nejhojnější zástupci jepic rodu *Baetis*. Vyhodnocení kvality vody pomocí indexů makrozoobentosu ukazuje na dobrý až velmi dobrý ekologický stav. Směrem po proudu dochází k mírnému zhoršování kvality vody.

Diskuze

Všeobecně lze po chemické stránce klasifikovat vodu toku Ošetnice jako čistou až mírně znečištěnou. Na základě porovnání zjištěných fyzikálně-chemických parametrů s požadovanými standardy (ČSN 757221) můžeme vodu zařadit do I až II třídy čistoty, pouze hodnota konduktivity a celkového organického uhlíku byla vyšší (III. třída). Na druhou stranu pokud klasifikujeme trofický stav toku na základě obsahu celkového fosforu a dusíku, lze tok Ošetnice zařadit mezi vody eutrofní (Dodds et al. 1998). V dubnu byly zjištěny výrazně zvýšené hodnoty pH a celkového dusíku. V toku se zvýšila hodnota toxického amoniaku nad bezpečnou hranici, na první lokalitě byla hodnota nejvyšší $0,55 \text{ mg.l}^{-1} \text{ NH}_3$, což je na spodní hranici akutní toxicity (LC_{50}) pro lososovité ryby $0,5\text{--}0,8 \text{ NH}_3$ (Svobodová et al. 1986). Znečištění pravděpodobně způsobené vnikem odpadních vod s příměsí cementu ze stavební činnosti nad sledovaným úsekem má zásadní negativní vliv především na rybí společenstvo toku.

Celková druhová bohatost fytozobentosu toku Ošetnice je srovnatelná s obdobnými studii z podhorských potoků (Kawecka 1980; Lukavský et al. 2004). Podobné zastoupení rozsivek bylo pozorováno i v jiných potocích a řekách (Lukavský et al. 2004). Všeobecně jsou druhy rozsivek patřící do rodů *Navicula* a *Nitzschia* dominantní v dolních partiích toku a daří

se jim v na nutrienty bohatých vodách. Patří mezi indikátory střední až horší kvality vody (Kelly & Whitton 1995).

Celková druhová bohatost makrozoobentosu toku Ošetnice je srovnatelná s obdobnými studii z podhorských potoků (Dratnal & Kasprzak 1980; Jurajda et al. 2007). Dobrou nebo špatnou kvalitu vody lze dobře indikovat na základě výskytu blešivce *Gammarus* sp. (Amphipoda) a berušky vodní *Asellus aquaticus* (Isopoda) (Jurajda et al. 2007). Rod *Gammarus* se ve větší abundanci vyskytoval v toku Ošetnice převážně v podzimním období. Indikátor znečištění *Asellus aquaticus* se v toku vyskytoval po celé sledované období v nízké abundanci a potvrzoval tak dobrou kvalitu vody. Naopak zástupci skupin Ephemeroptera, Plecoptera a Trichoptera (EPT), kteří se často využívají pro svou dobrou senzitivitu k antropogenním stresorům jako indikátory narušení životního prostředí, organického znečištění a vlivu toxických látek, se na všech sledovaných lokalitách toku Ošetnice vyskytovaly v nízkém počtu taxonů, což indikuje nižší kvalitu vodního prostředí a vysoký antropogenní vliv (Jiang et al. 2010). Druhová bohatost zástupců EPT klesá se vzrůstem environmentálního stresu (Griffith et al. 2005).

Snížení populace lososovitých ryb v toku časově odpovídá zprovoznění rychlostní komunikace (rok 2002). Aplikace solí k úpravě vozovky v průběhu zimy výrazně ovlivňuje chemizmus toku, kdy byla zjištěna významná závislost především zimních dat odběru na chemickém složení vody v toku. Začátek rekonstrukce železničních tunelů na konci roku 2007 v blízkosti toku a vtok odpadních vod ze stavby způsobil další zhoršení stavu a zvýšení úbytku chovaných ryb. Zhoršení životních podmínek v toku vlivem lidské činnosti je nárazového charakteru, samočisticí schopnost přirozeného toku je vysoká a poměrně rychle likviduje zvýšený přísun znečišťujících látek. Jednotlivá společenstva v toku Ošetnice se tak musí přizpůsobovat měnícím se životním podmínkám v průběhu roku. Zatímco úbytek počtu ryb je významný, vliv na další společenstva toku (fytozobentos, zoobentos) není již tak patrný.



Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky a výzkumného projektu IGA MENDELU TP5/2011. Velké poděkování patří kolegům P. Marvanovi a J. Hetešovi za pomoc s determinací problematických taxonů sinic a řas.

Literatura

- APHA 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association Inc., Washington D.C.
- CEN 2010. Water Quality – Guidance Standard for the surveying, sampling and laboratory analysis of phytobenthos in shallow running water. EN 15708:2009. Comité Européen de Normalisation, Geneva.
- ČSN 757221 1998. Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod. Praha, Český normalizační institut. 12 s.
- Dodds W.K., Jones J.R. & Welch E.B. 1998. Suggested classification of stream trophic state: distributions of temperate stream types by chlorophyll, total nitrogen, and phosphorus. *Water Res.* 32: 1455-1462.
- Dratnal E. & Kasprzak K. 1980. The response of the invertebrate fauna to organic pollution in a well oxygenated karst stream exemplified by the Pradnik Stream (South Poland). *Acta Hydrob.* 22: 263-278.
- Fott B. 1954. Pleurax, syntetická pryskyřice pro preparaci rozsivek. *Preslia* 26: 163-194.
- Griffith M.B., Hill H.B., McCormick H.F., Kaufmann R.P., Herlihy T.A. & Selle R.A. 2005. Comparative application of indices of biotic integrity based on periphyton, macroinvertebrates, and fish to southern Rocky Mountain streams. *Ecol. Indic.* 5: 117-136.
- Hering D., Moog O., Sandin L. & Vendonschot P.F.M. 2004. Overview and application of the AQEM assessment system. *Hydrobiologia* 516: 1-20.
- Jiang X.M., Xiong J.J., Qiu J.W., Wu J.M., Wang J.W. & Xie Z.C. 2010. Structure of Macroinvertebrate Communities in Relation to Environmental Variables in a Subtropical Asian River System. *Int. Rev. Hydrobiol.* 95: 42-57.
- Jurajda P., Adámek Z., Janáč M. & Valová Z. 2007. Fish and macrozoobenthos in the Vlára stream drainage area (Bílé Karpaty Mountains). *Czech J. Anim. Sci.* 52: 214-225.
- Kelly M.G., Cazaubon A., Coring E., Dell'uiomo A., Ector L., Goldsmith B., Guasch H., Hürlimann J., Jarlman A., Kawecka B., Kwandrans J., Laugaste R., Lindstrøm E.A., Leitao M., Marvan P., Padisák J., Pipp E., Prygiel J., Rott E., Sabater S., Van Dam H. & Vizinet J. 1998. Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *J. Appl. Phycol.* 10: 215-224.
- Kelly M.G. & Whitton B.A. 1995. The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *J. Appl. Phycol.* 7: 433-444.
- Lorenzen C.J. 1967. Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12: 343-346.
- Lukavský J., Bauer J., Kaštovská K., Lederer F. & Šmilauer P. 2004. Phytobenthos of streams in the Bohemian/Bavarian Forest, under different human impacts. *Silva Gabreta* 10: 45-78.
- Molles M.C. & Gosz J.R. 1980. Effects of a ski area on the water quality and invertebrates of a mountain stream. *Water, Air and Soil Pollution* 14: 187-205.
- Svobodová Z., Gelnarová J., Justýn J., Krupauer V., Šimanov L., Valentová V., Vykusová B. & Wohlgemuth E. 1987. *Toxikologie vodních živočichů*. Praha, SZN, 231 pp.



Funkční morfologie perlooček – základ pro pochopení fenoménu „čiré vody“ a top down procesů

Relevance of cladoceran morphology for clear water phase and top down effect phenomena

Vladimír KOŘÍNEK & Petr Jan JURAČKA

Katedra ekologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Viničná 7, 128 44 Praha 2, ČR;
e-mail: hydrob@cesnet.cz

Soubor hrudních končetin perlooček rodu *Daphnia* představuje velmi složitou morfologickou strukturu funkčně navzájem propojených prvků. Přestože byly tyto struktury již intenzivně studovány v minulosti, stále chybí podrobné údaje jak o morfologii tak i některých funkcích celého filtračního komplexu. Zaměřili jsme se na identifikaci a popis smyslových receptorů přítomných na končetinách. Využili jsme možností detailního zobrazení struktur pomocí SEM mikroskopie. Identifikované receptory

patří pravděpodobně do skupiny mechanoreceptorů a chemoreceptorů. Podobné struktury byly identifikovány i u dalších rodů perlooček. Jejich funkce zatím studována nebyla. Navrhli jsme také několik možných směrů dalšího zkoumání filtračních struktur perlooček, včetně jejich případného využití pro měření filtrační aktivity zooplanktonu v nádrži.

Keywords: *Daphnia*, thoracic limbs, sensory receptors



Zooplankton zatápěné zbytkové jámy Medard – Libík vzniklé po těžbě hnědého uhlí

Zooplankton in the brown coal mining residual pit Medard

Miroslav KOSÍK^{1,2} & Ivo PŘIKRYL¹

¹ENKI o.p.s., Dukelská 145, 379 01 Třeboň, ČR; e-mail: Mirek.Kosik@seznam.cz

²Laboratoř aplikované ekologie, Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, ČR

Abstract

Post mining pit lake Medard, located in the Northwest Bohemia, is being flooded since 2009. There are 2 sources of filling water – nearby river Ohře and water from the lake basin. At the beginning, the biodiversity of zooplankton was very low, 15 species only and abundance approx 0.6 g/m³. Number of species and its abundance is continuously increasing when the lake is flooding. In 2012 there were observed 49 species yet and the abundance was approx. 1.3 g/m³. The main sources of inoculum at the beginning were wetlands in the Medard basin, later on water from river Ohře. We also observed changes in biodiversity and abundance after whitefish introduction in March 2011.

Keywords: zooplankton, filling mining pits, lake Medard

Charakteristika jezera

V severozápadních Čechách s postupným procesem ukončování povrchové těžby hnědého uhlí, začínají vznikat první jezera na místech zbytkových jam bývalých hnědouhelných lomů. Celkem v Podkrušnohorských pánvích do roku 2050 vznikne osm velkých jezer s úctyhodnými hydrologickými parametry. Plocha jednotlivých jezer se bude pohybovat v rozmezí 300 až 1 300 ha s průměrnou hloubkou 15 až 56 m. Jedno z prvních jezer, které v současnosti vzniká, je jezero Medard. Nachází se na místě bývalého povrchového lomu Medard – Libík na západním okraji Sokolova. Po naplnění bude mít plochu 496 ha s průměrnou hloubkou 24 m a maximální hloubkou 57 m. Objem zadržené vody bude činit 119 mil.m³. Rozměry jezera budou 4 x 1,5 km, podélná osa je orientována ve směru převládajících větrů západ – východ. Nadmořská výška jezera je 400 m.

Povodí lomu Medard je tvořeno z menší části původním terénem a výsypkami po povrchové těžbě, které tvoří větší část plochy povodí. Jezero je plněno srážkovou a důlní vodou z vlastního povodí a vnějším přítokem vody z Ohře, která je hlavním zdrojem vody pro prvotní naplnění nádrže.

K ukončení těžby došlo v roce 2002. Proces zatápění byl zahájen od roku 2008 ukončením

čerpání důlních vod ze zbytkové jámy. V roce 2009 a 2010 bylo záměrně do jezera načerpáno 3,17 mil.m³ kyselé důlní vody z přilehlých lomů. Na přelomu roku 2010 a 2011 přiteklo z Ohře v rámci testování napouštěcího kanálu 8 mil.m³ vody.

Vlastní napouštění říční vodou začalo až v říjnu 2011. Byl zvolen proces napouštění pouze v období od října do dubna. Tím se prodlouží doba napouštění asi do roku 2014. Ke konci dubna 2012 byla zatopená plocha cca 320 ha s maximální hloubkou 38 m.

Materiál a metodika

Odběr zooplanktonu je součástí systematického hydrobiologického monitoringu, který probíhá na jezeře Medard od roku 2009. Současně je sledován zooplankton v řece Ohři a s menší pravidelností jsou vzorkovány také nádrže a mokřady v přilehlém okolí jezera vytvořené v rámci rekultivací.

Odběry jezerního zooplanktonu jsou prováděny z lodě ze třech stabilních odběrných míst vybraných na nejhlubších místech v podélné ose nádrže (odběrné místo východ, střed a západ). Ke kvantitativnímu stanovení je použit sběrač typu Friedinger o objemu 5 l, kterým jsou odebírány bodové vzorky z jednotlivých hloubek (po 5 m). Pro odběr zooplanktonu z



celého vodního sloupce je použita planktonní síťka o průměru vstupního otvoru 19 cm a velikosti ok 80 μm . Kvantitativní vzorky zooplanktonu odebírané sběračem z různých hloubek jsou filtrovány přes síťku s oky 20 μm . Odběry z řeky mají semikvalitativní charakter, kdy pomocí planktonní sítě je zachytáván zooplankton, který je unášen proudem. Odběry z přilehlých nádrží a mokřadů jsou prováděny planktonní sítí na tyči o velikosti ok 80 μm a mají kvalitativní charakter. Vzorky jsou fixovány formaldehydem ve výsledné koncentraci 2–4 %.

Výsledky

V polovině roku 2008 po ukončení čerpání důlních vod zůstaly na dně lomu 3 rozsáhlejší retenční. Ty se částečně lišily kvalitou vody a v závislosti na pH měly zvýšenou koncentraci kovů. Zooplankton v nich byl velmi chudý jak v druhovém složení, tak v abundanci. Bylo v něm zastoupeno jen několik druhů vířníků a buchanek obvyklých v nádržích s důlní vodou a zvýšenou koncentrací rozpuštěných látek. Jejich hustota se pohybovala mezi 0,05 až 0,4 kusů na litr.

Do půli roku 2009 byl zooplankton v napouštěné nádrži mimořádně druhově chudý. Byly v něm zastoupeny jen 2 druhy buchanek, a to *Acanthocyclops trajani* a *Tropocyclops prasinus* (převážně vývojová stádia – *nauplii* a *koepodites*). Dále byly ojediněle přítomny bentické perloočky *Chydorus sphaericus* a velmi ojediněle bentický vířník *Rotaria neptunia*. Zooplankton byl tvořen pouze druhy, které byly v prostoru lomu přítomny před zahájením zatápění. V zářijovém vzorku bylo již zaznamenáno výrazné druhové obohacení, bylo zjištěno 15 druhů. Polovinu z toho představují vířníci. Důležitý je výskyt vznášivky *Eudiaptomus vulgaris* (velký druh vyskytující se v nádržích bez ryb nebo s malou rybí obsádkou) a také poprvé se zde objevují zástupci perlooček rodu *Daphnia*. Jde o druh *Daphnia longispina*, která tvořila velký podíl biomasy zooplanktonu. Absence rybí obsádky umožnila výskyt těchto dvou velkých druhů.

V roce 2010 bylo zjištěno 19 druhů zooplanktonu. Avšak u řady taxonů jejich podíl z celkového množství nepřesáhl 1 %. Pouze 6 druhů (vířníci *Notholca squamula*, *Synchaeta* sp., klanonožci *Cyclops strenuus*, *Diacyclops bicuspidatus*, *Eudiaptomus vulgaris* a perloočka *Daphnia*

longispina) se vyskytovalo poměrně pravidelně a alespoň jedenkrát dosáhlo podílu 1 % z celého zooplanktonu. Celoročně v zooplanktonu dominovala vývojová stádia buchanek (*nauplii* a *koepodites* *Cyclopidae*). V druhé polovině roku se stala podstatnou součástí zooplanktonu perloočka *Daphnia longispina* a také vývojová stádia i dospělci vznášivky *Eudiaptomus vulgaris*. Nápadný je velmi malý podíl vířníků (jak ve zjištěných druzích, tak především v počtu jedinců), kteří v zářijovém vzorku nebyli už vůbec zastoupeni.

V porovnání s předchozími lety byl zooplankton v roce 2011 druhově mnohem bohatší. Celkově bylo zjištěno 49 taxonů, z nichž 29 je pro volný vodní sloupec jezera nových. Tento vývoj nastal jednoznačně v důsledku krátkodobého přítoku z Ohře na přelomu roku 2010 a 2011 a začátku zimního napouštění 2011/2012. Bylo zjištěno 16 nových druhů vířníků, 5 nových druhů klanonožců a 8 nových druhů perlooček. U perlooček je to pětinašobný počet druhů proti roku 2010. Naprostá většina nových druhů se musela v Medardu rozmnožit, protože jejich hustota byla vyšší než v Ohři nebo dokonce ve vzorcích z Ohře nebyly nikdy zaznamenány. Nejde tedy o pouze zavlečené druhy, ale naopak převážně o relativně stabilní složku zooplanktonu v Medardu, alespoň po dobu zvýšené trofie během napouštění. Výslovně je třeba zmínit několik druhů. Vířník *Synchaeta lakowitziana* tvořil v březnovém odběru přes 80 % všech jedinců zooplanktonu. Vířník *Polyarthra dolichoptera* byl v listopadu přítomen v nezvykle drobné formě, takže ve vzorcích odebraných planktonní sítíkou s oky velkými 80 μm byl zachycen jen ojediněle, zatímco ve vzorcích odebraných z různých hloubek a cezených přes planktonku s oky 20 μm tvořil kolem 80 % všech jedinců zooplanktonu. Nově byli nalezeni v Medardu i dva vířníci rodu *Kellicottia*. Z nich *K. longispina* je poměrně běžná v čistých rybnících i velkých vodních nádržích. Naproti tomu *K. bostoniensis* je druh zavlečený do Evropy z Ameriky a postupně se šířící. Medard patří k několika prvním lokalitám v České republice, kde byl objeven alochtonní vířník *K. bostoniensis*. Pravidelně je nalézán ve vzorcích z Ohře a již cca 3 roky je znám z nádrže Skalka (údaje od pracovníků Povodí Ohře, s.p.). Z perlooček si pozornost



zaslouží nově zjištěný výskyt jezerního druhu *Bosmina coregoni* a dalšího nepůvodního druhu *Daphnia ambigua*, která se však v ČR šíří již nejméně 20 let a je v současnosti relativně běžná.

Velmi pozoruhodná je změna v druhovém složení vznášivek. Do roku 2010 patřila k dominantním druhům zooplanktonu velká vznášivka *Eudiaptomus vulgaris*. Jde o druh velmi citlivý na vyžírání tlakem ryb, a proto se vyskytuje jen v nádržích bez ryb nebo s velmi nízkou obsádkou. Dá se najít i v řadě nádrží na výsypkách. Z Ohře se do Medardu dostalo zřejmě velké množství nejmladších vývojových stádií (*nauplii*) dalšího druhu vznášivky. Tím je *Eudiaptomus gracilis*, který dokáže odolávat i poměrně velkému vyžírání tlakem ryb. Oba druhy by vedle sebe asi nějakou dobu koexistovaly. V březnu v roce 2011 však byl do jezera vysazen plůdek marény (2 milióny kusů váčkového plůdku), který i přes velmi malou biomasu (koncem léta byl počet marén odhadnut na cca 20 tisíc, což odpovídá cca 6 kg/ha vodní plochy) dokázal větší druh vznášivky zcela eliminovat. V roce 2011 nebyl zjištěn žádný jedinec *E. vulgaris*. Plůdek marény zpomalil i sezónní vývoj dominantního druhu perloočky *Daphnia longispina*, významného filtrátora ovlivňujícího množství fytoplanktonu, průhlednost vody i výskyt drobnějších druhů zooplanktonu.

Ve skutečnosti přibýlo v Medardu ještě více druhů zooplanktonu. Některé se totiž nezdržují ve volné vodě, ale v litorálních porostech. Přestože je v Medardu netypický litorál tvořený převážně zaplavenou suchozemskou vegetací, hraje ve vývoji planktonního společenstva nečekaně významnou úlohu. Ve vzorcích z malých plošek litorálu byla zjištěna řada dalších druhů a především vyšší hustota zooplanktonu. Zmíněná *Daphnia longispina* byla v litorálu nalezena dříve než ve volném vodním sloupci, přičemž v litorálu žili větší jedinci v lepší kondici a s několikanásobně vyšším počtem vajíček. Z dalších druhů uvádíme početnou perloočku *Ceriodaphnia affinis*, perloočku *Scapholeberis rammeri*, *Megafenestra aurita* a rod *Simocephalus*. Vzorky z litorálu dosud nejsou kompletně zpracovány, takže jde jen o předběžné hodnocení.

Během zimního období 2011/2012 se objem jezera zvětšil dvojnásobně. Protože v Ohři je koncentrace celkového fosforu zhruba dese-

tinásobná než v jezeře před začátkem napouštění, došlo k jeho výrazné eutrofizaci. To se obrazilo i ve zvýšeném množství zooplanktonu na jaře 2012. Oproti předchozímu roku se už významně nenavýšil počet přítomných druhů. Zvedl se však podíl druhů preferujících vyšší trofy (vířníci, buchanka *Cyclops vicinus*). Poprvé byla zjištěna perloočka *Daphnia galeata* běžná v eutrofních zarybněných nádržích. Po roce 2011 je seznam druhů z jezera Medard rozsáhlejší, než počet druhů nalezených v Ohři. Je rovněž podstatně bohatší než seznam druhů zjištěný v nádržích ve vlastním povodí jezera. To by se mělo ještě zvýraznit v dalších letech s podstatně větším přítokem z Ohře.

V řece Ohři bylo doposud zjištěno celkem 57 taxonů zooplanktonu. V roce 2009 – 2010 to bylo 54 taxonů, z něhož převážnou část tvořili vířníci (až 41 druhů). Pozornost si zasluží vířník pocházející z Ameriky, který se už řadu desetiletí šíří v Evropě, ale u nás zde byl nalezen poprvé – *Kellicottia bostoniensis*. V září a říjnu roku 2010 ve vzorcích tvořil dokonce nadpoloviční podíl zooplanktonu Ohře. V roce 2011 vlivem vypuštění nádrže Skalka, nacházející se na horním toku řeky, došlo k výraznému druhovému poklesu zachyceného zooplanktonu. Celkem bylo zaznamenáno pouze 26 taxonů a v srpnu bylo nalezeno dokonce pouze 5 taxonů. Odhad biomasy zachyceného zooplanktonu v roce 2010 se pohyboval v hodnotách od 0,001 g/m³ až po 0,2 g/m³. V roce 2011 byly hodnoty biomasy ještě nižší, červnu a srpnu klesly až pod hodnotu 0,001 g/m³. Nezávisle na malé hustotě zooplanktonu unášeného řekou Ohří je přítok z ní obrovským zdrojem inokula zooplanktonu pro nádrž Medard. A všechny zjištěné taxony mají schopnost žít v jezeře Medard.

V mokřadech a nádržích, které byly vytvořeny v rámci rekultivace, bylo nalezeno celkem 53 taxonů zooplanktonu, z toho 30 druhů vířníků, 14 druhů klanonožců a 9 druhů perlooček. Tyto druhy byly objeveny také v jezeře Medard. Lze tedy předpokládat, že hlavním zdrojem počátečního inokula zooplanktonu byly tyto nádrže.

Čerstvá biomasa zooplanktonu v celém vodním sloupci je ve srovnání s jinými našimi stojatými vodami velmi nízká. Na začátku zářívání v roce 2009 se hodnota biomasy zoo-



planktonu ve vrstvě 0–10 m v průběhu roku pohybovala v rozmezí 0,1–0,5 g/m³. Hustota zooplanktonu byla nízká a výrazně klesala od hladiny ke dnu nádrže. V horní vrstvě byla v desítkách kusů na litr a u dna už jen 0,5 kusu na litr. V červnu početně převažovaly buchanky s jejich vývojovými stádii, v září buchanky, vznášivky a jejich vývojová stádia a také perloočky *Daphnia longispina*. V listopadu už jen vznášivky *Eudiaptomus vulgaris*.

V roce 2010 se biomasa pohybovala kolem 0,1 (0,05–0,15) g/m³. A také hustota zooplanktonu byla extrémně nízká. V teplém ročním období se pohybovala kolem 9 kusů/litr, na jaře a na podzim kolem 1 kusu/litr. Nejvyšší koncentrace (37,2 kusů/l v červnu a 49,6 kusů/l v září) byla zjištěna v profilu střed v hloubce 15 m, v obou případech zásluhou naupliových stádií buchaneček. To je na horním okraji chemokliny. Dá se předpokládat, že potravou jim byla zvýšená koncentrace bakterií v této vrstvě vody, například železitých. Početně nejvýznamnější složkou zooplanktonu byla vývojová stádia buchaneček přes 90 % všech jedinců. V druhé polovině roku však byla biomasa zooplanktonu tvořena především perloočkami *Daphnia longispina*. V některých vzorcích byl v tomto období významný i podíl kopepoditových stádií vznášivky *Eudiaptomus vulgaris*. Významné zastoupení těchto 2 velkých druhů v zooplanktonu bylo umožněno úplnou absencí rybí obsádky.

V roce 2011 byly pravidelně zjišťovány větší počty zooplanktonu, než v předchozích letech. Týkalo se to především horní vrstvy vody. Nedošlo však ke zvýšení biomasy zooplanktonu. Ta se naopak snížila na průměr cca 0,04 g/m³. To znamená, že převládly druhy menších velikostí.

Už bezprostředně po roztátí ledu v březnu 2012 se čerstvá biomasa zooplanktonu mírně

zvýšila na 0,1 až 0,12 g/m³. Během následujícího měsíce pronikavě narostla na 0,7 až 1,3 g/m³. Je to důsledek předpokládané eutrofizace jezera v důsledku zdvojnásobení jeho objemu v období říjen 2011 – duben 2012 přítokem vody z Ohře. Zatímco v jezeře před začátkem napouštění se koncentrace celkového fosforu pohybovala pod 10 µg/l, v Ohři je průměrná koncentrace kolem 100 µg/l. Během zbylého období napouštění jezera se dá předpokládat mírný pokles a po napouštění pronikavý pokles trofie na úroveň roku 2011. To se nutně obrazí i ve složení zooplanktonu.

Závěr

Složení zooplanktonu prodělalo během první poloviny plnění jezera Medard výrazné změny. Ještě před zahájením napouštění z Ohře docházelo k významnému zvýšení počtu druhů. Napouštěním z Ohře se zvýšil počet přítomných druhů zooplanktonu násobně, a to již po pokusném napouštění v zimě 2010/2011 a na začátku regulérního napouštění na podzim 2011. Čerstvá biomasa zooplanktonu v období, kdy převažoval přítok z vlastního povodí, klesala z cca 0,3 g/m³ v roce 2009 na cca 0,04 g/m³ v roce 2011. Pronikavě vzrostla v důsledku velkého příslunu živin během regulérního napouštění na jaře 2012 na cca 1 g/m³.

Sledování vývoje zooplanktonu jako součásti systematického hydrobiologického monitoringu, bude pokračovat i na dále po dobu plnění jezera Medard. Dosavadní průběh napouštění je velmi inspirativní i pro plnění dalších zbytkových jam, které bude v Podkrušnohoří v SZ Čechách pokračovat. Získané znalosti mohou být použity při následném managementu nádrže.



Co víme o račím moru v České republice po osmi letech výzkumu?

What we know about crayfish plague in the Czech Republic after eight-year research?

Eva KOZUBÍKOVÁ¹, Lenka FILIPOVÁ^{1,2}, Frédéric GRANDJEAN² & Adam PETRUSEK¹

¹Katedra ekologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Viničná 7, 128 44 Praha 2, ČR;
e-mail: evikkk@post.cz

²Laboratoire Ecologie et Biologie des Interactions, UMR 7267, Université de Poitiers, 40, av. du Recteur Pineau, 86022 Poitiers Cedex, France

Původní střeoevropské raci (rak říční *Astacus astacus* a rak kamenáč *Austropotamobius torrentium*) patří mezi klíčové druhy našich sladkovodních ekosystémů. Jedním z faktorů, které tyto raky mohou ohrožovat, je šíření značně agresivního račího moru. Původcem onemocnění je parazit *Aphanomyces astaci* (Oomycetes), který hubí celé populace evropských druhů raků. Naopak raci pocházející ze Severní Ameriky jsou k nemoci mnohem odolnější, ale mohou být přenašeči jejího původce. Dva zástupci těchto raků (rak pruhovaný *Orconectes limosus* a rak signální *Pacifastacus leniusculus*) se v současnosti invazně šíří i v České republice a na Slovensku a jejich populace jsou často zdroji infekce. V ČR jsme v letech 2004 – 2011 pomocí molekulárních metod detekovali *A. astaci* jako příčinu již deseti úhynů původních raků, u dalších šesti případů mohlo jít podle okolností úhynů také o račí mor a další úhyny mohly uniknout pozornosti. Konkrétní zdroj a způsob přenosu nákazy na lokality úhynů však často zůstává nejasný, což komplikuje prevenci račího moru. Pouze ve třech ze 16 uvedených případů byli na lokalitě úhynu původních raků nalezeni infikovaní raci pruhovaní a v jednom

případě je pravděpodobný přenos pomocí zoospor na rybářském vybavení. K poznání zdrojů nákazy může alespoň částečně přispět analýza DNA parazita, který vytváří geneticky odlišné kmeny vyskytující se na různých druzích amerických raků. Porovnáním kmenů *A. astaci* z hynoucích raků s kmeny z raků pruhovaných a signálních bylo v ČR prokázáno, že úhyny zde způsobují oba zmíněné druhy, přestože rak signální je u nás nakažen původcem račího moru obecně méně než rak pruhovaný. Nejméně v sedmi případech se zachovala část populace původních raků v horních úsecích zasažených toků, a to často nad migračními bariérami, které tak mohou hrát významnou roli v ochraně populací původních raků před jejich úplnou likvidací račím morem. I v takových případech však může být populace oslabena, a to snížením jejího genetického potenciálu. Račí mor tedy i v ČR snižuje pravděpodobnost přežití původních druhů raků.

Keywords: *Aphanomyces astaci*, invasive North American crayfish, mass mortality, transmission of infection



Ako reagujú spoločenstvá podeniek (Ephemeroptera) a pošvatiek (Plecoptera) na využívanie krajiny

Response of mayfly (Ephemeroptera) and stonefly (Plecoptera) assemblages to land use effects

Lucia KRIŠTOFOVIČOVÁ & Il'ja KRNO

Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, SR; e-mail: kristofovicova@fns.uniba.sk

V práci sme sledovali dopad využívania krajiny na spoločenstvá pošvatiek a podeniek v dvoch podhorských riekach v pohorí Veľkej Fatry. Na každej zo skúmaných riek – Ľubochnianka a Revúca boli stanovené 2 lokality (L1, L2; R1, R2), ktoré boli porovnávané z hľadiska rozdielneho využívania krajiny. Povodie Ľubochnianky môžeme považovať za minimálne narušené, kým v povodí Revúcej je zrejмый vplyv odlesnenia, poľnohospodárstva a urbanizácie. Odber makrozoobentosu bol realizovaný v rokoch 2007 – 2008 za použitia metódy STAR a celkovo sme zistili prítomnosť 23 druhov podeniek a 31 druhov pošvatiek. Okrem biologických boli sledované viaceré fyzikálno-chemické parametre. Získané dáta sme vyhodnotili pomocou RDA analýzy v programe CANOCO, druhy podeniek *Baetis vernus*, *Baetis fuscatus*, *Baetis rhodani*, *Baetis lutheri*, *Ephemerella ignita*, *Rhitrogena semicolorata*, *Caenis beskidensis* a pošvatiek *Nemoura cinerea*, *Nemoura flexuosa*, *Leuctra fusca*, *Leuctra hippopus* pozitívne korelovali

s narušenými lokalitami R1, R2 a so zvýšeným množstvom dusičnanov, fosforečnanov, jemnej partikulovanej organickej hmoty (FPOM), hodnotami maximálnej teploty a konduktivity, na druhej strane negatívne korelovali s lokalitami L1, L2 a obsahom kyslíka a množstvom hrubej partikulovanej organickej hmoty (CPOM). Pri porovnaní spoločenstiev podeniek a pošvatiek sa na lokalitách ovplyvnených land-usom (R1, R2) vyskytovala polovica z celkového počtu druhov podeniek. Oproti tomu až 83% zaznamenaných druhov pošvatiek bolo viazaných na minimálne degradované lokality (L1, L2) a teda spoločenstvá pošvatiek reagujú na negatívne vplyvy spojené s využívaním krajiny citlivejšie a iba veľmi málo druhov ich toleruje, zatiaľ čo podenky reagujú plastickejšie.

Príspevok vznikol vďaka podpore grantu VEGA č. 1/0705/11.

Keywords: land use effects, stonefly assemblages, mayfly assemblages



Vplyv prirodzených disturbancií na ekologický status tatranských bystrín na modelovom objekte pošvatiek (Plecoptera)

The influence of natural disturbances on the ecological status of the Tatra streams, using stoneflies (Plecoptera) as the model object

Il'ja KRNO¹, Ferdinand ŠPORKA², Tomáš LÁNCZOS³ & Elena ŠTEFKOVÁ²

¹Katedra ekológie, Prírodovedecká Fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina B2, 842 15 Bratislava, SR; e-mail: krno@fns.uniba.sk

²Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied, Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, SR

³Katedra geochémie, Prírodovedecká Fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava, SR

Abstract

A total number of 16 siliceous and carbonate streams located in the Tatra Mts (Slovakia) were investigated. The studied river basins have different deforestation range (0–45.5 %) influenced by windstorm. Daily and annual water temperature suggested that in streams overflow through windstorm damaged area were temperature higher than in undisturbed reference streams. Higher average nutrient concentrations in samples from some streams are connected with nutrient mobilization from disturbed forest soils after the windstorm. Most of damaged streams have higher trophic status, including POM and biofilms. Environmental variables, the stonefly assemblages and metrics, are influenced by windstorm along a gradient of catchments degradation. New stonefly metric (LN_index) expresses reliably influences of land cover, erosion and channel stability for mountain river ecosystems. We found out the kryal-nival influence on habitat characteristics and the stonefly assemblages.

Keywords: land cover, windstorm, alpine stream ecosystem, glacieret, ecological metrics

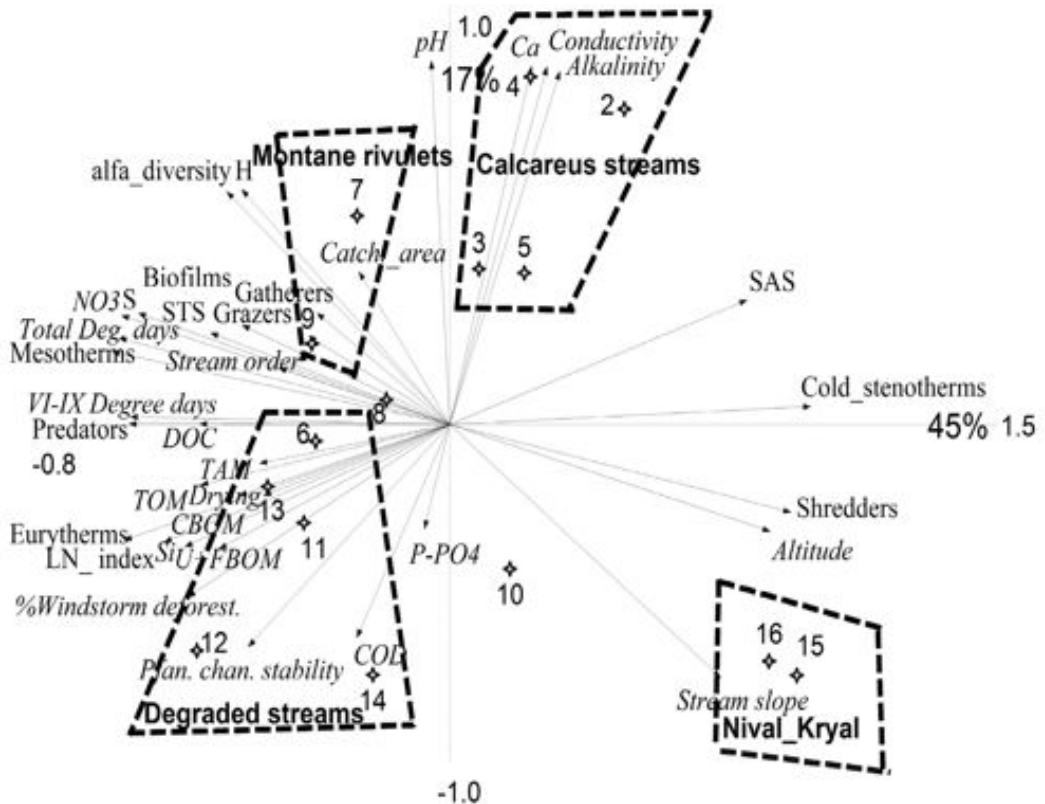
Úvod

Podľa Allana (2004) ekologická integrita, stav tokov a ich zdravie sú termíny, ktoré popisujú stav riečnych ekosystémov a ich reakcie na vplyv krajiny. Základné mechanizmy, ktoré ovplyvňujú odlesnenie krajiny je zmena hydrologickej dynamiky, zvýšená sedimentácia, eutrofizácia a negatívne vplyvy súvisiace s odstránením pobrežnej vegetácie. Ekológovia už dlho uznávajú silnú závislosť tokov od okolitého životného prostredia (Harding et al. 1998). Príbrežná zóna slúži ako nárazník medzi tokom a okolitým povodím a je tiež hlavným zdrojom organických látok. Vichrica 19. novembra 2004 zničila 12 000 hektárov lesa pozdĺž južných upätí tatranských hôr, vrátane sledovaných povodí. Tento unikátny prírodný úkaz ponúka široké možnosti pre ekologický výskum (Fleischer et al. 2011). Až 35,8 % lesa zo zalesneného tatranského územia bolo vyvráteného.

Alpínske ekosystémy boli navrhnuté ako citlivé indikátory klimatických zmien a antropogénnych vplyvov (McGregor et al. 1995). V po-

slednej dobe bola väčšia pozornosť venovaná ľahko zraniteľným vysokohorským tokom, ako reakcia na zvýšenie významu, ktorý tieto horné toky hrajú v hlavných riečnych systémoch. Po celom svete dochádza k regionálnym zmenám životného prostredia (Füreder et al. 2007) ako dôsledok zmeny klimatických podmienok. Partsch (1923) opísal 7 stálych ľadovčiek v oblasti Vysokých Tatier. Lukniš (1973) z nich potvrdil len 4. Najväčší z nich sa stále nachádza v údolí Medená kotlina, ktorá patrí do povodia Zeleného potoka. Dnes je tento ľadovec spojený s trvalým firnoviskom (Gađek & Kotyrba 2007). Za posledných 50 rokov klesla jeho plocha o viac ako 50 % na 0,024 km², jeho hrúbka dosahuje 20 m.

V tejto štúdii sme sa zamerali na analýzu variability horských tokov ovplyvnených vichricou, chceli sme paralelne posúdiť vplyv kryál-niválu na makrozoobentos vysokohorských tokov. Špecificky sme sa zamerali na environmentálne premenné a metriky pošvatiek pozdĺž gradientu degradácie tokov a pokúsili sme



Obrázok 1. PCA ordinácia metrik pošvatiek a environmentálnych premenných.
Figure 1. PCA ordination of stonefly metrics and environmental parameters.

sa predložiť novú ekologickú metriku, ktorá vyjadruje spoľahlivo vplyv pokryvu územia, erózie a stability koryta horských riečnych ekosystémov.

Materiál a metódy

V rokoch 2009 – 2011 sme v povodí Váhu a Popradu (Tatry) 4x (marec, máj, júl a október) odoberali hydrobiologické vzorky zo 16 silikátových a karbonátových tokov s rôznym rozsahom prirodzeného odlesnenia. Analyzovali sme prietoky, rýchlosti prúdenia vody, kontinuálne sme merali teplotu vody pomocou miniatúrnych termistorov (8-TR Minilogs, Vemco Ltd., Shad Bay, Nova Scotia, Canada), ďalej chemizmus vody pomocou Merck Spektroquantu (R). Nárasty a chlorofyl pomocou alumíniovej fólie zo 7–10 skál, TOM a POM podľa Krna et al. (2006). POM bol izolovaný pomocou série sít a Whatmanovými filtrami. Chlorofyl *a* bol stanovený pomocou ISO metódy. Stabilitu koryta

sme zachytili pomocou Pfankuchovho indexu (Pfankuch 1975).

Makroinvertebráta boli zberané AQEM metódou (AQEM Consortium 2002) z 20 plôšok (25 x 25 cm). Jednotlivé mikrohabitaty boli zberané osve, celkové výsledky boli prepočítané proporcionálne na základe pokryvnosti vybraných mikrohabitatov na celý tok.

Biologické a environmentálne dáta boli transformované – $\log(x+1)$, s výnimkou percentuálnych dát – bola použitá druhá odmocnina arc sinusu. Neparametrická Spearmanova poradová korelácia bola použitá medzi analyzovanými biologickými a environmentálnymi dátami. Ordinačná analýza pomocou počítačového balíku CANOCO® 4.5 bola využitá pri analýze tokov.

Výsledky a diskusia

V Zelenom potoku pod ľadovčekom sme zaznamenali minimálne koncentrácie Ca (2,5



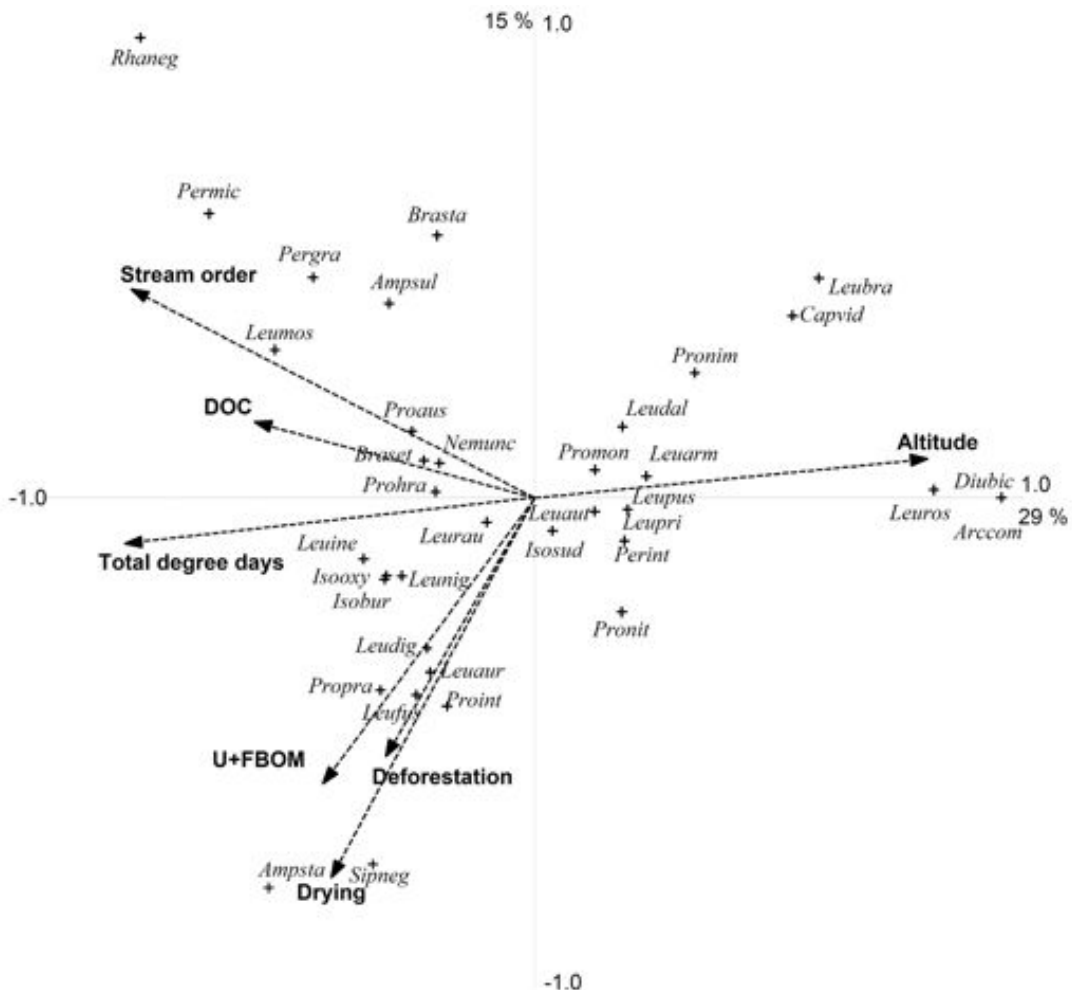
mg.l⁻¹), HCO₃ (8,8 mg.l⁻¹) a Si-SiO₂ (0,68 mg.l⁻¹), podobne množstvo nutrientov bolo veľmi nízke – NO₃, P-PO₄ (0,47 resp. 0,01 mg.l⁻¹). Výrazne vyššie koncentrácie sme zaznamenali v povodí Tomanovho potoka (sedimentárne horniny), kde Ca dosahuje 15–30 mg.l⁻¹, HCO₃ (84–106 mg.l⁻¹) a Si-SiO₂ (0,5–1 mg.l⁻¹), množstvo nutrientov bolo pomerne vysoké – NO₃, P-PO₄ (2,6–3,1 resp. 0,2 mg.l⁻¹). V pôvodných horských bystrinách granodioritového pásma Ca dosahuje len 5–7 mg.l⁻¹, HCO₃ (9–27 mg.l⁻¹) a Si-SiO₂ (1,9–2,7 mg.l⁻¹), množstvo nutrientov bolo – NO₃, P-PO₄ (1,9–2,2 resp. 0,1 mg.l⁻¹). Vo vyvrátených povodiach granodioritového pásma sme zaznamenali vyššie koncentrácie živín, ovplyvnené ich uvoľňovaním z lesných pôd po víchrici

NO₃, P-PO₄ (2–8 resp. 0,1–0,3 mg.l⁻¹). Tieto toky majú výrazne vyššie hodnoty POM i biofilmov (Obr. 1).

Extrémne nízke teploty sme zaznamenali v Zelenom potoku, kde maximálne teploty nepresahovali 5 °C a blízko pod ľadovčekom 3 °C. Denné letné kolísanie v referenčných tokoch nepresahovalo 2 °C, v odlesnených tokoch bolo takmer dvojnásobné.

Zaznamenali sme 43 druhov pošvatiek, ktoré vytvárali 4 rozdielne taxocenózy:

A – niválo-kryál, ktorý je reprezentovaný chladno stenotermnými alpínskymi druhmi – *Protonemura brevistyla*, *Leuctra rosinae* a *Capnia vidua*. Kawecka et al. (1978) zistili, že tatranský nivál je veľmi chudobný, dominujú v ňom



Obrázok 2. CCA ordinácia pošvatiek a environmentálnych premenných.
Figure 2. CCA ordination diagram of stonefly assemblages and environmental variables.



Diamesa latitarsis, *D. nowickiana*, *Prosimulium latimucro* (Diptera), a neskôr sa po prúde objavujú *Protonemura brevistyla*, *P. auberti*, *Leuctra rosinae* a predátor *Diura bicaudata* (Plecoptera).

B – horské referenčné bystriny s horskými druhmi – *Protonemura montana*, *P. nimborum* a *Leuctra armata*.

C – horské riečky charakterizované silne reofilnými druhmi *Brachyptera seticornis*, *Rhabdiopteryx neglecta*, *Perla grandis*.

D – degradované toky veternou smršťou s výskytom mnohých mezothermých a eurytermných druhov ako *Protonemura hrabei*, *P. intricata*, *P. praecox*, *Leuctra inermis*, *L. digitata*, *L. aurita*, *L. fusca*, *L. nigra*, *Isoperla oxylepis* a *Perlodes microcephalus*.

CCA vybrala 7 environmentálnych premenných (Obr. 2), ktoré odrážajú pôvodný gradient faktorov ovplyvňujúci rozšírenie pošvatiek v Tatrách, ako aj premenné viažuce sa aj na odlesnenie povodí. Z grafu vyplýva, že druhy *Leuctra braueri*, *L. rosinae*, *L. armata*, *Capnia viduala*, *Diura bicaudata* a *Protonemura nimborum* sú veľmi citlivé na zalesnenie povodí. Na druhej strane *Leuctra fusca*, *L. digitata*, *L. inermis*, *L. nigra*, *Protonemura intricata*, *P. praecox* a rod *Isoperla* tolerujú aj výrazné odlesnenie.

Referenčné horské toky pozitívne korelujú s viacerými metrikami pošvatiek (Obr. 1) ako je podiel chladne stenotermných druhov, SAS index (Krno 2007), podiel drvičov, a negatívne LN index ($LN_index = 1 - (L + N) / 100$; L – Leuctridae %, N – Nemoura % všetkých jedincov pošvatiek (Plecoptera)), podiel eurytermných druhov, počet druhov, podiel zoškrabávačov a predátorov. LN index klesá s plochou zalesnenia krajiny, so stabilitou koryta a s eróziou (TAM).

V týchto odlesnených tokoch sa zmenil prietokový a teplotný režim (zvýšenie denných a ročných maxím), dochádza k erózii a k zvýšeniu trofie (biofilmy, POM). Na podobné súvislosti poukázali (Allan 1995; Quinn et al. 1997; Johnson et al. 2007). Tieto toky mali vyššiu denzitu makroinvertebrát, najmä zberačov a zoškrabávačov. Masívne odlesňovanie karpatských tokov (Krno 1995, 2007) spôsobuje nielen zvýšenie eróziu, ale aj ovplyvňuje teplotný režim tak, že podhorské druhy pošvatiek výraznejšie prenikajú do horných tokov. SAS metrika (Krno

& Holubec 2009) sa osvedčila ako univerzálna metrika degradovaných tokov. Pošvatky sa ukázali ako vynikajúci objekt pre hodnotenie ekologickej integrity horských ekosystémov (Törnblom et al. 2011). Black & Munn (2004) zaznamenali, že pre krajinu a vodné ekosystémy je optimálna úroveň zalesnenia vyššia ako 80 %.

Vieira et al. (2004) zistili, že drviče a zoškrabávače sú výrazne zriedkavejšie v povodiach po rozsiahlych lesných požiaroch. V Slavkovskom potoku, postihnutom požiarom, sme nezaznamenali rod *Brachyptera* (zoškrabávač) a *Nemouridae* (drviče) boli výrazne zriedkavejšie.

Pri analýze množstva rozpusteného kremíka vo vode sme zaznamenali zaujímavý pozitívny vzťah medzi ním a podielom čeľade *Taeniopterygidae* (*Brachyptera* a *Rhabdiopteryx*).

PodĎakovanie

Práca bola podporená grantami VEGA 2/0059/09 a 1/0705/11.

Literatúra

- Allan J.D. 1995. Stream Ecology: structure and function of running waters. Chapman and Hall, London. 388 pp.
- Allan J.D. 2004. Influence of land use and landscape setting on the ecological status of rivers. *Limnetica* 23: 187-198.
- AQEM consortium 2002. Manual for the application of the AQEM system. 2002. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0. February 2002
- Black R.W. & Munn M.D. 2004. Using macroinvertebrates to identify biota-land cover optima at multiple scales in the Pacific Northwest, USA. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 23: 340-362.
- Fleischer P. 2011. Pokalamitný výskum vo Vysokých Tatrách – ciele, metódy a charakteristika lokalít. Štúdie o tatranskom národnom parku 10: 7-12.
- Füreder L. 2007. Life at the edge: Habitat condition and bottom fauna of alpine running waters. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 92: 491-513.
- Gądek B. & Kotyrba A. 2007. Contemporary and fossil metamorphic ice in Medana kotlina (Slovak Tatras), mapped by ground-penetrating radar. *Geomorphologica Slovaca and Bohemica* 7: 75-81.
- Harding J.S., Benefield E.F., Bolstadt P.V., Helfman G.S. & Jones E.B.D. 1998. Stream biodiversity:



- The ghost of land use past. *Proc. Natl., Acad.* 95: 14843-14847.
- Johnson R.K., Furse M.T., Hering D. & Sandin L. 2007. Ecological relationships spatial scale: implications for designing catchment-level monitoring programmes. *Freshwater Biology* 52: 939-958.
- Kawecka B., Kownacki A. & Kownacka M. 1978. Food relations between algae and bottom fauna communities in glacial stress. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 20: 1527-1530.
- Krno I. 1995. Stoneflies (Plecoptera) of the Vtáčnik mountains (West Carpathians). *Biologia* 50: 133-142.
- Krno I. 2007. Impact of human activities on stonefly (Insecta, Plecoptera) ecological metrics in the Hron river (Slovakia). *Biologia (Bratislava)* 62: 446-457.
- Krno I. & Holubec M. 2009. Effects of land use on stonefly bioassessment metrics. *Aquatic Insects* 31: Suppl. 1: 377-389.
- Krno I., Šporka F., Štefková E., Tirjaková E., Bitušík P., Bulánková E., Lukáš J., Illéšová D., Derka T., Tomajka J. & Černý J. 2006. Ecological study of a high-mountain stream ecosystem (Hincov potok, High Tatra Mountains, Slovakia). *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* 69: 299-316.
- McGregor G., Petts G.E., Gurnell A.M., Milner A.M., 1995. Sensitivity of alpine ecosystems to climate change and human impacts. *Aquatic Conservation* 5: 233-247.
- Lukniš M. 1973. *Reliéf Vysokých Tatier a ich predpo- lia*. Veda, Bratislava, 375 pp.
- Partsch J. 1923. *Die Hohe Tatra zur Eiszeit*. Leipzig, 208 pp.
- Pfankuch D.J. 1975. Stream reach inventory and channel stability evaluation. USDA Forest Service Northern Region, Montana.
- Quinn J.M., Cooper A.B., Davies-Colley R.J., Rutherford J.C. & Williamson R.B. 1997. Land use effect on habitat, water quality, periphyton, and benthic invertebrates in Waikato, New Zealand hill country streams. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 31: 569-577.
- Törnblom J., Degerman E. & Angelstam P. 2011. Forest proportion as indicator of ecological integrity in streams using Plecoptera as a proxy. *Ecological Indicators* 11: 1366-1374.
- Vieira N.K., Clements W.H., Guevara L.S. & Jacobs B.F. 2004. Resistance and resilience of stream insect communities to repeated hydrologic disturbances after a wildfire. *Freshwater Biology* 49: 1243-1259.



Předběžné výsledky výzkumu pošvatek (Plecoptera) v Moravskoslezských Beskydech a Podbeskydské pahorkatině

Preliminary results of the Stoneflies (Plecoptera) research in the Moravskoslezské Beskydy Mts. and the Podbeskydská pahorkatina Upland

Jiří KROČA

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., Mojmírovo náměstí 16, 612 00 Brno, ČR;
e-mail: jiri_kroca@vuv.cz

V letech 2003 – 2011 byly na území Moravskoslezských Beskyd a Podbeskydské pahorkatiny realizovány hydrobiologické výzkumy. Vzhledem k problematickým determinacím některých skupin hmyzu byli na lokalitách sbíráni také dospělci. Zpočátku se jednalo o metodu smýkání a sběr z vegetace a kamenů. Od roku 2007 byly na zájmových lokalitách instalovány Malaiseho pasti. Doposud bylo celoročně sledováno (polovina března – začátek dubna/ polovina října – začátek listopadu) 37 lokalit pomocí Malaiseho pastí a 12 lokalit metodou smýkání. Rozpětí nadmořských výšek lokalit je v rozmezí 289 – 1050 m n.m., rozpětí lokalit podle vzdálenosti od pramene je 50 – 29 740 m.

V současné době bylo na sledovaném území zaznamenáno 61 druhů (v ČR asi 91), tento počet však nemusí být konečný. Rod *Isoperla* doposud nebyl zpracován a v celkovém počtu druhů figurují 3 taxony doložené pouze na základě larev. Na složení společenstev pošvatek lze vysledovat změnu v podélném profilu toku, ale také odlišná společenstva v rámci nižších geomorfologických jednotek v důsledku odlišné geologie determinující morfologii toků, substrát dna a chemismus vody. V Moravskoslezských Beskydech byl zaznamenán nejvyšší počet druhů (podle imaga a pouze podle samců) v okrcích Radhošťský hřbet, Lysohorská rozsocha a Ropická rozsocha (max. 38) s typickými zástupci: *Arcynopteryx compacta*, *Perla grandis*, *Leuctra rosinae*, *Protonemura nimborum*, *Ampinemura triangularis*. Odlišná společenstva se nachází v Klokočovské hornatině (výskyt *Leuctra quadrimaculata* a *Leuctra bronislawi*, absence rodu *Perlodes*). Geomorfologická jed-

notka Zadní hory leží mezi oběma zmíněnými oblastmi, nemá svého typického zástupce. Vyskytují se zde však druhy, které žijí pouze zde a v jedné z vedlejších jednotek (*Perlodes intricatus*, *Capnia vidua*). Nejnižší počet druhů (6) byl zaznamenán v Podbeskydské pahorkatině na řece Morávka, charakterizovaný místně běžnými druhy (*Leuctra hippopus*, *Leuctra fusca*).

V prostředí Podbeskydské pahorkatiny však dochází k významným odlišnostem. Na hlavním toku (Morávka – podhorský tok) bylo zaznamenáno 6 – 19 druhů, v drobných přítocích řeky Morávka (většinou dlouhodobě odstavená ramena hlavního toku s proudící vodou a odlišným chemismem) 12 – 26 druhů. V tomto případě jsou však společenstva dočasně významně ovlivněna povodněmi, kdy se počty druhů výrazně zvýší a společenstva jsou obohacena také o taxony, které jsou typické pro horní partie horských toků.

Další částí výzkumu bylo „mapování“ výskytu kriticky ohroženého druhu *A. compacta* a dalších druhů z čeledi Perlidae a Perlodidae (mimo rod *Isoperla*). Odběry hydrobiologických vzorků byly prováděny od října do poloviny dubna, v letech 2007 – 2012. Doposud byl *A. compacta* nalezen na 15 tocích členitější části Moravskoslezských Beskyd, přičemž jeho výskyt se dá předpokládat na dalších asi 4 – 5 tocích.

Práce vznikla za podpory výzkumného záměru MZP 0002071101, projektu QJ1220233 a OP ŽP prioritní osa 6.1.

Keywords: Plecoptera, imago, Malaise trap, Moravskoslezské Beskydy Mts., Podbeskydská pahorkatina Upland



Diverzita mikro- a meiofauny na prameništích slatiništích

The diversity of micro- and meiofauna in the spring fens

Vendula KŘOUPALOVÁ, Věra OPRAVILOVÁ, Michal HORSÁK & Jindřiška BOJKOVÁ

Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR;
e-mail: vkroupalova@seznam.cz

Hlavním cílem této studie bylo popsat druhovou bohatost a strukturu společenstev mikro- a meiofauny na západokarpatských slatiništích na pomezí České a Slovenské republiky. Celkem bylo vzorkováno 13 lokalit lišících se minerální bohatostí a složením vegetace: a) pěnovecová slatiniště se srážením pěnovce (4 lokality); b) minerálně bohatá slatiniště bez srážení pěnovce s dominancí tzv. hnědých mechů z čeledi Bryidae (3 lokality); c) minerálně bohatá slatiniště s kalcitolerantními rašeliníky (3 lokality) a d) minerálně chudá slatiniště s dominancí rašeliníků (3 lokality). Na lokalitách byly v květnu roku 2006 odebrány vzorky z vlhkého a ponořeného mechu a sapropel.

Celkem bylo zjištěno 183 taxonů patřících do sedmi různých skupin mikro- a meiofauny. Dominantní složkou společenstva byly krytenky (Testacea) se 115 nalezenými taxony a více jak 19 000 jedinci, druhou nejvíce zastoupenou skupinou byli vířníci (skupina Monogononta) s 28 taxony (skupina Bdelloidea nebyla determinována). Nalezeny byly také druhy ze skupin Tardigrada, Oribatida, Ciliophora, Gastrotricha a Annelida, mezi nimiž byly zaznamenány některé vzácné a zajímavé druhy. Shluková analýza a detrendovaná korespondenční analýza (DCA) provedená na druhových datech potvrdila rozdělení lokalit do výše zmíněných čtyř skupin; druhové složení tedy korespondovalo se změnami v minerální bohatosti a složení vegetace na slatiništích. Pomocí programu PC-ORD byly na základě indikátorových hodnot jednotlivých druhů stanoveny indikační druhy pro dané skupiny slatiništ.

Dané skupiny lokalit se také lišily v počtu taxonů a početnosti jedinců, a to zejména u skupin Testacea a Monogononta. Nejnižší počty taxonů i jedinců u krytenek a vířníků byly zaznamenány na pěnovecových slatiništích se srážením pěnovce. Zatímco u krytenek dosahovala druhová diverzita i abundance nejvyšších hodnot na slatiništích s kalcitolerantními rašeliníky a na chudých slatiništích s rašeliníky klesala, v případě vířníků počet taxonů i jedinců výrazně narůstal s poklesem minerální bohatosti a nejvyšších hodnot dosahoval na chudých slatiništích s rašeliníky.

Zastoupení skupin Testacea a Monogononta se lišilo nejen mezi jednotlivými skupinami lokalit, ale také v rámci tří vzorkovaných habitatů. U krytenek byl na chudých slatiništích s dominancí rašeliníků zaznamenán úbytek druhů i jedinců ve vzorcích mechů a naopak nárůst abundance a diverzity v sapropelu. Tento trend byl pravděpodobně způsoben výraznějším poklesem pH ve vzorcích mechů (tvořených převážně rašeliníky aktivně okyselujícími okolní prostředí) než ve vzorcích sapropelu, kde krytenky zřejmě nacházely vhodnější podmínky. Naopak vířníci na všech lokalitách dominovali na stanovištích tvořenými mechy, pouze na chudých slatiništích s rašeliníky docházelo k mírnému zvýšení preference sapropelu.

Tato studie vznikla díky podpoře grantového projektu GAČR (P505/11/0779).

Keywords: Testacea, Monogononta, spring fens, mineral richness



Které faktory ovlivňují společenstvo pijavic (Clitellata: Hirudinida)? Srovnání tekoucích a stojatých vod

What ecological factors affect the leech assemblages (Clitellata: Hirudinida)? Comparison of running and stagnant waters

Nela KUBOVÁ & Jana SCHENKOVÁ

Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR;
e-mail: kubova.nela@seznam.cz

Společenstvo pijavic bylo vzorkováno ve čtyřech vybraných oblastech napříč Českou republikou v letech 2007 – 2010. Celkem bylo ovzorkováno 107 lokalit, z toho 51 lokalit tekoucí vody a 58 lokalit stojaté. Na každé lokalitě byly zaznamenány její morfologické charakteristiky, chemické proměnné vody a zjištěny klimatické údaje, např. množství srážek nebo průměrná roční teplota. Pijavice byly sbírány metodou ručního sběru, spočítány a determinovány do druhu. Celkem bylo nalezeno 17 druhů. Do statistických analýz poté vstupovaly charakteristiky společenstva, druhová diverzita a celková abundance pijavic. Naším cílem bylo nalézt a statisticky potvrdit proměnné prostředí, které mají signifikantní vliv na strukturu společenstva

pijavic. K tomu jsme použily ordinační analýzy a mnohonásobné regrese, vždy pro celé společenstvo i pro společenstva obou typů habitatů zvlášť. Ukázalo se, že hlavní význam na strukturu celého společenstva má množství dostupné potravy a teplota vody spolu s dalšími proměnnými, které se lišily v tekoucích a stojatých vodách. Klimatické ani chemické proměnné nebyly pro celkové společenstvo limitující. Společenstvo pijavic tekoucích vod bylo ovlivněno zejména složením substrátu, procentem zastínění hladiny a konduktivitou, kdežto ve stojatých vodách byly nejvýznamnější proměnné množství potravy a průměrná roční teplota.

Keywords: Hirudinida, assemblage, habitat



NPR Lednické rybníky – stav a udržitelná ochrana jejich slaniskové, litorální a vodní makrovegetace

The Lednice Fishponds National Nature Reserve – state of its salt-marsh, littoral and aquatic macrovegetation

Jan KVĚT^{1,2} & Štěpán HUSÁK³

¹Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR; e-mail: jan.kvet@seznam.cz

²CzechGlobe, Centrum pro výzkum globální změny AV ČR, Na sádkách 7, 370 05 České Budějovice, ČR

³Botanický ústav AV ČR, Dukelská 135, 379 82 Třeboň, ČR

Národní přírodní rezervace (NPR) Lednické rybníky obsahuje zejména oligohalinní mokřady a mělké vody charakteristické pro biogeografickou oblast Pannonicum. Geologický podklad (třetihorní mořské sedimenty) a půdy jsou mírně alkalické, poměrně bohaté solemi, zejména sírany. V létě a na podzim tyto půdy zpravidla zaschnou dokonce i podél rybníčních břehů. Vzlínající kapilární voda tak zasluje povrchovou půdní vrstvu. Toto stanoviště hostí halofilní rostliny, stejně jako mírně slaná voda (slanost cca 0,1 ‰). Přestože Lednické rybníky jsou především obhospodařovány jako rybochovné nádrže, státní ochrana přírody ČR se snaží vymezit přijatelný kompromis při využívání tohoto rybníčního systému chráněného i Ramsarskou úmluvou jako mokřad mezinárodního významu, který leží na území biosférické rezervace Dolní Morava. Některé z halofytních druhů zde již vyhynuly (*Salicornia prostrata*, *Suaeda prostrata*), ale většina z nich tu dosud přežívá. Toto tvrzení se týká 4 velkých rybníků (Nesyt, Hlohovecký, Prostřední a Mlýnský) o celkové ploše 582 ha a 15 rybníků menších, často využívaných jako plůdkové rybníky anebo výtažníky. Mezi fakultativně halofilní vodní řasy zde se vyskytující patří např. *Dunaliella salina* a některé druhy z rodu *Cladophora*. Vodní makrofyty s podobnými stanovištními požadavky jsou např. *Batrachium baudotii*, *B. rionii*, *Ceratophyllum submersum*, *Nitella mucronata* a *Utricularia vulgaris*. Z rostlinných druhů obnažených rybníčních den a sedimentů jsou to zejména *Crypsis aculeata*, *Cyperus michelianus*, *Heleocholea alopecuroides*, *H. schoenoides*, *Pseudognaphalium luteoalbum* a *Samolus valerandi*. Rybníční pobřežní pásma (litorály) hostí dobře vyvinutá litorální společenstva helofyt, především poros-

ty s dominancí druhů *Phragmites australis* nebo *Typha angustifolia* (fytocenologický svaz *Phragmition communis*) poskytující hnízdiště, úkryty a zimoviště živočišnému společenstvu tvořenému z četných druhů mokřadních savců, ptáků, plazů, obojživelníků, hmyzu, pavoukocvů, koryšů, atd. Lednické rybníky, zejména největší z nich, Nesyt, (322 ha), jenž je také nejstarší (první zmínka ve 13. století), jsou předmětem studia ekologů různých zaměření a ornitologů od 20. let 20. století, nejintenzivněji jako součást čs. mokřadního výzkumu v IBP (International Biological Programme) v letech 1965 – 74. Některé výsledky z té doby (Květ 1973; Husák & Hejný 1973; Úlehlová et al. 1973; Dykyjová & Květ 1978; Husák 1987) jsou v příspěvku porovnány s výsledky z poslední doby. Potřebný je udržitelný kompromis mezi rybníčním hospodařením a ochranou tohoto významného chráněného území.

Keywords: Ramsar site, Lower Morava (Dolní Morava) Biosphere reserve, fishpond management, halophytes, helophytes

Literatura

- Dykyjová D. & Květ J. (eds) 1978. Pond Littoral Ecosystems. Structure and Functioning Ecological Studies no. 28. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 490 pp.
- Husák Š. 1987. Vliv gradientu stanovištních faktorů na strukturu vegetace v rybníčních nádržích. CSc. (Ph.D.) disertační práce, Botanický ústav AV ČR., Průhonice.
- Husák Š. & Hejný, S. 1973. Marginal plant communities of the Nesyt Fishpond (South Moravia). Pol. Arch. Hydrobiol. 28: 461-467.
- Květ J. (ed.) 1973. Littoral of the Nesyt Fishpond. Ecological Studies. Studie ČSAV 15/73: 1-172. Academia, Praha.
- Úlehlová B., Husák Š. & Dvořák J. 1973. Mineral cycles in reed stands of Nesyt Fishpond in Southern Moravia. Pol. Arch. Hydrobiol. 28: 121-129.



Geochemia prírodných vôd a ich úloha v genéze stolových hôr Guayanskej vysočiny a ich (pseudo)krasových javov

Natural waters geochemistry and its role in the genesis of the Guyana highlands' table-mountains and their (pseudo) carstic phenomena

Tomáš LÁNCZOS¹ & Roman AUBRECHT²

¹Katedra geochemie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4, SR; e-mail: lanczos@fns.uniba.sk

²Katedra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4, SR

Abstract

The table mountains located in the Southeastern part of Venezuela, in the region called Gran Sabana represent remarkable geomorphological phenomenon of the area. Within those mountains are developed also extensive cave systems, although the rock material of the mountains are quartzites, very well resistant against weathering processes. Following our findings the cave systems development is connected with uneven distribution of diagenetic fluids within different sand strata, resulting in irregular lithification of the sediment. The subhorizontal cave systems are developed in less litified strata often supported by column like units as a consequence of so-called finger flow of diagenetic fluids through strata with hydraulic conductivity. The table mountains were probably developed as original solitaires in places were pre-existent lakes, river branches, deltas, or other bigger water bodies which served as water sources for diagenetic fluid formation beneath those water bodies.

Keywords: table mountains, cave systems, diagenetic fluids, speleogenesis, finger flow

Úvod

V predložennom príspevku prezentujeme interpretáciu výsledkov terénneho geologicko-geochemického výskumu na stolových horách Guayanskej vysočiny získaných počas dvoch expedícií v r. 2007 a 2009. Stolové hory sú výrazné geomorfologické fenomény Guayanskej vysočiny ktoré taktiež disponujú rozsiahlymi jaskynnými systémami. Izolovanosť jednotlivých plateau stolových hôr ako aj existencia jaskynných systémov s podzemnými tokmi a ďalších pseudokrasových javov ako sú hlboké trhliny, priepasti (grietas), jamy (simas), skalné mestá a pod. spolu s ďalšími faktormi ako sú charakter horninového materiálu a osobité klimatické podmienky vytvárajú špecifické habitaty pre suchozemské a aj vodné živočíšne a rastlinné spoločenstvá. Existujúce teórie vzniku týchto fenoménov (napr. Martini 1979; Briceño 1991; Carreño et al. 2005; Mecchia & Piccini 2009) sa na základe pozorovaných skutočností v teréne a interpretácie našich výsledkov ukázali byť nedostačujúce a z tohto dôvodu sme vypracovali vlastné hypotézy vzniku jaskynných systémov, ako aj samotných stolových hôr.

Charakteristika záujmového územia

Stolové hory sú geomorfologické útvary ohraničené kolmými stenami vysokými stovky metrov s náhornou plošinou na vrchole. V rámci záujmového územia sa vyskytujú v oblasti Gran Sabana, ktorá sa nachádza na území štátu Bolívar v juhovýchodnom cípe Venezuely, v blízkosti hraníc s Brazíliou a Guayanou. Oblasť je budovaná horninami Guayanského štítu ktorý patrí medzi najmenej preskúmané ale zároveň aj najrozsiahlejšie paleoproterozoické entity. Samotné stolové hory sú tvorené kvarcitmi a pieskovicami súvrstvia Matauí, najvrchnejšieho člena skupiny Roraima (Reis & Yánez 2001). Na základe častého výskytu krížového zvrstvenia ktoré je znakom existencie dún a čerín v kvarcitech súvrstvia Matauí možno usudzovať že materiál týchto hornín bol deponovaný predovšetkým v terestrickom a plytkovodnom prostredí (jazerá, divočie rieky, delty, plytké more). Minimálny vek týchto hornín je podľa Schobbenhausa et al. 1994 (in Santos et al. 2003) 1.96 Ga.



Speleogenéza jaskynných systémov stolových hôr

V súčasnosti najrozšírenejším modelom vzniku krasových javov v kvarcitových horninách je model arenizácie publikovaný Martinim (1979), t.j. rozpúšťanie kremenného tmelu kvarcivov penetratívnym spôsobom medzi jednotlivými zrnami a následné mechanické uvoľňovanie kremenných zŕn infiltrovanými zrážkovými vodami. Tento model bol aplikovaný pre vysvetlenie karstogenézy v kvarcivoch stolových hôr napr. Briceňom et al. (1991) a tiež napr. genéza krasového systému Aonda na venezuelskej stolovej hore Auyán Mecchiom & Piccinim (2009). V tejto hypotéze má voda úlohu rozpúšťadla kremitého tmelu a erózne, resp. transportné médium. Podľa našich poznatkov však voda predstavuje podstatne komplexnejší faktor v uvedených procesoch, navyše je dominancia rozpúšťacích procesov za daných podmienok dosť diskutabilná.

Ďalším diskutovaným faktorom je úloha mikroorganizmov v procese rozpúšťania kvarcivov. Korózia kremeňa a vytváranie plytkých panvovitých nádrží o polomere do cca 1 m (kamenica, opferkessel) pôsobením siníc a lišajníkov bioalkalizáciou boli popísané Brehm et al. (2005). Tieto procesy však prebiehajú najmä na povrchu, na speleogenézu zjavne nemajú podstatný vplyv. Barton et al. (2009) sa snažia vysvetliť aj speleogenézu jaskynných systémov na príklade vzniku jaskyne Roraima Sur (Cueva Ojos de Cristal) na hore Roraima. Nedostatkem tejto hypotézy je že popisované mikroorganizmy boli síce v jaskynnom prostredí identifikované, ale ich úloha v speleogenéze bola definovaná nejednoznačne, navyše sa jedná o extrémofilné organizmy, ktoré prežívajú za existujúcich špecifických podmienok, ich úloha, resp. existencia počas iniciácie tvorby jaskynných priestorov je málo pravdepodobná.

Voda má svoju špecifickú funkciu vytváraním predispozície tvorby pseudokrasových fenoménov v kvarcivoch už v procese ich diagenézy (spevňovania). Už na povrchu stolových hôr masívu Chimantá a Monte Roraima, ako aj vo vnútri jaskynných systémov, je zjavná rôzna odolnosť jednotlivých polôh kvarcivov voči erózii. V polohách s najmenšou odolnosťou je typická prítomnosť odolných stĺpovitých útvarov

vyvetrávajúcich zo stien. V jaskyniach tieto stĺpovité útvary často podopierajú stropy jaskýň, vytvárajúcich tak vnútorný skelet jaskynných priestorov. Slabo spevnený až nespevnený piesočnatý materiál spomedzi stĺpovitých útvarov bol podrobený skúmaniu v SEM na základe čoho sme zistili, že tento materiál nenesie stopy prítomnosti kremitého tmelu ktorý by bol v procese arenizácie rozpúšťaný a ani samotné kremenné zrná nevykazujú žiadne známky naleptávania, či rozpúšťania. Na základe tohto pozorovania usudzujeme, že tieto polohy boli najviac spevnené iba v rámci spomínaných stĺpovitých útvarov. Vznik takýchto útvarov môže byť dôsledkom tzv. prstového prúdenia, resp. prúdenia lievikom (Liu et al. 1994), ktoré vzniká počas presakovania diagenetických roztokov z nadložnej vrstvy piesku s nižšou hydraulickou vodivosťou do vrstvy ktorej hydraulická vodivosť je vyššia. Nadložná vrstva je v dôsledku nižšej rýchlosti prúdenia nasýtená roztokmi v celom objeme, avšak pri prestupe do vrstvy pod ňou sa prúdenie zrýchli, ale už nevyplní celý medzizrnový priestor polohy, ale postupuje v podobe prstovitých prúdov. Roztoky prednostne postupujú v prúdoch, kde už bol piesok raz zmáčaný (Liu et al. 1994), a tým pádom dochádza k diagenéze iba v priestore týchto postupových ciest ktoré sú spevnené vo forme stĺpov.

Napriek tomu, že chemické zloženie kvarcivov je reprezentované z vyše 95 % SiO_2 , je pôvod kremenného tmelu za daných podmienok nejasný. Rozpustnosť SiO_2 ako kremeňa je za podmienok bežného rozsahu pH prírodných vôd nízka, čo sa prejavuje aj v súčasnosti relatívne nízkymi koncentraciami kremíka v analyzovaných vzorkách vôd (koncentračný rozsah 0,02–1,36 mg.l⁻¹ SiO_2 vo vzorkách vôd povrchových a podzemných tokov), teda kremeň, ako zdroj tmelu, je málo pravdepodobný. Odpoveďou na túto otázku môže byť pomerne hojný výskyt tzv. „barro rojo“ – červeného blata, čiže bahnotokov hrdzavočervenej farby. V materiáli týchto bahnotokov boli pomocou RTG difrakčnej analýzy potvrdené obsahy minerálov ako sú kaolinit, pyrofilit, illit, kremeň a goethit. „Barro rojo“ teda možno považovať za produkt zvetrávania polôh pieskovecov s vyšším podielom aluminosilikátov, v dôsledku intenzívneho rozpúšťania/



zvetrávaní alumosilikátov (v podstate lateritizácie) v prostredí kyslých vôd stolových hôr. Okrem týchto reliktovej však tieto polohy nezostali zachované, pravdepodobne boli z nadložia kvarcítov oderodované. V procese lateritizácie okrem vzniku horeuvedených sekundárnych minerálov prebieha prechod časti katiónov a kremíka vo forme kyseliny kremičitej do roztoku. Touto reakciou sa môže dostať do roztoku až desať a viacnásobné množstvo kremíka ako rozpúšťaním kremeňa, teda zdrojovým materiálom kremenného tmelu môže byť zvetrávanie alumosilikátových minerálov dnes už neexistujúcich piesčitých polôh.

Hypotéza vzniku stolových hôr

Podľa všeobecne akceptovaných predstáv stolové hory predstavujú relikty kedysi súvislého kvarcitého súvrstvia. Tejto predstave však protirečí fakt, že na Gran Sabane sa nikde nezachovali menšie skalné útvary a balvany okrem blízkeho okolia stolových hôr. Popritom sa však zachovali relikty diabázových telies ktoré sú voči zvetrávaniu v tropických podmienkach menej rezistentné ako sú kvarcity. Tento fakt nás priviedol k myšlienke, že stolové hory predstavujú pôvodné solitéry ktoré vznikli litifikáciou diagenetickými roztokmi presakujúcich cez piesčité polohy s väčším zastúpením primárnych alumosilikátov (živcov, slúd, prípadne iných) v miestach, kde existoval zdroj vody v pôvodne arídnych, resp. semiarídnych podmienkach. Tento zdroj mohli predstavovať jazerá, slepé ramená, delty alebo iné väčšie telesá povrchových vôd.

Záver

Primárnou úlohou vody v genéze stolových hôr a ich jaskynných systémov je tvorba diagenetických roztokov. V dôsledku rôznych hodnôt hydraulickej vodivosti v jednotlivých polohách pieskov došlo k nerovnakej distribúcii týchto roztokov a tým aj k nerovnomernej litifikácii jednotlivých polôh, čo vytvorilo predispozíciu k tvorbe jaskynných systémov v slabšie litifikovaných polohách. Zdrojom SiO_2 kremitého tmelu bola kyselina kremičitá uvoľnená do roztokov v procese zvetrávania primárnych alumosilikátov.

Miesta vzniku stolových hôr ako pôvodných solitérnych útvarov sú pravdepodobne viazané na miesta, kde boli pôvodne väčšie telesá povrchových vôd, ktoré boli zdrojom vody diagenetických roztokov v arídnych alebo semiarídnych podmienkach.

Pod'akovanie

Práca bola financovaná z grantov agentúr APVV (grant APVV 0251-07) a VEGA (grant č. 1/0246/08).

Literatúra

- Barton H., Suarez P., Muench B., Giarrizzo J., Broering M., Banks E. & Venkateswaran K. 2009. The alkali speleogenesis of Roraima Sur Cave, Venezuela, pp. 802-807. ICS 2009 – The 15th International Congress of Speleology Proceedings, Kerville, Texas, July 19–26, 2009.
- Brehm U., Gorbushina A. & Mottershead D. 2005. The role of microorganisms and biofilms in the breakdown and dissolution of quartz and glass. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 219: 117-129.
- Brieco H.O., Schubert C. & Paolini, J. 1991. Table-mountain Geology and Surficial Geochemistry: Chimantá massif, Venezuelan Guyana Shield. *Journal of South American Earth Sciences* 3: 179-194.
- Carreño R., Pérez W., Galán C., Herrera F., Astort J., Blanco F., Villareal O., Cura I. del, Pérez M.A. & García G. 2000. Los 6,1 km de la Cueva Roraima sur, Estado Bolívar: La cueva de mayor desarrollo en rocas cuarcífitas. *Bolletín informativo de la comisión de geospeleología, Federación Espeleológica de América Latina y el Caribe – FEALC* 55: 27-28.
- Liu Y., Steenhuis T.S. & Parlange J.-Y. 1994. Formation and persistence of fingered flow fields in coarse grained soils under different characteristics in sands. *Journal of Hydrology* 159: 187-195.
- Martini J.E.J. 1979. Karst in Black Reef Quartzite near Kapsehoop, Eastern Transvaal. *Ann. South Afr. Geol. Surv.* 13: 115-128.
- Piccini L. & Mecchia M. 2009. Solution weathering rate and origin of karst landforms and caves in the quartzite of Auyan-tepui (Gran Sabana, Venezuela). *Geomorphology* 106: 15-25.
- Reis N.J. & Yanez G. 2001. O Supergrupo Roraima ao longo da faixa fronteira entre Brasil-Venezuela (Sana Elena del Uairen – Roraima Mountain), pp. 113-145. In: Reis N.J. & Monteiro M.A.S. (eds.), *Contribuição a geologia da Amazonia, Volume 2: Manaus, Brazil, Sociedade Brasileira de Geologia*.
- Santos J.O.S., Potter P.E., Reis N.J., Hartmann L.A., Fletcher I.R. & McNaughton N.J. 2003. Age, Source, and Regional Stratigraphy of the Roraima Supergroup and Roraima-like Outliers in Northern South America Based on U-Pb geochronology, *GSA Bulletin* 115: 331-348.



Ako reagujú pakomáre (Chironomidae, Diptera) na zmeny hydromorfológie podhorských tokov?

Can chironomids (Chironomidae) indicate hydromorphological degradation of lower mountainous streams?

Jarmila LEŠKOVÁ¹, Armin LORENZ², Daniel HERING² & Eva BULÁNKOVÁ¹

¹Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4, SR; e-mail: leskova@fns.uniba.sk

²Abteilung Angewandte Zoologie/Hydrobiologie, Fakultät Biologie, Universität Duisburg-Essen, Universitätsstr. 2, 45141 Essen, Deutschland

Napriek tomu, že pakomáre patria k najväčšej skupine dvojkřídlcov, sú pri hodnotení ekologickej kvality vôd využívané len okrajovo.

Cieľom tejto štúdie je potvrdiť indikačný potenciál pakomárov pri hodnotení hydromorfologických zmien dvoch podhorských tokov na východnom Slovensku. Z ôsmich lokalít na tokoch Udava a Olšava boli v rokoch 2008 a 2009 odobrané sezónne a habitatovo špecificky kvantitatívne a kvalitatívne vzorky makrozoobentosu. Epiritralové a horné metaritrálové úseky tokov boli charakterizované ako hydromorfologicky nenarušené, dolné metaritrálové a hyporitrálové úseky ako degradované. Nameňované boli chemicko-fyzikálne a metódou RHS vyhodnotené hydromorfologické parametre toku. Elimináciou redundantných environmentálnych parametrov bol metódou RDA a Spearman Rank Correlation vyhodnotený ich vplyv na výskyt a abundanciu pakomárov. Na základe výsledných hodnôt korelačného koeficientu bol zhodnotený indikačný potenciál niektorých druhov pakomárov.

Taxóny *Potthastia gaedi*, *Brillia bifida*, *Microtendipes rydalensis* gr., *Hydrobaenus lugubris* a.i. vykazovali pozitívnu koreláciu s faktormi, ktoré charakterizovali hydromorfologickú stabilitu toku: pobrežná vegetácia, zvyšky dreva v toku, zatienenie a stabilný breh (ďalej iba „good factors“). Spoločným znakom týchto taxónov je ich preferencia na drevnú a rastlinnú potravnú zložku (xylofágy, fytogágy), alebo POM. Prítomnosť ponorených koreňov a kmeňov stromov v toku je vyhovujúca aj v rámci ich

pohybovej stratégie, čím je prichytenie o pevný substrát.

Naopak, taxóny ako *Cricotopus bicinctus*, *Dictotendipes nervosus*, *Rheotanytarsus* sp., *Parachironomus* sp. a iné vykazovali negatívnu koreláciu s „good factors“. Pozitívna korelácia s hĺbkou len potvrdzuje ich závislosť na nižších úsekoch tokov, kde pomalé prúdenie a dostatočný prísun POM vytvárajú vhodný habitat pre ich výskyt.

Výsledky tejto štúdie tiež potvrdzujú, že vplyv pobrežnej vegetácie sa so zväčšujúcou šírkou toku v jeho dolných úsekoch znižuje, preto by na sledovanie dopadov hydromorfologickej degradácie na spoločenstvá pakomárov boli vhodnejšie vyššie úseky tokov. Za účelom odstránenia vplyvu pozdĺžnej zonácie pri vyhodnocovaní štruktúry spoločenstiev pakomárov hydromorfologicky nenarušených a degradovaných tokov bol náš výskum rozšírený o bodové zbery z ďalších 16 tokov z rovnakých ritralových úsekov. Odbery boli vykonané v metaritráli na hydrologicky podobných lokalitách, z ktorých polovica predstavuje hydromorfologicky nenarušené a zvyšok degradované lokality. Výsledky tejto štúdie budú prezentované na konferencii.

Práca bola podporená VEGA grantom č. 1/0705/11 a Nemeckou spolkovou nadáciou pre životné prostredie (DBU).

Keywords: chironomids, hydromorphological degradation, indicators



Biologické hodnotenie kvality povrchových vôd na základe spoločenstiev pošvatiek

Biological water quality assessment on the basis of stonefly assemblages

Margita LEŠŤÁKOVÁ

Výskumný ústav vodného hospodárstva, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 845 12 Bratislava, SR;
e-mail: lestakova@vuvh.sk

Larválne štádiá pošvatiek predstavujú významnú zložku temporálnej fauny bentických spoločenstiev tečúcich vôd, predovšetkým horských a podhorských tokov chladného a mierneho klimatického pásma so silným turbulentným prúdením a skalito – štrkovitým dnom, zriedkavejší je ich výskyt v stojatých vodách vysokohorských jazier. Pre väčšinu druhov je typická vyhranená ekologická valencia vo vzťahu k ich životnému prostrediu, preto sú ich larválne štádiá citlivými indikátormi kvality vodného prostredia.

Hodnotila sa schopnosť biologických metrick rozlíšiť ekologický stav vo vybraných typoch tokov (K2M, K3M, K4M, K2S) na základe údajov o pošvatkách zistených v rokoch 2003, 2004, 2005 a 2009 vo vzorkách z referenčných (neovplyvnených) a monitorovacích (antropicky ovplyvnených) lokalít. Na základe druhového spektra sa pomocou programu ASTERICS vypočítali niektoré základné metriky indikujúce určitý typ degradácie vodných biotopov (organické znečistenie, hydromorfologické zmeny, celková degradácia) – denzita, diverzita H' (Shannon-Wiener index), Sapróbny index (Zelinka & Marvan 1961), oligo (%) (scored taxa = 100 %), Rhithron Typie index, Aka+Lit+Psa (scored taxa = 100 %), drviče – Shredders (%) (scored taxa = 100%), zberače-zhŕňače – Gatherers/Collectors (%) (scored taxa = 100%). Ďalej sa vypočítalo skóre taxónov pošvatiek zistených na lokalitách – Stonefly Total Score (STS) a Stonefly Average Score (SAS), podľa Krno (2001, 2007), ktoré spoľahlivo určujú stav spoločenstva pošvatiek a následne pôvodnosť samotného biotopu vodného prostredia.

Žiadna zo zvolených metrick významne nerozlišovala naraz vo všetkých štyroch vybraných typoch tokov medzi referenčným a

ovplyvneným stavom. Schopnosť rozlišovať v troch typoch (K2M, K3M a K4M) potvrdili metriky index diverzity H' a STS, v dvoch typoch tokov (K2M a K3M) bola táto schopnosť štatisticky preukazná pre Sapróbny index, Rhithron Typie index a SAS. Iba v jednom type (K2M) zaznamenali štatisticky významný rozdiel medzi hodnotami v referenčných a monitorovacích lokalitách metriky denzita, oligo (%) (scored taxa = 100 %) a potravná gilda zberačov. Zaujímavé je vyhodnotenie metriky Aka+Lit+Psa (scored taxa = 100 %), ktorá rozlišuje medzi referenčným a monitorovacím stavom v type K2S, no posun k nižším hodnotám je zaznamenaný na referenčných lokalitách, čo svedčí o vyššej organickej záťaži tokov na lokalitách tohto typu. Na základe hodnôt zvolených metrick možno konštatovať, že v rámci referenčných lokalít bol vo všetkých typoch tokov potvrdený ich ekologický status, jedine v type K2S nadobúdal Sapróbny index vyššie a naopak index diverzity (H') nižšie hodnoty poukazujúce na zhoršenie podmienok. Navyše SAS index zaznamenal výrazný odklon od prirodzeného stavu na lokalitách v uvedenom type tokov s prítomnosťou euryékných druhov. Nízke hodnoty metrick v rámci monitorovacích lokalít boli zistené v denzite a diverzite v typoch K2M a K2S. U ostatných metrick priebeh hodnôt nepoukazoval na posun k výrazne zhoršenému ekologickému stavu v hodnotených tokoch. Hodnoty SAS pre monitorovacie lokality však vo všetkých typoch tokov poukazovali na zmenený stav spoločenstva pošvatiek poklesom indikátorových druhov a celkovo nižším počtom taxónov, čo je typické pre narušený biotop.

Keywords: stoneflies, metrics, running waters, degradation



Vliv nízké teploty na perloočku *Daphnia galeata*: adaptivní reakce nebo jenom důsledek vyšších metabolických nákladů

Low temperature effect on the cladoceran *Daphnia galeata*: adaptive response or just a result of higher metabolic costs

Jiří MACHÁČEK & Jaromír SEĎA

Biologické Centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav, Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, ČR;
e-mail: machacek@hbucas.cz

Abstract

In *D. galeata* populations living for a longer period at low temperature (e.g. overwintering populations) specific features of body length parameters and filtering apparatus morphology were recorded. Total body length of the newborn individuals was smaller and the head length to carapace length ratio was lower. Filtering setae number (FSN) in the third pair of thoracic limbs was lower. Laboratory experiments revealed that the main factor inducing these changes is low temperature in the period of embryonic development. The ecological significance of the changes is not yet resolved. The changes of the filtering apparatus morphology suggest an adaptation to low viscosity environment at low temperature, smaller neonate size may indicate hypothetically higher total costs needed for completing the phase of embryogenesis.

Keywords: *Daphnia*, embryogenesis, temperature effect, phenotypic plasticity

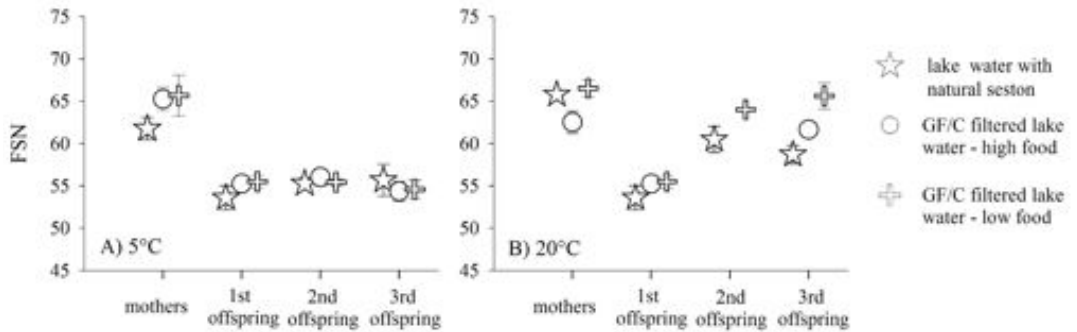
Úvod

Perloočky rodu *Daphnia* tvoří v mnoha nádržích mírného klimatického pásu tzv. permanentní populace. To znamená, že aktivní převážně partenogenetické samice jsou v nádrži přítomné ve větším či menším počtu po celý rok. Teplotní změny v průběhu roku, stejně jako výrazná teplotní stratifikace v hlubokých nádržích, způsobují, že perloočky jsou vystaveny teplotám v rozmezí přes 20 °C v letním epilimniu přes více méně stabilní teplotu kolem 4 °C v hypolimniu až k hodnotám blízkým nule v zamrzlých nádržích pod ledem. Přestože rod *Daphnia* patří mezi velmi často zkoumané organismy, o biologii a ekologii dafnií v nízkých teplotách, t.j. 10 °C a méně je udajů velmi málo. Východiskem pro tuto studii byla pozorování založená na analýzách vzorků populace *D. galeata* odebíraných během celého roku v nádrži Římov. Prvním pozoruhodným zjištěním bylo, že velikostní struktura přezimující populace *D. galeata* je posunuta ve prospěch menších velikostních tříd v porovnání s letní populací. Dále jsme zjistili, že u zimních populací dochází postupně k výrazné redukci počtu filtračních brv ve filtračním aparátu na hrudních končetinách. Tento příspěvek prezentuje výsledky další fáze, kdy jsme

v laboratorních pokusech sledovali zpočátku zejména morfologii filtračního aparátu (filtering setae number – FSN), o které je známo, že vykazuje značnou fenotypickou plasticitu a že je ovlivněná především úrovní potravy (Pop 1991). Zimní podmínky v nádrži jsou ovšem kromě nízké úrovně potravy charakteristické především nízkou teplotou. Proto bylo hlavním cílem experimentů odděleně posoudit vliv dvou faktorů – potravních podmínek a teploty vody. Protože se ukázalo, že FSN souvisí s velikostí těla jedinců prvního juvenilního instaru, v dalších experimentech jsme sledovali také vliv teploty v embryogenezi na velikostní parametry potomstva.

Metody

V prvním typu experimentů jsme použili dospělé ovigerční samice izolované ze vzorku zooplanktonu odebraného z nádrže koncem ledna 2010. V době odběru byla nádrž zamrzlá a populace *D. galeata* vykazovala inverzní vertikální distribuci s nejvyšší densitou v relativně nejteplejší vodě (kolem 4 °C) v hypolimniu. Hodnoty POC byly cca 0,2 mg L⁻¹ a průměrná plodnost byla kolem 3 vajíček na ovigerční samici. Do experimentu byly z čerstvě odebraného zooplan-



Obrázek 1. Počet filtračních brv (FSN) mateřských jedinců *D. galeata* izolovaných z nádrže Římov 29. ledna a FSN jejich potomstva ze tří po sobě následujících snůšek narozených při kultivaci ve dvou teplotách a třech potravních variantách. Znáznorněny jsou průměrné hodnoty ± 1 SE.

Figure 1. Filtering setae number (FSN) of *D. galeata* mothers isolated from the Římov Reservoir on 29 January with fully developed embryos in their brood pouches, and FSN of their offspring from the three consecutive clutches born after isolation and culture at two temperatures and three feeding variants. Mean values ± 1 SE are given.

ktonu vybrány samice, které nesly zárodky s ukončeným embryonálním vývojem a tedy bezprostředně před uvolněním ze zárodečného prostoru. Tyto samice byly individuálně kultivovány ve vodě z nádrže ve dvou úrovních teploty (5 °C a 20 °C). V obou teplotách byly tři potravní varianty: 1) seston z nádrže ve složení a množství v jakém byl v nádrži (cca 0,2 mg L⁻¹ POC); 2) laboratorní kultura *Scenedesmus subspicatus* adjustovaná na množství 0,2 mg L⁻¹ POC; 3) laboratorní kultura *Scenedesmus subspicatus* adjustovaná na množství 2 mg L⁻¹ POC. V každé ze šesti možných kombinací teploty a potravy bylo 7 replikací. Sledovaným parametrem byl počet filtračních brv (FSN) ve filtračním aparátu třetího páru hrudních nožek: i) u matek; ii) u potomstva vylíhlého bezprostředně po izolaci z nádrže (označené jako 1. snůška); iii) u potomstva dalších dvou po sobě následujících snůšek (2. a 3. snůška). Výsledky tohoto pokusu naznačily možnost embryonální indukce teplotou a proto byla v dalším experimentu použita metoda embryonální inkubace in vitro ve třech různých teplotách. Snůšky čerstvých vajíček samic laboratorního klonu *D. galeata*, cca 4–6 hodin po odložení do zárodečného prostoru matky, byly vyjmuty a rozděleny do tří skupin po 3–4 vajíčkách a každá ze tří skupin byla inkubována v jiné teplotě (6, 10 a 19 °C). U jedinců prvního juvenilního instaru byla změřena délka

těla, délka karapaxu a v pozdějších instarech zjištěny hodnoty FSN.

Výsledky

Výsledky prvního typu experimentů vcelku přesvědčivě ukazují zásadní vliv teploty na parametr FSN (Obr. 1). Vysoké hodnoty FSN u matek izolovaných z nádrže na konci ledna naznačují, že se jedná o jedince přežívající z podzimního období kdy byly tyto hodnoty v přírodní populaci zjištěny. S tím kontrastují značně uniformní a výrazně nižší hodnoty FSN u jedinců vylíhlých matek těsně po izolaci z nádrže. V dalších snůškách je patrný zřetelný rozdíl mezi různými teplotami. V nízké teplotě se udržuje nízký FSN i v dalších snůškách a ve všech potravních variantách. Naproti tomu ve vysoké teplotě dochází k postupnému zvyšování FSN v následujících snůškách a tento trend je patrný ve všech potravních variantách i když určitý vliv potravy je možno zaznamenat. U potomstva z první snůšky probíhala oogeneze i embryogeneze v nízké teplotě v nádrži. U druhé snůšky probíhala oogeneze v nízké teplotě v nádrži a embryogeneze u varianty se zvýšením teploty kde byly zaznamenány vyšší hodnoty FSN, ve vysoké teplotě v laboratoři. Tyto výsledky naznačují, že fáze kdy teplota ovlivňuje FSN je hlavně perioda embryonálního vývoje. To se projevilo i ve výsledcích experimentů s in vitro inkubací em-



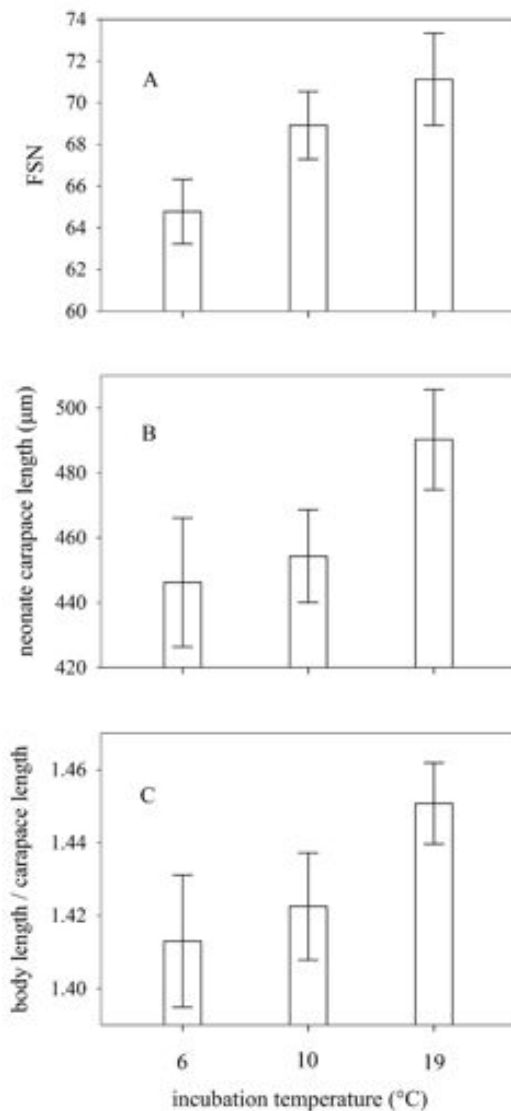
Obrázek 2. (A) – FSN, (B) – délka karapaxu, (C) – poměr délka těla/délka karapaxu u neonát *D. galeata* inkubovaných během embryonálního vývoje in vitro ve třech různých teplotách. Sloupce představují průměry pro jednotlivé teploty, úsečky znázorňují 95 % C.I.

Figure 2. (A) – FSN, (B) – carapace length, (C) – body length/carapace length ratio of neonates of the *D. galeata* laboratory clone incubated during embryonic development in vitro at three different temperatures. Bars represent the mean values for the three temperature groups; the whiskers illustrate 95 % C.I.

bryí v různých teplotách (Obr. 2). V těchto experimentech byla kromě parametru FSN měřena délka těla a délka karapaxu prvního juvenilního instaru. Výsledky ukazují zřetelnou závislost všech měřených parametrů na teplotě v době embryonálního vývoje. Hodnota FSN se snižuje s poklesem teploty, velikost neonát je výrazně nižší při vývoji v nižší teplotě a zároveň klesá poměr délky hlavy k délce karapaxu.

Diskuse

Dosavadní studie morfologie filtračního aparátu rodu *Daphnia* prokázaly značnou fenotypickou plasticitu těchto struktur prakticky výhradně v závislosti na potravních podmínkách (Kořínek et al. 1981; Koza & Kořínek 1985). Závislost počtu filtračních brv na teplotě je zcela novým příkladem fenotypické plasticity určované vnějším faktorem prostředí. Adaptivní význam reakce filtračního aparátu na potravní podmínky je vcelku zřejmý: špatné potravní podmínky – větší filtrační plocha a naopak menší filtrační plocha za příznivých potravních podmínek. Přičemž velikost filtrační plochy je určována především délkou filtračních brv. Počet filtračních brv je parametr, který má mnohem volnější vztah k velikosti filtrační plochy a tudíž k potravním podmínkám z hlediska nutriční hodnoty (kvanity) (Repka et al. 1997; Macháček nepubl. data). Počet filtračních brv souvisí více s velikostí mezer mezi brvami a pravděpodobně i s hustotou a délkou tzv. sekundárních brv, které tvoří ultrastrukturu filtračního aparátu. Adaptivní význam flexibility počtu filtračních brv je pravděpodobně v oblasti kvality filtračního procesu a jeho efektivity ve smyslu energetických nákladů a zisků při pohybu filtračních



končetin v prostředí s dramaticky rozdílnou viskozitou (teplotou).

O vlivu teploty během embryogeneze na velikost potomstva u rodu *Daphnia* existují podle našich informací pouze dvě studie. První je práce Esslové (1959), která prováděla in vitro inkubaci vajíček *D. pulex* a zjistila, že neonáty které prodělaly embryonální vývoj při 2–4 °C a při 28 °C jsou menší než ty které se vyvíjely při 20 °C. Gulbrandsen & Johnsen (1990) v obdobných experimentech naopak zjistili největší neonáty vyvíjené v 5 °C v porovnání s 10 a 15 °C. Jejich populace *D. pulex* však pocházela z norského jezera a byla pravděpodobně dlouhodo-



bě adaptovaná na nízkou teplotu. Zjištění, že v nízké teplotě jsme registrovali menší velikost potomstva než ve vysoké je zcela v rozporu s obecnou představou, že nízká teplota má za následek větší velikost organismů a zejména potomstva, které pak má v nepříznivých podmínkách větší šanci na přežití a úspěšný vývoj. Z tohoto důvodu se zdá být problematické interpretovat naše výsledky z hlediska adaptivního významu pro perloočky. Menší velikost potomstva v nízké teplotě může být způsobena vyššími energetickými souhrnnými náklady nezbytnými pro úspěšné dokončení dané etapy ontogeneze, v tomto případě embryonálního vývoje. Adaptivní význam přezimování populace v aktivních stádiích je nutno posuzovat v širším časovém kontextu, kdy populace má v časném jaru nejen výhodu náskoku v čase, ale teoreticky je možné, že chladově adaptovaní jedinci mohou mít i krátkodobou výhodu fyziologickou.

Poděkování

Práce byla finančně podporována grantem č. 206/09/1325 Grantové agentury ČR.

Literatura

- Kořínek V., Křepelová-Macháčková B. & Macháček J. 1981. Filtering structures of Cladocera and their ecological significance. II. Species of the genera *Daphnia* and *Ceriodaphnia*. Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Limnologie 21: 1567. (Abstract)
- Koza V. & Kořínek V. 1985. Adaptability of the filtration screen in *Daphnia*: Another answer to the selective pressure of the environment. Archiv für Hydrobiologie Beihefte Ergebnisse der Limnologie 21: 193-198.
- Repka S., Veen A. & Vijverberg J. 1999. Morphological adaptation in filtering screens of *Daphnia galeata* to food quantity and food quality. Journal of Plankton Research 21: 971-989.
- Pop M. 1991. Mechanisms of the filtering area adaptation in *Daphnia*. Hydrobiologia 225: 169-176.
- Esslová M. 1959. Embryonální vývoj parthenogenetických vajíček perloočky *Daphnia pulex*. Věstník československé zoologické společnosti 23: 80-88.
- Gulbrandsen J. & Johnsen G.H. 1990. Temperature-dependent development of parthenogenetic embryos in *Daphnia pulex* de Geer. Journal of Plankton Research 12: 443-453.



Výsledky Slovenska v interkalibrácii biologických metód

The Slovak intercalibration results on the biological methods

Jarmila MAKOVINSKÁ¹, Emília MIŠÍKOVÁ ELEXOVÁ¹, Peter BALÁŽI¹, Dana FIDLEROVÁ¹, Matúš HAVIAR¹, Vladimír KOVÁČ², Margita LEŠŤÁKOVÁ¹, Mária PLACHÁ¹, Soňa ŠČERBÁKOVÁ¹ & Gabriela HORVÁTHOVÁ¹

¹Výskumný ústav vodného hospodárstva, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, SR;
e-mail: makovinska@vuvh.sk

²Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina B-2, 842 15 Bratislava, SR

Abstract

The aim of the contribution is to present objectives, basic principles, approaches and results of the process of intercalibration. The results that Slovakia achieved in the European intercalibration for fish, benthic invertebrates, phytobenthos and macrophytes are described.

Keywords: intercalibration, fish, invertebrates, phytobenthos, macrophytes

Podľa prílohy V odseku 1.4.1 Rámcovej smernice pre vodu (2000/60/ES) je potrebné zabezpečiť porovnateľnosť výsledkov hodnotenia stavu vôd medzi členskými krajinami. Členské štáty si musia vytvoriť systémy monitorovania a hodnotenia povrchových vôd pre biologické prvky kvality (vodná flóra – fytoplanktón, fyto-bentos, vodné makrofyty, bentické bezstavovce a ryby) pre každú kategóriu povrchovej vôd (rieky, jazerá, brakické vody, pobrežné vody). Aby sa zabezpečila porovnateľnosť takýchto systémov, výsledky klasifikácie ekologického stavu sa vyjadrujú ako pomery ekologickej kvality. Pomer ekologickej kvality predstavuje vzťah medzi hodnotami biologických prvkov kvality v určitom útvare povrchovej vody a hodnotami týchto prvkov v referenčných podmienkach relevantných pre tento útvar. Pomer je vyjadrený ako číselná hodnota v rozsahu od nuly do jedna, pričom veľmi dobrý ekologický stav predstavujú hodnoty blízke jednej a zlý ekologický stav hodnoty blízke nule. Stupnica pomeru ekologickej kvality pre každú kategóriu povrchovej vody musí byť rozdelená do piatich tried, od veľmi dobrého po zlý ekologický stav v súlade s normatívnymi definíciami uvedenými v prílohe V odseku 1.2 Rámcovej smernice pre vodu (2000/60/ES). Európska komisia zabezpečuje proces interkalibrácie (interkalibračné porovnanie) prostredníctvom pracovnej skupiny ECOSTAT a vytvorených interkalibračných geo-

grafických podskupín. Prvá fáza interkalibrácie prebiehala v období rokov 2003 – 2007, druhá fáza (2007 – 2011) sa v súčasnosti ukončuje. Cieľom je zabezpečiť porovnateľnosť hraničných hodnôt medzi jednotlivými triedami ekologického stavu a normatívnymi definíciami biologických prvkov kvality uvedenými v Rámcovej smernici pre vodu (2000/60/ES) pre rovnaké typy a zabezpečiť tak ich harmonizáciu medzi jednotlivými členskými štátmi.

Prvá fáza interkalibrácie biologických metód

Pre potreby interkalibrácie boli vytvorené geografické interkalibračné skupiny (Severská, Centrálna/Baltská, Alpská, Mediteránna, Východná kontinentálna). Každá z vytvorených geografických interkalibračných skupín si zvolila spoločné interkalibračné typy pre každú relevantnú kategóriu. V prvej fáze interkalibrácie sa Slovensko zapojilo do Východnej kontinentálnej geografickej interkalibračnej skupiny pre kategóriu rieky a pre vybrané interkalibračné typy tokov. Výsledky do tejto geografickej interkalibračnej skupiny poskytli okrem Slovenska aj Česká republika, Maďarsko, Rumunsko (R-E1, R-E2, R-E4), Rakúsko a Slovinsko (R-E4). Požadované informácie pre interkalibráciu sa týkali vlastnej metodiky monitorovania (metódy odberu vzoriek, spracovanie vzoriek a determinácia taxónov), metodiky hodnotenia



Tabuľka 1. Výsledky prvej fázy interkalibrácie pre bentické bezstavovce.

Typ a krajina	Národná interkalibrovaná metóda	Pomer ekologickej kvality	
		Veľmi dobrý - dobrý	Dobrá - priemerná
Typ R-E4, R-E1, typ R-E2, typ R-E4			
Rakúsko	Multimetrická národná metóda (založená na najhoršej hodnote hodnotenia morfologickej degradability alebo organického znečistenia prostredníctvom Saprobneho indexu),	0,80	0,60

(splnenie požiadaviek Rámcovej smernice pre vodu – typová špecifickosť, stresorová špecifickosť, určenie referenčných podmienok, zahrnutie citlivých druhov), spôsobu výberu, resp. určenia referenčných podmienok, určenia kritérií/hodnôt pre podporné prvky kvality (nutrienty). Požadované údaje boli do interkalibrácie odovzdané za Slovensko pre bentické bezstavovce, fytozoozón, fytoplanktón a makrofyty. Vo vybraných typoch tokov sa nakoniec interkalibroval iba jeden biologický prvok kvality – bentické bezstavovce. Pre ostatné biologické prvky kvality neboli dostatočné súbory údajov pre interkalibračnú analýzu. Maďarsko, Česká republika a Rumunsko nespĺnili požiadavky na metódy vyplývajúce z požiadaviek Rámcovej smernice pre vodu. Slovenský multimetrický index pre bentické bezstavovce splnil požiadavky interkalibrácie pre všetky tri typy tokov (R-E1, R-E2, R-E4). Rakúsko však deklarovalo iba typ R-E4. Výsledky sú uvedené v Tabuľke 1 a boli oficiálne publikované v Rozhodnutí komisie (Commission Decision, 2008).

Druhá fáza interkalibrácie biologických metód

Druhá fáza interkalibrácie biologických metód začala v roku 2008. V tejto fáze boli vytvorené viaceré geografické interkalibračné skupiny (Severská, Centrálna/Baltská, Alpská, Mediterraána, Východná kontinentálna, resp. Dunajská skupina). Pre veľmi veľké toky bola vytvorená samostatná interkalibračná skupina (X-GIG Lar-

ge Rivers). Každá z vytvorených geografických interkalibračných skupín si zvolila spoločné interkalibračné typy pre každú relevantnú kategóriu. Slovensko sa zapojilo do interkalibrácie tokov pre kategóriu rieky a prvky bentické bezstavovce, fytozoozón, fytoplanktón a makrofyty v rámci Východnej kontinentálnej geografickej interkalibračnej skupiny. Kategóriu jazerá (podľa požiadavky veľkosti Rámcovej smernice pre vodu) Slovensko nepokrylo, nakoľko prirodzené jazerá požadovanej veľkosti nemá. V tejto fáze interkalibrácie sa Slovensko zúčastnilo aj interkalibrácie rýb v rámci Dunajskej interkalibračnej geografickej skupiny pre kategóriu rieky.

Pre bentické bezstavovce bolo celkovo bolo v druhej fáze interkalibrácie v rámci EC GIG interkalibrovaných osem štátov (Slovensko, Rakúsko, Maďarsko, Slovensko, Rumunsko, Bulharsko, Chorvátsko a Česká republika). Slovensko vstupovalo do interkalibrácie s národnou metodikou a spĺňalo všetkých deväť definovaných kritérií kompatibility s Rámcovou smernicou pre vodu. Slovensko poskytlo spolu 734 údajov v siedmych interkalibračných typoch. Porovnanie sa uskutočnilo prostredníctvom interkalibračného multimetrického indexu (ICM), ktorý pozostával zo štyroch metrických (% zastúpenie taxonomických skupín Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera; počet taxónov v skupinách Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata; skóre čeladi pod-

Tabuľka 2. Výsledné vyhodnotenie národných hraníc Slovenska (IC – interkalibračný typ, PEK – pomer ekologickej kvality, H – veľmi dobrý ekologický stav, G – dobrý ekologický stav, ICM – interkalibračná metrika).

Krajina	IC typy	Hraničné hodnoty národných PEK		Transformované hranice (ICM)		Odchýlka/interval triedy		Harmonizované hranice (národné PEK)	
		H/G	G/M	H/G	G/M	H/G	G/M	H/G	G/M
Slovensko	E1a, E1b, E2, E3, E4, EX4	0,8	0,6	1,02	0,78	-0,04	-0,23	0,8	0,6



Tabuľka 3. Výsledky interkalibrácie Slovenska pre rieky a bentické rozsievky.

IC typy	Korelácia hraníc	Výsledok	Slope test	Významnosť	Celkovo
R-E1a, R-E1b, R-E2, R-E3, R-E4, R-EX4	69,98; 73,82; 77,25; 73,44; 94,53; 70,89	OK	0,	OK	OK

Ľa citlivosti na organické znečistenie – ASPT; afinita k zóne v toku – IBR – Index of Biocenotic Region). Analýza bola urobená na základe korelačných koeficientov a pravdepodobnosti korelácie národnej metriky, resp. metrík s ICM pomocou „slope testu“.

Na základe uvedených výsledkov možno konštatovať, že Slovensko splnilo požadované kritériá pre druhú fázu interkalibrácie bentických bezstavovcov a zároveň boli úspešne interkalibrované všetky relevantné typy tokov s dostatočným počtom údajov. Slovensko sa zúčastnilo aj interkalibrácie veľmi veľkých tokov (X-GIG Large rivers). Interkalibrácia bentických bezstavovcov však nebola pre veľmi veľké toky ukončená.

Pre fytoENTOS (bentické rozsievky) bolo celkovo v rámci EC GIG interkalibrovaných osem štátov (Slovensko, Rakúsko, Maďarsko, Slovensko, Rumunsko, Bulharsko, Chorvátsko a Česká republika). Slovensko poskytlo za bentické rozsievky spolu 733 údajov v siedmich interkalibračných typoch, z tohto počtu v rámci typu R-EX5 (malé nížinné toky pod 200 m n. m.) nebol dostatočný počet odberových miest pre interkalibráciu, preto bol tento typ pre Slovensko vylúčený. Interkalibračný multimetrický index (ICM) pozostával z dvoch metrík IPS (index citlivosti na znečistenie) a TI (trofický index). Analýza interkalibrácie bola urobená rovnakým spôsobom ako v prípade bentických bezstavovcov.

Na základe predložených výsledkov možno konštatovať, že Slovensko spĺňa požadované kritériá pre druhú fázu interkalibrácie bentických rozsievok a zároveň boli úspešne interkalibrované všetky typy tokov s dostatočným počtom údajov. Klasifikačné schémy typov tokov, ktoré zodpovedajú interkalibračným typom je možné používať v daných typoch v prípade bentických rozsievok bez následných úprav. V interkalibrácii veľkých tokov boli pre bentické rozsievky použité ako ICM metriky

IPS a RT. Slovensko vykazovalo len minimálne odchýlky od ideálnych štandardizovaných hodnôt.

Slovensko sa zúčastnilo interkalibrácie makrofytov s výsledkami stanovenými už podľa modifikovanej metodiky. V prípade makrofytov bola použitá ako spoločná interkalibračná metrika tzv. pseudo-metrika (PCM), založená na priemerných hodnotách pomeru ekologickej kvality interkalibrujúcich metrík jednotlivých krajín. Interkalibračná analýza bola uskutočnená pomocou lineárnej regresie používaných metrík ku spoločnej pseudo-metrike. Najvyššie hodnoty korelácie boli vo všetkých testovaných typoch preukázané použitím slovenskej metodiky hodnotenia ekologickeho stavu. Pre typ podhorských riek boli hraničné hodnoty pomeru ekologickej kvality pre Slovensko a Rakúsko prísnejšie a bolo odporúčané zníženie hranice medzi veľmi dobrým a dobrým ekologickým stavom. Pre Slovensko boli navrhnuté zníženie PEK z 0,800 na 0,794 a pre Rakúsko z 0,875 na 0,845. Slovensko rovnako aj Rakúsko nepristúpili k úprave zníženia kritérií hodnotenia ekologickeho stavu a ponechali si prísnejšie kritériá.

V druhej fáze interkalibrácie rýb sa Slovensko zúčastnilo v rámci Dunajskej interkalibračnej geografickej skupiny pre kategóriu rieky. Túto skupinu Slovensko aj viedlo. Tak ako pri ostatných prvkoch kvality boli dohodnuté spoločné interkalibračné typy, zozbierali sa informácie o metódach vzorkovania, metódach hodnotenia, určenia referenčných podmienok a hraničných hodnôt. Tri krajiny vyhovel požadovaným kritériám. Každá národná metrika bola testovaná, či odráža tlaky (všeobecný tlak, zmeny koryta, bariéry, kvalita vody) a zároveň bola testovaná cez spoločnú interkalibračnú metriku. Slovensko splnilo všetky požadované kritériá a hranice ekologickeho stavu pre veľmi dobrý a dobrý a dobrý a priemerný stav boli úspešne interkalibrované.



Záver

Proces interkalibrácie prirodzených tokov a jazier bol v roku 2011, resp. 2012 ukončený. Veľké toky boli interkalibrované v rámci samostatnej skupiny. Slovensko úspešne interkalibrovalo štyri prvky kvality (fytobentos, bentické bezstavovce, makrofyty a ryby) pre prirodzené toky. Pre rieky sa neuskutočnila interkalibrácia fytoplanktónu. Vo všetkých vybraných interkalibračných typoch tokov pre všetky uvedené prvky kvality boli slovenské klasifikačné schémy v intervaloch, ktoré boli z hľadiska princípov a kritérií interkalibrácie požadované. V prípade veľkých tokov bol interkalibrovaný iba

fytobentos. Slovenské klasifikačné schémy sa pohybovali v rámci požadovaných rozsahov iba s minimálnymi odchýlkami, ktoré budú zapracované do klasifikačných schém v roku 2012.

Literatúra

Smernica 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady z 23. októbra 2000 ustanovujúca rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky. Úradný vestník Európskej únie, 15/zv.5, L327/1, s. 275-346.
COMMISSION DECISION of 30 October 2008 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise. Official Journal of the European Union, L 332/20-44.



Aktivita metanotrofních bakterií v Labi

Activity of methane-oxidizing bacteria in the River Elbe

Anna MATOUŠŮ^{1,2}, Roman OSUDAR^{3,4}, Karel ŠIMEK² & Ingeborg BUSSMANN³

¹Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR; e-mail: anna.matousu@gmail.com

²Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav, Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, ČR

³Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Biologische Anstalt Helgoland, Kurpromenade 201, 274 98 Helgoland, Deutschland

⁴Universität Potsdam, Am Neuen Palais 10, 144 69 Potsdam, Deutschland

Abstract

For improving the estimations on the CH₄ emission it is essential to cover the whole natural system in large-scale studies. In this context we quantified the activity of methane oxidizing bacteria (as a microbial “methane-biofilter”) over almost two seasons along a large European river system, the river Elbe, from its source in the Czech Republic towards to its estuary in the North Sea. The range of CH₄ concentrations and related microbial oxidation activities displayed a strong increase from the upper river parts, which includes mainly a natural river, to the polluted downstream canalized parts of the river with high CH₄ concentrations and microbial activities at some parts. In the water column of the estuarine zone a sharp decrease of the CH₄ concentration and CH₄ oxidation rates is mainly influenced by the increasing salinity. Additional parameters (temperature, dissolved oxygen, amount of suspended particular matter and nutrient content) are possible factors influencing the methanotrophic activity. Further investigations will compare the population structure of MOB at the different sites along the whole transect.

Keywords: aerobic methane oxidizing bacteria, methane oxidation, River Elbe

Řeky a jejich estuaria sice nepatří k největším biogenním zdrojům metanu, nicméně jejich role v cyklu metanu a potažmo i v cyklu uhlíku není zanedbatelná. Pro zpřesnění bilančních odhadů tohoto významného skleníkového plynu sledujeme aktivitu (oxidaci metanu) aerobních metanotrofních bakterií po delší časový úsek na transektu řeky Labe. Ke stanovení aktivity metanotrofních bakterií je však nezbytné znát i okolnosti, které tento proces ovlivňují.

Oxidaci metanu měříme pomocí metody radioaktivně značeného metanu ([³H]-CH₄). Dalšími měřeními parametry jsou koncentrace ve vodě rozpuštěného metanu, obsah nerozpuštěných (pevných) částic, obsah živin (NH₄, NO₃, NO₂, PO₄ a SiO₄), teplota vody a obsah kyslíku ve vodě.

Na české straně Labe jsem vytyčila 8 stanic tak, aby korespondovali hlavní měnící se vlastnosti řeky – tedy od nejméně narušené řeky (znečištěním i lidskými zásahy do podoby koryta) až po znečištěné a zmanipulované úseky. Vzoroky vody odebíráme ze břehu nebo pontonů, posud byla provedena tři vzorkování (květen 2011, říjen

2011, březen 2012). V estuáriu Labe bylo vytyčeno 7 stanic počínaje posledním jezem na Labi v Geesthacht, vzorky zde odebíráme z výzkumné lodi Ludwig Prandtl (od října 2010).

Na základě dosud získaných dat nelze formulovat určité „obecné chování“ metanu v řece. Aktivita metanotrofních bakterií se podél toku Labe výrazně mění a v podstatě lze nalézt dva vrcholy na české straně Labe a dva v estuáriu – místa s nejvyšší metanotrofní aktivitou. Tato místa jsou však od sebe natolik odlišná, že tuto vysokou aktivitu nelze vysvětlit pouze na základě námi měřenými parametry. Data však vykazují sezonalitu, pravděpodobně zde důležitou roli hrají jiné, lokální faktory, popřípadě jejich kombinace.

Pro upřesnění a vysvětlení měnící se metanotrofní aktivity na transektu Labe se v dalších analýzách zaměříme na složení metanotrofních společenstev za pomoci molekulárních metod. Pomocí manipulativních pokusů se pokusíme zjistit roli metanotrofních bakterií v potravním řetězci, tj. na predaci prvoky, a transport uhlíku pocházejícího z metanu do vyšších trofických úrovní.



Emergencia podeniek: význam svetelného režimu, teploty vody a klimatických faktorov

Emergence of mayflies: the meaning of light regime, water temperature and climatic factors

Zuzana MATUŠOVÁ & Marek SVITOK

Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, Zvolen 960 01, SR; e-mail: zuzana.matushova@gmail.com

Existujú viaceré štúdie potvrdzujúce vplyv teploty, svetelných podmienok a ďalších faktorov na emergenciu podeniek, no väčšina z nich bola realizovaná prostredníctvom terénneho pozorovania, kedy je náročné oddeliť vplyv spolupôsobiacich faktorov, alebo prebiehali v laboratóriách, kedy mohli byť výsledky ovplyvnené umelými podmienkami. V rámci našej štúdie sme overovali vplyv svetelného režimu, teploty a niekoľkých klimatických faktorov na emergenciu podeniek *Habroleptoides confusa* Sartori & Jacob, 1986 (Leptophlebiidae) a *Rhithrogena carpatalpina* Klonowska, Olechowska, Sartori & Weichselbaumer, 1987 (Heptageniidae) prostredníctvom terénneho experimentu, ktorý prebiehal v prirodzenom prostredí a zároveň umožňoval dobrú kontrolu vplyvu jednotlivých faktorov na emergenciu sledovaných druhov. Experiment prebiehal v období apríl – jún 2009 a 2010 na hornom úseku Breznického potoka (Kremnické vrchy, Slo-

vensko). Použitá bola jednoduchá metóda na odchov lariev vodného hmyzu in situ – PETing. Vplyv svetelného režimu sa prejavil len v prípade druhu *R. carpatalpina*, u ktorého dochádzalo k obmedzeniu vylietavania kvôli zvýšenej mortalite dospelých ným spôsobenej vplyvom permanentnej tmy, v prípade druhu *H. confusa* nebol vplyv svetelného režimu na emergenciu preukazný. Rastúca maximálna denná teplota vzduchu zvyšovala pravdepodobnosť emergencie v prípade oboch sledovaných druhov. Stabilná teplota vody emergenciu urýchlila, zatiaľ čo kolísanie teplôt emergenciu subimágo odďaľovalo. Vplyv svetla na emergenciu podeniek sa zdá byť hierarchicky nižšie postavený ako faktor teploty.

Keywords: Ephemeroptera, *Rhithrogena carpatalpina*, *Habroleptoides confusa*, emergence, light regime



Využitie vybraných metrík pri hodnotení vplyvu hydromorfologických zmien na bentické bezstavovce (Podlužianka, Jabloňovka)

Use of selected metrics for evaluation of impact of hydromorphological changes on benthic invertebrates (Podlužianka, Jabloňovka)

Emília MIŠÍKOVÁ ELEXOVÁ, Margita LEŠŤÁKOVÁ & Soňa ŠČERBÁKOVÁ

Výskumný ústav vodného hospodárstva, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 845 12 Bratislava, SR; e-mail: elexova@vuvh.sk

Abstract

Achieving good ecological potential of heavily modified water bodies by 2015 is one of the aims of Directive 2000/60/EC. Existing classification schemes for their assessment do not consider the effects of hydromorphological changes in the biota so far. In 2010 – 2011 we aimed to evaluate the extent of the mentioned impact on the benthic invertebrate community in the selected model stream Podlužianka and in the comparable natural stream Jabloňovka – both using biological metrics. Selected metrics (based on diversity, proportion of functional feeding groups, sensitive taxa...) were tested to choose the most appropriate of them, able to distinguish hydromorphological impact on benthic invertebrates. Natural species composition and type of hydromorphological impact should be considered by selection of suitable metrics.

Keywords: ecological potential, heavily modified, hydromorphological, benthic invertebrates, feeding groups

Úvod

Smernica 2000/60/ES (RSV) definuje výrazne zmenený vodný útvar (HMWB) ako útvar povrchovej vody, ktorého charakter sa v dôsledku fyzikálnych zmien spôsobených ľudskou činnosťou podstatne zmenil. Je teda charakteristický definovaním takých hydromorfologických (HYMO) zmien, ktoré môžu mať významný vplyv na biotu. Environmentálnym cieľom podľa RSV je dosiahnutie dobrého ekologického potenciálu (EP) pre HMWB do r. 2015, pričom SR ako členská krajina EU vypracovala klasifikačné schémy (KS) pre stanovenie EP (N.V. SR č. 269/2010 Z.z.). Vzhľadom na nedostatok informácií o vplyvoch HYMO zmien na biotu sa pristúpilo k vypracovaniu štúdie Podlužianka (Tóthová et al. 2011), s cieľom využiť získané údaje pri aktualizácii KS pre bentické bezstavovce. V r. 2010 – 2011 bolo našim cieľom vyhodnotiť mieru uvedených zmien na bentické bezstavovce vo vybranom modelovom toku Podlužianka a v porovnávacom prirodzenom toku Jabloňovka – prostredníctvom biologických metrík.

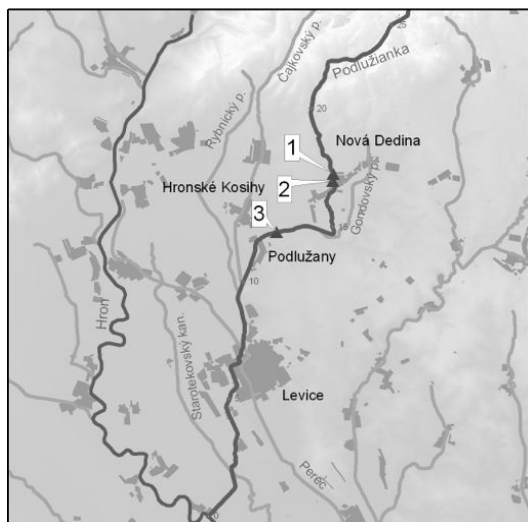
Charakteristika sledovaných vodných útvarov

Podlužianka (pôvodne Deberčský potok) ako ľavostranný prítok Hrona pramení v Štiavníc-

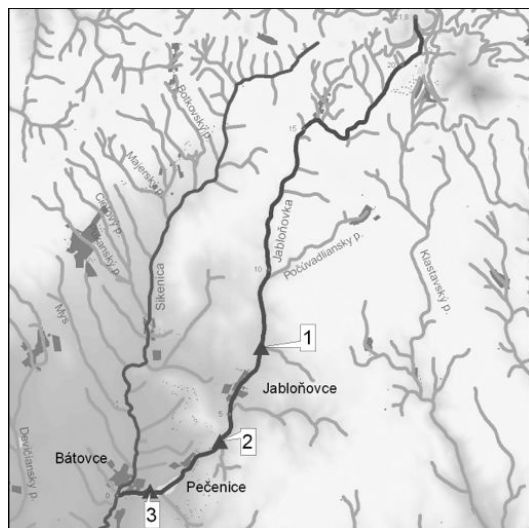
kých vrchoch v nadmorskej výške 569 m n.m.. Povodie Podlužianky má nížinný charakter, priemerný sklon toku je cca 15 ‰. Pôvodný tok (Stará Podlužianka) pravostranne ústi v nadmorskej výške 152 m n.m. do Sikenice pri Šárovciach, má charakter mŕtveho ramena. Preložka Podlužianky (Nová Podlužianka) ľavostranne ústi do Hrona vo Vyšnom nad Hronom, plocha povodia v profile ústia je 135,44 km². Od ústia do Rkm 19,9 je úsek klasifikovaný ako HMWB. Horný úsek je prirodzený. Jabloňovka, významný ľavostranný prítok Sikenice s dĺžkou 20,5 km, pramení v Štiavnických vrchoch v nadmorskej výške cca 790 m n.m. a ústi do Sikenice pod Bátovcami v nadmorskej výške cca 221 m n.m. Plocha povodia v profile ústia je 61,06 km², oba vodné útvary na toku sú prirodzené.

Metodika

Vzorky bentických bezstavovcov boli odoberané a spracované štandardizovanou metódou pre prebroditeľné toky (AQEM Consortium 2002) v troch termínoch (október 2010, máj a október 2011). Výsledkom stanovenia je zoznam determinovaných taxónov s vyjadrením denzity na odoberanú plochu 1 125 cm². Za účelom porovnania ekologických pomerov v hodnotených odberových miestach boli vybrané



Obrázok 1a. Odberové miesta v toku Podlužianka.
Figure 1a. Sampling sites in Podlužianka stream.



Obrázok 1b. Odberové miesta v toku Jabloňovka.
Figure 1b. Sampling sites in Jabloňovka stream.

metriky vypočítané pomocou softwaru ASTERICS 3.1.1. (AQEM Consortium 2002), α -diverzita spoločenstva podeniek, pošvatiek a potočníkov (α_{EPT}), SAS a LN_index podľa Krno (2007) a ústej informácie Krna. V toku Podlužianka boli monitorované bentické bezstavovce v troch odberových miestach (Obr. 1a): 1. Nová Dedina – nad mostom (Rkm 17,2), nad úpravou koryta s prírodným charakterom, 2. Nová Dedina – pod mostom (Rkm 16,9), pod úpravou koryta s napriamením a s dláždenými brehmi ale prirodzeným dnom a 3. Pod vakovou haťou (Rkm 12,5), nad obcou Podlužany, s dláždeným korytom v celom pričnom profile. Tok Jabloňovka sa sledoval tiež v troch odberových miestach (Obr. 1b): 1. Nad Jabloňovcami (Rkm 7,5) s meandrujúcim prirodzeným korytom, 2. Nad Pečenicami (Rkm 4,0) s prírodným kľukatým korytom a 3. Pod VN Bátorovce (Rkm 1,0) s kanalizovaným a dláždeným korytom.

Výsledky a diskusia

Na základe odberov vzoriek bentických bezstavovcov bolo vo všetkých odberových sezónach v troch hodnotených lokalitách zaznamenaných celkovo 117 taxónov v toku Podlužianka a 115 taxónov v toku Jabloňovka. Do vyhodnotenia vstupovali analýzy zo všetkých troch odberových kampaní, avšak jesenný odber z r. 2011 nemožno pokladať za reprezentatívny z dôvo-

du extrémne nízkeho vodného stavu po predchádzajúcom dlhotrvajúcom období sucha. Pre účely posúdenia zmien pozdĺž oboch sledovaných tokov so zameraním na zachytenie HYMO zmien bolo potrebné zvoliť metriky vhodné popisujúce zmeny v štruktúre bentického spoločenstva. Korelácie medzi využívaním krajiny, resp. HYMO parametrami a metrikami ukázali, že zastúpenie skupín Ephemeroptera, Plecoptera a Trichoptera počtom taxónov (EPT-taxa) spolu so sapróbnym indexom (SI) sú najlepšimi metrikami vyjadrujúcimi znečistenie a HYMO degradáciu v toku (Hering et al. 2004). Pre posúdenie zmien v celkovej degradácii boli ďalej zvolené metriky BMWP score a počet senzitivných taxónov. Na porovnanie druhovej rozmanitosti a vyrovnanosti bol vybratý Shannon-Wienerov index diverzity (H') a index equitability (E). Podľa Soldána a kol. (1998) a Doheta (2002) sú v rámci makrozoobentosu práve Ephemeroptera, Plecoptera a Trichoptera najvhodnejšie pre vyhodnotenie dlhodobých zmien v európskych tokoch a preto sme sa snažili doplniť hodnotenie o ďalšie metriky viazané na tieto indikačné skupiny. Práve citlivé pošvatky sú podľa Soldána a kol. (1998) viazané na horské a lesné oblasti chladných tokov. Krno (2000) udáva najvyššiu α -diverzitu pošvatiek tokov našich podmienok v 700–800 m n.m. a Derka (2005) uvádza 97 % druhov podeniek



Slovenska viazaných na nížinné a pahorkatinné biotopy do 500 m n.m.. Sledované toky patria k pahorkatinným až nížinným typom tokov, teda zastúpenie pošvatiek je v nich prirodzene obmedzené a naopak, pravidelne sme zaznamenávali početnejšie podenky a potočníky. Preto sme taxonomickú rôznorodosť na úrovni druhu vyjadrili sumárne pre všetky tri rady súčasne ako α -diverzitu EPT (α_{EPT}). Pomery funkčných potravných skupín sú podľa Merritt & Cummins (2007) ukazovateľom pôvodnosti ekosystému toku. Takto vyjadríme napr. zmeny autotrofie na heterotrofiu metrikou Grazers+Scrapers/Gatherers,Collectors+FiltererFeeders. Dominantný podiel zberačov jemnej organickej hmoty v sedimente tvoria máloštetinavce a larvy dvojkridlovcov, najmä pakomárovitých. Ich vyšší podiel vo vzorke indikuje degradáciu toku a je vyjadrený percentuálnym podielom Oligochaeta a Diptera (OD-Taxa [%]).

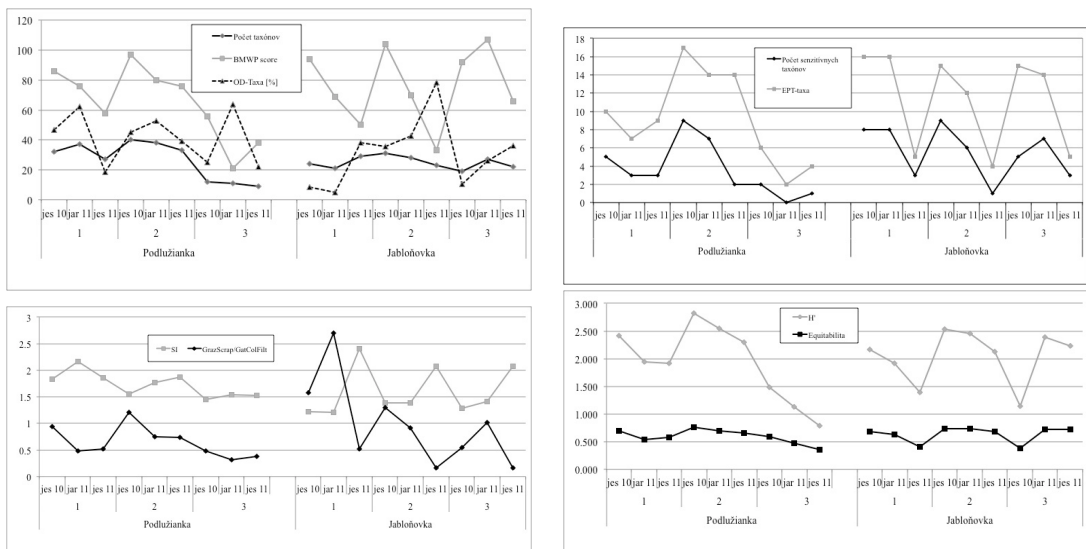
Pri porovnaní priebehov vypočítaných hodnôt zvolených metrick (Obr. 2) je zreteľná negatívna reakcia makrozoobentosu takmer u všetkých zvolených metrick v poslednej lokalite toku Podlužianka. Ide tu o vplyv dláždenia celého priečného profilu so sedimentovaným jemným organickým materiálom. Len SI a α_{EPT} (8,0) vykazujú v lokalite 3 priaznivejšie hodnoty, zrejme vplyvom samočistenia toku – 4,4

km pod Novou Dedinou. Najvýraznejšie reagovali metriky BMWP a indexy zahŕňajúce podiel citlivých skupín (EPT-taxa, počet senzitívnych taxónov) ale aj celkový počet taxónov a súvisiaci H'. V prípade lokality 2 ($\alpha_{EPT} = 7,3$) napriek úprave koryta nad profilom neočakávane vykazovali metriky priaznivé hodnoty v porovnaní s lokalitou 1 ($\alpha_{EPT} = 10,7$), čoho dôvodom môže byť zachovanie prirodzeného dna a prekysličenie vody pod prepacom. Vplyv VN na toku Jablôňovka sa zaznamenal v lokalite 3 ($\alpha_{EPT} = 8,3$ oproti $\alpha_{EPT} = 14,7$ v 1. a 14,0 v 2.) len poklesom počtu senzitívnych taxónov a čiastočne zvýšením podielu zberačov jemnej organickej hmoty a filtrátorov.

Najcitlivejšie reagovali zvolené metriky na extrémne zníženie vodnej hladiny vplyvom sucha na jeseň 2011, bez ohľadu na lokalizáciu odberového miesta. Sledované lokality nebolo možné preukazne vyhodnotiť podľa metrick SAS a LN_index, lebo sú závislé na určitom počte taxónov, resp. operačných jednotiek pošvatiek, ktoré boli prítomné len sporadicky.

Záver

Pri vytváraní hodnotiacich schém pre výrazne zmenené vodné útvary je potrebné zvažovať jednak geomorfologické a hypsometrické charakteristiky, plochu povodia a príslušnosť k



Obrázok 2. Priebeh hodnôt vybraných metrick v sledovaných tokoch (1,2,3 – poradie lokalít).
Figure 2. Course of values of selected metrics in surveyed streams (1,2,3 – sequence of localities).



ekoregiónu (napr. horský karpatský potok vs. nížinná panónska rieka), ktoré majú výrazný podiel na formovaní prirodzeného oživenia v danom toku. Následne je potrebné odlíšiť druh hydromorfologickej zmeny (spôsob úpravy koryta, úsek pod VN, samotná VN...) ktorá má spolu s vyššie spomenutými faktormi vplyv na výber vhodných biologických metrík, schopných zreteľne a preukazne rozoznať účinok každej posudzovanej zmeny. Extrémne hydrologické a hydromorfologické výkyvy sa výrazne odzrkadľujú na hodnotách metrík, pričom tak nie je možné zodpovedne vyhodnotiť vplyvy v pozdĺžnom profile toku. Pri aktualizácii klasifikačných schém pre stanovenie ekologického potenciálu bude potrebné za účelom testovania vhodnosti metrík rozšíriť databázu údajov o všetky monitorované vodné útvary, ktoré zahŕňajú rozmanité hydromorfologické vplyvy.

Literatúra

- AQEM CONSORTIUM 2002. Manual for the application of the AQEM system. 2002. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0. February 2002.
- Derka T. 2005. Podenky (Ephemeroptera) Slovenska – rozšírenie, pôvod, ekológia. Dizertačná práca. UK Bratislava.
- Dohet A. 2002. Are caddisflies an ideal group for the biological assessment of water quality in streams?, pp. 507-520. In: Proceedings of the 10th International Symposium on Trichoptera, Nova Suppl.Entomol., Keltern 15.
- Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October establishing a framework of Community action in the field of water policy.
- Hering D., Moog O., Sandin L. & Verdonshot P. 2004. Overview and application of the AQEM assessment system. *Hydrobiologia* 516: 1-20.
- Krno I. 2000. Rozšírenie pošvatiek (Plecoptera) na Slovensku. *Správy SZS* 18: 39-54.
- Krno I. 2007. Impact of human activities on stonefly (Insecta, Plecoptera) ecological metrics in the Hron River (Slovakia). *Biologia* 62/4: 446-457.
- Merritt R.W. & Cummins K.W. 2007. Trophic relationships of macroinvertebrates. In: Hauer F.R. & Lamberti G.A. (eds.) *Methods in stream ecology*. Academic press, 877 pp.
- Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 269/2010 Z.z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd.
- Soldán T., Zahrádková S., Helešic J., Dušek L. & Landa V. 1998. Distributional and Quantitative Patterns of Ephemeroptera and Plecoptera in the Czech Republic: A Possibility of Detection of Long-term Environmental Changes of Aquatic Biotopes. *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Masarykianae Brunensis, Biologia* 98: 1-305.
- Tóthová L., Bartík I., Valúchová M., Melová K., Paľušová Z., Barbušová L., Baláži P., Mišíková Elexová E., Fidlerová D., Ščerbáková S., Haviar M., Lešťáková M., Plachá M., Podolinská J., Flaškárová E., Fábryová D., Danačová & Bitušík P. 2011. Potenciál a interkalibrácia PV. Ročná záverečná správa. VÚVH, SVP, š.p., SHMÚ, Bratislava.



Vliv znečištění a přeshraničních vztahů na jakost vody v řece Dyji

Influence of pollution and transboundary relations on the water quality of the Dyje River

Hana MLEJNKOVÁ

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., Mojžírovo náměstí 16, 612 00 Brno, ČR;
e-mail: hana_mlejnkova@vuv.cz

Abstract

The water quality is influenced especially by the brought water pollution. In case of transboundary waters the water quality monitoring and its evaluation is complicated by different attitudes on both sides of the border. This contribution is aimed to the long-term problem with the Dyje River pollution below the confluence with the heavily contaminated Austrian river.

Keywords: Czech-Austrian transboundary co-operation, Dyje and Pulkava River, surface water quality

Úvod

Spolupráce mezi Českou republikou a Rakouskem v oblasti hraničních vod je upravena „Smlouvou mezi Československou socialistickou republikou a Rakouskou republikou o úpravě vodohospodářských otázek na hraničních vodách“ podepsané roku 1967. Bilaterální aktivity jsou realizovány Česko-rakouskou komisí pro hraniční vody (dále Komise), v jejímž čele jsou vládní zmocněnci obou zemí. Komise je složena z expertů pro jednotlivé obory jako hydrologie, jakost vody, vodoprávní legislativa, správa toků aj. Z věcného hlediska je spolupráce na hraničních vodách zaměřena na zajištění stability státních hranic v úsecích, kde jsou tvořeny hraničními vodními toky; úpravy a údržbu hraničních vodních toků včetně výstavby a provozování objektů na těchto tocích, zásobování vodou a meliorace příhraničních území; ochranu hraničních vod před znečištěním, včetně příslušného monitoringu; hydrologii a hláskou povodňovou službu; vodohospodářské plánování a bilancování na hraničních vodách; ochranu vodních zdrojů pro zásobování vodou a vodohospodářská správní řízení týkající se hraničních vod.

Česko-rakouská státní hranice je dlouhá 466 km, z toho toky je tvořeno 173 km. Hlavními toky jsou Dyje, Lužnice a Malše. Kontrola jakosti vod byla na hraničních tocích prováděna společně s Rakouskem od 60. let minulého století. Monitoring zpočátku zahrnoval stanovení

chemických, biologických a mikrobiologických ukazatelů avšak s nedostatečnou četností (1 až 4 x za rok). Od roku 2008 došlo k zefektivnění a zvýšení výpovědní hodnoty výsledků monitoringu hraničních toků zařazením národních monitorovacích programů (situační a provozní monitoring) probíhajících podle požadavků Rámcové směrnice EU. Tím byla dosažena vyšší frekvence odběrů, srovnatelný rozsah analýz a vyšší počet odběrových profilů. Program monitoringu jakosti česko-rakouských hraničních vod je účelově doplňován tam, kde není v rámci státních monitorovacích sítí dostatečné pokrytí hraničních toků monitorovacími profily nebo kde existuje významný vodohospodářský problém (viz Příklad Pulkava – znečišťování Dyje rakouskou Pulkavou).

Využití národních monitorovacích programů přineslo i komplikace, které jsou dány odlišným přístupem k hodnocení jakosti vod v obou zemích a rozdíly v analytických datech při zpracování ve více laboratořích (viz Problematika kontroly jakosti přeshraničních toků).

Příklad Pulkava – znečištění přicházející z Rakouska do české Dyje

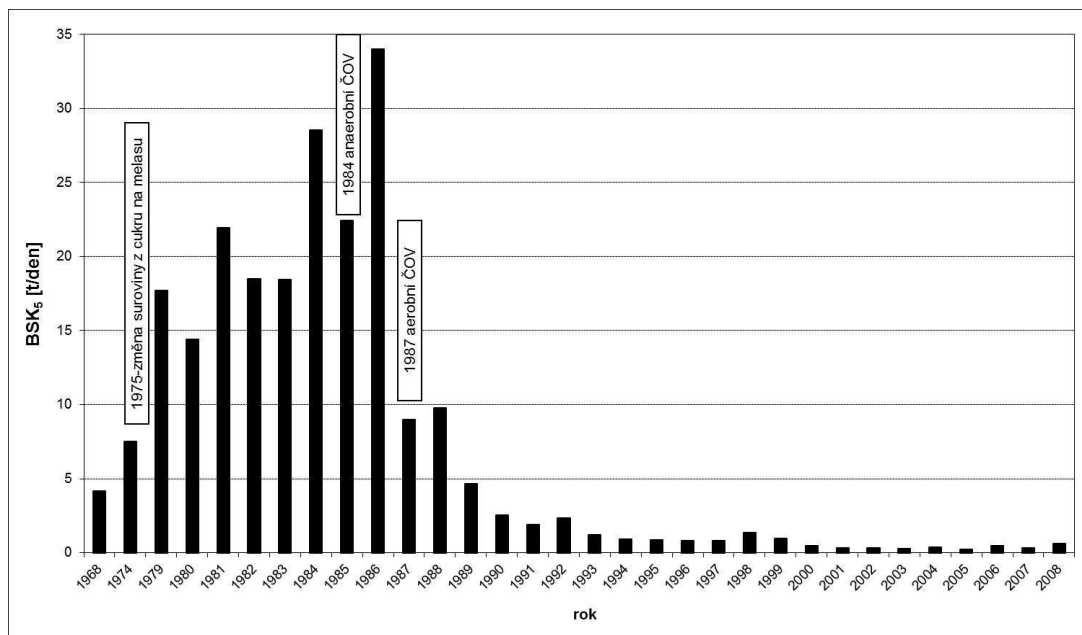
Řeka Pulkava (Pulkau) je 52 km dlouhý tok, s průměrným průtokem 0,48 m³/sec. V horní části povodí je to romantický meandrující tok avšak průtokem obcemi, často bez ČOV a zemědělskými oblastmi se z něj v dolní části povodí stává komunálně, organicky a fekálně

znečištěný tok, jehož jakost lze dle české normy ČSN 75 7221 dlouhodobě charakterizovat do třídy znečištěná až velmi silně znečištěná voda. Nedaleko ústí do Dyje vtéká do Pulkavy velký objem odpadních vod z rakouského chemického závodu na výrobu kyseliny citronové v Pernhofenu (cca 24 400 m³/den). Řeka Dyje si v místě zaústění Pulkavy „odskočí“ na cca 1,5 km dlouhý úsek na rakouské území, tj. „likvidace odpadních vod“ je zde celkem legálně řešena jejich odvedením na území jiného státu.

Výroba kyseliny citronové patří díky produkci silně znečištěných odpadních vod k jedné z nejproblematictějších chemických výrob. Rozhodnutí rakouské strany z období rakouského „socialismu“ v roce 1962 vyrábět kyselinu citronovou a vypouštět odpadní vody do nedostatečně vodného toku Pulkavy způsobilo silné zhoršení jakosti vody v řece Dyji na českém území. K dalšímu zhoršení jakosti vody došlo po změně suroviny z cukru na melasu v roce 1975. Voda obsahovala nejen vysoký obsah organických látek (BSK₅ v Dyji dosahovalo v roce 1981 až 1 130 mg/l), ale také vysoký obsah kyanidů, těžkých kovů a byla silně hnědočerveně zbarvena. Tento stav byl rakouskou stranou i přes

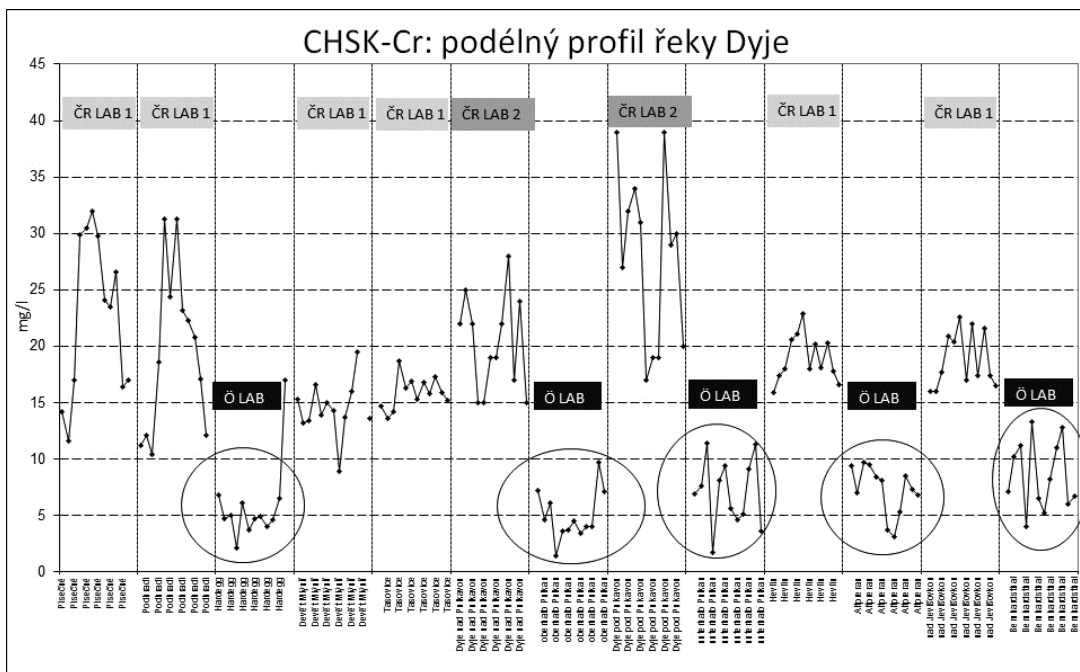
nesouhlas české strany legalizován. Po té co se situací začala zabývat Komise, uznala rakouská strana neudržitelný stav a vybudovala 2 stupně ČOV (Obr. 1).

Čištěním odpadních vod se výrazně zlepšila jakost vody v Dyji, stav však stále zdaleka neodpovídal českým požadavkům na jakost povrchové vody, navíc byla v chemickém závodě v roce 1988 zvýšena produkce odpadních vod. Tento stav byl opět přes nesouhlas české strany v roce 2000 legalizován rakouským vodoprávním rozhodnutím. Novou etapu vyjednávání mezi českou a rakouskou stranou vyvolala další potřeba změny výrobní suroviny, jejímž důvodem se stalo omezení výroby cukru a tudíž i melasy na základě vyhlášky EU o trhu s cukrem v roce 2006. Nová technologie, využívající glukózový sirup z kukuřice, měla v důsledku vést ke snížení produkovaného neobdouratelného organického znečištění a silného zbarvení vody. V této době byly již vztahy mezi oběma zeměmi na vyšší úrovni a byla snaha společně najít řešení akceptovatelné pro obě strany. Pozitivní přístup rakouské strany k řešení problému byl potvrzen v roce 2008 dohodou o dalším postupu snižování znečištění Dyje Pulkavou, včetně dosažení



Obrázek 1. Přísun organického znečištění Pulkavou do Dyje.

Figure 1. Input of organic pollution by the Pulkava River to the Dyje River.



Obrázek 2. Porovnání analytických dat z více laboratoří.
Figure 2. Comparison of analytic data from more laboratories.

společně akceptovatelného „cílového stavu“ jakosti vody v Dyji v zasaženém úseku, který bude závazný od roku 2015. Součástí dohody je omezení limitů vodoprávního rozhodnutí o přípustném znečištění odpadních vod (25 % snížení limitní hodnoty denních maxim pro CHSK/den, 35 % snížení ročního průměru pro CHSK/den, snížení limitních hodnot pro $N-NH_4$, $N-NO_2$, Cu a Zn na polovinu, postupné snižování množství kyaniidů) a příslib aktivní snahy o optimalizaci nových výrobních postupů, tak aby bylo dosaženo dalšího snížení zbytkových emisí CHSK. Navržený „cílový stav“ povoluje vyšší hodnoty v ukazatelích organického znečištění ve srovnání s cíli dle Rámcové směrnice, tak aby nemusela být výroba v chemickém závodě zcela zastavena.

Problematika kontroly jakosti přeshraničních toků

Obecným problémem při hodnocení jakosti toků zasahujících na území více států jsou zejména rozdíly v národní legislativě, projevující se v odlišných limitních hodnotách, v požadovaném rozsahu analýz a v celkovém hodnocení jakosti.

Dalším problémem, nejen přeshraničním, je odlišná kvalita dat z více laboratoří (Obr. 2).

Uvedené problémy komplikují dosažení shody při hodnocení stavu, které je nezbytné především v případech řešení mimořádného znečištění hraničních toků. Objektivitu hodnocení lze zvýšit mezilaboratorním porovnáváním prováděných analýz, prováděním kontrolních společných odběrů, konzultací prováděcích postupů a použitých metod a společným a oboustranně vstřícným přístupem k celkovému hodnocení stavu.

Závěr

Předcházení mezinárodních vodohospodářských problémů, týkajících se znečištění vod přenášeného přes hranice, je možné při plnění základních principů, mezi něž patří:

- sledování jakosti hraničních vodních toků a hodnocení jejich přeshraničního vlivu pravidelným monitoringem, akceptovaným oběma stranami;
- řešení aktuálních problémů i problémů zděděných z minulosti;
- hledání společné cesty při hodnocení jakos-



ti vod v „řekách bez hranic“, tedy tam, kde se v některém úseku toku liší limity, postupy, cíle, zájmy, monitorovací programy, finanční možnosti...

Literatura

Kočková E., Mlejnková H. & Žáková Z. 2003. Půl století sledování jakosti vody hraničních toků s Rakouskem. VTEI 45/1: 14-15.

Kočková E., Mlejnková H. & Žáková Z. 2006. Half a Century of Monitoring Czech-Austrian Transboundary Water Bodies, pp. 70-85. In: Blažková. Š. (ed.), T.G. Masaryk WRI Collection of Papers 2006, VÚV T.G.M., Praha.

Mlejnková H., Kočková E. & Žáková Z. 2007. Dlouhodobé hodnocení přeshraniční problematiky zne-

čišťování řeky Dyje vlivem rakouského přítoku Pulkavy, pp. 5-28. In: Kalinová M. (ed.), Sborník prací VÚV T.G.M., Praha.

Mlejnková H. 2008. Vývoj dlouhodobého ovlivnění jakosti vody v Dyji rakouskou Pulkavou. Zprávy Povodí Moravy 2-3: 26-28.

Slezáková K., Mlejnková H. & Sedláček P. 2009. Vliv odpadních vod z výroby kyseliny citronové na ekotoxicitu povrchových vod, pp. 238-239. In: Kröpfelová L. & Šulcová J. (eds.), Sborník příspěvků 15. konference České limnologické společnosti a Slovenskej limnologickej spoločnosti. Česká limnologická společnost, Třeboň.

Protokoly z 1.-19. zasedání Česko-rakouské komise pro hraniční vody (1993-2011).



Adaptačné mechanizmy bakteriálnych degradérov organických toxických kontaminantov povrchových a podzemných vôd, pôd a sedimentov

The adaptation mechanisms of bacterial degraders of toxic organic pollutants that contaminate surface and underground water, soil and sediments

Slavomíra MURÍNOVÁ^{1,2}, Hana DUDÁŠOVÁ¹, Lucia LUKÁČOVÁ¹ & Katarína DERCOVÁ¹

¹Ústav biotechnológie a potravinárstva, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, SR; e-mail: murinova@vuvh.sk

²Výskumný ústav vodného hospodárstva, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, SR

Abstract

Toxic organic compounds are able to increase membrane fluidity and disrupt its function. Bacterial cells evolve few efficient adaptation mechanisms to counteract this damage. These mechanisms include the changes in phospholipids composition leading in an increase in membrane saturation, cis/trans isomerisation and cardiolipine synthesis. Anteiso branched fatty acids are transformed into iso isomers. Significant changes were observed also in cyclopropyl fatty acids occurrence. All these membrane alteration help the cell to survive.

Keywords: bacteria, stress responses, toxic effect, pollutant

Organická kontaminácia na Slovensku a možnosti jej odstránenia

V súčasnosti sa venuje veľa pozornosti remediačným technológiám pre dekontamináciu životného prostredia, najmä vôd, pôd a sedimentov riek a jazier. Environmentálne bioremediačné technológie využívajú bakteriálne kmene s degradačnou schopnosťou na odstránenie kontaminujúcich látok z prostredia. Nevyhnutnou podmienkou úspešnej biodegradácie organických kontaminantov je nielen schopnosť daného bakteriálneho kmeňa rozkladať kontaminanty, ale aj jeho schopnosť prežiť v kontaminovanom prostredí a kolonizovať ho.

Rôzne organické kontaminanty majú na mikroorganizmy žijúce v takomto prostredí negatívny vplyv. Najvýraznejšie sa to prejavuje na schopnosti rásť a na zmenách na cytoplazmovej membráne, ktorá ako prvá prichádza do kontaktu s kontaminantom. Pri príliš toxikom vplyve organických látok na bunku dochádza k strate degradačnej schopnosti a k smrti bunky. Väčšina z organických kontaminantov (PAU, PCB, bifenyly, pesticídy, PCP a pod.) je hydrofóbná, toxická a ťažko rozložiteľná (perzistentná). Tieto kontaminanty sú najhoršie z hľadiska ich schopnosti kumulovať sa do ži-

vých organizmov a následne ich poškodzovať. Na zdravie človeka pôsobia veľmi negatívne najmä v dôsledku svojich karcinogénnych a teratogénnych účinkov. Sú veľmi významnými kontaminantmi životného prostredia pretože mnohé z nich patria medzi tzv. „staré environmentálne záťažé“. Napr. PCB sa vyrábali v Chemku Strážske a.s. v rokoch 1959 – 1984. Pozostatok tejto výroby je približne 40 000 ton kontaminovaných dnových sedimentoch v Zemplínskej šírave, Laborci a Strážskom kanáli. Skládky priemyselného odpadu Predajná I a Predajná II predstavujú dve úložiská tekutého až kašovitého nebezpečného odpadu z kyslej rafinácie ropy – gudronu, produkovaného Petrochemou Dubovou v období 1964 – 1984 obsahujúceho najmä polyaromatické uhľovodíky. Medzi ďalšie environmentálne záťažé na Slovensku patrí aj pesticídny sklad Magnezitovce. Tento sklad obsahuje približne 4 500 kg chemikálií v poškodených obaloch, ktoré ohrozujú Mnišanský potok. Fenolové znečistenie podzemných vôd sa nachádza aj v retenčných nádržiach (Plešivec) patriacim Gemerským celulózkam a papierňam v Gemerskej Hôrke. Táto oblasť patrí do ochranného pásma prirodzeného liečivého zdroja a prírodného minerálneho zdroja (Paluchová 2009).

Hlavné mechanizmy adaptácie bunky na environmentálny stres

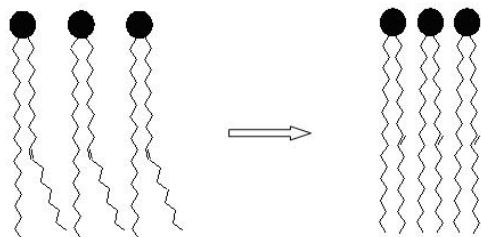
Odchýlky od optimálnych podmienok prostredia vyvolávajú v mikroorganizme celý rad procesov, ktorých hlavným cieľom je minimalizovať ich negatívny dosah. Adaptačné procesy prebiehajú synchronizovane tak, aby bunka pri čo možno najnižšom výdavku energie zabezpečila svoje hlavné fyziologické funkcie. Keďže membrána je prvým miestom kontaktu bunky a okolia, sú zmeny v tomto kompartmente nevyhnutnou podmienkou adaptácie celého mikroorganizmu a teda aj jeho schopnosti prežiť. Medzi základné mechanizmy adaptácie na environmentálny stres patria zmeny v zastúpení mastných kyselín (MK) vo všetkých lipidických frakciách a najmä membránových lipidoch. Membrána baktérií pozostáva najmä z fosfatidyletanolamínu (75 %), fosfatidylglycerolu, resp. fosfatidylcholínu (15–20 %) a cardiolipínu (5–10 %).

Rôzne organické kontaminanty sú známe svojou schopnosťou zvyšovať membránovú fluiditu (Pepi et al. 2008). Nárast membránovej fluidity môže viesť k poškodeniu bunky. Spúšťa nešpecifickú permeabilitu s inhibíciou membránovej aktivity. Protónová priepustnosť, ktorá je dôležitým parametrom životaschopnosti, je tiež ohrozená. Organické zlúčeniny kontaminujúce povrchové a podzemné vody a vodné sedimenty sú schopné včleniť sa do vnútornej vrstvy biologických membrán, čo vedie k napučaniu cytoplazmovej membrány a k stratám jej fyziologickej funkcie a aktivity v dôsledku nekontrolovaného protónového priesaku. Medzi tieto látky patria aj polyaromatické uhľovodíky, PCB, bifenyl, PCP, benzén, toluén a iné. Ide najmä o hydrofóbne toxické látky, ktorých hod-

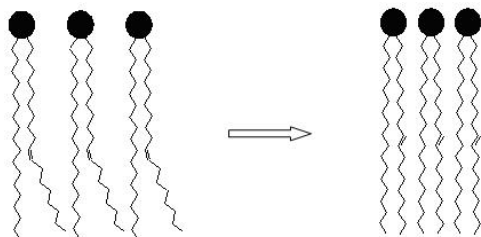
nota rozdeľovacieho koeficientu log P je v rozmedzí 1–5. (Sikkema et al. 1994). Na zabránenie straty bunkovej integrity a membránovej funkcie používajú baktérie tieto mechanizmy: saturácia MK – zvýšenie množstva nasýtených MK na úkor nenasýtených; izomerizácia cis nenasýtených MK na ich trans izoméry; nárast syntézy cardiolipínu pre dlhodobú adaptáciu v stacionárnej fáze; izomerizácia anteiso na iso MK za zníženia membránovej fluidity; zníženie množstva anteiso MK a zvýšenie nasýtených MK; zvýšenie cyklopropánových a vetvených MK.

Saturácia membrány

Nárast nasýtených MK v membráne má za následok zvýšenú toleranciu k toxickým zlúčeninám (Čertík et al. 2003; Mrozik et al. 2010; Zorádová et al. 2011). Zvýšenie saturácie sa prejavuje tak, že alkylové reťazce MK vo fosfolipidoch membrány sa priblížia k sebe a tým narastá rigidita membrány a teda aj tolerancia na aromatické substráty (Obr. 1). Tento mechanizmus zvyšuje usporiadanosť membrány a vedie k zníženiu jej fluidity, čo má za následok zníženie fluidizačného efektu vysokých koncentrácií hydrofóbných toxických organických látok, rovnako ako vysoké teploty. Zmeny v stupni saturácie potrebujú „de novo“ syntézu membránových lipidov, ktoré sú rastovo a energeticky závislé. To znamená, že iba energeticky závislá „de novo“ syntéza saturovaných MK vedie k nárastu nasýtenia u baktérií, čo môže byť príčina, prečo zmeny v stupni nasýtenia boli pozorované iba u rastúcich buniek. V prítomnosti takých koncentrácií rôznych toxických látok, ktoré viedli k úplnej inhibícii rastu, nasýtenosť MK nebola pozorovaná u žiadného z testovaných kmeňov (Duldhardt et al. 2010).



Obrázok 1. Nárast nasýtenia membrány zmenou nenasýtených MK na nasýtené.



Obrázok 2. Zníženie fluidity membrány zmenou cis nenasýtených MK na ich trans izoméry.



Cis/trans izomerizácia

Niektoré bakteriálne kmene sú schopné prispôbiť sa zmenám ich membránovej fluidity izomerizáciou ich cis nenasýtených MK na trans izoméry. Tieto dve formy MK majú odlišnú priestorovú štruktúru. Z tohto dôvodu premena cis formy na trans vedie k zníženiu membránovej fluidity a takisto k zníženiu stresu (Obr. 2). Trans MK sú formované riadenou izomerizáciou z komplementárnej cis konfigurácie s dvojitou väzbou v nezmenenej pozícii (Heipieper et al. 2003).

Cis-trans izomerizácia nie je závislá na raste, a tak je možná aj v nerastových podmienkach na rozdiel od zmien v saturácii. Koreluje s toxicitou a množstvom organickej látky v membráne. Z pozorovaní rodu *Pseudomonas* sa zistilo, že nie je energeticky závislá a teda nevyžaduje ATP molekuly alebo iné kofaktory ako NADPH a glutatión a pracuje aj bez potreby „de novo“ syntézy lipidov. Izomeráza je enzým kódujúci cis-trans izomerizáciu. Bola nájdená Cti sekvencia pre tento enzým u všetkých šiestich skúmaných kmeňov rodu *Pseudomonas*, ktorá zodpovedá za lokalizáciu cis-trans izomerázy v medzimembránovom priestore. Z tohto dôvodu iba dvojitá väzba v určitej hĺbke membrány môže dosiahnuť aktívne miesto tohto enzýmu a byť transformovaná (Heipieper et al. 2003). Tento enzým má N-terminálnu hydrofóbnu signálnu sekvenciu, ktorá sa odštiepi, keď je enzým vpravený do cieľového medzimembránového priestoru. Mechanizmus izomerizácie bol popísaný v roku 2004 (Heipieper et al. 2004). Ide o riadený atak dvojitej väzby nenasýtenej MK elektrofilným železným iónom (Fe^{3+}), ktorý vedie k uvoľneniu elektrónu z dvojitej väzby a vzniku radikálového komplexu kovalentne viazaného na železo. Ako sprievodný jav dochádza k nárastu pozitívneho náboja na jednom viazanom uhlíku, ktorý môže byť stabilizovaný negatívne nabitou aminokyselinou v enzýme. Kovalentné viazanie bude medzi oxidujúcim sa železom a jedným z dvoch atómov uhlíka z dvojitej väzby. Preto je enzým – substrátový komplex formovaný okolo elektrofilného železa, ktorý poskytuje hemová doména enzýmu. Ten odstráni elektrón z dvojitej väzby a dôjde tak k prešmyku sp^2 konfigurácie na sp^3 .

Následne je dvojitá väzba obnovená v polohe trans. Izomerizácia v tomto poradí je exotermická reakcia, a tak nepotrebuje energiu na svoj priebeh.

Nárast syntézy kardiolípinu

Kardiolípin syntáza radikálne zvyšuje adaptovateľnosť membránových lipidov na prítomnosť organických rozpúšťadiel. Nárast objemu kardiolípinu (difosfatidylglycerolu) je známym adaptačným mechanizmom. Dlhodobá adaptácia na toxické rozpúšťadlá je dosiahnutá aktiváciou efluxnej pumpy alebo biosyntézou a zmenou fosfolipidov umožňujúcich bunkám efektívnejšiu možnosť adaptácie a opráv. Pre dlhodobú adaptáciu fosfolipidovej časti membrány je stimulovaná produkcia kardiolípinu u mnohých druhov *Pseudomonas*. U baktérií bola popísaná iba „de novo“ syntéza kardiolípinu (Schlame et al. 2008). Prokaryotá menia obsah svojho kardiolípinu v závislosti od ich fyziologického stavu a fázy rastu. Počas exponenciálnej fázy môžeme nájsť v bunke iba stopové množstvá tohto fosfolipidu, avšak jeho syntéza sa zvyšuje s prechodom do stacionárnej fázy, osmotickým stresom alebo ako odpoveď na stratu energie. Kardiolípin stimuluje zmeny vo fyzikálnych vlastnostiach membrán. Napríklad už malé množstvo kardiolípinu znižuje laterálne interakcie medzi membránovými vrstvami, čo vedie k zníženiu energie potrebnej na natiahnutie membrány a preto stimuluje tvorbu membránového zvrásnenia (Nichols-Smith et al. 2004).

Zmeny v cyklopropánových a vetvených MK

Pri skúmaní vplyvu polyaromatických uhľovodíkov a fenolu na celkové lipidy a membránové lipidy rôznych bakteriálnych kmeňov sa zistilo, že množstvo cyklopropánových MK (C17-CP a C 19-CP) prudko narástlo po pridaní vyššej koncentrácie kontaminantu (Čertík et al. 2003; Mrozič et al. 2010).

Základnou zmenou vetvených MK po pridaní toxických látok je zmena iso polohových izomérov na anteiso MK. Tým dôjde k pevnejšiemu zomknutiu MK v membráne a zabráneniu prieniku týchto organických látok do vnútra bunky.



Literatúra

- Čertík M., Dercová K., Sejáková Z., Findřová M. & Jakubík T. 2003. Effect of polyaromatic hydrocarbons (PAHs) on the membrane lipids of bacterial cell. *Biology* 58: 1111-1117.
- Duldhardt I., Gaebel J., Chrzanowski L., Nijenhuis I., Härtig C., Schauer F. & Heipieper H.J. 2010. Adaptation of anaerobically grown *Thauera aromatica*, *Geobacter sulfurreducens* and *Desulfococcus multivorans* to organic solvents on the level of membrane fatty acid composition. *Microbial Biotechnology* 3: 201-209.
- Heipieper H.J., Neumann G., Kabelitz N., Kastner M. & Richnow H.H. 2004. Carbon isotope fractionation during cis-trans isomerization of unsaturated fatty acids in *Pseudomonas putida*. *Applied Microbiology and Biotechnology* 66: 285-290.
- Heipieper H.J., Meinhardt F. & Segura A. 2003. The cis-trans isomerase of unsaturated fatty acids in *Pseudomonas* and *Vibrio*: biochemistry, molecular biology and physiological function of a unique stress adaptive mechanism. *FEMS Microbiol. Letters* 229: 1-7.
- Mrozik A., Cycoń M. & Piotrowska-Seget Z. 2010. Changes of FAME profiles as a marker of phenol degradation in different soils inoculated with *Pseudomonas* sp. CF600. *International Biodeterioration and Biodegradation* 64: 86-96.
- Nichols-Smith S., Teh S.Y. & Kuhl T.L. 2004. Thermodynamic and mechanical properties of model mitochondrial membranes. *Biochemical and Biophysical Acta* 1663: 82-88.
- Paluchová K. 2009. Systematická identifikácia environmentálnych zátiaží na Slovensku – čo priniesla? *Enviromagazín* 14: 8-11.
- Pepi M., Heipieper H.J., Fischer J., Ruta M., Volterrani M. & Focardi S.E. 2008. Membrane fatty acids adaptive profile in the simultaneous presence of arsenic and toluene in *Bacillus* sp. ORAs2 and *Pseudomonas* sp. ORAs5 strains. *Extremophiles* 12: 343-349.
- Schlame M. 2008. Cardiolipin synthesis for the assembly of bacterial and mitochondrial membranes. *Journal of Lipid Research* 49: 1609-1619.
- Sikkema J., de Bont J.A.M. & Poolman B. 1995. Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. *Microbiology Review* 59: 201-222.
- Zorádová S., Dudášová H., Lukáčová L., Dercová K. & Čertík M. 2011. The effect of polychlorinated biphenyls (PCBs) on the membrane lipids of *Pseudomonas stutzeri*. *International Biodeterioration and Biodegradation* 65: 1019-1023.



Sezónní vývoj sněžných řas na ledové pokrývce vysokohorského plesa (Ladové pleso, Vysoké Tatry)

Seasonal development of snow algae on the ice cover of a high mountain lake (Ladové pleso, High Tatra Mountains)

Linda NEDBALOVÁ¹ & Evžen STUHLÍK²

¹Katedra ekologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Viničná 7, 128 44 Praha 2, ČR;
e-mail: lindane@natur.cuni.cz

²Ústav pro životní prostředí, Hydrobiologická stanice, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze,
P.O.Box 47, 388 01 Blatná, ČR

Barevné sněhy jsou nápadným fenoménem horských a polárních oblastí na celém světě. Způsobuje je růst sněžných řas, což je specializovaná skupina přizpůsobená životu v tajícím sněhu. V Tatrách byly barevné sněhy zaznamenány již v 18. století a výzkumu sněžných řas zde byla věnována řada prací, zaměřených převážně na taxonomii, ale také na ekologii. Údaje o sezónním vývoji těchto organismů však chybí.

V horách sněžné řasy často nalezneme v blízkosti vysoko položených ledovcových jezer, kde sněhová pokrývka vytrvá až do letních měsíců. Tato práce byla věnována sledování sezónního vývoje sněžných řas ve sněhové a ledové pokrývce Ladového plesa (Velká Studená dolina, Vysoké Tatry) v období únor – červenec 2001. Souvislé červené zabarvení sněhu způsobené druhem *Chlamydomonas cf. nivalis* se objevilo ve druhé polovině května, kdy početnost řas ve sněhovém profilu na povrchu plesa dosáhla maxima (~ 2 800 buněk.ml⁻¹ roztátého sněhu), převažovali bičíkovci. Vzhledem k předpokladu malého vlivu ztrátových faktorů v období intenzivního růstu sněžných řas bylo mož-

né odhadnout minimální růstovou rychlost (0,3 den⁻¹, 11 – 24. května). Celková biomasa řas ve sněhu rostla až do úplného roztátí ledové pokrývky jezera v červenci (díky tvorbě cyst, které jsou větší než bičíkovci) a dosáhla hodnoty 12,0 mm³.l⁻¹.

Ke konci sledovaného období jsme pozorovali také růst koncentrace sněžných řas ve vrstevnaté ledové pokrývce (~ 50 buněk.ml⁻¹ na přelomu června a července), který byl pravděpodobně způsoben zejména pasivním transportem buněk z povrchových vrstev. Vzhledem ke značné mocnosti ledové pokrývky zde bylo celkové množství řas na plochu srovnatelné se sněhovou vrstvou.

Sněžné řasy tak představují nezanedbatelný podíl z celkového množství částic, které se během tání ledové pokrývky postupně uvolňují do vodního sloupce a v období nízké produktivity fytoplanktonu mohou představovat významný zdroj potravy pro zooplankton.

Keywords: snow algae, *Chlamydomonas*, mountain lake, High Tatra Mountains



V tieni a na výslni – povrchová teplota vody a trvanie ľadovej pokrývky plies Vysokých Tatier závisí na nadmorskej výške, topografickom zatienení a batymetrii plies

Shaded and insolated – surface water temperature and ice cover of Tatra Mountain lakes depends on altitude, topographic shading and bathymetry

Milan NOVIKMEC¹, Marek SVITOK¹, Dušan KOČICKÝ², Ferdinand ŠPORKA³ & Peter BITUŠÍK⁴

¹Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, SR; e-mail: novikmec@vzsl.tuzvo.sk

²ESPRIT, spol. s r.o., Pletiariska 2, PO BOX 27, 969 27 Banská Štiavnica, SR

³Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied, Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, SR

⁴Katedra biológie a ekológie, Fakulta prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, SR

Prezentovaná štúdia odráža rastúcu potrebu lepšieho pochopenia reakcie ekosystémov alpských jazier na klimatické zmeny. Kombinovali sme údaje z kontinuálneho merania teploty vody plies a výstupy geografických informačných modelov a modelovali sme povrchovú teplotu vody a časovanie ľadovej pokrývky osemnástich plies Vysokých Tatier vo vzťahu k nadmorskej výške, morfológii plies a lokálnej topografii.

Všeobecné trendy priebehu povrchových teplôt vody boli podobné na všetkých študovaných plesách a vykazovali vysoký stupeň koherencie počas celého sledovaného obdobia. Priemerná denná povrchová teplota bola určená hlavne nadmorskou výškou a pre každé pleso špecifickým topograficky podmieneným tienením reprezentovaným celkovým trvaním priameho slnečného žiarenia (TDDSR). Variabilita povrchovej teploty bola určená najmä maximálnou hĺbkou plies. Povrchová teplota hlbších jazier bola stabilnejšia než teplota plies

plytkejších. Topografické tienenie významne vplývalo na tvorbu a dĺžku trvania ľadovej pokrývky plies; ľadová pokrývka pretrvávala dlhšie na plesách charakteristických nižšími hodnotami TDDSR než na dobre oslnených plesách.

Topografické tienenie bolo v našej štúdii vôbec prvýkrát explicitne zhodnotené vo vzťahu k povrchovej teplote a časovaniu zamrznutia vysokohorských jazier. Zohľadnenie priameho slnečného žiarenia ako dôležitej premennej umožní zdokonaľiť rôzne spôsoby predikcie teplotných charakteristík takýchto jazier. Potenciálne to môže mať dopad na štúdie zaoberajúce sa klimatickou zmenou, pretože rôzna intenzita zatienenia môže určovať lokálne špecifické modifikácie teploty vysokohorských jazier.

Štúdia bola vypracovaná s podporou grantu VEGA 1/0180/12.

Keywords: climate change, solar radiation, alpine lakes, surface temperature, Slovakia



Dendrotelmy – pozoruhodné aquatické habitaty

Water-filled tree holes – remarkable aquatic habitats

Jozef OBOŇA & Marek SVITOK

Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, T.G. Masaryka 2117/24, 960 53 Zvolen; e-mail: obona@vsld.tuzvo.sk

Dendrotelmy predstavujú časovo a priestorovo premenlivý aquatický habitat, ktorému v našich podmienkach nebola venovaná dostatočná pozornosť. Preto sme náš výskum zamerali na podrobné definovanie fyzikálno-chemických parametrov dendroteliem a zmapovanie ich biodiverzity. Výskum prebieha kontinuálne od roku 2008 v katastri obce Diviacka Nová Ves (okr. Prievidza, Slovensko). Celkovo bolo hodnotených 49 dendroteliem na listnatých drevinách, z ktorých sú priebežne odoberané vzorky bezstavovcov a merané fyzikálno-chemické parametre. Doposiaľ sme zaznamenali 28 taxónov patriacich do 20 čeľadí s dominanciou dvojkřídlavcov. Založili sme chovné stanice na presnú determináciu dospelcov ťažko identifikovateľných lariev hmyzu. Zaznamenali sme 2 nové druhy pre faunu Slovenska a vzhľadom na slabú úroveň poznania týchto habitatov je možné očakávať ďalšie zaujímavé faunistické nále-

zy. Namerané fyzikálno-chemické parametre vykazujú veľkú variabilitu medzi dendrotelmi, ako aj v rámci jednotlivých teliem. Väčšina skúmaných dendroteliem (viac ako 70 %) mala objem menší ako 5 l a pravidelne vysychá, avšak zaznamenali sme i dendrotelmy s objemom > 30 l, ktoré si vodu držia nepretržite od roku 2008. Analýza získaných údajov, okrem iných výsledkov, potvrdila závislosť hydrologického režimu dendroteliem od ich morfológických vlastností. Teplota v dendrotelmách je ovplyvňovaná teplotou okolia, avšak variabilita teplôt je v porovnaní s okolitým prostredím nižšia.

Príspevok bol vypracovaný za podpory Internej projektovej agentúry Technickej univerzity vo Zvolene (IPA 19/2011 a IPA 22/2011).

Keywords: water-filled tree holes, physico-chemical parameters, Diptera



Porovnávací diverzita litorálneho makrozoobentosu (α , β , γ) pliesok a plies Vysokých Tatier

Comparative diversity of littoral benthic macroinvertebrates (α , β , γ) of Tatra Mts. ponds and lakes

Miroslav OČADLÍK¹, Marek SVITOK¹, Milan NOVIKMEC¹ & Peter BITUŠÍK²

¹Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, SR; e-mail: ocadlik@tuzvo.sk

²Katedra biológie a ekológie, Fakulta prírodných vied Univerzity Mateja Bela, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, SR

Súčasný výskum spoločenstiev makrozoobentosu tatranských plies je zameraný predovšetkým na vzťah k acidifikácii a následným procesom chemickej a biologickej obnovy. Osobitej kategórii plytkých vysokohorských pliesok („ponds“) nebola doposiaľ venovaná dostatočná pozornosť, alebo bol tento typ jazier študovaný len v rámci špecifickej skupiny veľkých plies. V poslednej dobe je celosvetovo badateľný rastúci záujem o poznanie ekológie týchto cenných ekosystémov. Detailné poznanie štruktúry spoločenstiev plytkých pliesok a špecifik ich diverzity je základom k získaniu predstavy o možných rozdieloch v smere a intenzite procesov obnovy z acidifikácie medzi plesami a plieskami. Porovnaním rôznych úrovní diverzity „veľkých“ plies a pliesok môžeme získať obraz o citlivosti jednotlivých typov vysokohorských vodných ekosystémov voči očakávaným zmenám prostredia.

Vzorky, ktoré boli podkladom k štúdiu boli získané kopacou metódou v litoráli plies v rámci odberov makrozoobentosu tatranských plies v jeseni roku 2004. Pre potreby analýzy boli doplnené aj niektoré publikované a nepublikované dáta.

V práci sme sa zamerali na rozdiely v druhovom zložení spoločenstiev plies a pliesok na

rôznych úrovniach (α , β a γ diverzita). Medzi sledovanými skupinami plies neboli zistené preukázateľné rozdiely v α diverzite (permutačný T test, $p = 0,06$). V plesách bolo priemerne 9,0 druhov a v plieskach 7,3 druhov. β diverzita plies a pliesok bola preukázateľne rozdielna (test mnohorozmernej homogenity a numerické mnohorozmerné škálovanie + Jaccardov index podobnosti, $p < 0,0001$). V porovnaní s plesami mali plieska vyššiu β diverzitu. Plieska aj plesá akumulovali porovnateľné množstvo druhov (krivky akumulácie druhov + 95 % intervaly spoľahlivosti) a nelíšili sa teda významne z pohľadu γ diverzity. Výsledky štúdie sú prvým krokom k pochopeniu rozdielov v diverzite bentických bezstavovcov veľkých a plošne a objemovo malých vysokohorských plies. Podrobnejší obraz bude možné získať spracovaním dostupného pomerne rozsiahleho materiálu makrozoobentosu najmä z rôznych typov malých plytkých plies.

Štúdia bola vypracovaná s podporou grantu VEGA 1/0180/12.

Keywords: macroinvertebrates, diversity, high altitude lakes, ponds, Tatra Mts., Slovakia



Vysychání toků v období klimatické změny: případová studie strategií přežití vodních bezobratlých

Drying up of the streams in the current climate change: the case study of aquatic macroinvertebrate survival strategies

Petr PAŘIL^{1,2}, Pavla ŘEZNÍČKOVÁ³ & Světlana ZAHŘÁDKOVÁ^{1,2}

¹Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity v Brně, Kotlářská 2, 637 11 Brno, ČR; e-mail: paril@sci.muni.cz

²Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., Mojžírovo náměstí 16, 612 00 Brno, ČR

³Oddělení rybářství a hydrobiologie, Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR

Zvyšující se frekvence i délka suchých období v ČR vede v posledních desetiletích k pravidelnému vysychání toků nižších řádů. Přestože tento, pro vodní organizmy zásadní stresor, mění výrazně strukturu společenstev, nebyl posud systematicky studován. Cílem případové studie proto bylo identifikovat strategie, které používají vybrané skupiny permanentní a temporární fauny k překonání suché periody na každoročně vysychajícím Gránickém potoce u Znojma. Mechanizmy přežívání zjištěných druhů jepic (Ephemeroptera), chrostíků (Trichoptera) a blešivce (*Gammarus fossarum*) byly studovány na základě abundance jednotlivých vývojových stádií na povrchu dna, v driftu a hyporeálu toku. Kvantitativní vzorky byly odebrány v 3 – 6 týdenních intervalech po dobu jedné sezóny, během které došlo k 10 a následně 20 dennímu vyschnutí toku, mezi nimiž byl tok po dobu 3 týdnů trvale zaplaven.

Zatímco druhy s podzimní emergencí, víceletým vývojovým cyklem či rheobiontní taxony na této lokalitě chyběly nebo se vyskytovali pouze v minimálních denzitách, druhy typické pro pomalu tekoucí až stojaté vody (např. chrostíci *Limnephilus rhombicus*, *Glyphotaenius pellucidus*) byly poměrně četné. Celkově byly taxocenózy obou studovaných skupin nápadně druhově chudé (u jepic celkově 4 druhy, u chrostíků pouze 4 eudominantní druhy), což ukazuje na výrazný vliv sucha jako ekologického filtru redukcujícího bohatost společenstev na několik druhů s vhodnými adaptacemi.

Na základě dat o sezónních změnách abundance, typech vývojových cyklů, driftové aktivity a přítomnosti v hyporheálu u dominantních taxonů lze popsat jejich strategie přežití sucha následujícími mechanizmy: (i) *časně jarní emergence* – značná část taxonů hmyzu s jarní emergencí se díky dokončení akvatické fáze vývojového cyk-

lu ještě před vyschnutím vyhnula suché periodě a překonala toto období ve stádiu aestivujícího imaga (např. chrostíci *Micropterna* spp.) či suchu odolných vajíček (např. jepice *Siphonurus aestivalis*); (ii) *časně letní emergence* – před vyschnutím byla schopna vylézt pouze část populace, takže dospělci měli možnost naklásť vajíčka do permanentních částí toku (např. chrostík *Plectrocnemia conspersa*); (iii) *drift* – druhy vstupující ve větším počtu aktivně do driftu (např. jepice *Baetis rhodani*) byly schopny po znovuzaplavení lokalitu rychle kolonizovat z permanentních částí toku a dokončit zde vývoj, přičemž drift hrál důležitou roli jak bezprostředně po obou vyschnutích, tak i během podzimní rekolonizace (*G. fossarum*); (iv) *přežití v tůních* – tyto druhy musí být schopné přežít nepříznivých podmínek (např. nedostatek kyslíku), tak aby v nich byly schopny i během přerušování kontinuity toku dokončit vývoj (např. jepice *Habrophlebia fusca*) a konečně za (v) *přežití v hyporheálu* – část zejména juvenilních instarů chrostíků (např. Limnephilidae I-III. instaru, *Sericostoma* sp.) a blešivce potočního úspěšně překonávala sucho ve svrchních zvodnělých vrstvách substrátu.

Uvedené typy strategií přežití sucha a následné rekolonizace znovuzaplavených habitatů naznačují, že tento typ toků je schopna úspěšně osídlit pouze určitá část druhového spektra makrozoobentosu se specifickými vlastnostmi. Analýzu druhového složení i zastoupení jednotlivých typů „species traits“ ve společenstvu by tudíž bylo s určitou mírou přesnosti možné využít pro indikaci suchých period. Výzkum byl podpořen grantem Technologické agentury ČR (TA02020395) a výzkumným záměrem (MSM 0021622416).

Keywords: drought, life cycle, recolonisation, life strategies, intermittent stream



Predikcia výskytu rýb v plytkých príbrežných zónach nížinných tokov

Predictions of fish species occurrence in shallow inshore areas of lowland rivers

Ladislav PEKÁRIK¹, Ján KOŠČO² & Lenka KOŠUTHOVÁ³

¹Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied, Dúbravská ceta 9, 845 06 Bratislava, SR; e-mail: ladislav.pekarik@savba.sk

²Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity, Ul. 17. novembra 1, 081 16 Prešov, SR

³Ústav chovu s chorôb zveri a rýb, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice, SR

Získavanie relevantných údajov o diverzite rýb obývajúcich otvorené a hlboké vodné plochy je stále problematické. Tento problém sa týka najmä veľkých nížinných tokov, kde lov štandardnými metódami elektrickým agregátom zväčša neposkytuje uspokojivé výsledky. Problém identifikácie stavu populácií ohrozených druhov pri súčasnom tempe degradácie vodných tokov je stále aktuálny. Čiastočné riešenie by mohlo byť nájdené pri využití fenoménu dennej dynamiky rýb medzi príbrežnými habitatmi a voľnou vodou, avšak informácií o dennej dynamike rýb obývajúcich rieky je nedostatok. Na základe týchto poznatkov sme sa rozhodli overiť vplyv svetelných podmienok a kolísania vodnej hladiny na výskyt rýb v plytkých príbrežných zónach a vytvoriť prediktívne modely popisujúce pravdepodobnosť ich ulovenia. Analyzovali sme údaje získané v rokoch 2007 – 2011 na lokalitách na riekach Tisa, Latorica a Bodrog na východnom Slovensku a Morava, Váh a Dunaj na západnom Slovensku. Na zber údajov sme použili malú záťahovú sieť (2 x 5 m, 6 mm veľkosť oka) ťahanú dvomi osobami v plytkých zónach po prúde toku v rôznych časových intervaloch počas celého 24-hodinového cyklu. Vplyv svetelných podmienok a kolísania vodnej hladiny

sme analyzovali pomocou Generalizovaných lineárnych alebo aditívnych modelov, ktoré nám poslúžili na vytvorenie prediktívnych modelov pre jednotlivé analyzované druhy. Získané výsledky rozdelili jednotlivé druhy medzi denné druhy, ktorých pravdepodobnosť ulovenia bola najvyššia cez deň (belička európska – *Alburnus alburnus*, boleň dravý – *Aspius aspius*), medzi nočné druhy, ktorých pravdepodobnosť ulovenia bola najvyššia v noci (pleskáč malý – *Abramis bjoerkna*, hrebenačka pásavá – *Gymnocephalus schraetser*) a ďalšie druhy, kde sme nezaznamenali rozdiely v pravdepodobnosti medzi dňom a nocou. Navyiac sme v prípade ďalších druhov zaznamenali efekt kolísania vodnej hladiny na pravdepodobnosť ich ulovenia.

Táto práca bola realizovaná vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Vývoj a aplikácia inovatívneho diagnostického postupu pre molekulárnu identifikáciu živočíchov (ITMS: 26240220049), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.“

Keywords: fish, beach seining, lowland rivers, probability of occurrence



Změny kvality vody při vypouštění rybníka

Changes in water quality during the pond draining

Eva POŠTULKOVÁ¹, Radovan KOPP^{1,2}, Štěpán LANG¹ & Tomáš BRABEC¹

¹Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno ČR; e-mail: fcela@seznam.cz

²Botanický ústav AV ČR, Lidická 25/27, 657 20 Brno, ČR

Abstract

Changes in water quality were monitored during the draining and autumn pond harvesting. The main focus was on changes in content of biogenic elements (C, N, P) whose amount is significantly different due to large volume of ponds sediment in outflowing water. Higher content of important elements has negative impact on increased eutrophication of pond water. The values of monitored elements increased and reach its highest values just before and during pond harvesting.

Keywords: hydrochemistry, pollution, eutrophication

Materiál a metodika

Charakteristika zájmového území

Rybník Medlov leží na Českomoravské vrchovině, severovýchodně od Žďáru nad Sázavou v nadmořské výšce 700 m (GPS 49°37'1,184"N, 16°3'9,476"E). Hlavním zdrojem vody je potok Medlovka a dále řada kapilárních zdrojů. Rybník je hluboký, s rozsáhlou písčitou litorální částí. Přítoková část rybníka je charakteristická výskytem rašeliníšť. Pobřeží rybníka je zalesněné jehličnany. V okolí rybníka je vybudované velké rekreační středisko, kemp a stanový tábor. Na rybníku o výměře 28,47 ha je prováděn polointenzivní chov ryb v jednohorkovém systému.

Rybník Jaroslavický dolní (Zámecký) leží na jižní Moravě, jihovýchodně od Znojma v nadmořské výšce 187 m (GPS 48°45'41,72"N, 16°14'15,383"E). Napájen je Mlýnským náhonem z řeky Dyje. Rybník o výměře 188,7 ha je podle kategorizace řazen do skupiny intenzifikačních rybníků, nicméně výjimka pro aplikaci látek závadných do vodního prostředí umožňuje pouze polointenzifikační hospodaření. Na rybníku je prováděn chov ryb v jednohorkovém systému. Je pravidelně přihnojován statkovými hnojivy a jedenkrát za dva roky zimován.

Chemické a hydrobiologické metody

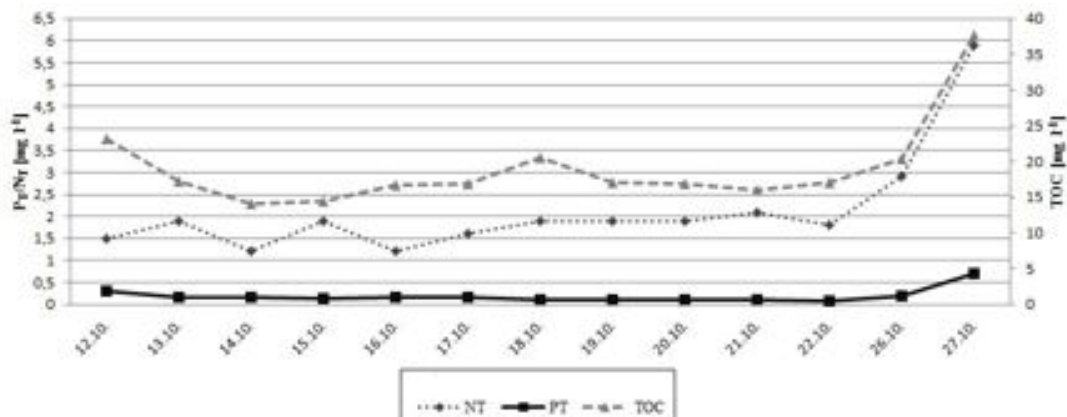
Vzorky vody pro chemické analýzy byly odebrány přímo do plastových vzorkovnic z hloub-

ky 10–20 cm od hladiny přímo pod hrází rybníka. Odběr byl prováděn v ranních hodinách, jednou denně po celou dobu vypouštění rybníka (Medlov 12.10. až 27.10.2011, Jaroslavický dolní 4.10. až 6.11.2011). Byl sledován obsah celkového dusíku (N) komerční mikrometodou firmy WTW založenou na převedení organických i anorganických forem fosforu na dusičnany v termoreaktoru metodou dle ČSN ISO 11905-1 (757527) a stanovení dusičnanů dimethylfenolem modifikovaná verze normy (ČSN 757455). Celkový fosfor (P) byl stanovován komerční mikrometodou firmy WTW založenou na rozkladu organických forem fosforu peroxidisíranem a stanovení fosforečnanu spektrofotometrickou metodou s molybdenem amonným (ČSN EN ISO 6878). Celkový organický uhlík (TOC) byl stanovován komerční mikrometodou firmy WTW založenou na oxidaci organických forem uhlíku na oxid uhličitý se spektrofotometrickou koncovkou.

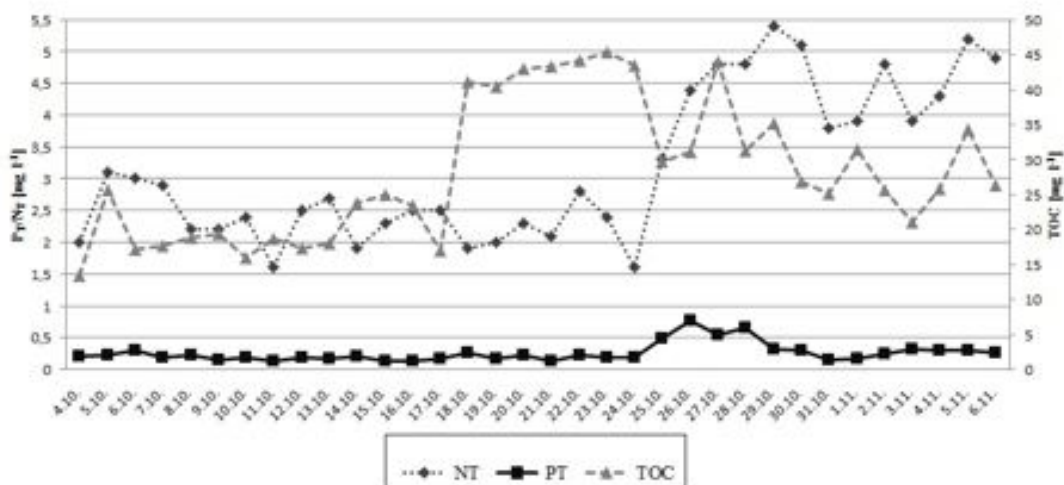
Výsledky

Rybník Medlov

Vypouštění rybníka probíhalo od 12.10 do 27.10.2011, se čtyřdenním přerušením (22.–25.10.2011). Samotný výlov se konal od 26. do 27.10.2011. Průměrná koncentrace celkového fosforu byla v průběhu vypouštění rybníka 0,22 mg.l⁻¹. Koncentrace se v průběhu vypouštění nijak razantně neměnila a svého maxima



Obrázek 1. Rybník Medlov – průběh koncentrace celkového fosforu (PT), celkového dusíku (NT) a celkového organického uhlíku (TOC) v odebraných vzorcích vody roku 2011.



Obrázek 2. Jaroslavický rybník – průběh koncentrace celkového fosforu (PT), celkového dusíku (NT) a celkového organického uhlíku (TOC) v odebraných vzorcích vody roku 2011.

0,98 mg.l⁻¹ dosáhla v době výlovu rybníka. Koncentrace celkového dusíku se v průběhu vypouštění měnila výrazněji. Minimální koncentrace byla 1,2 mg.l⁻¹. Průměrná koncentrace během vypouštění byla 2,4 mg.l⁻¹, s maximem na konci vypouštění rybníka 7,7 mg.l⁻¹. Průměrná koncentrace TOC dosahovala během vypouštění rybníka 20,39 mg.l⁻¹, maximální koncentrace dosahovala na konci vypouštění rybníka 53 mg.l⁻¹. Po celou dobu vypouštění rybníka Medlov odteklo celkového fosforu 0,169 t, celkového dusíku 2,054 t a TOC 18,35 t.

Jaroslavický rybník

Vypouštění rybníka probíhalo od 4.10. do 6.11.2011, samotný výlov byl od 3.11. do 6.11.2011. Průměrná koncentrace celkového fosforu v průběhu vypouštění rybníka byla o něco vyšší než na rybníce Medlov, a to 0,26 mg.l⁻¹. Maximální koncentrace byla 0,76 mg.l⁻¹. Průměrná koncentrace celkového dusíku byla ve srovnání s Medlovem vyšší, minimální koncentrace byla 1,60 mg.l⁻¹ a maximální koncentrace dosáhla hodnot 5,50 mg.l⁻¹, ale byla nižší než na rybníce Medlov. Průměrná koncentrace TOC v průběhu vypouštění rybníka byla 28,24 mg.l⁻¹, tato kon-



centrace byla ve srovnání s průměrem rybníka Medlov vyšší. Minimální koncentrace byla 13,40 mg.l⁻¹. Ke konci vypouštění rybníka došlo k výraznému zvýšení koncentrace až na maximální hodnotu 45,40 mg.l⁻¹. Z Jaroslavického rybníku odteklo během vypouštění celkem 0,405 t celkového fosforu, 4,415 t celkového dusíku a 37,517 t TOC.

Diskuze

Doba vypouštění vody bývá u malých několik dní až dva týdny, u velkých rybníků i měsíc. Výlov a s ním související vypouštění vody tedy představuje časově relativně krátké období, kdy u malých rybníků v řádu hodin, u velkých rybníků i několika dní dochází ke zvýšení koncentrace rozpuštěných a nerozpuštěných látek v odtékající vodě, často i několikanásobně. Tak se do níže položených povrchových vod vyplavuje významný podíl látek z rybníků.

V době vypouštění rybníků po začátek výlovu je koncentrace celkového fosforu, dusíku a TOC nízká, k vyššímu nárůstu dochází většinou až při výlovu. Jak je vidět, tak kvalita vypouštěné vody při výlovu výrazně kolísá nejen podle podmínek na jednotlivých rybnících, ale i v průběhu samotného výlovu, podle toho, jaké činnosti zrovna probíhají (Obr.1, 2). Tuhle skutečnost udávají i další autoři Potužák & Duras (2012); Mikšíková et al. (2012). Vyšší průměrné hodnoty obsahu celkového fosforu v Jaroslavickém rybníce oproti Medlovu mohly být zapříčiněny pravidelným přihnojováním statkovými hnojivy a taky tím, že Jaroslavický rybník je objemově téměř třikrát větší než Medlov, má větší objem sedimentů a navíc rybník Medlov je na živinově chudém podloží Českomoravské vrchoviny. Podobnou situaci popisuje u Jihočeských rybníků i Pechar et al. (2009). Materiál a nerozpuštěné látky vypouštěné z rybníka nárazově ve velkém množství zanášejí koryta a mají význam jako nosič fosforu. Podle Potužáka & Durase (2012) vzniká riziko zanášení v drobných vodních tocích, kde po výlovu často zůstává koryto vyplněné bahnem, což znamená jejich totální degradaci.

Na Jaroslavickém rybníce během výlovu značně kolísaly obsahy celkového fosforu, dusíku a TOC podle toho, jaké práce v tu chvíli na rybníku byly prováděny (Obr. 2). Tuto situaci

Tabulka 1. Množství celkového fosforu (P_T), celkového dusíku (N_T) a celkového organického uhlíku (TOC), které odteklo během vypouštění rybníků.

Lokalita	P _T	N _T	TOC
	t		
Medlov (650 000 m ³)	0,169	2,054	18,350
Jaroslavický (1 840 000 m ³)	0,405	4,415	37,517

také uvádí Mikšíková et al. (2012). V porovnání s rybníkem Medlov, kde byl prováděn Dvoudenní výlov, je vidět, že manipulace s vodou byla minimální a obsah látek stoupal nejvíce při výlovu, kdy se z rybníka vypouštěla voda s vyšším podílem sedimentů (Obr.1).

Intenzivně obhospodařované rybníky mají vyšší podíl odplaveného celkového fosforu oproti rybníkům polointenzivním. Podle údajů Mikšíkové et al. (2012) na intenzivně rybářsky využívaných rybnících a to konkrétně na Sirákovském rybníce s plochou 10 ha odteče celkem 0,27 t fosforu, na Jezuitském rybníce s plochou 14 ha odteče celkem 1,19 t fosforu. Na námi sledovaných, dle rybářského využití polointenzifikačních rybnících, s vyšším objemem vody odteklo fosforu relativně méně. Na Jaroslavickém rybníce s rozlohou 188,7 ha odteklo celkem 0,41 t fosforu, na rybníce Medlov s rozlohou 28,47 ha odteklo celkem 0,17 t fosforu (Tab. 1). Z toho vyplývá, že i menší rybníky mohou být velkým zdrojem fosforu, jak uvádí Potužák & Duras (2012).

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Literatura

- ČSN 757455 2009. Jakost vod – Stanovení dusičnanů – Fotometrická metoda s 2,6-dimethylfenolem – Metoda ve zkumavkách. Český normalizační institut. 13 s.
- ČSN EN ISO 6878 2005. Jakost vod – Stanovení fosforu – Spektrofotometrická metoda s molybdenanem amonným. Český normalizační institut. 24 s.
- ČSN ISO 11905-1 (757527) 1998. Jakost vod – Sta-



novení dusíku – Část 1: Metoda oxidační mineralizace peroxidisíranem. Český normalizační institut.

- Mikšíková K., Dostál T., Vrána K. & Rosendorf P. 2012. Transport sedimentu a fosforu v malých vodních nádržích. Vodní hospodářství 1 <ftp://soubory.vodnihospodarstvi.cz/RedRada/Vr%E1naTransportSedimentuAFosforu.doc> (accessed 8.5.2012).
- Pechar L., Chmelová I. & Potužák J. 2009. Dynamika dusíku a fosforu v eutrofních rybnících, p. 118-125. In: Revitalizace Orlické nádrže. České Budějovice, 2009.
- Potužák J. & Duras J. 2012. Výlov rybníků – kritické období z pohledu emisí fosforu?, p. 52-59. In: Vodárenská biologie 2012. 1. vyd. Chrudim: Vodní zdroje EKOMONITOR spol.s.r.o., 2012.



Živinnové bilance rybníků a jejich vliv na látkové toky v povodí

Impact of fish ponds mass balance on nutrient flows in the drainage area

Jan POTUŽÁK¹ & Jindřich DURAS²

¹Povodí Vltavy, státní podnik, Emila Pitterra 1, 370 01 České Budějovice, ČR; e-mail: jan.potuzak@pvl.cz

²Povodí Vltavy, státní podnik, Denisovo nábřeží 14, 304 20 Plzeň, ČR

Abstract

Fish ponds are important components of hydrologic system in the Czech Republic. Their role in transformation of nutrient flows within drainage areas is supposedly crucial, but little of “hard-data” are available, now. Five different fishponds – Rožmberk, Dehtář, Hejtman u Chlumu and Staňkovský were studied as a part of the project “Revitalization of Orlík Reservoir”. Evaluation of the results was based on comparison of hypothetical P retention of each pond (calculated from its hydraulic residence time) with real situation found by monitoring. First results showed that fish ponds have considerable potential for phosphorus retention. We think that the ability of fish ponds to retain nutrients should be included into ecosystem services of fish ponds, but we are still not able to estimate it well. Only after such evaluation of fish pond mass balance we could try to practice an integrated management of drainage areas which seems to be the only chance for better water quality of many water bodies affected by eutrophication.

Keywords: phosphorus retention, eutrophication, fishery management, water quality

Úvod

Rybníky jsou unikátní, člověkem vytvořené vodní ekosystémy, které tvoří významnou a neodmyslitelnou součást naší krajiny. Velká část rybníků byla zakládána již ve středověku a díky staletému procesu integrace se staly neoddělitelnou součástí naší krajiny. Rybníky jako významná součást hydrologického systému povrchových vod České republiky přirozeně integrují veškeré dopady hospodářské činnosti v povodí a současně se i vlastní obhospodařování rybníků významným způsobem podílí na kvalitě povrchových vod a na celkovém hydrologickém režimu.

Jednou z klíčových funkcí rybníků je jejich schopnost zadržovat živiny, zejména pak fosfor. Retenční schopnost je u řady rybníků kvůli jejich vysoce eutrofnímu až hypertrofnímu stavu značně snížena. Znamená to, že rybník není schopen fosfor zadržovat, ale naopak ho, zejména v letních měsících, uvolňuje. Tím vzrůstá riziko eutrofizace celého navazujícího povodí.

Klíčovým problémem při hodnocení rybníků a posuzování jejich fungování z pohledu retence živin je nedostatek dostupných dat. Proto byl od roku 2010 provozní monitoring jakosti povrchových vod státního podniku Povodí Vltavy koncipován tak (v návaznosti na projekt

„Revitalizace Orlické nádrže“), aby bylo možné provést alespoň základní hodnocení látkových bilancí vybraných rybníků s různou úrovní trofie a rybářského hospodaření.

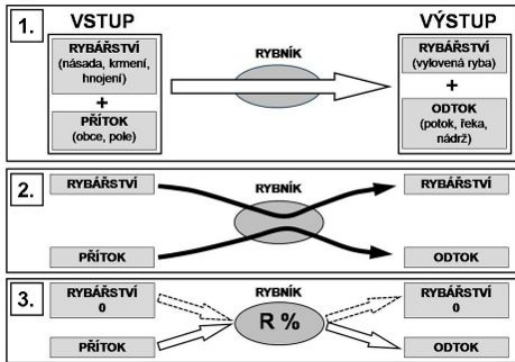
Tento příspěvek si klade za cíl představit první výsledky bilance fosforu sledovaných rybníků.

Materiál a metody

Schéma a postup bilančního monitoringu probíhal na všech sledovaných lokalitách ve stejném režimu a jeho popis a spektrum stanovených parametrů jsou uvedeny v publikaci Duras & Potužák (2010).

Při vyhodnocování získaných dat je velmi důležitý postup, který použijeme pro výpočet živinnových bilancí. Tři základní možnosti jsou zobrazeny na Obr. 1.

Nejjednodušší a nejzákladnější postup je provést součet všech látkových vstupů, včetně rybářského hospodaření (hnojiva, krmiva, násada ryb), a porovnat je s výstupy, včetně vylovené biomasy ryb (Obr. 1, schéma č. 1). Tento přístup obvykle ukáže, že rybníky, i ty intenzivně obhospodařované, alespoň malou část P v celoroční bilanci zadržují (Knösche et al. 2000; Hejzlar et al. 2007), což může vzbudit neoprávněný optimismus se závěrem, že rybní-



Obrázek 1. Možnosti výpočtu živinové bilance rybníků.
Figure 1. Example of fish pond mass balance calculation.

ky jsou článkem, který vždy kvalitu vody zlepšuje (Knösche et al. 2000). Rybník ale nemůže mít systematicky negativní bilanci P (aby trvale P uvolňoval). Výjimkou může být velmi málo průtočný rybník se „starou ekologickou zátěží“ v podobě vysoké vrstvy fosforem a organickými látkami bohatého bahna, odkud se může P uvolňovat řadu let.

Druhou možností je sledovat samostatně rybářské hospodaření, vloží-li do rybníka více P, než kolik z něj v biomase vyčerpá, a samostatně přítok P z povodí, jestli z rybníka odtече více nebo méně P, než do něho přiteklo (Obr. 1, schéma č. 2). Zde je zvláště zajímavé zjistit, jakou retenci P by rybník měl, kdyby rybářské hospodaření mělo tzv. nulové saldo, tedy že by se veškerý P dodaný v rámci hospodaření do rybníka odtud opět odtěžil v podobě biomasy vylovených ryb. Tím by teoreticky do rybníka nebyl dodán žádný fosfor „navíc“, který by po-

tenciálně zvyšoval koncentraci fosforu ve vodě a působil výhradně eutrofizačně (Hejzlar 2007).

Třetí možnost (Obr. 1, schéma č. 3) vychází z předpokladu, že každá vodní nádrž má určitou schopnost zachycovat fosfor, přičemž velikost retence P je závislá na době zdržení vody v dané nádrži (Hejzlar et al. 2006). Tímto způsobem můžeme tedy odhadnout, jakou retenci P každý rybník potenciálně má. Tento poslední přístup je nejpřísnější a umožňuje hodnotit i ztrátu přirozené retenční kapacity rybníka pro P, například v důsledku hospodaření. Zároveň může být tento pohled nezbytným základem pro to, abychom se mohli pokusit o hodnocení tzv. ekosystémových služeb, tedy služeb, které nám rybník dokáže poskytovat (zde retence P a/nebo N), a my bychom jich mohli využívat (například alternativně k pokročilým technickým řešením).

Výsledky

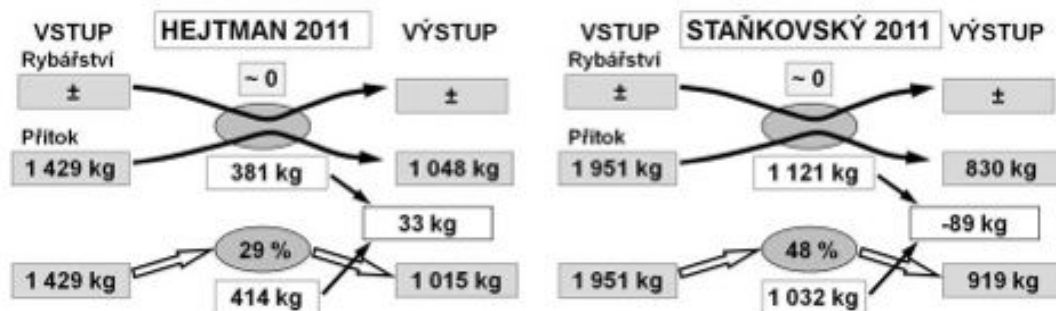
Rožmberk

Rybník Rožmberk je největším rybníkem v České republice (449 ha). Je silně průtočný, neboť jím protéká nejen řeka Lužnice (Stará řeka), ale ústí do něj také poměrně vodná Prostřední stoka. Rybník je poměrně mělký, takže nevytváří významnější teplotní stratifikaci, a tak bývají kyslíkové poměry v rybníce trvale poměrně dobré.

Během roku 2010 vykazoval rybník Rožmberk negativní retenci fosforu (Obr. 2). Rybník uvolnil 2 565 kg P rok⁻¹. Největší podíl P se do Rožmberka dostal v roce 2010 z areálu RAB (velkochovo prasat) a ČOV Třeboň 34 %, řekou Lužnicí 32 % a Prostřední stokou 26 %. Rybník



Obrázek 2, 3. Bilance celkového fosforu rybníků Rožmberk a Dehtář v roce 2010.
Figure 2, 3. Total phosphorus balance of fish ponds Rožmberk and Dehtář in 2010.



Obrázek 4, 5. Bilance celkového fosforu rybníků Hejtman (Chlum u Třeboně) a Staňkovský v roce 2011.
Figure 4, 5. Total phosphorus balance of fish ponds Hejtman (Chlum u Třeboně) a Staňkovský in 2011.

Rožmberk má vysoký celkový specifický přísun fosforu ($5,75 \text{ g m}^{-2}$) jehož hlavní podíl je vstup P z povodí, který v roce 2010 činil 97 %. Vliv rybářského hospodaření byl v tomto roce zanedbatelný. Podrobné informace o P bilanci rybníku Rožmberk a jeho vlivu na řeku Lužnici jsou uvedeny v jiném příspěvku v tomto sborníku.

Dehtář

Rybník Dehtář je sice průtočný, ale obměna vody v rybníce je pomalá. Dehtář je poměrně hluboký s pravidelně vytvářenou teplotní stratifikací s kyslíkovými deficity u dna, jež jsou doprovázeny uvolňováním Fe a P ze sedimentů. Redox-labilně vázaný P není v sedimentu blokován přítomností dusičnanových iontů. Zdrojem P byla především sídla a hypertrofní rybníky v povodí. Vodoteče odvodňující ornou půdu nebo louky byly fosforem chudé (Duras & Potužák 2012).

Celková látková bilance P Dehtáře byla v roce 2010 negativní – z rybníka oteklo téměř o 1,7 t P více, než do něj přiteklo. Podle teoretické doby zdržení by, ale měl Dehtář naopak 55 % přitékajícího P zadržet (1,16 t). Rozdíl mezi skutečnou a možnou retencí byl tedy v r. 2010 2,83 t P (Obr. 3). Dehtář byl v roce 2010 celkově podstatně méně zatížen vstupem P z povodí než Rožmberk ($1,73 \text{ g m}^{-2}$). Na vstupu P do rybníka se však oproti Rožmberku podílelo rybářské hospodaření zhruba z poloviny (z toho 15 % P dodaný ve hnojivech a 85 % v krmivech).

Hejtman (Chlum u Třeboně) a Staňkovský

Rybníky Hejtman u Chlumu u Třeboně a Staňkovský leží na Koštěnickém potoce. Jedná se

o rekreační rybníky pouze se sportovním rybolovem, kde zhruba platí, že „co se nasadí, to se vyloví“. Rybník Hejtman je poměrně průtočný a ne tak hluboký jako výše ležící rybník Staňkovský. Ten charakterem připomíná spíše přehradní nádrž. Hlavním zdrojem P pro oba rybníky je hlavní přítok, a v případě rybníka Hejtman i chovný rybník Špačkov. Rybníky jsou v létě teplotně stratifikovány a v hloubce pod 4 m se vytváří anoxické hypolimnion (výrazné zvláště u Staňkovského rybníka). Přesto u dna nedochází k významnějšímu zvýšení trvale nízkých koncentrací P, patrně proto, že P je v sedimentech vázán více ve sloučeninách s hliníkem a v organických látkách (stabilizovaných právě anoxickými poměry) než v redox labilních sloučeninách a komplexech se železem (Duras & Potužák 2012).

Celkový specifický přísun fosforu do mírně eutrofního rybníka Hejtman byl obdobný jako do silně eutrofního Dehtáře ($1,83 \text{ g m}^{-2}$) a současně výrazně vyšší než li do výše ležícího rybníka Staňkovský ($0,81 \text{ g m}^{-2}$).

V podmínkách roku 2011 měly oba tyto rybníky bilanci celkového fosforu pozitivní (fosfor zadržovaly) (Obr. 4, 5) a zjištěná retence byla prakticky shodná s retencí potenciální. Rybníky tedy fungovaly jako poměrně efektivní „past na fosfor“.

Závěr

Informace o látkových bilancích rybníků jsou nevyhnutelným podkladem pro racionální diskuse na téma způsobu obhospodařování rybníků. Již první výsledky ukázaly, že rybníky mohou fosfor velmi účinně zadržovat, ale



také mohou být jeho zdrojem pro níže ležící povrchové vody. To je významné zvláště pokud porovnáme potenciál daného rybníka P zadržovat s tím, kolik P z něj aktuálně odtéká.

Obecně odvozený potenciál retence P v rybnících je třeba porovnávat s reálnými možnostmi rybníků, které kromě způsobu hospodaření a vstupu P z povodí záleží také například na jejich hydromorfologii, charakteru usazenin, efektivitě utilizace P v potravním řetězci aj. Ke každému rybníku je potřeba přistupovat individuálně, což je důležité zvláště při volbě způsobu hospodaření. Pokud je tlak na produkci nepřiměřený charakteru rybníka, dochází nejen k nadbytečnému vnosu živin, ale také k potlačení jeho přirozené retenční kapacity.

Literatura

- Duras J. & Potužák J. 2010. Nový způsob monitoringu rybníčních lokalit zaměřený na látkové bilance, pp. 93-97. In: Sborník semináře Revitalizace Orlické nádrže, 12.-13.10.2010, Písek. Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, 2010. ISBN 978-80-254-9014-3.
- Duras J. & Potužák J. 2012. Látková bilance fosforu v produkčních a rekreačních rybnících, Vodní hospodářství (v tisku).
- Hejzlar J., Šámalová K., Boers P. & Kronvang B. 2006. Modelling phosphorus retention in lakes and reservoirs. *Water, Air and Soil Pollution: Focus* 6: 487-494.
- Hejzlar J., Duras J., Komárková J., Turek J. & Žaloudík J. 2007. Vodárenská nádrž Mostišť: Vyhodnocení monitoringu nádrže a povodí 2006. Biologické centrum AVČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav. České Budějovice.



Planktonní rozsivky tatranských ples (Slovensko/Polsko)

Planktic diatoms of Tatra Mountain lakes (Slovakia/Poland)

Lenka PROCHÁZKOVÁ¹, Václav HOUK², Linda NEDBALOVÁ^{1,2} & Evžen STUHLÍK³

¹Katedra ekologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Viničná 7, 128 44 Praha, ČR;
e-mail: lenkacerven@gmail.com

²Botanický ústav, Akademie věd České republiky, Dukelská 135, 379 82 Třeboň, ČR

³Ústav pro životní prostředí, Hydrobiologická stanice, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, P.O.
Box 47, 388 01 Blatná, ČR

Vysoké a Západní Tatry (Slovensko/Polsko) představují území bohaté na jezera glaciálního původu. Na základě výzkumu fytoplanktonu 89 ples z podzimu 2004 byl popsán nový druh malé centrické rozsivky – *Discostella tatrlica* (Bacillariophyta) (Procházková et al. 2012). Z hlediska celkové biomasy fytoplanktonu rozsivky představovaly relativně méně významnou skupinu – dominovaly pouze v šesti tatranských jezerech (> 40 % biomasy): *Discostella tatrlica* převažovala ve třech z nich (Prvé Roháčske, Tretie Roháčske a Malé Žabie javorové pleso), *Aulacoseira pusilla* v plese Morskíe Oko, *Aulacoseira valida* v Nižném Jamníckem plese a *Fragilaria tenera* v plese Zielony Staw Gąsienicowy. Další druhy rozsivek zaznamenané v planktonu byly: *Cyclotella radiosa* (Velké Bystré pleso), *Cyclotella* sp. (Malé Hincovo pleso), *Aulacoseira alpigena* (např. Vyšné Furkotské pleso), *Aulacoseira pfafliana* (např. Vyšné Satanie pliesko) a *Tabellaria flocculosa*. Absolutně nejvyšší biomasa druhu *Discostella tatrlica* ve fytoplanktonu byla zaznamenaná v mezotrofním plese Przedni Staw Polski. Tento nově popsáný druh byl ve srovnání s ostatními planktonními rozsivkami relativně široce rozšířený, s výskytem ve 14 z 89 studovaných ples. Dříve byl pravděpodobně zaměňován s druhu *Cyclotella stelligera*

a *Cyclotella stelligera* var. *glomerata*. Obecně určování malých centrických rozsivek pomocí světelného mikroskopu je zpravidla velmi obtížné, zatímco skenovací elektronová mikroskopie může odhalit detailní morfologii křemičité schránky. Rod *Discostella* byl vymezen od rodu *Cyclotella* na základě odlišné pozice ultrastrukturálních znaků, konkrétně fultoportul a rimoportul. V případě rodu *Discostella* se tyto ultrastruktury nacházejí mezi žebry, zatímco u zástupců rodu *Cyclotella* jsou umístěny na marginálních žebrech. Typovou lokalitou pro druh *Discostella tatrlica* je Nižné Temnosmrečinské pleso, v jehož sedimentech byl druh nalezen již roku 1981. Chemismus tohoto plesa se vyznačuje vysokou hodnotou kyselá neutralizační kapacity. Bude prezentován fotografický materiál názorně ilustrující detailní strukturu schránky.

Keywords: diatoms, *Discostella*, morphology, phytoplankton, mountain lakes

Literatura

Procházková L., Houk V. & Nedbalová L. 2012. *Discostella tatrlica* sp. nov. (Bacillariophyceae) – a small centric diatom from the Tatra Mountain lakes (Slovakia/Poland). *Fottea* 12: 1-12.
http://fottea.czechphycology.cz/_contents/F12-1-2012-01.pdf



Zooplankton nádrží vzniklých po těžbě různých surovin

Zooplankton of reservoirs originated after mining of different materials

Ivo PŘIKRYL

ENKI o.p.s., Dukelská 145, 379 01 Třeboň, ČR; e-mail: prikryl@enki.cz

Abstract

Depressions of varying size regularly originate after extraction of minerals. They are then flooded with water. These reservoirs are very similar to natural lakes. Usually quite poor composition of zooplankton is not the result of a problematic chemical composition of water, but usually of lower water trophy than in water reservoirs in the surrounding countryside. The composition of zooplankton is probably similar to the ponds in the pre-industrial period. Reservoirs in areas affected by mining minerals contribute significantly to maintaining the diversity of zooplankton in the scale of the Czech Republic. The work also provides a comparison of the differences between the sites with different types of minerals.

Keywords: zooplankton, mining, water chemical composition

Úvod

Na území ČR jsou evidovány desítky tisíc lokalit, kde proběhla nebo dosud probíhá těžba nějakého nerostu. Na většině z nich se vyskytuje jedna nebo i více depresí zaplněných vodou. Počtem jsou tedy nádrže po těžbě nerostů srovnatelné s rybníky. Jejich úhrnná plocha je však přibližně o řád menší. Velikost se pohybuje od mělkých louží až po stovky ha plochy (perspektivně přes tisíc ha) a hloubku mnoho desítek m. Naprostá většina vznikla v 20. a 21. století, některé nádrže jsou však staré i stovky let. Většinou jde o samovolně zatopené deprese. V posledních desetiletích vzniká i mnoho záměrně vybudovaných nebo alespoň řízeně zatopených nádrží v rámci rekultivace území po těžbě. K faktorům ovlivňujícím vlastnosti nádrží v posttěžebních územích patří samozřejmě i druh těženého nerostu a s tím spojené rozdíly v chemismu vody. Jde o poměrně významnou součást vodních a mokřadních biotopů České republiky. Otázkou je, zda mají významný podíl i na biodiverzitě vodních a mokřadních organismů. V souvislosti s těžbou nerostů vzniká několik typů nádrží lišících se vlastnostmi vodního prostředí:

1) Již během těžby vznikají retence různého charakteru na dně lomů. Mohou obsahovat především dešťovou vodu nebo vodu prosakující ze stěn lomu. Limitující pro výskyt vodních organismů může být jejich rychlé vysychání, krátké zdržení vody při jejím čerpání mimo lom nebo i chemické vlastnosti vody. Retenční ná-

drže se často s pohybem lomu postupně přemísťují a mohou tak mít kontinuitu i desítek let, ačkoli na posledním místě jsou teprve krátce. Při těžbě štěrkopísků z vody postupně vzniká budoucí zatopená jáma, která se stane po skončení těžby trvalou stabilní nádrží.

2) Během těžby vznikají v terénních depresích i jezírka na výsypkách a odvalech. Ta mohou přetrvat i následnou rekultivaci nebo jsou přesypána dalším materiálem či zlikvidována během rekultivace. Jezírka mohou být periodická nebo trvalá. Zdrojem vody může být průsak z vyšších částí výsypky, povrchová dešťová voda z vlastního povodí nebo jejich kombinace. Limitující pro výskyt vodních organismů může být vysychání, chemické vlastnosti vody nebo po desetiletích zastínění a opad organické hmoty z okolních dřevin.

3) Při těžbě nerostů jsou budovány i různé technologické nádrže sloužící především propírání vytěženého materiálu. To je spojeno obvykle s průtokem vody a zákalem drobných částic. Limitující pro výskyt vodních organismů v nich bývá krátké zdržení vody, mechanický zákal i chemické vlastnosti vody.

4) Při následném spalování uhlí a zpracování některých nerostů se zbylý materiál dopravuje vodou na plaviště (odkaliště), kde dochází k jeho usazování. Výskyt vodních organismů může být limitován krátkým zdržením vody, nedostatkem živin a zejména u zpracování rud (např. radioaktivní materiál) i použitými che-



mickými látkami. Plaviště jsou atraktivní pro vodní ptáky zejména v zimním období, protože zde bývá i v mrazech nezamrzlá vodní hladina.

5) Po skončení těžby vzniká často zbytková jáma, která se postupně zaplní vodou až po přeliv na okolní terén. Velké zbytkové jámy jsou v současnosti řízeně zatápěny vhodnou vodou z okolí. Výskyt vodních organismů ve zbytkových jamách může být v počátečním období ovlivněn chemickými vlastnostmi vody odpovídajícími těžebnímu nerostu, později pak hlavně morfologií zbytkové jámy a jí odpovídající trofii vody, která v hlubokých jamách může klesnout až na ultraoligotrofii. U menších zbytkových jam se může po čase stát dominantním faktorem zastínění a rozklad opadu organického materiálu z dřevin v okolí.

6) Na rozsáhlejších výsypkách jsou budovány vodní nádrže plněné vodou prosakující z výsypky nebo dešťovou vodou odtékající odvodňovacími příkopy. Pro výskyt vodních organismů může být limitující občasné vyplavení nebo i vysychání, někdy i extrémní vlastnosti vody prosakující z výsypky a po čase vliv zastínění a opadu z okolních dřevin.

Metodika

Vodní nádrže vzniklé v důsledku těžby různých druhů nerostů jsme poměrně systematicky sledovali na vytipovaných lokalitách v rámci celé České republiky v projektu VaV SP/2d1/141/07 „Rekultivace a management nepřirodních biotopů v České republice“, kde bylo hlavním cílem hodnocení biodiverzity prostřednictvím analýzy zooplanktonu a výskytu obojživelníků a vodních ptáků. V rámci projektu byly sledovány všechny výše uvedené typy nádrží s výjimkou velkých zbytkových jam po povrchové těžbě uhlí. Nebyly sledovány ani propadliny po hlubinné těžbě hnědého uhlí. Celkem bylo ovzorkováno 122 nádrží po ploše celé České republiky.

Sledovány byly trvalejší vodní nádrže, kde byl předpoklad výskytu vodních organismů. Na místě byla měřena vodivost a pH – indikátory chemických extrémů. Dále byl hodnocen výskyt vodních a mokřadních rostlin a případný výskyt větších vodních živočichů (obojživelníci, ryby, vodní ptáci, vodní hmyz), známky kolísá-

ní vodní hladiny a další okolnosti, které mohou ovlivnit oživení nádrží, včetně případných známek znečištění vody cizorodými látkami. Byly odebrány vzorky vody na základní chemický rozbor a vzorek zooplanktonu pomocí planktonní sítě s oky 80 µm velkými. Preferován byl semikvantitativní odběr (prolovení třemi tahy šikmo ode dna k hladině dlouhými 5 m), který umožňuje odhadnout mokrou biomasu zooplanktonu. Pokud to podmínky neumožňovaly (malá hloubka, nepřítomnost volného vodního sloupce ap.), byly odebrány vzorky kvalitativní.

Výsledky

Ze srovnání s chemickým složením vody v rybnících je zřetelné, že ukazatele úživnosti (organický dusík, celkový fosfor, nerozpuštěné látky, chlorofyl *a*) jsou u většiny sledovaných nádrží několikrát nižší. Platí tedy pro vodní nádrže shodně jako u suchozemských částí těžebních území, že jejich úživnost je obvykle výrazně nižší, než je běžné v okolní kulturní krajině. Odlišná situace je pouze u odkališť. Je možné se proto důvodně domnívat, že trofie velké části nádrží na plochách ovlivněných těžbou nerostů odpovídá výchozí trofii vodních nádrží na našem území z doby před antropogenní eutrofizací krajiny a že mohou alespoň dočasně umožňovat výskyt organismů vázaných na nižší trofické stupně (mezotrofie a slabá eutrofie). Většina ukazatelů kvality vody má ve sledovaných nádržích rozpětí hodnot mnohem širší, než je běžné u povrchových vod neovlivněných těžbou nerostů. Zřetelně negativní vliv na složení zooplanktonu však má jen nízké pH a extrémně vysoká koncentrace rozpuštěných látek.

Nádrže v územích s povrchovou těžbou hnědého uhlí v typickém případě nemají žádné výjimečné vlastnosti kvality vody. Část nádrží v těchto územích má silně kyselou vodu (pH 2–3) a s tím související nízkou koncentrací organických látek a vysokou koncentrací různých kovů, případně i dusíku a celkového fosforu (až 0,67 mg/l). Na Sokolovsku jsou časté nádrže s vysokou koncentrací rozpuštěných látek a tomu odpovídající vysokou vodivostí (v rámci sledovaných nádrží maximálně 5 000 µS/cm, v jiných nádržích až 18 000 µS/cm). Obsah jednotlivých



iontů je značně proměnlivý. Extrémní hodnoty vodivosti jsou spojeny s vysokými koncentracemi sodíku a síranů. Častá je i vysoká alkalita (v extrému až 25 mmol/l) a tomu odpovídající vysoká koncentrace hydrogenuhličitanů.

Sledované nádrže na územích s těžbou černého uhlí mají charakter usazovacích lagun a rozsáhlých propadlin. Nebyly u nich zjištěny žádné mimořádné hodnoty, a to ani v minimech a maximech této skupiny. Souvisí to určitě s tím, že jsou naplněny běžnou vodou z povrchových zdrojů.

Ukazatele kvality vody v cihelnách rovněž nijak nevybočují ve středních hodnotách ani v minimech a maximech. Nádrže v kaolínových lomech ve středních hodnotách nejsou ničím zvláštní. V jednotlivých nádržích však bylo zjištěno i několik dost vybočujících hodnot.

Nádrže v lupkovém lomu ve středních hodnotách rovněž nevykazují žádné mimořádné hodnoty. Byly zde však vzorkovány i dvě malé nádrže na vrcholu haldy s velmi nízkým pH (3,2 až 3,7) a vysokou vodivostí (2 580 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Z vápencových lomů byl odebrán pouze 1 vzorek odtékající vody, proto tato skupina nemá dostatečnou vypovídací hodnotu. Podle očekávání v něm byla zjištěna zvýšená alkalita (4,1 mmol/l). Nádrže v žulových lomech jsou charakteristické poměrně nízkou vodivostí, nízkými koncentracemi iontů a nízkou koncentrací nerozpuštěných látek. U menších lomů po skončení těžby může časem dojít k výrazné změně kvality vody v důsledku velkého množství opadu z listnatých stromů v okolí. Důsledkem je pak zvýšená koncentrace organických látek, amoniakálního dusíku a organického dusíku i celkového fosforu. Dá se očekávat deficit kyslíku ve větší hloubce a v zimě pod ledem nízké pH v důsledku rozkladu organické hmoty. Nádrže v rudných lomech mají podobné vlastnosti jako v žulových lomech.

Nádrže v pískovných nemají žádný ukazatel kvality vody s vybočující hodnotou. V jednotlivých lokalitách je však možno nalézt dost vybočující hodnoty: nízké pH, nízkou nebo vysokou vodivost.

Známou specifickou kvalitou vody mají nádrže na rašeliništích (vrchovištích): nízké pH, nízká až nulová alkalita, velmi vysoká koncentrace organických látek, relativně vysoký organický

dusík a celkový fosfor, velmi nízká vodivost a odpovídající velmi nízké koncentrace iontů, relativně vysoká koncentrace železa a velmi vysoká koncentrace chlorofylu *a* (stanoveno až 255 $\mu\text{g}/\text{l}$). Výrazně odlišné vlastnosti vody mají nádrže po těžbě druhé formy rašeliny – slatiny. Jsou typicky hypertrofní, s neutrální až alkalickou reakcí vody, zvýšenou alkalitou a nadprůměrnou vodivostí.

Od předchozích lokalit se výrazně liší voda na odkalištích, a to jak úrovní hodnot jednotlivých ukazatelů, tak jejich velkým rozpětím. Typická je vysoká koncentrace celkového fosforu a poměrně vysoká koncentrace organického dusíku, vysoká vodivost a odpovídající vysoké koncentrace iontů a vysoká koncentrace manganu.

Velmi typické složení zooplanktonu v nádržích po těžbě různých druhů nerostů je následující: *Ceriodaphnia pulchella*, *Daphnia longispina* et sp. div., *Mesocyclops leuckartii*, *Eudiaptomus vulgaris* et *gracilis*, *Polyarthra* sp. div., *Keratella* sp. div., *Hexarthra mira* et *fennica*, *Synchaeta* sp. div. Počet druhů bývá v důsledku nízké trofie dost malý. Jde zřejmě o podobné složení zooplanktonu jako v rybnících v předindustriální době. Charakteristická je absence nebo jen řídký výskyt druhů eutrofních vod. Zřetelně odlišný je zooplankton nádrží po těžbě rašeliny a některých dalších silně kyselých nádrží (acidofilní a rašelinné druhy), nádrží po těžbě slatiny (druhy jako v hypertrofních rybnících) a silně zasolených nádrží (zooplankton tvořený několika halofilními druhy). Ve sledovaných nádržích ani ve stovkách dalších vodních ploch po těžbě nerostů (sledovaných mimo tento projekt) jsme nezaznamenali omezení diversity zooplanktonu v důsledku toxicity cizorodých látek nad rámec vysoké mineralizace, nízkého pH nebo nízké koncentrace minerálních živin a případně krátkého zdržení vody.

Diverzita zooplanktonu u vodních ploch bez vazby na starší nádrže bývá obvykle dlouho poměrně nízká. K tomu přispívá i často malý rozsah litorální vegetace. Běžné úrovně dosahuje po cca 30 letech, kdy planktonní společenstvo odpovídá morfologii nádrže a rozsahu porostů vodních rostlin. Nízká koncentrace fosforu pak umožňuje dosažení nadprůměrné biodiverzity odpovídající mezotrofním podmínkám. Pěk-



ným příkladem druhově velmi bohatého zooplanktonu může být komplex zatopených kamenolomů ve Štěnovicích nebo skupina různých starých a různě velkých pískoven v Provodíně. Na základě provedeného průzkumu je možno konstatovat, že nádrže vzniklé v souvislosti s těžbou nerostů významným způsobem přispívají k udržení diverzity zooplanktonu.

Existuje však i řádka rizikových faktorů, které diverzitu zooplanktonu snižují. U menších vod je největší hrozbou zastínění dřevinami a následná eutrofizace a zabahnění opadem. Mělké nádrže často zarůstají souvisle orobincem a rákosem, takže volný vodní sloupec zanikne. Zejména u pískoven a druhotně zprůtočňelých nádrží je velkým rizikem eutrofizace přítokem vody ze zemědělských ploch včetně rekultivovaných. Další častý problém je intenzivní zarybnění formou rybářských revírů spolu s eutrofizací z vnazení, vířením sedimentu kaprem a někdy i záměrným vyhnojením. Obdobný vliv má občas se vyskytující chov vodní drůbeže.

V rámci projektu bylo nalezeno i několik pozoruhodných a řídké nalézáných druhů zooplanktonu:

Euchlanis meneta (Přebuz) – u nás řídké nalézáný druh horských rašelinišť

Keratella paludosa (Kozohlůdky) – u nás řídké nalézáný druh horských rašelinišť

Hexarthra fennica (Podkrušnohoří, MAPE Mydlovary), *Brachionus plicatilis* (MAPE Mydlovary) – halofilní druhy vázané u nás pouze na vody v těžebních územích a odkaliště

Beauchampiella eudactylota (Provodín) – u nás zřejmě jen několik nálezů ze začátku 20. století

Scapholeberis microcephala (rašeliniště Krásno) – druhý nález v ČR, rašelinný druh

Tropocyclops prasinus – kalcifilní druh vázaný u nás prakticky jen na lokality po těžbě se zvýšenou alkalitou, řada lokalit v Podkrušnohoří, dolním Polabí i Orlických horách

Eudiaptomus zachariasii – Karviná, pravděpodobně první nález v ČR.

Závěr

Na základě provedeného průzkumu je možno konstatovat, že nádrže vzniklé v souvislosti s těžbou nerostů významným způsobem podporují diverzitu zooplanktonu v České republice. Tyto nádrže mají zejména v počátečním období často extrémní hodnoty některých ukazatelů kvality vody. V celém komplexu nádrží v těžbou ovlivněných územích však tyto extrémní mění složení zooplanktonu jen ve velmi omezeném rozsahu. S postupným stárnutím dochází k obohacování druhového spektra zooplanktonu. Faktory, které v některých případech významně negativně ovlivňují diverzitu zooplanktonu, jsou stejné jako u jiných typů nádrží, zejména eutrofizace, intenzivní zarybnění a přílišné zastínění dřevinami.

Poděkování

Tato práce byla podpořena projektem VaV SP/2d1/141/07 „Rekultivace a management nepřírodních biotopů v České republice“ a projektem MŠMT č. 2Bo8006 „Nové přístupy umožňující výzkum efektivních postupů pro rekultivaci a asanaci devastovaných oblastí“.



Co ovlivňuje distribuci larev vodního hmyzu izolovaných slatinišť? Jejich disperze nebo ekologické nároky – úvod do výzkumu

What affects distribution of aquatic insect larvae of isolated fens? Dispersion or ecological requirements – an introduction to the study

Vanda RÁDKOVÁ, Jindřiška BOJKOVÁ & Michal HORSÁK

Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR;
e-mail: vanda.radkova@seznam.cz

Snaha o zodpovězení otázky, nakolik je distribuce organismů v prostoru dána jejich disperzními schopnostmi a nakolik jejich nároky na prostředí, vyústila ve formulování dvou krajních modelů: (1) druhy mají odlišné nároky na prostředí, využívají rozdílné niky, a proto je společenstvo utvářeno převážně působením environmentálních faktorů prostředí (Species sorting paradigm, Leibold et al. 2004); (2) druhy jsou, co se týče jejich nároků na prostředí, uniformní a složení společenstva je dáno disperzními schopnostmi jednotlivých druhů (Neutrální model, Hubell 2001). Přímé srovnání relativního vlivu disperzních schopností a lokálních podmínek prostředí na skladbu společenstva různých taxonomických skupin organismů vzorkovaných na stejných plochách je ovšem spíše vzácné a často také nelze spolehlivě oddělit vliv prostorové struktury a podmínek prostředí (Gilbert & Lechowicz 2004; Cottenie 2005; Heino & Mykrá 2008). Naš výzkum se bude zabývat studiem míry platnosti vlivu zmíněných dvou mechanismů na složení společenstva vybraných skupin vodního hmyzu prameništích slatinišť. Prameništří slatiniště v Západních Karpatech jsou díky svým relativně stabilním podmínkám prostředí a izolovanosti ideálním modelovým prostředím pro testování různých ekologických či biogeografických hypotéz (Horsák 2006; Hájek et al. 2007; Hájek et al. 2011). Studovaná slatiniště jsou většinou poměrně malá a izolovaná, oddělená různými suchozemskými biotopy, které představují disperzní bariéry, stejně jako převážně západovýchodně orientované horské hřbety a údolí Vnějších Západních Karpat. Hlavním ekologickým gradientem těchto lokalit je gradient minerální bohatosti, jehož vliv na skladbu makrozoobentosu v pramenných stružkách byl studován v diplomové práci (Rádková 2011). Tento gradient představoval hlavní směr variability v druhových datech a dělil studované lokality do dvou výrazně

odlišných skupin na bazické a kyselé. Shodný vliv minerální bohatosti byl ve studované oblasti dále prokázán např. v případech vegetace, malakofauny, krytenek nebo opaskovců (Poulíčková et al. 2005; Hájek et al. 2006; Opravilová & Hájek 2006; Horsák & Hájek 2003; Bojková et al. 2011). Pro tuto studii jsme vybrali tři taxony vodního hmyzu: pošvatky (Plecoptera), chrostíci (Trichoptera) a pakomárovití (Chironomidae), které se liší typem disperze i vzdáleností na kterou se dokážou šířit. Pošvatky a chrostíci využívají především aktivní disperzi, zatímco pakomárovití se šíří aktivně i pasivně pomocí větru, a proto je jejich schopnost šíření při velkých populačních hustotách považována za velmi vysokou (Johnson 1969; Paz & Broza 2007). Disperzní schopnosti pošvatek jsou naopak nižší, protože jsou převážně špatnými letci, páří se na zemi v blízkosti toků a jsou relativně krátkověké (např. Lillehammer et al. 1989; Winterbourn 2005; Yasick et al. 2007). Mezi chrostíky pak lze najít druhy s dobrými i relativně nižšími disperzními schopnostmi (Wiggins et al. 1980; Kovats et al. 1996; Collier & Smith 1998). Pro nalezení odpovědi na otázku, co ovlivňuje distribuci larev vodního hmyzu izolovaných slatinišť, bude každá studovaná taxonomická skupina analyzována zvláště a bude detekován čistý a sdílený efekt podmínek prostředí (species sorting) a prostorového uspořádání lokalit, které úzce souvisí s disperzními schopnostmi organismů (neutrální model) na složení taxocenóz. Sdílený efekt prostorové struktury a environmentálních podmínek prostředí bude minimalizován vhodným výběrem studovaných lokalit.

Výzkum je podporován grantovým projektem GAČR P505/11/0779.

Keywords: distribution, dispersion, aquatic insect, fens



Čo nám môžu prezradiť stabilné izotopy o potravných vzťahoch a mikrohabitatových preferenciách pakomárov v grónskych jazerách?

What can stable isotopes reveal about microhabitat and feeding preferences of chironomids (Diptera) in Greenlandic lakes?

Nina S. REUSS¹, Ladislav HAMERLÍK^{1,2}, Gaute VELLE³, Anders MICHELSEN¹, Ole PEDERSEN¹ & Klaus P. BRODERSEN^{1,4}

¹Freshwater Biological Section, University of Copenhagen, Hillerød, Denmark; e-mail: nreuss@bio.ku.dk

²Katedra biológie a ekológie, Fakulta prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, SR; e-mail: ladislav.hamerlik@savba.sk

³Bergen Museum, University of Bergen, Bergen, Norway

⁴Nature school, KgsLyngby, Denmark

Integrácia poznatkov o súčasných ekologických mechanizmoch do rekonštrukcie minulých prírodných dejov predstavuje veľkú výzvu pre modernú ekológiu aj paleoekológiu. Všeobecne platí, že neexistuje jednoduchá priama súvislosť medzi klímou a ekologickými procesmi jazier. Kvantitatívne rekonštrukcie klimatických pomerov na základe biologických zvyškov (napr. pakomárov) z dna jazier sú preto často máťúce. Hoci hlavové kapsuly pakomárov sa radia medzi najlepšie paleolimnologické indikátory a na kvantitatívnu rekonštrukciu teploty sa používajú už dve desaťročia, stále existuje veľa otáznikov napr. o trofickom postavení alebo habitatovej preferencii konkrétnych taxónov a to hlavne v menej študovaných vodách, medzi ktoré patria aj arktické jazerá. V našej štúdii sme použili integrovanú analýzu stabilných izoto-

pov uhlíka (¹³C) a dusíka (¹⁵N) lariev pakomárov pochádzajúcich z rôznych jazerných mikrohabitatov aby sme objasnili ekologické mechanizmy, ktoré kontrolujú ich distribúciu v jazerách juhozápadného Grónska. Ukázalo sa, že pakomáre predstavujú aspoň dve trofické úrovne v jazerách. Taxonomická variabilita bola väčšia medzi rôznymi typmi jazier (sladkovodné, oligosalinné, ľadovcové), než medzi jednotlivými mikrohabitatmi (kamene, makrofyty, jemný sediment). Podrobná znalosť potravných a habitatových preferencií taxónov na úrovni rodu až druhu môže mať veľký význam pre paleolimnologické rekonštrukcie arktických jazier.

Keywords: Chironomidae, stable isotopes of carbon and nitrogen, arctic lakes, paleolimnology



Metanogenní systém toku Sitka

Methanogenic system of the Sitka stream

Martin RULÍK, Pavlína BADUROVÁ, Adam BEDNAŘÍK, Lenka BRABLCOVÁ, Iva BURIÁNKOVÁ, Václav MACH & Kristýna GRATZOVÁ

Katedra ekologie a životního prostředí, Laboratoř mikrobiální ekologie vod, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc, ČR; e-mail: martin.rulik@upol.cz

Abstract

Long-term research at the Sitka stream focusing on dynamics of methane in the hyporheic sediments, together with analysis of microbial community of methanogenic archaea and methanotrophic bacteria allowed better characterization of sources and sinks of the methane in relation to the distribution of both prokaryote groups and evaluate significance of a stream from the gaseous emissions to the atmosphere point of view.

Keywords: methane, hyporheic sediments, methanogenic archaea, emissions

Úvod

Metan je po vodní páře a CO_2 třetím nejvýznamnějším skleníkovým plynem, jehož původní preindustriální atmosférická koncentrace (~ 0,7 ppm) dnes dosahuje hodnot cca 1,8 ppm. Většina atmosférického metanu vzniká mikrobiální činností, převážně produkcí CH_4 metanogenů. Metanogenní archaea (MA) a metan se typicky vyskytují v místech, kde probíhá rozklad organické hmoty při absenci kyslíku a dalších akceptorů elektronů, jakými jsou např. dusičnany, sírany či trojmocné železo. Dominantním přírodním zdrojem metanu jsou zejména mokřady a rýžoviště (Conrad 2009). Ne všechen metan se z vod a půd dostává do atmosféry, až 90 % vyprodukovaného metanu může být zoxidováno aerobními metanotrofními bakteriemi (MOB). Přestože produkci metanu a jeho spotřebě MOB je celosvětově věnována značná pozornost, tekoucí vody dosud stojí na pokraji zájmu, ačkoliv některé výzkumy potvrdily, že řeky mohou být významnými emitenty metanu do atmosféry (e.g. Schindler & Krabbenhoft 1998; Hlaváčová et al. 2005, 2006; Sanders et al. 2007; Wilcock & Sorrell 2008; Sanz et al. 2011).

Prezentované výsledky jsou součástí dlouhodobého výzkumu zaměřeného na koloběh organického uhlíku a dynamiku metanu a mikrobiálních společenstev v hyporheické zóně toku Sitka u Olomouce, Česká republika. Stejným cílem tohoto výzkumu bylo charakterizovat horizontální a vertikální distribuci meta-

nogenních archeí a metanotrofních bakterií v hyporheických sedimentech, objasnit rozdíly v produkci a spotřebě metanu a dále zhodnotit toky metanu ze sedimentů do povrchového toku a do atmosféry.

Materiál a metody

Výzkum probíhá dlouhodobě na toku Sitka, který je tokem 3. řádu o délce cca 35 km. V podélném profilu toku bylo zvoleno 5 odběrových lokalit, kde byly náhodně odebrány vzorky hyporheických sedimentů a intersticiální vody a měřeny bentické a hladinové toky metanu. K odběru vzorků sedimentů do hloubky 60 cm byla použita tzv. freeze-core metoda s tekutým dusíkem, intersticiální voda byla odebrána z různých hloubek pomocí minipiezometrů a stříkaček s hadičkou. Toky metanu ze sedimentů do povrchové vody a z vody do atmosféry byly měřeny pomocí tzv. bentických, resp. plovoucích komor. Přehled všech parametrů měřených ve vzorcích sedimentů a vody je uveden v Tabulce 1, metody jsou popsány detailně v práci Rulík et al. (2012).

Výsledky a diskuze

Vlastnosti sedimentů a intersticiální vody se lišily v podélném i vertikálním profilu jednotlivých lokalit (Tab. 2), nicméně metan byl zjištěn na všech lokalitách v podélném profilu toku. Koncentrace metanu dosahovaly nejvyšších hodnot v letním a podzimním období a inter-



Tabulka 1. Přehled měřených parametrů v sedimentech a intersticiální vodě, které mají vztah k produkci metanu.

Prostředí	Měřené parametry
Hyporheické sedimenty	granulometrie, POC, metanogenní potenciál, potenciální metanotrofie, abundance mikrobiálních buněk (DAPI), % zastoupení a abundance metanogenních archea a metanotrofních bakterií (FISH), struktura mikrobiálního společenstva (DGGE, klonování a sekvenace)
Intersticiální voda	rozpuštěný kyslík (obsah, nasycení) konduktivita, pH, teplota, (organické kyseliny - acetáty, propionáty, butyráty, valeráty), DOC, Fe^{2+} , metan, CO_2 , $\delta^{13}C-CO_2$, $\delta^{13}C-CH_4$

sticiální voda obsahovala signifikantně vyšší koncentrace metanu ve srovnání s vodou povrchovou. Obě prostředí pak byla supersaturovaná metanem ve srovnání s atmosférou a značně podporovala difúzi metanu ze sedimentů do povrchové vody a dále do atmosféry. S rostoucí hloubkou sedimentu koncentrace metanu obvykle vzrůstala, nejvyšší hodnoty rozpuštěného metanu byly zjištěny na lokalitě č. IV, která se nachází v dolní, nížinné části toku. Tato lokalita se od ostatních liší především v granulometrii, relativně nízké koncentraci kyslíku a naopak vysokými hodnotami rozpuštěného dvojmocného železa, organických kyselin a metanogenního potenciálu (Tab. 2). Potenciální produkce metanu vykazovala překvapivě nejvyšší hodnoty v horních vrstvách sedimentů, absolutně nejvyšší hodnoty pak byly zjištěné na již zmíněné lokalitě č. IV.

Potenciální metanotrofní aktivita byla nejvyšší v dolní části toku, ve vertikálním profilu však není striktně omezena na povrchovou vrstvu sedimentů, jak bychom čekali, ale relativně vysokých hodnot dosahovala i v hloubkách sedimentu 30–50 cm. To naznačuje, že oxidace metanu, produkovaného v sedimentu, se může odehrávat již v těchto hlubších vrstvách (Buriánková et al. in press).

Dosavadní analýzy izotopového složení uhlíku v metanu naznačují, že metan je produkován s největší pravděpodobností jak acetoklastickou (s využitím acetátů), tak hydrogentrofní cestou (s využitím H_2/CO_2) a směrem k povrchovým vrstvám sedimentů dochází k jeho mikrobiální oxidaci. Difúze metanu ze sedimentu do povrchové vody závisí jednak na jeho koncentračním gradientu, jednak je ovlivňována jeho oxida-

ci a konzumpcí metanotrofními bakteriemi. Pokud jsou tedy difúzní toky pozitivní (tj. čistá produkce metanu), pak je povrchová voda obohacována metanem, který se stává součástí poproudového transportu, může být zoxidován ve vodním sloupci, popř. je ve formě plynných emisí je transportován do atmosféry. Naopak, pokud jsou difúzní toky metanu negativní, tak je veškerý metan pravděpodobně zoxidován na metanotrofními bakteriemi nebo advekcí transportován podpovrchovým hyporheickým proudem. Bentické toky metanu kolísaly mezi 0,19 až 82,17 $mg\ m^{-2}\ day^{-1}$ a byly negativně korelovány s průtoky v toku. Vysvětlením je zřejmě skutečnost, že během vyšších průtoků je metan difundující z hlubších sedimentů strháván říční vodou vstupující do povrchové vrstvy sedimentů a intenzivně oxidován. Plynné emise metanu do atmosféry byly zjištěné na všech lokalitách a vykazovaly pozitivní korelaci s koncentracemi metanu v povrchové vodě. Většina emisí metanu (90 %) se vyskytovala v dolním, 7 km úseku toku (lokality IV a V), který představuje pouhou 1/5 celkové plochy toku Sitka. Maximální emise byly naměřeny v jarně – letním období roku. V závislosti na období roku bylo z celkové plochy toku ($\sim 0,2\ km^2$) do atmosféry emisemi uvolněno 430–925 kg metanu za rok. V experimentálním, cca 45 m dlouhém úseku toku mezi lokalitami č. IV a V jsme se na základě naměřených hodnot bentických a atmosférických toků a koncentrací metanu pokusili o odhad bilance metanu v toku. Z této bilance vyplývá, že čistá akumulace metanu v toku činí 78 g CH_4 za den, přičemž část zdroje metanu nebyla dosud identifikována a pochází pravděpodobně z okolí či přisunu podzemní vodou (Rulík et al. 2012).



Přítomnost metanogenních archeí (MA) byla potvrzena rovněž na všech lokalitách, s rostoucí hloubkou sedimentu jejich abundance nepatrně stoupala; v průměru tvořily MA 23,4 % všech buněk barvených DAPI. Rovněž zástupci obou skupin metanotrofních bakterií (MOB I a MOB II) se vyskytovaly na všech lokalitách, s hloubkou jejich abundance buď stoupala (MOB I) nebo klesala (MOB II). MOB I tvořily v průměru 21,4 % a MOB II 11,9 % všech buněk barvených DAPI. Výskyt MOB obou dvou skupin v hlubších částech sedimentů je pro nás velmi překvapivá, ale podporuje výše uvedená měření potenciální metanotrofní, kdy potenciální oxidace metanu byla zjištěna i v hloubkách 30-50 cm (Buriánková et al. in press). Pomocí FISH (*Fluorescence in situ hybridization*) metody jsme dále potvrdili přítomnost zástupců 3 čeledí metanogenních archea: *Methanobacteriaceae* (rostou pouze v přítomnosti vodíku, formiátu a alkoholů mimo metanolu), *Methanosarcinaceae* (mohou růst v přítomnosti všech metanogenních substrátů s výjimkou formiátu) a *Methanosectaceae* (jako zdroj energie využívají výlučně acetát). Všechny tři čeledi vykazovaly podobné procentuální zastoupení v mikrobiálním společenstvu (9,9–12,3 % buněk barvených DAPI) a dosahovaly maximálních abundancí v hloubce 20–30 cm. Změny v diverzitě MA v podélném profilu toku jsme sledovali pomocí DGGE (*Denaturing gradi-*

ent gel electrophoresis). Vzorce DGGE se značně lišily mezi jednotlivými lokalitami, ale přítomnost DGGE bandů ve všech vzorcích sedimentů indikuje, že MA jsou přítomna na všech lokalitách až do hloubky 50 cm, čímž potvrzují výsledky získané pomocí FISH. Počet DGGE bandů se pohyboval od 4 (lokalita II) po 16 (lokalita č. IV), mezi hloubkami nebyl zjištěn žádný zásadní rozdíl. Lokalita č. IV vykazovala největší počet DGGE bandů, tedy největší „diverzitu“ MA. Domníváme se, že je to především z důvodů nevhodnějších podmínek pro metanogeny, které byly zmíněny již dříve (viz Tab. 2) (Brabcová et al. in prep.). Diverzita metanogenního společenstva byla hodnocena rovněž pomocí PCR amplifikace, klonování a sekvenování metyl koenzym M reduktázy (*mcrA*). Z celkem 60 získaných sekvencí *mcrA* genu vykazovalo 25 klonů příbuznost s řády *Methanosarcinales*, *Methanomicrobiales* a *Methanobacteriales* a dále byla rozpoznána nová skupina dosud neidentifikovaných MA, která nevykazuje bližší podobnost s žádnou sekvencí v databázi BLAST a tvoří samostatný „hyperorheic cluster“. Jak povrchová (0–25 cm), tak hlubší vrstva (25–50) sedimentů obsahovala víceméně stejný počet klonů, řád *Methanomicrobiales* však dominoval spíše v hlubší vrstvě, zatímco klony příbuzné řádu *Methanosarcinales* byly detekovány ve vrstvě povrchové (Buriánková et al. in prep.).

Tabulka 2. Vybrané parametry (roční průměry) hyperorheické intersticiální vody a sedimentů na studovaných lokalitách, odebrané z hloubky 25 – 30 cm. Šedě označená je lokalita č. IV, která vykazuje dlouhodobě extrémní hodnoty ve většině sledovaných parametrů a byla zvolena pro detailní studium dynamiky metanu a vertikální distribuce metanogenů a metanotrofních.

Proměnná/ Lokalita	I	II	III	IV	V
Partikul. organický uhlík v sedimentu < 1 mm [%]	0.9	0.9	0.6	1.3	0.7
Rozpuštěný kyslík v intersticiální vodě [%]	80.5	88.1	82.3	38.5	50.9
Koncentrace Fe ²⁺ [mg L ⁻¹]	< 1	< 1	1.8	8.1	4.2
Koncentrace acetátu [mmol L ⁻¹]	0.21	0.34	0.52	1.87	0.29
Koncentrace intersticiálního CH ₄ [μg L ⁻¹]	4.9	0.7	8.1	2 480.2	42.8
Metanogenní potenciál [pM CH ₄ mL ⁻¹ WW hod ⁻¹]	6.6	1.9	2.9	80.7	9.7
Metanotrofní aktivita [nM CH ₄ mL ⁻¹ WW hod ⁻¹]	0.3	1.3	28.5	30.3	25.1
Průměrná denní teplota intersticiální vody [°C]	8.7	9.4	11.6	11.2	11.4



Závěr

Naše dosavadní výsledky potvrzují, že navzdory oxickému prostředí hyporheických sedimentů se zde vyskytuje relativně bohaté společenstvo metanogenních archeí, které produkuje metan v celém podélném profilu toku. Naopak přítomnost aerobních metanotrofních bakterií v celém vertikálním profilu sedimentů zásadně ovlivňuje difúzi metanu a jeho toky ze sedimentů do povrchové vody. Přestože celkové emise metanu z toku Sitka do atmosféry nejsou nijak vysoké, jsou srovnatelné či dokonce vyšší ve srovnání s toky metanu z jiných vodních ekosystémů, zejména tekoucích vod. Výsledky dále ukazují rovněž na fungující samočištění a transformaci organického uhlíku, které odráží dosud převládající přirozený charakter toku.

Literatura

- Brablčová L., Buriánková I., Badurová P., Mach V. & Rulík M. in prep. Diversity and composition of methanogenic community in hyporheic sediment by DGGE and FISH.
- Buriánková I., Brablčová L., Mach V., Hýblová A., Badurová P., Cupalová J., Čáp L. & Rulík M. in press. Methanogens and methanotrophs distribution in the hyporheic sediments of a small lowland stream. *Fundamental and Applied Limnology*.
- Buriánková I., Brablčová L., Mach V. & Rulík M. in prep. Methanogens diversity in hyporheic sediment by targeting methyl-coenzyme M reductase (mcrA) gene.
- Conrad R. 2009. The global methane cycle: recent advances in understanding the microbial processes involved. *Environ. Microbiol Reports* 1: 285-292.
- Hlaváčová E., Rulík M. & Čáp L. 2005. Anaerobic microbial metabolism in hyporheic sediment of a gravel bar in a small lowland stream. *River Res. Appl.* 21: 1003-1011.
- Hlaváčová E., Rulík M., Čáp L. & Mach V. 2006. Greenhouse gases (CO₂, CH₄, N₂O) emissions to the atmosphere from a small lowland stream. *Arch. Hydrobiol.* 165: 339-353.
- Rulík M., Bednařík A., Mach V., Brablčová L., Buriánková I., Badurová P. & Gratzová K. 2012. Methanogenic system of a small lowland stream Sitka, Czech Republic. In: Matovic MD (ed.): „Biomass / Book 2“, ISBN 980-953-307-506-3, in press.
- Sanders I.A., Heppell C.M., Cotton J.A., Wharton G., Hildrew A.G., Flowers E.J. & Trimmer, M. 2007. Emissions of methane from chalk streams has potential implications for agricultural practices. *Freshw. Biol* 52: 1176-1186.
- Sanz J.L., Rodríguez N., Díaz E.E. & Amils R. 2011. Methanogenesis in the sediments of Rio Tinto, an extreme acidic river. *Environmental Microbiology* 13: 2336-2341.
- Schindler J.E. & Krabbenhoft D.P. 1998. The hyporheic zone as a source of dissolved organic carbon and carbon gases to a temperate forested stream. *Biogeochemistry* 43: 157-174.
- Wilcock R.J. & Sorrell B.K. 2008. Emissions of greenhouse gases CH₄ and N₂O from low-gradient streams in agriculturally developed catchments. *Water Air Soil Poll.* 188: 155-170.



Ekologické metriky a druhové vlastnosti – „species traits“ makrozoobentosu ako ukazovatele katastrofických a extrémnych podmienok TANAP-u

Ecological metrics and species traits of macrozoobentos as markers of catastrophic and extreme conditions in TANAP (Tatra National Park)

Andrea RÚFUSOVÁ, Ilja KRNO & Pavel BERACKO

Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina B2, 842 15 Bratislava, SR; e-mail: rufusova@fns.uniba.sk

V našej práci skúmame reakcie bentických bezstavovcov v tokoch Vysokých Tatier na disturbance a extrémne podmienky, ktoré predstavuje veterná kalamita, požiar a prítomnosť ľadovca. Ľadovcové, vysokohorské a horské toky citlivo reagujú na klimatické zmeny a antropické vplyvy a sú ovplyvňované vo väčšej miere abiotickými (teplota vody a ovzdušia, prietok, substrát, obsah živín, pH vody), než biotickými faktormi prostredia. Klíma, nadmorská výška, sezonalita zrážok, geologická stavba povodia a príbrežná vegetácia ovplyvňujú hydrologické vlastnosti toku, zatiaľ čo teplotný gradient, substrát, geomorfológia koryta a chemické zloženie určujú jeho lokálny charakter. Naším hlavným cieľom bolo objasniť reakcie vodnej bioty na spomínané zmeny v prostredí pomocou druhových vlastností organizmov – „species traits“. Na základe podobnosti „species traits“ rozdeľujeme organizmy do 5 funkčných skupín α , β , γ , δ , ζ . Zaradením nami zistených taxonomických dát do týchto skupín a ich analýzou sme identifikovali 4 hlavné skupiny tokov:

1) toky charakteristické vysokým podielom α skupiny, ktorá predstavuje reofilné, plazivé druhy s mono- až semivoltínnym životným cyklom, charakteristické pre oligotrófne vody v kalamitou nenarušenej oblasti s prirodzenými podmienkami (napr. Javorový potok), ktoré môžeme považovať za referenčné

2) toky v kalamitnej oblasti, kde vplyvom odlesnenia a následných hydrologických zmien došlo k poklesu hydrobiontov skupiny α a naopak zvýšenému podielu skupiny β , do ktorej patria eurytermné, ritrofilné organizmy, preferujúce oligo- až mezosapróbne vody a okrem

zoškrabávačov a drvičov sem patria i filtrátori

3) Zelený potok predstavuje samostatný typ, je ovplyvnený ľadovcom v Medenej kotline čo sa prejavuje vyššou nestabilitou koryta, nízkymi dennými teplotami (jún – september len 4,9 °C), nízkou hodnotou pH, konduktivitou, obsahom nutričov a predstavuje tak špecifický habitat predovšetkým pre druhy α skupiny adaptované na extrémne podmienky

4) Slavkovský potok predstavuje ďalší samostatný typ tokov, ktorý po veternej kalamite zasiahol i požiar a v dôsledku zvýšenej erózie a následných hydrologických zmien ako aj zmien teplotných pomerov má najvyšší podiel skupiny β .

Odlíšne výsledky od vyššie uvedených zistení, sme zaznamenali na jednom profile Tománovho potoka, kde napriek pôvodnosti povodia, nadmorskej výške a teplotným pomerom dominuje β skupina, predovšetkým vďaka bohatému zastúpeniu podeniak druhu *Baetis alpinus*. Podobne na rieke Belá sme zaznamenali nečakane vysoký podiel α skupiny (potočníky rodu *Drusus*) a skupiny ζ , kde radíme predovšetkým zástupcov triedy *Oligochaeta*.

Z prezentovaných výsledkov vyplýva, že metóda hodnotenia na základe „species traits“ organizmov vhodne zachytáva reakcie zloženia spoločenstiev sledovaných lokalít.

Tento projekt bol financovaný Grantom Univerzity Komenského č. UK/193/2012.

Keywords: species traits, alpine streams, fire, windthrow disaster, glacieret



Vliv přítoku důlních vod na společenstvo máloštětinatých opaskovců řeky Nedvědičky

Environmental impact of heated mining waters on clitellate assemblages

Sylvie RŮŽIČKOVÁ, Jana SCHENKOVÁ, Veronika KONVIČKOVÁ, Vít SYROVÁTKA & Jan HELEŠIČ

Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR;
e-mail: sylvie.ruzickova@gmail.com

Teplota a její roční průběh jsou klíčovými faktory prostředí. Jejich změna tudíž může mít vliv, ať již přímý či nepřímý, na složení a početnost společenstev vodních bezobratlých. V této studii jsme se zabývali vlivem oteplených důlních vod na společenstvo máloštětinatých opaskovců (Annelida: Clitellata). Clitellata, jakožto zástupci permanentní fauny s omezenou mobilitou, jsou vhodnou skupinou pro tento typ studie, jelikož tento taxon zahrnuje druhy různých ekologických valencí, tedy jak druhy eurithermní tak stenothermní. Studie probíhala na řece Nedvědičce v blízkosti obce Rožná (Českomoravská vrchovina), do níž ústí přítok dekontaminovaných důlních vod a vyčištěných teplých odpadních vod z chemické úpravy uranu.

Zvolili jsme čtyři odběrová místa, jedno na přítoku důlních vod a tři na řece Nedvědičce, z nichž první bylo nad přítokem důlních vod a další dvě pod přítokem ve vzdálenosti 200 a 800 metrů. Odběr vzorků makrozoobentosu probíhal od března 2008 do června 2009 a to

kvantitativní metodou. Při každém vzorkování byly měřeny základní fyzikálně-chemické faktory, teplota byla zaznamenávána pomocí registračních teploměrů každých patnáct minut.

Přítok důlních vod ovlivňoval fyzikální i chemické vlastnosti řeky Nedvědičky. Zvyšoval teplotu vody, konduktivitu, pH a množství anorganického uhlíku v hlavním toku a naopak došlo ke snížení množství rozpuštěného kyslíku a živin, zejména dusíku (koncentrace NH_4^+ a NO_3^- iontů). Na ovlivněných lokalitách jsme zaznamenali pokles počtu druhů a změnu ve druhovém složení společenstva máloštětinatých opaskovců. Došlo rovněž k poklesu celkové abundance. Dále jsme se zaměřili na vliv důlních vod na vybrané taxony s různými ekologickými nároky a pozorovali různé typy odpovědí. Jelikož se však přítok lišil ve více parametrech, které na společenstvo působí, nebylo možné odlišit vliv samotného tepelného znečištění.

Keywords: thermal pollution, Clitellata, abundance, Bohemian-Moravian Highlands



Vliv vysychání na temporární faunu toků na modelové skupině jepice (Ephemeroptera)

The effect of drought on the temporary stream fauna with focus on the model group mayflies (Ephemeroptera)

Pavla ŘEZNIČKOVÁ¹, Světlana ZAHŘÁDKOVÁ², Tomáš SOLDÁN³, Denisa NĚMEJCOVÁ² & Petr PAŘIL²

¹ Oddělení rybářství a hydrobiologie, Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR; e-mail: pavlareznickova@seznam.cz

² Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., Mojmírovo náměstí 16, 612 00 Brno, ČR

³ Biologické centrum AV ČR, Entomologický ústav, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR

Přítomnost či nepřítomnost určitých druhů v daných podmínkách prostředí, stejně jako v případě přítomnosti jejich početnost, je dána jejich autekologickými charakteristikami. Ty pak mohou být využívány k hodnocení působení různých stresorů ve vodním prostředí, například morfologických změn, znečištění nebo dopadů klimatických změn. Jedním z důsledků kolísání klimatu je vysychání toků, k němuž v případě menších toků dochází i ve střední Evropě. Vysychání působí jako ekologický filtr ovlivňující strukturu taxocenózy, to znamená, že v takovém prostředí mohou přežít druhy s příhodnými autekologickými charakteristikami. Výskyt těchto druhů a naopak absence druhů, jimž příhodné vlastnosti chybí, mohou být využity pro retrospektivní indikaci epizod vysychání. Klasifikace druhů podle jejich schopností přežít tyto epizody je základem pro vývoj takové metody. Modelovou skupinou pro tento účel byly zvoleny jepice (Ephemeroptera), jejichž autekologické charakteristiky jsou poměrně dobře známy, a které jsou významnou součástí makrozoobentosu jak permanentních, tak intermitentních toků. Autekologické charakteristiky byly shromážděny z dostupných databází (IS ARROW, freshwaterecology.info), řady publikací a bylo využito i nepublikovaných dat autorů. Výsledkem byl seznam jepic, pro které byly vyplněny informace především pro ty autekologické charakteristiky, které byly předem vytipovány jako potenciálně vhodné pro indikaci vysychání. U každé autekologické charakteristiky je zdůvodněn její výběr a definovány 3 stavy podle míry adaptace (vhodné pro přežití ve vysychavých tocích, indiferentní, nevhodné). Zcela zásadní pro přežití jepic ve vysychavých tocích je typ životního cyklu – vhodný je univoltinní zimní typ, popř.

typ bivoltinní, výhodná je také flexibilita životních cyklů. Výhodu mají druhy s obligátní partenogenezí nebo s vyšší líhnivostí při tycho partenogenezi, dále druhy, jejichž okřídlená stadia žijí delší dobu. Důležitý je i vztah k proudění. Obecně mají lepší potenciál pro přežití vysychání druhy nespécializované (z hlediska preference potravy, substrátu etc.), druhy menší, s vyšší abundancí a densitou. Samozřejmě není nutné, aby druhy přežívající ve vysychajících tocích měly všechny tyto vlastnosti. Například druh *Metreletus balcanicus*, typický obyvatel intermitentních toků, se v ČR vyskytuje velmi řídce, podobně jako *Paraleptophlebia weneri*. Druhy rodu *Siphonurus* dorůstají v posledních larválních instarech velkých velikostí, *Habrophlebia fusca* bývá zasažena letním vysycháním, přesto však její populace přežívají. Na druhou stranu *Baetis muticus*, který je schopen parthenogenetického množení, je bivoltinní a běžně rozšířený, se ve vodách s anomálním hydrologickým režimem nevyskytuje. Navržená klasifikace byla testována na datech z databáze drobných toků České republiky. V taxocenózách jepic ve vysychajících tocích chybí oproti očekávanému složení druhy rheobiontní a i rheofilní druhy, oligostenotermní a semivoltinní. Druhové spektrum je zřetelně ochuzeno. Strategie jepic jak přežít vysychání je poměrně komplexní jev, který je třeba dále zkoumat v terénních podmínkách, ale také upřesňovat autekologické charakteristiky při laboratorních experimentech.

Příspěvek byl zpracován s podporou Výzkumného záměru MSM6215648905 a grantu Technologické agentury ČR TA02020395.

Keywords: drought, bioindication, life strategies, autecology



Variabilita vodních opaskovců (Clitellata) na slatiništích vnějších Západních Karpat

Variability of aquatic clitellates in outer Western Carpathians spring fens

Jana SCHENKOVÁ, Martina BÍLKOVÁ & Jindřiška BOJKOVÁ

Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR;
e-mail: schenk@sci.muni.cz

Karpatská luční prameništní slatiniště vznikají na flyšovém podloží a jsou charakteristická různou minerální bohatostí podzemní vody a také různou mokřadní vegetací. Na slatiništích v oblasti vnějších Západních Karpat (Bílé Karpaty, Moravskoslezské Beskydy, Kysuce a Orava) byla studována diverzita a variabilita společenstva vodních opaskovců (Clitellata) na gradientu minerální bohatosti a geografickém gradientu.

Vodní opaskovci byli odebíráni kvantitativní metodou na čtyřech různých typech slatinišť dříve definovaných na základě rostlinných společenstev: extrémně bazická slatiniště se srážením pěnovce (typ 1), bazická slatiniště bez srážení pěnovce (typ 2), mírně minerálně bohatá (typ 3) a kyselá přechodová rašeliniště (typ 4) (Hájek et al. 2006). Vzorkování proběhlo na celkem 26 lokalitách a dvou mezohabitátech na jaře 2006, 2010 a 2011. Celkem bylo nalezeno 7 720 vodních opaskovců náležících do 30 druhů a osmi dalších rodů obtížně determinovatelných vodních roupic (Enchytraeidae). Vodní opaskovci vykazovali velmi vyrovnané zastoupení mezi jednotlivými typy slatinišť, s nejméně 23 (typ 4) až nejvíce 26 (typ 2 i 3) taxony v jednom typu slatiniště a s průměrně 87 (typ 2) až 263 (typ 4) jedinci na vzorek v jednom typu slatiniště. Nejméně taxonů a nejvíce jedinců bylo nalezeno na kyselých přechodových rašeliništích, tedy odlišný trend (ač ne příliš výrazný) než u jiných zástupců permanentní fauny jako měkkýšů (Horsák & Hájek 2003) a koryšů (Bílková 2012), jejichž abundance narůstají směrem k vyšší minerální bohatosti. Každý typ slati-

niště byl charakterizován jedním dominantním druhem: extrémně bazická slatiniště se srážením pěnovce *Trichodrilus strandi*, bazická i mírně bazická slatiniště bez srážení pěnovce *Lumbriculus variegatus* a kyselá přechodová rašeliniště *Cognettia sphagnetorum*.

Ke změně složení společenstva opaskovců docházelo především podél gradientu minerální bohatosti (poor-rich gradient) a v závislosti na charakteru substrátu (nepřímá gradientová analýza DCA). Tento gradient byl svázaný i se zeměpisnou šířkou, což bylo dáno pozicí jednotlivých typů slatinišť, která je podmíněná geologicky. Další nezávislý gradient, podél něhož se uspořádaly především minerálně chudší slatiniště, představovalo množství jemného organického materiálu a amonné ionty, uvolňující se jeho rozkladem. Výsledek této rozšířené studie potvrdil výsledky zjištění předchozího výzkumu, který se zabýval pouze 17 slatiništi na moravsko-slovenském pomezí (Bojková et al. 2011). Současný výzkum bude dále rozšířen jednak o vzorky z podzimní sezony, jednak o další lokality rozmístěné směrem na východ, v oblasti vnitřních Západních Karpat, pro zjištění významu geografického gradientu. Již nyní byl na dvou lokalitách na severovýchodním okraji vzorkovaného území nalezen další druh – *Trichodrilus tatrensis*.

Výzkum byl finančně podpořen granty MŠMT ČR (MSM0021622416) a grantem GAČR (P505/11/0779).

Keywords: aquatic clitellates, poor-rich gradient, substratum



Origin, enzymatic response and fate of flood introduced dissolved organic matter in a river-floodplain system

Anna SIECZKO, Maria MASCHEK & Peter PEDUZZI

University of Vienna, Department of Limnology, Althanstrasse 14, A-1090 Vienna, Austria;
e-mail: anna.sieczko@univie.ac.at

High environmental diversity in river-floodplain systems creates opportunities for numerous linkages between aquatic and terrestrial ecosystems and promotes interactions between abiotic factors and biotic processes. However these couplings, particularly the linkage between the hydrological cycle and the carbon cycle, have received insufficient attention so far.

This study was conducted in a floodplain near Vienna (Austria), during two distinct hydrological phases both when backwaters were disconnected and connected to the main system, with the focus on flood event. Within the floodplain area, four backwaters were selected that display diverse hydrological characteristics representing a gradient of connectivity to the main channel: two dynamically connected and two isolated side arms.

The optical properties of dissolved organic matter (DOM) were investigated to obtain quantitative and qualitative information on DOM. These spectroscopic techniques and extracellular enzyme activity measurements, together with assessment of bacterial secondary production (BSP) were applied to elucidate flood-pulse-linked differences in C sources and related microbial processes. The flood introduced abundant DOC that contained a large amount of allochthonous, aromatic, higher molecular weight compounds. The strong positive correlation of lignin-indicating a_{350} signals with DOC implied a significant contribution of

terrestrial, vascular plant material. Bacterial enzymatic activity was used as a proxy to track the response to changes in the DOM pool. At dynamic stations, enzyme activity patterns largely followed the hydrological changes during the flood. The pronounced peak of glucosidases during the connection phases demonstrated that flood introduced high amounts of storage and structural polysaccharides. High glucosidase and protease activity indicated elevated utilization of imported material, which despite its allochthonous origin was bioavailable. During disconnected phases a switch to lignin degradation occurred with significantly higher activity of phenol oxidase ($p < 0.001$). No significant differences in BSP between the two phases were detected, indicating that heterogeneous sources of C sufficiently supported BSP.

This study stresses the importance of seasonal hydrological events that connect a river channel with adjacent floodplain, it demonstrates that flooding mobilized a significant fraction of the reactive DOM from the catchment, which subsidized bacterial metabolism. Our results indicate that DOM introduced during flood, despite its terrestrial origin, was bioavailable and could be effectively utilized by aquatic bacteria in such river-floodplain systems.

Keywords: dissolved organic matter, bacteria, extracellular enzymatic activity, floodplain



Osudy lužní tůň jako reflexe stavu krajiny a trendů v managementu

The fate of a floodplain pool as a reflection of landscape and management

Olga SKÁCELOVÁ

Katedra botaniky, Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Na Zlaté stoce 1, 370 05 České Budějovice, ČR; e-mail: oskacelova@prf.jcu.cz

Abstract

Natural Monument "Jezírko Kutnar" is a typical backwater, whose existence is strongly influenced with water management in alluvium and its position in intensively used agricultural landscape. During 26 years of algological research, successive stages were documented (terrestrialization, eutrophication, herbivorous fish, removing of sediments succession after restoration). All changes were documented with algological research and records of macrophytes.

Keywords: pool, succession, management, algae, restoration

Problematika nivních tůň

V říčních nivách s neupraveným tokem fungují dynamické procesy, v jejichž rámci vznikají nové tůň, případně zanikají staré. Trvalé tůň mohou být při povodních opakovaně zaplavovány a proplachovány od sedimentů, což prodlužuje jejich existenci v akvatickém stádiu. Přirozený dlouhodobý vývoj říčních niv vyústil v bohatost a pestrost biotopů, a to nejen vodních, ale také mokřadních a terestrických (škála od tůň a mokřadů po lužní louky a lesy). Při střídavém vysychání a zaplavování mokřadů se urychluje mineralizace. Zásahy prováděné v povodí jako napřimování toků, zahlubování koryt, odlesňování, vysoušení půdy, zemědělská výroba spojená s produkcí odpadů a odpady ze sídel se negativně odrážejí v prostředí nivy. Destrukce niv a břehových zón toků vyvolávají signifikantní změny ve vodním režimu a látkovém transportu v říčním ekosystému, což se opět odráží na snížení pestrosti nivních biotopů a jejich rostlinné i živočišné složky.

Specifickým a nevratným procesem probíhajícím v tůň trvale odpojených od toku je přirozené stárnutí – zazemňování. Na rychlost zazemňování má prokazatelný vliv obklopující vegetace (tůň v listnatém lese nebo s dřevinným pásem mají vyšší přísun listového opadu, na druhé straně tůň v otevřeném terénu při malé hloubce rychle zarůstají vodním i rostlinami, které mohou vytvářet značnou biomasu. Biomasa listového opadu zvětšuje vrstvu

detritu vodního tělesa, rozpuštěné nebo partikulované organické látky mohou ovlivňovat trofický stupeň a zapojovat se do recyklace živin. V anaerobních tůň mohou vytvářet podstatnou část primární produkce fototrofní bakterie.

Otázky v péči o pořiční tůň

Při tvorbě plánu péče o chráněná území typu mokřadu je třeba přihlížet nejen k aktuálnímu stavu lokality (biodiverzita, dominance určitých druhů, sezónní cykly, trofie, saprobity), ale je nutné také brát v úvahu otázku budoucího vývoje mokřadu daného probíhajícími sukcesemi, ať již přirozenou či více či méně ovlivněnou antropickými vlivy. Tento fakt platí ve zvýšené míře u drobných mokřadů, vyskytujících se v nivách řek s vodním režimem změněným regulacemi až ztrátou říční dynamiky. Naplánování a provedení zásahů musí předcházet detailní znalost oživení daného mokřadu. Sledování by mělo probíhat po více sezón, s vyšší četností odběrů. Dále je třeba se seznámit s výsledky výzkumů provedených v minulosti na lokalitě. Současná absence dříve se vyskytujících druhů vzácných vodních rostlin, bezobratlých živočichů nebo sinic a řas obvykle nemá být důvodem ke zrušení chráněného území, ale motivem ke zvážení možnosti revitalizace.

U tůň v nivách bez říční dynamiky, izolovaných trvale od toku a ohrožených zazemněním, jsou obvykle řešeny tyto otázky:



- Zda obnovit napojení na tok: ano či ne?
- Redukovat přebujelou vodní vegetaci a rákosiny – nakolik a jakým způsobem?
- Jakým způsobem, ve které části roku a jak často kosit rákosiny?
- Co přinese nasazení býložravých ryb?
- Prohloubení tůň: do jaké hloubky a v jakých částech, jaký má být výsledný tvar vodní nádrže v horizontálním i vertikálním profilu, nakoik odstraňovat sedimenty a jakým způsobem?
- Zásahy v ochranném pásmu: kosení luční



vegetace a odstraňování stařiny, nakolik likvidovat dřevinný nálet?

- Ponechat vývoj v tůni po revitalizaci samovolnému vývoji anebo např. dosazovat vodní rostliny?
- Jak se stavět k rekreačnímu využívání tůní (rekreační rybolov, ev. jiné formy rekreace)?

Se všemi těmito otázkami jsme se setkali během 26-letého algologického průzkumu Přírodní památky Jezírko Kutnar v dolním Podýjí (k-ú. Rakvice).

Fáze vývoje jezírka Kutnar

Rok 1986 byl poslední sezónou, kdy se na Kutnaru vyskytovala bohatá populace leknínu bílého (*Nymphaea alba*). Na polovině plochy se vyskytoval okřehek trojbrázdý (*Lemna trisulca*) a podél břehů pruh voďanky žabí (*Hydrocharis morsus-ranae*). K vzácným nálezům sinic a řas patří *Microchaete calothrichoides*, *Schizomeris leibleinii*, *Cylindrocapsa geminella*, *Oedogonium rivulare* var. *tongiense*, rozsivky byly zastoupeny hlavně alkalofilními druhy zarostlých neznečištěných vod jako *Epithemia adnata*, *E. turgida*, *Navicula radiosa*, *Rhopalodia gibba*.

V roce 1987 s poklesem hladiny byla poslána populace růžkatce *Ceratophyllum demersum*, v letním období byl pozorován masový rozvoj purpurových sírných bakterií a také sinic *Planktothrix cryptovaginata*.

V roce 1988 pokrýval většinu hladiny porost voďanky žabí (*Hydrocharis morsus-ranae*), zároveň dochází k expanzi vláknitých řas rodu *Cladophora* (*C. fracta*, *C. globulina* a *C. rivularis*).

V roce 1989 již voďanka a leknín zcela vymizely, nastupuje bohatá populace haluchy vodní (*Oenanthe aquatica*), v následujícím roce se na jejím místě objevují statné rostliny šťovíku *Rumex aquaticus*, poté pryskyřník *Ranunculus sceleratus* a rukev *Rorippa amphibia*.

Na počátku 90. let tvořil hustý porost v litorálu zevar *Sparganium erectum* a těleso tůně vyplňoval růžkatce *Ceratophyllum demersum*.

V roce 1993 bylo obnoveno ochranné pásmo přírodní památky, polní komunikace odsunuta mimo ně, omezen dřevinný nálet a započato pravidelné kosení louky. Pokusně byli vysazeni amuři za účelem omezení vodní vegetace.



Vymizela nejprve měkká vodní vegetace, změny se projeví i ve fytoplanktonu (příklon od tůňového typu reprezentovaného především bičíkovci ke kokálnímu rybníčnímu typu, zvýšení abundance fytoplanktonu). V nárostech převážily běžné druhy nad vzácnějšími čistomilnými.

V letech 2005 a 2006 bylo ve dvou fázích provedeno odčerpání vody s jemným kalem a následně odbahnění.

Mísovitý tvar tůně v příčném průřezu, s podélnou hlubší linií, odpovídá předpokládanému původu ze starého říčního ramene. Odstraněn byl sediment a stržen rákosový drn podél tří břehů.

Na revitalizované tůni probíhá intenzivní sukcese, došlo k samovolné obnově porostu leknínu i dalších druhů ze semenné banky. V řasové flóře opět dominují čistomilné druhy.

Zkušenost z revitalizace PP Jezírko Kutnar lze využít při obnově dalších tůní.

Seznam literatury na vyžádání u autorky.



Jaké vlastnosti je výhodné mít ve vysychavém toku?

Which species traits are essential for success in intermittent streams?

Michal STRAKA¹, Lenka TAJMROVÁ¹, Vít SYROVÁTKA² & Petr PAŘIL²

¹WELL Consulting, s.r.o, Babice nad Svitavou 339, 664 01, ČR; e-mail: straka@wellcon.cz

²Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., Mojmírovo náměstí 16, 612 00 Brno, ČR

Vzhledem k probíhající klimatické změně je stále větší počet toků ohrožen extrémními hydrologickými jevy – povodněmi a suchem. Nedostatkem vody, který může vést k částečnému až úplnému vyschnutí, jsou nejvíce ohroženy malé toky, na nichž chybí data o permanenci průtoku. Z tohoto důvodu není možné konvenčními hydrologickými metodami posoudit periodicitu ani rozsah jejich vysychání. Důležitou rolí při rozpoznání vysychavého toku tak může hrát bioindikace pomocí analýzy společenstva makrozoobentosu. Vodní bezobratlí mají předpoklady pro to být vhodným nástrojem pro bioindikaci vyschnutí (nízká mobilita, vazba na konkrétní stanoviště, řada životních strategií), nicméně při celkové analýze společenstva (abundance, druhová bohatost, biotické indexy) je obtížné oddělit jednotlivé typy stresorů (např. znečištění, morfologická degradace, vysychání). Podobně analýza pomocí druhů indikujících vysychání (nebo naopak permanenci průtoku) může narážet na zoogeografické omezení či limitaci souborem druhů („species pool“) dané oblasti. Východiskem může být analýza vlastností druhů (tzv. „species traits“) zohledňujících jejich vztah k vysychání.

Aktuální složení společenstva makrozoobentosu ve vysychavém toku je ovlivněno jednak faktory, které zvyšují mortalitu během

vysychání (snižování obsahu O₂, růst teploty, pokles vodního sloupce, vyšší riziko predace, ztráta tělních tekutin), a zároveň rychlostí (re)kolonizace (vzdálenost refugií, nízká konkurence, načasování znovuzaplavení). Vlastnosti druhů, které zvyšují šance druhů vyskytovat se v nestabilním prostředí vysychajících toků, představují adaptace právě na tyto faktory a dají se rozdělit do několika základních skupin: morfologické adaptace, přizpůsobení životních cyklů, vlastnosti související s reprodukcí, schopností pohybu a šíření, ekologické nároky. V každé z těchto skupin je obsažena řada vlastností, které mají různý potenciál přinášet výhody či nevýhody pro přežití ve vysychavých tocích.

Na základě literární rešerše jsme vytipovali celkem 33 vlastností druhů, které mohou ovlivňovat přítomnost druhů ve vysychavých tocích, a tedy jsou potenciálně využitelné pro zpětnou indikaci minulých epizod sucha. V tomto příspěvku shrnujeme a prezentujeme tyto vlastnosti. Jejich definitivní výběr bude možné provést až po analýzách na reálných datech, což následně povede k vytvoření nástroje pro indikaci vysychavých toků.

Projekt byl podpořen grantovou agenturou TA ČR (číslo projektu: TA02020395).

Keywords: species traits, benthic invertebrates, drought, bioindication, stream



Složení mikrobiálního společenstva pelagiálu v komplexním systému Bílého jezera, řeky Šeksny a Rybinské nádrže na horní Volze; význam abiotických a biologických faktorů na rozlišení lokalit s využitím ordinační analýzy

Composition of pelagic microbial assemblages in the complex system of Beloye Lake, Sheksna River and Rybinsk Reservoir on the upper Volga River; ordination analysis used for characterizing geographic localities by abiotic and biological parameters

Viera STRAŠKRÁBOVÁ¹, Vojtěch KASALICKÝ¹, Petr ŠMILAUER² & Aleksander KOPYLOV³

¹Biologické Centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav, Na sádkách 7, 370 05 České Budějovice, ČR; e-mail: vierastr@gmail.com

²Přírodovědecká fakulta Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR

³I.D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, Borok, Yaroslavl, Russia

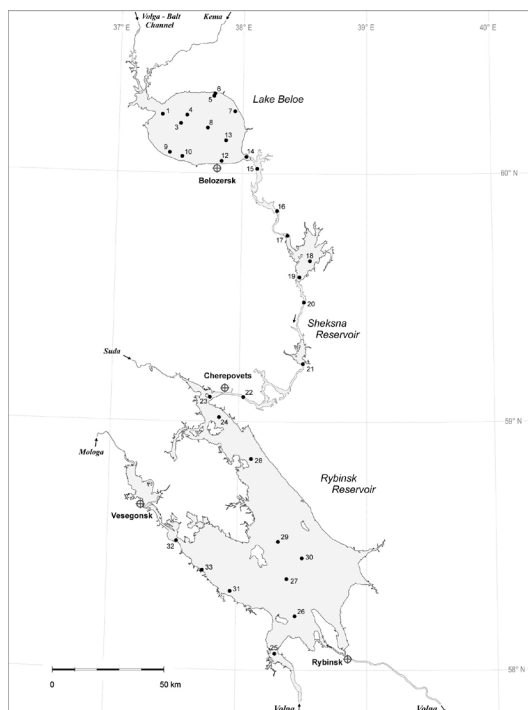
Abstract

During summer expedition on the upper Volga River, 31 stations were sampled. Physical and chemical parameters, chlorophyll and pelagic biota (zooplankton, heterotrophic protists, autotrophic picoplankton and bacteria) were measured and elaborated. Analysis of bacterioplankton community composition was performed using group-specific rRNA-targeted oligonucleotide probes and eight groups were distinguished. Redundancy analysis and principle component analysis were used to identify and test the relationships between individual components of the food web and environmental variables. The variation of abiotic parameters among sampling stations shows the main gradient on horizontal axis (increasing water depth, transparency, bottom O₂ deficit and conductivity), which explains 38.4 % of the total variation among stations. Biotic parameters show the main gradient of increasing bacterial abundance and biomass, and of total zooplankton and cladoceran filtrators biomass. Bacterial community composition projected with abiotic and biotic variables showed the main horizontal gradient (from the left to right) of beta- and gamma-Proteobacteria; in an opposite direction the cluster R-BT increasing with total P and ciliates. The variation of bacterial community explained by each of the three groups of predictors (abiotic, biotic and localities) was evaluated by RDA and the summary showed the two abiotic factors as the best for explaining the total bacterial community variation.

Keywords: Rybinsk reservoir, Beloe Lake, Volga River, Eubacteria groups, Archaea, microbial loop, plankton

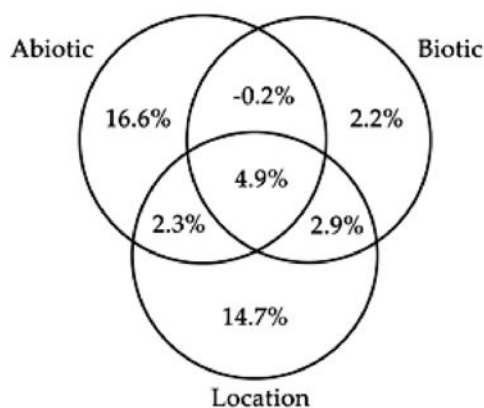
Rybinská nádrž na horní Volze byla napuštěna v letech 1941 – 1947 v místech, kde do Volhy ústí dvě velké řeky – Šeksna, která vytéká z Bílého jezera, a Mologa (Litvinov & Roshchupko 2000). V roce 1964 byla postavena hráz na Šeksně před jejím ústím do vzdutí Rybinské nádrže (Litvinov 2002). Tím vznikla „Šeksniinská nádrž“, která má dvě části: Bílé jezero vzduté o 3 m a Šeksniinskou korytovitou nádrž. Uvádíme zde výsledky získané během 14 denní letní expedice na 31 stanicích (Obr. 1): od Bílého jezera (11 stanic) přes Šeksniinskou říční nádrž (8 stanic) do Rybinské nádrže (14 stanic). Na každé stanici byly pracovníky ústavu Ruské akademie věd v Boroku měřeny fyzikální a chemické parametry, chlorofyl, primární produkce a organismy pelagiálu: zooplankton, heterotrofní prvoci a bakterie. V. Straškrabová a V. Kasalick-

ký odebírali a zpracovávali bakterie a složení jejich společenstva. Složení bakteriálního společenstva bylo analyzováno v Hydrobiologickém ústavu BC AV ČR v Českých Budějovicích metodou CARD-FISH (Pernthaler et al. 2002; Sekar et al. 2003) pomocí specifických r-RNA oligonukleotidových prób (8 skupin bakterií). Vztahy mezi složkami pelagického společenstva a faktory prostředí byly testovány P. Šmilauerem pomocí ordinační analýzy (RDA a PCA) (Borcard et al. 1992; Ter Braak & Šmilauer 2002). V bakteriálním společenstvu byla nejpočetnější skupina *Actinobacteria* (25–35 % z celkových počtů), a podtřída *beta-Proteobacteria* (15–25 %). Abiotické parametry vysvětlují 57,1 % celkové variability mezi lokalitami (Obr. 2). Část Rybinské nádrže u přítoku Volhy (RVo) je oddělena od gradientu ostatních částí. Variabilita



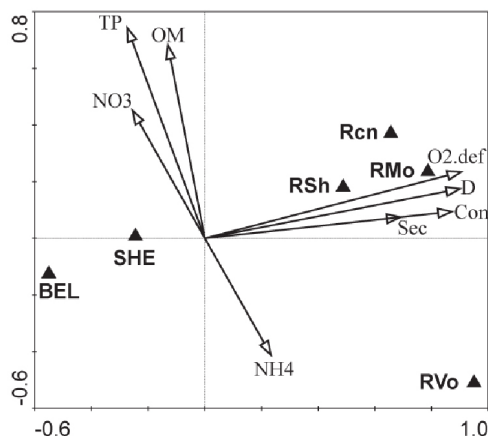
Obrázek 1. Mapa Rybinské a Šeksnských nádrží s odběrovými stanicemi. Jsou vyznačeny hlavní přítoky, kanál Volha-Balt a města s více než 8000 obyvateli.

Figure 1. Map of the Rybinsk and Sheksna Reservoirs with sampling stations.



Obrázek 4. Variabilita bakteriálního společenstva vysvětlená abiotickými a biotickými faktory a geografickou lokací.

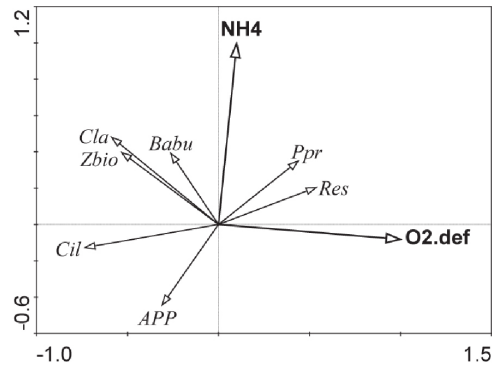
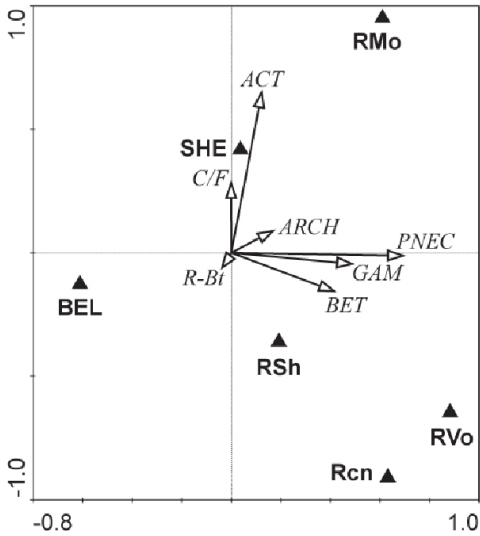
Figure 4. Variation partitioning of the bacterial community composition explained by three groups of predictors – abiotic (best), geographic location and biotic (the worst).



Obrázek 2. Variabilita abiotických parametrů (PCA) na lokalitách. TP – veškerý fosfor, OM – organická hmota, D – hloubka, O₂ deficit u dna, Con – vodivost, Sec – průhlednost. Plně trojúhelníčky jsou lokality: BEL – Bílé jez., SHE – Šeksninská říční nádrž, RSh – Šeksninský chobot Rybinské nádrže, RMo – Moložský chobot Rybinské nádrže, RVo – část Rybinské nádrže u ústí Volhy, Rcn – střední část Rybinské nádrže.

Figure 2. Variation of abiotic parameters summarized by principal component analysis (PCA). First two principal components represent 57,1 % of the total variation. Stations are grouped in localities (full triangles). Belaye Lake with Sheksna are separated as well as Volzhskiy reach of Rybinsk. The other parts of Rybinsk are in one cluster.

biotických faktorů včetně skupin bakteriálního společenstva je na Obr. 3. V pravé části (RDA) je projekce vybraných (nejlépe predikovatelných) biotických faktorů se dvěma vybranými abiotickými prediktory. Dvě hlavní osy vysvětlují 24,4 % celkové variability biotických dat. Geografická variabilita složení bakteriálního společenstva (RDA) je v levé části Obr. 3, kde první dvě osy vysvětlují 21,0 % celkové variability složení bakteriálního společenstva. Lokalita RMo (část nádrže u ústí Mology) je oddělena od ostatních. BET na obrázku označuje beta-Proteobacteria po odečtení dvou podskupin: R-BT a Polynucleobacter (PNEC). Zvláště cluster R-Bt často dosahuje 20–40 % počtů beta-Proteobacteria (Šimek et al. 2010). Variabilita bakteriálního společenstva je nejlépe vysvětlena abiotickými faktory a geografickou lokací (Obr. 4). Nejméně vysvětlující jsou faktory biotické (Obr. 4).



Obrázek 3. Pravá část ukazuje projekci hlavních biotických faktorů (primární produkce, respirace, Babu – počty bakterií, APP – autotrofní pico-cyanobacteria, Ciliata, filtrující Cladocera a Zbio – celkovou biomasu zooplanktonu) spolu se 2 abiotickými faktory. V levé části je geografická variabilita složení bakteriálního společenstva.

Figure 3. The right side shows the projection of selected biotic characteristics (7 best predicted ones), which were projected against selected abiotic predictors. The two axes explain 24,4 % of the total variation in biotic data. The left side summarizes geographic variation in bacterial community composition.

Literatura

- Borcard D., Legendre P. & Drapeau P. 1992. Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology* 73: 1045-1055.
- Litvinov A.S. & Roshchupko V.F. 2000. Long-term and seasonal variability of water balance and water exchange in the Upper Volga Reservoirs. *Water Resources* 27: 424-434.
- Litvinov A.S. (ed) 2002. Modern state of the Sheksna Reservoir ecosystems: Collective monograph. (In Russian), YaGTU, Yaroslavl, 368p., ISBN 5-230/18466-3.
- Pernthaler A., Pernthaler J. & Amann R. 2002. Fluorescence in situ hybridization and catalyzed reporter deposition for the identification of marine bacteria. *Applied Environmental Microbiology* 68: 3094-3101.
- Sekar R., Pernthaler A., Pernthaler J., Warnecke F., Posch T. & Amann R. 2003. An improved protocol for quantification of freshwater *Actinobacteria* by fluorescence in situ hybridization.

on. Applied Environmental Microbiology 69: 2928-2935.

- Šimek K., Kasalický V., Jezbera J., Jezberová J., Hejzlar J. & Hahn M.W. 2010. Broad habitat range of the phylogenetically narrow R-BT065 cluster representing a core group of the beta-proteobacterial genus *Limnohabitans*. *Applied Environmental Microbiology* 76: 631-639.
- Ter Braak C.J.F. & Šmilauer P. 2002. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's guide. Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Ithaca USA: Microcomputer Power, 500 pp.



Fauna pakomárov horského jazera: kombinácia paleo- a neolimnologického prístupu pri hodnotení zotavovania z acidifikácie

Chironomid fauna of an alpine lake: combination of paleo- and neolimnological approaches to assess recovery from acidification

Marek SVITOK¹, Vladimír KUBOVČÍK¹, Peter G. APPLEBY², Jiří KOPÁČEK³ & Peter BITUŠÍK⁴

¹Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, SR; e-mail: svitok@vsld.tuzvo.sk

²Department of Mathematical Sciences, University of Liverpool, P.O.Box 147, Liverpool L69 3 BX, UK

³Biologické centrum AV ČR, Hydrobiologický ústav, Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, ČR

⁴Katedra biológie a ekológie, Fakulta prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, SR

Starolesnianske pleso (Tatry, Slovensko) bolo v 80-tych rokoch minulého storočia silno acidifikované; pH vody kleslo na hodnotu blízku 4,7; pleso malo vyčerpaný karbonátový pufračný systém a zvýšenú koncentráciu anorganického hliníka. Dôsledkom socioekonomických zmien a implementácie programov na redukciu emisií síry a dusíka dochádza k postupnému zotavovaniu chemizmu jazera. Paralelne s procesom chemického zotavovania však dochádza k nárastu teploty. Od 80-tych rokov narástla priemerná teplota vzduchu v záujmovom území o 0,7 °C. Rozhodli sme sa preto skombinovať paleo- a neolimnologický prístup a posúdiť vplyv zmien chemizmu a teploty prostredia na zotavovanie fauny pakomárov z acidifikačného stresu.

Od obdobia vrcholnej acidifikácie do roku 2010 narástlo pH vody na hodnotu ~ 5,6 a fauna pakomárov vykazuje jasné črty zotavovania. Súčasný zloženie spoločenstva sa však stále

odlišuje od pred industriálneho spoločenstva. V spoločenstve chýba druh najcitlivejší na acidifikáciu (*Tanytarsus bathophilus*) zatiaľ čo termofilnejšie druhy (*Corynoneura scutellata* group, *Psectrocladius limbatellus* group) vykazujú väčšie zastúpenie. Na základe našich výsledkov a predpokladaných klimatických scenárov pre 21. storočie je možné očakávať, že po úplnom odznení acidifikačného stresu sa spoločenstvo pakomárov nenavráti do pôvodného stavu ale do nového stavu pod vplyvom zmenených teplotných podmienok. Zdá sa, že kombinácia paleo- a neolimnologického prístupu môže byť užitočným nástrojom pre lepšie porozumenie procesom zotavovania vodných ekosystémov.

Štúdiá bola vypracovaná s podporou grantu VEGA 1/0180/12.

Keywords: Chironomids, glacial lake, acidification, recovery, climate change



Vývojové cykly acidotolerantních pošvatek

Life cycles of acidotolerant Plecoptera

Jana SVOBODOVÁ^{1,2}, Jindřiška BOJKOVÁ³ & Josef MATĚNA²

¹Přírodovědecká fakulta Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR; e-mail: jaternik@centrum.cz

²Biologické centrum AV ČR, Hydrobiologický ústav, Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, ČR

³Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR

Pošvatky obývají především chladné tekoucí vody a je pro ně typická silná senzitivita ke znečištění, velké kyslíkové nároky a u většiny druhů také tolerance k nízkému pH. Díky této vlastnosti jsou pošvatky jednou z nejpočetnějších složek acidifikací ochuzených společenstev makrozoobentosu. Ačkoliv se u mnoha druhů předpokládá, že jejich dominance ve společenstvu je ovlivněna také uvolněním konkurence a snížením tlaku predátorů díky absenci acidosenzitivních druhů, bylo prokázáno, že i pošvatky jsou vystaveny mnoha subletálním vlivům souvisejícím s nízkým pH (např. kvalita potravy). Tyto vlivy mohou ovlivnit také růst a tím i vývojové cykly pošvatek. Studium vývojových cyklů drobných pošvatek skupiny Euholognatha je často složité, protože se na jedné lokalitě společně vyskytuje více druhů jednoho rodu a rozlišení drobných instarů larev je prakticky nemožné. V acidifikovaných přítocích šumavských jezer se hojně vyskytuje jen několik druhů, *Protonemura auberti*, *Nemurella pictetii*, *Nemoura cinerea*, *Leuctra nigra*, *Leuctra pusilla*. O životním cyklu většiny z nich ve střední Evropě jsou pouze omezené informace. *Leuctra pusilla* je druhem teprve v nedávné době potvrzeným z České republiky a její životní cyklus, podobně jako životní cyklus druhu *Protonemura auberti*, není detailně znám. *Leuctra nigra* je flexibilním druhem se semivoltinním cyklem ve Velké Británii a Skandinávii. Univoltinní cyklus tohoto druhu je znám z Malých Karpat na Slovensku. Růst larev je silně závislý na teplotě a při vyšších teplotách je znám přechod ze semivoltinního k univoltinnímu cyklu. Ještě více flexibilním druhem je *Nemurella pictetii*, která má semivoltinní cyklus v Británii či Skandinávii, ve střední Evropě je univoltinní. Může u ní do-

konce docházet k rozdělení kohorty, kdy jedna její část dospívá ještě téhož roku a druhá až následující rok. Ubikvistní pošvatka *Nemoura cinerea* je flexibilním druhem s univoltinním cyklem v nižších nadmořských výškách a semivoltinním cyklem ve vysokých horách. Cílem výzkumu je zjistit, zda jsou vývojové cykly druhů *N. pictetii*, *N. cinerea* a *L. nigra* v extrémním prostředí silně acidifikovaného toku shodné s cykly popsanými ze střední Evropy z neutrálních toků a popsat vývojové cykly druhů *L. pusilla* a *P. auberti*. Kvantitativní vzorky odebrané Surberovým odběrákem jsou odebrány v třítydenním intervalu od dubna 2011 do současnosti v acidifikovaném přítoku Černého jezera (pH 4,1 – 4,8) na Šumavě (1 008 m n.m.). Zároveň je na lokalitě instalována Malaiseho past pro odchyt dospělců a teplotní datalogger, který zaznamenává teplotu vody každých 30 minut. Larvy pošvatek jsou foceny a je měřena jejich délka těla, šířka hlavové kapsuly, délka křídelních pochev a šířka pronota. Z prvních výsledků je zřejmé dlouhé období emergence všech druhů kromě *L. pusilla*, která se líhne pouze v jarním a jaroletním aspektu. Druhy *N. cinerea*, *P. auberti* a *N. pictetii* mají jednoletý vývoj, který je však do jisté míry nesynchronizovaný a larvy dospívají a líhnou se od jara až do pozdního podzimu. Z prvních výsledků se zdá, že druh *L. nigra* má dvouletý vývoj, podobně jako v kyselých tocích Velké Británie. Předběžné vyhodnocení dat a výsledky této studie budou prezentovány a diskutovány.

Keywords: Plecoptera, life cycle, growth, flight activity, acidification



Vliv manipulace s rybí obsádkou na vodní bezobratlé a ptáky v NPR Lednické rybníky

The impact of fish stock manipulation on aquatic macroinvertebrates and waterfowl in the Lednické rybníky Nature Reserve

Jan SYCHRA

Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR;
e-mail: dubovec@seznam.cz

V souvislosti se změnou přístupu k managementu NPR Lednické rybníky v posledních letech došlo ke snížení nasazované obsádky kapra obecného (*Cyprinus carpio*). Cílem tohoto opatření měla být podpora populací mokřadních rostlin a živočichů, především vodních ptáků jakožto hlavního předmětu ochrany na této lokalitě a jejich potravní nabídky. V letech 2008 – 2010 probíhal na této lokalitě podrobný monitoring, který měl za cíl sledovat dopady nastaveného managementu na jednotlivé trofické úrovně rybníčního ekosystému. Z vodních bezobratlých šlo o zooplankton, zoobentos a fytofilní litorální bezobratlé. Z ptáků byly sledovány všechny na vodu vázané druhy, včetně jejich rodinek. V návaznosti na snížení obsádky kapra došlo na Lednických rybnících k masovému výskytu nepůvodního karase stříbřitého (*Carassius gibelio*). Oproti tradovaným představám o zhoubném vlivu tohoto druhu na invadované lokality nutno poznamenat, že i za přítomnosti jeho většího množství byly zaznamenány poměrně zdařilé sezony s příznivými podmínkami pro rozvoj cílových skupin organismů, včetně vodních ptáků. V takových případech šlo vždy o jednoleté karasy, kteří byli výrazně menší než obvykle nasazovaní kapři a kteří byli na podzim odloveni a z rybníků odstraněni. Karas stříbřitý v prvním roce života a v zaznamenané denzitě tedy rozhodně nevytváří špatné podmínky pro rozvoj vodních bezobratlých, ani pro hmyzožravé a rybožravé druhy ptáků, u kterých byla na takových rybnících často zaznamenána vyš-

ší početnost. Nejlepší zaznamenané podmínky (velká průhlednost vody, bohatá společenstva vodních bezobratlých, vysoké počty vodních ptáků včetně rodinek) byly zjištěny v roce 2009 na Prostředním rybníku, který nebyl předešlý podzim loven a ve kterém byla v této sezoně odhadovaná obsádka dvouletých kaprů asi 250 kg/ha a stejná denzita jednoletých karasů stříbřitých, přičemž v polovině sezony byla dosažena obsádka dravých ryb. Větší početnosti hmyzožravých a rybožravých ptáků, stejně jako celkové množství rodinek vodních ptáků, byly na jednotlivých rybnících v jednotlivých sezonách zaznamenány v případech větší průhlednosti vody a při vyšších abundancích larev pako-marů (*Chironomidae*) a méně naopak při vyšších obsádkách kapra a s tím spojeným větším množstvím živin ve vodním sloupci. Větší množství karasů negativně ovlivňovalo pro změnu početnost plovavých kachen a pozitivně množství sinic ve vodě. I když obsádka kapra a karase působí na sledovaná společenstva zjevně odlišně, souhrnně lze říct, že se vzrůstající celkovou denzitou ryb klesala ve sledovaných rybnících početnost vodních ptáků a denzita zoobentosu. Zjištěné souvislosti by měly napomoci s nastavením vhodného managementu v NPR Lednické rybníky s ohledem na ochranu cenných společenstev mokřadních rostlin a živočichů.

Keywords: fishponds, waterbirds, aquatic macroinvertebrates, fish stock, management



Pakomárovití (Diptera: Chironomidae) prameništých slatinišť na gradientu minerální bohatosti: záležitost chemie vody, nebo substrátu?

Non-biting midges (Diptera: Chironomidae) of spring fens along the mineral richness gradient: water chemistry or substratum issue?

Vít SYROVÁTKA, Vanda RÁDKOVÁ & Jindřiška BOJKOVÁ

Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR;
e-mail: syrovat@sci.muni.cz

Prameništní slatiniště (helokrény) Západních Karpat jsou formována především chemií vody, jež odráží horninový podklad a vytváří silný gradient minerální bohatosti. Podél tohoto gradientu roste množství minerálních iontů (Ca^{2+} a Mg^{2+}), pH a vodivost vody. V Západních Karpatech se můžeme setkat s úplným gradientem minerální bohatosti od minerálně chudých rašelinišť až po minerálně bohatá slatiniště s tvorbou pěnovce (vysrážený uhličitan vápenatý). Chemie vody pak určuje vegetační pokryv a do jisté míry substrát, ale může mít i přímý vliv na vodní organismy. Nedávno bylo potvrzeno, že nejen společenstva rostlin a mechů, ale i např. krytenek (Testacea) a měkkýšů (Mollusca) silně reagují na tuto změnu prostředí, prozatím ale efekt chemie vody nebyl prokázán na společenstva vodních larev hmyzu. Položili jsme si proto otázku, zda se společen-

stva pakomárovitých, jakožto na prameništích nejbohatěji zastoupené skupiny hmyzu, mění podél gradientu minerální bohatosti, případně jaké jiné faktory je určují.

Z předběžné studie vyplývalo, že chemie vody (avšak spjatá s vlastnostmi substrátu) představuje pro pakomárovitě hlavní gradient, na nějž silně reagují. Po doplnění lokalit a částečném oddělení efektu minerální bohatosti od vlastností substrátu se však nyní zdá, že většina pakomárovitých je vázána především na substrát. Zdánlivá změna společenstva pakomárovitých podél minerotrofního gradientu je tak zřejmě dílem komplexní změny prostředí.

Tento výzkum byl podpořen grantem GAČR (GAP505/11/0779).

Keywords: Chironomidae, helocrenes, spring fens, water chemistry, mineral richness



Nanočástice železa v aplikované limnologii?

Iron nanoparticles in applied limnology?

Alena ŠEVCŮ

Ústav pro nanomateriály, aplikované technologie a inovace, Technická univerzita v Liberci, Studentská 2, 461 17 Liberec, ČR; e-mail: alena.sevcu@tul.cz

Nanotechnologie v posledních letech pronikly do mnoha vědních oborů a ani limnologie není výjimkou. O nulmocném nanoželeze, které má průměr částic zhruba 70 nm, se uvažuje jako o vhodném elementu pro efektivní vysrážení fosforečnanů a zároveň pro eliminaci vodního květu v eutrofizovaných vodách. V souvislosti s jeho vysokou reaktivitou se ale musíme ptát i na environmentální rizika jeho případného plošného použití. Prozatímni hlavní nevýhodou aplikace nanoželeza v povrchových vodách je jeho vysoká reaktivita s přítomným kyslíkem. Nanoželezo je v tomto případě velmi rychle oxidováno a proto je jeho aplikace neefektivní.

Tato překážka může být částečně odstraněna povrchovou modifikací nanoželeza. Významným problémem zůstává ekotoxicita nanoželeza vůči vodním organismům. V přednášce budou představeny vlastnosti nanoželeza a jeho použití pro povrchové vody a dále výsledky toxikologických experimentů.

Prezentace na konferenci byla hrazena z projektu TA02021083 programu Alfa (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy).

Keywords: nanoiron, eutrophic waters, ecotoxicity, environmental risk



Zooplankton and zoobenthos in small saline inland waters in Great podkrušnohorská dump in Sokolov region

Oživení malých zasolených nádrží na Velké podkrušnohorské výsypce v okrese Sokolov

Iva ŠÍMOVÁ¹, Josef MATĚNA², Ivo PŘIKRYL³ & Kateřina NOVOTNÁ¹

¹Department of Landscape Management - Laboratory of Applied Ecology, Faculty of Agriculture, University of South Bohemia, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Czech Republic; e-mail: kallistova@yahoo.com

²Institute of Hydrobiology, Biology Centre AS CR, v.v.i., Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, Czech Republic

³ENKI, o.p.s., Dukelská 145, 379 01 Třeboň, Czech Republic

In the brown-coal mining region of western Bohemia – Sokolov basin, the ecosystems are renewed at places of original pits or in areas, which were established outside of mining area-called dumps. A lot of pools was created spontaneously or newly established by hydric restoration on Podkrušnohorská dump.

These pools are unique in the Czech Republic. High salinity (up to 11 ‰), conductivity (3 000 – 16 000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), alkalinity (8.5 – 15.5 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), concentration of sulfates (maxima 15 000 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), sodium (3 000 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), magnesium (900 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), calcium (200 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) and low concentrations of dissolved phosphorus (0.01 – 0.1 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) are typical for this area.

Three groups of pools different in conductivity were fertilized by cow dung, municipal wastewater treatment sludge and inorganic NPK fertilizer at doses used in carp ponds. Positive effect of fertilization on the density and biomass of macrozoobenthos and zooplankton was proved in all groups. The highest increase of benthos abundance was recorded

after application of NPK, the lowest increase in pools with cow dung. The highest zooplankton abundance was recorded in pools with municipal wastewater treatment sludge immediately after fertilization, in the second year the abundance increased in the pools with NPK, too.

No effect of fertilization on the diversity of water invertebrate was observed. The highest species diversity was found in pools with the lowest conductivity (3 000 – 6 000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Species diversity was significantly correlated with the presence of aquatic vegetation.

The appearance of halobiont *Hexarthra fenica* (Rotatoria) and *Ephydra riparia* (Diptera) and rare *Tropocyclops prasinus* (Copepoda) has been noticed in studied pools. Halobiont species *Chironomus apralinus*, Meigen, 1830 (Diptera – Chironomidae) was recorded in the Czech Republic for the first time.

Keywords: coal mining, hydric restoration, saline inland waters, zooplankton, macrozoobenthos



Zooplankton v mělkých mesokosmech: vliv teploty, trofie vody a velikosti rybí obsádky

Zooplankton in shallow mesocosms: the impact of temperature, nutrient level and fish stock

Michal ŠORF¹, Erik JEPPESEN² & Rosemberg Fernandes MENEZES²

¹ Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR; e-mail: michal.sorf@prf.jcu.cz

² Department of Bioscience, Aarhus University, Silkeborg, Dánsko

Předkládaná studie proběhla v rámci zahraniční stáže prvního autora v roce 2010 na experimentální ploše v Dánsku. Společenstva zooplanktonu byla studována ve 24 mělkých míchaných mesokosmech (výška vodního sloupce 1 m, průměr mesokosmů 1,9 m) s manipulovanou teplotou a hladinou živin. Teplotní režimy byly nastaveny 3: bez umělého ohřívání a 2 ohřívané podle IPCC scénářů A2 a A2 + 50 % přepočítané na lokální měsíční průměry. Reálně se rozdíl neohříváných mesokosmů od varianty podle scénáře A2 pohyboval od 2,5 do 4,4 °C. Mesokosmy s dobou zdržení 2,5 měsíce byly plněny podzemní vodou (koncentrace celkového fosforu 2 – 20 µg P l⁻¹; koncentrace celkového dusíku 51 – 70 µg N l⁻¹). Do poloviny mesokosmů byla týdně přidávána dávka živin odpovídající 2,7 mg P m⁻² den⁻¹ a 27,1 mg N m⁻² den⁻¹. Dlouhodobá inkubace probíhá od roku 2003, kdy byly do mesokosmů zároveň přidány samci koljušky třístnné (*Gasterosteus aculeatus*). V živinami bohatých mesokosmech byla rybí obsádka nastavena na 12 koljušek v každém z mesokosmů, u živinami chudých mesokosmů to byla pouze 1 koljuška. Od roku 2006 byly v živinami bohatých mesokosmech nahrazeny někteří samci samicemi a byl tak umožněn úspěšný výtěr ryb. Odběry zooplanktonu byly prováděny měsíčně od května do srpna 2010.

V době studie v roce 2010 jsme v mesokosmech pozorovali dva stabilní stavy typické pro mělké vody: mesokosmy bez přísadků živin hostily rozsáhlé porosty makrofyt (zejména na počátku pokusu vysazené *Elodea canadensis* a

Potamogeton crispus), průhlednost vody dosahovala až ke dnu a společenstvo zooplanktonu bylo tvořeno relativně velkými druhy. Naproti tomu mesokosmy s pravidelnými přísadkami živin dominovány fytoplanktonem a vláknitými řasami byly typické vysokou turbiditou. Ze zooplanktonu se zde uplatňovaly zejména drobní vířníci, jejichž početnosti korelovaly s koncentrací chlorofylu *a*.

Celkově bylo determinováno 33 druhů vířníků, 16 druhů perlooček a 7 druhů klanonožců. Statisticky průkazně vyšší druhová bohatost byla nalezena v mesokosmech bez přísadků živin (bez ohledu na teplotní režim). Nauplia klanonožců a vířníci preferovali uměle ohřívání mesokosmy. Kopepoditová stádia a dospělci klanonožců se více nacházeli v živinami chudých mesokosmech, zatímco vířníci a perloočky v živinami bohatých. U nauplií a perlooček (zejména menších druhů, např. *Bosmina longirostris*) byla navíc zjištěna signifikantní odpověď na interakci koncentrace živin a teploty vody.

Vztah k rybí obsádce byl částečně překryt s koncentrací živin, neboť vyšší obsádky se nalezaly v mesokosmech s přísadkami živin. Kromě plazivek byly všechny skupiny zooplanktonu negativně korelovány s velikostí rybí obsádky. Početnosti perloočky byly navíc negativně korelovány s tohoročními koljuškami.

Keywords: zooplankton, mesocosms, water temperature, nutrient level, fish stock



Porovnanie spoločenstiev rozsievok troch vybraných tokov južných svahov Vysokých Tatier prirodzených a postihnutých veternou smršťou

Comparison of diatom communities of three selected streams of south slopes of the High Tatra Mts. affected by windstorm

Elena ŠTEFKOVÁ

Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied, Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, e-mail: elena.stefkova@savba.sk

V horských tokoch sú epilimnionické rozsievky najviac druhovo zastúpené primárne producenty. Rozsievky sú dobré ekologické indikátory, pretože výrazne reagujú na zmeny environmentálnych podmienok. Svetlo a živiny sú považované za určujúce faktory limitujúce produkciu a dynamiku bentických spoločenstiev rias v ekosystéme tokov. Zvýšený prísun svetla a následné zvýšenie teploty vody ako dôsledok vplyvu veternej kalamity v roku 2004 sa odrazil aj na biologických spoločenstvách tokov v týchto oblastiach. V rámci projektu VEGA 2/0059/09 sme študovali druhové zloženie spoločenstiev bentických rozsievok 13 vybraných horských tokov oblasti Vysokých Tatier.

V tomto príspevku sú porovnávané 3 potoky južných svahov Tatier, z ktorých dva boli postihnuté veternou kalamitou (Hromadná voda a Slavkovský potok) a jeden slúžil ako pôvodný nenarušený tok (Veľký šum). Študovali sme druhové zloženie spoločenstva rozsievok (kvalitatívne aj kvantitatívne) a obsah chlorofylu *a*. Vzorky sme odobrali v máji a v septembri v roku 2009 a v auguste 2010.

Celkovo sme na 3 vybraných potokoch determinovali 67 taxónov rozsievok, z tohto počtu bolo 24 taxónov prítomných na všetkých troch tokoch, iba na jednom z potokov 20 taxónov a 6 sme zistili len na oboch narušených tokoch. Na lokalite Veľký šum výrazne prevládali rozsievky rodu *Achnanthes* – najmä *A. biasolettiana* (5–21 %), *A. helvetica* (19 %), *A. lanceolata*

(4–43 %), *A. minutissima* (13–24 %), ďalej *Cymbella minuta* (6–9 %), *Diatoma mesodon* (9–12 %).

Na narušených tokoch boli tiež početne zastúpené druhy rodu *Achnanthes* – najmä *A. minutissima* (8–65 %), *A. lanceolata* (3–43 %), *Cymbella minuta* (6–12 %), *Diatoma mesodon* (7–26 %), *Navicula pelliculosa* (61 %). Najvyšší počet taxónov – 48 sme zistili na Slavkovskom potoku. Druhy rozsievok, ktoré boli zastúpené v najvyšších počtoch na všetkých troch potokoch, sú všeobecne rozšírenými druhmi rozsievok, so širšou ekologickou variabilitou, typické pre čisté oligotrofné vody.

V narušených tokoch počas celého obdobia bola vyššia teplota vody ako v pôvodnom nenarušenom toku. Najnižšia priemerná teplota vody bola na referenčnom toku Veľký šum (5 °C), zvýšené teploty sa zaznamenali na lokalite Hromadná voda (6,5 °C) a Slavkovský potok.

Obsah chlorofylu *a* sa pohyboval v rozpätí 0,59 mg.m⁻² až 6,72 mg.m⁻². Zaujímavé je, že najnižšie hodnoty chlorofylu *a* sme zaznamenali na Slavkovskom potoku, najvyššie na Hromadnej vode (6,72 mg.m⁻² v septembri 2009).

Spoločenstvo rozsievok toku referenčného (nenarušeného) sa odlišovalo od tokov postihnutých veternou kalamitou čiastočne v druhovom zložení spoločenstva, ale predovšetkým v početnom zastúpení dominantných druhov rozsievok.

Keywords: benthic diatoms, streams, chlorofyl *a*



Změny taxocenóz jepic (Ephemeroptera) v moravských tocích jako odraz antropogenních vlivů v povodí v průběhu 20. století

Long-term changes of mayfly taxocoenoses as a reflection of anthropogenic impacts in the Morava River basin during the 20th century

Blanka ŠVAŇHALOVÁ¹, Světlana ZAHŘÁDKOVÁ¹, Jindřiška BOJKOVÁ¹ & Tomáš SOLDÁN²

¹ Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR; e-mail: zahr@sci.muni.cz

² Biologické centrum AV ČR, Entomologický ústav, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR

Povodí řeky Moravy, které leží převážně v České republice, je územím, které prodělalo v uplynulém století řadu závažných změn, týkajících se jak způsobu využívání krajiny, tak samotné říční sítě – morfologie toků, jejich hydrologického režimu i jakosti vody. Zatímco hydro-morfologické změny je možno vcelku dobře posuzovat na základě historických map (až z 18. století), informace o jakosti vody jsou kusé ještě i z poloviny 20. století. Nelze tedy soustavněji hodnotit ani chemický stav vod, natož stav ekologický. Jednou z možností, jak hodnotit dlouhodobý vývoj stavu vod, je využití bioindikačního potenciálu vodních organismů, pokud jsou taková data k dispozici. Vhodných datových zdrojů pro tento typ studií existuje ovšem jen málo. Jedním z nich je soubor dat z opakovaného sledování vodního hmyzu (především skupin Ephemeroptera a Plecoptera), které bylo zahájeno v 50. letech minulého století.

Pro tuto studii byl vybrán soubor 30 lokalit z povodí Moravy, rozmístěných podél významných gradientů prostředí, kde byly studovány jepice v 50. letech 20. století a v současnosti (po roce 2000). Bylo porovnáváno taxonomické a funkční složení taxocenóz jepic na základě presenčně absenčních dat. Bylo provedeno taxonomické sjednocení dat (řešení problému výskytu juvenilních larev, nemožnosti redeterminace materiálu, rozdílné znalosti taxonomické v jednotlivých etapách). Celkově bylo v těchto dvou etapách zaznamenáno 41 taxonů (druhů, popř. skupin druhů nebo rodů). Počet taxonů zjištěných v obou etapách byl srovnatelný (37 a 38), průměrný počet taxonů na lokalitu se nelišil (10). Z důvodu velkého rozpětí gradientů prostředí byly lokality vyhodnocovány

v rámci 3 typů toků (epiritrál, meta-hyporitrál a epipotamál). Z analýz dat vyplynulo, že tyto typy toků postihují různé antropogenní vlivy. V horních částech toků je to v současnosti snižování průtoků vedoucí až k vysychání toků. Ve středních částech toků narůstá vliv změných hydrologických režimů (především vliv nádrží) a již v 50. letech působící organické zatížení. V potamální zóně je nejsilnějším antropogenním vlivem změna morfologie toku (snížení diversity habitatů). Tato specifická ovlivnění také různé odrážejí taxocenózy jepic: ve vysychajících tocích vymizel k těmto změnám citlivý *Baetis muticus* a druh *Habrophlebia lauta* byl nahrazen kongenerickým druhem, tolerujícím určité vyschnutí (*Habrophlebia fusca*). V meta-hyporitralu byl na organicky zatížených lokalitách méně často nalézán druh *Habroleptoides confusa*. V dolních úsecích toků vymizeli citlivé potamální druhy (*Choroterpes picteti* a *Isonychia ignota*), které byly nahrazeny generalisty.

Stav taxocenóz zjištěný v 50. letech 20. století však představuje přirozenou situaci (ve smyslu minimálního antropogenního ovlivnění) jen zčásti. Proto byla data z 50. let minulého století i recentní datové soubory porovnány s taxocenózami, které byly rekonstruovány pro příslušné typy toků na základě autekologických poznatků o jednotlivých druzích, jejich areálu výskytu a literárních dat o jejich historickém rozšíření. Rozdíly v taxocenózách byly zjištěny především u potamálních toků – například zřejmě nevratně zmizely druhy jako *Palingenia longicauda* nebo *Ephemerella mesoleuca*.

Keywords: ecological status, stressors, rhithral, potamal



Subfossil chironomids reveal the paleoclimate: is modeling enough?

Subfosilní pakomáři odhalují paleoklima: stačí jen modelovat?

Jolana TÁTOSOVÁ¹, Daniel VONDRÁK¹ & Evžen STUHLÍK^{1,2}

¹Institute for Environmental Studies, Charles University in Prague, Benátská 2, 128 43 Prague, Czech Republic;
e-mail: jolana@blatna.cuni.cz

²Hydrobiological station, Institute for Environmental Studies, Charles University in Prague, P.O. Box 47, 388 01, Czech Republic

The Holocene and Late Glacial mean July temperature has been inferred from subfossil chironomid assemblages at the Plešné Lake (Czech Republic) using three different transfer functions. The Swiss Alps model, intended as geographically most suitable transfer function for the Bohemian Forest lakes, inferred Holocene July air temperature between 10.6 and 14.0 °C. After smoothing, the minimum T of 11.2 – 11.5 °C was inferred in the Early Holocene and the maximum T of 12.3 – 13.8 °C in the Late Holocene. In detail, the oldest Holocene samples of the Preboreal period (10.3 – 9 cal ka BP) produced a temperature range of 10.6 – 12.2 °C and showed decreasing trend, Middle Holocene (9 – 7 cal ka BP) temperature varied between 11.4 – 12.4 °C with cold reversing around 8 cal ka BP and the Late Holocene (ca 6 – 2 cal ka BP) temperature demonstrates increasing trend (up to 14 °C) with a reverse in period of 3 – 2 cal ka BP and exhibits large fluctuations overall.

The quantitative temperature reconstruction apparently did not follow the common trend of the maximum temperature recorded in the early Holocene (Boreal and Late Atlantic period) and subsequent cooling to the current temperatures since ca 6 ka BP, as was documented from other sites throughout the northern hemisphere (Larocque & Hall 2004). Thus, we used two another transfer functions developed for different lake districts (Sweden and Canada) to find out whether the discrepancy of modeled temperature at Plešné lake is a result of natural lake evolution, possible

human impact or just the choice of unsuitable used model.

Geochemical analyses helped to reveal the catchment-lake evolution. At the Late Glacial/Holocene transition (10.5 – 10.3 cal ka BP), high input of minerogenic material from catchment occurred in the lake and the OM was originated from autochthonous sources. Later over the Middle Holocene, the accumulation rate dropped by ca 50 % due to strong afforestation in the catchment, and the composition of OM remained stable as typical for forest lake. During the Late Holocene, the greatest afforestation in the lake catchment resulted in the climax forest as a source of organic matter for the lake, thus the majority of OM was of terrestrial origin. In addition, since ca 2 cal ka BP, the pollen analysis showed a first distinct human impact on the original vegetation. The high allochthonous organic matter input and human activities near the lake could lead to the oxygen deficiency/anoxia at the lake bottom. Decreasing trend of Mn:Fe molar ration in the sediment suggests the oxygen depletion could be the explanatory factor that has overridden the effects of temperature on chironomid community of Mid and Late Holocene period. But what could explain the extremely low inferred temperature in the Boreal (climate optimum) period?

Keywords: paleoclimate, paleolimnology, subfossil chironomid, inferred temperature



Ecology and extension of free living amoebae in swimming pools: or how to create optimal conditions for their life

Ekológia a rozšírenie nahých meňaviek v bazénoch: alebo návod ako im vytvoriť optimálne podmienky pre život

Katarína TRNKOVÁ

Odbor lekárskej mikrobiológie, Regionálny úrad verejného zdravotníctva so sídlom v B. Bystrici, Cesta k nemocnici č. 1, 975 56 Banská Bystrica, SR; katarina.trnkova@vzbb.sk

Abstract

In this study, free-living amoebae (FLA) of artificial swimming public pools were investigated with aims to find data on taxonomic composition, occurrence and distribution of FLA, to analyze taxonomic structure of amoebic assemblages of different types of pools, to find relationships between density and structure of assemblages and environmental variables, to identify the proportion of potentially pathogenic taxa as the risk of amoebic infections. Water samples were collected in 2004 – 2007 from 58 sites (public indoor swimming pools, open-air swimming pools, and therapeutic pools) located in the Region of Banská Bystrica (Central Slovakia). A total of 471 samples were processed. Amoebae were isolated by culture on nonnutritive agar medium with *Enterobacter* spp. at 20 ± 2 °C, 36 ± 2 °C, and 44 ± 2 °C, respectively. Amoebae were identified using diagnostic features discernible by light microscopy. Both univariate (variance analysis, regression analysis) and multivariate (per MANOVA, db-RDA) statistics were used to determine the effects of environmental variables on density and structure of amoebae assemblages. Overall, 23 taxa, including 13 species belonging to four orders and eight subfamilies were identified. Most common taxa obtained from all types of artificial swimming pools were: *Acanthamoeba* G II., *Vannella simplex*, *Vannella* spp., *Hartmannella vermiformis*, *Vahlkampfi*/*Naegleria*. In statistical analyses, all variables with significant effects on density and structure of amoebae assemblages (i.e. type of pool, its location, absence of filtration, and re-circulation, type of disinfection, and water temperature) were mostly characteristics of therapeutic pools. Assemblages of these pools consisted of the most of indicator species, and highest proportion of potentially pathogenic taxa. The results demonstrate that further attention should be paid on recent methods of the therapeutic pool operation.

Abstrakt

Voľne žijúce meňavky (Rhizopoda, Gymnamoebia) sú veľmi variabilnou a rôznorodou skupinou eukaryotov všadeprítomných po celom svete v širokom spektre biotopov, vyskytujú sa predovšetkým v pôde, v rôznych typoch sladkých vôd a v moriach. Vysoko adaptívne kmene sú schopné žiť v prírodnom prostredí, ale i ako endozoické organizmy, pričom môžu spôsobovať veľmi vážne, zložito diagnostikovateľné, ťažko liečiteľné a vo väčšine prípadov fatálne končiace ochorenia ľudí. Taktiež predstavujú riziko aj ako rezervoáre a vektory celého radu potvrdených (napr. *Cryptococcus neoformans*, *Legionella* spp., *Chlamydia pneumoniae*, *Mycobacterium avium*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Francisella tularensis*), ale aj novoobjavených patogénov (Parachlamydiaceae, Simkaniaceae, nové druhy *Legionella*). Po zistení skutočnosti, že plavecké bazény boli zdrojom patogénnych meňaviek zodpovedných za fatálne prípady vo svete, sa pristúpilo k systematickému sledovaniu vôd určených na kúpanie a rekreáciu, s cieľom: i) získať údaje o výskyte a rozšírení nahých meňaviek vo vodách na kúpanie vybraných bazénových komplexov Banskobystrického kraja; ii) analyzovať štruktúru zoskupení nahých meňaviek v jednotlivých typoch bazénov umelých kúpalísk; iii) vyhodnotiť kvalitatívnu a kvantitatívnu štruktúru zoskupení vo vzťahu k ekologickým podmienkam skúmaných bazénov; iv) identifikovať zastúpenie potenciálne patogénnych rodov v súvislosti s možným ohrozením zdravia obyvateľstva. Materiál bol odoberaný v priebehu rokov 2004 až 2007 z 58 bazénov umelých kúpalísk. Celkovo bolo vyšetrených 471 vzoriek vôd: 299 z vnútorných a 172 z vonkajších bazénov. Zo vzoriek bazénovej vody bolo kultivačným stanovením izolovaných a následne na základe termotolerancie a morfológických znakov determinovaných celkovo 23 nižších taxónov, v rámci ktorých bolo identifikovaných 13 druhov nahých meňaviek z tried Lobosea (podtriedy Gymnamoebia) a Heterolobosea patriacich do 4 radov a 8 čeľadí. Pre vyhodnotenie vplyvu environmentálnych premenných na denzitu meňaviek a taxonomickú štruktúru ich zoskupení boli použité jednorozmerné (analýza variácie a regresia) a mnohorozmerné (perMANOVA a db-RDA) štatistické metódy. Výsledky štatistického spracovania dát ukázali, že tak taxonomická štruktúra zoskupení meňaviek, ako aj ich denzita je preukazne ovplyvňovaná súborom premenných, ktoré sú v prevažnej miere typické pre liečebné a rehabilitačné bazény a vírivé vane.

Keywords: free living amoebae, potentially pathogenic taxa *Naegleria*, *Acanthamoeba*, swimming and therapeutic pools, amoebic assemblages, environmental variables



Introduction

Free living amoebae (Rhizopoda, Gymnamoebia) are highly diverse and systematically heterogeneous protozoan group with a worldwide distribution. They are very common in the natural environment, both in waters and soil, and live more especially at the contact of biofilms where they can feed on smaller microorganisms like bacteria, fungi and algae.

Of the many free living amoebae that are found in the environment, *Naegleria fowleri*, some species of *Acanthamoeba*, *Balamuthia mandrillaris*, and *Sappinia diploidea* have been associated with human disease. They can cause fatal central nervous system (CNS) infections. In addition, *Acanthamoeba* can cause cutaneous lesions and Amoebic Keratitis. Human infections with these amoebae have been reported from all over the world. Moreover, free-living amoebae constitute a potential reservoir for virulent bacteria, allowing the survival, the multiplication, and the dissemination of these pathogens in water systems.

Both natural waters and artificial pools can pose a threat of infection by these amoebae for the people bathing there. Due to their thermophilic properties, the risk of infection by the amphizoic amoebae is higher in heated water.

As the cases of human diseases caused by free-living amoebae were reported mainly from swimming pools, since 2002 a systematic monitoring is provided by Regional Authority of Public Health in Slovakia with aim to find the presence of potentially pathogenic amoebae in sites of human recreation.

Studies on amoebae found in various biotopes were carried out in Slovakia but there are insufficient data on structure of amoebae assemblages and their ecological relationships to environment of artificial swimming pools.

This study is focused on the research of free-living amoebae of artificial swimming pools located in Region of Banská Bystrica (Central Slovakia).

The objectives of the study was i) to find data on taxonomic composition, occurrence and distribution of free living amoebae; ii) to analyze taxonomic structure of amoebic assemblages of different types of pools; iii) to find

relationships between density and structure of assemblages and environmental variables; iv) to identify the proportion of potentially pathogenic taxa as the risk of amoebic infections.

Material and Methods

Material was sampled in 2004 – 2007 from 58 sites (public indoor swimming pools, open-air swimming pools, and therapeutic pools) in ten districts of Banská Bystrica region. Samples were taken down to 10 cm from the water surface into sterile 500 ml container. Outdoor, seasonal pools were sampled three times, indoor pools twice a year. A total of 471 samples were processed. Amoebae were isolated by culture in nonnutritive agar medium with *Enterobacter* spp. at 20 ± 2 °C, 36 ± 2 °C, and 44 ± 2 °C, respectively. Taxonomic identity was determined in vivo using diagnostic features discernable by light microscopy with phase contrast, and Nomarski interference contrast under magnification 100 – 1 000 x.

Both univariate (variance analysis, regression analysis) and multivariate (per MANOVA, db-RDA) statistics were used to determine the effects of environmental variables for density and structure of amoebae assemblages. Non-metric multidimensional scaling (NMDS) was used to visualize differences in assemblage composition. The indicator value (IndVal) of each species/taxa was tested using the permutation tests (999 permutations).

Results

In total 23 taxa, including 13 species from classes Lobosea (subclass Gymnamoebia) a Heterolobosea belonging to four orders and eight subfamilies were identified. Most common taxa obtained from all types of artificial pools were: *Acanthamoeba* G II., *Vannella simplex*, *Vannella* spp., *Hartmannella vermiformis*, *Vahlkampfia/Naegleria*.

Density of amoebae depended on cultivation temperature. The density value varied from 7 ind.ml⁻¹ to 772 ind.ml⁻¹ in the outdoor pools, and from 2 ind.ml⁻¹ to 1 557 ind.ml⁻¹ in the indoor pools, respectively. The highest number of species/taxa connected with the highest density was recorded in the therapeutic pools.



The lowest values were found in the public indoor swimming pools, and the open-air swimming pools.

Acanthamoeba G II., *Vannella simplex*, *Vannella* spp., *Hartmannella vermiformis*, *Vahlkampfia/Naegleria* were found to be the most abundant taxa in all types of pools, while the abundance of *Rhizamoeba* sp., *Rhizamoeba australiensis*, *Vexillifera bacillipedes*, *Korotnevella stella*, *Saccamoeba limax*, *Saccamoeba stagnicola* was the lowest.

Changes in taxonomic structure of amoebic assemblages were significantly correlated with type of pools, their location (indoor/outdoor), filtration (presence/absence), and water re-circulation (presence/absence). Most of indicator species/taxa at levels $p < 0.001$, and 0.01 respectively) was identified in the category of therapeutic pools, pools without re-circulation, and without filtration. Only two indicator species were found in the category of outdoor pools, however at level of $p < 0.05$.

Density of amoebae was significantly correlated with type of pools, their location (indoor/outdoor), filtration (presence/absence), water re-circulation (presence/absence), type of disinfection, and water temperature. Although the effect of pool volume on density was obvious, it was insignificant.

The results suggested, that both density and structure of amoebic assemblages were significantly affected by factors occurring mostly in the investigated therapeutic pools, i.e. they situated indoor, mostly without water re-circulation and filtration, without disinfection or with basic type of disinfection, with high water temperature, and relatively small volume.

Potentially pathogenic species/taxa represented 43.3 % – 56.43 % of total amoebic density in the different types of pools. The highest proportion was recorded in therapeutic pools. *Hartmannella vermiformis* and *Acanthamoeba* G II predominated in all types of the pools. In the therapeutic pools and the outdoor swimming pools, highest proportion of *Vahlkampfia/Naegleria* was found, while *Hartmannella* sp. dominated in the indoor swimming pools.

Conclusions

The results demonstrate that current operating methods of the investigated therapeutic pools create favourable conditions for occurrence and development of amoebic assemblages with high proportion of potentially pathogenic taxa. Increased attention should be paid on this type of pool from viewpoint of public health authorities.



Lovci nebo zahradnice – proč mají vodní masožravé bublinatky pastí plné mikrobů?

Hunters or gardeners – why are traps of aquatic carnivorous bladderworts full of microbes?

Jaroslav VRBA¹, Dagmara SIROVÁ¹, Lubomír ADAMEC², Jakub BOROVEC³, Eliška REJMÁNKOVÁ⁴, Jiří ŠANTRŮČEK¹ & Hana ŠANTRŮČKOVÁ¹

¹Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR; e-mail: jaroslav.vrba@prf.jcu.cz

²Botanický ústav AV ČR, v.v.i., Dukelská 134, 379 82 Třeboň, ČR

³Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav, Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, ČR

⁴University of California Davis, One Shields Avenue, Davis, CA 95616, USA

Necelé 1 % všech krytosemenných představují tzv. masožravé rostliny, z nichž asi třetinu tvoří bublinatky (rod *Utricularia*, Lentibulariaceae). Bublinatky jsou nejen největším, ale kospopolitně nejrozšířenějším rodem masožravých rostlin. Jejich ekologickou úspěšnost dobře ilustruje pestrá škála životních forem – vodních, terestrických, epilitických a epifytických. Jejich společným rysem jsou početné drobné měchýřkovité pastí a absence kořenů. Vodní bublinatky tvoří svérázný „makroplankton“ mělkých, často dystrofních tůní. Přestože už od Darwinových dob jsou považovány za masožravé rostliny, mnohé druhy žijí úspěšně i v ultraoligotrofních vodách, kde je kořist (zooplankton apod.) velmi vzácná – např. v krasových mokřadech Yucatánu či Floridy. Jejich měchýřkovité pastí hostí pestrá „zahrádka“ komensálů – prokaryotních i eukaryotních mikrobů. Uzavřené pastí fungují na principu podtlaku – podráždění trichomů kolem otvoru způsobí otevření záklopků a prudké nasátí vody s kořistí do pastí. Ke spuštění pastí stačí prudší pohyb vody (vlnění apod.), a také k němu dochází spontánně. Zatímco veškerý seston (tedy jak kořist, tak detrit a mikrobi) je zadržen uvnitř, přebytečná voda je aktivně vypumpována ven z pastí, která je poměrně rychle připravena k dalšímu spuštění. Nově vznikající pastí tak postupně kontaminují, resp. osidlují nejrůznější mikroorganismy z okolní vody, často také druhy rostoucí epifyticky na povrchu bublinek. K typickým komensálům pastí patří např. rozsivky, krásivky, chlorokokální řasy, krásnoočka, sinice, bakterie ze skupiny alfa- a beta-proteobakterií, mi-

kromycety, nálevníci, vířníci aj. Se stářím pastí rostou komplexita a biomasa jejich mikrobiálního společenstva a zároveň se v pastech kumulují živiny. Bublinatka alokuje významnou část primární produkce (20 – 25 % uhlíku) do tekutiny pastí, čímž zjevně podporuje rozvoj komensálů především v mladých pastech. Až 30 % celkového rozpuštěného uhlíku v pastech tvoří dobře rozložitelné organické sloučeniny typické pro kořenové exudáty (hlavně glukóza, fruktóza, laktát). Aktivity extracelulárních fosfatáz v pastech bez kořisti jsou řádově vyšší než aktivity ostatních studovaných enzymů, což ukazuje na možnou roli pastí při získávání fosforu bezkořenými bublinatkami z okolní vody. Měchýřkovité pastí bublinek jsou zřejmě svéráznou evoluční „náhradou“ kořenů – kromě „příležitostného lovu“ větší kořisti umožňují především účinné získávání živin ze suspenze mikrosestonu i vlastních nárostů, tedy mikrobů „pěstovaných na záhumenku“. Bublinatky zjevně investují do komensálního společenstva mikroorganismů ve svých pastech – neustálá regenerace živin v rámci jejich mikrobiální smyčky pravděpodobně zajišťuje rostlinám stabilní zdroj fosforu pro jejich velmi rychlý apikální růst. Naše dosavadní výsledky nabízejí nový pohled na ekologii a fyziologii bublinek, ale také modelový systém pro studium interakcí mezi rostlinami a mikrobi.

Keywords: carbon exudation, extracellular enzyme activity, microbial community, plant-microbe interactions, *Utricularia*



Rostliny využívané v kořenových čistírnách odpadních vod

Plants used in constructed wetlands with horizontal subsurface flow

Jan VYMAZAL

Katedra aplikované ekologie, Fakulta životního prostředí České zemědělské univerzity, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6, ČR; e-mail: vymazal@yahoo.com

Abstract

The presence of macrophytes is one of the most conspicuous features of wetlands and their presence distinguishes constructed wetlands from unplanted soil filters or lagoons. The macrophytes growing in constructed wetlands have several properties in relation to the treatment process that make them an essential component of the design. The plants used in constructed wetlands with horizontal subsurface flow designed for wastewater treatment should therefore 1) be tolerant of high organic and nutrient loadings, 2) have rich belowground organs (i.e., roots and rhizomes) in order to provide substrate for attached bacteria and oxygenation (even very limited) of areas adjacent to roots and rhizomes, and 3) have high aboveground biomass for winter insulation in cold and temperate regions and nutrient removal via harvesting. In the Czech Republic, the most commonly used plants are Common reed (*Phragmites australis*) for its tolerance to high pollution loads and Reed canarygrass (*Phalaris arundinacea*) for its ability to create a full cover during the first growing season. The removal of nitrogen and phosphorus via plant harvesting is low and does not exceed 10 % and 5 % of the annual inflow load for nitrogen and phosphorus, respectively.

Keywords: sewage, wastewater treatment, pollution, Common reed, Reed canarygrass

Úvod

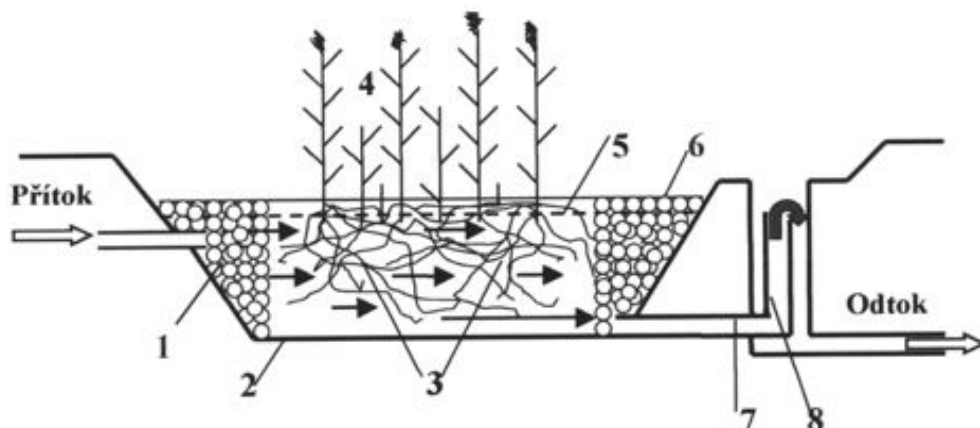
Kořenové čistírny odpadních vod (KČOV) jsou využívány v České republice od roku 1989 (Vymazal & Firman 1990), ale během následujících několika let byly KČOV přijímány vodohospodářskou veřejností s určitými rozpaky. V průběhu let se situace zvolna měnila a v současné době jsou kořenové čistírny v podstatě akceptovány jako jeden z možných způsobů čištění odpadních vod z malých sídel. Do roku 2011 bylo u nás uvedeno do provozu (nebo je ve výstavbě) téměř 300 KČOV. Nejvíce KČOV je navrženo jako malé domovní čistírny (do 20 EO) a pro malé obce 100–500 EO. Největší KČOV je ve Spáleném Poříčí u Plzně pro 1 400 ekvivalentních obyvatel. KČOV jsou v České republice využívány převážně pro čištění domovních a městských splaškových vod. V případě městských splaškových vod se velmi často jedná o odpadní vody z jednotné kanalizace, tj. o vody naředěné dešťovým splachem.

Kořenové čistírny (KČOV) jsou jedním z mnoha typů umělých mokřadů, které se využívají pro čištění odpadních vod. Podle běžně používané mezinárodní terminologie jsou KČOV klasifikovány jako umělé mokřady s horizon-

tálním podpovrchovým průtokem. Základním principem tohoto způsobu čištění je horizontální průtok odpadní vody propustným substrátem, který je osázen mokřadní vegetací. Substrát musí být dostatečně propustný, aby nedocházelo k jeho ucpávání a následnému povrchovému odtoku (Obr. 1). Při průchodu odpadní vody substrátem dochází k čištění, které se uskutečňuje komplexem chemických, fyzikálních a biologických procesů (Vymazal 2009).

Rostliny v kořenových čistírnách

Mokřadní rostliny plní v kořenových čistírnách řadu důležitých funkcí, ale je nutné si uvědomit, že tyto funkce jsou především nepřímého charakteru (Vymazal & Kröpfelová 2005, 2008). V našich klimatických podmínkách se jeví jako nejdůležitější funkce zateplování povrchu filtračních polí v průběhu zimního období. Z tohoto důvodu se vegetace sklízí až na konci zimního období, když již nehrozí nebezpečí velkých mrazů. Další významnou funkcí rostlin je poskytování podkladu (kořeny a oddenky) pro přisedlé mikroorganismy, které se jinak nevykytují ve volné půdě a přivádění kyslíku do kořenové zóny, která je většinou anoxická nebo



Obrázek 1. Typické uspořádání kořenové čistírny. 1 – distribuční zóna (kamenivo, 50–200 mm), 2 – nepropustná bariéra (PE nebo PVC), 3 – filtrační materiál (kačírek, štěrk, drcené kamenivo), 4 – vegetace, 5 – výška vodní hladiny v kořenovém loži nastavitelná v odtokové šachtě, 6 – odtoková zóna (shodná s distribuční zónou), 7 – sběrná drenáž (kamenivo, 50–200 mm), 8 – regulace výšky hladiny (Vymazal 2001).

anaerobní (tj. bez kyslíku). Mokřadní rostliny jsou fyziologicky a morfologicky uzpůsobeny k transportu kyslíku z atmosféry do podzemních částí, aby tyto části rostlin mohly respirovat. Část kyslíku, který není spotřebován na respiraci, difunduje do okolí kořenů a vytváří malé aerobní zóny (Vymazal et al. 1998). Pokud se rostliny sklízí, lze tímto postupem odstranit určité množství dusíku a fosforu, ale v případě městských splaškových vod je toto množství většinou velmi malé a nepřesahuje 5 % pro fosfor a 10 % pro dusík (Vymazal & Kröpfelová 2008). Z tohoto důvodu jsou nevhodnější rostliny, které: 1) jsou odolné vůči vysokému zatížení organickými i anorganickými látkami a 2) vytváří velkou nadzemní i podzemní biomasu.

Rostliny používané v České republice

V České republice se nejvíce využívá rákos obecný, který je všeobecně nejpoužívanější rostlinou v KČOV po celém světě (Vymazal 2011). V 90. letech minulého století byl rákos, až na několik výjimek, prakticky jedinou rostlinou, která se u nás pro osazování KČOV používala. Jelikož získávání či předpěstování sadby rákosu bylo poměrně obtížné, začala se využívat chrastice rákosovitá, jejíž pěstování ze semen je velmi jednoduché. Výsadba chrastice je velmi úspěšná a lze ji provádět prakticky během celého vegetačního období. Na rozdíl od rákosu,

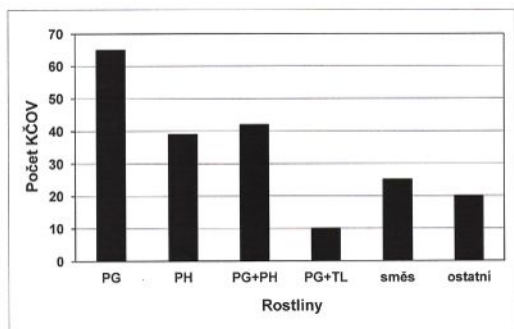
kteří dosahuje své maximální nadzemní biomasy za 3–5 let po vysazení, dosahuje chrastice maximální biomasy již ve druhém vegetačním období a navíc v případě, že je vysázena na jaře, vytvoří souvislý porost již v prvním roce (Vymazal & Kröpfelová 2005). Tato skutečnost má velmi dobrý vliv na zateplení povrchu KČOV. Pokud jsou rákos a chrastice vysázeny společně (Obr. 2), vytlačí po určité době rákos chrastici. Podle dosavadních zkušeností je doba, za kterou rákos chrastici vytlačí, značně rozdílná a pohybuje se v rozmezí od 6 do 10 let. Jedním z důvodů, proč je chrastice vytlačena, může skutečnost, že růst chrastice je omezený v organických substrátech (Klimešová & Čížková 1996), což je ve filtračních ložích KČOV důsledek zachytávání nerozpuštěných látek a tvorby organických biofilmů.

Maximální nadzemní biomasa rákosu v kořenových čistírnách se podle průzkumu prováděného v roce 2003 pohybuje v poměrně širokém rozmezí 1 650 až 5 070 g/m² (průměr 3 266 g/m²) což je biomasa na úrovni velmi eutrofních přirozených stanovišť (Vymazal & Kröpfelová 2005). V obdobném průzkumu byla zjištěna maximální biomasa chrastice v rozmezí 345 až 1 902 g/m² (průměr 1 286 g/m²), což jsou hodnoty poměrně vysoké, ale nižší než biomasa chrastice na hnojených mokřých loukách. Analýzou nadzemní biomasy bylo zjištěno, že v době maximální biomasy, což je ve druhé polo-

vině července pro chřastici a začátkem září pro rákos, se množství dusíku v nadzemní biomase pohybuje v rozmezí 20–50 g N/m² pro rákos a 20–30 g N/m² pro chřastici. Pro fosfor byly zjištěny hodnoty 2–4 g P/m² pro chřastici a 2–6 g P/m² pro rákos. Ve srovnání s ročním zatížením čistírny, však tyto hodnoty představují 5–10 % pro dusík a 2–5 % pro fosfor.

Další rostliny, které jsou využívány v České republice pro KČOV jsou orobinec širokolistý (*Typha latifolia*) a v poslední době i zblochan vodní (*Glyceria maxima*). Pro malé domovní čistírny se využívají dekorativní rostliny, např. kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*), kyprej vrvice (*Lythrum salicaria*), šmel okoličnatý (*Butomus umbellatus*).

Poměrně diskutovanou otázkou je přítomnost „plevelných rostlin“, které v tomto případě představují druhy, které nebyly vysázeny. Praxe ukazuje, že přítomnost těchto rostlin v žádném případě neovlivňuje účinnost čištění, pouze estetické hledisko může hrát jistou roli. Nejčastější „plevelnou“ rostlinou je kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), která se vyskytuje prakticky na všech kořenových čistírnách, a to především v místech původně osázených chřasticí v oblasti přítoku. Výskyt je výrazně vyšší v případech, že chřastice není pravidelně



Obrázek 2. Rostliny používané v KČOV v České republice. **PG** = *Phragmites australis* (rákos obecný), **PH** = *Phalaris arundinacea* (chřastice rákosovitá), **TL** = *Typha latifolia* (orobinec širokolistý), **směs** = většinou ornamentální rostliny typu *Iris pseudacorus* (kosatec žlutý) nebo *Lythrum salicaria* (kyprej vrvice), **ostatní** = různé kombinace PG, PH, TL a zblochanu vodního (*Glyceria maxima*).

sklízena, neboť kopřiva kořenuje ve vrstvě tlející biomasy chřastice. V odtokové části filtračních polí, kde je hladině většinou zaklesnutá více v porovnání s přítokem, se velmi často vyskytuje vrbovka chlupatá (*Epilobium hirsutum*).

Vegetace na KČOV se většinou sklízí až v předjaří, aby v průběhu zimních měsíců byla zajištěna tepelná izolace povrchu filtračních polí. Na některých KČOV je vegetace pokosena na podzim a ponechána přes zimu na povrchu filtračních polí.

Literatura

- Klimešová J. & Čížková H. 1996. Limitations of establishment and growth of *Phalaris arundinacea* in the floodplains, pp. 131-145. In: Prach K., Jeník J. & Large A.R.G. (eds), Floodplain Ecology and Management, SPB Academic Publishing, Amsterdam, Nizozemí.
- Vymazal J. 2001. Types of constructed wetlands for wastewater treatment: their potential for nutrient removal, pp. 1-93. In: Vymazal, J. (ed), Transformations of Nutrients in Natural and Constructed Wetlands. Backhuys Publishers, Leiden, Nizozemí.
- Vymazal J. 2009. Kořenové čistírny odpadních vod: 20 let zkušeností v České republice. Vodní hospodářství 59: 113-119.
- Vymazal J. 2011. Plants used in constructed wetlands with horizontal subsurface flow: a review. Hydrobiologia 674:133-156.
- Vymazal J. & Firman J. 1990. Využití kořenové čistírny pro čištění splachů s hnojných plat, pp. 54-59. In: Sb. konf. Netradiční biotechnologie pro dočišťování vod a produkci organické hmoty, VÚV Brno.
- Vymazal J. & Kröpfelová L. 2005. Growth of *Phragmites australis* and *Phalaris arundinacea* in constructed wetlands for wastewater treatment in the Czech Republic. Ecological Engineering 25: 606-621.
- Vymazal J. & Kröpfelová L. 2008. Nitrogen and phosphorus standing stocks in *Phalaris arundinacea* and *Phragmites australis* in a constructed wetland: 3-year study. Archives of Agronomy and Soil Science 54: 297-308.
- Vymazal J., Brix H., Cooper P.F., Haberl R., Perfler R. & Laber J. 1998b. Removal mechanisms and types of constructed wetlands, pp. 17-66. In: Vymazal J., Brix H., Cooper P.F., Green M.B. & Haberl R. (eds), Constructed Wetlands for Wastewater Treatment in Europe, Backhuys Publishers, Leiden, Nizozemí.



Rekonstruované taxocenózy jepic (Ephemeroptera) významných typů toků v povodí Moravy

Reconstructed taxocoenoses of mayflies (Ephemeroptera) of important stream types in the Morava river basin

Světlana Zahrádková¹, Tomáš Soldán², Jindřiška Bojková¹, Blanka Švaňhalová¹,
Denisa Němejcová³ & Ondřej Hájek¹

¹Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR;
e-mail: zahr@sci.muni.cz

²Biologické centrum AV ČR, Entomologický ústav, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR

³Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., Mojžírovo náměstí 16, 612 00 Brno, ČR

Pro významné typy toků, definované specificky pro povodí Moravy, byly rekonstruovány potenciálně přirozené taxocenózy jepic na základě znalostí o areálech středoevropských druhů, ekologických nárocích a informací o jejich historických i současných výskytech. Cílem této rekonstrukce je odhadnout stav před průmyslovou revolucí – před masivním znečišťováním toků a především před zásadními antropogenními zásahy do morfologie toků a jejich hydrologického režimu, tedy zhruba v polovině 19. století.

V prvním kroku byla provedena rajonizace území podle geomorfologických jednotek: území bylo rozděleno na západní, hercynskou část (Česko-moravská subprovincie) střední, nížinnou část (Západní Vněkarpatské sníženiny), část východní (Vnější západní Karpaty) a nejmenší oblast na jihu, kam zasahuje západopanonská Vídeňská pánev. V rámci těchto oblastí byla při kategorizaci toků brána v úvahu nadmořská výška, velikost toku (primárně podle řádu toku) i určitá specifika (např. toky v zakleslých údolích).

Rekonstrukce taxocenóz byla provedena pro 10 typů toků; výběr byl dán početností vý-

skytu daného typu toku ve studovaném území, jeho významem nebo nedostatkem recentních referenčních lokalit (např. nížinné toky 8. řádu ve Vídeňské pánvi, nížinné toky 8. řádu Západních Vněkarpatských sníženin, nížinné toky 6. řádu Česko-moravské subprovincie, nížinné potoky 1. a 2. řádu Západních Vněkarpatských sníženin).

Rekonstrukce taxocenóz je založena na druhovém složení, frekvenci výskytu, kvantitativním zastoupení, ekologické valenci a reprodukční, případně i (re-)kolonizační strategii jednotlivých druhů na stanovištích s definovanými proměnnými prostředí. Byly využity také důvěryhodné informace o výskytech druhů v minulosti, popř. i současnosti (referenční lokality).

Rekonstruované taxocenózy jsou využitelné jako pozadová data pro hodnocení jednak dlouhodobých změn (např. pro existující data o taxocenózách jepic daného území v 50. letech 20. století), jednak recentního ekologického stavu, zejména pak pro typy toků, pro které již neexistují referenční lokality.

Keywords: reference status, geomorphological unit, assessment



ABSTRAKTY POSTROV



Detekce a vertikální distribuce metanogenních archeí v říčním sedimentu

Detection and vertical distribution of methanogens in river sediment

Pavlna BADUROVÁ, Iva BURIÁNKOVÁ, Lenka BRABLCOVÁ, Kristýna GRATZOVÁ, Adam BEDNAŘÍK, Václav MACH & Martin RULÍK

Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc, ČR; e-mail: badurova.pavlina@centrum.cz

Ekosystém tekoucích vod bývá považován za aerobní prostředí, avšak metanogeneze je v tekoucích vodách nejen běžná, ale v některých případech tvoří převládající cestu rozkladu organických látek. Na rozdíl od celé řady typicky metanogenních habitatů, jakými jsou např. rýžoviště a rašelinště, však dosud zcela chybí poznatky o složení a distribuci společenstva metanogenů v říčním sedimentu, které jsou tématem našeho výzkumu.

Námi provedené předchozí studie prokázaly, že z toku Sitka je ročně atmosférickými emisemi uvolněno více než půl metrické tuny metanu. Na základě těchto výsledků jsme pomocí tzv. freeze-core metody s tekutým dusíkem provedli odběr vzorků sedimentu na pěti lokalitách do hloubky 50 cm. K další analýze jsou pak použity velikostní frakce < 1 mm. K separaci buněk od sedimentu je nutno použít metody sonikace, třepání s detergentem (triton) a izopyknickou hustotní centrifugací. Takto vzniklý supernatant je dále zpracován metodou fluorescenční in situ hybridizace (FISH) za využití oligonukleotidových sond detekujících čeledi *Methanobacteriaceae* (MB1174), *Methanosaeataceae* (MX825), *Methanosarcinaceae* (MS821) a sonda MPB1 detekující skupinu metanogenních archeí. Celkové počty mikrobiálních buněk byly stanoveny pomocí fluorochromu DAPI. Neméně důležité jsou pak fyzikálně-chemické parametry dokreslující charakter prostředí, ve kterém se mikroorganismy nachází. V intersticiální vodě byla měřena koncentrace metanu, rozpuštěného kyslíku, acetátů a Fe^{2+} . V sedi-

mentu pak koncentrace organického uhlíku a metanu. Zároveň bylo provedeno stanovení metanogenního potenciálu společenstva říčního sedimentu.

Z dosavadních výsledků pak vyplývá, že metanogenní archaea se vyskytují na všech lokalitách a v průměru dosahují hodnoty 18 % buněk barvených DAPI. Nicméně jejich aktivita, diverzita a abundance je nejvyšší v dolní, nížinné části toku, kde nabývají hodnoty v průměru 22 %, s čímž korelují i nejvyšší zjištěné koncentrace metanu a naměřené emise. Z vertikálního profilu do hloubky 50 cm je pak patrné, že abundance metanogenů s hloubkou lehce stoupá. Zástupci vybraných čeledí *Methanobacteriaceae*, *Methanosarcinaceae* a *Methanosaeataceae* jsou relativně hojnější v celém vertikálním profilu sedimentu. Zaujímají asi 12 % metanogenního společenstva. Naše výsledky naznačují, že metanogenní archaea mohou být dominantní složkou hyporheických biofilmových společenstev a mohou ovlivňovat koloběh metanu v říčním ekosystému.

Tato studie je součástí projektu GAČR č. 526/09/1639 a názvem „Biogeochemie metanu a detekce metanogenních a metanotrofních bakterií v říčních sedimentech“ a dále projektu studentské grantové soutěže č. 453104081/31 s názvem „Populace metanogenních archeí a metanotrofních bakterií a jejich prostorová distribuce v hyporheických sedimentech“.

Keywords: Archaea, Methanogens, FISH, river sediment



Zooplankton přehradních nádrží Jizerských hor v období acidifikace a zotavování z acidifikace

Zooplankton of reservoirs in the Jizera Mountains (Czech Republic) in the period of acidification and recovery from acidification

Tereza BÍMOVÁ, Daniel VONDRÁK & Zuzana HOŘICKÁ

Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Benátská 2, 128 01 Praha 2, ČR;
e-mail: daniel.vondrak@natur.cuni.cz

Acidifikace ve 40. – 80. letech minulého století drasticky ovlivnila chemismus vody i oživení nádrží Bedřichov, Souš a Josefův Důl v Jizerských horách. Již na počátku 90. let zde však byly pozorovány první známky pozitivních biologických změn v důsledku chemického zotavování z acidifikace, případně též vápnění. Zooplankton byl studován od r. 1992 a výsledky byly srovnány s dostupnými údaji z 20. a 50. let. Vzhledem k dystrofnímu charakteru nádrží v něm již od napuštění dominovaly acidotolerantní a rašelinné druhy. V období vrcholící antropogenní acidifikace měly všechny nádrže pH vody nižší než 6, čemuž odpovídalo i chudé druhové složení vířníků a koryšů a jejich nízké abundance. Podobně jako v šumavských a některých tatranských jezerech se v této době masově vyskytoval vířník *Microcodon clavus*. Dalšími nemnoha zástupci byly druhy *Brachionus sericus* a *Keratella valga*, z koryšů *Ceriodaphnia quadrangula*, *Chydorus sphaericus* a *Acanthocyclops vernalis*. Od konce století se znatelně zvýšilo pH

vody všech nádrží, hodnoty výrazně nižší než 6 (5,0–5,5) jsou v posledních letech zaznamenávány jen v době tání sněhu. Zároveň došlo k podstatným změnám ve složení zooplanktonu – vrátily se některé z původních druhů (*Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Eudiaptomus gracilis*) a objevily se druhy, které se zde dříve nevyskytovaly (*Holopedium gibberum*, *Polyphemus pediculus*), i druhy, které v kyselých vodách zpravidla nežijí (*Keratella cochlearis*, *Asplanchna priodonta*, *Sida crystallina*). Početnost mnohých koryšů vzrostla o 1–2 řády. Proces zotavování planktonního společenstva z acidifikace značně ovlivnilo pravidelné vápnění Souše a vysazení lososovitých ryb do všech přehrad ve druhé polovině 90. let. Současnou skladbu zooplanktonu významně určují především biotické faktory – množství a kvalita potravy, kompetice, predace a životní strategie druhů.

Keywords: zooplankton, acidification, recovery from acidification, mountain reservoirs



Vliv částic nulmocného nanoželeza na kulturu řasy *Chlamydomonas* sp. a sinice *Anabaena planktonica*

Effect of zerovalent nanoiron on green alga *Chlamydomonas* sp. and cyanobacterium *Anabaena planktonica*

Kateřina BOBČÍKOVÁ & Alena ŠEVCŮ

Technická univerzita v Liberci, Ústav pro nanomateriály, aplikované technologie a inovace a Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií, Studentská 2, 461 17 Liberec, ČR; e-mail: alena.sevcu@tul.cz

Nulmocné nanoželezo je silné redukční činidlo, které se nejčastěji používá pro sanace starých zátěží. Díky svému velkému specifickému povrchu mají nanočástice vysokou reaktivitu a tím i účinnost. Aktuálně se uvažuje o aplikaci nanoželeza také na eliminaci sinicových květů a vysrážení fosforečnanů v eutrofizovaných povrchových vodách. Před vlastní aplikací nanoželeza je ovšem nutné znát všechna možná environmentální rizika. Sledovali jsme vliv nulmocného nanoželeza na kulturu zelené řasy *Chlamydomonas* sp. a sinice *Anabaena planktonica*. Testovali jsme nemodifikované nanoželezo a nanoželezo modifikované polyakrylátem sodným o finální koncentraci ve vzorku 100–2500 mg/l. Pro studium jsme využili tři různé přístupy: spektrofotometrii, fluorescenční mikroskopii a cytometrii. Nanoželezo bylo schopné narušit integritu buněčných membrán a vyvolat oxidační stres. Toxicita nanočástic je pravděpodobně způsobena generováním iontových forem železa, které Fentonovou reakcí s peroxidem vodíku vytváří reaktivní hydroxylové radikály uvnitř buněk. Nejtoxičtější pro *Chlamydomonas* sp. bylo modifikované nanoželezo, které po třech hodinách snížilo životaschopnost buněk o 70 %, jeho vyšší toxicita byla nejspíše způsobena prodlouženou dobou účinnosti.

Nemodifikované nanoželezo bylo pro sinici *Anabaena planktonica* nejvíce cytotoxické (~ 60 %) v koncentraci 750 mg/l po třech hodinách inkubace. Při vyšší koncentraci má nanoželezo silnou tendenci agregovat (> 100 mg/l), při nižší (< 500 mg/l) dochází naopak k jeho rychlejší oxidaci a proto způsobuje nižší toxicitu. V experimentu s kulturou *Chlamydomonas* sp., kde bylo použité modifikované nanoželezo o koncentraci 500 mg/l, byly téměř všechny buňky fluorescenčně značené, což ukazovalo na vysokou koncentraci hydroxylových radikálů uvnitř buněk a tedy na oxidační stres. Kombinací všech třech metod byl prokázán vliv nanoželeza na buňky řas a sinic i přesto, že v oksyložené vodě nanočástice poměrně rychle oxidují a ztrácejí tak svou účinnost.

Děkujeme kolegům z Univerzity Palackého v Olomouci za poskytnutí nulmocného nanoželeza; kultury řasy a sinice byly získány z Biologického centra, v.v.i. v Českých Budějovicích. Výzkum byl podpořen projekty 1M0554 (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy) a FR-T13/564 (Ministerstvo průmyslu a obchodu).

Keywords: nanoiron, ecotoxicity, *Chlamydomonas* sp., *Anabaena planktonica*



Životné stratégie podeniek a pošvatiek v tokoch s konštantnou teplotou vody

Life strategies of mayfly and stonefly species in the constant temperature streams

Kvetoslava BOTTOVÁ¹, Tomáš DERKA¹, Pavel BERACKO¹ & Marek SVITOK²

¹ Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská Dolina, 842 15 Bratislava, SR; e-mail: bottova@fns.uniba.sk, derka@fns.uniba.sk

² Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej Univerzity vo Zvolene, T.G. Masaryka 2117/24, 960 53 Zvolen, SR

Vývinové cykly, rast a sekundárna produkcia vybraných druhov z radov Ephemeroptera a Plecoptera boli stanovené v dvoch prameňoch s relatívne stabilným teplotným režimom vody. Všeobecne nízke teploty v prameňoch sú predpokladom zmien životných stratégií a produkcie makrozoobentosu. Dôkazom toho sú komplikované asynchrónne vývinové cykly, ktoré sme zistili u podeniek *Rhithrogena carpatoalpina* a *Baetis alpinus*, ale aj pošvatiek *Leuctra prima* a *Protonemura nitida*. U posledných troch druhov rýchlosť rastu pozitívne korelovala s dĺžkou fotoperiódou. Nezvyčajný prechod z rýchleho sezónneho cyklu na pomalý univoltinový cyklus sme zaznamenali u pošvatky *Protonemura nitida*. Nezvyčajne nízku abundanciu v oboch prameňoch mal *Baetis rhodani* v porovnaní s *B. alpinus*, ktorý bol naopak najpočet-

nejším druhom podenky v oboch prameňoch. Predpokladáme, že nízke a konštantné teploty vody ho posúvajú do ekologického pesima. Sekundárne produkcie spoločenstiev pošvatiek v oboch typoch prameňov dosahovali veľmi vysoké hodnoty, dokonca výrazne vyššie než doteraz známe z iných tokov Slovenska. Celkovo môžeme povedať, že populácie pošvatiek, dosahujúce najvyššie hodnoty denzity a sekundárnej produkcie, sú viac úspešné a produktívnejšie v podmienkach studených prameňov než populácie podeniek. Predpokladáme, že plasticita vývinových cyklov je preadaptáciou, ktorá umožňuje úspešne kolonizovať pramene so stabilným teplotným režimom.

Keywords: life cycle, production, temperature, Ephemeroptera, Plecoptera



Využití denaturační gradientové gelové elektroforézy (DGGE) k analýze společenstva metanogenů

Using of denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) for analysis of methanogenic community

Lenka BRABLCOVÁ, Iva BURIÁNKOVÁ, Pavlína BADUROVÁ & Martin RULÍK

Laboratoř mikrobiální ekologie vody, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc, ČR; e-mail: formicula@email.cz

Denaturační gradientová gelová elektroforéza je moderní technologie umožňující separaci molekul DNA v polyakrylamidovém gelu na základě odlišné sekvence nukleotidů. Pomocí DGGE lze vygenerovat genetický profil neboli tzv. „fingerprint“ mikrobiálního společenstva. Sekvence DNA o stejném zastoupení nukleotidů se zastaví na určité pozici v gelu a vytvoří proužky (tzv. „bandy“), které z profilu mohou být extrahovány a pomocí sekvenace (přečtení pořadí nukleotidů v sekvenci) mohou být identifikováni dominantní zástupci mikrobiální populace. Možnost analýzy celého společenstva má využití v mnoha oblastech mikrobiologie, od klinické medicíny až po vodárenství.

V rámci výzkumu probíhajícího v Laboratoři mikrobiální ekologie vody (KEŽP Olomouc), jež je zaměřen na biogeochemický cyklus uhlíku a metanogenní systém hyporheických sedimentů, zavádíme DGGE jako jednu z metod, která by nám mohla pomoci odhalit taxonomickou diverzitu a ekologické funkce metanogenních archeí v říčních sedimentech. Výzkum probíhá na pěti lokalitách v podélném profilu říčky Sitky (od horního úseku toku po nížinnou část, o celkové délce cca 30 km).

Podle předběžných výsledků byla přítomnost metanogenů potvrzena na všech lokalitách do hloubky 50 cm, rozdělených na „po-

vrchový profil“ 0–25 cm a „hloubkový profil“ 25–50 cm. Odhad diverzity se pohybuje kolem 19 odlišných metanogenních taxonů (bandů). Pomocí shlukové analýzy byly designovány dvě skupiny lokalit, lišící se množstvím dominantních taxonů. První skupinu tvoří lokality nížinné části s výrazně vyšším počtem dominantních taxonů (6–13 taxonů), druhá skupina je pak tvořena lokalitami v horním úseku toku (4–6 taxonů). Současně nebyl prokázán signifikantní rozdíl v zastoupení mezi hloubkou a povrchem sedimentu. Z hlediska množství i intenzity zastoupení metanogenů se jako nejbohatší jeví lokalita č. 4 (hloubka i povrch), kde byla také opakovaně naměřena největší produkce metanu ze dna toku, stejně jako nejvyšší metanogenní potenciál. Výsledky našeho výzkumu poskytují zajímavé informace o struktuře, diverzitě a funkci systému metanogenních archeí v našich tocích.

Tento výzkum byl podpořen GAČR v rámci projektu č. 526/09/1639 „Biogeochemie metanu a detekce metanogenních a metanotrofních bakterií v říčních sedimentech“.

Keywords: methanogenic archaea, methane, taxonomic diversity, hyporheic sediment, denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE)



Diverzita metanogenních archaeí v hyporheickém sedimentu říčky Sitky

Diversity of methanogenic Archaea in Sitka stream hyporheic sediment

Iva BURIÁNKOVÁ, Lenka BRABLCOVÁ, Pavlína BADUROVÁ, Adam BEDNAŘÍK, Václav MACH & Martin RULÍK

Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc, ČR; e-mail: ivaburiankova@seznam.cz

Dekompozice organického materiálu v akvatických sedimentech je významný proces, díky kterému dochází k úplné přeměně komplexů organických látek na metan a oxid uhličitý. Metan je hlavní složkou koloběhu uhlíku v anaerobních akvatických ekosystémech. Vzhledem k relativně vysoké produkci metanu naměřené v říčních sedimentech předpokládáme, že by hyporheál mohl hrát významnou roli v produkci skleníkových plynů. Metan je produkován výhradně metanogenními archaeí jako finální produkt anaerobní respirace a fermentace. Fylogenetická struktura metanogenních archeí v hyporheickém sedimentu nížinného toku Sitka (ČR) byla analyzována pomocí PCR amplifikace, klonování a sekvenace genu *mcrA* (methyl coenzym-M reductase). Gen *mcrA* je zodpovědný za expresi komplexu enzymů, které katalyzují finální krok v biogenní produkci metanu. Tento gen se vyskytuje pouze u metanogenních archaeí a proto bývá často využíván jako molekulární nástroj k jejich detekci.

Fylogenetická analýza odhalila 25 odlišných klonů, pocházejících ze dvou hloubkových profilů říčního sedimentu (0–25 cm a 25–50 cm). Téměř všechny získané klony vykazovaly vyšší příbuznost s nekultivovatelnými klony z přírodních vzorků, než se známými kmeny. U části

klonů se prokázaly blízké fylogenetické vztahy s řády *Methanosarcinales*, *Methanomicrobiales* a *Methanobacteriales*, zbytek klonů vytvořil nový samostatný klast, zastoupený výhradně metanogenními klony z říčního sedimentu. Zástupci všech tří řádů i nového klastu byli detekováni v obou hloubkových profilech, ačkoliv klony blízké *Methanomicrobiales* převažovali ve větší hloubce a *Methanosarcinales* naopak blíže k povrchu. Výsledky fylogenetické analýzy také indikují přítomnost obou, hydrogentrofních i acetotrofních zástupců metanogenů. Stanovením substrátové preference metanogenních bakterií pomocí metody stabilních izotopů, se tyto závěry potvrdili. Dále bylo provedeno stanovení metanogenního potenciálu společenstva, měřena koncentrace rozpuštěného kyslíku, acetátů a Fe^{2+} v intersticiální vodě a koncentrace metanu a organického uhlíku v sedimentu, podél vertikálního profilu do hloubky 50 cm.

Tato studie byla zpracována v rámci projektu GAČR č. 526/09/1639 s názvem „Biogeochemie metanu a detekce metanogenních a metanotrofních bakterií v říčních sedimentech”.

Keywords: Archaea, Methanogens, *mcrA* gene cloning, river sediment



Naše kôstky (*Sphaerium*) a ich determinácia na základe morfológických znakov

Identification of Slovak fingernail clams (*Sphaerium*) by their morphological features

Tomáš ČEJKA

Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied, Dúbravská cesta 9, 841 04 Bratislava, SR; e-mail: t.cejka@gmail.com

Na území Slovenska rozoznávame v súčasnosti štyri druhy kôstok z rodu *Sphaerium* (Bivalvia, Sphaeriidae). Sú to *Sphaerium corneum* (Linné, 1758), *Sphaerium nucleus* (Studer, 1820), *Sphaerium rivicola* (Lamarck, 1818) a *Sphaerium solidum* (Normand, 1844). Bez dôkladného poznania ich morfológických znakov ich nie je možné využívať v bioindikčných, alebo genetických výskumoch. Cieľom tohto príspevku je zhrnúť všetky doterajšie poznatky o morfológii tohto rodu a upozorniť na základné rozdiely medzi jednotlivými druhmi. Kandidátom na revíziu morfológických a genetických znakov je do-

posiaľ nevyjasnený a pravdepodobný komplex druhov v literatúre uvádzaný ako *Sphaerium corneum* sensu lato.

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci Operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Vývoj a aplikácia inovatívneho diagnostického postupu pre molekulárnu identifikáciu živočíchov (ITMS: 26240220049), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Keywords: fingernail clams, *Sphaerium*, morphology



Diagnostické postupy pre molekulárnu identifikáciu živočíchov

Diagnostic techniques for molecular identification of animals

Zuzana ČIAMPOROVÁ-ZAŤOVIČOVÁ, Fedor ČIAMPOR Jr., Tomáš ČEJKA, Marta ILLYOVÁ, Jan KOHOUT, Ladislav PEKÁRIK & Kristína LAŠŠOVÁ

Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied, Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, SR;
e-mail: zuzana.zatovicova@savba.sk, f.ciampor@savba.sk

Hydrobiológovia sa v praxi často stretávajú s problémami pri identifikácii vzoriek odobraných v teréne (napr. nekompletné jedince poškodené pri odbere alebo fixovaní, ťažko determinovateľné larválne štádiá, nedostatok skúseností s determináciou jednotlivých skupín živočíchov atď.). Tieto ťažkosti sa dajú riešiť využitím znakov získaných analýzou molekulárnych markerov. V rámci projektu Štrukturálnych fondov EÚ je vyvíjaný postup pre jednoduchú a spoľahlivú identifikáciu živočíchov založenú na analýze molekulárnych dát. Okrem sekvencií časti génu pre cytochróm oxidázu (barcoding) sú, prípadne budú, postupne testované fragmentové (RFLP, AFLP, SSCP, TGGE, asPCR) a iné (reverse line blot, mikročipy) analýzy. Ako modelové skupiny slúžia vybrané rody rýb, mäkkýšov, hmyzu a planktónnych

kôrovcov. Výsledky jednotlivých analýz sú priebežne porovnávané z pohľadu jednoduchosti použitia, efektivity a spoľahlivosti. Hlavným výstupom projektu bude voľne prístupná web aplikácia, ktorá bude obsahovať získané molekulárne dáta – referenčné údaje, ale tiež opis jednotlivých metód a postupy pre získanie molekulárnych dát z vlastných vzoriek. Web aplikácia bude slúžiť pre potreby identifikácie biologických vzoriek, čím sa zabezpečí využívanie výsledkov projektu v praxi.

Tento príspevok je výsledkom realizácie projektu s kódom ITMS: 26240220049, realizovaného v rámci operačného programu Výskum a vývoj financovaného zo štrukturálnych fondov EÚ.

Keywords: DNA, identification, aquatic animals



Toxické kovy v ekosystému rybníku ovlivněného městskou čistírnou odpadních vod

Toxic metals in pond ecosystem affected by the municipal wastewater treatment

Lucie DOLEŽALOVÁ & Dana KOMÍNKOVÁ

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra zdravotního a ekologického inženýrství, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, ČR; e-mail: lucie.dolezalova@fsv.cvut.cz

Rybník Strnad se nachází na hranici Prahy a města Hostivice. Rybník je napájen hlavním přítokem, Litovicko-Šáreckým potokem, a drobnějším Zličínským potokem. Hlavní funkcí je biologické dočištění za ČOV Hostivice. Největší význam rybníku Strnad je zlepšování kvality vody a zachycení sedimentu nad rekreační nádrží Džbán. V rybníce Strnad je také extenzivně chován kapr obecný, štika a lín. Každoročně na podzim je pravidelně prováděn výlov. V roce 2007 bylo provedeno odbahnění rybníka a oprava opevnění hráze. Z rybníka bylo při této akci vytěženo 25 000 m³ sedimentu, přesto již v roce 2010 při výlovu byl rybník opět zanesen sedimentem. O negativním vlivu ČOV na sediment svědčí fakt, že tento sediment obsahuje oproti ostatním nádržím v Praze a okolí nejvíce organické hmoty a zvýšené množství prvků, které mají povolené vysoké koncentrace v čistírenských kalech, ale ve složkách životního prostředí se v takovýchto koncentracích nevyskytují. Obsah organické hmoty byl zjištěn žháním a činil v celkovém sedimentu v průměru 23 %, což je cca o 15 % více než hodnoty ve většině sledovaných pražských nádržích a rybnících. Stejně tak i podíl celkového organického uhlíku (TOC) zjištěný na přístroji Analytik Jena TOC multi N/C 2100 činil v rybníku Strnad 14 % a u ostatních nádrží byl tento podíl v průměru 3,5 %. Při rozborech vody byla koncentrace TOC také vysoká, její hodnota dokonce nesplňuje nařízení vlády č. 23/2011 Sb. pro povrchové vody. Na vysoké znečištění organického původu poukazují i jiné základní chemické ukazatele jako chemická spotřeba kyslíku nebo koncentrace dusíkatých sloučenin, které také překračují nařízení vlády č. 23/2011 Sb. U amoniakálního dusíku bylo toto překročení téměř čtyřnásob-

né. S tímto organickým znečištěním pak mohou souviset i vysoké koncentrace zjištěné při analýze toxických kovů, které se na tuto hmotu dobře váží. Sledovanými kovy byly chrom, měď, nikl, zinek, hliník, mangan, železo, olovo a kadmium, tyto kovy byly sledovány ve třech složkách ekosystému, ve vodě, sedimentu a rybách. U většiny sledovaných kovů lze pozorovat nárůst koncentrací v sedimentu v letech 2009 – 2011, především pak u kovů, jejichž koncentrace mají vyšší povolené limity v čistírenských kalech jako jsou zinek, chrom, nikl a měď. Většina těchto koncentrací nesplňuje limit, který je uveden ve slovenském Metodickém pokynu Ministerstva životního prostředí SR, z 27. augusta 1998 č.549/98-2 na hodnotenie rizík zo znečistených sedimentov tokov a vodných nádrží, kde je uvedena hodnota Target Value jako hranice se zanedbatelným rizikem. Koncentrace sledovaných kovů ve vodě při většině odběrů vyhovely Nařízení vlády 23/2011 Sb. V rybách z rybníku Strnad byly pozorovány vyšší koncentrace olova především v některých vnitřnostech (srdce, játra a žábra), v kostech a v šupinách. Tyto koncentrace nesplňovaly směrnici EU 466/2001, která stanovuje maximálně přijatelné koncentrace některých toxických kovů v čerstvé biomase ryb pro lidskou spotřebu. Maso ryb pak nevykazovalo zvýšené koncentrace sledovaných kovů. Výsledky této práce ukazují na nutnost detailnějšího studia zatížení nádrží ovlivněných ČOV.

Příspěvek byl zpracován v rámci projektů SGS12/131/OHK1/2T/11 a SGS11/039/OHK1/1T/11.

Keywords: toxic metal, sediment, fish, wastewater treatment



Výskyt *Gammarus pulex* na území ČR

Occurrence of *Gammarus pulex* in Czech Republic

Jarmila ĎURIŠOVÁ, Dana PEŠTOVÁ & Emil JANEČEK

Povodí Ohře, státní podnik, Vodohospodářská laboratoř Teplice, Novosedlická 758, 415 01 Teplice, ČR;
e-mail: durisova@poh.cz

Korýš druhu *Gammarus pulex* (blešivec obecný), čeleď Gammaridae, třída Malacostraca byl v České republice nalezen pouze na jednom toku a to na řece Plesná u západních hranic s Německem.

Rozdíly mezi *Gammarus pulex* a *Gammarus fossarum* jsou na zadních uropodech, kde *G. pulex* má poměr délek výběžků $\frac{3}{4}$ a *G. fossarum* do $\frac{1}{2}$. Další rozdíl je patrný na druhém tykadle. U *G. pulex* je tykadlo dlouze hustě obrvené, *G. fossarum* krátce a řídce.

G. pulex migruje tzv. driftem, což je unášení organismů proudem, lezením proti proudu, migrací ze dna toků a přenosem živých organismů pomocí pasivního transportu vyšších živočichů především ptáků.

Řeka Plesná pramení na německé straně u vesnice Barendorf v nadmořské výšce zhruba 700 m n.m. Dále protéká saským okresem Vogtland. Na německém území z pravé strany přitéká potok Hohendorfer. Na území ČR do Plesné přitékají 4 potoky z levé strany a to Pstruhový

potok, Lubinka, Svažecký potok a Kopaninský potok. V největším přítoku Plesné – Lubince se výskyt *G. pulex* neprokázal. Délka toku je 29,1 km a průměrný průtok u ústí do Ohře činí 0,99 m³/s. Průměrné pH je 6,1 až 7,5 z let 2005 až 2012. Průměrný rozpuštěný kyslík ve vodě činí 12,2 mg/l při průměrné teplotě 8 °C.

G. pulex nebyl v minulých letech zachycen v přítocích Plesné Lubince ani v sousedících povodích toků Sázek a Libocký potok, což může být způsobeno mnoha faktory (teplota vody, pH vody, nevhodné podloží, atd.). V Ohři se *G. pulex* také ještě nevyskytl. Patrně se do Plesné dostal ještě na území Německa, buď přítokem gammarem osídleného potoka nebo přenosem živočichů na krátkou vzdálenost. Nejbližší cíp Čech nadále zůstává jediným stanovištěm *G. pulex* v ČR.

Keywords: *Gammarus pulex*, *Gammarus fossarum*, river Plesná



Využitie umelých substrátov pre odber vzoriek bentických rozsievok (*Bacillariophyceae*) pre účely hodnotenia ekologického potenciálu vodárenských nádrží Slovenska

Use of artificial substrates for benthic diatoms (*Bacillariophyceae*) sampling for the assessment of ecological potential of water reservoirs in Slovakia

Dana FIDLEROVÁ

Výskumný ústav vodného hospodárstva, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, SR;
e-mail: fidlerova@vuvh.sk

Na splnenie požiadaviek Rámцovej smernice pre vodu (2000/60/ES) je nevyhnutné na Slovensku vypracovať hodnotiaci systém ekologického potenciálu umelých a výrazne zmenených vodných útvarov. Do tejto skupiny vodných útvarov patria vodárenské nádrže. Vzorky bentických rozsievok boli odoberané v roku 2011 v rámci špecifickej výskumnej úlohy NRL „Autekologické vlastnosti vodnej flóry a fauny pre ďalšie typy povrchových vôd v SR“.

Vzhľadom na to, že litorálne pásmo vodárenských nádrží môže byť výrazne ovplyvnené kolísaním vodnej hladiny, boli pre zabezpečenie získania reprezentatívnej vzorky bentických rozsievok na odber použité umelé substráty. Monitorovaných bolo sedem vodárenských nádrží: VN Hriňová, VN Klenovec, VN Málinec, VN Bukovec, VN Starina, VN Nová Bystrica a VN Turček. Vzorky bentických rozsievok boli z umelých substrátov odoberané trikrát ročne z dvoch resp. troch odberových miest podľa veľkosti a členitosti nádrže. Osádzanie umelých substrátov v stojatých vodách zatiaľ nemá na Slovensku štandardizovaný postup, preto sa postupovalo podľa základných krokov v zmysle STN EN 13 946. Analýzy vzoriek prebiehali podľa STN 75 7715.

Celkovo možno konštatovať, že z pohľadu taxonomického zloženia ide o spoločenstvá

druhovo chudobné, s jedným alebo viacerými dominantnými druhmi, ktoré však dosahujú veľmi významné podiely relatívnej početnosti. Taxonomické zloženie rozsievkového spoločenstva na rôznych miestach v rámci jednotlivých nádrží bolo takmer rovnaké. Medzi jednotlivými nádržami boli zaznamenané rozdiely v taxonomickom zložení rozsievkového spoločenstva, ale dominantné taxóny boli vo všetkých nádržiaci rovnaké. Dominantné taxóny boli prevažne neutrofilné, s vysokými nárokmi na kyslík, ktoré sa vyskytujú v oligo- až mezotrofných vodách prevažne v oligo- až beta-mezosapróbnom stupni.

Pre účely vyhodnotenia vzoriek boli použité dve metriky z programu Omnidia ver. 4.2 a to IPS (Specific Pollution Sensitivity Index) a TID (Rott's Trophic Index).

Na základe vykonaných odberov a analýz vzoriek možno konštatovať, že získané výsledky by mohli byť využité v nasledujúcom období pre hodnotenie ekologického potenciálu vodárenských nádrží.

Keywords: artificial substrates, benthic diatoms, ecological potential, water reservoir



Indikuje bentická fauna tatranských plies obnovu z acidifikácie?

Does indicate the littoral benthic macro fauna of the Tatra Mountains lakes their recovery from acidification?

Renáta GELIENOVÁ

Katedra biológie a ekológie, Fakulta prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, SR; e-mail: renata.gelienova@gmail.com

Acidifikácia, ktorá postihla tatranské plesá v najväčšej miere počas 80-tych rokov minulého storočia, odznela a v súčasnej dobe prebieha proces obnovy postihnutých plies. Biologická obnova je proces, ktorý závisí od veľkého množstva faktorov, čo spôsobuje jej pomalý a nejednoznačný priebeh, a preto sa tiež veľmi ťažko dokazuje. Na skúmanie procesu regenerácie litorálnej fauny bol vybraný súbor 35 tatranských plies, ktoré boli podľa miery postihnutia acidifikáciou rozdelené do troch kategórií: silne acidifikované, acidifikované a neacidifikované. Proces obnovy spoločenstiev bol posudzovaný na základe znovu objavenia sa druhov citlivých na acidifikáciu (acidifikačný index TAI). Obnova pôvodného zloženia

bentickej fauny bola zaregistrovaná v plesách Starolesnianske, Vyšné Sesterské, Batizovské, Vyšné Wahlenbergovo a Prostredné Spišské. V neacidifikovaných plesách (Ľadové, Pusté, Malé Hincovo) neboli zaznamenané preukazné zmeny zloženia bentickej fauny.

Najväčšie zmeny boli zaznamenané v Batizovskom plese, v ktorom sa od roku 2000 znovu objavujú druhy citlivé na acidifikáciu (2 druhy s TAI = 1 a 7 druhov s TAI = 0,75).

Príspevok vznikol aj vďaka podpore projektu VEGA 1/0180/12.

Keywords: littoral benthic macrofauna, acidification, recovery, Tatra Mountains, Slovakia



Dlouhodobé změny v obsahu živin a organického zatížení v toku Berounky

Long-term changes of nutrient content and organic pollution in the river of Berounka

Josef HESS & Jindřich DURAS

Povodí Vltavy, státní podnik, Denisovo nábřeží 14, 304 20 Plzeň, ČR; e-mail: josef.hess@pvl.cz

Berounka, vznikající v Plzni soutokem řek Úhlavy, Radbuzy, Mže a Úslavy, je s plochou povodí 8 855 km² nejvýznamnějším přítokem Vltavy. Charakter toku je převážně nížinný, silně antropogenně ovlivněný s četnými jezovými zdržemi. Řeka je výrazně eutrofizována už na počátku svého toku a přísun živin dále pokračuje jak ze zdrojů bodových tak plošných. Kvalita vody je pravidelně monitorována už od konce padesátých let minulého století. Ve vývoji kvality vody v celém sledovaném období lze nalézt několik zásadních zlomů.

Šedesátá léta, stav na počátku pravidelného monitoringu: silně organicky znečištěný tok s častými a výraznými kyslíkovými deficity pod Plzní v letních měsících – přísun nečistěných nebo nedostatečně čištěných komunálních odpadních vod z Plzně (málo účinná ČOV uvedena do provozu v r. 1964) a zejména odpadních vod z plzeňské papírny, která používala sulfitový způsob výroby – průměrné hodnoty $CHSK_{Mn}$ 30–40 mg/l, BSK_5 kolem 20 mg/l v toku pod Plzní.

Sedmdesátá léta – významně stoupá obsah NO_3-N (roční průměrné hodnoty z 1–2 mg/l na 4–5 mg/l), v roce 1973 končí sulfitová technologie v plzeňské papírně – výrazný pokles $CHSK_{Mn}$ na 8–9 mg/l, BSK_5 na 5–6 mg/l v toku. Kyslíkové deficity pod Plzní v letních měsících stále běžné.

Osmdesátá léta – stagnace obsahu dusíkatých látek (průměrné hodnoty $N-NO_3$ 3–6 mg/l, $N-NH_4$ 1,5–2 mg/l), stoupající trend obsahu TP (z průměrných 0,14 na 0,5 mg/l), stagnace obsahu organického zatížení ($CHSK_{Mn}$ 8–10 mg/l,

BSK_5 4–6 mg/l). Kyslíkové deficity pod Plzní v letních měsících stále běžné.

Devadesátá léta – uvedení do provozu nové ČOV v Plzni – další mírný pokles organického zatížení, výrazný pokles obsahu $N-NH_4$ a TP. Kyslíkové deficity v letních měsících jen zřídka.

Současnost – klesá vliv bodových zdrojů na eutrofizaci toku, klesající trend obsahu TP s určitým kolísáním pokračuje, hodnoty se nyní pohybují okolo 0,1–0,15 mg/l. Organické zatížení toku přestává být problémem, letní kyslíkové deficity prakticky nenastávají.

Uvedené vlivy jsou patrné i v dalším toku, kde se změny v přísunu živin z Plzně projevují s určitým zpožděním na zvyšování primární produkce fytoplanktonu (v dolním toku chlorofyl *a* běžně i přes 200 µg/l). Přísun živin z větších přítoků (Klabava, Střela, Litavka) nemá na eutrofizaci toku zásadní vliv. K výraznější eliminaci živin v podélném profilu toku obvykle nedochází. Růst primární produkce není vždy v korelaci se změnami obsahu živin (TP), roli zde hrají i další faktory (samozastínění fytoplanktonu, inhibiční vliv dalších polutantů).

Zajímavost – výrazný pokles přísunu organického zatížení způsobil v toku pod Plzní vymizení dříve masově se vyskytujících máloštětinatců (Oligochaeta, zejména druhy z čel. Tubificidae) a zanikla tak dříve hojně využívaná možnost jejich „těžby“ a prodeje jako krmiva pro akvarijní ryby.

Keywords: nutrient content, organic pollution, long-term changes



Surface temperature and hydrochemistry as indicators of land cover functions

Iva CHMELOVÁ^{1,3}, Petra HESSLEROVÁ^{1,2}, Jana ŠULCOVÁ¹, Lenka KRÖPFELOVÁ¹ & Libor PECHAR¹

¹ ENKI, o.p.s., Dukelská 145, 379 01 Třeboň, Czech Republic; e-mail: iva.chmelova@atlas.cz

² Faculty of Environmental Sciences, Czech University of Life Sciences Prague, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbátka, Czech Republic

³ University of South Bohemia, Laboratory of Applied Ecology, Studentská 787/13, 370 05 České Budějovice, Czech Republic

This paper presents an integrated view of functional assessment of the landscape in terms of energy efficiency and hydrochemical balance. The basic concept of the relationship of land cover, surface temperature of the landscape and matter losses from watershed, expressed by the electrical conductivity of water and selected hydrochemical parameters is used. These characteristics were evaluated and analyzed in four distinctive model sub-watersheds in the south of the Czech Republic, which differ in various representations of land cover categories. Relationship between living systems and water cycle is an indicator of thermodynamic efficiency of the ecosystem and the level of solar energy dissipation. Vegetation and ecosystems respond to the amount of incident solar radiation in terms of photosynthesis and transpiration activity. They damp the energy pulses of solar energy. Type of vegetation (land cover) (forest, reed beds, wet meadows, all well-supplied with water), which can provide a smaller temperature fluctuations (ie, a substantial portion of incident solar radiation is through, evapotranspiration, transformed into the latent heat) is considered to be effective. Mitigating of temperature differences and low surface temperature are important factors in reducing nutrient, matter and water losses. Energy should be dissipated through water cycle in such a way to create a dynamic equilibrium of temperature, precipitation and chemical processes. The state of ecosystem (landscape) is determined by the amount of dissolved solids (nutrients, basic cations) from the top soil layer.

As follows from the results, the watersheds with higher anthropogenic load have both higher and fluctuating average surface temperature, and high electrical conductivity of runoff surface water. Watersheds with the predominance of forests and meadows show opposite values of monitored parameters.

Negative aspects are mainly caused by inappropriate landscape management, farming practices and increasing of built-up areas. Sustainable management of landscape should integrate the aspect of closed water, matter and nutrient cycles. Higher temperature amplitudes results in turbulent fluxes decrease of evapotranspiration, drying-up of landscape, damage of vegetation, higher losses. Increase of temperature and matter losses could be efficiently controlled through closed water cycle which can be reached through maintenance and restoration of permanent vegetation into the landscape; it means land cover and water retention both play key roles in distribution of energy fluxes and matter and nutrient flows. That is how we can restore fundamental ecological functions of the landscape and simultaneously prevent climate changes.

The paper was supported from the project and grants NPV 2Bo6023, MSM 6007665806 and GAJU 107/2010/Z.

Keywords: solar energy distribution, Landsat TM, water electrical conductivity, catchment, sustainable landscape management



Nové a zaujímavé nálezy pakomárov (Diptera: Chironomidae) v tatranských potokoch

New and interesting chironomid records (Diptera: Chironomidae) from the Tatra mountain streams

Kristína IAROŠOVÁ & Ladislav HAMERLÍK

Fakulta prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, SR;
e-mail: biokreka@gmail.com

V rámci projektu „Formovanie vodnej a príbrežnej bioty v horských ekosystémoch v podmienkach klimatických zmien a ich katastrofických prejavov“ bola sledovaná tiež kvalitatívna a kvantitatívna štruktúra zoskupení pakomárov (Chironomidae) v potokoch s povodiami postihnutými vetrovou kalamitou a potokoch s extrémnymi podmienkami (nízke teploty, periodické vysychanie). Materiál lariev bol odobraný kvantitatívne metodikou AQEM v máji, júli a septembri 2010 a v apríli 2011 a odber exúvií v júli a septembri 2009 a v máji 2010 metodikou CPET. Druhové spektrum pozostávalo prevažne z oligostenotermných horských a vysokohorských druhov. Vo všetkých potokoch boli významne zastúpené druhy rodu *Diamesa*, z ktorých najmä *Diamesa cf. latitarsis* je indikačným druhom spoločenstiev typu metakryon.

K ďalším významným druhom vysokohorských potokov patria tiež *Pseudokiefferiella parva*, *Syndiamesa* sp. a *Pentaneurella katterjokki*. Najzaujímavejším nálezom aj biogeografického hľadiska je záznam larvy rodu *Sublettea*. Tento rod s doteraz jediným opísaným druhom *Sublettea coffmani* (Roback, 1975) sa dlho považoval za nearktický, v poslednej dobe sa našiel aj v Rumunsku. Larva sa zistila na úseku rieky Belá v nadmorskej výške 944 m spoločne s larvami rodu *Orthocladius*.

Výskum pakomárov vysokohorských potokov v Tatrách bol podporený projektmi VEGA 2/0059/09 a 1/0180/12.

Keywords: chironomids, high mountain streams, *Sublettea*, Tatra Mountains, Slovakia



Impact of the artificial snow production to Trichoptera and Diptera in High Tatra Mountain streams

Silvia KAPUSTOVÁ & Rudolf ŠOLTÉS

Výskumný ústav vysokohorskej biológie, Žilinská univerzita, 059 56 Tatranská Javorina 7, SR;
e-mail: silvia.kapustova@gmail.com

Surface waters or ground waters used for production of artificial snow. These waters are richer in mineral substances (e.g. nitrates, calcic or chloride ions) compared to rain water. The goals of the present paper are: (a) to give a more detailed description of the changes observed of Trichoptera and Diptera in the polluted areas; (b) to compare the data on the diversity and chemical composition of rivers disturbed by construction of water reservoirs and consecutively by the water extraction for snowmaking, with the water streams without disruption, i.e. reference streams. 28 taxa within two taxonomical groups (Trichoptera and Diptera) have been identified in the col-

lected samples. Totally, 1 042 individuals were obtained. The abundance of the species *Allogamus auricollis*, *Agapetus fuscipes* and *Drusus discolor* is typical for the Trichoptera occurred in the Tatra streams. As for the larvae of Chironomidae, distinctively *Diamesa* sp., *Cricotopus bicinctus* and *Orthocladius saxosus* predominated. The groups typical for catchment are Rhyacophilidae, Glossosomatidae, Limnephilidae, Philopotamidae, Odontoceridae, Goeridae, Diamesinae, Orthocladiinae, Chironominae.

Keywords: Trichoptera, Diptera, artificial snow, chemical composition



Životný cyklus a produkcia vodných bzdôch *Cymatia coleoptrata* Fabricius 1777 a *Plea minutissima* Leach 1817

Life cycle and secondary production of water bugs *Cymatia coleoptrata* Fabricius 1777 a *Plea minutissima* Leach 1817

Barbora KLEMENTOVÁ, Marek SVITOK & Michal GREGOR

Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej Univerzity vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, SR; e-mail: klementova.barbora@gmail.com

Životný cyklus je charakterizovaný ako sled morfológických štádií a fyziologických procesov, ktoré spájajú jednu generáciu s ďalšou. Súčasťou tohto cyklu sú rovnaké pre všetkých členov druhu a zvyčajne je možné ich popísať kvantitatívne. Existuje len málo prác, ktoré sa venujú životným cyklom a sekundárnej produkcii vodných bzdôch. Aj z tohto dôvodu sme sa rozhodli vyhodnotiť populačnú dynamiku u vybraných druhov *Cymatia coleoptrata* Fabricius 1777 a *Plea minutissima* Leach 1817 v rámci systému Košských mokradí (Hornonitrianska kotlina). Pre uvedené druhy boli rekonštruované životné cykly a vyhodnotená dynamika ročnej sekundárnej produkcie. Pri rekonštrukcii životného cyklu *C. coleoptrata* bol zistený bivoltínny životný cyklus s dlhou zimnou a krátkou letnou generáciou, naopak, druh *P. minutissima* bol

na študovanej lokalite univoltínny. Dynamika sekundárnej produkcie oboch druhov vykazovala podobný priebeh: veľmi nízka resp. nulová produkcia počas zimy a skorej jari, nárast produkcie od apríla a vrchol spojený s obdobím intenzívneho rastu lariev. Vrchol produkcie oboch druhov bol však v čase značne oddelený. Zatiaľ čo *C. coleoptrata* dosiahla vrchol produkcie v júni, v prípade *P. minutissima* to bolo až v auguste. Celková produkcia oboch druhov predstavovala 9,4 g suchej hmotnosti.m⁻².rok⁻¹, pričom druh *C. coleoptrata* dosiahol hodnotu produkcie približne 8,7 g a druh *P. minutissima* 0,73 g suchej hmotnosti.m⁻².rok⁻¹.

Keywords: water bugs, Slovakia, life cycles, secondary production



Vodárenské nádrže Jizerských hor – limnologické aspekty

The water supply reservoirs in Jizera Mts. – limnological point of view

Václav KOZA, Luděk REDERER & Jan ŠPAČEK

Povodí Labe, státní podnik, Váta Nejedlého 951, 500 03 Hradec Králové, ČR; e-mail: labe@pla.cz

K rozmachu výstavby přehradních nádrží v Jizerských horách došlo po velké povodni v roce 1897, která způsobila v průmyslově rozvinuté a hustě obydlené oblasti v podhůří značné škody. Středně velké a malé vodní nádrže byly budovány jako součást komplexního řešení protipovodňové ochrany na počátku 20. století. Rychlost s jakou byla soustava budována byla jednou z příčin nedocení hydrologických a stavebně technických parametrů, které vedlo v případě přehrady na Bílé Desné k jejímu protržení v roce 1916 s katastrofickými důsledky. Následné dodatečné stavební úpravy přehradních hrází dvou umělých jezer ve vrcholové části pohoří – přehrady Souš na Černé Desné a Bedřichov na Černé Nise – zajistily jejich bezpečný provoz do současnosti.

Kromě svého hlavního účelu byly všechny v regionu vybudované nádrže využívány po mnoho desítek let k rekreaci – koupání, rekreační plavbě a rybolovu, a to včetně nejvýše položených přehradních jezer. Výrazný pokles hustoty osídlení v nejvyšších partiích pohoří po odsunu německého etnika po roce 1945 a později hlavně rostoucí potřeba zajistit zásobování pitnou vodou v Libereckém regionu vedly přímo k myšlence využívat nádrž Souš (768 m n.m.) jako vodárenského zdroje. Později byl vypracován a realizován projekt rozšíření kapacity vodárenských zdrojů na Liberecku, jehož součástí je největší zde vybudovaná nádrž Josefův Důl (732 m n.m.) na Kamenici uvedená do provozu v roce 1982.

Vodárenská soustava byla dokončována v problematickém období rychle nastupující acidifikace v 70. letech minulého století se všemi jejími negativními vlivy na horskou krajinu. Z nádrže Souš vymizela rybí obsádka a v nové nádr-

ži Josefův Důl, přestože k pokusům o zarybnění docházelo, nebyly podmínky pro její vytvoření. Vrcholové partie byly odlesněny a z hlediska kvality surové vody se objevily nové závažné problémy – zvýšení koncentrací organických látek a hliníku. Přestože byla prováděna opatření ke zmírnění příčin a důsledků acidifikace již koncem 80. let, komplexní řešení v širším regionu přinesly až finanční prostředky a spolupráce v souvislosti s evropskou integrací po roce 1990.

Jakost vody v obou vodárenských nádržích je pravidelně monitorována od konce 80. let jejich správcem a vlastníkem – státním podnikem Povodí Labe. Provozní potíže při úpravě vody prohloubily postupně spolupráci správce vodního díla s vodárenskou společností. V jarním období, kdy jsou jakostní fyzikálně-chemické parametry surové vody velkým provozním problémem pro úpravnu na Souši, je již od roku 1996 prováděna pravidelně alkalizace nádrže leteckou aplikací mletého vápence.

Výsledky monitoringu indikují postupné změny kvality vody v povodích i na samotných nádržích – odeznívání acidifikace, zarybnění a symptomy nástupu eutrofizace.

Lesnické hospodaření, další rozvoj rekreačního využití území společně se zvýšenou frekvencí mimořádných hydrologických událostí jsou aktuálními riziky pro kvalitu vody obou vodárenských nádrží. Krátkodobé, sezónní či trendové změny kvality jsou průběžně monitorovány s cílem identifikovat jejich příčiny. Ve spolupráci s vodohospodářskými orgány a vodárenskou společností je přednostním zájmem správce povodí udržet a případně zlepšit kvalitu vody „jizerskohorských“ nádrží.

Keywords: reservoirs, Jizera Mts., acidification, calcification, eutrophication



Vodné makrofyty Veľkolélskeho ramena (Dunaj)

Water macrophytes of the Veľkolélske rameno Arm (Danube)

Silvia KUBALOVÁ & Anna SÝKOROVÁ

Katedra botaniky, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Révová 39, 811 02 Bratislava, SR; e-mail: kubalova@fns.uniba.sk

Veľkolélske rameno s dĺžkou cca 5 km je významným ramenom v inundácii Dunaja. Nachádza sa v blízkosti obce Zlatná na Ostrove (okres Komárno). Cieľom nášho výskumu bolo zmapovať druhovú skladbu vodných makrofytov a vyhodnotiť stav populácií a biotopov, v ktorých sa vyskytujú. Pri mapovaní makrofytov sme koryto ramena rozdelili na 7 úsekov. Množstvo biomasy jednotlivých druhov, rastové formy a rozšírenie makrofytov v sledovanom ramene sme hodnotili podľa Kohlerovej metódy. Celkovo sme v ramene zaznamenali 14 druhov makrofytov, z toho 11 hydrofytov a 4 helofyty. Dominantným druhom s kontinuálnou distribúciou v celom ramene bol *Ceratophyllum demersum*, subdominanty *Trapa natans* a *Myriophyl-*

lum spicatum mali distribúciu diskontinuálnu. V ramene sa vyskytovalo aj niekoľko vzácných a ohrozených druhov, okrem *T. natans* (VU – zraniteľný druh) tu rástli *Myriophyllum verticillatum* (VU), *Potamogeton perfoliatus* (NT – takmer ohrozený druh) a *Salvinia natans* (NT). Populácia *T. natans* sa v ramene stabilne udržiava na pomerne veľkej ploche, pravdepodobne vďaka obmedzenému odtoku vody z ramena do hlavného toku Dunaja – nedochádza tým k deštrukcii porastu ani odplaveniu plodov tohto druhu, ktorý je jednoročný.

Keywords: water macrophytes, Danube, *Trapa natans*



Larainae sveta (Coleoptera: Elmidae): rozšírenie, taxonómia a molekulárna fylogenéza

The World Larainae (Coleoptera: Elmidae): distribution, taxonomy and molecular phylogeny

Kristína LAŠŠOVÁ, Zuzana ČIAMPOROVÁ-ZAŤOVIČOVÁ & Fedor ČIAMPOR Jr.

Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied, Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, SR;
e-mail: kristina.lassova@savba.sk

Podčeľaď Larainae (LeConte, 1861) v súčasnosti zahŕňa 28 rodov s približne 130 druhmi. Skupina je rozšírená celosvetovo, centrom druhovej diverzity sú však tropické oblasti. Táto podčeľaď je osobitou skupinou vodných chrobákov čeľade Elmidae, od podčeľade Elminae sa odlišuje hlavne stavbou tela, tvarom tykadiel, charakteristickým ochlpením a spôsobom života. Taxonómia a fylogenéza tejto skupiny je však zatiaľ veľmi málo preskúmaná a napriek združeniu rodov do jednej podčeľade, jej monofyletickosť bola v minulosti viackrát diskutovaná. Vzhľadom k tomu, že morfológické znaky a spôsob života sa na úrovni čeľade mohli vyvinúť viackrát a nezávisle od seba, na rekonštrukciu fylogenézy a taxonómie Larainae sme ako prví použili molekulárne dáta. Analyzované boli viaceré mitochondriálne a jadrové úseky DNA, aby bola zabezpečená variabilita na úrovni dru-

hov, rodov, prípadne skupín rodov. Vzorky použité na analýzu predstavujú približne polovicu známych rodov (v súčasnosti najväčší súbor vzoriek Larainae využiteľných na analýzu DNA). Testovali sme monofyletickosť skupiny, ako aj vzťahy k vybraným rodom čeľade Elmidae. Tak tiež sme hodnotili fylogenetické postavenie niektorých rodov Larainae s výrazne odlišnou morfológiou imág. Na základe najnovších poznatkov bol aktualizovaný zoznam rodov, pričom zahŕňa aj informácie o rozšírení rodov vo svete. Tento príspevok je výsledkom realizácie projektu APVV-0213-10 a ITMS: 26240220049 s podporou operačného programu Výskum a vývoj financovaného zo štrukturálnych fondov EÚ.

Keywords: Larainae, phylogeny, DNA, distribution



Revize ČSN 75 7716 Jakost vod – Biologický rozbor – Stanovení saprobního indexu

Revision of the Czech technical standard ČSN 75 7716 Water quality – Biological analysis – Determination of saprobic index

Petr MARVAN¹, Denisa NĚMEJCOVÁ², Světlana ZAHŘÁDKOVÁ², Libuše OPATŘILOVÁ² & Lenka FREMROVÁ³

¹ Limni s.r.o., Kalvodova 114/13, 602 00 Brno, ČR; e-mail: limni@alfapassage.cz

² Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., Mojmírovo náměstí 16, 612 00 Brno, ČR; e-mail: denisa_nemejcova@vuv.cz

³ Hydroprojekt CZ a.s., Tábořská 31, 140 16 Praha, ČR

V současné době probíhá rozsáhlá revize ČSN 75 7716 standardizující stanovení saprobního indexu. Nutnost revize byla vyvolána potřebou dát do souladu informace o saprobních valencích taxonů v platné ČSN a v IS ARROW, v němž uvedené valence jsou užívány k výpočtům hodnot saprobního indexu cenóz pro potřeby hodnocení ekologického stavu. V loňském roce byla revidována obecná část normy a tabulková příloha „Seznam biologických indikátorů saprobity“, a to část, která se týkala saprobních valencí fototrofních organismů. V letošním roce budou revidovány valenční hodnoty bakterií a konzumentů.

Hlavní rozdíly v připravované verzi ČSN 75 7716 oproti podobě z roku 1998 jsou následující:

1) Metoda označená jako „Metoda podle Pantleho a Bucka“ se přejmenovává na „Metodu stanovení saprobity jako váženého průměru individuálních saprobních indexů“ a její popis se plně přizpůsobuje postupu výpočtu tohoto indexu, jak se běžně používá v praxi.

2) Metoda označená jako „Metoda podle Zelinky a Marvana“ se přejmenovává na „Metodu stanovení mediánu saprobního spektra“. Postup navazuje na koncepci hodnocení saprobity navrženou jmenovanými autory v r. 1961, která však nebyla v té době směřována k odvození indexu saprobity, ale pouze k přiřazení hodnoceného vzorku k jednomu z rozlišovaných stupňů saprobity nebo nejvýš k mezistupni. V dalším kroku se nová verze metody odchyluje od verze z r. 1998, odvození mediánu saprobního spektra grafickou metodou po probitové transformaci hodnot kumulovaných podílů saprobního spektra Pk se nahrazuje výpočtem a arcsin transformací, která v okolí mediánu dává prakticky shodné výsledky. Takto odvozený medián bývá oproti váženému aritmetickému průměru posunut o něco dále

od středové hodnoty saprobní škály a snižuje se tak „centripetální efekt“. Medián má ještě jednu přednost před aritmetickým průměrem, a to, že se principiálně připouští jeho použití i pro tzv. pořadové proměnné (ordinal variables), k nimž patří i saprobity.

3) Z textu normy je vypuštěna tabulka s odhadní stupnicí hojnosti. Předpokládá se, že způsob respektování rozdílů v kvantitě organismů při výpočtu saprobního indexu je až záležitostí metody vypracované pro hodnocení konkrétní cenózy.

4) Nově jsou zavedena dvě kritéria spolehlivosti výpočtu saprobního indexu: střední chyba saprobního indexu (směrodatná odchylka) a součet indikačních vah. Výběr kritéria/í se řídí společenstvem/taxocenózou, která byla pro výpočet saprobního indexu použita.

5) Revize hodnot saprobních valencí a vah fototrofních organismů (producentů) byla provedena na základě vlastních novějších poznatků i porovnáním s údaji v jiných evropských taxalitech. Revize síníc a řas započala na půdě Botanického ústavu AV ČR záhy po předchozím vydání normy, a jejím prvořadým úkolem bylo vypořádat se s důsledky nomenklatorických změn. Revizí mechorostů zajistila Mgr. E. Mikulášková, revizí cévnatých rostlin doc. V. Grulich, CSc.. Položky producentů byly doplněny o odkaz na literární předlohu (určovací klíč, či jiné kompendium s popisy či vyobrazeními taxonů). Přistoupilo se k určité změně v pojetí indikační váhy: taxonům po ekologické stránce málo známým, je významně snížena indikační váha w_i , popř. je v některých případech nespolehlivost indikátora zdůrazněna připojením znaku *.

Keywords: water quality, saprobic index, saprobity, bioindication, freshwater organisms



Poznámky k rozšíreniu vážok (Odonata) na Slovensku

Notes to distribution of dragonflies (Odonata) in Slovakia

Zuzana MATÚŠOVÁ, Barbora KLEMENTOVÁ, Milan NOVIKMEC, Miroslav OČADLÍK & Marek SVITOK

Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, SR; e-mail: zuzana.matushova@gmail.com

Vážky, predovšetkým ich larválne štádiá, predstavujú skupinu hmyzu s úzkou väzbou na špecifický typ prostredia a veľmi citlivo reagujú na jeho zmeny. S aktuálnymi zmenami podnebia dochádza k výmene druhov – druhy prispôbené chladnejšiemu a vlhkejšiemu prostrediu ustupujú a sú nahrádzané teplomilnými druhmi z juhu. Cieľom výskumu bolo prispieť k poznaniu rozšírenia vážok na Slovensku aj v súvislosti s týmto javom. Faunistický výskum prebiehal v období júl – september v roku 2011 na 49 lokalitách v rámci Záhorskej nížiny, Podunajskej nížiny, Východoslovenskej nížiny a niekoľkých lokalitách stredného Slovenska. Vzorkované boli predovšetkým mŕtve ramená, materiálové jamy, vodné nádrže, kanály, rybníky a štrko-

viská v rozpätí nadmorských výšok 90–841 m n.m. Použitá bola metóda intenzívneho kvalitatívneho vzorkovania, odoberané boli jedince v larválnom štádiu. Zaznamenaných bolo 24 druhov vážok, pričom 6 z nich je zaradených do červeného zoznamu a 2 druhy sú zákonom chránené. Najčastejšie sa vyskytujúcim bol druh *Ischnura pumilio*. Faunisticky najzaujímavejšími lokalitami boli materiálové jamy a mŕtve ramená východného Slovenska, vyznačujúce sa najväčšou druhovou diverzitou spomedzi sledovaných lokalít.

Keywords: Odonata, faunistics, Slovakia, ox-bow



Vliv vnějších faktorů na strukturu mikrobiálních společenstev malého horského toku

Influence of external factors on microbial community structure of small mountain stream

Hana MLEJNKOVÁ¹, Jana KONEČNÁ² & Jiří KROČA¹

¹ Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., Mojmírovo nám. 16, 612 00 Brno, ČR;
e-mail: hana_mlejnкова@vuv.cz

² Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Kotlářská 267/2, 611 37 Brno, ČR

Podélný profil horského toku Morávka (CHKO Beskydy) byl charakterizován stanovením struktury mikrobiálních společenstev a odlišností vnějších faktorů se zaměřením na fyzikálně-geografické a geologické podmínky, jakost vody a osídlení. Analýza mikrobiálních společenstev byla provedena kvantifikací mikroorganismů ve vybraných fylogenetických skupinách metodou fluorescenční in situ hybridizace. Celkové počty mikroorganismů byly stanoveny kultivačně a pomocí fluorescenční mikroskopie. Tok byl charakterizován jakostními fyzikálně-chemickými a chemickými parametry a geomorfologickými údaji.

V horní antropogenně neovlivněné části toku převládaly mikroorganismy ze skupiny *Cytophaga-Flavobacterium*, v přechodné části mezi neovlivněným úsekem a úsekem s mnoha antropogenními zásahy byly zjištěny velmi

malé rozdíly mezi počty mikroorganismů v jednotlivých skupinách s mírnou převahou zástupců *Betaproteobacteria*. V další části toku, charakteristické antropogenními vlivy (přehrada, regulace a osídlení), byly celkově vyšší počty mikroorganismů s následující strukturou zastoupení mikrobiálních skupin: *Beta->Cytophaga-Flavobacterium>Alpha->Gammaproteobacteria>Archaea*. Zcela odlišná struktura mikrobiálního společenstva byla zjištěna v geomorfologicky anomální oblasti (uměle zahloubený kaňon – Přírodní památka profil Morávky), kde dominovala skupina *Archaea*. Poslední úsek toku měl podobnou distribuci jako horní antropogenně neovlivněná část.

Keywords: microbial community structure, mountain stream Morávka, geomorphology



Populačná dynamika potočníka *Allogamus auricollis* (Pictet, 1834) (Trichoptera: Limnephilidae)

Population dynamics of caddisfly *Allogamus auricollis* (Pictet, 1834) (Trichoptera: Limnephilidae)

Milan NOVÍKMEC¹, Marek SVITOK¹, Magdaléna ĎURČEKOVÁ¹ & Peter BITUŠÍK²

¹ Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, SR; e-mail: novikmec@vsld.tuzvo.sk

² Katedra biológie a ekológie, Fakulta prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, SR

Na podhorskom úseku rieky Hron (lokalita Val'kovňa, 704 m n.m.) bol v období máj 2005 až jún 2006 sledovaný životný cyklus a sekundárna produkcia potočníka *Allogamus auricollis*. Tento druh bol na sledovanej lokalite dominantným druhom potočníka, tvoril viac než 83% všetkých získaných jedincov (zaznamenaných bolo celkovo 24 druhov potočníkov). Na sledovanej lokalite mal študovaný druh univoltinný životný cyklus. Larvy rástli cez päť larválnych instarov odlišených na základe histogramov početnosti sledovaných morfometrických znakov (šírka hlavy a dĺžka pronota). Larvy sa liahli od októbra, postupne pomaly rástli počas je-

senných a zimných mesiacov, k zrýchleniu rastu došlo počas neskorej jari a v lete, dospelce vylietavali v auguste až septembri.

Priemerná ročná denzita lariev druhu *A. auricollis* bola 465 ind.m⁻², priemerná ročná biomasa 38 mg suchej hmotnosti (DM).m⁻². Práca prináša prvé informácie o ročnej produkcii druhu *A. auricollis* ($P = 351 \text{ mg DM.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$) a ročnom obrate biomasy ($P/B = 9,1$).

Štúdia bola vypracovaná s podporou grantu VEGA 1/0176/12.

Keywords: *Allogamus auricollis*, life history, secondary production, Trichoptera



Životný cyklus chrobáka *Prionocyphon serricornis* (Coleoptera: Scirtidae) v dendrotelme

Life cycle of the water-filled tree holes beetle *Prionocyphon serricornis* (Coleoptera: Scirtidae)

Jozef OBOŇA, Marek SVITOK & Simona VOJENČIAKOVÁ

Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, T.G. Masaryka 2117/24, 960 53 Zvolene, SR; e-mail: obona@vsld.tuzvo.sk

Práca prináša prvé kvantitatívne informácie o životnom cykle chrobáka *Prionocyphon serricornis* (Coleoptera: Scirtidae). Od septembra 2010 do januára 2012 sme z dubovej dendrotelmy v okolí obce Diviacka Nová Ves odobrali kvantitatívne vzorky vodných bezstavovcov. Počas kontinuálnych dvojtýždňových vzorkovaní bolo odobratých takmer 1 000 lariev *P. serricornis*, u ktorých boli zmerané viaceré morfológické parametre (napr. dĺžka tela, šírka hlavy a šírka hrude). Zároveň sme v laboratóriu založili chovné stanice na lepšie pochopenie ich životných cyklov. Analýzou získaných údajov sa zistilo, že chrobák má asynchrónny životný cyklus, so širokou škálou rôznych instarov prítomných počas každého odberového obdobia.

Larvy posledného instaru sa pred zakuklením zdržiavajú v blízkosti vodnej hladiny, strácajú tykadlá a následne opúšťajú dendrotelmu. Kuklenie prebieha na suchých a chránených miestach. Dospelce žijú iba krátko, v korunách stromov. Sú aktívne najmä počas súmraku. Asynchrónny životný cyklus umožňuje druhu *P. serricornis* ako jedinému zástupcovi chrobákov prežívať v extrémnom prostredí dendroteliem.

Príspevok bol vypracovaný za podpory Internej projektovej agentúry Technickej univerzity vo Zvolene (IPA 19/2011 a IPA 22/2011).

Keywords: life history, tree holes, laboratory development, larval instars



Potočníky (Trichoptera) hornej a strednej časti povodia Ipľa (Slovensko)

Caddisflies (Trichoptera) of middle and upper reach of the Ipeľ River basin (Slovakia)

Miroslav OČADLÍK, Milan NOVIKMEC, Marek SVITOK, Ivana GAJDOŠOVÁ, Barbora KLEMENTOVÁ & Zuzana MATÚŠOVÁ

Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, SR; e-mail: ocadlik@vsld.tuzvo.sk

Vzhľadom na neuspokojivý stav poznania biodiverzity Poiplia a očakávaný vysoký ochranársky potenciál územia bol pripravený medzinárodný maďarsko-slovenský projekt HUSK 0801/066. Projekt bol zameraný na zhodnotenie biodiverzity viacerých skupín organizmov (vodná vegetácia, pavúkovce, vodné bezstavovce, ryby, obojživelníky, plazy).

Vzorky makrozoobentosu boli pre účel projektu odoberané kvantitatívnou metódou na vybraných lokalitách rieky Ipeľ a jeho prítokoch (august a október 2010). Lokality boli vybrané tak, aby dokumentovali pozdĺžne prirodzené aj umelé zmeny v charaktere toku a boli doplnené kvalitatívnymi odbermi na vodných biotopoch spadajúcich do území NATURA 2000 (august 2010). Celkovo sme zaznamenali 65 taxónov potočnickov na 35 odberových lokalitách. Taxo-

nomicky zaujímavým bol nález druhu *Oligostomis reticulata* (Linnaeus, 1761) v kanáli pri Veľkej nad Ipľom. Najvyššia diverzita potočnickov bola zaznamenaná v horných epiritrálových úsekoch Ipľa nad vodnou nádržou Málinec (IPE_1055) a v prítokoch Ipľa, Mučínskome potoku (MUČ_1064) a potoku Krtíš (KRT_1069). Diverzita potočnickov klesala na lokalitách dolných úsekov rieky Ipeľ, kde boli zaznamenané prevažne taxóny z čeľade Hydropsychidae. Na niektorých skúmaných lokalitách NATURA 2000 potočnický zaznamenaný neboli. Jednalo sa prevažne o mokradné biotopy.

Výskum bol podporený projektom HUSK 0801/066 a grantom VEGA 1/0176/12.

Keywords: Trichoptera, Ipeľ River, Slovakia



Metodika hodnocení ekologického stavu tekoucích vod České republiky podle makrozoobentosu

Method of assessing running waters of the Czech Republic using benthic macroinvertebrates

Libuše OPATŘILOVÁ¹, Jiří KOKEŠ², Denisa NĚMEJCOVÁ², Vít SYROVÁTKA² & Světlana ZAHŘÁDKOVÁ²

¹ Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., Podbabská 30/2582, 160 00 Praha 6, ČR;
e-mail: libuse_opatrilova@vuv.cz

² Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., Mojžírovo náměstí 16, 612 00 Brno, ČR;
e-mail: vit_syrovatka@vuv.cz

Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky (Rámcová směrnice) stanovuje pro hodnocení ekologického stavu jako jednu z biologických složek i makrozoobentos. Aby bylo možné hodnotit ekologický stav, byly nejdříve sestaveny metodiky odběru a zpracování vzorků makrozoobentosu, jejichž cílem je zajistit vzájemnou porovnatelnost (standardizaci) odebraných vzorků a umožnit tak i porovnatelné vyhodnocení jejich stavu.

Nově vzniklá národní metoda hodnocení je založena na typově specifických multimetrických indexech, přičemž se vychází z ověřeného předpokladu, že v různých typech vod fungují jednotlivé metriky odlišně a mají také odlišné rozsahy hodnot. Pro sestavení národní metody hodnocení byly použity dva datové soubory, které zahrnovaly analýzy vzorků makrozoobentosu odebraných a zpracovaných národních metodou PERLA (ČSN 75 7701) v jarním a podzimním vzorkovacím období v letech 1996-2007.

V návaznosti na typologické členění vod v České republice byly navrženy typy vod dle výskytu makrozoobentosu, a v každém typu byl sestaven multimetrický index (MMI) z několika různě vážených metrik a indexu B, a to zvláště pro jarní a pro podzimní vzorkovací období. Index B je počítán predikčním modelem PERLA a vyjadřuje míru shody druhového složení

vzorku s očekávaným společenstvem podkladové referenční databáze. Metriky MMI (mimo index B) byly pro každý typ vybrány pomocí statistické metody Structural Equation Modeling (SEM) tak, aby dohromady vysvětlovaly co nejvíce variability v testovacím souboru, který zahrnoval data o environmentálních stresorech (chemické parametry, land-use v povodí, narušení hydromorfologie toku).

Výsledný multimetrický index je pro každý typ vod kombinací indexu B a 6-7 metrik. Metriky můžeme rozdělit do čtyř kategorií – metriky kvantitativního zastoupení (podíl abundancí EPT taxonů nebo pouze jepic ve společenstvu), metriky druhové bohatosti a diverzity (počet čeledí, počet taxonů pakomárů, případně index diverzity), metriky založené na citlivosti vybraných druhů (saprobní index) a metriky odvozené z ekologických charakteristik druhů (preference substrátu určité velikosti, určité zóny toku nebo potravní strategie ve společenstvu).

Hodnoty metrik jsou vyjádřeny ekologickým kvalitativním poměrem (ecological quality ratio – EQR) a výsledný multimetrický index pro daný typ je váženým průměrem EQR metrik a indexu B, jehož váha v MMI je 1/5.

Keywords: Water Framework Directive, ecological status, benthic macroinvertebrates, assessment, PERLA, multimetric index



Co určuje míru kanibalismu u larev vážek?

What determines the rate of cannibalism in dragonfly larvae?

Miroslav PEROUTKA¹, Jan KLEČKA^{1,2}, Jindřiška BOJKOVÁ³ & David BOUKAL^{1,2}

¹Katedra biologie ekosystémů, Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR; e-mail: whitemole@seznam.cz

²Laboratoř teoretické ekologie, Biologické centrum AV ČR, v.v.i., ENTÚ, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR

³Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Kotlářská 267/2, 611 37 Brno, ČR

Kanibalismus je ve vodních ekosystémech hojně rozšířený a hraje významnou roli ve vývoji jedinců, dynamice a stabilitě populací a utváření celých společenstev. Následky kanibalismu pro dynamiku populací závisí na jeho intenzitě a rozsahu velikostí, kdy k němu dochází. Experimentálně jsme proto stanovili míru kanibalismu u larev vážek druhu *Libellula quadrimaculata*, která je dominantním druhem otevřených

píščitých tůní bez vegetace. Zjistili jsme, že míra kanibalismu závisí především na poměru velikostí kanibala a jeho oběti a je dále částečně ovlivněna jejich absolutní velikostí a typem podkladu.

Keywords: cannibalism, predator and prey size, dragonflies, population dynamics, life histories



Testovanie nového indexu pre hodnotenie tokov na základe fytoplanktónu pre podmienky Slovenska

Testing a new index for assessment of running water based on phytoplankton for the condition in Slovakia

Mária PLACHÁ

Výskumný ústav vodného hospodárstva, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, SR;
e-mail: placha@vuvh.sk

Pri hodnotení ekologického stavu vôd sa zohľadňuje niekoľko biologických prvkov kvality, medzi ktoré patrí aj fytoplanktón. Hodnotenie na základe fytoplanktónu by malo byť podľa Rámcovej smernice o vode založené aj na druhovom zastúpení. Maďarský index (Hungarian river phytoplankton index) HRPI bol testovaný, pretože ako jeden z mála indexov používaných vo svete zohľadňuje okrem iného aj druhové zloženie fytoplanktónu a preto, že Maďarsko je susednou krajinou Slovenska a niektoré toky majú podobný charakter, a v neposlednom rade aj preto, že nám bol k dispozícii softvér na výpočet indexu HRPI. Hlavným cieľom práce bolo otestovať index HRPI a zistiť, či je použiteľný aj na hodnotenie tokov Slovenska na základe fytoplanktónu. Index HRPI berie do úvahy dve metriky a to obsah chlorofylu *a* a druhové zastúpenie:

$$HRPI = \frac{(2 NChl a + NQr)}{3}$$

pričom NChl *a* je normalizovaná hodnota Chl *a* a NQr je normalizovaná hodnota druhového zastúpenia. Pre testovanie indexu boli zvolené veľké nížinné toky, v ktorých je dostatočná doba zdržania pre tvorbu fytoplanktónu. Podľa

Vodného plánu Slovenska sú veľké nížinné toky ďalej delené na 7 typov vodných útvarov, ktoré boli rozdelené na základe porovnania hodnôt chlorofylu *a* z vegetačnej sezóny (máj – október) Multiple Range testom na 4 skupiny (skupinu zahŕňajúcu povodie Bodrogu, povodie Hrona, povodie Moravy a povodie Dunaja, Ipl'a a Váhu. Pre tieto skupiny boli podľa literatúry vypočítané hranice na základe fixného percentilu a hodnoty boli pretransformované na EQR [50 % – veľmi dobrý/dobry (EQR 0,8); 75 % – dobrý/priemerný (EQR 0,6); 90 % – priemerný/zlý (EQR 0,4); 95 % – zlý/veľmi zlý (EQR 0,2)]. Testovaná hodnota druhového zastúpenia bola počítaná priamo v softvéri a následne bola zarátaná do výsledného hodnotenia. Na základe porovnania stanovených tried ekologického stavu podľa fytoplanktónu s triedami stanovenými podľa iných biologických prvkov kvality možno povedať, že testovaný index by mohol byť vhodný pre hodnotenie tokov Slovenska na základe fytoplanktónu.

Keywords: Phytoplankton index, chlorophyll *a*, species composition, testing



Srovnání dostupného typového materiálu středoevropských zástupců rodu *Electrogena* Zurwerra & Tomka, 1985 (Ephemeroptera: Heptageniidae)

Comparison of available type material of the genus *Electrogena* Zurwerra & Tomka, 1985 (Ephemeroptera: Heptageniidae) from Central Europe

Marek POLÁŠEK & Světlana ZAHŘÁDKOVÁ

Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR;
e-mail: m.polasek@mail.muni.cz

Ve střední Evropě je uváděn výskyt pěti druhů jepic rodu *Electrogena* – *Electrogena affinis* (Eaton, 1887), *Electrogena lateralis* (Curtis, 1834), *Electrogena quadrilineata* (Landa, 1969), *Electrogena samalorum* (Landa, 1982) a *Electrogena ujhelyii* (Sowa, 1981), přičemž taxonomický status druhu *E. samalorum* je uváděn jako nejasný (*species inquirenda*) a jeho odlišení od druhu *E. ujhelyii* je velmi složité. To je dáno zejména vysokou vnitrodruhovou variabilitou morfologických determinačních znaků a taktéž faktem, že doposud nebyla publikována studie, která by oba tyto druhy porovnála.

Druhy *E. quadrilineata*, *E. samalorum* a *E. ujhelyii* byly popsány v druhé polovině 20. století podle materiálu pocházejícího ze střední Evropy a typový materiál byl uložen do sbírek Entomologického ústavu Akademie věd v Praze (*E. quadrilineata* a *E. samalorum*) a na Oddělení hydrobiologie Jagellonské univerzity v Krakově (*E. ujhelyii*). Do současné doby byl zachován ty-

pový materiál těchto druhů pouze částečně, vlivem času a přestěhování obou ústavů zřejmě došlo ke ztrátě některých částí typového materiálu. Zachovaný materiál byl autory shromážděn, prostudován a byly pořízeny fotografie jednotlivých druhů se zřetelem na determinační znaky larev i dospělců uváděné v literatuře a na celkový vzhled a zbarvení daných jedinců. Typový materiál zbylých dvou druhů je uložen v Natural History Museum v Londýně a tento nebyl autorům k dispozici.

Tato práce přináší srovnání typového materiálu druhů rodu *Electrogena* popsanych z území střední Evropy spolu s poznámkami k variabilitě jednotlivých znaků, autekologii jednotlivých druhů a stručnou historií výzkumu rodu *Electrogena* v Evropě.

Keywords: mayflies, *Electrogena*, type material, taxonomy



Látková bilance rybníka Rožmberk s posouzením jeho vlivu na řeku Lužnici

Mass balance of fish pond Rožmberk – impact on water quality of Lužnice River

Jan POTUŽÁK¹ & Jindřich DURAS²

¹ Povodí Vltavy, státní podnik, Emila Pittera 1, 370 01 České Budějovice, ČR; e-mail: jan.potuzak@pvl.cz

² Povodí Vltavy, státní podnik, Denisovo nábřeží 14, 304 20 Plzeň, ČR

Rybník Rožmberk je největším rybníkem České republiky (449 ha). Rybníkem protéká řeka Lužnice (Stará řeka). Díky velké ploše povodí (bezmála 1 200 km²) se rybník Rožmberk stává významným „hráčem“ z pohledu akumulace vody v povodí. Neoddiskutovatelný je také jeho vliv na transformaci živin s dopadem na střední a dolní část řeky Lužnice. Přísun fosforu Lužnicí do Vltavy je důležitou položkou látkové bilance na Vltavě ležící vodní nádrže Orlík. Rybník Rožmberk byl již v minulosti podezříván z výrazně negativní fosforové bilance a tudíž označen za velkého „producenta fosforu“.

Od roku 2010 je v rámci projektu „Revitalizace Orlické nádrže“ na rybníku Rožmberk prováděn systematický bilanční monitoring s cílem odhadnout živinovou bilanci. Příspěvek představuje první výsledky bilance celkového fosforu (dále jen P) za období 2010 – 2011.

V roce 2010 byla zjištěna negativní bilance P, rybník uvolnil 2,56 t P rok⁻¹. Z hlavních přítoků měla největší podíl na vnosu P velkovýkrmna prasat RAB a ČOV Třeboň – 34 % (8,52 t P rok⁻¹) dále pak řeka Lužnice – 32 % (8,13 t P rok⁻¹) a Prostřední stoka – 26 % (6,42 t P rok⁻¹). Vstupy z rybářského hospodaření byly prakticky zanedbatelné a dosahovaly přibližně 2 % celkového vstupu P za rok.

Celkový specifický přísun P do rybníka Rožmberk byl v roce 2010 – 5,75 g m⁻². Reálná retence P byla – 10 % (uvolnil 2,57 t P rok⁻¹). Potenciální možná retence (vypočítána na základě doby zdržení vody v rybníce) byla v podmínkách roku 2010 odhadnuta na 29 % (7,35 t P rok⁻¹). Rozdíl zjištěné a potenciální možné retence tedy činil téměř 10 tun (!) což je i v látkové bilanci tak velké vodní nádrže, jako je Orlík, velké číslo.

Výrazně negativní bilance P v roce 2010 byla z největší části dána podhodnocením nárazových vstupů při srážkoodtokových událostech a také tím, že rybník byl v tomto roce loven. Během čtyř dní vlastního výlovu odteklo navíc oproti přítoku téměř 4,5 t P!

Rok 2011 byl z pohledu bilance celkového P poněkud odlišný. Rybník během roku zadržel 0,3 t P. Největší podíl na vnosu P, měla řeka Lužnice 40 % (5,43 t P rok⁻¹), která byla následována RAB a ČOV Třeboň s podílem 35 % (4,78 t P rok⁻¹) a Prostřední stokou s 18 % podílem (2,49 t P rok⁻¹).

V roce 2011 byl celkový specifický přísun P nižší než li v předešlém roce – 3,15 g m⁻². Z toho specifický přísunu P z povodí tvořil 95 % a z rybářského hospodaření 5 %. Reálná retence celkového P byla 2 % (rybník zadržel 0,3 t P rok⁻¹). Potenciální retence P byla v podmínkách roku 2011 – 31 % (4,20 t P rok⁻¹). Rybník tedy zadržel o 3,9 t P rok⁻¹ méně, než by teoreticky mohl.

Možných důvodů odlišné retence P v roce 2010 a 2011 je hned několik. Jedním z hlavních mohla být hydrologická odlišnost obou roků. Rok 2011 byl méně vodný (z Rožmberka odteklo zhruba o 30 % vody méně nežli v roce předešlém). V průběhu roku 2011 byl ukončen chov prasat v areálu RABu, který byl významným zdrojem P. Současně byla v srpnu 2011 spuštěna nová ČOV Třeboň (zatím ve zkušebním provozu), která má do čistící technologie zařazeno srážení P. A v neposlední řadě rybník nebyl během roku 2011 loven, takže nedošlo ani k úniku fosforem bohatého sedimentu.

Keywords: phosphorus, retention capacity, Orlík reservoir



Fytoplankton přehradních nádrží Jizerských hor v období acidifikace a zotavování z acidifikace

Phytoplankton of reservoirs in the Jizera Mountains (Czech Republic) during acidification and recovery from acidification

Lenka PROCHÁZKOVÁ¹ & Zuzana HOŘICKÁ²

¹Katedra ekologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Viničná 7, 128 44 Praha 2, ČR;
e-mail: lenkacerven@gmail.com

²Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Benátská 2, 128 01 Praha 2, ČR

Jizerské hory (50°45' – 50°48' N, 15° 8'–15° 17' E) leží v oblasti tzv. Černého trojúhelníku, epicentra kyselé atmosférické deposice v Evropě. Z tohoto důvodu antropogenní acidifikace výrazně ovlivnila chemismus a oživení nádrží Bedřichov, Josefův Důl a Souš již zřejmě v polovině 40. let 20. století. Studie zaměřená na kvalitativní a kvantitativní zhodnocení vývoje fytoplanktonu v období mezi lety 1993 – 2011 ukázala, že ve všech třech nádržích v období acidifikace výrazně dominovaly v biomase fytoplanktonu obrněnky (Dinophyta). Jejich zastoupení se v průběhu zotavování z acidifikace výrazně snížilo v nádrži Bedřichov, zatímco v nádržích Souš a Josefův Důl méně znatelně. Dominance obrněnek byla vystřídána v některých měsících v roce 1997 monokulturou zlativek druhů *Synura petersenii* (Bedřichov) a *Synura sphagnicola* (Josefův Důl, Souš). V letech 2008 a 2011 byl dále pozorován vodní květ sinic (Bedřichov; Josefův Důl), jednalo se o druh *Merismopedia tenuissima* (Cyanoprokaryota). Celková biomasa fytoplanktonu se pohybovala v rozmezí 0,04–10 mm³ l⁻¹. Nejvyšší biomasy až na výjimku byly pozorovány v roce 1993 (1,4–5,6 mm³ l⁻¹), a to díky hojnému výskytu obrněnky *Gymnodinium uberrimum*. S postupujícím zotavováním nádrží z acidifikace a ústupem velkých zástupců obrněnek v letech 1997 a 2011 biomasa fytoplanktonu poklesla (0,04–1,11 mm³ l⁻¹). Výjimku představoval vodní květ zlativky *Synura sphagnicola* v červenci 1997 v Souši, kdy biomasa fytoplank-

tonu dosáhla hodnoty 10 mm³ l⁻¹. To nasvědčuje tomu, že kromě dlouhodobého trendu chemického a biologického zotavování horských vod z acidifikace mají na velikost biomasy fytoplanktonu vliv také jiné faktory (klimatické změny) i dočasné podmínky, které mohou být optimální pro určitý druh a umožnit tak jeho skokové masivní namnožení. Porovnání druhového složení fytoplanktonu mezi nádržemi ukázalo, že fytoplankton byl nezávisle na sezóně a na roce odběru podobnější v rámci téže nádrže. S ústupem acidity došlo k průkaznému nárůstu počtu druhů (z průměrně 8 druhů v letech 1993 a 1997 na průměrně 14 druhů v roce 2011). Pozoruhodný byl nález obrněnky *Katodinium planum* (Dinophyta) v Josefově Dole (léto 1993 a 1997) a Souši (léto 1993). Tento druh byl popsán z Černého jezera na Šumavě a kromě toho byl doposud pozorován pouze v dalších dvou šumavských ledovcových jezerech postižených acidifikací a v jediném antropogenně okyseleném plese v Západních Tatrách. Rozšíření tohoto acidofilního druhu je pravděpodobně větší, než by se dalo očekávat jen na základě záznamů v literatuře. O schopnostech disperze dále svědčí osídlení nádrže Josefův Důl tímto druhem relativně krátce po jejím zbudování v roce 1982.

Keywords: phytoplankton, acidification, recovery from acidification, reservoirs, Jizera Mountains



Vliv vybraných rybníků jižní a střední Moravy na kvalitu vodního prostředí a protipovodňovou ochranu

Impact of selected ponds of South and Central Moravia regions on the water quality and flood protection

Miloš ROZKOŠNÝ, Andrea ŘÍDKÁ, Pavel SEDLÁČEK & Miriam DZURÁKOVÁ

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., Mojmírovo náměstí 16, 612 00 Brno, ČR;
e-mail: milos_rozkosny@vuv.cz

V letech 2005 až 2010 bylo prováděno sledování kvality vodního prostředí vybraných rybníků a malých vodních nádrží (MVN) v oblastech jižní a střední Moravy. Záměrem bylo věnovat pozornost vzájemnému ovlivnění jakosti povrchových tekoucích vod a jakosti vody rybníků a MVN při zohlednění jejich hospodářského využití, provést terénní šetření aktuální situace na vybraných vzorkových lokalitách, a to se zaměřením na oblasti povodí řek Moravy a Dyje. Cílem bylo též posouzení možností zapojení rybníků a MVN do protipovodňové ochrany.

Mezi zájmové lokality byly zařazeny hlavní rybníky (pro chov tržních ryb): Nesyt (Sedlec u Mikulova) s extenzivním rybářským managementem a preferencí aspektů ochrany přírody a Vrkoč (Ivaň) s polointenzivním rybářským managementem; dále tzv. výtažníky: Šibeník (Mikulov) s polointenzivním rybářským managementem a vysokou trofíí v důsledku silné živinové zátěže z odtoku ČOV Mikulov a Kurdějovský (Kurdějov) s polointenzivním rybářským managementem a přísunem znečištění potokem od obce Kurdějov. Dalšími lokalitami byly MVN u obce Želeč (Želeč; prioritně určena pro protipovodňovou ochranu v povodí) a MVN u obce Heroltice (Heroltice u Tišnova; určena pro chov ryb a retenci vod). Orientační plocha rybníků a MVN: Nesyt 290 ha, Vrkoč 156 ha, Šibeník 29 ha, Kurdějovský rybník 7 ha, nádrž Želeč 3,5 ha, nádrž Heroltice 0,5 ha.

Ekosystémy sledovaných lokalit významně eliminovaly i silné znečištění přinášené přítoky, jak tomu bylo v případě Kurdějovského rybníka a rybníků Šibeník, Nesyt a nádrže Želeč. Bylo potvrzeno, že charakter změn kvality vody

po průtoku rybníky je zcela zásadně ovlivněn kvalitou přítokové vody. Průtok vody rybníky, na nichž byla kvalita přítokové vody zhoršená v důsledku organického znečištění, se projevil pozitivními změnami v saprobiologických ukazatelích. Intenzita a opatření v rámci rybníkářského managementu se na zhoršení parametrů odtékající vody projeví pouze v případě, že kvalita přitékající vody odpovídala betamezo-saprobii (popř. vyšší kvalitě).

Účinek transformace povodňových návrhových vln a retence vody byl významný u obou MVN. V případě rybochovných rybníků byl spočítán účinek pouze částečný, do určité úrovně velikosti povodňové vlny. Problematické se ukázalo řešení operativních manipulací na rybnících s ohledem na možnosti zásahu v závislosti na aktuálních srážkoodtokových událostech. A to zejména u lokalit v povodích s převahou orné půdy a působením eroze půdy. Pro rybníkářský management může být operativní snižování hladiny poměrně významným negativním zásahem ovlivňujícím produkční výsledky zvláště v situacích, kdy má rybník vytvořený mělký litorál. Z výsledků získaných na sledovaných lokalitách je možné konstatovat, že je nezbytné správně stanovit primární funkci jejich účelu a provozu a tomu přizpůsobit další funkce v krajině a vodním hospodářství, zejména pokud se předpokládá zapojení rybníků a malých vodních nádrží do protipovodňové ochrany území.

Příspěvek byl zpracován s podporou projektu QJ1220233 NAZV Mze ČR.

Keywords: pond, small water reservoir, fish farming, water quality, flood protection



Srovnání bentické fauny intermitentního a permanentního toku v oblasti jižní Moravy

Comparison of benthic fauna of intermittent and permanent stream in South Moravia region

Pavla ŘEZNIČKOVÁ¹, Světlana ZAHŘÁDKOVÁ² & Petr PAŘIL²

¹Oddělení rybářství a hydrobiologie, Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR; e-mail: pavlareznickova@seznam.cz

²Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., Mojžírovo náměstí 16, 612 00 Brno, ČR

Vysychání je jednou z disturbancí, která zásadně ovlivňuje environmentální podmínky toků i stojatých vod. Při vysychání dochází k četným přímým změnám abiotických podmínek vyvolaným snížením rychlosti proudění a množství vody, především ke kvantitativním i kvalitativním změnám diversity habitatů. Nepřímé vlivy pak zahrnují mezidruhové interakce, především predaci a kompetici o potravní i habitatové zdroje. Vlivem vysychání se mění nejenom taxonomické složení společenstev ale i jejich funkční struktura. V tocích v podmínkách střední Evropy není vysychání toků běžné a společenstva, která je osídlují, nejsou na takové situace adaptována, jak je tomu v jiných oblastech světa, kde jsou naopak společenstva tomuto jevu vystavována dlouhodobě a pravidelně (Austrálie, Amerika, atd.).

Cílem této studie bylo porovnání dvou blízkých, typově podobných a antropogenně srovnatelně ovlivněných potoků lišících se permanentností průtoku, na základě rozdílů v taxonomické a funkční struktuře společenstva makrozoobentosu. Environmentální podmínky na obou tocích, které jsou vzdálené pouze 10 km vzdušnou čarou, mají velmi podobný charakter, proto rozdíl v druhovém složení není možné zdůvodnit vlivy znečištění nebo hydromorfologickými rozdíly, jedinou známou disturbancí, která potoky odlišuje, je vysychání jednoho z nich (Gránický potok). Společenstva na obou lokalitách byla vyhodnocena z hlediska vybraných autekologických vlastností přítomných druhů (potravní, proudové a mikrohabitatové preference, vazba na říční zonaci, atd.).

Na vysychavé intermitentní lokalitě byly zaznamenány výrazně nižší abundance makrozoobentosu. Nižší byl i počet nalezených taxonů, celkově se taxonomické složení společenstva na intermitentní lokalitě od permanentního toku liší. Strategie přežívání temporární a permanentní složky toku jsou odlišné, nicméně počet taxonů temporárních a permanentních jedinců makrozoobentosu na lokalitách je přibližně stejný. Při vysychání toku se výrazně mění i trofická struktura společenstva a pravděpodobně se zvyšuje kompetice o přirozené potravní zdroje, významnou roli hraje i snížení těchto zdrojů. Na intermitentní lokalitě bylo zaznamenáno menší zastoupení trofické skupiny škrabačů. V létě před vyschnutím se zvýšil podíl sběračů. Na intermitentní lokalitě zcela chybí reobiontní druhy a naopak převažují reolimnofilní a limnofilní druhy, zatímco na permanentní lokalitě jsou zastoupeny reobiontní i reofilní druhy makrozoobentosu.

Současná změna klimatu vede k extremizaci klimatických událostí, jedním z důsledků je i výskyt dlouhých období letního sucha, což může u značné části drobných toků vést k markantním změnám společenstev makrozoobentosu. Téma vysychání toků je proto velmi aktuální. Výsledky studie uvedených dvou toků, byť korespondují v základních rysech se závěry studií z jiných oblastí, nelze zajisté zobecňovat a je třeba věnovat se této problematice ve středoevropských podmínkách v širším měřítku.

Příspěvek byl zpracován s podporou Výzkumného záměru MSM6215648905 a grantu Technologické agentury ČR TA02020395.

Keywords: intermittent stream, macroinvertebrates, drought



Benthic macroinvertebrates in the inflows and outflows of acidified mountain lakes in the Bohemian Forest

Takaaki SENOO¹ & Evžen STUHLÍK²

¹Institute for Environmental Studies, Faculty of Science, Charles University in Prague, Benátská 2, 128 01 Prague 2, Czech Republic; e-mail: takaaki.senoo@gmail.com

²Hydrobiological station Velký Pálenec, Faculty of Science, Charles University in Prague, P.O. Box 47, 388 01 Blatná, Czech Republic

This study presents the comprehensive survey of benthic macroinvertebrate composition in the tributaries and outflows of eight glacial lakes in the Bohemian Forest (Šumava, Czech Republic: Čertovo lake, Černé lake, Plešné lake, Prášílské lake and Laka) including Bavarian Forest (Böhmerwald, Germany: Rachelsee, Kleiner Arbersee and Grosser Arbersee) that have been strongly affected by anthropogenic acidification until 1990 of the last century. Samples of benthic macroinvertebrates and water chemistry were taken from tributaries and outflows of the lakes in May and October 2007.

In this research, we found total 88 taxa of benthic macroinvertebrates (13 classes, 41 families and 74 genres). In the main tributaries, the most abundant insect were stoneflies Plecoptera (70 %, mostly Nemouridae and Leuctridae), Diptera (19 %, mostly Chironomidae) and Trichoptera (4.7 %, mostly Limnephilidae). In outflows, the dominant groups were Diptera (51 %, mostly Chironomidae), Plecoptera (30 %, mostly Nemouridae) and Trichoptera (7 %). The only found Ephemeroptera (9 %) was *Leptophlebia vespertina*, whose abundance was much higher than in tributaries.

The survey was performed during the period when the first signs of recovery from acidifi-

cation of these lakes had been detected. The positive trend was more obvious at less-acidified studied sites (pH ~ 5.0) at the streams of Prášílské lake, Laka, Kleiner Arbersee and Grosser Arbersee, where the species known as acidotolerant were found, e.g. stoneflies *Diura bicaudata*, *Siphonoperla torrentium* and mollusk *Pisidium casertanum*. Especially these results reflected a more advanced stage of biological recovery compared with the strongly acidified streams of (pH > 4.5) Čertovo lake, Černé lake, Plešné lake and Rachelsee. We found a significant positive correlation between numbers of taxa and pH. However, some trends of biological recovery in the strongly acidified lake areas were found as well. For instance, acidotolerant species as *Diura bicaudata* and acidosensitive *Crenobia alpina* were found in the tributary of Plešné lake.

We also recorded a significant finding of beetles; *Nebrioporus assimilis* in the tributary and outflow of Prášílské lake. This remarkable record is actually the only recent findings with exact localization at all in Czech Republic.

Keywords: acidification, benthic macroinvertebrates, stream and lake recovery, acid atmospheric deposition



Charakteristiky fytoplanktonu produkčních rybníků CHKO Třeboňsko

Characteristics of phytoplankton in production ponds Protected Landscape Area Třeboňsko

Kateřina SKÁCELOVÁ & Libor PECHAR

Katedra krajinného managementu, Zemědělská fakulta Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, ČR; e-mail: katka.skacel@volny.cz

Práce se zabývá fytoplanktonem produkčních rybníků CHKO Třeboňsko. V každém testovaném vzorku byl stanoven procentuální podíl nejvíce zastoupených taxonů a na základě toho byl porovnán se systémem funkčních skupin podle Kruk et al. (2010). Náhodně vybraní jedinci byli proměřeni a pro každý vzorek byl stanoven průměrný objem a jeho medián, minimální a maximální lineární délka. Bylo zjištěno, že ve většině testovaných rybníků dominovaly kokální zelené řasy (*Chlorococcales*), což je pro produkční funkci rybníků nejvýhodnější. Produkční rybníky zcela neodpovídají funkčním skupinám, které byly stanoveny pro jezera. Většina testovaných vzorků vykazovala největší podobnost s funkční skupinou IV. Závislost objemu, maximální ani minimální velikosti fytoplanktonu na průhlednosti vody se neprokázala. Průkazně vyšla nepřímá úměra mezi množstvím sinic (%) a poměrem IC/TC a závislost množství sinic (přímá úměra) i zelených řas (nepřímá úměra) na poměru PN/PP.

Phytoplankton of productive fishponds in Landscape Protected Area Třeboňsko was stu-

died. In each sample, percentile composition of dominants and abundant organisms was estimated. Then every record was assigned to the system of functional groups (Kruk et al. 2010). Randomly selected individuals were measured. For each sample, an average volume and its median, minimum and maximum dimension were determined. Most fishponds were dominated with coccal green algae, which is best for fish production. However, our plankton communities do not completely correspond to functional groups that were established for lakes. Dependence of the volume, maximum or minimum size of phytoplankton on the water transparency was not proved. Inverse relationship between the amount of cyanobacteria (%) and in the ratio IC/TC and the dependence of cyanobacteria (positive correlation) and green algae (inverse relationship) on the ratio of PN/PP came out significantly.

Keywords: phytoplankton, productive fishpond, functional classification, biovolume



Podenky (Ephemeroptera) horného a stredného Poiplia

Mayflies (Ephemeroptera) of upper and middle Ipeľ River basin

Marek SVITOK, Milan NOVIKMEC, Ivana GAJDOŠOVÁ, Barbora KLEMENTOVÁ, Zuzana MATÚŠOVÁ & Miroslav OČADLÍK

Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, SR; e-mail: svitok@vsld.tuzvo.sk

V rámci medzinárodného maďarsko-slovenského projektu HUSK 0801/066 bola mapovaná biodiverzita mokradných biotopov horného a stredného Poiplia. Popri viacerých iných skupinách (vodné makrofyty, pavúkovce, ryby, obojživelníky, plazy) boli vzorkované aj vodné bezstavovce. Sezónne vzorky makrozoobentosu boli odoberané v roku 2010 na 35 lokalitách, ktoré reprezentovali zmeny riečneho kontinua hlavného toku a dôležitých prítokov a zachytávali taktiež drobné stojaté a tečúce vody nachádzajúce sa v územiach NATURA 2000.

Pri výskume bolo celkovo zaznamenaných 52 druhov podeniiek. Skúmané územie je z ekososologického hľadiska veľmi hodnotné

nakoľko až 11 zistených druhov podeniiek je uvedených v Červenom zozname a/alebo majú status druhov národného významu. Azda najzaujímavejšie boli nálezy druhov *Ephemera lineata* Eaton 1870, *Ephemerella notata* Eaton 1887, *Ephoron virgo* (Olivier 1791) a *Heptagenia longicauda* (Stephens 1836), ktorým prislúcha IUCN kategória ohrozeného (EN) resp. kriticky ohrozeného druhu (CN).

Výskum bol podporený projektom HUSK 0801/066 a grantom VEGA 1/0176/12.

Keywords: Ephemeroptera, Ipeľ River, endangered species, Slovakia



Vliv zkušenosti na frekvenčně závislou potravní selektivitu larev vážky rodu *Sympetrum*

The effect of experience on the frequency-dependent prey selection by larvae of a *Sympetrum* dragonfly

Pavla ŠALANDOVÁ, David BOUKAL & Jan KLEČKA

Katedra biologie ekosystémů, Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a Laboratoř teoretické ekologie, Biologické centrum AV ČR, v.v.i., ENTÚ, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR; e-mail: pavlasalandova@seznam.cz

Většina predátorů loví selektivně. Teorie optimálního vyhledávání potravy říká, že živočichové preferují energeticky nejvýhodnější kořist. Empirická data také ukazují na častý výskyt tzv. přeskočků, kdy predátor preferuje ten typ kořisti, který je v dané době hojnější, pravděpodobně díky zvýšení efektivity lovu v důsledku předchozí zkušenosti. Cílem naší práce bylo testovat tyto predikce u larev vážek rodu *Sympetrum*.

Před pokusem jsme larvy vážek rozdělili do dvou skupin krmených pouze jedním typem potravy (larvy pakomára rodu *Chironomus* nebo perloočky *Daphnia magna*). Larvám vážek jsme poté nabízeli oba typy kořisti v různých poměrech a zjišťovali jsme pravděpodobnost a úspěšnost útoku a dobu zpracování kořisti; zaznamenali jsme 535 útoků na perloočku a 187

útoků na pakomára během 124 pokusů. Celkově byly mírně preferovány perloočky, což je vzhledem k jejich malé hodnotě v rozporu s teorií optimálního vyhledávání potravy. Výsledky naznačují frekvenčně závislý způsob predace, ale bez přeskočků – s rostoucím zastoupením určité kořisti v prostředí se postupně zvyšoval její výskyt v potravě predátora. Předchozí zkušenost v tomto případě neměla vliv na potravní selektivitu ani na úspěšnost detekce a útoku na kořist. Možným vysvětlením rozporu našich dat s očekáváním je skutečnost, že pakomáři zřejmě nejsou v přírodě častou kořistí pro larvy vážek rodu *Sympetrum*.

Keywords: dragonfly, predation, optimal foraging theory, frequency-dependent prey selection, switching



Mapovanie spoločenstiev vodných organizmov Čiližského potoka v prvej etape projektu obnovy jeho vodného režimu

The aquatic communities survey in the first phase of the restoring water regime project on the Čiližský potok stream

Soňa ŠČERBÁKOVÁ, Peter BALÁŽI, Margita LEŠŤÁKOVÁ, Emília MIŠÍKOVÁ ELEXOVÁ & Mária PLACHÁ

Výskumný ústav vodného hospodárstva, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, SR;
e-mail: scerbakova@vuvh.sk

V rámci projektu LIFE 08 NAT/SK/000239, zaoberajúceho sa ochranou hraboša severského panónskeho (*Microtus oeconomus mehelyi*) v oblasti juhozápadného Slovenska, sa v roku 2011 uskutočnil úvodný prieskum spoločenstiev biosestónu, vodných makrofytov a bentických bezstavovcov Čiližského potoka. Ide o jednu z najjužnejších oblastí výskytu tohto ohrozeného druhu na Slovensku. Prieskum je súčasťou úvodnej etapy obnovy vodného režimu toku, projektovaného na základe jeho environmentálnych nárokov. Bude slúžiť na posúdenie zmien kvality vody pred a po plánovaných úpravách prietokových pomerov toku. Zloženie bioty sa sledovalo na 7 lokalitách, situovaných v miestach plánovaných úprav toku, resp. v miestach zachytenia prípadného vplyvu blízkej nepovolenej skládky tuhého komunálneho odpadu: 1. Gabčíkovo nad (r.km. 34,5); 2. Gabčíkovo pod (r.km. 30,1); 3. Zhybka-Pastušky (r.km. 16,1); 4. Čiližská Radvaň (r.km. 10,5); 5. Nad skládkou (r.km. 6,4); 6. Pod skládkou (r.km. 4,8) a 7. Klúčovec (r.km. 1,6).

Na všetkých lokalitách bolo celkovo determinovaných 236 taxónov biosestónu. Najpočetnejšiu skupinu tvorili producenty (73 % podiel) – z toho Chromophyta predstavovali 45 %, Chlorophyta 39 %, Euglenophyta a Cyanophyta zhodne po 8 %. Konzumenty tvorili ca 23 % podiel z biosestónu. Z danej skupiny sa najčastejšie vyskytovali zástupcovia Ciliophora (67 %). Zvyšné 4 % v biosestóne tvorili deštruenty, zastúpené najmä vláknitými baktériami.

Z vodných makrofytov, sledovaných na 3 lokalitách (1, 2 a 7) bolo spolu determinovaných 20 taxónov. Najväčšiu skupinu predstavovalo spoločenstvo helofytov (45 %) a hydrofytov

(40 %). Najmenší podiel tvorili amfifyty (15 %). K druhom, ktoré dosiahli najvyššie hodnoty rastlinnej masy (PME) patrili z hydrofytov *Ceratophyllum demersum* a *Lemna minor* a z helofytov *Phragmites australis* a *Typha angustifolia*. Determinované taxóny sa vyskytujú najmä v eutrofných vodách, čo potvrdili aj nízke hodnoty indexu IBMR (≤ 8). Na základe jeho hodnôt možno dané lokality zatriediť do úrovne veľmi vysokej trofie.

Na 5 lokalitách (1, 4, 5, 6 a 7) bolo celkovo determinovaných 122 taxónov bentických bezstavovcov. Najchudobnejšie spoločenstvo bolo zaznamenané na lokalite 4 (2 taxóny), ktorá vzhľadom na veľmi nízky vodný stĺpec podlieha v suchších obdobiach vysychaniu vody v celej šírke koryta. Naopak, najviac taxónov (61) bolo zaznamenaných na lokalite 1, kde bolo v jesennom období (po čiastočnom sprietočení tohto úseku po jarnej sezóne) zachytených tiež niekoľko reofilov až reobiontov (napr. *Baetis nexus*, *Glossosoma conformis*, rody *Gammarus*, *Hydropsyche* a *Rhyacophila*, čeľaď Simuliidae). Na ostatných lokalitách boli zaznamenávané taxóny charakteristické pre pomaly tečúce až stojaté vody, schopné prežívať aj v podmienkach silnejšieho organického znečistenia. Najpočetnejšie boli skupiny Chironomidae, Mollusca, Oligochaeta, Odonata a Coleoptera.

Výrazné hydromorfologické zmeny toku, vedúce k spomaleniu až k úplnému zastaveniu prúdenia spôsobili na niektorých lokalitách (2, 7) výskyt mokradných až stagnikolných spoločenstiev.

Keywords: aquatic fauna, aquatic macrophytes, benthic invertebrates, bioseston



Nepůvodní druh mechovky *Pectinatella magnifica* a její sinice a řasy

Non-indigenous species of Bryozoa *Pectinatella magnifica* and its blue-green algae and algae

Irena ŠETLÍKOVÁ¹, Olga SKÁCELOVÁ², Jan ŠINKO³, Josef RAJCHARD¹ & Zuzana BALOUNOVÁ¹

¹Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Studentská 13, 370 01 České Budějovice, ČR; e-mail: setlik@zf.jcu.cz

²Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Na Zlaté stoce 1, 370 01 České Budějovice, ČR; e-mail: oskacelova@prf.jcu.cz

³Fakulta rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Zátíší 728/II, 385 25 Vodňany, ČR

Severoamerický druh sladkovodní mechovky – bochnatky americké (*Pectinatella magnifica*) se během posledního desetiletí stal častým druhem pískoven a některých rybníků na jihu Čech. Cílem této práce bylo (1) kvantifikovat výskyt bochnatky americké v Třeboňské pánvi, kde se tento druh objevil v roce 2003 v nádrži vzniklé po těžbě štěrkopísku; (2) specifikovat podmínky výskytu tohoto druhu sladkovodní mechovky a (3) popsat společenstvo řas a sinic osidlujících bochnatku americkou.

Průměrná čerstvá biomasa kolonií bochnatky americké byla $0,6 \pm 1,5$ kg m⁻² (\pm S.D.) v přibřežní zóně (5 m od břehu) v 10 nádržích převážně Třeboňské pánve (pískovny: Cep, Veselí, Veselí I. a Vlkov; rybníky: Hejtman, Horusice, Nový Kanclíř, Podřezaný a Staňkovský a přehradní nádrž Hněvkovice) ve vegetačních sezónách v letech 2006 až 2011. Průměrný počet kolonií bochnatky byl $0,7 \pm 1,1$ kolonie m⁻² (\pm S.D.). Průměrné biomasy a početnosti kolonií bochnatky se v jednotlivých nádržích statisticky průkazně nelišily v jednotlivých letech (2006 – 2011). Z toho vyplývá, že zatím nedochází k významnému zvyšování biomasy v jednotlivých nádržích, ale spíše k šíření tohoto druhu mechovky do dalších nádrží.

Bochnatka americká byla nejčastěji nalezena na větvích nebo kořenech dřevin (nejčastěji vrb) ponořených ve vodě (66 % nálezů). Na vodních makrofytech (např. *Phragmites australis* a *Typha* sp.) bylo nalezeno 21 % kolonií a nejméně na kamenech. Biomasa kolonií mechovky se nelišila mezi jednotlivými substráty. Tento druh mechovky nebyl nalezen v místech (nádržích),

kde nebyl žádný z výše jmenovaných třech substrátů.

Bochnatka americká osidluje vodní nádrže s nižší trofíí tj. pískovny a rybníky bez intenzivního chovu ryb. Souvislost mezi teplotou vody (průměr: $22,4 \pm 2,7$ °C (\pm S.D.); n = 97) a čerstvou biomasou bochnatky americké nebo početností jejich kolonií nebyla prokázána. Ani vztah mezi průhledností vody (n = 42) a biomasou/ početností kolonií nebyl nalezen.

Uvnitř kolonií bochnatky americké tj. v její nebuněčné hmotě byly nalezeny sinice a zelené řasy, které se obvykle vyskytují v perifytonu, v bentosu nebo i ve fytoplanktonu. Druhy zelených kokálních řas nalezených uvnitř kolonií bochnatky indikovaly vyšší trofii, než má voda v nádržích. Zjevně jim vyhovuje na živiny bohaté vnitřní prostředí. Planktonní řasy pronikají dovnitř kolonií mechovky asi při nepohlavním dělení jedinců tvořících kolonii. Nelze zcela vyloučit, že jsou filtrovány z vody a pronikají trávicím traktem dovnitř jedince a postupně se dostávají do nebuněčné hmoty kolonie. Nárostové řasy (vláknité sinice i rozsivky) pochází pravděpodobně ze substrátů, na kterých se kolonie mechovek vyskytují. Největší množství např. zelených kokálních řas bylo nalezeno v starých, rozpadajících se koloniích bochnatky americké na konci sezóny. Vlákňité sinice a nárostové rozsivky z podkladů se nacházejí i v mladších koloniích.

Keywords: bryozoa, *Pectinatella magnifica*, fytoplankton, perifyton



Vodule (*Hydrachnidia*) České republiky

Water Mites (*Hydrachnidia*) in the Czech Republic

Jan ŠPAČEK

Oddělení hydrobiologie a mikrobiologie, Odbor vodohospodářských laboratoří, Povodí Labe, státní podnik, Víta Nejedlého 951, 500 03 Hradec Králové, ČR; e-mail: spacekj@pla.cz

Vodule (*Hydrachnidia*) jsou vodní roztoči, osidlující prakticky všechny druhy vod. V současnosti je v Evropě evidováno přibližně 1 100 druhů. Z hlediska hydrobiologického výzkumu stála tato skupina na okraji pozornosti odborné veřejnosti. Na vině jsou především malá praktická využitelnost skupiny, obtížná determinace a absence determinační literatury. První výzkumy v našich podmínkách proběhly na přelomu 19. – 20. století. Zasloužili se o ně především K. Písařovic a K. Thon. V menším měřítku i J. Kafka a B. Hellich. Po první světové válce se u nás vodulemi zabýval J. Halík. Ve druhé polovině 20. století pak F. Láska a P. Punčochář. Poznámky o fauně vodulí z našeho území najdeme i u významných zahraničních autorů R. Piersig, O. Lundblad, K. Viets a v současnosti R. Gerecke a A. Di Sabatino.

Větší studie diverzity vodulí na našem území proběhly v oblasti Jeseníků a Rychlebských hor a Beskyd (F. Láska), Krkonoš a Českomoravské

vrchoviny (P. Punčochář). Na přelomu 19. – 20. století studoval K. Thon především faunu stojatých vod středních a jižních Čech.

V současné době se podařilo na základě literárních údajů a determinovaného materiálu zjistit z území Čech, Moravy a Slezska 281 druhů, 10 druhů má status *species incerta*. V determinovaném materiálu sbíraném od roku 2007 se podařilo zjistit 145 druhů. 22 z těchto druhů je pro území Čech, Moravy a Slezska uváděno poprvé.

Na Slovensku je situace výzkumu vodulí (*Hydrachnidia*) podobná. V minulosti se o poznání Slovenských vodulí zasloužil především F. Láska a ze zahraničních autorů L. Szalay. Drobné zmínky uvádí R. Piersig a E. Dudich.

Z literárních údajů se podařilo zjistit z území Slovenska 177 druhů, 6 druhů má status *species incerta*.

Keywords: water mites, Czech Republic



Sezónní vývoj fytoplanktonu a zooplanktonu v nádrži Švihov v období 2006 – 2010 se zřetelem na stav kvality vody

Seasonal development of phytoplankton and zooplankton in the Švihov Reservoir in 2006 – 2010 with respect to the status of water quality

Martina ŠTROJSOVÁ & Jindřich DURAS

Povodí Vltavy, státní podnik, Holečkova 8, 150 24 Praha 5, ČR; e-mail: martina.strojsova@pvl.cz

Nádrž Švihov na řece Želivce s objemem vody v zásobním prostoru 246 mil. m³ je největší vodárenská nádrž v České republice. Zásobuje pitnou vodou Prahu a obce Středočeského kraje a Kraje Vysočina. Je to korytovitá nádrž dlouhá 39 km s plochou nádrže 14,3 km² a plochou povodí 1 179 km². Teoretická doba zdržení je 430 dnů. Fytoplankton byl sledován v profilech hráz a Budeč během celého roku v měsíčních intervalech. Směsné vzorky (integrace ze 3 míst poblíž odběrových profilů) se odebíraly trubcí z horní vrstvy vody 0–4 m. Zooplankton se sledoval v profilech hráz a Budeč od dubna do listopadu v měsíčních intervalech. Vzorkování bylo prováděno planktonní sítí o průměru ok 100 μm s Apsteinovým nástavcem tahem od dna k hladině. Ve vzorkování se pravidelně střídaly Pražské vodovody a kanalizace, a.s. a Povodí Vltavy, s.p. Upravitelnost surové vody byla nejproblémovější v jarním období, kdy v nádrži nastával intenzivní rozvoj fytoplanktonu (centrické rozsivky a bičíkaté řasy). Po zbytek roku se nevyskytovaly s upravitelností vody problémy. Celkově charakter fytoplanktonu u hráze odpovídal málo úživné stojaté vodě, kde je jeho rozvoj limitován dostupností fosforu a predčním tlakem zooplanktonu. Větší zooplankton (hlavně perloočka *D. galeata*) dokázal účinně eliminovat přítomný fytoplankton a na přehradě se většinou v období od května do června vyskytovala fáze čiré vody s velkou průhledností a malou koncentrací chlorofylu *a*. Sinice tvořící vodní květ byly nejčastěji zastoupeny rodem *Microcystis*, méně se vyskytovaly rody *Woronichinia*, *Aphanizomenon*, *Planktothrix* a *Anabaena*. Biomasa sinic tvořících vodní květ byla ojediněle vyšší na lokalitě Budeč, ale u hráze byla biomasa sinic po celé sledované období minimální. Z životní strategie sinic a schopnosti fytoplanktonu reagovat na zvýšený přísun živin jednoznačně vyplývá, že důsledná

ochrana VN Švihov před vstupem fosforu má zásadní význam pro udržení dobré jakosti vody v nádrži. Hodnoty průhlednosti vody a koncentrace chlorofylu *a* reagovaly na změny vodnosti (přísun fosforu). Jarní povodeň ve vodném roce 2006 způsobila, že teplejší voda přítoku bohatá na fosfor protékala po studené vodě VN Švihov až ke hrázi. Tím došlo k podpoře rozvoje fytoplanktonu v celé přehradě. V suchém období 2007 – 2009 se projevy eutrofizace (intenzivní růst biomasy fytoplanktonu) soustředily především v horní části nádrže, kde probíhaly samočisticí procesy, které chránily dolní části před vstupem fosforu a před rozvojem biomasy sinic. Ve vodném roce 2010 se v horní části nádrže nestihalo zachytit dostatečné množství fosforu, a tak eutrofizační projevy byly zaznamenány i ve střední části nádrže. Podle Vollenweiderova diagramu je pro zabezpečení nádrže proti procesu eutrofizace třeba snížit přísun fosforu v suchých letech zhruba o 30 % (2 t ročně) a o 50 % (11 tun ročně) v letech velmi vodných. Dusičnany se nijak nepodílejí na eutrofizaci VN Švihov, a tedy neohrožují jakost surové vody ani nepřímo. Pro zachování dobré kvality vody bez projevů eutrofizace u hráze VN Švihov je potřeba nezvyšovat odběr vody pro úpravnu (předcházení riziku zaklesávání hladiny), snížit emise fosforu z bodových zdrojů a předcházet erozi v povodí např. omezením pěstování širokořádkových plodin (kukuřice, řepka). Vhodná by byla realizace revitalizačních opatření na vodních tocích i v krajíně jako celku k posílení retence vody i fosforu. Hlavním zdrojem fosforu jsou odpadní vody a nárazově zřejmě i odtékající drenážní voda z polí.

Keywords: surface water resources, eutrophication, phytoplankton and zooplankton seasonal dynamics



„Siamské dvojčatá” alebo ontogenetické malformácie sladkovodných nálevníkov (Ciliophora)

„Siamese twins” or ontogenetical malformations of freshwater ciliates (Ciliophora)

Eva TIRJAKOVÁ & Peter VĎAČNÝ

Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina B-1, 842 15 Bratislava, SR;
e-mail: eva.tirjakova@fns.uniba.sk

Ontogenetické malformácie nálevníkov boli predmetom intenzívnych experimentálnych štúdií koncom 80.-tych rokov minulého storočia. Vtedy boli navrhnuté termíny „jumelle” alebo „doublet” pre znetvorené bunky, ktorých telo tvorili dva laterálne zrastené jedince alebo tzv. komponenty. Väčšina kortikálnych štruktúr ľavého a pravého komponentu „siamských dvojčiat” nálevníkov predstavuje svoj zrkadlový obraz. Avšak niektoré cytoplazmatické organely, ako napríklad makronukleus alebo pulzujúce vakuoly, sú spoločné pre oba bunkové komponenty, ktoré sa preto nemôžu oddeliť a žiť samostatne. Doublety sú najlepšie známe pri bakteriovorných hypotrichických nálevníkoch, pričom sa len veľmi zriedkavo spontánne vyskytujú v prírode. Ich tvorba ale môže byť ľahko indukovaná UV svetlom, laserovým lúčom či silným elektrickým poľom v laboratórnych podmienkach. Všeobecne vznik takýchto malformácií pravdepodobne indikuje vplyv stresového faktora.

Počas eko-/taxonomického štúdia nálevníkov rieky Ipeľ (lokalita Ipeľ pri Chľabe) sa nám podarilo po prvýkrát zaznamenať ontogenetickú malformáciu u *Zosterodasys transversus*. Tento druh je saprobiologicky významný indikátor β - α mezosaprobity (SI = 2,5). Zvyčajne sa vyskytuje v nízkych početnostiach počas celého roka, jeho zvýšená abundancia zvyčajne indikuje nárazové organické znečistenie. V rámci nášho výskumu sme zaznamenali maso-

vé premnoženie tohto druhu na jeseň 2008. V tomto termíne sa vyskytoval v početnostiach nad 5 000 ex/ml. V rámci niekoľkých stoviek skúmaných jedincov z čerstvej vzorky, impregnovaných protargolom, sme našli jednu malformovanú bunku, ktorá mala vytvorené dva zrkadlovo symetrické orálne aparáty. Doublet *Z. transversus* meral $164 \times 81 \mu\text{m}$ po protargolovej impregnácii a mal oboválny tvar s pomerom dĺžky k šírke približne 2:1. Makronukleus bol situovaný v tretej štvrtine tela, mal oválny tvar a bol spoločný pre oba bunkové komponenty. Mikronukleus buď chýbal, alebo sa neimpregnoval protargolom. Preorálne kinety mali mierne modifikovaný priebeh kvôli prítomnosti dvoch orálnych aparátov. Distálne preorálne kinety sa tiahli klenuto nad obidvoma cytotómami, kým proximálne kinety sa zreteľne stáčali iba okolo ľavého väčšieho cytotómu. Ľavý cytotóm mal priemer $15 \mu\text{m}$ a bol vystužený 12 nematodezmami, kým pravý cytotóm mal priemer $12 \mu\text{m}$ a obsahoval len 10 nematodeziem. „Siamské dvojča” *Z. transversus* bolo zrejme dobre životaschopné a prijímalo potravu, pretože v jeho potravných vakuolách sme našli tri penátne rozsievky.

Štúdia bola podporená Slovenskou grantovou agentúrou VEGA (project č. 1/0600/11).

Keywords: doublet, Ipeľ River, organic pollution, *Zosterodasys transversus*



Komplexní studie litorálního makrozoobentosu v Českém lese Horská jezera: taxonomické hodnocení procesu obnovy

A comprehensive study of littoral macroinvertebrates communities in the Bohemian Forest lakes: taxonomic evaluation of the recovery process

Lenka UNGERMANOVÁ, Takaaki SENOO & Evžen STUHLÍK

Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Benátská 2, 128 44 Praha, ČR;
e-mail: lenka.ungermanova@centrum.cz

V roce 2007 byla sledována struktura makrozoobentosu litorální zóny osmi ledovcových jezer (Šumava: jezera Černé, Čertovo, Plešné, Prášílské, Laka; Bavorský les: Rachelsee, Grosser Arbersee a Kleiner Arbersee) ve vztahu k procesu zotavení („recovery“) z acidifikace. Odběr vzorků makrozoobentosu byl prováděn metodou „kicking“.

Zjištěné hodnoty pH jezerní vody byly v intervalu 4,58–5,94. Naměřené koncentrace RAL a LAL se pohybovaly od 601 do 118 $\mu\text{g.l}^{-1}$, respektive od 140 do 21 $\mu\text{g.l}^{-1}$, hodnoty DOC byly relativně nízké a nepřekročily 6 mg.l^{-1} .

V rámci projektu bylo na sledovaných lokalitách zaznamenáno 25 čeledí makrozoobentických organismů, kteří reprezentovali 56 nižších taxonomických jednotek (převážně druhů).

Mezi hodnotami pH a počtem nalezených taxonů byla zjištěna pozitivní korelace ($r_2 > 0,6$). Počet determinovaných taxonů se v jednotlivých jezerech pohyboval mezi 19 a 28. Nejpočetnější skupinou determinovaných organismů byla Diptera (65 % z nalezených jedinců), následovala Ephemeroptera (téměř 18 %) a Trichoptera (5 %).

Nejvíce taxonů makrozoobentosu bylo determinováno v jezerech Laka a Grosser Arber-

see, ve kterých bylo nalezeno také několik relativně acidosenzitivních druhů, jenž se v jiných jezerech nevyskytovaly – např. *Siphonurus lacustris*, *Cloeon dipterum* a *Pisidium casertanum*. Naopak taxonomicky nejchudšími lokalitami byla jezera Čertovo a Rachelsee.

Mezi pozoruhodné nálezy patří také *Nebrioporus assimilis* (Coleoptera) v Prášílském jezeře. Jednalo je o první lokalizovaný nález tohoto vodního brouka na území České republiky.

Na některých z řešených lokalit již byly popsány první změny v „biologické obnově“ zooplanktonu, ale tento trend nelze s jistotou uvádět v případě makrozoobentosu – snad s výjimkou jezer Laka a Grosser Arbersee, která však nebyla zasažena acidifikací tak silně jako ostatní sledovaná jezera.

Antropogenní acidifikace ekosystémů v Evropě již znatelně poklesla, avšak tento proces je stále velkým environmentálním problémem v některých oblastech Asie, Afriky i Jižní Ameriky, kde se stále zvyšují emise síry (SO_2) a dusíku (NO_x).

Keywords: lake, macroinvertebrate, acidification, recovery



Riziko ohrožení původních společenstev „velkých mlžů“ slávičkou mnohotvárnou

Risk of a threat of native unionid communities by zebra mussel

Vladimír UVÍRA, Renata VOJKOVSKÁ, Alena VLÁČILOVÁ & Ivona UVÍROVÁ

Katedra zoologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc, ČR; e-mail: uvirav@prfnw.upol.cz

Mlži čeledi Unionidae jsou významnou, celosvětově ohroženou skupinou sladkovodních živočichů. V Evropě stejně jako v Severní Americe ohrožuje původní populace mlžů čeledi Unionidae také přítomnost nepůvodního druhu mlže – slávičky mnohotvárné (*Dreissena polymorpha*). Mezi hlavní známé negativních dopady, které nárasty sláviček na lasturách mlžů způsobují, patří zejména ovlivnění životních projevů mlžů. Slávičky omezují dýchání a rozmnožování mlžů a často dochází ke kompetici o potravu. Nárasty sláviček na lasturách mlžů znesnadňují jejich pohyb a zahrabávání do sedimentu, narušují rovnováhu a mohou také deformovat jejich lastury tahem byssových vláken. Tyto mechanismy přispívají k mortalitě „velkých mlžů“, či ke snížení jejich fyziologické kondice.

V pískovných a lomech Střední Moravy bylo v roce 2010 a 2011 pomocí potápěčů odloveno celkem 190 velevrubů malířských (*Unio pictorum*) a 91 škeblí říčních (*Anodonta anatina*). Intenzita napadení velkých mlžů slávičkami byla sledována na lokalitách Poděbrady, Chomoutov, Nová Ves, Troubky a Kvasice. Byla provedena biometrická měření lastur „velkých mlžů“ a sláviček. V menší míře byly zaznamenány deformace lastur způsobené přisedlými slávičkami.

Na pískovných Poděbrady a Kvasice byly lastury „velkých mlžů“ kolonizovány, mimo poměrně malého počtu dospělců, hlavně juvenilními slávičkami. Zajímavou skutečností je souběžný výskyt mlžů čeledi Unionidae a slávičky na pískovně Poděbrady, sledovaný po více než deset let. Na lokalitách Nová Ves a Chomoutov, byly lastury velevrubů a škeblí osídleny velkým množstvím dospělých jedinců a v průběhu sledování populace docházelo k jejich úbytku. Pískovna Troubky byla z hodnocení vyřazena vzhledem k malému počtu jedinců ve vzorku.

Slávička kolonizuje v oblasti sledovaných pískoven a lomů Střední Moravy veškeré dostupné materiály, tedy i schránky velevrubů a škeblí. Přestože nebyly zjištěny rozdíly v intenzitě napadení slávičkami mezi jednotlivými druhy čeledi Unionidae, narůstající množství jedinců slávičky a jejich dospívání sebou nese řadu negativních efektů na původní druhy mlžů a způsobuje tak jejich přímé ohrožení.

Keywords: invasive zebra mussel, native unionids, *Unio pictorum*, *Anodonta anatina*



Habitatové preference člunice jezerní (*Acroloxus lacustris*) v malém nížinném toku

Habitat preferences of *Acroloxus lacustris* in a small lowland stream

Ivona UVÍROVÁ, Vendula BÁRTKOVÁ, Petra HUBOVÁ & Vladimír UVÍRA

Katedra zoologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc, ČR; e-mail: uviriv@prfnw.upol.cz

Dno neregulovaných toků je značně diverzifikováno a nabízí širokou škálu habitatů. Může tak poskytnout vhodné životní podmínky některým druhům vodních bezobratlých, pro které není výskyt v tekoucích vodách zcela typický. Jedním z nich je člunice jezerní (*Acroloxus lacustris*). Tento vodní plicnatý plž je častým obyvatelem litorálu jezer a vodních nádrží. Preferuje zde submerzní makrofyta s většími listy, na kterých vytváří poměrně řídké populace s hustotou do několika stovek jedinců na m². Délka života nepřesahuje 1 rok.

Jak však ukazují naše výzkumy, člunice jezerní je schopná realizovat kompletní životní cyklus také v podmínkách malého nížinného toku. Životní strategie zde však doznává jistých modifikací.

Zaměřili jsme se na studium populace člunice jezerní v potoku Hloučela v Prostějově. Kvantitativní a kvalitativní odběry z roku 2011 jsme porovnali s daty z let 1995 a 1996. Jak se ukázalo, druh je schopen v potoce dlouhodobě přežívat a hustota populace nevykazuje v meziročním srovnání dramatické změny. Plži osidlují zejména kamenité dno proudnice. Limitujícím faktorem jejich výskytu jsou pohyb substrátu dna a obnažování příbřežních linií koryta v závislosti na hydrologickém režimu toku. Jedinci z různých mesohabitátů se liší velikostí a reprodukční strategií. Životní cyklus je jednoletý s maximální hustotou populace v podzimních měsících.

Keywords: life history, habitat preferences, *Acroloxus lacustris*, freshwater snails



Výskyt *Atherix ibis* v povodí Odry

Occurrence of *Atherix ibis* in the Odra river basin

Daniel VAŘECHA¹ & Jana FEHÉROVÁ²

¹ Povodí Odry, státní podnik, Varenská 49, 701 26 Ostrava, ČR; e-mail: daniel.varecha@pod.cz

² Katedra biologie a ekologie, Přírodovědecká fakulta Ostravské Univerzity, 30. dubna 22, 701 33 Ostrava, ČR

V rámci přípravy bakalářské práce vypracované na PŘF Ostravské univerzity byly shromážděny data o výskytu larev číhalek (*Atherix ibis*, *Ibisia marginata*) na území povodí Odry. Kromě vlastních sběrů byly využity zejména údaje z monitoringu toků prováděných Povodím Odry v letech 2008 – 2011. Primárním cílem bylo zmapování aktuálního výskytu larev číhalky pospolité *Atherix ibis* (Fabricius, 1798) v zájmovém území. Tento druh je chráněn podle platné legislativy (Vyhláška MŽP č. 395/1992, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny). Jako na chráněný druh se na něho často zapomíná, větší pozornost je věnována například rakům nebo mlžům. Vzhledem k obecnému

rozšíření tohoto druhu a relativně vysokému znečištění vody, který snáší, by bylo vhodné otevřít diskuzi na téma vyřazení *Atherix ibis* ze seznamu zvláště chráněných druhů. „Kandidátů“ na vyřazení by určitě hydrobiologové našli víc. Příbuzný druh *Ibisia marginata* (Fabricius, 1781) je typický pro horské a podhorské toky. Získané informace o výskytu obou druhů ukazují na prolínání populací na zájmovém území v podhorských tocích (řeky i potoky) v nadmořské výšce 370 – 400 m n.m.

Keywords: macrozoobenthos, *Atherix ibis*, river Odra catchment



Řeka Sezina – skutečně pstruhová voda v celém úseku toku?

Sezina river – Is really trout water in the whole stage of the river?

Stanislav VOJTÁSEK

Povodí Odry, státní podnik, Varenská 49, 701 26 Ostrava, ČR; e-mail: vojtasek@pod.cz

Cílem tohoto příspěvku je podat základní informaci o toku, který je opomíjen v rámci biomonitoringu a jakékoliv zprávy o jeho dřívějším sledování jsem doposud nezískal.

Řeka Sezina pramení západně od obce Pustá Polom ve výšce 460 m n.m. (asi 10 km západně od okraje Ostravy) a ústí zleva do Bílovky (levostranný přítok Odry) u Bravantic v nadmořské výšce 235 m n.m. Délka toku je okolo 15 km.

Kolem říčky Seziny jsem projížděl mnoho let v rámci standardního monitoringu toků v oblasti povodí Odry. Zaujalo mne především zachovalé údolí Seziny v poměrně nízké nadmořské výšce a také kontrast přirozeného říčního údolí i nivy v blízkosti industrializované Ostravy. Teprve v loňském roce 2011 jsem měl možnost, v rámci jednoletého sledování, tuto říčku lépe poznat a zhodnotit.

Na toku od pramene po ústí byly vytipovány 4 odběrové lokality. Na těchto lokalitách byl 2x v sezóně odloven makrozoobentos a standardní metodou Perla proveden hydrobiologický průzkum.

Na základě jednoletého sledování bylo zjištěno, že především na počátku toku v pramené oblasti u Pusté Polomi je tok nepřirozeně extrémně znečištěn (výskyt vláknité bakterie *Sphaerotilus natans*). V dalším průběhu toku se

ovšem Sezina velice rychle čistí, také díky přirozenosti koryta a nezalidněnosti přilehlého údolí. V dlouhém úseku pak vykazuje skutečně kvalitu pstruhové vody s bohatým společenstvem makrozoobentosu a to až nad obec Bravantice. Zde znečištění přináší vtok z rybníků, které Sezina napájí boční strouhou a především pak delší úsek v intravilánu obce, který přináší více bodových vyústí z okolních obydlí. Do Bílovky pak Sezina ústí jako znečištěný nížinný tok.

I přes občasné zásahy člověka do koryta Seziny i vzhledem k jejímu znečištění v okolí obydlených oblastí lze říct, že zvláště ve středním úseku patří, co do kvality a přirozenosti, k nadprůměrným níže položeným říčkám v České republice. Oblasti v nadmořské výšce 200–400 m n.m. patří v ČR k nejvíce antropogenně zatíženým oblastem, zvláště zemědělskou činností a zabydleností. Střední část sledovaného území mezi Panským mlýnem a Bravanticemi patří k velice čistým a cenným říčním biotopům. V celém tomto středním úseku má Sezina tendenci meandrovat, střídají se peřeje a tůně a oba břehy jsou obvykle lemovány zapojenou linií dřevin, jejichž kořeny tvoří zajímavé habitaty.

Keywords: Sezina, water quality, macrozoobenthos, Odra river basin, saprobity



Komořanské jezero – rozházená knihovna či paleoklimatický archiv?

Komořany Lake – disorderly library or paleoclimate archive?

Daniel VONDRÁK¹, Jolana TÁTOSOVÁ¹ & Tomáš BEŠTA²

¹Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Benátská 2, 128 01 Praha 2, ČR;
e-mail: daniel.vondrak@natur.cuni.cz

²Katedra botaniky, Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Na Zlaté stoce 1, 370 05 České Budějovice, ČR

Zaniklé Komořanské jezero (50°30' N, 13°30' E; 230 m n.m.) představovalo od pozdního glaciálu do středověku největší vodní plochu na území ČR. Ještě Bohuslav Balbín jej v 17. století označoval za nejvýznamnější jezero Českého království. Unikátní přírodní archiv v podobě jeho sedimentů se přesto do dnešních dnů dochoval jen díky záchranným pracem v 70. a 80. letech 20. stol., neboť lokalita zcela zanikla v důsledku povrchové těžby hnědého uhlí na Mostecku. Jeho studium bylo z hlediska biologických proxy dosud zacíleno zejména

na pylovou analýzu, dále pak na analýzy rostlinných makrozbytků, zelených kokálních řas či rozsivek. V rámci multidisciplinárního výzkumu dochovaných sedimentů (GAČR 206/09-1564) jsou nyní hodnoceny možnosti využití subfossilních zbytků pakomárů (Diptera: Chironomidae) pro rekonstrukce vývoje jezerního prostředí a rekonstrukce paleoklimatických změn v periglaciální zóně střední Evropy.

Keywords: Chironomidae, past climate changes, multi-proxy analyses



Druhové složení a velikostní struktura zooplanktonu v experimentálních mesokosmech o různé hloubce a koncentraci živin

Species composition and size structure of the zooplankton community in experimental mesocosms of different depths and nutrient levels

Kateřina ZADINOVÁ¹, Michal ŠORF^{1,2} & Josef HEJZLAR^{1,2}

¹Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR; e-mail: katka.zadinova@seznam.cz

²Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav, Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, ČR

Vztah druhového složení a velikostní struktury zooplanktonu k trofii a hloubce mělkých sladkovodních ekosystémů byl zkoumán v experimentálních mesokosmech. Z celkového počtu 16 mesokosmů bylo vždy 8 o průměrné hloubce vodního sloupce 0,9 m (S) a 1,9 m (D). Počáteční koncentrace celkového fosforu byla nastavena na 20 $\mu\text{g l}^{-1}$ (L), respektive 200 $\mu\text{g l}^{-1}$ (H), a udržována pravidelnými měsíčními přídávky. Všechny mesokosmy byly inokulovány rybníčním planktonem. Vrcholového predátora zooplanktonu představovala koljuška tříostná (*Gasterosteus aculeatus*). Rozvoj vegetace byl podpořen introdukcí stolítku (*Myriophyllum spicatum*). Společenstvo zooplanktonu bylo vzorkováno v měsíčních intervalech od 16.5. do 31.10.2011 planktonní sondou zachycující celý vodní sloupec ode dna k hladině.

Během experimentu bylo zaznamenáno 57 druhů vířníků, 25 druhů perlooček a tři druhy klanonožců. Vliv hloubky byl prokázán pouze u vznášivky *Eudiaptomus gracilis*, která preferovala hlubší mesokosmy (D). Vliv koncentrace živin byl zjištěn u buchaneč, jejichž abundance byla vyšší v úživnějších mesokosmech (H). Početnosti litorálních perlooček čeledi *Chydoridae* postupně narůstaly až do počátku srpna, kdy se zejména v mesokosmech DH a SH rozmnožily koljušky. Vysoký predanční tlak ryb ve zbytku sezóny následně snížil početnosti perlooček, což vedlo k nárůstu koncentrace chlořofylu *a*. Z dosavadních výsledků vyplývá společné působení rybí predace a dostupnosti potravy při formování struktury společenstva zooplanktonu.

Keywords: zooplankton, mesocosms, nutrient effect, depth effect



REGISTER AUTOROV

A

Adamec Lubomír	170
Appleby Peter G.	157
Aubrecht Roman	93

B

Badurová Pavlína	141, 177, 181, 182
Baláži Peter	102, 215
Balounová Zuzana	216
Bayerová Zuzana	49
Bártková Vendula	222
Bednařík Adam	141, 177, 182
Beracko Pavel	15, 145, 180
Bešta Tomáš	225
Bitušík Peter	63, 121, 123, 157, 200
Bílková Martina	148
Bílý Michal	16
Bímová Tereza	48, 178
Bobčíková Kateřina	179
Bojková Jindřiška	90, 139, 148, 158, 160, 165, 174, 204
Borovec Jakub	170
Bottová Kvetoslava	180
Boukal David	204, 214
Brabcová Blažena	17
Brabec Karel	17, 18
Brabec Tomáš	73, 126
Brablčová Lenka	141, 177, 181, 182
Brodersen Klaus P.	140
Bulánková Eva	63, 96
Burdová Lucie	48
Buriánková Iva	141, 177, 181, 182
Bussmann Ingeborg	106

C

Civáňová Kristína	49
-------------------	----

Č

Čejka Tomáš	183, 184
Čiampor Fedor	19, 22, 184, 196
Čiamporová-Zat'ovičová Zuzana	19, 22, 184, 196
Čuperová Zuzana	64

D

Dercová Katarína	116
Derka Tomáš	26, 180
Doležalová Lucie	27, 69, 185
Dudášová Hana	116
Duras Jindřich	31, 130, 189, 207, 218
Dzuráková Miriam	209

Ď

Ďurčeková Magdaléna	200
Ďurišová Jarmila	186

F

Fehérová Jana	223
Fiala Daniel	35
Fidlerová Dana	102, 187
Filipová Lenka	82
Forejtníková Milena	36
Fremrová Lenka	197

G

Gajdošová Ivana	202, 213
Gélienová Renáta	188
Geriš Rodan	40
Grandjean Frédéric	82
Gratzová Kristýna	141, 177
Gregor Michal	193
Grossart Hans-Peter	64

H

Hahn Martin	59
Hamerlík Ladislav	140, 191
Haviar Matúš	102
Hájek Ondřej	17, 18, 174
Hejzlar Josef	59, 226
Helešic Jan	146
Hering Daniel	96
Hess Josef	189
Hesslerová Petra	190
Hindák František	43
Hojerová Eva	64
Horecká Mária	46
Horsák Michal	90, 139
Horváthová Gabriela	102
Hořícká Zuzana	48, 178, 208
Houk Václav	134
Hubáčková Lenka	49
Hubová Petra	222
Husák Štěpán	92
Hušek Jiří	48

CH

Chloupková Renata	18
Chmelová Iva	190

I

Iarošová Kristína	191
Illyová Marta	50, 184

J

Janeček Emil	186
Jarkovský Jiří	40
Jeppesen Erik	163
Jezbera Jan	59
Jezberová Jitka	59
Juračka Petr Jan	54, 77



K		
Kalábová Tereza	18	
Kapustová Silvia	55, 192	
Kasalický Vojtěch	59, 154	
Kladivová Věra	16	
Klečka Jan	204, 214	
Klementová Barbora	63, 193, 198, 202, 213	
Klement Petr	63	
Koblížek Michal	64	
Kočický Dušan	121	
Kohout Jan	184	
Kokeš Jiří	203	
Kolaříková Kateřina	65	
Komínková Dana	27, 69, 185	
Komprdová Klára	18	
Komzák Petr	40	
Konečná Jana	199	
Konvičková Veronika	146	
Kopáček Jiří	157	
Kopp Radovan	73, 126	
Kopylov Aleksander	154	
Kořínek Vladimír	54, 77	
Kosík Miroslav	78	
Kosour Dušan	40	
Koščo Ján	125	
Kořuthová Lenka	125	
Kováč Vladimír	102	
Koza Václav	194	
Kozubíková Eva	82	
Kraková Martina	18	
Křištofovičová Lucia	83	
Krno Ilja	83, 84, 145	
Kročá Jiří	89, 199	
Kröpfelová Lenka	190	
Křeček Josef	48	
Křoupalová Vendula	90	
Kubalová Silvia	195	
Kubová Nela	91	
Kubovčík Vladimír	157	
Kučerová Michaela	18	
Květ Jan	92	
L		
Lang Štěpán	126	
Laššová Kristína	184, 196	
Lánczos Tomáš	84, 93	
Lešková Jarmila	96	
Lešťáková Margita	97, 102, 108, 215	
Littnerová Simona	40	
Lorenz Armin	96	
Lukáčová Lucia	116	
Lukáš Jozef	15	
M		
Mach Václav	141, 177, 182	
Macháček Jiří	98	
Makovinská Jarmila	102	
Manko Peter	63	
Marvan Petr	17, 197	
Maschek Maria	149	
Mašín Michal	64	
Matěna Josef	158, 162	
Matoušů Anna	106	
Matúšová Zuzana	63, 107, 198, 202, 213	
Menezes Rosemberg F.	163	
Michelsen Anders	140	
Mišíková Elexová Emília	102, 108, 215	
Mlejnková Hana	112, 199	
Murínová Slavomíra	116	
N		
Nedbalová Linda	120, 134	
Němejcová Denisa	147, 174, 197, 203	
Novikmec Milan	63, 121, 123, 198, 200, 202, 213	
Novotná Kateřina	162	
O		
Oboňa Jozef	122, 201	
Očadlík Miroslav	63, 123, 198, 202, 213	
Opatřilová Libuše	197, 203	
Opravišová Věra	90	
Osudar Roman	106	
P		
Pařil Petr	49, 124, 147, 153, 210	
Pedersen Ole	140	
Peduzzi Peter	149	
Pechar Libor	190, 212	
Pekárik Ladislav	125, 184	
Peroutka Miroslav	204	
Peštová Dana	186	
Petrek Radim	73	
Petrusek Adam	54, 82	
Plachá Mária	102, 205, 215	
Polášek Marek	206	
Poštulková Eva	126	
Potužák Jan	130, 207	
Procházková Lenka	48, 134, 208	
Přikryl Ivo	78, 135, 162	
R		
Radzikowski Jacek	54	
Rajchard Josef	216	
Rádková Vanda	139, 160	
Rederer Luděk	194	
Rejmánková Eliška	170	
Reuss Nina S.	140	
Rovný Filip	63	
Rozkošný Miloš	36, 209	
Rulík Martin	141, 177, 181, 182	
Rúfusová Andrea	145	
Růžičková Sylvie	146	

**Ř**

Řezníčková Pavla 73, 124, 147, 210
Řídká Andrea 209

S

Salka Ivette 64
Sedláček Pavel 209
Seďa Jaromír 98
Senoo Takaaki 211, 220
Schenkova Jana 91, 146, 148
Sieczko Anna 149
Simon Ondřej 16
Sirová Dagmara 170
Skácelová Kateřina 212
Skácelová Olga 150, 216
Soldán Tomáš 147, 165, 174
Sommaruga Ruben 64
Straka Michal 153
Straškrábová Viera 154
Stuchlík Evžen 48, 120, 134, 166, 211, 220
Sukop Ivo 73
Svitok Marek 26, 63, 107, 121, 122, 123, 157,
180, 193, 198, 200, 201, 202, 213
Svobodová Jana 158
Sychra Jan 159
Syrovátko Vít 146, 153, 160, 203
Sýkorová Anna 195

Š

Šalandová Pavla 214
Šantrůček Jiří 170
Šantrůčková Hana 170
Ščerbáková Soňa 102, 108, 215
Šetlíková Irena 216
Ševců Alena 161, 179
Šimek Karel 59, 106
Šinko Jan 216
Šímová Iva 162
Šmilauer Petr 154

Šoltés Rudolf 192
Šorf Michal 163, 226
Špaček Jan 194, 217
Šporka Ferdinand 84, 121
Štefková Elena 84, 164
Štrojsová Martina 218
Šulcová Jana 190
Švaňhalová Blanka 165, 174

T

Tajmrová Lenka 153
Tátosová Jolana 166, 225
Tirjaková Eva 219
Trnková Katarína 167

U

Ungermanová Lenka 220
Uvíra Vladimír 221, 222
Uvírová Ivona 221, 222

V

Vařecha Daniel 223
Vďačný Peter 219
Velle Gaute 140
Větříček Stanislav 40
Vítek Tomáš 73
Vláčilová Alena 221
Vojenčiaková Simona 201
Vojkovská Renata 221
Vojtásek Stanislav 224
Vondrák Daniel 48, 166, 178, 225
Vrba Jaroslav 170
Vymazal Jan 171

Z

Zadinová Kateřina 226
Zahrádková Světlana 124, 147, 165, 174, 197,
203, 206, 210
Žiková Andrea 73



ADRESÁR ÚČASTNÍKOV KONFERENCIE

Badurová Pavlína, Mgr.

Katedra ekologie a životního prostředí,
Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci
Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc, ČR
badurova.pavlina@centrum.cz

Barica Jan M., prof. Ing., DrSc.

Súkromný environmentálny konzultant,
Scientist & Professor Emeritus
2153 Lincoln Court, Burlington, Ont., Canada L7P 3S4
jbarica@cogeco.ca

Beracko Pavel, RNDr., PhD.

Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta
Univerzity Komenského v Bratislave
Mlynská dolina B2, 842 15 Bratislava, SR
beracko@fns.uniba.sk

Bitušík Peter, prof. RNDr., CSc.

Katedra biológie a ekológie, Fakulta prírodných vied
Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici
Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, SR
peter.bitusik@umb.sk

Bílý Michal, Mgr., PhD.

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
Podbabská 30, 160 00 Praha 6, ČR
michal_bily@vuv.cz

Bímová Tereza, Bc.

Ústav pro životní prostředí,
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze
Benátská 2, 128 01 Praha 2, ČR
terka@bimovi.cz

Blaškovič Tomáš, Mgr.

Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta
Univerzity Komenského v Bratislave
Mlynská dolina B2, 842 15 Bratislava, SR
tomasblaskovic@gmail.com

Brabcová Blažena, Mgr., PhD.

Katedra biologie, Pedagogická fakulta
Masarykovy univerzity v Brně
Poříčí 7/11, 603 00 Brno, ČR
brabcova@ped.muni.cz

Brabec Karel, Mgr., PhD.

Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí,
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně
Kamenice 3, 625 00 Brno, ČR
brabec@sci.muni.cz

Brablíková Lenka, Mgr.

Katedra ekologie a životního prostředí,
Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci
Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc, ČR
formicula@email.cz

Buriánková Iva, Mgr.

Katedra ekologie a životního prostředí,
Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci
Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc, ČR
ivaburiankova@seznam.cz

Čejka Tomáš, Ing., PhD.

Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied
Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, SR
t.cejka@gmail.com

Čiampor Fedor Jr., RNDr., PhD.

Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied
Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, SR
f.ciampor@savba.sk

Čiamporová-Zat'ovičová Zuzana, RNDr., PhD.

Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied
Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, SR
zuzana.zatovicova@savba.sk

Derka Tomáš, RNDr., PhD.

Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta
Univerzity Komenského v Bratislave
Mlynská dolina B2, 842 15 Bratislava, SR
derka@fns.uniba.sk

Doležalová Lucie, Ing.

Katedra zdravotního a ekologického inženýrství,
Fakulta stavební ČVUT v Praze
Thákurova 7, 166 29 Praha 6, ČR
lucie.dolezalova@fsv.cvut.cz

Duras Jindřich, RNDr., PhD.

Povodí Vltavy, státní podnik
Denisovo nábřeží 14, 304 20 Plzeň, ČR
jindrich.duras@pvl.cz

Đurišová Jarmila, Bc.

Povodí Ohře, státní podnik,
Vodohospodářská laboratoř Teplice
Novosedlická 758, 415 01 Teplice, ČR
durisova@poh.cz

Fiala Daniel, Mgr.

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
Podbabská 30, 160 00 Praha 6, ČR
fiala@vuv.cz

Fidlerová Dana, Ing.

NRL, Výzkumný ústav vodného hospodárstva
Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, SR
fidlerova@vuvh.sk

Forejtníková Milena, Ing.

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
Mojmírovo náměstí 16, 612 00 Brno, ČR
milena_forejtnikova@vuv.cz



Gelienová Renáta, Mgr.

Katedra biológie a ekológie, Fakulta prírodných vied
Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici
Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, SR
renata.gelienova@gmail.com

Geriš Rodan, Mgr.

Povodí Moravy, státní podnik
Dřevařská 11, 601 75 Brno, ČR
geris@pmo.cz

Hamerlík Ladislav, Ing., PhD.

Katedra biológie a ekológie, Fakulta prírodných vied
Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici
Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, SR
ladislav.hamerlik@savba.sk

Helešic Jan, doc. RNDr., PhD.

Ústav botaniky a zoologie,
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně
Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR
helesic@sci.muni.cz

Hess Josef, RNDr.

Povodí Vltavy, státní podnik
Denisovo nábřeží 14, 304 20, Plzeň, ČR
josef.hess@pvl.cz

Hindák František, prof. RNDr., DrSc.

Botanický ústav, Slovenská akadémia vied
Dúbravská cesta 9, 845 23 Bratislava, SR
frantisek.hindak@savba.sk

Horecká Mária, RNDr., CSc.

Úrad verejného zdravotníctva SR
Trnavská cesta 52, 826 45 Bratislava, SR
maria.horecka@uvzs.sr

Hořická Zuzana, RNDr., PhD.

Ústav pro životní prostředí,
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze
Benátská 2, 128 01 Praha 2, ČR
zhoricka@cesnet.cz

Hubáčková Lenka, Bc.

Ústav botaniky a zoologie,
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně
Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR
269749@mail.muni.cz

Chmelová Iva, Ing.

ENKI, o.p.s.
Dukelská 145, 379 01 Třeboň, ČR
iva.chmelova@atlas.cz

Iarošová Kristína, Mgr.

Katedra biológie a ekológie, Fakulta prírodných vied
Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici
Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, SR
biokrekra@gmail.com

Illyová Marta, RNDr., PhD.

Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied
Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, SR
marta.illyova@savba.sk

Janeček Emil

Povodí Ohře, státní podnik,
Vodohospodářská laboratoř Teplice
Novosedlická 758, 415 01 Teplice, ČR
janecek@poh.cz

Juračka Petr Jan, Mgr.

Katedra ekologie,
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze
Viničná 7, 128 44 Praha 2, ČR
juracka@natur.cuni.cz

Kapustová Silvia, Ing., PhD.

Výzkumný ústav vysokohorskej biológie,
Žilinská univerzita
059 56 Tatranská Javorina 7, SR
silvia.kapustova@gmail.com

Kasalický Vojtěch, Mgr.

Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav
Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, ČR
vojtech.ves@post.cz

Klementová Barbora, Bc.

Katedra biológie a všeobecnej ekológie,
Fakulta ekológie a environmentalistiky TU vo Zvolene
T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, SR
klementova.barbora@gmail.com

Koblížek Michal, Mgr., PhD.

Mikrobiologický ústav AV ČR,
Oddělení fototrofních mikroorganismů
Opatovický mlýn, 379 81 Třeboň, ČR
koblizek@alga.cz

Kodada Ján, doc. RNDr., CSc.

Katedra zoológie, Přírodovědecká fakulta
Univerzity Komenského v Bratislave
Mlynská dolina B1, 842 15 Bratislava, SR
kodada@fns.uniba.sk

Kolaříková Kateřina, Mgr.

Ústav pro životní prostředí,
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze
Benátská 2, 128 01 Praha 2, ČR
katerina.kolarikova@natur.cuni.cz

Komínková Dana, doc. RNDr., PhD.

Katedra zdravotního a ekologického inženýrství,
Fakulta stavební ČVUT v Praze
Thákurova 7, 166 29 Praha 6, ČR
kominkova@fsv.cvut.cz

Komzák Petr, RNDr.

Povodí Moravy, státní podnik
Dřevařská 11, 601 75 Brno, ČR
komzak@pmo.cz



Kopp Radovan, doc. Ing., PhD.

Oddělení rybářství a hydrobiologie
Mendelovy univerzity v Brně
Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR
fcela@seznam.cz

Kořínek Vladimír, prof. RNDr., CSc.

Katedra ekologie,
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze
Viničná 7, 128 44 Praha 2, ČR
hydrob@cesnet.cz

Kosík Miroslav, Ing.

ENKI, o.p.s.
Dukelská 145, 379 01 Třeboň, ČR
mirek.kosik@seznam.cz

Kosour Dušan, Mgr.

Povodí Moravy, státní podnik
Dřevařská 11, 601 75 Brno, ČR
kosour@pmo.cz

Koza Václav, RNDr.

Povodí Labe, státní podnik,
Odbor vodohospodářských laboratoří
Víta Nejedlého 951, 500 03, Hradec Králové, ČR
kozav@pla.cz

Kozubíková Eva, Mgr., PhD.

Katedra ekologie,
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze
Viničná 7, 128 44 Praha 2, ČR
evikkk@post.cz

Krištofovičová Lucia, Mgr.

Katedra ekologie, Přírodovědecká fakulta
Univerzity Komenského v Bratislave
Mlynská dolina B2, 842 15 Bratislava, SR
kristofovicova@fns.uniba.sk

Krno Il'ja, prof. RNDr., DrSc.

Katedra ekologie, Přírodovědecká fakulta
Univerzity Komenského v Bratislave
Mlynská dolina B2, 842 15 Bratislava, SR
krno@fns.uniba.sk

Kročá Jiří, Mgr.

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
Mojmírovo náměstí 16, 612 00 Brno, ČR
jiri_kroca@vuvh.cz

Křoupalová Vendula, Mgr.

Ústav botaniky a zoologie,
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně
Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR
vkroupalova@seznam.cz

Kubalová Silvia, RNDr., PhD.

Katedra botaniky, Přírodovědecká fakulta
Univerzity Komenského v Bratislave
Révová 39, 811 02 Bratislava, SR
kubalova@fns.uniba.sk

Kubová Nela, Mgr.

Ústav botaniky a zoologie,
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně
Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR
kubova.nela@seznam.cz

Květ Jan, RNDr., CSc.

Přírodovědecká fakulta
Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích
Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR
jan.kvet@seznam.cz

Laššová Kristína, Mgr.

Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied
Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, SR
kristina.lassova@savba.sk

Lánczos Tomáš, RNDr., PhD.

Katedra geochemie, Přírodovědecká fakulta
Univerzity Komenského v Bratislave
Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava, SR
lanczos@fns.uniba.sk

Lešková Jarmila, Mgr.

Katedra ekologie, Přírodovědecká fakulta
Univerzity Komenského v Bratislave
Mlynská dolina B2, 842 15 Bratislava, SR
leskova@fns.uniba.sk

Lešťáková Margita, Mgr.

NRL, Výzkumný ústav vodného hospodárstva
Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, SR
lestakova@vuvh.sk

Macháček Jiří, RNDr., CSc.

Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav
Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, ČR
machacek@hbu.cas.cz

Macháčková Blanka, RNDr.

Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav
Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, ČR
muchnicka@volny.cz

Makovinská Jarmila, RNDr., PhD.

NRL, Výzkumný ústav vodného hospodárstva
Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, SR
makovinska@vuvh.sk

Matoušů Anna, Mgr.

Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav
Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, ČR
anna.matousu@gmail.com

Matúšová Zuzana, Bc.

Katedra biológie a všeobecnej ekológie,
Fakulta ekológie a environmentalistiky TU vo Zvolene
T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolene, SR
zuzana.matushova@gmail.com



Mišíková Elexová Emília, RNDr., PhD.

NRL, Výskumný ústav vodného hospodárstva
Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, SR
elexova@vuvh.sk

Mlejnková Hana, RNDr., PhD.

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
Mojmírovo náměstí 16, 612 00 Brno, ČR
hana_mlejnkova@vuv.cz

Murínová Slavomíra, Ing.

Výskumný ústav vodného hospodárstva
Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, SR
murinova@vuvh.sk

Nedbalová Linda, RNDr., PhD.

Katedra ekologie,
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze
Viničná 7, 128 44 Praha 2, ČR
lindane@natur.cuni.cz

Němejcová Denisa, RNDr., PhD.

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
Mojmírovo náměstí 16, 612 00 Brno, ČR
denisa_nemejcova@vuv.cz

Nováková Jitka, RNDr.

CESNET, z.s.p.o.
jitka.novakova@mensa.cz

Novíkmec Milan, Ing., PhD.

Katedra biologie a všeobecnej ekológie,
Fakulta ekológie a environmentalistiky TU vo Zvolene
T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, SR
novikmec@vsld.tuzvo.sk

Oboňa Jozef, Ing.

Katedra biologie a všeobecnej ekológie,
Fakulta ekológie a environmentalistiky TU vo Zvolene
T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, SR
obona@vsld.tuzvo.sk

Očadlík Miroslav, Ing.

Katedra biologie a všeobecnej ekológie,
Fakulta ekológie a environmentalistiky TU vo Zvolene
T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, SR
ocadlik@vsld.tuzvo.sk

Pařil Petr, RNDr., PhD.

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
Mojmírovo náměstí 16, 612 00 Brno, ČR
paril@sci.muni.cz

Pekárik Ladislav, Mgr., PhD.

Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied
Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, SR
ladislav.pekarik@savba.sk

Peroutka Miroslav, Bc.

Katedra biologie ekosystémů, Přírodovědecká fakulta
Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích
Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR
whitemole@seznam.cz

Plachá Mária, RNDr., PhD.

NRL, Výskumný ústav vodného hospodárstva
Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, SR
placha@vuvh.sk

Polášek Marek, Mgr.

Ústav botaniky a zoologie,
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně
Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR
m.polasek@mail.muni.cz

Poštulková Eva, Bc.

Oddělení rybářství a hydrobiologie
Mendelovy univerzity v Brně
Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR
e.postulkova@seznam.cz

Potužák Jan, Ing., PhD.

Povodí Vltavy, státní podnik, VHL
Emila Pittera 1, 370 01 České Budějovice, ČR
jan.potuzak@pvl.cz

Procházková Lenka, Mgr.

Katedra ekologie,
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze
Viničná 7, 128 44 Praha 2, ČR
lenkacerven@gmail.com

Příkryl Ivo, RNDr.

ENKI, o.p.s.
Dukelská 145, 379 01 Třeboň, ČR
prikryl@enki.cz

Rádková Vanda, Mgr.

Ústav botaniky a zoologie,
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně
Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR
vanda.radkova@seznam.cz

Rozkošný Miloš, Ing., PhD.

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
Mojmírovo náměstí 16, 612 00 Brno, ČR
milos_rozkosny@vuv.cz

Rulík Martin, doc. RNDr., PhD.

Katedra ekologie a životního prostředí,
Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci
Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc, ČR
martin.rulik@upol.cz

Rúfusová Andrea, Mgr.

Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta
Univerzity Komenského v Bratislave
Mlynská dolina B2, 842 15 Bratislava, SR
rufusova@fns.uniba.sk

Růžičková Sylvie, Mgr.

Ústav botaniky a zoologie,
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně
Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR
sylvie.ruzickova@gmail.com



Řezníčková Pavla, Mgr., PhD.

Oddělení rybářství a hydrobiologie
Mendelovy univerzity v Brně
Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR
pavlareznickova@seznam.cz

Senoo Takaaki, Mgr.

Ústav pro životní prostředí,
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze
Benátská 2, 128 01 Praha 2, ČR
takaaki.senoo@gmail.com

Schenkova Jana, RNDr., PhD.

Ústav botaniky a zoologie,
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně
Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR
schenk@sci.muni.cz

Sieczko Anna, Mag.

University of Vienna, Department of Limnology
Althanstrasse 14, A-1090 Vienna, Austria
anna.sieczko@univie.ac.at

Skácelová Kateřina, Bc.

Katedra krajinného managementu, Zemědělská fakulta
Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích
Studentská 13, 370 05 České Budějovice, ČR
katka.skacel@volny.cz

Skácelová Olga, RNDr., PhD.

Katedra botaniky, Přírodovědecká fakulta
Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích
Na Zlaté stoce 1, 370 01 České Budějovice, ČR
oskacelova@prf.jcu.cz

Sládečková Alena, prof. RNDr.

Havlovického 3, 147 00 Praha 4
sladecek@chmi.cz

Straka Michal, Mgr., PhD.

WELL Consulting, s.r.o
Úvoz 497/52, 602 00 Brno, ČR
straka@wellcon.cz

Straškrábová Viera, RNDr., DrSc.

Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav
Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, ČR
vierastr@gmail.com

Svitok Marek, Ing., PhD.

Katedra biologie a všeobecnej ekológie,
Fakulta ekológie a environmentalistiky TU vo Zvolene
T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, SR
svitok@vsld.tuzvo.sk

Svobodová Jana, Mgr.

Katedra biologie ekosystémů, Přírodovědecká fakulta
Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích
Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR
jaternik@centrum.cz

Sychra Jan, Mgr., PhD.

Ústav botaniky a zoologie,
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně
Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR
dubovec@seznam.cz

Syrovátka Vít, Mgr., PhD.

Ústav botaniky a zoologie,
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně
Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR
syrovat@sci.muni.cz

Šalandová Pavla, Bc.

Katedra biologie ekosystémů, Přírodovědecká fakulta
Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích
Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR
pavlasalandova@seznam.cz

Šcerbáková Soňa, Ing., PhD.

NRL, Výskumný ústav vodného hospodárstva
Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, SR
scerbakova@vuvh.sk

Ševců Alena, RNDr., PhD.

Ústav pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace,
Technická univerzita v Liberci
Studentská 2, 461 17 Liberec, ČR
alena.sevcu@tul.cz

Šimová Iva, Ing., PhD.

Laboratoř aplikované ekologie, Zemědělská fakulta
Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích
Studentská 13, 370 05 České Budějovice, ČR
kallistova@yahoo.com

Šorf Michal, Mgr.

Katedra biologie ekosystémů, Přírodovědecká fakulta
Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích
Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR
michal.sorf@prf.jcu.cz

Špaček Jan, Mgr., PhD.

Povodí Labe, státní podnik,
Odbor vodohospodářských laboratoří
Víta Nejedlého 951, 500 03, Hradec Králové, ČR
spacekj@pla.cz

Šporka Ferdinand, RNDr., PhD.

Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied
Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, SR
ferdinand.sporka@savba.sk

Štefková Elena, RNDr., PhD.

Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied
Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, SR
elena.stefkova@savba.sk

Štrojsová Martina, RNDr., PhD.

Povodí Vltavy, státní podnik
Holečkova 8, 150 24 Praha 5, ČR
martina.strojsova@pvl.cz



Šulcová Jana, Ing.

ENKI, o.p.s.
Dukelská 145, 379 01 Třeboň, ČR
sulcova@enki.cz

Švaňhalová Blanka, Mgr.

Ústav botaniky a zoologie,
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně
Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR
blanka.svanhalova@email.cz

Tajmrová Lenka, RNDr.

WELL Consulting, s.r.o
Úvoz 497/52, 602 00 Brno, ČR
tajmrova@wellcon.cz

Tátosová Jolana, RNDr., PhD.

Ústav pro životní prostředí,
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze
Benátská 2, 128 01 Praha 2, ČR
jolana@blatna.cuni.cz

Tirjaková Eva, doc. RNDr., CSc.

Katedra zoológie, Přírodovědecká fakulta
Univerzity Komenského v Bratislave
Mlynská dolina B1, 842 15 Bratislava, SR
eva.tirjakova@fns.uniba.sk

Trnková Katarína, Ing., PhD.

Odbor lekárskej mikrobiológie,
Regionálny úrad verejného zdravotníctva v B. Bystrici
Cesta k nemocnici č.1, 975 56 Banská Bystrica, SR
katarina.trnkova@vzbb.sk

Ungermanová Lenka, Mgr.

Ústav pro životní prostředí,
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze
Benátská 2, 128 01 Praha 2, ČR
lenka.ungermanova@centrum.cz

Uvíra Vladimír, RNDr., Dr.

Katedra zoologie, Přírodovědecká fakulta
Univerzity Palackého v Olomouci
Tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc, ČR
uvirav@prfnw.upol.cz

Uvírová Ivona, RNDr., PhD.

Katedra zoologie, Přírodovědecká fakulta
Univerzity Palackého v Olomouci
Tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc, ČR
uviriv@prfnw.upol.cz

Vařecha Daniel, Mgr.

Povodí Odry, státní podnik
Varenská 49, 701 26 Ostrava, ČR
daniel.varecha@pod.cz

Větríček Stanislav, Mgr.

Povodí Moravy, státní podnik
Dřevařská 11, 601 75 Brno, ČR
vetricek@pmo.cz

Vojtásek Stanislav, Mgr.

Povodí Odry, státní podnik
Varenská 49, 701 26 Ostrava, ČR
vojtasek@pod.cz

Vondrák Daniel, Mgr.

Ústav pro životní prostředí,
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze
Benátská 2, 128 01 Praha 2, ČR
daniel.vondrak@natur.cuni.cz

Vrba Jaroslav, doc. RNDr., CSc.

Katedra biologie ekosystémů, Přírodovědecká fakulta
Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích
Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR
jaroslav.vrba@prf.jcu.cz

Vymazal Jan, doc. Ing., CSc.

Katedra aplikované ekologie, Fakulta životního prostředí
České zemědělské univerzity v Praze
Kamýčká 129, 165 21 Praha 6, ČR
vymazal@yahoo.com

Zadinová Kateřina, Bc.

Katedra biologie ekosystémů, Přírodovědecká fakulta
Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích
Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, ČR
katka.zadinova@seznam.cz

Zahrádková Světlana, doc. RNDr., PhD.

Ústav botaniky a zoologie,
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně
Kotlářská 2, 611 37 Brno, ČR
zahr@sci.muni.cz



Ponúkame Vám širokú škálu laboratórných prístrojov, pomôcok a diagnostických súprav, z ktorých vyberáme

ECOMED

Tel. 041/ 500 67 44-5,
Fax. 041/ 500 67 46
e-mail: ecomed@isinternet.sk,
www.ecomed.sk



UNIKÁTNE RPT ŠPIČKY



ŠPIČKOVÝ MATERIÁL PRE
PCR A REAL TIME PCR



JEDINEČNÉ pH-METRE NA BÁZE
ISFET

LABORATORNE PRÍSTROJE

- BIOCHEMICKÉ A HEMATOLOGICKÉ ANALYZÁTORY
- ELFO SYSTÉMY
- PIPETOVACIA TECHNIKA
- ODSTREDIVKY
- SUŠIČKY A STERILIZÁTORY
- INKUBÁTORY
- LAMINÁRNE BOXY
- PCR BOXY
- MIEŠAČKY A TREPAČKY
- pH-METRE NA BÁZE ISFET

DIAGNOSTICKÉ SÚPRAVY

- BIOCHÉMIA
- IMUNOLÓGIA
- SEROLÓGIA
- HEMOKOAGULÁCIA
- ELEKTROFORÉZA
- OXIDAČNÝ STRES
- GENETICKÉ SONDY(FISH)
- DROGOVÉ TESTY
- IMERZNÝ OLEJ
- pH-PUFRE

SPOTREBNÝ A PODPORNÝ MATERIÁL

- GENERÁTORY ANAERÓZY
- MIKROBIOLOGICKÉ KLUČKY
- LABORATORNE STOJANY
- KAZETY NA HLBOKÉ ZMRAZOVANIE
- SKÚMAVKY A MIKROSKÚMAVKY
- KRYOGENICKÉ SKÚMAVKY
- PCR SKÚMAVKY, STRÍPY A PLATNE
- KRYCIE FÓLIE
- PIPETOVACIE ŠPIČKY(AJ ŠPECIÁLNE)
- MATERIÁL NA OZNAČOVANIE SKÚMAVIEK
- TRANSPORTNÉ KUFRÍKY, CHLADIACE SYSTÉM NA FARBENIE PREPARÁTOV
- OCHRANNÉ RUKAVICE

Leica

MICROSYSTEMS



MIKRO spol. s r.o.,

Agitova 22, 981 02 Skalica

Obchodní zastávka firmy LEO a.s. Slovensko s.r.l.

Tel.: +421 948 43 17 96

Fax: +421 948 43 20 20



20 rokov Nikon Instruments na Slovensku

Už 20 rokov je spoločnosť **NIKON INSTRUMENTS** zastúpená na Slovensku prostredníctvom firmy **OPTOTEAM, s.r.o.** a to hlavne v oblasti biologických mikroskopov. Značka NIKON je u nás viac známa z oblasti foto techniky, ale kvalita Nikon optiky dominuje rovnako aj v oblasti mikroskopie. Dovoľujeme si Vám pripomenúť tie najzákladnejšie modely Nikon mikroskopov. V prípade Vášho záujmu neváhajte a kontaktujte nás - osobne, telefonicky alebo prostredníctvom E-mailu. V ponuke našej firmy sú aj kvalitné a cenovo dostupnejšie mikroskopy.

Biologické mikroskopy - všetky stavebnicového charakteru so širokou paletou pozorovacích techník a príslušenstva:

Priame mikroskopy

Eclipse Ni-E / U



Eclipse Ci- E/L/S



Eclipse 200



Eclipse 100



Obrátené mikroskopy

Konfokálny mikroskop radu C1



Eclipse Ti



TS 100 / TS 100F



Stereo mikroskopy

SMZ1500



SMZ1000



SMZ800



SMZ645 / 660



Obrazová analýza LUCIA



Kontakt: OPTOTEAM, s.r.o., Hlinická 2 B, 831-52 Bratislava, Tel./fax: 02/4488-0785

Web: www.optoteam.sk

E-mail: optoteam@optoteam.sk