

## ROZDIELY V DRUHOVEJ DIVERZITE PAKOMÁROV (DIPTERA, CHIRONOMIDAE) NENARUŠENÝCH A DEGRADOVANÝCH TOKOV MALÝCH KARPÁT

JARMILA LEŠKOVÁ<sup>1</sup> & TOMÁŠ LÁNCZOS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Slovak Water Management Enterprise, Department of Ecology of Water and Water Management Laboratories, Karloveská 2, 842 17 Bratislava, Slovakia  
[Jarmila.Leskova@svp.sk]

<sup>2</sup> Department of Geochemistry, Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, Slovakia [lanczos@fns.uniba.sk]

**Abstract:** The stream degradation related to organic pollution, hydromorphological degradation and land use leads to the formation of differences in the species diversity structure among natural and degraded streams. We focused on these diversity patterns of chironomids by studying the species diversity, taxa richness, taxa dominance and the taxonomical structure. It was confirmed that the differences among the stream types consist of the variation of taxa and the abundance composition as defined by the higher alpha diversity value on natural stream. By comparing assemblages structure we found that most of the taxa of natural streams are collectors and K-strategist preferred woody substrate while on degraded streams the grazers–scrapers dominated.

**Key words:** Chironomidae, degradation, species diversity, taxonomic structure.

### ÚVOD

Celková degradácia tokov, súvisiaca so zmenami chemizmu vody, hydromorfológie koryta a pobrežnej zóny, významne ovplyvňuje organizmy viazané na vodné prostredie (napr. HERING et al. 2004) vrátane pakomárov. Kvôli svojej veľkej druhovej diverzite a vysokej početnosti sú pakomáre nesprávne považované za nenáročné organizmy bez špecifických ekologických preferencií a teda nevhodné na sledovanie zmien vo vodnom prostredí. Avšak podrobným skúmaním autekológie jednotlivých druhov bolo dokázané, že ich nároky siahajú od oligo– až po polysaprobity s celou škálou indikačných váh. Viazané sú na rôznorodé habitaty vrátane minerálnych a organických substrátov časti dna ako aj pobrežnej zóny od stojatých až po prúdové úseky toku. Pokrývajú tiež celú škálu potravných preferencií

a tvoria podstatnú zložku potravného reťazca (e.g. BITUŠÍK & HAMERLÍK 2003).

Reakcie pakomárov na degradácie toku sú stále málo preskúmané a to aj napriek tomu, že tento vodný hmyz patrí k druhovo najpočetnejším (napr. LINDERGAARD & BRODERSEN 1995, FERRINGTON 2008). Prekážkou je najmä zložitá a časovo náročná determinácia (GILLER & MALMQVIST 1998; BILTON et al. 2006). Mnohí autori však potvrdzujú, že spoločenstvo pakomárov citlivo reaguje na negatívne zmeny v toku. Jeho druhová diverzita klesá ako následok zvyšovania abundancie dominantných taxónov a znižovania druhovej početnosti (WILSON & WILSON 1983; WALTERS et al. 2003). Sledované boli aj zmeny v pomere funkčných skupín, najmä zoškrabávačov a zberačov (BITUŠÍK 1992).

Cieľom tejto práce bolo: (i) vyhodnotiť rozdiely v druhovej diverzite pakomárov nenarušených



LEŠKOVÁ J & LÁNCZOS T, 2013: Differences in the species diversity of chironomids (Diptera, Chironomidae) of undisturbed and disturbed streams in the Malé Karpaty Mts. *Folia faunistica Slovaca*, 18 (1): 73–77.

[in Slovak, with English abstract]

Received 28 June 2013

Accepted 8 August 2013

Published 16 August 2013



a degradovaných tokov, (ii) porovnať taxonomické zloženie spoločenstiev pakomárov na nenarušených a degradovaných tokoch, (iii) a vyhodnotiť citlivosť pakomárov na zmeny v ekologickej kvalite toku.

## MATERIÁL A METÓDY

Na území Malých Karpát bolo sledovaných 9 nenarušených a 8 degradovaných tokov (obrázok 1). Nenarušené toky pretekali zalesneným územím a vyznačovali sa zachovalou pobrežnou vegetáciou, kým degradované toky pretekali osídlenými oblasťami. Zasiahnuté boli odstránením pobrežnej vegetácie s následným presvetlením toku. Vyšší obsahom fosforečnanov pochádzajúci z bodového znečistenia naznačoval organické znečistenie týchto tokov (tabuľka 1). Študované lokality sa nachádzali v metaritrálovom pásme (BITUŠÍK 1996) so šírkou koryta 3 m, v nadmorskej výške od 230 do 400 m n. m. Pretekali vápenatým alebo magmatickým podloží. Koryto toku bolo tvorené hrubým minerálnym substrátom v perejných úsekoch a jemným minerálnym substrátom až pieskom v tíšinách s nánosmi hrubej organickej hmoty. V prúdových úsekoch bol pozorovaný rozvoj nárastových rias a siníc (tabuľka 1).

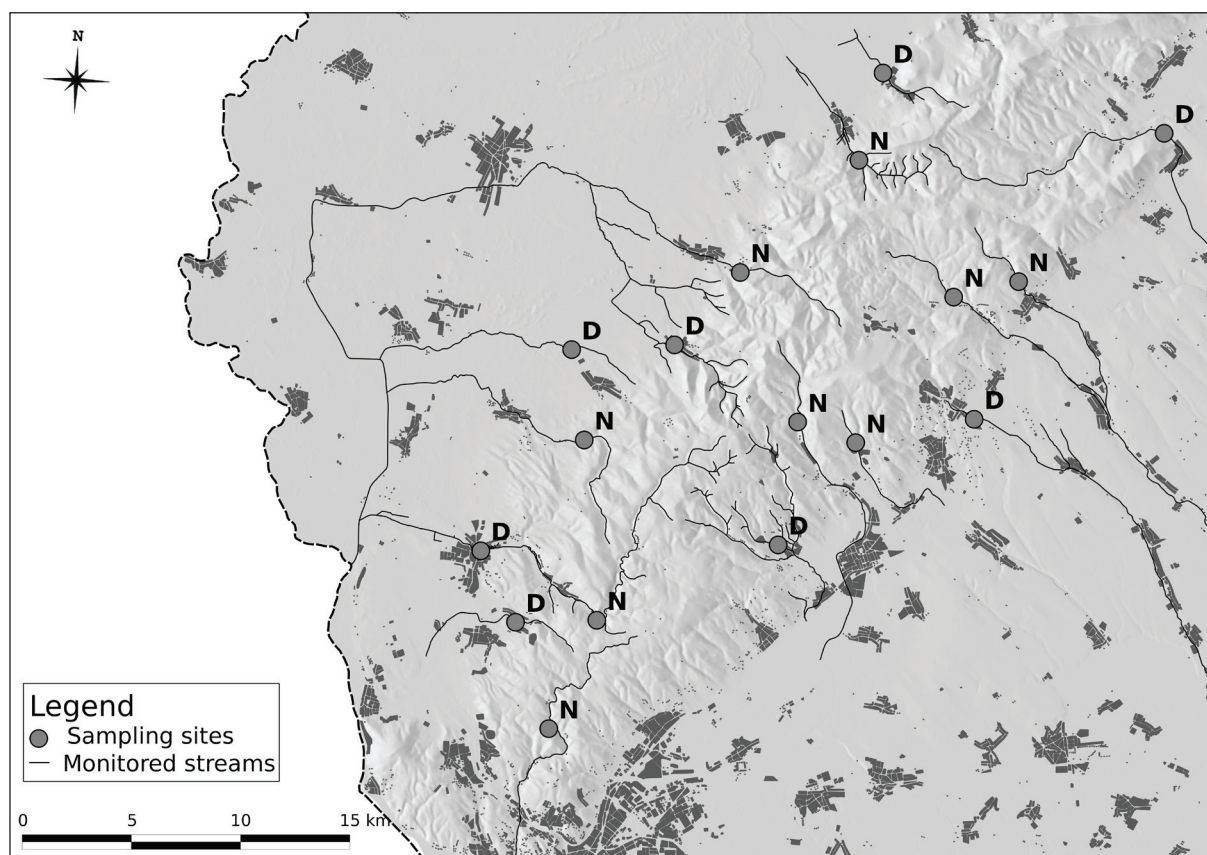
Vzorky boli odoberané v októbri 2011 z perejí, tíšin a pobrežnej zóny toku hydrobiologickou

sieťkou s rozmermi 25 × 25 cm a veľkosťou ôk 350 μm. Veľkosť ovzorkovanej plochy bola 100 × 100 cm (4 zmiešané vzorky). Vzorky boli fixované 4 % formaldehydom a spracované v laboratóriu, pričom bolo náhodne vybraných 300 lariev pakomárov ako reprezentatívna vzorka. Pakomáre boli následne determinované na čo najnižšiu taxonomickú úroveň.

V teréne boli namerané fyzikálno-chemické parametre (konduktivita, pH, teplota vody, rýchlosť prúdenia, hĺbka, tabuľka 1). Zo vzoriek vody boli chemickými analýzami stanovené hodnoty fosforečnanov, dusičnanov a chemickej spotreby kyslíka.

Podiel jednotlivých substrátov v toku bol vyhodnotený pomocou terénneho protokolu AQEM (AQEM CONSORTIUM 2003).

Pri štatistickom spracovaní dát boli využité sumy abundancií pakomárov z jednotlivých substrátov, ktoré boli transformované logaritmicke. Druhová diverzita bola stanovená ako Rarefied species richness (HULBERT 1971; HECK et al. 1975). Spoločenstvá pakomárov nenarušených a degradovaných tokov boli porovnávané z hľadiska hodnôt početnosti taxónov, druhovej diverzity, dominance taxónov a taxonomického zloženia. Štatistická významnosť výsledkov bola testovaná Mann-Whitney testom (U-test) ( $p < 0,05$ ). Všetky analýzy boli vykonané v štatistickom programe R (R Development



Obrázok 1. Geografická poloha nenarušených (N) a degradovaných (D) tokov v pohorí Malých Karpát.

**Tabuľka 1.** Rozsah fyzikálno–chemických parametrov na nenarušených a degradovaných tokoch.

Environmentálne parametre	Nenarušené toky	Degradované toky
pH	7,3 – 8,2	7,3 – 8,7
elektrolytická konduktivita ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	153 – 490	142 – 559
$\text{O}_2$ ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ )	9,9 – 10,9	9,5 – 11,4
teplota vody ( $^{\circ}\text{C}$ )	7,8 – 11,8	7,9 – 15,0
$\text{P-PO}_4^{3-}$ ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ )	0,4 – 30,0	20 – 120
$\text{N-NO}_3$ ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ )	6,6 – 14,2	7,5 – 15,9
CHSK ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ )	7 – 15	5 – 16
drevná pobrežná vegetácia (%)	65 – 90	0 – 65
zatienie (%)	60 – 100	20 – 40
brehová fixácia (1 – absencia; 0 – prezencia)	0	1
šírka koryta (m)	1,5 – 3,0	1,5 – 3,0
nadmorská výška (m n. m.)	307 – 398	236 – 267
hĺbka v perejách (m)	0,10 – 0,23	0,11 – 0,25
hĺbka v tíšinách (m)	0,12 – 0,26	0,12 – 0,20
priemerná rýchlosť prúdenia – pereje ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )	0,5 – 1,5	0,6 – 1,2
priemerná rýchlosť prúdenia – tíšiny ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )	0,08 – 0,3	0,09 – 0,03
makrolitál (%)	10 – 30	0 – 60
mesolitál (%)	20 – 50	20 – 70
mikrolitál (%)	10 – 40	20 – 50
akál (%)	0 – 30	0 – 20
bahno (%)	0 – 20	0 – 20
nárasty rias a siníc (1 – absencia; 0 – prezencia)	0	1

Core team 2011) využitím balíkov ‚vegan‘ (OKSALANEN et al. 2011) a ‚labdsv‘ (ROBERTS 2012).

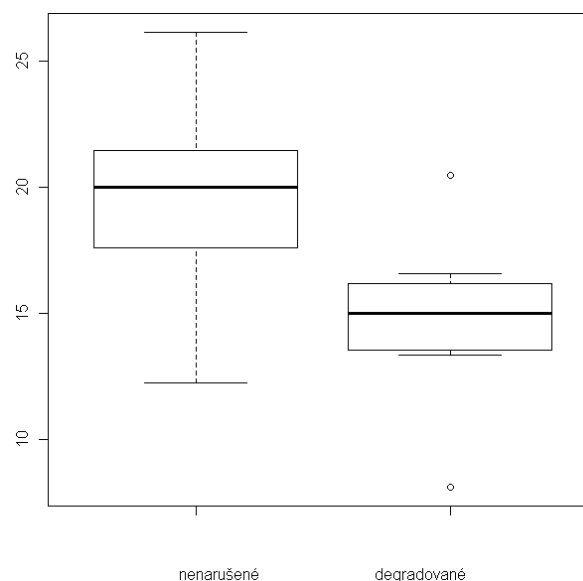
## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na študovaných lokalitách bolo nájdených 68 taxónov pakomárov. Nenarušené a degradované toky sa od seba významne odlišovali počtom taxónov, taxonomickou štruktúrou ako aj hodnotami abundancie pakomárov, čo sa prejavilo na významných rozdieloch v hodnotách druhovej diverzity.

Stredná hodnota počtu taxónov na nenarušených tokoch bola 19 taxónov oproti degradovaným tokom s 13 taxónmi ( $p = 0,01$ ). Hodnoty druhovej diverzity boli významne vyššie na nenarušených tokoch ( $p = 0,02$ ) (obrázok 2).

Rozdiely v hodnotách druhovej diverzity boli ovplyvnené najmä prítomnosťou dominantných taxónov, ktorých abundancia bola významne vyššia na degradovaných tokoch (obrázok 3). Jednalo sa o taxóny *Conchapelopia* sp., *Prodiamesa olivacea* Meigen, 1818, *Hydrobaenus conformis* Holmgren, 1869), *Tvetenia bavarica* gr., *Micropsectra* sp., *Microtendipes pedellus* gr. and *Polypedilum convictum* Meigen, 1918. Podobné zvýšenie abundancie dominantných druhov na narušených tokoch pozorovali aj GAUFIN (1973), RAE (1989) a BITUŠÍK & ZÁBORSKÁ (1999).

Výskyt nami zistených dominantných taxónov môže úzko súvisieť so zvýšeným oživením degradovaných tokov (vysoké hodnoty  $\text{P-PO}_4^{3-}$ ), rozvojom nárastových rias a s ich následným rozkladom na FPOM, z čoho prítomné zoškrabávače a zberače profitujú.

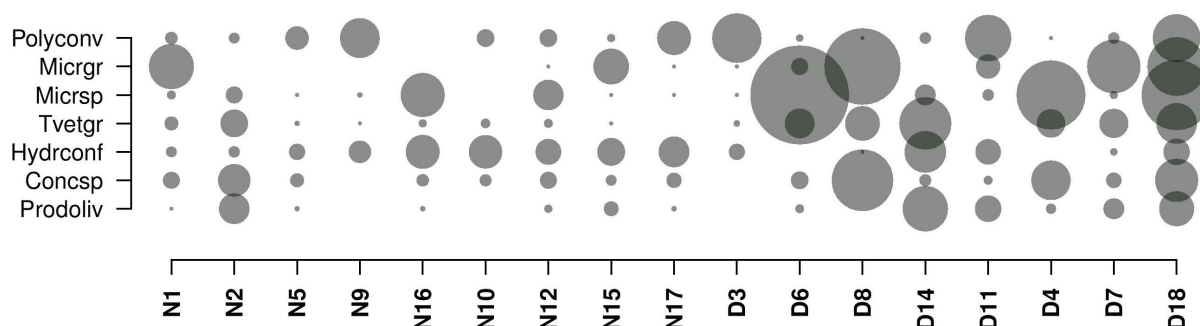


**Obrázok 2.** Porovnanie hodnôt druhovej diverzity na nenarušených a degradovaných tokoch.

Taxonomickú štruktúru spoločenstiev pakomárov ovplyvnili najmä rozdiely vo funkčných skupinách. Nenarušené toky sa vyznačovali prítomnosťou zberačov partikulovanej organickej hmoty a detritu (Obrázok 4). Patrili medzi ne taxóny *Paratrissocladius excerptus* Walker 1856, *Corynoneura lobata* Edwards 1924, *Stempelinella* sp., *Tanytarsus* sp., *Heleniella ornaticolis* Edwards 1929, *Symposiocladius lignicola* Kieffer 1914 a *Epoicocladius flavens* Saether 1969. Naopak na degradovaných tokoch bol potvrdený zvýšený výskyt zoškrabávačov nárastových rias a siníc (Obrázok 5). Jednalo sa o taxóny *Tvetenia bavarica* gr., *Rheocricotopus fuscipes* Kieffer 1909, *Paratrichocladus rufiventris* Meigen 1830, *Orthocladus rhyacobi/excavatus*, *Eukiefferiella*

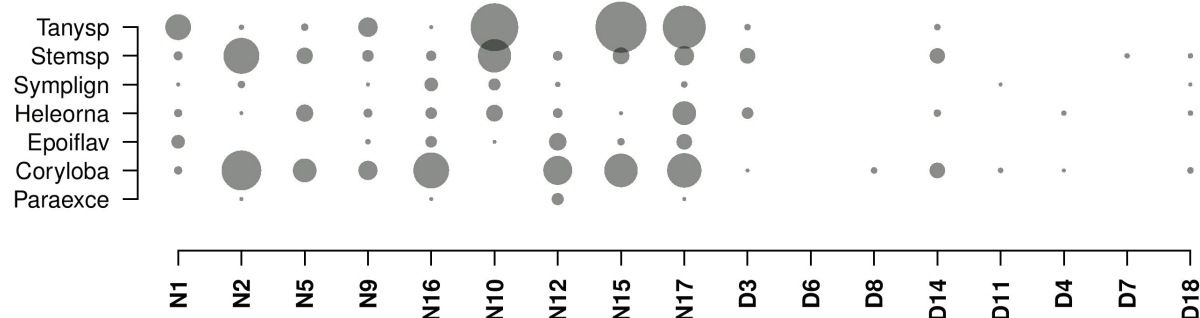
*gracei* Edwards 1929, *E. devonica* gr. a *Cricotopus trifascia* gr.

Sledované taxóny na nenarušených tokoch preferovali najmä organický substrát. Patrili medzi ne xylofágne druhy (*Symposiocladius lignicola*) a taxóny viazané na jemný organický substrát s vyšším podielom jemnej partikulovanej organickej hmoty (FPOM) (*Corynoneura lobata*, *Heleniella ornaticolis*, *Stempelinella* sp., *Epoicocladius flavens* a *Tanytarsus* sp.) (BITUŠÍK & HAMERLÍK 2003; BITUŠÍK & ERTLÓVÁ 1985). Výskyt xylofágnych druhov indikuje zachovalosť habitatu (LORENZ et al. 2004) ohrozovaného hydromorfologickou degradáciou v podobe odstránenia pobrežnej vegetácie s následnou absenciou drevnej zložky v toku.



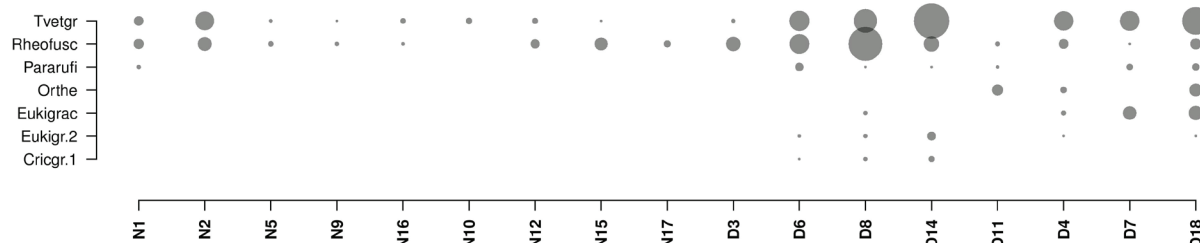
**Obrázok 3.** Rozdiely v abundancii dominantných taxónov.

Polyconv – *Polypedium convictum*, Micrgr – *Microtendipes pedellus* gr., Micrsp – *Microsepectra* sp., Tvetgr – *Tvetenia bavarica* gr., Hydrconf – *Hydrobaenus conformis*, Concsp – *Conchapelopia* sp., Prodliv – *Prodiamesa olivacea*.



**Obrázok 4.** Rozdiely v abundancii zberačov a xylofágov.

Tanysp – *Tanytarsus* sp., Stemsp – *Stempelinella* sp., Symplign – *Symposiocladius lignicola*, Epoiflav – *Epoicocladius flavens*, Coryloba – *Corynoneura lobata*, Paraexce – *Paratrissocladius excerptus*.



**Obrázok 5.** Rozdiely v abundancii zoškrabávačov.

Tvetgr – *Tvetenia bavarica* gr., Rheofusc – *Rheotanytarsus fuscipes*, Pararufi – *Paratrichocladus rufiventris*, Orthe – *Orthocladus rhyacobi/excavatus*, Eukigrac – *Eukiefferiella gracei*, Eukigr. 2 – *Eukiefferiella devonica* gr., Cricgr. 1 – *Cricotopus* sp.

Zvýšený výskyt zoškrabávačov na degradovaných tokoch pravdepodobne súvisel s charakterom pobrežnej zóny, ktorá bola negatívne zasiahnutá odstránením vegetácie. Výsledné presvetlenie toku prispelo k rozvoju nárastových rias a siníc (ALLAN 1995), na ktoré sú tieto taxóny primárne viazané (BITUŠÍK & ZÁBORSKÁ 1999, MAASRI et al. 2008).

Z výsledkov porovnávania spoločenstiev pakomárov na nenarušených a degradovaných tokoch môžeme usudzovať, že rozdiely v hodnotách druhovej diverzity a taxonomického zloženia dokazujú citlivosť pakomárov na zmeny v ekologickom stave toku. Rozdiely v zastúpení funkčných skupín sú výsledkom odlišností v potravných zdrojoch priamo ovplyvnených environmentálnymi podmienkami sledovaných tokov.

## POĎAKOVANIE

Ďakujeme Mgr. Vítovi Syrovátkovi, PhD., Ústav botaniky a zoologie, Masarykovy univerzity v Brne za pomoc s dizajnom práce a štatistických analýz. Za podporu ďakujeme VEGA 1/0176/12.

## LITERATÚRA

- ALLAN JD, 2004: Landscapes and riverscapes: The Influence of Land Use on Stream Ecosystem. *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 2004. 35: 257–284.
- AQEM CONSORTIUM, 2002. Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macro-invertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. EKV1–CT1999–00027, version 1.0. Available via the Internet from [www.aqem.de](http://www.aqem.de).
- BILTON DT, McABENDROTH L, BEDFORD A & RAMSAY PM, 2006: How wide to cast a net? Cross-taxon congruence in species richness, assemblage similarity and indicator taxa in ponds. *Freshwater Biology*, 51: 578–590.
- BITUŠÍK P, 1992: Can chironomids (Diptera: Chironomidae) reflect the state of vegetation in stream environments? *Zborník konf. Les, drevo, ekológia: Sekcia 1: Ekológia lesa a krajiny. Tech. Univ. Zvolen*, pp. 281–287.
- BITUŠÍK P & ERTLOVÁ E, 1985: Chironomid communities (Diptera: Chironomidae) of the river Rajčianka (North–Western Slovakia). *Biologia (Bratislava)*, 40: 595–608.
- BITUŠÍK P, BULÁNKOVÁ E, ČERNÝ J, FAJMONOVÁ E, HALGOŠ J, KODADA J, KRNO I, OŤAHELOVÁ H, ŠPORKA F & VRANOVSKÝ M, 1996: Tečúce vody. In: RUŽIČKOVÁ H, HALADA L, JEDLIČKA L & KALIVODOVÁ E (eds): *Biotopy Slovenska. ÚKE SAV, Bratislava*.
- BITUŠÍK P & ZÁBORSKÁ V, 1999: Využitie pakomárov (Diptera: Chironomidae) na indikáciu znečistenia horného úseku rieky Nitra a riečky Handlovka. *Acta Fac. Ecol.*, 6: 141–149.
- BITUŠÍK P & HAMERLÍK L, 2003: Chironomidae. In ŠPORKA F (ed.) (2003): *Vodné bezstavovce (makroinvertebráta) Slovenska. Súpis druhov a autekologické charakteristiky. Slovak aquatic macroinvertebrates. Checklist and catalogue of autecological notes. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava*. 590 pp.
- FERRINGTON LC JR, 2008: Global diversity of non-biting midges (Chironomidae; Insecta – Diptera) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 447–455.
- GAUFIN AR, 1973: Use of Aquatic Invertebrates in the Assessment of Water Quality. Biological methods for the Assessment of Water Quality. *American Society for Testing Materials*, 528: 96–116.
- GILLER PS & MALMQVIST B, 1998: The Biology of Streams and Rivers. *Oxford University Press*.
- GULIS V & SUBERKROPP K, 2003: Leaf litter decomposition and microbial activity in nutrient-enriched and unaltered reaches of a headwater stream. *Freshwater Biol.*, 48: 123–134.
- HECK KL, VAN BELLE G & SIMBERLOFF D, 1975: Explicit calculation of the rarefaction diversity measurement and the determination of sufficient sample size. *Ecology*, 56: 1459–1461.
- HERING D, MOOG O, SANDIN L & VERDONSCHOT PFM, 2004: genomic Overview and application of the AQEM assessment system. *Hydrobiologia*, 516: 1–20.
- HURLBERT SH, 1971: The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52: 577–586.
- LINDEGAARD C & BRODERSEN KP, 1995: 'Distribution of Chironomidae (Diptera) in the River Continuum'. In: CRANSTON P (ed.): *Chironomids: From Genes to Ecosystems, Melbourne: CSIRO*, pp. 257–271.
- LORENZ AD, HERING D, FELD CK & ROLAUFFS P, 2004. A new method for assessing the impact of morphological degradation on the benthic invertebrate fauna for streams in Germany. *Hydrobiologia*, 516: 107–127.
- MAASRI, A, FAYOLLE S, GANDOUIN E, GARNIER R & FRANQUET E, 2008: Epilithic chironomid larvae and water enrichment: is larval distribution explained by epilithon quantity or quality? *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 27 (1): 38–51.
- OKSANEN J, BLANCHET FG, KINDT R, LEGENDRE P, O'HARA RB, SIMPSON GL, SOLYMOS P, STEVENS MHH & WAGNER H, 2011: *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 1.17–7.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>, retrieved on 1. 10. 2011.
- RAE JG, 1989: Chironomid midges as indicators of organic pollution in the Scioto River basin. *Ohio J. Sci.* 89: 5–9.
- ROBERTS WD, 2012: *Ordination and Multivariate Analysis for Ecology*. R package version 1.5–0.
- WALTERS DM, LEIGH DS & BEARDEN AB, 2003: Urbanization, sedimentation, and the homogenization of fish assemblages in the Etowah River Basin, USA. *Hydrobiologia*, 494, 5–10.
- WILSON RS & WILSON SE, 1983: A reconnaissance of the River Rhine using Chironomidae pupal exuviae (Insecta: Diptera). *Mem. Am. Ent. Soc.*, 34: 361–385.