

Hranice ekoregiónov vodných tokov v južnej časti Západných Karpát

Ecoregion boundaries of streams in southern area of the Western Carpathians

Ilja KRNO¹, Ferdinand ŠPORKA^{2†} & Igor KOKAVEC²

¹ Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Ilkovičova 6, SK-842 15 Bratislava;

² Ústav zoológie SAV, Dúbravská cesta 9, SK-845 06 Bratislava

Abstract

Our main goal was to find a boundary between the Pannonian and Carpathian ecoregions on the basis of environmental conditions and stonefly communities in southern area of Western Carpathians. Regarding our results, both biotic and abiotic variables reflect the difference. Pannonian streams are represented by poorer stonefly diversity with reduced specific run-off and lower water temperature in a comparison with Carpathian streams.

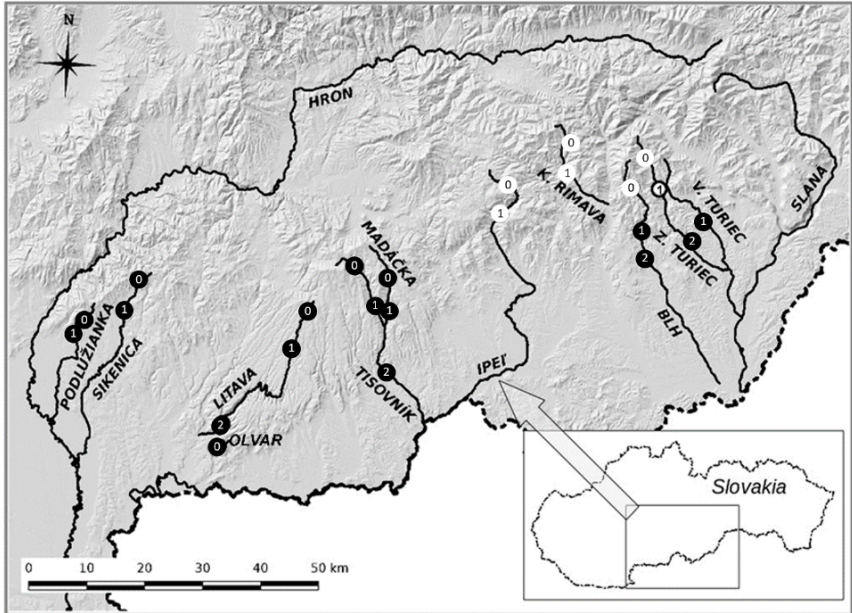
Keywords: Carpathian and Pannonian ecoregion, water temperature, stonefly community, distribution

Úvod

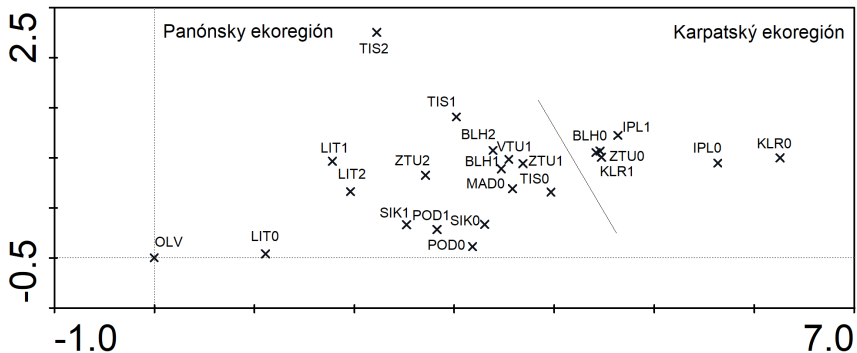
Veľmi významným faktorom ovplyvňujúcim biodiverzitu pošvatiek tečúcich vôd je teplotný a prietokový režim (Krno 1997; Graf et al. 2009). Vo vodných tokoch navyše vyvolávajú celý rad hydrologických, fyzikálno-chemických a biologických zmien (Allan & Castillo 2009). Krno (1997) zistil, že takmer tretina druhov pošvatiek vyskytujúcich sa na Slovensku je obmedzená na úseky tokov v podhorskom a horskom stupni. Pri analýze rozšírenia rôznych druhov pošvatiek sme zaznamenali vikariantný model príbuzných taxónov v regiónoch s rôznymi režimami prietoku (pozri Šimon & Zaťko 1980). Tento sa opiera tiež o zonálno-typologický prístup Raušera (1974), ktorý považuje vegetačné úrovne za základ distribúcie živočíchov na území Slovenska. Spolu s vegetačnými stupňami ovplyvňujú aj hranice ekoregiónov. Ekoregióny Slovenska v rámci Európy vymedzil v roku 1978 Illies v publikácii *Limnofauna Europea* na panónsky a karpatský ekoregión. Ich hranice vymedzil zhruba na úrovni južnej hranice bukových lesov. Tieto hrubo vyznačené hranice sme sa pokúsili presnejšie definovať, využívajúc prietokový (Krno 1997) a najmä teplotný režim sledovaných povodí a taxocenózy pošvatiek v južných prítokoch Hrona, Ipľa a Slanej v Západných Karpatoch.

Materiál a metódy

Výskum bol vykonaný na 24 lokalitách v povodí riek Hron, Ipeľ a Slaná (Obr. 1). Boli vybrané územia čiastkových povodí piatich sledovaných tokov (Podlužianka, Sikenica, Litava, Madačka a Tisovník) v pohoriach Štiavnické vrchy, Krupinská vrchovina, Javoria a v pohorí Slovenského Rudohoria (Krno et al., *in press*). Profily boli vybrané v hornom (0), strednom (1) a dolnom úseku neprehradených vodných tokov (2) v uzavretom údolí. Na väčšine študovaného úze-



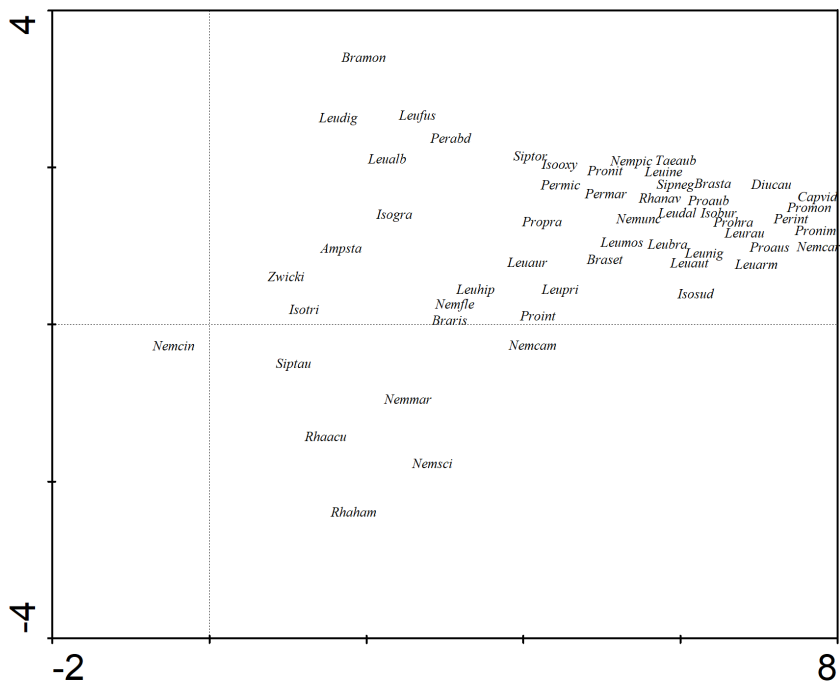
Obr. 1. Mapa skúmaných lokalít; na základe výsledkov sú bielou farbou vyznačené lokality karpatského ekoregiónu a čiernou farbou lokality panónskeho ekoregiónu.



Obr. 2. Ordinačný diagram DCA analýzy zobrazujúci distribúciu lokalít na základe fyzikálno-chemických parametrov; skratky tokov: LIT – Litava, TIS – Tisovník, BLH – Blh, MAD – Madačka, KLR – Klenovská Rimava, OLV – Olvár, SIK – Sikenica, ZTU – západný Turiec, POD – Podlužianka.

mia sa nachádzajú lesné porasty alebo málo poľnohospodársky obrábané plochy, osídlenie je pomerne riedke.

Odber vzoriek makrozoobentosu prebiehal v rokoch 2011 a 2012 v štyroch sezónach (skorý jarný, jarný, letný a jesenný odber) metódikou AQEM (AQEM Consortium 2002). V rámci terénnych prác prebiehalo i mapovanie hydrologických charakteristík tokov a kontinuálne meranie teplotného režimu



Obr. 3. Ordinačný diagram DCA analýzy zobrazujúci distribúciu druhov pošvatiek; skratky druhov: Ampsta – *Amphinemura standfussi*, Bramon – *Brachyptera monilicornis*, Braris – *B. risi*, Braset – *B. seticornis*, Brasta – *B. starmachi*, Capsch – *Capnia schilleri*, Capvid – *C. vidua*, Isobur – *Isoperla buresi*, Isogra – *I. grammatica*, Isooxy – *I. oxylepis*, Isotri – *I. tripartita*, Leualb – *Leuctra albida*, Leuarm – *L. armata*, Leuaur – *L. aurita*, Leuaut – *L. autumnalis*, Leubra – *L. braueri*, Leudal – *L. dalmonii*, Leudig – *L. digitata*, Leufus – *L. fusca*, Leuhip – *L. hippopus*, Leuine – *L. inermis*, Leumos – *L. moselyi*, Leunig – *L. nigra*, Leupri – *L. prima*, Leupse – *L. pseudosignifera*, Leurau – *L. rauscheri*, Nemcam – *Nemoura cambrica*, Nemcar – *N. carpathica*, Nemcin – *N. cinerea*, Nemfle – *N. flexuosa*, Nemmar – *N. marginata*, Nemsci – *N. sciurus*, Nemunc – *N. uncinata*, Nempic – *N. pictetii*, Perabd – *Perla abdominalis*, Permar – *P. marginata*, Perint – *Perlodes intricatus*, Permíc – *P. microcephalus*, Proaub – *Protonemura auberti*, Prohra – *P. hrabei*, Proint – *P. intricata*, Pronit – *P. nitida*, Propra – *P. praecox*, Rhaacu – *Rhabdiopteryx acuminata*, Rhaham – *R. hamulata*, Rhanav – *R. navicula*, Sipneg – *Siphonoperla neglecta*, Siptau – *S. taurica*, Siptor – *S. torrentium*, Taeaub – *Taeniopteryx auberti*, Zwicky – *Zwicznia* spp.

(celoročne v hodinových intervaloch za použitia teplomerov s data-loggermi Minilogs-8 TR). V skorom jarnom a jesennom období boli odobraté vzorky vody na analýzu fyzikálno-chemických parametrov a boli vykonané stanovenia hydro-chemických parametrov *in situ*. Pred vykonaním analýz boli údaje podľa potreby transformované (druhou odmocninou, alebo logaritmovaním). Analýza environmentálnych faktorov pre jednotlivé povodia bola uskutočnená za použitia DCA v programe Canoco 4.5.

Výsledky a diskusia

V skúmanom regióne sme zistili až 56 taxónov pošvatiek. Zo vzácnych pre tento región, resp. z nedávno objavených druhov, boli zistené *Taeniopteryx auberti*, *Brachyptea monilicornis*, *B. starmachi*, *Rhabdioperyx hamulata*, *R. acuminata*, *R. navicula*, *Nemoura sciurus*, *Leuctra dalmonii*, *Zwickyia bifrons*, *Z. acuta*, *Capnia vidua*, *Capnopsis schilleri* (Žiak & Krno 2014). Na základe analýzy fyzikálno-chemických parametrov úsekov vodných tokov môžeme rozlišovať dve rozdielne skupiny (Obr. 2).

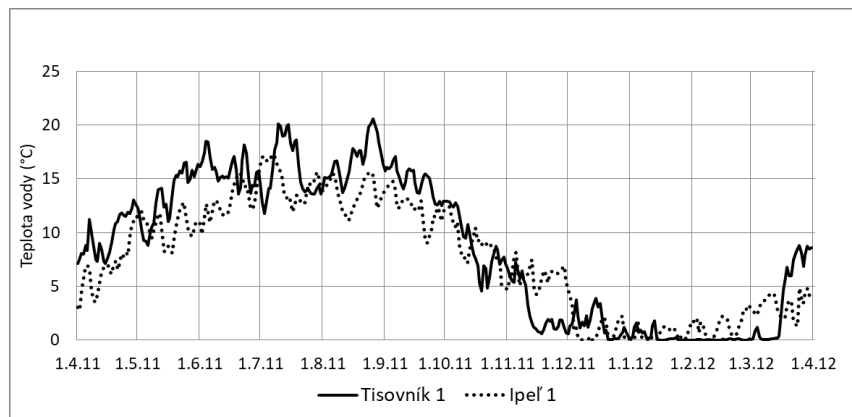
Tab. 1. Sezónne dennostupne na jednotlivých profiloch vodných tokov; skratky tokov sú uvedené pri Obr. 2.

Panónsky ekoregión								
	POD1	POD2	SIK1	LIT0	LIT1	LIT2	TIS0	TIS1
jar	638	719	720	488	698	782	433	700
leto	1466	1589	1514	1607	1510	1674	1453	1491
jeseň	789	1027	867	766	727	879	746	810
zima	65	99	171	77	22	70	166	58
Σ /rok	2957	3434	3272	2937	2957	3407	2811	3058
	TIS2	MAD0	MAD1	BLH1	BLH2	ZTU1	ZTU2	VTU1
jar	785	478	714	640	721	654	738	712
leto	1647	1497	1563	1451	1615	1492	1648	1602
jeseň	843	755	733	920	949	925	913	903
zima	52	112	29	112	102	98	56	123
Σ /rok	3328	2842	3038	3123	3388	3169	3354	3340
Karpatský ekoregión								
	IPL0	IPL1	KLR0	KLR1	BH0	ZTU0		
jar	386	526	463	557	554	419		
leto	1044	1268	1099	1215	1365	1331		
jeseň	668	825	731	864	779	732		
zima	100	84	122	156	105	85		
Σ /rok	2198	2703	2415	2792	2803	2566		

Prvá skupina patrí do karpatského ekoregiónu (Ipeľ, Klenovská Rimava, horný úsek potoka Blh a Východného Turca). Tieto toky pretekajú cez kryštalinikum veporika, majú nízke koncentrácie chemických látok (Krno et al., *in press*) a nízku sumu denných teplôt. Ich ročné dennostupne neprekračujú 2800 °C a letné 1400 °C (Tab. 1) a ich špecifický priemerný ročný prietok v horných úsekoch je viac ako 10 l.s⁻¹.km⁻² (Lešková & Majerčáková 2002), ich pramenné oblasti ležia nad 1000 m n.m. a karpatský charakter si zachovávajú do výšky 300–400 m n.m.

Pre karpatský ekoregión sú charakteristické tieto druhy pošvatiek: *Taeniopteryx auberti*, *Brachyptera starmachi*, *Rhabdiopteryx navicula*, *Nemoura carpathica*, *N. uncinata*, *Protonemura auberti*, *P. hrabei*, *P. montana*, *P. nitida*, *Leuctra armata*, *L. autumnalis*, *L. braueri*, *L. dalmoni*, *L. inermis*, *L. rauscheri*, *Capnia vidua*, *Isoperla buresi*, *I. sudetica* a *Siphonoperla neglecta* (Obr. 3). Tieto toky majú celkovo výrazne vyššiu druhovú diverzitu.

Druhá skupina patrí do panónskeho ekoregiónu (Podlužianka, Sikenica, Litava, Tisovník, Madačka a stredný úsek Blhu a východného Turca), toky pretekajú cez neogénne vulkanity, s výnimkou povodia Turca. Sú bohatšie na chemické prvky s vyššími koncentraciami (Krno et al., *in press*), majú vyššiu sumu denných teplôt. Ich ročné dennostupne prekročujú 2800 °C a letné 1400 °C (Tab. 1) a ich špecifický priemerný ročný prietok je menej ako 10 l.s⁻¹.km⁻². Pramenné oblasti panónskych tokov ležia v nadmorskej výške 600–800 m n.m. Illies (1978) uvádza hranicu medzi oboma ekoregiónmi 500 m n.m., zhruba na severnej hranici dubovej zóny severne od Malých Karpát (Futák 1984; Plesník 2002). Toky panónskeho ekoregiónu majú vyššie teploty, viac dusičnanov, jemnejší substrát dna a nižší podiel zoškrabávačov (Krno et al., *in press*). Pre panónsky ekoregión sú charakteristické druhy: *Brachyptera risi*, *Rhabdiopteryx acuminata*, *R. hamulata*, *Nemoura cinerea*, *N. marginata*,



Obr. 4. Teplotný režim karpatských (Ipeľ) a panónskych potokov (Tisovník).

N. sciurus, *Leuctra digitata*, *Zwickyia* spp., *Isoperla tripartita* a *Siphonoperla taurica* (Obr. 3).

Výrazný rozdiel v teplotnom režime oboch ekoregiónov je reprezentovaný tokmi približne z tej istej nadmorskej výšky – Iplom (371 m n.m.) a Tisovníkom 1 (338 m n.m.) (Obr. 4). Uvedená diferenciácia taxocenóz karpatských a panónskych taxocenóz je dobre vyvinutá aj v ďalších pohoriach Západných Karpát, napr. Malé Karpaty (Krno 2003), Biele Karpaty (Krno & Horniak 2007), Tribeč a Považský Inovec (Krno 1989), Štiavnické vrchy a Krupinská vrchovina (Krno 1999) a Slovenský kras (Krno 1996).

PodĎakovanie

Tento príspevok vznikol s podporou grantu VEGA 1/0119/16.

Literatúra

- ALLAN, J.D. & CASTILLO, M.M. 2009. Stream Ecology: Structure and function of running waters. Springer, Dordrecht, Holansko, 436 pp.
- AQEM CONSORTIUM 2002. Manual for the application of the AQEM method. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0. February 2002.
- FUTÁK, J. 1984. Fyto geografické členenie Slovenska. In: BERTO VÁ, L. (Ed.), Flóra Slovenska IV/1, Veda, Bratislava, 418-419 pp. + mapa (príloha).
- GRAF, W., LORENZ, A.W., TIerno DE FIGUEROA, J.M., LÜCKE, S., LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M.J., DAVIES, C. 2009. Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms. Volume 2 – Plecoptera. In: SCHMIDT-KLOIBER, A. & HERING, D. (eds), Pensoft Publishers (Sofia-Moscow), 262 pp.
- ILLIES, J. (Ed.) 1978. Limnofauna Europaea. A Checklist of the Animals Inhabiting European Inland Waters, with an Account of their Distribution and Ecology. 2nd Edition. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 552 pp.
- KRNO, I. 1989. Pošvatky (Plecoptera) povodia Žitavy. In: Ochrana prírody, Bratislava: Príroda, 10: 429-437.
- KRNO, I. 1996. Ecological factors influence on stoneflies distribution in various river basins of the Slovenský kras (Karst) mountain range biosphere reserve. Ekológia (Bratislava) 15(3): 261-281.
- KRNO, I. 1997. Zoogeographical studies Slovakian stoneflies (Plecoptera). Biologia 52(2): 221-225.
- KRNO, I. 1999. Pošvatky (Plecoptera) povodia Ipl'a a Hrona. Folia faunistica Slovaca 4: 33-40.
- KRNO, I. 2003. Stoneflies (Plecoptera) in the Gidra river basin (Malé Karpaty Mts., Slovakia). Acta Zoologica Universitatis Comenianae 45: 53-67.
- KRNO, I. & HORNIÁK, P. 2007. Pošvatky (Plecoptera) slovenskej časti Bielych Karpát. Acta Musealia, Muzeum Jihovýchodní Moravy 1,2: 19-24.
- KRNO, I., RÚFUSOVÁ, A., LÁNCZOS, T., BERACKO, P., ŠPORKA, F., ŠTEFKOVÁ, E. *in press*. The effect of environmental factors on stonefly (Plecoptera) taxocenoses and metrics. Environmental Monitoring and Assessment.
- LEŠKOVÁ, D. & MAJERČÁKOVÁ, O. 2002. Priemerný ročný špecifický odtok. 1: 2 000 000. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava: MŕP SR, p. 102.

- PLESNÍK, P. 2002. Priestorové usporiadanie potenciálnej prirodzenej vegetácie Slovenska. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. MŽP SR, Bratislava. 344 s.
- RAUŠER, J. 1974. K zoogeografii Karpát. Acta Rer. Natur. Mus. Nat. Slov., 19: 129-146.
- ŠIMO, E. & ZAŤKO, M. 1980. Typy režimu odtoku, p. 65. In: MAZÚR, E. (Ed.), Atlas SSR, SAV, Slov. Úrad geod. a kartogr., Bratislava.
- ŽIAK, M. & KRNO, I. 2014. New and interesting records of Plecoptera (Insecta) from Slovakia and several autecology notes. *Illesia* 10(6): 52-59.

Posúdenie klasifikácie taxónov bentických bezstavovcov na princípe funkčných potravných gíld z hľadiska analýzy stabilných izotopov $\delta^{13}\text{C}$ a $\delta^{15}\text{N}$

Assessment of the functional feeding guilds classification principle of benthic invertebrate taxa in the terms of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ stable isotopes analysis

Ilja KRNO¹, Igor KOKAVEC², Tomáš LÁNCZOS³ & Rastislav MILOVSKÝ⁴

¹ Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Ilkovičova 6, SK-842 15 Bratislava

² Ústav zoológie SAV, Dúbravská cesta 9, SK-845 06 Bratislava

³ Katedra geochémie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Ilkovičova 6, SK-842 15 Bratislava

⁴ Ústav vied o Zemi SAV, Ďumbierska 1, SK-974 01 Banská Bystrica

Abstract

Functional feeding guilds (FFG) affiliation of macroinvertebrate taxa are critically assessed in the terms of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ stable isotopes analysis. Based on our results, the trophic classification of few taxa (e.g. *Leuctra* sp., *Perla* sp., *Drusus* sp., *Philopotamus* sp.) do not match with their known FFG preferences with recorded increase of omnivory or predatory feeding habits.

Keywords: trophic levels, scrapers, shredders, collectors, predators, stable isotopes

Úvod

Princíp funkčných potravných, resp. trofických skupín (FFG) predstavuje jeden zo základných parametrov charakterizujúcich spoločenstvá makrozoobentosu v mnohých ekologických štúdiách už desaťročia (Cummins 2018). Kategorizácia taxónov na základe FFG je založená na morfológii a správaní každého taxónu, ako aj zložení ich tráviaceho traktu (Cummins 2016). Štruktúru obsahu čriev u taxónov makrozoobentosu je ťažké presne stanoviť, preto analýza obsahu čriev nie je dobrý prediktor priradenia určitej kategórie FFG. Exaktnejší prístup k odhadu trofickej úrovne taxónov makrozoobentosu predstavuje práve analýza stabilných izotopov $\delta^{13}\text{C}$ a $\delta^{15}\text{N}$, ktoré sa pri podobných štúdiách využívajú najčastejšie (napr. McCutchan et al. 2002; Füreder et al. 2003). Pomer stabilných izotopov dusíka $\delta^{15}\text{N}$ sa využíva pri stanovení trofickej úrovne