

# SPOLOČENSTVÁ POTOČNÍKOV (INSECTA: TRICHOPTERA) KRASOVÝCH PRAMEŇOV ZÁPADNÝCH KARPÁT

## CADDISFLY ASSEMBLAGES (INSECTA: TRICHOPTERA) OF WESTERN CARPATHIANS KARST SPRINGS

*Jakub CÍBIK<sup>1</sup> – Pavel BERACKO<sup>1</sup> – Tomáš NAVARA<sup>2</sup> – Tomáš DERKA<sup>1</sup>*

### ABSTRACT

*Due to high seasonal stability of environmental conditions, karst springs create specific environment for their inhabitants. Thanks to the ecotonal connection between the aquatic, terrestrial and underground environment, springs represent species-rich but still not very well examined ecosystems. The aim of our study was to evaluate the taxonomic composition and diversity of the caddisfly communities in karst springs of Western Carpathians. In total, 105 rheocene springs were sampled in 11 karst areas of Slovakia. We recorded 56 species of caddisflies, which represent 25% of overall caddisfly fauna known from the Slovak Republic. Despite relatively low local diversity we conclude that karst springs represent important hotspots of biodiversity because of the high species turnover and thus high total gamma diversity.*

### KEYWORDS

*Trichoptera, crenon, limestone, diversity, Slovakia*

### Úvod

Krasové územia predstavujú geologický systém, odlišujúci sa od nekrasovej krajiny viacerými špecifikami. Ide predovšetkým o charakter georeliéfu a cirkuláciu podzemných vôd, ktoré sú dôsledkom fyzikálno-chemických vlastností podložja, tvoreného najmä vápencami. Krasové oblasti zaberajú približne 25% zemskej pevniny (VENI a kol. 2001), pričom s rozlohou viac ako 2700 km<sup>2</sup> (HAVIAROVÁ 2007) tvoria významnú súčasť Západných Karpát. V dôsledku vysokej priepustnosti podložja patria krasové oblasti a najmä ich hydrologický systém k najzraniteľnejším súčasťam krajiny (VENI a kol. 2001), preto je potrebné venovať zvýšenú pozornosť ich výskumu a ochrane.

Medzi významné prejavy krasových procesov patria okrem jaskýň, ponorov či závrtovej aj krasové pramene (VENI a kol. 2001). Prírodné pramene sú laickou verejnosťou vnímané predovšetkým ako potencionálne zdroje pitnej vody, menej známe je ale ich význam z biologického hľadiska. Podľa viacerých prác (napr. CANTONATI a kol. 2006, SCARSBROOK a kol. 2007) sú považované za hotspots biodiverzity, odlišujúce sa od iných vodných ekosystémov viacerými špecifickými vlastnosťami. Keďže ide o miesta, na ktorých podzemná voda vyviera na zemský povrch, predstavujú ekoton medzi podzemnými a povrchovými vodami a zároveň medzi terestrickým

1 Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Ilkovičova 6, SK – 842 15 Bratislava, Slovensko; e-mail: cibik6@uniba.sk, pavel.beracko@fns.uniba.sk, tomas.derka@fns.uniba.sk

2 Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied, Dúbravská cesta 9, SK – 845 06 Bratislava, Slovensko; e-mail: tomas.navara@savba.sk

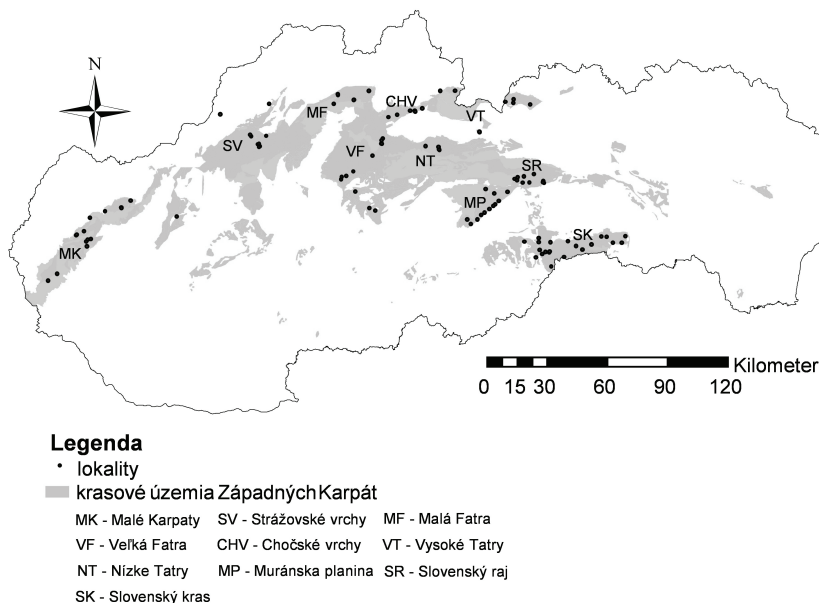
a akvatickým prostredím (SCARSBROOK a kol. 2007). Najvýznamnejšie špecifikum prameňov ale spočíva v relatívne vysokej sezónnej stabilite fyzikálno-chemických podmienok v porovnaní s nižšie položenými úsekmi vodných tokov (GLAZIER 1998), hoci novšie práce ukazujú, že táto vlastnosť sa týka najmä prameňov s hlbokým obehom podzemnej vody (CANTONATI a kol. 2012). Pramene sa takisto vyznačujú ostrovným charakterom, čo ich predurčuje k tomu aby mohli byť využívané ako prírodné laboratória pre testovanie rôznych ekologických teórií, či výskum evolúcie vodných bezstavovcov. V procese evolúcie sa u nich totiž vyvinulo množstvo morfológických, ekologických, behaviorálnych, fyziologických a biochemických adaptácií na prežívanie v prostredí so stabilne nízkou teplotou (LENCIONI 2004). Medzi skupiny organizmov s vysokým zastúpením druhov špecializovaných na život v prameňoch patrí aj rad potočníky (Trichoptera) (CANTONATI a kol. 2006). Potočníky sú jednou z najväčších skupín bezstavovcov v sladkovodných biotopoch, čo sa týka počtosti i druhovej diverzity (HOLZENTHAL a kol. 2007). Veľká druhová a ekologická rozmanitosť potočníkov vyplýva zrejme z ich schopnosti produkovať hodvábný sekrét, z ktorého larvy vytvárajú rôzne štruktúry (prichytávacie vlákna, úkryty, siete, prenosné schránky), čo im umožnilo osídliť rôzne habitaty a prispôbiť sa širokej škále environmentálnych podmienok (MACKAY a WIGGINS 1979). Potočníky osídlili takmer všetky sladkovodné habitaty od prameňov po brakické vody, vodné toky všetkých typov ale tiež mokrade a nádrže vrátane periodických tóní (MORSE 2003, WIGGINS 2004). Patria medzi jednu z druhovo najpočetnejších skupín vodných bezstavovcov aj v pramenných habitatoch (ILMONEN a kol. 2009, MARTIN a BRUNKE 2012). Diverzita potočníkov je v európskych prameňoch pomerne vysoká, môžeme tu nájsť zástupcov takmer všetkých v Európe známych čeladi. Tieto druhy reprezentujú rôzne valenčné kategórie od úzko špecializovaných krenobiontných, krenofilných a madikolných druhov, cez druhy horných úsekov tečúcich vôd, drobných mokradí až po druhy široko rozšírené na rôznych stanovištiach (LINDEGAARD a kol. 1998). Prostredníctvom rôznych životných stratégií sa prispôbili špecifickým biotickým a abiotickým podmienkam prameňov (HABDIJA a kol. 2002) a preto v nich tvoria špecifické komplexné taxocenózy (MORSE 2003).

Napriek vyššie spomenutým skutočnostiam o významnosti prameňov, až do nedávnej minulosti im bola venovaná len veľmi malá vedecká pozornosť (CANTONATI a kol. 2006). Hoci viacero špecializovaných štúdií vzniklo už v 90. rokoch 20. storočia (napr. ERMAN a ERMAN 1995, GLAZIER 1998, STANFORD a kol. 1994), záujem o pramenné spoločenstvá začal výraznejšie narastať až po roku 2000. V európskych krajinách sa ich výskumom zaoberajú napríklad vedecké tímy pôsobiace v Taliansku (BOTTAZZI a kol. 2011, CANTONATI a kol. 2006), Švajčiarsku (VON FUMETTI a BLATTNER 2016), Fínsku (ILMONEN a kol. 2009), Slovinsku (MORI a BRANCELJ 2006) či Českej republike (RÁDKOVÁ a kol. 2014). Na Slovensku sa v minulosti štúdiu pramenných spoločenstiev venoval čiastkovo KRNO (1982, 1992, 1994, 1996, 2007), z ktorého prác pochádzajú aj prvé údaje o pramenných spoločenstvách potočníkov. Neskôr bol výskum prameňov zameraný najmä na sledovanie životných stratégií vybraných taxónov makrozoobentosu a to

iba na niekoľko málo lokalitách (napr. BERACKO a kol. 2012, BOTTOVÁ a DERKA 2013, KOZÁČEKOVÁ a kol. 2009). Cieľom práce je preto priniesť prvý komplexný prehľad taxonomického zloženia a biodiverzity spoločenstiev potočníkov v krasových prameňoch Západných Karpát.

### MATERIÁL A METÓDY

V 105 skúmaných krasových prameňoch, ležiacich v 11 geomorfologických celkoch, (Obrázok 1, Tabuľka 1) bol v rokoch 2015 až 2019 pomocou hydrobiologickej sieťky vykonaný odber kvalitatívnych vzoriek makrozoobentosu tzv. kopacou metódou („kick sampling“). Vzorky boli v teréne fixované v 4% roztoku formaldehydu. Odber prebiehal na každej z lokalít v jarnom (marec-máj) a neskorom letnom, resp. jesennom (august-október) termíne s cieľom zachytiť čo najširšie druhové spektrum. Vzorky makrozoobentosu boli v hydrobiologickom laboratóriu roztriedené do vyšších taxonomických skupín a fixované v etanole. Larvy potočníkov boli následne determinované pomocou determinačného kľúča WARINGER a GRAF (2011) na najnižšiu možnú taxonomickú úroveň, vo väčšine prípadov až na úroveň druhov. Larvy podčelade Drusinae boli determinované pomocou kľúča SZCZESNY (1978). Priemerná alfa diverzita a gama diverzita spoločenstiev bola vyjadrená ako početnosť taxónov na lokálnej, resp. regionálnej úrovni. Beta diverzita bola vyjadrená ako taxonomický obrat ( $[gama\ diverzita / priemerná\ alfa\ diverzita] - 1$ ).



**Obrázok 1.** Mapa krasových území Slovenska s vyznačením skúmaných lokalít.

**Figure 1.** Map of karst areas (grey areas) of the Slovakia with sampling sites (black points).

**Tabuľka 1.** Zoznam skúmaných prameňov s ich lokalizáciou a teplotou vody (vypočítaná ako priemer hodnôt zaznamenaných pri jarnom a jesennom odbere).

**Table 1.** List of studied karst springs with their location and water temperature (calculated as the mean of the values recorded during the spring and autumn sampling).

ID	názov vyvieracky (spring name)	geomorfologický celok (geomorphological unit)	zem. šírka (latitude)	zem. dĺžka (longitude)	nadm výška (mnm) altitude (MASL)	teplota (temperature) (°C)
97	Prameň pod Vršatcom	Biele Karpaty	N49° 4.69'	E18°10.268'	548	8,26
26	Prosiecka 1	Chočské vrchy	N49°9.724'	E19°29.599'	705	7,74
27	Prosiecka 2	Chočské vrchy	N49°9.475'	E19°29.849'	642	8,00
28	Prosiecka 3	Chočské vrchy	N49°9.443'	E19°29.881'	639	8,92
86	Bez názvu	Chočské vrchy	N49°9.587'	E19°27.722'	845	6,87
91	Belská vyv. 1	Malá Fatra	N49°12.443'	E18°57.792'	651	6,85
92	Belská vyv. 2	Malá Fatra	N49°12.675'	E18°57.582'	587	6,85
93	Dolina Sokol	Malá Fatra	N49°14.143'	E19°10.232'	691	7,50
94	Mojžišov prameň (vpravo)	Malá Fatra	N49°11.456'	E19°4.412'	1147	5,40
95	Mojžišov prameň (vľavo)	Malá Fatra	N49°11.432'	E19°4.358'	1147	5,50
96	Dolina Hoskora	Malá Fatra	N49°10.007'	E18°56.323'	753	6,40
1	Hlavina	Malé Karpaty	N48°33.538'	E17°21.412'	283	10,75
2	Rajtárka	Malé Karpaty	N48°28.558'	E17°16.454'	298	8,35
3	Kráľovský potok	Malé Karpaty	N48°28.713'	E17°16.704'	365	8,20
4	Marcový prameň	Malé Karpaty	N48° 29.85'	E17° 19.567'	380	8,00
5	bez názvu	Malé Karpaty	N48°25.838'	E17°21.229'	424	9,97
6	Stužková	Malé Karpaty	N48°35.750'	E17°27.214'	250	10,90
7	Pod Bacharkou (hore)	Malé Karpaty	N48°37.132'	E17°33.65'	245	8,60
8	Pod Bacharkou (dole)	Malé Karpaty	N48°37.053'	E17°33.742'	239	9,70
9	Chrenkech jarok	Malé Karpaty	N48°39.257'	E17°37.179'	328	9,25
68	Limbašská	Malé Karpaty	N48° 17.643'	E17° 10.422'	389	8,19
70	Orešanská	Malé Karpaty	N48°27.108'	E17°20.789'	324	7,85
71	Husí stok	Malé Karpaty	N48°27.903'	E17°22.601'	273	8,55
72	Stará bohatá	Malé Karpaty	N48°27.661'	E17°21.384'	284	8,65

108	Vyv. Stupavského potoka	Malé Karpaty	N48°15.583	E17°7.093	332	9,70
54	Bobačka	Muránska planina	N48°46.883'	E20°06.309'	754	6,90
55	Penovcová	Muránska planina	N48°45.945'	E20°04.884'	529	8,95
56	Muráň	Muránska planina	N48°45.43'	E20°04.223'	418	8,50
57	Brúsik	Muránska planina	N48°49.886'	E20°0.605'	574	7,15
58	Bez názvu	Muránska planina	N48°43.443'	E20°0.83'	413	8,25
59	Stratená jaskyňa	Muránska planina	N48°49.472'	E20°9.6'	807	7,25
60	Havraník (lúka)	Muránska planina	N48°48.806'	E20°4.281'	768	6,40
61	Havraník (les)	Muránska planina	N48°48.799'	E20°4.301'	766	6,25
62	Jelšavská teplica	Muránska planina	N48°36.301'	E20°17.705'	255	13,55
63	Vyv. v Muráni	Muránska planina	N48°44.486'	E20°2.661'	401	8,40
64	bez názvu	Muránska planina	N48°42.743'	E19°59.480'	527	8,19
65	Pri Tisovci	Muránska planina	N48°41.539'	E19°58.045'	576	9,40
66	Rejkovský potok	Muránska planina	N48°40.097'	E19°55.522'	400	9,40
67	potok Furmanec	Muránska planina	N48°41.330'	E19°53.929'	476	8,65
16	Hlbokó	Nízke Tatry	N48°59.555'	E19°40.818'	774	7,00
17	Medzibrodie (dolná)	Nízke Tatry	N48°59.746'	E19°40.553'	789	5,79
18	Medzibrodie (horná)	Nízke Tatry	N48°59.729'	E19°40.565'	789	5,90
19	Nadina studnička	Nízke Tatry	N49°00.457'	E19°40.4'	780	7,15
81	bez názvu 1	Nízke Tatry	N48°53.034'	E20°12.225'	959	6,25
82	bez názvu 2	Nízke Tatry	N48°52.754'	E20°13.245'	953	6,35
83	Zadná dolina	Nízke Tatry	N48°53.55'	E20°13.303'	965	6,35
87	Oravecká	Nízke Tatry	N48°42.040'	E19°16.376'	394	9,40
109	Vyvieranie	Nízke Tatry	N49°0.320'	E19°34.983'	812	7,05
110	Vyv. V Mólči	Nízke Tatry	N48°42.596'	E19°13.966'	461	9,40
37	Vyv. sv. Jána	Slovenský kras	N48°39.231'	E20°58.480'	264	10,34
40	Pri Hájskych vodopádoch	Slovenský kras	N48°38.855'	E20°50.805'	417	8,40
41	Zádielska vyv.	Slovenský kras	N48°38.837'	E20°48.623'	543	8,30
42	Fej	Slovenský kras	N48°36.562'	E20°44.941'	222	11,25
43	Tapolca 1	Slovenský kras	N48°35.016'	E20°41.213'	198	11,10
44	Tapolca 2	Slovenský kras	N48°35.043'	E20°41.33'	204	10,60
45	Eveteš	Slovenský kras	N48°35.918'	E20°38.606'	255	11,28

SPOLOČENSTVÁ POTOČNÍKOV (INSECTA: TRICHOPTERA) KRASOVÝCH PRAMEŇOV  
ZÁPADNÝCH KARPÁT

46	Čierna	Slovenský kras	N48°33.761'	E20°27.919'	248	9,70
47	Biela	Slovenský kras	N48°34.055'	E20°28.083'	237	10,67
48	Kečovská	Slovenský kras	N48°30.006'	E20°29.149'	331	9,10
49	Krásnohorská	Slovenský kras	N48°37.056'	E20°35.234'	336	9,55
50	Brzotínska	Slovenský kras	N48°36.527'	E20°28.256'	247	9,90
51	Vidová	Slovenský kras	N48°33.859'	E20°26.410'	238	10,35
52	Pod Vápenkou	Slovenský kras	N48°33.296'	E20°25.150'	212	11,25
73	Studený prameň	Slovenský kras	N48°34.295'	E20°24.051'	224	10,15
74	Závodná	Slovenský kras	N48°36.44'	E20°23.456'	248	10,05
75	Hučiaca	Slovenský kras	N48°37.51'	E20°23.394'	269	9,65
88	Drieňovská vyv.	Slovenský kras	N48°37.468'	E20°57.118'	257	9,85
98	Vyv. v Gemerskej Hôrke	Slovenský kras	N48°32.263'	E20°22.722'	214	10,10
99	Zbojnická vyvierajúca	Slovenský kras	N48°32.784'	E20°34.09'	335	9,35
100	Skalistý potok	Slovenský kras	N48°37.359'	E20°53.433'	195	11,20
77	bez názvu 1	Slovenský Raj	N48°52.173'	E20°15.515'	909	5,50
78	bez názvu 2	Slovenský Raj	N48°52.193'	E20°15.456'	897	6,10
79	Dobšinská ľadová jaskyňa	Slovenský Raj	N48°52.332'	E20°18.207'	875	7,95
80	Biele vody	Slovenský Raj	N48°52.447'	E20°24.247'	850	6,40
84	bez názvu	Slovenský Raj	N48°53.872'	E20°15.911'	883	6,50
85	Malý Sokol	Slovenský Raj	N48°54.609'	E20°19.896'	734	6,60
89	Geravy	Slovenský raj	N48°52.951'	E20°23.863'	1036	8,60
90	Zejmarská studňa	Slovenský raj	N48°52.655'	E20°23.829'	1028	6,15
10	Výtoky	Strážovské Vrchy	N48°36.093'	E17°56.314'	290	9,40
11	Zliechov (na lúke)	Strážovské Vrchy	N48°57.473'	E18°26.699'	692	7,30
12	Strážov	Strážovské Vrchy	N48°57.556'	E18°27.101'	753	7,45
13	Stredný	Strážovské Vrchy	N48°56.905'	E18°27.467'	799	9,90
14	Malinový prameň	Strážovské Vrchy	N48°56.748'	E18°27.18'	734	6,20
103	Vyv. v Manínskej tiesňave	Strážovské Vrchy	N49°08.635'	E18°29.886'	343	16,87
104	Prameň v doline Rečica	Strážovské Vrchy	N48°59.932'	E18°29.76'	419	7,90
105	Periská	Strážovské Vrchy	N48°59.404'	E18°23.659'	555	8,50

107	Vyv. pri Slatinskom potoku	Strážovské Vrchy	N48°59.817	E18°23.207	960	9,08
101	Pr. v Bielovodskej doline	Tatry	N49°13.711'	E20°6.45'	1157	5,60
102	Prameň v Javorovej doline	Tatry	N49°13.572	E20°09.753	1224	4,50
23	Pri salaši	Tatry	N49°05.071'	E19°56.744'	840	7,35
24	Pod Hrubým Grúňom	Tatry	N49°05.180'	E19°56.643'	820	6,63
25	Brestovská vyv.	Tatry	N49°15.517'	E19°39.457'	851	6,25
35	Výver pod Štefanom	Tatry	N49°14.535'	E20°9.758'	1116	5,40
36	Dolina 7 prameňov	Tatry	N49°13.369'	E20°16.654'	1208	5,55
69	Bobrovecká	Tatry	N49°15.858'	E19°45.536'	961	7,13
20	Bukovinka 1	Veľká Fatra	N49°0.201'	E19°16.954'	653	13,55
21	Bukovinka 2	Veľká Fatra	N49°0.241'	E19°17.008'	649	13,82
22	Bukovinka 3	Veľká Fatra	N49°0.198'	E19°17.105'	631	13,97
29	Lastovičia (dole)	Veľká Fatra	N48°49.727'	E19°1.650'	660	8,35
30	pod Túfnou	Veľká Fatra	N48°50.48'	E19°1.827'	940	7,54
31	Boboty	Veľká Fatra	N48°50.784'	E19°3.666'	638	7,74
32	Dogerské skaly	Veľká Fatra	N49°1.64'	E19°17.363'	530	8,94
33	Jazierce	Veľká Fatra	N49°1.092'	E19°16.914'	589	9,50
34	Teplô	Veľká Fatra	N48°56.753'	E19°13.628'	671	7,00
106	Rybô	Veľká Fatra	N49°52.154'	E19°06.363	914	7,30

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

V skúmaných krasových prameňoch Západných Karpát sme zaznamenali celkovo 56 taxónov potočnikov, čo predstavuje 25% doposiaľ opísaných druhov z územia Slovenska (CHVOJKA a kol. 2016). Taxonomicky najpestrejšou čeľadou v skúmaných prameňoch bola čeľaď Limnephilidae s 24 determinovanými druhmi. Do tejto taxonomickej skupiny patril aj druh s najvyššou frekvenciou výskytu - *Drusus annulatus*, vyskytujúci sa až v 46 prameňoch. Tento druh je považovaný za typického zástupcu krenálu a epiritrálu, vyskytujúci sa prevažne od kolínneho po montánný stupeň (ŠPORKA a kol. 2003). Vo vyššie položených a chladnejších prameňoch ho nahradzovali iné druhy z rovnakého rodu, najmä druhy *D. monticola*, *D. trifidus* či endemický druh *D. carpathicus*. Druhým najfrekventovanejším taxónom bol *Agapetus fuscipes* (39 lokalít) z čeľade Glossosomatidae, ktorý sa vyznačuje podobnými autekologickými charakteristikami ako *D. annulatus*. Oba taxóny patria medzi zoškrabávače preferujúce kamenný substrát (ŠPORKA a kol. 2003). Medzi najfrekventovanejšie taxóny patrili aj viaceré predátory z rodu *Rhyacophila* a druh

*Plectrocnemia conspersa*. Ojedinele boli zaznamenané aj dva druhy rodu *Hydropsyche*. Zatiaľ čo pri druhu *H. fulvipes* ide o typický pramenný druh s ťažiskom výskytu v hypokrenáli, a zasahajúci až po epiritrál (GRAF a kol. 2008), pri druhu *H. instabilis* podľa GRAFA a kol. (2008) aj ŠPORKU (2008) ide o epiritrálový až hypopittrálový druh. V tomto prípade mohol byť nález spôsobený podmienkami na lokalite. Prameň pri Doľanoch (ID5), v ktorom sme tento druh zaznamenali, sa pár metrov od výveru vlieval priamo do potoka z ktorého pravdepodobne jedince prenikli do krenálu. Podobne aj druh *Lype phaeopa* bol nájdený iba raz, v Studenom prameni (ID 73). Podľa práce GRAFA a kol. (2008) sa síce nejedná o krenálový druh, môže sa však vyskytovať v litoráli. Pravdepodobne preto tento druh osídľuje stojatý upravený úsek prameňa. V tomto prípade ide o široko rozšírený druh, vyskytujúci sa po celej Európe (GRAF a kol. 2008), viazaný na výskyt xylálu (EDDINGTON a HILDREW 1995, GRAF a kol. 2008). Je to typický xylofilný zástupca epiritrálu (CHERTOPRUD 2011) ale aj krenálu (CHUZHEKOVA 2016). Z územia Slovenska tento druh uvádza napr. CHVOJKA (1993) z jazier Morské oko a Malé Morské oko.

Spoločensvá jednotlivých skúmaných lokalít boli veľmi rôznorodé a často unikátne, o čom svedčí aj zistenie, že 12 druhov sa vyskytovalo iba na jednej lokalite, deväť druhov na dvoch lokalitách, tri druhy na troch lokalitách, štyri druhy na štyroch lokalitách a jeden druh sa vyskytoval na piatich lokalitách. Celkovo sa až 40 druhov vyskytovalo na jednej až desiatich lokalitách a iba 16 druhov sa vyskytovalo na viac ako 10 lokalitách.

V nasledujúcom texte uvádzame kompletný zoznam determinovaných taxónov spolu s ID lokalít, na ktorých boli zaznamenané. Posledné číslo v zátvorke za bodkočiarkou značí frekvenciu výskytu taxónu. Číslo v zátvorke za názvami jednotlivých čeladií udáva počet druhov zaznamenaných v rámci danej čelade.

## **Trichoptera**

### **Beraeidae (1):**

*Beraea maurus* (CURTIS, 1834): 71, 74; (2)

### **Glossosomatidae (4):**

*Agapetus fuscipes* CURTIS, 1834: 5, 13, 14, 17, 19, 20, 22,23, 24,27, 29,31, 32,33, 34, 55, 57,58, 60, 63,65, 66,67, 68, 70, 71,72, 77, 78, 82,83, 84, 86, 92, 96, 104, 105, 106, 108; (39)

*Agapetus ochripes* CURTIS, 1834: 14; (1)

*Glossosoma conformis* NEBOISS, 1963: 16, 67, 92, 109; (4)

*Synagapetus dubitans* MCLACHLAN, 1879: 97; (1)

### **Goeridae (3):**

*Lithax niger* (HAGEN, 1859):1, 24, 34, 36, 54, 55, 61, 70, 71, 77, 78, 81, 84, 91, 92, 93, 96, 97, 106; (19)

*Silo pallipes* (FABRICIUS, 1781): 16, 32, 42, 46, 49, 58, 62, 73, 78, 87, 99; (11)

*Silo nigricornis* (PICTET, 1834): 9, 70, 71, 72, 108, 109, 110; (7)



**Hydropsychidae (2):**

*Hydropsyche fulvipes* (CURTIS, 1834): 5, 20; (2)

*Hydropsyche instabilis* (CURTIS, 1834): 5; (1)

**Lepidostomatidae (1):**

*Crunoecia irrorata* (CURTIS, 1834): 12, 31, 71, 74, 82, 84, 97, 104, 105, 106; (10)

**Limnephilidae (24):**

*Allogamus auricollis* (PICTET, 1834): 77, 78, 83; (3)

*Allogamus uncutus* (BAUER, 1857): 78, 90; (1)

*Anitella obscurata* (MCLACHLAN, 1876): 9, 105; (2)

*Apatania fimbriata* (PICTET, 1842): 18, 25, 36, 57, 59, 61, 77, 78, 81, 84, 96; (11)

*Drusus annulatus* (STEPHENS, 1837): 2, 3, 12, 17, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 36, 46, 47, 48, 49, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 63, 64, 67, 69, 72, 77, 78, 80, 81, 83, 84, 85, 86, 89, 90, 94, 96, 105, 108, 110; (46)

*Drusus biguttatus* (PICTET, 1834): 14, 106, 109; (3)

*Drusus carpathicus* DZIEDZIELEWITZ, 1911: 24, 102; (2)

*Drusus discolor* (RAMBUR, 1842): 36, 54, 59, 61, 75, 78, 81, 84, 94, 109; (10)

*Drusus monticola* MCLACHLAN, 1876: 12, 32, 35, 36, 78, 94, 95, 101, 102, 106; (10)

*Drusus trifidus* MCLACHLAN, 1868: 16, 18, 19, 23, 47, 51, 77, 78, 82, 83; (10)

*Ecclisopteryx madida* (MCLACHLAN, 1867): 16, 23, 69, 72; (4)

*Glyptotaelius pellucidus* (RETZIUS, 1783): 70; (1)

*Chaetopteryx fusca/villosa* BAUER, 1857: 1, 2, 3, 6, 7, 9, 11, 17, 18, 21, 37, 45, 51, 58, 61, 64, 67, 70, 74, 77, 78, 86, 87, 88; (24)

*Chaetopteryx major* MCLACHLAN, 1876: 1, 35, 78, 95; (4)

*Limnephilus ignavus* MCLACHLAN, 1865: 45; (1)

*Micropterna lateralis* (STEPHENS, 1834): 1, 12, 75; (3)

*Micropterna nycterobia* MCLACHLAN, 1875: 2, 4, 64, 70, 75; (5)

*Micropterna sequax* MCLACHLAN, 1875: 4, 9; (2)

*Parachiona picicornis* (PICTET, 1834): 77; (1)

*Potamophylax cingulatus* (STEPHENS, 1837): 1, 45; (2)

*Potamophylax luctuosus* (PILLER a MITTERPACHER, 1783): 1, 11, 25, 61, 70, 105; (6)

*Potamophylax nigricornis* (PICTET, 1834): 5, 10, 19, 23, 30, 31, 32, 34, 47, 49, 69, 71, 72, 89, 90, 91, 93, 95, 106; (19)

*Pseudopsilopteryx zimmeri* (MCLACHLAN, 1876): 18, 24, 25, 27, 35, 36, 46, 47, 61, 64, 69, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 97, 110; (19)

*Stenophylax vibex* (CURTIS, 1834): 9, 90; (2)

**Odontoceridae (1):**

*Odontocerum albicorne* (SCOPOLI, 1763): 58, 66, 67, 71, 72, 108; (6)

**Philopotamidae (3):**

*Philopotamus ludificatus* MCLACHLAN, 1878: 93; (1)

*Philopotamus montanus* (DONOVAN, 1813): 5, 12, 84, 109; (4)

*Wormaldia occipitalis* (PICTET, 1834): 13; (1)

**Polycentropodidae (2):**

*Plectrocnemia conspersa* (CURTIS, 1834): 2, 6, 11, 19, 20, 25, 26, 28, 30, 33, 37, 42, 52, 55, 58, 60, 62, 64, 67, 69, 70, 72, 73, 74, 78, 84, 85, 89, 105; (29)

*Plectrocnemia brevis* MCLACHLAN, 1871: 21, 55, 71, 73, 84, 89, 93, 100, 104; (9)

**Psychomyiidae (3):**

*Lype pheopa* (STEPHENS, 1834): 73; (1)

*Tinodes dives* (PICTET, 1834): 20, 32, 33, 49, 63, 71; (6)

*Tinodes unicolor* (PICTET, 1834): 22, 45, 47, 55, 59, 71, 74, 88; (8)

**Rhyacophilidae (9):**

*Rhyacophila fasciata* HAGEN, 1859: 5; (1)

*Rhyacophila dorsalis* gr. (CURTIS, 1834): 5, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 32, 33, 34, 36, 42, 43, 46, 47, 50, 54, 56, 58, 61, 63, 65, 66, 68, 70, 73, 79, 93, 96, 108, 109; (32)

*Rhyacophila glareosa* MCLACHLAN, 1867: 36, 84; (2)

*Rhyacophila hirticornis/philopotamoides* (MCLACHLAN, 1879): 12, 17, 18, 23, 29, 30, 31, 34, 36, 54, 55, 61, 65, 69, 77, 78, 80, 84, 86, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 101, 102, 105, 106, 107, 108, 109; (35)

*Rhyacophila obliterata* (MCLACHLAN, 1863): 20, 73, 74, 84, 87, 88; (6)

*Rhyacophila polonica/praemosa* MCLACHLAN, 1863: 86, 96; (2)

*Rhyacophila pubescens* PICTET, 1834: 11, 17, 20, 22, 24, 33, 46, 49, 55, 69, 78, 99; (12)

*Rhyacophila sensu stricto* PICTET, 1834: 72, 74, 80, 81, 84, 86, 87, 89, 92, 94, 96; (11)

*Rhyacophila tritis* PICTET, 1835: 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 33, 46, 47, 50, 54, 56, 57, 58, 61, 65, 66, 67, 69, 74, 77, 78, 81, 82, 83, 84, 88, 92, 93, 96, 107; (33)

**Sericostomatidae (3):**

*Notidobia ciliaris* (LINNEAUS, 1761): 87; (1)

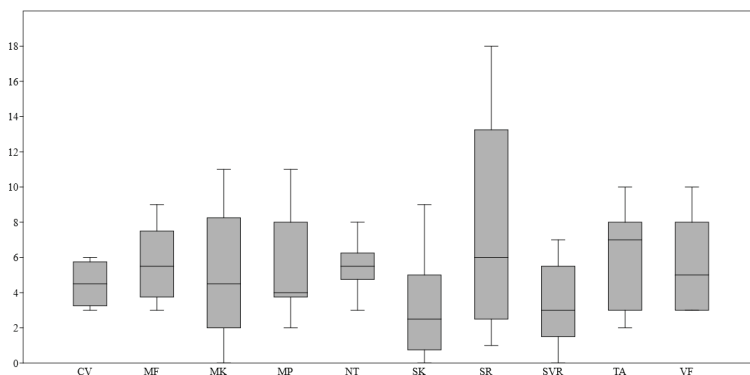
*Sericostoma personatum* (SPENCE, 1826): 1, 5, 11, 20, 21, 31, 33, 45, 46, 47, 50, 58, 67, 89, 106; (15)

*Sericostoma* sp. SCHNEIDER, 1845: 61, 70, 71, 72, 73, 74, 78, 87, 89, 104, 109; (11) ..

Zo 105 preskúmaných lokalít sa potočníky vôbec nevyskytovali len na šiestich z nich. Išlo o vysychajúce pramene, nachádzajúce sa v Malých Karpatoch a Slovenskom krase a o vyvieracku v Manínskej tiesňave v Strážovských vrchoch, ktorá je charakteristická najvyššou zaznamenanou teplotou v rámci skúmaných lokalít, stabilne oscilujúcou okolo 17°C. Najvyšší počet taxónov sme naopak zaznamenali

v chladnejších prameňoch nachádzajúcich sa v Slovenskom raji - Pri Spišskom potoku 2 (18 taxónov), Vyvieracka v Mokrej doline (14) a Pri Spišskom potoku 1 (11). Spoločenstvá s 11 taxónmi sme zaznamenali aj na lokalitách Havraník (les) v Muránskej planine a Husí stok v Malých Karpatoch. Na lokalitách v Slovenskom raji bola zaznamenaná aj najvyššia priemerná alfa diverzita spoločenstiev (7,6 taxónu na lokalitu), najchudobnejšie spoločenstvá sa naopak vyskytovali v Strážovských vrchoch a Slovenskom krase (Obrázok 2, Tabuľka 2). Výskumu spoločenstiev potočníkov Slovenského krasu sa v 90. rokoch 20. storočia venoval KRNO (2007). V siedmich krasových vyvierackách totožných s našimi výskumnými lokalitami zaznamenal medzi rokmi 1990 až 1993 celkovo 17 druhov potočníkov, čo je o päť viac ako sme v nich zaznamenali v našom výskume. Najfrekvencovanejším taxónom bol v minulosti druh *Rhyacophila pubescens*, vyskytujúci sa na šiestich lokalitách, kým v našom výskume sme ho zaznamenali už len v troch z týchto prameňov. Podobný pokles frekvencie sme zaznamenali aj u druhu *Drusus trifidus*, pri ktorom však mohlo v dôjst pri determinácii k zámene za morfológicky aj ekologicky podobný druh *Drusus annulatus*, pričom súhrnne sa frekvencia ich zastúpenia nezmenila. Významnou zmenou bola úplná absencia druhu *Synagapetus moselyi*, ktorý KRNO (2007) zaznamenal na štyroch lokalitách. V Slovenskom krase sme už tento druh ani žiadneho iného zástupcu čeľade Glossosomatidae neznamenali v žiadnom z 24 preskúmaných prameňov. Absencia tohto taxónu sa s ohľadom na charakter lokalít pravdepodobne nedá vysvetliť hydromorfologickými zmenami, nárastom znečistenia ani dočasným vyschnutím lokalít. Vzhľadom na masovosť výskytu príbuzných druhov na iných lokalitách pravdepodobne nemohlo dôjsť ani k tomu, že sa nám len náhodou nepodarilo zachytiť žiadneho jedinca. Ani na jednej zo spoločných lokalít sme takisto nezaznamenali druh *Plectrocnemia brevis*, ktorý bol vo výskume KRNO (2007) pozorovaný na troch lokalitách a na spoločných lokalitách absentoval aj podobný druh *P. conspersa*. Na zvyšných 16 lokalitách Slovenského krasu sme však tieto taxóny zaznamenali v šiestich prameňoch. Nárast frekvencie, z jednej na tri lokality, sme zaznamenali u druhu *Silo pallipes*, ktorého jedince sú ale všeobecne vo vzorkách zriedkavé a preto je možné, že sa ho KRNOVI (2007) nepodarilo zachytiť. Medzi ďalšie taxóny, ktorých frekvencia sa zmenila len minimálne (+/- 1 lokalita) patria *Tinodes dives*, *T. unicolor*, *Rhyacophila sensu stricto*, *Sericostoma personatum* a *Potamophylax nigricornis*. Novo zistenými taxónmi boli *Chaetopteryx villosa/fusca*, *Pseudopsilopteryx zimperi* a *Rhyacophila hirticornis/philopotamoides*. Okrem spomínaného druhu *Synagapetus moselyi* sa nám na rozdiel od KRNO (2007) nepodarilo zaznamenať ani druhy *Agapetus fuscipes*, *Philopotamus montanus* a *Micrasema minimum* a to na žiadnej z lokalít Slovenského krasu. Druh *Micropterna nycterobia* sme zaznamenali v Hučickej vyvieracke, ktorá nebola súčasťou predmetného výskumu. Ako taxonomicky najchudobnejšie sa ukazujú trichopterocenózy prameňov Chočských vrchov a Malej Fatry zastúpené iba 10, resp. 16 taxónmi a zároveň tu bol zaznamenaný aj najnižší druhový obrat. Tieto výsledky však môžu byť skreslené malým množstvom preskúmaných lokalít v týchto geomorfologických celkoch. Najvyššia gama diverzita bola zaznamenaná v Malých Karpatoch, čo sa prejavilo aj vo vysokej miere taxonomického obratu.

V geomorfologickom celku Biele Karpaty bola preskúmaná iba jedna lokalita - Prameň pod Vršatcom s piatimi taxónmi a do Obrázku 2 a Tabuľky 2 preto nebola zahrnutá. Faunisticky zaujímavým zistením z tejto lokality je výskyt vzácneho druhu *Synagapetus dubitans*. Tento limnoreofilný druh, vyskytujúci sa najmä v Strednej a Západnej Európe, je špecificky viazaný na pramene s kamenistým dnom a rovnako ako morfoloicky a funkčne podobný druh *Agapetus fuscipes* patrí medzi zoškrabávače (GRAF a kol. 2008). Zo severnej časti pohoria Biele Karpaty boli imága tohto druhu opísané na lokalitách ležiacich pri moravských obciach Valašské Klobouky a Nedašov, pričom išlo o prvonálezy pre Českú republiku (CHVOJKA a kol. 2009). Na Slovensku bol prvýkrát zaznamenaný v roku 2009 v blízkosti dvoch prameňov pri Dolnej Porube a Trenčianskych Tepliciach, ktoré momentálne predstavujú severovýchodnú hranicu jeho rozšírenia (LUKÁŠ a CHVOJKA 2011). Tento druh bol mimoriadne frekventovaný vo výskume prameňov vo Švajčiarsku, kde bol zaznamenaný až v polovici z nich (VON FUMETTI a kol. 2006). Vo Veľkej Fatre sme v desiatich prameňoch zaznamenali 20 taxónov, rovnako ako KRNO (1992), ktorý v tomto geomorfologickom celku v rokoch 1987-1988 preskúmal päť lokalít. Vyššia diverzita v pomere k počtu lokalít v jeho výskume sa dá vysvetliť ich častejším vzorkovaním a skutočnosťou, že v ňom boli odoberané vzorky aj z hypokrenálu. Druhové zloženie v eukrenálnych habitatoch v maloplošnom chránenom území Bukovinka, ktoré skúmal aj KRNO (1992), sa oproti súčasnej skladbe spoločenstva javí výrazne odlišne. V našom výskume sme ani v jednom z troch skúmaných prameňov na tejto lokalite nezaznamenali druhy *Potamophylax latipennis*, *Silo nigricornis*, *Beraea pullata* a *Ernodes articularis* a nevyskytovali sa v nich ani žiadne príbuzné druhy, za ktoré by sa dali pri determinácii zameniť. KRNO (1992) naopak na tejto lokalite nezaznamenal žiaden taxón z rodov *Rhyacophila*, *Tinodes*, *Hydropsyche* a *Sericostoma*. Spoločnými druhmi zistenými pri oboch výskumoch boli iba *Agapetus fuscipes* a *Plectrocnemia conspersa*, teda druhy zastúpené v prameňoch pomerne bežne. Tieto výrazné zmeny v taxonomickom zložení pravdepodobne súvisia so zmenami hydrologického režimu na lokalite, ktoré boli spôsobené zachytením týchto prameňov pre vodárenské účely.



**Obrázok 2.** Variabilita hodnôt alfa diverzity v jednotlivých geomorfologických celkoch (CV – Chočské vrchy, MF – Malá Fatra, MK – Malé Karpaty, MP – Muránska planina, NT – Nízke Tatry, SK – Slovenský kras, SR – Slovenský raj, SVR – Strážovské vrchy, TA – Tatry, VF – Veľká Fatra).

**Figure 2.** Variation in values of alpha diversity in geomorphological units (CV – Chočské vrchy Mts., MF – Malá Fatra Mts., MK – Malé Karpaty Mts., MP – Muránska planina Mts., NT – Low Tatras, SK – Slovak Karst, SR – Slovak Paradise, SVR – Strážovské vrchy Mts., TA – Tatras, VF – Veľká Fatra Mts.).

**Tabuľka 2.** Hodnoty priemernej alfa, beta a gama diverzity a počet skúmaných lokalít v jednotlivých geomorfologických celkoch.

**Table 2.** Values of mean alpha, beta and gamma diversity and number of sampled sites in studied geomorphological units.

Geomorfologický celok (Geomorphological unit)	Priemerná alfa diverzita (Mean alpha diversity)	Beta diverzita (Beta diversity)	Gama diverzita (Gamma diversity)	Počet skúmaných lokalít (Number of sampled sites)
Chočské vrchy	4,5	1,2	10	4
Malá Fatra	5,6	1,9	16	6
Malé Karpaty	4,9	5,5	32	14
Muránska planina	5,3	3,2	22	14
Nízke Tatry	5,5	3,7	26	10
Slovenský kras	3,2	7,1	26	21
Slovenský raj	7,6	2,8	29	8
Strážovské vrchy	3,3	5,1	20	9
Tatry	5,9	2,2	19	8
Veľká Fatra	5,6	2,6	20	10
<b>Celkovo / Overall</b>	<b>4,9</b>	<b>10,4</b>	<b>56</b>	<b>105</b>

## ZÁVER

Výskum taxonomického zloženia spoločenstiev potočnickov krasových prameňov Západných Karpát ukázal, že hoci je ich diverzita na úrovni samotných lokalít pomerne nízka, na regionálnej škále sa vyznačujú vysokým taxonomickým obratom. Toto zistenie odráža aj vysoká celková gama diverzita, ktorá predstavuje až štvrtinu druhov doposiaľ opísaných z územia Slovenska. Krasové pramene z tohto hľadiska teda skutočne predstavujú dôležité hotspots biodiverzity. Zloženie spoločenstiev jednotlivých prameňov je často unikátne, keďže mnohé druhy sa vyskytovali iba na jednej, či zopár skúmaných lokalitách. Jednotlivé krasové pramene je preto potrebné chrániť pred takým využívaním, ktoré by viedlo k ich zániku alebo drastickým hydromorfologickým zmenám, prostredníctvom ktorých by mohlo dôjsť k ochudobneniu alebo zániku unikátneho spoločenstva.

## POĎAKOVANIE

Poďakovanie patrí Mgr. Andrei Rúfusovej, PhD. za pomoc pri determinácii lariev potočnickov, Mgr. Alexandre Rogánskej, PhD., Mgr. Kataríne Gregušovej a ďalším študentom Katedry ekológie Príf. UK v Bratislave za pomoc pri odbere vzoriek a ich laboratórnom spracovaní. Výskum bol uskutočnený s podporou projektu VEGA 1/0255/15: „Štruktúra spoločenstiev a životné stratégie makrozoobentosu v krasových prameňoch Západných Karpát“.

## LITERATÚRA

- BERACKO, P. – SÝKOROVÁ, A. – ŠTANGLER, A., 2012. Life history, secondary production and population dynamics of *Gammarus fossarum* (Koch, 1836) in a constant temperature stream. *Biologia*, 67(1): 164–171.
- BOTTAZZI, E. – BRUNO, M. C. – PIERI, V. – DI SABATINO, A. – SILVERI, L. – CAROLLI, M., – BOTTOVÁ, K. – DERKA, T., 2013. Life cycle and secondary production of mayflies and stoneflies in a karstic spring in the West Carpathians. *Annales Zoologici Fennici*, 50: 176–188.
- CANTONATI, M. – FÜREDER, L. – GERECKE, R. – JÜTTNER, I. – COX, E. J., 2012. Crenic habitats, hotspots for freshwater biodiversity conservation: toward an understanding of their ecology. *Freshwater Science*, 31(2): 463–480.
- CANTONATI, M. – GERECKE, R. – BERTUZZI, E., 2006. Springs of the Alps–sensitive ecosystems to environmental change: from biodiversity assessments to long-term studies. *Hydrobiologia*, 562(1): 59–96.
- EDINGTON, J. M. – HILDREW, A. G., 1995. A revised key to the caseless caddis larvae of the British Isles with notes on their ecology. *Freshwater Biological Association Publication* 53: 1-134.
- ERMAN, N. A. – ERMAN, D. C., 1995. Spring permanence, Trichoptera species richness, and the role of drought. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 68: 50–64.
- GLAZIER, D.S., 1998. Springs as model systems for ecology and evolutionary biology: a case study of *Gammarus minus* Say (Amphipoda) in mid-Appalachian springs differing in pH and ionic content. In: BOTOSANEANU, L. (ed.) *Studies in crenobiology: the biology of springs and springbrooks*: 41–54.
- GRAF, W. – MURPHY, J. – DAHL, J. – ZAMORA-MUÑOZ, C. – LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M. J., 2008. *Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms. Volume 1 - Trichoptera*. Pensoft Publishers, Sofia-Moscow, 388 pp.
- HABDIJA, I. – RADANOVIĆ, I. – PRIMC-HABDIJA, B. – ŠPOLJAR, M., 2002. Vegetation cover and substrate type as factors influencing the spatial distribution of trichopterans along a karstic river. *International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology*, 87(4): 423–437.

- HAVIAROVÁ, D., 2007. Výskum krasových vôd z pohľadu ochrany jaskýň na Slovensku. Podzemná voda, 13(2): 153–161.
- HOLZENTHAL, R. W. – BLAHNIK, R. J. – PRATHER, A. L. – KJER, K. M., 2007. Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. Zootaxa 1668: 639–698.
- CHERTOPRUD, M. V., 2011. Diversity and classification of rheophilic communities of macrozoobenthos in middle latitudes of European Russia. Biology Bulletin Reviews, 1(3): 165–184.
- CHUZHEKOVA, T. A., 2016. Structural and functional features of macrozoobenthos communities in spring brooks of Middle Volga Basin. Dizertačná práca, Saint Petersburg State University.
- CHVOJKA, P., 1993. New data on the caddisfly fauna (Trichoptera, Insecta) of Slovakia from the East Carpathians. Biologia 48(2): 217–221.
- CHVOJKA, P. – KOMZÁK, P. – ŠPAČEK, J., 2009. New faunistic records of Trichoptera (Insecta) from the Czech Republic, III. Acta Musei Moraviae, Scientiae biologicae, 94: 81–85.
- CHVOJKA, P. – ŠPAČEK, J. – KOMZÁK, P. – LUKÁŠ, J., 2016. New faunistic records of Trichoptera from the Czech Republic and Slovakia. Klapalekiana, 52: 43–46.
- ILMONEN, J. – PAASIVIRTA, L. – VIRTANEN, R. – MUOTKA, T., 2009. Regional and local drivers of macroinvertebrate assemblages in boreal springs. Journal of Biogeography, 36(5): 822–834.
- KOZÁČEKOVÁ, Z. – DE FIGUEROA, J. M. T. – LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M. J. – BERACKO, P. – DERKA, T., 2009. Life history of a population of *Protonemura intricata* (Ris, 1902) (Insecta, Plecoptera) in a constant temperature stream in Central Europe. International Review of Hydrobiology, 94(1): 57–66.
- KRNO, I., 1982. Typológia tečúcich vôd a prameňov povodia rieky Belej na základe taxocenóz pošvatiek (Plecoptera). Zborník prác o Tatranskom národnom parku, 23: 193–196.
- KRNO, I., 1992. Makrozoobentos pramenísk v CHKO Veľká Fatra. Ochrana prírody, 1: 107–116.
- KRNO, I., 1994. Pošvatky (Plecoptera) Bielych Karpát (Stoneflies (Plecoptera) of the White Carpathians), Acta Musealia, 5: 5–11.
- KRNO, I., 1996. Ecological factors influence on Stoneflies distribution in various river basins of the Slovenský kras (karst) mountain range biosphere reserve. Ekológia, 15: 261–281.
- KRNO, I., 2007. Príspevok k poznaniu taxocenóz potočnickov (Trichoptera) tečúcich vôd Národného parku Slovenský kras. Biosférické rezervácie na Slovensku 7, 133–139.
- LENCIONI, V., 2004. Survival strategies of freshwater insects in cold environments. Journal of Limnology, 63(1): 45–55.
- LINDEGAARD, C. – BRODERSEN, K. P. – WIBERG-LARSEN, P. – SKRIVER, J., 1998. Multivariate analyses of macrofaunal communities in Danish springs and springbrooks. In Studies in Crenobiology. Leiden, Backhuys: 201–219.
- LUKÁŠ, J. – CHVOJKA, P., 2011. New faunistic records of Trichoptera from Slovakia. Klapalekiana, 47: 115–117.
- MACKAY, R. J. – WIGGINS G. B., 1979. Ecological diversity in Trichoptera. Annual Review of Entomology, 24: 185–208.
- MARTIN, P. – BRUNKE, M., 2012. Faunal typology of lowland springs in northern Germany. Freshwater Science, 31: 542–562.
- MORI, N. – BRANCELJ, A., 2006. Macroinvertebrate communities of karst springs of two river catchments in the Southern Limestone Alps (the Julian Alps, NW Slovenia). Aquatic Ecology, 40: 69–83.
- MORSE, J. C., 2003. Trichoptera (Caddisflies). In Resh, V. H. - Carde, R. T. (eds.), Encyclopedia of Insects: 1145–1151.
- RÁDKOVÁ, V. – BOJKOVÁ, J. – KŘOUPALOVÁ, V. – SCHENKOVÁ, J. – SYROVÁTKA, V. – HORSÁK, M., 2014. The role of dispersal mode and habitat specialisation in metacommunity structuring of aquatic macroinvertebrates in isolated spring fens. Freshwater biology, 59(11): 2256–2267.
- SCARSBROOK, M. R. – BARQUÍN, J. – GRAY, D. P., 2007. New Zealand coldwater springs and their biodiversity. Science for Conservation, 278, 72 pp.
- STANFORD, J. A. WARD, J.V., ELLIS, B. K 1994. Ecology of the alluvial aquifers of the Flathead River, Montana. Groundwater Ecology: 367–388.

- ŠPORKA, F. (Ed.), 2003. Vodné bezstavovce (makrovertebráta) Slovenska, súpis druhov a autekologické charakteristiky. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, 590 pp.
- SZCZESNY, B., 1978. Larvae of the subfamily Drusinae (Insecta: Trichoptera) from the Polish part of the Carpathian Mts. *Acta Hydrobiologica*, 20(1): 35-53.
- VENI, G. – DUCHENE, H. – CRAWFORD, N. C. – GROVES, C. G. – HUPPERT, G. N. – KASTNING, E. H. – WHEELER, B. J., 2001. Living with karst: a fragile foundation. American Geological Institute, Alexandria, 69 pp.
- VON FUMETTI, S. – BLATTNER, L., 2016. Faunistic assemblages of natural springs in different areas in the Swiss National Park: a small-scale comparison. *Hydrobiologia*, 793(1): 1–10.
- VON FUMETTI, S. – NAGEL, P. – SCHEIFHACKEN, N. – BALTES, B., 2006. Factors governing macrozoobenthic assemblages in perennial springs in north-western Switzerland. *Hydrobiologia*, 568(1): 467-475.
- WARINGER, J. – GRAF, W., 2011. Atlas der Mitteleuropäischen Köcherfliegenlarven. Erik Mauch verlag, Dinkelscherben, 468 pp.
- WIGGINS, G. B., 2004. Caddisflies: The Underwater Architects. University of Toronto Press, Toronto, 292 pp.