

Zdeněk Adámek, Jaroslav Raušer

Príspevek k otázce čistoty vodních toků Moravského krasu na příklade studia fauny jepic (Ephemeroptera) a pošvatek (Plecoptera)

V současné době patří Moravský kras k velmi atraktivním územím nejen Jihomoravského kraje, ale celé ČSSR. Průměrná roční návštěva tohoto území se pohybuje kolem 550 000 návštěvníků domácích a 80 000 ze zahraničí. Vedle turistiky přístupných jeskyní je to i hojně navštěvovaný krasový povrch, který svými formami reliéfu nemá obdoby na území ČSR. Nedílnou složkou krajinné sféry jsou i vodní toky, které vytvořily v minulosti rozsáhlé jeskynní systémy krasového podzemí. Tento modelační faktor je v současné době stále více narušován antropickými zásahy, především odpady (hlavně kanalizace) z obcí, které leží na tocích, vtékajících do krasového podzemí. Tímto nabývá otázka znečišťování podzemních prostor na své důležitosti nejen z hlediska praktického, nýbrž i rekreačního proto, že některé z vodních toků, jako např. Punkva, jsou důležitou podzemní trasou pro dopravu návštěvníků jeskyň a leží přitom na tocích, které jsou znečišťovány sídly.

V našem příspěvku se zabýváme dvěma skupinami zoobentosu, které lze považovat za dobré indikátory znečištění. Jsou to jepice (Ephemeroptera) a pošvatky (Plecoptera). Na většině vodních toků Moravského krasu se významně podílejí na složení fauny dna.

1. Historie výzkumu

Výzkum obou složek bentické fauny se dosud omezil převážně jen na zprávy faunistického a zoogeografického rázu. Souborná publikovaná studie o fauně jepic (Ephemeroptera) z území Moravského krasu dosud chybí. Na Křtinském potoce sledoval jepice Zelinka (1951) při studiu druhu *Ephemerella* (Torleya) major (Klp.) a Sukop (1973). Sukop zjistil 18 druhů jepic, z toho 15 druhů jsme zjistili v tocích Moravského krasu při výzkumu v roce 1974—75. Saprobiologií řeky Punkvy na základě rozborů zoobentosu sledoval Adámek (1976a) při studiu vlivu vod vypouštěných z pstruhařství Skalní Mlýn. Komplexní studií jepic tohoto území se v poslední době zabýval Adámek (1974, 1976b).

Také o pošvatkách (Plecoptera) jsou zprávy rozptýlené v odborné literatuře. Prvé údaje z tohoto území pocházejí až z poválečného období (Raušer 1956a), v systematických studiích některých obtížných rodů, jako je rod *Leuctura* (Raušer 1956a) a rod *Protonemura*

(Raušer 1956b). V rámci synekologické charakteristiky z území ČSSR i Evropy (Raušer 1964, 1971), jsou uváděny i příklady z Moravského krasu. Soustavná studie tohoto hmyzího řádu tohoto území však schází.

2. Stručná charakteristika zkoumaných profilů

Na území Moravského krasu bylo vyšetřeno celkem 11 profilů, které charakterizují poměry vodního prostředí v severní a střední části této oblasti. Dva z nich (Lipovecký potok a Bílá Voda u Holštejna) leží severně v okrajové styčné zóně mezi kulmem Dražanské vrchoviny a devonskými vápenci. Pro informaci je uvedeno u každé lokality zkratkou severní (sMk) a střední (stMk) část Moravského krasu. Čísla lokalit jsou pak uvedena i v následující faunistické části (kap. 3). Jde o následující vyšetřené profily:

1. Lipovecký potok (sMk) u Holštejna je malým vodním tokem s velkými vodními výkyvy (v létě suchý). Řečiště leží na kulmských horninách a kameny jsou porostlé hojně mechem *Fontinalis antipyretica*. Teplotné výkyvy jsou značné, dosahují hodnot přes 13,5 °C.

2. Bílá Voda (sMk) u Holštejna je tokem, dosahujícím šířky 8–10 m. Je na stejném podloží jako předchozí tok, ale s vyššími teplotními výkyvy (až 17,4 °C) a s celoročním (v létě velmi malým) průtokem. Kamení dna jsou ojediněle porostlé mechem *Fontinalis antipyretica* a *Batrachium fluitans*.

3. Sloupský potok (sMk) leží na devonských vápencích pod obcí Sloup v Moravském krasu. Koryto v létě zcela vysychá. Teploty vody dosahují již v květnu hodnot nad 21 °C. Řečiště je znečištěno pevnými antropickými odpady. Osídlení toku po vyschnutí se děje pravděpodobně každoročně driftem.

4. Macošská trať (Punkva, sMk) je dosud jediný sledovaný profil v podzemí (Amatérská jeskyně). Dno je tvořeno pohyblivými i sítrem zpevněnými kulmskými valouny, šterkem a šterčíkem. Producenti v profilu prakticky scházejí. Teplota vody vykazuje zcela malé výkyvy (jen 3,9 °C mezi nejnižší a nejvyšší naměřenou teplotou). Afotické prostředí ovlivňuje negativně i skladbu bentosu.

5. Jalové koryto (Punkva, sMk) na dně propasti Macocha je tokem ve specifických podmínkách inverzní polohy. Ostrohranné vápencové balvany jsou porostlé hlavně mechem *Platyhypnidium rivularae*. Teplotní výkyv v průběhu roku je podstatně vyšší (10,5 °C).

6. Tunel (Punkva, sMk) je uměle vybudovaným výtokem vod z krasového podzemí na dně Pustého žlebu. Balvany jsou hustě pokryty převážně mechem *Conocephalum conicum*. Inverzní poloha toku v Pustém žlebu příznivě ovlivňuje i celoroční teplotní výkyv vody (7,8 °C), což se odráží i ve skladbě zoobentosu.

7. Punkva — Skalní Mlýn (nad pstruhařstvím) má charakter podhorského toku (sMk) s poměrně malými teplotními výkyvy (8,8 °C) v poněkud již rozšířené údolní nivě toku. Balvany a valouny mají obdobnou flóru jako předchozí profil č. 6.

8. Punkva — Skalní Mlýn (pod pstruhařstvím) je po stránce abio-

tické složky i vegetace podobný předchozí lokalitě. Byl vybrán proto, aby byly sledovány změny působené tímto rybářským zařízením.

9. Křtinský potok (sMk) u Býčí skály nad soutokem s výtokem Jedovnického potoka z podzemí. Balvany jsou porostlé vláknitými řasami.

10. Křtinský potok (stMk) u Adamova má charakter podhorské říčky při východním okraji vápencového území. Dno je bez vyšší vodní vegetace (jen ojediněle mechy) a má celoroční stálý průtok.

11. Jedovnický potok (stMk) pod výtokem z podzemí. Teplota vody na této lokalitě vykazuje jen malé výkyvy v průběhu roku.

3. Faunistický přehled druhů.

Na sledovaných profilech bylo zjištěno celkem 53 druhů jepic a pošvatek, z nichž některé jsou ekologicky i zoogeograficky velmi zajímavé. Přehled je sestaven systematicky. Nálezy v Moravském krase (dále Mk) jsou uvedeny samostatně s čísly lokalit se zkratkami vz. = vzácný, hoj. = hojný, E = ekologie druhu a R = jeho rozšíření zeměpisné.

Jepice (Ephemeroptera).

Na zkoumaném území bylo zjištěno celkem 30 druhů jepic, z nichž celá řada jsou druhy vzácné nebo nové pro tuto oblast, jiné jsou ekologicky i zoogeograficky velmi zajímavé. K vzácným druhům Moravského krasu patří: *Centroptilum pennulatum*, *Ecdyonurus insignis*, *Ecdyonurus submontanus*, *Heptagenia affinis*, *Paraleptophlebia wernerii*, *Siphonurus armatus* aj. Abiotické podmínky prostředí, hlavně nízká teplota, přispěly k tomu, že na četných lokalitách se vyskytují druhy hornatin (*Baetis alpinus*, *Rhithrogena semicolorata* aj.). Převážná většina druhů však patří k typickým taxonům pahorkatin a vrchovin.

Siphonurus armatus (Etn.)

E: Toky pahorkatin a nižších vrchovin, zasahuje i do nížin. Řídce se vyskytující druh.

R: Řídce až ojediněle na málo lokalitách střední a severní Evropy a na Britských ostrovech.

Mk: Velmi vz., ojediněle nález na lok. 1.

Baetis rhodani (Pict.)

E: Toky pahorkatin a vrchovin, hojný druh.

R: Střední Evropa, na jihu vzácnější, jinak všude běžný.

Mk: Velmi hoj., lok 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11.

Baetis vernus Curt.

E: Tekoucí vody pahorkatin a vrchovin, zasahuje však i do hornatin a nížin, hojný druh.

R: Severní a střední Evropa, na jihu hlavně ve vyšších polohách.

Mk: Výskyt ojedinělý, avšak na více lokalitách (1, 2, 3, 5, 8, 10, 11).

Baetis lutheri Müller-Liebenau

E: Větší podhorské říčky. Vzhledem k tomu, že jde o poměrně nedávno popsany druh, je o jeho rozšíření zatím málo údajů. Z nálezů na jiných moravských lokalitách však lze soudit, že je to druh poměrně běžný.

R: Střední Evropa.

Mk: Vz., zjištěn na lok. 1, 5, 10, 11.

Baetis alpinus (Pict.)

E: Prudce tekoucí řeky a potoky hornatin a vrchovin, hojný druh.

R: Střední Evropa, centrum rozšíření v Alpách a Karpatech.

Mk: Poměrně vz., lok. 3, 7, 9, 10, 11.

Baetis bioculatus L. et *scambus* Etn.

Larvy těchto druhů nelze od sebe bezpečně rozlišit, proto jsou uváděny společně.

E: Toky pahorkatin, hojně.

R: *B. bioculatus* — eurasijský druh, *B. scambus* — severní a střední Evropa.

Mk: Porůznu na lok. 2, 3, 5, 6.

Baetis niger (L.)

E: Tekoucí vody s výjimkou větších nížinných toků, poměrně vz.

R: Téměř celá Evropa.

Mk: Vz., jen lok. 10.

Baetis pumilus (Burm.).

E: Podobně jako *B. niger*, je však hojnější.

R: Celá Evropa.

Mk: Poměrně hoj., lok. 1, 2, 3, 6, 8.

Centroptilum luteolum (Müller)

E: Řeky a potoky pahorkatin a vrchovin, méně hojný druh.

R: Centrum střední a severní Evropa, na jihu jen v hornatinách severní Itálie a Balkánu.

Mk: Běžný druh jen na lok. 1.

Centroptilum pennulatum Etn.

E: Jako *C. luteolum*, řídce rozšířený druh.

R: Celá Evropa.

Mk: Pouze na lok. 1, vz.

Rhithrogena semicolorata (Curt.)

E: Toky nižších hor, vrchovin a pahorkatin, hojný druh.

R: Střední a jižní Evropa.

Mk: Hoj., lok. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11. Zajímavý je nález na podzemním toku Punkvy v Amatérské jeskyni (Macošská trať).

Heptagenia lateralis (Curt.)

E: Potoky a potůčky pahorkatin, zasahuje i do nížin a do hor.

R: Centrum střední Evropa, jinak kromě Skandinávie celá Evropa.

Mk: Hoj., zajímavé jsou nálezy na podzemním toku Punkvy v Amatérské jeskyni (Macošská trať). Dále zjištěna na lok. 1, 2, 5, 6, 7.

Heptagenia affinis (Etn.)

E: Podhorské řeky, poměrně vzácný druh.

R: Střední a severní Evropa (známo jen několik lokalit).

Mk: Ojedinělý nález na lok. 2, vz.

Ecdyonurus insignis (Etn.)

E: Jako *E. fluminum*, je však vzácnější.

R: Střední Evropa, na sever sahá areál do jižní Anglie, dále jižní Polsko, Belgie, na jihu Pyreneje, Švýcarsko, Rakousko, Jugoslávie, Bulharsko.

Mk: Vz. na lok. 1.

Ecdyonurus fluminum (Pict.)

E: Větší řeky pahorkatin a okraje nížin, méně hojný.

R: Střední Evropa.

Mk: Vz. na lok. 2 a 3.

Ecdyonurus dispar (Curt.)

E: Toky pahorkatin, středně hojný druh.

R: Střední Evropa, Velká Británie, Pyreneje, severní Itálie.

Mk: Vz. na lok. 1, 2, 3, 6, 8.

Ecdyonurus submontanus Landa

E: Podhorské potoky a říčky.

R: Zatím jen ČSSR.

Mk: Druh, popsáný Landou poměrně nedávno. Zdá se však, že je poměrně častý. Zjištěn na lok. 9 a 11.

Ecdyonurus torrentis Kimm.

E: Potoky pahorkatin s kamenitým dnem.

R: ČSSR, Velká Británie, Polsko, NDR, NSR.

Mk: Dostí vz., lok. 2 a 3.

Ecdyonurus venosus (Fabr.)

E: Říčky a potoky hor a vrchovin, hojný druh.

R: Střední Evropa.

Mk: Hoj., zjištěn na lok. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

Ecdyonurus subalpinus (Klp.)

E: Potůčky a stružky pahorkatin, vrchovin a nížin.

R: Střední Evropa.

Mk: Lze předpokládat, že ve studovaném území je poměrně běžným druhem, lok. 1 a 3.

Ephemerella (E.) ignita (Poda).

E: Čisté tekoucí vody vrchovin a nížin, hojný druh.

R: Hlavně střední Evropa, jinak v celé Evropě vyjma nejjižnějších částí.

Mk: Hoj., zjištěna na lok. 2, 3, 7, 8.

Ephemerella (E.) notata Etn.

E: Větší proudné toky, poměrně řídkce rozšířený druh.

R: Nesouvisle téměř po celé Evropě.

Mk: Vz., lok. 7 a 10.

Ecdyonurus torrentis Kimm.

E: Potoky pahorkatin s kamenitým dnem.

R: ČSSR, Velká Británie, Polsko, NDR, NSR.

Mk: Dostí vz., lok. 2 a 3.

Ecdyonurus venosus (Fabr.)

E: Říčky a potoky hor a vrchovin, hojný druh.

R: Střední Evropa.

Mk: Hoj., zjištěn na lok. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

Ecdyonurus subalpinus (Klp.)

E: Potůčky a stružky pahorkatin, vrchovin a nížin.

R: Střední Evropa.

Mk: Lze předpokládat, že ve studovaném území je poměrně běžným druhem, lok. 1 a 3.

Ephemerella (E.) ignita (Poda)

E: Čisté tekoucí vody vrchovin a nížin, hojný druh.

R: Hlavně střední Evropa, jinak v celé Evropě vyjma nejjižnějších částí.

Mk: Hoj., zjištěna na lok. 2, 3, 7, 8.

Ephemerella (E.) notata Etn.

E: Větší proudné toky, poměrně řídkce rozšířený druh.

R: Nesouvisle téměř po celé Evropě.

Mk: Vz., lok. 7 a 10.

Ephemerella (Chitonophora) krieghoffi (Ulm.)

E: Toky nižších vrchovin a pahorkatin, poměrně běžný druh.

R: ČSSR, Belgie, Polsko, NSR, Rumunsko.

Mk: Jen ojedinele, lok. 6. a 10.

Caenis macrura Steph.

E: Potoky a řeky pahorkatin, hojný druh.

R: Celá Evropa, vyjma nejjižnější a nejsevernější části.

Mk: Méně hoj., lok. 1, 2, 8.

Paraleptophlebia submarginata (Steph.)

E: Toky pahorkatin, hojný druh.

R: Střední a severní Evropa.

Mk: Běžný druh, lok. 1, 2, 3.

Paraleptophlebia cincta (Retz.)

E: Podhorské toky, řídce se vyskytující druh.

R: Transpalearktický druh, centrum severoevropské nížiny.

Mk: Velmi vz., chyceny 2 exempláře na lok. 2.

Paraleptophlebia wernerii Ulm.

E: Stojaté a pomalu tekoucí vody pahorkatin a nížin, poměrně vzácný druh.

R: Střední a severní Evropa.

Mk: Velmi vz., jediný exemplář na lok. 7.

Habroleptoides modesta (Hagen)

E: Stružky a potoky s kamenitým dnem, hlavně pahorkatiny a hory, hojný druh.

R: Centrum střední Evropa, hory a pahorkatiny jižní Evropy.

Mk: Velmi hoj., lok. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8.

Habrophlebia fusca (Curt.)

E: Podhorské a nížinné potoky a říčky, středně hojný druh.

R: Střední Evropa.

Mk: Poměrně běžný druh, avšak méně hojný než *H. lauta*, lok. 1, 2 a 11.

Habrophlebia lauta Etn.

E: Potoky a říčky pahorkatin, vrchovin a hor, hojný druh.

R: Severní a střední Evropa, na jihu jen v horách Bulharska a Jugoslávie.

Mk: Běžný druh, lok. 1, 2, 3, 11.

Pošvatky (Plecoptera)

Na území Moravského krasu bylo zjištěno celkem 23 druhů této amfibiické hmyzí skupiny. Mezi druhy nebyl zjištěn žádný taxon, typický

jen pro nížiny. Jako u jepic se setkáváme i zde s chladně stenothermními druhy hornatin a pahorkatin, indikujícími oligosaprobitu a xenosaprobitu. Mezi zjištěnými druhy je zajímavý nález druhu *Diura bicaudata*, donedávna nesprávně považovaného za glaciální relik. Tento druh je představitelem chladné stenothermní, vývojově starší fauny Moravského krasu podobně jako z pakomárů (*Chironomidae*) druh *Pseudodiamesa branickii* (Norv.) aj. Řada druhů je nových pro toto území krasu. Svým výskytem jsou zajímavé druhy rodu *Protonemura*, náročné na kvalitu vody, a *Capnia bifrons*, vertikálně omezený druh na malé toky pahorkatin a nižších hornatin. Svým zeměpisným rozšířením jsou zajímavé některé druhy rodu *Nemoura* (vyjma *N. cinerea* Retz.).

Diura bicaudata (L.)

E: Řeky a potoky pahorkatin, potoky vyšších pahorkatin se značným vertikálním rozšířením (300—2100 m). Vyskytuje se i na okraji vysokotatranských jezer. Rozšířena v xeneosaprobii a oligosaprobii. Larvy dávají přednost malým, chladně stenothermním, rychle tekoucím potokům zalesněných hornatin smrkového stupně. V nižších polohách na lokalitách inverzního charakteru.

R: Cirkumboreální druh, který schází v Alpách, kde je pravděpodobně nahrazen druhu rodu *Dictyogenus*.

Mk: Význačný nález, doplňující charakteristiku chorologicky i chronologicky zajímavých chladnomilných souborů bentosu krasových vod. Oj. na lok. 3.

Perlodes microcephala (Pict.)

E: Potoky pahorkatin a řeky a potoky hornatin. Těžiště rozšíření je v oligosaprobii, tento druh je také bohatě zastoupen v xenosaprobii.

R: Hornatiny a pahorkatiny střední Evropy.

Mk: Hoj., lok. 1, 3, 6, 7, 8, 10.

Isoperla grammatica (Poda)

E: Druh malých, rychle tekoucích potoků nížin a větších toků (řek a potoků) pahorkatin. V jedlo-bukovém stupni (nad 600 m) je vystřídán druhem *Is. oxylepis*. Vyskytuje se též v betamezosaprobii, ačkoliv těžiště leží v oligosaprobii.

R: Vyjma Balkánský poloostrov v Evropě široce rozšířený druh.

Mk: Hoj., lok. 1, 2, 10.

Isoperla oxylepis (Desp.)

E: Larvy se vyskytují od xenosaprobie po betamezosaprobii s těžištěm v oligosaprobii.

R: Typický druh středoevropských pahorkatin na sever od Alp.

R: Typický druh středoevropských pahorkatin na sever od Alp. Ve směru vertikálním je jeho areál na spodní hranici rozšíření nahrazen druhem *Is. grammatica*, na horní hranici v západní Evropě druhem *Is. goertzi*, ve střední a východní Evropě druhem *Is.*

sudetica. Severní hranice rozšíření souhlasí s jižní hranicí maximálního zalednění v pleistocenu.

Mk: Velmi hoj., lok. 1, 6, 10.

Chloroperla tripunctata (Scop.)

E: Larvy dávají přednost čistým potokům pahorkatin a vyskytují se až do výšky 1100 m. Vůči podmínkám stanoviště citlivý druh.

R: V pleistocenu nezaledněné oblasti Evropy hojný druh.

Mk: Ojediněle, lok. 2.

Siphonoperla torrentium Pict.

E: Larvy hlavně v malých, čistých potocích a řekách pahorkatin. Vyskytují se do výšky 950 m, kde jsou vystřídány larvami druhu *S. neglecta*. Patří k nejhojnějším, místy masově se vyskytujícím druhům pošvatek.

R: V pleistocenu nezaledněná střední a jižní Evropa.

Mk: Hoj., lok. 1, 2, 3, 10.

Perla burmeisteriana Claass.

E: Druh široce rozšířený v potocích pahorkatin a nížin. Také v řekách pahorkatin. Vyskytuje se pod dolní hranicí areálu *P. marginata*. Druh málo citlivý vůči podmínkám stanoviště. Byl nalezen též v alfamezosaprobítě (Váh u Ružomberku). Místy velmi hojný.

R: V Evropě, která v pleistocenu nebyla zaledněna.

Mk: Ojediněle, lok. 2.

Brachyptera seticornis (Klap.)

E: Nejhojnější druh rodu *Brachyptera*. V pahorkatinách a hornatinách na menších tocích často hromadně. Zjištěn též ve výše položených krasových oblastech (Severomoravský a Severoslovenský kras). Dává přednost oligosaprobním tokům před xenosaprobními.

R: Již. a stř. Evropa v pahorkatinách a hornatinách. Na sever po hranici maximálního pleistocenního zalednění.

Mk: Dosud nebyl znám, ojediněle na lok. 1, 2.

Amphinemura triangularis Ris

E: Jarní druh, který se zdá být hojnější v nižších polohách než v hornatinách. Zpravidla se vyskytuje s druhem *A. sulcicollis*, který však dosud v Moravském krase nebyl nalezen. Má značné vertikální rozšíření (150—950 m. n. m.), hlavně v oligosaprobních tocích.

R: Záp., stř. a již. Evropa jižně od hranice maximálního kontinentálního zalednění. Všeobecně méně hojný druh než *A. sulcicollis*.

Mk: V Moravském krase hojně rozšířená *Amphinemura*, lok. 5, 6, 10.

Nemoura cinerea (Retz.)

E: Jeden z málo druhů Plecopter, který se vyskytuje v nejrůznějších vodních typech. V Evropě jak v hornatinách, tak i v nížinách v roz-

mezi 150—1500 m. Vůči stanovištním podmínkám málo citlivý druh. Nevyskytuje se však ve všech asociacích Plecopter. Zdá se být progresivním druhem tam, kde ostatní druhy rodu *Nemoura* scházejí. Tak se vyskytuje jako jediný druh pošvatek v předhradních nádržích, na rybnících apod. Spolu s *Nemurella picteti* je dominantní v helokrenech.

R: Celá Evropa.

Mk: Hoj., lok. 1, 2, 5.

Nemoura cambrica Steph.

E: Larvy žijí v malých tocích pahorkatin a nižších vrchovin a hornatin. Vzácně se vyskytují nad 900 m. Ekotopy podobné jako u *Nemoura marginata*. Vzácně ve vyšších hornatinách. Místy, jako je tomu v Moravském krase, se vyskytuje hromadně.

R: Typický středoevropský druh.

Mk: Velmi hoj., lok. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10.

Nemoura fulviceps Klap.

E: Podobně jako *Nemoura flexuosa* druh malých toků pahorkatin a hornatin. V hornatinách vzácný. Z území krasu nebyl dosud známý. Reprezentuje velmi dobrou oligosaprobii.

R: Střední a jižní Evropa po hranici maximálního pleistocenního zalednění.

Mk: Hoj., lok. 1, 2, 5, 10.

Nemoura marginata Pict.

E: Druh malých potoků pahorkatin s podobným rozšířením jako *Nemoura cambrica*. Larvy převážně v oligosaprobniích potocích s kamenitým dnem. Často na rheokrenních pramenech.

R: Střední Evropa.

Mk: Nový druh pro Moravský kras, i když z několika lokalit Brněnské vrchoviny byl známý. Ojedinele na lok. 1.

Nemoura flexuosa Aub.

E: Druh malých oligosaprobniích toků pahorkatin a nižších hornatin. Ve vyšších hornatinách chybí. Typický taxon pro středoevropský pás listnatých lesů.

R: Střední a severní Evropa.

Mk: Dosud nebyl známý, velmi hoj., lok. 1, 2, 7, 8, 10.

Nemurella picteti Klap.

E: Hojný druh pramenů a stojatých vod. Často ve společnosti s *Nemoura cinerea*. Je rázovitý pro xenosaprobnií prameny a pramenné stružky.

R: Celá Evropa.

Mk: Dosud neuváděn, ojedinele na lok. 1.

Protonemura praecox (Mort.)

E: Jarní druh nížinných a pahorkatinných toků (potoky a říčky), jen místy hojný. Larvy dávají přednost menším tokům, bohatým na listový odpad s čistou, rychle tekoucí vodou. Vertikální rozšíření, podobně jako na Britských ostrovech (Hynes 1941), leží mezi 250—690 m. Jak ukázal již Mertens (1923), vyhýbá se znečištěným tokům. Druh charakterizuje dobrou oligosaprobii. Naše ekologické pozorování souhlasí s Mertensovými (1923), Schönemundovými (1924), Kührtreiberovými (1934) a Hynesovými (1941).

R: Střední Evropa a britské ostrovy jižně od hranice maximálního pleistocenního zalednění.

Mk: V potocích se zdá být tento druh dosti hojný, lok. 6, 10.

Protonemura intricata Ris

E: Patří k nejhojnějším druhům rodu *Protonemura*. Osídluje biotopy rozdílné povahy. Vyskytuje se jak v nížinných potocích, tak i v tocích hornatin až do výšky asi 700 m. Ve vyšších polohách buď schází, nebo se vyskytuje zcela vzácně. Z krasových území dosud neuváděn. Jde o typický oligosaprobni druh.

R: V Evropě, nezaledněné v pleistocénu, široce rozšířený taxon.

Mk: Nepatří k hojným druhům, lok. 6, 10.

Protonemura nitida (Steph.)

E: Podzimní druh, místy na malých tocích nížin a pahorkatin hojný. Ze všech druhů rodu *Protonemura* snáší jisté znečištění toků. Osídluje biotopy rozličné kvality: oligosaprobni se šterkovitým dnem a se značnou rychlostí proudu, tak i betamezosaprobni s detritem a tlejícím listím, které jsou vystaveny značné insolaci. Místy se vyskytuje hromadně. Podobně jako u larev rodu *Amphinemura* je tělo larev pokryto často bahnem.

Mk: V literatuře neuváděný, avšak známý taxon, velmi hoj., lok. 5, 6, 10.

Capnia bifrons (New.)

E: Druh malých nížinných a pahorkatinných toků. Ve vyšších pahorkatinách (nad 550 m) a v hornatinách schází. Je nejhojnějším příslušníkem čel. *Capniidae* a v nižších polohách. Vůči stanovištním podmínkám méně citlivý druh. Jako převážná většina larev *Plecoptera* hlavně v oligosaprobniích tocích.

R: Severně od Alp až po jižní Švédsko (Skåne), v záp., stř. a vých. Evropě (PLR, záp. SSSR) rozšířený druh.

Mk: Dosud neznámý, ačkoliv v širším brněnském okolí hojný druh. Velmi hoj., lok. 1, 2, 3, 6, 7.

Leuctra albida Kempny

E: V pahorkatinách v malých potocích s kamenitým dnem. Velmi hojný druh, snášejší podobně jako *L. fusca* jisté znečištění.

R: Střední Evropa (až po Rumunsko).

Mk: Velmi hoj., lok. 2, 6, 7, 8, 10.

Leuctra hippopus Kempny

E: Z pahorkatin do hornatin v malých čistých, rychle tekoucích potocích známý druh. Larvy se vyskytují jak v xenosaprobii, tak i v oligosaprobii.

R: Celá Evropa.

Mk: Velmi hoj., lok. 1, 2, 3, 6, 7, 8, 10.

Leuctra prima Kempny.

E: Předjarní druh pahorkatin a hornatin. Vůči čistotě vody málo citlivý druh.

R: Typický představitel středoevropských pahorkatin.

Mk: Ojediněle, lok. 6, 10.

Leuctra inermis Kempny

E: Druh se značným vertikálním rozšířením. Pravidelně se vyskytuje s *L. hippopus* v potocích pahorkatin a hornatin ve výškách 350—1200 m. V horách vzácnější. Zde je nahrazen vikarizujícím druhem *L. rauseri*. Více v oligosaprobniích než v xenosaprobniích vodách.

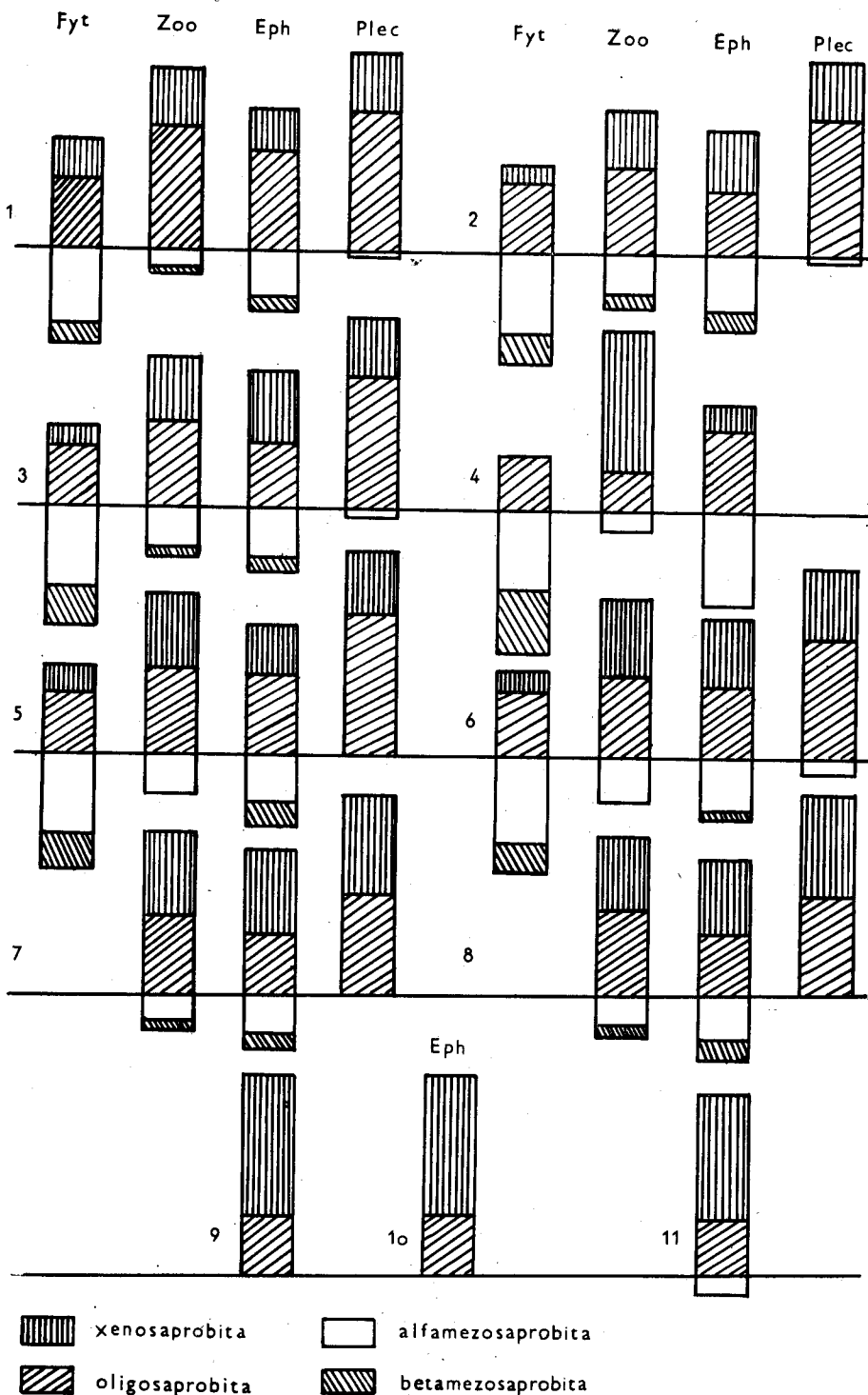
R: V pleistocénu nezaledněné Evropě až do Malé Asie.

Mk: Velmi hoj., lok. 6, 7, 8, 10.

4. Saprobielní charakteristika zkoumaných vod a organismů.

Na základě analýz periphytonu a zoobentosu byly stanoveny saprobielní charakteristiky zkoumaných vod Moravského krasu (tab. 1). Z rozboru zoobentosu je patrné, že velká většina toků této oblasti má vodu velmi dobré kvality. Organické znečištění z obcí ležících v povodí Punkvy spolu se splachy ze zemědělsky obdělávané půdy a ostatním zemědělským znečištěním se však projevuje výrazně zhoršenou kvalitou vody při vyhodnocování periphytonu. V nárostech převládají indikátory betamezosaprobity a oligosaprobity, i když poměrně vysoký podíl xenosaprobniích producentů ukazuje na chladnou, kyslíkatou vodu.

Z porovnání saprobielních vyhodnocení na podkladě analýz společenstva jepic (*Ephemeroptera*) a pošvatek (*Plecoptera*) se zoobentosem (obr. 1) vyplývá, že fauna pošvatek zahrnuje více čistobytných taxonů než zoobentos a naopak ve fauně jepic je patrný zvýšený podíl betamezo- a oligosaprobniích indikátorů než celkově v zoobentosu. To svědčí o širší saprobiologické a ekologické valenci jepic ve srovnání s pošvatkami.



Obr. 1. Saprobielní vyhodnocení zkoumaných lokalit na základě periftonu (Fyt), zoolentosu (Zoo), jelic (Eph) a pošvatek (Plec). Číslování lokalit shodné s textem.

Saprobiologická charakteristika jednotlivých lokalit:

Lipovecký potok (lok. 1): Ze všech komplexně studovaných povrchových ekosystémů má vodu nejlepší kvality, jak podle peryfytonu, tak podle zoobentosu. Ve skladbě peryfytonu převažují indikátory betamezo- a oligosaprobity jako *Achnanthes minutissima*, *Synedra vaucheriae*, s vysokým podílem xenosaprobních prvků (*Achnanthes lanceolata* v. *lanceolata* jako dominantní druh). V zoobentosu převažují výrazně oligosaprobni indikátory jako *Baetis rhodani*, *Habroleptoides modesta*, *Capnia bifrons* a *Nemoura cambrica*.

Bílá Voda (lok. 2): Tok, tvořící hlavní zdrojnicí, napájející jeskynní systémy na ponorném úseku Punkvy. V peryfytonu převládají organismy indikující betamezosaprobity a oligosaprobity, jako *Chrysococcus triporus*, *Achnanthes minutissima* v. *lanceolata*, *Cocconeis pediculus*, *Gomphonema olivaceum* a *Synedra vaucheriae*, s částečným podílem xenosaprobních (*Achnanthes lanceolata*, *Meridion circulare*) a alfamezosaprobních druhů (*Nitzschia levidensis*). V zoobentosu převládají bioindikátory oligosaprobity (*Baetis rhodani*, *Habroleptoides modesta*, *Nemoura cambrica*) s vysokým podílem xenosaprobních indikátorů (*Leuctra hippopus*, *Rivulogammarus fossarum*).

Sloupský potok (lok. 3): Tok, jehož organické znečištění podstatnou měrou negativně ovlivňuje kvalitu vody na dalším úseku Punkvy pod zemí. V peryfytonu výrazně převažují betamezosaprobni taxony, jako *Navicula avenacea*, *Melosira varians* a *Sphaerotilus dichotomus*, které se zvýšeným podílem alfamezosaprobních (*Navicula acomoda*) a oligosaprobních taxonů (*Meridion circulare*, *Achnanthes minutissima*) doplňují celkový ráz saprobity Sloupského potoka. V zoobentosu převládají díky chladné, proudné vodě, dobře prokysličené, prvky čistobytné, zvláště oligosaprobni (*Baetis rhodani*, *B. pumilus*, *Habroleptoides modesta*, *Capnia bifrons*, *Nemoura cambrica*) a xenosaprobni druhy (*Rhithrogena semicolorata*, *Rivulogammarus fossarum*).

Macošská trať (lok. 4): Podzemní tok říčky Punkvy před sifonem směrem k Macoše. Saprobielní hodnocení podzemního toku nebylo dosud, pokud je nám známo, prováděno. Mezi producenty bylo zjištěno více než 50 procent taxonů neaktivních. Ty nebyly do saprobielního vyhodnocení zahrnuty. Ze získaných výsledků vyplývají překvapivé závěry: voda v podzemním toku vykazuje podle peryfytonu kvalitu horší a podle zoobentosu podstatně lepší než povrchové zdrojnice. Kriticky je však třeba připomenout, že vyhodnocení prováděné podle peryfytonu je možné pouze na základě několika málo aktivních (tj. živých) taxonů, z nichž nejvýznamnější jsou rozsivky r. *Navicula* a *Nitzschia*. Podobně analýza zoobentosu zahrnuje pouze 12 taxonů, mezi nimiž dominují xenosaprobni bioindikátory (*Bythonomus absoloni*, *Bythinella austriaca*, *Rivulogammarus fossarum*). V celkovém pohledu však lze nepochybně počítat se zlepšením kvality vo-

dy v důsledku víceméně konstantní teploty vody, nedostatku světla a filtračních účinků jeskynních systémů s hlinitopísčitými nánosy.

Jalové koryto (lok. 5): Saprobielní situace na dně propasti Macocha je obdobná jako na povrchových tocích před jejich vstupem do podzemních systémů. V perifytonu převládají betamezosaprobni a oligosaprobni taxony (*Amphora ovalis* v. *pediculus*, *Meridion circulare*, *Navicula avenacea*, *Rhoicosphenia curvata*), výrazný je i podíl xenosaprobni (*Achnanthes lanceolata* v. *lanceolata*) a alfamezosaprobni indikátorů (*Nitzschia levidensis*). V zoobentosu téměř rovnocenným podílem převládají oligosaprobni (*Baetis rhodani*, *Nemoura cambrica*, *N. cinerea*) a xenosaprobni druhy (*Rivulogammarus fossarum*, *Niphargus tatrensis*, *Bythinella austriaca*).

Tunel (lok. 6): Pod výtokem podzemních vod je saprobielní situace podobná jako na ostatních povrchových tocích. V perifytonu převládají betamezosaprobni a oligosaprobni taxony jako *Achnanthes minutissima*, *Navicula avenacea*, *Meridion circulare*. V zoobentosu převažují oligosaprobni druhy jako *Baetis rhodani*, *Ecdyonurus venosus*, *Leuctra inermis*, výrazný je i podíl xenosaprobni (*Rivulogammarus fossarum*, *Bythinella austriaca*, *Rhithrogena semicolorata*) a betamezosaprobni indikátorů (*Baetis bioculatus* et *scambus*).

Punkva — Skalní Mlýn (nad pstruhařstvím — lok. 7): Saprobielní situace na této lokalitě rovněž odpovídá poměrům na ostatních povrchových tocích Moravského krasu. Vyhodnocení perifytonu zde, stejně jako na zbývajících lokalitách, nebylo provedeno. V zoobentosu převládají organismy indikující xenosaprobitu (*Baetis alpinus*, *Rhithrogena semicolorata*, *Leuctra hippopus*, *Rivulogammarus fossarum*) a oligosaprobitu (*Baetis rhodani*, *Habroleptoides modesta*, *Ecdyonurus venosus*, *Capnia bifrons*, *Perlodes microcephala*, *Protonemura* sp., *Rhyacophila vulgaris*). Podíl betamezosaprobni indikátorů je výrazně nižší.

Punkva — Skalní Mlýn (pod pstruhařstvím — lok. 8): Saprobielní charakteristika na této lokalitě je v důsledku vypouštění vod z pstruhařství mírně zhoršena. Pevládají oligosaprobni (*Baetis rhodani*, *Ecdyonurus venosus*, *Perlodes microcephala*, *Protonemura* sp., *Rhyacophila vulgaris*) a xenosaprobni indikátory (*Rhithrogena semicolorata*, *Leuctra hippopus*, *Rivulogammarus fossarum*). Podobně jako na předešlé lokalitě, i zde je podíl betamezosaprobni organismů (*Ancyclus fluviatilis*, *Radix ovata*) velmi nízký.

Křtinský potok (lok. 9 a 10) a Jedovnický potok (lok. 11): Vyhodnocení těchto lokalit bylo provedeno pouze na základě fauny jepic. Lze však z něj usuzovat na to, že v Křtinském a Jedovnickém potoce je voda nejlepší kvality ze všech studovaných toků Moravského krasu. Důvodem pro toto tvrzení je skutečnost, která vyplývá z porovnání saprobielních charakteristik získaných na základě analýzy zoobentosu jako celku a společenstev jepic a pošvatek na ostatních lokalitách. Vyhodno-

cení podle jepic dávalo většinou výsledky přibližně o půl stupně saprobity horší než zobentos. Na všech 3 lokalitách Křtinského a Jedovnického potoka však ukazuje na xenosaprobity s výraznou převahou taxonů indikujících tento stupeň (*Baetis alpinus*, *Rhithrogena semicolorata*).

Tab. 1: Saprobievní vyhodnocení sledovaných lokalit:

Lokalita	Saprobity			
	Peryphyton	Zoobentos	Ephemeroptera	Plecoptera
Lipovecký potok	beta-oligo-	oligo-	oligo-	oligo-
Bílá Voda	beta-oligo-	oligo-xeno-	oligo-	oligo-
Sloupský potok	beta-	oligo-xeno-	xeno-oligo	oligo-
Macošská trať	beta-	xeno-	beta-oligo-	—
Jalové koryto	beta-oligo-	oligo-xeno-	oligo-	oligo-
Tunel	beta-oligo-	oligo-	oligo-	oligo-xeno-
Punkva — Skalní Mlýn pstruhařstvím nad	—	xeno-oligo-	xeno-oligo-	oligo-xeno-
Křtinský potok — Býčí Skála	—	oligo-xeno-	oligo-	xeno-oligo-
Křtinský potok — Aadamov	—	—	xeno-	—
Jedovnický potok	—	—	xeno-	—

Souhrn:

V příspěvku se autoři zabývají dvěma skupinami zoobentosu, které patří k důležitým indikátorům kvality vod. Na území Moravského krasu podobná studie dosud chybí. V hlavních tocích tohoto území byla zjištěna následující saprobity (viz tab.). Celkem bylo zachyceno 30 druhů jepic a 23 druhů pošvatek. Zajímavý je nález 2 druhů jepic (*Hepptagenia lateralis* a *Rhithrogena semicolorata*) v podzemním úseku řeky Punkvy. Autoři upozorňují na stoupající komunální a zemědělské znečištění vod Moravského krasu, které by mohlo mít v podzemních úsecích toků nepříznivé následky.

Zusammenfassung:

In der vorliegenden Arbeit wird die Saprobie der einzelnen Bäche des Mährischen Karstes am Beispiel zweier Insekten-Ordnungen besprochen. Es wurden 30 Eintagsfliegen- und 23 Steinfliegen-Arten festgestellt. Die Autoren weisen auf die steigende kommunale und landwirtschaftliche Wasserverunreinigung des Mährischen Karstes, die in den unterirdischen Wasserabschnitten ungünstige Vervollgerungen haben könnte.

Summary:

The authors deal with two groups of zoobenthos an important indicators of water quality. No similar study has ben made yet in the region of Moravian Carst. The total numbers of 30 and 23 species of mayflies and stoneflies resp. were found. An interesting finding of two species of mayflies (*Heptagenia lateralis* and *Rhithrogena semicolorata*) was made in the subterranean part of the Punkva river. The authors emphasize the hazard of increasing communal and agricultural pollution which could show unfavourable effects on subterranean sections of streams in this region.

Literatura:

- ADÁMEK Z., 1974: Možnost sledování podzemních vodních spojení pomocí vitálně značených vodních živočichů. *Speleol. věst.*, 4: 21—22.
- ADÁMEK Z., 1976a: Vliv pstruhařského závodu na zoobentos a kvalitu vody v krasovém toku. V tisku.
- ADÁMEK Z., 1976b: Jepice (Ephemeroptera) povodí dolní Svatky. V tisku.
- CYRUS Z., SLÁDEČEK V., 1965/1966: Jednotné metody biologického rozboru vod. *Vodní hospodářství, příloha 11/1965 a 1/1966*.
- HYNES H. B. N., 1941: The taxonomy and ecology of the nymphs of British Plecoptera with notes on the adults and eggs. *Trans. Royal Ent. Soc. London*, 91: 459—507.
- KÜHTREIBER J., 1934: Die Plecopteren-fauna Nordtirols. *Ber. Naturw. - Med. Ver., Innsbruck*, 43/44, 1—7: 1—219.
- LANDA V., 1969: Jepice - Ephemeroptera. *Fauna ČSSR*, sv. 18, *Academia*, 352 s.
- MERTENS H., 1923: Biologische und morphologische Untersuchungen an Plecopteren. *Arch. Naturgeschichte, Berlin (A)*, 89, 2: 13—29.
- RAUŠER J., 1956a: K poznání rodu *Leuctra* Steph. ve Slezsku. *Spisy přír. fak. v Brně*, 372: 54 s.
- RAUŠER J., 1956b: K poznání československých larev rodu *Protonemura*. *Práce brněn. zákl. ČSAV*, 28, 9: 449—498.
- RAUŠER J., 1964: Verbreitungsgeschichte der tschechoslowakischen Plecopterenasoziationen. *Gewässer u. Abwässer*, 34/35: 115—129.
- RAUŠER J., 1971: A contribution to the question of the distribution and evolution of plecopterological communities in Europe. *Acta faun. ent. Mus. nat. Pragae*, 14: 33—63.
- RAUŠER J., VAŠÁTKO J., (ed.), 1976: K biogeografii Amatérské jeskyně. *Brno*, 206 s. V tisku.
- SCHOENEMUND E., 1924: Plecoptera — Steinfliegen. In Schulze: *Biologie Tiere Dtschl.*, Berlin, 10, 32: 1—34.
- SUKOP I., 1973: Annual cycle of mayflies (Ephemeroptera) in a carstic stream. *Acta ent. bohemoslov.*, 70, 2: 81—85.
- ZELINKA M., 1951: Příspěvek k poznání jepice *Torleya belgica*. *Lest. Sbor. Kl. Přír. v Brně*, 29, 2: 210—220.