

Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave



BENTICKÉ BEZSTAVOVCE A ICH BIOTOPY

Rúfusová A., Beracko P., Bulánková E. (Eds.)



 **MINISTERSTVO**
ŠKOLSTVA, VEDY,
VÝSKUMU A ŠPORTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



Bentické bezstavovce a ich biotopy

Editori: Andrea Rúfusová, Pavel Beracko, Eva Bulánková

Autori: © Pavel Beracko, Eva Bulánková, Tomáš Čejka, Fedor Čiampor, Zuzana Čiamporová Zaťovičová, Tomáš Derka, Igor Kokavec, Ilja Krno, Barbora Reduciendo Klementová, Alexandra Rogánska, Andrea Rúfusová, Marek Svitok, Ferdinand Šporka

Recenzenti: Prof. RNDr. Peter Bitušík, PhD., Mgr. Jan Špaček, PhD.

Grafické spracovanie: Mgr. Ján Svetlík

Fotografie na obálke:

Gammarus fossarum (predná strana, hore) © Matej Žiak

Dugesia gonocephala (predná strana, vľavo dole) © Matej Žiak

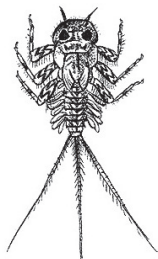
Isoperla sudetica (predná strana, vpravo dole) © Matej Žiak

Texty neprešli jazykovou úpravou.

Vydala: Univerzita Komenského v Bratislave

ISBN 978-80-223-4461-6

2017



POĎAKOVANIE

Táto učebnica bola vytvorená s podporou Kultúrnej a edukačnej grantovej agentúry, číslo projektu 015UK-4/2017.

Za ilustrácie ďakujeme Thomasovi Kortemu, grafikovi Sebastianovi Elsemannovi, Richardovi Schnürmacherovi; za fotografie Matejovi Žiakovi, Jakubovi Cívikovi, Lukášovi Mertovi, Jozefovi Oboňovi, Janovi Špačekovi a Ladislavovi Hamerlíkovi.

Všetkým podporovateľom, autorom, grafikom, fotografom a predovšetkým zostavovateľom ďakuje za podporu a spoluprácu zodpovedná riešiteľka projektu

Eva Bulánková

Predhovor

Digitálna učebnica *Bentické bezstavovce a ich biotopy* je určená študentom ekológie, environmentalistiky, biológie, ale aj všetkým záujemcom o poznanie života v sladkovodných ekosystémoch.

Učebnica predstavuje jednotlivé skupiny makroskopických bentických bezstavovcov (tiež nazývané makrozoobentos) vyskytujúce sa v tečúcich a stojatých vodách Slovenska. Ako jeden z piatich biologických prvkov (vodné rastliny, fytoplanktón, fytobentos, bentické bezstavovce, ryby) sú v hydrobiologickej praxi využívané na hodnotenie ekologického stavu vôd a vplyvov ľudskej činnosti na vodný ekosystém.

Prvá kapitola učebnice je venovaná stručnej charakteristike vodnej bioty, bentických bezstavovcov a vodných biotopov, nasleduje zoologický systém a charakteristika vybraných taxonomických skupín, ktorá obsahuje poznatky o ich fylogénéze, rozšírení, morfológii a ich ekológii.

Texty sú doplnené o fotografie biotopov a organizmov, ktoré sú pre uľahčenie determinácie prepojené s *Digitálnym determinačným kľúčom bentických bezstavovcov*, ktorý je súčasťou učebnice.

Keďže pri odbere materiálu v teréne sa stretávame aj s inými vodnými organizmami, napr. bezstavovcami, ktoré sa vyskytujú vo vodnom stĺpci, či v povrchovej blanke, do učebnice sme zaradili aj základné informácie o týchto taxónoch.

Učebnica vznikla na pôde Prírodovedeckej fakulty (PRIF) UK, kde veríme nájde aj podstatné využitie. Na jej tvorbe sa podieľali erudovaní slovenskí limnológovia.

V digitálnej podobe je učebnica umiestnená na webovej stránke Projektového centra PRIF UK a na webovej stránke Katedry ekológie PRIF UK.

Veríme, že v tejto učebnici nájdete mnoho zaujímavých informácií.

*Za kolektív autorov, zodpovedná riešiteľka
projektu KEGA 015UK-4/2017.
Eva Bulánková*

Obsah

ÚVOD	6
BIOTOPY VODNÝCH BEZSTAVOVCOV	9
Tečúce vody	9
Stojaté vody	11
SYSTÉM BENTICKÝCH BEZSTAVOVCOV	15
BENTICKÉ BEZSTAVOVCE	22
Turbellaria – ploskulice	22
Mollusca – mäkkýše	27
Polychaeta – mnohoštetinavce	31
Oligochaeta – máloštetinavce	35
Hirudinida – pijavice	41
Crustacea – kôrovce	46
Ephemeroptera – podenky	51
Odonata – vážky	60
Plecoptera – pošvatky	66
Heteroptera – bzdochy	72
Megaloptera – vodnárky	79
Neuroptera – sieťokrídlovce	81
Coleoptera – chrobáky	83
Trichoptera – potočníky	90
Diptera – dvojkrídlovce	97
Ostatné skupiny vodných bezstavovcov	102
PRÍLOHY	106

Úvod

Voda je najbežnejšie sa vyskytujúca zlúčenina na Zemi. Tvorí až 70,8 % jej povrchu a je nenahraditeľnou zložkou biosféry, v rámci ktorej primárne koluje v morskom (marínom) a sladkovodnom (limnickom) biocykle.

Rozmanitosť a fungovanie sladkovodných ekosystémov je priamo závislé na geografickej polohe a klimatických podmienkach, na okolitom terestrickom prostredí (typ horninového podložía a pôdneho profilu, vegetácie a pôsobiaciach ľudských vplyvov), na kolobehu vody v biosfére a na ich vzájomných interakciách pôsobiaciach v čase a priestore. Ich fungovanie taktiež závisí od fyzikálnych, chemických, hydrologických a biologických faktorov pôsobiaciach v danom prostredí. Preto, aj napriek tomu, že tieto biotopy pokrývajú len 2,2 % zemského povrchu, svojou vysokou heterogenitou ponúkajú priestor pre veľkú taxonomickú a funkčnú rôznorodosť spoločenstiev vodnej bioty.

Štruktúra spoločenstiev priamo závisí od podmienok prostredia (napríklad v horských tokoch nachádzame iné živočíchy ako v podhorských, či nížinných tokoch; podobne nájdeme rozdiely medzi spoločenstvami rôznych typov stojatých vôd).

Vo vodnom prostredí nachádzame široké spektrum organizmov, ktoré v ňom pôsobia na rôznych úrovniach. Do prvej skupiny patria reducenty: baktérie, huby; ďalej sú to primárne producenty – vodné rastliny a konzumenty – bezstavovce, ryby a na vodné prostredie viazané druhy plazov, obojživelníkov, vtákov a cicavcov.

Spoločenstvá organizmov viazané na vodné prostredie, môžeme rozdeliť podľa toho, aký ekologický priestor využívajú a akú majú stratégiu pohybu, na tieto 4 základné typy:

a) neustón – organizmy viazané na vodnú blanku; tie, ktoré žijú na jej povrchu nazývame epineustón – dýchajú atmosferický kyslík, blanku využívajú na pohyb po hladine, napr. bzdochy, korčuliarky a vodomerky, chvostoskoky, baktérie a riasy; organizmy prichytávajúce sa o vodnú blanku zospodu nazývame hypone-

ustón – typickými zástupcami sú napr. larvy komárov a potápnikov, ktoré sú na blanku zavesené pomocou dýchacích sífónov; medzi temporálny hyponeustón, ktorý len dočasne využíva (na dýchanie) tento priestor, patria ulitníky z rodov *Physa* a *Lymnea*, alebo bzdochy – chrbtoplávky. Neustón sa v tečúcich vodách vyskytuje v pramenných studničkách, priehlinách, tíšinách, lenitických úsekoch nížinných riek a ich ramien.

b) planktón – spoločenstvo organizmov vznášajúce sa vo vodnom stĺpci, rozlišujeme baktérioplanktón, fytoplanktón (sinice, riasy) a zooplanktón (prvky, vírniky, veslonôžky, perloočky).

c) bentos – spoločenstvo vodných organizmov obývajúce dno – bentál tečúcich a stojatých vôd. Delíme ho na: **I. nárasty** – súbor rastlinných a živočíšnych organizmov, tzv. biofilm, ktorý sa vyskytuje na povrchu kameňov, vyšších vodných rastlín, bahnitých alebo piesčitých sedimentov, prípadne na povrchu iných ponorených predmetov. Tvoria ho predovšetkým sinice a riasy; ďalej rôsolovitá (polysacharidová) hmota, ktorá je nimi vylučovaná; heterotrofný mikrobiálny bentos, ako aj vláknité makroskopické baktérie, huby a jemný detrit.

II. makrofyty – makrovegetácia, všetky nemikroskopické rastliny, ktoré majú fotosynteticky aktívne orgány, trvalo alebo aspoň pravidelne určitú dobu ponorené vo vode (submerzné), zakorenené plávajúce na vodnej hladine (natantné), alebo sú nad ňou vynorené (emerzné).

III. zoobentos – živočíchy obývajúce **bentál** (povrchová vrstva dna koryta do hĺbky asi 10 cm, tvorená rôznym substrátom, najčastejšie kameňmi, štrkom, pieskom, makrovegetáciou, ale aj detritom, t. j. usadenou organickou hmotou, mŕtvym drevom).

d) nektón – aktívne plávajúce živočíchy, schopné prekonať silné prúdenie vody (niektoré chrobáky, bzdochy, kruhoústnice, ryby, obojživelníky, plazy). Jeho najvýznamnejšou súčasťou sú ryby.

■ Bentické bezstavovce

Bentické bezstavovce patria medzi skupiny organizmov, ktoré sa adaptovali na vodné prostredie a žijú takmer vo všetkých sladkovodných biotopoch na Zemi (výnimkou môžu byť napríklad extrémne horúce pramene alebo veľmi znečistené biotopy). Zaraďujeme sem predovšetkým larvy vodného hmyzu, obrúčkavce, mäkkýše, ploskulice, pijavice, kôrovce a iné. Spolu s bentickou makrovegetáciou patria do skupiny makrobentosu, čiže bentických organizmov s veľkosťou nad 1 mm (okrem nich rozlišujeme mikrobentos do veľkosti 0,1 mm, ktorý tvoria baktérie, jednobunkové riasy, huby a prvoky) a mezobentos (0,1 – 1 mm, čiže mnohobunkové riasy, bruchobrvce, hlístovce, vírniky, plazivky a pod.).

Podľa toho, či vo vodnom prostredí prežívajú všetky vývinové štádiá životného cyklu delíme bentické bezstavovce na:

- a) permanentnú faunu** – bentické bezstavovce, ktorých všetky vývinové štádiá žijú trvale vo vodnom prostredí – napr. ploskulice, obrúčkavce, mäkkýše a kôrovce. Sú to tzv. primárne hydrobionty – adaptovali sa na sladkovodné prostredie (hypotonické) z pôvodného morského prostredia, tak že si vo svojich telách vytvorili hypertonické telové prostredie pomocou neustáleho vylučovania vody z tela.
- b) temporálnu faunu** – do tejto skupiny patrí predovšetkým vodný hmyz, ktorého nedospelé vývinové štádiá (vajíčka, larvy, prípadne kukly) žijú vo vodnom prostredí; dospelce (imága) žijú v terestrickom prostredí, najčastejšie v blízkosti vodných biotopov. Táto skupina predstavuje sekundárne hydrobionty. Napriek tomu, že z celej skupiny hmyzu je podiel taxónov vodného hmyzu (majú aspoň jedno vývinové štádium viazané na vodu) len 3 %, v spoločenstve bentickej fauny môžu zástupcovia tejto skupiny predstavovať až 95 % všetkých jedincov. Medzi rady hmyzu s vodnými štádiami patria: Ephemeroptera – podenky, Odonata – vážky, Heteroptera – bzdochy, Plecoptera – pošvatky, Coleoptera – chrobáky, Diptera – dvojkrídlovce, Hymenoptera – blanokrídlovce, Lepidoptera

– motýle, Megaloptera – vodnárky, Neuroptera – sieťokrídlovce, Trichoptera – potočníky.

V sladkovodných ekosystémoch zohrávajú bentické bezstavovce kľúčovú rolu v trofických reťazcoch. V porovnaní s terestrickými bezstavovcami sa u nich v procese evolúcie vyvinulo viac stratégií získavania potravy. Na základe zdroja potravy a spôsobu jeho získavania rozlišujeme rôzne **potravné skupiny**, nazývané aj **gildy**. Potravná štruktúra spoločenstva je v úzkom vzťahu s rôznorodosťou prostredia (dostupnosťou a typom potravy), preto reaguje na jeho časové aj priestorové zmeny (typickým príkladom je napr. postupná zmena potravných štruktúr spoločenstva od prameňa po ústie rieky). Spôsob získavania potravy sa môže meniť aj v priebehu životného cyklu jedinca (napr. rozdiely v získavaní potravy u lariev a dospelých jedincov, ale tiež medzi rôznymi instarmi lariev).

Na základe typu a spôsobu získavanej potravy rozlišujeme tieto potravné skupiny:

- a) spásace – zoškrabávače** – získavajú rastlinnú potravu spášaním alebo zoškrabávaním nárastov (z minerálnych a organických povrchov).
- b) mínovače** – vyhryzávajú a vrátajú chodbičky v živých rastlinných pletivách.
- c) xylofágy** – živia sa odumretou drevnou hmotou.
- d) drviče – kúskovače** – vyhryzávajú väčšie časti odumretých rastlinných pletív, najmä opadaného lístia (Coarse Particulate Organic Matter – CPOM), ktoré sa do vodného telesa dostáva z pobrežnej vegetácie.
- e) zberače – zhŕňače** – živia sa zbieraním/zhŕňaním jemnej organickej hmoty (Fine Particulate Organic Matter – FPOM) usadenej na dne.
- f) zberače – aktívne filtrátory** – aktívne získavajú/filtrujú z voľnej vody jemný detrit (FPOM), tým že vytvárajú potrebný prúd (aktívne filtrujú vodu pomocou filtračného aparátu)
- g) zberače – pasívne filtrátory** – pasívne, pomocou sieťí, alebo filtračným aparátom vychytávajú z voľnej vody jemný detrit a drobné živé organizmy (nevytvárajú prúd).
- h) predátoři** – lovia korisť, t.j. živia sa inými živočíchmi.
- i) parazity**

Použitá literatúra

Elosegi A. & Sabater S. (eds.) 2009. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Fundación BBVA, Bilbao, 444 pp.

Krno I. 2009. Limnológia tečúcich vôd. Univerzita Komenského, Bratislava, 73 pp.

Manko P. 2015. Základy ekológie vodného hmyzu, Prešovská univerzita, Prešov

Šporka F. (ed.) 2003. Vodné bezstavovce (makrovertebráta) Slovenska, súpis druhov a autekologické charakteristiky. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, 590 pp.

Biotopy vodných bezstavovcov

■ Tečúce vody

1. Pramene (krenál)

- a) Pramene nížin a podhorského stupňa
- b) Pramene v horskom a vysokohorskom stupni
- c) Termálne a minerálne pramene

2. Horské a podhorské vodné toky (ritrál)

- a) Bystriny (epiritrál)
- b) Podhorské toky
 - i Podhorské potoky (metaritrál)
 - ii Podhorské rieky (hyporitrál)

3. Nížinné rieky (potamál)

- a) Nížinné potoky
- b) Hlavný tok nížinnej rieky a prietochné ramenná (eupotamál)
- c) Slepé ramená (parapotamál)
- d) Mŕtve ramená (plesipotamál)

4. Umelé alebo upravené vodné toky

- a) Kanály
- b) Zdrže
- c) Regulované toky

5. Periodické vodné toky

- a) Ľadovcové toky – (kryál)
- b) Vysychajúce nížinné a podhorské toky

PRAMENE (KRENÁL)

Pramene predstavujú sústredený výver podzemných vôd na zemský povrch a ich bezprostredný odtok. Sú tvorené samotným výverom (**eukrenál**) a jeho bezprostredným odtokom (**pramenná stružka** – **hypokrenál**). Rozlišujeme: a) výstupné pramene (**reokren**) vytekajúce z puklín a bez zdržania vytekajúce do koryta pramenného toku; b) mokradné pramene (**heleokren**) vyvierajúce vo for-

me mokrade; c) **limnokren** – pramene vytvárajúce slabo prietochnú studničku. Teplota vôd prameňov je po celý rok blízka priemernej teplote vzduchu a jej denné alebo ročné kolísania sú minimálne (len niekoľko stupňov). V týchto biotopoch výrazne prevláda heterotrofia nad autotrofiou. Prameniská sú zvyčajne bez rýb, prípadne sa tu môže vyskytovať hlaváč pásoplutvý alebo do nich môžu prenikať juvenilné jedince pstruha potočného. Rozlišujeme prameniská nížin a podhorského stupňa (do 800 m n. m, podľa nadmorskej výšky sa v nich priemerná ročná teplota vody pohybuje od 7 – 12 °C; minimálne prietoky sú na jeseň a maximálne na jar), prameniská horského a vysokohorského stupňa (nad 800 m n. m, podľa nadmorskej výšky sa priemerná ročná teplota vody pohybuje od 3 – 6 °C; minimálne prietoky sú v zime a maximálne koncom jari) a termálne a minerálne pramene.

HORSKÉ A PODHORSKÉ VODNÉ TOKY (RITRÁL)

Vodné toky, ktoré ležia v nadmorskej výške nad 200 m, so spádom, ktorý presahuje 2 ‰. Substrát dna tvoria prevažne skaly a štrk; priemerná maximálna mesačná teplota je nižšia ako 17 °C. Maximálne prietoky sú na jar, minimálne na jeseň alebo v zime. Prevládajú v nich perejnaté úseky s turbulentným prúdením vody, podiel perejí a tíšin v toku je vyšší ako 3:1. Sú to toky bez potamoplanktónu, ktorý tu nahrádza reosestón.

Horské bystriny (epiritrál) – horské toky pretekajúce horským až vysokohorským pásmom (nad 800 m). Ich maximálne priemerné mesačné teploty sa v závislosti od nadmorskej výšky pohybujú v rozmedzí 5 – 10 °C. Prevládajú v nich perejnaté úseky s turbulentným prúdením, v ktorých spád obvykle presahuje 50 ‰. Podiel perejí k tíšinám je výrazne vyšší ako 4:1. Na dne dominujú balvany a skaly. Prietoky sú po celý rok relatívne vyrovnané, maximálne sú v máji a júni, minimálne v zimnom období (január, február). V týchto bio-

topoch stále prevláda heterotrofia systému nad autotrofiou. Medzi makrozoobentosom dominujú drviče, v porovnaní s prameniskami sú významnejšie zastúpené zoškrabávače. Nevyvíja sa tu autochtónny planktón, cievnaté vodné rastliny sú zastúpené len machmi. Neustály vírivý pohyb studenej vody obohacuje vodu kyslíkom, čo predstavuje vhodné prostredie pre polyoxybiontné živočíchy.

Horské potoky (metaritrál) – toky, ležiace v nadmorskej výške 200 – 800 m, so spádom 2 – 50 ‰. Na dne dominujú skaly a štrk. Maximálna priemerná mesačná teplota kolíše od 10 – 17 °C. Prietoky v nich výraznejšie kolíšu. Maximálne sú na jar a minimálne na jeseň. Podhorské toky pretekajú oblasťami, v ktorých priemerný ročný elementárny odtok je vždy nižší ako $15 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Rozlišujeme podhorské potoky a rieky:

Podhorské potoky (metaritrál) – toky, ktoré ležia v údoliach a na okrajoch kotlín v nadmorskej výške 200 – 800 m. Ich maximálna priemerná mesačná teplota kolíše od 10 – 15 °C. Prevládajú v nich perejnaté úseky a spád je medzi 5 – 50 ‰. Podiel prúdivej a pokojnej časti toku je blízky 4:1. Sú to plytké toky, ktorých hĺbka v prúdnici za priemerneho stavu neprekračuje 1 m. V týchto biotopoch stále prevláda heterotrofia nad autotrofiou. V podhorských potokoch je silné prúdenie, čo bráni rozvoju planktónu a vyšším rastlinám s výnimkou machov.

Podhorské rieky (hyporitrál) – podhorské toky v nadmorskej výške od 200 – 600 m. Medzi pôvodné patria napr. Turiec, Dunajec a Orava. Ostatné napr. stredné toky Váhu, Hronu, Hornádu a ďalších slovenských riek sú silne degradované. Majú maximálnu priemernú mesačnú teplotu 15 – 17 °C. Ich šírka presahuje 10 m. Podiel medzi perejami a tíšinami je blízky 2:1. Ich spád je medzi 2 – 8 ‰. Ide o hlbšie toky, ktorých hĺbka v prúdnici za priemerneho stavu obvykle prekračuje 1 m. V týchto biotopoch prevláda autotrofia nad heterotrofiou. V podhorských riekach sa striedajú rýchle a pokojné úseky s bahňo-piesčitým dnom pokrytým makrofydami, hlavne močiarkou a vodomorom. V trofickej štruktúre dominujú potravné skupiny zoškrabávače a filtrátory.

NÍŽINNÉ VODNÉ TOKY (POTAMÁL)

Tečúce vody, ktoré ležia v nadmorskej výške do 300 m n.m.; substrát dna tvorí prevažne štrk a piesok; priemerná mesačná teplota je vyššia ako 17 °C. Prietoky sú kolísavé, maximálne sú na jar, prípadne začiatkom leta, minimálne koncom leta, resp. na začiatku jesene. Prevažujú jemnejšie frakcie splavenín, ktorých obsah kolíše podľa prietoku a je nižší než u podhorských tokov.

Nížinné potoky – pomalé nížinné toky s piesčitým dnom a vysokým podielom detritu. Vždy užšie ako 10 m a plytké, ležiace do 300 m n.m.. Ich spád nepresahuje 10 ‰. Ide o heterotrofný systém, ktorého ťažisko procesov látkového metabolizmu je koncentrované na dne toku.

Nížinné rieky (potamál) – veľké a stredné nížinné toky viac 10 m široké, ležiace v nadmorskej výške do 200 m .m., so spádom nepresahujúcim 2 ‰. Charakterizované zvýšeným obsahom transportovaných látok, ktoré zabraňujú lepšiemu prenikaniu svetla na dno toku, čo je dôsledkom zníženej primárnej produkcie. Ide teda o heterotrofný systém, ktorého ťažisko procesov látkového metabolizmu je koncentrované vo vodnom stĺpci toku. Najdôležitejším primárnym producentom je fytoplanktón.

Hlavný tok nížinnej rieky a prietočné ramená (eupotamál) – hlavné koryto rieky a sieť celoročne trvalo obojsmerne prepojených silne prietočných ramien. Dno je kamenité alebo štrkovité, bez makrofýt so slabo vyvinutým planktónom; voda v nich je prietočná po celý rok. Vodný stĺpec je zväčša kalný, dno je bahňité alebo štrkovo-piesčité. Pravidelne sa tu vyskytuje fytoplanktón, ale aj zooplanktón.

Slepé ramená (parapotamál) – ramená nížinnej rieky, ktoré boli pôvodne meandrami rieky alebo jej prietočnými bočnými ramenami; v dôsledku prirodzených alebo antropických zásahov je však ich horné spojenie s hlavným tokom, počas väčšej časti roka, prerušené. Prietok ramenom sa obnovuje iba v čase zvýšených stavov hladiny v rieke. Dolným koncom slepé rameno komunikuje s hlavným tokom v priebehu celého roka. Dno býva pokryté pieskom alebo štrkom. Pravidelné preplachy nedovoľujú tvorbu bahna ani rozvoj príbrežnej makrovegetácie.

UMELÉ ALEBO UPRAVENÉ VODNÉ TOKY

Kanály – umelé vodné toky (otvorené alebo kryté), slúžia na prevod vody z miesta odberu na miesto jej využitia. Sú budované pri hydromeliorizačných prácach vyhlbením nových korýt. Rozlišujeme kanály na vodnú dopravu, závlahové, odvodňovacie a derivačné kanály. Ich dno býva spevnené, časom však býva zanesené sedimentmi a bohato zarastené makrovegetáciou, ktorá pri odumieraní môže vytvárať anoxické prostredie na dne kanála.

Zdrže – sú vybudované v korytách tokov na vzdúvanie vody pre rôzne hospodárske účely (energetické, dopravné, závlahové). Dochádza v nich k spomaleniu prúdu, samočistiacej schopnosti a k zvýšenej sedimentácii nánosov. Charakteristické je pre ne výrazné krátkodobé kolísanie vodnej hladiny.

Regulované toky – hydromelioračnými úpravami zmenené pôvodné toky. Môžu mať a) spevnené celé koryto (betónom, tvárniciami) – v takom prípade neexistuje kontakt medzi tokom a zavodneným podložím (hyporeálom), alebo b) spevnené brehy (tvárniciami alebo kamenným násypom). Obidva typy sú vystavené zvýšenej svetelnej expozícii (v oboch prípadoch je sťažený kolonizačný cyklus hydrobiontov). Tretí typ c) rešpektuje pôvodný asymetrický profil koryta, má spevnené kamenným násypom iba erózne brehové úseky a do značnej miery má zachovanú pobrežnú vegetáciu. Takéto úpravy znižujú mieru prepájania vodného a terestrického prostredia, majú za následok obmedzenie transportu energie a živín medzi tokom a jeho inundačným územím (nivou), zníženie retenčnej kapacity povodia a celkovej produkcie ekosystému. Zníženie pestrosti habitatov pôsobí negatívne nie len na diverzitu bentických bezstavovcov, ale tiež iných skupín organizmov, predovšetkým rýb a vtákov.

PERIODICKY TEČÚCE VODY

Kryál/nivál – periodické vysokohorské toky napájané roztopajúcim sa ľadovcom alebo snehovým poľom. Maximálne ročné teploty v nich nepresahujú 4 °C. Veľkú časť roka je tok zamrznutý a vyschnutý. Obsah elektrolytov, živín i humínových kyselín je v nich veľmi nízky, ich prietok veľmi kolíše a dno je nestabilné. Majú veľmi chudobné ožive-

nie, s malým počtom druhov, ale väčším počtom jedincov a slabé kompetičné vzťahy. Na Slovensku sa jedná o vysokohorské toky napájané snehovými poľami.

Vysychajúce nížinné a podhorské toky – tečúce vody, ktoré pravidelne vysychajú. Existencia vodného toku je závislá predovšetkým na rovnováhe medzi zrážkami a infiltračnou kapacitou koryta, medzi zrážkami a pôdnym horizontom s jeho vegetačným krytom. V pravidelne vysychajúcich tokoch prebieha sezónna sukcesia spoločenstva vodného hmyzu v závislosti od meniacich sa prietokov a teploty vody.

■ Stojaté vody

1. Jazerá a vodné nádrže

- a) Vysokohorské a horské jazerá (plesá)
- b) Nížinné jazerá (mimo inundačné jazierka a staré riečne ramená – paleopotamál)
- c) Vodné nádrže
- d) Rybníky
- e) Štrkoviská

2. Špecifické typy stojatých vôd

- a) Močiare
 - i Slatiny
 - ii Vrchoviská (rašeliniská)
- b) Periodické stojaté vody
- c) Telmy

JAZERÁ A VODNÉ NÁDRŽE

Jazerá

Jazerá predstavujú stojatý typ vodného habitatu, vznikajúci akumuláciou vodnej masy v prirodzene vytvorených priehlbínach zemskeho povrchu. Väčšinou majú dobre rozlíšiteľný litorál (príbrežná eufotická zóna) a profundál (hlboká afotická zóna). Medzi základné charakteristiky jazier patria: 1. najväčšia hĺbka je zvyčajne v strede; 2. výrazné teplotné rozvrstvenie vodnej masy; 3. dlhý čas zdržania vody, trvajúci desaťročia až storočia a 4. proces zazemňovania je štandardne pomalý, avšak závislý od charakteru ich povodia

a stupňa eutrofizácie. Vo všeobecnosti sa jazerá vyznačujú svojou dlhovekosťou, vek sa u niektorých počíta až v miliónoch rokov (napríklad jazero Ochrid, Bajkal, Tanganika). Jazerá možno klasifikovať na základe viacerých kritérií: 1. z hydrologického hľadiska sa delia na **odtokové a bezodtokové**; 2. z hľadiska pôvodu ich vzniku sa rozlišujú jazerá **tektonické, glaciálne, sopečné a krasové**; 3. z hľadiska úživnosti ich klasifikujeme na **oligotrófne** (chudobné na živiny), **eutrófne** (bohaté na živiny) a **dystrófne** (s nízkym podielom živín a vysokým obsahom humínových kyselín); 4. z hľadiska frekvencie premiešavania vodného stĺpca rozlišujeme jazerá **monomiktické** (premiešavanie 1 krát do roka, jazerá v arktických oblastiach a subtrópoch), **dimiktické** (premiešavanie 2 krát do roka, jazerá mierneho pásma), **polymiktické** (neustále sa premiešavajúce jazerá vysokých nadmorských výšok), **oligomiktické** (premiešavanie raz za niekoľko rokov, tropické jazerá) a **meromiktické** (stála stratifikácia vodného stĺpca, Aralské jazero); 5. z pohľadu ich vertikálnej distribúcie na zemskom povrchu sa delia na **vysokohorské, horské, podhorské a nížinné**.

Vysokohorské jazerá (plesá) sú situované nad hornou hranicou lesa, a na území Slovenska sa nachádzajú vo Vysokých, Západných a Nízkych Tatrách. Väčšinou sú oligotrófne, zriedkavejšie dystrofné (napríklad Trojrohé pleso). Litorál je zvyčajne skalnatý, zriedkavejšie piesočnatý, bez vyvinutej makrovegetácie. Voda je modro až zeleno zafarbená, s pH štandardne neklesajúcim pod 6 (výnimkou sú acidifikované plesá, kde pH môže klesnúť pod 5). V letnom období dosahuje teploty vody vo vysokohorských jazerách maximálne 15 °C, pričom počas roka zamrzávajú na 6 až 8 mesiacov.

Horské jazerá (plesá) sa na území Slovenska vyskytujú výhradne vo Vysokých, Západných a Nízkych Tatrách a Spišskej Magure, v nadmorskej výške od 800 do 1500 m n.m.. Sú obligátne dystrofné, s výnimkou jazera Jezerce (Spišská Magura), ktoré je oligotrófne. Dno jazier je tvorené predovšetkým nánosmi detritu a vrstvami makrovegetácie. Humínové kyseliny spôsobujú hnedé sfarbenie vody, ktoré hodnoty pH sa pohybujú v rozmedzí 4 až 6. Letné teplotné maximum vody sú 18 – 22°C, pričom voda v nich zamrzá na 4 až 5 mesiacov.

Podhorské jazerá sú na Slovensku situované v nadmorskej výške 300 – 800 m, a vyskytujú sa vo Vihorlate a Slanských vrchoch. Tento typ jazier má zvyčajne dobre okysličenú vodu, širokú litorálnu zónu a slabo rozvinutú makrovegetáciu.

Nížinné jazerá sa u nás vyskytujú do nadmorskej výšky 300 m n.m., litorál majú zvyčajne bohato porastený makrovegetáciou. Staré riečne ramená (paleopotamál) v dôsledku prirodzeného vývoja, častejšie však ľudským zásahom (ohradzovaním inundačného územia) natrvalo stratili povrchové spojenie s riekou. Napájané sú spodnou vodou, prípadne priesakovými kanálmi, ktoré do nich ústia. Majú výraznú teplotnú a kyslíkovú stratifikáciu vodného stĺpca. Mimo inundačné jazierka sa obvykle nachádzajú na vonkajšej strane protipovodňovej hrádze. Majú prevažne oválny tvar a vznikajú vymletím priehlbiny za vysokých povodňových stavov riek. Majú viaceré špecifiká starých ramien, sú však často hlbšie v porovnaní so starými riečnymi ramenami (hlbka v nich môže presahovať aj 5 m).

Vodné nádrže

Sú to stojaté vody vzniknuté umelým prehradením vodného toku a následným zatopením priľahlého údolia. Vybudované sú za účelom rôzneho hospodárskeho využitia. Vodný manažment sa v nich vykonáva podľa schváleného manipulačného poriadku. Technické zariadenie v prípade potreby umožňuje ich úplné vypustenie. Podľa veľkosti ich delíme na **veľké a malé vodné nádrže**.

Veľké vodné nádrže majú retenčný objem väčší ako 1 milión m³ vody. Majú značne redukovaný litorál a dobre vyvinutý pelagiál. Stratifikácia ich vodného stĺpca je narušená v dôsledku vodnej manipulácie. Od jazier sa líšia tým, že 1. ich najhlbšie miesto je obvykle pri hrádzi; 2. doba zdržania vody je krátka trvajúca maximálne niekoľko mesiacov; 3. proces zazemňovania je rýchly.

Pod nádržami klesá podiel sedimentov, zvyšuje sa priehľadnosť vody. V teplom období roka je zo spodných častí nádrže vypúšťaná chladnejšia voda obohatená o živiny, v dôsledku čoho pod nimi dochádza k montanizácii vodného toku (zmena hlavne teplotného režimu vodného toku spôsobená vypúšťaním studenej vody z hypolimnia), a tak celkovej zmene v jeho zonácii.

Podľa účelu ich využitia sa delia na **vodárenské nádrže** (úzke, hlboké, s dobrým letným rozvrstvením teploty, malým rozkolísaním hladín, ležiace v horných úsekoch tokov – napríklad Nová Bystrica, Starina), **energetické nádrže** (sú taktiež úzke, zachytávajú však oveľa väčší objem vody ako vodárenské nádrže, majú veľkú rozkolísanosť hladiny, sú budované na stredných a dolných úsekoch tokov – napríklad kaskády na Váhu) a retenčné nádrže (sú široké, plytké, ležia v záplavovom území dolných úsekov riek; ich hlavná funkcia je zachytávanie jarnej vody a jej postupné uvoľňovanie pri zrážkových deficitoch – napríklad Zemplínska Šírava, Domaša).

Viacúčelové malé vodné nádrže zachytávajú objem vody nepresahujúci 1 milión m³ vody a sú určené na rôznu hospodársku činnosť. Väčšinou slúžia na hospodárenia s vodou v zrážkovo chudobných oblastiach. V druhej polovici 20. storočia s rozmachom kolektívneho poľnohospodárstva vznikol u nás značný počet závlahových malých nádrží. Z dávnejšej minulosti (17.–18. stor.) je známe masívnejšie budovanie účelových nádrží (**tajchov**) v okolí Banskej Štiavnice, ktoré sa využívali pri banskej činnosti.

Z hydrobiologického hľadiska malé vodné nádrže predstavujú biotopy podobného charakteru ako sú rybníky, avšak vzhľadom na ich iný primárny účel, dochádza pri nich vo väčšine prípadov k značnému poklesu hladiny, a tým k obnažovaniu značnej plochy dna.

Vo vodných nádržiach rozlišujeme riečnu zónu priehrady, kde prevláda pozdĺžne prúdenie a zvýšená sedimentácia. Jej dĺžka je nepriamo úmerná dobe zdržania vody v priehrade. Ďalej nasleduje prechodná zóna, kde rýchlosť prúdu klesá. V tejto zóne je vyššia primárna produkcia fytoplanktónu ako dôsledok zvýšenej koncentrácie organických látok. U nádrží s dobou zdržania vody viac ako 10 dní sa vytvára aj takzvaná jazerná zóna. Je tu už naznačená určitá stratifikácia vodného stĺpca, smerom k priehradnému múru sa zvyšuje množstvo fytoplanktónu a dochádza k poklesu obsahu kyslíka.

Sukcesia vodnej nádrže prebieha v troch fázach. Prvá sa nazýva **obdobie nestability**, ktoré trvá 2–3 roky po začatí prevádzky nádrže. Pre toto obdobie je príznačná vysoká hodnota biomasy fytoplanktónu, ako dôsledku zvýšeného prísunu živín zo zaplaveného územia. Počas **obdobia stability** trvajúceho niekoľko desiatok rokov,

dochádza k intenzívnemu usadzovaniu sedimentov dna. Biomasa fytoplanktónu mierne poklesne a dosahuje maximum v jarnom období. Posledná fáza predstavuje **obdobie starnutia** vodnej nádrže, kedy dochádza k zazemňovaniu a akumulácii živín v sedimentoch, vyplytčovaniu priehrady, ktoré je v lete často spojené s vytváraním vodného kvetu. Tento proces prebieha 100 až 1000 násobne rýchlejšie ako v jazerách.

Rybníky

Rybníky sú človekom vytvorené, plytké (1 – 3 m) vodné nádrže napájané povrchovou vodou. Primárne sú vybudované za účelom chovu rýb, čomu je podriadený aj ich manažment. V jesennom období počas výlovov obvykle dochádza k ich vypúšťaniu. Najčastejšie sú zakladané na nepriepustnom podloží v mieste bývalých mokradí a v otvorenej krajine, čo zabezpečuje časté premiešavanie ich vodného stĺpca. Pre rybníky je typické veľké kolísanie hladiny počas roka, silný výpar v letnom období, slabá teplotná stratifikácia a nízka priehľadnosť.

Štrkoviská

Sú vodné nádrže vzniknuté vyťažením štrku, piesku prípadne iného materiálu a napájané podzemnou vodou. Štandardne majú hĺbku väčšiu ako 2 m. Ich dno je tvorené typom substrátu, ktorý sa tam ťažil. V prvej fáze ich vývoja sú to oligotrófne vodné nádrže, ktoré následne počas starnutia môžu nadobúdať až eutrofný charakter. V rannej fáze je teda ich voda zelenomodrá bohatá na kyslík, dno najčastejšie štrkovité alebo piesčité. Neskôr s rozvojom makrovegetácie pribúda bahňité dno, ubúda kyslík a voda je zakalená s typickým zelenohnedým zafarbením.

ŠPECIFICKÉ TYPY STOJATÝCH VÔD

Močiare

Za močiare sú považované plytké, podzemnou, povrchovou, alebo zrážkovou vodou vyplnené terénne depresie, ktoré silne zarastajú emergentnou a bahennou makrovegetáciou. V priebehu roka môžu mať vodnú fázu (raz, alebo viackrát do roka) a suchú fázu, ktorá sa najčastejšie vytvára v letných mesiacoch po čiastočnom alebo úplnom vyschnutí biotopu. Dĺžka vodnej fázy závisí hlavne od veľkosti biotopu, teploty prostredia a intenzity zrážok. Suchá

fáza sa nemusí nutne vyskytovať u všetkých biotopov tohto typu, respektíve sa môže objavovať len raz za niekoľko rokov.

Slatinné močiare (slatiny) sú predposlednou fázou zamedňovania alkalických stojatých vôd. Vznikajú zazemnením jazier, riečnych ramien a iných vodných nádrží na pôdach úživného charakteru. Sú zásobované podzemnou vodou. Zarastené bývajú ostricami a inými emergentnými a bahennými rastlinami. Dno je tvorené vrstvou ostricovej rašeliny. Reakcia vody je v nich slabokyslá, neutrálna až slabokyslá. Lesné slatiny nazývame **šúry**.

Vrchoviskové močiare (vrchoviská) vznikajú na málo úživnom, na vápnik chudobnom podklade. Voda má nízky obsah elektrolytov, vysoký obsah oxidu uhličitého a hliníkových látok. Sú zarastené rašelinníkmi, dno je tvorené hrubou vrstvou odumretého rašelinníka. Reakcia vody je kyslá (pH 3,5 – 4,5) a pri dne sa nachádza obvykle hypoxické prostredie.

Periodické stojaté vody

Sú pravidelne vysychajúce stojaté vody, hlavne v letnom a jesennom období. Vznikajú na nepriepustných pôdach.

Pravidelne počas leta a začiatkom jesene na 3 – 4 mesiace vysychajú.

Medzi periodické vody patria taktiež **jarné mláky**, ktoré vznikajú po roztopení snehu alebo ľadu v prirodzených alebo umelo vytvorených terénnych depresiách. Trvajú maximálne do mája alebo začiatku júna. **Letné a jesenné mláky** vznikajú na podobných miestach ako jarné mláky, obvykle sú však výsledkom výdatných dažďov, prípadne priesakmi podzemnej vody.

Telmy

Sú to dutiny rôzneho charakteru a pôvodu, naplnené zrážkovou vodou. Telmy vznikajúce v pazuchách listov sa nazývajú **fytotelmy**, zatiaľ čo vodou naplnené dutiny v konároch stromov alebo v starých pňoch sa označujú ako **dendrotelmy**. **Litotelmy** periodicky vznikajú v priehlbínach alebo dutinách skál a balvanov po období dažďov. **Antropotelmy** predstavujú drobné vodné habitaty, ktoré vznikajú v predmetoch ľudského pôvodu napríklad vodou naplnené nádoby určené na zavlažovanie záhrad, alebo na vrakoviskách vyhodené staré pneumatiky naplnené vodou.

Použitá literatúra

- Bitušik P., Bulánková E., Černý J., Fajmová E., Halgoš J., Kodada J., Krno I., Šporka F., Vranovský M. 1996. Tečúce vody. In: Ružičková H., Halada L., Jedlička L., Kalivodová E. (eds.) 1996. Biotopy Slovenska. Príručka k mapovaniu a katalóg biotopov. 2. prepracované vydanie ÚKE SAV, Bratislava, 192 pp.
- Hudec I. 1996. Hydrobiológia. Príroda, Bratislava, 235 pp.
- Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V. & Lustyk P. (eds.) 2010. Katalóg biotopů České republiky. Ed. 2. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha. 445 pp.
- Krno I. 2009. Limnológia tečúcich vôd. Univerzita Komenského, Bratislava, 73 pp.
- Lellák J. & Kubíček F. 1992. Hydrobiologie. Karolinum, Praha, 257 pp.
- Stanová V. & Valachovič, M., (eds.) 2002. Katalóg biotopov Slovenska. DAPHNE – Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava, 225 pp.

System bentických bezstavovcov

Ríša: Animalia – živočíchy

I. podríša: Parazoa

kmeň: Porifera – hubky

trieda: Demospongiae – kremenice

rad: Haplosclerida

čelad: Spongillidae

2. podríša: Agnotozoa

3. podríša: Eumetazoa

vývinová vetva Protostomia – prvoústovce

kmeň: Cnidaria – prhlivce

trieda: Hydrozoa – polypovce

rad: Hydrida

čelad: Hydridae

čelad: Olindiasidae

kmeň: Platyhelminthes – ploskavce

trieda: Turbellaria – ploskulice

rad: Tricladida

čelad: Planariidae

čelad: Dendrocoelidae

čelad: Dugesiidae

kmeň: Kamptozoa (Entoprocta) – pamachaovky

čelad: Barentsiidae

kmeň: Tentaculata – chytadlovce

trieda: Bryozoa – machovky

rad: Plumatellida

čelad: Cristatellidae

čelad: Fredericellidae

čelad: Lophopodidae

čelad: Paludicellidae

čelad: Plumatellidae

kmeň: Mollusca – mäkkýše

trieda: Gastropoda – ulitníky

čelad: Neritidae

čelad: Viviparidae

čelad: Thiaridae

čelad: Bithyniidae

čelad: Hydrobiidae

čelad: Valvatidae

čelad: Acroloxidae

čelad: Lymnaeidae

čelad: Physidae

čelad: Planorbidae

trieda: Bivalvia – lastúrniky

čelad: Unionidae

čelad: Corbiculidae

čelad: Sphaeriidae

čelad: Dreissenidae

kmeň: Annelida – obrúčkavce

trieda: Polychaeta – mnohoštetinavce

čelad Ampharetidae

čelad Nerillidae

čelad: Aelosomatidae

trieda: Clitellata – opaskovce

podtrieda: Oligochaeta – máloštetinavce

čelad: Naididae

čelad: Lumbriculidae

čelad: Haplotaxidae

čelad: Glossoscolecidae

čelad: Proppapidae

čelad: Enchytraeidae

čelad: Lumbricidae

podtrieda: Hirudida – pijavice

rad: Rhynchobdellida

čelad: Glossiphoniidae

čelad: Piscicolidae

rad: Arhynchobdellida

čelad: Hirudinidae

čelad: Haemopidae

čelad: Erpobdellidae

kmeň: Nematomorpha – strunovce

trieda: Gordioida

rad: Gordea

čľaď: Gordiidae

kmeň: Arthropoda

podkmeň: Chelicerata – klepietkavce

trieda: Arachnoidea – pavúkovce

rad: Araneida

čľaď: Cybaeidae

rad: Acarina

skupina: Hydracarina

podkmeň: Crustacea – kôrovce (resp. Branchiata – žiabrovce)

trieda: Branchiopoda

rad: Anostraca – žiabronôžky

čľaď: Branchipodidae

čľaď: Chirocephalidae

čľaď: Streptocephalidae

rad: Notostraca – štítovce

čľaď: Triopsidae

rad: Laevicaudata

rad: Spinicaudata

rad: Anomopoda

rad: Onychopoda

rad: Ctenopoda

rad: Haplopoda

trieda: Maxillopoda – čelust'ónôžky

trieda: Ostracoda – lastúrničky

trieda: Malacostraca – rakovce

rad: Bathynellacea

čľaď: Bathynellidae

rad: Mysida – vidlonôžky

čľaď: Mysidae

rad: Amphipoda – rôznónôžky

čľaď: Corophiidae

čľaď: Gammaridae

čľaď: Niphargidae

rad: Isopoda – rovnakonôžky

čľaď: Asellidae

čľaď: Janiridae

rad: Decapoda – desaťnožce

čľaď: Astacidae

čľaď: Cambaridae

podkmeň: Tracheata – vzdušnicovce

trieda: Entognatha

rad: Colembolla – chvostoskoky

trieda: Insecta – hmyz

rad: Ephemeroptera – podenky

čľaď: Siphonuridae

čľaď: Ameletidae

čľaď: Ametropodidae

čľaď: Baetidae

čľaď: Behningiidae

čľaď: Isonychiidae

čľaď: Oligoneuridae

čľaď: Arthropleidae

čľaď: Heptageniidae

čľaď: Leptophlebiidae

čľaď: Palingeniidae

čľaď: Potamanthidae

čľaď: Polymitarcyidae

čľaď: Ephemeridae

čľaď: Ephemerellidae

čľaď: Caenidae

rad: Odonata – vážky

podrad: Zygoptera – šidielka

čľaď: Lestidae

čľaď: Calopterygidae

čľaď: Platycnemididae

čľaď: Coenagrionidae

podrad: Anisoptera – šidlá

čľaď: Aeshnidae

čľaď: Gomphidae

čľaď: Corduliidae

čľaď: Cordulegastridae

čľaď: Libellulidae

rad: Plecoptera – pošvatky

čelad: Taeniopterygidae

čelad: Nemouridae

čelad: Capniidae

čelad: Leuctridae

čelad: Perlodidae

čelad: Perlidae

čelad: Chloroperlidae

rad: Hemiptera

podrad: Heteroptera – bzdochy

čelad: Gerridae

čelad: Veliidae

čelad: Hebridae

čelad: Hydrometridae

čelad: Mesoveliidae

čelad: Corixidae

čelad: Aphelocheiridae

čelad: Naucoridae

čelad: Nepidae

čelad: Notonectidae

čelad: Pleidae

nadrad: Neuropterida

rad: Megaloptera – vodnárky

čelad: Sialidae

rad: Neuroptera – sieťokrídlowce

čelad: Osmylidae

čelad: Sisyridae

rad: Coleoptera – chrobáky

podrad: Myxophaga

čelad: Sphaeriusidae

podrad: Adephaga

čelad: Gyrinidae

čelad: Haliplidae

čelad: Noteridae

čelad: Dytiscidae

podrad: Polyphaga

čelad: Hydrophilidae

čelad: Hydraenidae

čelad: Scirtidae

čelad: Elmidae

čelad: Dryopidae

čelad: Limnichidae

čelad: Heteroceridae

čelad: Psephenidae

čelad: Chrysomelidae

čelad: Curculionidae

rad: Hymenoptera – blanokrídlovce

čelad: Agryotypidae

rad: Trichoptera – potočníky

podrad: Annulipalpia

čelad: Philopotamidae

čelad: Ecnomidae

čelad: Polycentropodidae

čelad: Psychomyiidae

čelad: Hydropsychidae

podrad: Integripalpia

čelad: Glossosomatidae

čelad: Hydroptilidae

čelad: Rhyacophilidae

infrad: Brevitentoria

čelad: Molannidae

čelad: Leptoceridae

čelad: Odontoceridae

čelad: Beraeidae

čelad: Sericostomatidae

infrad: Plenitentoria

čelad: Apataniidae*

čelad: Goeridae

čelad: Limnephilidae

čelad: Brachycentridae

čelad: Lepidostomatidae

čelad: Phryganeidae

* vo väčšine európskych determinačných kľúčov je čelad' Apataniidae zahrnutá v čeladi Limnephilidae

rad: Lepidoptera – motýle

čelad: Pyralidae

čelad: Acentropidae

rad: Diptera – dvojkřídlovce

čelad: Tipulidae

čelad: Cylindrotomidae

čelad: Limoniidae

čelad: Pediciidae

čelad: Psychodidae

čelad: Ptychopteridae

čelad: Blephariceridae

čelad: Dixidae

čelad: Chaoboridae

čelad: Culicidae

čelad: Thaumaleidae

čelad: Ceratopogonidae

čelad: Chironomidae

čelad: Simuliidae

čelad: Anisopodidae

čelad: Stratiomyidae

čelad: Tabanidae

čelad: Athericidae

čelad: Rhagionidae

čelad: Empididae

čelad: Dolichopodidae

čelad: Syrphidae

čelad: Sciomyzidae

čelad: Ephydriidae

čelad: Scatophagidae

čelad: Muscidae

Bentické bezstavovce

■ Turbellaria – ploskulice

FYLOGENÉZA

V tradičnom, na morfológických znakoch založenom taxonomickom systéme, tvoria Turbellaria jednu zo štyroch tried kmeňa Platyhelminthes (ploskavce). Výstupy najnovších molekulárnych analýz, charakterizujúce vzťahy medzi jednotlivými vývojovými vetvami ploskavcov, poukazujú na výskyt dvoch hlavných monofyletických vývojových línií v rámci tohto kmeňa, t. j. Catenulida a Rhabditophora, kam sú zaradované aj všetky parazitické skupiny ako Cestoda, Trematoda a Monogenea.

Hlavnou evolučnou novinkou všetkých ploskavcov je bazálny systém bičikov v ich multiciliálnych pokožkových bunkách a úplná strata schopnosti syntetizovať chitín. Tak tiež u mnohých ploskavcov už diferencované telové bunky strácajú schopnosť deliť sa, čím sa tkanivo rastúceho jedinca stáva redším a redším, a následne je dopĺňané špeciálnymi kmeňovými bunkami – neoblastami, tvoriacimi sa v rannej fáze embryogenézy jedinca. Vo všeobecnosti sú ploskavce, ako prvá skupina bilaterálne súmerných živočíchov, považované za vývojovo veľmi plastické, t. j. vedľa seba sa vyskytujú formy s jednoduchou a veľmi zložitou telesnou morfológiou.

Vývojovú vetvu Catenulida (katenuľy) tvoria drobné prevažne sladkovodné ploskavce charakteristické vegetatívnym rozmnožovaním (paratomiou), pri ktorom sa tvoria retiazky vyvíjajúcich sa jedincov – zooidov. Multiciliálna pokožka katenul je charakteristická nízkou hustotou bičikov, čo je považované za znak prechodného štádia od primitívnych monociliálnych živočíchov k multiciliálnym pravým ploskavcom.

Vývojová skupina Rhabditophora sa vyznačuje predovšetkým žľaznatou pokožkou s rhabditmi, čo sú tyčinkovi-

té útvary sekretované pokožkou, ich rozpadom sa produkuje na povrchu tela sliz (ochranná a pohybová funkcia). Rhabditoforné ploskavce možno rozdeliť do štyroch fylogenetických línií (Macrostomorpha, Polycladida, Lecithoepitheliata a Neophora), pričom vzťahy medzi jednotlivými líniami nie sú úplne fylogeneticky jasné.

Vývojová skupina Macrostomatophora (veľkoústky) je malá skupina mikroskopických sladkovodných a morských ploskavcov, v mnohých znakoch pripomínajúcich katenuľy (vegetatívne rozmnožovanie, bezbičikaté spermie atď.).

Skupina Polycladida (mnohočrevovky) predstavuje veľké morské ploskavce so zložitou vetvenou tráviacou sústavou. Z fylogenetického hľadiska ide o veľmi zaujímavú skupinu, pretože ako u jedinej v rámci kmeňa Platyhelminthes sa vyskytuje vo vývine jedinca larválne štádium podobné trochofore.

Skupina Lecithoepitheliata (žltkovajcovky) predstavuje malú skupinu sladkovodných a morských druhov. Zvyčajne sú považované za primitívne neoforne ploskule, aj keď najnovšie molekulárno-fylogenetické štúdie naznačujú, že pravdepodobne ide o samostatnú skupinu rhabditoforných ploskavcov odštiepenou na rovnakej úrovni ako predchádzajúce dve skupiny.

Pre vývojovú líniu Neophora je typická neoforia, t. j. veľmi neobvyklá stavba vaječníkov (germovitelarium) a vajčiek. Vo vlastnom vaječníku sa tvoria vajčička, kým v susednom viteláriu sa tvoria vitelocyty, slúžiace k výžive vajčička a tvorbe vaječných obalov. U neoforných ploskavcov tak „vajčičko“ predstavuje mnohobunkový útvar – oocyt a niekoľko vitelocytov. Vyvíjajúce sa embryo je tak vyživované ektolecitálne. Do skupiny neoforných ploskavcov, okrem pravých ploskúl, patria aj skupiny parazitických foriem, ako motolice, pásomnice a ich príbuzné formy, tvoriace monofyletickú skupinu Neodermata. U neodermát sa obrvená pokožka vyskytuje len v ranných štádiách, pričom v neskoršom období vývinu je nahradená novým telovým

povrchom – neodermis. Obrvená pokožka je teda považovaná za plesiomorfny znak a skupina Turbellaria za parafyletickú skupinu v rámci kmeňa Platyhelminthes.

Skupina Tricladida (trojčrevovky), kam patrí väčšina sladkovodných ploskulíc, je súčasťou vývojevej línie Neophora. Tricladida sa vo formálnej taxonomickej klasifikácii delili na tri skupiny na základe prostredia, ktoré obývajú: Maricola (morské), Paludicola (sladkovodné) a Terricola (suhozemské). Súčasnú fylogenetickú prácu postavenú na molekulárnych analýzach však naznačujú, že skupina sladkovodných ploskúl Contineticola (v predchádzajúcom systéme označená ako Paludicola) je parafyletická, pretože je z nej odvodená skupina suhozemských ploskúl zaradených do čeľade Geoplanidae. Ďalšie dva podrody v tomto systéme zastrešujú morské taxóny (Maricola) a taxóny obývajúce podzemné vody (Cavernicola).

ROZŠÍRENIE

Ploskule možno nájsť takmer vo všetkých typoch vodných habitatov morského a sladkovodného prostredia. Pomerne značná časť druhov (až 830 druhov) patriacich do čeľade Geoplanidae osídľuje výlučne vlhké terestrické prostredie.

Druhovú diverzitu ploskúl jednotlivých biogeografických regiónov úzko súvisí s úrovňou ich preskúmanosti. V súčasnosti je celosvetovo opísaných 1303 akvatických druhov patriacich do 181 rodov. Najvyššou druhovou a rodovou pestrosťou disponuje palearktický región, v ktorom je doposiaľ identifikovaných 56 % všetkých druhov a 46 % všetkých známych rodov ploskulíc. Iba malá časť druhov (okolo 1 %) má kozmopolitné rozšírenie.

Zo štyroch v súčasnosti na svete známych čeľadí trojčrevných sladkovodných ploskulíc, sa na Slovensku vyskytujú druhy patriace do troch čeľadí – Dugesidae, Planariidae a Dendrocoelidae.

Čeľaď Dugesidae je celosvetovo rozšírená, pričom zástupcovia jej druhovo najpestrejšieho rodu *Dugesia* sa vyskytujú vo všetkých biogeografických regiónoch sveta s výnimkou Nového Zélandu a Austrálie. Podrod *Dugesia* sensu stricto je úzko viazaný na celý palearktický a afrotrópický región, pričom v západnej palearktiskej oblasti sa vyskytuje spolu s podrodom *Schmidtea*. Zástupcovia podrodu *Girardia* obývajú neoarktickú a neotropickú oblasť.

V Austrálii, Novom Zélande a v južných oblastiach Afriky a Latinskej Ameriky, z čeľade Dugesidae, je hojne rozšírený a druhovo najpestrejší rod *Cura*.

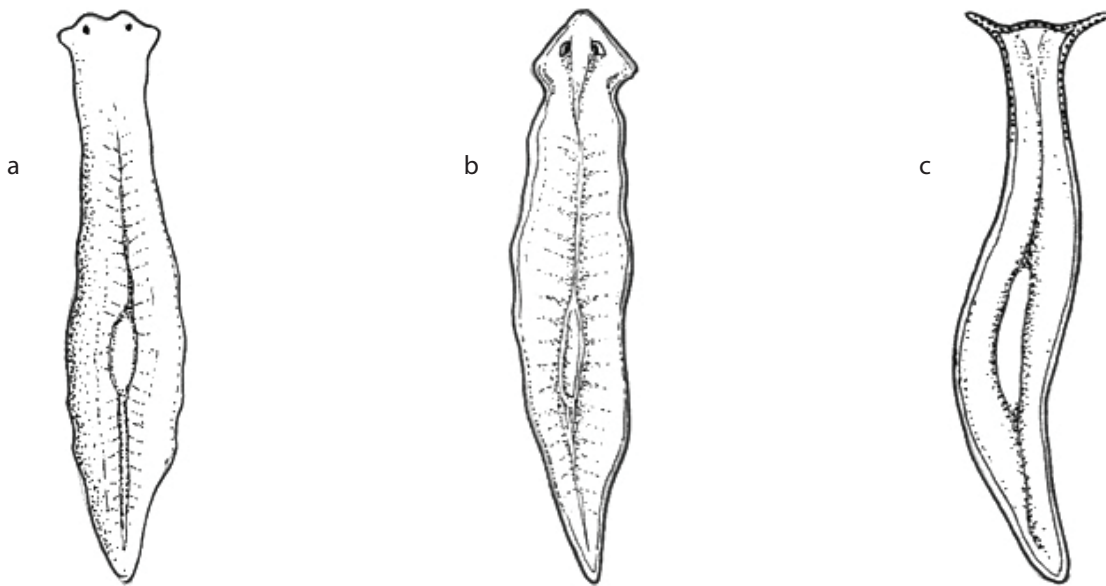
Čeľaď Planariidae má holoarktické rozšírenie. Štyri z ôsmich rodov (*Phagocata*, *Fonticola*, *Planaria* a *Polycelis*) tejto čeľade sa vyskytujú naprieč celým holarktickou oblasťou. Rod *Crenobia* je striktne viazaný na celý západný palearktický región, zatiaľ čo rody *Atrioplanaria* a *Plagnolia* sú rozšírené len v južných oblastiach Európy. Rod *Hymanella* sa vyskytuje pozdĺž celého východného pobrežia Severnej Ameriky.

Čeľaď Dendrocoelidae má holoarktické rozšírenie. Druhovo najpestrejší rod *Dendrocoelum* má striktne európske rozšírenie. Medzi rody so širšou hranicou rozšírenia v palearktickom regióne patria napríklad rody *Bdellocephala* a *Rectocephala*. Disjunktné areály naprieč celým holoarktickým regiónom majú len dva rody z tejto čeľade, a to *Dendrocoelopsis* a *Sorocelis*. Táto čeľaď zastrešuje aj viacero endemických rodov, napríklad rod *Miodendrocoelum* vyskytujúci sa v podzemných vodách vo východnom Francúzsku alebo rod *Acromyadenium* osídľujúci horské toky a podzemné vody v Maroku. Viacero endemických rodov je opísaných aj z jazera Bajkal (napr. *Microarchicotylus*, *Archicotylus*).

Čeľaď Kenkiidae s dvomi rodmi *Kenkia* a *Sphalloplana* sa vyskytuje v severovýchodnej Ázii a Severnej Amerike. Zástupcovia rodu *Kenkia* osídľujú dominantne podzemné vody.

MORFOLÓGIA

Bilaterálne sploštené telo našich ploskúl dosahuje dĺžku 1 až 2 cm. Ústa sú lokalizované na ventrálnej strane, pričom ich tvorí vychlípiteľný svalnatý hltan smerujúci do samotného čreva, ktoré tvorí slepú tráviacu dutinu. Črevo sa tak delí na jednu vetvu smerujúcu kranálne a dve vetvy prebiehajúce kaudálnym smerom (odtiaľ pochádza názov trojčrevovky). Nervovú sústavu tvoria dve vetvy (pasová nervová sústava), ktoré v hlavovej časti tvoria mozgové ganglion. U väčšiny sladkovodných ploskulíc sú prítomné dve alebo viaceré primitívne oči, reflektujúce iba svetlo a tmu. Medzi ďalšie zmyslové orgány patria mechanoreceptory umiestnené v brvách, slúžiace na vnímanie smeru prúdenia vody. Ploskule dýchajú celým povrchom tela.



Obr. 1 Charakteristický tvar tela u čeľadí a) Dendrocoelidae, b) Dugesiidae, c) Planariidae.

Niektoré druhy majú v parenchymatickom pletive symbiotické zelené riasy (*Dalyellia*), ktoré pri fotosyntéze vylučujú kyslík, ktorý je následne pohlcovaný okolitým tkanivom ploskule a táto naopak dodáva riasam kyslíčnik uhličity a zlúčeniny dusíka.

Základom vylučovacej sústavy sú plamienkovité bunky (protonefrídia, solenocyty) napojené na sieť kanálikov ústiacich na povrch tela.

Ploskule sú hermafrodity s vnútorným oplodnením. Vnútorné oplodnenie u páriacich sa jedincov prebieha tak, že jedince si navzájom preniknú penisom do genitálneho póru, ktorý je umiestnený na ventrálnej strane v zadnej časti tela. Samooplodnenie jedinca je znemožnené (i keď u niektorých druhov bolo pozorované, napr. *Polycelis nigra*) určitými štruktúrami penisu, ktoré bránia uvoľneným spermiami putovať do semenných vačkov (receptaculum seminis). Rody a druhy v rámci skupiny Tricladida sa okrem tvaru hlavy a počtu očiek identifikujú najmä na základe morfológie penisu a prilahlých pohlavných štruktúr. Samotný penis ploskúl je svalový orgán, na ktorom možno rozlíšiť bazálny bulbus a apikálnu peniálnu papilu. Do bazálnej časti penisu ústia semenovody (vas deferens), ktoré sú napojené na veľké množstvo semenníkov. Medzi ďalšie morfológicky významné štruktúry pohlavnej sústavy patria semenná schránka (receptaculum seminis) (slúži na skla-

dovanie spermií od kopulujúceho partnera) a adenodactyl (vyskytuje sa len u niektorých druhov a slúži k tvorbe kokónov). Ektolecitálne vajíčka sa u ploskulíc tvoria vo vaječníkoch, ktoré sú umiestnené v prednej časti tela. Oplodnené vajíčka sú kladené do guľovitých kokónov a tie sú následne prichytávané na kamene vo vodnom toku. U niektorých druhov (napr. *Phagocata vitta*, *Crenobia alpina*) bolo pozorované aj nepohlavné rozmnožovanie – fragmentácia.

U ploskulíc je známa pomerne silná regenerácia tela po jeho disekcii (napr. u druhu *Convoluta convoluta* priečne rezy regenerujú za niekoľko dní, pozdĺžne až za niekoľko mesiacov).

EKOLÓGIA

♦ Limitujúce faktory prostredia

Sladkovodné ploskule obývajú všetky typy stojatých a tečúcich vôd, niektoré druhy sa vyskytujú dokonca aj v podzemných vodách. Rozšírenie jednotlivých druhov podmieňujú viaceré abiotické a biotické faktory vodného prostredia.

Jedným z najvýznamnejších abiotických faktorov, ovplyvňujúcich rozšírenie ploskúl, je teplota vody. Potočné druhy sú všeobecne skôr stenotermné, s úzkym teplotným optimom pre priebeh pohlavného rozmnožovania do 10°C. Výskyt eurytermných druhov ploskúl je viazaný na lentické vodné habitaty, pričom k pohlavnému rozmnožo-

vaniu dochádza v rozmedzí teplôt od 10 do 20°C. Medzi ďalšie významné faktory ovplyvňujúce výskyt ploskúl je najmä koncentrácia Ca^{2+} , obsah O_2 a pH. Dôležitú úlohu pre výskyt zohráva aj typ substrátu, pričom ploskule sú viazané skôr na hrubšie substráty vo vodnom toku. Niektoré druhy (*Phagocata vitta* a *Phagocata albissima*) pri nepriaznivých podmienkach (napr. pri vyschnutí, poklese teploty) sú schopné sa encystovať a tak prečkať toto kritické obdobie.

Medzi biotické faktory ovplyvňujúce výskyt patrí medzidruhová potravná konkurencia. Tento fakt je dokumentovaný napríklad distribúciou druhov *Crenobia alpina* a *Polycelis felina*. Napriek, v podstate zhodným ekologickým nárokom, areál ich koexistencie je veľmi malý. Pri výskyte obidvoch druhov vo vodnom toku, *Crenobia alpina* sa sťahuje do vrchných častí toku, kým druh *Polycelis felina* sa vyskytuje nižšie po prúde. Ukážkou spoločného výskytu druhov na jednom habitate je koexistencia *Polycelis nigra* a *Polycelis tenuis*, pričom však dochádza k diverzifikácii ich areálov v rámci vodného habitatu. Pri spoločnom výskyte jedince druhu *Polycelis nigra* osídľujú hlbšie časti litorálnej zóny, kým jedince druhu *Polycelis tenuis* sa vyskytujú v plytkej vode príbrežnej zóny.

Vo všeobecnosti denzita ploskulíc vo vodnom toku narastá s poklesom počtu ostatných predátorov. Tento fakt je dokumentovaný najmä u druhu *Crenobia alpina*, kde v prameňoch je častokrát jediný predátor a jeho populácia tu môže dosahovať hustotu až niekoľko tisíc jedincov na 1 m².

U ploskúl je taktiež známa agregácia jedincov určitého druhu na jednom mieste – typicky na spodnej strane niektorých kameňov. Tento fenomén súvisí s negatívnym fototropizmom jedincov, a pravdepodobne aj so snahou maskovať sa pred predátormi. K agregácii jedincov na jednom mieste taktiež napomáhajú aj chemické signály produkované zúčastnenými jedincami.

♦ Rozmnožovanie a vývin

Rozmnožovanie u ploskúl prebieha pohlavne, pričom u niektorých druhov sa vyskytuje bežne aj nepohlavný typ reprodukcie (pričným delením alebo pučaním). Po kopulácii kladú jedince oplodnené vajíčka do guľovitých kokónov posadených na stopke, z ktorých sa zvyčajne po niekoľkých dňoch vyliahne až 20 mliečno sfarbených jedincov – ide teda o priamy vývin. Po kladení kokónov sa zmenší

veľkosť tela dospelého jedinca niekedy až na polovicu. Pohlavné rozmnožovanie môže mať dve podoby: semelparia a iteroparia. Semelparné druhy kladú kokóny raz za život, iteroparné viackrát. Obdobie kladenia kokónov prebieha od zimy do začiatku leta. Okrem týchto tzv. jarných vajíčok produkujú niektoré druhy (napríklad čeľaď Typhlopilidae) ešte trvalé vajíčka, u ktorých je liahnutie predĺžené. Tieto sa uvoľňujú buď cez pohlavné vývody alebo až po uhynutí jedincov a rozrušení tkanív. Nepohlavne sa rozmnožujú najmä pramenné a potočné druhy (napríklad *Phagocata vitta*, *Crenobia alpina*, *Polycelis felina*). Pohlavné rozmnožovanie u týchto druhov sa vyskytuje iba pri nízkych teplotách, keď je rýchlosť ich vlastného metabolizmu veľmi malá. Tento fenomén zároveň vysvetľuje častejšie pohlavné rozmnožovanie eurytermných druhov vyskytujúcich sa v stojatých vodách. Nepohlavné rozmnožovanie sa vyskytuje aj u polyploidných populácií niektorých eurytermných druhov.

♦ Potrava

Ploskule patria medzi striktné predátory. Pomocou vychlípiteľného hltana dokážu vyciavať telové tekutiny svojej koristi. Jedince napádajú väčšinou ranenú korisť, pričom dominantnú zložku potravy tvoria vodné mäkkýše, máloštetinavce, kôrovce a larvy vodného hmyzu, prípadne žubrienky. Potenciálnu korisť identifikujú vďaka svojim mechanoreceptorom vnímajúcim vírenie vody spôsobené raneným jedincom.

Pri vyhľadávaní koristi využívajú ploskule dve rôzne stratégie: 1) aktívne koristi vyhľadávajú, 2) vyčkávajú na mieste na potenciálnu korisť. Aktívne lovia najmä väčšie druhy ploskúl, zatiaľ čo jedince menších druhov skôr čakajú, až sa v ich blízkosti objaví zranený živočích. Zaujímavá je súvislosť stratégie lovu so spôsobom rozmnožovania: aktívnymi predátormi sú skôr semelparné druhy, zatiaľ čo iteroparné druhy skôr pasívne vyčkávajú na potravu.

Mesostoma ehrenbergi a niektoré ďalšie druhy vystreľujú z kaudálnej časti tela vlákna lepivého hlienu a obalujú nimi korisť. Niektoré rody napríklad *Microstomum*, ktoré sa živia nezmarvi využívajú ich knidoblasty. Tieto po pohltení nezmarov sa asi po 20 hodinách objavia v ich pokožkových bunkách, a rovnako ako u nezmarov plnia obrannú funkciu. Pokiaľ majú knidoblastov už dostatok, prechádza-

jú na inú potravu a dokonca nezmarov z čreva vyvrhnú. Pokiaľ majú knidoblastov málo vyvrhnú inú potravu, ak sa dostanú k nezmarom.

Medzi parazitické druhy patrí napríklad *Phaenocora beauchampsi* (Typhloplanida) žijúca v plodových priestoroch druhov rodu *Daphnia* (*Daphnia magna*, *Daphnia pulex*), pričom sa živí vyvíjajúcimi sa embryami.

V prípade nedostatku potravy ploskule začínajú tráviť vlastné tkanivá, v dôsledku čoho sa postupne zmršťujú. U druhu *Dugesia lugubris* bolo dokumentované zmenšenie tela z približne 12 mm až na 2,5 mm. Ku zmršťovaniu sú náchylnejšie veľké dospelé jedince, kým čerstvo vyliahnuté mláďatá majú ešte v čreve zásobu žltka, čo spôsobuje, že sa zmenšujú relatívne pomalšie.

Medzi známe predátory živiace sa ploskuľami patria larvy vážok, pošvatiek, potočnikov, dospelé potápniky, prípadne mloky. Mnoho potenciálnych predátorov však ploskule ako korisť odmieta. Tento fakt bol pozorovaný hlavne u rýb, čo je pravdepodobne spôsobené určitými chemickými látkami, ktoré pri napadnutí produkujú. Mnohé druhy vykazujú určité anti-predačné správanie, keď jedince v prostredí identifikujú chemické signály raneného jedinca, prestávajú sa agregovať na jednom mieste. Dokonca sú schopné spojiť si chemické signály nového predátora s nebezpečenstvom a neskôr reagovať len na prítomnosť daného predátora.

SPOLOČENSTVÁ RÔZNYCH BIOTOPOV

Vo faune sladkovodných ploskúľ Slovenska z radu Tricladida je v súčasnosti evidovaných 13 druhov patriacich do troch čeľadí: Dendrocoelidae (rod *Dendrocoelum*), Dugesiidae (rod *Dugesia*) a Planariidae (rody *Crenobia*, *Planaria*, *Phagocata*, *Polycelis*) (obr.1). Výskyt jednotlivých taxónov je limitovaný hlavne teplotnými pomermi a preferenciou k lotickým, resp. lentickým vodným habitatom. Na základe toho možno vyčleniť typické taxóny jednotlivých akvatických habitatov.

- 1) **V prameňoch, studených horských a podhorských potokoch a riekach** sa vyskytujú druhy *Crenobia alpina*, *Polycelis felina*, *Dugesia gonocephala*. Pramene a podzemné vody osídľuje aj pomerne vzácny druh *Dendrocoelum carphaticum*.
- 2) **V nížinných tečúcich a stojatých vodách** sa môžu vyskytovať druhy *Dugesia lugubris*, *Dugesia polychroa*, *Polycelis tenuis*, *Dendrocoelum lacteum*, *Dendrocoelum album*.
- 3) Medzi stagnikolné, eurytermné druhy osídľujúce výlučne **nížinné stojaté vody** patria druhy *Dugesia tigrina* a *Planaria torva*.

OHROZENIE, INVÁZNE A NEPÔVODNÉ DRUHY

Na území Slovenska je vo faune ploskúľ identifikovaný jeden nepôvodný druh *Dugesia tigrina*. Pôvodný areál tohto druhu tvorí Severná Amerika, odkiaľ bol introdukovaný akvaristami do Európy a Ázie začiatkom minulého storočia. V databázach mnohých krajín Európy je uvedený druh ako invázny, vytláčajúci pôvodnú faunu ploskúľ.

Zoznam použitej literatúry

- Álvarez-Presas M., Baguna J. & Riutort M. 2008. Molecular phylogeny of land and freshwater planarians (Tricladida, Platyhelminthes): From freshwater to land and back. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **47**: 555-568.
- Baguna J. & Riutort M. 2004. Molecular phylogeny of the Platyhelminthes. *Can. J. Zool.* **82**: 168-193.
- Beveridge M. 1982. Taxonomy, environment and reproduction in freshwater triclad (Turbellarie; Tricladida). *International journal of invertebrate reproduction* **5**: 107-113.
- Calow P., Davidson A.F. & Woollhead A.S. 1981. Life cycle and feeding strategies of freshwater triclad: a synthesis. *J. Zool.* **193**: 215-237.
- Noreña C., Damborenea C. & Brusa F. 2015. Phylum Platyhelminthes, pp. 181-203. In: Thorp J. & Rogers D.C. (eds) *Ecology and General Biology: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates*, Academic Press, San Diego.
- Schockaert E.R., Hooge M., Sluys R., Schilling S., Tyler S. & Artois T. 2008. Global diversity of free living flatworms (Platyhelminthes, "Turbellaria") in freshwater. *Hydrobiologia* **595**: 41-48.
- Zrzavý J. 2006. *Fylogeneze živočíšné ríše*. Scientia, Praha, 255 pp.

■ Mollusca – mäkkýše

FYLOGENÉZA

Mäkkýše sú po článkonožcoch (Arthropoda) považované za druhý najpočetnejší kmeň, ktorého fosílné záznamy siahajú až do obdobia kambria (pred 540 miliónmi rokov). V súčasnosti je známych okolo 180 tisíc druhov, z toho 50 tisíc predstavujú fosílny druhy. Fosílny nálezy z obdobia ediakaria (pred 600 miliónmi rokov) a spodného kambria stále nedostatočne objasňujú pôvod mäkkýšov. Napríklad rod *Kimberella* a *Wiwaxia* predstavujú sporné nálezy, keďže zástupcovia rodu *Kimberella* sú v mnohých prípadoch opisovaní len ako „mäkkýšom podobná“ skupina, pričom mnohí autori neklasifikujú tento taxón bližšie ako Bilateria. Pri rode *Wiwaxia* sú zas nejasnosti okolo ústneho aparátu (t.j. jazyk radula alebo orgán jemu podobný, ktorý sa vyskytuje u mnohoštetinavcov). Až zástupcovia vyhynutej čeľade Heliccionellidae z obdobia raného kambria, ktorých fosílie boli objavené v Číne a Sibíri, sú považované za prvé mäkkýše. Z recentných mäkkýšov sú najvýznamnejšie ulitníky (Gastropoda), lastúrniky (Bivalvia) a hlavonožce (Cephalopoda), z fosílnych foriem hlavonožce – amonity (Ammonoidea) a belemnity (Belemnoidea).

ROZŠÍRENIE

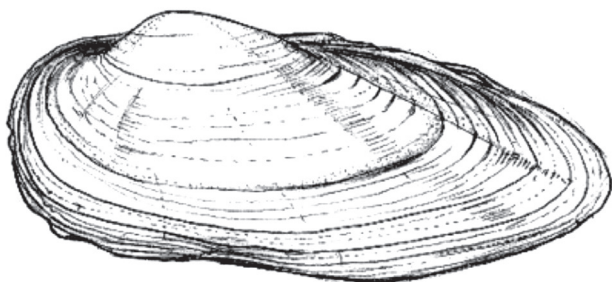
Mäkkýše sú starobylá živočíšna skupina, ktorá, za viac ako 500 miliónov rokov svojej existencie, dokázala osídliť takmer všetky typy biotopov. Žijú prevažne v morskom prostredí, od príbrežných oblastí až do hĺbky niekoľkých kilometrov, pričom najvyššiu diverzitu dosahujú v sublitóriáli. Sladkovodné mäkkýše sú kozmopolitne rozšírené

a nachádzajú sa na každom kontinente okrem Antarktídy a takmer vo všetkých vodných biotopoch, vrátane riek, jazier, potokov, močiarov, podzemných vôd a prameňov, ako aj v dočasných rybníkoch, odvodňovacích priekopách a iných vysychavých a sezónnych vodách. Väčšina žije ponorená pod vodnou hladinou, pričom sa špecializujú na konkrétne habitáty – vodná vegetácia, kamene, skaly, drevo a iné pevné povrchy alebo mäkké sedimenty. Niekoľko zástupcov čeľade Rissoidae preferujú vnútrozemské vody s vysokou koncentráciou solí, ako sú napríklad solné jazerá v strednej Ázii, Afrike a Austrálii. Len malá časť sa prispôbila terestrickému spôsobu života (okolo 35 tisíc druhov).

Na území Slovenska sú z ôsmich tried mäkkýšov zastúpené iba ulitníky a lastúrniky, z ktorých najpočetnejšie sú čeľade kotúľkovité (Planorbidae, 20 druhov) a kôstkovité (Sphaeriidae, 19 druhov). Ide celkovo o 254 druhov, z ktorých 81 je vodných (51 ulitníkov a 30 lastúrnikov).

MORFOLÓGIA

Najnápadnejšou časťou väčšiny našich mäkkýšov je pevná vápenatá schránka, ktorá chráni mäkké telo. Ulitníky majú jednu nesúmernú, špirálovitú alebo čiapočkovitú schránku – ulitu (obr.1). Schránka lastúrnikov sa skladá z dvoch súmerných polovic – lastúr, spojených pružným väzom (ligamentom) (obr.1). Steny schránky sú zložené z dvoch až troch odlišných vrstiev. Na povrchu je pokrytá tenkou organickou farebnou vrstvou (periostrakum – konchinová vrstva), vnútorné dve vrstvy sú zložené z uhličitanu vápenatého (ostrakum – prizmatická vrstva a hypostrakum – perleťová vrstva).



Obr. 1 Schránka lastúrnika – Bivalvia (vľavo) a ulitníka – Gastropoda (vpravo).

Telo ulitníkov pozostáva z hlavy, svalnatej nohy a vnútornostného vaku. U vodných ulitníkov nesie hlava pár nezatahnutelných tykadiel (antén), ktoré sú buď štíhlo valcovité, na konci zašpicatené až nitkovité, zriedkavejšie ploché a trojuholníkovité (čel. Lymnaeidae). Noha pozostáva zo silnej svaloviny a jej brušná časť sa nazýva chodidlo. Ulitník sa pohybuje plynulým kĺzaním po podklade bez toho, aby s ním noha strácala kontakt a menila svoje obrysy. Vnútornostný vak, ktorý vyrastá na hornej strane nohy, vytvára tzv. plášť (t. j. kožný záhyb). Špeciálne bunky na jeho okraji a vonkajšej strane vylučujú ulitu. Vnútornostný vak zostáva skrytý v ulite a je teda dokonale prispôsobený jej tvaru. V prednej časti a vpredu po bokoch sa vytvára plášťová dutina, ktorá slúži predovšetkým na dýchanie.

Lastúrniky majú telo bilaterálne symetrické, laterálne sploštené, s redukovanou hlavou a kýlovitou nohou, kryté dvoma lastúrami. Okraje plášte sa k sebe primykajú, často sú zrastené, s výnimkou troch otvorov – pedálneho (pre nohu), inhalačného (nasávacieho, vstupného) a exhalačného (vyvrhovacieho). Voda vteká inhalačným otvorom v zadnej časti tela, obmýva žiabre, ktoré odoberajú kyslík a zachytávajú drobné čiastočky potravy.

EKOLÓGIA

♦ Životný cyklus a rozmnožovanie

Vo všeobecnosti sú mäkkýše primárne gonochoristy (väčšina lastúrníkov) alebo hermafrodity (väčšina ulitníkov), pričom sa vzácnne môže vyskytnúť aj partenogenéza (*Potamopyrgus antipodarum*). Niektoré skupiny sú schopné počas života meniť svoje pohlavie. Viaceré druhy, napr. močiarky (*Viviparus* spp.) alebo hrachovky (*Pisidium* spp.) sú živorodé. Vývoj je priamy alebo nepriamy cez voľne plávajúce larválne štádium trochoforového typu – veliger (najmä u morských druhov), larva niektorých sladkovodných lastúrníkov je glochídium – parazituje na žiabrach alebo pokožke rýb, čo umožňuje jednoduchšie šírenie veľkých lastúrníkov, napr. inváznej šklabky ázijskej (*Sinanodonta woodiana*). Dĺžka života mäkkýšov je druhovo špecifická a pohybuje sa v rozmedzí 1 – 3 rokov (výnimku tvoria veľké lastúrniky, ktoré sa dožívajú až niekoľkých desiatok rokov, perlorodka riečna bežne až 130 rokov).

♦ Potrava

Z potravného hľadiska patria ulitníky medzi spásače–zoškrabávače, drviče alebo zberače–zhŕňače. Jednotlivé druhy pritom môžu rôzne spôsoby prijímania potravy kombinovať. Ich hlavnou potravnou zložkou je perifytón (zmes rias, cyanobaktérií, heterotrofných mikróbov a detritu), ďalej rozkladajúce sa zvyšky rastlinných, ale aj živočíšnych pletív. Lastúrniky patria medzi zberače a aktívne filtrátory.

♦ Šírenie a biologické invázie

Ako väčšina organizmov, aj mäkkýše sa môžu šíriť aktívne či pasívne. Aktívne šírenie je závislé na vnútorných faktoroch, čiže na druhu, veľkosti jedincov, pohlaví, reprodukčnom statuse a na vonkajších faktoroch, napr. na rýchlosti prúdenia, teplote vody, heterogenite substrátu alebo dostupnosti potravy. Oveľa rýchlejšie sa mäkkýše šíria pasívnymi spôsobmi. Aby sa mohli pasívne šíriť proti prúdu potrebujú k tomu sprostredkovateľa, ktorý sa nazýva vektor. Najčastejšími vektormi sú ryby a vtáky. Niektoré sladkovodné mäkkýše (napr. rody *Acroloxus* a *Ferrissia*) sa dokážu prichytiť na telo alebo nohy vodného hmyzu (najmä veľkých chrobákov a bzdôch) a prekonávať pomerne veľké vzdialenosti. V Európe boli niekoľkokrát pozorované drobné sladkovodné lastúrniky (rodu *Pisidium* a *Sphaerium*), prichytené lastúrami na nohách veľkých vodných chrobákov, bzdôch či prstoch obojživelníkov. Nebezpečnú cestu tráviacim traktom rýb môžu bez ujmy na zdraví prekonať najmä ulitníky, ktoré dokážu ústie ulity uzavrieť rohovinovým viečkom (operculum), takže ich telo nepríde do kontaktu s tráviacimi tekutinami rýb (na Slovensku napr. drobné ulitníky z čeladi Neritidae, Hydrobiidae, Bityniidae či Valvatidae). Všeobecne známym transportom je prenos larválnych štádií (glochidií) veľkých lastúrníkov na žiabrach rýb. Touto cestou sa rýchlo šíria aj invázne druhy mäkkýšov. *Physa acuta* je nepôvodný druh, ktorý k nám bol zavlečený zo Stredomoria, kam sa dostal už v 18. stor. zo Severnej Ameriky. Nájdeme ho najmä v sekundárnych a človekom výrazne ovplyvnených vodných biotopoch (štrkoviská, vodné nádrže, kanály a pod.).

Medzi významné invázne druhy u nás patrí aj *Potamopyrgus antipodarum*, pôvodom z Nového Zélandu. Z lastúrníkov k nám boli lodnou dopravou alebo vtákmi zavlečené

nepôvodné druhy *Dreissena polymorpha*, *D. rostriformis bugensis*, *Sinanodonta woodiana* a *Corbicula fluminea*. *Dreissena polymorpha* pochádza z pontickej oblasti, odkiaľ sa rozšírila do ďalších európskych vôd, kde vytvára zhluky na ponorených predmetoch. *Dreissena polymorpha* vytvára kolónie s hrúbkou do 30 cm, v ktorých sa nachádza až 10 000 jedincov na 1 m². Svojimi schránkami spôsobuje problémy vo vodnom hospodárstve (znižovanie prietoku, blokovanie vodohospodárskych zariadení a objektov) a v lodnej doprave. Schránky lastúrnika *Corbicula fluminea* nachádzame v hojnom počte najmä v úseku Komárno – Štúrovo, druh sa však vyskytuje v celom úseku Dunaja, aj v systéme kanálov Podunajskej nížiny. Veľké lastúry šklabky *Sinanodonta woodiana* môžeme nájsť napr. v alúviu Dunaja, Ipľa a Hrona. Okrem tohto nepôvodného druhu žijú na Slovensku ešte tri autochtónne druhy šklabiek – *Anodonta cygnea*, *A. anatina* a vzácna *Pseudanodonta complanata*.

SPOLOČENSTVÁ RÔZNYCH BIOTOPOV

- 1) **Pramene:** *Alzoniella slovenica*, *Bythinella austriaca*, *B. pannonica* (Gastropoda); *Pisidium casertanum*, *P. personatum* (Bivalvia)
 - ♦ menej typické druhy, ktoré sa však môžu vyskytovať v pramenných stružkách sú *Ancylus fluviatilis*, *Galba truncatula*, *Radix labiata* (Gastropoda)
- 2) **Horské a podhorské potoky a rieky:**
 - ♦ horské toky: *Bythinella austriaca*, *B. pannonica* (Gastropoda); *Pisidium casertanum*, *P. personatum*, *P. subtruncatum* (Bivalvia)
 - ♦ podhorské toky: *Ancylus fluviatilis*, *Radix labiata* (Gastropoda); *Pisidium casertanum*, *P. personatum* (Bivalvia)
 - ♦ nížinné potoky: *Acroloxus lacustris*, *Ancylus fluviatilis*, *Bithynia tentaculata*, *Galba truncatula*, *Gyraulus albus*, *Potamopyrgus antipodarum*, *Radix auricularia*, *R. ovata*, *Valvata cristata*, *V. piscinalis* (Gastropoda); *Anodonta anatina*, *A. cygnea*, *Pisidium amnicum*, *P. casertanum*, *P. henslowanum*, *Sphaerium corneum*, *Unio crassus*, *U. pictorum*, (Bivalvia)
- 3) **Nížinné rieky:** *Bithynia tentaculata*, *B. transsilvanica*, *Esperiana* spp., *Gyraulus albus*, *Lithoglyphus naticoides*, *Physa acuta*, *Planorbis carinatus*, *P. planorbis*, *Pota-*

mopyrgus antipodarum, *Radix ampla*, *R. auricularia*, *R. balthica*, *Stagnicola* spp., *Theodoxus* spp., *Valvata* spp., *Viviparus* spp.; *Anodonta cygnea*, *Corbicula fluminea*, *Dreissena polymorpha*, *Musculium lacustre*, *Pisidium casertanum*, *P. globulare* (len v paleopotamáli), *P. henslowanum*, *P. nitidum*, *P. obtusale* (len paleopotámál), *P. supinum*, *Pseudanodonta complanata*, *Sinanodonta woodiana*, *Sphaerium corneum*, *S. rivicola*, *Unio* spp.

BIOINDIKÁCIA A OHROZENIE

Citlivosť na zmeny prostredia, malá pohyblivosť a prítomnosť schránky, robí z mäkkýšov bioindikačne významnú skupinu organizmov. Vodné mäkkýše citlivo reagujú na zmeny životných podmienok vyvolané napríklad organickým a toxickým znečistením, hydromorfologickým narušením alebo celkovou degradáciou prostredia, a to zmenami v druhovej skladbe spoločenstva, a teda aj jeho ekologickej štruktúry. Pretože všetky naše vodné druhy mäkkýšov majú pevnú schránku, ktorá vo vodnom prostredí pretrváva ešte určitý čas po uhynutí živočícha, možno podľa nich odhadnúť vývoj malakocenóz (t. j. spoločenstiev mäkkýšov v biocenóze) a jednotlivých populácií v nedávnej minulosti. Tak aj samotná schránka (ulita či lastúra) môže byť sama o sebe zdrojom bioindikačných informácií. Tenkostenná schránka so slabo vyvinutou armatúrou môže signalizovať nedostatok vápnika v prostredí, perforácie alebo zlomy bývajú sprievodným javom acidifikácie. K typickým deformáciám klasického tvaru alebo zmenám veľkosti schránok môže dôjsť aj pri nákaze a parazitovaní cercáriami motolíc (Trematoda).

Na Slovensku sa vyskytuje viacero ohrozených druhov vodných mäkkýšov európskeho (označené *) a národného významu:

Gastropoda (ulitníky):

Alzoniella slovenica – západokarpatský endemit pramenných výverov viazaný na puklinové podzemné vody.

Anisus septemgyratus – druh nížinných ramien a tóní, kde sa vyskytuje pri brehu na vegetácii alebo vo voľnej vode. Na Slovensku ho vzácne môžeme nájsť v Podunajsku, pomerne hojný je v Potisí.

Bythinella pannonica – endemit Slovenského krasu viazaný na chladné krasové pramene a vyvieracky, často sa vyskytuje vo veľkých populáciách.

Esperia daudebartii acicularis – obýva príbrežné oblasti nížinných riek a na Slovensku sa vyskytuje sa najmä v hlavnom toku Dunaja od Komárna po Štúrovo.

Esperia esperi – má rovnaké ekologické nároky a rozšírenie ako predchádzajúci druh.

Gyraulus riparius – silne ohrozený druh zachovalých tóní, slepých riečnych ramien a mokradí v alúviach veľkých nížinných riek. V súčasnosti je na Slovensku známa jediná živá populácia (NPR Čičovské mŕtve rameno).

Hauffenia spp. – žije v podzemných vodách Slovenského krasu, pričom živé jedince boli zaznamenané aj v niekoľkých prameňoch tejto oblasti.

Theodoxus transversalis – ide o endemický druh Podunajska, pričom bol jeho výskyt zaznamenaný aj v dolnom úseku Hrona a Nitry.

Valvata macrostoma – druh viazaný na malé periodicky vysychajúce tône v terénnych zníženinách, staré riečne

ramená a zarastené lúčne mokrade. Na Slovensku sa vyskytuje v Podunajskej, Pomoraví a Potisí.

Bivalvia (lastúrniky):

Pseudanodonta complanata – tento lastúrník je viazaný výhradne na väčšie nížinné rieky.

**Unio crassus* – vyskytuje sa výlučne iba v tečúcich vodách, od drobných potokov až po veľké nížinné rieky. Ešte takmer pred 100 rokmi patril tento druh medzi najhojnejšie sa vyskytujúce lastúrniky v našich veľkých riekach avšak negatívnym vplyvom ľudskej činnosti došlo k jeho vyhynutiu na viacerých lokalitách. Dnes patrí v Európe medzi najohrozenejšie živočíchy a je medzinárodne chránený. U nás sa v súčasnosti vyskytuje roztrúseno po celom území, predovšetkým v nížinách, hoci väčšinou ide iba o izolované a zvyškové populácie.

Zoznam použitej literatúry

- Butterfield N.J. 2006. Hooking some stem-group „worms“: fossil lophotrochozoans in the Burgess Shale. *BioEssays* **28**: 1161–1166.
- Caron J.B., Scheltema A., Schander C. & Rudkin D. 2006. A soft-bodied mollusc with radula from the Middle Cambrian Burgess Shale. *Nature* **442**: 159–163.
- Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Official Journal of the European Communities No. L 206/7.
- Fedonkin M.A. & Waggoner B.M. 1997. “The Late Precambrian fossil Kimberella is a mollusc-like bilaterian organism”. *Nature* **388**: 868.
- Fedonkin M.A., Simonetta A. & Ivantsov A.Y. 2007. New data on Kimberella, the Vendian mollusc-like organism (White Sea region, Russia): palaeoecological and evolutionary implications. Geological Society, London, 286 pp.
- Horsák M., Vašítko J.; 2007. Měkkýši. pp. 18-35. In: Hudec K., Kolibáč J., Laštůvka Z. & Peňáz M. (eds.) Příroda České republiky: průvodce faunou. Academia, Praha.
- Parkhaev P.Y. 2007. The Cambrian ‘basement’ of gastropod evolution. Geological Society, Special Publications **286**: 415–421.
- Sigwart J.D. & Sutton M.D. 2007. Deep molluscan phylogeny: synthesis of palaeontological and neontological data. *Proceedings of the Royal Society: Biology* **274**: 2413–2419.
- Sigwart J.D. & Lindberg D.R. 2015. Consensus and Confusion in Molluscan Trees: Evaluating Morphological and Molecular Phylogenies. *Systematic Biology* **64**: 384–395.
- Steiner G. & Dreyer H. 2002. Cephalopoda and Scaphopoda are sister taxa an evolutionary scenario, Jahresversammlung der DZG in Halle 2002 Abstracts Unravelling evolutionary history using phylogenetic analyses.

■ Polychaeta – mnohoštetinavce

FYLOGENÉZA

Klasické delenie kmeňa obrúčkavce na triedy mnohoštetinavce (Polychaeta), máloštetinavce (Oligochaeta) a pijavice (Hirudinea) v súčasnosti nemožno považovať za validné. Na základe molekulárnych analýz máloštetinavce a pijavice tvoria skupinu obrúčkavce (Clitellata), ktorá je považovaná za sesterskú k mnohoštetinavcom. Okrem toho sa ako ďalšie skupiny obrúčkavcov, na úrovni mnohoštetinavcov, ukazujú napríklad chobotničky (Echiurida), sipunkuly (Sipunkula) a praobručkavky (Archannelida).

Obrúčkavce, z hľadiska ich fylogeny, patria medzi najproblematickejšie skupiny živočíchov. Nie je vôbec jasné ani to, či kmeň v klasickom ponímaní je vôbec monofyletický. Toto vnímanie závisí v mnohých ohľadoch od toho, či sú obrúčkavce a článkonožce vnímané ako dve blízko príbuzné skupiny v rámci skupiny Articulata (articulátna hypotéza pôvodu) alebo sú tieto dve skupiny považované za veľmi vzdialené a tak ich spoločné znaky predstavujú evolučné novinky, ktoré sa vyvinuli u každej skupiny nezávisle na sebe.

Hlavnými znakmi všetkých obrúčkavcov sú: segmentácia tela, rebríčková nervová sústava, vznik nových segmentov z kmeňových buniek v zadnej časti tela, rozdelenie pozdĺžnej svaloviny do niekoľkých zväzkov. Za evolučnú novinku, nezávislú na fylogenetickom postavení obrúčkavcov, sa považujú aj chitínózne štetiny.

Najnovšie molekulárno-fylogenetické štúdie naznačujú existenciu troch veľkých skupín v rámci mnohoštetinavcov, čo absolútne nereflktuje pôvodné delenie tejto triedy na rad Errantia (voľne pohyblivé formy) a rad Sdentaria (viac-menej prisadnuté formy). Prvá skupina Scolecida zastrešuje jednoduché morské, bentické červy bez prostomiálnych prívěskov. Druhú skupinu Canalipalpata tvoria väčšinou prisadnuté morské formy žijúce v rúrkach, s prosomiálnymi palpami slúžiacimi k získaniu potravy. Tretia skupina Aciculata je zoskupením dravých, aktívne pohyblivých foriem, ktoré majú zložite vyvinuté parapódia, dvojčlánkové štetiny a prostomiálne tykadlá. Podľa najnovších fylogenetických poznatkov sa ako ďalšia sku-

pina mnohoštetinavcov na úrovni predchádzajúcich troch ukazujú olejušky (Aphanoneura), ktoré boli minulosti zaradované do triedy Clitellata.

ROZŠÍRENIE

Celosvetovo je známych viac ako 10 000 druhov mnohoštetinavcov, ktoré sú súčasťou 210 rodov a 87 čeľadí. Sladkovodné mnohoštetinavce tvoria necelé 2 % celkovej druhovej diverzity (168 druhov). Medzi druhovo najpestrejšie sladkovodné čeľade patria Nereididae, Aeolosomatidae, Sabellidae, Spionidae. Mnohoštetinavce osídľujú všetky kontinenty s výnimkou Antarktídy. Na základe súčasných poznatkov palearktický región disponuje druhovo najpestrejšou faunou mnohoštetinavcov, je tu determinovaných až 67 druhov patriacich do 32 rodov. Len malá časť druhov (okolo 3 %) je kozmopolitne rozšírená po celom svete. Na druhej strane mnohoštetinavce sú hodnotené ako skupina s vysokým podielom endemických druhov, napríklad v palearktickom regióne sú lokalizované dve centrá endemizmu. Jedným je jazero Bajkal a jeho prítoky, kde je známych 5 endemických druhov patriacich do rodov *Aeolosoma* a *Manayunkia*. Druhým je ponto-kaspický región, kde je doposiaľ determinovaných 7 endemických druhov z rodov *Hypania*, *Hypaniola*, *Parahypania*, *Manayunkia* a *Fabricia*.

V mori obývajú všetky typy biotopov. Najviac ich žije na dne v hlbokých častiach morí a oceánov. V príbrežnej zóne svetových oceánov sa vyskytuje napríklad druh *Maldane sarsi*, ktorého populácie môžu dosahovať početnosti až 90 000 jedincov na 1 m². Niektoré druhy napríklad z čeľade Nereididae a Syllidae obývajú vnútro tela hubiek a hviezdíc. Na povrchu tela vyšších kôrovcov ako komenzály žijú zástupcovia čeľade Histriobdellidae.

Viac ako polovica všetkých sladkovodných druhov a rodov obýva rieky a jazerá. Zvyšok tvoria predovšetkým druhy braktických a podzemných vôd. Malá časť druhov je úzko viazaná aj na hyporeickú zónu tokov a telmy hlavne rastlinného pôvodu. V Dunaji sa bežne vyskytuje ponto-kaspický druh *Hypania invalida* zo skupiny Canalipalpata, vo veľkých riekach Severnej Ameriky sa vyskytujú zástupcovia rodu *Manayunkia*. Podzemné vody dinarského krasu pomerne často obýva druh *Marifugia cavatica*. Takisto podzemné krasové vody a hyporeickú zónu riek osídľuje druh *Troglochaetus beranecki* zo skupiny Aciculata. Na na-

šom území je jeho výskyt udávaný hlavne z podzemných vôd a studní okolia Bratislavy.

MORFOLÓGIA

Telo mnohoštetinavcov je pretiahnuté, metamérne, väčšinou na každom článku s párom parapódií (obr. 1). Delí sa na hlavovú časť – prostomium, larválnu časť – metastomium a postlarválnu časť s posledným článkom uzatvárajúcim koniec tela – pygidium. Na hlavovej časti sa môžu nachádzať hmatové výrastky, nuchálne orgány (chemoreceptory) a oči. Na každom článku tela je prítomný pár parapódií, zväzky štetov a vo vnútri pár coelomových dutín.

Parapódie sú u rôznych skupín rôzne modifikované, môžu niesť žiabre alebo sú redukované do formy plátkovitých útvarov slúžiacich na pohyb. V pokožke sa nachádza množstvo slizových, senzorických a kutikulu produkujúcich buniek. Tvar tela udržuje turgor coelomovej dutiny. Prisadnuté druhy, vrtajúce v piesku si môžu stavať z okolitého materiálu schránky, z ktorých trčí len predná časť tela.

Začiatok tráviacej sústavy tvorí svalnatý hltan, ktorý u niektorých druhov môže byť vybavený chitinóznymi čelustami. Črevo je rovné, u niektorých skupín má bočné segmentálne výbežky. Análny otvor je na poslednom článku a u niektorých druhov slúži aj na dýchanie.

Nervová sústava je rebríčková s jedným párom zhrubnutých ganglií v prostomiu.

Cievna sústava je uzavretá, hemolymfa koluje v chrbtovej cieve zozadu dopredu (v brušnej cieve opačne). Na cievnu sústavu nadväzujú dýchacie orgány – žiabre, ktoré

sú lokalizované na parapódiách alebo v ich tesnej blízkosti. Vylučovaciú sústavu tvoria metanefridie.

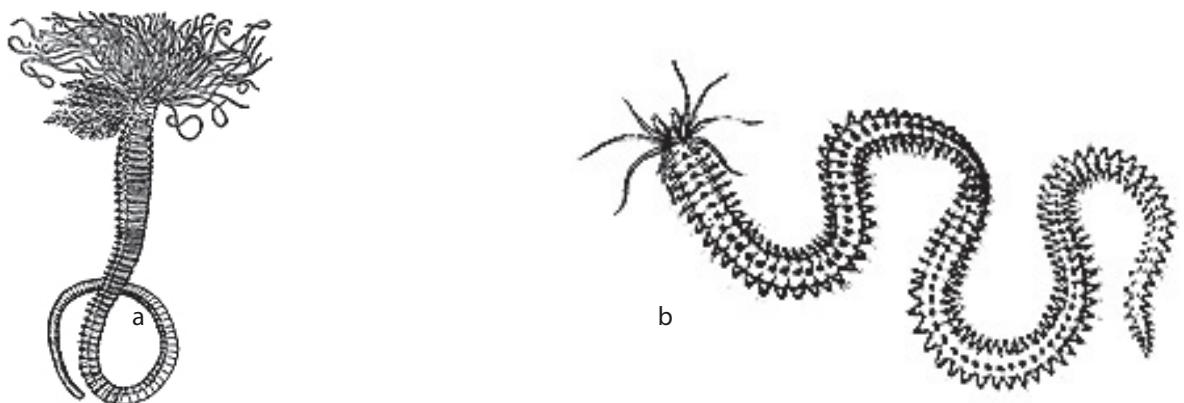
Pohlavné orgány sa nachádzajú buď vo väčšine článkov, alebo len určitej časti tela (epitokne časti tela). U mnohoštetinavcov existuje tzv. plná epitokia, kedy celý organizmus v čase dozrievania a uvoľňovania pohlavných buniek začne plávať v pelagiále alebo tzv. neúplná epitokia, kedy sa paratomiou oddeľujú epitokne časti, ktoré samostatne plávajú a kopulujú. Pohlavné vývody sú u mnohých skupín spojené s metanefridiami vytvárajúce tzv. nefromixie. Niektoré druhy disponujú aj kopulačnými orgánmi hákovitého tvaru umiestnenými na niektorých článkoch tela.

EKOLÓGIA

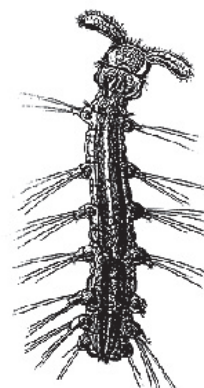
♦ Limitujúce faktory prostredia

Medzi fundamentálne faktory ovplyvňujúce výskyt a distribúciu mnohoštetinavcov vo vodnom prostredí patria: charakter dna a sedimentov, salinita, teplota vody, hĺbka a kyslíkové pomery.

Pravdepodobne najdôležitejší faktor limitujúci výskyt máloštetinavcov v morskom a sladkovodnom prostredí je štruktúra sedimentov dna. Väčšina taxónov je viazaná na jemnejšie substráty ako je piesok a bahno. Charakter substrátu je dôležitý hlavne pre bentické formy, ktoré možno rozdeliť do dvoch skupín: epibionty – žijúce na povrchu dna a intrabionty – zaryté v piesku alebo bahne. Prisadnuté formy na miestach s vhodným substrátom často tvoria mnohopočetné kolónie.



Obr. 1 Charakteristický tvar tela a.) prisadlých foriem a b.) pohyblivých foriem mnohoštetinavcov.



Obr. 2 Tvar tela u druhu *Hypania invalida* (vľavo) a *Troglochaetus beranecki* (vpravo).

Salinita ako esenciálny faktor determinujúci výskyt taxónov sa uplatňuje hlavne v brakických vodách. Pri zvýšení kontinentálneho odtoku a tak znížení salinity dominujú vo faune mnohoštetinavcov pobrežnej zóny morí sladkovodné druhy, kým v období vyššieho zasolenia brakických vôd sa tu vyskytujú hlavne morské taxóny. Napríklad druh *Nereis diversicolor* osídľuje brakické vody len v pobrežnej zóne, kde dochádza k podzemným výverom sladkej kontinentálnej vody.

Teplota vody okrem toho, že limituje výskyt niektorých taxónov, sa uplatňuje hlavne v determinácii obdobia reprodukcie a dĺžke životného cyklu druhov. Napríklad u tropického morského červa druhu *Neanthes succinea* dochádza k uvoľňovaniu epitoknej časti len pri teplote 16 – 21°C. Prechod od celoročného rozmnožovania k rozmnožovaniu len počas letných mesiacov bol pozorovaný v gradiente teploty vody pozdĺž Kalifornského pobrežia u kozmopolitne rozšíreného druhu *Nereis grubei*.

U ponto-kaspického druhu *Hypania invalida*, ktorý je hojne rozšírený vo veľkých riekach Európy, limitujúcim faktorom pre výskyt je bahňitý, resp. piesčité substrát. Tento druh je považovaný za eurytermný, znášajúci rozpätie teplôt 2 – 25°C. Rovnako znáša aj pomerne veľké rozpätie hodnôt salinity (0 – 12‰). Na našom území tento druh osídľuje hlavný tok a ramenný systém Dunaja a dolný úsek Váhu.

♦ Rozmnožovanie a vývin

Väčšina druhov mnohoštetinavcov sú gonochoristy, zriedkavo sa u niektorých skupín (napríklad čeľaď Capitellidae) vyskytuje hermafroditizmus. U niektorých taxónov je známy pohlavný dimorfizmus jedincov. Rozmnožovanie pre-

bieha vonkajším oplodnením, pohlavné bunky sú u oboch pohlaví uvoľňované do prostredia alebo sú prichytené na konci tela samíc, kde dochádza k oplodneniu. Po oplodnení samce hynú a samice s vajíčkami plávajú v pelagiále. Po skončení vývinu vajíčok samice taktiež hynú. V Tichomorí sú ako miestna špecialita ponúkané jedince druhu *Eunice viridis* (palolo zelený), ktoré sú práve v období rozmnožovania lovené domorodcami. Niektorý zástupcovia (napríklad z čeľade Aeolosomatidae) sa rozmnožujú predovšetkým nepohlavne – paratomiou.

Vývin u väčšiny taxónov prebieha cez larvu trochoforu. Známe sú aj druhy s vivipariou, resp. partenogenezou, u ktorých sú častokrát pozorované tzv. svadobné tance. Náznaky starostlivosti o potomstvo sú u niektorých čeľadí (napríklad Spirorbidae) dokumentované produkciou kokónov alebo nahromadenou zásobou potravy materským organizmom pre larválne štádiá jeho potomkov.

U nás sa vyskytujúci druh *Hypania invalida* (obr. 2), sa rozmnožuje koncom jari a začiatkom leta. Samce uvoľňujú spermie do prostredia, ktoré následne oplodňujú vajíčka umiestnené v trubici materského organizmu. Jedince produkujú niekoľko znášok s 50 až 250 vajíčkami. Potomstvo sa liahne a je uvoľňované do prostredia po 14 dňoch. Prísadnuté jedince dosahujú pohlavnú dospelosť po 12 týždňoch a dožívajú sa približne 10 mesiacov.

Jedince druhu *Aeolosoma hemprichi* sa rozmnožujú paratomiou v letnom období a dožívajú sa približne 8 mesiacov.

♦ Potrava

Veľká taxonomická diverzita mnohoštetinavcov sa odzrkadľuje aj v značnej heterogenite potravných stratégií

u jednotlivých taxónov. Predátory sa živia ostatnými bentickými bezstavovcami. Mnohé druhy (napríklad z čeľade Capitellidae a Arenicolidae) konzumujú odumreté organické zvyšky (detritofágy). Iné, ako napríklad zástupcovia z čeľade Sabellidae a Serpulidae, patria medzi filtrátory. Niekoľko druhov patrí taktiež medzi parazity (napríklad druh *Ichthyotomus sanguinarius* cicie krv morských rýb alebo *Histriobdella homari* parazituje na žiabrách homárov). U taxónov žijúcich v hlbokomorskom prostredí často absentuje črevo. Jedince tak energiu získavajú od symbiotických chemoautotrofných baktérií množiacich sa v ich telách.

Jedince druhu *Hypania invalida* sú jednak aktívne filtrátory, ale hlavne spásajú rastlinných nárastov tvorených sinicami a rozsievkami. Ďalšie dva druhy evidované vo faune mnohoštetinavcov Slovenska *Troglochaetus beranecki* a *Aeolosoma hemprichi* sa živia dominantne odumretým organickým materiálom rastlinného a živočíšneho pôvodu.

BIOINDIKÁCIA

Vo všeobecnosti sú mnohoštetinavce hodnotené ako skupina tolerantná k rôznym typom znečistenia. Veľké množstvo druhov sa považuje za oportunistov, schopných rýchlej kolonizácie antropicky silne narušených biotopov.

U mnohých druhov dochádza k masívnemu nárastu populačnej hustoty pod vplyvom zvyšujúceho sa organického znečistenia a eutrofizácie vodného prostredia. Napríklad v čiernomorských zálivoch s nárastom znečistenia počas ostatných 20 rokov bol pozorovaný niekoľkonásobný nárast denzity a biomasy u druhov *Polydora cornuta*, *Neanthes succinea*, *Harmothoe imbricata* a *Prionospio cirrifer*. Podobne u druhu *Hypania invalida* početnosť narastá v úsekoch toku so zvýšením organickým zaťažením, t. j. na úrovni alfa- až polysaprobity.

OHROZENIE A INVÁZNE DRUHY

Z celoeurópskeho hľadiska patrí druh *Hypania invalida* do skupiny inváznych druhov, ktorý v súčasnosti vo veľkom kolonizuje mnohé väčšie rieky Európy (napríklad Dunaj, Rýn, Labe, Odra). Udávajú sa tri rôzne smery šírenia tohto druhu v Európe. Severný koridor tvorí rieka Volga, centrálny predstavuje rieka Dneper, resp. Vistula a južným koridorom šírenia je rieka Dunaj. Na našom území bol tento druh prvýkrát zaznamenaný v 70. rokoch minulého storočia, i keď do slovenskej časti Dunaja pravdepodobne prenikol už koncom 50. rokov. Po prúde sa úspešne šíri prostredníctvom juvenilov uvoľnených po opustení materskej trubice. Protiprúdové šírenie zabezpečuje hlavne lodná doprava prostredníctvom balastnej vody.

Zoznam použitej literatúry

- Glasby C.J. & Timm T. 2008. Global diversity of polychaetes (Polychaeta; Annelida) in freshwater. *Hydrobiologia* **595**: 107-115.
- Norf H., Kniggendorf L.G., Fischer A., Arndt H. & Kureck A. 2010. Sexual and reproductive traits of *Hypania invalida* (Polychaeta, Ampharetidae): A remarkable invasive species in central European waterways. *Freshwater Biol.* **55**: 2510-2520.
- Kothé P. 1968. *Hypania invalida* (Polychaeta, Sedentaria) und *Jaera sarsi* (Isopoda) erstmals in der deutschen Donau. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **34**: 88-114.
- Nagy S. 1979. Erster fund des polychaeten *Hypania invalida* (Polychaeta, Ampharetidae) im tschechoslowakischen Donauabschnitt. *Vest. čs. spol. zool.* **43**: 132-137.
- Timm T. 1981. On the origin and evolúciou of aquatic Oligochaeta. *Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised, Bioloogia* **30**: 174-181.
- Timm T. 2009. A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. *Lauterbornia* **66**: 1-235.
- Zrzavý J. 2006. *Fylogeneze živočíšné ríše*. Scientia, Praha, 255p.

■ Oligochaeta – máloštetinavce

FYLOGENÉZA

Na základe súčasných fylogenetických poznatkov, historicky dané postavenie máloštetinavcov (Oligochaeta) ako triedy v rámci kmeňa Annelida, nemožno považovať za platné. V tomto tradičnom systematickom zaradení máloštetinavce predstavujú parafyletickú skupinu nezahŕňajúcu dcérske skupiny ako sú branchiobdely (Branchiobdellida) a pijavice (Hirudinida). V dnešnom modernom ponímaní sú tak všetky bývalé máloštetinavce spolu s branchiobdelami a pijavicami radené do jednej monofyletickej skupiny opaskovce (Clitellata). Hlavnými znakmi celej skupiny opaskovcov je hermafroditizmus, priamy vývin, presunutie mozgu z prostomia do predných telových článkov, produkcia vajčiek s veľkým množstvom žltka, strata tykadiel, nuchálnych orgánov a parapódií. Pohlavné žľazy opaskovcov sú sústredené do niekoľkých susediacich článkov, ktoré tvoria v prednej časti opasok (clitellum). Ide o štruktúru, kde pokožka je preskupená drobnými žľazami podieľajúcimi sa na produkcii slizu počas kopulácie a na tvorbe kokónov, do ktorých sú kladené oplodnené vajčká.

Existuje viacero teórií o pôvode a vzhľade „pra-opaskovcov“. Jedna z teórií hovorí, že predok všetkých máloštetinavcov vznikol zo segmentovaných červov veľmi blízkych súčasnej čeľadi Haplotaxidae, čo by znamenalo, že rozdelenie na suchozemské a vodné formy sa udialo už niekedy na začiatku evolúcie opaskovcov.

Objavenie viacero morských druhov z podčeľade Tubificinae v nedávnom období naznačuje, že opaskovce ako skupina by mohli byť odvodené od malých segmentovaných červov obývajúcich morské prostredie koncom prvohôr, teda jej morský pôvod.

Súčasný molekulárny štúdie sa však prikláňajú skôr k sladkovodnému pôvodu opaskovcov, kde bazálnu vetvu celej skupiny predstavuje čeľaď Capilloventridae. Na základe tejto teórie opaskovce pravdepodobne pochádzajú z predkov mnohoštetinavcov (podobných zástupcom čeľade Capilloventridae) obývajúcich mokrade a diferencovali sa z nich počas suchej a studenej periódy v perme. Tento fakt zrejme odráža aj termofóbny charakter ich se-

xuálnej reprodukcie. Po rozdelení Pangei sa mnoho čeľadí diferencovalo už na nových kontinentoch.

Na nižšej taxonomickej úrovni je zaujímavosťou napríklad, že sesterskou skupinou prevažne veľkých suchozemských dážďoviek (Crassiclitellata) je čeľaď Enchytraeidae, z ktorej až dve tretiny známych druhov sú suchozemské. Donedávna sa predpokladalo, že všetky čeľade vodných dážďoviek boli vždy vodné alebo amfibičné. Molekulárne štúdie však ukazujú, že ak vodné dážďovky nepredstavujú jednu monofyletickú skupinu, tak táto skupina netvorí ani bazálnu vetvu Crassiclitellata. V takom prípade by to znamenalo, že súčasné vodné dážďovky boli pôvodne terestrické a len sekundárne prešli do vodného prostredia.

Nedávne molekulárne štúdie taktiež zlúčili dve druhovo najbohatšie čeľade máloštetinavcov Tubificidae a Naididae do jednej čeľade Naididae. V tejto čeľadi tak figurujú Naidinae a Tubificinae ako dve zo siedmich podčeľadí.

ROZŠÍRENIE

Celosvetovo je dosiaľ známych okolo 1700 druhov vodných máloštetinavcov, z ktorých je približne 600 pravých morských a okolo 100 druhov obývajúcich podzemné vody. Druhovo najpestrejšia čeľaď Naididae zastrešuje viac ako 1000 druhov (582 je výlučne sladkovodných), pričom taxonomická pestrosť jej troch najväčších podčeľadí Tubificinae, Naidinae a Rhyacodrilinae je porovnateľná napríklad z čeľadami Lumbriculidae alebo Enchytraeidae. Počet druhov u čeľade Enchytraeidae (v súčasnosti 136 vodných druhov) však môže byť výrazne podhodnotený hlavne z dôvodu ich ťažkej determinácie. Zástupcovia čeľade Haplotaxidae obývajú dominantne podzemné vody, resp. zónu hyporeálu. Čeľade „veľkých dážďoviek“ Lumbricidae, Megascolecidae a Ocnerodrilidae zastrešujú prevažne terestrické druhy, len okolo 60 druhov obýva vodné prostredie.

Odhady celosvetovej diverzity vodných máloštetinavcov sú priamo závislé na poznaní fauny niektorých menej preskúmaných biogeografických regiónov sveta ako sú neotropická, afrotropická a orientálna oblasť.

Iba 4,5 % druhov je kozmopolitne rozšírených, 72 % sa vyskytuje iba v jednom biogeografickom regióne a 42 % je známych iba z jednej lokality. Deväť z pätnástich čeľadí má pôvod v severnom miernom pásme. Palearktický región disponuje druhovo najpestrejšou faunou vodných

máloštetinavcov, v ktorej je identifikovaných 616 druhov a 113 rodov. Až 80 % druhov palearktiskej oblasti je endemických. Za najvýznamnejšie centrum endemizmu je považované jazero Bajkal až so 140 endemickými druhmi máloštetinavcov.

Kozmopolitné rozšírenie má len čeľaď Naididae, ktorej zástupcov z podčeľadí Rhyacodrilinae Naidinae a Tubificinae môžeme nájsť na všetkých kontinentoch sveta, vrátane subantarktických ostrovov. Kozmopolitné rozšírenie sa predpokladá aj u čeľadi Enchytraeidae, i keď doposiaľ taxóny tejto čeľade neboli zistené vo vodnej faune afrotropického regiónu. Zástupcovia čeľade Lumbriculidae sa vyskytujú iba na severnej pologuli. Výnimku v tomto smere tvoria dva druhy *Lumbriculus variegatus* a *Stylodrilus heringianus*, u ktorých sa však predpokladá ich introdukcia do južných biogeografických regiónov prostredníctvom lodnej dopravy v priebehu posledných storočí. Na druhej strane výskyt čeľade Phreodrilidae je striktne viazaný na kontinenty južnej pologule, čiže má tzv. gondvanské rozšírenie.

Zástupcovia vodných a amfibických veľkých dážďoviek "megadrilov" obývajú všetky biogeografické regióny sve-

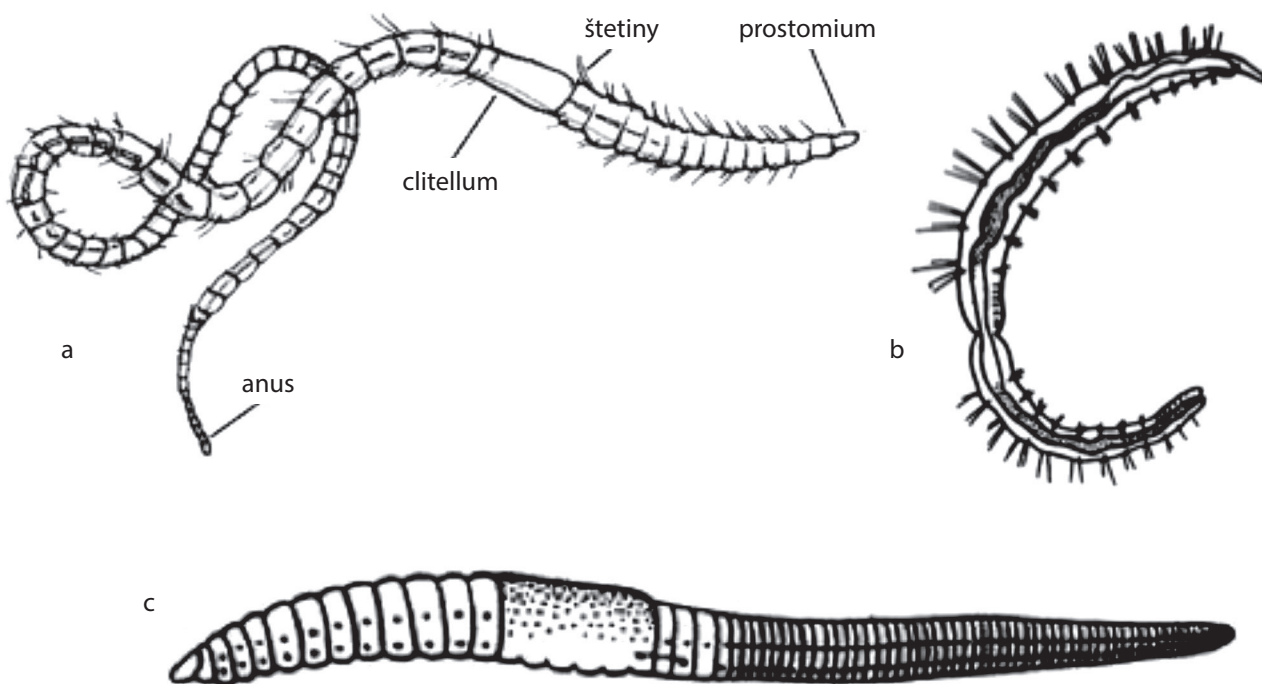
ta s výnimkou Antarktídy. Napríklad zástupcovia čeľade Almidae sa vyskytujú prevažne v tropických oblastiach po celom svete. Jediným zástupcom tejto čeľade v holarktickom regióne je rod *Criodrilus*. Na druhej strane primárne za holoarktickú čeľaď megadrilov možno považovať Sparganophilidae.

Sedem čeľadí máloštetinavcov sa vyskytuje výlučne len v jednom biogeografickom regióne. Väčšinou ide o monotypické čeľade ako napríklad Propappidae (výskyt v celom palearktickom regióne), Dorydrilidae (výskyt v západnej časti palearktického regiónu), Capilloventridae (výskyt v južnej Austrálii).

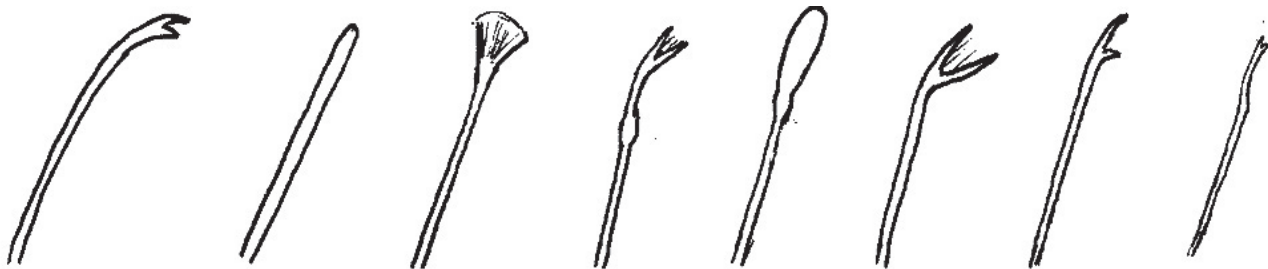
Vo faune vodných máloštetinavcov Slovenska je v súčasnosti evidovaných 116 druhov patriacich do 8 čeľadí (pozri systém).

MORFOLÓGIA

Telo máloštetinavcov je zreteľne segmentované (obr. 1). Počet segmentov je druhovo špecifický, pohybuje sa od 5 až po 600 (zástupcovia čeľade Megascolecidae dosahujú dĺžku až 2,5 metra). Na každom článku, s výnimkou prvé-



Obr. 1 Charakteristický tvar tela máloštetinavcov a) Tubificinae, b) Naidinae, c) Lumbricidae.



Obr.2 Základné tvary štetín u máloštetinavcov.

ho a druhého (prostomium a peristomium), sa zvyčajne nachádzajú štetiny, ktoré sú u väčšiny druhov sústredené v štyroch zväzkoch. Tvar štetín (obr. 2) a ich počet vo zväzku sa využíva ako determinatívny znak na rôznych taxonomických úrovniach. U sladkovodných druhov sa počet štetín vo zväzku pohybuje od 1 do 15.

Na povrchu tela je tenká kutikula, ktorú produkuje jednovrstvový pokožkový epitel. Pod ním sa nachádza okružná a pozdĺžna svalovina kožnosvalového vaku. Vrstva buniek tvoriacich peritoneum oddeľuje kožnosvalový vak od druhotnej telovej dutiny – coelom, v ktorej sú uložené telové orgány. Jednotlivé články tela sú zvnútra oddelené blanovitou prepážkou – dissepimentom (septum).

Celá tráviaca rúra je u máloštetinavcov zavesená na črevnom závесе (mezenterium). Ústny otvor prechádza do hltanu a pretiahnutého pažeráku, na ktorý nadväzuje dlhé svalnaté črevo ukončené anusom. Plocha čreva je zväčšená prostredníctvom typhlosolisu.

Máloštetinavce dýchajú celým povrchom tela. Okrem toho sa však u nich môžu vyskytovať aj ďalšie spôsoby dýchania. Niektoré druhy dýchajú cez črevnú stenu, pričom neustálu výmenu vody zabezpečujú svaly a epitel pokrytý brvami na konci čreva. Tento spôsob dýchania môže dokonca prevažovať nad kožným dýchaním hlavne u zástupcov podčelade Tubificinae. Niektoré druhy majú vyvinuté tenké vláknité žiabre po celom tele (*Branchiura sowerbyi*, *Branchiodrilus hortensis*), prípadne na zadnom konci tela okolo análneho otvoru (rody *Dero* a *Aulophorus*).

Nervová sústava je podobne, ako u všetkých ostatných obrúčkavcov, rebríčková, vylučovací sústavu tvoria metanefridie. Cievná sústava je uzavretá, tvorená brušnou a chrbtovou cievou, ktoré sú v prednej časti prepojené

viacerými spojovacími cievami. Pohlavné orgány sa nachádzajú v predných segmentoch, ich tvar a postavenie sú determinatívny znakmi viacerých druhov. Samčie pohlavné orgány a ich vývody sú štandardne situované pred samičiami. Medzi prídavné pohlavné orgány patria semené schránky (receptaculum seminis) a opasok (clitellum), slúžiaci hlavne k produkcii kokónov.

EKOLÓGIA

♦ Limitujúce faktory prostredia

Máloštetinavce osídľujú tečúce a stojaté vody rôzneho pôvodu, trofie a tiež aj niektoré zamokrené pôdy v blízkosti vodných habitatov. V stojatých vodách sa môžu vyskytovať ako súčasť planktónu niektoré plávajúce druhy z podčelade Naidinae. Vo vnútrozemských vodách sú máloštetinavce prítomné vo všetkých hĺbkach, v moriach sa vyskytujú hlavne v pobrežných vodách na hraniciach kontinentálneho šelfu. Niekoľko druhov z podčelade Tubificinae obýva väčšie hĺbky oceánov. Mnoho druhov je naviazaných na porasty vodnej vegetácie v litorálnej zóne tokov a jazier. V porastoch rastlín sa nachádzajú hlavne medzi koreňmi, v rozkladajúcich sa zvyškoch rastlinstva alebo na povrchu rastlín. Bohaté spoločenstvo podčelade Naidinae sa môže vyskytovať taktiež v nárastoch perifytonu a v biofilme. Mnoho taxónov máloštetinavcov obýva sedimenty dna, pričom väčšina druhov napríklad podčelade Tubificinae sa vyskytuje prevažne vo vrstve sedimentu do 10 cm.

Početnosť máloštetinavcov vo vodách môže kolísať od niekoľkých jedincov po tisíce až desiatitisíce jedincov na 1 m². Druhovo bohaté spoločenstvo máloštetinavcov sa štandardne vyskytuje v jazerách. Bohaté z hľadiska diverzity sú hlavne oligotrofné jazerá a mezotrofné jazerá, menej

druhov sa vyskytuje v eutrofných jazerách, najchudobnejšie sú osídlené dystrofné jazerá. V ekosystéme tečúcich vôd majú máloštetinavce taktiež veľký význam. Hlavne v tokoch so zvýšenou trofiou ich biomasa môže dosahovať až 25 % celkovej biomasy zoobentosu.

Fyzikálno-chemické faktory (teplota, obsah kyslíka, kolísanie vodnej hladiny) a trofické zdroje (rozvoj rastlínstva) sú limitujúcimi prvkami výskytu a distribúcie máloštetinavcov vo vodnom prostredí.

U mnohých reofilných a oxybiontných druhov máloštetinavcov predstavujú bariéry v ich distribúcii hlavne jazerá a priehrady. V tomto prípade bariéru spôsobuje hlavne obsah kyslíka. Mnohé druhy (napríklad *Stylodrilus heringianus*) známe ako reofilné, sa môžu masovo vyskytovať aj v litoráli, resp. profundáli dobre okysličených stojatých vôd. Na druhej strane, viaceré druhy predovšetkým z podčelade Tubificinae sú prispôbené na život v prostredí veľmi chudobnom na kyslík, pričom niektoré z nich (napríklad *Tubifex tubifex*, *Lumbriculus variegatus*) vydržia bez kyslíka pomerne dlhú dobu (až niekoľko týždňov). Schopnosť anoxybiózy je u máloštetinavcov závislá na teplote vody, pričom väčšie prežívanie jedincov bolo zistené pri nižších teplotách. Ako zdroj energie pri anoxybióze je vo zvýšenej miere využívaný glykogén. Veľký podiel na schopnosti prežívania pri nízkej koncentrácii kyslíka má aj koncentrácia hemoglobínu rozpusteného v hemolymfe. Preto napríklad v nádržkách s nízkou koncentráciou kyslíka majú jedince druhu *Tubifex tubifex* intenzívne červené sfarbenie.

Ďalším dôležitým ekologickým faktorom prostredia vytvárajúcim bariéru v distribúcii niektorých druhov je teplota vody. Studená voda počas zimných mesiacov je pravdepodobne bariérou pre šírenie viacerých tropických zástupcov podčelade Naidinae (napríklad rod *Allonais* a mnohé druhy rodu *Aulophorus*) vo vodných tokoch mierneho pásma. Na druhej strane napríklad druh *Branchiura sowerbyi*, ktorá pochádza z trópv, sa v Európe a severnej Afrike vyskytuje len v odpadových vodách z tepelných elektrární, kým v okolitých vodách buď absentuje, alebo jedince dosahujú len malú veľkosť. Mnohé druhy mierneho pásma, hlavne z čeladi Lumbriculidae a Enchytraeidae, zas úspešne osídľujú pramenné toky a dná severských jazier, kde teplota nikdy neprevyšuje 4°C. Chladnomilné druhy si vyžadujú hybernáciu v chlade, ktorá je dôležitá ako podnet

pre ich sexuálnu reprodukciu a preto nemôžu kolonizovať horúce tropické oblasti.

Zatiaľ čo obsah kyslíka a teplota vody patria k ekologickým bariéram, hranice povodí a prúdiaca voda sú hlavnými mechanickými bariérami pre šírenie sa druhov vo vodnom prostredí.

Aktívna migrácia u bentických druhov je veľmi malá. Napríklad druh *Isochaetides newaensis*, ktorého populácia bola experimentálne introdukovaná do jazera Vortsjarv, rozširoval svoj areál maximálne 10 m za rok. Z tohto pohľadu pasívne cesty šírenia sú u máloštetinavcov omnoho dôležitejšie. U plávajúcich, ale aj u bentických foriem, drift s chumáčmi rastlín, dreva, ľadu predstavujú najefektívnejšie cesty šírenia po prúde vodného toku. Naproti tomu šírenie proti prúdu je veľmi pomalé a prakticky znemožnené výskytom kaskád a priehrad na vodnom toku. V takýchto prípadoch zohrávajú dôležitú úlohu v šírení máloštetinavcov hlavne ostatné vodné živočíchy ako ryby, vodné vtáky a cicavce.

♦ Rozmnožovanie a vývin

Máloštetinavce sú výlučne hermafrodity. Pri pohlavnom rozmnožovaní sa dva kopulujúce jedince prikladajú k sebe ventrálou stranou, tak že sú k sebe priložené ich semenné schránky (receptaculum seminis) a otvory spermovodov. Po kopulácii sa jedince oddelia a vymenené spermie tečú v špeciálnych žliabkoch do semenných schránok, kde dozrievajú. Vajíčka z vaječnikov putujú do slizovitého obalu na povrchu tela, kam sú následne vstrekané aj dozreté spermie (ide o vonkajšie oplodnenie). Zo slizu produkovaného opaskom sa po zvrátení formujú kokóny. Tieto sú voľne ukladané na dne alebo nalepované na vodné rastliny, či iný organický alebo anorganický podklad. Dĺžka vývinu oplodnených vajíčok v kokónoch je taxonomicky špecifická, trvajúca od niekoľkých dní až po niekoľko mesiacov. Napríklad u podčelade Tubificinae trvá tento vývin približne 20 dní. Embryá sa po opustení kokónov podobajú dospelým jedincom, majú však väčšinou menší počet štetín.

Vo všeobecnosti pohlavné rozmnožovanie u máloštetinavcov je charakterizované ako stenotermný proces vyžadujúci nižšiu teplotu, než ostatné vitálne funkcie. Napríklad u chladnomilných druhov z čelade Naididae a Lumbriculidae sa stávajú jedince sexuálne zrelými pri teplote 15 – 20 °C, pričom však k pohlavnému rozmnožo-

vaniu u nich dochádza iba keď strávia určitú časť roka pri teplote nepresahujúcej 10°C. U eurytermného druhu *Potamothenrix bedoti* sa jedince rozmnožujú pohlavne pri teplote 10 – 18 °C, zatiaľ čo nad 20 °C dochádza u nich prevažne k nepohlavnému rozmnožovaniu – architómii. Podobne u niektorých eurytermných taxónov, u ktorých štandardne prevažuje asexuálna reprodukcia nad sexuálnou (ako napríklad u podčelade Naidinae alebo u druhov *Branchiura*, *Bothrioneurum* a *Aulodrilus*) je nepohlavné rozmnožovanie považované za nástroj pre ich úspešné prežívanie v permanentne oteplených alebo termálnych vodách.

Nepohlavné rozmnožovanie je charakteristické hlavne pre väčšinu zástupcov podčelade Naidinae, ale vyskytuje sa aj u niektorých druhov podčelade Tubificinae, prípadne čelade Lumbriculidae. Najjednoduchším typom je architómia, založená na fragmentácii jedinca na dve časti a následnej regenerácii predných a zadných segmentov tela. Napríklad u druhu *Lumbriculus variegatus* sa telo rozpadá na rôzne veľké fragmenty, ktoré postupne regenerujú. Tento proces trvá niekoľko dní až niekoľko týždňov.

Vyššou formou nepohlavného rozmnožovania u máloštetinavcov je paratómia, ktorá spočíva v tvorbe nových jedincov (zooidov) v zóne pučania na konci tela. Regenerácia teda predchádza ich oddeleniu. Pozícia miesta budúceho delenia je vždy fixná a druhovo špecifická.

Dĺžka životného cyklu jedincov u máloštetinavcov je značne variabilná a hlavne taxonomicky špecifická. Jedinice sa u tejto skupiny dožívajú niekoľkých mesiacov (hlavne u zástupcov podčelade Naidinae) až niekoľkých rokov (zástupcovia Tubificinae a Lumbriculidae). Doposiaľ známym vekovým rekordmanom medzi sladkovodnými máloštetinavcami je druh *Criodrilus laacum*, ktorého jedince sa v laboratórnych podmienkach dožívali až 46 rokov.

♦ Potrava

Máloštetinavce sa živia detritom a baktériami. Nevyberajú si jednotlivé častice ale prijímajú okolitý materiál v celku a nestráviteľné zvyšky vyvrhujú análnym otvorom. Napríklad u rodov *Tubifex* a *Limnodrilus*, prejde ich tráviacou trubicou za 24 hodín množstvo bahna, ktoré prevyšuje ich hmotnosť 4 – 6 násobne. Iné druhy (hlavne zástupcovia čelade Enchytraeidae) sa môžu živiť telami uhybnutých živočíchov. Druhy žijúce na rastlinách alebo nárastoch (podčelad'

Naidinae, ale aj niektoré druhy z podčelade Tubificinae) sa živia detritom a riasami, hlavne rozsievkami. Druh *Ripistes parasitica* potravu filtruje, k čomu mu slúžia dlhé dorzálne vlasové štetiny. Dravým spôsobom života sa vyznačujú druhy rodu *Chaetogaster*. Druh *Chaetogaster limnaei* žije na povrchu ulít slimákov rodu *Lymnaea*, alebo v ich plášťovej dutine, kde požíra drobné prvky, vírniky a kôrovce, ale aj cercárie motolíc. Niektoré druhy žijú paraziticky, napríklad druhy z čelade Branchiobdellidae sa živia krvou, kryciami epitelmi alebo svalstvom rakov.

BIOINDIKÁCIA

Vo všeobecnosti, máloštetinavce podobne ako mnohoštetinavce, sú hodnotené ako skupina tolerantná k rôznym typom znečistenia. U mnohých euryekných taxónov populačná hustota narastá so zvyšujúcim sa organickým zaťažením vodného prostredia. U niektorých druhov z podčelade Tubificinae (napríklad *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus* spp., *Potamothenrix* spp.) môže populačná hustota dosiahnuť až niekoľko tisíc jedincov na 1 m².

SPOLOČENSTVÁ RÔZNYCH BIOTOPOV

Na základe preferencie druhov k teplote vody, organickému znečisteniu (kyslíkovým pomerom) a typu vodného habitatu možno spoločenstvá máloštetinavcov klasifikovať:

- 1) **Spoločenstvo vysokohorských a horských jazier, prameňov a horských potokov.** Môžu ho tvoriť druhy ako *Nais variabilis*, *Spirosperma ferox*, *Tubifex montanus*, *Rhyacodrilus falciformis*, *Cognettia sphagnetorum*, *Mesenchytraeus armatus*, *Propappus volki*, *Haplotaxis gordioides*, *Rhynchelmis vagensis*, *Tatriella slovenica*, *Trichodrilus tatrensis*.
- 2) **Spoločenstvo čistých podhorských potokov a riek.** Môžu sa v ňom vyskytovať druhy ako *Nais stolci*, *Nais simplex*, *Rhyacodrilus coccineus*, *Stylodrilus heringianus*, *Stylodrilus parvus*.
- 3) **Spoločenstvo nížinných veľkých riek.** Môžu ho tvoriť druhy ako *Nais bretscheri*, *Nais behningi*, *Pristina aequisetata*, *Isochaetides michaelsoni*, *Potamothenrix moldaviensis*, *Potamothenrix danubialis*, *Potamothenrix hammoniensis*, *Psammoryctides barbatus*, *Psammoryctides moravicus*, *Rhynchelmis limosella*.

- 4) **Eurytopné druhy vyskytujúce sa v rôznych typoch vodných habitatov**, hlavne v prostredí so zvýšeným organickým znečistením. Medzi tieto druhy patria napríklad *Nais elinguis*, *Nais communis*, *Tubifex tubifex*,

Aulodrilus japonicus, *Rhyacodrilus coccineus*, *Limnodrilus claparedeianus*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Lumbriculus variegatus*, *Eiseniella tetraedra*.

Zoznam použitej literatúry

- Brinkhurst R.O. 1982. Evolution in the Annelida. Canadian Journal of Zoology **60**: 1043-1059.
- Erséus C. 2005. Phylogeny of oligochaetous Clitellata. Hydrobiologia **535/536**: 357-372.
- Erséus C., Rota E., Matamoros L. & Dewit P. 2010. Molecular phylogeny of Enchytraeidae (Annelida, Clitellata). Molecular Phylogenetics and Evolution **57**: 849-858.
- Hartman O. (1959) Polychaeta, Chapter 22. pp. 538-541. In Edmondson W.T. (ed.) Freshwater Biology, 2nd edition. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Hrabě S. 1981. Vodní máloštetinatci (Oligochaeta) Československa. Acta Universitatis Carolinae Biologica **1979**: 1-167.
- Martin P., Martinez-Ansemil E., Pinder A., Timm T. & Wetzel M.J. (2008) Global diversity of oligochaetous clitellates ("Oligochaeta"; Clitellata) in freshwater. Hydrobiologia **595**: 117-127.
- Timm T. 1980. Distribution of aquatic Oligochaeta. pp. 55-77. In: Brinkhurst R.O. & Cook D.G. (eds) Aquatic oligochaete biology. Plenum, New York.
- Timm T. 1984. Potential age of aquatic Oligochaeta. Hydrobiologia **115**: 101-104.
- Timm T. 2009. A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. Lauterbornia **66**: 1-235.
- Timm T. 2012. Life forms in Oligochaeta: a literature review. Zoology in the Middle East **58**: 71-82.
- Timm T. & Martin P.J. 2015. Clitellata: Oligochaeta. pp. 529-549. In: Thorp J. & Rogers D.C. (eds.) Ecology and General Biology: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates. Academic Press, San Diego.
- Zrzavý J. 2006. Fylogeneze živočišné říše. Scientia, Praha, 255p.
- Šporka F. 2003. Oligochaeta. pp. 249-273. In Šporka F. (ed.) Vodné bezstavovce (makrovertebráta) Slovenska, súpis druhov a autekologické charakteristiky. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava.

■ Hirudinida – pijavice

FYLOGENÉZA

Pijavice tvoria relatívne malú monofyletickú skupinu vysokošpecializovaných obrúčkavcov. Na základe anatomico-morfologických znakov a molekulárnych analýz bola potvrdená blízka príbuznosť pijavíc s máloštetinavcami. Úzke prepojenie medzi máloštetinavcami a pravými pijavicami (Hirudinida) je dokumentované výskytom prechodných línií *Acanthobdellida* a *Branchiobdellida*. V súčasnom taxonomickom systéme sú tieto dve skupiny považované za sesterské skupiny k pravým pijavičiam (Hirudinida) s blízkou príbuznosťou k čeľadi *Lumbriculidae*.

Podľa najnovších fylogenetických štúdií pijavice spolu s máloštetinavcami patria do veľkej monofyletickej skupiny nazvanej opaskovce (*Clitellata*). Hlavnými znakmi celej tejto skupiny sú už spomínaný hermafroditizmus, vajíčka s veľkým množstvom žltka, priamy vývin, strata parapódií a život hlavne v sladkých vodách, resp. terestrickom prostredí. Pohlavné žľazy opaskovcov sú sústredené v niekoľkých susediacich článkoch tela. Spoločným znakom pre celú triedu, ako to bolo spomínané u máloštetinavcov, je tiež výskyt sedlovitého opasku – *clitellum*.

Druhovú pestrosť je približne rovnaká u všetkých štyroch hlavných línií pravých pijavíc. Pre prvé dve základné línie, čeľade *Piscicolidae* a *Glossiphoniidae* označované ako rynchobdellidné pijavice, je typický vychlípiteľný chobot – proboscis slúžiaci k nabodnutiu koristi. Tretiu líniu tvoria skupina *Hirudiniformes*, ktorej zástupcovia patria hlavne medzi parazity majúce v ústnej dutine prítomné chitinózne čeľuste. Posledná štvrtá línia je tvorená taxónmi dravých pijavíc označených súborne ako *Erpobdelliformes*. Posledné dve línie sú považované za sesterské a sú označované ako arynchobdellidné pijavice. Nejasné postavenie v tomto taxonomickom systéme má sladkovodná čeľaď *Ozobranchidae*, ktorá je považovaná za parafyletickú skupinu v rámci rynchobdellidných pijavíc.

Na základe súčasných molekulárno-fylogenetických štúdií sú pijavice primárne sladkovodné organizmy s niekoľkými prechodmi do morského a terestrického prostredia. Cicanie krvi u parazitických druhov je pravdepodobne

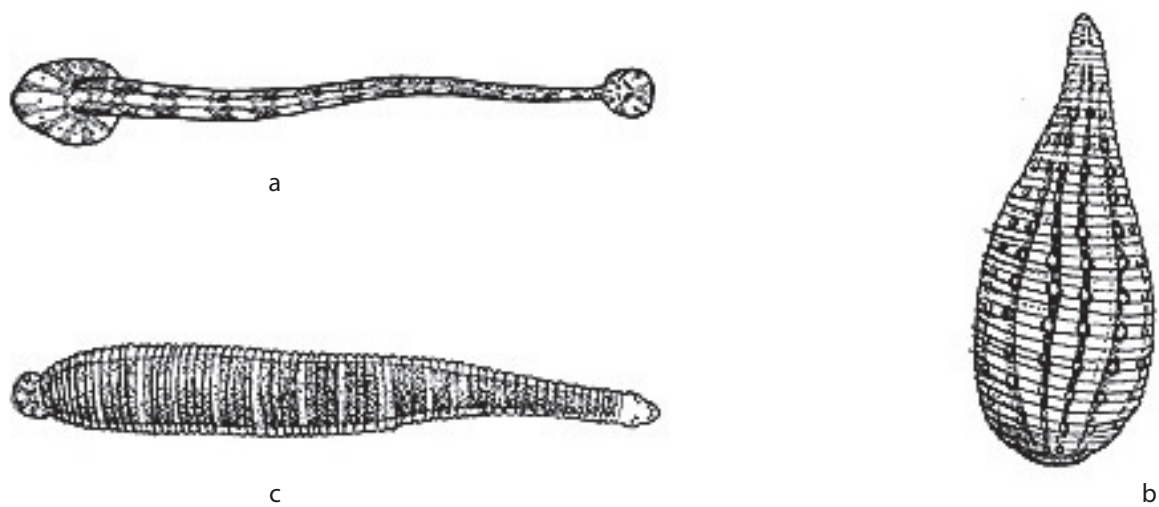
sofistikovanejšou formou komenzalizmu zdedeného od bazálnych foriem ako sú *Branchiobdellida* a *Acanthobdellida*. Prvé pravé pijavice boli teda pravdepodobne krvcicajúce ektoparazity s vyvinutým vychlípiteľným chobotom. Ektoparazitizmus u parazitických foriem vybavených čeľuštami (*Hirudiniformes*) sa na základe najnovších poznatkov vyvinul nezávisle v predátorskej línii pijavíc.

Viacere molekulárno-fylogenetické štúdie naznačujú taktiež, že taxonómia na nižších úrovniach u pijavíc vytvorená na základe anatomico-morfologických znakov môže byť zavádzajúca práve výskytom homoplastických znakov. Snáď najvýraznejším príkladom je čeľaď *Erpobdellidae*, u ktorej molekulárne analýzy ukázali, že takmer všetky znaky používané na úrovni podčeľadí a rodov (napr. anulácia, anatómia genitálií a pigmentácia) sa ukázali ako nepoužiteľné pre determináciu. Nedostatok spoľahlivých taxonomických znakov je hlavným dôvodom viacerých, nedávno objavených prípadov kryptickej rozmanitosti u pijavíc.

ROZŠÍRENIE

V súčasnosti je na svete opísaných 680 druhov pijavíc. Pijavice ako skupina sú rozšírené na všetkých kontinentoch sveta s výnimkou Antarktídy, s najväčšou druhovou diverzitou v holarktiskej oblasti.

Tento fakt dokumentuje, že jedna z druhovo najpestrejších čeľadí – *Erpobdellidae* je výlučne viazaná práve na holoarktický región. Najväčšia druhová pestrosť erpobdellidných pijavíc je v rámci tohto ekoregiónu zaznamenaná v Európe (západná palearktická oblasť), čo však môže byť čiastočne ovplyvnené aj jeho veľkou preskúmanosťou. Takmer výlučne holarktické rozšírenie majú čeľade *Haemopidae* a *Piscicolidae*. Podobne k tomuto regiónu je viazaný výskyt niektorých rodov (napr. *Glossiphonia*, *Placobdella* a *Torix*) v rámci čeľade *Glossiphoniidae*. Medzi zástupcov tejto čeľade takmer výlučne viazaných na neotropický región patria rody ako *Haementeria*, *Gloiobdella* a *Adaetobdella*. Na druhej strane ďalší rod *Helobdella* z čeľade *Glossiphoniidae* vykazuje najväčšiu druhovú pestrosť (viac ako 35 druhov) v chladnejších oblastiach neotropov. Na základe molekulárnych analýz bol dokumentovaný vývoj viacerých paralelných línií v rámci tohto rodu, z ktorých



Obr. 1 Charakteristický tvar tela pijavíc a) Piscicolidae, b) Glossiphoniidae, c) Erpobdellidae.

sa jedna, pravdepodobne prostredníctvom migrujúceho vtáctva, dostala a rozšírila na severnej pologuli. Podobný distribučný vzor bol zaznamenaný aj u dvoch príbuzných čeladi Semiscolecidae a Macrobdellidae v rámci podradu Hirudiniformes, ktoré sa vyskytujú dominantne v Južnej Amerike, pričom aspoň jeden rod z čelade Macrobdellidae sa vyskytuje aj v neoarktickom regióne.

Orientálny región je charakterizovaný niekoľkými menšími rodmi a len malým prienikom s hirudofaunou východného palearktického regiónu. Medzi tieto rody patria napr. *Paraclepsis* (čelad' Glossiphoniidae), *Myxobdella*, *Poecilobdella* a *Hirudinaria* (podrad Hirudiniformes). Väčšina taxónov orientálnej oblasti má však pôvod v paleotropickú oblasť, čo dokumentuje napríklad druhovo pomerne pestrý rod *Asiaticobdella* (čelad' Hirudinidae) vyskytujúci sa výlučne iba v týchto dvoch ekoregiónoch. Pre tropické oblasti (s určitými presahmi aj mimo trópov) sú charakteristické napríklad sladkovodné čelade Ozobranchidae (krvcicajúce pijavice parazitujúce na korytnačkách) a Salifidae (dravé pijavice) alebo rod *Limnatis* (čelad' Hirudinidae) parazitujúci na cicavcoch a vyskytujúci sa okrem Afriky aj v južných častiach Európy. Región Austrálie je charakteristický nízkou druhovou diverzitou pijavíc (okrem endemickej podčelade Richardsonianinae) v rámci vyskytujúcich sa rodov, čo môže byť zapríčinené pravdepodobne neskoršou

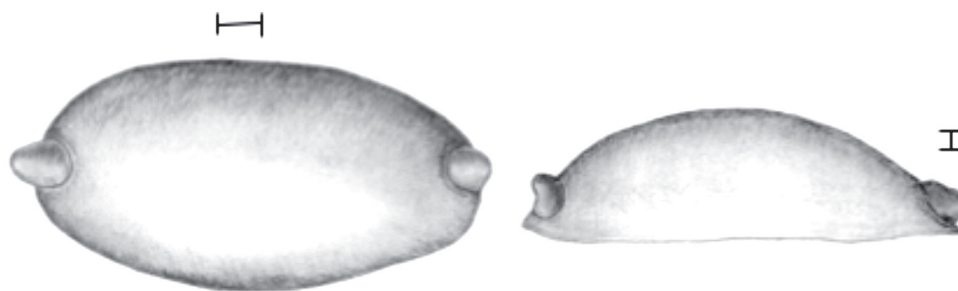
prírodnou introdukciou (prenos vtákmi), resp. chybnou determináciou.

Endemizmus u pijavíc je výnimočný, týkajúci sa hlavne jaskynných druhov, prípadne hirudofauny starých izolovaných jazier. Príkladom v tomto smere je jazero Bajkal s niekoľkými endemickými druhmi rynchobdellidných pijavíc (napr. *Baicalobdella torquata*, *Codonobdella truncata*, *Baicalocleipsis echinulata*, *Torix baicalensis*). V Európe najbohatšou endemickou faunou pijavíc disponuje balkánske jazero Ochrid. Vyskytuje sa tu viacero endemických druhov z čelade Glossiphoniidae (*Glossiphonia complanata maculosa*, *G. pulchella*), resp. z čelade Erpobdellidae (*Dina ohridana*).

V hirudofaune Európy je v súčasnosti determinovaných 97 druhov pijavíc patriacich do 25 rodov, kým vo faune pijavíc Slovenska registrujeme 24 druhov z 15 rodov. Medzi druhovo najpestrejšie patria čelade Glossiphoniidae a Erpobdellidae.

MORFOLÓGIA

Pijavice sa vyznačujú červovitým tvarom tela (obr. 1), ktoré je tvorené stabilným počtom článkov (33 článkov) počas celého života a môže byť povrchovými ryhami rozčlenené na väčší počet sekundárnych až terciárnych obrúčok (najčastejšie 3 až 5 obrúčok). Z povrchových štruktúr sú okrem



Obr. 2 Tvar kokónu u erpobdellidných pijavíc.

opasku pre pijavice typické dve prísavky: predná, obklopujúca ústny otvor (môže byť viac alebo menej nápadná) a zadná, kruhová situovaná na konci tela.

Prísavky vznikajú zrastením niekoľkých predných a zadných článkov tela. Telo je kryté flexibilnou kutikulou, ktorá je tvorená kolagénmi, skleroproteínmi a polysacharidmi a je obmieňaná zvliekaním.

Druhotná telová dutina ceolom je u pijavíc zatlačená mohutnou svalovinou a mezodermálnym parenchýmom.

Na prednú prísavku, ktorá obsahuje ústny otvor, obvykle nadväzuje tráviaca sústava. Tá začína svalnatým hltanom, ktorý tvorí cicavý aparát. V ústnej dutine môžu byť prítomné chitinózne pílkovité čeluste alebo vychlípiteľný chobot, slúžiac na prerezanie pokožky, resp nabodnutie tela hostiteľa. Žalúdok je s párovým divertikulom slúžiacim ako zásobáreň väčšieho množstva potravy. Črevo má početné slepé výbežky a vyúsťuje na dorzálnej strane pred zadnou prísavkou.

Dýchajú celým povrchom tela. Niektoré druhy majú po stranách tela dýchacie žiabre v podobe mechúrikov alebo rozvetvených prívěskov. Vylučovacia sústava je tvorená párovými metanefrídiami.

Na 9. až 12. článku sa behom rozmnožovania tvorí opasok (clitellum), na jeho povrch ústia početné subepidermálne žliazky, ktorých sekréty slúžia na tvorbu kokónu. Pijavice sú hermafrodity. Semenníky u nich ležia za vaječníkmi a samčie vývody pred samičimi. K páreniu dochádza pomocou penisu alebo odovzdaním spermatofóru. Väčšina pijavíc je oviparných. Vajíčka kladú do kokónov (obr. 2), ktoré sú prichytávané o podklad, prípadne na telo rodičovského organizmu.

Pijavice, ktoré sú schopné cicať krv bývajú parazitmi studenokrvných a teplokrvných stavovcov. Svojich hostiteľov vyhľadávajú často na základe pozitívnej rheotaxie alebo chemotaxie. Množstvo nacicanej krvi môže dosahovať až niekoľkonásobok ich hmotnosti. V priebehu cicania vypúšťajú do rany rôzne biologicky aktívne látky, ktoré sú súčasťou ich slín. Najznámejší je hirudín – veľmi silný antikoagulant.

EKOLÓGIA

♦ Limitujúce faktory prostredia

Väčšina našich pijavíc patrí medzi trvalé hydrobionty, t. j. organizmy trvale žijúce vo vodnom prostredí. Tri druhy (*Haemopsis sanguisuga*, *Dina lineata*, *Trocheta bykowskii*) možno čiastočne považovať za amfibické, osídľujúce aj vlhké habitaty v blízkosti vodných tokov. Striktná vyhradenosť k lotickým, resp. lentickým vodným habitatom nie je u našich pijavíc zaznamenaná, aj keď niektoré druhy ako *Eropobdella vilnensis*, *Cystobranthus respirans* možno považovať skôr za reofilné, kým druhy ako *Batracobdella paludosa*, *Alboglossiphonia heteroclita*, *Eropobdella testacea* preferujúce skôr stojaté vodné habitaty.

Pijavice sú v globále považované za eurytermné organizmy. Vo všeobecnosti však platí vzťah – počet druhov a abundancia rastie s klesajúcou nadmorskou výškou a opačne. Na našom území bol najvyššie výskyt pijavíc (druh *Eropobdella vilnensis*) zaznamenaný v Roháčskych plešách, v nadmorskej výške 1650 m n.m.. V tečúcich vodách na našom území sa pijavice vyskytujú maximálne do 1000 m n. m., pričom pri vyšších nadmorských výškach (nad 600 m n.m.) je ich výskyt viazaný len na málo prietočné odlesnené toky aspoň s miernym stupňom eutrofizácie.

Substrát, ako faktor prostredia, má významný vplyv na výskyt pijavíc a často je asociovaný s ich potravnými a reprodukčnými nárokmi. Vhodný substrát pre väčšinu pijavíc tvorí piesčité až bahňité substrát s vnorenými kameňmi a ponorenou vegetáciou. V tečúcich vodách je tento typ substrátu limitujúci faktor výskytu pijavíc, pretože poskytuje vhodný podklad pre kladenie a prichytávanie kokónov. Typ substrátu je úzko spojený s typom, resp. rýchlosťou prúdenia vody. V perejných úsekoch tokov je štandardne abundancia pijavíc výrazne nižšia ako v brehových častiach s pomalšie tečúcou vodou.

Pijavice sa vo všeobecnosti považujú za indiferentnú skupinu vzhľadom ku kyslíkovým pomeroch vo vodnom prostredí. Mnohé druhy ako *Glossiphonia complanata*, *Helobdella stagnalis*, *Haemopsis sanguisuga* a *Erpobdella octoculata* sú schopné prežiť v anaeróbných podmienkach až niekoľko dní. Spotreba kyslíka u druhov ako *Piscicola geometra* a *Erpobdella octoculata* priamo úmerne rastie so zvyšujúcou sa koncentráciou kyslíka, kým druhy *Glossiphonia complanata* a *Helobdella stagnalis* si udržiavajú konštantnú spotrebu kyslíka pri rôznych stupňoch koncentrácie kyslíka. U pijavíc s konštantnou spotrebou kyslíka je veľmi zaujímavá stratégia prežívania pri znížených hodnotách kyslíkovej koncentrácie. V týchto podmienkach často migrujú k povrchu hladiny a prednú časť tela vystrkujú nad hladinu, čím prijímajú atmosférický kyslík. Toto správanie vysvetľuje, ako niektoré druhy dokážu úspešne prežívať pri nízkych hodnotách koncentrácie kyslíka v extrémne eutrofizovaných tokoch.

♦ Rozmnožovanie a vývin

Proces kopulácie jedincov prebieha podobným spôsobom ako u máloštetinavcov. Rozmnožovanie u väčšiny našich druhov pijavíc prebieha od začiatku jari do konca leta. Jedince niekoľko dní po kopulácii kladú niekoľko desiatok kokónov, v ktorých sa môže nachádzať až 20 vajícok. Po 3 až 6 týždňoch vývinu v kokóne sa liahnu mladé jedince. Kokóny sú kladené na pevný podklad vo vodnom toku, prípadne sú prichytávané na telo rodičovského organizmu (podčeľad Haementeriinae). Väčšina našich pijavíc má jedno až dvojročný životný cyklus. Výnimku v tomto smere tvorí druh *Hirudo medicinalis*, u ktorého sa jedince môžu dožívať 3 až 5 rokov.

♦ Potrava

Pijavice, podľa charakteru potravy a spôsobu jej prijímania, sú považované za predátory a ektoparazity so širokou hranicou potravných stratégií. V potravnom reťazci tvoria ako predátory resp. parazity obvykle posledný produkčný článok vodného ekosystému. Rad Rhynchobdellida zastrešuje tak parazitické, ako i dravé druhy. Často je problém stanoviť u tejto skupiny, či je daný druh skôr parazit alebo predátor. Prostredníctvom svojho hltanového chobotu sa dokážu živiť hemolymfou, resp. mäkkými časťami tela najmä mäkkýšov, prípadne krvou vodných stavovcov.

Druhy z podradu Hirudiniformes sú považované prevažne za parazity. Z pijavíc zaradovaných do tohto podradu sú súčasťou hirudofauny Slovenska druhy *Haemopsis sanguisuga* a *Hirudo medicinalis*. Jedince druhu *Haemopsis sanguisuga* sa živia dravo, prevažne vodnými i amfibiickými bezstavovcami a drobnými stavovcami, kým *Hirudo medicinalis* je typický parazitujúci druh, živiaci sa krvou všetkých druhov stavovcov, predovšetkým cicavcov. Podrad Erpobdelliformes zastrešuje dravé formy, živiace sa rôznymi bentickými organizmami ako sú napríklad maloštetinavce, larvy vodného hmyzu, prípadne kôrovce.

BIOINDIKÁCIA

Pijavice sú považované za indikátory zvýšenej trofie a organického znečistenia vodného toku. Pri náraste hodnôt týchto parametrov narastá aj druhová diverzita a abundancia hirudofauny. Tento jav však platí len do určitej miery, keďže z hľadiska organického znečistenia tvorí optimálny stupeň pre maximálnu druhovú diverzitu beta-mezosaprobita.

SPOLOČENSTVÁ RÔZNYCH BIOTOPOV

Značná tolerancia jednotlivých taxónov pijavíc k biotickým a abiotickým faktorom prostredia sa odzrkadľuje aj v ich možnom výskyte a úspešnom prežívaní takmer vo všetkých typoch vodných habitatov. Aj napriek eurýknosti väčšiny druhov, hlavne v tečúcich vodách sa ukazuje určitá preferencia niektorých taxónov pijavíc k jednotlivým riečnym úsekum:

- 1) **Taxóny s ťažiskom výskytu v horných a stredných úsekoch tokov, od epiritrálu po hyporitrál**, kým v nižšej časti absentujú. Typickým zástupcom sú druhy *Haemopsis sanguisuga* a *Cystobranthus respirans*.

- 2) **Druhy osídlujúce stredné a dolné časti tokov – hyporitrál a epipotamál**, kým v horných úsekoch tokov sa vyskytujú len veľmi výnimočne. Do tejto skupiny patria druhy *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata* a *Helobdella stagnalis*.
- 3) **Druhy vyskytujúce sa v nížinnom pásme toku – epipotamál**. Typickými zástupcami tejto skupiny sú *Piscicola geometra*, *Cystobranchnus fasciatus* a *Dina lineata*.
- 4) **Druhy vyskytujúce sa v celom pozdĺžnom profile povodia**, t. j. od najvyšších polôh až po nížinné toky. Patria sem druhy ako *Erpobdella vilnensis* a *Trocheta bykowskii*.

OHROZENIE A INVÁZNE DRUHY

V súčasnosti nie je objektom zákonnej ochrany na Slovensku ani jeden druh pijavice, i keď druh *Hirudo medicinalis* je evidovaný v databáze druhov národného významu.

Výskyt tohto druhu v súčasnosti je pomerne zriedkavý, čo je spôsobené hlavne antropickou degradáciou prirodzených biotopov, ako sú pre *Hirudo medicinalis* mŕtve ramedná, odstavené meandre a rybníky s bohato rozvinutou vodnou vegetáciou. Z tohto pohľadu možno tento druh považovať za indikátor zachovalosti a prirodzenosti vodného habitatu.

Za invázny druh v hirudofaune Slovenska možno v určitom zmysle považovať druh *Dina punctata*. Pôvodným areálom tohto druhu je južná a západná Európa, odkiaľ sa na naše územie dostal po vybudovaní plavebného kanála Rýn – Mohan – Dunaj. Na Slovensku je jeho výskyt viazaný na Dunaj a jeho ramenný systém, na dolné úseky väčších prítokov, ale taktiež preniká do menších horských potokov naviazaných priamo na Dunaj (napr. Vydrlica). Práve v týchto biotopoch sa častokrát správa invázne, tak, že decimuje, prípadne úplne vytláča pôvodnú faunu pijavíc.

Zoznam použitej literatúry

- Koperski P. 2005. Testing the suitability of leeches (Hirudinea, Clitellata) for biological assessment of lowland streams. *Pol. J. Ecol.*, **53**: 65-80.
- Košel V. 2001. Hirudonológia pre hydrobiológov v praxi, pp. 37-54. In: Makovinská J. & Tóthová L. (eds) Zborník z hydrobiologického kurzu 2001, Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava.
- Mann K.H. 1962. Leeches (Hirudinea): Their structure, physiology, ecology and embryology. Pergamon, Oxford, 60 pp.
- Neubert E. & Nesemann H. 1999. Annelida, Clitellata: Branchiobdellida, Acanthobdellea, Hirudinea. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin, 178p.
- Sawyer R.T. 1974. Leeches (Annelida: Hirudinea). pp. 81-142. In: Resh C.V. & Fuller S.L. (eds) Pollution ecology of Freshwater Invertebrates. Acad. Press, New York.
- Sawyer R.T. (1986) Leech biology and behaviour. Volumes I, II, III. Clarendon Press, Oxford, 745 pp.
- Sket B.Č. & Trontelj P. (2008) Global diversity of leeches (Hirudinea) in freshwater. *Hydrobiologia* **595**:129-137.
- Zrzavý J. 2006. Fylogeneze živočíšné ríše. Scientia, Praha, 255p.

■ Crustacea – kôrovce

FYLOGENÉZA

Kôrovce zahŕňajú široké spektrum druhov od malých a primitívnych akvatických foriem po vysoko špecializované. Ich predkovia, ktorí niesli niektoré znaky súčasných kôrovcov, sa objavili už v spodnom kambriu (pred takmer 570 miliónmi rokov). Ich pôvod je však stále diskutabilný. Uvažuje sa, že môžu pochádzať z dorzoventrálne sploštených článkonožcov pripomínajúcich trilobity, alebo sa mohli vyvinúť z malých, segmentovaných, morských červov (mimo Annelida), prípadne sa vyvinuli z článkonožcov s veľkými prívěskami na hlave pripomínajúcimi pazúry. Najstaršie kôrovce, ktoré nesú znaky recentných druhov, sa objavili vo vrchnom kambriu a doteraz bolo identifikovaných a pomenovaných viac ako 67 000 druhov. Skutočný počet druhov sa však odhaduje na 10 až 100 násobok.

Kôrovce sú často označované ako podkmeň monofyletického kmeňa článkonožce (Arthropoda), avšak existujú argumenty pre ich označenie ako samostatného kmeňa, prípadne ako nadtriedy alebo triedy kmeňa Arthropoda. V niektorých prípadoch sa pod úroveň kmeň článkonožce pridáva oddelenie žiabrovce (Branchiata), ktoré však majú len jednu triedu – kôrovce, a teda zhodnú charakteristiku. V literatúre nájdeme pod pojmom kôrovce obidva latinské termíny. V súčasnosti sa preferuje ich zaradenie do skupiny Pancrustacea, kde patria spolu so sesterskou skupinou Hexapoda. Rovnako existujú rôzne prístupy klasifikácie vnútri samotného kmeňa. Podľa posledných štúdií sa kôrovce ďalej vetvia na 5 alebo 6 tried, pričom problematická je klasifikácia skupiny Ostracoda, ktorá podľa pôvodného prístupu bola podtriedou triedy Maxillopoda. Na základe najnovších morfológických aj molekulárnych štúdií je však tendencia ju preklasifikovať na samostatnú triedu. Kôrovce zahŕňajú týchto 6 tried: Branchiopoda, kôrovcovky (Remipedia), hlavovky (Cephalocarida), čelustonožky (Maxillopoda), lastúrničky (Ostracoda) a rakovce (Malacostraca) (vid' systém). O tom, ktorá trieda kôrovcov je bazálnou, sa však stále vedú debaty. Za najprimitívnejšiu triedu kôrovcov sú často označované Branchiopoda, aj keď existujú dôkazy o tom, že pôvodnejšie by mohli byť

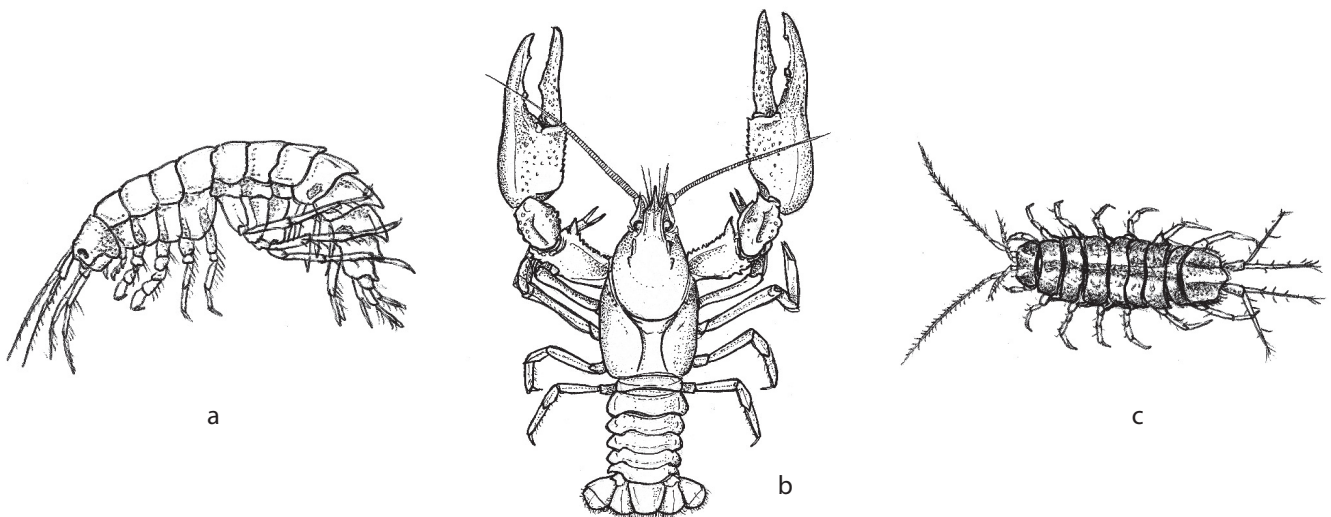
Maxillopoda alebo Cephalocharida. V procese fylogeny dochádzalo postupne k znižovaniu počtu hrudných článkov, zvýšeniu rôznorodosti funkcií jednotlivých končatín a redukcii dvojvetvových končatín na jednovetvové.

ROZŠÍRENIE

Kôrovce sa vyskytujú na celom svete, v takmer všetkých typoch vodných biotopov, od hlbokých častí oceánov, tečúcich a stojatých kontinentálnych vôd, cez periodické mláky v inundáciách riek, savanách, či vo vysokohorských jazerách, až po podzemné vody a podmorské jaskyne. Môžeme povedať, že obývajú všetky typy vodných habitatov, ktoré si vieme predstaviť, avšak poznáme aj druhy obývajúce suchozemské prostredie (napr. u nás žijúce žiživky rodov *Porcelio* a *Oniscus*). Vodné kôrovce zahŕňajú veľké množstvo morských druhov patriacich do rozmanitých skupín. V sladkých vodách, v porovnaní s morskými ekosystémami, žije menej druhov, ktoré tu však bývajú početne zastúpené. Podobne ako u morských kôrovcov, na Slovensku žijú druhy, ktoré plávajú vo vode ako súčasť zooplanktónu alebo neustónu. Okrem nich je množstvo druhov bentických, z ktorých sú v hydrobiologickej praxi najvýznamnejší zástupcovia z triedy rakovce, približne 30 druhov z radov rovnakonôžky (Isopoda), rôznonôžky (Amphipoda) a desaťnožky (Decapoda), ktoré je možné nájsť od pramenných oblastí až po nížinné úseky tokov, a tiež v stojatých vodách.

MORFOLÓGIA

Morfológia kôrovcov je veľmi rozmanitá. Keďže patria medzi článkonožce, majú segmentované telo, početné párové článkované končatiny a chitínóznou kutikulu na povrchu tela inkrustovanú uhličitanom vápenatým. Kôrovce sú však charakteristické najmä dvoma párami článkovaných tykadiel umiestnenými na prednej časti hlavy a naupliovou larvou (alebo štádiom naupliovej larvy vo vajíčku). Celý povrch tela sa počas rastu jedincov niekoľko krát zvlieka. Malé druhy majú priehľadné telo s dobre viditeľnými vnútornými orgánmi. Okrem toho je ich telo zvyčajne rozčlenené na hlavu (caput), hrud' (thorax) a bruško (abdomen). Telo môže byť bilaterálne (obr. 1a) alebo dorzoventrálne sploštené (obr. 1c). Hlava a predná časť hrude môžu v určitých prípadoch splynúť v hlavohrud' (cephalothorax), napr.



Obr. 1 Morfológia tela a) *Gammarus roeselii*, b) *Astacus* sp., c) *Asellus aquaticus*.

u desaťnožcov (obr. 1b) a rovnakonôžok, prípadne sa objavuje hlavohrudný štít (carapax). Carapax je kožná vyliáčnina na chrbtovej časti hlavohrude, ktorá má podobu celistvého alebo dvojdielného štítu pripomínajúceho lastúru. Je prítomná napr. u lastúrníčiek, štítovcov (Notostraca) alebo rakov, ale nájdeme ju aj u druhov, ktoré nemajú hlavohruď ako perloočky (Cladocera).

Hlava sa u väčšiny druhov skladá z 5 segmentov a akronu a nesie jednoduché alebo zložené oči, ktoré sú v niektorých prípadoch umiestnené na konci pohyblivých stopiek alebo môžu chýbať. V prípade hlavohrude sa malé končatiny, tzv. čelustné nôžky (maxillipedy), modifikovali pre príjem potravy a sú umiestnené okolo ústneho otvoru.

Počet článkov hrude je u kôrovcov pomerne variabilný, avšak u konkrétnych skupín je stabilný. Každý článok nesie jeden pár jednovetvových alebo dvojetvových končatín.

Bruško môže mať taktiež rôzny počet článkov. Posledný článok sa nazýva telson, ktorý môže byť ukončený párovými článkovanými prívěskami (furka). Niektoré skupiny kôrovcov majú končatiny aj na brušku. Tie sú väčšinou menšie, dvojetvové a slúžia na plávanie, uloženie a prenos vajíčok, prípadne ventiláciu žiabier.

Končatiny bývajú početné a môžu spolu tvoriť 16 a viac párov. Sú umiestnené predovšetkým na hlave a hrudi, niekedy sú prítomné aj na brušku. Sú zložené z bazálneho protopoditu a dvoch koncových častí: endopoditu a exopoditu (dvojetvové). Zatiaľ čo endopodit je vždy prítomný,

exopodit v mnohých prípadoch chýba a končatina je tak jednovetvová. Končatiny môžu byť odlišné svojim tvarom, pričom sa mení aj ich funkcia. Jednovetvové končatiny majú väčšinou kráčavú funkciu a sú zakončené pazúrikom alebo klepietkom. Dvojetvové môžu byť rôzne modifikované, napr. s plávacou a filtračnou funkciou (lupeňonôžky – Phyllopoda), prípadne veslovacou funkciou (veslonôžky – Copepoda), alebo môžu byť bičíkovité, slúžiace na priháňanie potravy (fúzonôžky – Cirripedia).

Kôrovce s väčšími telesnými rozmermi dýchajú žiabrami, nakoľko žijú väčšinou vo vode, kým malé druhy môžu prijímať kyslík celým povrchom tela. Žiabre (epipodit), čo sú vlastne prívěsky končatín, sa nachádzajú na protopodite hrudných končatín (vzácnejšie na brušných končatinách) a môžu mať lupienkový alebo kríčkovitý tvar.

Nervová sústava pozostáva z trojdielného mozgu, okolohtanových komisúr a ventrálnych nervových vlákien. Súčasťou sú aj nervovo-sekrečné bunky vylučujúce hormonálne látky.

Zo zmyslových orgánov sa u kôrovcov vyvinul zrak, hmat, čuch, zriedkavo sú prítomné statocysty. Oči sú buď jednoduché, tzv. naupliové oko, čo je nepárový orgán nachádzajúci sa v strede akronu a je charakteristické pre veslonôžky, fúzonôžky a niektoré lastúrníčky. Je zložené z troch jednoduchých očiek inverzného typu. Väčšina kôrovcov (napr. rakovce) má zložené (facetové) oči, ktoré sú párové. U niektorých druhov môže byť prítomná kom-

binácia oboch prípadov, napr. u lupeňonôžok. Hmatové receptory sú prítomné na konci tykadiel a sú spojené so štetinkami. Čuchové receptory sa nachádzajú na končatinách v okolí ústneho otvoru.

Tráviaca sústava je priama a v jej prednej časti sa nachádza párová hepatopankreatická žľaza.

Exkretčné žľazy vyúsťujú, buď na báze antén alebo pri koreňoch druhého páru maxíl. Ďalšími vylučovacími orgánmi sú nefrocyty a kutikula.

Cievna sústava je u drobných foriem silne redukovaná len na srdce, u veľkých foriem sú prítomné aj arteriálne a venálne cievy. Krv sa voľne vylieva do brušnej dutiny, kde omýva vnútorné orgány. U rakov je krvným farbivom hemocyanín, u niektorých perloočiek hemoglobín.

EKOLÓGIA

♦ Životný cyklus

Rozmanitosť tvarov a rozmerov kôrovcov napovedá o rôznych reprodukčných stratégiách, či adaptáciách, avšak rozmnožovanie je vždy pohlavné s vnútorným oplodnením. Kôrovce sú prevažne gonochoristi s nápadným pohlavným dimorfizmom, parazitické druhy môžu byť hermafroditi. V niektorých prípadoch poznáme partenogenetické rozmnožovanie (Copepoda, Cladocera). U väčšiny kôrovcov obývajúcich prevažne stojaté vody sa z vajíčka vyliahne larva nauplius. Tá má oválny tvar a 3 páry výbežkov, z ktorých sa vyvinú oba páry tykadiel a mandibuly. Charakteristické je trojdielne naupliové oko. Ďalším štádiom je metanauplius larva, ktorá už má hlavu a základy ďalších článkov tela. Po metanaupliu nasleduje väčšinou štádium dospelého jedinca. Pre niektoré veslonôžky je typické ďalšie štádium po naupliu nazývané copepodit. U rakovcov žijúcich v mori, napr. krabov (Brachyura), je larvou zoea, ktorá je zložitejšej stavby.

U nás žijúce bentické kôrovce však majú priamy vývin, z vajíčok sa liahne dospelému jedincovi podobný juvenil. Vajíčka sú umiestňované do vaječného vaku (marsupium), kde sa aj liahnu. Marsupium je prítomné na brušnej strane, napr. u rôznonôžok alebo rovnakonôžok. U desaťnožcov kladie samička vajíčka na spodnú stranu bruška – na pleopody, kde ich lepí sekrétom. Vajíčka štitovcov a žiabronôžok majú pevný a tvrdý obal, ktorý zabezpečuje ich prežitie počas mrazov, sucha, a tiež dokážu

odolať stráveniu inými živočíchmi alebo požiaru. Navyše, vajíčka štitovcov sú vďaka lepivému sekrétu na povrchu aj obalené v sedimente, čím sú dobre maskované pred predátormi.

♦ Potrava

Kôrovce sú zastúpené takmer v každej potravnnej gilde. Planktonické kôrovce sa väčšinou živia aktívnou filtráciou sestónu z vody, tzn. rias, baktérii a detritu. Predstavujú veľmi dôležitý zdroj potravy rýb. Týmto spôsobom získavajú potravu aj šklabkovkotvaré (Spinicaudata), šklabovkotvaré (Laevicaudata), niektoré lastúrničky, žiabronôžky (Anostraca) a zástupcovia čeľade Mysidae.

Rôznonôžky rodu *Gammarus* a väčšina zástupcov rodu *Niphargus* sú prevažne drviče. Druhy rodu *Gammarus* majú dôležitú úlohu v procese spracovania alochtónnej organickej hmoty v horných, zalesnených úsekoch vodných tokov. Spolu s hubami a baktériami napomáhajú rozkladu opadaných listov vo vode, ktoré sú ďalej splavované do nižších úsekov rieky a stávajú sa potravou pre iné druhy makrozoobentosu, predovšetkým zberače. Primárne sa teda živia odumretými listami a iným organickým materiálom, ale dokážu využívať aj iné potravné zdroje. Medzi charakteristické zoškrabávače patrí *Jaera istri* (Isopoda). Zberače – zhrňňače a predátori sú z väčšej, či menšej časti takmer všetky u nás sa vyskytujúce kôrovce. Medzi predátorov patria u nás žijúce raky a rôznonôžky, napr. *Niphargus hrabei* a *Dikerogammarus villosus* alebo štitovce. Aj medzi planktonickými organizmami nájdeme predátorov, napr. druhy rodu *Leptodora* (Cladocera) a niektoré Copepoda lovia drobný zooplanktón. Raky sú však významné nekrofágy, teda pozerajú telá uhynutých živočíchov.

♦ Medzidruhové interakcie

U kôrovcov nájdeme pestrú paletu príkladov medzidruhových vzťahov: komenzalizmus, mutualizmus, parazitizmus, hyperparazitizmus a pod., väčšinou však v morských ekosystémoch. Na Slovensku sa vyskytuje niekoľko parazitických druhov patriacich medzi Copepoda, napr. *Caligus rapax* a *Lepeophtheirus salmonis* (Caligidae), ktoré parazitujú na pokožke a žiabrach rýb. Iný druh *Argulus foliaceus* (Branchiura) parazituje na koži rýb, kde sa živí epitelom pokožky a krvou. Na prichytenie má antény premenené na prísavky.

V niektorých prípadoch môže vplyv nepôvodných druhov (prostredníctvom predácie, potravnnej a habitatovej konkurencie) spôsobiť vymiznutie pôvodných druhov kôrovcov. Napr. druh *Dikerogammarus villosus* spôsobil v niektorých európskych štátoch redukciu alebo úplné vymiznutie populácií pôvodných kôrovcov ako *Gammarus pulex* a *G. roeselii*, ako aj skôr prítomného invázneho druhu *G. tigrinus*.

SPOLOČENSTVÁ RÔZNYCH BIOTOPOV

♦ Podzemné vody

V podzemných vodách a jaskyniach žije *Bathynella natans* (Bathynellaceae) a viacero druhov rodu *Niphargus* (Amphipoda), ktoré sú na toto prostredie adaptované redukovanými zrakovými orgánmi a belavým sfarbením. Navyše sú najpočetnejším rodom spomedzi rôznonôžok (viac ako 300 druhov, väčšina endemických) a tvoria podstatnú časť biodiverzity podzemných vôd. Často ich môžeme nájsť aj v bentose povrchových vôd, najmä v prameňoch a pramenných stružkách, kam prenikajú. Okrem nich môžeme v podzemných vodách nájsť aj rovnakonôžku *Proasellus slavus* a rôznonôžky rodu *Crangonyx* a druh *Synurella intermedia*.

♦ Periodické vody

V periodických vodách vzniknutých najmä po roztopení snehu sa vyskytujú žiabronôžky (Anostraca), napr. žiabronôžka snežná (*Eubbranchipus grubii*). Spolu žije na Slovensku 7 druhov obývajúcich prevažne nížinné oblasti. Výnimkou je žiabronôžka severská (*Branchinecta paludosa*), ktorá je glaciálnym reliktom prežívajúcim iba vo Vyšnom Furkotskom plese vo Vysokých Tatrách. Spolu so žiabronôžkami sú v periodických vodách prítomné aj štitovce. U nás sú prítomné dva druhy, štitovec jarný (*Lepidurus apus*) a štitovec letný (*Triops cancriformis*).

♦ Stojaté vody

U kôrovcov sú v stojatých vodách početne zastúpené predovšetkým planktonické druhy. Medzi typické planktonické patria perloočky rodu *Daphnia* a *Bosmina* (Cladocera), alebo veslonôžky rodu *Eudiaptomus* a *Cyclops* (Copepoda). Na to, aby sa udržali vo vodnom stĺpci, majú v okolí vnútorných orgánov olejové kvapky, ktoré znižujú ich hustotu

tela. Planktonické druhy sa dokážu pohybovať typickým trhavým pohybom pomocou husto ochlpených antén a nožičiek. U perloočiek má túto funkciu druhý pár, kým u veslonôžok prvý pár antén spolu s nožičkami. Medzi neustonické druhy patrí napr. perloočka rodu *Scapholeberis*, ktorá je brušnou stranou otočená k hladine a chrbtovou smerom dolu. Rakovce a štitovce sú typické bentické druhy. Lastúrnice, plazivky (Herpacticoida), šklábkovkotvaré, šklábov-kotvaré a pod. obývajú dno aj vodný stĺpec. V stojatých, zarastených vodách sú okrem početného zooplanktónu prítomné aj žižavica vodná (*Asellus aquaticus* (Isopoda) a *Synurella ambulans* (Amphipoda).

♦ Tečúce vody

Bentické kôrovce nájdeme v takmer každej rieke či potoku na Slovensku. V pramenných úsekoch tokov sa často vyskytuje *Gammarus fossarum* spolu s druhmi rodu *Niphargus*, ktoré sa sem dostávajú z podzemných vôd. Kým *G. fossarum* je spolu s *G. balcanicus* viazaný viac na podhorské potoky a rieky, *G. roeselii* obýva skôr dolné časti podhorských riek a nížinné rieky. Naše pôvodné druhy rakov majú väčšinou obmedzený areál, s výnimkou raka riečného (*Astacus astacus*). Ten je na Slovensku rozšírený v povodiach všetkých riek. Jeho výskyt je však mozaikovitý s preferenciou podhorských tokov, ale nájdeme ho aj v nížinných oblastiach. Areál rozšírenia raka riavového (*Austropotamobius torrentium*) je obmedzený na potoky tečúce v Malých Karpatoch. Raka bahenného (*Astacus leptodactylus*) nájdeme veľmi zriedkavo v nížinných oblastiach, prevažne v Dunaji a v miestach sútoku s Hronom a Ipľom, ako aj v riekach Bodrog a Tisa a priľahlých ramenách. Raky vyhľadávajú hlbšie úseky tokov, kde sa ukrývajú medzi ponorenými kónarmi stromov, pod vymletými brehmi, naplaveným drevom a skalami. Ostatné, u nás žijúce bentické kôrovce, preferujú predovšetkým kamenné substráty, odumreté lístie a korene stromov. Druhy rodu *Chelicorophium* nájdeme v nížinných riekach na jemnejšom substráte s detritom, v ktorom si budujú rúrky.

OHROZENIE A BIOINDIKÁCIA

Jeden z hlavných faktorov ohrozujúcich diverzitu kôrovcov sú regulácie tokov a znečistenie. Čo sa týka bioindikátorových druhov, o rakovi riečnom sa doteraz hovorí ako

o indikátorovi čistej vody. Rak je však pomerne adaptabilný druh, ktorý dokáže zniesť vyššie organické znečistenie vody a pokles rozpusteného kyslíka, je však citlivý na chemické znečistenie pochádzajúce z poľnohospodárskej a priemyselnej činnosti.

Druhy patriace medzi Gammaridae sú zas citlivé na vyššiu koncentráciu ťažkých kovov vo vode, ako napríklad kadmia, ortuti, niklu a medi. Hlavným faktorom ohrozenia žiabronôžok a štítovcov je regulácia koryta a ďalšie vodohospodárske úpravy tokov, ktoré zamedzujú záplavy v riečnych alúviách. Druhy vyskytujúce sa na poliach, či lesných cestách sú zas ohrozené zavážením jám, narovnávaním terénu, a tiež ukončením pravidelnej orby. Rak riečny (*Astacus astacus*) a rak riavový (*Austropotamobius torrentium*)

sú vedené v Červenej knihe ohrozených druhov IUCN pod statusom zraniteľné (vulnerable).

♦ Biologické invázie

Značné nebezpečenstvo predstavujú pre naše pôvodné druhy nepôvodné a invázne kôrovce. Naše raky sú zo strany invázných, pôvodne severoamerických rakov (*Pacifastacus leniusculus* a *Orconectes limosus*) ohrozené predovšetkým račím morom (pôvodcom je oomycéta *Aphanomyces astaci*), ktorý tieto druhy prenášajú. Hoci sa druh *Dikergammarus villosus* postupne dostáva do prítokov Dunaja, najmä do rieky Váh, zatiaľ nebolo pozorované jeho negatívne pôsobenie na naše pôvodné druhy kôrovcov a iných bentických bezstavovcov.

Zoznam použitej literatúry

- Bergström J. 1992. The oldest Arthropods and the Origin of the Crustacea. *Acta Zoologica (Stockholm)* **73**: 287-291.
- Blackstone N.W. 2005. Crustacea (Crustaceans). In: *Encyclopedia of Life Sciences*. John Wiley & Sons, www.els.net, 4 pp.
- Brusca R.C. & Brusca G.J. 2002. *Invertebrates*. 2nd edition. Sinauer Associates, Sunderland, Maryland, 936 pp.
- Budd G.E. & Telford M.J. 2009. The origin and evolution of arthropods. *Nature* **457**: 812-817.
- Fryer G. 1992. The origin of Crustacea. *Acta Zoologica* **73**: 273-286.
- Chen J.Y. & Huang D.Y. 2001. The origin of crustaceans: new evidence from the Early Cambrian of China. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* **268**: 2181-2187.
- Kriska G. 2013. *Freshwater invertebrates in Central Europe: a field guide*. Springer Science & Business Media, 411 pp.
- Lellák J., Kořínek V., Fott J., Kořínková J. & Punčochář P. 1972. *Biologie vodních živočichů*. SPN, Praha, 220 pp.
- Martin J.W. & Davis G.E. 2001. An updated classification of the recent Crustacea. *Natural History Museum of Los Angeles County. Science Series*. Los Angeles, 132 pp.
- Mellanby H. 1963. *Animal Life in Fresh Water. A Guide to Fresh-Water Invertebrates*. Springer, Dordrecht, 308 pp.
- Merta L., Zavadil V. & Sychra J. 2016. *Atlas rozšíření velkých lupenonožců České republiky*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 111 pp.
- Romanowski N. 2013. *Living Waters. Ecology of Animals in Swamps, Rivers, Lakes and Dams*. Csiro Publishing, Collingwood, 303 pp.
- Webber W., Fenwick G., Bradford-Grieve J., Eagar S., Buckeridge J., Poore G. & Bruce N. 2010. Phylum Arthropoda Subphylum Crustacea: shrimps, crabs, lobsters, barnacles, slaters, and kin. pp. 98-232. In: Gordon D. P. *New Zealand Inventory of Biodiversity. Vol. 2: Kingdom Animalia – Chaetognatha, Ecdysozoa, Ichnofossils*. Canterbury University Press, New Zealand.

■ Ephemeroptera – podenky

FYLOGENÉZA

Podenky sú najstaršou a najprimitívnejšou recentnou skupinou okrídleného hmyzu známou už z vrchného karbónu a spodného permu (asi 290 miliónov rokov). Najväčšiu diverzitu dosiahli počas mezozoika, najmä v jure a kriede. V kriede (pred 100 miliónmi rokov) už nachádzame niektoré dnešné skupiny. Podenky sú spolu s vážkami tradične zaraďované do skupiny Paleoptera, charakteristickej artikuláciou oboch párov krídel, ktorá neumožňuje ich zloženie dozadu pozdĺž bruška. Vzťah podeniek a iných skupín okrídleného hmyzu je však dodnes neobjasnený. Rad Ephemeroptera bol pôvodne členený na podrady Schistonota a Pannota. V súčasnej klasifikácii rozlišujeme štyri podrady: Furcatergalia, Setisura, Pisciforma a Carapacea. Všetky sa vyskytujú v strednej Európe.

ROZŠÍRENIE

Larvy podeniek sa hojne vyskytujú prakticky vo všetkých typoch tečúcich vôd, od krenálu po potamál, kde predstavujú jednu z najpočetnejších skupín z hľadiska druhovej pestrosti, dominancie i biomasy. Väčšina druhov preferuje tečúce vody, avšak podenky obývajú aj množstvo biotopov stojatých vôd, druhová pestrosť je tu však nižšia. Relatívne chudobné sú aj vysokohorské habitaty a pramenné toky (krenál). V našich podmienkach nachádzame najbohatšie spoločenstvá podeniek v podhorských potokoch (metaritrál), riekach (hyporitrál) a nížinných riekach (epipotamál), v nadmorských výškach 200 – 750 m n.m.

Podenky sú považované za skupinu so slabou schopnosťou šírenia, obmedzenou u lariev na poprúdový drift a u imág na časovo veľmi obmedzené protiprúdové kompenzačné lety. Napriek všeobecne nízkej disperznej schopnosti podeniek bolo dokázané, že dokázali prekonať vzdialenosť až 700 km.

V súčasnosti je známych viac ako 3 000 druhov patriacich do viac ako 400 rodov a 42 čeľadí. Čeľade Leptophlebiidae, Baetidae a Caenidae sú kozmopolitne rozšírené, absentujú iba v Antarktíde a na niektorých izolovaných ostrovoch. Diverzita medzi čeľadami je nerovnomerne rozložená, keďže až 75 % známych druhov a rodov patrí do 5

čeľadí. Leptophlebiidae majú najviac rodov, zatiaľ čo Baetidae majú viac druhov v menšom počte rodov. Najväčšia diverzita rodov je známa v neotropickej oblasti, zatiaľ čo holoarktická oblasť má nízku rodovú diverzitu, ale vysoký počet druhov. Každý rok je opísané množstvo nových druhov, výnimočne aj nové rody, predovšetkým z tropických oblastí. Neopísané druhy sa však stále nachádzajú aj v Európe, predovšetkým v Mediteráne, na Balkáne a v horách juhovýchodnej Európy. Naša fauna podeniek je pomerne dobre známa, zahŕňa zhruba 120 druhov v 16 čeľadiach a 35 rodoch. Druhovo najpočetnejším je rod *Baetis* (21 druhov), nasledovaný rodmi *Rhithrogena* a *Ecdyonurus*. Až 16 rodov je u nás monotypických, teda majú iba po jednom zástupcovi.

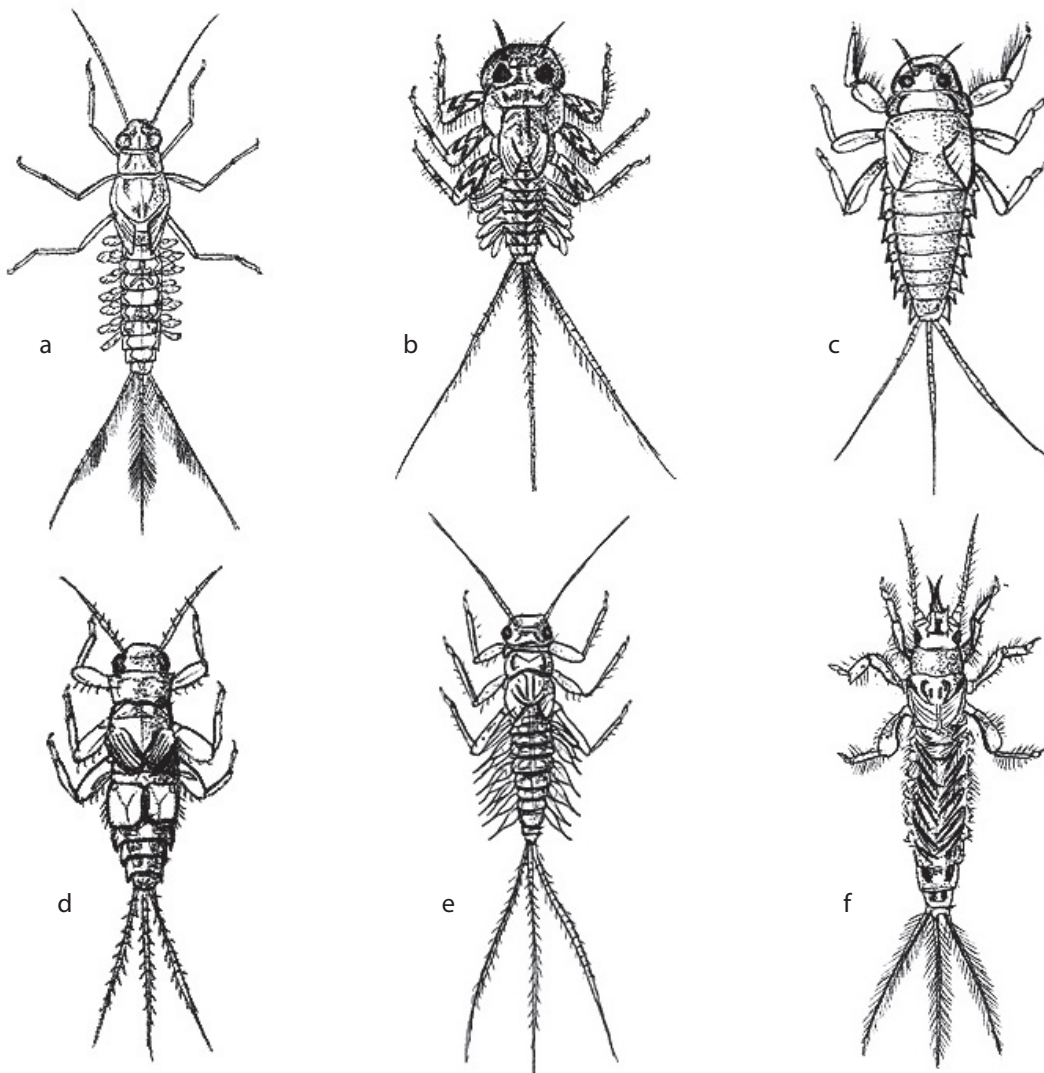
MORFOLÓGIA

♦ Vajíčko

Vajíčka podeniek sú pravdepodobne najmenšie spomedzi všetkých hmyzích radov. Ich dĺžka je medzi 100 – 250 μm , šírka 90 – 150 μm . Vajíčka sú zvyčajne vajcovitého alebo elipsovitého tvaru, výnimočne nachádzame aj iné formy. Exochorion nesie charakteristické ryhy, štvorcovité alebo polygonálne útvary, hrbolčeky, rôzne prichytné štruktúry. U vajcoživorodých druhov je povrch vajícok hladký. Prichytné štruktúry umožňujú prichytenie sa vajíčka k substrátu alebo ponoreným predmetom. Vajíčka majú 1 – 8 (zvyčajne 2 – 5) otvorov (micropyle), ktorými do nich vniká spermia. Štruktúry exochorionu sú zvyčajne druhovo špecifické, takže sú dobre využiteľné na determináciu podeniek a asociáciu imág a dospelých lariev.

♦ Larva

Tvar lariev podeniek je variabilný v závislosti od prostredia a spôsobu života (obr. 1). Rozlišujeme nasledovné morfológicko-ekologické typy: 1) plávacie – kužeľovité telo rybičkovitého tvaru (Baetidae, *Siphonurus*, *Ameletus*), hypognátna hlava. Nohy sú tenké, dlhé a slúžia na prichytenie sa na vegetáciu. Husto obrvené štety slúžia ako plutvičky (*Baetis*, *Cloeon*, *Ameletus*, *Ametropus*). U niektorých horských druhov, žijúcich v prudkých vodách (*Baetis alpinus*), sú štety holé, paštet čiastočne alebo úplne redukovaný; 2) ploché – dorzoventrálne sploštené larvy, prichytávače



Obr. 1 Morfológicko-ekologické typy lariev podeniek: a) plávaci, b) ploché, c) reofilný prichytávač, d) rozrývač – prichytávač, e) podlhovastý rozrývač – prichytávač, f) zahrabávač – vrtač.

(Heptageniidae, Arthropleiidae). Telo je dlhé, široké a silno sploštené. Prognátna hlava je veľká a plochá. Nohy sú ploché so širokými stehnami, odstavajú vodorovne od tela, takže sa larvy pri pohybe dotýkajú podložky celými nohami. Štety majú len krátke a priliehavé štetinky; 3) reofilné prichytávače (Oligoneuriidae, Prosopistomatidae, *Isonychia*). Hydrodynamické telo je prispôbené prúdu, hlava pokrytá pevnou prilbou, ktorú prúd tlačí k podložke, krátke štety, krátke a pevné nohy. Na predných nohách sú chĺpky, ktoré slúžia na filtrovanie vody (*Oligoneuriella*, *Isonychia*). Ešte výraznejšie je prispôbená larva rodu *Prosopistoma*, ktorej celé telo je kryté plochým pancierom tvoreným roz-

šírenou predohrudou, z ktorej vyčnieva iba časť bruška; 4) rozrývače – prichytávače (Caenidae, Ephemerellidae, Leptophlebiidae). Telo majú mierne sploštené, dlhé a úzke alebo kratšie a zavalité. Nohy sú krátke a silné, štety bez hustého obrvenia; 5) podlhovasté rozrývače – prichytávače (Leptophlebiidae); 6) zahrabávače – vrtače (Ephemeridae, Palingeniidae, Polymitarcyidae, Behningiidae). Telo majú dlhé a valcovité, silne sklerotizovaná prognátna hlava je malá a úzka, rezáky hryzadiel vyčnievajú dopredu a tvoria niekedy akési kliešte alebo radlicu. Nohy sú prispôbené na hrabanie. Žiabre sú zložené na dorzálnnej strane bruška. Medzi jednotlivými typmi existuje množstvo prechodných

foriem a v rámci jednej čeľade môžeme nájsť druhy s rozličnými morfológicko – ekologickými typmi lariev. Farba lariev je spravidla nenápadná žltohnedá, žltkastá, sivozele-ná, sivohnedá, hnedá až čierna, niekedy s kresbou či farebnými škvrnami. Prvý larválny instar (larvula) sa výrazne líši od nasledovných instarov. Nemá ešte vyvinuté tracheálne žiabre, ústne orgány ani oči nie sú úplne vyvinuté. Takisto im chýbajú typické trne a chlpy na nohách.

Larvy podeniek majú zreteľne oddelenú hlavu, hrud' a bruško. Hypognátna alebo prognátna hlava (caput) je tvarovo variabilná, silno sklerotizovaná, rovnako široká ako hrud'. Na hlave sú dve veľké zložené oči a zvyčajne 3 jednoduché očka (ocelli). V tvare zložených očí často pozorujeme výrazný pohlavný dimorfizmus, ktorý býva zreteľný už u lariev. Oči samcov bývajú väčšie, rozdelené na spodnú časť a vrchné, tzv. turbanovité oči, ktoré pravdepodobne slúžia na orientáciu pri párení. Na hlave ďalej nájdeme dve článkované tykadlá (antennae), dlhé asi ako hlava, často i dlhšie. U niektorých hrabavých druhov sú tykadlá obrvené (napr. rody *Ephemer*, *Palingenia*). Hryzavé ústne orgány majú rôzny tvar, ktorý odráža typ a spôsob získavania potravy, prípadne morfológicko-ekologický typ. Rozdiely v tvare, štruktúre a ochlpení ústnych orgánov predstavujú veľmi dobré determinačné znaky. Hrud' (thorax) sa skladá zo zreteľne oddelenej predohrude (prothorax), stredohrude (mesothorax) a zadohrude (metathorax), ktoré opticky čiastočne splyvajú, keďže zadohrud' je z väčšej časti prekrytá krídlými pošvami (pterotékami). Stredohrud' a zadohrud' sú síce zreteľné, ale pevne zrastené. Na chrbtovej strane majú pterotéky, ktoré sa zväčšujú pri každom zvliekaní larvy. Pterotéky zadných krídel (okrem tých druhov, ktorým zadné krídla v dospelosti chýbajú) sú skryté pod pterotékami krídel predných. Larvy posledného instaru majú pterotéky tmavohnedé až čierne. Iba dva zreteľne viditeľné hrudné články a nezreteľná zadohrud', spolu s viditeľnými pterotékami prvého páru krídel, odlišujú larvy podeniek od lariev pošvatiek. Tie majú zreteľne viditeľné tri hrudné články aj pterotéky oboch párov krídel. Každý hrudný článok nesie pár nôh (pedes), zložených zo 6 častí. Chodidlo (tarsus) má iba jeden článok s jediným pazúrikom (unguiculus). Väčšina článkov nôh nesie rozličné chlpy, chlípky, brvy a trne, ktorých tvar, počet a umiestnenie často slúžia ako determinačné znaky. Morfológické

modifikácie nôh súvisia s ich funkciami – lezenie, plávanie, prichytávanie, hrabanie, filtrácia potravy, prípadne ochrana tracheálnych žiabier.

Bruško (abdomen) má 10 článkov. Chrbtové doštičky (tergity) aj brušné doštičky (sternity) sa na boku takmer stretávajú, takže bočná časť článkov (pleurálna) v podstate nie je vyvinutá. Články môžu niesť trne, hrbolčeky alebo posterolaterálne výbežky. Článok 10 nesie dva článkované štety (cerci) a paštet (paracercus), ten však môže byť redukovaný alebo absentuje (napr. u rodu *Epeorus*, niektorých Baetidae). Štety sú buď krátko obrvené alebo majú po stranách dlhé husté brvy, takže môžu slúžiť ako plutvička. U samcov (okrem rodu *Caenis*) sú už od raných larválnych instarov na konci bruška viditeľné základy kopulačných orgánov, ktoré sa pri zvliekaní postupne zväčšujú. U recentných druhov nachádzame väčšinou 7 párov tracheálnych žiabier na 1. – 7. článku, hoci u niektorých nachádzame iba 6 alebo 5 párov. Žiabre varírujú čo do veľkosti, tvaru, umiestnenia a poskytujú množstvo determinačných znakov. Larvy niektorých druhov majú aj pomocné tracheálne žiabre na hrudi a na ústnych orgánoch. Larvy podeniek majú veľkú regeneračnú schopnosť. Regenerujú všetky časti tela, ale regenerované časti sú menšie a jemnejšie.

♦ Subimágo

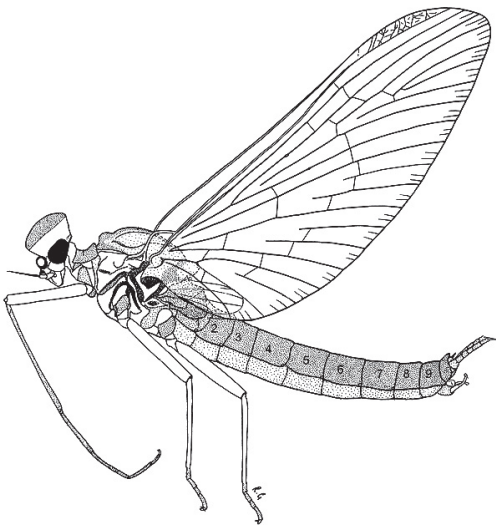
Subimaginálne štádium je u okrídleného hmyzu jedinečné. Pravdepodobne predstavuje pozostatok viacerých prechodných štádií medzi nymfou a imágom, ktoré existovali u primitívnych foriem v karbone. U všetkých recentných podeniek sa samce ďalej zvliekajú zo subimága na imágo. Samice zástupcov čeľadí Palingeniidae, Polymiracyidae, Behningiidae a Prosopistomatidae sa zo subimága ďalej nezvliekajú alebo sa zvliekajú iba čiastočne (Palingeniidae, Oligoneuriidae). Krídla subimág sú, na rozdiel od imág, mliečne zafarbené a pokryté jemnými, pravdepodobne hydrofóbnymi chlpkami. Nohy a štety sú kratšie ako u imág, samčie externé genitálie sú nedovyvinuté a menej sklerotizované. Sfarbenie subimág je tiež iné, zvyčajne sivasté, zelenkavé alebo žltkasté. Význam subimága v životnom cykle podeniek vysvetľujú viaceré teórie: hydrofóbný povrch tela umožňuje zvliekanie z larvy na subimágo na vodnej hladine; štádium je potrebné na predĺženie nôh a štetov u samcov, ktoré sú príliš dlhé, takže by sa nevo-

šli do larválnej kutikuly; strata 20 – 25 % hmotnosti tela u imága zlepšuje schopnosť lietať; subimaginálne štádium môže redukovať predáciu u druhov, ktoré sa roja podvečer.

♦ Imágo

Telo je rozdelené na hlavu, hrud' a bruško, ktoré je ukončené dvoma dlhými článkovanými štetmi a jedným paštetom (obr. 2). Dĺžka tela bez štetov a paštetu sa pohybuje od 2 – 3 mm (niektoré Baetidae, Caenidae) do viac ako 50 mm (niektoré Palingeniidae). Malá trojúholníkovitá hlava nesie pár dobre vyvinutých zložených očí. U samičiek sú oči menšie, oddelené. U samčiek sú väčšinou rozdelené na spodnú časť s menšími facetami a hornú časť s väčšími facetami, ktorá môže u Baetidae a Leptophlebiidae vytvárať tzv. turbanovité oči. Na hlave sa nachádzajú 3 jednoduché očka, krátke nitkovité tykadlá a atrofované ústne orgány. Atrofovaná je aj tráviaca sústava, čiže v štádiu imága a subimága nie sú schopné prijímať potravu. Predohrud' je úzka, oddelená od mohutnej stredohrude, ktorá je zrastená so zadohrudou. Stredohrud' nesie pár dobre vyvinutých, jemných, blanitých krídel trojúholníkovitého tvaru, väčšinou s hustou žilnatinou. Krídla bývajú priehľadné alebo slabo zafarbené. Druhý pár krídel je menší a u niektorých druhov silne redukovaný (*Baetis*, *Centroptilum*) alebo absentuje (*Cloeon*, *Caenis*). V pokoji

sú priložené k sebe zvisle nad telom. Každý hrudný článok nesie po páre dlhých, veľmi tenkých nôh, umožňujúcich chodenie a dobré prichytenie k podkladu. Chodidlo je zakončené dvojitém pazúrikom. Predný pár nôh samcov býva výrazne dlhší ako zvyšné dva páry. Samce ním pri párení pridriavajú samičku za krídla a plní aj zmyslovú funkciu ako hmatový orgán. Druhy vylietavajúce vo veľkých rojoch a žijúce veľmi krátku dobu (rody *Ephoron*, *Oligoneuriella*, *Palingenia*, *Behningia*) majú zakrpatené, slabo sklerotizované a nefunkčné nohy (u samíc všetky, u samcov 2. a 3. pár). Bruško je 10 článkové, 10. článok nesie dva štetty a paštet. Tieto sú tenké, článkované a väčšinou aspoň dvakrát dlhšie ako telo. U mnohých taxónov je paštet redukovaný alebo úplne chýba (*Siphonuridae*, *Heptageniidae*, *Baetidae*), u niektorých chýba iba u jedného pohlavia. Samčie aj samičie pohlavné ústroje vyúsťujú dvomi oddelenými otvormi. U samíc je to medzi 7. a 8. sternitom. U samcov 10. tergít tvorí epiprokt a laterálne párové paraprokty. Zadný okraj 9. sternitu samcov tvorí subgenitálnu platničku (*styli*ger). Z jej zadného okraja vybiehajú párové gonopody (*styli*, *gonostyli*). Samec nimi pridrihuje samicu pri kopulácii. Medzi gonopoditmi je silne sklerotizovaný penis, zvyčajne pozostávajúci z dvoch lalokov. Laloky majú rôzny tvar a dĺžku, zvyčajne nesú rôzne trne, výbežky a sklerity, ktorých tvar a usporiadanie sú rozmanité a druhovo špecifické.

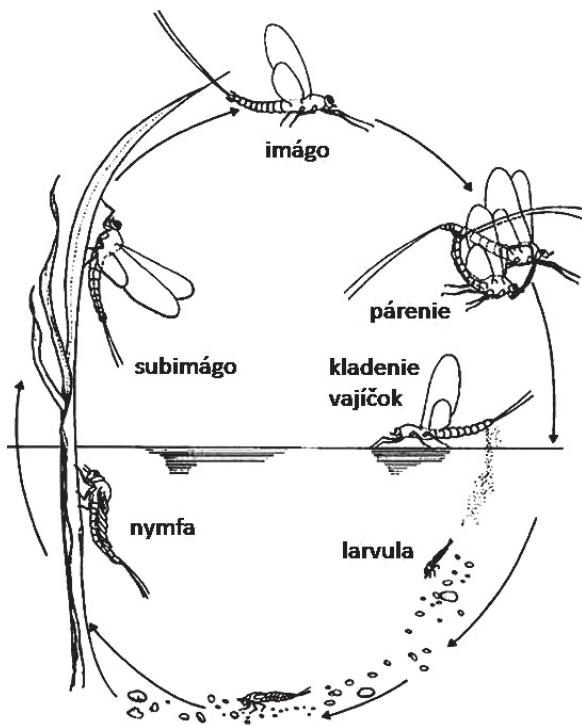


Obr. 2 Samčie imágo podenky (upravené podľa Romana Godunka).

EKOLÓGIA

♦ Rozmnožovanie a vývin

Životný cyklus podeniek prechádza vývinovými štádiami: vajíčko, larva, subimágo, imágo. U podeniek pozorujeme charakteristické predkopulačné správanie – samčieky sa sústreďujú do veľkých svadobných rojov, ktoré vo vzduchu pravidelne stúpajú a klesajú. Význam svadobných rojov nie je iba v atrahovaní samičiek, ale aj v ochrane pred predáciou presýtením predátorov. Veľké svadobné roje tvoria hlavne druhy, ktorých imága žijú len pár hodín. Rojenie môže prebiehať na rôznych miestach – nad vodou (napr. u rodov *Heptagenia*, *Ecdyonurus*, *Rhithrogena*) alebo v pobrežnej oblasti (napr. *Heptagenia*, *Caenis*), ba dokonca aj ďaleko od vody (napr. *Baetis*, *Cloeon*, *Ephemera*). Roje sa nachádzajú v rôznych výškach. *Centroptilum luteolum* len kúsok nad hladinou vody, niekoľko druhov rodu *Baetis*



Obr. 3 Vývinový cyklus podeniek.

sa rojí vysoko nad stromami. U väčšiny druhov svadobný let prebieha pred západom slnka, alebo tesne po ňom, ale niektoré druhy sa roja za svitania (*Caenis*), alebo za slnečného žiarenia na pravé poludnie (*Baetis*, *Habrophlebia*). Druh *Brachycercus harrisellus* lieta len v noci. Samičky lietajú ťažkopádnejšie, vletávajú do rojov samčiek jednotlivito a k páreniu dochádza takmer okamžite, zvyčajne počas letu, len výnimočne môže párenie nastať na zemi alebo vodnej hladine. Počas kopulácie pár pomaly zostupuje k zemi. Kopulácia končí ešte skôr, ako klesnú k zemi. Jej trvanie je preto veľmi krátke a páry sa čoskoro oddelia. Samičky hynú hneď po kopulácii a samičky krátko po nakladení vajčiek. Doba a trvanie rojenia sú druhovo špecifické a závisia najmä od intenzity svetla.

Oplodnené samičky, po vykonaní kompenzačného protiprúdového letu, kladú vajčká priamo do vody. Samičky niektorých druhov (*Baetis*) sa ponávajú pod vodnú hladinu a kladú svoje vajčká priamo pod kamene alebo do skalných štrbín. Iné druhy kladú svoje vajčká na vodnú hladinu po niekoľkých kusoch alebo väčších zhlukoch a to buď priamo za letu (*Ephemerella*) alebo až pri styku s vo-

dou. Vajčká sú v rôsolovitom obale. Počet nakladených vajčiek sa medzi jednotlivými druhmi výrazne líši, zvyčajne to je medzi 400 a 3000, hoci extrémny sú i 100 a 12 000 vajčiek. Dĺžka vývinu vajčiek sa pohybuje od jedného týždňa po takmer rok. Závisí od prítomnosti alebo neprítomnosti diapauzy a od teploty vody. Tá môže až desaťnásobne skrátiť, resp. predĺžiť embryogenézu. Teplota môže výrazne ovplyvniť úspešnosť vývinu vajčiek a liahnutia. U vajcoživorodých druhov samičie imágo 10 – 14 dní po kopulácii odpočíva, potom kladie vajčká. Larvy sa liahnu hneď ako vajčká prídu do kontaktu s vodou. Vajcoživorodosť je u podeniek vzácna, v Európe je jediným známym vajcoživorodým druhom *Cloeon dipterum*. Vajčká mnohých druhov sa vyvíjajú partenogeneticky. Z vajčiek sa liahnu larvy, ktoré sú viazané na vodné prostredie. Počas svojho vývinu prechádzajú viacerými štádiami – instarmi, oddelenými zvliekáním. Larvy sa zvliekajú asi 20 – 30 krát a každé zvliekanie trvá približne jednu minútu. Posledný larválny instar neprijíma potravu a dá sa ľahko rozlíšiť podľa vyvinutých tmavohnedých až čiernych pteroték. Z posledného larválneho instaru sa vyvinie subimágo. Zvliekanie z larvy na subimágo je zložitý proces a mnohé jedince pri ňom hynú. Trvá 2 – 5 minút. Prebiehajú deje ako degenerácia tráviacej sústavy, otváranie stigiem a uzatváranie vzdušnic. Subimágo sa po 12 – 60 hodinách zvlieka na imágo. Konečná premena subimága na imágo nebola zistená pri samiciach z čeľadí Behningiidae, Polymitarciidae a Palingeniidae.

Druhy podeniek možno klasifikovať podľa typu vývinového cyklu do niekoľkých skupín: univoltinné (jedna generácia za rok), bivoltinné/multivoltinné (dve/viac ako dve generácie za rok), alebo semivoltinné (jedna generácia každé dva alebo tri roky) a podľa toho, či prezimujú v štádiu vajčká alebo larvy. Niektoré druhy majú plastický vývinový cyklus v závislosti od environmentálnych podmienok, a preto sa vyskytujú vo viacerých kategóriách. Najbežnejším typom vývinového cyklu je univoltinný s prezimovaním v larválnom štádiu, ďalším je bivoltinný alebo multivoltinný cyklus s prezimovaním v larválnom štádiu a univoltinný cyklus s prezimovaním v štádiu vajčká. Niekoľko druhov je bivoltinných alebo multivoltinných s prezimovaním v štádiu vajčká. Medzi semivoltinné druhy patria zástupcovia rodov *Ephemerella* a *Palingenia*.

♦ *Limitujúce faktory prostredia*

Larvy podeniek sú náročné na obsah kyslíka vo vode. Najnáročnejšie sú reofilné, tolerantnejšie zasa limnofilné taxóny. Spoločenstvá podeniek sa formujú v závislosti od nadmorskej výšky, s ktorou sa mení predovšetkým substrát, teplotný režim a obsah kyslíka vo vode. Obsah kyslíka je ovplyvnený aj množstvom organickej hmoty a živín, ktoré spôsobujú eutrofizáciu. Larvy neprijímajú kyslík iba pomocou tracheálnych žiabier, významný je aj jeho príjem cez kutikulu. Príjem kyslíka môže byť regulovaný dýchacími pohybmi celého bruška alebo pohybmi tracheálnych žiabier. Extrémne nízky obsah kyslíka je vždy letálny, výnimkou je iba *Cloeon dipterum*, obývajúci stojaté vody, ktorý je schopný pod ľadom prežiť dlhotrvajúce anoxické podmienky. Larvy podeniek sú citlivé aj na acidifikáciu. Najdôležitejším faktorom je prítomnosť vhodného habitatu. Najmä vysoká diverzita v pôvodných nížinných riekach strednej Európy je založená na rozmanitosti habitatov, ktoré poskytujú širokú škálu faktorov prostredia, ako sú teplota, rýchlosť prúdenia, nasýtenie kyslíkom a substrát. Pokles diverzity podeniek, ktorý pozorujeme najmä v potamálkových úsekoch riek, nie je pravdepodobne iba dôsledkom vyššieho znečistenia. Diverzitu spoločenstiev tu podmieňuje najmä dostupnosť vhodných habitatov. Regulácia korýt a výstavba priehrad sú často dôležitejšími faktormi ako kontaminácia vody. Tá je limitujúcim faktorom výskytu mnohých druhov, avšak v posledných desiatkoch sa kvalita vody vo vodných tokoch postupne zlepšuje, čo nemožno povedať o ich morfológickom stave.

♦ *Potrava*

Larvy podeniek sú vo všeobecnosti považované za potravných generalistov. Väčšinou sa živia zberom detritu a zoškrabávaním nárastov biofilmov, vzácnejšie je filtrovanie partikulovanej organickej hmoty z vody a iba málo druhov je dravých. Na základe druhu a spôsobu získavania potravy sa zaraďujú do viacerých trofických funkčných skupín – gíld: 1) spásače –zoškrabávače sa živia nárastami rias a asociovanou organickou hmotou biofilmov. Morfológické štruktúry slúžiace na zoškrabávanie bývajú vyvinuté na maxilách. Zvyčajne majú ploché, dorzoventrálne sploštené telo (Heptageniidae), patria tu aj niektoré Leptophlebiidae a Caenidae; 2) drviče – kúskovače sa živia hrubou

partikulovanou organickou hmotou. Ústne orgány nemajú špeciálne adaptácie, patria sem niektoré Siphonuridae a Ephemerellidae; 3) zberače – zhrňáče sa živia jemnou partikulovanou organickou hmotou, ústne orgány nemajú špeciálne adaptácie (Caenidae, Leptophlebiidae); 4) zberače – filtrátory sa živia jemnou partikulovanou organickou hmotou a sestónom. Aktívna filtrácia je známa u rodu *Arthroplea congener* a niektorých hrabavých druhov (*Palingenia*). Synchronizovaným pohybom žiabier vytvárajú vodný prúd, ktorý prináša čiastočky potravy. Tie sú filtrované pomocou dlhých jemných chlpcov na ústnych orgánoch a na predných nohách. Pasívne filtrátory (*Isonychia*, *Oligoneuriella*) obývajú silno prúdivé úseky, potravu filtrujú pomocou chlpcov na ústnych orgánoch a predných nohách. Vyfiltrovanú potravu aktívne presúvajú k ústam; 5) predátory (u nás iba *Baetopus tenellus*) majú špeciálne upravené ústne orgány, živia sa drobnými bentickými bezstavovcami. Niektoré Siphonuridae a Heptageniidae sú považované za fakultatívne predátory, pretože sa počas ich ontogenézy mení zloženie potravy od prevládajúceho detritu smerom k vyššiemu zastúpeniu živočíšnej potravy v neskorších instaroch. Mnohé druhy majú schopnosť prejsť z jednej funkčnej skupiny do druhej, čo má za následok zvýšenie flexibility využívania rôznych zdrojov potravy pre rast a vývin. Larvy posledného instaru, subimága a imága potravu neprijímajú.

Všetky vývinové štádiá podeniek sú však vystavené silnému predačnému tlaku. Významnými predátormi lariev sú Plecoptera, Odonata, Trichoptera a Megaloptera, príležitostne dravé chrobáky a bzdochy a samozrejme ryby. Ryby, najmä nepôvodné, dokážu meniť diurnálnu aktivitu a zredukovať populácie lariev podeniek. Spomedzi vtákov je v našich podmienkach jediným špecializovaným predátorom lariev vodnár potočný (*Cinclus cinclus*). Subimága a imága sú korisťou pavúkov, vážok, rýb, hmyzožravých vtákov a netopierov.

CHARAKTERISTIKA ČELADI

Siphonuridae – malá čelad', u nás 4 druhy rodu *Siphonurus*. Larvy majú kuželovité telo plávacieho typu. Preferujú stojaté vody v rôznych nadmorských výškach, vo vodných tokoch tíšiny a príbrežné zóny, prípadne stojaté vody v riečnej nive.

Ameletidae – larvy majú kužeľovité telo plávacieho typu, u nás iba dva monotypické rody. *Ameletus inopinatus* je chladnomilný druh vysokohorských jazier a potokov, *Metreletus balcanicus* preferuje periodické toky a menšie nížinné rieky.

Ametropodidae – malý rod s celkovo piatimi druhmi, u nás jediný zástupca *Ametropus fragilis*, viazaný na piesočnaté dno veľkých nížinných riek.

Baetidae – kozmopolitne rozšírená čeľaď, u nás viac ako 35 zástupcov v 7 rodoch: *Acentrella*, *Baetis*, *Centroptilum*, *Cloeon*, *Procloeon*, *Pseudocentroptiloides*, *Baetopus*. Larvy kužeľovitého tvaru obývajú všetky typy vôd, kde zvyčajne predstavujú dominantnú zložku spoločenstiev podeniiek.

Behningiidae – monotypická čeľaď v Európe s jediným zástupcom *Behningia ulmeri*, ktorého larvy obývajú piesočnaté dno nížinných riek. Na Slovensku známy iba jeden nález, odvtedy je niekoľko desaťročí nezvestný.

Leptophlebiidae – kozmopolitná čeľaď s ťažiskom na južnej pologuli. U nás 9 druhov z 5 rodov: *Habroleptoides*, *Habrophlebia*, *Choroterpes*, *Leptophlebia*, *Paraleptophlebia*. V našich podmienkach sú iba doplnkom spoločenstiev podeniiek, obývajú všetky typy vôd.

Palingeniidae – larvy si v ílovitom dne nížinných riek hrabú chodbičky tvaru U, kde žijú až 3 roky. U nás 2 druhy rodu *Palingenia*, známe svojim masovým rojením. Rod vyhynul v celej západnej Európe a vo väčšine tokov strednej Európy.

Potamanthidae – u nás jediný zástupca *Potamanthus luteus*, hrabavé larvy hojne rozšírené od metapotamálu po hyporitrál.

Polymitarcyidae – náš jediný zástupca *Ephoron virgo* obýva dno nížinných tokov. Pôvodne hojný, známy masovým rojením z väčšiny areálu vymizol. Dnes na viacerých lokalitách pozorujeme obnovu populácií.

Ephemeridae – hrabavé larvy 4 druhov rodu *Ephemera* nachádzame v jemnom substráte na dne stojatých a najmä tečúcich vôd.

Ephemereleididae – nás nachádzame zástupcov dvoch rodov – monotypický *Torleya major* a 4 druhy rodu *Ephemerelella*. *E. ignita* je tolerantný druh, hojný v tokoch od metaritrálu po metapotamál.

Caenidae – drobné podenky, ktorých larvy obývajú jemný substrát na dne stojatých a tečúcich vôd. Najhojnejší rod *Caenis*, monotypický *Cercobrachys minutus* a dvaja zástupcovia rodu *Brachycercus* sú vzácní obyvatelia nížinných tokov.

Isonychiidae – monotypická čeľaď, v Európe s jediným druhom *Isonychia ignota*. Prúdnicovité telo, pasívny filtrátor v nížinných riekach. Vzácný druh.

Oligoneuriidae – prúdomilné larvy sa živia ako pasívne filtrátory. U nás dva druhy rodu *Oligoneuriella*, *O. rhenana* je typický druh hyporitrálu, na východnom Slovensku preniká aj do potokov (metaritrál). *Oligoneurisca bozysthenica* je vzácný druh vyskytujúci sa spolu s *Behningia ulmeri* a *Ametropus fragilis* vo veľkých nížinných riekach.

Arthropleidae – monotypická čeľaď v Európe s jediným zástupcom *Arthroplea congener*. Larvy obývajú stojaté vody, prípadne tíšiny a príbrežné zóny s ponorenou vegetáciou, kde filtrujú detrit. Na Slovensku nezvestný.

Heptageniidae – diverzifikovaná čeľaď u nás s 5 rodmi: *Ecdyonurus*, *Electrogena*, *Epeorus*, *Heptagenia*, *Rhithrogena*. Larvy dorzoventrálne sploštené, prispôsobené na život v prúde, prípadne na pohyb v štrbinách kamenisto-piesočnatého substrátu. Obývajú tečúce vody všetkých typov.

SPOLOČENSTVÁ RÔZNYCH BIOTOPOV

Najpreferovanejším substrátom lariev podeniiek je litál (s veľkosťou častíc nad 2 cm). Tu dosahujú ich spoločenstvá najvyššiu diverzitu aj produktivitu. Veľké kamene a balvany sú preferované reofilnými taxónmi (*Epeorus*, *Oligoneuriella*), stredne veľké kamene (mezolitál) preferujú mnohé druhy rodov *Baetis*, *Ecdyonurus*, *Heptagenia*, *Rhithrogena* a *Caenis*. Štrkovitý substrát preferujú mnohé Leptophlebiidae, Ephemerellidae a Caenidae. Na piesočnatý substrát je viazaných iba zopár psamofilných druhov, najmä z rodov *Behningia*, *Oligoneurisca*, *Procloeon*, *Cercobachys* a *Ametropus fragilis*. Hrabavé podenky (*Ephemera*, *Ephoron*, *Potamanthus*) preferujú jemnejší bahnitý substrát, resp. organický detrit. Rod *Palingenia* je viazaný na prítomnosť strmých ílovitých brehov, v ktorých si larvy hĺbia komôrky tvaru U.

- 1) Diverzita spoločenstiev podeniiek **v (sub-) alpínskom stupni (nad 1500 m n. m.)** je nízka, nenachádzame tú žiadne druhy viazané iba na toto pásmo. Typickými druhmi sú *Ameletus inopinatus* a *Baetis alpinus*, ktoré nájdeme vo vysokohorských vodných tokoch aj jazierách, zatiaľ čo *Rhithrogena loyolaea* je viazaná len na vysokohorské vodné toky.
- 2) **V horských bystrinách** k uvedeným druhom pribúdajú *Baetis melanonyx*, *B. rhodani*, a viaceré druhy rodu *Rhithrogena* (*R. circumtatica*, *R. iridina*). *Baetis alpinus* obýva v nižších polohách výlučne pramenné toky (krenál), v ktorých nachádzame aj druhy zo skupiny *Ecdyonurus helveticus*.
- 3) **V podhorských potokoch** nachádzame viacero druhov rodu *Baetis* (*B. rhodani*, *B. vernus*, *B. muticus*), *Centroptilum luteolum*, druhy zo skupiny *Ecdyonurus venosus*, viacero druhov rodu *Rhithrogena* (*R. carpatoalpina*, *R. semicolorata*, *R. iridina*), *Epeorus assimilis*, *Habroleptoides confusa*, *Habrophlebia fusca*, *H. lauta*, *Ephemera danica*, *Ephemerella mucronata*, *E. ignita*, *Torleya major*, *Caenis beskidensis*. Pre menej vodnaté teplejšie toky sú typické *Electrogena ujhelyi*, vzácny *Metreletus balcanicus*, *Paraleptophlebia submarginata*.
- 4) **V podhorských riekach** je typickým druhom *Oligoneuriella rhenana*. Bežnými sú viaceré druhy rodu *Baetis* (*B. fuscatus*, *B. lutheri*, *B. rhodani*, *B. vardarensis*, *B. vernus*), ktoré dominujú spoločenstvu spolu s *Ephemerella mucronata*, *E. ignita*, *E. notata*. Menej početné, ale bežné sú *Ecdyonurus dispar*, *E. submontanus*, *E. torrentis*, *E. venosus*, *Rhithrogena carpatoalpina*, *R. semicolorata*, *Heptagenia sulphurea*, *Caenis beskidensis* a *C. luctuosa* a *Ephemera danica*.
- 5) **V nížinných riekach** je najtypickejším bežným druhom *Potamanthus luteus*. Vzácne druhy viazané na piesočnaté dno sú *Ametropus fragilis*, *Behningia ulmeri*, *Brachycercus europaeus*, *B. harisellus*, *Cercobrachys minutus*. *Palingenia fuliginosa* a *P. longicauda* sú viazané na strmé ílovité brehy metapotamálu. Typické sú masovým rojením. Ďalším druhom s masovým rojením je *Ephoron virgo*, ktorý obýva štrkové dno epipotamálových riek. Ďalej tu nachádzame viaceré druhy rodu *Baetis*, *Ecdyonurus*, *Heptagenia* (najbežnejšia je *H. sulphurea*), *Ephemera*, *Ephemerella* a *Caenis*.

- 6) *Cloeon dipterum*, *Caenis horaria*, *C. robusta*, *Paraleptophlebia weneri* a niektorí zástupcovia rodu *Siphonurus* obývajú **stojaté vody**.

BIOINDIKÁCIA

Podenky už tradične tvoria nedeliteľnú súčasť šandardizovaných systémov saprobiologického hodnotenia tečúcich vôd. Sú vhodnou skupinou na sledovanie dlhodobých zmien a pôvodnosti vodných biotopov. Preto sú významnou súčasťou aj moderných systémov hodnotenia, založených na porovnávaní aktuálneho spoločenstva s referenčným (nenarušeným) spoločenstvom. Jednoduchým spôsobom indikovania stavu biotopu je aj vyjadrenie pomeru jedincov patriacich do čeľade Baetidae k počtu jedincov z čeľade Heptageniidae, tzv. B/H index. Medzi Baetidae patrí množstvo tolerantnejších druhov, zatiaľ čo Heptageniidae sú zvyčajne citlivejšie na kvalitu vody aj pôvodnosť biotopov. S environmentálnou degradáciou teda rastie aj hodnota B/H indexu. V rozličných typoch biotopov je zastúpenie týchto čeľadí prirodzene rozličné, preto je treba poznať hodnoty B/H indexu v pôvodných biotopoch. V degradovaných biotopoch bolo pozorované, že nemusí dochádzať k znižovaniu druhovej pestrosti, ale citlivejšie druhy sú nahrádzané tolerantnejšími druhmi. Dochádza tak k celkovej homogenizácii spoločenstiev. Medzi tolerantné druhy, u ktorých pozorujeme expanziu areálov a zvyšovanie zastúpenia v človekom narušených spoločenstvách patria *Baetis fuscatus*, *B. rhodani*, *B. vardarensis*, *B. vernus*, *Centroptilum luteolum*, *Cloeon dipterum*, *Ephemerella ignita* a *Caenis luctuosa*.

OHROZENIE

Podenky sú, rovnako ako iné skupiny vodných organizmov, ovplyvňované činnosťou človeka, najmä znečisťovaním a reguláciou vodných tokov. Do rôznych kategórií ohrozenia je možné zaradiť tretinu až polovicu našich druhov. Najmenej ohrozené sú podenky epi- a metaritrálu. Medzi najohrozenejšie patria druhy viazané na podhorské a nížinné rieky (hyporitrál, epi- a metapotamál).

Zoznam použitej literatúry

- Barber-James H.M., Gattolliat J.L., Sartori M. & Hubbard M.D. 2008. Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia* **595**: 339-350.
- Bauernfeind E. & Humpesch U.H. 2002. Die Eintangsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera). Bestimmung und Ökologie. Naturhistorisches Museum Wien, 239 pp.
- Bauernfeind E., Soldán T. 2012. The mayflies of Europe (Ephemeroptera). Apollo Books, Ollerup, Denmark, 781 pp.
- Derka T. 2005. Podenky Slovenska: rozšírenie, pôvod, ekológia. Dizertačná práca PriFUK, 150 pp.
- Elliott J.M., Humpesch U.H. & Macan T.T. 1988. Larvae of the British Ephemeroptera: a key with ecological notes. *Freshwater Biol. Ass. Publ.* 49, 145 pp.
- Krno I. & Derka T. 2011. Podenky (Ephemeroptera): Determinačný kľúč pre hydrobiológov. Časť I. – 1. vyd. – Bratislava: Výskumný ústav vodného hospodárstva, 63 pp.
- Studemann D., Landolt P., Sartori M., Hefti D. & Tomka I. 1992. Ephemeroptera. *Insecta Helvetica, Fauna* 9. Soc. Entomol. Suisse (ed.), Fribourg, 174 pp.

■ Odonata – vážky

FYLOGENÉZA

Vážky sú starobylá skupina hmyzu, známa z karbónu (pred 320 – 350 miliónmi rokov), kedy lietali jedince s rozpätím krídel 60 – 70 cm. Medzi najznámejšie fosílie vážok patrí *Meganeura monyi*, ktorej odtlačok sa našiel v uhoľnej bani vo Francúzsku v 19. storočí. Larvy vážok prešli do vody počas permu (pred približne 250 miliónmi rokov), kedy bola väčšia ponuka potravy vo vode ako na súši, a preto sa adaptovali na život vo vodnom prostredí. V súčasnosti sú takmer všetky larvy vážok akvatické. Niektoré druhy vážok zostali pravdepodobne preto terestrické, lebo žijú izolovane na ostrovoch. Takéto larvy z čeľade Corduliidae žijú v mokrom lístí dažďových lesov Austrálie a niekoľko endemických druhov aj na Novom Zélande a v Indonézii.

Odonata spolu s Ephemeroptera sú jedinými žijúcimi skupinami Paleoptera, ktoré sú charakteristické tým, že imágo nedokáže skladať krídla pozdĺž bruška.

Súčasný systém delí vážky na tri podrady: Zygoptera, Anisozygoptera a Anisoptera. Anisozygoptera s jedinou recentnou čeľadou Epiophlebiidae žijú na Ďalekom východe a v Himalájach. Z vývojového hľadiska tvoria dôležitý článok medzi podradmi Zygoptera a Anisoptera.

ROZŠÍRENIE

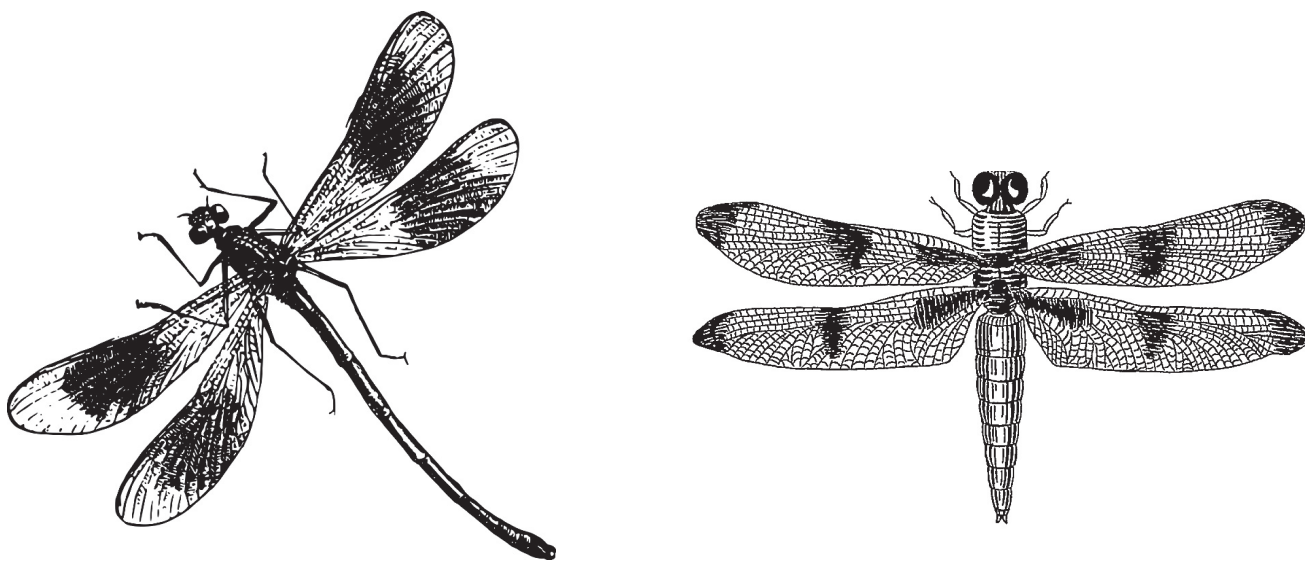
Larvy vážok sa vyskytujú v takmer všetkých typoch sladkovodných ekosystémov, permanentných alebo temporálnych, pokiaľ nie sú príliš prehriate. Najviac druhov žije v tropickom a subtropickom pásme, kde bolo zaznamenaných aj najviac endemických druhov.

Podľa najnovšieho súpisu vážok je na svete známych približne 6 000 druhov vážok a v Európe sa vyskytuje 126 druhov. Na Slovensku bolo potvrdených 69 druhov, ktoré patria do 2 podradov a 9 čeľadí.

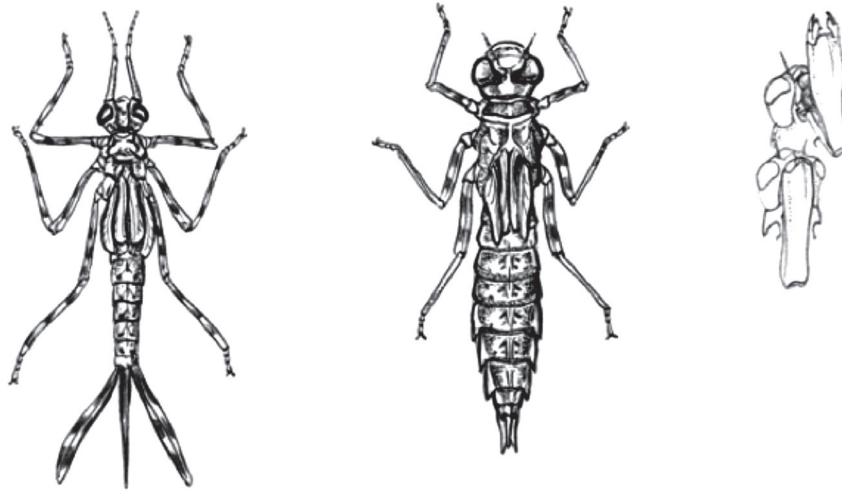
MORFOLÓGIA

Imágo

Imágo u Zygoptera majú štíhle bruško, pomaly lietajú a predné aj zadné krídla majú rovnako veľké (obr. 1). Imágo podradu Anisoptera sú zavalité, rýchlo lietajú a krídla majú nerovnako veľké, zadné krídla sú väčšie ako predné, v pokoji rozložené do roviny (obr. 1). Bruško imág je tvorené 11 článkami, posledný 11. článok je u samcov premenený na silne sklerotizované privesky, ktoré sú používané k uchopeniu samice pri kopulácii. Samčí pohlavný otvor je redukovaný, vyúsťuje na 9. sterne, odtiaľ si samček pred kopuláciou vyberá spermie ohnutím bruška do sekundárneho kopulačného orgánu na 2. a 3. článku bruška. Samičí pohlavný orgán na 8. a 9. článku je obklopený druhotnými



Obr. 1 Dospeliec (imágo) šidielka – Zygoptera (vľavo) a dospeliec šidla – Anisoptera (vpravo).



Obr. 2 Larva šidielka – Zygoptera (vľavo), šidla – Anisoptera (v strede) a lapacia maska (vpravo).

útvarmi ventrálnej časti bruška (gonapofýzami), ktoré vytvárajú kladielko.

Larva

Larvy u podradu Zygoptera majú 11. článok bruška premenený na kaudálne príviesky a u podradu Anisoptera na análnu pyramídu (obr. 2). Príviesky i análna pyramída slúžia okrem pohybu aj na respiráciu. Okrem toho larvy dýchajú aj prieduchmi na stredohrudi.

Potravu chytajú lapacou maskou (obr. 2), ktorou je premenená spodná pera (labium). Lapacia maska je charakteristická len pre larvy vážok a patrí k dôležitým determináčnym znakom. Tykadlá sú olfaktorickým orgánom, t.j. prijímajú čuchové vnemy, preto noční lovci, napr. druhy čeľade Calopterygidae majú dlhší prvý článok tykadiel, pomocou ktorých sa larva orientuje aj v zakalenej a neosvetlenej vode.

Ekológia

♦ Životný cyklus

Život vážok prechádza troma vývinovými štádiami: vajíčko, larva, dospeliec (imágo). Vajíčka môžu byť samičkou vykladené naraz alebo postupne. Približný počet vajíčok v znáške našich druhov varíruje od 200 – 300 (*Leucorrhinia dubia*) po 2000 (*Epitheca bimaculata*) v jednej znáške. Vajíčka sa podľa dĺžky liahnutia delia na dva typy: tie, ktoré sa vyliahnu za pomerne krátky čas a tie, ktoré sa liahnu po diapauze. Hlavný faktor ovplyvňujúci dĺžku embryonálne-

ho vývinu je tak, ako u väčšiny ektotermných živočíchov, teplota. Vývin vajíčok u našich druhov trvá od dvoch týždňov (*Lestidae*) až po 4 mesiace (*Libellulidae*, *Sympetrum meridionale*). Predĺžený vývin vajíčok s diapauzou sa vyskytuje tam, kde sa vajíčka kvôli vysychaniu biotopu nemôžu vyvíjať a larvy sa liahnu väčšinou na jar až po naplnení biotopu vodou. V našich podmienkach sa to týka hlavne druhov čeľade *Lestidae*. Dĺžka larválneho vývinu taktiež závisí od podmienok prostredia, predovšetkým od teploty. Najdlhší vývin majú druhy, ktoré obývajú permanentné vody nižších polôh. U lariev rodu *Cordulegaster* je to obdobie 3 až 5 rokov, u *Enallagma cyathigerum* a *Pyrrhosoma nymphula* môže trvať 2 roky. Najkratší vývin u šidiel majú druhy obývajúce temporálne vody v trópoch, napr. *Anax tristis* – jedna z najväčších vážok sveta, dokončí vývin aj za 100 dní. Z našich druhov má krátky vývin šidielko *Lestes dryas* – 45 dní. Hoci teplota je hlavný environmentálny faktor určujúci dĺžku vývinu, ovplyvňuje ho aj fotoperiódna, potrava a diapauza. Väčšina lariev dosahuje konečný instar v auguste a zbytok leta prežije bez viditeľného rastu. Diapauza začína pri teplote 10 °C a imága sa liahnu skoro na jar. Mnoho druhov miernych oblastí má štádium diapauzy v poslednom larválnom instare, väčšinou sú to tzv. jarné druhy. U šidielka druhu *Lestes sponsa* je charakteristická diapauza vajíčok, konečné larválne štádia prezimujú a na jar sa synchronne liahnu imága. Vážky, ktoré nemajú diapauzu v poslednom instare patria medzi letné druhy. Liah-

nutie v tomto prípade neprebíha synchronne, patria sem druhy polyvoltínne i univoltínne.

V poslednom larválnom instare dochádza počas metamorfózy k zvýšeniu respirácie, larve sa zdokonaľujú oči, na maske sa redukuje prementum. Vonkajším prejavom metamorfózy je zmena správania. Larva sa zahrabáva a skrýva vo veľkých počtoch v teplých plytčinách. Iné druhy, žijúce v makrofykách, ako *Anax imperator*, opúšťajú hlbšiu, hustejšiu vegetáciu a presúvajú sa k emergentným rastlinám (*Potamogeton natans*, *Glyceria fluitans*). Počas posledných dní metamorfózy prebieha histolýza labia a larvy prestanú prijímať potravu. U *Anax imperator* je nové labium vytvorené 4 dni pred vyliahnutím imága. Dva dni pred vyliahnutím sa larvy presťahujú v noci ku brehu, neskôr vyhľadajú tienisté miesto, vyšplhajú sa na rastlinu a zvrhajú. Gomphidae preferujú pri zvliekaní kamene pred rastlinami. Mnohé druhy sa zvliekajú ďaleko od vody, napr. larva druhu *Anax imperator* sa môže vzdialiť od vody 6 m, *Gomphus vulgatissimus* až 20 m.

V Európe prežívajú zimu v štádiu imága len dva druhy: *Sympecma paedisca* a *Sympecma fusca*. Imága oboch druhov sa zdržiavajú na chránených miestach v lese, kde ich hnedé sfarbenie maskuje. Reprodukčné obdobie u nich začína už skoro na jar, v marci až apríli.

Aktivita dospelých vážok je väčšinou závislá od teploty, ale môžu sa vyskytovať rozdiely aj medzi pohlaviami. Zatiaľ čo samičky *Aeshna viridis* sú aktívne už o 8. hodine ráno, samčeka až okolo obeda. Dožívajúce samce *Cordulia aenea* sa často vzdalujú od vody a ukrývajú sa v tieni, aktívne samce sa nikdy neschovávajú v tieni. Reakcia vážok na teplotu teda závisí od ich veku a pohlavia.

♦ Reprodukčné správanie

Zásnubné lety vážky uskutočňujú často ďaleko od vody: *Sympetrum striolatum* cca 30 m, *Libellula quadrimaculata* a *Anax imperator* 20 m, *Pyrrhosoma nymphula* 6 m a *Brachytron pratense* sa vzdaluje od materského biotopu až do 200 m. Je známe, že pohlavne vážky dozrievajú na inom mieste, ako sa rozmnožujú. Niektoré odlietajú do lesov, Gomphidae do polí, ale napr. *Calopteryx splendens* má neutrálnu zónu, vzdialenú len 10 – 80 cm od brehu, kde nedochádza k páreniu.

Detailný popis reprodukčného správania bol urobený pre druhy rodu *Calopteryx*. Samček si vymedzí plochu

rieky, ktorú bude brániť pred ostatnými samcami. V rámci toho si vyberie menšiu plochu ako „územie vhodné na ovipozíciu“, ktoré má vhodnú vegetáciu, t. j. rastliny vyčnievajúce 10 – 50 cm nad vodu. Sem vedie po úspešnom spárení samičku, aby vykládla vajíčka. Veľkosť a tvar teritória, ktoré okupuje samec je závislá od nasledovných faktorov: od agresivity či tolerancie ostatných jedincov, populačnej denzity a fyzikálnych vlastností habitatu. Jeden agresívny samec druhu *Libellula quadrimaculata* môže napríklad okupovať celý rybník. Vo všeobecnosti sú pri výbere habitatu na ovipozíciu menej citlivé prúdomilné (reofilné) vážky ako tie, ktoré preferujú stojatú vodu (stagnofilné).

Pri kopulačnom lete – tandeme samec chytí samicu za výbežky na prothoraxe u šidielok alebo za hlavou u šidiel. Toto vyvolá reflexnú reakciu samičky, ktorá ohne bruško a zachytí sa na ventrálnej strane 2. a 3. článku bruška samička. Tam sa nachádza semenný vačok naplnený spermiami, ktoré sem samček vloží pred uchopením samičky. V kopulačnom tandeme zotrávajú niekoľko minút až hodín. Takto spojení môžu klásť i vajíčka. Endofyticky (do pletív rastlín) kladú vajíčka takmer všetky šidielka a aj druhy čeľade Aeshnidae. Endofytické kladenie vajíčok je síce energeticky náročnejšie, ale chráni vajíčka pred predátormi, vysychaním a vysokými teplotami. Submerzná ovipozícia (pod vodnou hladinou) je vysoko špecializované správanie, na ktoré sú imága špeciálne prispôsobené. *Erythromma najas* je pri kladení ponorená cca 30 min., *Enallagma cyathigerum* cca 65 min. Reofilné larvy čeľade Calopterygidae môžu klásť vajíčka pod vodou len do vegetácie zabezpečenej koreňmi, ktoré znemožňujú ich splavenie. Druhy rodu *Lestes* (*Lestes barbarus*, *Lestes viridis*) kladú vajíčka prednostne do vetvičiek stromov, ktoré prevísajú nad hladinou. Exofyticky (mimo pletív rastlín) kladú vajíčka napr. do jemného substrátu (Cordulegastridae), alebo voľne na hladinu vody, príp. na vodné rastliny (Gomphidae, Corduliidae, Libellulidae). *Sympetrum sanguineum* môže klásť vajíčka aj 5 m ďaleko od vody, do machu.

Morfologicko-etologické adaptácie lariev sú spojené s 3 procesmi: respiráciou, prijímaním potravy a skrývaním sa.

♦ Respirácia

Tvar tracheálneho systému u lariev Odonata naznačuje, že pochádza z terestriálnych predkov, ktorí dýchali párom

spirakúl na hrudi a na brušku. U všetkých lariev ostali na ventrálnej strane bruška nefunkčné stigmy. Podobne možno hodnotiť aj rektálne dýchanie Anisoptera.

Abdominálne respiračné pohyby súvisia tiež s množstvom rozpusteného kyslíka vo vode, zvyšujú sa so znižujúcim obsahom kyslíka. U Zygoptera majú kaudálne príviesky okrem dýchacej funkcie tiež pohybovú funkciu. Týka sa to viac druhov s menšou spotrebou kyslíka vo vode, napr. rodu *Lestes*. Tvar kaudálnych lamiel u Zygoptera súvisí aj s tým, v akom biotope žijú, v tečúcich vodách sú užšie (*Calopteryx*) a v stojatých širšie (*Erythromma*).

♦ Potrava

Larvy aj imága vážok sú predátory. Práve vyliahnutá larva (prolarva) sa vyživuje niekoľko dní po vyliahnutí žĺtkom, ktoré ostalo v strednom čreve. Keď sa žĺtko spotrebuje, larva sa musí začať starať o potravu sama. Získavanie potravy prebieha v troch fázach: 1. zaznamenanie koristi; 2. vymrštenie lapacej masky a uchopenie potravy; 3. požitie potravy pomocou mandibúl.

Význam zmyslových orgánov je rôzny v závislosti od habitatu, ktorý larvy obývajú a v ktorom lovia. Napr. *Calopteryx virgo* sa pri chytaní potravy zdržuje pri dne v ponorenej vegetácii, *Cordulia aenea* v detrite a v riasach, *Aeshna cyanea* sa pohybuje medzi vegetáciou blízko povrchu. Z tohto dôvodu sú pre larvy druhu *Calopteryx virgo* (počet omatídií cca 7) najdôležitejším senzoreceptorom tykadlá, pre larvy druhu *Aeshna cyanea* oči (počet omatídií cca 170). Pre larvy druhu *Cordulia aenea* je to komplex mechanoreceptorov, ku ktorým okrem chĺpkov na tele patria aj dlhé končatiny, ktoré slúžia na detekovanie potravy (v neprehľadnom prostredí detritu a rias).

♦ Habitat

Pri adaptácii larvy na habitat rozoznávame dve línie špecializácie:

- 1) Larvy žijúce v relatívne jemnom sedimente, do ktorého sa môžu zahrabávať alebo skrývať sa v detrite. Takéto larvy kladú vajčka vždy exofyticky.
- 2) Ak žijú medzi veľkými stabilnými objektami, ako sú skaly alebo vertikálne rastúce rastliny, ku ktorým sa môžu tesne pritlačiť, nemusia sa zakrývať detritom. Takéto larvy kladú vajčka vždy endofyticky.

Larvy prvého typu „hrabavé“ patria k čeľadiam, ktoré sú v dospelosti viac primitívne: majú menej omatídií, hrubú kutikulu, pohybujú sa a rastú pomaly. Patria sem larvy obývajúce hrubší substrát z čeľade Gomphidae, so 7 omatídiami a dobre vyvinutými tykadlami, ktoré slúžia pravdepodobne na detekciu koristi.

Modifikáciou tohto typu sú larvy, ktoré obývajú jemný sediment alebo sa zahrabávajú do rastlinného detritu. Ich dorzálna strana je pokrytá chĺpkami, farba uniformne tmavá alebo hnedá, abdomen je o niečo širší, nohy sú dlhšie. Najlepším príkladom tohto typu sú rody *Cordulegaster*, *Orthetrum*, *Libellula*. Larvy rodu *Cordulegaster* obývajú lesné potoky a sú pokryté detritom alebo pieskom. Do substrátu sa zahrabávajú, až kým im z podkladu nevytŕčajú len oči a vrchol abdomenu. Správanie sa lariev rodu *Orthetrum* a *Libellula* je podobné. Obidva tieto rody obývajú bahno, aby do neho nezapadli, sú pokryté množstvom chĺpkov, ktoré majú ochranný charakter. Do druhej skupiny patria vážky, ktoré žijú vo vegetácii bližšie k povrchu. Patrí sem rod *Sympetrum*, *Anax*, *Aeshna*. Ich sfarbenie závisí od osvetlenia a hĺbky, v ktorej sa zdržujú. V tmavších zónach vody sú larvy tmavšie a naopak.

Larvy určitého druhu nemusia však nevyhnutne zostať v tom istom habitate počas celého vývinu. Výrazné zmeny habitatu sa môžu prejavovať neskôr v larválnom vývine. Napr. larvy druhu *Libellula depressa* a *Libellula fulva* sa nezačnú zahrabávať skôr ako od tretieho instaru. To ich chráni pred kanibalizmom a prílišnou hustotou na miestach ovipozície.

CHARAKTERISTIKA NAJDÔLEŽITEJŠÍCH ČEĽADÍ

Podrad Zygoptera:

Lestidae – u nás je zastúpená 3 rodmi: *Chalcolestes*, *Lestes* a *Sympetrum*, ktoré sa vyskytujú v stojatých vodách s množstvom vodných rastlín.

Platycnemididae – u nás zastúpená jediným druhom *Platycnemis pennipes*, tvoriacim početné populácie, ktorých larvy žijú v mierne tečúcich a stojatých vodách s vývermi zabezpečujúcimi dostatok kyslíka vo vode.

Coenagrionidae – najbohatšie zastúpená čeľaď šidielok, so 5 rodmi (*Coenagrion*, *Ischnura*, *Pyrrhosoma*, *Erythromma*, *Enallagma*), ktorých druhy sa vyskytujú vo všetkých typoch vôd. V mierne tečúcich i stojatých vodách žijú larvy druhu *Ischnura elegans*, v stojatých vodách sa vy-

skytujú druhy rodu *Erythromma* (*E. najas*, *E. viridulum*), európsky významný druh šidielko ozdobné (*Coenagrion ornatum*) obýva otvorené malé potôčky zarastené makrofytmami a slatinné prameniská.

Calopterygidae – sú u nás zastúpené 2 druhmi *Calopteryx splendens* a *C. virgo* vyskytujúcimi sa v tečúcich vodách nižších polôh.

Podrad Anisoptera:

Aeshnidae – rod *Anax* (*A. imperator*, *A. parthenope*) a *Hemianax ephippiger* obávajú teplé stojaté vody, druhy rodu *Aeshna* sú zastúpené od horských jazier (*Aeshna juncea*, *A. coerulea*, *A. subarctica*), až po teplé stojaté vody v nížinách (*A. grandis*, *A. isoceles*, *A. cyanea*, *A. affinis*, *A. mixta*).

Cordulegastriidae – na Slovensku sa vyskytujú len 2 druhy, (*Cordulegaster heros*, *C. bidentata*) ktorých larvy obývajú pramene a podpramenné stružky (hypokrenál) pretekajúce lesom.

Gomphidae – u nás sa vyskytujúce druhy tejto čeľade sú reofilné, obývajú nížinné až podhorské rieky (*Gomphus vulgatissimus*, *Ophiogomphus cecilia*, *Stylurus flavipes* – európsky významný druh). *Onychogomphus forcipatus* preferuje lesné potoky so štrkovitým dnom.

Corduliidae – žijú v rozmanitých biotopoch. *Somatochlora arctica*, *S. alpestris* sa vyskytuje v horských rašeliniskách, larvy druhu *Epitheca bimaculata*, spolu s larvami *Cordulia aenea*, sa vyskytujú v teplých stojatých vodách a ramenách.

Libellulidae – zahrňuje rody *Libellula*, *Orthetrum*, *Crocothemis*, *Sympetrum* a *Leucorrhinia*. Ich larvy sa vyskytujú väčšinou v teplých stojatých vodách a ramenách, druhy rodu *Leucorrhinia* obývajú rašeliniská.

SPOLOČENSTVÁ RÔZNYCH TYPOV BIOTOPOV

Väčšina druhov vážok má vyhranené ekologické nároky, preto vytvárajú charakteristické spoločenstvá biotopov tečúcich i stojatých vôd.

1) **V hypokrenáli** sa vyskytujú obidva druhy rodu *Cordulegaster*, pričom *Cordulegaster bidentata* preferuje hrubší substrát podhorských tokov a *Cordulegaster heros* obýva zatienené lesné potôčky nižších polôh s jemným substrátom.

2) **V nížinných úsekoch riek** sa vyskytuje cenóza *Gomphus* (*G. vulgatissimus*, *Stylurus flavipes*) – *Calopteryx splendens* so sprievodnými druhmi: *Onychogomphus forcipatus*, *Somatochlora metallica*.

3) **V horských rašeliniskách** sa môžeme stretnúť so spoločenstvom *Coenagrion hastulatum* – *Leucorrhinia dubia* – *Aeshna juncea* so sprievodnými druhmi: *Somatochlora arctica*, *Somatochlora alpestris*, *Aeshna subarctica*.

4) **V rašeliniskách a slatinách podhorského a nížinného stupňa** sa môže vyskytovať cenóza *Leucorrhinia pectoralis* (*pectoralis*, *albifrons*, *caudalis*), avšak v našich podmienkach sa vyskytuje väčšinou len druh *Leucorrhinia pectoralis* s *Aeshna isoceles*, *Libellula quadrimaculata*.

5) **Rybníky a vodné nádrže s voľnou vodnou hladinou** bývajú osídlené cenózou *Erythromma* (*najas*, *viridulum*) – *Anax* (*imperator*, *parthenope*) so sprievodnými druhmi *Enallagma cyathigerum*, *Ischnura elegans*.

6) **Prehrievané menšie vodné biotopy, častokrát vysychavé**, osídľujú druhy rodov *Lestes* (*L. dryas*, *L. virens*, *L. barbarus*, *L. sponsa*), *Sympetrum* (*S. sanguineum*, *S. flavolum*) a *Aeshna* (*A. affinis*, *A. mixta*). Prietočné ramenná väčších riek a melioračné kanály preferuje predovšetkým rod *Orthetrum* (*O. cancellatum*, *O. brunneum*, *O. albistylum*), *Libellula depressa*, *Sympetrum vulgatum*, *Sympetrum striolatum*.

OCHRANA A BIOINDIKÁCIA

Vážky ako veľmi atraktívny a súčasne zraniteľný hmyz je zaradený do celosvetových, európskych a národných zoznamov chránených druhov. V svetovom zozname (IUCN, 1996) sa neuvádza žiadny z u nás žijúcich druhov, vážky európskeho významu uvedené v prílohách smernice o biotopoch zahŕňajú u nás sa vyskytujúce druhy *Coenagrion ornatum*, *Stylurus* (*Gomphus*) *flavipes*, *Ophiogomphus cecilia*, *Cordulegaster heros*, *Leucorrhinia pectoralis*, *L. albifrons* a *L. caudalis*. V zozname je uvedený aj druh *Sympetma paedisca*, ktorý však od roku 1981 nebol na našom území zaznamenaný.

Vážky sa využívajú na indikáciu celkového stavu vodných ale aj terestrických biotopov. Rôzne zmeny v prostredí sa odrážajú v zmenách štruktúry spoločenstiev vážok. Na bioindikáciu pomocou vážok boli vypracované viaceré

indexy slúžiace na posúdenie pôvodnosti rašelinísk alebo na indikáciu zachovalosti lužných ekosystémov či na posúdenie degradácie biotopu. V súčasnosti sa začínajú využívať aj v posudzovaní vplyvu klimatickej zmeny, napr. medzi tzv. Losers patrí *Calopteryx splendens*, ktorého populačná hustota bude vplyvom otepľovania klesať, pretože je citlivý na nedostatok kyslíka vo vode.

Vážky sa využívajú aj ako tzv. dáždňkové druhy (umbrella species), ktoré svoju prítomnosťou indikujú cenný biotop s výskytom iných ohrozených druhov (napr. *Leucorrhinia pectoralis* a *L. caudalis* sa často vyskytujú v biotope spolu s *Hirudo medicinalis*). Vážky patria medzi tzv. signálne druhy (flagship species), ktoré predstavujú ikonu alebo symbol určitého typu biotopu cenného z ochranárskeho hľadiska.

Zoznam použitej literatúry

- Bulánková E. & Matúšová Z. 2014. Vážky (Odonata). Determinačný kľúč pre hydrobiológov, časť III. Výskumný ústav vodohospodársky, Bratislava, 85 pp.
- Corbet P.C. 1962. A Biology of Dragonflies. Whitherby, London, 247 pp.
- Domisch S., Jähnig, S. & Haase, P. 2011. Climate-change winners and losers: stream macroinvertebrates of a submontane region in Central Europe. *Freshwater Biology* **56**: 2009-2020.
- Straka V. 1984. Vážky (Odonata) Slovenského krasu. *Biológia* **39**: 1017-1022.
- Šácha D. & Šíbl J. 1999. Príspevok k poznaniu fauny vážok (Odonata) Záhoria. *Folia faunistica Slovaca* **4**: 45-53.
- Pearson Scott Foresman, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dragonfly_\(PSF\).png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dragonfly_(PSF).png)
- <https://pixabay.com/sk/zviera-v%C3%A1%C5%B8ky-v%C3%A1%C5%B8ka-hmyz-1299213/>
- Zahner R. 1960. Über die Bindung der Mitteleuropäischen Calopteryx-Arten (Odonata, Zygoptera) an den Lebensraum des Strömenden Wassers II. Der Anteil der Imagines an der Biotopbindung. *Int. Revue ges. Hydrobiol. Hydrogr.* **45**: 101-123.

■ Plecoptera – pošvatky

Pošvatky patria medzi krídlatý hmyz (Pterygota) s neúplnou premenou (Hemimetabola). Vznik tohto radu sa datuje do obdobia vrchného karbónu (pred 320 mil. rokov). Dnes žijúce pošvatky patria do dvoch podradov: Antarctoperlaria s výskytom na južnej pologuli a Arctoperlaria s výskytom na severnej pologuli. Do druhého podradu patria i všetky európske druhy pošvatiek. Permské fosílie sú veľmi blízke obom dnes žijúcim podradom. Zástupcovia dnešných čeľadí sa objavujú už počas vrchného triasu (pred 220 miliónmi rokov) a dnešné rody sú známe napr. z baltského jantáru – z obdobia eocénu (pred 38 – 54 mil. rokov).

ROZŠÍRENIE

Na svete dnes žije vyše 3 500 druhov pošvatiek. Obývajú výlučne sladké vody, predovšetkým studené, perejnate toky mierneho pásma, zriedkavejšie ich nájdeme vo vysokohorských jazerách. Najviac druhov je známych v Ázii (1 527) a Severnej Amerike (625 druhov). Ich dávne suchozemské prepojenie Beringovým mostom má za následok veľkú podobnosť ich fauny pošvatiek na rodovej úrovni. Európa je pomerne chudobná na druhy (426 druhov) v dôsledku masívneho vymierania počas Pleistocénu, kedy vyhynuli celé čeľade (v priebehu ľadových dôb, v dôsledku západo-východnej orientácii pohorí). Celkovo je však najchudobnejšia diverzita pošvatiek zaznamenaná v tropickej Afrike, v dôsledku nevhodnej tropickej klímy a suchám, ktoré v tejto oblasti prevládali v rôznych geologických obdobiach. V teplých krajinách je rozšírenie pošvatiek viazané predovšetkým na vysoko položené alebo husto zalesnené povodia. Vďaka obmedzenej mobilite a špecifickým ekologickým požiadavkám je pre pošvatky typický vysoký stupeň lokálneho endemizmu, nevyskytujú sa ani na izolovaných morských ostrovoch. Na Slovensku sa vyskytuje v súčasnosti 98 druhov pošvatiek, pričom najbohatšie sú zastúpené čeľade Nemouridae a Leuctridae.

MORFOLÓGIA

♦ Larva

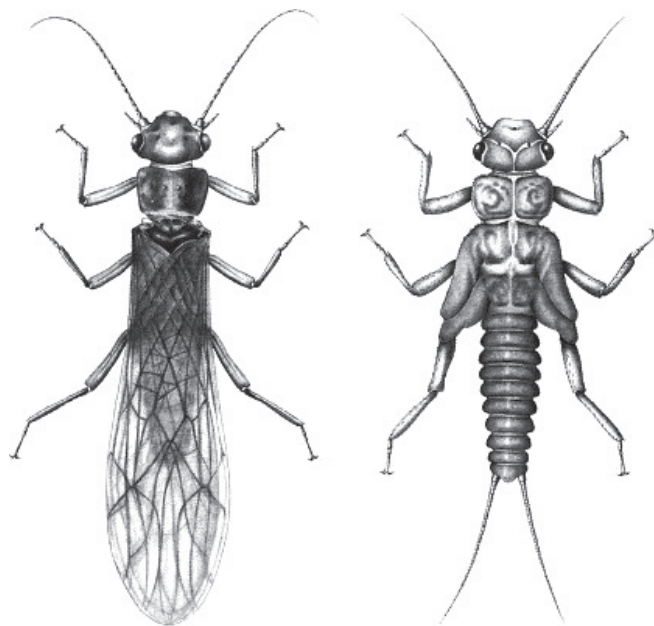
Larvy pošvatiek – najády, majú morfológické znaky veľmi podobné imágam (obr. 1b). Okraje nôh sú opatrené silný-

mi trými, brvami alebo hustým lemom chlpcov, ktoré im slúžia na plávanie. Chodidlové články nôh sú zložené z troch článkov, na konci bruška majú dva dlhé štety (paracerky). Líšia sa od imág úplnosťou ústnych orgánov, absenciou genitálií a krídel. Namiesto nich sú vyvinuté krátke základy krídel – pošvy. Od tohto znaku pochádza aj ich slovenský názov. Dorastajú do dĺžky 5–50 mm. Tracheálne žiabre sú zatvorené, prstovité alebo kríčkovité, umiestnené na: a) predohrudi (prosternálne, Nemouridae), b) kríčkovité na všetkých článkoch hrudi (pleurálne, Perlidae), c) brušku (análne, Perlidae), d) laterálne abdominálne (Antarctoperlaria), e) panvičkové (koxálne) trubicovitého tvaru na panvičkách nôh (Taeniopterygidae). Tracheálne žiabre nemajú nikdy plochý listovitý tvar ako u podeniiek.

♦ Imágo

Imága sú tmavé (čierno-hnedý základ so svetlejšou žltou kresbou), len Chloroperlidae sú citrónovo žlté. Základné morfológické charakteristiky imág sú: článkované telo zakončené dvoma štetmi (paracerky), bruško: zložené z 10 článkov (na 10. článok sa napája silne redukovaný 11. článok), dlhé nitkovité, zriedkavejšie ružencovité tykadlá, hryzavé ústne orgány, pár zložených očí, dve alebo tri očká a chodidlo (tarsus) pozostávajúci z troch článkov, zakončené dvomi pazúrikmi (obr. 1a).

Ústne orgány sú hryzavého typu, hryzadlá sú často redukované. V prednej časti hlavy je slabo zdvihnutá vlnitá čiara v podobe písmena M, ktorá oddeľuje čelový štítok od čela. Záhlavie je oddelené od prednej časti hlavy starobylým ypsilonovitým záhlavovým švom. Všetky tri hrudné články sú voľné. Stredo- a zadohruď sú rozčlenené a nesú po páre kožovitých krídel s bohatou mriežkovanou žilnatinou. Krídla sú vždy prítomné, niekedy môžu byť skrátené, skladajú ich horizontálne na brušku. Žilnatina krídel je primitívna, krídla sú dymovo sfarbené. Nohy sú kráčavé, prvý pár je najkratší a tretí najdlhší. Brušné články sú rozdelené na hrudnú – sternálnu (sternity) a chrbtovú – tergálnu (tergity) časť. Jedenásty článok je pretvorený na dve subanálne platničky (paraprokty u samcov) a nepárnu supraanálnu platničku – epiprokt u samcov, ktorý môže mať hákovitý tvar – pomocné kopulačné orgány. Sú tiež zároveň špecifickými sekundárnymi pohlavnými orgánmi posiatymi množstvom háčikov a výrastkov. Na ventrálnej



Obr. 1 Morfológia pošvatiek: a) dospelec (imágo) z čeľade Nemouridae, b) larva (nájada) z čeľade Nemouridae (upravené podľa Tierno de Figueroa, 2000).

strane konca bruška môže byť vyvinutá subgenitálna platnička s bubnovacím lalokom.

EKOLÓGIA

♦ Životný cyklus

Párenie pošvatiek prebieha na tvrdých povrchoch (kmene stromov, mosty, vegetácia) a nevytvárajú pri ňom roje ako napríklad podenky. Samičky pri ňom na komunikáciu využívajú bubnovanie bruškom o substrát, ktoré je druhovo špecifické, podobné zvukom rovnakokrídlavcov a líši sa tiež medzi metapopuláciami. Samičky kladú vajíčka (vždy cez deň) vo forme guľovitých znášok, alebo povrázok. Sú schopné vyprodukovať až do 3 000 vajíčok. Znášky odhadzujú na vodnú hladinu za letu alebo ich ukladajú na substrát tesne pod hladinou (napríklad samičky rodov *Leuctra* a *Nemoura* sa celé ponárajú pod hladinu). Perlidae a Perlodidae majú už po vyletení z vody dobre vyvinuté vajíčka, ktoré znášajú už 2 – 3 dni po oplodnení. Tvar vajíčka a ich prichytávanie je druhovo špecifické. Vajíčka Arctoperlaria majú často na apikálnom konci vyvinutý kruhový prichytávací disk a zložitú štruktúru povrchu.

Inkubácia vajíčok je druhovo špecifická a je silne ovplyvnená teplotou. Larvy sa liahnu po niekoľkých dňoch až týždňoch, u niektorých druhov (napr. *Brachyptera risi*)

bola počas liahnutia pozorovaná diapauza. Vajíčko otvárajú larvy pomocou zúbka na čele a vajíčko rozštiepia na dve polovice. Larválny vývin prechádza cez 12 (*Nemoura*) až 23 (*Perla*) instarov. Ich počet závisí od druhu, pohlavia (samičky majú viac) a teploty.

Väčšina pošvatiek má univoltínny životný cyklus, poznáme však aj semivoltínne druhy (vývin trvá viac ako rok), napr. *Leuctra braeuri* (15 mesiacov), Eusthenidae, Australoperlidae, Perlidae, *Pachyleuctra* (2 – 5 rokov). Bivoltizmus je v strednej Európe známy len u druhu *Nemurella picteti*.

Niektoré pošvatky sa vyznačujú vysokou plasticitou vývinu, napr. *Nemurella picteti* (6 – 24 mesiacov). U niektorých druhov je dokonca popísaná i partenogenéza (u dravých druhov, napr. z čeľade Perlodidae) a vajčoživorodosť (ovoviviparia). Napr. Capniidae znášajú vajíčka v pokročilom štádiu vývinu a veľmi rýchlo sa z nich liahnu larvy. Táto vajčoživorodosť je adaptáciou na nízku teplotu vody, imága lietajú v relatívne teplom vzduchu. Výnimkou je druh *Capnia lacustra*, ktorej imága žijú vo vodnom prostredí jazera Tahoe (alpínske jazero v Sierra Nevada v USA) v hĺbkach 60 – 80 m.

Posledné larválne vývinové štádium je charakteristické dlhými pošvami krídel, prestáva prijímať potravu a pláva k brehu. Tu sa pevne prichytí (využívajú kolmé plochy,

kmene stromov, mosty alebo brehy) a po niekoľkých minútach opúšťa larválnu kutikulu.

Rozhodujúcimi faktormi pre výlet (emergenciu) imág, sú teplota (urýchľuje vývin) a fotoperiodizmus (stimuluje skoré jarné druhy). Väčšina druhov sa liahne v studených tečúcich vodách, neznášajú vyššiu teplotu ako 25 °C. Emergencia je vždy načasovaná tak, aby larvy neboli vystavené teplému obdobiu. V severnom miernom pásme väčšina druhov vylieťa na jar alebo na začiatku leta, len niektoré na jeseň. V našich podmienkach taktiež väčšina druhov vylieťa na jar a začiatkom leta, len niektoré na jeseň. Najčastejšie večer, alebo skoro ráno. Výlet imág vo vyšších výškach a zemepisných šírkach je neskorší.

Poznáme synchronný typ výletu počas krátkej doby a asynchronný typ výletu, ktorý je rozložený do dlhšej doby. V prípade extrémneho ochladenia alebo oteplenia sa výlet preruší a je dvojrcholový. Samce obvykle vyletujú skôr a skôr tiež hynú. Je to dôležitý izolačný mechanizmus, aby nedošlo k hybridizácii.

Imága pošvatiek žijú 3 až 4 týždne, pri brehu na stromoch a vegetácii. Imága zimných druhov osídľujú pred výletom priestor medzi ľadom a vodou. Vo všeobecnosti nie sú imága pošvatiek, s výnimkou Perlidae, priťahované svetlom.

LIMITUJÚCE FAKTORY PROSTREDIA

♦ Teplota vody

Hlavným limitujúcim faktorom rozšírenia pošvatiek je teplota vody. Len málo druhov pošvatiek je eurytermných (niektorí zástupcovia rodov *Nemoura*, *Nemurella* a *Leuctra*). Väčšina pošvatiek je studenomilných (stenotermných) (*Protonemura brevistyla*, *Leuctra rosinae*, *Capnia vidua*, *Arcynopteryx dichroa*, *Rhabdiopteryx neglecta*). Vymýzanie najmä menších tokov až do dna je dôvodom nižšej diverzity pošvatiek, do kryálu pošvatky prakticky nezasahujú.

Len čeľaď Perlidae preniká pravidelne do trópov a v chladnom období je ich rast zastavený, preto sa ich vývin sa predlžuje na 3 – 5 rokov. Viaceré pošvatky sa vyhýbajú vysokým letným teplotám pomocou diapauzy.

♦ Kyslík a dýchanie

Ďalším dôležitým faktorom je obsah rozpusteného kyslíka vo vode. Larvy (najády) sú veľmi citlivé na znížený obsah kyslíka, a preto ich možno chovať v laboratórnych pod-

mienkach len v dobre okysličených akváriách s nízkou teplotou vody. Pri nedostatku kyslíka rytmicky pohybujú určitou časťou tela (najčastejšie bruškom). Žijú vo vodách kde kyslík neklesá pod 7 mg·l⁻¹. Larvy dýchajú celým telom alebo aj tracheálnymi žiabrami. Veľmi dobre ich majú vyvinuté Perlidae, ktoré žijú aj v teplejších vodách.

♦ Morfológické adaptácie

Najády sú pravé bentické živočíchy, ktoré pobiehajú po skalnatom substráte dna, zahrabávajú sa doň (*Leuctra major*), preliezajú cez machové vankúšky (*Protonemura*, *Taeniopteryx*). Vo vodnom stĺpci sa vlnito pohybujú zo strany na stranu, ich zadné holene i stehná sú často porastené lemom plávajúcich brv (*Leuctra fusca*, Perlidae). Niektoré pošvatky sú veľmi aktívne (Notonemuridae), môžu skákať pomocou dlhých zadných nôh. Adaptácie tvaru k prostrediu, v ktorom žijú, závisia od prispôsobenia sa k prúdu – dorzoventrálne stlačené druhy žijú na veľkých skalách (Perlidae, Gripopterygidae), ich končatiny sú vyzbrojené hustým lemom chlpkov. Všetky pošvatky sa orientujú hlavou proti smeru prúdu. Larvy sú pohybovo veľmi aktívne najmä v noci a často sú vtedy strhávané prúdom (drift). Niektoré driftujú v prvých instaroch, iné po diapauze a ďalšie pred výletom. Najády sú aktívne predovšetkým ráno, podvečer a v noci (nočné druhy majú výrazne zväčšené oči i očká (*Isoperla difformis*, *Chloroperla*). Larvy migrujú proti prúdu, predovšetkým v pobrežnej zóne (*Isoperla* prejde denne 2 – 8 m) a niektoré aj v noci po súši – *Nemurella*.

Dospelé najády vychádzajú von z vody, niektoré druhy vylieťavajú blízko pri okrajoch, väčšie formy niekoľko metrov nad brehom a vysoko v stromoch. Mnohé z nich preferujú vertikálny povrch a tak sú dobrým miestom na ich zbieranie mosty. U niektorých je vylieťavanie viazané len na určitý substrát, ako drevo, tráva. Spoločným priestorom pre zimné pošvatky je miesto, ktoré je pod ľadom po poklese hladiny vody.

♦ Pohyb

I napriek malým krídlam a slabým svalom sú pošvatky schopné aerodynamického pohybu, mávaním krídel alebo používaním krídel ako plachty. Imága pošvatiek najčastejšie používajú dvojrozmernú aerodynamickú formu pohybu – kĺzanie, tesne nad povrchom hladiny vôd, od

ktorej sa odrážajú. Vzhľadom k ich malej hmotnosti, môžu dosiahnuť účinný pohyb, napriek malým krídlam napojených na slabé svaly. Väčšina druhov lieta cez deň. Mnohé druhy letia proti prúdu a tu tiež kladú vajíčka, aby kompenzovali drift. Vysokohorské druhy sú brachypterné alebo bez krídel, platí to aj pre jaskynné druhy Dinárskeho kraja. Väčšinou ide o nenápadný nemotorne lietajúci hmyz. Nedostatok mobility spôsobuje pošvatkám problémy pri prekonávaní rôznych ekologických bariér, preto je pre ne charakteristický silný endemizmus.

♦ Potrava

Imága sa živia peľom, lišajníkmi, sinicami a listami, zatiaľ čo najväčšie druhy nekonzumujú vôbec (napr. Perlidae, Perlodidae len pijú vodu) a žijú len niekoľko dní. Medzi larvami nájdeme zástupcov predátorov, detritofágov, zoškrabávačov aj xylofágov. Pošvatky si potravu vždy obzrú, tykadlami ju ohmatajú, lacíniu si ju rozporcujú a mandibulami odhryznú. Potravu si nikdy nerozžujú. U predátorov obsahuje predná časť čreva chitínové plôšky, ktoré korisť rozdrobia. Larvy Chloroperlidae, Perlidae, Perlodidae (Perloidea) a Eustheniidae sú predátory a je pre ne typická široká hlava, kosákovité hryzadlá a redukcia glos. Ich prvé instary sa živia jemným detritom, menej hrubým detritom a machom. Čelad' Chloperlidae sa živí predovšetkým infaunou (zoobentos zalezený v jemnom substráte dna), v potrave prevláda najmä mezozoobentos a pakomáre, ale aj detrit a juvenilné štádiá podeniak. Naopak, zástupcovia čeladi Perlidae a Perlodidae sa živia prevažne epifaunou (zoobentos na povrchu dna).

Rody *Capnia*, *Nemoura* a *Protonemura* sa živia hrubým detritom (aj machom), *Amphinemura*, *Leuctra* a *Taeniopteryx* uprednostňujú jemnejší detrit. Druhy rodu *Brachyptera* patria medzi algofágy (majú galeu upravenú na zoškrabovanie). Australoperlidae sa živia aj drevom (xylofágy).

♦ Výskyt

Typickým životným prostredím lariev pošvatiek je silno prúdiaca voda horských potokov, ktoré nie sú ani v lete silno prehriate. Fauna tokov s bahňitým dnom, pomaly tečúcou a prehriatou vodou je na pošvatky veľmi chudobná. Vo vysychavých tokoch sa vyskytujú druhy *Nemoura cinerea*, *Leuctra digitata*, *Capnia bifrons*, *Isoperla tripartita*

a *Siphonoperla taurica* (viaceré z nich prežívajú nepriaznivé podmienky vo forme diapauzy – vajíčka alebo larvy prvých instarov), sú súčasťou fauny hyporeálu. Aj v permanentných tokoch hrá hyporeál významnú rolu, ako vhodné prostredie pre bioformy pretiahleho úzkeho tvaru, často s redukovaným ochlpením – *Leuctra* a dravé rody *Chloroperla*, *Xantoperla*, *Siphonoperla* alebo husto ochlpené hrabavé formy, akým je rod *Isoptena*, žijú nielen pod tokom, ale aj pod suchým brehom rieky. Väčšina pošvatiek sú prichytávače, morfológicky adaptované (napr. zakrivené pazúriky, dorzoventrálne sploštenie) pre život v silnom prúde perejnatých úsekoch (Perlidae), vlnobitiu vystavenému skalnatému litorálu jazier (*Diura*), alebo rozrývače osídľujúce povrch usadeného lístia (*Nemoura*, *Nemurella*, *Leuctra braueri*) a jemných sedimentov (*Amphinemura*), ktorým sú často zanesené. *Brachyptera* a *Rhabdiopteryx neglecta* uprednostňujú balvany a skaly. Rody *Siphonoperla* a *Chloroperla* uprednostňujú štrk; *Leuctra major*, *Xantoperla*, *Isoptena*, *Oemopteryx* piesok – hrabavé formy. Druhy zahrabané v detrite majú naopak často silné ochlpenie – *Amphinemura*, *Nemoura*, *Nemurella*, *Capnopsis*, *Leuctra braueri*, *L. nigra*. Taxóny *Protonemura*, *Taeniopteryx* a *Dinocras* obľubujú machové vankúše, u rodu *Taeniopteryx* má telo ostré výbežky, ktoré zabraňujú spláchnutiu lariev z machových vankúšov a pôsobia na predátorov odstrašujúco. *Brachyptera* žije je na vrchnej strane skál a balvanov, Perlidae a Perlodidae skôr v škárach a na spodnej strane skál, všetky tri skupiny uprednostňujú mediál toku (substrát pod prúdnicou toku).

Typicky jazerné druhy sú medzi súčasnými pošvatkami veľmi zriedkavé – *Capnia lacustris*, *Baikaloperla*. V brakických vodách sa vyskytuje len *Leuctra digitata*.

CHARAKTERISTIKA NAJDÔLEŽITEJŠÍCH ČELADÍ

Taeniopterygidae – sú predstavitelia skupiny Nemouroidea podobne ako ďalšie tri čelade. Na Slovensku sa vyskytovalo 16 druhov, z nich zástupcovia dvoch druhov (*Oemopteryx loewi*, *Taeniopteryx arenoides* – potamofilné druhy) sú u nás už vyhynuté. Patria tu stredne veľké pošvatky (okolo 1 – 1,3 cm dlhé), tmavo hnedo alebo žltó zafarbené s tmavohnedými vzormi. Sú to jarné reofilné druhy, žijúce na skalách (*Brachyptera* – algofágy – živia sa riasami) a v machu (*Taeniopteryx* – zberače jem-

ného organického materiálu – detritu) stredne väčších potokov a menších riek.

Nemouridae – zo Slovenska poznáme 27 druhov. Patria tu drobnejšie tmavo hnedé druhy do 1 cm, ktoré sa živia ako detritofágy. Rody *Nemoura* a *Nemurella* sú semireofilné (preferujú stredne silný prúd vody) a žijú prevažne na detritových sedimentoch. Niektoré druhy môžu žiť aj v litoráli studenších jazier a tajchov. Rod *Protone-mura* je reofilný detritofág uprednostňujúci machové vankúšky.

Leuctridae – zo Slovenska poznáme 22 druhov. Sú todrob-né druhy do 1 cm, žltá alebo svetlo hnedo sfarbené, živia sa jemným detritom ako zberače. Viaceré z nich sú vďaka ich úzkemu tvaru obyvateľmi podriečného dna – hyporeálu. Vyskytujú sa aj v mierne znečistených a regulovaných tokoch.

Capniidae – malá čelad' s 5 predjarnými druhmi podobného štíhleho tvaru ako Leuctridae. Patria medzi hmyz, ktorý, ako prvý na jar vyletuje z vodného prostredia na brehy pokryté snehom a teplé ročné obdobie prežívajú v odpočinkových štádiách (diapauza). Sú vždy tmavo hnedo zafarbené a samce sú brachypterné (krátkokrídle). Živia sa hrubým detritom. Vyskytujú sa vo vysokohorských bystrinách a tatranských plesách (*Capnia*) alebo naopak v málo vodnatých pahorkatinných potokoch južných úpäť Karpát (*Zwicknia*).

Perlodidae – sú predstavitelia skupiny Perloidea, podobne ako ďalšie dve čelade. Na Slovensku žije 15 druhov dosahujúcich veľkosť 1,5 – 2,5 cm. Celá skupina sú predstávajú predátory, žijúce na hrubšom dne. Telo majú zafarbené kontrastnými žltá hnedými vzormi. Sú univoltinné, dospelce vylieajú na prelome jari a leta. Rody *Arcynopteryx* a *Diura* sa bežne vyskytujú v neacidifikovaných (neovplyvnené kyslými dažďami) tatranských plesách.

Perlidae – na Slovensku žilo 9 druhov. Druh *Marthamea vitripennis* je u nás už vyhynutý. Ich dĺžka je často vyššie 3 cm. Tieto predátory sú podobne zafarbení ako predchádzajúca čelad', ale majú vyvinuté tracheálne žiabre. Larvy žijú 3 – 5 rokov, zväčša v riečkach a riekach, medzi skalami a balvanmi. Vzhľadom na svoj dlhý vývin majú veľmi dobré bioindikačné vlastnosti, citlivo reagujú na znečistenie, odlesnenie a regulácie tokov. Z vody vyletujú začiatkom letného obdobia.

Chloroperlidae – na Slovensku žije 7 druhov. Sú to malé predátory (do 1 cm). Majú nitkovitý tvar tela, ktorý im umožňuje prenikať do hyporeálu, kde spĺňajú rolu vrcholových predátorov. Sú svetlo žltá zafarbené. Vylieajú koncom jari.

SPOLOČENSTVÁ RÔZNYCH BIOTOPOV

Prameniská:

- 1) **Horské pramene** – *Nemoura monticola*, *N. fusca* (Vých. Karpaty), *Leustra pusilla*, *L. quadrimaculata* (Vých. Karpaty) a *Arcynopteryx compacta*.
- 2) **Podhorské prameniská** – *Amphinemura standfussi*, *Nemoura marginata* a *Leuctra nigra*.

Horné a stredné toky:

- 1) **Vysokohorské toky** – *Protonemura brevistyla*, *Leuctra rosinae*, *Leuctra pusilla* a *Capnia vidua* (aj vysokohorské jazerá), *Arcynopteryx dichroa* (aj vysokohorské jazerá). Vyskytujú sa pravidelne vo Vysokých a Nízkych Tatrách.
- 2) **Horské bystriny** – *Brachyptera starmachi*, *Protonemura nimborum*, *Protonemura hrabei*, *Protonemura austriaca*, *Protonemura montana*, *Nemoura carpathica*, *Leuctra armata*, *Leuctra autumnalis*, *Leuctra dalmoni*, *Leuctra rauscheri*, *Isoperla buresi*, *Perlodes intricatus*, *Perla grandis*, *Chloroperla kisi*. Vyskytujú sa vo Vysokých a Nízkych Tatrách, Veľkej a Malej Fatre, Babej hore, ale i Poľane, Vtáčniku, Rudohorí, Bukovských vrchoch, Vihorlate, Oravských a Kysuckých Beskydách.
- 3a) **Podhorské potoky** – *Brachyptera seticornis*, *Brachyptera risi*, *Taeniopteryx auberti*, *Amphinemura sulcicollis*, *Nemoura flexuosa*, *Protonemura inrticata*, *P. praecox*, *Leuctra albida*, *Leuctra aurita*, *Leuctra inermis*, *Perlodes microcephalus*, *Dinocras cephalotes*, *Perla pallida* (Východné Karpaty), *Perla marginata*, *Siphonoperla torrentium*, *Isoperla oxylepis*.
- 3b) **Menšie podhorské toky s výrazným kolísaním prietoku** – *Nemoura cinerea*, *Leuctra digitata*, *Capnia bifrons*, *Isoperla tripartita* a *Siphonoperla taurica*. Vyskytujú sa pravidelne v panónskom ekoregiónu južných svahov Karpát.
- 4) **Podhorské rieky** – *Taeniopteryx schoenemundi*, *Brachyptera monilicornis*, *Amphinemura borealis*, *Isoperla*

grammatica, *Leuctra fusca*, *Isoperla difformis*, *Perlodes dispar*, *Perla abdominalis* a *Chloroperla tripunctata*. Vyskytujú sa dnes pravidelne v dolnom toku Turca, strednom toku Hrona, strednom toku Laborca.

Nížinné rieky – Potamál:

- 1) **Piesčité nížinné toky** – *Taeniopteryx nebulosa*, *Nemoura dubitans*, *Isoptena serricornis* a *Agneta eleganta*. Vyskytujú sa v Rudave, Latorici.
- 2) **Veľké nížinné rieky s štrkovitým dnom** – *Oemopteryx loewi*, *Taeniopteryx arenoides* (vyhynuté), *Brachyptera braueri*, *Capnia nigra*, *Isogenus nubecula* a *Isoperla obscura*, *Marthamea vitripennis*, *Xantoperla apicalis*. Vyskytovali sa v Dunaji a jeho prietochných ramenách, dolnom toku Váhu, Hrona a Laborca.

OHROZENIE A BIOINDIKÁCIA

Pošvatky sú citlivé na kyslé vody (prirodzene alebo acidifikované), hlavne rody *Arcynopteryx*, *Diura*, *Capnia* a čeľaď Perlidae. Mierne organické znečistenie dobre znášajú len druhy *Nemoura cinerea* a *Leuctra fusca*. Pošvatky veľmi citlivo odrážajú ľudský zásah v tokoch, sú veľmi citlivé na zmeny teplotného, kyslíkového a prietokového režimu. Využívajú sa ako biologické indikátory degradácie v povodí (indikátory pôvodnosti malých a stredne veľkých tokov). Takmer ¼ u nás sa vyskytujúcich druhov (25 druhov), je za-

radených do Červeného zoznamu SR (v kategóriách ohrozenosti: vymiznuté (EX) – 4 druhy, kriticky ohrozené (CR) – 7 druhov, zraniteľné (VU) – 14 druhov. V celoeurópskom meradle sú najviac ohrozené pošvatky potamálu v dôsledku nahrádzania stenoékných (s úzkou ekologickou valenciou) reofilných druhov makrozoobentosu euryéknymi (so širokou ekologickou valenciou) reoxénymi druhmi (vyhýbajúcich sa prúdeniu).

Väčšinu z nich považujeme za postglaciálnych imigrantov zo Sibíri alebo za starobylý pozostatok fauny na európskom kontinente, ktorý prežil len v južnejšie položených refúgiách (*Marthamea*). Zatiaľ čo väčšina obyvateľov ritrálu strednej Európy sú postglaciálnymi imigrantmi z ich stredomorských refúgií. Až 63 % európskych druhov je citlivých na zmeny teplotného režimu a klimatických zmien. Medzi ne patria viaceré najrozšírenejšie druhy pošvatiek, napríklad aj mnohé európske endemity viazané na horské celky Álp, Pyrenejí, Karpát a balkánskych pohorí, ale aj nížinné (potamálové), prevažne severské druhy, viazané na nížinné rieky (vývinom však viazané na studené ročné obdobie). Tieto regióny budú v budúcnosti pravdepodobne významne ovplyvnené zmenou klímy, dôjde k poklesu diverzity a dá sa predpokladať hojnejší výskyt druhov so širokou mierou tolerancie (*Leuctra fusca*, *Isoperla grammatica* a *Nemoura cinerea*).

Zoznam použitej literatúry

- Fochetti R. & Tierno de Figueroa J.M.. 2008. Fauna d'Italia Plecoptera. Edizioni Calderini, Milano, 327 pp.
- Kis B. 1974. Plecoptera. Fauna Rep. Soc. Romania, Bukarest, Insecta 8: 271 pp.
- Krno I. 2000. Rozšírenie pošvatiek (Plecoptera) na Slovensku. Správy Slovenskej zoologickej spoločnosti pri SAV **18**: 39-54.
- Krno I. 2007. Impact of human activities on stonefly (Insecta, Plecoptera) ecological metrics in the Hron River (Slovakia). *Biologia* **62**: 446-457.
- Krno I. 2009. Limnológia tečúcich vôd. Univerzita Komenského, Bratislava, 76 pp.
- Krno I. 2013. Pošvatky (Plecoptera) : Determinačný kľúč pre hydrobiológov. Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava, 64 pp.
- Krno I., Vašková A. & Šporka F. 2015. Taxocenózy pošvatiek (Plecoptera) vodných ekosystémov v povodí Demänovky (Nízke Tatry) a ich ovplyvnenie eróziou. *Folia faunistica Slovaca* **20**: 113-129.
- Lubini V., Knispel S. & Vinçon G. 2012. Les plécoptères de Suisse: identification et distribution. *Fauna Helvetica* **27**, Neuchâtel.
- Raušer, J., 1980. Rád pošvatky – Plecoptera, pp. 86-132. In: Rozkošný, R. (ed), Kľúč vodných larev hmyzu, ČSAV, Praha.
- Stewart K.W. & Stark B.P. 1988. Nymphs of North American stonefly genera (Plecoptera). Univ. of North Texas press, Denton, 461 pp.
- Šporka, F. (ed.) et al., 2003. Vodné bezstavovce (makroinvertebráta) Slovenska, súpis druhov a autekologické charakteristiky. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, 590 pp.
- Tierno de Figueroa J.M., Ortega A.S., Iglesia P.M. & Luzón-Ortega J.M. 2003. Fauna Iberica 22: Plecoptera. Museo Nacional de Ciencias Naturales Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 404 pp.
- Winkler O. 1957. Plecoptera Slovenska. Biologické práce, Veda VSAV, Bratislava, 95 pp.
- Zwicky P. 2000. Phylogenetic system and zoogeography of the Plecoptera. *Annu. Rev. Entomol.* **45**: 709-746.

■ Heteroptera – bzdochy

FYLOGENÉZA

Podrad Heteroptera zahŕňa sedem infraradov. My sa zameriame na infrarady Gerromorpha (semiakvatické bzdochy) a Nepomorpha (pravé vodné bzdochy), ktorých zástupcovia sa vyskytujú na našom území a sú úzko viazaní na vodné prostredie.

Dôkazy o výskyte moderných vodných bzdôch pochádzajú z obdobia mezozoika, pričom niektoré čeľade, ako Belostomatidae sú známe už z obdobia triasu, spred 180 miliónov rokov. Kým pre Nepomorpha existujú rozsiahle fosílné záznamy datované až do triasu, o Gerromorpha máme podstatne menej fosílnych dôkazov. Fosílny materiál má rôzny charakter od dobre zachovalých jantárových inklúzií s množstvom zachovaných detailov, až po skameneliny rôznej kvality. Najstaršou fosílnou bzdochou z infradu Gerromorpha je *Karanabis kiritschenkoi* (čeľaď Mesoveliidae). Pochádza z vrchného triasu (spred 150 miliónov rokov) a bola nájdená na území dnešného Kazachstanu. Kladistické analýzy naznačujú, že vodné bzdochy sa pravdepodobne vyvinuli zo svojich terestrických predkov. Vek skupiny sa odráža aj v skutočnosti, že mnohé sesterské rody a druhy boli od seba oddelené súčasnými oceánmi. Vikariancia, orogénéza, tektonické fúzie alebo fragmentácia sú pravdepodobnými dôvodmi tejto diverzifikácie. Ideálnym príkladom je geologicky mladý, hornatý a tektonicky komplexný ostrov Nová Guinea, kde sa významný lokálny endemizmus prejavuje takmer v rámci každého hlavného povodia.

ROZŠÍRENIE

Vodné bzdochy sa vyskytujú na všetkých kontinentoch s výnimkou Antarktídy. Najpočetnejšie sú v tropických oblastiach, hoci existuje mnoho druhov prispôbených na chladné podmienky (najmä z čeľadí Corixidae a Saldidae). Druhové bohatstvo vodných bzdôch je celkovo najvyššie v Neotropickej a Indomalajskej oblasti (cca 1290 resp., 1100 druhov). V porovnaní s týmito typickými tropickými oblasťami je druhové bohatstvo podstatne nižšie v afrotropickej (~800 druhov), austrálskej (~650 druhov), palearktiskej (~500 druhov), nearktickej (~420 druhov) a pacifckej (~40 druhov) oblasti.

Z územia Slovenska je doposiaľ zaznamenaný výskyt 56 druhov vodných bzdôch patriacich do 11 čeľadí pričom jeden druh (*Anisops sardeus*) je považovaný za nepôvodný. Vzhľadom na súčasný stav poznania našej vodnej heteropterofauny je možné na území Slovenska očakávať aj výskyt ďalších druhov.

MORFOLÓGIA

Podrad Heteroptera patrí do radu Hemiptera, ktorého charakteristickými znakmi sú prítomnosť krídel (až na niekoľko výnimiek), predĺžené ústne orgány a hemimetabolia (majú tri štádiá: vajíčko, nymfa, imágo). Heteroptera majú bruško tvorené 10 článkami z čoho posledné dva sú v rôznej miere redukované. Medzi prednými a zadnými nohami spravidla vyúsťujú pachové žľazy. Typické bodavo-cicavé ústne orgány (rostrum) slúžia na napichávanie rastlín a živočíchov a vyciavanie ich tekutého obsahu. Charakteristickým znakom podradu je prvý pár krídel modifikovaný na tzv. polokrovky (hemelytra). Bazálna časť polokroviiek je spevnená, kožovitá (tzv. korium) a apikálna naopak mebranózna. Druhý pár krídel je blanitý a zložený pozdĺž bruška. Krídla môžu byť rôznou mierou zakrpatené. Veľa druhov má bezkrídle (apterné) formy alebo formy jedincov s výrazne redukovanými krídlami v dospelom štádiu (brachypterné formy). Dospelce s plne vyvinutými krídlami (makropterné formy) sú u niektorých druhov veľmi zriedkavé alebo dokonca úplne neznáme. Niektorí autori rozlišujú u bzdôch až osem rôznych typov modifikácie krídel. Ďalším charakteristickým znakom podradu Heteroptera je scutellum (tzv. malý štít), trojuholníková štruktúra rôznej veľkosti, ktorá vznikla modifikáciou mezonota.

Vodné bzdochy predstavujú morfológicky veľmi rozmanitú skupinu hmyzu s telom zavalitým alebo štíhlym, splošteným alebo vyklenutým, niekedy až nápadne pretiahnutým (obr. 1). Dĺžka tela varíuje od < 1 mm u drobných druhov rodu *Micronecta* (Corixidae) až po viac než 110 mm u obrích bzdôch z rodu *Lethocerus* (Belostomatidae). Veľkosť našich druhov sa pohybuje v rozmedzí od 2 do 40 mm. Morfológia vodných bzdôch v rámci čeľadí či rodov výrazne varíuje ako dôsledok adaptácií na prostredie. Napríklad Hydrometridae majú extrémne predĺžené telo aj končatiny, čo im umožňuje pohybovať sa akoby

na chodúľoch po hladinách vodných nádrží a tíšin tokov. Druhy pohybujúce sa pod vodnou hladinou majú tykadlá väčšinou krátke a nezreteľné, naopak druhy žijúce na vodnej hladine majú tykadlá štíhle a dobre vyvinuté.

EKOLÓGIA

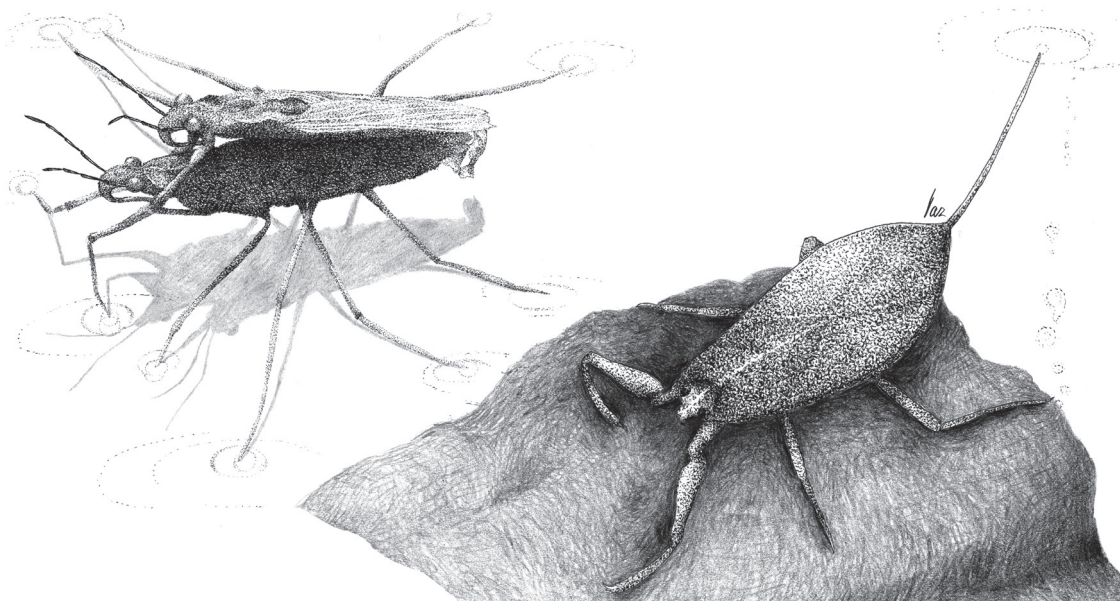
♦ Životný cyklus

K páreniu a kladeniu vajíčok dochádza u vodných bzdôch v našich podmienkach väčšinou už v marci (v závislosti od počasia). Vajíčka sú väčšinou vstrekané do rastlinných pletív, prilepované na povrch objektov ponorených vo vode, prípadne ponechané voľne plávať na hladine. Druhy rodu *Nepa* kladú vajíčka voľne do bahenného substrátu. Zástupcovia rodu *Mesovelina* vstrekujú vajíčka do rastlinných pletív pomocou dlhého kladielka v počte 100 a viac kusov. Druhy z čeľade Gerridae zase fixujú vajíčka na plávajúce objekty v podlhovastých útvaroch s konvexnou stranou otočenou nahor. Kladenie vajíčok môže trvať 2 až 3 mesiace. U väčšiny druhov preto nachádzame larvy rôznych instarov od jari do konca leta alebo až do jesene. Larválny vývin prebieha u väčšiny druhov cez 5 instarov, hoci existujú aj výnimky (napr. druh *Mesovelina furcata*, ktorý prechádza 4 larválnymi štádiami). Larvy pripomínajú dospelcov, využívajú rovnaké habitaty a živia sa podobným,

resp. rovnakým typom potravy ako dospelce s tým, že veľkosť lovenej koristi zodpovedá veľkosti jedinca. Pri každom zvliekaní dochádza k zreteľným zmenám vo vývine krídel, a tak môže morfológia základov krídel slúžiť ako determinatívny znak pre identifikáciu instaru.

Voltinizmus vodných bzdôch je taxonomicky špecifický, a tiež závisí od podmienok prostredia (najmä teploty). Mnohé semiakvatické bzdochy majú polyvoltínne životné cykly s 3, 4 a dokonca až 5 generáciami do roka a to aj v miernom pásme. V chladnejších oblastiach majú univoltínne alebo bivoltínne cykly, polyvoltínne sú zriedkavé. Právě vodné bzdochy vykazujú zväčša univoltínne životné cykly, v trópoch sú bežné polyvoltínne cykly. V našich podmienkach sú právě vodné bzdochy z čeľadi Mesoveliidae a Hebridae spravidla univoltínne, zatiaľ čo Corixidae a väčšina semiakvatických bzdôch sú bivoltínne. Niektoré druhy z čeľade Aphelocheiridae majú veľmi pomalý vývin a na dokončenie svojho životného cyklu potrebujú často 2 až 3 roky.

Semiakvatické bzdochy väčšinou zimujú v štádiu dospelca na suši, niekedy aj ďalej od vodných telies, v lesnej opadanke, v blízkosti koreňov rastlín alebo pod kameňmi. V našich podmienkach prežíva zimné obdobie väčšina semiakvatických aj akvatických druhov v štádiu dospelca. Vý-



Obr. 1 Celkový habitus zástupcov infraradov Gerromorpha (*Gerris* sp.) (vľavo hore) a Nepomorpha (*Nepa cinerea*) (vpravo dole) (orig. Z. Pazderková).

nimkou je čeľaď Micronectidae, ktorej zástupcovia zimujú v štádiu prvého až štvrtého instaru a čeľaď Aphelocheiridae, u ktorej môžeme počas zimy nájsť prakticky všetky vývinové štádiá.

Lietanie makropterných jedincov vodných bzdôch je v miernom pásme najčastejšie na jar. Vedecké štúdie naznačujú, že reprodukčné správanie a životné cykly sú druhovo špecifické, avšak môžu sa meniť v závislosti od habitatu a klimatických charakteristík. Boli tiež zaznamenané prípady hibernácie v štádiu dospelca, larvy, či vajíčka.

♦ Habitatové preferencie

Vodné bzdochy sú pozoruhodné pre ich schopnosť využívať veľmi široké spektrum habitatov – od sladkovodných cez brakické až po otvorené moria, od nížinných cez alpské až po arktické. Globálny výškový rozsah habitatov obývaných vodnými bzdochami je od 0 do 4700 m n. m. Vodné bzdochy možno nájsť takmer vo všetkých sladkovodných biotopoch a mnohé vykazujú nápadné morfológické adaptácie na konkrétne mikrohabitaty. Globálne je ich diverzita najvyššia v tokoch prvého až tretieho rádu a najnižšia vo veľkých riekach a jazerách. Vysoké percento tropických endemitov sa nachádza v reokrénnych prameňoch a pramenných stružkách, často v blízkosti vodopádov alebo iných biotopov s vysokou štruktúrnou diverzitou.

Vodné bzdochy sú pomerne tolerantné voči extrémom prostredia, tolerantnejšie ako väčšina iných skupín hmyzu. Napríklad niektoré druhy z čeľade Corixidae sú schopné tolerovať hodnoty pH nižšie ako 3 a zaraďujú sa tak medzi druhy, ktoré posledné vymiznú z acidifikovaných jazier a tokov. Vyskytujú sa tiež v silno znečistených habitatoch typických vysokými koncentraciami rozpustených látok.

Na základe našich pozorovaní z územia Slovenska sa javí, že vodné bzdochy najviac preferujú hodnoty pH v rozsahu od 7 do 9, teda neutrálne až mierne zásadité, pričom im najviac vyhovuje pH blízke 8. Taktiež údaje o tolerancii voči konduktivitě (miera množstva rozpustených látok) naznačujú, že táto skupina znáša pomerne široké rozpätie hodnôt mernej vodivosti. Vodné bzdochy ako celok teda nevyhľadávajú v náročnosti na čistotu a kvalitu vody.

Pre mnohé čeľade je charakteristický veľmi úzky vzťah k vodnej vegetácii. Nepidae, Pleidae a Naucoridae vyhľadávajú habitaty s vyslovene bohatou vegetáciou, kde sa

skrývajú a lovia. Mesoveliidae zase preferujú brehovú vegetáciu rybníkov a jazier. Zástupcovia čeľade Hebridae sú typicky prítomní vo vlhkých pobrežných machoch. Vodná vegetácia je pre bzdochy nielen miestom úkrytu, ale slúži im aj ako substrát na kladenie vajíčok (pozri časť životný cyklus).

♦ Potravné preferencie

Vodné druhy sú zväčša mäsožravé alebo zdochlinožravé. U oboch infraradov ide väčšinou o nešpecializovaných dravcov, ktorí vyciavajú primerane veľké vodné bezstavovce i drobné stavovce. Bežne sa u nich vyskytuje kanibalizmus. Predačnému tlaku vodných bzdôch bolo venovaných viacero štúdií. Dobré známe je príklad rodu *Notonecta*, ktorého zástupcovia môžu určujúcim spôsobom meniť štruktúru celého spoločenstva. Ukázalo sa napríklad, že prítomnosť druhov z tohto rodu má výrazný vplyv pri výbere vhodného habitatu na kladenie vajíčok u niektorých druhov komárov. Môže teda ovplyvniť abundanciu koristi, ktorá môže následne viesť až k tzv. top-down efektu u populácie koristi. Iným dobre zdokumentovaným príkladom je vplyv zástupcov rodu *Anisops* na planktonické kôrovce. V Austrálii bolo pozorované, že prítomnosť rodu *Anisops* vo vodách vyvoláva u kôrovcov z rodu *Daphnia* tvorbu hrebeňov na karapaxe. Takáto adaptácia znižuje zraniteľnosť týchto kôrovcov voči predácii, čo je nepriamym dôkazom významu predačného tlaku vodných bzdôch na populáciu rodu *Daphnia*.

Rozdiely v potravných preferenciách vodných bzdôch sú dané najmä rozdielmi v ich veľkosti. Napríklad, zatiaľ čo relatívne veľký druh *Notonecta maculata* je schopný loviť žubrienky, menší druh *Anisops sardeus* nie. Neskoršie instary *N. maculata* lovia najmä väčšie perloočky *Daphnia magna* (1 až 3 mm), nie však menšie druhy z rodu *Ceriodaphnia* sp. (cca 0.6 mm) ako zástupcovia rodu *Anisops*. V prípade gigantických druhov z čeľade Belostomatidae sa niekedy uvažuje aj o tom, že sú špecializované na lov stavovcov. Toto sa týka napríklad rodu *Lethocerus*, u ktorého je vyvinutá neobvyklá stratégia rodičovskej starostlivosti, kde oplodnené vajíčka nosí na chrbte samec, až do doby, kým sa z nich nevyliahnú nymfy. Predpokladá sa, že táto stratégia súvisí s výrazne väčšou veľkosťou tela v porovnaní s inými druhmi vodného hmyzu, ktorá sa pravdepodobne

evolučne vyvinula s potrebou zväčšovať telo kvôli ľahšej manipulácii so stále väčšou korisťou. Veľké druhy môžu dokonca aj človeku spôsobiť bolestivú bodnú ranu.

Výnimkou v potravných preferenciách sú všežraví zástupcovia čelade Corixidae, ktorí konzumujú rovnako riasy, ako aj drobné vodné živočíchky ako napríklad Prozotoa, vírniky či iné živočíchky primeranej veľkosti. V trofických reťazcoch vodných ekosystémov, kde absentujú väčšie ryby, môžu vodné bzdochy reprezentovať vrcholových predátorov. Týka sa to najmä veľkých taxónov z čeladi Nepidae alebo Belostomatidae. V iných typoch ekosystémov tvoria vodné bzdochy potravu rýb či obojživelníkov.

CHARAKTERISTIKA INFRARADOV

GERROMORPHA A NEPOMORPHA

Gerromorpha

Infrarad Gerromorpha predstavuje semiakvatické bzdochy, ktoré sú úzko špecializované na vodnú hladinu, hoci niekoľko málo rodov druhotne osídlilo vlhké terestrické habitaty. Sú to jediné Hexapoda, ktoré obývajú otvorený oceán. Ich nohy sú konštruované takým spôsobom, aby dokázali využívať povrchové napätie vody. Tarsus majú upravený tak, aby rozložil váhu na vodnej hladine a neprenikol cez tzv. povrchovú blanku. Kvôli takejto úzkej adaptácii dochádza pri znížení povrchového napätia k ich masovému úhynu. Niektoré druhy z infraradu Gerromorpha sú prispôsobené aj na menej typické habitaty ako je zamokrená pôda alebo u tropických druhov tiež voda zachytená v broméliách (tzv. fytoelmy). U Gerromorpha sa vyvinulo značné množstvo morfológických adaptácií, ktoré im umožňujú prežiť vo vodných tokoch s rôznou rýchlosťou prúdenia. Ich telá sú pokryté jemnými hustými chlpkami, ktoré odpudzujú vodu z povrchu tela, dokonca sú schopné viazať vrstvu vzduchu po obmedzenú dobu v prípade, že sú nútené ukryť sa pod vodnou hladinou pred predátormi. Druhy, ktoré dávajú prednosť lentickým stanovištiarom sa v prípade veterných podmienok združujú v relatívne bezpečnej blízkosti brehov. Podobne aj morské druhy využívajú bezpečnú zónu pobrežia, no niektoré vysokošpecializované druhy sú schopné prežiť aj medzi vlnami na otvorenom oceáne. Takmer všetky druhy tejto skupiny využívajú ako potravný zdroj terestrický hmyz, ktorý spadne do vody, no niektoré dokážu zachytiť aj hmyz, ktorý sa priblíži k vodnej hladine, napr. kvôli kladeniu

vajíčok. Mnohé druhy sú schopné detekovať jemné vibrácie, ktoré spôsobuje korisť, dokonca niektoré druhy rodu *Gerris* spolu takýmto spôsobom komunikujú. Navyše, väčšina zástupcov tohto infraradu má vynikajúci zrak, ktorým dokážu rýchlo zaregistrovať svoju korisť a prípadne uniknúť pred predátorom. Gerromorpha rozdeľujeme do 8 čeladi, ktoré tvorí približne 1 940 druhov, pričom najpočetnejšie sú čelade Veliidae a Gerridae. Nižšie je uvedená charakteristika 5 čeladi, ktoré sa vyskytujú na území Slovenska.

Mesoveliidae – je veľmi malá čelad', ktorej zástupcovia sú považovaní za najprimitívnejších spomedzi všetkých semiakvatických bzdôch. Veľmi varujú vo svojom habituse ako aj v stupni vývoja krídel. Veľkosť ich tela dosahuje 1,2 až 4,2 mm. Mnohé druhy z rodu *Mesovelis* obývajú okraje tíšín tokov, kde sa snažia byť nenápadné, iné trávia väčšinu svojho času na otvorenej vode. Na otvorenej vodnej ploche sú extrémne aktívne, hoci ich prítomnosť je väčšinou spojená s nejakou formou vodnej vegetácie. Typickým zástupcom tejto čelade u nás je druh *Mesovelis furcata*.

Hebridae – patria medzi najmenších zástupcov Gerromorpha vôbec, s veľkosťou tela od 1,3 do 3,7 mm. Sú považované za všeobecné zberače, no toto tvrdenie je potrebné brať s rezervou, nakoľko sú pomerne zriedkavé a znalosti o nich nie sú dostatočné. Žijú v zarastených okrajoch vodných nádrží alebo podobných trvalo zamokrených habitatoch, či v hustých porastoch machov alebo v redšej vegetácii na šikmých brehoch. Niektoré druhy tolerujú brakické, salinné alebo morské podmienky. Druh *Hebrus ruficeps* je schopný prezimovať zamrznutý v ľade medzi machmi rodu *Sphagnum*.

Hydrometridae – je čelad' s veľmi charakteristickou morfológiou. Telo je extrémne dlhé a všetky druhy majú oči výrazne vzdialené od predného okraja pronota. Ich telo dosahuje veľkosť od 2,7 do 22 mm. Druhy rodu *Hydrometra* vyhľadávajú miesta s pokojnou vodou okolo pobrežnej vegetácie, tiež ich možno nájsť popri vlhkých skalných stenách. Po vodnej hladine sa pohybujú s veľkou obratnosťou a ľahkosťou. Sú typickými „sit-and-wait“ predátormi, ktorí nepohnute vyčkávajú, kým sa priblíži nejaká potenciálna korisť. Táto čelad' je u nás zastúpená dvoma druhmi, a to *Hydrometra stagnorum* a *Hydrometra gracilentis*.

Veliidae – zahŕňa druhy, ktoré majú zväčša robustnejšie telo a dosahujú veľkosť od 1 do 10 mm. Osídľujú široké spektrum habitatov vrátane hladiny oceánov a spolu s čeľadou Gerridae sú výborným príkladom adaptácie na život na vodnej hladine. Niektoré rody, ako napr. *Velia*, ktoré žijú v pomaly tečúcich vodách, majú končatiny druhého páru mierne predĺžené a využívajú ich pri pohybe podobnom veslovaniu. Niektoré druhy sú takmer terestrické, vyhľadávajú vlhké habitaty, prílivo-vú zónu alebo mangrovové porasty. Mnohé sú schopné extrémne rýchleho pohybu. Z ústnych orgánov môžu vylúčiť tekutinu, ktorá znižuje povrchové napätie vody a v prípade ohrozenia sú tak schopné rýchlo uniknúť. Občas vytvárajú zoskupenia pozostávajúce z veľkého množstva jedincov, až tvoria rozsiahle útvary pokrývajúce celú hladinu. Čo spôsobuje takéto združovanie a aká je jeho výhoda, nie je doposiaľ známe. Živia sa drobnými živočíchmi napadanými na vodnú hladinu. Bežnejším zástupcom tejto čeľade u nás je druh *Velia caprai*.

Gerridae – sú známe tiež ako korčuliarky. Zástupcovia tejto čeľade trávia, až na niekoľko výnimiek, celý svoj život na vodnej hladine. Ich veľkosť varíruje od 1,6 mm (najmenší zástupcovia rodu *Rheumatobates*) do 36 mm (najväčší zástupcovia rodu *Gigantometra*). Typickým znakom sú dlhé nohy. Tvar tela je premenlivý rovnako ako ich veľkosť – od takmer guľovitých cez valcovité až po predĺžené. Osídľujú stojaté vody od kaluží až po jazerá, kde je pomerne ľahké ich pozorovať. Na druhej strane mnohé druhy dokážu žiť aj v prúdivých úsekoch tečúcich vôd. Rovnako tiež obývajú prímorské prostredie, najmä miesta ako ústia riek, mangrovy, lagúny a niektoré druhy rodu *Halobates* prežívajú celý životný cyklus na otvorenom oceáne. Zaujímavosťou tejto čeľade je vzájomná komunikácia jedincov pomocou vln. Pomocou vln dokážu detekovať aj polohu svojej koristi. Frekvencia vytvárania vln je druhovo špecifická a vytvárajú ju vertikálnymi pohybmi jedného alebo viacerých párov nôh. „Volacie signály“ sú vytvárané samcami, obe pohlavia produkujú aj ďalšie „dvoriace signály“. Takéto signály umožňujú rozlíšiť pohlavie na vnútrodrohovej úrovni a hrajú významnú úlohu pri vymedzení teritória, rozpoznávaní druhov a možnom kanibalizme. Zachytiť tieto jemné vibrácie

dokážu pomocou pružných receptorov lokalizovaných na tibiotarzálnom kĺbe alebo špecializovanými chĺpkami na tarze. Ide o najrozšírenejšiu čeľad' z infradu Gerromorpha, pričom k najbežnejším zástupcom patria druhy *Gerris lacustris* a *Aquarius paludum*.

Nepomorpha

Nazývame ich tiež pravé vodné bzdochy. Väčšina druhov infradu spravidla žije pod vodnou hladinou ako súčasť nektónu (*Corixidae*, *Pleidae*, *Naucoridae*, *Notonectidae*) alebo ako súčasť bentosu (*Nepidae*, *Aphelocheiridae*), pričom majú vyvinuté špeciálne morfológické štruktúry na získavanie a ukladanie atmosférického vzduchu. Druhy z čeľade *Notonectidae* a *Corixidae* sú schopné rýchlo plávať a aktívne zbierať alebo loviť potravu. Vzduch viažu pomocou plastrónu – plôšky pokrytej chĺpkami, kde sa zachytáva a udržiava bublina vzduchu, ktorá funguje ako fyzikálne pľúca a podieľa sa na difúzii kyslíka z okolitej vody do tracheálneho systému, čo umožňuje dlhšie zotrvanie pod vodou bez vynorenia. Rod *Anisops* z čeľade *Notonectidae* využíva na väzbu alebo uvoľnenie kyslíka hemoglobín, ktorý im umožňuje vyrovnávať vztlak a pohybovať sa tak bez problémov v akejkoľvek hĺbke vodného stĺpca. Druhy čeľade *Nepidae* na dýchanie využívajú dlhú dýchaciu trubicu, tzv. sífón. Do infradu *Nepomorpha* patria aj najväčšie vodné bzdochy z čeľade *Belostomatidae*. Jedná sa o predátorov schopných loviť nielen bezstavovce, ale aj ryby a v niektorých prípadoch aj vtáky.

Infrad *Nepomorpha* zahŕňa 11 čeľadi a približne 2 050 druhov. Nižšie je uvedená charakteristika 6 čeľadi, ktoré sa vyskytujú na území Slovenska.

Nepidae – zahŕňa druhy s elipsovitým alebo rúrkovitým telom s veľkosťou od 15 do 45 mm. Dýchací sífón môžu mať rovnako dlhý alebo aj dlhší ako telo. Sú slabí plavci, skôr majú tendenciu vo vode kráčať. Osídľujú najmä pokojné vody v nádržiach alebo tokoch. Využívajú kryptické mimikry. Napríklad dorzoventrálne sploštení zástupcovia rodu *Nepa* (splošťula) imitujú listy, zatiaľ čo zástupcovia rodu *Ranatra* (ihlica) s rúrkovitým telom pripomínajú konáriky. Väčšinou splyvajú vo vegetácii so sífonom vystupujúcim nad vodnú hladinu s prednými končatinami roztiahnutými, čakajúce na korisť. Splošťule preferujú plytšiu vodu a bahnatý substrát, kde sa

zahrabávajú a uprostred rastlinných zvyškov sú takmer nebadateľné. Ihlice vyhľadávajú hlbšiu vodu, kde číhajú na previsnutej a plávajúcej vegetácii. Na predných tibiách zástupcov rodu *Ranatra* sa nachádzajú apikálne zmyslové orgány, ktoré sú schopné zachytiť vibrácie koristi. Keď sa vhodný objekt objaví, zachytí ho rýchlym pohybom prednej končatiny a ihneď vstreknú toxické výlučky slinných žliaz. Pri love rovnako využívajú zrak a schopnosť nezávislého pohybu oboch končatín, čo im umožňuje uloviť dve koristi súčasne. Sú dravce, žijúce sa veľkým množstvom vodných organizmov, vrátane rýb, žiab, vodného, ale aj terestrického hmyzu, ktorý spadne na vodnú hladinu. Známy je u nich aj kanibalizmus. Je to široko rozšírená čeľaď s najväčšou diverzitou v trópoch. Čeľaď má u nás dvoch zástupcov: *Nepa cinerea* a *Ranatra linearis*. Oba druhy sú pomerne bežné v stojatých vodách.

Corixidae – je čeľaď zahrňajúca najviac druhov spomedzi všetkých zástupcov pravých vodných bzdôch. Vďaka ich veslu podobným zadným končatinám vytvárajú dojem, že plávajú na chrbtovej strane, no v skutočnosti sú pri plávaní otočení dorzálnou stranou smerom nahor. Veľkosť tela sa pohybuje od 2,5 do 15 mm. Majú vysoký disperzný potenciál, čo im umožňuje využívať rôzne dostupné lokality. Lietajú veľmi dobre a sú typickými pionierskymi druhmi osídľujúcimi novovzniknuté habitaty. Zdá sa, že sú schopné prispôbiť sa širokému spektru podmienok prostredia, jednotlivé druhy však vykazujú jasné preferencie pre biotopy určitej kvality vody. Známe sú aj druhy vyskytujúce sa v extrémne zasolených vodách. Ich potravou je hlavne rastlinný materiál, obzvlášť riasy, no je známe, že sa živia aj živočíšnou potravou, napríklad larvami komárov a ďalších dvojkrídlovcov. Svoje predné končatiny používajú na prehrabávanie dna a hľadanie potravy v bahne. Na komunikáciu využívajú striduláciu, ktorá hrá významnú rolu pri dvorení a párení. Stridulitrum, ktoré sa nachádza na samčom abdomene, však neslúži primárne na tvorbu zvuku, ale pravdepodobne pomáha pri zovretí samice pri párení. Corixidae sú u nás najpočetnejšou čeľaďou vôbec, aktuálne je z nášho územia známych 21 druhov, pričom medzi najbežnejších zástupcov patria druhy *Corixa punctata*, *Sigara lateralis* a *Sigara striata*.

Naucoridae – majú elipsovité, mierne predĺžený a sploštený tvar tela s veľkosťou od 5 do 20 mm. Sú malým až stredne veľkým hmyzom, ktorý sa zakráda okolo rastlín alebo iných predmetov vo vode a aktívne loví svoju korisť. Obývajú rozmanité typy vodného prostredia. Hoci sú široko rozšírené, najväčšiu diverzitu vykazujú v trópoch. Táto čeľaď je u nás zastúpená jedným, pomerne bežným druhom *Ilyocoris cimicoides*.

Aphelocheiridae – majú elipsovité sploštené telá s veľkosťou od 3,5 do 11,5 mm. Sú zástupcami bentosu jazier a tokov kde sú schopné žiť aj niekoľko metrov pod vodnou hladinou. Niektoré druhy obľubujú chladnejšie vody. Dýchajú pomocou plastrónu, ktorý im umožňuje čerpať kyslík priamo z vody a zostať tak ponorenými po celý svoj život. Sezónne migrujú a majú pomerne širokú ekologickú valenciu, no preferujú dobre okysličenú vodu. Na našom území je čeľaď zastúpená len jediným, pomerne vzácnym druhom *Aphelocheirus aestivalis*.

Notonectidae – majú, rovnako ako Corixidae, veslu podobné zadné končatiny no na rozdiel od nich plávajú skutočne dorzálnou stranou otočenou nadol. Preto sa nazývajú aj chrbtoplávkami. Veľkosť tela varíruje od 5 do 15 mm. Makropterné jedince dokážu veľmi dobre lietať. Jednotlivé druhy sú často vertikálne distribuované, podobne ako odlišné instary toho istého druhu. Sú to agresívne predátory, ktoré útočia na rôzne pelagické i bentické bezstavovce (vrátane svojich vlastných lariev), bezstavovce, ktoré padajú na vodnú hladinu, ale aj malé stavovce. Korisť vnímajú vizuálne, ale aj pomocou vibrácií. U chrbtoplávkov sú známe ontogenetické posuny v potravných preferenciách, kde staršie instary lovia väčšiu korisť. Najväčšie jedince sú schopné útočiť na korisť s veľkosťou 25 až 35 mm. Najbežnejší zástupcovia tejto čeľade u nás sú druhy *Notonecta glauca* a *Notonecta viridis*.

Pleidae – dosahujú veľkosť len 1,5 až 3 mm. Podobne ako Notonectidae plávajú v obrátenej polohe, avšak chýbajú im veslovité končatiny. Časté sú v zarastených pokojných vodách, kde sa živia larvami komárov, lastúrníček alebo iných malých článkonožcov. Bežne využívajú aj temporálne vodné biotopy ako napríklad litotelmy. Čeľaď má u nás len jedného zástupcu, a to druh *Plea minutissima*.

HOSPODÁRSKY VÝZNAM

Vodné bzdochy môžu mať aj priamy hospodársky význam. Oplyvňujú výskyt komárov (najmä Notonectidae, Corixidae, Pleidae) a iných lariev dvojkřídlovcov živiacich sa krvou stavovcov, teda aj človeka. Sú potravou pre ryby a niektoré ohrozené druhy obojživelníkov, vtákov a netopierov (Notonectidae, Corixidae), využívajú sa ako krmivo pre akvarijné ryby. V niektorých krajinách slúžia dokonca na priamu konzumáciu človeku, napr. Corixidae v Mexiku

alebo gigantické Nepomorpha v Thajsku nazývané *mandana*. Vyhľadávané sú pre ich korenistú chuť spôsobenú toxínmi, ktoré bzdochy využívajú pri ochromovaní koristi.

V hospodársky negatívnom zmysle sa môžu prejavovať ako predátory rybieho plôdika a vyciavajú ikier. Z ekozologického pohľadu môžeme za negatívny vplyv považovať predačný tlak (najmä Notonectidae a Corixidae) na obojživelníky alebo iné ohrozené druhy.

Zoznam použitej literatúry

- Andersen N.M. 1996. Heteroptera Gerromorpha, Semiaquatic bugs, pp. 77-90. In: Nilsson A. (ed) Aquatic Insects of North Europe. A taxonomic handbook. Apollo Books, Stenstrup.
- Anderson N.M. & Polhemus J. T. 1976. Water-striders (Hemiptera: Gerridae, Veliidae, etc.), pp. 187-224. In: L. Cheng (ed) Marine Insects. North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
- Aukena B. & Rieger Ch. 1995. Catalogue of the Heteroptera of Palaearctic Region Vol. 1. Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha, Nepomorpha, Gerromorpha and Leptodopomorpha. The Netherlands Entomological Society, Amsterdam, 222 pp.
- Boasmans R. 1982. Distribution and ecology of Belgian Corixidae (Hemiptera). Acad. Analecta **44**: 23-60.
- Grimaldi D. & Engel M.S. 2005. Evolution of the Insects. Cambridge University Press, Cambridge, New York, 55 pp.
- Henry T.J. 2009. Biodiversity of the Heteroptera, pp. 223-263. In: Footitt R.G. & Adler P.H. (eds) Insect Biodiversity: Science and Society. Wiley-Blackwell, Oxford.
- DeWalt R.E., Resh V.H. & Hilsenhoff W.L. 2010. Diversity and classification of insects and Collembola, pp. 587-657. In: Thorp J.H. & Covich A.P. (eds) Ecology and classification of North American freshwater invertebrates, 3rd Edition. Academic Press, San Diego.
- Jansson A. 1986. The Corixidae (Heteroptera) of Europe and some adjacent regions. Acta Entomol. Fenn. **47**: 1-94.
- Keffer S.L. 2000. Chapter 23: Waterscorpions (Nepidae), pp. 583-590. In: Schaefer C.W. & Panizzi A.R. (eds) Heteroptera of Economic importance. CRC Press, Boca Raton.
- Lauck D.R. 1979. Family Corixidae/water boatmen, pp. 87-123. In: Menke A.S. (ed) The semiaquatic and aquatic Hemiptera of California (Heteroptera: Hemiptera). Univ. Calif. Publ., Bull. Calif. Insect Surv. vol 21, Berkeley
- Papáček M. 2000. Chapter 24: Small Aquatic Bugs (Nepomorpha) with slight of underestimated economic importance, pp. 591-600. In: Schaefer C.W. & Panizzi A.R. (eds) Heteroptera of Economic importance. CRC Press, Boca Raton.
- Polhemus J.T. & Polhemus D.A. 2008. Global diversity of true bugs (Heteroptera; Insecta) in freshwater. Hydrobiologia **595**: 379-391.
- Polhemus J.T. & Polhemus D.A. 2007. Global trends in the description of aquatic and semiaquatic Heteroptera species. Tijdschrift voor Entomologie **150**: 1758-2004.
- Reduciendo Klementová B., Kment P. & Svitok M. 2015. Checklist of water bugs (Hemiptera: Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) of Slovakia. Zootaxa **4058**: 227-243.
- Reduciendo Klementová B. & Svitok M. 2014: *Anisops sardeus* (Heteroptera): a new expansive species in the Central Europe. Biologia **69**: 678-680.
- Schaefer C.W. 2009. Prosorrhyncha (Heteroptera and Coleorrhyncha), pp. 839-854. In: Resh V.H. & Cardé R.T. (eds) Encyclopedia of Insects, 2nd Edition, Elsevier Inc., Amsterdam.
- Schuch R.T. & Slater J.A. 1995. True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera): Classification and natural history. Cornell University Press, New York, 337 pp.
- Spence J.R. & Andersen N.M. 1994. Biology of water striders: interactions between systematics and ecology. Annu. Rev. Ecol. Syst. **39**: 101-128.
- Štusák J. M., 1980: Heteroptera, pp. 133-155. In: Rozkošný R. (ed) Klíč vodních larev hmyzu, Academia, Praha, 524 pp.
- Wilcox R.S. 1972. Communication by surface waves. Mating behavior of water strider (Gerridae). J. Comp. Physiol. **80**: 255-266.
- Williams D.D. & Feltmate B.W. 1992. Aquatic Insects. CAB International, Wallingford, 358 pp.

■ Megaloptera – vodnárky

FYLOGENÉZA

Vodnárky predstavujú veľmi starobylý hmyz známy už z permu. Vo svete je známych viac ako 300 druhov, tvoria ich dve čeľade, Sialidae a Corydalidae. Tento rad patrí medzi najstarobylšie Endopterygota (Holometabola). Vodnárky prechádzajú najstaršou formou úplnej metamorfózy medzi hmyzom. Medzi larvami a dospelými formami vodnárka existuje menej rozdielov, ako v akomkoľvek inom rade holometabolického hmyzu. Ich krídla sú veľmi podobné paleozoickému hmyzu. Najstaršie vodnárky sú známe z permu zo Sibíri (Parasialidae), v triase žili aj v južnej Afrike. Corydalidae sú známe aj z baltského jantáru z treťohôr (eocén – pliocén), neskôr v Európe vyhynuli.

ROZŠÍRENIE

Najbohatšia fauna vodnárka je v Austrálii (10 % všetkých druhov). Imága sú terestrické a larvy vodné, len niektoré sú výnimočne viazané na vlhké brehové pásma. Sialidae sa vyskytujú kozmopolitne, Corydalidae na území Európy vyhynuli, ich výskyt je viazaný na teplé vody tropického a subtropického pásma.

Na Slovensku sa vyskytujú 4 druhy rodu *Sialis*, ktorého väčšina druhov je viazaná na Holoarktickú oblasť. Larvy sa vyskytujú od malých jazierok, potokov, jazier, až po pomaly tečúce ramená a rieky, kde žijú na povrchu odumretej vegetácie.

MORFOLÓGIA

♦ Larva

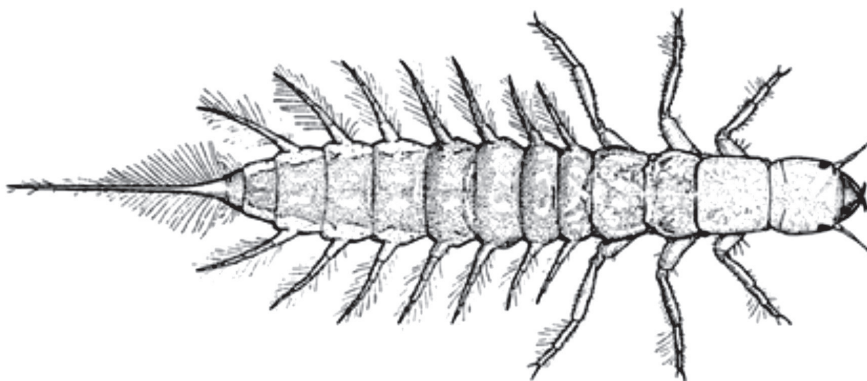
Dospelé larvy vodnárka sú až 20 mm dlhé a tvarom tela pripomínajú larvy chrobákov. Sú mierne dorzoventrálne sploštené, majú širokú hlavu so silne vyvinutými hryzavými orgánmi a 4 až 5 článkované tykadlá. Hrudné články sú silne chitinizované, chodidlá nôh sú nečlenené s dvoma pazúrmí. Bruško má 7 párov obrvených článkovaných tracheálnych žiabier, u Sialidae ich tvar pripomína pierka. Bruško je zakončené nepárnym vláknom.

♦ Imágo

Imága vodnárka majú v pomere k telu neobyčajne dlhé krídla. Sialidae sú čierne alebo hnedasté, majú mäkké telo, s dĺžkou 10 – 16 mm, rozpätie krídel od 20 – 100 mm. V pokoji držia dymovo sfarbené krídla strechovite nad telom. Výrazná zvláštnosť krídla je tmavá nervacia žiliek. Telo imága je pomerne mäkké, hlava je prognátna, široká s malými zloženými očami.

Ekológia

Imága sú aktívne počas teplých letných dní, počas stmievania, noci a nad ránom. Pária sa skoro po opustení kukly a jedna samička sa pári s 2 – 4 samčekmi. Kopulujú na vegetácii nad vodou, pričom sú na spodnú stranu bruška samičiek nalepované spermatoféry, ktoré sa neskôr dostanú do pohlavného otvoru. Cylindrické vajčička sú znášané kladielkom (v znáške 1000 – 3000 ks) na zatienené miesta vyčnievajúce nad vodou – vegetáciu a skaly. Po 2 až 4



Obr. 1 Larva Sialidae, *Sialis* (upravené podľa Ross, 1973).

týždňoch sa z týchto zhlukov uvoľňujú larvy a padajú do vody (prvý instar nemá žiabre, liahne sa v noci). Vývin larvy prechádza 10 instarmi, kukla je voľná (pupa libera). Mladšie larvy žijú medzi vodnou vegetáciou, staršie bližšie ku dnu v bahne, medzi rozpadajúcim sa rastlinným detritom, alebo pod kameňmi. Plávajú vlnitým laterálnym pohybom alebo sa pohybujú po substráte lezením. Larvy Sialide sú ukryté v mäkkom substráte a organických sedimentoch. Larvy sú predátory, živia sa malými bezstavovcami, ako sú kôrovce, mäkkýše, červy a iný hmyz. Majú silné čeluste, ktoré používajú na zachytenie svojej koristi. Vývin larvy trvá 2 – 5 rokov. Larvy vylezú na breh a kuklia v komôrke vyhlbenej do pôdy, nevytvárajú kokón. Vedia prejsť aj niekoľko desiatok metrov. Štádium kukly trvá 4 týždne. Dospelce vylietavajú koncom jari a žijú len 3 – 4 týždne a prakticky neprijímajú potravu, len pijú tekutiny. Sú slabí letci, ťažkopádne poletujú, skôr pobejú po povrchu. Samičky sú mohutnejšie. Samčekovia žijú len niekoľko dní, zatiaľ čo samičky žijú 1 – 2 týždne. Vodnárky majú mnoho nepriate-

lov sú lovené vtákmi, pavúkmi, parazitujú v nich chalcidky (Chalcidoidea).

SPOLOČENSTVÁ RÔZNYCH BIOTOPOV

Na území Slovenska je známy výskyt 4 druhov z rodu *Sialis*: *S. fuliginosa* – reofilný druh čistých podhorských potokov; *S. lutaria* – limnofilný druh nížinných až subalpínskych jazier (plies), preniká aj do dystrofných plies; *S. nigripes* – reofilný druh podhorských riek (hyporitál Nitra, Turiec, Hron); *S. morio* – semireofilný druh, vyskytuje sa najmä v slepých nížinných ramenách.

BIOINDIKÁCIA

Larvy čelade Sialidae žijúce v tečúcich vodách sú bioindikátory pôvodných podhorských tokov. Zaujímavosťou čelade Corydalidae je, že jej dospelé jedince sú priťahované merkaptánom, indikátorovou prídavnou látkou v zemnom plyne a propáne, a môžu sa tak správať ako živočíšny sentinel v prítomnosti týchto plynov.

■ Neuroptera – sieťokrídlovce

FYLOGENÉZA

Neuroptera predstavujú starobylý rad hmyzu s 20 čeľaďami, z ktorých tri najpôvodnejšie sú viazané na vodné prostredie: Nevrorthidae, Sisyridae, Osmylidae. Nevrorthidae je malá a zároveň najpôvodnejšia žijúca čeľaď, často považovaná za živú fosíliu.

ROZŠÍRENIE

Zástupcovia čeľade Nevrorthidae sú známi len zo stredozemia, južnej Číny a Austrálie, predpokladá sa však, že súčasné rozšírenie je len pozostatkom ich kedysi súvislej distribúcie. Ich larvy žijú v malých tokoch so zalesneným povodím, v prúdivých kamenitých úsekoch. Sú veľmi citlivé na kolísanie teplôt, znečistenie, eróziu, reguláciu a vysychanie vôd.

Sisyridae sú kozmolitne rozšírené a parazitujú na sladkovodných hubkách a machovkách.

Osmylidae sú taktiež kozmopolitne rozšírenou čeľaďou, celkovo je známych asi 100 druhov. Ich larvy žijú pri brehoch potokov, pod skalami a v machu.

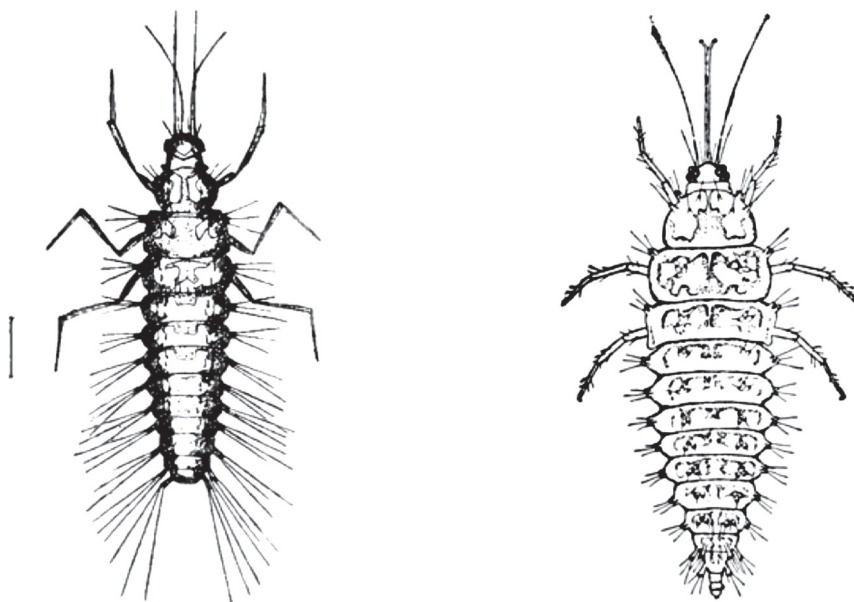
MORFOLÓGIA

♦ Larva

Larvy sú pomerne štíhle kampeoidné, sú to špecializovaní predátori s predĺženými mandibulami prispôsobenými na prepichnutie a cicanie. Forma tela lariev sa líši medzi rôznymi čeľaďami v závislosti od povahy ich koristi. Hrudné končatiny sú zakončené dvoma pazúrmí. Na brušku sa často nachádzajú adhézne disky. Larvy Sisyridae majú polypódnu (húsenicovitú) larvu.

♦ Imágo

Imága majú mäkké telo s pomerne málo špecializovanými znakmi. Hlava je prognátna, tykadlá dlhé, ústne orgány hryzavé, čeľuštové hmatadlo je 5 článkové. Predohrud' je pohyblivo spojená so stredohrudou. Predný a zadný pár krídel sa pohybuje samostatne, čo spôsobuje charakteristický trepotavý let. Krídla sú priesvitné, často so škvrnami, žilnatina na nich je husto sieťovaná, žilky končia distálne dichotomickým rozvetvením. Obidva páry krídel sú rovnakej veľkosti. Posledné 2 – 3 články bruška sú značne modifikované ako kopulačné zariadenie.



Obr. 1 Larva *Osmylus fluvicephalus* (vľavo), *Sisyra* (vpravo), (©2009 public domain, <https://bugguide.net>)

EKOLÓGIA

Osmylidae (bystrinárkovité)

Imága sa ukrývajú a lietajú medzi vysokou, bylinnou vegetáciou brehov potokov a pod mostami. Sú slabí letci so slabou koordinovaným pohybom predných a zadných krídel. Samce žijú niekoľko týždňov, samice niekoľko mesiacov. Samička znáša približne 30 vajíčok, 2 – 3 dni po párení. Ukladá ich jednotlivo alebo v pároch v blízkosti vody, na machy a spodnú stranu listov. Larvy sa vyliahnu po 4 – 22 dňoch, v závislosti od teploty. Larvy sú 2 cm dlhé, majú 6 očí. Sú apneustické, dýchajú celým povrchom tela, nemajú tracheálne žiabre. Larválny vývin prechádza 3 instarmi. Larvy žijú a prezimujú pri brehoch – v machoch a pod kameňmi, na jar sa zakuklia (v pobrežnom machu), vytvoria žltobiely kokón a po 10 dňoch z neho za súmraku vyletia.

Ústne orgány lariev sú bodavé, nitkovité tykadlá dosahujú do polovice bodavých trubičiek. Na konci bruška je zvláštny dvojlaločný orgán (urogomfa), porastený mnohými háčikmi, pomocou ktorých si pridriava koristiť. Larva koristiť napichne a čelustnými žľazami do nej vypustí jed, ktorý živočícha ochromí. Larvy žerú chvostokoky, pakomáre a tipule. Napríklad pakomáre sú schopné paralyzovať enzýmami už za 10 s. Do vody vbehnú len za potravou a po jej dolapení vodu okamžite opúšťajú.

Sisyridae (hubkárkovité)

Sisyridae majú plne vodné larvy. Imága sa liahnu koncom mája, žijú 2 – 3 týždne a sú aktívne najmä v noci. Hneď po

vyletení sa pária a samička znáša vajíčka (malá znáška, 2 – 5 vajíčok) na vyčnievajúce vodné rastliny. Embryonálny vývin trvá 2 týždne, následne sa larvičky uvoľňujú do vody. Larvy sú univoltínne, alebo polyvoltínne, kuklia sa na brehoch v pôde.

Spočiatku žijú larvy plankoticky (1. instar), potom paraziticky v telách hubiek a machoviek. Aktívne ich vyhľadávajú, pričom sa orientujú podľa prúdu vody, ktoré vyvolávajú kolónie hubiek filtrovaním. Larvy ich svojimi modifikovanými dlhými hryzadlami napichávajú a vysávajú ich bunky. Imága sa živia peľom, medovicou, hubami, a rastlinným materiálom, ale aj malými suchozemskými bezstavovcami a ich vajíčkami.

VÝSKYT A BIOINDIKÁCIA

Osmylidae – *Osmylus fulvicephalus* (bystrinárka škvritokřídla) je lokálne pomerne hojným druhom, na mnohých miestach však chýba. Jej populácia môže byť ohrozená predovšetkým necitlivými reguláciami drobnejších vodných tokov a znečisťovaním vôd.

Sisyridae – žijú v čistých vodách, sú kozmopolitne rozšírené. Existuje približne 60 žijúcich druhov rodu *Sisyra*. Všetky známe druhy tohto rodu sú obligátne parazity sladkovodných hubiek (*Spongyla*, *Euphydatia*) a machoviek (*Cristatella*). Sú známe z podhorských a nížinných ramien a riek.

V strednej Európe sú dosiaľ známe 3 druhy: *S. nigra* – najrozšírenejší druh, jeho výskyt potvrdený v NPR Šúr.

Zoznam použitej literatúry

Grimaldi D. & Engels. 2005. *Evolution of the Insects*. Cambridge University Press.

Hoell H.V., Doyen J.T. & Purcell A.H. 1998. *Introduction to Insect Biology and Diversity*. Oxford University Press, New York, 734 pp.

Lellák J., Kořínek V., Fott J., Kořínková J. & Punčochář P. 1982. *Biologie vodních živočichů*. Univerzita Karlova, Praha, 220 pp.

Šporka F. (ed.) 2003. *Vodné bezstavovce (makroinvertebráta) Slovenska, súpis druhov a autekologické charakteristiky*. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, 590 pp.

Resh V. & Rosenberg D. 1984. *The Ecology of Aquatic Insects*. Praeger Publishers, New York, 625 pp.

■ Coleoptera – chrobáky

FYLOGENÉZA

Prví zástupcovia početne najväčšieho radu hmyzu – Coleoptera (chrobáky) – sa objavili v Perme asi pred 285 miliónmi rokov. Nasledovala radiácia na tri evolučné línie: Archostemata, Adephaga a Polyphaga. V súčasnosti sa rad chrobákov delí na 4 podrady: Archostemata (približne 40 druhov), Myxophaga (približne 94 druhov), Adephaga (približne 37 000 druhov) a Polyphaga – najpočetnejší podrad s viac ako 300 000 druhmi, ktoré sú rozdelené do 16 nadčeladi a takmer 160 čeladi.

Pôvodne chrobáky obývali terestrické prostredie. Osídlenie vodných biotopov sa počas ich evolúcie vyvinulo vo viacerých prípadoch nezávisle od seba. Najdôležitejšími predpokladmi, ktoré umožnili chrobákovi osídliť vodné prostredie, boli zrejme pevný exoskeleton, ktorý ich chráni a uzavretý podkrovkový priestor, ktorý umožňuje vytvoriť si zásobu vzduchu na dýchanie pod vodnou hladinou. Vodné chrobáky sú v súčasnosti zastúpené v troch zo štyroch podradov, a teda netvoria jednu monofyletickú skupinu.

ROZŠÍRENIE

Chrobáky sú rozšírené na všetkých kontinentoch okrem Antarktídy. Ich druhové bohatstvo je podmienené najmä extrémnou morfológickou, ekologickou a etologickou variabilitou. Celosvetovo existuje 25 čeladi chrobákov, v ktorých je aspoň 50 % druhov akvatických; v ďalších takmer 30 čeladiach možno nájsť druhy, ktoré majú vzťah k vodnému prostrediu (napr. žijú vo vlhkom prostredí, ich larválne štádiá sú vodné, vstupujú do vody za potravou).

V súčasnosti je z celého sveta známych okolo 12 500 druhov chrobákov, ktoré sú označované ako vodné. Vyskytujú sa vo všetkých hlavných biogeografických regiónoch, väčšina čeladi dosahuje najvyššiu diverzitu vo vlhkých tropických oblastiach. Vodné chrobáky sa však dajú nájsť aj v niektorých púštnych regiónoch. Relatívne málo druhov je celosvetovo rozšírených, oveľa častejšie ide o lokálne endemity (napr. 63 % fauny potápnikov Bornea). Z doteraz opísaných druhov je najvyššia druhová diverzita v palearktiskej oblasti (najmä v mediteránnej oblasti), ale mnoho

území (napr. Južná Amerika, Afrika) je dosiaľ veľmi slabo preštudovaných a mnoho druhov zatiaľ neopísaných.

Na Slovensku bolo dosiaľ zaznamenaných vyše 350 druhov z 15 čeladi, pričom najbohatšie sú čelade Dytiscidae a Hydrophilidae. Rozšírenie vodných chrobákov u nás do veľkej miery závisí na ich preferencii lotických, respektíve lentických biotopov. Druhy stojatých vôd sú rozšírené hlavne v povodí Dunaja a Moravy na juhozápade a v povodí Latorice na východe Slovenska. Najdôležitejším územím z pohľadu výskytu vodných chrobákov viazaných na stojatú vodu je vnútrozemská delta Dunaja, kde sú, hoci v podstatne menšom rozsahu ako v minulosti, stále zachované biotopy vhodné pre väčšinu čeladi.

MORFOLÓGIA

Základnými morfológickými znakmi charakterizujúcimi rad chrobákov sú silne sklerotizované telo a prvý pár krídiel premenený na krovky. Tie kryjú a chránia druhý pár zložených blanitých krídiel a dorzálne časti hrude a bruška. Krovkám takmer úplne vymizla pôvodná žilnatina. Blanité krídla sú uspôsobené na lietanie, čo chrobákovi umožňuje aktívne šírenie a obsadzovanie nových ník. U niektorých skupín sú sekundárne redukované a neschopné letu. Veľkosť vodných chrobákov varíruje od približne 1 do 50 mm (v našej faune do 45 mm).

Morfologické adaptácie na život spojený s vodným prostredím sú u chrobákov veľmi variabilné a líšia sa medzi taxonomickými skupinami aj vývinovými štádiami. Adaptácie závisia od typu obývaného biotopu a spôsobu života. Týkajú sa predovšetkým tvaru tela (prúdnicový, hydrodynamický, atď.), tvaru končatín (napr. rozšírené plávacie zadné končatiny, mohutné tarzálne pazúriky na udržanie sa v prúde) a spôsobu dýchania (napr. tykadlá napomáhajúce prijímať vzduch na vodnej hladine, podkrovkový priestor na skladovanie dýchacích plynov, plastrón).

♦ Larvy

Voľne žijúce larvy majú rozličný tvar tela (obr. 1) v závislosti od prostredia a spôsobu života, väčšinou predĺžený, prúdnicový (Elmidae, Dytiscidae) alebo výrazne sploštený (Psephenidae, Sphaeriidae), či vretenovitý (Hydrophilidae). Larvy žijúce v substráte sú jednoduchšie, bez výraznejších adaptácií.

Larvy majú dobre sklerotizovanú, väčšinou prognátnu hlavu so štvor- (Adephaga), resp. trojčlánkovými tykadlami (Polyphaga); počet článkov môže byť sekundárne znmnožený (Dytiscinae, Scirtidae). Po stranách hlavy sú vyvinuté skupiny 2 – 6 jednoduchých očiek (stemma), vzácnejšie len pigmentové škvrny (*Eubria*). Ústne ústroje sú spravidla dobre vyvinuté, väčšinou základného hryzavého typu. Hryzadlá dravých druhov sú často výrazne zväčšené, štíhle až šablovité, u bylinožravých druhov krátke a široké, s dobre vyvinutou žuvacou časťou. Niektoré čeľade (Halipilidae, Dytiscidae) majú hryzadlá s hlbokým žliabkom, resp. kanálikom, čo súvisí so zvláštnym spôsobom prijímania potravy.

Tri hrudné články sa obvykle príliš nelíšia od nasledujúcich článkov bruška, iba predohruď býva štíhlejšia a pretiahnutejšia, alebo naopak nápadne rozšírená, so štítovitým pronótom. Často býva sklerotizovaná iba predohruď, ďalšie segmenty, rovnako ako články bruška, sú membránové (Spercheidae, Hydrophilidae, Curculionidae). Tri páry hrudných končatín sú tvorené 6 (Adephaga), resp. 5 (Polyphaga, Myxophaga) článkami. Pazúriky na konci nôh môžu byť párové (Dytiscidae), nepárové (Halipilidae), vzácne sú redukované.

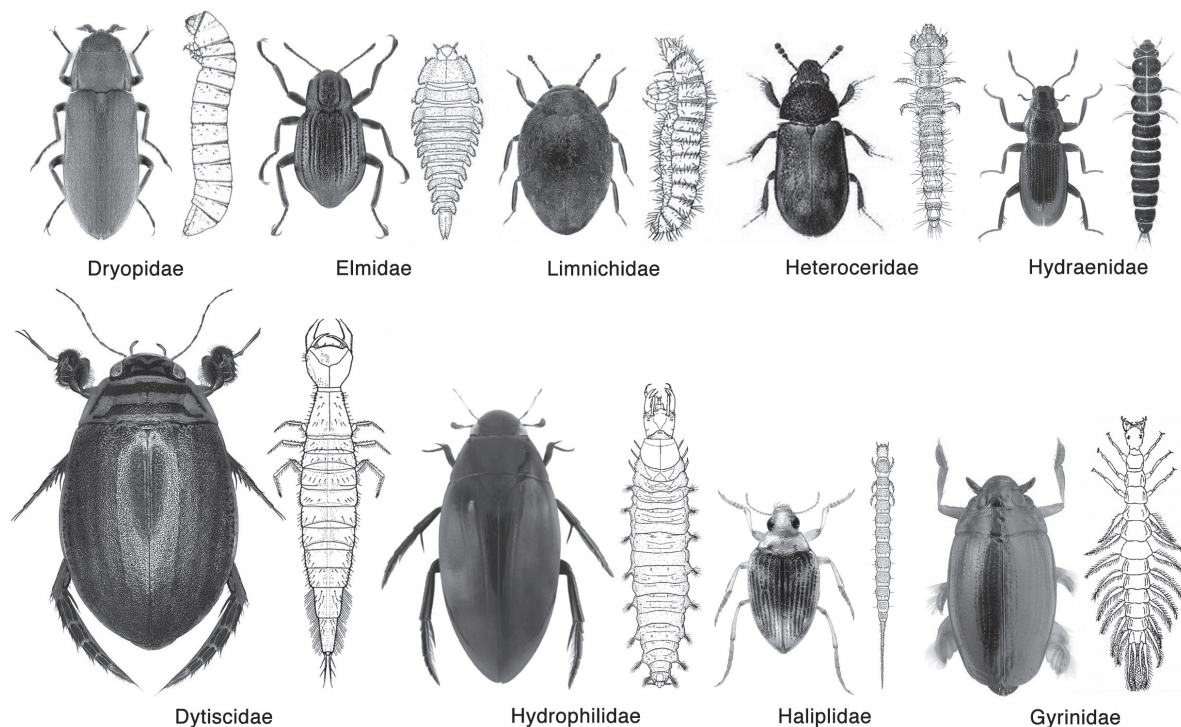
Podlhovasté bruško býva 8 – 10 článkové, po stranách sú niekedy vyvinuté rôzne výrastky (Spercheidae). Posledný článok bruška môže byť pretiahnutý do stredného výbežku (niektoré rody z Dytiscidae), prípadne je na jeho konci kloakálna komora prekrytá štítkom (operkulum), ktorý kryje 3 páry análnych tracheálnych žiabier a pár stylusov. Prieduchy (stigmy) sú vyvinuté väčšinou na 1 – 2 hrudných článkoch a na 7 – 8 článkoch bruška. Väčšina lariev dýcha pomocou tracheálnych žiabier.

♦ Kukly

Kukly sú exarátneho typu, teda s dobre viditeľnými voľnými telovými prívěskami uloženými vo zvláštnych pošvách, s nepohyblivými mandibulami. U jednotlivých skupín sa kukly dajú rozlíšiť podľa prítomnosti pseudocerkov, vzájomnej polohy a veľkosti pošiev tykadiel, krídiel a nôh a podľa rôznych povrchových štruktúr.

♦ Imága

Hlava je väčšinou prognátna, ústne ústroje hryzavého ortopteroidného typu, väčšinou len málo odlišné od základného tvaru, niekedy redukované (Psephenidae). Tvar



Obr. 1 Habitus imág a lariev najbežnejších čeľadí vodných chrobákov. (Beutel & Leschen Eds., 2016, internet, upravené).

a dĺžka primárne 11-článkových tykadiel sú často výrazne modifikované: jednoduché, nitkovité (Dytiscidae), dlhšie než telo, nápadne redukované (*Macronychus*), vejárovité (Dryopidae), atď. Niekedy sú uspôsobené aj na získavanie vzduchu z hladiny (Hydraenidae, Hydrophilidae).

Hruď je naširoko a pevne spojená s bruškom. Nohy sú pôvodne kráčavé, často sú pozmenené podľa spôsobu života; majú guľovité predné a stredné koxy, zadné sú priečne predĺžené. Bruško je spravidla aspoň čiastočne prekryté krovkami; navonok je často viditeľných len 5 segmentov. Pregonitálne a genitálne segmenty bývajú vsunuté do posledných článkov bruška; jednotlivé segmenty môžu byť výrazne modifikované alebo redukované. Väčšina zástupcov podradu Adepaga má vyvinuté pygidálne žľazy – ich sekrét slúži ako ochrana pred parazitmi, mikroorganizmami, resp. na prekonávanie vodnej hladiny. Viaceré druhy čeľade Haliplidae majú vyvinutý stridulačný aparát.

EKOLÓGIA

♦ Životný cyklus

Chrobáky patria medzi hmyz s úplnou premenou (holometabola). U vajícok a lariev neboli nutné výraznejšie adaptácie na vodné prostredie (na rozdiel od kukiel a imág), aj preto sa vyskytujú vo vode najčastejšie. U mnohých chrobákov sa takéto adaptácie nevyvinuli, preto má väčšina druhov stále suchozemské kukly aj imága (Scirtidae, Psephenidae) alebo aspoň kuklenie prebieha mimo vodného prostredia (Elmidae, Dytiscidae, Dryopidae, Hydrophilidae). Veľmi málo druhov prežíva pod vodou celý životný cyklus a aj u týchto druhov sú imága schopné opustiť vodné prostredie.

Pri párení samce často využívajú sety na chodidlových článkoch predných a stredných nôh premenené na prísavky, ktorými uchopia samičku počas kopulácie (napr. viaceré druhy Dytiscidae). Po odovzdaní spermatofóru môže samec vylúčiť lepkavý sekrét, ktorý znemožní opätovné párenie samice s iným samcom. Vajička kladú vodné chrobáky skoro výlučne do vodného prostredia, a to buď voľne na vodné rastliny (*Agabus*, *Colymbetes*, *Peltodytes*), do stoniek a pletív vodných rastlín (*Dytiscus*, *Noteridae*), na substrát pri brehoch vôd (*Acilius*), na korene vodných rastlín (Gyrinidae) alebo na kamene a ponorené drevo (Elmidae, Dryopidae), prípadne do pôdy (Heteroceridae). Vajička sú

kladené jednotlivo (Hydraenidae, Elmidae), v radoch (Gyrinidae) alebo v zhlukoch (Heteroceridae). Niektoré druhy Hydrophilidae kladú vajička do vopred pripraveného ochranného kokónu, ktorý je vylučovaný prídavnými žľazami. Kokón pripevňujú k substrátu alebo vegetácii, zahrabávajú (*Helophorus*) alebo nosia so sebou pod bruškom až do vyliahnutia lariev (*Helochaeres*, *Spercheus*). Vajička vodných chrobákov sú väčšinou hladké alebo s povrchovou mikroštruktúrou; ich veľkosť značne kolíše podľa veľkosti imág (< 1 mm až niekoľko mm). Vývin vajička trvá niekoľko dní až týždňov.

Larválne štádium má viacero instarov: spravidla 3 (Gyrinidae, Haliplidae), ale niekedy 5 – 8 (Elmidae) alebo len 2 (*Helophorus*). Larválny vývin trvá niekoľko dní až týždňov (Gyrinidae, Hydrophilidae), až po niekoľko mesiacov až rokov (Elmidae). Larvy posledného instaru väčšinou opúšťajú vodu a kuklia sa v terestrickom prostredí – vo vlhkej pôde brehov, pod lístím, v machu, vo vláknitých kokónoch na vodných rastlinách, pod kameňmi. Vo vode sa kukly vyskytujú len výnimočne, napr. v kokónoch z vodných rias (*Enochrus*), vo vode pod kameňmi (*Hydrocyphon*), vo vzduchových kokónoch na vodných rastlinách (Curculionidae), alebo ich koreňoch (*Noterus*, *Donaciinae*).

Životný cyklus našich druhov býva najčastejšie univoltínny (*Gyrinus*, *Noteridae*, *Dytiscidae*, *Scirtidae*), niekedy semivoltínny (*Orectochilus*, *Potamophilus*), či viacročný, často v závislosti od podmienok prostredia (Haliplidae). Zimné obdobie prečkávajú chrobáky v štádiu imága (Gyrinidae, niektoré Scirtidae) alebo larvy, ktorá sa na jar zakuklí (Haliplidae, Psephenidae, niektoré Dytiscidae a Scirtidae).

Dospelé jedince niektorých skupín sa objavujú po celý rok (Elmidae, niektoré Hydraenidae), u iných len v určitom období, napr. koncom leta (Gyrinidae), na jar alebo na jeseň (niektoré Hydraenidae), či na jar a v lete (Scirtidae, *Potamophilus*). Imága sú často dlhoveké, prežívajú viac rokov. Zimujú spravidla vo vode, v bahne pri dne alebo v substráte mimo vody. Dospelé jedince niektorých druhov žijú, naopak, len niekoľko dní až týždňov (*Potamophilus*, *Eubria*).

♦ Potrava

Jednotlivé čeľade vodných chrobákov sa vyznačujú výrazne odlišnými potravnými preferenciami, rozdiely sú časté aj medzi vývinovými štádiami v rámci jedného druhu.

Veľkú skupinu vodných chrobákov z rôznych čeľadí predstavujú predátori živiaci sa živočíšnou potravou, niekedy aj odumretou (napr. Gyrinidae, Noteridae, Dytiscidae, larvy Hydrophilidae, niektoré Hydraenidae). Konzumovaná potrava tvorí planktón, drobné bezstavovce, u väčších druhov aj malé stavovce (žubrienky, rybí plôdik); u lariev nadčelade Hydrophiloidea je pomerne častý kanibalizmus. Larvy Dytiscidae a Hydrophilidae majú schopnosť mimotelového natrávenia potravy pomocou tráviacich enzýmov vstreknutých do koristi kanálkami v hryzadlách. Imága čeľade Gyrinidae lovia hmyz spadnutý na hladinu.

Mnoho skupín vodných chrobákov sa živí rastlinnou potravou – zoškrabávajú nárasty rias (Hydraenidae, Elmidae, larvy Psephenidae), vyciavajú vlákna rias dutými hryzadlami (Halipilidae), alebo obhrýzajú ponorené časti vodných rastlín, najmä korene (Donaciinae, Curculionidae). Fytofágne, až fytošaprofágne sú larvy Psephenidae, Scirtidae, Heteroceridae, ako aj imága druhov z čeľadí Dryopidae, Hydrophilidae, či Limnichidae.

Niektoré skupiny chrobákov vyhladávajú špecifické druhy potravy, napr. hýfy húb požírajú Elmidae, alebo Dryopidae; xylofágne sa živia Dryopidae a niektoré Elmidae (*Macronychus*, *Potamophilus*). Imága druhu *Spercheus emarginatus* filtrujú organické zvyšky a riasy z vodnej blanky. Niektoré imága krátko žijúcich druhov majú redukované ústne ústroje a potravu neprijímajú vôbec (Psephenidae).

♦ Pohyb

Podobne ako u potravy alebo respirácie, rôzne skupiny vodných chrobákov sa vyznačujú rôznorodým spôsobom pohybu. Veľkú skupinu tvoria plávače – potápače prispôbené aktívnemu pohybu vo voľnej vode napr. hydrodynamickým tvarom tela alebo plávacími brvami na končatinách (najmä čeľade Dytiscidae, Halipilidae, Noteridae). Najrýchlejšími plavcami v rámci vodného hmyzu sú imága čeľade Gyrinidae – hlavne pri vyrušení plávajú pod hladinou a na vodnej hladine (plávače – korčuliare), kde využívajú vibrácie na komunikáciu medzi sebou alebo na vyhľadávanie koristi.

Ďalšia skupina druhov sa pohybuje po substráte alebo ponorenej vegetácii (Sphaeriusidae, Hydrophilidae, Dryopidae, larvy Scirtidae) alebo sa zahrabáva do bahna plytkých vôd (larvy Noteridae, Heteroceridae). U lariev

rodu *Enochrus* sú dokonca vyvinuté na článkoch bruška panôžky. Mnohé larvy (Hydrophilidae) prehltajú vzduch, ktorý ich potom nadľahčuje a zvyšuje ich mobilitu, niektoré sa pohybujú vo vode brušnou stranou hore po spodnej strane povrchovej blanky (Spercheidae, larvy Scirtidae). Samostatnou skupinou sú prichytávače, ktoré neplávajú, ale pevne sa pridriavajú pomocou pazúrikov podkladu, ktorým môže byť drevo, korene, mach, kamene alebo štrk (Elmidae, Hydraenidae).

Viaceré skupiny vodných chrobákov sú vďaka dobre vyvinutému druhému páru krídiel v štádiu imága schopné aktívneho letu, vďaka čomu sú pomerne mobilné a v noci prilietajú k svetelným zdrojom, často aj pomerne ďaleko od vodných biotopov (Gyrinidae, Noteridae, Dytiscidae, Elmidae, Dryopidae, Heteroceridae, Scirtidae). Naopak, imága niektorých čeľadí sú nelietavé, resp. lietajú veľmi zriedka (Halipilidae).

♦ Respirácia

Všetky chrobáky, ktoré sú viac či menej viazané na vodné prostredie, dýchajú v štádiu imága vzdušný kyslík pomocou prieduchov (spiracula) a otvoreného tracheálneho systému tak ako terestrické druhy. U vodných chrobákov sa vyvinuli rozmanité adaptácie, vyplývajúce zo sťaženého prístupu k vzduchu. U imág sa vyvinuli dva základné typy prijímania kyslíka: (i) zo vzduchu nad hladinou (Gyrinidae, Noteridae, Halipilidae, Dytiscidae), alebo (ii) príjem vo vode rozpustených dýchacích plynov pomocou fyzikálnych žiabier – plastrónu (Hydraenidae, Elmidae, Dryopidae).

Larvy vodných chrobákov dýchajú vzdušný kyslík pomocou prieduchov (napr. väčšie larvy Dytiscidae), prípadne rozpustený kyslík z vody celým povrchom tela (menšie larvy). Funkčné prieduchy sú často umiestnené na konci bruška, takže larvám stačí pri nadychovaní vystrčiť z vody len zadnú časť tela. Kyslík musia periodicky dopĺňať. Niektoré skupiny lariev majú dobre vyvinuté tracheálne žiabre vo forme prívěskov rôzneho tvaru a obrvenia (Gyrinidae, Spercheidae, *Peltodytes*, *Berosus*). Larvy Halipilidae majú drobné výrastky na povrchu tela, ktoré fungujú ako tracheálne mikrožiabre. Larvy Elmidae si vymieňajú vzduch s okolím pomocou 3 zväzkov vejárovitých análnych žiabier uložených v kloakálnej dutine na konci tela, ktoré sú zasunuté pod štítkovitým operkulom a vysúvané sú len

pri nedostatku kyslíka vo vode. Niektoré larvy (*Hydrochus*) sú na vodné prostredie adaptované vytvorenou dýchacou komorou, iné (Scirtidae) sú viazané na blízkosť vodnej hladiny, keďže dýchajú vzdušný kyslík pomocou bublinky vzduchu (fyzikálne žiabre) a v pravidelných intervaloch zásobu vzduchu obnovujú. Análne žiabre im slúžia zrejme na vylučovanie CO₂. Originálnym spôsobom získavajú kyslík larvy Noteridae a Donaciinae, ktoré nabodávajú pletivá vodných rastlín, odkiaľ prijímajú vzdušný kyslík.

SPOLOČENSTVÁ RÔZNYCH BIOTOPOV

Viazanosť na vodné prostredie u chrobákov výrazne varuje a aj typicky vodné čelade obsahujú terestrické druhy (napr. 5 druhov suchozemských potápnikov). Preto bolo, na základe afinity k vodnému prostrediu, definovaných 6 skupín vodných chrobákov:

- 1) **pravé vodné chrobáky** – imága sú počas väčšiny svojho života aspoň čiastočne ponorené (Gyrinidae, Dytiscidae, Haliplidae, Noteridae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Elminae)
- 2) **nepravé vodné chrobáky** – imága sú terestrické, larválne štádiá prežijú väčšinu života pod vodou (Scirtidae)
- 3) **fytofilné vodné chrobáky** – žijú na vodných rastlinách, živia sa nimi a aspoň istú dobu životného cyklu sú ponorené, bez ohľadu na vývinové štádium (Donaciinae)
- 4) **parazitické vodné chrobáky** – žijú ako fytofilné druhy, ich hostiteľmi sú vodné cicavce
- 5) **fakultatívne vodné chrobáky** – larvy alebo imága sa na istú dobu aktívne ponárajú, napríklad pri hľadaní potravy, úkrytu atď. (niektoré Carabidae)
- 6) **príbrežné chrobáky** – počas celého života žijú v blízkosti vody, do vody nevstupujú aktívne, sú však schopné prežiť istú dobu pod vodnou hladinou (niektoré Staphylinidae).

Rozmanitosť habitatov obývaných vodnými chrobákmi je obrovská. Väčšina zástupcov najväčších čeladi (Dytiscidae, Hydrophilidae) obýva rôzne typy stojatých, resp. mierne tečúcich vôd, len u malého počtu druhov larvy či imága prenikajú do tečúcich vôd.

♦ Stojaté vody

Limnofilné, resp. limnobiontné druhy preferujú najmä príbrežnú zónu prirodzených, a relatívne čistých, stojatých alebo pomaly tečúcich vôd s vodnou vegetáciou, v ktorej hľadajú úkryt a potravu (*Gyrinus*, *Peltodytes*, *Haliplus*, *Dryops*, niektoré druhy rodu *Agabus*, *Hydroporus*, veľa našich druhov Hydrophilidae a Curculionidae) alebo žijú na dne tóní a rybníkov (časť Dytiscidae). Plytké zarastené nádrže, bahnité tône, či plytké okraje riek uprednostňuje mnoho našich druhov Hydrophilidae; piesčité a hlinito-piesčité brehy stojatých alebo pomaly tečúcich nížinných vôd zase Limnichidae a Heteroceridae. Do bahnitého dna sa zahrabávajú druhy rodu *Noterus*. Niektoré druhy znesú aj brakické vody (Haliplidae, Gyrinidae, Dytiscidae), horúce alebo sírne pramene (Gyrinidae, Hydraenidae), žijú v jaskyniach, podzemných vodách (niektoré Dytiscidae, Hydraenidae) alebo vystupujú vysoko do hôr – až po približne 4700 m.n.m (niektoré Dytiscidae). Niektoré čelade (napr. Hydraenidae) sú úplne prispôsobené životu v najrôznejších habitatoch stojatých aj tečúcich vôd, od malých tóní a kaluží s bohatým rastlinstvom a detritom, po štrkové dno, ponorené kamene, mach, či kusy dreva v tečúcich vodách.

♦ Tečúce vody

Na tečúcu vodu sú najlepšie adaptované larvy aj imága čelade Elmidae, z ktorých väčšina uprednostňuje prúdiace úseky tokov prevažne od hypokrenálu po epipotamál. Obývajú väčšinou anorganický substrát, niektoré aj korene (*Elmis obscura*) a ponorené drevo (*Potamophilus*, *Macronychus*). Na rýchlo tečúce vody, prameniská a hygropetrické stanovišťa sú viazané larvy Psephenidae. Tečúce vody preferujú aj niektorí zástupcovia inak prevažne limnofilných čeladi, napr. *Orectochilus* (Gyrinidae), *Brychius* (Haliplidae), *Oreodytes*, *Deronectes*, *Platambus*, *Agabus* (Dytiscidae), *Laccobius* (Hydrophilidae), *Limnebius*, *Ochthebius* (Hydraenidae). Tečúce vody majú iný charakter oproti stojatým vodám, predovšetkým sú rozmanitejšie z hľadiska habitatov a z toho vyplývajúci rôznych preferencií druhov. Na základe environmentálnych parametrov sú vodné toky pozdĺžne rozdelené do viacerých zón, ktorým prislúchajú aj charakteristické druhy:

- 1) Pre **pramene** (najvyššia, pramenná zóna) sú typické napr. *Agabus bipustulatus*, *Elmis aenea*, *E. latreillei*, *Helophorus brevitarsis*, *Hydraena saga*.
- 2) **V strednej časti horských a podhorských tokov** sa vyskytuje najviac druhov (napr. *Oreodytes sanmarkii*, *Platambus maculatus*, *Elmis maugetii*, *Limnius volckmari*, *Brychius elevatus*, *Hydraena pygmaea*, *H. dentipes*, *Ochthebius melanescens*).
- 3) **Nížinné rieky** (potamál) sú charakteristické výskytom rodov *Hygrotus*, *Graphoderus*, druhmi *Potamophilus acuminatus*, *Macronychus quadrituberculatus*, *Hydraena excisa*, *H. pulchella* a ďalších.

Na rozšírenie vodných chrobákov vplyva aj nadmorská výška. Niektoré druhy sú schopné žiť v stojatých aj tečúcich vodách, avšak ich výskyt je limitovaný nadmorskou výškou, ktorá bezprostredne súvisí s teplotným režimom. Väčšina druhov nie je schopná prežiť v extrémnych podmienkach, teda najvyššia druhová pestrosť v rámci Slovenska je v nížinných biotopoch. So stúpajúcou nadmorskou výškou počet druhov klesá. Najmenej druhov sa vyskytuje v horskom až alpínskom stupni (napr. *Oreodytes davisii*, *Agabus guttatus*, *Elmis latreillei*, *Crenitis punctatostrata*, *Haliplus ruficollis*, *Hydraena truncata*). Niektoré druhy nie sú citlivé na výkyvy teplôt a sú schopné existovať od nížin až po alpínske pásmo (napr. *Helophorus aquaticus*, *H. grisseus*).

Dospelé chrobáky často obývajú rovnaké habitaty ako ich larvy, či už je to vodné prostredie (Dytiscidae, Haliplidae, Noteridae, Hydrochidae, Hydrophilidae, Elmidae) alebo príbrežné vlhké miesta v pôde, bahne (Georissidae, Heteroceridae). U niektorých skupín vodných chrobákov sú larvy suchozemské a žijú hlavne pri brehoch vo vlhkej pôde, v machu a pod kameňmi (Hydraenidae, Helophoridae). Naopak, u iných čeladi (Scirtidae) sú terestrické imága – žijú na vegetácii v blízkosti vody a zimujú v hrabanke v blízkosti habitatov ich lariev, kým larvy žijú v tečúcich (*Hydrocyphon*, *Elodes*) alebo zarastených stojatých vodách, či mokradiach (*Scirtes*). Imága Donaciinae žijú mimo vody, ale spravidla na vodných rastlinách, na ktoré sa špecializovali ich larvy.

Niektoré druhy vodných chrobákov preferujú netradičné mikrohabitaty: napr. povrchovú blanku vody (imá-

ga *Gyrinus*), ponorené jemné korene pobrežných listnatých stromov (niektoré Hydraenidae), dutiny stromov naplnené vodou – dendrotelmy (larvy *Prionocyphon*), korene vodných rastlín v bahne (Donaciinae), alebo mívajú v listoch a stonkách vodných rastlín (Curculionidae). Iné vyhľadávajú habitaty mimo vody, napr. hniezda hlodavcov, vlhký mach v rašeliniskách, vlhké hlinitopiesčité lavice pri tečúcich vodách, dutinky pod povrchom pôdy pri brehoch vôd, rozkladajúci sa substrát organického pôvodu, výkaly vtákov a cicavcov, listovú hrabanku, rozkladajúce sa rastlinné zvyšky a plodnice húb (niektoré Hydrophilidae).

OHROZENIE A BIOINDIKÁCIA

Výskyt a prežívanie vodných chrobákov ovplyvňuje množstvo faktorov. Napríklad na druhové zloženie spoločenstiev stojatých vôd má veľký vplyv sukcesné štádium, vek, morfológia vodných telies, stupeň zatienenia okolitou vyššou vegetáciou, stálosť vodných telies (permanentné vs. vysychavé), ako aj prítomnosť rýb, pre ktoré sú vodné chrobáky potravou. Z fyzikálno-chemických vlastností vody sú limitujúcimi faktormi najmä teplota, pH, vodivosť a zvýšená trofia vôd. Na eutrofizáciu vodného prostredia je najmä vďaka poľnohospodárskej činnosti, citlivých viacero skupín vodných chrobákov, ktoré môžu slúžiť ako bioindikátory kvality vody a priemyselného znečistenia (Haliplidae, Hydraenidae, Elmidae). Mnoho druhov ohrozuje narušenie a zánik prirodzených biotopov, ako aj ich fragmentácia. Napr. u Haliplidae výrazne obmedzuje migráciu v súčasnej fragmentovanej krajine ich minimálna schopnosť letu, ktorá im bráni osídľovať napríklad aj revitalizované biotopy. Preto viacero ich druhov možno považovať za indikátory zachovalosti biotopu.

Mnoho typov vodných stanovíšť v súčasnosti predstavuje ohrozené alebo reliktné biotopy so špecifickou faunou aj vodných chrobákov, preto neustále rastie potreba ich monitoringu slúžiaceho ako podklad pre ochranu najcennejších lokalít. V súvislosti s tým možno vodné chrobáky na základe ich ekologickej valencie a viazanosti k určitým typom biotopov rozdeliť na: reliktné druhy – s najužšou ekologickou valenciou (vzácné až veľmi vzácne druhy viazané na prirodzené biotopy ohrozované ľudskou činnosťou), adaptabilné druhy – so širšou ekologickou va-

lenciou, osídľujúce viac-menej prirodzené habitaty, ktoré u nás nie sú veľmi ohrozené a eurýtopné druhy – s obmedzenými nárokmi na charakter a kvalitu prostredia, pravidelne sa vyskytujúce aj na človekom výrazne ovplyvnených stanovištiach, druhy nestabilných až premenlivých stanovišť, ako aj druhy expanzívne.

Ochrana vodných chrobákov bola na našom území v minulosti úplne opomenutá. V súčasnosti, s rastúcim antropogénnym znečistením a degradáciou prirodzených

biotopov, výrazne rastie potreba zintenzívniť ochranu miznúcich druhov hmyzu, vrátane vodných chrobákov. V roku 1996 boli do zoznamu medzinárodne ohrozených druhov IUCN zaradené ako vlajkové druhy aj dva druhy potápnikov (Dytiscidae): *Dytiscus latissimus* (potápnik široký) a *Graphoderus bilineatus* (potápnik dvojčiarový), ktoré boli následne zahrnuté aj do projektu NATURA 2000, v rámci ktorého sú monitorované rastliny, živočíchy a stanovišťa európskeho významu.

Zoznam použitej literatúry

- Atlas druhov európskeho významu pre územia NATURA 2000 na Slovensku, 2011. Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Bratislava, 520 pp.
- Beutel R.G., Leschen R.A.B. (eds) 2016. Handbook of Zoology, Volume 1, Coleoptera, Beetles. Morphology and Systematics. De Gruyter, Berlin, 684 pp.
- Bouchard P., Bousquet Y., Davies A.E., Alonso-Zarazaga M.A., Lawrence J.F., Lyal C.H.C., Newton A.F., Reid C.A.M., Schmitt M., Ślipiński S.A. & Smith A.B.T. 2011. Family-group names in Coleoptera (Insecta). ZooKeys **88**: 1-972.
- Boukal D.S., Boukal M., Fikáček M., Hájek J., Klečka J., Skalický S., Štátný J. & Trávníček D. 2007. Katalog vodních brouků České republiky. Klapalekiana **43**: 1-289.
- Crowson R.A. 1981. The Biology of Coleoptera. Academic Press, London, 802 pp.
- Grimaldi D. & Engel M.S. 2005. Evolution of the Insects. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Hunt T., Bergsten J., Levkancicova Z., Papadopoulou A., John O.S., Wild R., Hammond P.M., Ahrens D., Balke M., Caterino M.S., Gomez-Zurita J., Ribera I., Barraclough T.G., Bocáková M., Bocák L. & Vogler A.P. 2007. A comprehensive phylogeny of beetles reveals the evolutionary origins of a super-radiation. Science **318**: 1913-1916.
- Jäch M.A. 1998. Annotated checklist of aquatic and riparian/littoral beetle families of the World (Coleoptera), pp. 25-42. In: Jäch M.A. & Ji L. (eds) Water beetles of China, Vol. II. Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Österreich and Wiener Coleopterologenverein, Wien.
- Jäch M.A. & Balke M. 2008. Global diversity of water beetles (Coleoptera) in freshwater. Hydrobiologia **595**: 419-442.
- Jelínek J. (ed) 1993. Seznam československých brouků IV (Coleoptera). Folia Heyrovskyana Supplementum 1, Praha, 172 pp.
- Rozkošný R. (ed) 1980. Klíč vodních larev hmyzu. Československá akademie věd, Praha, 524 pp.
- Šporka F., Bitušík P., Bulánková E., Cséfalvay R., Čejka T., Derka T., Elexová E., Halgoš J., Hamerlík L., Illéšová D., Jäch M. A., Kodada J., Košel V., Krno I., Novikmec M. & Zaťovičová Z. 2003. Vodné bezstavovce (makrovertebráta) Slovenska, Súpis druhov a autekologické charakteristiky. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, 590 pp.

■ Trichoptera – potočníky

FYLOGENÉZA

Potočníky patria medzi krídlatý hmyz (Pterygota) s úplnou premenou (Holometabola). Vznik tohto radu sa datuje do obdobia stredného až neskorého triasu, približne pred 234 miliónmi rokov. Vznikli zo spoločného predka s motýľmi – nadradu Amphiesmenoptera (z gr. amphiesma – šaty, rúcho, čo poukazuje na pokryv tela), ktorý pravdepodobne obýval pramene a vlhké pôdy pokryté machmi a pečeňovkami. V tomto období tvorili lesy prevažne ihličnany a cykasy, ostatné druhy vodného hmyzu (podenky, pošvatky, vážky) už boli adaptované na vodné prostredie 50 – 100 miliónov rokov. Vody tých čias tiež obývali prastaré formy rýb, preto bol jedným zo silných selekčných tlakov na evolúciu potočníkov aj ich predačný tlak. Na konci permu došlo k masívnej vlne vymierania organizmov (jediné známe obdobie masívneho vymierania hmyzu). V dôsledku nových selekčných tlakov prostredia sa diferencovali potočníky, primárne v studených prameňoch potokov. K najväčším zmenám (adaptáciám) v porovnaní s Amphiesmenoptera došlo na úrovni larvy. Dospelce sa zmenil len málo. Najstaršie čeľade potočníkov pochádzajú zo stredného a neskorého triasu, kedy boli všetky kontinenty ešte spojené do superkontinentu Pangea. Najstaršou dnes žijúcou čeľadou je Rhyacophilidae (od skorej jury). Najmladšou čeľadou je Limnephilidae. K hlavnej fylogenetickej diferenciácii potočníkov došlo počas vrchnej jury a kriedy, predovšetkým v dôsledku rozdelenia Gondwany.

Nižšia taxonomická klasifikácia potočníkov je z fylogenetického hľadiska nejednoznačná. V súčasnosti sa používa najmä delenie na 2 monofyletické podradu **Annulipalpia** a **Integripalpia** (pozri systém), ktoré zároveň odrážajú aj ekologické adaptácie lariev – spôsob, akým využívajú produkované vlákna. Annulipalpia na stavbu úkrytov, rúrkovitých tunelov alebo sietí, Integripalpia na výstavbu schránok (do tohto podradu sú však zaradené aj voľne žijúce čeľade, napr. Rhyacophilidae, ktoré boli pôvodne v samostatnom podrade Spicipalpia).

ROZŠÍRENIE

Potočníky sú siedmy druhovo najbohatší rad hmyzu a pod-

ľa posledných dostupných údajov doň patrí takmer 15 000 druhov, zo 49 čeľadí a 688 rodov. Sú rozšírené kozmopolitne (okrem polárnych oblastí a malých odľahlých ostrovov). Vďaka celému radu adaptácií sú schopné obsadzovať široké spektrum mikrohabitatov. Najvyššiu diverzitu dosahujú v tečúcich vodách, nájdeme ich však takmer vo všetkých vodných biotopoch. Od prameňov, po ústia riek, všetky typy stojatých vôd, v mokradiach aj vysychavých habitatoch. Známe sú dokonca i druhy brakických a morských vôd. Viac ako polovica doposiaľ známych druhov bola zaznamenaná v orientálnom a neotropickom regióne. Nové druhy sú neustále opisované hlavne v tropických oblastiach. Podľa niektorých odhadov by reálny počet druhov mohol byť štyri až päťnásobne vyšší.

Na území Slovenska je doposiaľ zaznamenaný výskyt 226 druhov potočníkov reprezentujúcich 19 čeľadí.

MORFOLÓGIA

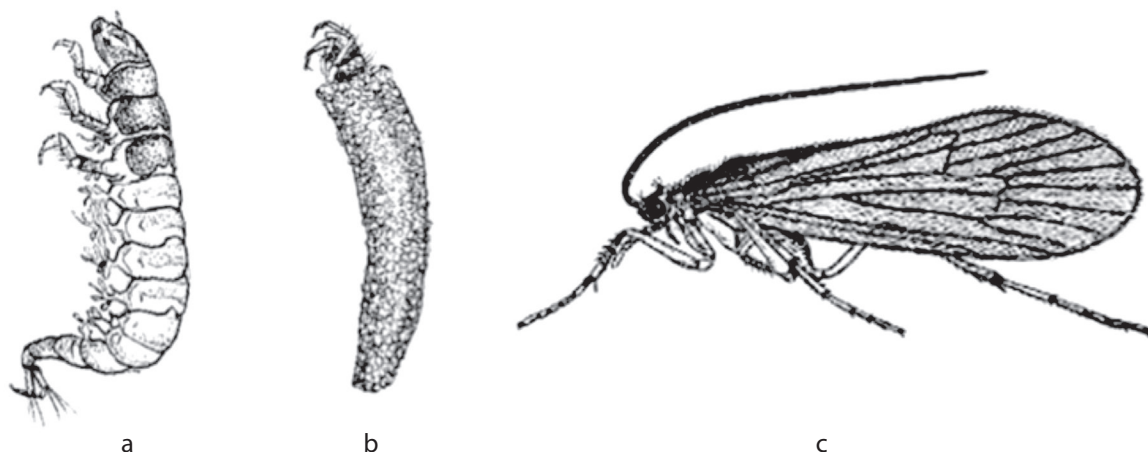
♦ Larva

Telo larvy je tvorené tromi časťami: hlava, hrud' a bruško. Larvy z podradu Anulipalpia majú prognátnu hlavu. Larvy z podradu Integripalpia sú charakteristické eruciformným tvarom tela s ortognátnou hlavou (tvarom tela viac pripomínajú húsenice motýľov) (obr. 1).

Hlava je u všetkých lariev sklerotizovaná, je na nej jeden pár očí a jednočlánkové tykadlá. Larvy majú silné hryzadlá (mandibuly), modifikované v závislosti od typu prijímanej potravy. Na spodnej pere (labium) je umiestnená žľaza umožňujúca produkciu vlákna.

Hrud' tvoria tri hrudné články, z ktorých každý nesie pár končatín. Na dorzálnej strane článkov sú umiestnené sklerity (pro- mezo- a metanotum). Pronotum je vždy úplne sklerotizované. Sklerotizácia ostatných hrudných článkov je dôležitým determináčnym znakom.

Bruško je zložené z desiatich článkov, je mäkké, len zriedka sa na brušku nachádzajú sklerotizované časti (napr. u Glossosomatidae: Agapetinae). Na deviatom brušnom článku sa zvyčajne nachádza dorzálny sklerit (najmä u Integripalpia). Na poslednom článku sú umiestnené análne panôžky s pazúrikmi. Väčšina lariev zo skupiny Integripalpia má panôžky krátke, Annulipalpia majú naopak panôžky dlhšie a mohutnejšie.



Obr. 1 a) Larva bezschránkatého potočníka (Anulipalpia), b) larva schránkatého potočníka (Integripalpia), c) imágo.

Pre potočníky budujúce si schránku (Integripalpia) sú charakteristické vyduté výbežky (protuberancie) na prvom brušnom článku (zvyčajne dva laterálne a jeden dorzálny), ktoré slúžia na udržiavanie tela larvy v schránke. Bruško je buď holé alebo sú na ňom tracheálne žiabre, ktoré môžu byť prstovité, tvorené jednotlivými vláknami, zväzkami vlákien alebo sú kríčovito rozvetvené.

♦ Kukla

Telo kukly je podobné dospelým jedincom, líši sa však nevyvinutými krídlami, ochlpenými pazúrikmi druhého páru končatín a prívěskami na konci bruška. Majú dobre diferencované ústne orgány, krídlové vankúšiky a hrudné končatiny, nápadné sú aj veľké zložené oči. Mandibuly zvyčajne vystupujú dopredu a niekedy sa ich konce krížia. Napriek svojej veľkosti sú nefunkčné a slúžia len na uvoľnenie sa pri vylietavaní.

♦ Imágo

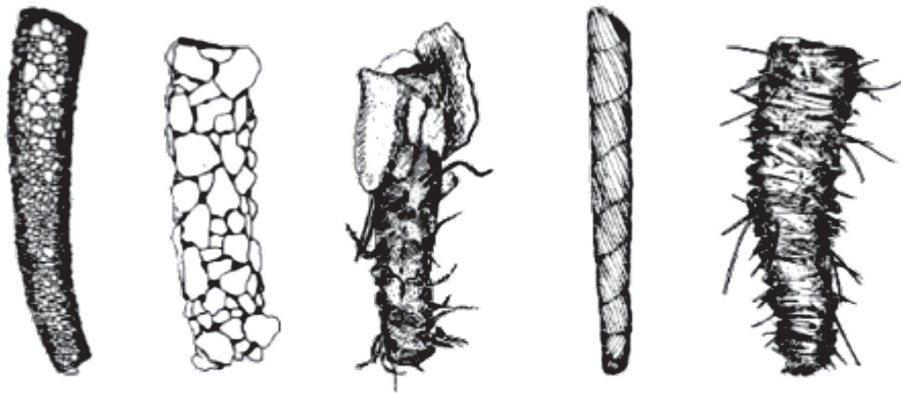
Tvarom tela a spôsobom uloženia krídel potočníky najviac pripomínajú niektoré druhy nočných motýľov. Zvyčajne sú hnedej, hnedosivej alebo béžovej farby, ale sú tiež druhy s pestro sfarbenými krídlami. Veľkosť tela sa pohybuje od približne 2 mm (najmenšie Hydroptilidae) až do približne 40 mm (najväčšie z čeľade Phryganeidae). Na hrudi majú 2 páry krídel, ktoré sú spolu s telom husto pokryté chlíp-

kami (z gr. trichos – chlp, vlas). Krídla sú v pokoji zložené strechovito nad bruškom a dlhé nitkovité tykadlá majú vystreté smerom dopredu. Majú redukované ústne orgány so zakrpatenými hryzadlami, pretože dospelce neprijímajú žiadnu potravu, okrem vody a nektáru kvetov. Dolnú peru (labium) majú preto premenenú na lízavý orgán (haustellum). Bruško imágo je valcovité, na jeho konci sú dobre vyvinuté pohlavné prívěsky. Posledné články bruška samíc sú predĺžené do natiahnuteľného útvaru, ktorým kladú vajíčka na rôzne substráty, alebo modifikované do kratšieho aparátu slúžiaceho na formovanie a udržanie zhlukov vajíčok. Tvar pohlavných orgánov u samcov a väčšiny samíc je dôležitým determináčnym znakom.

EKOLÓGIA

♦ Životný cyklus

Životný cyklus potočníkov môžeme rozdeliť na štádiá: vajíčko, larva, kukla, imágo. Kopulácia potočníkov prebieha v blízkosti vody, najčastejšie na vegetácii alebo inom pevnom substráte. Pre niektoré druhy je charakteristické rojenie a predkopulačné tance. Komunikácia je zabezpečovaná feromónmi (zo žliaz na brušku, na prijímanie signálov slúžia receptory na anténach), u niektorých čeľadí aj bubnovaním bruška o pevný podklad. Vajíčka sú kladené jednotlivo, alebo v zhlukoch, najčastejšie na vodnú hladinu, alebo samička aktívne preniká do vody. Pre vysychavé



Obr. 2 Príklady schránok z rôznych minerálnych a rastlinných materiálov (upravené podľa Meyer, 2016).

biotopy sú charakteristické želatinózne obaly vajčiek, ktoré bránia vysychaniu. Larvy sa liahnu po 2 až 3 týždňoch, larválny vývin prebieha zvyčajne cez 5 instarov. Niektoré druhy prežívajú nepriaznivé obdobie (zimu) v štádiu vajčka a larvy sa liahnu až na jar. Metamorfóza kukly na dospelého jedinca trvá väčšinou 2 až 3 týždne. Dospelé larvy niektorých druhov sa pred kuklením zhromažďujú a vytvárajú mnohopočetné agregácie (napr. *Potamophylax* spp. alebo *Lepidostoma basale*), ktoré pravdepodobne zabezpečujú vyššiu odolnosť voči predácii. Zvliekanie kukiel prebieha na vegetácii, inom pevnom substráte, alebo na vodnej hladine. Väčšina potočníkov má univoltinný životný cyklus, menej často semivoltinný, doba a časový rozsah liahnutia dospelých jedincov sú druhovo špecifické.

♦ Dýchanie

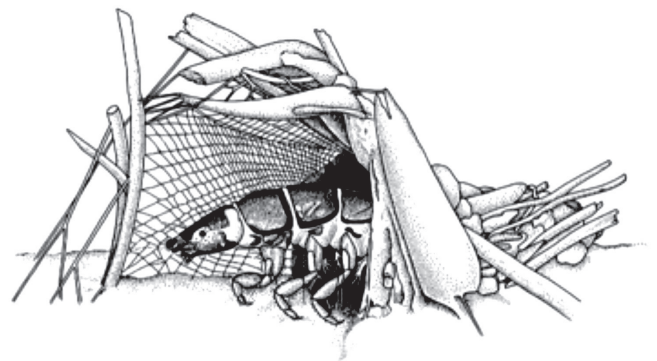
Dýchanie prebieha celým povrchom tela a žiabrami, ktoré vznikli preliačením kutikuly. S rozdielnym osmotickým tlakom medzi telom a prostredím sa potočníky vyrovnávajú vylučovaním hypotonického moču a absorpciou iónov pomocou epitelu na brušku u Integripalpia a análnej papily u Annulipalpia. Väčšina potočníkov je pomerne náročná na dostatok kyslíka, dýchanie zefektívňujú undulujúcimi pohyby larvy v schránke. Ide pravdepodobne o rozhodujúcu adaptáciu pri obsadzovaní stojatých vôd.

♦ Tvorba schránok

Schopnosť tvoriť vlákna „hodvábu“ je kľúčovou adaptáciou v evolúcii potočníkov. Zatiaľ čo u iných druhov hmyzu je spájaná najmä s tvorbou kukly, u potočníkov je využívaná

i pri tvorbe schránok (obr. 2) – **funkcie schránky**: ochrana mäkkého tela lariev a kukiel pred predátormi, ochrana pred prúdením, maskovacia funkcia pred predátorom, zväčšenie veľkosti tela a oklamanie nepriateľa a sietí/úkrytov (obr. 3) – **funkcie sietí**: získavanie potravy, úkryt. Na vytváranie schránok využívajú rôzny minerálny alebo organický materiál (kamienky, piesok, konáriky, kusy listov, schránky mäkkýšov). Ako larva rastie, neustále prirába širšiu časť schránky, „odstrihne“ jej úzky koniec a uzatvorí ho novým perforovaným viečkom. Pri tomto „odstrihávaní“ používajú zvláštny natiahnuteľný orgán, ktorý majú umiestnený na análnych panôžkach.

Pozorujeme všeobecný trend v zložení konštrukčného materiálu – schránky v tečúcich vodách sú tvorené predovšetkým minerálnym materiálom, naopak v stojatých vodách predovšetkým z rastlinného materiálu (obr. 2). Niektoré larvy potočníkov sú voľne žijúce, vlákna však vy-



Obr. 3 Larva z čeľade Hydropsychidae vo svojej sieti (podľa Wiggins 1978).

užívajú na obmedzenie driftu (splavenia prúdom) – pri pohybe po substráte si vlákno ťahajú za sebou, podobne ako to robia larvy motýľov (napr. čeľ. Rhyacophilidae).

Najväčšie selekčné tlaky pôsobili v procese evolúcie na štádium kukly a to najmä kvôli potrebe zabezpečiť jej dostatok kyslíka a zároveň ju ochrániť pred predátormi. Aj bezschránkaté potočníky si preto tesne pred zakuklením, na vhodnom mieste (najčastejšie spodná strana skál) stavajú schránky (spravidla z kamienkov). Takto zakuklená larva (v obale z „hodvábu“, ktorý funguje ako polopriepustná membrána umožňujúca dýchanie) je v schránke vláknami „prilepená“ o podklad. Schránka má na oboch koncoch otvory, ktoré zabezpečujú prúdenie vody okolo kukly.

♦ Potrava

Larvy potočnickov zohrávajú dôležitú úlohu v procesoch kolobehu látok a energie vo vodných ekosystémoch. Majú zastúpenie vo všetkých typoch potravných gíld a zároveň sú potravnou zložkou mnohých druhov rýb. Zaradenie jednotlivých druhov do potravných skupín je niekedy náročné, pretože potrava lariev sa môže významne meniť v závislosti od instarov. Podľa prevládajúceho typu potravy sú modifikované aj ústne orgány. Vo všeobecnosti potočníky z podradu Annulipalpia potravu chytajú do sietí, ktoré prichytávajú o substrát v prúdivých úsekoch a zachytávajú do nej detrit, ale aj malé organizmy. Integripalpia potravu aktívne vyhľadávajú (vytvárajú si schránky, majú predĺžený prvý pár končatín, čo im umožňuje pohyb po dne). Medzi larvami potočnickov nájdeme zástupcov všetkých potravných skupín:

Zoškrabávače žijúce sa zoškrabávaním nárastov (rozsievky, baktérie, huby, mikroorganizmy) majú často modifikované mandibuly v tvare „dlátka“ s ostrými okrajmi (napr. Goeridae). Drviče sa živia organickou hmotou, ktorú predstavuje najčastejšie listový opad a iný rastlinný materiál z pobrežnej zóny. Pozorovaná je u nich potravná preferencia. Najmenej obľúbenou potravou sú pre nich listy papradí a ihličnanov. Obsahujú polyfenoly, ktoré inhibujú rast húb a mikroorganizmov, „nechutia im“ a nepredstavujú kvalitný zdroj potravy. Naopak listy listnatých stromov a kvitnúcich rastlín pre nich predstavujú kvalitný zdroj potravy, kolonizuje ich množstvo húb a baktérii a podliehajú rýchlemu rozkladu. Preferujú najmä listy jelše, osiky, lipy,

brezy, javora a vrby, ktoré obsahujú vyšší podiel bielkovín a dusíkatých látok. Menej obľúbené sú dub, buk, orech a platan. Niektoré listy sú konzumované len po malej úprave, oproti ostatným, napr. listy jelše – ktorá dokáže priamo fixovať atmosférický dusík do organickej hmoty za pomoci symbiotických koreňových baktérii. Zberače – filtrátory, filtrujú jemnú organickú hmotu pomocou štetín na nohách a sietí, ktoré sú taxonomicky diverzifikované a špecializované na zachytávanie čistočiek rôznej veľkosti (napr. Hydropterygidae, Philopotamidae, Polycentropodidae).

Medzi predátory patria predovšetkým bezschránkaté potočníky čeľade Rhyacophilidae, Hydrobiosidae, Hydropterygidae, Polycentropodidae.

♦ Faktory prostredia

Teplota vody je jeden z najdôležitejších faktorov, ktoré ovplyvňujú prežívanie a vývin potočnickov. Ovplyvňuje ich rýchlosť rastu, veľkosť, fekunditu adultov a načasovanie reprodukcie. U potočnickov sa vytvorili viaceré adaptácie umožňujúce vysporiadať sa so sezónnym kolísaním teplôt a vysychaním tokov. Napr. adultné štádium druhu *Chaetopteryx villosa* je citlivé na vysoké teploty, a preto toto obdobie prečkáva v štádiu larvy, v stave dormancie. U niektorých druhov čeľade Limnephilidae je adaptáciou na nepriaznivé podmienky – vysychanie nádrží, zastavenie vývinu vajíčok v tele samíc počas leta. Samice ich nakladú až v chladnejšom období, v hrubom želatinóznom mukopolysacharidovom púzdre, čo ich ochráni pred vyschnutím na dne koryta. Larvy sa vyliahnu až potom, čo sú vajíčka zaplavené vodou.

Ďalšími dôležitými faktormi sú substrát, rýchlosť prúdenia a hĺbka vody. Obzvlášť prepojená s typom substrátu je distribúcia a abundancia potočnickov, pretože väčšina druhov využíva substrát na budovanie schránok, poskytuje im životný priestor, potravu a zároveň ochranu. Ako jedno z mnohých prispôbení na život v rýchlo prúdiacich úsekoch možno spomenúť silné nohy s mohutnými pazúrikmi, či trňmi, pomocou ktorých sa prichytávajú k podkladu (napr. rod *Rhyacophila*). Ďalším je redukovaný počet žiabrových vláken napríklad u rodov *Drusus*, *Halesus*, *Chaetopteryx*. Niektoré taxóny sa silno prúdiacim úsekom radšej vyhýbajú a zdržiavajú sa v riasových porastoch alebo v príbrežnej vegetácii. Larvy čeľade Sericostomatidae sa

zahrabávajú do pieskových nánosov, iné sa v prúde udržujú pomocou lepivých sekrétov, ktoré tuhnú do vlákien. Larvy čelade Hydropsychidae reagujú na zvýšenú rýchlosť prúdu produkciou veľmi pružného a silného vlákna, ktoré ich chráni pred splavením prúdom.

SPOLOČENSTVÁ RÔZNYCH BIOTOPOV

Potočníky patria medzi bohato zastúpenú skupinu bentických organizmov v tečúcich, ako aj stojatých vodách, obývajú rôzne mikrohabitaty, čo súvisí s ich potravnou diverzifikáciou a konštrukčným správaním. Z hľadiska preferencie prúdenia, môžeme rozlíšiť veľkú skupinu reobiontných (prúdomilných) taxónov, najmä z čeladi Glossosomatidae, Rhyacophilidae a Hydropsychidae, ktoré žijú výlučne v tečúcich vodách. Pre stojaté vody sú typickí najmä zástupcovia podradu Integrilpia (najmä čelade Phryganeidae a Limnephilidae), čo pravdepodobne súvisí s výhodou, ktorú im poskytuje schránka pri dýchaní. Z poslednej menovanej čelade je aj viacero druhov (najmä z rodu *Limnephilus*), ktorých larvy možno nájsť ako v stojatých, tak aj v tečúcich vodách. Podobne ako v stojatých, tak aj v tečúcich vodách (najmä nížinných), sa vyskytujú viacerí zástupcovia čelade Leptoceridae. Viaceré larvy sú schopné prenikať do podriechneho dna – hyporeálu. Vo všeobecnosti sú citlivé na zmeny prostredia, avšak niektoré taxóny znášajú aj organické znečistenie, ťažké kovy alebo výkyvy pH.

- 1) **Pramene:** a) horské pramene: *Rhyacophila laevis*, *Plectrocnemia brevis*, *Synagapetus moselyi*, *Agapetus fuscipes*, *Ernodes articularis*, *Lithax niger*, *Drusus annulatus*, *Acrophylax zerberus* b) podhorské a nížinné pramene: *Rhyacophila pubescens*, *Tinodes unicolor*
- 2) **Horské bystriny** – *Allogamus uncatu*, *Drusus discolor*, *Halesus rubricollis*, *Philopotamus ludificatus*, *Rhyacophila glareosa*, *Rhyacophila philopotamoides*, *Glossosoma conformis*. **Podhorské potoky** – *Allogamus auricollis*, *Brachycentrus montanus*, *Glossosoma conformis*, *Hydropsyche instabilis*, *Odontocerum albicorne*, *Silo palipes*, *Tinodes rostocki*, *Drusus discolor*, *Philopotamus ludificatus*. V podhorských potokoch a riekach z hľadiska početnosti veľmi často dominujú zástupcovia rodu *Hydropsyche*. **Podhorské rieky** – *Brachycentrus montanus*, *Athripsodes albifrons*, *Glossosoma boltoni*, *Hydroptila forcipipata*, *Micrasema setiferum*, *Halesus radiatus*, *Philopotamus*

variegatus, *Silo piceus*, *Potamophylax latipennis*, *Lepidostoma basale*, *Lepidostoma hirtum*, *Psychomyia pusilla*.

- 3) **Nížinné rieky** – *Ecnomus tenellus*, *Ceraclea alboguttata*, *C. annulicornis*, *Cheumatopsyche lepida*, *Hydropsyche bulgaromanorum*, *H. contubernalis*, *Hydroptila sparsa*, *Neureclipsis bimaculata*.
- 4) **Stojaté vody** – *Agraylea multipunctata*, *Anabolia nervosa*, *Cyrnus crenaticornis*, *Ecnomus tenellus*, *Holocentropus stagnalis*, *Limnephilus flavicornis*.

CHARAKTERISTIKA NAJBEŽNEJŠIE

SA VYSKYTUJÚCICH ČELADÍ

Philopotamidae – u nás 3 rody: *Chimarra*, *Philopotamus* (najčastejší výskyt) a *Wormaldia*. Vyskytujú sa v tečúcich vodách, žijú v predĺženej sieti na spodnej strane skál, kde vďaka membranoznému labru zo siete zbierajú jemný detrit.

Ecnomidae – žijú v stojatých aj tečúcich vodách. Jediným u nás žijúcim druhom je *Ecnomus tenellus*. Vyskytuje sa v príbrežných častiach stojatých vôd a pomaly tečúcich vôd kanálov a menších tokov v nížinách a pahorkatinách. Potravu zachytáva do lievikovitých sietí, je tolerantný voči znečisteniu.

Polycentropodidae – u nás rody: *Cyrnus*, *Holocentropus*, *Neureclipsis*, *Plectrocnemia*, *Polycentropus*, viazané na tečúce vody, ale aj druhy typické pre stojaté vody. Potravu zachytávajú do sietí, ale aj aktívne lovia. Zástupcovia rodu *Plectrocnemia* sú viazaní na pramenné oblasti, zástupcovia rodu *Polycentropus* sa vyskytujú najmä v stredných častiach tokov, *N. bimaculata* je typický pre nížinné rieky. Druhy rodov *Cyrnus* a *Holocentropus* žijú väčšinou v menších vodných nádržiach s dostatkom submerznej vegetácie, v takýchto biotopoch sa často vyskytujú spolu s druhom *E. tenellus* (Ecnomidae).

Psychomyiidae – u nás rody: *Lype*, *Psychomyia*, *Tinodes*. Malé potočníky, žijúce v chodbičkách na kameňoch, zoškrabávače. Larvy vytvárajú na kameňoch chodbičky a živia sa zoškrabávaním nárastov. Žijú prevažne v tečúcich vodách, majú rôznu preferenciu habitatov. Najbežnejším druhom je *Psychomyia pusilla*, možno ho nájsť najmä vo väčších podhorských potokoch až riekach. Larvy rodu *Lype* sú ako jedny z mála xylobiontné.

- Hydropsychidae – u nás rody *Hydropsyche* a *Cheumatopsyche* s jedným druhom *Ch. lepida*. Žijú výlučne v tečúcich vodách. Jednotlivé druhy sú viazané na zóny tokov, napr. *H. saxonica*, preferuje zatienené potoky v zalesnených častiach krajiny, *H. angustipennis* preferuje menšie nížinné toky a znáša aj výraznejšiu mieru eutrofizácie. Rýchlosť prúdenia ovplyvňuje aj veľkosť oka ich sietí, čo zároveň súvisí aj s veľkosťou detritu, ktorú sú schopné zachytiť. Za priaznivých okolností, hlavne v stredných a dolných častiach tokov, dosahujú larvy tejto čeľade vysoké hodnoty denzity a aj z tohto dôvodu zohrávajú významnú úlohu vo fungovaní ekosystémov tečúcich vôd.
- Glossosomatidae – vyskytujú sa najmä v tečúcich vodách (najmä pramene, horské a podhorské toky) s kamenitým substrátom, úplne chýbajú v piesčitom, či bahnitom substráte. Sú zoškrabávače, typické sú pre ne „korytnačie“ schránky. Typickým horským druhom je napr. *Glossosoma conformis*, *Glossosoma boltoni* sa vyskytuje vo väčších riekach.
- Hydroptilidae – najmenšie potočníky, vyskytujú sa v stojatých, alebo pomaly tečúcich vodách s bohatou litorálnou vegetáciou, živia sa štavami rias.
- Rhyacophilidae – typicky reofilné druhy, patria medzi najbežnejšie predátory (ich najčastejšou potravou sú larvy potočnickov, podeniak, pakomáre a mušky). Nevytvárajú sieť, ale ťahajú za sebou „kotviace“ vlákno, ktoré bráni ich odplaveniu.
- Odontoceridae – u nás jediný druh *Odontocerum albicorne*, zároveň jediný druh schránkatého potočnicka, ktorý je výlučne predátor.
- Sericostomatidae – u nás dva rody *Sericostoma* a *Oecismus*, ich charakteristickým znakom sú mierne zakrivené schránky z piesku, s hladkým povrchom, ktoré sú pružné a po stlačení sa vrátia do pôvodného stavu.
- Goeridae – zoškrabávače vyskytujúce sa v horných a stredných úsekoch tokov, pred silným prúdením ich chrá-

ni špecifická schránka s postrannými kamienkami. Sú dobrými bioindikátormi nenarušených tokov. U nás rody *Goera*, *Lithax* a *Silo*.

Limnephilidae – veľmi rozšírená a tiež rôznorodá čeľaď, ktorej zástupcov nájdeme od vysokohorských potokov po veľké jazerá. Stavajú si schránky z rôzneho materiálu, napr. rod *Anabolia* je charakteristický tým, že si na schránku pripevňuje zvyčajne dve dlhé vetvičky, schránka rodu *Glyphotaelius* je tvorená veľkými kusmi listov. Ďalšie často sa vyskytujúce rody sú *Potamophylax*, *Stenophylax*, *Drusus*, *Ecclisopteryx*, *Halesus*, *Limnephilus*, atď. Rody a druhy žijúce v horských bystrinách a podhorských potok majú schránky najmä z minerálneho substrátu, v biotopoch s pomalším prúdením a vyšším podielom litorálnej vegetácie z rastlinného materiálu. Tieto materiály môžu niektoré druhy aj kombinovať, ako napr. *Drusus discolor*, alebo sa môžu meniť v závislosti od instaru.

Brachycentridae – vyskytujú sa v čistých potokoch a riekach, typický zástupca je *Brachycentrus montanus* s charakteristickým tvarom schránky z rastlinného materiálu, ktorá má štvorcový prierez.

Phryganeidae – majú najväčšie larvy (40 – 50 mm), preferujú stojaté vody, schránky si tvoria z rastlinného materiálu, napr. druh *Phryganea grandis*.

OHROZENIE A BIOINDIKÁCIA

V dôsledku rôznej senzitivity jednotlivých taxónov k environmentálnym podmienkam riečnych ekosystémov sú larvy potočnickov využívané v biomonitoringu a posudzovaní vplyvu antropogénnych činností na vodné ekosystémy (v rôznych metrikách, najmä EPT – percentuálny podiel Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera v spoločenstve, prípadne ako súčasť ďalších systémov hodnotenia kvality). V zozname chránených živočíchov a prioritných druhov SR je uvedených 21 druhov národného významu.

Zoznam použitej literatúry

- deMoor F.C. & Ivanov V.D. 2008 Global diversity of caddisflies (Trichoptera: Insecta) in Freshwater Hydrobiologia, **595**: 393-407.
- Céréghino R. 2002. Shift from a herbivorous to a carnivorous diet during larval development of some Rhyacophila species (Trichoptera). Aquatic insects **24**: 120-135.
- Eskov K. Y. & Suskatsheva I.D. 1997. Geographical distribution of the Paleozoic and Mesozoic caddisflies (Insecta: Trichoptera). In Holzenthal R.W., Flint O.S. (eds.), Proceeding of the 8th International Symposium on Trichoptera. Ohio Biological Survey, Columbus, Ohio, 95-98.
- 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, 388 pp.
- Holzenthal R.W., Blahnik R.J., Prather A.L., Kjer, K.M., 2007: Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. In: Zhang, Z-Q. & Shear, W.A. (eds.) 2007. Linnaeus Tercentenary. Progress in Invertebrate taxonomy. Zootaxa, **1668**: 1-766.
- Lukáš J. & Chvojka P. 2011. New faunistic records of Trichoptera from Slovakia. (Nové faunistické nálezy chrostíků (Trichoptera) ze Slovenska). Česká společnost entomologická, **47**: 155-117.
- Mackay R.J. & Wiggins G.B. 1979. Ecological diversity in Trichoptera. Annual Review of Entomology. **24**: 185-208.
- Malm T., Johanson K. A., Wahlberg N. 2013. The evolutionary history of Trichoptera (Insecta): A case of successful adaptation to life in freshwater. Systematic Entomology **38**: 459-473.
- Morse J. C. 2003. Trichoptera (Caddisflies). In Resh V. H. & Carde R. T. (eds.), Encyclopedia of Insects. Elsevier, 1145–1151.
- Novikmec M. 2015. Determinačný kľúč pre hydrobiológov IV. Potočníky, Slovenská vodohospodárska spoločnosť, Bratislava, 48 pp.
- Wagner R. 2002. The influence of temperature and food on size and weight of adult *Chaetopteryx villosa* (Fabricius) (Insecta: Trichoptera) along a stream gradient. Archiv für Hydrobiologie 154: 393-411.
- Ward J.W. 1992. Aquatic insect ecology. 1. Biology and habitat. John Willey & Sons, Inc., New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 438 pp.
- Waringer J. & Graf W. 2011. Atlas of Central European Trichoptera Larvae. Erik Mauch Verlag, 468 pp.
- Waringer J. & Graf W. 2013. Key and bibliography of the genera of European Trichoptera larvae. Zootaxa, 3640(2): 101-151.
- Weaver J.S. III & Morse J.C. 1986. Evolution of feeding and case-making behaviour in Trichoptera. J. North American Benthol Soc 5 (2): 158.
- Wiggins G. B. 2004. Caddisflies, the Underwater Architects. University of Toronto Press, 292 pp.
- Zaťovičová Z. & Novikmec M. 2003. Trichoptera. In Šporka F. (ed.): Vodné bezstavovce (makroevvertebráta) Slovenska. Súpis a autekologické charakteristiky. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, 431-465.
- <http://www.freshwaterecology.info/>

■ Diptera – dvojkrídlovce

FYLOGENÉZA

Prvé dvojkrídlovce sa objavili pred cca 240 – 220 miliónmi rokov (druhá hory, obdobie trias), kedy sa geoklimatické podmienky drasticky zmenili vplyvom vrásnenia pohorí, zaľadnenia, sopečnej a tektonickej činnosti.

Fylogenetická pozícia dvojkrídlovcov nie je zatiaľ vyjasnená, predpokladá sa, že spolu s Lepidoptera, Trichoptera, Siphonaptera a Mecoptera, patria do skupiny Mecopteri-da. Sú tradične delené na 2 podrody: Nematocera a Brachycera. Nematocera – najprimitívnejšie Diptera, sa objavili pred 240 miliónmi rokov, Brachycera sa oddelili pred 180 miliónmi rokov. Podľa toho, ako sa im otvárajú kukly pri liahnutí imága, sa ďalej delia na Orthorrhapha (rovnošvé – kukla pozdĺžne praská) a Cyclorrhapha (kruhošvé – otvára sa na vrchu ako viečko).

Spočiatku boli juvenilné štádia adaptované na sladkovodné prostredie, filtrovali organické látky vo vode a zoškrabávali riasy zo submerzných substrátov. Imága kolonizovali suchozemské prostredie a buď prijímali potravu bo-

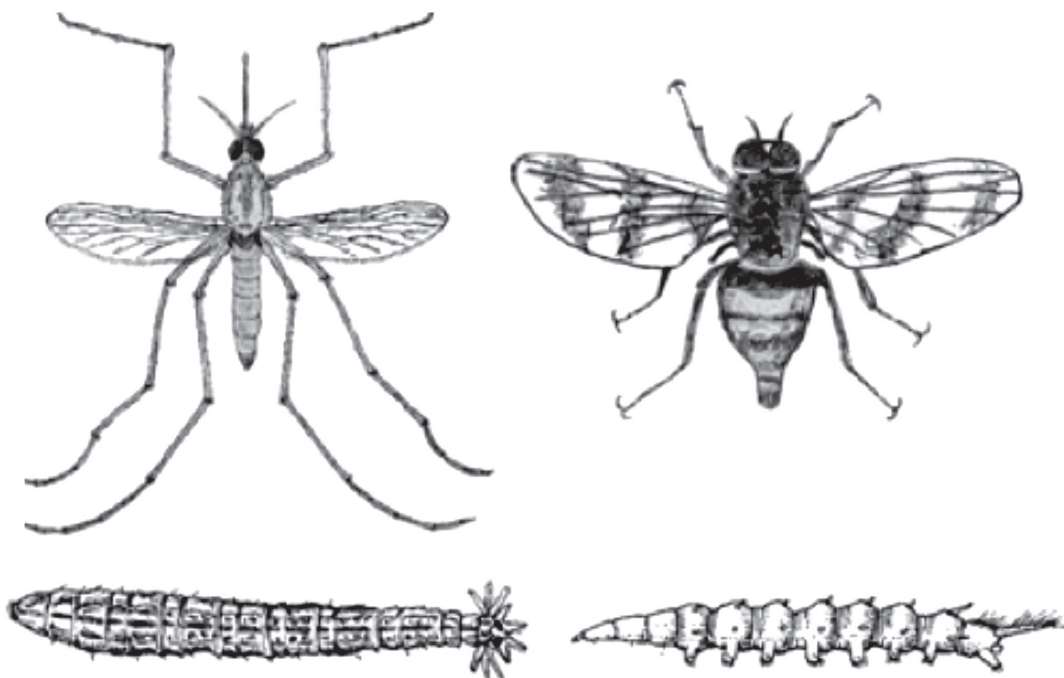
hatú na cukry a bielkoviny alebo neprijímali potravu a žili veľmi krátko. Keď krytosemenné rastliny začali kolonizovať súš, prechádzali mnohé Diptera do tohto prostredia. Potravné skupiny lariev sa začali diferencovať na mikrofágiu, saprofágiu, fytofágiu, predáciu, parazitizmus, mykofágiu. U dospelcov sa vyvinula hematofágia, insektivoria a polinivoria.

Zbytky fosílnych dvojkrídlovcov sú dokumentované u takmer všetkých čeľadí, napr. z rannej kriedy je nález *Eoatrichops jeanbernardi* z čeľade Athericidae a zdokumentované sú fosílie až 300 rodov z čeľade Chironomidae.

ROZŠÍRENIE

Vodné dvojkrídlovce sú rozšírené vo všetkých typoch vôd, od termálnych až po ľadovcové, tečúcich či stojatých, niektoré druhy sa vyskytujú aj v morských pobrežných vodách.

Doteraz bolo popísaných viac ako 150 000 druhov dvojkrídlovcov, ktoré boli zaradené do 150 čeľadí. Z Európy je známych 3592 taxónov vodných dvojkrídlovcov, z čoho sa našich podmienkach vyskytuje približne 2868 druhov zastúpených v 26 akvatických a semiakvatických čeľadiach.



Obr. 1 Nematocera: dospeliec (vľavo hore) a larva (vľavo dole), Brachycera: dospeliec (vpravo hore) a larva (vpravo dole).

MORFOLÓGIA

Pomenovanie dvojkrídlovce vychádza z charakteristického znaku imág – majú plne vyvinutý len jeden pár krídel, druhý pár je zakrpatený na tzv. haltery (kyvadielka) slúžiacie na udržiavanie rovnováhy. Imága sa delia na 2 morfológicky odlišné skupiny: Nematocera, ktoré majú štíhle telo s dlhými tykadlami ako majú napr. komáre, a Brachycera so zavalitým telom a s krátkymi tykadlami ako majú napr. muchy.

Larvy majú veľmi rozmanitý tvar tela. **Nematocera** majú plne vyvinutú hlavovú kapsulu, ktorá môže byť čiastočne zatiahnutá (u Tipuloidea). **Brachycera** – Orthorrhapha majú redukovanú hlavovú schránku s paralelnými mandibulami a viditeľnými očnými škvrnami, Cyclorrhapha majú takmer neidentifikovateľnú hlavu s paralelnými mandibulami. Larvy vodných dvojkrídlovcov nemajú vyvinuté pravé končatiny, môžu mať panôžky umiestnené na brušku (napr. *Dicranota*) alebo pohybové valy, napr. *Antocha vitripennis* alebo prísavky – larvy rodu *Liponeura*, *Blepharicera*.

EKOLÓGIA

♦ Životný cyklus

Diptera patria medzi Holometabola, ako hmyz s premenou dokonalou, majú štádium larvy, kukly a imága. Larvy sa u Nematocera zvliekajú približne 6-krát, u Brachycera, napr. Tabanidae je až 9 zvliekaní a dvojročný vývin. Cyclorrhapha majú väčšinou 3 instary. Kukly u Nematocera sú voľné, spravidla pohyblivé (napr. kukly komárov), Brachycera majú kukly voľné alebo majú pupárium. Charakteristický tvar kukiel je u prísavkárov (Blephariceridae), ich kukly sú múmiovité, prichytené ku skalám alebo kameňom, so svetlými dýchacími útvarmi. Kukly čeľade Simuliidae sú lepiivým sekrétom prichytené k podkladu a z predného konca im vyčnievajú kutikulárne žiabre.

Neobvyklý spôsob rozmnožovania má druh *Atherix ibis* (Athericidae), ktorého samičky kladú vajíčka v zhlukoch (v zhluku môže byť až 1000 samičiek zlepených sekrétmi, ktoré tu vykladú vajíčka a potom uhynú). Tieto zhluky sa dajú nájsť na spodnej strane mostov podhorských a nížinných tokov, príp. sú tvorené pozliepanými konárkami pobrežnej vegetácie. V zhlukoch sa z vajíčok vyvinú larvy 1. instaru, ktoré potom väčšinou v noci padajú do vody, kde prebieha ďalší vývin. Druh *Ibis marginata* (Athericidae)

kladie vajíčka na spodnú stranu listov stromov pobrežnej vegetácie. Najväčší počet vajíčok (cca 2000) majú taxóny, ktoré sú ohrozené mortalitou spôsobenou predátormi, napr. Chironomidae.

♦ Potrava

U lariev vodných dvojkrídlovcov nájdeme zástupcov všetkých potravných skupín: a) drviče – typickí zástupcovia z čeľade Tipulidae, živiaci sa drvením hrubej organickej hmoty (CPOM), b) zoškrabávače - všetky druhy čeľade Blephariceridae, živiace sa zoškrabávaním nárastov z povrchu kameňov, c) pasívne filtrátory – živiace sa organickými látkami rozptýlenými vo vode, napr. Simuliidae, d) aktívne filtrátory – niektoré Chironomidae, e) detritofágy - živiace sa detritom usadeným na dne, napr. mnohé druhy čeľade Chironomidae, Limoniidae a iné.), f) predátory – druhy z čeľade Pediciidae, Chaoboridae, Athericidae, Empididae, Tabanidae, Rhagionidae, Muscidae.

Mnohé imága dvojkrídlovcov sú známe ako krvcajúce trápice človeka a hospodárskych zvierat (Simuliidae, Culicidae, Ceratopogonidae, Tabanidae).

♦ Respirácia

Larvy vodných dvojkrídlovcov môžu dýchať celým povrchom tela alebo majú párové prieduchy (stigmy), ktoré môžu byť umiestnené v prednej alebo aj zadnej časti tela (amfipneustické). U niektorých predné stigmy vymizli a zachovaný je len zadný pár (metapneustické), ktorý môže byť lemovaný stigmálnymi lalokmi. Blephariceridae dýchajú pomocou tracheálnych žiabier, ktoré sú prstovitého tvaru, a sú umiestnené na báze panôžok. Niektoré druhy žijúce v tíšinách tečúcich vôd dýchajú atmosférický kyslík pomocou dýchacích rúrok (*Ptychoptera*) alebo takto dokážu prežiť v organicky znečistených stojatých vodách (*Stratiomys longicornis*).

♦ Tvar tela lariev

Tvar tela závisí od prostredia, v ktorom sa vyskytujú. Valcovitý tvar majú larvy preferujúce tíšiny mierne tečúcich (Tipulidae, Limoniidae, Pediciidae) alebo stojatých vôd (Syrphidae, Stratiomyidae). Dorzoventrálne sploštené telo majú druhy čeľade Blephariceridae, obývajúce silne prúdiacu vodu s dostatkom kyslíka. Ploché telo s množstvom

tříňov a platničiek (tergitov) je u lariev čelade Psychodidae prispôsobením na život v tečúcich vodách, kde kutikulárne výrastky a štetiny väčšinou slúžia na uchytenie sa v machu, takže larvy rodov *Berdeniella* a *Pneumia* môžeme nájsť aj v horských tokoch. Druhy čelade Psychodidae žijúce v znečistených vodách majú skôr valcovité telo. Čiastočne sploštené telo s množstvom mikrotrichíí majú aj larvy čelade Dixidae, ktoré žijú v povrchovej blanke vody v charakteristickej polohe tvaru písmena U. Výbežky kutikuly umožňujú larvám čelade Athericidae a Empididae prežiť v prúdiacej vode podhorských tokov, kde sú zachytené v machorastoch. Trnité výbežky majú i mnohé kukly (Cylindrotomidae, Empididae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Muscidae), umožňujú im prichytenie sa v machu aj riasach.

SPOLOČENSTVÁ RÔZNYCH BIOTOPOV

Ako už bolo uvedené, larvy vodných dvojkrídlovcov sa môžu vyskytovať vo všetkých typoch vôd. Medzi **eurytopné taxóny** patrí napr. rod *Dicranota*, zástupcovia tohto rodu neznášajú toxické znečistenie a ich larvy môžeme nájsť od prameňov až po nížinné toky. Indikátormi čistých vôd s vyšším obsahom vápnika sú druhy rodu *Pneumia* (synonymum *Satchelliella*) z čelade Psychodidae. V čistých chladných vodách sa vyskytujú všetky prísavkárne (čel. Blephariceridae). Ku **stenotopným druhom** patria larvy vodných dvojkrídlovcov uvedené v Červenom zozname dvojkrídlovcov s výnimkou druhu *Atherix ibis*, ktorý má špecifické nároky na kladenie vajčiek, avšak larvy znášajú aj výrazné organické znečistenie a hydromorfologické narušenie toku.

Ekologické nároky lariev sa môžu líšiť aj v rámci tej istej čelade, napr. larvy čeladi Psychodidae, Chironomidae a Stratiomyidae sa vyskytujú v čistých potokoch, alebo prameniskách, ale aj v odpadových a znečistených vodách.

CHARAKTERISTIKA NAJDÔLEŽITEJŠÍCH ČELADÍ

Z 26 čeladi vodných dvojkrídlovcov uvádzame 20, ktoré sa najčastejšie vyskytujú vo vzorkách makrozoobentosu našich vodných ekosystémov.

Tipulidae (tipulovitá) – vo vodnom prostredí žije cca 32 druhov lariev tipúl, ostatné sú viazané na suchozemské prostredie. Na Slovensku bolo popísaných 13 druhov, ktoré sa vyskytujú v tečúcich i stojatých vodách. Ich

larvy patria k najväčším larvám vo vodných biotopoch (*Tipula maxima* dorastá až do veľkosti 60 mm), charakteristické sú valcovitým telom a 6 stigmálnymi lalokmi. Stigmálne laloky sú silne obrvené najmä u druhov zdržujúcich sa v machu, *Tipula (E.) obscuriventris*, *T. cheethami*, *T. goriziensis* sa vyskytujú v horských potokoch, kde sa v silnom prúde prichytávajú ochlpenými stigmálnymi lalokmi v machových vankúšoch pokrývajúcich kamene. V rašeliniskách môžeme nájsť larvy druhu *Prionocera turcica*. V bahne tečúcich vôd sa zdržujú druhy *Tipula montium*, *T. couckeii* a *T. lateralis*. Larvy čelade Tipulidae patria medzi drviče.

Cylindrotomidae (patipulovitá) – na slatinách, mokradiach a okrajoch rybníkov žijú larvy dvoch druhov, ktoré sa svojimi výrastkami na tele pridržiajú vodných rastlín, ktoré spásajú.

Limoniidae (bahniarkovitá) – u nás 28 druhov, vyskytujú sa vo všetkých typoch vôd predovšetkým v bahnitom substráte (odtiaľ meno bahnomilkovitá). V mierne znečistených riekach sa vyskytujú larvy predátora *Antocha vitripennis*, na jemnom substráte pomerne zachovalých potokov nájdeme larvy rodu *Scleroprocta*, ktoré sa tu živia jemným detritom. V organicky znečistených tokoch sa vyskytujú larvy predátora rodu *Hexatoma*, larvy rodu *Eloeophila* preferujú čisté toky.

Pediciidae – patria sem 3 rody, ich zástupcovia žijú v prameňoch (*Pedicia*) alebo vo všetkých úsekoch tečúcich vôd (*Dicranota*). Larvy patria medzi predátory.

Psychodidae (kútovkovitá) – u nás bolo zaznamenaných 29 druhov žijúcich v rôznych typoch biotopov tečúcich a stojatých vôd. Ich telo je pokryté tergiti so štetinami, je častokrát silne sklerotizované s nezatahnutelnou hlavovou kapsulou. Druhy rodu *Psychoda* žijú v silne znečistených vodách, môžu byť aj koprofágne. Druhy rodu *Pericoma* a *Pneumia* (syn. *Satchelliella*) sa vyskytujú v nenarušených prameňoch, horských a podhorských tokoch. *Berdeniella manicata*, *B. unispinosa*, *B. illiesi* žijú v machoch horských a čistých podhorských potokov.

Blephariceridae (prísavkárovitá) – na Slovensku bolo popísaných 6 druhov vyskytujúcich sa v chladných horských a podhorských tokoch. Patria medzi jarne druhy, kukly sa dajú nájsť na kameňoch v nižších nadmorských výš-

kach do júna, vo vyšších polohách sa vyskytujú približne do júla. Najviac chladnomilný je druh *Liponeura cinerascens minor*, ktorý dominuje v spoločenstve *Liponeura minor* – *decipiens* – *vimmeri* obývajúcich horské toky na vápenitom substráte.

Dixidae (komárikovitě) – zo Slovenska bolo zaznamenaných 8 druhov vyskytujúcich sa v relatívne nenarušených stojatých (*Dixella*) alebo tečúcich vodách (*Dixa*).

Chaoboridae – doteraz bol zaznamenaný u nás len jeden rod (*Chaoborus*) so 4 druhmi vyskytujúcimi sa v stojatých vodách.

Culicidae (komárovitě) – v súčasnosti je popísaných u nás 48 druhov vyskytujúcich sa v stojatých vodách. V povodí Moravy boli zistené ako najpočetnejšie populácie druhov *Aedes vexans*, *Ae. cinereus*, *Ae. rossicus*, *Ochlerotatus sticticus* a *Culex pipiens*. Komáre patria medzi prenášačov parazitárnych ochorení, maláriu prenášajú samičky rodu *Anopheles* (50 druhov), taktiež aj vírus Zika, infikovanie ktorým je spájané s komplikáciami ako mikrocefália u novorodencov a inými autoimunitnými neurologickými ochoreniami.

Ceratopogonidae (pakomárikovitě) – u nás bol zaznamenaný najmä výskyt lariev rodov *Atrichopogon*, *Bezzia* a *Culicoides* z tečúcich a stojatých vôd, kde sa zdržujú v bahnitých a piesčitých nánosoch mierne prúdiacej vody, ale aj v periodických vodách. Samičky z rodu *Culicoides* sú hematofágne, po kopulácii vyhľadávajú hostiteľa (najčastejšie kone, ovce, ale i človeka), na ktorého môžu prenášať vírusy, protozoa a helminty.

Chironomidae (pakomárovitě) – druhovo veľmi bohatá čeľaď, z rôznych typov vôd bolo popísaných u nás takmer 400 druhov. Larvy majú charakteristický tvar tela, sú eucefálne, majú párové hrudné panôžky a pár panôžok na poslednom brušnom článku (tzv. análne). Vzhľadom na vysoký počet druhov a ich prítomnosť vo všetkých typoch vodných biotopov sú preimaginálne štádiá využívané vo všetkých schémach hodnotenia kvality a ekologického stavu tečúcich a stojatých vôd. Takisto patria k najčastejšie používaným paleoindikátorom historických zmien prostredia, pretože ich zvyšky zostávajú zachované v limnických sedimentoch tisícky rokov.

Simuliidae (muškovitě) – vyskytujú sa predovšetkým v tečúcich vodách (u nás 46 druhov) a larvy *Twinnia* a *Prosi-*

mulium latimucro, *P. hirtipes* v horských prameňoch. Eurytopné druhy *Simulium reptans*, *S. ornatum*, *S. equinum* sú tolerantné ku degradácii tokov a môžu sa masovo vyskytovať v organicky znečistených a hydromorfologicky narušených tokoch.

Stratiomyidae (bránivkovitě) – zo Slovenska bolo popísaných niekoľko taxónov vyskytujúcich sa v tečúcich i stojatých vodách rôzneho charakteru. V čistých potokoch a prameňoch krasových oblastí sa vyskytuje *Oxycera pardalina*, *O. meigenii*, druhy rodu *Stratiomys*, *Beris*, *Odontomyia* sa vyskytujú na slatinách a iných zarastených organicky znečistených stojatých vodách.

Tabanidae (ovadovitě) – z vodného prostredia bolo popísaných 18 taxónov, ktorých larvy žijú v nánosoch bahna pri brehoch potokov a riek. Samičky patria medzi krvcajúce trápice človeka i hospodárskych zvierat, preto larvy rodu *Chrysops* a *Tabanus* nachádzame hlavne v tokoch v blízkosti pasienkov.

Athericidae (strehúňovitě) – sú u nás zastúpené 3 druhmi vyskytujúcimi sa v tečúcich vodách. Populácie druhu *Ibisia marginata* preferujú čistejšie a chladnejšie toky, *Atherix ibis* teplejšie toky so silnejšie prúdiacou vodou a *Atrichops crassipes* prevažne nížinné úseky tokov.

Empididae (krúživkovitě) – z tejto čeľadi bolo zaznamenané larvy 7 druhov vyskytujúcich sa v pramenitých a rýchlo tečúcich vodách, sú indikátormi oligosaprobity až beta- mezosaprobity. V prameňoch sa vyskytujú druhy rodu *Chelifera*, v podhorských tokoch druhy rodu *Wiedemannia* a *Clinocera*.

Syrphidae (pestricovitě) – sú známe predovšetkým z te-restrického prostredia, v extrémnom prostredí (znečistené vody, ale aj slatiny) sa môžu vyskytovať larvy približne 7 druhov.

Sciomyzidae (roháčkovitě) – ich larvy parazitujú v schránkach mäkkýšov alebo ich ako predátory napádajú, z nášho územia bolo zistených 11 vodných druhov.

Ephydriidae (brehárkovitě) – larvy vodných druhov rodu *Notophila* získavajú vzduch z rastlinných tkanív, údaje o ich výskyte sú nedostatočné.

Muscidae (muchovitě) – sú známe predovšetkým zo suchozemského prostredia, v tečúcich vodách sa môžu vyskytovať larvy rodu *Lispe* a *Limnophora*, ktoré patria medzi predátory.

OHROZENIE A OCHRANA

Medzi chránené druhy vodných dvojkrídlovcov, ktorých larvy sa dajú jednoznačne určiť patrí *Oxycera pardalina* (Stratiomyidae) vyskytujúca sa v prameňoch a čistých potokoch krasových oblastí a *Liponeura brevisrostris* (Blephariceridae) zriedkavo sa vyskytujúca v nenarušených podhorských tokoch. K našim endemitom patrí *Sycorax slovacus* (Psychodidae), ktorý bol popísaný ako nový druh pre vedu z územia Slovenska. Z čeľade Psychodidae je uvedený ako chránený endemit *Pericoma tatrica*. Medzi chránené druhy boli u nás zaradené niektoré druhy rodu *Simulium* (*S. para-*

morsitans, *S. violense*, *degrangei*) a *Twinia hydroides* a niektoré komáre (*Aedes hungaricus*, *A. pullatus*, *Uranotaenia unguiculata*) a komárikovitité (z rodu *Culicoides*). Vzhľadom na nezvyčajný spôsob rozmnožovania bol do Červeného zoznamu dvojkrídlovcov Slovenska zaradený aj druh *Atherix ibis*. Ostatné druhy dvojkrídlovcov uvedené v zozname sa na základe lariev nedajú presne determinovať. Žiadny z druhov Červeného zoznamu Diptera nie je zaradený do príloh medzinárodných dohovorov, smerníc EÚ a ani do svetového zoznamu IUCN.

Zoznam použitej literatúry

- Bulánková E. & Ďuričková A. 2009. Habitat preferences and conservation status of *Atherix ibis* and *Ibisia marginata* (Diptera, Athericidae). *Lauterbornia* **68**: 35-45.
- Dobson M. 2011. Family-level keys to freshwater fly (Diptera) larvae: a brief review and a key to European families avoiding use of mouthpart characters. *Freshwater Reviews* (2013) **6**: 1-32 pp.
- Glime J.M. 2017. Aquatic Insects: Holometabola – Diptera, Suborder Brachycera. Chapt. 11-14. In: Glime, J. M. Volume 2. Bryological Interaction. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists.
- Halgoš J. 1975. Description of *Sycorax slovacus* sp. n. (Diptera, Psychodidae). *Ann. Zool. Bot.* **106**: 1-4.
- Illéšová D., Beracko P., Krno I. & Halgoš J. 2010. Effects of land use on black fly assemblages (Diptera: Simuliidae) in submontane rivers (West Carpathians, Slovakia). *Biologia* **65**: 892 - 898.
- Jedlička L. & Stloukalová V. 2001. Červený (ekozozologický) zoznam dvojkrídlovcov (Diptera) Slovenska. pp. 139-142. In: Baláž D, Marhold K & Urban P (eds.) Červený zoznam rastlín a živočíchov Slovenska. *Ochr. Prír.* 20, Bratislava, 166 pp.
- Jedlička L., Kúdela M. & Stloukalová V. (eds.). 2009. Checklist of Diptera of the Czech Republic and Slovakia. Electronic version 2. <<http://zoology.fns.uniba.sk/diptera2009>> + CD-ROM: ISBN 978-80-969629-4-5.
- Lautenschläger, M., Kielb, E., 2005. Assessing morphological degradation in running waters using Blackfly communities (Diptera, Simuliidae): Can habitat quality be predicted from land use? *Limnologica* **35**: 262-273.
- Nilsson A. 1997. Aquatic insects of North Europe. A taxonomic handbook, Vol. 2: Odonata. Diptera. Apollo Books, Stenstrup, 440 pp.
- Rozkošný R. (ed.) 1980. Klíč vodních larev hmyzu. Academia, Praha, 521 pp.
- Wagner, R., Barták M, Borkent A, Courtney G.W., Goddeeris B., Haenni J.P., Knutson L., Pont A., Rotheray G.E., Rozkošný R., Sinclair B., Woodley B., Zawnicki T. & Zwick P. 2008. Global diversity of dipteran families (Insecta:Diptera) in freshwater (excluding Simuliidae, Culicidae, Chironomidae, Tipulidae and Tabanidae). *Hydrobiologia* **595**: 489-519.
- http://lib.dr.iastate.edu/ent_pubs/41.
- <http://www.giand.it/diptera/intro/?lang=en>, 22. 6.2017
- <http://hbs.bishopmuseum.org/fossilcat/>, 8. 8.2017
- <http://www.freshwaterecology.info/>

■ Ostatné skupiny vodných bezstavovcov

PORIFERA – HUBKY

Hubky sa vyvinuli primárne v morskom prostredí v období kambria, avšak niekoľko druhov sa neskôr prispôbilo aj životu v sladkých vodách. Sladkovodné hubky žijú v najrôznejších typoch vôd, nevyskytujú sa však v prudko tečúcich vodách a ani na bahne, prípadne jemnom pohyblivom piesku. Preferujú pevný podklad, napr. kusy dreva, kamene, ale aj konštrukcie mostov, priehrad, člny a pod. Hojné sú aj na ponorených častiach vodných rastlín.

Prichytené o podklad nie sú schopné ďalšieho premiestňovania, a keďže sú filtrátory, potravou ich zásobuje prúd vody. Cez malé otvory na povrchu tela (ostie) vodu nasávajú a v telovej dutine z nej získavajú kyslík a potravu (mikroskopické častice, baktérie, prvoky). Nepotrebná voda potom odteká von jedným veľkým otvorom (osculum) alebo viacerými otvormi. Prúdenie vody je vyvolané bičičkami golierikovitých buniek choanocytov.

Sladkovodné hubky nemajú jasne definovaný tvar. V priaznivých letných podmienkach môžu krovité rozvetvené časti tela *Spongilla lacustris* narásť až do dĺžky 1 m. Sú belavej až silno zelenej farby (ak sú obrastené riasami). Telo sladkovodných hubiek je tvorené tuhými a pružnými proteínovými vláknami. V tele sa nachádzajú aj vápenité a kremičité ihlice, ktoré ho spevňujú. Hubky nemajú žiadne zmyslové ani nervové bunky.

Hubky sú oddeleného pohlavia, okrem pohlavného rozmnožovania sa však rozmnožujú aj nepohlavne – pučaním, čo má veľký význam najmä pri prekonávaní nepriaznivého obdobia v zimných mesiacoch. Na jeseň, ešte predtým ako kolónia uhynie, sa vnútorným pučaním vytvoria vnútorné pupene – gemuly. Po odumretí kolónie a rozpade tkanív sú gemuly uvoľnené do vody. Majú vonkajšiu vrstvu tvorenú hrubostennými bunkami, ktorých obsah vysychá, čo im umožňuje plávať na povrchu. Na jar dochádza k ich pučaniu, zvyčajne pri zvýšení teploty na 12 – 13 °C. Pučanie gemúl sa zachováva až 3 roky. U všetkých hubiek je silne zachovaná regenerácia.

Na Slovensku bolo zistených 6 druhov. Najhojnejšími sú druhy *Spongilla lacustris* (hubka jazerná) a *Eunapius* (*Spongilla fragilis*, *Ephydatia fluviatilis* (hubka riečna) a *E. mülleri*). Osídľujú hlavne litorálne časti rybníkov ale aj menšie stojaté vody (inundačné jazierka, staré ramená) a mierne tečúce vody. Ďalšie dva druhy *Heteromeynia baleyi* a *Trochospongilla horrida* sa vyskytujú vzácnne.

HYDROZOA – POLYPOVCE

Žijú prisadnuto v stojatých sladkých vodách a živia sa planktónom, ktorý lovia pomocou ramien s prhlivými bunkami. Rodozmena (metagenéza), ktorá je typická pre iné skupiny prhlivcov u nich neprebíha (štádium medúzy nie je a preto sú celý život v štádiu polypa). Ich slovenský názov poukazuje na veľkú regeneračnú schopnosť. U nás sa vyskytujú napríklad druhy *Hydra vulgaris* (nezmar hnedý) a *Hydra viridissima* (nezmar zelený). Obývajú stojaté, čisté vody, ale napríklad aj jarné mláky na lúkach. Jeho zelená farba je spôsobená riasami rodu *Zoochlorella*, ktoré s ním žijú v endosymbióze. Vďaka živinám, ktoré riasy vyproduktujú fotosyntézou, môže nezmar prežiť pomerne dlhé obdobie bez prijímania potravy.

KAMPTOZOA – PAMACHOVKY

Malá skupina prevažne morských živočíchov, pozmenených trvalým prisadnutím. Telo je drobné (1 až 5 mm), kalichovitého tvaru, prisadnuté na stopke, tráviaca rúra je podkovovito prehnutá dohora. Protonefrídie (1 pár), obvrvená larvička a špirálové brázdenie vajička svedčia o ich príbuznosti s ploskavcami. V minulosti boli zaraďované k machovkám, od ktorých sa oprávnene oddelili – machovky majú coelom. U nás pravdepodobne žije len *Urnatella gracilis* zistená v slovenskom úseku riek Tisa a Morava.

BRYOZOA – MACHOVKY

Meno Bryozoa pochádza z gréckeho bryon – mach, zoá – živočích a bolo odvodené podľa machovitého vzhľadu ich kolónií. Paleontologické nálezy machoviek sa datujú zo starších prvohôr z ordoviku (pred 490 až 435 miliónmi rokov), kedy morské machovky vytvárali celé útesy. Sladkovodné machovky pochádzajú približne z obdobia kriedy (pred 250 miliónmi rokov). Sú to predovšetkým morské živočích, avšak niektoré taxóny obývajú aj brakické, alebo

sladké vody. Na svete sa vyskytuje asi 4000 druhov. V našich podmienkach sa najčastejšie vyskytujú druhy rodov *Plumatella* a *Paludicella*.

Machovky vytvárajú kolónie (zoária), ktoré sú pevne pripevnené k substrátu a pozostávajú z viacerých rozvetvených rúrok rôzneho tvaru (rozkonárené, rúrkovité, masívne a iné). Veľkosť zoárií môže variovať od niekoľkých mm do 50 cm (u vyhynutých druhov). Každý jedinec v kolónii sa nazýva zooid a dosahuje veľkosť do 1 mm. Zooidy vylučujú schránku (zooecium), ktorá môže byť chitínová, želatínová, častokrát je inkrustovaná uhličitanom vápenatým. Telo zooida je tvorené prednou časťou (polypid), ktorý má v prednej časti vírivý aparát nazývaný lofofór a zadnou časťou (cystid) je prichytený k podkladu. Pomocou obrvených chápadiel lofofóra získavajú aktívnu filtráciu vody potravu: detrit a planktón. V zime sladkovodné machovky, podobne ako hubky, odumierajú a prezimujú len kľudové štádia – statoblasty. Z nich na jar vypučí nový jedinec, ktorý dá nepohlavným rozmnožovaním vznik novej kolónii. Rozmnožovať sa môžu aj pohlavne.

U nás bolo zaznamenaných 9 taxónov patriacich do 5 čeladi: čelad' Paludicellidae, Fredericellidae, Plumatellidae, Lophopidae a Cristatellidae. Veľa nálezov kolónií eocénnych machoviek v Západných Karpatoch pochádza z oblasti Rajeckých Teplíc až Liptova, našli sa aj fosílné nálezy z okolia Devínskej Novej Vsi a zo Záhoria. Vyskytujú sa v litoráli stojatých vôd (rybníky, vodné nádrže), kde pokrývajú kamene, schránky mäkkýšov či hubiek. *Plumatella fungosa* preferuje eutrofné rybníky a vyskytuje sa aj v znečistených vodách. *Paludicella articulata* sa vyskytuje aj v mierne tečúcich vodách. Do Európy sa dostal aj invázny druh machovky *Pectinatella magnifica*, ktorý pochádza zo Severnej Ameriky. Objavila sa v 50. rokoch vo Vltave a neskôr na Třebonsku. Machovky sa využívajú pri paleogeografických a paleoekologických rekonštrukciách, pretože poskytujú údaje o životných podmienkach fosílného prostredia.

NEMATOMORPHA - STRUNOVCE

Nematomorpha je skupina parazitických červov, ktoré sa vyvíjajú v rámci tela hostiteľa (primárne suchozemský hmyz a článkonožce), ale rozmnožujú sa vo vodnom prostredí. Známych je okolo 300 druhov. Vývinový cyklus Nematomorpha má 4 štádia: vajíčko, voľne žijúca parazitická

larva, larva parazitujúca v tele hostiteľa (definitívny alebo medzihostiteľ), voľne žijúci dospelý jedinec. Dospelce sú oddeleného pohlavia, z vajíčok sa liahnu malé larvy (veľkosti približne 100 µm). Tieto larvy majú dva alebo tri vence háčikov a terminálny stylet, s ktorým prenikajú cez jemné epitely hostiteľa. Suchozemský hostiteľ sa môže nakaziť pitím vody, alebo cez korisť (medzihostiteľa). Hoci dospelce väčšiny Nematomorpha žijú vo vode, niekoľko druhov sa vyskytuje aj v pôde v pobrežných morských vodách. V tele hostiteľa larva narastie na niekoľko cm (niektoré až na 2 m). Veľkosť dospelca môže presiahnuť veľkosť hostiteľa. Kým jedinec dospeje, vyplňa celú vnútornú dutinu hostiteľa, okrem hlavy a končatín. Následne telo hostiteľa opúšťa. Vývin sa dokončí v hostiteľovi, ale až keď sú vo vode, rozmnožujú sa a kladú vajíčka. Mnoho Nematomorpha má medzihostiteľa (najčastejšie ploskulice, alebo iné bezstavovce), v ktorom vytvára štádium cysty. Najväčší počet sladkovodných Nematomorpha bol zistený u chrobákov a rovnokrídlovcov. Menia správanie svojho hostiteľa za účelom dostať sa do vodného prostredia. U nás sa vyskytujú druhy rodu *Gordius*, *Gordionus*, *Paragordionus*.

ARANEIDA – PAVÚKOVCE

Na Slovensku sa vo vodnom prostredí (stojatých vodách) vyskytuje jeden druh pavúka – *Argyroneta aquatica* (pavúk vodný alebo tiež vodnár striebistý) z čelade Cybaeidae. Hoci sa anatomicky nelíši od mnohých suchozemských druhov, vďaka špecifickej adaptácii väčšinu života prežije vo vodnom prostredí. Tam si medzi vegetáciou buduje striešku, do ktorej si nosí bubliny vzduchu (zachytáva ich na hydrofóbnom povrchu medzi zadnými nohami a bruškom). Vzniká tak „zvon“ naplnený vzduchom, z ktorého číha na svoju korisť (iné bezstavovce). Zvony budujú samce aj samičky, pričom samičky v hornej časti vytvárajú uzavreté chovné komôrky pre vajíčka. Po vyliahnutí žijú mladé pavúky niekoľko týždňov vo zvone, potom ho opustia, väčšina vychádza na breh, vypustí hodvábné vlákno a vetrom sa šíri na nové biotopy.

HYDRACARINA – VODNÉ ROZTOČE

Vodné roztoče nachádzame predovšetkým v jazerách a iných stojatých vodách, kde plávajú medzi ponorenými rastlinami alebo sa pohybujú po ich stebľoch a listoch.

Môžu sa vyskytovať taktiež aj v pomaly tečúcich vodách. Sú často výrazne sfarbené, červené, čierne, modré, zelené či žlté. Dospelce sú zriedkavo väčšie ako 2 mm a menšie ako 0,5 mm, najčastejšie dosahujú 8 mm. Dospelce majú 4 páry končatín a dva páry palp, čím pripomínajú pavúkov, ale ich telo nie je členené na hlavohruď (cephalothorax) a bruško (abdomen). Larvy majú len 3 páry končatín. Ich dlhé končatiny pozostávajú zo 6 článkov. Ústne orgány pozostávajú z chelicer a rostra (bodec). Korisť chytajú palpmi, napichnú chelicerami a telesnú tekutinu cicajú pomocou rostra. Niektoré druhy sú parazitické, iné sú voľne žijúce predátory. Sekrét, ktorý vylučujú, ich chráni pred predáciou rybami.

Najčastejšie sa vyskytujúce druhy stojatých vôd sú z rodov *Piona*, *Limnesia*, *Hydrachna* a *Limnochares*. V tečúcich vodách sa môžu vyskytovať zástupcovia rodu *Sperchon*, *Lebertia* a *Hygrobatas*.

COLLEMBOLA – CHVOSTOSKOKY

Chvostoskoky sú malé, primitívne, ametabolné, bezkrídle článkonožce. Na prvom brušnom článku majú kolofór – štruktúru vo forme rúrky, alebo prísavky, ktorá im slúži na regulovanie osmózy, príjem vody a vylučovanie. Slovenské meno tohto radu je odvodené od skákacieho aparátu, ktorý je tvorený furkulou (vidlicovito rozdelený útvar na konci bruška) a retinákulom (hamulus, záchytný orgán na 3. brušnom článku).

Najčastejšie sa vyskytujú v terestrickom, ale vlhkom prostredí, v biotopoch susediacich s vodou. Telo majú pokryté chlpkami s hydrofóbnym povrchom, čo ich chráni pred zmáčaním a vlhkosťou. Okrem druhov vyskytujúcich sa v jazerách a riekach poznáme aj druhy vyskytujúce sa v brakických vodách a prílívových zónach. Vo vodných biotopoch ich najčastejšie nachádzame na povrchovej blanke vody (preto hlavne v stojatých vodách a lentických habitatoch), ktorú využívajú ako substrát pri získavaní potravy (živí sa odumretou rastlinnou hmotou).

V Európe sa ako akvatické alebo semiakvatické uvádzajú druhy 4 čeladi. Najbežnejším druhom kontinentálnych stojatých vôd je *Podura aquatica*. Vývin vajčiek u tohto druhu prebieha pod vodnou hladinou, kde sa liahnu aj mladé chvostoskoky. Zaujímavosťou je, že istý čas žijú vo vode, ale už po prvom vynorení sa u nich prejaví hydrofóbnosť

vlastnosti povrchu tela. Počas celého života sa pravidelne zvliekajú, preto okrem jedincov na hladine stojatých vôd nachádzame často aj ich biele exúvia (zvlčky). Mladé jedince sú ružové, dospelé modrosivé, do 1,2 mm. Ďalšie druhy sú napr. *Smithurides aquaticus* alebo *Isotomus palustris* (až 2,5 mm, žltozelenej farby s hnedými, alebo purpurovými ornamentami).

HYMENOPTERA – BLANOKRÍDLOVCE

Do blanokrídlivcov okrem terestrických taxónov patria aj akvatické a semiakvatické druhy, ktoré sú okrem toho aj parazitoidy. Ich habitatom je teda telo hostiteľa a vyskytujú sa v stojatých aj tečúcich vodách, najmä v biotopoch s bohatou vodnou vegetáciou, na ktorú je viazaný ich hostiteľ. Vajička kladú na svojho hostiteľa na súši, alebo aktívne vchádzajú do vody, kde ho vyhľadávajú. Niektoré druhy žijú pod vodou aj ako dospelce. Ich hostiteľmi sú najmä larvy potočnikov a motýľov.

Najbežnejší a najznámejší európsky druh je *Agriotypus armatus* (čelaď Agryotypidae – jediná ektoparazitická čelaď, ostatné sú endoparazity). Je parazitoidom na posledných larválnych instaroch a kuklách potočnikov z čeladi Goeridae a Odontoceridae. Samica vchádza do vody, hľadá vhodného hostiteľa a nakladie vajička. Po naklodení vajčiek na potočníky sa liahnu larvy, dýchajú povrchom tela, ktorý neustále obmýva voda bohatá na kyslík. Po uhynutí hostiteľa sa jeho schránka upcháva, voda ňou neprúdi a tak si parazitoid vytvára stužkovité vlákno (dlhé až 3 cm), ktoré vysúva zo schránky a zabezpečuje si ním dýchanie. Táto „stužka“ zabezpečuje dýchanie poslednému larválnemu instaru, kukle aj prezimujúcemu imágu. Je to zároveň jediná známa adaptácia blanokrídlivcov na vodné prostredie. Všetky ostatné čelade vodných blanokrídlivcov sú endoparazitické bez špecifických adaptácií na vodné prostredie, majú malé rozmery a dýchajú celým povrchom tela.

LEPIDOPTERA – MOTÝLE

Aj medzi motýľmi, primárne terestrickou skupinou hmyzu, nájdeme semiakvatických (napr. čelade Pyralidae) či akvatických zástupcov. Vo vodných biotopoch ich nájdeme hlavne v habitatoch s bohatou vodnou vegetáciou a ako súčasť bentickej fauny. Sú herbivory, preto žijú zavrátané v pletivách vodných rastlín, na ich povrchu, alebo sa na

dne živia nárastmi rozsievok. Okrem toho, že sa ukrývajú v chodbičkách v rastlinách, niektoré si dokonca, podobne ako potočníky, budujú schránky z rastlinného materiálu. V týchto úkrytoch sa aj kuklia. Dospelce opúšťajú kuklu, aktívne plávajú na povrch, alebo sa nechávajú pasívne nadnášať vodou, prechádzajú do terestrického prostredia, kde ďalej žijú. Poznáme aj brachypterné, vodné imága, ako napr. samice *Acentropus niveus*.

Najznámejší zástupcovia u nás sú z čeľade Pyralidae – rody *Parapoynx* a *Cataclysta*. Larvy druhu *Cataclysta lemnata* živia listami lekieň. Z čeľade Acentropidae je zastúpený jeden rod *Acentropus*, hojne sa vyskytuje hlavne druh *A. niveus*, ktorého larvy žijú pod vodnou hladinou medzi vodnými rastlinami *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton*, *Chara* sp.

Zoznam použitej literatúry

- Habetha M. & Bosch T.C.G. 2005. Symbiotic Hydra express a plant-like peroxidase gene during oogenesis. *Journal of Experimental Biology*, **208**(11):2157-2165 p.
- Košel V. 2003. Bryozoa, 75-76. In: Šporka, F. (ed.): Súpis druhov vodných bezstavovcov (makrovertebrát) Slovenska, SHMÚ, Bratislava, 76 pp.
- Kriska, G. & Tittizer, T. 2009. Wirbellose Tiere in den Binnengewässern Zentraleuropas. Weissdorn-Verlag Jena, 377 pp.
- Manko P. 2015. Základy ekológie vodného hmyzu, Prešovská Univerzita, Prešov,
- Šporka F. (ed.) 2003. Vodné bezstavovce (makrovertebráta) Slovenska, súpis druhov a autekologické charakteristiky. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, 590 pp.
- Opravilová V. 2006. Sladkovodní mechovky (Bryozoa: Phylactolaemata, Gymnolaemata) CHKO Kokořínsko. Bohemia centralis, Praha, **27**: 573-576.
- Rozkošný R. (ed) 1980. Klíč vodních larev hmyzu. Československá akademie věd, Praha, 524 pp.
- Thomas F., Schmidt-Rhaesa A., Martin G., Manu C., Durand P., Renaud F. 2002. Do hairworms (Nematomorpha) manipulate the water seeking behaviour of their terrestrial hosts? *Journal of Evolutionary Biology*, **15**: 356-361.
- <http://www.micrographia.com/specbiol/chelicer/mitaqua/mita0100.htm>, accessed on 14.Nov. 2017.

PRÍLOHA 1

Biotopy vodných bezstavovcov



Obr. 1B Krasový prameň (vyvierачka) © Katarína Gregušová



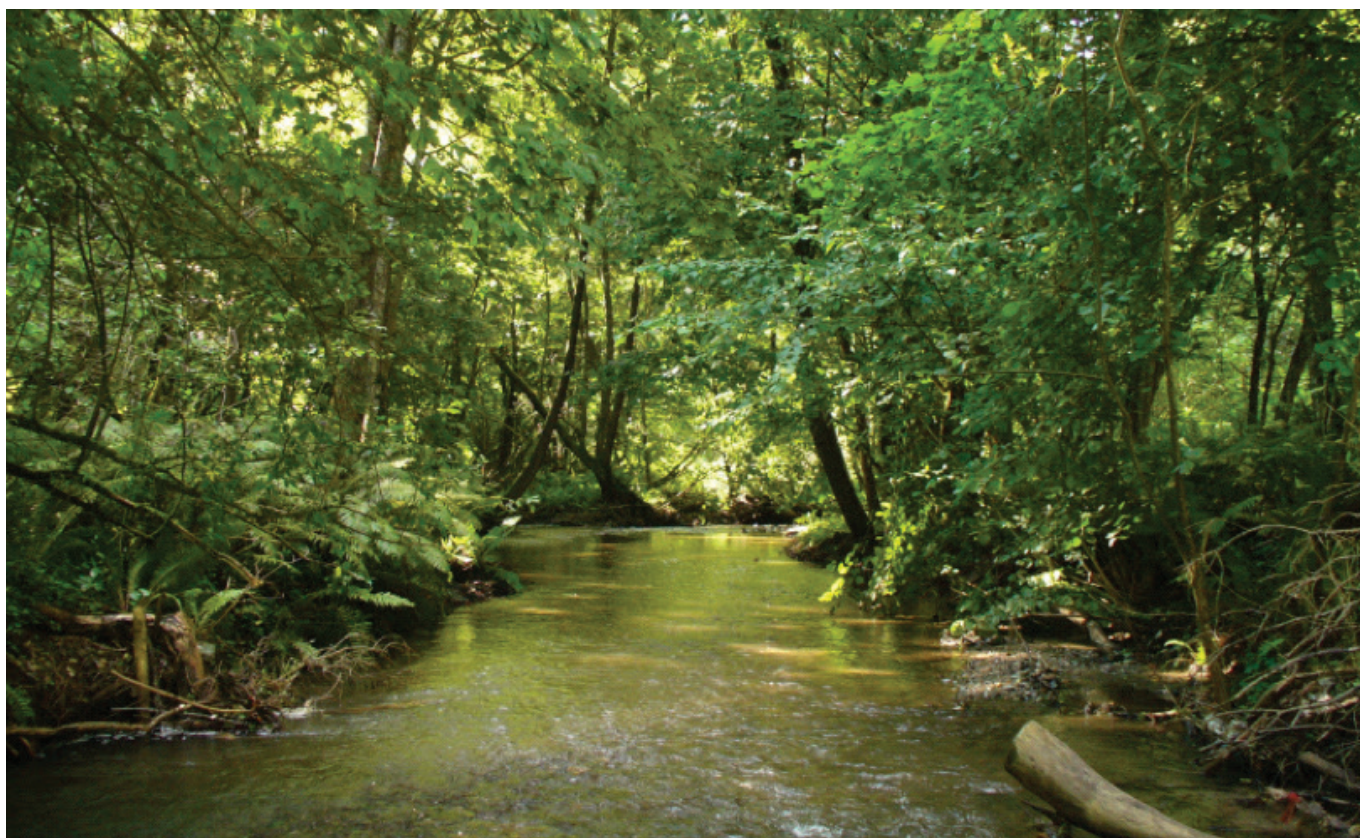
Obr. 2B Krasový prameň (vyvieracia) © Katarína Gregušová



Obr. 3B Horský potok – bystrina © Andrea Rúfusová



Obr. 4B Horský potok – bystrina © Andrea Rúfusová



Obr. 5B Podhorský potok © Eva Bulánková



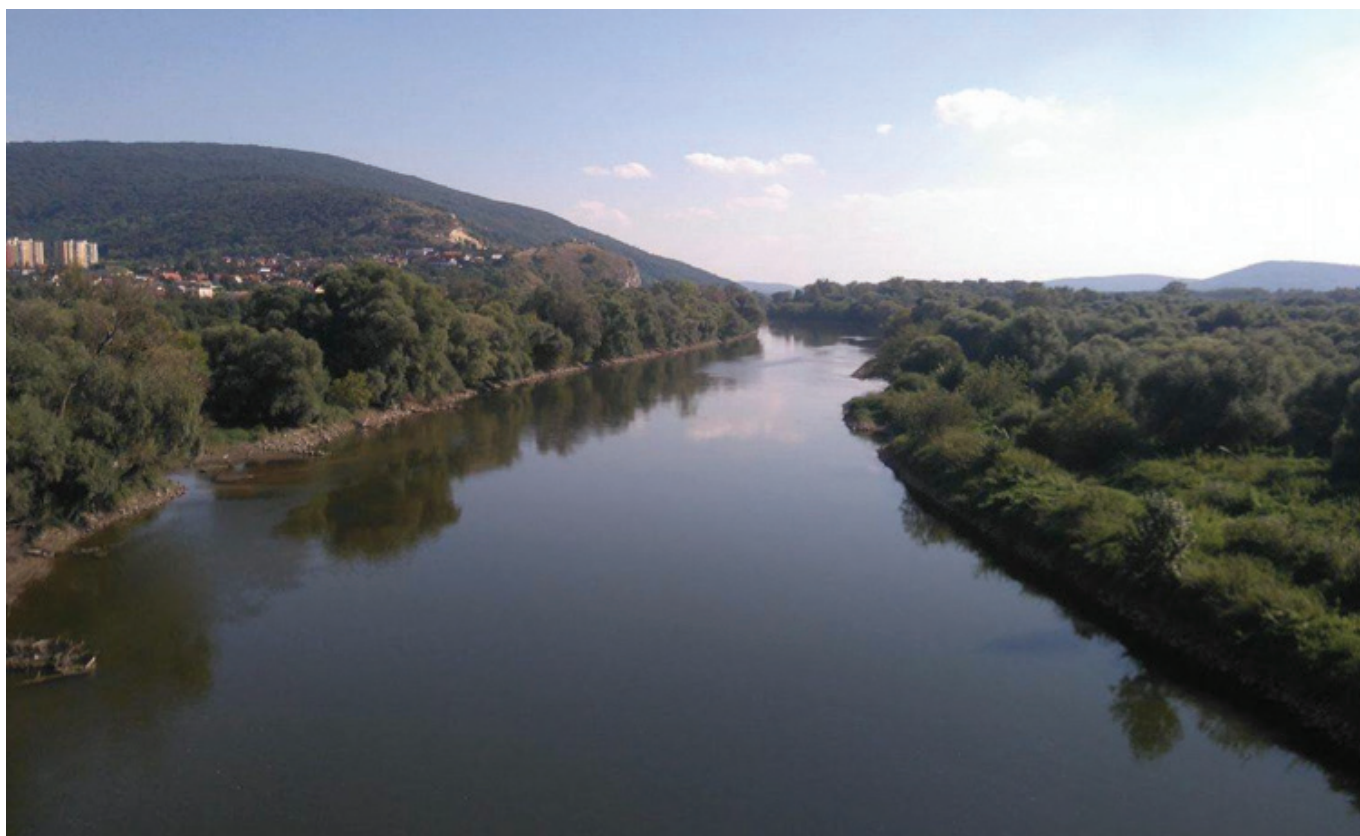
Obr. 6B Podhorský potok © Ferdinand Šporka



Obr. 7B Podhorská rieka © Il'ja Krno



Obr. 8B Nížinný potok © Eva Bulánková



Obr. 9B Nížinná rieka – hlavný tok © Andrea Rúfusová



Obr. 10B Nížinná rieka – hlavný tok © Ilja Krno



Obr. 11B Nížinná rieka – slepé rameno © Eva Bulánková



Obr. 12B Nížinná rieka – mŕtve rameno © Ilja Krno



Obr. 13B Nížinná rieka – mŕtve rameno © Tomáš Čejka



Obr. 14B Regulovaný tok – odvodňovací kanál © Eva Bulánková



Obr. 15B Regulovaný tok – odvodňovací kanál © Tomáš Čejka



Obr. 16B Regulovaný tok © Jakub Cívik



Obr. 17B Regulovaný tok © Igor Kokavec



Obr. 18B Regulovaný tok s priečnym prehradením © Igor Kokavec



Obr. 19B Vysokohorský tok napájaný snehovým poľom © Ilja Krno



Obr. 20B Vysychavý tok © Eva Bulánková



Obr. 21B Vysokohorské jazero – pleso © Andrea Rúfusová



Obr. 22B Vysokohorské jazero – pleso © Fedor Čiampor



Obr. 23B Horské jazero – pleso © Ilja Krno



Obr. 24B Staré rameno © Eva Bulánková



Obr. 25B Vodná nádrž (zdroj: internet)



Obr. 26B Vodná nádrž – tajch © Andrea Rúfusová



Obr. 27B Rybník © Jakub Cíbik



Obr. 28B Štrkovisko © Eva Bulánková



Obr. 29B Slatina © Tomáš Čejka



Obr. 30B Vrchovisko © Eva Bulánková



Obr. 31B Rašelinisko © Eva Bulánková



Obr. 32B Jarná mláka © Eva Bulánková



Obr. 33B Jarná mláka © Eva Bulánková



Obr. 34B Telma – fytotelma © Jozef Oboňa



Obr. 35B Telma – dendrotelma © Jozef Oboňa

PRÍLOHA 2

Vodné bezstavovce



Obr. 1A Turbellaria, Dugesiidae, *Dugesia gonocephala* © Matej Žiak



Obr. 2A Turbellaria, Planaridae, *Crenobia alpina*
© Ladislav Hamerlík



Obr. 3A Mollusca (Gastropoda), Planorbidae, *Ancyclus fluviatilis*
© Ivan Kňaze



Obr. 4A Mollusca (Bivalvia), Unionidae, *Unio tumidus* © Matej Žiak



Obr. 5A Mollusca (Bivalvia), Unionidae, *Unio pictorum* © Igor Kokavec



Obr. 6A Mollusca (Bivalvia), Corbiculidae, *Corbicula* sp. © Igor Kokavec



Obr. 7A Mollusca (Bivalvia), *Sinanodonta woodiana* © Igor Kokavec



Obr. 8A Mollusca (Gastropoda), *Radix* sp. © Igor Kokavec



Obr. 9A Oligochaeta, Tubificidae, *Limnodrilus* sp. © Matej Žiak



Obr. 10A Hirudinea, Erpobdellidae, *Dina punctata* © Matej Žiak



Obr. 11A Isopoda, Asellidae, *Asellus aquaticus* © Matej Žiak



Obr. 12A Anostraca, Chirocephalidae, *Eubranchipus grubii* (samec) © Lukáš Merta



Obr. 13A Anostraca, Chirocephalidae, *Eubranchipus grubii* (samica) © Lukáš Merta



Obr. 14A Notostraca, Triopsidae, *Lepidurus apus* © Lukáš Merta



Obr. 15A Notostraca, Triopsidae, *Triops cancriformis* © Lukáš Merta



Obr. 16A Amphipoda, Gammaridae, *Gammarus fossarum* © Matej Žiak



Obr. 17A Decapoda, Astacidae, *Austropotamobius torrentium* © Matej Žiak



Obr. 18A Ephemeroptera, Baetidae, *Baetis* sp. © Matej Žiak



Obr. 19A Ephemeroptera, Heptagenidae, *Ecdyonurus* sp. © Matej Žiak



Obr. 20A Ephemeroptera, Baetidae, *Baetis* sp. © Matej Žiak



Obr. 21A Odonata (Zygoptera), Calopterygidae, *Calopteryx virgo* © Matej Žiak



Obr. 22A Odonata (Anisoptera) Gomphidae, *Onychogomphus forcipatus* © Matej Žiak



Obr. 23A Odonata (Anisoptera), Aeshnidae, *Aeshna* sp. © Matej Žiak



Obr. 24A Odonata (Anisoptera), Cordulegastridae, *Cordulegaster bidentata* © Matej Žiak



Obr. 25A Odonata (Anisoptera), Libellulidae, *Sympetrum* sp. © Matej Žiak



Obr. 26A Odonata (Zygoptera), Lestidae, *Lestes sponsa*, samec © Matej Žiak



Obr. 27A Odonata (Zygoptera), Lestidae, *Sympecma fusca*, samica © Matej Žiak



Obr. 28A Odonata (Anisoptera), Libellulidae, *Orthetrum brunneum*, samec © Matej Žiak



Obr. 29A Odonata (Anisoptera), Libellulidae, *Sympetrum danae*, samec © Matej Žiak



Obr. 30A Odonata (Zygoptera), Platycnemididae, *Platycnemis pennipes*, endofytické kladenie vajíčok © Ivan Kňaze



Obr. 31A Odonata (Anizoptera), Libellulidae, *Sympetrum* sp., kopolácia © Matej Žiak



Obr. 32A Plecoptera, Perlidae, *Dinocras cephalotes* © Matej Žiak



Obr. 33A Plecoptera, Perlodidae, *Isoperla sudetica* © Matej Žiak



Obr. 34A Plecoptera, Perlidae, *Perla marginata* © Matej Žiak



Obr. 35A Plecoptera, Perlodidae, *Perlodes microcephalus* © Matej Žiak



Obr. 36A Plecoptera, Taeniopterygidae, *Rhabdiopteryx navicula* © Matej Žiak



Obr. 37A Plecoptera, Perlodidae, *Acinopteryx dichroa* © Matej Žiak



Obr. 38A Plecoptera, Taeniopterygidae, *Brachyptera seticornis* © Matej Žiak



Obr. 39A Plecoptera, Perlidae, *Perla marginata* (exúvium) © Matej Žiak



Obr. 40A Plecoptera, Perlodidae, *Isoperla oxylepis* © Matej Žiak



Obr. 41A Plecoptera, Leuctridae, *Leuctra prima* © Matej Žiak



Obr. 42A Plecoptera, Perlidae, *Perla bipunctata* © Matej Žiak



Obr. 43A Heteroptera, Gerridae, *Gerris lacustris* © Matej Žiak



Obr. 44A Heteroptera, Hydrometridae, *Hydrometra* sp. © Matej Žiak



Obr. 45A Heteroptera, Nepidae, *Nepa cinerea* © Matej Žiak



Obr. 46A Coleoptera, Dytiscidae, *Dytiscus marginalis* © Matej Žiak



Obr. 47A Coleoptera, Dytiscidae, *Dytiscus marginalis* © Matej Žiak



Obr. 48A Trichoptera, Brachycentridae, *Brachycentrus montanus* © Matej Žiak



Obr. 49A Trichoptera, Hydropsychidae, *Hydropsyche* sp. © Matej Žiak



Obr. 50A Trichoptera, Limnephilidae, *Potamophylax* sp. © Matej Žiak



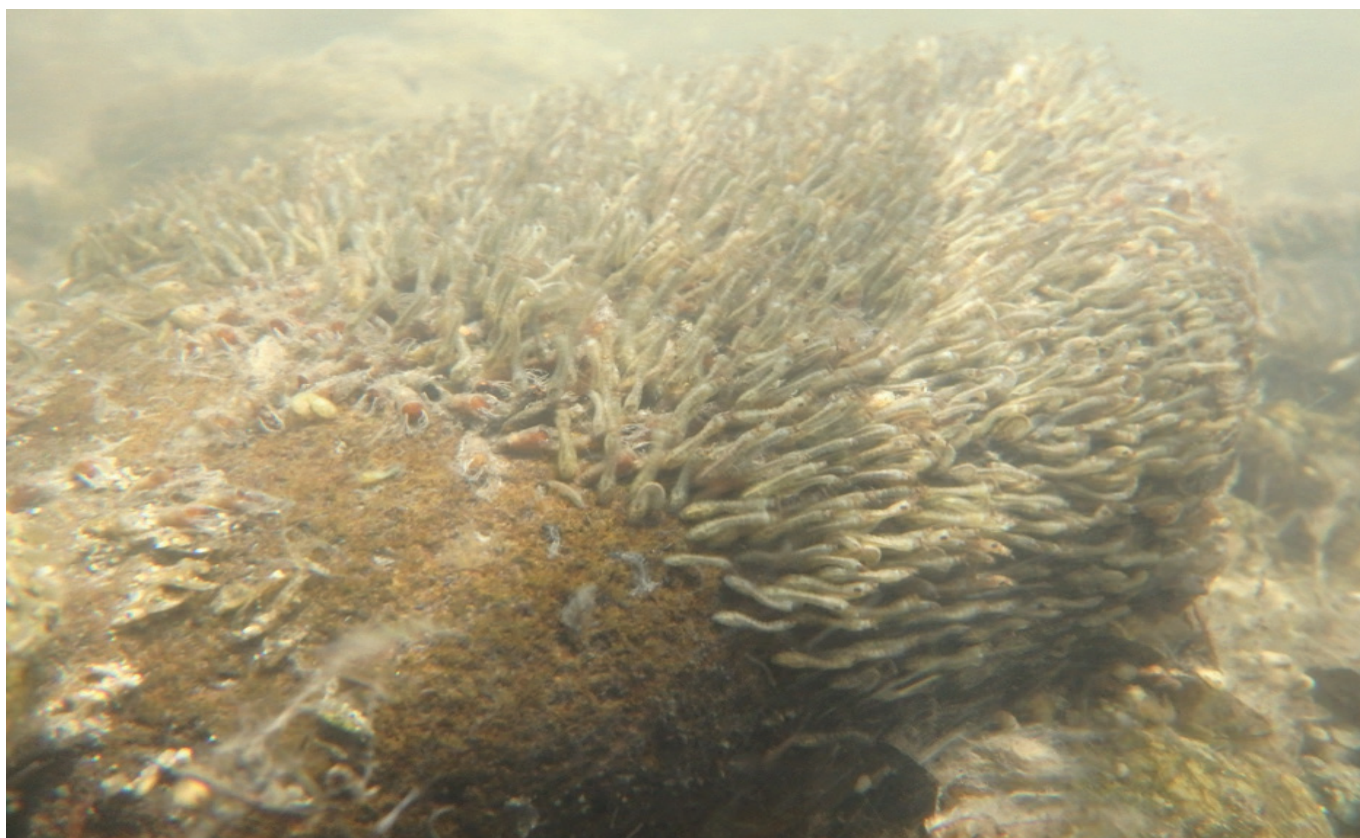
Obr. 51A Trichoptera, Glossosomatidae (schránky) © Matej Žiak



Obr. 52A Trichoptera, Sericostomatidae, *Sericostoma* sp. © Matej Žiak



Obr. 53A Trichoptera, Odontoceridae, *Odontocerum albicorne* © Jakub Cívik



Obr. 54A Diptera, Simuliidae © Igor Kokavec



Obr. 55A Diptera, Tipulidae, *Tipula* sp. © Igor Kokavec



Obr. 56A Diptera, Tipulidae, *Tipula* sp. © Eva Bulánková



Obr. 57 A Diptera, Blephariceridae, *Liponeuracinerascens* (vľavo larva, vpravo kukla) © Ján Špaček



Obr. 58A Diptera, Simuliidae, *Prosimulium hirtipes* (vľavo larva, vpravo kukla) © Ján Špaček



Obr. 59A Diptera, Psychodidae, *Pericoma* sp. (vpravo larva) Dixidae, *Dixa submaculata* (vpravo larva) © Ján Špaček



Obr. 60A Diptera, Chironomidae, *Diamesa* sp. (vpravo larva), *Prodiamesa olivacea* (vpravo larva) © Ján Špaček



Obr. 61A Diptera, Athericidae, *Atrichops crassipes* (larva) © Ján Špaček



Obr. 62A Diptera, Athericidae, *Atherix ibis* (kukla) © Eva Bulánková



Obr. 63A Lepidoptera, Pyralidae, *Parapoynx* sp. © Ján Špaček

PRÍLOHA 3

Digitálny determinačný kľúč bentických bezstavovcov

Digitálny determinatívny kľúč bentických bezstavovcov

Vstúpiť

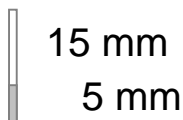
KEGA 015UK-4/2017



MINISTERSTVO
ŠKOLSTVA, VEDY,
VÝSKUMU A ŠPORTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

INŠTRUKCIE

1. V určovacom kľúči sú uvedené najhojnejšie sa vyskytujúce organizmy od horských tokov až po nížinné rieky. Živočíchy sa dajú určovať s lupou pri 10 násobnom zväčšení.
2. V úvodnej tabuľke sú pre uvedené rady a triedy vyznačené najdôležitejšie znaky a pojmy. Zároveň sa dá prejsť priamo na konkrétnu skupinu v kľúči kliknutím na odkaz pod príslušným obrázkom. Kliknutím na tlačidlo VSTÚP sa užívateľ dostane do prvej úrovne kľúča pre všetky skupiny bezstavovcov.
3. Určovanie prebieha nasledovne: Na každom obrázku sú uvedené dve alebo viaceré možnosti týkajúce sa určitého znaku. Kliknutím na zodpovedajúcu možnosť sa užívateľ dostane na ďalšiu úroveň. Text spojený s odkazom je vždy vyznačený FAREBNE. (Je potrebné klikať **len** na vyznačené farebné časti, pretože kliknutím hocikde na obrazovke Power Point automaticky prejde na nasledujúci snímok v poradí). Determinácia je ukončená, keď zvolená odpoveď informuje o rode, čeľadi, prípadne inej taxonomickej úrovni skúmaného organizmu, **zároveň** tento text nie je vyznačený farebne a nie je spojený s odkazom na ďalšiu časť kľúča. Výsledná odpoveď je vždy **podčiarknutá**.
4. Pri rozhodovaní napomáhajú *vždy* aj obrázky, pretože obsahujú charakteristické morfológické znaky.
5. Na každom obrázku sú tlačidlá SPÄŤ a KONIEC. Tlačidlo SPÄŤ slúži na vrátenie sa na predchádzajúcu úroveň v kľúči. Tlačidlom KONIEC sa ukončí determinácia a užívateľ sa dostane na úvodný obrázok.
6. Údaje o veľkosti: úsečky vedľa živočícha ukazujú jeho skutočnú veľkosť. Dĺžka celej úsečky predstavuje maximálnu veľkosť živočícha, sivá časť minimálnu veľkosť:

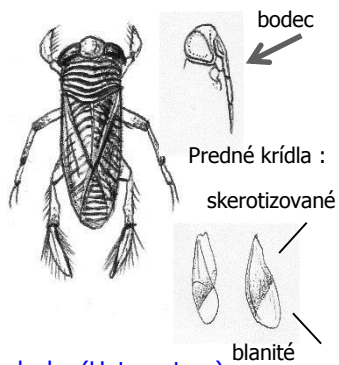


Veľkosť živočícha rozmerov 5 - 15 mm.

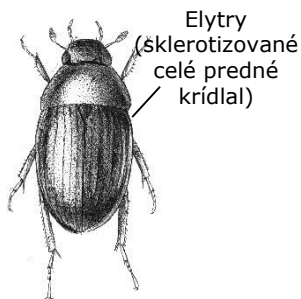
Vstúpiť

Späť

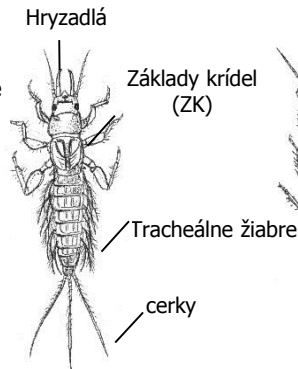
Najdôležitejšie znaky uvedených radov a tried



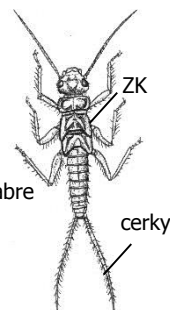
1: Bzdochy (Heteroptera)



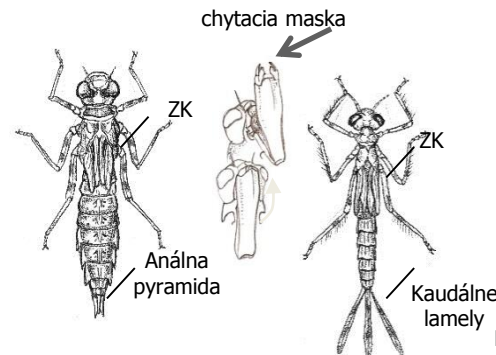
2: Chrobáky (Coleoptera)



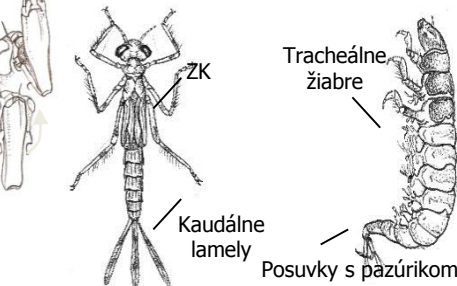
3: Larvy podeniek (Ephemeroptera)



4: Larvy pošvatiek (Plecoptera)

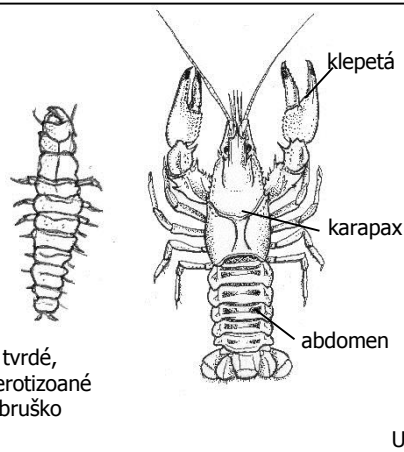


5: Larvy vážok-šidli (Anisoptera)



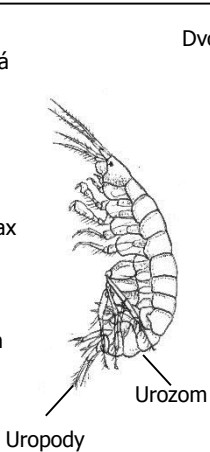
6: Larvy vážok-šidli (Zygoptera)

7: Larvy potočníkov (Trichoptera)

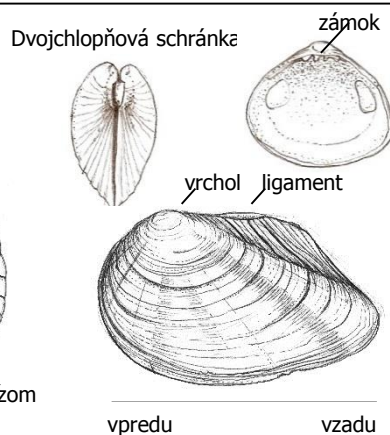


8: Larvy chrobákov (Coleoptera)

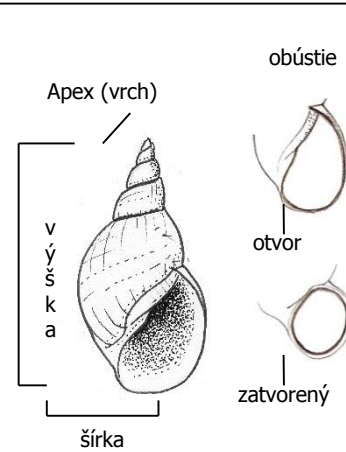
9: Kôrovce (Crustacea, raky)



10: Kôrovce (Crustacea, kriváky, žižavice)

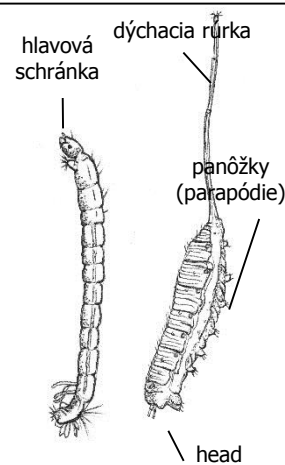
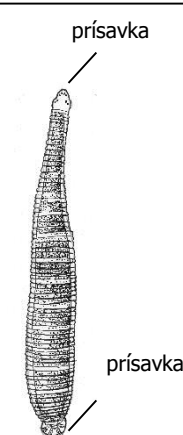


11: Lastúrniky (Bivalva)

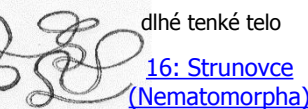


11: Ulitníky (Gastropoda)

13: Pijavice (Hirudinida)



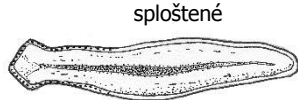
14-15: Larvy dvojkrídlavcov (Diptera)



16: Strunovce (Nematomorpha)



17: Máloštetinavce (Oligochaeta)

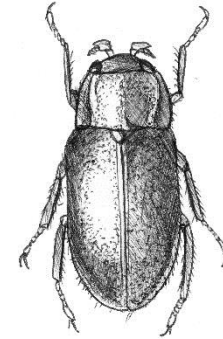
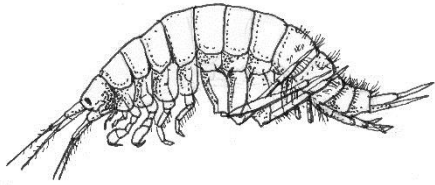


18: Ploskulice (Turbellaria)

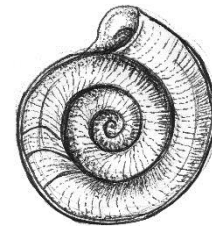
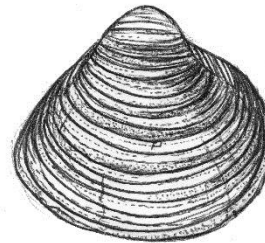
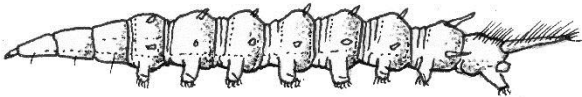
Inštrukcie

Vstúpiť

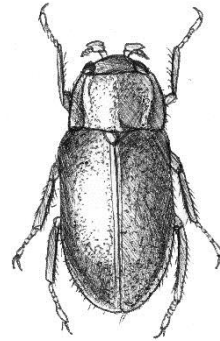
Bezstavovce s článkovanými končatinami



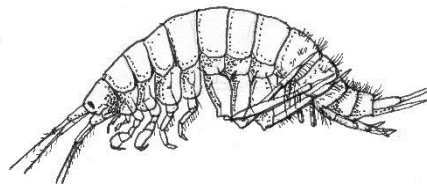
Bezstavovce bez článkovaných končatin



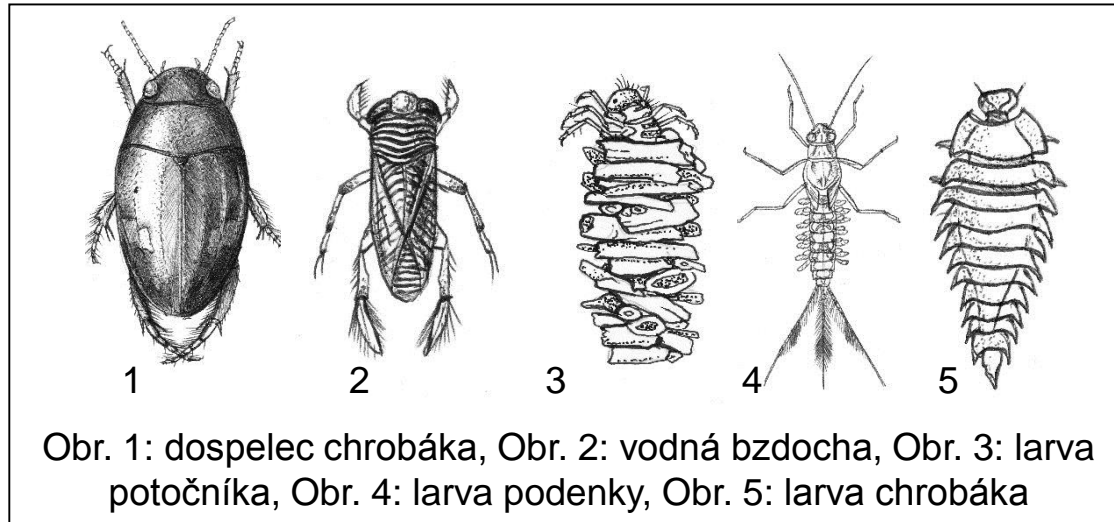
Bezstavovce majú šesť končatín



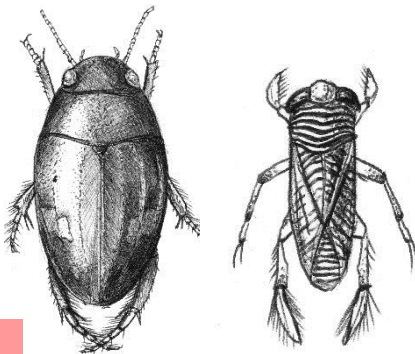
Bezstavovce majú viac ako šesť končatín



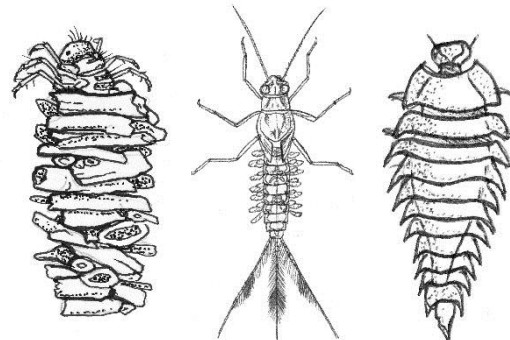
Hmyz a jeho larvy



Úplne vyvinuté krídla

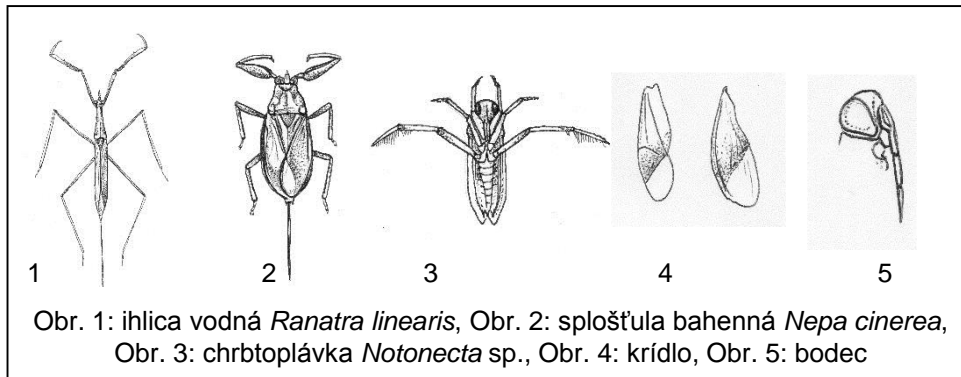


Bez krídel



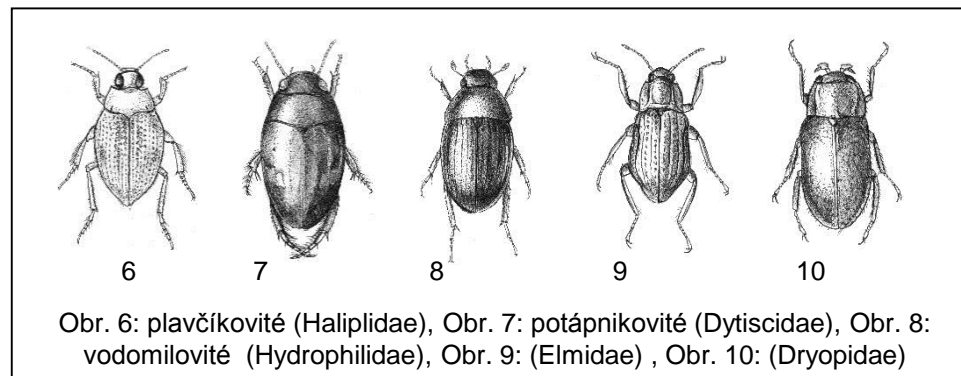
S tromi párami končatín a plne vyvinutými krídlami: chrobáky (Coleoptera) a bzdochy (Heteroptera)

Vrchná časť predných krídiel stvrdnutá, spodná blanitá (Obr. 1-5). Plávu na chrbte alebo behajú po hladine: Bzdochy (Heteroptera)



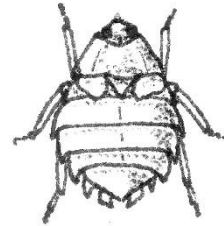
Na spodnej strane hlavy vždy bodec , predné končatiny často chytacie (Obr. 2), niektoré páry nôh veľmi dlhé a tenké (Obr. 1), niekedy s dýchacou rúrkou v zadnej časti bruška (Obr. 2)

Predné krídla celé tvrdé (chitinizované) (Obr. 6-10): Coleoptera

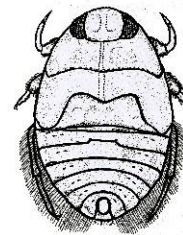


Vodné bzdochy (Heteroptera): vždy s bodcom; predná časť predných krídel sklerotizovaná, larvy so základmi krídel

Veľmi ploché a zaokrúhlené telo a krátke krídla - hlbínárka, *Aphelocheirus aestivalis*. Bodec siaha za prvý pár nôh.



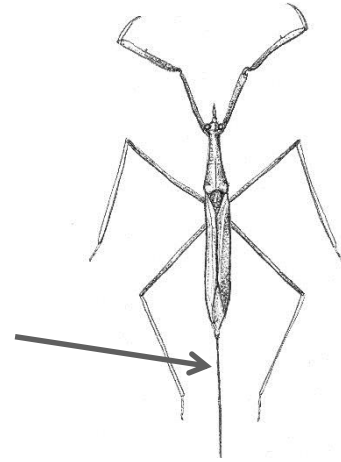
Ploché a zaokrúhlené telo. Medzi vegetáciou, stojaté vody.
Ilyocoris cimicoides (Naucoridae), 8 -12 mm. Bodec nedosahuje prvý pár nôh.



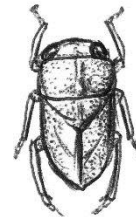
[Iný tvar tela](#)

Vodné bzdochy (Heteroptera): vždy s bodcom, predná časť predných krídel sklerotizovaná, larvy so základmi krídel

Dlhá dýchacia rúrka na konci tela



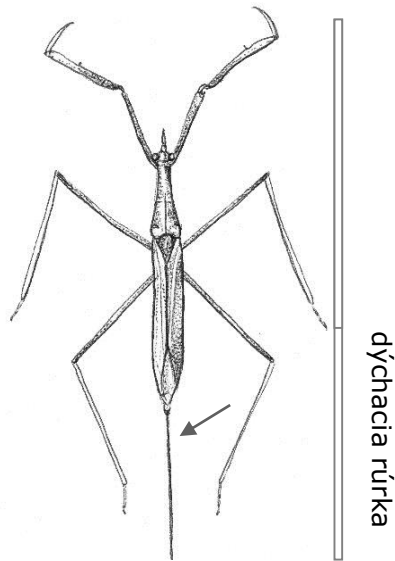
Bez dýchacej rúrky



Vodné bzdochy (Heteroptera): vždy s bodcom, predná časť predných krídel sklerotizovaná, larvy so základmi krídel

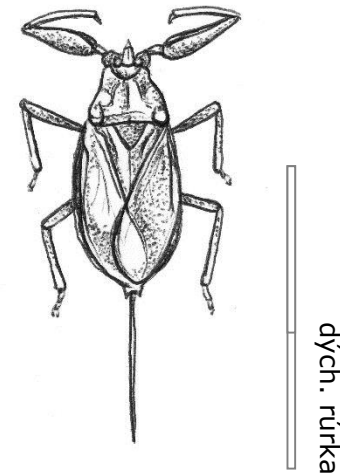
Telo dlhé a úzke?

Áno



Ihlica vodná (*Ranatra linearis*), dĺžka tela 40 mm

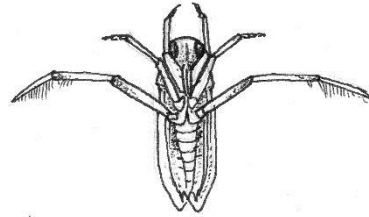
Nie



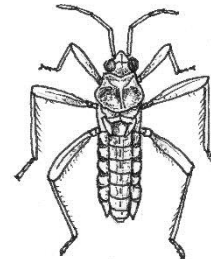
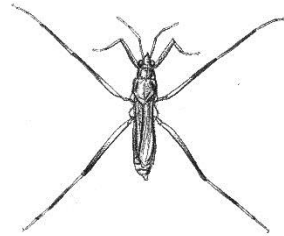
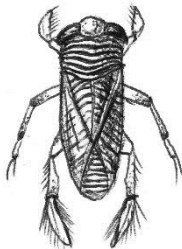
Splošťula bahenná (*Nepa cinerea*), podlhovasto oválna, dĺžka tela 22 mm

Vodné bzdochy (Heteroptera): vždy s bodcom, predná časť predných krídel sklerotizovaná, larvy so základmi krídel

Plávajú na chrbte



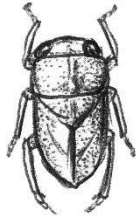
Neplávajú na chrbte



Vodné bzdochy (Heteroptera): vždy s bodcom, predná časť predných krídel sklerotizovaná, larvy o základmi krídel

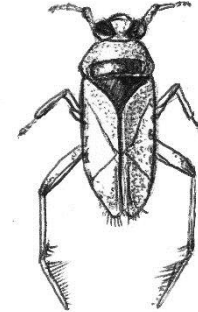
Malé, do 2,5 mm?

Áno



Člnovka (*Plea minutissima*), telo guľovité, chrbtová časť silne vyklenutá, 2-3 mm.

Nie

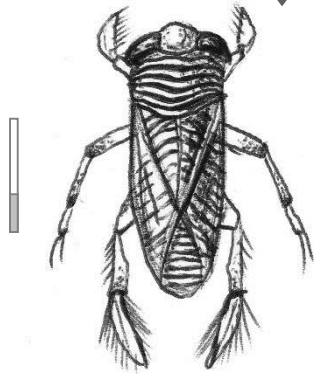


Chrbtoplávka (*Notonecta* sp.), telo podlhovasté, 13-17 mm.

Vodné bzdochy (Heteroptera): vždy s bodcom, predná časť predných krídel sklerotizovaná, larvy o základmi krídel

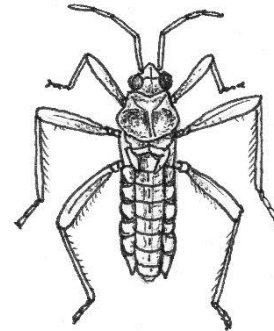
Predné nohy krátke a veslovité?

Áno

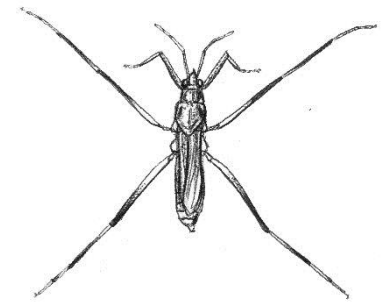


(Pozor: častokrát sa dá dobre vidieť len 2. a 3. pár končatín):
kliešťovka (Corixidae), 5-15 mm.

Nie



Veliidae



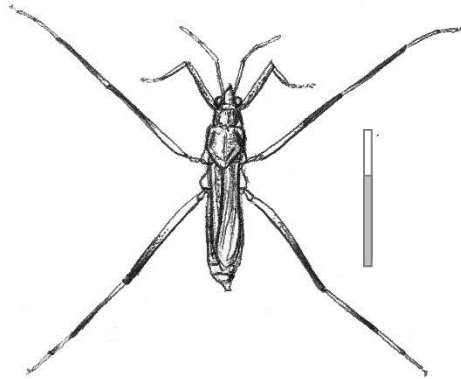
Gerridae

Vodné bzdochy (Heteroptera): vždy s bodcom, predná časť predných krídel sklerotizovaná, larvy o základmi krídel

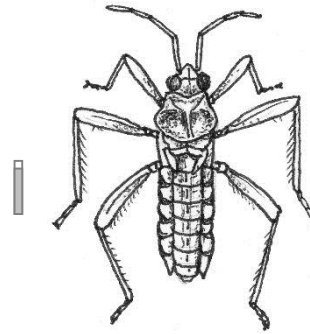
Pohybujú sa po hladine?

Áno

Nie



alebo



Ostatné vodné bzdochy

Korčuliarka (*Gerris* sp.), 12-17 mm.

(Gerridae)

Hladinárka (*Velia* sp.), 6 – 7 mm.

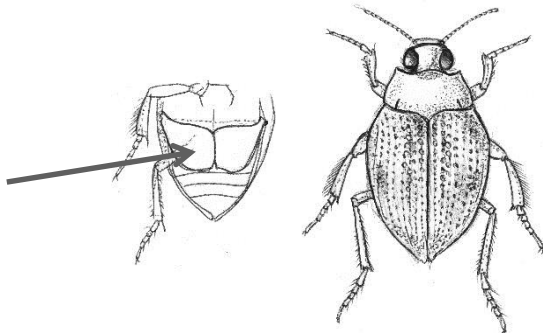
(Veliidae)

Koniec

Spät'

Chrobáky-imága (Coleoptera): Predné krídla tvrdé (sklerotizované) majú ochrannú funkciu a zakrývajú blanité zadné krídla

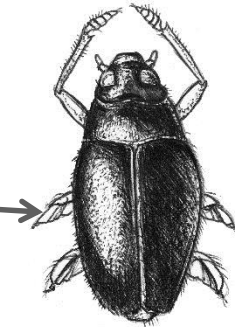
Panvičky zadných nôh platničkovité - Plavčíkovité (Haliplidae), 2-3 mm.



Panvičky zadných nôh nie sú platničkovité

Chrobáky-imága (Coleoptera): Predné krídla tvrdé (sklerotizované) majú ochrannú funkciu a zakrývajú blanité zadné krídla

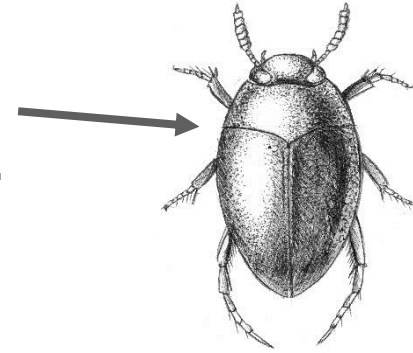
**Pri vyrušení plávajú rýchlo v kruhoch na hladine.
Stredné a zadné končatiny modifikované
Krútnavcovité (Gyrinidae), 5-7 mm.**



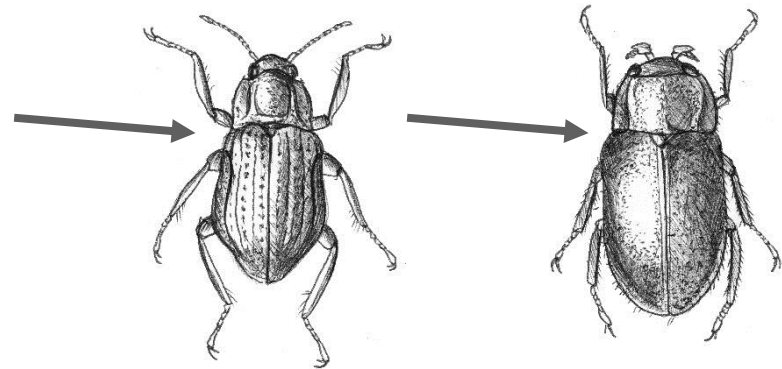
Iný tvar stredných a zadných nôh

Chrobáky-imága (Coleoptera): Predné krídla tvrdé (sklerotizované) majú ochrannú funkciu a zakrývajú blanité zadné krídla

Eliptický tvar tela a súčasný pohyb dvoch párov končatín. Hrud' s bruškom tvorí kompaktný celok.



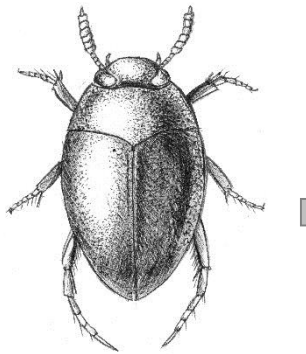
Iný tvar tela, hrud' zreteľne oddelená od bruška.



Chrobáky-imága (Coleoptera): Predné krídla tvrdé (sklerotizované) majú ochrannú funkciu a zakrývajú blanité zadné krídla

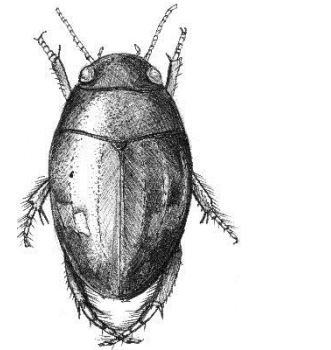
Posledný tykadlový článok je rozšírený

Áno



Noteridae. Žijú na pobreží vôd. 3,5-4,5 mm.

Nie



Potápniky (Dytiscidae). Tykadlové články cylindrické, dlhšie ako širšie, 2-35 mm.

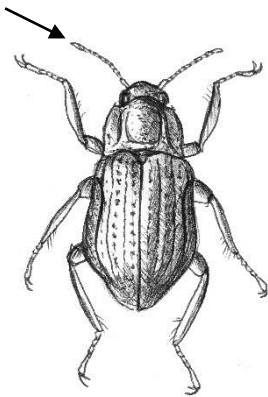
Chrobáky-imága (Coleoptera): Predné krídla tvrdé (sklerotizované) majú ochrannú funkciu a zakrývajú blanité zadné krídla

Hmatadlá kratšie ako tykadlá? Pazúriky nápadne veľké? Len plazivý pohyb?

Áno



Tykadlá

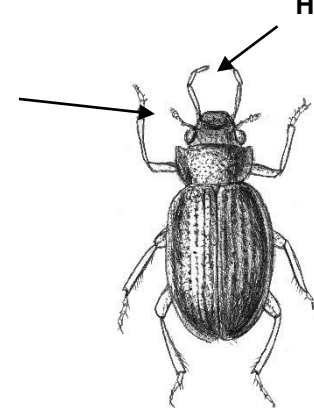


Nie



Hmatadlá

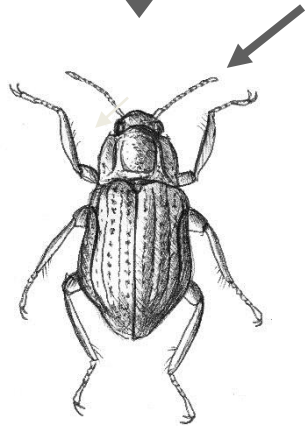
Tykadlá



Chrobáky-imága (Coleoptera): Predné krídla tvrdé (sklerotizované) majú ochrannú funkciu a zakrývajú blanité zadné krídla

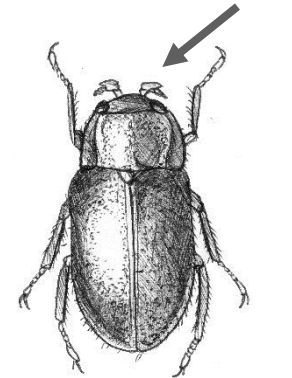
Tykadlá nitkovité?

Áno



Elmidae, tykadlá nitkovité, telo nie je ochlpené, 2-3 mm.

Nie

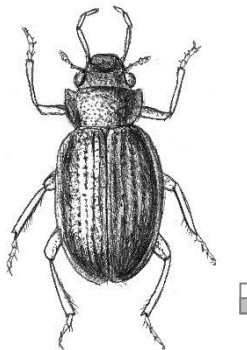


Dryopidae, tykadlá guľovité, telo ochlpené, 4-5 mm.

Chrobáky-imága (Coleoptera): Predné krídla tvrdé (sklerotizované) majú ochrannú funkciu a zakrývajú blanité zadné krídla

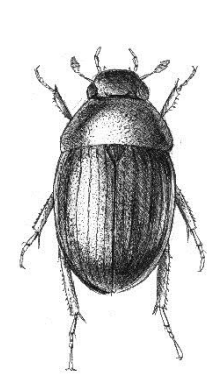
Hrud' v prednej časti široká a v zadnej časti úzka?

Áno



Hydraenidae, tykadlá z 5 článkov, veľmi dlhé hmatadlá, 2-4 mm.

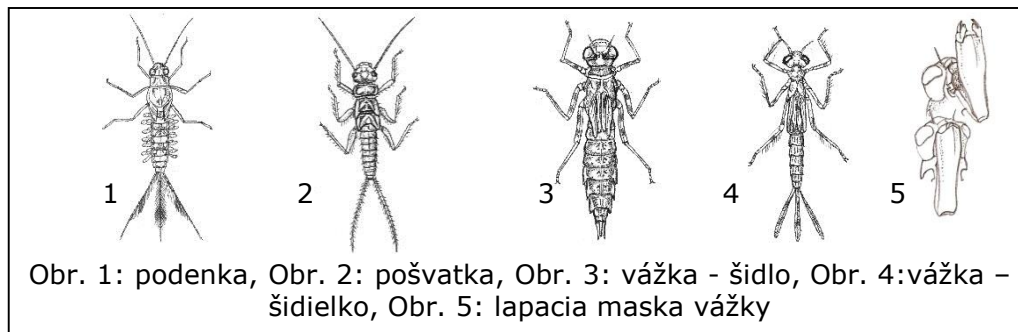
Nie



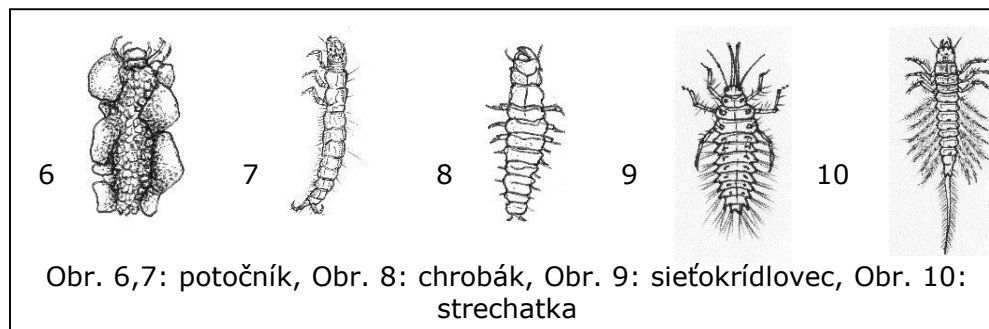
Hydrophilidae, tykadlá z 3 článkov, pri plávaní nekoordinovaný pohyb končatín, 1,5-50 mm.

Živočíchy s 3 párami končatín; niektoré so schránkami: podenky, pošvatky, potočníky, vážky, chrobáky, sieťokrídlovce a larvy strechatiek

Bez schránky. Základy krídel viditeľné (Obr. 1-5). Niektoré s 2 alebo 3 štetinkovými príveskami na konci bruška (cerky) (Obr. 1, 2).

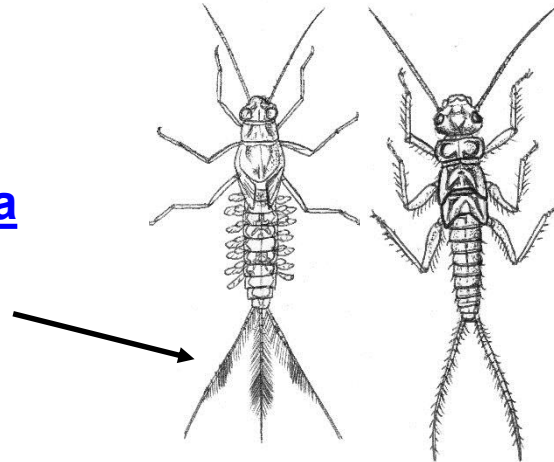


Niektoré so schránkou (Obr. 6). Bez základov krídel. Bez 2-3 cerkov na brušku (Figs. 6-10).

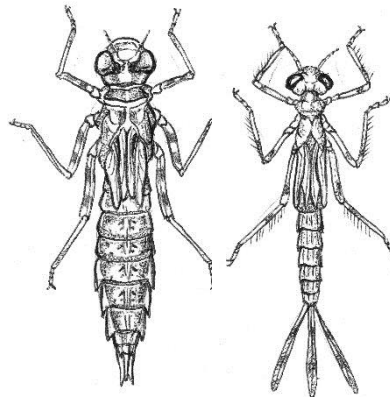


Larvy podeniek; pošvatiek; vážok

S cercami na konci bruška

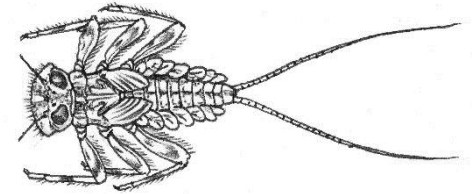


Bez cercov na brušku



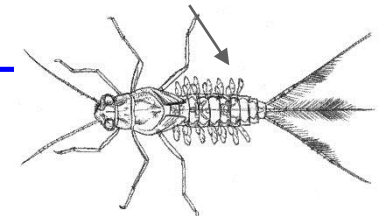
6 končatín; základy krídel a cerky na konci bruška – larvy podeniek a pošvatiek

**Bruško s tracheálnymi žiabrami a dvomi cerkami:
podenka (Ephemeroptera) Epeorus sp.**

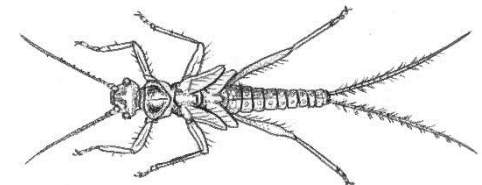


**Bruško s tracheálnymi žiabrami (oválnymi alebo nitkovitými)
TRI cerky: podenky (Ephemeroptera)**

Prívesky sa môžu byť pri zbere materiálu odtrhnúť!



**Bruško BEZ tracheálnych žiaber a DVA cerky:
pošvatky (Plecoptera).**



Larvy podeniek (Ephemeroptera): základy krídel; tri cerky, na
brušku tracheálne žiabre

Tracheálne žiabre tvoria dvojité perovité
rozoklané lupienky



Iný tvar žiaber

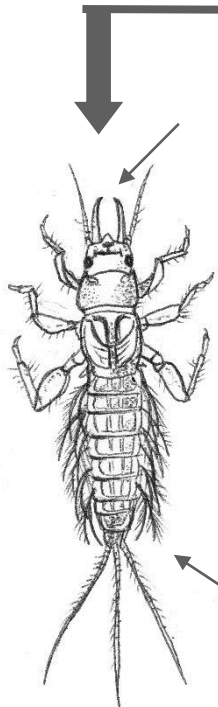


Larvy podeniiek (Ephemeroptera): základy krídel; tri cerky, na
brušku tracheálne žiabre

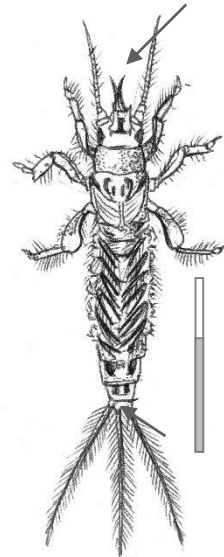
Hryzadlá viditeľné

Áno

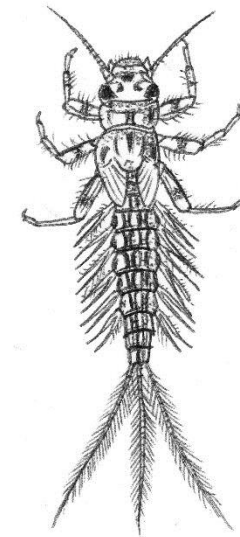
Nie



Podenka nížinná (*Ephoron virgo*),
čeluste stočené dovnútra, žiabre
priliehajú ku brušku, 20 mm
(bez príveskov).



Ephemera sp., čeluste
vytočené von, žiabre nad
bruškom, 15-23 mm.



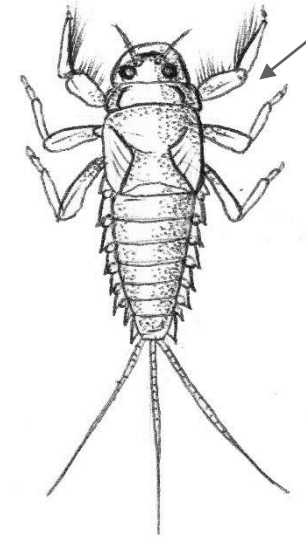
Potamanthus luteus,
žiabre odstavajú od bruška,
10-12 mm.

Koniec

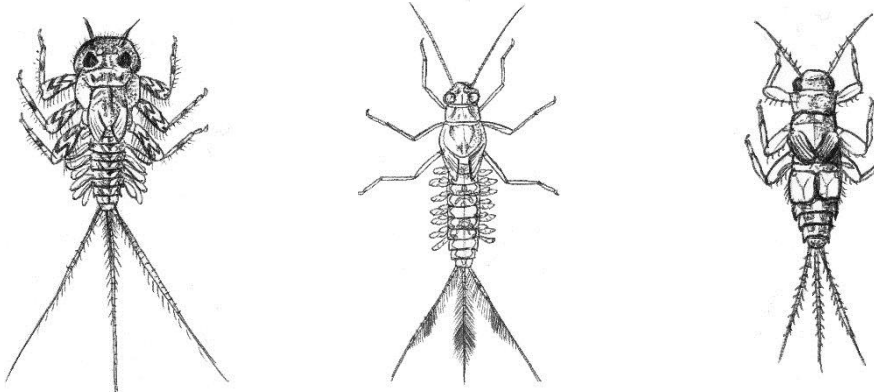
Spät'

Larvy podeniiek (Ephemeroptera): základy krídel; tri cerky, na brušku tracheálne žiabre

Predné končatiny s dlhými chĺpkami a žiabrové lístky malé - *Oligoneuriella* sp., 12mm.

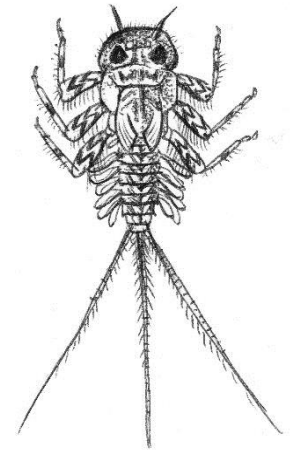


Predné končatiny bez dlhých chĺpkov, žiabrové - lístky - väčšie

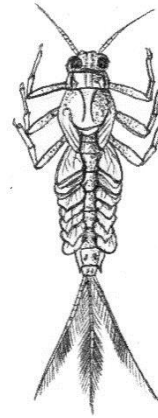


Larvy podeniiek (Ephemeroptera): základy krídel; tri cerky, na brušku tracheálne žiabre

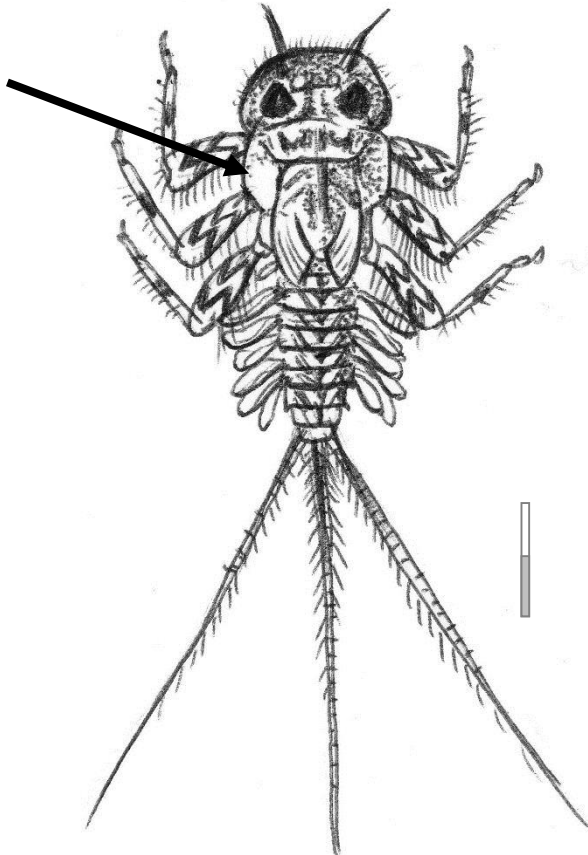
Oči na vrchnej strane hlavy a telo sploštené - Heptageniidae



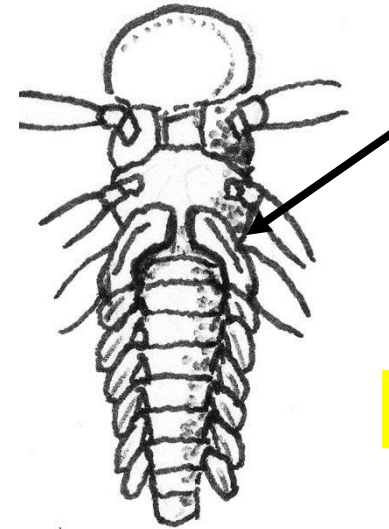
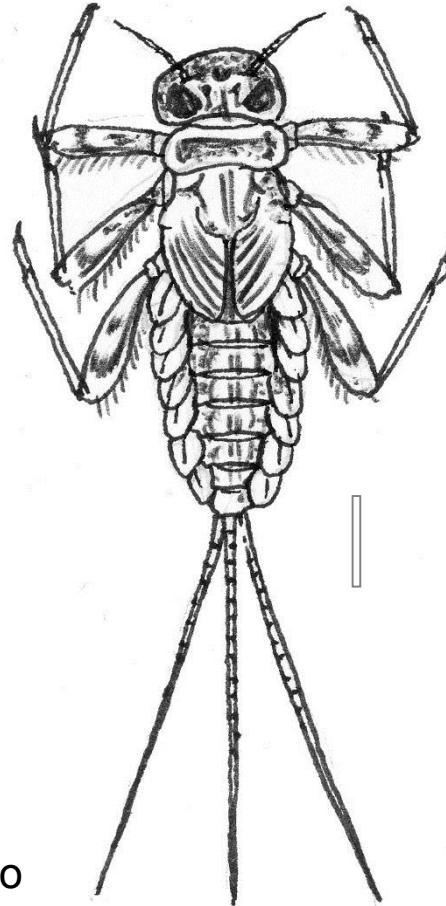
Oči umiestnené laterálne, telo cylindrické



Larvy podeniiek (Ephemeroptera): základy krídel; tri cerky, na brušku tracheálne žiabre



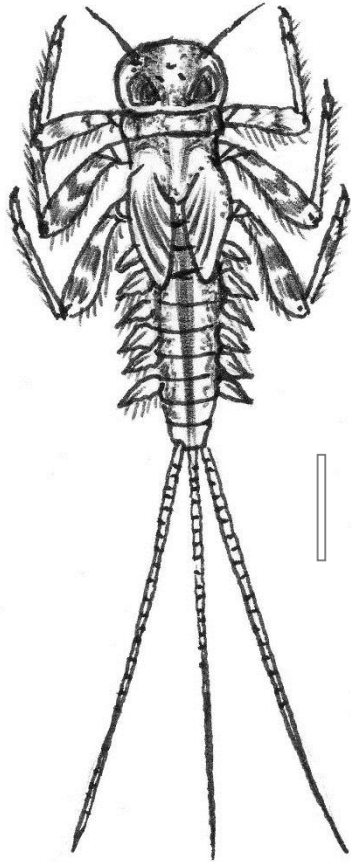
Ecdyonurus sp., predohrud' po stranách rozšírená s výbežkami, 8-15 mm.



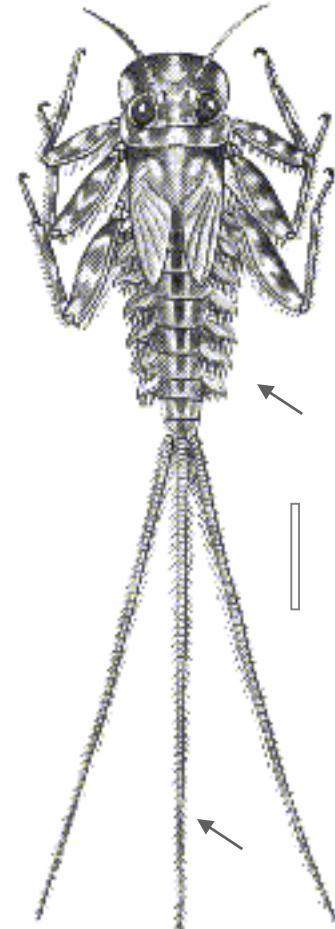
ALEBO

Rhitrogena sp., prvý pár žiaber nápadne veľký, obličkovitý, posledný pár sa stretáva pod bruškom, žiabre tvoria prísavku, 8-12 mm.

Larvy podeniiek (Ephemeroptera): základy krídel; tri cerky, na brušku tracheálne žiabre



Heptagenia sp., 9-14 mm, vo väčších nížinných tokoch.



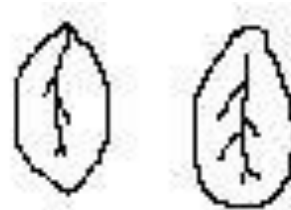
Electrogena sp., 8-14 mm, cerky sú dlhšie ako telo, prevažne v čistých menších pahorkatinných a podhorských potokoch.

Larvy podeniek (Ephemeroptera): základy krídel; tri cerky, na brušku tracheálne žiabre

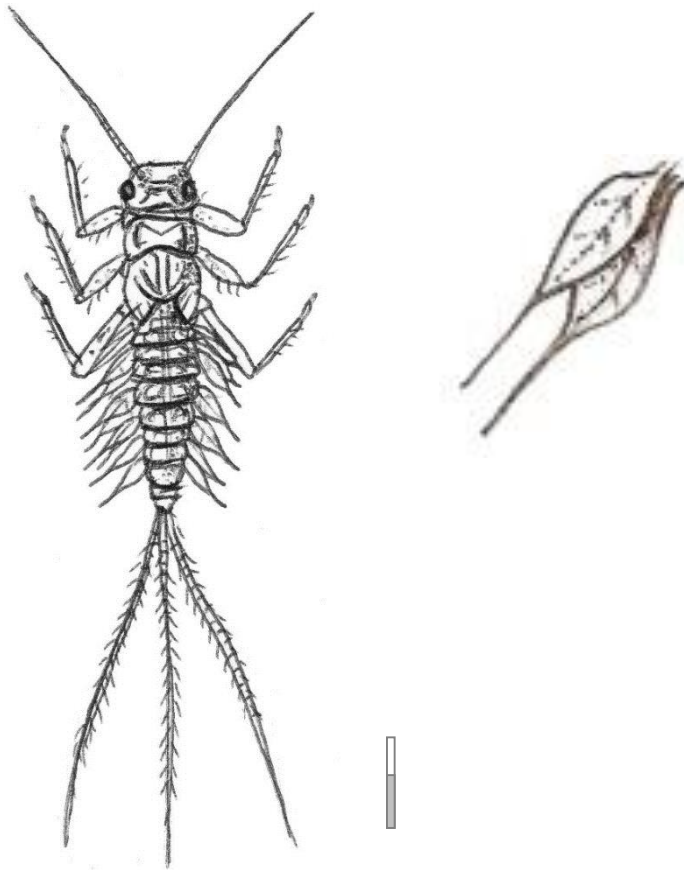
Žiabre z dvoch alebo viacerých vetiev



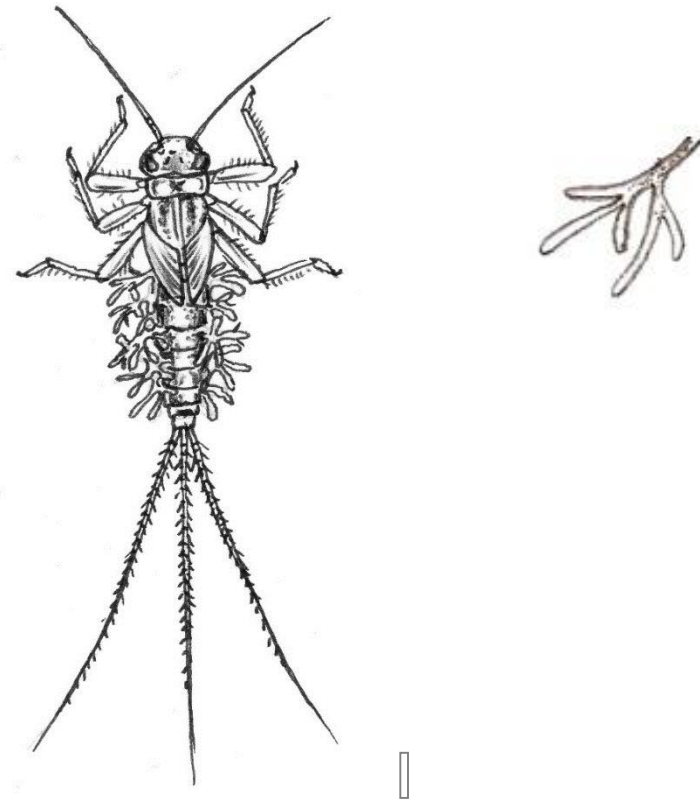
Žiabre lístkovité



Larvy podeniiek (Ephemeroptera): základy krídel; tri cerky, na brušku tracheálne žiabre

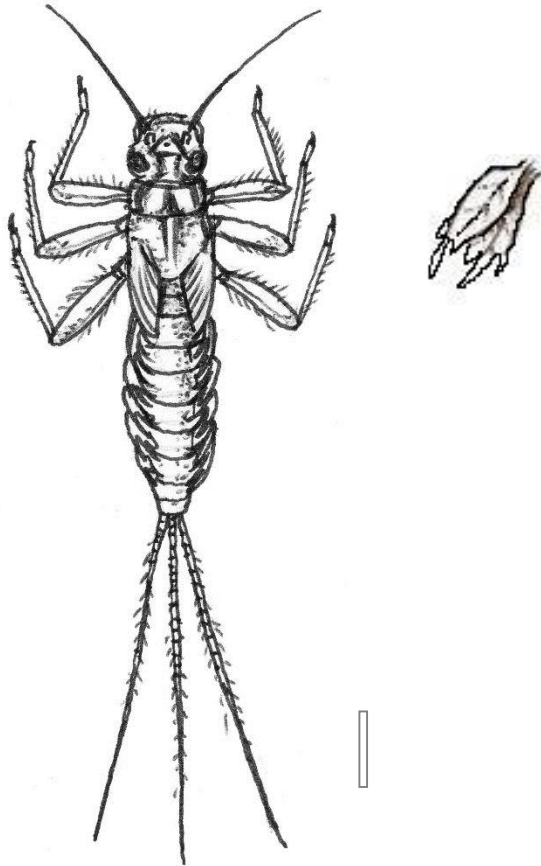


Leptophlebia sp., žiabrove lístky
kopijovité, 7-12 mm.

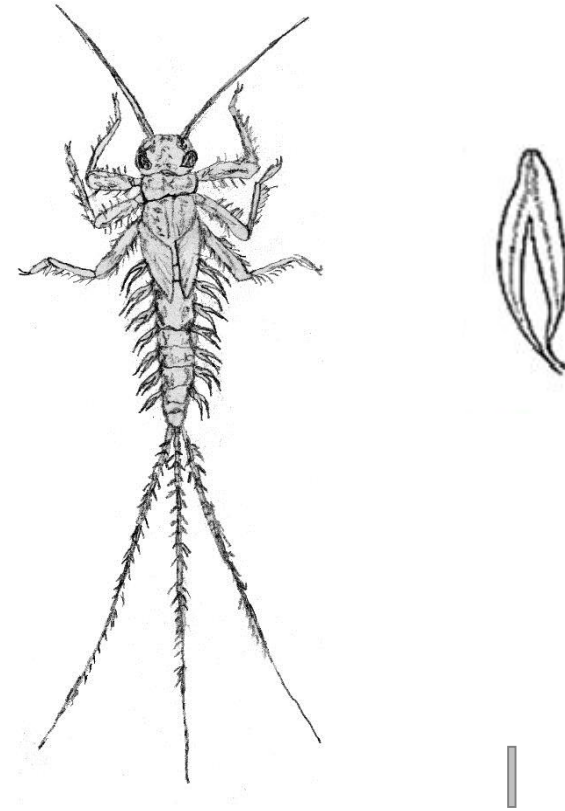


Habrophlebia sp., žiabre rozvetvené,
5-6 mm.

Larvy podeniek (Ephemeroptera): základy krídel; tri cerky, na
brušku tracheálne žiabre



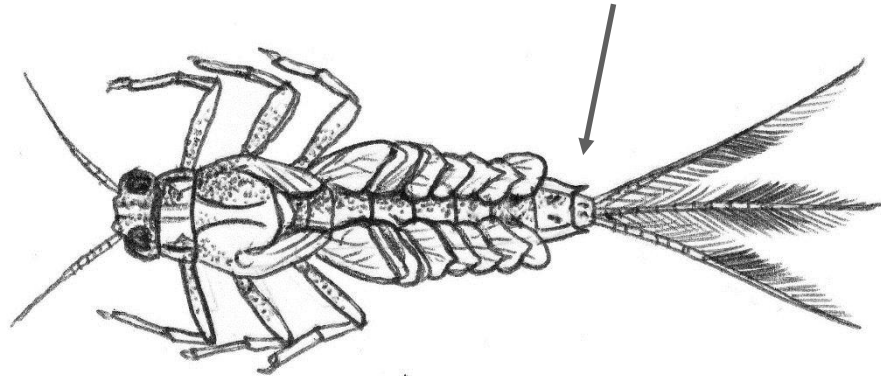
Choroterpes picteti, žiabrové lístky
vykrajované, s 3 násadcami, 10 mm.
Zriedkavý druh.



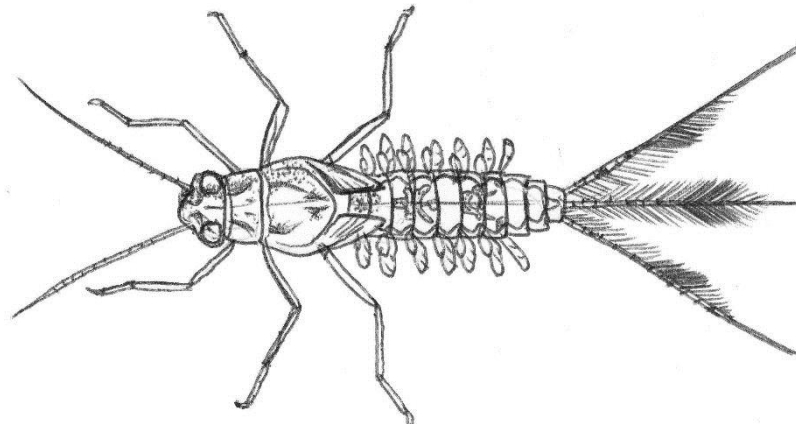
Habroleptoides sp., vidlicovité
žiabre, 8-10 mm.

Larvy podeniek (Ephemeroptera): základy krídel; tri cerky, na
brušku tracheálne žiabre

Posledné články bruška vybiehajú do trňov alebo zubov

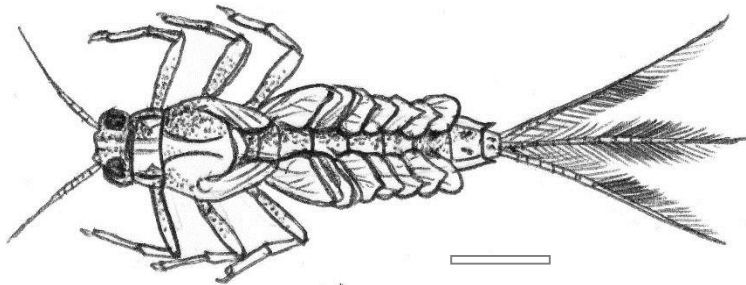


Posledné články bruška bez trňov a zubov



Larvy podeniiek (Ephemeroptera): základy krídel; tri cerky, na
brušku tracheálne žiabre

**Telo podlhovasté a tracheálne žiabre sú trojuholníkovitého tvaru, aspoň
1. a 2. žiabro dvojité : podenka *Siphonurus* sp., 11-13 mm.**

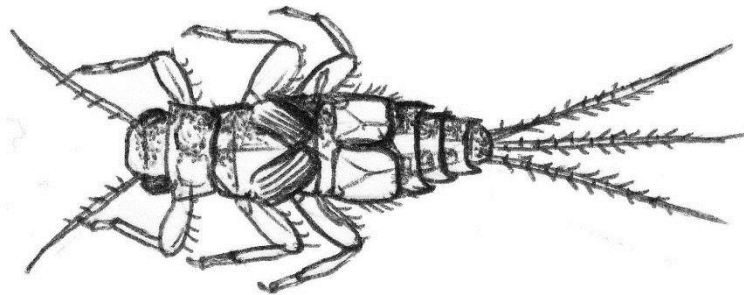


Telo robustnejšie, žiabre nie trojuholníkové.

Larvy podeniiek (Ephemeroptera): základy krídel; tri cerky, na brušku tracheálne žiabre

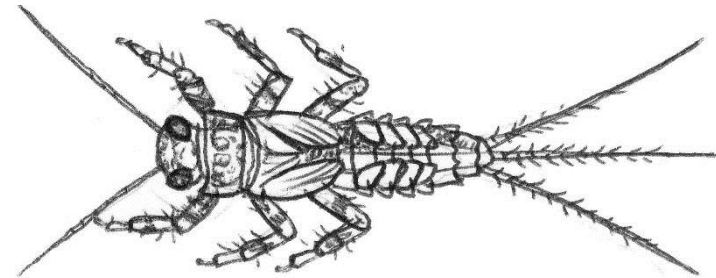
Jeden pár žiaber oveľa väčší ako ostatné a štvorcovitý?

Áno



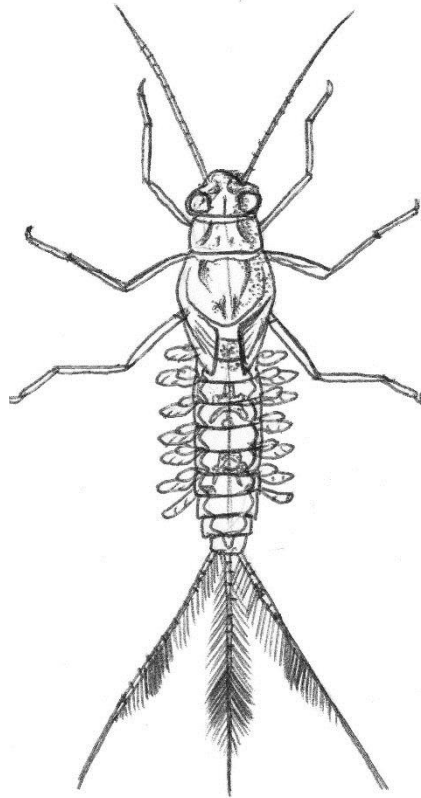
Caenidae, telo
zaokrúhlené, 4-7 mm.

Nie



Ephemerellidae, 8-10 mm.

Larvy podeniek (Ephemeroptera): základy krídel; tri cerky, na brušku tracheálne žiabre

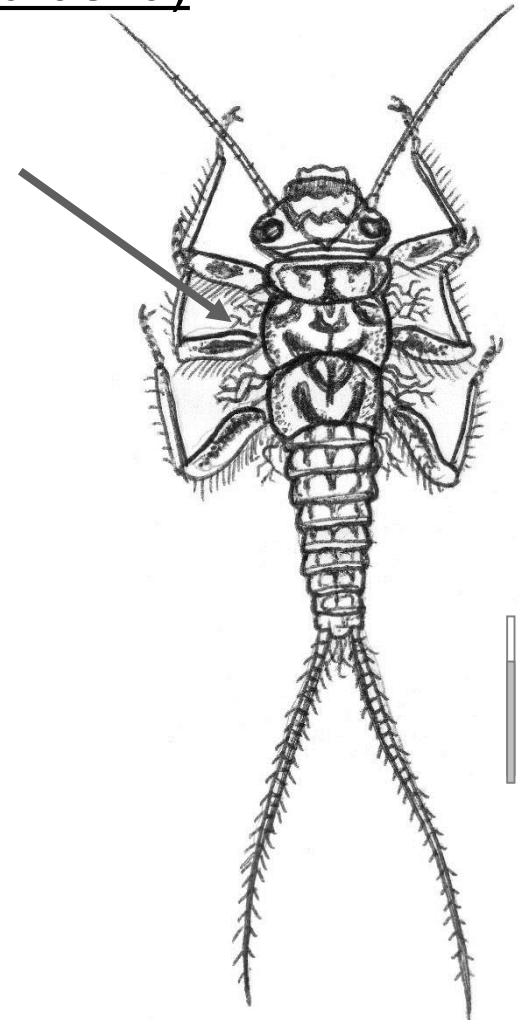


Baetidae, 5-9 mm. Bez trňov na poslednom bruškovom článku.

Pošvatky (Plecoptera): so základmi krídel; dva prívesky (cerky) na konci bruška, zväzok žiaber pri základe končatín alebo krku, alebo chýba (nikdy nie na brušku)

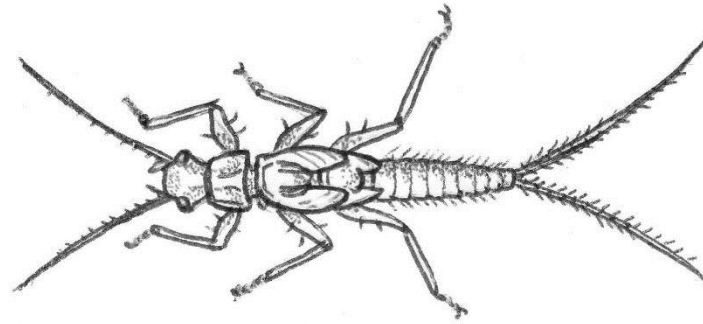
Hrud' s bočnými zväzkami žiaber na báze končatín : Perlidae, výrazná hlava a kresba na brušku, 16-22 mm (bez príveskov).

Bez žiaber na hrudi

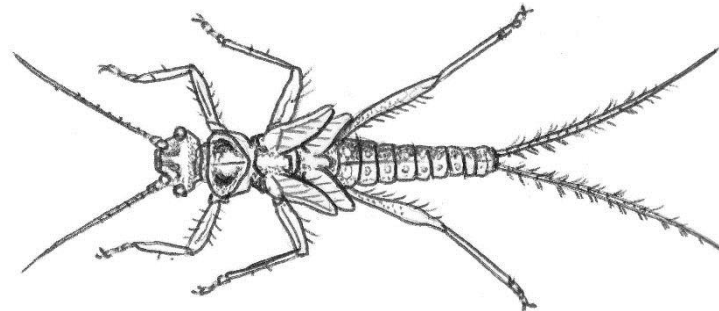


Pošvatky (Plecoptera): so základmi krídel; dva prívesky (cerky) na konci bruška, zväzok žiaber pri základe končatín alebo krku, alebo chýba (nikdy nie na brušku)

Základy krídel sú paralelné s telom

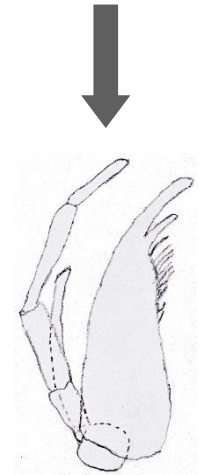
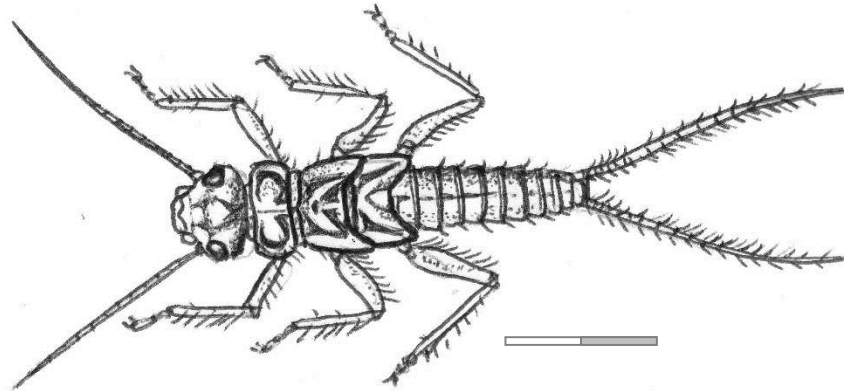


Základy krídel nie sú paralelné s telom (rozbiehavé alebo zbiehavé)



Pošvatky (Plecoptera): so základmi krídel; dva prívesky (cerky) na konci bruška, zväzok žiaber pri základe končatín alebo krku, alebo chýba (nikdy nie na brušku)

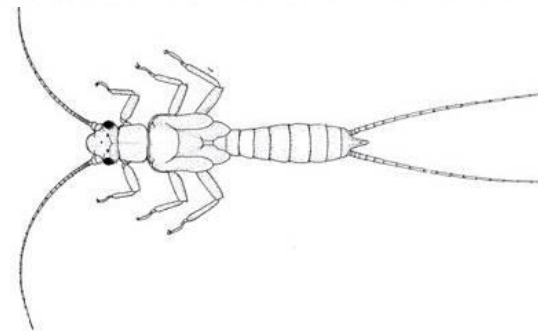
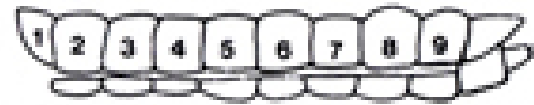
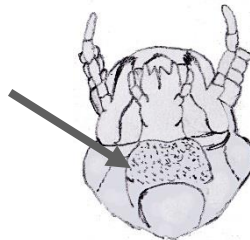
Telo s výraznou kresbou: Perlodidae, väčšie druhy, s rozmanitou, žlto-sivohnedou kresbou, 10-20 mm. Pošvy zadohrude sú rozbiehavé s telom. Posledný článok čelustných hmatadiel nie je výrazne tenší ako predposledný článok.



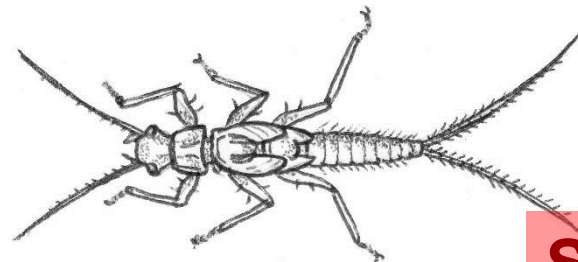
Malé druhy, rovnomerne sfarbené

Pošvatky (Plecoptera): so základmi krídel; dva prívesky (cerky) na konci bruška, zväzok žiaber pri základe končatín alebo krku, alebo chýba (nikdy nie na brušku)

Brušné články 1 - 9 rozdelené na brušnú a chrbtovú časť : Capniidae, hnedé sfarbenie, v štrku a organickom substráte, 5-10 mm. Mentum na spodnej pere je malé.

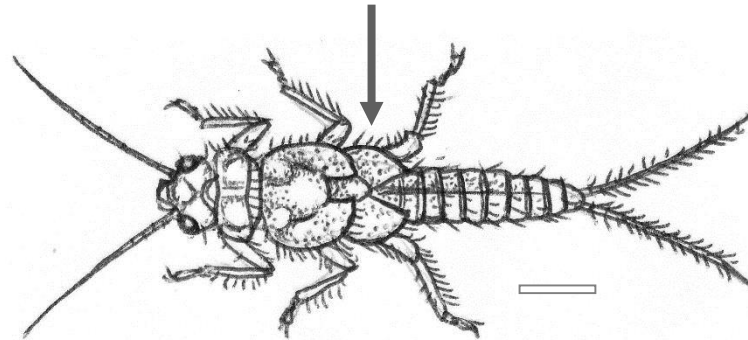
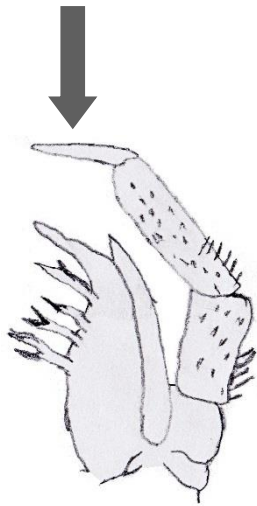


Len 1 - 4 brušný článok rozdelený na chrbtovú a brušnú časť: Leuctridae, hadovitý pohyb vo vode, prevažne žlté sfarbenie, v štrku, 5-8 mm. Mentum na spodnej pere je veľké.

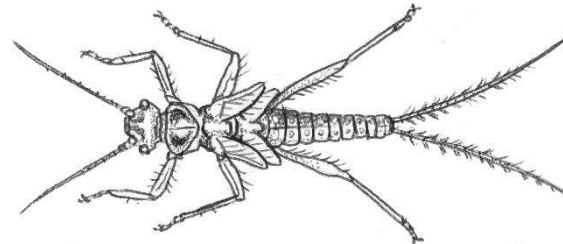


Pošvatky (Plecoptera): so základmi krídel; dva prívesky (cerky) na konci bruška, zväzok žiaber pri základe končatín alebo krku, alebo chýba (nikdy nie na brušku)

Základy krídel sa zbiehajú: Chloroperlidae, základy krídel klepietkovitého tvaru, 10 mm, posledný článok čelustných hmatadiel je výrazne tenší ako predposledný článok.

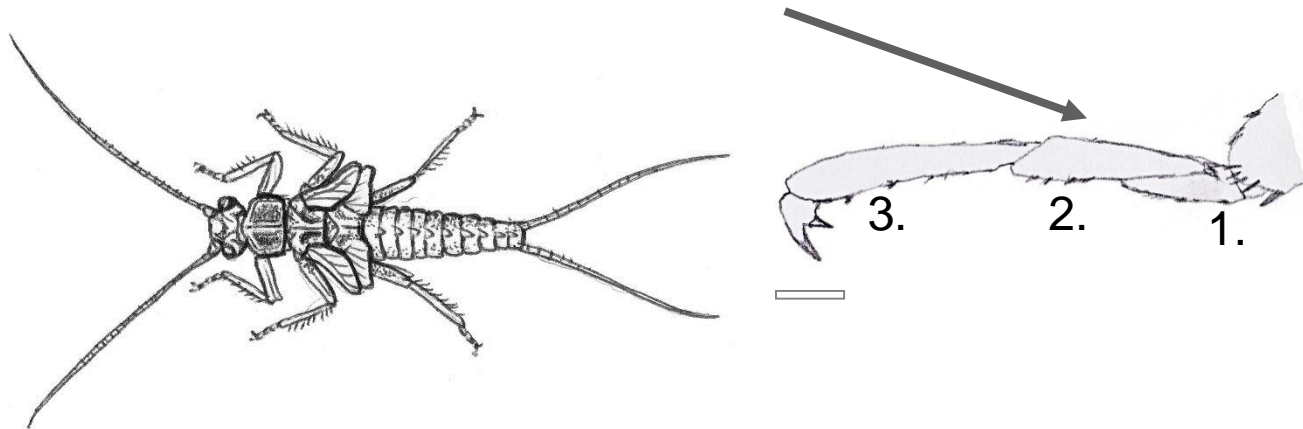


Základy krídel sa rozbiehajú od tela

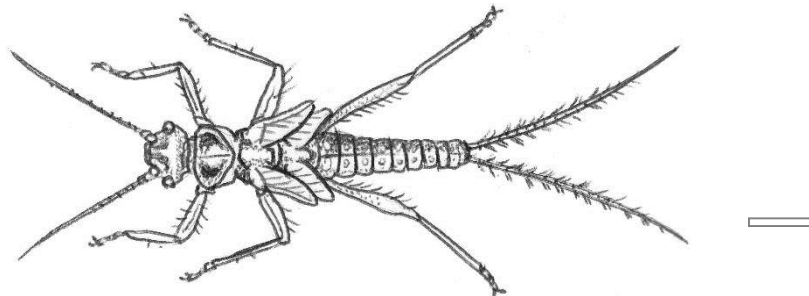


Pošvatky (Plecoptera): so základmi krídel; dva privesky (cerky) na konci bruška, zväzok žiaber pri základe končatín alebo krku, alebo chýba (nikdy nie na brušku)

Zadné končatiny kratšie ako bruško : Taeniopterygidae, 8-10 mm.
Druhý chodidlový článok je dlhší ako prvý

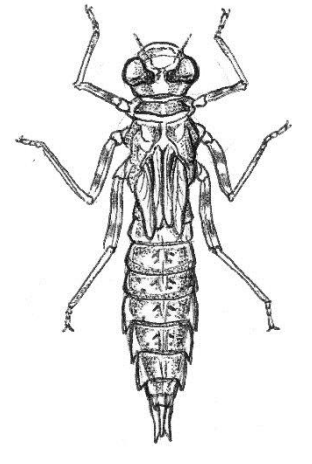


Zadné končatiny dlhšie ako bruško : Nemouridae, 6-9 mm.
Telo je robustné, na predohrudi môžu mať aj tracheálne žiabre,
druhý chodidlový článok kratší ako prvý.

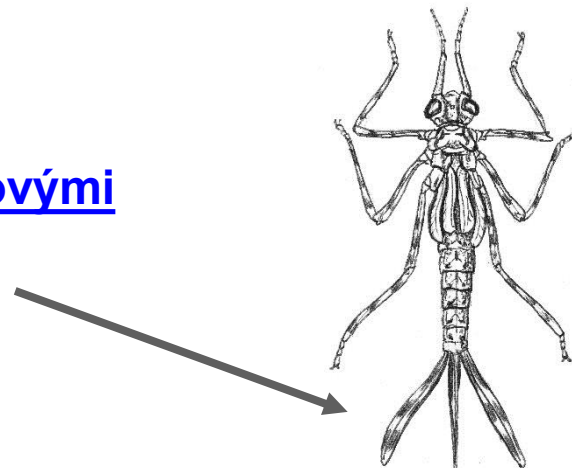


Larvy vážok (Odonata): so základmi krídiel; tri dlhé ploché prívesky alebo krátke špicaté prívesky (análna pyramída) na konci bruška, lapacia maska na spodnej strane hlavy

Bruško zaokrúhlené a sploštené (> 4mm široké), koniec tela s krátkymi špicatými príveskami (análna pyramída): šidlá ([Anisoptera](#)), do 60 mm.

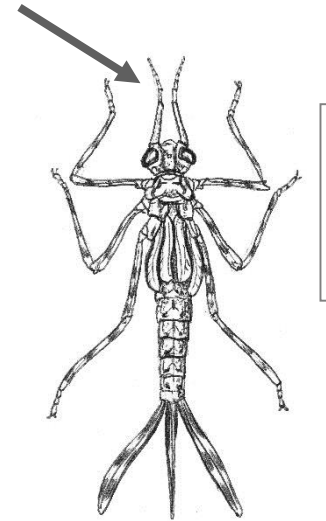


Bruško štíhle, na konci s 3 lístkovými kaudálnymi príveskami

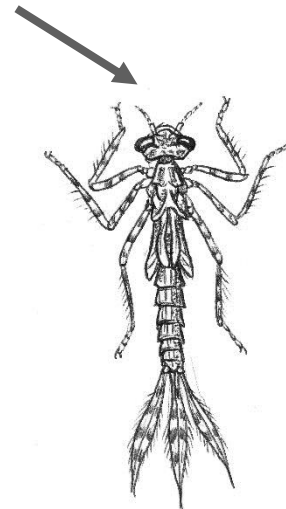


Larvy šidielok (Odonata: Zygoptera): so základmi krídiel; tri dlhé ploché prívesky na konci bruška; lapacia maska na spodnej strane hlavy

Prvý tykadlový článok oveľa dlhší ako hlava :
Hadovka (*Calopteryx* sp.), 26 mm (bez príveskov)
(Calopterygidae)



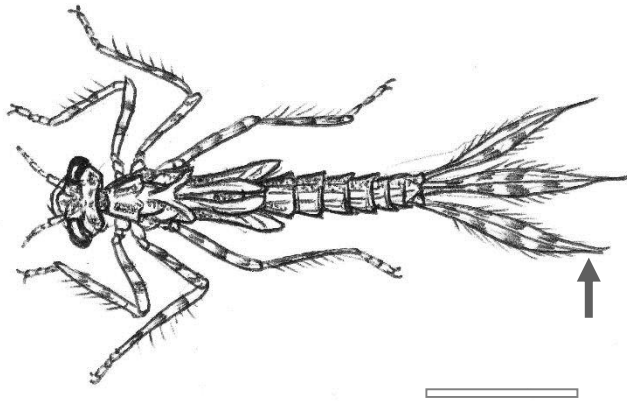
Prvý tykadlový článok krátky



Larvy šidielok (Odonata: Zygoptera): so základmi krídiel; tri dlhé ploché prívesky na konci bruška, lapacia maska na spodnej strane hlavy

Prívesky bruška pretiahnuté do špičky?

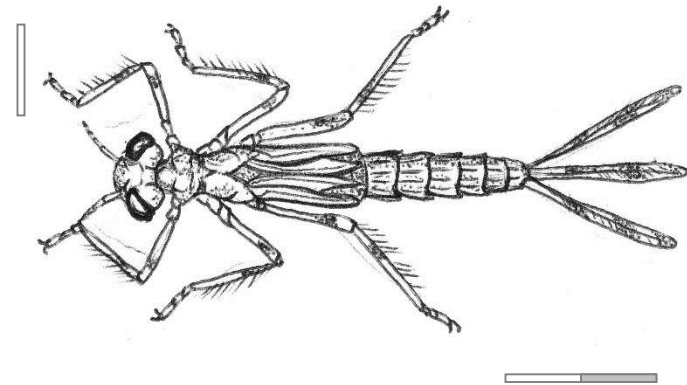
Áno



šidielko brvonohé (*Platycnemis pennipes*), 20 mm.

(Platycnemididae)

Nie



ostatné šidielka (Zygoptera), 10-20 mm.

Larvy šidielok (Odonata: Zygoptera): so základmi krídiel; tri dlhé ploché prívesky na konci bruška, lapacia maska na spodnej strane hlavy

Vetvenie sekundárnych vzdušníc v lamelách kolmé na hlavnú vzdušnicu ?

Áno

Nie



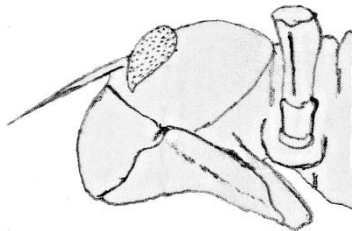
Lestidae

Coenagrionidae

**Bruško zaokrúhlené a sploštené (> 4mm široké),
koniec tela s krátkymi špicatými príveskami (análna
pyramída): šidlá (Anisoptera), 60 mm.**

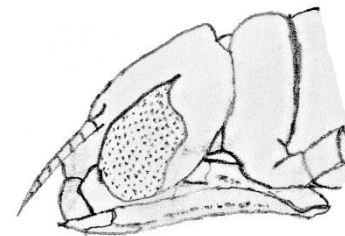
Maska je lyžicovitá?

Áno



[Corduliidae,](#)
[Cordulegastridae,](#)
[Libellulidae](#)

Nie



[Aeshnidae, Gomphidae](#)

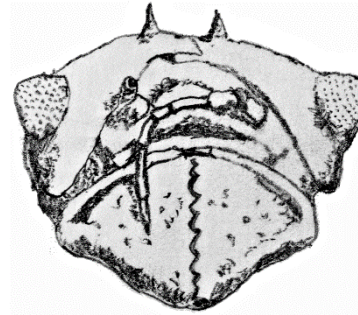
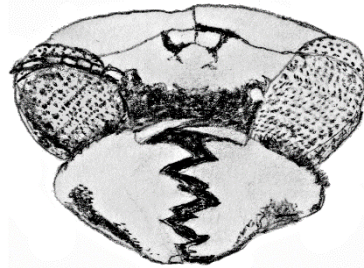
Bruško zaokrúhlené a sploštené (> 4mm široké), koniec tela s krátkymi špicatými príveskami (análna pyramída): šidlá (Anisoptera), 60 mm.

Zuby na lalokoch masky nerovnako veľké?

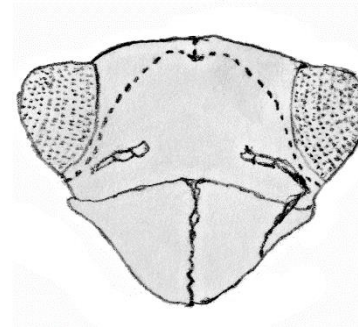
Áno

Nie

Cordulegastridae



Corduliidae
+ *Libellula depressa*



Libellulidae

**Bruško zaokrúhlené a sploštené (> 4mm široké),
koniec tela s krátkymi špicatými príveskami (análna
pyramída): šidlá (Anisoptera), 60 mm.**

Tykadlá 6-7 článkové?

Áno

Nie



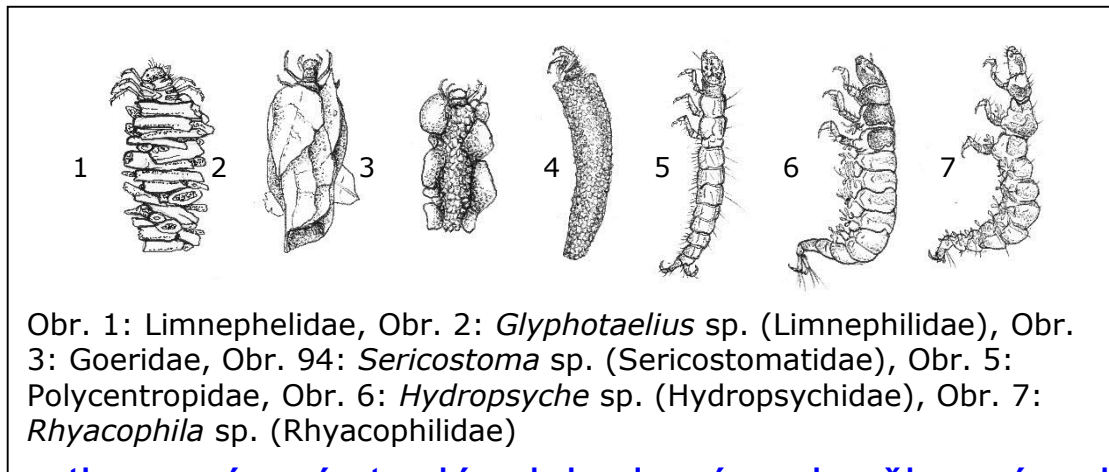
Aeshnidae

Gomphidae

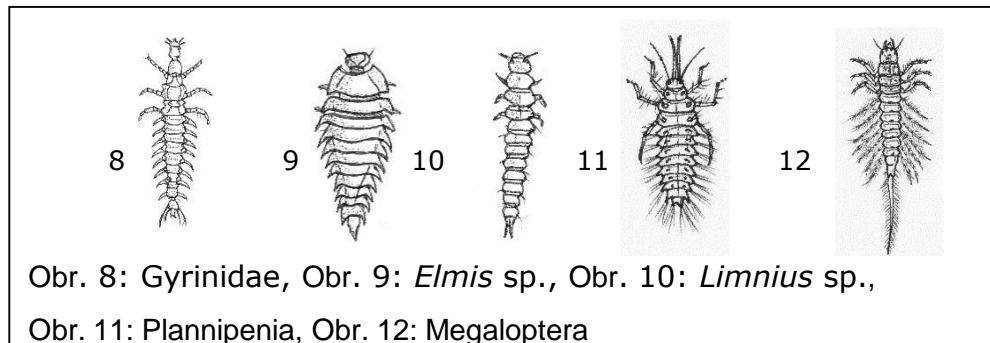
S tromi párami končatín; bez základov krídel; so schránkami
alebo bez schránok: larvy potočníkov, chrobákov,
sieťokrídlovcov a strechatiek

S dvomi pazúrami na posuvkách (= hákovité a zrohovatené panôžky, Obr. 5-7) a
bruško vždy mäkké. Niektoré so schránkami: larvy potočníkov (Trichoptera)

Maximálna veľkosť do 30 mm, keď sú väčšie, tak sú to larvy chrobákov.

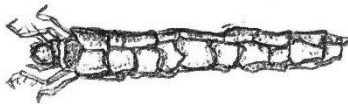


Bruško často sklerotizované, príp. tvrdé; niekedy sú na brušku prívesky, bez
schránok: larvy chrobákov (Coleoptera), sieťokrídlovcov (Plannipenia) a
strechatiek (Megaloptera) (Obr. 8-12).

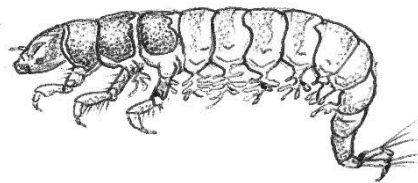


Larvy potočníkov (Trichoptera): bez základov krídel; s posuvkami na konci bruška, so schránkami *alebo* bez schránok

Schránky s rôzneho materiálu (piesok, štrk, drevo ...)

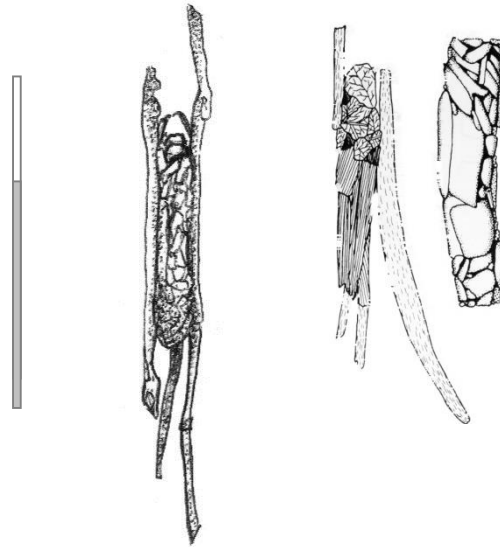


Bez schránok



Larvy potočníkov (Trichoptera): bez základov krídel;
s posuvkami na konci bruška, so schránkami

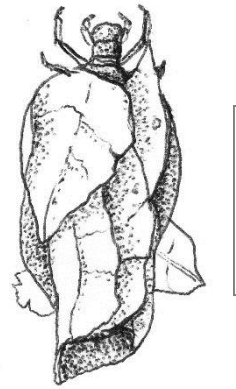
**Schránky vpredu a vzadu spevnené a predĺžené s 2 dlhými vetvičkami
(výrazne presahujúcimi schránku) Limnephilidae, schránka bez vetvičiek 30-40 mm.**



Iný tvar schránky

Larvy potočníkov (Trichoptera): bez základov krídel;
s posuvkami na konci bruška, so schránkami

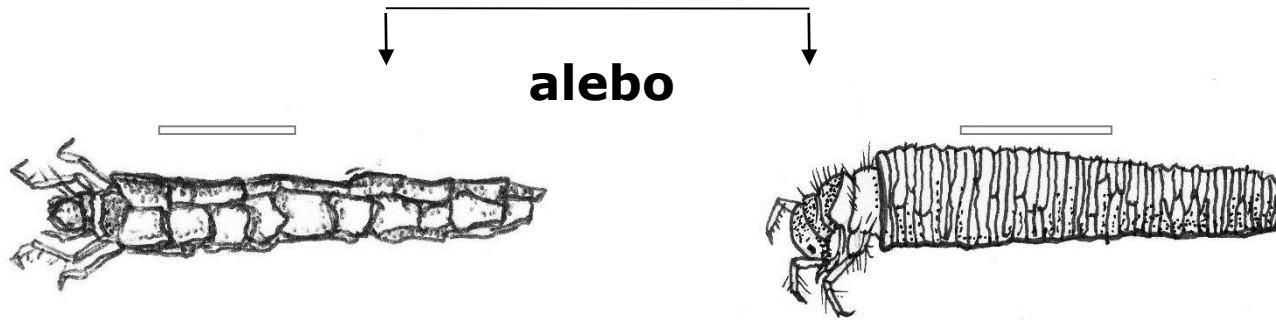
**Schránka s niekoľkými veľkými hnedastými kúskami listov, ktoré sú
pozliepané : *Glyphotaelius* sp. (Limnephilidae), 25 mm .**



Iný tvar schránky

Larvy potočníkov (Trichoptera): bez základov krídel;
s posuvkami na konci bruška, so schránkami

Schránky viac-menej štvorhranné, pozostávajúce s malých kúskov lístkov



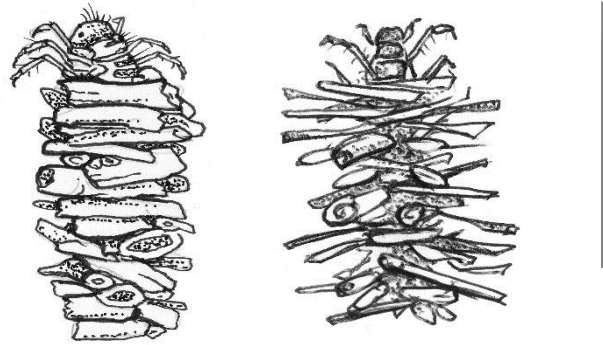
Lepidostomatidae, štvorhranná
schránka z listov usporiadaných
kvadraticky.

Brachycentridae, schránka sa
zdá byť pruhovaná, 20 mm.

[Iný tvar schránky](#)

Larvy potočníkov (Trichoptera): bez základov krídel;
s posuvkami na konci bruška, so schránkami

Schránky z rozlámaných úlomkov rastlín alebo drevok (akoby boli nimi prešpikované): *Limnephilus flavicornis*, 30-35 mm.



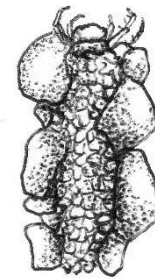
[Iný tvar schránky](#)

Larvy potočňikov (Trichoptera): bez základov krídel;
s posuvkami na konci bruška, so schránkami

Schránky hladké, z homogénneho materiálu

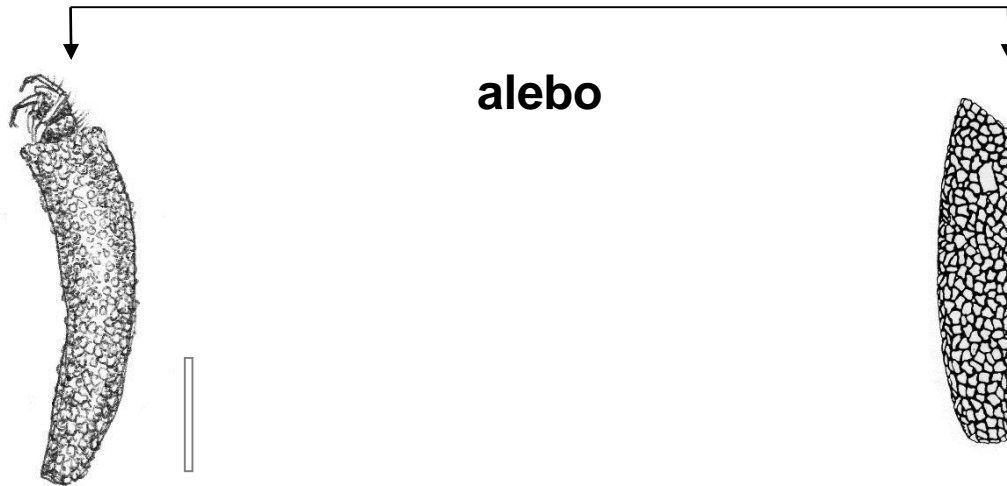


Schránky hrboľaté, z rôzneho materiálu



Larvy potočňíkov (Trichoptera): bez základov krídel;
s posuvkami na konci bruška, so schránkami

Schránka je ohnutá rúrka z malých kamienkov takmer rovnakej veľkosti



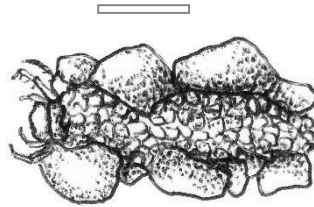
Sericotoma sp., 15 mm.

Potamophylax sp., schránka na vrchole šikmá a menej ohnutá ako u rodu *Sericotoma*.

Iný tvar schránky: larvy ostatných druhov potočňíkov

Larvy potočňikov (Trichoptera): bez základov krídel;
s posuvkami na konci bruška, so schránkami

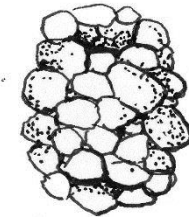
Schránka z malých kamienkov (piesku) a *len* po stranách vyčnievajú väčšie kamienky : Goeridae, ako napríklad *Silo* sp., 10 – 12 mm.



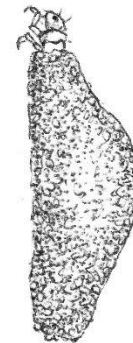
[Iný tvar schránky](#)

Larvy potočníkov (Trichoptera): bez základov krídel;
s posuvkami na konci bruška, so schránkami

Schránka na vrchnej strane vyklenutá a na spodnej strane plochá, často ju nachádzame pripevnenú na skalách : Glossosomatidae, 10 mm.

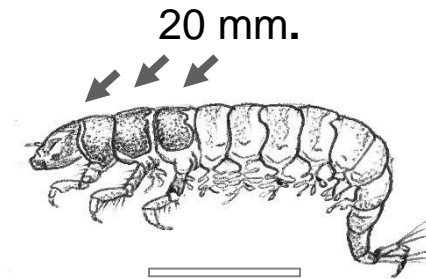


Iný tvar schránky: Hydroptilidae, schránky zo zrníkov piesku a organickej hmoty, z boku stlačené, 5 mm.

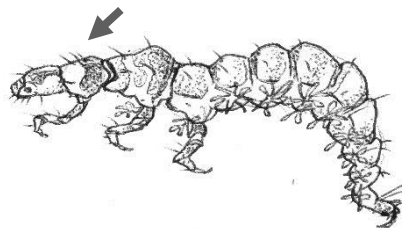


Larvy potočnickov (Trichoptera): bez základov krídel;
s posuvkami na konci bruška, bez schránok

Všetky tri hrudné články so sklerotizovanými doštičkami : Hydropsyche sp.,

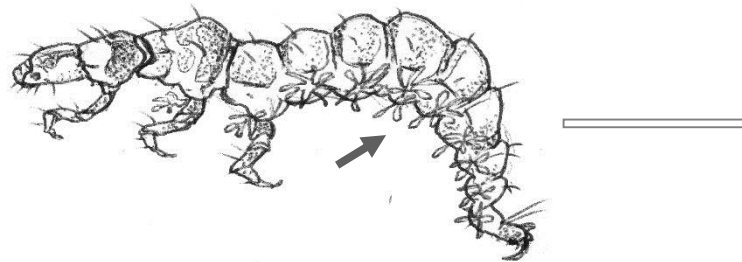


Len prvý hrudný článok sklerotizovaný



Larvy potočňíkov (Trichoptera): bez základov krídel;
s posuvkami na konci bruška, bez schránok

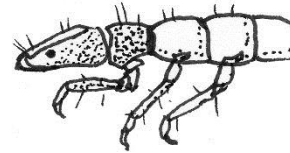
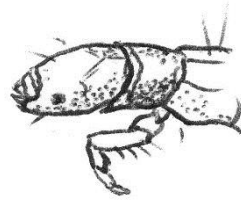
**S kríčkovitými tracheálnymi žiabrami na bokoch bruška : *Rhyacophila sp.*,
25 mm, v rýchlo tečúcich potokoch, často zelenkavej farby.**



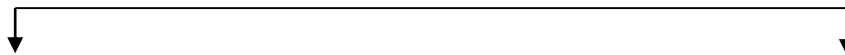
Bez kríčkovitých žiaber na brušku

Larvy potočnickov (Trichoptera): bez základov krídel;
s posuvkami na konci bruška, bez schránok

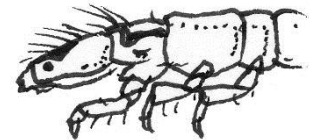
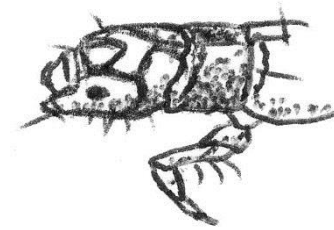
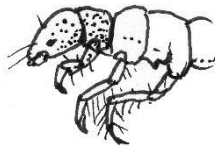
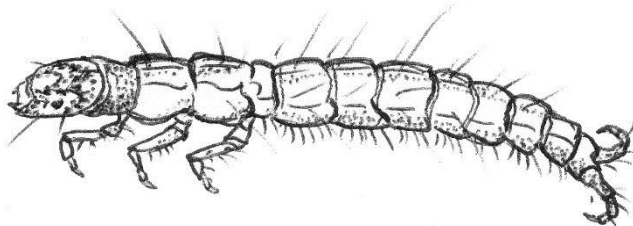
Hlava jednoliato sfarbená a bez kresby : Philopotamidae



Hlava s kresbou



alebo

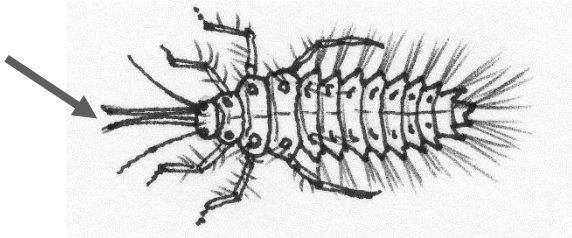


Polycentropodidae, 22 mm, hlava
bodkovaná.

Psychomyiidae, hlava s kresbou .

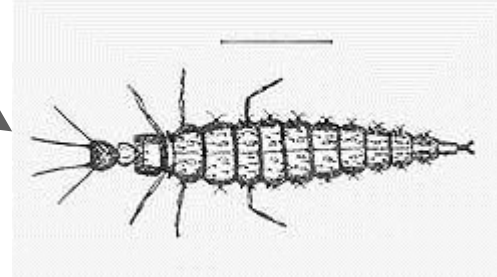
Bruško často sklerotizované a tvrdé; niekedy s prívieskami: larvy chrobákov (Coleoptera), sieťokrídlovcov (Plannipenia) a strechatiek (Megaloptera)

Čeluste premenené na dlhé a tenké rúrky: sieťokrídlovce (Plannipenia)



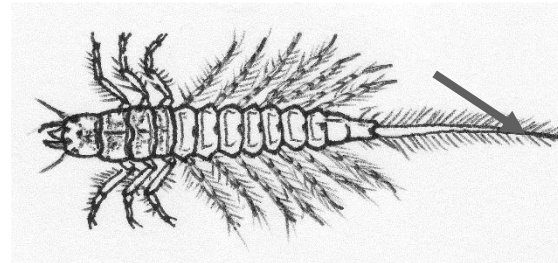
hubkárkovité (Sisyridae)

alebo



bystrinárkovité (Osmylidae), telo je pokryté množstvom chípkov.

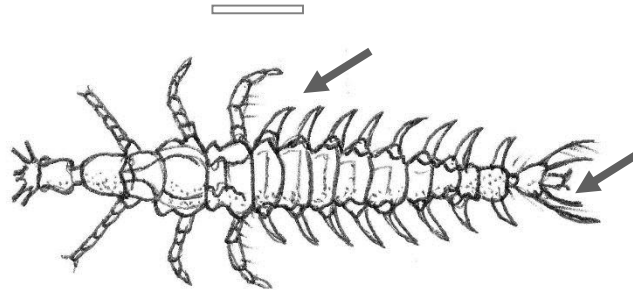
S *jedným* dlhým ochlpeným článkovanými prívieskom (vidieť ako zúžené miesta), bočnými tracheálnymi žiabrami: strechatky (Megaloptera). Čeluste viditeľné, tracheálne príviesky článkované.



Bez premenených čelustí a dlhých chípkov: larvy chrobákov (Coleoptera)

Larvy chrobákov (Coleoptera): Bez základov krídel; celé telo (tiež bruško) sklerotizované (tvrdé)

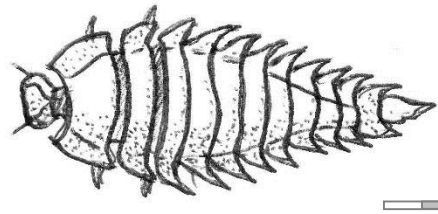
S bočnými tracheálnymi žiabrami na brušku a 4 háčikmi na konci bruška:
larva krútnavca (Gyrinidae), 12 mm.



Bez bočných tracheálnych žiaber a 4 háčikov

Larvy chrobákov (Coleoptera): Bez základov krídel; celé telo (tiež bruško) sklerotizované (tvrdé)

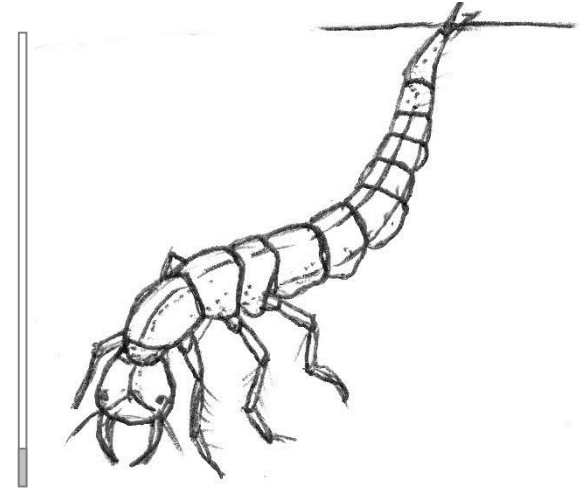
Telo výrazne sploštené : larva čel'ade Elmidae, 3 - 16 mm (väčšinou nie dlhšie ako 8 mm).



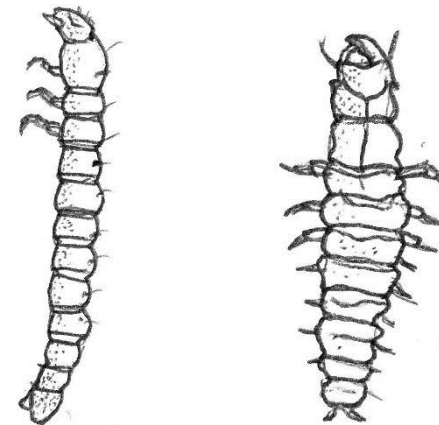
Telo nie je sploštené

Larvy chrobákov (Coleoptera): Bez základov krídel; celé telo (tiež bruško) sklerotizované (tvrdé)

Druhy väčšinou väčšie ako 20 mm a s kanálikmi v čeľustiach. Čeľuste výrazné, kliešťovité: Larvy potápnikov (Dytiscidae), 5 - 60 mm, často zavesené pod hladinou vody.



Menšie druhy, bez kliešťovitých čeľustí.



Larvy chrobákov (Coleoptera): Bez základov krídel; celé telo (tiež bruško) sklerotizované (tvrdé)

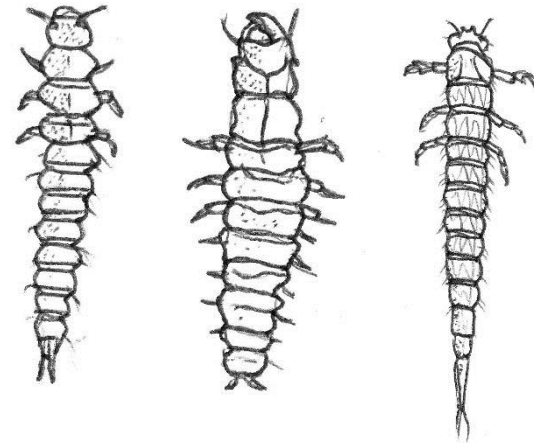
Telo cylindrické, červenkasto sfarbené

Áno



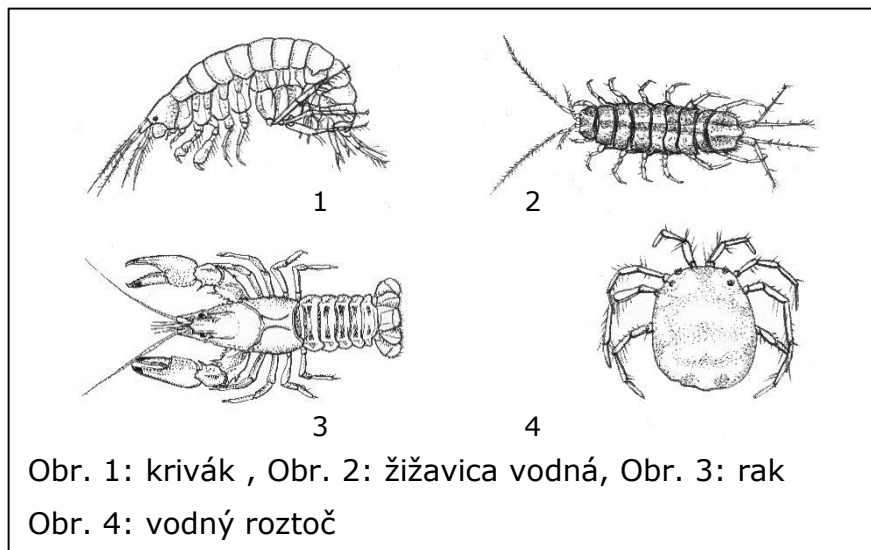
Larvy rodu *Limnius* sp., 7,5 – 8,5 mm.

Nie

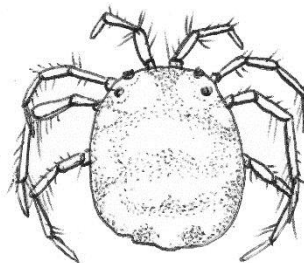


Larvy iných chrobákov

Viac ako 3 páry končatín; vždy dobre viditeľné: **kôrovce a pavúkovce**



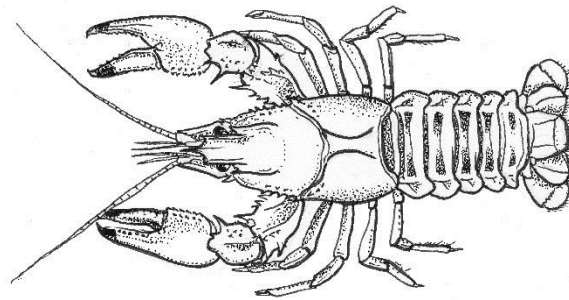
4 páry končatín: pavúkovce (Arachnida)



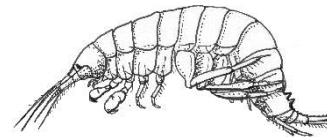
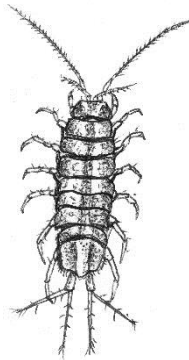
Viac ako 4 páry končatín: kôrovce (Crustacea)

Kôrovce (Crustacea): viacero párov nôh; dva páry tykadiel, s
klepetami alebo bez

S párom veľkých klepiet

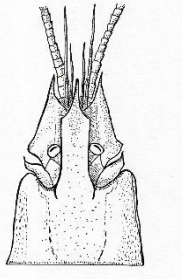


Bez klepiet

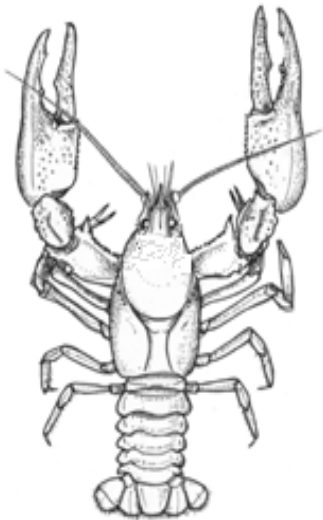


Kôrovce (Crustacea): viacero párov nôh; dva páry tykadiel,
s klepetami

Za očami dva páry výčnelkov (postorbitálne lišty)



Nie

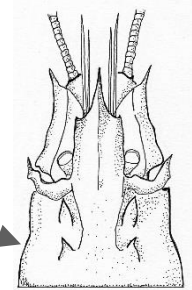


rak riavový
(*Austropotamobius torrentium*),
100 mm.

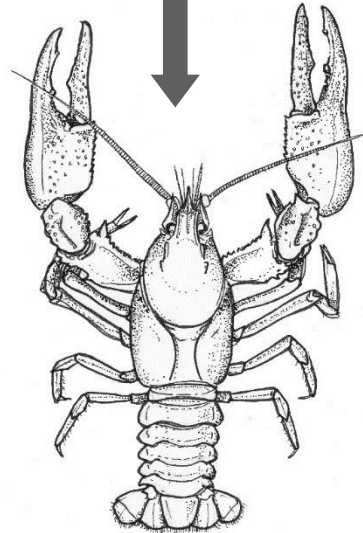
Áno



Hroty po stranách bruška

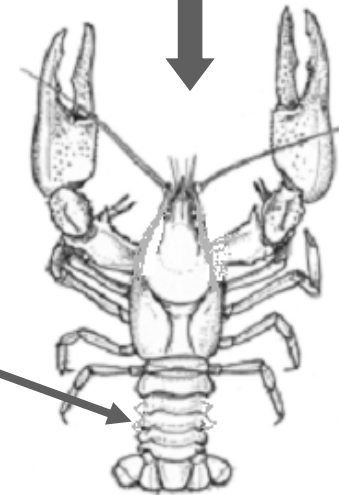


Nie



rak riečny (*Astacus astacus*),
180 mm

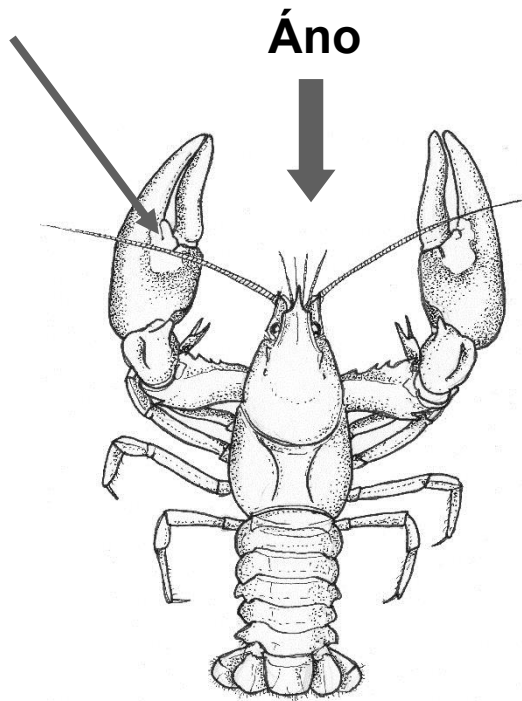
Áno



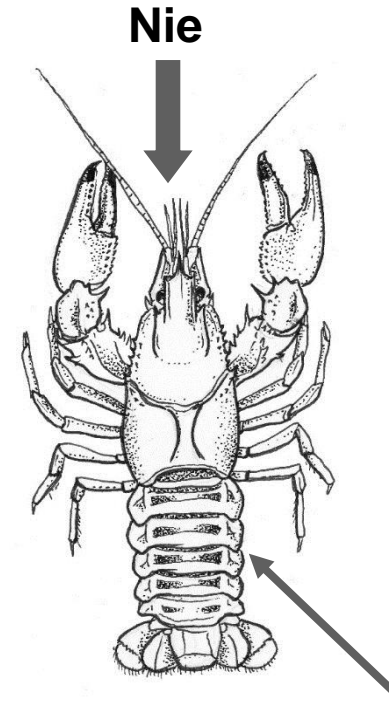
rak bahenný
(*Astacus leptodactylus*),
180 mm.

Kôrovce (Crustacea): viacero párov nôh; dva páry tykadiel,
s klepetami

Kíb klepiet s bielou alebo modrozelenou škvrnou:



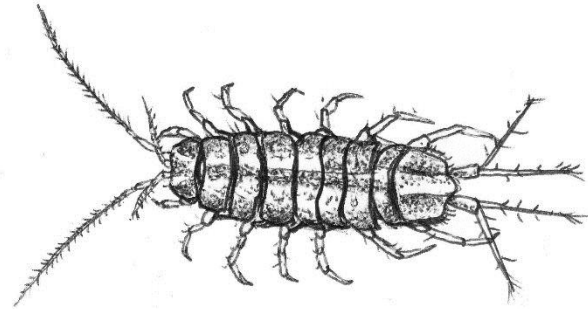
rak signálny (*Pacifastacus leniusculus*),
160 mm.



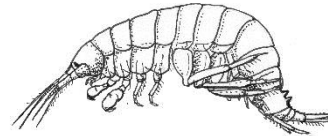
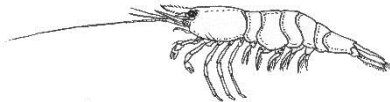
rak pruhovaný (*Orconectes limosus*),
hrdzavočervené priečne pásiky na zadnej
časti tela, 130 mm.

Kôrovce (Crustacea): viacero párov nôh; dva páry tykadiel,
bez klepiet

Telo dorzoventrálne sploštené: žižavica
vodná (*Asellus aquaticus*), 8-12 mm.

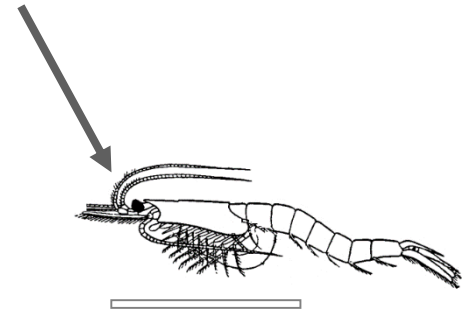


Telo nie je sploštené

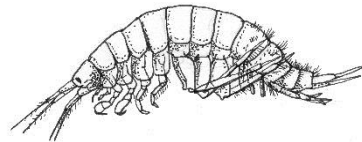


Kôrovce (Crustacea): viacero párov nôh; dva páry tykadiel,
bez klepiet

Hlava pretiahnutá dopredu (rostrum):
Misidaceae, Limnomysis benedeni, invázny druh.

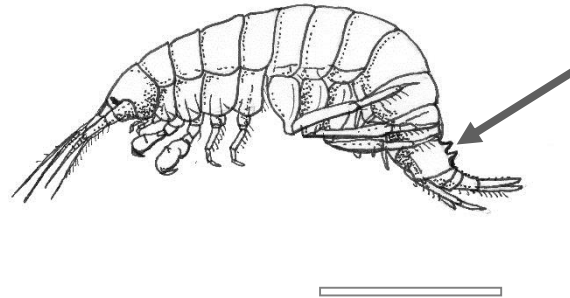


Predná časť hlavy netvorí rostrum



Kôrovce (Crustacea): viacero párov nôh; dva páry tykadiel,
bez klepiet

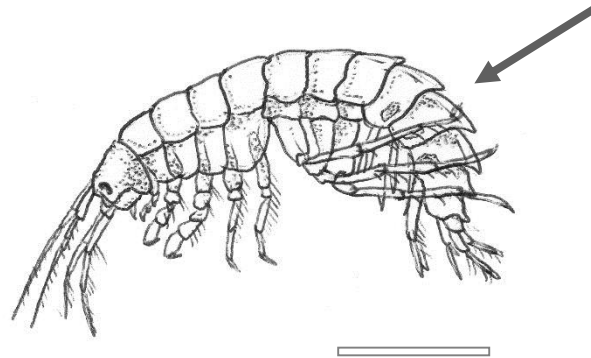
Dva hrboly na vrchnej strane zadných článkov (urosomy): krivák
Dikerogammarus sp., v nížinných tokoch.



Bez hrbolov na urosome

Kôrovce (Crustacea): viacero párov nôh; dva páry tykadiel,
bez klepiet

Zadné články bruška s trňovými výnežkami: krivák trojzubý *Gammarus roeseli*

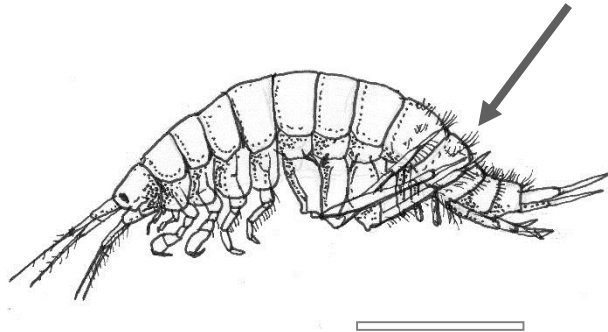


Bez trňových výbežkov na zadných článkoch

Kôrovce (Crustacea): viacero párov nôh; dva páry tykadiel,
bez klepiet

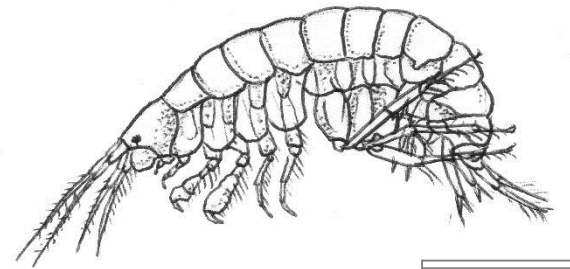
Zadné články silne ochlpené, alebo uropody so skučeravenými brvami

Áno



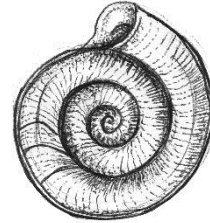
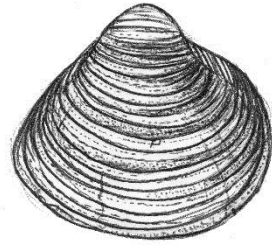
Krivák *Echinogammarus* sp., oči
niekedy žiarivo červené, vzácné v
nížinách.

Nie

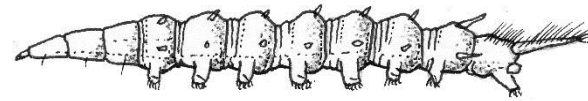


Krivák *Gammarus* sp., 20 mm.

So schránkou

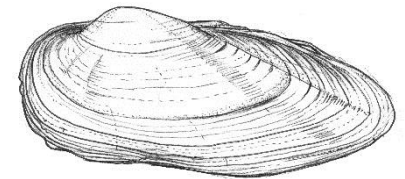
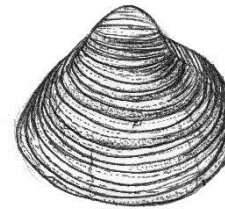


Bez schránky

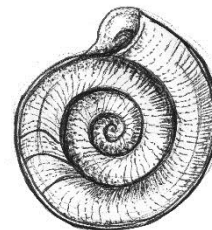


Lastúrníky a ulitníky

Schránka pozostáva z dvoch častí
(lastúry) lastúrníky (Bivalvia)

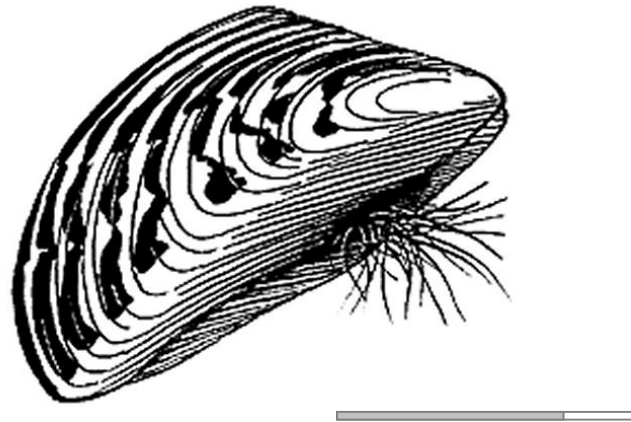


Schránka pozostáva z jednej časti
(ulity): ulitníky (Gastropoda)



Lastúrniky (Bivalvia): s dvojchlopňovou schránkou

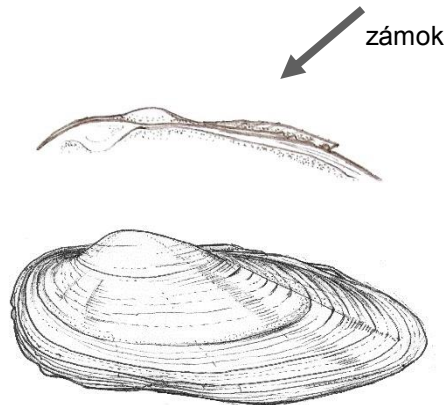
Lastúra trojhranná, často v zhlukoch: *Dreissena polymorpha*, 30-40 mm, cikcakovitý vzor.



[Iný tvar schránky](#)

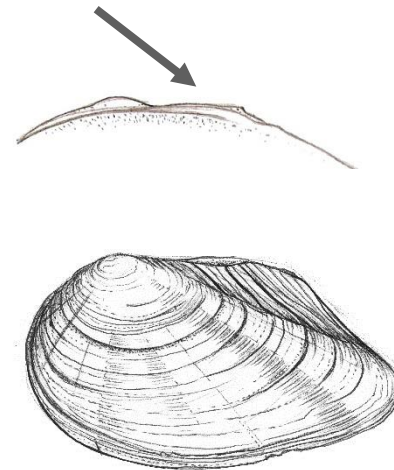
Lastúrniky (Bivalvia): s dvojchlopňovou schránkou

Schránka väčšia ako 40 mm, tvar schránky jazykovitý



Korýtko (*Unio* sp.), schránka hrubostenná, so zámkom 70 - 100 mm

alebo

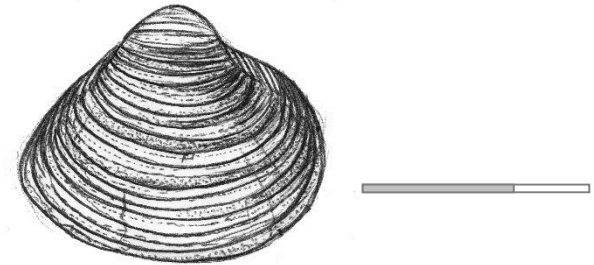


Škľabka (*Anodonta* sp.), schránka tenká, bez zámku, 200 mm

Schránka viac zaokrúhlená

Lastúrniky (Bivalvia): s dvojchlopňovou schránkou

Schránka výrazne ryhovaná a veľmi tvrdá :
Corbicula sp., dĺžka 20-30 mm.

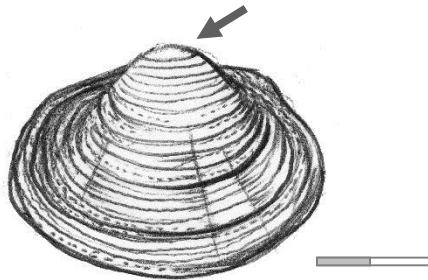


Jemnejšie ryhovanie schránky

Lastúrniky (Bivalvia): s dvojchlopňovou schránkou

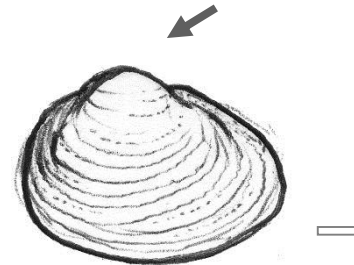
Vrchol schránky leží v strede

Áno



Sphaerium sp., 7-15 mm.

Nie

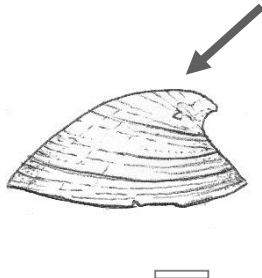
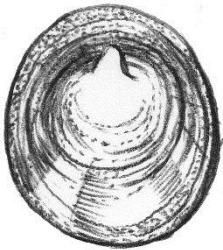


Hrachovka (*Pisidium* sp.), menšia ako 7 mm, vrchol neleží v strede.

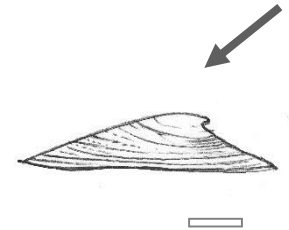
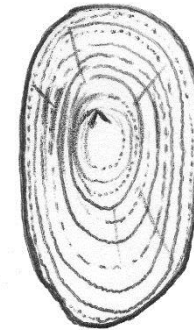
Ulitníky (Gastropoda): ulity čiapkovitého tvaru

ulita čiapkovitého tvaru

alebo



Čiapočka (*Ancyclus fluviatilis*), výška
schránky 5-7 mm.

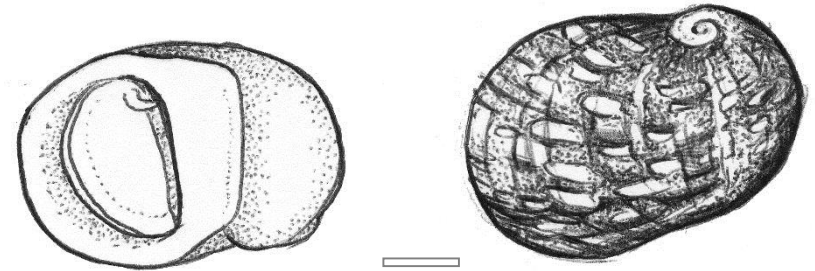


Acroloxus lacustris, ulita plochá, 7 mm.

[Iný tvar schránky](#)

Ulítníky (Gastropoda): ulita so závitmi; pravo- alebo ľavotočivá, ústie schránky s viečkom alebo bez neho

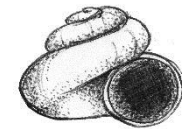
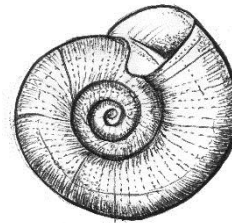
Ulity semioválne (ploské), s charakteristickou kresbou : teodox škvrnitý (*Theodoxus fluviatilis*), 10 mm.



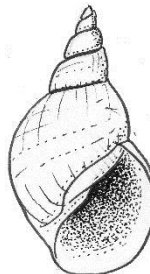
[Iný tvar schránky](#)

Ulitníky (Gastropoda): ulita so závitmi; pravo- alebo ľavotočivá, ústie schránky s viečkom alebo bez neho

Ulita plochá, závit na ulite zatočené do jednej roviny

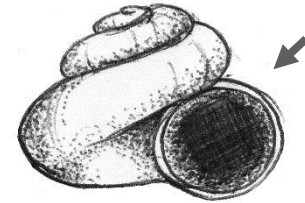


Ulity vyvýšené

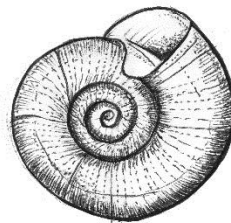


Ulitníky (Gastropoda): ulita so závitmi; pravo- alebo ľavotočivá, ústie schránky s viečkom alebo bez neho

Ústie ulity okrúhle: Valvata (Valvata sp.), 5 mm

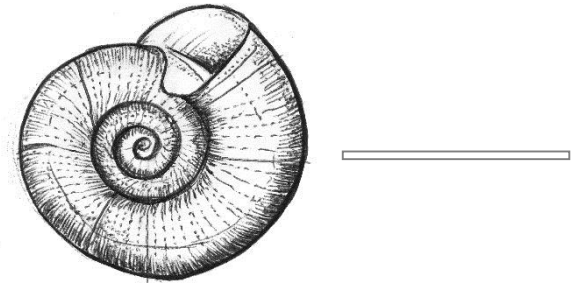


Ústie ulity nie je okrúhle



Ulitičníky (Gastropoda): ulita so závitmi; pravo- alebo ľavotočivá, ústie schránky s viečkom alebo bez neho

Ulity širšie ako 20 mm : Kotúľka veľká
(*Planorbarius corneus*), 30 mm.



Menšie ulity

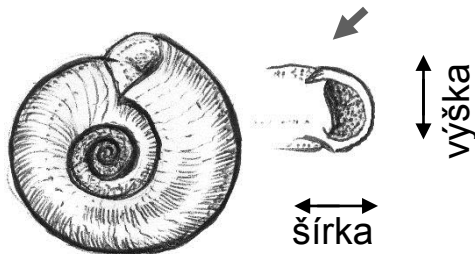
Koniec

Spät'

Ulitníky (Gastropoda): ulita so závitmi; pravo- alebo ľavotočivá, ústie schránky s viečkom alebo bez neho

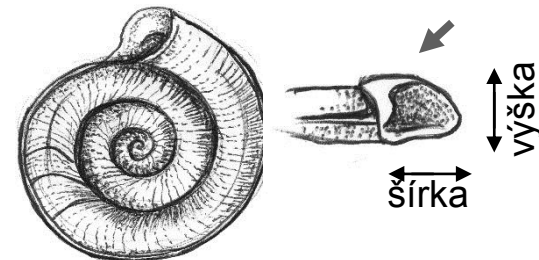
Ústie ulity vyššie ako širšie

Áno



Kotúľka remeňovitá (*Bathyomphalus contortus*), 5-6 mm široká, 7-8 tenkých závitov.

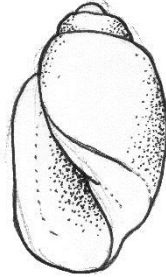
Nie



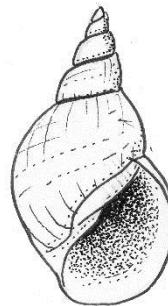
Kotúľkovité (Planorbidae), ulity medzi 6 a 18 mm, ústie ulity širšie, alebo rovnako široké ako vysoké.

Ulítníky (Gastropoda): ulita so závitmi; pravo- alebo ľavotočivá, ústie schránky s viečkom alebo bez neho

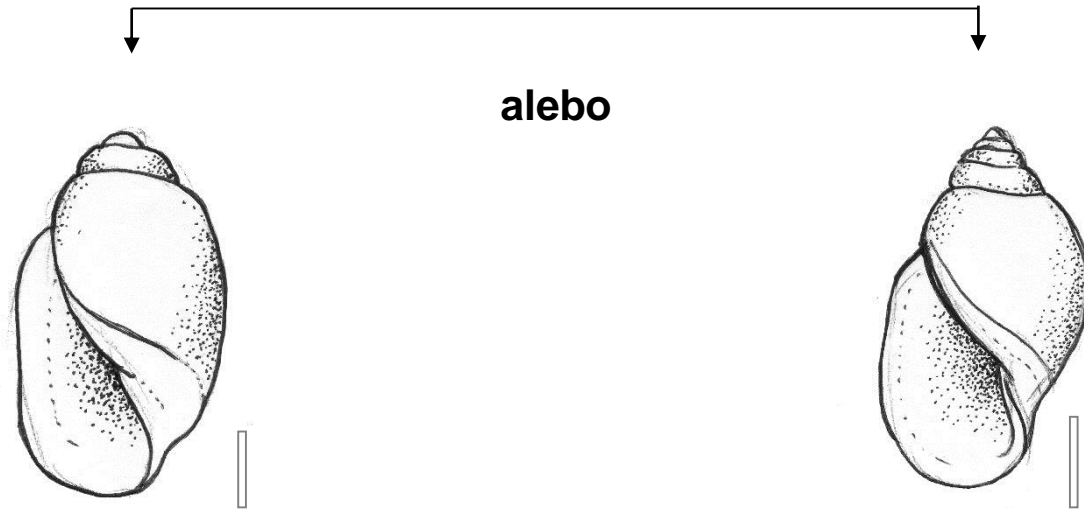
Ulita ľavotočivá



Ulita pravotočivá



Ulitníky (Gastropoda): ulita ľavotočivá; ústie schránky bez viečka



Fyza pririečna (*Physa fontinalis*),
Vrchol zaoblený, 4 závitov.

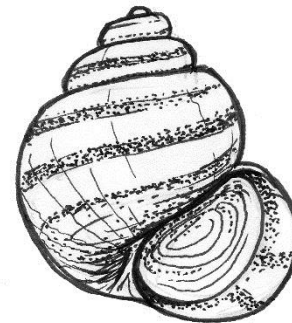
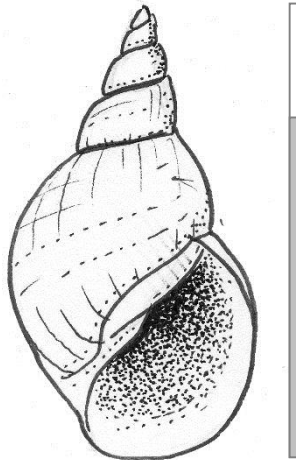
Fyza končistá (*Physella acuta*), vrchol špicatý, 6 závitov.

Ulitníky (Gastropoda): ulita pravotočivá; ústie schránky s
viečkom alebo bez neho

Uliny vyššie ako 30 mm



alebo



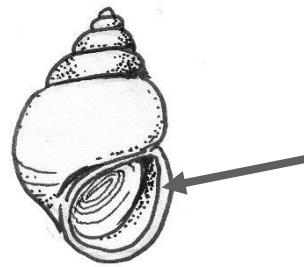
Vodniak vysoký (*Lymnaea stagnalis*), ulity dlhé a zašpicatené

Močiarka (*Viviparus* sp.), ulity sú zavalité a vrstevnaté.

Uliny nižšie ako 30 mm

Ulitníky (Gastropoda): ulita pravotočivá; ústie schránky s
viečkom alebo bez neho

S viečkom



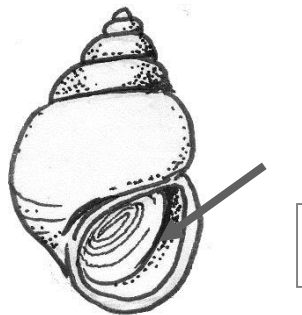
Bez viečka



Ulítníky (Gastropoda): ulita pravotočivá; ústie schránky s viečkom

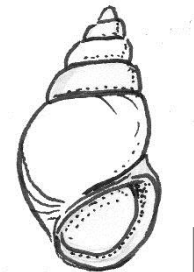
Viečko s kruhovitým vzorom

Áno



Bitýnia bahenná (*Bythinia tentaculata*), výška 8-11 mm.

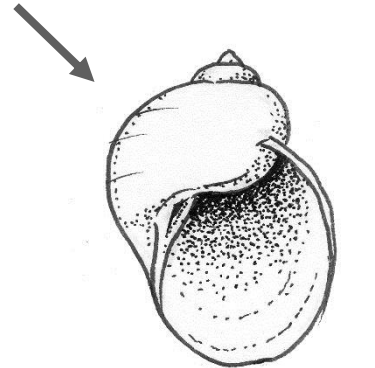
Nie



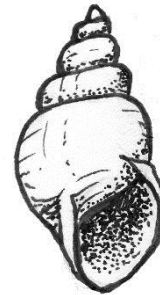
Hydróbia novozélandská (*Potamopyrgus antipodarum*), výška 4-6 mm.

Ulitníky (Gastropoda): ulita pravotočivá; ústie schránky bez
viečka

Posledný závit rozšírený: vodniak uchovec
(*Radix* sp.), 15-25 mm.



Posledný závit nie je
rozšírený

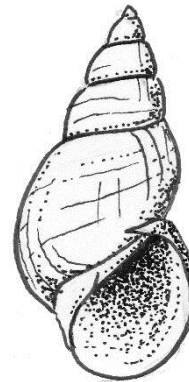


Ulitníky (Gastropoda): ulita pravotočivá; ústie schránky bez
viečka

Dospelé jedince nepresahujú 15 mm:
Vodniak malý (*Galba truncatula*).

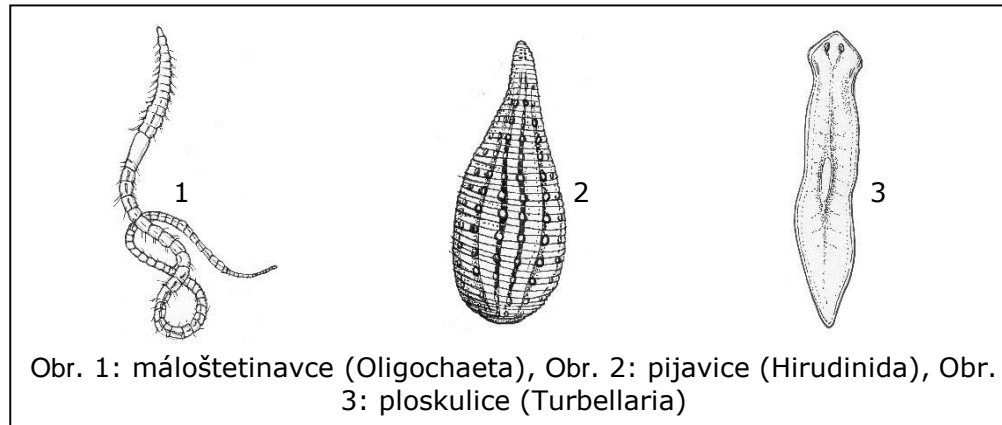


Dospelé jedince väčšie ako 15 mm:
Stagnicola sp., 15-30 mm.



Živočíchy bez zreteľných končatín: larvy dvojkrídlcov;
strunovce; máloštetinavce; pijavice a ploskulice

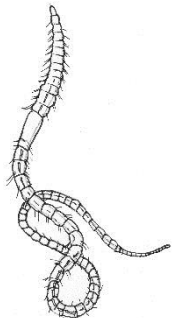
Červovité telo bez prívěskov, niektoré majú dve prísavky, kĺzavý
pohyb (Obr. 1-3): máloštetinavce (Oligochaeta) a pijavice
(Hirudinida).



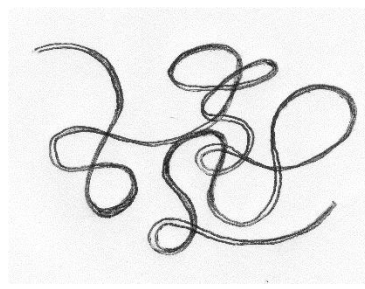
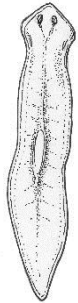
Telo s prívěskami – panôžky, dýchacia rúrka, pohybové valy alebo
laloky, bez prísaviek : dvojkrídlcovce (Diptera)

Živočíchy bez zreteľných končatín: strunovce; máloštetinavce; pijavice a ploskulice

Telo článkované

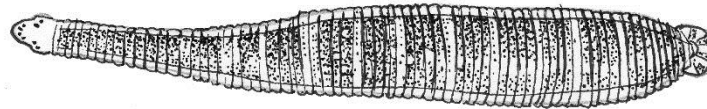


Telo nečlánkované

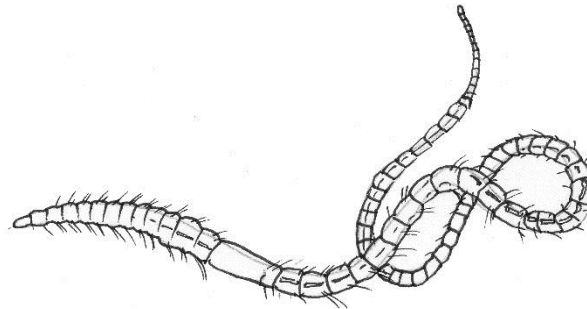


Živočíchy bez zreteľných končatín: máloštetinavce (Oligochaeta)
a pijavice (Hirudinida)

Článkované kontraktilné telo červovitého tvaru, s dvoma prísavkami :
pijavice (Hirudinida). Vždy s dvomi prísavkami, jednou na prednom konci tela a druhou
na zadnom konci tela.

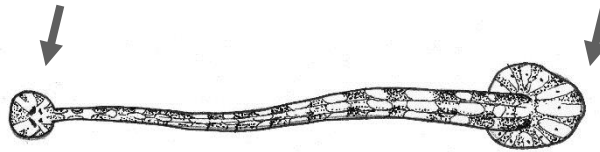


Telo bez prísaviek: **máloštetinavce (Oligochaeta).** hadovitý pohyb, niektoré sú
krvovočerveno sfarbené.



Pijavice (Hirudinida): Článkované kontraktile tělo červovitého tvaru, s dvěma přísavkami

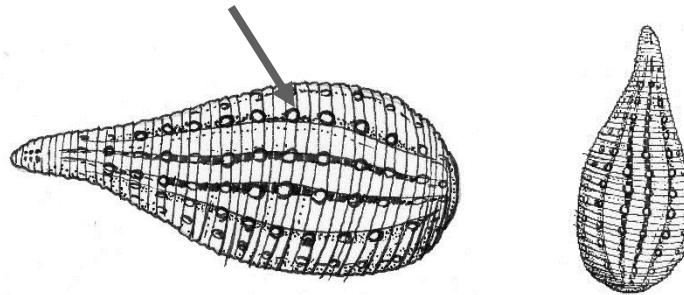
S dvěma velkými přísavkami na obou koncích těla; délka do 50 mm:
čelad' chobotnatkovité (**Piscicolidae**) - chobotnatka rybia (*Piscicola geometra*).



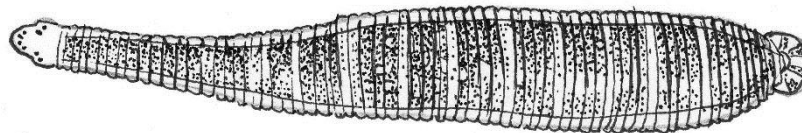
Předná přísavka redukovaná

Pijavice (Hirudinea): Článkované kontraktilné telo červovitého tvaru, s dvoma prísavkami

Telo oválneho tvaru; svetlá chrbtová strana s jeden až šesť pozdĺžnymi tmavých líniami alebo úplne bez pigmentácie; na chrbtovej strane taktiež prítomné svetlé bradavky alebo škvrny: [klepsinovitě \(Glossiphonidae\)](#), 20 – 30 mm.



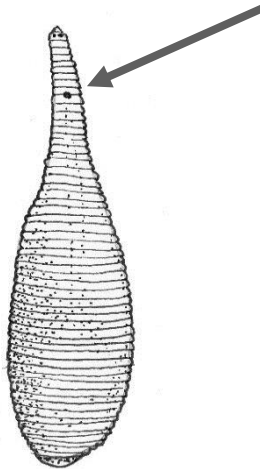
Telo typicky červovitého tvaru tmavého sfarbenia s čiernymi bodkami resp. líniami, alebo bez čiernej pigmentácie: [hltanovkovité \(Erpobdellidae\)](#), 60 mm.



Pijavice (Hirudinea): Článkované kontraktilné telo červovitého tvaru, s dvoma prísavkami

So svetlou kutikulárnou platňou

Áno



Klepsina dvojoká
(*Helobdella stagnalis*)

5 -11 mm

Nie



S tmavou pigmentáciou

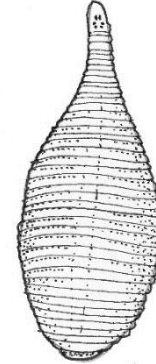
Áno



Klepsina
Glossiphonia sp.

9,5 mm

Nie

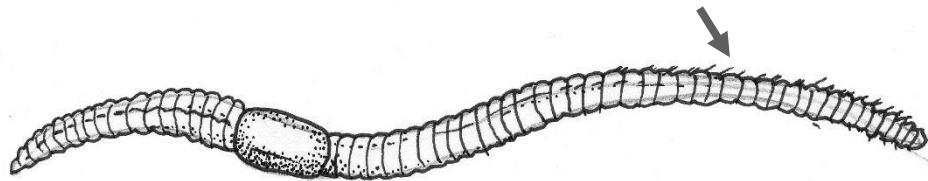


Klepsina
Alboglossiphonia sp

9,5 mm

Máloštetinavce (Oligochaeta): článkované telo

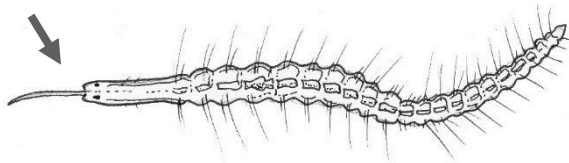
**Telo štvorhranné, hrubé 2-4 mm: dážďovka pobrežná (*Eiseniella tetraedra*),
30-50 mm.**



Iný tvar tela

Máloštetinavce (Oligochaeta): článkované telo

Tenšie, dĺžka 6-10 mm, priehľadné, s alebo bez hmatového vlákna v hlavnej časti, s alebo bez dvoch očných škvŕn: naidkovite (Naidinae), do 20 mm.



Stylaria lacustris
18 mm



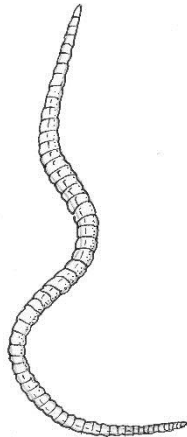
Nais sp.
5 - 10 mm

Väčšie, bez výrazných hmatových vlákien na hlave, bez očných škvŕn

Máloštetinavce (Oligochaeta): článkované telo

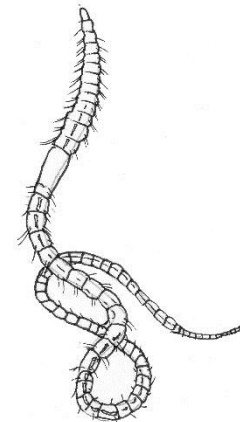
Plazivé až bičíkovité plávacie pohyby

Áno



Lumbriculidae, 100 mm.

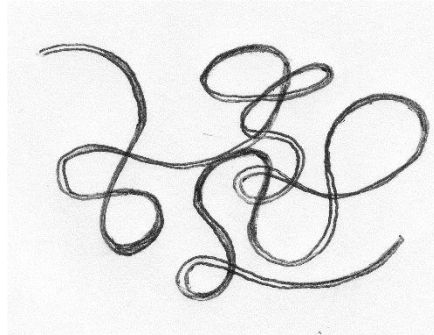
Nie



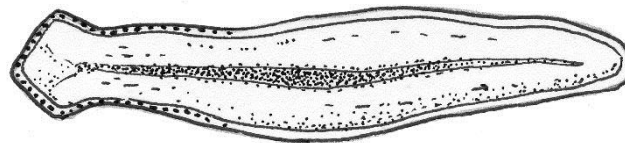
Tubificinae, nevedia plávať, časté v kolóniách upevnených v bahne, pri vyrušení sa narovnávajú, 85 mm.

Bez končatín; červovité nečlánkované telo:
strunovce (Nematomorpha) a ploskulice (Turbellaria)

Telo niťovitého, strunovitého tvaru (max. 2 mm šírka), okrúhle : strunovce (Nematomorpha). Telo tvrdé a dlhé – do 80 cm.

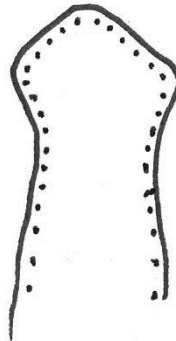


Sploštené telo, širšie ako 2 mm, plazivý pohyb: ploskulice (Turbellaria).

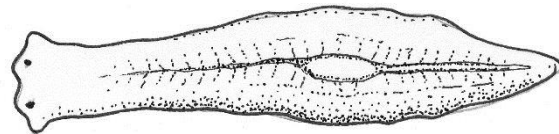


Ploskulice (Turbellaria): sploštené telo body; plazivý pohyb

S mnohými malými očnými škvrnami v jednom rade po obvode hlavy

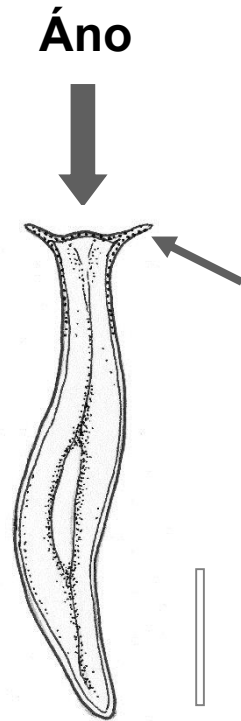


Dve očné škvrny vo svetlom poli

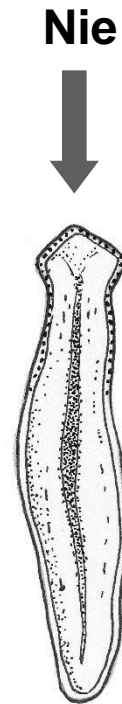


Ploskulice (Turbellaria): sploštené telo body; plazivý pohyb

S tentakulami (uškami)



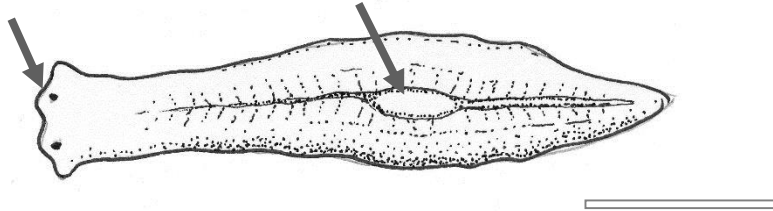
Ploskuľa uškataá (*Polycelis felina*),
18 mm.



Ploskuľa *Polycelis* sp., 12 – 20 mm.

Ploskulice (Turbellaria): sploštené telo body; plazivý pohyb

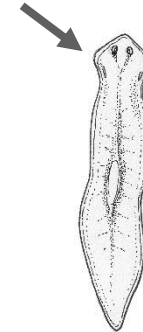
Mliečnobiele, s viditeľnými prípadne priehľadným črevom, predná časť hlavy oblúkovito zvlnená: ploskuľa biela (*Dendrocoelum lacteum*), 26 mm.



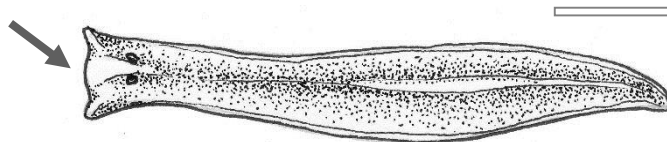
Iná farba tela

Ploskulice (Turbellaria): sploštené telo body; plazivý pohyb

Hlava trojhranná (viditeľné pri pohybe)



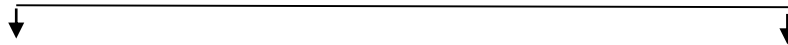
Hlava vpredu oblá: *Crenobia alpina*, vzdialenosť očí k prednému koncu hlavy najmenej trikrát väčšia, ako vzdialenosť medzi očami, krátke tentakuly, 16 mm.



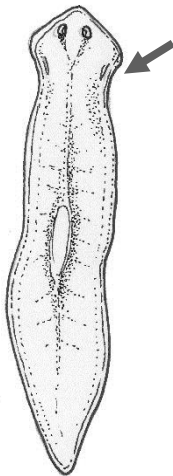
Ploskulice (Turbellaria): sploštené telo body; plazivý pohyb

S uškami na boku (viditeľné pri pohybe)

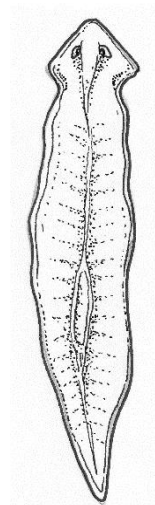
Áno



alebo



Ploskuľa *Dugesia tigrina*. Telo po bokoch priehľadné, hnedo prskané.



Ploskuľa hranatohlavá (*Dugesia gonocephala*). Telo nie je priehľadné, jednofarebne hnedé alebo čierne.

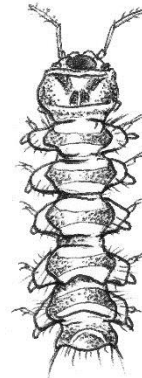
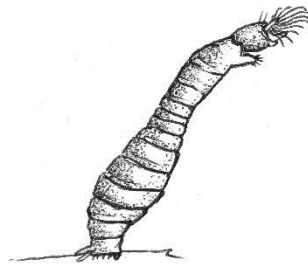
Nie



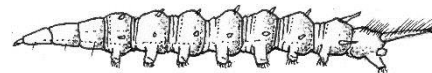
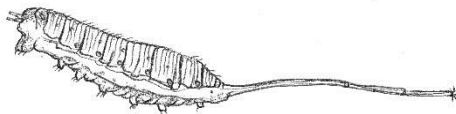
Iné ploskulice

Larvy dvojkrídlavcov (Diptera): Bez základov krídel; nečlánkované končatiny, s alebo bez hlavovej kapsuly, niektoré s panôžkami (pseudopódie)

Hlava zreteľne oddelená od tela, hlavová schránka dobre sklerotizovaná



Hlava viac-menej redukovaná, hlavová kapsula môže úplne chýbať, hlava čiastočne alebo úplne zatiahnutá do hrude



Larvy dvojkrídlavcov (Diptera): Bez základov krídel; s hlavovou kapsulou, niektoré s panôžkami (pseudopódie)

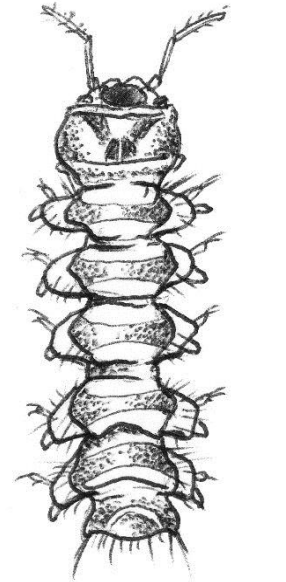
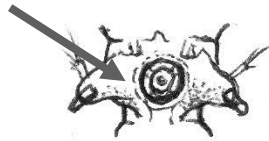
Koniec bruška kyjakovito zhrubnutý, larvy prichytené na skalách a rastlinách : larvy mužkovitých (Simuliidae), hlava s vejárovitým filtračným zariadením, 15 mm.



Iný tvar tela

Larvy dvojkrídlovcov (Diptera): Bez základov krídel; s hlavovou kapsulou, niektoré s panôžkami (pseudopódie)

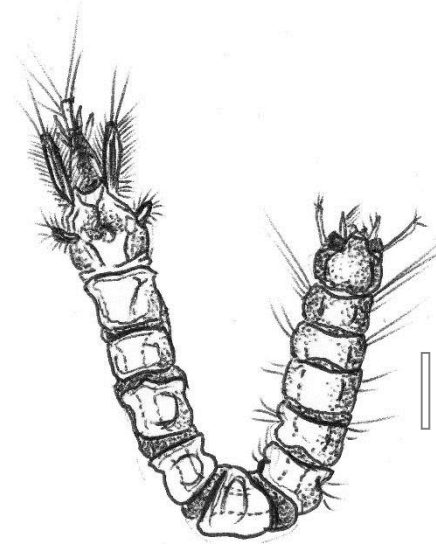
Prísavky na brušnej strane: Prísavkáre
(Blephariceridae), len v turbulentných a rýchlo tečúcich potokoch, 9 mm.



Bez brušných prísaviek

Larvy dvojkrídlovcov (Diptera): Bez základov krídel; s hlavovou kapsulou, niektoré s panôžkami (pseudopódie)

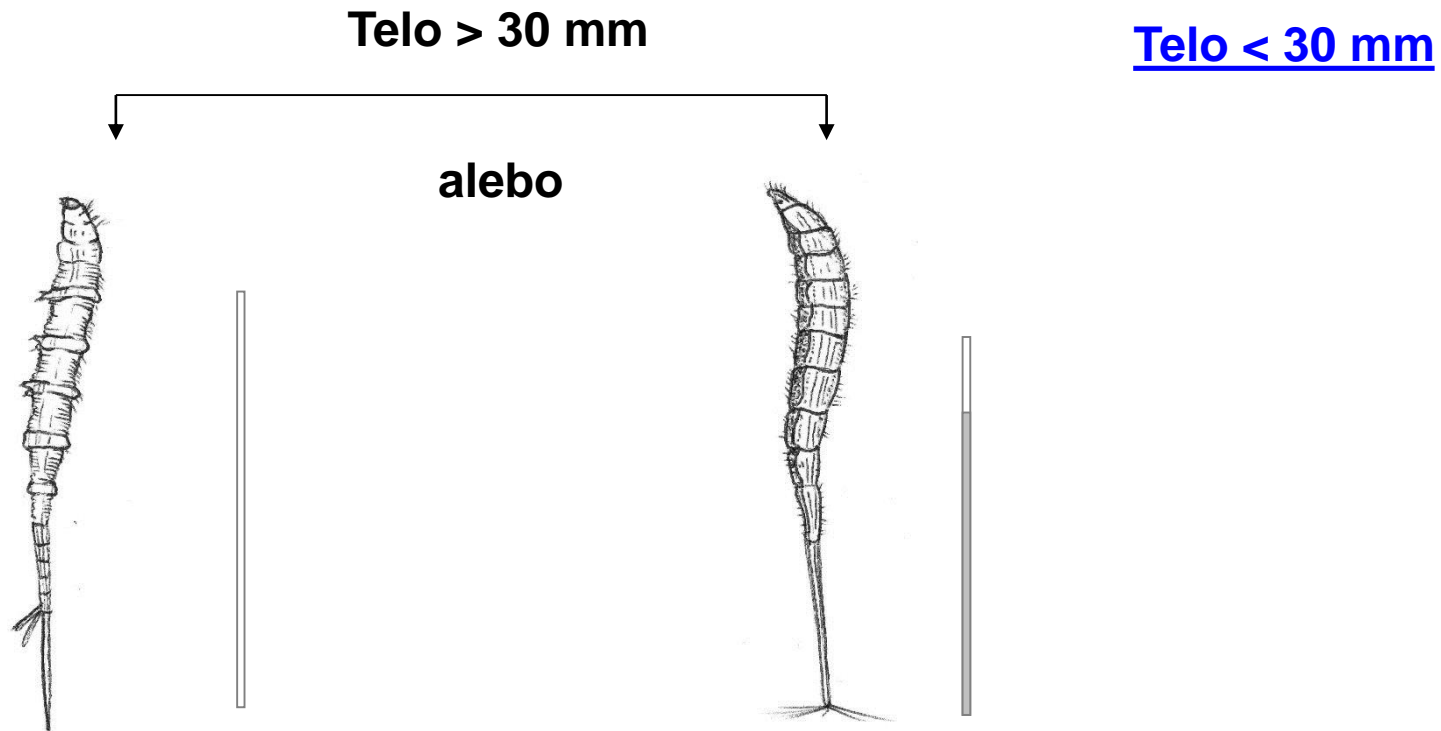
Žijú na hladine, telo v tvare písmena U:
Dixa sp., 10 mm.



Iný tvar tela



Larvy dvojkrídlovcov (Diptera): Bez základov krídel; s hlavovou kapsulou, niektoré s panôžkami (pseudopódie)

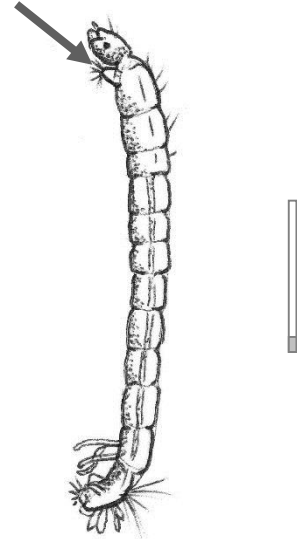


Larva Ptychopteridae, telo okrúhle, mäkké, sfarbenie belavé so zaťahovateľnou dýchacou rúrkou, 70 mm.

Larva Stratiomyidae, telo sploštené a tuhé, sfarbenie sivozelené, s dýchacou rúrkou, 40-50 mm.

Larvy dvojkrídlavcov (Diptera): Bez základov krídel; s hlavovou kapsulou, niektoré s panôžkami (pseudopódie)

Trhavý pohyb pri plávaní, s panôžkami priamo pod hlavou: larva pakomára (Chironomidae). Keď je telo sfarbené do červena, uvádza sa ako „červený pakomár“, 2-20 mm.

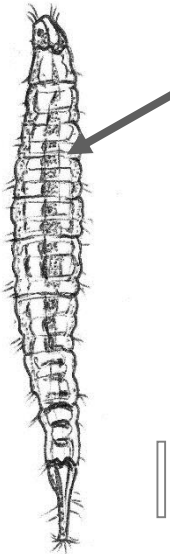


[Hadovitý pohyb, bez panôžok](#)

Larvy dvojkrídlavcov (Diptera): Bez základov krídel; s hlavovou kapsulou, niektoré s panôžkami (pseudopódie)

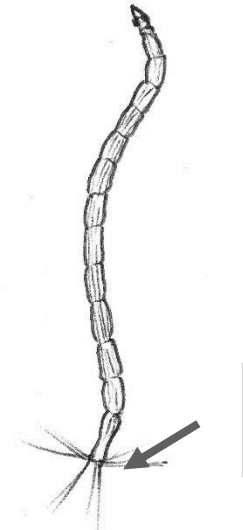
Bruško na chrbtovej strane s výraznými pásmi sklerotizovaných platničiek

Áno



Psychodidae, 10 mm.

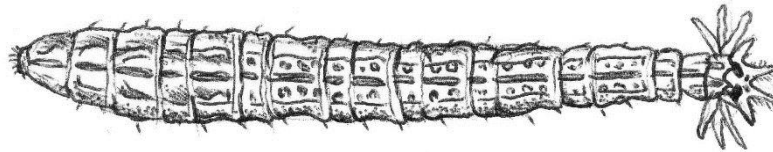
Nie



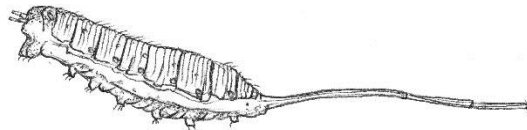
Pakomárikovité (Ceratopogonidae), bruško na konci s dlhými brvami, 15 mm.

Larvy dvojkrídlovcov (Diptera): Bez základov krídel; s hlavovou kapsulou alebo bez, niektoré s panôžkami (pseudopódie)

Hlavová kapsula sklerotizovaná, hlava čiastočne zatiahnutá do hrude

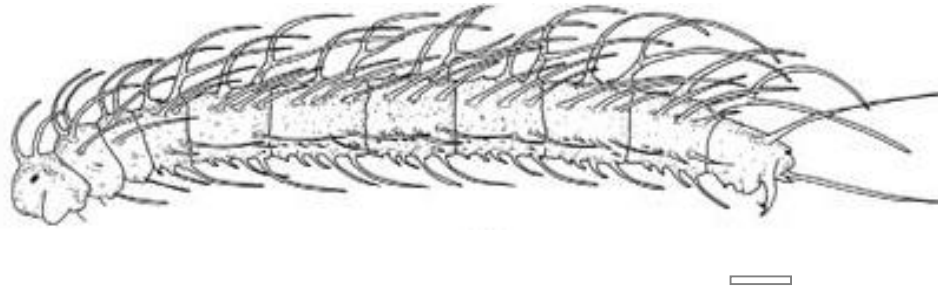


Hlava výrazne redukovaná, hlavová kapsula môže úplne chýbať



Larvy dvojkrídlavcov (Diptera): Bez základov krídel; s hlavovou kapsulou, niektoré s panôžkami (pseudopódie)

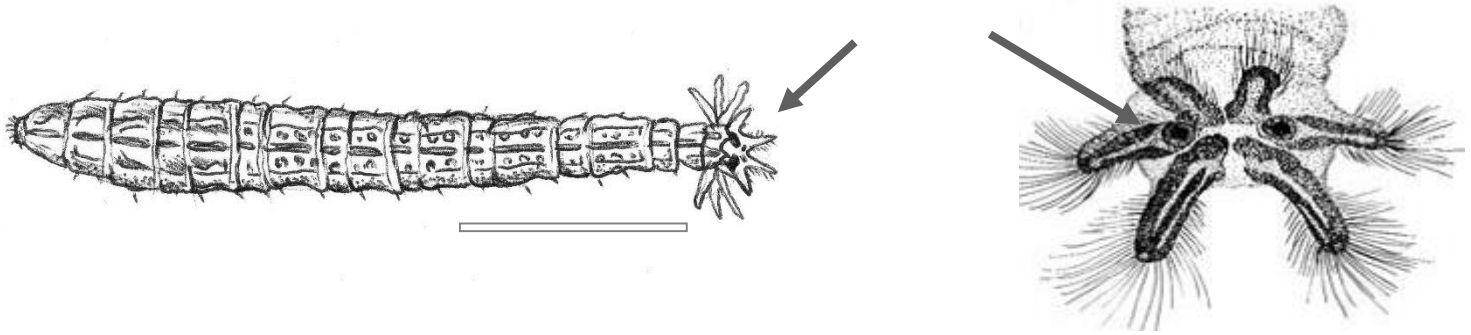
Larvy s dlhými výrastkami na telových článkoch: Cylindrotomidae.



Larvy bez dlhých výrastkov na tele

Larvy dvojkrídlavcov (Diptera): Bez základov krídel; s hlavovou kapsulou, niektoré s panôžkami (pseudopódie)

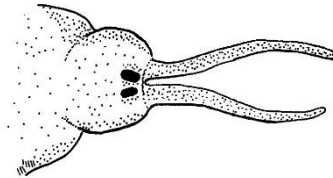
Bruško na konci so 6 mäsitými lalokmi: larva tipule (Tipulidae). Laloky vytvárajú kruh, vnútri sú vidieť dve tmavé škvrny - stigmy, 30-50 mm.



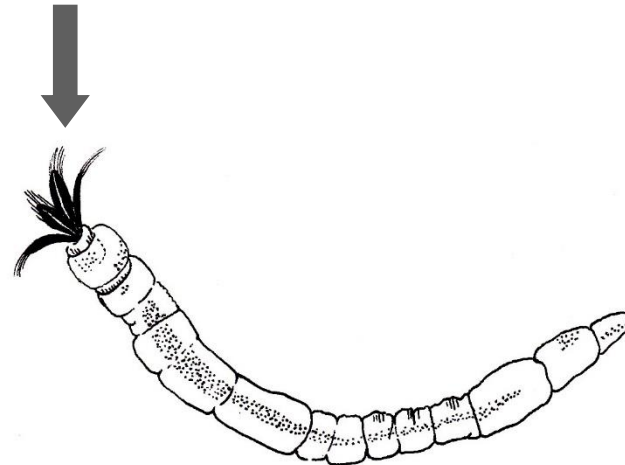
Bez lalokov alebo nanajvýš s 5 lalokmi na brušku

Larvy dvojkrídlovcov (Diptera): Bez základov krídel; s hlavovou kapsulou, niektoré s panôžkami (pseudopódie)

S dvoma výraznými dlhými cylindrickými neobrvenými lalokmi na konci bruška



Väčšinou 2-4 ploché ochlpené laloky, maximálne 5 lalokov: Limoniidae okrem druhu *Antocha vitripennis*.

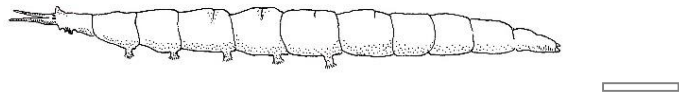


Scleroprocta sp.
5 sklerotizovaných lalokov

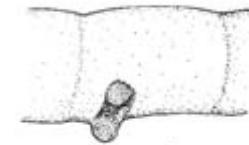
Larvy dvojkrídlovcov (Diptera): Bez základov krídel; s hlavovou kapsulou, niektoré s panôžkami (pseudopódie)

Na poslednom brušnom článku medzi lalokmi sú dve škrvny – stigmy:

Pediciidae.



↙
**Dicranota sp. – s 5 párami panôžok
zakončenými s venci bŕv
(do 18 mm)**



↖
**Pedicia sp. – s hladkými
pahýlkovitými panôžkami
(15 - 30 mm)**

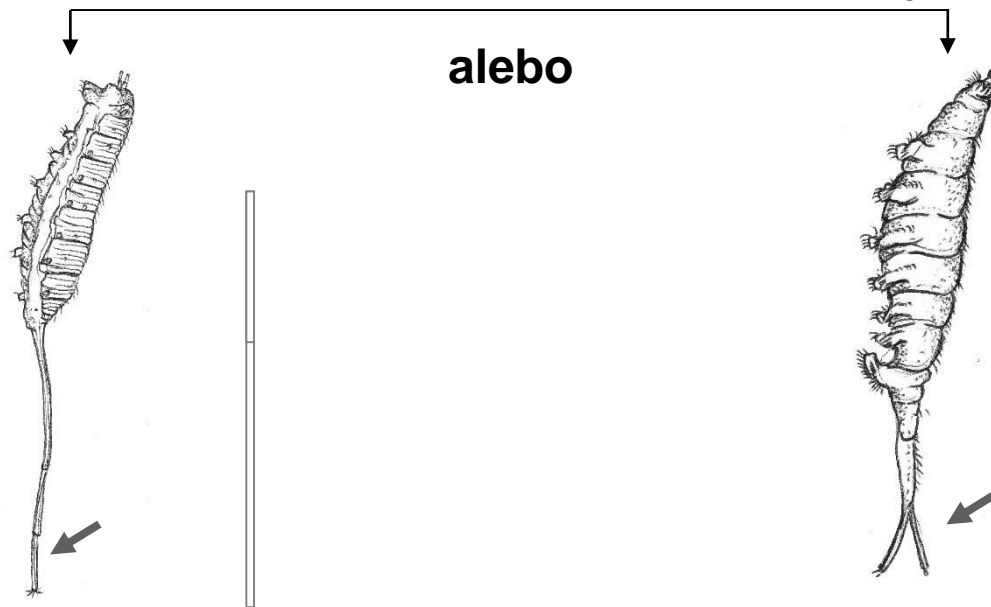
**Bez stigiem medzi lalokmi: Antocha vitripennis (Limoniidae)
(do 10 mm)**

*



Larvy dvojkrídlovcov (Diptera): Bez základov krídel; bez hlavovej kapsule, niektoré s panôžkami (pseudopódie)

S dýchacou rúrkou. Dýchacia rúrka môže byť vtihnutá (pri vyrušení), preto treba pozorovať dlhšie, v pokoji.



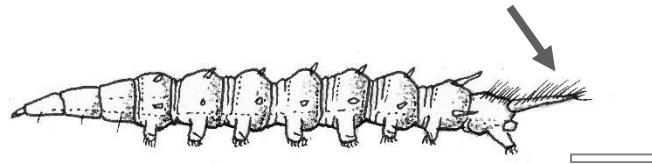
Larva pestrice (Syrphidae). S dlhou tenkou nečlenenou dýchacou rúrkou, 55 mm.

Larva pobrežnice (Ephydriidae), s krátkou dýchacou rúrkou, ktorá je na konci rozdvojená, 12-15 mm.

[Bez dýchacej rúrky](#)

Larvy dvojkrídlavcov (Diptera): Bez základov krídel; bez hlavovej kapsule, niektoré s panôžkami (pseudopódie)

S pretiahnutými príveskami na konci bruška: Athericidae.

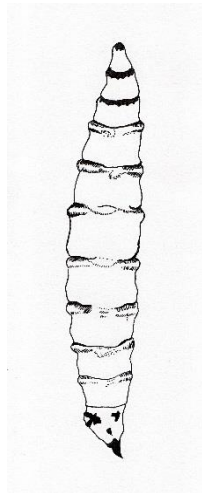


Bez pretiahnutých príveskov na brušku

Larvy dvojkrídlovcov (Diptera): Bez základov krídel; bez hlavovej kapsule, niektoré s panôžkami (pseudopódie)

Telo v vencom panôžok

Áno



Nie



Larvy iných dvojkrídlovcov

Ovadovité (Tabanidae), telo je na obidvoch koncoch zašpicatené, 3-4 páry panôžok, 20-30 mm.

Použitá literatúra

- Bulánková, E., Stloukalová, V., Korte, T. (2014): Digitálny determinačný kľúč makrozoobentosu. In: Beracko, P., Bulánková, E. & Stloukalová, V. (eds): Sladkovodné ekosystémy. Univerzita Komenského, 309 s. [CD-ROM] + 126 s. príloha Digitálny determinačný kľúč makrozoobentosu [CD-ROM].
- Bulánková, E., Matúšová, Z. (2014) Vážky (Odonata). Determinačný kľúč pre hydrobiológov. VÚVH, Bratislava, 85 pp.
- Krno, I. (2013) Pošvatky (Plecoptera). Determinačný kľúč pre hydrobiológov. VÚVH, Bratislava, 64 pp.
- Krno, I., Derka, T. (2011) Podenky (Ephemeroptera). Determinačný kľúč pre hydrobiológov. VÚVH, Bratislava, 34 pp.
- Sundermann, A., Lohse, S., Beck, L.A. & Haase, P. (2007): Key to the larval stages of aquatic true flies (Diptera), based on the operational taxa list for running waters in Germany. Ann. Limnol. - Int. J. Lim. 43 (1), 61-74.
- https://www.youtube.com/watch?time_continue=22&v=Ar-1KQFFki4, **accessed 17.10.2017**

Bentické bezstavovce a ich biotopy

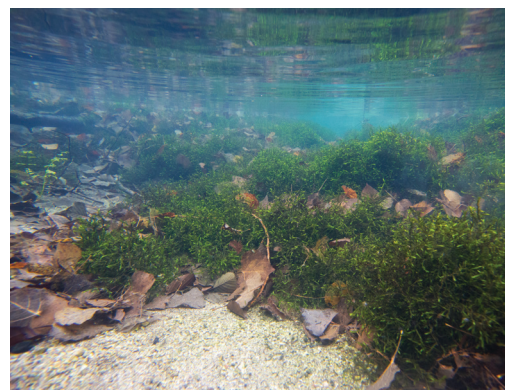
Editori: Andrea Rúfusová, Pavel Beracko, Eva Bulánková

Autori: Pavel Beracko, Eva Bulánková, Tomáš Čejka, Fedor Čiampor, Zuzana Čiamporová Zaťovičová, Tomáš Derka, Igor Kokavec, Ilja Krno, Barbora Reduciendo Klementová, Alexandra Rogánska, Andrea Rúfusová, Marek Svitok, Ferinand Šporka

Recenzenti: Prof. RNDr. Peter Bitušík, PhD., Mgr. Ján Špaček, PhD.

KEGA 015UK-4/2017

ISBN 978-80-223-4461-6



Bentické bezstavovce a ich biotopy

Rúfusová A., Beracko P., Bulánková E. (Eds.)

© Beracko P., Bulánková E., Čejka T., Čiampor F., Čiamporová Zaťovičová Z., Derka T., Kokavec I., Krno I., Reduciendo Klementová B., Rogánska A., Rúfusová A., Svitok M., Šporka F.

ISBN 978-80-223-4461-6

Errata

Str. 15: pamachaovky – pamachovky

System: Oligoneuridae – Oligoneuriidae

Str. 157: Obr. 57 A: *Liponeuracinerascens* – *Liponeura cinerascens*