



MASARYKOVA UNIVERZITA
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
ÚSTAV BOTANIKY A ZOOLOGIE



Planktonní společenstva korýšů v periodických vodách

Bakalářská práce

Dorota Gvozdjaková

Vedoucí práce: Mgr. Jan Sychra, Ph.D.

Brno 2017

Bibliografický záznam

Autor:	Dorota Gvozdjáková Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita Ústav botaniky a zoologie
Název práce:	Planktonní společenstva korýšů v periodických vodách
Studijní program:	Ekologická a evoluční biologie
Studijní obor:	Ekologická a evoluční biologie
Vedoucí práce:	Mgr. Jan Sychra, Ph.D.
Akademický rok:	2016/2017
Počet stran:	69
Klíčová slova:	planktonní společenstva; periodické vody; korýše; interakce; perloočky; klanonožci; lasturnatky; vírníci;

Bibliografický záznam

Autor: Dorota Gvozdjáková
Prírodovedecká fakulta, Masarykova univerzita
Ústav botaniky a zoológie

Názov práce: Planktónne spoločenstvá kôrovcov
v periodických vodách

Študijný program: Ekologická a evolučná biológia

Študijný odbor: Ekologická a evolučná biológia

Vedúci práce: Mgr. Jan Sychra, Ph.D.

Akademický rok: 2016/2017

Počet strán: 69

Kľúčové slová: planktónne spoločenstvá; periodické vody;
kôrovce; interakcie; perloočky; veslonôžky;
lastúrničky; vírniky;

Bibliographic Entry

Author: Dorota Gvozdjáčková
Faculty of Science, Masaryk University
Department of Botany and Zoology

Title of Thesis: Plankton Assemblages of Crustaceans
in Temporal Waters

Degree Programme: Ecological and Evolutionary Biology

Field of Study: Ecological and Evolutionary Biology

Supervisor: Mgr. Jan Sychra, Ph.D.

Academic Year: 2016/2017

Number of Pages: 69

Keywords: plankton assemblages; temporal waters;
crustaceans; interactions; Cladocera;
Copepoda; Ostracoda; Rotifera;

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá společenstvím planktonních korýšů v periodických vodách. První část je věnovaná charakteristice zooplanktonu. Zmiňované tu jsou perloočky (Cladocera), klanonožci (Copepoda), lasturnatky (Ostracoda) a vířníci („Rotifera“), a taky uvádí příklady zástupců v těchto biotopech. Následující část popisuje faktory prostředí, které ovlivňují periodické vody a taky společenství v nich žijící. Další dvě kapitoly jsou zaměřeny na vzájemní interakce mezi zástupci zooplanktonu a na vztahy s jinými organizmy. Jsou doložené na příkladech kompetice, predace a foreze. Závěrečná praktická část k práci přikládá zpracování dvou vzorků polních rozlivů na jižní Moravě.

Abstrakt

Bakalárska práca sa zaoberá spoločenstvom planktónnych kôrovcov v periodických vodách. Prvá časť je venovaná charakteristike zooplanktónu, čiže perloočkám (Cladocera), veslonôžkam (Copepoda), lastúrničkam (Ostracoda) a vírnikom („Rotifera“), a zároveň uvádza príklady zástupcov v týchto biotopoch. Nasledujúca časť popisuje faktory prostredia, ktoré ovplyvňujú periodické vody, ako aj spoločenstvá v nich žijúce. Ďalšie dve kapitoly sú zamerané na vzájomné interakcie medzi zástupcami zooplanktónu a na vzťahy s inými organizmami. Dokladujú ich na príkladoch kompetície, predácie a forézie. Záverečná praktická časť prácu dopĺňa o spracovanie dvoch vzoriek z poľných mlák južnej Moravy.

Abstract

Bachelor thesis deals with assemblage of plankton crustaceans in temporal waters. First part is dedicated to characteristic of zooplankton. It includes Cladocera, Copepoda, Ostracoda and Rotifera. At the same time it provides examples of representatives in these biotopes. Next part of the thesis describes factors of the environment that influence temporal waters as well as assemblages that live in them. The other two chapters are focused on mutual interactions between the representatives of zooplankton and on relationships with other organisms. They illustrate them on examples of competition, predation and phoresy. The final practical part completes the thesis by two samples from temporary waters of southern Bohemia.



Masarykova univerzita

Přírodovědecká fakulta



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Dorota Gvozdjaková**
Studijní program: **Ekologická a evoluční biologie**
Studijní obor: **Ekologická a evoluční biologie**
Studijní směr: **Zoologie**

Ředitel Ústavu botaniky a zoologie PřF MU Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu MU určuje bakalářskou práci s tématem:

Planktonní společenstva korýšů v periodických vodách

Plankton assemblages of crustaceans in temporal waters

Oficiální zadání: Periodické vody zahrnují celou paletu rozličných biotopů se specifickými podmínkami prostředí, které jsou osídlovány rozmanitými společenstvy rostlin a živočichů. Mezi vodními bezobratlými patří k nejvýznamnějším složkám společenstev těchto biotopů planktonní korýš, jmenovitě perloočky (Cladocera), klanonožci (Copepoda), lasturnatky (Ostracoda), případně i vířníci (Rotifera). K tomu, aby přežili v režimu vysychavosti oplývají tyto taxony mnohými strategiemi. Složení a vývoj jejich společenstev je přitom řízen nejen specifickými faktory prostředí, ale i samotnými vztahy mezi těmito i jinými přítomnými taxony v rámci sukcese, která probíhá po napuštění vodních těles. Předkládaná bakalářská práce bude rešeršního charakteru a bude zaměřena na planktonní organismy v periodických vodách, jejich biologii a ekologii, vliv ekologických faktorů a interakce mezi jednotlivými složkami zooplanktonu či s jinými organismy v těchto biotopech. Součástí bude rovněž cvičné zpracování vybraných vzorků z polních mokřadů, protože dané téma navazuje na výzkum těchto efemerních ohrožených biotopů, včetně předpokladu v pokračování s daným tématem v těchto biotopech v navazujícím magisterském studiu.

Doporučená literatura:

např.

Williams, D.D. (1997): Temporary ponds and their invertebrate communities. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 7: 105-117.


Williams, D.D. (2001): *The Ecology of Temporary Waters*. The Blackburn Press.

Lopes P. M., Bozelli R., Bini L. M., Santangelo J. M. & Declerck S. A. J. (2016): Contributions of airborne dispersal and dormant propagule recruitment to the assembly of rotifer and crustacean zooplankton communities in temporary ponds. *Freshwater Biology*.

a další

Jazyk závěrečné práce: slovenština

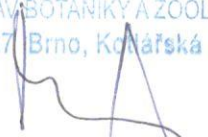
Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jan Sychra, Ph.D.

Podpis vedoucího práce: 

Datum zadání bakalářské práce: 28. 2. 2017

V Brně dne 28. 2. 2017

MASARYKOVA UNIVERZITA
Přírodovědecká fakulta
4020 ÚSTAV BOTANIKY A ZOOLOGIE
611 37 Brno, Kotlářská 2


prof. RNDr. Milan Chytrý, Ph.D.
ředitel Ústavu botaniky a zoologie

Zadání bakalářské práce převzal dne: 02-03-2017

Podpis studenta



Pod'akovanie

Moja vďaka patrí v prvom rade školiteľovi Mgr. Janovi Sychrovi, Ph.D., za vedenie, nákazlivé nadšenie, ľudský prístup a pochopenie.

Ďakujem rodičom, ktorí sú mi najväčšou oporou a povzbudením, tiež za pripomienky k štylistike a pomoc s grafickým spracovaním použitých obrázkov. A sestre za pevné nervy a podporu.

Ďalej ďakujem všetkým bližším aj vzdialenejším, ktorí ma formovali v škole a „v teréne“, a boli mi nápomocní v potrebných chvíľach. Ďakujem všetkým, ktorí mi prácu neustále pripomínali, čím ma privádzali do stresu, ako aj tým, ktorí sa radšej nepýtali, a tak v danej chvíli pomohli.

Nakoniec ďakujem hydrobiologičkám a hydrobiológom za čas a ochotu pri determinácii a konzultáciách: Mgr. Martina Bílková, prof. RNDr. Michal Horsák, Ph.D., Mgr. Vendula Polášková, Ph.D., Mgr. Jan Sychra, Ph.D., Mgr. Vít Syrovátka, Ph.D., Mgr. David Výravský a Mgr. Marie Zhai, Ph.D.

Prehlásenie

Prehlasujem, že som svoju bakalársku prácu vypracovala samostatne s využitím informačných zdrojov, ktoré sú v práci citované.

Brno 3. mája 2017

.....
Dorota Gvozdjaková

Čas a úsilie vynaložené pri písaní venujem Marinke Gvozdjakovej,
in memoriam a Martinovi Štaudovi, in memoriam.

OBSAH

1. ÚVOD	11
2. PLANKTÓNNE ORGANIZMY V PERIODICKÝCH VODÁCH	12
2.1 Perloočky	13
2.2 Veslonôžky	17
2.3 Lastúrničky	22
2.4 Vírniky	24
3. VPLYV EKOLOGICKÝCH FAKTOROV	
NA SPOLOČENSTVOZOOPLANKTÓNU PERIODICKÝCH VÔD	27
3.1 Zrážky a hydroperióda	27
3.2 Teplota vody	28
3.3 Svetlo	30
3.4 Vegetácia	31
3.5 Obsah kyslíka vo vode	31
3.6 Veterná aktivita	32
3.7 Substrát	33
3.8 Salinita a pH vody	34
4. INTERAKCIE MEDZI JEDNOTLIVÝMI ZLOŽKAMI	
ZOOPLANKTÓNU PERIODICKÝCH VÔD	36
4.1 Kompetícia	36
4.2 Predácia	38
5. INTERAKCIE ZÁSTUPCOV ZOOPLANKTÓNU S ĎALŠÍMI	
ORGANIZMAMI PERIODICKÝCH VÔD	41
5.1 Predácia	41
5.2 Parazitizmus	49
5.3 Forézia	50
6. METODIKA TERÉNNYCH ODBEROV	54
7. VÝSLEDKY	58
8. ZÁVER	63
LITERATÚRA	65

1. ÚVOD

Periodické mláky sú charakteristické premenlivosťou prostredia. Strieda sa v nich vodná fáza s fázou suchou. Organizmy periodických vôd, ktoré sú aktívne vo vodnej fáze, vyvinuli adaptácie na prečkanie obdobia sucha (Williams, 1997). Konkrétne ide o vodné biotopy, predovšetkým kaluže, priehlbne na poľnohospodárskej ceste, pieskovne, rozliate polia a lúky, väčšie či menšie mokrade. Určujúcim faktorom (Tavernini et al., 2005) celého prostredia, ako aj živočíšneho zastúpenia v periodických mlákach je hydroperióda, ktorá má v zavodnených lokalitách potenciál ovplyvniť prostredie v bohatšie spoločenstvo. Napriek tomu, že mnoho živočíchov sa vyskytuje výlučne v týchto habitatoch, z pohľadu vedeckého či experimentálneho skúmania periodické vody stále zaostávajú za vodami permanentnými (Schwartz & Jenkins, 2000). Zaslúžili by si viac pozornosti v bádani, ako aj ochrany, pretože ich stav je čoraz kritickejší (Forro et al., 2003). Okrem planktónnych druhov totiž periodické vody obývajú aj druhy zaradené do Červeného zoznamu ohrozených druhů České republiky (Farkač et al., 2005).

Cieľom mojej práce bolo oboznámiť sa so základnými skupinami zooplanktónu periodických vôd a v krátkosti ich charakterizovať, popísať vybrané druhy interakcií medzi zástupcami zooplanktónu navzájom, ako aj medzi zooplanktónom a inými organizmami a tiež popísať faktory prostredia periodických vôd, ktoré ovplyvňujú (negatívne či pozitívne) samotné spoločenstvo. Prostredníctvom literárnej rešerše som získala nielen prehľad o dostupnej literatúre, ale najmä množstvo informácií o zooplanktóne v periodických vodách. Získané poznatky som sa snažila tematicky spracovať a nájdenými citáciami doložiť spracovanú tému. Teoretickú časť bakalárskej práce dopĺňa časť praktická, ktorej cieľom bolo zoznámiť sa s metodikou odberov materiálu v teréne, spracovať odobraté vzorky podľa vhodnej metodiky a naučiť sa základom determinácie daného spoločenstva.

Predkladaná práca sa pokúsi prispieť skromným dielom do mozaiky poznatkov o uvedených biotopoch. Hoci v literatúre nachádzame aj výskumy z priľahlých oblastí, spoločenstvá periodických vôd na území strednej Európy doposiaľ neboli systematicky popísané.

2. PLANKTÓNNE ORGANIZMY V PERIODICKÝCH VODÁCH

Periodické vody môžeme nájsť na všetkých kontinentoch (Forro et al., 2003). Aj preto existujú mnohé druhy týchto vôd: od tečúcej i stojatej vody, vysychavé mokrade a slaniská, cez vlhké lúky, machy, zamokrené polia, až po drobné špecifické telmy. Takými sú napríklad fytotelmy, litotelmy, ale aj zadržaná voda v ulite mäkkýšov.

V nížinách strednej Európy môžeme hovoriť o príbuzných biotopoch poľných mlák, hovorovo nazývanými aj „rozliate polia“, ktoré sa vyznačujú periodickým a častokrát nepravidelným zaplavením, ktoré následne vystrieda vyschnutie. Malé mláčky sa však tvoria aj na okraji lesnej a lúčnej krajiny, v koľajach poľných ciest, či prípadné väčšie mláky v záplavovom území riek.

Ak hovoríme o periodických vodách, môže ísť o mnohé prechodné habitáty, ktoré v jednotlivých prípadoch (aspoň hranične) spĺňajú vysychavú periódu prostredia, ale nemožno ich radiť k periodickým vodám plošne. Mokrade sú termínom, ktorý zahŕňa tak väčšie územia s vegetáciou a stabilným chemizmom vody, ako aj príbuzné biotopy periodickým vodám, naplnené zrážkami alebo presakom podzemnej vody, ktoré môžu podstupovať suchú fázu, aspoň na časti územia.

Aj napriek rôznym klasifikáciám príbuzných biotopov (napr. Williams, 2006 klasifikoval mokrade) typy periodických poľných mlák stále nie sú vyčerpávajúco popísané, a to pre ich vysokú variabilitu medzi lokalitami na menšom území, ale aj naprieč rôznorodými geografickými podmienkami, a v neposlednom rade aj pre nevyspytateľnú hydroperiódu, ktorá môže byť diametrálne odlišná aj v dvoch za sebou nasledujúcich sezónach. Dostupné štúdie sú aj pre oblasť strednej Európy s ich jednotlivými, prípadne geograficky nespojitými, dostupnými dátami stále iba začiatkom v bádani.

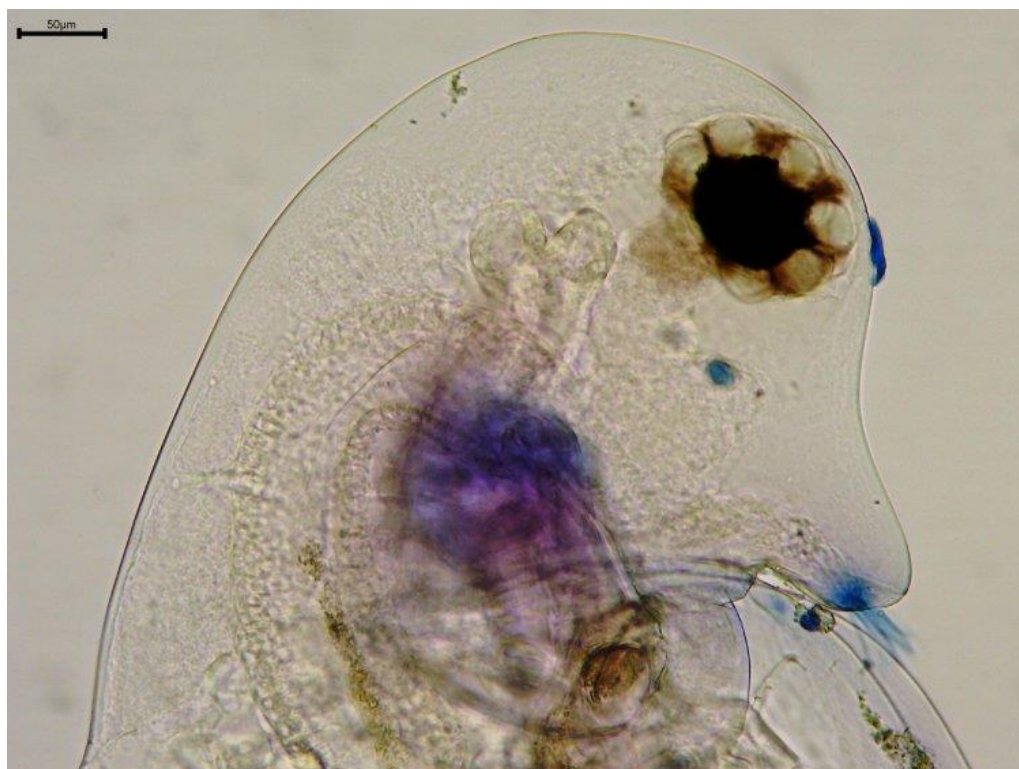
Na rozdiel od vôd permanentných súčasťou ekológie periodických (dočasných) vodných telies je aj suchá fáza vyschnutia (rozličnej dĺžky), ktorá môže, ale nemusí byť predikovateľná. Na rozdiel od stále-zamokrených prostredí, ktoré môžu za určitých podmienok vyschnúť, periodické vody obývajú organizmy adaptované na pokles až úplnú stratu vody (Williams, 1997).

Medzi organizmy obývajúce periodické vody patrí okrem množstva druhov hmyzu aj zooplanktón. Zástupcovia planktónu, spoločenstva organizmov obývajúcich okolie vodnej hladiny, sú väčšinou drobného vzrastu, nízkej hmotnosti a priesvitných štruktúr (schránok). Do zooplanktónu periodických vôd radíme aj zástupcov z vírnikov a kôrovcov – perloočky, veslonôžky a lastúrnice.

2.1 Perloočky

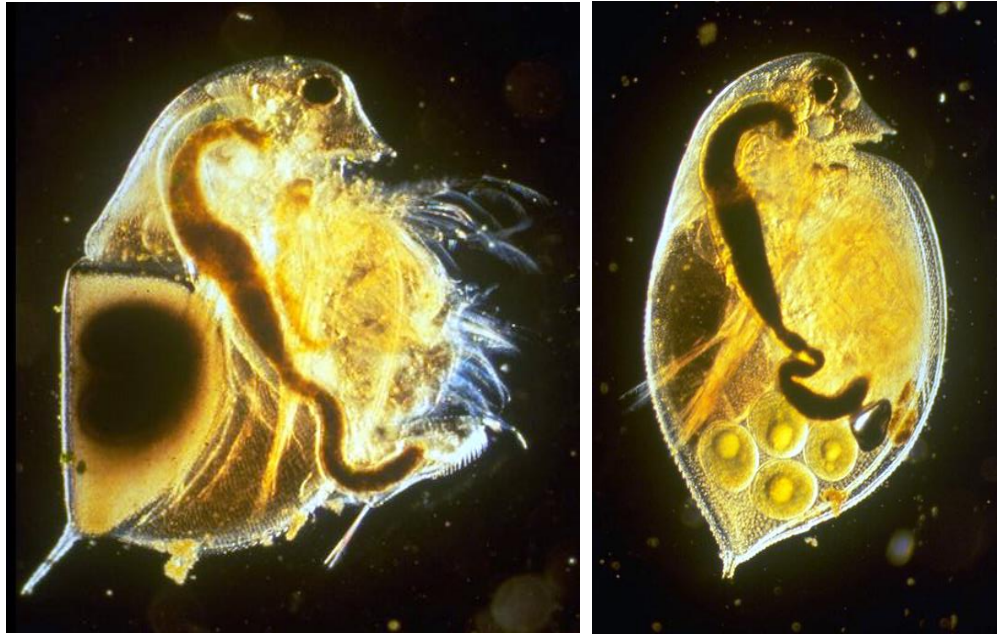
Perloočky (Cladocera) sú skupinou drobných kôrovcov (0,25–10 mm). Spoločne so žiabronôžkami (Anostraca), štítovkami (Notostraca) a škl'abkovkami (Spinicaudata) patria taxonomicky do skupiny lupeňonohých kôrovcov (Branchiopoda, kedysi Phyllopora). Sú z nich vzrastovo najmenšie a podľa Šrámek-Hušek et al. (1962) však hospodársky najvýznamnejšie.

Telo perloočiek je skoro priehľadné, nevýrazne článkované a laterálne sploštené. Je kryté schránkou, skladajúcou sa z dvoch chlopní, ktoré sú na brušnej strane celkom otvorené. Hlava, ktorá typicky nesie zložené splynuté oko a menšie naupliové oko – ocellus, nie je krytá touto schránkou. Zložené oko je obklopené drobnými omatídiami, pripomínajúcimi malé perly – od nich je odvodený názov skupiny (obr. 2.1). Hlava perloočky nesie tiež tykadlá a tykadielka; pričom dlhé a vetvené antény slúžia predovšetkým k pohybu a zakrpatené antenuly pravdepodobne plnia funkciu chemoreceptorov (čuchových orgánov), pričom u samcov sú výraznejšie (Šrámek-Hušek et al., 1962; Hudec, 2010). Spodná strana tela vyúsťuje tvarom trňa – v spinu. Plávajú veslovito. Štyri až šesť párov hrudných nožík plní dôležitú funkciu dýchania pomocou žiabrových epipoditov a tiež zaobstarávajú si potravu. Tú perloočky filtrujú pomocou hrebienkov bŕv na hrudných nôžkach.



Obr. 2.1 – Detail oka perloočky *Daphnia galeata*. Omatídiá v okolí zloženého oka nápadne pripomínajú perly. Prevzaté z webovej stránky <http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id280668/?taxonid=91970>

U perloočiek je výrazný pohlavný dimorfizmus: telo samčekov je viditeľne menšie. Zvyčajne sa strieda partenogenetické a gametogenetické rozmnožovanie. Za priaznivých podmienok („normálny stav“) je reprodukcia partenogenetická aj niekoľko generácií. Vtedy samičky kladú diploidné vajíčka (obr. 2.2) a z tých sa liahnu samičky. Pri zhoršení podmienok prostredia sa narodia aj samci (z haploidných vajíčok) a perloočky sa pohlavne rozmnožia – heterogónia. Keď dôjde ku kopulácii, samičky kladú oplodnené vajíčka v ochrannom obale (obr. 2.3). Efípium, produkované už v tele samičky, dokáže prečkať v sedimente, je odolné voči vysušeniu a ďalším vonkajším vplyvom. Aj vďaka relatívne pevným a ľahkým obalom sa mnohým druhom podarilo rozšíriť kozmopolitne, za čo vďaka vetru alebo iným organizmom, ktoré napomáhajú pasívnemu šíreniu. Po obnovení vhodných podmienok, či už v sedimente pôvodnej lokality alebo v novom prostredí, sa z vajíčka vyliahne opäť partenogenetická samička (napr. Šrámek-Hušek et al., 1962).



Obr. 2.2 (naľavo) – Samička perloočky z rodu *Daphnia* s viditeľnými vajíčkami, nepohlavné rozmnožovanie

Obr. 2.3 (napravo) – Samička perloočky z rodu *Daphnia* nesie vajíčka v obale efiípa, pohlavné rozmnožovanie. Prevzaté z webovej stránky <http://www.ag.auburn.edu/fish/mediagallery/>

Výhodou „trvalých“ vajíčok je ich rezistencia. Dokážu vydržať sucho, nedostatok kyslíku alebo vysokú salinitu aj desiatky rokov. Vývoj živočícha je pozastavený v štádiu embryonálnej gastruly. Opätovný rast až po liahnutie sa obnoví pri konkrétnej teplote vody. Faktor teploty je kľúčový a zaručuje postupnú sukcesiu druhov pri postupnom otepľovaní. Dôsledkom sú časovo posunuté niky (Lellák & Kubíček, 1991). Druhy by si teda nemali konkurovať, keďže ich niky sa neprekrývajú.

Disperzia efiípií môže byť vysoko náhodným procesom. Z dlhodobého hľadiska sa disperzia vektormi javí ako relatívne efektívna pre organizmy obývajúce stojaté dočasné vody, aj keď často napreduje iba malými skokovými posunmi a pomalým tempom. Napríklad Pajunen (1986) skúmal vzdialenosť disperzie efiípií na stanovištiach mlák a litotelm pre rod *Daphnia*. Výsledky poukazujú na krátke vzdialenosti do desať metrov od najbližšej zdrojovej populácie. Efiípiá perloočiek prenášajú anemochoricky napríklad semená pálky (*Typha* sp.) (Williams, 2006) a pomáhajú kolonizovať ďalšie

habitáty. Môže sa tak diať pri vysušaní malej vodnej plochy vetrom alebo aj zavlečením z neďalekého jazera. Na šírení druhov sa podieľa aj človek, čo má za dôsledok zavlečenie nepôvodných druhov, napríklad lodnou dopravou (Hudec, 2010) alebo kolonizáciu blízkych aj odľahlých území.

Podľa výskytu a ekologických preferencií môžeme perloočky deliť na druhy obývajúce pelagiál (voľná voda, väčšia hĺbka), litorál (morské aj sladkovodné pobrežie) a bentál (dno, povrch substrátu). Lellák et al. (1985) ale upozorňujú, že je často veľmi ťažké striktno definovať typ biotopu pre konkrétny druh, keďže nejeden zástupca bol objavený v inom type vôd, než by sa očakávalo, prípadne v prechodnom biotope. Príkladom môže byť podľa Hudca (2010) bentický druh *Bunops serricaudatus* (Daday, 1884).

Najrozšírenejšími zástupcami perloočiek sú druhy rodu *Daphnia*. Sú ekologicky významnými konzumentmi fytoplanktónu (primárna produkcia) a zároveň sú potravou pre mnohé stavovce i bezstavovce. Za doterajší viac ako dvestoročný výskum by podľa Petruska (2010) mohla *Daphnia* patriť medzi najpreskúmanejšie vodné bezstavovce na svete, ak nie je na samom prvom mieste. Krátka generačná doba spojená s vysokou plodnosťou a tiež striedanie pohlavného a nepohlavného rozmnožovania (cyklická partenogéza) ju k tomu predurčujú.

Z rodu *Daphnia* sa v periodických vodách Slovenska vyskytujú napríklad druhy *Daphnia curvirostris* Eylmann, 1887, *D. pulex* Leydig, 1860, *D. atkinsoni* Baird, 1859, *D. obtusa* Kurz, 1875, *D. brevispina* Daday, 1888 a *D. similis* Claus, 1876 – najmä v poľných mlákach a koľajach poľných ciest v nížine, mlákach lužných lesov aj lesných ciest, močiarnych mlákach, prípadne mŕtvych ramenách (Hudec, 2010). K vôbec najčastejším druhom slovenskej fauny patria napríklad *Daphnia longispina* (O. F. Müller, 1776) (vrátane vôd trvalých) a z iného rodu *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller, 1776). *Ceriodaphnia quadrangula* (O. F. Müller, 1785) je tiež hojne zastúpená na území Slovenska, kde uprednostňuje periodické vody. Vo vyšších nadmorských výškach však prechádza do vôd trvalých (Hudec, 1980).

Vo veľkých periodických vodách, najčastejšie záplavového charakteru, sa vyskytujú druhy, ako *Daphnia pulicaria* Forbes, 1893, *D. parvula* Fordyce, 1901, *D. longispina*, *D. galeata* Sars, 1863 alebo *D. cucullata* Sars, 1862. Druhy nachádzané

v periodických vodách iba z inundačných oblastí sú častejšie zástupcovia jazerných alebo riečnych vôd, preto sa v periodických vodách vyskytujú iba príležitostne (Hudec, 2010).

Okrem zástupcov rodu *Daphnia* sú v periodických vodách rozšírení zástupcovia rodu *Moina*, česky tiež nazývané „kaluženky“ (Lellák & Kubíček, 1991). Napríklad podľa Ratcliffe (1977) druh *Moina rectirostris* (Leydig, 1860) obýva vyslovene malé, často zakalené dočasné kaluže. Druhy čeľade Moinidae, napríklad *Moina macrocopa* (Straus, 1819) a *M. micrura* Kurz, 1875, obývajú predovšetkým níziny. *Moina brachiata* (Jurine, 1820) je z tohto rodu na Slovensku najbežnejšia (Hudec, 1980).

Hudec (1980) vo svojej práci rozdelil skúmané lokality periodických vôd na základe nasledujúcich faktorov: veľkosť lokality, hĺbka vody, teplota vody a stupeň rastlinnej pokrývky. Do prvého typu lokality patria plytké periodické vody krátkeho trvania, so silne prehrievanou vodou a obyčajne bez rastlinných zrástov. Najčastejšie sa v týchto vodách vyskytujú druhy *Daphnia magna* Straus, 1820 a *Moina brachiata*. K nim často pristupujú aj *Daphnia similis* a *Daphnia atkinsoni*. Tie sa spolu vyskytujú iba výnimočne, ale s prvými spomínanými sa každý zvlášť objavuje pomerne často. Ak je teplota vody o niečo nižšia, objavujú sa tiež *Daphnia curvirostris* a *Daphnia longispina*. Druhý typ zahŕňa mláky na poliach a lúkach, najčastejšie obsadené jedným druhom, napríklad *Daphnia obtusa* alebo *Daphnia pulex*. Tento typ nevylučuje disperziu druhov z blízkosti riek, močiarov a mokradí. Posledným typom sú periodické mláky s rozvinutou vegetáciou. K tomuto typu lokality patria napríklad močiare, hlbšie dedinské mláky alebo plytké mŕtve ramená riek, ktoré vysychajú aspoň raz do roka. Pred vyschnutím sa objavujú druhy *Daphnia magna* a *Moina brachiata* z prvej skupiny a všeobecne medzi vegetáciou sa zdržiavajú napríklad *Alona rectangula* Sars, 1862, *A. guttata* Sars, 1862, *A. costata* Sars, 1862, rod *Alonella*, *Treptocephala ambigua* (Lilljeborg, 1900), rod *Leydigia*, rod *Pleuroxus*, *Chydorus sphaericus* alebo *Moina micrura*.

2.2 Veslonôžky

Veslonôžky (Copepoda) sú považované za jedny z najpočetnejších mnohobunkovcov na svete vôbec (Damkaer, 2002; Technical University of Denmark,

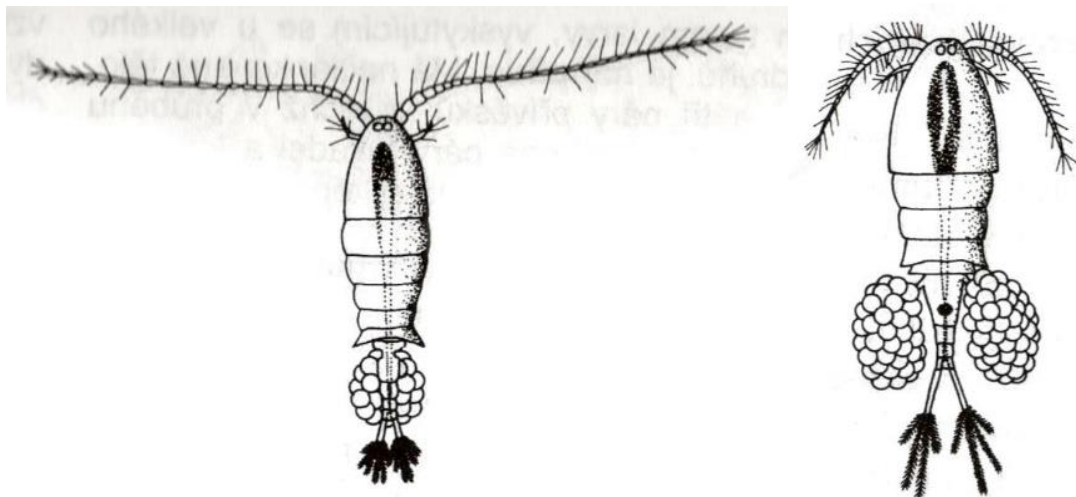
2010; Reece et al., 2011). Takéto odhady vznikli pravdepodobne na základe ich obrovskej biomasy a dôležitosti v potravinovom reťazci. Veslonôžky sú podstatnou súčasťou planktónu, nájdeme ich v moriach aj v sladkých vodách. Napriek tomu, že o existencii sladkovodných veslonôžok vieme už viac ako tri storočia a skúmame ich naprieč rôznymi prostrediami, naše porozumenie pre úlohu veslonôžok v ekosystéme je stále nedokonalé (Fryer, 1998; Reid, 2001).

Veslonôžky patria do triedy „Maxillopoda“. Sladkovodné voľne žijúce veslonôžky sa delia na nižšie skupiny: Calanoida – česky vznášivky, Cyclopoida – česky buchanky a Harpacticoida – česky plazivky (Gulati, 1978). V slovenčine sa nezvyknú prekladať. Veslonôžky môžeme zaradiť k filtrátorom, predátorom, ale aj k parazitom. Niektoré veslonôžky sa živia riasami (spásači), iné predujú na malých živočíchoch, vrátane menších zástupcov iných veslonôžok (Reece et al., 2011). Veslonôžky sa tradične radia k vodným bezstavovcom. Pokiaľ sú však v prostredí prítomné organické látky a vlhkosť, pričom nemusí ísť o vlhkosť v permanentnej forme (Reid, 2001), dokážu úspešne a ľahko prežívať aj v rôznych iných, nie typicky vodných habitátoch.

Telo veslonôžok na rozdiel od perloočiek nie je kryté, obvykle dosahuje 1–5 mm. Veslonôžky dýchajú celým povrchom tela. Na hlave sa nachádza naupliové oko a dlhé antény, ktoré sú kolmé na os tela a smerujú do strán. U veslonôžok patriacim ku skupine Calanoida (obr. 2.4) sú prvé antény v porovnaní s telom dlhšie alebo minimálne rovnakej dĺžky. Zástupcovia skupiny Cyclopoida (obr. 2.5) majú antény kratšie, ktoré dĺžku tela nedosahujú. Antény skupiny Harpacticoida sú oproti Calanoida a Cyclopoida oveľa kratšie (Lellák et al., 1985). U samcov sú antény klieštikovité a vo všeobecnosti omnoho výraznejšie ako u samičiek (obr. 2.6).

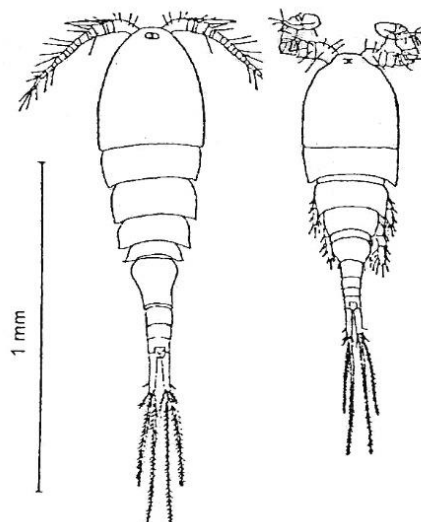
Jedným z dôvodom hojného výskytu veslonôžok je efektívny spôsob pohybu, ktorý je na bezstavovca výnimočne rýchly. Systém nervových transmitterov umožňuje veslonôžkám v potencionálnom nebezpečenstve skokovitý únik (Technical University of Denmark, 2010). Potravu získavajú z vody pohybujúcimi sa končatinami (hlavovými príveskami), čím vo vode vytvárajú prúd. Týmto spôsobom tak dokážu pri získavaní potravy zároveň aj konštantne plávať. Okrem rýchleho skokovitého pohybu sa v pomalom prúde vody dokážu veslonôžky pohybovať spôsobom pripomínajúci

opisovanie kružnice. Od toho je pravdepodobne odvodený aj český názov skupiny Calanoida „vznášivky“ (Lellák et al., 1985).



Obr. 2.4 (naľavo) – Samička veslonôžky rodu *Diaptomus*, ktorá patrí ku Calanoida

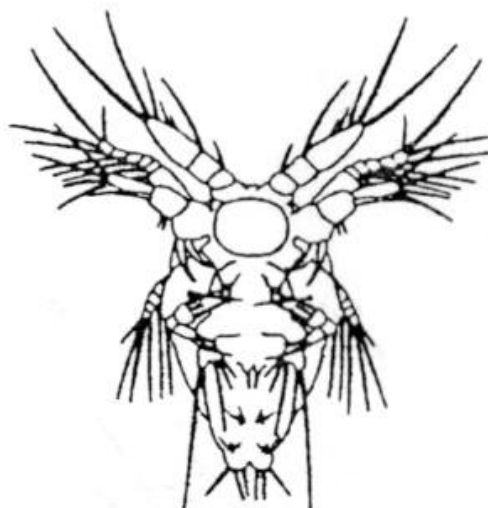
Obr. 2.5 (napravo) – Samička veslonôžky rodu *Cyclops* (Cyclopoida). Prevzaté z práce Papáček et al. (2000)



Obr. 2.6 – Samička (naľavo) a samec veslonôžky druhu *Acanthocyclops robustus*, ktoré patria k Cyclopoida. Viditeľný výrazný pohlavný dimorfizmus. Prevzaté z práce Faina & Svobodová (1997)

Hoci do potravy veslonôžok zaraďujeme obvykle detrit alebo organické zbytky, ktoré zbierajú na dne medzi rastlinami a v mikropóroch piesku či štrku (Lellák et al., 1985), takmer všetky voľne žijúce Cyclopoida sú dravé a chýba im filtračný aparát. Živia sa menšími zástupcami veslonôžok z taxónov Cyclopoida a Calanoida, tiež perloočkami, larvami dvojkřídlorcov (Diptera), vírnikmi a vodnými máloštetinavcami („Oligochaeta“). Niektoré herbivorné druhy, živiace sa vláknitými riasami a rozsievkami (Diatomeae) filtrovanými sitom brv, sa môžu v dospelosti zmeniť na všežravé (Gulati, 1978).

Samička nosí na zadočku vajíčka, ktoré sú ukladané do jedného (obr. 2.4) alebo dvoch (obr. 2.5) vaječných vakov. Počet vajíčok je variabilný a súvisí s koncentráciou a dostupnosťou potravy. Tak ako u iných planktónnych kôrovcov, z vajíčka sa liahne naupliová larva (obr. 2.7). V lepších jarných podmienkach boli u konkrétnych druhov zaznamenané vyššie počty menších vajíčok a na jeseň naopak – menší počet väčších vajíčok. Pri zástupcoch Calanoida trvá vývoj pomerne dlho, najmä u jedincov, ktorí sa liahnu na jeseň. Tí dospievajú až na jar a žijú okolo deväť mesiacov. Letné, neskoršie populácie môžu svoj vývoj dokončiť za menej ako dva mesiace. Väčšina druhov Calanoida takto prečká zimu až v dospelosti. U Calanoida ani Cyclopoida nie je známa partenogéza.



Obr. 2.7 – Nauplius veslonôžky patriacej k taxónu Cyclopoida. Prevzaté z práce Faina & Svobodová (1997)

Pri väčšine planktónnych Cyclopoida sa vyskytujú aj kľudové štádiá. Diapauza môže u rodov *Mesocyclops* a *Thermocyclops* prebiehať na jeseň po tom, čo sa zahrabú do bahna. V období diapauzy sa nepohybujú a ich citlivosť na nedostatok kyslíku sa znižuje. Niektoré druhy rodu *Cyclops* môžu vytvoriť sekrétový obal tela a tak prečkať aj vysychanie (Lellák et al., 1985). Trvalé vajíčka sú popísané napríklad u druhu *Cyclops strenuus* Fischer 1851.

Medzi zástupcov skupiny Harpacticoida patria predovšetkým brakické a morské druhy, sladkovodných je menej (Gulati, 1978). Zástupcovia Harpacticoida sa vyskytujú v periodických vodách, špeciálne v zmáčaných machoch, k planktónu sa však bežne neradia. K životu im vystačí aj malé množstvo vody zadržané v listoch rastlín, obývajú tiež podzemné vody.

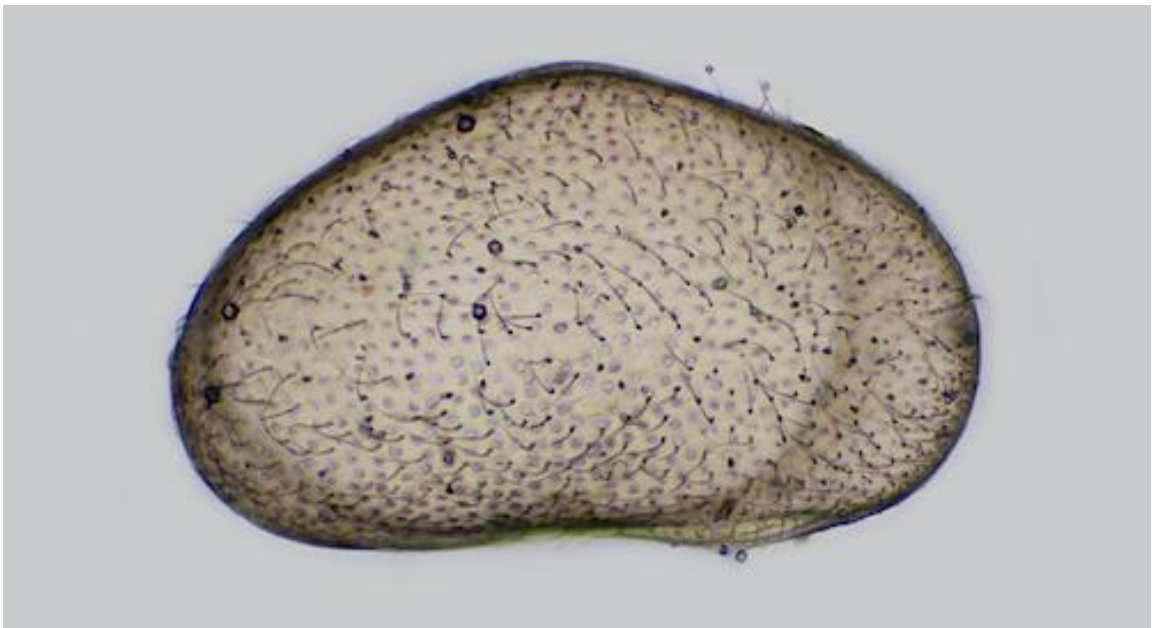
Mnohé z veslonôžok patriacich k planktónu sú holoplanktónne, takže všetky štádiá majú planktónne. Pre periodické vody sú typické nasledujúce planktónne veslonôžky: *Diacyclops bisetosus* (Rehberg 1880), *D. bicuspidatus* (Claus 1857) a *Diaptomus castor* (Jurine 1820) (Ratcliffe, 1977). Posledný spomenutý je jarný druh zaplavovaných oblastí, objavujúci sa najmä v blízkosti väčších riek. V periodických mlákach nájdeme aj *Megacyclops latipes* (Lowndes 1927) či *Acanthocyclops vernalis* (Fischer 1853). V periodických vodách v strednej Európe sa zo skupiny Calanoida vyskytujú tiež druhy *Hemidiaptomus hungaricus* Kiefer 1933 a *Mixodiaptomus kupelwieseri* (Brehm 1907). K najbežnejším druhom žijúcim v mlákach a iných stojatých vodách patria *Eudiaptomus vulgaris* (Schmeil 1896) a *E. gracilis* (Sars 1863) (Lellák et al., 1985).

Mnoho planktónnych druhov zo skupiny Cyclopoida patrí k rodom *Cyclops*, *Acanthocyclops*, *Thermocyclops* a *Mesocyclops*, ako napríklad *Cyclops strenuus*, *Cyclops vicinus* Ulianine 1875 alebo *Mesocyclops leuckarti* (Claus 1857). Ostatné rody zahŕňajú planktón iba ojedinele (sporadicky) (Gulati, 1978).

Z planktónnych druhov Harpacticoida menuje Lellák et al. (1985) *Canthocamptus staphylinus* (Jurine 1820). Tento druh prečkáva letné vysychanie v cyste, na rozdiel od väčšiny druhov Harpacticoida, ktoré sa v tomto období zahrabávajú na dne do vlhkého bahna.

2.3 Lastúrnice

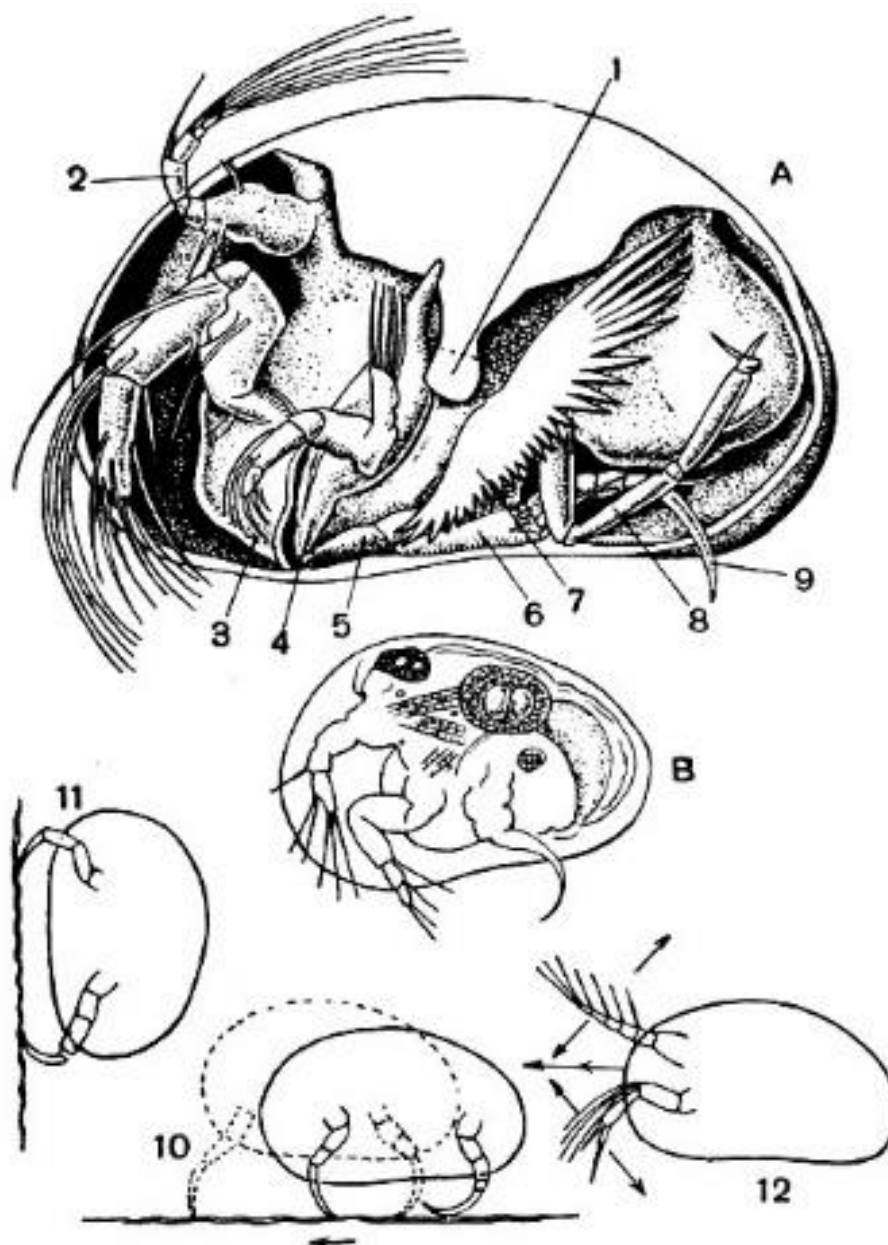
Lastúrnice (Ostracoda) patria k vzrastovo menším vodným kôrovcom. Prevažná väčšina druhov je morských. V strednej Európe existuje viac ako sto sladkovodných druhov lastúrníc (Lellák et al., 1985). Telo lastúrníc je chránené dvojchlopňovou schránkou, pre ktorú sú vizuálne prirovnávané k šľabkóvkám (Spinicaudata), ktoré však patria k veľkým lupeňonôžkam. Z dôvodu, že lastúrnice menia s každým zvliekaním svoj karapax, na povrchu ich schránky sa netvoria prírastkové línie, takže ich telo nie je článkované. Schránka tvorená chitínom je pevná, čím umožňuje paleontológom štúdium a rekonštrukciu fauny z fosílnych záznamov. Schránka živého kôrovca je priesvitná a jej drobné chlípky (obr. 2.8) slúžia ako hmatový orgán.



Obr. 2.8 – Pohľad z boku na chlopňu schránky lastúrnice druhu *Cypridopsis vidua*. Prevzaté z webovej stránky <http://www.lbm.go.jp/smith/genera/cypridopsis.html>

Lastúrnice sa zdržujú najmä pri dne (bentické druhy) (obr. 2.9, výrez 10) alebo lezú po vegetácii (obr. 2.9, výrez 11). Čeľaď Cyprididae zahŕňa aj druhy plávajúce

vo voľnej vode. K plávaniu (obr. 2.9, výrez 12) používajú prvé a druhé, relatívne dlhé antény, ktoré vyrastajú z hlavy. Potravu zbierajú a vyčesávajú z bŕv na končatinách. Živia sa zväčša zbytkami rastlín aj živočíchov. Živú korisť si dokážu uloviť aj samé.



Obr. 2.9 – Druh *Cypridopsis vidua*. A – dospelý jedinec, B – nauplius, 10 – pohyb po substráte, 11 – pohyb po rastline, 12 – plávanie. Prevzaté z webovej stránky <http://animalkingdom.su/books/item/f00/s00/z0000072/st075.shtml>

Samci lastúrníček sú menší. Samičky majú jeden typ vajíčok. Vedia sa rozmnožovať aj partenogeneticky, čo závisí od prostredia. Pri zhoršení podmienok vajíčko dokáže dlhšie obdobie prečkať v pozastavenom štádiu tvorby blastuly. Toto prerušenie nie je ale nevyhnutné. Ak sú podmienky priaznivé, vajíčko sa vyvinie bez prerušenia vývinu. Z vajíčka sa liahne naupliová larva (obr. 2.9, výrez B), ktorá dospeje do dvoch týždňov. Dĺžka vývoja závisí od teploty vody. Veslonôžka sa dožíva dva až deväť mesiacov (napr. Lellák et al., 1985).

Na rozdiel od jazier jarné druhy lastúrníček v periodických vodách vytvárajú v jednom roku iba jednu generáciu. Lastúrníčky vytvárajú odlišné končatiny v tečúcich a stojatých vodách. Experimentálne bolo preukázané, že je to spôsobené prostredím, v ktorom sa narodia a vyrastajú, nie históriou predchádzajúcich generácií (Lellák et al., 1985).

Medzi letných druhov patria napríklad *Notodromas monacha* (O. F. Müller 1776) a *Dolerocypris fasciata* (O. F. Müller 1776). Medzi zástupcov viazaných na periodické vody patria: *Cypridopsis vidua* (O. F. Müller 1776) (obr. 2.8), *Cypria ophthalmica* (Jurine 1820), *Eucypris virens* (Jurine 1820), *Pseudocandona rostrata* (Brady & Norman 1889) alebo *Cypricerus ovum* (Jurine 1820) (Bušová, 2013). Posledný zmieneny zástupca je ubikvita a ako mnohé iné ďalšie lastúrníčky je rozšírený v širokej škále biotopov.

2.4 Vírniky

Vírniky („Rotifera“) patria k planktónnym mikroskopickým organizmom vznášajúcim sa voľne vo vodnom stĺpci. Vírniky sú predovšetkým obyvateľmi sladkých vôd, aj keď existujú aj morské druhy. Napriek tomu, že sú prehliadané a miestami neprebádané, vírniky považujeme za kozmopolitne rozšírené.

Telo vírnikov sa skladá z hlavy, krku, trupu a nohy. Povrch je tvorený kutikulou. Na hlave majú vyvinutý vírivý orgán, ktorý slúži vírnikom k pohybu a prijímaniu potravy. Potravu privádzajú do úst pohybom brv. Na prichytenie k podkladu im slúžia kožné žľazy, ktoré vylučujú lepivý sekrét. Telo, vznášajúce sa vo vode, je bezfarebné, sklovité, až priehľadné. (obr. 2.10). Tvar tela vírnikov je veľmi variabilný.



Obr. 2.10 – Druh vírnika *Keratella cochlearis*. Prevzaté z webovej stránky <http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id18028/?taxonid=74915>

Vírniky sa rozmnožujú partenogeneticky, mnohokrát úplne bez samcov. Pokiaľ sú samce vírnikov známe, bývajú drobných rozmerov a väčšinou im chýba tráviace ústrojenstvo.

Niektorým vírnikom stačí pre život len nepatrné množstvo vody, ako napríklad zástupcom Bdelloidea a niektorým iným z rodu *Ploima*. Ďalšie vírniky dokážu prežiť napríklad v kapilárnych priestoroch pôdy alebo v machoch, ako napríklad *Encentration mucronatum* Wulfert 1936. Iné prežijú aj úplný nedostatok vody. V dospelom štádiu dokážu prežiť úplné vyschnutie prostredia a tela a po znovuzavlhčení žiť ďalej. Adaptáciou na vysychavé prostredie vírniky vytvárajú trvalé vajíčka. Vyschnutie vody dobre znáša napríklad *Encentration kulmatyckii* Wiszniewski 1953 (napr. Bartoš, 1959; Reece et al., 2011).

Medzi typické vírniky drobných periodických vôd patrí druh *Trichocerca vernalis* (Hauer 1936). Planktónnym druhom permanentných stojatých vôd je *Synchaeta oblonga* Ehrenberg 1831, ktorá sa však vyskytuje aj v mlákach. Priekopy naplnené dažďovou

vodou môže obývať aj vyššie uvedený druh *Encentrum mucronatum*, vyskytujúci sa aj v machoch. Medzi vodnou vegetáciou sa vyskytujú *Rotaria citrina* (Ehrenberg 1838) a tiež *Trichocerca rattus carinata* (Ehrenberg 1830), známy z plytkých vôd. V typologicky širokej škále vôd, s hojným výskytom práve vo vodách nevelkých rozmerov, sa v jarnom až letnom planktóne vyskytuje *Keratella cochlearis tecta* (Gosse 1851) (Bartoš, 1959).

3. VPLYV EKOLOGICKÝCH FAKTOROV NA SPOLOČENSTVO ZOOPLANKTÓNU PERIODICKÝCH VÔD

Samotné biotopy stojatých vôd a ich spoločenstvá sú neustále ovplyvňované faktormi prostredia, v ktorom sa nachádzajú. Práve tie určujú podmienky pre život druhov, respektíve ich vylúčenie zo spoločenstva. Organizmy sú limitované mnohými faktormi a spektrom ich hodnôt.

K základným ekologickým faktorom prostredia, ktoré ovplyvňujú formovanie konkrétneho periodického systému, ale najmä organizmov žijúcich v ňom, patrí dĺžka zaplavenia prostredia, teplota vody, fotoperiód a intenzita svetla, prítomnosť vegetácie, dostupnosť kyslíku, veterná aktivita, vlastnosti substrátu, pH vody, konduktivita a iné. Okrem faktorov prostredia sú spoločenstvá zooplanktónu ovplyvnené aj biologickými faktormi, a to najmä medzidruhovými vzťahmi, ktorým sa venujú neskoršie kapitoly.

3.1 Zrážky a hydroperióda

V prípade periodických vôd naplnenie vodného telesa určujú najmä zrážky. Voda vo forme zrážok (v malom množstve) sa po dopade na zem rýchlo odparuje alebo vsiakne do pôdy, kde je využívaná rastlinami, čo má za dôsledok krátke trvanie hydroperiódy, prípadne neobnovenie malej mláky. Takéto podmienky sú pre živočíchy limitujúce a vyžadujú si odpoveď – adaptáciu organizmov na obdobia bez vody. K prežitiu organizmov je nutné, aby sa pred úplným vyschnutím habitátu rozmnožili. Okrem striedania obdobia zavodnenia s obdobím sucha, špecifické druhy periodických vôd môžu byť obmedzované aj ďalšími faktormi. Takými sú napríklad fytohelmy medzi listami rastlín (Bušová, 2013), častejšie sa vyskytujúce v tropických podmienkach, ktoré sú okrem zrážok limitované aj vegetačným obdobím samotnej rastliny. Navyše zrážky vo forme dažďa môžu napomáhať disperzii vajícok (Jenkins & Underwood, 1998).

Periodické vody majú charakter jarných (z angličtiny *vernal*) kaluží, ktoré sú spôsobené zrážkami prípadne topiacim sa snehom, alebo charakter jesenných kaluží, ktoré sa plnia až po letných mesiacoch a nedochádza v nich k tak výraznému vyschnutiu. Dĺžka hydroperiódy jarných mokradí sa skraca, ak jar príde pomerne skoro a snehové zrážky boli slabé. Naopak chladný a neskorý príchod jari, ktorej predchádzajú silnejšie snehové zrážky, predurčuje dlhšie zamokrenie. Hydroperióda môže mať na spoločenstvo vysoký vplyv, pretože s kratšou hydroperiódou nastáva pokles v diverzite druhov (Williams, 2006). Podľa Tavernini et al. (2005) je dĺžka hydroperiódy kľúčová a dokonca najdôležitejšia v hodnotení druhovej bohatosti zooplanktónu. Autori vo svojej práci potvrdili najviac taxónov práve v najdlhšie zavodnenej lokalite zo všetkých sledovaných.

Hydroperióda určuje základné rozdiely medzi periodickými a nevysychavými vodnými telesami. Periodické vody sa vyznačujú obdobím sucha, ktoré môže v niektorých prípadoch trvať iba jeden mesiac v roku (keď sa poľná mokraď v lete vysuší). Suchá fáza však môže v lokalite pretrvať aj väčšinu roka, pričom jarné či jesenné napustenie mláky vydrží iba niekoľko týždňov či dní. Tak ako krátkodobé suché obdobia majú v ekosystéme ďalekosiahle dôsledky, tak aj krátkodobé naplnenie mláky stačí na výrazné zvýšenie diverzity druhov. Podľa Gee et al. (1997) je pre zvýšenie biodiverzity prínosnejších niekoľko menších mlák či jazierok ako jedna väčšia, aj keď možno hlbšia mokraď podobnej rozlohy.

Na rozdiel od nevysychavých vôd periodické vody sú menej predvídateľné. Ich cyklus je s definovaným hydrologickým a fyzikálnochemickým cyklom stálych vôd porovnateľný iba počas chladných zimných mesiacov. Periodické vody sú väčšiu časť roka mnohokrát vystavené nepredvídateľným kolísavým hladinám vody a krutým podmienkam sucha, ktorým dokážu čeliť len adaptované druhy organizmov, častokrát druhy výhradne periodických vôd (Seminara et al., 2008).

3.2 Teplota vody

Teplota patrí ku dôležitým vlastnostiam vody. Hrá kľúčovú úlohu pre liahnutie z vajíčok a dormantných štádií po znovu-napustení vodného telesa. Na druhej strane

extrémna teplota môže mať negatívny účinok pre celé spoločenstvá organizmov. S teplotou sa metabolizmus organizmov zrýchľuje. Prekročenie maxima rýchlosti metabolizmu je pre živočícha letálne (Dodson & Frey, 1991). Napriek tomu existujú prekvapivé výnimky. Tak ako vodné chrobáky môžu byť v periodických mokradiach v Severnej Amerike aktívne pri povrchovej teplote vody až 40 °C (Williams, 2006), tak zástupcovia rodu *Daphnia* môžu krátkodobo prežiť teploty v rozmedzí 35–38 °C aj napriek tomu, že dlhodobo väčšina (z druhov) perloočiek teplotu nad 30 °C nevydrží. Otázka schopnosti prežitia v extrémnych teplotách tak závisí aj na teplote vody, v ktorej konkrétne jedince vyrastali (Dodson & Frey, 1991).

Periodické vody sú vo všeobecnosti plytké. Slnéčné žiarenie tak môže počas letného dňa meniť teplotu vody veľmi rýchlo. Okrem hĺbky vody svoju úlohu zohráva aj plocha povrchu vodnej hladiny. Slnéčné lúče hladinu vody zohrejú a zmenia jej teplotu, čím nastáva odpar a hladina vody postupne klesá. Nadmerne zvýšená teplota núti organizmy migrovať do úkrytov a zahrabávať sa do bahna, pokiaľ je to možné. Rýchle zmeny teploty nastávajú nielen cez deň, ale aj v noci, napríklad prúdením chladného vetra nad vodnou hladinou. Zmeny teploty spoločne s veternou energiou uvedú do pohybu vodný stĺpec, čo spôsobí rozvírenie dna a sedimentov. Následná turbidita a zakalenie vody z pohybu malých častíc tak priamo súvisí s teplotou. Turbidita je pre niektoré perloočky limitujúca, pretože rozvírené častice sedimentu im môžu brániť v plynulej filtrácii (Dodson & Frey, 1991).

Mohlo by sa zdať, že stúpajúca teplota prináša mnohým živočíchom po zimnom období iba výhody spojené s roztopením ľadu, zohriatím vody a pôdy. Dormantné vajíčka perloočiek začínajú svoj vývoj, keď teplota vody stúpne nad 5 °C (Hrbáček et al., 1994). Zo zvýšenia teploty rovnako profitujú aj veslonôžky. Dva druhy veslonôžok – *Cyclops vicinus* a *C. kolensis* Lilljeborg 1901 sú pozitívne ovplyvňované vyššou teplotou vody. Ak ich však táto zmena teploty zastihne v rozdielnej fáze vývoja, v konečnom dôsledku môže druh ovplyvniť odlišne. V súvislosti so zvýšenou teplotou výhodu získava druh *C. vicinus*, ktorý dosahuje populačné maximum neskôr. Druh *C. kolensis* je ovplyvňovaný teplotou v neskoršej fáze vývoja. Veslonôžka *C. vicinus* je ovplyvňovaná zvýšenou teplotou dlhší čas (Adrian, 1997), dôsledkom čoho má výhodnejšiu pozíciu sa efektívnejšie populačne rozvinúť.

Teplota vody má nezanedbateľný vplyv na embryonálny, ako aj na larválny vývoj organizmov. Napríklad pri nízkych teplotách vody larválny vývoj veslonôžok Cyclopoida trvá aj niekoľko mesiacov, zatiaľ čo v optimálnych podmienkach v rozmedzí 20–22 °C môže byť vývoj ukončený v priebehu jedného mesiaca, u niektorých druhov dokonca menej ako do dvoch týždňov (Lellák et al., 1985). Teplota zohráva kľúčovú úlohu aj pre rýchlosť vývoja u lastúrničiek (Aguilar-Alberola & Mesquita-Joanes, 2011).

Teplota vody ovplyvňuje tiež morfológiu kôrovcov. Tak ako perloočka rodu *Bosmina* so zvýšenou teplotou predlžuje prvé antény, tak aj druhom *Daphnia galeata mendotae* Birge 1918 a *D. retrocurva* Forbes, 1882 sa v závislosti s teplotou formujú hlavové helmy. Úlohu v tom pravdepodobne zohrávajú aj iné faktory prostredia (chemické), keďže v laboratórnych podmienkach vyššie menované perloočky morfológické predĺženie hlavy väčšinou strácajú už po prvých dvoch zvliekaniach (Dodson & Frey, 1991).

3.3 Svetlo

Dôležitým faktorom regulujúcim primárnu produkciu je svetlo a jeho fotoperiód. V dočasných periodických vodách riasy a pletivá makrofytov zabezpečujú výmenu kyslíku a oxidu uhličitého, čím umožňujú prežiť nielen rastlinám ale aj ďalším organizmom. Fotoperiód. teda životné cykly organizmov nielen reguluje a navzájom synchronizuje, ale je aj spúšťačom dormantných štádií. Dlhý slnečný svit prináša zvýšenie teploty, ktoré zapríčiňujú ďalšie zmeny súvisiace s prehriatím a vysychaním. Taktiež rastliny vyššieho vzrastu rastúce v tesnej blízkosti vodného telesa môžu ovplyvňovať svetelnú periód. limitovaním slnečného svitu, a to svojím tieňom.

Intenzita svetla priamo ovplyvňuje vertikálnu migráciu planktónu, čím planktónu umožňuje ukryť sa pred predátormi v hlbších častiach vodného telesa (Dodson & Frey, 1991). Aj keď takéto správanie perloočiek je častejšie sledované v jazerách než v periodických vodách, v hlbších periodických vodách môže mať svetlo podobný efekt.

3.4 Vegetácia

Vegetácia je ďalším z faktorov, ktorý pôsobí na mikrohabitáty a v nich žijúce spoločenstvo. Vysoká a hustá vegetácia nie je pre malé periodické vody obvyklá, môže sa však vyskytnúť na okraji jazier alebo v poľných mokradiach. V dôsledku zárastu vodnej hladiny planktónne druhy ustupujú a dávajú tak väčší priestor fytofilným druhom. K perloočkám, ktoré sú viazané na vegetáciu, patria napríklad *Ceriodaphnia laticauda* P. E. Muller 1867 či *Alonella excisa* (Fischer 1854).

V súvislosti s flórou prostredia majú nepriamy vplyv na spoločenstvo zooplanktónu aj herbicídy, bežne používané na hospodárskych poliach. Vyhubenie vegetácie má dopad na zloženie spoločenstva, kedy sa rapídne znížia počty fytofilných druhov (Hapala & Štěrba, 1974), ako napríklad perloočky *Simocephalus vetulus* (O. F. Müller 1776), veslonôžky *Microcyclops bicolor bicolor* (Sars 1863) a *Acanthocyclops viridis* (Jurine 1820) alebo vírniky rodu *Mytilina*. Autori tiež zaznamenali krátkodobý pokles fytofilného druhu *Chydorus sphaericus*, kedy sa naopak darilo vírnikom rodu *Brachionus* a planktónnej perloočke *D. pulex*, prípadne druhom *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine 1820) a *D. longispina*.

3.5 Obsah kyslíka vo vode

S aktivitou vegetácie priamo súvisí aj koncentrácia a dostupnosť kyslíku vo vode. Do vody sa kyslík dostáva fotosyntézou zelených vodných rastlín a zo vzduchu difúziou. V závislosti na fotosyntéze hladiny rozpustného kyslíka a oxidu uhličitého v priebehu dňa, ale aj noci, kolíšu. Miesta listového opadu sa dôsledkom aktivity dekompozérov prejavujú v znížených hodnotách kyslíku, a naopak vo zvýšenom uvoľňovaní oxidu uhličitého. Ak sa v stojatej vode nahromadí priveľa živín, zamedzí sa dostatku dostupného kyslíku pre organizmy. V dôsledku zníženej hladiny kyslíku Hrbáček et al. (1994) pozorovali na jeseň zmenšenie populácie druhu *Daphnia pulex*. Vzácnnejšie býva ovplyvnená aj perloočka *D. longispina*.

Rozpustnosť kyslíka vo vode je ovplyvnená teplotou vody, ako aj atmosférickým tlakom. Rozpustnosť kyslíka s klesajúcou teplotou rastie a so zvýšeným tlakom narastá. Pre lastúrnice sa priemerné hodnoty tolerancie rozpusteného kyslíku pohybujú v rozmedzí 7,3 až 9,5 mg/l, ktoré však nie sú pre nich limitujúce. Niektoré tolerujú oveľa extrémnejšie hodnoty, z najnižších okolo 3 mg/l. Pokiaľ má druh krátky životný cyklus, dokáže prekonať aj takúto hodnotu, a to v prípade, ak sa rozmnožil a nakládol vajíčka ešte predtým, ako nastala anoxická fáza (Delorme, 1991).

3.6 Veterná aktivita

Jedným zo spôsobov, ako ovplyvňuje habitáty periodických vôd vietor, je rozvírenie a ochladenie vody, ako to bolo spomenuté v súvislosti s teplotou vody. Vietor môže tiež meniť kvalitu a kvantitu semennej banky spoločenstva (Vanschoenwinkel et al., 2008). Eróziou pôdy vyschnutého dna, ktorú spôsobí veterná aktivita, sa niektoré spiace vajíčka môžu v sedimente nenávratne stratiť. V periodických vodách je totiž pôda (s vajíčkami) na určité obdobie alebo po väčšinu roka vystavená veternej aktivite (spojenej s vysúšaním sedimentu) na rozdiel od permanentných vôd, v ktorých je priamy vplyv vetra na pôdu v dôsledku ponorenia výrazne obmedzený.

Okrem spomenutých dopadov veternej aktivity je nezanedbateľná aj anemochória, ktorú nie je jednoduché kvantifikovať. Môže sa študovať sledovaním kolonizácie vodného telesa alebo zachytávaním organizmov počas transportu. Pasívna disperzia pomocou vetra, ako najmenej preskúmaného vektora, zachytila v štúdiu Jenkins & Underwood (1998) iba vírniky. V tomto prípade autori skúmali disperziu zo zdrojovej lokality nevysychavého rybníka a nepotvrdili predpoklad, že zooplanktón je ľahko šíriteľný a že sa tak deje bežne. Naopak, kolektív autorov Vanschoenwinkel et al. (2008), ktorý skúmal disperziu vetra efemérnych vôd o dvadsať rokov neskôr, potvrdil význam šírenia vetrom, keď zachytil v afrických litotelmách prítomnosť kôrovcov, konkrétne vajíčka perloočiek z rodov *Macrothrix*, *Chydorus* a *Alona*, či iné životné štádiá lastúrníc rodu *Heterocypris*. Podľa týchto autorov je disperzia vetrom kľúčová

pre taxóny periodických vôd, najmä v prípade absencie hydrochórie a zochórie (ktoré sú podrobnejšie rozobraté v kapitole o biologických interakciách).

3.7 Substrát

K ďalším abiotickým faktorom prostredia, ktorý spomína Williams (2006), patrí substrát. Okrem toho, že vlastnosti substrátu ovplyvňujú aktivitu mikrobiálnych spoločenstiev, v periodických vodách určujú najmä bentické spoločenstvá, ktoré ich obývajú. Vo vysychavej fáze hydroperiódy sa pôda stáva ochranou: organizmy v mokrom substráte hľadajú refúgiá. Z fyzikálneho hľadiska vlastnosti substrátu determinujú schopnosť pôdy udržať vodu, ako aj jej priľnavosť. Nepriepustnosť podkladu a zadržanie vody na povrchu určuje prežitie organizmov vo vysychavej fáze.

Vo vysychavej fáze zohráva substrát určujúcu úlohu pre lastúrnice. Schopnosť prežiť je určená nielen objemom vody, ale aj rýchlosťou vysychania. Niektoré lastúrnice vydržia zahrabané v sedimente aj rok, ako napríklad mladé jedince rodu *Candona*. Iné (napr. *Heterocypris bosniaca* Petkovski, Scharf & Keyser 2000) prežijú zahrabané oveľa kratšie, ale na druhej strane už po niekoľkých minútach od zavodenia – opätovného naplnenia lokality vodou – sa „prebudia“ a obnovia plávanie (Aguilar-Alberola & Mesquita-Joanes, 2011).

Pre lastúrnice, ktoré žijú v substráte, je dôležitá porozita sedimentu. Čím vyššia je porozita, tým je väčší prísun okysličenej vody intersticiálnymi priestormi. Organicky znečistené sedimenty, ktoré sa môžu nachádzať aj v periodických vodách, život v substráte limitujú. Lastúrnice však môžu osídľovať dno plytkých kaluží. Okrem porozity ich distribúcia závisí aj na type substrátu. Tak ako sa v plytkých vodách zhlukujú okolo organického detritu, pretože sa živia herbivorne a detritovorne, na minerálnom substráte sa nezdržujú, t. j. ich hustota je nízka (Delorme, 1991).

3.8 Salinita a pH vody

S chemizmom vody súvisia hodnoty pH (koncentrácia vodíkových iónov vo vode) a salinity (obsah minerálnych solí vo vode alebo pôde). V prípade salinných jazier a mokradí ide o príbuzné biotopy periodických mlák. Vytvárajú však špecifické podmienky, v ktorých prežívajú buď úzko adaptované organizmy alebo živočíchy s vyššou toleranciou rozpustených solí – euryhalinné druhy. V karpatskej kotline sa v salinných habitátoch z veslonôžok vyskytujú napríklad *Arctodiaptomus spinosus* (Daday, 1890) a *A. bacillifer* (Koelbel, 1885) a z vírnikov *Brachionus leydigii rotundus* Rosselet, 1907 a *B. asplanchnoidis* Charin, 1947 (Boros et al., 2014). Ďalšie druhy dokážu zvýšenú salinitu bežne prečkať v dormantných štádiách. Schopnosť prežiť v prostredí so zvýšenou salinitou potvrdili aj Esteban et al. (2002; in Williams, 2006), ktorí pri normálnych koncentráciách chloridu sodného zaznamenali sedem druhov rôznych bezstavovcov, zatiaľ čo v laboratórnych podmienkach, po zriedení na nižšiu salinitu, zaznamenali až tridsaťštyri rôznych druhov.

Salinita patrí k hlavným faktorom, ktorý limituje distribúciu perloočiek (Dodson & Frey, 1991). Individuálne druhy sú úzko vymedzené, prípadne adaptované. Keďže väčšina perloočiek je na zvýšenú hladinu solí v prostredí citlivá, vyššia salinita poskytuje refúgium druhom fyziologicky adaptovaným, ako napríklad niektorým perloočkám z rodu *Moina* (Dodson & Frey, 1991). Širokú škálu koncentrácie solí toleruje aj lastúrnička *Cypridopsis vidua* (Delorme, 1991), ktorá má širokú toleranciu aj pre pH. Pre iný druh lastúrničky je väčšmi ako salinita určujúce chemické zloženie vody, najmä obsah rozpustného vápnika a kyslosť vody. Neutrálne pH a zároveň dostupný vápnik, ako materiál na kalciovú exoskeletovú schránku (Delorme, 1991), je pre život lastúrničky limitný. Ak by sa schránka rozpustila, lastúrnička to neprežije.

K ďalším kľúčovým faktorom výrazne ovplyvňujúci život vodných spoločenstiev patrí aj pH vody. Väčšina perloočiek znáša neutrálne až bazické pH. Niektoré menšie druhy, ako napríklad zástupcovia rodu *Bosmina* a malé druhy rodu *Daphnia*, *Chydorus* a *Holopedium*, tolerujú pH nižšie ako 5 (Dodson & Frey, 1991). V hydroperióde môže znižovať pH aj listový opad (Aguilar-Alberola & Mesquita-Joanes, 2011). Nízke pH (3,31) sa u perloočky *Daphnia magna* už po dvoch hodinách experimentu

(Fryer, 1980) prejavilo ako letálne. V tomto prípade však išlo o umelé podmienky, do ktorých sa druh prirodzene nikdy nedostane.

4. INTERAKCIE MEDZI JEDNOTLIVÝMI ZLOŽKAMI ZOOPLANKTÓNU PERIODICKÝCH VÔD

V súvislosti s faktormi prostredia, ako aj prítomného spoločenstva medzi organizmami vznikajú interakcie. Vzťahy organizmov môžu byť vnútrodruhové alebo medzidruhové. Predkladaná kapitola je zameraná na medzidruhové interakcie, teda na vzťahy jednotlivých organizmov naprieč taxonomickému zaradeniu. Pri interakciách medzi jedincami rôznych druhov sú spravidla ovplyvňované obidve strany, častokrát však opačným spôsobom. Interakcie, ktoré určujú vzťahy v spoločenstve a niky jednotlivých druhov, sú zväčša limitné a negatívne pre aspoň jednu zo strán.

Kapitola sa zaoberá vzťahmi vybraných zástupcov zooplanktónu, so zameraním na vírniky a perloočky, na ktorých je ilustrovaná zložitosť interakcií daného spoločenstva. Príklady interakcií sú podložené odbornou literatúrou či inými textami a štúdiami. Pre nedostatok experimentov a meraní zameraných na zooplanktón v periodických vodách, sa mnohé z nich týkajú len obdobných biotopov stojatých vôd, z ktorých najčastejšie sledovanými sú jazerá. Práve jazerá v sebe hostia rôzne druhy kôrovcov zooplanktónu, u ktorých sa napriek odlišným ekologickým podmienkam predpokladajú podobné medzidruhové vzťahy ako vo vodách periodických.

4.1 Kompetícia

Kompetícia alebo medzidruhová konkurencia je vzťah medzi dvoma alebo viacerými druhmi organizmov, ktoré sa v spoločnom priestore vzájomne ovplyvňujú čerpaním toho istého zdroja, napríklad potravy alebo úkrytu. Kompetíciu delíme na exploataciu (alebo súperiacu kompetíciu) a interferenciu (súbojovú kompetíciu). Pri exploatacii nedochádza medzi jedincami k fyzickému konfliktu. Naopak interferencia je charakteristická práve priamym kontaktom medzi jedincami, ktoré napríklad svoj zdroj potravy bránia fyzicky, teda súbojom.

V periodických vodách k medzidruhovej konkurencii či kompetícii dochádza pomerne často, pretože jedince sú v danom priestore limitované najmä zdrojmi potravy. Čím viac sa odčerpáva zo zdroja, tým je exploatácia rozsiahlejšia. Kompetične si medzi sebou v jednom priestore môžu „zavádzať“ aj veslonôžky, ak predujú na veľkostne rovnaké živočíchy (Anderson, 1970). Na základe niekoľkých experimentov Gilbert (1985) zistil, že perloočky druhu *Daphnia pulex* sú schopné v súvislosti s potravinovou kompetíciou v priebehu dvoch až troch týždňov úplne eliminovať populáciu vírnikov druhu *Brachionus calyciflorus* Pallas, 1766. V prípade druhu *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851) išlo dokonca iba o jeden týždeň.

Vírniky v spoločnom priestore neustále „súťažia“ s rozmerovo väčšími perloočkami. Vzhľadom na svoju veľkosť tela nedostatok potravy znášajú oveľa ťažšie, hladovať začínajú skôr. Prahové hodnoty pre potravu sú u vírnikov vyššie ako u perloočiek, čo spôsobuje, že sú v priestore exploatačnou aktivitou perloočiek vytláčané (Walz, 1995). Perloočky v potencionálnej (veľkostnej) výhode sa v priebehu konfliktu dostávajú do ešte výhodnejšej situácie, čím dokážu vírnikom postupne zamedziť prístup ku zdrojom.

Za „konflikt záujmu“ môžeme okrem zdroja potravy považovať aj priestor či úkryt. Napriek tomu, že k fyzickému kontaktu nedochádza, exploatácia má pre jedného z jedincov (na začiatku konfliktu bez výhody) až letálny dôsledok. Ako v spomínanej štúdiu (Gilbert, 1985), podľa autorov ktorej perloočky spásali preukázateľne viac ako potrebovali. Na vírnikoch sa exploatácia prejavila vo zvýšenej transparentnosti tela, pomalšom pohybe, ojedinelej produkcii vajíčok a neskôr i zhoršenej schopnosti zoškrabávať riasy, až napokon v úmrtí (Gilbert, 1985). Aj keď druh *B. calyciflorus* v porovnaní s ostatnými vírnikami potrebuje potravy viac, oproti perloočkám skonzumoval potravy relatívne málo. Perloočky nejavili žiadne známky poškodenia a ani žiadnej znevýhodnenej situácie spôsobenej vírnikami. Z dôvodu, že išlo o jednosmerný vzťah, môžeme perloočky považovať za silnejšie oproti vírnikom, čo vzhľadom na ich veľkosť nie je prekvapivé.

V kompetičných vzťahoch má na spolunažívanie zásadný vplyv miera prekryvania ekologických ník zainteresovaných druhov. Perloočky vo všeobecnosti pokrývajú aj potravinovú niku vírnikov (veľkostnú škálu rias a baktérií) (Gilbert, 1985).

Vírniky prakticky pred svojimi kompetítormi nemajú potravné refúgium. Napriek tomu sú vírniky schopné spolužitia s perloočkami. Disponujú napríklad mimoriadne vysokým reprodukčným potenciálom a aj pri nižších koncentráciách potravy sa dokážu rozmnožovať. Navyše sú perloočky oproti vírnikom prenasledované častejšie, pretože predácia zo strany stavovcov je riadená vizuálne a uprednostňuje väčšie organizmy.

Nedá sa však vylúčiť, že vírniky sa najčastejšie vyskytujú v jednom habitáte s menšími druhmi perloočiek, kde je potenciálny kompetičný tlak viac tlmený. Interferencia alebo mechanické poškodenie sú prakticky možné iba v prípade nevyhnutného veľkostného rozdielu, ako napríklad pri malých vírnikoch *K. cochlearis* v interakcii s veľkými perloočkami *Daphnia pulex* alebo *D. rosea* Sars 1862 (Gilbert, 1985). Burns & Gilbert (1986) opakovane dokladajú, že interakcia s letálnym dôsledkom je v takomto vzťahu silne korelovaná s veľkosťou perloočky *Daphnia*: čím väčší jedinec rodu *Daphnia*, tým vyššia pravdepodobnosť interakcie a fatálnych následkov pre vírnika z rodu *Keratella*.

Okrem súperiacej kompetície z dôvodu limitne zdieľanej potravy (napr. Walz, 1995) môžu byť vírniky perloočkami priamo napadnuté, skonzumované alebo mechanicky poškodené. Ako je spomenuté vyššie, fyzický kontakt nastáva napríklad u menších zástupcov vírnika *Keratella cochlearis*, ktorý sa dostane do žiabrovej komory perloočky (Gilbert, 1985). Vírniky „vdýchnuté“ perloočkou pozorovali Burns & Gilbert (1986), ktorí podľa miery interakcie vo vzťahu rodov *Keratella* a *Daphnia* rozlíšili štyri druhy interferencií (druhého kompetičného typu). Najmenej poškodené vírniky rodu *Keratella* boli po kontakte s perloočkou okamžite oslobodené a schopné pohybu, u ďalších došlo k strate vajíčok, iné plávali neprirodzene a boli poškodené až zahubené.

4.2 Predácia

V rámci medzidruhovej interakcie bola okrem kompetície zooplanktónu mnohokrát skúmaná aj predácia či predačný tlak väčších a silnejších druhov na iné. Všetky druhy zooplanktónu, ktoré obývajú rovnaké habitáty, potenciálne vstupujú do vzťahu predátora a koristi (Anderson, 1970). Dokonca aj vírniky druhu *Encentrum*

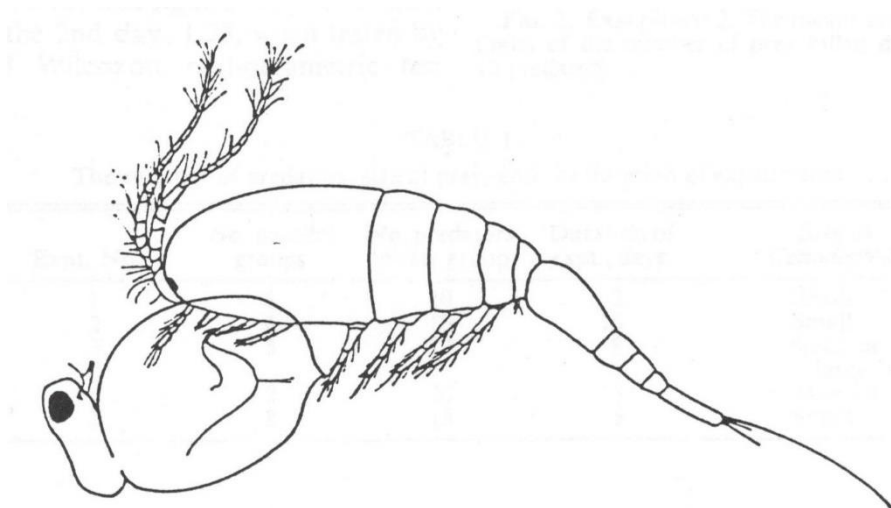
mucronatum požírajú iné druhy z vlastného rodu (Bartoš, 1959). Ďalší predačne schopný rod *Asplancha* sa živí napríklad druhmi z rodov *Keratella*, *Anuraeopsis*, *Kellicottia* (Bartoš, 1959), *Polyarthra* a *Synchaeta* (Walz, 1995). V prípade veslonôžok Adrian (1997) popísal vzťah taxonomických skupín *Calanoida* a *Cyclopoida* z prirodzených podmienok jazera v Nemecku. Aj keď sú neskoršie štádiá a dospelé jedince oboch skupín omnivorné, zástupcovia *Calanoida* sú oproti *Cyclopoida* viac herbivorné. Výsledky poukazujú na to, že abundancie *Calanoida*, predované dravými *Cyclopoida*, sa v skúmanom vodnom telese znížili práve v dôsledku výskytu *Cyclopoida*.

Aj keď predácia zástupcov *Cyclopoida* mala negatívny dopad na zástupcov *Calanoida*, *Calanoida* zvolili voči *Cyclopoida* stratégiu exploatačného odčerpávania spoločných potravných zdrojov. Odčerpaním zdrojov nastávala nielen redukcia fytoplanktónu, ktorý ako potravu vyhľadávajú mladé štádiá (naupliové larvy), ale aj redukcia vírnikov, ktorých zvyknú konzumovať neskoršie štádiá veslonôžok (Adrian, 1997). Ak totiž zástupcovia taxónu *Cyclopoida* (ako predátori) potrebujú relatívne viac potravy, *Calanoida* ich znevýhodnili kompetičným tlakom. Pre *Cyclopoida* sa potrava stala limitujúcou skôr ako pre *Calanoida* (Adrian, 1997), podobne ako boli pre potravu vytlačené perloočkami aj vírniky (Walz, 1995). Výhodnejšie postavenie *Cyclopoida* ilustruje, že zástupcovia druhu sú schopní úspešnejšie tvoriť populácie, ak sú prítomní na lokalite skôr, v tomto prípade skôr ako zástupcovia *Calanoida*.

Adrian (1997) tiež dokumentuje vzájomnú predáciu dvoch druhov v rámci rodu *Cyclops* z taxónu *Cyclopoida*. Miernejšia zima priniesla nárast populácie vírnikov a rozvinutie rias, ktorými sa veslonôžky živia. Keďže nedospelé štádiá *Cyclops vicinus* mali dostatok potravy, do dospelých štádií sa vyvinulo viac jedincov ako po iné roky. V dôsledku toho nezvyčajne veľa jedincov prezimovalo. Po opustení sedimentov už dospelé jedince druhu *C. vicinus* požírali malé jedince druhu *C. kolensis*, ktorý sa objavil v rovnakom čase. *C. kolensis* v ostatné roky nečelil tak skorej predácii ako v tomto prípade. Tento tlak zo strany *C. vicinus* v populácii *C. kolensis* spôsobil výraznejší pokles jedincov. Prípád ilustruje prepojenosť medzidruhových interakcií s faktormi prostredia.

Medzidruhové interakcie môžeme sledovať aj na veslonôžkách, ktoré sú predátormi rôznych druhov zooplanktónu, medzi inými aj perloočiek. Jedným z príkladov je priame pozorovanie predačného správania u veslonôžky *Acanthocyclops vernalis*

na perloočke *Ceriodaphnia reticulata*. Samotná konzumácia perloočky trvala len päť až osem minút (Brooks & Dodson, 1965; Brandl & Fernando, 1974, 1975;), pričom čas medzi dvoma napadnutými korisťami bol nepomerne dlhší. Podľa pozorovania autorov veslonôžka *Acanthocyclops* napadá perloočku *Ceriodaphnia* pri náhodnom fyzickom kontakte (alebo tesnom priblížení). Po uchopení perloočky začne veslonôžka konzumovať vnútro jej schránky medzi dvoma chlopňami (obr. 4.1). Nasleduje niekoľko prechytení koristi. V závere ostáva z tela perloočky prázdna schránka s hlavou a okom, ktoré veslonôžka nekonzumuje.



Obr. 4.1 – Veslonôžka *Acanthocyclops vernalis* preniká do schránky perloočky *Ceriodaphnia reticulata*. Prevzaté z práce Brandl & Fernando (1974)

V prípade zástupcov skupiny Calanoida a Cyclopoida, ktorí požírali iba jeden druh koristi, zohral pri predácii zásadnejšiu úlohu faktor hladu než faktor abundancie koristi (Anderson, 1970). Malé perloočky boli v porovnaní s veľkými viac ovplyvnené hladom, lebo pri zbieraní potravy neboli „vyberavé“ a častejšie konzumovali častice hliny. Walz (1995) totiž opísal nepriaznivý vplyv hliny v suspenzii vody na perloočky. Vplyvom suspenzie sa znížila predácia perloočiek na vírniky, ako aj veslonôžky. Výnimkou bola perloočka z rodu *Diaphanosoma*, u ktorej sa prejavila tolerancia na hlinu, ktorá kalila vodu.

5. INTERAKCIE ZÁSTUPCOV ZOOPLANKTÓNU S ĎALŠÍMI ORGANIZMAMI PERIODICKÝCH VÔD

Okrem vzájomných vzťahov medzi zástupcami zooplanktónu vzniká v periodických vodách a príbuzných habitatoch taktiež množstvo interakcií medzi samotným zooplanktónom a inými prítomnými organizmami. Na tieto interakcie má často veľký vplyv charakter daného biotopu. Mnohé hypotézy a poznatky o vzťahoch uvedených skupín boli potvrdené, často však v iných špecifických podmienkach, ako napríklad v permanentných stojatých, prípadne v tečúcich periodických vodách. Netreba preto vylúčiť ani možnosť odlišného správania živočíchov v podobných biotopoch. Periodické vody sú veľmi rôzne, ich vysychavé fázy častokrát nepravidelné, takže každý rok sa podmienky môžu meniť až zásadne.

Kapitola pojednáva o vybratých vzťahoch zooplanktónnych druhov a neplanktónnych organizmov. Dôraz kladie na predáciu a prípadné spôsoby obrany (adaptácie). V týchto vzťahoch je zooplanktón niekedy predátorom a inokedy (prekvapivo) predovaným. Niekoľko konkrétnych príkladov ilustruje aj foréziu ako vzťah, ktorý zooplanktónu umožňuje šírenie na ďalšie lokality.

5.1 Predácia

Pre periodické vody je charakteristické, že sa v nich nevyskytujú ryby, ako typickí predátori zooplanktónu. V takomto prostredí funkciu predátora preberajú početné druhy kôrovcov a hmyzu. Sú to zástupcovia veľkých lupeňonôžok – žiabronôžok (Anostraca), štítoviek (Notostraca), radov hmyzu – larvy vážok (Odonata), vodné bzdochy (Heteroptera), larvy a dospelci chrobákov (Coleoptera), larvy dvojkrídlavcov (Diptera) a z pavúkovcov aj vodule (Hydrachnellae), napríklad z čeľade Pionidae (Butler & Burns, 1993; Stegen & Black, 2011). Waterkeyn et al. (2011) menujú medzi predátormi

perloočiek okrem článkonožcov aj ploskavce (Tricladida). Medzi predátorov z radov stavovcov patria v periodických vodách najmä vtáky a obojživelníky.

Vzťah zooplanktónnych druhov s ďalšími organizmami obývajúcimi periodické vody sa zdá byť vopred prehratý, pretože zooplanktón, ako perloočky, veslonôžky, lastúrnice či vírniky, sa v danom prostredí správa ako potrava pre predátorov. Ale nie je to pravidlom. Prítomnosť predátorov v periodických (ale aj stálych) vodách vytvára vo všeobecnosti rozsiahlejší tlak na vzrastovo väčšie druhy zooplanktónu v porovnaní s menšími druhmi. Dôsledkom predácie stavovcov ako aj bezstavovcov vzniká vo vodách spoločenstvo menšieho zooplanktónu, pretože väčšie jedince sú ulovené (Blaustein, 1998). Nasledujúca časť sa venuje konkrétnym príkladom predácie perloočiek, ako najvýznamnejšej zložky zooplanktónu.

V dôsledku svojej veľkosti a výskytu vo vysokých abundanciách perloočky čelia často vysokému predačnému tlaku. Drobná veľkosť a masová početnosť ich priam predurčujú k zraniteľnosti, najmä vo vzťahu k hmyzím predátorom. V porovnaní s veslonôžkami bývajú práve perloočky častejšie lovenou korisťou (napr. Gilbert & Burns, 1999; Adams et al., 2015). Môže to byť spôsobené ich pomalšou rýchlosťou pri plávaní, ale aj nápadným okrúhlym tvarom tela.

Veľké lupeňonohé kôrovce, ktoré sa často vyskytujú v periodických vodách, vo všeobecnosti patria k predátorom zooplanktónu. Sú jednými z mála živočíchov, ktoré sú na vysychavé vodné telesá adaptované. Práve preto sa perloočky s veľkými lupeňonôžkami v takýchto habitatoch často stretávajú a sú nimi lovené. Je známe, že mnoho predátorov si svoju korisť vyberá selektčne – na základe druhovej variability koristi alebo v závislosti od environmentálnych podmienok prostredia. Príkladom je dravá žiabronôžka *Chirocephalus diaphanus* Prévost, 1803, ktorá v experimentálnych podmienkach a vopred definovanej ponuke druhov *Alona rectangula*, *Ceriodaphnia dubia* Richard 1894 a *Moina macrocopa*, preferovala perloočku *M. macrocopa* (Sarma & Nandini, 2002). *M. macrocopa* má v porovnaní s druhom *C. dubia* krehkejšiu schránku (karapax), čo mohlo byť aj dôvodom ľahšieho ulovenia či strávenia koristi (Dodson & Frey, 1991).

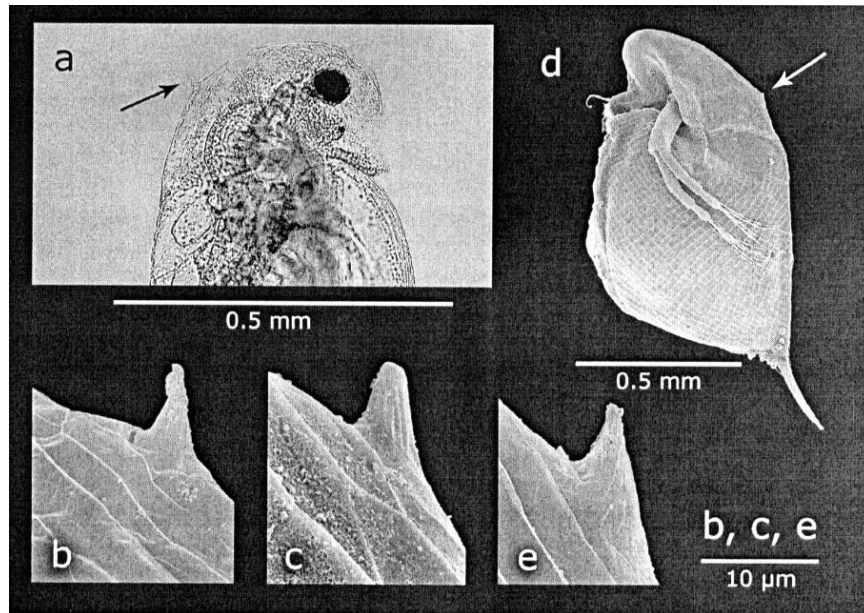
Perloočky sa javia byť obzvlášť preferovanou potravou aj u chrbtoplávkovitých. Do širokej škály koristi čelade chrbtoplávkovitých (Notonectidae, Heteroptera), zvlášť

zástupcov rodov *Anisops* a *Notonecta*, patria aj ďalšie bezstavovce zooplanktónu, ako veslonôžky, lastúrnice a vírniky. Napriek tomu výraznejší vplyv predácie vodnej bzdochy *Notonecta maculata* Fabricius, 1794 na menšiu pelagickú perloočku *Ceriodaphnia quadrangula* v izraelskej štúdií (Blaustein, 1998) nebol preukázaný. Experimenty ukázali, že *N. maculata* preferuje väčšie pelagické a neustonické druhy a teda preduje selektívne vzhľadom na veľkosť koristi.

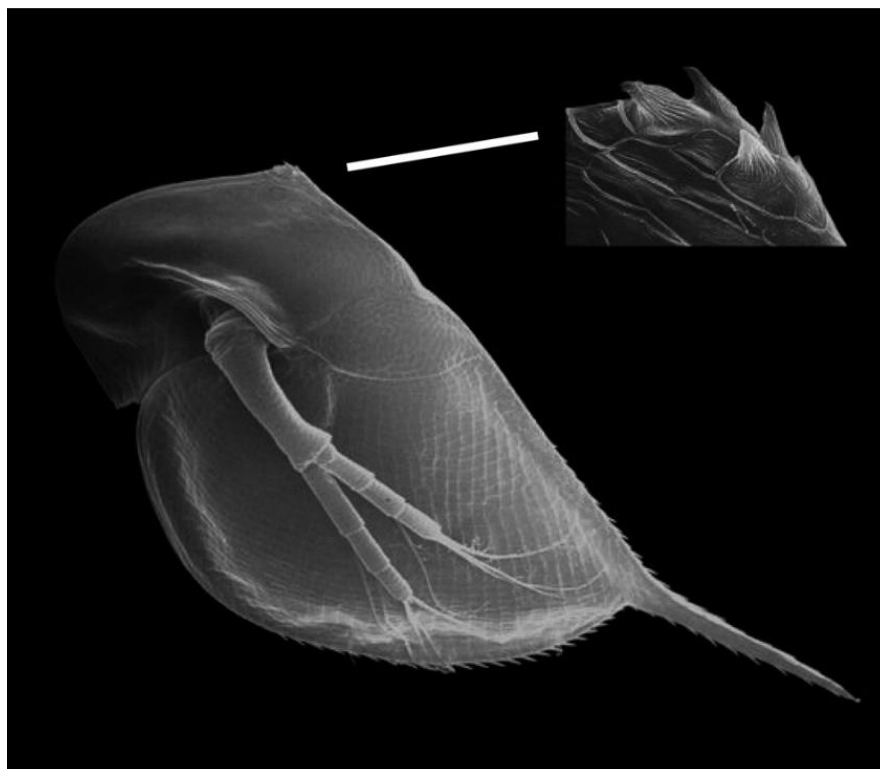
Podobne aj väčšie bzdochy rodu *Anisops* oveľa menej efektívne konzumovali malé perloočky rodu *Ceriodaphnia* v porovnaní s veľkostne väčšími zástupcami koristi rovnakého rodu. Z veľkých druhov rodu *Ceriodaphnia* v experimentálnych podmienkach nenechali chrbtoplávkky takmer žiadnych jedincov nažive. Akonáhle perloočky *Ceriodaphnia dubia* narástli, boli významne viac lovené väčšími jedincami bzdochy *Anisops wakefieldi* White, 1878 (Gilbert & Burns, 1999). Dôvodom, prečo je väčšia korisť selektovaná, môže byť jej vyššia výživová hodnota, ako aj ľahšia pozorovateľnosť. Ako píše Blaustein (1998), nedá sa vylúčiť, že mladšie štádiá bzdochy by danú perloočku malého vraztu lovili častejšie. Vo svojej štúdií totiž zahrnul pozorovania jedine dospelých jedincov bzdôch rodu *Notonecta*.

Ako odpoveď na predáciu sa u perloočiek vyvinuli špecifické štruktúry, ktoré uspôsobujú perloočky sa pred predátormi chrániť. V prítomnosti chrbtoplávkky *Anisops wakefieldi* alebo jej predchádzajúceho výskytu je perloočka *Daphnia carinata* King, 1853 schopná zachytiť vo vode rozpustný chemický signál, produkovaný práve týmto druhom chrbtoplávkky. Feromón, dokladajúci prítomnosť predátora v prostredí, spôsobí u perloočky morfológické modifikácie, ktoré majú perloočku od predácie chrániť. Obrannými štruktúrami sú hlavová prilbica a predĺženie spiny (Chapman & Burns, 1994). Zástupcovia rodu *Daphnia* sa dokážu chrániť aj ďalšími štruktúrami. Na dorzálnnej strane karapaxu (akoby za hlavou na zátylku) vyrastú perloočke takzvané „zuby“ (anglicky neckteeth). Podobne ako v prípade hlavovej prilbice, aj tieto „zuby“ (obr. 5.1) slúžia perloočke na obranu proti predátorovi, ktorým je napríklad dravá larva koretry (*Chaoborus* sp.), opakovane používaná v experimentoch (Juračka et al., 2011).

Schopnosť vytvárať štruktúry na zátylku, ktoré majú ochrannú funkciu, je známa napríklad u nasledujúcich zástupcov perloočiek: *Daphnia curvirostris*, *D. hrbaceki* Juračka, Kořínek & Petrussek, 2010, *D. longspina*, *D. pulex* (obr. 5.2) a *D. sinevi* Kotov,



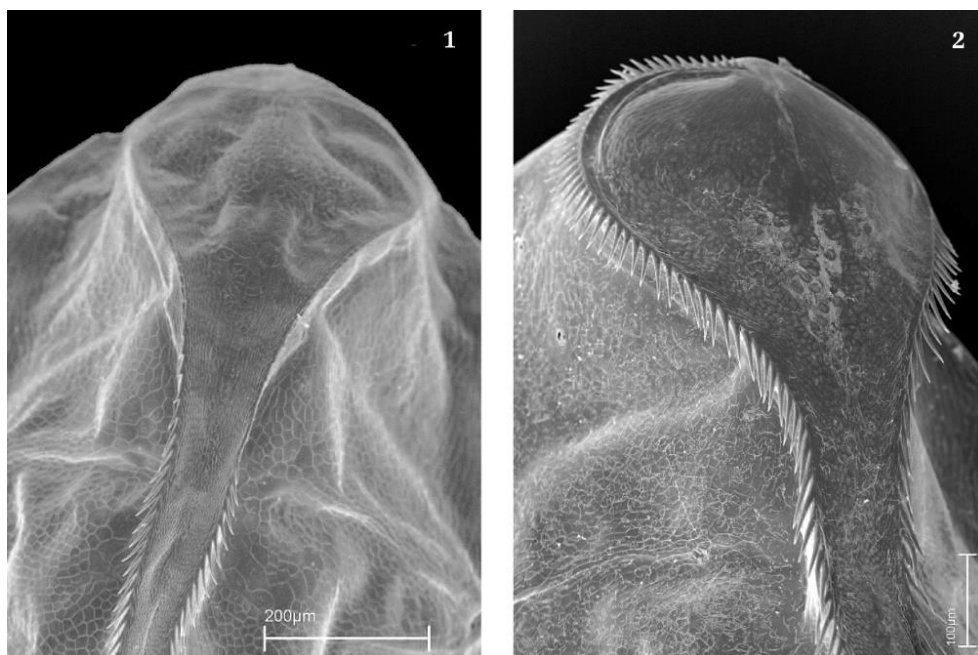
Obr. 5.1 – Juvenilné perloočky z českých populácií nesúce „zuby“ na zátylku (indikované šípkami). Detaily druhov *Daphnia curvirostris* a *D. hrbaceki*. Prevzaté z práce Juračka et al. (2011)



Obr. 5.2 – Detail trnitých výrastkov pripomínajúcich zuby na temene perloočky *Daphnia pulex* vystavenej prítomnosti predátora. Prevzaté z práce Laforch et al. (2004)

Ishida & Taylor, 2006, druhu známeho z Ruska. Podľa Juračku et al. (2011) však táto schopnosť môže byť bežnejšia, než sa predpokladalo.

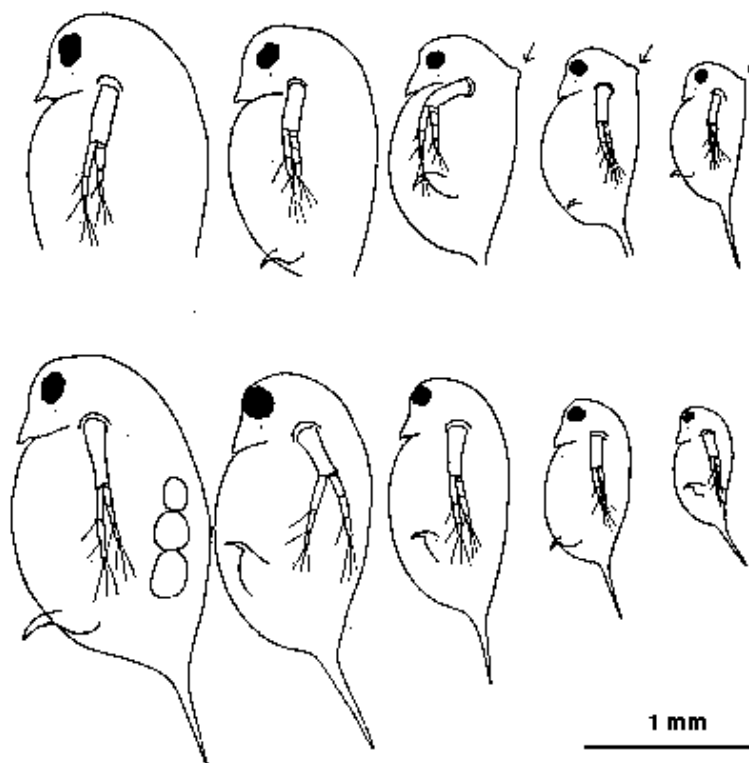
Petrusek & Laforsch (2009) opisujú obranu proti dravým štitovkám (Notostraca) formovaním trňovej štruktúry na hlave (obr. 5.3). Podľa autorov touto formou chránené jedince omnoho efektívnejšie odolávajú predátorom. Zdá sa, že obranné štruktúry sú príliš jemné a predátora neodradia. Sú to však funkčné adaptácie na ochranu mladších štádií. Aj keď perloočke dlhovekosť nezaručia, počas niekoľko desiatok dní života získaných navyše sa *Daphnia* môže stihnúť úspešne rozmnožiť. Petrusek & Laforsch (2009) sa zhodujú s Juračka et al. (2011) na tom, že chemický signál oznamujúci prítomnosť predátora vo vode morfológicky ovplyvní už najbližšiu generáciu perloočky. Vyrastenie „trňovej koruny“ na hlave dospelého jedinca bol spôsobený ovplyvnený embryonálnym vývojom.



Obr. 5.3 – Porovnanie hlavy perloočky *Daphnia atkinsoni* s absentujúcim (1) a rozvinutým otrnením (2), ktoré má chrániť perloočku pred štitovkami (Notostraca). Prevzaté z práce z Petrusek & Laforsch (2009)

Rast štruktúr pripomínajúcich zuby je aj v tomto prípade opäť stimulovaný chemikáliami prezrádzajúcimi prítomnosť (alebo blízkosť) predátora. Predátorom je už vyššie spomínaná larva rodu *Chaoborus* (Macháček, 2001), ktorá týmto spôsobom ovplyvnila napríklad juvenilnú perloočku *Daphnia pulex* (Jeschke & Tollrian, 2000). Naopak druh *Daphnia obtusa*, ktorý žije vo vysychavých mlákach, reakciu na chemický signál prítomnosti rýb nepreukázal (Macháček, 2001).

Zuby na zátylku sa tvoria iba u mladších juvenilných instarov (obr. 5.4). Chránia menšie štádiá, ktoré sú koretou stresované. Pre larvu koretry je potom manipulácia s perloočkou so zubami zložitejšia (Macháček, 2001). Takáto obrana proti dravej larve má za cieľ znížiť úspešnosť útoku predátora a predĺžiť čas manipulácie s korisťou. Dlhší čas lovenia či manipulácie môže byť v niektorých prípadoch kľúčový pre únik koristi alebo aspoň pre „zdržanie“ predátora a oddialenie ďalšieho pokusu o lov. Jeschke & Tollrian (2000) dokladajú, že výhoda brániacej sa koristi je najvyššia v nízkych hustotách.



Obr. 5.4 – Na obrázku je perloočka *Daphnia pulex*. Spodný rad zobrazuje normálny tvar hlavy perloočky z prostredia bez predátora. Prevzaté z práce Macháček (2001)

Veslonôžky majú v porovnaní s perloočkami vo všeobecnosti rýchlejšiu schopnosť uniknúť predátorom. Typickými predátormi veslonôžok, podobne ako u perloočiek, sú vodné bzdochy. Predáciu vodnej bzdochy *Anisops wakefieldi* na druhu *Boeckella hamata* Brehm, 1928 opisujú Gilbert & Burns (1999). Práve pre schopnosť veslonôžky lepšie uniknúť predátorovi bola bzdocha *A. wakefieldi* pravdepodobne úspešnejšia v love perloočiek, čím relatívne menej uškodila veslonôžkam.

Na druhej strane sa veslonôžky prejavujú predáčne na iných živočíchoch. Podľa práce Faina & Svobodová (1997) sú schopné napádať cez pokožku rybí plôdik v rybníkoch a narušením dýchania a krvného obehu im spôsobiť úhyn. Autori dokladajú dravosť už pri prvých štádiách po premene z nauplií. Aj keď mladé ryby nie sú ohrozené veslonôžkami z periodických vôd, ich dravosť nabáda k hypotéze, či nie sú veslonôžky schopné podobným spôsobom interagovať napríklad aj s malými žubrienkami obojživelníkov – žiab a mlokov.

Podobne ako veslonôžky aj lastúrničky (Ostracoda) sú schopné predácie väčších druhov. Na prvý pohľad sa interakcia lastúrničiek s obojživelníkmi (Amphibia) zdá byť vyriešenou: obojživelníky, vrátane ich životných štádií, sú vnímané ako jedny z najsilnejších predátorov v celom habitáte, takže šance menších lastúrničiek sú zdanlivo limitované na šance prežitia koristi, ktorá zdieľa biotop s predátorom. Napriek tomu Ottonello & Romano (2011) s prekvapením a opakovane pozorovali opačný vzťah predácie v jazerách severného Talianska. Vytvorili experiment a v laboratórnych podmienkach overovali hypotézu predácie lastúrničky druhu *Heterocypris incongruens* (Ramdohr, 1808) na vajíčkach a žubrienkach ropuchy bradavičnatej *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758) a rosničky západnej *Hyla meridionalis* Boettger, 1874. Lastúrničky v početnej skupine získali nad žubrienkou, ktorá už nebola schopná pohybu (obr. 5.5), nielen početnú ale postupne aj predačnú prevahu. Hypoteticky môžeme zovšeobecniť, že vzťah koristi a predátora sa môže meniť v závislosti od ekologických podmienok prostredia, ako aj od vývinového štádia predpokladaného predátora, čo môže pôvodne asymetrický vzťah výrazne ovplyvniť.

Vírniky sa prejavujú tiež ako predatori menších živočíchov. K planktónnym rodom vírnikov, ktoré požírajú medzi inými aj prvoky, patria napríklad *Synchaeta*, *Asplancha*, *Brachionus*, *Keratella*, *Kelticottia* a *Polyarthra* (Walz, 1995). Vzťahy

organizmov nemusia byť priame, ako napríklad v prípade neosídlenej ulity mäkkýša, ktorá zadržaním zrážok dokáže vytvoriť drobný, priestorovo a časovo obmedzený habitát, vhodný pre život vírnika. (Koste et al., 1995; Williams, 2006). V efemérnom prostredí tohto typu prirodzení predátori absentujú.



**Obr. 5.5 – Roj lastúrničiek úplne znehybnil žubrienku.
Prevzaté z práce Ottonello & Romano (2011)**

Populácia vírnikov *Synchaeta pectinata* Ehrenberg, 1832 bola signifikantne ovplyvnená (znížená) menšími jedincami bzdochy *Anisops wakefieldi*, pričom veľké jedince *Anisops* takýto vplyv na vírniky nemali. Naopak druhy vírnikov, ako *Anuraeopsis fissa* (Gosse, 1851), *Brachionus angularis* Gosse, 1851, *Keratella cochlearis tecta* a *K. slacki* Bērziņš, 1963, bzdochami ovplyvnené neboli. Spôsobuje to ich pevná

schránka (lorika), ktorú nie sú schopné bzdochy penetrovať. Pred predátormi slúži pre svoju tvrdosť ako dobrá ochrana (Gilbert & Burns, 1999).

Ďalším netypickým vzťahom je interakcia medzi ploskavcami (Tricladida) so zooplanktónom. Pôvodne severoamerický druh ploskule *Dugesia tigrina* (Girard, 1850) bol podrobený laboratórnym experimentom, aby poodhalil predáciu na perloočke rodu *Daphnia* a tiež možnú mortalitu, ktorej pôvodcom je síce predátor, ale nevzniká vlastnou konzumáciou ulovenej koristi (McKee et al., 1997). Výsledky poukazujú na dôležitosť brať v úvahu aj mortalitu nespôsobenú konzumáciou. Vo vzťahu predátor – korisť by malo byť zahrnuté, že predátor môže zapríčiniť mortalitu koristi (obete), ale nemusí mať z nej úžitok. Spomínaná ploskuľa, ktorá pri aktivite a pohybe po dne zanecháva za sebou slizovú stopu, zapríčini smrť perloočky, hoci ju práve neloví. Sliz, ktorý sa „náhodne“ zachytáva na antény druhu *Daphnia magna*, znemožní perloočke únik a po niekoľkých dňoch uhynie. Napriek tomu, že mŕtva perloočka by mohla byť výhodnou potravou a „ľahkou korisťou“, experimentom s nenakrmenou (hladujúcou) ploskuľou autori vyvrátili možnosť, že by *D. tigrina* lovila perloočky zámerne na slizovú pascu. Preukázalo sa, že ploskuľa pred mŕtvou uprednostnila živú korisť (McKee et al., 1997). Nakoľko sa však ploskavce stretnú so zooplanktónom v prirodzenom prostredí periodických vôd je otázne.

5.2 Parazitizmus

K medzidruhovým vzťahom patrí aj zvláštny typ interakcie – parazitizmus. Napriek tomu, že nie je o parazitických vzťahoch v spoločenstve zooplanktónu veľa známeho, nedá sa vylúčiť, že medzi planktónnymi kôrovcami a parazitmi dochádza k interakcii. V telových dutinách niekoľkých druhov drobných kôrovcov sa napríklad našli cysty pásomnic (Cestoda) (Valkounová, 1985). Medzihostiteľmi pásomnic parazitujúcimi na vtákoch by podľa štúdie mohli byť lastúrnice z rodov *Dolerocypris* a *Notodromas*, ale aj nasledujúce druhy veslonôžok: *Acanthocyclops*, *Cyclops*, *Mesocyclops*, *Thermocyclos* a *Paracyclops*. Aj keď má parazitizmus vo všeobecnosti negatívny dopad na hostiteľa, medzihostitelia nemusia byť ovplyvnení negatívne.

5.3 Forézia

Súčasťou interakcií zooplanktónu s inými organizmami je aj prenos alebo šírenie (disperzia) zooplanktónu prostredníctvom iných organizmov na nové stanovištia. V zmysle prenosu drobného dormantného štádia by sa mohol použiť aj výraz zochória, ktorý sa však častejšie používa v spojitosti s presunom rastlinných semien živočíchmi. Pre interakciu dvoch živočíchov, v ktorej jeden zo živočíchov (typicky prichytený na povrch tela iného živočicha) pasívne využíva pohyb druhého z dvojice, sa používa pojem forézia.

Skúmané kôrovce sú odkázané na ohraničené vodné prostredie, a preto sa nemôžu samé aktívne šíriť do nových prostredí. Vývinovo nemajú žiadne lietajúce štádiá ako napríklad hmyz, ktorý nie je aspoň v určitom štádiu života limitovaný vodným systémom. Z týchto dôvodov sa zooplanktón šíri pasívne a na disperziu využíva iné živočichy. Napriek tomu, že takáto disperzia vyžaduje pomerne dlhý čas, z dlhodobého hľadiska sa javí ako efektívna. Spomedzi záujmových skupín zooplanktónu sa takéto (foretické) šírenie týka najmä lastúrničiek. Predurčuje ich k tomu najmä pevná schránka, ktorá je odolná voči chemickému a mechanickému poškodeniu. Forézia u lastúrničiek bola pozorovaná viackrát „náhodne“ a až následne bola podrobená experimentom (napr. Seidel, 1989). Schránka umožňuje lastúrničkám prežiť aj prehltnutie vtákom. Lastúrničky po vypustení prejavili známky života a neboli viditeľne poškodené. Či boli poškodené fyziologicky nebolo skúmané. (Proctor et al., 1967). Pre svoju veľkosť a „viditeľnosť“ majú lastúrničky oproti menším, pri pozorovaniach prehliadaným planktónnym druhom, predpoklad byť častejšie podrobované takýmto štúdiám.

U exotických lastúrničiek rodu *Elpidium* je známy prenos živočíchmi prostredníctvom povrchu kože alebo priamo v tele. U lastúrničiek rodu *Elpidium* žijúcich vo fytohelmách bromélií v Južnej Amerike bol potvrdený prechod tráviacim traktom žubrienky žaby z čeľade rosničkovité (Hylidae) (Lopez et al., 2002). Pevná schránka tela lastúrničky bola odolná voči tráviacim enzýmom, čo autori potvrdili aj u myší. Keďže lastúrničky vykazovali aj následne známky života, vzniká silný predpoklad, že disperzia inými živočíchmi je možná. V prípade štádia žubrienky je však forézia lastúrničiek medzi viacerými periodickými mlákami neuskutočiteľná.

U lastúrničky rodu *Elpidium* sa potvrdilo aj využitie foretického prenosu prostredníctvom povrchu kože stavovcov. Lopez at al. (1999) zdokumentovali takýto prípad u ďalšej juhoamerickej žaby z čeľade rosničkovité (obr. 5.6). Tentokrát išlo o dospelého jedinca, ktorý môže byť vektorom lastúrničiek medzi susednými fytohelmami. Nešlo o ojedinelý prípad. Lastúrničky sa prichytávali opakovane na kožu žaby aj v experimentálnych podmienkach v akváriu. Perspektívne by vektorom v podobných podmienkach mohol byť aj had z rodu *Leptodeira* z čeľade užovkovité (Colubridae), pri ktorom autori v rovnakej štúdiu potvrdili schopnosť lastúrničky udržať sa na šupinatej koži užovky.



Obr. 5.6 – *Hyla truncata*, juhoamerický zástupca z čeľade rosničkovité (Hylidae) na stene akvária nesie na koži jedenásť lastúrničiek rodu *Elpidium*. Šípka E ukazuje na niektoré z nich. Prevzaté z práce Lopez at al. (1999)

Foréziu prichytených lastúrničiek na tele obojživelníkov pozoroval aj Seidel (1989). Rakúske populácie kunky žltobruchej stredoeurópskej *Bombina variegata variegata* (Linnaeus, 1758) a mloka bodkovaného *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758) umožnili prenos medzi plytkými periodickými mlákami lastúrničke druhu *Cyclocypris ovum*.

Vtáky sú známe disperziou vajíčok kôrovcov (napríklad žiabronôžka *Artemia*), ale môžu šíriť aj dospelé lastúrničky. V severoamerickej štúdii (Proctor et al., 1967) bola disperzia vtákmi sledovaná prostredníctvom nálezov v truse. Kulíky (Charadriidae), u ktorých boli lastúrničky zistené z trusu, v sledovanej oblasti bežne prelietavajú na izolované vodné telesá. V porovnaní s kačicou divou (*Anas platyrhynchos* Linnaeus 1758) lastúrničky prežili dlhší čas disperziu kulíkom *Charadrius vociferus* Linnaeus 1758, hoci na kratší čas prežili aj „prenos“ kačicou, a to dokonca častejšie ako pri kulíkovi. Z týchto dôvodov sa dá predpokladať, že vtáky z čeľade kulíkovité a ďalšie príbuzné druhy môžu v disperzii na dlhšiu vzdialenosť zohrať dôležitú úlohu. Tá je však limitovaná časom, čo v prípade kulíka je 15–30 minút letu.

Okrem vodného vtáctva disperzii napomáhajú aj spevavé vtáky, ktoré pri napájaní z periodických mlák zároveň prenášajú drobné organizmy, ako napríklad nálevníky (Maguire, Jr., 1963). Vzhľadom na ich veľkosť by spevavce mohli prenášať aj vírniky. K spevavcom, ktoré sú vektorom vajíčok lastúrničiek, patrí aj kanárik divý (*Serinus canaria* (Linnaeus 1758)). Napriek tomu disperzia tráviacim traktom kanárikov sa nestala vhodným vektorom pre šírenie efiípií perloočiek, ako napríklad *Moina micrura* a *M. wierzejskii* Richard, 1895 (Proctor & Malone, 1965).

Ak je zooplanktón odkázaný výhradne na disperziu vektorom, zvyčajne migruje iba na kratšie vzdialenosti. Vírniky však majú potenciál pre väčšie presuny, a to prichytením sa na telo hmyzu, lietajúceho na dlhšie vzdialenosti. Taký prípad zdokumentoval Maguire, Jr. (1963) u vážky *Tramea lacerata* Hagen, 1861 (Odonata: Anisoptera).

Picado (1913; in Lopez et al., 1999) dokonca uvažuje nad možnosťou pasívneho šírenia lastúrničiek prostredníctvom rastlín. V tomto prípade išlo opäť o lastúrničky z fytotelmy broméliových rastlín, ktoré vytvárajú bočné ramená a pupene pučiace z materskej rastliny. Lastúrnička „využila“ spojený rast pôvodnej a novej rastliny

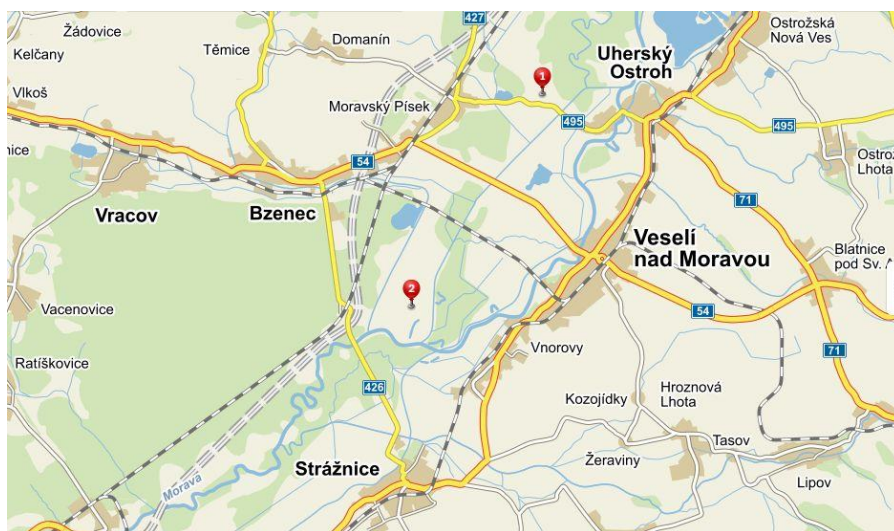
a spoločne s rastúcim výhonkom sa premiestnila do fytoelmy mladej rastliny. Oproti živočíchom je však táto „rastlinná forézia“ skôr kurióznou hypotézou než prelomovým objavom.

Príklad pripomínajúci foréziu by sa našiel aj u vírnikov a ich dlhodobého spôsobu života. Podľa Bartoša (1959) druh *Encentrum kulmatyckii* žije epizoicky na žižavici vodnej *Asellus aquaticus* (Linnaeus 1758). Druh *Proales daphnicola* Thompson 1892 sa zasa vyskytuje na perloočkách rodu *Daphnia*, kde sa živí ohryzovaním zelených rias z povrchu jej tela.

6. METODIKA TERÉNNYCH ODBEROV

V rámci bakalárskej práce som sa zúčastnila terénneho výskumu a získala skúsenosť v determinácii vybraných taxónov bezstavovcov. Vzhľadom na to, že teoretická rešerš sa venuje planktónnym kôrovcom, praktická časť slúži iba ako úzky vhl'ad do taxonomického zloženia spoločenstva periodických vôd. Terénne odbery vzoriek z periodických vôd južnej Moravy boli pôvodne zamerané na celé spoločenstvo bezstavovcov obývajúcich konkrétne poľné mláky. Dôraz bol kladený na faunu veľkých lupenonohých kôrovcov, čomu bola prispôsobená aj metodika. Odbery sa nesústredili na planktónne spoločenstvá, preto som nepoužívala planktónnu sieť. V prípadnom budúcom výskume zameranom na planktónne vzorky túto skutočnosť zohľadním a metodiku prispôbim.

V mojej bakalárskej práci sú použité dve vzorky z oblasti južnej Moravy v Českej republike. Spracované odbery pochádzajú zo zavodnenej fázy poľných mokradí, ktoré sa nachádzajú v alúviu rieky Moravy medzi Hodonínom a Uherským Hradiš'om. Z tejto oblasti sú z viacerých pozorovaní známe periodické mláky, ktoré však nie sú doteraz systematicky zmapované.



Obr. 6.1 – Mapa lokality Bzenecké louky (č. 2) a lokality Uherský Ostroh (č. 1).

Prevzaté z webovej stránky <https://mapy.cz>

Prvá lokalita **Bzenecké louky** (obr. 6.1) sa nachádza v Juhomoravskom kraji, v okrese Hodonín, na území ohraničenom obcami Veselí nad Moravou, Bzenec a Strážnice. Vzorky som odobrala 21. apríla 2015. Ide o mláku v depresii obilného poľa (obr. 6.2), ktorá mala meandrujúci tvar a prítomná mokradná vegetácia bola roztrúsená rovnomerne. V deň odberu bola maximálna hĺbka vody približne 40 cm. Vodný stĺpec bol silne zakalený.



Obr. 6.2 – Mláka v lokalite Bzenecké louky, autor fotografie: Lukáš Merta

Druhá lokalita **Uherský Ostroh** (obr. 6.1) sa nachádza v Zlínskom kraji, v okrese Uherské Hradiště, medzi obcami Uherský Ostroh a Moravský Písek. Vzorky som odobrala 4. mája 2015. Lokalita sa opäť nachádza v depresii obilného poľa s tvarom skôr pozdĺžnym (obr. 6.3). Mokradná vegetácia prítomná nebola, ale vyskytovali sa riasy. V deň odberu bola maximálna hĺbka mláky približne 20 cm (obr. 6.4) a voda bola tiež zakalená.



Obr. 6.3 – Mláka v lokalite Uherský Ostroh, autor fotografie: Jan Sychra



Obr. 6.4 – Mláka v lokalite Uherský Ostroh, autor fotografie: Jan Sychra

Na obidvoch lokalitách boli najprv pomocou multimetra (Hach-Lange HQ40D multi) zmerané parametre pH, konduktivita, kyslík a teplota vody. Následne boli odobraté semikvantitatívne vzorky desiatimi horizontálnymi zábermi pri každom odbere. Na odber sme použili kuchynské sito s priemerom 20 cm a s veľkosťou ôk cca 500 μm . Zámerne zvrátený sediment mal vyrušiť spoločenstvo živočíchov tak, aby zahŕňalo zástupcov z bentických, planktónnych, prípadne ostatných druhov, odobratých z blízkosti sporadickej vegetácie. V teréne boli zo vzorky makroskopicky vybraté jedince veľkých lupenonohých kôrovcov, najmä veľké štítovky (Notostraca), ktoré boli priradené k svojmu druhu, spočítané a následne vrátené do biotopu. Tabuľka výskytu zaznamenaných druhov zahŕňa aj spomínané jedince. Vzorky boli na mieste zafixované 4 % roztokom formaldehydu.

Vzorky boli prevezené do laboratórnych podmienok, kde boli preplachované v sieťke s veľkosťou ôk 250 μm , vytriedené pomocou laboratórnej lupy a zafixované v 70 % roztoku liehu. Následne boli bezstavovce determinované do čo najnižších taxonomických úrovní podľa citovanej literatúry: Glöer & Meier-Brook (2003) (Mollusca: Gastropoda), Schmelz & Collado (2010) a Timm (2009) („Oligochaeta“), Brtek (2005) (Branchiopoda veľké), Petrusek et al. (2005) (Cladocera), Einsle (1993) (Copepoda), Meisch (2000) (Ostracoda), Savage (1989) (Heteroptera), Nilsson (1996) a Hebauer & Klausnitzer (1998) (Coleoptera), Bitušik (2000), Vallenduuk & Moller Pillot (2007), Tempelman (2010) a Epler et al. (2013) (Diptera: Chironomidae) a Smith (1989) a Nilsson (1997) (ostatné Diptera). Všetky vzorky boli vyhodnotené a výsledky spracované použitím programu MS Excel.

7. VÝSLEDKY

Vzorkovaní zástupcovia boli determinovaní a zaradení do celkovo desiatich vyšších taxónov. Pre znázornenie početností jedincov v taxónoch boli z tabuľky a grafov vynechané perloočky (Cladocera) a veslonôžky (Copepoda), pri ktorých nebola početnosť vo vzorkách spracovaná. Namerané vlastností vody sú uvedené v tab. 7.1, početnosť jednotlivých zaznamenaných taxónov v tab. 7.2.

Tab. 7.1 – Namerané hodnoty vody v lokalitách Bzenecké louky a Uherský Ostroh

lokality	pH	konduktivita v $\mu\text{S}/\text{cm}$	kyslík v mg/l	teplota v $^{\circ}\text{C}$
Bzenecké louky 21. 4. 2015	8,16	273	8,83	15,3
Uherský Ostroh 4. 5. 2015	7,86	648	0,55	22,5

Pri perloočkách a veslonôžkách som nespočítala ich abundancie, keďže neboli metodicky odoberané ako planktónna vzorka. Vzhľadom k ich veľkému množstvu som ich početnosť nestihla odhadnúť. Vo vzorkách boli zaznamenané perloočky *Daphnia magna* a *D. pulex*. Z veslonôžok boli zistené druhy *Cyclops* cf. *strenuus*, *Hemidiaptomus amblyodon* (Marenzeller, 1883) a *Mixodiaptomus kupelwieseri*.

Okrem perloočiek a veslonôžok boli v spoločenstve najpočetnejšie pakomáre (Chironomidae) a lastúrnice (Ostracoda). Stredne zastúpené boli veľké lupeňonohé kôrovce (Branchiopoda), bzdochy (Heteroptera) a vodné máloštetinavce („Oligochaeta“). K menej zastúpeným patrili chrobáky (Coleoptera) a najmenej bolo ostatných dvojkrídlavcov (Diptera), nepočítajúc pakomáre, a ulitníkov (Mollusca: Gastropoda). Do Červeného zoznamu ohrozených druhů České republiky (Farkač et al., 2005) patria medzi kriticky ohrozené druhy všetky zistené veľké lupeňonohé kôrovce (*Cyzicus tetracerus* (Krynicky, 1830), *Eubranchipus grubii* (Dybowski, 1860), *Lepidurus apus*

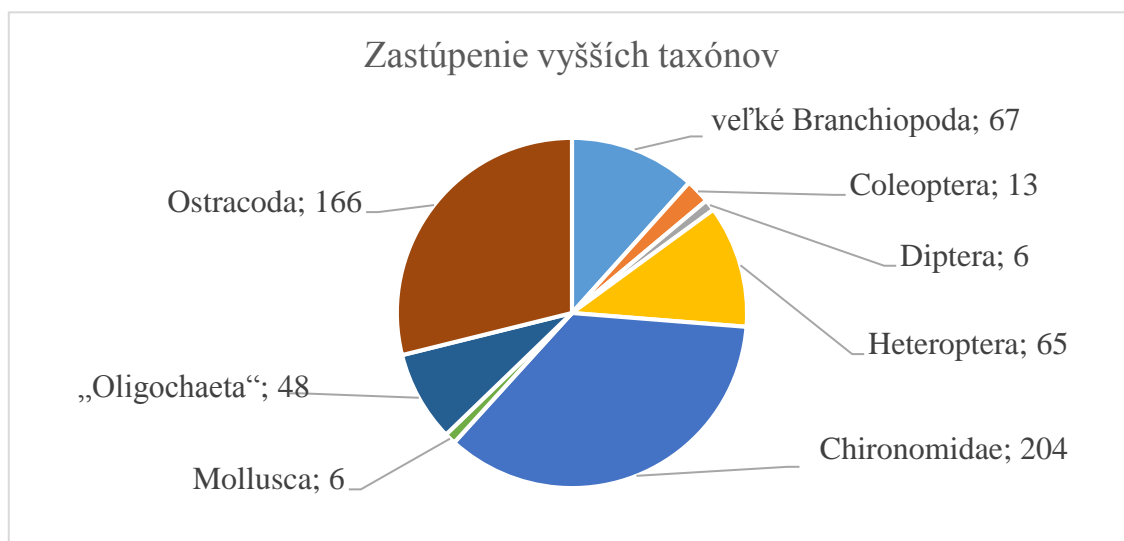
Tab. 7.2 – Zaznamenané taxóny na lokalitách

Bzenecké louky dňa 21. 4. 2015 (B. L.) a Uherský Ostroh dňa 4. 5. 2015 (U. O.)

Taxonomické zaradenie	Druhy	B. L.	U. O.
Mollusca	<i>Anisus spirorbis</i>	6	
„Oligochaeta“	<i>Enchytraeus</i> sp.	5	
„Oligochaeta“	<i>Fridericia</i> spp.	28	
„Oligochaeta“	<i>Henlea</i> spp.	11	
„Oligochaeta“	<i>Limnodrilus udekemianus</i>	1	
„Oligochaeta“	<i>Tubificinae</i> gen. sp. juv.	3	
Branchiopoda veľké	<i>Cyzicus tetracerus</i>	9	
Branchiopoda veľké	<i>Eubbranchipus grubii</i>	47	
Branchiopoda veľké	<i>Lepidurus apus</i>	11	
Ostracoda	<i>Cypris pubera</i>		14
Ostracoda	<i>Eucypris virens</i>	130	
Ostracoda	<i>Heterocypris incongruens</i>		8
Ostracoda	<i>Tonnacypris lutaria</i>	4	
Ostracoda	<i>Trajancypris clavata</i>		10
Heteroptera	<i>Corixinae</i> gen. sp. juv.		39
Heteroptera	<i>Notonecta</i> sp. juv.		1
Heteroptera	<i>Notonecta viridis</i>		1
Heteroptera	<i>Paracorixa concinna</i>		1
Heteroptera	<i>Sigara lateralis</i>	15	8
Coleoptera	<i>Agabus</i> sp. juv.	1	4
Coleoptera	<i>Berosus frontifoveatus</i>		1
Coleoptera	<i>Berosus</i> sp. juv.		1
Coleoptera	<i>Colymbetes fuscus</i> juv.	1	1
Coleoptera	<i>Hydroporus</i> sp. juv.		2
Coleoptera	<i>Hygrotus</i> sp. juv.		1
Coleoptera	<i>Rhantus</i> sp. juv.		1
Chironomidae	<i>Cricotopus sylvestris</i> gr.		18
Chironomidae	<i>Chironomus acutiventris/obtusidens</i>	1	3
Chironomidae	<i>Chironomus riparius/piger</i>		14
Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp.		4
Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp. juv.		44
Chironomidae	<i>Micropsectra</i> spp.		10
Chironomidae	<i>Paratanytarsus</i> sp.		5
Chironomidae	<i>Polypedilum uncinatum</i>		10
Chironomidae	<i>Procladius</i> sp.		21
Chironomidae	<i>Psectrocladius sordidellus</i> gr.		55
Chironomidae	<i>Tanytarsus</i> sp.		19
Diptera	<i>Cecidomyiidae</i>	2	
Diptera	cf. <i>Ephydriidae</i>	3	
Diptera	<i>Syntormon</i> sp.	1	

(Linnaeus, 1758)). Medzi zraniteľné patria zo zistených druhov: *Berosus frontifoveatus* Kuwert 1888 (Coleoptera) a *Anisus spirorbis* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Gastropoda).

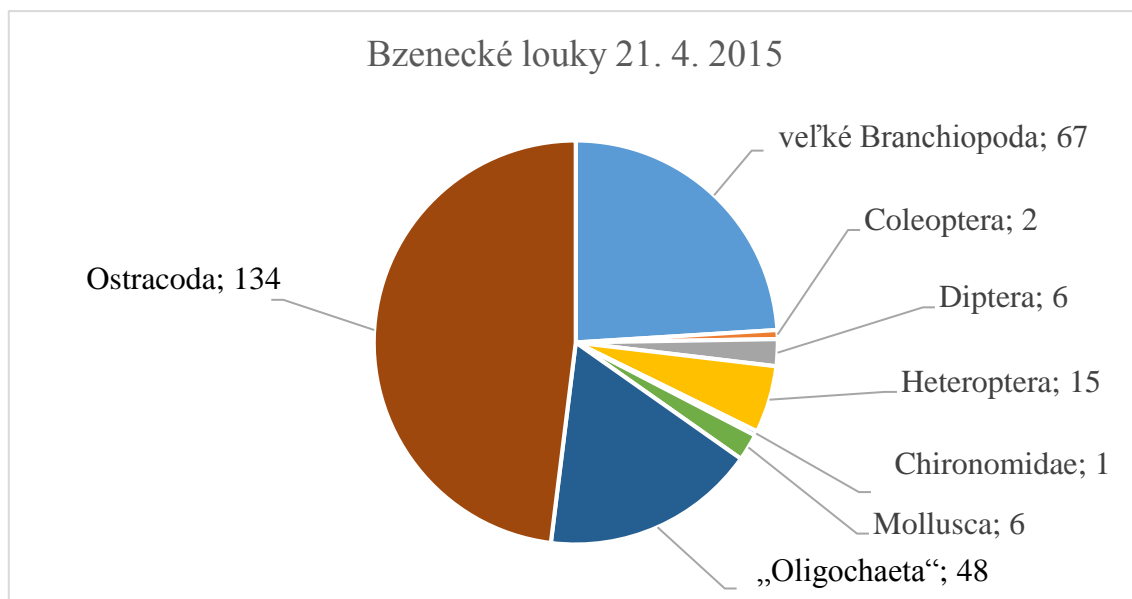
Lokalita Bzenecké louky bola na spoločenstvo v periodickej mláke bohatšia ako Uherský Ostroh. Mala zastúpenie v každom z vyšších taxónov z tabuľky (tab. 7.2), aj keď z chrobákov (Coleoptera) iba dvoch jedincov a z pakomárov (Chironomidae) jedného, a to *Chironomus acutiventris/obtusidens*. Tak ako v spoločnej celkovej abundancii z oboch lokalít (obr. 7.1), tak aj na lokalite Bzenecké louky (obr. 7.2) bola početná prevaha lastúrničiek (Ostracoda). Z dvoch zistených druhov výrazne „prevažoval“ *Eucypris virens*. Podobne aj všetky veľké lupeňonohé kôrovce boli zistené práve v lokalite Bzenecké louky. Z vodných bzdôch bol zastúpený jediný druh *Sigara lateralis* (Leach, 1817). Ďalej boli zastúpené vodné máloštetinavce („Oligochaeta“), larvy dvojkrídlorcov (Diptera) a mäkkýše (Mollusca).



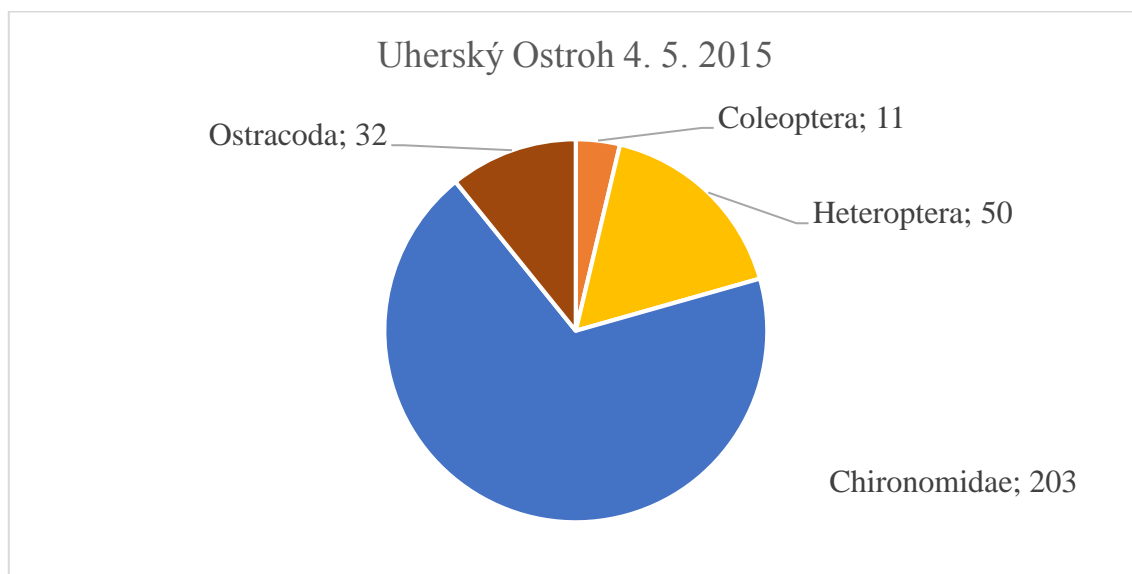
Obr.7.1 – Zastúpenie vyšších taxónov (abundancie) v lokalitách Bzenecké louky a Uherský Ostroh

V lokalite Uherský Ostroh boli sledované jedince zaznamenané iba v štyroch vyšších taxónoch (obr. 7.3). Na lokalite neboli naložené žiadne z veľkých lupeňonohých kôrovcov (Branchiopoda). Skladba druhov chrobákov (Coleoptera) bola bohatšia ako na prvej lokalite, bol nájdený aj dospelý vodomil *Berosus frontifoveatus*. Počet bzdôch

(Heteroptera) bol tiež podstatne vyšší, ako aj bohatší na druhové zastúpenie. Z dospelých jedincov bola najviac zastúpená kliešťovka *Sigara lateralis*, ktorá bola v lokalite Bzenecké louky nájdená ako jediná bzdôcha. Ďaleko najviac boli zastúpené juvenilné štádia bzdôch z taxónu *Corixinae*, do ktorého patria zo zastúpených druhov *S. lateralis* a *Paracorixa concinna* (Fieber 1848). Mladšie štádia nebolo možné určiť do rodu. Je možné, že juvenilní jedinci patrili práve k zastúpeným druhom, ktorí sa rozmnožili



Obr. 7.2 – Zastúpenie vyšších taxónov (abundancia) v lokalite Bzenecké louky



Obr. 7.3 – Zastúpenie vyšších taxónov (abundancia) v lokalite Uherský Ostroh

do novej generácie. Na druhej strane sa nedá vylúčiť, že rovnako mohlo ísť o ďalšieho zástupcu (kolonizátora), ktorý nebol z lokality určený v dospelom štádiu. Z pakomárov (Chironomidae) bol v najvyššej abundancii zastúpený druh *Psectrocladius sordidellus* gr. Početné boli aj malé juvenilné štádia rodu *Chironomus*. Z lastúrníčiek (Ostracoda) boli zistené tri druhy, z toho všetky v podobných početnostiach, pričom šlo o iné druhy než na Bzeneckých loukách.

Na lokalite Bzenecké louky sa vyskytovali veľké lupeňonohé kôrovce (Branchiopoda), na rozdiel od Uherského Ostrohu, kde sa nenašli žiadne. Na Bzeneckých loukách sme nezistili takmer žiadne pakomáre (Chironomidae), zatiaľ čo všetky ostatné dvojkrídlovce (Diptera) sa vyskytovali iba v lokalite Bzenecké louky a úplne chýbali v lokalite Uherský Ostroh. Rovnako aj všetky vodné máloštetinavce („Oligochaeta“) sa našli iba v mláke Bzenecké louky, nie však v mláke Uherský Ostroh. Na lokalite Uherský Ostroh sa vyskytovalo naopak viac chrobákov (Coleoptera).

ZÁVER

Periodické vody sú osídľované špecifickým spoločenstvom. Vďaka meniacim sa podmienkam a malej rozlohe priťahujú aj živočíchy, ktoré sa v iných biotopoch nevyskytujú. Podľa Gee at al. (1997) niekoľko menších (solitérnych) mlák má väčšiu diverzitu ako jedna hlbšia mokrad' rovnakej rozlohy.

Určujúcim faktorom (Tavernini et al., 2005) celého prostredia je hydroperióda. Okrem dĺžky zavodnenia spoločenstvo ovplyvňuje teplota vody, svetlo, vegetácia, kyslík vo vode, pH, salinita, konduktivita a pod. Najväčší potenciál vývinu má spoločenstvo v najdlhšie zavodnených lokalitách. Naopak, so skrátením hydroperiódy klesá druhové aj taxonomické zastúpenie (Williams, 2006).

Perloočky, veslonôžky, lastúrničky a vírniky tvoria najvýznamnejšie zložky vodných planktónnych bezstavovcov v efemérnych vodách. Okrem zooplanktónu sú súčasťou spoločenstva aj mnohé iné bezstavovce. Zooplanktón periodických vôd ovplyvňujú aj vtáky a obojživelníky, a to najmä predáciou ľahko dostupnej koristi, pretože planktónne spoločenstvo je limitované hranicou vodného telesa. Napriek tomu interakcie zooplanktónu s inými živočíchmi sú bohatšie než by sa mohlo očakávať. Iné živočíchy ovplyvňujú zooplanktón forézou, takže môžu napomáhať aj pasívnej disperzii planktónnych druhov, napr. obojživelníky vo vzťahu k lastúrničkam (Lopez et al., 2002).

V spracovaných vzorkách z poľných mlák na jar roku 2015 sme zistili zástupcov mäkkýšov (Mollusca), vodných máloštetinavcov („Oligochaeta“), veľkých lupeňonohých kôrovcov (Branchiopoda), perloočiek (Cladocera), veslonôžok (Copepoda), lastúrničiek (Ostracoda), vodných bzdôch (Heteroptera), chrobákov (Coleoptera), pakomárov (Chironomidae) a iných dvojkrídlavcov (Diptera).

V najvyšších abundanciách sa vyskytovali pakomáre a lastúrničky. Lastúrničky prevažovali v lokalite Bzenecké louky a pakomáre naopak na Uherskom Ostrohu. Početne zastúpené boli aj vodné bzdochy a veľké lupeňonohé kôrovce. Tie patria k typickým zástupcom periodických mlák (napr. Demeter & Stoicescu, 2008; Gołdyn et al., 2012). Konkrétne sme našli škl'abkovku *Cyzicus tetracerus*, žiabronôžku

Eubranchipus grubii a štítovku *Lepidurus apus*. Tie však neboli prítomné na lokalite Uherský Ostroh. S tým by mohla súvisieť konduktivita vody, keďže na lokalite Bzenecké louky bola nižšia ako v prípade druhej lokality. Práve vyššia konduktivita môže byť dôsledkom intenzívnejšieho hospodárenia na poli (napr. hnojenie) v lokalite Uherský Ostroh.

Vzhľadom na malý počet vzoriek nie je možné vysloviť detailnejšiu hypotézu. Polemizovať sa dá o dôvode prítomnosti, resp. neprítomnosti pakomárov. Aj keď v lokalite Bzenecké louky býva v porovnaní s Uherským Ostrohom zvyčajne viac vegetácie (z pozorovaní, J. Sychra), pravdepodobne fytofilné druhy pakomárov *Cricotopus sylvestris* gr. a *Psectrocladius sordidellus* gr. (konzultácia, V. Syrovátka) to svojím výskytom nepotvrdili. Na Uherskom Ostrohu boli obidva druhy hojne zastúpené, pritom druhý z nich bol z danej lokality najpočetnejším druhom vôbec. Na druhej strane, v deň vzorkovania bola na lokalite Bzenecké louky zaznamenaná nerozvinutá vegetácia, pričom na Uherskom Ostrohu boli prítomné riasy.

Okrem faktorov prostredia mohli byť výsledky ovplyvnené medzidruhovými vzťahmi, konkrétne potlačením populácie v dôsledku predačného tlaku. Zastúpenie jednotlivých taxónov mohlo byť ovplyvnené taktiež metodikou vzorkovania, ktorá nebola nastavená tak, aby sme celé spoločenstvo ovzorkovali rovnomerne. V budúcnosti by bolo vhodnejšie vzorkovať planktónne a bentické druhy oddelene.

Veslonôžka *Mixodiaptomus kupelwieseri* v jarných odberoch z periodických mlák Moravy potvrdila svoj časový aj geografický výskyt. Podľa Forro et al. (2003) bol druh doložený práve z oblasti Moravy a aj z Maďarska. Na rozdiel od jarných periodických mlák strednej Európy, sa druh podľa autora vyskytuje v južnej Európe na jeseň.

Rešeršný vzhľad spolu so vzorkami terénneho výskumu boli iba prvotnou štúdiou, na ktorú by v budúcnosti mala nadviazať moja budúca diplomová práca.

LITERATÚRA

- Adams, J.B., Bollens, S.M., Bishop, J.G., 2015. Predation on the Invasive Copepod, *Pseudodiaptomus forbesi*, and Native Zooplankton in the Lower Columbia River: An Experimental Approach to Quantify Differences in Prey-Specific Feeding Rates. *PLoS One* 10. doi:10.1371/journal.pone.0144095
- Adrian, R., 1997. Calanoid-cyclopoid interactions: evidence from an 11-year field study in a eutrophic lake. *Freshwater Biology* 38, 315–325.
- Aguilar-Alberola, J.A., Mesquita-Joanes, F., 2011. Population dynamics and tolerance to desiccation in a crustacean ostracod adapted to life in small ephemeral water bodies. *Limnologia* 41, 348–355. doi:10.1016/j.limno.2011.03.003
- Anderson, R.S., 1970. Predator-prey relationships and predation rates for crustacean zooplankters from some lakes in western Canada. *Canadian Journal of Zoology* 48.
- Bartoš, E., 1959. Fauna ČSR, Vírničci - Rotatoria. Československá Akademie Věd, Praha.
- Bitušík, P., 2000. Príručka na určovanie lariev pakomárov (Diptera: Chironomidae) Slovenska. Časť I. Buchonomyinae, Diamesinae, Prodiamesinae a Orthoclaudiinae. Vydavateľstvo Technickej Univerzity, Zvolen.
- Blaustein, L., 1998. Influence of the predatory backswimmer, *Notonecta maculata*, on invertebrate community structure. *Ecological Entomology* 23, 246–252.
- Boros, E., Ecsedi, Z., Oláh, J. (Eds.), 2014. Ecology and Management of Soda Pans in the Carpathian Basin. Hortobágy Environmental Association, Balmazújváros.
- Brandl, Z., Fernando, C.H., 1974. Feeding of the copepod *Acanthocyclops vernalis* on the cladoceran *Ceriodaphnia reticulata* under laboratory conditions. *Canadian Journal of Zoology* 52, 99–105.
- Brandl, Z., Fernando, C.H., 1975. Investigations on the feeding of carnivorous cyclopoids. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie* 19, 2959–2965.
- Brooks, J.L., Dodson, S.I., 1965. Predation, Body Size, and Composition of Plankton. *Science* 150, 28–35.
- Brtek, J., 2005. Fauna Slovenska: Anostraca - žiabronôžky, Notostraca - štítovky, Spinicaudata - škl'abkovky, Laevicaudata - hrachovky (Crustacea: Branchiopoda). VEDA, Slovenská akadémia vied, Bratislava.
- Burns, C.W., Gilbert, J.J., 1986. Direct observations of the mechanisms of interference between *Daphnia* and *Keratella cochlearis*. *Limnology and Oceanography* 31, 859–866.
- Bušová, T., 2013. Periodické tûně a jejich biota (Bakalářská práce). Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Praha.
- Butler, M.I., Burns, C.W., 1993. Water Mite Predation on Planktonic Cladocera - Parallel Curve Analysis. *Oikos* 66, 5–16. doi:10.2307/3545189
- Chapman, M.A., Burns, C.W., 1994. Polymorphism and food limitation in three *Daphnia carinata* populations. *Int. Rev. gesamtent Hydrobiol.* 79, 477–509. doi:10.1002/iroh.19940790402
- Damkaer, D.M., 2002. The Copepodologist's Cabinet: A Biographical and Bibliographical History. American Philosophical Society, Philadelphia, Pennsylvania.

- Delorme, L.D., 1991. Ostracoda, in: Thorp, J.H., Covich, A.P. (Eds.), *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press, San Diego, pp. 732–776.
- Demeter, L., Stoicescu, A., 2008. A review of the distribution of large branchiopods (Branchiopoda: Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, Laevicaudata) in Romania. *North-Western Journal of Zoology* 4, 203–223.
- Dodson, S.I., Frey, D.G., 1991. Cladocera and Other Branchiopoda, in: Thorp, J.H., Covich, A.P. (Eds.), *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press, San Diego, pp. 732–776.
- Einsle, U., 1993. Crustacea, Copepoda: Calanoida und Cyclopoida, in: Schwoerbel, J., Zwick, P. (Eds.), *Süsswasserfauna von Mitteleuropa*, 8/4–1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Epler, J., Ekrem, T., Cranston, P.S., 2013. The larvae of Chironominae (Diptera, Chironomidae) of the Holarctic region: keys and diagnoses. *Scand. Entomology Ltd.* 387–556.
- Esteban, G., Baltanás, A., Finlay, B., 2002. Saline ponds and secretive ciliates. *Planet Earth*. UK Natural Environment Research Council, Autumn: 10-11.
- Faina, R., Svobodová, Z., 1997. Vliv dravých buchanek na raná vývojová stádia ryb. Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Jihočeské univerzity, Vodňany. *Edice metodik* 44.
- Farkač, J., Král, D., Škorpík, M. (Eds.), 2005. Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. List of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- Forro, L., De Meester, L., Cottenie, K., Dumont, H.J., 2003. An update on the inland cladoceran and copepod fauna of Belgium, with a note on the importance of temporary waters. *Belg. J. Zool.* 133, 31–36.
- Fryer, G., 1980. Acidity and species diversity in freshwater crustacean faunas. *Freshwater Biology* 10, 41–45.
- Fryer, G., 1998. The role of copepod in freshwater ecosystems. *Journal of Marine Systems* 15, 71–73.
- Gee, J.H.R., Smith, B.D., Lee, K.M., Griffiths, S.W., 1997. The ecological basis of freshwater pond management for biodiversity. *Aquat. Conserv.-Mar. Freshw. Ecosyst.* 7, 91–104. doi:10.1002/(SICI)1099-0755(199706)7:2<91::AID-AQC221>3.0.CO;2-O
- Gilbert, J.J., 1985. Competition between Rotifers and Daphnia. *Ecological Society of America* 66, 1943–1950.
- Gilbert, J.J., Burns, C.W., 1999. Some observations on the diet of the backswimmer, *Anisops wakefieldi* (Hemiptera: Notonectidae). *Hydrobiologia* 412, 111–118. doi:10.1023/A:1003812718853
- Glöer, P., Meier-Brook, C., 2003. Süßwassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland, 13th ed. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung (DJN), Hamburg.
- Gołdyn, B., Bernard, R., Czyż, M.J., Jankowiak, A., 2012. Diversity and conservation status of large branchiopods (Crustacea) in ponds of western Poland. *Limnologia* 42, 264–270. doi:10.1016/j.limno.2012.08.006
- Gulati, R.D., 1978. The Ecology of Common Planktonic Crustacea of the Freshwaters in The Netrerlands. *Hydrobiologia* 59, 101–112.

- Hapala, P., Štěrbá, O., 1974. Použití herbicidu Gramoxone S při řešení otázky závislosti živočichů na rostlinách v tůních. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas rerum naturalium* 47.
- Hebauer, F., Klausnitzer, B., 1998. Insecta: Coleoptera: Hydrophiloidea (exkl. Helophorus), in: Schwoerbel, J., Zwick, P. (Eds.), *Süßwasserfauna von Mitteleuropa*, 20/7,8,9,10-1. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, Berlin.
- Hrbáček, J., Pechar, L., Dufková, V., 1994. Anaerobic conditions in winter shape of the seasonal succession of Copopoda and Cladocera in pools in forestal inundations. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie* 25, 1335–1336.
- Hudec, I., 1980. *Cladocera Slovenska* (Dizertačná práca). Pedagogická fakulta UPJŠ, Prešov.
- Hudec, I., 2010. Anomopoda, Ctenopoda, Haplopoda, Onychopoda (Crustacea: Branchiopoda), *Fauna Slovenska*. VEDA, Slovenská akadémia vied, Bratislava.
- Jenkins, D.G., Underwood, M.O., 1998. Zooplankton may not disperse readily in wind, rain, or waterfowl. *Hydrobiologia* 387, 15–21. doi:10.1023/A:1017080029317
- Jeschke, J.M., Tollrian, R., 2000. Density-dependent effects of prey defences. *Oecologia* 123, 391–396. doi:10.1007/s004420051026
- Juračka, P.J., Laforsch, C., Petrušek, A., 2011. Neckteeth formation in two species of the *Daphnia curvirostris* complex (Crustacea: Cladocera). *J. Limnol.* 70, 359–368. doi:10.3274/JL11-70-2-20
- Koste, W., Janetzky, W., Vareschi, E., 1995. Zur Kenntnis der limnischen Rotatorienfauna Jamaikas (Rotifera). Teil II. *Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen* 20/21, 399–433.
- Laforsch, C., Ngwa, W., Grill, W., Tollrian, R., 2004. An acoustic microscopy technique reveals hidden morphological defenses in *Daphnia*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 101, 15911–15914. doi:10.1073/pnas.0404860101
- Lellák, J., Kořínek, V., Fott, J., Kořínková, J., Punčochář, P., 1985. *Biologie vodních živočichů*. Univerzita Karlova, Praha.
- Lellák, J., Kubiček, F., 1991. *Hydrobiologie*. Univerzita Karlova, Praha.
- Lopez, L.C., Rodrigues, P.J.F., Rios, R.I., 1999. Frogs and snakes as phoretic dispersal agents of bromeliad ostracods (Limnocytheridae : Elpidium) and annelids (Naididae : Dero). *Biotropica* 31, 705–708. doi:10.1111/j.1744-7429.1999.tb00421.x
- Lopez, L.C., Gonçalves, D.A., Mantovani, A., Rios, R.I., 2002. Bromeliad ostracods pass through amphibian (*Scinax perpusillus*) and mammalian guts alive. *Hydrobiologia; Dordrecht* 485, 209–211.
- Macháček, J., 2001. Chemické signály k sebeobraně perlooček. *Vesmír* 80, 629, 632.
- Maguire, Jr., B., 1963. The Passive Dispersal of Small Aquatic Organisms and Their Colonization of Isolated Bodies of Water. *Ecological Monographs* 33, 161–185.
- McKee, M.H., Wrona, F.J., Scrimgeour, G.J., Culp, J.M., 1997. Importance of consumptive and non-consumptive prey mortality in a coupled predator-prey system. *Freshw. Biol.* 38, 193–201. doi:10.1046/j.1365-2427.1997.00205.x
- Meisch, C., 2000. Freshwater Ostracoda of western and central Europe, in: Schwoerbel, J., Zwick, P. (Eds.), *Süßwasserfauna von Mitteleuropa*, 8/3. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

- Nilsson, A. (Ed.), 1996. Aquatic Insects of North Europe. (A Taxonomic Handbook). 1 (Ephemeroptera - Lepidoptera). Apollo Books, Stenstrup.
- Nilsson, A. (Ed.), 1997. Aquatic Insects of North Europe. (A Taxonomic Handbook). 2 (Odonata and Diptera). Apollo Books, Stenstrup.
- Ottonello, D., Romano, A., 2011. Ostracoda and Amphibia in temporary ponds: who is the prey? Unexpected trophic relation in a mediterranean freshwater habitat. *Aquatic Ecology* 45, 55–62.
- Pajunen, V.I., 1986. Distributional dynamics of *Daphnia* species in a rock-pool environment *Annales Zoologici Fennici* 23, 131–140.
- Papáček, M., Matěnová, V., Matěna, J., Soldán, T., 2000. *Zoologie*, 3rd ed. Scientia, Praha.
- Petrusek, A., Bastiansen, F., Schwenk, K., 2005. European *Daphnia* Species (EDS) - Taxonomic and genetic keys. [Build 2006-01-12 beta]. CD-ROM, distributed by the authors. Department of Ecology and Evolution, J.W. Goethe-University, Frankfurt am Main, Germany & Department of Ecology, Charles University, Prague, Czech Republic.
- Petrusek, A., Laforsch, C., 2009. Příběhy z elektronového mikroskopu. 2. „Trnová koruna“ chrání drobné korýše proti starobylému nepříteli. *Živa* 6/2009, 265–266.
- Petrusek, A., 2010. Modelka *Daphnia*. *Vesmír* 89, 470–473.
- Picado, C., 1913. Les bromeliacees épiphytes considérées comme milieu biologique (Dissertation Thesis). Faculté des Ciencias de Paris, Paris.
- Proctor, V., Malone, C., 1965. Further Evidence of the Passive Dispersal of Small Aquatic Organisms Via the Intestinal-Tract of Birds. *Ecology* 46, 728–729. doi:10.2307/1935013
- Proctor, V., Malone, C., Devlamin.vl, 1967. Dispersal of Aquatic Organisms - Viability of Dissemminules Recovered from Intestinal Tract of Captive Killdeer. *Ecology* 48, 672-. doi:10.2307/1936517
- Ratcliffe, D., 1977. *A Nature Conservation Review: Volume 1: The Selection of Biological Sites of National Importance to Nature Conservation in Britain*. Cambridge University Press, New York.
- Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., Jackson, R.B., 2011. *Campbell Biology*, 9 edition. ed. Pearson Education, Boston.
- Reid, J.W., 2001. A human challenge: discovering and understanding continental copepod habitats. *Hydrobiologia* 453, 201–226. doi:10.1023/A:1013148808110
- Sarma, S.S.S., Nandini, S., 2002. Studies on functional response and prey selection using zooplankton in the anostracan *Chirocephalus diaphanus* Prevost, 1803. *Hydrobiologia* 486, 169–174. doi:10.1023/A:1021398718074
- Savage, A.A., 1989. *Adults of the British Aquatic Hemiptera Heteroptera: A key with ecological notes*. Freshwater Biological Association, Ambleside.
- Schmelz, R.M., Collado, R., 2010. *A guide to European terrestrial and freshwater species of Enchytraeidae (Oligochaeta)*. Sackenberg Museum für Naturkunde, Görlitz.
- Schwartz, S.S., Jenkins, D.G., 2000. Temporary aquatic habitats: constraints and opportunities. *Aquatic Ecology* 34, 3–8. doi:10.1023/A:1009944918152
- Seidel, B., 1989. Phoresis of *Cyclocypris Ovum* (Jurine) (Ostracoda, Podocopida, Cyprididae) on *Bombina Variegata Variegata* (Anura, Amphibia) and *Triturus*

- Vulgaris (Urodela, Amphibia). *Crustaceana* 57, 171–176.
doi:10.1163/156854089X00491
- Seminara, M., Vagaggini, D., Margaritora, F.G., 2008. Differential responses of zooplankton assemblages to environmental variation in temporary and permanent ponds. *Aquat. Ecol.* 42, 129–140. doi:10.1007/s10452-007-9088-0
- Smith, K.G.V., 1989. An introduction to the immature stages of British flies. Handbooks for the identification of British insects. Entomological Society of London, London.
- Šrámek-Hušek, R., Straškraba, M., Brtek, J., 1962. Fauna ČSSR, Lupenonožci - Branchiopoda. Československá Akademie Věd, Praha.
- Stegen, J.C., Black, A.R., 2011. Trophic ecology of an aquatic mite (*Piona carnea*) preying on *Daphnia pulex*: effects of predator density, nutrient supply and a second predator (*Chaoborus americanus*). *Hydrobiologia* 668, 171–182. doi:10.1007/s10750-010-0454-x
- Tavernini, S., Mura, G., Rossetti, G., 2005. Factors Influencing the Seasonal Phenology and Composition of Zooplankton Communities in Mountain Temporary Pools. *International Review of Hydrobiology* 90, 358–375.
- Technical University of Denmark, 2010. What makes world's strongest animal -- the tiny copepod -- so successful? [WWW Document]. ScienceDaily. URL <https://www.sciencedaily.com/releases/2010/05/100512172444.htm> (accessed 3.25.17).
- Tempelman, D., 2010. Key to identification of 4th instar larvae of *Polypedilum* species of the Netherlands (Diptera: Chironomidae). (Draft version). Grontmij, Amsterdam.
- Timm, T., 2009. A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben.
- Valkounová, J., 1985. Morphology and Histochemistry of Cysticercoids of Four Cestode Species of the Family Hymenolepididae Fuhrmann, 1907 from Planktonic Crustaceans (Copepoda, Ostracoda). *Folia Parasitologica* 32, 333–340.
- Vallenduuk, H.J., Moller Pillot, H.K.M., 2007. Chironomidae I: larvae of the Netherlands and adjacent lowlands. General ecology and Tanypodinae. KNNV Publishing, Zeist.
- Vanschoenwinkel, B., Gielen, S., Seaman, M., Brendonck, L., 2008. Any way the wind blows - frequent wind dispersal drives species sorting in ephemeral aquatic communities. *Oikos* 117, 125–134. doi:10.1111/j.2007.0030-1299.16349.x
- Walz, N., 1995. Rotifer Populations in Plankton Communities - Energetics and Life-History Strategies. *Experientia* 51, 437–453. doi:10.1007/BF02143197
- Waterkeyn, A., Grillas, P., Anton-Pardo, M., Vanschoenwinkel, B., Brendonck, L., 2011. Can large branchiopods shape microcrustacean communities in Mediterranean temporary wetlands? *Mar. Freshw. Res.* 62, 46–53. doi:10.1071/MF10147
- Williams, D.D., 1997. Temporary ponds and their invertebrate communities. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 7, 105–117. doi:10.1002/(SICI)1099-0755(199706)7:2<105::AID-AQC222>3.0.CO;2-K
- Williams, D.D., 2006. *The Biology of Temporary Waters*. Oxford University Press, New York.