

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

**FAKULTA PEDAGOGICKÁ
CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY**

SEZÓNŇNÍ DYNAMIKA ZOOPLANKTONU RYBNÍKA

VYDYMÁČEK U PLZNĚ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Veronika Kreidlová

Přírodovědná studia, obor Biologie se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: Mgr. Michal Šorf

Plzeň, 2013

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

Plzeň, 27. června 2013

.....
Veronika Kreidlová

Poděkování

Především bych ráda poděkovala mému školiteli, Mgr. Michalu Šorfovi, za velkou trpělivost a ochotu, se kterou mě uvedl do nevšedního světa zooplanktonu.

Dále bych ráda poděkovala za spolupráci, za odbornou konzultaci, za poskytnutí literatury, dat a cenných informací všeho druhu těmto lidem:

RNDr. Miloslav Devetter, Ph.D., RNDr. Jindřich Duras, Ph.D., RNDr. Jan Fott, CSc., RNDr. Josef Hess, RNDr. Zuzana Hořická, Ph.D., RNDr. Jiří Hostýnek, Mgr. Veronika Kaufnerová, Ing. Jan Kaňák, Ph.D., Mgr. Jiří Kout, Ph.D., Mgr. Tomáš Kučera, doc. RNDr. Pavel Mentlík, Ph.D., doc. RNDr. Michal Mergl, CSc., Mgr. Jana Peltanová, RNDr. Ivo Příkryl, Mgr. Petra Vágnerová, Ing. Lukáš Veselý, Mgr. Dan Vondrák.

Velký dík patří mým rodičům, kteří mě ve vzdělávání i přes všechna úskalí podporují celý můj život. Bez nich bych nebyla tím, čím jsem dnes, a tato práce by nikdy nevznikla. Svou práci bych jim proto ráda věnovala jako poděkování za všechno, co pro mě dělají.

Na závěr bych chtěla poděkovat mému příteli za velkou trpělivost, porozumění a podporu během mého studia.

Obsah

1. Úvod	3
2. Cíle práce	4
3. Literární přehled	5
3.1 Stručně k historii českého rybníkářství	5
3.2 Rybníky a jejich charakteristika	5
3.3 Působení vybraných biotických a abiotických faktorů na společenstvo zooplanktonu	6
3.3.1 Vliv nízkého pH na společenstvo zooplanktonu	8
4. Popis lokality	10
4.1 Hydrologie území	11
4.2 Geologie a hydrogeologie	12
4.3 Půda	13
4.4 Vegetace	13
4.5 Klimatické poměry	14
4.6 Chemismus vody	17
5. Metodika	18
5.1 Odběrová místa	18
5.2 Odběr vzorků	18
3.2.1 Limnetická zóna	19
3.2.2 Litorály	20
5.3 Měření fyzikálně-chemických parametrů vody	20
5.4 Zpracování vzorků	21
5.5 Statistické zpracování dat	22
6. Výsledky	23
6.2 Fyzikálně-chemické vlastnosti vody	23
6.3 Druhové složení zooplanktonu	28
6.4 Sezónní dynamika zooplanktonu	29
6.4.1 Hráz	29
6.4.1.1 Cladocera	31
6.4.1.2 Copepoda	32
6.4.1.3 Rotifera	32
6.4.2 Litorál A	33
6.4.2.1 Cladocera	35

6.4.2.2 Copepoda	36
6.4.2.3 Rotifera.....	36
6.4.3 Litorál B	37
6.4.3.1 Cladocera.....	39
6.4.3.2 Copepoda	40
6.4.3.3 Rotifera.....	40
7. Diskuse	44
7.1 Fyzikálně-chemické vlastnosti vody	44
7.2 Druhové složení zooplanktonu.....	45
7.3 Sezónní dynamika zooplanktonu	47
7.4 Porovnání zooplanktonu litorálů a limnetické zóny.....	48
8. Závěry	50
9. Souhrn	51
9.1 Summary	51
10. Literatura	52

1. Úvod

Zooplankton je ve významných rybnících Bolevecké soustavy pravidelně monitorován podnikem Povodí Vltavy, s. p. Vydymáček je v tomto ohledu opomíjeným rybníkem. Jediná dostupná data umožňující jistý náhled do společenstva zooplanktonu ve Vydymáčku pocházejí z roku 2010. V tomto roce provedlo Povodí Vltavy od dubna do září několik odběrů pro stanovení síťového planktonu, biosestonu a základní chemickou analýzu vody. Zároveň byly při odběrech měřeny základní fyzikálně-chemické parametry vody. Jejich výsledky naznačovaly, že pravděpodobně půjde z hlediska druhové diverzity o chudší lokalitu. Příčinou by mohl být kyselý charakter rybníka. pH naměřené v dubnu, v květnu a v červnu 2010 se pohybovalo od 4,3 do 4,6. Nejvyšší pH bylo zaznamenáno koncem srpna (6,56) (Povodí Vltavy, nepublikovaná data). Tyto hodnoty odpovídají více rašelinným nebo slatinným dystrofním vodám než vodám rybničním (Lellák & Kubíček 1991, Fott *et al.* 1994, Křeček & Hořická 2001, Dubský *et al.* 2003, Vrba *et al.* 2003, Hartman *et al.* 2005). Jako příklad je možné uvést šumavská jezera a vodní nádrže v Jizerských horách, které měly v dobách silné acidifikace ve druhé polovině 20. století pH mezi 4 až 6 (většinou 4 až 5,5) (Fott *et al.* 1994, Křeček & Hořická 2001, Dubský *et al.* 2003, Vrba *et al.* 2003). Z těchto skutečností vyplývá, že společenstvo zooplanktonu ve Vydymáčku nebude mít typický rybniční charakter.

Přestože byl průzkum prováděn v roce 2010, můžeme očekávat, že nízké pH určuje charakter společenstva zooplanktonu i nadále. Podle pracovníků Správy veřejného statku města Plzně nebyl rybník pravděpodobně od roku 2010 do roku 2012 vypuštěn a tak zde neprobíhalo letnění ani zimování, které by mohlo zásadně ovlivnit chemismus vody, především snížit její kyselost (Kumpera 2008). Lze tedy předpokládat přítomnost acidotolerantních druhů buď typicky vázaných na kyselé či rašelinné vody nebo euryiontních (snášejících větší výkyvy pH) (Hartman *et al.* 2005). Na chemismus vody v nádržích lze působit i jinak, kdy není nutné rybník vypustit (např. vápněním na vodu).

Výsledky našeho výzkumu by měly vyplnit doposud existující mezeru ve sledování zooplanktonu Bolevecké soustavy, mohou být užitečné při sestavování managementu rybníka a zároveň by mohly pomoci k pochopení rozdílů mezi společenstvem zooplanktonu limnetické zóny a litorálu.

2. Cíle práce

1. Zjistit druhové složení zooplanktonu rybníka Vydymáček se zaměřením na tři hlavní taxonomické skupiny: Cladocera (perloočky), Copepoda (klanonožci) a Rotifera (vířníci).
2. Popsat a vysvětlit sezónní změny společenstva zooplanktonu.
3. Srovnat společenstvo zooplanktonu litorální a limnetické zóny.

3. Literární přehled

3.1 Stručně k historii českého rybníkářství

Největší rozmach zaznamenalo české rybníkářství v období od druhé poloviny 15. století do počátku 17. století (Kumpera 2008). V tomto zlatém věku, který by pravděpodobně trval déle nebýt ničivé třicetileté války, byla rybníční výměra v českých zemích oproti té dnešní asi třikrát větší, odhaduje se na 180 000 ha (Kumpera 2008, Adámek *et al.* 2010). Samotné počátky rybníkářství můžeme zaznamenat už s rozvojem prvních civilizací, jako byla Mezopotámie ve starověku a Egypt za vlády faraonů (Kumpera 2008). V západních Čechách vznikaly první rybníční soustavy ve 12. století pod záštitou nově budovaných klášterů (Kumpera 2008). Na území Plzeňského kraje vznikl v 15. století jeden z nejstarších rybníčních systémů, Bolevecká rybníční soustava, a zachoval se částečně pozměněn až do dnešních dob (Ebel *et al.* 2002, Kumpera 2008).

3.2 Rybníky a jejich charakteristika

Rybníky můžeme definovat jako mělké uměle hrazené nádrže s přírodním dnem, které lze zcela vypustit a slouží převážně k chovu ryb (Hartman *et al.* 2005, Kumpera 2008). Často jde o nádrže, které jsou uspořádány do různě propojených soustav většinou kaskádovitého nebo vějířovitého typu (Kumpera 2008). Rybníky můžeme dělit podle různých hledisek: například podle velikosti, trofie, polohy (vrchovinné, nížinné, lesní, polní, luční, návesní), původu napájecí vody (nebeské, pramenité, průtočné), převažující funkce (rybochovné, rekreační, závlahové, napájecí, retenční, požární aj.), rybochovného účelu (třecí, předvýtahový, výtahový, komorový, hlavní, sádky a vydýmače) apod. (Hartman *et al.* 2005, Kumpera 2008).

V naší zeměpisné šířce s ohledem na morfometrické parametry (především hloubku a velikost plochy vodní hladiny) jsou rybníky studenými polymiktickými nádržemi (Kalff 2003). U nich může na několik hodin docházet ke slabé stratifikaci v létě během slunečných dnů, ale v noci bývá nádrž znovu promíchána. V případě hlubokých rybníků se

může termoklina vytvořit výjimečně i na několik dnů (Kalff 2003, Hartman *et al.* 2005). Neustálé promíchávání vody v nádrži má velký vliv např. na koloběh látek. Celý vodní sloupec je pravidelně zásoben živinami uvolňujícími se ze dna (ale i např. toxickými formami hliníku). Sediment je naopak více obohacován o kyslík, který je potřeba pro aerobní rozkladné procesy (Lellák & Kubíček 1991, Kalff 2003, Hartman *et al.* 2005).

V horizontálním směru lze vodní nádrž rozdělit na dvě základní části – litorál a pelagiál (Kalff 2003). Striktně definovaný pelagiál u rybníků nenalezneme a proto je lépe nelitorální prostředí rybníků označovat jako limnetickou zónu, popř. zónu volné vody (Kalff 2003). Litorál (příbřežní zóna) je oblastí, kde se sedimenty nacházejí v trofogení vrstvě (převládá fotosyntéza nad respirací) a z primárních producentů často dominují makrofyta (Kalff 2003). Limnetická zóna je definována jako oblast volné vody, kam nezasahuje litorál (Kalff 2003). Litorál bývá z hlediska druhové diverzity bohatší než oblast volné vody (Pejler 1995, Radwan *et al.* 2003, Wallace *et al.* 2006). Je to dáno zejména vyšší heterogenitou prostředí nabízející větší počet nik (Pennak 1966, Serrano & Toja 1998).

Přirozené i umělé vodní nádrže nejsou pro organismy homogenním prostředím, ale jsou tvořeny ekologickými nikami různé kvality. Tato heterogenita je způsobena chemickými faktory, které v různých částech nádrže nabývají odlišných hodnot (pH, kyslík, obsah živin), ale také vertikální stratifikací řady fyzikálních faktorů prostředí (světla, hydrostatického tlaku, teploty, viskozity, aj) (Lellák & Kubíček 1991). Kvalita nik je nestálá a v čase se mění. Rostliny i živočichové se musejí umět dané situaci přizpůsobit (Lellák & Kubíček 1991). Řada zooplanktonních organismů například podniká vertikální či horizontální migrace (Burks *et al.* 2002, Rybak & Węgleńska 2003). Rozmístění jinak atraktivních nik má také za následek nerovnoměrné rozložení počtu druhů a jejich populací odlišných velikostí ve vodním prostředí (Lellák & Kubíček 1991, Rybak & Węgleńska 2003).

3.3 Působení vybraných biotických a abiotických faktorů na společenstvo zooplanktonu

Největší zastoupení v síťovém zooplanktonu (planktonní organismy > 50 μm zachytitelné běžnými planktonními sítěmi; Lellák & Kubíček 1991, Hartman *et al.* 2005) sladkých vod mají 3 taxonomické skupiny – perloočky (Cladocera), klanonožci

(Copepoda) a vířníci (Rotifera). Jmenované skupiny jsou také nejčastějším objektem výzkumu hydrobiologů zajímajících se o zooplanktonní společenstva. V menší míře sem patří také larvy koreter (rod *Chaoborus*), vodulí (rod *Atax*) aj. (Lellák & Kubíček 1991, Kalff 2003, Hartman *et al.* 2005).

Velký vliv má na velikost biomasy síťového zooplanktonu i na jeho druhové složení rybí obsádka. Působí na něj zejména prostřednictvím selektivní predace, kdy planktonožravé ryby dávají přednost větším dobře viditelným jedincům před malými a průhlednými (Kalff 2003, Burks *et al.* 2002, Hartman *et al.* 2005). Velcí planktonní korýši buď pod predacním tlakem zmenšují velikost svého těla nebo jsou nahrazovány drobnějšími druhy s menší filtrační schopností (Kalff 2003, Hartman *et al.* 2005). Méně efektivní filtrace pak často vede ke snížení průhlednosti vody (Kalff 2003, Hartman *et al.* 2005). Případná absence velkých filtrátorů (např. perlooček rodu *Daphnia*) způsobí nárůst početnosti jejich konkurentů – menších druhů perlooček (např. rod *Bosmina*), klanonožců a vířníků (Hartman *et al.* 2005, Wallace *et al.* 2006). V opačném případě při malém predacním tlaku a dostatku potravy dochází k výraznému populačnímu nárůstu velkých perlooček (zejména již zmíněný rod *Daphnia*). Voda je díky velkým filtrátorům průhledná a ve velmi mělkých vodách může následný rozvoj ponořené vodní vegetace způsobit ústup volné vody na úkor litorálů (Kalff 2003, Hartman *et al.* 2005). Tyto vzájemné vztahy mezi přítomností rybích predátorů a strukturou zooplanktonu mohou být narušeny v případě, že je voda výrazně obarvena přítomností huminových látek. Jelikož hnědé zbarvení vody snižuje její průhlednost a ztěžuje rybám spatření kořisti, zůstávají velcí korýši i v jejich přítomnosti nadále součástí zooplanktonu (Wallace *et al.* 2006). Pokud rybí obsádka úplně chybí, přebírají top-down kontrolu (kontrola shora, predací) nad zooplanktonem pouze bezobratlí predátoři (Kalff 2003). Důležitým bezobratlým predátorem ovlivňujícím strukturu společenstev zooplanktonu v mnoha jezerech a nádržích jsou larvy rodu *Chaoborus* (Kalff 2003). Velikost biomasy zooplanktonu je také závislá na koncentraci (celkového) fosforu ve vodě, který ovlivňuje množství přítomného fytoplanktonu jako hlavního zdroje potravy (Kalff 2003). Pokud je růst populací limitován množstvím potravy, jedná se o tzv. bottom-up control (kontrola zdola) (Kalff 2003). Sezónní změny společenstva zooplanktonu sladkých vod souhrnně popisuje PEG-model (Sommer *et al.* 1986).

3.3.1 Vliv nízkého pH na společenstvo zooplanktonu

Optimální hodnota pH vyhovující většině sladkovodních organismů je udávána v rozmezí 6,5 až 8,5 (Dubský *et al.* 2003, Kalff 2003, Hartman *et al.* 2005). Pokud se pH vody pohybuje mimo optimum, dochází ke snížení druhového bohatství (Stuchlík *et al.* 1985, Havens & Heath 1989, Fott *et al.* 1994, Kalff 2003, Vrba *et al.* 2003, Hogsden *et al.* 2009). Většina ryb dlouhodobě nepřežívá ve vodách s $\text{pH} < 5$ (Dubský *et al.* 2003). Na druhou stranu však tyto vody často obývají druhy, které ve vodách nezasazených acidifikací nenalezneme – druhy acidotolerantní nebo dokonce acidofilní (Stuchlík *et al.* 1985, Havens & Head 1989, Fott *et al.* 1994, Stuchlík *et al.* 1997, Vrba *et al.* 2003, Hořická *et al.* 2006, Hogsden *et al.* 2009). Zásadní změny ve společenstvu zooplanktonu acidifikovaných vod lze zjednodušeně shrnout do několika bodů: 1. pokles druhové diverzity (v extrémních případech nebyl zooplankton vůbec nalezen), 2. výrazný úbytek druhů koryšů (často i jejich úplné vymizení), 3. úbytek druhů vířníků (nebývá tak masivní jako u koryšů), 4. pronikání litorálních nebo rašelinných druhů do oblasti volné vody, kde nahrazují typicky limnetické druhy, 5. záměna původních druhů za acidotolerantní/acidofilní taxony. Charakter změn souvisí s mírou okyselení (Stuchlík *et al.* 1985, Havens & Head 1989, Fott *et al.* 1994, Stuchlík *et al.* 1997, Vrba *et al.* 2003, Hořická *et al.* 2006, Hogsden *et al.* 2009). Nízké pH nebývá často jediným faktorem eliminujícím počet druhů v kyselých vodách. Na jejich redukci se podílí také další stresory jako např. nedostatek vápníku, vysoký obsah huminových látek, nedostatek potravních zdrojů a především vysoký obsah iontů toxických kovů (Křeček & Hořická 2001, Kalff 2003, Hořická *et al.* 2006, Belyaeva & Deneke 2007). Hlavně hliník (toxické formy – viz dále), jehož koncentrace ve vodě se snižujícím se pH rychle stoupá, je považován spolu s rostoucí koncentrací iontů H^+ za hlavní faktory zapříčiňující nízkou druhovou diverzitu v kyselých vodách (Fott *et al.* 1994, Kalff 2003). Ve vodě s pH kolem 7 je obsaženo jen několik $\mu\text{g.l}^{-1}$ hliníku, který je součástí rozpustných komplexů organických a anorganických sloučenin. Zbytek je uložen v sedimentu ve formě nerozpustných sraženin, které pro organismy nejsou škodlivé. Nejvíce toxické formy hliníku Al^{3+} , $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$ a jeho jednoduché anorganické komplexy se do vody dostávají nejvíce při poklesu pH vody pod 5,5, kdy rozpustnost hliníku významně stoupá. Nicméně koncentrace hliníku ve vodě může při stejné hodnotě pH kolísat v různých nádržích, jezerech a řekách a proto není závislá pouze na pH (Kalff 2003). Koncentrace iontů H^+

v přírodních vodách je ovlivňována mnoha procesy, mezi které patří zejména: fotosyntéza, respirace, nitrifikace, denitrifikace, oxidace síry a desulfatace (Hlavínek & Říha 2004).

Za účelem zjištění, jaké druhy zooplanktonu jsou schopné odolávat nízkým hodnotám pH nebo jaké hodnoty pH jsou danými druhy preferovány, bylo provedeno mnoho studií a experimentů (Bērziņš & Pejler 1987, Havens & Head 1989, Belyaeva & Deneke 2007). Bylo prokázáno, že acidotolerantní druhy jsou současně schopné snášet vyšší obsah toxických forem hliníku (Havens & Head 1989).

Mezi typicky rašelinné druhy vířníků, jejichž výskyt byl zaznamenán také v planktonu silně acidifikovaných jezer na Šumavě nebo ve vodních nádržích v Jizerských horách, patří např. *Microcodon clavus*, *Brachionus sericus*, *Keratella serrulata* (Fott *et al.* 1994, Stuchlík *et al.* 1997, Vrba *et al.* 2003). Dalšími významnými druhy zooplanktonu do různé míry acidifikovaných nádrží a jezer jsou např. vířníci *Keratella valga*, *Polyarthra remata*, nebo *Synchaeta pectinata*. Z korýšů můžeme jmenovat *Holopedium gibberum*, *Daphnia longispina*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Chydorus sphaericus*, *Acanthocyclops vernalis*, *Cyclops abyssorum* (Fott *et al.* 1994, Stuchlík *et al.* 1997, Vrba *et al.* 2003, Hartman *et al.* 2005, Nedbalová *et al.* 2006). Některé z nich jsou řazeny mezi druhy euryiontní (*K. valga*, *C. quadrata*, *A. vernalis* a *C. sphaericus*) (Stuchlík *et al.* 1997, Hartman *et al.* 2005). Perloočka *C. sphaericus* může kolonizovat vody s pH od 3,4 do 9,2 (Sacherová *et al.* 2006). Podrobnější studie zpracovaná Belyaeva & Deneke (2007) ukazuje schopnost *C. sphaericus* přežít i ve vodách, kde pH kolísá od 3 do 7,5. Stejně odolná vůči nízkému pH je i další perloočka *Scapholeberis mucronata* nalezená ve vodě s pH 3 (Belyaeva & Deneke 2007). Protože všechny jmenované druhy jsou schopné obývat vody s pH < 6, mohou se vyskytovat i ve Vydymáčku (Bērziņš & Pejler 1987, Fott *et al.* 1994, Stuchlík *et al.* 1997, Hartman *et al.* 2005, Sacherová *et al.* 2006, Hudec 2010).

4. Popis lokality

Rybník Vydymáček se nachází na severním okraji Plzně v údolí Merán (Kumpera 2008). Leží v nadmořské výšce 334 m n. m. (Sofron & Nesvadbová 1997) a přímo sousedí s přírodní památkou Doubí, která byla založena pro ochranu zbytku borové doubravy s dvoustletými duby, na které jsou navázány vzácné druhy hmyzu, např. tesařík (*Acimerus schaefferi*) (Skála 2003). Název rybníka je odvozen od slova vydýmat, kdy byly podobné rybníky, tzv. vydýmače, zakládány, aby případně zachytávaly větší přívaly vody a zároveň sloužily jako její zásobárna pro rybníky položené níže po proudu živného potoka (Kumpera 2008, Janeček *et al.* 2001).

Vydymáček je součástí Bolevecké rybníční soustavy, jejíž počátky sahají již do konce 15. století, kdy byl v roce 1460 založen největší z rybníků, Velký bolevecký. Po roce 1460 byl nad pozdějším Seneckým rybníkem založen Vydymáček (Janeček *et al.* 2001). Přesné datum vzniku není známo, ani zda se současný Vydymáček nachází na stejném místě jako ten z 15. století. Existují o něm záznamy z let 1669 – 1713 (Ebel *et al.* 2002). Například v roce 1669 měl být nasazen 14 kopami kapří násady (Janeček *et al.* 2001). Z roku 1713 pak o něm existuje záznam v soupisu plzeňských rybníků, který byl vytvořen v rámci dominikální příznávací fassé tereziánského katastru. Zde je Vydymáček uveden jako výtažný rybník. Zanikl před rokem 1738 (Ebel *et al.* 2002). Před II. světovou válkou byl obnoven nájemcem boleveckých rybníků J. Mráčkem a porybným V. Baštýřem, ale jen nakrátko, neboť voda přitékající z rašelinišť byla pro kapry příliš kyselá (Janeček *et al.* 2001). Jsou známy záznamy z let 1898 až 1912 připomínající úhyny ryb v rybnících napuštěných vodou z Vydymáčku. Příčinou bylo podle tehdy provedených expertiz zastavení čerpání spodní vody v krachujících Starkovských dolech v Třemošné. V důsledku toho byl dlouhodobě znečišťován pramen rybníka roztoky síranů. Voda tak obsahovala velké množství síranů železa a hliníku (Ebel *et al.* 2002). Proto se rybník přestal využívat a jeho plocha byla zalesněna smrkem. Znovu obnoven byl K. Kaňákem a jeho synem Janem po roce 1952 jako součást arboreta Sofronka, aby se stal útočištěm pro zvěř a vodní ptactvo. Za stejným účelem byl obnoven i sousední rybník Rozkopaný (Janeček *et al.* 2001). Hráz Vydymáčku byla protržena přívalem vody v r. 1965, kdy za 3 hodiny napršelo 140 mm srážek a hráze musela být opravena (Janeček *et al.* 2001).

Poslední stavební úpravy na něm byly prováděny od roku 2005 do roku 2007, kdy probíhala oprava hráze a nouzového přelivu. Přestavba měla navýšit retenční kapacitu rybníka, zlepšit kvalitu odtoku povrchové vody a stabilizovat jeho ekologickou funkci v krajině (Jícha 2005).

Svou rozlohou cca 0,88 ha (Kopáčková 2005) se Vydymáček řadí mezi menší rybníky Bolevecké soustavy. Jeho hráz měří na délku 75 m a na výšku 3,1 m. Objem nádrže při normální (provozní) hladině, která leží v 333,25 m n. m., je 8420 m³ (Kůsová 2007). Během sledovaného období byla naměřena nejvyšší hloubka u hráze 2,1 m. Rybník je oplocen a není tak běžně přístupný veřejnosti.

4.1 Hydrologie území

Vydymáček je součástí kaskády dvou rybníčků ležících na bezejmenném potoku (hydrologické číslo povodí 1-10-04-003) pramenícím v rašeliništi pod vrchem Orlík (400 m n. m.), kde je zřízeno trvalé sanační čerpání z areálu Škoda Orlík (Ebel *et al.* 2002, Čihák & Duras 2005). Bezejmenná vodoteč je levostranným přítokem Boleveckého potoka, do kterého se vlévá nad Seneckým rybníkem. Druhým rybníkem je Rozkopaný (337 m n. m.) situovaný proti proudu vodoteče o několik metrů výše nad Vydymáčkem (Sofron & Nesvadbová 1997).

Povodí bezejmenného přítoku má rozlohu 2,67 km², je z 9/10 zalesněno a jeho nejvyšším bodem je Borek (399 m n. m). Při M-355 denním průtoku, který je 0,5 l.s⁻¹ (tab. 1), se nádrž naplní za 195 dní. N-leté průtoky jsou uspořádány v tab. 2 (Kůsová 2007).

Tab. 1. M-denní průtoky bezejmenného přítoku rybníka Vydymáček v l.s⁻¹ (podle Kůsová 2007).

M	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Průtok v l.s⁻¹	10,5	7,5	6	4,5	4	3	2,5	2	1,5	1	1	0,5	0,1

Tab. 2. N-leté průtoky bezejmenného přítoku rybníka Vydymáček v m³.s⁻¹ (podle Kůsová 2007).

N	1	2	5	10	20	50	100
Průtok v m³.s⁻¹	10,5	7,5	6	4,5	4	3	2,5

4.2 Geologie a hydrogeologie

Dno Vydymáčku i dalších rybníků Bolevecké soustavy má původ v arkozách (pískovce obsahující větší množství kaolinitu) karbonského stáří (Janeček *et al.* 2001, Mergl 2010). Tyto arkózy tvoří ze stratigrafického hlediska nýřanské vrstvy kladenského souvrství (westphal D až Cantabr), které se zde ukládaly po hiátu (Mašek *et al.* 1994, Mergl 2010). Nýřanské vrstvy vznikaly zejména v podmínkách říčních toků převážně intermitentního typu (toky, u kterých dochází k pravidelnému vysychání koryt v určitém období v roce) (Mašek *et al.* 1993, Krajčová 2009). Na Plzeňsku leží buď na svrchním proterozoiku, nebo na sedimentech radnických vrstev. Jedná se především o cyklicky uspořádaná klastika s převahou arkóz a arkózových pískovců nad prachovci, jílovci a uhelnými sedimenty (Mašek *et al.* 1993). Na ně pak nasedají o něco mladší pískovce týneckého souvrství (Mergl 2010). Na některých místech od sebe nelze vrstvy týneckého a kladenského souvrství rozlišit, protože jsou velmi podobně vyvinuty a silně kaolinizovány (Mašek *et al.* 1994).

Fluviální písčitohlinité a jílovitokamenité sedimenty vyplňují v údolí Merán okolí rybníků Vydymáček a Rozkopaný a okolí bezejmenného potoka v místě, kde z Vydymáčku vytéká. Tyto sedimenty pak obklopují potok po proudu až směrem k Seneckému rybníku. Proti proudu vodoteče pak od Rozkopaného plynule přechází v deluviofluviální, převážně jílovitopísčité a jílovitokamenité sedimenty. Jedná se o holocénské uloženiny kvartéru (Líbalová & Mašek 1989).

Průlinovo-puklinové kolektory karbonu jsou vytvářeny mnohonásobným střídáním pískovců, jílovců, arkóz a slepenců. Zde se nachází podzemní voda s převážně napjatou hladinou. Její chemický typ je Ca (Mg, Na)-HCO₃SO₄(Cl). Někde mohou ionty hořčíku převládat nad vápenatými ionty (Mašek *et al.* 1994). Zpravidla tyto vody obsahují značné množství železa a manganu. Celková mineralizace podzemní vody permokarbonských kolektorů činí 0,1 – 0,7 g.l⁻¹ a řadí ji tak do kategorie prostých vod (Mašek *et al.* 1994, Hlavínek & Říha 2004). Tyto vody mají velmi málo rozpuštěných látek a jejich celková mineralizace je udávána do 1 g.l⁻¹ (Hlavínek & Říha 2004).

4.3 Půda

V širším okolí Vydymáčku se nacházejí oligotrofní hnědé lesní půdy (Skála 2003) odpovídající oligotrofním horninám karbonu (Sofron & Nesvadbová 1997). Kyselé horniny s nízkým obsahem minerálních látek, hlavně bází ve spodní vodě tvoří dobré podmínky pro vznik rašeliny. Ta vzniká z oligotrofních společenstev především ze svazu Sphagnion. Dalším důležitým faktorem je trvalé zamokření půdního povrchu podporující růst mechorostů, které vzniká v oblastech s vydatnými srážkami nebo v okolí vyvěrajících podzemních vod. Při rozkladu organické hmoty ve stagnující vodě akumulované v mělkých sníženinách je spotřebováván kyslík. V anaerobních podmínkách nedochází k úplné dekompozici a nerozložené zbytky se ukládají ve formě humolitu. Zvyšující se kyselá reakce substrátu začne více vyhovovat mechům rodu *Sphagnum* a hromaděním jejich odumřelých těl vzniká rašelina. Relativně chladnější klima stejně jako nízký obsah živin zpomaluje proces dekompozice, proto se u nás rozsáhlejší rašeliniště nachází často ve vyšších polohách (Sofron & Nesvadbová 1997, Chytrý *et al.* 2001, Tomášek 2003, Brom, nepublikovaný rukopis).

V blízkosti rybníků se nacházejí zbytky rašeliniště, které bylo zlikvidováno převážně jejich výstavbou (Skála 2003). Zrašelinělé je například úbočí nivy rybníka Rozkopaný a jeho břehy. Rašeliničky se vyskytují také u Vydymáčku naproti hrázi v rohu pravého břehu (Tolárová 2008).

4.4 Vegetace

Podle rekonstrukce přirozené vegetace Sofrona a Nesvadbové (1997) by měly na chudém substrátu karbonských hornin, které jsou v širším okolí celé rybníční soustavy, růst oligotrofní borové doubravy vázané na pískovcové substráty. Ze stromů by se tu hojně vyskytoval dub zimní (*Quercus petraea*) a borovice (*Pinus sylvestris*). Bylinné patro by hostilo acidofilní druhy: metličku křivolakou (*Avenella flexuosa*), borůvku (*Vaccinium myrtillus*), rozrazil lékařský (*Veronica officinalis*) a další (Sofron & Nesvadbová 1997). Tento typ přirozené vegetace odpovídá brusinkové borové doubravě (L7.3 Subkontinentální borová doubrava), která se nachází na většině území přírodní památky Doubí, kde je předmětem ochrany (Chytrý *et al.* 2001, Skála 2003). Charakteristická vegetace acidofilní doubravy (L7) se částečně nachází i v okolí rybníků Vydymáček

a Rozkopaný. Z dřevin převažují duby (*Quercus petrae*, *Q. rubra*), břízy (*Betula pendula*, *B. pubescens*), borovice (*Pinus sylvestris*) a smrky (*Picea abies*). Z bylin se zde pravidelně vyskytuje např. brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) (Tolárová 2008).

V bezprostřední blízkosti boleveckých rybníků a na nivách jejich vodotečí vyplněných holocénními usazeninami (hlavně písky a štěrkopísky) s vytvořenými převážně nivními půdami by se měly nacházet převážně lužní lesy s jasanem (*Fraxinus excelsior*), olší lepkavou (*Alnus glutinosa*) a různými druhy vrb (*Salix* sp. div.) ve stromovém a keřovém patře. V bylinném patře by se nacházeli např. svízel přítula (*Galium aparine*), kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*), netýkavka nedůtklivá (*Impatiens noli-tangere*), bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*), popenec břechťanovitý (*Glechoma hederacea*), škarda bahenní (*Crepis paludosa*) aj. Tyto porosty se však z větší části nezachovaly (Sofron & Nesvadbová 1997). Olšina jiného druhového složení se nachází v blízkosti Vydymáčku kolem napájecí vodoteče, kde kromě dominantní olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) můžeme najít také břízu bělokorou (*Betula pendula*), méně pak smrk ztepilý (*Picea abies*), krušinu olšovou (*Frangula alnus*) a modřín opadavý (*Larix decidua*). Bylinné patro je bohatě zastoupeno přesličkou lesní (*Equisetum sylvaticum*) a ostřicí třeslicovitou (*Carex brizoides*). Dalšími přítomnými druhy jsou např. bezkoleneček rákosovitý (*Molinia arundinacea*), sasanka hajní (*Anemone nemorosa*), pstroček dvoulistý (*Maianthemum bifolium*), violka bahenní (*Viola palustris*), zblochan vzplývavý (*Glyceria fluitans*), kapradiny (*Dryopteris carthusiana* a *D. dilatata*) aj. (Tolárová 2008).

4.5 Klimatické poměry

Všeobecně uznávanou klasifikací klimatu je Köppenova z roku 1900, která Vydymáček řadí do podnebí listnatého lesa mírného pásma (Cfb), jež je na území České republiky nejvíce zastoupeno (Tolasz *et al.* 2007). Blíže to znamená, že průměrná teplota nejteplejšího měsíce převyšuje 10°C, teplota nejchladnějšího měsíce leží mezi -3 až 18°C, množství srážek v nejvlhčím letním měsíci je vyšší než toto množství v nejsušším zimním měsíci, ale méně než desetkrát. Dále pro tento podtyp platí, že úhrn srážek v nejvlhčím zimním měsíci je menší než trojnásobek úhrnu srážek v nejsušším letním měsíci. Teplota nejteplejšího měsíce je menší než 22°C, přičemž alespoň čtyři měsíce mají průměr větší než 10°C (Tolasz *et al.* 2007).

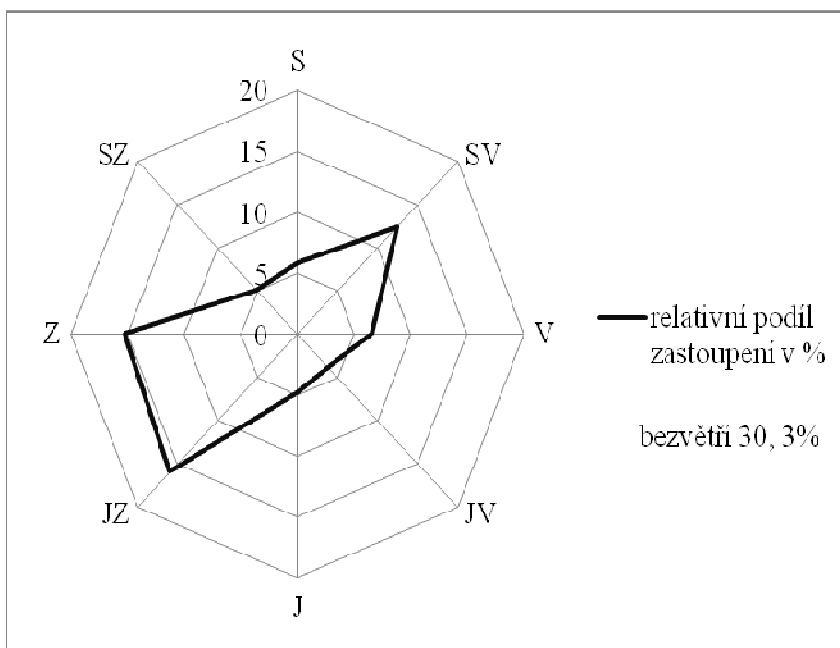
Dle Quittovy klasifikace klimatu spadá rybník do oblasti mírně teplé MT11 (Quitt 1975). Jednotlivé parametry, které charakterizují tuto jednotku, jsou uspořádány do tabulky (tab. 3).

Tab. 3. Přehled jednotlivých parametrů charakterizující klimatickou oblast MT11 dle Quitta (1975).

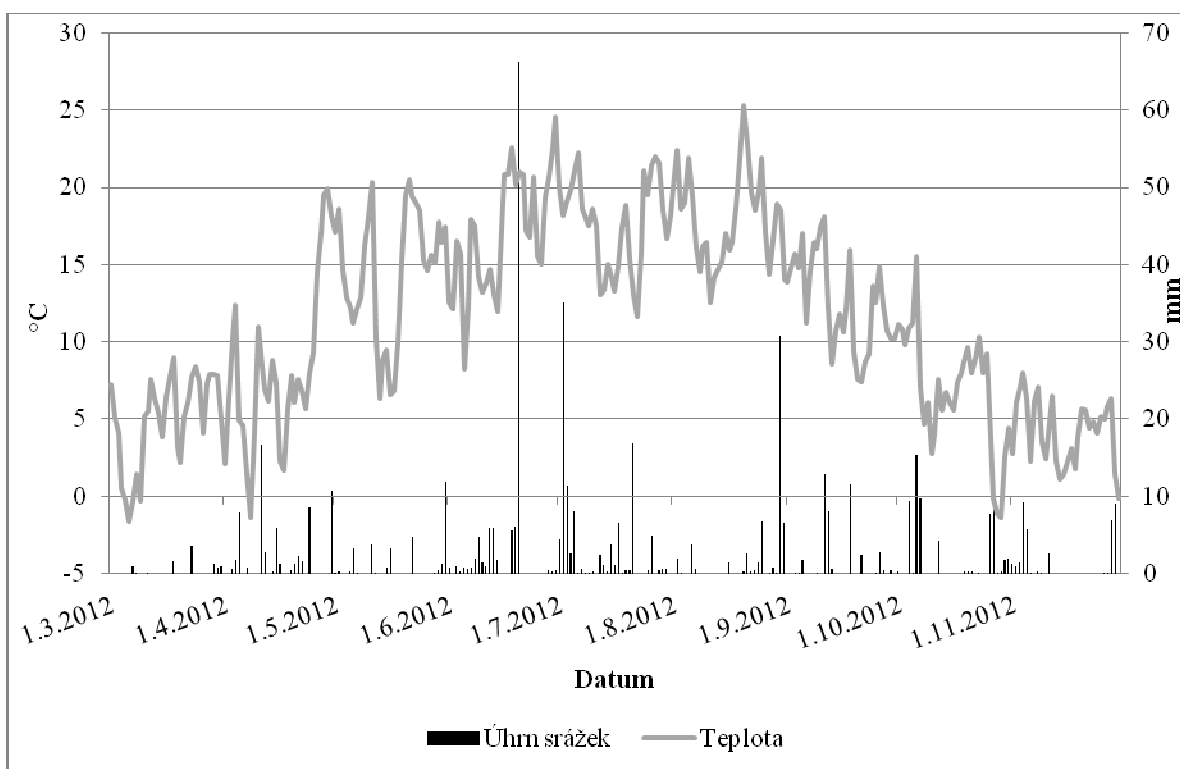
Parametr	Mírně teplá oblast MT11
Počet letních dní	40 – 50
Počet dní s průměrnou teplotou 10°C a více	140 – 160
Počet dní s mrazem	110 – 130
Počet ledových dní	30 – 40
Průměrná lednová teplota [°C]	-2 až -3
Průměrná červencová teplota [°C]	17 – 18
Průměrná dubnová teplota [°C]	7 – 8
Průměrná říjnová teplota [°C]	7 – 8
Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více	90 – 100
Suma srážek ve vegetačním období [mm]	350 – 400
Suma srážek v zimním období [mm]	200 – 250
Počet dní se sněhovou pokrývkou	50 – 60
Počet zatažených dní	120 – 150
Počet jasných dní	40 – 50

Vítr jako jeden z faktorů ovlivňující pohyb vody v nádrži, jejíž charakter úzce souvisí morfometrickými parametry nádrže především s hloubkou a s velikostí plochy hladiny, má vliv na její biologii a chemii (Kalff 2003) včetně distribuce planktonních organismů, živin a jiných látek (Fott *et al.* 1978). Významnější působení větru je v případě Vydymáčku do určité míry potlačeno jeho polohou v krajině (nachází se v údolí), kompletní zalesněností povodí a větším množstvím makrofyt, které zarůstají během sezóny značnou část rybníka a tak brání pohybu rozsáhlejší vodní masy. Větrná růžice ukazující průměrnou četnost směru větru mezi léty 1946 až 1953 v Plzni, kde patrně převládá západní až jihozápadní proudění, je vyobrazena na obrázku 1 (Hydrometeorologický ústav 1961).

Českým hydrometeorologickým ústavem byla poskytnuta data průměrných denních teplot a denních úhrnů srážek za období březen – prosinec 2012. Pro lepší znázornění jsou v grafu (obr. 2) použity pouze data z období březen-listopad 2012.



Obr. 1. Větrná růžice zobrazující průměrnou četnost směru větru (v % všech pozorování) v Plzni v období 1946 – 1953 (stanice Plzeň – 354 m n. m., 49° 46' s. š. 13° 21' v. d.) (vlastní zpracování dle Hydrometeorologický ústav 1961).



Obr. 2. Průměrné denní teploty [°C] a denní úhny srážek [mm] v období březen – listopad 2012 (dle ČHMU).

4.6 Chemismus vody

Vybrané fyzikálně-chemické parametry vody ve Vydymáčku poskytnuté podnikem Povodí Vltavy, s. p. jsou uspořádána v tabulce 4.

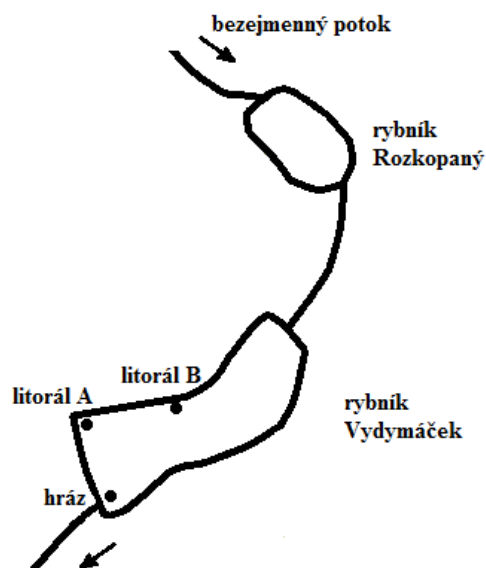
Tab. 4. Průměr, směrodatná odchylka, minimální a maximální hodnoty vybraných fyzikálně-chemických parametrů vody naměřených ve Vydymáčku u hráze v období duben – září 2010 podnikem Povodí Vltavy, s. p.

Parametr	Jednotky	Průměr	SD	min	max
Teplota vody	°C	15,5	3,76	10,7	20,8
Turbidita	NTU	2,7	1,32	1,1	4,2
pH		5,26	0,95	4,32	6,56
Konduktivita	mS/m	33,62	4,6	28	38,5
CHSK Mn	mg/l	2,58	1,29	1,2	4
N-NO ₃	mg/l	pod detekčním limitem <0,28			
N-NH ₄	mg/l	0,03	0,01	0,02	0,04
Dusík celkový	mg/l	celou sezónu 2010 <0,5			
Fosfor celkový	mg/l	0,02	0,01	0,01	0,04
SRP	µg/l	3,5	2,67	2,67	2
Chloridy	mg/l	15,17	2,14	13	19
Sírany	mg/l	118,83	20,5	95	140
ORP	mV	311,8	45,68	263	361
Chlorofyl-a	µg/l	10,08	7,71	3,4	21
Hořčík	µg/l	8,6	1,16	6,8	9,7
Křemík	µg/l	7050	864,292	6300	8600
Vápník	mg/l	20,5	1,975	18	22
Mangan celkový	mg/l	1,04	0,188	0,76	1,2
Mangan rozpuštěný	mg/l	1,022	0,176	0,76	1,2
Železo celkové	mg/l	0,654	0,501	0,3	1,6
Železo rozpuštěné	mg/l	0,403	0,243	0,1	0,77

5. Metodika

5.1 Odběrová místa

Zooplankton limnetické zóny byl odebírán poblíž nejhlubšího místa z dřevěné lávky (průměrná hloubka ve sledovaném období = 205 cm), která vede z kamenné hráze rybníka (hráz: 49° 47' 22.611" N, 13° 23' 22.872" E). Vzorke litorálního zooplanktonu se odebíraly ze dvou různých příbřežních partií (litorál A: 49° 47' 23.843" N, 13° 23' 22.419" E; litorál B: 49° 47' 24.213" N, 13° 23' 24.876" E), kde byla dominantním porostem sítina cibulkatá (*Juncus bulbosus*) (Kučera, ústní sdělení). Poloha všech tří odběrových míst je znázorněna na obrázku 3.



Obr. 3. Schematický nákres části Bolevecké soustavy s rybníkem Vydymáček a Rozkopaný a s vyznačenými místy odběrů.

5.2 Odběr vzorků

Celkem bylo v období od dubna do listopadu 2012 provedeno 10 odběrů, většinou v dopoledních hodinách. Mezi dvěma odběrovými dny byl dodržován interval přibližně 3 týdny. Výjimkou je rozpětí 5 týdnů mezi prvním a druhým odběrem a 6 týdnů mezi devátým a desátým odběrem (tab. 5). Podle Přikryla (2006) je vhodné vzorky

zooplanktonu z limnetické zóny rybníka odebírat přibližně jednou za měsíc od dubna do září. V dřívějším či pozdějším období v roce je možnost, že rybník bude vypuštěn, např. kvůli výlovu. Vydymáček však nepatří mezi chovné rybníky a celý rok je za normálních podmínek napuštěn. Kvůli postihnutí pokročilého závěru sezóny byly zařazeny další odběry v říjnu a v listopadu.

Tab. 5. Přehled termínů jednotlivých odběrů provedených ve Vydymáčku v roce 2012.

12. 4.	18. 5.	8. 6.	30. 6.	19. 7.	11. 8.	31. 8.	23. 9.	13. 10.	24. 11.
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.

3.2.1 Limnetická zóna

Pro získání vzorku zooplanktonních skupin Cladocera a Copepoda byla použita Apsteinova planktonní síť o rozměrech ok 200 μm a průměrem vstupního otvoru 20 cm. Větší velikost ok zaručuje rychlejší proudění vody a nižší pravděpodobnost ucpání otvorů sítě. V opačném případě by došlo k hnutí vody před vstupním otvorem sítě a pohyblivější druhy by měly větší šanci uniknout a nemusely by být v našem vzorku zachyceny (Přikryl 2006).

Vertikální tah planktonní sítě byl proveden v celém rozsahu vodního sloupce ode dna ke hladině tak, aby nebyly zbytečně zviřeny usazené sedimenty. Odebraný vzorek byl přelit přes vypouštěcí kohout do umělohmotné vzorkovnice s uzávěrem (PE). Síť byla několikrát propláchnuta a její obsah přidán do vzorku. Tento postup byl několikrát opakován dle množství zachycených planktonních částic, nejčastěji však 3x. Výsledný počet tahů se pak spolu s dalšími údaji napsal na vzorkovnici. Podle potřeby byl celý vzorek znovu přelit přes planktonní síť, aby došlo k jeho dalšímu zakoncentrování.

Semikvantitativní vzorek zooplanktonu byl odebírán sítí s oky o velikosti 40 μm a průměrem vstupního otvoru 29 cm. Velikost ok byla optimální i pro zachycení nejdrobnějších druhů vířníků a nejmladších vývojových stádií koryšů (Přikryl 2006). Efekt hnutí vody před sítí byl snížen větším vstupním otvorem sítě a nižší úživností rybníka. Ve Vydymáčku po celou sezónu nedošlo k masivnímu vývoji vodního květu. Metodika odběru se shoduje s výše popsáním postupem pro síť s velikostí ok 200 μm .

Pro potřeby nácviku determinace zooplanktonu byl nepravidelně odebírán také kvalitativní směsný vzorek. Odběr byl proveden stejným způsobem jako u semikvantitativního vzorku, jen bylo použito šikmých tahů místo vertikálních.

3.2.2 Litorály

Odběr probíhal na obou litorálních stanovištích podle stejné metodiky. Planktonní síť o rozměru ok 40 μm a velikosti vstupního otvoru 29 cm nebylo možné použít přímo pro tažení vodou kvůli přítomnosti litorálního porostu. Pro odběr semikvantitativního vzorku bylo nutné použít plastovou nádobu o objemu 1 l. Pomocí nádoby bylo vždy přefiltrováno 10 litrů vody přes planktonní síť a takto získaný vzorek byl kvantitativně převeden do PE vzorkovnice.

Nepravidelně byl odebírán také kvalitativní směsný vzorek. Do vzorkovnice z části naplněné šikmými tahy z limnetické zóny byl přidán objem vzniklý přefiltrováním několika litrů vody z obou litorálních stanovišť.

Všechny vzorky byly fixovány 36 – 38 % formaldehydem na výslednou hodnotu koncentrace přibližně 4 %. Poté byly vzorky transportovány do školní laboratoře v Centru biologie, geověd a envigogiky Fakulty pedagogické ZČU v Plzni, kde byly uchovávány při pokojové teplotě.

Při každém odběru byl zaznamenán stav počasí a bylo pořízeno několik fotografií rybníka pro zachycení stavu vodních makrofyt.

5.3 Měření fyzikálně-chemických parametrů vody

Součástí každého odběru bylo na prvním stanovišti u hráze změřit hloubku rybníka a průhlednost vody Secchiho deskou.

Na všech třech stanovištích byla za pomoci multiparametrické sondy WTW Multi 340i (WTW, Německo) měřena u hladiny rybníka hodnota pH, koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě, vodivost a teplota vody. Před každým měřením byla provedena kalibrace přístroje.

Podrobnější chemická analýza vody byla na rok 2012 naplánována podnikem Povodí Vltavy, s. p., a měla být k dispozici i pro účel této práce. Bohužel z tohoto plánu nakonec sešlo a pro předkládanou bakalářskou práci byla k dispozici pouze data z roku 2010.

5.4 Zpracování vzorků

Vzorky byly zpracovávány ve školní laboratoři v Centru biologie, geověd a envigogiky Fakulty pedagogické ZČU v Plzni.

Vzorek z limnetické zóny odebraný sítí s oky o velikosti 200 μm byl zbaven formaldehydu propláchnutím vodou přes sítko s očky 20 μm . Následně byl vzorek převeden do kádinky. Pod binolupou byly spočítány larvy rodu *Chaoborus*. Poté byli nalezené perloočky a klanonožci determinováni pod mikroskopem (Olympus BX 51).

Semikvantitativní vzorek byl po propláchnutí vodou převeden do kádinky a prohlédnut pod stereomikroskopem. Za účelem determinace byli vybíráni konkrétní jedinci z řad korýšů (dospělé samice buchanek nejlépe s ovisaky a dospělé samice perlooček). Na dobře určitelné jedince by se později nemuselo narazit a přítomnost druhu by pak nemusela být zaznamenána.

Z kádinky se poté pipetou nabírala usazená část na podložní sklíčko, která ho téměř celé pokryla. Z každého vzorku byla prohlédnuta minimálně tři takto připravená podložní sklíčka. Pod mikroskopem se určovali vířníci, perloočky a klanonožci. Zbylé vodní organismy nebyly hodnoceny. V závěru se stanovil vzájemný poměr jednotlivých druhů ve vzorku podle tabulky 6 a na jeho základě bylo k danému taxonu přiřazeno číslo vyjadřující stupeň jeho četnosti. Při mikroskopování byly pořizovány mikrofotografie jednotlivých druhů pro možnost zpětné kontroly.

Tab. 6. Odhadová stupnice (Přikryl 2006).

Podíl taxonu ve vzorku	Stupeň četnosti
0 %	0
< 1 %	1
1 – 5 %	2
5 – 10 %	3
10 – 20 %	4
20 – 40 %	5
40 – 80 %	6
> 80 %	7

Pro určování jedinců do rodu či druhu byly použity tyto determinační klíče: Amoros (1984), Bartoš (1959), Koste (1978), Brandl (1974), Kořínek (2005), Segers (1995).

5.5 Statistické zpracování dat

K vyhodnocení vazby mezi počtem nalezených taxonů a měřenými charakteristikami prostředí byla zvolena lineární regrese. Prezentovaná data (tab. 8, 9 a 10) vyjadřují korelační koeficient, přičemž signifikance navrženého modelu je pro zjednodušení vyjádřena pouze počtem symbolů (hvězdiček).

6. Výsledky

6.2 Fyzikálně-chemické vlastnosti vody

Sledované fyzikálně-chemické parametry vody jsou uspořádány v tabulce 7. Vývoj pH během sezóny má opačný průběh než konduktivita (obr. 5, 6 a 7). Nejnižší hodnoty pH byly naměřeny 18. 5. v oblasti litorálů i volné vody (tab. 7), od té doby měly převážně vzestupnou tendenci (obr. 5, 6 a 7). Od srpna se hodnoty pH nejčastěji pohybovaly mezi 6 a 7. Větší variabilita byla zaznamenána u litorálu B (obr. 7), kde byla také 23. 9. naměřena nejvyšší hodnota pH z celé sezóny (7,5; tab. 7). Tyto výkyvy se projeví i u konduktivity. Celkově se hodnota konduktivity ve sledovaném období pohybovala od 203 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (litorál A) do 343 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (litorál B) (tab. 7).

Průměrná teplota vody je přibližně 15 °C u litorálů i u volné vody (tab. 7). Svého maxima dosáhla teplota vody 30. 6. (tab. 7). Její sezónní průběh spolu s obsahem rozpuštěného kyslíku ve vodě ukazují obrázky 8, 9 a 10. Při srovnání výsledků z obou litorálních habitatů s výsledky z limnetické zóny je vidět větší variabilita teploty i obsahu kyslíku v litorálech rybníka. Obsah kyslíku ve vodě vykazuje značnou sezónní proměnlivost. Hodnoty rozpuštěného kyslíku ve vodě naměřené na jaře byly poměrně vysoké (18. 5. v litorálu B dokonce 16 mg/l). Avšak s postupujícím létem jeho obsah výrazně klesal. Nejnižších hodnot dosáhl 31. 8., kdy byla v litorálu A zjištěna anoxie (obr. 6). Následně se obsah rozpuštěného kyslíku začal v obou litorálech zvyšovat, jen v oblasti volné vody trval výrazný kyslíkový deficit o něco déle (obr. 5).

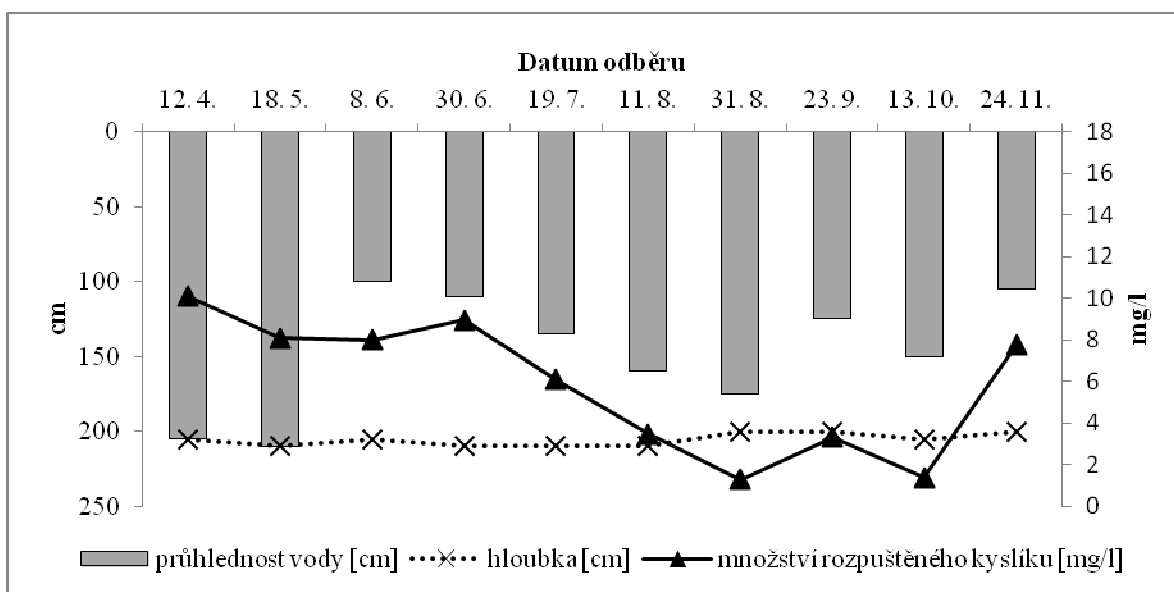
Obsah kyslíku korespondoval s průhledností vody (obr. 4). Na jaře byla průhlednost až na dno (205 – 210 cm). V červnu pak došlo k jejímu prudkému poklesu na vůbec nejnižší zjištěnou hodnotu vzorkovacího období (100 cm). Následoval nárůst průhlednosti během léta a její druhé maximum (31. 8.). V průběhu podzimu se průhlednost přiblížila svému sezónnímu minimu.

Kolísání hladiny během vzorkovacího období bylo velmi malé, v rozsahu 10 cm (obr. 4). Nejvyšší naměřená výška hladiny (hloubka) rybníka byla 2,1 m (tab. 7).

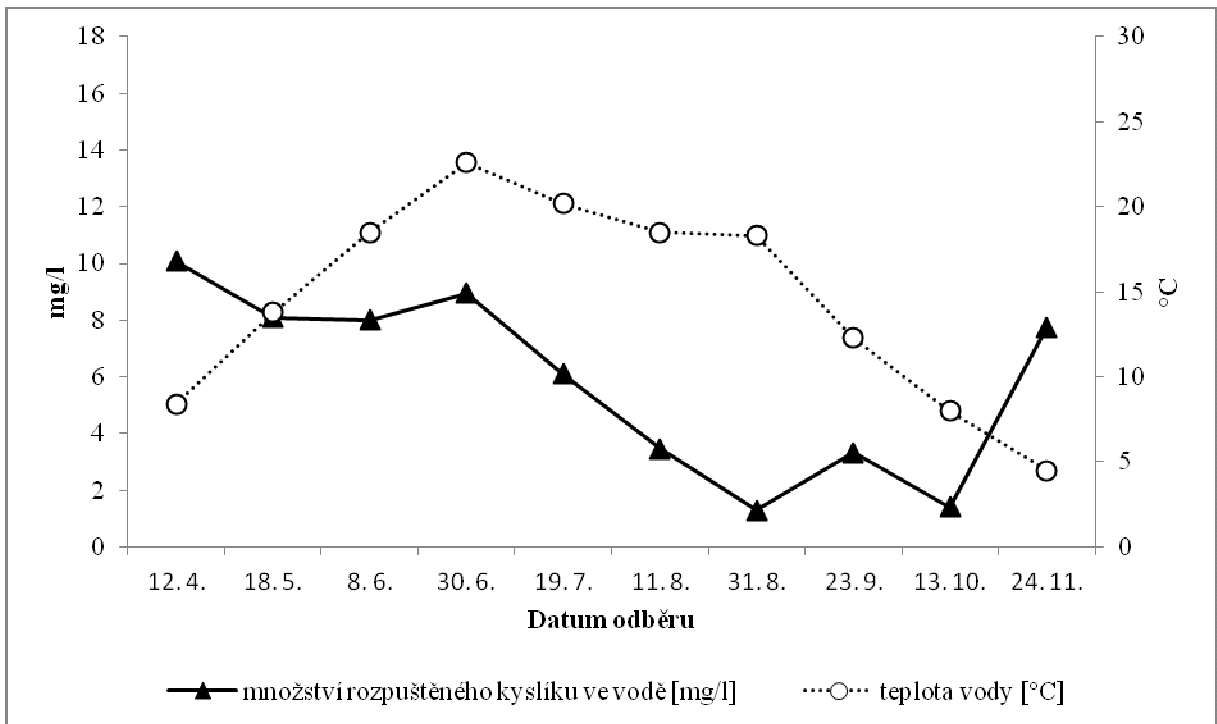
Během celého sledovaného období byla voda ve Vydymáčku zbarvena do hněda rozpuštěnými huminovými látkami.

Tab. 7. Průměr, směrodatná odchylka, minimální a maximální hodnoty fyzikálně-chemických parametrů vody naměřených ve Vydymáčku v období duben – listopad 2012.

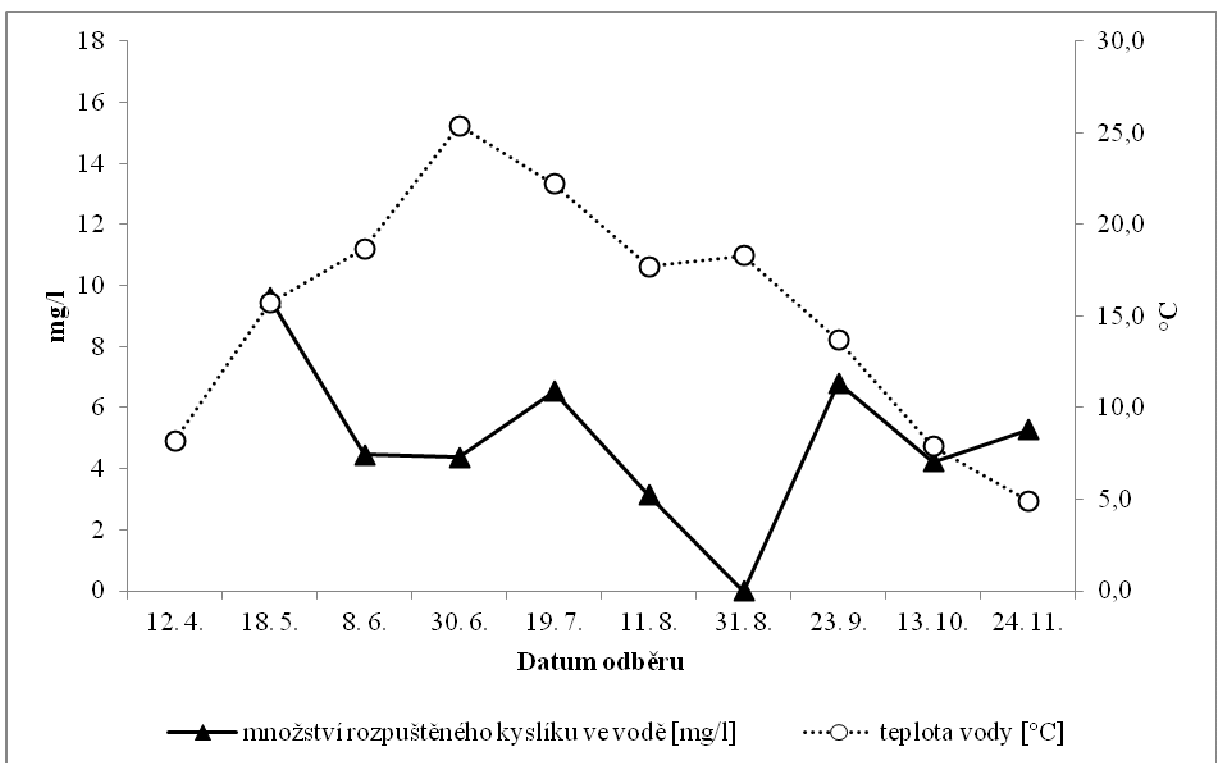
Parametr	HRÁZ				LITORÁL A				LITORÁL B			
	Průměr	SD	min	max	Průměr	SD	min	max	Průměr	SD	min	max
Teplota vody [°C]	14,5	6,0	4,5	22,6	15,3	6,6	4,9	25,4	14,8	6,5	5,0	24,3
Obsah rozpuštěného kyslíku [mg/l]	5,8	3,2	1,3	10,1	4,9	2,7	0,0	9,6	7,6	3,9	1,4	16,0
pH	5,8	1,0	4,1	6,8	5,9	0,9	4,1	6,7	5,9	1,2	4,0	7,5
Konduktivita [μS/cm]	258,6	48,4	216,0	340,0	257,2	47,7	203,0	335,0	278,0	48,0	220,0	343,0
Hloubka vody [cm]	205,5	4,4	200,0	210,0								
Průhlednost [cm]	147,5	39,8	100	210								



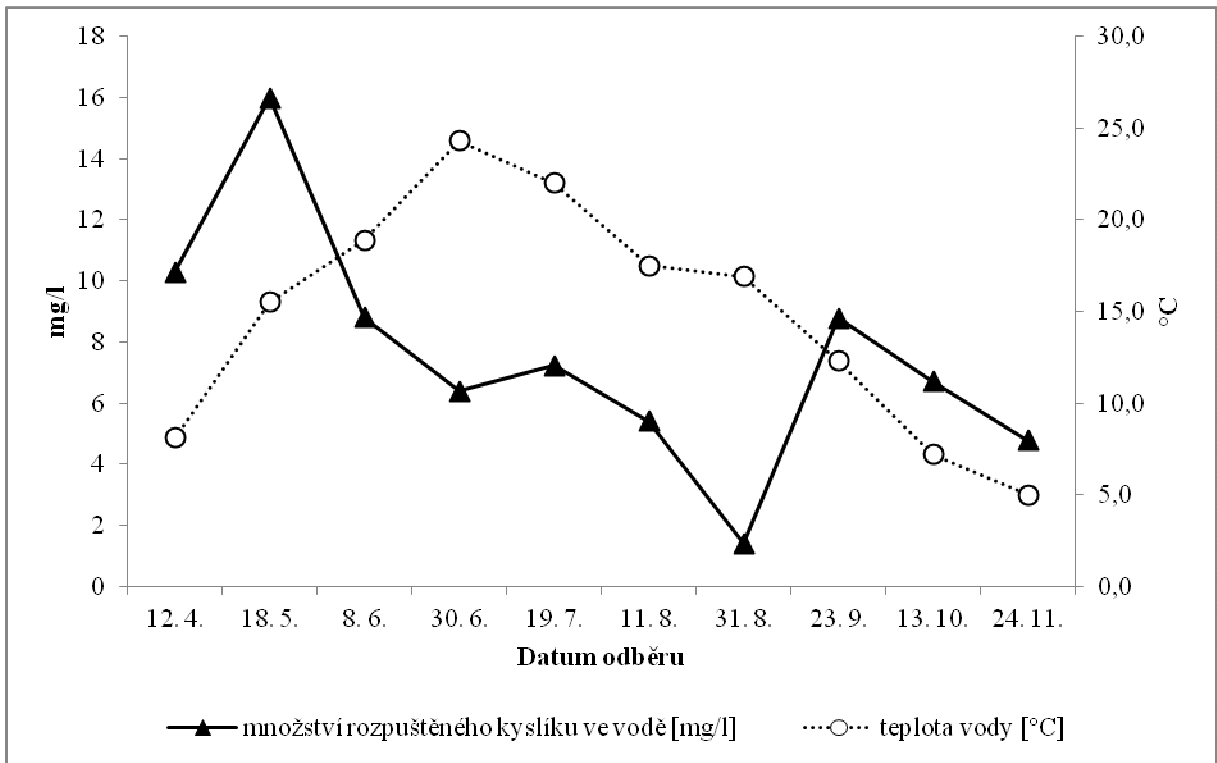
Obr. 4. Sezónní průběh průhlednosti vody, hloubky rybníka a obsahu kyslíku u hráze (duben – listopad 2012).



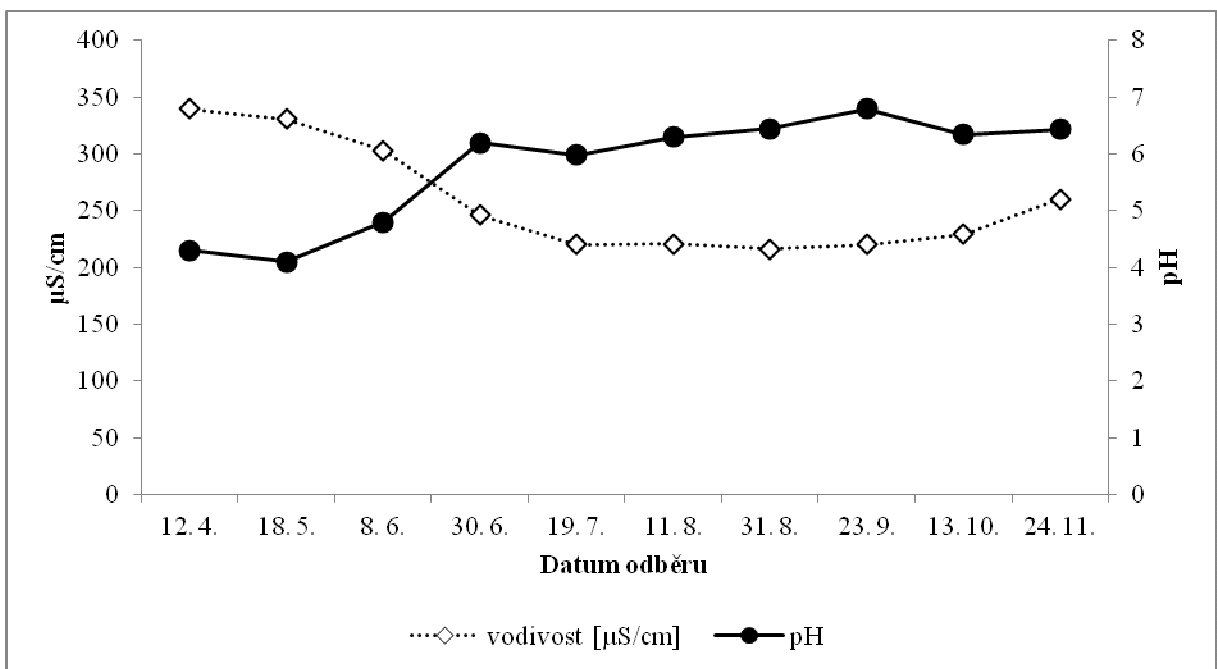
Obr. 5. Sezónní průběh obsahu rozpuštěného kyslíku a teploty vody u hráze (duben – listopad 2012).



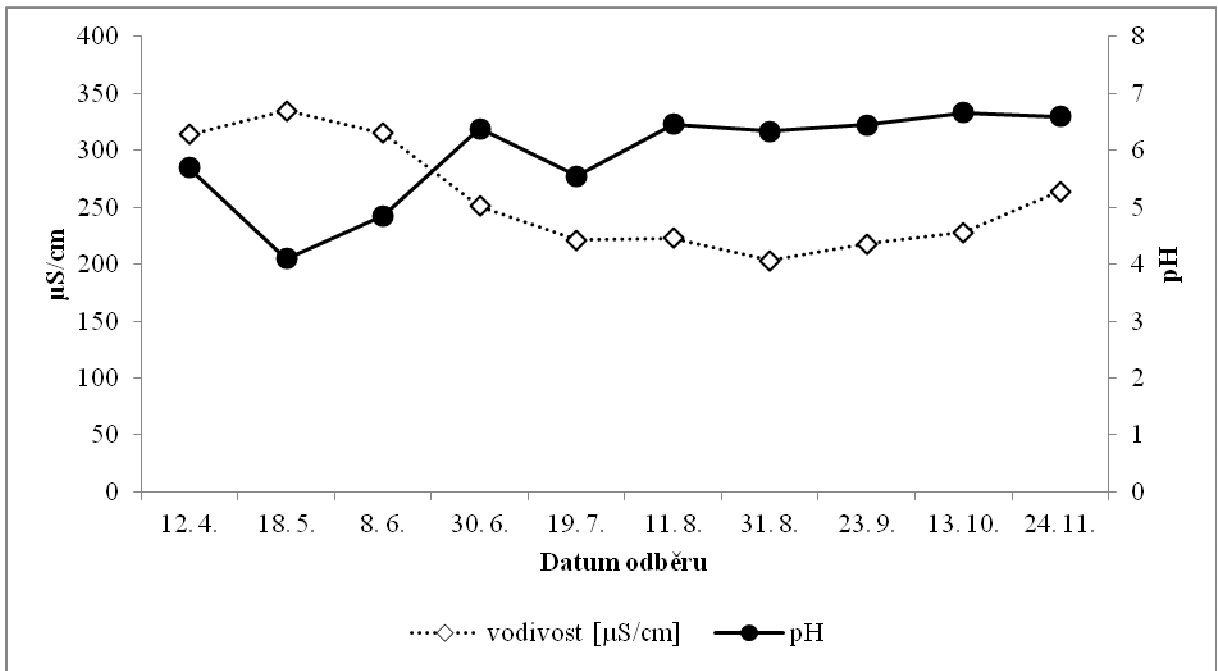
Obr. 6. Sezónní průběh obsahu rozpuštěného kyslíku a teploty vody v litorálu A (duben – listopad 2012).



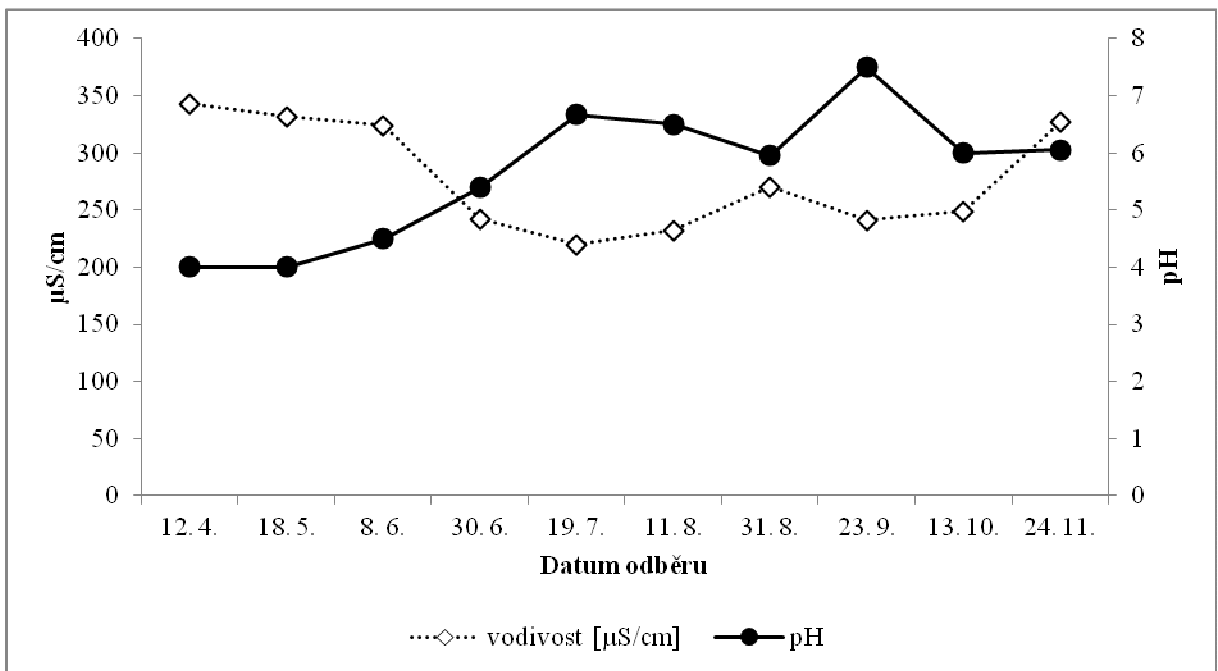
Obr. 7. Sezónní průběh obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě a teploty vody v litorálu B (duben – listopad 2012).



Obr. 8. Sezónní průběh konduktivity a pH u Hráže (duben – listopad 2012).



Obr. 9. Sezónní průběh konduktivity a pH v litorálu A (duben – listopad 2012).



Obr. 10. Sezónní průběh konduktivity a pH v litorálu B (duben – listopad 2012).

6.3 Druhové složení zooplanktonu

Celkem bylo nalezeno ve Vydymáčku za období duben – listopad 2012 50 taxonů síťového zooplanktonu. Jejich výskyt v jednotlivých sledovaných částech rybníka je popsán v tabulce 11. Z koryšů bylo zjištěno pouze 11 (6 taxonů perlooček a 5 taxonů klanonožců). Dominantní skupinou co do počtu taxonů byli vířníci s 39 taxony.

Pravidelně se vyskytujícími perloočkami ve Vydymáčku byly: *Chydorus sphaericus*, *Ceriodaphnia quadrangula* a *Scapholeberis mucronata*. *C. sphaericus* se objevoval po celé vzorkovací období, ale nejhojnějším byl na jaře. *C. quadrangula* tvořila od června do října významnou část zooplanktonu litorálu A. V menší míře byla determinována také u hráze a v litorálu B. *S. mucronata* byla pravidelně přítomna v obou litorálech po celou sezónu, narozdíl od limnetické zóny, kde byl její výskyt omezen pouze na červen. Perloočky *Alona guttata*, *Daphnia longispina* a *Simocephalus exspinosus* se vyskytovaly pouze ojediněle, převážně v podzimním období.

Nejčastěji determinovaným zástupcem klanonožců byl *Acanthocyclops einslei*. *Diacyclops bicuspidatus*, *Macrocyclus fuscus*, *Paracyclops poppei* a *Eudiaptomus gracilis* se ve vzorcích podařilo prokázat pouze sporadicky. *M. fuscus* byl nalezen jen v listopadu v litorálu A. *P. poppei* byl přítomen pouze v litorálech na jaře a na podzim. Vznášivka *E. gracilis* byla determinována v podzimních vzorcích z hráze.

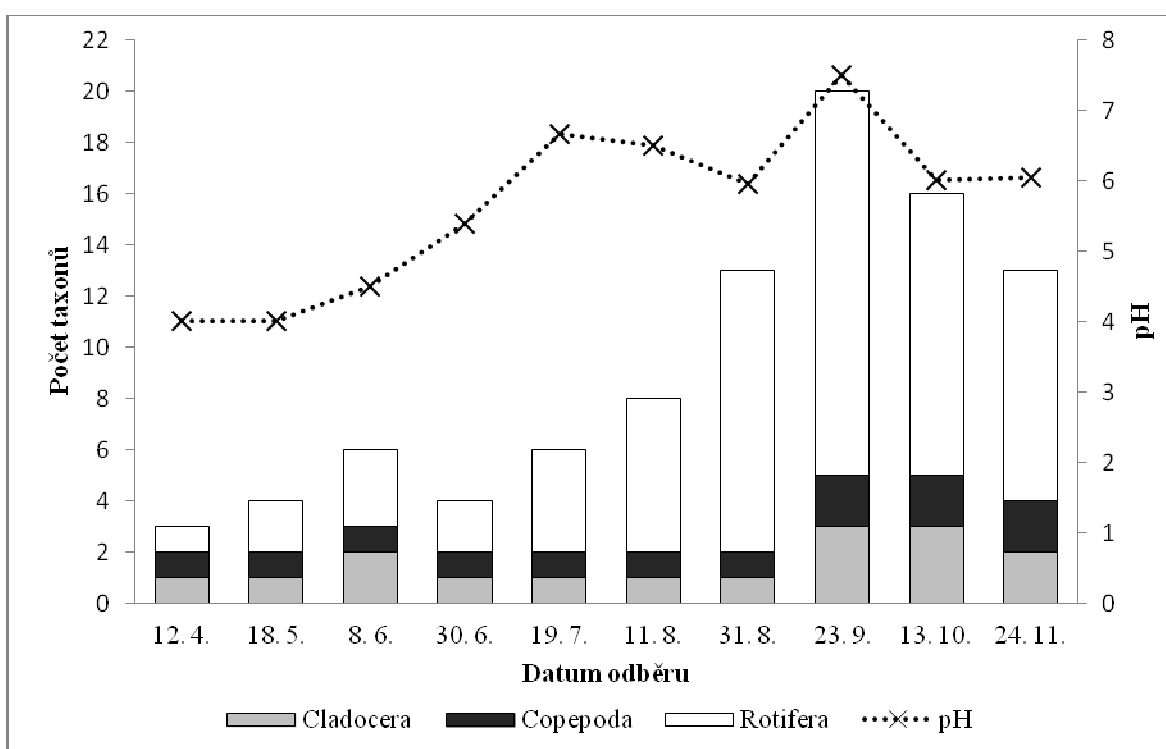
Počet nalezených taxonů vířníků je ve Vydymáčku velmi bohatý (tab. 11). Dominantními byly ve všech třech habitatech *Anuaeropsis fissa*, *Brachionus sericus* a *Keratella testudo*. Čeleď Lecanidae byla pravidelnou součástí společenstva vířníků převážně druhé poloviny sledovaného období a byla zastoupena zejména druhy: *L. bulla*, *L. hamata*, *L. tenuiseta* a *L. closterocerca*. Nezanedbatelný podíl měl od srpna ve vzorku z hráze a z litorálu A rod *Polyarthra* s determinovanými druhy *P. dolichoptera* a *P. vulgaris/major*. *Synchaeta pectinata* se od srpna hojně vyskytovala v limnetické zóně. Pravidelně se v zooplanktonu Vydymáčku objevoval také *Epiphanes* sp., *Lepadella acuminata*, *Lepadella* sp. 2 a rod *Trichocerca*.

Tripleuchlanis plicata nevytvořil během vzorkovacího období ve Vydymáčku velké populace, ale jde o první nález tohoto taxonu na území České republiky.

6.4 Sezónní dynamika zooplanktonu

6.4.1 Hráz

Počet nalezených taxonů v jednotlivých odběrových dnech je vyobrazen spolu se sezónními změnami pH na obrázku 11. Na jaře, kdy se pH pohybovalo v rozmezí 4 až 5 (duben – červen), bylo i společenstvo zooplanktonu druhově chudé (3 až 6 taxonů). Se zvyšující se hodnotou pH během sezóny narůstal i počet nalezených druhů. Svého maxima dosáhl v září (20 taxonů). Největší podíl na růstu druhové diverzity mají vířníci. Jejich počet se od července do září téměř zčtyřnásobil. Naopak podíl korýšů na celkovém počtu nalezených taxonů zůstal téměř neměnný až do konce srpna, ale ani v září nebyl jejich nárůst nijak výrazný. Vzájemný poměr perlooček a klanonožců byl většinou 1:1. Na podzim mírně převažovaly perloočky (3:2).



Obr. 11. Sezónní změny počtu taxonů a pH u hráze (duben – listopad 2012).

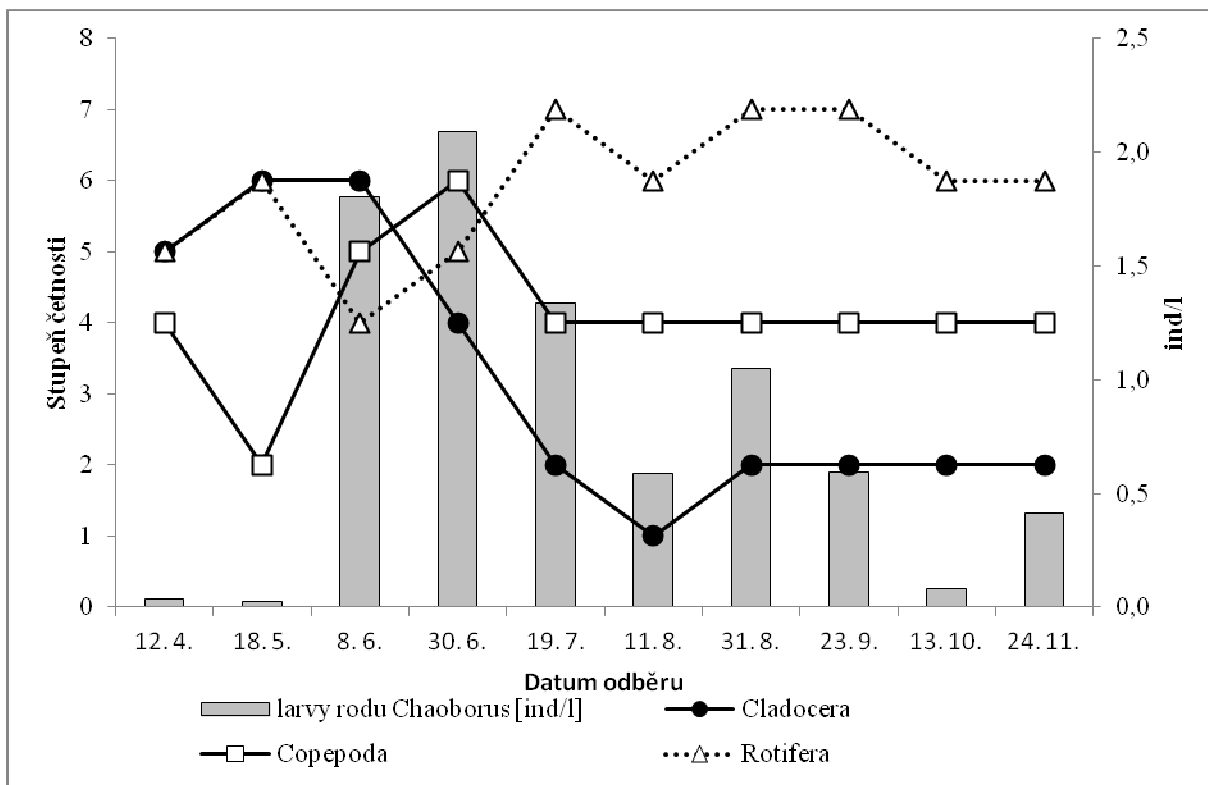
Podle výsledků lineární regrese vyšel statisticky signifikantně pouze vztah mezi počtem determinovaných taxonů vířníků a pH, vodivostí a obsahem rozpuštěného kyslíku (tab. 8). Ze tří jmenovaných abiotických faktorů měl největší vliv na počet nalezených taxonů obsah rozpuštěného kyslíku. Nejméně závislý byl počet nalezených taxonů na vodivosti

(tab 8). U perlooček se neprokázal žádný vztah mezi počtem druhů a některým z testovaných abiotických faktorů (průhlednost, teplota vody, pH, obsah rozpuštěného kyslíku, vodivost).

Tab. 8. Výsledky lineární regrese provedené mezi počtem taxonů vybraných skupin zooplanktonu a vybranými fyzikálně-chemickými faktory (použité hodnoty zjištěné v období duben – listopad 2012 u hráze; výsledky vyjádřeny korelačním koeficientem, tučně vyznačené hodnoty jsou odstupňované podle hladiny pravděpodobnosti: * = P (pravděpodobnost) < 0,05; ** = P < 0,01).

Taxonomická skupina	Průhlednost	Teplota vody [°C]	pH	Obsah rozpuštěného kyslíku [mg.l-1]	Vodivost [μS.cm-1]
Cladocera	0,18	0,3	0,09	0,13	0,03
Rotifera	0,05	0,12	0,55 *	0,61 **	0,42 *

Změnu procentuálního zastoupení vířníků, buchanečků a klanonožců ve vzorku během sledovaného období a sezónní změny abundance larev rodu *Chaoborus* ukazuje obrázek 12. Na začátku sezóny, kdy byl počet dravých larev na minimu (0,02 až 0,03 ind/l) a pH se pohybovalo mezi 4 a 5, byl podíl klanonožců ve vzorku nízký. Dominovali zde vířníci a perloočky. Během června abundance bezobratlých predátorů prudce vzrostla. Koncem měsíce dosáhla svého sezónního maxima (2,09 ind/l). Zvýšil se také podíl klanonožců, kteří v době, kdy byla populace koreter nejpočetnější (30. 6.), měli ve vzorku největší zastoupení (40 – 80 %). Procentuální podíl vířníků nejprve s nárůstem larev poklesl (8. 6.) a dominantními se staly perloočky (40 – 80 %). Avšak od července se poměr obrátil a vířníci po zbytek sledovaného období ve vzorku výrazně převažovali. Z celkového počtu jedinců tvořili střídavě 40 až 80 % a více jak 80 %. Naopak perlooček začalo ve vzorcích od sezónního maxima koreter prudce ubývat. Začátkem srpna tvořily méně jak jedno procento nalezeného zooplanktonu. Koncem srpna se jejich podíl o něco navýšil, ale po zbytek vzorkovacího období nebyl větší jak 5 %. Pokles byl zaznamenán též u klanonožců, ale nebyl tak výrazný jako u perlooček. Jejich procentuální zastoupení zůstalo od 19. 7. mezi 10 až 20 %. S poklesem koryšů se začala zmenšovat také populace bezobratlých predátorů. Sezónní změny její denzity částečně korelovaly se sezónními změnami podílu perlooček ve vzorcích.



Obr. 12. Změna procentuálního zastoupení vířníků, perlooček a klanonožců ve vzorku během sledovaného období a sezónní změny abundance larev rodu *Chaoborus* u hráze (duben – listopad 2012).

6.4.1.1 Cladocera

V limnetické zóně bylo zjištěno všech 6 druhů perlooček determinovaných ve Vydymáčku (tab. 11). V dubnu a v květnu se vyskytoval pouze *Chydorus sphaericus*. Svého maxima dosáhl v květnu, kdy tvořil 40 až 80 % zooplanktonu ve vzorku. Začátkem června se k němu přidala o něco méně početná *Scapholeberis mucronata* (5 – 10 %), která byla zaznamenána i koncem měsíce (10 – 20 %), kdy už *C. sphaericus* nebyl nalezen. Od července se společenstvo perlooček změnilo. Netvořilo již tak podstatnou část vzorku jako na jaře. Nejvýznamnější perloočkou letní části sezóny se stala *Ceriodaphnia quadrangula*. *C. quadrangula* byla do září jediným přítomným zástupcem skupiny Cladocera. Její podíl ve sledovaném společenstvu zooplanktonu však nepřesáhl 5 %. V září pak spolu s ní byly zjištěny ještě dva druhy. Znovu se objevila *Scapholeberis mucronata* (< 1 %) a nově byl zaznamenán výskyt *Daphnia longispina*, která v planktonu vytrvala až do konce vzorkovacího období, ale tvořila méně jak 1 % vzorku. *Simocephalus exspinosus* byla nalezena v říjnu a následně i v listopadu. *Alona guttata* byla

determinována pouze v říjnu. Poslední dvě jmenované perloočky pokaždé tvořily méně než 1 % společenstva zooplanktonu. Druhová diverzita perlooček dosáhla svého maxima na podzim (obr. 11).

6.4.1.2 Copepoda

V zóně volné vody byly nalezeny celkem 3 druhy klanonožců (2 druhy buchaneč, 1 druh vznášivky; tab. 11). Jejich sezónní dynamiku je těžké popsat, protože ve vzorku často chyběly dospělé samice. První druh klanonožce se podařilo determinovat až 8. června. Byl zjištěn výskyt buchanky *Diacyclops bicuspidatus*. Její přítomnost byla potvrzena také v listopadu. Začátkem srpna byla určena další buchanka, *Acanthocyclops einslei*. *A. einslei* byl zjištěn také ve vzorku z listopadu společně s *D. bicuspidatus*. Jediný zástupce podřádu vznášivek vyskytujících se ve Vydymáčku, *Eudiaptomus gracilis*, byl determinován v září a v říjnu.

Klanonožci tvořili podstatnou část zooplanktonu volné vody téměř celé sledované období. Jejich podíl ve vzorku kolísal pouze na jaře a začátkem léta. V květnu byl zaznamenán jejich pokles na nejnižší hodnotu z celé sezóny (1 – 5 %). V červnu pak jejich podíl stoupal a koncem měsíce dosáhl svého maxima (40 – 80 %). Od července bylo jejich zastoupení v zooplanktonu neměnné (10 – 20 %).

Z vývojových stádií většinu sezóny převažovala nauplia.

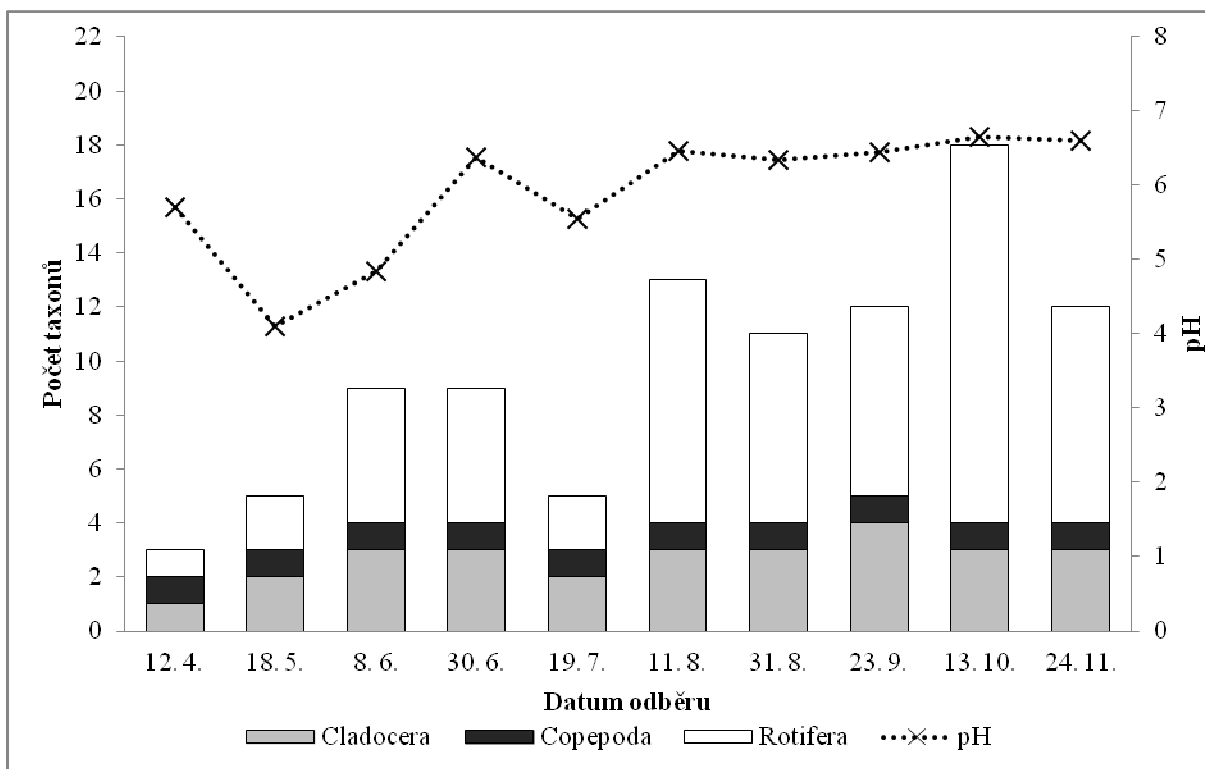
6.4.1.3 Rotifera

Celkem bylo ve volné vodě determinováno 25 taxonů vířníků (tab. 11). Od května do června byl dominantním druhem *Brachionus sericus*. V dubnu byl *B. sericus* dokonce jediným přítomným vířníkem. Koncem června z planktonu vymizel. Po zbytek sezóny se stala dominantou *Keratella testudo*. Největší podíl ve vzorku měla v říjnu (40 – 80 %). V ostatních případech tvořila 20 až 40 %. V červenci spolu s ní dominovala v limnetické zóně také *Hexarthra* sp., ale už následujícím měsícem její význam začal klesat a naposledy byla přítomna ve vzorku ze září. Dalším významným vířníkem limnetické zóny byla *Anuaeropsis fissa*. V zooplanktonu se objevila začátkem srpna a během něj měla stejné zastoupení jako *K. testudo*. Její podíl pak v září poklesl (stupeň četnosti 2) a od října už nebyla nalezena vůbec. Významnější podíl ve vzorku ve druhé polovině sezóny měla také

Synchaeta pectinata, rod *Polyarthra* spp. (blíže determinováni jako *P. dolichoptera* a *P. vulgaris/major*), dále *Trichocerca* sp., *Lecane bulla*, *Epiphanes* sp. V listopadu se počet nalezených druhů vířníků o něco snížil a na významu získala *Keratella cochlearis* jinak po celý rok prakticky nepřítomná nyní tvořila 5 až 10 %. V říjnu a v listopadu byl nalezen *Conochilus hippocrepis*, jenž nebyl přítomen v žádném z litorálních habitatů. Dalšími vířníky nalezenými pouze v stejné jako *Microcodon clavus*, *Mytilina* sp., *Lepadella* sp. 3 a *P. dolichoptera* (tab. 11). *Tripleuchlanis plicata* byl nalezen pouze v září a tvořil méně jak 1 % zooplanktonu ve vzorku.

6.4.2 Litorál A

Počet nalezených taxonů v jednotlivých odběrových dnech je vyobrazen spolu se sezónními změnami pH na obrázku 13. Přestože je druhová pestrost během roku více rozkolísaná než u volné vody, stále je zde vidět trend vzrůstajícího počtu taxonů s postupující sezónou a zvyšující se hodnotou pH. Minimální počet taxonů byl nalezen v dubnu (pouze 3 taxony), přestože v té době naměřené pH (5,7) nedosahovalo svého sezónního minima (tab. 7), které nastalo následující měsíc. Tou dobou začal počet druhů narůstat. V červnu pak druhová diverzita dosáhla svého prvního vrcholu (10 taxonů). Po něm došlo k poklesu zjištěných taxonů na pět. V srpnu se druhová diverzita skokově zvýšila především zásluhou vířníků. K podobnému nárůstu v počtu determinovaných taxonů vířníků pak došlo během sezóny ještě jednou, a to v říjnu, kdy druhová pestrost dosáhla svého druhého vrcholu. U perlooček nebyly sezónní změny tak výrazné jako u vířníků. Největší počet druhů skupiny Cladocera byl zjištěn v září. U společenstva klanonožců se po celé vzorkovací období podařilo zjistit vždy jen jeden taxon.



Obr. 13. Sezónní změny počtu taxonů a pH v litorálu A (duben – listopad 2012).

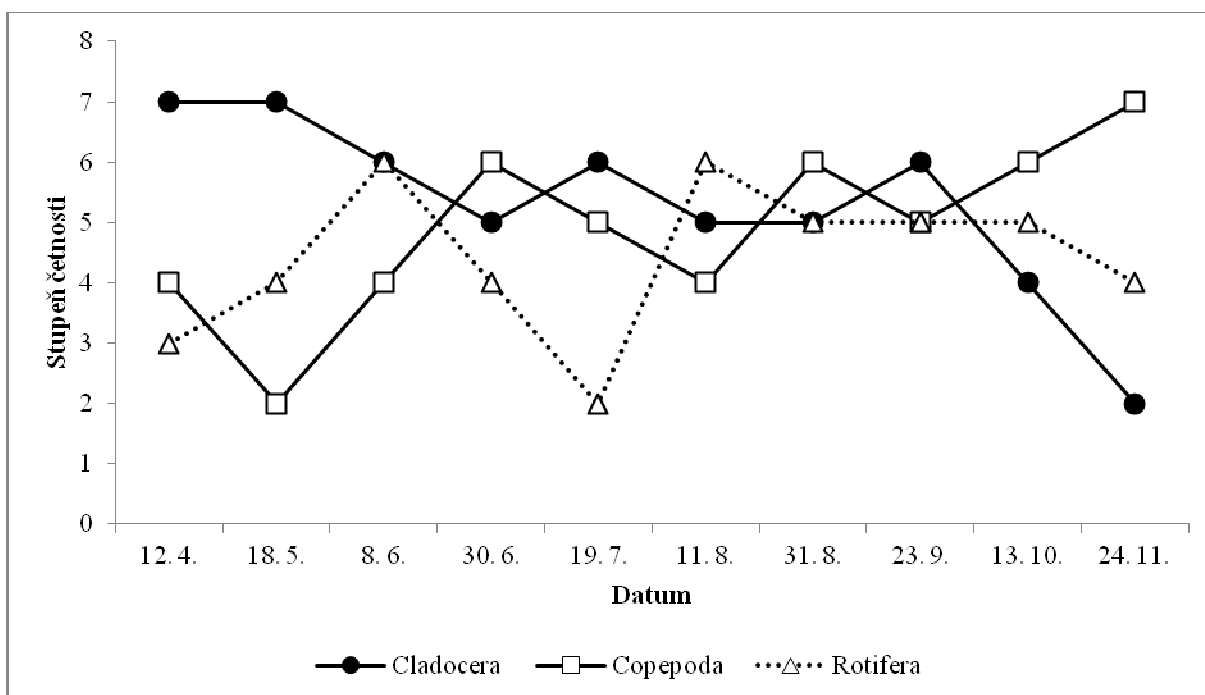
V litorálu A byla lineární regresí statisticky signifikantně prokázána pouze závislost mezi počtem nalezených taxonů vířníků a pH (tab. 9).

Tab. 9. Výsledky lineární regrese provedené mezi počtem taxonů vybraných skupin zooplanktonu a vybranými fyzikálně-chemickými faktory (použité hodnoty zjištěné v období duben – listopad 2012 v litorálu A; výsledky vyjádřeny korelačním koeficientem, tučně vyznačené hodnoty jsou odstupňované podle hladiny pravděpodobnosti: * = P (pravděpodobnost) < 0,05; ** = P < 0,01).

Taxonomická skupina	Teplota vody [°C]	pH	Obsah rozpuštěného kyslíku [mg.l-1]	Vodivost [μ S.cm-1]
Cladocera	0,01	0,24	0,12	0,3
Rotifera	0,11	0,41 *	0,24	0,26

Změnu procentuálního zastoupení vířníků, buchanek a klanonožců ve vzorku během sledovaného období ukazuje obrázek 14. Křivka vývoje podílu klanonožců ve vzorku jde antagonisticky ke křivce vývoje podílu perlooček. Perloočky dosáhly svého sezónního maxima na jaře, kde tvořily více jak 80 % vzorku zooplanktonu. Během léta jejich zastoupení kolísalo mezi 20 a 80 %. Na podzim jejich podíl ve vzorku klesl na 1 – 5 %.

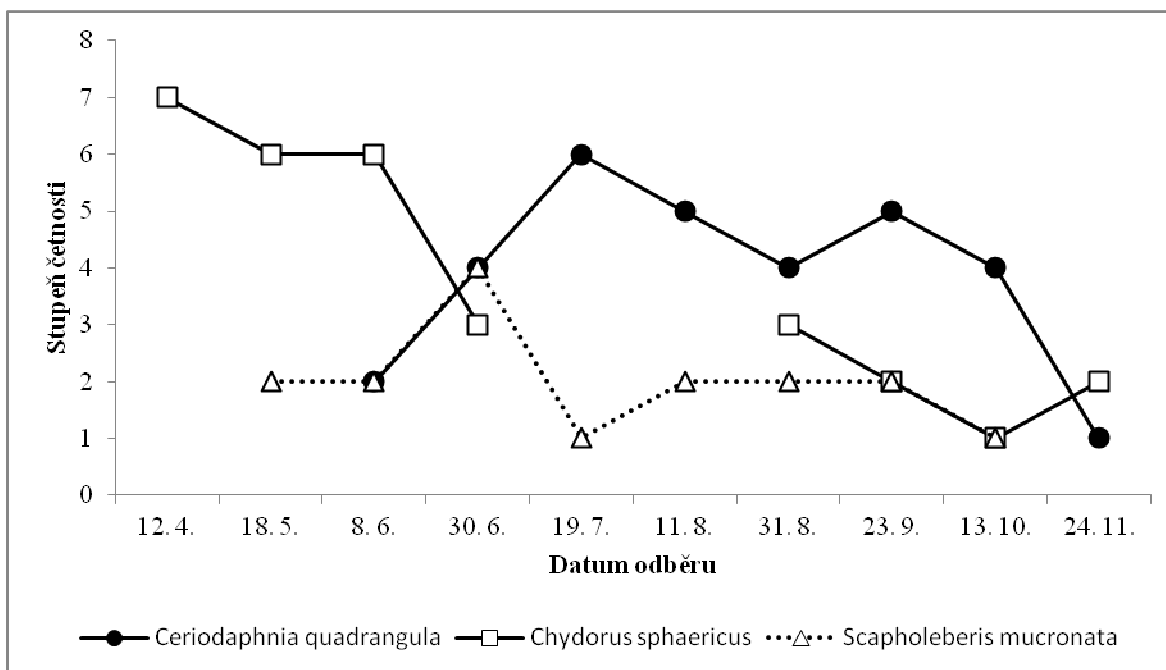
Oproti tomu klanonožci měli nejmenší zastoupení na jaře (1 – 5 %) Během letního období jejich podíl ve vzorku kolísal mezi 10 a 80% a narostl vždy s poklesem četnosti perlooček. Největší zastoupení pak měli klanonožci v listopadu (> 80 % vzorku). U vířníků byl stupeň četnosti dosti proměnlivý. Během sezóny dosáhl jejich podíl ve vzorku dvou vrcholů. Poprvé tvořili stejný podíl ve vzorku společně s perloočkami (obr. 14). Po červencovém sezónním minimu začal podíl vířníků opět stoupat a začátkem srpna dosáhli svého druhého maxima. Zároveň se stali poprvé a naposledy během sezóny dominantní skupinou zooplanktonu, když se snížil počet korýšů ve vzorku.



Obr. 14. Změna procentuálního zastoupení vířníků, perlooček a klanonožců ve vzorku během sledovaného období v litorálu A (duben – listopad 2012).

6.4.2.1 Cladocera

Kromě *Daphnia longispina* byly v litorálu A zjištěny všechny ve Vydymáčku determinované perloočky (tab. 11). Téměř po celou sezónu byly nalézány tři z nich: *Chydorus sphaericus*, *Ceriodaphnia quadrangula* a *Scapholeberis mucronata*. Jejich sezónní dynamiku ukazuje obrázek 15. *Alona guttata* byla zjištěna pouze 11. srpna (1 – 5 %). *Simocephalus exspinosus* byl determinován v září a v listopadu v obou případech tvořil 1 až 5 % ze sledovaných planktonních skupin.



Obr. 15. Sezónní dynamika vybraných druhů perlooček litorálu A (duben – listopad 2012).

6.4.2.2 Copepoda

V litorálu A byly nalezeny všechny ve Vydymáčku determinované buchanky (tab. 11). Kvůli malému počtu dospělých samic ve vzorku se povedlo přítomnost každé z nich kromě *Acanthocyclops einslei* potvrdit pouze jednou za sledované období. *A. einslei* byl nalezen v červenci a v říjnu. Na jaře byly zjištěny dva druhy: *Diacyclops bicuspidatus* (12. 4.) a *Paracyclops poppei* (8. 6.). V listopadu byl objeven velký druh *Macrocyclus fuscus*.

6.4.2.3 Rotifera

Celkem bylo v litorálu A zjištěno 29 taxonů vířníků a některé z nich se nepodařilo objevit ani v litorálu B ani u hráze (např. *Kellicottia longispina*, *Lecane obtusa*, *Lepadella patella*, *L. rhomboides*, *Collotheca* sp.) (tab. 11). *Brachionus sericus* byl přítomen od dubna do začátku června s největším podílem ve vzorku v červnu (20 – 40 %). Od května do října se ve vzorku pravidelně objevovala *Lepadella* sp. s dvěma absencemi – 19. 7. a 23. 9. *Keratella testudo* byla poprvé zjištěna v červenci a od té doby byla pravidelnou součástí zooplanktonu mimo září. Největšího podílu ve vzorku dosáhla v říjnu (10 – 20%). Nejvýznamnějším rodem vířníka byla od srpna *Polyarthra* s pravidelným výskytem až do konce sledovaného období. Nejhojnější se stala 11. 8., kdy měla 20 až 40 % zastoupení

ve vzorku. Během srpna se podařil determinovat jeden druh z výše zmiňovaného rodu, jednalo se o *P. dolichopteru*. *Anuaeropsis fissa* se vyskytoval pouze v srpnu, ale jeho začátkem tvořila 20 až 40 % sledovaného zooplanktonu. V od září do listopadu se společně vyskytovali *Lepadella acuminata* a *Tripleuchlanis plicata*.

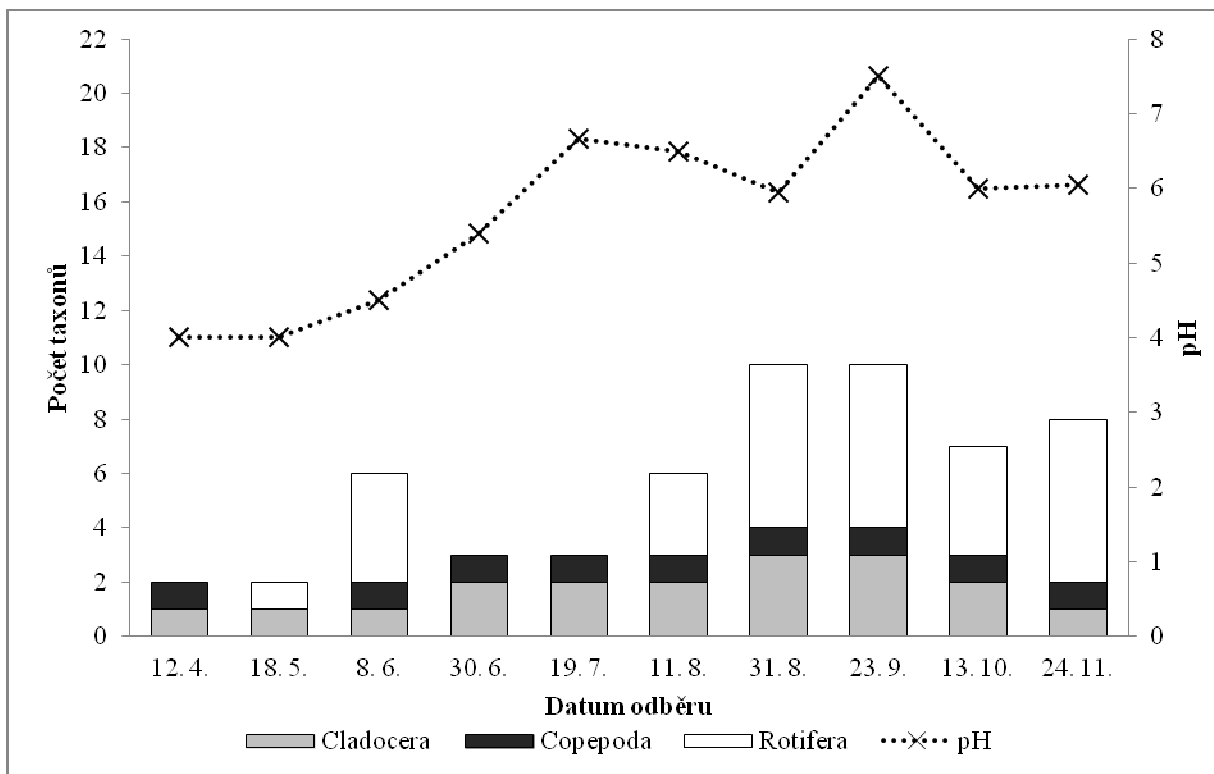
6.4.3 Litorál B

Téměř celou polovinu sledovaného období nebyli v litorálu B nalezeni zástupci vířníků (obr. 16). Vyjímkou byl vzorek odebraný 18. května a 8. června. V květnovém vzorku byl nalezen jeden taxon ze skupiny vířníků, ale chyběli v něm zcela klanonožci. Začátkem června byl počet nalezených příslušníků skupiny Rotifera neobvykle vysoký (obr. 16). Od srpna byly ve vzorcích znovu přítomné všechny tři sledované planktonní skupiny. Maximální druhová diverzita byla dosažena 11. 8. a 23. 9. (10 taxonů). Počet druhů ze skupiny Cladocera pozvolna rostl až do pozdního léta, pak začal klesat.

Výsledky lineární regrese ukázaly přímou závislost mezi počtem nalezených druhů perlooček a pH a vodivostí. Oba korelační koeficienty byly srovnatelně velké (tab. 10).

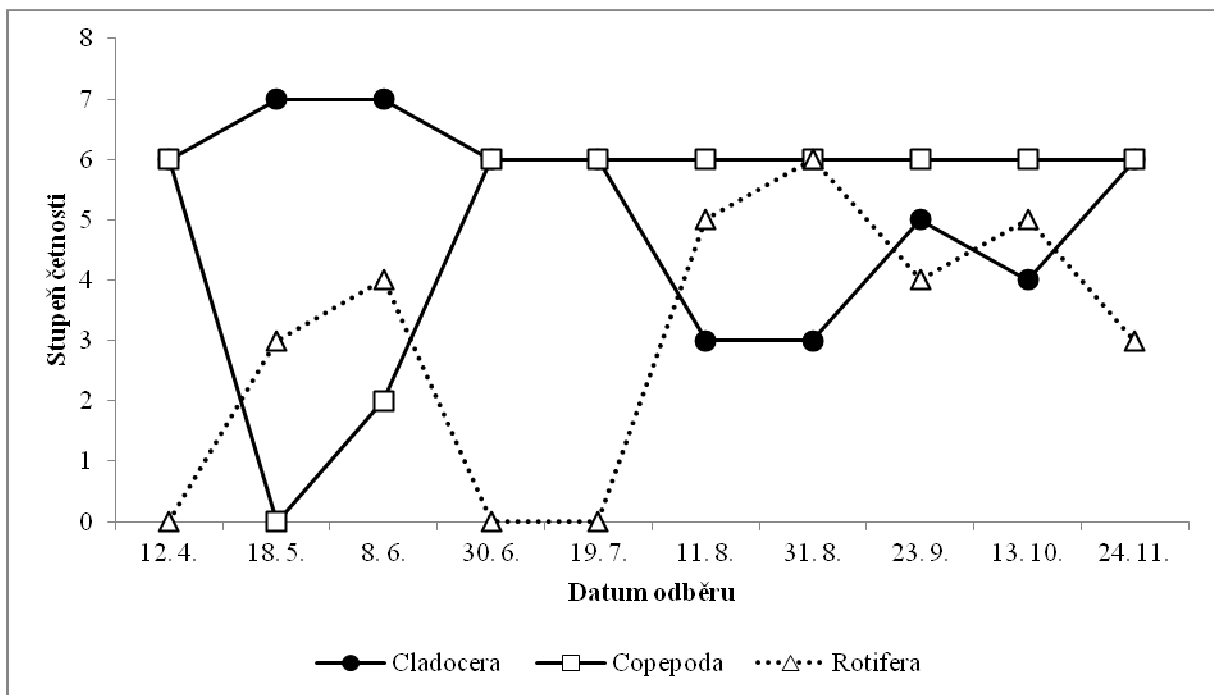
Tab. 10. Výsledky lineární regrese provedené mezi počtem taxonů vybraných skupin zooplanktonu a vybranými fyzikálně-chemickými faktory (použité hodnoty zjištěné v období duben – listopad 2012 v litorálu B; výsledky vyjádřeny korelačním koeficientem, tučně vyznačené hodnoty jsou odstupňované podle hladiny pravděpodobnosti: * = P (pravděpodobnost) < 0,05; ** = P < 0,01).

Taxonomická skupina	Teplota vody [°C]	pH	Obsah rozpuštěného kyslíku [mg.l-1]	Vodivost [μS.cm-1]
Cladocera	0,06	0,56 *	0,28	0,58 *
Rotifera	0,19	0,22	0,23	< 0,01



Obr. 16. Sezónní změny počtu taxonů a pH v litorálu B (duben – listopad 2012).

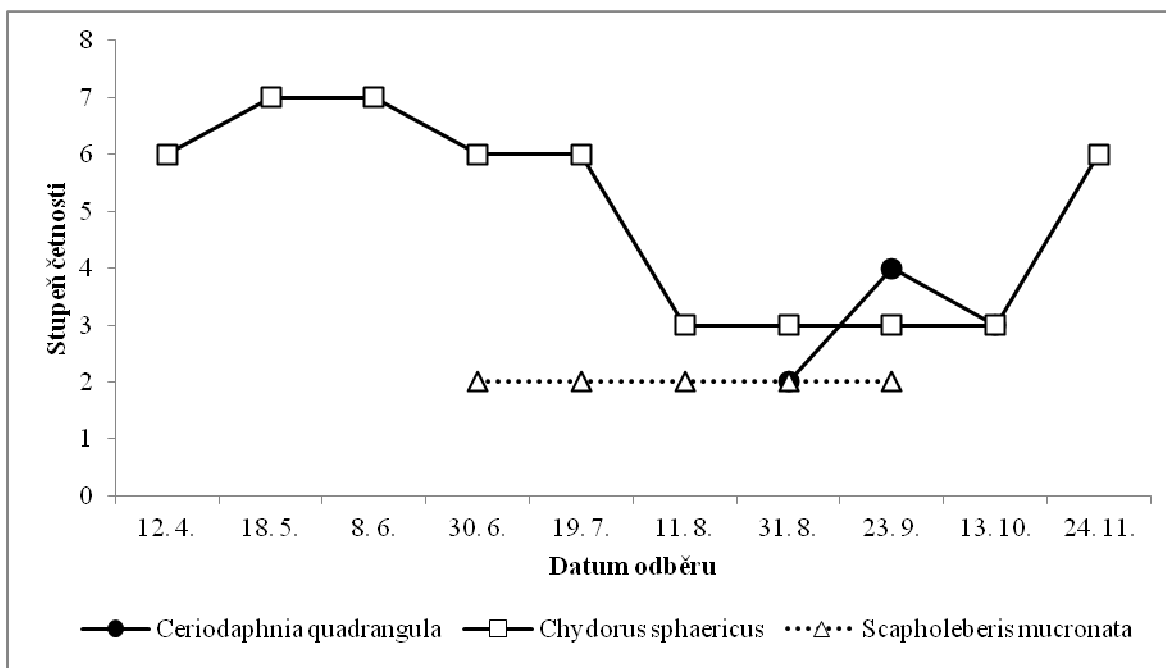
Změnu procentuálního zastoupení vířníků, perlooček a klanonožců ve vzorku během sledovaného období ukazuje obrázek 17. Většinu sezóny dominují koryši. První polovinu vzorkovací období mají největší zastoupení ve vzorku perloočky koncem června a začátkem července se jejich zastoupení ve vzorku snižuje a od srpna se stanou dominantními klanonožci.



Obr. 17. Změna procentuálního zastoupení vířníků, bucharek a klanonožců ve vzorku během sledovaného období v litorálu B (duben – listopad 2012).

6.4.3.1 Cladocera

V litorálu B byly determinovány pouze 3 druhy perlooček (tab. 11). *Chydorus sphaericus* byl přítomen celou sezónu a povětšinou mezi perloočkami dominovala (obr. 18). Největší zastoupení ve vzorku měl první polovinu sledovaného období s maximem v květnu a v červnu (> 80%). Počátkem srpna jeho četnost výskytu poklesla na 5 až 10 %. Koncem srpna se pak objevila *Ceriodaphnia quadrangula* a v září tvořila ve vzorku větší podíl než *C. sphaericus* (10 až 20 %). *Scapholeberis mucronata* tvořila od července do září 1 až 5 % přítomného zooplanktonu.



Obr. 18. Sezónní dynamika vybraných druhů perlooček litorálu B (duben – listopad 2012).

6.4.3.2 Copepoda

Z klanonožců byly přítomni pouze zástupci podřádu Cyclopoida. *Acanthocyclops einselei* se podařilo prokázat ve většině vzorků z období červenec-listopad. *Diacyclops bicuspidatus* byl nalezen pouze v dubnu. Výskyt litorální buchanky *Paracyclops poppei* byl zjištěn ve vzorku z října.

Téměř celé sledované období byl poměr buchank ve vzorku mezi 40 a 80 %. V květnu se však nepodařilo nalézt žádného jedince a v červnu byl podíl buchank ve vzorku snížen nepřítomností naupliových stádií na 1 – 5 %.

6.4.3.3 Rotifera

V litorálu B bylo nalezeno pouze 16 taxonů vířníků (tab. 11). První vířník, *Brachionus sericus*, byl determinován až v květnu a byl zároveň jediným přítomným druhem skupiny Rotifera. Jeho podíl ve vzorku činil 5 – 10 %. *B. sericus* byl determinován také v červnu spolu s: *Keratella cochlearis*, *Lecane pyriformis* a *Lepadella* sp. 2. Další vířníci byli nalezeni znovu až od srpna. Začátkem srpna byla nejhojnějším vířníkem *Lecane hamata* (10 – 20 %). Další dva druhy, *Lecane tenuiseta* a *Lepadella* sp., měli ve vzorku stejné

zastoupení (1 – 5 %). *L. tenuiseta* byla ve stejném podílu přítomna ještě na konci srpna a v září. *Anuaeropsis fissa* a *Bdelloidea* g. sp. se staly nejvýznamnější 31. 8., kdy se také objevila poprvé *Keratella testudo*. Výskyt *K. testudo* byl zaznamenán až do listopadu. Největší zastoupení ve vzorku měla v říjnu (20 – 40%). Výskyt ostatních druhů byl velmi ojedinělý bez známek sezónního vývoje a jejich četnost ve vzorku nepřesahovala 5 %. Je možno ještě zmínit, že *L. tenuiseta* nebyla nalezena v ostatních sledovaných habitatech.

Tab. 11. Přehled nalezených taxonů síťového zooplanktonu v rybníce Vydymáček v období duben – listopad 2012 a jejich výskyt v jednotlivých sledovaných částech rybníka (hráz, litorál A – LIT. A, litorál B – LIT. B).

Rotifera	HRÁZ	LIT. A	LIT. B
<i>Anuraeopsis fissa</i> (Gosse, 1851)	+	+	+
<i>Bdelloidea</i> g. sp.	-	+	+
<i>Brachionus sericus</i> (Rousselet, 1907)	+	+	+
<i>Cephalodella</i> sp.	+	+	-
<i>Collotheca</i> sp.	-	+	-
<i>Conochilus hippocrepis</i> (Schrank, 1803)	+	-	-
<i>Conochilus</i> sp./hippocrepis	+	-	-
<i>Epiphanes</i> sp.	+	+	+
<i>Hexarthra</i> sp.	+	+	-
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	-	+	-
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	+
<i>Keratella quadrata</i> (O. F. Müller, 1786)	+	+	+
<i>Keratella testudo</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+	+
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	+	+	-
<i>Lecane</i> cf. <i>obtusa</i> (Murray, 1913)	-	-	+
<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	+	+	-
<i>Lecane flexilis</i> (Gosse, 1886)	+	+	-
<i>Lecane hamata</i> (Stokes, 1896)	-	+	+
<i>Lecane obtusa</i> (Murray, 1913)	-	+	-
<i>Lecane pyriformis</i> (Daday, 1905)	-	+	+
<i>Lecane</i> sp.	-	+	+
<i>Lecane tenuiseta</i> (Harring, 1914)	-	-	+
<i>Lepadella acuminata</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+	-
<i>Lepadella patella</i> (O. F. Müller, 1773)	-	+	-
<i>Lepadella rhomboides</i> (Gosse, 1886)	-	+	-
<i>Lepadella</i> sp. 1	+	+	+
<i>Lepadella</i> sp. 2	-	+	+
<i>Lepadella</i> sp. 3	+	-	-
<i>Microcodon clavus</i> (Ehrenberg, 1830)	+	-	-
<i>Mytilina</i> sp. (<i>bisulcata/crassipes</i>)	+	-	-
<i>Ploima nedet.</i>	-	-	+
<i>Polyarthra dolichoptera</i> (Idelson, 1925)	+	-	-
<i>Polyarthra</i> spp.	+	+	-
<i>Polyarthra vulgaris/major</i>	+	+	-
<i>Squatinella rostrum</i> (Schmarda, 1846)	+	+	-
<i>Synchaeta pectinata</i> (Ehrenberg, 1832)	+	-	-
<i>Synchaeta</i> sp.	-	+	-
<i>Trichocerca</i> spp.	+	+	+
<i>Tripleuchlanis plicata</i> (Levander, 1894)	+	+	-

celkový počet taxonů skupiny Rotifera	25	29	16
Cladocera	HRÁZ	LIT. A	LIT. B
<i>Alona guttata</i> (Sars, 1862)	+	+	-
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F. Müller, 1785)	+	+	+
<i>Daphnia longispina</i> (O.F. Müller, 1785)	+	-	-
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	+
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	+
<i>Simocephalus exspinosus</i> (Koch, 1841)	+	+	-
celkový počet taxonů skupiny Cladocera	6	5	3
Copepoda	HRÁZ	LIT. A	LIT. B
Cyclopoida:			
<i>Acanthocyclops einslei</i> (Mirabdullayev & Defaye 2004)	+	+	+
<i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Claus, 1857)	+	+	+
<i>Macrocyclus fuscus</i> (Jurine, 1820)	-	+	-
<i>Paracyclops poppei</i> (Rehberg, 1880)	-	+	+
Calanoida:			
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars, 1863)	+	-	-
celkový počet taxonů skupiny Copepoda	3	4	3
počet taxonů celkem	34	38	22

7. Diskuse

7.1 Fyzikálně-chemické vlastnosti vody

Povodí Vltavy, s. p. v roce 2010 naměřilo ve Vydymáčku od dubna do června velmi nízké hodnoty pH (4 až 5). S postupující sezónou se acidita vody snižovala. Nejvyšší hodnotu pH zjistili pracovníci Povodí na konci srpna. Měření fyzikálně-chemických parametrů vody bylo však prováděno pouze z hráze rybníka. V roce 2012 byly zjištěny u hráze od dubna do června podobně nízké hodnoty pH. Také se potvrdil trend snižující se acidity v průběhu vzorkovacího období, který byl pravděpodobně způsoben zvyšující se intenzitou fotosyntézy vodních rostlin, které v průběhu sezóny zarostly velkou část rybníka, a rostoucí biomasou fytoplanktonu (Hlavínek & Říha 2004, Hartman *et al.* 2005). Na konci zimy mohlo způsobit větší míru okyselení vody ve Vydymáčku tání sněhu v blízkém okolí a následné propláchnutí kyselých lesních půd a rašelinišť nacházejících se na břehu rybníka i v jeho širším okolí. Umístění rybníka na kyselém substrátu karbonských hornin obsahujícím jen velmi málo bází spolu s téměř stoprocentní lesnatostí povodí také může přispívat k celkové kyselosti lokality (Sofron & Nesvadbová 1997, Chytrý *et al.* 2001, Tomášek 2003).

V roce 2012 nebyla stanovována koncentrace chlorofylu a jako hlavního ukazatele biomasy fytoplanktonu (Fott *et al.* 1982). Určité přiblížení sezónního vývoje fytoplanktonu můžeme získat z průhlednosti vody (Lellák & Kubíček 1991, Šorf & Devetter 2011). Větší biomasa fytoplanktonních organismů snižuje průhlednost vody a zároveň vyšší mírou fotosyntetické asimilace zvyšuje obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě (Lellák & Kubíček 1991). Zároveň je nutné mít na paměti, že průhlednost vody může být ovlivňována také přítomností huminových látek. Podle vývoje průhlednosti a obsahu rozpuštěného kyslíku se lze domnívat, že došlo během sezóny k dvěma vrcholům rozvoje fytoplanktonu – na přelomu jara a léta a na podzim.

7.2 Druhové složení zooplanktonu

V souvislosti s nízkými hodnotami pH byl potvrzen výskyt do různé míry acidotolerantních druhů jako např. *Diacyclops bicuspidatus*, *Chydorus sphaericus*, *Scapholeberis mucronata*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Daphnia longispina*, *Alona guttata*, *Simocephalus expinosus*, *Syncheatea pectinata*, *Kellikottia longispina*, *Lecane hamata*, *L. acuminata*, *Polyarthra dolichoptera* (Bartoš 1959, Bērziņš & Pejler 1987, Hudec 2010). Byly nalezeny taxony typické pro rašelinné vody (*Microcodon clavus*, *Brachionus sericus*, *Bdelloidea* g. sp.) (Hartman *et al.* 2005). Koncem léta a začátkem podzimu, kdy pH nenabývalo tak nízkých hodnot, se začaly objevovat také méně odolné druhy jako např. *Lecane tenuiseta*, *L. bulla*, *Conochilus hippocrepis* (Bērziņš & Pejler 1987).

Vířník *Tripleuchlanis plicata* doposud nebyl na českém území zaznamenán. Jedná se o druh, který je možné dobře identifikovat podle charakteristicky tvarované zadní části krunýře, který se na dorzální straně prodlužuje a zakrývá část nohy vířníka. Jeho výskyt na našem území ale není nijak překvapující nebo neobvyklý. *T. plicata* je znám ze všech biogeografických oblastí světa kromě Antarktidy (Segers 2007). Byla jen otázka času, než se jeho výskyt potvrdí i na našem území.

Doposud jediným záznamem o zooplanktonu ve Vydymáčku bylo několik odběrů provedených v roce 2010 Povodím Vltavy, s. p. Kvůli odlišné metodice odlovu zooplanktonu a následnému zpracování vzorků není možné jejich výsledky plně srovnávat s mými. Je však možné alespoň porovnat nalezené druhy zooplanktonu u hráze rybníka. V roce 2010 byl zaznamenán výskyt dvou druhů perlooček: *Chydorus sphaericus* a *Daphnia cucullata*. Během odběrů v roce 2012 se podařilo potvrdit pouze výskyt *C. sphaericus*. Z rodu *Daphnia* byl nalezen jiný druh, v rybnících se běžně vyskytující *Daphnia longispina*. Obě zmíněné hrotnatky, *D. cucullata* a *D. longispina*, se často vyskytují sympatricky (Hudec 2010). Je proto pravděpodobné, že *D. cucullata* byla přítomná ve Vydymáčku i v roce 2012. Dva druhy klanonožců byly determinovány v roce 2010: *Eucyclops serrulatus* a *Eudiaptomus gracilis*. *E. serrulatus* je běžný kosmopolitní druh žijící skoro ve všech typech vod, kde však nebývá hojný (Šrámek-Hušek 1953, Hartman *et al.* 2005). *E. gracilis* je naší nejběžnější vznášivkou přítomnou v rybnících i jezerech (Šrámek-Hušek 1953). Její výskyt je zaznamenán také ve většině boveveckých rybníků (Tucaurová 2009). V roce 2012 byl její výskyt ve Vydymáčku potvrzen. Nepodařilo se ovšem prokázat výskyt buchanky *E. serrulatus*. Ve vzorcích bylo nalezeno mnoho naupliových a kopepoditových stádií, ale málo dospělých samic vhodných

k determinaci. Vzhledem k těmto skutečnostem není přítomnost možné vyloučit. Data z roku 2010 dále uvádějí nález pěti taxonů vířníků: *Brachionus urceus*, *B. cf. leydigii*, *Keratella cochlearis*, *Lecane* sp. a *Polyarthra remata*. *B. urceus* uváděný Bartošem (1959) je dnes již neplatné synonymum *B. urceolaris* (Segers 2007). *B. urceolaris* byl v roce 2010 zaznamenán jak na jaře tak na podzim. Jeho výskyt na jaře, kdy se pH pohybovalo mezi hodnotami 4 a 5, je však velmi nepravděpodobný. Jedná se o vířníka vyskytující se nejčastěji v eutrofizovaných návesních a polních rybníčcích s vyšším pH (Bartoš 1959). Pravděpodobně se tedy jednalo o acidofilní druh *B. sericus* (Bartoš 1959), který byl determinován ve vzorcích z období dubna až června 2012. Jedná se o blízce příbuzný druh, který má velmi podobný tvar krunýře. Kromě odlišných ekologických nároků ho od zmíněného *B. urceolaris* odlišuje přítomnost četných kutikulárních žeberek na hřbetní straně krunýře (Bartoš 1959), které jsou pod mikroskopem lépe viditelné jen při opakovaném proostřování obrazu a při běžném prohlížení nemusí být patrné. *K. cochlearis* stejně jako zástupci čeledi Lecanidae (*L. flexilis*, *L. closterocerca* a *L. bulla*) byli v roce 2012 u hráze rybníka také nalezeni. Naopak se nepodařilo potvrdit přítomnost *B. leydigii* ani jiného podobně vypadajícího druhu. *B. leydigii* žije v návesních a polních rybnících, které často charakterizuje vyšší úživnost a obvykle i vyšší hodnota pH (Hartmann *et. al* 2005, Lellák & Kubíček 1991). V roce 2010 byl *B. cf. leydigii* zaznamenán během sezónního maxima pH (6,56) a koncentrace chlorofylu a. *P. remata* se vyskytuje v rašelinných tůňkách, ale je také známa např. z acidifikovaných šumavských jezer (Bartoš 1959, citace). Přestože *P. remata* nebyla v roce 2012 nalezena, nelze její přítomnost zcela vyloučit. U samic byl pozorován morfologický dimorfismus a vzájemná koexistence obou forem v jezeře Peipsi v Estonsku (Virro 1995). První forma je relativně malá a v kombinaci s tvarem těla poměrně dobře identifikovatelná. Tvar posteriorní části těla je vejčitě zaoblený. Druhá forma je o něco větší a hranatým tvarem těla připomíná *P. dolichoptera*, za kterou se může snadno zaměnit (Virro 1995). V roce 2012 byla *P. dolichoptera* několikrát ve vzorku potvrzena. Nicméně u některých jedinců nebylo možné vidět všechny určovací znaky a takoví jedinci byli zařazeni pod souhrnný taxon *Polyarthra* spp.

Počet nalezených druhů síťového zooplanktonu Povodím Vltavy v roce 2010 je obecně nízký a je pravděpodobné, že druhy nalezené v rámci předkládané bakalářské práce byly přítomny i dříve. Obzvlášť podhodnocenou skupinou jsou vířníci, taxonomicky složitá a často přehlížená skupina zooplanktonu. Důvodů může být několik: 1. zaměření se při vzorkování pouze na oblast limnetické zóny a vynechání litorálních habitatů, které bývají často druhově bohatší (Pejler 1995, Radwan *et al.* 2003, Wallace *et al.* 2006), 2. nedostatek

času věnovaný determinaci zooplanktonních organismů, 3. zařazení malého počtu odběrů během sezóny, 4. použití planktonní sítě s nevhodně velkými očky.

7.3 Sezónní dynamika zooplanktonu

Pokles druhové diverzity závislý na poklesu pH byl prokázán v mnoha studiích acidifikovaných vod (Stuchlík *et al.* 1985, Havens & Heath 1989, Fott *et al.* 1994, Kalff 2003, Vrba *et al.* 2003, Hogsden *et al.* 2009). Počet nalezených taxonů nerovnoměrně rostl se stoupající hodnotou pH ve všech sledovaných habitatech. Souvislost mezi počtem determinovaných taxonů a hodnotou pH se podařilo prokázat také statisticky a to u vířníků nalezených u hráze a v litorálu A (tab. 9). Naopak v litorálu B se podařilo prokázat úzký vztah mezi pH a počtem determinovaných perlooček. Jak naznačují výstupy lineární regrese, velikost druhové rozmanitosti ovšem nesouvisí pouze s pH (Křeček & Hořická 2001, Kalff 2003, Hořická *et al.* 2006, Belyaeva & Deneke 2007). Kdyby tomu tak bylo, našel by se větší počet druhů už od 30. 6., kdy se pH pohybovalo kolem 6. Nicméně největší druhová diverzita byla zjištěna ve sledovaných habitatech většinou v září a v říjnu. Počet druhů ve větší míře narůstal už od srpna. Na konci srpna byl naměřen velmi nízký obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě, v jednom z litorálů byla zjištěna anoxie. Tento pokles obsahu rozpuštěného kyslíku mohl být způsoben rostoucí mírou probíhajících rozkladných procesů, které byly doposud vlivem nízkého pH a nízké teploty vody zpomaleny (Hartman *et al.* 2005). Vlivem zvyšující se intenzity fotosyntézy během června, která se pravděpodobně projevila jako pokles průhlednosti, vystoupala hodnota pH (nad 6). V méně kyselé teplejší vodě se mohl urychlit rozklad doposud nahromaděných organických zbytků doprovázený poklesem obsahu rozpuštěného kyslíku počínaje červencem. Za anaerobních podmínek dochází k přeměně nerozpustných železitých sloučenin na rozpustné železnaté, které do vody uvolňují fosfáty doposud vázány v nerozpustných fosforečnanech (Lellák & Kubíček 1991). Je tedy možné, že se v srpnu mohlo ze sedimentu do vody uvolnit větší množství fosforu a zároveň se do oběhu vrátily živiny doposud blokováné v částečně rozloženém organickém materiálu a tím se podpořil rozvoj fytoplanktonu během podzimu. S relativním dostatkem potravy se pak objevilo i větší množství druhů zooplanktonu. Tuto myšlenku podporuje také snížení průhlednosti vody během září, které mohlo nastat díky rozvoji planktonních organismů, ale také zde mohlo dojít k navýšení obsahu huminových látek. Nicméně pokud dáme do souvislosti pravděpodobný vývoj biomasy fytoplanktonu

s dvěma sezónními maximy a největší rozvoj druhového bohatství zooplanktonu na podzim je zde jistá podobnost s PEG modelem popisujícím sezónní dynamiku planktonních společenstev v oligotrofních vodách. PEG model slovně popisuje změny biomasy, která však nebyla v předkládané práci stanovována (Sommer *et al.* 1986). Vztah biomasy zooplanktonu a počtu taxonů ve Vydymáčku neznáme. Množství nalezených taxonů mohlo být také navýšeno rozšiřováním litorálu na úkor limnetické zóny během sezóny. Biodiverzita společenstev zooplanktonu obývajících porosty vodních makrofyt je obvykle vyšší než biodiverzita limnetické zóny (Pejler 1995, Radwan *et al.* 2003, Wallace *et al.* 2006).

Rybí obsádka má velký vliv na druhové složení zooplanktonu (Kalff 2003, Burks *et al.* 2002, Hartman *et al.* 2005). Ryby měly být v roce 2012 ve Vydymáčku přítomné (Frydrýn, ústní sdělení). Během odběrů bylo také několik jedinců spatřeno. Bohužel však nejsou k dispozici žádné údaje o velikosti rybí obsádky, proto její míra vlivu na planktonní společenstvo zůstává neznámá. Na druhou stranu byl pozorován vliv larev rodu *Chaoborus* na snížení podílu koryšů ve vzorku z limnetické zóny během června, kdy bylo zaznamenáno maximum jejich abundance a nástup vířníků jako jejich konkurentů (Kalff 2003).

Okyselování vody ve Vydymáčku ovlivňuje charakter společenstva zooplanktonu, které vykazuje podobné charakteristiky pozorované u zooplanktonu acidifikovaných vod, jako je: snížení druhové diverzity s větším zřetelem na pokles počtu druhů koryšů, výskyt typicky rašelinných druhů (např. *M. clavus* a *B. sericus*) a jejich pronikání spolu s litorálními druhy za hranice příbřežní zóny, výskyt převážně acidotolerantních (Stuchlík *et al.* 1985, Havens & Head 1989, Fott *et al.* 1994, Stuchlík *et al.* 1997, Vrba *et al.* 2003, Hořická *et al.* 2006, Hogsden *et al.* 2009).

7.4 Porovnání zooplanktonu litorálů a limnetické zóny

Větší druhová rozmanitost litorálních biotopů se potvrdila jen z části. Větší bohatost litorálu A a limnetické zóny u hráze může vyplývat právě z jejich prostorové blízkosti. Na hranici přechodové zóny mezi litorálem a limnetickou zónou existuje větší gradient fyzikálně-chemických a biologických faktorů zvyšující heterogenitu prostředí a počet ekologických nik (Pennak 1966, Serrano & Toja 1998). Naopak litorál B je součástí většího pásu příbřežní zóny, daleko od nejhlubší části rybníka, kde sousedí pouze s jiným

typem litorálu. Proto zde není tak velký gradient abiotických a biotických faktorů, který by podporoval větší druhovou rozmanitost. Myslím si, že největší vliv na nízký počet nalezených taxonů v litorálu B má přítomnost velkého množství vláknitých řas registrovaných ve vzorku od května do července. Během srpna se podíl vláknitých řas ve vzorku snížil a 31. 8. už bylo její množství zanedbatelné. Ovšem během jejího výskytu bylo velmi obtížné najít ve vzorku zooplanktonní organismy. Je velmi nepravděpodobné, že by ve vzorku byli přítomni pouze korýši a vířníci by zcela chyběli. Tato nerovnoměrnost mezi dvěma hlavními skupinami zooplanktonu je nejspíše způsobena přehlédnutím malých vířníků ve vzorku přes velkou biomasu vláknitých řas. Pravděpodobně se jednalo o rod *Tribonema*.

8. Závěry

1. V roce 2012 bylo nalezeno ve Vydymáčku 6 druhů perlooček, 5 druhů klanonožců a 39 taxonů vířníků. Snížení počtu korýšů je jednou ze sledovaných změn společenstva zooplanktonu v acidifikovaných vodách (Fott *et al.* 1994).
2. Počet nalezených taxonů zooplanktonu narůstal v průběhu sezóny se zvyšující se hodnotou pH.
3. Na rašelinný charakter vody rybníka mimo její nízké pH ukazuje také výskyt druhů pro ni charakteristický: *Microdon clavus*, *Brachionus sericus* (Hartamn *et al.* 2005).
4. Větší druhová pestrost litorálů se prokázala jen z části, protože v litorálu B byl nalezen menší počet taxonů než u hráze. Výsledná druhová diverzita litorálu B však byla zkreslena přítomností velké biomasy vláknitých řas v období od května do července, která snížila pravděpodobnost nálezů menších druhů zooplanktonu, především vířníků.
5. Byl nalezen vířník *Tripleuchlanis plicata* doposud nezaznamenaný na území České republiky.
6. Byl pozorován vliv velké početnosti larev rodu *Chaoborus* na snížení podílu korýšů ve vzorku.

9. Souhrn

V rámci bakalářské práce byla sledována sezónní dynamika zooplanktonu limnetické a litorální zóny rybníka Vydymáček. Jedná se o malý rybník (cca 0,88 ha), který je součástí Bolevecké rybníční soustavy. V průběhu sledované sezóny 2012 vykazoval rybník dystrofní charakter. Relativně nízké pH (průměrná hodnota za duben – listopad činila 5,8) zřejmě ovlivňovalo výskyt zooplanktonu. Celkem bylo determinováno 6 druhů perlooček, 5 druhů klanonožců a 39 taxonů vířníků. Zjara bylo zaznamenané množství druhů nižší, v průběhu sezóny se zvyšovalo. Počty nalezených druhů perlooček se lišily mezi vzorky odebíranými u hráze a v litorálu B. V dubnu a v květnu dominovaly zooplanktonu vířník *Brachionus sericus* a perloočka *Chydorus sphaericus*. *B. sericus* je spolu s *Microcodon clavus* typickým druhem kyselých vod. Díky determinaci vířníka *Tripleuchlanis plicata* se Vydymáček stal první známou lokalitou druhu v České republice. Diskutovány jsou možné příčiny a důsledky vztahu měřených abiotických charakteristik a zooplanktonu.

9.1 Summary

Zooplankton seasonal dynamics in the limnetic and littoral zones of Vydymáček pond was studied. Vydymáček is a small pond (ca 0,88 ha) and belongs to Bolevec pond system. A slightly dystrophic character of the pond was found during the season 2012. The zooplankton occurrence was probably influenced by relatively low pH (seasonal mean from April to November was 5.8). The overall total of 6 cladoceran taxa, 5 copepod taxa and 39 rotifer taxa was found. The number of species was low during the springtime and increased later in the season. The number of cladoceran taxa significantly differed between the open water and littoral B. The rotifer *Brachionus sericus* and chydorid cladoceran *Chydorus sphaericus* dominated zooplankton community in April and May. *Microcodon clavus* together with *B. sericus* are typical taxa occurring in acid water. Finding of rotifer *Tripleuchlanis plicata* represents the first record of this species in the Czech Republic. The possible causes and consequences of the zooplankton-abiotic factors relationship is discussed in the thesis.

10. Literatura

- Adámek, Z., J. Helešic, B. Maršálek & M. Rulík, 2010. Aplikovaná hydrobiologie. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybnářství a ochrany vod, Vodňany, 350 pp.
- Amoros, C., 1984. Crustacés cladocéres. Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon, 53: 3,4.
- Bartoš, E., 1959. Vířníci – Rotatoria, Fauna ČSR (svazek 15), Československá akademie věd, Praha, 972 pp.
- Belyaeva, M. & R. Deneke, 2007. Colonization of acidic mining lakes: *Chydorus sphaericus* and other Cladocera within a dynamic horizontal pH gradient (pH 3 – 7) in Lake Senftenberger See (Germany). Hydrobiologia 594: 97-108.
- Bērziņš, B., & B. Pejler, 1987. Rotifer occurrence in relation to pH. Hydrobiologia 147: 107-116.
- Brandl, Z., 1974. Obrazový klíč k určování buchanek (Cyclopidae) povrchových vod území Československa.
- Brom, J. Charakteristika vrchovištních rašelinišť, nepublikovaný rukopis.
- Burks, R. L., D. M. Lodge, E. Jeppesen & T. L. Luridsen, 2002. Diel horizontal migration of zooplankton: costs and benefits of inhabiting the littoral. Freshwater Biology 47: 343-365.
- Čihák, J. & J. Duras, 2005. Bolevecké rybníky, In Klán, M. (ed.), 2005. Životní prostředí města Plzně – díl 3., Odbor životního prostředí Magistrátu města Plzně, Plzeň, pp 8-12.
- Dubský, K., J. Kouřil & V. Šrámek, 2003. Obecné rybnářství. INFORMATORIUM, Praha, 308 pp.
- Ebel, M., M. Ebelová & J. Anderle, 2002. Bolevecká rybníční soustava, Stavebně historický průzkum. Atelier historické architektury, Plzeň, 36 pp.
- Fott, J., M. Pražáková, E. Stuchlík & Z. Stuchlíková, 1994. Acidification of lakes in Šumava (Bohemia) and in the High Tatra Mountains (Slovakia). Hydrobiologia 274: 37-47.
- Fott, J., P. Blažek, V. Kořínek, J. Lellák & V. Strašáková, 1978. Hydrobiologie pro postgraduální studium – Textová část. Univerzita Karlova v Praze, Fakulta přírodovědecká, Praha, 93 pp.
- Hartman, P., I. Píkrýl & E. Štědroňský, 2005. Hydrobiologie. INFORMATORIUM, Praha, 359 pp.
- Havens, K. E. & R. T. Heath, 1989. Acid and Aluminium Effects on Freshwater Zooplankton: An *in situ* Mesocosm Study. Environmental Pollution 62: 195-211

- Hlavínek, P. & J. Říha, 2004. Jakost vody v povodí. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 209 pp.
- Hogsden, K. L., M. A. Xenopoulos & J. A. Rusak, 2009. Asymmetrical food web responses in trophic-level richness, biomass, and function following lake acidification. *Aquat Ecol* 43: 591-606.
- Hořická, Z., E. Stuchlík, I. Hudec, M. Černý & J. Fott, 2006. Acidification and the structure of crustacean zooplankton in mountain lakes: The Tatra Mountains (Slovakia, Poland). *Biologia* 61(18): 121-134.
- Hudec, J., 2010. Fauna Slovenska, Anomopoda, Ctenopoda, Haplopoda, Onychopoda (Crustacea: Branchiopoda). Slovenska akademia vied, Ústav zoológie, Bratislava, 496 pp.
- Hydrometeorologický ústav, 1961. Podnebí Československé socialistické republiky – Tabulky. Hydrometeorologický ústav, Praha, 379 pp.
- Chytrý, M., T. Kučera & M. Kočí (eds.), 2001. Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Praha, 307 pp.
- Janeček, M. *et al.*, 2001. Bolevec a okolí: (městské obvody Plzeň 1 a Plzeň 7 - Radčice, části Chotíkova, Ledec, Záluží, Třemošné, Zruče a Sence). Starý most & Sdružením boleveckých rodáků, Plzeň, 343 pp.
- Jícha, M., 2005. Oprava hráze – rybník Vydymáček, projekt stavby, Plzeň-ÚMO 1, investor: Statutární město Plzeň.
- Kalff, J., 2003. Limnology. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 592 pp.
- Kopáčková, J., 2005. Rybníky v majetku města Plzně, In Klán, M. (ed.), 2005. Životní prostředí města Plzně – díl 3., Odbor životního prostředí Magistrátu města Plzně, Plzeň, pp 15.
- Kořínek, V., 2005. Dichotomický klíč perlooček (Cladocera) České republiky.
- Koste, W., 1978. Rotatoria. Die Radertiere Mitteleuropas. Ein Bestimmungswerk begründet von Max Voigt, Stuttgart, Borntrager.
- Krajčová, J., 2009. Migrace makrozoobentosu v intermitentním toku. Masarykova univerzita v Brně, Přírodovědecká fakulta, Brno, 74 pp.
- Křeček, J. & Z. Hořická. 2001. Degradation and recovery of mountain watersheds: the Jizera Mountains, Czech Republic. *Unasylva* no. 207, 52.
- Kumpera, J., 2008. Rybníky Plzeňského kraje aneb putování za rybníční vůní. Ševčík, Plzeň, 128 pp.
- Kůsová, L., 2007. Manipulační a provozní řád pro rybník Vydymáček, Plzeňský kraj, č. paré 3, investor: Statutární město Plzeň.
- Lellák, J. & F. Kubíček, 1991. Hydrobiologie. Univerzita Karlova, Praha, 260 pp.

- Líbalová, J., & J. Mašek, 1989. Základní geologická mapa ČR 1 : 25 000 – 12-331 Třemošná. Český úřad geografický a kartografický.
- Mašek, J., E. Bernardová, J. Burda, J. Jiránek, J. Klečák, J. Líbalová, J. Pešek, J. Straka & K. Šalanský, 1994. Vysvětlivky k základní geologické mapě ČR 1:25 000 – 12-331 Třemošná. Český geologický ústav, Praha, 50 pp.
- Mašek, J., E. Bernardová, V. Havlíček, M. Hazdrová, J. Kleček, J. Líbalová, J. Pešek, J. Straka & K. Šalanský, 1993. Vysvětlivky k základní geologické mapě ČR 1 : 25 000 – 12-333 Plzeň. Český geologický ústav, Praha, 60 pp.
- Mergl, M., 2010. Geologické zajímavosti v Plzni a okolí, In Klán, M. (ed.), 2010. Životní prostředí města Plzně – díl 5., Odbor životního prostředí Magistrátu města Plzně, Plzeň, pp 19-22.
- Nedbalová, L., J. Vrba, J. Fott, L. Kohout, J. Kopáček, M. Macek & T. Soldán, 2006. Biological recovery of the Bohemian Forest lakes from acidification. *Biologia* 61(61): 453-465.
- Pejler, B., 1995, Relation to habitat in rotifers. *Hydrobiologia* 313/314: 267-278.
- Pennak, P.W., 1966. Structure of zooplankton populations in the littoral macrophyte zone of some Colorado lakes. *Trans. Am. Microsc. Soc.* 85(3): 329-349.
- Příkryl, I., 2006. Metodika odběru a zpracování vzorku zooplanktonu stojatých vod. VÚV TGM.
- Quit, E., 1975. Klimatické poměry ČSR, mapa 1 : 500 000. GÚ ČSAV, Brno.
- Radwan, S., I. Bielańska-Grajner, B. Papiolek & A. Paleolog, 2003. Rotifer communities of ecotones in six trophically different lakes of Polesie Lubelskie region (Eastern Poland), *Polish Journal of Ecology* 51(2): 225-236.
- Rybak, J. I. & T. Węgleńska, 2003. Temporal and spatial changes in the horizontal distribution of planktonic crustacea between vegetated littoral zone and the zone of open water. *Polish Journal of Ecology* 51(2): 205-218.
- Sacherová, V., R. Kršková, E. Stuchlík, Z. Hořická, I. Hudec & J. Fott, 2006. Long-term change of the littoral Cladocera in the Tatra Mountain lakes through a major acidification event. *Biologia* 61(18): 109-119.
- Segers, H., 1995. Rotifera part 2: The Lecanidae (Monogononta). In Dumont, H. J. F. (ed.), *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*. Academic publishing, Netherlands, 226 pp.
- Segers, H., 2007. *Zootaxa* (1564) – Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution. Magnolia Press, Auckland, New Zealand, 104 pp.
- Serrano, L., & J. Toja, 1998. Interannual variability in the zooplankton community of a shallow temporary pond. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 26: 1575-1581.

- Skála, P., 2003. Plán péče o přírodní památku Doubí 2005 – 2014. Svaz ochrany přírody a krajiny ČR, 21. Podblanická základní organizace, Louňovice, 23 pp.
- Sofron, J. & J. Nesvadbová (eds.), 1997. Flóra a vegetace města Plzně. Západočeské muzeum, Plzeň, 200 pp.
- Sommer, U., Z. M. Gliwicz, W. Lambert & A. Duncan, 1986. The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters. *Archiv. f. Hydrobiologie* 106(4): 433-471.
- Stuchlík, E., Z. Hořická, M. Prchalová, J. Křeček & J. Barica, 1997. Hydrobiological investigation of three acidified reservoirs in The Jizera Mountains. In Smith, D. & I. Davies, International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Acidification of Rivers and Lakes: 8th Task Force Meeting, 1992. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2155.
- Stuchlík, E., Z. Stuchlíková, J. Fott, L. Růžička, J. Vrba, 1985. Vliv kyselých srážek na vody na území Tatranského národního parku. *Zborník prác o Tatranskom národnom parku* 26: 173-212.
- Šorf, M. & M. Devetter, 2011. Coupling of seasonal variations in the zooplankton community within the limnetic and littoral zones of a shallow pond. *Ann. Limnol. – Int. J. Lim.* 47: 259-268.
- Šrámek- Hušek, R., 1953. Naši klanonožci. Československá akademie věd, Praha, 64 pp.
- Tolárová, J., 2008. Sledování biodiverzity rybníků Vydymáček a Rozkopaný Bolevecké rybníční soustavy. *Fakulta pedagogická ZČU v Plzni, Plzeň*, 43 pp. (*bez příloh*)
- Tolasz, R. *et al.*, 2007. Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav v Praze & Univerzita Palackého v Olomouci, Praha, Olomouc, 255 pp.
- Tomášek, M., 2003. Půdy České republiky. Česká geologická služba, Praha, 68 pp.
- Tucaurová, M., 2009. Změny společenstva zooplanktonu v rybnících Bolevecké soustavy – Kamenný rybník, rybník Košinář, rybník Nováček, Senecký rybník, Šídlůvský rybník a Třemošenský rybník. *Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, Katedra biologie, Plzeň*. 101 pp.
- Virro, T., 1995. The genus *Polyarthra* in Lake Peipsi. *Hydrobiologia* 313/314: 351-357.
- Vrba, J., J. Kopáček, J. Fott, L. Kohout, L. Nedbalová, M. Pražáková, T. Soldán & J. Schaumburg, 2003. Long-term studies (1871 – 2000) on acidification and recovery of lakes in the Bohemian Forest (central Europe). *The Science of the Total Environment* 310: 73-85.
- Wallace, R. L., T. W. Snell, R. Claudia & T. Nogrady, 2006. Rotifera part 1: biology, ecology and systematics, new edition. In Dumont, H. J. F. (ed.), *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*. Kenobi Production & Backhuys Publishers, The Netherlands, 199 pp.