

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta

Studijní program: Zemědělská specializace

Studijní obor: Biologie a ochrana zájmových organismů

Katedra: Katedra biologických disciplín

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.

Plankton malých návesních rybníků

Diplomová práce

Bc. Monika Čejnová

Vedoucí práce

Ing. Iva Šimová, Ph.D.

České Budějovice, 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných zemědělskou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce.

Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

v Českých Budějovicích

Monika Čejnová

Poděkování

Ráda bych poděkovala své vedoucí práce Ing. Ivě Šimové, Ph.D. a doc. RNDr. Liboru Pecharovi, CSc. za odborné rady. Dále bych chtěla poděkovat všem členům mé rodiny za aktivní účast a pomoc při odběrech zooplanktonu.

ABSTRAKT

Cílem práce bylo zdokumentovat základní charakteristiky planktonu čtyř malých rybníčních nádrží. Zaznamenat sezónní změny ve výskytu vybraných skupin a porovnat jednotlivé nádrže mezi sebou. Dále pak vyhodnotit hospodaření na nádržích a posoudit možný vliv na formování planktonu. Tyto výsledky pak porovnat se současnými poměry na standardních hospodářských rybnících. Při této studii jsem sledovala 3 soukromé rybníky a návesní rybník, které se nacházely v katastru obce Lodhéřov. Z výsledků je zřejmé, že rozvoj zooplanktonu byl na soukromých rybnících velmi pomalý, zatímco na návesním rybníku se zooplankton rozvíjel nejrychleji. Na návesním rybníku byla oproti soukromým rybníkům zaznamenána velká druhová rozmanitost. Na soukromých rybnících byl zjištěn vysoký přírůstek ryb, který činil v R1 597 kg/ha a v R3 519 kg/ha. Z hlediska hospodaření na rybnících byl R2 nejméně efektivní, protože jeho přírůstek byl jen 113 kg/ha. Soukromé rybníky by se podle průměrné roční krmné dávky 2910 kg/ha ještě řadily do polointenzifikačních, zatímco rybník návesní do intenzifikačních s krmnou dávkou 4557 kg/ha.

Klíčová slova: zooplankton, fytoplankton, rybníky, kvalita vody, rybí obsádka

ABSTRACT

The object of my thesis was to document the basic characteristics of four small ponds. Register seasonal changes in the occurrence of selected zooplankton groups and compare individual ponds among them. Then evaluate management on ponds and assess the possible impact on the formation of plankton. These results were then compared with the current situation on standard economic ponds. In this study, I observed three private ponds and local pond, which were located in the cadastral area Lodhéřov. From the results it is evident, that the zooplankton development was in private ponds very slow, while at local pond was developed zooplankton quickly. The diversity of zooplankton species was higher in local pond. On private ponds showed a high increase in fish, which amounted to R1 597 kg/ha and R3 519 kg/ha. In terms of management of ponds R2 was the least effective because the gain was only 113 kg/ha. Private ponds, according to the average annual ration 2910 kg/ha still ranked in halfintensification, while local pond to intensification ration with 4557 kg/ha.

Key words: zooplankton, phytoplankton, ponds, water quality, fish stock

Obsah

1. ÚVOD.	- 1 -
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	- 2 -
2.1 PŘIROZENÉ VODNÍ NÁDRŽE	- 2 -
2.1.1 <i>Tůň</i>	- 2 -
2.2 RYBNÍKÁŘSTVÍ	- 3 -
2.2.1 <i>Rybníky</i>	- 3 -
2.2.2 <i>Rybí obsádka</i>	- 4 -
2.2.3 <i>Hnojení a přikrmování</i>	- 5 -
2.3 KVALITA VODY A JEJÍ VÝZNAM PRO ORGANISMY	- 7 -
2.3.1 <i>Trofej</i>	- 7 -
2.3.2 <i>Konduktivita</i>	- 9 -
2.3.3 <i>Acidita</i>	- 9 -
2.3.4 <i>Teplota</i>	- 10 -
2.3.5 <i>Organické látky</i>	- 10 -
2.4 ZOOPLANKTON A FYTOPLANKTON	- 11 -
2.4.1 <i>Rozdělení zooplanktonu</i>	- 13 -
3. POPIS LOKALIT	- 17 -
3.1 OBECNÍ RYBNÍK	- 17 -
3.2 SOUKROMÉ RYBNÍKY.....	- 19 -
4. CÍLE PRÁCE	- 21 -
5. METODIKA	- 22 -
5.1 PARAMETRY VODY	- 22 -
5.2 ODBĚRY ZOOPLANKTONU	- 22 -
5.3 RYBÍ OBSÁDKA.....	- 23 -
6. VÝSLEDKY	- 24 -
6.1 PARAMETRY VODY	- 24 -
6.1.1 <i>Teplota a kyslík</i>	- 24 -
6.1.2 <i>Hodnota pH</i>	- 26 -
6.1.3 <i>Alkalita</i>	- 27 -
6.1.4 <i>Vodivost</i>	- 28 -
6.1.5 <i>Průhlednost vody</i>	- 29 -
6.1.6 <i>Barva vody</i>	- 30 -
6.2 UDÁLOSTI	- 30 -
6.4 ODBĚRY ZOOPLANKTONU	- 32 -
6.4.1 <i>Zastoupení zooplanktonu v R1</i>	- 32 -
6.4.2 <i>Zastoupení zooplanktonu v R2</i>	- 34 -
6.4.3 <i>Zastoupení zooplanktonu v R3</i>	- 36 -
6.4.4 <i>Zastoupení zooplanktonu v NÁV</i>	- 38 -
6.5 FYTOPLANKTON.....	- 41 -

7. DISKUZE	- 41 -
7.1 KVALITA VODY	- 41 -
7.2 RYBÍ OBSÁDKA	- 43 -
7.3 ZASTOUPENÍ ZOOPLANKTONU V RYBNÍCÍCH	- 43 -
7.4 HOSPODAŘENÍ NA RYBNÍCÍCH	- 45 -
8. ZÁVĚR	- 46 -
9. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	- 48 -
7. PŘÍLOHY	- 1 -

1. ÚVOD.

Z důvodu výskytu vzácných rostlinných a živočišných druhů se mnohé rybníky dostaly na seznam státních přírodních rezervací. Jezera jsou v našich podmínkách nahrazeny rybníky, které se staly náhradními biotopy vodních organismů z původních tůní a poříčních jezer. Druhovú diverzita planktonu v rybnících není tak velká, jako v přirozených biotopech, přesto rybníky vykazují přírodě blízké vlastnosti. Různé změny prostředí, rybí obsádka a trofie nádrže se rychle odráží ve složení planktonu.

Zooplankton je součástí potravního řetězce a poskytuje rybám přirozenou potravu, z tohoto důvodu má v rybníkářství nezastupitelnou roli. Živočichové jsou jedineční svými adaptacemi a svojí rozmanitostí druhů. Složení zooplanktonu dokládá například i kvalitu vody. Pokud jsou ve vodě přítomni vířníci, znamená to, že je v ní velké množství kyslíku. Některé druhy perlooček konzumují sinice a řasy a tím udržují čistotu a průhlednost vody.

V současném hospodaření na rybnících se uplatňují intenzifikační opatření, hnojení a ještě častější příkrmování ryb. Dochází tak k eutrofizaci a v rybníce se mění složení a množství zooplanktonu. Pro zdárný odchov rybí obsádky je přirozená potrava velmi důležitá, a proto je nutné pečovat o rybníky a podporovat rozvoj zooplanktonu.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Přirozené vodní nádrže

2.1.1 Tůň

Tůň jsou přirozené nádrže, které mají cca 100 - 400 m² a jejich průměrná hloubka činí 1,6 m (Pithard a kol., 2000). Litorální pásmo těchto malých vodních ploch je poměrně velké. Limnetické a profundální pásmo je malé nebo chybí (Odum, 1977). Zastíněné tůně však žádný litorál s výskytem makrofyt mít nemusí (Pithard a kol., 2000; Prach a kol., 2003). Tvar tůní je nejčastěji kruhový, nebo oválný a vznikají odškracením říčních ramen. Pokud je délka větší než šířka vodního tělesa, pak se jedná o mrtvé rameno řeky (Prach a kol., 2003). Voda se do tůní může dostat několika různými způsoby: ze srážek, podzemním průtokem, nebo zaplavením povrchové vody z řeky. Zaplavení může být způsobeno táním sněhu, nebo větším obdobím dešťů (Prach a kol., 2003). Vysoké hodnoty vodivosti, alkality, výskyt síranů a nižší teploty vody v létě mohou naznačovat, že se zde vyskytují průtokové podzemní vody, což je dobře patrné na tůních v nivě horní Lužnice (Pithard a kol., 2007).

Říční tůně a mrtvá ramena řek jsou jedinečné, protože se v nich vyskytuje velký počet vzácných a ohrožených druhů z řad fytoplanktonu i zooplanktonu (Pithard a kol., 2000). Tůně mají tendenci akumulovat živiny a zpravidla nedochází k významnější výměně látek z okolí. To je důvodem, proč v tůních dochází často k velkému rozvoji planktonu (Hartman a kol., 1998). Zdrojem uhlíku, dusíku a fosforu je většinou přírodní akumulace organických látek z pozemní vegetace, která se vyskytuje v litorálním pásmu tůní (Pechar a kol., 1996; Pithard a kol., 2007). Pozemní vegetace má zásadní vliv na charakter vody a strukturu biocenózy. Vodní mechy, makrofyta a řasy zajišťují pomocí fotosyntézy kyslík, který podporuje samočistící procesy. Malé a hluboké tůně, které jsou chráněné před větrem okolním terénem a vegetací, mohou mít sklon ke stratifikaci a kyslíkovému deficitu. V noci se ve stojatých vodách může kyslík úplně vyčerpat (Sládeček a Sládečková, 1996; Pechar a kol., 1996). Odpad z listů je zdrojem živin, ale při jeho rozkladu se spotřebovává kyslík. Také se uvolňují huminové

látky, které zhoršují světelné podmínky ve vodě, a tím se omezuje fotosyntéza řas. Stín makrofyt také zásadně omezuje fotosyntézu a to vede k nižší produkci kyslíku (Pithard a kol., 2007). Také v zimě pod ledem může být kyslík úplně vyčerpán. V takových tůních nepřežívají ryby a to také ovlivňuje rozvoj zooplanktonu (Pithard a kol., 2000).

2.2 Rybníkářství

2.2.1 Rybníky

Rybníkářství v Čechách nejvíce prosperovalo v 16. století, kdy u nás bylo přibližně 180.000 ha rybníků. Postupem času se rybníky rušily, aby se získala zemědělská půda (Sládeček, 1986). V současné době rozloha rybníků činí asi 41.000 ha, ale rybníky jsou postupně obnovovány nebo nově budovány v rámci programů revitalizace krajiny (Anonymus 1, 2014).

Rybníky jsou uměle hrazené nádrže, které jsou nejčastěji využívány pro chov ryb. Jsou budovány tak, aby byly ovladatelné v napouštění a vypouštění vody a v regulaci výšky její hladiny. Nejvýhodnější zásobení rybníků je povrchovou vodou, protože obsahuje dostatek kyslíku, vyhovuje teplotou i tvrdostí a přivádí vodní faunu i flóru (Jůva a kol., 1980). Nahrazují v našich podmínkách jezera, která se u nás příliš nevyskytují a staly se ideálními biotopy pro vodní organismy, které pocházejí z tůní a aluvií (Adámek a kol., 2008). Rybníky jsou významnými krajinnými prvky, které jsou jedinečné pro svůj výskyt vzácných rostlinných a živočišných organismů, a proto se mnohé z nich staly státními přírodními rezervacemi (Jůva a kol., 1980).

Druhová diverzita planktonu v rybnících není tak velká, jako v přirozených biotopech. Různé změny prostředí a trofie nádrže se rychle odrazí ve složení planktonu. Největší vliv na charakter a dynamiku planktonu má ovšem obsádka ryb, a proto je složení rybníční biocenózy v současnosti určováno především způsobem rybářského hospodaření. Čím intenzivnější je hospodaření, tím užší je druhové spektrum rybníku (Hartman a kol., 1998). Díky nárůstu hospodaření na rybnících se produkce ryb od 16. století zvýšila až 100x (Příkryl, 1996). V rybnících je v současné době dosahováno

ročního přírůstku v průměru kolem 490 - 500 kg ryb/ha, ale zároveň se významně zhoršuje kvalita vody (Pechar, 2000; Anonymous 1, 2014).

Rybníky se podle intenzity chovu ryb dělí do jednotlivých skupin:

- Extenzivní rybníky se snaží udržet co nejlepší kvalitu vody a je zde zakázáno přikrmování ryb i hnojení. Rybí obsádka se zde vyskytuje v malém množství.
- V intenzifikačních rybnících se uplatňuje velkochov rybí obsádky s častým přihnojováním a přikrmováním ryb přírodním krmivem. Nejproduktivnější bývají návesní rybníky, protože jsou dobře zásobeny živnými splachy (Jůva a kol., 1980).
- Polointenzifikační rybníky jsou přechodem mezi předešlými skupinami (Adámek a kol., 2013).
- V průmyslových rybnících se uplatňuje intenzivní chov ryb. Provádí se přihnojování a přikrmování ryb pomocí umělých krmiv (Dubský, 2015).

2.2.2 Rybí obsádka

V České republice se v produkčním rybníkářství nejvíce prosazuje chov kaprovitých ryb. Nejčastěji chované jsou kapr obecný (*Cyprinus carpio*), amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*), tolstolobik bílý (*Hypoptalmichtys molitrix*) a tolstolobec pestrý (*Arisichthys nobilis*). V menší míře se pak uplatňuje chov dravých ryb. Například štiky obecné (*Esox lucius*), candáta obecného (*Sander lucioperca*) nebo sumce velkého (*Silurus glanis*) (Anonymous 1, 2014). Obsádka kaprového rybníku ovlivňuje kvalitativní i kvantitativní složení zooplanktonu. Podle složení zooplanktonu tak lze hodnotit stav rybí obsádky a naopak, záleží však na mnoha dalších parametrech, jako jsou například teplota vody, obsah kyslíku, aj. (Adámek a kol., 2008) (viz příloha č. 1).

Potravní chování ryb významně ovlivňuje teplota vody. Příliš nízké či vysoké teploty snižují u ryb příjem potravy a zpomalují růst (Adámek a kol., 2013). V kapřích rybnících by se ve vegetačním období měla teplota vody optimálně pohybovat mezi 23 – 28 °C a kyslík by měl být 6 – 7 mg.l⁻¹. Pokud tyto hodnoty klesnou pod optimum, tak se vytvoří nevhodné podmínky pro organismy (Jůva a kol., 1980). Na začátku vegetační sezóny je příjem potravy rybami limitován teplotou vody. Jakmile dojde k vzestupu teploty vody nad 8 °C, začne se zvyšovat aktivita ryb v podobě příjmu potravy

(Hartman a Regenda, 2014). V této době se nejčastěji vyskytují větší druhy perlooček, například *D. magna* a *D. pulicaria*. Výsledkem jejich filtračního tlaku je vysoká průhlednost vody. Postupem času se díky predačnímu tlaku ryb začínou v rybníce objevovat menší druhy perlooček, například *Bosmina*, *Chydoridae* nebo buchanky (Adámek a kol., 2008). Toto období nastává se zvyšující se rybí obsádkou a má za následek přemnožení fytoplanktonu. Malé druhy zooplanktonu nejsou schopné regulovat fytoplankton a postupem času dojde k trofizaci rybníku (Potužák a kol., 2007). Velké druhy zooplanktonu jsou důležitým faktorem pro zdárný odchov kapra do tržní velikosti. Výhodné jsou vícedruhové obsádky ryb, protože se lépe využije širokého spektra přirozené potravy a také se navýší přirozený přírůstek na jednotku plochy (Hartman a Regenda, 2014).

2.2.3 Hnojení a příkrmování

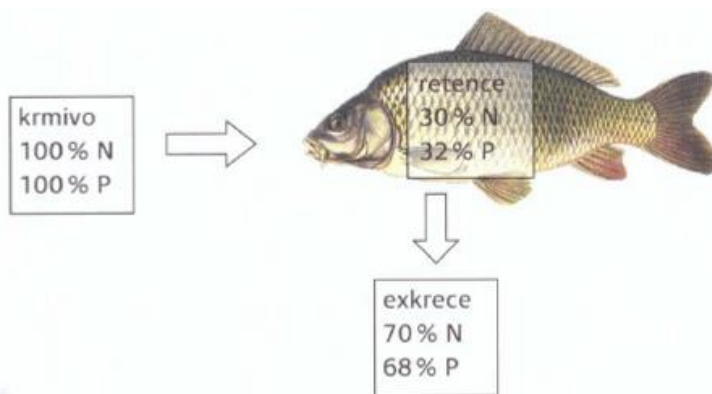
Na rybníky se dříve nepoužívala žádná intenzifikační opatření, a proto docházelo k postupnému vyčerpání živin ve vodě (Přikryl, 1996). V druhé polovině 19. století byly první pokusy záměrně zvýšit úživnost vody hnojením statkovými hnojivy. Výsledkem bylo nejen zvýšení produkce ryb, ale i zvětšení biomasy zooplanktonu (Pechar a kol., 1996, Hartman a Regenda, 2014). Nejčastěji se anorganické živiny do rybníku dodávají pomocí statkových hnojiv (chlévkou mrvou, močůvkou, aj.). Živiny jsou pak do vody uvolňovány činností bakterií (Sládeček, 1986). Hnojiva přispívají nejvíce ke zvýšení uhlíku, pak dusíku, fosforu, atd. Při zvýšené koncentraci těchto látek nastane ve vodě rychlý rozvoj řas a sinic a je znemožněna existence ostatních organismů. Ve vodním prostředí tak dochází k eutrofizaci. Pokud se obsah látek příliš sníží, tak se zastaví produkce všech organismů ve vodě (Adámek a kol., 2013). Maximální roční dávka chlévské mrvy v polointenzifikačních rybnících činí 3500 kg/ha a v intenzifikačních rybnících 5000 kg/ha (Anonymous 2, 2002).

Na některých rybnících se využívá spolužití ryb a kachen. Kachny spásající rybníční porosty hnojí rybník trusem bohatým na biogenní živiny a tak dochází také k eutrofizaci rybníku. Při hledání potravy kypří zobákem rybníční dno, a tím urychlují rozklad organického bahna (Jůva a kol., 1980). Vodní nádrže mají přirozenou schopnost zadržovat fosfor. Průtočné rybníky, kde se voda obměňuje rychleji, nemají tak velký obsah

fosforu. Pokud se však rybník intenzivně hnojí, je na něm uplatňován chov kachen, nebo jsou do něj vypouštěny odpadní vody, pak může fosfor dosahovat vysokých hodnot (Duras a Potužák, 2013).

Velké vrstvy bahna brání pronikání kyslíku do hlubších vrstev sedimentu a to vede k vytvoření anoxygenních podmínek. Konečnými produkty rozkladu organických látek v anoxygenních podmínkách jsou škodlivé plyny, jako například sirovodík a metan (Jůva a kol., 1980). Již od začátku rybničního hospodaření se uplatňovalo letnění rybníků. Napomáhalo k oživení rybničního dna a poskytovalo tak živiny pro rybí obsádku (Šusta, 1995). Přikrmováním kaprovitých ryb obilovinami se celkový přírůstek může zvýšit až o 75%, ale ryby pak již tolik nevyhledávají jejich přirozenou potravu (Adámek a kol., 2008). Maximální krmná dávka v období od března do října v polointenzifikačních rybnících činí 3000 kg/ha a v intenzifikačních rybnících 6000 kg/ha (Anonymous 2, 2002). Obiloviny jsou zdrojem fosforu a dusíku, které se po průchodu zažívacím traktem ryby dostávají do vody (Hartman a Regenda, 2014).

Obr. 1: Využití celkového dusíku a fosforu při zkrmování obilovin (Hartman a Regenda, 2014).



Spolu s hnojením je přikrmování hlavním zdrojem trofizace rybníků. Snížení produkce dusíku a fosforu při vylučování ryb podpoří zavedení vysoce stravitelného krmiva, nebo tepelné a mechanické čištění krmiv (Hlaváč a kol., 2014).

2.3 Kvalita vody a její význam pro organismy

Působení různých ekologických faktorů rozhoduje o druhovém složení živočichů a rostlin v nádržích a tocích. Struktura planktonu, rozvoj sinic a řas, ale i stav rybí obsádky zase mohou významně ovlivnit parametry vody. K nejvýznamnějším faktorům patří trofie (sloučeniny N a P), acidita, teplota, organické látky (Hartman a kol., 1998; Pechar a kol., 1996). Sledování těchto faktorů umožňuje posuzovat jakost povrchových vod. Podle státní normy se pak vody klasifikují do jednotlivých tříd jakosti. Voda I. třídy je voda vhodná pro všechna využití a má velkou hodnotu v krajině. Používá se pro vodárenské účely, koupaliště, chov lososovitých ryb a jako pitná voda. II. třída jakosti je také významná pro krajinu, ale není již vhodná jako pitná voda. Využívá se pro vodárenské účely, pro chov ryb, průmysl, atd. Do III. třídy se řadí vody s malou krajínovornou hodnotou a většinou se využívá jen pro zásobování průmyslu. IV. třída je vhodná jen pro omezené účely a V. třída se již nehodí pro žádný účel (ČSN 75 7221, 1990).

Tab. 1: Třídy jakosti vod a jejich mezní hodnoty (ČSN 75 7221, 1990).

Ukazatel	Symbol	Jednotka	Třída				
			I.	II.	III.	IV.	V.
Rozpuštěný kyslík	O ₂	mg/l	>7	>6	>5	>3	<3
Konduktivita	<i>H</i>	μS/cm	<40	<70	<110	<160	>160
Teplota vody	t	°C	<22	<23	<24	<26	>26
Reakce vody	pH		6,0 - 8,5	6,0 - 8,5	6,0 - 8,5	5,5 - 9,0	<5,5, >9,0

2.3.1 Trofie

Obsah živin ve vodě významně ovlivňuje fungování celé biocenózy (Pechar a kol., 1996). Živiny se do vody mohou dostat ze tří možných zdrojů: z přítoku, z dešťové vody a výměnou sedimentů na dně (Sládeček, 1986). Významným jevem je jarní mixie. Voda se díky oteplování promíchává a je zásobována živinami ze sedimentů na dně. To může způsobovat snížení hodnot kyslíku ve vodě (Hartman a kol., 1998). Trofie neboli úživnost určuje do značné míry hydrochemický režim rybníku. Je dána množstvím živin, které jsou udržovány v koloběhu. Čím vyšší je úživnost rybníku, tím je nižší průhlednost vody (Hartman a kol., 1998). Živiny jsou příčinou rozvoje sinic a řas a některé specifické

podmínky mohou tento projev eutrofizace zvýraznit, například vyšší teplota, zpomalení odtoku vody, změna výšky vodního sloupce, zvýšení rybí obsádky atd. V přirozených vodách je zvyšování trofie známkou znečištění, ale v rybnících je to známka rostoucí produktivity (Adámek a kol., 2008). Jsou různé kategorie úživnosti: oligotrofní, mezotrofní, eutrofní a hypertrofní (Hartman a kol., 1998).

Tab. 2: Rozdělení rybníků podle úživnosti a přípustná intenzita rybníkářského hospodaření (Hartman a Regenda, 2014).

stupeň trofie	povolený stupeň intenzity hospodaření	fosfor celkový ¹⁾ (mg/l)	průhlednost vody (m)	povodí rybníka, obvyklé umístění rybníka v krajině
hypertrofní	intenzivní	> 0,30	< 0,5	sídliště, OR, TTP (biologické rybníky)
eutrofní	polointenzivní, intenzivní	0,10 - 0,30	1 - 0,5	povodí OR, TTP, sídliště
mezotrofní	polointenzivní, extenzivní	0,02 - 0,10	3.1	povodí TTP, lesy, malý podíl OR
oligotrofní	extenzivní	< 0,02	> 3	lesy a TTP

Poznámka: ¹⁾ filtrace vody přes 200 µm filtr, OR - orná půda, TTP - trvalý travní porost = louky a pastviny

V oligotrofních rybnících je rostlinná produkce malá a je zcela mineralizována. Jsou to například pstruhové nebo horské rybníky, které mají ve všech svých částech nízkou teplotu vody a vysoký obsah rozpuštěného kyslíku (Schubert a Lellák, 1973). V eutrofních rybnících se nestačí rostlinná produkce mineralizovat. Její nadbytek se ukládá na dně, a tím se snižuje hloubka rybníku. Rybníky s velkou produkcí sinic jsou považovány za hypertrofní (Přikryl, 1996). Eutrofní a hypertrofní rybníky bývají zatížené odpadními vodami a splašky bohatými na živiny. Nejčastěji jsou to návesní rybníky (Schubert a Lellák, 1973). Dystrofie je takový typ úživnosti, kde je vysoká kyselost vody a nízký obsah fosforu. Je zde omezený rozvoj planktonu. Voda je díky vysokému obsahu huminových kyselin zbarvena do žluta až do hněda (Hartman a kol., 1998).

Jedním z rizik vysoké míry eutrofizace je, že při rozkladu vzniká NH_4^+ . Tento amonný iont se při vysokém pH mění na plynný NH_3 , který je pro ryby toxický. Pokud bude stoupat teplota a pH, tak se bude navyšovat i podíl NH_3 (Pitter, 2009; Dubský, 2015) (viz příloha č. 2).

2.3.2 Konduktivita

Vlivem rozpuštěných minerálních látek se voda stává vodivou pro elektrický proud. Vodivost vody závisí na množství rozpuštěných látek disociovaných v ionty (Lellák a Kubíček, 1991). Podle hodnoty vodivosti se vody dělí do jakostních tříd (viz Tab. 1).

2.3.3 Acidita

Hodnoty pH ve vodě kolísají podle chemických dějů, které v ní probíhají. Běžné změny pH nastávají při denních cyklech, při nichž v noci pH klesá a v průběhu dne se zase zvyšuje (Dubský, 2015). Nízké pH bývá tam, kde je málo vápníku. Rozklad organických látek a intenzita dýchání organismů také snižují pH vody (Adámek a kol., 2013). Významným způsobem snižují pH kyselá srážky. Některé látky se při nízkém pH stanou nerozpustné ve vodě a tím se stávají nedostupnými pro organismy. Naopak jiné se v kyselém prostředí uvolňují, například toxický kovový hliník, který je nebezpečný pro vodní organismy (Adámek a kol., 2008).

Kyselost vody v rybnících se upravuje vápněním. Voda se při tom zbaví i některých škodlivých látek, především sloučenin železa (Jůva a kol, 1980). Vápněním se rybník také dezinfikuje a zbaví škodlivých patogenů (Svobodová a kol., 2007).

Fotosyntéza vodních rostlin, sinic a řas zase vede ke zvyšování hodnot pH až na 10 a více. Tato situace může nastat v předjarním období, kdy se silně zvyšuje biomasa fytoplanktonu (Hartman a kol., 1998). Pro většinu organismů je ideální neutrální pH v rozmezí 7 - 8 (Adámek a kol., 2013; Dubský, 2015).

Alkalita, nebo-li kyselinová neutralizační kapacita, je schopnost vody vyrovnávat se s kyselými vodami, aniž by došlo k výraznému poklesu pH. V rybníce alkalita určuje obsah rozpustných vápenatých nebo hořečnatých solí kyseliny uhličité. S rostoucí alkalitou se zvyšuje i pH a voda je mnohem odolnější na změny pH (Lellák a Kubíček, 1991). Optimální alkalita rybochovného rybníku je 2-3 mmol.l⁻¹ (Nováček, 1997).

2.3.4 Teplota

Zdrojem tepla ve vodě je sluneční záření, v menší míře pak předávání tepla z ovzduší, nebo ze dna nádrže. V mělkých stojatých nádržích probíhají v průběhu roku velké teplotní změny, které se mohou pohybovat v rozsahu až o 20 °C (Hartman a kol., 1998). Dlouhodobý roční průměr teploty vody je nejčastěji kolem 9 °C. Nejvyšší teploty vody bývají v červnu a v červenci a nejnižší zase v lednu a v únoru (Lellák a Kubíček, 1991). Ve stojatých vodách dochází k teplotnímu vrstvení vody. Tento jev nastává pravidelně s ročními obdobími a příčinou je změna hustoty vody. Při letní stagnaci je vyšší teplota vody u hladiny a teplota ke dnu klesá a v zimní zonaci je to naopak. Na jaře a na podzim se voda promíchává a teploty se vyrovnávají (Adámek a kol., 2013).

Teplota vody výrazně ovlivňuje rozpustnost kyslíku ve vodě. Pokud se bude teplota zvyšovat, pak rozpustnost kyslíku ve vodě klesá (Svobodová a kol., 2007) (viz příloha č. 3). Při kyslíkovém deficitu hyne spousta živočišných organismů, ale je zaznamenán rozvoj fytoplanktonu, zejména sinic. Vyšší teplota vody způsobuje lepší rozpustnost anorganických i organických látek, ale dochází při ní ke snížení hustoty a viskozity (Adámek a kol., 2008). Teplota vody zásadně ovlivňuje intenzitu metabolismu ryb a biochemické procesy, které v ní probíhají (Velíšek a kol., 2014). Pro vodní organismy jsou nebezpečné náhlé a vysoké změny teploty, které mohou způsobit teplotní šok a následný úhyn (Adámek a kol., 2013; Svobodová a kol., 2007).

2.3.5 Organické látky

Obsah organických látek ve vodě se vyjadřuje jako ukazatel BSK₅ (biochemická spotřeba kyslíku) a neměla by přesáhnout 8 mg O₂.l⁻¹ (Dubský, 2015). Organické látky se do vody dostávají splachem z půdy, opadem listí, atd. Část z nich je vytvářena i ve vodním

prostředí činností bakterií a hub, například rozkladem odumřelých těl (Adámek a kol., 2013). Obsah organických látek ve vodě se stanovuje z průhlednosti a barvy vody. Jsou velice významné z hlediska samočisticích procesů ve vodě, ale nesmí dojít k jejich prudkému nárůstu (Hartman a kol., 1998). Díky vysokému obsahu organických látek dochází k saprobitě, tzv. znečištění vod. Spousta těchto látek může být nerozložitelná a rozložitelné látky ve vyšších koncentracích mohou způsobovat kyslíkový deficit a zvyšovat pH (Adámek a kol., 2008).

Hlavním zdrojem znečištění jsou odpadní vody, které pocházejí ze zemědělství, průmyslu, kanalizace, atd. Přítokem se tyto vody snadno dostanou do návesních rybníků (Adámek a kol., 2008). V roce 2013 bylo do vodních toků vypuštěno 1 846,3 mil. m³ odpadních a důlních vod. Oproti roku 2012 tak došlo ke snížení pouze o 2,1 %. Podobně jako v předchozích letech nebyly do celkového množství zahrnovány vody vypouštěné z rybníčních soustav (Anonymus 1, 2014) (viz příloha č. 4). V současných letech se kvalita povrchových vod výrazně zlepšila, ale i přes to se vyskytují úseky vodních toků zařazené do V. třídy jakosti, což značí velmi silně znečištěnou vodu (Anonymus 1, 2014) (viz příloha č. 5).

2.4 Zooplankton a fytoplankton

Plankton se skládá z drobných organismů, které jsou schopné trvale se vznášet nebo plavat ve volné vodě, avšak nedokážou odolávat vodnímu proudu rychlejšímu než 2 cm.s⁻¹ (Hartman a kol., 1998). Ve vodním sloupci pomalu klesají, protože jejich hustota je obvykle větší než hustota vody (Lellák a Kubíček, 1991). Život planktonních organismů je poměrně krátký, a proto se organismy rychle rozmnožují (Hartman a kol., 1998).

Hlavní součástí zooplanktonu jsou živočichové. Vyskytují se zde v menší míře prvoci (*Protozoa*). Mezi mnohobuněčnými živočichy můžeme najít vířníky (*Rotifera*) a další významnou skupinu tvoří korýši, do kterých se řadí buchanky (*Cyclopoida*) a perloočky (*Cladocera*) (Schubert a Lellák, 1973). V zooplanktonu se vyskytují také různé larvy hmyzu, například komáři z čeledi komárovití (*Culicidae*), pakomárovití (*Chironomidae*) a koretrovití (*Chaoboridae*) (Sedlák, 2000) (viz příloha č. 6).

Organismy pelagiálu se trvale vznášejí nebo plavou ve volné vodě. Některé druhy mohou pravidelně sestupovat na dno. V zimním období migrující larvy koreter (*Chaoborus*), nebo v ranném stádiu vývoje planktonní klanonožci (*Copepoda*) (Lellák a Kubíček, 1991). Podmínky prostředí v litorálu jsou mnohem rozmanitější než v pelagiálu, a díky tomu je zde i větší druhová diverzita planktonu. Veškerý plankton pochází z litorálních forem, který se přizpůsobil podmínkám ve volné vodě (Schubert a Lellák, 1973). Rybníční biocenóza odpovídá litorálu velkých jezer. Pokud maximální hloubka rybníku nepřekročí 2 m, tak se jedná o litorál a pelagiál se zde vůbec nevyskytuje (Sládeček, 1986). Bentál je tvořen celým areálem dna rybníku a vyskytují se v něm bentické organismy. Ty jsou celým svým vývojovým cyklem, nebo alespoň svými nedospělými stádii vázány na dno nebo pevné předměty na dně (Lellák a Kubíček, 1991).

Největší význam zooplanktonu je potrava pro rybí plůdek, ale je to přirozená potrava i pro dospělé kaprovité ryby. Dospělé ryby se potravně zaměřují spíše na bentické organismy, ale doplňkově se živí i většími druhy zooplanktonu (Anton-Pardo a kol., 2015). Pokud však dojde k jeho přemnožení a rybí obsádka jej není schopná redukovat, tak hrozí nebezpečí kyslíkového deficitu a zvýšení pH. Fytoplankton je základním zdrojem potravy pro filtrující zooplankton ale i pro některé ryby, například tolstolobika bílého (*Hypoptalmichtys molitrix*). Tolstolobik o hmotnosti 750 g přefiltruje až 100 l vody za 1 hodinu (Adámek a kol., 2008).

Plankton, který je tvořen mikroskopickými rostlinami, se nazývá fytoplankton. Je významnou potravou pro filtrující organismy a je také limitujícím faktorem pro růst populace zooplanktonu. Mezi fytoplankton se řadí jednobuněčné fotosyntetizující organismy, jako sinice, rozsivky, bičíkovci a řasy (Dubský, 2015). Krásnoočka (*Euglena*) můžeme nalézt zejména v návesních rybnících, které jsou charakteristické organickým znečištěním (Pouličková a Jurčák, 2001). Velmi časté jsou v rybnících šroubatky (*Spirogyra*). Jsou to bentické vláknitky, které bývají strhávány do vodního sloupce, když se přemnoží. Hvězdnice (*Asterionella*) tvoří dominující skupinu rozsivek v planktonu sladkovodních rybníků a tůní. Váleč (*Volvox*) je cenobium tvořené koloniálními bičíkovci.

Jeho výskyt indikuje velké množství větších druhů *Daphnií* a často se vyskytuje s vodním květem sinice *Aphanizomenon* (Kalina a Váňa, 2005). Plankton eutrofních rybníků je tvořen zelenými řasami (*Scenedesmus*, *Pediastrum*) a sinicemi (*Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Planktothrix*) (Pouličková, 2011).

2.4.1 Rozdělení zooplanktonu

2.4.1.1 Vířníci (*Rotifera*)

Nadříše: jaderní (*Eukaryota*)

Říše: živočichové (*Animalia*)

Oddělení: dvoustranně souměrní (*Bilateria*)

Pododdělení: prvoústí (*Protostomia*)

Kmen: vířníci (*Rotifera*)

(3)

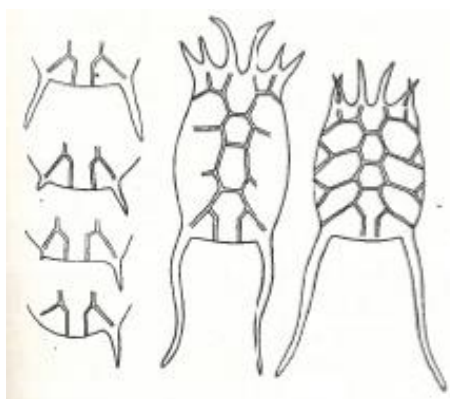
Vířníci jsou převážně sladkovodní planktonní živočichové, jejichž délka těla se zpravidla pohybuje mezi 0,1 až 0,5 mm. Charakteristický je pro ně stálý počet buněk, díky kterému nejsou schopni regenerace (Schubert a Lellák, 1973; Hartman a kol., 1998). Mají vířivý orgán, který přihání potravu k jejich ústům a umožňuje plavání. Většinou se živí řasami a částicemi detritu, ale některé druhy mohou požírat bičíkovce, jiné vířníky i drobné perloočky. Vířníci jsou schopní přežít dlouhé období bez vody. Vytvoří si pevnou schránku a omezí své životní funkce na minimum (Hanzák a kol., 1973). Tato schopnost se nazývá anabióza a vířníci v ní vydrží několik let i extrémní teplotní rozdíly (Sedlák, 2000).

Jsou to gonochoristé, ale zpravidla se rozmnožují partenogeneticky. Za určitých podmínek se v populaci objevují samečci. Mají rychlý vývoj a za příznivých podmínek jejich počet rychle narůstá. Při jarním napouštění rybníků se vířníci objevují jako první forma zooplanktonu. Vířníci jsou nároční na obsah kyslíku ve vodě, a proto jejich přítomnost indikuje dobré kyslíkové poměry v rybníce (Hartman a kol., 1998).

Nejčastěji se v litorálním planktonu úživných vod vyskytuje rod *Brachionus*. Typickými rybníčními druhy jsou *B. angularis*, *B. caliciflorus* a *B. rubens*. Součástí pelagiálního planktonu je hlavně rod *Keratella*, kde jsou nejběžnějšími druhy

K. cochlearis a *K. quadrata* s velkým počtem variet (Schubert a Lellák, 1973; Hartman a kol., 1998). Druh *B. rubens* usedá často hromadně na krunýře perlooček nebo i na jiné živočichy (Schubert a Lellák, 1973). Pro *B. calyciflorus* je charakteristická temporální variabilita a reakce na přítomnost predátorů. To se projevuje změnou tvaru těla a velikostí trnů (Hartman a kol., 1998).

Obr. 2: Cyklomorfóza u vířníka, projevující se v délce zadních trnů (Schubert a Lellák, 1973).



2.4.1.2 Perloočky (*Cladocera*)

Nadříše: jaderní (*Eukaryota*)

Říše: živočichové (*Animalia*)

Oddělení: dvoustranně souměrní (*Bilateria*)

Pododdělení: prvoústí (*Protostomia*)

Kmen: členovci (*Arthropoda*)

Podkmen: korýši (*Crustacea*)

Třída: lupenonožci (*Branchiopoda*)

Řád: perloočky (*Cladocera*)

(2)

Perloočky žijí převážně v planktonu stojatých vod a jsou nejvýznamnější potravou pro rybí obsádku. Článkování těla u nich není patrné, protože mají tělo uloženo ve dvouchlopňové skořápce, ta může být u dravých druhů redukována. Mají jedno velké složené oko a zpravidla i naupliové očko. První menší pár antén plní smyslovou funkci a druhý mohutný pár slouží k pohybu. Jejich listové končetiny jsou

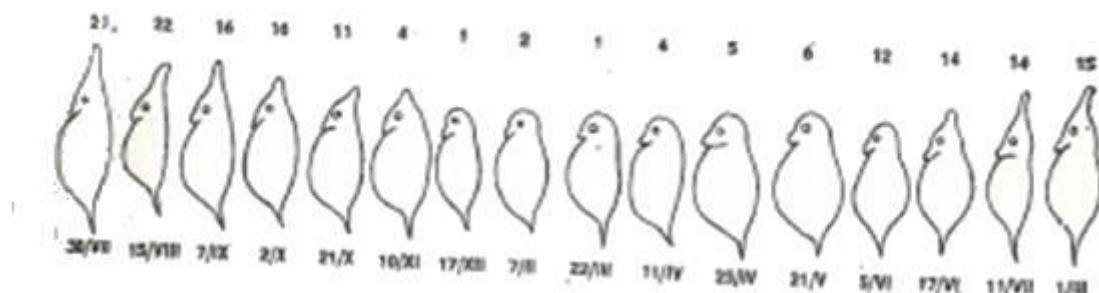
uzpůsobeny k filtraci potravy a k dýchání. Dravé druhy mají končetiny delší a slouží k přidržování kořisti. Na konci těla jsou zpravidla dva silné furkální drápky (Hartman a kol., 1998; Sedlák, 2000). Zbarvení úzce souvisí s tím, kde se perloočky nacházejí. Druhy obývající malé vodní nádrže a formy litorální i bentické jsou žlutavé až červeno-hnědé. Perloočky žijící čistě pelagicky jsou zase bezbarvé (Schubert a Lellák, 1973). Pokud jsou koncentrace kyslíku v rybníce nízké, tak dochází k tvorbě hemoglobinu a perloočky jsou pak načervenalé (ústní sdělení Příkryl, 2015). Velikost perlooček závisí na druhu, ale zpravidla se pohybuje v rozmezí 0,25 – 10 mm. Dravé druhy budou větší a filtrující zase menší (Šrámek – Hušek a kol., 1962). V životním cyklu perlooček je typická heterogonie. Rozmnožují se partenogeneticky a celý vývoj vajíček probíhá v plodovém prostoru samic. Za určitých podmínek se v populaci objevují samečci (Schubert a Lellák, 1973; Hartman a kol., 1998).

V rybnících se nejčastěji vyskytují hrotnatky (*Daphnia*), nosatičky (*Bosmina*) a ramenatky (*Leptodora*). Častým zástupcem je *B. longirostris*, která je velmi malá (0,2 – 0,5 mm) (Schubert a Lellák, 1973). Potravní tlak planktonožravých ryb omezí rozvoj velkých druhů zooplanktonu (*Daphnia*). V rybnících se pak začnou hojně vyskytovat malé druhy (*Bosmina*) (Vrtiška, 2014). *D. magna*, může být až 6 mm velká, a proto je preferovanou potravou ryb. Největším našim druhem je však dravá *L. kindtii*, která dorůstá až do 1 cm (Šrámek – Hušek a kol., 1962; Schubert a Lellák, 1973). *D. hrbaceki* je československý endemit, který se vyskytuje v tůních na Kokořínsku nebo na Příbramsku (ústní sdělení Petrušek Adam, 2015).

U některých druhů *Daphnia* nebo *Bosmina* může docházet k cyklomorfóze, která se projevuje nápadnými změnami velikosti a tvaru těla během roku. V letních měsících dochází k postupnému přilbovitému zvýšení hlavy, zatímco v zimních generacích mají perloočky hlavu nízkou a kulatou. Tento sezónní polymorfismus je adaptace na různé faktory prostředí, kterými může být například teplota vody (Lellák a Kubíček, 1991; Šrámek – Hušek a kol., 1962). Ryby uvolňují chemické látky, podle kterých perloočky mohou zjistit jejich přítomnost. Tyto látky se nazývají kairomony. Perloočky na přítomnost predátora reagují změnou velikosti. Jejich potomci jsou menší a stanou se pro predátora

téměř neviditelné. Některé perloočky zase sestupují na dno za světla, kdy je predátor aktivní a v noci zase vyplouvají ke hladině (Macháček, 2001).

Obr. 3: Cyklomorfóza u perloočky v průběhu roku, projevující se různým tvarem přilby. Nad řadou je teplota ve °C (Schubert a Lellák, 1973).



2.4.1.3 Buchanky (*Cyclopoida*)

Nadříše: jaderní (*Eukaryota*)

Říše: živočichové (*Animalia*)

Oddělení: dvoustranně souměrní (*Bilateria*)

Pododdělení: prvoústí (*Protostomia*)

Kmen: členovci (*Arthropoda*)

Podkmen: korýši (*Crustacea*)

Třída: klanonožci (*Copepoda*)

Řád: buchanky (*Cyclopoida*)

(1)

Pro buchanky je charakteristické článkované tělo, které je viditelně rozdělitelné na hlavohruď a zadeček. V ČR se vyskytuje 9 druhů a jejich velikost se pohybuje v rozmezí 1 – 2 mm. Krunýř není vyvinut. Mají jedno naupliové oko a velká tykadla, která slouží samcům k uchycení samice. Čtyři páry veslovitých hrudních nožek slouží k pohybu. Živí se drobnými planktonními organismy a detritem (Sedlák, 2000).

Jsou to gonochoristé a rozmnožují se pohlavně. Samice nosí vajíčka po stranách zadečku v jednom nebo dvou vaječných vacích, ze kterých se pak líhne larva. Larva se vyvíjí šesti naupliovými stádii a pěti až šesti kopepoditovými stádii s postupně rostoucím počtem tělních článků (Schubert a Lellák, 1973).

Významnými planktonními druhy jsou dravé rody *Cyclops*. *C. strenuus* je jedním z nejběžnějších druhů a je velmi hojný na jaře. Jako litorální druhy se často vyskytují malé buchanky rodu *Microcyclops* nebo *Eucyclops*, které se živí nárosty a také rod *Eudiaptomus*. *E. vulgaris* je nejhojnější v letních měsících. Poměrně velké rody *Megacyclops* a *Macrocyclops* jsou dravé a loví mnohonásobně větší kořist, například larvy pakomárů (Hartman a kol., 1998; Sedlák, 2000).

3. POPIS LOKALIT

Sledované lokality jsou vedeny v katastru obce Lodhěřov. Parcelní čísla: 164, 165, 166, 192 (4). Návesní rybník spadá pod obec Lodhěřov a další tři rybníky jsou v soukromém vlastnictví p. Čejny Zdeňka.

3.1 Obecní rybník

Návesní rybník slouží jako retenční, akumulární a rybochovná nádrž. Jeho vodní plocha má 7 900 m² a jedná se o průtočný rybník na Lodhěřovském potoce. Jeho součástí je betonové vypouštěcí zařízení, bezpečnostní přeliv a vtokový objekt. Hráz je zemní, homogenního typu a zeminy jsou písčito-jílovité. V litorálu se vyskytují obojživelné rostliny, jako je rákos, orobinec, chrastice atd. Břeh je osazen luční směsí a vyskytují se zde náletové dřeviny, jako je olše, bříza, vrba.

Obr. 4: Mapa Návesního rybníku, 1:2000 (5).



Rybník se nehnojí a ryby se přikrmují 2x týdně 50 kg obilnin, nejčastěji žitovcem. Dávka krmiva ve sledovaném období činila 4557 kg/ha. Podporuje se zde výskyt divokých kachen přikrmováním a budováním hnízdních budek. V roce 2006 byl rybník díky povodním vystaven vysokým splachům sedimentů z okolí a došlo ke značnému zabahnění. V roce 2007 se provedlo odbahnění rybníku a oprava hráze. Díky tomu se rybník provzdušnil a zlepšila se jakost vody.

Obr. 5: Návesák (foto Čejnová, září 2015).



Místo odběru (49° 13' 1.281" N, 14° 57' 31.865" E).

3.2 Soukromé rybníky

Soukromé rybníky mají kaskádovité uspořádání a jsou neprůtočné. Využívají se jako rybochovné nádrže. Jejich součástí je vypouštěcí zařízení formou kbelu a vtokový objekt. Hráze jsou zemní, homogenního typu a zeminy jsou písčito-jílovité. V zastoupení obojživelných rostlin zde najdeme orobinec, rákos, sítinu, atd. a břeh je pokrytý luční směsí. V R2 se vyskytují vzplývavé rostliny lekníny a je zde malý ostrůvek, na kterém roste olše. Dřeviny se vyskytují na hrázy R1 a mezi R1 a R2 v podobě smrků. Na břehu R1 a R3 se nacházela kupa chlévské mrvy, která byla z menší části i ve vodě.

Obr. 6: Mapa soukromých rybníků, 1:790 (6).



Rybníky se v jarních měsících hnojily chlévskou mrvou nebo kompostem. Od dubna se začala rybí obsádka přikrmovat každý den 1 kg žitovce a přibližně 10 dkg granulí pro ryby s vysokou nutriční hodnotou (viz příloha č. 7). Dávka krmiva ve sledovaném období činila v R1 3131 kg/ha, v R2 3285 kg/ha a v R3 2314 kg/ha.

Tab. 3: Hnojení rybníků v jarních měsících.

datum	kg	typ hnojiva
30.3.2015	100	chl. mrva
30.4.2015	10	kompost
19.4.2015	20	chl. mrva
9.5.2015	20	chl. mrva
ha/rok		
R1	1906 kg	
R2	2000 kg	
R3	1409 kg	

První rybník R1 v kaskádě tří sledovaných rybníků je nejmladší a má 787 m². Jeho přítok činí několik pramenů a odtok je tvořen výpustním přepadem do druhého rybníku R2. R2 má 750 m² a jeho přítok tvoří pramen a odtokové zařízení R1. Jeho součástí je kbel, který je jeho výpustním zařízením a zároveň je přítokem do spodního rybníku R3. R3 má 1065 m² a voda ústí přes bel do potoka.

Obr. 7: R1 (foto Čejnová, září 2015).



Místo odběru (49° 13' 5.557" N, 14° 57' 29.586" E).

Obr. 8: R2 (foto Čejnová, září 2015).



Místo odběru ($49^{\circ} 13' 5.406''$ N, $14^{\circ} 57' 30.513''$ E).

Obr. 9: R3 (foto Čejnová, září 2015).



Místo odběru ($49^{\circ} 13' 4.5353195''$ N, $14^{\circ} 57' 31.1502743''$ E).

4. CÍLE PRÁCE

Cílem práce je zdokumentovat základní charakteristiky planktonu 4 malých rybníčních nádrží. Zaznamenat sezónní změny ve výskytu vybraných skupin a porovnat rozdíly mezi jednotlivými nádržemi. Dále pak vyhodnotit hospodaření na nádržích a posoudit možný vliv na formování planktonu. Tyto výsledky pak porovnat se současnými poměry na standardních hospodářských rybnících.

5. METODIKA

Byly provedeny odběry vzorků zooplanktonu a měřily se parametry vodního prostředí na 4 lokalitách. Vybranými lokalitami byly 3 soukromé rybníky a návesní rybník v katastru obce Lodhěrov. Odběry byly realizovány 1x za měsíc po dobu jedné odběrové sezóny (v roce 2015) od března do listopadu.

5.1 Parametry vody

Byly sledovány tyto parametry vodního prostředí: teplota, obsah rozpuštěného kyslíku, vodivost, pH, alkalita, průhlednost a barva vody. Měření se provádělo vždy na stejném místě přibližně 40 cm od břehu a v blízkosti odtoku rybníku. K měření byl použit přístroj: Universal meter, MultiLine P4, kterým se měřila teplota, kyslík a vodivost. Měření průhlednosti a barvy vody se prováděly bíločernou Secchiho deskou o průměru 20 cm. Do laboratoře byly převáženy vzorky vody v termotašce a následně se stanovovala alkalita a pH. K měření byl použit přístroj: Schott – TitroLine. Alkalita se prováděla titrací vzorku vody kyselinou HCl do bodu ekvivalence na pH 4,5 a sledovala se spotřeba reakčního činidla.

5.2 Odběry zooplanktonu

Na odběry zooplanktonu byla použita planktonní síť s velikostí ok 80 μ m. Vzorek byl odebrán vždy na stejném místě, na kterém byly měřeny i parametry vody. Při každém odběru byly provedeny tři horizontální tahy o délce 3 m z hráze rybníku. Vzorky byly následně převedeny do 100 ml vzorkovnic a zafixovány formaldehydem (36 – 38%) na výslednou koncentraci 4% ve vzorku. Pro determinaci zooplanktonu byl použit mikroskop CarlZeiss – Jena, při zvětšení Apochromat 6,3/0,2 160/-. Při mikroskopickém pozorování bylo zjišťováno procentické zastoupení jednotlivých vybraných skupin zooplanktonu: *Daphnia*, *Bosmina*, *Chydoridae*, *Copepoda*, *nauplia* a *Rotifera*. Vždy bylo hodnoceno minimálně 200 jedinců v jednom vzorku. Určování zooplanktonu se provádělo pomocí klíče Šrámek-Hušek (1962) a k určení fytoplanktonu byl použit atlas našich sinic a řas (Pouličková a Jurčák, 2001). Mikrofotografie zooplanktonu byly pořízeny na mikroskopu

Olympus CX21, objektiv 10x/0,25 PhC a 20x/0,40 PhC. Pro tvorbu fotografií byl využit program Quick PHOTO MICRO 2.3.

5.3 Rybí obsádka

V průběhu odběrové sezóny byl sledován stav rybí obsádky v rybnících. Pro vylovení obsádky ryb byla použita metoda hromadného způsobu lovu (zákon č. 99/2004 Sb., o rybářství). Dále bylo zaznamenáváno hnojení rybníku, příkrmování rybí obsádky a jiné indikátory, které by mohly ovlivnit parametry vodního prostředí nebo stav rybí obsádky. Byl spočítán přírůstek ryb za sledované období. Přepočet rybí obsádky na kg/ha byl proveden odhadem. Z Tab. 4 byly přejaty váhy kapra, lín násada se odhadoval na 250 g/ks a tržní na 350 g/ks. Váha amura bílého byla zprůměrována na 3 kg/ks v soukromých rybnících a 2 kg/ks v návesním rybníku. Váha tolstolobika bílého 2,5 kg/ks a kapra tržního 2 kg/ks ve všech rybnících. Bílé a dravé ryby se nepřepočítávaly.

Tab. 4: Věkové kategorie pro kapra. Kr – rychlený plůdek, Kt – kapr tržní, Kg – kapr generační (Schubert a Lellák, 1973; Dubský 2015).

značení	roky	velikost (cm)	váha (g)
Kr	4-8 týdnů	-	-
K1	1	9-12	35
K2	2	15-25	350
K3	3	40-50	1250
Kt	>4	>50	>1250
Kg	>5	-	-

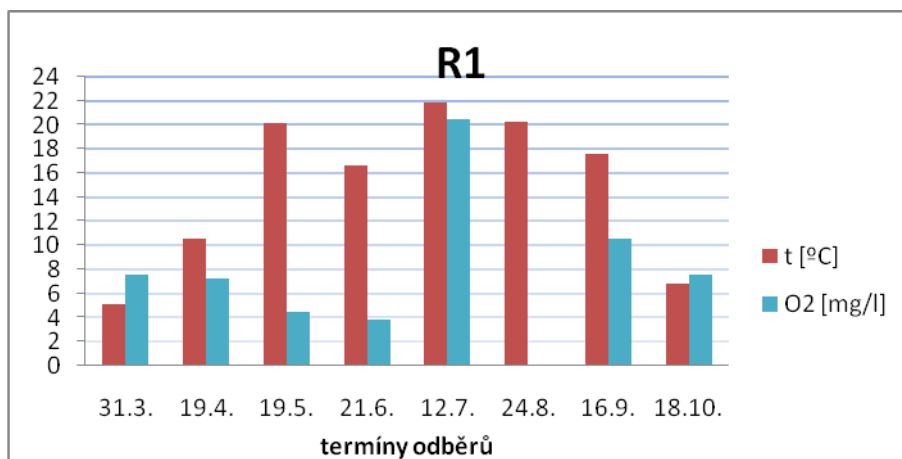
6. VÝSLEDKY

6.1 Parametry vody

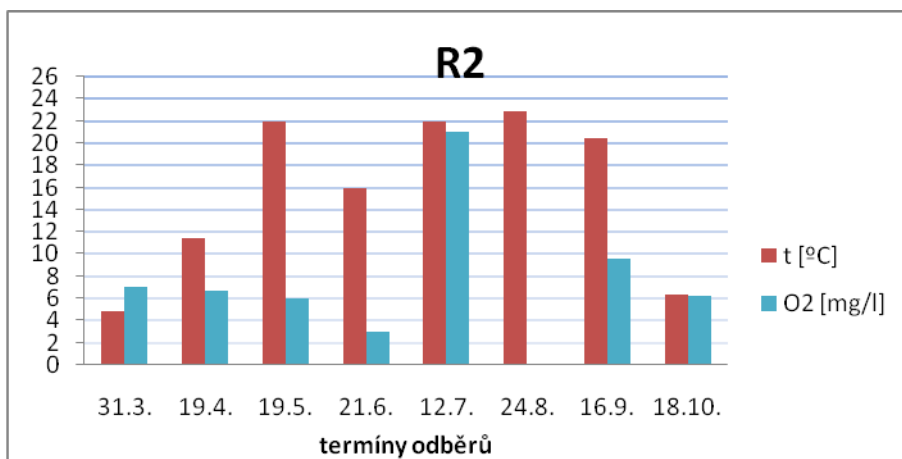
6.1.1 Teplota a kyslík

Tab. 5: Teplota a obsah kyslíku ve sledovaném období v jednotlivých rybnících. V srpnu hodnoty kyslíku nebyly naměřeny z důvodu nefunkční elektrody.

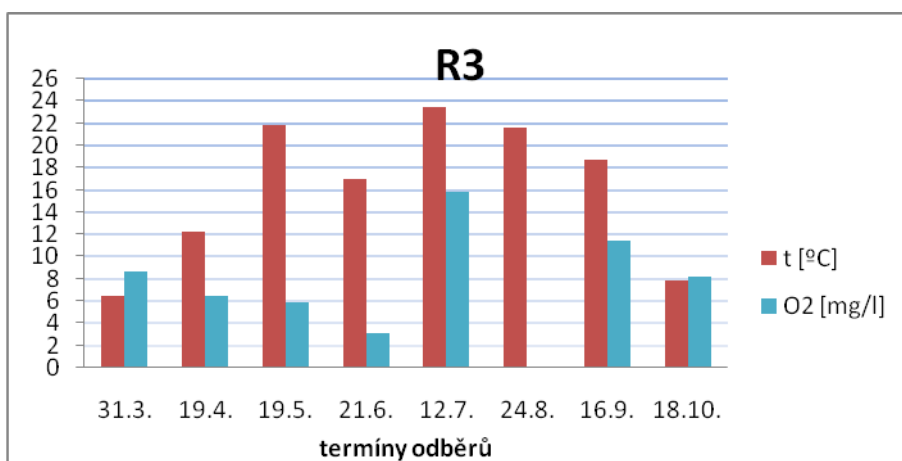
datum	t [°C]				O2 [mg/l]			
	R1	R2	R3	NÁV	R1	R2	R3	NÁV
31.3.	5,1	4,9	6,5	6,7	7,55	7,05	8,65	7,98
19.4.	10,6	11,4	12,3	11,3	7,26	6,65	6,45	7,1
19.5.	20,2	21,9	21,8	21,4	4,47	6,06	5,93	3,65
21.6.	16,6	15,9	17	17,1	3,8	3,01	3,1	6,01
12.7.	21,9	22	23,5	22,8	20,5	21	15,8	16,3
24.8.	20,3	22,9	21,6	22	-	-	-	-
16.9.	17,6	20,4	18,7	19,6	10,61	9,58	11,4	12,82
18.10.	6,8	6,4	7,8	8,5	7,55	6,21	8,19	4,4



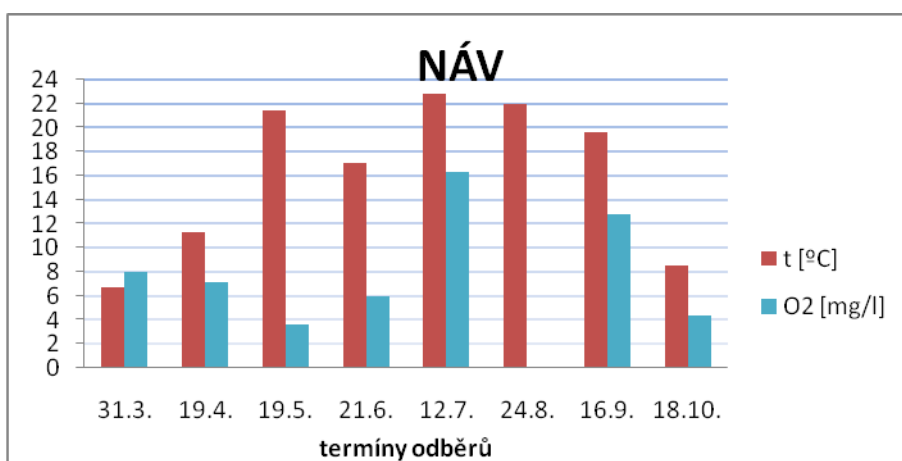
Graf 1: Teplota a obsah kyslíku ve vodě v R1 ve sledovaném období.



Graf 2: Teplota a obsah kyslíku ve vodě v R2 ve sledovaném období.



Graf 3: Teplota a obsah kyslíku ve vodě v R3 ve sledovaném období.



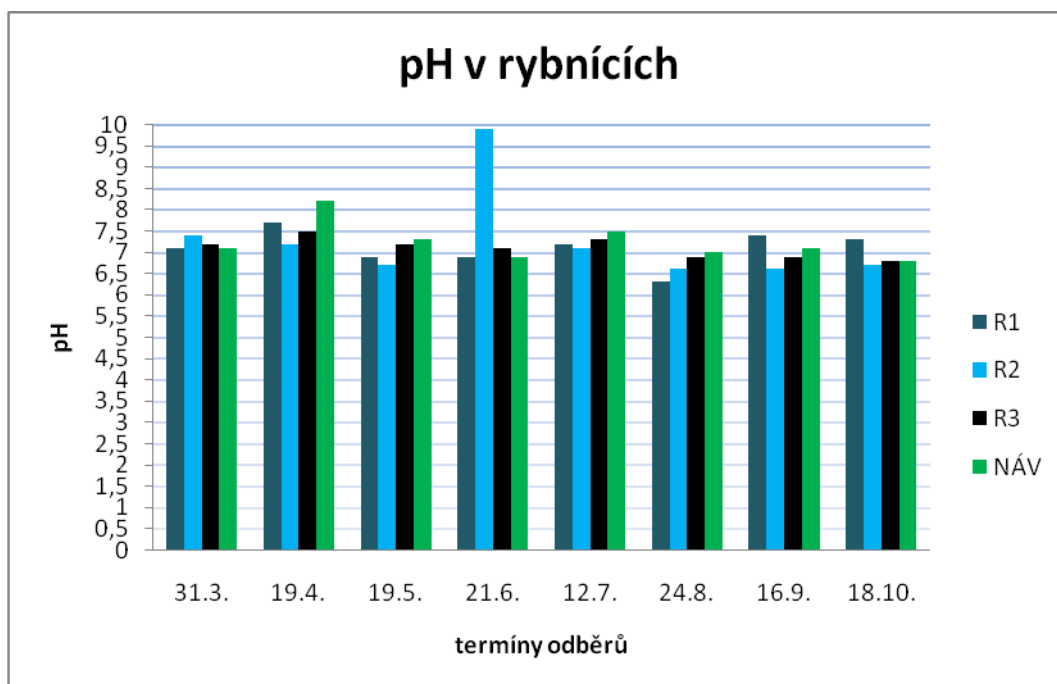
Graf 4: Teplota a obsah kyslíku ve vodě v NÁV ve sledovaném období.

Ve všech rybnících byly naměřené hodnoty teploty a kyslíku hodně podobné. Výraznější změny v hodnotách naměřeného kyslíku mezi soukromými rybníky a návesním rybníkem byly v květnu, červnu a říjnu.

6.1.2 Hodnota pH

Tab. 6: pH ve sledovaném období v jednotlivých rybnících.

datum	pH			
	R1	R2	R3	NÁV
31.3.	7,1	7,4	7,2	7,1
19.4.	7,7	7,2	7,5	8,2
19.5.	6,9	6,7	7,2	7,3
21.6.	6,9	9,9	7,1	6,9
12.7.	7,2	7,1	7,3	7,5
24.8.	6,3	6,6	6,9	7
16.9.	7,4	6,6	6,9	7,1
18.10.	7,3	6,7	6,8	6,8



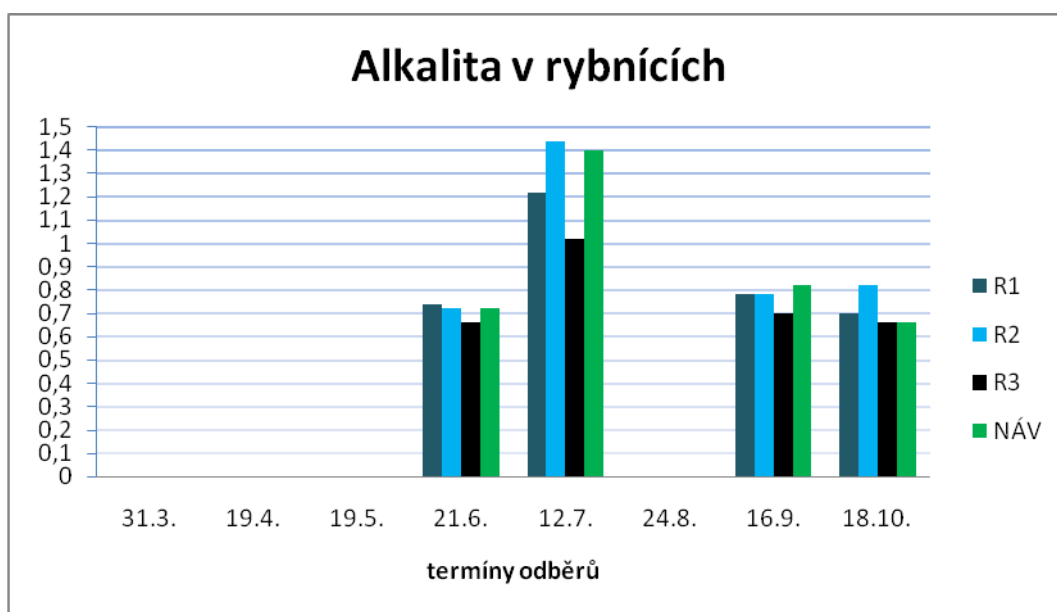
Graf 5: pH v jednotlivých rybnících ve sledovaném období.

Naměřené hodnoty pH byly ve všech rybnících podobné, pouze v červnu byla naměřena extrémní hodnota pH v R2 a to 9,9.

6.1.3 Alkalita

Tab. 7: Alkalita vody ve sledovaném období v jednotlivých rybnících. Měření alkality bylo zahájeno od června. V srpnu chybějí data z důvodu nefunkčnosti přístroje.

datum	Alkalita [mmol/l]			
	R1	R2	R3	NÁV
31.3.	-	-	-	-
19.4.	-	-	-	-
19.5.	-	-	-	-
21.6.	0,74	0,72	0,66	0,72
12.7.	1,22	1,44	1,02	1,4
24.8.	-	-	-	-
16.9.	0,78	0,78	0,7	0,82
18.10.	0,7	0,82	0,66	0,66



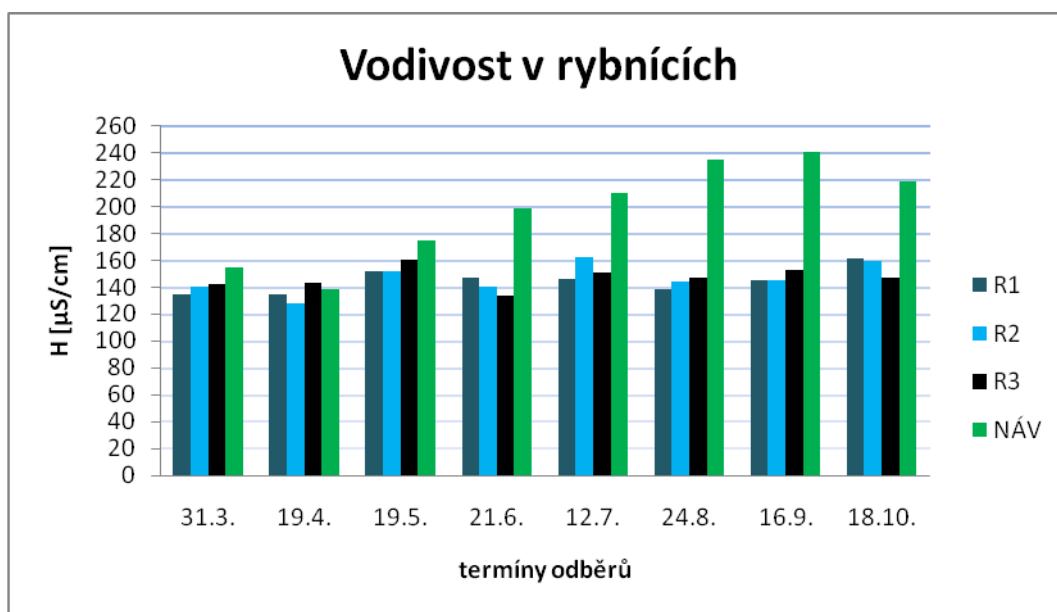
Graf 6: Alkalita vody v jednotlivých rybnících ve sledovaném období.

Velké rozdíly v naměřených hodnotách mezi jednotlivými rybníky byly v červenci.

6.1.4 Vodivost

Tab. 8: Vodivost vody ve sledovaném období v jednotlivých rybnících.

datum	H [$\mu\text{S}/\text{cm}$]			
	R1	R2	R3	NÁV
31.3.	135	140	142	155
19.4.	135	128	143	138
19.5.	152	152	160	175
21.6.	147	140	134	199
12.7.	146	162	151	210
24.8.	138	144	147	235
16.9.	145	145	153	241
18.10.	161	159	147	219



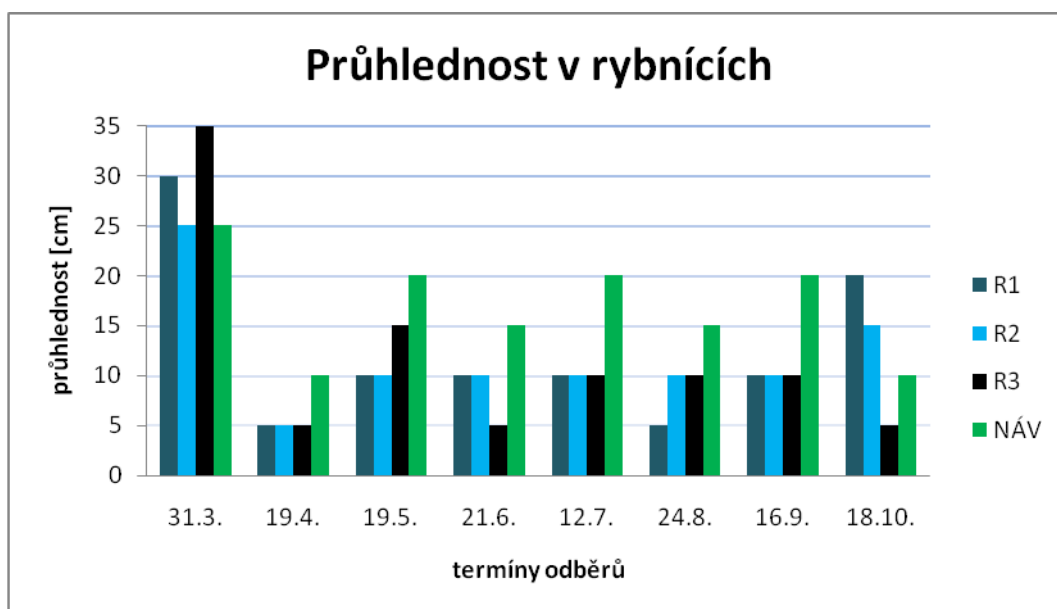
Graf 7: Vodivost vody v jednotlivých rybnících ve sledovaném období.

Naměřené hodnoty v soukromých rybnících jsou velmi podobné v celém sledovaném období. Na návesním rybníku je vodivost podstatně vyšší, než na soukromých rybnících a hodnoty v průběhu období kolísají.

6.1.5 Průhlednost vody

Tab. 9: Průhlednost vody ve sledovaném období v jednotlivých rybnících.

datum	průhlednost [cm]			
	R1	R2	R3	NÁV
31.3.	30	25	35	25
19.4.	5	5	5	10
19.5.	10	10	15	20
21.6.	10	10	5	15
12.7.	10	10	10	20
24.8.	5	10	10	15
16.9.	10	10	10	20
18.10.	20	15	5	10



Graf 8: Průhlednost vody v jednotlivých rybnících ve sledovaném období.

V průběhu sledovaného období se průhlednost vody ve všech rybnících značně mění. Nejvyšší průhlednost byla v březnu.

6.1.6 Barva vody

Tab. 10: Barva vody ve sledovaném období v jednotlivých rybnících.

datum	barva vody			
	R1	R2	R3	NÁV
31.3.	průhl., řasy	průhl., řasy	průhl., řasy	průhl.
19.4.	hnědá	hnědá	hnědá	hnědá
19.5.	sv. hnědá	sv. hnědá	sv. hnědá	sv. hnědá
21.6.	hnědá	hnědá	hnědá	hnědá
12.7.	hnědý zákal	hnědý zákal	hnědý zákal	tm. zelená
24.8.	zelená	zelená	zelená	zelená
16.9.	zelená	zelená	zelená	zelená
18.10.	žlutohnědá	žlutohnědá	zelená	žlutohnědá

6.2 Události

Tab. 11: Události ve sledovaném období v jednotlivých rybnících.

datum	Události
30.3.	začátek hnojení rybníků
31.3.	1. odběry
30.4.	kompost 10 kg do každého rybníka
16.4.	začátek příkrmování ryb
19.4.	20 kg hnojení do každého rybníka
19.4.	2. odběry
9.5.	20 kg hnojení do každého rybníka
19.5.	3. odběry
8.6.	po bouři splachy prachových částic z cest do všech rybníků (hnědá barva)
21.6.	4. odběry
12.7.	5. odběry
24.8.	6. odběry
5.9.	zpozorována volavka
16.9.	7. odběry
20.9.	výlov R1
4.10	výlov R2
18.10.	8. odběry
7.11.	výlov R3

6.3 Stav rybí obsádky

Tab. 12: Rybí obsádky v jednotlivých rybnících.

Rybí obsádka	Počáteční stav				Stav po výlovu		
	12.4.2015			11.7.2015	20.9.2015	4.10.2015	7.11.2015
	R1	R2	R3	Náv	R1	R2	R3
Kr	-	ano	ano	ano	ano	ano	ano
K1	-	-	-	100	ano	ano	ano
K2	55	-	61	100	-	-	-
K3	3	20	7	150	55	-	61
Kt	-	4	-	-	3	21	7
Kg	-	-	3	-	-	-	3
Koi kapr	-	-	2	-	-	-	2
lín násada	43	42	47	20	36	9	71
lín tržní	1	8	21	30	1	8	12
amur bílý	11	5	6	50	10	5	6
tolstolobik bílý	2	2	4	2	2	2	4
karas obecný	-	-	-	300	-	-	-
okoun říční	-	ano	-	ano	-	ano	ano
plotice obecná	-	-	-	ano	-	-	-
štika obecná	1	1	1	3	1	1	1
celkem	116	82	152	755	108	46	167
celkem kg	72,1	66,3	92,2	346,5	119,1	74,8*	147,5
přírůstek kg/ha	-	-	-	-	597,2	113,3	519,2

*je zde započteno i 31 línů, kteří přeplavali při výlovu do R3

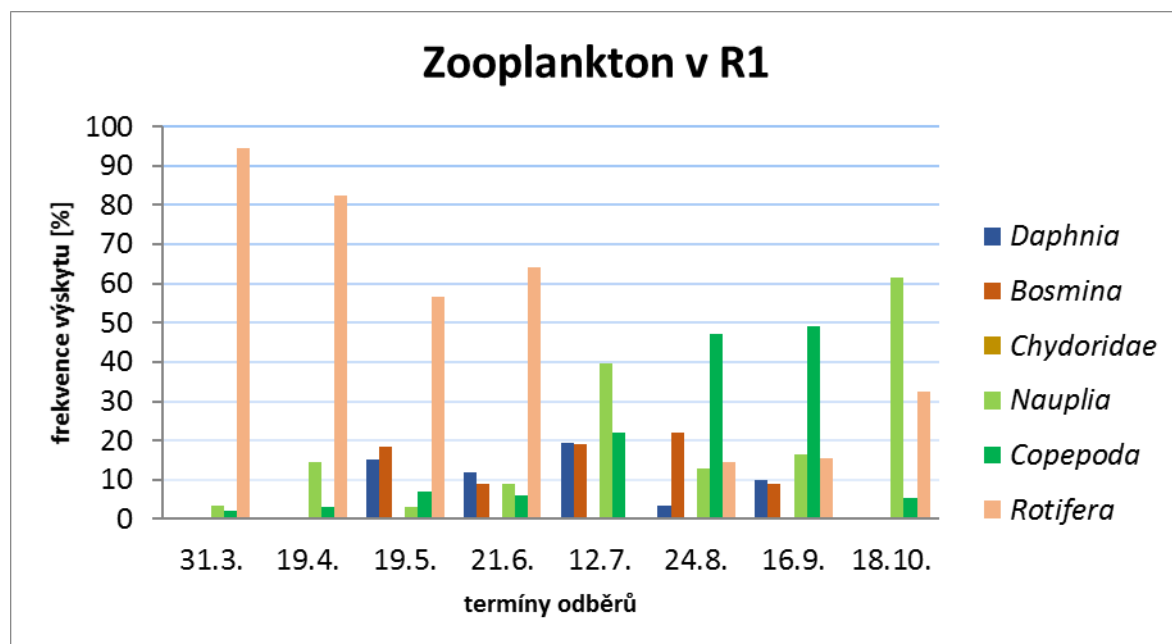
V R1 chyběl 1 amur bílý a 7 línů násady. V R2 chyběly 3 K2 a 2 líni násadoví. Při výlovu R2 přeplavalo 31 línů násadových do R3. V R3 chybělo 7 línů násadových a 9 tržních línů. V R3 byly při výlovu zpozorováni okouni říční, kteří nebyli do rybníka nasazováni. Návesní rybník byl loven 21. 11. 2015. Stav rybí obsádky je pouze přibližný, protože uživatelé rybníku nesledují přírůstek ryb. Byl zde menší úbytek ryb v důsledku působení vnějších vlivů.

6.4 Odběry zooplanktonu

6.4.1 Zastoupení zooplanktonu v R1

Tab. 13: Zastoupení zooplanktonu při jednotlivých odběrech v R1.

Genus	Množství zooplanktonu [%]							
	31.3.	19.4.	19.5.	21.6.	12.7.	24.8.	16.9.	18.10.
<i>Daphnia</i>	0	0	15	12	19,5	3,5	10	0,5
<i>Bosmina</i>	0	0	18,5	9	19	22	9	0
<i>Chydoridae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nauplia</i>	3,5	14,5	3	9	39,5	13	16,5	61,5
<i>Copepoda</i>	2	3	7	6	22	47	49	5,5
<i>Rotifera</i>	94,5	82,5	56,5	64	0	14,5	15,5	32,5



Graf 9: Procentuální zastoupení jednotlivých skupin zooplanktonu v R1.

Na začátku vegetační sezóny převažovali v rybníku vířníci (*Rotifera*), postupem času byl zaznamenán nárůst *Copepodů* a jejich larev (*nauplií*). Ke konci vegetační sezóny začal opět narůstat výskyt vířníků. Zástupci čeledi *Chydoridae* se zde vůbec nevyskytovali.

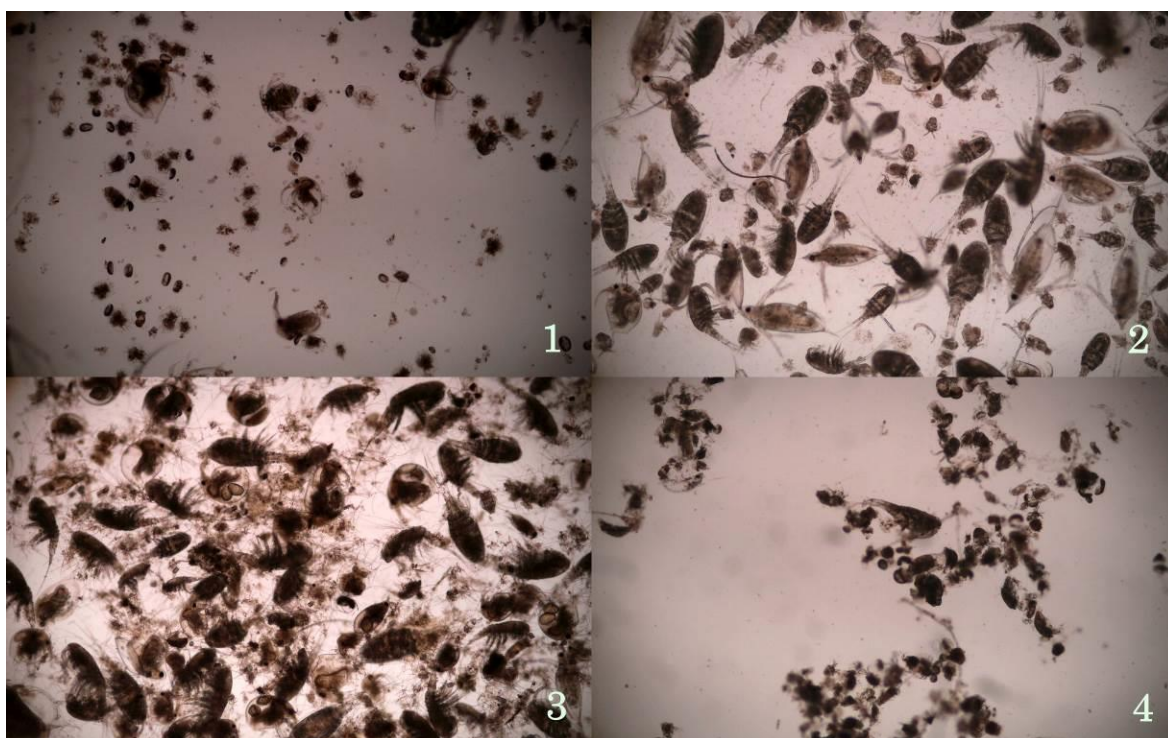
Obr. 10: Sezónní dynamika zooplanktonu na rybníku R1.

1-květen: početně bylo toto období velmi chudé. Byl zde zaznamenán velký výskyt vířníků s vajíčky, obzvláště rod *Brachionus*. Občasně se zde objevovaly perloočky rodu *Bosmina* a *Copepoda* dosahovaly větších velikostí.

2-červenec: zooplankton dosahoval přibližně stejných velikostí a silně se zvýšilo i jeho množství. Vířníci úplně vymizeli a byl zaznamenán silný nárůst *Copepodů* a jejich larev (*nauplií*). Rody *Daphnia* a *Bosmina* se vyskytovaly ve stejné míře.

3-srpen: v tomto měsíci byl zooplankton velikostně i početně opět na stejné úrovni a byl zde velký rozvoj fytoplanktonu. Postupně se zase začali objevovat vířníci. *Daphnie* začaly ustupovat a u rodu *Bosmina* byl naopak zaznamenán nárůst. Nejvíce dominovaly *Copepoda* a počet larev (*nauplia*) poklesl.

4-říjen: v tomto období bylo zooplanktonu velmi málo. Nacházeli se zde hlavně menší zástupci zooplanktonu, vířníci s vajíčky a larvální stádia (*nauplia*) (foto Čejnová, 18.1.2016).



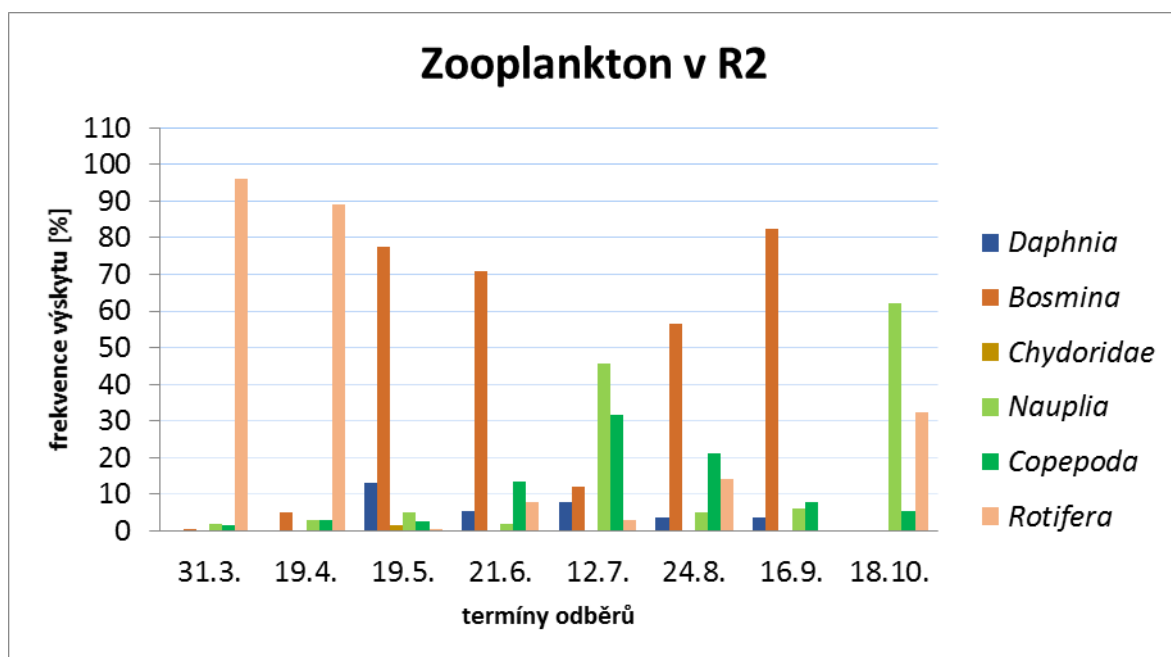
Obr. 11: Larva hmyzu, nad ní buchanka s vajíčky (*Cyclopoida*) (foto Čejnová, 18.1.2016).



6.4.2 Zastoupení zooplanktonu v R2

Tab. 14: Zastoupení zooplanktonu při jednotlivých odběrech v R2.

Genus	Množství zooplanktonu [%]							
	31.3.	19.4.	19.5.	21.6.	12.7.	24.8.	16.9.	18.10.
<i>Daphnia</i>	0	0	13	5,5	8	3,5	3,5	0
<i>Bosmina</i>	0,5	5	77,5	71	12	56,5	82,5	0
<i>Chydoridae</i>	0	0	1,5	0	0	0	0	0
<i>Nauplia</i>	2	3	5	2	45,5	5	6	62
<i>Copepoda</i>	1,5	3	2,5	13,5	31,5	21	8	5,5
<i>Rotifera</i>	96	89	0,5	8	3	14	0	32,5



Graf 10: Procentuální zastoupení jednotlivých skupin zooplanktonu v R2.

Vegetační sezónu v rybníku nastartovali vířníci (*Rotifera*), které vystřídal rod *Bosmina*. Objevila se zde z malé části i čeleď *Chydoridae*. V červenci nárazově klesl výskyt *Bosmin* a začaly narůstat *nauplia* a *Copepoda*. Měsíc na to již opět dominovaly perloočky rodu *Bosmina*. Ke konci vegetační sezóny opět narůstal výskyt vířníků.

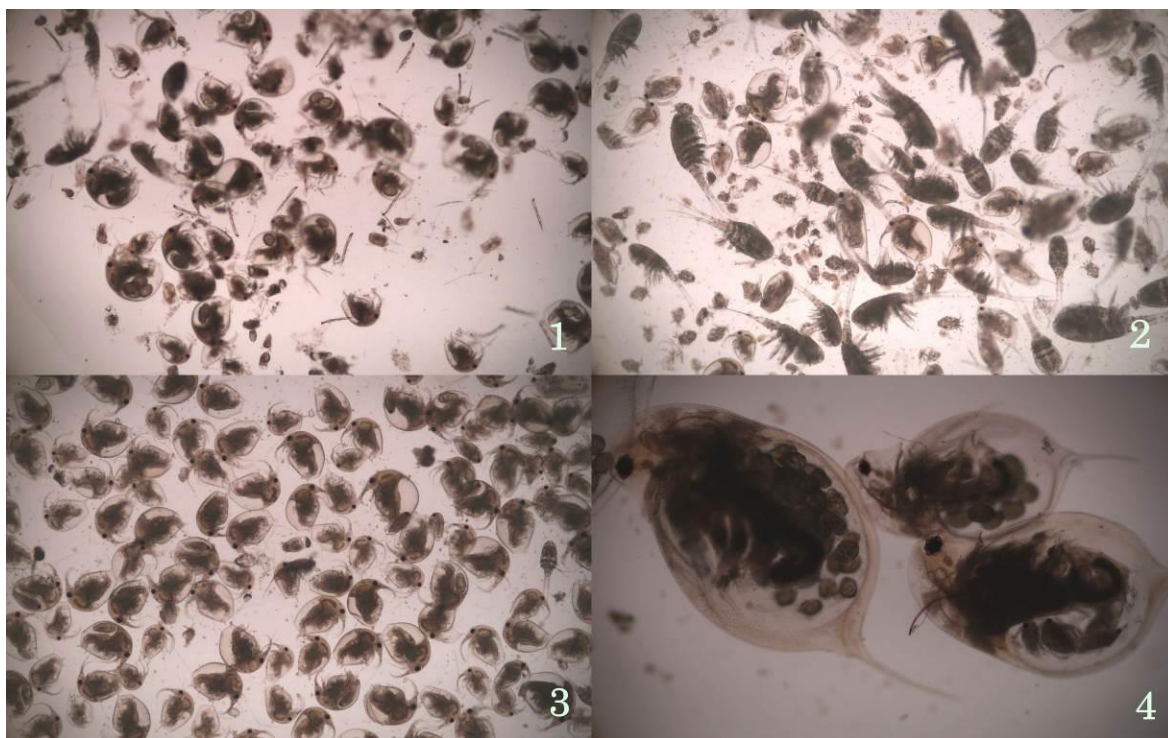
Obr. 12: Sezónní dynamika zooplanktonu na rybníku R2.

1-červen: zooplankton byl velikostně ve všech obdobích přibližně na stejné úrovni a převažoval výskyt *Bosmin*.

2-červenec: množství zooplanktonu postupně narůstalo. Perloočky rodu *Bosmina* se daly na ústup a značně se zvýšil výskyt buchanek (*Copepoda*) a *nauplií*.

3-září: v tomto období bylo zooplanktonu nejvíce a jasně dominoval rod *Bosmina*.

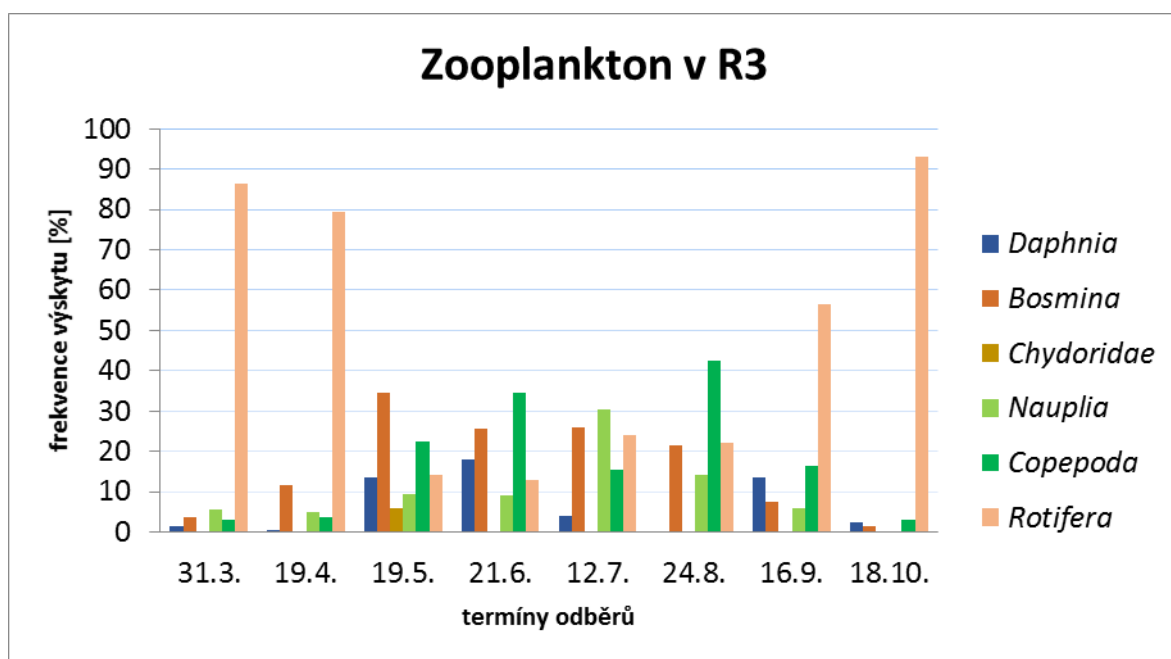
4-Daphnia galeata s vajíčky, vpravo s neonaty (foto Čejnová, 18.1.2016).



6.4.3 Zastoupení zooplanktonu v R3

Tab. 15: Zastoupení zooplanktonu při jednotlivých odběrech v R3.

Genus	Množství zooplanktonu [%]							
	31.3.	19.4.	19.5.	21.6.	12.7.	24.8.	16.9.	18.10.
<i>Daphnia</i>	1,5	0,5	13,5	18	4	0	13,5	2,5
<i>Bosmina</i>	3,5	11,5	34,5	25,5	26	21,5	7,5	1,5
<i>Chydoridae</i>	0	0	6	0	0	0	0	0
<i>Nauplia</i>	5,5	5	9,5	9	30,5	14	6	0
<i>Copepoda</i>	3	3,5	22,5	34,5	15,5	42,5	16,5	3
<i>Rotifera</i>	86,5	79,5	14	13	24	22	56,5	93



Graf 11: Procentuální zastoupení jednotlivých skupin zooplanktonu v R3.

Na začátku vegetační sezóny se v rybníku vyskytovali nejvíce vířníci (*Rotifera*), potom se začaly objevovat i ostatní skupiny. Tento rybník se vyznačoval velkou druhovou rozmanitostí. Ke konci sezóny došlo k útlumu zooplanktonu, ale vířníci se opět vyskytovali hojně.

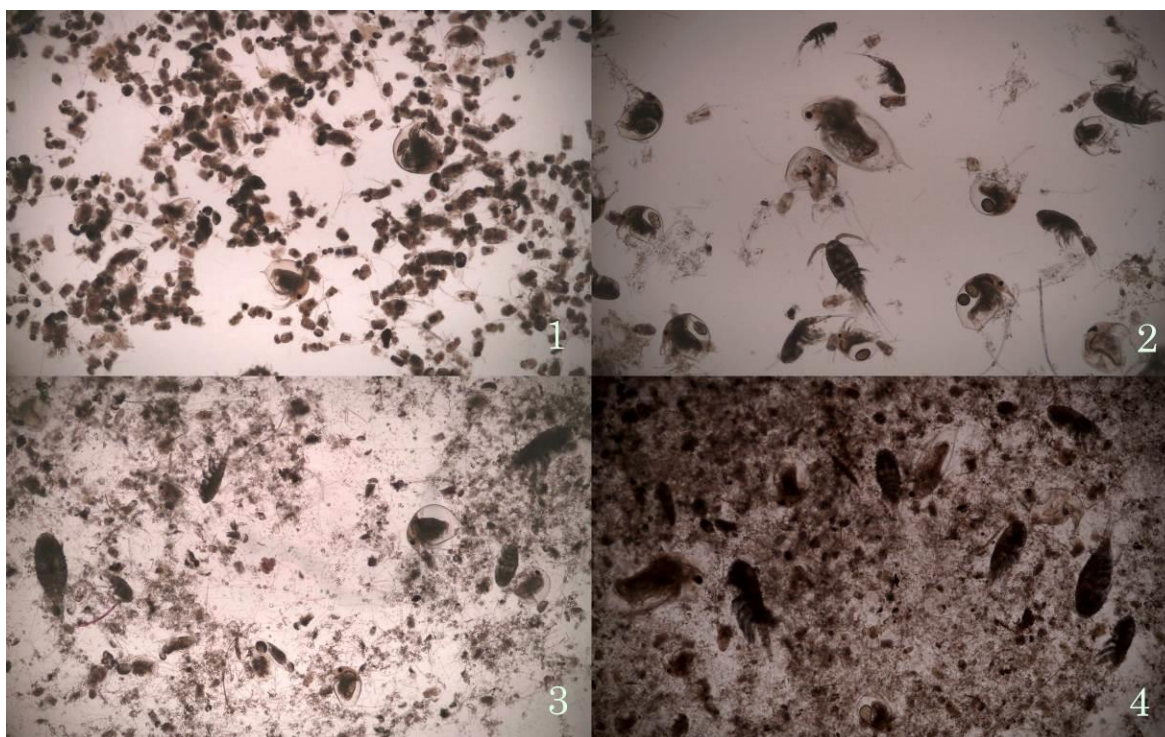
Obr. 13: Sezónní dynamika zooplanktonu na rybníku R3. V tomto rybníku bylo zooplanktonu nejméně.

1-duben: v dubnu byli nejvíce pozorováni vířníci a méně pak perloočky rodu *Bosmina*.

2-červen: toto období se vyznačovalo největší druhovou rozmanitostí. Na obrázku můžeme vidět samce *Copepoda*. Rod *Daphnia* dosahoval celkem velkých velikostí.

3-srpen: v rybníce se začal rozvíjet fytoplankton a rod *Daphnia* se zde již vůbec nevyskytoval.

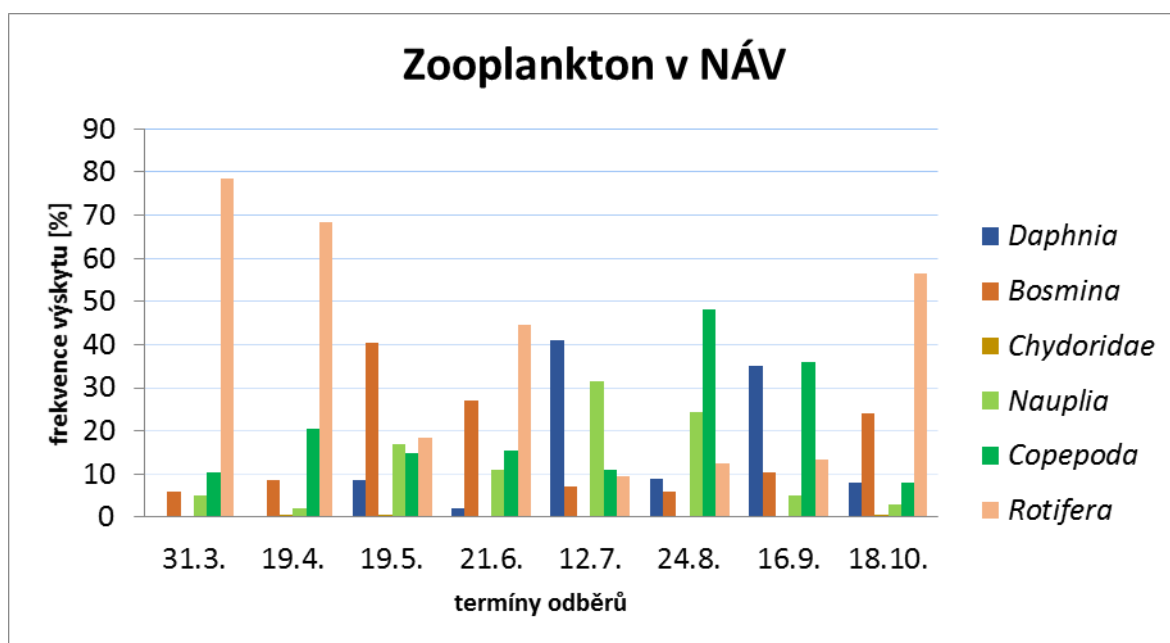
4-září: v tomto období byl výskyt fytoplanktonu extrémně vysoký. Opět se zde začaly objevovat perloočky rodu *Daphnia*, ale dominovali vířníci (foto Čejnová, 18.1.2016).



6.4.4 Zastoupení zooplanktonu v NÁV

Tab. 16: Zastoupení zooplanktonu při jednotlivých odběrech v NÁV.

Genus	Množství zooplanktonu [%]							
	31.3.	19.4.	19.5.	21.6.	12.7.	24.8.	16.9.	18.10.
<i>Daphnia</i>	0	0	8,5	2	41	9	35	8
<i>Bosmina</i>	6	8,5	40,5	27	7	6	10,5	24
<i>Chydoridae</i>	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5
<i>Nauplia</i>	5	2	17	11	31,5	24,5	5	3
<i>Copepoda</i>	10,5	20,5	15	15,5	11	48	36	8
<i>Rotifera</i>	78,5	68,5	18,5	44,5	9,5	12,5	13,5	56,5



Graf 12: Procentuální zastoupení jednotlivých skupin zooplanktonu v NÁV.

Vířníci (*Rotifera*) se na tomto rybníku vyskytovali hojně celou sezónu s dominancí rodu *Asplanchna*. Na návesním rybníku byla zaznamenána také velká druhová rozmanitost, ale každý měsíc dominoval jiný zástupce zooplanktonu. V květnu *Bosmina*, v červnu *Rotifera*, v červenci *Daphnia*, se kterou se hojně vyskytoval váleč koulivý (*Volvox globator*). V srpnu byl zaznamenán nárůst buchaneč (*Copepoda*) a *nauplií* a měsíc na to se opět zvýšil výskyt rodu *Daphnia*. Na konci sezóny dominovali opět vířníci.

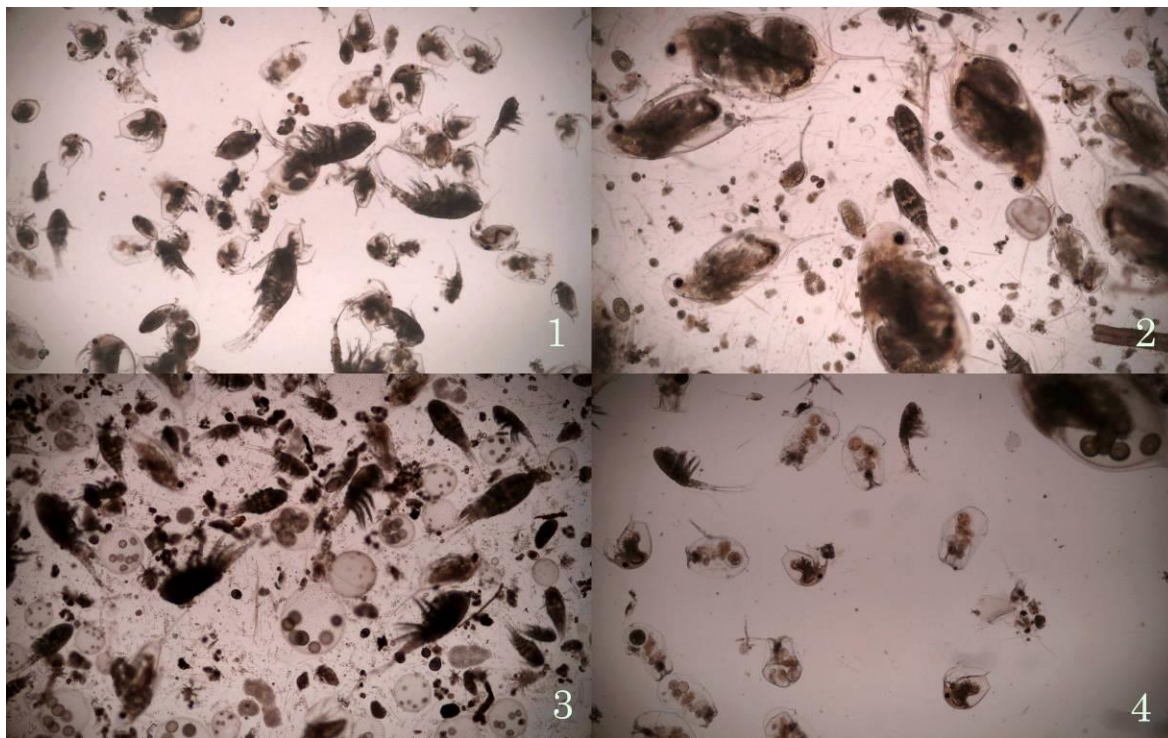
Obr. 14: Sezónní dynamika zooplanktonu na rybníku NÁV.

1-květen: na obrázku můžeme vidět všechny sledované zástupce zooplanktonu, včetně zástupců čeledi *Chydoridae*.

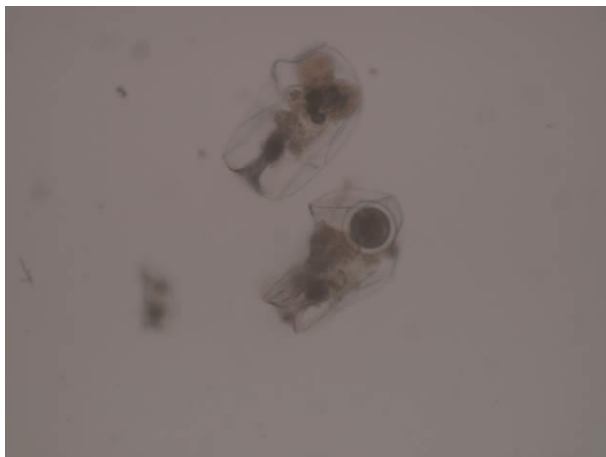
2-červenec: v tomto období se začal rozvíjet fytoplankton a jasně dominoval rod *Daphnia*, který dosahoval velkých velikostí. Spolu s nimi se zde začal objevovat *Volvox globator*.

3-srpen: v srpnu rozvoj fytoplanktonu pokračoval. Náhle poklesl výskyt velkých perlooček rodu *Daphnia*, ale *Volvox globator* se zde vyskytoval stále hojně. K dominanci přišly *Copepoda*.

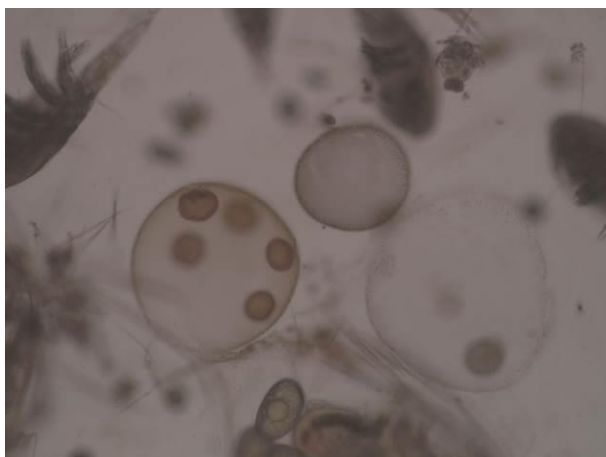
4-říjen: výskyt fytoplanktonu zde již zcela vymizel, *Volvox globator* taktéž. Opět se začaly vyskytovat velké perloočky rodu *Daphnia*, ale nejvíce bylo vířníků rodu *Asplanchna* (foto Čejnová, 18.1.2016).



Obr. 15: *Asplanchna* (foto Čejnová, 18.1.2016).



Obr. 16: *Volvox globator* (foto Čejnová, 18.1.2016).



Obr. 17: Vznášivka (*Diaptomus*), která se vyskytovala pouze v návesním rybníku (foto Čejnová, 18.1.2016).



6.5 Fytoplankton

Tab. 17: Zastoupení fytoplanktonu a vláknitých řas v jednotlivých rybnících.

R1	<i>Spirogyra, Batrachospermum, Scenedesmus, Asterionella, Pediastrum</i>
R2	<i>Spirogyra, Euglena, Scenedesmus, Asterionella, Pediastrum</i>
R3	<i>Spirogyra, Euglena, Scenedesmus, Asterionella, Pediastrum, Aphanizomenon</i>
NÁV	<i>Spirogyra, Euglena, Volvox globator, Dinobryon, Scenedesmus, Asterionella, Pediastrum, Aphanizomenon</i>

7. DISKUZE

7.1 Kvalita vody

Při porovnání naměřených hodnot teplot a kyslíku mezi rybníky se potvrdilo zjištění Svobodové a kol. (2007), že čím dosahuje teplota vyšších hodnot, tím pak klesá rozpustnost kyslíku ve vodě. Výjimkou byl měsíc červenec a září, kdy vysokých hodnot dosahovaly jak teplota, tak i kyslík. V srpnu se nepodařilo hodnoty kyslíku změřit, nic méně lze předpokládat, že výsledky by byly obdobné. V průměru byla hodnota na sledovaných rybnících v červenci 18,4 mg/l a v září 11,1 mg/l, a jak uvádí Jůva a kol. (1980), tak ve vegetačním období by se kyslík měl optimálně pohybovat mezi 6 – 7 mg/l. Tyto vysoké hodnoty jsou s velkou pravděpodobností výsledkem silného rozvoje fytoplanktonu na rybnících. Nejvyšší hodnoty teplot vody dosahovaly v průměru 22,6 °C v červenci, což je v tomto období běžné, jak uvádí Lellák a Kubíček (1991). Během sledovaného období byly hodnoty teploty vody a kyslíku mezi soukromými rybníky a návesním rybníkem velmi podobné. Výraznější změny v hodnotách naměřeného kyslíku mezi soukromými rybníky a návesním rybníkem byly v květnu, červnu a říjnu. V květnu byly hodnoty kyslíku menší na návesním rybníku. To by mohlo být způsobeno nastartováním rozkladných procesů sedimentu, které začalo až v květnu z důvodu větší hloubky rybníka. Podle Hartmana a kol. (1998) během jarního oteplení dochází k promíchávání vodního sloupce, postupně se ohřívá i sediment a zvyšuje se

intenzita rozkladných procesů, při kterých se spotřebovává kyslík. V říjnu byly naměřeny také nižší hodnoty kyslíku. Tento deficit byl pravděpodobně způsoben nárůstem rybí obsádky. V červnu byly hodnoty kyslíku naopak vyšší než v soukromých rybnících. Měření v tomto období mohlo být zásadně ovlivněno silnou bouřkou, po které na soukromé rybníky ovlivněny splachy z okolí.

Naměřené hodnoty pH byly velice podobné na všech sledovaných rybnících po celé období. Pouze v červnu byla naměřena extrémní hodnota pH v R2 a to 9,9, protože jak uvádějí Adámek a kol. (2013) a Dubský (2015), tak ideální hodnota pH je v rozmezí od 7 do 8. Tato vysoká hodnota by mohla poukazovat na silný rozvoj vodních rostlin, řas a sinic, protože fotosyntéza vede ke zvyšování hodnot pH, jak tvrdí Hartman a kol. (1998). Na fotce pořízené v červnu v R2 můžeme pozorovat jehličí a jiné organické znečištění. V tomto období byla také naměřena nejmenší hodnota kyslíku ve vodě a to 3,01 mg/l. Rozklad organických látek ve vodě značně snižuje pH a může způsobovat kyslíkový deficit, jak shodně uvádí Adámek a kol. (2008).

Měření alkality bylo zahájeno od června. V srpnu se nepodařilo hodnoty alkality změřit. Naměřené hodnoty alkality jsou poměrně nízké. Neodpovídají optimálním hodnotám alkality, které uvádí Nováček (1997).

Zjištěné hodnoty vodivosti na soukromých rybnících dosahují přibližně stejných hodnot, zatímco na návesním rybníku jsou tyto hodnoty poměrně vysoké. Z hlediska vodivosti by se daly rybníky rozdělit do jakostních tříd (viz Tab. 1), kdy by soukromé rybníky spadaly do IV. třídy jakosti a návesní rybník do V. třídy. Návesní rybník je na rozdíl od soukromých rybníků zásobován vodou z potoka, takže se do něho dostane daleko více živin.

V průběhu sledovaného období se průhlednost vody ve všech rybnících značně měnila. Velmi vysoká průhlednost byla v návesním rybníku. S největší pravděpodobností je to tím, že je zde největší hloubka. V březnu byla nejvyšší průhlednost, protože v tomto období ještě nebyl nastartován rozvoj fytoplanktonu. Pak se začala voda vlivem oteplení promíchávat a průhlednost silně klesla. Podle průhlednosti vody by se daly rybníky zařadit mezi hypertrofní (viz Tab. 2).

7.2 Rybí obsádka

Na soukromých rybnících se nejvíce uplatňoval chov kapra obecného (*Cyprinus carpio*) a lína obecného (*Tinca tinca*), zatímco na návesním rybníku byla nasazena vícedruhová obsádka ryb a jak uvádí Hartman a Regenda (2014), tak takovéto rybí obsádky mají širší spektrum přirozené potravy. Na všech sledovaných rybnících byl úbytek ryb v důsledku působení vnějších vlivů. Na rybnících byla zpozorována vydra a volavka a při vysokých letních teplotách docházelo také k úhynu ryb. V R3 byly při výlovu zpozorováni okouni říční, kteří nebyli do rybníka nasazováni. Do rybníku nevede žádný přítok, kterým by mohli okouni připlavat. Nejspíše byli nasazeni nevědomě spolu s rybí obsádkou. Přítok je na soukromých rybnících řešen podzemními prameny, a proto je nutné podporovat rozvoj zooplanktonu přihnojováním. To je v souladu s tvrzením Jůvy a kol. (1980), protože zde není povrchová voda, která by přivedla faunu a flóru. Nejčastěji používaná byla statková hnojiva, díky kterým se značně navýšila biomasa zooplanktonu. To potvrzuje Pechar a kol. (1996) a Hartman a Regenda (2014) a je možné, že přispěla i ke zvýšení produkce ryb.

7.3 Zastoupení zooplanktonu v rybnících

Na všech sledovaných rybnících nastartovali vegetační sezónu vířníci, což je přirozené pro rozvoj zooplanktonu. Po zimě je voda čistá, průhledná a je zde dostatek kyslíku a to je ideální prostředí pro vířníky, jak uvádí Hartman a kol. (1998). Rozvoj zooplanktonu byl v R1 nejpomalejší, protože dlouhou dobu dominovali vířníci. Může to být tím, že tento rybník je první v kaskádě tří soukromých rybníků a není zde žádný přítok, který by přinesl nové organismy. Nejčastějším zástupcem vířníků na tomto rybníce byl rod *Brachionus*, který podle Schuberta (1973) patří mezi nejběžnější druhy litorálního planktonu. Na návesním rybníku můžeme pozorovat, že rozvoj zooplanktonu byl v tomto rybníce nejrychlejší. Návesní rybník má přítok z potoka, a proto se do něj vodní organismy snadno dostanou povrchovou vodou, jak shodně uvádí Jůva a kol (1980). Vířníci se na tomto rybníku vyskytovali hojně celou sezónu s dominancí rodu *Asplanchna*. V červnu byl opět zaznamenán větší nárůst vířníků, což je pravděpodobně způsobeno lepšími kyslíkovými poměry v tomto období. Také Černocho (2007) uvádí, že *Asplanchna* a *Brachionus* byly nejvíce zastoupené rody při jeho sledování obhospodařovaných rybníků.

Na rozdíl od mého sledování, kdy vířníci dominovali po celý rok, u Černého (2007) byl jejich nejvyšší výskyt zaznamenán v květnu, v srpnu a v září.

V květnu se na všech rybnících kromě R1 začali objevovat zástupci čeledi *Chydoridae*, ale postupem času vymizeli. To by mohlo pravděpodobně souviset s intenzivním hospodařením na rybnících, protože jak shodně uvádí Hartman a kol. (1998), tak čím je na rybnících hospodaření intenzivnější, tím se snižuje druhová rozmanitost zooplanktonu.

Nejhojnějším výskytem fytoplanktonu se vyznačoval R3 a to se odrazilo i v početnosti zooplanktonu, kterého zde bylo velmi málo. To je v souladu s tvrzením Adámka a kol. (2013), protože když je v rybníku málo zooplanktonu, tak snadno dochází k eutrofizaci a k rozvoji řas a sinic. V tomto rybníce byla velmi početná rybí obsádka, a proto mohlo dojít k úbytku zooplanktonu v důsledku potravního tlaku ryb. Byl zde zaznamenán rozvoj všech zástupců zooplanktonu, ale žádný z nich se nevyskytoval v nadmíře (kromě začátku a konce sledovaného období). Na návesním rybníku byla zaznamenána velká druhová rozmanitost, ale každý měsíc dominoval jiný zástupce zooplanktonu. V květnu dominovaly malé perloočky rodu *Bosmina*, protože na velké druhy perlooček s největší pravděpodobností působil predační tlak kachen a ryb. V červnu *Rotifera*, což je pravděpodobně způsobeno lepšími kyslíkovými poměry v tomto období. V červenci velké perloočky rodu *Daphnia*, se kterými se hojně vyskytoval zástupce fytoplanktonu váleč koulivý (*Volvox globator*). V srpnu byl zaznamenán nárůst buchanek (*Copepoda*) a *nauplií* a měsíc na to se opět zvýšil výskyt perlooček rodu *Daphnia*, protože v tomto období již nebyl predační tlak ryb tak velký. Fytoplankton se zde v letních měsících objevoval také hojně. Návesní rybníky bývají často eutrofní až hypertrofní, jak tvrdí Schubert (1973), a to s sebou nese i velký rozvoj fytoplanktonu.

Po výskytu vířníků se začaly v R1 objevovat velké druhy perlooček a postupem času byl zaznamenán nárůst buchanek (*Copepoda*) a *nauplií*, což je v souladu s tvrzením Adámka (2008) pro běžný sezónní rozvoj zooplanktonu s potravním tlakem rybí obsádky. Na konci vegetační sezóny byl zaznamenán velký výskyt buchanek a vířníků, stejně jako

v hospodářsky využívaných rybnících, které sledoval Černocho (2007). Na obrázku č. 11 je zachycena larva hmyzu a jak uvádí Sedlák (2000), tak různé larvy hmyzu jsou významnou součástí zooplanktonu. Na rybníku byl velmi malý rozvoj fytoplanktonu, což by mohlo souviset s filtrací perlooček. Menší nárůst byl zaznamenán v srpnu, kdy vymizely velké druhy perlooček. V R2 se po výskytu vířníků začaly hojně rozvíjet malé perloočky rodu *Bosmina*, které dominovaly téměř po celé sledované období. To s největší pravděpodobností souvisí s obsádkou ryb, která zahrnovala hlavně kapra obecného (*Cyprinus carpio*) a lína obecného (*Tinca tinca*). Také Hadašová a kol. (2014) uvádí, že při jejich sledování hospodářsky využívaných rybníků, byly téměř po celé období hojně menší zástupci zooplanktonu, a to díky predačnímu tlaku ryb. Zatímco v R2 to byly převážně perloočky rodu *Bosmina*, tak u Hadašové a kol. (2014) to byli hlavně vířníci, buchanky a *nauplia*. Podle Vrtilšky (2014) potravní tlak planktonožravých ryb omezí rozvoj velkých perlooček rodu *Daphnia* a v rybnících se pak začnou objevovat malé druhy, jako například *Bosmina*. V červnu došlo k úbytku zooplanktonu a nejvíce se vyskytovaly *Copepoda* a *nauplia*. V tomto měsíci byly zaznamenány extrémní hodnoty pH a to 9,9 a kyslíku 3,01 mg/l. Fytoplankton se za celé sledované období téměř nevyskytoval. To by mohlo být způsobeno přemnožením perlooček a výskytem tolstolobiků bílých (*Hypophthalmichthys molitrix*), protože jsou to zdatní filtrátoři, jak shodně uvádí Adámek a kol. (2008).

Na konci vegetační sezóny se ve všech sledovaných rybnících vyskytovali již jen menší zástupci zooplanktonu, jako vířníci s vajíčky a larvální stádia (*nauplia*). Soukromé rybníky byly v době posledního odběru již sloveny.

7.4 Hospodaření na rybnících

V produkčním hospodářství se v České republice nejvíce uplatňuje chov kapra obecného (*Cyprinus carpio*) z důvodu největší poptávky na trhu. V soukromých rybnících, které byly předmětem studie, se vyskytoval nejvíce kapr obecný (*Cyprinus carpio*) a lín obecný (*Tinca tinca*) a na návesním rybníku byla zaznamenána obsádka čítající více druhů ryb. Dle Anonymous 1 (2014) bylo zjištěno, že v současné době je na rybnících v České republice přírůstek ryb dosahující v průměru 490 – 500 kg/ha. Na soukromých rybnících byl zjištěn vysoký přírůstek ryb, který činil v R1 597 kg/ha a v R3 519 kg/ha. Z hlediska hospodaření na rybnících byl R2 nejméně efektivní, protože jeho přírůstek byl jen

113 kg/ha. Tato malá hodnota je dána s největší pravděpodobností obsádkou ryb v tomto rybníku, protože zde byli nasazeni hlavně líni, kteří nedosahují téměř žádného přírůstku. Vyšší hodnoty přírůstku ryb v rybnících R1 a R3 mohou být dány příkrmováním ryb. Kromě obilovin se zde přikrmovalo i granulema pro ryby s vysokou nutriční hodnotou. Podle Adámka a kol. (2008) může za přírůstek až o 75% konzumace obilovin. Průměrná hodnota roční krmné dávky byla 2910 kg/ha, což jak tvrdí Anonymous 2 (2002) je hranicí pro maximální povolenou dávku krmiva za rok. Podle krmné dávky by se soukromé rybníky řadily do polointenzifikačních, zatímco rybník návesní do intenzifikačních s krmnou dávkou 4557 kg/ha. Uživatelé návesního rybníku nesledují přírůstky ryb, a tudíž nevědí, s jakou efektivitou hospodaří. Soukromé rybníky byly hnojeny chlévskou mrvou, jejíž hodnota dosahovala 1772 kg/ha. Návesní rybník hnojen není, ale je zde uplatňován chov kachen, takže se do něj živiny dostávají trusem, dle Jůvy a kol. (1980). Tento rybník bude s největší pravděpodobností bohatý na živiny také díky odpadním vodám a splachy z okolí, což je v souladu s tvrzením Schuberta a Lelláka (1973).

8. ZÁVĚR

Parametry vodního prostředí, které se sledovaly v soukromých rybnících, byly velmi podobné. Některé naměřené hodnoty v návesním rybníku se od soukromých rybníků lišily. Vodivost a průhlednost vody byla v návesním rybníku podstatně vyšší a v některých měsících se lišila i hodnota naměřeného kyslíku ve vodě. Celkově se naměřené hodnoty pohybovaly v normě, ale bylo i pár výjimek, kdy byly naměřeny extrémní hodnoty. Podle některých zjištěných hodnot by se rybníky řadily mezi hypertrofní.

Vegetační sezónu nastartovali ve všech sledovaných rybnících *Rotifera*. Na všech rybnících kromě R1 se začali objevovat zástupci čeledi *Chydoridae*, kteří postupem času vymizeli. Po výskytu vířníků se začaly v R1 a v R3 objevovat velké druhy perlooček a postupem je nahradily buchanky (*Copepoda*) a *nauplia*. Výjimkou byl R2, kde se téměř po celé období hojně vyskytovaly menší rody perlooček *Bosmina*. Ke konci vegetačního období se v rybnících opět objevovali *Rotifera*. Nejhojnějším výskytem fytoplanktonu se vyznačoval R3 a to se odrazilo i v početnosti zooplanktonu, kterého zde

bylo velmi málo. Rozvoj zooplanktonu byl na soukromých rybnících velmi pomalý, zatímco na návesním rybníku se zooplankton rozvíjel nejrychleji. Na návesním rybníku byla zaznamenána velká druhová rozmanitost, oproti soukromým rybníkům, ale každý měsíc dominoval jiný zástupce zooplanktonu.

Na soukromých rybnících byl zjištěn vysoký přírůstek ryb, který činil v R1 597 kg/ha a v R3 519 kg/ha. Z hlediska hospodaření na rybnících byl R2 nejméně efektivní, protože jeho přírůstek byl jen 113 kg/ha. Soukromé rybníky by se podle průměrné roční krmné dávky 2910 kg/ha ještě řadily do polointenzifikačních, zatímco rybník návesní do intenzifikačních s krmnou dávkou 4557 kg/ha. Soukromé rybníky byly hnojeny chlévskou mrvou, jejíž hodnota dosahovala 1772 kg/ha. Návesní rybník hnojen nebyl, ale živiny se do vody dostávají jinými způsoby. Díky vysokým dávkám hnojení na rybnících a kvalitnímu přikrmování rybí obsádky se značně navyšují přírůstky ryb. V případě vysoké biomasy ryb dochází jak k vyžírání velkých druhů zooplanktonu, tak k rozvoji fytoplanktonu. Přemnožení fytoplanktonu zhoršuje kvalitu vody, a ta je velmi důležitá pro rozvoj organismů ve vodě. Zooplankton představuje významnou složku potravy ryb, a proto by nebylo správné jeho rozvoj omezovat.

9. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

ADÁMEK Z., HELEŠIC J., MARŠÁLEK B., RULÍK M., 2008: Aplikovaná hydrobiologie. 1 vyd. VODŇANY: JU V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH, VÚ RYBÁŘSKÝ A HYDROBIOLOGICKÝ: 256 s. (ISBN 978-80-85887-79-2)

ADÁMEK Z. – VRÁNA P., 2013: Příručka pro rybářské hospodáře. 1. vyd. ČESKÝ RYBÁŘSKÝ SVAZ PRAHA: 512 s. (ISBN 978-80-905280-2-4)

ANONYMUS 1, 2014: Zpráva o stavu vodního hospodářství ČR v roce 2013. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ PRAHA: 94 s. (ISBN 978-80-7434-154-0)

ANONYMOUS 2, 2002: Metodický pokyn 35508/2002-6000. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ PRAHA: 11 s.

ANONYMOUS 3, 2014: Situační a výhledová zpráva Ryby. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ PRAHA: 36 s.

ANTON-PARDO M., ADÁMEK Z., 2015: *The role of zooplankton as food in carp pond farming: a review*. Journal of applied ichthyology. WILEY-BLACKWELL, 111 RIVER ST, HOBOKEN 07030-5774, NJ USA. Vol. 31, issue 2: 7 – 14 s. ISSN: 0175-8659

ČERNOCH M., 2007: Zooplankton Zámeckého a Podzámeckého rybníku. DIPLOMOVÁ PRÁCE, MENDELOVA ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ UNIVERZITA V BRNĚ, AGRONOMICKÁ FAKULTA.

ČESKOSLOVENSKÁ STÁTNÍ NORMA, 1990: Klasifikace jakosti povrchových vod. VYDAVATELSTVÍ NOREM PRAHA: 18 s. (ČSN 75 7221)

DUBSKÝ K., 2015: Chov ryb v rybnících pro stavební zaměření. 2. vyd. SRŠ a VOŠ VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A EKOLOGIE VE VODŇANECH: 194 s. (ISBN 978-80-87096-20-8)

DURAS J., POTUŽÁK J., 2013: *Rybníky jsou účinným nástrojem pro recyklaci živin v krajině*: Rybníkářství. RYBÁŘSKÉ SDRUŽENÍ ČR: č. 13, 6-7 s.

HADAŠOVÁ L., KOPP R., CHALUPA P., 2014: Vliv obsádky na iniciální rozvoj struktury zooplanktonního společenstva v rybářsky obhospodařovaných rybnících. ODDĚLENÍ RYBÁŘSTVÍ A HYDROBIOLOGIE, AGRONOMICKÁ FAKULTA, MENDELOVA UNIVERZITA BRNO.

HANZÁK J., HALÍK L., MIKULOVÁ M., 1973: Světem zvířat: 1. Část. 1. vyd. ALBATROS PRAHA: 321 s.

HARTMAN P., PŘIKRYL I., ŠTĚDRONSKÝ E., 1998: Hydrobiologie. 2. vyd. INFORMATORIUM PRAHA: 335 s. (ISBN 80-86073-27-0)

HARTMAN P., REGENDA J., 2014: Praktika v rybníkářství. 1. vyd. VODŇANY: JU V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH: 375 s. (ISBN 978-80-7514-009-8)

HLAVÁČ D., ADÁMEK Z., HARTMAN P., MASILKO J., 2014: *Effects of supplementary feeding in carpponds on discharge water quality: a review*: Aquaculture international. SPRINGER, VAN GODEWIJCKSTRAAT 30, 3311 GZ DORDRECHT, NETHERLANDS. Vol. 22, issue 1: 299 – 320 s. ISSN: 0967-6120

JŮVA K., HRABAL A., PUSTĚJOVSKÝ R., 1980: Malé vodní nádrže. STÁTNÍ ZEMĚDĚLSKÉ NAKLADATELSTVÍ PRAHA: 280 s.

KALINA T., VÁŇA J., 2005: Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE: 608 s. (ISBN 80-246-1036-1)

LELLÁK J., KUBÍČEK F., 1991: Hydrobiologie. 1. vyd. KAROLINUM PRAHA: 257 s. (ISBN 80-7066-530-0)

MACHÁČEK J., 2001: *Kairomony – látky signalizující přítomnost predátora*. Chemické signály k sebeobraně perlooček: č. 11. Dostupné z: <http://casopis.vesmir.cz/clanek/chemicke-signal-y-k-sebeobrane-perloocek>.

NOVÁČEK J., 1997: Péče o rybníky a jejich zařízení. 1. vyd. INSTITUT VÝCHOVY A VZDĚLÁVÁNÍ MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ ČR: 44 s. (ISBN 80-7105-148-9)

ODUM E., 1977: Základy ekologie. 1. vyd. ACADEMIA PRAHA: 733 s.

PECHAR L., 2000: *Impacts of long-term changes in fishery management on the trophic level water quality in Czech fishponds*: Fisheries management and ecology. BLACKWELL SCIENCE LTD, P o BOX 88, OSNEY MEAD, OXFORD OX2 0NE, OXON, ENGLAND. Vol. 7, issue 1-2: 23-31 s. ISSN: 0969-997X

PECHAR L. – RADOVÁ J., 1996: Trvalé udržitelné využívání rybníků v CHKO a biosférické rezervaci Třeboňsko: evropský program IUCN Cambridge a Gland: význam rybníků pro krajinu střední Evropy. 1 vyd. IUCN PRAHA: 189 s. (ISBN 2-8317-0322-0)

PETRUSEK A., 20.3.2015: Ústní sdělení.

PITHART D., PECHAR L., HRBÁČEK J., 2000: *Fenomén tůň: úvod do morfologie, hydrologie a limnologie*. Ekologie aluviálních tůní a říčních ramen: sborník příspěvků z konference pořádané 2. - 3. března 2000 Botanickým ústavem AVČR v Lužnici u Třeboně. 1. vyd. BOTANICKÝ ÚSTAV AV ČR: 9-12 s.

PITHART D., PICHLOVÁ R., BÍLÝ M., HRBÁČEK J., NOVOTNÁ K., PECHAR L., 2007: *Spatial and temporal diversity of small shallow waters in river Lužnice floodplain*: Hydrobiologia. Vol. 584, issue 1: 265-275 s.

PITTER P., 2009: Hydrochemie. 4. vyd. VŠCHT PRAHA: 592 s. (ISBN 978-80-7080-701-9)

POTUŽÁK J., HUDA J., PECHAR L., 2007: *Changes in fish production effectivity in eutrophic fishponds – impact of zooplankton structure*. SPRINGER, VAN

GODEWIJCKSTRAAT 30, 3311 GZ DORDRECHT, NETHERLANDS. Vol. 15,
issue 3-4: 201-210 s. ISSN: 0967-6120

POULÍČKOVÁ A., JURČÁK J., 2001: Malý obrazový atlas našich sinic a řas.
UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI: 82 s. (ISBN 80-244-0242-4)

POULÍČKOVÁ A., 2011: Základy ekologie sinic a řas. UNIVERZITA
PALACKÉHO V OLOMOUCI: 92 s. (ISBN 978-80-244-2751-5)

PRACH K., PITHART D., FRANCÍRKOVÁ T., 2003: Ekologické
funkce a hospodaření v říčních nivách. BOTANICKÝ ÚSTAV AV ČR: 122 s.
(ISBN 80-861-8814-0)

PŘIKRYL I., 1996: *Vývoj hospodaření na českých rybnících a jeho odraz ve struktuře
zooplanktonu jako možného kritéria biologické hodnoty rybníků*: Sborník vědeckých
prací k 75. Výročí založení VÚRH. VÝZKUMNÝ ÚSTAV
RYBÁŘSKÝ A HYDROBIOLOGICKÝ JIHOČESKÉ UNIVERZITY SE SÍDLEM VE
VODŇANECH: 151-164 s.

PŘIKRYL I., 20.3.2015: Ústní sdělení.

SEDLÁK E., 2000: Zoologie bezobratlých. 1. vyd. MASARYKOVA UNIVERZITA
BRNO: 336 s. (ISBN 80-210-2396-1)

SCHUBERT A., 1973: Život ve sladkých vodách. 1. vyd. Přeložil Lellák J. STÁTNI
PEDAGOGICKÉ NAKLADATELSTVÍ PRAHA: 285 s.

SLÁDEČEK V., 1986: Hydrobiologie. PRAHA: 142 s.

SLÁDEČEK V., SLÁDEČKOVÁ A., 1996: *Bioindikace v drobných stojatých vodách*.
Ochrana biodiverzity drobných stojatých vod II. ČESKÝ SVAZ OCHRÁNCŮ PŘÍRODY
VLAŠIM: 7-26 s.

SVOBODOVÁ Z., KOLÁŘOVÁ J., NAVRÁTIL S., VESELÝ T., CHLOUPEK P., TESARČÍK J., ČÍTEK J., 2007: Nemoci sladkovodních a akvarijských ryb. INFORMATORIUM PRAHA. 264 s. (ISBN 978-80-7333-051-4)

ŠRÁMEK – HUŠEK R., STRAŠKRABA M., BRTEK J., 1962: Fauna ČSSR - Lupenonožci. 1. vyd. ČSAV PRAHA: 470 s.

ŠUSTA J., 1995: Pět století rybníčního hospodářství v Třeboni. CARPIO TŘEBOŇ: 212 s. (ISBN 80-901945-1-6)

VELÍŠEK J., SVOBODOVÁ Z., BLAHOVÁ J., MÁCHOVÁ J., STARÁ A., DOBŠÍKOVÁ R., ŠIROKÁ Z., MODRÁ H., VALENTOVÁ O., RANDÁK T., ŠTĚPÁNOVÁ S., KOCOUR KROUPOVÁ H., MARŠÁLEK P., GRABIC R., ZUSKOVÁ E., BARTOŠKOVÁ M., STANCOVÁ V., 2014: Vodní toxikologie pro rybáře. VODŇANY: JU V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH: 600 s. (ISBN 978-80-87437-89-6)

VRTIŠKA O., 2014: *Obrazem: ať víte, s kým se koupete*. Vesmír. Dostupné z: <http://vesmir.cz/2014/07/28/obrazem-at-vite-kym-se-koupete-plankton/>.

(1) Buchanky. BioLib. [online]. © 1999-2014 [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/cz/taxonposition/id19533/>

(2) Perloočky. BioLib. [online]. © 1999-2014 [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/cz/taxonposition/id19408/>

(3) Vířníci. BioLib. [online]. © 1999-2014 [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/cz/taxonposition/id14940/>

(4) Parcelní čísla. CUZK. [online]. © 2013 [cit. 2015-09-17]. Dostupné z: <http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=2EDA9E08&MarQParam0=2258286303&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>

(5) Mapa návesního rybníku. CUZK. [online]. © 2013 [cit. 2015-09-17].

Dostupné z:

<http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=2EDA9E08&MarQParam0=2258286303&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>

(6) Mapa soukromých rybníků. CUZK. [online]. © 2013 [cit. 2015-09-17]. Dostupné z:

<http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=2EDA9E08&MarQParam0=2258286303&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>

7. PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Vliv rybí obsádky na složení zooplanktonu a fytoplanktonu (Adámek a kol., 2008).

do 200 kg.ha ⁻¹	<p>zooplankton: masový výskyt <i>Daphnia magna</i> (mnoho samic s vajíčky) nebo velké druhy vznášivek a <i>Daphnia pulicaria</i></p> <p>fytoplankton: prakticky chybí (vyfiltrován perloočkami), v létě často výskyt sinic rodu <i>Aphanizomenon</i></p> <p>průhlednost: více než 150 cm</p> <p>makrofyta: často masový rozvoj v důsledku nulové kompetice s fytoplanktonem a dobrých světelných podmínek (obr. 70)</p>
200 – 300 kg.ha ⁻¹	<p>zooplankton: hojný výskyt <i>Daphnia magna</i> i <i>Daphnia pulicaria</i> s vajíčky, ostatní druhy zooplanktonu jen ojediněle</p> <p>fytoplankton: jaro bez vegetačního zákalu, v létě výskyt sinic rodu <i>Aphanizomenon</i></p> <p>průhlednost: až 150 cm</p> <p>makrofyta: často hojně především v litorálu</p>
300 – 400 kg.ha ⁻¹	<p>zooplankton: <i>Daphnia pulicaria</i> (menší samice s vajíčky, mladí jedinci výrazně nepřevažují), případně i mladí jedinci <i>Daphnia magna</i></p> <p>fytoplankton: mírný vegetační zákal, v létě výskyt sinic rodu <i>Aphanizomenon</i></p> <p>průhlednost: 100 - 150 cm</p> <p>makrofyta: porosty především v litorálu</p>
400 – 500 kg.ha ⁻¹	<p>zooplankton: <i>Daphnia pulicaria</i> (menší samice s vajíčky, převaha mladých jedinců)</p> <p>fytoplankton: vegetační zákal, v létě výskyt sinic rodu <i>Aphanizomenon</i></p> <p>průhlednost: 70 - 100 cm</p> <p>makrofyta: izolované porosty</p>
500 – 600 kg.ha ⁻¹	<p>zooplankton: <i>Daphnia pulicaria</i> (mladí jedinci), přítomny i buchanky, vznášivky a viřníci</p> <p>fytoplankton: vegetační zákal, v létě <i>Aphanizomenon</i> v převaze nad <i>Microcystis</i></p> <p>průhlednost: 60 - 80 cm</p> <p>makrofyta: izolované porosty</p>
600 – 700 kg.ha ⁻¹	<p>zooplankton: <i>Daphnia galeata</i> s vajíčky, ojediněle i <i>Daphnia pulicaria</i> (mladí jedinci), hojná naupliová a kopepoditová stádia buchaneček, drobné vznášivky a viřníci</p> <p>fytoplankton: vegetační zákal, v létě <i>Microcystis</i> v převaze nad <i>Aphanizomenon</i></p> <p>průhlednost: 50 - 70 cm</p> <p>makrofyta: ojedinělé rostliny</p>

700 – 800 kg.ha ⁻¹	<p>zooplankton: <i>Daphnia galeata</i> (převaha mladých jedinců, menší samičky s málo vajíčky), ojediněle <i>Bosmina</i>, hojná naupliová a kopepoditová stádia buchanek a vířníci</p> <p>fytoplankton: vegetační zákal, v létě <i>Microcystis</i>, málo <i>Aphanizomenon</i></p> <p>průhlednost: 40 - 60 cm</p> <p>makrofyta: chybí (obr. 57)</p>
800 – 1000 kg.ha ⁻¹	<p>zooplankton: <i>Daphnia galeata</i> (velmi drobné samičky s málo vajíčky, převaha mladých jedinců), běžně <i>Bosmina</i>, hojná naupliová a kopepoditová stádia drobných buchanek, hojně vířníci</p> <p>fytoplankton: silný zelenohnědý vegetační zákal, <i>Microcystis</i></p> <p>průhlednost: 20 - 40 cm</p> <p>makrofyta: chybí</p>
nad 1000 kg.ha ⁻¹	<p>zooplankton: sporadicky <i>Daphnia galeata</i> (mladí jedinci), hojně <i>Bosmina</i>, běžně <i>Moina</i>, hojná naupliová a kopepoditová stádia drobných buchanek, hojně vířníci</p> <p>fytoplankton: silný zelenohnědý vegetační zákal s bohatým abiosestonem, <i>Microcystis</i></p> <p>průhlednost: do 20 cm</p> <p>makrofyta: chybí</p>

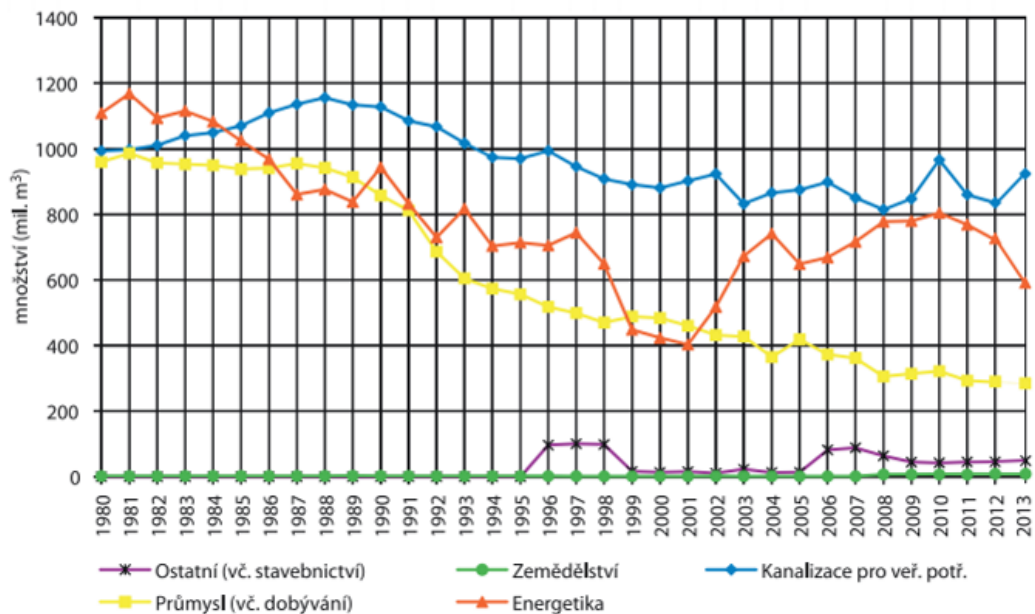
Příloha č. 2: Tab. 18: Závislost obsahu NH₃ v procentech veškerého amoniaku na pH a teplotě vody (Pitter, 1981).

pH	t °C					
	0	5	10	15	20	25
7.0	0.082	0.12	0.175	0.26	0.37	0.55
7.2	0.13	0.19	0.28	0.41	0.59	0.86
7.4	0.21	0.30	0.44	0.64	0.94	1.36
7.6	0.33	0.48	0.69	1.01	1.47	2.14
7.8	0.52	0.75	1.09	1.60	2.32	3.35
8.0	0.82	1.19	1.73	2.51	3.62	5.21
8.2	1.29	1.87	2.71	3.91	5.62	8.01
8.4	2.02	2.93	4.23	6.06	8.63	12.13
8.6	3.17	4.57	6.54	9.28	13.02	17.95
8.8	4.93	7.05	9.98	13.95	19.17	25.75
9.0	7.60	10.73	14.95	20.45	27.32	35.46
9.2	11.53	16.00	21.79	28.95	37.33	46.55
9.4	17.12	23.19	30.36	39.23	48.56	57.99
9.6	24.66	32.37	41.17	50.58	59.94	68.63
9.8	34.16	43.14	52.59	61.86	70.34	77.62
10.0	45.12	54.59	63.74	71.99	78.98	84.60
10.2	56.58	65.58	73.59	80.29	85.63	89.70
10.4	67.38	75.12	81.54	86.59	90.42	93.24
11.0	89.16	92.32	94.62	96.26	97.41	98.21

Příloha č. 3: Tab. 19: Rovnovážná koncentrace kyslíku. Hodnoty odpovídají stoprocentnímu nasycení vody kyslíkem (Svobodová a kol., 2007).

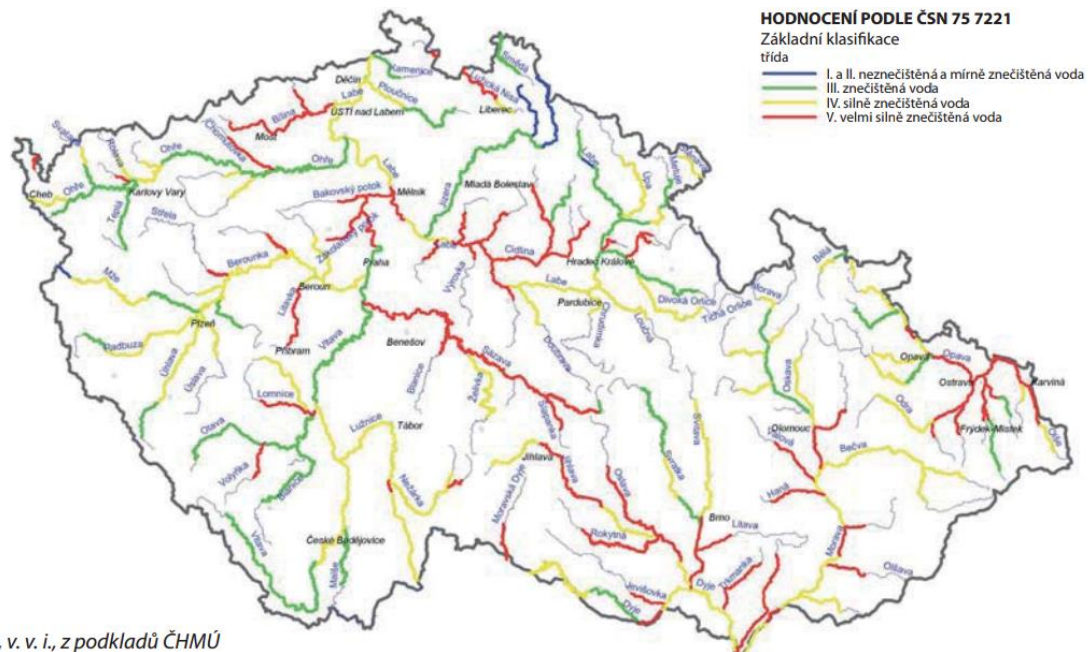
TEPLOTA °C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	14,65	14,61	14,57	14,53	14,49	14,45	14,41	14,37	14,33	14,29
1	14,25	14,21	14,17	14,13	14,09	14,05	14,02	13,98	13,94	13,90
2	13,86	13,82	13,79	13,75	13,71	13,68	13,64	13,60	13,56	13,53
3	13,49	13,46	13,42	13,38	13,35	13,31	13,28	13,24	13,20	13,17
4	13,13	13,10	13,06	13,03	13,00	12,96	12,93	12,89	12,86	12,82
5	12,79	12,76	12,72	12,69	12,66	12,62	12,59	12,56	12,53	12,49
6	12,46	12,43	12,40	12,36	12,33	12,30	12,27	12,24	12,21	12,18
7	12,14	12,11	12,08	12,05	12,02	11,99	11,96	11,93	11,90	11,87
8	11,84	11,81	11,78	11,75	11,72	11,70	11,67	11,64	11,61	11,58
9	11,55	11,52	11,49	11,47	11,44	11,41	11,38	11,35	11,33	11,30
10	11,27	11,24	11,22	11,19	11,16	11,14	11,11	11,08	11,06	11,03
11	11,00	10,98	10,95	10,93	10,90	10,87	10,85	10,82	10,80	10,77
12	10,75	10,72	10,70	10,67	10,65	10,62	10,60	10,57	10,55	10,52
13	10,50	10,48	10,45	10,43	10,40	10,38	10,36	10,33	10,31	10,28
14	10,26	10,24	10,22	10,19	10,17	10,15	10,12	10,10	10,08	10,06
15	10,03	10,01	9,99	9,97	9,95	9,92	9,90	9,88	9,86	9,84
16	9,82	9,79	9,77	9,75	9,73	9,71	9,69	9,67	9,65	9,63
17	9,61	9,58	9,56	9,54	9,52	9,50	9,48	9,46	9,44	9,42
18	9,40	9,38	9,36	9,34	9,32	9,30	9,29	9,27	9,25	9,23
19	9,21	9,19	9,17	9,15	9,13	9,12	9,10	9,08	9,06	9,04
20	9,02	9,00	8,98	8,97	8,95	8,93	8,91	8,90	8,88	8,86
21	8,84	8,82	8,81	8,79	8,77	8,75	8,74	8,72	8,70	8,68
22	8,67	8,65	8,63	8,62	8,60	8,58	8,56	8,55	8,53	8,52
23	8,50	8,48	8,46	8,45	8,43	8,42	8,40	8,38	8,37	8,35
24	8,33	8,32	8,30	8,29	8,27	8,25	8,24	8,22	8,21	8,19
25	8,18	8,16	8,14	8,13	8,11	8,10	8,08	8,07	8,05	8,04
26	8,02	8,01	7,99	7,98	7,96	7,95	7,93	7,92	7,90	7,89
27	7,87	7,86	7,84	7,83	7,81	7,80	7,78	7,77	7,75	7,74
28	7,72	7,71	7,69	7,68	7,66	7,65	7,64	7,62	7,61	7,59
29	7,58	7,56	7,55	7,54	7,52	7,51	7,49	7,48	7,47	7,45
30	7,44	7,42	7,41	7,40	7,38	7,37	7,35	7,34	7,32	7,31

Příloha č. 4: Graf 13: Vypouštění odpadních vod v ČR v letech 1980 – 2013 (Anonymus 1, 2014).



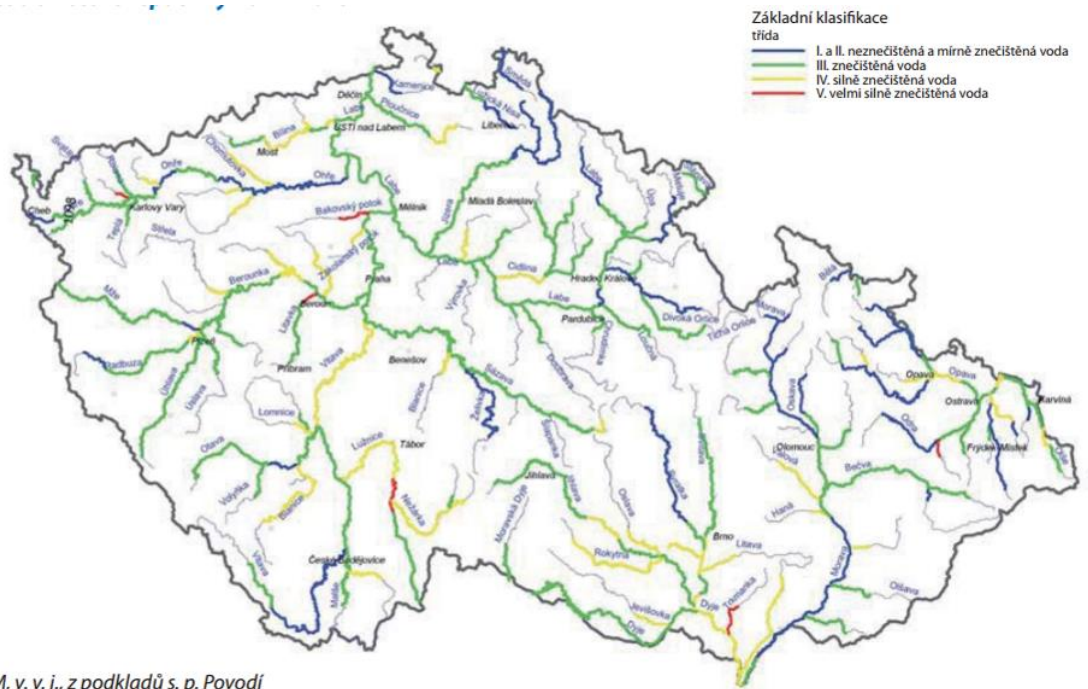
Pramen: MZe, s. p. Povodí

Příloha č. 5: Mapy jakosti vody ve vybraných vodních tocích ČR (Anonymus 1, 2014).



Pramen: VÚV TGM, v. v. i., z podkladů ČHMÚ

Jakost vody v tocích ČR 1991 - 1992.

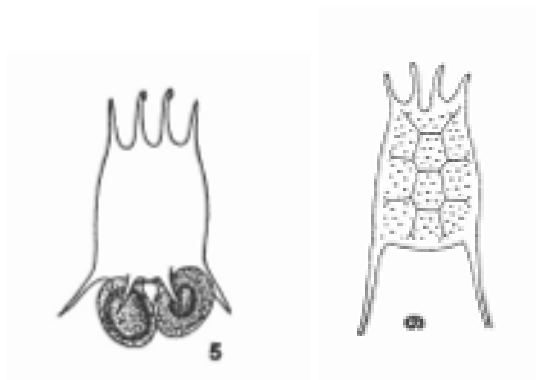


Pramen: VÚV TGM, v. v. i., z podkladů s. p. Povodí

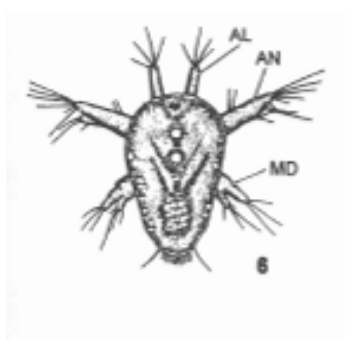
Jakost vody v tocích ČR 2012 - 2013.

Příloha č. 6: Nejběžnější zástupci vodních bezobratlých živočichů.

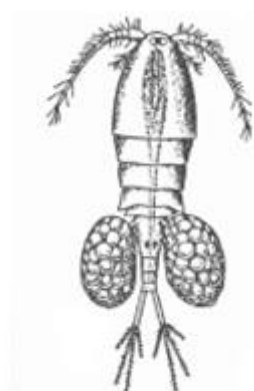
Obr. 18: Vířníci (*Rotifera*) (Sedlák, 2000).



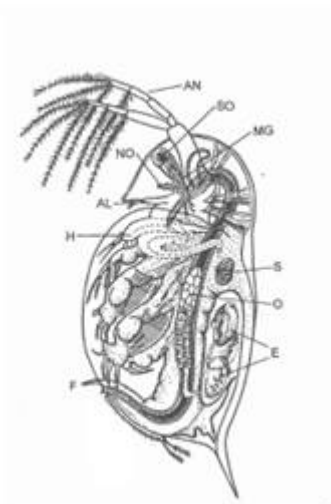
Obr. 19: Nauplius buchanky, AL – antenula, AN – antena, MD – mandibula (Sedlák, 2000).



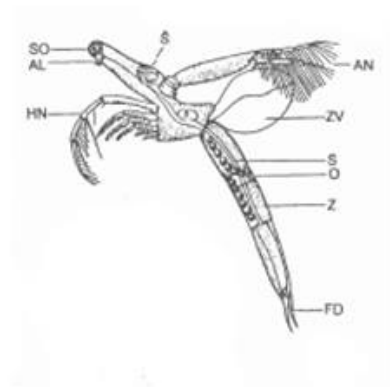
Obr. 20: Dospělec buchanky (*Cyclopoida*) (Sedlák, 2000).



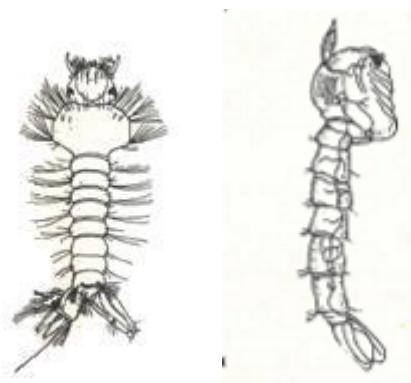
Obr. 21: Perloočka (*Cladocera*), hrotnatka obecná (*Daphnia pulex*), AL – antenula, AN – antena, E – embrya, F – furka, H – hrudní nožka 1. páru, MG – mozkový ganglion, NO – naupliové očko, O – ovarium, S – srdce, SO – složené oko (Sedlák, 2000).



Obr. 22: Perloočka (*Cladocera*), ramenatka velká (*Leptodora kindtii*), AL – antenula, AN – antena, FD – furkální drápek, HN - hrudní nožka 1. Páru, O – ovarium, S – střevo, SO – složené oko, Š – štítek, Z – zadeček, ZV – zárodečný vak (Sedlák, 2000).



Obr. 23: Larvy komárů z čeledi komárovití (*Culicidae*) a koretrovití (*Chaoboridae*) (Schubert a Lellák, 1973).



Příloha č. 7: Nutriční hodnoty granulí pro ryby (KP 2 15 NL).

Hlavní složky: Ječmen, pšenice, pšeničná mouka krmná, řepka, pšeničné otruby, kukuřice, uhličitán vápenatý.

Analytické složky: Vlhkost 14%, hrubý protein 15%, hrubá vláknina 5,42%, hrubé oleje a tuky 7,28%, hrubý popel 4,88%, vápník 0,94%, fosfor celk. 0,51%, sodík 0,02%.

Nutriční doplňkové látky v 1 kg: Vitamín a 8100 m.j., vitamín D3 1500 m.j., železo 100,26 mg, jód 1,02 mg, měď 4,95 mg, mangan 20,1 mg, zinek 86,64 mg, selen 0,405 mg.