

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Ústav akvakultury a ochrany vod

Bakalářská práce

Dynamika fytoplanktonu kaprových rybníků

Autor: Martin Svoboda

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Otakar Strunecký, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: M.Sc. Anna Pavlovna Ivanova

Studijní program a obor: Ekologie a ochrana prostředí, Ochrana vod

Forma studia: Prezenční

Ročník: 3.

České Budějovice, 2019

Prohlášení:

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem napsal samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Dále prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě. Zveřejnění probíhá 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.

Datum:

Podpis studenta:

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval všem, kteří přispěli svou pomocí k vytvoření této bakalářské práce. Zejména však mému vedoucímu práce Mgr. Otakaru Struneckému, Ph.D. a konzultantce M.Sc. Anně Pavlovně Ivanově, kteří mi po celou dobu práce pomáhali a poskytovali cenné rady.

Dále bych chtěl poděkovat rodičům a přátelům, kteří mi při práci byli velkou oporou.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta rybářství a ochrany vod
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin SVOBODA**
Osobní číslo: **V16B051P**
Studijní program: **B1601 Ekologie a ochrana prostředí**
Studijní obor: **Ochrana vod**
Název tématu: **Dynamika fytoplanktonu kaprových rybníků**
Zadávací katedra: **Ústav akvakultury a ochrany vod**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem bakalářské práce je zjistit dynamiku množství biomasy (kvantitu) a kvalitu (druhové složení) fytoplanktonu ve vybraných rybnících. Práce se zaměří na sledování dynamiky fytoplanktonu v krátkém období cca 14 dnů až 1 měsíc. Účelem sledování je zaznamenat změny kvality a kvantity fytoplanktonu v horizontu dní a tak zjistit, jak druhové složení fytoplanktonu a jeho biomasa odpovídá datům získaným z dlouhodobého monitoringu rybníka Dehtář a Kvítkovický z roku 2017, případně i 2018 (nepublikovaná data).

V práci se tak nepřímou zjistí produktivita (primární produkce) rybníka a její krátkodobé změny. Screening druhového složení fytoplanktonu v průběhu sezony pomůže odhadnout využitelnost fytoplanktonu pro jeho konzumenty, tj. zooplankton. V průběhu roku bude v měsíčních intervalech po rozmrznutí vodního tělesa kvantitativně odebírána biomasa v místě maximální hloubky rybníka Dehtář a Kvítkovický. Stejně tak budou pro práci využity vzorky již odebrané v roce 2017.

Získané výsledky student dále vyhodnotí pomocí počítačového SW (např. Statistica, Surfer, MS Office) a srovná s informacemi z dostupné literatury. Výsledky z monitoringu rybníků s krátkou dobou mezi odběry, které budou srovnané s hodnotami početnosti a druhového složení fytoplanktonu z měsíčního sledování v rámci grantu prof. Vrby (GACR - Rybníky jako modely pro studium diversity a dynamiky planktonu hypetrofních mělkých jezer), budou srovnány v diskusi. Srovnání těchto výsledků pak ukáže míru variability mezi standartním hydrobiologickým sledováním a reálnějším krátkodobým stavem fytoplanktonu zjištěným studentem.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby (do 10 stran)**
Rozsah pracovní zprávy: **30-50 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury: **viz příloha**

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Otakar Strunecký, Ph.D.**
Ústav akvakultury a ochrany vod
Konzultant bakalářské práce: **RNDr. Jaromír Lukavský, CSc.**
Katedra botaniky

Datum zadání bakalářské práce: **5. ledna 2018**
Termín odevzdání bakalářské práce: **3. května 2019**


prof. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.
děkan

L.S.


doc. Ing. Jan Mráz, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 29. ledna 2018

Příloha zadání bakalářské práce

Seznam odborné literatury:

- Anagnostidis K, Komárek J 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes 3 - Oscillatoriales. *Algolog. Stud.* 50-53: 327-472.328.
- Anagnostidis K, Komárek J 1990. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 5 - Stigonematales. *Archiv fur Hydrobiologie/Algological Studies* 59: 1-73.
- Allen, M. M. (1984). "Cyanobacterial Cell Inclusions." *Annual Review of Microbiology* 38(1): 1-25.
- Becker, E. W. (2007). "Micro-algae as a source of protein." *Biotechnology Advances* 25(2): 207-210.
- Borowitzka, M. (1997). "Microalgae for aquaculture: Opportunities and constraints." *Journal of Applied Phycology* 9(5): 393-401.
- Casamatta, D. A. and C. E. Wickstrom (2000). "Sensitivity of Two Disjunct Bacterioplankton Communities to Exudates from the Cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* Kutzing." *Microb Ecol* 40(1): 64-73.
- Komárek J, Anagnostidis K. 1998. *Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales*. Jena-Stuttgart-Lübeck-Ulm: Gustav Fischer.
- Komárek J, Anagnostidis K. 2005. *Cyanoprokaryota -2. Teil/ 2nd Part: Oscillatoriales*. Heidelberg: Elsevier/Spektrum.
- Leao, P. N., N. Engene, A. Antunes, W. H. Gerwick and V. Vasconcelos (2012). "The chemical ecology of cyanobacteria." *Nat Prod Rep* 29(3): 372-391.
- Piorreck, M., K.-H. Baasch and P. Pohl (1984). "Biomass production, total protein, chlorophylls, lipids and fatty acids of freshwater green and blue-green algae under different nitrogen regimes." *Phytochemistry* 23(2): 207-216.
- Richmond, A. (2004). *Handbook of microalgal culture : biotechnology and applied phycology*. Oxford, OX, UK ; Ames, Iowa, USA, Blackwell Science.
- Richmond, A. and Q. Hu (2013). *Handbook of microalgal culture : applied phycology and Biotechnology*. Chichester, West Sussex, UK, John Wiley & Sons, Ltd.
- Whitton, B. A. (2012). *Ecology of cyanobacteria II : their diversity in space and time*. New York, Springer.
- Whitton, B. A. and M. Potts (2000). "The Ecology of Cyanobacteria: Their Diversity in Time and Space." *Kluwer Academic Publishers*. Netherlands: 37-59.
- Willame R, et al. 2006. Morphological and Molecular Characterization of Planktonic Cyanobacteria from Belgium and Luxembourg. *Journal of Phycology* 42: 1312-1332.

Obsah

1	Úvod	9
2	Sinice a řasy	10
2.1	Výskyt	10
2.2	Stavba	11
2.3	Eutrofizace	12
2.4	Sezónní dynamika	13
2.5	Toxicita sinic	14
3	Rybníky	16
3.1	Charakteristika rybníku	16
3.2	Historie	16
3.3	Fyzikálně – chemické parametry rybníku	18
4	Popis lokalit	20
4.1	Lokalita I. (rybník Dehtář)	20
4.2	Lokalita II. (Kvítkovický rybník)	21
5	Metodika	22
5.1	Odběr	22
5.2	Kvalitativní analýza	22
5.3	Příprava vzorku a kvantitativní analýza	22
6	Výsledky	24
6.1	Skupina Chlorococcales	24
6.2	Skupina Volvocales	26
6.3	Skupina Cyanophyceae	27
6.4	Skupina Bacillariophyceae	28
6.5	Skupina Cryptophyceae	30
6.6	Skupina Desmidiaceae	31
6.7	Nalezené druhy	32
6.8	Výsledky z dřívějšího období téhož roku	37

7	Diskuse	39
8	Závěr.....	43
9	Literatura	44
10	Abstrakt.....	47
11	Abstract.....	48

1 Úvod

Co je vlastně fytoplankton, jakou má funkci, je pro nás přínosem nebo nám spíše působí škody? Široká veřejnost mnohdy ani neví, co vlastně fytoplankton je, přitom se jedná o jedny z nejstarších a nejjednodušších organismů na světě - sinice a řasy. Začneme-li mluvit o sinicích a řasách, tak většina z nás zná tyto jednoduché organismy jako něco, co nám v létě kazí vodu na koupání. Kromě toho také sinice vylučují toxiny a snižují tím jakost vody. Navzdory tomu nesmíme opomenout, že má fytoplankton na zemi velmi důležitou roli, neboť dokáže vytvářet kyslík a redukovat oxid uhličitý, čímž napomáhá k udržování globální povrchové teploty.

Dalším důležitým faktorem je, že tvoří základ potravního řetězce pro vodní živočichy, jak mořské, tak i sladkovodní.

Cílem mé bakalářské práce bude pozorování a počítání změny biomasy fytoplanktonu v čase a prostoru. Vzorke budu sledovat ze dvou rybníků, konkrétně z rybníků Dehtář a Kvítkovický.

2 Sinice a řasy

Sinice a řasy mohou být jak jednobuněčné, tak ale i mnohobuněčné organismy, které jsou schopny fotoautotrofie (**Lederer a Lukavský, 2003**). Tudiž mají schopnost fotosyntézy, což je proces nezbytný k udržení života na Zemi. Při tomto procesu dokáže organismus fixovat oxid uhličitý a vytvářet kyslík, který je, jak už bylo řečeno, nezbytný a zásadní pro život mnoha organismů na planetě Zemi. Primární podmět k reakci vytvoří dopad fotonů na asimilační barviva. Další důležitou roli hraje při oxygenní fotosyntéze voda, která zajišťuje kyslík a dále také uvolní elektrony, které dále slouží ve fotosystémech jako přenašeče energie (**Kučerová a Vlahová, 1998**).

2.1 Výskyt

Řasy se sinicemi dokáží osidlovat nejrůznější prostory a typy biotopů po celé zemi (**Lederer a Lukavský, 2003**), jsou tedy kosmopolitní, a tak je jejich výskyt možný nejen ve sladkých vodách ale i v mořských ekosystémech ba dokonce v půdách či na sněhu (**Campbell a kol., 2008**). Tohoto rozšíření dosáhly i díky tomu, že patří mezi nejstarší organismy na Zemi a měly tak dost času k adaptaci na různé a rozličné prostředí. (**Kalina a Váňa, 2005**).

Z pohledu obývaného biotopu tekoucích a stojatých vod můžeme rozdělit řasy a sinice do dvou základních skupin (**Ambrožová, 2017**).

První je fytoplankton, společenstvo, které osidluje volnou vodu a pasivně se vznáší. Jsou ovšem případy, kdy se dokáže pohybovat za pomoci bičíku a brv (**Ambrožová, 2017**). V mokřadních ekosystémech se podílí na tvorbě fytoplanktonu často druhy, které byly zpočátku epyfitké nebo epipelické (**Goldsborough a Robinson, 1996**).

Další skupinou je perifyton, toto společenstvo vytváří nárosty na téměř jakémkoliv substrátu ve vodě (vodních rostlinách, ponořených kamenech). Do této skupiny můžeme zařadit hlavně většinu druhů rozsivek (**Ambrožová, 2017**).

2.2 Stavba

Ve stavbě sinic a řas je značný rozdíl, zatímco sinice patří mezi prokaryotické organismy, u řas mluvíme již o eukaryotické buňce.

Prokaryotická buňka je mnohem primitivnější a nenalézají se v nich žádné membránové organely, jako například jádro, mitochondrie, endoplasmatické retikulum či Golgiho aparát. DNA není fixováno v jádře, ale nachází se v cytoplazmě. Proces fotosyntézy zde probíhá v tylakoidech. Tylakoidy obsahují chlorofyl-a, β -karoten, fykocyanin, kantaxantina a jiné pigmenty nezbytné k fotosyntéze. Na povrchu buňky je buněčná stěna, která má ochrannou funkci (**Kalina a Váňa, 2005**). Zajímavostí jsou plynové měchýřky, stěna měchýřků se skládá z glykoproteinů, což umožňuje průchod plynům, které jsou rozpuštěny ve vodě. Plynové měchýřky jsou pak vyplněny atmosférickými plyny a to způsobuje, že jsou sinice nadlehčeny a mohou tak měnit polohu ve vodním sloupci. (**Whitton a Potts, 2000**). Eukaryotická buňka je při srovnání s buňkou prokaryotickou mnohem složitější a zároveň i vývojově mladší. Typické je pro tuto buňku rozlišené jádro, dále jaderné chromozomy a přítomnost membránových organel (**Chalupová-Karlovská, 2002**). Mitochondrie považujeme za centrum buněčného dýchání a centrum pro tvorbu ATP, čímž tvoří energii. Endoplasmatické retikulum, jež dělíme na hladké a hrubé, má v buňce za úkol syntézu bílkovin a lipidů (**Chalupová-Karlovská, 2002**).

Syntetizované látky jsou pak následně různě zpracovávány v Golgiho aparátu (procesy úpravy, skladování či transport v buňce) (**Campbell a kol., 2008**). Jádro je v celé buňce odděleno od cytoplazmy za pomoci membrány. Membrána je opatřena otvory, které se nazývají jaderné póry. Uvnitř jádra je karyoplazma, která má polotekutý charakter. Nejdůležitější část jádra jsou chromozomy, jež nesou většinu genetické informace buňky.

Kromě toho, že nese jádro genetické informace, je také hlavním a řídicím centrem funkcí v buňce (**Robinson, 2003**).

Na povrchu buňky se nachází buněčná stěna, která určuje tvar buňky a zároveň má ochrannou funkci před poškozením z vnějšího prostředí. Stěna je opatřena celulózou, což u prokaryotních buněk sinic nalezneme jen zřídka (**Chalupová a Karlovská, 2002**).

2.3 Eutrofizace

Příčinou eutrofizace jsou přírodní a uměle vytvořené procesy, které vedou ke zvýšení množství anorganických živin ve vodách, ať už stojatých či tekoucích. Eutrofizace je přírodní proces, jenž ale v důsledku lidských činností přesáhl standartní a přirozeně normální hranice. Přírodní eutrofizaci způsobuje přísun fosforů a dusíku z různých zdrojů, jako je například půda nebo odumřelí vodní živočichové. Jako přírodní zdroj fosforečnanů můžeme označit například minerál apatit (**Smith a kol., 1999**).

Umělá eutrofizace je u nás způsobena odpadními vodami, z hospodaření na rybnících či kvůli zemědělství a lesnictví. Do vody se dostávají fosforečnany z hnojiv pomocí eroze, nebo díky již zmíněné komunální odpadní vodě a splaškové vodě (**Pitter, 1995**). Zvýšený obsah fosforečnanů odražený v nadbytečném rozvoji sinic a řas pak vytváří komplikace při úpravě pitné vody, s čímž musí následně bojovat vodárny (**Žáček, 1993**).

Největším problémem nadměrné eutrofizace je až příliš velký rozmach fytoplanktonu, velká početnost populace těchto zmíněných organismů má za následek negativní vliv na kvalitu a jakost vody (**Slavíková a kol., 2016**). Toto nadměrné rozšíření fytoplanktonu probíhá obvykle v letním období, jelikož je v těchto měsících dostatek slunečního světla a tepla. Kromě toho, že má negativní vliv na jakost, způsobuje i další nežádoucí důsledky. Jedním z nich je, že řeky a jezera ztrácí samočisticí schopnosti. Dalším negativním vlivem eutrofizace je narušení kyslíkového režimu a kolísání kyslíku v průběhu dne. Při tomto jevu sice fytoplankton během dne kyslík produkuje, v noci však dochází ke snížení saturace vody kyslíkem, následkem toho vzniká v ranních hodinách kyslíkový deficit a dochází k úhynu ryb a jiných vodních živočichů. (**Kočí a kol., 2000**).

Eutrofizace se dále projevuje velmi negativně ve vodních nádržích, zde se totiž fosfor kumuluje v sedimentech **(Slavíková a kol., 2016)**. Do vody se dostávají fosforečnany rovněž z hnojiv pomocí eroze, nebo díky již zmíněné komunální odpadní vodě a splaškové vodě **(Pitter, 1995)**. Zvýšený obsah fosforečnanů pak vytváří komplikace při úpravě pitné vody, s čímž musí následně bojovat vodárny **(Žáček, 1993)**.

V dnešní době je eutrofizací postiženo skoro 90 % všech sladkovodních stojatých ploch ve světě a ani Česká republika není bohužel žádnou výjimkou. **(Slavíková a kol., 2016)**.

2.4 Sezónní dynamika

Sezónní dynamika fytoplanktonu je proces, při němž dochází k výrazné změně druhů i množství jedinců v populacích **(Hindák a kol., 1978)**. Vliv na tento proces mají zejména chemické a fyzikální faktory vodního sloupce, které se v průběhu roku mění. Kromě těchto faktorů hraje důležitou roli i vzájemné působení mezi organismy **(Sommer a kol., 1986)**. Mezi zásadní faktory pro rozvoj fytoplanktonu můžeme zařadit teplotu, dostupnost světla a světelné podmínky, přítomnost a dostupnost živin a v neposlední řadě míchání a stratifikace vodního sloupce **(Reynolds a kol., 1983)**.

V oligotofních a mezotrofních nádržích byl popisován roční cyklus fytoplanktonu a zooplanktonu takto. Cyklus má počátek v jarním rozvoji fytoplanktonu, díky cirkulaci vody v tomto období dochází k tomu, že voda je obohacena o živiny ze dna nádrží **(Hindák a kol., 1978)**. Jedná se hlavně o makrobiogenní živiny jako fosfor a dusík, které jsou nepostradatelné pro celkový růst organismu. V jarním období prožívají obecně největší rozmach a prosperitu skupiny rozsivek, kryptomonád či chryzomonád **(Hindák a kol., 1978)**. Rychlý rozvoj rozsivek v jarním období lze vysvětlit tím, že voda nedosahuje příliš velkých teplot, což je limitující pro vývoj zelených řas nebo sinic. Tyto skupiny pak naopak prožívají největší prosperitu v letním období **(Sommer, 1989)**. Ruku v ruce jde s postupným vývojem fytoplanktonu i vývoj zooplanktonu. Díky dostatečnému množství fytoplanktonu, který slouží jako dobrý zdroj potravy může zooplankton dosáhnout značných populačních hustot. Ten pak vytváří velký predační tlak a s kombinací nedostatku

živin z důvodu vyčerpání přichází postupný útlum jarního fytoplanktonu (**Hindák a kol., 1978**).

Po chvilkovém útlumu nastává opět rozvoj fytoplanktonu, díky nástupu letního období. V tomto období dosahují největšího rozkvětu sinice a zelené řasy, jež mohou při dostatku chemických a fyzikálních faktorů vytvořit dokonce vodní květ. V pozdější fázi léta nastává rozvoj skupiny obrněnek (**Hindák a kol., 1978**).

V podzimním období přichází na scénu opět druhy, které byly viděny již v jarní části roku, tentokrát už ale nedosahují tak výrazné početnosti. (**Hindák a kol., 1978**).

V poslední části roku, je to již na abundanci druhů fytoplanktonu velmi slabé, i tak však existují některé druhy, které se s malým množstvím světla a živin dokáží vypořádat. Mluvíme hlavně o zástupcích rozsivek (**Hindák a kol., 1978**).

V eutrofních a hypertrofních rybnících bývá roční cyklus planktonu rozkolísaný, a právě to je jeden z důvodů zaměření mé práce.

2.5 Toxicita sinic

Jak již bylo zmíněno, tak eutrofizace, která poskytuje velké množství živin spolu s kombinací fyzikálních faktorů jako například dostatečné množství slunečního záření, či příznivá teplota, způsobuje přemnožení sinic. (**Hindák a kol., 1978; Slavíková a kol., 2016**). Následkem vysoké abundance sinic je velká produkce sekundárních metabolitů, což jsou vlastně toxiny zvané též cyanotoxiny (**Funari a Testai, 2008**). Mnoho z nich vykazuje vysokou toxicitu či jinou biologickou aktivitu. Představují nebezpečí dokonce i pro člověka (**Carmichael, 2008**). Cyanotoxiny můžeme rozdělit na hepatotoxiny, neurotoxiny a cytotoxiny (**Whitton a Potts, 2000**).

Jako první bych zmínil skupinu **hepatotoxinů**, jedná se o inhibitory proteinfosforylázy a cyklické peptidy. Tyto toxické látky poškozují hlavně játra živočichu. Jsou velmi stabilní, a tak dokáží ve vodě přetrvat ještě pár dní i po vymizení vodního květu. Do hepatotoxinu můžeme zařadit microcystiny a microviridiny, jež jsou produkovány druhy *Microcystis*,

Anabaena, *Planktothrix* či *Nostoc* (**Maršálek, 2000**). Jako klinické příznaky otravou lze pozorovat slabost, zvracení, nechutenství nebo průjem (**Cronberg a Annadotter, 2006**).

Neurotoxiny, řadíme podle chemické struktury mezi alkaloidy (**Pumann a kol., 2008**). Do skupiny neurotoxinů, jež jsou produkovány sinicemi řadíme anatoxin-a, anatoxin-a(s), saxitoxin či neosaxitocin (**Briand a kol., 2003**). Anatoxin-a je produkován druhy sinic *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria* či *Microcystis*. Anatoxin-a(s) se dostává do vodního prostředí díky druhu *Anabaena* (**Haider a kol., 2003**). Saxitocin produkují ze sladkovodních sinic *Anabaena circinalis* nebo *Planktothrix* (**Wiegand a Pflugmacher, 2005**). Nejčastější diagnózy neurotoxinů bývají křeče, nekoordinovaný pohyb, dávení a dušení a následná smrt udušením (**Haider a kol., 2003**).

3 Rybníky

3.1 Charakteristika rybníku

Rybník je uměle vytvořená vodní nádrž, která je vypustitelná a slouží především k chovu ryb (**Vrána a Beran, 2002**). Hloubka nádrže se pohybuje nejčastěji kolem 2 metrů a samotná nádrž je napuštěna vodou. Voda je zde lentická, bohatá na živiny a plankton (jak fytoplankton, tak i zooplankton). Prostor stojatých vod můžeme rozdělit do 3 skupin – litorál (příbřežní oblast), pelagiál (volná voda) a bentál (oblast dna) (**Lellák a Kubíček, 1992**).

Rybníční dno bývá přírodní a má velký vliv na přirozenou produkci, zadržování a uvolňování živin. Dno má 4 vrstvy. První je vrstva aktivního bahna, která obsahuje velké množství humusu a je oživená bentosem. Další je spodní vrstva bahna, kde je zásoba živin. Následuje vrstva propustné spodiny, což je půda, na které byl rybník založen, v této vrstvě se nachází další zásoby minerálních živin. Poslední je spodní nepropustná vrstva, která je nezbytná pro zadržení vody v rybníce. Pokud nepropustná vrstva chybí, dochází ke ztrátám vody a je nutný trvalý přítok (**Reichholf, 1998**).

3.2 Historie

Dějiny a historie rybníků začíná už v době nejstarších kultur a civilizací, neboť sloužily k zadržování vody. Zadržovaná voda, která sloužila jako zásobárna, byla následně využívána v zemědělství k zavlažování půdy (**Koutek, 2008**). První dochované zmínky o zakládání a stavbě rybníku jsou známy z Číny přibližně 2300 let před Kristem a z Egyptu přibližně okolo 700 let před Kristem (**Fišer a Štochl, 1964**).

U nás byla prvním zakladatelem církev. Rybníky byly stavěny nejčastěji na malých tocích nebo řekách. Malý vodní tok se přehradil hrází a následně byl zpevňován materiálem jako například kamení, jíl či dřevo (**Fišer a Štochl, 1964**).

Zhruba na začátku 11. století vznikaly rybníky vedle klášterů, kde byly využívány k chovu ryb. První zmínku o zakládání rybníků nalezneme v listině Kladrubské z roku 1115, další

zmínku najdeme z roku 1227 (**Vrána a Beran, 2008**). Na přelomu 14. a 15. století nastal pozvolně zlatý věk našeho rybářství. Po poznání, že chov ryb je pro komunity přínosem tak nastal velký rozmach rybníkářství a v téměř každé vesnici byl alespoň nějaký malý rybník. Rybářství se tak stalo velmi důležitou složkou a součástí hospodářství na našem území. Toto vše vedlo až k založení a vzniku rybářského cechu (**Vrána, 2009**).

Největší rozvoj pak trval až do 16. století. V této době žili velmi významní stavitelé rybníků. Mezi nejznámější mistry můžeme zařadit Jakuba Krčína z Jelčan a Sedlčan, který navrhl rybníky jako například Dvořiště či náš největší rybník Rožmberk, který se nachází kousek od Třeboně. Dále je nutno zmínit Štěpánka Netolického, který projektoval díla jako například Zlatá stoka. Nelze opomenout ani Jana Skálu „Dubraviuse“ z Doubravy a Hradiště, který byl spisovatelem a historikem. Jeho nejvýznamnější dílo byla kniha s názvem O rybnících (**Vrána a Beran, 2008**). Další významnou osobností byl Vilém z Pernštejna. Zasloužil se o rozmach a rozkvět rybníkářství na Pardubicku, a to hlavně díky tomu, že tam vybudoval první rybníční soustavu (**Fišer a Štochl, 1964**).

Po rozmachu rybníkářství v 16. století, kdy činila plocha rybníků asi až 180 000 ha, nastala pomalá stagnace s následným úpadkem. Na přelomu 18. a 19. století byla plocha už jen 76 000 ha. Úpadek pokračoval a v dnešní době zabírají rybníky přibližně 52 000 ha (**Fišer a Štochl, 1964**).

3.3 Fyzikálně – chemické parametry rybníku

Teplota vody

Teplota vody ovlivňuje velmi významně život ve vodním prostředí. Odvíjí se od mnoha různých proměnných jako například teplota okolního prostředí, absorpční vlastností prostředí vody a povodí, zeměpisná poloha, činnost větru a v neposlední řadě i charakterem nádrže (**Kubiček a Zelinka, 1982**). Teplota vody se spolu s kyslíkem zaslouhují o množství plynů, které jsou ve vodě rozpuštěny. Obecně můžeme říci, že čím je teplota vyšší, tím méně se v ní rozpustí plynů. Vztah je tedy takový, že se zvyšující se teplotou klesá rozpustnost plynů vodě. Kromě toho ovlivňuje teplota i rychlost chemických reakcí (**Heteša a Kočková, 1997**). Jak již bylo dříve řečeno, teplota velmi významně ovlivňuje sezonní dynamiku fytoplanktonu.

Nelze opomenout teplotní anomálii vody. Jedná se o to, že voda má při 4 °C nejvyšší hustotu, což je důležitá vlastnost v zimním období, kdy voda o 4 °C klesá díky vysoké hustotě ke dnu a vytlačuje k povrchu vodu chladnější (**Ambrožová, 2001**).

Průhlednost vody

Jedná se o velmi významnou fyzikální vlastnost, která ovlivňuje, jaké množství slunečního záření pronikne vodním sloupem. Průhlednost vody je omezená zákalem vody, který je často způsobován nadměrným rozvojem planktonu, a to hlavně v letním období. I z toho důvodu je průhlednost vody větší v zimním období (**Lellák a Kubiček, 1992**).

Kyslík ve vodě

Kyslíkový režim je velmi důležitá součást všech vodních ekosystémů. Jeho přítomnost je nezbytná v řadě chemických a biologických procesech. Jsou dva způsoby, jak se kyslík dostává do vody. Buď difúzí z atmosféry nebo díky fotosyntéze vodních rostlin, řas a sinic (**Lellák a Kubiček, 1992**). Nejvyšší koncentrace dosahuje kyslík v pozdních odpoledních

hodinách, kdy může snadno dojít k přesycení vody kyslíkem (**Pitter, 2009**). V noci pak kvůli dýchání vodních organismů saturace kyslíku opět poklesne (**Lellák a Kubiček, 1992**). Pokles kyslíku může v ranních hodinách způsobit kyslíkový deficit (**Heteša a Kočková, 1997**).

Množství rozpuštěného kyslíku ve vodě vyjadřujeme pomocí hmotnostní koncentrace (mg.l^{-1}) nebo v procentech nasycení (**Horáková a kol., 1986**).

Nasycení rozpuštěného kyslíku ve vodě se může pohybovat od 0 do 40 mg.l^{-1} . Vysoké přesycení může nastat hlavně v letním období při vysoké biomase fytoplanktonu nádrže (**Kubiček a Zelinka, 1982**).

4 Popis lokalit

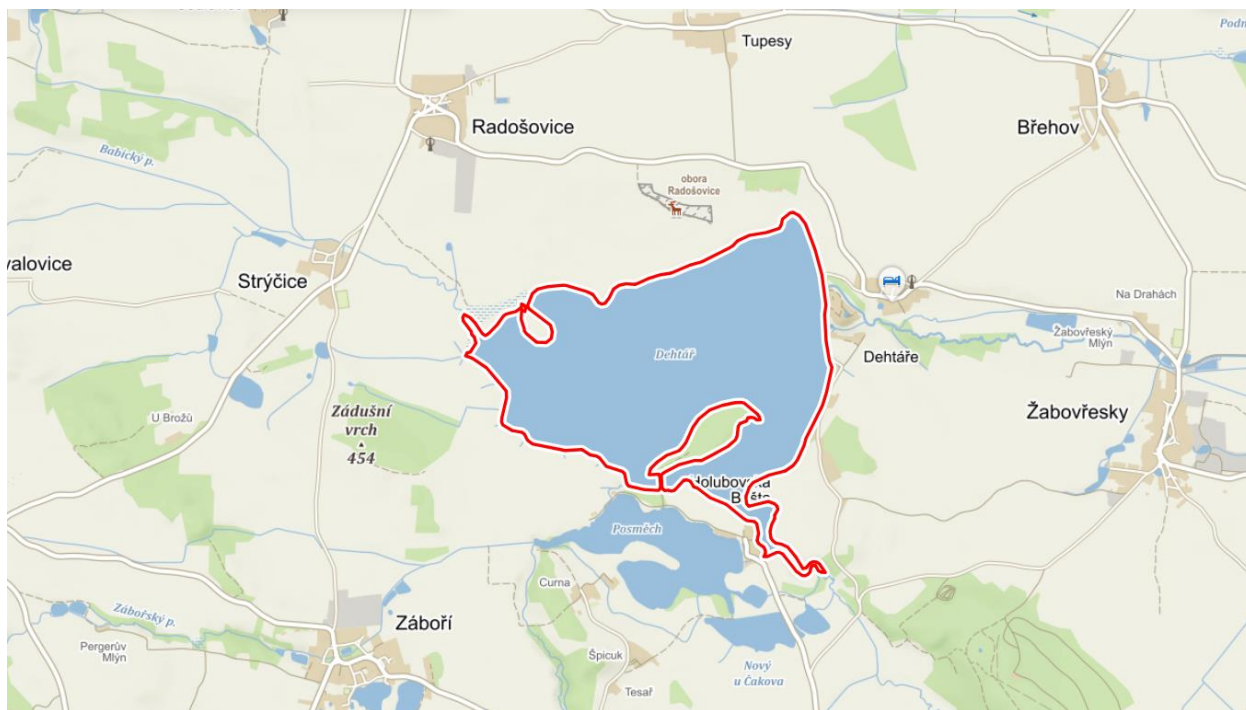
Vzorky pro moji bakalářskou práci byly odebírány ze dvou rybníků, přesněji z rybníků Dehtář a Kvítkovický. Obě tyto lokality trochu blíže popíšu.

4.1 Lokalita I. (rybník Dehtář)

Rybník Dehtář se nachází v Jihočeském kraji, okresu České Budějovice, konkrétně 15 km západně od krajského města

Rozloha Dehtáře činí 246 ha a svojí rozlohou se řadí na 7. místo v Jihočeském kraji. V celé České republice se pak řadí na 10. místo.

Průměrná hloubka se pohybuje v rozmezí 2,1 až 2,6 metrů. Obměna vody je zde relativně pomalá, pohybuje se od 145 až do 445 dní.



Obrázek 1: Poloha rybníku Dehtář na mapě

Nadmořská výška hladiny je 406 m n. m. a hloubka zde dosahuje až šesti metrů.

Zajímavostí je, že Dehtář díky své poloze poskytuje skvělé podmínky pro vodní ptactvo, proto byl rybník zařazen do mezinárodní organizace BirdLife International sloužící k ochraně ptactva a do ptačí chráněné oblasti NATURE 2000.

4.2 Lokalita II. (Kvítkovický rybník)

Kvítkovický rybník se stejně jako rybník Dehtář nachází v Jihočeském kraji a okresu České Budějovice. Je však trochu blíže ke krajskému městu, přibližně 10 km západně od Českých Budějovic.

Rozloha činní 25 ha a je tedy skoro desetkrát menší než rybník Dehtář. Maximální hloubka zde dosahuje až 3 metry. Průměrná hloubka se zde pohybuje okolo 1,1 metru.

Leží na horním toku Dehtářského potoka.



Obrázek 2: Poloha Kvítkovického rybníku na mapě

5 Metodika

5.1 Odběr

Odebírání vzorků proběhlo v srpnu roku 2017. Na rybníku Dehtář probíhal odběr v 8:00, 16:00, 20:00, 2:00 a v 8:00 hodin. Na Kvítkovickém rybníku probíhal odběr v 8:00, 16:00, 20:00, 0:00, 4:00 v 8:00 hodin. Odběry se konaly za pomoci horizontálního Van Dornova odběráku, který se skládá z plastové trubice. Trubice je na obou stranách opatřena gumovými víky, tyto víka jsou navzájem spojeny gumou uvnitř trubice. Délka trubice činí 40 cm a průměr 5 cm.

Vzorky byly odebírány celkem v pěti hloubkách vodního sloupce na rybníku Dehtář (0 metrů, 1 metrů, 2 metry, 3 metry a 4 metry) a třech hloubkách rybníku Kvítkovického (0 metrů, 1 metrů, 2 metry)

5.2 Kvalitativní analýza

K determinaci jednotlivých druhů mi výborně posloužila kniha “Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírny odpadních vod“ (Prof. RNDr. V. Sládeček, DrSc. & Prof. RNDr. A. Sládečková CSc.). Tento atlas jsem si vybral, protože je poměrně přehledný, obsahuje všechny druhy fytoplanktonu, které se nachází na území České republiky a je u nás nejrozšířenější a nejpoužívanější.

5.3 Příprava vzorku a kvantitativní analýza

Odebrané vzorky byly fixovány tzv. Utermöhlovou fixází, při které se používá Lugolův roztok. Roztok má desinfekční účinky, zpomaluje procesy rozkladu a díky tomu jsou vzorky udrženy po delší dobu ve vhodném stavu pro determinaci.

Vzorky byly fixovány do zkumavek o objemu 50 ml. Usazený plankton na dně zkumavek jsem převedl z 50 ml zkumavky do zkumavky o objemu 2,5 ml. Vždy po dvou a více dnech jsem zkontroloval, zdali v původní zkumavce nezbyl nějaký sediment, pokud ano, tak jsem ho odebral, abych převedl celou biomasu a nevznikly nepřesné výsledky. Ze zkumavky o objemu 2,5 ml jsem pokaždé odpipetoval 2x100 mikrolitru na Bürkerovu komůrku a přikryl krycím sklíčkem.

K pozorování preparátů jsem používal světelný mikroskop Olympus DP74. Ke světelnému mikroskopu byla připojena kamera Olympus DP73, přes kterou jsem díky programu cellSens Standard pořizoval fotografie a mohl pozorovat fytoplankton zvětšeně na obrazovce počítače.



Obrázek 3: Mikroskop použity k determinaci druhů fytoplanktonu

Mikroskop poskytoval 4x,10x,20x,40x a 60x zvětšení, já při své práci používal nejčastěji zvětšení 60x.

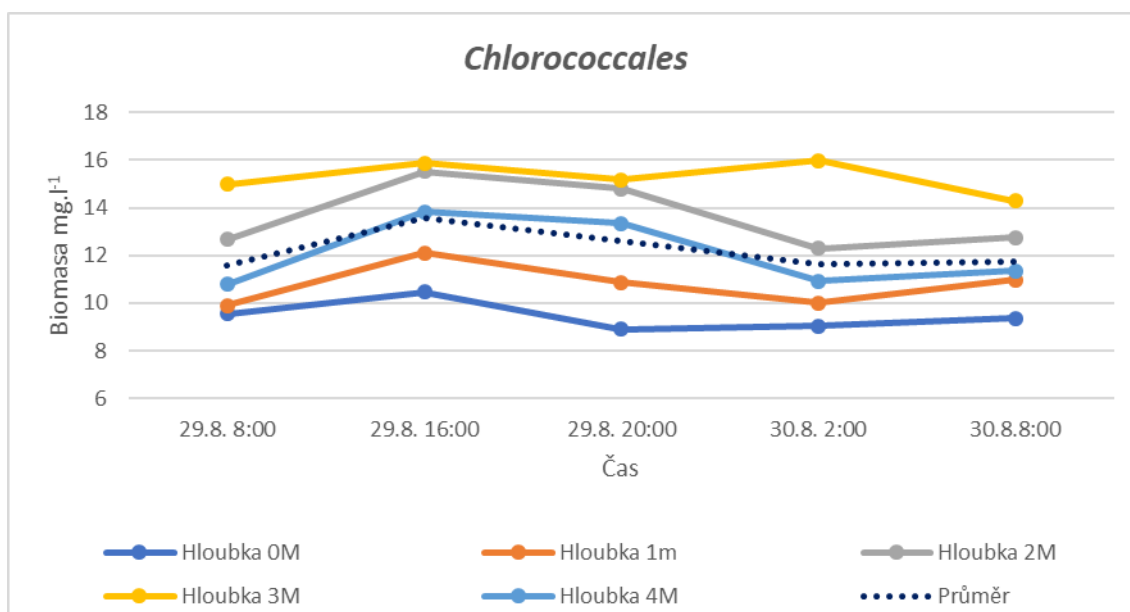
Celý proces mikroskopování jsem vykonával v Českých Budějovicích na ústavu akvakultury a ochrany vod v Laboratoři aplikované hydrobiologie.

Pro výpočet biomasy jednotlivých druhů a taxonů jsem použil program FYTO-HBU-170-rodan-prac k určení velikosti biomasy jednotlivých druhů a skupin. Biomasu jsem počítal v mg/l.

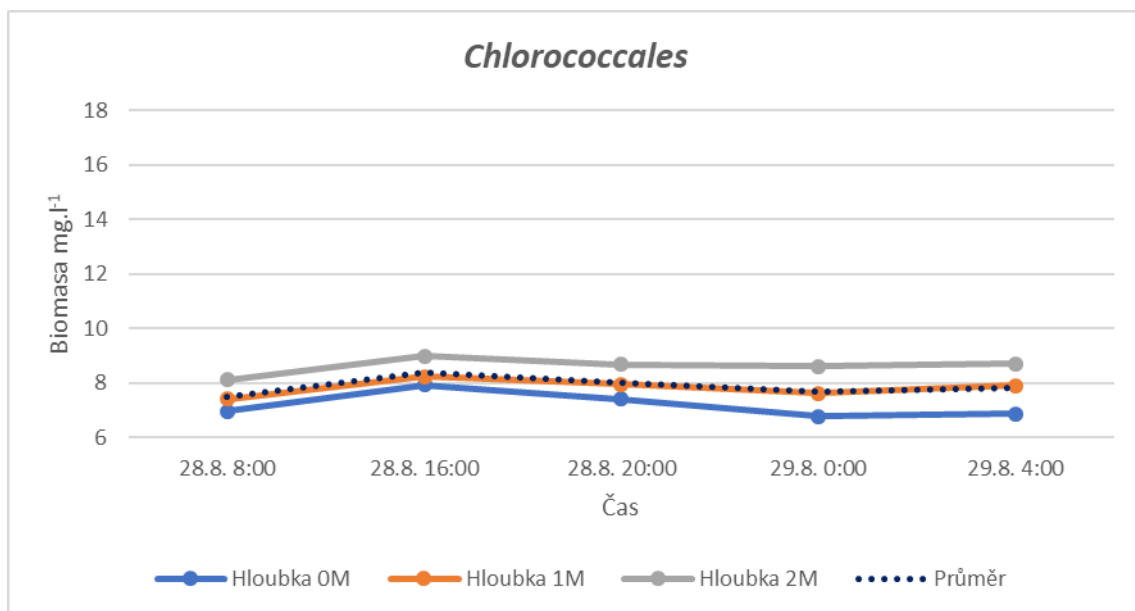
6 Výsledky

Na obou sledovaných rybnících jsem vypočítal biomasu celkem šesti taxonomických skupin. Konkrétně skupin Chlorococcales, Volvocales, Bacillariophyceae, Cryptophyceae, Desmidiaceae a Cyanophyceae.

6.1 Skupina Chlorococcales



Graf č. 1: Biomasa taxonomické skupiny Chlorococcales v rybníku Dehtář v roce 2017



Graf č. 2: Biomasa taxonomické skupiny *Chlorococcales* v Kvítkovickém rybníku v roce 2017

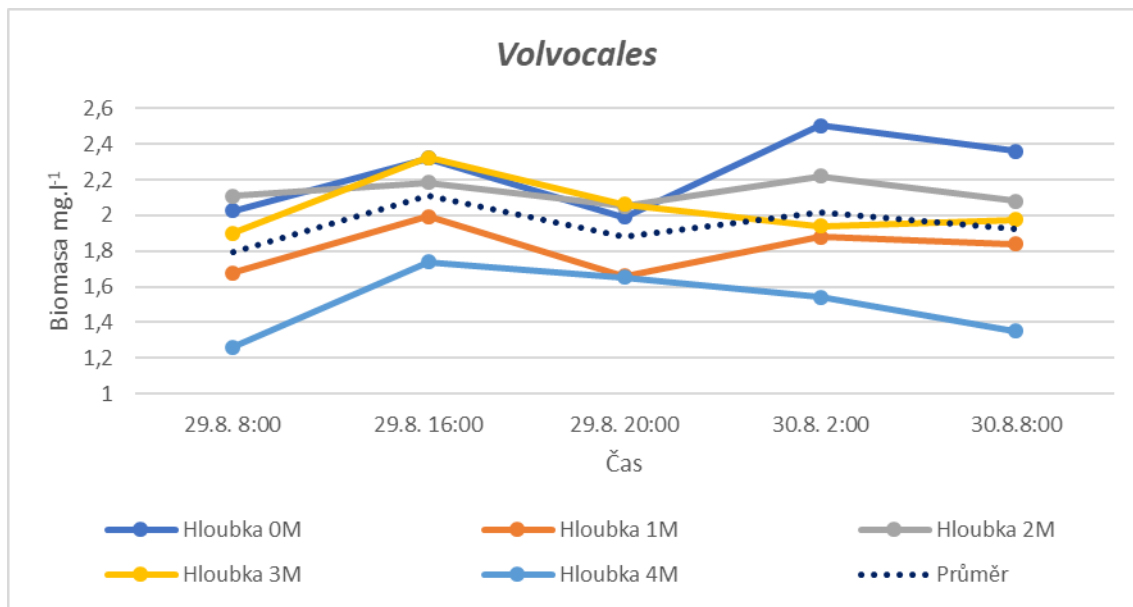
V rybníku Dehtář byly nejhojněji zastoupeny rody *Scenedesmus*, *Coelastrum* či *Oocystis*.

Ve velké míře byl zastoupen i rod *Crucigenia*, z tohoto rodu bych jmenoval zejména druh *Crucigenia tetrapedia*.

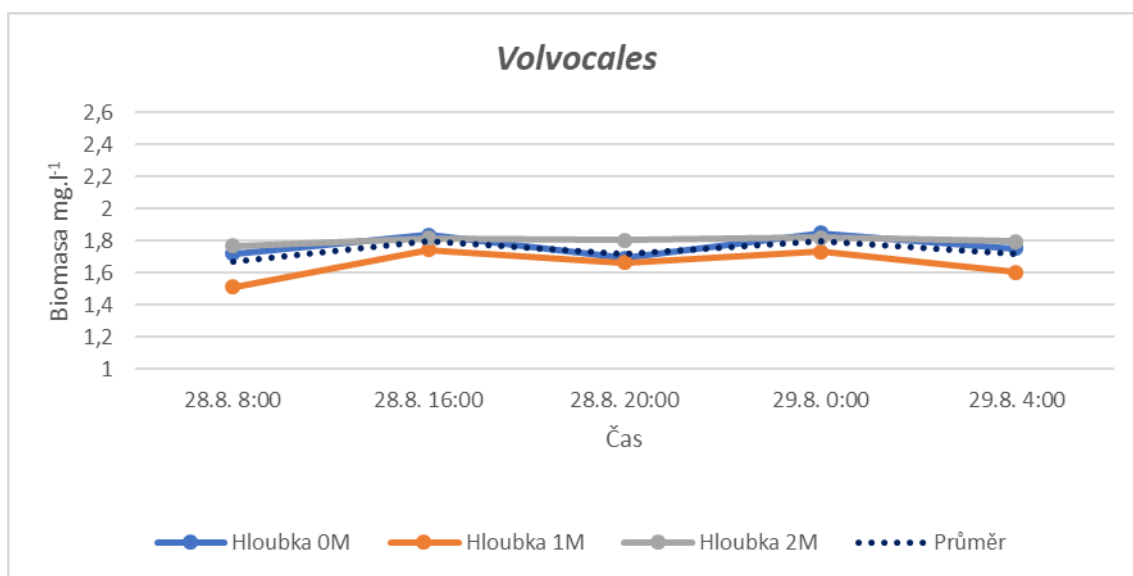
V Kvítkovickém rybníku byly ze skupiny *Chlorococcales* nejvíce zastoupeny druhy *Crucigenia tetrapedia*, *Coelastrum asteroideum*, *Oocystis marssonii*.

Celková biomasa skupiny *Chlorococcales* dosahuje vyšších hodnot na rybníku Dehtář (viz. graf č.1 a graf č. 2).

6.2 Skupina Volvocales



Graf č. 3: Biomasa taxonomické skupiny Volvocales v rybníku Dehtář v roce 2017

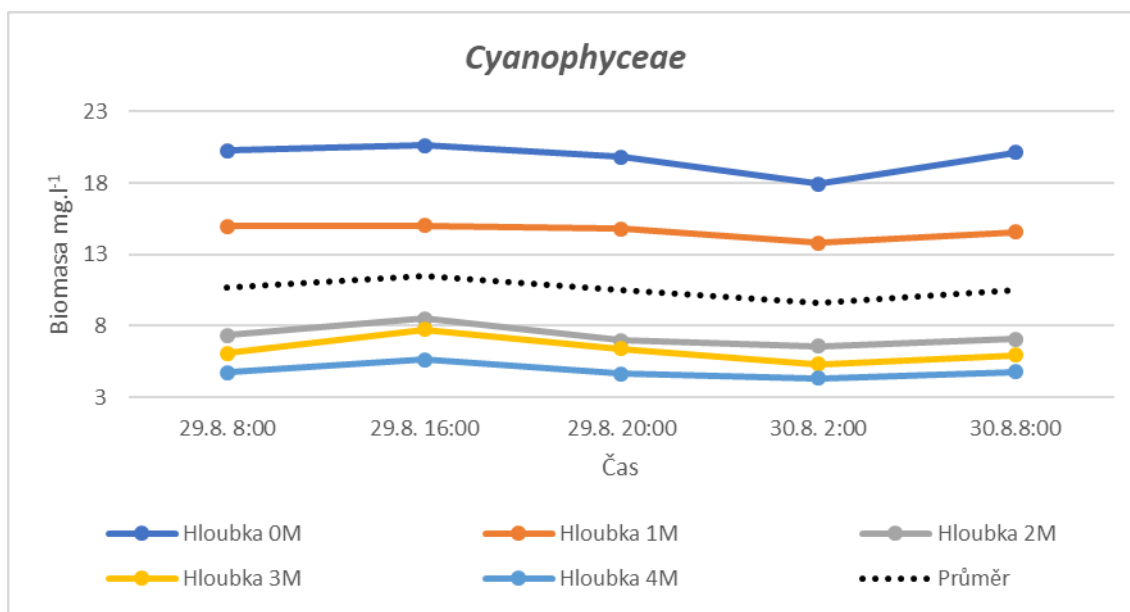


Graf č. 4: Biomasa taxonomické skupiny Volvocales v Kvítkovickém rybníku v roce 2017

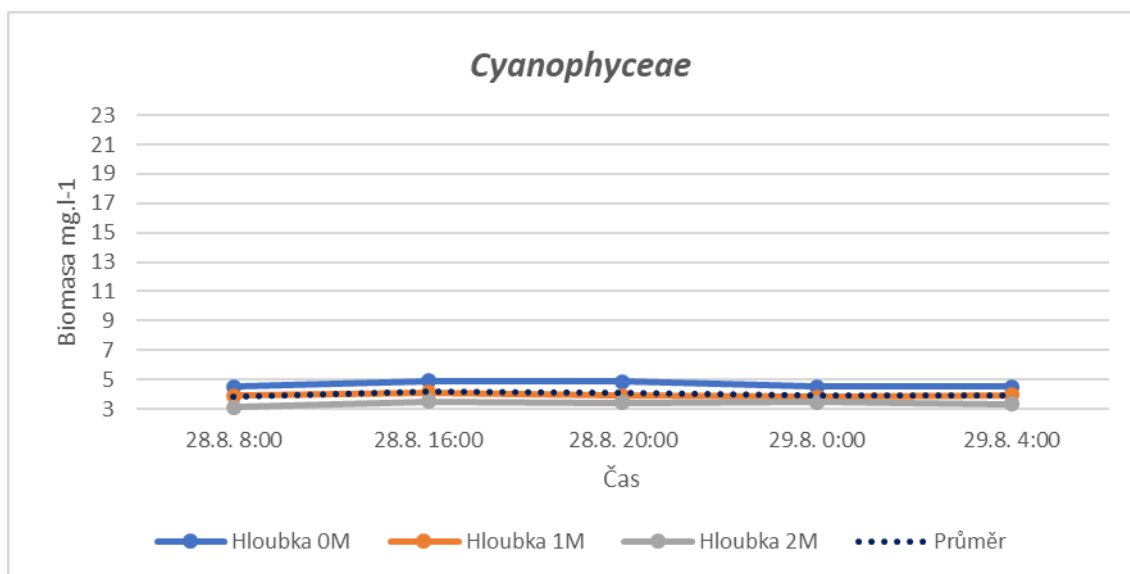
V obou rybnících je naprosto nejvíce dominantní z této taxonomické skupiny *Chlamydomonas sp.* Kromě rodu *Chlamydomonas* jsem se setkal i se zástupci rodu *Chlorogonium*.

Průměrná biomasa skupiny Volvocales je jak v rybníku Dehtář, tak v Kvítkovickém rybníku dost podobná a nejsou zde příliš velké rozdíly. Můžeme však konstatovat, že mírně větší hodnotu biomasy můžeme najít v rybníku Dehtář (viz. graf č. 3 a graf č. 4).

6.3 Skupina Cyanophyceae



Graf č. 5: Biomasa taxonomické skupiny Cyanophyceae na rybníku Dehtář v roce 2017

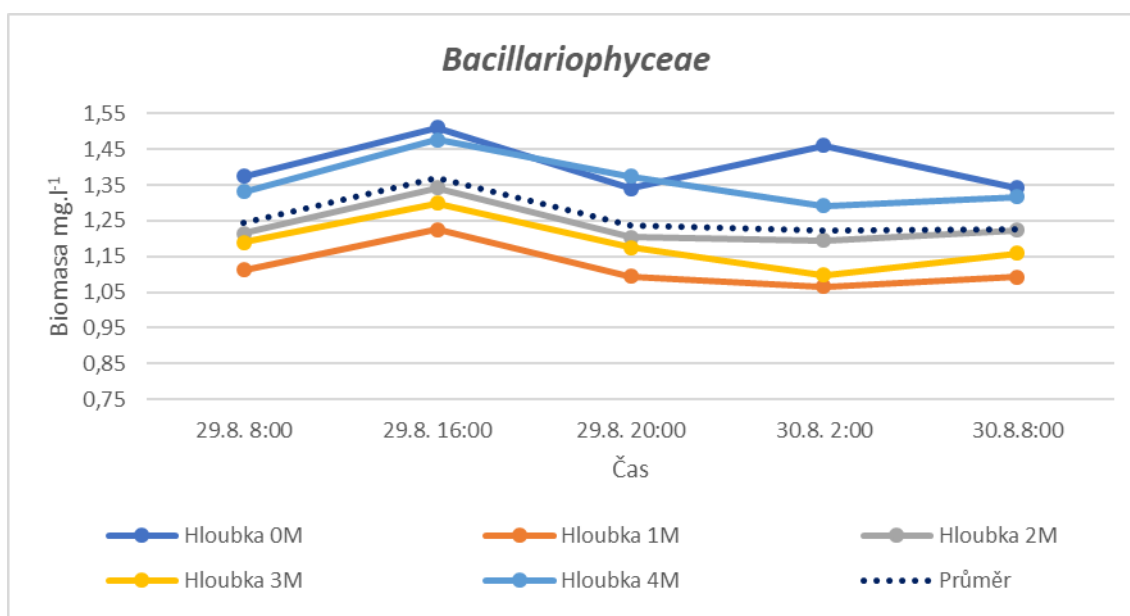


Graf č. 6: Biomasa taxonomické skupiny Cyanophyceae na Kvítkovickém rybníku v roce 2017

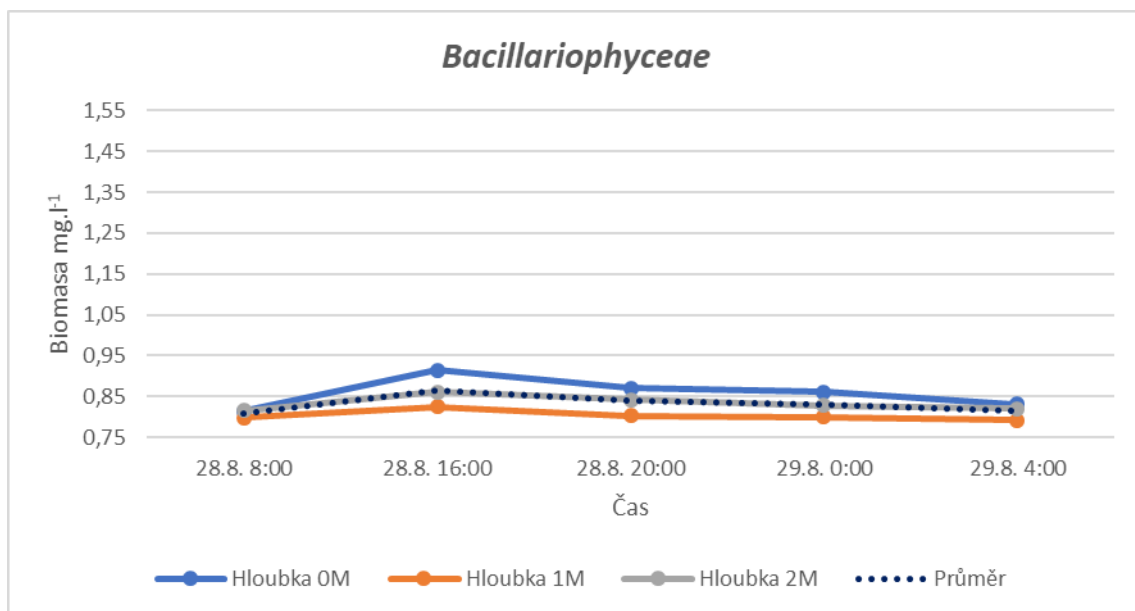
Na rybníku Dehtář byly dominantní zejména vláknité sinice rodu *Anabaena* a rodu *Pseudanabaena*, jejich rozmach byl evidentní hlavně na hladině vody. Tyto dominantní rody pak byly doplněny druhy *Microcystis aeruginosa* či *Coelomoron pussilum*. Na grafu č. 5 a č. 6 si pak můžeme povšimnout, že rozdíly velikostí biomas na obou rybnících jsou obrovské. Na Kvítkovickém rybníku se biomasa vláknitých sinic oproti Dehtáři zmenšila a našel jsem zde populaci především kokálních sinic, jmenoval bych především dominantní druhy *Microcystis aeruginosa* a *Aphanothece minutissima*.

Průměrná biomasa sinic je na rybníku Dehtář až téměř 3x vyšší (viz graf č. 5 a graf č. 6).

6.4 Skupina Bacillariophyceae



Graf č. 7: Biomasa taxonomické skupiny Bacillariophyceae v rybníku Dehtář v roce 2017



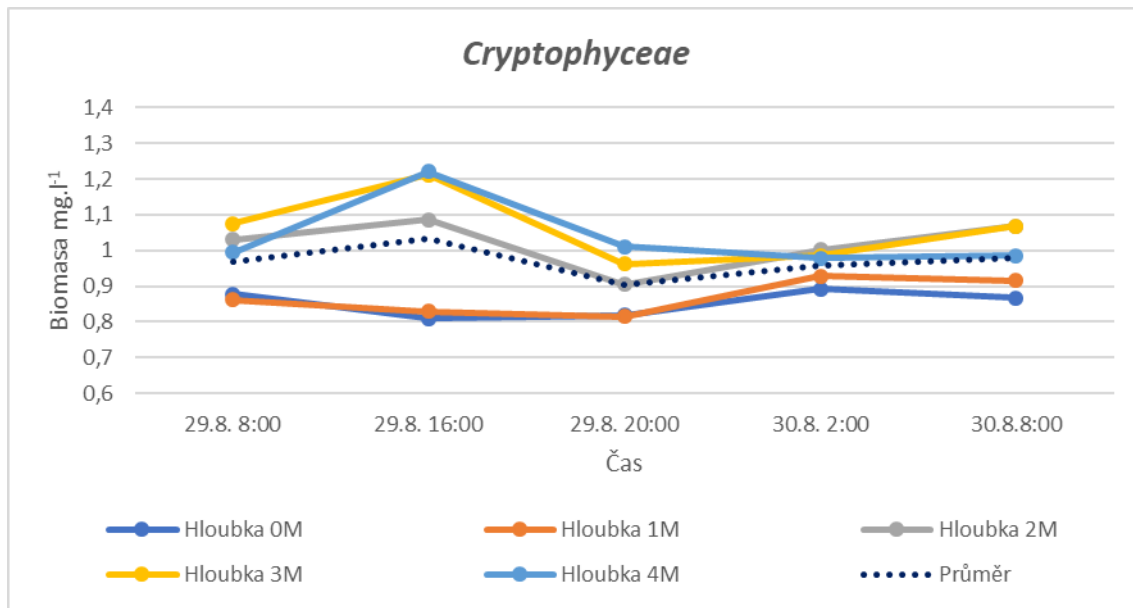
Graf č. 8: Biomasa taxonomické skupiny *Bacillariophyceae* v Kvítkovickém rybníku v roce 2017

Na Kvítkovickém rybníku byl z rozsivek rozšířen rod *Cyclotella*, tyto centrické rozsivky pak byly doplněny rodem *Nitzschia*, což je rod, řadící se mezi penátní rozsivky.

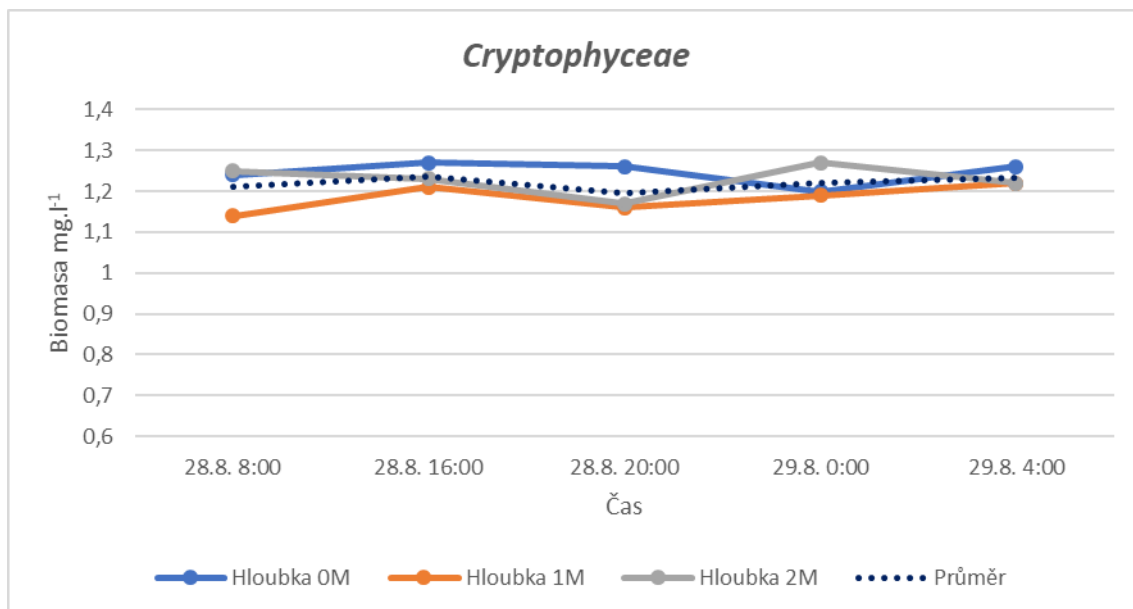
Na rybníku Dehtář měl u rozsivek velké zastoupení rod *Nitzschia*, mezi penátní rozsivky, které se v rybníku vyskytují řadíme i rod *Navicula*. Z centrických rozsivek zde byly zastoupeny rody *Cyclotella* či *Melosira*.

Celkově můžeme hodnotit, že biomasa rozsivek je větší v rybníku Dehtář (viz. graf č. 7 a graf č. 8).

6.5 Skupina Cryptophyceae



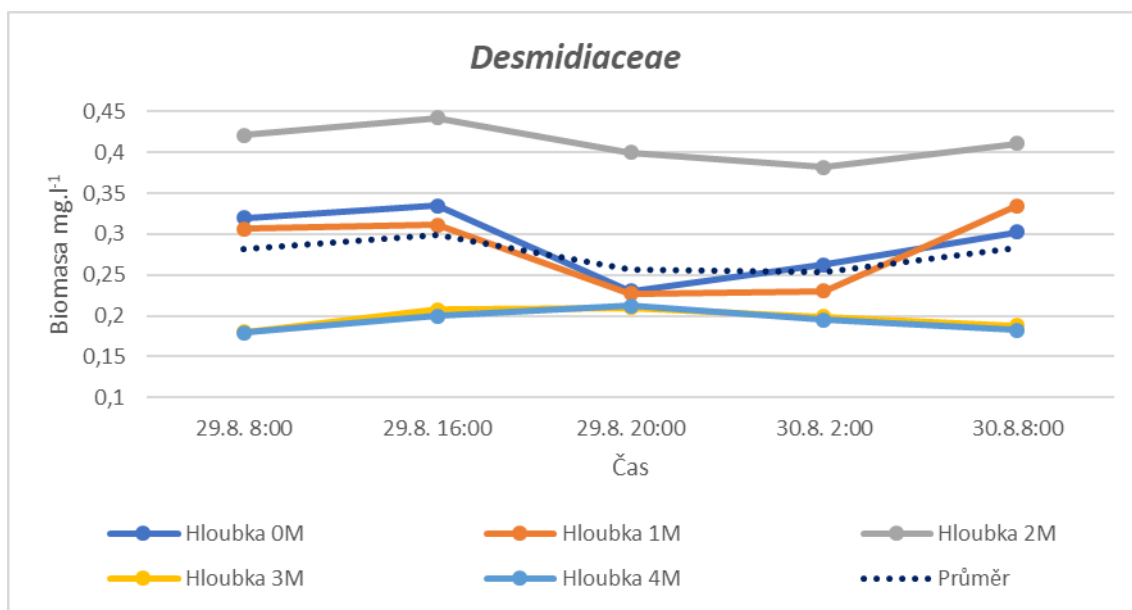
Graf č. 9: Biomasa taxonomické skupiny Cryptophyceae v rybníku Dehtář v roce 2017



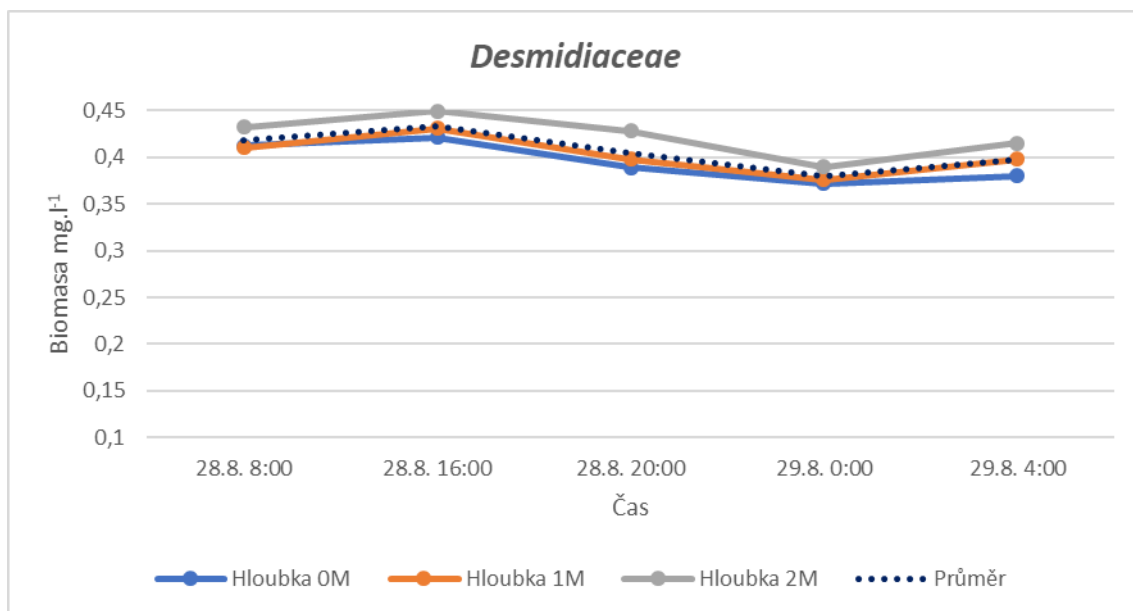
Graf č. 10: Biomasa taxonomické skupiny Cryptophyceae v Kvítkovickém rybníku v roce 2017

V obou rybnících byly zastoupeny rody *Rhodomonas* a *Cryptomonas*. V Kvítkovickém rybníku byl nejpočetněji zastoupen druh *Rhodomonas minuta*. V rybníku Dehtář byly pak rody *Cryptomonas* a *Rhodomonas* zastoupeny přibližně ve stejné početné biomase. Na Dehtáři dosahují skryténky nejvyšší populace spíše ve spodní části vodního sloupce, zatímco na Kvítkovickém rybníku jsou rozmístěny ve vodním sloupci rovnoměrněji (viz. graf č. 9 graf č. 10).

6.6 Skupina Desmidiaceae



Graf č. 11: Biomasa taxonomické skupiny Desmidiaceae v rybníku Dehtář v roce 2017



Graf č. 12: Biomasa taxonomické skupiny Desmidiaceae v Kvítkovickém rybníku v roce 2017

V rybníku Dehtář byl z této taxonomické skupiny nejvíce dominantní rod *Cosmarium*. Tento rod byl doplněn dalšími rody. Nalezl jsem například zástupce rodu *Euastrum* či rodu *Staurastrum*.

V Kvítkovickém rybníku byl z této skupiny téměř výhradně zastoupen pouze rod *Cosmarium*.

6.7 Nalezené druhy

Tabulka č. 1: Nalezené druhy v rybníku Dehtář a Kvítkovickém rybníku

	Dehtář	Kvítkovický
<i>Actinastrum hantzschii</i>	X	
<i>Anabaena floss-aque</i>	X	
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	X	
<i>Aphanocapsa</i> sp.	X	

<i>Aphanocapsa delicatissima</i>		X
<i>Aphanothece</i> sp.	X	
<i>Aphanothece minutissima</i>		X
<i>Asterionella formosa</i>	X	
<i>Aulacoseira granulata</i>	X	
<i>Aulacoseira</i> sp.	X	
<i>Aulacoseira italica</i>		X
<i>Chlamydomonas</i> sp.	X	X
<i>Chlorogonium</i> sp.	X	X
<i>Chroococcus</i> sp.	X	
<i>Closterium limneticum</i>	X	
<i>Coelastrum astroideum</i>	X	X
<i>Coelastrum microporum</i>	X	
<i>Coelastrum proboscideum</i>	X	
<i>Coelastrum microporum</i>		X
<i>Coelastrum reticulatum</i>	X	
<i>Coelomoron pusillum</i>	X	
<i>Cosmarium</i> sp.	X	X
<i>Crucigenia fenestrata</i>	X	
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	X	X
<i>Crucigeniella crucifera</i>	X	
<i>Crucigeniella pulchra</i>	X	
<i>Crucigeniella neglecta</i>	X	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	X	X
<i>Cryptomonas reflexa</i>	X	X
<i>Cryptomonas</i> sp.	X	
<i>Cyanodictyon imperfectum</i>	X	X
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	X	
<i>Cyclotella</i> sp.	X	X
<i>Cymbella</i> sp.	X	

<i>Desmodesmus</i> sp.	X	
<i>Dicellula planctonica</i>	X	
<i>Dictyosphaerium primarium</i>	X	
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	X	
<i>Elakatothrix</i> sp.	X	
<i>Euastrum</i> sp.	X	
<i>Eudorina elegans</i>	X	
<i>Fragilaria construens</i>	X	
<i>Fragilaria pinnata</i>	X	
<i>Fragilaria</i> sp.	X	
<i>Franceia ovalis</i>	X	
<i>Gloeotila contorta</i>	X	
<i>Gloeotila pelagica</i>	X	
<i>Golenkinia radiata</i>	X	
<i>Golenkinia</i> sp.	X	
<i>Goniochloris mutica</i>	X	
<i>Gonium</i> sp.	X	
<i>Gyrosigma</i> sp.	X	
<i>Kirchneriella contorta</i>	X	
<i>Kirchneriella obesa</i>	X	
<i>Kirchneriella</i> sp.	X	
<i>Koliella longiseta</i>	X	
<i>Koliella planctonica</i>	X	
<i>Koliella</i> sp.	X	
<i>Lagerheimia ciliata</i>	X	
<i>Lagerheimia genevensis</i>	X	
<i>Lagerheimia</i> sp.	X	X
<i>Melosira varians</i>	X	
<i>Merismopedia tenuissima</i>	X	
<i>Merismopedia punctata</i>	X	

<i>Microcystis aeruginosa</i>	X	X
<i>Microcystis ichthyoblabe</i>	X	
<i>Microcystis</i> sp.	X	
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	X	
<i>Monoraphidium contortum</i>	X	X
<i>Monoraphidium dybowskii</i>		X
<i>Monoraphidium griffithii</i>	X	
<i>Monoraphidium</i> sp.	X	
<i>Navicula gregaria</i>	X	
<i>Navicula</i> sp.	X	
<i>Nephrochlamys subsolitaria</i>	X	
<i>Nitzschia acicularis</i>	X	X
<i>Nitzschia</i> sp	X	
<i>Nitzschia holsatica</i>		X
<i>Nitzschia palea</i>		X
<i>Oocystis lacustris</i>	X	
<i>Oocystis marssonii</i>	X	X
<i>Oocystis parva</i>	X	
<i>Oocystis</i> sp.	X	
<i>Pandorina morum</i>	X	
<i>Pediastrum biradiatum</i>	X	
<i>Pediastrum boryanum</i>	X	X
<i>Pediastrum duplex</i>	X	X
<i>Pediastrum simplex</i>	X	
<i>Pediastrum tetras</i>	X	
<i>Phacotus lenticularis</i>	X	
<i>Planktonema lauterbornii</i>	X	
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	X	X
<i>Planktothrix agardhii</i>	X	

<i>Planktothrix suspensa</i>	X	
<i>Pseudanabaena limnetica</i>	X	X
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	X	
<i>Pseudanabaena</i> sp.	X	
<i>Rhodomonas lacustris</i>	X	
<i>Rhodomonas minuta</i>	X	X
<i>Romeria leopoliensis</i>	X	
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	X	
<i>Scenedesmus acutus</i>	X	
<i>Scenedesmus alternans</i>	X	X
<i>Scenedesmus alternans</i>	X	X
<i>Scenedesmus brasiliensis</i>	X	X
<i>Scenedesmus denticulatus</i>	X	
<i>Scenedesmus dimorphus</i>	X	X
<i>Scenedesmus disciformis</i>	X	
<i>Scenedesmus linearis</i>	X	X
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	X	
<i>Scenedesmus</i> sp.	X	X
<i>Scenedesmus velitaris</i>	X	
<i>Selenastrum</i> sp.	X	
<i>Snowella litoralis</i>	X	
<i>Snowella lacustris</i>		X
<i>Staurastrum chaetoceras</i>	X	
<i>Staurastrum planctonicum</i>	X	
<i>Staurastrum</i> sp.	X	
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>		X
<i>Synedra acus</i>	X	
<i>Synura</i> sp.	X	
<i>Tetraedron caudatum</i>	X	
<i>Tetraedron incus</i>	X	

<i>Tetraedron minimum</i>	X	
<i>Tetraedron triangulare</i>	X	
<i>Tetrastrum elegans</i>	X	
<i>Tetrastrum glabrum</i>	X	X
<i>Tetrastrum heteracanthum</i>	X	X
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>	X	
<i>Tetrastrum triangulare</i>	X	
<i>Treubaria</i> sp.	X	
<i>Treubauria triappendiculata</i>	X	
<i>Woronichinia naegeliana</i>	X	X

6.8 Výsledky z dřívějšího období téhož roku

V diskusi budou srovnány mé výsledky se vzorky, které odebíral prof. RNDr. Jaroslav Vrba, CSc. a spočítala RNDr. Klára Řeháková, Ph.D.

Vzorky byly odebírány na rybnících Dehtář a Kvítkovický ze šesti míst v okolí loviště za pomoci horizontálního Van Dorna. Čas odběru se vždy pohyboval od 8:00 do 9:30. Vzorky byly směsné a odebíraly se v hloubce 0–1 metr.

Tabulka č. 2: Velikost biomasy v mg.l⁻¹ jednotlivých taxonů na rybníku Dehtář v roce 2017 (Vrba a Řeháková, nepublikováno)

	Chlorococcales	Volvocales	Cyanophyceae	Bacillariophyceae	Cryptophyceae	Desmidiaceae
12.4.2017	1,99	1,54	1,64	2,86	0,95	1,42
10.05.2017	10,91	0,00	0,28	0,14	1,36	1,73
21.06.2017	21,43	0,68	6,74	0,00	0,06	0,86
18.07.2017	5,83	0,90	4,31	6,77	1,57	0,47
14.08.2017	2,65	0,81	13,59	1,25	8,87	0,00

Tabulka č. 3: Velikost biomasy v mg.l⁻¹ jednotlivých taxonů na Kvítkovém rybníku v roce 2017 (Vrba a Řeháková, nepublikováno)

	Chlorococcales	Volvocales	Cyanophyceae	Bacillariophyceae	Cryptophyceae	Desmidiaceae
03.04.2017	0,76	0,80	0,37	112,78	5,88	0,20
12.06.2017	11,46	0,34	0,34	0,17	0,02	0,52
21.08.2017	20,57	00	0,46	3,29	3,91	1,10

7 Diskuse

Skupina Chlorococcales se vyskytovala v průběhu všech měsíců. Na rybníku Dehtář se biomasa od jara postupně zvětšovala až do června, kdy dosáhla svého maxima. Po rozmachu přišel strmý úpadek, když populace klesla až na jednu čtvrtinu a dále se snižovala. Na Kvítkovickém rybníku byla situace po jarních měsících podobná, populace rostla, tentokrát však nepřišel v červnu pokles, ba naopak. V druhé polovině srpna se biomasa pohybovala až okolo 20 mg.l⁻¹.

Moje výsledky z konce srpna ukazují, že biomasa Chlorococcales se na hladině pohybovala v průměru kolem 13,5 mg.l⁻¹. Na Kvítkovickém rybníku byla biomasa na hladině kolem 7 mg.l⁻¹. Na obou rybnících je více biomasy spíše v nižších hloubkách. Na rybníku Dehtář je maximum biomasy v hloubce tří metrů. Na Kvítkovickém rybníku jsou maxima v hloubce 2 metrů. To může být způsobeno druhy, které jsou těžší a více tak sedimentují. Chlorococcales dominují na obou rybnících, což je poměrně častý jev (**Potužák a kol., 2019**).

Volvocales, skupina náležící do zelených řas měla v dubnu zastoupení na obou lokalitách. Na rybníku Dehtář pak v květnu populace Volvocales úplně vymizelá. Následně se však v červnu opět objevila a měla konstantní biomasu okolo 0,9 mg.l⁻¹ bez větších výkyvu až do půlky srpna. V Kvítkovickém rybníku se biomasa od dubna postupně snižovala. V červnu byla hodnota biomasy 0,34 mg.l⁻¹, v půli srpna pak biomasa poklesla až na 0 mg.l⁻¹.

Mnou naměřené výsledky z konce srpna poukazují, že průměrná naměřená biomasa na hladině rybníku Dehtář, se pohybuje okolo 1,8 mg.l⁻¹. Což odpovídá výsledkům prof. Vrby. Průměrná biomasa všech hloubek je na Dehtáři okolo 1,85 mg.l⁻¹. Nejnižší koncentrace byla stanovena na hladině v 8 hodin ráno. Na Kvítkovickém rybníku byla biomasa na hladině okolo 1,5 mg.l⁻¹, zde můžeme pozorovat nárůst. Celkově nebyl na Dehtáři nalezen žádný trend diurnální migrace. Na Kvítkovickém rybníku si jsou hodnoty biomasy tak podobné, že lze těžko určit nějaký trend. Na obou rybnících dominoval hlavně rod *Chlamydomonas*.

Sinice se z jara příliš nevyskytovaly. Až po dosažení vyšších teplot a již zmíněného efektu clear water se začala početnost populace sinic zvyšovat, aspoň tedy na rybníku Dehtář. V Kvítkovickém rybníku k rozvoji sinic téměř nedošlo a po celou dobu sledování, tedy od dubna až po půlku srpna byla biomasa velmi malá, pohybovala se kolem $0,4 \text{ mg.l}^{-1}$.

Na Dehtáři se koncentrace sinic zvyšovala až do konce srpna, kdy jsem naměřil na hladině maxima okolo 21 mg.l^{-1} . Na hladině dominovaly vláknité sinice *Anabaena* a *Pseudanabaena*, které byly doplněny o druhy kokálních sinic. Z kokálních sinic jsem se nejvíce setkával s rodem *Microcystis*. S poklesem hloubky byla spjata menší populace vláknitých sinic a vůbec celé této taxonomické skupiny. Ve spodních hloubkách vodního sloupce už nebyly vláknité sinice skoro přítomny, objevovaly se pouze kokální sinice rodu *Microcystis* či *Coelomonon*. Na dně se pohybovala biomasa sinic pouze okolo 3 mg.l^{-1} , což je oproti maximům na hladině rozdíl téměř 18 mg.l^{-1} . Průměrná koncentrace všech hloubek byla 11 mg.l^{-1} . Na Kvítkovickém rybníku jsem zaznamenal oproti výsledkům prof. Vrby nárůst sinic. Na hladině byla biomasa něco kolem $4,5 \text{ mg.l}^{-1}$. Se stoupající hloubkou nastal opět pokles biomasy, tentokrát to však už nebyl tak velký rozdíl. Biomasa na dně dosahovala hodnot 3 mg.l^{-1} . Na obou rybnících platí trend, že s nárůstem hloubky klesá i biomasa sinic. Diurnální migraci, která je u sinic obvykle popisována (**Hiroshi a kol., 2008**), nebyla zaznamenána.

Rozsivky dominovaly hlavně v jarním období. V dubnu tvořily dominantní skupinu na obou rybnících. V Kvítkovickém rybníku dosáhly dokonce 3. dubna 2017 maxima $112,78 \text{ mg.l}^{-1}$. Tuto dominanci si můžeme vysvětlit relativně nízkou teplotou, což není optimální a vyhovující pro rozvoj ostatních sinic a řas a naopak prospívá růstu rozsivek (**Lellák a Kubíček, 1992**). Po jarních měsících došlo k výraznému poklesu jejich biomasy. V červnu pak dosáhly svých nejnižších hodnot, což si můžeme vysvětlit tzv. efektem clear water, kdy nastává pokles jarních dominantních druhů. Dle ústního sdělení Mgr. Struneckého Ph.D. bylo ve sledovaných rybnících maximum konzumentů fytoplanktonu v období dubna a května, což odpovídá například i studiím rybníku Vydymáček (**Kreidlová a kol., 2014**). Dvě uvažované dominantní skupiny zooplanktonu, Cladocera a Copepoida zřejmě rozsivky zkonsumovaly. Po těchto minimech se v červenci biomasa rozsivek znovu navýšila.

Moje výsledky poukazují na ustálení biomasy rozsivek kolem 1 mg.l⁻¹. Na Dehtáři byla průměrná biomasa 1,25 mg.l⁻¹, na Kvítkovickém rybníku byla průměrná biomasa 0,85 mg.l⁻¹. Rozsivky jsou přítomny v celém vodním sloupci, nejvyšších hodnot dosahují na hladině a u dna na obou lokalitách. Na rybníku Dehtář přesáhla maximální biomasa na hladině průměrnou biomasu o 14%. Přítomnost rodu *Nitzschia* poukazuje na vysokou trofii rybníků **(Stenger-Kovacs a kol., 2007)**.

Skrytěnky se vyskytovaly v rybnících po celou dobu sledování. V Kvítkovickém rybníku dosahovaly populačního maxima 3. dubna 2017, kdy byla naměřena biomasa 5,88 mg.l⁻¹. V červnu se zmenšila na úplné minimum, což je srovnatelné s Dehtářem. V čem se ale Dehtář od Kvítkovického rybníku liší, jsou populační maxima. Zatím co v Kvítkovickém rybníku byla nejvyšší koncentrace skrytěnek, jak již bylo zmíněno v dubnu, v Dehtáři byla maxima až 21. srpna 2017, kdy dosahovala koncentrace 8,87 mg.l⁻¹. Tento průběh je zarážející, protože skrytěnky mívají obvykle jarní maxima **(Klaveness, 1989)**.

Mé vzorky z obou lokalit z konce srpna měly koncentraci kolem 1 mg.l⁻¹. Na Dehtáři se biomasa na hladině pohybovala kolem 0,9 mg.l⁻¹. Největší biomasa byla naměřena na dně, kde dosahovala maxima 1,2 mg.l⁻¹, což je oproti hladině rozdíl 0,3 mg.l⁻¹. Průměrná biomasa celého vodního sloupce byla 0,97 mg.l⁻¹. Na Kvítkovickém rybníku se biomasa na hladině pohybovala okolo 1,2 mg.l⁻¹. Minimum biomasy pak bylo naměřeno v hloubce jednoho metru, biomasa zde dosahovala hodnot 1,15 mg.l⁻¹. Celkově zde byla biomasa ve všech hloubkách velmi podobná a nebyly zachyceny žádné markantní rozdíly. Dominantním rodem ve vzorcích jež jsem mikroskopoval, byl *Cryptomonas*. Výsledky ukazují, že skrytěnky v letním období svého maxima rozhodně nedosahují, což odpovídá například výzkumu v Itálii, kde byla maxima na jezerech v období jara a podzimu **(Barone a kol., 2003)**.

Skupina Desmidiaceae dosáhla na rybníku Dehtář svých maximálních hodnot v květnu, konkrétně 10. května 2017 zde byla naměřena hodnota 1,73 mg.l⁻¹. Od toho dne se pak populace postupně snižovala, to vyvrcholilo v srpnu, kdy koncentrace padla až na 0 mg.l⁻¹. Na Kvítkovickém rybníku byl trend opačný, 3. dubna 2017 byla hodnota biomasy pouze

0,2 mg.l⁻¹. Biomasa poté postupně narůstala až do srpna. 21. srpna 2017, kdy byla zaznamenána nejvyšší hodnota biomasy, konkrétně 1,1 mg.l⁻¹.

Na mých vzorcích byla výsledná biomasa obou rybníků velmi podobná. Na rybníku Dehtář se biomasa na hladině pohybovala ráno okolo 0,32 mg.l⁻¹. Nejvyšší hodnota biomasy byla naměřena v hloubce 2 metry, zde dosahovala hodnot 0,45 mg.l⁻¹. Průměrná biomasa Desmidiaceae byla v celém vodním sloupci na Dehtáři 0,27 mg.l⁻¹. Zde evidujeme oproti výsledkům prof. Vrby mírný nárůst. Na Kvítkovickém rybníku byla biomasa na hladině 0,4 mg.l⁻¹. Nejvyšší hodnoty měla biomasa opět v hloubce 2 metry, zde dosahovala maxima 0,45 mg.l⁻¹. Průměrná biomasa v celém vodním sloupci byla 0,41 mg.l⁻¹. Oproti výsledkům skupiny prof. Vrby můžeme pozorovat mírný pokles. Z porovnání obou rybníků můžeme vyčíst trend, že největší koncentrace Desmidiaceae je přítomna v hloubce dvou metrů. Za nejvíce dominantní rod na obou lokalitách lze označit *Cosmarium*.

8 Závěr

Sezonní dynamika fytoplanktonu je velmi různorodá, což dokumentuje jeho proměnlivost ve složení druhů a ve změně početnosti populace jednotlivých druhů. V jarním období dosahují maxima rozsivky. V letním období, kdy se zvýší teplota, dominují na rybnících zejména sinice a zelené řasy, které jsou si vzájemnými konkurenty o živiny, jmenovitě fosfor a dusík. Na Kvítkovickém rybníku mají nejpočetnější zastoupení v průběhu letních měsíců zelené řasy, a to hlavně druhy *Crucigenia tetrapedia*, *Coelastrum asteroideum*, *Oocystis marssonii*. Koncentrace sinic je zde velmi nízká. Na rybníku Dehtář dominují na hladině vláknité sinice rodů *Anabaena* a *Pseudanabaena*, které tvoří vodní květ. V nižších vrstvách vodního sloupce má početné zastoupení skupina Chlorococcales, jež se řadí mezi zelené řasy. V mojí práci jsem nezaznamenal diurnální migraci žádné taxonomické skupiny řas a sinic, což je zářející, a to zvláště u sinic. U *Microcystis* jako u dominantního druhu na rybníku Kvítkovický nebyla vertikální migrace zaznamenána, což ukazuje na dostatek živin v tomto eutrofním rybníku, a to že sinice nemusí pro tyto živiny migrovat ke dnu.

Velikost naměřené biomasy byla celkově vyšší v rybníku Dehtář. Co se týče druhové biodiverzity, i zde je na tom lépe Dehtář

Jednotlivé druhové zastoupení fytoplanktonu nám pak poukazuje na to, že rybníky rozhodně nedostatkem živin netrpí a jsou eutrofní.

9 Literatura

- Ambrožová, J., 2001. Aplikovaná a technická hydrobiologie. VŠCHT Praha, 38-48 s.
- Barone, R., Naselli-Flores, L., 2003. Distribution and seasonal dynamics of Cryptomonads in Sicilian water bodies. *Hydrobiologia* 502, 325-329 s.
- Briand, J.-F., Jacquet, S., Bernard C., Humbert J.F., 2003. Health hazards for terrestrial vertebrates from toxic cyanobacteria in surface water ecosystems. *Vet Res.* 34(4), 361-377 s.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., Jackson, R.B., 2008. *Biology*. 8th ed. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings, 1267 s. ISBN 0-321-53616-9.
- Carmichael, W. W., 2008. Cyanobacteria secondary metabolites – the cyanotoxins. *Journal of Applied Bacteriology* 72(6), 445-459 s.
- Cronberg G., Annadotter H., 2006. *Manual on aquatic cyanobacteria. A photo guide and a synopsis of their toxicology*. Copenhagen Denmark, 106 s.
- Fišer, J., Štochl, S., 1964. *Rybářství v Československu*. SZN Praha, 352 s.
- Funari, E., Testai, E., 2008. Human health risk assessment related to cyanotoxins exposure. – *Critical reviews in toxicology* 38, 97–125 s.
- Goldsborough, L. G., Robinson, G. C., 1996. Pattern in wetlands. – In Stevenson, J. R., Bothwell, M. L., Lowe, R. L., (eds.), *Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems*. San Diego Academic Press, 753 s.
- Haider, S., Naithani, V., Viswanathan P.N., Kakkar, P., 2003. Cyanobacterial toxins: a growing environmental concern. *Chemosphere* 52(21), 1-21 s.
- Heteša, J., Kočková, E., 1997. *Hydrochemie*. 1. vyd. MZLU Brno, 106 s.
- Hindák, F., Cyrus, Z., Marvan, P., Javornický, P., Komárek, J., Ettl, H., Rosa, K., Sládečková, A., Popovský, J., Punčochářová, M., Lhotský, O., 1978. *Sladkovodné riasy*. SPN Bratislava, 724 s.
- Hiroshi, S., Takashi, A., Rossberg, A., Kiminori, I., 2008. Computer simulation of seasonal outbreak and diurnal vertical migration of cyanobacteria. *Limnology* 9(3), 185-194 s.
- Horáková, M., Lischke, P., Grünwald, A., 1986. *Chemické a fyzikální metody analýzy vod*. 1. vyd. SNTL Praha, 392 s.
- Chalupová-Karlovská, V., 2002. *Obecná biologie. Evoluce, biologie buňky, genetika*. 1. vydání. Nakladatelství Olomouc s.r.o., 208 s. ISBN 80-7182-100-4.
- Kalina, T., Váňa, J., 2005. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. 1. vyd. Karolinum Praha, 606 s. ISBN 80-246-1036-1.
- Klaveness, D., 1989. *Biology and Ecology of the Cryptophyceae: Status and Challenges*, *Biological Oceanography*. 6, 257-270 s.

- Kočí, V., Burkhard, J., Maršálek, B., 2000. Eutrofizace na přelomu tisíciletí. Eutrofizace 2000, Praha, 3-13 s.
- Koutek, T., 2008. Nejkrásnější české rybníky. Brána Praha, 439 s. ISBN 978-80-7243-376-6.
- Kreidlová, V., Šorf, M., Kout, J., 2014. Sezonní dynamika zooplanktonu u rybníka Vydymáček u Plzně. Erica Plzeň 21, 141-160 s.
- Kubíček, F., Zelinka, M., 1982. Základy hydrobiologie. SPN Praha, 140 s.
- Lederer, F., Lukavský, J., 2003. Řasy Šumavy In: Šumava, příroda, historie, život. Nakladatelství Baset Praha, 185-190 s.
- Lellák, J., Kubíček, F., 1992. Hydrobiologie. Karolinum Praha, 257 s.
- Maršálek, B., 2000. Sinice: podceňované nebezpečí pro zdraví obyvatel i biodiverzitu vodních ekosystémů. EKO – ekologie a společnost. 11(5), 20-22 s.
- Pitter, P., 2009. Hydrochemie. VŠCHT Praha, 579 s.
- Pitter, P., 1995. Polyfosforečnany v pracích prostředcích z vodohospodářského hlediska. Chemický průmysl 45(70), 1-6 s.
- Pumann P., Chlupáčová M., Kožíšek F., 2008. Zdravotní a hygienická rizika z přírodních koupacích vod, Hygiena 53(3), 102-107 s.
- Reichholf, J., 1998. Pevninské vody a mokřady: Ekologie evropských sladkých vod, luhů a bažin. 1. vydání. IKAR Praha, 223 s.
- Reynolds, C. S., Wiseman, S. W., Godfrey, B. M., Butterwick, C., 1983. Some effects of artificial mixing on the dynamics of phytoplankton populations in large limnetic enclosures. Journal of plankton Research 5(2), 203-234 s.
- Robinson, R., 2003. Genetics. Gale Group, Inc. Macmillan Reference USA, ISBN 0-02-865606-7
- Říhova Ambrožová, J., 2014. Atlas mikroorganismů. UJEP Ústí nad Labem, 78 s.
- Smith, V.H., Tilman, G.D., Nekola, J.C., 1999. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. Environmental pollution 100(1-3) 179-196 s.
- Sommer, U. (ed.), 1989. Plankton Ecology. Succession in Plankton Communities. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York London Paris Tokyo, 369 s.
- Sommer, U., Gliwitz, Z., Maciej, Lampert, W., Duncan, A., 1986. The PEG-model of seasonal succession of planctonic events in fresh waters. - Arch. Hydrobiologie Stuttgart, 106(4), 433-471 s.
- Stenger-Kovács, C., Buczkó, K., Hajnal, É., Padisák, J., 2007. Epiphytic, littoral diatoms as bioindicators of shallow lake trophic status: Trophic Diatom Index for Lakes developer in Hungary, Hydrobiologia 589(1), 141-154 s.
- Vrána, K., 2009. Revitalizace krajiny. JČU České Budějovice, 150 s. ISBN 978-80-7394-160-4.

Vrána K., Beran, J., 2008. Rybníky a účelové nádrže. ČVUT Praha, 150 s. ISBN 978-80-01-04002-7.

Whitton B. A., Potts M., 2000. Introduction to the Cyanobacteria. In: Whitton B. A., Potts M. (eds.), The Ecology of Cyanobacteria: Their Diversity in Time and Space. Kluwer Academic Publishers, 669 s.

Wiegand, C., Pflugmacher, S., 2005. Ecotoxicological effects of selected cyanobacterial secondary metabolites a short review. Toxicology and Applied Pharmacology 203(3), 201-218 s.

Žáček, L., 1993. Úprava eutrofizovaných vod. IN: SB. SEM. „aktuální otázky vodárenské Biologie“, ČVTVS Praha, 1-10 s.

Internetové zdroje:

<https://www.google.cz/maps>

<http://www.ovodarenstvi.cz/clanky/jak-co-nejlevneji-vyresit-eutrofizaci-orliku> [On-line]

Slavíková, L., Vojáček, O., Macháč, J., Smejkal, T., 2016

http://www.imaturita.cz/b_1/11biol.pdf [On-line] Kučerová, J., Vlahová, Z., 1998

<https://www.vtei.cz/2019/02/vliv-rybniku-na-kvalitu-vody-vn-jordan-v-tabore/> [On-line]
Potužák, J., Duras, J., Faina, R., Fišer, J., 2019

10 Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá dynamikou fytoplanktonu v krátkodobé časové škále a porovnává jí s ročním chodem fytoplanktonu ve dvou studovaných rybnících. V srpnu roku 2017 byly odebrány vzorky ze dvou rybníků v jižních Čechách, konkrétně z rybníku Dehtář a Kvítkovického rybníku v 5 respektive ve 3 hloubkách. Biomasa fytoplanktonu byla stanovena mikroskopicky. Krátkodobá dynamika hlavních skupin fytoplanktonu je obsažena práci pomocí grafů. Kromě toho zde lze najít i seznam všech určených druhů a rodů sinic a řas. Na Kvítkovickém rybníku měly nejvyšší zastoupení zelené řasy rodů *Crucigenia*, *Coelastrum*, a *Oocystis*. Koncentrace sinic zde byla nízká. Na rybníku Dehtář dominují na hladině vláknité sinice rodů *Anabaena* a *Pseudanabaena*, které tvořily vodní květ. V nižších vrstvách vodního sloupce dominovaly Chlorococcales. V mojí práci jsem nezaznamenal diurnální migraci žádné taxonomické skupiny řas a sinic. U *Microcystis* jako u dominantního druhu na rybníku Kvítkovický nebyla vertikální migrace zaznamenána, což ukazuje na dostatek živin v těchto eutrofních rybnících. Fytoplankton tak zřejmě není nucen migrovat pro živiny ke dnu a limitujícím faktorem v jejich životním cyklu se tak v létě jeví světlo.

Klíčová slova: fytoplankton, dynamika, rybníky, sinice, zelené řasy

11 Abstract

The bachelor thesis deals with the dynamics of phytoplankton in the short-term time scale and compares it with the annual course of phytoplankton in two studied ponds. In August 2017, samples were taken from two ponds in South Bohemia, specifically from the Dehtář pond and the Kvítkovický pond in 5 respectively three depths. The phytoplankton biomass was determined microscopically. The short-term dynamics of the main phytoplankton groups is contained in graphs. Besides, a list of all designated cyanobacteria and algae species can be found here. The green algae of the genera *Crucigenia*, *Coelastrum*, and *Oocystis* had the highest representation on the Kvítkovice pond. The cyanobacterial concentration was low. The Dehtář pond is dominated by filamentous cyanobacteria of the genera *Anabaena* and *Pseudanabaena*, which formed an algal bloom. Chlorococcales dominated the lower water column. In my work, I have not seen diurnal migration of any taxonomic group of algae and cyanobacteria. *Microcystis*, as a dominant species in the Kvítkovický pond, did not record vertical migration, indicating enough nutrients in these eutrophic ponds. Thus, phytoplankton is apparently not forced to migrate for nutrients to the bottom, and light is a limiting factor in their life cycle in summer.

Key words: phytoplankton, dynamics, fishponds, cyanobacteria, green algae