

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra biologie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Algologický průzkum planktonních společenstev vodní nádrže Nemilka

Petra Krejčí

Olomouc 2024

Mgr. Eva Jahodářová, Ph.D.

## Podklad pro zadání BAKALÁŘSKÉ práce studenta

Jméno a příjmení: Petra KREJČÍ  
Osobní číslo: D210004  
Adresa: Lihovarská 624, Postřelmov, 78969 Postřelmov, Česká republika  
Téma práce: Algologický průzkum planktonních společenstev vodní nádrže Nemilka  
Téma práce anglicky: Algological research of planktic communities of the Nemilka reservoir  
Jazyk práce: Čeština  
Vedoucí práce: Mgr. Eva Jahodářová, Ph.D.  
Katedra biologie

### Zásady pro vypracování:

Bakalářská práce bude zaměřena na floristický průzkum sinic a řas ve vodní nádrži Nemilka. V teoretické části bude zpracována základní charakteristika řas a sinic, dále bude zahrnovat informace o vodní nádrži Nemilka. V praktické části budou popsány metody odběru algologických vzorků a jejich mikroskopické pozorování a determinace. Sledovány budou také fyzikálně-chemické parametry daných odběrových míst. Průzkum bude prováděn třikrát za jedno vegetační období. Odběr vzorků bude proveden na čtyřech místech vodní nádrže, a to na přítoku, odtoku, uprostřed nádrže a v zátočině.

### Seznam doporučené literatury:

- ADÁMEK, Z., HELEŠIC, J., MARŠÁLEK, B., RULÍK, M. Aplikovaná hydrobiologie. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 2010. 110 s. ISBN 978-80-87437-09-4.
- BELLINGER, E.G., SIGEE, D.C. Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators. John Wiley & Sons, Ltd., 2010. 271 s. ISBN: 9780470689554
- DVOŘÁK, P., CASAMATTA, D.A., HAŠLER, P., JAHODÁŘOVÁ, E., NORWICH, A.R., POULÍČKOVÁ, A. (2017) Diversity of the Cyanobacteria. In: Hallenbeck P. (eds) Modern Topics in the Phototrophic Prokaryotes. Springer International Publishing, Switzerland. 3–46. ISBN 978-3-319-46261-5.
- HINDÁK, F. (ed.) a kol. Sladkovodné riasy. SPN Bratislava, 1978. 724 s.
- KALINA, T., VÁŇA, J. Sinice, řasy, houby, mechorošty a podobné organismy v současné biologii. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-1036-1.
- KAŠTOVSKÝ, J., HAUER, T., GERIŠ, R., CHATTOVÁ, B., JURÁN, J., LEPŠOVÁ-SKÁCELOVÁ, O., PITELKOVÁ, P., PUSZTAI, M., ŠKALOU, P., ŠTASTNÝ, J., ČAPKOVÁ, K., BOHUNICKÁ, M., MUHLSTEINOVÁ, R. Atlas sinic a řas ČR 1. Powerprint, Praha, 2018 a. 384 s. ISBN 978-80-7568-071-6.
- KAŠTOVSKÝ, J., HAUER, T., GERIŠ, R., CHATTOVÁ, B., JURÁN, J., LEPŠOVÁ-SKÁCELOVÁ, O., PITELKOVÁ, P., PUSZTAI, M., ŠKALOU, P., ŠTASTNÝ, J., ČAPKOVÁ, K., BOHUNICKÁ, M., MUHLSTEINOVÁ, R. Atlas sinic a řas ČR 2. Powerprint, Praha, 2018 b. 480 s. ISBN 978-80-7568-125-6.
- KOMÁREK, J., KAŠTOVSKÝ, J., MAREŠ, J., JOHANSEN, J.R. (2014) Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera) 2014, using a polyphasic approach. Preslia 86: 295-335.
- KUBÍČEK, F., ZELINKA, M. Základy hydrobiologie. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1982.
- LELLÁK, J., KUBÍČEK, F. Hydrobiologie. Praha: Karolinum, 1992. ISBN 80-7066-530-0.
- POULÍČKOVÁ, A. Základy ekologie sinic a řas. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2751-5.

<b>Jméno a příjmení:</b>	Petra Krejčí
<b>Katedra nebo ústav:</b>	Katedra biologie
<b>Vedoucí práce:</b>	Mgr. Eva Jahodářová, Ph.D.
<b>Rok obhajoby:</b>	2024

<b>Název závěrečné práce:</b>	Algologický průzkum planktonních společenstev vodní nádrže Nemilka
<b>Název závěrečné práce v angličtině:</b>	Algological research of planktic communities of the Nemilka reservoir
<b>Anotace závěrečné práce:</b>	Bakalářská práce se zaměřuje na algologický průzkum planktonních společenstev vodní nádrže Nemilka, která se nachází v okrese Šumperk. Teoretická část poskytuje základní informace o řasách a sinicích, zmiňuje důležitost vody pro tyto organismy, zabývá se dělením vod a popisem samotné vodní nádrže Nemilky. Část práce je také věnována fyzikálně-chemickým parametrům vody, které ovlivňují fytoplankton. Praktická část zahrnuje vlastní výzkum, který byl prováděn čtyřikrát za jedno vegetační období. Odběry vzorků byly realizovány z určitých míst vodní nádrže, aby bylo možné porovnat druhové složení mezi jednotlivými odběrovými místy a sledovat změny v druhovém složení sinic a řas v průběhu sledovaného období na jednotlivých odběrových místech. Závěrečná část práce obsahuje vyhodnocení získaných výsledků a shrnutí poznatků.
<b>Klíčová slova:</b>	Plankton, fytoplankton, vodní nádrž Nemilka, sinice, řasy
<b>Anotace závěrečné práce v angličtině</b>	The bachelor thesis focuses on the algological survey of plankton communities of the Nemilka reservoir, located in the Šumperk district. The theoretical part provides basic information about algae and cyanobacteria, mentions the importance of water for these organisms and deals with water division and description of the Nemilka reservoir itself. Part

	<p>of the thesis is also devoted to physical and chemical parameters of water that affect phytoplankton. The practical part includes the actual research, which was carried out four times per season. Sampling was collected from specific locations in the reservoir to compare the species composition between sampling sites and to monitor changes in the species composition of cyanobacteria and algae over the study period at each sampling site. The final part of the thesis contains an evaluation of the obtained results and a summary of the findings.</p>
<b>Klíčová slova v angličtině:</b>	Plankton, phytoplankton, Nemilka reservoir, cyanobacteria, algae
<b>Přílohy vázané v práci:</b>	<p>Seznam nalezených taxonů řas a sinic ve vodní nádrži Nemilka ve vybraných měsících roku 2023.</p> <p>7 obrazových tabulí vybraných zástupců řas a sinic.</p> <p>Vzorek odebraný 4. 9. 2023 ze středu vodní nádrže Nemilka.</p>
<b>Rozsah práce:</b>	66 stran
<b>Jazyk práce:</b>	čeština

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedenou literaturu a zdroje.

V Olomouci 2024

Petra Krejčí

..... podpis

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala své vedoucí bakalářské práce, paní Mgr. Evě Jahodářové, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady, pomoc při determinaci řas a sinic, za její ochotu a vstřícnost při konzultacích. Poděkování také patří paní Mgr. Markétě Letákové, Ph.D. za pomoc při determinaci rozsivek. Děkuji Státnímu okresnímu archivu v Šumperku a panu Radomíru Kauerovi za poskytnutí informací o vodní nádrži Nemilce. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat přátelům a své rodině za asistenci v terénu a podporu během studia.

# Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce .....	2
3. Charakteristika sinic a řas .....	3
3.1. Sinice .....	3
3.1.1. Základní informace o sinicích .....	3
3.1.2. Využití sinic .....	4
3.1.3. Vodní květ a toxiny sinic .....	4
3.2. Řasy .....	5
3.2.1. Základní charakteristika řas .....	5
3.2.2. Rozmnožování řas .....	6
3.2.3. Význam a využití řas .....	6
3.2.4. Systematika řas .....	6
4. Voda jako prostředí pro řasy a sinice.....	7
4.1. Dělení vod .....	7
4.2. Vodní nádrže .....	8
4.3. Stojaté vody a biocenóza .....	9
4.3.1. Bentos .....	9
4.3.2. Plankton.....	9
4.3.2.1. Fytoplankton.....	10
4.4. Sezonní dynamika fytoplanktonu .....	10
4.5. Trofie .....	12
4.6. Eutrofizace .....	12
4.7. Chemicko-fyzikální vlastnosti stojatých vod .....	13
4.7.1. pH vody .....	13
4.7.2. Teplota vody.....	13
4.7.3. Konduktivita vody .....	14
5. Vodní nádrž Nemilka .....	16
5.1. Lokalita nádrže .....	16
5.2. Stavba nádrže .....	16
5.3. Geologie nádrže.....	16
5.4. Použitý stavební materiál a velikost vodní nádrže .....	16
5.5. Využití nádrže .....	17
5.6. Fauna a flora.....	17

6.	Metodika .....	18
6.1.	Výběr lokality.....	18
6.2.	Odběr vzorků.....	18
6.3.	Práce v laboratoři .....	21
7.	Výsledky .....	22
7.1.	Fyzikálně-chemické parametry daných odběrových míst vodní nádrže .....	22
7.1.1.	Teplota vody.....	22
7.1.2.	Konduktivita.....	23
7.1.3.	Hodnota pH .....	23
7.2.	Celkový počet taxonů sinic a řas na všech stanovištích.....	24
7.3.	Celkový počet taxonů sinic a řas v jednotlivých měsících.....	24
7.4.	Počet taxonů sinic a řas na jednotlivých stanovištích .....	25
7.4.1.	Taxonomické složení sinic a řas na odtoku.....	26
7.4.2.	Taxonomické složení sinic a řas na přítoku .....	27
7.4.3.	Taxonomické složení sinic a řas na středu .....	29
8.	Diskuze .....	32
8.1.	Fyzikálně-chemické parametry vody .....	32
8.2.	Zaznamenané taxony řas a sinic.....	33
8.3.	Srovnání společenstev řas a sinic s jinými nádržemi .....	36
9.	Závěr .....	38
10.	Literatura .....	40
11.	Přílohy .....	47



# 1. Úvod

Řasy a sinice představují významnou skupinu fotosyntetizujících organismů, které jsou považovány za jedny z nejstarších na Zemi (Willis & Woodhouse, 2020; Seckbach, 2007). Tyto organismy změnily atmosféru planety produkcí kyslíku, čímž vytvořily podmínky pro evoluci života na Zemi. Řasy a sinice se dokážou přizpůsobit různým prostředím, a proto se vyskytují v široké škále biotopů, jak vodních, tak suchozemských (Willis & Woodhouse, 2020). Také se nachází v prostředí s extrémními teplotami, pH, koncentrací solí a radiací (Seckbach, 2007). Tyto organismy jsou důležitými primárními producenty vodních ekosystémů a představují základní úroveň potravního řetězce (Bellinger & Sigee, 2010).

Tato skupina organismů, zahrnující velmi malé buňky různých tvarů až po obří chaluhy měřící několik metrů (Raven & Giordano, 2014), má jedinečné vlastnosti, které zvyšují zájem o jejich studium. Nejenže produkují kyslík k dýchání, kdy se světový fytoplankton podílí zhruba na 70 % celkové produkce atmosférického kyslíku na Zemi (Pouličková, 2011), ale mají také široké využití v potravinářství, kosmetice a lékařství (Olasehinde et al., 2017). Také se předpokládá, že v budoucnu budou biopaliva z řas pohánět nejen auta, nebo letadla, ale také mohou být řasy využity k zachycení CO<sub>2</sub> z elektráren a jiných průmyslových závodů (Demirbas & Demirbas, 2010). Přestože mají mnoho pozitivních účinků a využití, jsou často spojovány s negativním působením, jako je tvorba vodních květů, vegetačního zákalu a produkování toxinů v nádržích (Bellinger & Sigee, 2010).

Tato práce se zaměřuje na algologický průzkum planktonních společenstev vodní nádrže Nemilka, která se nachází v Olomouckém kraji, v okrese Šumperk. Nádrž Nemilka v současnosti slouží k energetickým účelům a rybářství (Sděleno telefonicky, p. Kauer, 21. 12. 2023). Některé výzkumy, například Bellinger a Sigee (2010) ukazují, že planktonní společenstva jsou citlivými indikátory trofie vody a změn v prostředí.

## **2. Cíle práce**

Bakalářská práce byla zaměřena na floristický průzkum sinic a řas ve vodní nádrži Nemilka. Hlavním cílem této práce bylo provedení odběru a determinace planktonních společenstev ve vodní nádrži Nemilka. Porovnat druhové složení mezi jednotlivými odběrovými místy. Sledovat proměny druhového složení sinic a řas v průběhu sledovaného období na jednotlivých odběrových místech. A v neposlední řadě srovnat fyzikálně-chemické parametry vody a zhodnotit jejich vliv na fytoplankton.

## 3. Charakteristika sinic a řas

### 3.1. Sinice

#### 3.1.1. Základní informace o sinicích

Sinice (Cyanobacteria) představují skupinu velmi starých fotosyntetizujících prokaryotických organismů, které mají široký rozsah výskytu. Lze říci, že z hlediska jejich vlivu jsou jedněmi z nejdůležitějších organismů na naší planetě (Whitton & Potts, 2012) a patří mezi jedny z nejhojnějších a nevýznamnějších primárních producentů na Zemi (Dvořák et al., 2017).

Podle odhadů se vznik sinic datuje přibližně před 3,5 miliardami let. Tyto sinice představovaly první organismy schopné produkce kyslíku, což mělo za následek tzv. Velkou oxidační událost. Tento důležitý milník v historii Země vedl k prudkému zvýšení obsahu kyslíku v atmosféře a otevřel cestu k rozvoji složitějších a energeticky náročnějších forem života, jak je známe dnes (Willis & Woodhouse, 2020).

Další důležitou událostí v evoluci sinic a řas, byla endosymbiotická událost. Během tohoto procesu docházelo k proniknutí nebo začlenění volně žijících prokaryotických mikroorganismů, včetně sinic a aerobních bakterií, do hostitelské buňky pomocí fagocytózy. Postupně probíhala genetická výměna s hostitelem. Integrace sinic vedla ke vzniku chloroplastu u řas a rostlin, zatímco aerobní symbiotické bakterie se transformovaly na mitochondrie (Seckbach, 2007; Pouličková et al., 2015).

Sinice se vyskytují v nejrůznějších prostředích, najdeme je ve vodních i suchozemských biotopech. Díky tomu, že jsou sinice schopné kolonizovat prostředí s extrémními podmínkami, je jejich výskyt možný například i na spodní straně ledových ker, ve sněhu Antarktidy, v pouštním písku nebo v horkých pramenech. Obývají i biotopy s vysokou koncentrací solí a různou hodnotou pH (Novák & Skalický, 2007).

Sinice jsou schopny vytvářet symbiotické vztahy s různými organismy, včetně rostlin, hub (lišejníků) a eukaryotických řas. Sinice jsou hlavně známe pro svou schopnost provádět fotosyntézu (Dvořák et al., 2017; Kalina & Váňa, 2005; Whitton & Potts, 2012). Všechny sinice syntetizují chlorofyl a. Při fotosyntéze využívají vodu jako donor elektronů, což vede k produkci kyslíku. Většina sinic obsahuje pigment fykobilin, konkrétně fykocyanin, který dává buňkám charakteristickou modrozelenou barvu. V některých případech mohou produkovat také červený akcesorický pigment, fykoerytrin. Existují i některé rody sinic, které nevytvářejí ani jeden z těchto pigmentů, ale mají jiné akcesorické pigmenty (Whitton & Potts, 2012).

Mnoho sinic vykazuje schopnost vázat atmosférický dusík. Proces fixace dusíku u těchto organismů je uskutečňován pomocí enzymu nitrogenáza (Seckbach, 2007). Některé rody sinic rovněž vykazují rozmanitost ve tvaru a funkci svých buněk, jako jsou heterocyty, specializované na fixaci dusíku a akinety, tedy buňky klidového stádia (Dvořák et al., 2015). V tropických oblastech s nedostatkem dusíku, mohou být sinice primárním zdrojem fixace dusíku. Odhaduje se, že mořské sinice přispívají asi k 50 % celosvětové biologické fixace dusíku (Dvořák et al., 2021).

Sinice se rozmnožují nepohlavně. Nejběžnějším způsobem rozmnožování je u nich příčné dělení buněk. Vlákňité sinice se rozmnožují pomocí hormogonií, tzn. oddělováním různě dlouhých úseků vláken (Kalina & Váňa, 2005).

### **3.1.2. Využití sinic**

V posledních letech si sinice získaly velkou pozornost díky svému potenciálnímu využití v biotechnologiích. Sinice jsou známy pro svůj bohatý zdroj biologicky aktivních sloučenin s antivirovou, antibakteriální, antimykotickou a protinádorovou aktivitou. Sinice se využívají také v akvakultuře, při čištění odpadních vod, při výrobě hnojiv, vitaminů, toxinů, enzymů, léčiv a v potravinářství (Abed et al., 2009). Sinice jsou bohatým zdrojem proteinů, které v sušině dosahuje 60 – 70 % (Kalina & Váňa, 2005), proto se v mnohých státech často pěstují různé sinice, jako je například *Spirulina*, která se používá jako doplněk stravy nebo se podává jako příloha. *Spirulina* má vysokou nutriční hodnotu, nízký obsah tuku a vysoký obsah bílkovin i vitaminů, zejména vitamín B12 (Sahoo & Seckbach, 2015).

### **3.1.3. Vodní květ a toxiny sinic**

Sinice často vytváří tzv. vodní květ, který je důsledkem přemnožení určitých rodů sinic (například *Microcystis*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Planktothrix* atd.), a to hlavně ve vodách s vysokým obsahem dusíkatých a fosforečnanových sloučenin. Sinice však produkují cyanotoxiny jako své sekundární metabolity, které mohou způsobit různé problémy zahrnující otravy, kožní alergie a trvalé poškození organismu (Kalina & Váňa, 2005).

## 3.2. Řasy

### 3.2.1. Základní charakteristika řas

Předpokládá se, že řasy vznikly přibližně před 1 až 1,5 miliardami let (Douglas et al., 2003). Ve vývoji řas hrála klíčovou roli primární endosymbióza, během níž vznikly chloroplasty. Tento proces vedl ke vzniku prvních předků zelených a červených řas. Později se objevila sekundární endosymbióza, která vedla ke vzniku například Euglenophyt, Haptophyt, Stramenopiles a dále terciální endosymbióza (například Dinophyta) (Pouličková et al., 2015).

Řasy jsou eukaryotní autotrofní organismy (Zelený, 2005), které tvoří nejednotnou skupinu organismů (Kalina, 1994), lišící se hlavně submikroskopickou stavbou buněk, kombinací fotosyntetických pigmentů, složením zásobních látek (Novák & Skalický, 2007) a geneticky (Bellinger & Sigeo, 2010). Řasy jsou schopné fotosyntézy, přičemž hlavním fotosyntetickým pigmentem, vyskytující se u všech skupin řas, je chlorofyl a. Avšak u některých řas se vyskytují ještě další typy chlorofylů. Například v chloroplastech Euglenophyt a Chlorophyt najdeme ještě chlorofyl b (Pal & Choudhury, 2014). U Dinophyt se vyskytuje i chlorofyl c (Kalina & Váňa, 2005). A u některých Rhodophyt i chlorofyl d. Mezi další významné fotosyntetické pigmenty řas se řadí karotenoidy (Pal & Choudhury, 2014).

Morfologie i velikost řas je velmi rozmanitá, některé druhy řas mohou mít rozměry kolem 0,5  $\mu\text{m}$ , avšak existují i velké organismy dosahující délky až 60 m (*Macrocystis*) (Raven & Giordano, 2014). Řasy tvoří jednobuněčné stélky až složité kolonie a vlákna. Tyto organismy jsou důležitými primárními producenty vodních ekosystémů a slouží jako základ pro různé potravní řetězce. I přesto, že mají příznivý vliv na vodní ekosystémy, při jejich velkém množství mohou vytvářet vegetační zákal a vodní květ, který při rozkladu způsobuje odkysličování vody a následný úhyn ryb a dalších organismů. Některé druhy řas dokonce produkují toxiny, které mohou být pro vodní i suchozemské organismy smrtelné (Bellinger & Sigeo, 2010).

Řasy jsou rozmanitou skupinou, která se vyskytuje na mnoha různých místech. Nachází se všude kam dokáže proniknout sluneční záření, ale i na místech s extrémně nízkým osvětlením, jako jsou například jeskyně či katakomby. Vyskytují se však i na ledovcích nebo vysokohorských sněžných polích. Díky jejich velké adaptabilitě si pro své přežití vytvořili náhradní způsoby výživy, jako je mixotrofie a heterotrofie (Pouličková, 2011).

### **3.2.2. Rozmnožování řas**

Řasy jsou schopné pohlavního i nepohlavního způsobu rozmnožování. Nepohlavní rozmnožování zahrnuje dělení buněk na dvě dceřiné buňky nebo vícenásobné dělení, které vede k vytvoření různých typů spor, a to pohyblivé (zoospory) nebo nepohyblivé (autospory). Dalším způsobem nepohlavního rozmnožování je fragmentace stélky. Pohlavní rozmnožování řas se děje za pomoci splynutí vegetativních buněk nebo gamet (Pouličková et al., 2015).

### **3.2.3. Význam a využití řas**

Řasy mají široké využití v mnoha oblastech. Některé druhy makro i mikrořas slouží jako potraviny a jsou součástí potravinářských doplňků, které se prodávají ve formě kapslí, tablet a tekutých výrobků. Řasy mohou být obsaženy v různých nápojích a potravinách, jako jsou těstoviny, mléčné výrobky, džemy, gely a žvýkačky. Řasy obsahují široké spektrum biologicky aktivních sloučenin a mnoho důležitých vitamínů, včetně vitamínu A, C, E, skupiny B a karotenoidy, které přináší různé zdravotní benefity. Mají například antioxidační, neuroprotektivní, antidiabetické, protinádorové, protizánětlivé vlastnosti a anti-HIV účinky. Z řas se získávají také různé látky, jako je agar a karagenany, které jsou využívány v potravinářském průmyslu (Olasehinde et al., 2017).

Současně je zkoumáno využití mikrořas jako potenciálního zdroje biopaliv, především pro výrobu bionafty. Podle některých odhadů jsou mikrořasy extrémně účinné v produkci oleje a mají výrazně vyšší výtěžnost než tradiční plodiny, jako je řepka nebo slunečnice, které se běžně používají pro výrobu biopaliv. Výzkum se stále více zaměřuje na využití mikrořas jako obnovitelného zdroje energie, díky jejich rychlému růstu, vysokému obsahu oleje a schopnosti růst na půdě nevhodné pro zemědělství (Demirbas & Demirbas, 2010).

### **3.2.4. Systematika řas**

Díky novým metodám, poznatkům a aplikací molekulárních metod neustále dochází ke změnám vyšších taxonomických jednotek, a proto ještě není finální verze klasifikace řas (Pouličková et al., 2015). V jedné z posledních klasifikací, dle Burki et al. (2020), se řasy dělí do skupin Archaeplastida, TSAR, Haptista, Cryptista a Excavata. Ve fylogenezi však zástupci skupiny Excavata nemají zcela jasné postavení a skupina je polyfyletická.

## 4. Voda jako prostředí pro řasy a sinice

Voda má celou řadu jedinečných vlastností, které poskytují mnohým organismům vhodné podmínky pro život (Pouličková, 2011). Také proto je většina řas úzce spjata s vodou, která pokrývá zhruba 71 % povrchu Země (Hartman et al., 2005; Lellák & Kubíček, 1992). Mezi hlavní vlastnosti vody, které dávají vhodné podmínky pro život řas a sinic je měrná tepelná kapacita, skupenské teplo tání a nejvyšší skupenské teplo varu. Díky těmto vlastnostem vody dochází k tomu, že změny teploty probíhají ve vodě pomalu a s určitým časovým zpožděním. Velké nádrže proto slouží jako zásobárny tepla. Dalšími nezbytnými vlastnostmi, které jsou zásadní pro život sinic a řas, je schopnost vody rozpouštět značné množství anorganických i organických látek (Pouličková, 2011). Umožňuje také pronikání slunečního záření vodním sloupcem. A výhodná je i cirkulace vody, která umožňuje přísun nových živin a odstranění produktů metabolismu (Brönmark & Hansson, 2005).

### 4.1. Dělení vod

Vody se dělí podle několika kritérií. V minulosti byly vody primárně rozdělovány podle jejich původu, geografických a geologických hledisek (Hartman et al., 2005). Hlavní dělení vod je podle výskytu na vody podzemní a povrchové (Hartman et al., 2005; Lellák & Kubíček, 1992). Povrchové a podzemní zásobníky vody jsou základními zdroji suroviny a jsou důležitou součástí přírodního prostředí (Říhová, 2003).

Podzemní vody zahrnují jeskynní jezírka, podzemní vody a toky, skalní a půdní vody. Povrchové vody se dělí na stojaté a tekoucí. Povrchové stojaté vody stejně tak, jako povrchové tekoucí vody, mohou být v závislosti na stálosti nebo nestálosti podmínek vody eustatické (v případě povrchových stojatých vod sem patří jezera, v případě povrchově tekoucích vod prameny, studánky, horní a dolní toky řek) a statické (v případě povrchových stojatých vod sem patří rybníky, drobné vody, rašeliniště, tůně, v případě povrchově tekoucích vod se sem řadí potoky a střední toky řek v nížinách) (Hartman et al., 2005; Říhová, 2003).

Dále se podle Říhové (2003) stojaté vody dělí podle nadmořské výšky na nádrže nížinné, vyskytující se v nadmořské výšce od 0 m – 500 m, nádrže vysočiny a úpatí hor (500 m n. m. – 1 000 m n. m.), nádrže horské (1 000 m n. m. – 1 500 m n. m.) a nádrže vysokohorské, které se nachází nad 1 500 m n. m.

Také můžeme stojaté vody dělit podle velikosti plochy hladiny na nádrže malé, které mají velikost do 300 ha, střední (300 ha – 5 000 ha), velké (5 000 ha – 60 000 ha) a nádrže obrovské, které mají velikost nad 60 000 ha (Říhová, 2003).

Stojaté vody se dělí i podle hloubky nádrže na mělké s hloubkou do 8 m, středně hluboké (8 m – 60 m) a hluboké, s hloubkou větší než 60 m. Podle stáří se stojaté vody dělí na nádrže mladé, které jsou čerstvě po napuštění a do 3 let mají stálý objem vody. Dále na nádrže středně mladé, se stálým objemem do 10 let. A nádrže staré, jejichž objem vody nebyl vypuštěn více jak 10 let. S postupujícím stářím nádrže se extrémní vlivy projeví méně, na rozdíl od mladší nádrže, která tyto nárazy vyrovnává mnohem hůře (Říhová, 2003).

## 4.2. Vodní nádrže

Nádrže dělíme na umělé a přirozené. Mezi nádrže řadíme jezera, rybníky, údolní nádrže, tůň, bažiny, rašeliniště a další. Údolní nádrže jsou uměle vytvořené, obvykle hluboké vodní nádrže, které nebývají úplně vypouštěny, přičemž část vody se pravidelně odebírá. Objekt, který přehrazuje vodní tok, se nazývá přehrada (Kubíček & Zelinka, 1982). Přehrady tak představují přechod mezi tekoucí a stojatou vodou (Pouličková, 2011).

Původní funkcí údolních nádrží byla retence, tedy akumulace vody během období silných srážek, která se následně využívala k nadlepšování průtoků pod přehradou. Později se vypouštěná voda začala využívat i pro výrobu energie v hydroelektrárnách. Na významu později získaly vodárenské nádrže, které zajišťují zásobování pitnou vodou pro veřejnost (Kubíček & Zelinka, 1982). Existují také menší retenční nádrže, které se využívají k rekreačním účelům, vodním sportům a sportovnímu rybolovu. Tyto nádrže se často nachází poblíž větších měst. Také se buduje mnoho nádrží určených pro zavlažování (Kubíček & Zelinka, 1982; Kalff, 2002).

Doba zdržení, tedy čas potřebný k výměně vody v nádrži, je významný pro vývoj biocenózy a kvalitu vody. Průtočné nádrže s krátkou dobou zdržení mají minimální vliv na změnu kvality vody a neumožňují výrazný rozvoj planktonu. Naopak, nádrže s dlouhou dobou zdržení mívají podobné podmínky a biocenózu jako třeba rybníky nebo jezera. Způsob využití nádrže ovlivňuje manipulaci s vodou, což se odráží na vnitřních podmínkách nádrže. Kolísání hladiny obvykle brání vzniku litorálních porostů a zhoršuje podmínky pro přirozený výtěr ryb (Hartman et al., 2005). Ve vodárenských nádržích se často zlepšuje kvalita vody prostřednictvím specifických druhů ryb. Nejčastějším takovým druhem je tolstolobik bílý (*Hypophthalmichthys molitrix*), který je často vysazován v boji proti fytoplanktonu (Zelinka & Kubíček, 1985; Šetlíková et al., 2020).

Častým problémem rekreačních nádrží je výskyt druhů sinic jako je například *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa* a *Anabaena flos-aquae*, které patří mezi



nejběžnější a také nejzávadnější druhy vodárenských nádrží, a méně často rody *Nostoc*, *Oscillatoria* a *Coelosphaerium*. Při požití vody s těmito druhy může dojít k zažívacím potížím, jako jsou střevní koliky, průjemy a křeče. Koupání ve vodách s vysokým výskytem vodních květů může vést k alergickému podráždění pokožky (Zelinka & Kubíček, 1985).

### **4.3. Stojaté vody a biocenóza**

#### **4.3.1. Bentos**

Z fyziografického hlediska je životní prostor každé nádrže rozdělen na pelagiál a bentál. Bentál zahrnuje celou oblast dna vodní nádrže nebo toku. Ve stojatých vodách se tato oblast dále dělí na dvě zóny: litorál a profundál. Oblast bentálu obývá společenstvo, které se nazývá bentos (Lellák & Kubíček, 1992). Bentos je biocenóza, která se nějakým způsobem váže k podkladu. Zahrnuje mikroorganismy, rostliny zakořeněné na dně nebo přichycené k různým povrchům, dále živočichy žijící na dně, v sedimentových vrstvách i na jiných pevných podkladech (Hartman et al., 2005). Podobně jako u planktonu se bentos dělí na fytobentos a zoobentos (Říhová, 2003).

#### **4.3.2. Plankton**

Další oblastí stojatých vod je oblast volné vody neboli pelagiál. Pelagiál je obýván společenstvem zvaným plankton (Lellák & Kubíček, 1992). Termín plankton pochází z řeckého slova „planao“ což znamená „putovat“ (Brierley, 2017). Poprvé tento termín použil v roce 1887 německý biolog Victor Hensen (Pal & Choudhury, 2014). Plankton lze definovat jako jakékoliv organismy vznášející se ve vodě, které nedokáží překonat proudy vody (Suthers et al., 2019).

Plankton lze rozdělit podle různých kritérií. Na základě velikosti organismů ho můžeme klasifikovat jako: pikoplankton (< 2  $\mu\text{m}$ ), nanoplankton (2 – 20  $\mu\text{m}$ ), mikrop plankton (20 – 200  $\mu\text{m}$ ), mezoplankton (0,2 – 2 mm), makrop plankton (2 – 20 mm) a megaplankton (> 20 mm) (Pal & Choudhury, 2014). Organismy větší než 20  $\mu\text{m}$  jsou často označovány jako síťový plankton, který lze oddělit přefiltrováním přes planktonní síť (Lellák & Kubíček, 1992). Hlavní vlastností planktonu je schopnost setrvat ve vodním sloupci. Neustálé vznášení je zajištěné tehdy, když hustota těla planktonních organismů odpovídá hustotě vody. V praxi však mají tyto organismy většinou vyšší hustotu těla, což způsobuje jejich pomalé klesání ve vodním sloupci (Lellák & Kubíček, 1992; Hartman et al., 2005).

Podle systematické klasifikace se rozlišuje fytoplankton, zooplankton a bakterioplankton. Každá z těchto skupin hraje v ekosystému jinou ekologickou roli a při jejich studiu je nutné použít specifické metodické přístupy (Hartman et al., 2005).

#### 4.3.2.1. Fytoplankton

Fytoplankton představuje skupinu fotosyntetizujících mikroorganismů, které jsou adaptovány k životu ve volné vodě, ať už dočasně nebo trvale. Jedná se o fotoautotrofní část planktonu a jsou hlavními primárními producenty organického uhlíku v pelagických mořích a sladkovodních ekosystémech (Reynolds, 2006). Světový fytoplankton se podílí až zhruba na 70 % celkové produkce atmosférického kyslíku na Zemi a tvoří základní článek v potravních řetězcích vodních ekosystémů (Pouličková, 2011).

Fytoplankton je bohatý na různé druhy sinic, řas a některé prvoky. Mezi nejběžnější zástupce sinic patří druhy, které tvoří rozsáhlé populace, známé jako „vodní květ“, a to například *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena flos-aquae* a *Coelosphaerium*. Z řas jsou zde často hojně zastoupeny planktonní rozsivky, jako jsou například *Asterionella*, *Fragilaria crotonensis*, *Nitzschia acicularis*, *Melosira granulata* aj. Také zde můžeme často nalézt zelené řasy, které mnohdy díky nadměrnému množení způsobují sekundární zbarvení vody, známé jako „vegetační zbarvení“. Mezi tyto řasy patří například *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Volvox*, *Eudorina* atd. K nadměrnému růstu může docházet i u některých obrněnek, jako jsou *Ceratium*, *Glenodinium*, *Peridinium*, a také chrysomonád a kryptomonád (Kubiček & Zelinka, 1982).

Přemíra fytoplanktonu může způsobovat komplikace při úpravě povrchových vod na vodu určenou k pití, zatímco toxické druhy, jako jsou například obrněnky a sinice, představují riziko při koupání (Pouličková, 2011).

#### 4.4. Sezónní dynamika fytoplanktonu

Sezónní dynamika fytoplanktonu je proces, který se vyznačuje výraznými změnami druhů v populaci během vegetační sezóny (Hindák, 1978). Na rozvoj fytoplanktonu působí různé vnější i vnitřní faktory (Reynolds, 2006), jako jsou teplota, dostupnost světla, obsah živin, množství zooplanktonu a míchání vodního sloupce (Reynolds, 2006; Winder & Cloern, 2010). Většina našich přehrad je dimiktická, což znamená, že k promíchání vody dochází dvakrát ročně, a to na jaře a podzim (Znachor, 2005).

V mírných a subpolárních pásmech začíná sezónní cyklus na jaře s rostoucím slunečním zářením a jarní cirkulací vody (Hindák, 1978; Sommer et al., 1986). Tento proces je podmíněn táním ledové pokrývky, což umožňuje celé vodní mase cirkulovat díky energii větru a konvekčním proudům (Brönmark & Hansson, 2005). Promíchání vodního sloupce přináší živiny z hlubších vrstev hypolimnia do povrchové vrstvy epilimnia. Díky vyššímu množství živin, teple, světlu a delším dnům je v tomto období fytoplankton složen převážně z rozsivek

(Bacillariophyceae), skrytěnek (Cryptophyceae) a zlatívek (Chrysophyceae). Jejich vrchol v našich vodách probíhá od března do května, někdy se objevuje hned po rozpuštění ledu (Hindák, 1978).

Poté obvykle dochází k poklesu jarního fytoplanktonu, což je způsobeno vyčerpáním živin nebo konzumací řas planktonními koryši, jejichž populace se rozvíjí po jarním vrcholu řas. Tato fáze je často nazývána tzv. obdobím „clear water“. Trvá do té doby, než se rozvine značné množství nepoživatelných druhů řas. Následně je vyšší množství zooplanktonu sníženo přítomností ryb požírajících plankton (Sommer et al., 1986).

V červnu a červenci se v našich vodách opětovně rozvíjejí druhy letního fytoplanktonu, které dosahují svého sezónního maxima ve většině našich eutrofních vod (Hindák, 1978). Během období teplého a klidného počasí se vodní sloupec rozděluje do tří vrstev: svrchní prohráté (epilimnion), přechodné (metalimnion) a těžší spodní chladné vrstvy (hypolimnion). Rozdíl v hustotě vody mezi těmito vrstvami zabraňuje jejich promíchání (Brönmark & Hansson, 2005). Letní vegetace se skládá především ze zelených řas (Chlorophyta), sinic (Cyanobacteria) a rozsivek (Bacillariophyceae). Některé druhy, které dominovaly během jarního růstu, tedy zejména rozsivky, mohou znovu rozšiřovat své počty (například *Asterionella formosa*, *Stephanodiscus hantzschii*). V nádržích to mohou být také řasy jako je *Ceratium* a *Peridinium*. Pro letní období je typický výskyt vodního květu sinic. Jejich vegetační období často trvá až do září či října a někdy dosahuje menšího podzimního vrcholu (Hindák, 1978).

Na podzim se sníží přívod sluneční energie kvůli klesajícímu úhlu slunečního záření, zatímco tepelné ztráty vypařováním zůstávají po celý den přibližně stejné. V epilimniu tak dochází k čistým ztrátám tepla, což vede k poklesu teplotního rozdílu a tím i hustoty mezi epilimniem a hypolimniem. Podzimní počasí je charakterizováno rostoucí větrností, která nakonec způsobí, že malé hustotní rozdíly mezi vrstvami umožní větrné energii opětovnou cirkulaci celého vodního sloupce, což je známé jako podzimní cirkulace (Brönmark & Hansson, 2005). Na podzim se ve fytoplanktonu opět objevují skupiny, které byly přítomny během jarních měsíců, zejména rozsivky, kterým se daří i ve vodách chladnějších a s nižší úrovní slunečního záření (Pouličková, 2011).

V zimě, když se teplota vody sníží na přibližně 4 °C, se vytvoří inverzní stratifikace, kdy má horní vrstva nejnižší teplotu (Brönmark & Hansson, 2005). Zimní měsíce jsou pro fytoplankton nejméně příznivé (Hindák, 1978). V tomto období je množství fytoplanktonu nejnižší kvůli nízkým teplotám vody a nedostatku světla, který je často způsoben sněhovou pokrývkou na vrstvě ledu na povrchu nádrže (Kalff, 2002). Nicméně i během zimy se pod

průhledným ledem bez sněhové pokrývky mohou množit rozsivky nebo žlutohnědí bičíkovci (Hindák, 1978).

#### **4.5. Trofie**

Trofie, známá také jako úživnost, popisuje specifický hydrochemický režim a s ním spojenou biologii vodních ekosystémů (Hartman et al., 2005). Úživnost vody je úzce spojena s koncentrací a biologickou dostupností forem fosforu a dusíku. Klasifikací vod podle trofie je velké množství. To nejzákladnější třídění stojatých vod podle úživnosti zahrnuje vody oligotrofní, mezotrofní a eutrofní (Adámek et al., 2010). Oligotrofní vody jsou obvykle čisté (Shaw et al., 2004) a jsou charakterizovány nízkým obsahem živin a minimální produkcí organické hmoty (Lellák & Kubíček, 1992; Hindák, 1978). Mezotrofní vody leží na rozhraní mezi oligotrofním a eutrofním stupněm úživnosti. Vyznačují se středním obsahem živin a příležitostně zde může dojít k rozvoji řas (Shaw et al., 2004). Eutrofní vody obsahují dostatek živin k udržení vysoké biomasy a vykazují vyšší primární produkci (Hindák, 1978).

#### **4.6. Eutrofizace**

Eutrofizace představuje proces, při kterém jsou povrchové vody znečišťovány živinami (Adámek et al., 2010). Tento proces probíhá již od vzniku vodních nádrží, kdy je často ovlivněn okolním povodím, které do vodního ekosystému přináší různé živiny. Existuje několik příčin eutrofizace (Lellák & Kubíček, 1992). Nádrže mohou být eutrofizovány přirozeně, to může nastat, když se nádrže nachází v úrodné oblasti s půdou přirozeně bohatou na živiny (Khan & Mohammad, 2014) nebo také rozkladem organických hmot ve vodě (Yang et al., 2008).

V posledních desetiletích se proces eutrofizace zrychluje hlavně kvůli lidské činnosti (Lellák & Kubíček, 1992), která zvyšuje přísun živin do vodních útvarů. Tento nárůst je způsoben rychlou urbanizací, industrializací, intenzivním zemědělstvím a používáním hnojiv (Yang et al., 2008; Khan & Mohammad, 2014).

Eutrofizace vede k masivnímu růstu sinic a řas, což způsobuje zápach, snížení průzračnosti a zhoršení kvality vody. Vodní květy následně omezují pronikání světla. Intenzivní fotosyntéza spojená s eutrofizací může vyčerpat rozpuštěný anorganický uhlík a během dne zvýšit pH na extrémní hodnoty. Eutrofizace také často vede k nedostatku kyslíku v hypolimnionu a úhynu ryb (Chislock, 2013).

## 4.7. Chemicko-fyzikální vlastnosti stojatých vod

### 4.7.1. pH vody

Zásaditost nebo kyselost vody je vyjádřena pomocí pH, která v překladu znamená „síla vodíku“. Hodnota pH se pohybuje v rozmezí od 1 – 14 na logaritmické stupnici (Kalff, 2002). Neutrální voda se značí jako pH 7, zatímco hodnoty pH větší než 7 indikují vodu zásaditou. Vody s pH nižším než 7 jsou považovány za kyselé. V přírodě se voda běžně vyskytuje s pH kolem 7. Extrémní hodnoty pH jsou například 12 v zásaditém prostředí a 3 v kyselém prostředí (Schwoerbel, 1970).

Kyselost vodných roztoků je způsobena přebytkem kationtů vodíku  $H^+$ , a naopak zásaditost přebytkem hydroxylových aniontů  $OH^-$ . V přirozených vodách je určujícím faktorem pH vody rovnováha mezi kyselinou uhličitou a jejími solemi či velmi často rovnováha mezi volným oxidem uhličitým a hydrogenuhličitanem. Změna koncentrace jednoho z těchto iontů způsobí změnu koncentrace druhého (Lellák & Kubiček, 1992).

pH vody je proměnlivé a ovlivňuje ho několik faktorů, včetně množství fytoplanktonu ve vodě. Fytoplankton, zejména řasy, provádějí fotosyntézu, během níž přeměňují oxid uhličitý ( $CO_2$ ) rozpuštěný ve vodě na kyslík. Tím se snižuje koncentrace  $CO_2$  a pH vody se zvyšuje (Pouličková, 2011). Intenzivní fotosyntéza, při které dochází k výraznému odčerpávání  $CO_2$ , může vést k vzestupu zásaditosti vody až na hodnotu pH 11 (Uhlmann, 1975).

Různé druhy organismů vykazují různou toleranci vůči změnám pH vody. Některé druhy jsou euryiontní a tolerují široké rozpětí pH vody. Naopak stenoiontní druhy tolerují pouze malé změny pH vody (Lellák & Kubiček, 1992). Sinice dosahují nejvyšší druhové rozmanitosti při pH 4 – 6 a vyšším. V extrémně kyselém prostředí se jim příliš nedaří (Kalina & Váňa, 2005). Pro hodnoty pH nižší než 5,5 je charakteristický výskyt některých druhů sinic, jako je například *Synechococcus aeruginosus*, dále chrysomonád, například *Synura sphagnicola*, a také bičíkovců, jako je *Phacus sphaericus* (Adámek et al., 2010).

### 4.7.2. Teplota vody

Teplota vody hraje v životě mnoha organismů významnou roli. Ovlivňuje například rozpustnost kyslíku ve vodě, míru produkce fytoplanktonu (Pouličková, 2011) a rychlost fotosyntézy (Davison, 1991).

Kapalná voda disponuje velkou měrnou tepelnou kapacitou. To umožňuje vodě akumulovat teplo a postupně ho uvolňovat do okolí v době ochlazování. Kromě toho má voda vysoké skupenské teplo tuhnutí a varu. To znamená, že 1 kg vody by uvolnilo 333,7 kJ při přeměně ze skupenství kapalného na pevné, zatímco při přechodu z kapalného skupenství na

plynné by bylo zapotřebí dodat 2 255,5 kJ. Další důležitou tepelnou vlastností vody je její malá schopnost přenášet teplo molekulární cestou, a proto ve vodních nádržích převládá tepelný přenos hlavně prouděním vody. Díky těmto specifickým tepelným vlastnostem vody mají vodní biotopy vysokou tepelnou stabilitu a termickou kapacitu, což účinně tlumí kolísání teploty okolní atmosféry v průběhu dne a sezóny (Lellák & Kubiček, 1992).

Distribuce tepla ve vodním sloupci je klíčovou charakteristikou vodního prostředí. Teplotní gradient je výrazný zejména ve stratifikovaných nádržích (Pouličková, 2011). S rostoucí hloubkou klesá teplota vody (Kalff, 2002). Nádrže můžeme rozdělit do tří teplotních zón. Prosvětlená a prohřátá horní vrstva, se nazývá epilimnion. Její hloubka závisí především na průhlednosti vody. Pod epilimnionem se nachází metalimnion, často označovaný jako skočná vrstva, která se vyznačuje výrazným teplotním rozdílem, kdy teplota vody klesá o několik stupňů na 1 metr hloubky. Nejhlubší vrstvu tvoří hypolimnion, což je chladná, neprosuněná vrstva obvykle s nízkým obsahem kyslíku (Hartman et al., 2005).

Řasy jsou adaptovány na různé teplotní podmínky a jejich složení se může měnit v závislosti na teplotě vody (Davison, 1991). Například zlativky jsou obvykle chladnomilné a preferují teploty do 24 – 27 °C, ale v tropech existují i teplomilné druhy. Stejně tak rozsivky jsou chladnomilné v mírném pásu a při teplotách nad 10 °C nejsou schopny konkurovat ostatním řasám. Proto mají svá maxima v mírném pásu na jaře a podzim, avšak odlišné druhy rozsivek mohou být zastoupeny i v teplých oblastech (Pouličková, 2011).

Oproti tomu mnoho sinic je teplomilných a vytvářejí vodní květ až v létě, kdy se teplota vody dostane nad 20 °C. Některé sinice jsou dokonce adaptovány na extrémní teploty, jako je 70 °C v termálních pramenech (například *Mastigocladus laminosus*), nebo se oproti tomu mohou nacházet v prameništích a chladných horských pramenech, kde bychom mohli najít například zástupce rodu *Chamaesiphon* (Pouličková, 2011).

### **4.7.3. Konduktivita vody**

Konduktivita vody neboli měrná elektrická vodivost, vyjadřuje míru přítomnosti ionizovaných anorganických a organických složek ve vodě. Je měřena v siemensích [S], často v jednotkách mikrosiemensu [ $\mu$ S]. Konduktivitu ovlivňuje teplota vody; změna teploty o 1 °C může způsobit změnu konduktivity o nejméně 2 %. Povrchové a podzemní vody obvykle vykazují konduktivitu v rozmezí 50 až 500  $\mu$ S (Pitter, 2015). Destilovaná voda je téměř nevodivá. Pro elektrický proud se stává voda vodivou až s přítomností rozpuštěných minerálních látek. Konduktivita vody tedy závisí na množství disociovaných látek a iontů v roztoku, ale nelze určit jejich konkrétní původ nebo druh (Lellák & Kubiček, 1992). Mezi

ionty přispívající k vodivosti, patří například  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  a  $\text{Mg}^{2+}$ , které mohou ovlivnit metabolické procesy a zvyšovat, nebo potlačovat růst sinic (Wood et al., 2017).

## **5. Vodní nádrž Nemilka**

### **5.1. Lokalita nádrže**

Vodní nádrž Nemilka se nachází v Olomouckém kraji, konkrétně v okrese Šumperk a je součástí katastru Nemile (Povodí Moravy, s. p., 2023). Podle geomorfologického členění se rozprostírá v Jesenické oblasti a v Zábřežské vrchovině (Národní geoportál INSPIRE, 2023). Její nadmořská výška je 310 m (SOKA Šumperk, 1965a).

### **5.2. Stavba nádrže**

Stavba nádrže Nemilky byla zahájena 9. listopadu 1967. Dokončena byla 30. září 1969 a do provozu byla uvedena v roce 1971. Hlavním cílem této stavby bylo zajištění pitné vody pro město Zábřeh a okolí. Dále měla sloužit k optimalizaci průtoku Moravské Sázavy, samotné řeky Nemilky a také k rybolovným účelům (SOKA Šumperk, 1965a).

Původní odběr surové vody pro úpravnu vody se prováděl ze Sázavy, u jezu v Lupěném. Avšak v posledních letech se kvalita této vody rapidně zhoršovala kvůli vypouštění nebezpečných odpadních vod průmyslových podniků do povodí Sázavy. Jejich vlivem byla surová voda chemicky velmi znečištěná, což vedlo k rozhodnutí hledat alternativní zdroj vody (SOKA Šumperk, 1965a).

### **5.3. Geologie nádrže**

Podle geologických průzkumů, provedených před výstavbou Nemilky, byla oblast charakteristická metamorfovanými horninami. Konkrétně se tyto horniny daly označit jako kvarcitická rula a kvarcitický fylit. Původně se zde nacházela louka, kterou protékala stejnojmenná říčka. V minulosti zde tedy existovala niva s údolní terasou tvořenou ze štěrkopísků, cca 5 metrů mocnou, která byla pokryta náplavovými hlínami o mocnosti 2 metry. Tato terasa byla dále zakrytá řadou náplavových kuželů z bočních roklí (SOKA Šumperk, 1965b). Zalesněné okolí vodní nádrže je tvořeno horninami z proterozoického – paleozoického stáří jako je metaryolit, metadacit a jejich metatufy (Česká geologická služba, 2023).

### **5.4. Použitý stavební materiál a velikost vodní nádrže**

Podoba samotné hráze zůstává neměnná od jejího počátku. Podle projektu byla postavena kamenitá hráz se středním zemním těsněním na toku Nemilky přibližně 500 m výše, než je její soutok s Moravskou Sázavou. Návodní líc hráze je chráněn proti erozním účinkům vln pomocí pohozy z kvalitního kamene. Mezi jílovým těsněním a materiálem pro stabilizaci byl instalován



dvoustupňový filtr. Utěsnění podloží bylo provedeno injekční clonou, dosahující hloubky až 45 m z betonové membrány (SOKA Šumperk, 1967).

Sypaná hráz, tvořená jílovým těsnicím jádrem, má na své koruně délku 153,56 m a šířku 4,4 m. Dosahuje výšky 16,70 m a v jejím základu se rozšiřuje na šířku 70 m. Délka nádrže činí 1,4 km. Zatopená plocha má rozlohu zhruba 20,68 ha. Celkový objem nádrže činí 1,54 mil. m<sup>3</sup> (SOKA Šumperk, 1965a), a tak se řadí mezi malé vodní nádrže (Jůva et al., 1980).

### **5.5. Využití nádrže**

Přehrada byla využívána jako zdroj pitné vody pouze krátce. V 90. letech nahradily přehradu hloubkové vrty v oblasti Zábřehu na Moravě, odkud se začala čerpat podzemní voda. Postupně se tedy její funkce omezila pouze na rekreační koupání. V dnešní době je v soukromém vlastnictví a slouží primárně k energetickým účelům a je oblíbeným místem pro rybáře (Sděleno telefonicky, p. Kauer, 21. 12. 2023).

### **5.6. Fauna a flora**

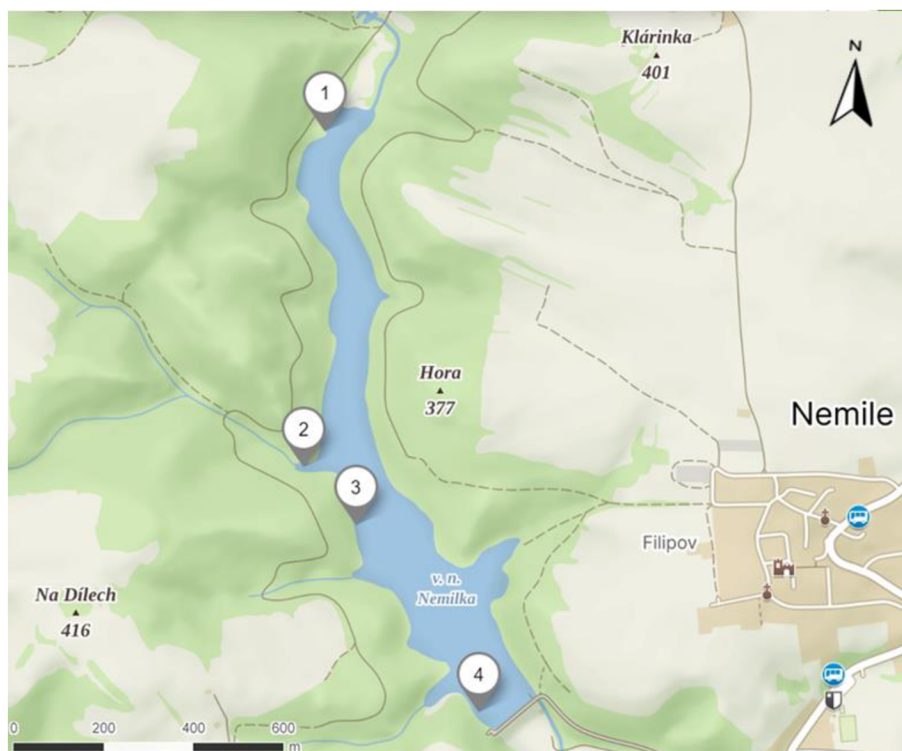
Nádrž je domovem hlavně chovných ryb. Z 90 % se zde vyskytuje kapr obecný (*Cyprinus carpio*), dále štika obecná (*Esox lucius*), sumec velký (*Silurus glanis*) a pro snížení fytoplanktonu zde byl vysazen i tolstolobik bílý (*Hypophthalmichthys molitrix*) (Sděleno telefonicky, p. Kauer, 21. 12. 2023).

Vodní nádrž se nachází v zalesněném prostranství. Podle vlastního pozorování zde můžeme najít například olši lepkavou (*Alnus glutinosa*), smrk ztepilý (*Picea abies*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), břízu bělokorou (*Betula pendula*), modřín opadavý (*Larix decidua*), dub letní (*Quercus robur*), buk lesní (*Fagus sylvatica*). Často se zde vyskytovala i kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), kyčelnice cibulkonosná (*Cardamine bulbifera*), svízel vonný (*Galium odoratum*) a rákos obecný (*Phragmites australis*).

## 6. Metodika

### 6.1. Výběr lokality

Pro algologický průzkum jsem jako lokalitu vybrala vodní nádrž Nemilku (Obr.1). Nemilku jsem zvolila z toho důvodu, že zde doposud nebyl proveden žádný algologický průzkum a také z důvodu blízkosti bydliště. Tato vodní nádrž se nachází mezi Zábřehem na Moravě a Nemilí. Přístup k Nemilce je poněkud náročný. I když podél ní vede lesní cesta, k samotné vodní ploše se sestupuje strmým, zalesněným svahem.



Obr. 1: Výřez mapy vodní nádrže Nemilka s vyznačenými odběrovými místy (1 – přítok, 2 – zátočina, 3 – střed, 4 – odtok) (Mapy.cz, 2023, upraveno autorkou)

### 6.2. Odběr vzorků

Algologický průzkum byl prováděn čtyřikrát během jednoho vegetačního období (14. 5., 18. 7., 23. 8., 4. 9. 2023). Pro odběr vzorků byla vybrána 4 místa na vodní nádrži, a to na přítoku (Obr. 2), v zátočině (Obr. 4), ve středu (Obr. 3) a na odtoku (Obr. 5) nádrže. Tato místa byla vybrána pro snadnější přístup k vodě a dostatečný prostor pro použití planktonní sítě. Při výběru míst byla zohledněna optimální vzdálenost mezi místy pro následné srovnání fytoplanktonních společenstev a také expozice odběrových míst na slunci. Osluněná místa zahrnovala střed, odtok a částečně i přítok, zatímco zastíněné stanoviště bylo v zátočině. Pro měření pH, konduktivity a teploty povrchové vody na vybraných místech byl využit multimetr

Hanna HI991001. Tyto fyzikálně-chemické parametry vody byly měřeny v horní vrstvě vody, v hloubce několika málo centimetrů. Následně se pomocí planktonní sítě odebíral plankton do uzavíratelných sklenic, které byly popsány datem a místem odebrání vzorků (Příloha 9). Celkem bylo získáno 16 vzorků, které byly uloženy pootevřené v lednici a druhý den byly převezeny do laboratoře katedry biologie Pedagogické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci pro následnou determinaci.



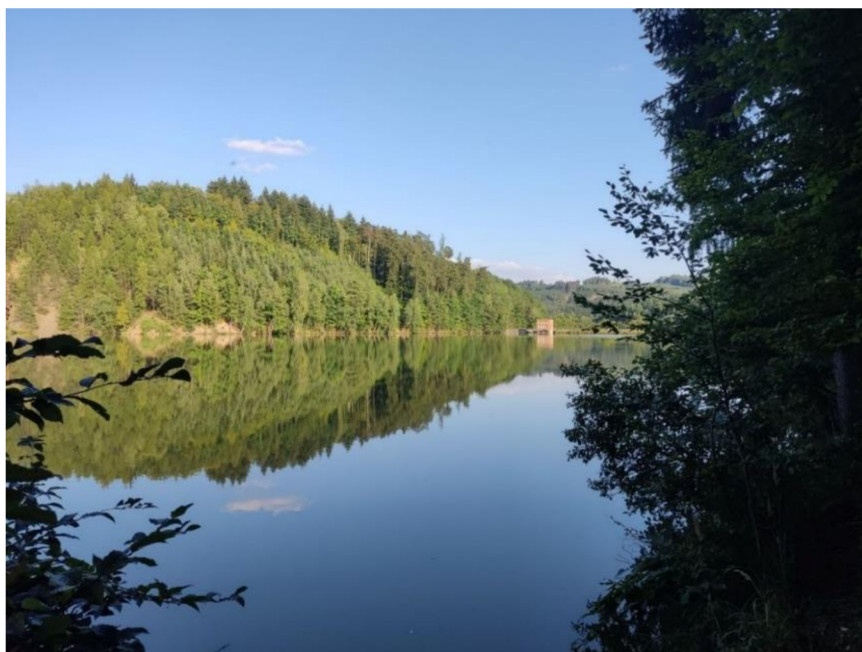
*Obr. 2: Pohled na přítok vodní nádrže Nemilky (Krejčí, 2023)*



*Obr. 3: Pohled na střed vodní nádrže Nemilky (Krejčí, 2023)*



*Obr. 4: Pohled na zátočinu vodní nádrže Nemilky (Krejčí, 2023)*



*Obr. 5: Pohled na odtok vodní nádrže Nemilky (Krejčí, 2023)*

### 6.3. Práce v laboratoři

V laboratoři byl každý vzorek pečlivě promíchán a z každého z nich bylo vytvořeno celkem 5 přechodných preparátů pro morfologickou determinaci řas a sinic. Vzorky byly zpracovány do 72 hodin po odběru a poté zafixovány 4% formaldehydem, což umožnilo vzorek determinovat i později. Pro sledování řas a sinic v preparátu byly využity mikroskopy Olympus BX51 a Euromex BioBlue. Následovala fotodokumentace pomocí kamery YIZHAN. Determinace taxonů řas a sinic byla provedena pomocí morfologických klíčů Kaštovský et al. (2018a, b) a Hindák (1978). Pro možnost budoucí identifikace rozsivek byly rovněž vytvořeny trvalé preparáty. Trvalé preparáty vznikly po důkladném protřepání zafixovaných odběrových vzorků. Tyto vzorky byly následně přelity do uzavíratelných plastových zkumavek a vloženy do centrifugy (značky Benchmark LC-8) na 15 minut při 2000 otáčkách. Poté byl ze zkumavky slit supernatant a na dně zůstal potřebný vzorek. Tento vzorek byl odebrán pipetou a aplikován na podložní sklíčko. Následně práce probíhala v digestoři s umístěným vaříčem. Podložní sklíčko se vzorkem bylo dáno nad horkou plotnu, aby došlo k odpaření vody. Tento krok byl opakován dvakrát. Poté byl vzorek na sklíčku pokryt peroxidem vodíku. A znovu byl vystaven vyžihání nad horkou plotnou. Tento proces byl opakován celkem třikrát. Na závěr byla na podložní sklíčko přidána umělá pryskyřice Naphrax. Podložní sklíčko bylo následně přiklopeno krycím sklíčkem a znovu vystaveno nad horkou plotnu. Výsledné trvalé preparáty byly označeny datem a místem odběru.

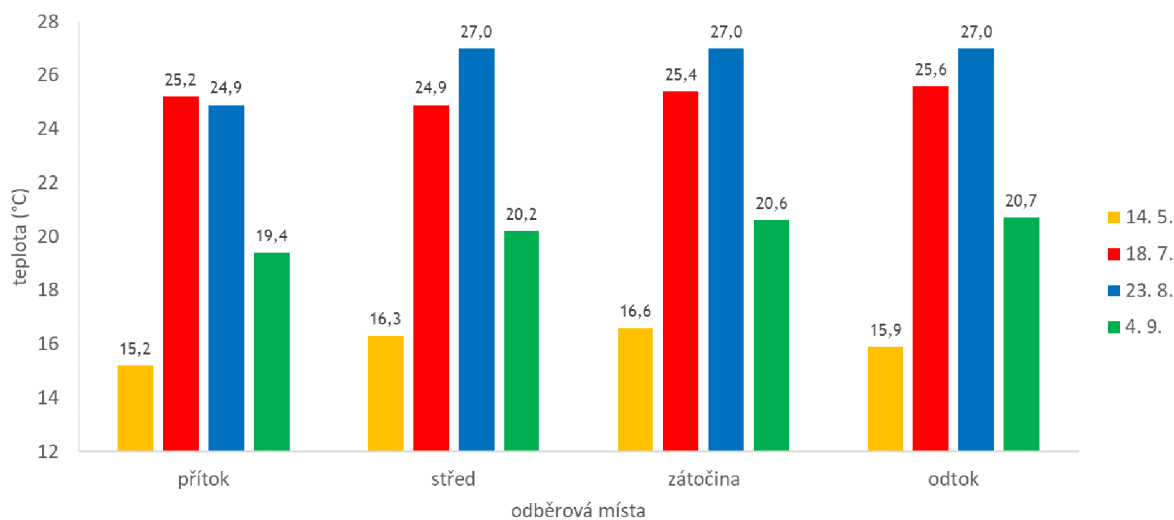
## 7. Výsledky

### 7.1. Fyzikálně-chemické parametry daných odběrových míst vodní nádrže

#### 7.1.1. Teplota vody

Povrchová teplota vody, měřená na jednotlivých odběrových místech nádrže, se ve sledovaném období pohybovala v rozmezí od 15,2 °C do 27 °C (Obr. 6). Maximální naměřená hodnota povrchové vody byla zaznamenána dne 23. 8. 2023, kdy dosáhla ve středu, v zátočině i na odtoku právě 27 °C. Nejnižší hodnota byla naměřena dne 14. 5., kdy teplota vody na přítoku dosahovala 15,2 °C. Teplota vody na přítoku však byla vždy chladnější než ostatní místa nádrže.

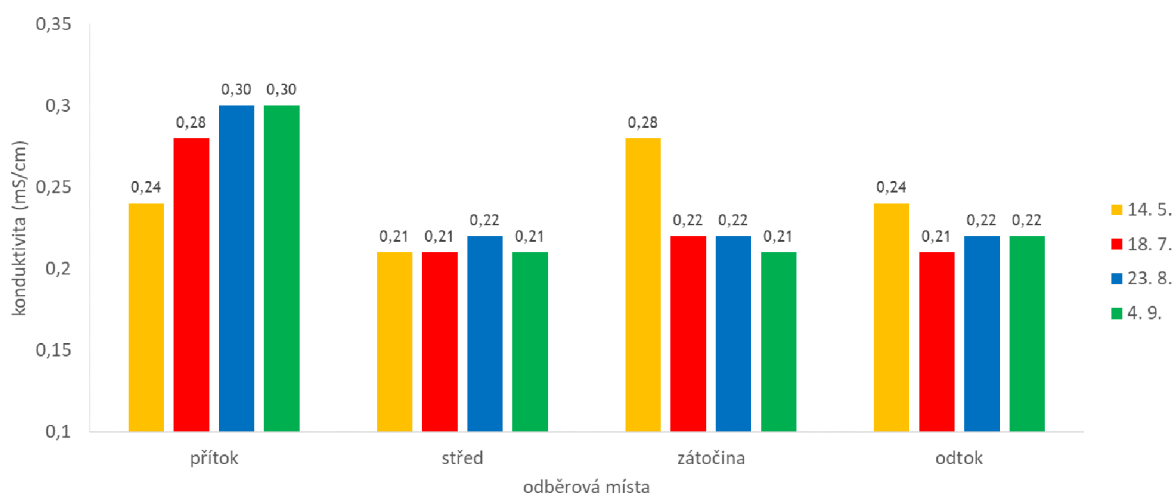
Celkově lze pozorovat, že teplota byla nejnižší na začátku sledovaného období, tedy 14. 5. Postupně se teplota v období mezi prvním (14. 5.) a druhým (18. 7.) měřením na všech odběrových místech zvýšila až na průměrných 25,3 °C, což představuje nárůst teploty o zhruba 9,3 °C. Při třetím měření (23. 8.) došlo k mírnému zvýšení teplot na 27 °C ve středu, v zátočině i odtoku, avšak na přítoku bylo zaznamenáno mírné snížení teploty. Nicméně při posledním měření teplota výrazně klesla ve všech odběrových místech na průměrných 20,2 °C.



Obr. 6: Hodnoty teploty povrchové vody v jednotlivých odběrových místech vodní nádrže Nemilky, při odběrech během roku 2023 (Krejčí, 2023)

### 7.1.2. Konduktivita

Na jednotlivých odběrových místech se v daném období hodnoty konduktivity povrchové vody pohybovaly v rozmezí od 0,21 do 0,30 mS/cm (Obr. 7). Ve sledovaném období byly nejvyšší hodnoty změřeny na přítoku, kdy došlo k postupnému zvýšení konduktivity z 0,24 při prvním měření v květnu, až na hodnotu 0,30 mS/cm při měření v srpnu a září. Ve středu, zátočině a odtoku byly hodnoty konduktivity velmi podobné, kdy se během celé sezóny držely v rozpětí od 0,21 – 0,22 mS/cm. Pouze při měření v květnu byly hodnoty konduktivity o něco vyšší v zátočině (0,28 mS/cm) a odtoku (0,24 mS/cm).



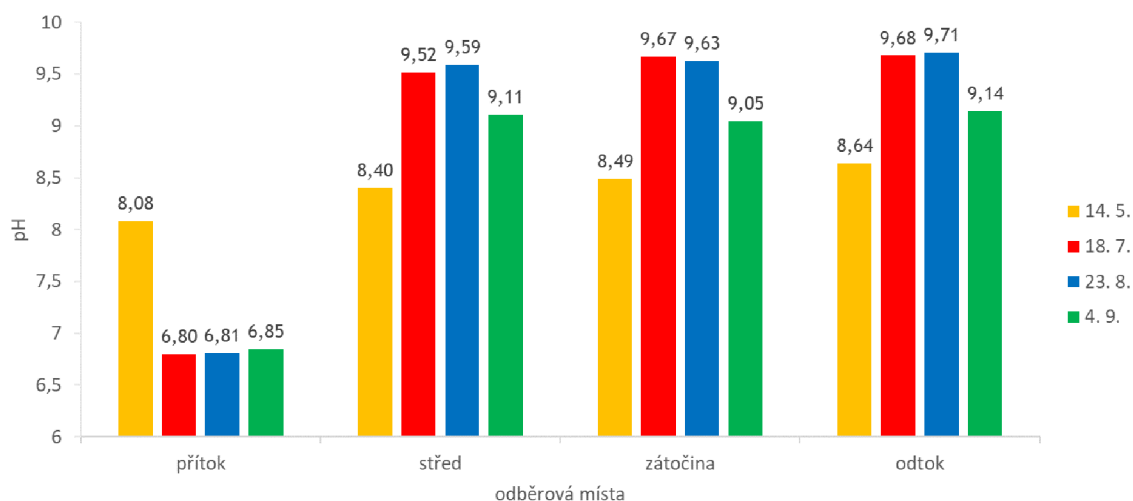
Obr. 7: Hodnoty konduktivity povrchové vody v jednotlivých odběrových místech vodní nádrže Nemilky, při odběrech během roku 2023 (Krejčí, 2023)

### 7.1.3. Hodnota pH

Hodnoty pH povrchové vody nádrže se ve sledovaném období na odběrových místech pohybovaly v rozmezí od 6,80 do 9,71 (Obr. 8). Nejnižší hodnota pH byla naměřena na přítoku při měření v červenci (6,80). Nejvyšší naměřená hodnota pH byla na odtoku v srpnu (9,71).

Ve středu, zátočině a odtoku se během vegetačního období drželo pH povrchové vody na podobných hodnotách, kdy byly největší nárůsty pH pozorovány v období mezi 14. 5. a 18. 7. s průměrným rozdílem pH 1,11. Při druhém měření v červenci, byly hodnoty skoro srovnatelné se třetím měřením v srpnu. Poté došlo při měření dne 4. 9. ve všech třech odběrových místech ke snížení hodnoty pH průměrně na 9,1.

Jediný přítok měl vždy nižší pH než ostatní odběrová místa. Na přítoku hodnota pH klesla při měření ze dne 14. 5. z hodnoty pH 8,08 až na 6,80 (18. 7.) a při dalších měřeních se hodnoty pH příliš neměnily a ustálily se na hodnotě pH kolem 6,82.



Obr. 8: Hodnoty pH povrchové vody v jednotlivých odběrových místech vodní nádrže Nemilky, při odběrech během roku 2023 (Krejčí, 2023)

## 7.2. Celkový počet taxonů sinic a řas na všech stanovištích

Během průzkumu vodní nádrže Nemilka bylo zaznamenáno celkem 114 taxonů sinic a řas (Příloha 1). Největší zastoupení taxonů bylo z třídy Bacillariophyceae v počtu 52 determinovaných taxonů (Příloha 6, 7, 8). Následovala třída Chlorophyceae s 24 determinovanými taxony (Příloha 4, 5, 6). O něco méně se zde vyskytovalo oddělení Cyanobacteria s 19 taxony (Příloha 2), dále z třídy Zygnematophyceae 11 taxonů (Příloha 4). Z třídy Trebouxiophyceae byly zaznamenány 4 taxony (Příloha 3), zatímco třídy Dinophyceae (Příloha 3) a Euglenophyceae byly zastoupeny obě po dvou taxonech.

## 7.3. Celkový počet taxonů sinic a řas v jednotlivých měsících

Na jaře, 14. května, bylo celkově nalezeno 61 taxonů sinic a řas, což představovalo největší počet za celé sledované období. Při jarním odběru dominantně převažovaly řasy z třídy Bacillariophyceae se 41 determinovanými taxony. Třída Chlorophyceae představovala druhou větší skupinu s 8 determinovanými taxony, následovalo oddělení Cyanobacteria s 5 taxony a třída Zygnematophyceae se 4 taxony. Třída Euglenophyceae byla zastoupena 2 taxony, a to pouze při tomto jarním odběru, zatímco třída Trebouxiophyceae pouze jedním.

V létě, 18. července, bylo ve vodní nádrži identifikováno celkem 53 taxonů sinic a řas. Dominantní skupinou byly řasy z třídy Bacillariophyceae, které byly zastoupeny 26 taxony. Následovala třída Chlorophyceae s 15 taxony. Oddělení Cyanobacteria bylo zastoupeno 6 taxony, zatímco třída Zygnematophyceae obsahovala 3 taxony. Třída Trebouxiophyceae byla zastoupena 2 determinovanými taxony. A třída Dinophyceae představovala pouze jediný taxon.



Při třetím odběru v létě, dne 23. srpna, bylo zaznamenáno celkem 42 taxonů sinic a řas. Z nichž největší počet patřil řasám z třídy Bacillariophyceae, které se vyskytovaly ve 21 druzích. Oddělení Cyanobacteria byla další významnou skupinou, obsahující 9 taxonů. Třída Chlorophyceae byla zastoupena 8 taxony. Třída Zygnematophyceae obsahovala 2 taxony. Třídy Trebouxiophyceae a Dinophyceae byly zastoupeny obě jedním taxonem. V tomto období znovu nebyl zaznamenán žádný taxon z třídy Euglenophyceae.

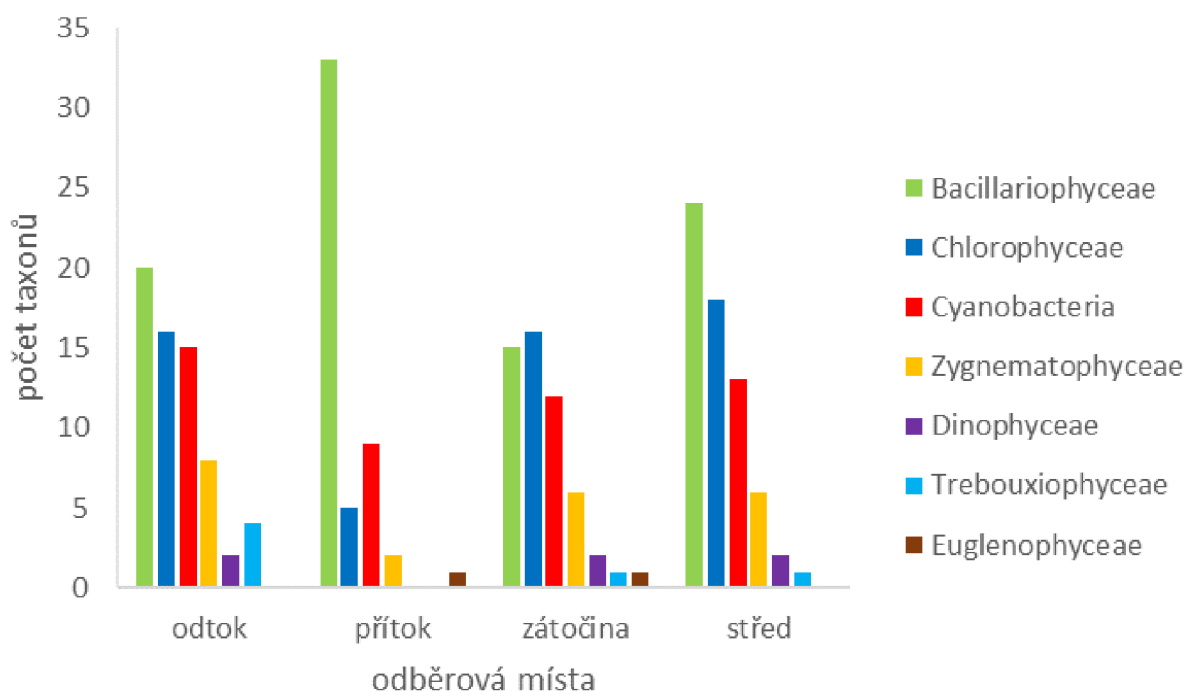
Během průzkumu provedeného 4. září, bylo celkem zaznamenáno 41 různých taxonů sinic a řas. Poprvé vykazovala největší diverzitu třída Chlorophyceae s 13 determinovanými taxony. Třída Cyanobacteria byla další významnou skupinou s 11 taxony, zatímco třída Bacillariophyceae byla zastoupena pouze 9 taxony. Třída Zygnematophyceae obsahovala 4 taxony. Z třídy Trebouxiophyceae a Dinophyceae byly zastoupeny 2 taxony u každé. Z třídy Euglenophyceae nebyl determinován žádný taxon.

#### **7.4. Počet taxonů sinic a řas na jednotlivých stanovištích**

Jak již bylo řečeno, pro odběry byly vybrány 4 různá místa na vodní nádrži Nemilka, a to na přítoku, odtoku, uprostřed nádrže a v zátočině. Během průzkumu byla na každém místě zaznamenána různá rozmanitost řas a sinic.

Na odtoku bylo identifikováno celkem 65 taxonů sinic a řas, což představuje nejvyšší počet zaznamenaných taxonů, co se týče odběrových míst na vodní nádrži. Naopak, u přítoku bylo zaznamenáno nejméně taxonů, a to 50. Druhé největší zastoupení taxonů sinic a řas bylo nalezeno v zátočině s počtem 64 taxonů a v oblasti středu bylo identifikováno celkem 53 taxonů sinic a řas.

Na každém z těchto míst dominovaly jiné skupiny sinic a řas. Nicméně, převažujícími taxony u každého odběrového místa, kromě zátočiny, byly řasy z třídy Bacillariophyceae. Dále následovaly Cyanobacteria a řasy z třídy Chlorophyceae. Méně zastoupeny byly řasy z tříd Zygnematophyceae, Trebouxiophyceae, Euglenophyceae a Dinophyceae (Obr. 9).



Obr. 9: Celkový počet zaznamenaných rodů a druhů daných taxonomických kategorií sinic a řas na jednotlivých odběrových místech vodní nádrže Nemilky, při odběrech během roku 2023 (Krejčí, 2023)

#### 7.4.1. Taxonomické složení sinic a řas na odtoku

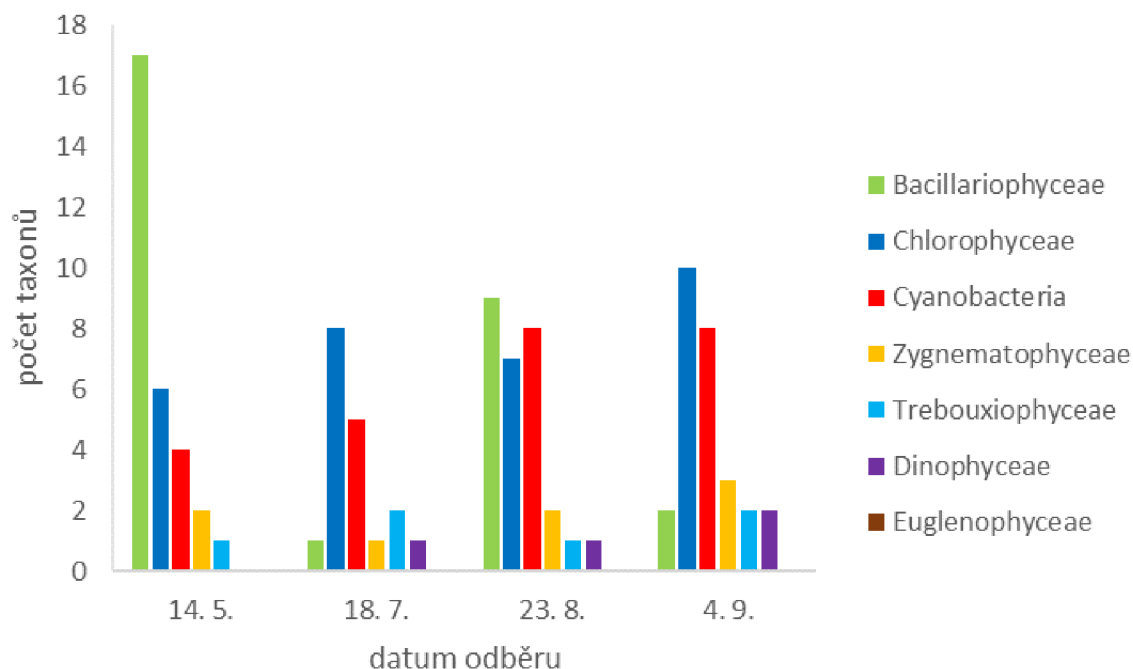
Během průzkumu vodní nádrže Nemilka, bylo ve sledovaném období roku 2023 nalezeno na odtoku (Obr. 5) celkově 65 taxonů sinic a řas. Mezi těmito taxony byly nejvíce zastoupeny řasy z třídy Bacillariophyceae, které čítaly 20 různých taxonů. Dále následovaly taxony z třídy Chlorophyceae a oddělení Cyanobacteria, každá s 16 determinovanými taxony. Třída Zygnematophyceae byla zastoupena 8 taxony, třída Trebouxiophyceae se 4 taxony a třída Dinophyceae s 2 taxony, třída Euglenophyceae nezahrnovala žádný taxon.

Největší počet taxonů sinic a řas bylo identifikováno při jarním odběru, který byl proveden 14. května roku 2023. To zde bylo nalezeno 30 taxonů sinic a řas. Oproti tomu, při druhém odběru v létě, tedy 18. července, byl počet taxonů nižší než u jarního odběru, a to 18 taxonů sinic a řas. Při druhém letním odběru, 23. srpna, byl znovu zaznamenán nárůst společenstev, kdy bylo determinováno 28 taxonů sinic a řas. Poslední odběr proběhl 4. září. Zde bylo identifikováno celkem 27 taxonů sinic a řas.

V květnových a srpnových odběrech byla na odtoku pozorována převaha řas z třídy Bacillariophyceae (Obr. 10). V květnu bylo z této třídy determinováno celkem 17 taxonů, zatímco v srpnu bylo nalezeno celkem 9 taxonů. Naopak při odběrech v červenci a září byla pozorována dominance řas z třídy Chlorophyceae. V červenci bylo identifikováno 8 taxonů z této třídy, zatímco v září byl zaznamenán nárůst na 10 taxonů. Další významnou skupinou

byly Cyanobacteria, které se vyskytovaly ve významném počtu taxonů v červenci (5 taxonů), srpnu (8 taxonů) a v září (8 taxonů), kdy byly na druhém místě, co do početnosti taxonů.

Mezi determinované druhy nalezené při odběru na odtoku patřily například *Monactinus simplex* (Chlorophyceae), *Brachysira neoexilis* (Bacillariophyceae), *Pandorina morum* (Chlorophyceae), *Ceratium hirundinella* (Dinophyceae), *Microcystis viridis* (Cyanobacteria), *Microcystis aeruginosa* (Cyanobacteria), *Volvox globator* (Chlorophyceae), *Fragilaria crotonensis* (Bacillariophyceae), *Botryococcus terrebilis* (Trebouxiophyceae).



Obr. 10: Celkový počet identifikovaných rodů a druhů sinic a řas v daných taxonomických skupinách na odtoku vodní nádrže Nemilky, při odběrech během roku 2023 (Krejčí, 2023)

#### 7.4.2. Taxonomické složení sinic a řas na přítoku

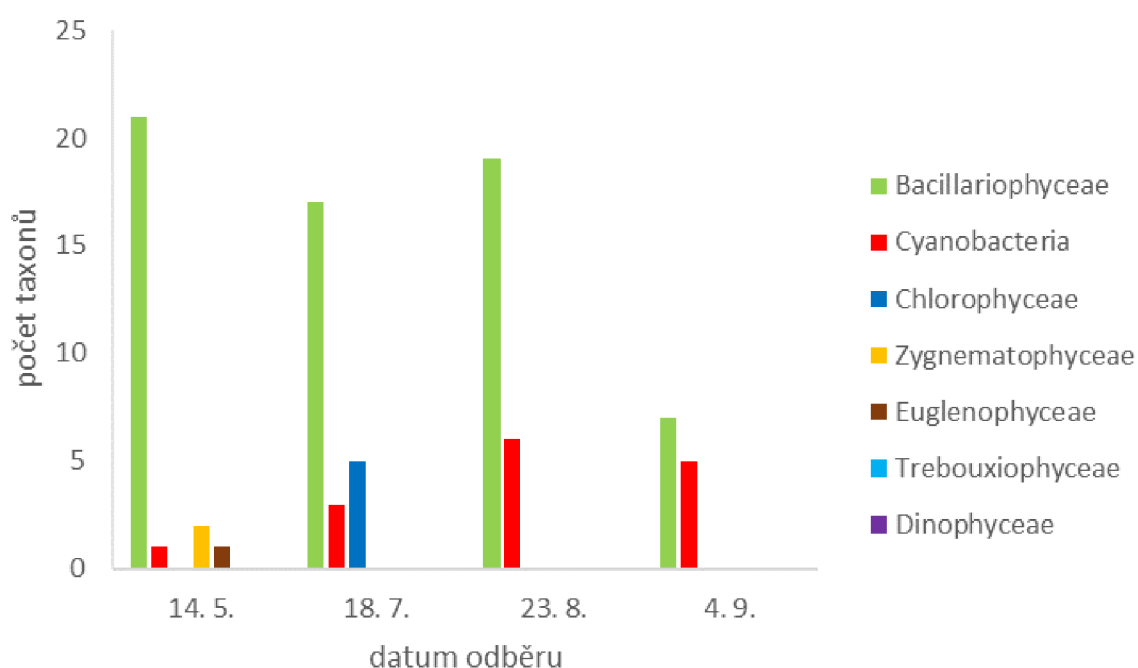
Na přítoku bylo od května do září roku 2023 zaznamenáno za všechny 4 odběry celkem 50 taxonů sinic a řas. Největší zastoupení představovaly řasy z třídy Bacillariophyceae, které tvořily více než polovinu z celkového počtu, a to 33 taxonů. Druhou v pořadí, co se týče početnosti taxonů, byly Cyanobacteria s 9 determinovanými taxony. Dále bylo zpozorováno 5 taxonů řas z třídy Chlorophyceae. Z třídy Zygnematophyceae byly identifikovány 2 taxony řas. Třída Euglenophyceae byla zastoupena pouze jedním taxonem a ostatní třídy, jako jsou Trebouxiophyceae a Dinophyceae nebyly ve vodní nádrži zaznamenány vůbec.

Při pozorování bylo zjištěno, že na přítoku (Obr. 2) byl při jarním odběru provedeném 14. 5. 2023 determinovaný stejný počet taxonů sinic a řas, jako při obou odběrech v létě (18. 7.

a 23. 8), kdy bylo nalezeno 25 taxonů sinic a řas při každém z těchto odběrů. Při posledním odběru (4. 9. 2023) nastal pokles biodiverzity, kdy bylo nalezeno pouze 12 taxonů sinic a řas.

V průběhu všech čtyř odběrů převažovaly na přítoku řasy z třídy Bacillariophyceae, které v květnu zahrnovaly 21 taxonů, v červenci 17 taxonů, v srpnu 19 taxonů a v září se jejich počet snížil na 7 taxonů. V červenci byl zaznamenán nárůst řas z třídy Chlorophyceae s počtem 5 taxonů. Vedle toho byla zaznamenána ve vodní nádrži přítomnost Cyanobacterií, kdy se zde v květnu vyskytoval pouze jediný taxon, následovalo zvýšení počtu v červenci na 3 taxony, v srpnu bylo nalezeno 6 taxonů a v září 5 taxonů. Řasy z třídy Trebouxiophyceae a Dinophyceae nebyly nalezeny vůbec (Obr. 11).

Mezi determinované druhy nalezené při odběru na přítoku patřily například *Pseudostaurosira parasitica* var. *subconstricta* (Bacillariophyceae), *Hippodonta capitata* (Bacillariophyceae), *Microcystis aeruginosa* (Cyanobacteria), *Microcystis flos-aquae* (Cyanobacteria), *Fragilaria crotonensis* (Bacillariophyceae), *Lacunastrum gracillimum* (Chlorophyceae).



Obr. 11: Celkový počet identifikovaných rodů a druhů sinic a řas v daných taxonomických skupinách na přítoku vodní nádrže Nemilky, při odběrech během roku 2023 (Krejčí, 2023)

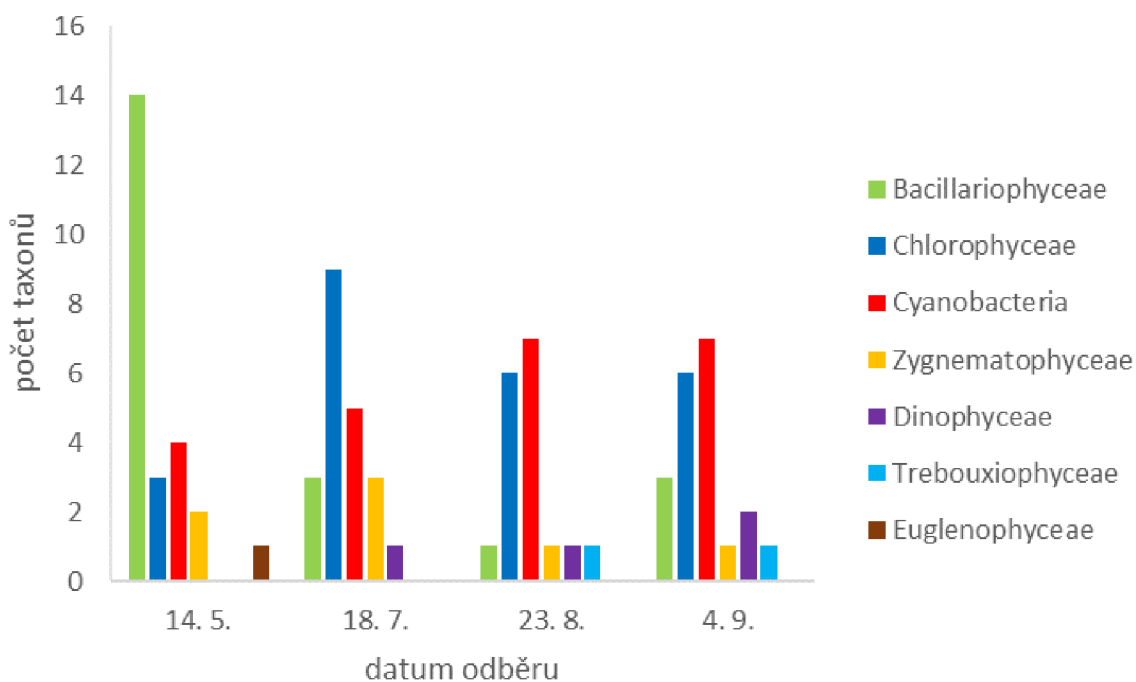
### 7.4.3. Taxonomické složení sinic a řas na středu

Při odběrech ve střední části Nemilky (Obr. 3) bylo celkově nalezeno 52 různých taxonů sinic a řas. Oproti přítoku zde bylo větší zastoupení různých taxonomických kategorií. Největší zastoupení měly znovu řasy z třídy Bacillariophyceae s 15 determinovanými taxony. Dále byla zaznamenána přítomnost řas z třídy Chlorophyceae s 14 determinovanými taxony. Další významnou skupinou bylo oddělení Cyanobacteria se 13 taxony. Řasy z třídy Zygnematophyceae se zde vyskytovaly po 6 taxonech. Z třídy Dinophyceae byly objeveny 2 taxony. Také byly zaznamenány řasy z tříd Euglenophyceae a Trebouxiophyceae, přičemž každá třída byla reprezentována jedním taxonem.

V prvním jarním odběru 14. května, bylo zpozorováno celkem 24 taxonů sinic a řas. Při letních odběrech došlo ke snížení počtu taxonů, kdy v druhém letním odběru, 18. července, bylo nalezeno celkem 21 taxonů sinic a řas. A při třetím odběru v létě (23. srpna), bylo determinováno celkem 17 sinic a řas. V posledním odběru, 4. září, byl zaznamenán nárůst počtu taxonů, kdy bylo ve vodní nádrži nalezeno 20 taxonů sinic a řas.

Během odběrů na středu byla pozorována větší rozmanitost sinic a řas, které se vyskytovaly ve vodní nádrži. Při prvním měření 14. května, byla zjištěna znovu převaha řas z třídy Bacillariophyceae s 14 taxony. V červenci dominovaly řasy z třídy Chlorophyceae s 9 nalezenými taxony. V květnu byly nalezeny z této třídy 3 taxony řas, v srpnu a září při každém odběru 6 taxonů. V srpnu a v září převažovaly Cyanobacteria, kdy při obou odběrech bylo nalezeno 7 taxonů. Cyanobacteria se však vyskytovaly i v dalších odběrech, kdy se zde v květnu nacházely 4 taxony a v červenci 5 taxonů (Obr. 12).

Mezi determinované druhy nalezené při odběru na středu patřily například: *Pandorina morum* (Chlorophyceae), *Cymatopleura solea* (Bacillariophyceae), *Fragilaria crotonensis* (Bacillariophyceae), *Planktothrix agardhii* (Cyanobacteria), *Microcystis viridis* (Cyanobacteria), *Eudorina elegans* (Chlorophyceae), *Ceratium hirundinella* (Dinophyceae), *Closterium aciculare* (Zygnematophyceae).



Obr. 12: Celkový počet identifikovaných rodů a druhů sinic a řas v daných taxonomických skupinách na středu vodní nádrže Nemilky, při odběrech během roku 2023 (Krejčí, 2023)

#### 7.4.4. Taxonomické složení sinic a řas v zátočině

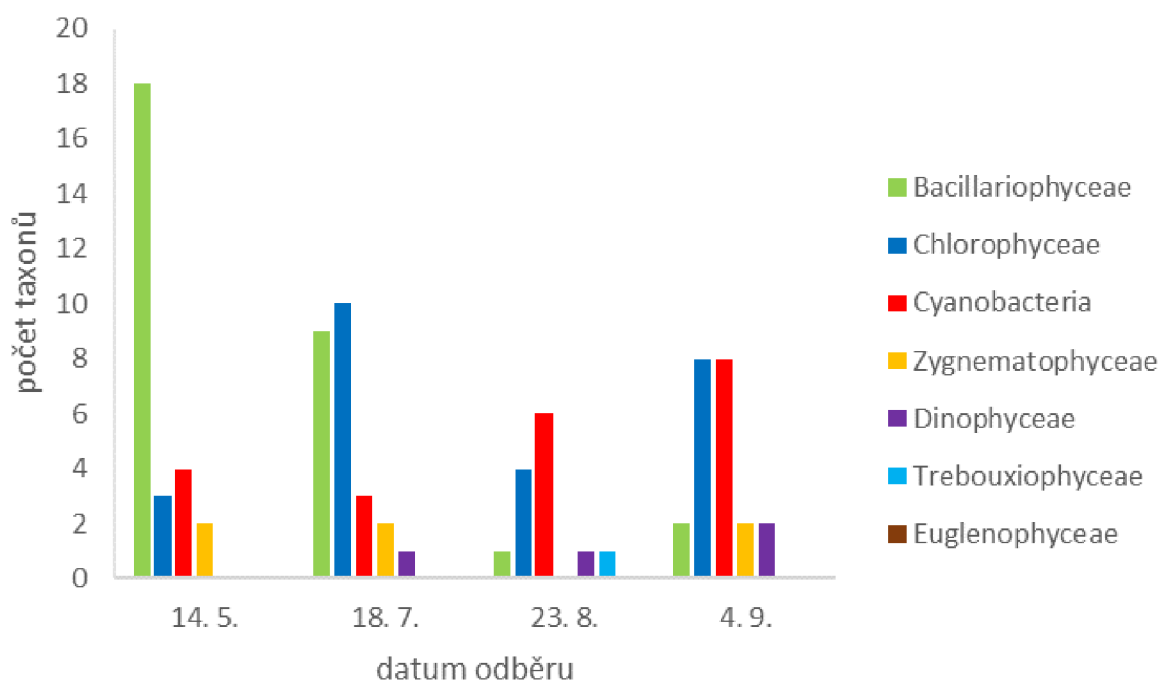
Během průzkumu vodní nádrže Nemilky bylo v zátočině (Obr. 4) nalezeno celkem 64 různých taxonů sinic a řas. Největší zastoupení měly řasy z třídy Bacillariophyceae, které byly zastoupeny ve 24 různých taxonech. Dále byla zaznamenána významná přítomnost řas z třídy Chlorophyceae, které byly determinovány v 18 taxonech. Oddělení Cyanobacteria bylo zastoupeno ve 13 taxonech. Dále bylo nalezeno 6 taxonů z třídy Zygnematophyceae. A 2 taxony z třídy Dinophyceae. Z třídy Trebouxiophyceae byl zjištěn pouze 1 taxon a třída Euglenophyceae nezahrnovala žádný taxon.

V prvním jarním odběru (14. 5.) bylo identifikováno celkem 27 taxonů sinic a řas. Ve druhém odběru v létě (18. 7.) bylo zaznamenáno celkem 25 taxonů sinic a řas. V následném druhém letním odběru (23. 8.) došlo ke snížení počtu determinovaných taxonů na 13. Poslední odběr (4. 9.) přinesl znovu větší počet nalezených taxonů, kterých bylo 22.

Při květnovém odběru (14. 5.) v zátočině převažovaly řasy z třídy Bacillariophyceae, kdy bylo determinováno 18 taxonů (Obr. 13). V dalších měřeních bylo pozorováno snížení počtu těchto řas, kdy v červenci bylo zaznamenáno 9 taxonů, v srpnu pouze 1 taxon a v září 2 taxony. V červenci došlo k vzestupu řas z třídy Chlorophyceae, které zde převažovaly s počtem 10 taxonů. V srpnu byl zaznamenán nárůst Cyanobacterií, kdy bylo nalezeno 6 taxonů. V září

dosáhly stejného počtu taxonů Cyanobacteria a Chlorophyceae, kdy u obou těchto kategorií bylo nalezeno po 8 taxonech.

Mezi determinované druhy nalezené při odběru v zátočině patřily například: *Fragilaria crotonensis* (Bacillariophyceae), *Volvox aureus* (Chlorophyceae), *Pandorina morum* (Chlorophyceae), *Ceratium hirundinella* (Dinophyceae), *Scenedesmus quadricauda* (Chlorophyceae), *Cymatopleura solea* (Bacillariophyceae), *Pediastrum duplex* (Chlorophyceae), *Didymosphenia geminata* (Bacillariophyceae).



Obr. 13: Celkový počet identifikovaných rodů a druhů sinic a řas v daných taxonomických skupinách v zátočině vodní nádrže Nemilky, při odběrech během roku 2023 (Krejčí, 2023)

## 8. Diskuze

V roce 2023 byl ve vodní nádrži Nemilka proveden algologický průzkum planktonních společenstev. Během tohoto období bylo odebráno celkem 16 vzorků ze 4 různých míst v nádrži. Pro lepší zachycení změn společenstev ve vodní nádrži byly odběry prováděny ve čtyřech různých obdobích – a to v květnu, červenci, srpnu a září. Zároveň byly na jednotlivých odběrových místech měřeny fyzikálně-chemické parametry povrchové vody, jako je teplota, pH a konduktivita.

### 8.1. Fyzikálně-chemické parametry vody

Naměřené hodnoty konduktivity byly (kromě měření v květnu) ve středu, zátočině a na odtoku nádrže velmi podobné, kdy se od července do září pohybovaly v rozpětí od 0,21 – 0,22 mS/cm. Ve sledovaném období byly nejvyšší hodnoty naměřené na přítoku, kdy došlo k postupnému zvýšení konduktivity z 0,24 (při prvním měření v květnu) až na hodnotu 0,30 mS/cm (při měření v srpnu a září). Vyšší konduktivita na přítoku byla pravděpodobně dána tím, že voda při svém pohybu přes horniny a povodí může v korytě toku zachytávat různé rozpuštěné a suspendované látky, které se následně dostanou do vodní nádrže, čímž dochází ke zvýšení konduktivity vody (Pal et al., 2015; Borowiak et al., 2020). Postupný nárůst konduktivity v průběhu dalších měsíců byl nejspíše dán vlivem zvyšování množství rozpuštěných látek. Mnoho látek se ve vodě nádrže rozpouští, disociuje a vytváří elektroaktivní ionty, čímž zvyšuje elektrickou vodivost vody (Boehrer & Schultze, 2008). Avšak podle Pal et al. (2015) mohou hodnoty konduktivity souviset s několika dalšími faktory jako je například teplota, geologie podloží, míra srážek a výparu, velikostí nádrže a další. Pro komplexní posouzení by bylo nutné provést i další testy a analýzy, jako je například obsah solí, vápníku či železa ve vodě (Patil et al., 2012).

Hodnoty pH vody se ve vodní nádrži v průběhu sledovaného období značně měnily. Nejnižší hodnota pH byla naměřena na přítoku při měření v červenci, kdy pH vody mělo hodnotu 6,80. Nejvyšší naměřená hodnota pH byla na odtoku v srpnu, kdy se pH pohybovalo v zásaditých hodnotách (pH 9,71). Běžné hodnoty pH povrchové vody bývají v rozmezí 6,5 – 8,3 (Hartman et al., 2005), proto je tato naměřená hodnota pH poměrně vysoká a může mít negativní dopady na vodní organismy (Lellák & Kubíček, 1992). Ve středu, zátočině a odtoku nádrže došlo při druhém odběru (18. 7.) ke zvýšení pH. Hodnotu pH vody ovlivňuje řada faktorů, jako například kolísání teplot, srážky, geologické podloží, metabolické procesy organismů, znečištění povrchových vod atd. (Gałuszka & Migaszewski, 2013). Zvýšení pH během letních odběrů může být zapříčiněno rozvojem fytoplanktonních společenstev. Další



délka dne a vyšší teploty v letních měsících mohly vést k intenzivnější fotosyntéze, při které se snížila koncentrace CO<sub>2</sub>, a tím se zvyšovala hodnota pH vody (Kalff, 2002; Brönmark & Hansson, 2005). Následně při posledním měření, dne 4. 9., došlo ke snížení pH. To mohlo být způsobeno deštivým počasím, které probíhalo mezi odběry ve dnech 23. 8. a 4. 9. (Brönmark & Hansson, 2005; Gałuszka & Migaszewski, 2013). Jediný přítok měl vždy nižší pH než ostatní odběrová místa. A to pravděpodobně z důvodu mísení vody s přitékajícím potokem (Hartman et al., 2005; Gałuszka & Migaszewski, 2013).

Teplota vody se zvyšovala s příchodem léta. Nejvyšší teplota byla naměřena dne 23. 8., kdy dosáhla na středu, v zátočině i odtoku 27 °C a při posledním odběru (4. 9.) výrazně klesla zhruba na 20 °C. Tento výrazný pokles mohl být způsoben tím, že mezi měřeními bylo velmi deštivé počasí, kdy se i teplota vzduchu snížila (23. 8. byla teplota vzduchu při odběrech 31 °C, dne 4. 9. byla teplota vzduchu 23 °C). Voda se mohla v epilimniu (horní vrstvě nádrže) promíchat, a tím se snížila teplota (Brönmark & Hansson, 2005). Nejnižší teplota byla naměřena na jaře, kdy měla povrchová voda na přítoku 15,2 °C. Celkově byla teplota na všech místech velmi podobná. Až na přítok, ve kterém byly teploty zhruba o stupeň až dva nižší než na ostatních místech, a to nejspíše z důvodu přitékající chladnější vody z potoka.

## **8.2. Zaznamenané taxony řas a sinic**

Během průzkumu vodní nádrže Nemilka bylo zaznamenáno celkem 114 taxonů sinic a řas. Nejvíce nalezených taxonů se vyskytovalo na odtoku, kdy bylo identifikováno celkem 65 taxonů sinic a řas. Druhé největší zastoupení taxonů sinic a řas bylo určeno ze zátočiny s počtem 64 taxonů. V oblasti středu bylo identifikováno celkem 53 taxonů sinic a řas. Nejméně taxonů bylo zaznamenáno na přítoku, a to 50. Ačkoliv byl při prvním odběru (14. 5.) nalezen největší počet taxonů sinic a řas za celé sledované období, kdy bylo celkově za všechny odběrová místa určeno 61 taxonů sinic a řas, tak dominantně převažovaly řasy z třídy Bacillariophyceae se 41 determinovanými taxony. Zatímco z ostatních tříd a oddělení se zde vyskytovalo jen několik jedinců. Při prvním odběru bylo také zaregistrováno významné množství zooplanktonu, což naznačuje možné období tzv. „clear water“ (Nõges et al., 2010). Podle Sommera et al. (1986) v tomto období dochází ke konzumaci fytoplanktonu planktonními korýši, kdy dojde k poklesu jarního fytoplanktonu a přítomny jsou pouze druhy, které nejsou vhodným zdrojem potravy pro zooplankton. Po snížení výskytu zooplanktonu následoval letní vrchol fytoplanktonu, doprovázený vyšší diverzitou řas a sinic.

Vrchol rozsivek (Bacillariophyceae) v našich vodách probíhá podle Hindáka (1978) od března do května, které jak již bylo řečeno, převažovaly v jarních odběrech na všech

odběrových místech. Hlavní planktonní společenstva rozsivek tvořily druhy jako je *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Aulacoseira granulata* a z bentických rozsivek například *Diatoma vulgare*, *Nitzschia palea*, *Navicula lanceolata*, *Cocconeis placentula*. V létě se často objevovaly druhy z třídy Chlorophyceae jako je *Pandorina morum*, *Eudorina elegans*, *Pediastrum duplex* a také z oddělení Cyanobacteria, a to hlavně *Microcystis aeruginosa*, *M. wesenbergii*, *M. flos-aquae* a *M. viridis*.

Jednotlivé druhy sinic a řas mají různé nároky na prostředí. Významným rozlišujícím faktorem je trofický stav vody. Autoři Bellinger a Sigeo (2010) zmiňují využití řas jako funkčních bioindikátorů, kdy jednotlivé druhy nebo společenstva poskytují svým výskytem informace o daném prostředí určitého místa.

Rod *Microcystis* patří mezi kosmopolitní organismy. A je známý tvorbou vodních květů v eutrofních nádržích (Watanabe et al., 1995). Nejčastější druh sinice, způsobující vodní květ u nás, je *Microcystis aeruginosa* (Hindák 1978; Kubíček & Zelinka, 1982), která byla na Nemilce přítomná ve všech odběrech, kromě odběru z 14. 5. na přítoku. Dalšími druhy sinic způsobující vodní květ jsou *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae*, *Planktothrix agardhii* a *Microcystis wesenbergii* (Kalina & Váňa, 2005; Kubíček & Zelinka, 1982).

Výskyt počtu taxonů Cyanobacterií ve vodní nádrži s každým odběrem neustále rostl a k maximálnímu počtu zaznamenaných taxonů došlo v září, což odpovídá obvyklému období největšího výskytu Cyanobacterií (Watanabe et al., 1995).

Některé druhy zelených řas, jako například *Pandorina morum*, *Pediastrum duplex*, *Pseudopediastrum boryanum*, *Monactinus simplex*, naznačují spíše to, že se jedná o mezo-eutrofní nádrž (Kaštovský et al. 2018b). V září byl ve vodní nádrži nalezen ve velmi početném stavu *Phacotus lenticularis*. Tato zelená kalcifikující řasa, je známá tím, že ve svých schránkách obsahuje pozoruhodné množství uhličitanu vápenatého ( $\text{CaCO}_3$ ), a tak často hraje významnou roli v limnické karbonátové sedimentaci (Lenz et al., 2018).

Nejvíce zastoupenou skupinou řas z hlediska počtu jednotlivých taxonů byla třída Bacillariophyceae, která tvoří významnou složku jak stojatých, tak i tekoucích vod (Kollár et al., 2015). Podle autorů Bellingera a Sigeo (2010) se rozsivky vyznačují velkou druhovou rozmanitostí. Konkrétní druhy rozsivek jsou považovány za významné bioindikátory, jelikož mají specifickou škálu různých ekologických nároků na prostředí. Odlišným druhům vyhovuje různé prostředí, včetně vyšších koncentrací anorganických živin, organického znečištění, variabilních pH hodnot a tolerance vůči těžkým kovům (Bellinger & Sigeo, 2010).

Výskyt rozsivek vykazoval určitou míru korelace s hodnotami pH vody. Při nižších, kyselých hodnotách, byla nalezena rozsivka *Eunotia insisa*, pro kterou je to typické (Furey et

al., 2011). Avšak stejně tak byly při nízkých pH hodnotách nalezeny i rozsivky jako je *Sellaphora pupula* a *Gomphonema olivaceum*, které jsou obvykle podle Kaštovského (2018a) spojovány s prostředím alkalických vod. To může být dáno mimo jiné tím, že díky molekulárním datům byla u rozsivek odhalena kryptická diverzita, což znamená, že skupiny jedinců klasifikovaných jako stejný druh na základě morfologických znaků (například druhy definované na základě vizuálního posouzení rozdílů ve tvaru, velikosti, vzorování a ultrastrukturu jejich křemenných frustul) jsou geneticky odlišné a obsahují pár až mnoho jemně odlišných taxonů. Přičemž mezi příbuznými kryptickými druhy mohou existovat značné rozdíly v ekologii. Například je známo, že *Sellaphora pupula* představuje komplex zahrnující mnoho pseudo- a semikryptických druhů, které se mohou lišit v ekologických preferencích (Pouličková et al., 2008; Evans et al., 2008).

Naopak při vyšších, zásaditých hodnotách pH byly zaznamenány především rozsivky jako je *Cymbella neocistula* a *Nitzschia palea*, pro něž je charakteristické právě zásadité prostředí (Kaštovský et al., 2018a). *Nitzschia palea* a *Gomphonema olivaceum* také patří mezi druhy rozsivek s vysokou tolerancí ke znečištění (Hindák, 1978; Bellinger & Sigeo, 2010). Také bylo zjištěno, že rozsivka *Eunotia pectinalis*, obvykle spojovaná se slabě kyselými vodami (Camburn & Charles, 2000; Kaštovský et al., 2018a; Burge & Edlund, 2015), byla pozorována na Nemilce pouze jednou při hodnotě pH 8,08.

Zajímavým objevem je přítomnost rozsivky *Didymosphenia geminata*, která je ve světě klasifikována jako invazivní a její nepříznivý dopad na okolí je způsoben možností vytvářet rozsáhlé slizovité povlaky na površích. V mnoha zemích je spojována s negativními ekonomickými dopady (Blanco & Ector, 2009; Brand & Grech, 2020). Původně tento druh pocházel z alpských a boreálních jezer na severní polokouli. V současné době se čím dál častěji objevuje v evropských vodách, v Severní a Jižní Americe, Indii a Novém Zélandu (Brand & Grech, 2020).

Také bylo zjištěno, že se ve většině odběrů nacházel planktonní druh *Fragilaria crotonensis*, který se nejčastěji vyskytuje v mezotrofních a eutrofních vodách. Tento druh dokáže vytvářet velké páskovité kolonie, což mu umožňuje odolat potopení a udržovat si tak stabilní pozici ve vodním sloupci (Morales et al., 2013).

Dalšími častými druhy, které se zde vyskytovaly, byly *Navicula lanceolata* a *Planothidium lanceolatum*, které patří mezi druhy se širokou ekologickou tolerancí a nachází se od oligotrofních až po eutrofní vody (Montoya-Moreno & Aguirre-Ramírez, 2013; Kaštovský et al., 2018a).

### 8.3. Srovnání společenstev řas a sinic s jinými nádržemi

Vodní nádrž Nemilka nebyla dosud podrobena žádnému algologickému průzkumu, a proto tato část bude zaměřena na porovnání nalezených společenstev s jinými podobnými vodními nádržemi.

Jediný průzkum týkající se zkoumané oblasti provedla v rámci své bakalářské práce Alena Běhalová, která v roce 2014 studovala společenstva řas v různých typech vod u města Zábřeha (Běhalová, 2014). Výběr zahrnoval řeku Moravskou Sázavu, rybník Oborník a vrt Lesnice. Přičemž potok Nemilka, vytékající z vodní nádrže, nedaleko ústí do Moravské Sázavy. Z 28 druhů nalezených v Moravské Sázavě (Běhalová, 2014), bylo zjištěno celkem 9 shodných druhů s vodní nádrží Nemilka. Mezi tyto druhy patřily zejména zástupci třídy Bacillariophyceae, jako je *Aulacoseira granulata*, *Diatoma vulgare*, *Nitzschia sigmoidea*, *Meridion circulare*, *Pinnularia viridis* a také řasy z třídy Chlorophyceae, jako je například *Pseudopediastrum boryanum* a *Scenedesmus quadricauda*.

Při porovnání s jinými vodními nádržemi byla zaznamenána častá podobnost určitých druhů. Například, při průzkumu vodárenské nádrže Znojmo, která byla vybudována pro zásobování pitnou vodou, výrobu elektrické energie a zavlažování (Geriš, 2003), byly identifikovány velmi podobné druhy v závislosti na období výskytu. Na jaře roku 2000 zde převažovali také zástupci třídy Bacillariophyceae, kdy mezi stejné druhy patřily například *Asterionella formosa* a *Diatoma vulgare*. V červnu se v nádrži Znojmo objevovaly spíše zelené řasy, jako je například *Coelastrum microporum*, často doplněné o rozsivku *Fragilaria crotonensis*. *Fragilaria crotonensis* však byla na Nemilce nalezená už v květnu. A stejně tak jako v nádrži Znojmo se nacházela na Nemilce ve všech dalších odběrech. V létě byly identifikovány druhy jako *Coelastrum microporum*, *Coelastrum pseudomicroporum* a *Phacotus lenticularis*, který se v nádrži Znojmo vyskytoval už od července do září. V odběrech z Nemilky byl tento druh také zaznamenán v docela početném množství, ale pouze v září. V období mezi létem a podzimem se mezi občasně vyskytující druh v nádrži Znojmo řadil *Planktothrix agardhii* ze skupiny Cyanobacteria (Geriš, 2003).

Podobné rody a druhy řas a sinic byly zjištěny i ve složení fytoplanktonu Plumlovské přehrady. Denisa Plšková, která se ve své bakalářské práci z roku 2016 zabývala složením fytoplanktonu v Plumlovské přehradě s ohledem na její provedenou revitalizaci, při jednorázovém odběru našla celkem 54 taxonů sinic a řas, z nichž také nejvíce převažovaly rozsivky s počtem 23 taxonů. Tak jako na Nemilce i v Plumlovské přehradě tvořily druhou nejvíce zastoupenou skupinu zelené řasy, s počtem 11 taxonů, následovalo 9 taxonů ze spájivek, 8 ze sinic, 2 taxony tvořily obrněnky a 1 taxon krásnoočka. Mezi stejné nalezené druhy patřily

například *Microcystis aeruginosa*, *M. wesenbergii*, *Cymatopleura solea*, *C. elliptica*, *Melosira varians*, *Nitzschia sigmoidea*, *Pediastrum duplex* a *Scenedesmus quadricauda*. Ze třídy Dinophyceae byly nalezeny také pouze dva rody, a to *Ceratium* a *Peridinium* (Plšková, 2016).

## 9. Závěr

V rámci bakalářské práce byl v roce 2023 proveden algologický průzkum planktonních společenstev ve vodní nádrži Nemilka. Tato malá vodní nádrž s objemem 1,54 mil. m<sup>3</sup>, se nachází v Olomouckém kraji, v okrese Šumperk. Do provozu byla uvedena v roce 1971 a její hlavní funkcí bylo zajistit pitnou vodu pro město Zábřeh a okolí (SOKA Šumperk, 1965a). V současnosti je nádrž v soukromém vlastnictví a primárně slouží k energetickým účelům a rybaření (Sděleno telefonicky, p. Kauer, 21. 12. 2023).

Hlavním cílem této práce bylo provedení odběru a determinace planktonních společenstev ve vodní nádrži Nemilka. Pro odběry byly vybrány 4 různá místa na nádrži (přítok, střed, zátočina, odtok). Tyto odběry byly prováděny v květnu, červenci, srpnu a září. Celkem tak bylo odebráno 16 vzorků. Jedním z dalších cílů bylo na jednotlivých odběrových místech změřit fyzikálně-chemické parametry povrchové vody, jako je teplota, pH a konduktivita a tyto výsledky srovnat mezi jednotlivými odběrovými místy a zhodnotit jejich vliv na společenstvo fytoplanktonu.

Celkově bylo nalezeno 114 taxonů sinic a řas. Největší zastoupení druhů bylo z třídy Bacillariophyceae, a to s 52 určenými taxony. Druhou nejčetnější třídou byla Chlorophyceae s 24 určenými taxony. O něco méně taxonů bylo zaznamenáno z oddělení Cyanobacteria s 19 taxony, následované 11 taxony z třídy Zygnematophyceae. Ze třídy Trebouxiophyceae byly zaznamenány 4 taxony, zatímco třídy Dinophyceae a Euglenophyceae byly zastoupeny obě po dvou taxonech.

Na jednotlivých odběrových místech vodní nádrže, byl nejvyšší počet taxonů sinic a řas identifikován na odtoku, a to celkem 65. Druhé největší zastoupení taxonů sinic a řas bylo nalezeno v zátočině s počtem 64 taxonů. V oblasti středu bylo identifikováno celkem 53 taxonů sinic a řas. A nejméně řas a sinic bylo zaznamenáno na přítoku, a to celkem 50 taxonů.

Mezi nejčastější druhy, které byly ve vodní nádrži často pozorovány nebo se vyskytovaly v hojném počtu, patřily například *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis flos-aquae*, které jsou hlavními druhy tvořící vodní květ (Kalina & Váňa, 2005; Kubiček & Zelinka, 1982), dále *Pandorina morum*, *Fragilaria crotonensis*, *Pediastrum duplex*, *Aulacoseira granulata*, *Monactinus simplex* a *Scenedesmus quadricauda*. Také zde byl nalezen invazivní druh *Didymosphenia geminata*, který se původně vyskytoval spíše na severní polokouli (Brand & Grech, 2020).

Největší počet taxonů byl pozorován na jaře, kdy bylo nalezeno 61 taxonů, přitom 41 z nich patřilo do třídy Bacillariophyceae. Ostatní taxonomické kategorie vykazovaly nižší počet

taxonů, přičemž v této době bylo pozorováno výrazné množství zooplanktonu, naznačující možné období „clear water“. V dalších měsících byla ve vzorcích zaznamenána větší diverzita taxonů i z ostatních taxonomických skupin sinic a řas.

## 10. Literatura

ABED, R. M. M., DOBRETSOV, S., SUDESH, K. Application of cyanobacteria in biotechnology. *Journal of Applied Microbiology*, 2009, 106:1–12. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2008.03918.x.

ADÁMEK, Z., HELEŠIC, J., MARŠÁLEK, B., RULÍK, M. *Aplikovaná hydrobiologie*. 2., rozš. upr. vyd. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 2010. ISBN 978-80-87437-09-4.

BĚHALOVÁ, A. *Studium společenstev řas v různých typech vod u města Zábřeha ve vztahu k hodnocení kvality vody*. Bakalářská práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta, Katedra biologie, 2014.

BELLINGER, G. E. & D. C. SIGEE. *Freshwater Algae: identification and use as bioindicators*. Chichester. UK: Wiley-Blackwell, 2010. ISBN 978-0-470-05814-5.

BLANCO, S. & L. ECTOR. Distribution, ecology and nuisance effects of the freshwater invasive diatom *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt: a literature review. *Nova Hedwigia*, 2009, 88: 347–422. DOI: 10.1127/0029-5035/2009/0088-0347.

BOEHRER, B. & M. SCHULTZE. Stratification of lakes. *Reviews of Geophysics*, 2. vyd., 2008, sv. 46. DOI: 10.1029/2006RG000210.

BOROWIAK, M., BOROWIAK, D., NOWIŃSKI, K. Spatial Differentiation and Multiannual Dynamics of Water Conductivity in Lakes of the Suwałki Landscape Park. *Water*. Switzerland: MDPI, 2020, 12(5), 1277 s. DOI: 10.3390/w12051277.

BRAND, C. & M. GRECH. Recent invasion of *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt in a Patagonian regulated river promotes changes in composition and density of macroinvertebrate community. *Biol Invasions* 22, 2020, s. 1903–1915. DOI: 10.1007/s10530-020-02230-8.

BRIERLEY, A. S. Plankton. *Current Biology Magazine*, 2017, 27 (11): 431-510. DOI: 10.1016/j.cub.2017.02.045.

BRÖNMARK, CH. & L. A. HANSSON. *The Biology of Lakes and Ponds*. 2. vyd. Oxford University Press, 2005, 304 s. ISBN: 9780198516132.

BURGE, D. & M. EDLUND. *Eunotia pectinalis*. In *Diatoms of North America* [online]. 2015 [cit. 2024-05-20]. Dostupné z: [https://diatoms.org/species/eunotia\\_pectinalis](https://diatoms.org/species/eunotia_pectinalis).



BURKI, F., ROGER, A. J., BROWN, M. W., SIMPSON, A. The New Tree of Eukaryotes. *Trends in Ecology & Evolution*, 2020, 35(1): 43-55. DOI: 10.1016/j.tree.2019.08.008.

CAMBURN, K. E. & D. F. CHARLES. *Diatoms of Low-alkalinity Lakes in the Northeastern United States*. Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Special Publication 18, 2000, 152 s. ISBN 9780910006545.

ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA. *Geologická mapa ČR* [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-12-01]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/#>.

DAVISON I. R. Environmental effects on algal photosynthesis: Temperature. *Journal of Phycology*, 1991, 27: 2–8. DOI: 10.1111/j.0022-3646.1991.00002.x.

DEMIRBAS, A. & M. F. DEMIRBAS. *Algae Energy: Algae as a New Source of Biodiesel*. UK, London: Springer-Verlag, 2010. ISBN 978-1-84996-049-6.

DOUGLAS, E. S., LARKUM, A. W. D., RAVEN, A. *The Algae and their General Characteristics. Photosynthesis in Algae*. USA, New York: Springer Dordrecht, 2003, s. 1–10. ISBN 978-94-007-1038-2.

DVOŘÁK, P., CASAMATTA, D. A., HAŠLER, P., JAHODÁŘOVÁ, E., NORWICH, A. R., POULÍČKOVÁ, A. *Diversity of the Cyanobacteria*. In: Hallenbeck P. (eds) *Modern Topics in the Phototrophic Prokaryotes*. Switzerland: Springer International Publishing, 2017, s. 3–46. ISBN 978-3-319-46261-5.

DVOŘÁK, P., HAŠLER, P., CASAMATTA, D. A., POULÍČKOVÁ, A. Underestimated cyanobacterial diversity: trends and perspectives of research in tropical environments. *Fottea*, 2021, 5(2): 110-127. DOI: 10.5507/fot.2021.009.

DVOŘÁK, P., POULÍČKOVÁ, A., HAŠLER, P., BELLI, M., CASAMATTA, D. A., PAPINI, A. Species concepts and speciation factors in cyanobacteria, with connection to the problems of diversity and classification. *Biodiversity and Conservation*, 2015, 24(4): 739-757. DOI 10.1007/s10531-015-0888-6.

EVANS, K. M., WORTLEY, A. H., SIMPSON, G. E., CHEPURNOV, V. A., MANN, D. G. A molecular systematic approach to explore diversity within the Sellaphora pupula species complex (Bacillariophyta). *Journal of Phycology*, 2008, 44(1): 215-231. DOI: 10.1111/j.1529-8817.2007.00454.x

FUREY, P., EDLUND, M., BISHOP, I., ALLEN, L., SPAULDING, S. *Eunotia incisa*. In *Diatoms of North America* [online]. 2011 [cit. 2024-04-15]. Dostupné z: [https://diatoms.org/species/eunotia\\_incisa](https://diatoms.org/species/eunotia_incisa).

GALUSZKA, A. & Z. M. MIGASZEWSKI. Encyclopedia of Environmental Management Rivers and Lakes: Acidification Rivers and Lakes: Acidification, *Taylor and Francis*. New York, 2013, s. 2291-2302. DOI: 10.1081/E-EEM-120047683.

GERIŠ, R. *Phytoplankton communities in the drinking water reservoir of Znojmo*. Czech Phycology [online]. Olomouc, 2003, 3:169-176 [cit. 2024-04-20]. Dostupné z: <https://fottea.czechphycology.cz/pdfs/fot/2003/01/16.pdf>.

HARTMAN, P., PŘIKRYL, I., ŠTĚDRONSKÝ, E. *Hydrobiologie*. 3. přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 2005. ISBN 80-7333-046-6.

HINDÁK, F. *Sladkovodné riasy*. Bratislava: Státní pedagogické nakladatelství, 1978, 728 s.

CHISLOCK, M. F., DOSTER, E., ZITOMER, R. A., WILSON, A. E. Eutrophication: Causes, Consequences, and Controls in Aquatic Ecosystems. *Nature Education Knowledge*, 2013, 4(4):10.

JŮVA, K., HRABAL, A., PUSTĚJOVSKÝ, R. *Malé vodní nádrže. Lesnictví, myslivost a vodní hospodářství*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1980.

KALFF, J. *Limnology: Inland Water Ecosystems*. USA, New Jersey: Prentice Hall, 2002, 592 s. ISBN 978-01-3033-775-7.

KALINA, T. & VÁŇA, J. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-1036-1.

KALINA, T. *Systém a vývoj sinic a řas*. Praha: Karolinum, 1994. ISBN 80-7066-854-7.

KAŠTOVSKÝ, J., HAUER, T., GERIŠ, R., CHATTOVÁ, B., JURÁŇ, J., LEPŠOVÁ SKÁCELOVÁ, O., PITELKOVÁ, P., PUZSTAI, M., ŠKALOUD, P., ŠTASTNÝ, J., ČAPKOVÁ, K., BOHUNICKÁ, M., MÜHLSTEINOVÁ, R. *Atlas sinic a řas České republiky I. ČR*, České Budějovice: Powerprint, 2018a, 383 s. ISBN 978-80-7568-071-6.

KAŠTOVSKÝ, J., HAUER, T., GERIŠ, R., CHATTOVÁ, B., JURÁŇ, J., LEPŠOVÁ SKÁCELOVÁ, O., PITELKOVÁ, P., PUZSTAI, M., ŠKALOUD, P., ŠTASTNÝ, J.,

ČAPKOVÁ, K., BOHUNICKÁ, M., MÜHLSTEINOVÁ, R. *Atlas sinic a řas České republiky 2. ČR*, České Budějovice: Powerprint, 2018b, 479 s. ISBN 978-80-7568-125-6.

KAUER, R. Vlastník vodní nádrže Nemilky. Telefonické sdělení 21. 12. 2023.

KHAN, M. N. & MOHAMMAD, F. *Eutrophication: Challenges and Solutions*. Springer Science+Business Media Dordrecht, 2014, s. 1–15. DOI: 10.13140/2.1.3673.8884.

KOLLÁR, J., FRÁNKOVÁ, M., HAŠLER, P., LETÁKOVÁ, M., POULÍČKOVÁ, A. Epiphytic diatoms in lotic and lentic waters - diversity and representation of species complexes. *Fottea*, 2015, 15(2): 259-271. DOI:10.5507/fot.2015.022.

KUBÍČEK, F. & M. ZELINKA. *Základy hydrobiologie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1982.

LELLÁK, J. & F. KUBÍČEK. *Hydrobiologie*. ČR, Praha: Karolinum, 1992, 257 s. ISBN 80-7066-530-0.

LENZ, S., GRUENERT, U., GEIST, J., STIEFEL, M., LENTZ, M., RAEDER, U. Calcite production by the calcifying green alga *Phacotus lenticularis*. *Journal of Limnology*, 2018, 77(2): 209-219. DOI:10.4081/jlimnol.2018.1692.

MONTOYA-MORENO, Y. & N. AGUIRRE-RAMÍREZ. Knowledge to Ecological Preferences in a Tropical Epiphytic Algae to Use with Eutrophication Indicators. Online. *Journal of Environmental Protection*, 2013, vol. 4, no. 11A, 9 s. DOI: 10.4236/jep.2013.411A004.

MORALES, E., ROSEN, B., SPAULDING, S. *Fragilaria crotonensis*. In *Diatoms of North America* [online]. 2013 [cit. 2024-04-19]. Dostupné z: [https://diatoms.org/species/fragilaria\\_crotonensis](https://diatoms.org/species/fragilaria_crotonensis).

NÁRODNÍ GEOPORTÁL INSPIRE [online]. 2023 [cit. 2023-12-01]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map?openNode=Geology&keywordList=inspire>.

NÖGES, P., ADRIAN, R., ANNEVILLE, O., ARVOLA, L., BLECKNER, T., GEORGE, G., JANKOWSKI, T., JÄRVINEN, M., MABERLY, S., PADISÁK, J., STRAILE, D., TEUBNER, K., WEYHENMEYER, G. The Impact of Variations in the Climate on Seasonal Dynamics of Phytoplankton. *The Impact of Climate Change on European Lakes*. Dordrecht; Heidelberg: Springer, 2010, s. 253–274. DOI: 10.1007/978-90-481-2945-4\_14.

NOVÁK, J. & M. SKALICKÝ. *Botanika II.: systém rostlin*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 978-80-213-1688-1.

OLASEHINDE, T. A., OLANIRAN, A. O., MABINYA, L. V., OKOH, A. I. Algae as an Important Resource of Natural Products of Medical and Biotechnological Importance: A Mini-Review. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 2017, 1(5):188-190. DOI:10.26538/tjnpr/v1i5.2.

PAL, R. & A. K. CHOUDHURY. *An Introduction to Phytoplanktons: Diversity and Ecology*. India: Springer, 2014. ISBN 978-81-322-1838-8.

PAL, M., SAMAL, N. R., ROY, P. K., ROY, M. B. Electrical Conductivity of Lake Water as Environmental Monitoring – A Case Study of Rudrasagar Lake. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 2015, 9(3): 66-71. ISSN 2319-2399.

PATIL, P. N., SAWANT, D. V., DESHMUKH, R. N. Physico-chemical parameters for testing of water – A review. *International Journal of Environmental Sciences*, 2012, 3(3): 1194-1207. ISSN 0976 – 4402.

PITTER, P. *Hydrochemie*. 5. vyd. ČR, Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2015, 219 s. ISBN 978-80-7080-928-0.

PLŠKOVÁ, D. *Složení fytoplanktonu Plumlovské přehrady s ohledem na provedenou revitalizaci*. Bakalářská práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta, Katedra biologie, 2016.

POULÍČKOVÁ, A., ŠPAČKOVÁ, J., KELLY, M. G., DUCHOSLAV, M., MANN, D. G. Ecological variation within Sellaphora species complexes (Bacillariophyceae): Specialists or generalists. *Hydrobiologia*, Springer, 2008, 614(1):373-386. DOI: 10.1007/s10750-008-9521-y

POULÍČKOVÁ, A. *Základy ekologie sinic a řas*. 1. vyd. ČR, Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011, 91 s. ISBN 978-80-244-2751-5.

POULÍČKOVÁ, A., DVOŘÁK, P., HAŠLER, P. *Průvodce mikrosvětlem sinic a řas*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4408-6.

POVODÍ MORAVY, S. P. *VD Nemilka* [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-12-20]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/o-podniku/vodni-dila/nemilka/>.

RAVEN, J. A. & M. GIORDANO. Algae. *Current Biology*, 13. vyd. 2014, sv. 24, s. 590-595. DOI: 10.1016/j.cub.2014.05.039.

REYNOLDS, C. Ecology of phytoplankton. *Cambridge University Press*. Cambridge, 2006, 535 s. DOI: 10.1017/CBO9780511542145.

ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, J. *Aplikovaná a technická hydrobiologie*. 2. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. ISBN 80-7080-521-8.

SAHOO, D. & J. SECKBACH. *The Algae World. Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology*. Springer Netherlands, vol. 26, 2015, 598 s. ISBN 978-94-017-7321-8.

SECKBACH, J. *Algae and Cyanobacteria in Extreme Environments*. 1. vyd. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2007. ISBN 978-1-84996-049-6.

SHAW, B. H., MECHENICH, CH., KLESSIG, L. Understanding lake data. *Board of Regent of the University of Wisconsin System*. Wisconsin, 2004, 20 s.

SCHWOERBEL, J. *Methods of Hydrobiology: Freshwater Biology*. UK, Oxford: Pergamon Press, 1970, 202 s. ISBN 978-0-08-006604-2.

SOKA ŠUMPERK. Fond ONV Šumperk. Kar., k. vh 495/3. *Nemile doplňovací průzkum*, únor 1965b.

SOKA ŠUMPERK. Fond ONV Šumperk. Kar., k. vh 613/1 III. Část. Vodní nádrž Nemilka spisy do roku 1965a.

SOMMER, U., GLIWICZ, Z. M., LAMPERT, W., DUNCAN, A. The PEG - model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters. *Archiv für Hydrobiologie*, Stuttgart, 1986, 106(4): 433–471.

SUTHERS, I., RISSIK, D., RICHARDSON, A. *Plankton. Guide to Their Ecology and Monitoring for Water Quality*. 2. vyd. Australia: CSIRO Publishing, 2019. ISBN 9780367030162.

ŠETLÍKOVÁ, I., MACIARZOVÁ, S., BLÁHA, M., POLICAR, T. Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) can non-mechanically digest cyanobacteria. *Fish Physiology and Biochemistry*, 2020, 46(3): 771-776. DOI: 10.1007/s10695-019-00751-1

UHLMANN, D. *Hydrobiologie. Ein Grundriß für Ingenieure und Naturwissenschaftler*. 1. vyd. Jena: Gustav Fischer, 1975, 345 s.

WATANABE, M., HARADA, F. K., CARMICHAEL, W. W., FUJIKI, H. *Toxic Microcystis*. Bosa Roca: Crc Press, 1995. ISBN 0-8493-7693-9.

WHITTON, A. B. & M. POTTS. *Ecology of Cyanobacteria II: Their Diversity in Space and Time*. UK: Durham University, 2012, 760 s. ISBN 978-94-007-3854-6.

WILLIS, A. & J. N. WOODHOUSE. Defining Cyanobacterial Species: Diversity and Description Through Genomics. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2020, vol. 39. DOI: 10.1080/07352689.2020.1763541

WINDER, M. & J. E. CLOERN. The annual cycles of phytoplankton biomass. *Philosophical Transactions B*, 2010, 365 (1555): 3215–3226. ISSN 1471-2970.

WOOD, S. A., ATALAH, J., WAGENHOFF, A., BROWN, L., DOEHRING, K., YOUNG, R. G., HAWES, I. Effect of river flow, temperature, and water chemistry on proliferations of the benthic anatoxin-producing cyanobacterium *Phormidium*. *Freshwater Science*, 2017, 36(1): 63-76. DOI: 10.1086/690114

YANG, X., WU, X., HAO, H., HE, Z. Mechanisms and assessment of water eutrophication. *Journal of Zhejiang University*, 2008, 9(3): 197–209. DOI: 10.1631/jzus.B0710626

ZELENÝ, V. *Systematic botany: (for students of ITS and FAFNR)*. 1. vyd. Prague: Czech University of Agriculture, 2005. ISBN 80-213-1403-6.

ZELINKA, M. & F. KUBÍČEK. *Základy aplikované hydrobiologie: určeno pro posl. fak. přírodověd.* 2. přeprac. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985.

ZNACHOR P. Vodní květy řas a sinic. *Scientific American*. České vydání, červenec 2005, s. 42–51.

## **11. Přílohy**

Příloha 1: Seznam nalezených taxonů řas a sinic ve vodní nádrži Nemilka ve vybraných měsících roku 2023

Příloha 2: Fotodokumentace vybraných zástupců z oddělení Cyanobacteria

Příloha 3: Fotodokumentace vybraných zástupců řas z třídy Dinophyceae a Trebouxiophyceae

Příloha 4: Fotodokumentace vybraných zástupců řas z třídy Chlorophyceae a Zygnematophyceae

Příloha 5: Fotodokumentace vybraných zástupců řas z třídy Chlorophyceae

Příloha 6: Fotodokumentace vybraných zástupců řas z třídy Chlorophyceae a Bacillariophyceae

Příloha 7: Fotodokumentace vybraných zástupců řas z třídy Bacillariophyceae

Příloha 8: Fotodokumentace vybraných zástupců řas z třídy Bacillariophyceae

Příloha 9: Vzorek odebraný 4. 9. 2023 ze středu vodní nádrže Nemilka

Příloha 1: Seznam nalezených taxonů řas a sinic ve vodní nádrži Nemilka ve vybraných měsících roku 2023 (1 – přítok, 2 – střed, 3 – zátočina, 4 – odtok, X – přítomnost taxonu, – nepřítomnost taxonu)

taxon	14. 5.				18. 7.				23. 8.				4. 9.			
	odběrová místa															
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Bacillariophyceae</b>																
<i>Amphora copulata</i>	X	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-
<i>Amphora hemicycla</i>	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphora inariensis</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-
<i>Asterionella formosa</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Aulacoseira granulata</i>	-	X	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X
<i>Brachysira neoexilis</i>	X	X	-	X	X	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-
<i>Brachysira</i> sp.	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caloneis silicula</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caloneis tenuis</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis placentula</i>	X	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Craticula cuspidata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-
<i>Cymatopleura elliptica</i>	X	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymatopleura solea</i>	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Cymbella aspera</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella neocistula</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella</i> sp.	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella tumida</i>	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Cymbopleura inaequalis</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diatoma vulgare</i>	X	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Didymosphenia geminata</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diploneis</i> sp.	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Encyonema ventricosum</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Encyonopsis subminuta</i>	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia incisa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia pectinalis</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria crotonensis</i>	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Gomphonema acuminatum</i>	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema angustatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema olivaceum</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gyrosigma attenuatum</i>	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halamphora veneta</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hippodonta capitata</i>	-	-	X	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melosira varians</i>	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Meridion circulare</i>	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Navicula lanceolata</i>	X	X	-	X	X	-	X	-	X	-	-	X	-	-	-	-
<i>Navicula trivialis</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia</i> sp.	X	X	X	X	X	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-
<i>Nitzschia palea</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia recta</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia nobilis</i>	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia viridis</i>	-	-	X	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Placoneis anglica</i>	X	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-
<i>Placoneis paraelginensis</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Planothidium lanceolatum</i>	X	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-
<i>Pseudostaurosira parasitica</i> var. <i>subconstricta</i>	X	-	X	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sellaphora pupula</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stauroneis kriegeri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Surirella biseriata</i>	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Surirella ovalis</i>	X	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Surirella brebissonii</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulnaria</i> sp.	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



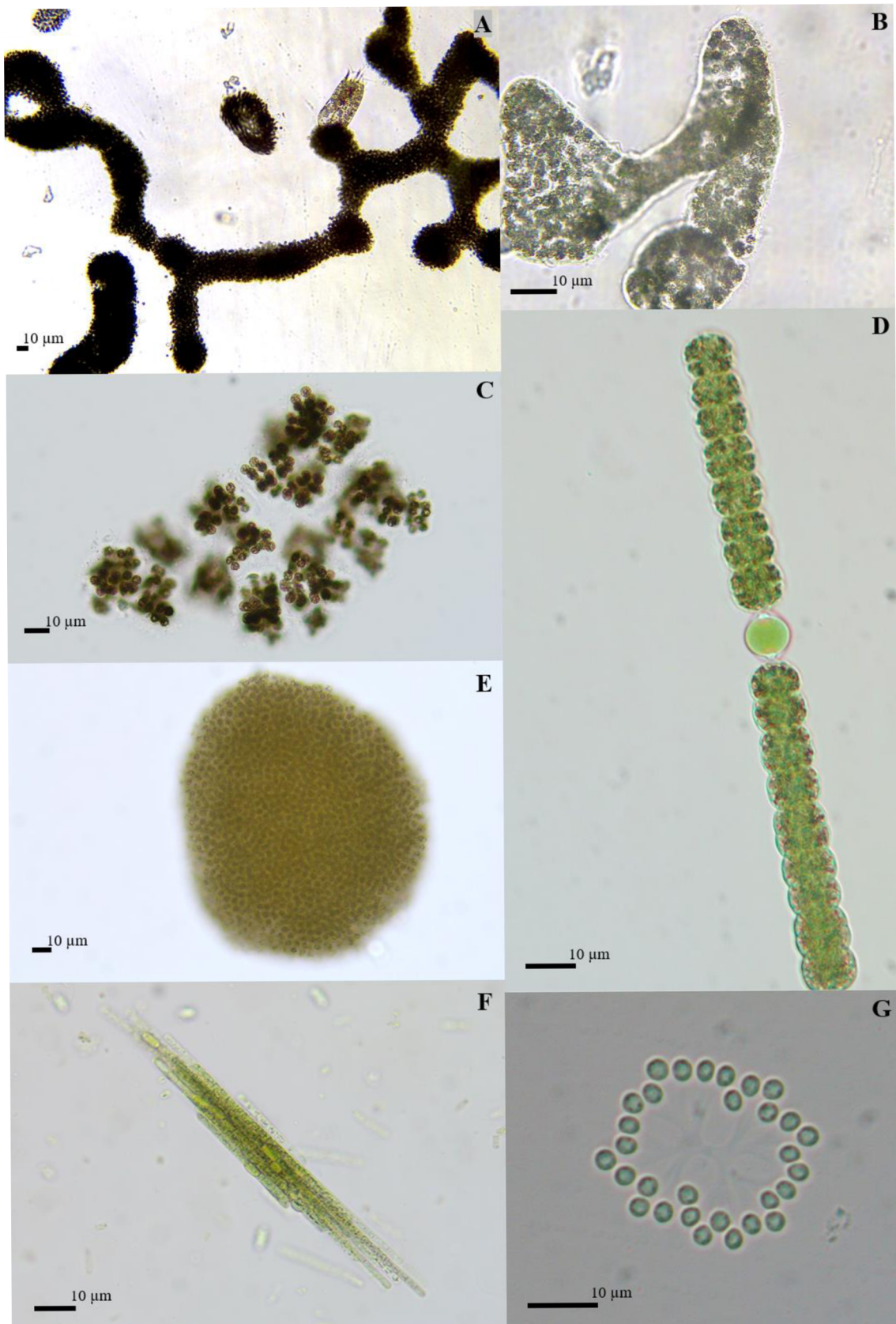
Pokračování Přílohy 1: Seznam nalezených taxonů řas a sinic ve vodní nádrži Nemilka ve vybraných měsících roku 2023 (1 – přítok, 2 – střed, 3 – zátočina, 4 – odtok, X – přítomnost taxonu, – nepřítomnost taxonu)

taxon	14. 5.				18. 7.				23. 8.				4. 9.			
	odběrová místa															
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Euglenophyceae</b>																
<i>Euglena</i> sp.	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Phacus</i> sp.	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Cyanobacteria</b>																
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	–	–	–	–	X	X	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Aphanocapsa elegans</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–
<i>Aphanocapsa</i> sp.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–
<i>Dolichospermum smithii</i>	–	–	–	–	–	X	–	X	–	–	–	–	–	–	X	–
<i>Leptolyngbya</i> sp.	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Limnococcus limneticus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	–	–
<i>Microcystis aeruginosa</i>	–	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Microcystis botrys</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	X	X	X	X	X	–	–	X
<i>Microcystis flos-aquae</i>	–	–	–	–	–	–	–	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Microcystis ichthyoblabe</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	–
<i>Microcystis novacekii</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	X	X	X	X	–	–	–	–
<i>Microcystis</i> sp.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–
<i>Microcystis viridis</i>	–	–	–	–	–	X	–	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Microcystis wesenbergii</i>	–	X	X	–	–	–	–	–	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Oscillatoria limosa</i>	X	X	X	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Planktothrix agardhii</i>	–	–	–	–	X	X	X	X	–	–	–	–	–	X	X	X
<i>Snowella litoralis</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X
<i>Woronichinia naegeliana</i>	–	X	X	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Woronichinia tenera</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	X
<b>Dinophyceae</b>																
<i>Ceratium hirundinella</i>	–	–	–	–	–	X	X	X	–	X	X	X	–	X	X	X
<i>Peridinium</i> sp.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	X	X
<b>Chlorophyceae</b>																
<i>Asterococcus superbus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	–
<i>Coelastrum</i> sp.	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Coelastrum microporum</i>	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>	–	X	–	X	–	X	X	X	–	–	–	–	–	–	–	X
<i>Coelastrum sphaericum</i>	–	–	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Eudorina</i> sp.	–	X	–	–	–	X	X	X	–	X	X	X	–	–	–	–
<i>Eudorina cylindrica</i>	–	–	X	X	–	–	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–
<i>Eudorina elegans</i>	–	–	–	–	–	–	X	–	–	X	–	–	–	–	X	–
<i>Hariotina</i> sp.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X
<i>Lacunastrum gracillimum</i>	–	–	–	–	X	X	X	X	–	X	–	X	–	–	X	X
<i>Monactinus simplex</i>	–	–	–	X	X	X	X	X	–	X	X	X	–	–	X	X
<i>Oocystis</i> sp.	–	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Pandorina morum</i>	–	X	–	X	X	X	X	X	–	X	–	X	–	X	X	X
<i>Pectinodesmus pectinatus</i>	–	–	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Pediastrum duplex</i>	–	–	X	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	X
<i>Phacotus lenticularis</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	–	X
<i>Pseudopediastrum boryanum</i>	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Radiococcus nimbatus</i>	–	–	X	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Scenedesmus obtusus</i>	–	–	–	–	–	X	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	–	–	–	–	X	X	X	X	–	X	X	X	–	–	–	X
<i>Scenedesmus</i> sp.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	–
<i>Scenedesmus velitaris</i>	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Volvox aureus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	X	X
<i>Volvox globator</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	X	X

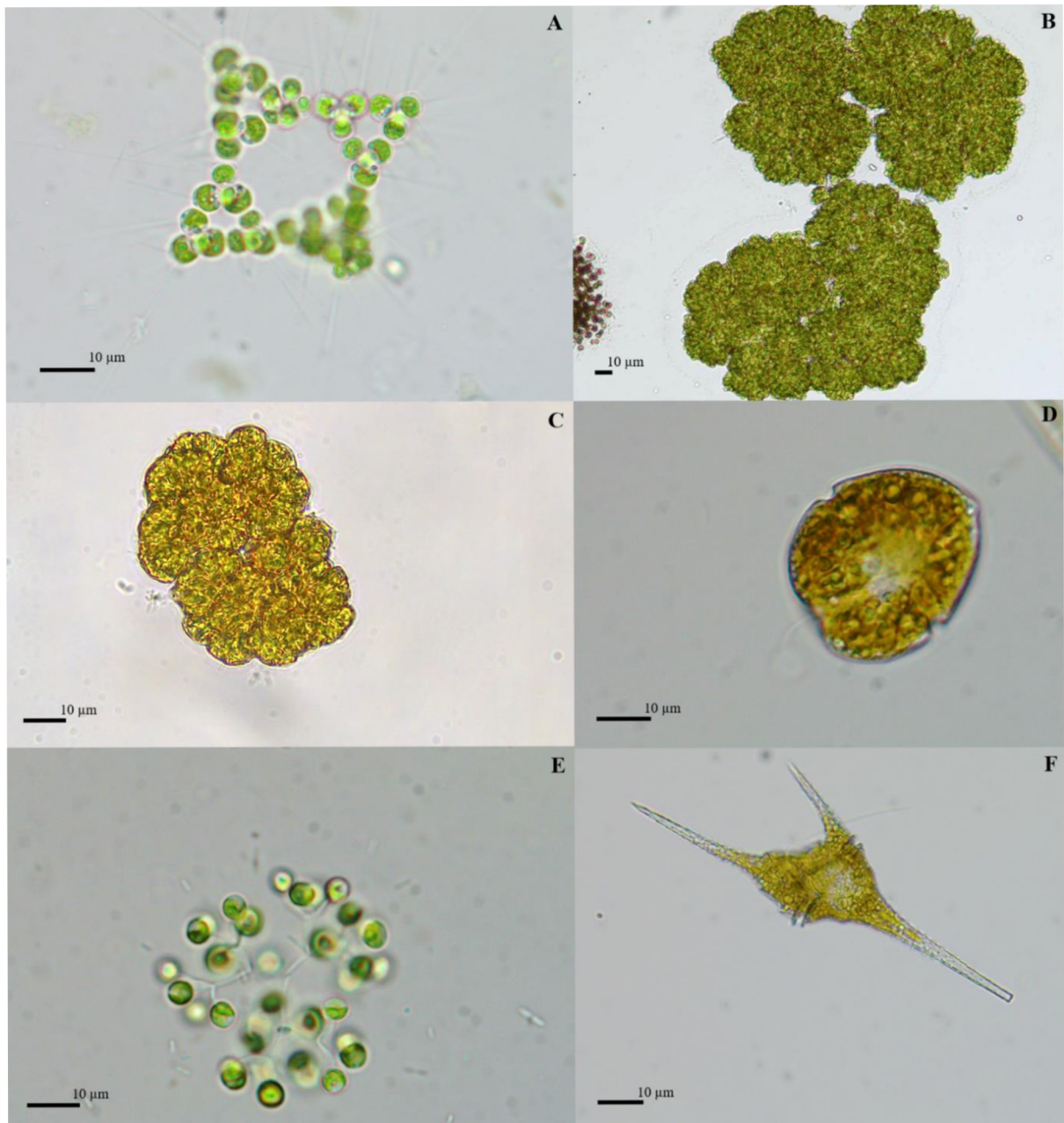
Pokračování Přílohy 1: Seznam nalezených taxonů řas a sinic ve vodní nádrži Nemilka ve vybraných měsících roku 2023 (1 – přítok, 2 – střed, 3 – zátočina, 4 – odtok, X – přítomnost taxonu, – nepřítomnost taxonu)

taxon	14. 5.				18. 7.				23. 8.				4. 9.			
	odběrová místa															
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Trebouxiophyceae</b>																
<i>Botryococcus terribilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	X	X	-	X	-	X
<i>Botryococcus braunii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Micractinium bornhemiense</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mucidosphaerium pulchellum</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Zygnematophyceae</b>																
<i>Closterium aciculare</i>	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Closterium acutum var. Variabile</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Closterium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Closterium turgidum</i>	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cosmarium</i> sp.	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spirogyra</i> sp.	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Staurastrum aculeatum</i>	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Staurastrum chaetoceras</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	X
<i>Staurastrum pingue</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Staurastrum planctonicum</i>	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Staurastrum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-

Příloha 2: Fotodokumentace vybraných zástupců z oddělení Cyanobacteria (A – *Microcystis aeruginosa*, B – *Microcystis wesenbergii*, C – *Microcystis viridis*, D – *Dolichospermum smithii*, E – *Microcystis flos-aquae*, F – *Aphanizomenon flos-aquae*, G – *Snowella litoralis*)



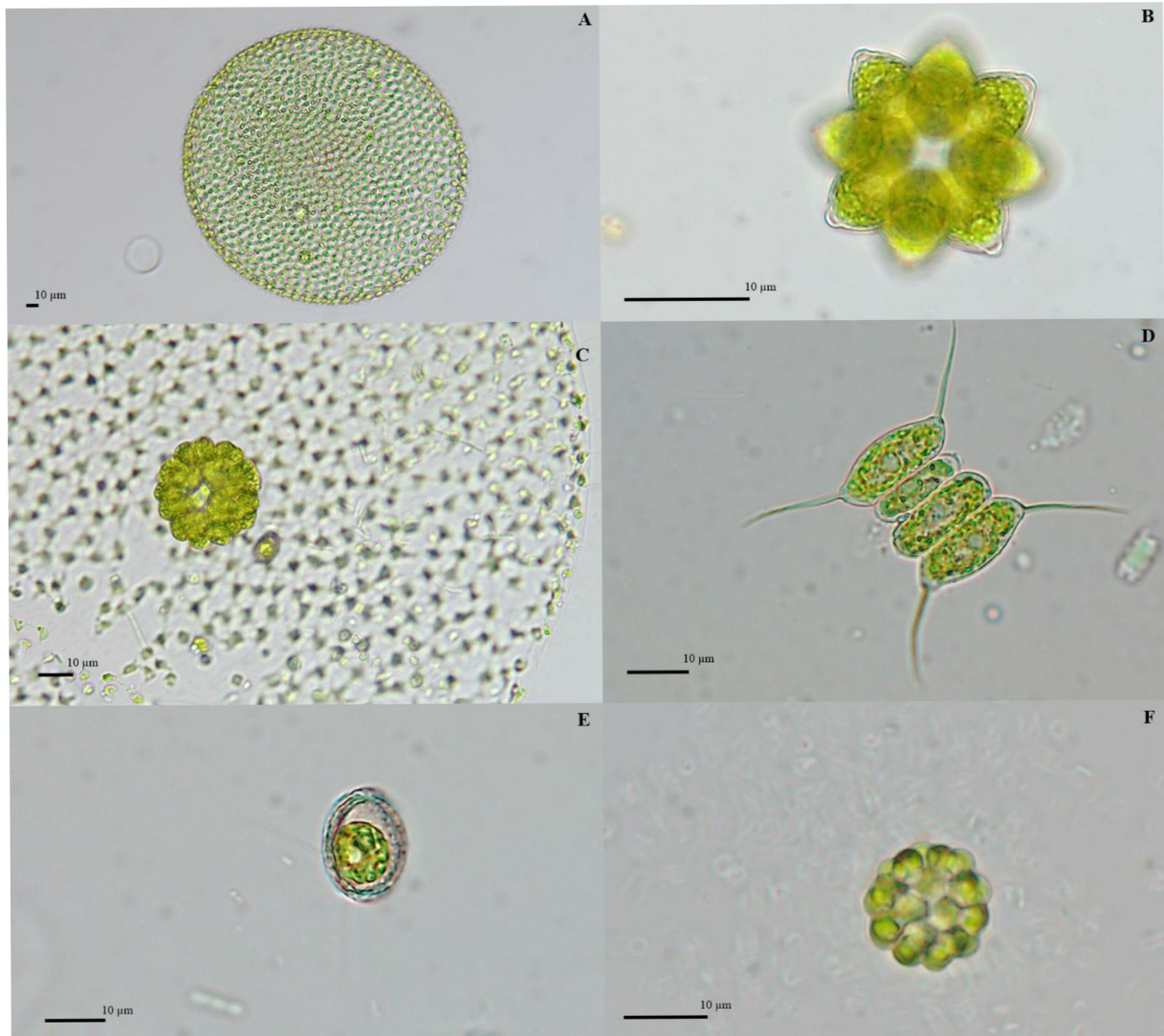
Příloha 3: Fotodokumentace vybraných zástupců řas z třídy Dinophyceae a Trebouxiophyceae (A – *Micractinium bornhemiense*, B – *Botryococcus braunii*, C – *Botryococcus terribilis*, D – *Peridinium* sp., E – *Mucidosphaerium pulchellum*, F – *Ceratium hirundinella*)



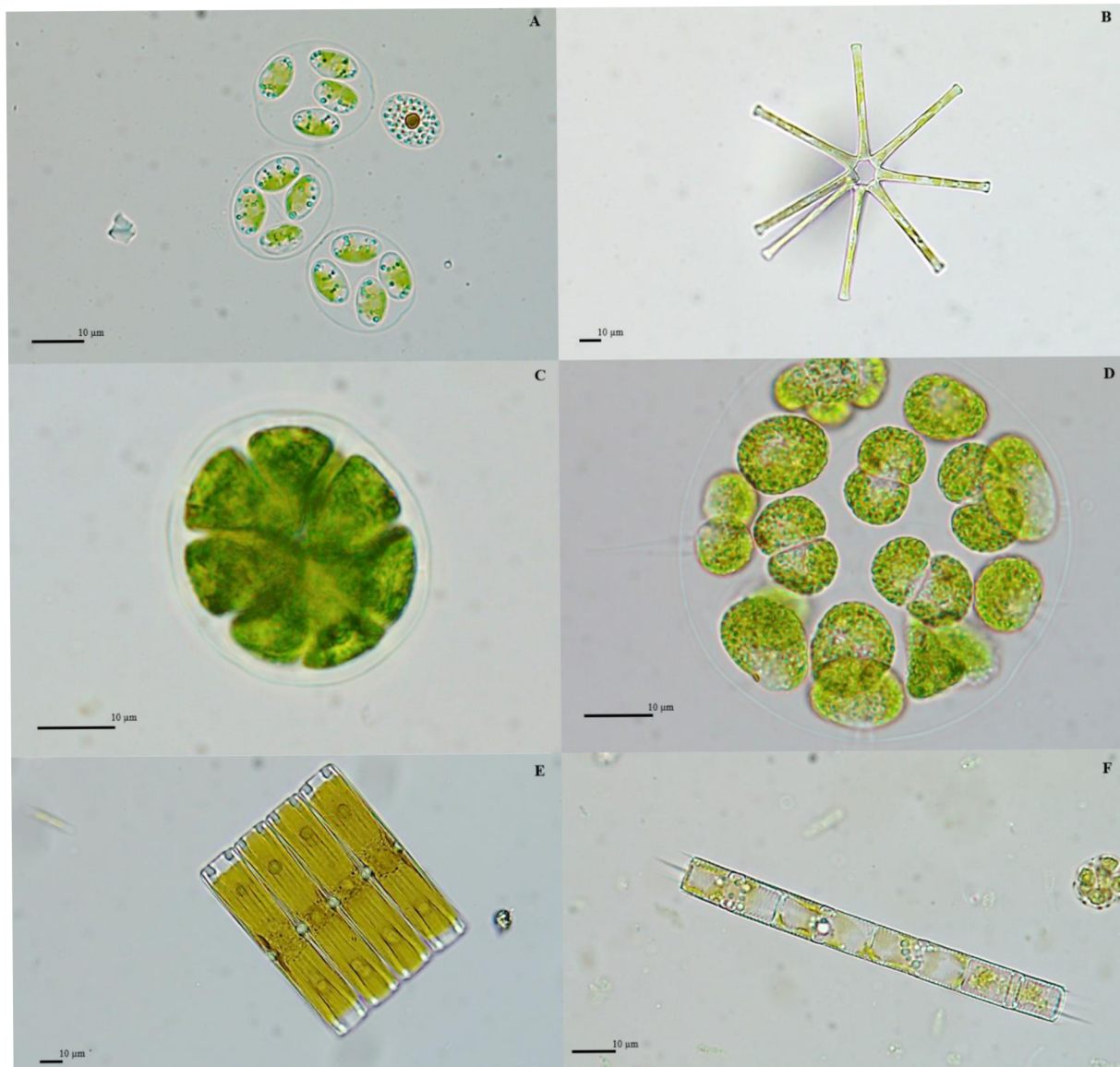
Příloha 4: Fotodokumentace vybraných zástupců řas z třídy Chlorophyceae a Zygnematophyceae (A – *Closterium acutum* var. *variable*, B – *Closterium turgidum*, C – *Staurastrum* sp., D – *Lacunastrum gracillimum*, E – *Pediastrum duplex*, F – *Monactinus simplex*, G – *Pseudopediastrum boryanum*)



Příloha 5: Fotodokumentace vybraných zástupců řas z třídy Chlorophyceae (A – *Volvox aureus*, B – *Coelastrum sphaericum*, C – *přiblížení na Volvox globator*, D – *Scenedesmus quadricauda*, E – *Phacotus lenticularis*, F – *Coelastrum microporum*)



Příloha 6: Fotodokumentace vybraných zástupců řas z třídy Chlorophyceae a Bacillariophyceae (A – *Oocystis* sp., B – *Asterionella formosa*, C – *Pandorina morum*, D – *Eudorina* sp., E – *Eunotia pectinalis*, F – *Aulacoseira granulata*)



Příloha 7: Fotodokumentace vybraných zástupců řas z třídy Bacillariophyceae (A – *Gyrosigma attenuatum*, B – *Pseudostaurosira parasitica* var. *subconstricta*, C – *Melosira varians*, D – *Pinnularia nobilis*, E – *Surirella biseriata*, F – *Encyonema ventricosum*, G – *Fragilaria crotonensis*)





Příloha 8: Fotodokumentace vybraných zástupců řas z třídy Bacillariophyceae (A – *Cymatopleura solea*, B – *Stauroneis kriegeri*, C – *Navicula lanceolata*, D – *Placoneis anglica*, E – *Cocconeis placentula*, F – *Sellaphora pupula*, G – *Cymbopleura inaequalis*, H – *Hippodonta capitata*)



Příloha 9: Vzorek vodního květu sinic odebraný 4. 9. 2023 ze středu vodní nádrže Nemilka

