

**Univerzita Hradec Králové**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**katedra biologie**

Průzkum diverzity sinic a řas třech rybníků u Martinic v Krkonoších

Bakalářská práce

Autor: Alžběta Honců  
Studijní program: B0511A030001 – Biologie a ekologie  
Studijní obor: BCBE Biologie a ekologie  
Vedoucí práce: RNDr. Markéta Bohunická, Ph. D.

## Zadání bakalářské práce

<b>Autor:</b>	<b>Alžběta Honců</b>
Studium:	S19BI026BP
Studijní program:	B0511A030001 Biologie a ekologie
Studijní obor:	Biologie a ekologie
<b>Název bakalářské práce:</b>	<b>Průzkum diverzity sinic a řas třech rybníků u Martinic v Krkonoších</b>
Název bakalářské práce AJ:	Survey of diversity of cyanobacteria and algae of three ponds near Martinice v Krkonoších

### Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Bakalářská práce bude zaměřena na průzkum rybníků Na Mlýně, Na Bubně a Slané Bahno u obce Martinice v Krkonoších. Obec Martinice v Krkonoších se nachází v okrese Semily. Rybníky Na Mlýně a Na Bubně jsou využívány k rybolovu, v letních měsících výjimečně k rekreaci. Na březích všech třech rybníků se nachází lesní porost, jehož dominantu tvoří smrk ztepilý (*Picea abies*). Voda v rybnících není nijak kontrolovaná. Cílem této bakalářské práce bude zachytit diverzitu a vývoj společenstev sinic a řas v průběhu vegetační sezóny 2019. Vzorky vody s planktonními, nárostovými společenstvy a rozsivkovými seškraby kamenů, budou odebírány z vybraných stanovišť od dubna roku 2019 do října téhož roku. Celkem budou provedeny tři odběry, a to na jaře, v létě a na podzim. Zároveň budou měřeny základní parametry vody terénním multimetrem, konkrétně bude měřena teplota, pH a elektrická vodivost. Vzorky budou nadále zkoumány pod světelným mikroskopem (živé vzorky ihned po odebrání nebo fixované). Vzorky rozsivkových seškrabů před pozorováním budou zality oxidačním činidlem, a tím z nich bude odstraněna organická hmota, aby mohly být vytvořeny trvalé preparáty vhodné k pozorování. Preparáty budou fotograficky zdokumentovány a určovány pomocí identifikačních klíčů. Nedílnou součástí práce bude i úvodní rešerše, která představí studovanou lokalitu a zaměří se i na práce týkající se průzkumu diverzity a sezónní dynamiky sinic a řas na srovnatelných lokalitách v České republice.

Lange-Bertalot, H., Hofmann, G., Werum, M., & Cantonati, M. (2017). Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species Used in Ecological Assessment. *Koeltz Botanical Books*.

<http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa>

Komárek, J., & Anagnostidis, K. (1998). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19/1: Cyanoprokaryota: Chroococcales. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin.

Komárek, J., & Anagnostidis, K. (2005). Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 19/2: Cyanoprokaryota: Oscillatoriales. Springer Spektrum, Heidelberg.

Komárek, J. (2013). Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 19/3: Cyanoprokaryota. 3. Teil/3rd part: Heterocytous Genera. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Germany.

John, D. M., Whitton, B. A., & Brook, A. J. (Eds.) (2002). The freshwater algal flora of the British Isles: An identification guide to freshwater and terrestrial algae. Cambridge University Press.

Kaštovský, J., Hauer, T., Geriš, R., Chattová, B., Juráň, J., Lepšová-Skácelová, O., Pitelková, P., Pusztai, M., Škaloud, P., Šťastný, J., Čapková, K., Bohunická, M. & Mühlsteinová, R. (2018): Atlas sinic a řas ČR 1. powerprint, Praha, 384 s.

Kaštovský, J., Hauer, T., Geriš, R., Chattová, B., Juráň, J., Lepšová-Skácelová, O., Pitelková, P., Pusztai, M., Škaloud, P., Šťastný, J., Čapková, K., Bohunická, M. & Mühlsteinová, R. (2018): Atlas sinic a řas ČR 2. powerprint, Praha, 480 s.

Garantující  
pracoviště: Katedra biologie,  
Přírodovědecká fakulta

Vedoucí práce: RNDr. Markéta Bohunická, Ph.D.

Oponent: RNDr. Kateřina Čapková, Ph.D.

Datum zadání závěrečné práce: 6.1.2018

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, ze kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne 13. 7. 2021

Alžběta Honců

## **Poděkování**

Ráda bych velmi poděkovala především vedoucí práce RNDr. Markétě Bohunické, Ph. D. za její obětavost, pomoc a cenné rady při zpracovávání této práce. Dále bych ráda poděkovala správě Lesů České republiky s. p. za umožnění instalace informační tabule k Martinickým rybníkům. Také srdečně děkuji rodině a příteli za jejich podporu po celou dobu studia.

## **Anotace**

HONCŮ, A. *Průzkum diverzity sinic a řas třech rybníků u Martinic v Krkonoších*. Hradec Králové, 2021. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí bakalářské práce RNDr. Markéta Bohunická, Ph. D. 76 s.

Tato práce se zaměřuje na průzkum diverzity a vývoj společenstev sinic a řas třech rybníků U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno u obce Martinice v Krkonoších. Vzorky sinic a řas z těchto lokalit byly odebírány třikrát během jedné vegetační sezóny. Získané vzorky byly mikroskopovány pod světelným mikroskopem a následně determinovány pomocí identifikačních klíčů. Zároveň byly měřeny základní parametry vody. V diskuzi je studovaná lokalita porovnána s jinými pracemi, které se týkají průzkumu diverzity sinic a řas na srovnatelných lokalitách v České republice.

## **Klíčová slova**

řasy, sinice, rybníky, Martinice v Krkonoších

## **Annotation**

HONCŮ, A. *Survey of diversity of cyanobacteria and algae of three ponds near Martinice v Krkonoších*. Hradec Králové, 2021. Bachelor Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor RNDr. Markéta Bohunická, Ph. D. 76 p.

This Bachelor Thesis focuses on the survey of diversity and development of cyanobacterial and algal communities of three ponds called U Mlýna, Na Bubně and Slého Bahno near Martinice v Krkonoších. Samples of cyanobacteria and algae from these localities were collected three times during one growing season. The obtained samples were observed under a light microscope and subsequently determined using identification keys. At the same time, the basic parameters of water were measured. In the discussion, the studied locality is compared with other works dealing with the survey of diversity of cyanobacteria and algae in comparable localities in the Czech Republic.

## **Key words**

algae, cyanobacteria, ponds, Martinice v Krkonoších

## Obsah

Úvod.....	10
1. Teoretická část.....	11
1.1 Sinice a řasy .....	11
1.1.1 Charakteristika sinic.....	11
1.1.2 Zařazení sinic do systému .....	12
1.1.3 Charakteristika řas a jejich zařazení do systému .....	13
1.2 Lentické vody.....	17
1.2.1 Stratifikace lentických vod .....	17
1.2.2 Faktory ovlivňující sinicová a řasová společenstva lentických vod .....	19
1.3 Sezonní dynamika sinic a řas.....	22
1.4 Odběrové lokality .....	24
1.4.1 Obecná charakteristika.....	24
1.4.2 Lokalita č. 1 rybník U Mlýna .....	26
1.4.3 Lokalita č. 2 rybník Na Bubně .....	27
1.4.4 Lokalita č. 3 rybník Slané Bahno .....	28
2 Metodika.....	30
2.1 Odběry vzorků .....	30
2.2 Měření parametrů vody a průhlednosti .....	31
2.3 Mikroskopování vzorků.....	32
2.4 Úprava vzorků .....	33
2.5 Determinace sinic a řas.....	33
3 Výsledky .....	35
3.1 Naměřené hodnoty faktorů prostředí.....	35
3.1.1 Naměřené hodnoty – teplota.....	35
3.1.2 Naměřené hodnoty – pH .....	37
3.1.3 Naměřené hodnoty – konduktivita .....	38
3.1.4 Naměřené hodnoty – průhlednost.....	39
3.2 Druhové složení .....	40
3.2.1 Vývoj druhového složení v průběhu vegetační sezóny 2019.....	46



3.2.2	Počty taxonů na jednotlivých lokalitách .....	49
3.3	Informační tabule .....	52
4	Diskuze .....	54
4.1	Faktory ovlivňující společenstva sinic a řas.....	54
4.2	Druhová diverzita.....	56
5	Závěr .....	58
6	Zdroje.....	59
	Seznam obrázků.....	65
	Seznam Grafů .....	65
	Seznam tabulek .....	66
	Přílohy.....	67

# Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá průzkumem diverzity sinic a řas na třech rybnících – rybník U Mlýna, rybník Na Bubně a rybník Slané Bahno u obce Martinice v Krkonoších. Je zde popsána obecná charakteristika a taxonomický systém sinic a řas, s důrazem na druhy sinic a řas, které by se na studovaných lokalitách mohly pravděpodobně vyskytnout. Dále jsou uvedeny základní informace o lentických vodách, především o sezónní stratifikaci rybníků a fyzikálně-chemických parametrech vody. V bakalářské práci je zpracován popis metodiky odběru vzorků, následné úpravy a mikroskopování vzorků. V neposlední řadě jsou popsány studované lokality na základě klimatických, geomorfologických a geologických poměrů prostředí.

## Motivace

Již od prvního ročníku na Univerzitě Hradec Králové mě fascinovaly různé tvary a barvy řas a sinic pod mikroskopem. Jsou to organismy, které jsou často lidskému oku neviditelné a přitom tolik významné. Proto pro mě byly sinice a řasy jistou volbou pro zkoumání v bakalářské práci.

Další motivací do studia sinic a řas bylo nadšení RNDr. Markéty Bohunické, Ph.D., která nás v prvním ročníku vyučovala předmět Fylogeneze a systém stélkatých organismů.

Také se mi zalíbila myšlenka rozšířit povědomí o sinicích a řasách veřejnosti, a proto jsem se rozhodla vytvořit populárně-naučnou informační tabuli.

## Cíle práce

Cílem mé bakalářské práce je:

- Prozkoumat diverzitu sinic a řas třech rybníků u obce Martinice v Krkonoších.
- Osvojit si metodiku odebírání vzorků sinic a řas v terénu.
- Naučit se vzorky dále zpracovat a determinovat podle identifikačních klíčů.
- Studované lokality porovnat s jinými pracemi týkající se průzkumu diverzity a sezónní dynamiky sinic a řas na srovnatelných lokalitách v České republice.
- Ze získaných výsledků mé bakalářské práce vytvořit populárně-naučnou informační tabuli pro širokou veřejnost. Informační tabule se stane součástí již existující naučné stezky kolem martinických rybníků.

# 1. Teoretická část

V teoretické části bakalářské práce je shrnuta charakteristika sinic a řas a jejich zařazení do systému. Dále jsou zde popsány lentické vody a faktory prostředí ovlivňující sinicová a řasová společenstva.

## 1.1 Sinice a řasy

### 1.1.1 Charakteristika sinic

Sinice, lat. Cyanobacteria jsou autotrofní prokaryotní organismy, s důležitou funkcí primární produkce, které se začaly vyvíjet již zhruba před 2-3,5 miliardami let (Dostál 2006; Kalina & Váňa 2005; Dvořák, Hašler & Poulíčková 2015). Jejich tělo je tvořené stélkou, která může být buď jednobuněčná, nebo vláknitá (Dostál 2006; Kalina 1994). Sinice bez ohledu na podobu stélky mohou žít jednotlivě, ale i v koloniích (Kalina & Váňa 2005). Jedná se o organismy se schopností kyslíkové fotosyntézy (Herrero et al. 2001; Kalina 1994). Fotosyntéza v buňkách sinic probíhá pomocí fotosyntetických pigmentů, a to zejména chlorofylu a. Dále pak může být přítomen i chlorofyl b, c, d, nebo fykocyanin a fykoerytrin. Fotosyntetická barviva jsou obsažena v membráně tylakoidů (Kalina & Váňa 2005; Dvořák, Hašler & Poulíčková 2015). Zásobní látkou sinic je sinicový škrob (Kalina & Váňa 2005).

V cytoplazmě sinic je uložena kruhová molekula DNA. Od eukaryotních buněk se liší tedy především tím, že nemají klasické buněčné jádro (Kalina & Váňa 2005). Sinice neobsahují chloroplasty, mitochondrie, diktyozomy, cytoskelet, ani bičíky (Kalina & Váňa 2005; [www.sinicearasy.cz](http://www.sinicearasy.cz) 2020). Rozmnožují se nepohlavně. Sinice se nejčastěji množí dělením buněk a následným rozpadem vláken. U vláknitých sinic lze ve speciálních případech pozorovat rozmnožování hormogoniemi, či akinetami (Dostál 2006; Bäuerle, Krauter & Streble 2018). Povrch buňky tvoří pevná buněčná stěna z peptidoglykanu. Vnější buněčnou stěnu pokrývá glykokalyx. Glykokalyx je lipopolysacharidová slizová vrstva, která může obklopovat buňku až v několika vrstvách (Kalina & Váňa 2005). Sinice jsou významné pro jejich schopnost fixovat vzdušný dusík (např. rod *Anabaena*). K tomu jim slouží specializované, morfologicky a funkčně přeměněné buňky heterocyty (Brook, John & Whitton 2017; Herrero et al. 2001). Dalším důležitým morfologickým znakem sinic

jsou plynové váčky aerotopy, které nadnášejí planktonní sinice na vodní hladině (Dvořák, Hašler & Pouličková 2015).

Sinice jsou velmi rozšířené. Můžeme je nalézt téměř všude. Najdeme je ve sladké i slané vodě, v půdě, jako součást edafonu a to i v případě, že půda má nízký obsah dusíku. Dokonce jsou schopné přežívat v termálních pramenech. Nejvíce se jim však daří v silně eutrofních vodách, kde se poté často přemnoží, a tím vytváří sinicové „vodní květy“, které mohou být velmi toxické (Bäuerle, Krauter & Streble 2018; Dostál 2006; Pouličková 2011).

### 1.1.2 Zařazení sinic do systému

Oddělení sinic, dnes již označováno názvem Cyanobacteria, bylo ještě nedávno předmětem studia především botaniků a fykologů, neboť se předpokládalo, že se jedná o mikroskopické rostlinné organismy. Sinice jsou totiž řasám, či nižším rostlinám morfologicky velmi podobné, a taktéž mají podobnou funkci v životním prostředí. Až podrobné cytologické a biochemické výzkumy bakteriologů dospěly ke zjištění, že sinice by měli být klasifikovány spíše jako bakterie a namísto pojmenování „Cyanophyta“, se začal používat název Cyanobacteria (Palinska et al. 2014).

Jak uvádí Kalina & Váňa (2005), oddělení sinic zahrnuje pouze jednu třídu sinic Cyanophyceae. V této knize je třída rozdělena podle morfologické podobnosti na čtyři řády: Oscillatoriales, Nostocales, Stigonematales a Chroococcales. I Brook, John & Witton (2017) ve své knize dělí oddělení sinic do těchto dnes již zastaralejších čtyř řádů. I když následující popisované členění je již neuznávané, je zde shrnuto z toho důvodu, že se dodnes uvádí ve většině učebnicích. Pro přehled jsem tedy zvolila tradiční členění dle morfologie, které již dnes neplatí.

Do řádu Oscillatoriales, patří vláknité sinice, u kterých nejsou vytvořeny heterocyty (Brook, John & Witton 2017), ani akinety (Dostál 2006). Významnými zástupci řádu Oscillatoriales, kteří se celkem běžně vyskytují v rybnících či nádržích, jsou například *Oscillatoria* nebo *Phormidium* (Dostál 2006). Řád Nostocales tvoří nejčastěji sinice s větvenou (např. rod *Scytonema*) nebo nevětvenou vláknitou stélkou, pro kterou je typická přítomnost heterocytů a akinet. Příkladem řádu Nostocales je rod *Anabaena*, dále pak rody vyskytující se v rybnících *Aphanizomenon* či *Nostoc* (Bäuerle, Krauter & Streble 2018; Kalina & Váňa 2005). Sinice řádu Chroococcales nevytváří pravá vlákna (Brook, John & Witton 2017), neboť jsou jednobuněčné a žijí jednotlivě. Některé druhy mohou

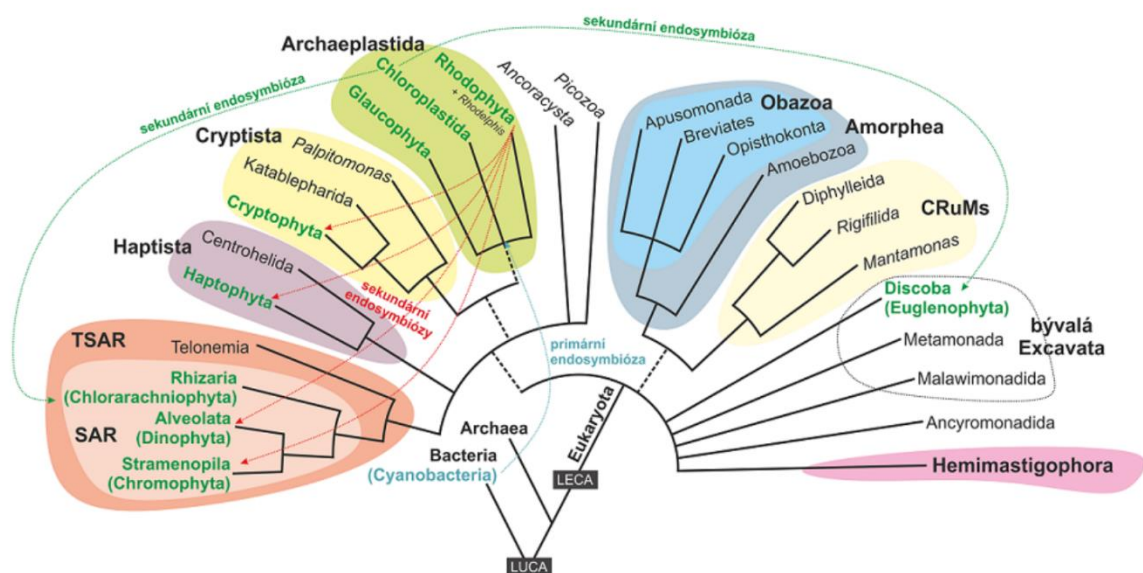
tvorit rozsáhlé kolonie. Příkladem je *Microcystis*, charakteristická pro vznik často toxického vodního květu v rybnících a jiných sladkovodních nádržích (Kalina 1994).

Podle novodobějších poznatků se sinice v rámci jejich jedné třídy Cyanophyceae rozdělují na 5 řádů: Chroococcales, Pleurocapsales, Oscillatoriales, Nostocales a Stigonematales (Burchardt 2014).

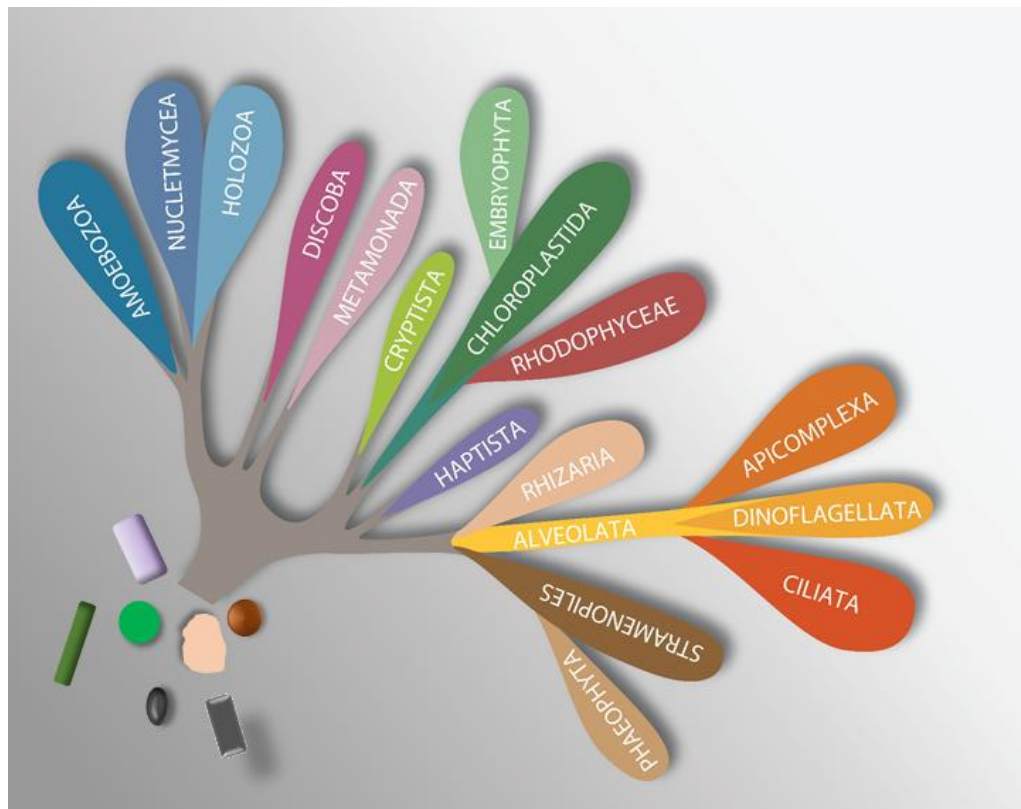
Komárek et al. (2014) sinice taxonomicky rozčleňuje dle nynějších poznatků evoluční biologie na tyto řády: Nostocales, Chroococciopsidales, Spirulinales, Pleurocapsales, Chroococcales, Oscillatoriales, Synechococcales, Gloeobacterales. V tomto případě se Komárek et al. (2014) snaží o členění sinic do monofyletických taxonů, dle molekulárních dat, avšak stále jsou zde i polyfyletické taxony Oscillatoriales a Synechococcales.

### 1.1.3 Charakteristika řas a jejich zařazení do systému

Slovem „řasy“ označujeme parafiletickou skupinu fotosyntetizujících mikroskopických eukaryotických organismů. Stejně jako sinice i řasy jsou významnými primárními producenty a jejich tělo je tvořeno stélkou (Kalina & Váňa 2005; [www.sinicearasy.cz](http://www.sinicearasy.cz) 2020). Řasy se nachází hned v několika říších či tzv. superskupinách. Konkrétně v superskupině Archaeplastida, bývalá Excavata, Haptista, Cryptista a SAR (viz Obr. 1;2) (Adl et al. 2019; [www.sinicearasy.cz](http://www.sinicearasy.cz) 2021). V následujících kapitolách jsem rozepsala pouze ty skupiny, které se na lokalitách vyskytly, popřípadě mohly vyskytnout.



Obr. 1 Systém sinic a řas ([www.sinicearasy.cz](http://www.sinicearasy.cz) 2021)



Obr. 2 Systém eukaryot (Adl et al. 2019)

### 1.1.3.1 Říše Archaeplastida

Říše Archaeplastida se rozděluje na skupiny Glaucophyta a Chloroplastida. Řasy říše Archaeplastida získaly plastid primární endosymbiózou (Adl et al. 2012). Obecně ji lze pokládat za evolučně nejúspěšnější skupinu řas. Jsou předchůdci „vyšších“ suchozemských rostlin (Kaštovský J. & Juráš J. 2016). Podříše Chloroplastida se dále rozčleňuje na dvě vývojové větve Chlorophyta a Streptophyta. Pro obě tyto vývojové větve je typický plastid obsahující chlorofyl a, b, nebo také obsah celulózy v buněčné stěně (Adl et al. 2012).

Oddělení Chlorophyta zahrnuje převážné množství tzv. „zelených řas“, které se v této vývojové linii dělí na třídy Trebouxiophyceae, Chlorophyceae, Ulvophyceae a Prasinophyceae (Kaštovský J. & Juráš J. 2016; [www.sinicearasy.cz](http://www.sinicearasy.cz) 2021). U oddělení Chlorophyta můžeme najít téměř všechny typy stélek, kromě pletivné stélky, která je typická pro třídu Charophyceae řadící se mezi oddělení Streptophyta. Dalším důležitým znakem je uzavřená mitóza a fykoplax, což jsou mikrotubuly, které při buněčném dělení vznikají kolmo na osu předešlé mitózy (Kalina & Váňa 2005). Třída Trebouxiophyceae má jednobuněčnou či vláknitou stélku. Zástupci z této třídy žijí v terestrických i sladkovodních biotopech. Nejznámějšími zástupci jsou např.: *Botryococcus*, *Chlorella*,

*Oocystis* nebo *Trebouxia*. Třída zelenivky (Chlorophyceae) mají monanoidní, kokální, trichální nebo heterotrichální stélku. Řasy se vyskytují buď jednotlivě, ale i v koloniích, popřípadě tvoří cenobia. Mezi zástupce se řadí např.: *Chlamydomonas*, *Desmodesmus*, *Hydrodictyon*, *Oedogonium*, *Pediastrum*, *Scenedesmus* či *Volvox* (Adl et al. 2012; Kalina & Váňa 2005).

Oddělení Streptophyta začleňuje již zmíněné „vyšší“ suchozemské rostliny, ale také některé skupiny řas. Mezi nejznámější třídy řas oddělení Streptophyta patří třída Zygnematophyceae, tzv. spájkivky, Charophyceae, tzv. parožnatky, Klesormidiophyceae nebo Coleochaetophyceae (Kaštovský J. & Juráň J. 2016). Oddělení Streptophyta se vyznačuje otevřenou mitózou a útvarem mikrotubulů mitotického vřeténka fragmoplastem, který způsobuje konečné rozdělení buňky, tzv. cytokinezi (Kalina & Váňa 2005). Třidu Zygnematophyceae tvoří pouze sladkovodní řasy. Rozmnožování řas této třídy se nazývá konjugace. Třidu Zygnematophyceae lze rozdělit do několika řádů. Nejvýznamnějšími zástupci řádu Zygnematales jsou např.: *Spirogyra*, *Zygnema*, nebo *Mougeotia*. Dalším řádem třídy Zygnematophyceae je řád Desmidiales neboli tzv. krásivky (Bäuerle, A., Krauter, D. & Streble, H. 2017). U rodů *Micrasterias* a *Cosmarium* je jednobuněčná stélka rozdělena na dvě symetrické poloviny, které jsou od sebe odděleny zúžením. Tyto dvě poloviny buňky spojuje pouze most zvaný isthmus. Rod *Closterium* má jinou tělní stavbu. Jeho buněčná stěna je dvoudílná a nepozorujeme zde zúžení (Kalina & Váňa 2005). Třída Charophyceae, českým názvem parožnatky, se vyznačují svojí pletivnou stélkou a vyskytují se v mělkých stojatých sladkých i slaných vodách. Do třídy Charophyceae řadíme např. rod *Chara* nebo rod *Nitella* ([www.sinicearasy.cz](http://www.sinicearasy.cz) 2020).

### 1.1.3.2 Bývalá říše Excavata

Bývalá superskupina Excavata byla podle Adl et al. (2019) rozdělena na Discoba a Metamonada. Do Discoba patří kmen Euglenozoa. Euglenozoa zahrnuje třídu Euglenida.

Podle starších dělení byla superskupina Excavata složena z různých heterotrofních protistů. Z většiny se jednalo o anaerobní parazity, kteří mají namísto mitochondrií hydrogenační látky nebo mitosomy, jako např. *Trichomonas*. Říše Excavata také zahrnovala oddělení řas Euglenophyta (Burki 2016).

Oddělení Euglenophyta je česky přezdíváno krásnoočka (Kalina & Váňa 2005). Z velké části se jedná o jednobuněčné bičíkovce volně se pohybující ve vodním sloupci. Buňky krásnooček obecně obsahují tmavě zelené různě tvarované chloroplasty. Existují

i bezbarvé rody krásnooček. U většiny rodů se setkáváme s jedním nebo dvěma vlastními bičíky. Na přední straně buňky se nachází stigma červené barvy (Brook, John & Whitton 2017). Pod membránou buněk se nachází pelikula. Jsou to podélné, mezi sebou spojené bílkovinné pruhy s různou pružností, které spirálovitě obtáčí buňku. Celé buňky bičíkatých krásnooček často obklopuje slizový polysacharidový obal, tzv. lorika (Brook, John & Whitton 2017; Kalina & Váňa 2005). Hlavní zásobní látkou je paramylon, popřípadě i tuky a oleje (Bäuerle, A., Krauter, D. & Streble, H. 2017). Zástupci oddělení Euglenophyta jsou např. *Strombomonas*, *Trachelomonas*, *Euglena*, *Phacus* či *Lepocinclis* (Kaštovský et al. 2018).

### 1.1.3.3 Říše SAR

Říše SAR je zkratkou vzniklou ze začátečních písmen třech podříší: Stramenopiles, Alveolata a Rhizaria, které společně tvoří tuto superskupinu (Adl et al. 2019; Burki 2016).

Podříše Alveolata zahrnuje oddělení Dinoflagellata. Dinoflagellata se dále dělí na několik čeledí např. Dinophyceae (Adl et al. 2019). Česky se tato čeleď nazývá obrněnky. Buněčná kůra obrněnek se nazývá amphiesma. Obrněnky mohou být kryté pancířem z celulózy, tzv. thékou. U některých druhů se pancíř nevyskytuje. Pohyb jim umožňuje podélný a příčný bičík (Adl et al. 2012; Kaštovský et al. 2018; [www.sinicearasy.cz](http://www.sinicearasy.cz) 2020). Plastidy jsou obaleny třemi membránami, jelikož vznikly terciální endosymbiózou. Další zvláštností je jádro s neobvykle velkým množstvím genetické informace. Vyskytují se především v mořích (Kaštovský J. & Juráš J. 2016; Tester & Steidinger 1997). Mezi obrněnkami najdeme také sladkovodní zástupce žijící ve stojatých vodách např: *Ceratium*, *Peridinium* nebo *Gymnodinium* (Kaštovský J. & Juráš J. 2016; Kaštovský et al. 2018).

Podříše Stramenophila se nyní podle Adl et al. (2019) dělí na Bigyra, Gyrista a Chrysista. Gyrista zahrnuje skupinu Ochrophyta. Chrysista sdružuje např. třídy Chrysophyceae, Eustigmatales, Raphidophyceae, Schizocladia, Xanthophyceae a Diatomista. Do Diatomista se řadí Diatomea (dřívější třída Bacillariophyceae).

Podle starších zdrojů se do podříše Stramenophila zařazuje oddělení tzv. hnědých řas (Chromophyta). Dnes to již jsou výše zmíněné skupiny Ochrophyta a Chrysista. Chromophyta jsou jednobuněčné organismy, ale i mořské makrofytní řasy. Mají dva bičíky. První delší bičík je tažný a druhý kratší bičík je tzv. tlačný. Jak už vyplývá z názvu, hnědé řasy se vyznačují hnědým zbarvením stélky. Obsahují barviva chlorofyl a, chlorofyl c a fukoxantin. Zásobní látkou je chrysolaminaran (Kaštovský J. & Juráš J. 2016; Kalina



& Váňa 2005). Oddělení hnědých řas se rozděluje např. na třídy Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Raphidophyceae, Eustigmatophyceae, Xantophyceae a další (Adl et al. 2012; [www.sinicearasy.cz](http://www.sinicearasy.cz) 2020). Třída rozsivky (Bacillariophyceae) jsou řasy kryté křemičitou schránkou frustulou složenou ze dvou částí, vrchní epitéky a spodní hypotéky. Rozdělují se podle tvaru na centrické a penátní. K jejich největšímu rozkvětu ve stojatých sladkých vodách dochází na jaře a na podzim. Mezi nejběžnější centrické rody patří např: *Aulacoseira* či *Cyclotella*. K hojně se vyskytujícím penátním rozsivkám řadíme např. rody: *Fragilaria*, *Nitzschia*, *Cymbella* nebo *Navicula* (Kalina & Váňa 2005). Řasy z třídy Chrysophyceae na svém povrchu mají šupinky z oxidu křemičitého např. *Mallomonas* nebo *Synura*. Existují i druhy třídy Chrysophyceae, které žádné šupinky z oxidu křemičitého na povrchu stélky nemají. Mezi takové se řadí např. *Dinobryon* (Parke 1961; [www.sinicearasy.cz](http://www.sinicearasy.cz) 2020).

## 1.2 Lentické vody

Pojmem lentické vody jsou chápány vody stojaté. Vlastnosti lentických vod jsou určovány geografickými či klimatologickými podmínkami. Lentické vody dále ovlivňuje napájení srážkami, přítok řek a potoků či přítok podpovrchovou vodou. Velký vliv má i výpar a odtok. Rozdělujeme je na umělé a přirozené stojaté vody. Mezi umělé stojaté vody řadíme v rámci České republiky nejčastěji rybníky (Petrtýl 2014; Spurný et al. 2015).

### 1.2.1 Stratifikace lentických vod

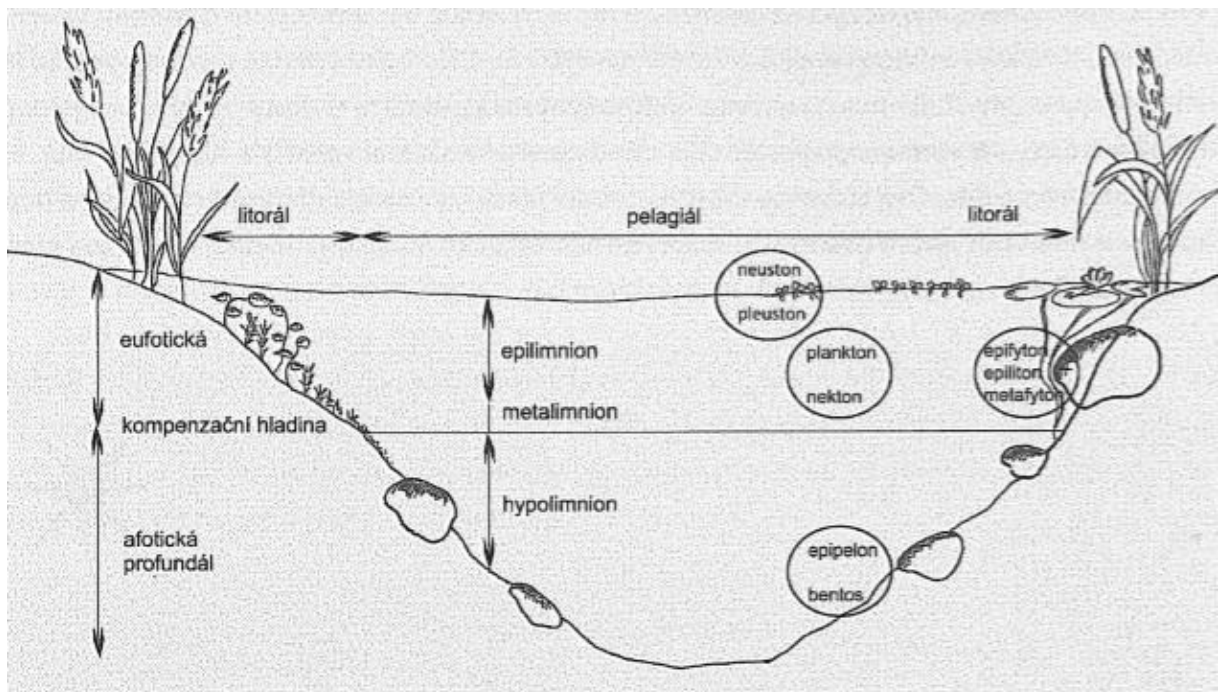
Ve stojatých vodách, např. rozlehlejším a hlubším rybníku mírného pásma v letním období dochází ke stratifikaci vodního sloupce (viz Obr. 3). Vodní sloupec se rozděluje na 3 vrstvy: epilimnion, metalimnion a hypolimnion. Epilimnion je vrchní prohřátá vrstva s dostatkem světla. Vrstva epilimnionu je většinou označována za vrstvu eufotickou (viz Obr. 4), neboť zde probíhá díky dobrým světelným podmínkám fotosyntéza. V letním období se působením větru svrchní vrstva epilimnionu míchá. Žije zde nejvíce planktonních řas a sinic (Pouličková 2011; Spurný et al. 2015).

Pod svrchní vrstvou se nachází skočná vrstva metalimnionu, kde se skokově mění teplota a světelné podmínky. Nejspodnější vodní vrstvou je hypolimnion, která má značně nižší teplotu než epilimnion. Vrstva hypolimnionu se označuje za vrstvu afotickou. Nejsou

zde příznivé světelné podmínky pro fotosyntézu. U dna nádrže může nastat anoxie, neboli úplný nedostatek kyslíku (Poulíčková 2011; Spurný et al. 2015).



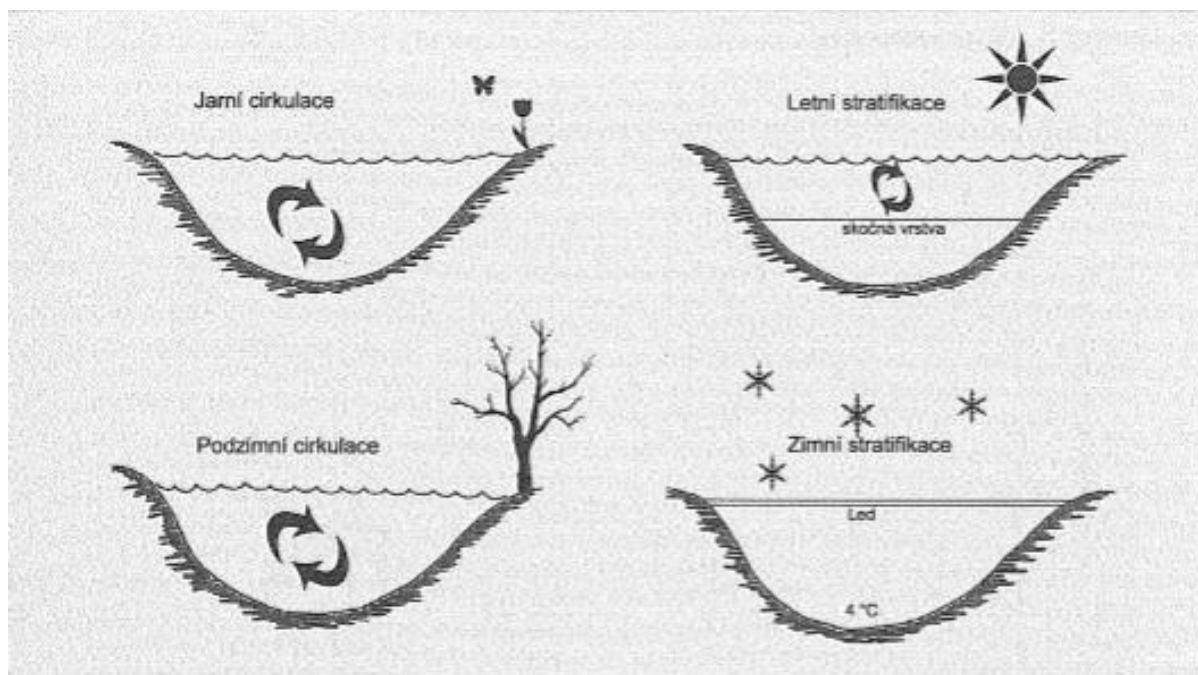
Obr. 3 Stratifikace dimiktické nádrže v letním období (Spurný et al. 2015)



Obr. 4 Letní stratifikace dimiktické nádrže (Poulíčková 2011)

Rozeznáváme několik druhů nádrží, které rozdělujeme podle četnosti stratifikace a míchání vody během roku. Dimiktickou nádrží označujeme vodní těleso, které je každé roční období z hlediska stratifikace specifické (viz. Obr. 5). Na jaře a na podzim se v dimiktických nádržích promíchává celý vodní sloupec. Na jaře, když teplota vody stoupne na 4 °C se tak promícháváním vyplavují usazené živiny ze dna a také dochází k rovnoměrné distribuci kyslíku. V letním období dochází ke stratifikaci. Vrchní vrstva se prohřeje. Je to jedna z příčin, proč může dojít k přemnožení sinic. Kyslíku značně ubývá. Často ve vodě vzniká kyslíkový deficit. Také se spotřebovávají vyplavené živiny. Živiny v nádrži jsou doplněny až při podzimním opětovném promíchání celého vodního sloupce

(Spurný et al. 2015). V zimním období je hladina nádrže pokryta ledem a u dna se nachází voda o teplotě 4 °C. K míchání zde v tomto období tedy nedochází (Poulíčková 2011).



Obr. 5 Stratifikace dimiktické nádrže v různých ročních obdobích (Poulíčková 2011)

Rozeznáváme i další typy nádrží podle četnosti míchání vodního sloupce během sezóny. V polymyktických nádržích dochází k promíchávání vodního sloupce mnohokrát ročně. Je to dáno tím, že tyto nádrže jsou mělké, např. mělké rybníky (Spurný et al. 2015).

## 1.2.2 Faktory ovlivňující sinicová a řasová společenstva lentických vod

V této kapitole se budu zabývat abiotickými i biotickými faktory ovlivňující sinicová a řasová společenstva lentických vod. Mezi faktory ovlivňující stojaté vody patří reakce vody (pH), konduktivita, průhlednost a teplota vody (Ambrožová 2003; Poulíčková 2011; Spurný et al. 2015).

### 1.2.2.1 Reakce vody

Pro reakci vody se používá dvoupísmenná zkratka pH. Reakce vody (pH) je z fyzikálně-chemického hlediska záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů (Ambrožová 2003). Koncentrace vodíkových iontů působí na rozpustnost velkého množství různých látek, které mají dále vliv na vodní organismy. Reakce vody způsobuje, že voda má kyselé, neutrální nebo zásadité vlastnosti. Pokud je ve vodě nadbytek koncentrace vodíkových iontů  $H^+$ , voda má kyselý charakter. Silně kyselá voda má pH

menší než 5,5. U slabě kyselých vod je pH v rozmezí mezi 5,5 – 6,5. Pokud však voda obsahuje nadbytek hydroxylových iontů  $\text{OH}^-$ , voda se vyznačuje zásaditými (alkalickými) vlastnostmi. Při silně zásaditém prostředí je pH vyšší než 9,5. Může nastat i stav, kdy jsou hydroxylové anionty a vodíkové kationty více či méně v rovnováze. Tento stav se označuje za neutrální vodní reakci. Za neutrální vodní reakci se považuje pH v rozmezí hodnot mezi 6,5 – 7,5 (Petrtýl 2014; Spurný et al. 2015).

Acidifikace, neboli okyselení stojatých vod, je jev, při kterém dochází ke snížení pH vody. Může být způsobena např. kyselými dešti, přítokem kyselých odpadních vod, zvýšeným rozkladem organické hmoty, popřípadě nedostatečným množstvím vápníku rozpuštěného ve vodě (Spurný et al. 2015). Dále může být acidifikace nádrže podpořena přirozeným okyselením přítoku, který protéká skrze smrkovou monokulturu (Pouličková 2011). Opačným problémem je nadměrné zvýšení pH stojatých vod, které jsou příliš zásadité. Zvýšení zásaditosti vod má na svědomí vysoká míra fotosyntézy vodních rostlin, či přemnožených sinic a řas (Spurný et al. 2015). Nadměrnou fotosyntézou je ze stojatých vod odčerpáváno velké množství oxidu uhličitého. Snížením koncentrace  $\text{CO}_2$  je poškozena přirozená uhličitano-vápenatá rovnováha a ta se projeví dekalifikací vodních rostlin (Ambrožová 2003; Petrtýl 2014; Švehláková et al. 2006).

Řasy a sinice jsou vhodným bioindikátorem prostředí, které osidlují. V dystrofních kyselých vodách (v rašeliništích a ve vodách s nízkým obsahem iontů) se nejčastěji vyskytují rozsivky rodu *Eunotia* a *Pinnularia*. Ze třídy krásivek v kyselých dystrofních vodách můžeme pozorovat řasy rodu *Micrasterias*, *Xanthidium*, nebo *Euastrum*. Typickými zástupci jsou také řasy *Synura sphagnicola* a *Dinobryon pediforme*. Tyto druhy řadíme do třídy zlativky. Z oddělení krásnooček např. *Euglena acus*, nebo *Euglena mutabilis*. Výjimečně se zde mohou objevit i některé druhy sinic, jako např. *Chroococcus turgidus*. Pro acidifikované oligotrofní vody jsou nejčastějšími zástupci zlativky a rozsivky. Ze třídy zlativek lze zmínit rody *Synura*, či *Mallomonas*. Mezi rozsivky obývající acidifikované oligotrofní vody patří *Eunotia*. Ve vodách s nízkým obsahem iontů se vyskytuje *Aulacoseira distans*, naopak ve vodách s vysokým obsahem rozpuštěných iontů lze nalézt *Aulacoseira granulata* (Pouličková 2011).

### 1.2.2.2 Konduktivita

Důležitou veličinou měřitelnou v lentických vodách je konduktivita. Konduktivita je měrná elektrická vodivost vody. Jednotkou konduktivity je siemens na metr a značí se

zkratkou  $S \cdot m^{-1}$ . Vodivost způsobují rozpuštěné ionty ve vodě v různé koncentraci (Petrtyl 2014; Skopalová et al. 2021; Švehláková et al. 2006). Čím větší hodnotu naměřené konduktivity voda bude mít, tím obsahuje vyšší koncentraci kationtů a aniontů. Znamená to tedy, že voda je více mineralizována (Spurný et al. 2015).

Lentické vody jsou často silnou mineralizací ohrožovány. Příčinou mineralizace lentických vod může být v nejčastějším případě nadměrné obohacování živinami dusíkem a fosforem. Proces obohacování vod živinami jako je dusík a fosfor se nazývá eutrofizace. Při eutrofizaci dochází ke zvýšení biologické produkce a s tím spojené následné zhoršení kvality vody. Se stoupající trofii (úživností) rychle dochází k rozvoji sinic a řas, vyčerpávání zásob kyslíku, hromadění jedovatých plynů a snížené průhlednosti vody způsobené zákalem přemnoženého fytoplanktonu (Ambrožová Říhová 2007).

Pro vody eutrofní, které jsou na minerální živiny bohaté, jsou typické rody sinic *Microcystis* a *Phormidium*. Eutrofii vody bioindikuje zelená řasa rodu *Cladophora*, nebo rozsivka rodu *Stephanodiscus*. Mezi charakteristické skupiny mezotrofních vod patří rozsivky rodu *Asterionella*, dále obrněnky rodu *Ceratium*, či *Peridinium*. Další charakteristickou skupinou pro mezotrofní vody jsou sinice rodu *Aphanizomenon*. Oligotrofní vody, které obsahují nízký obsah minerálních živin, jsou osidlovány rozsivkami rodu *Aulacoseira* a *Cyclotella*, nebo zlativkami rodu *Mallomonas*. Pokud je voda organicky znečištěna, často v ní nalezneme krásnoočka rodu *Euglena* a *Phacus* (Poulíčková 2011).

### 1.2.2.3 Průhlednost

Řasy a sinice žijící ve stojatých vodách jsou existenčně závislé na pronikajícím slunečním záření dopadající na zemský povrch. Sluneční záření rozdělujeme na UV (ultrafialové) záření s vlnovými délkami mezi 300-390nm, viditelné záření o vlnových délkách 390-770nm a infračervené záření, u kterého se hodnoty vlnových délek pohybují v rozmezí 770-3000nm. Pro fotosyntézu nejen sinic a řas, je potřebné světlo o vlnových délkách 380-720nm. Jedná se tedy především o hodnoty viditelného světla. Viditelné světlo se skládá z různě barevných spekter. Při průchodu světla skrze vodní sloupec se světlo rozkládá na různě barevná spektra. Pro sinice a řasy je nejvhodnější modré a červené spektrum (Poulíčková 2011).

Míra intenzity světla je jedním z faktorů mající vliv na průhlednost vody. Průhlednost vody je měřitelná pomocí Secchiho desky a udává se v cm. Secchiho deska je tvořena

čtyřmi kvadranty, z nichž dva jsou černé a dva mají bílou barvu. Dalším faktorem udávajícím průhlednost vody je vodní zákal tvořený různým množstvím organických i anorganických částic ve vodním sloupci. Zejména v eutrofních nádržích se častěji jedná o vegetační zákal organického původu. S přibývajícemi částicemi obsaženými ve vodním sloupci klesá průhlednost. Znamená to tedy, že v případě nízké koncentraci částic je průhlednost vody větší a černobílé rozhraní na Secchiho desce uvidíme i ve větších hloubkách (Ambrožová 2003; Pouličková 2011).

#### **1.2.2.4 Teplota vody**

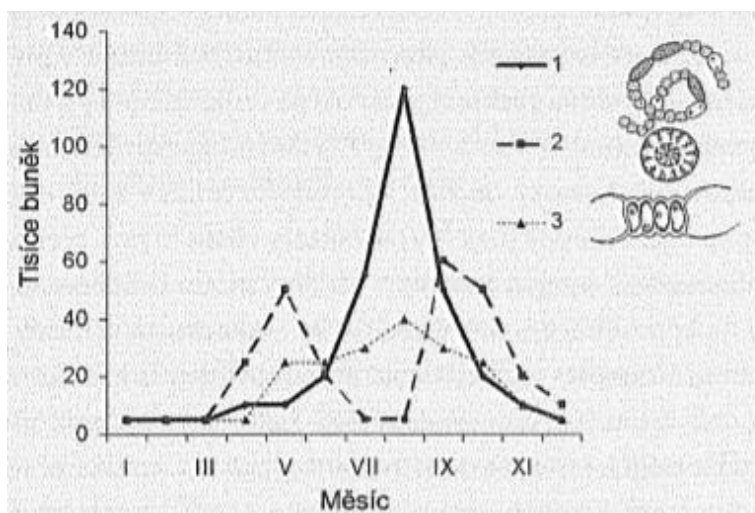
Na teplotu vody má velký vliv sluneční záření, kromě viditelného světla (viz kapitola 1.2.2.3.) také infračervená oblast slunečního záření. Díky ní se stojaté vody ohřívají, a zvyšuje se jejich teplota (Ambrožová 2003). Teplota vody v nádrži se zvyšuje a zároveň i naopak snižuje velmi pomalu. Pomalé teplotní změny vody jsou dány její vysokou měrnou tepelnou kapacitou. Na jaře je voda proto studená daleko delší dobu než rychle zahřátý vzduch. Teplota vody ovlivňuje stratifikaci vody, která je popsána v kapitole 1.2.1. Teplota vody má také vliv na množství rozpuštěného kyslíku ve vodě. Čím je voda teplejší, tím se kyslíku ve vodě rozpouští méně a nastává jeho deficit. Ten má dále za následek nepříznivé ovlivnění sezónní dynamiky sinic a řas i dalších organismů žijících ve vodě (Spurný et al. 2015). Deficit kyslíku následně způsobí, že ve vodě převládnu anaerobní rozkladné procesy organické hmoty nad aerobními procesy, a tím dojde k celkovému zhoršení kvality vody (Ambrožová Říhová 2007).

### **1.3 Sezónní dynamika sinic a řas**

Sezónní dynamika je proces sukcese organismů v průběhu roku. Jedná se o střídání určitých druhů organismů v jednotlivých sezónách, přičemž každý druh organismu se typicky vyskytuje v určitém ročním období (viz Obr.6) (Spurný et al. 2015). Sezónní dynamika sinic a řas je ovlivněna fyzikálními i chemickými faktory vody, zejména pak teplotou, světlem a množstvím živin. Sezónní dynamika sinic a řas také úzce souvisí s teplotní stratifikací stojatých vod. V jarním období po roztátí ledu dochází k pomalému ohřívání vodní nádrže a následně k jejímu promíchávání. Jarní cirkulaci se ze dna nádrže uvolní živiny. V chladné vodě za dostatku živin a nižší míře slunečního záření převažují rozsivky a zlativky. V letním období nastává teplotní stratifikace vodní nádrže na vrchní teplou vrstvu epilimnionu a spodní chladnou vrstvu hypolimnionu. S dostatkem

světla v eufotické vrstvě a vyšší teplotou v epilimnionu přibývá množství sinic a zelených řas (oddělení Chlorophyta), které spotřebovávají zásoby živin. Na podzim se snižuje teplota i míra slunečního záření a ve vodní nádrži probíhá podzimní cirkulace. V tomto období dochází opět k rozvoji rozsivek. Rozsivky jsou taktéž typickou skupinou pro zimní období, kdy se na hladině vytváří vrstva ledu a u dna má voda 4 °C. Proto voda nezamrzá až na dno (Pouličková 2011).

Známy model vystihující sezónní dynamiku sinic a řas temperátního jezera tzv. PEG model neboli Plankton Ecology Group model. Na jaře dochází k rozvoji fytoplanktonu. S rozvojem fytoplanktonu se zvyšuje i množství zooplanktonu. Fytoplankton slouží jako potrava pro zooplankton, proto dochází ke stavu tzv. „clear water“, kdy je koncentrace fytoplanktonu téměř zanedbatelná. Zooplankton je poté limitován potravou, a naopak se namnoží „nejedlé“ řasy a sinice. Zvýší se žrací tlak ryb a dochází k sestupu zooplanktonu. Čím více ubývá zooplanktonu, tím stoupá diverzita fytoplanktonu. Následně však úbytkem koncentrace fosforu jsou vodní organismy fosforem limitovány a namísto zelených řas získávají převahu rozsivky. Důsledkem zvýšeného výskytu rozsivek je snížení koncentrace křemíku, a tím dojde k ústupu rozsivek. S ústupem rozsivek se v letním období rozmnoží sinice fixující dusík. Na podzim se cirkulací voda v nádrži obohatí o živiny a v období podzimní cirkulace jsou sinice nahrazeny opět rozsivkami. S postupným zhoršením světelných podmínek dochází k poklesu fytoplanktonu a zooplanktonu (Sommer et al. 1986).



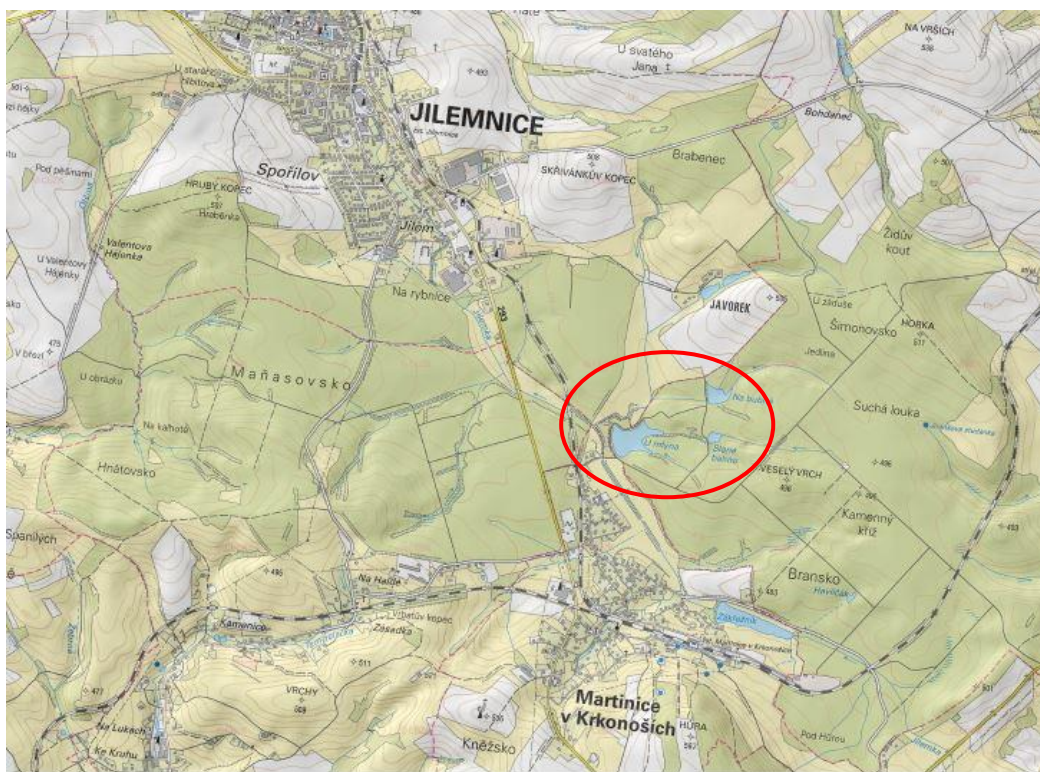
Obr. 10:  
Zjednodušený model sezónní dynamiky fytoplanktonu v jezeře mírného pásu, založený na datech z rybníka Vajgar u Jindřichova Hradce z roku 1987 (Pouličková et al. 1998). 1 – sinice, 2 – rozsivky, 3 – zelené řasy.

Obr. 6 Model sezónní dynamiky fytoplanktonu dimiktické nádrže (Pouličková 2011)

## 1.4 Odběrové lokality

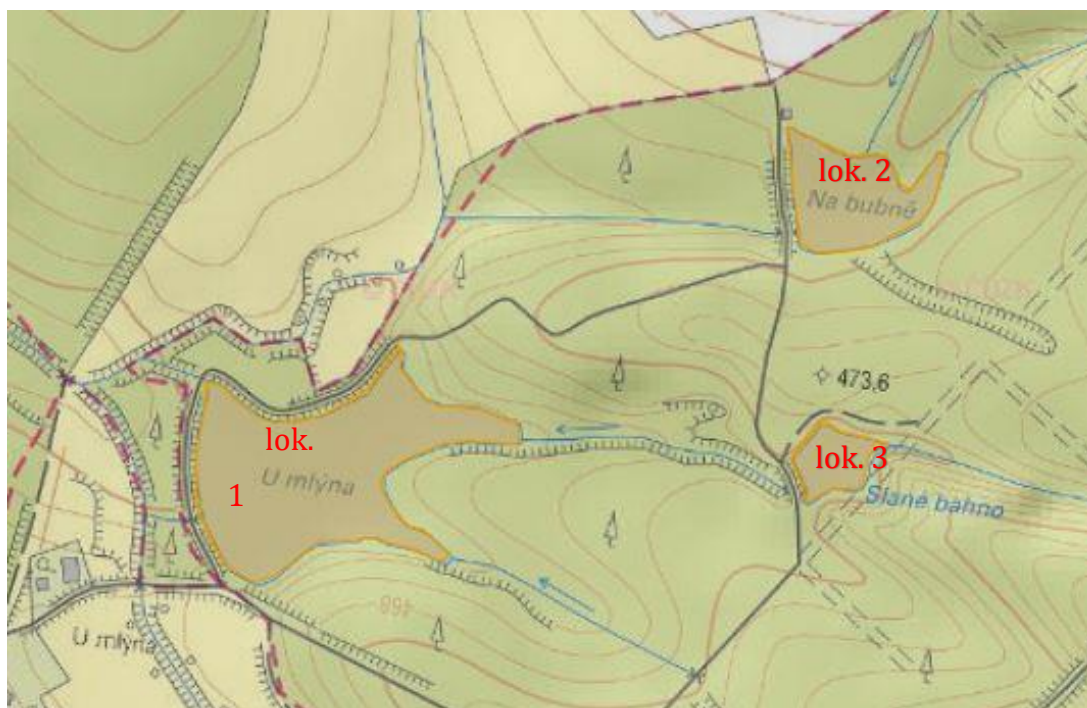
### 1.4.1 Obecná charakteristika

Vzorky jsem odebírala na třech lokalitách u obce Martinice v Krkonoších: lokalita č. 1 rybník U Mlýna, lokalita č. 2 rybník Na Bubně, lokalita č. 3 rybník Slané Bahno. Tyto tři vytyčené lokality se nacházejí v Libereckém kraji, v okresu Semily. Lokality leží 2,5 km od centra města Jilemnice a 1 km od centra obce Martinic v Krkonoších (viz Obr. 7;8) (Mapy.cz 2020).



Obr. 7 Mapa studované lokality 1:20 000 (Geoportal 2009)





Obr. 8 Mapa odběrových lokalit: lokalita č. 1 rybník U Mlýna, lokalita č. 2 rybník Na Bubně, lokalita č. 3 rybník Slané Bahno 1:10 000 (Geoportal 2009)

Tyto tři rybníky u obce Martinice v Krkonoších slouží jako retenční nádrže. Byly vybudovány za účelem zachycení vody v krajině. Nachází se na místě původních rybníků ze 17. století. Koncem 19. století původní rybníky postupně zanikly. Obnova proběhla na přelomu 20. a 21. století. V roce 1992 byl vybudován rybník Na Bubně. V letech 1999-2002 došlo k obnově vodního díla U Mlýna. V roce 2003 byl rybník U Mlýna napuštěn. Tento rybník má největší rozlohu ze všech tří studovaných lokalit. Název U Mlýna vznikl podle stejnojmenného původního vodního díla, na kterém stával mlýn. Podle tohoto nejrozsáhlejšího rybníka je pojmenována i Lesnická naučná stezka, která prochází kolem již zmíněných třech rybníků (Lesy České republiky s.p. 2020). Na břehu rybníků převažuje lesní porost, jehož dominantu tvoří především smrk ztepilý (*Picea abies*). Rybníky U Mlýna (lokalita č. 1) a Na Bubně (lokalita č. 2) jsou výjimečně využívány k rekreaci a sportovnímu rybolovu. Voda v rybnících není nijak kontrolována. Rybník Slané Bahno (lokalita č. 3) není nijak rekreačně využíván.

#### 1.4.1.1 Geomorfologická charakteristika území

Všechny tři vytyčené lokality jsou z geomorfologického hlediska totožné. Spadají do hercynského systému. V pojetí menší geomorfologické jednotky se tyto lokality řadí do provincie České vysočiny. Leží v subprovincii, která je pojmenována jako Krkonošsko-jesenická soustava. Z pohledu členění na oblasti, se lokalita nachází

v oblasti Podkrkonošské. Rozkládá se v celku zvaném Krkonošské podhůří a podcelku Podkrkonošské pahorkatiny. Nejmenší geomorfologická jednotka neboli okrsek, do kterého lokality spadají, se nazývá Lomnická vrchovina (Geoportal 2019).

#### **1.4.1.2 Geologická a pedologická charakteristika území**

Z hlediska geologické charakteristiky vytyčené lokality leží v regionu Českého masivu. Horniny v podloží těchto lokalit pochází z paleozoika Českého masivu, konkrétněji z období permu. Jejich přesnější stáří se odhaduje na spodní perm až svrchní karbon. Z hornin se na těchto lokalitách vyskytují rudé i šedé kalovce, neboli prachovité jílovce, dále pak pískovce, arkózy či slepence (Geoportal 2019).

Všechny vyznačené lokality mají stejné půdní podloží. Skupina půd, které se na těchto lokalitách nachází, se nazývá kambisoly. Z hlediska typu půdy se jedná o kambizem. Subtyp půdy označuje tuto půdu za kyselou kambizem (Geoportal 2019).

#### **1.4.1.3 Klimatologická charakteristika území**

Z hlediska klimatologických poměrů se území s vytyčenými lokalitami nachází v chladné klimatické oblasti (Geoportal 2019). Průměrná roční teplota vzduchu za rok 2019 pro Liberecký kraj byla 7,4 °C. Průměrný úhrn srážek pro rok 2019 v Libereckém kraji byl 712 mm (ČHMÚ 2020).

#### **1.4.2 Lokalita č. 1 rybník U Mlýna**

První lokalita (viz Obr. 9) je vytyčena na vodním biotopu, který má plochu 32 082m<sup>2</sup>. Souřadnice této lokality jsou 50°35'25.775"N, 15°32'3.023"E. Nadmořská výška lokality je 460m n. m. (Mapy.cz 2020).



Obr. 9 Lokalita č. 1 rybník U Mlýna (vlastní fotografie)

### **1.4.3 Lokalita č. 2 rybník Na Bubně**

Druhá lokalita (viz Obr. 10) je vytyčena na vodním biotopu, který má plochu 11 987 m<sup>2</sup>. Souřadnice této lokality jsou 50°35'35.191"N, 15°32'25.580"E. Lokalita se nachází 469m n. m. (Mapy.cz 2020).



Obr. 10 Lokalita č. 2 rybník Na Bubně (vlastní fotografie)

#### **1.4.4 Lokalita č. 3 rybník Slané Bahno**

Třetí lokalita (viz Obr. 11) je vytyčena na vodním biotopu o ploše 3 284 m<sup>2</sup>. Souřadnice této lokality jsou 50°35'27.737"N, 15°32'26.970"E. Nadmořská výška lokality je 468m n. m. (Mapy.cz 2020). Tento rybník má nejmenší hloubku. Největší hloubku má rybník u mola. Je hluboký cca 2 až 2,5 metru.



Obr. 11 Lokalita č. 3 rybník Slané Bahno (vlastní fotografie)

## 2 Metodika

### 2.1 Odběry vzorků

Vzorky jsem odebírala celkem třikrát v průběhu vegetační sezóny 2019. První odběr jsem provedla na jaře (19. 4. 2019), druhý odběr v létě (9. 7. 2019) a třetí odběr na podzim (kalendářně v pozdním létě 13. 9. 2019). Na každé lokalitě jsem odebrala vždy tři druhy vzorků: plankton, nárostová společenstva zelených vláknitých řas a seškraby kamenů s rozsivkovými nárosty, které byly určeny pro následnou fixaci. Plankton jsem odebírala pomocí planktonní sítě (viz Obr. 12). Na lokalitě 1 rybník U Mlýna a na lokalitě 2 rybník Na Bubně jsem se pro odběry jarních a letních vzorků planktonu ze středu rybníka přepravila pomocí terénního nafukovacího člunu, při podzimním odběru jsem k dopravě použila kánoe. Odběr vzorku planktonu na lokalitě 3 rybník Slané bahno jsem prováděla pouze z mola, jelikož tento rybník není příliš rozsáhlý. Pro seškrab kamenů s rozsivkovými nárosty, jsem použila zubní kartáček, kterým jsem seškrábala nárost na kameni do příslušně označené epruvety (viz Obr. 13). Nárostová společenstva vláknitých řas jsem odebírala nejčastěji na hrázích rybníků, jelikož zde byl výskyt vláknitých řas nejhojnější. Při průzkumu rybníků jsem však narazila i na jiná místa výskytu nárostových vláknitých řas, a z tohoto důvodu jsem vzorky odebrala i z míst náhodných, aby byla zachycena celková diverzita řas a sinic na těchto lokalitách.

Každý vzorek jsem odebrala do předem nadepsané epruvety. Epruvety jsem označila podle tohoto klíče:

vz. 1.1.1.
------------

První číslo z klíče představuje číslo odběru (1. – odběr jarní; 2. – odběr letní; 3. – odběr podzimní).

Druhé číslo z klíče představuje číslo lokality (1. – lokalita U Mlýna; 2. – lokalita Na Bubně; 3. – lokalita Slané Bahno).

Třetí číslo z klíče představuje číslo vzorku (1. – vzorek č.1; 2. – vzorek č.2;.....).



Obr. 12 Odběr planktonní sítí (vlastní fotografie)



Obr. 13 Seškrab rozsvivkových nárostů (vlastní fotografie)

## 2.2 Měření parametrů vody a průhlednosti

Parametry vody jsem měřila pomocí multimetru Hanna Combo (viz Obr. 14). Na každé lokalitě jsem zjišťovala tyto parametry: teplota vody ve stupních Celsia, pH, elektrická vodivost neboli konduktivita v  $\mu\text{S}$  (microsiemens). Průhlednost vody jsem měřila pomocí Secchiho desky, kterou jsem vždy ponořila do vody a sledovala, až nerozeznám přesné rozhraní bílého a černého pole. Poté jsem si zapsala průhlednost vody v cm (viz Obr. 15).



Obr. 14 Měření multimetrem (vlastní fotografie)



Obr. 15 Měření průhlednosti Secchiho deskou (vlastní fotografie)

### 2.3 Mikroskopování vzorků

Používala jsem mikroskop Olympus BX51 s kamerou a pomocí programu Cell-D jsem pořizovala fotodokumentaci. Mikroskopovala jsem dva druhy vzorků. Nativní vzorky jsem pozorovala ihned po odebrání, popřípadě jsem je uchovala po nutnou dobu v lednici. Dále jsem pozorovala fixované vzorky planktonu či nárostových vláknitých řas, které jsem z časových důvodů nestihla mikroskopovat v nativním stavu. Také jsem mikroskopovala



trvalé vzorky rozsivek za použití imerzního objektivu mikroskopu (při celkovém zvětšení 1000x).

## 2.4 Úprava vzorků

Nativní vzorky jsem fixovala pomocí 36% roztoku formaldehydu, přičemž výsledná koncentrace fixovaného vzorku byla 1,5%.

Pro tvorbu trvalých preparátů ze vzorků s rozsivkovými nárosty, jsem nejprve z těchto vzorků odstranila organickou hmotu 31% peroxidem vodíku. Ke vzorku jsem vždy nalila 31% peroxid vodíku a vzorek nechala tři dny odstát. Tento postup jsem opakovala podle potřeby. Po odstranění organické hmoty jsem tyto vzorky čtyřikrát po pěti minutách centrifugovala v centrifuze MPW 351e na 2 500 otáček za sekundu. Při centrifugaci došlo k promývání a zahuštění vzorků. Takto připravené vzorky jsem fixovala termoplastickou hmotou na podložní skla.

## 2.5 Determinace sinic a řas

K determinaci planktonních vzorků a vzorků nárostových vláknitých řas jsem nejčastěji používala tyto publikace:

- KAŠTOVSKÝ, J., HAUER, T., GERIŠ, R., CHATTOVÁ, B., JURÁŇ, J., LEPŠOVÁ-SKÁCELOVÁ, O., PITELKOVÁ, P., PUSZTAI, M., ŠKALOUD, P., ŠŤASTNÝ, J., ČAPKOVÁ, K., BOHUNICKÁ, M. & MÜHLSTEINOVÁ, R. 2018. *Atlas sinic a řas ČR 1*. Powerprint, Praha, 384 s. ISBN 978-80-7568-124-9.
- KAŠTOVSKÝ, J., HAUER, T., GERIŠ, R., CHATTOVÁ, B., JURÁŇ, J., LEPŠOVÁ-SKÁCELOVÁ, O., PITELKOVÁ, P., PUSZTAI, M., ŠKALOUD, P., ŠŤASTNÝ, J., ČAPKOVÁ, K., BOHUNICKÁ, M. & MÜHLSTEINOVÁ, R. 2018. *Atlas sinic a řas ČR 2*. Powerprint, Praha, 480 s. ISBN 978-80-7568-125-6.
- KOMÁREK, J., & ANAGNOSTIDIS, K. 1998. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19/1: Cyanoprokaryota: Chroococcales*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin.
- KOMÁREK, J., & ANAGNOSTIDIS, K. 2005. *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 19/2: Cyanoprokaryota: Oscillatoriales*. Springer Spektrum, Heidelberg.

- KOMÁREK, J. 2013. *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 19/3: Cyanoprokaryota. 3. Teil/3rd part: Heterocytous Genera*. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Germany.

K determinaci trvalých rozsivkových preparátů jsem především používala tuto publikaci:

- LANGE-BERTALOT, H., HOFMANN, G., WERUM, M. & CANTONATI, M. 2017. *Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species Used in Ecological Assessment*. Koeltz Botanical Books. ISBN 978-3-946583-06-6.

## 3 Výsledky

### 3.1 Naměřené hodnoty faktorů prostředí

Při terénním průzkumu jsem měřila teplotu, pH, konduktivitu a průhlednost vody.

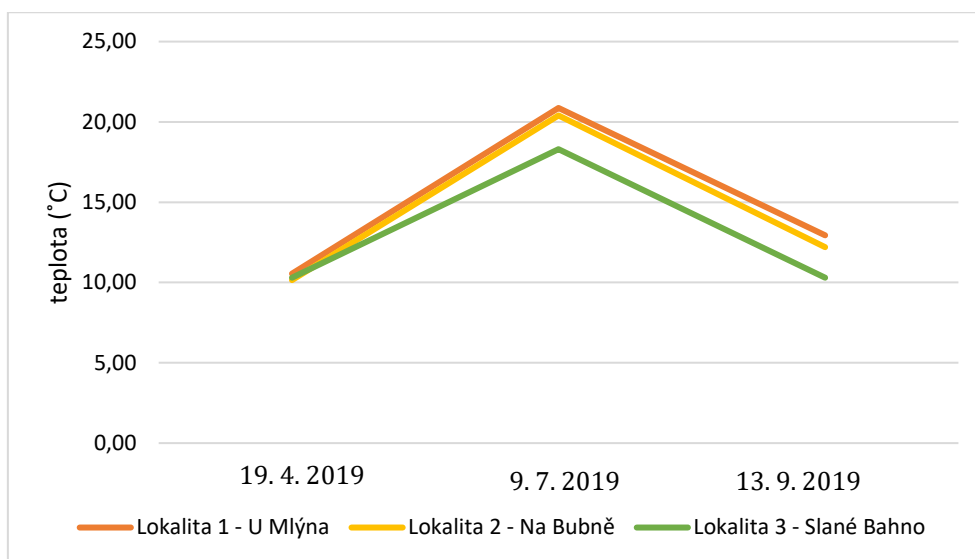
#### 3.1.1 Naměřené hodnoty – teplota

Naměřené hodnoty teplot vody ze studovaných lokalit jsou uvedeny v tabulce č. 1 a porovnání teplot jednotlivých lokalit v průběhu vegetační sezóny 2019 jsou názorně uvedeny v grafu č. 1.

Tabulka 1 Naměřené hodnoty teplot na lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno během třech odběrů v roce 2019 (vlastní tvorba).

<b>teplota (°C)</b>	<b>19.4.2019</b>	<b>9.7.2019</b>	<b>13.9.2019</b>
<b>Lokalita 1 U Mlýna</b>			
U Mlýna - střed	10,80	21,00	13,00
U Mlýna - zátoka 1	neměřeno	20,60	12,50
U Mlýna - zátoka 2	10,30	21,00	13,30
průměr	<b>10,55</b>	<b>20,87</b>	<b>12,93</b>
<b>Lokalita 2 Na Bubně</b>			
Na Bubně - střed	10,40	20,60	12,80
Na Bubně - zátoka 1	9,90	20,20	11,60
průměr	<b>10,15</b>	<b>20,40</b>	<b>12,20</b>
<b>Lokalita 3 Slané Bahno</b>			
Slané Bahno - molo	<b>10,30</b>	<b>18,30</b>	<b>10,30</b>

Graf 1 Porovnání naměřených hodnot teplot na jednotlivých lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno během třech odběrů v roce 2019 (vlastní tvorba).

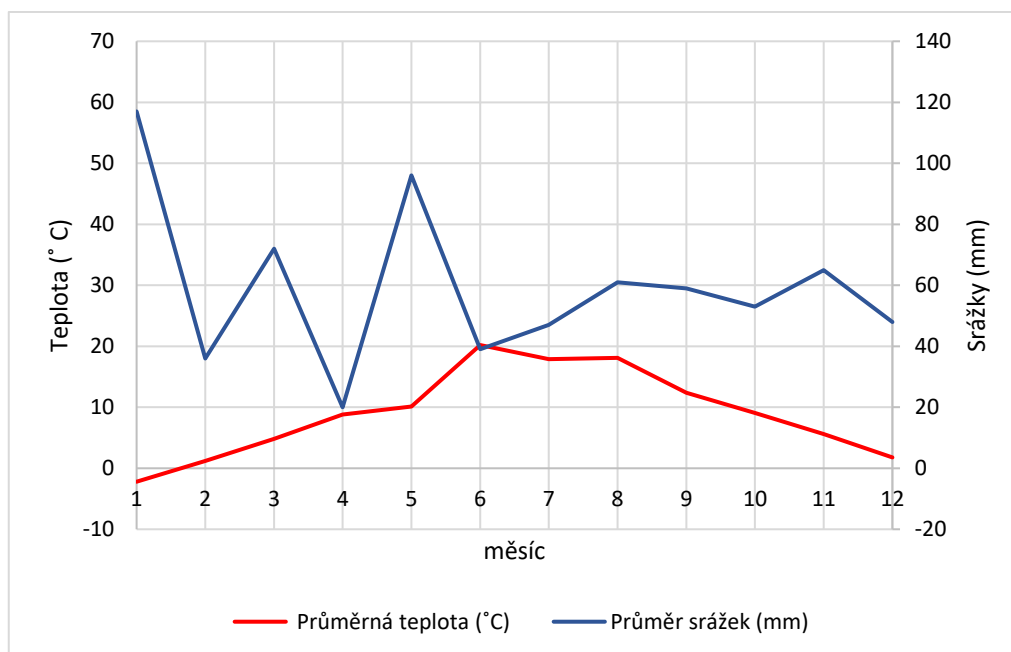


Z údajů teplot vzduchu a úhrnu srážek (viz tabulka č. 2) je vytvořen klimadiagram (viz graf č. 2).

Tabulka 2 Průměrné teploty a průměrné úhrny srážek v jednotlivých měsících v roce 2019 na území Libereckého kraje (ČHMÚ 2020).

<b>měsíc</b>	<b>Průměrná teplota (°C)</b>	<b>Průměr srážek (mm)</b>
<b>1</b>	-2,2	117
<b>2</b>	1,2	36
<b>3</b>	4,8	72
<b>4</b>	8,8	20
<b>5</b>	10,1	96
<b>6</b>	20,2	39
<b>7</b>	17,9	47
<b>8</b>	18,1	61
<b>9</b>	12,4	59
<b>10</b>	9,1	53
<b>11</b>	5,6	65
<b>12</b>	1,8	48

Graf 2 Klimadiagram území studovaných lokalit pro rok 2019



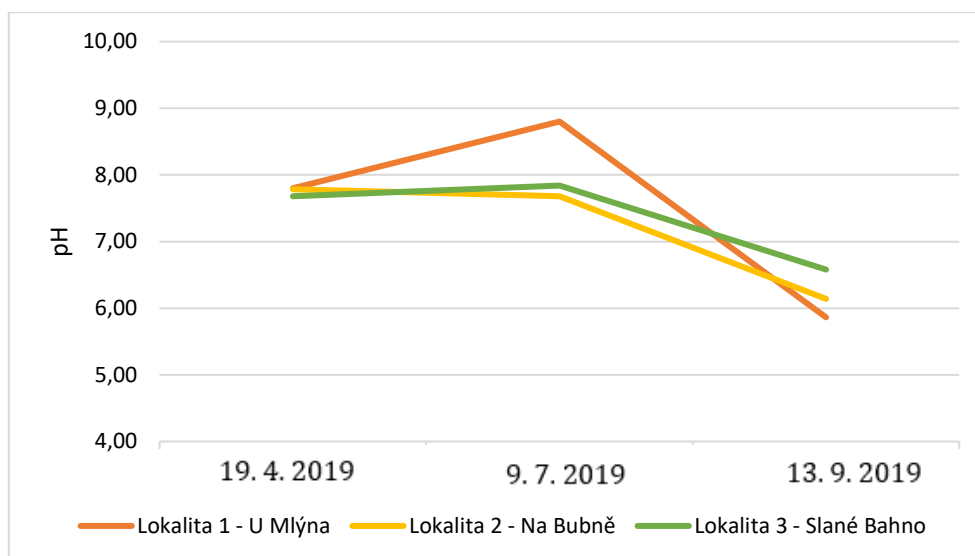
### 3.1.2 Naměřené hodnoty - pH

Naměřené hodnoty reakce vody, tedy pH jsou uvedeny v tabulce č. 3. V grafu č. 3. jsou porovnány hodnoty pH mezi jednotlivými lokalitami.

Tabulka 3 Naměřené hodnoty pH na lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno během třech odběrů v roce 2019 (vlastní tvorba).

<b>pH</b>	<b>19.4.2019</b>	<b>9.7.2019</b>	<b>13.9.2019</b>
<b>Lokalita 1 U Mlýna</b>			
U Mlýna - střed	7,70	8,75	5,83
U Mlýna - zátoka 1	neměřeno	8,90	5,96
U Mlýna - zátoka 2	7,90	8,75	5,80
průměr	<b>7,80</b>	<b>8,80</b>	<b>5,86</b>
<b>Lokalita 2 Na Bubně</b>			
Na Bubně - střed	7,80	7,67	6,15
Na Bubně - zátoka 1	7,77	7,69	6,13
průměr	<b>7,79</b>	<b>7,68</b>	<b>6,14</b>
<b>Lokalita 3 Slané Bahno</b>			
Slané Bahno - molo	<b>7,68</b>	<b>7,84</b>	<b>6,58</b>

Graf 3 Porovnání naměřených hodnot pH na jednotlivých lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno během třech odběrů v roce 2019 (vlastní tvorba).



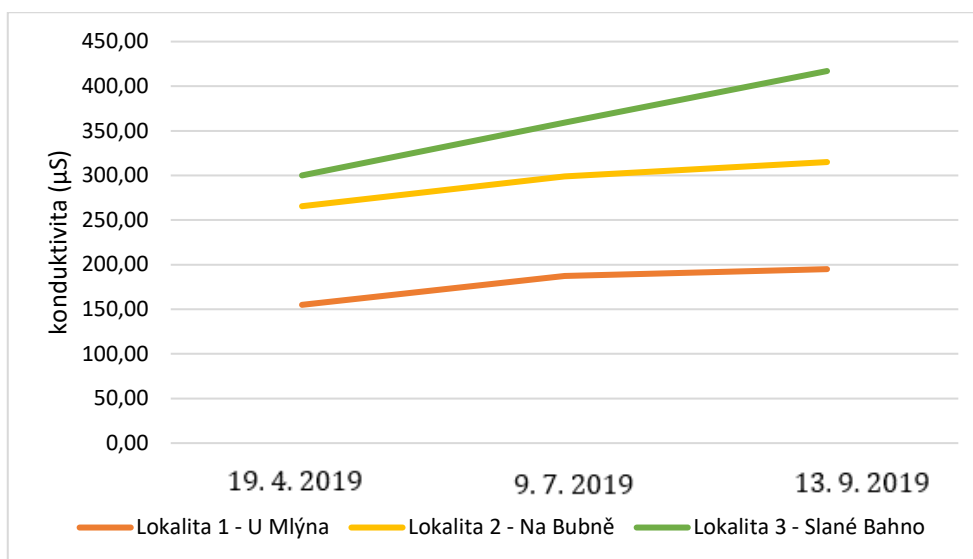
### 3.1.3 Naměřené hodnoty – konduktivita

Naměřené hodnoty konduktivity jsou uvedeny v tabulce č. 4. V grafu č. 4 jsou porovnány hodnoty průměrné konduktivity mezi jednotlivými lokalitami.

Tabulka 4 Naměřené hodnoty konduktivity na lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno během třech odběrů v roce 2019 (vlastní tvorba).

<b>konduktivita (<math>\mu</math>S)</b>	<b>19.4.2019</b>	<b>9.7.2019</b>	<b>13.9.2019</b>
<b>Lokalita 1 U Mlýna</b>			
U Mlýna - střed	160,00	189,00	194,00
U Mlýna - zátoka 1	neměřeno	187,00	196,00
U Mlýna - zátoka 2	150,00	186,00	195,00
průměr	<b>155,00</b>	<b>187,33</b>	<b>195,00</b>
<b>Lokalita 2 Na Bubně</b>			
Na Bubně - střed	263,00	299,00	315,00
Na Bubně - zátoka 1	268,00	299,00	315,00
průměr	<b>265,50</b>	<b>299,00</b>	<b>315,00</b>
<b>Lokalita 3 Slané Bahno</b>			
Slané Bahno - molo	<b>300,00</b>	<b>359,00</b>	<b>417,00</b>

Graf 4 Porovnání naměřených hodnot konduktivity na jednotlivých lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno během třech odběrů v roce 2019 (vlastní tvorba).



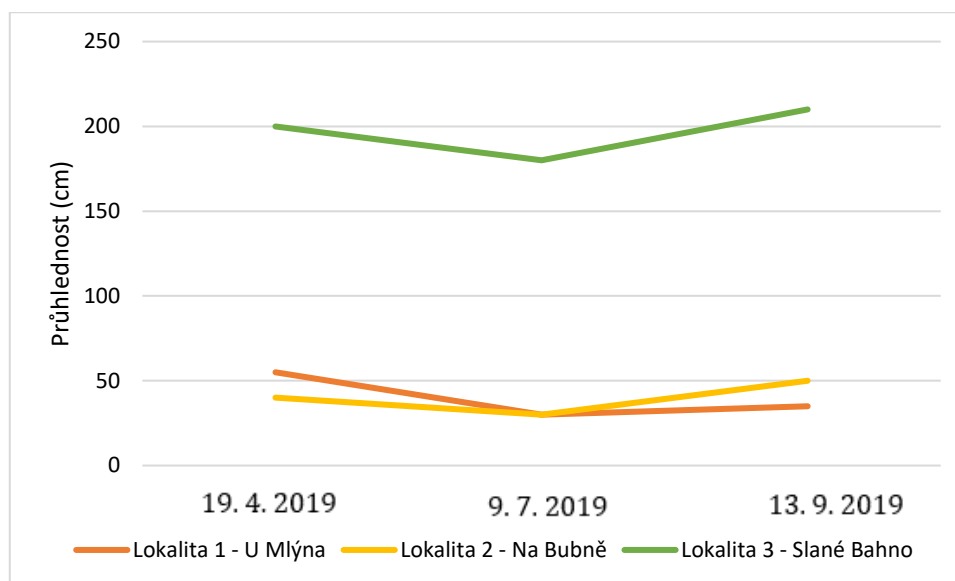
### 3.1.4 Naměřené hodnoty - průhlednost

Naměřené hodnoty průhlednosti jsou uvedeny v tabulce č. 5. V grafu č. 5 jsou porovnány hodnoty průhlednosti mezi jednotlivými lokalitami.

Tabulka 5 Naměřené hodnoty průhlednosti na lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno během třech odběrů v roce 2019 (vlastní tvorba).

<b>průhlednost (cm)</b>	<b>19.4.2019</b>	<b>9.7.2019</b>	<b>13.9.2019</b>
<b>Lokalita 1 U Mlýna</b>			
U Mlýna - střed	55	30	35
<b>Lokalita 2 Na Bubně</b>			
Na Bubně - střed	40	30	50
<b>Lokalita 3 Slané Bahno</b>			
Slané Bahno - molo	200	180	210

Graf 5 Porovnání naměřených hodnot průhlednosti na jednotlivých lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno během třech odběrů v roce 2019 (vlastní tvorba).



### 3.2 Druhové složení

Během vegetační sezóny 2019 jsem odebrala celkem 60 vzorků planktonu, nárostových společenstev zelených vláknitých řas a seškrabů kamenů s rozsivkovými nárosty. Ze získaných vzorků jsem určila celkem 110 různých taxonů sinic a řas. Všechny nalezené druhy sinic a řas na studovaných lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno jsem shrnula do tabulky č. 6.

Ze vzorků jsem determinovala 8 taxonů z oddělení Cyanobacteria, 6 taxonů z oddělení Euglenophyta, 5 taxonů z oddělení Dinophyta, 4 taxony z čeledi Chrysophyceae, 67 taxonů z čeledi Bacillariophyceae a 1 taxon z čeledi Xanthophyceae, 9 taxonů z oddělení Chlorophyta a 10 taxonů z oddělení Streptophyta.



Tabulka 6 Nalezené druhy sinic a řas na třech studovaných lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno rozdělené na jarní, letní a podzimní odběry v roce 2019.

Druhů organismus	lokalita 1 rybník U Mlýna			lokalita 2 rybník Na Bubně			lokalita 3 rybník Slané Bahno		
	19.4.	9.7.	13.9.	19.4.	9.7.	13.9.	19.4.	9.7.	13.9.
<b>CYANOBACTERIA</b>									
<i>Aphanizomenon flos-aque</i>			x						
<i>Dolichospermum crassum</i>		x							
<i>Dolichospermum sp.</i>	x	x							
<i>Microcystis ichthyoblabe</i>					x				
<i>Microcystis wesenbergii</i>			x						
<i>Microcystis sp.</i>	x	x							
<i>Phormidium sp.</i>				x			x		
<i>Woronichinia naegelina</i>			x		x	x			
<b>EUGLENOPHYTA</b>									
<i>Euglena oxyuris</i>		x							
<i>Euglena sanguinea</i>		x							
<i>Euglena sp.</i>	x								x
<i>Lepocinclis acus</i>							x	x	x
<i>Lepocinclis tripteris</i>	x								
<i>Phacus longicauda</i>	x				x				
<b>DINOPHYTA</b>									
<i>Ceratium hirundinella</i>	x							x	
<i>Ceratium furcoides</i>	x	x							
<i>Ceratium cornutum</i>	x								
<i>Gymnodinium sp.</i>	x								
<i>Peridinium sp.</i>					x		x	x	x
<b>CHROMOPHYTA (Chrysophyceae)</b>									
<i>Dinobryon sp.</i>							x		x
<i>Mallomonas caudata</i>	x					x			
<i>Mallomonas sp.</i>	x	x				x			x
<i>Synura petersenii</i>	x								
<b>CHROMOPHYTA (Bacillariophyceae)</b>									
<i>Amphipleura pellucida</i>			x		x				x
<i>Asterionella formosa</i>						x	x	x	x
<i>Cocconeis pediculus</i>	x								

<i>Cocconeis placentula</i>			x			x			
<i>Craticula accomoda</i>		x					x		
<i>Craticula sp.</i>				x					
<i>Cymatopleura solea</i>		x							
<i>Cymbella cymbiformis</i>	x	x		x	x	x	x	x	
<i>Cymbella sp.</i>				x			x		
<i>Cymbella tumida</i>	x								
<i>Cyclotella meneghiniana</i>								x	
<i>Cyclotella sp.</i>									x
<i>Discostella pseudostelligera</i>	x								
<i>Encyonema caespitosum</i>		x							
<i>Encyonema leibleinni</i>						x			
<i>Encyonema prostratum</i>	x								
<i>Encyonema silensiatum</i>	x	x				x			
<i>Encyonema sp.</i>	x			x					
<i>Encyonopsis sp.</i>						x			x
<i>Epithemia adnata</i>	x		x			x	x	x	x
<i>Epithemia sorex</i>	x			x			x		x
<i>Epithemia sp.</i>	x	x		x			x		
<i>Epithemia turgida</i>						x			
<i>Eunotia minor</i>		x							
<i>Fragilaria amphicephaloides</i>								x	
<i>Fragilaria perminuta</i>									x
<i>Fragilaria sp.</i>	x	x		x	x		x		
<i>Fragilaria tenera</i>	x								
<i>Gomphonema angustatum</i>	x						x		
<i>Gomphonema capitatum</i>					x		x		
<i>Gomphonema sp.</i>	x			x			x		
<i>Gomphonema truncatum</i>		x		x		x		x	
<i>Gomphonema saprophilum</i>		x							
<i>Gyrosigma sp.</i>		x	x	x					
<i>Hippodonta capitata</i>			x			x	x		
<i>Meridion constrictum</i>							x		
<i>Navicula antonii</i>			x						
<i>Navicula capitatoradiata</i>	x	x	x	x					

<i>Navicula cryptotenella</i>		x							
<i>Navicula cryptotenelloides</i>						x			x
<i>Navicula lanceolata</i>			x						
<i>Navicula radiosa</i>				x		x		x	x
<i>Navicula reichardtiana</i>	x						x		
<i>Navicula sp.</i>	x		x	x		x	x	x	
<i>Navicula trivialis</i>			x						
<i>Navicula veneta</i>		x							
<i>Nitzschia dissipata</i>			x						
<i>Nitzschia fruticosa</i>	x								
<i>Nitzschia gracilis</i>									x
<i>Nitzschia palea</i>	x								
<i>Nitzschia recta</i>									x
<i>Nitzschia sp.</i>	x	x	x			x	x		x
<i>Paraplaconeis placentula</i>		x							
<i>Pinnularia gibba</i>							x		
<i>Pinnularia lundii</i>			x						
<i>Pinnularia marchica</i>						x			
<i>Pinnularia sp.</i>				x					
<i>Sellaphora sp.</i>						x			
<i>Stauroneis smithii</i>								x	
<i>Staurosira construens</i>		x							
<i>Staurosira sp.</i>			x						
<i>Staurosirella sp.</i>			x						
<i>Surirella angusta</i>						x			
<i>Surirella linearis</i>			x			x			
<i>Surirella minuta</i>	x								
<i>Tryblionella levidensis</i>		x				x			
<i>Ulnaria ulna</i>	x								
<b>CHROMOPHYTA (Xanthophyceae)</b>									
<i>Tribonema sp.</i>				x					
<b>CHLOROPHYTA</b>									
<i>Cladophora sp.</i>					x				
<i>Coenochloris sp.</i>						x			
<i>Desmodesmus sp.</i>				x					

<i>Lacunastrum gracillimum</i>		x							
<i>Oedogonium</i> sp.		x	x		x				
<i>Pandorina morum</i>							x		
<i>Pediastrum duplex</i>					x				
<i>Pediastrum</i> sp.	x								
<i>Rhizoclonium</i> sp.				x					
<b>STREPTOPHYTA</b>									
<i>Closterium moniliferum</i>	x								
<i>Cosmarium</i> sp.				x					
<i>Haplotaenium rectum</i>	x								
<i>Klebsormidium</i> sp.				x			x		
<i>Mougeotia</i> sp.		x			x				
<i>Penium margaritaceum</i>		x							
<i>Spirogyra</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Staurastrum chaetoceras</i>		x							
<i>Staurastrum</i> sp.							x		
<i>Zygnema</i> sp.	x		x		x	x	x		x

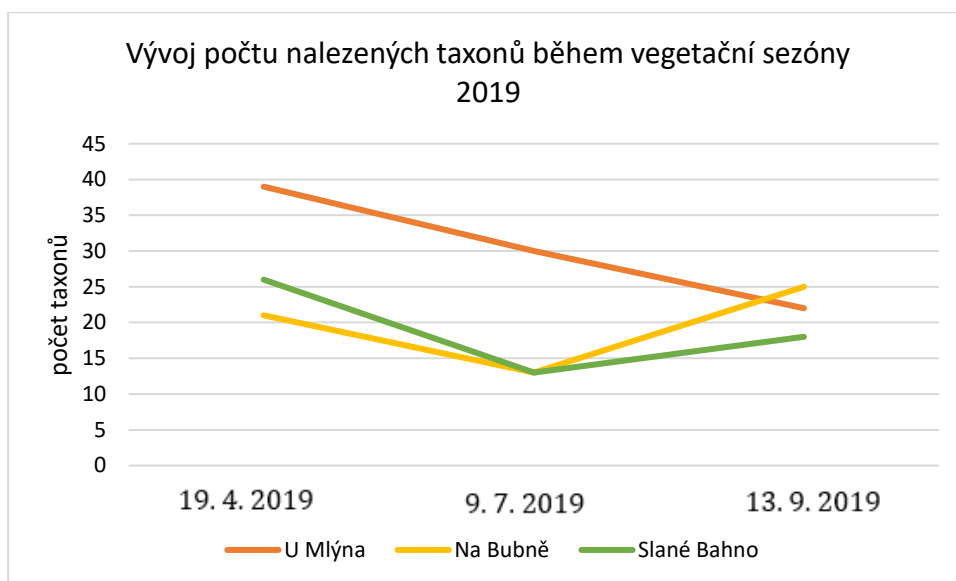
Porovnáním diverzity třech studovaných lokalit rybník U Mlýna, rybník Na Bubně a rybník Slané Bahno jsem zjistila, že nejvyšší diverzitu měla lokalita 1 rybník U Mlýna (viz tabulka č. 7). Nejvyšší diverzitu v rámci odběru na této lokalitě jsem zachytila při jarním odběru (viz tabulka č. 7). Při tomto odběru jsem determinovala 39 taxonů sinic a řas. Nejčastějšími druhy v jarním období na této lokalitě byly sinice rodu *Dolichospermum* sp., zlativky druhu *Synura petersenii*, rozsivky rodu *Fragilaria* sp. A *Navicula* sp. Nárůst vláknitých zelených řas tvořily nejpočetněji rody *Zygnema* sp. a *Spirogyra* sp. Naopak nejnižší diverzitu sinic a řas jsem zaznamenala při letním odběru na lokalitě 2 rybník Na Bubně a při letním odběru na lokalitě 3 rybník Slané Bahno, kdy jsem determinovala 13 taxonů sinic a řas. Při letním odběru na lokalitě 2 rybník Na Bubně se nejběžněji vyskytovaly dva druhy sinic *Woronichinia naegeliana* a *Microcystis ichthyoblabe*. Vláknotou nárostovou řasu s nejčastějším výskytem tvořila řasa rodu *Oedogonium* sp. Při letním odběru na lokalitě 3 rybník Slané Bahno byl v planktonu dominantní druh obrněnky *Ceratium hirundinella*.

Tabulka 7 Součty nalezených taxonů v jednotlivých odběrech na studovaných lokalitách během vegetační sezóny 2019 (vlastní tvorba).

organismus	lokalita 1 rybník U Mlýna			lokalita 2 rybník Na Bubně			lokalita 3 rybník Slané Bahno		
	19.4.	9.7.	13.9.	19.4.	9.7.	13.9.	19.4.	9.7.	13.9.
<b>CYANOBACTERIA</b>	2	3	3	1	1	1	1	0	0
<b>EUGLENOPHYTA</b>	3	2	0	0	1	0	1	1	2
<b>DINOPHYTA</b>	4	1	0	0	1	0	1	2	1
<b>CHROMOPHYTA (Chrysophyceae)</b>	3	1	0	0	0	2	1	0	2
<b>CHROMOPHYTA (Bacillariophyceae)</b>	23	17	16	15	4	20	17	9	12
<b>CHROMOPHYTA (Xanthophyceae)</b>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<b>CHLOROPHYTA</b>	1	2	1	2	3	1	1	0	0
<b>STREPTOPHYTA</b>	4	4	2	3	3	2	4	1	1
<b>součet taxonů v odběru</b>	<b>39</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>13</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>13</b>	<b>18</b>
<b>součet taxonů na lokalitě</b>	<b>91</b>			<b>59</b>			<b>57</b>		

Na lokalitě 2 rybník Na Bubně a na lokalitě 3 rybník Slané Bahno během vegetační sezóny 2019 diverzita klesla v letním období (viz graf č. 6). Na podzim opět stoupla. Vyšší nárůst diverzity v podzimním období byl na lokalitě 2 rybník Na Bubně. Na lokalitě 1 rybník U Mlýna byl zaznamenán stálý pokles diverzity během zkoumaného období.

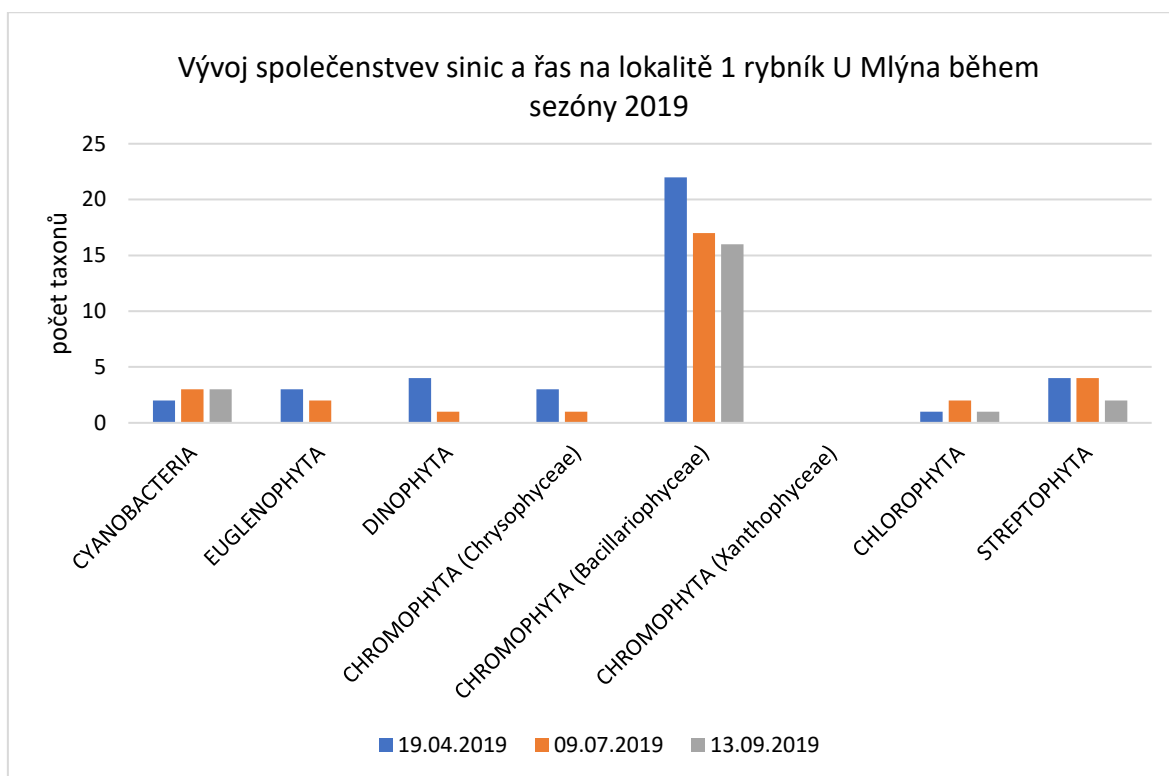
Graf 6 Porovnání vývoje diverzity na základě počtu taxonů během vegetační sezóny 2019 na třech studovaných lokalitách rybník U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno (vlastní tvorba).



### 3.2.1 Vývoj druhového složení v průběhu vegetační sezóny 2019

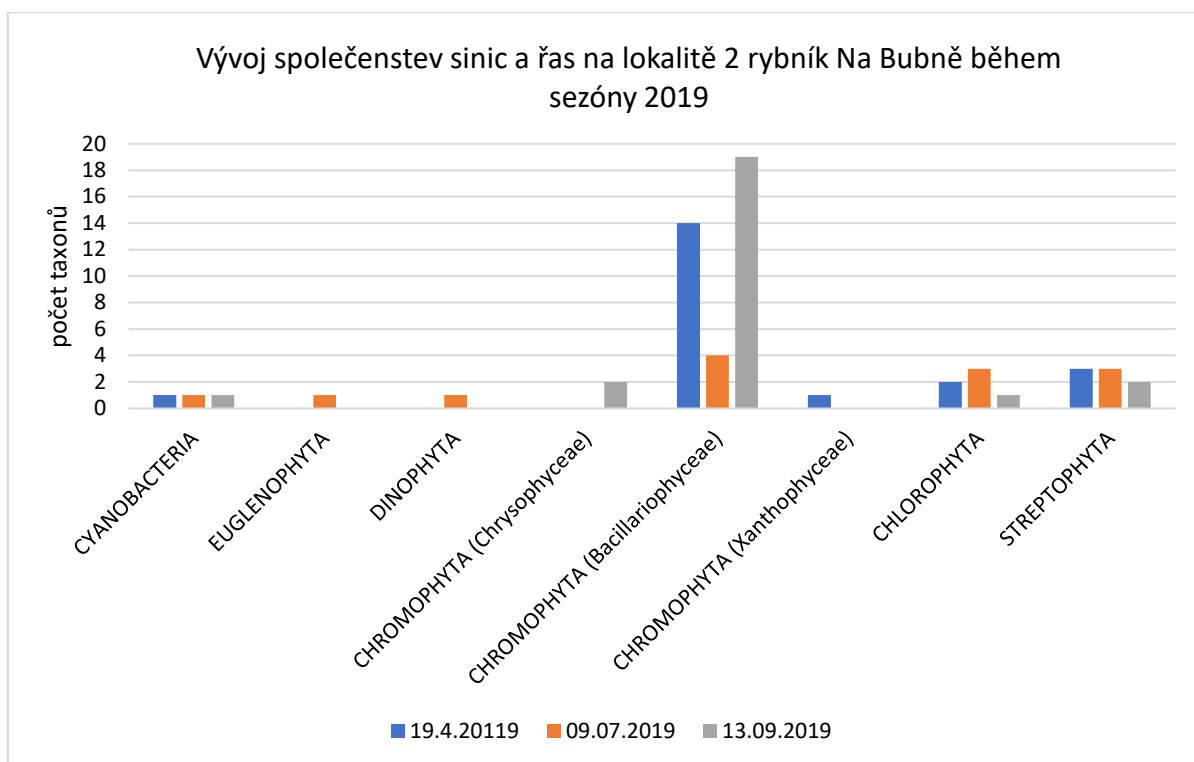
V grafu č. 7 je znázorněna sezónní dynamika jednotlivých společenstev sinic a řas na lokalitě 1 U Mlýna. Počty taxonů oddělení Dinophyta, Euglenophyta, čeledi Chrysophyceae, čeledi Bacillariophyceae a oddělení Streptophyta byly na jaře nejvyšší a v průběhu sezóny klesaly. Počet taxonů oddělení Cyanobacteria naopak během sezóny mírně vzrostl. Dominantním zástupcem v jarním a letním období byl druh *Dolichospermum* sp. Na podzim byly dominantní *Microcystis wesenbergii* a *Wornochinia naegeliana*.

Graf 7 Vývoj počtu taxonů sinic a řas během vegetační sezóny 2019 na lokalitě 1 rybník U Mlýna (vlastní tvorba).



Na lokalitě 2 rybník Na Bubně se v průběhu celé vegetační sezóny vyskytovali planktonní zástupci z oddělení Cyanobacteria. V průběhu sezóny byly dominantními druhy *Microcystis ichthyoblabe* a *Woronochinia naegeliana*. V letním období se na této lokalitě také nacházely taxony oddělení Euglenophyta a Dinophyta. Počet taxonů čeledi Bacillariophyceae v létě oproti jaru a létu velmi poklesl (viz graf č. 8).

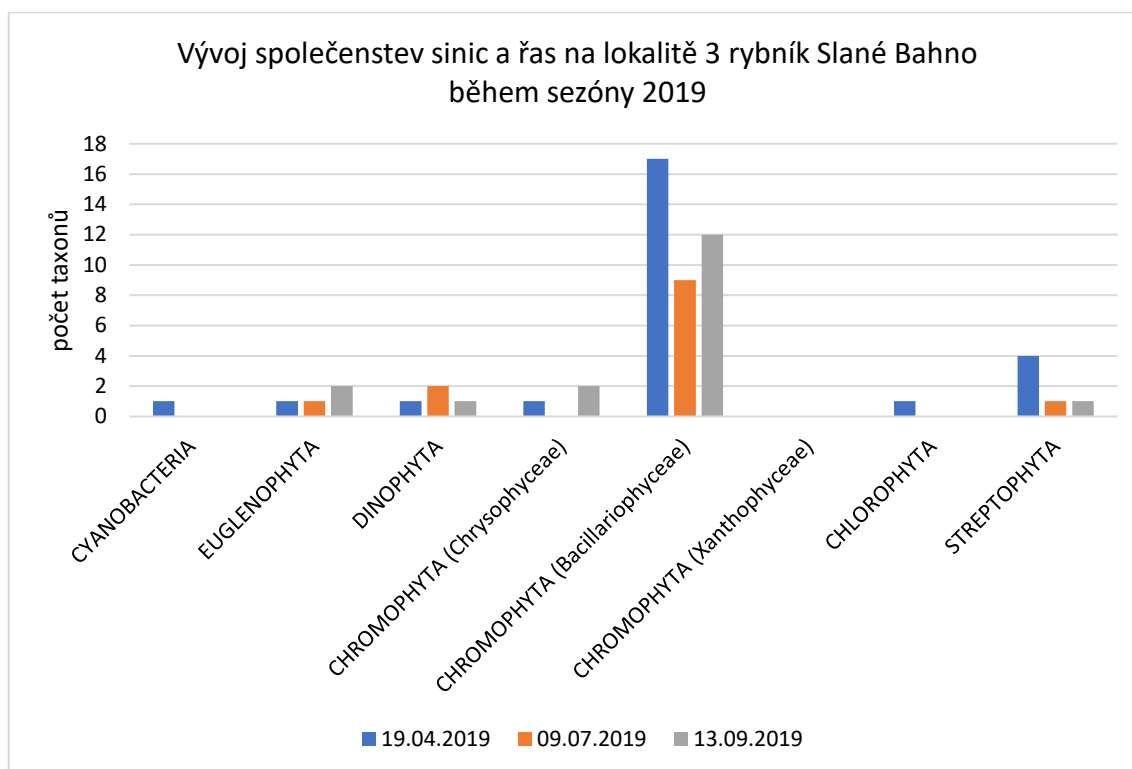
Graf 8 Vývoj počtu taxonů sinic a řas během vegetační sezóny 2019 na lokalitě 2 rybník Na Bubně (vlastní tvorba).



Na lokalitě 3 rybník Slané Bahno se v jarním období vyskytoval jeden taxon z oddělení Cyanobacteria (viz graf č. 9). V letním a podzimním období a se na této lokalitě zástupci z oddělení Cyanobacteria již nevyskytovali. V letním období tvořily dominantu planktonních společenstev řasy z oddělení Dinophyta. Dominantní druh byl *Ceratium hirundinella* společně se zástupcem z oddělení Euglenophyta *Lepocinclis acus*. V jarním a podzimním období se zde vyskytovali zástupci z čeledi Chrysophyceae, např. *Dinobryon* sp.



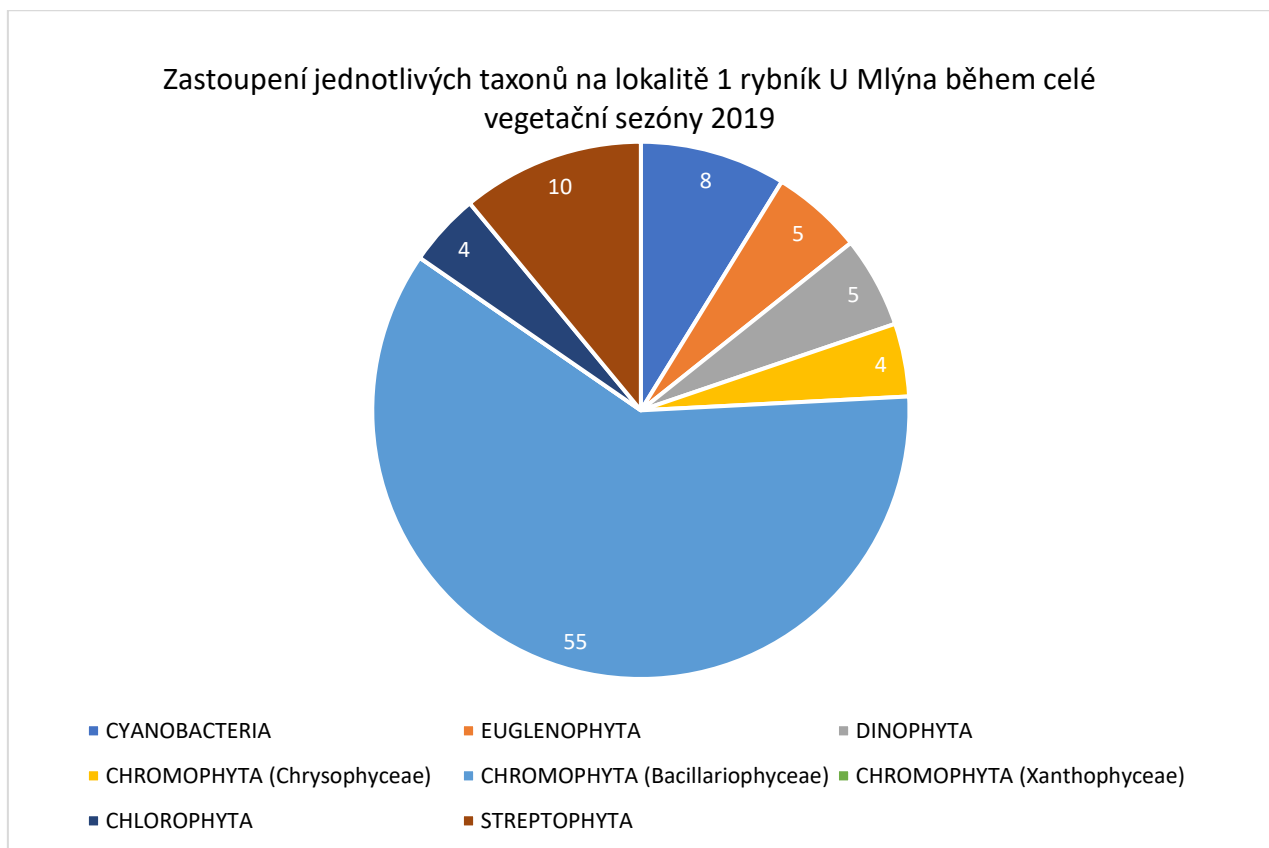
Graf 9 Vývoj počtu taxonů sinic a řas během vegetační sezóny 2019 na lokalitě 3 rybník Slané Bahno (vlastní tvorba).



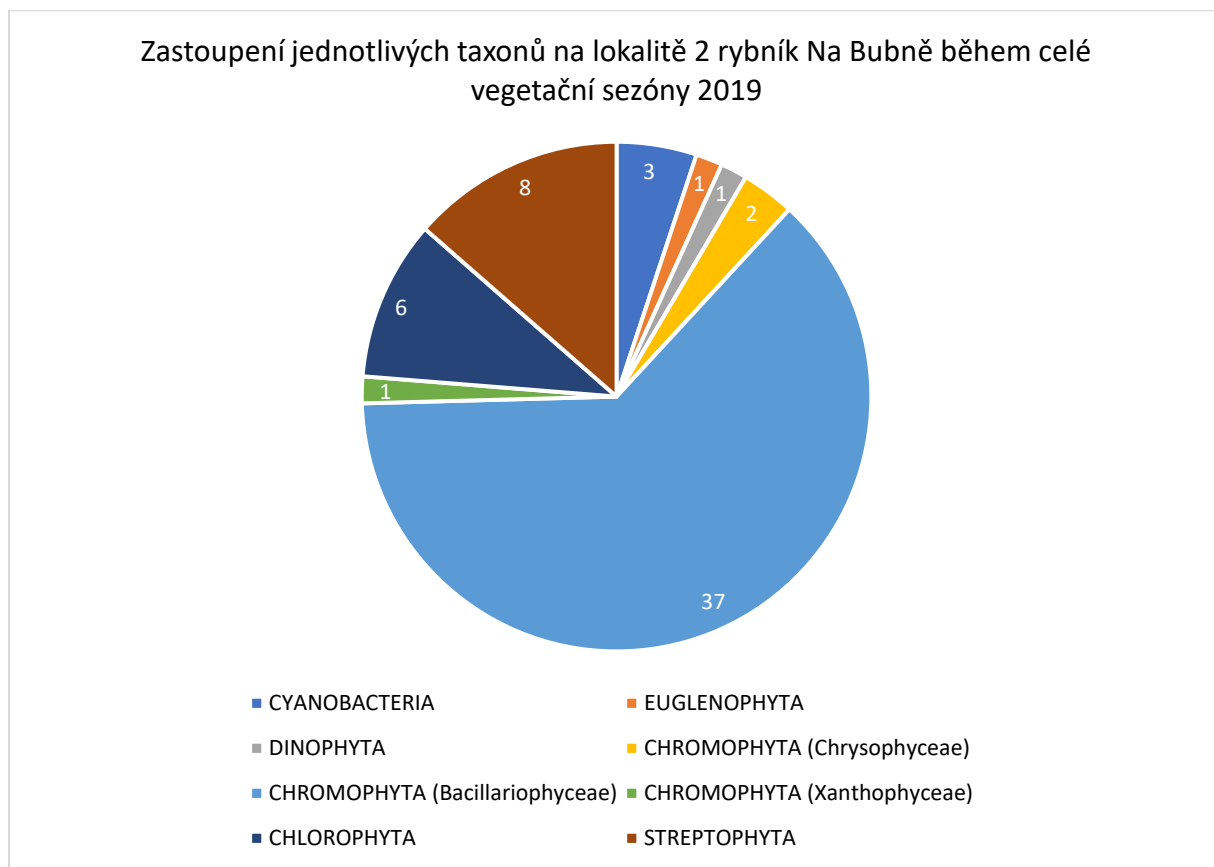
### 3.2.2 Počty taxonů na jednotlivých lokalitách

V následujících grafech jsou znázorněné procentuální zastoupení jednotlivých skupin sinic a řas nalezených na daných lokalitách během celé vegetační sezóny 2019. Graf č. 10 uvádí, jaké bylo druhové složení na lokalitě 1 rybník U Mlýna za celou vegetační sezónu 2019. Graf č. 11 uvádí, jaké bylo druhové složení na lokalitě 2 rybník Na Bubně za celou vegetační sezónu 2019. Graf č. 12 uvádí, jaké bylo druhové složení na lokalitě 3 rybník Slané Bahno za celou vegetační sezónu 2019.

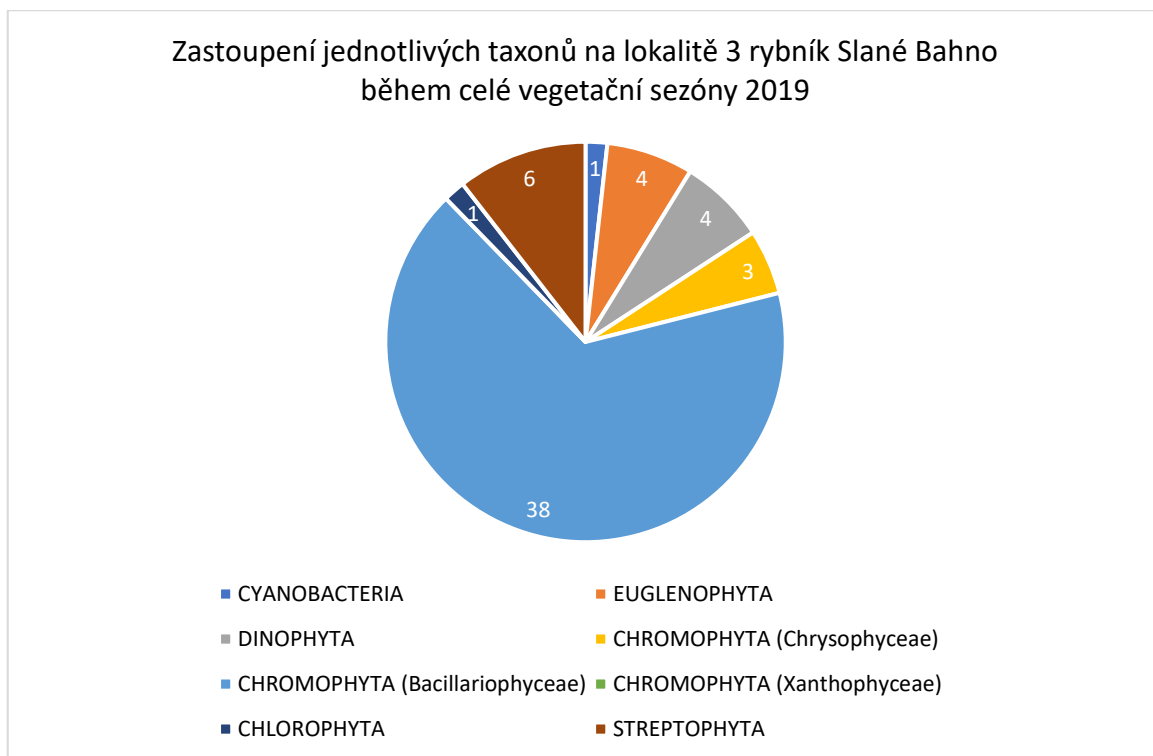
Graf 10 Počet taxonů na lokalitě 1 rybník U Mlýna v průběhu celé vegetační sezóny roku 2019 (vlastní tvorba).



Graf 11 Počet taxonů na lokalitě 2 rybník Na Bubně v průběhu celé vegetační sezóny roku 2019 (vlastní tvorba).



Graf 12 Počet taxonů na lokalitě 3 rybník Slané Bahno v průběhu celé vegetační sezóny roku 2019 (vlastní tvorba).



### 3.3 Informační tabule

Jedním z výstupů této bakalářské práce je také informační populárně-naučná tabule, kterou jsem nainstalovala k lokalitě 1 rybník U Mlýna (viz Obr. 16). Stala se součástí již existující naučné stezky kolem Martinických rybníků. Informační tabule obsahuje stručnou charakteristiku o sinicích a řasách, společně s fotkami sinic a řas vyfocených z odebraných vzorků na těchto lokalitách. Detail informační tabule je v příloze 1.



Obr. 16 Informační tabule na břehu rybníka U Mlýna (vlastní fotografie)

## 4 Diskuze

### 4.1 Faktory ovlivňující společenstva sinic a řas

Během zkoumaného období jsem měřila různé faktory prostředí. Jedním z faktorů je teplota. V jarním období byla voda na všech třech lokalitách chladná. Dosahovala zhruba 10 °C. Právě v jarním období jsem na lokalitě 1 rybník U Mlýna našla chladnomilný druh z čeledi Chrysophyceae *Synura petersenii* (Kaštovský et al. 2018a). V letním období se teplota na všech lokalitách oteplila na 20 °C. Při podzimním odběru vzorků, kdy teplota vody opět klesla, jsem determinovala další chladnomilný druh z čeledi Bacillariophyceae *Navicula lanceolata* (Kaštovský et al. 2018a). Nejnižší teplotu ze všech třech studovaných rybníků měl rybník Slané Bahno (lokalita 3). Nižší teplotu tohoto rybníku mohl zapříčinit vysoký vegetační pokryv okolních smrků (*Picea abies*), který bránil prostupu slunečního záření a tím většího ohřátí vody.

V jarním i letním období dosahovala voda na studovaných lokalitách mírně zásaditých hodnot pH. Na lokalitě 1 rybník U Mlýna bylo pH až na hodnotě 8,8. Podle Lelláka a Kubíčka (1991), se jedná ještě o přirozenou hodnotu pH stojaté vody, která obsahuje vyšší množství uhličitánů. Na lokalitě 2 rybník Na Bubně byla hodnota pH 7,6, na lokalitě 3 rybník Slané Bahno dosahovala hodnoty 7,8. Neutrální až mírně alkalická hodnota pH vody je také potvrzena výskytem alkalifilních druhů řas čeledi Bacillariophyceae *Cocconeis pediculus*, *Gomphonema capitatum*, *Gomphonema truncatum*, *Navicula cryptotenella*, *Nitzschia palea* nebo *Staurosira construens* (Kaštovský et al. 2018a, Lange-Bertalot et al. 2017). Na podzim pH vody na všech třech studovaných lokalitách kleslo, nejvíce na lokalitě 1 rybník U Mlýna. Acidifikace vody v rybnících může být způsobena například snížením fotosyntézy sinicových a řasových společenstev. Sníženou fotosyntézou se přestal odčerpávat CO<sub>2</sub> a voda v rybnících se okyselila (Hlaváčková 2018). K podobnému případu došlo právě i při výzkumu Hlaváčkové (2018) Lednických rybníků, kdy pH vody Prostředního rybníka v podzimním období taktéž náhle kleslo. Synková (2019) ve své práci uvádí, že okyselení vody, mohlo být způsobeno vyšším organickým spadem a následným tlením organického materiálu ve vodě. To bude nejspíše také jedna z příčin okyselení Martinických rybníků, neboť v podzimním období jsem na hladině rybníků pozorovala větší množství spadlého organického materiálu ze stromů rostoucích

na březích. Je možné, že listí a jehličí začalo tlít, tím se zvýšil obsah huminových kyselin ve vodě a voda se okyselila (Pivonkovský et al. 2010; Synková 2019).

Na studovaných lokalitách jsem také měřila hodnoty konduktivity. Nejnížší konduktivita v průběhu celé sezóny 2019 byla na lokalitě 1 rybník U Mlýna. Na všech lokalitách docházelo v průběhu sezóny ke zvyšování hodnot konduktivity. Nejvyšší nárůst konduktivity jsem zaznamenala na lokalitě 3 rybník Slané Bahno, kde v podzimním období byla konduktivita na hodnotě 417 $\mu$ S. Vyšší konduktivita mohla být způsobena vysokým obsahem rozpuštěných vápenatých iontů, které se mohou uvolňovat z podloží (Lellák a Kubíček 1991; Spurný et al. 2015). Důkazem vyššího obsahu iontů vápníku je výskyt řasy druhu *Amphipleura pellucida*, řasy rodu *Encyonopsis* sp., nebo dalších druhů řas *Epithemia adnata*, *Epithemia sorex*, či *Fragilaria perminuta*. Všechny výše zmíněné řasy vyhledávají právě stanoviště bohaté na vápník a zároveň stanoviště s vodou vyšších hodnot konduktivity (Kaštovský et al. 2018a, Lange-Bertalot et al. 2017). Synková (2019) ve své práci uvádí, že druh *Epithemia turgida*, kterou jsem taktéž našla na lokalitě 2 rybník Na Bubně, je indikátorem vyšších hodnot vápníku ve vodě. Vápnomilné druhy řas se vyskytovaly na všech studovaných lokalitách, avšak nejpočetnější nálezy byly na lokalitě 3 rybník Slané Bahno. To může souviset i s tím, proč právě zde byly nejvyšší hodnoty konduktivity v porovnání s hodnotami konduktivity na ostatních studovaných lokalitách. I souvislost mých zjištění se samotným názvem rybníku „Slané Bahno“ není nejspíše pouhou náhodou. Důkazem, že Slané Bahno obsahuje soli zvyšující naměřenou konduktivitu, je výskyt řasy *Cyclotella meneghiniana*, které vyhovuje halofilní prostředí (WoRMS Editorial Board 2021). Z mých zjištění předpokládám, že zvýšená konduktivita nebyla způsobena přebytkem dusíku a fosforu ve vodě, které ve většině eutrofních nádrží zapříčiňují právě vyšší vegetační zákal a nízkou průhlednost (Pouličková 2011). Domnívám se, že na základě naměřené hodnoty konduktivity nejde v tomto případě odhadovat míra trofie vody této lokality.

I když se jedná o specifické lokality a míru trofie nelze jednoznačně určit, zhodnotila lokalitu 1 rybník U Mlýna, lokalitu 2 rybník Na Bubně a lokalitu 3 rybník Slané Bahno jako meso až eutrofní. Na lokalitě 1 se především při letním odběru hojně vyskytovaly sinice rodu *Dolichospermum* sp. a druhu *Dolichospermum crassum*, které se vyskytují v eutrofních vodách. Dále jsem zde našla sinice druhu *Aphanizomenon flos-aque* a *Microcystis wesenbergii*, která taktéž vytváří vodní květy ve vodách s vysokou úživností (Kaštovský et al. 2018a). Peterová (2020) při průzkumu eutrofizovaného

Velkovřešťovského rybníka uvedla, že *Microcystis wesenbergii* tvořila dominantu vodního květu sinic. V mém průzkumu se sice vodní květ neobjevil, ale sinice *Microcystis wesenbergii* se na lokalitě také vyskytovala, a to především na podzim spolu s dalším podzimním druhem sinice *Woronichinia naegeliana* (Kaštovský et al. 2018a). *Woronichinia naegeliana* tvořila při třetím odběru (na podzim) dominantu planktonu i na lokalitě 2 rybník Na Bubně. Na zvýšenou trofii poukazují také zástupci oddělení Euglenophyta na lokalitě 1 rybník U Mlýna (Veselý 2021). Na lokalitě 1 rybník u Mlýna se vyskytovaly například druhy *Euglena oxyuris*, *Euglena sanguinea*, *Lepocinclis tripteris* a *Phacus longicauda*. Na lokalitě 3 rybník Slané Bahno se v průběhu celé vegetační sezóny hojně vyskytoval planktonní druh *Lepocinclis acus*. *Lepocinclis acus* podle Kaštovského et al. (2018b) je druhem obývajícím různě úživné nádrže a tůně. Společně s druhem *Lepocinclis acus* na lokalitě 3 v letním období tvořily dominantu planktonu řasy z oddělení Dinophyta, konkrétně se jednalo o vysoký výskyt druhu *Ceratium hirundinella*. To by mohlo nasvědčovat tomu, že voda na lokalitě 3 rybník Slané Bahno je mezotrofního charakteru (Pouličková 2011). Zároveň se na této lokalitě vyskytly druhy *Fragilaria amphicephaloides* a *Fragilaria perminuta*. Obě dvě tyto řasy nevyhledávají eutrofní vody (Kaštovský et al. 2018a, Lange-Bertalot et al. 2017). *Fragilaria amphicephaloides* je bioindikátorem čisté vody a nejčastěji se nachází ve vyšších polohách oligo až mesotrofních vod (Kaštovský et al. 2018a). Dalším faktorem, proč se na lokalitě 3 nevyskytly téměř žádní zástupci oddělení Cyanobacteria, může být ten, že voda v tomto rybníku je chladnější než na ostatních lokalitách. Chladnější voda nemusí vyhovovat sinicím (Pouličková 2011). Také je zajímavé, že na lokalitě 3, byla průhlednost vody po celou vegetační sezónu téměř až na dno. Průhlednost vody byla takto vysoká nejspíše z toho důvodu, že v rybníku nebyl větší vegetační zákal.

## 4.2 Druhá diverzita

Během jedné vegetační sezóny roku 2019 jsem na třech lokalitách o rozlohách 3,2ha, 1,2ha a 0,33ha determinovala celkem 110 různých taxonů sinic a řas v 60 odebraných vzorcích. Ze získaných vzorků jsem determinovala konkrétně 8 taxonů z oddělení Cyanobacteria, 6 taxonů z oddělení Euglenophyta, 5 taxonů z oddělení Dinophyta, 4 taxony z čeledi Chrysophyceae, 67 taxonů z čeledi Bacillariophyceae, 1 taxon z čeledi Xanthophyceae, 9 taxonů z oddělení Chlorophyta a 10 taxonů z oddělení Streptophyta. Hlaváčková (2018) při průzkumu diverzity společenstev sinic a řas fytoplanktonu čtyř



Lednických rybníků o rozlohách 250ha, 94ha, 45ha a 100ha determinovala 136 druhů sinic a řas. Z toho 23 druhů z oddělení Cyanobacteria, 9 druhů z oddělení Euglenophyta, 3 druhy z oddělení Dinophyta a 62 druhů z čeledi Bacillariophyceae. Krumhanzlová (2014), která zkoumala sinicovou a řasovou flóru třech rybníků o rozloze 1ha, 0,1ha a 2,1ha v okolí Zaječova, determinovala 162 druhů sinic a řas v průběhu jednoho vegetačního období. Jako nejlépe srovnatelná se mi jeví lokalita rybník Heřman o rozloze 2,1 ha, který bych přirovnala k mé studované lokalitě 2 rybník Na Bubně. Krumhanzlová ve svém výzkumu napsala, že na rybníku Heřman v letním období určila za dominantní rod *Microcystis* sp., která však nebyla v takovém masivním počtu, aby vytvořily souvislý vodní květ. Voda zůstala po celou sezónu zbarvena dohněda. Stejně tak se stalo i na mnou studované lokalitě 2 Na Bubně, na kterém v letním období byly dominantní planktonní druhy *Microcystis ichthyoblabe* a *Woronichinia naegeliana*, které netvořily souvislý vodní květ. Taktéž na studované lokalitě 1 rybník U Mlýna nedošlo k vytvoření souvislého vodního květu, kde byl v jarním a letním období dominantní planktonní rod *Dolichospermum* sp a druh *Dolichospermum crassum*. Při výzkumu na lokalitě rybník Heřman Krumhanzlová (2014) dále uvádí, že počet taxonů čeledi Bacillariophyceae v letním období značně klesl oproti počtu jarních a podzimních nálezům. I na mnou studované lokalitě 2 rybník Na Bubně došlo v létě k poklesu počtu taxonů čeledi Bacillariophyceae. Němcová (2017) při průzkumu sinic a řas dvou rybníků u obce Popůvky na Brněnsku determinovala v Dolním rybníce o rozloze 2ha celkem 157 taxonů sinic a řas. V Horním rybníce o rozloze 7ha určila 142 různých taxonů sinic a řas.

I když mnou studované martinické rybníky nejsou oproti výše zmíněným průzkumům v celkovém měřítku tolik druhově bohaté, neznamená to, že by byly méně hodnotné. Například na lokalitě 1 rybník U Mlýna jsem při jarním odběru determinovala poměrně vzácný druh z oddělení Dinophyta *Ceratium cornutum* (Kaštovský et al. 2018b). Při jarním odběru na lokalitě 1 se také vyskytl další vzácný druh *Haplotaenium rectum* (Kaštovský et al. 2018b). Proto se domnívám, že studované lokality mají určitě potenciál pro další algologický výzkum.

## 5 Závěr

Při průzkumu diverzity sinic a řas na třech martinických rybnících jsem odebrala celkem 60 vzorků. Jednalo se o vzorky planktonu, nárostových společenstev zelených vláknitých řas a seškrabů kamenů s rozsivkovými nárosty. Ze získaných vzorků jsem určila celkem 110 rozdílných taxonů sinic a řas. Nejvyšší druhovou rozmanitost jsem zjistila na lokalitě 1 rybník U Mlýna. Většina společenstev vyskytujících se na těchto lokalitách bylo bioindikátorem vody meso až eutrofního charakteru. Z pořízených fotografií sinic a řas jsem vytvořila populárně – naučnou informační tabuli. Tabuli jsem následně umístila k rybníku U Mlýna. Věřím, že se díky této tabuli sinice a řasy dostanou do povědomí široké veřejnosti a tabule bude přínosem nejenom pro moji bakalářskou práci.

## 6 Zdroje

ADL et al. 2012. *The Revised Classification of Eukaryotes*. The Journal of Eukaryotic Microbiology, 59(5), 2012 pp. 429–493, International Society of Protistologist. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1550-7408.2012.00644.x>

ADL et al. 2019. *Revisions to the Classification, Nomenclature, and Diversity of Eukaryotes*. The Journal of Eukaryotic Microbiology, 66, 2019 pp. 4-119, International Society of Protistologist. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jeu.12691>

AMBROŽOVÁ, J. 2003. *Aplikovaná a technická hydrobiologie* [online]. 2. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, 226 s. [cit 2020-04-24]. ISBN 80-7080-521-8. Dostupné z: [http://147.33.74.135/knihy/uid\\_isbn-80-7080-521-8/pages-img/040.html](http://147.33.74.135/knihy/uid_isbn-80-7080-521-8/pages-img/040.html)

AMBROŽOVÁ ŘÍHOVÁ, J. 2007. *Eutrofizace. Encyklopedie hydrobiologie : výkladový slovník* [online]. Praha: VŠCHT Praha. [cit. 2020-04-30]. Dostupné z: [http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid\\_es-006/ebook.html?p=E007](http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-006/ebook.html?p=E007)

BÄUERLE, A., KRAUTER, D. & STREBLE, H. 2017. *Das Leben im Wassertropfen: Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers*. Třinácté vydání. Kosmos, Stuttgart, ISBN 978-3-440-15694-0.

BURCHARDT, L. (Eds.) 2014. *Key to identification of phytoplankton species in lakes and rivers: guide for laboratory classes and field research*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Science, Kraków. ISBN 978-83-62975-19-8.

BURKI, F. 2016. *The Eukaryotic Tree of Life from a Global Phylogenomic Perspective*. Cold Spring Harbor Perspectives in Biology. Canadian Institute for Advanced Research, Department of Botany, University of British Columbia, Vancouver. Dostupné z: <https://cshperspectives.cshlp.org/content/6/5/a016147.full.pdf+html>

ČHMÚ. 2019. [online]. Český hydrometeorologický ústav [cit. 25. 3. 2019]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz>

ČHMÚ. 2020. [online]. Český hydrometeorologický ústav [cit. 25. 3. 2019]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz>

Diatoms of North America. 2020. [online]. [cit 2020-12-19]. Dostupné z: <https://diatoms.org/>

DOSTÁL, P. 2006. *Evoluce a systém stélkatých organismů a cévnatých výtrusných rostlin*. Druhé vydání. Univerzita Karlova v Praze – Pedagogická fakulta, Praha, 109 s. ISBN 80-7290-267-9.

DVOŘÁK, P., HAŠLER, P. & POULÍČKOVÁ, A. 2015. *Průvodce mikrosvětlem sinic a řas*. První vydání. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 46 s. ISBN 78-80-244-4408-6.

Geoportal. 2019. [online]. Národní geoportál INSPIRE [cit 2020-05-05]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz>

HERRERO, A. M., MURO-PASTOR, A. & FLORES, E. 2001. *Nitrogen Control in Cyanobacteria*. Journal of Bacteriology, Jan. 2001, p. 411–425 Vol. 183, No. 2, American Society for Microbiology.

HLAVÁČKOVÁ, A. *Druhá rozmanitost společenstev sinic a řas fytoplanktonu Lednických rybníků na Včelínku*. Brno 2018. Bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita Ústav botaniky a zoologie. Vedoucí práce Barbora Chattová. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/nwap2/BP.pdf>

JOHN, D. M., WHITTON, B. A. & BROOK, A. J. (Eds.) 2017. *The freshwater algal flora of the British Isles: An identification guide to freshwater and terrestrial algae*. Druhé vydání. Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-19375-7.

JURÁŇ, J., HAUER, T., KAŠTOVSKÝ, J. 2020. *www.sinicearasy.cz* [online]. České Budějovice: Přírodovědecká fakulta JU, 2020 [cit. 2020-02-11]. Dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/>

JURÁŇ, J., HAUER, T., KAŠTOVSKÝ, J. 2021. *www.sinicearasy.cz* [online]. České Budějovice: Přírodovědecká fakulta JU, 2020 [cit. 2020-02-11]. Dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/>

KALINA, T. 1994. *Systém a vývoj sinic a řas*. Karolinum, Praha, 165 s. ISBN 80-7066-854-7.

KALINA, T. & VÁŇA, J. 2005. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. První vydání. Karolinum, Praha, 606 s. ISBN 80-246-1036-1.

KRUMHANZLOVÁ, V. *Řasová a sinicová flóra mělkých rybníků v okolí Zaječova*. Plzeň 2014. Bakalářská práce. Pedagogická fakulta. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Mgr. Veronika Kaufnerová. Dostupné z: <https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/14711/1/Krumhanzlova%20BP.pdf>

KAŠTOVSKÝ, J., HAUER, T., GERIŠ, R., CHATTOVÁ, B., JURÁŇ, J., LEPŠOVÁ-SKÁCELOVÁ, O., PITELKOVÁ, P., PUSZTAI, M., ŠKALLOUD, P., ŠŤASTNÝ, J., ČAPKOVÁ, K., BOHUNICKÁ, M. & MÜHLSTEINOVÁ, R. 2018a. *Atlas sinic a řas ČR 1*. Powerprint, Praha, 384 s. ISBN 978-80-7568-124-9.

KAŠTOVSKÝ, J., HAUER, T., GERIŠ, R., CHATTOVÁ, B., JURÁŇ, J., LEPŠOVÁ-SKÁCELOVÁ, O., PITELKOVÁ, P., PUSZTAI, M., ŠKALLOUD, P., ŠŤASTNÝ, J., ČAPKOVÁ, K., BOHUNICKÁ, M. & MÜHLSTEINOVÁ, R. 2018b. *Atlas sinic a řas ČR 2*. Powerprint, Praha, 480 s. ISBN 978-80-7568-125-6.

KAŠTOVSKÝ, J. & JURÁŇ, J. Evoluce sinic a řas v moderním pojetí. *Živa*, 2016, 6: 133-136. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pd/pdf/evoluce-sinic-a-ras-v-modernim-pojeti.pdf>

KOMÁREK, J., & ANAGNOSTIDIS, K. 1998. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19/1: Cyanoprokaryota: Chroococcales*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin.

KOMÁREK, J., & ANAGNOSTIDIS, K. 2005. *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 19/2: Cyanoprokaryota: Oscillatoriales*. Springer Spektrum, Heidelberg.

KOMÁREK, J. 2013. *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 19/3: Cyanoprokaryota. 3. Teil/3rd part: Heterocytous Genera*. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Germany.

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.

LANGE-BERTALOT, H., HOFMANN, G., WERUM, M., & CANTONATI, M. 2017. *Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species Used in Ecological Assessment*. Koeltz Botanical Books. ISBN 978-3-946583-06-6.

LELLÁK, J. & F. KUBÍČEK, 1991: *Hydrobiologie*. Praha: Karolinum, 257 s

Lesy České republiky s.p. 2020. [online]. Lesnická naučná stezka U mlýna. [cit 2020-12-17]. Dostupné z: <https://lesy-cr.cz/naucna-stezka/lesnicka-naucna-stezka-u-mlejna/>  
Mapy.cz. 2020. [online]. Seznam.cz [cit 2020-12-17]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.6083309&y=50.6011175&z=11>

NĚMCOVÁ, M. *Řasová flóra Horního a Dolního rybníka v obci Popůvky na Brněnsku*. Brno 2017. Bakalářská práce. Katedra Biologie, Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity v Brně. Vedoucí práce Mgr. Blažena Brabcová Ph. D. Dostupné z: [https://is.muni.cz/th/nd427/Michaela\\_Nemcova\\_437142\\_BP\\_upwusewc.pdf](https://is.muni.cz/th/nd427/Michaela_Nemcova_437142_BP_upwusewc.pdf)

PALINSKA, K. & SUROSZ, W. *Hydrobiologia*. Nov2014, Vol. 740 Issue 1, p1-11. 11p. DOI: 10.1007/s10750-014-1971-9.

PARKE, M. 1961. Some remarks concerning the class Chrysophyceae, *British Phycological Bulletin*, 2:2, 47-55, DOI: 10.1080/00071616100650021. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00071616100650021>

PETEROVÁ, A. Průzkum diverzity a sezónní dynamiky řas a sinic Velkovřešťovského rybníka. Hradec Králové, 2020. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí bakalářské práce RNDr. Markéta Bohunická, Ph.D. Dostupné z: <https://theses.cz/id/d2sy4n/STAG93363.pdf>

PETRTÝL, M. 2014. *Úvod do hydrobiologie* [online]. Česká zemědělská univerzita v Praze. [cit. 2020-04-21] Dostupné z: [http://ryby.agrobiologie.cz/wp-content/uploads/hydrobiologie\\_e-learning\\_Petrtyl\\_CZU.pdf](http://ryby.agrobiologie.cz/wp-content/uploads/hydrobiologie_e-learning_Petrtyl_CZU.pdf)

PIVONKOVSKÝ, M., PIVONKOVSKÁ, L., BUBÁKOVÁ, P. & JANDA, V. Úprava vody s obsahem huminových látek. *Chemické Listy* 2010. 104: 1015 – 1022. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2010\\_11\\_1015-1022.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2010_11_1015-1022.pdf)

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

SKOPALOVÁ, J., KOTOUČEK, M. & ADAMOVSÝ, P. 2021. *Výpočty z elektroanalytických metod* [online]. Multimediální učebnice Univerzity Palackého v Olomouci. [cit 2020-04-30]. Dostupné z: <https://ach.upol.cz/ucebnice2/kond.htm>

SOMMER, U., GLIWICZ, M. Z., LAMPERT, W. & DUNCAN, A. 1986. *The PEG\*-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters* [online]. Arch. f. Hydrobiologie. Stuttgart. [cit 2020-05-04]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/profile/Z\\_Gliwicz/publication/243710329\\_The\\_PEG-model\\_of\\_seasonal\\_succession\\_of\\_planktonic\\_events\\_in\\_fresh\\_waters/links/0c9605374cb07052cd000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Z_Gliwicz/publication/243710329_The_PEG-model_of_seasonal_succession_of_planktonic_events_in_fresh_waters/links/0c9605374cb07052cd000000.pdf)

SPURNÝ, P., MAREŠ, J., KOPP, R. & ŘEZNÍČKOVÁ, P. 2015. *Hydrobiologie a rybářství* [online]. Mendelova univerzita v Brně. [cit 2020-04-21]. Dostupné z: <http://www.rybarstvi.eu/pub%20rybari/2015%20hyd%20a%20ryb.pdf>

ŠVEHLÁKOVÁ, H., NOVÁKOVÁ, J. & MELČÁKOVÁ I. 2006. *Ekologické aspekty technické hydrobiologie* [online]. Ostrava: VŠB-TU Ostrava [cit. 2020-04-24]. Dostupné z: <http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/>

SYNKOVÁ, K. Brno 2019. *Diverzita sinic a řas vodních nádrží a jezírek Botanické zahrady Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity*. Bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita Ústav botaniky a zoologie. Vedoucí práce Barbora Chattová. Dostupné z: [https://is.muni.cz/th/mlkcz/Bakalarska\\_prace\\_SYNKOVA.pdf](https://is.muni.cz/th/mlkcz/Bakalarska_prace_SYNKOVA.pdf)

TESTER, A. P. & STEIDINGER, A. K. *Gymnodinium breve red tide blooms: Initiation, transport, and consequences of surface circulation. Limnology and oceanography*, 1997, volume 42, issue 5 part 2: 1039-1051. Dostupné z: [https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.4319/lo.1997.42.5\\_part\\_2.1039](https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.4319/lo.1997.42.5_part_2.1039)

VESELÝ, L. 2012: *Ekologie fyto-bentosu tůní vznikajících v průběhu jarní záplavy v úseku horní Lužnice*. 58 pp, Faculty of Science, the University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic. Dostupné z: [https://theses.cz/id/ui0rrg/HOTOV\\_MAGISTERKA.pdf](https://theses.cz/id/ui0rrg/HOTOV_MAGISTERKA.pdf)

WoRMS Editorial Board (2021). World Register of Marine Species. Checklist dataset <https://doi.org/10.14284/170> accessed via GBIF.org on 2021-07-08 Dostupné z: <https://www.gbif.org/dataset/2d59e5db-57ad-41ff-97d6-11f5fb264527>



## Seznam obrázků

Obr. 1 Systém sinic a řas (www.sinicearasy.cz 2021).....	13
Obr. 2 Systém eukaryot (Adl et al. 2019) .....	14
Obr. 3 Stratifikace dimiktické nádrže v letním období (Spurný et al. 2015).....	18
Obr. 4 Letní stratifikace dimiktické nádrže (Pouličková 2011) .....	18
Obr. 5 Stratifikace dimiktické nádrže v různých ročních obdobích (Pouličková 2011).....	19
Obr. 6 Model sezónní dynamiky fytoplanktonu dimiktické nádrže (Pouličková 2011) ...	23
Obr. 7 Mapa studované lokality 1:20 000 (Geoportal 2009).....	24
Obr. 8 Mapa odběrových lokalit: lokalita č. 1 rybník U Mlýna, lokalita č. 2 rybník Na Bubně, lokalita č. 3 rybník Slané Bahno 1:10 000 (Geoportal 2009) .....	25
Obr. 9 Lokalita č. 1, rybník U Mlýna (vlastní fotografie) .....	27
Obr. 10 Lokalita č. 2, rybník Na Bubně (vlastní fotografie).....	28
Obr. 11 Lokalita č. 3, rybník Slané Bahno (vlastní fotografie) .....	29
Obr. 12 Odběr planktonní sítě (vlastní fotografie).....	31
Obr. 13 Seškrab rozsivkových nárostů (vlastní fotografie) .....	31
Obr. 14 Měření multimetrem (vlastní fotografie).....	32
Obr. 15 Měření průhlednosti Secchiho deskou (vlastní fotografie).....	32
Obr. 16 Informační tabule na břehu rybníka U Mlýna (vlastní fotografie).....	53

## Seznam Grafů

Graf 1 Porovnání naměřených hodnot teplot na jednotlivých lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno během třech odběrů v roce 2019 (vlastní tvorba).....	36
Graf 2 Klimadiagram území studovaných lokalit pro rok 2019 .....	37
Graf 3 Porovnání naměřených hodnot pH na jednotlivých lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno během třech odběrů v roce 2019 (vlastní tvorba). .....	38
Graf 4 Porovnání naměřených hodnot konduktivity na jednotlivých lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno během třech odběrů v roce 2019 (vlastní tvorba).....	39
Graf 5 Porovnání naměřených hodnot průhlednosti na jednotlivých lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno během třech odběrů v roce 2019 (vlastní tvorba).....	40

Graf 6 Porovnání vývoje diverzity na základě počtu taxonů během vegetační sezóny 2019 na třech studovaných lokalitách rybník U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno (vlastní tvorba).	46
Graf 7 Vývoj počtu taxonů sinic a řas během vegetační sezóny 2019 na lokalitě 1 rybník U Mlýna (vlastní tvorba).	47
Graf 8 Vývoj počtu taxonů sinic a řas během vegetační sezóny 2019 na lokalitě 2 rybník Na Bubně (vlastní tvorba).	48
Graf 9 Vývoj počtu taxonů sinic a řas během vegetační sezóny 2019 na lokalitě 3 rybník Slané Bahno (vlastní tvorba).	49
Graf 10 Počet taxonů na lokalitě 1 rybník U Mlýna v průběhu celé vegetační sezóny roku 2019 (vlastní tvorba).	50
Graf 11 Počet taxonů na lokalitě 2 rybník Na Bubně v průběhu celé vegetační sezóny roku 2019 (vlastní tvorba).	51
Graf 12 Počet taxonů na lokalitě 3 rybník Slané Bahno v průběhu celé vegetační sezóny roku 2019 (vlastní tvorba).	52

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Naměřené hodnoty teplot na lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno během třech odběrů v roce 2019 (vlastní tvorba).	35
Tabulka 2 Průměrné teploty a průměrné úhrny srážek v jednotlivých měsících v roce 2019 na území Libereckého kraje (ČHMÚ 2020).	36
Tabulka 3 Naměřené hodnoty pH na lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno během třech odběrů v roce 2019 (vlastní tvorba).	37
Tabulka 4 Naměřené hodnoty konduktivity na lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno během třech odběrů v roce 2019 (vlastní tvorba).	38
Tabulka 5 Naměřené hodnoty průhlednosti na lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno během třech odběrů v roce 2019 (vlastní tvorba).	39
Tabulka 6 Nalezené druhy sinic a řas na třech studovaných lokalitách U Mlýna, Na Bubně a Slané Bahno rozdělené na jarní, letní a podzimní odběry v roce 2019.	41
Tabulka 7 Součty nalezených taxonů v jednotlivých odběrech na studovaných lokalitách během vegetační sezóny 2019 (vlastní tvorba).	45

## **Přílohy**

Příloha 1 – Informační tabule

Příloha 2 – fotodokumentace nalezených sinic a řas

Elektronická příloha – Informační tabule ve formátu PDF pro tisk.

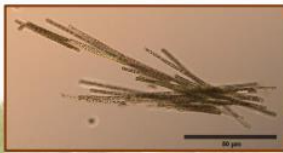
# Příloha 1 – Informační tabule

## Poznejte řasy a sinice Martinických rybníků

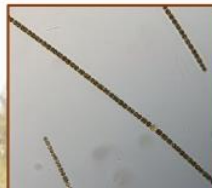
Meet algae and blue-green algae of three ponds in Martinice v Krkonoších

**Sinice** jsou mikroskopické prokaryotní organismy modrozelené barvy. Na naší Zemi žijí již 3,5 miliardy let. Díky sinicím dnes můžeme dýchat. Jak je to možné? V průběhu jejich vývoje totiž sinice získaly schopnost fotosyntézy, tedy vázat vzdušný oxid uhličitý za současné produkce kyslíku. Byly prvními producenty kyslíku na Zemi a podílely se na vzniku kyslíkové atmosféry. Důležitou funkci mají také v koloběhu dusíku v ekosystému. Dusík je významnou živinou. Některé sinice fixují do svých specializovaných buněk dusík N<sub>2</sub>, a ten poté zpřístupňují pro další organismy. Pokud je však živin (dusíku a fosforu) ve vodní nádrži nadbytečné množství, sinice se přemnoží. Děje se tak především v letním období. My poté můžeme pozorovat zelený zákal vodní hladiny. Zelené sinicové vodní květy mohou produkovat vysoké množství toxických látek. Není však pravidlem, že každý sinicový květ je nebezpečný pro člověka. Záleží na druhu sinice, která květ vytvořila.

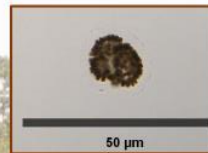
**Blue-green algae** are microscopic prokaryotic organisms of blue-green colour, as the name says. They have existed on our planet for about 3,5 billion years. Thanks to them we do breathe. How is it possible? During the phylogenesis they got the ability of photosynthesis, tying airy carbon dioxide at the same time with producing oxygen. Blue-green algae were the first producers of oxygen on the planet and they played a role in the genesis of the atmosphere. Their elemental nutrient is nitrogen, they are important for its circulation in an ecosystem. Some types of blue-green algae capture nitrogen in specialized cells. Thus they mediate it for other organisms. However, if the basic nutrients (nitrogen and phosphorus) are in high quantities in the water, the blue-green algae over proliferate. This happens mostly in summer. In this period, we can observe green turbidity, which is called water bloom. It can produce toxic substances. Not all water blooms are dangerous for people, toxicity depends on the type of blue-green alga forming it.



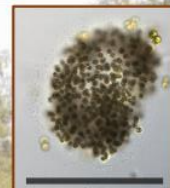
Obr. 1: *Aphanizomenon flos-aquae* (podzimní plankton ve středním rybníku U Mlýna)



Obr. 2: *Dolichospermum* sp. (letní plankton rybníka U Mlýna)



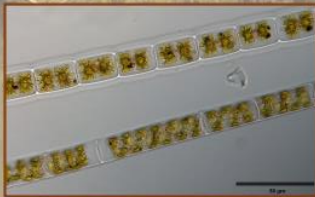
Obr. 3: *Woronichinia roegeanae* (podzimní plankton ve středním rybníku U Mlýna)



Obr. 4: *Microcystis* sp. (letní plankton středního rybníka Na Buhňu)

**Řasy** jsou jednobuněčné nebo mnohobuněčné organismy, jejichž tělo je tvořeno stélkou. Stélka je označení pro tělo nižších rostlin. Některé řasy jsou tedy takovými předchůdci rostlin a stromů, které běžně potkáváme na loukách a v lesích. Stejně jako rostliny a stromy, i řasy mají schopnost fotosyntézy. Mezi nejznámější druhy řas patří krásnoočka (*Euglenophyta*) (Obr. 6; 8). Jsou to jednobuněčné bičíkovci nacházející se v planktonu vod s vyšším obsahem živin. Mezi řasy s vícebuněčnou stélkou se řadí například spávjivky (*Zygnema* sp.) (Obr. 5 nahore). Spávjivky se obvykle vyskytují v přítomnosti s vláknitou řasou šroubatkou (*Spirogyra* sp.) (Obr. 5 dole). Tvoří dlouhá zelená vlákna, která na břehu vodních nádrží porůstají kameny, klacky, stonky rostlin a další předměty.

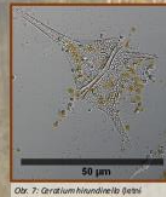
**Algae** are both unicellular and multicellular organisms whose body is called a thallus. It is a name for bodies of "lower plants". Some algae are forerunners of plants and trees that we are used to finding on meadows and in woods. Same as plants and trees algae also photosynthesize. One of the most well-known species is *Eugena* sp. (Picture 6; 8). *Eugena* sp. is a genus of single-cell flagellate eukaryotes occurring in plankton in high-nutrition water. As written above, algae might have a multicellular thallus. These are for example the *Zygnematophyceae* (specifically *Zygnema* sp. (Picture 5, on the top) and *Spirogyra* sp. (Picture 5, in the below)).



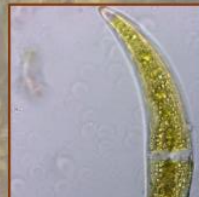
Obr. 5: *Zygnema* sp. a *Spirogyra* sp. (podzimní nárost u břehu rybníka Na Buhňu)



Obr. 6: *Euglenia* sp. (jarní plankton ve středním rybníku U Mlýna)



Obr. 7: *Gracilaria hirsutissima* (letní plankton rybníka Slaná Buhňo)



Obr. 11: *Closterium moniliferum* (jarní plankton rybníka U Mlýna)



Obr. 8: *Lepocleus tripteris* (jarní plankton ve středním rybníku U Mlýna)



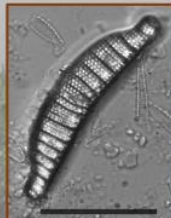
Obr. 9: *Synura* sp. (jarní plankton ve středním rybníku U Mlýna)



Obr. 10: *Podocetrum simplex* (letní plankton ve středním rybníku Na Buhňu)

Mezi podivuhodné druhy řas patří rozslivky (*Bacillariophyceae*). I když se jedná o běžné řasy, jsou výjimečně aktivním vychytáváním rozpuštěného křemíku ve vodě, ze kterého si budují složité strukturované křemíkové schránky nejrůznějších tvarů.

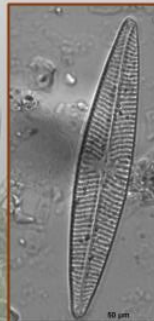
Diatoms are a pellicular group of algae. A unique feature of diatom anatomy is that they are surrounded by a cell wall made of silica (hydrated silicon dioxide which they actively capture from the water), called a frustule.



Obr. 12: *Epithemia obsoleta* (jarní nárost kamene na břeh - rybník U Mlýna)



Obr. 13: *Asterionella formosa* (podzimní plankton ve středním rybníku Na Buhňu)



Obr. 14: *Nitzschia radiosa* (podzimní nárost na mlč - rybník U Mlýna)



Obr. 15: Mapa studované lokality 1:10 000 (Geoportál 2009)

**Auto:** Alžběta Honců. Přírodovědecká fakulta Univerzita Hradec Králové  
Tato informační tabule vznikla v rámci bakalářské práce Průzkum diverzity sinic a řas třech rybníků u Martinic v Krkonoších. Výzkum probíhal od jara do podzimu roku 2019.  
**Poděkování** LČR s. p. za umožnění vzniku tohoto projektu.

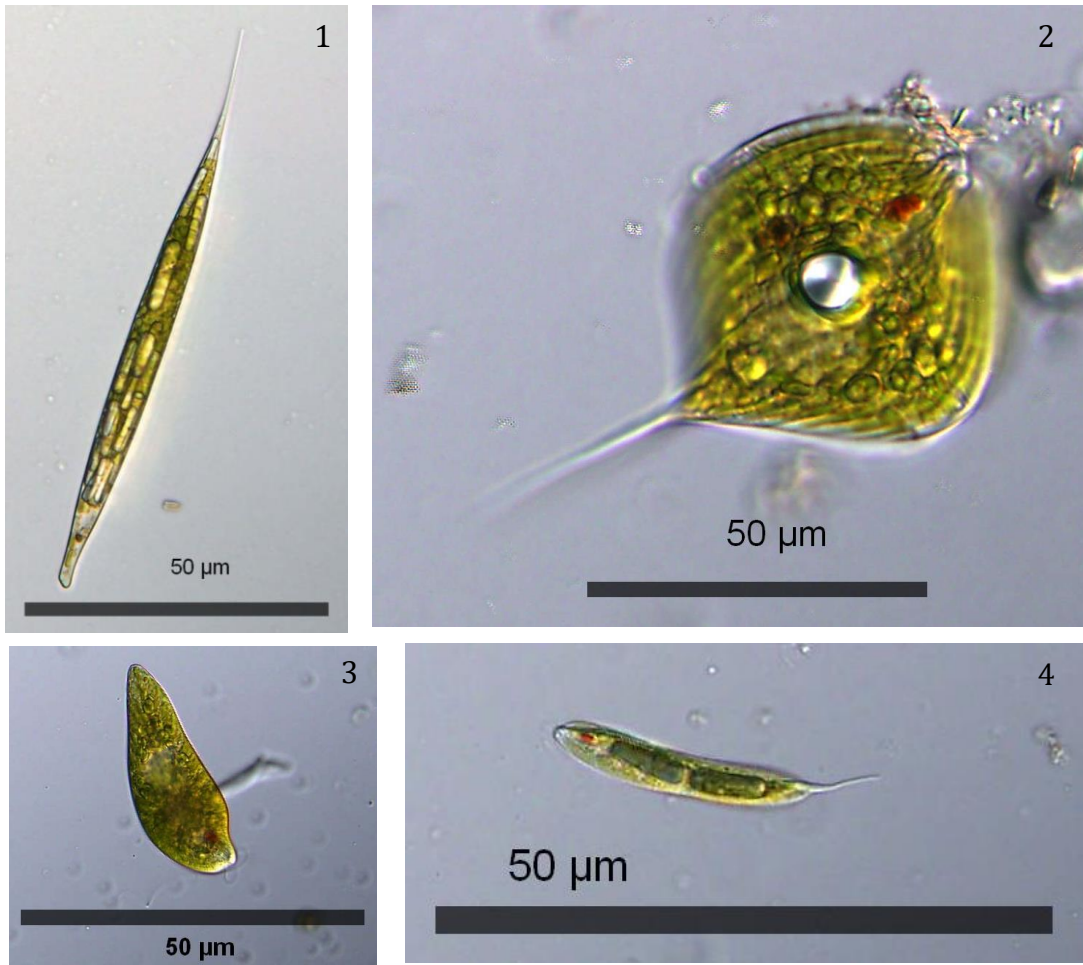
## Příloha 2 – fotodokumentace nalezených sinic a řas

### Tabule I. vybraní zástupci Cyanobacteria



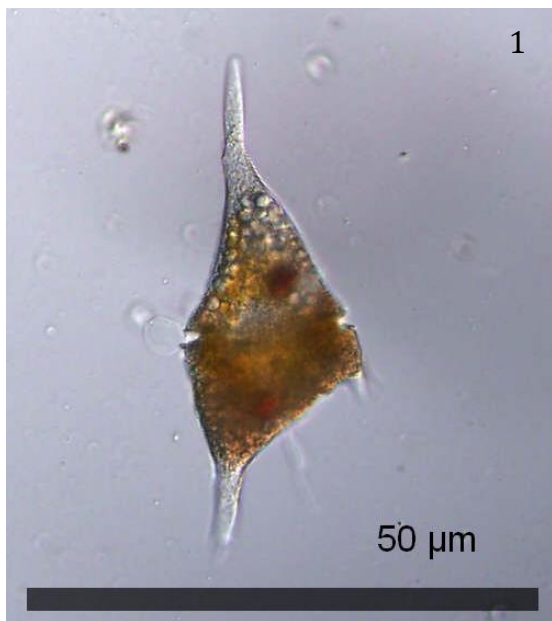
1 - *Dolichospermum* sp.; 2 - *Dolichospermum crassum*; 3 - *Aphanizomenon flos-aque*;  
4 - *Woronichinia naegeliana*; 5 - *Microcystis wesenbergii*; 6 - *Microcystis ichthyoblabe*

**Tabule II. vybraní zástupci Euglenophyta**



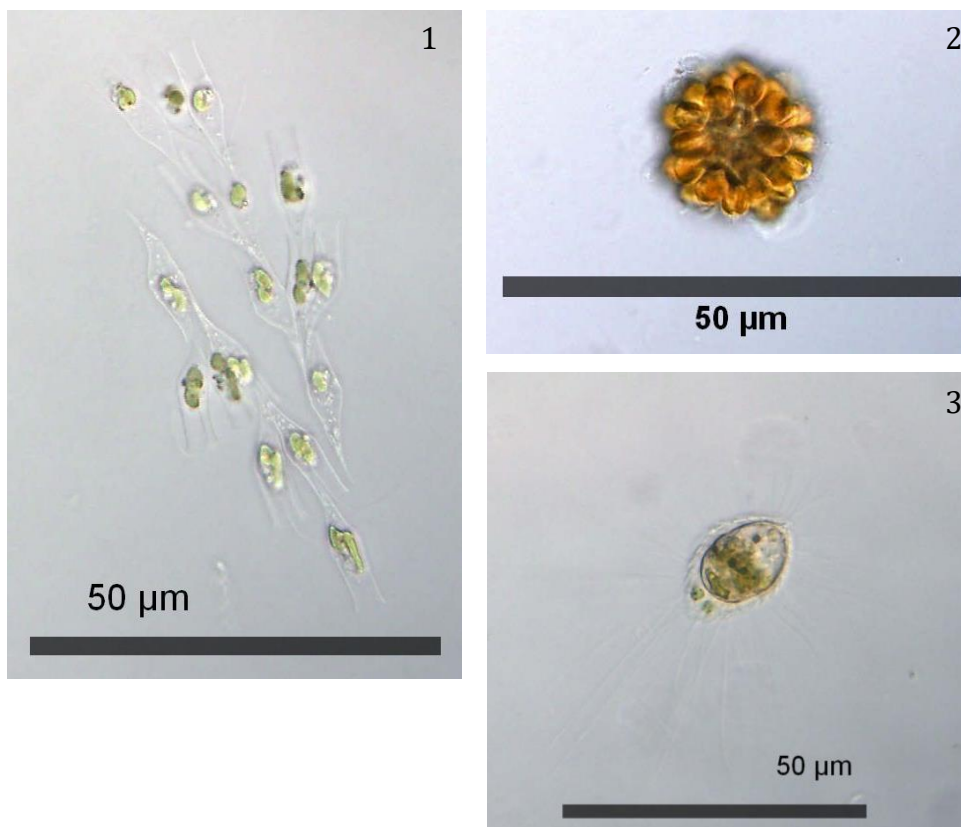
1 – *Lepocinclis acus*; 2 – *Phacus longicauda*; 3 – *Euglena* sp.; 4 – *Lepocinclis tripteris*

Tabule III. vybraní zástupci Dinophyta



1 – *Ceratium cornutum*; 2 – *Peridinium* sp.; 3 – *Ceratium furcoides*;  
4 – *Ceratium hirundinella*

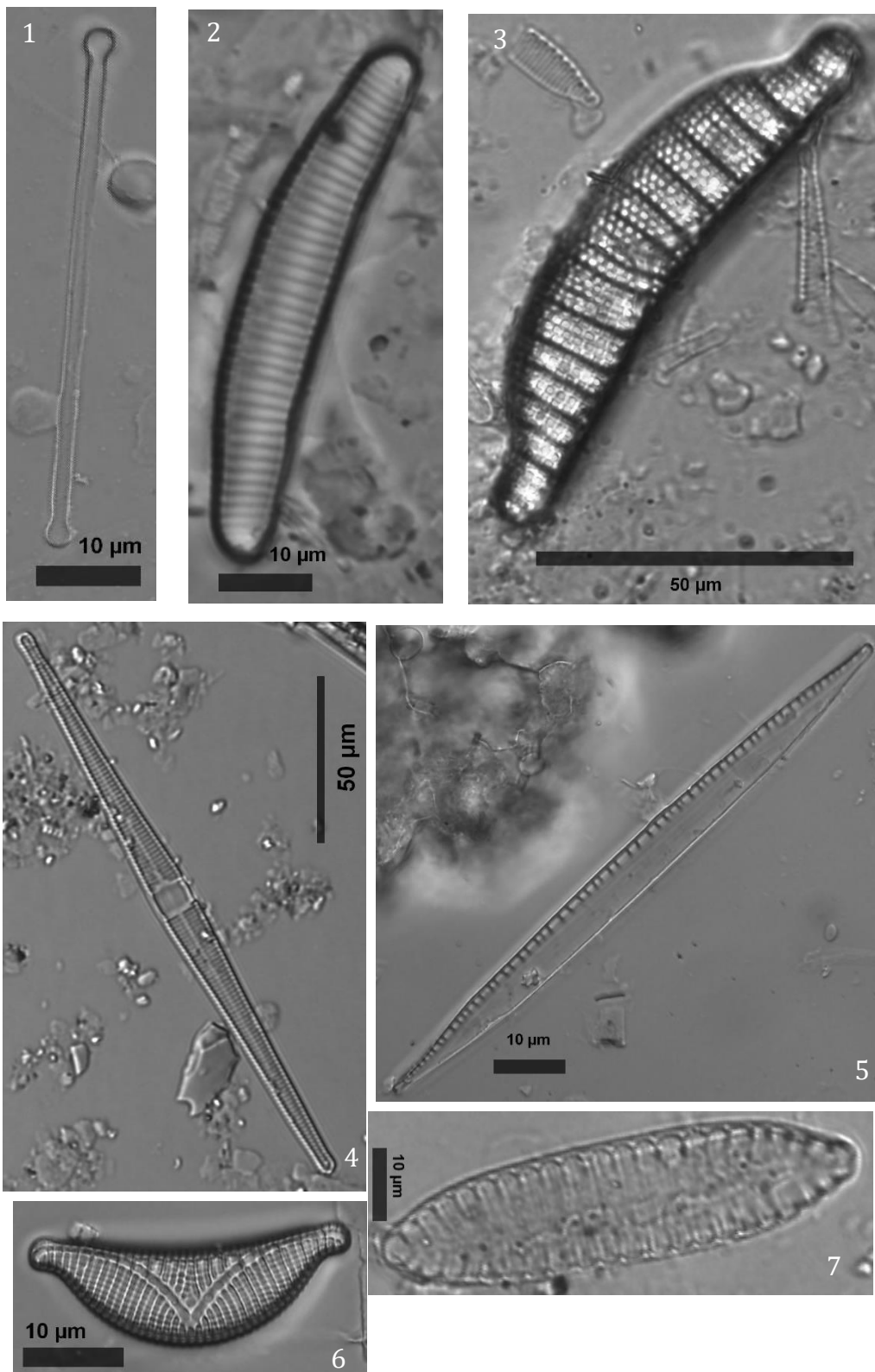
**Tabule IV. vybraní zástupci Chromophyta (Chrysophyceae)**



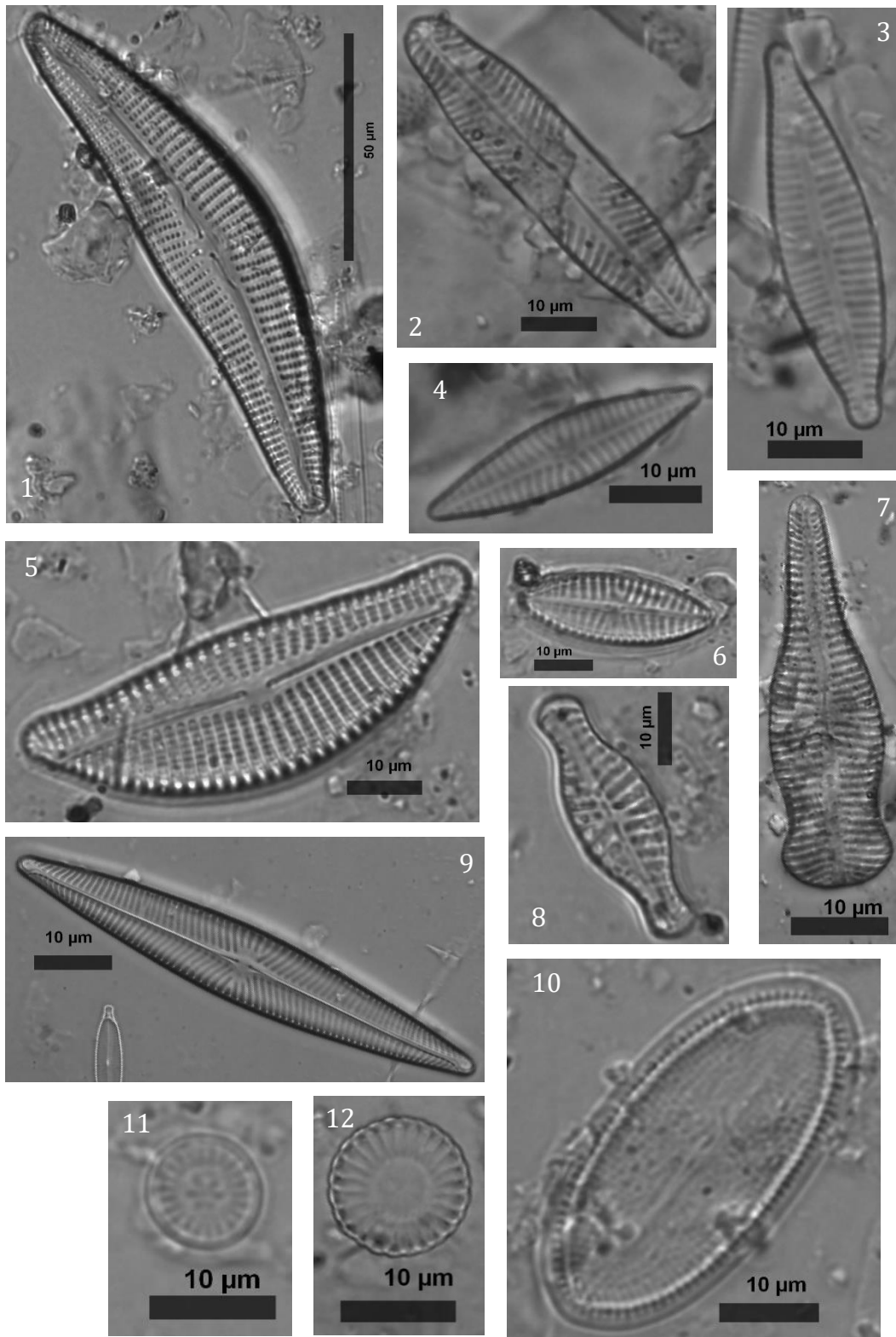
1 – *Dinobryon* sp.; 2 – *Synura petersenii*; 3 – *Mallomonas caudata*



Tabule V. – VI. vybraní zástupci Chromophyta (Bacillariophyceae)

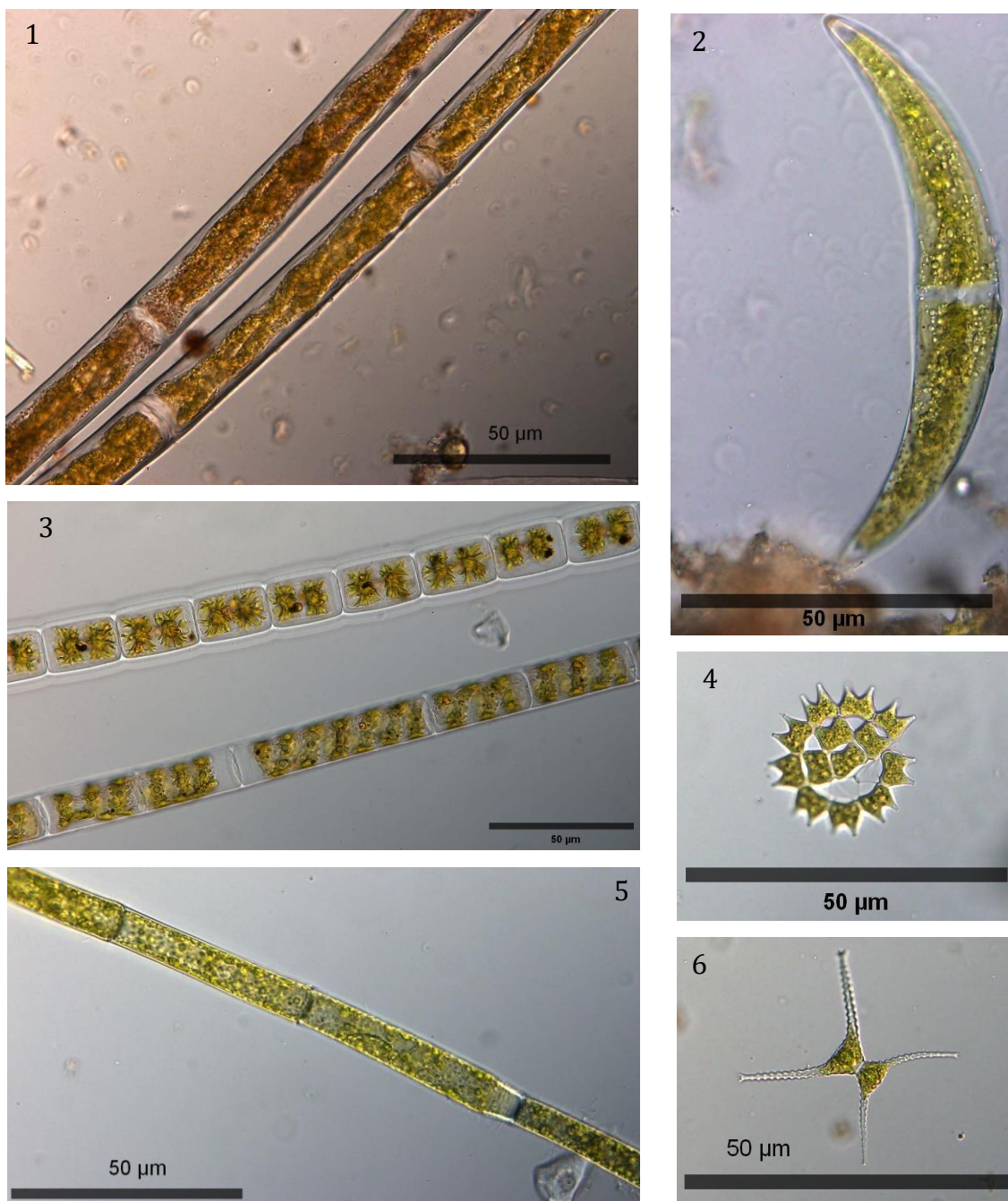


1 – *Asterionella formosa*; 2 – *Eunotia minor*; 3 – *Epithemia adnata*;  
4 – *Ulnaria ulna*; 5 – *Nitzschia recta*; 6 – *Epithemia soresx*; 7 – *Surirella linearis*



1 - *Cymbella cymbiformis*; 2 - *Pinnularia marchica*; 3 - *Gomphonema saprophilum*;  
 4 - *Navicula cryptotenelloides*, 5 - *Encyonema caespitosum*; 6 - *Navicula reichardtiana*;  
 7 - *Gomphonema truncatum*; 8 - *Hippodonta capitata*; 9 - *Navicula radiosa*; 10 - *Cocconeis placentula*;  
 11 - *Discostella pseudostelligera*; 12 - *Cyclotella meneghiniana*

## Tabule VII. vybraní zástupci Chlorophyta a Streptophyta



1 – *Rhizoclonium* sp.; 2 – *Closterium moniliferum*; 3 – nahoře *Zygnema* sp.,  
dole *Spirogyra* sp.; 4 – *Pediastrum duplex*; 5 – *Oedogonium* sp.;  
6 – *Staurastrum chaetoceras*