

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Pedagogická fakulta

Katedra biologie



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Pedagogická fakulta

Katedra biologie

**Bakalářská práce**

Hana Kasáčková

**Algologický průzkum vybraných lokalit v okolí  
města Telče**

Olomouc 2022

Vedoucí práce: Mgr. Eva Jahodářová, Ph.D.

### Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Algologický průzkum vybraných lokalit v okolí města Telče vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Evy Jahodářové, Ph.D. Použila jsem pouze prameny a zdroje informací, které jsou řádně odcitovány a uvedeny v seznamu literatury.

V Olomouci dne 30. 4. 2023

.....

Podpis studenta

## Poděkování

Ráda bych poděkovala své vedoucí bakalářské práce Mgr. Evě Jahodářové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, věcné připomínky, její ochotu, trpělivost, a hlavně za pomoc při celkovém zpracování této práce. A také děkuji rodině Doležalových za zpřístupnění rybníku k odběrům a poskytnutí informací.

## Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíle práce.....	2
3	Chemické a fyzikální vlastnosti stojatých vod.....	3
3.1	pH vody .....	3
3.2	Teplota vody .....	3
3.3	Konduktivita vody .....	3
3.4	Hustota vody.....	3
4	Charakteristika stojatých vod .....	4
4.1	Dělení stojatých vod .....	4
4.2	Biotopy stojatých vod.....	4
4.2.1	Jezera.....	4
4.2.2	Rybníky .....	5
4.2.3	Drobné vody .....	6
4.2.4	Rašeliniště .....	6
4.2.5	Saliny.....	7
4.3	Biocenóza a prostředí stojatých vod.....	7
4.3.1	Plankton.....	8
5	Stručná charakteristika sinic a řas .....	10
5.1	Základní informace.....	10
5.2	Historie vývoje sinic a řas .....	10
5.3	Výživa a rozmnožování .....	10
5.4	Význam a využití.....	11
5.5	Systematika řas .....	11
6	Metodika.....	13
6.1	Charakteristika vybraných lokalit.....	13
6.1.1	Rybník v Krahulčí .....	13

6.1.2	Velký pařezitý rybník.....	14
6.2	Odběr a fixace vzorků.....	16
6.3	Morfologická determinace taxonů sinic a řas.....	17
6.4	Semikvantitativní analýza fytoplanktonu.....	17
7	Výsledky.....	19
7.1	Teplota vody.....	19
7.2	Konduktivita.....	19
7.3	Hodnota pH.....	20
7.4	Druhové složení sinic a řas na vybraných lokalitách.....	21
7.4.1	Druhové složení sinic a řas na prvním odběrném místě.....	21
7.4.2	Druhové složení sinic a řas na druhém odběrném místě.....	22
7.4.3	Druhové složení sinic a řas na třetím odběrném místě.....	22
7.4.4	Druhové složení sinic a řas na čtvrtém odběrném místě.....	23
7.5	Semikvantitativní analýza fytoplanktonu.....	23
7.5.1	Procentuální zastoupení sinic a řas na prvním odběrovém místě.....	23
7.5.2	Procentuální zastoupení sinic a řas na druhém odběrovém místě.....	24
7.5.3	Procentuální zastoupení sinic a řas na třetím odběrovém místě.....	25
7.5.4	Procentuální zastoupení sinic a řas na čtvrtém odběrovém místě.....	26
8	Diskuse.....	28
9	Závěr.....	31
10	Seznam použité literatury.....	32
11	Přílohy.....	38

# 1 Úvod

Sinice a řasy jsou velmi staré mikroskopické fotoautotrofní organismy, které jsou nedílnou součástí života na Zemi. Zejména z důvodu produkce kyslíku, ale také kvůli uplatnění v potravinářství – například *Chlorella* nebo *Spirulina* jsou bohaté na různé vitamíny jako třeba A, B12, C nebo E (Pouličková et al. 2015, Pouličková et Jurčák 2001, Koyande et al 2019).

Najdeme je hlavně ve vodním prostředí, kde si jich můžeme všimnout jako zelených povlaků na hladině. Hygienické stanice proto pravidelně kontrolují jejich výskyt, a to z důvodu zjištění závadnosti vody pro člověka (Pouličková 2011, Hindák et Marvan 1978, Fott 1967).

Sinice řadíme mezi prokaryota. Jejich buňka neobsahuje organely jako je například Golgiho aparát, endoplazmatické retikulum nebo vakuoly. Jsou charakteristické díky několika strukturám a specializovaným buňkám, jež nalezneme pouze u nich (akinety – organely sloužící k přežití nepříznivých životních podmínek, heterocyty – fixují vzdušný dusík – a aerotopy – organely naplněné plynem, aby sinici nadnášely). Tělo se stejně jako u řas nazývá stélka (Kaštovský 2023).

Řasy patří mezi eukaryotní organismy a můžeme u nich najít několik typů stélek od jednobuněčné po mnohobuněčnou. Některé druhy řas mohou sloužit jako bioindikátory daného prostředí (poukazují například na teplotu, hodnotu pH nebo množství živin), ale některé druhy mohou způsobovat problémy kvůli tvorbě toxinů (Kalina et Váňa 2005, Pouličková 2011).

## 2 Cíle práce

Práce byla zaměřena na floristický průzkum algologických společenstev v okolí města Telče. Teoretická část se zabývala charakteristikou studované oblasti a stručným popisem systému sinic a řas.

V praktické části byly odebrány vzorky fytoplanktonu ze dvou vybraných lokalit a následně byly zpracovány v laboratoři. Na daných lokalitách bylo též provedeno měření fyzikálně-chemických parametrů vody.

Hlavním cílem práce bylo vyhodnotit získané algologické vzorky po stránce kvalitativní (taxonomická determinace), tak i semikvantitativní (zjištění relativní abundance jednotlivých skupin sinic a řas). Rovněž byla provedena fotodokumentace nalezených taxonů.



## 3 Chemické a fyzikální vlastnosti stojatých vod

### 3.1 pH vody

Vlastnost vody, která se určuje na základě množství iontů, se nazývá pH. Podle této hodnoty pak určujeme kyselost (velké množství vodíkových iontů) nebo zásaditost (velké množství hydroxylových iontů) vody (Schwoerbel 1970). Stupnice, na které pH měříme, má celkem 14 stupňů. Pokud nám ukazuje hodnotu 7, říkáme, že je voda neutrální (vodíkové a hydroxylové ionty jsou v rovnováze). Když je hodnota nižší než 7, nazýváme vodu kyselou (pokles hydroxylových iontů). Naopak pokud hodnota převyšuje stupeň 7, jedná se o zásaditou vodu (pokles vodíkových iontů). Hodnota pH také úzce souvisí s výskytem organismů, které můžeme rozdělit na euryiontní (snášejí velké rozpětí hodnot pH) a stenoiontní (snesou pouze malé rozpětí hodnot) (Lellák et Kubíček 1992, Štěpánek 1979).

### 3.2 Teplota vody

Jde o vlastnost vody, která úzce souvisí s průnikem světla vodní masou, protože záření vodu ohřívá. Ohřev vody není stejnoměrný – s rostoucí hloubkou teplota vody klesá (Kalff 2002). Ovlivněny jsou zejména organismy žijící ve vodě, protože každý má jinou teplotní toleranci. S jakoukoli změnou dochází i ke změně složení fytoplanktonu (Davison 1991, Noges 2010). Například rozsivky dominují na jaře díky preferenci nižších teplot, naopak sinice a zelené řasy dominují v letním období, kdy má voda okolo 20 °C (Pouličková 2011).

### 3.3 Konduktivita vody

Konduktivita je vlastnost vody, která popisuje schopnost vody vést elektrický proud. Vodivé látky ve vodě, pokud se rozštěpí, dají vzniknout elektricky nabitým iontům, které mají za následek schopnost vedení elektrického proudu ve vodě. Čím je vyšší počet těchto iontů ve vodě, tím je vyšší i konduktivita (Pal et al. 2015).

Úzce souvisí s teplotou vody – jakmile teplota vody klesne o 1 °C, hodnota konduktivity se může změnit až o 2 % (Jones 2002, Pitter 2015).

### 3.4 Hustota vody

Hustota vody je závislá na teplotě a obsahu rozpuštěných látek. Nejvyšší hustotu má voda při 4 °C, toto je nazýváno hustotní anomálií vody (Kolafa et Nezbeda 1989, Pouličková 2011).

## 4 Charakteristika stojatých vod

Stojaté neboli lentické vody jsou stejně jako tekoucí vody podtypem vod povrchových, které se běžně vyskytují v přírodě a můžeme je rozdělit na eustatické (jezera) a astatické (rybníky, vrchoviště, drobné vody). Často u nich můžeme pozorovat zarůstání rostlinami nebo ukládání částí půdy. (Lellák et Kubíček 1992, Lágner 2005).

Ochranu všech vod (podzemních i povrchových) řeší Zákon č.254/2001 Sb. O vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), který vymezuje podmínky využívání, zlepšení kvality vody, ale také přispívá k zajištění zásobování občanů pitnou vodou.

### 4.1 Dělení stojatých vod

Podle nadmořské výšky je můžeme rozdělit na nížinné nádrže (0 – 500 m n. m.), vysočiny a úpatí hor (500 – 1000 m n. m.), horské nádrže (1000 – 1500 m n. m.) a vysokohorské nádrže (nad 1500 m n. m.). Podle velikosti plochy hladiny je dělíme na malé nádrže (do 300 ha), střední (300 – 5000 ha), velké (5000 – 60000 ha) a obrovské (nad 60000 ha). Podle hloubky nádrže je rozdělujeme na mělké (do 8 m), středně hluboké (8 – 60 m) a hluboké (nad 60 m). Další rozdělení je podle konfigurace nádrže, kdy je dělíme na jezerní (tyto nádrže mají kruhovitý tvar), protažené (mají charakter řek) a rozvětvené (Říhová 2003).

V poslední řadě nádrže můžeme rozdělit podle stáří, které charakterizuje určitý biotop, na mladé (nově napuštěné do 3 let), středně mladé (3 – 10 let) a staré (voda nebyla vypuštěna více než 10 let). Čím starší nádrž je, tím je lépe uzpůsobena k vyrovnávání se s extrémními podmínkami (Lellák et Kubíček 1992, Štěpánek 1979).

### 4.2 Biotopy stojatých vod

#### 4.2.1 Jezera

Jedná se o vodní nádrže přírodního typu, které mohou obsahovat jak sladkou, tak i slanou vodu. Jezera můžeme klasifikovat například podle původu vzniku nebo obsahu živin. Podle původu vzniku je můžeme dělit na ledovcová, tektonická, krasová, karová, říční, meteoritová, přehrazená nebo pobřežní (Reichholf 1998, Bhateria et Jain 2016, Roth 1970).

Ledovcová a karová jezera vznikla roztáním ledu, který se nahromadil v údolích vlivem cestujícího ledovce valícího před sebou půdu (morénu) (Bhateria et Jain 2016). Tektonická jezera vznikla na místě trhlin nebo zemských propadů, které vznikly vlivem tektonické činnosti (Říhová 2003). Meteoritová jezera se objevila následkem pádu meteoritu.

Říční jezera vznikla v nivách řek – typicky mrtvá ramena řek. Přehrazená jezera jsou dočasná a vytvořená při sesuvech skal nebo z bahnitých návalů (Bhateria et Jain 2016).

Podle obsahu živin jezera rozdělujeme na čtyři základní typy (stejně jako vodu obecně) – oligotrofní (5 – 50 mg/l), mezotrofní (50 – 200 mg/l), eutrofní (200 – 500 mg/l) a hypereutrofní (nad 1000 mg/l). Oligotrofní jezera se vyznačují nízkým obsahem živin, proto zde nenajdeme takové množství řas a voda je z tohoto hlediska považována za pitnou. Mezotrofní jezera obsahují průměrné množství živin a bývají velmi běžná. Eutrofní jezera poznáme podle nadměrného výskytu vodních rostlin nebo řas právě díky vysokému obsahu živin. Pokud dominují řasy, voda bývá tmavě zbarvená a někdy dochází i k jejich přemnožení, což má za následek úhyn ryb kvůli nedostatku kyslíku. Naopak, jestliže jsou v převaze vodní rostliny, voda působí průzračněji. Hypereutrofní jezera mají ještě větší podíl živin než jezera eutrofní. Pro ně je velmi typický nadměrný výskyt řas a méně čistá voda v nich (Bhateria et Jain 2016, Hollister et al 2016).

#### 4.2.2 Rybníky

Rybníky jsou na rozdíl od jezer uměle vytvořené nádrže, u kterých velmi často dochází k jejich vypouštění (například z důvodu lovení ryb). Patří mezi nejčastější druh stojatých vod v ČR, a právě proto mají největší význam v rybářství, které se podle určitých podmínek (podmínky chovu, charakter rybníku) dělí na teplovodní rybníkářství a pstruhařství. Rybářství orientované na teplovodní rybníkářství se zaměřuje na chov a produkci kaprovitých ryb. Specifické podmínky pro chov těchto ryb jsou mělké vody, v létě dosahující 20 – 30 °C, vysoký obsah živin a zmíněné vody jsou nejčastěji stojaté (případně lehce tekoucí). Pstruhařství se naopak zabývá silně tekoucími vodami, které v létě dosahují maximálně 20 °C a najdeme v nich nízký obsah živin. Typické ryby vyskytující se v těchto vodách jsou lososovité (Vrána et Beran 2008, Pechar 2006). Svou roli rybníky hrají při rekreaci anebo jako přírodní rezervace, kde je možnost najít některé chráněné organismy (Adámek a kol. 2012).

Kvalita vody v nádržích se během roku mění – to se nazývá jako sezónní cyklus (Duras 1998). Podrobněji se tím budu zabývat v podkapitole fytoplanktonu.

Změny v kvalitě vody mohou být způsobeny hospodařením, ale také přítokem, který bývá ovlivněn splachem z polí nebo odtokem odpadních vod z čistíren (Duras et Potužák 2012, White et al 2010).

### 4.2.3 Drobné vody

Jako tůně jsou pojmenována mrtvá nebo slepá ramena řek, která mají přirozený nebo umělý charakter a většinou obsahují velké množství živin. Jejich průměrná hloubka je 2 m a právě díky tomu je voda dostatečně teplá. Jediným jejich problémem může být suché podnebí, jelikož mohou nenávratně vyschnout. Pokud vyschnou pouze krátkodobě, nazýváme tyto tůně periodické (Říhová 2003).

Dendrotelmy jsou drobné vody, které vznikají v dutinách stromů nebo pařezech. Opět jako u tůní se jedná o periodické vody. Fytotelmy nalezneme v úžlabí listů nebo na jiných částech rostliny. Litotelmy vznikají ve štěrbinách nebo puklinách skal. Pluviotelmy je označení pro vody, které jsou v kalužích nebo v sudech. Potamotelmy jsou speciální typ a jedná se o tůňky, které jsou napájeny z podzemní vody (Lellák et Kubíček 1992).

### 4.2.4 Rašeliniště

Rašeliniště jsou důležitou součástí přírody hlavně kvůli zadržování velkého množství vody a zásobě uhlíku (Turunen et al 2002, Mitra et al 2005). Aby rašeliniště mohla vzniknout, potřebují stálý zdroj vody (podzemní vody, srážky), rostliny, které vytvoří odumřením svých těl rašelinu nebo slatinu a nepropustné podloží (Jeník et Soukupová 1989). Rašeliniště rozdělujeme na dva podtypy – vrchoviště a slatiniště (Dohnal et al 1965).

Vrchoviště jsou jedním z typů mokřadů, které vznikají na trvale i přechodně zamokřených oblastech, jež jsou převážně chudé na obsah živin a mívají nižší hodnoty pH. Zdrojem vody bývají nejčastěji srážky (Jeník et Soukupová 1989). Charakteristickým znakem je nahromadění organického substrátu – rašeliny, který vznikl po odumření těl rostlin, jež jsou ale vázány na dostatek zdrojů srážkové vody (Machar 2014). Ohrožením pro ně je těžba rašeliny, která se používá v zahradnictví, a odvodnění, jenž zapříčiní rychlejší rozklad organického materiálu vlivem většího přístupu vzduchu. Rostliny nejčastěji vyskytující se na vrchovištích jsou mechorosty (*Bryophyta*) – hlavně rašeliník (*Sphagnum*), brusnicovité (*Vacciniaceae*), vřesovcovité (*Ericaceae*) a šáchorovité (*Cyperaceae*) (Dohnal et al 1965). Vrchoviště nalezneme ve vyšších nadmořských výškách (Jelínek 1999).

Slatiniště jsou zásobená podzemní vodou a vznikají zazemněním jezer nebo jiných nádrží. Jejich pH je neutrální (někdy může být až slabě alkalické) a ve srovnání s vrchovišti jsou bohatší na živiny. Typické je pro ně stejně jako u vrchovišť hromadění organické hmoty – slatiny (Reichholf 1998). Na rozdíl od vrchovišť jsou pro slatiniště typické trávy

nebo zakrslé druhy vrb nebo břízy (Andersen et al 2013). Najdeme je v teplejších oblastech – u nás například šumavské slatě (Jelínek 1999).

Přechodným typem mezi vrchovišti a slatiništi jsou přechodná rašeliniště, najdeme v nich jak mechorosty typické pro vrchoviště, tak i trávy, které se vyskytují spíše ve slatiništích (Jeník et Soukupová 1989). Na rozdíl od slatinišť jsou chudší na množství živin (Jelínek 1999).

Rašelina i slatina mají několik možností využití. Z hlediska geochemie jsou využívána při výzkumu ložisek tvorby podzemní vody na základě zkoumání stopových prvků. V lázeňském průmyslu se používají k tvorbě bahenních zábalů nebo koupelí především při léčbě revmatu nebo ischiasu. Nejstarší lázně, které použily slatinu již v roce 1880, jsou Kunderatice pod Ještědem. Další využití je v zemědělství – pro zúrodnění půdy a pěstování květin (Dohnal et al 1965, Jandová 2009, Dostálková 1981). Nesmí se narušit jejich obnova, proto se mohou využívat jen s ohledem na jejich budoucí součást v přírodě (Vícha 2010).

Zajímavostí je, že rašeliniště mohou zachovat ve velmi dobrém stavu semena rostlin, ale i větší části živočichů, mají mumifikační funkci (Lellák et Kubíček 1992).

Důvodem ochrany byla dříve domněnka, že rašeliniště při jarním tání sněhu do sebe vsáknou obrovské množství vody a poté ji mohou postupně uvolňovat. Dnes je již známo, že v jarním období je povrch rašelinišť promrzlý, tudíž nedokáže vodu vstřebávat. I přes tento fakt jsou považovány za výborný zdroj a regulátor podzemní vody i povrchových toků. Z tohoto důvodu je velmi důležité je chránit před odvodňováním (Dohnal et al. 1965, Pivníčková 1997). V ČR jsou pod ochranou zákona č. 114/1992 sb., o ochraně přírody a krajiny, který rašeliniště považuje za nedílnou součást krajiny a tím předchází jejich ničení.

#### 4.2.5 Saliny

Salinami rozumíme vody na pevnině, které obsahují vysoký podíl soli. Ovlivňující faktory salinity jsou například dešťové srážky nebo výpar. V salinách nalezneme velké množství halofilních a halobiontních druhů, jenž jsou přizpůsobeny na vysokou koncentraci soli (Štěpánek et al 1979, Lellák et Kubíček 1992).

### 4.3 Biocenóza a prostředí stojatých vod

Stojaté vody se od sebe liší a jsou definovány podle následujících parametrů: hustotou vodního sloupce, vnitřním prostředím organismů a vertikálním členěním. Vertikálním

členěním rozumíme rozdělení vody na dvě oblasti – bentál a pelagiál (Lellák et Kubíček 1992).

Bentálem se označuje oblast dna, která se dělí na litorál (prosvětlené pásmo) a profundál (pásmo dna, kde převládá respirace nad fotosyntézou). Mezi nimi se nachází přechodná vrstva neboli sublitorál. Organismy vyskytující se v bentálu jsou převážně přichyceny k podloží, nebo je nalezneme přímo v bahně (Lellák et Kubíček 1992, Sládečková et Sládeček 2000).

Pelagiál je oblast volné vody. Rozděluje se na epipelagiál (oblast s dostatečným množstvím světla) a batypelagiál (oblast s nízkým obsahem světla) a mezi těmito vrstvami najdeme vrstvu kompenzační (Lellák et Kubíček 1992). V pelagiálu najdeme organismy vznášející se ve vodě (planktonní). Dělíme je na dvě části – plankton a nekton. Do nektonu jsou zařazeni živočichové, kteří se pohybují aktivně, patří mezi ně ryby nebo obojživelníci. Planktonem se budu podrobněji zabývat v následující podkapitole (Pouličková 2011).

#### 4.3.1 Plankton

Slovo pochází z řeckého planktos neboli putovat bez cíle. Planktonem se zabýval již v roce 1887 německý fyziolog Victor Hensen. Podle složení organismů jej dělíme na fytoplankton, zooplankton a bakterioplankton (Pilátová 2021, Hewlett 1914).

Jde především o mikroorganismy, které se volně vznášejí ve vodním sloupci a jsou pod vlivem proudů vody. Vznášení těchto organismů je ovlivněno fyziologickým stavem nebo stářím. Čím starší organismy jsou, tím rychleji klesají ke dnu (Kalff 2002, Fott 1956).

Rozlišujeme dva typy planktonu – euplankton a tychoplankton. Euplankton tvoří organismy, které jsou stálou součástí života v planktonu, organismy z tychoplanktonu jsou v něm pasivně situovány vlivem proudění vody (Pouličková 2011).

Plankton můžeme rozdělit podle několika kritérií. Jedním z dělení je podle rozměrů: makroplankton ( $> 500 \mu\text{m}$ ), mikroplankton ( $50 - 500 \mu\text{m}$ ), nanoplankton ( $10 - 50 \mu\text{m}$ ), ultraplankton ( $2 - 10 \mu\text{m}$ ), pikoplakton ( $< 2 \mu\text{m}$ ). Další možné dělení je podle biotopů: limnoplankton se vyskytuje v jezerech, heleoplankton najdeme v tůních a rybnících, potamoplankton je v dolních tocích řek. Posledním typem dělení je podle výskytu v potravním řetězci: fytoplankton, zooplankton a bakterioplankton (Pouličková 2011, Hindák et Marvan 1978).

#### 4.3.1.1 Fytoplankton

Fytoplankton je složen z mikroskopických sinic a řas, které jsou schopny si autotrofním způsobem života získávat potřebné organické látky. Jejich výskyt je z velké části ovlivněn teplotou vody, slunečním zářením a dostupnými živinami (Reynolds 2009, Falkowski et al 2003).

Fytoplankton charakterizují dva typy zonace – vertikální a horizontální. Vertikální zonace je spojena s hloubkou nádrže, ta ovlivňuje průnik světla, tepelné vrstvy nebo rozmístění sinic a řas ve vodním sloupci. Horizontální zonace je naopak spojena s plochou a morfologií nádrže, kde má vliv hlavně činnost větru a množství přítoků. Tyto faktory mohou značně ovlivnit druhové složení fytoplanktonu (Pouličková 2011, Hindák et Marvan 1978).

U fytoplanktonu můžeme pozorovat sezónní dynamiku – což je změna jeho druhového zastoupení v průběhu roku. PEG model popisující situaci mírného pásu od Sommer et al. (2012) je nejpoužívanějším modelem v této problematice. PEG model poukazuje na vliv fyzikálních vlastností jako je světlo, teplo, živiny nebo pH na rozvoj fytoplanktonu během roku (Brentrup et al 2018, Sommer et al 2012). Podle tohoto modelu obsahuje voda na konci zimy větší množství živin a také se jí dostává vyššího přísunu světla, což má za následek nekontrolovatelný růst fytoplanktonu. Fytoplanktonem se živí zooplankton, který následně ve vodě začíná dominovat. Na jaře nedochází k takovému rozvoji fytoplanktonu, jelikož jej zooplankton stihne zkonzumovat. Proto se tvoří málo biomasy a voda je čistá („clear water phase“). V létě se do potravního řetězce zapojují i ryby, které pojídají zooplankton a tím dochází k masivnímu rozvoji fytoplanktonu. Na podzim dochází ke snížení predace ryb, ale naopak ke zvýšení množství a rozmanitosti živin, čímž dochází k opětovnému rozvoji fytoplanktonu. Na začátku zimy má výrazný vliv pokles teploty a nedostatek světla. Snižuje se tak produkce biomasy a někteří zástupci zooplanktonu přecházejí do klidových stádií (Brönmark et Christer 2017).

Vodní květ je termín pro nadměrný nárůst fytoplanktonu sinic. Problémem je snížení obsahu kyslíku a velká produkce toxinů, která může mít za následek úhyn vodních živočichů nebo otravu lidí, kteří nakažené živočichy zkonzumovali (Dutta et Choudhury 2014).

## 5 Stručná charakteristika sinic a řas

### 5.1 Základní informace

Sinice a řasy jsou fotoautotrofní organismy. Sinice řadíme mezi prokaryota, kdežto řasy mezi eukaryota (Brodie et Lewis 2007, Douglas et al 2003). Mikroskopické zástupce můžeme zahlédnout pouze při nárůstu výrazné biomasy, jako třeba zelené povlaky na vodní hladině, nárosty na kůře stromu nebo chomáče vláken (Pouličková et al 2015). Řadíme je mezi primární producenty, ale také hrají důležitou roli jako potrava například pro ryby nebo i člověka (Brodie et Lewis 2007).

Jejich tělo je tvořeno stélkou a v minulosti to byl jeden z hlavních určovacích znaků u řas. Rozlišujeme několik druhů stélky – monádoidní, rhizopodiální, kapsální, kokální, trichální, heterotrichální, sifinokladální, sifonální a pletivná (Pouličková 2001, Sahoo et al Baweja 2015).

### 5.2 Historie vývoje sinic a řas

Sinice a řasy patří mezi jedny z nejstarších organismů na Zemi – první fosilie sinic se objevily před 3,5 miliardami let, kdežto fosilie řas asi před 1,5 miliardami let. Hlavně díky sinicím se zvýšilo množství kyslíku, což mělo za následek rozvoj života na Zemi (Jurán et Kaštovský 2016).

Dalším mezníkem v historii byla endosymbióza, kdy došlo k pohlcení buňky sinice eukaryotní buňkou, která ji nestrávila, ale využívala její produkty a zároveň sinici poskytla ochranu. Takto pravděpodobně došlo ke vzniku chloroplastů a mitochondrií (Pouličková et al 2015, Clerck et al 2012).

### 5.3 Výživa a rozmnožování

Většina zástupců sinic i řas se živí autotrofně, kdy si sami dokáží vytvořit organické látky z anorganických, ale také heterotrofně, kdy organické látky získávají konzumací jiných organismů. Najdeme mezi nimi ovšem některé druhy řas, které se živí mixotrofně – kombinací autotrofní a heterotrofní výživy (Kubát et al 2003, Bajpai 2018).

Rozmnožování sinic je pouze nepohlavní, tím rozumíme například dělení buněk, kdy se mateřská buňka rozdělí na buňky dceřiné, nebo fragmentace kolonií (Kalina et Váňa 2005).

Rozmnožování řas může být nepohlavní i pohlavní, ovšem pohlavní rozmnožování není tak jednoduché právě kvůli tomu, že jsou někteří zástupci přisedlí (Brawley et Johnson



2007). Pokud k pohlavnímu rozmnožování dojde, jsou známy celkem 4 způsoby – hologamie (nejjednodušší typ, kdy splývají vegetativní buňky), izogamie (splývají dvě nerozlišitelné gamety), anizogamie (splývají gamety odlišných velikostí) nebo oogamie (splývá nepohyblivá vaječná buňka s pohyblivými spermatickými buňkami).

#### 5.4 Význam a využití

Mezi nejčastější způsob využití patří konzumace – typická pro přímořské státy, které konzumují až 160 druhů (nejčastějšími jsou zástupci z rodů *Undaria*, *Laminaria*, *Porphyra* nebo *Nostoc*). Další využití je získávání látek jako je jód, agar, algináty nebo karagen, z nichž se následně vyrábí například žvýkačky, celofán, lubrikanty nebo speciální tkaniny. Dříve byly řasy používány k léčení některých nemocí – rakoviny, hypertenze, dny nebo pohlavních chorob (Pouličková 2011, Kalina et Váňa 2005).

Řasy v mnoha případech slouží jako indikátory vodního prostředí – některé mohou ukazovat svým výskytem na množství živin (*Microcystis*), organických látek (*Euglena*), nízké pH (krásivky, rozsivky), teplotu nebo salinitu (*Nodularia*) (Pouličková et al 2015).

Problémem ovšem bývá produkce toxinů, které velmi často postihují přírodní koupaliště a mají u člověka za následek výskyt kožních onemocnění. Mezi nejčastější producenty toxinů patří *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Planktothrix* nebo *Gleotrichia*. U živočichů je situace horší. Zde dochází i k úmrtí ryb, mlžů, korýšů nebo obojživelníků. Následně mohou být škodlivé také pro ptáky nebo savce, kteří nakažené ryby zkonzumují (Kalina et Váňa 2005, Adámek et al 2010, Pouličková 2011).

#### 5.5 Systematika řas

Systematickým členěním organismů začal již Carl Linné v 18. století, kdy se v díle *Systema nature* pokusil o jednoduché rozdělení organismů na Zemi (neživá příroda, živá příroda – rostlinná a živočišná říše). Dalším důležitým mezníkem bylo zdokonalení mikroskopu, které vedlo ke zjištění, že podle morfologických znaků nelze řasy jednoduše systematicky zařadit (Juráň et Kaštovský 2016). Bohužel ani v dnešní době, kdy se v taxonomii sinic a řas používá především analýza DNA, není postavení řas zcela jasné, proto ani současné rozdělení nemusí být finální (Pouličková et al 2015).

Jedno z nejnovějších rozdělení eukaryotních organismů vytvořil Adl et al. 2019 (viz Tabulka č. 1). Řasy jsou v jeho fylogenezi zastoupeny ve 4 skupinách – Archeplastida, TSAR, Haptista, Cryptista. Skupina Euglenophyta, dříve řazená mezi Excavata, má ve zmíněné fylogenezi nejasné postavení (Excavata *incertae sedis*).

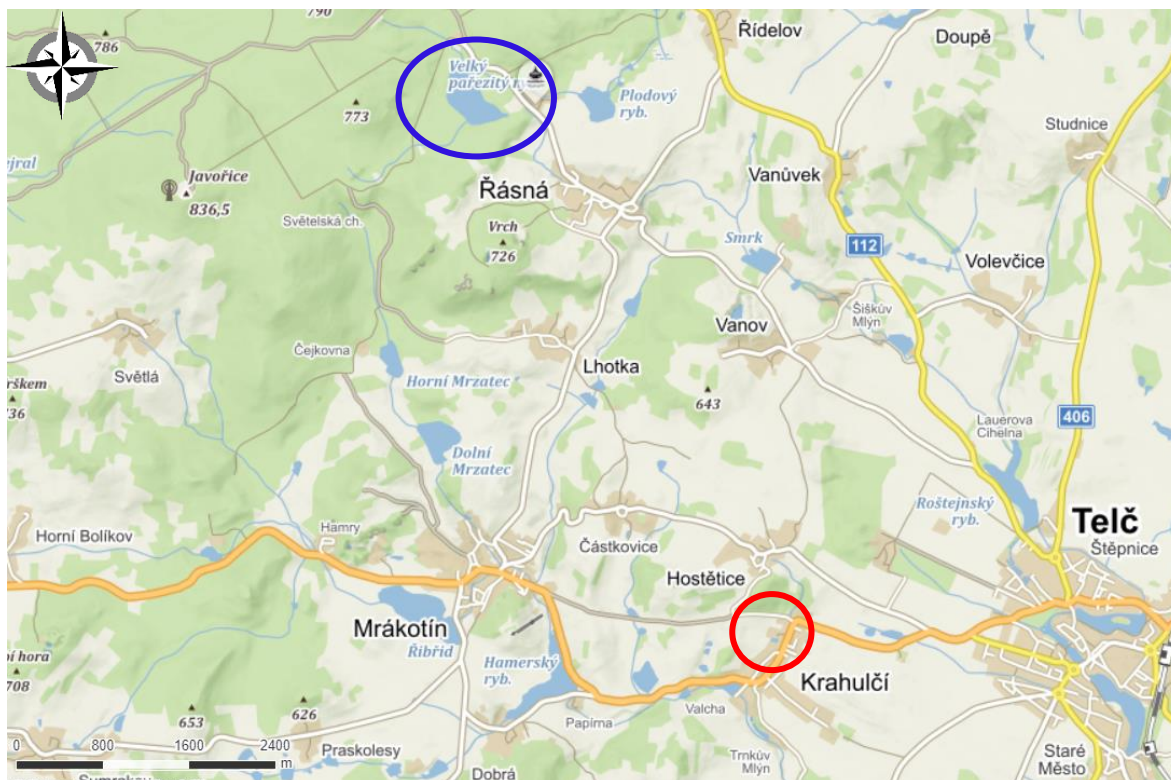
Tabulka č. 1: Systematické postavení řas v rámci systému dle Adl et al. (2019)

<b>Eukarya</b>	Archaeplastida	Chlorophyta Streptophyta Rhodophyta Glaucophyta
	TSAR	Stramenopiles Alveolata – Dinophyta Rhizaria – Chlorarachniophyta
	Haptista	Haptophyta
	Cryptista	Cryptophyta
	Skupina s nejasným postavením	Euglenophyta

## 6 Metodika

### 6.1 Charakteristika vybraných lokalit

Pro můj algologický průzkum jsem zvolila odběrové lokality (Obrázek č. 1) nedaleko města Telče – konkrétně se jedná o Velký pařezitý rybník v obci Řásná a soukromý rybník v Krahučlích.



Obrázek č. 1: Zaznačení odběrových lokalit na mapě – Velký pařezitý rybník (v modrém kruhu), rybník v Krahučlích (v červeném kruhu).

#### 6.1.1 Rybník v Krahučlích

Rybník (Obrázek č. 2) je v soukromém vlastnictví pana Jiřího Doležala, který jej nechal vybudovat v roce 2013 na jílovém podloží a následně byla vytvořena hráz ze šterku. Výměra činí 3050 m<sup>2</sup>, rybník nemá určenou zvláštní ochranu a je napouštěn potokem z nedaleké vesnice Hostětice (Doležal – osobní sdělení 21. 2. 2023).

Vzhledem k tomu, že je rybník v soukromém vlastnictví, nemá od Moravského rybářského svazu nařízené specifické podmínky výlovu. Majitel si tedy dělá výlov pravidelně jednou za dva roky (Doležal – osobní sdělení 21. 2. 2023).

Hlavním záměrem vystavění byl především chov ryb. Nalezneme v něm kapra obecného (*Cyprinus carpio*), lína obecného (*Tinca tinca*), candáta obecného (*Sander lucioperca*), plotici obecnou (*Rutilus rutilus*), amura bílého (*Ctenopharyngodon idella*) nebo úhoře říčního (*Anguilla anguilla*). Rybník je využíván místními se souhlasem majitele ke koupání nebo v zimě na bruslení (Doležal – osobní sdělení 21. 2. 2023).

Objekt se nachází na místě, kde byla původně louka, a proto můžeme v jeho okolí nalézt typické luční rostliny – chrpa luční (*Centaurea jacea*), chrpa modrá (*Centaurea cyanus*), sedmikráska chudobka (*Bellis perennis*), kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris*), srha laločnatá (*Dactylis glomerata*), pryskyřník prudký (*Ranunculus acris*), jetel plazivý (*Trifolium repens*), jetel luční (*Trifolium pratense*), heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*), štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus*), rozrazil rezekvítek (*Veronica chamaedrys*) nebo krvavec toten (*Sanguisorba officinalis*) (Ekrt 2023).



Obrázek č. 2: Rybník v Krahulčí (foto: Hana Kasáčková)

#### 6.1.2 Velký pařezitý rybník

Jedná se o přírodní rezervaci nacházející se 1,5 km od obce Řásná, která spadá do okresu Jihlava. Ochrana je zde nařízena kvůli chráněným rostlinným druhům a bažinnému lesnímu společenstvu. Rozloha je okolo 18,067 ha (Matuška 2012 – informační tabule). Kvůli rašelině na dně je barva vody hnědá (KHS Jihlava 2023).

Rybník (Obrázek č. 3) byl založen roku 1565 Zachariášem z Hradce s úmyslem posílení zdroje pitné vody pro Telč, kterou dosud zásoboval Malý pařezitý rybník. V dnešní době slouží jako přírodní koupaliště a záložní zdroj vody. Název byl odvozen od pařezů stromů, které zůstaly na dně rybníka při jeho výstavbě. (Doležal et al. – informační tabule).

Na dně rybníka najdeme jedno z nejhlubších rašelinišť v Jihlavských vrších, které patří do období pleistocénu a holocénu. Část rašeliny je ukryta pod hladinou, ale v minulosti bylo velké množství vytěženo z důvodu dostupnosti území (Tomášek 2014).

V okolí rybníku můžeme najít například ostřici šedavou (*Carex canescens*), mochnu bahenní (*Potentilla palustris*), violku bahenní (*Viola palustris*), břízu pýřitou (*Betula pubescens*), smrk ztepilý (*Picea abies*) (Matuška – informační tabule). K ohroženým druhům nalezených na tomto území patří dřípatka horská (*Soldanella montana*), plavuň jedlová (*Huperzia selago*) nebo kapradiník horský (*Lastrea limbosperma*) (KHS Jihlava 2023).

Ryby jsou zastoupeny pouze z malé části, jelikož rybník neslouží k chovu. Vyskytují se tu střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*), lín obecný (*Tinca tinca*), mřenka mramorovaná (*Barbatula barbatula*) nebo hrouzek obecný (*Gobio gobio*). Mezi typické obojživelníky vyskytující se na této lokalitě patří například skokan zelený (*Pelophylax esculentus*), skokan hnědý (*Rana temporaria*), čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*) nebo rosnička zelená (*Hyla arborea*). Z plazů tu byly pozorovány pouze ještěrka živorodá (*Lacerta viridis*) nebo užovka obojková (*Natrix natrix*). Nejhojnějšími druhy savců na tomto území jsou norník rudý (*Myodes glareolus*), myšice lesní (*Apodemus flavicollis*) nebo rejsek obecný (*Sorex araneus*) (Ruxová – informační tabule).

Kvalita vody je hodnocena krajskou hygienickou stanicí kraje Vysočina jako výborná. Dlouhodobě se hodnotí jakost vody a bylo vyhodnoceno, že je vhodná ke koupání bez jakéhokoli zdravotního rizika (KHS Jihlava).



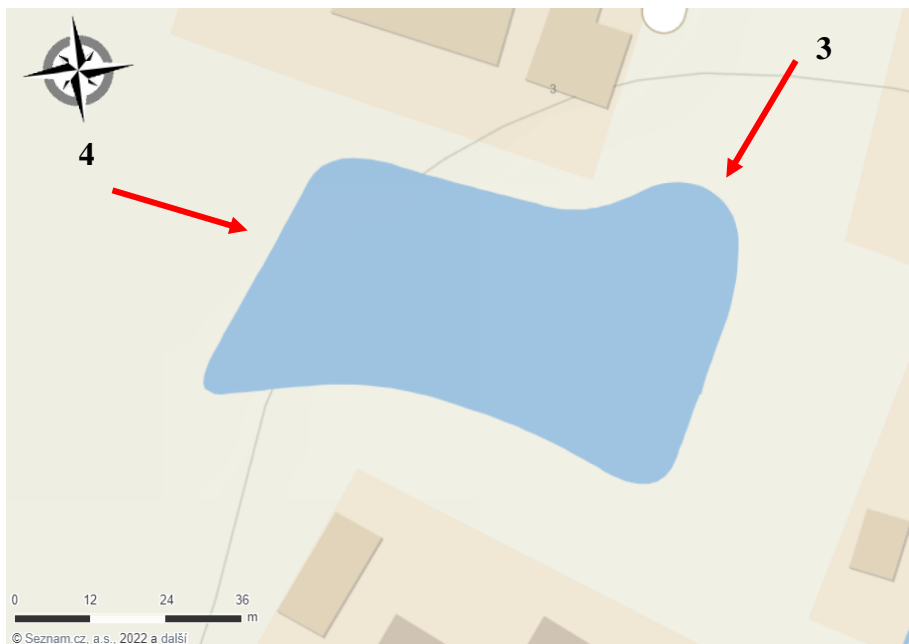
Obrázek č. 3: Velký pařezitý rybník (foto: Hana Kasáčková)

## 6.2 Odběr a fixace vzorků

Ve dnech 2. 5. 2022, 17. 7. 2022 a 25. 9. 2022 byly odebrány na každé lokalitě dva vzorky (Obrázek č. 4 a Obrázek č. 5) – každý vzorek z jiného odběrového místa. Výběr odběrového místa jsem volila na základě dostupnosti a možnosti odběru planktonní sítí. U Velkého pařezitého rybníku jsem vybrala odběrná místa u spádu a u mola. V rybníku v Krahulčí jsem zvolila odběrná místa u mola a u čápa hlavně z důvodu snadnějšího odběru pomocí sítky.



Obrázek č. 4: Odběrná místa – Velký pařezitý rybník (1 – spád, 2 – molo)



Obrázek č. 5: Odběrná místa – rybník v Krahulčí (3 – molo, 4 – u čápa)

Odebrány byly vzorky fytoplanktonu (pomocí planktonní sítě) do uzavíratelné plastové nádoby o objemu 330 ml, která byla popsána datumem sběru a příslušným odběrovým místem. Na odběrných místech měření fyzikálně-chemických parametrů vody multimetrem HI991001, které zajistilo zjištění hodnoty pH, konduktivity a teploty vody. Vzorky byly před odjezdem do Olomouce skladovány v lednici při 7 °C v otevřených nádobách. Na Katedře biologie PdF UP v Olomouci poté byly vzorky během následujících 72 hodin zpracovány a následně zafixovány 4% formaldehydem (kvůli možnosti pozorování i po delším časovém odstupu).

### 6.3 Morfologická determinace taxonů sinic a řas

Z každého vzorku bylo vytvořeno minimálně 5 preparátů, které jsem pozorovala mikroskopem Olympus BX51 při zvětšení 400×, k němuž byla připojena kamera YIZHAN, aby bylo možné jednotlivé druhy zdokumentovat a morfologicky určit.

K určování druhů byly použity atlasy Kaštovský a kol. (2018 a, b). Součástí práce bylo i pořízení fotodokumentace nalezených druhů.

### 6.4 Semikvantitativní analýza fytoplanktonu

Počítání zastoupení jednotlivých skupin probíhalo při zvětšení 200× a to vždy na dvou nově vytvořených preparátech z každého odběrného místa. Na každém preparátu bylo

náhodně vybráno 10 zorných polí. Zástupci byli poté zařazeni do vybraných taxonomických skupin – zelené řasy (Chlorophyta), rozsivky (Bacillariophyceae), sinice (Cyanobacteria), Streptophyta a chloromonády (Raphidophyceae). Zástupci krásnooček (Euglenophyta) nebyli započítáni, protože se v zorných polích nevyskytovali.

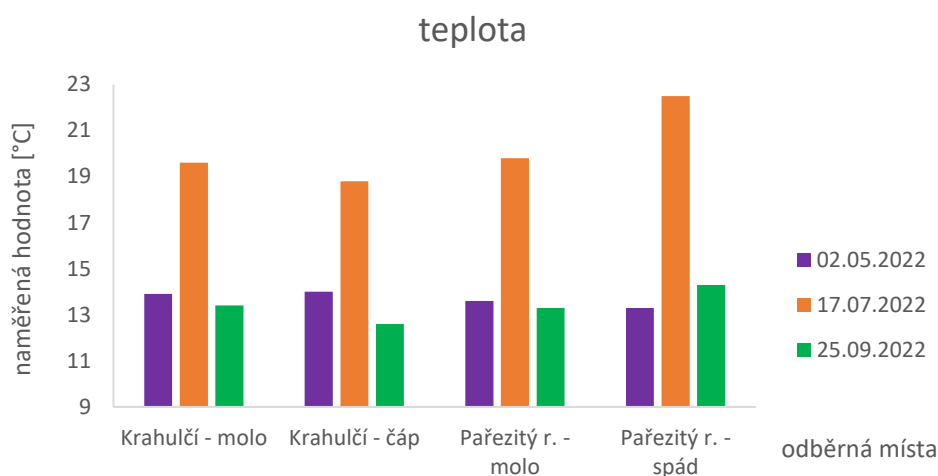
Poté bylo vyhodnoceno procentuální zastoupení jednotlivých skupin sinic a řas, následně byl vytvořen seznam nalezených druhů na jednotlivých stanovištích a nakonec bylo vytvořeno grafické znázornění naměřených fyzikálně-chemických parametrů na příslušných lokalitách.



## 7 Výsledky

### 7.1 Teplota vody

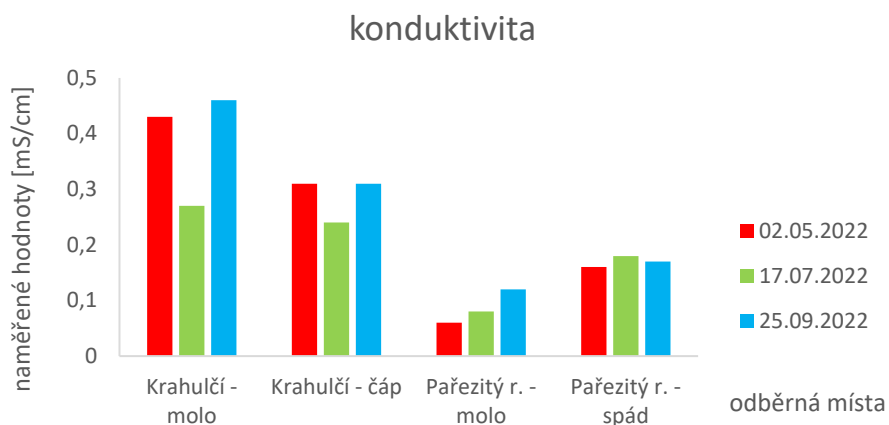
Obrázek č. 6 znázorňuje vývoj teploty daných odběrových míst během odběru v květnu, červenci a září. Teplota se celou dobu pohybovala v rozmezí 13 °C – 23 °C. Nejvyšší naměřená hodnota byla v létě a to 22,5 °C ve Velkém pařezitém rybníku u spádu. Nejnižší hodnota byla naměřena na podzim a to 12,6 °C v rybníku v Krahulčí u čápa.



Obrázek č. 6: Graf vyjadřující naměřené hodnoty teploty v jednotlivých dnech odběrů

### 7.2 Konduktivita

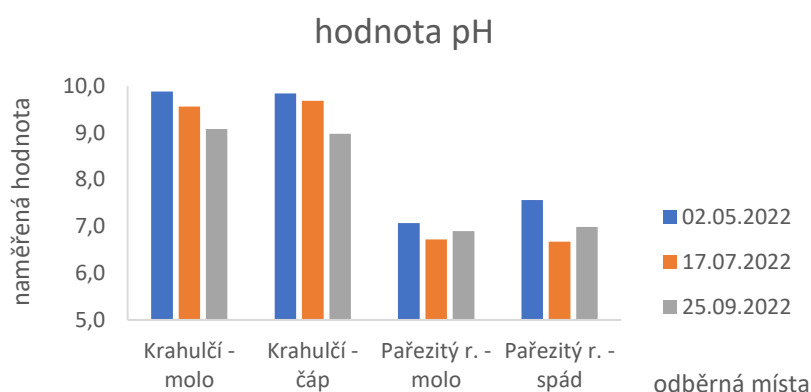
Na Obrázku č. 7 jsou zaznačené hodnoty konduktivity na jednotlivých odběrných místech v květnu, červenci a září. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 0,06 mS/cm do 0,46 mS/cm a byly po celá tři měření velmi odlišné. Nejnižší hodnota byla naměřena na jaře ve Velkém pařezitém rybníku u mola a to 0,06 mS/cm. Nejvyšší hodnota byla naopak naměřena v rybníku v Krahulčí u mola a to 0,46 mS/cm.



Obrázek č. 7: Graf vyjadřující hodnoty konduktivity při jednotlivých odběrech

### 7.3 Hodnota pH

Na Obrázku č. 8 vidíme, že hodnoty pH se v rybnících v jednotlivých odběrných dnech skoro nelišily. Rybník v Krahulčí měl hodnoty pH po celý rok v rozmezí od 9 do 10. Ve Velkém pařezitém rybníku se hodnoty pH pohybovaly vždy kolem 7. Nejvyšší hodnota byla naměřena na jaře v rybníku v Krahulčí (9, 88) a naopak nejnižší hodnota v létě ve Velkém pařezitém rybníku (6, 67).



Obrázek č. 8: Graf vyjadřující hodnoty pH v jednotlivých odběrných dnech

#### 7.4 Druhové složení sinic a řas na vybraných lokalitách

Dohromady jsem na obou lokalitách (Velký pařezitý rybník a rybník v Krahulčí) našla 53 druhů sinic a řas (Příloha 1). Ve Velkém pařezitém rybníku jsem našla 22 druhů sinic a řas a v rybníku v Krahulčí 40 druhů. Obě lokality měly společných 9 druhů sinic a řas.

Ve Velkém pařezitém rybníku dominovaly druhy zelených řas (Chlorophyta) a to v počtu 11, poté 4 zástupci sinic (Cyanobacteria), 4 zástupci rozsivek (Bacillariophyceae), 2 zástupci krásnooček (Euglenophyta) a 1 zástupce chloromonád (Raphidophyceae). K nejčastěji se vyskytujícím zástupcům ve Velkém pařezitém rybníku patřili *Desmodesmus armatus* (Chlorophyta) (Příloha 2), *Desmodesmus communis* (Chlorophyta), *Gomphonema* (Bacillariophyceae) (Příloha 5), *Gonyostomum semen* (Raphidophyceae) (Příloha 4), *Lacunastrum gracillimum* (Chlorophyta), *Monactinus simplex* (Chlorophyta) (Příloha 3), *Planktothrix agardhii* (Cyanobacteria) a *Spirogyra* sp. (Chlorophyta).

V rybníku v Krahulčí měly také největší druhové zastoupení zelené řasy (Chlorophyta), kterých bylo 29, dále jsem určila 6 zástupců rozsivek (Bacillariophyceae), 4 zástupce sinic (Cyanobacteria) a 1 zástupce krásnooček (Euglenophyta). V Krahulčí byly nejvíce se vyskytující druhy *Aulacoseira ambigua* (Bacillariophyceae), *Aulacoseira granulata* (Bacillariophyceae), *Closterium* cf. *cornu* (Chlorophyta) (Příloha 6), *Desmodesmus communis* (Chlorophyta), *Desmodesmus denticulatus* (Chlorophyta), cf. *Fragilaria* (Bacillariophyceae), *Lacunastrum gracillimum* (Chlorophyta) (Příloha 7), *Microcystis* cf. *flos-aque* (Cyanobacteria), *Monactinus simplex* (Chlorophyta), *Staurastrum micron* (Streptophyta), *Staurastrum chaetoceras* (Streptophyta) (Příloha 9), *Tetradasmus acuminatus* (Chlorophyta) (Příloha 8) a *Tetraedron caudatum* (Chlorophyta).

##### 7.4.1 Druhové složení sinic a řas na prvním odběrném místě

Během všech odběrů jsem na prvním odběrovém místě (Velký pařezitý rybník u spádu) našla 20 zástupců sinic a řas. 10 druhů bylo zelených řas (Chlorophyta), 4 druhy rozsivek (Bacillariophyceae), 3 druhy sinic (Cyanobacteria), 2 druhy krásnooček (Euglenophyta) a 1 druh chloromonád (Raphidophyceae).

Při jarním odběru jsem determinovala celkem 9 druhů zelených řas (Chlorophyta), 3 druhy sinic (Cyanobacteria), 2 druhy krásnooček (Euglenophyta) a 1 druh rozsivek (Bacillariophyceae). U letního odběru, který byl nejrozmanitější, jsem určila 4 druhy zelených řas (Chlorophyta), 3 druhy rozsivek (Bacillariophyceae), 2 druhy krásnooček (Euglenophyta), 1 druh sinic (Cyanobacteria) a 1 druh chloromonád (Raphidophyceae). Při podzimním odběru

jsem determinovala pouze 1 druh rozsivek (Bacillariophyceae) a 1 druh chloromonád (Raphidophyceae).

K nalezeným druhům při jarním odběru patřily například *Tetradesmus acuminatus* (Chlorophyta), *Planktothrix agardhii* (Cyanobacteria) nebo *Phacus monilatus var. suecicus* (Euglenophyta). V létě jsem našla například *Lacunastrum gracillimum* (Chlorophyta), *Euglena cf. mutabilis* (Euglenophyta) nebo cf. *Fragilaria* (Bacillariophyceae). Na podzim jsem našla pouze *Aulacoseira cf. pusila* (Bacillariophyceae) a *Gonyostomum semen* (Raphidophyceae).

#### 7.4.2 Druhové složení sinic a řas na druhém odběrném místě

Při všech třech odběrech na druhém odběrovém místě (Velký pařezitý rybník u mola) jsem našla celkem 16 zástupců sinic a řas. Dominovaly zelené řasy (Chlorophyta), u kterých jsem determinovala 7 druhů, poté 4 druhy rozsivek (Bacillariophyceae), 3 druhy sinic (Cyanobacteria), 1 druh krásnooček (Euglenophyta) a 1 druh chloromonád (Raphidophyceae).

U jarního odběru jsem našla 6 druhů zelených řas (Chlorophyta), 2 druhy sinic (Cyanobacteria) a 2 druhy rozsivek (Bacillariophyceae). Při letním odběru jsem určila 3 druhy zelených řas (Chlorophyta), 3 druhy rozsivek (Bacillariophyceae), 2 druhy sinic (Cyanobacteria), 1 druh krásnooček (Euglenophyta) a 1 druh chloromonád (Raphidophyceae). U podzimního odběru jsem determinovala 1 druh zelených řas (Chlorophyta), 1 druh rozsivek (Bacillariophyceae) a 1 druh chloromonád (Raphidophyceae).

Mezi nalezenými druhy jarního odběru jsou *Monactinus simplex* (Chlorophyta), *Gomphonema* sp. (Bacillariophyceae) nebo *Pseudanabaena* sp. (Cyanobacteria). V létě jsem našla například *Desmodesmus communis* (Chlorophyta), *Phormidium* sp. (Cyanobacteria) nebo *Aulacoseira cf. pusila* (Bacillariophyceae).

#### 7.4.3 Druhové složení sinic a řas na třetím odběrném místě

Během všech tří odběrů jsem na třetím odběrovém místě (rybník v Krahulčí u mola) determinovala 29 zástupců sinic a řas. Určila jsem 21 druhů zelených řas (Chlorophyta), 5 druhů rozsivek (Bacillariophyceae) a 3 druhy sinic (Cyanobacteria).

Při jarním odběru jsem našla 12 druhů zelených řas (Chlorophyta), 4 druhy rozsivek (Bacillariophyceae) a 3 druhy sinic (Cyanobacteria). U letního odběru jsem určila 10 druhů zelených řas (Chlorophyta), 2 druhy sinic (Cyanobacteria) a 2 druhy rozsivek

(Bacillariophyceae). U podzimního odběru jsem determinovala 12 druhů zelených řas (Chlorophyta), 4 druhy rozsivek (Bacillariophyceae) a 2 druhy sinic (Cyanobacteria).

Mezi nalezené druhy na jaře patřily *Aulacoseira granulata* (Bacillariophyceae), *Pediastrum duplex* (Chlorophyta) nebo *Staurastrum chaetoceras* (Streptophyta). V létě jsem determinovala *Staurastrum micron* (Chlorophyta), cf. *Gomphonema* (Bacillariophyceae) nebo *Microcystis* cf. *flos-aque* (Cyanobacteria). U podzimního odběru jsem našla například *Actinastrum hantzschii* (Chlorophyta), *Aulacoseira ambigua* (Bacillariophyceae) nebo *Planktothrix agardhii* (Cyanobacteria).

#### 7.4.4 Druhové složení sinic a řas na čtvrtém odběrném místě

Při všech odběrech na čtvrtém odběrovém místě (rybník v Krahulčí u čápa) jsem determinovala 34 zástupců sinic a řas. Našla jsem 25 druhů zelených řas (Chlorophyta), 5 druhů rozsivek (Bacillariophyceae), 3 druhy sinic (Cyanobacteria) a 1 druh krásnooček (Euglenophyta).

U jarního odběru jsem determinovala 12 druhů zelených řas (Chlorophyta), 5 druhů rozsivek (Bacillariophyceae) a 3 druhy sinic (Cyanobacteria). U letního odběru jsem našla 14 druhů zelených řas (Chlorophyta), 3 druhy rozsivek (Bacillariophyceae), 1 druh krásnooček (Euglenophyta) a 1 druh sinic (Cyanobacteria). Při podzimním odběru jsem určila 14 druhů zelených řas (Chlorophyta) a 4 druhy rozsivek (Bacillariophyceae).

K nalezeným druhům na jaře patřily *Stichococcus pelagicus* (Chlorophyta), *Staurastrum micron* (Streptophyta) nebo *Aulacoseira granulata* (Bacillariophyceae). V létě jsem našla *Coleastrum microporum* (Chlorophyta), *Aulacoseira ambigua* (Bacillariophyceae) nebo *Trachelomonas* sp. (Euglenophyta). Na podzim jsem našla *Tetraedron caudatum* (Chlorophyta), *Nitzschia* sp. (Bacillariophyceae) nebo *Closterium* cf. *cornu* (Streptophyta).

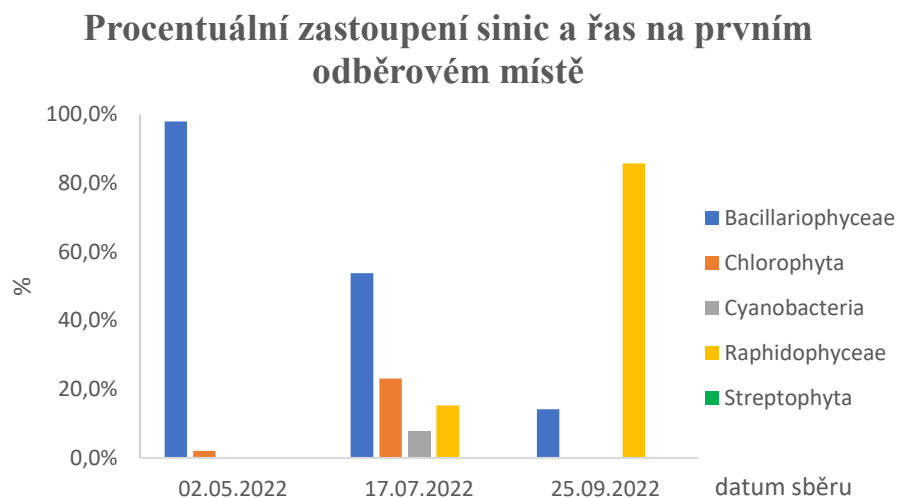
### 7.5 Semikvantitativní analýza fytoplanktonu

#### 7.5.1 Procentuální zastoupení sinic a řas na prvním odběrovém místě

U jarního odběru činila relativní abundance skupin sinic a řas 97,9 % rozsivek (Bacillariophyceae) a 2,1 % zelených řas (Chlorophyta).

Při letním odběru byla relativní abundance skupin sinic a řas 53,8 % rozsivek (Bacillariophyceae), 23,1 % zelených řas (Chlorophyta), 15,3 % chloromonády (Raphidophyceae) a 7,7 % sinice (Cyanobacteria).

Při podzimním odběru dosahovala relativní abundance skupin sinic a řas 85,7 % chloromonády (Raphidophyceae) a 14,2 % rozsivek (Bacillariophyceae) (Obrázek č. 9).



Obrázek č. 9: Graf vyjadřující procentuální zastoupení sinic a řas na prvním odběrovém místě

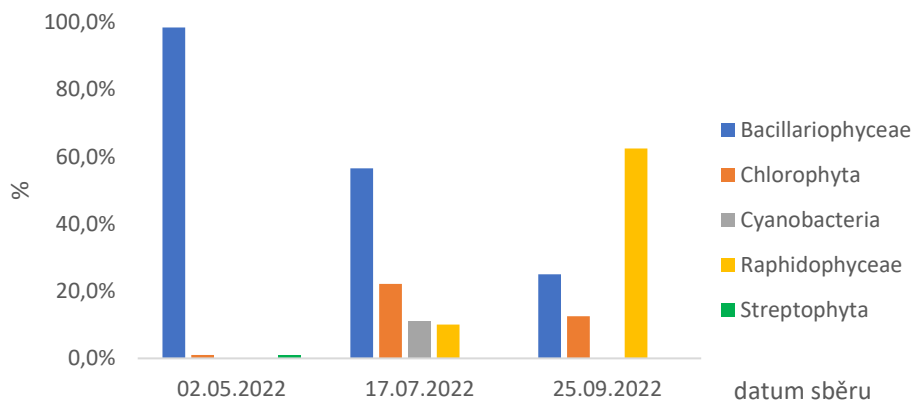
#### 7.5.2 Procentuální zastoupení sinic a řas na druhém odběrovém místě

U jarního odběru byla relativní abundance skupin sinic a řas 98,5 % rozsivek (Bacillariophyceae), 1,1 % Streptophyta a 1,0 % zelených řas (Chlorophyta).

Při letním odběru byla relativní abundance skupin sinic a řas 56,6 % rozsivek (Bacillariophyceae), 22,2 % zelených řas (Chlorophyta), 11,1 % sinice (Cyanobacteria) a 10,1 % chloromonády (Raphidophyceae).

U podzimního odběru činila relativní abundance skupin sinic a řas 62,5 % chloromonády (Raphidophyceae), 25,0 % rozsivek (Bacillariophyceae) a 12,5 % zelených řas (Chlorophyta) (Obrázek č. 10).

### Procentuální zastoupení sinic a řas na druhém odběrovém místě



Obrázek č. 10: Graf vyjadřující procentuální zastoupení sinic a řas na druhém odběrném místě

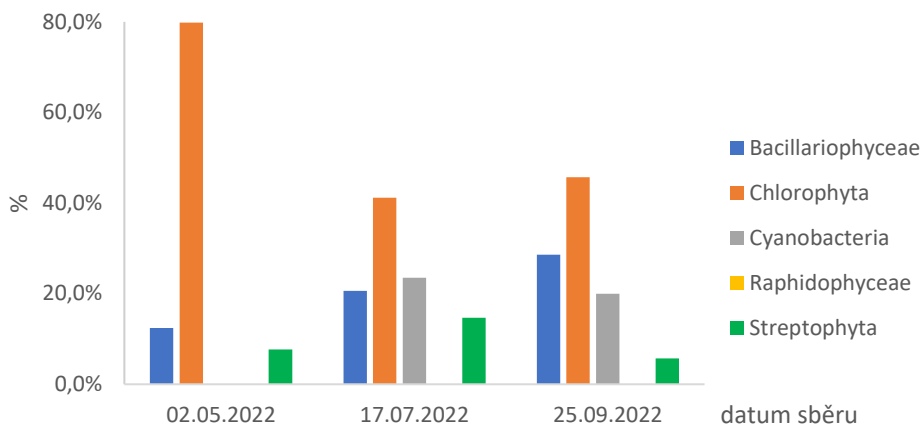
#### 7.5.3 Procentuální zastoupení sinic a řas na třetím odběrovém místě

U jarního odběru činila relativní abundance skupin sinic a řas 79,8 % zelených řas (Chlorophyta), 12,4 % rozsivek (Bacillariophyceae) a 7,7 % Streptophyta.

U letního odběru dosahovala relativní abundance skupin sinic a řas 41,2 % zelených řas (Chlorophyta), 23,5 % sinic (Cyanobacteria), 20,6 % rozsivek (Bacillariophyceae) a 14,7 % Streptophyta.

Při podzimním odběru byla relativní abundance skupin sinic a řas 45,7 % zelených řas (Chlorophyta), 28,6 % rozsivek (Bacillariophyceae), 20,0 % sinic (Cyanobacteria) a 5,7 % Streptophyta (Obrázek č. 11).

### Procentuální zastoupení sinic a řas na třetím odběrovém místě



Obrázek č. 11: Graf vyjadřující procentuální zastoupení sinic a řas na třetím odběrovém místě

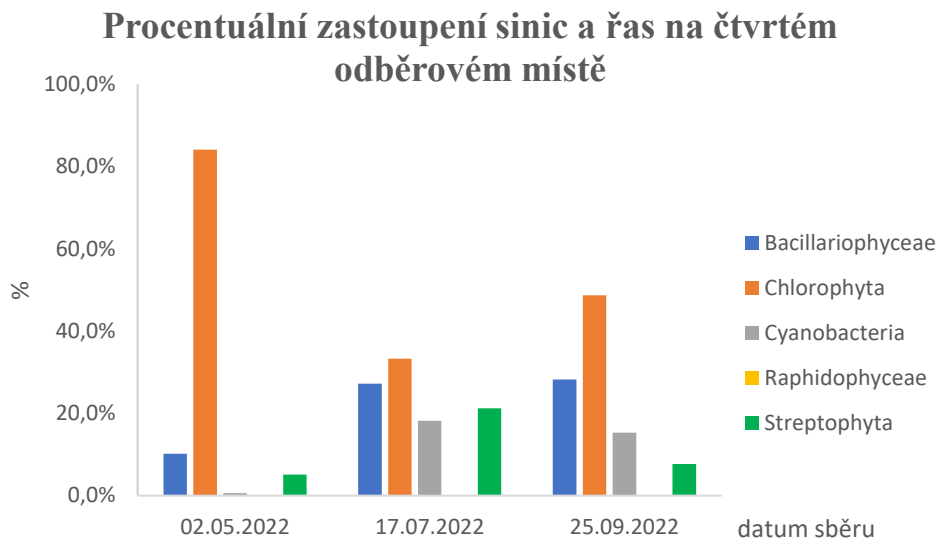
#### 7.5.4 Procentuální zastoupení sinic a řas na čtvrtém odběrovém místě

U jarního odběru byla relativní abundance skupin sinic a řas 84,1 % zelených řas (Chlorophyta), 10,2 % rozsivek (Bacillariophyceae), 5,1 % Streptophyta a 0,6 % sinic (Cyanobacteria).

Při letním odběru byla relativní abundance skupin sinic a řas 33,3 % zelených řas (Chlorophyta), 27,2 % rozsivek (Bacillariophyceae), 21,2 % Streptophyta a 18,2 % sinic (Cyanobacteria).

U podzimního odběru činila relativní abundance skupin sinic a řas 48,7 % zelených řas (Chlorophyta), 28,2 % rozsivek (Bacillariophyceae), 15,3 % sinic (Cyanobacteria) a 7,7 % Streptophyta (Obrázek č. 12).





Obrázek č. 12: Graf vyjadřující procentuální zastoupení sinic a řas na čtvrtém odběrném místě

## 8 Diskuse

Při mém algologickém výzkumu, který probíhal v květnu, červenci a září roku 2022, jsem odebírala na lokalitách (Velký pařezitý rybník a rybník v Krahulčí) vždy dva vzorky fytoplanktonu – dohromady jsem prozkoumala 12 vzorků.

Zároveň jsem na odběrných místech prováděla měření chemicko-fyzikálních parametrů vody (teplota vody, konduktivita a pH). Hodnoty pH a teploty ale nemusejí být přesné, protože v průběhu dne se podle Kalff (2001) mění, stejně tak je ovlivňuje sluneční světlo a také záleží na hloubce ponoření sondy multimetru.

Teplota se lišila během sezónního měření na obou odběrných lokalitách, ale v rámci jednoho rybníku byly hodnoty poměrně stejné. Výrazně se lišily při srovnání v jednotlivých měsících – v létě pozorujeme prudký nárůst oproti jaru jak v rybníku v Krahulčí, tak i ve Velkém pařezitém rybníku, na podzim teplota opět klesla a byla podobná jako na jaře.

Hodnoty konduktivity byly po celé měření velmi odlišné – zejména ve Velkém pařezitém rybníku byly naměřené hodnoty daleko nižší než v Krahulčí. Ve Velkém pařezitém rybníku a 1. odběrném místě měly hodnoty tendenci stoupat, ale na 2. odběrném místě podzimní hodnoty oproti letním nepatrně klesly. V rybníku v Krahulčí na obou odběrných místech snížená hodnota konduktivity v létě oproti jarnímu odběru podle Sommer et al. (2012) pravděpodobně souvisí se sezónní dynamikou, protože v létě dochází k rozvoji zooplanktonu a tím i snížení množství živin. Naopak růst hodnot na podzim souvisí podle Lellák et Kubíček (1991) s narůstajícím množstvím rozložených látek. V obou rybnících mohou hodnoty konduktivity podle Pal et al. (2015) souviset s přítokem, velikostí rybníku, podložím nebo srážkami.

Hodnoty pH se ve Velkém pařezitém rybníku během všech tří odběrů pohybovaly okolo neutrálních hodnot. Nejvyšší hodnoty na obou odběrných místech Velkého pařezitého rybníku byly naměřeny při jarním odběru – na prvním odběrném místě 7,56 a na druhém odběrném místě 7,07. Nejnižší hodnoty byly naměřeny v létě – na prvním odběrném místě 6,67 a na druhém odběrném místě 6,72. Podle Kaštovský et al. (2018 b) se například nalezený druh *Euglena cf. mutabilis* vyskytuje právě ve vodách s nízkým pH a je typický zejména pro rašeliniště. V rybníku v Krahulčí se pohybovaly kolem hodnoty 10, která souvisí s množstvím rozpuštěného CO<sub>2</sub>. Nejvyšší naměřené hodnoty byly stejně jako u Velkého pařezitého rybníku na jaře – na třetím odběrném místě 9,88 a na čtvrtém odběrném místě 9,84. Nejnižší hodnoty byly na rozdíl od Velkého pařezitého rybníku naměřeny při podzimním odběru – na třetím

odběrném místě 9,08 a na čtvrtém odběrném místě 8,98. Podle Kaštovský et al. (2018 b) by se měl druh *Staurastrum chaetoceras* vyskytovat zejména v zásaditých lokalitách a já jsem jej determinovala při jarních odběrech na obou odběrných místech v Krahulčí. Zajímavým druhem nalezeným v Krahulčí při všech třech odběrech, který by se měl podle Kaštovský et al. (2018 b) vyskytovat hlavně v kyselých vodách, byl druh *Lacunastrum gracillimum*.

Na základě sezónní dynamiky by podle Pouličkové (2011) na jaře měly dominovat zástupci rozsivek, skrytěnek nebo zlativek. U Velkého pařezitého rybníku to tak opravdu bylo, podle relativní abundance tvořily rozsivky 97,9 % veškeré biomasy. U rybníku v Krahulčí podle mého počítání dominovaly zelené řasy. Důvodem může být, že se rybník vyskytuje na slunném místě, což podporuje rozvoj zelených řas. V létě by naopak měly dominovat zelené řasy a sinice, protože dochází k nárůstu teploty vody a tím se vytvářejí vhodné podmínky pro rozvoj sinic. Ve Velkém pařezitém rybníku stále dominovaly rozsivky (53 – 57 %), zelené řasy byly zastoupeny v 22 – 23 %, sinice se vyskytovaly pouze v rozmezí 8 – 12 %. Je to pravděpodobně z důvodu nedostatku obsahu živin ve vodě, který je podle studie Round (1961) velmi důležitým pro jejich rozvoj. V rybníku v Krahulčí na 3. odběrovém místě opravdu převažovaly zelené řasy v 41,2 % a sinice byly v zastoupení 23,5 %, ale na 4. odběrovém místě po dominujících zelených řasách (33,3 %) byly nejčetnější rozsivky. Složení podzimního fytoplanktonu by mělo být stejné jako na jaře, proto by ve vodě měly dominovat rozsivky. Ve Velkém pařezitém rybníku byla voda na podzim téměř čistá, na prvním odběrovém místě jsem našla pouze 2 zástupce fytoplanktonu sinic a řas a na druhém odběrovém místě jsem našla 3 zástupce fytoplanktonu. Na obou místech se nejvíce vyskytovaly chloromonády. U rybníku v Krahulčí na obou odběrových místech dominovaly zelené řasy, pravděpodobně z toho důvodu, že dozníval pík zelených řas, které dominovaly během léta. Dalšími početnými zástupci byly rozsivky, které začaly převládat nad sinicemi a je pravděpodobné, že pokud bych odběr prováděla v pozdějších měsících, rozsivky by byly na místě nejpočetnější.

V bakalářské práci Melichar (2008), která se zabývala nepůvodními, invazivními a expanzivními druhy sinic a řas v okrese Jihlava, uvádí, že se ve Velkém pařezitém rybníku vyskytoval druh *Dinobryon bavaricum* při podzimních odběrech v říjnu. Při mém zkoumání jsem zmíněný druh neobjevila, ale to může souviset s tím, že jsem vzorky odebírala v měsíci září. Zajímavým zástupcem vyskytujícím se ve Velkém pařezitém rybníku v létě a na podzim, který v práci Melichar (2008) není zmíněný, byl *Gonyostomum semen* (Raphidophyceae). Podle Kaštovského a kol. (2018 a) se tento druh vyskytuje hlavně

v dystrofních a kyselých vodách, které mají pH do hodnoty 6,6. Mnou naměřené hodnoty pH ve Velkém pařezitém rybníku se celý rok pohybovaly kolem hodnoty 7. Také uvádí, že velmi často způsobuje zbarvení vody, ale tento fakt jsem při odběrech nepozorovala pravděpodobně z toho důvodu, že voda ve Velkém pařezitém rybníku je zbarvena huminy do hněda. Pozoruhodnou vlastností *Gonyostomum semen* je schopnost libovolně se pohybovat ve vodním sloupci a tím se přizpůsobit různým světelným podmínkám (Eloranta et Räike 1995).

Mezi nejčastěji se vyskytující druhy ve Velkém pařezitém rybníku patřily například *Desmodesmus armatus* (Chlorophyta), *Gonyostomum semen* (Raphidophyceae), *Planktothrix agardhii* (Cyanobacteria) nebo *Spirogyra* sp. (Bacillariophyceae).

Diplomová práce Melichar (2011) zabývající se floristickou studií vodních sinic a řas v jihovýchodní části kraje Vysočina zmiňuje přítomnost nepůvodních druhů. Jedním z nich je *Monactinus simplex*, který jsem při mém zkoumání našla na obou lokalitách. Na jaře byl na všech čtyřech odběrných místech, v létě se vyskytoval na jednom odběrném místě ve Velkém pařezitém rybníku a na obou odběrných místech v Krahulčí a na podzim jsem jej determinovala pouze v rybníku v Krahulčí.

Ve vybraném rybníku v Krahulčí podle výpovědi majitele dosud nebyl nikdy prováděn žádný algologický průzkum, proto nemohu výsledky srovnávat s žádnou prací a některé druhy tudíž mohly být opomenuty. Nejčastěji vyskytujícími se druhy byly například *Aulacoseira granulata* (Bacillariophyceae), *Lacunastrum gracillimum* (Chlorophyta), *Staurastrum micron* (Streptophyta) nebo *Tetraedron caudatum* (Chlorophyta). Neobvyklým zástupcem, kterého jsem ve zmíněném rybníku našla na obou odběrných místech během jarního odběru, je podle Kaštovský et al. (2018 b) *Micractinium crassisetum*, který se vyskytuje v planktonu stojatých vod a je vzácný.

## 9 Závěr

V této bakalářské práci jsem se zabývala algologickým průzkumem dvou rybníků v okolí města Telče (Velký pařezitý rybník a rybník v Krahulčí) – zkoumala jsem zástupce fytoplanktonu. Součástí práce bylo také vytvoření literární rešerše, která se týkala stojatých vod a také krátké charakteristiky sinic a řas.

Odběry jsem prováděla v květnu, červenci a září roku 2022 na dvou různých lokalitách. Na každé z nich jsem vhodně vybrala dvě odběrná místa – zejména s ohledem na dostupnost odběru planktonní sítí. Odebrané vzorky jsem mikroskopicky prozkoumala v laboratoři a podle determinačních znaků určila jednotlivé taxony.

Dohromady jsem ve vzorcích determinovala 53 různých taxonů sinic a řas, kdy nejvíce dominovali zástupci zelených řas (Chlorophyta) s celkovým počtem 35 zástupců, poté mezi nimi bylo 8 zástupců rozsivek (Bacillariophyceae), 6 zástupců sinic (Cyanobacteria) a 1 zástupce chloromonád (Raphidophyceae).

Relativní abundance jednotlivých skupin fytoplanktonu byla během odběrů poměrně pestrá. Ve Velkém pařezitém rybníku na obou odběrných místech na jaře i v létě dominovaly zástupci rozsivek (Bacillariophyceae) a na podzim převažoval zástupce chloromonád (Raphidophyceae), které patří mezi hnědé řasy. V rybníku v Krahulčí na obou odběrných místech na jaře i na podzim dominovali zástupci zelených řas (Chlorophyta), ale v létě se jejich procentuální zastoupení snížilo, protože se zvýšilo zastoupení sinic (Cyanobacteria).

## 10 Seznam použité literatury

- ADÁMEK, Z.; HELEŠIC, J.; MARŠÁLEK, B.; RULÍK, M. (2010). *Aplikovaná hydrobiologie*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. ISBN: 978-80-87437-09-4.
- ADÁMEK, Z.; LINHART, O.; KRATOCHVÍL, M.; FLAJŠHANS, M.; RANDAK, T.; POLICAR, T.; KOZÁK, P.; MASOJÍDEK, P. (2012). *Aquaculture in the Czech Republic in 2012: A prosperous and modern sector based on a thousand year history of pond culture*. *World Aquaculture*. 43: 20–27.
- ADL, S.N.; BASS, D.; LANE C.E.; LUKEŠ, J.; SCHOCH, C.L.; SMIRNOV, A.; AGATHA, S.; BERNEY, C.; BROWN, M.W.; BURKI, F.; CÁRDENAS, P.; ČEPIČKA, I.; CHISTYAKOVA, L.; CAMPO, J.; DUNTHORN, M.; EDVARDBSEN, B.; EGLIT, Y.; GUILLOU, L.; HAMPL, V.; HEISS, A.A.; HOPPENRATH, M.; JAMES, T.Y.; KARNKOWSKA, A.; KARPOV, S.; KIM, E.; KOLISKO, M.; KUDRYAVTSEV, A.; LAHR, D.J.G.; LARA, E.; GALL, L.L.; LYNN, D.H.; MANN, D.G.; MASSANA, R.; MITCHELL, E.A.D.; MORROW, C.; PARK, J.S.; PAWLOWSKI, J.W.; POWELL, M.J.; RICHTER, D.J.; RUECKERT, S.; SHADWICK, L.; SHIMANO, S.; SPIEGEL, F.W.; TORRUELLA, G.; YOUSSEF, N.; ZLATOGURSKY, V.; ZHANG, Q. (2019). *Revisions to the Classification, Nomenclature, and Diversity of Eukaryotes*. *Journal of Eukaryotic Microbiology*. 66: 4–119.
- BAJPAI, P. (2018). *Characteristics of Algae*. In: BAJPAI, P. (Ed.) *Third Generation Biofuels*. Singapur: Springer Singapore. 11–15. ISBN: 978-981-13-2377-5.
- BHATERIA, R. & JAIN, D. (2016). *Water quality assessment of lake water: a review*. *Sustainable Water Resources Management*. 2: 161–173.
- BRAWLEY, S.H. & JOHNSON, L.E. (1992). *Gametogenesis, gametes and zygotes: An ecological perspective on sexual reproduction in the algae*. *British Phycological Journal*. 27: 233–252.
- BRENTROP, J.A.; WILLIAMSON, C.E.; COLOM-MONTERO, W.; ECKERT, W.; DE EYTO, E.; GROSSART, H.P.; HUOT, Y.; ISLES, P.D.F.; KNOLL, L.B.; LEACH, T.H.; MCBRIDE, C.G.; PIERSON, D.; POMATI, F.; READ, J.S.; ROSE, K.C.; SAMAL, N.R.; STAEHR, P.A.; WINSLOW, L.A. (2016). *The potential of high-frequency profiling to assess*

*vertical and seasonal patterns of phytoplankton dynamics in lakes: an extension of the Plankton Ecology Group (PEG) model.* Inland Waters. 6: 565–580.

BRODIE, J. & LEWIS, J. (2007). *Unravelling the algae: The past, present, and future of algal systematic.* CRC PRESS, Taylor & Francis GROUP. ISBN: 9780849379901.

BRÖNMARK, C. & LARS-ANDERS, H. (2017). *The biology of lakes and ponds.* Oxford University Press. ISBN: 9780191781902.

CLERCK, D.O.; BOGAERT, K.A.; LELIAERT, F. (2012). *Diversity and Evolution of Algae: Primary Endosymbiosis.* Botanical Research. 64: 55–86.

ČESKO. Zákon č. 114/1992, o ochraně přírody a krajiny. In: Sbíрка zákonů. 1992, částka 28/1992, číslo 114.

ČESKO. Zákon č. 254/2001, o vodách a o změně některých zákonů. In: Sbíрка zákonů. 2001, částka 98/2001, číslo 254.

DAVISON I. R. (1991). *Environmentl effectcts on algal photosynthesis: Temperature.* Journal of Phycology. 27: 2–8.

DOHNAL, Z. (1965). *Československá rašeliniště a slatiniště.* Praha: Nakladatelství Československé akademie věd.

DOLEŽAL, J., vlastník rybníku v Krahulčí [ústní sdělení]. Krahulčí, 21. 2. 2023.

DOSTÁLKOVÁ, A. (1981). *Rhododendrony.* Praha: Academia, edice Živou přírodou. ISBN: 21-040-81.

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

DURAS, J. (1998). *Role rybníků v povodí vodárenských toků-* Sborník semináře- Aktuální otázky vodárenské biologie. Praha. 90–95.

DURAS, J. & POTUŽÁK, J. (2012). *Látková bilance fosforu v produkčních a rekreačních rybnících.* Vodní hospodářství. 6: 210–216.

ELORANTA, B. & RÄIKE, A. (1995). *Light as a factor affecting the vertical distribution of Gonyostomum semen (Ehr.) Diesling (Raphidophyceae) in Lakes.* Aqua Fennica. 25: 15–22.

- FALKOWSKI, P.G., LAWS, E.A., BARBER, R.T., MURRAY, J.W. (2003). *Phytoplankton and Their Role in Primary, New, and Export Production*, In: FASHAM, M.J.R. (Ed.) *Ocean Biogeochemistry*. Springer, Berlin, Heidelberg. 99–121. ISBN: 978-3-540-42398-0.
- FOTT, B. (1967). *Sinice a řasy*. Praha: Academia.
- HEWLETT, R. (1914). *The Microscopy of Drinking Water*. Nature 94: 33–34.
- HINDÁK, F. & MARVAN, P. (1978). *Sladkovodnie riasy*. SPN. Bratislava.
- CHOUDHURY, A. & RUMA, P. (2014). *An Introduction to Phytoplanktons, Diversity and Ecology*. ISBN 978-81-322-1838-8.
- JANDOVÁ, D. (2009). *Balneologie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2820-9.
- JELÍNEK, F. (1999). *Nedoceněné bohatství*. Praha: Ministerstvo životního prostředí. ISBN 80-7212-113-8.
- JENÍK J. & SOUKUPOVÁ, L. (1989). *Rašeliniště a jejich racionální využívání*. České Budějovice. ISBN 80-02-99692-5
- JURÁŇ, J. & KAŠTOVSKÝ, J. (2006). *Nový pohled na systém řas a jak ho učit? Časopis Živa: 6/2016, 299–301*
- KALFF, J. (2002). *Limnology: Inland Water Ecosystems*. USA, New Jersey: Prentice Hall. ISBN 978-01-3033-775-7
- KALINA, T. & VÁŇA, J. (2005). *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Karolinum, Praha.
- KAŠTOVSKÝ, J., HAUER, T., JURÁŇ, J., KUBÍN, J. (2022). *Sinice a řasy.cz* [online].[cit. 2022- 10-22]. Dostupné z: <https://www.sinicearasy.cz/skripta/fykologie>
- KAŠTOVSKÝ, J., HAUER, T., GERIŠ, R., CHATTOVÁ, B., JURÁŇ, J., LEPŠOVÁ-SKÁCELOVÁ, O., PITELKOVÁ, P., PUZSTAI, M., ŠKALOUD, P., ŠŤASTNÝ, J., ČAPKOVÁ, K., BOHUNICKÁ, M., MÜHLSTEINOVÁ (2018) *Atlas sinic a řas ČR 1*. ISBN 978-80-7568-071-6
- KAŠTOVSKÝ, J., HAUER, T., GERIŠ, R., CHATTOVÁ, B., JURÁŇ, J., LEPŠOVÁ-SKÁCELOVÁ, O., PITELKOVÁ, P., PUZSTAI, M., ŠKALOUD, P., ŠŤASTNÝ, J., ČAPKOVÁ, K., BOHUNICKÁ, M., MÜHLSTEINOVÁ (2018). *Atlas sinic a řas ČR 2*. ISBN 978-80-7568-125-6



- KOYANDE, A. K., CHEW, K. W., RAMBABU, K., TAO, Y., CHU., D.T., SHOW, P.L. (2019). Microalgae: A potential alternative to health supplementation for humans. 1: 16–24.
- KUBÁT, K. (2003). *Botanika*. 2. vyd. Praha: Scientia, pedagogické nakladatelství. ISBN 80-7183-266-9.
- LÁGNER, A. (2005). *Příroda.cz: Koloběh vody v přírodě (2 díl) - Sladká povrchová voda* [online]. [cit. 2023-02-14]. Dostupné z: <https://www.priroda.cz/clanky.php?detail=333>
- LELLÁK, J. et KUBÍČEK, F. (1992): *Hydrobiologie*. Karolinum, Praha. ISBN 80-7066-530-0.
- MACHAR, I. (2014). *Chráněné krajinné oblasti a jejich výchovně-vzdělávací potenciál*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-3945-7.
- MARTÍ, M., JUOTTENEN, H., RO BROEK, B. J. M., YRJALA, K., DENIELSSON, A., LINDGREN, P. E., SVENSSON, B. H. (2015). *Nitrogen and methanogen community composition within and among three Sphagnum dominated peatlands in Scandinavia*. *Soil Biology & Biochemistry* 81: 204 – 211.
- MELICHAR, A. (2008). *Nepůvodní, invazivní a expanzivní druhy sinic a řas v okrese Jihlava*. České Budějovice. Bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity. Vedoucí práce RNDr. Jan Kaštovský, Ph.D.
- MELICHAR, A. (2011). *Floristická studie vodních sinic a řas v jihovýchodní části kraje Vysočina*. České Budějovice. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity. Vedoucí práce RNDr. Jan Kaštovský, Ph.D.
- MITRA S., WASSMANN R., VLEK P. L. G. (2005). *An appraisal of global wetland area and its organic carbon stock*. *Current science* 88: 25 – 35.
- NOGES P, ADRIAN R., ANNEVILLE O., ARVOLA, L., BLENCKNER, T., GEORGE, G., JANKOWSKI, T., JÄRVINEN, M., MABERLY, S., PADISÁK, J., STRAILE, D., TEUBNER, K., WEYHENMEYER, G. (2009). *The Impact of Variations in the Climate on Seasonal Dynamics of Phytoplankton*. ISBN 978-90-481-2945-4
- PAL, M., SAMAL, N. R., ROY, P. K., ROY, M. B. (2015). *Electrical Conductivity of Lake Water as Environmental Monitoring – A Case Study of Rudrasagar Lake*. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*. 9: 66-71.

- PECHAR, L. & POTUŽÁK, J. (2006). *Long-Term Investigation of Ponds for the Ecological Monitoring Život. Prostr.*, 40: 98 – 100.
- PILÁTOVÁ, J. (2021). *Mořský plankton, jak ho neznáte. Živa*, (3), 92-93.
- PITTER, P. (2015). *Hydrochemie*. 5. ČR, Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7080-928-0.
- PIVNIČKOVÁ, M. (1997). *Ochrana rašelinných mokřadů*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 80-86064-03-4.
- POULÍČKOVÁ, A. (2011). *Základy ekologie sinic a řas*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2751-5.
- POULÍČKOVÁ, A., DVOŘÁK, P., HAŠLER, P. (2015). *Průvodce mikrosvětlem sinic a řas*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4408-6.
- POULÍČKOVÁ, A. & JURČÁK, J. (2001). *Malý obrazový atlas našich sinic a řas*. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 80-244-0242-4.
- REICHHOLF, J. (1998). *Pevninské vody a mokřady: ekologie evropských sladkých vod, luhů a bažin*. Praha: Ikar. ISBN 80-7202-185-0.
- REYNOLDS, C.S. (2006) *The Ecology of Phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge. ISBN 9780511542145
- ROTH, J. & KROUPA, P. *Vodárenství*. Praha: SNTL, 1970.
- ROUND, E. F. (1961). *Studies on Bottom-Living Algae in Some Lakes of the English Lake District: Part V. The Seasonal Cycles of the Cyanophyceae*. *Journal of Ecology*. 49: 245-254.
- ŘÍHOVÁ, A. J. (2003). *Aplikovaná a technická hydrobiologie*. 2. ČR, Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 80-7080-521-8.
- SAHOO, D & BAWEJA, P. (2015). *General Characteristics of Algae. Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology*. ISBN 978-94-017-7321-8.
- SCHWOERBEL, J. (1970). *Methods of Hydrobiology: Freshwater Biology*. UK, Oxford: Pergamon Press. ISBN 978-0-08-006604-2.
- SLÁDEČKOVÁ, A. & SLÁDEČEK, V. (2000): *Natural Communities in Standing Waters of the Czech Republic*. 14: p. 61 – 125.

SOMMER, U., ADRIAN, R., DOMIS, L. S., ELSER, J. J., GAEDKE, U., IBELINGS, B., JEPPESEN, E., LÜRLING, M., MOLINERO, J. C., MOOIJ, W. M., DONK, E., WINDER, M. (2012). *Beyond the Plankton Ecology Group (PEG) Model: Mechanisms Driving Plankton Succession*. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics 43: 429-448.

ŠTĚPÁNEK, M. & JIŘÍK, V. (1979). *Hygienický význam životních dějů ve vodách*. Praha: Avicenum.

TOMÁŠEK, M. (2014). *Půdy České republiky*. Praha: Česká geologická služba. ISBN 978-80-7075-861-8.

TURUNEN J., TOMPPONEN, E., TOLONEN, K., REINIKAINEN, A. (2002). *Estimating carbon accumulation rates of undrained mires in Finland and application to boreal and subarctic regions*. Holocene 12: 69 – 80.

VÍCHA, O. (2010). *Rašelina jako objekt právních vztahů*. In: Dny práva 2010 [online]. Brno: Masarykova univerzita. [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: [https://www.law.muni.cz/sborniky/dny\\_prava\\_2010/files/prispevky/09\\_priroda/Vicha\\_Ondrej\\_\(4323\).pdf](https://www.law.muni.cz/sborniky/dny_prava_2010/files/prispevky/09_priroda/Vicha_Ondrej_(4323).pdf)

VRÁNA, K. & BERAN, J. (2008). *Rybníky a účelové nádrže*. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT. ISBN 978-80-01-04002-7.

WHITE, M. J., STORM D. E., BUSTEED P. R., SMOLEN M. D., ZHANG H. L., FOX G. A. (2010): *A quantitative phosphorus loss assessment tool for agricultural fields*. 10: 1121-1129.

## 11 Přílohy

Příloha 1: Soupis nalezených druhů na odběrných místech v Krahulčí a Velkém pařezitém rybníku při odběrech v roce 2022

Příloha 2: *Desmodesmus armatus* (zdroj: vlastní fotografie)

Příloha 3: *Monactinus simplex* (zdroj: vlastní fotografie)

Příloha 4: *Gonyostomum semen* (zdroj: vlastní fotografie)

Příloha 5: *Gomphonema* sp. (zdroj: vlastní fotografie)

Příloha 6: *Closterium* cf. *cornu* (zdroj: vlastní fotografie)

Příloha 7: *Lacunastrum gracillimum* (zdroj: vlastní fotografie)

Příloha 8: *Tetradesmus acuminatus* (zdroj: vlastní fotografie)

Příloha 9: *Staurastrum chaetoceras* (zdroj: vlastní fotografie)

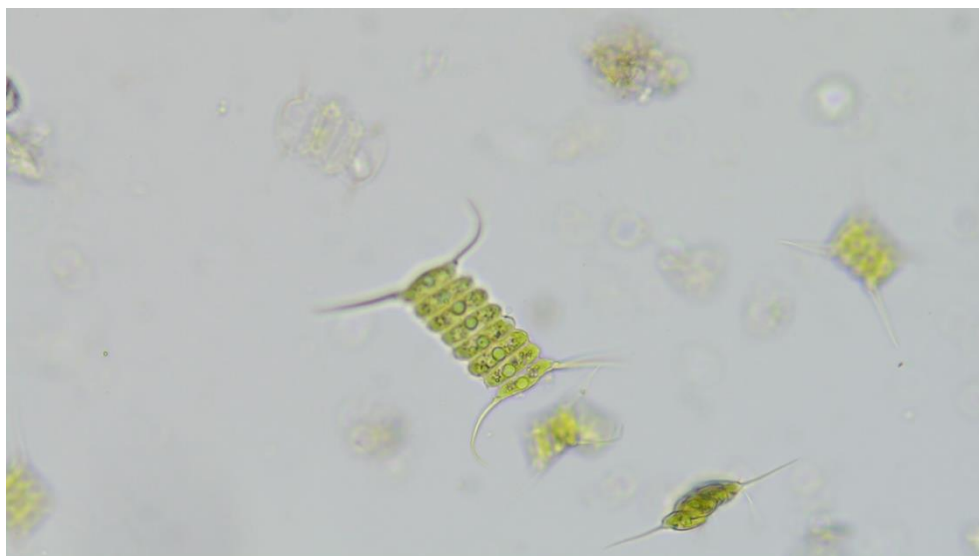
Príloha 1: Soupis nalezených druhů na odběrných místech v Krahulčí a Velkém pařezitém rybníku při odběrech v roce 2022 (X je označení pro přítomnost druhu, - je označení pro nepřítomnost)

taxony	jaro				léto				podzim			
	1	2	3	4	odběrové místo				1	2	3	4
<b>Cyanobacteria</b>												
<i>Leptolyngbya</i> sp.	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microcystis</i> cf. <i>flos-aque</i>	-	-	X	X	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Phormidium</i> sp.	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Planktothrix agardhii</i>	X	X	X	X	X	-	X	-	-	-	X	-
<i>Pseudanabaena</i> sp.	X	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Snowella</i> sp.	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Bacillariophyceae</b>												
<i>Aulacoseira ambigua</i>	-	-	X	X	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Aulacoseira</i> cf. <i>pusila</i>	-	-	-	X	-	X	-	-	X	X	-	X
<i>Aulacoseira granulata</i>	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	X	X
<i>Fragilaria</i> sp.	-	X	X	X	X	-	X	X	-	-	-	X
<i>Gomphonema</i> sp.	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Nitzschia</i> sp.	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Pinularia</i> sp.	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
<b>Euglenophyta</b>												
<i>Euglena</i> cf. <i>mutabilis</i>	X	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Phacus monilatus</i> var. <i>suecicus</i>	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trachelomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
<b>Chlorophyta</b>												
<i>Actinastrum hantzschii</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Botryococcus pila</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Botryococcus</i> sp.	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Closterium</i> cf. <i>cornu</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Coleastrum microporum</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Cosmarium</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Desmodesmus intermedius</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Desmodesmus abundans</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X
<i>Desmodesmus armatus</i>	X	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Desmodesmus communis</i>	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X
<i>Desmodesmus denticulatus</i>	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	X	X
<i>Golenkina radiata</i>	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Lacunastrum gracillimum</i>	X	X	X	X	X	-	X	X	-	-	X	X
<i>Micractinium</i> cf. <i>crassisetum</i>	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-

Pokračování Přílohy 1: Soupis nalezených druhů na odběrných místech v Krahulčí a Velkém pařezitém rybníku při odběrech v roce 2022 (X je označení pro přítomnost druhu, - je označení pro nepřítomnost)

taxony	jaro				léto				podzim				
	1	2	3	4	odběrové místo				1	2	3	4	
<b>Chlorophyta</b>													
<i>Monactinus simplex</i>	X	X	X	X	-	X	X	X	-	-	X	X	
<i>Oedogonium</i> sp.	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oocystis</i> cf. <i>parva</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Pectinodesmus pectinatus</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pediastrum duplex</i>	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	-	X	
<i>Phacotus lenticularis</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	
<i>Pseudopediastrum boryanum</i>	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scenedesmus velitaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	
<i>Selenastrum gracile</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	
<i>Spirogyra</i> sp.	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Staurastrum chaetoceras</i>	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Staurastrum micron</i>	-	-	-	X	-	-	X	X	-	-	X	X	
<i>Stauridium tetras</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Stichococcus pelagicus</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tetradesmus acuminatus</i>	X	X	X	-	-	-	X	X	-	-	X	X	
<i>Tetraedron caudatum</i>	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	X	X	
<i>Tetraedron minimum</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	
<i>Tetraedron regulare</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tetraedron triangulare</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Zygnema</i> sp.	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Raphidphyceae</b>													
<i>Gonyostomum semen</i>	-	-	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	-

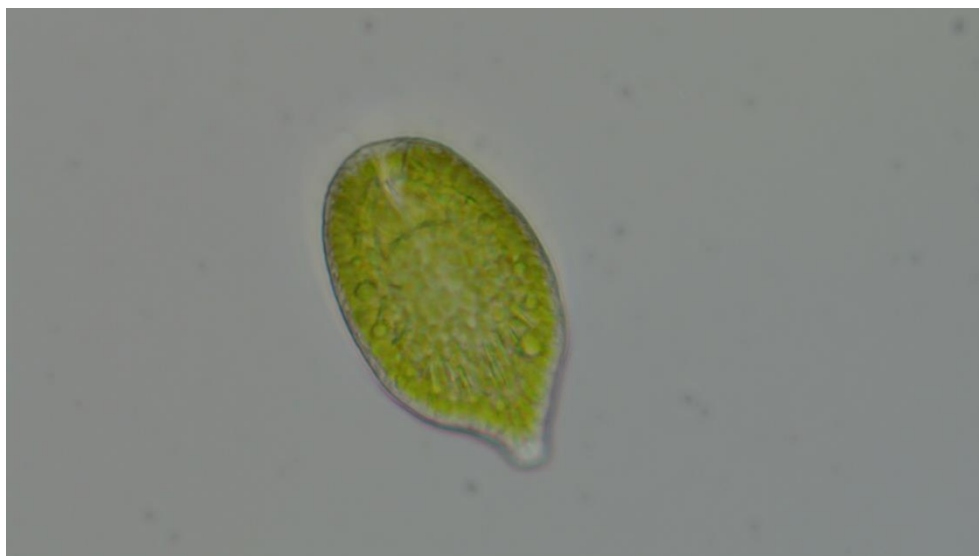
Příloha 2: *Desmodesmus armatus*, zvětšení 400× (foto: Hana Kasáčková)



Příloha 3: *Monactinus simplex*, zvětšení 400× (foto: Hana Kasáčková)



Příloha 4: *Gonyostomum semen*, zvětšení 400× (foto: Hana Kasáčková)

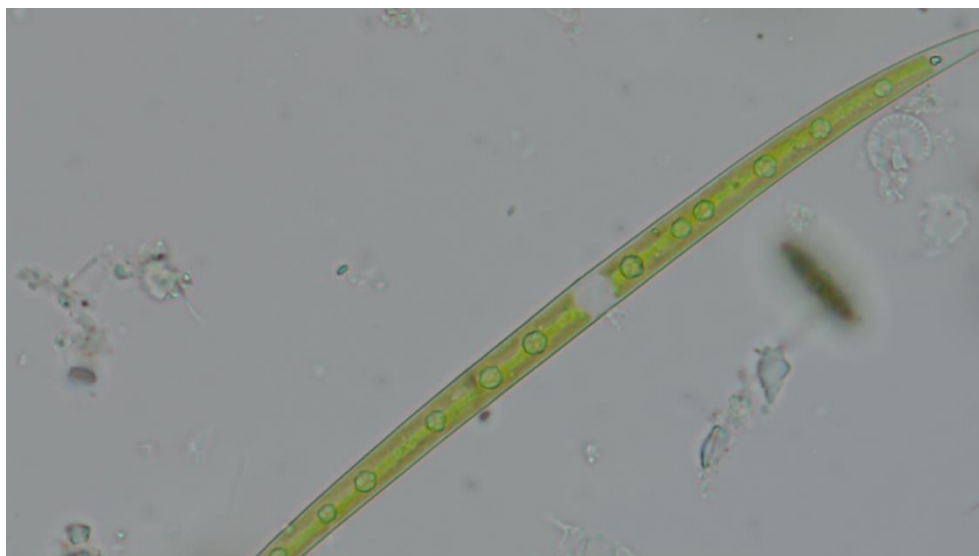


Příloha 5: *Gomphonema* sp., zvětšení 400× (foto: Hana Kasáčková)

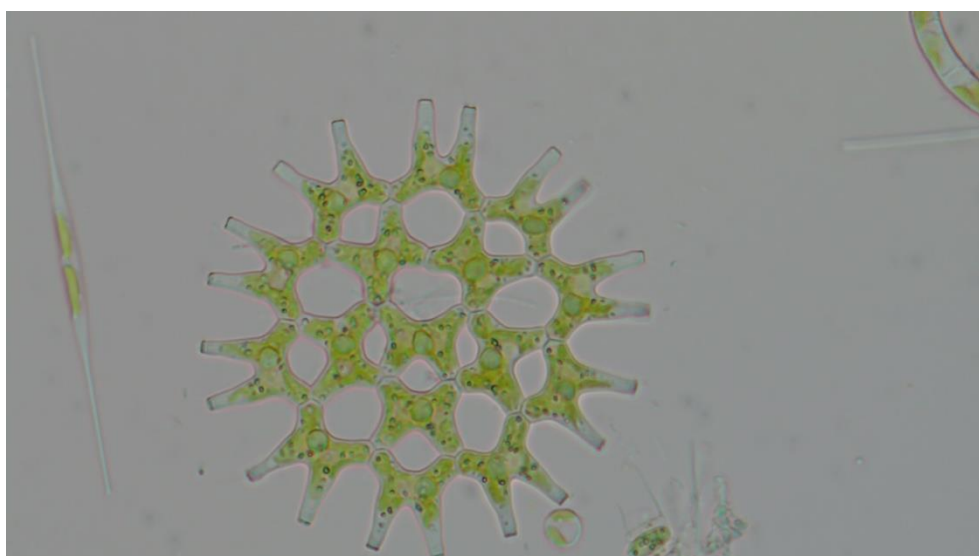




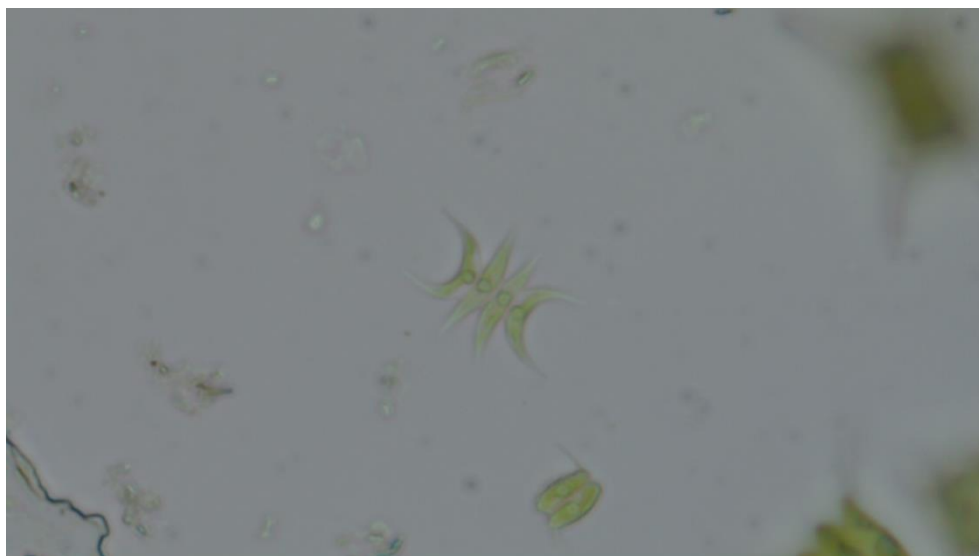
Příloha 6: *Closterium* cf. *cornu*, zvětšení 400× (foto: Hana Kasáčková)



Příloha 7: *Lacunastrum gracillimum*, zvětšení 400× (foto: Hana Kasáčková)



Příloha 8: *Tetradesmus acuminatus*, zvětšení 400× (foto: Hana Kasáčková)



Příloha 9: *Staurastrum chaetoceras*, zvětšení 400× (foto: Hana Kasáčková)

