

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra ekologie a životního prostředí

**Diverzita a sezónní dynamika krásivek ve
štěrkopískových jezírkách v Černovířském lese**



Bc. Veronika Sklenářová

Diplomová práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Mgr. v oboru

Hydrobiologie

Vedoucí práce: Mgr. Jana Štěpánková, Ph.D.

Konzultantka: Mgr. Eva Jahodářová, Ph.D.

Olomouc 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Jany Štěpánkové, Ph.D. a že jsem použila zdrojů, které cituji a uvádím v seznamu použitých pramenů.

V Olomouci dne.....

.....
podpis

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucí diplomové práce Mgr. Janě Štěpánkové, Ph.D. za pomoc v terénu i při analýze vzorků, za cenné rady a poskytnutí materiálových podkladů k práci. Dále děkuji konzultantce Mgr. Evě Jahodářové, Ph.D. za její ochotu, čas a veškeré připomínky, a doc. RNDr. Petru Hašlerovi, Ph.D. za pomoc při statistickém zpracování dat.

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora	Bc. Veronika Sklenářová
Název práce	Diverzita a sezónní dynamika krásivek ve štěrkopískových jezírkách v Černovířském lese
Typ práce	Diplomová
Pracoviřtř	Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci
Vedoucí práce	Mgr. Jana Štěpánková, Ph.D.
Rok obhajoby práce	2021
Abstrakt	Tato diplomová práce se zabývá sezonní dynamikou a diverzitou krásivek na Černovířském slatiniřti u Olomouce. Teoretická část práce je zaměřena na charakteristiku zkoumané skupiny krásivek a na popis lokality. Praktická část se skládá z odběrů několika vzorků řas z odběrových míst během roku, změření základních parametrů vody a následným zpracováním a vyhodnocením dat.
Klíčová slova	Krásivky, řasy, sezónní dynamika, algologie, mokřady, slatiniřtř, Černovír
Počet stran	91
Počet příloh	3
Jazyk	český

Bibliographical identification:**Author's first name and surname** Bc. Veronika Sklenářová**Title** Diversity and seasonal dynamics of desmids in gravel-sand ponds in the Černovír forest**Type of thesis** Master**Department** Department of Ecology and Environment,
Faculty of Science, Palacky University, Olomouc**Supervisor** Mgr. Jana Štěpánková, Ph.D.**The year of presentation** 2021**Abstract** This master thesis deals with the seasonal dynamics and diversity of desmids at Černovír bog near Olomouc. The theoretical part of the work is focused on the characteristics of the studied group Desmidiatales and on the description of the locality. The practical part consists of taking several samples of algae from sampling points during the year, measuring the basic parameters of water and subsequent processing and evaluation of data.**Keywords** Desmids, algae, seasonal dynamics, algology, wetlands, bog, Černovír**Number of pages** 91**Number of appendices** 3**Language** Czech

Obsah

1 ÚVOD	7
1.1 CÍLE PRÁCE	8
2 CHARAKTERISTIKA ZKOUMANÉ SKUPINY ŘAS – KRÁSIVKY	9
2.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA A SYSTEMATIKA	9
2.2 MORFOLOGIE	11
2.3 ROZMNOŽOVÁNÍ	12
2.3.1 Nepohlavní rozmnožování	12
2.3.2 Pohlavní rozmnožování	13
2.4 ROZŠÍŘENÍ A EKOLOGIE	14
2.5 SEZÓNŇNÍ DYNAMIKA FYTOPLANKTONU	17
3 MOKŘADY	19
3.1 RAŠELINIŠTĚ A SLATINIŠTĚ	19
4 CHARAKTERISTIKA ZKOUMANÉ LOKALITY	21
4.1 ČERNOVÍRSKÉ SLATINIŠTĚ	21
4.1.1 Odběrová místa	23
5 METODIKA	25
5.1 ODBĚROVÁ MÍSTA V PRŮBĚHU ROKU	25
5.2 ODBĚR A FIXOVÁNÍ VZORKŮ ŘAS	39
5.3 LABORATORNÍ POZOROVÁNÍ A DETERMINACE VZORKŮ ŘAS.....	40
5.4 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT	41
6 VÝSLEDKY	42
6.1 FYZIKÁLNĚ – CHEMICKÉ CHARAKTERISTIKY VODY	42
6.2 TAXONOMIE NALEZENÝCH DRUHŮ A SEZÓNŇNÍ DYNAMIKA	45
6.3 INDIKAČNÍ HODNOTY KRÁSIVEK.....	48
6.4 SEMIKVANTITATIVNÍ HODNOCENÍ ABUNDANCE JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ KRÁSIVEK.....	50
6.5 VÝSLEDKY STATISTICKÝCH ANALÝZ.....	54
7 DISKUSE	58
7.1 PARAMETRY PROSTŘEDÍ	58
7.1.1 Teplota vody.....	58
7.1.2 pH.....	58
7.1.3 Konduktivita.....	59
7.2 TAXONOMICKÁ BOHATOST A SEZÓNŇNÍ DYNAMIKA ŘAS	59
7.3 SROVNÁNÍ S PRŮZKUMEM V RÁMCI BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	61
7.4 SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ S OBDOBNÝMI PRŮZKUMY KRÁSIVEK	64
8 ZÁVĚR	66
SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ	68
PŘÍLOHA I	74
PŘÍLOHA II	78
PŘÍLOHA III	82

1 ÚVOD

Krásivky jsou sladkovodní skupina řas s velmi pozoruhodným ornamentálním vzhledem. Díky jejich atraktivnímu vzhledu se staly velmi dobře prostudovanou skupinou řas. Řasy mají mimo jiné také uplatnění jako bioindikátory kvality prostředí (Pouličková et Jurčák 2001, Kalina et Váňa 2005). Tato diplomová práce je přednostně zaměřena na skupinu krásivek z třídy spájivých řas, která patří mezi nejvhodnější bioindikátory prostředí. Krásivky, díky svým specifickým ekologickým nárokům dokážou velmi rychle reagovat na změny prostředí. Krásivky se hojně vyskytují v mírně kyselých málo úživných vodách, jako jsou mokřady – tedy rašeliniště, slatiniště apod. (Kalina et Váňa 2005, Šťastný 2010).

Černovířské slatiniště patří k nejzajímavějším lokalitám na střední Moravě. Dnešní louky jsou už jen pozůstatky slatin, které zde bylo možné najít ještě na konci 20. století. Černovířské slatiniště proslulo zejména jako botanická oblast s několika kriticky i silně ohroženými druhy rostlin (Roleček 2007), bohužel se nikdo více nevěnoval algologickému průzkumu v této významné mokřadní lokalitě.

Tato práce tematicky navazuje na bakalářskou práci „Algologický průzkum mokřadů v oblasti Černovířského slatiniště u Olomouce“ (Sklenářová 2016), která spočívala v jednorázovém odběru vzorků z jezírek v Černovířském lese a v determinaci vyskytujících se druhů sinic a řas.

V teoretické části práce jsou zahrnuty dosavadní poznatky o krásivkách – od jejich morfologie po rozmnožování a ekologii. Praktická část se věnuje vlastnímu výzkumu 16 odebraných vzorků z jezírek v Černovířském lese a výskytu řas (především krásivek) na dané lokalitě v průběhu roku.

Hlavním cílem této diplomové práce bylo zachytit sezonní dynamiku řasových společenstev s bližším zaměřením na krásivkovou flóru v jezírkách v Černovířském lese v období od jara do zimy 2018. Rovněž byly v rámci diplomové práce měřeny fyzikálně-chemické parametry pro vytyčená odběrová místa. Podle nalezených druhů krásivek byly určeny bioindikační hodnoty dle Šťastného (2010).

1.1 Cíle práce

- Popsat základní charakteristiky skupiny krásivek (Desmidiatales s. l.).
- Stručně charakterizovat vybranou lokalitu – území (bývalého) Černovířského slatiniště a jezírka v Černovířském lese.
- Sledovat základní chemicko-fyzikální parametry vody (pH, konduktivita, teplota, nasycení kyslíkem) během roku.
- Přehledně zpracovat soupis nalezených taxonů sinic a řas.
- Zachytit sezónní dynamiku sinic a řas.
- Podle indikačních hodnot nalezených druhů krásivek odhadnout charakter prostředí.

2 Charakteristika zkoumané skupiny řas – krásivky (Desmidiales s.l.)

2.1 Obecná charakteristika a systematika

Díky neustálému vývoji molekulární fylogenetiky se průběžně mění i taxonomické jednotky (převážně jednobuněčných) eukaryotních organismů, v tomto případě řasových společenstev. Řád krásivky (Desmidiales) patří stabilně do třídy spájkivých řas (Zygnematophyceae), ta dále do oddělení parožnatek (Charophyta). Ve starším systému se Charophyta řadí do vývojové linie Streptophytae, která spadá do podříše Viridiplantae a ta do říše Plantae (Cavalier-Smith 1998). Ovšem podle novějších poznatků, kdy vznikly tzv. „superskupiny“, se řadí do skupiny Chloroplastida a ta do superskupiny Archaeplastida (Adl et al. 2012). Řád Desmidiales obsahuje celkem 4 čeledi, a to Closteriaceae, Desmidiaceae, Gonatozygaceae, Peniaceae (Gontcharov 2008).

V algologických publikacích se můžeme nejčastěji setkat s touto klasifikací spájkivek (Kalina et Váňa 2005):

doména: Eukaryota

říše: Plantae

podříše: Viridiplantae

vývojová linie: Streptophytae

oddělení: Charophyta

třída: Zygnematophyceae

řád: Zygnematales

čeleď: Mesotaeniaceae

Zygnemataceae

řád: Desmidiales

čeleď: Closteriaceae

Desmidiaceae

Gonatozygaceae

Peniaceae

Moderní zařazení třídy spájívek do systému „superskupin“ (Adl et al. 2012):

doména: Eukaryota

„superskupina“: Archaeplastida

„podříše“: Chloroplastida

oddělení: Charophyta

třída: Zygnematophyceae

řád: Desmidiaceae

čeleď: Closteriaceae

Desmidiaceae

Gonatozygaceae

Peniaceae

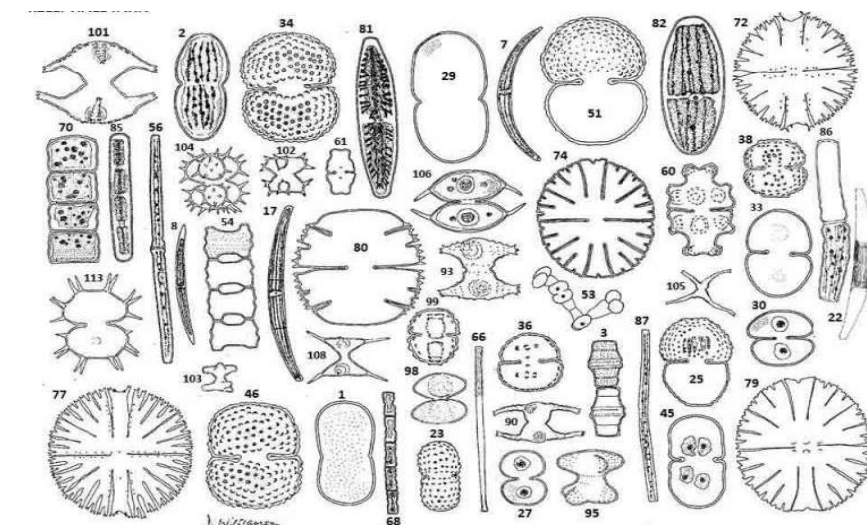
Velkou výhodou této skupiny řas je její estetický vzhled, díky němuž patří k nejvíce prostudovaným skupinám řas, a tím pádem se dají i relativně snadno determinovat. Neustupa (2004) uvádí, že se na světě vyskytuje 22 rodů a asi 5 100 druhů krásivek, jen ve střední Evropě je známo cca 600 druhů.

Značné je i geologické stáří spájívek, které je přibližně 350 mil. let. Byla objevena vegetativní buňka krásivky druhu *Palaeoclosterium leptum* stará 380 mil. let (střední Devon), přitom nejstarší nalezená zygota z období karbonu byla stará „jen“ 250 mil. let (Baschnagel 1966, Hoshaw et al. 1990).

Pro mokřadní biotopy jsou typickou skupinou řas právě krásivky, protože se vyskytují převážně ve stojatých sladkých vodách s nižším pH i trofií, a proto je tento průzkum mokřadů Černovírského slatiniště převážně zaměřený na krásivky, podobně jako tomu bylo i v bakalářské práci (Sklenářová 2016).

Vyznačují se velmi ozdobnými a často symetrickými tvary (viz obr. 1) a také druhovou bohatostí (Pouličková et Jurčák 2001, Kalina et Váňa 2005). Velmi důležitá je jejich vysoká citlivost a rychlé reakce krásivek na ekologické změny v prostředí, proto

se využívají jako bioindikátory prostředí (Coesel 2001, Coesel 2003, Lenzenweger 1996, Neustupa 2004).



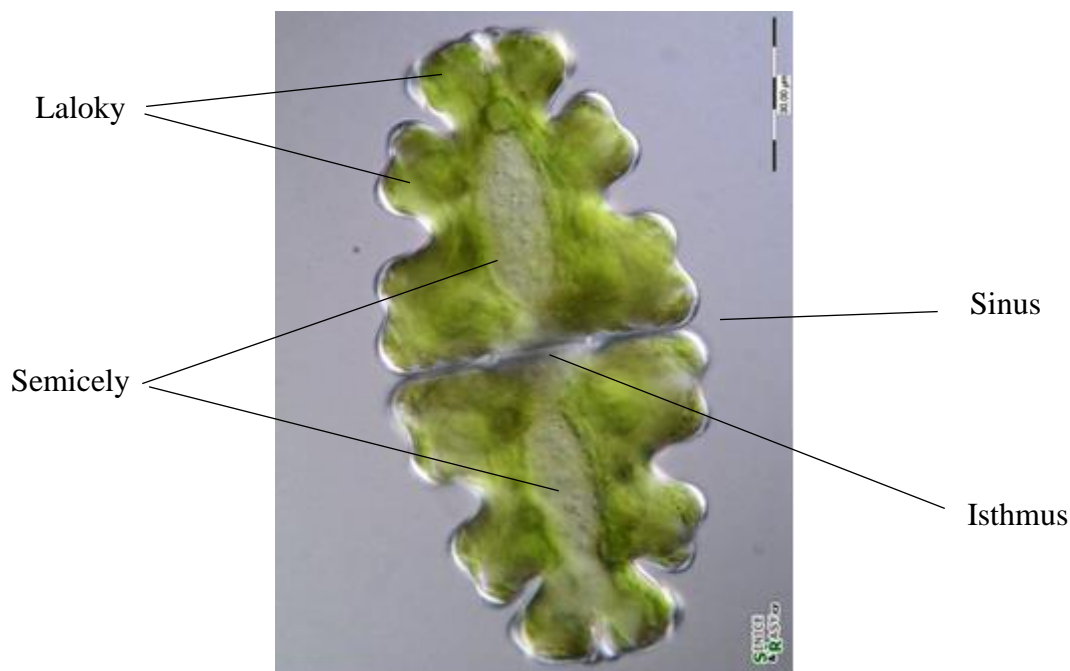
Obr. 1: Částečná ukáзка variability a atraktivitu krásivek (Williamson 2017, převzato z <https://microscopesandmonsters.wordpress.com/>)

2.2 Morfologie

Krásivky jsou jednobuněčné řasy žijící zpravidla jednotlivě nebo v beztvarych shlucích, ojediněle v koloniích. Buněčná stěna krásivek je dvoudílná, na povrchu velmi rozmanitá – hladká, granulovaná, s různými laloky, ostny, výběžky a výkrojky – a využívá se k morfologické determinaci druhů (Fott 1956, Hindák 1978).

Buňka je většinou symetricky rozdělena na dvě poloviny – semicely (obr. 2), v místě oddělení se nachází mělký či hlubší zářez – sinus. Obě semicely spojuje středová zúženina – isthmus, kde se nachází i jádro buňky, které je obvykle viditelné až po použití specifických barviv. V každé semicelle se nachází nejčastěji jeden axiální chloroplast a několik pyrenoidů obsahující enzym Rubisco, který se podílí na fixaci oxidu uhličitého v temnostní fázi fotosyntézy. Chloroplasty mají zelenou barvu, protože obsahují chlorofyly *a+b*, asimilační pigmenty xantofyly a β karoten. V buněčné stěně se nacházejí póry, ze kterých je aktivně vylučován sliz. Podobně jako ostatní zelené řasy dokážou syntetizovat škrob a živí se fotoautotrofně. Ovšem jeden z rozdílů je, že třída

Zygnematophyceae nemá v celém vývojovém cyklu bičíkatá stádia (Neustupa 2004, Kalina et Váňa 2005, Hindák 1978).

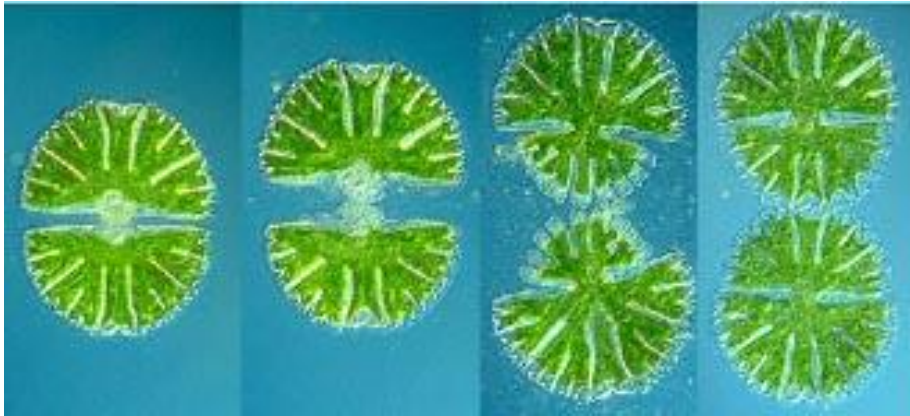


Obr. 2: Morfologie buňky *Euastrum oblongum* (Kaštovský et al. 2020, převzato z <http://galerie.sinicearasy.cz>, upraveno).

2.3 Rozmnožování

2.3.1 Nepohlavní rozmnožování

U krásivek dochází nejčastěji k nepohlavnímu rozmnožování pomocí prostého dělení buněk. V první řadě probíhá mitotické rozdělení jádra na dvě jádra dceřiná, která jsou uložena v isthmu, které se následně pomalu protahuje. V prodlouženém isthmu se na konci mitózy vytvoří mezi jádry příčná přepážka – dělicí rýha, která odděluje obě semicely od sebe. Semicely začnou vytvářet v místě isthmus výběžky nově vznikajících semicel, které postupně dorůstají do velikosti dospělého. Vzájemný kontakt mezi vyvíjejícími se mladými půlbuňkami může být udržován po dlouhou dobu (Fott 1956, Kalina et Váňa 2005, Neustupa 2004).



Obr. 3: Dělení buňky rodu *Micrasterias* (Jochem 2015, převzato z <http://www.jochemnet.de>)

2.3.2 Pohlavní rozmnožování

Krásivky jsou haploidní mikroorganismy (obsahují pouze jednu sadu chromozomů), vzácným pohlavním procesem konjugací – spájením – dochází ke splnutí gamet. K sobě se přiblíží dvě vegetativní buňky krásivek, které se následně obalí slizem. Buňky se v místě semicel rozevrou, uvnitř skrz sliz dochází ke konjugaci, a tak se vytvoří diploidní zygota, která se postupně vyvíjí v kulovitou zygosporu. Zygospora má tlustou buněčnou stěnu, která může být hladká (obr. 4) nebo s různými hrbolky či ostny (obr. 5). Ze zralé zygospory se následně vytvoří nová vegetativní buňka (Neustupa 2004, Kalina et Váňa 2005, Fott 1956).

Coesel (1974) uvádí, že proces konjugace by mohl souviset s podmínkami prostředí, ve kterém se krásivky nacházejí. V nepříznivých podmínkách jako jsou mokřady, které často nebo na delší dobu vysychají, probíhá pohlavní rozmnožování častěji, protože vzniklá zygospora je odolnější vlivům prostředí. Naopak v nevysychajících mokřadech dokážou vegetativní buňky krásivek snadno přežít a převažuje tak nepohlavní rozmnožování.



Obr. 4: Zygospora s hladkými stěnami a přichycenými prázdnými buňkami druhu *Cosmarium reniforme* (Coesel 1986, převzato z <http://www.desmids.nl>).



Obr. 5: Zygospora s ostny a přichycenými prázdnými buňkami druhu *Cosmarium botrytis* (Coesel 1986, převzato z <http://www.desmids.nl>).

2.4 Rozšíření a ekologie

Krásivky jsou typickou sladkovodní skupinou řas, výjimečně se několik druhů může vyskytovat v mírně brakických vodách, ale nejsou známy druhy vyskytující se ve slané vodě (Kalina et Váňa 2005).

Ve sladkých vodách se nejčastěji vyskytují ve stojatých vodách nebo ve vodách pomalu tekoucích. Rozhodujícím faktorem pro výskyt krásivek ve sladké vodě je její čistota, stupeň trofie a pH. Krásivky se totiž nevyskytují v silně znečištěných eutrofních či hypertrofních vodách, naopak se jim velmi daří v čistých vodách s nižším pH (4,5–

6,5) a s nižším stupněm úživnosti - trofií (mezo-, oligo-, dystrofní), což nejlépe odpovídá ekosystému mokřadů (rašeliniště, slatiniště, vrchoviště atd.). Lze je spatřit od pólu po rovník, kdy směrem k pólům diverzita krásivek klesá. Nejvíce prozkoumané je mírné pásmo. Vzácně se v místech s vysokou vlhkostí (např. vlhké skály či kůra stromu, půda) vyskytují i terestrické a aerofytické druhy ve formě slizových nárostů (Fott 1956, Hindák 1978, Neustupa 2004, Poulíčková et Jurčák 2001).

Co se týče způsobu života krásivek lze je nalézt ve sladké čisté vodě, převážně na dně, jako porosty na vodních rostlinách či jiných substrátech nebo volně plovoucí ve vodě. Většina druhů krásivek je bentických. Pouze malá část žije výhradně planktonicky. V planktonu se také pravidelně vyskytují bentické druhy, protože se snadno oddělují od podkladu díky pohybům vody a pak se mohou vznášet v otevřené vodě. Takový dočasný planktonický způsob života se nazývá tychoplanktonický (Coesel et Meesters 2007, Hindák 1978).

Vodní rostliny, nejlépe s jemnými péřovými lístky (např. druhy masožravých rostlin rodu *Utricularia*, a některé druhy rodů *Potamogeton* a *Myriophyllum*), jsou velmi vhodným místem pro jejich výskyt. Rašelinový mech *Sphagnum* sp., který je běžný v prostředích velmi chudých na živiny, je také důležitým útočištěm pro krásivky různých druhů. Dalšími rostlinnými substráty, kde lze najít krásivky, jsou kořeny rákosu *Phragmites australis*, ale také mrtvý rostlinný materiál různého původu (Coesel 1982b, Coesel et Meesters 2007). Coesel et Meesters (2007) dále uvádějí, že při hledání a následných odběrech krásivek je důležité neodebírat pouze volnou vodu, ale zaměřit se také na břehy, kde je vegetace tak hustá, že voda je stěží vidět, jako například mokrá vřesoviště, louky a mechové polštáře.

Krásivky se z praktického hlediska využívají jako významné bioindikátory kvality prostředí, protože mají velmi specifické ekologické nároky. Krásivky pro svou vyšší citlivost dokážou velmi rychle reagovat na změny parametrů prostředí, v důsledku těchto vysokých požadavků na stabilní životní prostředí jsou velmi užitečné při sledování hodnoty ochrany v (semi)akvatických stanovištích (Neustupa 2004, Šťastný 2010).

K získání rychlých a základních informací o ekologii jednotlivých druhů krásivek se hodnotí 5 hlavních ekologických aspektů podle Šťastného (2010):

1. upřednostňovaný stupeň trofie (*oligotrofní* – nízké koncentrace živin, *mezotrofní* – středně bohaté na živiny, *eutrofní* – vysoké koncentrace živin)
2. kyselost vody (*acidofilní* – pH < 6,5; *neutrální* – pH 6,5–7,5; *alkalická* – pH > 7,5)
3. forma života (*atmofytická* – žijící v tenké vrstvě mokřých, periodicky vysychajících substrátů, *bentická* – žijící na dně nebo na ponořených vodních rostlinách, *planktonní* – žijící ve velkých vodních útvech, pasivně se vznášející)
4. vzácnost v ČR (*1 = příležitostně vzácný*, *2 = vzácný*, *3 = velmi vzácný*)
5. ekologická citlivost – odráží stupeň vnitřní složitosti či stability ekosystému, nepřímo také označuje jeho zranitelnost a čas nezbytný k jeho obnovení (*1 = mírně citlivý* - např. dřívější sukcesní stádia, *2 = citlivý*, *3 = velmi citlivý* – vysoce strukturované ekosystémy). Čím je vyšší vnitřní složitost ekosystému, tím je větší možnost jeho narušení a na jeho obnovu je třeba více času (Coesel 2001).

2.5 Sezónní dynamika fytoplanktonu

Fytoplankton je společenstvo pasivně se vznášejících mikroskopických sinic a řas v přírodních i umělých vodních nádržích a v tocích s pomalu tekoucími úseky (Pouličková 2011). Skupina ekologů zkoumající plankton vytvořila tzv. PEG-model (Plankton ecology group model) zabývající se zobecněním sezónního vývoje zooplanktonu a fytoplanktonu ve vodních nádržích, rybnících apod. (Sommer et al. 1986). Pro fytoplankton je charakteristické výrazné střídání druhů či populací během vegetační sezóny. Těmto změnám se říká sezónní dynamika fytoplanktonu (Hindák 1978, Reynolds 2006). Její jednotlivé kroky lze zjednodušeně vylíčit následovně:

V mírném pásmu začíná sezónní cyklus jarní cirkulací vody, kdy dochází k promíchávání vrstev vody a tím pádem i k obohacování povrchové vrstvy nádrže (epilimnia) živinami z hlubších vrstev nádrže (hypolimnia). K obohacení vody živinami dochází také díky splachům z povodí po roztátí sněhu a po jarních deštích. Kromě živin má důležitou roli světlo a teplota, prodloužení dne, někdy i roztátí stínící ledové pokrývky (Hindák 1978). Nejhojnější řasy jarního fytoplanktonu jsou rozsivky (Bacillariophyceae), zlativky (Chrysophyceae) a bičíkovci - skrytěnky (Cryptophyceae). Vrchol jejich vegetace se v našich vodách pohybuje od března do května, někdy nastává hned po roztátí ledu. Během května následuje ústup jarního fytoplanktonu, který je vyvolán vyčerpáním živin a/nebo přemnožením zooplanktonu, jehož rozvoj vždy navazuje na jarní vrchol vegetace řas, a který se stává konzumentem fytoplanktonu. Této fázi se říká „clear water“ a z fytoplanktonu je přečkají převážně jen takové druhy, které jsou pro zooplankton nepoživatelné (např. *Aphanizomenon* sp., *Microcystis* sp., *Pandorina* sp., *Volvox* sp.) (Pouličková 2011, Sommer et al. 1986).

Na přelomu května a června dochází v nádržích k úbytku zooplanktonu kvůli nedostatku potravy, díky tomu se nakumuluje více živin a začínají se rozvíjet druhy letního fytoplanktonu, které ve většině našich eutrofních vod tvoří od června do července (popř. do srpna) sezónní maximum. Letní fytoplankton tvoří zejména zelené řasy (Chlorophyta), sinice (Cyanobacteria) a rozsivky (Bacillariophyceae). Některé druhy, především rozsivky, které dominovaly v jarním rozvoji, se mohou znovu rozmnožit (např. *Asterionella formosa*, *Stephanodiscus hantzschii* apod.) (Hindák 1978, Pouličková 2011). V menších eutrofních nádržích jsou v létě hojná krásnoočka

(Euglenophyta), na rašeliništích a slatiništích to mohou být obrněnky (Dinophyta), např. druhy *Ceratium* sp. či *Peridinium* sp., které lze často nalézt právě v kyselejších vodách (Stuchlíková et al. 1985). Na letní období jsou úzce vázány "vodní květy" sinic, jejichž vegetace se může prodloužit do září až října, kdy může tvořit menší podzimní vrchol (Javornický 1966).

Na podzim pomocí silnějšího větru dochází opět k cirkulaci vody v nádrži. Druhové složení fytoplanktonu vod je podobné jako na jaře, ovšem kvůli snižujícímu se přísunu slunečního záření, a tím pádem snižující se teploty vody, není fytoplankton příliš početný. Dominantní skupinou podzimního fytoplanktonu jsou rozsivky (Brönmark et Hansson 2005, Hindák 1978, Sommer et al. 1986).

V zimních měsících je fytoplankton velmi chudý. Nastává zimní stratifikace, kdy dochází k tomu, že voda u hladiny je chladnější (kolem 1 °C) a zamrzá, naopak u dna je voda teplejší – cca 4°C. Pod čirým ledem bez sněhové pokrývky se mohou na krátký čas rozmnožit drobné rozsivky nebo skrytěnky (Brönmark et Hansson 2005, Hindák 1978, Pouličková 2011).

3 Mokřady

Mokřady patří mezi nejvýznamnější ekosystémy na světě. Jedná se o území trvale nebo dočasně pokryté vodou, případně o oblast, kde je půda stále sycená vodou podzemní. Mezi mokřadní ekosystémy patří například rašeliniště, slatiniště, podmáčené louky, bažiny, slaniska, jezírka, tůňe nebo i opuštěné lomy se zamokřeným dnem (Kadlíková 2005, Lellák et Kubíček 1991).

Mokřady jsou důležité nejen pro svou vysokou biodiverzitu a jako refugium různých druhů rostlin a živočichů, ale také i tím, že dokážou zadržet velké množství vody, které postupně uvolňují – jsou tedy přirozenými zásobárnami vody v krajině (Rybka et al. 1997). Bohužel mokřady patří i mezi jedny z nejohroženějších ekosystémů, a to zejména kvůli intenzifikaci zemědělství, nevhodným vodohospodářským úpravám, eutrofizaci a urbanizaci (Kadlíková 2005). V dnešní době zůstalo na území České republiky asi 350 tisíc hektarů z původních 1,3 milionů hektarů mokřadů, tedy během posledních cca 60 let byly zničeny 2/3 mokřadních ekosystémů na našem území (Just et al. 2003, Rybka et al. 1997).

V roce 1971 vznikla mezinárodní dohoda o zachování, obnově a ochraně mokřadů – tzn. Ramsarská úmluva („Ramsar Convention on Wetlands“). V České republice se nachází několik mokřadů, které jsou chráněny Ramsarskou úmluvou, nejznámější z nich jsou např. Litovelské Pomoraví, šumavská rašeliniště, mokřady dolního Podyjí či krušnohorská rašeliniště (MŽP 2020).

3.1 Rašeliniště a slatiniště

Rašeliniště (či také slatě) jsou rozsáhlé mokřadní biotopy, kde se za anaerobních podmínek hromadí nedostatečně rozložená organická hmota – rašelina/slatina (Józa et al. 2004, Lellák et Kubíček 1991). Podle chemického složení, umístění a skladbou organismů (především rostlin) lze rašeliniště rozdělit na 3 typy (Jeník et Spitzer 1984):

1. Vrchoviště – jedná se o nejznámější typ rašeliniště. Vrchoviště je oligotrofního charakteru s nepropustným podložím, tudíž je zásobováno především srážkovou vodou (Lellák et Kubíček 1991). Typickou rostlinou je rašelíník (*Sphagnum* sp.)

rostoucí přes odumřelé části rostlin, kde se za nepřístupu vzduchu mění na humifikovanou půdu – rašelinu, která je spíše kyselá a neobsahuje velké množství minerálních látek. Vrchoviště se vyvíjejí staletí až tisíciletí a nahromaděná vrstva rašeliny může být i několik metrů hluboká. Vrchoviště vznikají především ve vyšších nadmořských výškách (Jeník et Spitzer 1984, Spitzer et Bufková 2008).

2. Slatiniště – je zásobováno především spodními prameny bohatými na minerální látky (Hadač 1953). Vyskytuje se hlavně v nížinách a typicky černá slatina vzniklá ze zbytků rostlin, je velmi bohatá na živiny a má neutrální půdní reakci, proto jsou slatiniště často přetvářeny na ornou půdu a tím pádem patří mezi nejohroženější typ rašeliníšť (Kadlíková 2005, Pivničková 1997). Nejrozsáhlejší slatiniště na střední Moravě se rozprostíralo na území mezi dnešními Hlušovicemi a Černovírem u Olomouce (Rybka et al. 1997).
3. Přechodné rašeliníště – jedná se o kombinaci vrchoviště a slatiniště, je sice méně sycené podzemní vodou, protože rašelina je uložena v silnější vrstvě, ale naopak je více sycené dešťovými srážkami. Přechodová rašeliníště mají kyselejší charakter. Z flóry je zde možné najít opět rašeliník (*Sphagnum* sp.), různé druhy mechů a vyšších rostlin tolerující vlhké prostředí chudé na živiny (Dohnal et al. 1965, Spitzer et Bufková 2008).

4 Charakteristika zkoumané lokality

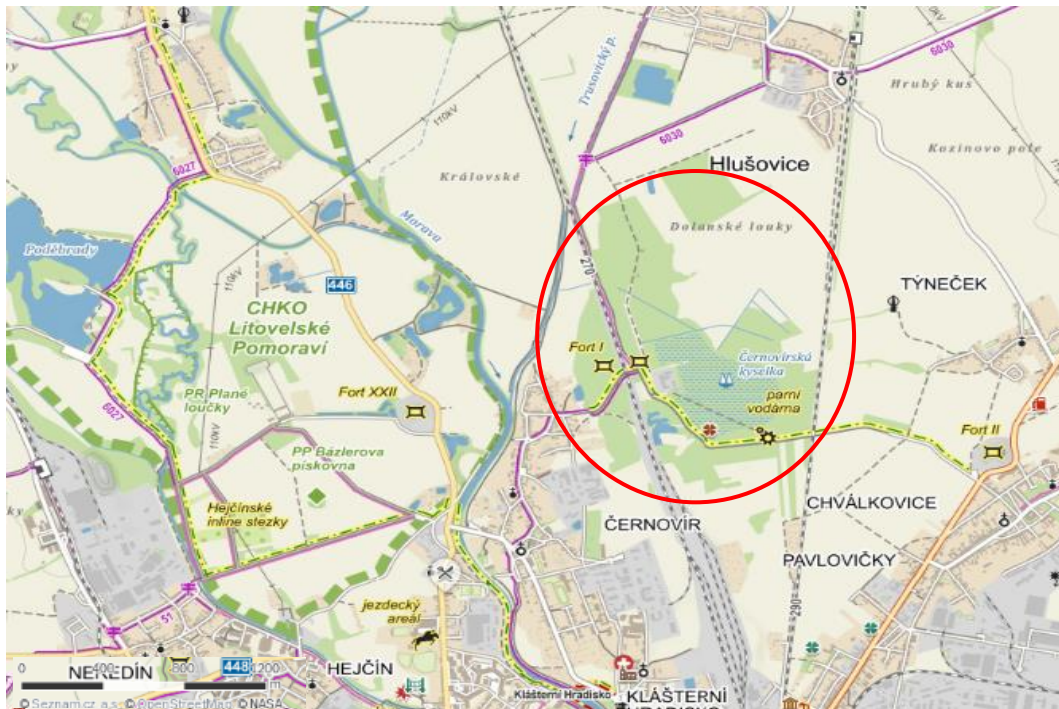
4.1 Černovířské slatiniřtĚ

Černovířské slatiniřtĚ se nachází na severním okraji Olomouce v nadmořské výřce cca 214 m a v blízkosti městské části Černovíř, Chválkovice a obce Hluřovice (obr. 6). Jedná se o pozoruhodnou přírodovĚdeckou lokalitu ve střední MoravĚ pokrytou zamokřenými loukami s rozptýlenou zelení, s lužním lesem a tůněmi, tyto nynĚjší louky jsou pozůstatky právě onĚch slatin, které se zde nacházely jeřtĚ na konci minulĚho století.

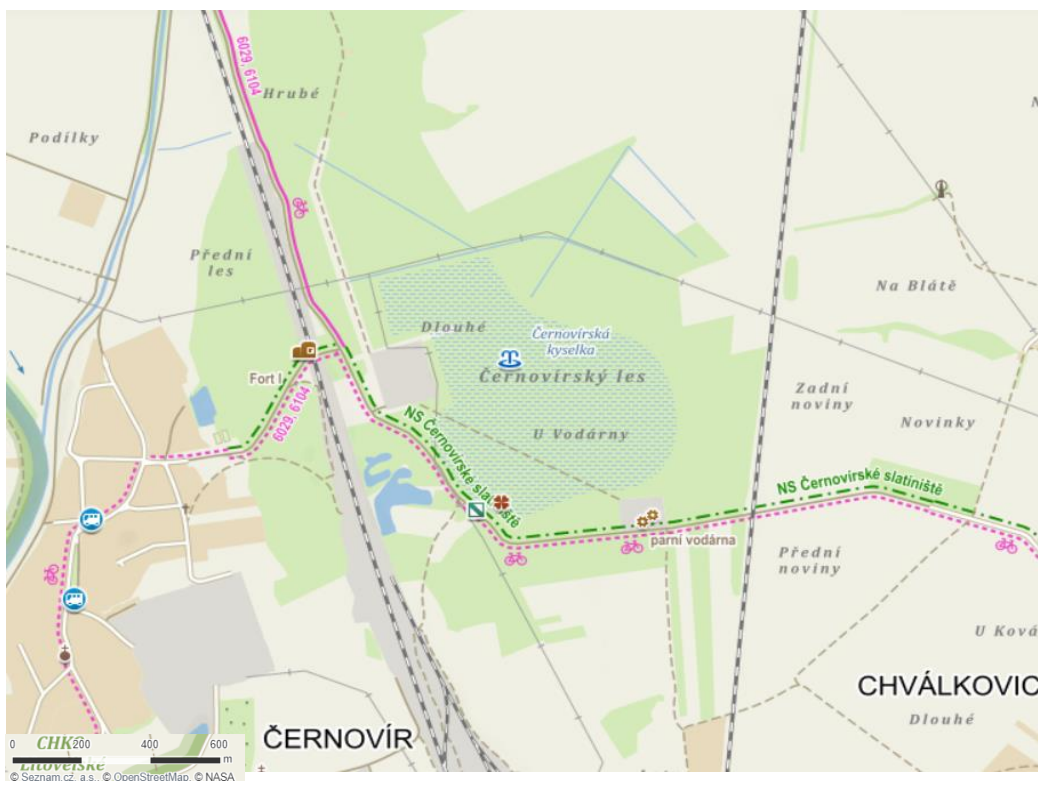
Na lokalitĚ bývalĚho slatiniřtĚ lze nalézt pár vzácných či ohrožených mokřadních druhů rostlin i živočichů a v podloží se dochovalo cca 5 metrů silné ložiřsko slatiny. SlatiniřtĚ zaujímalo na území přibližně 300 ha a plocha Černovířského lesa je asi 1,5 km². V Černovířském lese se kromĚ slatiniřtĚ nachází i pramen černovířské kyselky, úpravna vody pro Olomouc a historická parní vodárna (obr. 7) (Dohnal et al. 1965, Roleček 2007).

I přes velkou degradaci způsobenou zkulturnĚním krajiny, a především odčerpáváním podzemní vody, představuje Černovířské slatiniřtĚ nejrozsáhlejší zbytek slatin na MoravĚ, kde je částečně zachována vzácná mokřadní flóra a fauna. TakĚ má ohromný význam jako přirozená složka protipovodňové ochrany, protože dokáže zadržet velké množství vody. ObecnĚ mokřady ve svĚtĚ zadrží až 11 470 km³ vody (Kříž 1982).

Více informací k historii, zanikání a ochranĚ slatiniřtĚ lze nalézt v mé bakalářské práci (Sklenářová 2016).



Obr. 6: Lokalizace zkoumaného území (v kroužku), (www.mapy.cz, upraveno).



Obr. 7: Detailnější pohled na studované území (www.mapy.cz, upraveno).

4.1.1 Odběrová místa

V této podkapitole jsou popsána dvě zatopená jezírka po těžbě štěrkopísku nacházející se v Černovírském lese u železniční trati Olomouc – Zábřeh, v blízkosti městské části Černovír na severu města Olomouc, kde probíhal také odběr vzorků (obr. 8). Tato drobná jezírka byla vybrána proto, že se na nich odebíraly vzorky již v rámci bakalářské práce, a protože nynější stav Černovírského slatiniště vede kvůli dlouhodobému horku a suchu k jeho zanikání.

Jezírka jsou obklopená lužním lesem a částečně zarůstají vodní vegetací. Jejich zeměpisné souřadnice jsou 49°37'7.582"N, 17°16'2.47"E a zaujímají rozlohu cca 1,1 ha. Tyto bývalé štěrkopískovny, nyní zatopené, se nachází v pokročilém stádiu sukcese břehových porostů. Stojatá voda v jezírkách odpovídá slabě eutrofnímu až mezotrofnímu mokřadnímu biotopu (Chytrý et al. 2001, Sagittaria 2011).

I přes jejich menší rozlohu jsou jezírka regionálně biologicky významná jako důležité refugium (útočiště) pro mnoho vodních rostlin a živočichů. Z vodních rostlin se na lokalitě vyskytuje např. masožravá rostlina bublinatka jižní (*Utricularia australis*) a halucha vodní (*Oenanthe aquatica*), která je lokálně významným druhem. Z živočichů je možné zahlédnout (a zaslechnout) významnou populaci obojživelníků, kterými jsou ohrožená kuňka obecná (*Bombina bombina*) a zelení skokani (*Pelophylax esculentus* synklepton). Dále se na lokalitě vyskytuje např. užovka obojková (*Natrix natrix*) a celá řada více či méně běžných druhů vodních a lesních ptáků jako jsou slípka zelenonohá (*Gallinula chloropus*), chřástal kropenatý (*Porzana porzana*) a čírka modrá (*Anas querquedula*). Také byl zjištěn i výskyt několika ohrožených druhů vážek např. šídlatka brvnatá (*Lestes barbarus*) a šídlatka tmavá (*Lestes dryas*) (Sagittaria 2011).



Obr. 8: Umístění jezírek v Černovírském lese (www.mapy.cz, upraveno).

5 Metodika

Odběrová místa byla vybrána v okrajových zónách obou jezírek („tůň“), která mají značně nepravidelný tvar a tvoří je několik zálivů, takže se může zdát, že vytváří další samostatná jezírka. K odběrům vzorků řas byla vybrána celkem 4 různá stanoviště na této zvolené lokalitě (obr. 9) – stanoviště č. 1, 3 a 4 na větší tůni, a stanoviště č. 2 na menší tůni. V následující podkapitole (4.1) jsou odběrová místa popsána podrobněji v průběhu celého roku 2018.



Obr. 9: Zaznačená odběrová místa Černovířských jezírek (www.mapy.cz, upraveno).

5.1 Odběrová místa v průběhu roku

Na všech 4 odběrových místech se v průběhu roku 2018 hodnotily 3 hlavní parametry, a to stav submerzní a plovoucí vegetace + míra jejího rozvoje od 1 (téměř žádná) do 4 (velmi hustá), přítomnost makroskopického rozvoje řas a složení směšného vzorku.

Odběr vzorků brzy na jaře - 13. 3. 2018

Průměrná teplota v únoru byla $-3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ a v březnu v průměru $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ČHMÚ 2021). Na řadě vodních ploch a toků v ČR se držela souvislá ledová pokrývka (min. 2 týdny) a stejná situace panovala i na jezírkách v Černovířském lese, takže v době odběru vzorků byl místy ještě led na hladině (obr. 10).



Obr. 10: Ledová pokrývka na jednom z jezírek v Černovířském lese (fotografie autorky).

Odběrové místo 1

Submerzní vegetace spíše zbytková, např. roztroušené části stolítku (*Myriophyllum* sp.), které zřejmě na místě přetrvaly jako pozůstatek vegetace z předchozího roku, dále stébla a listy trav zasahujících do vody z břehu (obr. 11a). Hodnocení: 1.

Makroskopický rozvoj řas nebyl nijak zvlášť patrný až na specifickou plovoucí biomasu řas či sinic (obr. 11b) na hladině dále od břehu. Biomasa porůstala vzájemně spojené dubové listy.

Směsný vzorek se skládal z úlomků stolítku a trav, z organického sedimentu ze dna, z ponořených kamenů, listového opadu (zejména dubového), nárostů na ponořeném dřevě a z planktonu.



Obr. 11a: Odběrové místo č. 1 v zimě (fotografie autorky).



Obr. 11b: Biomasa sinic či řas plovoucí na hladině (fotografie autorky).

Odběrové místo 2

Stanoviště bylo z velké části pokryté pozvolna odtávajícím ledem (obr. 12). Odběr vzorků musel být proveden skrz otvory v ledu.

Submerzní a plovoucí vegetace vcelku hustá, ale opět spíše zbytková, zejména okřehek (*Lemna trisulca*) a trhutka (*Riccia fluitans*) zřejmě jako pozůstatek vegetace z předchozího roku, dále stébla a listy trav zasahujících do vody z břehu. Hodnocení: 2.
Makroskopický rozvoj řas nebyl nijak zvlášť patrný.

Směsný vzorek byl složen z porostu trhutky a okřešku, úlomků trav, organického sedimentu ze dna, z listového opadu (zejm. dubového), z nárostů na ponořeném dřevě a z planktonu.



Obr. 12: Odběrové místo č. 2 s odtávajícím ledem na hladině (fotografie autorky).

Odběrové místo 3

Submerzní vegetace téměř žádná, jen občas stébla a listy trav zasahující do vody z břehu (obr. 13a). Hodnocení: 1.

Makroskopický rozvoj řas patrný pouze místy ve formě slizových shluků zelených vláknitých řas (obr. 13b).

Směsný vzorek sestával z úlomků trav, organického sedimentu ze dna, z ponořených kamenů a listového opadu (zejm. dubového), z nárostů na ponořeném dřevě a z planktonu.



Obr. 13a: Odběrové místo č. 3 v zimě (fotografie autorky).



Obr. 13b: Slizovitý shluk řas z odběrového místa č. 3 (fotografie autorky).

Odběrové místo 4

Stanoviště bylo z části pokryté pozvolna odtávajícím ledem, ale odběr vzorků proběhl na místech bez ledu.

Submerzní vegetace se nevyskytovala téměř žádná. Na části odběrového místa byl vcelku hustý, ale již proschlý porost rákosu (*Phragmites australis*) jako pozůstatek vegetace z předchozího roku (obr. 14). Hodnocení: 1.

Makroskopický rozvoj řas nebyl nijak zvlášť patrný.

Směsný vzorek byl tvořen úlomky ponořených částí rákosu, organickým sedimentem ze dna a z ponořeného listového opadu, z nárostů na ponořeném dřevě a z planktonu.



Obr. 14: Odběrové místo č. 4 s porostem rákosu (fotografie autorky).

Odběr vzorků později na jaře - 22. 5. 2018

Odběrové místo 1

Submerzní vegetace byla středně rozvinutá, složená hlavně ze stolítku (*Myriophyllum* sp.) a vodního mechu, dále ze stébel a listů trav zasahujících do vody z břehu (obr. 15).

Hodnocení: 2.

Makroskopický rozvoj řas nebyl příliš výrazný, pouze slabší jemné hnědavé nárosty na stolítku.

Směsný vzorek byl složen z úlomků stolítku a mechu, z organického sedimentu ze dna, z ponořených kamenů a listového opadu (zejm. dubového), nárostů na ponořeném dřevě a z planktonu.



Obr. 15: Odběrové místo č. 1 na jaře (fotografie autorky).

Odběrové místo 2

Submerzní a plovoucí vegetace byla hustá (obr. 16), složená zejména z okřehků (pravděpodobně *Lemna trisulca*, *Lemna minor*) a trhutky (*Riccia fluitans*), dále z bublinatky (*Utricularia* sp.) a mokřadního mechu (*Drepanocladus aduncus*).

Hodnocení: 3.

Makroskopický rozvoj řas nebyl příliš výrazný, vyskytovaly se jen slabší jemné hnědavé nárosty na rostlinách bublinatky.

Směsný vzorek se skládal z porostu trhutky a okřehku, úlomků bublinatky a mechu, také z organického sedimentu ze dna a z ponořeného listového opadu (zejména dubového), z nárostů na ponořeném dřevě a z planktonu.



Obr. 16: Odběrové místo č. 2 na jaře (fotografie autorky).

Odběrové místo 3

Submerzní vegetace byla hustá, tvořená zejména stolítkem (*Myriophyllum* sp.) a z břehu do vody hojně zasahovaly (byly ponořené) trávy a mech (*Calliergonella cuspidata*) (obr. 17). Hodnocení: 3.

Makroskopický rozvoj řas se vyskytoval mezi ponořenou vegetací a rostlinnými zbytky v podobě slizkých shluků zelených vláknitých řas.

Směsný vzorek sestával z porostů mechu, úlomků stolítku a trav, z organického sedimentu ze dna, z ponořených kamenů a listového opadu (zejména dubového), nárostů na ponořeném dřevě, ze shluků zelených vláknitých řas a z planktonu.



Obr. 17: Odběrové místo č. 3 na jaře (fotografie autorky).

Odběrové místo 4

Submerzní vegetace byla hustá a tvořená zejména z vodního mechu a stolítku (*Myriophyllum* sp.), na části odběrového místa byl hustý porost rákosu (*Phragmites australis*) a z břehu do vody zasahovala vrbina penížková (*Lysimachia nummularia*) (obr. 18a). Hodnocení: 3.

Makroskopický rozvoj řas se občas vyskytl ve formě menšího slizkého zeleného shluku řas (obr. 18b) mezi ponořenou vegetací a rostlinnými zbytky, a slabších jemných hnědavých nárostů na stolítku.

Směsný vzorek se skládal z porostu mechu, úlomků stolítku a ponořených částí rákosu, z organického sedimentu ze dna a z ponořeného listového opadu, nárostů na ponořeném dřevě, ze slizkého zeleného shluku řas a planktonu.



Obr. 18a: Odběrové místo č. 4 na jaře (fotografie autorky).



Obr. 18b: Slizký shluk řas z odběrového místa č. 4 (fotografie autorky).

Odběr vzorků v plném létě - 15. 8. 2018

V letním období bylo dlouhodobě velmi horko a sucho, takže hladina vody v jezírkách značně poklesla – na březích byly v době odběru vzorků dobře patrné obnažené části, min. 0,5 m vysoké.

Odběrové místo 1

Submerzní vegetace byla středně rozvinutá, vyskytoval se zejména stolístek (*Myriophyllum* sp.) (obr. 19). Hodnocení: 2.

Makroskopický rozvoj řas byl dobře viditelný na listech a stoncích stolítku jako jemné hnědavé nárosty.

Směsný vzorek se skládal z nárostů na stolítku (včetně podkladu), organického sedimentu ze dna, z ponořených kamenů a listového opadu (zejména dubového), nárostů na ponořeném dřevě a z planktonu.



Obr. 19: Odběrové místo č. 1 v létě (fotografie autorky).

Odběrové místo 2

Submerzní a plovoucí vegetace byla velmi hustá (obr. 20), skládala se zejména z okřehků (pravděpodobně *Lemna trisulca*, *Lemna minor*), trhutky (*Riccia fluitans*), růžkatce (*Ceratophyllum* sp.) a bublinatky (*Utricularia* sp.). Hodnocení: 4.

Makroskopický rozvoj řas byl složen z výraznějších slizkých shluků zelených vláknitých řas a slabších jemných hnědavých nárostů na rostlinách růžkatce a bublinatky.

Směsný vzorek sestával z nárostů na ponořených a plovoucích rostlinách (včetně podkladu), z organického sedimentu ze dna a z ponořeného listového opadu (zejména dubového), nárostů na ponořeném dřevě a z planktonu.



Obr. 20: Odběrové místo č. 2 v létě (fotografie autorky).

Odběrové místo 3

Submerzní vegetace byla středně rozvinutá zejména ze stolítku (*Myriophyllum* sp.). Na hladině plavalo několik úlomků rdestu (*Potamogeton* sp.) (obr. 21), jehož porost byl hojně rozvinutý ve středu jezírka. Hodnocení: 2.

Makroskopický rozvoj řas byl dobře viditelný na listech a stoncích stolítku v podobě jemných hnědavých nárostů. Na ponořeném pařezu byly dobře patrné slizové tmavě modrozelené nárosty sinic či řas.

Směsný vzorek tvořily nárosty na stolítku a rdestu (včetně podkladu), organický sediment ze dna, z ponořených kamenů a listového opadu (zejména dubového), nárosty na ponořeném dřevě a vzorek planktonu.



Obr. 21: Odběrové místo č. 3 v létě (fotografie autorky).

Odběrové místo 4

Submerzní vegetace byla velmi hustá (obr. 22) a tvořená zejména z růžkatce (*Ceratophyllum* sp.) a stolítku (*Myriophyllum* sp.). Na části odběrového místa byl menší hustý porost rákosu (*Phragmites australis*) a z břehu do vody zasahovala vrbina penízková (*Lysimachia nummularia*). Hodnocení: 4.

Makroskopický rozvoj řas byl hojný na listech a stoncích stolítku, částečně i růžkatce. Byly dobře viditelné jemné hnědavé nárosty řas (pravděpodobně tvořené hlavně rozsivkami) a mezi ponořenou vegetací a rostlinnými zbytky se občas objevily menší shluky zelených vláknitých řas.

Směsný vzorek byl složen z nárostů na ponořené vegetaci i na ponořených částech rákosu (včetně podkladu), z organického sedimentu ze dna a z ponořeného listového opadu, nárostů na ponořeném dřevě, ze shluků zelených vláknitých řas a planktonu.



Obr. 22: Odběrové místo č. 4 v létě (fotografie autorky).

Odběr vzorků na podzim - 15. 11. 2018

Podzim byl neobvykle teplý a suchý, přesto se hladina vody v jezírkách oproti letnímu období znatelně zvedla.

Odběrové místo 1

Submerzní vegetace byla spíše zbytková, takže se jen roztroušeně vyskytovaly části stolítku (*Myriophyllum* sp.), jehož porost byl ale stále ještě bohatě rozvinutý dál od břehu, dále zasahovala do vody stébla a listy trav z břehu (obr. 23). Hodnocení: 1.

Makroskopický rozvoj řas byl dobře viditelný jako jemné hnědavé nárosty na listech a stoncích stolítku, na větvičce ležící při břehu byly jasně zelené skvrny tvořené řasami či sinicemi (pravděpodobně se jednalo o řasy z okolního terestrického prostředí).

Směsný vzorek byl tvořen nárosty na stolítku (včetně podkladu), z úlomků trav a organického sedimentu ze dna, z ponořených kamenů a listového opadu (zejména dubového), z nárostů na ponořeném dřevě a planktonu.



Obr. 23: Odběrové místo č. 1 na podzim (fotografie autorky).

Odběrové místo 2

Submerzní a plovoucí vegetace byla spíše zbytková (obr. 24), roztroušeně se vyskytoval růžkatce (*Ceratophyllum* sp.) a okřehek (*Lemna trisulca*), dále z břehu do vody zasahovala stébla a listy trav. Místy se rozvíjela (zatím ponořená) vegetace haluchy vodní (*Oenanthe aquatica*). Hodnocení: 1.

Makroskopický rozvoj řas nebyl příliš výrazný, jen místy byly slabší jemné hnědavé nárosty na rostlinách růžkatce.

Směsný vzorek sestával z úlomků ponořených a plovoucích rostlin, z organického sedimentu ze dna a z ponořeného listového opadu (zejména dubového), z nárostů na ponořeném dřevě a planktonu.



Obr. 24: Odběrové místo č. 2 na podzim (fotografie autorky).

Odběrové místo 3

Submerzní vegetace byla opět spíše zbytková, roztroušeně se nalézal stolístek (*Myriophyllum* sp.) a z břehu zasahovaly do vody stébla a listy trav (obr. 25).

Hodnocení: 1.

Makroskopický rozvoj řas byl dobře viditelný na listech a stoncích stolítku i trav jako jemné hnědavé nárosty.

Směsný vzorek tvořily nárosty na ponořených rostlinách (včetně podkladu), organický sediment ze dna, z ponořených kamenů a listového opadu (zejména dubového), nárosty na ponořeném dřevě a plankton.



Obr. 25: Odběrové místo č. 3 na podzim (fotografie autorky).

Odběrové místo 4

Submerzní vegetace byla vcelku hustá, tvořená zejména vrbinou penízkovou (*Lysimachia nummularia*), mátou (pravděpodobně *Mentha aquatica* nebo *M. arvensis*), haluchou vodní (*Oenanthe aquatica*), a na části odběrového místa se vyskytoval menší hustý porost rákosu (*Phragmites australis*) (obr. 26). Hodnocení: 3.

Makroskopický rozvoj řas nebyl nijak zvlášť patrný.

Směsný vzorek byl složen z úlomků ponořených rostlin a ponořených částí rákosu, z organického sedimentu ze dna a z ponořeného listového opadu, z nárostů na ponořeném dřevě a planktonu.



Obr. 26: Odběrové místo č. 4 na podzim (fotografie autorky).

5.2 Odběr a fixování vzorků řas

V rámci diplomové práce byly na zvolené lokalitě 4x za rok (jaro, léto, podzim, zima) odebrány vzorky sinic a řas ze 4 odběrových míst, a to vždy jeden vzorek z každého zvoleného odběrového místa (viz výše). Pokaždé se odebíraly tzv. směsné vzorky, které obsahují řasy a sinice ze všech vhodných substrátů (mikrobiotopů) na určitém stanovišti – v těchto případech se odebíraly makroskopické shluky řas (vpletené mezi vyšší vodní rostliny či volně plovoucí), jemný sediment ze dna jezírek, nárosty a části submerzních rostlin a volná voda (plankton).

Na všech odběrových místech byly při každém odběru měřeny fyzikálně-chemické parametry vody – a to teplota, pH, konduktivita a okysličení vody. Teplota a okysličení vody byly měřeny oxymetrem HI 9147 od firmy Hanna. Na změření konduktivity byl použit konduktometr DIST 3 od firmy Hanna. Dále bylo měřeno pH vody pomocí pH-metru PH 100 ATC od firmy Voltcraft. Oxymetr i pH metr musely být před každým měřením zkalibrovány.

Poté se do průhledných uzavíratelných lahví pomocí pipety odebraly vzorky. Tyto vzorkovací lahve o objemu 200 ml jsou opatřené dobře těsnícími uzávěry a jsou tak vhodné pro dlouhodobější skladování. Vzorky byly následně doplněny vodou z míst odběrů. V laboratoři na Katedře biologie PdF UP v Olomouci se do 24 hodin vzorky

zakonzervovaly Pfeifferovou fixační směsí, aby je bylo možné pozorovat i po delším časovém odstupu. Pfeifferova fixační směs se dle Němce (1962) skládá z 50 ml 40% formaldehydu, 50 ml metanolu a z 50 ml dřevného octa. Tato fixáž se přidala do všech vzorků v takovém množství, aby výsledná koncentrace ve vzorcích byla přibližně 2%.

5.3 Laboratorní pozorování a determinace vzorků řas

Vzorky sinic a řas byly studovány mikroskopem OLYMPUS CX22LED a badatelským mikroskopem OLYMPUS BX51, na který se příležitostně připevnil fotoaparát OLYMPUS C-4040ZOOM a bylo tak možné pořídit několik snímků sinic a řas, které jsou součástí přílohy (Příloha III) na konci diplomové práce.

Z každého odebraného vzorku byly zhotoveny minimálně 4 preparáty, aby byl vzorek důkladně prozkoumán. Tyto preparáty byly pozorovány podle potřeby buď při zvětšení 200x nebo 400x, případně i 600x. Protože bylo obtížnější některé taxony řas a sinic určit do druhu, použily se u jejich názvů tyto zkratky: sp. (species = druh), kdy se určil pouze rod bez bližšího určení druhu, dále zkratka cf. (confer = srovnej) při nejistém zařazení do druhu a zkratka var. (varietas = varieta), která se použila u druhů řas lišících se od ostatních řas stejného druhu pouze malými morfologickými odchylkami, které jsou popsány v determinační literatuře (Hindák 1978).

K určování druhů sinic a řas ve vzorcích byly použity především určovací klíče a atlasy, hlavně Hindák – *Sladkovodné riasy* (1978), Pouličková et Jurčák – *Malý obrazový atlas našich sinic a řas* (2001), Pouličková et al. - *Průvodce mikrosvětlem sinic a řas* (2015), dále internetová galerie sinic a řas (Kaštovský et al. 2020) či interaktivní CD Atlas fyto-bentosu (Šejnohová et al. 2008). Krásivky byly určovány pomocí těchto publikací: Coesel – *De Desmidiaceen van Nederland* (1982a, 1983, 1985, 1991, 1994, 1997), Lenzenweger – *Desmidiaceenflora von Österreich* (1996, 1997, 1999, 2003) a Růžička – *Die Desmidiaceen Mitteleuropas* (1977, 1981).

5.4 Statistické zpracování dat

Statistické zpracování dat bylo provedeno podle statistického programu „R“ (R Core Team 2019), a to za pomoci knihoven "vegan" 2.5-6 (Oksanen et al. 2020) a "vegan3d" 1.1-2 (Oksanen et al. 2018). Byla využita mnohorozměrná analýza dat, aby se zjistil vztah mezi krásivkovou flórou a podmínkami prostředí (pH, konduktivita, koncentrace O₂, teplota a míra rozvoje makrovegetace) během celého roku. Jako první se provedla detrendovaná korespondenční analýza – DCA – metoda nepřímé ordinace, ke zjištění délky gradientu. Při DCA analýze bylo odfiltrováno dolních 5 % nevýznamných druhů krásivek. Další metodou byla kanonická korespondenční analýza – CCA, která se používá k posuzování vlivu proměnných prostředí (např. pH a konduktivity). Vstupními daty pro obě analýzy byla tabulka četnosti nalezených druhů krásivek na jednotlivých odběrových místech v průběhu roku a tabulka naměřených fyzikálně-chemických parametrů s mírou rozvoje makrovegetace v místech odběrů.

Při analýze byly použity zkratky jmen taxonů krásivek složené ze šesti písmen vytvořených dle schématu: první tři písmena rodového jména + první tři písmena druhového jména (např. *Staurostrum polymorphum* = Stapol). Výjimkou jsou názvy taxonů na úrovni variet, jejichž zkratky jsou vytvořeny dle schématu: první dvě písmena rodového jména + první dvě písmena druhového jména + první dvě písmena jména variety (např. *Cosmarium regnellii* var. *minimum* = „Coremi“). Toto se týká všech ordinačních diagramů, ve kterých jsou zobrazeny taxony krásivek.

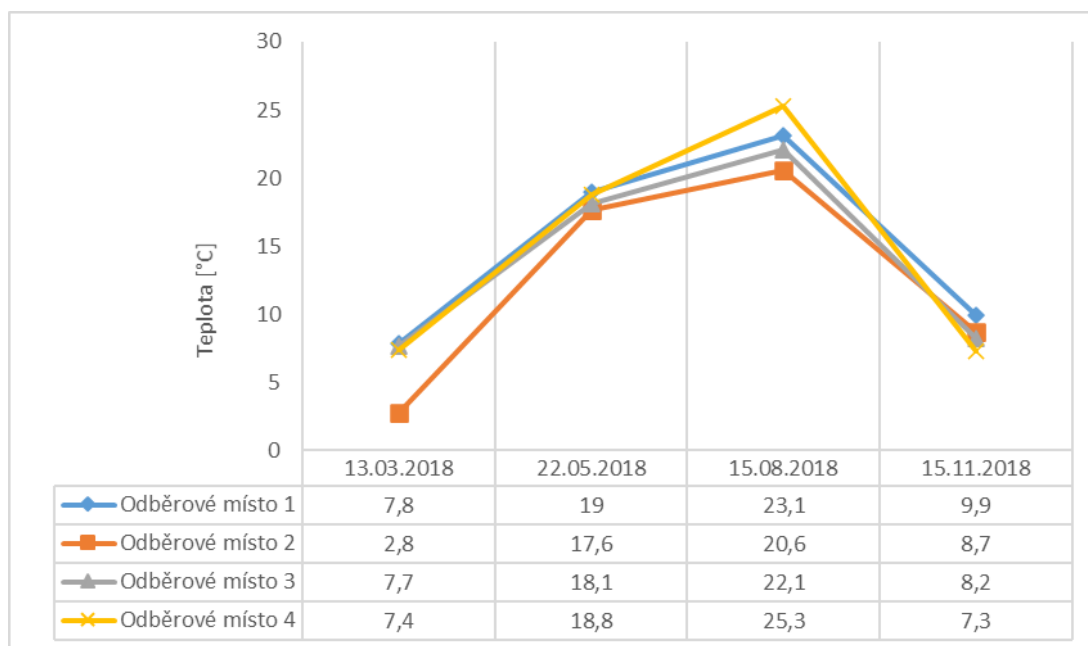
6 Výsledky

Interpretace výsledků je kvůli nedostatku informací a neexistujícím historickým literárním údajům o řasách (bývalého) Černovířského slatiniště poměrně obtížná. Tato práce, spolu s bakalářskou prací (Sklenářová 2016), má vnést ucelenější přehled do nynější řasové flóry jezírek v blízkosti Černovířského slatiniště.

6.1 Fyzikálně – chemické charakteristiky vody

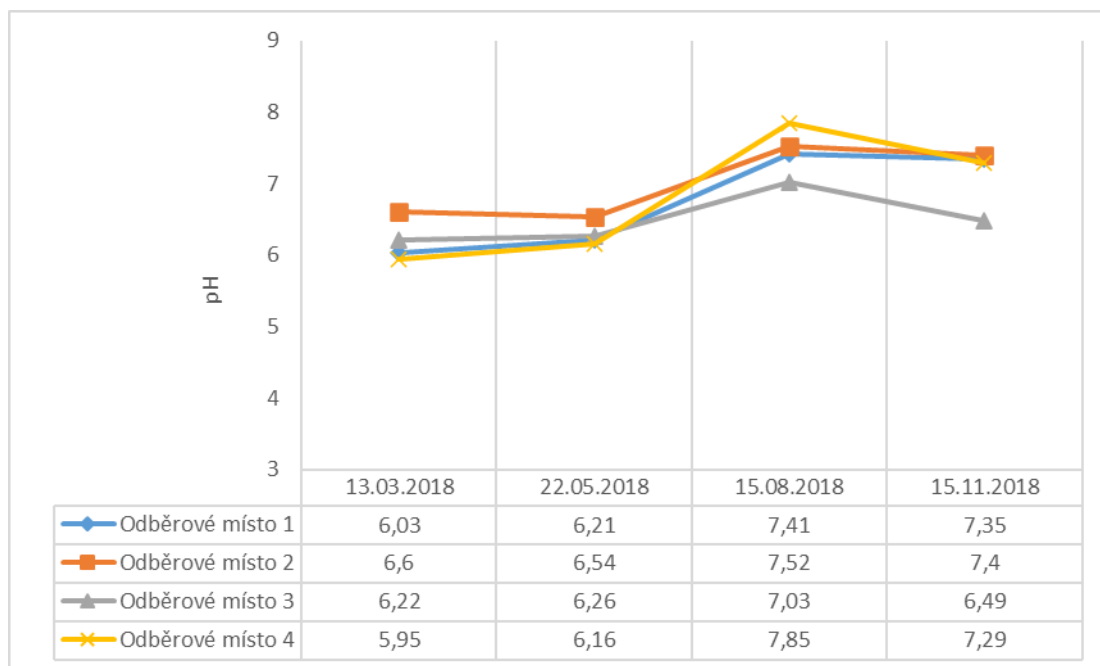
Při každém odběru algologických vzorků se změřily i fyzikálně-chemické parametry vody (teplota, pH, okysličení vody a konduktivita) na všech čtyřech odběrových místech.

Na obr. 27 je znázorněna teplota (°C), která byla nejvyšší v létě 15.8.2018 na odběrovém místě č. 4, kdy dosahovala 25,3°C. Naopak nejnižší teplota 2,8 °C byla naměřena 13.3.2018 na odběrovém místě 2.



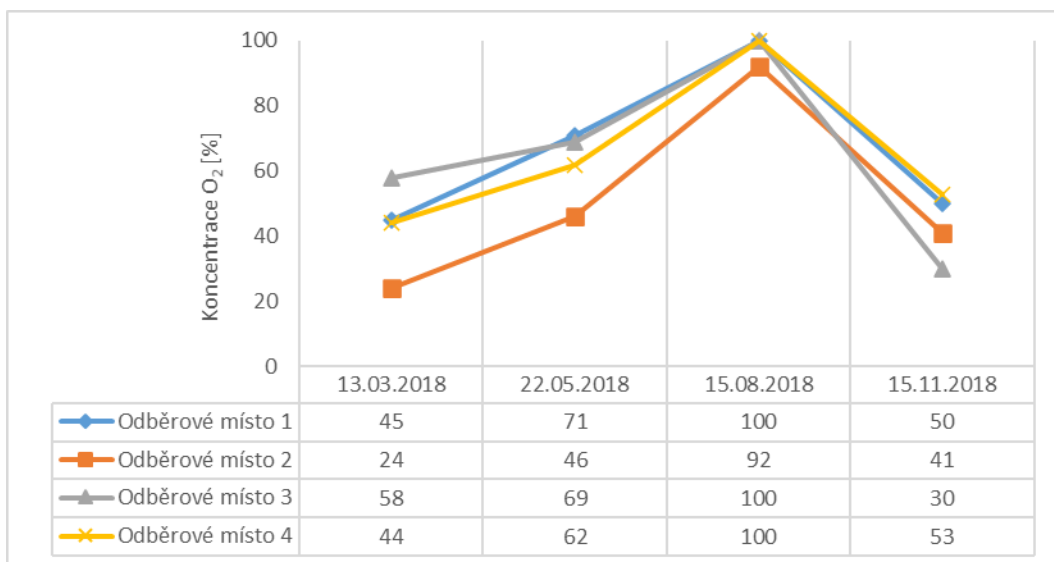
Obr. 27: Odběrová místa s naměřenými teplotami.

Z obr. 28 je patrné, že pH dosahovalo nejvyššího bodu 7,85 dne 15.8.2018 na 4. odběrovém místě a voda byla mírně alkalická. Nejnižší pH bylo naměřeno 13.3.2018 také na odběrovém místě č. 4 s hodnotou 5,95, což odpovídá vodám se slabě kyselým pH.



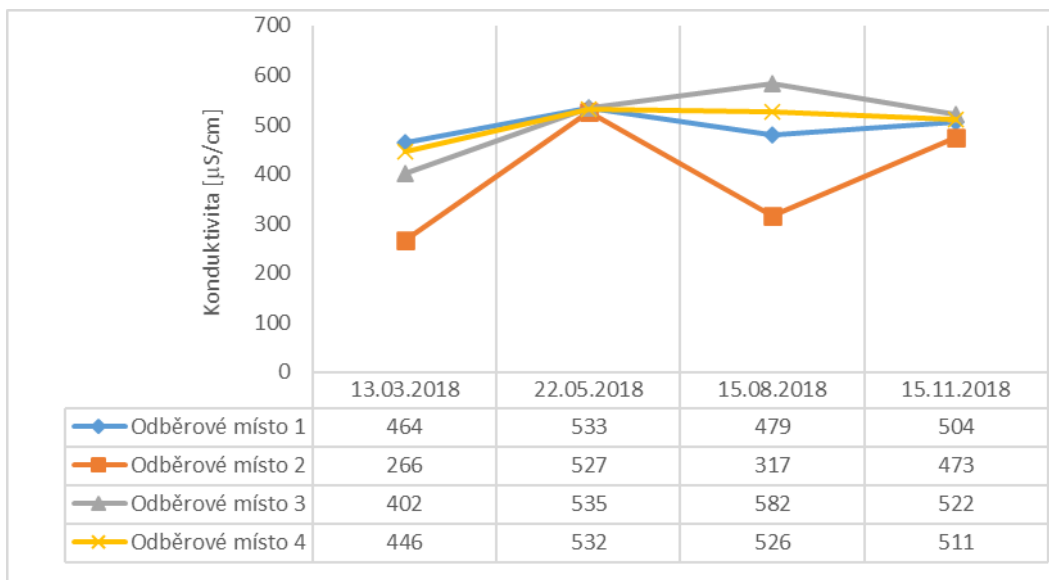
Obr. 28: Odběrová místa se změřeným pH.

Nejvyšší koncentrace rozpuštěného kyslíku 100 % byla naměřena shodně na 1., 3. a 4. odběrovém místě dne 15.8.2018, naopak nejnižší koncentrace se 24 % rozpuštěného kyslíku byla změřena 13.3.2018 na druhém odběrovém místě (viz obr. 29). Obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě se může vyjádřit buď v hmotnostní koncentraci (mg/l) anebo v procentech nasycení vody kyslíkem (zde bylo zvoleno procentuální nasycení vody kyslíkem).



Obr. 29: Odběrová místa s hodnotami rozpuštěného kyslíku ve vodě.

Na obr. 30 je znázorněna konduktivita, která postupně do léta rostla a nejvyšší hodnoty 582 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dosahovala dne 15.8.2018 na třetím odběrovém místě. Nejnižší konduktivita byla naměřena 13.3.2018 na druhém odběrovém místě s hodnotou 266 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Obr. 30: Odběrová místa se změřenou konduktivitou.

6.2 Taxonomie nalezených druhů a sezónní dynamika

Celkově bylo na vybrané lokalitě během roku 2018 odebráno 16 vzorků algologické flóry. V těchto vzorcích bylo nalezeno celkem 129 taxonů řas a sinic, z nichž převažovaly řasy se 116 taxony, sinice zastupovalo 13 taxonů.

Nejvíce taxonů bylo určeno ze skupiny řas Chlorophyceae (36 taxonů), dále ze skupiny Zygnematophyceae (32 taxonů), z nichž 30 taxonů patří skupině Desmidiaceae, následované skupinou Bacillariophyceae s 21 taxony. Zastoupení jednotlivých taxonomických skupin sinic a řas a jejich výskyt na odběrových místech č. 1-4 během roku 2018 je uvedeno v tabulkách 2-5. Souhrnný seznam nalezených druhů a jejich výskyt na odběrových místech během roku je uveden v Příloze I a II.

Tab. 1: Celkový počet nalezených taxonů jednotlivých taxonomických skupin sinic a řas.

Taxonomická skupina	Počet taxonů
CYANOBACTERIA	13
DINOPHYTA	2
EUGLENOPHYTA	10
XANTHOPHYCEAE	6
CHRYSOPHYCEAE	7
BACILLARIOPHYCEAE	21
CHLOROPHYCEAE	36
ZYGNEMATOPHYCEAE	32
TREBOUXIOPHYCEAE	1
PYRAMIMONADOPHYCEAE	1
Celkem	129

Tab. 2: Zastoupení jednotlivých taxonomických skupin a jejich výskyt na odběrových místech 1-4 v zimním období (13.3.2018).

Taxonomická skupina	Odběrové místo (ZIMA)			
	1	2	3	4
CYANOBACTERIA	3	4	5	3
DINOPHYTA	1	-	1	-
EUGLENOPHYTA	-	3	5	1
XANTHOPHYCEAE	2	1	3	3
CHRYSOPHYCEAE	2	-	6	3
BACILLARIOPHYCEAE	12	10	9	8
CHLOROPHYCEAE	4	3	7	6
ZYGNEMATOPHYCEAE	6	4	6	2
TREBOUXIOPHYCEAE	-	-	1	1
PYRAMIMONADOPHYCEAE			1	-
Celkem	30	25	44	27

Tab. 3: Zastoupení jednotlivých taxonomických skupin a jejich výskyt na odběrových místech 1-4 na jaře (22.5.2018).

Taxonomická skupina	Odběrové místo (JARO)			
	1	2	3	4
CYANOBACTERIA	2	5	6	2
DINOPHYTA	1	1	1	1
EUGLENOPHYTA	2	5	2	3
XANTHOPHYCEAE	2	2	4	4
CHRYSOPHYCEAE	1	3	1	-
BACILLARIOPHYCEAE	14	13	13	14
CHLOROPHYCEAE	10	12	16	15
ZYGNEMATOPHYCEAE	14	6	13	12
TREBOUXIOPHYCEAE	-	-	-	1
Celkem	46	47	56	52

Tab. 4: Zastoupení jednotlivých taxonomických skupin a jejich výskyt na odběrových místech 1-4 v letní sezóně (15.8.2018).

Taxonomická skupina	Odběrové místo (LÉTO)			
	1	2	3	4
CYANOBACTERIA	6	4	5	8
DINOPHYTA	2	1	2	1
EUGLENOPHYTA	3	6	2	2
XANTHOPHYCEAE	3	2	5	1
CHRYSOPHYCEAE	2	-	5	1
BACILLARIOPHYCEAE	13	14	15	17
CHLOROPHYCEAE	24	20	23	19
ZYGNEMATOPHYCEAE	16	12	11	15
Celkem	69	59	68	64

Tab. 5: Zastoupení jednotlivých taxonomických skupin a jejich výskyt na odběrových místech 1-4 na podzim (15.11.12).

Taxonomická skupina	Odběrové místo (PODZIM)			
	1	2	3	4
CYANOBACTERIA	4	4	5	4
DINOPHYTA	1	2	1	1
EUGLENOPHYTA	2	8	4	3
XANTHOPHYCEAE	2	1	1	2
CHRYSOPHYCEAE	3	1	5	4
BACILLARIOPHYCEAE	15	9	14	16
CHLOROPHYCEAE	16	11	15	13
ZYGNEMATOPHYCEAE	6	7	12	6
TREBOUXIOPHYCEAE	-	-	1	1
PYRAMIMONADOPHYCEAE	1	1	1	1
Celkem	50	44	59	51

Pokud porovnáme tabulky 2-5, tak je zřejmé, že se celkový počet zástupců sinic a řas měnil podle ročního období. Nejméně druhů (25) bylo nalezeno na odběrovém místě č. 2 v zimě. V zimním odběru na všech čtyřech odběrových místech patřilo největší zastoupení třídě Bacillariophyceae. Nejvíce rozmanité bylo odběrové místo 1 s 69 taxony řas a sinic v letním období. V létě na všech odběrových místech dominovala třída Chlorophyceae.

6.3 Indikační hodnoty krásivek

Krásivky jsou významnými bioindikátory čistoty vod (Šťastný 2010) a v tabulce 10 jsou uvedeny indikační hodnoty několika druhů krásivek, které se zrovna vyskytovaly na odběrových místech. Z tabulky je zřejmé, že většina druhů je bentických a obývá mezotrofní či lehce eutrofní vody, které jsou slabě kyselé až neutrální. Tyto údaje odpovídají i naměřeným fyzikálně-chemickým parametrům na lokalitě.

Druhy, u kterých se nenachází žádné číslo, odpovídají běžným druhům vyskytujícím se v České republice. Ve vzorcích byl nalezen jeden ze vzácných druhů (R2) - *Cosmarium moniliforme*, a tři velmi vzácné druhy (R3) - *Cosmarium subprotumidum* var. *pyramidale*, *Staurastrum cristatum* cf. var. *cuneatum*, *Staurastrum ralfsii*. Mezi objevené citlivé druhy (S2) patří *Closterium gracile*, *Cosmarium dickii*, *Cosmarium moniliforme*, *Cosmarium subprotumidum* var. *pyramidale*, *Stauroidesmus patens*. Ve vzorcích se nacházel i jeden velmi citlivý druh (S3) *Staurastrum cristatum* cf. var. *cuneatum* (také druh velmi vzácný – R3). Dalšími druhy, tentokrát příležitostně vzácnými (R1), jsou *Closterium aciculare*, *Closterium leibleinii*, *Cosmarium dickii*, *Gonatozygon kinahanii*, *Pleurotaenium trabecula*, *Staurastrum avicula*, *Stauroidesmus cuspidatus* a *Stauroidesmus patens*. Mezi mírně citlivými druhy (S1) lze nalézt *Gonatozygon kinahanii*, *Pleurotaenium trabecula*, *Staurastrum avicula*, *Staurastrum inflexum*, *Staurastrum tetracerum*, *Stauroidesmus cuspidatus* a *Teilingia granulata*. Zajímavostí je výskyt druhu *Cylindrocystis brebissonii*, který je typickým oligotrofním druhem, ovšem byl nalezen pouze na odběrovém místě 3 v zimním období. V závislosti na výskytech těchto vzácnějších a citlivějších druhů krásivek lze konstatovat, že se jedná o lokalitu s poměrně vysokou přírodovědnou hodnotou.

Tab. 10: Seznam taxonů krásivek a jejich indikační hodnoty (Šťastný 2010).

	TRPH	ACID	LF	R	S
<i>Closterium aciculare</i> T.West	eu - mes	alk - neu	pla	1	
<i>Closterium gracile</i> Brébisson ex Ralfs	mes - oli	aci	ben		2
<i>Closterium incurvum</i> Brébisson	mes - eu	aci - alk	ben		
<i>Closterium leibleinii</i> Kützing ex Ralfs	eu	alk - neu	ben	1	
<i>Closterium parvulum</i> Nägeli	mes	aci - neu	ben		
<i>Cosmarium bioculatum</i> var. <i>depressum</i> (Schaarschmidt) Schmidle	mes - eu	aci - alk	ben - pla		
<i>Cosmarium</i> cf. <i>impressulum</i> Elfving	mes	aci - neu	ben		
<i>Cosmarium</i> cf. <i>punctulatum</i> Brébisson	mes - eu	aci - alk	ben		
<i>Cosmarium dickii</i> Coesel	mes	aci - neu	ben	1	2
<i>Cosmarium laeve</i> Rabenhorst	eu - mes	alk - aci	ben - pla		
<i>Cosmarium moniliforme</i> Ralfs	mes	aci	ben	2	2
<i>Cosmarium obtusatum</i> (Schmidle) Schmidle	mes - eu	neu - alk	ben		
<i>Cosmarium regnellii</i> var. <i>minimum</i> Eichler & Gutwinski	mes - eu	aci - alk	ben		
<i>Cosmarium reniforme</i> (Ralfs) W.Archer	eu - mes	aci - alk	ben		
<i>Cosmarium subprotumidum</i> var. <i>pyramidale</i> Coesel	mes - eu	aci - neu	ben	3	2
<i>Cylindrocystis brebissonii</i> (Ralfs) De Bary	oli	aci	ben - atm		
<i>Gonatozygon kinahanii</i> (W.Archer) Rabenhorst	mes - eu	aci - neu	ben	1	1
<i>Pleurotaenium trabecula</i> Nägeli	mes	aci - neu	ben	1	1
<i>Staurastrum avicula</i> Brébisson	mes - eu	aci - neu	ben - pla	1	1
<i>Staurastrum boreale</i> West & G.S.West	mes	aci	ben		
<i>Staurastrum cristatum</i> cf. var. <i>cuneatum</i> T. Hinode	mes	aci	ben	3	3
<i>Staurastrum inflexum</i> Brébisson	mes - oli	aci - neu	ben		1
<i>Staurastrum pingue</i> Teiling	eu - mes	alk - neu	pla		
<i>Staurastrum polymorphum</i> Brébisson	mes	aci	ben		
<i>Staurastrum ralfsii</i> (West & G.S. West) Coesel & Meesters	mes	aci	ben	3	
<i>Staurastrum ralfsii</i> var. <i>depressum</i> (J.Roy & Bisset) Coesel & Meesters	mes - eu	neu - aci	ben		
<i>Staurastrum tetracerum</i> Ralfs ex Ralfs	mes - eu	neu - aci	ben		1
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> (Brébisson) Teiling	mes	aci - neu	ben - pla	1	1
<i>Staurodesmus patens</i> (Nordstedt) Croasdale	mes	neu - aci	ben	1	2
<i>Teilingia granulata</i> (J.Roy & Bisset) Bourrelly	mes - eu	aci - alk	ben - pla		1

Vysvětlivky: TRPH = stupeň trofie – (oli) oligotrofní, (mes) mezotrofní, (eu) eutrofní

ACID = kyselost vody – (aci) kyselá, (neu) neutrální, (alk) zásaditá

LF = životní forma – (ben) bentická, (pla) planktonní

R = vzácnost v rámci ČR (0 = běžný, 1 = příležitostně vzácný, 2 = vzácný,
3 = velmi vzácný)

S = ekologická citlivost (0 = běžný, 1 = mírně citlivý, 2 = citlivý,
3 = velmi citlivý)

6.4 Semikvantitativní hodnocení abundance jednotlivých druhů krásivek

Pro zhodnocení poměrného zastoupení nalezených druhů krásivek v odebraných vzorcích byla určena tato semikvantitativní stupnice četnosti:

0 – absence (<5 %)

1 – ojediněle (5-25 %)

2 – roztroušeně (25-50 %)

3 – hojně (50-75 %)

4 – velmi hojně (75-100 %)

Četnosti jednotlivých druhů krásivek v rámci jejich výskytu v určitých ročních obdobích jsou uvedeny v tabulkách č. 6-9.

Tab. 6: Abundance jednotlivých druhů krásivek v zimním období.

Četnost krásivek	Odběrové místo (ZIMA)			
	1	2	3	4
<i>Closterium gracile</i>	1			
<i>Closterium parvulum</i>		1		
<i>Cosmarium bioculatum</i> var. <i>depressum</i>			1	
<i>Cosmarium dickii</i>		1		
<i>Cylindrocystis brebissonii</i>			1	
<i>Gonatozygon kinahanii</i>	1			
<i>Staurastrum cristatum</i> cf. var. <i>cuneatum</i>	1			
<i>Staurastrum inflexum</i>	1		1	1
<i>Staurastrum tetracerum</i>			1	
<i>Staurastrum</i> cf. <i>boreale</i>	1			

Tab. 7: Abundance jednotlivých druhů krásivek na jaře.

Četnost krásivek	Odběrové místo (JARO)			
	1	2	3	4
<i>Closterium aciculare</i>	2		2	2
<i>Closterium parvulum</i>		1		
<i>Cosmarium bioculatum</i> var. <i>depressum</i>	2		1	1
<i>Cosmarium dickii</i>	1	1	2	1
<i>Cosmarium laeve</i>		1		
<i>Cosmarium obtusatum</i>	1	1	1	
<i>Cosmarium reniforme</i>	1			1
<i>Gonatozygon kinahanii</i>	2		2	2
<i>Staurastrum avicula</i>	1			
<i>Staurastrum</i> cf. <i>boreale</i>	2		1	1
<i>Staurastrum inflexum</i>	2		3	2
<i>Staurastrum</i> cf. <i>pingue</i>	1		1	1
<i>Staurastrum polymorphum</i>			1	
<i>Staurastrum ralfsii</i>			1	
<i>Staurastrum tetracerum</i>	1		1	1
<i>Staurodesmus cuspidatus</i>	1			1

Tab. 8: Abundance jednotlivých druhů krásivek v letním období.

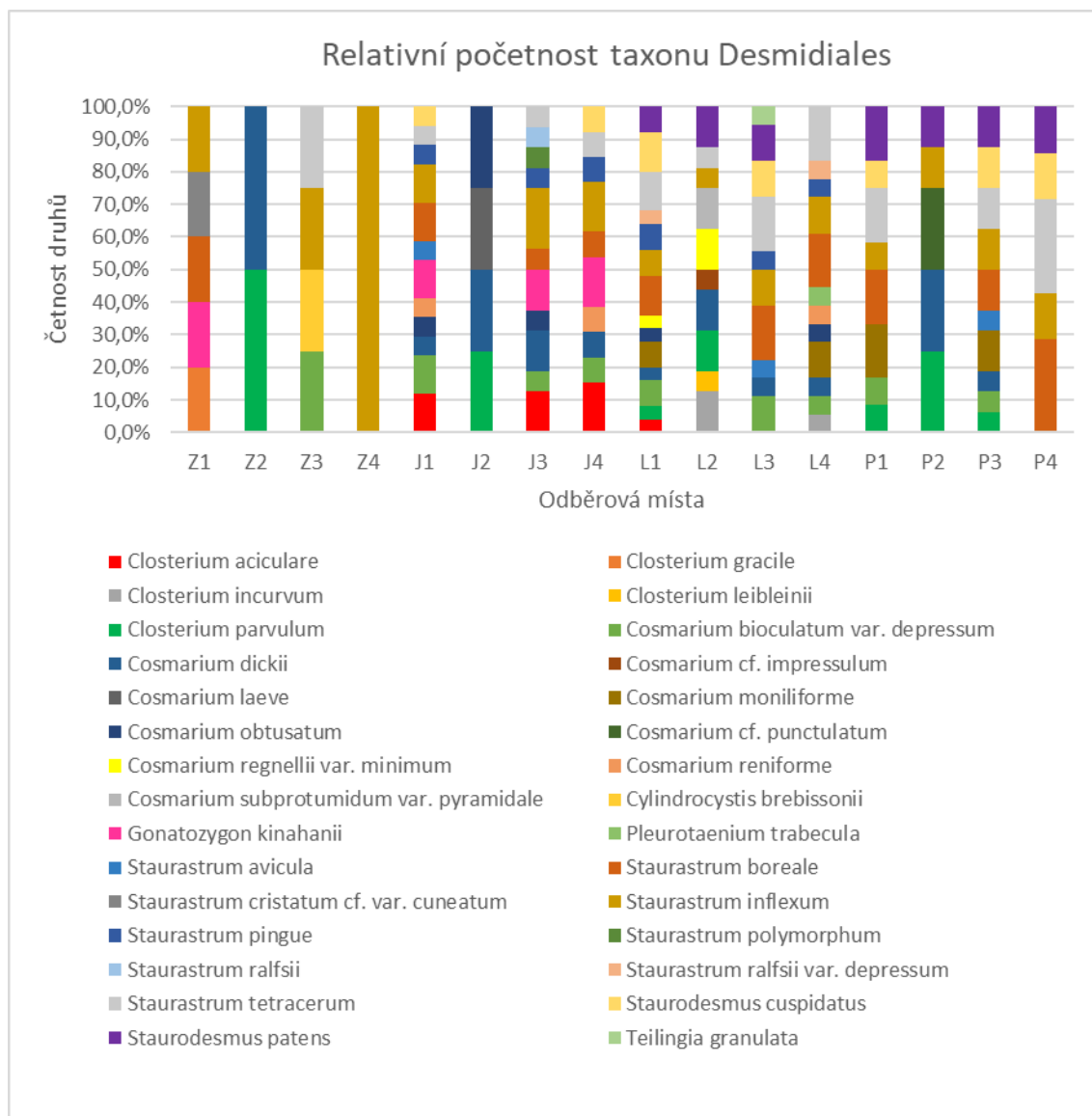
Četnost krásivek	Odběrové místo (LÉTO)			
	1	2	3	4
<i>Closterium aciculare</i>	1			
<i>Closterium incurvum</i>		2		1
<i>Closterium leibleinii</i>		1		
<i>Closterium parvulum</i>	1	2		
<i>Cosmarium bioculatum</i> var. <i>depressum</i>	2		2	1
<i>Cosmarium dickii</i>	1	2	1	1
<i>Cosmarium</i> cf. <i>impersulum</i>		1		
<i>Cosmarium moniliforme</i>	2			2
<i>Cosmarium obtusatum</i>	1			1
<i>Cosmarium regnellii</i> var. <i>minimum</i>	1	2		
<i>Cosmarium reniforme</i>				1
<i>Cosmarium subprotumidum</i> var. <i>pyramidale</i>		2		
<i>Pleurotaenium trabecula</i>				1
<i>Staurastrum avicula</i>			1	
<i>Staurastrum boreale</i>	3		3	3
<i>Staurastrum inflexum</i>	2	1	2	2
<i>Staurastrum pingue</i>	2		1	1
<i>Staurastrum ralfsii</i> var. <i>depressum</i>	1			1
<i>Staurastrum tetracerum</i>	3	1	3	3
<i>Staurodesmus cuspidatus</i>	3		2	
<i>Staurodesmus patens</i>	2	2	2	
<i>Teilingia granulata</i>			1	

Tab. 9: Abundance jednotlivých druhů krásivek na podzim.

Četnost krásivek	Odběrové místo (podzim)			
	1	2	3	4
<i>Closterium parvulum</i>	1	2	1	
<i>Cosmarium bioculatum</i> var. <i>depressum</i>	1		1	
<i>Cosmarium</i> cf. <i>dickii</i>		2	1	
<i>Cosmarium moniliforme</i>	2		2	
<i>Cosmarium</i> cf. <i>punctulatum</i>		2		
<i>Staurastrum avicula</i>			1	
<i>Staurastrum boreale</i>	2		2	2
<i>Staurastrum inflexum</i>	1	1	2	1
<i>Staurastrum tetracerum</i>	2		2	2
<i>Staurodesmus cuspidatus</i>	1		2	1
<i>Staurodesmus patens</i>	2	1	2	1

Z tabulek č. 6-9 vyplývá, že celkové zastoupení taxonu Desmidiáles v jezírkách je poměrně ojedinělé až roztroušené, v závislosti na ročním období. Nejvyšší četnost výskytu měly druhy *Staurastrum boreale*, *Staurastrum inflexum*, *Staurastrum tetracerum* a *Stauroidesmus cuspidatus*, které se vyskytovaly hojně na odběrových místech č. 1, 3 a 4, a to převážně v letním období, kdy je obecně zvýšená četnost spájkivých řas. Na dané lokalitě se v letním období nejhojněji vyskytovaly 2 druhy krásivek, a to *Staurastrum boreale*, které bylo nalezeno na odběrovém místě č. 1, 3, 4, ale na odběrovém místě č. 2 nebyl objeven vůbec; a dále *Staurastrum tetracerum*, které se hojně vyskytovalo na odběrových místech č. 1, 3, 4 a pouze ojediněle na místě č. 2.

Naopak některé taxony krásivek se vyskytovaly minimálně *Closterium gracile*, *Closterium leibleinii*, *Cosmarium* cf. *impressulum*, *Cosmarium* cf. *punctulatum*, *Cosmarium laeve*, *Cosmarium subprotumidum* var. *pyramidale*, *Cylindrocystis brebissonii*, *Pleurotaenium trabecula*, *Staurastrum cristatum* cf. var. *cuneatum*, *Staurastrum polymorphum*, *Staurastrum ralfsii* a *Teilingia granulata*. Tyto druhy se objevily většinou pouze v jedno roční období a jen na jednom odběrovém místě. Poměrné zastoupení krásivek na odběrových místech během roku můžeme vidět i na grafu (obr. 31).



Obr. 31: Graf relativního zastoupení krásivek na odběrových místech během roku.

Vysvětlivky: Z1-Z4 (odběrová místa 1-4 v zimě), J1-J4 (odběrová místa 1-4 na jaře), L1-L4 (odběrová místa 1-4 v létě), P1-P4 (odběrová místa 1-4 na podzim).

6.5 Výsledky statistických analýz

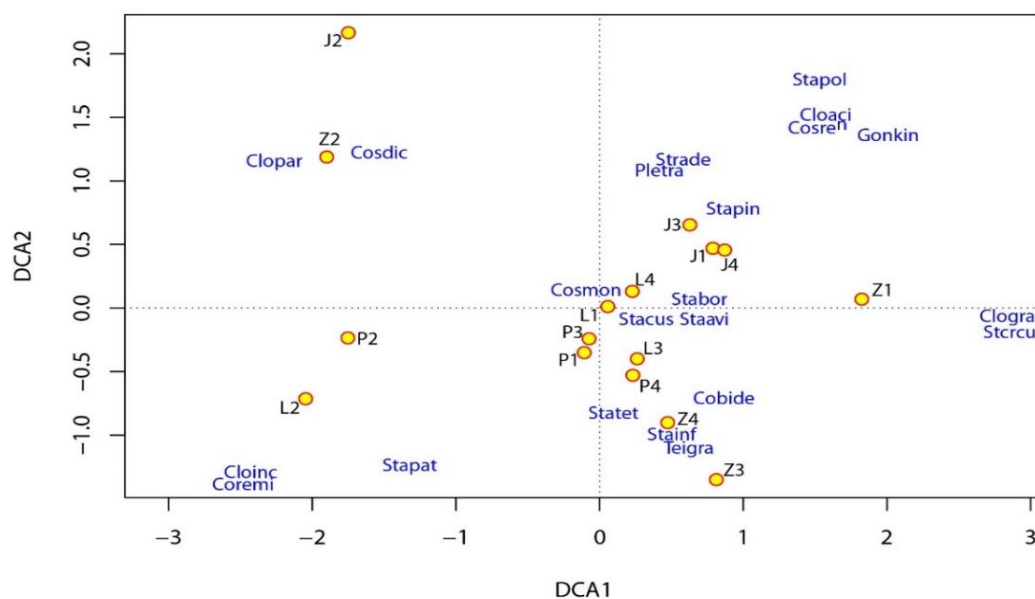
Výsledky statistických analýz korespondují s hlavními charakteristikami společenstva krásivek. Tyto výsledky reflektují vztah určitých druhů krásivek k faktorům prostředí, a především jaký vliv má prostředí na krásivky, tzn. ukazují ideální podmínky prostředí pro výskyt krásivek.

DCA - Detrendovaná korespondenční analýza

Diagram na obr. 32 nezohledňuje charakteristiky prostředí, ale zaměřuje se pouze na četnost a dominanci jednotlivých druhů krásivek na lokalitách v jednotlivých odběrech během roku. Na diagramu není vyobrazeno 5 % nevýznamných druhů.

Čím blíže je určitý druh k danému odběrovému místu, tím je na dané lokalitě více zastoupen. Např. nejbližší k místu Z2 jsou krásivky *Closterium parvulum* (Clopar) a *Cosmarium dickii* (Cosdic), na zimním odběrovém místě 2 byly jedinými zástupci krásivek, obě s četností 1, tedy ani jedna na lokalitě není dominantní, a proto jsou ve stejné vzdálenosti od Z2. Dále např. druh *Cosmarium moniliforme* (Cosmon) nacházející se uprostřed diagramu se vyskytoval roztroušeně (četnost 2) pouze na místech L1, L4, P1 a P3. (Pozn.: zkratky všech druhů krásivek jsou uvedeny na konci kapitoly).

Dále je z diagramu patrné, že se výrazně vyčlenilo odběrové místo 2 (Z2, J2, L2, P2). Toto odběrové místo bylo jako jediné vybráno na menším jezírku, a bylo na něm nalezeno celkově nejméně druhů krásivek.



Obr. 32: DCA ordinační diagram (biplot.) je zaměřený na společenstvo krásivek ve vztahu k jednotlivým odběrovým místům (žluté body).

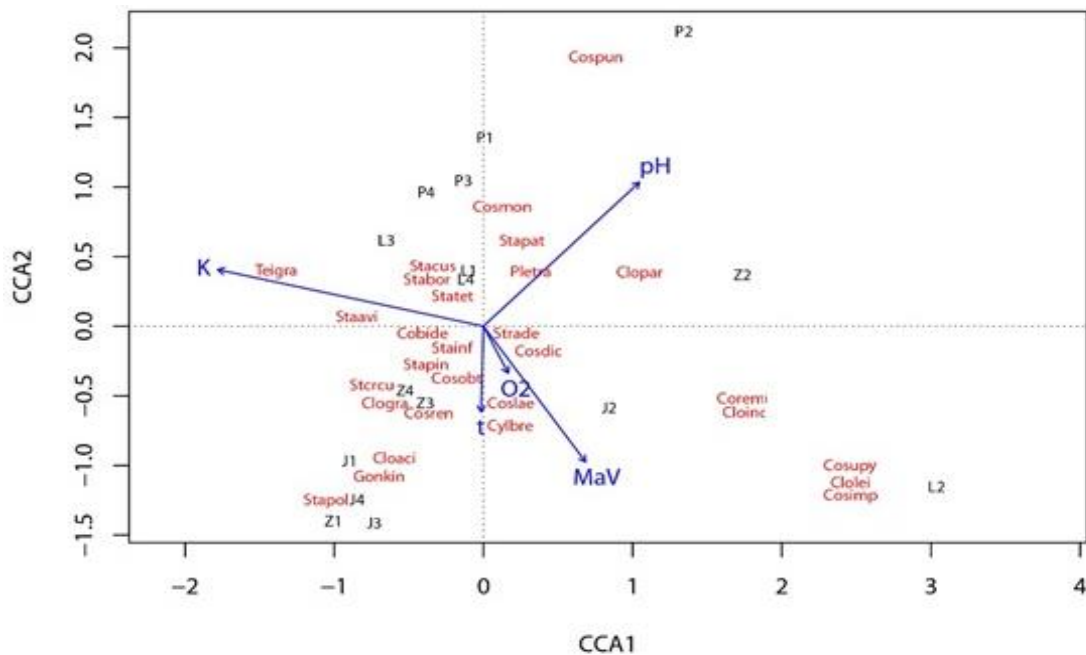
Vysvětlivky: Z1-Z4 (odběrová místa 1-4 v zimě), J1-J4 (odběrová místa 1-4 na jaře), L1-L4 (odběrová místa 1-4 v létě), P1-P4 (odběrová místa 1-4 na podzim).

CCA – Kanonická korespondenční analýza

Na obr. 33 vidíme, že proměnné jsou v diagramu zobrazené jako vektory. Platí, že čím je vektor delší, tím má větší význam. Z diagramu je patrné, že nejvýznamnějšími proměnnými ovlivňující druhové společenství krásivek jsou pH a konduktivita.

Zobrazené taxony krásivek se seřadily od druhů tolerujících méně kyselé prostředí (Stapol - *Staurastrum polymorphum*) až po druhy více neutrofilní (Cospun - *Cosmarium* cf. *punctulatum*). A dále druhy tolerující zvýšenou konduktivitu *Teilingia granulata* (Teigra) až ke druhům *Cosmarium subprotumidum* var. *pyramidale* (Cosupy), *Closterium leibleinii* (Clolei) a *Cosmarium* cf. *impressulum* (Cosimp) vyskytujícím se i při nižší konduktivitě. Druhy, které se vyskytují blízko sebe, mají podobné ekologické nároky.

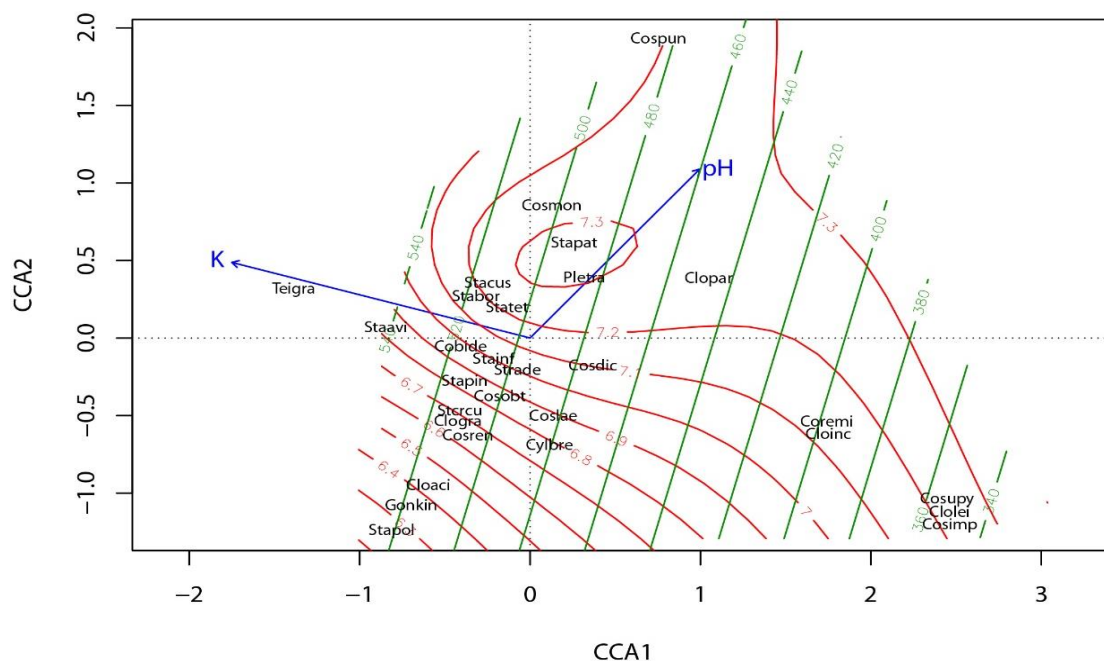
Dále lze např. vyčíst, že *Cosmarium subprotumidum* var. *pyramidale* (Cosupy), *Closterium leibleinii* (Clolei) a *Cosmarium* cf. *impressulum* (Cosimp) jsou druhy krásivek vyskytující se poblíž místa L2 - tzn., že byly jedinými nalezenými druhy na tomto odběrovém místě v letním období. Na odběrovém místě 2 (L2) byla také velmi hustě rozvinutá makrovegetace.



Obr. 33: CCA ordinační diagram (triplot.) je zaměřený na společenstva krásivek ve vztahu k jednotlivým abiotickým faktorům prostředí.

Vysvětlivky: Z1-Z4 (odběrová místa 1-4 v zimě), J1-J4 (odběrová místa 1-4 na jaře), L1-L4 (odběrová místa 1-4 v létě), P1-P4 (odběrová místa 1-4 na podzim), t – teplota, O₂ – koncentrace kyslíku, MaV - míra rozvoje makrovegetace, K – konduktivita.

Z obr. 34 lze vyčíst, že většině krásivek nevyhovuje vyšší konduktivita ani vyšší pH. Podle červených izobar lze určit, že nejvyšší výskyt krásivek se bude pohybovat mezi hodnotami 6,6-7,2 pH. Zelené izobary určují v rámci konduktivity optimální prostředí pro výskyt krásivek mezi 480-520 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Obr. 34: Distribuce krásivek podle pH (červené izobary) a konduktivity (zelené izobary).

Zkratky druhů: Cloaci – *Closterium aciculare*, Clogra – *Closterium gracile*, Cloinc – *Closterium incurvum*, Clolei – *Closterium leibleinii*, Clopar – *Closterium parvulum*, Cobide – *Cosmarium bioculatum* var. *depressum*, Cosimp – *Cosmarium* cf. *impressulum*, Cospun – *Cosmarium* cf. *punctulatum*, Cosdic – *Cosmarium dickii*, Coslae – *Cosmarium laeve*, Cosmon – *Cosmarium moniliforme*, Cosobt – *Cosmarium obtusatum*, Coremi – *Cosmarium regnellii* var. *minimum*, Cosren – *Cosmarium reniforme*, Cosupy – *Cosmarium subprotumidum* var. *pyramidale*, Cylbre – *Cylindrocystis brebissonii*, Gonkin – *Gonatozygon kinahanii*, Pletra – *Pleurotaenium trabecula*, Staavi – *Staurastrum avicula*, Stabor – *Staurastrum boreale*, Stercu – *Staurastrum cristatum* cf. var. *cuneatum*, Stajnf – *Staurastrum inflexum*, Stapin – *Staurastrum pingue*, Stapol – *Staurastrum polymorphum*, Staral – *Staurastrum ralfsii*, Strade – *Staurastrum ralfsii* var. *depressum*, Statet – *Staurastrum tetracerum*, Stacus – *Staurodesmus cuspidatus*, Stapat – *Staurodesmus patens*, Teigra – *Teilingia granulata*

7 Diskuse

7.1 Parametry prostředí

7.1.1 Teplota vody

Teplota vody korelovala s teplotou ovzduší. Nejvyšší teplota vody byla v letních měsících a nejnižší naopak v zimních měsících. V srpnu na odběrovém místě č. 4 dosahovala teplota až ke 25,3 °C. Toto odběrové místo bylo částečně prosvětlené a relativně mělké, tudíž se mohlo v letních měsících rychleji prohřát absorpcí slunečních paprsků a také předáním tepla z ovzduší. Nejnižší naměřená teplota 2,8 °C byla v březnu na odběrovém místě 2, které bylo částečně zastíněné a pokryté odtávajícím ledem, takže měření probíhalo skrze otvory v ledu.

Např. Růžička (1977) uvádí ideální teplotu pro výskyt a růst krásivek mezi 10 – 30 °C, ale existují i specializované druhy vyskytující se při nižších teplotách okolo 0 °C. Nalezené taxony krásivek v černovířských jezírkách se vyskytovaly v maximu právě během květnových a srpnových teplot.

7.1.2 pH

Hindák (1978) uvádí, že pH vody je jeden z nejdůležitějších faktorů, který určuje rozšíření jednotlivých druhů řas ve vodě, tedy podmiňuje rozvoj těch druhů, kterým konkrétní pH vyhovuje, a vylučuje či oslabuje výskyt těch druhů, pro které je hodnota pH příliš vysoká nebo nízká. Když nastává vrchol vegetační sezóny, pH se může zvýšit na hodnotu 8 a výš. Fotosyntetickou aktivitou řas i rostlin dochází k odčerpávání CO₂ z vody a dojde k alkalizaci vody (Lellák et Kubíček 1992).

Rozpětí hodnot pH bylo na lokalitách od 5,95 do 7,85, jedná se tedy o slabě kyselé až velmi mírně zásadité vody. Hodnota pH dosahovala nejvyššího bodu 7,85 dne 15.8.2018 na 4. odběrovém místě, což by mohlo odpovídat tomu, že se v letních měsících zvyšuje množství fytoplanktonu i biomasy, při fotosyntéze je spotřebováván CO₂ a ve vodě ubývá kyselina uhličitá, tím pádem stoupá pH a dochází k mírné alkalizaci vody (Adámek et al. 2010).

7.1.3 Konduktivita

Hartman et al. (2005) uvádí, že konduktivita (vodivost vody) je významná pro posouzení kvality vody a závisí na obsahu rozpuštěných anorganických a organických látek (např. z opadu, z rozkládajících se organismů) a teplotě vody.

Nejvyšší hodnota konduktivity naměřená v srpnu 2018 by mohla být s největší pravděpodobností zapříčiněna silnou srážkovou činností, která výrazně promíchala příbřežní litorál a mohla znečistit pelagiál splachy různých nečistot z okolí (lokalita se nachází v blízkosti železniční trati Olomouc – Zábřeh). Nejmenší výkyvy mezi odběrovými místy byly zaznamenány 22.5.2018, což by mohlo souviset s tím, že květen 2018 byl poměrně teplotně nadnormální s nižšími dešťovými srážkami. Naměřená vyšší konduktivita na jaře a na podzim by v menším měřítku (vzhledem k velikosti a hloubce jezírek) mohla odpovídat jarní a podzimní cirkulaci, kdy dochází k promíchávání vrstev a vyplavování živin ze dna.

Kočárková et al. (2004) sledovali podstatné rozdíly ve fytoplanktonu lučních a lesních tůních v Litovelském Pomoraví. Zaměřili se i na fyzikálně-chemické parametry vodních nádrží a zjistili že, luční tůně mají pH kolem 6,6 – 7,3 a konduktivitu okolo 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Naopak lesní tůňky s pH okolo 6,7 mají mnohem vyšší konduktivitu od 500 až do 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Kočárková et al. (2004) zdůvodňují vyšší konduktivitu v lesních tůních jako důsledek nahromadění a tlení organického materiálu (např. spadané listí z okolní vegetace).

7.2 Taxonomická bohatost a sezónní dynamika řas

Pokud porovnáme odběrová místa v zimním období, můžeme vidět značný rozdíl mezi dvěma odběrovými místy, konkrétně mezi odběrovým místem 2, kde bylo nalezeno 25 taxonů řas, a odběrovým místem 3, kde bylo objeveno 44 druhů sinic a řas, takže patří mezi nejrozmanitější odběrové místo v zimním období. Pravděpodobně to souvisí s tím, že na odběrovém místě č. 2 byla ještě vrstva ledu a odběr se prováděl v jeho otvorech (viz podkapitola 4.1), teplota vody byla naměřena 2,8 °C, tudíž prostředí nebylo zatím vhodné pro velký rozvoj řas. Naopak odběrové místo č. 3 bylo na prosluněné a mělké straně jezírka, kde teplota vody dosahovala 7,7 °C, což je pro počáteční rozvoj řas (i sinic) přijatelné.

Z tabulek je také patrné, že celkově nejbohatším místem bylo převážně odběrové místo č. 3, naopak nejméně bohaté bylo odběrové místo č. 2. Velký vliv na druhovou bohatost má právě sezonní dynamika, ale také typ substrátu (Hindák 1978, Lederer et Soukupová 2002). Už z odběrů pro bakalářskou práci (Sklenářová 2016) bylo zjištěno, že záleží na tom, jak moc jsou odběrová místa diverzifikovaná (např. zda je dno homogenně pokryto listím či hnědým detritem) a jak bohatě je emerzní či submerzní vegetace rozvinutá. Coesel (1982b) uvádí, že s rozvojem vegetace submerzních rostlin s jemně členěnými lístky (hlavně *Utricularia* sp., *Myriophyllum* sp., *Potamogeton* sp. a *Ceratophyllum* sp.) je podporována diverzita krásivek. Dalšími rostlinnými substráty, kde lze objevit krásivky, jsou např. kořeny rákosu (*Phragmites australis*), nebo také mrtvý rostlinný materiál nejasného původu. Je proto důležité provést odběry z několika typů substrátů, a ne odebrat pouze plankton (Coesel 1982b, Coesel et Meesters 2007). Toto se týká i odběrových míst č. 1, 3 a 4, kde se výše uvedená vegetace hojně nacházela. Naopak na odběrovém místě 2 byla na hladině často přítomna *Lemna trisulca* či *Lemna minor*, která do vody nepropouštěla příliš slunečních paprsků.

Sezonní dynamika řas souvisí také se stratifikací a cirkulací vodního sloupce, kdy se na jaře promíchává voda a dochází tak k oteplení vyšších vrstev vodního sloupce a díky tomu jsou ve větším množství přítomny živiny. To má také za následek zvýšení výskytu řas, především rozsivek (Bacillariophyceae) a zlativek (Chrysophyceae). Poté v létě dochází k letní stratifikaci vodního sloupce a vlivem větru se mísí pouze vrchní vrstva – epilimnion. Proto v létě dominují převážně zelené řasy (Chlorophyta), spájivé řasy (Zygnematophyceae) a sinice (Cyanobacteria), které si shánějí aktivně potravu pomocí bičíků anebo se živí i heterotrofně – bakteriemi a drobnými bičíkovci. Na podzim opět dochází k cirkulaci vodního sloupce a k opětovnému nárůstu rozsivek, které potlačí zelené řasy (Pouličková 2011).

V případě jezírek v Černovířském lese nemůžeme mluvit o typické sezonní dynamice, protože jezírka nejsou dostatečně hluboká (max. 1,5 - 2 m), aby v nich mohla probíhat cirkulace a stratifikace jako je tomu např. v hlubších rybnících a nádržích. Jarní odběr byl proveden už v pokročilém stádiu jara – v květnu, takže se kromě vysokého výskytu rozsivek objevilo i velké množství zelených a spájivých řas. V letním období dominovaly zelené řasy a rozsivky, následované spájivými řasami. Je zajímavé, že se na hladině jezírek netvořily vodní květy sinic, ani celkové zastoupení sinic nebylo příliš

výrazné (nejvíce se vyskytovalo 8 druhů na odběrovém místě 4) a v jednotlivých vzorcích se vyskytovaly ojediněle až roztroušeně. Svědčí to o čisté, často průhledné vodě jezírek. Na podzim opět dominují rozsivky, ovšem za nimi jsou stále ve vysokém počtu zástupců zelené řasy. Zimní odběry byly provedeny z důvodu vytrvávající zimy a zamrznutých jezírek až 13.3. (tedy spíše brzké jaro). Vzorky byly podstatně chudší a s největším zastoupením rozsivek.

7.3 Srovnání s průzkumem v rámci bakalářské práce

Tuto diplomovou práci mohu porovnat především se svou bakalářskou prací Algologický průzkum mokřadů v oblasti Černovířského slatiniště u Olomouce z roku 2016, kdy proběhl jednorázový odběr vzorků ze stejných tůní jako odběry pro diplomovou práci. Odběry od sebe proběhly v rozpětí cca 3 let (1.7.2015 a první odběr 13.3.2018 – poslední odběr 15.11.2018). Ovšem nelze úplně srovnávat jeden odběr ve vegetační sezóně a čtyři odběry během roku zachycující sezónní dynamiku řasových společenstev. Proto spolu mohu srovnávat pouze letní odběry, tedy 1.7.2015 a 15.8.2018. Navíc při bakalářské práci současně s odběry neprobíhalo měření fyzikálně-chemických parametrů vody.

V roce 2015 se v letním období (1.7.) jednorázově odebraly 4 vzorky z určených míst na dvou jezírkách v černovířském lese (3 odběry z většího jezírka, 1 odběr z menšího jezírka). Celkově bylo nalezeno 65 taxonů řas a sinic. V těchto vzorcích převažovala třída Bacillariophyceae s 20 taxony, dále třída Zygnematophyceae s 19 taxony, z nichž 17 taxonů patřilo skupině Desmidiaceae. Taxon Chlorophyceae byl zastoupen jen 10 taxony. V tabulce 11 lze vidět nalezené druhy krásivek v rámci bakalářské práce. Pouze 7 taxonů (*Cosmarium impressulum*, *Cosmarium laeve*, *Cosmarium reniforme*, *Pleurotaenium trabecula*, *Staurastrum* cf. *polymorphum*, *Staurastrum tetracerum*, *Stauroidesmus cuspidatus*) se shodovalo s nálezy v rámci diplomové práce. Ovšem bakalářská práce se nezaměřovala tolik na skupinu krásivek jako diplomová práce, a u několika druhů se určil pouze rod (*Closterium* sp., *Cosmarium* sp., *Staurastrum* sp. a *Stauroidesmus* sp.). Je možné, že některé druhy krásivek z jezírek buď vymizely či nebyly znovu objeveny, na druhou stranu se objevily druhy nové.

Dvě stanoviště s největší diverzitou řasových společenstev (celkově 37 a 36 nalezených taxonů) odpovídala prosluněným odběrovým místům s rozvojem submerzní a emerzní vegetace (*Utricularia* sp., *Myriophyllum* sp., *Potamogeton* sp. a *Ceratophyllum* sp.), obdobně jako v diplomové práci. Tyto druhy s jemnými lístky jsou ideálním prostředím pro rozvoj řas, především skupiny Desmidiaceae (Coesel 1982b). Další shodou je odběrové místo s nejnižším počtem nalezených druhů. Jedná se o druhé odběrové místo – menší jezírko, na kterém se shodně odebíraly vzorky v rámci bakalářské i diplomové práce. Tato lokalita byla zastíněná a hladina vody byla v letních měsících masivně pokryta okřeškou (pravděpodobně *Lemna trisulca* a/nebo *Lemna minor*), což není pro rozvoj řas ideální prostředí.

Tab. 11: Přehled nalezených krásivek z odběru z roku 2015 (převzato ze Sklenářová 2016, upraveno).

ZYGNEMATOPHYCEAE (1.7.2015)

**Closterium ehrenbergii* Meneghini ex Ralfs

**Closterium moniliferum* Ehrenberg ex Ralfs

Closterium sp.

***Cosmarium impressulum* Elfving**

***Cosmarium laeve* Rabenhorst**

**Cosmarium* cf. *botrytis* Meneghini ex Ralfs

**Cosmarium regnellii* Wille

***Cosmarium reniforme* (Ralfs) W.Archer**

Cosmarium sp.

**Cosmarium subgranatum* (Nordstedt) Lütkenmüller

***Pleurotaenium trabecula* Nägeli**

Staurastrum sp.

**Staurastrum* cf. *orbitale* Meneghini ex Ralfs

***Staurastrum* cf. *polymorphum* Brébisson**

***Staurastrum tetracerum* Ralfs ex Ralfs**

***Staurodesmus cuspidatus* (Brébisson) Teiling**

Staurodesmus sp.

Vysvětlivky: Druhy s hvězdičkou se nenacházely ve vzorcích v rámci odběrů pro diplomovou práci, tučně označené druhy jsou shodné s nynějšími nálezy, tedy v roce 2018.

Zajímavé je také porovnání výskytu vzácnějších a citlivějších druhů krásivek s bakalářskou prací (Sklenářová 2016). Při odběrech v roce 2015 byl nalezen 1 velmi vzácný (R3) a také velmi citlivý (S3) druh *Staurastrum* cf. *orbitale*, a dále 1 vzácný druh (R2) *Cosmarium* cf. *botrytis*, ale ani jeden z těchto druhů nebyl při zkoumání

nových vzorků pro diplomovou práci objeven. Mohlo by to být tím, že tyto druhy šlo těžko s jistotou určit (cf.) a mohlo se nakonec jednat o jiné druhy. Dále jsem si vědoma, že i přes velkou snahu vše detailně prozkoumat, nemohla jsem objevit všechny druhy krásivek (a celkově řas i sinic) vyskytující se ve vzorcích. Poslední možností je, že tyto druhy opravdu z lokality vymizely a byly nahrazeny jinými. Dalšími nalezenými druhy s ekologickou citlivostí 1 (S1) a zároveň také příležitostně vzácní (R1) byly *Staurodesmus cuspidatus* a *Pleurotaenium trabecula*. Poslední mírně citlivý druh s běžným výskytem byl *Staurostrum tetracerum*. Poslední tři zmíněné druhy se vyskytují i v diplomové práci.

Dále se 1.7.2015 na 1.-3. odběrovém místě vyskytoval velmi hojný druh *Pleurotaenium trabecula* (Sklenářová 2016), který se nyní v rámci diplomové práce objevil ojediněle pouze při letním odběru na odběrovém místě č. 4. Oproti roku 2016 došlo k výraznému poklesu výskytu a také četnosti tohoto druhu krásivky. Druh *Pleurotaenium trabecula* obývá vody mezotrofní s kyselým až neutrálním pH (Šťastný 2010), což víceméně odpovídá i fyzikálně-chemickým parametrům vody z jezírek. Zástupci submerzní a plovoucí makrovegetace se také během let nezměnili (*Utricularia* sp., *Myriophyllum* sp., *Potamogeton* sp. a *Ceratophyllum* sp.).

Mezi důležité aspekty diverzity a abundance krásivek může patřit i velikost a rozmanitost mokřadních ekosystémů. Mohu se domnívat, že pokud je na rozlehlé lokalitě umístěno více typů mokřadních ekosystémů (vrchoviště, přechodová rašeliniště, podmáčené louky, slatiniště, ...) poblíž sebe, může tak docházet k jejich vzájemné komunikaci. Některé druhy tak mohou mezi místy migrovat, např. během nepříznivého období, nebo se mohou vyplavit do sousedních biotopů vlivem dlouhotrvajících dešťů. Tyto přesuny druhů mohou nápadně ovlivnit skladbu krásivkové flóry určitého mokřadního biotopu. V tomto případě je tedy možné, že se některé slatiništní druhy mohly přesunout z bývalého slatiniště právě do blízkých jezírek v Černovířském lese, čímž by se vysvětlovala poměrně velká krásivková diverzita a abundance na takto malé lokalitě (Štěpánková, ústní sdělení).

7.4 Srovnání výsledků s obdobnými průzkumy krásivek

Monitoring krásivek probíhá hlavně na vrchovištích a přechodových rašeliništích, např. v oblasti CHKO Jeseníky (Hladká 2010, Mazalová et al. 2013, Růžička 1957, Štěpánková et al. 2012, atd.) nebo v Jizerských horách (Hertlová 2010, Józsa et al. 2004, Štěpánková et al. 2008, Vavrušková 2006, atd.).

Štěpánková et al. (2012) se podíleli na průzkumu krásivek v oblasti Hrubého Jeseníku v letech 2006-2009. Zkoumáno bylo 8 rašelinišť (Máj, Barborka, Slatě, Rejvíz, Trojmezí A a Trojmezí B, Sedlo pod Vozkou, Vozka) v horských oblastech, jedná se tedy především o kyselá oligotrofní vrchoviště. Štěpánková et al. (2012) našli během průzkumu celkem 51 taxonů krásivek, které preferovaly spíše acidofilní oligotrofní prostředí, což koresponduje s charakterem vrchovišť. Štěpánková et al. (2012) dále uvádí, že diverzita krásivek se zvyšovala s rostoucími hodnotami pH, a že variabilita druhů byla větší na vodních plochách než na sušších místech. Obecně je na velmi kyselých stanovištích (pH 3,5-5) větší abundance krásivek, ale je menší jejich diverzita, a naopak se zvyšujícím se pH roste diverzita krásivek, ovšem klesá jejich početnost. Proto lze nalézt největší diverzitu krásivek na lokalitách s čistou mezotrofní vodou a s mírně kyselým pH (5-6,8) (Coesel et Meesters 2007, Neustupa 2004). Hodnoty pH naměřené na vrchovištích v Jeseníkách se pohybovaly mezi 3,65–5,29. V porovnání s jezírky v Černovířském lese, které jsou mezotrofní a mírně kyselé až mírně alkalické, byl nalezen pouze jeden společný druh krásivky *Cylindrocystis brebissonii*, která je typická pro oligotrofní kyselé vody. Vzhledem k tomu, jak moc jsou vrchoviště a slatiniště od sebe rozdílná, nedalo se očekávat větší množství společných druhů.

Dalším výzkumem, který bych chtěla srovnat, je studie Jana Šťastného, který zkoumal diverzitu krásivek na lokalitách PR „Chvojnov“ a PR „Na Oklice“ (2008). Šťastný (2008) našel na lokalitách celkem 70 taxonů krásivek (25 taxonů v PR Na Oklice a 68 v PR Chvojnov). Několik druhů bylo typických pro spíše eutrofní vody s neutrálním až zásaditým pH, ovšem většina nalezených druhů odpovídala mezotrofním vodám s mírně kyselým pH. Po porovnání s jezírky u Černovíru bylo nalezeno 5 společných druhů krásivek - *Closterium gracile*, *Closterium incurvum*, *Cosmarium cf. impressulum*, *Cosmarium obtusatum* a *Pleurotaenium trabecula*. Tyto druhy obývají mezotrofní až lehce eutrofní vody s mírně kyselým až neutrálním pH, což odpovídá i vodě v černovířských jezírkách. Šťastný (2008) na lokalitě našel i několik

vzácnějších druhů krásivek (*Staurastrum trapezicum*, *Micrasterias brachyptera*, *M. fibriata*, *M. denticulata* var. *angulosa* a *Cosmarium conspersum* var. *latum*), které jsou vázány na stabilní a lidskou činností téměř nedotčené biotopy. Jak sám uvádí, je důležité, že byly objeveny v tůních s masožravou rostlinou *Utricularia minor* (Šťastný 2008). Tato vodní rostlina je díky svým jemným lístkům výborným místem ke sběru krásivek (Coesel 1982b). Tato masožravá rostlina se nachází i v jezírkách v Černovířském lese a bylo u ní (a dalších rostlin s jemnými lístky podporující výskyt krásivek) objeveno také několik vzácnějších druhů krásivek (*Cosmarium moniliforme*, *Cosmarium subprotumidum* var. *pyramidale*, *Staurastrum cristatum* cf. var. *cuneatum*, *Staurastrum ralfsii*).

Dále se dá srovnat lokalita bývalé pískovny v Želechovicích (Hedererová 2014), která by mohla být podobná štěrkopískovým jezírkům v Černovířském lese. Na této lokalitě proběhl také algologický průzkum se zaměřením na krásivky společně s měřením teploty a pH vody. V bývalé pískovně v Želechovicích proběhly 2 odběry, a to 26.5. a 26.8.2013, ze 4 odběrových míst. V květnu se teploty pohybovaly od 17 °C do 18,1 °C a pH od 7,83 do 7,87. Srpnové teploty se pohybovaly v rozmezí 24,7-25,3 °C a hodnoty pH 7,82-7,91. Lokalita byla tedy mírně alkalická, což může opět souviset s vyšší fotosyntetickou aktivitou řas během letních období (Lellák et Kubíček 1992). Hedererová (2014) celkově ve vzorcích objevila 42 taxonů sinic a řas (6 taxonů sinic, 36 taxonů řas), z toho 10 taxonů patří krásivkám. Objevené krásivky mají s bývalými štěrkopískovkami v Černovířsku společné rody *Closterium* sp., *Cosmarium* sp., *Pleurotaenium* sp., *Staurastrum* sp., bohužel tyto krásivky nebyly určeny do druhů. Jediným společným určeným druhem je *Closterium incurvum*, což je běžný druh krásivky vyskytující se ve vodách kyselých až zásaditých se střední až vysokou úživností (Šťastný 2010). Tyto rozdíly v nalezených vzorcích by mohly souviset s tím, že pískovna v Želechovicích je díky větší velikosti (cca 2,5 ha) a větší hloubce (3-4,5 m) využívána rekreačně (rybolov, koupání), tedy je na rozdíl od jezírek v Černovířsku značně ovlivňována lidskou činností. Hedererová (2014) dále uvádí, že na lokalitě byla málo rozvinutá vodní makrofyta, která jsou důležitá pro rozvoj řas, především krásivek (Coesel 1982b).

8 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo sledovat sezonní dynamiku a diverzitu řas zaměřenou převážně na skupinu Desmidiáles v jezírkách bývalého Černovírského slatiniště u Olomouce během roku 2018. Tato významná mokřadní lokalita měla dříve velký biologický význam, nicméně v posledních desetiletích začala degradovat a postupně vysychala. I přesto lze v okolí bývalého slatiniště nalézt několik vzácných či ohrožených druhů rostlin a živočichů.

V teoretické části práce jsem se zabývala charakteristikou řas z řádu Desmidiáles – od jejich morfologie, po rozmnožování a ekologii. Dále jsem stručně popsala sezonní dynamiku fytoplanktonu, mokřady, vybranou lokalitu a poté především odběrová místa v průběhu roku. V praktické části práce jsem se věnovala vlastnímu bádání, tedy odebráním 4 vzorků sinic a řas z celkem 4 vytyčených odběrových míst v zatopených tůních během každého ročního období. Souběžně s odběry řas jsem měřila i fyzikálně-chemické parametry vody v místech odběrů vzorků a místa fotograficky zdokumentovala. I přesto, že jsem se snažila důkladně prozkoumat odebrané vzorky z každého odběrového místa, neočekávám, že bych objevila a určila úplně všechny zástupce vyskytující se ve vzorcích.

Na vybrané lokalitě bylo nalezeno celkem 129 taxonů řas a sinic, z nichž převládaly řasy se 116 taxony, sinice ve vzorcích reprezentovalo 13 taxonů. V průběhu roku s přibývajícím slunečním zářením postupně stoupala abundance a diverzita druhů řas a sinic. Dominantní skupina řas byla Chlorophyceae s 36 taxony, dále skupina Zygnematomyceae s 32 taxony, z nichž 30 taxonů patřilo skupině Desmidiáles, poslední bohatou skupinou řas byla Bacillariophyceae s 21 taxony. Za celkově nejbohatší stanoviště během roku 2018 by se dalo vybrat prosvětlené mělké odběrové místo 3, naopak nejméně druhů bylo nalezeno na zastíněném odběrovém místě 2.

V pozorovaných vzorcích bylo objeveno celkem 30 druhů krásivek, které patří do rodů *Closterium*, *Cosmarium*, *Cylindrocystis*, *Gonatozygon*, *Pleurotaenium*, *Staurastrum*, *Staurodesmus* a *Teilingia*. Nejčastějšími nalezenými krásivkami byli zástupci rodů *Cosmarium* a *Staurastrum*.

Podle bioindikačních hodnot vyskytujících se krásivek, lze soudit, že se jedná o lokalitu s mírně kyselou až neutrální vodou, která je mezotrofní až slabě eutrofní.

Fyzikálně-chemická měření zjistila pH od 5,95 do 7,85, což víceméně odpovídá bioindikačním hodnotám nalezených krásivek. Dále lze z fyzikálně-chemických parametrů odvodit, že kvalita vody na lokalitě je poměrně dobrá, v létě se netvořily vodní květy sinic a voda byla téměř po všechny vegetační sezony čistá a průhledná.

Na lokalitě černovírských jezírek bylo objeveno i několik vzácných a citlivých druhů krásivek (*Closterium aciculare*, *Closterium gracile*, *Closterium leibleinii*, *Cosmarium dickii*, *Cosmarium moniliforme*, *Cosmarium subprotumidum* var. *pyramidale*, *Gonatozygon kinahanii*, *Pleurotaenium trabecula*, *Staurastrum avicula*, *Staurastrum cristatum* cf. var. *cuneatum*, *Staurastrum inflexum*, *Staurastrum ralfsii*, *Staurastrum tetracerum*, *Stauroidesmus cuspidatus*, *Stauroidesmus patens*, *Teilingia granulata*). Na základě těchto výsledků a nalezených druhů krásivek lze shledat, že se jedná o poměrně stabilní mokřadní ekosystém bez větších intenzivních zásahů člověka a do budoucna by na lokalitě mohl probíhat i dlouhodobější monitoring.

Seznam použitých pramenů

- ADÁMEK, Z., HELEŠIC, J., MARŠÁLEK, B., RULÍK, M. (2010): *Aplikovaná hydrobiologie* 350 s., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. ISBN 978-80-87437-09-4.
- ADL, S. M., et al. (2012): *The Revised Classification of Eukaryotes*. Journal of Eukaryotic Microbiology 59 (5): 429-514 pp. [online]. [cit. 2019-06-14]. Dostupné online: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1550-7408.2012.00644.x/full>
- BASCHNAGEL, R.A. (1966): *New fossil algae from the Middle Devonian of New York*. Trans. Am. Microsc. Soc. 85, 297-302.
- BRÖNMARK, CH. et HANSSON, L.A. (2005): *The Biology of Lakes and Ponds*. Oxford University Press, 285s. Oxford.
- CAVALIER-SMITH, T. (1998): *A revised six-kingdom system of life*. Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society, roč. 73, č. 3, s. 203–266.
- COESEL, P.F.M. (1974): *Notes on sexual reproduction in desmids. I. Zygosporangium formation in nature*. Acta Bot. Neerl. 23: 361-368.
- COESEL, P.F.M. (1982a): *De Desmidiaceeën van Nederland, Deel 1, Fam. Mesotaeniaceae, Gonatozygaceae, Peniaceae*. KNNV, Hoogwoud, 33 pp.
- COESEL, P.F.M. (1982b): *Structural characteristics and adaptations of desmid communities*. Journal of Ecology 70 (1): 163–177 pp.
- COESEL, P.F.M. (1983): *De Desmidiaceeën Van Nederland – Sieralgen, Deel 2, Fam. Closteriaceae*. Wetenschappelijke Mededelingen KNNV, Hoogwoud, 50 pp.
- COESEL, P.F.M. (1985): *De Desmidiaceeën van Nederland, Deel 3, Fam. Desmidiaceae (1)*. KNNV, Hoogwoud, 70 pp.
- COESEL, P.F.M. et DE JONG W. (1986): *Vigorous chemotactic attraction as a sexual response in Closterium ehrenbergii Meneghini (Desmidiaceae, Chlorophyta)*. Phycologia 25: 405-408.
- COESEL, P.F.M. (1991): *De Desmidiaceeën van Nederland, Deel 4, Fam. Desmidiaceae (2)*. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht, 89 pp.
- COESEL, P.F.M. (1994): *De Desmidiaceeën van Nederland, Deel 5, Fam. Desmidiaceae (3)*. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht, 53 pp.

- COESEL, P.F.M. (1997): *De Desmidiaceeën Van Nederland*, Deel 6 Fam. Desmidiaceae (4). Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht, 93 pp.
- COESEL, P.F.M. (1998): *Sieralgen en Natuurwaarden*. Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht, 56 pp.
- COESEL, P.F.M. (2001): *A method for quantifying conservation value in lentic freshwater habitats using desmids as indicator organisms*. – Biodivers. Conserv. 10 (2): 177–187 pp.
- COESEL, P.F.M. (2003): *Desmid flora data as a tool in conservation management of Dutch freshwater wetlands*. – Biologia 58 (4): 717–722 pp.
- COESEL, P.F.M. et MEESTERS, K.J. (2007): *Desmids of the Lowlands*. KNNV Publishing, Zeist.
- ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV – ČHMÚ (2021): *Územní teploty v roce 2018* [online]. [cit. 2021-05-18]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty#>
- DOHNAL, Z. et al. (1965): *Československá rašeliniště a slatiniště*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 332 pp.
- FOTT, B. (1956): *Sinice a řasy*. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 372 pp.
- GONTCHAROV, A. (2008): *Phylogeny and classification of Zygnematophyceae (Streptophyta): current state of affairs*. Fottea 8(2): 87–104 pp.
- HADAČ, E. (1953): *Československé peloidy (léčivá bahna, rašeliny a slatiny)*. SZdN Praha, 245 pp.
- HARTMAN, P., PŘIKRYL, I., ŠTĚDRONSKÝ, E. (2005): *Hydrobiologie*. Informatorium spol. s.r.o., 3. vydání ISBN 80-7333-046-6.
- HEDEREROVÁ, V. (2014): *Krásivková flóra bývalé pískovny v Želechovicích*. Diplomová práce, Pedagogická fakulta UP, Olomouc, 75 pp.
- HINDÁK, F. [ed.] (1978): *Sladkovodné riasy*. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava, 724 pp.
- HOSHAW, R. W., MCCOURT, R. M. ET WANG, J. C. (1990): *Phylum Conjugophyta*. In MARGULIS, L., CORLISS, J. O., MELKONIAN, M. & CHAPMAN, D. J. [eds.], *Handbook of Protoctista*, 119–131. Jones and Bartlett Publishers, Boston, Massachusetts, USA.

- CHYTRÝ, M. et al. (2001): *Katalog biotopů České republiky*. AOPK ČR, Praha, 307 pp.
- JAVORNICKÝ, P. (1966): *Seasonal dynamics of the phytoplankton of Slapy Reservoir*. 1958-1960. – *Hydrobiol. Studies (Praha)* 1: 155-163.
- JENÍK, J. et SPITZER, K. (1984): *Život v Bažínách*. Praha: Albatros, 77pp.
- JÓŽA, M. et al. (2004): *Jizerskohorská rašeliniště*. Jizersko-ještědský horský spolek, Liberec, 157 p. ISBN 80-903252-3-8.
- JUST, T. (2003): *Revitalizace vodního prostředí: všem, kteří si přejí udělat z příkopů a kanálů zase potoky a řeky*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. ISBN 80-86064-72-7.
- KADLÍKOVÁ, L. (2005): *Ekosystémy v české přírodě – mokřady*. [online]. [cit. 2019-09-17]. Dostupné online: <http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=447>
- KALINA, T. (1997): *Systém a vývoj sinic a řas*. Karolinum, Praha, 165 pp.
- KALINA, T. et VÁŇA, J. (2005): *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Karolinum, Praha, 606 pp.
- KAŠTOVSKÝ, J. et al. (2003–2021): *Obrazová galerie sinic a řas*. [online]. [cit. 2021-01-02]. Dostupné z: <https://www.sinicearasy.cz/galerie>
- KOČÁRKOVÁ, A., LELKOVÁ, E., POULIČKOVÁ, A. (2004): *Krásnoočka (Euglenophyta) aluviálních tůní v Poodří a Litovelském Pomoraví a jejich sezónní výskyt*. Časopis Slezského zemského muzea, série A – vědy přírodní 53:121–130.
- KŘÍŽ, H. et al. (1982): *Základy fyzické geografie: vysokoškolská příručka pro studenty učitelství všeobecně vzdělávacích předmětů*. Praha: SPN. Učebnice pro vysoké školy (Státní pedagogické nakladatelství).
- LEDERER, F. et SOUKUPOVÁ, L. (2002): *Biodiversity and ecology of algae in mountain bogs (Bohemian Forest, Central Europe)*. – *Algological Studies* 106: 151–183 pp.
- LELLÁK, J. et KUBÍČEK, F. (1992): *Hydrobiologie*. Karolinum, Praha, 257 pp.
- LENZENWEGER, R. (1996): *Desmidiaceenflora von Österreich, Teil 1*. J. Crammer, Stuttgart, 162 pp.
- LENZENWEGER, R. (1997): *Desmidiaceenflora von Österreich, Teil 2*. J. Crammer, Stuttgart, 216 pp.

- LENZENWEGER, R. (1999): *Desmidiaceenflora von Österreich*, Teil 3. J. Cramer, Stuttgart, 218 pp.
- LENZENWEGER, R. (2003): *Desmidiaceenflora von Österreich*, Teil 4. J. Cramer, Stuttgart, 87 pp.
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ - MŽP (2020): *Ramsarská úmluva o mokřadech*. [online]. [cit. 2020-10-11]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/ramsarska_umluva_o_mokradech
- NEUSTUPA, J. (2004): *Krásivky — mikroskopické skvosty našich vod a mokřadů*. In: *Živa*, č. 1, 12-14 pp.
- NĚMEC, B. (1962): *Botanická mikrotechnika*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 482 pp.
- OKSANEN, J., et al. (2018): *vegan3d: Static and Dynamic 3D Plots for the 'vegan' Package*. R package version 1.1-2. Dostupné z: <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan3d/index.html>
- OKSANEN, J., et al. (2020): *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5-7. Dostupné z: <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>
- PIVNÍČKOVÁ, M. (1997): *Ochrana rašelinných mokřadů*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 32 p. ISBN 80-86064-03-4.
- POULÍČKOVÁ, A. et JURČÁK, J. (2001): *Malý obrazový atlas našich sinic a řas*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 81 pp.
- POULÍČKOVÁ, A. (2011): *Základy ekologie sinic a řas*. Univerzita Palackého, Olomouc, 91 pp.
- POULÍČKOVÁ, A. et al. (2015): *Průvodce mikrosvětlem sinic a řas*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 48 pp.
- REYNOLDS, C. (2006): *Ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press, 535s. Cambridge.
- ROLEČEK, J. (2007): *Slovo k historii a dnešku Černovírského slatiniště*. Informační leták Sagittaria.
- RŮŽIČKA, J. (1977): *Die Desmidiaceen Mitteleuropas*, Band 1, 1. Lieferung. – 291 pp., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- RŮŽIČKA, J. (1981): *Die Desmidiaceen Mitteleuropas*, Band 1, 2. Lieferung. – 292–736 pp., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

- RYBKA V. et al. (1996): *Mokřady střední Moravy*. Sagittaria, Olomouc, 65 pp.
- SAGITTARIA – sdružení pro ochranu přírody střední Moravy (2011): *Černovířské slatiniště*. [online]. [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: <http://www.sagittaria.cz/>
- SKLENÁŘOVÁ, V. (2016): *Algologický průzkum mokřadů v oblasti černovířského slatiniště u Olomouce*. Olomouc, Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci.
- SOMMER, U., GLIWICZ, Z. M., LAMPERT, W. & DUNCAN, A. (1986): *The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh water*. Archiv Fur Hydrobiologie 106:433-71.
- SPITZER, K. et BUFKOVÁ, I. (2008): *Šumavská rašeliniště*. Správa Národního parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava, Vimperk, 203 p. ISBN 978-80-254-2149-9.
- STUHLÍKOVÁ, Z., STUHLÍK, E., FOTT, J. (1985): *Acidifikace a plankton jezer ve Vysokých Tatrách*. In: Sborník přednášek ze VII. konference ČSLS, Nitra, pp. 229–232
- ŠEJNOHOVÁ L., VESELÁ J., MARVAN P., KOZÁKOVÁ M., HETEŠA J., GERIŠ R., MARŠÁLEK B. (2008): *Atlas fytoENTOSU*. [CD]. [cit. 2020-02-02].
- ŠTĚPÁNKOVÁ, J., HAŠLER, P., HLADKÁ, M., POULÍČKOVÁ, A. (2012): *Diversity and ecology of desmids of peat bogs in the Jeseníky Mts: spatial distribution, remarkable finds*. – Fottea 12 (1): 111–126.
- ŠŤASTNÝ, J. (2008): *Krásivky Přírodních rezervací „Chvojnov“ a „Na Oklice“*. [Desmids of the Nature Reserves „Chvojnov“ and „Na Oklice“]. – Acta rerum naturalium 4: 13–1.
- ŠŤASTNÝ, J. (2010): *Desmids (Conjugatophyceae, Viridiplanta) from the Czech Republic; new and rare taxa, distribution, ecology*. Fottea 10(1): 1-74 pp.

Internetové zdroje obrázků:

Obr. 1: Částečná ukázka variability a atraktivity krásivek (Williamson 2017, převzato z <https://microscopesandmonsters.wordpress.com/2018/03/21/desmid-diversity/>)

Obr. 2: Morfologie buňky *Euastrum oblongum* (Kaštovský et al. 2020, převzato z <http://galerie.sinicearasy.cz>, upraveno).

Obr. 3: Dělení buňky rodu *Micrasterias* (Jochem 2015, převzato z http://www.jochemnet.de/fiu/bot4404/BOT4404_29.html)

Obr. 4: Zygospora s hladkými stěnami a přichycenými prázdnými buňkami druhu *Cosmarium reniforme* (Coesel 1986, převzato z http://www.desmids.nl/info/reproductie/desmids_sexual_reproduction.html)

Obr. 5: Zygospora s ostny a přichycenými prázdnými buňkami druhu *Cosmarium botrytis* (Coesel 1986, převzato z http://www.desmids.nl/info/reproductie/desmids_sexual_reproduction.html)

Obr. 6: Lokalizace zkoumaného území (v kroužku), (www.mapy.cz, upraveno).

Obr. 7: Detailnější pohled na studované území (www.mapy.cz, upraveno).

Obr. 8: Poloha jezírek v Černovířském lese (www.mapy.cz, upraveno).

Obr. 9: Zaznačená odběrová místa (www.mapy.cz, upraveno).

PŘÍLOHA I

Všechny nalezené taxony sinic a řas a jejich výskyt na odběrových místech během r. 2018.

Taxon	Zima				Jaro				Léto				Podzim			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CYANOBACTERIA																
<i>Anabaena</i> sp.	+			+				+								+
<i>Calothrix</i> sp.																
cf. <i>Tolypothrix</i> sp.															+	
<i>Cyanothece aeruginosa</i> (Nägeli)									+							
<i>Cylindrospermum</i> sp.																
<i>Chroococcus</i> sp.																+
<i>Limnolthrix</i> sp.																
<i>Microcystis</i> sp.																
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek)																
<i>Nostoc</i> sp.																+
<i>Oscillatoria</i> sp.																
<i>Phormidium</i> sp.																
sinice typu <i>Oscillatoriales</i>																
DINOPHYTA																
cf. <i>Gymnodinium</i> sp.																
<i>Peridinium</i> sp.																
EUGLENOPHYTA																
<i>Euglena</i> sp.																
<i>Phacus helioides</i> Pochmann																
<i>Phacus</i> sp.																
<i>Trachelomonas</i> cf. <i>cylindrica</i> Ehrenberg																
<i>Trachelomonas</i> cf. <i>oblonga</i> Lemmermann																
<i>Trachelomonas</i> cf. <i>similis</i> A.C. Stokes																
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F.Stein																
<i>Trachelomonas planctonica</i> Svirenko																
<i>Trachelomonas</i> sp.																
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Svirenko																

Taxon	Zima				Jaro				Léto				Podzim			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CHROMOPHYTA																
XANTHOPHYCEAE																
<i>Centrarchus</i> sp. (<i>belenophorus</i>)																
<i>Ophiocytium capitatum</i> Wolle						+										
<i>Ophiocytium lagerheimii</i> Lemmermann																
<i>Ophiocytium matius</i> Nägeli																
<i>Ophiocytium pravulum</i> (Perty) A. Braun	+															
<i>Tribonema</i> sp.	+	+														
CHRYSOPHYCEAE																
<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof	+															
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg																
<i>Epipyxis utriculus</i> (Ehrenberg) Ehrenberg																
<i>Chrysopyxis</i> sp.																
<i>Kephyriopsis</i> sp.																
<i>Mallomonas</i> sp.																
<i>Synura</i> sp.	+															
BACILLARIOPHYCEAE																
<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützting) Kützting	+	+														
<i>Amphora</i> sp.																
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	+															
<i>Cocconeis</i> sp.																
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) D.G.Mann																
<i>Cyclotella</i> sp.	+															
<i>Cymbella</i> sp.		+														
<i>Epithemia</i> sp.	+	+														
<i>Eunotia</i> sp.																
<i>Fragilaria</i> sp. - plot kolonie	+	+														
<i>Fragilaria</i> sp. - solitérní	+	+														
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	+	+														
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg																
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	+	+														
<i>Gyrosigma</i> sp.																
<i>Melosira varians</i> C. Agardh																
<i>Navicula</i> sp.	+	+														
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützting) W.Smith	+	+														
<i>Nitzschia</i> sp.	+	+														
<i>Pinnularia</i> sp.	+	+														
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot																
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O.Müller	+															

Taxon	Zima				Jaro				Léto				Podzim			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CHLOROPHYTA																
CHLOROPHYCEAE																
<i>Ankistrodesmus fastiformis</i> Corda																
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Korshikov	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (W.B. Turner) Lemmermann																
<i>Bulbochaete</i> sp.																
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli				+												
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i> Korshikov																
<i>Dictyosphaerium</i> cf. <i>ehrenbergianum</i> Nägeli																
<i>Dictyosphaerium</i> sp.																
<i>Gonitum pectorale</i> O.F.Müller																
<i>Chaetophora</i> sp.																
<i>Characium</i> cf. <i>angustum</i> A. Brown																
<i>Characium rostratum</i> Reinhard ex Printz																
<i>Chlamydomonas</i> sp.																
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) Möbius																
<i>Koliella longiseta</i> (Vischer) Hindák																
<i>Microspora</i> sp.																
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák																
<i>Monoraphidium concortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová																
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová																
<i>Oedogonium</i> sp.																
<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory																
<i>Parapedastrum biradiatum</i> (Meyen) E.Hegewald																
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini																
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen																
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs																
<i>Scenedesmus abundans</i> (O.Kirchner) Chodat																
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat																
<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen																
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat																
<i>Scenedesmus obtusius</i> f. <i>disciformis</i> (Chodat) Compere																
<i>Scenedesmus obtusius</i> Meyen																
<i>Scenedesmus quadricauda</i> Chodat, nom. illeg.																
<i>Selenastrum bibracianum</i> Reinsch																
<i>Tetraëdron caudatum</i> (Corda) Hansgirg																
<i>Tetraëdron incus</i> (Teiling) G.M.Smith																
<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg																

Taxon	Zima				Jaro				Léto				Podzim			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CHLOROPHYTA																
ZYGNEMATOPHYCEAE																
<i>Closterium aciculare</i> T.West					+											
<i>Closterium gracile</i> Brébisson ex Ralfs																
<i>Closterium incurvum</i> Brébisson																
<i>Closterium teibletii</i> Kützing ex Ralfs																
<i>Closterium parvulum</i> Nägeli																
<i>Cosmarium bioculatum</i> var. <i>depressum</i> (Schaarschmidt) Schmidle																
<i>Cosmarium</i> cf. <i>Impressulum</i> Elfving																
<i>Cosmarium</i> cf. <i>Punctulatum</i> Brébisson																
<i>Cosmarium dickii</i> Coesel																
<i>Cosmarium laeve</i> Rabenhorst																
<i>Cosmarium montiforme</i> Ralfs																
<i>Cosmarium obtusatum</i> (Schmidle) Schmidle																
<i>Cosmarium regnellii</i> var. <i>minimum</i> Eichler & Gutwinski																
<i>Cosmarium reniforme</i> (Ralfs) W.Archer																
<i>Cosmarium subprotium</i> var. <i>pyramidale</i> Coesel																
<i>Cylindrocapsa brébissonii</i> (Ralfs) De Bary																
<i>Gonatozygon kinahamii</i> (W.Archer) Rabenhorst																
<i>Mougeotia</i> sp.																
<i>Pleurotenium trabecula</i> Nägeli																
<i>Spirogyra</i> sp.																
<i>Staurastrum avicula</i> Brébisson																
<i>Staurastrum boreale</i> West & G.S.West																
<i>Staurastrum cristatum</i> cf. var. <i>cuneatum</i> T. Hinode																
<i>Staurastrum inflexum</i> Brébisson																
<i>Staurastrum pingue</i> Telling																
<i>Staurastrum polymorphum</i> Brébisson																
<i>Staurastrum ralfsii</i> (West & G.S. West) Coesel & Meesters																
<i>Staurastrum ralfsii</i> var. <i>depressum</i> (J.Roy & Bisset) Coesel & Meesters																
<i>Staurastrum tetraerum</i> Ralfs ex Ralfs																
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> (Brébisson) Telling																
<i>Staurodesmus patens</i> (Nordstedt) Crossdale																
<i>Tetlingia granulata</i> (J.Roy & Bisset) Bourrelly																
TREBOUXIOPHYCEAE																
<i>Microthamion strictissimum</i> Rabenhorst																
PYRAMMONADOPHYCEAE																
<i>Pyramimonas</i> sp.																

PŘÍLOHA II

Výčet všech nalezených druhů sinic a řas zařazených do taxonomických skupin.

CYANOBACTERIA

Anabaena sp.
Calothrix sp.
cf. *Tolypothrix* sp.
Cyanothece aeruginosa (Nägeli)
Cylindrospermum sp.
Chroococcus sp.
Limnothrix sp.
Microcystis sp.
Microcystis wesenbergii (Komárek)
Nostoc sp.
Oscillatoria sp.
Phormidium sp.
sinice typu *Oscillatoriales*

DINOPHYTA

cf. *Gymnodinium* sp.
Perinidium sp.

EUGLENOPHYTA

Euglena sp.
Phacus helicoides Pochmann
Phacus sp.
Trachelomonas cf. *cylindrica* Ehrenberg
Trachelomonas cf. *oblonga* Lemmermann
Trachelomonas cf. *similis* A.C. Stokes
Trachelomonas hispida (Perty) F.Stein
Trachelomonas planctonica Svirenko
Trachelomonas sp.
Trachelomonas volvocinopsis Svirenko

CHROMOPHYTA

XANTHOPHYCEAE

Centritractus sp. (*belenophorus*)
Ophiocytium capitatum Wolle
Ophiocytium lagerheimii Lemmermann
Ophiocytium maius Nägeli

Ophiocytium pravulum (Perty) A. Braun
Tribonema sp.

CHRYSOPHYCEAE

Dinobryon divergens O.E.Imhof
Dinobryon sertularia Ehrenberg
Epipyxis utriculus (Ehrenberg) Ehrenberg
Chrysopyxis sp.
Kephyriopsis sp.
Mallomonas sp.
Synura sp.

BACILLARIOPHYCEAE

Amphipleura pellucida (Kützing) Kützing
Amphora sp.
Asterionella formosa Hassall
Cocconeis sp.
Craticula ambigua (Ehrenberg) D.G.Mann
Cyclotella sp.
Cymbella sp.
Epithemia sp.
Eunotia sp.
Fragilaria sp. - plot. kolonie
Fragilaria sp. - solitérní
Gomphonema acuminatum Ehrenberg
Gomphonema augur Ehrenberg
Gomphonema truncatum Ehrenberg
Gyrosigma sp.
Melosira varians C. Agardh
Navicula sp.
Nitzschia acicularis (Kützing) W.Smith
Nitzschia sp.
Pinnularia sp.
Rhoicosphenia abbreviata (C. Agardh) Lange-Bertalot
Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O.Müller

CHLOROPHYTA

CHLOROPHYCEAE

Ankistrodesmus fusiformis Corda
Ankistrodesmus gracilis (Reinsch) Korshikov
Ankistrodesmus spiralis (W.B. Turner) Lemmermann
Bulbochaete sp.
Coelastrum microporum Nägeli

Coelastrum pseudomicroporum Korshikov
Dictyosphaerium cf. *ehrenbergianum* Nägeli
Dictyosphaerium sp.
Gonium pectorale O.F.Müller
Chaetophora sp.
Characium cf. *angustum* A. Brown
Characium rostratum Reinhard ex Printz
Chlamydomonas sp.
Kirchneriella lunaris (Kirchner) Möbius
Koliella longiseta (Vischer) Hindák
Microspora sp.
Monoraphidium arcuatum (Korshikov) Hindák
Monoraphidium concortum (Thuret) Komárková-Legnerová
Monoraphidium minutum (Nägeli) Komárková-Legnerová
Oedogonium sp.
Pandorina morum (O.F.Müller) Bory
Parapediastrum biradiatum (Meyen) E.Hegewald
Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini
Pediastrum duplex Meyen
Pediastrum tetras (Ehrenberg) Ralfs
Scenedesmus abundans (O.Kirchner) Chodat
Scenedesmus acuminatus (Lagerheim) Chodat
Scenedesmus acutus Meyen
Scenedesmus cf. *ecornis* (Ehrenberg) Chodat
Scenedesmus obtusus f. *disciformis* (Chodat) Compere
Scenedesmus obtusus Meyen
Scenedesmus quadricauda Chodat, nom. illeg.
Selenastrum bibraianum Reinsch
Tetraëdron caudatum (Corda) Hansgirg
Tetraedron incus (Teiling) G.M.Smith
Tetraëdron minimum (A.Braun) Hansgirg

ZYGNEMATOPHYCEAE

Closterium aciculare T.West
Closterium gracile Brébisson ex Ralfs
Closterium incurvum Brébisson
Closterium leibleinii Kützing ex Ralfs
Closterium parvulum Nägeli
Cosmarium bioculatum var. *depressum* (Schaarschmidt) Schmidle
Cosmarium cf. *impressulum* Elfving
Cosmarium cf. *punctulatum* Brébisson
Cosmarium dickii Coesel
Cosmarium laeve Rabenhorst

Cosmarium moniliforme Ralfs
Cosmarium obtusatum (Schmidle) Schmidle
Cosmarium regnellii var. *minimum* Eichler & Gutwinski
Cosmarium reniforme (Ralfs) W.Archer
Cosmarium subprotumidum var. *pyramidale* Coesel
Cylindrocystis brebissonii (Ralfs) De Bary
Gonatozygon kinahanii (W.Archer) Rabenhorst
Mougenotia sp.
Pleurotaenium trabecula Nägeli
Spirogyra sp.
Staurastrum avicula Brébisson
Staurastrum boreale West & G.S.West
Staurastrum cristatum cf. var. *cuneatum* T. Hinode
Staurastrum inflexum Brébisson
Staurastrum pingue Teiling
Staurastrum polymorphum Brébisson
Staurastrum ralfsii (West & G.S. West) Coesel & Meesters
Staurastrum ralfsii var. *depressum* (J.Roy & Bisset) Coesel & Meesters
Staurastrum tetracerum Ralfs ex Ralfs
Staurodesmus cuspidatus (Brébisson) Teiling
Staurodesmus patens (Nordstedt) Croasdale
Teilingia granulata (J.Roy & Bisset) Bourrelly

TREBOUXIOPHYCEAE

Microthamnion strictissimum Rabenhorst

PYRAMIMONADOPHYCEAE

Pyramimonas sp.

PŘÍLOHA III

Obrazová příloha obsahuje fotografie vybraných zástupců sinic a řas.



Příloha 1: *Cosmarium obtusatum* – 300x (fotografie autorky).



Příloha 2: *Cosmarium bioculatum* var. *depressum* – 300x (fotografie autorky).



Příloha 3: *Staurodesmus cuspidatus* – 300x (fotografie autorky).



Příloha 4: *Staurodesmus patens* – 300x (fotografie autorky).



Příloha 5: *Cosmarium subprotumidum* var. *pyramidale* – 300x (fotografie autorky).



Příloha 6: *Staurastrum* cf. *pingue* - 300x (fotografie autorky).



Příloha 7: *Spirogyra* sp. - 150x (fotografie autorky).



Příloha 8: *Gyrosigma* sp. - 150x (fotografie autorky).



Příloha 9: *Chroococcus* sp. - 300x (fotografie autorky).



Příloha 10: *Trachelomonas planctonica* - 300x (fotografie autorky).



Příloha 11: *Epithemia* sp. - 300x (fotografie autorky).



Příloha 12: *Pinnularia* sp. – 300x (fotografie autorky).



Příloha 13: *Rhopalodia gibba* – 300x (fotografie autorky).



Příloha 14: *Gomphonema acuminatum* – 300x (fotografie autorky).



Příloha 15: *Staurastrum cristatum* cf. var. *cuneatum* – 300x (fotografie autorky).



Příloha 16: *Cosmarium moniliforme* – 300x (fotografie autorky).



Příloha 17: *Gomphonema* cf. *augur* – 300x (fotografie autorky).



Příloha 18: *Pyramimonas* sp. - 300x (fotografie autorky).



Příloha 19: *Staurastrum cf. boreale* – 300x (fotografie autorky).



Příloha 20: *Staurastrum tetracerum* - 300x (fotografie autorky).