



Srovnání druhového složení a sezónní dynamiky fytoplanktonu v Dlouhém a Kosořickém rybníku

Bakalářská práce

Studijní program:

B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání

Studijní obory:

Přírodopis se zaměřením na vzdělávání

Zeměpis se zaměřením na vzdělávání

Autor práce:

Veronika Kulichová

Vedoucí práce:

RNDr. Martina Štrojsová, Ph.D.

Katedra chemie





Zadání bakalářské práce

Srovnání druhového složení a sezónní dynamiky fytoplanktonu v Dlouhém a Kosořickém rybníku

Jméno a příjmení: **Veronika Kulichová**
Osobní číslo: P19000826
Studijní program: B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání
Specializace: Přírodopis se zaměřením na vzdělávání
Zeměpis se zaměřením na vzdělávání
Zadávací katedra: Katedra chemie
Akademický rok: **2020/2021**

Zásady pro vypracování:

1. Seznámit se s hydrobiologickou tematikou. Zvláště se zaměřit na principy sezónní periodicity planktonu.
2. Naučit se metodiku pro odběr hydrobiologických vzorků. Osvojit si determinaci řas a sinic a kvantifikaci fytoplanktonu pomocí počítačích komůrek.
3. Na základě získaných dat ověřit správnost teorie tzv. PEG modelu. Porovnat rozdíly ve druhovém složení a sezónní dynamice fytoplanktonu ze dvou odběrových lokalit a pokusit se tyto rozdíly vysvětlit.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování práce:
Jazyk práce:

dle potřeby dokumentace
40-60 stran
tištěná/elektronická
Čeština



Seznam odborné literatury:

1. ADÁMEK, Zdeněk a kolektiv. Aplikovaná hydrobiologie. 1. vyd. Vodňany: VÚRH JU Vodňany, 2008. 256 s. Učebnice. ISBN 978-80-85887-79-2.
2. DODDS, Walter and WHILES, Matt. *Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications of Limnology (Aquatic Ecology) 3rd Edition*, Academic Press, 2019. 998p. ISBN 978-0128132555.
3. KAŠTOVSKÝ, Jan a kolektiv. *Atlas sinic a řas ČR 1*. Praha: powerprint, 2018. 384 s. ISBN 978-80-7568-071-6.
4. KAŠTOVSKÝ, Jan a kolektiv. *Atlas sinic a řas ČR 2*. Praha: powerprint, 2018. 480 s. ISBN 978-80-7568-125-6.
5. LEE, Robert Edward, 2018. *Phycology*. Fifth edition. New York, NY: Cambridge University Press. ISBN 978-1-107-55565-5.
6. LELLÁK, Jan a František KUBÍČEK. Hydrobiologie. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova, 1992. 257 s. ISBN 80-7066-530-0.
7. Sommer, Ulrich et al. 1986. PEG-model of Seasonal Succession of Planktonic Events in Fresh Waters. *Archives of Hydrobiology*. 106(4): 433-471.

Vedoucí práce:

RNDr. Martina Štrojsová, Ph.D.
Katedra chemie

Datum zadání práce:

9. října 2020

Předpokládaný termín odevzdání:

17. května 2021

prof. RNDr. Jan Pícek, CSc.
děkan

L.S.

prof. Ing. Josef Šedlbauer, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

29. dubna 2022

Veronika Kulichová

Poděkování

Mé poděkování patří RNDr. Martině Štrojsové, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a pomoc během odběrů i následného pozorování. Dále bych chtěla poděkovat cukrovaru Tereos TTD Dobruška za umožnění výzkumu v jejich areálu. Jmenovitě pak panu Mgr. Martinu Čejkovi, Ph.D. za ochotu a sdílení informací o Dlouhém rybníce. V neposlední řadě bych ráda poděkovala Haně Pohlreichové a Daniele Myšákové z Oddělení environmentální chemie (ústav CXI) za chemickou analýzu vzorků.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá sezónní dynamikou fytoplanktonu v Dlouhém a Kosořickém rybníce. Cílem práce bylo získat informace o průběhu sezónních změn v množství a složení fytoplanktonu. Výzkum probíhal formou měsíčních odběrů na lokalitách a následným mikroskopováním vzorků. Přímě na lokalitě byly ještě měřeny základní fyzikálně-chemické parametry. Abundance druhů byla počítána pomocí Cyrusovy počítací komůrky. Výsledná data byla porovnáována s PEG modelem a mezi sebou navzájem. I přes značné ovlivnění sezónních změn v Dlouhém rybníce průmyslovou výrobou, dynamika fytoplanktonu odpovídá PEG modelu. Kosořický rybník ovlivněný intenzivním chovem ryb se zmíněným modelem také souhlasí.

Klíčová slova: sinice, řasy, fytoplankton, PEG model, sezónní dynamika, Dlouhý rybník, Kosořický rybník

This bachelor's thesis deal with seasonal dynamics of phytoplankton in Dlouhý and Kosořický pond. The objective of this work was to obtain information about the seasonal changes in quantity and composition of phytoplankton. The survey was conducted by monthly samplings at locations and subsequent microscopy analysis. The basic physico-chemical parameters (water temperature, pH, conductivity and oxygen concentration) were measured directly on the locality. The abundance of species was calculated using Cyrus counting chamber. The resulting data was compared with the PEG model and with each other. Despite the significant influence of seasonal changes in Dlouhý pond industrial production, the dynamics of phytoplankton correspond to the PEG model. The Kosořický pond influenced by intensive fish breeding with the model also agree.

Keywords: cyanobacteria, algae, phytoplankton, PEG-model, seasonal dynamics, Dlouhý pond, Kosořický pond

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Plankton.....	13
3	Fytoplankton.....	13
3.1	Dynamika fytoplanktonu	14
3.1.1	PEG model.....	16
3.2	Eutrofizace vody	18
4	Sinice (Cyanobacteria)	19
4.1	<i>Aphanizomenon gracile</i>	21
4.2	<i>Merismopedia tenuisina</i>	21
5	Řasy (Algae).....	21
5.1	Krásnoočka (Euglenophyta).....	22
5.1.1	<i>Euglenaria clavata</i>	23
5.2	Obrněnky (Dinophyta).....	23
5.2.1	<i>Ceratium hirundinella</i>	23
5.3	Rozsivky	24
5.3.1	<i>Aulacoseira</i>	24
5.3.2	<i>Nitzschia acicularis</i>	24
5.4	Skrytěnky (Cryptophyta)	25
5.4.1	<i>Cryptomonas</i>	25
5.5	Zelené řasy (Chlorophyta)	25
5.5.1	<i>Desmodesmus communis</i>	25
5.5.2	<i>Nephrochlamys subsolitaria</i>	26
5.5.3	<i>Tetrademus acuminatus</i>	26
6	Charakteristika území.....	26
6.1	Dlouhý rybník.....	27
6.2	Kosořícký rybník	28
7	Metodika.....	29
7.1	Metody odběru vzorků.....	29
7.2	Zpracování vzorků	31
7.2.1	Měření fyzikálně-chemických parametrů v místě odběru	31
7.2.2	Chemická analýza v laboratoři	31
7.3	Příprava preparátů a jejich pozorování	32
7.4	Počítání organismů ve vzorcích.....	33
8	Výsledky.....	34

8.1	Dlouhý rybník	34
8.1.1	Jaro	37
8.1.2	Léto	38
8.1.3	Podzim	39
8.2	Kosořický rybník	40
8.2.1	Jaro	43
8.2.2	Léto	43
8.2.3	Podzim	44
9	Diskuze	45
9.1	Srovnání Dlouhého a Kosořického rybníka	49
10	Závěr	51
11	Použitá literatura	52
	Přílohy	55

Seznam obrázků

Obrázek 1: Prostorové členění ekosystému (RAJCHARD A BALOUNOVÁ 1996).....	14
Obrázek 2: Tepelný režim vodní plochy (ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ 2007)	15
Obrázek 3: Fyzická mapa s lokalitu odběrů označenou křížkem (MAPY.CZ 2022).....	26
Obrázek 4: Mapa s odběrovými místy označenými čísly 1 a 2 (MAPY.CZ 2022).....	27
Obrázek 5: Dlouhý rybník z výšky	27
Obrázek 6: Pohled na Kosořický rybník z parku.....	28
Obrázek 7: Hejno labutí velkých zachycené během odběru vzorků	29
Obrázek 8: Příprava na hod planktonní sítě	30
Obrázek 9: Hod planktonní sítě.....	30
Obrázek 10: Měření průhlednosti Secchiho deskou	31
Obrázek 11: Zápis výsledků fyzikálně-chemických parametrů u Dlouhého rybníka	31
Obrázek 12: Zápis výsledků fyzikálně-chemických parametrů u Kosořického rybníka.....	31
Obrázek 13: Snímek smíšeného vzorku fytoplanktonu	32
Obrázek 14: Centrifuga na zahušťování vzorků.....	33
Obrázek 15: Příprava vzorků na mikroskopické pozorování	33
Obrázek 16: Cyrusova počítačová komůrka	34
Obrázek 17: Druhové složení jarního fytoplanktonu Dlouhého rybníka: a-Closteriopsis acicularis; b-Actinastrum hantzschii; c-Crucigenia tetrapedia; d-Nitzschia acicularis; e-Euglena gracilis; f-Tetrademus acuminatus	38
Obrázek 18: Druhové složení letního fytoplanktonu Dlouhého rybníka: a-Coelastrum sphaericum; b-Euglenaria clavata.....	39
Obrázek 19: Druhové složení jarního fytoplanktonu Kosořického rybníka: a-Euglena ehrenbergii; b-Lepocinclis acus.....	43
Obrázek 20: Druhové složení letního fytoplanktonu Kosořického rybníka: a-Pediastrum duplex; b-Monactinus simplex; c-Dolichospermum flos-aquae; d-Phacus helicoides; e-Phacus curvicauda; f-Phacus longicauda.....	44

Seznam tabulek

Tabulka 1: Fyzikálně-chemické parametry Dlouhého rybníka	35
Tabulka 2: Chemické parametry Dlouhého rybníka.....	36
Tabulka 3: Seznam druhů pozorovaných v Dlouhém rybníce	36
Tabulka 4: Fyzikálně-chemické parametry Kosořického rybníka.....	40
Tabulka 5: Chemické parametry Kosořického rybníka.....	41
Tabulka 6: Seznam druhů pozorovaných v Kosořickém rybníce.....	42

Seznam grafů

Graf 1: Závislost teploty a obsahu kyslíku v Dlouhém rybníce	35
Graf 2: Množství fytoplanktonu a průhlednost v Dlouhém rybníce.....	37
Graf 3: Dynamika jednotlivých skupin fytoplanktonu v Dlouhém rybníce	39
Graf 4: Závislost teploty a obsahu kyslíku v Kosořickém rybníce.....	40
Graf 5: Množství fytoplanktonu a průhlednost v Kosořickém rybníce	42
Graf 6: Dynamika jednotlivých skupin fytoplanktonu v Kosořickém rybníce	44

Seznam použitých zkratk a symbolů

cm	centimetr
ha	hektar
ind.ml ⁻¹	jedinec na mililitr
MCs	mikrocystin
mg.l ⁻¹	miligram na litr
ml	mililitr
mm	milimetr
mm ²	milimetr čtvereční
μg.l ⁻¹	mikrogram na litr
μm	mikrometry
μS.cm ⁻¹	mikrosiemens na centimetr
°C	stupeň Celsia

1 Úvod

Sinice a řasy jsou jedny z nejstarších živých organismů na Zemi. Jejich výzkumem se zabývá věda zvaná algologie. Fosilie nám dokládají tzv. věk sinic datovaný před 2,5-0,6 miliardami let. V tomto období se dostalo díky vzniku tzv. oxygení fotosyntézy velké množství kyslíku do atmosféry. Sinice jsou primitivní jednobuněčné organismy, jejichž tělo tvoří prokaryotní buňka. Jejich nejbližšími příbuznými jsou bakterie vyznačující se také prokaryotní buňkou. Název vznikl ze slova siný tedy modrý, čímž poukazuje na modrozelenou barvu sinic. Velikost sinic se pohybuje v řádu mikrometrů. Sinice vytváří oboustranně prospěšné symbiotické vztahy nejen s houbami ale také s játrovkami, hlevíky, kapradinami, nahosemennými a krytosemennými rostlinami. V symbióze s houbami tvoří sinice i řasy fykobiont lišejníku. Řasy se vyznačují složitější eukaryotní buňkou. Jedná se o skupinu nesourodých organismů bez společného předka. Velikost řas se pohybuje od několika mikrometrů po desítky decimetrů.

Sinice a řasy tvoří součást vodního ekosystému, kde jsou důležitými producenty. Svým výskytem ovlivňují nejen výskyt dalších vodních organismů (např. ryb), ale také produktivitu vodní plochy a další využití vody. Například sinice svým nadměrným výskytem negativně mění vlastnosti vody. Převážnou část sinic a řas najdeme v planktonu vodních ploch, který zahrnuje část vodního sloupce blíže hladině kvůli dostupnosti světla.

Ve své bakalářské práci zaměřené na hydrobiologickou tematiku se zabývám převážně sezónní dynamikou sinic a řas. Vybrala jsem si dvě odběrové lokality, které se vyskytují blízko mého bydliště. Jedním z odběrových míst je Dlouhý rybník nacházející se v mém rodném městě Dobruška a druhým Kosořický rybník ležící v nejbližším okolí města. Záměrně jsem vybrala rybník, který je ovlivněn zásahy člověka z důvodu blízkosti cukrovaru, a rybník využívaný pro chov ryb. Snažila jsem se dokázat vliv člověka na procesy v rybníce a složení a sezónní dynamiku sinic a řas. Během odběrů jsem se naučila metodiku pro odběr hydrobiologických vzorků. Při dalším zpracování vzorků jsem si osvojila determinaci řas a sinic a kvantifikaci fytoplanktonu pomocí počítačové komůrky. Výsledná data jsem porovnávala s tzv. PEG modelem U. Sommera (1998). Dále jsem data z odběrových lokalit srovnávala mezi sebou a rozdílů v druhovém složení a početnosti fytoplanktonu ve sledované sezóně pomocí literatury vysvětlila.

Téma jsem si vybrala z důvodu svého zájmu o sinice a řasy jakožto často podceňované primární producenty. Můj pohled na tyto drobné organismy se změnil při prvním bližším seznámení s řasami i sinicemi v rámci předmětu Botanika a základy

mykologie. Zatímco pouhým okem jsou vnímané jako obyčejné primitivní organismy, pod mikroskopem nás zaujmou svými zajímavými komplexy. Druhým důvodem byl zájem o Dlouhý rybník, který je úzce spjat s historií města. Zatímco dříve byl tento rybník veřejně přístupným místem, kde se rybařilo a v zimním období bruslilo, dnes je pro veřejnost nepřístupný. Rybník společně s cukrovarem vytváří jeden oplocený komplex, do kterého je přístup omezen pouze pro zaměstnance cukrovaru. Díky své bakalářské práci jsem mohla rybník nejen spatřit zblízka, ale také zkoumat dynamiku vodního sloupce.

2 Plankton

Plankton zahrnuje společenstvo organismů s různou velikostí, které se vznášejí ve volné vodě. Nejmenší druhy mají několik tisíců milimetrů, zatímco největší jedince dokážeme zahlédnout pouhým okem. Plankton dále dělíme podle typu organismů na viroplankton, bakterioplankton, fytoplankton a zooplankton. Fytoplankton tvoří řasy a sinice. Viroplankton je souhrnný název pro viry přítomné ve vodě. Bakterioplankton, jak už název napovídá, zahrnuje několik tisíců milimetrů velké bakterie. Zooplankton je skupina obsahující živočichy s velikostí od několika setin milimetru po milimetry (ZNACHOR 2015).

3 Fytoplankton

Fytoplankton je společenstvo fotosyntetizujících organismů zahrnující hlavně řasy a sinice (ZNACHOR 2015). Vyskytuje se ve vrstvách stojaté vody zvaných litorál a pelagiál (KOMÁRKOVÁ 2006).

Rybník se prostorově dělí na litorál, pelagiál a profundál (Obrázek 1). Litorál zahrnuje pobřežní pásmo, které v důsledku nízké hloubky nabízí dostatek slunečního záření pro fotosyntézu (DODDS a WHILES 2019). Dále ho můžeme rozdělit na epilitorál (ekoton vodního prostředí a pevniny), supralitorál (okrajovou zónu ovlivněnou výškou a pohybem vody), eulitorál (zónu utvořenou eolickou genezí) a infralitorál (oblast s rostlinami zakořeněnými na dně a vyčnívajícími nad vodní hladinu) (ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ 2007). V pelagiálu se vyskytuje plankton a nekton. Plankton se vznáší ve volné vodě a nekton, kam řadíme vodní ptactvo, ryby, obojživelníci atd., se ve vodě aktivně pohybuje. Prostor dna složeného z usazených sedimentů nazýváme profundál (DODDS a WHILES 2019). Organismy žijící v této zóně se vyznačují značnou adaptací na nedostatek slunečního záření. Jedná se především o konzumenty (měkkýši) a dekompozitory (nitěnky), avšak některé druhy sinic a ruduchy mohou být také adaptovány na nízké osvětlení. V profundálu převládají díky přítomnosti dekompozitorů disimilační procesy nad asimilačními (ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ 2007). Velikost a tvar vodní plochy udává výskyt a rozsah zón. Například rozlehlé pobřeží mělkého jezera nabízí vyšší produktivitu, než je v hlubší stojaté vodě. Vliv na produktivitu má dále mikroklima, konkrétně vítr promíchávající zóny, čímž zajišťuje dostatek živin pro organismy (DODDS a WHILES 2019).



Obrázek 1: Prostorové členění ekosystému (RAJCHARD A BALOUNOVÁ 1996)

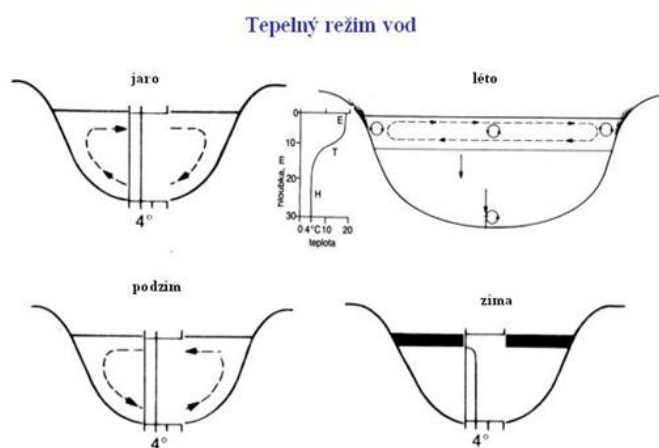
Fytoplankton lze rozdělit na pohyblivý a nepohyblivý. Pohyblivé druhy využívají k pohybu ve vodě například bičíky (krásnoočka). Nepohyblivé druhy se volně vznášejí ve vodním sloupci a pro změnu své polohy některé druhy používají aerotopy (váčky vyplněné plynem) nebo vytvářejí sliz (např. krásivky). Některé nepohyblivé druhy planktonu vykazují tvarové nebo velikostní adaptace, které snižují hmotnost a tím zpomalují pokles jedince ke dnu. Například rod *Ceratium* vytváří výběžky, které napomáhají zvětšit povrch. Na rychlost poklesu ke dnu vodní plochy má vliv fyziologický stav a stáří. Starší a umírající jedinci klesají ke dnu rychleji (POULÍČKOVÁ 2011).

Fytoplankton tvoří základ potravních řetězců vodních společenství. Oxid uhličitý se za využití slunečního záření přeměňuje na organické látky a ukládá v buňkách (POULÍČKOVÁ 2011). Jako primární producent produkuje v důsledku fotosyntézy kyslík, který dále využívají další vodní organismy (KOMÁRKOVÁ 2006). Po odumření fytoplanktonu se organické látky mikrobiálně rozkládají nebo se stávají usazeninami dosedajícími na dno vodní plochy, kde může postupně dojít také k jejich rozkladu. V návaznosti na množství a složení fytoplanktonu se mění také obsah živin ve vodě (ZNACHOR 2015).

3.1 Dynamika fytoplanktonu

V průběhu roku dochází k vertikální stratifikaci stojatých vod založené na rozdílné hustotě vody a různé intenzitě dopadajícího světla (DODDS a WHILES 2019), na kterou fytoplankton svým druhovým složením a početností reaguje. V rybníce vznikají 3 zóny: epilimnion, metalimnion a hypolimnion. Epilimnion, který se nachází u hladiny vody, se mění vlivem denních teplotních změn a činnosti větru. Metalimnion, vrstva odběru vzorků,

odděluje epilimnetickou a hypolimnetickou vrstvu (KOMÁRKOVÁ 2006). Hypolimnion, který se vyznačuje konstantní teplotou, leží na dně rybníka (DODDS a WHILES 2019). Na jaře a na podzim dochází k cirkulaci celého objemu vlivem teplotních změn a proudění větru (PITTER 2009) (Obrázek 2). V letním období se epilimnetická vrstva v důsledku stoupající okolní teploty ohřívá. Teplá voda s nižší hustotou se drží při povrchu, a naopak studená voda s vyšší hustotou klesá ke dnu. Dále dochází k vytvoření metalimnia také nazývaného tzv. skočná vrstva, který brání celkové cirkulaci vody v rybníce (PITTER 2009). Důsledkem toho se voda z hypolimnia nemíchá s vodou z epilimnia. V zimním období teplejší voda hladiny klesá a vytlačuje chladnější vodu, která je na dně stojaté vody (FORMAN a GODRON 1993). Nejchladnější vrstvou se tak stává epilimnion. Voda s teplotou 3,9 °C má vyšší hustotu a drží se u dna, zatímco voda s nižší hustotou stoupá na povrch a zamrzá. Doba pokrytí rybníka ledem je závislá na lokalitě a přírodních podmínkách (DODDS a WHILES 2019)



Obrázek 2: Tepelný režim vodní plochy (ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ 2007)

Složení fytoplanktonu se v průběhu roku mění dle dynamiky vodního sloupce. Fytoplankton dosahuje během roku dvou vrcholů: jarního a podzimního. Na dynamiku má vliv míchání vodního sloupce, obsah živin, predáční tlak zooplanktonu i samotné složení fytoplanktonu (WINDER a CLOERN 2010). V zimním období je v důsledku nedostatečného slunečního záření malé množství fytoplanktonu. Na jaře se koncentrace fytoplanktonu zvyšují díky zvětšujícímu se slunečnímu záření a jarní cirkulaci vody, která nastává v okamžiku, kdy se teplota ve vodním sloupci vyrovnává a přináší živiny do celého sloupce vody. V tomto období je fytoplankton složen hlavně z rozsivek, zelených řas, skrytěnek a zlativek. Na růst množství fytoplanktonu reaguje zooplankton svým namnožením (SOMMER et al. 1986). Zooplankton se fytoplanktonem živí, čímž reguluje

jeho množství (FORMAN a GODRON 1993). K následnému poklesu fytoplanktonu dochází v důsledku vyžírání namnoženého zooplanktonu (převážně velkých druhů perlooček) a/nebo vyčerpání živin, čímž vzniká tzv. období čiré vody (clear water). Zvýšené množství zooplanktonu je zredukováno konzumací planktonožravých ryb, jsou-li přítomny. Po období čiré vody nastává období s opětovným rozvojem fytoplanktonu, který nyní tvoří obrněnky, zelené řasy, rozsivky a sinice (SOMMER et al. 1986). K letní nadprodukcí fytoplanktonu, nazývané vodní květ, přispívá dostatek slunečního záření a živin (KOMÁRKOVÁ 2006). V tomto období je fytoplankton tvořen převážně sinicemi. Živiny se k vodní hladině dostávají s chladnější vodou stoupající vlivem působení větru do horních vrstev vodního ekosystému, není-li vrstva epilimnia a hypolimnia rozdělena dostatečně vysokým metalimniem. Dalším zdrojem živin často bývají přítoky, které do rybníka přivádí vodu z polí nebo nedokonale vyčištěnou odpadní vodu. Následně jsou živiny využity fytoplanktonem, který se začne exponenciálně množit (FORMAN a GODRON 1993). Tato skutečnost má negativní vliv na celý vodní ekosystém. Vodní květ například snižuje biodiverzitu planktonu (ZNACHOR 2015). Ve dne fytoplankton kyslík v důsledku procesu fotosyntézy produkuje, přičemž může dojít až k přesycení vody kyslíkem. Naopak v noci kyslík respirací spotřebovává. V důsledku snížení obsahu kyslíku respirací a mikrobiálním rozkladem odumřelých sinic může docházet až k úhynu ryb (POULÍČKOVÁ 2011). Dalšími dopady převážně na lidskou populaci jsou změny pachových a chuťových vlastností pitné vody upravené z vody s nadprodukcí fytoplanktonu a omezení rekreace v letních měsících. V důsledku zvýšené koncentrace fytoplanktonu v letním období často dochází v rekreačních oblastech k zákazu koupání. Důvodem omezení jsou toxiny produkované některými druhy sinic (KOMÁRKOVÁ 2006).

V důsledku globální změny klimatu se načasování nástupu vodního květu v průběhu let mění. Jarní nadprodukce fytoplanktonu může nastat dříve stejně jako následný pokles způsobený rychlejším růstem zooplanktonu v teplejší vodě (WINDER a CLOERN 2010).

3.1.1 PEG model

PEG model popisuje sezónní dynamiku fytoplanktonu a zooplanktonu (SOMMER et al. 1986). Popisuje obecný mechanismus založený na předvídatelných důsledcích předchozích událostí. Data počítají s tlakem zooplanktonu na fytoplankton a trofickým druhem jezera (eutrofní, oligotrofní). Vychází z dlouholetých výzkumů různých druhů jezer, rybníků a nádrží. Složení fytoplanktonu je velice variabilní v závislosti na trofické úrovni a hydrologickém stavu stojaté vody (SOMMER et al. 1986, SOMMER et al. 2012).

Ulrich Sommer ve svém článku *The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters* (1998) dále uvádí následujících 24 bodů popisujících dynamiku organismů ve sladkovodních společenstvích:

1. Koncem zimy má zvyšující se množství živin a dostatek slunečních paprsků pozitivní vliv na růst fytoplanktonu. Ve vodě rostou především skrytěnky a malé rozsivky.
2. Společenství skrytěnek a rozsivek se stává potravou herbivorních druhů zooplanktonu, kteří se probouzí z klidové fáze. V důsledku dostatku potravy se zooplankton rychle množí a mnohonásobně zvyšuje svou početnost v rybníce.
3. Jako první se zvyšuje množství rychle rostoucích druhů zooplanktonu následované druhy, které rostou pomaleji.
4. Populace zooplanktonních druhů se exponenciálně zvyšují, dokud nedosáhnou hustoty, která sníží počet fytoplanktonních druhů.
5. V důsledku spásání býložravými druhy zooplanktonu se populace fytoplanktonu rapidně snižují. V tu chvíli nastává fáze tzv. čiré vody, která přetrvává, dokud se ve vodě nevyvinou nepoživatelné druhy řas. V této fázi se mohou živiny ve vodě hromadit, protože nedochází ke spásání, které živiny zapojuje do cyklu.
6. Býložravý zooplankton se stává potravou, a tak se jeho biomasa snižuje.
7. Predace rybami snižuje populace zooplanktonu na nejnižší úroveň. Zároveň dochází k trendu zmenšování velikosti těla korýšů.
8. Snížený tlak zooplanktonu a vysoká koncentrace živin způsobí vzrůst fytoplanktonu. Fytoplankton tvoří funkční komplex s velkou biodiverzitou, kdy jsou malé druhy konzumovány filtrátory a velké druhy potlačovány specialisty (dravci nebo parazity).
9. Na začátku jsou hojné skrytěnky a kolonie zelených řas, které spotřebovávají fosfor na nedetekovatelné koncentrace.
10. Herbivorní zooplankton udržuje rovnováhu koncentrace živin, která omezuje růst řas.
11. Kompetice o fosfát způsobuje nahrazení zelených řas velkými rozsivkami, které jsou zooplanktonem konzumovány pouze částečně.
12. V důsledku vyčerpání křemíku jsou rozsivky nahrazeny velkými obrněnkami nebo sinicemi.

13. Vlivem snižující se koncentrace dusíku se ve vodě objevují druhy vláknitých sinic vázající dusík.
14. Populace větších korýšů jsou vystřídány menšími druhy a vířníky, jejichž úmrtnost vlivem predace rybami není tak vysoká. Jejich generační doba je kratší než u větších druhů.
15. Na herbivorní druhy působí tlak predace rybami a potravní specializace, která se vlivem vzrůstající biodiverzity zvyšuje.
16. Množství zooplanktonu a jeho druhová biodiverzita se v průběhu letního období mění v důsledku měnící se teploty.
17. Podmínky prostředí se mění, přičemž se například zvětšuje hloubka vody promíchávaná větrem. Vlivem promíchávání se k hladině dostává více živin.
18. Po snižování biomasy řas se začínají objevovat velké mnohobuněčné a vláknité řasy. Mezi nimi jsou ale i jednobuněčné rozsivky, jejichž význam se s příchodem podzimu zvyšuje.
19. Toto společenstvo řas je pro predátory špatně požitelné, avšak vyvíjí se i biomasa malých řas, které zooplankton konzumuje.
20. Tato změna složení fytoplanktonu společně se snižujícím se tlakem ryb způsobuje na podzim zvýšení biomasy zooplanktonu na maximální úroveň. Mění se také druhové složení zooplanktonu, který nyní zahrnuje větší druhy.
21. Snižující se množství slunečního záření vede k nižší až negativní čisté primární produkci. Biomasa fytoplanktonu se snižuje na zimní minimum.
22. Biomasa herbivorů se snižuje vlivem pomalého rozmnožování, které je dáno nedostatkem potravy a snižující se teplotou.
23. Některé druhy zooplanktonu na zimní období přechází do klidového stádia. Jiné druhy se v klidové formy změnily již dřív.
24. Pro zimní období je typické probuzení některých cyklopidních druhů z diapauzy a udržení zimní populace zooplanktonu.

3.2 Eutrofizace vody

Eutrofizace vod (nutrient pollution) vzniká v důsledku obohacování lokalit o živiny, hlavně o dusík a fosfor (JELÍNEK a ZICHÁČEK 2014). Pro řasy je využitelný reaktivní fosfor, který prochází jejich metabolismem a v našich podmínkách je často limitující živinou. Sinice limituje také hlavně koncentrace fosforu, protože dusík si dokáže fixovat z jeho plynné formy (POULÍČKOVÁ 2011). Další důležitou živinou obsaženou ve vodě je křemík, který ke svému růstu využívají rozsivky (PITTER 2009), ale také zlativky. Rozsivky

ho absorbují ve formě monomeru kyseliny křemičité a do svých schránek ukládají jako polymer (POULÍČKOVÁ 2011). V důsledku zvýšeného množství živin se mohou přemnožit sinice a řasy. Během mikrobiálního rozkladu mrtvých těl fytoplanktonu dochází k odčerpání rozpuštěného kyslíku ve vodě. V místech s nedostatkem kyslíku nebo v anaerobních podmínkách dochází k hnilobnému rozkladu a vzniká sulfan a amoniak (JELÍNEK a ZICHÁČEK 2014). Pro určení stupně eutrofizace se jako determinanty používají koncentrace fosforu a koncentrace chlorofylu-a. Dalšími indikátory eutrofizace mohou být průhlednost vody a koncentrace kyslíku.

Eutrofizace může být dělena dle vzniku na přirozenou a antropogenní. Přirozená eutrofizace vzniká vlivem obsahu fosforu a dusíku původem z půdy a dna vodní plochy (PITTER 2009). Do vody se živiny dostávají vymýváním podloží nebo zvětráváním skal (POULÍČKOVÁ 2011). Antropogenní eutrofizaci, jak už název napovídá, způsobil vliv člověka. V důsledku vypouštění splaškových vod, nadměrného používání hnojiv v zemědělství, též jako spad z atmosféry se ve vodách zvyšují koncentrace živin a tím se podporuje tvorba vodního květu (PITTER 2009). Součástí biomasy vodního květu jsou i stárnoucí a odumírající buňky. K této nadprodukcí sinic většinou dochází při teplotě nad 20 °C. Eutrofizaci podléhají především mělké vodní plochy (POULÍČKOVÁ 2011).

4 Sinice (Cyanobacteria)

Sinice jsou prokaryotní organismy, které patří mezi bakterie (JELÍNEK a ZICHÁČEK 2014). Díky průměru buňky, který se pohybuje od 1 μm do několika desítek μm , je můžeme pozorovat ve světelném mikroskopu. Kolonie sinic jsou často viditelné i pouhým okem. Mohou mít jednoduché tvary nebo vytvářet složité komplexy (DODDS a WHILES 2019). Jejich tělo tvoří kokální nebo trichální stélka (POULÍČKOVÁ et al. 2015). Kolem jaderné hmoty leží tylakoidy, které byly vytvořeny vychlípáním a zaškrčením buněčné membrány. Tylakoidy obsahují chlorofyl-a. Dále mají sinice proteidová barviva, mezi která patří fykocyan a fykoerytrin, a β -karoten (JELÍNEK a ZICHÁČEK 2014). Díky jejich schopnosti absorbovat světlo a spolupracovat s chlorofylem-a mohou žít sinice v hlubších vrstvách vodního sloupce za stálého procesu fotosyntézy (DODDS a WHILES 2019). Typickým znakem je rozmístění těchto pigmentů souhrnně zvaných fykobiliny po celém protoplastu. Buňky nechrání jen buněčná stěna, ale u některých druhů také mohutná slizová vrstva (POULÍČKOVÁ et al. 2015).

Sinice dělíme na jednobuněčné a vláknité. Jednobuněčné sinice po nepohlavním rozmnožení nazývaném dělení mohou pojit slizové obaly. Vlákňité sinice se dělí pomocí několika buněčných vláken zvaných hormogonia. Jejich typickým znakem je pochva, kde leží v řadě uloženy buňky, a u některých druhů heterocysty. Heterocysty se od ostatních buněk liší tvarem (JELÍNEK a ZICHÁČEK 2014), přičemž jsou jejich stěny značně ztloustnuté. Vyznačují se schopností vázat vzdušný dusík. Energeticky náročná fixace dusíku probíhá za anaerobních podmínek (POULÍČKOVÁ 2011). Pomocí enzymu nitrogenázy se vzdušný dusík mění na amoniak, který je ve formě glutaminu přenesen do okolních buněk. Ve vodě buňky některých druhů sinic nadnáší tzv. aerotopy viditelné pod světelným mikroskopem (POULÍČKOVÁ et al. 2015). Aerotopy mají tvar mnohostěnu. Stěny propustné pro rozpuštěné plyny tvoří glykoproteiny. Výskyt heterocyst, aerotopů a pigmentu v buňkách činí sinice konkurenceschopnější než jsou zelené řasy (KOBOS et al. 2013). Za nepříznivých podmínek sinice tvoří klidové stádium tzv. akinetu, která vznikne spojením vegetativních buněk (JELÍNEK a ZICHÁČEK 2014).

Některé druhy sinic žijící ve sladké vodě produkují látky s neurotoxickými, hepatotoxickými, dermatologickými nebo cytotoxickými účinky (KOBOS et al. 2013). Toxiny mohou způsobit onemocnění lidí (například dermatitidy) při koupání ve vodě s vodním květem (DODDS a WHILES 2019). Častými toxiny produkovanými sladkovodními druhy sinic jsou neurotoxiny anatoxin-a, anatoxin-a(s) homoanatoxin-a a saxitoxin, hepatotoxin mikrocystin a dermatotoxiny lyngbyatoxin, aplysiatoxin a debromoaplysiatoxin (KOBOS et al. 2013). Neurotoxiny působí velmi rychle, v důsledku čehož často dochází k rychlému úhynu domestikovaného zvířete po napojení z kontaminované vody (DODDS a WHILES 2019). Neurotoxin anatoxin-a vyrábí rody *Dolichospermum*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermum*, *Oscillatoria*, *Phormidium* a *Planktothrix* (KOBOS et al. 2013). Hepatotoxiny poškozují strukturu jater a mohou zvyšovat riziko vzniku jaterní rakoviny (DODDS a WHILES 2019). Ve sladkovodním prostředí běžný hepatotoxin mikrocystin (MCs) produkují rody *Microcystis*, *Dolichospermum* a *Planktothrix*. Mikrocystiny byly ale také detekovány u rodu *Pseudanabaena*, *Nostoc*, *Phormidium*, *Synechocystis*, *Radiocystis*, atd. (KOBOS et al. 2013). Světová zdravotnická organizace (WHO) stanovila maximální koncentraci mikrocystinu-LR pro vody určené k rekreaci na $1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Mikrocystiny narušují vývoj ryb a obojživelníků a akumulují se v tělech larev vodního hmyzu. Například je můžeme najít v jepicích, které se vyvinuly ve vodě s vodním květem (DODDS a WHILES 2019). Toxicita vodní plochy závisí převážně na genetické rozmanitosti sinic, zatímco podmínky prostředí mají na produkci

toxinů pouze malý vliv (KOBOS et al. 2013). Určitý vliv na toxicitu vody má množství zooplanktonu ve vodě (DODDS a WHILES 2019). Bylo zjištěno, že během odežírání sinic zooplanktonem může dojít ke zvýšení toxicity (CARMICHAEL 1994). Také bylo pozorováno, že rod *Microcystis* produkuje více toxinů v přítomnosti rodu *Daphnia* (DODDS a WHILES 2019). Určení koncentrací toxinů produkovaných konkrétními druhy není jednoduché, protože každý druh produkuje jiné množství i typy toxinů.

Sinice se vyskytují na různých lokalitách s odlišnými klimatickými podmínkami. Tvoří plankton nebo bentos vodních ekosystémů, ale také je najdeme v půdě. Některé druhy sinic se v důsledku adaptace vyskytují jen v určitém typu lokalit, jiné jsou kosmopolitní (KOBOS et al. 2013). Sinice umí přežít v extrémních podmínkách a to nejen v horkém a naopak chladném prostředí ale také v prostředí s vysokou salinitou (DODDS a WHILES 2019). Významný podíl sinic vykazují především eutrofní vody (SOMMER et al. 1986).

Druhová rozmanitost je velká, celosvětově je popsáno kolem 4 000 druhů sinic a mnohé druhy ještě čekají na objevení. Následuje charakteristika dvou druhů sinic, které byly ve studovaných lokalitách dominantami.

4.1 *Aphanizomenon gracile*

Rovná až mírně zprohýbaná plovoucí vlákna mají sinice rodu *Aphanizomenon gracile*. Buňky jsou válcovité, zřetelně zaškrčené a ke konci vlákna se zaoblují. Šířka buněk je 2-3,5 μm (KAŠTOVSKÝ et al. 2018a). Druh je znám produkcí toxických látek zvaných saxitoxiny (KOBOS et al. 2013). Vyskytuje se ve stojatých vodních nádržích (KAŠTOVSKÝ et al. 2018a). Rod *Aphanizomenon* má společně s dalšími (*Nostoc*, *Cylindrospermopsis*) tendenci osidlovat nové regiony v důsledku globálního oteplování a změn v obsahu živin ve vodních ekosystémech (KOBOS et al. 2013).

4.2 *Merismopedia tenuissima*

Merismopedia tenuissima vytváří kolonie složené z mikroskopických kulovitých buněk velikosti 0,4-1,6 μm . Kolonií nazýváme šestnáct a více buněk nahloučených blízko u sebe. Sinice se velmi hojně vyskytuje v eutrofních a silně hnojených vodách (KAŠTOVSKÝ et al. 2018a).

5 Řasy (Algae)

Řasy jsou širokou skupinou organismů, která díky obsahu chlorofylu-a koná fotosyntézu (DODDS a WHILES 2019). Jejich metabolismus pracuje rychle a generační

doba mezi nástupem nové generace je krátká (POULÍČKOVÁ 2011). Rozmnožují se pohlavně nebo nepohlavně. Při nepohlavním rozmnožení dělení vznikají dvě dceřiné buňky z jedné buňky mateřské. Vícenásobným dělením vznikají spory, které mohou být buď pohyblivé (zoospory), nebo nepohyblivé (autospory). U některých druhů řas dochází ke střídání sporofytu a gametofytu (POULÍČKOVÁ et al. 2015).

Vliv na délku vláken nebo fragmentaci kolonií můžou mít pohyby vody, konkrétně promíchávání zón vodního sloupce. Přítomnost řas ve vodě ovlivňuje například množství rozpuštěných látek, jejichž faktory výskytu jsou geologie, klima, topologie, biota a čas (POULÍČKOVÁ 2011).

Konzumenty řas bývají především prvoci, vířníci a korýši. Řasami se dále živí například i okružák ploský (*Planorbarius corneus*), bahenka živorodá (*Viviparus contectus*) a plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*) (STODOLA a VANĚK 1987). Jako ochranu před predátory mají různé výběžky a ostny, anebo se shlukují do kolonií. Bičíkovci vlastní vymrštitelná tělíska zvaná trichocysty a diskobolocysty, zatímco obrněnky světélkují (POULÍČKOVÁ 2011).

Řasy se využívají k tvorbě potravinových doplňků, gelů, žvýkaček nebo stabilizátorů (POULÍČKOVÁ et al. 2015). Dále se řasy přidávají do odpadních vod, aby zredukovaly obsah živin (DODDS a WHILES 2019). Pro ekologii jsou důležitými indikátory stavu vody, kdy značí např. výskyt organických látek, vysoké koncentrace železa nebo velkého množství živin (POULÍČKOVÁ et al. 2015).

Existuje velká druhová diverzita řas. Většina druhů řas se vyskytuje ve vodním prostředí. Ve vybraných lokalitách byly sledovány dominantní druhy *Euglenaria clavata* (Krásnoočka), *Ceratium hirundinella* (Obrněnky), rod *Aulacoseira* (rozsivky), *Nitzschia acicularis* (rozsivky), rod *Cryptomonas* (skrytěnky), *Demodesmus communis* (zelené řasy), *Nephrochlamys subsolitaria* (zelené řasy) a *Tetradesmus acuminatus* (zelené řasy). U jednotlivých skupin řas je uvedena charakteristika druhů, které byly ve studovaných vzorcích dominantní.

5.1 Krásnoočka (Euglenophyta)

Název skupiny krásnoočka je odvozen od světločivné skvrny, která určuje směr pohybu buňky za světlem (fototaxi). Jejich jednobuněčné tělo se pohybuje pomocí bičíku. Tělo kryté elasticou proteinovou membránou obsahuje mnoho chloroplastů (DODDS a WHILES 2019). Zásobní látkou krásnooček je paramylon ležící v paramylových zrnech

(POULÍČKOVÁ et al. 2015). Krásnoočka se živí převážně mixotrofně, protože pomocí osmózy přijímají i organické látky (vitamíny) (POULÍČKOVÁ 2011). Součástí bentosu jsou krásnoočka živící se fagocytózou. Konzumují bakterie, které se živí odumřelými organismy, a detrit. Rozmnožují se pouze nepohlavně prostým dělením. Po rozmnožení odvrhnou bičíky a vytvoří slizem chráněnou skupinu. Tomuto procesu se říká palmeloidní stádium (POULÍČKOVÁ et al. 2015). Krásnoočka jsou hojná převážně v organicky znečištěných vodách jako jsou stojaté vody s výskytem vodního ptactva (POULÍČKOVÁ et al. 2015). Také se často vyskytují v eutrofních vodách (DODDS a WHILES 2019).

5.1.1 *Euglenaria clavata*

Buňky druhu *Euglenaria clavata* o velikosti 40-72 μm mají vřetenovitý tvar, avšak během pohybu se protahují do kyjovitého tvaru. Anteriorní konec je zaoblený a posteriorní konec vybíhá do výběžku. Druh je součástí planktonu rybníků a najdeme ho i na rašeliništích (KAŠTOVSKÝ et al. 2018b).

5.2 Obrněnky (Dinophyta)

Jednobuněčné obrněnky mají zpravidla dva bičíky (DODDS a WHILES 2019). Pomocí bičíků umístěných po stranách buňky konají rychlý pohyb. Typickým znakem obrněnek je pancíř (tvořen celulózními destičkami) v některých případech opatřen výběžky. Také mají stigmdu a velké jádro (dinokaryon). Přídatným barvivem obrněnek je peridinin a zásobní látkou škrob (POULÍČKOVÁ et al. 2015). Obrněnky jsou dle způsobu výživy řazeny mezi fagotrofy. Fagocytózou přijímají částice, které uvnitř buňky rozkládají (POULÍČKOVÁ 2011). Některé druhy požírají malé řasy a následně využívají jako chloroplasty (DODDS a WHILES 2019). Rozmnožují se nepohlavně dělením nebo pomocí zoospor i pohlavně pomocí splývání gamet (POULÍČKOVÁ et al. 2015). Většina druhů žije v mořích a produkuje toxiny. Také se vyskytují v rybnících, jezerech, mokřadech a příležitostně v řekách (DODDS a WHILES 2019).

5.2.1 *Ceratium hirundinella*

Obrněnky druhu *Ceratium hirundinella* mají dorzoventrálně zploštělé vřetenovité buňky. Epitéka vybíhá do jednoho rohu, zatímco hypotéka do tří rohů. V buňce najdeme oválné chloroplasty a červená tělíska (KAŠTOVSKÝ et al. 2018b). Tento druh je nejběžnějším planktonním druhem. Vyskytuje se v oligotrofních až eutrofních stojatých vodách (KAŠTOVSKÝ et al. 2018b).

5.3 Rozsivky

Nejpočetnějšími vodními eukaryotickými organismy jsou rozsivky, které se vyskytují samostatně nebo v koloniích. Jejich hlavním znakem je skulpturovaná schránka obsahující silice zvaná frustula (DODDS a WHILES 2019). Rozděluje se na dvě části: krabici a víko, které do sebe zapadají (POULÍČKOVÁ et al. 2015). Schránky mohou být uspořádané do řetězců složených z několika buněk. Ve vodě se nerozpustí, a tak se ukládají v sedimentech po mnoho let (DODDS a WHILES 2019). Buňky rozsivek mají uvnitř schránek olivové chloroplasty a přídatné barvivo fukoxantin. Jako zásobní látku využívají chrysolaminaran a olej. Dle tvaru se dělí na penátní (podlouhlé) a centrické (kulovité). Penátní rozsivky se od centrických liší také počtem chloroplastů (POULÍČKOVÁ et al. 2015). Vzhledem k výskytu bývají druhy centrických rozsivek převážně součástí fytoplanktonu, zatímco penátní rozsivky často pozorujeme v bentosu (DODDS a WHILES 2019). Určení druhu je možné při svrchním nebo spodním pohledu na misku. Správného určení můžeme docílit vytvořením trvalých preparátů, kde zůstane pouze schránka a živý obsah zanikne. Rozmnožují se nepohlavně prostým dělením i pohlavně (POULÍČKOVÁ et al. 2015).

Rozsivky se využívají v mnoha odvětvích. V ekologii napomáhají určit kvalitu vody, v průmyslu se ze schránek vyrábí izolační materiál, filtrace nebo dynamit (POULÍČKOVÁ et al. 2015). Pomocí schránek rozsivek se ve forenzní medicíně určuje čas a místo smrti oběti. Paleolimnologie využívá záznam o historii ekosystémů, který zanechávají rozsivky akumulací svých křemičitých schránek v sedimentu. Změny ve složení rozsivek v různých obdobích historie dokládají vliv klimatu, obsahu živin a chemického složení vody. Ze vzorků sedimentu se také může stanovit dominantní druh v určitém historickém období (DODDS a WHILES 2019).

5.3.1 *Aulacoseira*

Centrické rozsivky rodu *Aulacoseira* mají válcovité buňky ve vláknech. Velikost buněk se dle druhu pohybuje od 3,5 do 18 μm (KAŠTOVSKÝ et al. 2018a). Chloroplasty svým tvarem připomínají disky (POULÍČKOVÁ et al. 2015). Na okraji buněk se nachází trny (KAŠTOVSKÝ et al. 2018a).

5.3.2 *Nitzschia acicularis*

Penátní rozsivky druhu *Nitzschia acicularis* mají lineární tvar se zúženými konci. Výška buněk se mění od 30 do 150 μm . Vůči vodnímu znečištění je druh tolerantní. Vyskytuje se jednotlivě v alkalických vodách (KAŠTOVSKÝ et al. 2018a).

5.4 Skrytěnky (Cryptophyta)

Skrytěnky mají dva bičíky umístěné subapikálně, podélné chloroplasty a tenkou buněčnou stěnu (POULÍČKOVÁ et al. 2015). Delší bičík zvlněným pohybem napomáhá pohybu buňky, zatímco kratší pevnější bičík pozorujeme během klidu jedince. Tvar buněk je většinou kulovitý, ale může se změnit během dělení buněk (SANTORE 1984). Skrytěnky mají olivově hnědou, červenou nebo modro-zelenou barvu. Jejich přídatným barvivem je fykocyanin a fykoerytrin. Jako zásobní látku využívají škrob uložený ve škrobových zrnech (POULÍČKOVÁ et al. 2015). Živí se autotrofně i heterotrofně. U některých druhů byla sledována mixotrofní a fagotrofní výživa. Rozmnožují se pohlavně i nepohlavně (dělení) (POULÍČKOVÁ et al. 2015). Skrytěnky mají schopnost odolávat chladu, a tak se vyskytují v hlubokých a chladných vodních ekosystémech. Jejich růst je ve vodě s teplotou vyšší než 20 °C značně zpomalený.

5.4.1 *Cryptomonas*

Rod *Cryptomonas* se vyznačuje obvejčitými, dorzoventrálně zploštělými buňkami s jedním až dvěma chloroplasty a krátkými bičíky. Dalším znakem je periplast s vrstvou fibril. Nejmenší druhy dosahují výšky 12 μm, zatímco největší až 80 μm (KAŠTOVSKÝ et al. 2018b). Můžeme je pozorovat v chladnějším období, kdy jsou součástí jarního a podzimního fytoplanktonu (POULÍČKOVÁ et al. 2015).

5.5 Zelené řasy (Chlorophyta)

Zelené řasy jsou jednobuněčné koloniální nebo vláknité organismy. Pohyblivé buňky mají velký zelený chloroplast a dva až čtyři apikálně umístěné bičíky. Obsahují pigmenty: chlorofyl a, chlorofyl b, α-karoten a β-karoten. Kolonii stejně starých buněk nazýváme cenobium (POULÍČKOVÁ et al. 2015). Rozmnožují se nepohlavně (zoospor, autospor atd.) a pohlavně (POULÍČKOVÁ et al. 2015). Pro produkci energie a odstraňování živin z odpadních látek jsou vnímány jako významná součást fytoplanktonu. V planktonu a bentosu jezer pozorujeme častěji jednobuněčné druhy zatímco v řekách a pobřeží jezer obohacených živinami vláknité druhy (DODDS a WHILES 2019). Vláknité řasy dokáží díky alelopatickým látkám ve vodě dominovat (ADÁMEK et al. 2010).

5.5.1 *Desmodesmus communis*

Rod *Desmodesmus* se vyznačuje oválnými buňkami o velikosti 9 až 35 μm tvořícími lineární cenobium (KAŠTOVSKÝ et al. 2018b). Každá buňka se může stát první buňkou nového cenobia (POULÍČKOVÁ et al. 2015). *Desmodesmus communis* vytváří dvou až osmi

buněčná cenobia se silnými okrajovými ostny. Vyskytuje se hojně v eutrofních vodách. (KAŠTOVSKÝ et al. 2018b)

5.5.2 *Nephrochlamys subsolitaria*

Buňky zelených řas druhu *Nephrochlamys subsolitaria* se vyskytují jednotlivě i v čtyřčetných koloniích obalených slizem. Stočené buňky velké 4 až 4,5 μm obsahují chloroplast, který celou buňku vyplňuje. Druh je běžným zástupcem slabě eutrofních vodních ploch (KAŠTOVSKÝ et al. 2018b).

5.5.3 *Tetradesmus acuminatus*

Druh *Tetradesmus acuminatus* je druhem zelené řasy, jejíž buňky o velikosti 10 až 30 μm mají vřetenovitý tvar se špičatými konci. Několik buněk, přičemž vnější bývají zahnuté do oblouku, tvoří cenobium. Výskyt je hojný v eutrofních a hypertrofních rybnících a nádržích (KAŠTOVSKÝ et al. 2018b).

6 Charakteristika území

Území Dobrovicka, kde se studované rybníky nachází, leží na severu Středočeského kraje nedaleko města Mladá Boleslav (Obrázek 3).



Obrázek 3: Fyzická mapa s lokalitu odběrů označenou křížkem (MAPY.CZ 2022)

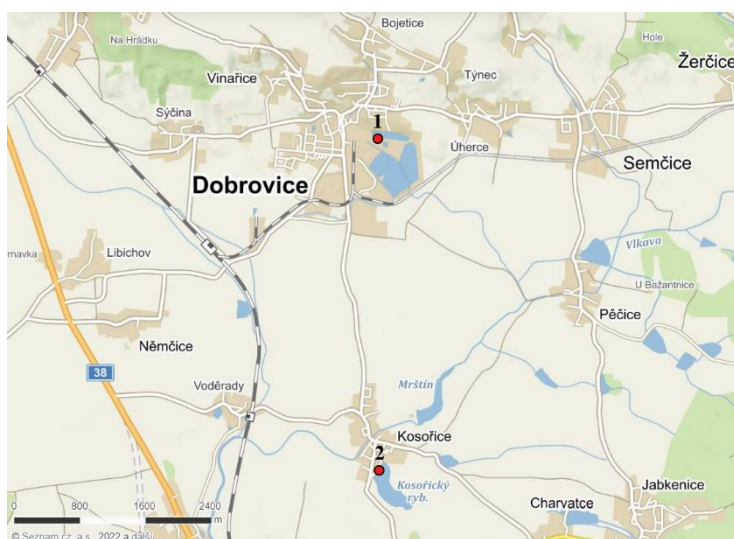
Z pedologického pohledu je zde značný výskyt černozemí využívaných k zemědělské činnosti (ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA 2022c). Kromě černozemí zde najdeme i hydromorfní černice lišící se od černozemě vyšším obsahem humusu a skvrnitostí (ÚVT, s.r.o. a BENETA.cz, s.r.o. 2004).

Geologické podloží Dobrovicka tvoří převážně písky a štěrky vzniklé fluvialní činností (SLÁDEČEK 2013). Vlivem marinní geneze zde také najdeme vápenaté jílovce,

slínovce a prachovce (ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA 2022a). Území z jedné strany ohraničuje kopec Chlum, jehož poklesem v dobách dávno minulých vznikla Domousnická průrva. Průrvou protékala řeka od hradu Kost k obci Domousnice, která na vybraném území meandrovala, v důsledku čehož vzniklo mnoho rybníků. Později nad Domousnicemi řeka vytvořila hráz lemující nově vzniklé velké jezero. Vlivem této události přestala na území Dobrovicka proudit voda, která by zavodňovala rybníky. Část rybníků zanikla a část existuje dodnes díky zavodňování řekou Vlkava a činností srážek (SLÁDEČEK 2013).

6.1 Dlouhý rybník

Dlouhý rybník, nazýván též rybník Herždán, je součástí komplexu cukrovaru Tereos TTD Dobrovice (Obrázek 4 a Obrázek 5).



Obrázek 4: Mapa s odběrovými místy označenými čísly 1 a 2 (MAPY.CZ 2022)

Cukrovar byl založen Karlem Weinrichem v roce 1831 na žádost Karla Anselma Thurn-Taxisse v prostorách neobydleného zámku (FRONĚK 2011). Rybník byl uměle vybudován až o několik let později. V současnosti má rybník rozlohu 3,2 ha (ČÚZK 2022).



Obrázek 5: Dlouhý rybník z výšky

Cukrovar rybník využívá převážně v období od září do poloviny února, kdy probíhá cukrovarská kampaň. Na začátku kampaně voda z rybníka odtéká potrubím do závodu, kde se používá k doplnění cukrovarské technologie a chladicího okruhu. Když dojde k velkému poklesu hladiny rybníka, dopouští se rybník z čističky odpadních vod. Čistička je rozdělena na dvě části (anaerobní, aerobní). Na anaerobní část, kde dochází k odbourání chemických látek, navazuje aerobní zajišťující finální dočištění, redukci dusíku a odsazení nerozpuštěných látek.

O rybník se kromě cukrovaru stará sdružení rybářů, které zde nasadilo několik druhů ryb. V rybníce žijí okouni, karasové, štiky, sumci a kapři. Součástí vodního ekosystému jsou také kachny divoké (*Anas platyrhynchos*) sdružující se v blízkosti rybníka.

V blízkosti rybníka se nachází nejen mokřadní rostliny, ale také náletové dřeviny. Na severním břehu rybníka se vyskytuje orobinec úzkolistý (*Typha angustifolia*), rákos obecný (*Phragmites australis*) a na hladině rybníka okřehek menší (*Lemna minor*). Během odběrů jsme procházely okolo dvouzubce trojdílného (*Bidens tripartita*). Celý rybník je lemován vysokými jasany a topoly.

6.2 Kosořický rybník

Kosořický rybník (Obrázek 4 a Obrázek 6), v pramenech uváděn také jako Návesní, je jedním ze starých přírodních rybníků vytvořených výše popsanou řekou. V 18. století byl Kosořický rybník využíván panstvem (SLÁDEČEK 2013).

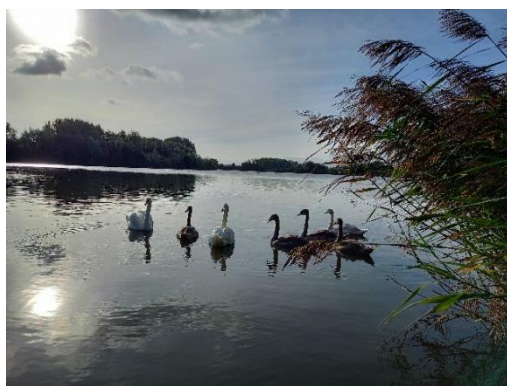
Václav Sládeček o něm ve spisu *Naše Třeboňsko* (1921) psal jako o druhém největším rybníku Dobrovicka s výměrou 17,20 ha (včetně přilehlé louky). V současnosti má rybník rozlohu 12,59 ha (ČÚZK 2022).



Obrázek 6: Pohled na Kosořický rybník z parku

Hlavní zdroj vody pro Kosořický rybník představuje Jabkenický potok (ČESKÁ SPOLEČNOST KRAJINNÝCH INŽENÝRŮ 2019). Rybník obhospodařuje a využívá k intenzivnímu chovu ryb společnost rybářství Chlumec nad Cidlinou a.s., která zde chová převážně kapry. V roce 2012 byla rekonstruována hráz rybníka, vystavěno nové výpustné zařízení a bezpečnostní přeliv firmou AQUEKO, spol. s r. o. Dále tato firma prostor celého rybníka ve stejném roce odbahnula.

Společně s rybami vytváří vodní ekosystém různé druhy vodního ptactva a hmyzu. Na rybníce byly během odběrů pozorovány kachny divoké (*Anas platyrhynchos*), labuť velká (*Cygnus olor*) (Obrázek 7) a různé druhy vážek.



Obrázek 7: Hejno labutí velkých zachycené během odběru vzorků

V okolí rybníka roste plno mokřadních bylin a listnatých stromů. Během odběrů zde byl zpozorován rákos obecný (*Phragmites australis*), sítina rozkladitá (*Juncus effusus*), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), šišák vroubkovaný (*Scutellaria galericulata*) a pryskyřník litý (*Ranunculus sceleratus*). Také se zde nachází náletové dřeviny. Celý rybník ohraničují vzrostlé listnaté stromy, kterými jsou převážně olše a jasany.

7 Metodika

7.1 Metody odběru vzorků

Pro zjištění kvantity a kvality fytoplanktonu v Dlouhém a Kosořickém rybníce (Obrázek 5 a Obrázek 6) byly odebrány vzorky jednou měsíčně v období bez zalednění od dubna do října. První odběr proběhl 22. dubna 2021 a poslední odběr 30. října téhož roku pro Dlouhý rybník a 24. září pro Kosořický rybník. Při posledním říjnovém plánovaném odběru byl Kosořický rybník z důvodu využívání rybníka k chovu ryb vypuštěn. Odběry vzorků se uskutečňovaly vždy přibližně ve stejných dopoledních hodinách.

Chemicko-fyzikální parametry se měřily ve smíšeném vzorku, který se získal z několika odběrů pomocí povrchového vzorkovače Andělova tyč. Voda byla odebrána

z mola rybníka na několika různých místech od hladiny do hloubky 49 cm. Andělova tyč s objemem 0,5 litru se vzala do jedné ruky a celá ponořila do vody. Při stisku rukojeti došlo k uzavření spodního víka a zadržení vody. Poté se vzorkovač vytáhl z vody a vzorek byl otevřením víka přelit do připraveného plastového kanystru. Takto vznikl směsný vzorek, který se používal pro stanovení množství jedinců jednotlivých druhů fytoplanktonu, pro měření základních fyzikálně-chemických parametrů vody na lokalitě a dále pro chemickou analýzu vody v laboratoři.

Vzorky, které sloužily jen ke kvalitativnímu stanovení (druhové složení) fytoplanktonu, se odebíraly planktonní sítí s velikostí ok 20 μm a výpustným kohoutem. Tento druh planktonní sítě zajistil odběr vzorku síťového planktonu se zahuštěným fytoplanktonem. Šňůra planktonní sítě se odmotala z navinovacího zásobníku a s popuštěnými oky podržela v pravé ruce společně s koncem šňůry držícím síťku (Obrázek 8), zatímco levá ruka šňůru přidržovala. Poté došlo k hodů a přiměřeně rychlému stejnoměrnému tahu k sobě (Obrázek 9). Po vytažení planktonní sítě z vody se pomocí výpustného kohoutu fytoplankton převedl do plastové nádoby o objemu 100 ml, ve které se materiál uchoval do jeho zpracování.



Obrázek 8: Příprava na hod planktonní sítě



Obrázek 9: Hod planktonní sítě

Na místě odběru se pomocí Secchiho desky změnila průhlednost vody, ze které lze vypočítat hloubku eufotické vrstvy a také částečně vypovídá o množství fytoplanktonu ve vodě. K měření bylo vybráno zastíněné místo, aby nevznikl negativní vliv odlesku hladiny. Secchiho deska je rozdělena na černá a bílá pole, která napomáhají určit hloubku. Pomocí šňůry s body značícími délku se Secchiho deska pomalu spouštěla do vody (Obrázek 10). Při největší hloubce, kdy došlo k rozpoznání černých a bílých polí ve vodě, se hodnoty zapsaly. Hodnota byla měřena během tahu Secchiho desky zdola nahoru. Celkem se průhlednost měřila dvakrát, přičemž byla stanovena průměrná hodnota.



Obrázek 10: Měření průhlednosti Secchiho deskou

7.2 Zpracování vzorků

7.2.1 Měření fyzikálně-chemických parametrů v místě odběru

Základní fyzikální vlastnosti vody ve směsném vzorku (viz výše) se měřily přímo na lokalitě při každém odběrovém dni pomocí přenosného víceparametrového přístroje WTW Multi 3620 IDS (WTW, Německo). Vzorek se nalil do malé nádoby s širokým hrdlem, aby se do ní mohly ponořit elektrody na měření vodivosti, teploty, pH a O₂. Senzorem pro měření rozpuštěného kyslíku ve vodě se pro správné naměření hodnot muselo pohybovat pomalým krouživým pohybem. Při ustálení hodnot došlo k zápisu (Obrázek 11 a Obrázek 12).



Obrázek 11: Zápis výsledků fyzikálně-chemických parametrů u Dlouhého rybníka



Obrázek 12: Zápis výsledků fyzikálně-chemických parametrů u Kosořického rybníka

7.2.2 Chemická analýza v laboratoři

Z Dlouhého a Kosořického rybníka se při odběrech v dubnu, srpnu a říjnu odebíraly ze směsného vzorku vzorky pro chemickou analýzu vody. Vzorky se v plastových vzorkovnicích o objemu 100 a 500 ml převezly společně se vzorky určenými na pozorování fytoplanktonu v chladicím boxu. Poté byly čerstvé vzorky předány do laboratoře Oddělení environmentální chemie (Ústav pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace),

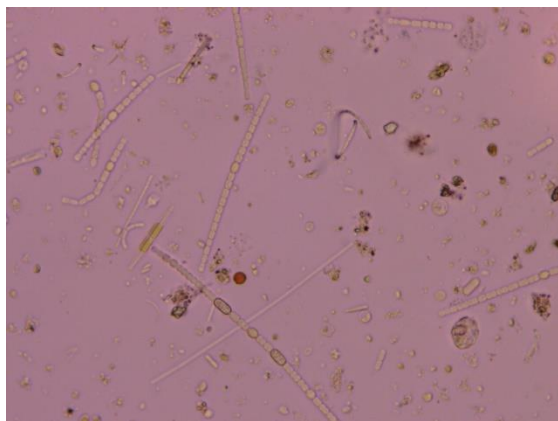
kde došlo ke stanovení hodnot těchto chemických parametrů: množství chloridu, fluoridu, dusičnanů, dusitanů, síranů, fosfátů, celkového organického uhlíku (TOC), beryllia, mědi, chromu, železa, hořčíku, vápníku, sodíku, manganu, hliníku, celkového fosforu, hodnotu pH a vodivosti.

7.3 Příprava preparátů a jejich pozorování

Plastové vzorkovnice o objemu 100 ml s odebranými vzorky pro rozbor fytoplanktonu se převážely v chladicím boxu. K uchování vzorků do doby mikroskopického pozorování se použila chladnička v budově T Technické univerzity v Liberci (ulice Třebízského). Při mikroskopování a určování druhů těsně po odběru zůstávaly vzorky živé, avšak při delší časové odmlce mezi odběrem a zpracováním se vzorky fixovaly. Za celou sezónu byly vzorky čtyřikrát fixovány, protože nebylo možné vzorky ihned po odběru zpracovat. Vzorky byly fixovány pomocí Lugolova roztoku, který se ihned po odběru nalil ke vzorku fytoplanktonu v koncentraci imitující zbarvení středně silného čaje.

Vzorek síťového planktonu byl plastovou Pasteurovou pipetou převeden na podložní sklíčko a překryt krycím sklíčkem. Případná přebytečná voda byla odsáta papírovým ubrouskem. Takto připravené preparáty byly pozorovány pod optickým mikroskopem Optika (B-383PL, Itálie) při zvětšení 10x10 až 100x10. K určení druhů řas a sinic byla použita determinační literatura, konkrétně *Atlas sinic a řas ČR 1 a 2* autora Jana Kaštovského a kol (2018a,b).

K měření jednotlivých buněk za účelem determinace, se využíval software Proview pro mikroskopy Optika. Program byl uložen v počítači a ke spolupráci s mikroskopem docházelo na základě kabelového připojení s mikroskopem. Před prvním pozorováním byl software nakalibrován. Software se využíval nejen k měření organismů, ale také k pořizování snímků přítomného fytoplanktonu (Obrázek 13).



Obrázek 13: Snímek smíšeného vzorku fytoplanktonu

7.4 Počítání organismů ve vzorcích

Před počítáním fytoplanktonu pomocí počítačí komůrky se vzorky musely zakonzentrovat pomocí centrifugy (Eppendorf 5702/R/RH, Německo). Vzorky se převedly do 10 ml zkumavek a zkumavky se na analytických vahách pomocí destilované vody vyvážíly do stejných hodnot a umístily do centrifugy (Obrázek 14 a Obrázek 15). Vzorky byly odstředovány při 2 000 otáčkách/min po dobu 5 minut. Vzorky byly dle hustoty fytoplanktonu zahuštěny na objem 0,1 ml při nižší koncentraci sinic a řas, anebo 0,2 ml při vyšší koncentraci.



Obrázek 14: Centrifuga na zahušťování vzorků



Obrázek 15: Příprava vzorků na mikroskopické pozorování

Vzorky byly po vylití supernatantu a po upravení na vhodný objem (nejčastěji na 0,2 ml) ve zkumavce za pomoci pipety promíchány a přeneseny na Cyrusovu počítačí komůrku s hloubkou 0,1 mm a plochou 100 mm² (Obrázek 16). Po nanesení vzorku se počítačí komůrka přikryla sklíčkem. Počet jedinců byl určen při zvětšení optického mikroskopu 10x10 až 40x10. Před samotným počítáním byly určeny hrany, které budou započítány v případě, že bude jedinec ležet přímo na nich. Tato skutečnost napomáhá odstranit chybu v podobě započítání jednoho jedince dvakrát, případně jeho nezapočítání. Počet sloupců se započítanými poli byl určen podle hustoty organismů ve vzorku tak, aby bylo v každé počítané komůrce napočítáno alespoň 400 jedinců fytoplanktonu. V některém případě to znamenalo počítání jedinců v nízkém počtu sloupců, a naopak při stanovení počtu jedinců v jiném vzorku počítání ve více sloupcích. Dále byly počítané sloupce vybrány tak, aby pravidelně obsáhly celou komůrku (např. dva sloupce z každého kraje a jeden sloupec uprostřed komůrky). Počet jedinců u jednotlivých druhů fytoplanktonu se zaznamenal do protokolu společně s počtem sloupců a objemem vzorku. Většina vzorků, ze kterých byla abundance vypočítána, byla zahuštěna na 0,2 ml. V případě počítání živých jedinců z čerstvého vzorku byl počet jedinců rychle se pohybujících druhů stanoven zvlášť.

Výsledná abundance se vypočítala pomocí vzorce:

$$\text{pro 0,1 ml vzorek: } \left(\frac{1600}{n \times 40} \right) \times a$$

$$\text{pro 0,2 ml vzorek: } \left(\frac{3200}{n \times 40} \right) \times a$$

n.....počet počítaných sloupců

a.....počet napočítaných jedinců v n sloupcích

Číslo 40 ve zmíněném vzorci představuje počet polí v jednom sloupci počítací komůrky. Výsledná hodnota odpovídala počtu jedinců na 1 ml.



Obrázek 16: Cyrusova počítací komůrka

8 Výsledky

Naměřené hodnoty fyzikálně-chemických vlastností vody se po každém odběru zapisovaly do tabulky (Tabulka 1 a Tabulka 4). Stejným způsobem bylo do tabulky zaznamenáno druhové složení fytoplanktonu po každém pozorování vzorku (Tabulka 3 a Tabulka 6).

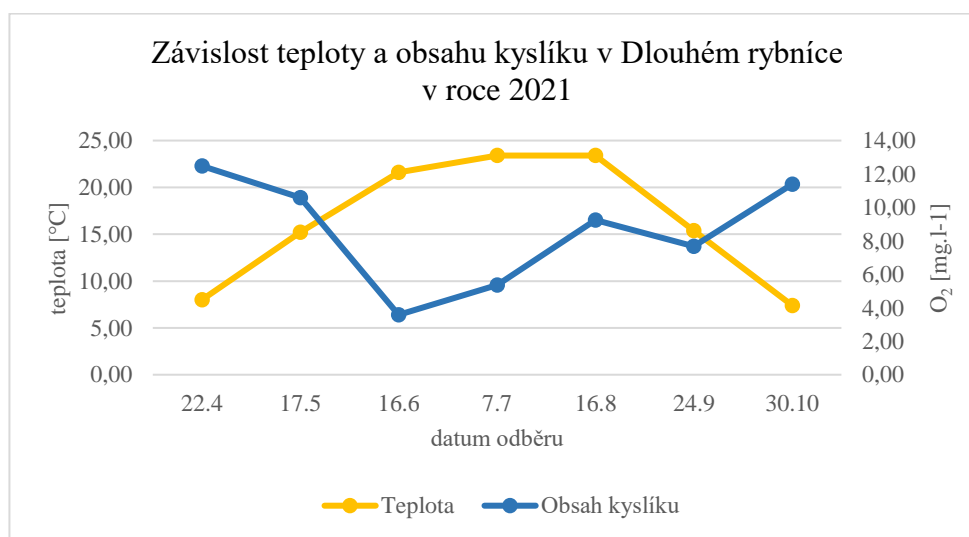
8.1 Dlouhý rybník

Hodnota pH se pohybovala od 8,27 do 9,89, nejvyšší pH bylo naměřeno v květnu, a naopak nejnižší v červnu (Tabulka 1, Obrázek 5). Hodnoty vodivosti se pohybovaly v rozmezí 1 298 (květen) a 1 448 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (červen) (Tabulka 1). Nejnižší teplota vody byla zaznamenána v měsíci říjnu, kdy dosahovala 7,4 °C. Teplotní maximum 23,4 °C bylo naměřeno v letním období (červenec a srpen). Obsah kyslíku se pohyboval v rozmezí 3,58 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a 12,48 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Nejvyšší hodnota byla naměřena hned na začátku celého výzkumu při prvním měření 22. dubna a nejnižší obsah kyslíku měla voda Dlouhého rybníka 16. června (Tabulka 1, Graf 1). Další sledovanou veličinou byla průhlednost vody, jejíž

minimální hodnota 20 cm byla naměřena v září a maximální hodnota 110 cm v měsíci červnu a červenci (Tabulka 1).

Fyzikálně-chemické vlastnosti Dlouhého rybníka v roce 2021							
datum	22.04	17.05	16.06	07.07	16.08	24.09	30.10
pH	9,79	9,89	8,27	8,37	8,90	8,91	8,93
vodivost [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	1 361,00	1 298,00	1 448,00	1 428,00	1 389,00	1 406,00	1 331,00
teplota [$^{\circ}\text{C}$]	8,00	15,20	21,60	23,40	23,40	15,40	7,40
O_2 [$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$]	12,48	10,59	3,58	5,36	9,25	7,68	11,40
průhlednost [cm]	23,00	32,00	110,00	110,00	50,00	20,00	25,00

Tabulka 1: Fyzikálně-chemické parametry Dlouhého rybníka



Graf 1: Závislost teploty a obsahu kyslíku v Dlouhém rybníce

Obsah chloridu ve vodě Dlouhého rybníka se pohyboval od 98,4 do 102 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (Tabulka 2). Fluorid naměřený v červencovém a říjnovém vzorku měl zanedbatelné hodnoty, které byly nižší než 0,5 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. V dubnovém vzorku byla nejvyšší hodnota 0,11 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Dusičnany ve vzorkách byly v menším množství než 2 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ po všechna měření. Nejnižší hodnota dusitanů (menší než 0,05 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) byla naměřena v říjnu, a naopak nejvyšší hodnota 0,23 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ byla pozorována v červenci. Koncentrace síranu se pohybovala mezi 36,9 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ naměřenými v dubnu a 42,7 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ v říjnu. Nejnižší obsah fosfátu 0,09 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ byl sledován v dubnu a maximum 1,02 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ v červenci. Celkový organický uhlík vykazoval minimální hodnotu 19,1 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ v říjnu a maximální hodnotu 22,6 v dubnu i červenci. Prvky beryllium, chrom a měď mají po celou dobu měření nižší hodnoty, než je mez stanovitelnosti. Nejnižší obsah železa byl v rybníce v dubnu (0,04 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a naopak nejvyšší obsah v červenci (0,19 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Koncentrace hořčíku byla v dubnu také naměřena v nejnižší hodnotě 29,1 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a v červenci v nejvyšší 31,2 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Obsah vápníku byl sledován od 13,2 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (duben) do 34,5 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (červenec). V říjnu měla koncentrace sodíku nejnižší hodnotu

121 mg.l⁻¹, zatímco v dubnu byl obsah sodíku nejvyšší 137 mg.l⁻¹. Koncentrace manganu se pohybovala v rozmezí 0,019 mg.l⁻¹ stanovených v dubnu a 0,049 mg.l⁻¹ naměřených v říjnu. Minimální obsah hliníku 0,03 mg.l⁻¹ byl naměřen v dubnu a maximální obsah 0,27 mg.l⁻¹ v červenci. Celkový obsah fosforu ve vodě se měnil od 0,41 mg.l⁻¹ (duben) do 0,68 mg.l⁻¹ (červenec). Posledním sledovaným prvkem byl draslík, který byl měřen pouze v červencovém (147 mg.l⁻¹) a říjnovém vzorku (172 mg.l⁻¹).

Chemické parametry Dlouhého rybníka v roce 2021									
prvek [mg.l ⁻¹]	meze stanovitelnosti	22.04	07.07	30.10	prvek [mg.l ⁻¹]	meze stanovitelnosti	22.04	07.07	30.10
chlorid	<0,5	101	98,4	102	Cr	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
fluorid	<0,5	0,11	<0,5	<0,5	Fe	<0,02	0,04	0,19	0,2
dusičnan	<2	<2	<2	<2	Mg	<0,10	29,1	31,2	30
dusitan	<0,05	0,08	0,23	<0,05	Ca	<0,10	13,2	34,5	25,8
síran	<0,5	36,9	38,4	42,7	Na	<5	137	127	121
fosfát	<0,05	0,09	1,02	0,6	Mn	<0,005	0,019	0,033	0,049
TOC	<1	22,6	22,6	19,1	Al	<0,02	0,03	0,27	0,1
Be	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	P celk	<0,05	0,41	0,68	0,43
Cu	<0,050	<0,05	<0,050	<0,050	K	<0,10	x	147	172

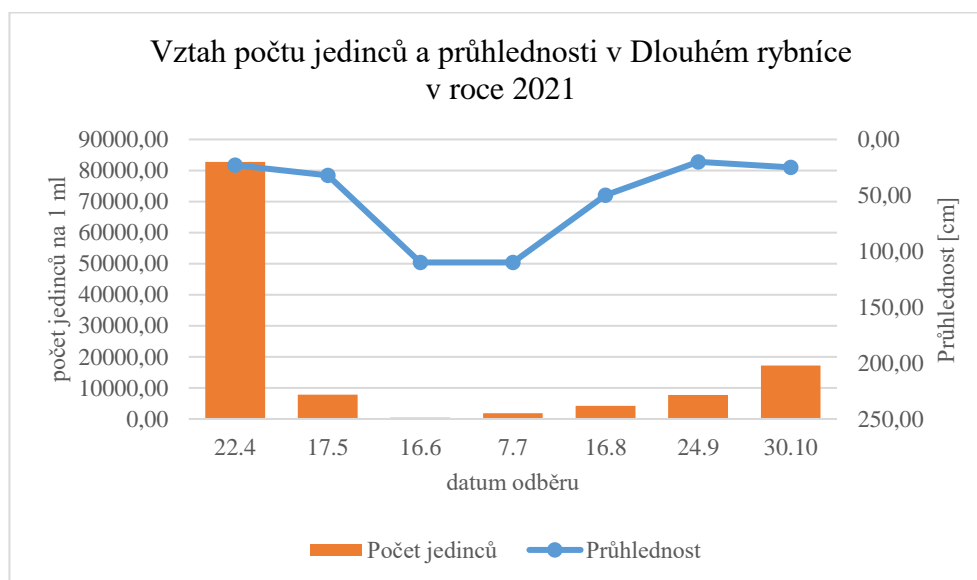
Tabulka 2: Chemické parametry Dlouhého rybníka

V Dlouhém rybníce bylo sledováno 48 druhů řas a sinic (Tabulka 3). Největší počet druhů byl zaznamenán při posledním odběru vzorků 30. října (16 druhů řas a sinic) a minimální počet druhů se v rybníce vyskytoval v měsíci červenci, kdy bylo ve vzorku pozorováno 8 druhů (Tabulka 3).

Seznam druhů pozorovaných v Dlouhém rybníce v roce 2021			
<i>Actinastrum hantzschii</i>	<i>Euglena gracilis</i>	<i>Lepocinclis tripteris</i>	<i>Oocystis parva</i>
<i>Ankyra judayi</i>	<i>Euglena sp.</i>	<i>Leptolyngbya sp.</i>	<i>Pectinodesmus pectinatus</i>
<i>Aulacoseira sp.</i>	<i>Euglena variabilis</i>	<i>Merismopedia tenuisima</i>	<i>Pediastrum duplex</i>
<i>Closteriopsis acicularis</i>	<i>Euglena viridis</i>	<i>Monomorphina pyrum</i>	<i>Phacus acuminatus</i>
<i>Closterium strigosum</i>	<i>Eugleniformis proxima</i>	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	<i>Phacus longicauda</i>
<i>Coelastrum sphaericum</i>	<i>Euglenaria caudata</i>	<i>Monoraphidium contortum</i>	<i>Pseudanabaena galeata</i>
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	<i>Euglenaria clavata</i>	<i>Mychonastes jurisii</i>	<i>Rhodomonas rubra</i>
<i>Cryptomonas sp.</i>	<i>Chlamydomonas sp.</i>	<i>Nephrochlamys subsolitaria</i>	<i>Schroederia setigera</i>
<i>Desmodesmus abundans</i>	<i>Komma kaudata</i>	<i>Nitzschia acicularis</i>	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>
<i>Desmodesmus communis</i>	<i>Lanceola spatulifera</i>	<i>Nitzschia angustata</i>	<i>Tetrademus acuminatus</i>
<i>Desmodesmus subspicatus</i>	<i>Lepocinclis acus</i>	<i>Nitzschia sp.</i>	<i>Tetraedron caudatum</i>
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>	<i>Lepocinclis texta</i>	<i>Oocystis marssonii</i>	<i>Treubaria planctonica</i>

Tabulka 3: Seznam druhů pozorovaných v Dlouhém rybníce

Největší abundance celkového fytoplanktonu 82 800 ind.ml⁻¹ byla napočítána v dubnu (Graf 2). Do června se početnost snížila na nejnižší hodnotu 420 ind.ml⁻¹. Poté se početnost opět zvyšovala. Množství fytoplanktonu ovlivnilo průhlednost, která poklesla a zvýšení abundance sinic a řas kopírovala (Graf 2).

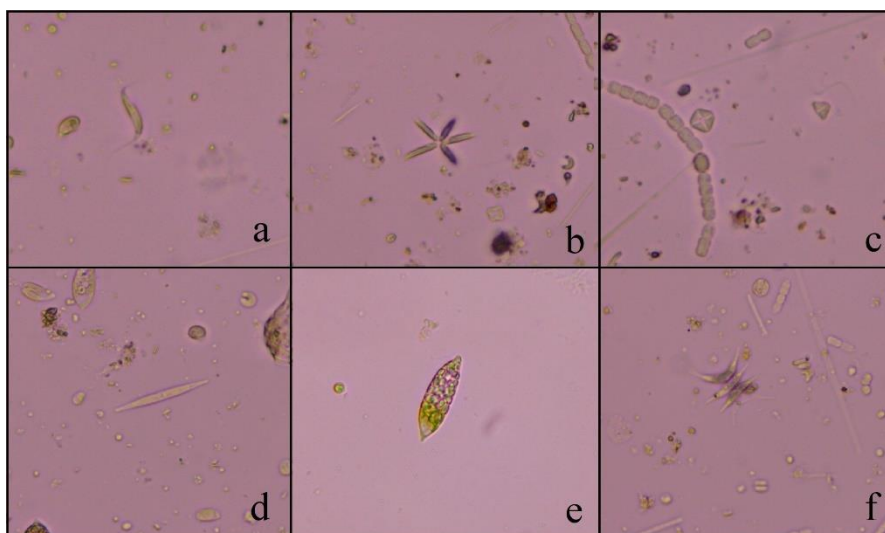


Graf 2: Množství fytoplanktonu a průhlednost v Dlouhém rybníce

8.1.1 Jaro

Na jaře byl fytoplankton v Dlouhém rybníce složen ze zelených řas, rozsivek, krásnooček, sinic a skrytěnek. Celkově v rybníce během jara převládaly rozsivky a krásnoočka. Z rozsivek se nejvíc vyskytoval rod *Nitzschia*, který byl zastoupen v hojném počtu během obou měření; v dubnu bylo naměřeno 3 300 ind.ml⁻¹ a v květnu se abundance zvýšila na 5 120 ind.ml⁻¹. Ve vzorcích se opakovaly zelené řasy rodu *Actinastrum hantzschii*, *Monoraphidium arcuatum*, *Mychonastes jurisii*, *Tetrademus acuminatus*.

Při prvním odběru 22. dubna měly největší zastoupení zelené řasy čítající 9 druhů (Příloha 1). Nejpočetnějším druhem byla *Euglena gracilis* s početností 56 640 ind.ml⁻¹. Sinice zde byly zaznamenány pouze v podobě druhu *Pseudanabaena galeata* s nezanedbatelnou početností 4 380 ind.ml⁻¹ (Příloha 1). Dále byly ve vzorku pozorovány dva rody rozsivek (*Aulacoseira*, *Nitzschia*). V květnovém vzorku se kromě zelených řas s největším počtem druhů, ve vzorku objevily krásnoočka, skrytěnky a rozsivky (Graf 3). Ty tvořily největší část fytoplanktonu, přičemž nejpočetnějším druhem byla *Nitzschia acicularis* (3 640 ind.ml⁻¹).

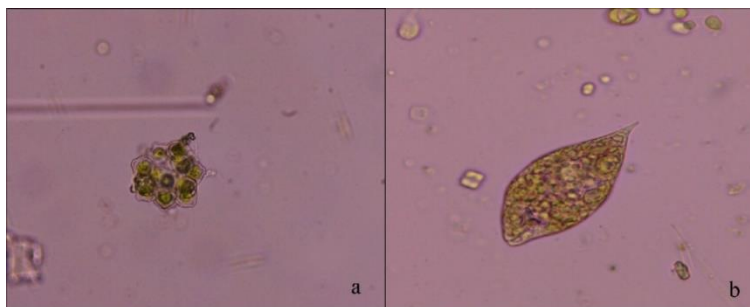


Obrázek 17: Druhové složení jarního fytoplanktonu Dlouhého rybníka: a-*Closteriopsis acicularis*; b-*Actinastrum hantzschii*; c-*Crucigenia tetrapedia*; d-*Nitzschia acicularis*; e-*Euglena gracilis*; f-*Tetradesmus acuminatus*

8.1.2 Léto

V letním období v rybníce převládaly zelené řasy (Graf 3). Fytoplankton kromě zelených řas tvořily skrytěnky, rozsivky, krásnoočka a sinice. Opakujícím se rodem byla zelená řasa *Chlamydomonas sp.* a druh *Rhodomonas rubra* řazený mezi skrytěnky.

V červnu se fytoplankton skládal z krásnooček, zelených řas, skrytěnek, sinic a rozsivek (Graf 3, Příloha 1). Nejpočetnějším taxonem byly zelené řasy, konkrétně rod *Ankyra judayi* se 140 ind.ml^{-1} (Příloha 1). Rodem s druhou nejvyšší abundancí byly skrytěnky, které byly zastoupeny druhem *Rhodomonas rubra* (137 ind.ml^{-1}). Ve vzorku odebraném v červenci se již sinice a rozsivky neobjevily. Zelené řasy zůstaly nejpočetnějším taxonem (Příloha 1). Převládajícím druhem byla opět *Ankyra judayi* (784 ind.ml^{-1}) a *Lanceolata spatulifera* (696 ind.ml^{-1}), která se ve 3. odběru nevyskytovala. Ve vzorku byla také pozorována zelená řasa *Coelastrum sphaericum*, která se v planktonu stojatých vod běžně nevyskytuje (KAŠTOVSKÝ et al. 2018b). V posledním letním vzorku odebraném 16. srpna byla zaznamenána největší biodiverzita (14 druhů). Součástí fytoplanktonu byly krásivky, krásnoočka, obrněnky, skrytěnky, sinice, rozsivky i zelené řasy. Převládajícím taxonem byly rozsivky zastoupené rodem *Aulacoseira* s druhou největší abundancí $1\ 140 \text{ ind.ml}^{-1}$ (Příloha 1). Nejpočetnější byl druh *Lepocinclis texta* patřící mezi krásnoočka s naměřenou hodnotou $1\ 230 \text{ ind.ml}^{-1}$.

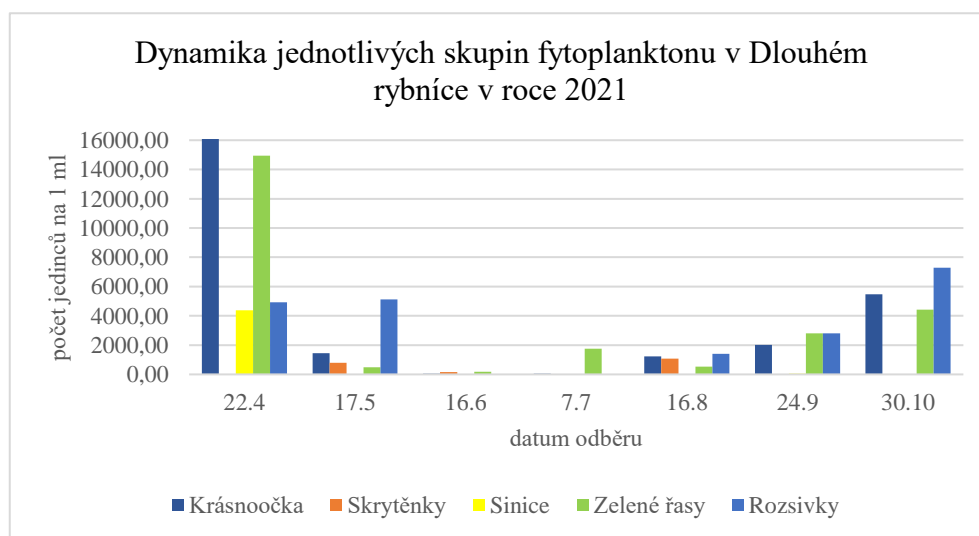


Obrázek 18: Druhové složení letního fytoplanktonu Dlouhého rybníka: a-*Coelastrum sphaericum*; b-*Euglenaria clavata*

8.1.3 Podzim

Podzimní fytoplankton byl složen převážně ze zelených řas, krásnooček a rozsivek. Opakujícím se druhem byly zelené řasy *Actinastrum hantzschii*, *Closteriopsis acicularis*, *Desmodesmus communis*, *Monoraphidium contortum*, *Nephrochlamys subsolitaria*, *Tetradesmus acuminatus*, rozsivky *Nitzschia acicularis*, *Nitzschia angustata* a krásnoočko *Monomorphina pyrum*.

Při odběru 24. září byly nejvíce druhově zastoupeny zelené řasy (9 druhů). Nejpočetnějším taxonem byly zelené řasy společně s rozsivkami (Graf 3, Příloha 1). Rozsivky rodu *Aulacoseira* tvořily 33 % celkového složení fytoplanktonu s abundancí 2 340 ind.ml⁻¹. Druhým nejpočetnějším druhem byla *Euglena variabilis* (krásnoočka) s 1 920 ind.ml⁻¹. V menší početnosti figurují sinice (Příloha 1). V říjnu se v rybníce vyskytovaly pouze zelené řasy, krásnoočka a rozsivky. Taxonem s největší abundancí byly rozsivky zastoupené druhem *Nitzschia acicularis* s hodnotou 4 032 ind.ml⁻¹ tvořící 23 % fytoplanktonu (Příloha 1).



Graf 3: Dynamika jednotlivých skupin fytoplanktonu v Dlouhém rybníce

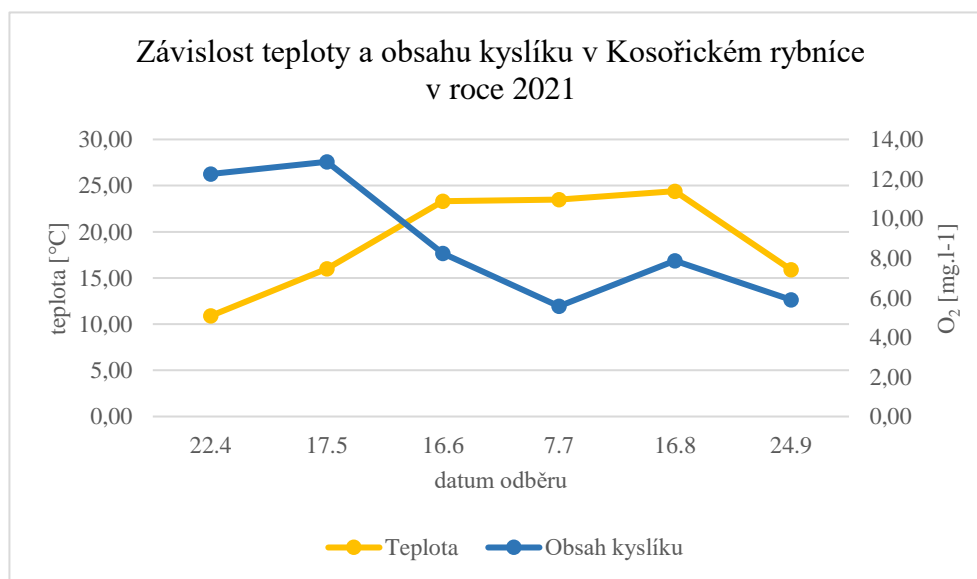
8.2 Kosořický rybník

Odběry v Kosořickém rybníce probíhaly každý měsíc od dubna do září (v říjnu už byl rybník vypuštěn).

Měřené pH Kosořického rybníka se měnilo mezi nejnižší hodnotou 7,58 naměřenou v červenci a nejvyšší hodnotou 8,94, která byla zjištěna ve vzorku ze 17. května (Tabulka 4). Vodivost v Kosořickém rybníce dosahovala relativně konstantních hodnot po celou dobu měření. Nejvyšší hodnota $785 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ byla pozorována v dubnu, a naopak nejnižší $626 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ v srpnu. Nejnižší teplota $10,9 \text{ }^\circ\text{C}$ byla naměřena v dubnu a nejvyšší teploty $24,4 \text{ }^\circ\text{C}$ voda dosahovala v srpnu. Obsah kyslíku se pohyboval v rozmezí $5,57 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a $12,87 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Nejvyšších hodnot dosahoval na jaře, načež se začal od měsíce června snižovat (Graf 4). Nejnižší hodnota průhlednosti byla v září (20 cm), a naopak nejvyšší v květnu (225 cm). Během naměřené průhlednosti čítající 225 cm bylo možné spatřit dno rybníka, jelikož byla jeho hloubka pouze o několik milimetrů větší.

Fyzikálně-chemické vlastnosti Kosořického rybníka v roce 2021							
datum	22.04	17.05	16.06	07.07	16.08	24.09	30.10
pH	8,36	8,94	8,00	7,58	7,81	7,72	x
vodivost [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	785,00	660,00	656,00	708,00	626,00	660,00	x
teplota [$^\circ\text{C}$]	10,90	16,00	23,30	23,50	24,40	15,90	x
O ₂ [$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$]	12,25	12,87	8,25	5,57	7,87	5,90	x
průhlednost [cm]	92,00	225,00	140,00	38,00	32,00	20,00	x

Tabulka 4: Fyzikálně-chemické parametry Kosořického rybníka



Graf 4: Závislost teploty a obsahu kyslíku v Kosořickém rybníce

V Kosořickém rybníce byla koncentrace chloridu nejnižší v dubnu (34,2 mg.l⁻¹) a nejvyšší v červenci (37,2 mg.l⁻¹). Obsah fluoridu byl nižší než 0,5 mg.l⁻¹ v červenci, a naopak v dubnu měl hodnotu 0,2 mg.l⁻¹ (Tabulka 5). Minimální obsah dusičnanů byl sledován v červenci, kdy byla jeho hodnota nižší než 0,5 mg.l⁻¹, zatímco maximální obsah dusičnanů 23,3 mg.l⁻¹ měla voda v dubnu. Dusitany byly opět v minimu v červenci a v maximální koncentraci 0,38 mg.l⁻¹ v dubnu. Minimální obsah síranu 116 mg.l⁻¹ byl sledován v červenci a maximální 158 mg.l⁻¹ v dubnu. Koncentrace fosfátu byla v dubnu na nedetekovatelném množství, které se v červenci zvýšilo na 0,08 mg.l⁻¹. Nižší obsah celkového organického uhlíku byl v dubnu (10,8 mg.l⁻¹), a naopak vyšší v červenci (17,9 mg.l⁻¹). Koncentrace beryllia, chromu a mědi byly nižší než mez stanovitelnosti po celou dobu měření. Minimum železa 0,11 mg.l⁻¹ představoval dubnový vzorek a maximum 0,23 mg.l⁻¹ červencový. Naopak obsah hořčíku byl nižší v červenci (13,7 mg.l⁻¹) a vyšší v dubnu (15,9 mg.l⁻¹). Minimální koncentrace vápníku byla 66,8 (červenec) a maximální 76,4 mg.l⁻¹ (duben). Sodík měl nejnižší koncentraci 23,8 mg.l⁻¹ v dubnu a nejvyšší 25,2 mg.l⁻¹ v červenci. Obsah manganu byl také nejnižší v dubnu (0,024 mg.l⁻¹) a nejvyšší v červenci (0,062 mg.l⁻¹). Nižší obsah hliníku 0,03 mg.l⁻¹ byl naopak naměřen v červenci a vyšší 0,05 mg.l⁻¹ v dubnu. Obsah celkového fosforu byl také nižší v červenci (0,05 mg.l⁻¹) a vyšší v dubnu (0,12 mg.l⁻¹). Koncentrace draslíku byla měřena pouze v červencovém vzorku, kdy měla hodnotu 7,87 mg.l⁻¹.

Chemické parametry Kosořického rybníka v roce 2021							
prvek [mg.l ⁻¹]	meze stanovitelnosti	22.04	07.07	prvek [mg.l ⁻¹]	meze stanovitelnosti	22.04	07.07
chlorid	<0,5	34,2	37,2	Cr	<0,005	<0,005	<0,005
fluorid	<0,5	0,2	<0,5	Fe	<0,02	0,11	0,23
dusičnan	<2	23,3	<2	Mg	<0,10	15,9	13,7
dusitan	<0,05	0,38	<0,05	Ca	<0,10	76,4	66,8
síran	<0,5	158	116	Na	<5	23,8	25,2
fosfát	<0,05	<0,05	0,08	Mn	<0,005	0,024	0,062
TOC	<1	10,8	17,9	Al	<0,02	0,05	0,03
Be	<0,0002	<0,0002	<0,0002	P celk	<0,05	0,12	0,05
Cu	<0,050	<0,05	<0,050	K	<0,10	x	7,87

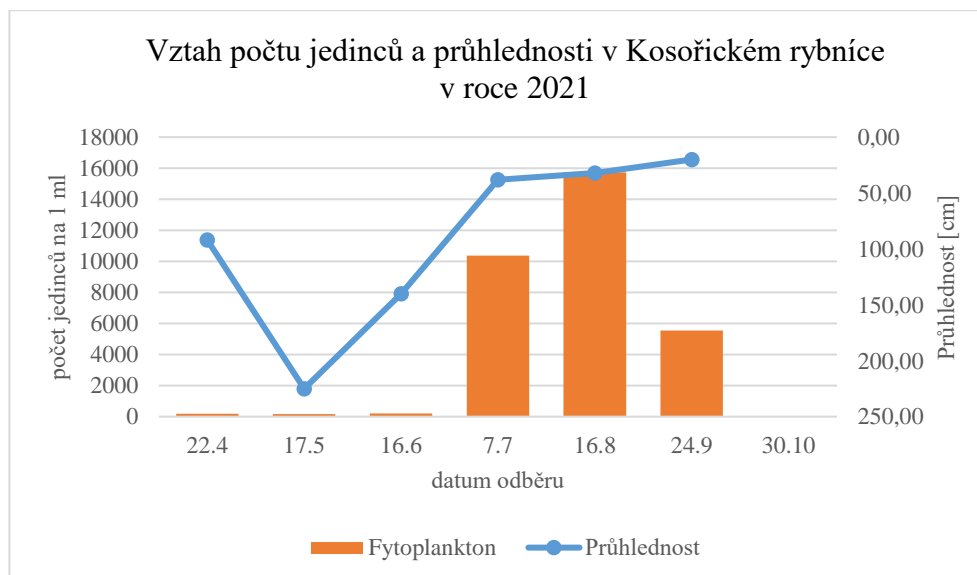
Tabulka 5: Chemické parametry Kosořického rybníka

Celkem bylo v Kosořickém rybníce pozorováno 54 druhů fytoplanktonu (Tabulka 6). Největší biodiverzitu měl rybník 16. srpna, kdy dosahovala 28 druhů. Nejmenší druhová diverzita (6 druhů) byla v květnu.

Seznam druhů pozorovaných v Kosořickém rybníce v roce 2021			
<i>Actinastrum hantzschii</i>	<i>Euglena ehrenbergii</i>	<i>Mychonastes jurisii</i>	<i>Pseudodidymocystis planctonica</i>
<i>Aphanizomenon gracile</i>	<i>Euglena sp.</i>	<i>Nephrochlamys subsolitaria</i>	<i>Pseudopediastrum boryanum</i>
<i>Aulacoseira sp.</i>	<i>Chlamydomonas sp.</i>	<i>Nitzschia acicularis</i>	<i>Raphidiopsis mediterranea</i>
<i>Ceratium hirundinella</i>	<i>Kirchneriella obesa</i>	<i>Nitzschia angustata</i>	<i>Rhodomonas rubra</i>
<i>Closteriopsis acicularis</i>	<i>Lacunastrum gracillimum</i>	<i>Nitzschia sp.</i>	<i>Scenedesmus ellipticus</i>
<i>Coelastrum microporum</i>	<i>Lepocinclis acus</i>	<i>Oocystis marssonii</i>	<i>Snowella atomus</i>
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	<i>Lepocinclis oxyuris</i>	<i>Pectinodesmus pectinatus</i>	<i>Staurastrum chaetoceras</i>
<i>Cryptomonas sp.</i>	<i>Lepocinclis tripteris</i>	<i>Pediastrum duplex</i>	<i>Staurastrum tetracerum</i>
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	<i>Melosira varians</i>	<i>Phacus acuminatus</i>	<i>Tetradesmus acuminatus</i>
<i>Desmodesmus abundans</i>	<i>Merismopedia minima</i>	<i>Phacus curvicauda</i>	<i>Tetradesmus obliquus</i>
<i>Desmodesmus communis</i>	<i>Merismopedia tennuisima</i>	<i>Phacus helicoides</i>	<i>Tetraedron minimum</i>
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>	<i>Micractinium pusillum</i>	<i>Phacus longicauda</i>	<i>Trachelomonas sp.</i>
<i>Dolichospermum flos-aquae</i>	<i>Monactinus simplex</i>	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>	
<i>Elakatothrix genevensis</i>	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	<i>Planktolyngbya contorta</i>	

Tabulka 6: Seznam druhů pozorovaných v Kosořickém rybníce

Největší početnost fytoplanktonu byla naměřena v srpnu, kdy měla hodnotu $15\,738\text{ ind.ml}^{-1}$, přičemž zvýšená abundance byla sledována v celém letním období (Graf 5). Naopak nejnižší početnost 160 ind.ml^{-1} byla sledována 17. května (Graf 5). Snižování fytoplanktonu od dubna do května a následné zvyšování do srpna imitovala i průhlednost vody, která s abudancí fytoplanktonu blízce souvisí (Graf 5).

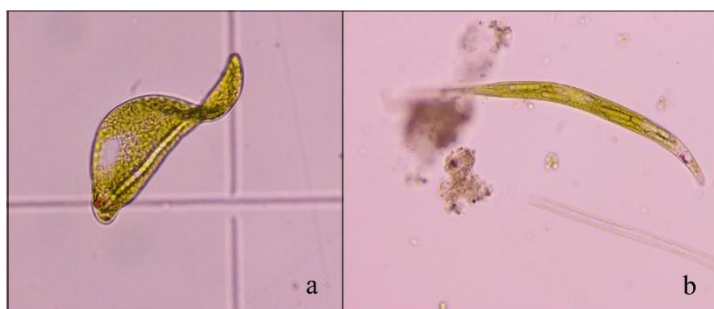


Graf 5: Množství fytoplanktonu a průhlednost v Kosořickém rybníce

8.2.1 Jaro

Na jaře se ve fytoplanktonu Kosořického rybníka vyskytovaly vždy zelené řasy a skrytěnky, přičemž zastoupení ostatních taxonů se v průběhu měření měnilo. Během prvního měření v dubnu převažovala krásnoočka a v květnu byla zase vyšší početnost rozsivek. Opakujícími se rody, které se v rybníce vyskytovaly během obou pozorování, byly *Cryptomonas* a *Chlamydomonas*.

V dubnu tvořila převážnou část fytoplanktonu krásnoočka, kdy byl nejpočetnějším druhem *Lepocinclis acus* s hodnotou 40 ind.ml⁻¹ a rod *Trachelomonas* se stejnou hodnotou. Oba druhy představovaly 21 % z celkového fytoplanktonu. Taxonem čítajícím nejvíc druhů byly zelené řasy. V nízkém počtu zde byly také pozorovány skrytěnky (Příloha 2). Avšak v květnu se druhové zastoupení velmi lišilo. Kromě zelených řas a skrytěnek se v rybníce vyskytovaly rozsivky, které tvořily převážnou část fytoplanktonu (Graf 6). Největší abundanci měl rod *Nitzschia* (104 ind.ml⁻¹).



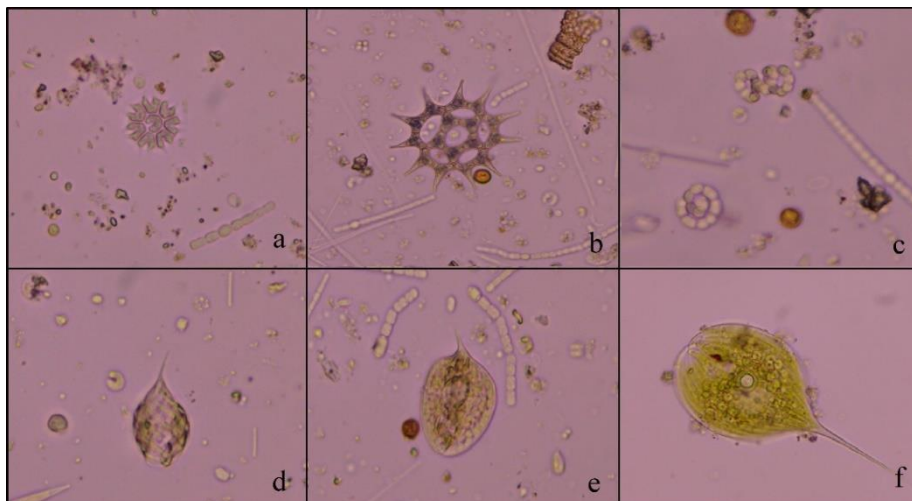
Obrázek 19: Druhové složení jarního fytoplanktonu Kosořického rybníka: a-*Euglena ehrenbergii*; b-*Lepocinclis acus*

8.2.2 Léto

Letní fytoplankton tvořily převážně zelené řasy a skrytěnky. Opakujícím se rodem ve všech vzorcích byl rod *Nitzschia* patřící mezi rozsivky a rod krásnooček *Phacus*.

Při odběru 16. června se v Kosořickém rybníce vyskytovaly krásnoočka, zelené řasy, rozsivky a skrytěnky. Převažovaly skrytěnky zastoupené druhem *Rhodomonas rubra* s abundancí 100 ind.ml⁻¹ představující 48 % fytoplanktonu (Příloha 2). Druhým nejpočetnějším taxonem byly zelené řasy reprezentované druhem *Oocystis marssonii* s hodnotou 57 ind.ml⁻¹. Ve vzorku odebraném v červenci byly sledovány obrněnky, zelené řasy, skrytěnky, krásnoočka, sinice i rozsivky. Taxonem zahrnujícím nejvíce druhů byly zelené řasy. Do tohoto taxonu patřil také nejpočetnější druh *Oocystis marssonii* s hodnotou 3 940 ind.ml⁻¹ (Příloha 2) a druh s druhou nejvyšší početností *Mychonastes jurisii* s hodnotou 3 600 ind.ml⁻¹. Během posledního měření v letním období byla sledována největší biodiverzita (28 druhů, Graf 6). Srpnový vzorek obsahoval krásivky,

obrněnky, sinice, zelené řasy, skrytěnky, krásnoočka a rozsivky. Taxonem s největším druhovým zastoupením byly sinice zahrnující druh s největší abundancí 5 280 ind.ml⁻¹ *Dolichospermum flos-aquae*. Ve vzorku byla také nalezena sinice *Merismopedia minima*, která se ve vodních nádržích objevuje vzácně (KAŠTOVSKÝ et al. 2018a).

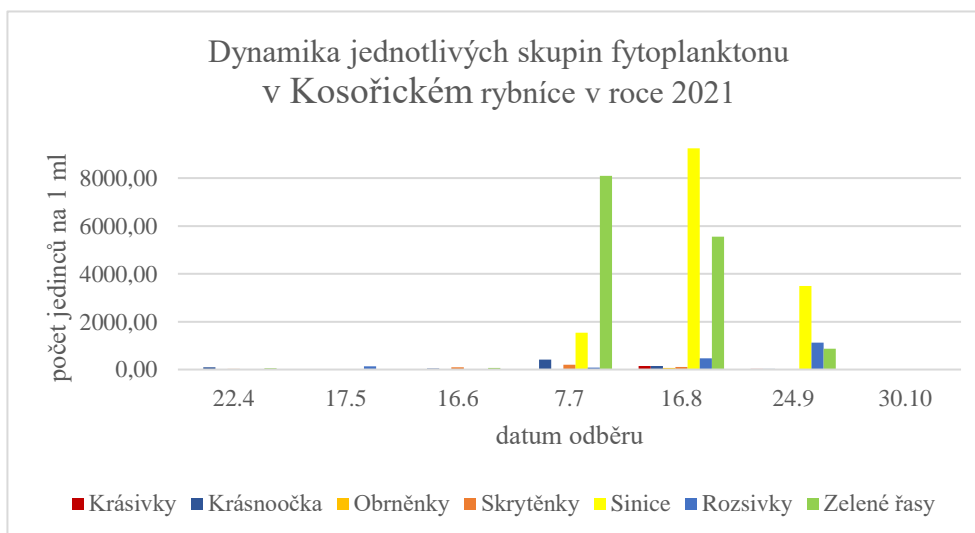


Obrázek 20: Druhové složení letního fytoplanktonu Kosořického rybníka: a-*Pediastrum duplex*; b-*Monactinus simplex*; c-*Dolichospermum flos-aquae*; d-*Phacus helicoides*; e-*Phacus curvicauda*; f-*Phacus longicauda*

8.2.3 Podzim

Podzimní složení fytoplanktonu bylo možné určovat pouze z jediného vzorku. Dle vzorku z 24. září lze konstatovat, že převažovaly sinice, které byly zastoupeny čtyřmi druhy (*Aphanizomenon gracile*, *Dolichospermum flos-aquae*, *Planktolynghya contorta* a *Raphidiopsis mediterranea*). Druhem s největší abundancí byl *Aphanizomenon gracile* s naměřenou hodnotou 2 655 ind.ml⁻¹ patřící do sinic, které ve vodě převažovaly.

Ve vzorku byly dále zelené řasy, rozsivky, krásnoočka a krásivky (Příloha 2). Druhý nejpočetnější druh byla *Nitzschia acicularis* s hodnotou 935 ind.ml⁻¹. Nejvíce druhů (9 druhů) čítaly zelené řasy.



Graf 6: Dynamika jednotlivých skupin fytoplanktonu v Kosořickém rybníce

9 Diskuze

Vzorky byly v Dlouhém i Kosořickém rybníce odebírány v přibližně stejných dopoledních hodinách, protože v letních měsících dochází ve stratifikovaných vodách k diurnálním změnám. Především dochází ke změně pH (až o 2 stupně) a změně koncentrace chlorofylu (KOMÁRKOVÁ 2006). Výsledky výzkumu by při nedodržení času neměly vypovídající hodnotu.

Andělova tyč svou délkou 49 cm zajistila odběr z epilimnetické vrstvy. Odběrem vzorků z hladiny rybníka by pravděpodobně nebyly zachyceny všechny druhy fytoplanktonu, které se ve vodním sloupci vyskytovaly. Také by došlo ke stanovení parametrů z vytvořené ohřáté vrstvy epilimnionu. Při odběru většího sloupce vody, než umožnila Andělova tyč, by naměřené parametry byly více vypovídající.

Výsledky odebraných vzorků z Dlouhého rybníka odpovídají PEG modelu (SOMMER et al. 1986). Na začátku měření při květnovém odběru ve vodě převládaly rozsivky. V letním období od června do července bylo v rybníce pozorováno období čiré vody, přičemž převládajícími taxony byly skrytěnky a zelené řasy. Během odběrů v období čiré vody bylo v rybníce sledováno velké množství zooplanktonu převážně rodu *Daphnia* s velikostí těla větší než 700 μm . Svým predačním tlakem zooplankton potlačil fytoplankton. Skrytěnky a zelené řasy byly v srpnu nahrazeny rozsivkami, které tvořily většinu fytoplanktonu i v říjnu. Avšak na rozdíl od modelu v dubnu tvořily značnou část fytoplanktonu krásnoočka. Skrytěnky se v jarních odběrech vyskytovaly v zanedbatelném množství. Vyšší obsah krásnooček může být dán větší saprobitou.

Výzkum Kosořického rybníka přinesl výsledky, které se zmíněným modelem také souhlasí. V květnu v rybníce převládaly rozsivky, které po období čiré vody nahradily skrytěnky a zelené řasy dominující v létě. V srpnu byl fytoplankton složen hlavně ze sinic. Podzimní vzorky se od modelu lišily, protože místo dominance rozsivek v rybníce stále převládaly sinice. Na výskyt sinic má vliv vyšší obsah vápníku, který byl v rybníce naměřen (PITTER 2009).

Průhlednost vypovídá o celkovém množství fytoplanktonu ve vodě. Snížení množství fytoplanktonu v letním období v Dlouhém rybníce a podzimní zvýšení odpovídají naměřeným hodnotám průhlednosti (Graf 2). Nízké množství fytoplanktonu a zároveň nízká průhlednost sledované v září a říjnu pravděpodobně ovlivnil pokles vody v Dlouhém rybníce. Dalším faktorem nižší průhlednosti může být vyšší obsah železa a manganu

(PITTER 2009). Koncentrace železa se od července v Dlouhém rybníce nepatrně zvýšila z 0,19 na 0,2 mg.l⁻¹ a koncentrace manganu se změnila z 0,033 (červenec) na 0,049 mg.l⁻¹.

Z výsledků Kosořického rybníka je zřejmé, že abundance fytoplanktonu a průhlednost spolu souvisí. V květnu byla průhlednost největší a zároveň i nejmenší množství fytoplanktonu (Graf 5). Poté abundance fytoplanktonu opět rostla, avšak v září došlo ke snížení. Pokles fytoplanktonu mohl být způsoben koncentrovanější suspenzí částic, která zvyšuje absorpci světla. Částice by v tomto případě tvořily odumírající buňky fytoplanktonu reagující na nižší teplotu a intenzitu světla (DODDS a WHILES 2019). Toto tvrzení dokládá nižší průhlednost vody naměřená na podzim.

V eufotické zóně se díky dostatku slunečního záření vyskytuje fytoplankton, který koná fotosyntézu. Pro produkci rybníka je tak nejdůležitější zónou. Teplota v této zóně se vlivem slunečního záření zvyšuje, což vede ke snížení obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě (FORMAN a GODRON 1993). Závislost rozpuštěného kyslíku na teplotě vody potvrzují naměřené hodnoty teploty a obsahu kyslíku během odběrů v Dlouhém a Kosořickém rybníce. V Dlouhém rybníce se teplota od dubna do července, kdy dosáhla maxima (Graf 1), zvýšila, zatímco obsah kyslíku se do června snížil a do srpna opět zvýšil. Ke zvýšení kyslíku v letním období pravděpodobně došlo v důsledku zvyšujícího se množství fytoplanktonu po období čiré vody. Jelikož je přítomnost O₂ z části ovlivněna fytoplanktonem, který ho při procesu fotosyntézy produkuje, a naopak při procesu dýchání využívá. Při vysokém výskytu fytoplanktonu v letních měsících může ve dne docházet až k přesycení vody kyslíkem, zatímco v noci vznikne kyslíkový deficit (PITTER 2009). V září se zároveň se snižující se teplotou zmenšil i obsah kyslíku. Během posledního měření byl obsah kyslíku opět vyšší a teplota nižší.

V Kosořickém rybníce se také se zvyšující se teplotou snížil obsah kyslíku. Avšak od července se kyslík vlivem vzrůstající biomasy fytoplanktonu opět zvyšoval. V září se snížila hodnota kyslíku i teplota (Graf 4). Snižující se množství kyslíku ovlivnilo klesající množství fytoplanktonu.

Teplota vody má vliv nejen na rozpustnost kyslíku, ale také na rychlost chemických reakcí. Ovlivňuje například rozklad sloučenin (PITTER 2009).

Dusík je jednou z živin ovlivňujících rozvoj mikroorganismů (PITTER 2009). Vyšší obsah dusičnanů byl sledován pouze v Kosořickém rybníce během dubnového odběru vzorků. V blízkosti rybníka se nachází pole, která se hnojí hnojivou s obsahem dusičnanů

hlavně v období jara. Jedním z pravděpodobných důvodů zvýšené koncentrace dusičnanů je jarní hnojení okolních polí. Dusičnany byly poté pomocí podpovrchového odtoku přeneseny do Kosořického rybníka. Druhým důvodem může být příkrmování ryb. Dusičnany se pomocí bakterií v důsledku procesu denitrifikace probíhajícího převážně při vyšším množství sinic dostávají do atmosféry v podobě plynného dusíku (DURAS et al. 2020). V důsledku snížení biomasy sinic a řas byl obsah dusičnanů v srpnu v Kosořickém rybníce opět nižší.

Z přítoků se na dně rybníka uloží v sedimentech až polovina fosforu (DURAS et al. 2020), který je pro řasy a sinice také nezbytným. Obsah fosfátu bývá nejnižší při vysoké biomase fytoplanktonu v důsledku jeho spotřeby na metabolismus řas (PITTER 2009). Fosfor, který se váže v těle sinic a řas, se zvyšuje při jejich rozkladu. V Dlouhém rybníce byla nejnižší koncentrace fosfátu naměřena v dubnu, kdy bylo množství fytoplanktonu nejvyšší. Během dalšího chemického rozboru, který proběhl v červenci byl obsah fosfátu nejvyšší. Zároveň bylo v červenci pozorováno období čiré vody a naměřen nejvyšší obsah celkového fosforu. Nejvyšší koncentrace fosforu naměřená v Dlouhém rybníce během léta byla pravděpodobně způsobena úhynem a rozkladem organismů, který nastal ihned po jejich vrcholu (PITTER 2009). V Kosořickém rybníce byl nižší obsah fosfátu naměřen v dubnu, a naopak vyšší koncentrace měl fosfát v červenci, kdy se biomasa zvyšovala. Obsah celkového fosforu byl nižší v červenci a vyšší koncentrace celkového fosforu byla naměřena v dubnu, což může být ovlivněno nástupem období čiré vody v květnu.

Zdrojem vyšší koncentrace chloru v Dlouhém rybníce může být chlorové vápno využívané v celém cukrovaru jako dezinfekční činidlo nebo technická sůl, kterou se v zimním období posypávají komunikace pro snazší průjezd nákladních vozidel.

Kosořický rybník má z chemického hlediska vyšší koncentrace síry a vápníku. Ve všech potocích v okolí rybníka byl naměřen také vyšší obsah vápníku (ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA 2022b). Vápník se tak do Kosořického rybníka zřejmě dostal povrchovým přítokem. Ve vodách s vyšším obsahem vápníku se vyskytují hlavně sinice (HEJNÝ a RATAJ 1968). Tuto skutečnost dokládá vyšší obsah sinic sledován během pozorování fytoplanktonu.

Vodivost (konduktivita) představuje koncentraci organických a anorganických iontů ve vodě. Vliv na hodnotu konduktivity má koncentrace, náboj a pohyblivost iontů a teplota. Při změně teploty o 1 °C dochází ke změně vodivosti o 2 % (PITTER 2009). Vodivost také úzce souvisí s produktivitou. Když je vodivost vyšší, tedy množství rozpuštěných látek větší, mají organismy více živin, a tím vyšší produktivitu (FORMAN a GODRON 1993).

K vyššímu množství rozpuštěných látek přispívá chemické a mechanické zvětrávání (DODDS a WHILES 2019). O vodivosti v Dlouhém i Kosořickém rybníce můžeme mluvit jako o relativně konstantní veličině během sledovaného období. V Dlouhém rybníce byla naměřena vysoká vodivost, kterou způsobily vyšší koncentrace iontů sodíku a chloru.

V Dlouhém rybníce bylo pH udávající koncentraci vodíkových iontů vždy zásadité. Zásaditost nebo naopak kyselost naznačují reakce vody s kyselinami a bázemi (DODDS a WHILES 2019). Reakce oxidů síry a dusíku, které vznikly během průmyslového spalování a automobilové dopravy, vytváří kyseliny snižující pH. Vliv na pH má nejen koncentrace oxidu uhličitého, bikarbonátů a kyselin, ale i srážky, geologické podloží a okolní flóra (ADÁMEK et al. 2010). V mírném pásmu se pH nejčastěji v přírodních vodách pohybuje od 6 do 9 (STODOLA a VANĚK 1987). Zásaditost vody vytváří nadbytek fytoplanktonu svou fotosyntézou, kterou snižuje koncentraci oxidu uhličitého. Dlouhý rybník svým pH odpovídá přírodním vodám. Avšak hodnotou pH blízkou se k 9 stupňům se stává prostředím, které není pro ryby optimální. Optimální pH pro život ryb je 6,5 až 8,5 stupně (PITTER 2009). V Kosořickém rybníce bylo na jaře naměřeno zásadité pH, avšak v dalších měření spíše neutrální. Na zásaditost mohl mít vliv vyšší obsah vápníku (STODOLA a VANĚK 1987). Během měření 7. července bylo naměřeno nejnižší pH, které pravděpodobně způsobil déšť. Vlivem dešťových srážek může pH klesnout (ADÁMEK et al. 2010).

Počet druhů fytoplanktonu se v Dlouhém i Kosořickém rybníce v průběhu sezóny měnil. Složení populace závisí na schopnosti jednotlivých druhů přizpůsobit se predaci, konkurenci, teplotě, obsahu živin, pH a intenzitě světla (KOBOS et al. 2013). Nárůst počtu druhů v Dlouhém rybníce byl sledován na jaře a na podzim, zatímco v Kosořickém rybníce byl nárůst pozorován v letním a podzimním období.

Výskyt širokého zastoupení rodu *Euglena* a *Phacus* v Dlouhém rybníce přispívá k zařazení rybníka k organicky znečištěným. Euglenophyta jsou početná převážně v malých vodních nádržích často s vyšším obsahem organických látek (POULÍČKOVÁ 2011). V červenci byla v Dlouhém rybníce nalezena zelená řasa *Coelastrum sphaericum*, která tvoří kulovitá cenobia. Druh se vyskytuje vzácně v planktonu malých stojatých vod nebo litorálu větších nádrží (KAŠTOVSKÝ et al. 2018b).

V Kosořickém rybníce byly nalezeny druhy, které odpovídají složení fytoplanktonu typickému pro eutrofní vodní plochy. V eutrofních vodách dominují sinice a rozsivky, zatímco v oligotrofních zlativky a krásivky (POULÍČKOVÁ 2011). V evropských eutrofních vodách je rozšířeným rodem *Planktothrix*, *Aphanizomenon*, *Microcystis* a

Dolichospermum (KOBOS et al. 2013). Rody *Aphanizomenon* a *Dolichospermum* byly v rybníce zaznamenány v odběrech v srpnu a září. Zařazení rybníka mezi eutrofní přispívá i fakt, že rybníky využívané k chovu ryb jako je právě Kosořický rybník často bývají eutrofní díky přikrmování ryb (POULÍČKOVÁ 2011). V srpnu byla v rybníce pozorována pikosinice *Merismopedia minima* tvořící menší čtvercové kolonie. Vyskytuje se převážně na mokřích skalách, avšak vzácně i v menších nádržích (KAŠTOVSKÝ et al. 2018a).

9.1 Srovnání Dlouhého a Kosořického rybníka

Při srovnání obou rybníků bylo zjištěno, že období čiré vody nastalo v Kosořickém rybníce dříve než v Dlouhém rybníce. Zatímco v Dlouhém rybníce byla nejvyšší průhlednost sledována v červnu, v Kosořickém rybníce maximum nastalo již v květnu (Příloha 3). Tato skutečnost může být důsledkem brzkého nástupu vegetačního období sinic a řas v Kosořickém rybníce. Období jarního vrcholu biomasy fytoplanktonu mohlo v rybníce nastat již před zahájením odběrů.

Naměřené hodnoty teploty byly v obou rybnících obdobné, přičemž v Kosořickém rybníce byla často teplota o cca 1 °C vyšší (Příloha 3). Nižší teplota v Dlouhém rybníce byla pravděpodobně naměřena v důsledku koloběhu vody rybníka v závodu cukrovaru. V rybníce tak docházelo k pohybům vody, které snižovaly teplotu.

Minimální hodnota pH byla v Dlouhém rybníce zjištěna v červnu, zatímco v Kosořickém rybníce bylo nejnižší pH v červenci. Maximum nastalo u obou rybníků v květnu. Hodnota pH byla v Dlouhém rybníce během celé sezóny vyšší než v Kosořickém (Příloha 3). Pouze v červnu bylo naměřeno podobné pH v obou rybnících. Vyšší hodnoty pH naměřené v Dlouhém rybníce korespondují s vyšším množstvím fytoplanktonu sledovaných během pozorování vzorků.

Konduktivita udává koncentraci elektrolytů ve vodě. Nepřímo stanovuje obsah minerálních látek (hlavně solí) (VODOHOSPODÁŘSKÁ SPRÁVA ČR s.r.o. 2022). Vodivost dosahovala minimálních a maximálních hodnot v rybnících v jinou dobu (Příloha 3). Zatímco v Dlouhém rybníce bylo minimum naměřeno v květnu, v Kosořickém rybníce až v srpnu. Maximum v Dlouhém rybníce nastalo v červnu, zatímco v Kosořickém již na začátku měření v dubnu. Avšak v obou rybnících je vodivost relativně konstantní veličinou. V Dlouhém rybníce byla sledována dvakrát vyšší vodivost než v Kosořickém. V důsledku vyšší koncentrace sloučenin chloru ve vodě Dlouhého rybníka je vyšší i konduktivita.

Při srovnání naměřeného obsahu kyslíku můžeme sledovat jiný nástup minima a maxima v obou rybnících (Příloha 3). Zatímco v Dlouhém rybníce klesla koncentrace kyslíku na minimum v červnu, v Kosořickém rybníce až v červenci. Naopak nejvyšší obsah byl v Dlouhém rybníce naměřen již v dubnu a Kosořickém až v květnu. Od dubna do července byl obsah kyslíku vyšší v Kosořickém rybníce a od července byly vyšší hodnoty naměřeny v Dlouhém rybníce. Množství O₂ závisí na intenzitě slunečního záření, teplotě a rozkladu organických látek (MARŠÁLEK et al. 2008). Koncentrace kyslíku odpovídají biomase fytoplanktonu, a proto byly nejvyšší hodnoty naměřeny v období nejvyššího množství řas a sinic. Zároveň pozorujeme závislost obsahu kyslíku na teplotě vody, kdy při nižší teplotě dochází k rozpuštění většího množství kyslíku.

Při zaměření na dominantní skupiny fytoplanktonu můžeme konstatovat, že v Dlouhém rybníce dominovaly zelené řasy, zatímco v Kosořickém byly dominantními sinice. Ve vzorkách z Kosořického rybníka se také objevovaly krásivky a obrněnky, které se v Dlouhém rybníce nevyskytovaly. V dubnu v obou rybnících tvořily většinu fytoplanktonu krásnoočka. V květnovém odběru převažovaly v obou rybnících rozsivky. Dominantami v červnovém vzorku byly v Dlouhém rybníce zelené řasy, zatímco v Kosořickém sinice. Vyšší množství zelených řas v Dlouhém rybníce je pravděpodobně způsobeno vyšší koncentrací sodíku a draslíku (CAIRNS et al. 1972). V červenci byly v obou rybnících dominantní zelené řasy. Srpnový vzorek Dlouhého rybníka obsahoval velké množství rozsivek, ale v Kosořickém dominovaly sinice. V září byly v Dlouhém rybníce dominantní zelené řasy a rozsivky, zatímco v Kosořickém nadále sinice. Poslední vzorek byl odebrán pouze z Dlouhého rybníka. Výskyt rozdílných dominant v Dlouhém a Kosořickém rybníce může být dán nejen rozdílnou koncentrací chemických prvků, ale také rybí obsádkou, která se v rybnících liší.

V druhovém srovnání rybníků bylo zjištěno, že se v obou rybnících vyskytovaly krásnoočka *Lepocinclis acus* a *Lepocinclis tripterus*, rozsivky *Nitzschia acicularis* a *Nitzschia angustata*, sinice *Merismopedia tenuisima*, skrytěnka *Rhodomonas rubra*, zelené řasy *Actinastrum hantzschii*, *Closteriopsis acicularis*, *Crucigenia tetrapedia*, *Desmodesmus abundans*, *Desmodesmus communis*, *Dyctiosphaerium ehrenbergianum*, *Monoraphidium arcuatum*, *Mychonastes jurisii*, *Nephrochlamys subsolitaria*, *Oocystis marssonii*, *Pectinodesmus pectinatus*, *Pediastrum duplex*, *Phacus acuminatus*, *Phacus longicauda* a *Tetradesmus acuminatus*.

10 Závěr

V Dlouhém rybníce bylo pozorováno celkem 48 druhů fytoplanktonu, z toho 3 druhy sinic, 3 druhy skrytěnek, 5 druhů rozsivek, 13 druhů krásnooček a 24 druhů zelených řas. V Kosořickém rybníce se vyskytovalo 54 druhů fytoplanktonu, z toho 1 druh obrněnek, 2 druhy krásivek, 3 druhy skrytěnek, 5 druhů rozsivek, 8 druhů sinic, 10 druhů krásnooček a 25 druhů zelených řas. Přítomnost jednotlivých druhů byla v obou rybnících v souladu s PEG modelem. Výsledky také naznačují antropogenní vliv na složení a množství fytoplanktonu v Dlouhém rybníce způsobený přímým kontaktem s cukrovarem. K růstu fytoplanktonu v Dlouhém rybníce přispívá hlavně vyšší obsah živin v rybníce a pohyby vody způsobené využíváním vody k chlazení. Vyšší pH a koncentrace sodíku podporuje růst zelených řas, kterých bylo v rybníce v průběhu měření velké množství. V Kosořickém rybníce bylo naopak oproti Dlouhému rybníku zaznamenáno více druhů sinic.

11 Použitá literatura

- ADÁMEK, Zdeněk, Jan HELEŠIC, Blahoslav MARŠÁLEK a Martin RULÍK, 2010. *Aplikovaná hydrobiologie*. 2. rozšířené upravené. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. ISBN 978-80-87437-09-4.
- CAIRNS, John, Guy R. LANZA a Bruce C. PARKER, 1972. Pollution related structural and functional changes in aquatic communities with emphasis on freshwater algae and protozoa. **124**(5), 79–127.
- CARMICHAEL, Wayne W., 1994. The Toxins of Cyanobacteria. **270**(1), 78–84.
- ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA, 2022a. Geovědní mapy 1 : 50 000. *Resort životního prostředí* [online] [vid. 2022-03-29]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA, 2022b. Povrchové vody a jejich chemismus. *Resort životního prostředí* [online]. Dostupné z: https://mapy.geology.cz/povrchove_vody/#
- ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA, 2022c. Půdní mapa 1 : 50 000. *Resort životního prostředí* [online] [vid. 2022-03-29]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/pudy/>
- ČESKÁ SPOLEČNOST KRAJINNÝCH INŽENÝRŮ, 2019. *Rybníky 2019*. Praha: ČVUT. ISBN 978-80-01-06595-2.
- ČÚZK, 2022. *Nahlížení do katastru nemovitostí* [online]. Dostupné z: <https://sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=669989&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>
- DODDS, Walter K. a Matt R. WHILES, 2019. *Freshwater ecology: Concepts and environmental applications of limnology*. 3. United States of America: Academic Press. ISBN 978-0-12-813255-5.
- DURAS, Jindřich a ET AL., 2020. *Uteče to jako voda*. 1. Praha: Euronova group. ISBN 978-80-270-8609-2.
- FORMAN, Richard T. T. a Michel GODRON, 1993. *Krajinná ekologie*. 1. Praha: Academia. ISBN 80-200-0464-5.
- FRONĚK, Daniel, 2011. *Dobrovické bílé zlato v proměnách času*. 1. Dobruška: Tereos TTD, a.s. ISBN 978-80-254-9468-4.
- HEJNÝ, Slavomil a Karel RATAJ, 1968. *Vodní rostliny v bytě*. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství Praha.
- JELÍNEK, Jan a Vladimír ZICHÁČEK, 2014. *Biologie pro gymnázia*. 11. Olomouc: nakladatelství Olomouc s.r.o. ISBN 978-80-7182-338-4.
- KAŠTOVSKÝ, Jan, Tomáš a kolektiv HAUER, Rodan GERIŠ, Barbora CHATTOVÁ, Josef JURÁŇ, Olga LEPŠOVÁ-SKÁCELOVÁ, Petra PITELKOVÁ, Martin PUZSTAI, Pavel ŠKALOUD, Jan ŠŤASTNÝ, Kateřina ČAPKOVÁ, Markéta BOHUNICKÁ a Radka MÜHLSTEINOVÁ, 2018a. *Atlas sinic a řas ČR I*. 1. Praha: powerprint. ISBN 978-80-7568-124-9.

- KAŠTOVSKÝ, Jan, Tomáš HAUER, Rodan GERIŠ, Barbora CHATTOVÁ, Josef JURÁŇ, Olga LEPŠOVÁ-SKÁCELOVÁ, Petra PITELKOVÁ, Martin PUZSTAI, Pavel ŠKALOUD, Jan ŠŤASTNÝ, Kateřina ČAPKOVÁ, Markéta BOHUNICKÁ a Radka MÜHLSTEINOVÁ, 2018b. *Atlas sinic a řas ČR 2*. 1. Praha: powerprint. ISBN 978-80-7568-125-6.
- KOBOS, Justyna, Agata BLASZCZYK, Natalia HOHLFELD, Anna TORUŇSKA-SITARZ a Anna KRAKOWIAK, 2013. Cyanobacteria and cyanotoxins in Polish freshwater bodies [online]. **42**(4). ISSN 1730-413X. Dostupné z: https://repozytorium.amu.edu.pl/bitstream/10593/10592/1/Kobos%20et%20al.%202013_OHS.pdf
- KOMÁRKOVÁ, J, 2006. METODIKA ODBĚRU A ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ FYTOPLANKTONU STOJATÝCH VOD. 11.
- MAPY.CZ, 2022. *Základní mapa* [online]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.9757060&y=50.3691460&z=11>
- MARŠÁLEK, Blahoslav, Radovan KOPP, Eliška MARŠÁLKOVÁ a Martina SADÍLKOVÁ, 2008. *Sledování změn v množství a složení fytoplanktonních společenstev brněnské přehrady v období květen-říjen 2008*. Brno: Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny & Sdružení Flos Aquae.
- PITTER, Pavel, 2009. *Hydrochemie*. 4. Praha: VŠCHT Praha. ISBN 978-80-7080-701-9.
- POULÍČKOVÁ, Aloisie, 2011. *Základy ekologie sinic a řas*. 1. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2751-5.
- POULÍČKOVÁ, Aloisie, Petr DVOŘÁK a Petr HAŠLER, 2015. *Průvodce mikrosvětlem sinic a řas*. 1. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4408-6.
- ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, Jana, 2007. *Encyklopedie hydrobiologie: výkladový slovník* [online]. Praha: VŠCHT Praha. Dostupné z: http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-006
- SANTORE, U. J., 1984. Some aspects of taxonomy in the Cryptophyceae. **98**(4), 627–646.
- SLÁDEČEK, Antonín, 2013. *Paměti města Dobrovice a jeho okolí*. 1. Praha: GARN.
- SOMMER, Ulrich, Rita ADRIAN, Lisette DE SENERPONT DOMIS, James J. ELSER, Ursula GAEDKE, Bas IBELINGS, Erik JEPPESEN, Miquel LÜRLING, Juan Carlos MOLINERO, Wolf M. MOOIJ, Ellen VAN DONK a Monika WINDER, 2012. Beyond the Plankton Ecology Group (PEG) Model: Mechanisms Driving Plankton Succession. **43**, 429–448.
- SOMMER, Ulrich, Z. Maciej GLIWICZ, Winfried LAMPERT a Annie DUNCAN, 1986. PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh water. *Archives of Hydrobiology*. **106**(4), 433–471.
- STODOLA, Jiří a Vlastimil VANĚK, 1987. *Vodní a vlhkomilné rostliny*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství Praha.
- ÚVT, S.R.O. a BENETA.CZ, S.R.O., 2004. *Taxonomický klasifikační systém půd ČR* [online] [vid. 2022-03-29]. Dostupné

z: https://klasifikace.pedologie.czu.cz/index.php?action=showPudniTyp&id_categoryNode=163

VODOHOSPODÁŘSKÁ SPRÁVA ČR S.R.O., 2022. Rozbory vody - parametry. *Centrum vody* [online]. Dostupné z: https://www.centrumvody.cz/Rozbor-vody-parametry-c10_35_2.htm

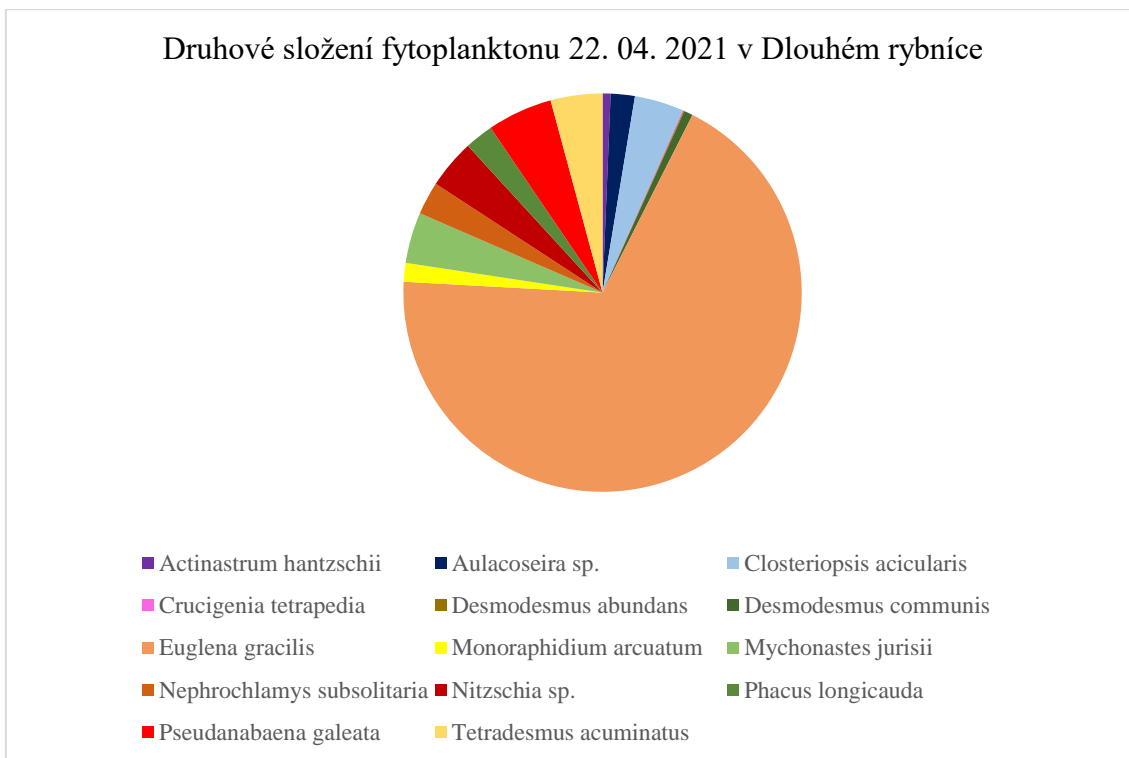
WINDER, Monika a James E. CLOERN, 2010. The annual cycles of phytoplankton biomass. **365**(1555), 3215–3226. ISSN 1471-2970.

ZNACHOR, Petr, 2015. *Fotografický průvodce podivuhodným světem planktonu našich vodních nádrží*. České Budějovice: Biologické Centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav. ISBN 978-80-86668-29-1.

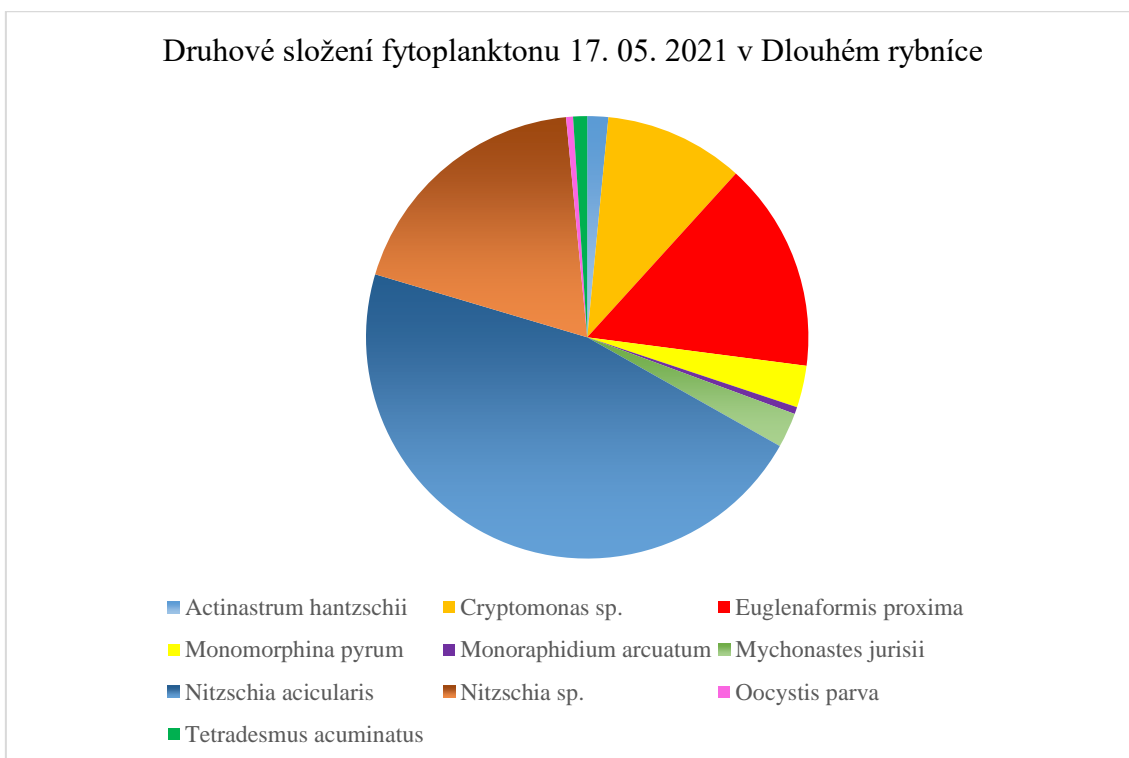
Přílohy

Příloha 1: Grafy druhového složení fytoplanktonu v Dlouhém rybníce	56
Příloha 2: Grafy druhové složení fytoplanktonu v Kosořickém rybníce.....	60
Příloha 3: Grafy srovnání fyzikálně-chemických parametrů Dlouhého a Kosořického rybníka	63

Příloha 1: Grafy druhového složení fytoplanktonu v Dlouhém rybníce

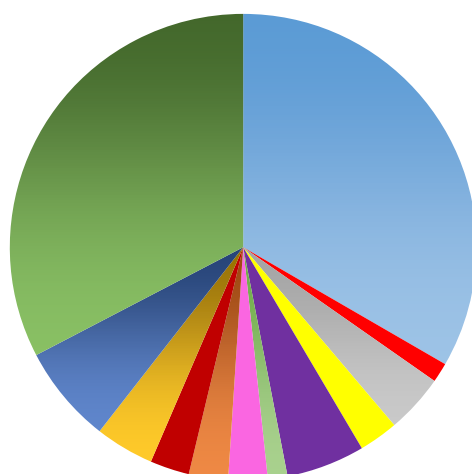


Graf 1: Druhové složení fytoplanktonu 22. 04. 2021 v Dlouhém rybníce



Graf 2: Druhové složení fytoplanktonu 17. 05. 2021 v Dlouhém rybníce

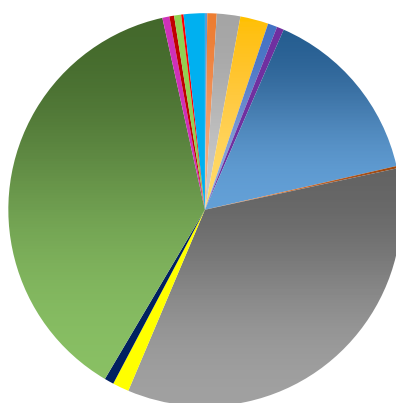
Druhové složení fytoplanktonu 16. 06. 2021 v Dlouhém rybníce



- | | | | |
|------------------------|---------------------|------------------|----------------------|
| ■ Ankyra judayi | ■ Cryptomonas sp. | ■ Euglena sp. | ■ Euglena variabilis |
| ■ Euglenaria clavata | ■ Chlamydomonas sp. | ■ Komma kaudata | ■ Leptolyngbya sp. |
| ■ Nitzschia acicularis | ■ Nitzschia sp. | ■ Oocystis parva | ■ Rhodomonas rubra |

Graf 3: Druhové složení fytoplanktonu 16. 06. 2021 v Dlouhém rybníce

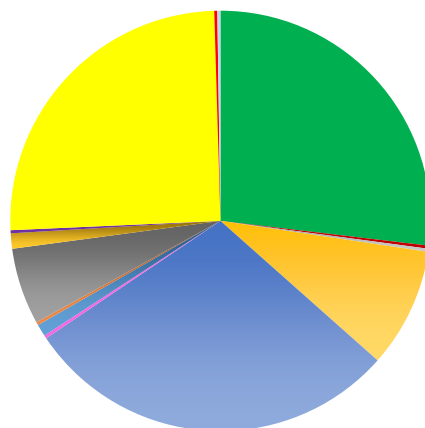
Druhové složení fytoplanktonu 07. 07. 2021 v Kosořickém rybníce



- | | | |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| ■ Ceratium hirundinella | ■ Coelastrum microporum | ■ Cryptomonas sp. |
| ■ Desmodesmus abundans | ■ Lepocinclis acus | ■ Lepocinclis tripteris |
| ■ Merismopedia tenuisima | ■ Monactinus simplex | ■ Mychonastes jurisii |
| ■ Nephrochlamys subsolitaria | ■ Nitzschia acicularis | ■ Oocystis marssonii |
| ■ Phacus acuminatus | ■ Phacus longicauda | ■ Scenedesmus ellipticus |
| ■ Tetradesmus acuminatus | ■ Trachelomonas sp. | |

Graf 4: Druhové složení fytoplanktonu 07. 07. 2021 v Dlouhém rybníce

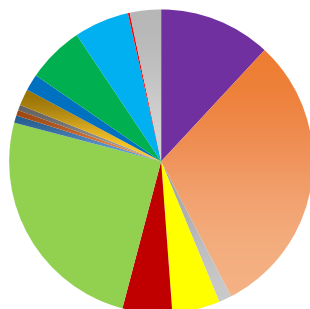
Druhové složení fytoplanktonu 16. 08. 2021 v Dlouhém rybníce



- | | | |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ■ Aulacoseira sp. | ■ Closterium strigosum | ■ Desmodesmus communis |
| ■ Chlamydomonas sp. | ■ Lepocinclis texta | ■ Lepocinclis tripteris |
| ■ Monoraphidium arcuatum | ■ Nitzschia acicularis | ■ Nitzschia sp. |
| ■ Oocystis marssonii | ■ Pediastrum duplex | ■ Rhodomonas rubra |
| ■ Tetradron caudatum | ■ Treubaria planctonica | |

Graf 5: Druhové složení fytoplanktonu 16. 08. 2021 v Dlouhém rybníce

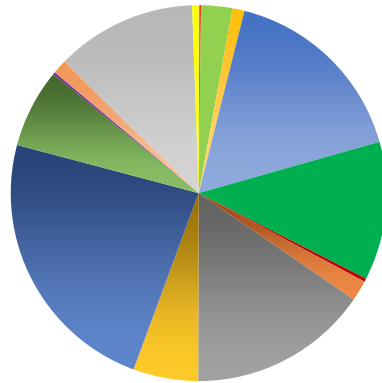
Druhové složení fytoplanktonu 24. 09. 2021 v Dlouhém rybníce



- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| ■ Actinastrum hantzschii | ■ Aulacoseira sp. |
| ■ Closteriopsis acicularis | ■ Desmodesmus communis |
| ■ Dictyosphaerium ehrenbergianum | ■ Euglena variabilis |
| ■ Euglenaria caudata | ■ Merismopedia tenuisima |
| ■ Monomorpha pyrum | ■ Monoraphidium arcuatum |
| ■ Monoraphidium contortum | ■ Nephrochlamys subsolitaria |
| ■ Nitzschia acicularis | ■ Nitzschia angustata |
| ■ Tetrademus acuminatus | |

Graf 6: Druhové složení fytoplanktonu 24. 09. 2021 v Dlouhém rybníce

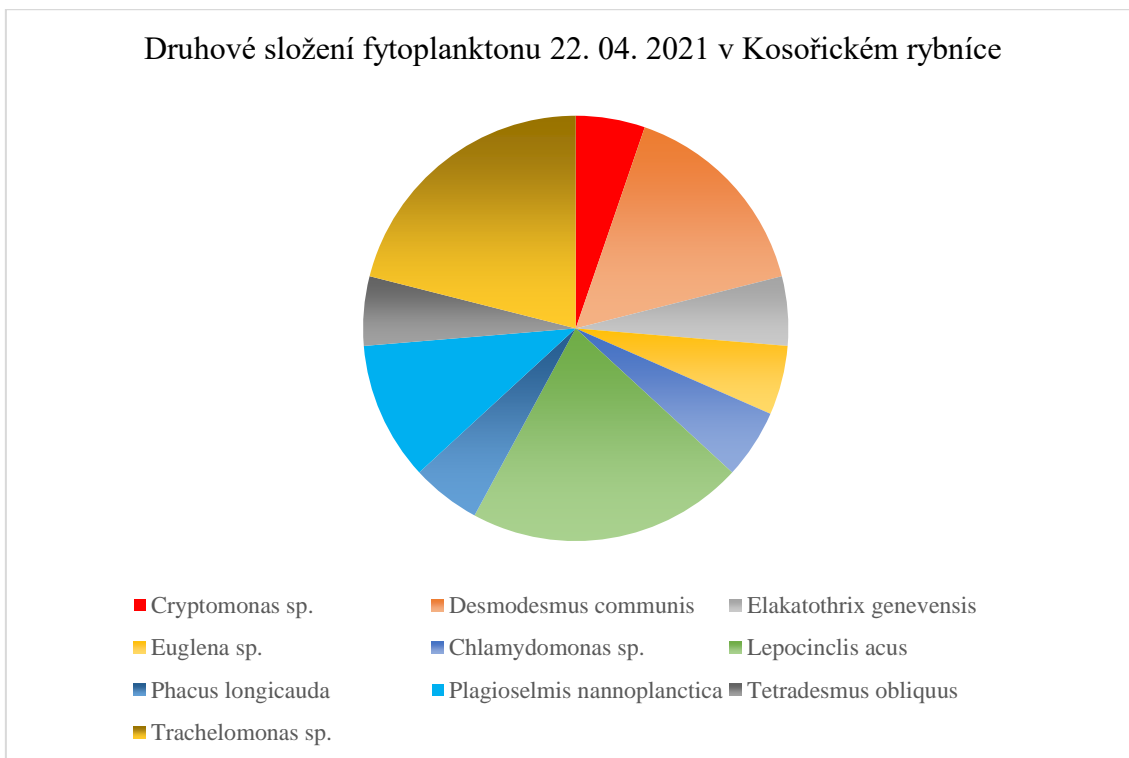
Druhové složení fytoplanktonu 30. 10. 2021 v Dlouhém rybníce



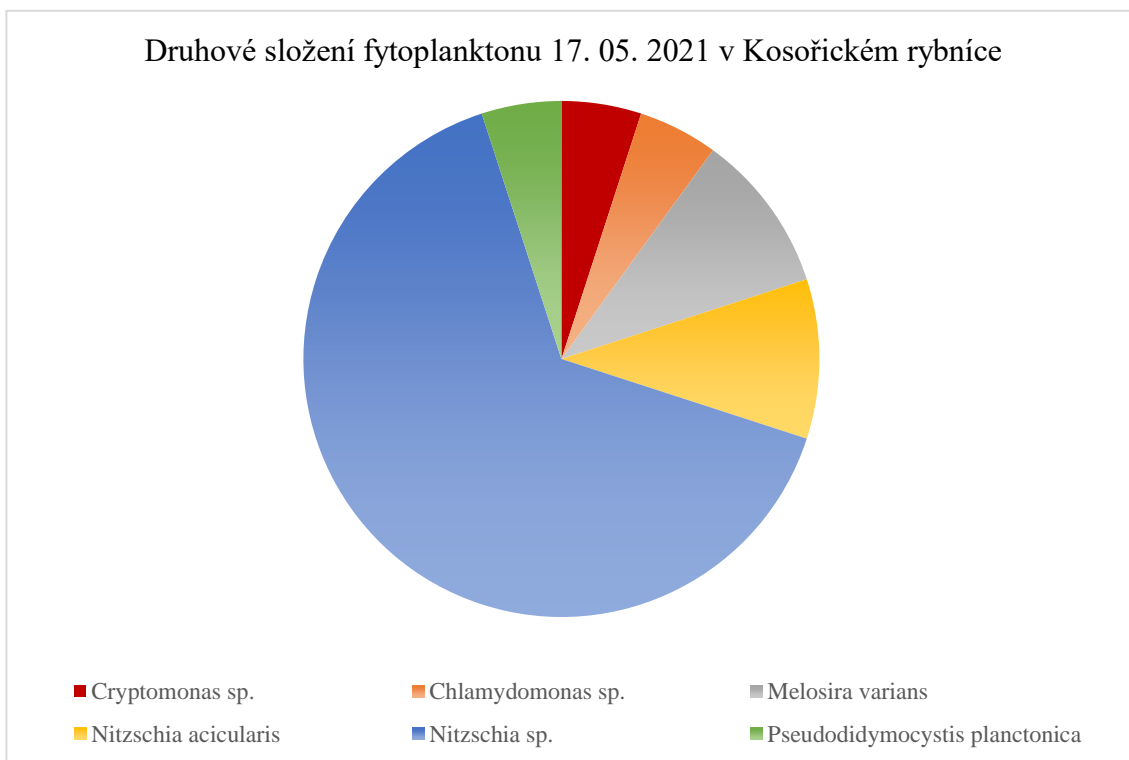
- | | | |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| ■ Actinastrum hantzschii | ■ Closteriopsis acicularis | ■ Desmodesmus communis |
| ■ Desmodesmus subspicatus | ■ Euglena viridis | ■ Euglenaria clavata |
| ■ Lepocinclis acus | ■ Monomorphina pyrum | ■ Monoraphidium contortum |
| ■ Nephrochlamys subsolitaria | ■ Nitzschia acicularis | ■ Nitzschia angustata |
| ■ Pectinodesmus pectinatus | ■ Phacus acuminatus | ■ Stephanodiscus hantzschii |
| ■ Tetradesmus acuminatus | | |

Graf 7: Druhové složení fytoplanktonu 30. 10. 2021 v Dlouhém rybníce

Příloha 2: Grafy druhové složení fytoplanktonu v Kosořickém rybníce

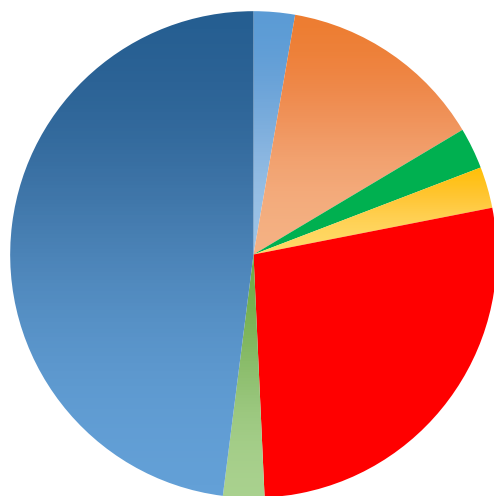


Graf 1: Druhové složení fytoplanktonu 22. 04. 2021 v Kosořickém rybníce



Graf 2: Druhové složení fytoplanktonu 17. 05. 2021 v Kosořickém rybníce

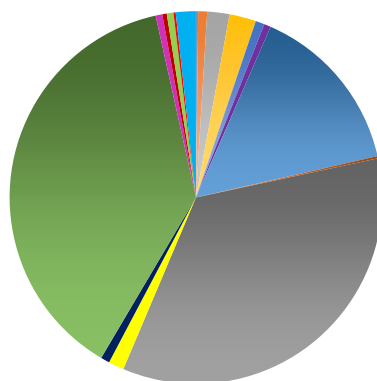
Druhové složení fytoplanktonu 16. 06. 2021 v Kosořickém rybníce



- | | | | |
|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|
| ■ Euglena ehrenbergii | ■ Euglena sp. | ■ Kirchneriella obesa | ■ Nitzschia sp. |
| ■ Oocystis marssonii | ■ Phacus longicauda | ■ Rhodomonas rubra | |

Graf 3: Druhové složení fytoplanktonu 16. 06. 2021 v Kosořickém rybníce

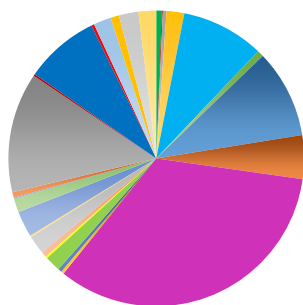
Druhové složení fytoplanktonu 07. 07. 2021 v Kosořickém rybníce



- | | | |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| ■ Ceratium hirundinella | ■ Coelastrum microporum | ■ Cryptomonas sp. |
| ■ Desmodesmus abundans | ■ Lepocinclis acus | ■ Lepocinclis tripteris |
| ■ Merismopedia tenuisima | ■ Monactinus simplex | ■ Mychonastes jurisii |
| ■ Nephrochlamys subsolitaria | ■ Nitzschia acicularis | ■ Oocystis marssonii |
| ■ Phacus acuminatus | ■ Phacus longicauda | ■ Scenedesmus ellipticus |
| ■ Tetradesmus acuminatus | ■ Trachelomonas sp. | |

Graf 4: Druhové složení fytoplanktonu 07. 07. 2021 v Kosořickém rybníce

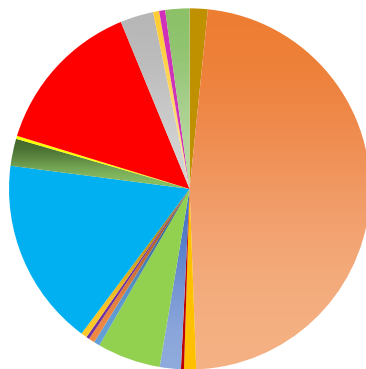
Druhové složení fytoplanktonu 16. 08. 2021 v Kosořickém rybníce



- | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| ■ Actinastrum hantzschii | ■ Aphanizomenon gracile | ■ Ceratium hirundinella |
| ■ Closteriopsis acicularis | ■ Crucigenia tetrapedia | ■ Cryptomonas sp. |
| ■ Cylindrospermopsis raciborskii | ■ Desmodesmus communis | ■ Dolichospermum flos-aquae |
| ■ Lepocinclis oxyuris | ■ Merismopedia minima | ■ Micractinium pusillum |
| ■ Monactinus simplex | ■ Monoraphidium arcuatum | ■ Nephrochlamys subsolitaria |
| ■ Nitzschia acicularis | ■ Nitzschia angustata | ■ Pectinodesmus pectinatus |
| ■ Pediastrum duplex | ■ Phacus curvicauda | ■ Planktolyngbya contorta |
| ■ Pseudopediastrum boryanum | ■ Pseudodidymocystis planctonica | ■ Scenedesmus ellipticus |
| ■ Snowella atomus | ■ Staurastrum chaetoceras | ■ Tetradesmus acuminatus |

Graf 5: Druhové složení fytoplanktonu 16. 08. 2021 v Kosořickém rybníce

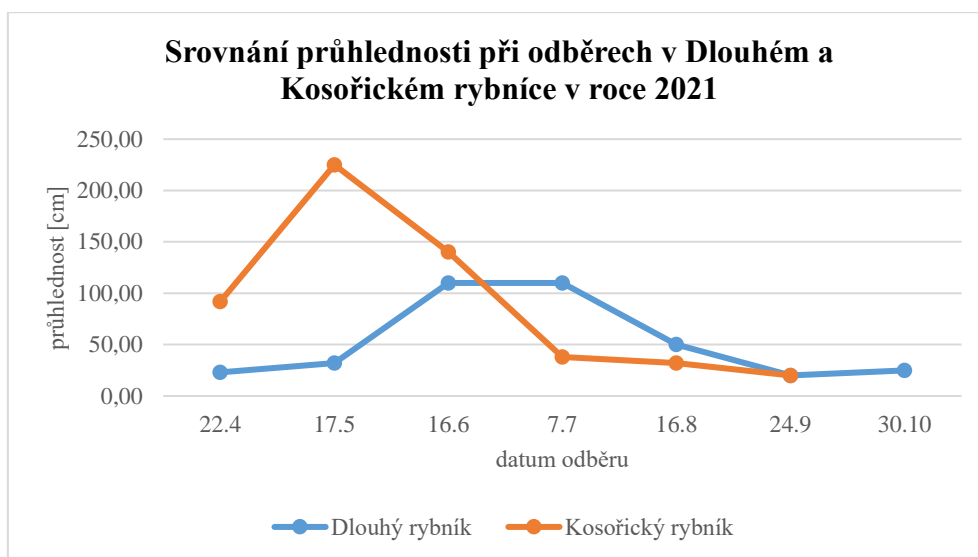
Druhové složení fytoplanktonu 24. 09. 2021 v Kosořickém rybníce



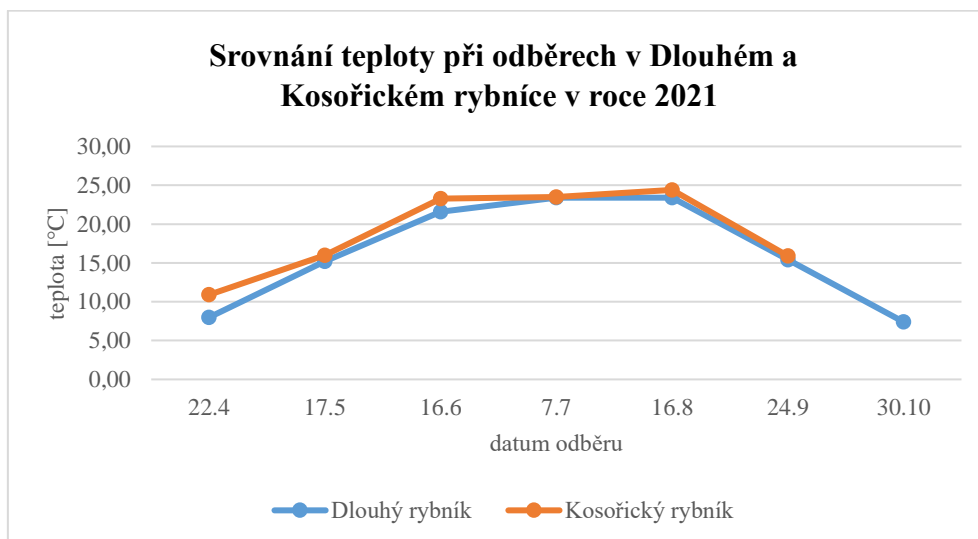
- | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| ■ Actinastrum hantzschii | ■ Aphanizomenon gracile | ■ Aulacoseira sp. |
| ■ Closteriopsis acicularis | ■ Crucigenia tetrapedia | ■ Desmodesmus abundans |
| ■ Dictyosphaerium ehrenbergianum | ■ Dolichospermum flos-aquae | ■ Euglena sp. |
| ■ Lacunastrum gracillimum | ■ Nitzschia acicularis | ■ Nitzschia angustata |
| ■ Phacus helicoides | ■ Planktolyngbya contorta | ■ Pseudodidymocystis planctonica |
| ■ Raphidiopsis mediterranea | ■ Staurastrum tetracerum | ■ Tetradesmus acuminatus |

Graf 6: Druhové složení fytoplanktonu 24. 09. 2021 v Kosořickém rybníce

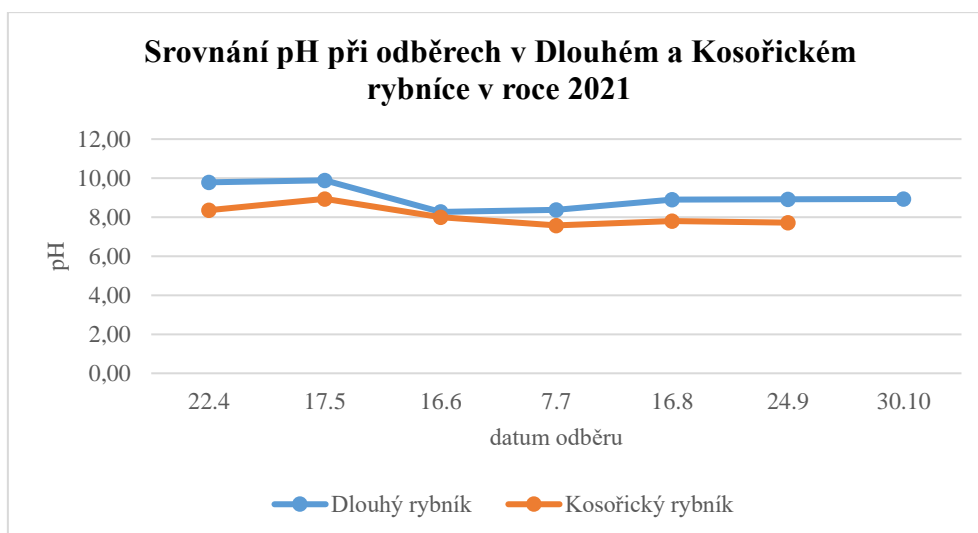
Příloha 3: Grafy srovnání fyzikálně-chemických parametrů Dlouhého a Kosořického rybníka



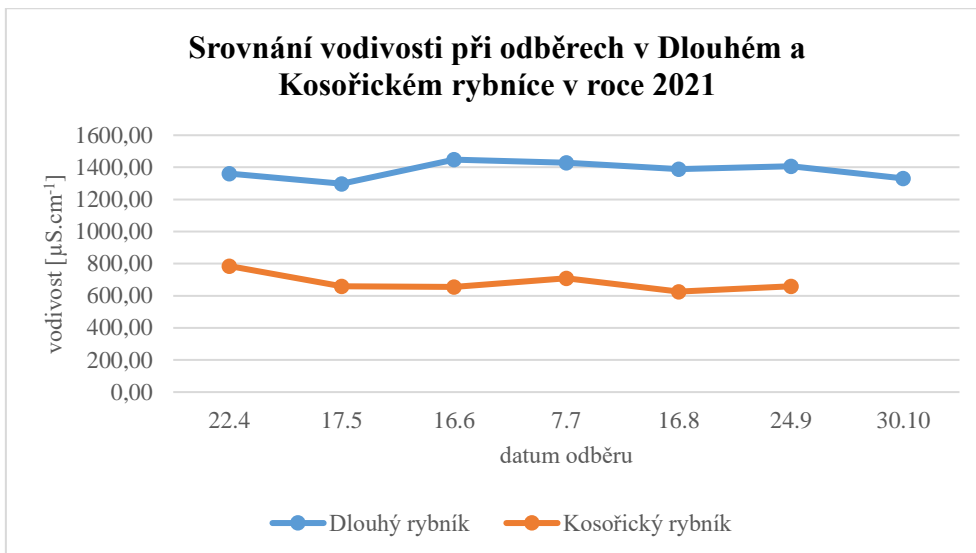
Graf 1: Srovnání průhlednosti Dlouhého a Kosořického rybníka



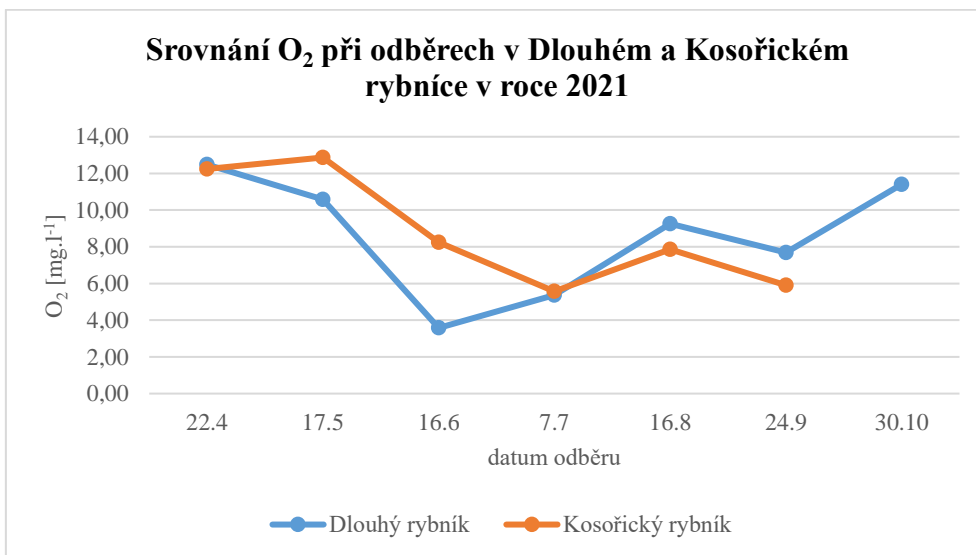
Graf 2: Srovnání teploty v Dlouhém a Kosořickém rybníce



Graf 3: Srovnání pH v Dlouhém a Kosořickém rybníce



Graf 4: Srovnání vodivosti v Dlouhém a Kosořickém rybníce



Graf 5: Srovnání obsahu kyslíku v Dlouhém a Kosořickém rybníce