



## **Bakalářská práce**

# **Plankton a fytobentos rybníků Žlunického polesí**

*Studijní program:* B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání

*Studijní obory:* Přírodopis se zaměřením na vzdělávání  
Fyzika se zaměřením na vzdělávání

*Autor práce:* **Jana Mansfeldová**

*Vedoucí práce:* RNDr. Martina Štrojsová, Ph.D.  
Katedra biologie

Liberec 2023



## Zadání bakalářské práce

# Plankton a fytobentos rybníků Žlunického polesí

<i>Jméno a příjmení:</i>	<b>Jana Mansfeldová</b>
<i>Osobní číslo:</i>	P20000708
<i>Studijní program:</i>	B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání
<i>Specializace:</i>	Přírodopis se zaměřením na vzdělávání Fyzika se zaměřením na vzdělávání
<i>Zadávající katedra:</i>	Katedra biologie
<i>Akademický rok:</i>	2021/2022

### Zásady pro vypracování:

1. Seznámit se s hydrobiologickou tematikou. Zvláště se zaměřit na ekologii planktonu.
2. Naučit se metodiku pro odběr planktonu a fytobentosu a měření základních fyzikálně chemických parametrů vody.
3. Provést mikroskopické pozorování živého i fixovaného vzorku fytoplanktonu, zooplanktonu a fytobentosu. Vytvořit trvalé preparáty na analýzu rozsivek.
4. Osvojit si determinaci fytoplanktonu, zooplanktonu a fytobentosu pomocí práce s klíčem a jejich semikvantitativní vyhodnocení.
5. Na základě získaných dat porovnat rozdíly v druhovém složení planktonních i bentických druhů ze čtyř odběrových míst z jarního a podzimního odběru.



*Rozsah grafických prací:* dle potřeby dokumentace  
*Rozsah pracovní zprávy:* 40 až 60 normostran  
*Forma zpracování práce:* tištěná/elektronická  
*Jazyk práce:* Čeština

### **Seznam odborné literatury:**

1. BIELANSKA-GRAJN, Irena et al. Rotifers (Rotifera) – Freshwater Fauna of Poland. Jagiellonian University Press, 2016. ISBN 8323340862.
2. BLEDZKI, Leszek A. and RZBAK, Jan Igor. Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe Cladocera and Copepoda (Calanoida, Cyclopoida): Key to species identification. Springer Verlag, 2016. ISBN 9783319298702.
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. KRAMMER, Kurt and LANGE-BERTALOT, Horst. Bacillariophyceae Teil 3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Spektrum Akademischer Verlag, 2008), ISBN 3827419875.
6. LANGE-BERTALOT, Horst et al. Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species Used in Ecological Assessment. Koeltz Botanical Books, 2017. 942 p. ISBN 978-3-946583-06-6.
7. LELLÁK, Jan a KUBÍČEK, František, Hydrobiologie. UK, Praha, 1991. 260 s. ISBN 80-7066-530-0.

Rozsah práce: 40–60 normostran, grafické práce dle potřeby dokumentace

*Vedoucí práce:* RNDr. Martina Štrojsová, Ph.D.  
Katedra biologie

*Datum zadání práce:* 24. dubna 2022  
*Předpokládaný termín odevzdání:* 26. dubna 2023

L.S.

prof. RNDr. Jan Pícek, CSc.  
děkan

prof. Dr. Ing. Vilém Pavlů  
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.

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěla především poděkovat vedoucí mé práce RNDr. Martině Štrojsové, Ph.D. za neuvěřitelnou ochotu a pomoc během jednotlivých odběrů, za odborné rady při determinaci jednotlivých druhů a také za velikou dávku trpělivosti, se kterou mi během psaní této práce pomohla.

Zároveň bych ráda poděkovala své rodině za to, že při mně vždy stála a věřila ve mě.

## **Anotace**

Tato bakalářská práce se zabývá hydrobiologickým průzkumem malých vodních ploch zaměřeným na sledování druhového zastoupení a relativní početností planktonu a fyto bentosu ve čtyřech tůních nacházejících se ve Žlunickém polesí během jarního a podzimního odběru v roce 2022. Práce obsahuje nejen popis a členění planktonu, ale také postup jeho odběru a měření fyzikálně-chemických vlastností vody jednotlivých vodních ploch. Cílem práce je také porovnat rozdíly bentických a planktonních druhů v jarním a podzimním období, a to v jednotlivých tůních.

## **Annotation**

This bachelor's thesis deals with the hydrobiological survey of small water bodies focused on monitoring the species representation and relative abundance of plankton and phytobenthos in four ponds located in Žlunické polesí during spring and autumn sampling in 2022. The thesis contains not only the description and classification of plankton, but also the progress of its collection and measurement of physical and chemical properties of water in individual water bodies. The aim of the work is also to compare the differences of benthic and planktonic species in spring and autumn in individual pools.

## **Klíčová slova**

Malé vodní plochy, mokřad, rybník, plankton, fytoplankton, zooplankton, fyto bentos, biodiverzita.

## **Key words**

Small bodies of water, wetland, pond, plankton, phytoplankton, zooplankton, phytobenthos, biodiversity.

## Obsah

1.	Úvod .....	12
2.	Lokalita.....	14
3.	Charakteristika vodních ploch .....	15
4.	Fyzikálně-chemické vlastnosti vody .....	17
4.1	pH vody .....	18
4.2	Konduktivita .....	19
4.3	Množství rozpuštěného kyslíku .....	20
4.4	Teplota vody, průhlednost.....	20
5	Sladkovodní organismy .....	22
6	Fytobentos .....	22
7	Plankton .....	23
7.1	Fytoplankton .....	24
	Cyanobacteria .....	24
	Cryptophyta.....	26
	Chrysophyceae.....	26
	Bacillariophyceae.....	26
	Rhodophyceae.....	27
	Chlorophyta.....	27
	Dinophyta.....	28
	Euglenozoa.....	28
7.2	Zooplankton.....	29
	Prvoci .....	29
	Vířníci ( <i>Rotifera</i> ) .....	30
	Korýši.....	31
8	Metodika .....	32
9	Výsledky .....	37
	Jarní odběry .....	37

Tůň 1 .....	37
Tůň 2 .....	40
Tůň 3 .....	43
Tůň 4 .....	46
Podzimní odběry .....	48
Tůň 1 .....	49
Tůň 2 .....	51
Tůň 3 .....	52
Tůň 4 .....	54
5. Diskuze .....	57
6. Závěr .....	61
7. Seznam použitých zdrojů .....	63
8. Seznam příloh .....	66

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Nasycení půdy vodou s vyznačenou oblastí (ČHMÚ.cz) .....	13
Obrázek 2: Fyzická mapa zkoumané lokality (MAPY.CZ, 2022) .....	14
Obrázek 3: Členění ekosystému stojatých vod (RAJCHARD, 1996) .....	16
Obrázek 4: Model molekuly vody (Laboratorní práce [online]) .....	17
Obrázek 5: Stupnice pH(O ionizované vodě [online]) .....	18
Obrázek 6: Lokalita tůň (MAPY.CZ, 2023) .....	32
Obrázek 7: konkrétní mapa tůň (MAPY.CZ 2023).....	32
Obrázek 8: Secchiho deska .....	33
Obrázek 9: planktonní síť .....	33
Obrázek 11: Planktonní síť, odběr .....	34
Obrázek 10: Planktonní síť, hod .....	34
Obrázek 12: Centrifuga.....	35
Obrázek 13: Tůň 1, jaro .....	37
Obrázek 14: Tůň 3, jaro .....	43
Obrázek 15: Tůň 3, rákosí.....	43
Obrázek 16: Tůň 4, jaro .....	46
Obrázek 17: Tůň 1, podzim .....	49
Obrázek 18: Tůň 2, podzim .....	51
Obrázek 19: Tůň 3, podzim .....	52
Obrázek 20: Tůň 4, podzim .....	54
Obrázek 21: Zákal na vodní hladině, tůň 4, podzim .....	54

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Třídy jakosti vod (podle ČSN 75 7221, 1990).....	18
Tabulka 2: Závislost kyslíku na teplotě vody (HARTMAN et. al, 2005).....	20
Tabulka 3: velikost planktonu dle AMBROŽOVÉ 2003.....	23
Tabulka 4: Odhadní stupnice podle Hrabáčka a její modifikace.....	36
Tabulka 5: Fyzikálně – chemické parametry vod.....	37
Tabulka 6: Fyzikálně – chemické veličiny, podzim.....	48
Tabulka 7: Zastoupení jednotlivých skupin organismů, jaro.....	56
Tabulka 8: Zastoupení jednotlivých skupin organismů, podzim.....	56

## Seznam grafů

Graf 1: Hmotnost vody v závislosti na teplotě.....	21
Graf 2: Fytoplankton, jaro, 1. tůň.....	38
Graf 3: Složení zooplanktonu.....	38
Graf 4: Druhy zooplanktonu.....	38
Graf 5: Poměr fytoplanktonu a zooplanktonu, jaro, tůň 1.....	39
Graf 6: rozsivky, jaro, tůň 1.....	39
Graf 7: Fytoplankton, jaro, tůň 2.....	40
Graf 8: Zooplankton, jaro, tůň 2.....	41
Graf 9: Poměr fytoplanktonu a zooplanktonu, jaro, tůň 2.....	41
Graf 10: Rozsivky, jaro, tůň 2.....	42
Graf 11: Fytoplankton, jaro, tůň 3.....	44
Graf 12: Zooplankton, jaro, tůň 3.....	44
Graf 13: Složení zooplanktonu, jaro, tůň 3.....	44
Graf 14: Poměr fytoplanktonu a zooplanktonu, jaro, tůň 3.....	45
Graf 15: Rozsivky, jaro, tůň 3.....	45
Graf 16: Fytoplankton, jaro, tůň 4.....	46
Graf 17: vířníci, jaro, tůň 4.....	47
Graf 18: zooplanktoni, jaro, tůň 4.....	47
Graf 19: Poměr fytoplanktonu a zooplanktonu, jaro, tůň 4.....	47
Graf 20: Rozsivky, jaro, tůň 4.....	48
Graf 21: Fytoplankton, podzim, tůň 1.....	49
Graf 22: Zooplankton, podzim, tůň 1.....	50
Graf 23: Poměr fytoplanktonu a fytobentosu, podzim, tůň 1.....	50
Graf 24: Rozsivky, podzim, tůň 1.....	51

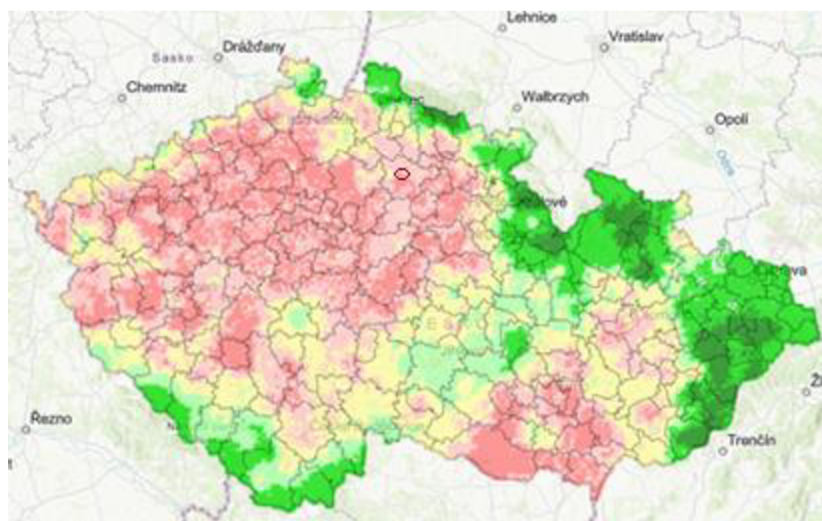


Graf 25: Fytoplankton, podzim, tůň 3 .....	52
Graf 26: Poměr fytoplanktonu a zooplanktonu .....	53
Graf 27: Rozsivky, podzim, tůň 3 .....	53
Graf 28: Fytoplankton, podzim, tůň 4 .....	55
Graf 29: Poměr fytoplanktonu a zooplanktonu, podzim, tůň 4 .....	55
Graf 30: Rozsivky, podzim, tůň 4 .....	56

# 1. Úvod

Hlavním tématem této práce je hydrobiologický průzkum zaměřený na plankton a fyto-bentos tůní Žlunického polesí. V současné době stále velká skupina lidí nemá přesnou představu o tom, co je plankton. Plankton bývá laickou veřejností, a zvláště pak žáky, chybně přiřazován pouze k mořskému prostředí (Příloha 1) a se sladkovodními řasami či sinicemi si ho již spojí jen málokdo, přitom jde sice o velmi jednoduché, ale důležité organismy nacházející se po téměř celém světě. Nejde jen o sinice či řasy nacházející se ve volné vodě a způsobující zápach a vyrážky v období letního koupání, ale o producenty kyslíku a také potravu nejen pro vodní živočichy. Kromě zelených organismů ale plankton zahrnuje také organismy živočišného původu, takzvaný zooplankton, lišící se především v neschopnosti fotosyntézy, mezi něž patří například vířníci, koryši, larvy a další živočichové. Zooplankton se pak živí fytoplanktonem, ale i dalším zooplanktonem a sami jsou také potravou pro mnoho větších organismů, jako jsou ryby či savci. Další významnou složkou je také fyto-bentos, což je označení pro soubor organismů obývajících dno vodních nádrží, jako jsou jezera, rybníky, mokřady, bažiny, a dále obývají tekoucí vody. Tyto organismy jsou charakterizovány tím, že na rozdíl od planktonních druhů žijí na substrátu a různých ponořených předmětech.

První část práce se zabývá popisem zkoumané lokality, což je chráněné území Žlunického polesí. Toto území je důležité pro živočišné i rostlinné druhy, které se tu vyskytují (Mikeska, 2017). Pro hydrobiologický průzkum jsem vybrala toto území také z toho důvodu, že velkou část svého dětství jsem tam strávila hledáním hub, ale až do poměrně nedávné doby jsem netušila, že je toto území v zájmu ochrany a nyní i obnovy. Na území se nachází více vodních prvků, které se ale svojí přístupností mění s ročními obdobími. Jelikož většina z vodních ploch na tomto území nese charakter tůní, nebylo zcela jasné, která vodní plocha bude pro odběry vhodná, a to z toho důvodu, že tůně velmi podléhají přírodním změnám v průběhu celého roku. Variabilitu tohoto dynamického prostředí proto dokáže ovlivnit spousta faktorů, především pak výkyvy v četnosti srážek, které mohou způsobit nečekané vylití vod z tůní nebo naopak vysychání tůní, které je v naší oblasti běžnější (Obr. 1). Změny může ale způsobit i vegetace, jež dokáže způsobit rozsáhlé škody svým růstem. Mezi tuto vegetaci často patří nepůvodní druhy (RILEY et al., 2018).



*Obrázek 1: Nasycení půdy vodou s vyznačenou oblastí (ČHMÚ.cz)*

Dále jsou v práci popsány vybrané vlastnosti vody, jakými jsou pH, vodivost, množství kyslíku, ale také teplota vody a průhlednost, což jsou všechno veličiny, které do jisté míry ovlivňují, ale také mohou být ovlivňovány složením planktonu. Na samotný plankton je v práci nahlíženo jako na celek sestávající z několika druhů. Jednotlivé druhy planktonu jsou zde popsány a vybráni konkrétní zástupci jednotlivých skupin.

V druhé části je popsána metodika odběru planktonu a fyto-bentosu na konkrétních odběrových lokalitách včetně popisu zkoumání fyzikálně-chemických vlastností vod a jejich následné vyhodnocení.

Cílem práce je na základě všech dostupných a získaných dat porovnat rozdíly planktonních a bentických druhů ze všech čtyřech zkoumaných oblastí, a to ze dvou odběrových termínů, z jarního a podzimního období.

## 2. Lokalita

Práce se zabývá planktonem a fyto bentosem čtyř tůní nacházejících se ve Žlunickém polesí, což je přírodní památka, nacházející se mezi obcemi Žlunice a Slavhostice v okrese Jičín, Královéhradeckém kraji (Obr. 2).



Obrázek 2: Fyzická mapa zkoumané lokality (MAPY.CZ, 2022)

Oblast se nachází na Česovském hřbetu a dokola je obklopen zemědělskými pozemky. Nadmořská výška celého lesního území je od 248–305 m.n.m. Území sčítá rozlohu 217 ha, z toho připadá 3 500 m<sup>2</sup> na vodní plochy, které jsou roztroušené po celém území (MIKESKA, 2018). Jedná se o chráněné území kategorizované podle Mezinárodního svazu ochrany přírody (IUCN) do kategorie IV, což je území zaměřené na ochranu druhů a přirozeného prostředí (kategorizace chráněných území dle mezinárodního svazu ochrany přírody). Z geologického hlediska je podloží celého území tvořeno vápnatými jílovci (ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA, 2023).

Převládajícím ekosystémem polesí jsou hercynské dubohabřiny. Ohroženými rostlinami, nacházejícími se na tomto území je například zerav nejmenší (*Sparganium minimum*), pryšec huňatý (*Euphorbia villosa*), lilie zlatohlavá (*Lilium martagon*) či medovník meduňkolistý (*Melittis melissophyllum*). Mezi ohrožené obojživelníky a plazi patří skokan ostronosý (*Rana arvalis*), skokan skřehotavý (*Pelophylax ridibundus*) či skokan štíhlý (*R. almatina*), ropucha zelená (*Bufo viridis*), nebo například ještěrka obecná (*Lacerta agilis*) či ještěrka živorodá (*Zooteca vivipara*). Z ptáků se zde vyskytuje datel černý (*Dryocopus martius*), slavík obecný (*Luscinia megarhynchos*), žluva hajní (*Oriolus oriolus*). Méně se vyskytuje například krkavec velký (*Corvus corax*), krahujec obecný (*Accipiter nisus*) nebo moták pochop (*Circus aeruginosus*) (MIKESKA, 2018).

Přestože je oblast v zájmu ochrany a v současné době je snaha o její obnovu z důvodu zachování ohrožených druhů, žádné údaje o planktonu a fytobentosu či podrobnější hydrobiologické údaje ohledně místních vod nejsou publikované.

### **3. Charakteristika vodních ploch**

Vodní plochy lze rozlišit mnoha způsoby, základním členěním dle Hartmana (2005) je rozdělení vod na mořské a vnitrozemské. Mezi těmito vodami je mnoho rozdílů, ať už ohledně procentuálního zastoupení jednotlivých druhů na Zemi, stáří jednotlivých vod, po množství solí, které hraje velkou úlohu ve všech oblastech hydrobiologie.

Hartman dále dělí vnitrozemské vody na vody povrchové a podzemní, kdy mezi povrchové vody spadají jak vody stojaté, tak i tekoucí. Podle Hartmana známe stojaté vody dvojího typu, kdy prvním typem jsou vody stálé v čase, tzv. eustatické, mezi něž patří například velká jezera, a druhým typem pak jsou vody, které podléhají časovým změnám, mezi něž patří rybníky, bažiny, tůňe nebo například rašeliniště (HARTMAN 2005).

Stojaté vody obecně lze zjednodušeně rozdělit podle typu ekosystému v závislosti na poloze a typech organismů na litorál, pelagiál a profundál (Obr. 3). Pelagiál je oblast nacházející se kolem břehu, která je významně ovlivněna kolísáním teplot, slunečním svitem, prouděním nebo kvalitou substrátu. Typickými organismy jsou řasy, mechorosty, hmyz, a další, často přisedlí, ale i volně pohybující se organismy v okolí břehu. Naopak pelagiální ekosystémy se nacházejí ve volné vodě a zahrnují tak všechny vodní vrstvy mezi dnem a epilimnionem. Organismy v této oblasti jsou volně pohybující se plankton, ryby, ale i bakterie, či řasy. Profundál je pak hlubinná vrstva vodního sloupce nacházející se u hlubších vodních ploch, jako jsou jezera či moře. Typickým znakem pro tuto oblast je poměrně stabilní teplota kolem 4 stupňů Celsia, relativně nízká intenzita slunečního svitu, ale také hypoxie, což je stav, kdy se ve vodě nachází nedostatek kyslíku jako příčina odbourávání organických látek. Díky těmto podmínkám bývá profundál osídlen obvykle mikroskopickými organismy, jako jsou bakterie nebo viry.

Jak jsem již zmínila, převážná část vodních ploch na tomto území nese charakter tůňe. Tůňe jsou „malá nehluboká jezera“ (FOREL, 1901), která jsou přírodního původu a v nichž je častá přítomnost rozmanitých druhů živočichů. Ne ve všech se ale mohou vyskytovat ryby, a to z důvodu jejich častého vysychání (REICHHOLF, 1988). Tůňe

patří do vod povrchových, stojatých (lentických), které se přirozeně vyskytují na povrchu země. Povrchové vody jsou obecně známé svou nestálostí v čase, tím spíše jsou dynamické tůně, které jsou podle Ambrožové (2003) charakterizované jako drobné vody ať už přirozeného nebo umělého původu, které často vyskytují na slepých ramenech řek a nedochází tak k jejich vypouštění. Maximální průměrnou hloubkou tůní jsou pak 2 metry. Výrazná a podstatná charakteristika u tůní je vegetace vyskytující se v litorálu a na březích. Profundál pak téměř chybí (AMBROŽOVÁ, 2003).



Obrázek 3: Členění ekosystému stojatých vod (RAJCHARD, BALOUNOVÁ, 1996)

Tůně můžeme dělit podle několika hledisek. Ambrožová (2003) je dělí na perenující, což jsou tůně dlouhodobého trvání a tůně periodické, které podléhají vysychání. Podle Reichholf (1988) jsou nejjednoduššími periodickými vodami prosté kaluže vznikající po deštích či náhlém tání sněhu a následně zase vysychající. Jakmile ale tato kaluž vznikne například ve vlhčím místě a vydrží zatopena nejméně týden až dva, začne se uvnitř nich rozvíjet pestrá paleta druhů. Čím déle se voda v takto vzniklých tůních udržuje, tím větší živočichové se v nich vyskytnou.

Lellák a Kubíček (1991) dále dělí tůně podle principu jejich vzniku na litotelmy, což jsou tůně vznikající v prohlubních skal, dendrotelmy představující stojatou vodu v pařezech a prohloubeninách stromů, fytotelmy tvořené bylinami a dešťové louže a tůně.

Planktonní složení tůní se v závislosti na podmínkách periodicky mění. Častější je výskyt organismů s krátkým životním cyklem, nebo organismů se schopnostmi přečkávat nepříznivé podmínky (HARTMAN, 2005).

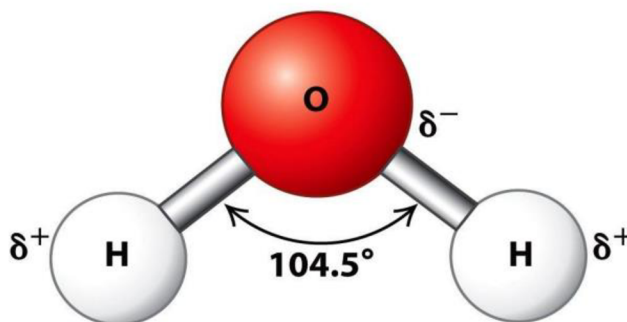


Hartman (2005) dále uvádí, že organismy, jako jsou bakterie, řasy (např. krásnoočka), z některým přirozeně znečištěných malých tůní se mohou využít při čištění odpadní vody lidské produkce.

Přesto, že jsou vodní plochy svou existencí ekologicky velmi důležité, protože zajišťují mnoho biologických i chemických procesů, jejich stav je na mnoha místech velmi špatný, a to především vlivem lidské činnosti. Důležitost drobnějších vodních ploch tkví především v ochraně biodiverzity, protože tůně, mokřady a podobné vodní plochy bývají domovem mnoha druhů živočichů i rostlin, včetně ohrožených druhů. (KRISTENSEN, 2014)

#### 4. Fyzikálně-chemické vlastnosti vody

Ambrožová (2003) i Lellák a Kubíček (1991) se shodují, že molekula vody ( $H_2O$ ) se zdánlivě jednoduchou strukturou (Obr. 4) vykazuje anomálie jak ve fyzikálních, tak i chemických vlastnostech.



Obrázek 4: Model molekuly vody

Povrchová voda a její vlastnosti rozhodují o tom, jaké druhy živočichů a rostlin se v daném prostředí vyskytují. Mezi tyto parametry patří pH, množství rozpuštěného kyslíku, konduktivita (vodivost), teplota vody, hustota vody ale například i její průhlednost, popřípadě zbarvení. Podle těchto jednotlivých hledisek lze určit jakost vody, což je veličina, která určuje její vhodnost pro určitý účel, například pro pití, koupání, zemědělství nebo průmysl. Běžným členěním podle jakosti je 5 stupňů (Tab. 1). První stupeň odpovídá např. vodě pitné, kdy musí voda splňovat normy a limity tak, aby byla bezpečná pro lidskou spotřebu. Druhým stupněm je voda vhodná pro koupání nacházející se v řekách, jezerech či mořích. Třetí stupeň pak zahrnuje vody určenou pro rybolov, která je podle norem vhodná pro život ryb i dalších organismů. Čtvrtý stupeň je pak přiřazen k vodě využívané pro zemědělské účely, jako je například zavlažování.

Voda vhodná pro průmysl patří pod 5. stupeň jakosti, a bývá využívána pro průmyslové účely, jako je chlazení nebo čištění.

Tabulka 1: Třídy jakosti vod (podle ČSN 75 7221, 1990)

Ukazatel	Symbol	jednotka	Třída jakosti				
			I.	II.	III.	IV.	V.
Teplota	T	°C	<22	<23	<24	<26	>26
Reakce vody	pH		6,0- 8,5	6,0- 8,5	6,0- 8,5	5,5- 9,0	<5,5 >9,0
Konduktivita	Σ	μS/cm	<40	<70	<110	<160	>160
Rozpuštěný kyslík	O <sub>2</sub>	mg/l	>7	>6	>5	>3	<3

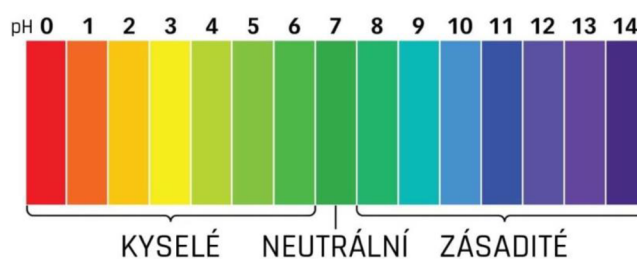
#### 4.1 pH vody

Reakce vody, pH je záporně vzatý dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů.

$$pH = -\log[H^+]$$

Pokud je ve vodě více vodíkových iontů H<sup>+</sup> jedná se o kyselé pH, naopak nadbytek hydroxylových iontů OH<sup>-</sup> způsobuje zásaditost vody (Obr. 5) (LELLÁK, 1991).

Podle Lelláka (1991) je pH čisté vody 7, což znamená, že voda obsahuje 10<sup>-7</sup> mol/l vodíkových iontů. Pokud bychom snižovali koncentraci H<sup>+</sup> iontů, bude hodnota pH stoupat a naopak. Většina povrchových vod má pH v rozmezí 6,5-8,3 (HARTMAN, 2005).



Obrázek 5: Stupnice pH

Lellák (1991) ale dále udává, že v přirozených vodách je pH určeno rovnováhou mezi hydrogenuhlíčanem (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) a oxidem uhličitým (CO<sub>2</sub>). V této rovnováze se hydrogenuhlíčan a oxid uhličitý navzájem přeměňují a při těchto přeměnách dochází



ke změnám pH. Rozpouštění oxidu uhličitého vede k růstu koncentrace  $HCO_3^-$  a tak i ke snižování hodnoty pH. Naopak se zase  $HCO_3^-$  rozkládá zpět na oxid uhličitý a hydroxidový iont, což vede k růstu pH (BOYD, 2020).

To, jaké pH se v daném prostředí vyskytuje, výrazně ovlivňuje druhy i množství živočichů a rostlin. Ambrožová (2003) udává, že na hodnotu pH mají vliv jevy probíhající mezi rostlinami, z nichž nejzásadnější je jev fotosyntéza, protože při té se odčerpává oxid uhličitý a tím se naruší již výše zmíněná rovnováha a pH stoupá až k hodnotě 10-11 (alkalická oblast). Takto zvyšující se pH je nejčastější v předjarním období, kdy se zvyšuje množství sinic a řas, zejména fytoplanktonu (HARTMAN, 1998).

Hodnota pH může být naopak sníženo například rozkladem organických látek nebo přítomností kyselých srážek (ČEJNOVÁ, 2016).

Ambrožová (2003) rozlišuje organismy podle rozpětí pH, v němž mohou přežít na organismy euryiontní, snášející pH v poměrně širokém rozmezí, příkladem je krunýřenka obecná (*Brachionus uerceolaris*) přežívající hodnoty 4,5-11. Naopak stenoiontní druhy mohou přežít jen v úzkých rozmezích, příkladem je plazivenka obecná (*Spirostomum ambiguum*). Stenoiontní druhy se používají pro bioindikaci. Pro většinu organismů je ale ideální neutrální pH, to znamená kolem hodnoty 7.

## 4.2 Konduktivita

Konduktivita neboli vodivost elektrického proudu ve vodě je dána množstvím rozpuštěných látek. Voda destilovaná, tedy zbavená všech minerálních látek, téměř nevodivá. Měrnou elektrickou vodivost lze vyjádřit jako převrácenou hodnotu odporu (rezistivity) vyjádřeno následujícím vzorcem:

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

Jednotkou konduktivity je  $S \cdot m^{-1}$  (siemens/metr) v našich měřeních pak  $\mu S \cdot cm^{-1}$  (mikrosiemens/centimetr). Čím vyšší je hodnota, tím má látka lepší schopnost vést elektrický proud.

Jelikož konduktivita souvisí s osmotickým tlakem, ovlivňuje tak schopnost vody přecházet přes polopropustnou membránu. Čím vyšší je tedy konduktivita, tím vyšší je i osmotický tlak.

### 4.3 Množství rozpuštěného kyslíku

Kyslík je nejdůležitějším biogenním prvkem, jehož hlavním zásobníkem je atmosféra a zdrojem fotosyntéza. Většina vodních organismů ke svému přežití potřebuje kyslík a například ryby nemohou dlouho přežít, pokud je množství rozpuštěného kyslíku nižší než 5mg/l . Příčinou nízké hladiny rozpuštěného kyslíku může být mimo jiné i kontaminace, tudíž je tato veličina důležitým faktorem pro určení kvality vody.( HADDAD et. al., 2021) Množství kyslíku ve vodě nepřímo úměrně závisí na teplotě vody. Čím je teplota vody vyšší, tím nižší je množství kyslíku (Tab. 2). Dalším hlediskem je velikost atmosférického tlaku, zde je úměra přímá, to znamená, že například před bouřkou bude kyslíku ve vodě méně. Podle vztahu ke kyslíku lze organismy rozdělit na euryoxybiontní (snášející podmínky s malým množstvím O<sub>2</sub>, to znamená organismy často žijící ve stojatých, znečištěných a eutrofních vodách) a stenooxybiontní (organismy žijící v čistých tekoucích vodách, vyžadující velké množství O<sub>2</sub>)

Množství kyslíku rozpuštěného ve vodě při atmosférickém tlaku 101 kPa při 100% nasycení lze vyčíst z tabulky 2:

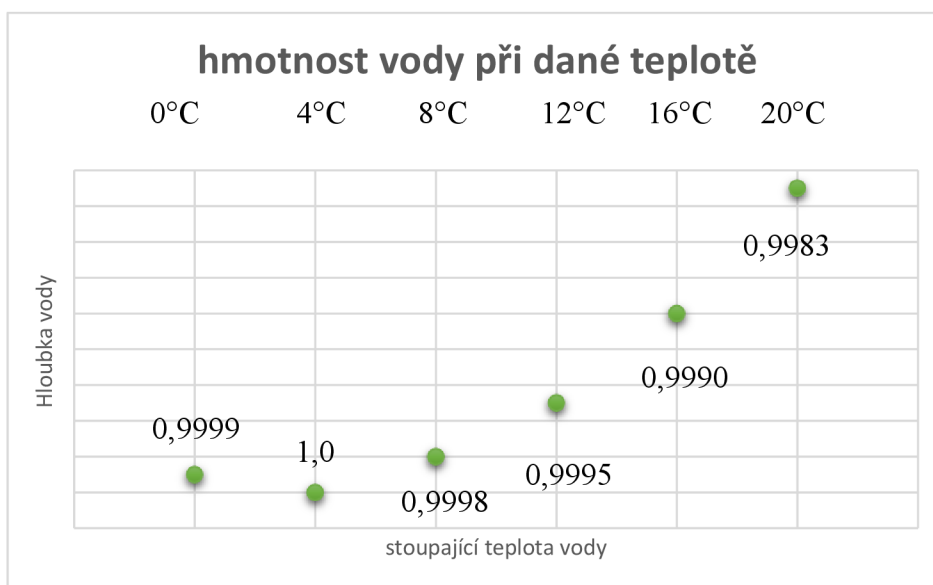
Tabulka 2: Závislost kyslíku na teplotě vody (HARTMAN et. al, 2005)

Teplota (°C)	0	5	10	15	20	25
mg/l	14,16	12,57	10,92	9,76	8,84	8,11

### 4.4 Teplota vody, průhlednost

Jako zdroj tepla na zemském povrchu, ale i ve vodě slouží sluneční záření (viditelné světlo a infračervené záření), ale například i geotermální zdroje (LELLÁK, 1991). Teplota vody má vliv na koloběh látek, kterými je například již výše zmíněný kyslík, ale i na metabolismus jednotlivých organismů, protože výrazné změny teploty spolu s intenzitou světelného záření ovlivňují vývojové cykly organismů.

Teplota také ovlivňuje hustotu vody, jelikož má voda při 4 °C nejvyšší hustotu a drží se tak dole, zatímco voda se zvyšující se i snižující se teplotou má hustotu nižší. Tato anomálie tak umožňuje přežití živočichů i rostlin během zimních měsíců, kdy je voda na povrchu zamrzlá, ale u dna se hromadí voda teplejší. Přibližnou hmotnost vody při daných teplotách lze vyčíst v grafu číslo 1.



Graf 1: Hmotnost vody v závislosti na teplotě

Teplu se ve vodním prostředí šíří prouděním, a jelikož platí, že teplá voda stoupá nahoru a chladná klesá dolů, dochází k promíchávání vrstev, kterému se říká konvenční vertikální proudění.

Slunce ale neovlivňuje jen teplotu vody, ale také její průhlednost. Část slunečního záření vodou neprojde, ale odrazí se podle zákona odrazu, to znamená, že čím svírá dopadající paprsek s vodní hladinou kolmější úhel, tím méně světla se odrazí. V praxi to lze pozorovat tak, že například ráno a večer se světla odrazí více než v poledne. Průhlednost vod tedy udává, jaké množství slunečního záření projde daným vodním sloupcem. Tuto průhlednost může ovlivnit i řada dalších faktorů, mezi něž patří například případný zákal, způsobený často planktonem, rozptýlenými organickými látkami nebo naplaveninami (AMBROŽOVÁ, 2003). Míru průhlednosti zjišťujeme Secchiho deskou viz Metodika (LELLÁK, 1991).

## 5 Sladkovodní organismy

Ve všech typech sladkých vod na Zemi nalezneme nepřehledné množství organismů, z nichž nejmenší, nebuněčné, jsou viry, které ke svému životu potřebují hostitele, žijí tedy paraziticky a svým životním cyklem způsobují různá onemocnění. Organismy s buněčnou strukturou lze rozdělit do 3 velkých skupin na bakterie, archea a eukarya. Bakterie jsou jednobuněčné struktury s různými tvary, které se mohou vyživovat jak autotrofně, tak heterotrofně. Bakterie lze dělit podle několika hledisek: podle stavby buněčné stěny na grampozitivní a gramnegativní, podle tvaru na koky, tyčinky, spirochety apod., podle schopnosti přežít nepříznivé podmínky na sporulující a nesporulující. Spousta bakterií jsou svou přítomností ve vodě prospěšné například tím, že mají schopnost rozkládat organické látky a uvolňovat v nich uložené živiny. Mezi bakterie lze zařadit sinice (Cyanobakterie), které budou probírány dále. Další doménou na úrovni prokaryot jsou archea. Jedná se o organismy, které jsou svou stavbou podobné bakteriím, ale jsou schopny přežít i v extrémních podmínkách. Metanogenní archea jsou významné svým příspěvkem ke globálnímu oteplování, jelikož do ovzduší uvolňují metan (HARTMAN, 2005).

Mezi eukarya pak patří složitější organismy, kterými jsou houby, chromista, rostliny, prvoci a živočichové. Z těchto říší se dále budeme věnovat organismům z říše chromist, prvoků a rostlin. Z hlediska zkoumaných druhů lze organismy v rámci této práce rozdělit na bentos a plankton, a to podle místa, kde jsme dané organismy odebírali.

## 6 Fytobentos

Bentické druhy organismů jsou vázány na dno vodní plochy. Tyto organismy často pokrývají kameny, větve a další předměty, které jsou ponořené do vody (LELLÁK, 1991). Podle toho, na jaké struktuře se dané organismy objevují, lze je ještě rozdělit na epifytické (na rostlinách a řasách), na epilithické organismy obývající kameny, epipsamické organismy jsou zase organismy nacházející se v písku (UHER, nedatováno). Bentické druhy zahrnují mnoho skupin, z nichž dominantními jsou sinice (Cyanobacteria), zelené řasy (Chlorophyta), hnědé řasy (Ochrophyta), z nichž nejvíce rozsivky (*Bacillariophyceae*) a ruduchy (Rhodophyta). Fytobentos je významný svou schopností spolu s dalšími organismy vytvářet nárosty (LELLÁK, 1991).

## 7 Plankton

Naopak organismy, které nejsou omezeny svou existencí ke dnu, ale mohou se volně vznášet ve vodním sloupci, se označují jako planktonní. Mezi plankton se řadí živočichové i rostliny drobných rozměrů, v řádech 2  $\mu\text{m}$ -2000  $\mu\text{m}$  (Tab. 3), kdy například organismy větší, než 20  $\mu\text{m}$  bývají označovány jako síťový plankton, protože je lze od ostatních druhů oddělit přes planktonní síť (AMBROŽOVÁ, 2003). V širším smyslu ale plankton zahrnuje všechny vodní organismy, které se volně vznášejí ve sloupci vody. Kolkwitz (1912) zavedl pojem seston, který zahrnuje všechny nerozpuštěné organické i anorganické látky nacházející se ve vodě. Nekton popisuje aktivně se pohybující se vyšší živočichy. Plankton jako takový se vyskytuje velmi hojně a svojí přítomností významně ovlivňuje vlastnosti vody. Plankton můžeme z hlediska jeho složení rozdělit na 4 typy. Viroplankton, popisující přítomnost virů ve vodě, bakterioplankton zahrnující bakterie, fytoplankton se skládá z mikroskopických organismů schopných fotosyntézy, jako jsou řasy a sinice, zooplankton je složen z živočišných organismů. Pod mikroskopem od sebe fytoplankton a zooplankton lze částečně rozlišit podle více znaků. Jedním znakem může být zbarvení, protože k umožnění fotosyntézy je třeba fotosyntetizujících barviv například u sinic a řas. Dalším poznávacím znamením může být velikost, jelikož zooplankton bývá tvořen organismy většími a také mnohem pohyblivějšími, než je tomu u fytoplanktonu.

Tabulka 3: velikost planktonu dle AMBROŽOVÉ 2003

Název	Rozměry	Příklad
Makroplankton (síťový plankton)	<2000 $\mu\text{m}$	Korýši
Mezoplankton	2000 $\mu\text{m}$ – 200 $\mu\text{m}$	Korýši, vírníci
Mikroplankton	200 $\mu\text{m}$ – 20 $\mu\text{m}$	Prvoci, řasy, vírníci
Nanoplankton	20 $\mu\text{m}$ – 2 $\mu\text{m}$	Řasy, sinice, prvoci
Ultrananoplankton	>200 $\mu\text{m}$	Bakterie, řasy, sinice
Pikoplankton	0,2 $\mu\text{m}$ – 2 $\mu\text{m}$	Pikosinice
Femtoplankton	0,02 $\mu\text{m}$ – 0,2 $\mu\text{m}$	Bakterioplankton

## 7.1 Fytoplankton

Fytoplankton zahrnuje již výše zmíněné sinice a řasy, tedy fotosyntetizující organismy. Podle toho, kde se fytoplankton nachází, ho lze rozdělit na litorální a pelagický fytoplankton, přičemž litorální zahrnuje oblasti břehů, a pelagický oproti tomu popisuje plankton ve sloupci vody. Dle Hartmana (2005) lze fytoplankton popsat následujícím systémem:

- Bakterie (*Bacteria*)
  - Sinice (*Cyanobacteria*)
- *Archaea*
- *Eukarya*
  - Houby (*Fungi*)
  - *Chromista*
    - Skrytěnky (*Cryptophyta*)
    - Chromofýta
      - Zlativky (*Chrysophyceae*)
      - Různobrvky (*Xantophyceae*)
      - Rozsivky (*Bacillariophyceae*)
      - Chalupy (*Phaeophyceae*)
      - Chloromonády (*Raphiophyceae*)
    - Řasovky (*oomycetes*)
  - Rostliny (*Plantae*)
    - Ruduchy (*Rhodophyta*)
    - Zelené řasy (*Chlorophyta*)
      - Zelení bičíkovci (*Chlamydomonadales*)
      - Zelenivky (*Chlorophyceae*)
      - Parožnatky (*Charophyta*)
      - Spájkivky (*Conjugatophyceae*)

Dle nového systému ale spájkivky ani parožnatky mezi zelené řasy nepatří a spadají pod skupinu *Streptophyta*. Skupina zelených bičíkovců zase spadá pod skupinu *Chlorophyceae*.

### Cyanobacteria

Sinice (Cyanobacteria) jsou jednobuněčné (kokální) nebo vláknité (trichální) organismy prokaryotního typu (nemají buněčné jádro), které na rozdíl od rostlin mají asimilační barviva (např. chlorofyl *a*) volně rozptýlena ve vnější membráně (FOTT, 1967). O velké přizpůsobivosti sinic svědčí fakt, že se nacházejí i na stanovištích s takovými podmínkami, které by rostliny nezvládly. Touto schopností je chromatická adaptace, která umožňuje těmto organismům přizpůsobit se různým vlnovým délkám světla v různých podmínkách osvětlení. Sinice mají speciální pigmenty, které jim umožňují absorbovat světlo v určitém vlnovém rozsahu. V závislosti na intenzitě a

spektrálním složení světla se sinice dokáží adaptovat a přizpůsobit svou fyziologii tak, aby mohly nejlépe využít dostupného světla k fotosyntéze.

Například, v hlubokých vodách se sinice adaptují na modré a zelené světlo, což jsou vlnové délky, které pronikají hlouběji do vody, a umožňují jim tak lépe fotosyntetizovat. Naopak, v mělčích vodách, kde je více červeného a žlutého světla, mohou sinice „přepnout“ na využívání těchto vlnových délek. To zajišťuje, že si sinice udrží dostatečnou úroveň fotosyntézy v různých podmínkách osvětlení. Sinice lze nalézt ale i na místech s extrémně nízkými nebo vysokými teplotami (pouště i polární oblasti), salinitou nebo s relativně vysokým pH (až k hodnotě cca 11, což je již velmi alkalické prostředí (KALINA, 2005). Rozmnožování sinic probíhá vždy nepohlavně (FOTT, 1967). Důležitým znakem pro určení rodu jsou u některých druhů plynové měchýřky seskupujících se do tzv. aerotopů. Jedná se o útvary sloužící k nadnášení jednotlivých buněk (KALINA, 2005). Mezi významné rody sinic patří například:

Rod *Microcystic*, který může svou přítomností způsobit nedostatek rozpuštěného kyslíku a to především, pokud dojde k jeho výraznému růstu, kdy sinice spotřebovávají spoustu živin a především fosfor, což může vést ke snížení obsahu kyslíku ve vodě. K této skutečnosti také přispívá fakt, že sinice přes den sice vytváří kyslík, ale v noci, kdy je jeho potřeba výraznější, kyslík spotřebovávají. Ke snížení množství rozpuštěného kyslíku pak značnou měrou přispívá i množství uvolňovaných toxinů, které jsou u rodu *Microcystic* poměrně nebezpečné. Dalšími rody jsou *Nostoc*, *Dolichospermum*, *Oscillatoria* (drkalky), nebo rod *Spirulina*, jehož zástupci se pěstují a využívají například jako krmivo pro vodní živočichy. (HARTMAN, 2005)

Sinice mají také výraznou schopnost vytvářet tzv. vodní květ, což je důsledek přemnožení sinic a tím dojde ke vzniku nadbytku určitých látek, například dusíku, následně k tvorbě toxinů (cyanotoxinů). Cyanotoxiny pak významně ovlivňují vlastnosti vod (AMBROŽOVÁ, 2003). Přítomnost sinic se na první pohled neprojevuje, jelikož se sinice drží u dna, koncem jara se části vodního květu dostávají na hladinu, kde může dojít až ke vzniku hustých koberců. Ve večerních hodinách se vodní květ noří do hlubších vrstev a ráno se opět dostává na hladinu (KALINA, 2005). Jelikož jsou sinice velmi odolné organismy s rozvinutou schopností se adaptovat, je velice obtížné vodní květ odstranit (KALINA, 2005). Hartman (2005) potom uvádí, že vodní květ jsou schopny tvořit jen sinice, které jsou lehčí než voda. Mezi tyto sinice pak řadí rody *Aphanizomnron*, *Microcystis*, *Dolichospermum*, *Gloeotrichia*, *Gomphosphaeria*.

## **Cryptophyta**

Skrytěnky (*Cryptophyta*) je kmen organismů spadající do říše Chromista. Jedná se o bičíkovce se dvěma bičíky, kteří žijí jednotlivě a jejich asimilačním produktem je škrob a olej. Skrytěnky lze nalézt po celý rok především v mírně znečištěných vodách, kde mohou vytvářet hnědé zabarvení (HARTMAN, 2005). Jejich důležitostí je tvorba velkého objemu biomasy, což slouží jako potrava pro zooplankton. Skrytěnky získaly chloroplast nejspíše od ruduch a to sekundární endosymbiózou, což je stav, kdy jeden organismus žije uvnitř buňky dalšího organismu. Za pomoci adaptace se pak oba organismy stanou propojenými jednotkami, které již nejsou schopny žít samostatně (KALINA 2005). Příkladem skrytěnek je rod *Cryptomonas*, *Rhodomonas* nebo *Chilomonas*.

## **Chrysophyceae**

Zlativky (*Chrysophyceae*) jsou třídou jednobuněčných bičíkatých organismů, spadajících do kmenu Chromofyta. Zbarvení jejich chloroplastů je většinou zlatožluté nebo hnědé a jejich poznávacím znamením během taxonomického určování je absence škrobu. Zvýšený výskyt lze zaznamenat v jarním, podzimním a zimním období v čistých vodách. Jejich přemnožení ale kvalitu vody významně kazí a mohou způsobit i zápach vody podobný rybímu tuku. (AMBROŽOVÁ, 2003). Jedná se o poměrně druhově bohatou skupinu organismů. V našich vodách bývají často přítomny rody *Dinobryon*, *Synura*, *Mallomonas*, *Uroglena* nebo *Chromulina* (HARTMAN, 2005).

## **Bacillariophyceae**

Rozsivky (*Bacillariophyceae*) jsou jednobuněčné řasy žijící jak samostatně, tak i v koloniích, závisle na svém druhu. Typickým znakem rozsivek je jejich schránka tvořená pektinem a oxidem křemičitým. Jejich schránka je tvořena, podobně jako krabíčka, ze dvou částí, které do sebe jako víčko a dno krabíčky, zapadají a obklopují tak jednotlivé buňky. Každý druh pak ale vypadá jinak v závislosti na počtu a druhu výstupků, pórů, rýh, a dalším útvarům, které se na schránkách mohou objevovat. Rozsivky neobsahují bičíky, ale tzv. raphe, což je speciální struktura stěny některých rodů, v níž proudí plazma a díky tomu se organismus dokáže pohybovat (AMBROŽOVÁ, 2003, HARTMAN, 2005).

Mezi nejběžnější patří *Cyclotella*, *Diatoma*, *Asterionella* (tvoří kolonie ve tvaru hvězdy), *Fragilaria*, *Nitzschia*, *Navicula*.



Díky složení jejich schránek a následnému nahromadění vznikly břidlice a rozsvíkové zeminy, z nichž se vyrábí izolační materiál nebo například dynamit (HARTMAN, 2005). Jejich přítomnost a druhové složení pomáhá určit kvalitu vody (POLÍČKOVÁ et al., 2015).

### **Rhodophyceae**

Ruduchy (*Rhodophyceae*) patří mezi eukaryotní organismy, které jsou rozšířené především v mořských vodách. Významným přínosem ruduch, je agar, který se získává z jejich těl a z které se následně připravují živné půdy v laboratořích (AMBROŽOVÁ, 2003).

Ruduchy se označují také jako červené řasy, což znamená, že kromě zeleného barviva (chlorofylu) obsahují i barviva další, například červené barvivo fykoerytrin. Ruduchy vyskytující se na našem území nejsou tak výrazně červené, ani početné. Příkladem sladkovodních ruduch je „žabí sémě“ *Batrachospermum* nacházejících se v čistých vodách potůčků či prameništích. Dále například rody *Lemanea* nebo *Hildenbrandia*.

### **Chlorophyta**

Zelené řasy (*Chlorophyta*) jsou rozmanitou skupinou řas, která zahrnuje mnoho druhů, od mikroskopických jednobuněčných řas až po větší, vícebuněčné formy. Zelené řasy se dělí na vlastní *Chlorophyta* a *Streptophyta*. Mezi vlastní *chlorophyta* lze zařadit *Prasinophyceae*, *Ulvophyceae*, *Trebouxiophyceae*, *Chlorophyceae*. A mezi *Streptophyta* pak *Zygnematophyceae* a *Charophyceae*. (Atlas sinic a řas) Níže jsou vypsány některé významné rody.

K zelenivkám (*Chlorophyceae*) se řadí jednobuněčné organismy, které se nemohou aktivně pohybovat, ale nacházejí se v téměř všech typech vod. Jejich výskyt je hojnější v letním období a bývá spojován se samočištěním vod (HARTMAN, 2005). Jednotlivé buňky mohou žít samostatně, tvořit kolonie nebo cenobia („pravidelné seskupení jednobuněčných řas vzniklé dělením jedné mateřské buňky“) (AMBROŽOVÁ 2003).

Významným rodem je *Chlorella*, což jsou drobné kulovité řasy, používající se například do krmných směsí, do potravin, kosmetiky nebo jako přírodní léčivo (AMBROŽOVÁ, 2003).

Zelení bičíkovci neboli chlamydomonády jsou oproti tomu pohyblivé řasy s bičíky, které mohou žít jak samostatně (*Chlamydomonadales*) tak v koloniích

(*Volvocales*) (HARTMAN, 2005). Jejich název pochází z názvu jejich buněčné stěny tzv. chlamys.

Spájivky (*Zygnematomyceae*) neboli spájivé řasy nesou svůj název podle spájení, což je speciální způsob pohlavního rozmnožování těchto organismů. Podle buněčné stěny lze spájivky rozdělit do dvou řádů – jařmatkovité řasy a dvojčatkovité řasy (krásivky). Příkladem spájivek jsou rody *Spirogyra*, *Zygnema*, *Closterium* nebo *Euastrum*.

## **Dinophyta**

Další skupiny spadající do fytoplanktonu může být někdy obtížnější správně přiřadit. Mezi tyto skupiny patří obrněnky (*Dinophyta*), což je zvláštní skupina mikroskopických organismů, které jsou někdy klasifikovány jako fytoplankton a jindy jako zooplankton. To je způsobeno jejich schopností k fotosyntéze a zároveň schopností k získání potravy z okolní vody. Proto jsou někdy klasifikovány jako mixoplankton, tedy organismy, které jsou schopny vykonávat jak fytoplanktonické, tak zooplanktonické funkce.

U obrněnek je na první pohled jasně patrné ohraničení těla, které připomíná krunýř z pevných destiček (amfiesma). Jejich výskyt je omezen na čisté vody (HARTMAN, 2005). Ale se salinitou problém nemají, nalezneme je jak v brakických, sladkovodních, tak i mořských vodách. Mořské obrněnky pak mohou být nebezpečné produkcí svých toxinů. Svůj název nesou obrněnky podle svého jádra, které se nazývá dinokaryon (KALINA, 2005),

Rod *Ceratium* je charakteristický nápadným krunýřem s výběžky, které jsou naplněny plazmou. V našich vodách se hojně vyskytuje *Ceratium hirundinella*, které má na rozdíl od ostatních 3 rohy (FOTT, 1967).

Rod *Peridinium* má mohutný krunýř složený z desek, které jsou navzájem spojeny lištami a jejich povrch obsahuje ostny, póry a různé výrůstky (FOTT, 1967, HARTMAN, 2005).

## **Euglenozoa**

Protože Krásnoočka (*Euglenozoa*), obsahují chloroplasty a mají tak schopnost fotosyntézy, řadí se tak mezi fytoplankton. Pokud ale dojde k nedostatku osvětlení, mají krásnoočka schopnost přijímat potravu jako živočich aktivním způsobem a fungují tak jako zooplankton. Obecně lze říci, že krásnoočka mohou být klasifikována jako

mixoplankton, organismy, které kombinují fytoplanktonické a zooplanktonické vlastnosti.

Krásnoočka lze od ostatních kmenů snadno rozeznat. Jedná se o jednobuněčné bičíkovce, kteří žijí jednotlivě. Typickým znakem je červená skvrna tzv. stigma, součást fotosenzitivní organely (HARTMAN 2005). Krásnoočka obsahují jako fotosyntetické pigmenty chlorofyl *a* a chlorofyl *b*, karoteny a xantofyly. Jejich těla jsou většinou ohebná, bez schránky s jedním bičíkem sloužícím k pohybu. Mezi další znaky patří pelikula, která pokrývá buňku, ale je uložena pod plazmatickou membránou.

Krásnoočka se nacházejí v podstatě ve všech sladkovodních biotopech. Nalezneme je jak v čisté i silně znečištěné vody v závislosti na konkrétním druhu. Konkrétní druhy slouží jako indikátory vod, například *E. viridis*, *E. pisciformis* a *Lepocinclis* (KALINA, 2005).

Z nejběžnější krásnooček lze, podle Fotta (1967), zmínit:

*E. viridis*, krásnoočko zelené, které se nachází především v malých, znečištěných nádržích. Má vřetenovitý tvar těla.

*E. acus* je velice častý obyvatel rybníků, kde se vyskytuje jednotlivě. Jeho tělo je dlouhé vřetenovité, podstatně delší než u krásnoočka zeleného.

## 7.2 Zooplankton

Zooplankton je skupina živočišných organismů, k nimž seřadí prvoci (*Protozoa*), vířníci (*Rotifera*), korýši (*Crustacea*) a další podobné skupiny.

Níže jsou popsány významné skupiny prvoků, vířníků a korýšů a zvláště taxony, které byly nalezeny v tůních Žlunického polesí:

### Prvoci

Prvoci jsou skupinou drobných jedinců tvořených jednou buňkou, která ale zajišťuje všechny životní funkce. Pohyb prvoků může být buď pasivní, který zajišťuje proud vody, anebo aktivní, který zajišťují specializované organely, kterými mohou být panožky (pseudopodie) například u krytěnek, bičíky (flagella) využívající bičíkovci nebo brvy (cilie) nacházející se u nálevníků.

Bičíkovci (*Flagellata*) mají, jak už název napovídá, hlavním znakem různý počet bičíků sloužících k pohybu. Dalším znakem společným pro všechny sladkovodní bičíkovce je existence kontraktilní vakuoly, které organismy využívají k osmoregulaci.

Mezi bičíkovce se řadí trubénky, které lze nalézt v podobě rosolovité kolonie, panoženky, které na první pohled připomínají měňavky, ale obsahují i panožky, sloužící k pohybu a potravě. Bičivky jsou známé svým parazitismem, například bičenka *Lambli intestinalis* (AMBROŽOVÁ, 2003). Kryténky (Arcelinida) se vyznačují svými schránkami, z důvodu nepevné formy jejich těla, ale u některých rodů se nemusí vyskytovat. Schránky mají 1, ale i více otvorů, kterými kryténky vystrkují své pseudopodie. Jejich výskyt je častý v zarostlých nádržích či odpadních vodách (AMBROŽOVÁ, 2002). Nejpokročilejší skupinou prvoků, co se vývoje týče, jsou nálevníci (*Ciliophora*), které slouží jako bioindikátor vod, ale aktivně se také podílejí na čistících procesech vod. Za nepříznivých podmínek mají schopnost tvořit cysty, které se mohou snadno přenášet vzduchem. Mezi nálevníky patří například *Coleps hirtus* který žije především na dně a jehož tělo je kryto silným krunýřem nebo *Paramecium caudatum*, treпка velká, kterou najdeme v znečištěných vodách (HARTMAN, 2005).

### **Vířníci (*Rotifera*)**

Vířníci (*Rotifera*) patří mezi mnohobuněčné organismy, které jsou na první pohled snadno rozeznatelné podle kulovitého nebo válcovitého tvaru těla a charakteristických bičíků na svém předním konci, pomocí kterých se pohybují a zachycují potravu. Jejich tělo se skládá z hlavy, trupu a nohou. Kde na přední části je dominantní vířivý orgán a žvýkadlo. Kde vířivý orgán slouží jednak k přihránění potravy k ústnímu otvoru, ale především pak k pohybu a žvýkadlo (mastax) je specializovaný orgán sloužící k mechanickému zpracování potravy. U některých rodů je přítomná noha, která je opatřena orgánem schopným vylučovat lepkavou látku sloužící k přichycení k danému podkladu. Celé tělo vířníků může být kryto kutikulou, nebo krunýřem. Jejich život je omezený především na sladkou vodu, z níž jim vyhovuje nejvíce voda s nízkým pH. Zvláštností vířníků je jejich schopnost anabiózy, což je klidový stav, ve kterém vířníci přežívají nepříznivé podmínky. Mezi nejznámější rody patří:

*Keratella* (hrotenka) která je častou součástí planktonu. Má krunýř s 6 trny, absenci nohy. Nejznámějším druhem, který lze nalézt je *Keratella cochlearis*.

Rod *Brachionus* (krunýřovka) je typický svým krunýřem, z kterého vpředu i vzadu vybíhají trny a vzadu mají otvor, kterým vystrkují nohu.

*Polyarthra* je rod vířníků, které mají schopnost skákat díky ploutvičkovitým přívěškům. Jejich přítomnost je častá v letním planktonu (AMBROŽOVÁ, 2003, HARTMAN, 2005).

## Korýši

### 7.1 Copepoda

Klanonožci (*Copepoda*) patří mezi korýše, mají tělo skládající se ze dvou částí – hlavohruď a zadečku. Hlavohruď nese 5 párů tykadel, naupliové oko. Zadeček nese žádná tykadla, ale tzv. furku (vidlicovitý přívěsek). U klanonožců je výrazně znatelný pohlavní dimorfismus a typický je také vývoj, který prochází skrz 6 naupliových stádií a 5-6 kopepoditových stádií. Mezi volně se vznášející klanonožce patří několik podřádů rozdělených podle tvaru těla a způsobu života popsaných podle Hartmana (2005):

*Calanoida*, vznášivky se poznají podle nápadně dlouhých tykadel a pomalému spirálovitému pohybu. Příkladem je *Eudiaptomus gracilis*.

*Cyclopoida*, buchanky mají o poznání kratší tykadla a jejich pohyb je založen pouze na drobných skocích. Příkladem je *Macrocylops albidus*, *Cyclops vicinus*.

*Harpacticoida*, plazivky mají tykadla velmi krátká a jejich pohyb je spjatý pouze s podkladem.

### 7.2 Ostracoda

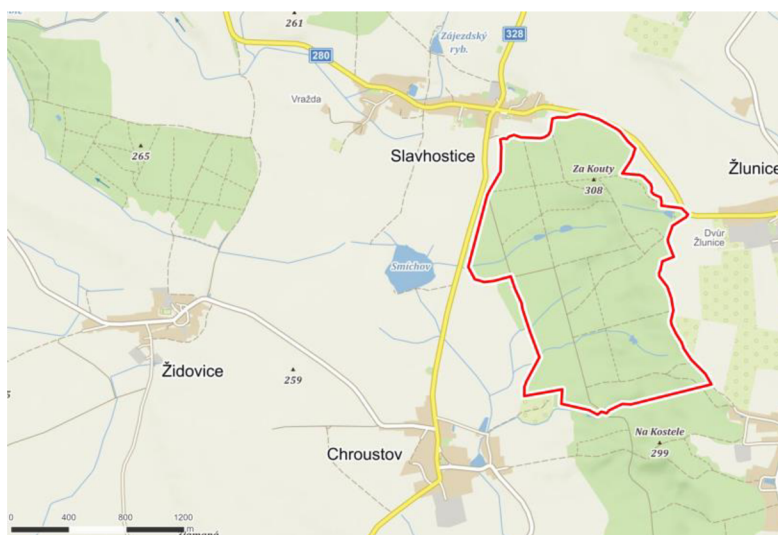
Lasturnatky (*Ostracoda*) jsou skupinou malých vodních korýšů. Jejich tělo je kryto schránkou tvořenou dvěma částmi většina druhů lasturnatek je omezená svým pohybem ke dnu, po kterém se pohybuje pomocí maximálně 7 párů končetin.

### 7.3 Cladocera

Perloočky (*Cladocera*) patří mezi korýše, ale jejich tělo je nezřetelně článkované kryto skořápkou. Typické je pro ně naupliové oko a jedno velké složené oko. Perloočky jsou významnou součástí planktonu rybníků, jezer i tůní. Významný j především druh vyskytující se v tůních Žlunického polesí je *Daphnia* neboli hrotnatka. *Daphnie* slouží jako filtrátoři a potrava pro ryby. Dokáží ovlivnit složení planktonu ve stojatých vodách. Dalšími druhy může být například rod *Ceriodphnia* nebo *Moina* (HARTMAN, 2005).

## 8 Metodika

Odběry vody probíhaly ze 4 vodních ploch (3 z nich nesou charakter tůň a 4. má svojí rozlehlostí i funkcí spíše charakter rybníku) v oblasti Žlunického polesí (Obr. 6, 7) ve dvou termínech, a to v jarním 29. května 2022 a podzimním 7. října 2022. Přes léto ovšem došlo k poměrně rozsáhlému vysychání, které nám zkomplikovalo odběry. Z tůň číslo 2 již nebyly podzimní odběry možné vůbec.



Obrázek 6: Lokalita tůň (MAPY.CZ, 2023)



Obrázek 7: konkrétní mapa tůň (MAPY.CZ 2023)

Při každém odběru došlo k zaznamenání počasí a teploty vzduchu. Důležitou součástí odběrů bylo také prozkoumání průhlednosti vody. K určení této veličiny byla použita Secchiho deska (Obr. 8), což je kruhová výseč o poloměru 25 cm, která je rozdělena na čtvrtiny. Polovina desky má barvu bílou a druhá polovina černou. Kontrast barev poté umožňuje lepší orientaci pod hladinou. Deska je připevněna na dlouhý

provaz s vyznačenými délkovými úseky. Měření pomocí Secchiho desky by mělo probíhat na dobře přístupném místě s co největší hloubkou vody a pokud možno, s čistou hladinou, nezanešenou listy. Deska se ponoří do hloubky a následně se jí táhne směrem k hladině. Ve chvíli, kdy pro nás disk začne být viditelný, odečteme délku na provaze. Odečtená délka pak udává průhlednost vody, která ale může být značně ovlivněna pozorovatelem.

Kvantitativní stanovení vody, tedy měření fyzikálně-chemických vlastností probíhalo přímo na místě odběrů. Z každé tůně se do kádinky odebrala voda a pomocí přenosného víceparametrového přístroje WTW Multi 3620 IDS (WTW, Německo) se postupně stanovily potřebné veličiny. Přístroj obsahuje více elektrod, kdy každá z nich měří jinou veličinu. Postupně došlo ke změření hodnoty pH, množství kyslíku ve vodě a vodivost. Teplota vzduchu byla vždy odečtena z vodivostní elektrody.

Dále došlo na každé lokalitě k odběru pomocí planktonní sítě (Obr. 9), která se hází co nejdále od břehu (Obr. 10) a pomalým táhlým pohybem se přitahuje zpět (Obr. 11). Síť má tak malá oka ( $20\mu\text{m}$ ), že po vytažení na břeh v ní zůstane dostatečné množství vody spolu s potřebným vzorem planktonu. Tento vzorek se následně pomocí kohoutku přelije do nádoby a slouží ke zkoumání pomocí mikroskopu.



Obrázek 8: Secchiho deska



Obrázek 9: planktonní síť



Ke zkoumání fyto-bentosu bylo potřeba nalézt místo, které by bylo alespoň částečně ponořené do zkoumané vodní oblasti. K tomuto účelu skvěle posloužili kameny a větve, ze kterých došlo pomocí kartáčku k odebrání dostatečného množství vzorku ke zkoumání.



Obrázek 11: Planktonní síť, hod



Obrázek 10: Planktonní síť, odběr

Vzorky byly v plastových nádobách uložených v chladícím boxu převezeny do budovy Technické univerzity v Liberci a přechovávány v chladničce. Část vzorků byla pozorována pod mikroskopem za životaplného stádia, ale pro delší časovou odmlku mezi jednotlivými pozorováními, byly některé vzorky fixovány pomocí Lugolova roztoku, což je běžná metoda pro zachování biologických vzorků pro mikroskopické studie. Lugolův roztok je roztok jodu a draslíku ve vodě. Roztok pronikne do buněk a zachytí struktury jakou jsou buněčné jádra a další orgány. Jod v Lugolově roztoku se váže na sacharidy v buněčných stěnách a cytoplazmě, což umožňuje stabilizaci buněčné struktury a zabraňuje rozkladu a deformaci buněk (WILLIAMS, 2016).

Vzorky určené k pozorování rozsivek prošly delším procesem. Každý ze vzorků se nalil do zkumavky do objemu 10 ml. Tyto zkumavky se následně odstředily v centrifuzě (Eppendorf 5702/R/RH, Německo) (Obr. 12). Po dokončení procesu došlo k vylití obsahu rychlým pohybem, tak, aby ve zkumavce zůstal jen zahuštěný vzorek. Tento vzorek se následně naředil destilovanou vodou a Pasteurovou pipetou se přenesl roztok o objemu kapky až dvou na krycí sklíčko s vodou. Tato sklíčka se suspenzí ze schránek rozsivek se následně zahřívala nad plotnou, dokud se nevypařila kapalina. Na podložní sklíčko se následně nanasla kapka Pleuraxu, což je syntetická pryskyřice, a krycí sklíčka s rozsivkami se na tuto kapku obrátila. Spojená sklíčka se poté zahřívala na plotnou do té doby, než v Pleuraxu vznikaly bublinky. Po vychladnutí tak vznikl trvalý preparát připravený ke zkoumání pod mikroskopem při zvětšení 100x10.



Vzorky živé i fixované Lugolovým roztokem byly pomocí plastové pipety přeneseny na podložní sklíčko a překryty sklíčkem krycím, následně pozorovány pomocí mikroskopu Optika (B-383PL, Itálie) při zvětšení 10x10 až 40x10.



Obrázek 12: Centrifuga

Pro semikvantitativní určení početnosti jsem zkoumaný vzorek přenesla pomocí pipety na podložní sklíčko a pozorovala pod zvětšením 10x10. Pokud by vzorek byl moc hustý, mohl by velký počet organismů znesnadnit determinaci i následné počítání četnosti. Naopak pokud by byl vzorek moc řídký, mohlo by dojít ke zkreslené představě o počtech a počítání druhů by pak rovněž nebylo snadné. Začala jsem tím, že jsem celý vzorek rovnoměrně prohlédla a všímala si, které organismy jsou dominantou, u těch jsem se pokusila o co nejpřesnější určení. Následně jsem si určila jedno zorné pole, v němž se vyskytovalo zhruba 20 jedinců. V tomto poli jsem určila druhy jednotlivých organismů a pomocí procentuálního zastoupení i použitím modifikované odhadní stupnice (Tab. 4) jsem se pokusila odhadnout relativní početnost druhů. Tímto způsobem jsem si zaznamenala četnost ve více zorných polích, dokud jsem nebyla schopná určit dominanty, ale i relativní zastoupení dalších druhů. Nutno podotknout, že takto stanovená četnost nemůže být přesná, jedná se z velké části spíše jen o odhad. K určení jednotlivých druhů fytoplanktonu posloužily publikace Atlas sinic a řas 1 a 2, Kaštovský (2018), k určování rozsivek publikace Freshwater benthic diatoms of Central Europe (LANGE-BERTALOT et al. 2017). K určování vířníků byl použit atlas Rotifera (BIELAŇSKA-GRAJNER et al., 2015) a k určení korýšů Cladocera and Copepoda (2016).

Tabulka 4: Odhadní stupnice podle Hrabáčka a její modifikace

<b>podíl v %</b>	<b>Hrbáček a kol.</b>	<b>modifikovaná</b>
0 (druh nezjištěn)		0
< 1 %	+	1
1 - 5	1	2
5 - 10	2	3
10 - 20	3	4
20 - 40	4	5
40 - 80	5	6
> 80	M	7

## 9 Výsledky

### Jarní odběry

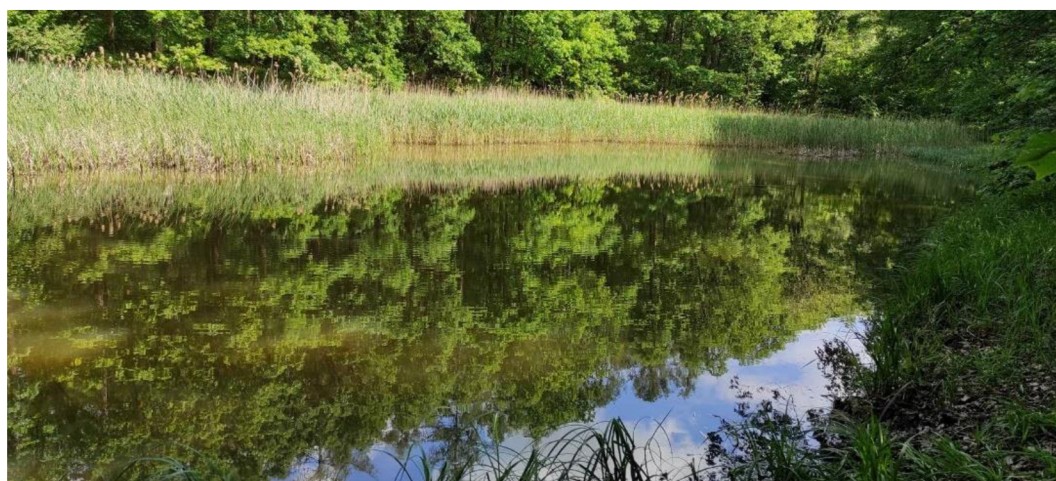
V den odběru vody byla teplota vzduchu 13,5 °C a počasí bylo slunečné. Na každé ze 4 lokalit byla změřena teplota vody, vodivost, pH a rozpuštěný kyslík (Tab. 5).

Tabulka 5: Fyzikálně – chemické parametry vod

	Tůň 1	Tůň 2	Tůň 3	Tůň 4
Teplota vody (°C)	14,3	15,6	15,7	16,3
Vodivost ( $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	222	206	706	361
pH	7,15	5,99	7,43	7,57
Rozpuštěný kyslík ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ )	3,81	6,67	5,86	3,96
Průhlednost (cm)	35 (dno)	Nelze určit	30 (dno)	130

### Tůň 1

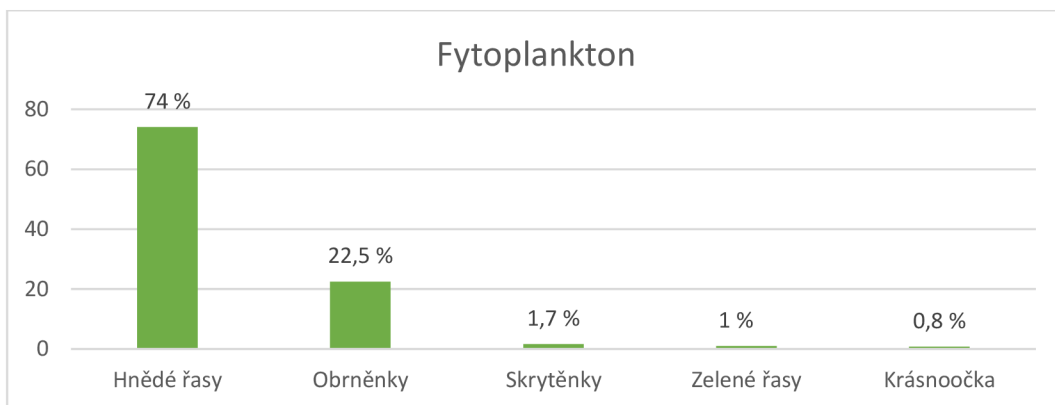
Prvním stanovištěm zkoumání byla relativně velká tůň obklopená ze všech stran stromy (Obr. 13). Voda v tomto ekosystému měla teplotu 14,3 °C, vodivost 222  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ , hodnota pH dosahovala 7,15 a množství rozpuštěného kyslíku dosáhlo hodnoty 3,81  $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$  (Tab. 5). Přestože je tůň poměrně rozlehlá, co se týče plochy, naměřená hloubka byla pouhých 35 cm. S největší pravděpodobností bude hloubka tůň ve větší vzdálenosti od břehu o něco vyšší.



Obrázek 13: Tůň 1, jaro

V rámci fytoplanktonu bylo pozorováno 9 druhů, které můžeme rozdělit do jednotlivých skupin (Graf 2). Procentuálně tu jednoznačně dominují hnědé řasy,

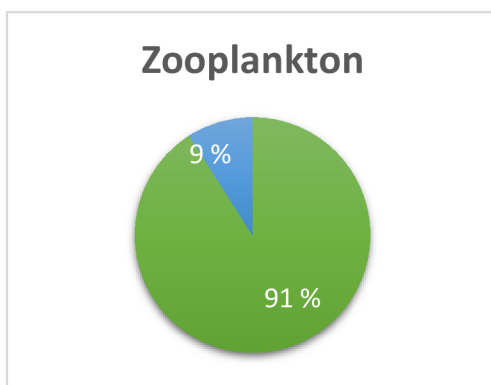
v zastoupení zlativek a rozsivek. O poznání méně byli pozorováni jedinci ze skupiny obrněnek. Skrytěnky, zelené řasy a krásnoočka pak byly v naprosté menšině.



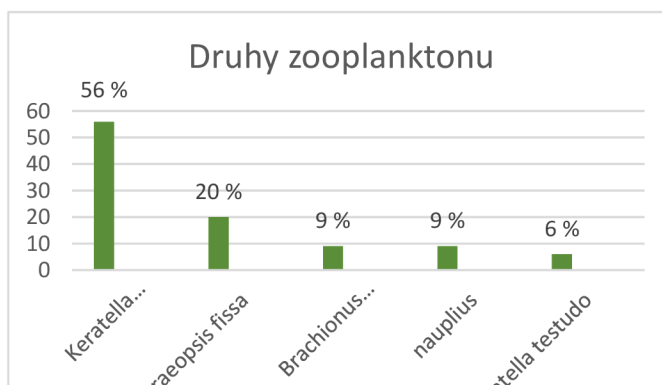
graf 2: Fytoplankton, jaro, 1.tůň

V rámci hnědých řas se zde vyskytoval *Dinobryon* sp. s naprostou převahou 99 % (odhadová stupnice ze všech přítomných druhů, dále OS 6), ve zbylém procentu byly zastoupeny rozsivky (OS 3). Obrněnky zastupoval rod *Peridinium* sp. s 89 % (OS 4) a zbylých 11 % doplňoval *Ceratium hirundinella* (OS 2). Skrytěnky byly zastoupeny jediných pozorovaným rodem, *Cryptomonas* sp. (OS 2), stejně tak jako zelené řasy, které zde byly pozorovány jen jako jeden typ organismu vláknité formy. Krásnoočka se vyskytovala pouze ojedinele, a to v zastoupení *Lepocinclis acus* (OS 1). Zcela výjimečně zde byly pozorovány i jedinci *Symura* sp. (zlativky) (OS 0,5) a *Woronichinia naegeliana* (sinice) (OS 0,5).

Jedinců zooplanktonu (57 %) se oproti fytoplanktonu (43 %) v této tůni vyskytovalo více (Graf 5). Avšak co do počtu skupin zde byly nalezeny pouze 2, a to vířníci a korýši (Graf 3). Ve vzorku vylo nalezeno 5 taxonů zooplanktonu (graf 4.). Vířníci s většinovým procentuálním zastoupením byly ve složení rodů *Keratella* (OS 7), *Anuraeopsis* (OS 4) a *Brachionus* (OS 3). Jediným zástupcem korýšů bylo larvální

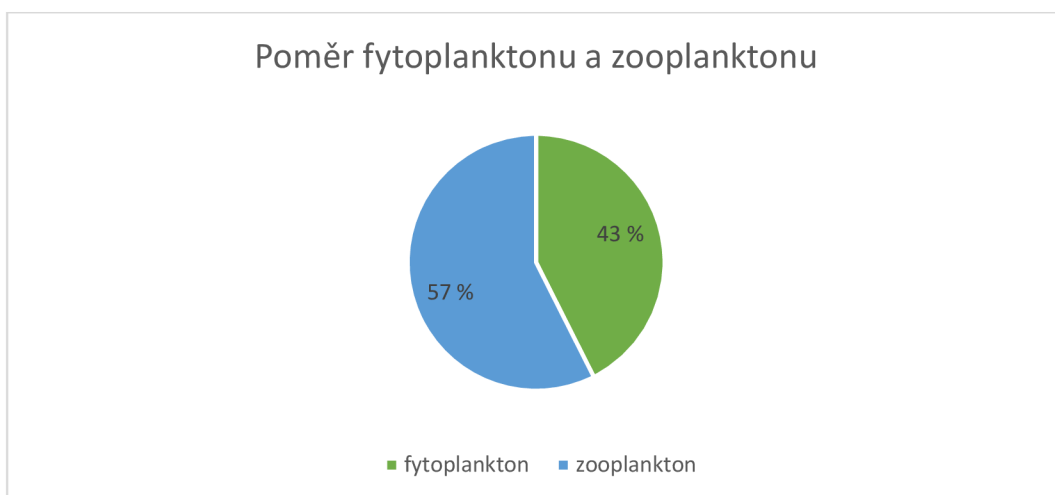


Graf 4: Složení zooplanktonu



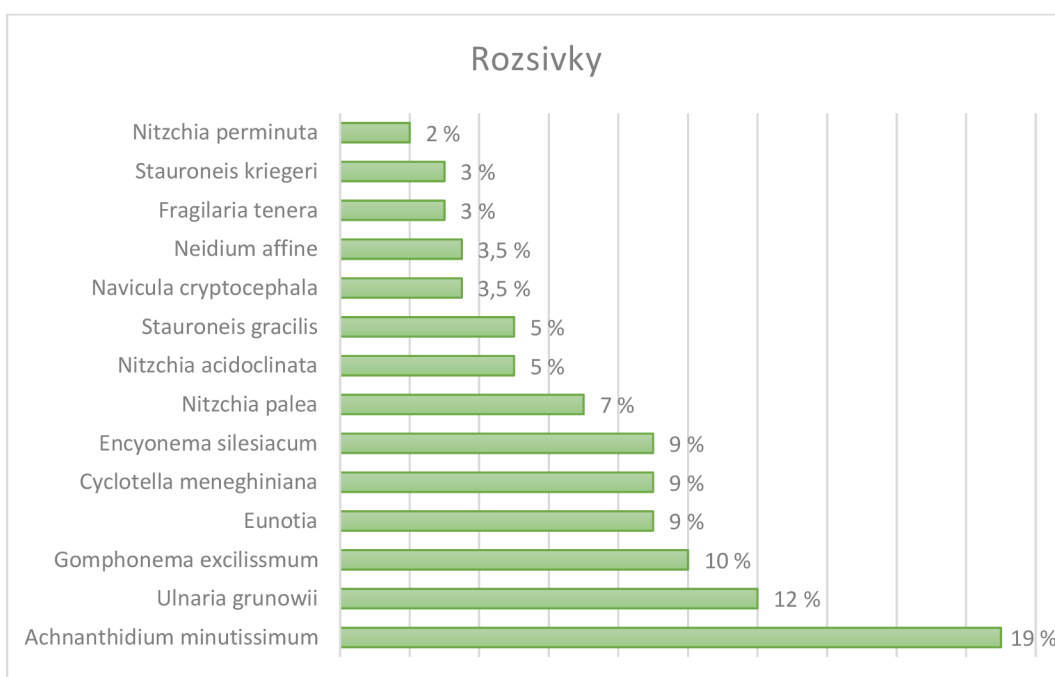
Graf 3: Druhy zooplanktonu

stádium buchanek (Cyclopoida) - nauplius (OS 3). Ojediněle se zde vyskytoval rod *Polyarthra major* a *Ascomorpha ecaudius*.



Graf 5: Poměr fytoplanktonu a zooplanktonu, jaro, tůň 1

V rámci pozorování fyto-bentosu jsme se zaměřili především na skupinu rozsivek. V tůni 1 bylo nalezeno 14 druhů rozsivek. Největší zastoupení měla *Achnanthydium minutissimum* (OS 4), dále *Ulnaria grunowii* (OS 4) a o trochu méně početná, ale ne zanedbatelná byla *Gomphonema excilissimum* (OS 3,5) (Graf 6).



Graf 6: rozsivky, jaro, tůň 1



## Tůň 2

Druhou tůň pak byla podstatně menší, podmáčená, vodní plocha, skrytá v prohlubni zarostlé rákosím (Obr. 12, 13). Jedinou vodou, která se zde vyskytovala, byly větší „louže“.



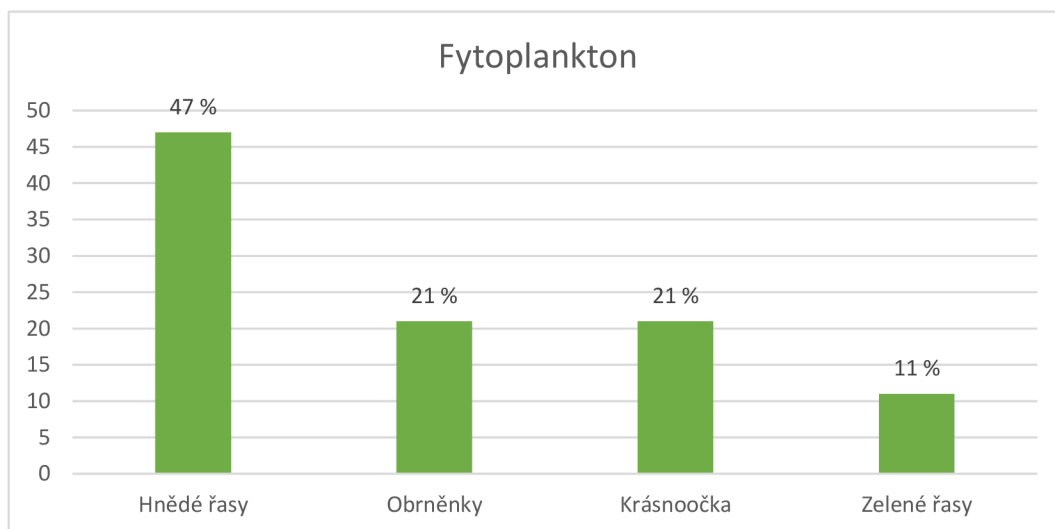
Obrázek 12: Tůň 2



Obrázek 13: Tůň 2: rákosí

Voda v této tůni byla, i díky malému objemu, teplejší. Její teplota byla 15,6 °C, vodivost 206  $\mu S \cdot cm^{-1}$ , hodnota pH 5,99 a množství rozpuštěného kyslíku dosáhlo hodnoty 6,67  $mg \cdot l^{-1}$  (Tab. 5). Průhlednost vody jsme v tomto ekosystému neměřili, a to díky velmi nízké hladině i rozsahu vodní plochy.

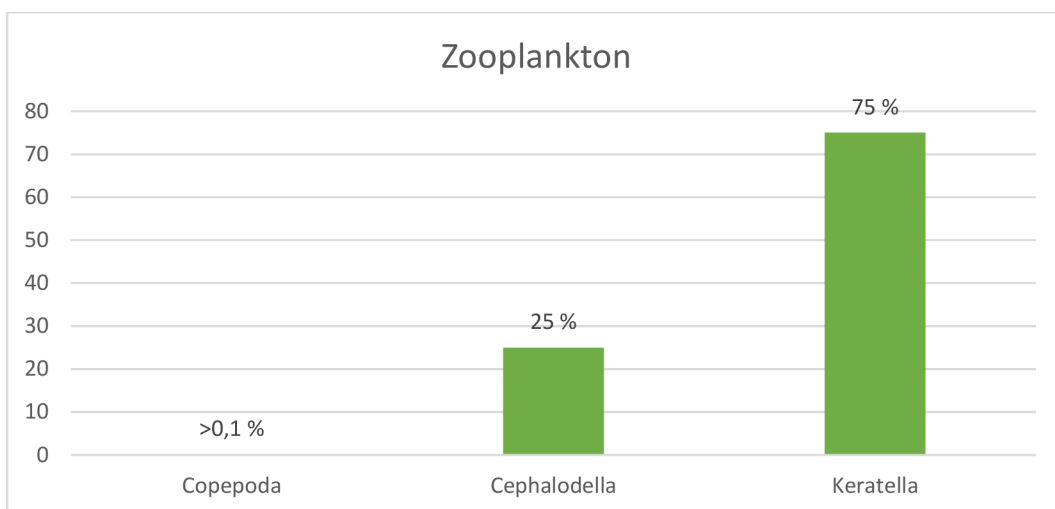
Co se týče pozorování organismů, tak množství jednotlivých jedinců bylo velmi malé. Nejvíce vyskytující skupinou byly hnědé řasy se 100% zastoupení rozsivek (OS 6) (Graf 6). O polovinu méně pak krásnooček v zastoupení rodu *Euglena caudata* (OS 5). Obrněnky představovaly dva rody: *Ceratium hirundinella* (OS 3,5) a *Peridinium* sp. (OS 4).



Graf 7: Fytoplankton, jaro, tůň 2

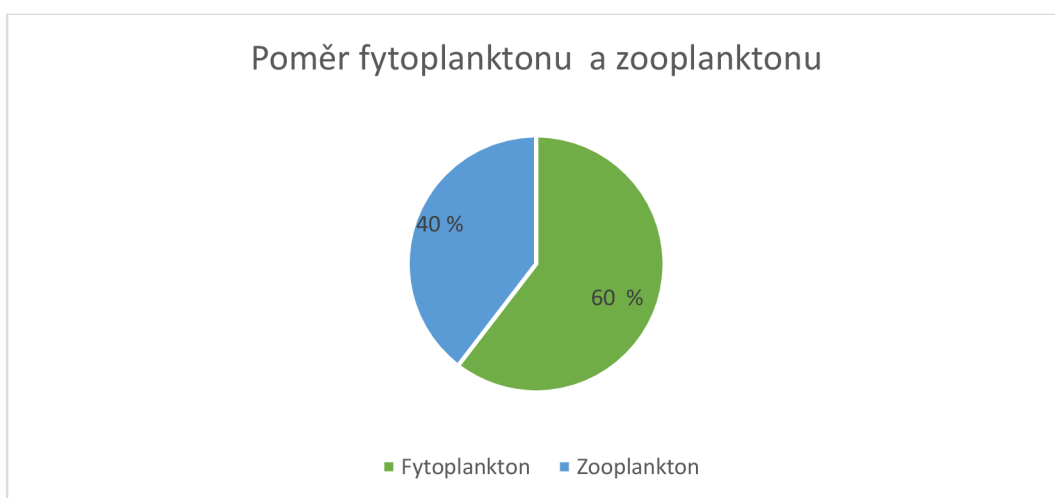
Co se týče zooplanktonu, byl vzorek velmi chudý. Byly zde pozorovány pouze 3 skupiny organismů (Graf 8), kdy dvě z nich spadají pod kmen vířníků a třetí, která se ve

vzorku ale objevila jen jednou, do skupiny *Copepoda*. Vířníci se pak skládali ze 75 % z rodu *Keratella* (OS 6) a 25 % *Cephalodella* (OS 5).



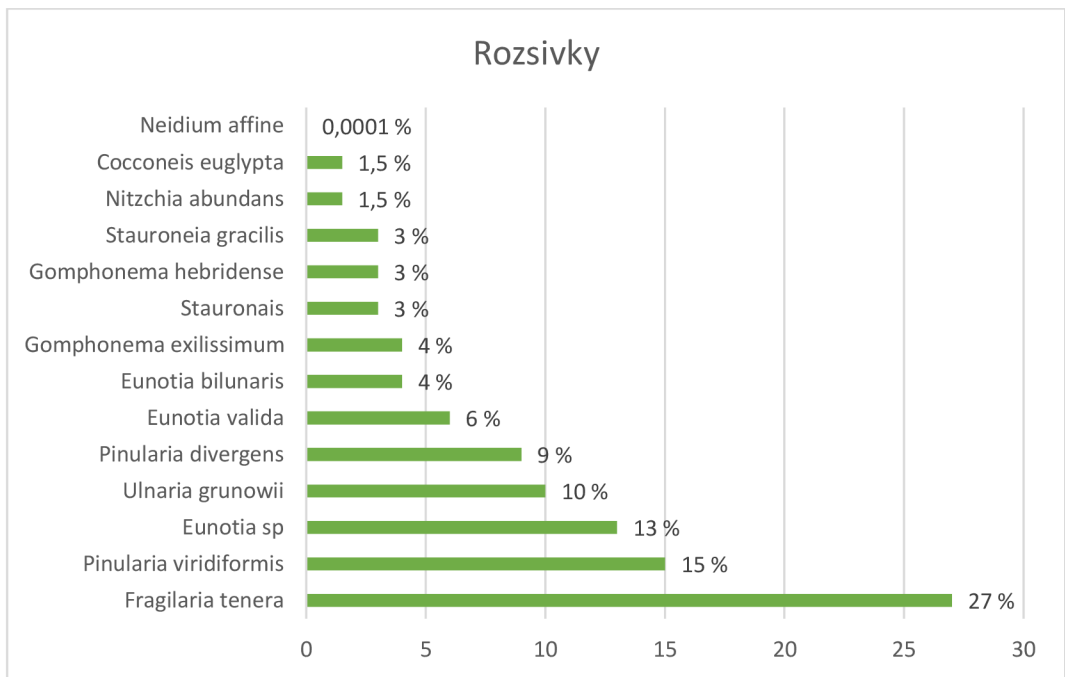
Graf 8: Zooplankton, jaro, tůň 2

V porovnání početnosti jedinců zooplanktonu a fytoplanktonu jasně vede četnost fytoplanktonu (60 %) nad zooplanktonem (40 %) (Graf 9).



Graf 9: Poměr fytoplanktonu a zooplanktonu, jaro, tůň 2

Ve fytobentosu bylo nalezeno 14 druhů rozsivek, z nichž největší dominantou byl druh *Fragilaria tenera* (OS 5), za ním *Pimularia viridiformis* (OS 4)(Graf 10). O něco méně početní byli jedinci rodu *Eunotia* sp. (OS 4).



Graf 10: Rozsivky, jaro, tůň 2



### Tůň 3

Třetí tůň byla poměrně hůře přístupná lokalita, kde bylo vody znatelně více než v případě druhé tůně (Obr. 14, 15).



Obrázek 14: Tůň 3, jaro



Obrázek 15: Tůň 3, rákosí

Teplota vody v této tůni byla 15,7 °C, vodivost byla 706  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ , hodnota pH 7,43 a množství rozpuštěného kyslíku dosáhlo hodnoty 5,86  $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$  (Tab. 5). Průhlednost byla 30 cm, což byla i hloubka dna daného místa.

Zajímavostí na tomto místě byl nález bublinatky (*Ultricularia* sp.) (Obr. 16, 17).

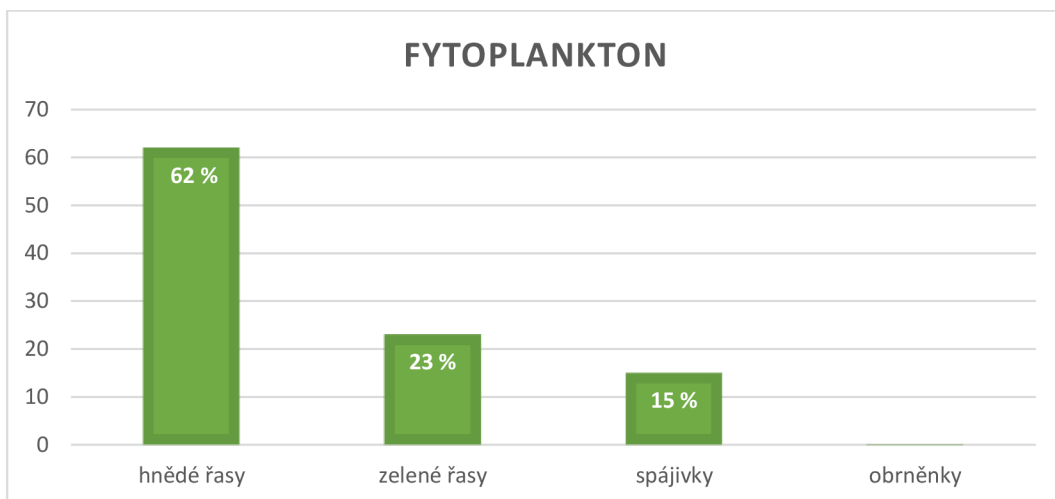


Obrázek 16: Bublinatka



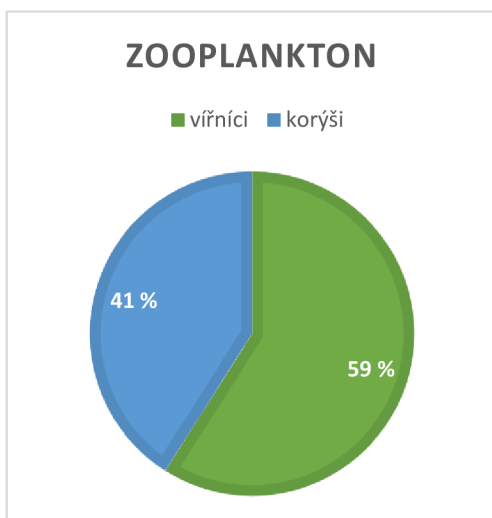
obrázek 17: Bublinatka, detail

V jarním fytoplanktonu byly nejvíce zastoupeny hnědé řasy ve stoprocentním složení rozsivek (OS 6), zelené řasy se zde vyskytovaly ve formě kokálních jedinců (OS 5) a za rod spájivek zde byly přítomny krásivky (OS 4) (Graf 11). Zcela výjimečně, s četností pod 1 %, lze nalézt jedince *Ceratium hirundinella* (obrněnky) (OS 1).

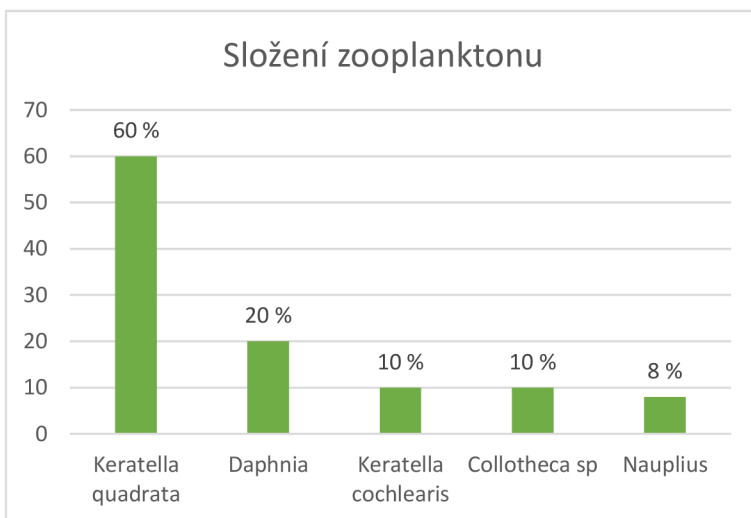


Graf 11: Fytoplankton, jaro, tůň 3

Na zooplankton byla 3. tůň poměrně bohatá. Druhově zde byl nejvýznamnější kmen vířníků (Graf 12), kdy nejvíce vyskytujícím se druhem byl *Keratella quadrata* se 60 % (OS 5), *Keratella cochlearis* (OS 4) a *Collotheca* sp. (OS 4) společně zaujímaly 20 % nalezených jedinců. Z koryšů lze nalézt rod *Daphnia* (OS 5), spadající do řádu perlooček, nebo nauplia (larvy Cyclopoida) (OS 3) (Graf 13).

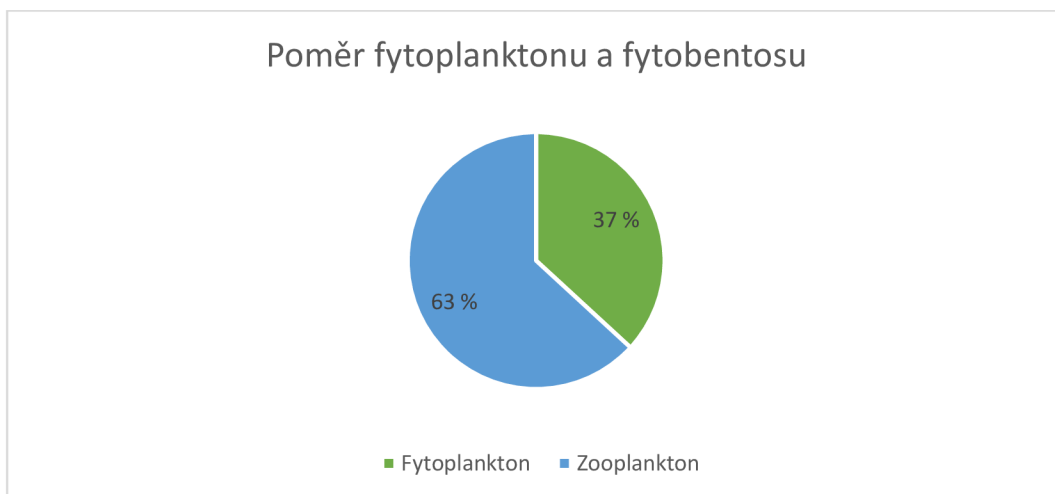


Graf 12: Zooplankton, jaro, tůň 3



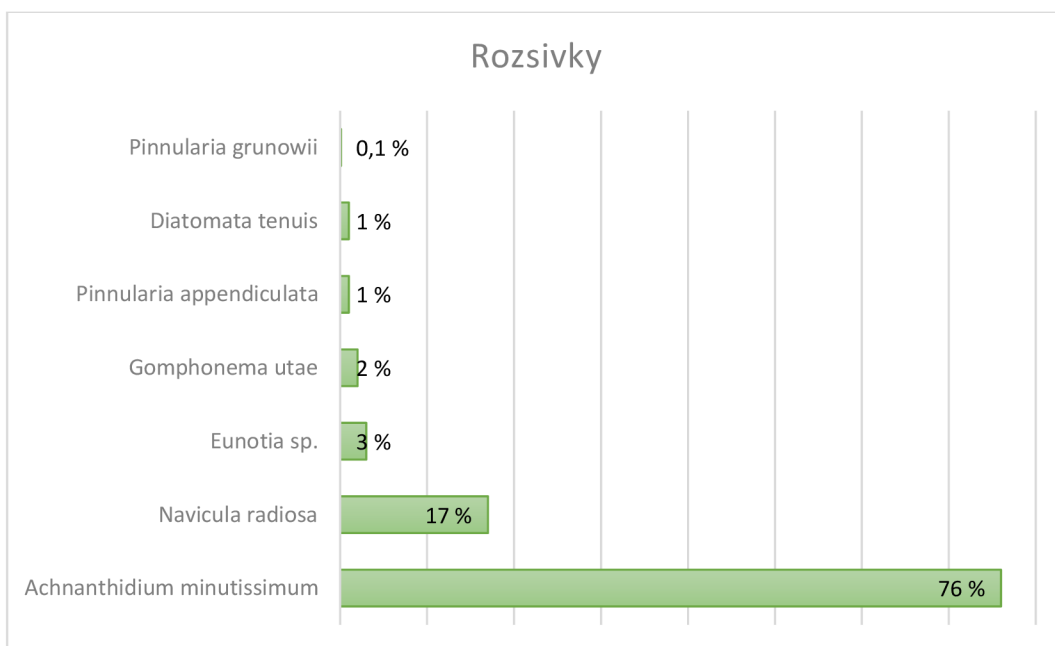
Graf 13: Složení zooplanktonu, jaro, tůň 3

V celkovém složení planktonu pak byl dominantnější zooplankton (63 %) nad fytoplanktonem (37 %) (Graf 14).



Graf 14: Poměr fytoplanktonu a zooplanktonu, jaro, tůň 3

Fytobentos pak kromě rozsivek obsahoval i jedince skupiny spájivek (*Closterium tumiclum*; OS 2) a velké množství zástupců zelených řas (*Sphaerocystic schoeteri*; OS3). Z rozsivek tu bylo nalezeno 7 druhů z nichž jednoznačně nejpočetnější byl druh *Achnantheidium minutissimum* (OS 6) (Graf 14). O poznání méně početný byl druh *Navicula radiosa* (OS 4).



Graf 15: Rozsivky, jaro, tůň 3

## Tůň 4

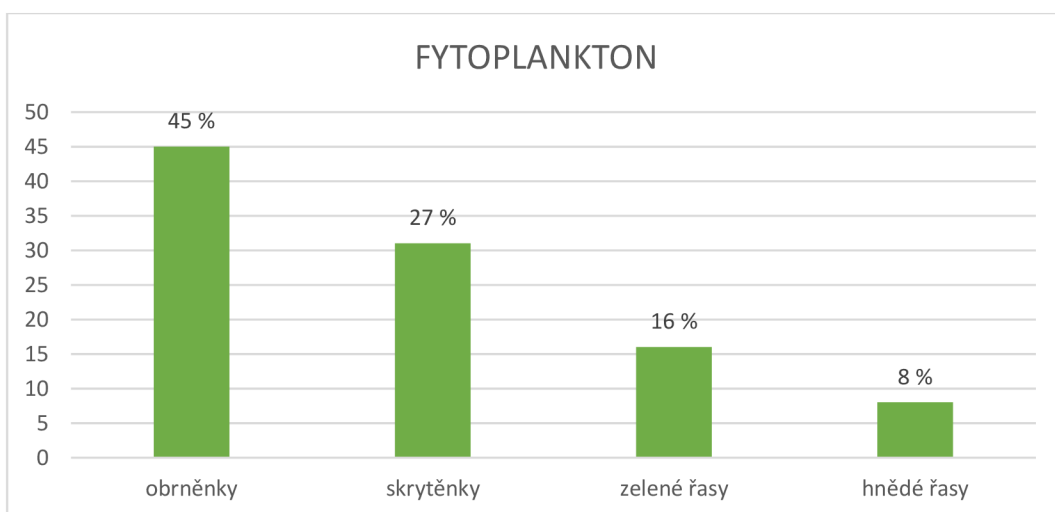
Čtvrtá tůň, nesoucí spíše charakter rybníku se nachází podél cesty obklopené stromy (Obr. 16). Jedná se o rozlohou i hloubkou nejrozsáhlejší vodní plochu zkoumanou v rámci této práce.



obrázek 16: Tůň 4, jaro

Teplota byla naměřena na hodnotu 16,3 °C, vodivost byla 361  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ , hodnota pH 7,57 a množství rozpuštěného kyslíku dosáhlo hodnoty 3,96  $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ . Průhlednost byla 130 cm.

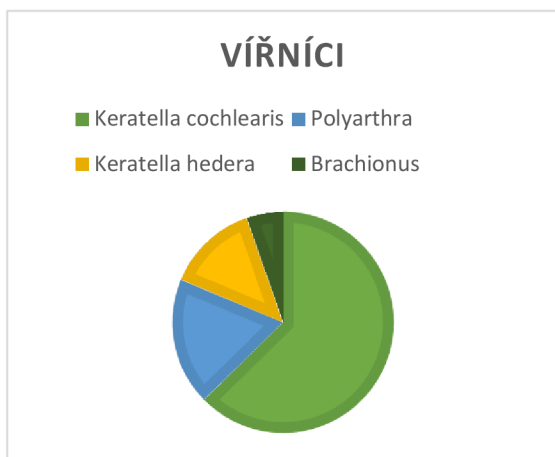
Za fytoplankton tu byly nalezeny především obrněnky obrněnky v čele s taxony *Peridinium* sp. s procentuálním zastoupením 85 % (OS 5) a *Ceratium hirundinella* (15 %, OS 3) a skrytěnky v zastoupení rodu *Cryptomonas* (OS 5) (Graf 16). Zástupci zelených řas byly jedinci kokálního a vláknitého typu (OS 3). 7 % pak připadá na zástupce hnědých řas – rozsivky (OS 3).



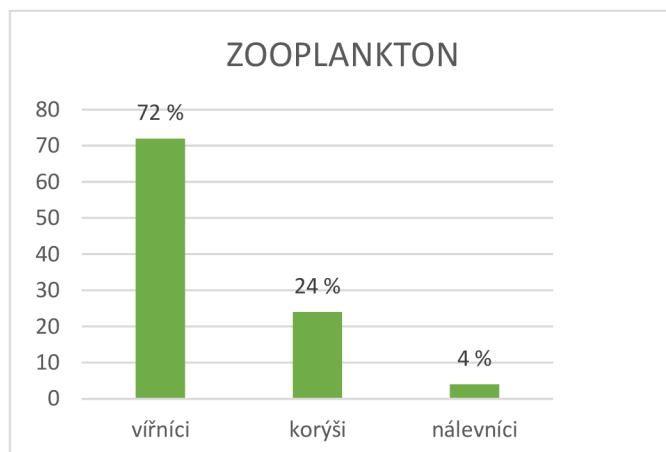
Graf 16: Fytoplankton, jaro, tůň 4



Jako u ostatních zkoumaných oblastí, i zde v rámci zooplanktonu převažovali zástupci kmene vířníků (Graf 18). Nejpočetnějším druhem kmene vířníků byl *Keratella cochlearis* (OS 6), zaujímající více než polovinu všech nalezených druhů (Graf 17). Dalším pozorovanou skupinou byli korýši v zastoupení jedinců nauplií (OS 4) a perlooček *Chydorus* sp. (OS 3). Za nálevníky zde byly pozorováni jedinci skupiny *Coleps* počtem jedinců 4 % (OS 3).

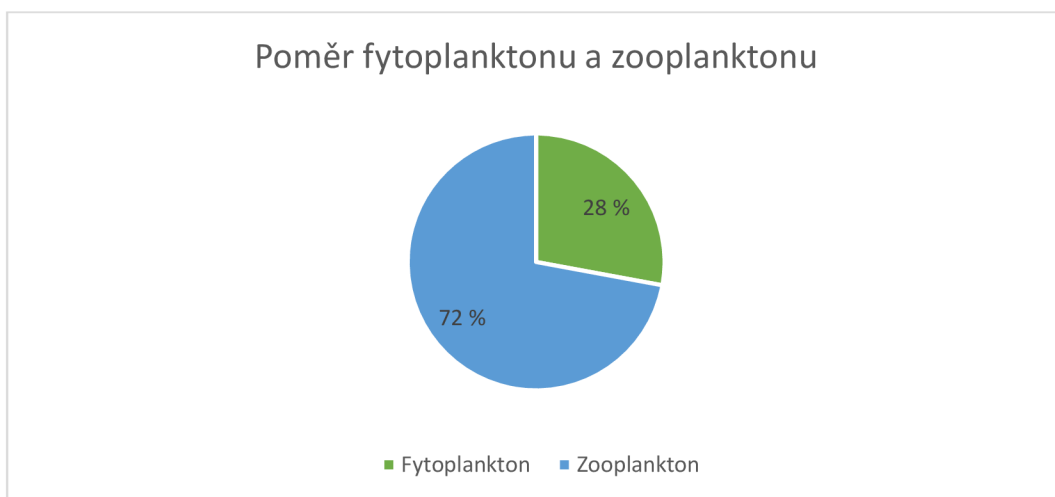


Graf 18: vířníci, jaro, tůň 4



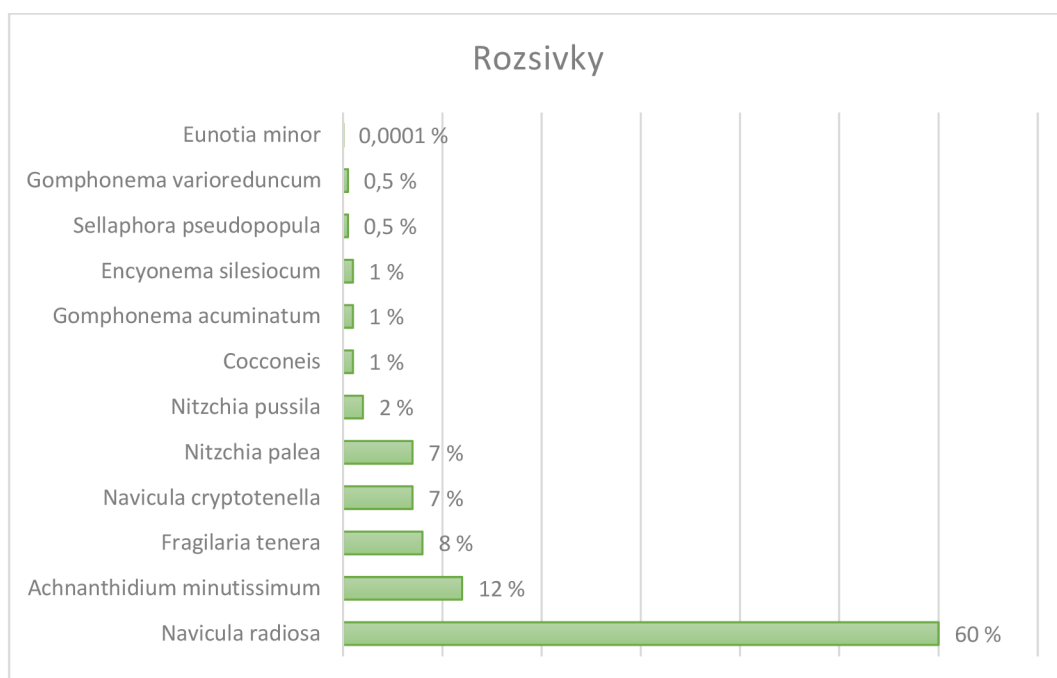
Graf 17: zooplankton, jaro, tůň 4

Z hlediska celkového počtu nalezených jedinců tu převyšoval zooplankton s procentuálním zastoupením 72 % nad fytoplanktonem s 28 % (Graf 19).



Graf 19: Poměr fytoplanktonu a zooplanktonu, jaro, tůň 4

V rámci fyto-bentosu bylo pozorováno 12 druhů rozsivek (Graf 20), kdy jednoznačnou převahu v podílu jednotlivých druhů měl rod *Navicula radiosa* (OS 6). Rody *Achnanhtidium minutissimum* (OS 4) či *Fragilaria tenera* (OS 3) představovaly pak jen zlomek celkového počtu pozorovaných organismů.



Graf 20: Rozsivky, jaro, tůň 4

## Podzimní odběry

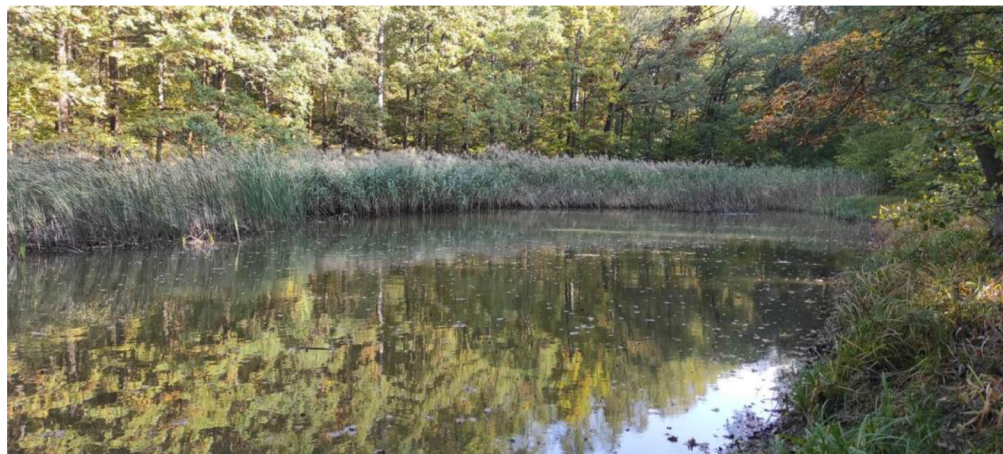
Podzimní odběry probíhaly v termínu 7. října 2022. Z důvodu poměrně teplých a suchých letních měsíců už ale byly provedeny odběry jen ze 3 lokalit, protože malé vodní plochy 2. tůň vyschly. V den odběru vody byla teplota vzduchu 12 °C a počasí bylo oblačné až zatažené. Změřené veličiny ze 3 odběrových míst shrnuje tabulka 6.

Tabulka 6: Fyzikálně – chemické veličiny, podzim

	Tůň 1	Tůň 3	Tůň 4
Teplota vody (°C)	11,0	10,4	12,8
Vodivost ( $\mu S \cdot cm^{-1}$ )	535	696	561
pH	7,50	7,48	7,76
Rozpuštěný kyslík ( $mg \cdot l^{-1}$ )	5,37	6,24	7,04
Průhlednost (cm)	20 (dno)	20 (dno)	100

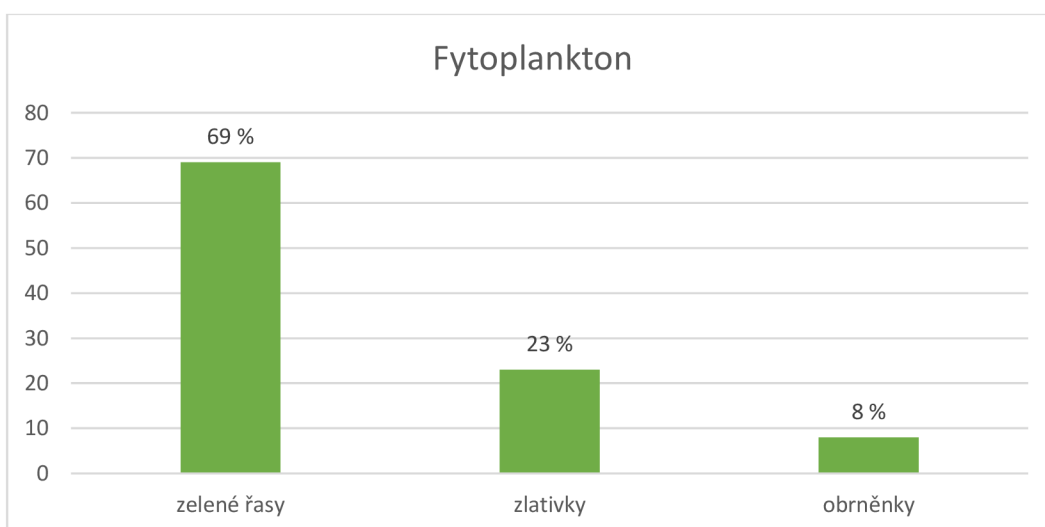
## Tůň 1

Výkyvy v dešťových srážkách a teplé letní dny se projevily i na první tůni, kde hladina vody klesla o 10 cm (Obr. 15). Voda měla teplotu 11 °C, vodivost 535  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ , hodnota pH dosahovala 7,5 a množství rozpuštěného kyslíku 5,37  $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$  (Tab. 6). Průhlednost vody byla, s ohledem na její hloubku, stanovena na 20 cm.



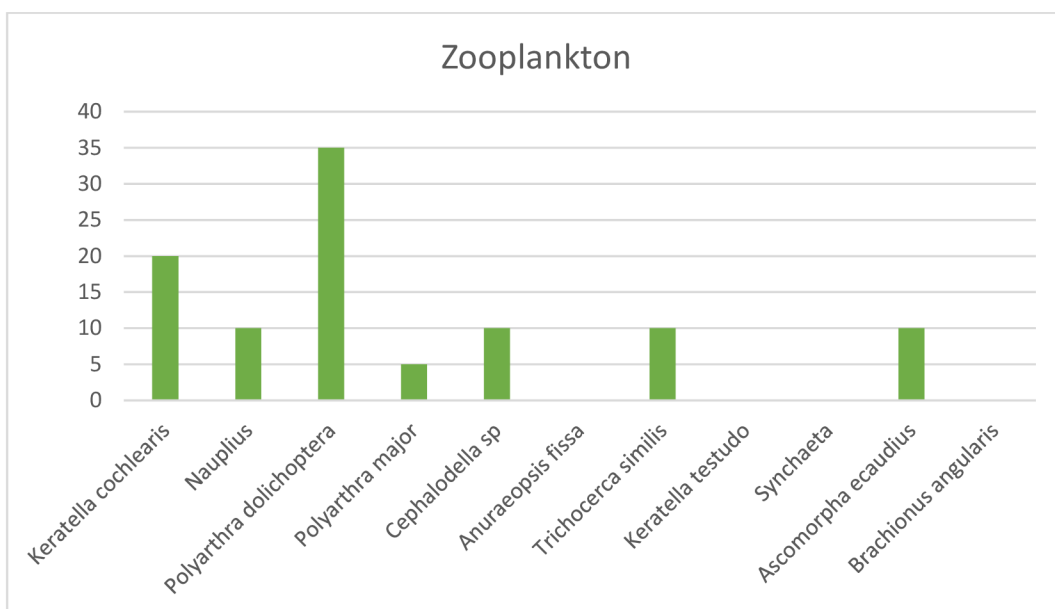
Obrázek 17: Tůň 1, podzim

Z hlediska složení fytoplanktonu byla tato vodní plocha poměrně chudá (Graf 21). Nacházely se zde pouze 3 skupiny, kdy každá z nich čítala pouze jeden druh. Zelené řasy, které byly nejdominantnější, zastupoval druh *Chlorella* sp. (OS 5), méně početnou skupinou byl druh *Symura* sp. (OS 5), spadající mezi zlativky a ojediněle se vyskytujícím druhem, spadajícím do obrněnek byl *Peridinium* sp. (OS 3). Výjimečně se zde vyskytly i druhy *Lepicynlic acus* (OS 1), *Ceracium hirundinella* (OS 1), *Dinobryon cylindricum* (OS 1), *Symura* sp. (OS 1), či *Woronichiania naegeliana* (OS 1).



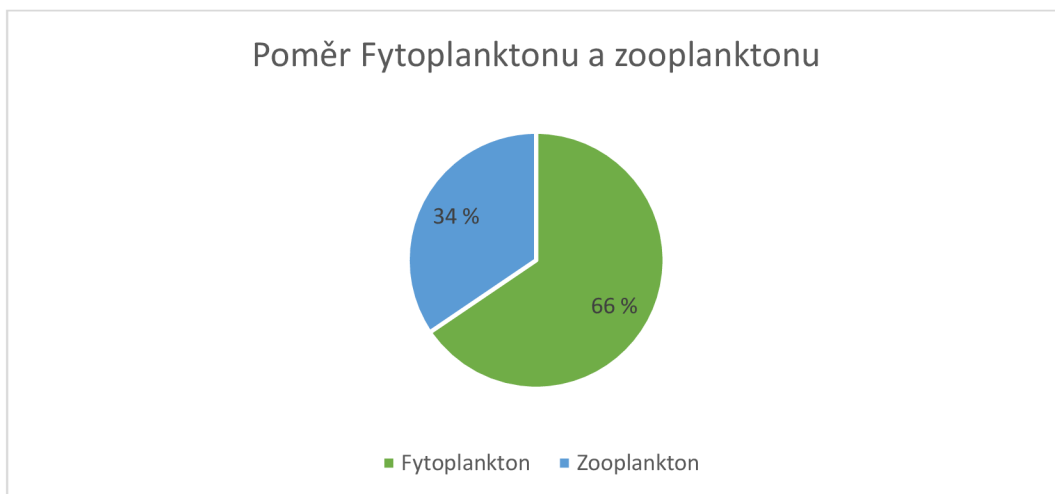
Graf 21: Fytoplankton, podzim, tůň 1

Celkem bylo nalezeno 11 taxonů zooplanktonu (Graf 20). Za skupinu zooplanktonu je nejdůležitější uvést kmen vířníků, který zde měl největší podíl (90 %). Celkově byl nejpočetnější druh *Polyarthra dolichoptera* (OS 5), následoval druh *Keratella cochlearis* (OS 4,5). Zbýlých 10 % procent tvořili korýši (Graf 22).



Graf 22: Zooplankton, podzim, tůň 1

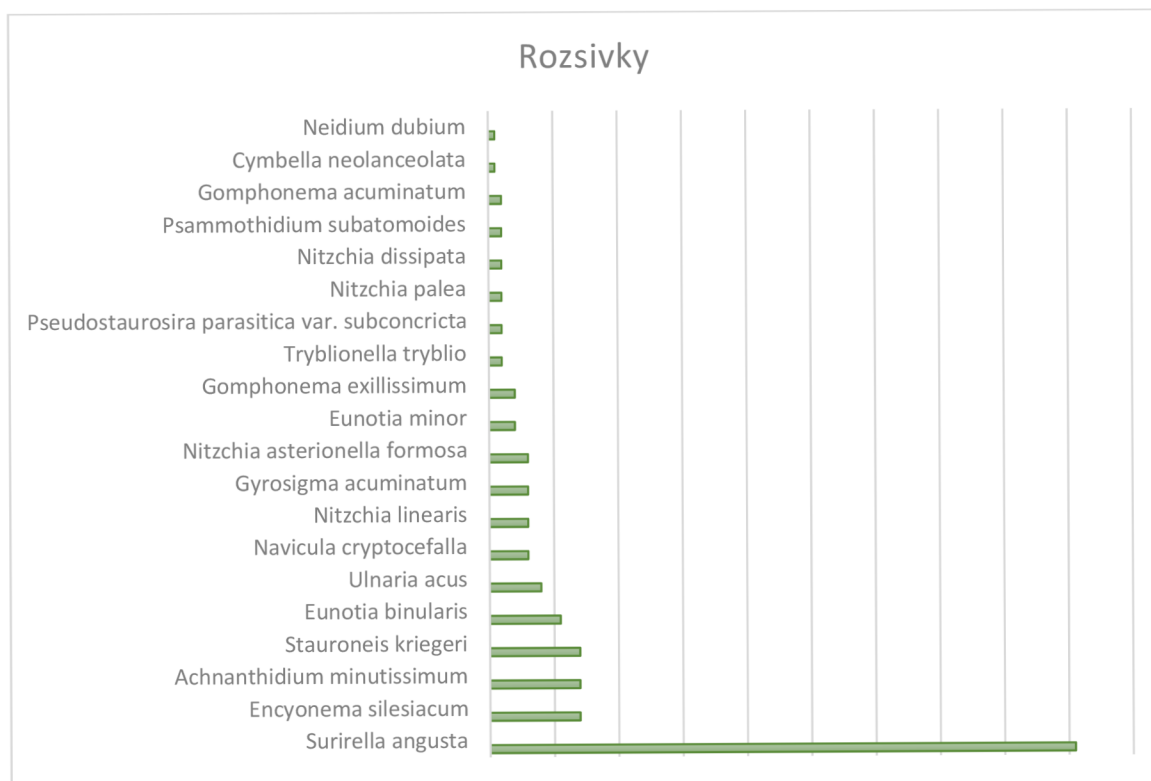
I přes velké druhovou diverzitu jedinců zooplanktonu tu bylo více jedinců fytoplanktonu (66 %) oproti 34% zastoupení zooplanktonu (Graf 23).



Graf 23: Poměr fytoplanktonu a fytobentosu, podzim, tůň 1

Za rozsivky tu bylo nalezeno 20 druhů (Graf 24), kdy ale největší četnost patří rodu *Surirella angusta* (OS 6). V porovnání s tímto druhem ze zde ostatní druhy vyskytovaly pouze v malém měřítku. Jedním z těchto druhů je *Stauroneis kriegeri* (OS 3) nebo *Achnantheidium momutissimum* (OS 3).

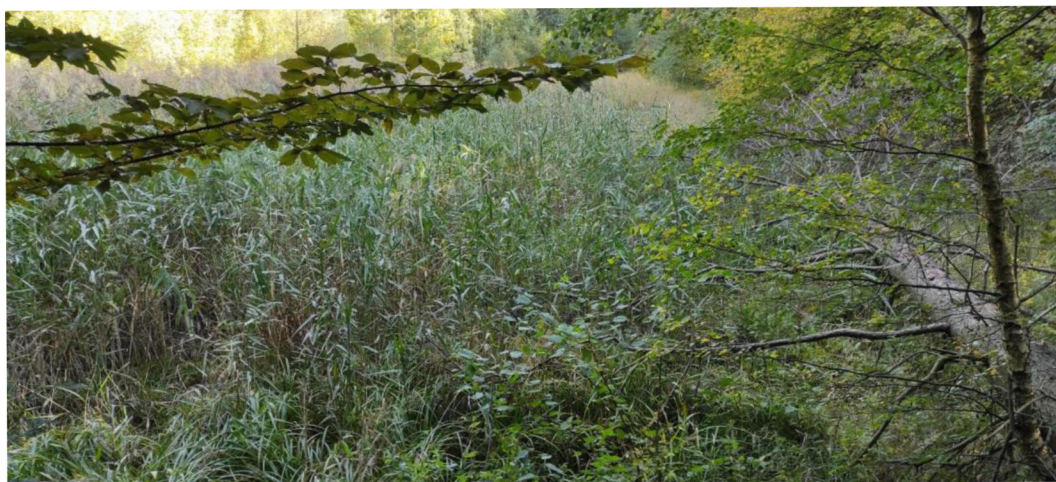




Graf 24: Rozsivky, podzim, tůň 1

## Tůň 2

Z tůně 2 po teplých suchých měsících zbyla jen podmáčená blátivá plocha zcela zarostlá rákosím (Obr. 18). Nebyly tak možné žádné odběry.



Obrázek 18: Tůň 2, podzim

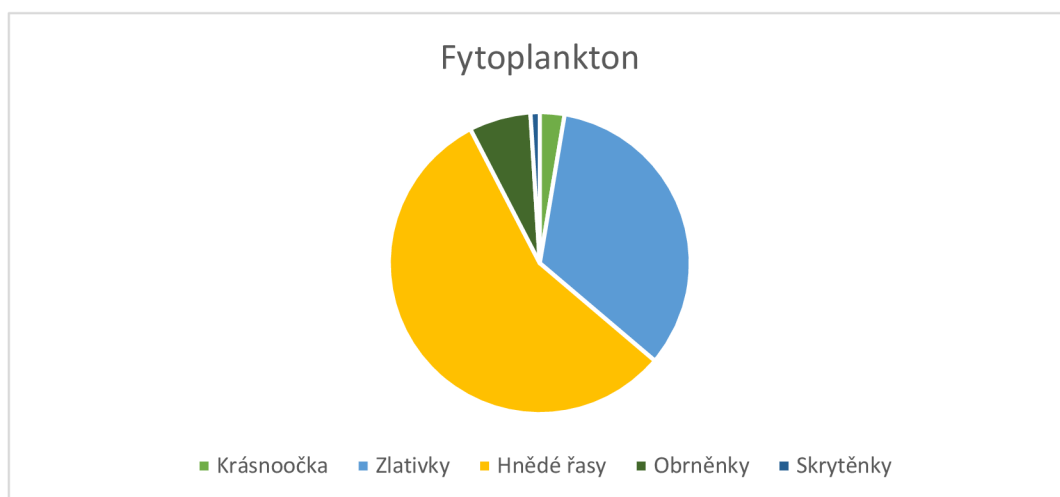
### Tůň 3

Voda v třetí tůni v měla teplotu 10,4 °C, vodivost 696  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ , hodnota pH dosahovala 7,48 a množství rozpuštěného kyslíku 6,24  $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$  (Tab. 6). Průhlednost vody byla 20 cm, což bylo i dno konkrétní vodní plochy.



Obrázek 19: Tůň 3, podzim

Z hlediska fytoplanktonu jsem zde našla 10 druhů. Největší procentuální zastoupení měly hnědé řasy (Graf 25) v čele s rozsivkami *Cymbella lanceolata* (OS 4) a *Navicula* sp. (OS 5). Za skupinu zlativek zde byly přítomny druhy *Dinobryon* sp. (OS 2), *Dimobryon divergence* (OS 4) a *Mallomonas tonsurata* (OS 2). Za obrněnky byl jediným členem rod *Peridinium* sp. (OS 2). A za krásnoočka dva rody: *Euglena* (OS 1) a *Phagus* (OS 1).



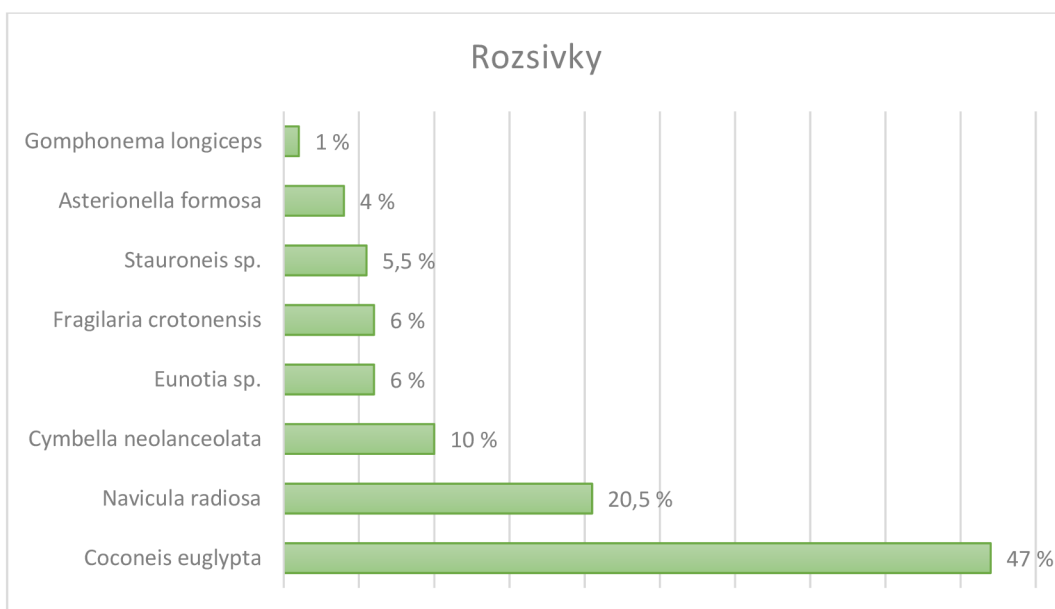
Graf 25: Fytoplankton, podzim, tůň 3

Z živočichů zde byla nalezena pouze *Hydrachnidia* sp. (OS 5), takzvaná vodule, což je vodní roztoč a *Keratella cochlearis* (OS 6). V tomto vodním prostředí tak převažoval fytoplankton (98 %) nad zooplanktonem (2 %) (Graf 26)



Graf 26: Poměr fytoplanktonu a zooplanktonu

Z hlediska fyto-bentosu bylo pozorováno 8 druhů rozsivek (Graf 27), kdy největší dominantou byl druh *Cocconeis euglypta* (OS 6), následoval druh *Navicula radiosa* (OS 5) a za ním *Cymbella neolanceolata* (OS 3,5). Dále se tu vyskytovala sinice rodu *Pseudanabaena* (OS 2) a řasa druhu *Closteriopsis acicularis* (OS 2).



Graf 27: Rozsivky, podzim, tůň 3



## Tůň 4

Tůň 4, tedy spíše rybník, jak napovídá vzhled ale i funkčnost vodní plochy, na první pohled úbytkem vody netrpí (Obr. 20). Voda měla teplotu 12,8 °C, vodivost 561  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ , hodnotu pH 7,76 a množství rozpuštěného kyslíku 7,04  $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$  (Tab. 6). Průhlednost pak byla stanovena na 100 cm. Na hladině vody bylo patrné znečištění (Obr. 21).

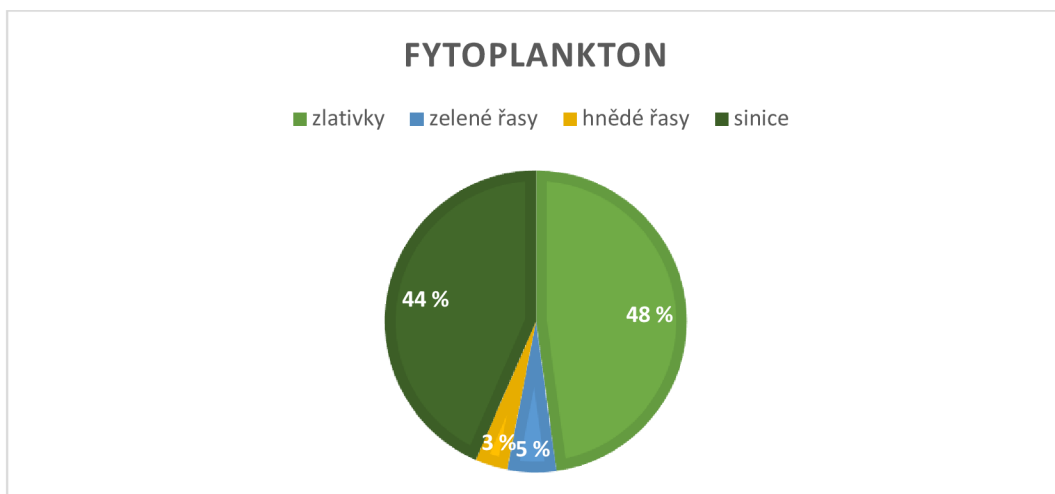


Obrázek 20: Tůň 4, podzim



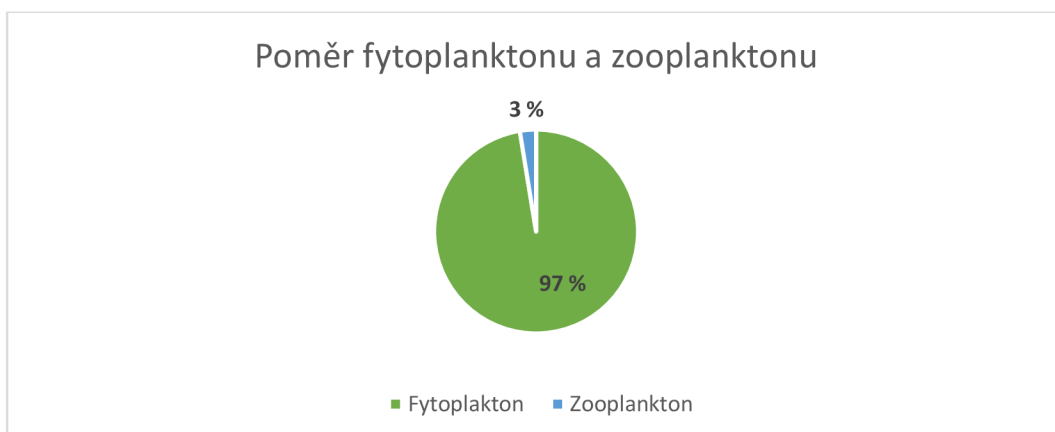
Obrázek 21: Zákal na vodní hladině, tůň 4, podzim

V tomto rybníku měly významný podíl ve fytoplanktonu zlativky, které zaujímaly téměř polovinu jedinců (Graf 28). Mezi nejvíce se vyskytující druh pak patřil *Mallomonas* sp. (OS 5). Téměř polovinu pak představoval také zástupce sinic, druh *Snowella lacustis* (OS 6). Podstatně chudší byl vzorek co do počtu jedinců zelených řas, z nich se zde objevil jediný rod *Chlorella* (OS 2). Za hnědé řasy, které pak ve vzorku byly nejméně početné, tu dominovaly rozsivky, konkrétně druh *Ulnaria grunowii* (OS 2), ale pozorována byla i rozsivka rodu *Cymbella* (OS 1).



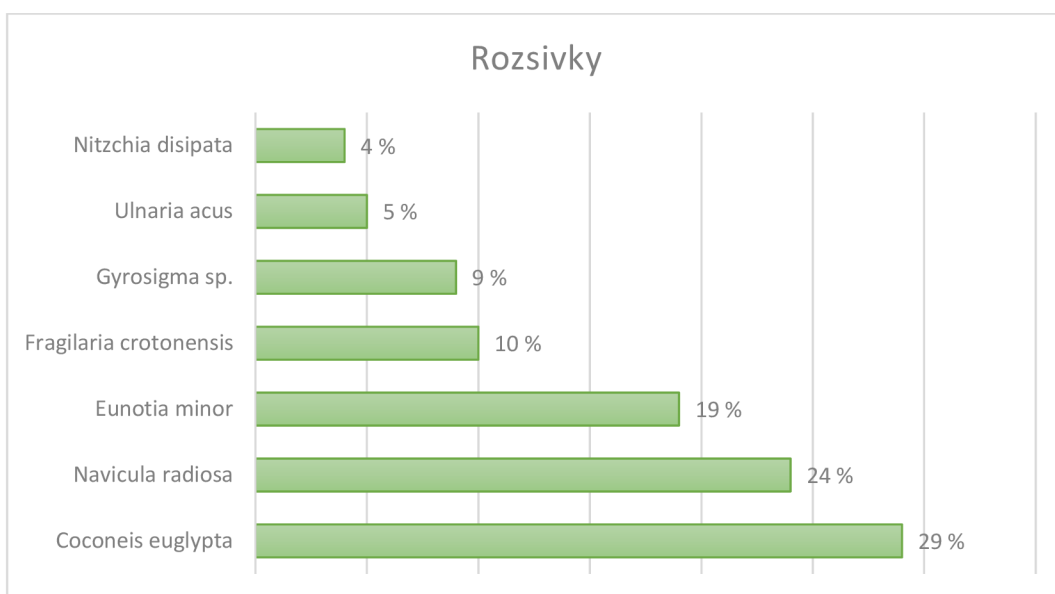
Graf 28: Fytoplankton, podzim, tůň 4

Podíl zooplanktonu (97 %) byl oproti pozorovanému fytoplanktonu (3 %) téměř zanedbatelný (Graf 29). Za zooplankton tu byly pozorovány pouze dvě skupiny, kdy jednou z nich byli vířníci s druhy *Keratella cochlearis* (OS 3) a *Amureopsis fissa* (OS 2). Druhou skupinou byli nálevníci s jediným pozorovaným jedincem rodu *Litonotus* (OS 1).



Graf 29: Poměr fytoplanktonu a zooplanktonu, podzim, tůň 4

Fytobentos se skládal ze 7 druhů rozsivek, kdy nejpočetnějšími druhy byly *Coconeis euglypta* (OS 5), *Navicula radiosa* (OS 5), *Eunotia minor* (OS 4), *Fragilaria crotonensis* (OS 3,5) (Graf 30).



Graf 30: Rozsivky, podzim, tůň 4

Pokud vezmeme v potaz celkové výsledky, můžeme shrnout, že v jarním termínu byla na počty druhů fytoplanktonu i zooplanktonu nejpočetnější tůň číslo 4 avšak co po počtu druhů fytobentosu dominovaly tůně 1 a 2 (Tab. 7).

Tabulka 7: Zastoupení jednotlivých skupin organismů, jaro

Jarní odběry – počty druhů			
	Fytoplankton	Zooplankton	Fytobentos
<b>Tůň 1</b>	-	-	Nejvíce
<b>Tůň 2</b>	-	Nejméně	Nejvíce
<b>Tůň 3</b>	Nejméně	-	Nejméně
<b>Tůň 4</b>	Nejvíce	Nejvíce	-

V podzimním termínu bylo pak nejvíce druhů fytoplanktonu v tůni 3, kde bylo nejméně druhů zooplanktonu. Nejvíce druhů zooplanktonu bylo v tůni 1, kde bylo také nejméně druhů fytoplanktonu. Nejvíce druhů fytobentosu pak bylo pozorováno v tůni 1 (Tab. 8).

Tabulka 8: Zastoupení jednotlivých skupin organismů, podzim

Podzimní odběry – počty druhů			
	Fytoplankton	Zooplankton	Fytobentos
<b>Tůň 1</b>	Nejméně	Nejvíce	Nejvíce
<b>Tůň 3</b>	Nejvíce	Nejméně	-
<b>Tůň 4</b>	-	-	Nejméně

## 5. Diskuze

Co se týče naměřených fyzikálně-chemických veličin, nejvyšší teplota vody byla jak v jarním, tak i podzimním odběru v tůni 4. Důvodem pro vysokou teplotu vody může být poměrně velká plocha vystavena slunečnímu záření. Naopak nejnižší teplota vody byla v jarním období změřena na tůni 1, kde je plocha sice také poměrně rozlehlá, ale z větší části skryta mezi stromy a sluneční paprsky se tam tak nemají velkou šanci dostat. V podzimním období ale byla nejnižší teplota naměřena na tůni 3. Příčinou nízké teploty může být mimo jiné fakt, že většina vodní plochy byla zarostlá rákosím.

Hodnota pH byla na jaře i na podzim nejvyšší v tůni 4, kde se pohybovala okolo hodnoty 7,7, což je hodnota, která se podle Spurného (2015) řadí mezi slabě alkalické vody, která ale ještě stále patří mezi dobré rybníční vody. Naopak nejnižší hodnota pH byla na jaře naměřena tůni 2 a to s hodnotou 6,0 a na podzim v tůni 3, s hodnotou 7,5. Voda v tůni 2 již podle Spurného (2015) spadá do slabě kyselých vod. Důvodem lehce nižšího pH může být mimo jiné přítomnost více rozkládajících se organických látek, jako je listí, nebo jehličí, což by zkoumané lokalitě odpovídalo.

Množství rozpuštěného kyslíku byla na jaře nejvyšší v tůni 2 s hodnotou 6,7 mg.l<sup>-1</sup> a na podzim v tůni 4 s hodnotou 7,0 mg.l<sup>-1</sup>. Naopak nejnižší množství kyslíku bylo v jarním i podzimním období naměřeno v tůni 1 a to s hodnotami 3,8 na jaře a 5,4 mg.l<sup>-1</sup> na podzim. Důvodem může být mimo jiné i špatný přístup slunečního záření, což má za následek nižší fotosyntézu a tím pádem i nižší množství kyslíku. Nízké hodnoty ale mohou být způsobeny i přítomností dusičnanů či fosfátů, které mohou způsobit přemnožení řas a sinic, jejichž bakteriální rozklad odčerpává kyslík. Tato situace je ale v tůni nepravděpodobná, protože jsem při žádném ze vzorkování nezaznamenala vodní květ, který by ukazoval na přemnožení fytoplanktonu. Častými situacemi, kdy dochází ke kritickému snížení obsahu kyslíku, jsou období, kdy je voda kryta ledem. V letních měsících může k razantnímu snížení dojít především v ranních hodinách, nebo pokud se ve vodě vyskytuje větší množství vodních živočichů (ryb i zooplanktonu) (SPURNÝ, 2015).

Co se týče hloubek jednotlivých tůní, byly hodnoty značně ovlivněny množstvím srážek v měřeném období. Hloubka první tůně klesla od jara do podzimu o 15 cm. U druhé tůně pak došlo k absolutnímu vyschnutí. U tůně 3 došlo o snížení hladiny o 10 cm. S danou hloubkou souvisela i měřená průhlednost vody, která u těchto vodních ploch musela být stanovena s hloubkou, protože jsem se k místům s největší hloubkou nedostala. Některé tůně byly také z velké části zarostlé rákosím a efektivní využití

Secchiho desky tak nebylo možné. Pouze u tůň 4 bylo nejlépe proveditelné zjištění průhlednosti vody, protože jí bylo možno měřit v nejhlubším místě vodní plochy u požeráku. Zde byla v podzimním termínu stanovena průhlednost vody o 30 cm nižší než v jarním termínu odběrů. Příčinou mohlo být jak rozdílné množství a druhové složení organismů, tak ale i přítomnost hladinového znečištění (zákal) ve vodě, což je ale méně pravděpodobné, neboť tento film se po hladině pohyboval a během odečítání ze Secchiho desky na chvíli odplaval.

V rámci zkoumání čtyř lokalit jsem dohromady determinovala 82 druhů organismů fytoplanktonu, zooplanktonu a fytoENTOSU. Obecně platí, že množství fytoplanktonu bývá vyšší v oblastech s větším množstvím slunečního světla a dostatkem živin, zatímco když se množství zooplanktonu zvyšuje, dochází k predančnímu tlaku na fytoplankton, který je postupně odežírán. V jarním období převyšoval počet zooplanktonu nad fytoplanktonem ve všech sledovaných lokalitách mimo tůň 2. Následně ale došlo ke snížení množství zooplanktonu, a to možná v důsledku predace zooplanktonu vůči fytoplanktonu, kdy růstová rychlost fytoplanktonu již nestačila pokrýt potřeby zooplanktonu a jeho populace se tak začala snižovat. V podzimním období tedy převyšovalo množství fytoplanktonu nad zooplanktonem. Výjimkou ale byla tůň 2, u které v jarním pozorování převyšoval fytoplankton. To je v souladu s PEG modelem (SOMMER et al., 1986, 2012), který popisuje sezónní dynamiku planktonu tak, že na konci zimního období dochází k výraznému rozvoji fytoplanktonu, způsobenému zlepšujícími se podmínkami jako jsou světlo a teplo. Vzniká pak jarní maximum fytoplanktonu, které ale následně vede k rozvoji zooplanktonu a sám je pod vlivem predančního tlaku limitován. Jednotlivé maxima a minima fytoplanktonu a zooplanktonu jsem z důvodu pouze dvou odběrových termínů nepozorovala.

Co se týče fytoplanktonu, determinovala jsem celkem 20 druhů. V jarním období měly převahu hnědé řasy, konkrétně rozsivky, u tůň s menším rozsahem vod (tůň 1, 2, 3) kdežto u tůň 4, tedy spíše rybníka měly převahu obrněnky. To odpovídá informacím podle Poulíčkové (2011), že rozsivky se vyskytují nejpočetněji v chladnějších vodách. Jelikož v tůni 4 byla voda teplejší odpovídá tomu i fakt, že zde bylo více obrněnek než rozsivek. Výsledky odpovídají také PEG modelu podle Sommera (1986, 2012), který uvádí, že v jarním období tvoří biomasu především drobnější řasy, například rozsivky, které ale v létě nahradí zelené řasy, následně obrněnky nebo sinice. V podzimním období pak podle Sommera (1986, 2012) dochází ke snížení fytoplanktonu ve prospěch zooplanktonu a dominantními se stávají rozsivky či skrytěnky. Na podzim skutečně



došlo k větším změnám, kdy u 1. tůně došlo k převaze zelených řas nad ostatními skupinami. V tůni 3 byly dominantou stále hnědé řasy a ve čtvrté tůni se o převahu dělily skupiny zlativek a sinic. Při porovnání práce Reňákové (2014) jsem došla ke shodě, kdy počet nalezených druhů řas významně převyšoval počet druhů sinic, stejně tak i množství nalezených jedinců. V jarním období byla co do počtu druhů nejbohatší tůň 4 a v podzimním období tůň 3. Naopak nejchudší byla na jaře tůň 3 a na podzim tůň 1.

Ze všech odběrových lokalit jsem determinovala 15 druhů zooplanktonu. Vířníci byli hlavní složkou, a to ve všech zkoumaných lokalitách v obou odběrových termínech, stejně jako tomu bylo u Čejnové (2016). Ze všech čtyřech sledovaných tůní bylo dohromady sledováno 13 druhů vířníků, přičemž nejčastější byly *Keratella cochlearis*, *Amuraeopsis fissa*, *Kratella quadrata*, *Polyarthra dolichoptera*, což je ve shodě s prací Šebesty (2012), který rovněž zkoumal organismy nacházející se v tůních. V jarním období byla, co se týče počtu druhů nejvíce rozmanitá tůň číslo 4 a v podzimním odběru dominovala tůň číslo 1. Naopak nejchudší byla na jaře tůň 2 a na podzim tůň 3. Až na výjimku zde platí, že kde dominuje druhová diverzita fytoplanktonu, tam je v pozadí druhové složení zooplanktonu a naopak. Tento trend je patrný především v podzimním období, kde jsou počty zooplanktonu vs fytoplanktonu více vyhraněné.

Co se týče vzorků fyto-bentosu, bylo nalezeno celkem 47 druhů rozsivek. Mezi nejčastěji nalezené rozsivky napříč tůněmi byly druhy *Achnathidium minutissimum*, *Eunotia* sp. a *Cocconeis euglypta*. V jarním období byly na počty druhů nejbohatší tůně číslo 1 a překvapivě tůň číslo 2 s velmi malým množstvím vody. Naopak nejméně druhů bylo nalezeno v tůni 3. Jediným rodem, který se na jaře vyskytoval ve všech čtyřech lokalitách byl rod *Eunotia*, který je charakteristický pro lokality s čistou vodou. V podzimním období byla nejbohatší tůň 1 sčítající 20 druhů, kdežto tůň 3 představovala 8 druhů a čtvrtá tůň jen 7 druhů. Společným jedincem podzimních odběrů byl rod *Navicula* a *Eunotia*, které ale co do druhu, byly rozdílné.

U tůně 1 v jarním odběru jasně dominovala *Achnathidium minutissimum*, což je podle Hindáka (1987) běžný druh, který je málo citlivý na změny pH a patří mezi nejčastější rozsivky (POULÍČKOVÁ, 2011). Na podzim ale významně ustoupila do pozadí a dominantou byla rozsivka *Surirella angusta*, která může být indikátorem velmi dobré kvality vody (KOTYZOVÁ, 2021).

Ve třetí tůni byla na jaře dominantní rovněž rozsivka druhu *Achnathidium minutissimum*, kdežto na podzim druh *Cocconeis euglypta*. Podobně na tom byla čtvrtá tůň, kdy na jaře převládal druh *Navicula radiosa*, který ale na podzim vystřídal druh *Cocconeis euglypta*.

Jak plyne z tabulky 7, tak v jarním období je na počty druhů fytoplanktonu a zooplanktonu nejpočetnější tůň 4, ovšem na druhové složení fyto-bentosu je tůň průměrná a nejvíce rozmanité jsou tůně 1 a 2. Naopak na druhy fytoplanktonu a fyto-bentosu je nejméně početná tůň 3, ovšem zooplanktonu je nejméně v tůni 2.

Co se týče podzimního odběru, ohledně údajů zde dominuje první tůň, kde bylo nejvíce druhů zooplanktonu a fyto-bentosu ale naopak nejméně druhů Fytoplanktonu v celém odběrovém termínu. Nejvíce druhů fytoplanktonu bylo pozorováno v tůni 3, kde bylo zároveň nejméně zooplanktonu. Nejméně fyto-bentosu pak bylo pozorováno v tůni 4 (Tab. 8).

Zajímavostí byl nález bublinatky, což je masožravá rostlina vyskytující se ve sladkých vodách po téměř celé Evropě. Podle plánu Žlunického polesí se může jednat o bublinatku jižní (*Utricularia australis*), která se tu v dřívějších dobách vyskytovala (MIKESKA, 2017). V České republice je zařazena na seznam vzácnějších taxonů, které vyžadují pozornost (KAPLAN et al., 2019, FRANK, 2009).

## 6. Závěr

Ze získaných výsledků můžeme shrnout, že tůně jsou skutečně dynamické prostředí podléhající mnoha změnám, ať již např. povětrnostním, tak i co se týče složení organismů. Během psaní bakalářské práce jsem nabyla nové vědomosti z oblasti hydrobiologie. Rozšířila jsem své znalosti ohledně planktonních a bentických organismů, jejich výskytu a jednotlivých druzích. Delší dobu jsem se zabývala systematikou, jelikož jsem s ní, především kvůli stále novějším úpravám, bojovala.

Velmi cenná pro mě byla praktická zkušenost s jednotlivými odběry vzorků vod a práce s planktonní sítí, Secchiho deskou, ale i moderními přístroji, jakými jsou centrifuga či víceparametrový přístroj k určení fyzikálně-chemických vlastností vod. Přínosné pro mě bylo rozhodně i následné zpracovávání vzorků, kdy jsem se naučila tvořit trvalé preparáty, jednotlivé vzorky fixovat a následně to vše pomocí mikroskopu zhodnotit. Právě následná determinace jednotlivých druhů pro mě byla jednoznačně nejobtížnější a to především, co se týče skupiny rozsivek.

Při porovnávání druhů planktonních organismů jasně převyšovaly řasy nad sinicemi a to jak druhově, tak i početně. Ukazujete to pravděpodobně na malou úživnost pozorovaných tůní. Nejčastěji nalezeným rodem v jarním období byly rozsivky (např. rody *Stauroneis*), často se také vyskytujícími taxony byly obrněnky *Peridinium* sp. a *Ceratium hirundinella*. V podzimním termínu se v tůních opakoval výskyt zelené řasy *Chlorella* a rozsivky *Cymbella*, které nebyly ale moc početné.

U zooplanktonu byla nejčastěji se vyskytující skupinou vířníci a konkrétně druh *Keratella cochlearis*.

Co se týče fyto-bentosu, během pozorování významně dominovaly druhy *Achnathidium minutissimum*, *Eunotia* sp. a *Cocconeis euglypta*. Avšak jediným rodem, který se vyskytoval ve všech tůních během jarního období byl rod *Eunotia* během podzimu se přidal i rod *Navicula*.

Závěrem bych ráda napsala, že tůně, jakožto mokřadní ekosystémy, nejsou jen lokalitou, v níž se vyskytují živočichové a rostliny na první pohled patrné a pozorovatelné, ale je to i místo, kde se objevuje celý pestrý mikrosvět, o němž spousta lidí nemá jasnou představu. Je to svět, v němž hlavní roli hrají rozmanité mikroorganismy, ať již rostlinného, či živočišného původu, které mimo jiné tvoří základ potravního řetězce, slouží jako indikátory kvality vod, ale např. zástupci fytoplanktonu

a fytoENTOSU jsou i významným producentem kyslíku. Tento fascinující svět se mi díky psaní této bakalářské práce otevřel a já se těším na další novinky, které mi přinese.

## 7. Seznam použitých zdrojů

BIELAŇSKA-GRAJNER, Irena, Jolanta EJSMONT-KARABIN a Stanislav RADWAN. *Rotifers: Rotifera, Monogononta*. Kraków: Łódź University Press, 2015. ISBN 978-83-233-4086-7.

BLEDZKI, Leszek A a Jan Igor RYBAK. *Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe*

*Cladocera and Copepoda (Calanoida, Cyclopoida): Key to species identification*, Springer Verlag, 2016, 9783319298702

BOZORG-HADDAD, Omid, Mohammad DELPASAND a Hugo A. LOÁICIGA. *Water quality, hygiene, and health* [online]. [cit. 2023-04-06]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323905671000085>

BOYD, Claude E. *Water quality: an introduction*. Third edition. Cham: Springer, [2020]. ISBN 978-3-030-23334-1.

COUFALOVÁ, Natálie. *Sezónní dynamika a diverzita fytoplanktonu dvou antropogenních jezer u Přešovic se vztahem k přítomnému zooplanktonu*. Liberec, 2022. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce RNDr. Martina Štrojsová, Ph.D.

FOTT, Bohuslav. 1967. *Sinice a řasy: vysokoškolská příručka*. 2. vydání. Praha: Academia.

FOTT, Jan, Vladimír KORÍNEK, Pavel BLAŽKA a Věra STRAŠKRABOVÁ. *Hydrobiologie: Pro postgraduální studium: Obrazová část*. Praha: státní pedagogické nakladatelství Praha, 1981.

HARTMAN, Pavel, Ivo PŘIKRYL a Eduard ŠTĚDRONSKÝ. *Hydrobiologie*. 3., přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 2005. ISBN 80-7333-046-6.

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

KAŠTOVSKÝ, Jan, Tomáš HAUER, Rodan GERIŠ, et al., 2018a. *Atlas sinic a řas České republiky 1*. České Budějovice: Powerprint. ISBN 978-80-7568-124-9.

KAŠTOVSKÝ, Jan, Tomáš HAUER, Rodan GERIŠ, et al., 2018b. *Atlas sinic a řas České republiky 2*. České Budějovice: Powerprint. ISBN 978-80-7568-125-6.

- KREIDLOVÁ, Veronika, Michal ŠORF a Jiří KOUT. *Sezónní dynamika zooplanktonu rybníka Vydymáček u Plzně*. In: . Plzeň: Erica, 2014, s. 141-160.
- KRISTENSEN a GLOBEVNIK. European small water bodies. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy [online]. 2014, 114B(3) [cit. 2023-04-06]. ISSN 07917945. Dostupné z: doi:10.3318/bioe.2014.13
- KROPÁČEK, Robin. *Vyhodnocení jakosti vody a odtokových poměrů v povodí Jeninského toku*. České Budějovice, 2012. Diplomová práce. JIHOČESKÁ UNIVERZITA. Vedoucí práce Ing. Pavel Žlábek, Ph.D.
- LANGE-BERTALOT, Horst, Gabrielle HOFMANN, Marcus WERUM a Marco CANTONATI, KELLY, Martyn, ed., 2017. *Freshwater benthic diatoms of Central Europe: over 800 common species used in ecological assessment. English edition with updated taxonomy and added species*. Schmitten-Oberreifenberg: Koeltz Botanical Books. ISBN 978-3-946583-06-6.
- LELLÁK, Jan. *Hydrobiologie*. Praha: Karolinum, 1991. ISBN 80-7066-530-0.
- MIKESKA, Miroslav. *Plán péče o přírodní památku: ŽLUNICKÉ POLESÍ*.
- NEZNÁMÝ, Kategorizace chráněných území dle Mezinárodního svazu ochrany přírody. Forest: skupina obránců divočiny [online]. [cit. 2023-01-25]. Dostupné z: <http://forest-ngo.org/cz/divocina/256-kategorizace-chranenych-uzemi-dle-mezinarodniho-svazu-ochrany-prirody>
- POLÁČKOVÁ, Petra. *Monitoring revitalizace tůní v nivním údolí Petrovice u Měčina*. České Budějovice, 2012. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce RNDr. Zdenka Křenová, Ph.D.
- POULÍČKOVÁ, Aloisie. *Základy ekologie sinic a řas*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 9788024427515.
- PLŠKOVÁ, Denisa. *Složení fytoplanktonu Plumlovské přehrady s ohledem na provedenou revitalizace*. Olomouc, 2006. Bakalářská práce. UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI. Vedoucí práce Mgr. Jana Štěpánková, Ph.D.
- RAJCHARD, Josef; BALOUNOVÁ, Zuzana. 1996. *Základy ekologie*. 1., Ekologie vodního prostředí a zoocenologie (Terénní cvičení). České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN 80-7040-159-1.

- REICHHOLF, Josef. *Pevninské vody a mokřady: ekologie evropských sladkých vod, luhů a bažin*. Praha: Ikar, 1998. Průvodce přírodou (Ikar). ISBN 80-7202-185-0.
- RENÁKOVÁ, Marcela. *Fytoplankton Vicemilických rybníků u Bučovic*. Brno, 2014. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Mgr. Blažena Brabcová, Ph.D.
- ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, Jana. *Aplikovaná a technická hydrobiologie*. Vyd. 2. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. ISBN 80-7080-521-8.
- ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, Jana. *Mikroskopické praktikum z hydrobiologie*. Praha: Vysoká škola chemickotechnologická v Praze, 2002. ISBN 80-7080-496-3.
- SOMMER, Ulrich, Maciej GLIWICZ a Infried LAMPERT. The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters. 1986.
- SOMMER, Ulrich, Rita ADRIAN, Lisette DE SENERPONT DOMIS, et al. Beyond the Plankton Ecology Group (PEG) Model: Mechanisms Driving Plankton Succession. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* [online]. 2012, 43(1), 429-448 [cit. 2023-04-18]. ISSN 1543-592X. Dostupné z: doi:10.1146/annurev-ecolsys-110411-160251
- SPURNÝ, Petr, Jan MAREŠ, Radovan KOPP a Pavla ŘEZNÍČKOVÁ. *Hydrobiologie a rybářství*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-345-5.
- ŠEBESTA, Roman. Společenstva planktonních organismů v pořičních tůních. České Budějovice, 2012. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce Ing. Martin Bláha, Ph.D.
- VISOCKÁ, Veronika. Vliv globální změny klimatu na sladkovodní fytoplankton nádrží střední Evropy. České Budějovice, 2010. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce RNDr. Petr Znachor, Ph.D.
- WILLIAMS, Oliver & Beckett, Rachel & Maxwell, David. (2016). Marine phytoplankton preservation with Lugol's: a comparison of solutions. *Journal of Applied Phycology*. 28. 10.1007/s10811-015-0704-4.

## **8. Seznam příloh**

1. Příloha: Orientační dotazník
2. Příloha: Nalezené organismy