



Sezónní dynamika a diverzita zooplanktonu dvou antropogenních jezer u Příšovic se vztahem k přítomnému fytoplanktonu.

Bakalářská práce

Studijní program:

Studijní obory:

Autor práce:

Vedoucí práce:

B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání

Přírodopis se zaměřením na vzdělávání

Matematika se zaměřením na vzdělávání

Helena Folbergerová

RNDr. Martina Štrojsová, Ph.D.

Katedra chemie





Zadání bakalářské práce

Sezónní dynamika a diverzita zooplanktonu dvou antropogenních jezer u Příšovic se vztahem k přítomnému fytoplanktonu.

Jméno a příjmení: **Helena Folbergerová**
Osobní číslo: P19000817
Studijní program: B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání
Specializace: Přírodopis se zaměřením na vzdělávání
Matematika se zaměřením na vzdělávání
Zadávací katedra: Katedra chemie
Akademický rok: **2020/2021**

Zásady pro vypracování:

1. Seznámit se s hydrobiologickou tematikou. Zvláště se zaměřit na principy sezónní periodicity planktonu.
2. Naučit se metodiku pro odběr hydrobiologických vzorků. Osvojit si determinaci zooplanktonu pomocí práce s klíčem a jeho kvantifikaci pomocí počítačích komůrek.
3. Na základě získaných dat ověřit správnost teorie tzv. PEG modelu. Porovnat rozdíly ve druhovém složení a sezónní dynamice zooplanktonu ze dvou odběrových lokalit. Diskutovat vztah zooplanktonu k přítomnému fytoplanktonu.

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

dle potřeby dokumentace
40-60 stran
tištěná/elektronická
Čeština



Seznam odborné literatury:

1. ADÁMEK, Zdeněk a kolektiv. *Aplikovaná hydrobiologie*. 1. vyd. Vodňany: VÚRH JU Vodňany, 2008. 256 s. Učebnice. ISBN 978-80-85887-79-2.
2. BIELANSKA-GRAJN, Irena et al. *Rotifers (Rotifera) – Freshwater Fauna of Poland*. Jagiellonian University Press, 2016. ISBN 8323340862.
3. 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.
4. DODDS, Walter and WHILES, Matt. *Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications of Limnology (Aquatic Ecology) 3rd Edition*, Academic Press, 2019. 998 p. ISBN 978-0128132555.
5. HUDEC, Igor. *Fauna Slovenska III. Anomopoda, Ctenopoda, Haplopoda, Onychopoda (Crustacea: Branchiopoda)*. Bratislava: Veda, 2010, 496 s. EAN 9788022411417.
6. LELLÁK, Jan a František KUBÍČEK. *Hydrobiologie*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova, 1992. 257 s. ISBN 80-7066-530-0.
7. Sommer, Ulrich et al. 1986. PEG-model of Seasonal Succession of Planktonic Events in Fresh Waters. *Archives of Hydrobiology*. 106(4): 433-471.

Vedoucí práce:

RNDr. Martina Štrojsová, Ph.D.
Katedra chemie

Datum zadání práce:

9. října 2020

Předpokládaný termín odevzdání:

17. května 2021

prof. RNDr. Jan Pícek, CSc.
děkan

L.S.

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

Prohlášení

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

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

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

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

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

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

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

27. dubna 2022

Helena Folbergerová

Poděkování

Nejvíce bych chtěla poděkovat vedoucí mé práce RNDr. Martině Štrojsové, Ph.D. za její milý přístup, cenné rady a veškerou pomoc při zpracovávání práce, terénních odběrech a při kompletaci celé práce. Spolupráce a vstřícného vedení si velice cením.

Děkuji i Haně Pohlreichové a Daniele Myšákové z Oddělení environmentální chemie (ústav CXI) za zpracování veškerých chemických analýz.

Dále bych chtěla poděkovat kolegyni Natálii Coufalové, se kterou jsem během zpracování své bakalářské práce spolupracovala. Velký dík patří i mé rodině, která mě při studiu vždy podporovala.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat Péti skupině, která mi během tvoření práce a celkově během studia byla oporou a příjemným útekem od reality.

Anotace

Bakalářská práce se zaměřuje na sezónní diverzitu a početnost zooplanktonu ve dvou antropogenních jezerech u obce Příšovice, kdy během půl roku probíhajícího výzkumu byly zkoumány zde se vyskytující organismy v závislosti na podmínkách, určovaných okolním prostředím a na fytoplanktonu, vyskytujícím se v koexistenci s přítomným zooplanktonem. V práci jsou popsány použité metody, které byly během výzkumu postupně využity a jednotlivé organismy, které se během zkoumaného období v daném místě vyskytovaly.

Annotation

The bachelor thesis focuses on the seasonal diversity and dynamics of zooplankton in two anthropogenic lakes near the village of Příšovice. The organisms that were present there were examined depending on the conditions determined by the environment and on the phytoplankton occurring in coexistence with the zooplankton during the six months of ongoing research. The work describes the methods, which were used during the research and the individual organisms that occurred in the area during the study period.

Klíčová slova

sezónní dynamika, vířníci, klanonožci, perloočky, mělké antropogenní jezero

Key words

seasonal dynamics, Rotifers, Copepoda, Cladocera, shallow anthropogenic lake

Obsah

Úvod.....	9
1 Plankton	10
1.1 Zooplankton.....	11
1.1.1 Vířníci (Rotifera, Rotatoria).....	11
1.1.2 Perloočky (Cladocera).....	20
1.1.3 Klanonožci (Copepoda) – buchanky (Cyclopidae).....	25
1.1.4 Další zooplankton	26
2 Voda a její vlastnosti.....	28
2.1 Jednotlivé části vodních ploch	30
2.1.1 Pelagiál.....	30
2.1.2 Bentál	31
2.1.3 Litorál.....	31
2.1.4 Profundál.....	32
2.2 Plyny rozpuštěné ve vodě	33
2.2.1 Kyslík.....	33
2.2.2 Uhlík	34
2.2.3 Dusík.....	34
3 Informace o obci Příšovice	34
4 Metodika	35
4.1 Popis lokality	35
4.2 Metodika odběru.....	36
4.3 Metodika zpracování a práce se vzorkem.....	38
4.4 Metodika výpočtu jedinců v daném množství odebírané vody.....	39
5 Výsledky	40
6 Diskuze	52
7 Závěr	59
Zdroje	60

Úvod

Téma mé bakalářské práce jsem zvolila na základě dvou faktorů. Prvním byl nápad na spolupráci s kolegyní Natálií Coufalovou. Námi zvolená témata sezónní dynamiky zooplanktonu a fytoplanktonu nás velmi zaujala a o tématice jsem se chtěla dozvědět více. Spolupráce nám přišla výrazným oživením našich prací, jelikož jsme při odběrech mohly spolupracovat, velmi si pomoci a nezaměřit téma práce pouze na jedno odvětví, ale rovnou na dvě spolu vzájemně propojená. Druhým důvodem byla praktická část jako taková. Velmi mě zaujala terénní práce a metodika odběru, díky které jsem se mohla rozvíjet v samostatné činnosti. S nástroji, které jsem při hydrobiologických odběrech používala, jsem do té doby obeznámena nebyla, a jsem ráda, že jsem si mohla osvojit jejich používání a funkce.

Cílem mé práce bylo obeznámení se se sezónní dynamikou zooplanktonu, který žije právě na mnou vybraném území, kterými byly Malý a Velký Písečák u obce Příšovice. Jedná se o dvě antropogenní jezera, na kterých se primárně provozuje rybaření a různorodé letní sporty. Co se rybaření týče, zooplankton hraje důležitou roli, jelikož slouží jako potrava pro ryby. Obeznámila jsem se i se způsobem života jednotlivých druhů zooplanktonu a jejich sezónním výskytem a koexistencí jednotlivých druhů navzájem i s přihlédnutím k vyskytujícímu se fytoplanktonu. Během studování materiálů ohledně planktonu jsem narazila na zajímavý projekt zvaný „Planktomania“, což je program pocházející z Francie. Zaměřuje se na moderní zobrazovací metody, díky kterým se dá plankton pozorovat a díky tomuto projektu ho mohou zpřístupnit i těm, kteří nemají k dispozici pozorovací techniku, například mikroskop. Existuje i v české verzi na stránkách planktomania.org.

Obecně lze zooplankton našich stojatých vod rozdělit na tři hlavní skupiny, kterými jsem se v této práci zabývala nejvíce (skupinou prvoků jsem se zabývala jen okrajově). Jedná se o vířníky (Rotifera), klanonožce (Copepoda) a v neposlední řadě perloočky (Cladocera).

Při studiu sezónní dynamiky a diverzity se dá použít takzvaný PEG (Plankton Ecology Group) model (Sommer, 1998). PEG model popisuje základní zákonitosti sezónní dynamiky planktonu. Jedná se o model, který obsahuje čtyřicet částí, které popisují jednotlivé složky zooplanktonu a fytoplanktonu v ideálním vodním prostředí (Sommer, 1998).

1 Plankton

Pojmem plankton označujeme soubor organismů malých rozměrů, které se nechávají pasivně unášet vodou, nebo se mohou pohybovat pomocí vlastních sil. Jejich pohyb ale není dostatečně silný na překonání proudění vody. Plankton je součástí potravní sítě a činí jeho základ. Je potravou pro vodní živočichy. Lze do něj zařadit viry, sinice, řasy, prvoky, prokaryota a obecně drobné živočichy. Rozděluje se na viroplankton, bakterioplankton, fytoplankton a zooplankton. Důležitou roli hraje plankton i při vzniku ropy. Lze předpokládat, že vznik ropy zapříčinil rozkládající se plankton na dnech oceánů a moří (Pilátová, 2021).

Viktor Hensen zavedl pojem plankton v roce 1887, kterým popsal všechny organismy vyskytující se v moři. Myslel si, že život v moři není živen pouze vodou z řek, ale i mikroskopickými organismy. V té době byl první, kdo identifikoval složky zooplanktonu a poté je dál zkoumal. Určoval jednotlivé druhy, složení, početnosti a výskyt. Hensen také navrhl speciální síť používanou do dnes a sloužící k zachycení planktonních organismů a jejich další identifikaci. Jeho cílem bylo především získávání kvantitativních vzorků. Díky výpočtu objemu vody a počtu organismů nabraných pomocí této sítě mohl vypočítat koncentraci organismů v určitém množství vody. Pro pozorování používal Hensen mikroskop, který si sám upravil. K mikroskopu připevnil mechanický stolek, který umožňoval prohlédnutí skleněné destičky o velikosti deseti centimetrů čtverečných. Sklíčko bylo rozděleno čarami pro lepší prohlížení sklíčka (academic.oup.com, 2021).

Pomocí sítě mohl nabrat vzorky na své plavbě do Severního moře, kdy objevil jak větší zooplankton, ale také mikroskopický zooplankton a fytoplankton. Podle Hensena bylo nutné získat informace o planktonu, abychom věděli, co může moře vyprodukovat. Jeho výzkum spustil další výzkumné expedice zabývající se planktonem. Další expedici, mířenou do Atlantiku, provedl Hensen v roce 1889, na kterou se s ním vydala řada dalších biologů. Planktonu se v oceánu nacházelo mnohem méně, než očekával. Vyvodil z toho závěr, že ryby nemohou být živeny pouze planktonem, který je však dle jeho názoru v oceánu rovnoměrně rozložen, což bylo později vyvráceno. I když byly Hensenovy závěry ohledně planktonu postupně vyvráceny, tak jeho práce a nové informace otevřely

obzor jiným výzkumům a expedicím zabývající se planktonem a jeho důležitostí (academic.oup.com, 2021).

1.1 Zooplankton

Zooplanktonem označujeme drobné až mikroskopické vodní organismy. Některé se vyznačují aktivním pohybem, jiné se aktivně nepohybují a nechávají se unášet proudy vody. Získávání potravy se také odlišuje podle jednotlivých druhů. Některí potravu pouze filtrují z vody, někteří potravu aktivně loví, další mohou žít v symbióze s jinými organismy. Jejich výskyt ovlivňuje jak způsob a množství pro ně potřebné potravy, tak vlastnosti vody, část dne a další. Hlavní významnou roli mají jako část potravního řetězce, jako potrava pro ryby nebo pro jiné druhy patřící do zooplanktonu a jako konzumenti fytoplanktonu. Výhodnou vlastností zooplanktonu je i jeho rychlé rozmnožování (fzp.czu.cz, 2021).

Zooplankton může sloužit také jako měřítko biologického stavu. Tento stav se dá určit podle vyskytujících se druhů, podle jejich počtu a vzájemné koexistence jednotlivých druhů. Zooplankton je i dobrým indikátorem znečištění vody, jelikož jsou schopni dobře a rychle reagovat na změnu množství látek ve vodě (epa.gov, 2021).

1.1.1 Vířníci (Rotifera, Rotatoria)

Vířníci jsou malé organismy s velikostí těla okolo 200-500 μm , pouze někteří jsou větší než 1 mm. Jedná se o mnohobuněčné organismy žijící v různých typech vodního prostředí jak ve slaných, tak ve sladkých vodách. Celosvětově je známo kolem dvou tisíc druhů vířníků. Z toho lze většinu najít i v Evropě. Asi 50 druhů je pouze mořských. Lze je nalézt také ve vlhkých půdách. Mohou také obývat schránky plžů, písčité pláže, tropická jezera nebo žít paraziticky. Díky jejich hojnému výskytu ve vodě, rychlému metabolismu a množení se stali důležitou součástí vodního ekosystému.

Ve vitálním vzorku je občas velmi obtížné je zachytit v nehybnosti, jelikož díky jejich malé velikosti a rychlému pohybu snadno unikají z pozorovaného pole mikroskopu. Určování je tedy obtížnější než u větších druhů zooplanktonu. Jejich pohyb se dá zpomalit několika možnými způsoby. Jedním z nich je přidání roztoku např. želatiny, nebo agar ke vzorku vody. Dále se po použití konzervačních přípravků se některé rody, například rod *Synchaeta*, smrsknou do kuliček nebo hrudek a jejich přesné určení do rodů je tak ztíženo.

Determinace se pak provádí pomocí rozpuštění těla savem pomocí tvaru mastaxu (žvýkadla).

Tělo vírníků je rozčleněno na hlavu, trup a nohu, ale není tomu tak u všech druhů. Existují i pouze planktonní druhy vírníků, kterým se noha nevyvinula, jelikož není pro jejich život potřebná. Tyto části, hlava, trup a noha mohou být dále ještě rozčleněny na dílčí části díky příčným záhybům ve stěnách jejich těla. Vznikají tak nepravé články, které se však nepromítají do vnitřní stavby orgánů. Tyto záhyby se mohou do sebe zasunovat, tím mění velikost těla a zapříčiňují tak píd'alkový pohyb, kterého některé druhy vírníků využívají. Některé druhy mají na povrchu těla kutikulu, která tvoří jakýsi pancíř (loriku), který chrání jejich tělo a zamezuje smrsknutí při konzervaci. Není tomu tak vždy, někdy se hlava částečně smrsknutím schová do loriky. U mnoha rodů lze snadno v hrudní oblasti pozorovat rozeznatelné destičky. Tyto destičky spolu s trny, které mohou na lorice vyrůstat, mohou sloužit jako obrana před predátory, nebo také pomáhat při přichycení k podkladu. Svalovina může být jak hladká, tak příčně pruhovaná. V přední části těla se nachází většinou obrvený vířivý aparát. Na vířivém aparátu se nachází dvojice věnců brv. První z nich obklopuje ústa na břišní straně těla. Některé druhy mohou mít dvojí pás brv okolo úst, pak se první přední nazývá *trochus* a zadní *cingulum*. Ne vždy jsou tyto dva pásy stejné a odlišnosti tvoří různý způsob obživy a pohybu. Druhý hlavní prstencový se pak nachází na přední straně. Na něm jsou uložena smyslová ústrojí.

Potrava je po pozření posouvána do žvýkadla, neboli *mastaxu*, uvnitř kterého leží kousací ústrojí a slinné žlázy. Kousací ústrojí je u vírníků tvořeno z párových destiček a tyčinek, které se pohybují proti sobě. Draví jedinci mají kusadla přeměněna v uchopovací zuby, které mohou dosahovat až k ústům, nebo i mimo tělo a využijí se tak k přímému uchopení kořisti. Dále potrava přechází do jícnu a pokračuje do žaludku. V žaludku se nachází vývod trávicí žaludeční žlázy, díky které je zaručeno rychlé trávení. U některých rodů je žaludek slepý a zbytky potravy jsou proto vytlačovány z těla ven pomocí úst.

Vírníci se živí menšími prvky, bakteriemi, řasami a detritem. Potravu získávají díky jejich typickému vířivému pohybu, kdy si jí naženou do ústního ústrojí. Některé druhy potravu aktivně loví. Kořist buď úplně pohltí, nebo jí vysají. Sami jsou potravou pro ryby, různé druhy korýšů, nebo pro větší vírníky. Na konci nohy, nebo také prstu, se může nacházet ústí lepivých žláz produkujících sekret, díky kterému se může jedinec dočasně přichytit k podkladu a filtrovat potravu pomocí samovolného proudění vody. U

některých druhů mohou žít dospělci trvale přisedle a vytvářet si různé ochranné schránky například ze zrnek písku.

Vylučování zajišťují exkreční orgány zvané protonefridie s jednoduchou stavbou, které jsou uloženy na stranách těla. Protonefridie jsou složeny z různých počtů plaménkových buněk a ústí do obrvených vlásečnicových trubic, které ústí do žláznatého vývodu a močového měchýře. Exkreční orgány hrají významnou roli i u vylučování vody. Voda tělem vířníků proniká osmoticky a neustále. Díky proudící vodě jsou také zásobování kyslíkem pro dýchání.

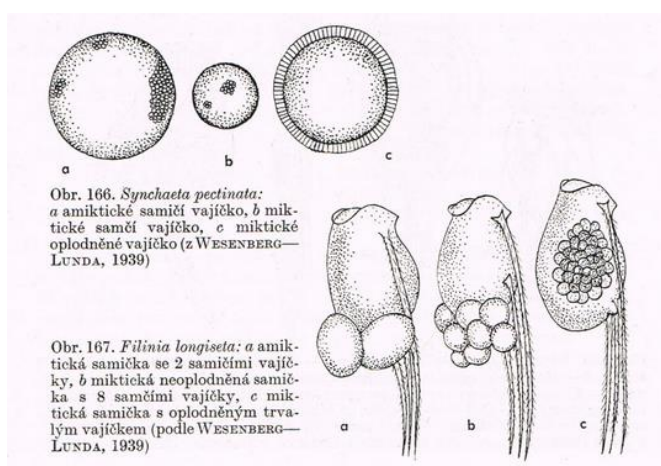
Vířníci mají mozkovou uzlinu, která leží na hřbetní straně těla. Mají řadu nervových vláken vedoucích od mozkové a podjícnové uzliny k různým orgánům a smyslovým ústrojím. Jako smyslové orgány můžeme označit červené nebo černé, jednoduché nebo párové pigmentové skvrny. Ty se vyskytují na konci mozkové uzliny, uprostřed vířivého aparátu, nebo po jeho stranách. Jsou to většinou světločivné orgány. Jako hmatové orgány mají vířníci tzv. postranní a hřbetní orgány složené ze smyslových buněk se smyslovými brvami. Zrakové orgány nemají pigment.

Vířníci jsou gonochoristé a pohlaví lze u nich dobře rozeznat. Samice jsou většinou větších velikostí a v přírodě se vyskytují převážně jen ony. Rozmnožují se partenogeneticky. Partenogeneze, neboli samobřezost, je proces, při kterém se vajíčko samice neoplovní samčí spermií. Partenogeneze může být přerušována pohlavním rozmnožováním, kdy je vajíčko oplodněno samčí spermií. U samic jsou v pohlavních orgánech dvě části. Vaječné buňky a vyživovací žloutková část, která dodává zrajícím vajíčkům žloutkovou hmotu. Jedna samice je schopna za život vyprodukovat až několik desítek vajíček.

Vajíčka se rozdělují do tří skupin. První letní, která jsou amiktická a diploidní, druhá trvalá zimní neboli latentní vajíčka, která jsou miktická a haploidní (Obr. 1). Poslední jsou samčí vajíčka, z nichž se podle názvu vyvíjí pouze samečci, jsou také miktická (Obr. 1). Amiktická vajíčka se vyvíjejí bez oplození. Miktická mohou být oplozena a vytvoří se tak trvalé vajíčko. Samička zahyne a z vajíčka se vylíhne vždy amiktická samička, která se začne rozmnožovat partenogeneticky. Pokud se vajíčko neoplovní, vylíhne se z něj sameček. Letní a samčí vajíčka se vyvíjejí rychle a mají tenkou skořápku, kdežto trvalá vajíčka se vyvíjí pomalu a skořápku mají tlustou se spoustou různých struktur na jeho povrchu. Vajíčka většinou lepí na pevný podklad, pokud se

ovšem nebavíme o planktonních druhích vířníků. Ty nemají příležitost vajíčka na podklad přilepit, jelikož se volně vznášejí ve vodě. Tudíž vajíčka nosí přilepená na svém těle. Z těchto vajíček se vylíhnou samičky a žijí a rozmnožují se stejným způsobem života. Při zrání vajíček těchto samic je v procesu odškrceno jedno směrné tělíčko, které zaručí diploidní zralé vajíčko. Toto vede k rychlému množení populace. Další možností mohou být samičky, které nesou velikostně menší, ale za to na množství velký počet vajíček. Z těchto vajíček se budou líhnout pouze samečci. Tato vajíčka jsou totiž haploidní. Po oplození haploidních vajíček se z nich stanou vajíčka trvalá a z nich se budou líhnout amiktické samičky. Ty opět kladou letní vajíčka a stojí tak na počátku dalšího nového partenogenetického cyklu. Amiktické od miktických samic nelze podle tvaru nebo vnějšího vzhledu těl rozeznat.

Páření probíhá následovně. Sameček se zachytí na těle samičky. Do jejího těla vypustí spermatozoa, která se volně pohybují v těle samičky, dokud nedosáhnou vaječnicku a neoplozní vajíčko, ze kterého vznikne vajíčko trvalé. Generační cyklus je tímto uzavřen, a dokud se z trvalých vajíček nevyvíjejí nové amiktické samičky, může se stát, že do té doby daný druh z planktonu vymizí. Druhy dělíme na monocyklické, dicyklické a polycyklické podle toho, kolikrát během jednoho roku proběhne již zmiňovaný cyklus. Rod *Asplanchna* je živorodý, tedy rodí živá mláďata bez potřeby vaječných obalů. U třídy vířníků *Bdelloidea*, neboli pijavenek, nebyli dosud nalezeni žádní samečci. Tedy u nich nebylo nikdy pozorováno pohlavní rozmnožování.



Obrázek 1: Vajíčka a samice s vajíčky (Lellák, 1973, str. 172)

Doba, za kterou dokáží vířníci zdvojit svou populaci v amiktické fázi, může být jen 15 hodin. Amiktické, neboli nepohlavní rozmnožování, je jedním z nejprimitivnějších

rozmnožování. Organismus při něm není schopen pohlavní diference. Jedná se tedy o proces využívaný nejnižšími organismy.

Vířníci také mají specifický a konstantní počet buněčných jader pro určitý druh a to okolo 900 až 1000. V mnoha případech buňky tvoří soubuní a nemají tak jasné hranice jednotlivých buněk. Každé jádro pak představuje původní buňku. Tím, že mají konstantní počet buněčných jader, je u nich téměř vyloučená regenerační schopnost. Jediné, čím se může růst projevit, je zvětšením plazmatické části buněk a posunem orgánů v těle (Lellák, 1973).

Následující kapitoly se budou zabírat výčtem zástupců vířníků, na které jsem během svého výzkumu narazila. Jedná se tedy o organismy vyskytující se v Malém a Velkém Písečáku v obci Příšovice. K určování a popisu jednotlivých druhů jsem použila dvě knihy. První byla *Rotifers: Rotifera, Monogononta* (Bielańska-Grajner, 2015) a druhou publikací byla *Fauna ČSR: Vířníci – Rotatoria* (Bartoš, 1959).

Anuraeopsis fissa

Velikostně se samice rodu *Anuraeopsis* pohybuje délkou okolo 80–130 μm , samec 80–90 μm . Samice mají protáhlou loriku složenou ze dvou plátů, které jsou navzájem propojené úzkou membránou. Krunýř nemá ostny a břišní strana je plochá. Z kloaky vyčnívá stopka ve tvaru houby. Noha chybí a typičtí jsou nošením vajíček přichycených ke spodní straně jejich těla. Jejich amiktická vajíčka mají tenkou stěnu a jsou hladká. Miktická vajíčka mají tmavě hnědou barvu a stejný tvar jako vajíčka amiktická. Rozměrově je však miktické vajíčko větší.

Rod *Anuraeopsis* je termofilní, neboli teplomilný, tudíž se vyskytuje v teplých a téměř ve všech stojatých vodách. Je tolerantní k široké škále pH a to od 5,5 až do hranice 9,9. Nejčastěji se však vyskytuje ve vodách s neutrálním pH. Jeho výskyt je globální. Živí se detritem a bakteriemi.

Asplanchna girodi

Velikostně se samice pohybují v rozmezí od 500 μm až 700 μm a samci 250 μm až 400 μm . Tělo je vakovité, průhledné s jemnou kutikulou, noha chybí a mají velmi nápadný mastax. Kusadla jsou skoro rovná a jejich vrcholy jsou zahnuté dovnitř. Vnitřní strana kusadel je hladká. Trávicí žlázy mají ledvinovitý tvar. Nefridie, jejich vylučovací orgán, jsou dlouhé a skládají se z 32 plamínkových buněk. (Obr. 9 vpravo)

Vyskytují se v pelagiálních a litorálních stojatých vodách a po celém světě. Jsou viviparní, jinak živorodí. Živý se jinými vířníky a drobnými živočichy, v menším množství také na malých korýších a rozsivkách.

Asplanchna herrickii

Velikost samic tohoto druhu se pohybuje okolo 500–2000 μm , oproti tomu samci jsou výrazně menší a to o velikosti 200–350 μm . Tělo je opět, stejně jako u druhu *girodi*, průhledné a váčkovité. Stejně tak mají jemnou kutikulu. Noha opět chybí a tvar jejich těla je oválný až kruhovitý. Kusadla jsou široká a silná. Na vnitřní straně kusadel se nachází ostrý zoubek, nad kterým je okraj kusadel jemně zoubkovaný a hluboce vykrojen. Typické jsou dvě jednobuněčné sférické žlázy umístěné v blízkosti vylučovacího ústrojí. Tělo je rozděleno příčnými destičkami na tři části. Jedná se o basální, střední, ve které se nachází zakřivený výběžek a jemné vroubkování. Poslední je horní část, ve které se nachází jemné výběžky a jeden velký.

A. herrickii lze nalézt v mnoha oligotrofních a mezotrofních vodách o relativně široké škále pH, a to od 4,5 do 8. Vyskytují se na většině kontinentů.

Colurella adriatica

Lorika samic je dlouhá 74–113 μm a prstík má okolo 30–48 μm . Lorika je příčně stlačená. Břišní strana těla je rovná nebo slabě vyklenutá. Mají dva ostré výběžky. Prstíky jsou dlouhé a úzce k sobě připojené. Snadno rozeznatelné jsou právě díky již zmíněným prstíkům a ostrému zakončení jejich těla.

K nalezení jsou celosvětově v rozmanitých vodních prostředích. Preferují buď lehce alkalické, neboli zásadité, nebo lehce kyselé vody. Lze je najít mezi vodními rostlinami na pobřeží rybníků a tůní.

Keratella cochlearis

Samice jsou 110–283 μm dlouhé a 52–91 μm široké. Vyznačují se lopatovitým a konvexním tvarem těla. Přední břišní destička je plochá. Hřbetní destička obsahuje charakteristické zdobení v podobě políček na obou stranách těla. Typičtí jsou svými výrůstky připomínajícími rohy. *K. cochlearis* je svým vzhledem velmi variabilní. Jedinci se mohou lišit délkou těla, zakřivením výrůstků, vzorováním na těle, nebo i přítomností

pro ně typického trnu. Některé ho mají, některé nikoliv. V mých odběrech jsem *K. cochlearis* nacházela převážně bez trnů.

Nachází se jak ve stojatých, tak tekoucích vodách, převážně pak v jezerech, či rybnících. Jsou velmi hojně zastoupení v letním planktonu. Lze jimi identifikovat vody s hodně živinami. Živí se jednobuněčným nanoplanktonem, bakteriemi a detritem. Podle jejich měnícího se vzhledu je lze rozdělit do čtyř hlavních skupin, kterými jsou *K. cochlearis cochlearis*, *K. cochlearis robusta*, *K. cochlearis hispida* a *K. cochlearis leptacantha*.

Keratella quadrata

Velikost samic se pohybuje v rozměrech 246–370 μm a šířka v 80–104 μm . Samci jsou opět podstatně menší 70–100 μm . Okraje loriky jsou většinou pravoúhlé a v horní části se zužují. Opět mají zdobná políčka. Mají šest růžkových výrůstků. V horní části těla se nachází čtyři. Prostřední dva jsou výrazně delší než krajní. Ve spodní části těla na okrajích se nachází zbylé dva, které jsou přibližně stejně dlouhé jako celé tělo. Jejich délka se může lišit od jedince k jedinci. Trvalé vajíčko je hladké nebo jemně vroubkované, má vejčitý podlouhlý tvar a hnědou barvu (Obr. 8 vpravo).

Žijí v různorodých vodách, převážně ale v jezerech nebo v nádržích. Ve vodách se vyskytují po celý rok. Preferují vodu o teplotách od 5° C do 15° C a pH v rozmezích 5,7–9,9. Mají globální výskyt. Živí se na detritu, jinak to jsou býložravci. Mají různé formy, které se od sebe liší tloušťkou, délkou, výrůstky, atd. U nás se vyskytuje ve čtyřech formách.

Lecane cornuta

Tělo samice je dlouhé 85–128 μm a široké 105 μm . Prstík je 23–46 μm dlouhý. Tělo je kruhové a přední okraje na obou stranách přecházejí a tvoří tak otvor ve tvaru řezu polokruhu. Charakteristické jsou pro ně příčný silný záhyb nad prstíkem. Na prstíku se nachází dva drápky, které jsou většinou od sebe odděleny.

Nachází se v různých vodních prostředích. Výskyt je kosmopolitní. Existují také jejich poddruhy.

Lecane nana

Délka samic s malým tělem je 79–93 μm a šířka 48–66 μm . Délka prstíků se pohybuje v hodnotách 20–27 μm . Přední okraje přesahují. Tvar těla je kalichovitý až kruhovitý, na vrchní straně je rovný a zbytek těla je parabolický. Má čárové kresby na povrchu těla. Po stranách mezi destičkami krunýře jsou hluboké štěrbin. Dva poměrně krátké prstíky vyčnívají ze stejného místa na spodní straně těla a poté se v délce rozdělují.

Nacházejí se v různých vodních prostředích a v mechu. Jsou kosmopolitní, ale převážně je nalezneme v teplejších oblastech.

Lepadella ovalis

Délka samic je 93–155 μm a šířka 70–130 μm . Délka prstíku je 22–32 μm . Lorika je silně zploštělá a tvar těla konvexní. Krunýř je hladký. Hřbetní část krunýře přečnává, je hluboká, úzká a ve tvaru U. Hrudní část, je ve tvaru hlubokého trojúhelníkového řezu. Lze vidět i ornamenty na destičkách. Noha je dlouhá a rozdělená na články, kde poslední je největší, a předešlé jsou přikryté krunýřem. Prstík je rozdělen na dvě rovné a krátké části.

Nachází se v různých vodních nádržích a potocích s velmi širokým rozmezím pH od 3,6 až do 10. Maximálně se pak vyskytuje v lehce zásaditých vodách. Lze je nalézt kosmopolitně, převážně mezi vodními rostlinami.

Lepadella quadricarinata

Velikost samice se pohybuje okolo 80–97 μm . Šířka 66–71 μm a délka prstíků je 21–27 μm . Krunýř opět silně zploštělý, široký a vyklenutý do obou stran. Hřbetní krunýř obsahuje 4 – 6 destiček. Stavba těla je obdobná jako u druhu *L. ovalis*. Hřbetní část loriky také přečnává a je ve tvaru eliptického řezu. Hrudní část je ve tvaru hlubokého trojúhelníkového řezu. Zadní část loriky je zúžená a zkrácená. Noha poměrně krátká a její poslední segment je delší než ostatní.

Vyskytuje se kosmopolitně, hlavně mezi vodními rostlinami. Jednán se o poměrně vzácný druh. Nejčastěji jsou k nalezení v mesotrofických až dystrofických jezerech.

Polyarthra dolichoptera

Samice se velikostně pohybují okolo 136–220 μm . Tělo je protáhlé, průhledné a má obdélníkový tvar. Hlava je od hrudní části oddělena jemným zářezem. Na hrudní i zadní části těla se nachází dva páry uzlin, kde každá z nich má po třech ploutvičkách. Celkem mají tedy dvanáct ploutviček. Ploutvičky jsou mečovité lupenovité kutikulární útvary. Jsou vyztužené středním žebrem a mají šikmou žilnatinu. Okraje jsou pilovité. Ploutvičky tělo lemují, všechny jsou stejně dlouhé a využívají je k aktivnímu pohybu. Tělo je asymetrické. Noha vždy chybí. Čelist v horní části těla má ostré zakončení a kousací ústrojí může vysunout. Z trvalých vajíček se líhnou amiktické samičky, které nemají ploutvičky a mají silně zakrnělé svaly.

Nachází se převážně v Evropě a Austrálii. Vyskytují se v zimním planktonu v jezerech a nádržích. Vyhovuje jim pH v hodnotách mezi 5–9,9.

Synchaeta pectinata

Velikost samic je od 240–550 μm a samců 160 μm . Tělo samic je velké, průhledné, bezbarvé nebo lehce nažloutlé a má hruškovitý tvar. Přední část hlavy má dva charakteristické prstové výběžky, nazývané také jako ouška, s apikálním věncem řasinek. Ouška jsou stejně široká, poměrně drobná. Mají velkou tmavě červenou nebo hnědou oční skvrnu a čtyři smyslové brvy. Noha je krátká a široká s malými kuželovitými prstíky. Živí se převážně řasami. Sameček má kuželovitý tvar těla a souvislý věnec brv. Trvalá vajíčka mají vejčitý tvar a pokrývá je vrstva hrbolky nebo ostny (Obr. 8 vlevo).

Vyskytují se kosmopolitně v jezerech, potocích a malých vodních nádržích. Škála vyhovujícího pH je poměrně široká, a to 4,3–9,6. Nejčastěji se však vyskytují ve vodách s pH od 5,3 do 8,8. Primární výskyt je od podzimu do jara a v létě se vyskytují pouze ojediněle.

Trichocerca dixon-nuttalli

Velikost samic se pohybuje okolo 90–122 μm . Pravý prstík má velikost 27–28 μm a levý 41–50 μm . Tělo je vcelku malé, štíhlé, válcovité a lehce prohnuté. Krunýř je nezřetelný a hřbetní rýha sahá do poloviny trupu. Přední strana loriky má četné záhyby. Noha je krátká, široká a není oddělena od trupu. Prstíky jsou také lehce prohnuté. Pravá prstík sahá do dvou třetin délky levého (Obr. 9 vlevo).

Vyskytuje se kosmopolitně v malých kyselějších a neutrálních vodních plochách. K nalezení je mezi vodními rostlinami.

1.1.2 Perloočky (Cladocera)

Celé tělo perlooček je kryto krunýřem, pouze na břišní straně těla je volná část, štěrbina. Na hrudi se nachází čtyři až šest párů listových nožek, které jsou používány jen velmi málo pro pohyb. Jejich hlavní funkcí je dýchání a vyživování těla, kdy si nimi nahání potravu. Nožky se také jinak označují jako turgorové extremity, jelikož jejich tvar je zachováván za pomoci tlaku tělních tekutin. Dravé perloočky používají nožky k uchopování potravy a zároveň mají poměrně silně zakrnělou skořápku.

Jejich hlava většinou splývá s trupem, není od něj znatelně oddělena a nese dva páry tykadel. První pár tykadel se jinak nazývá anetnuly. Je malý a nachází se pod rostrem (zobcem) protaženým dopředu dolů. U samic jsou anteny z pravidla menší než u samečků. Na konci prvního páru jsou jemné smyslové brvy. Druhý, větší pár tykadel (anteny), je využíván k veslovitému pohybu dopředu. Tykadla u všech perlooček mají silný základ se dvěma vícečlánkovými větvemi, kde se vnější větev nazývá exopodit a vnitřní endopodit. Původ stavby tykadla je u nižších koryšů. Na hlavě se nachází nápadné černé oko, které je obklopeno černými perličkami kuželovitých krystalků. Toto oko vzniklo splynutím dvou párovitých oček. Vedle velkého oka se nachází ještě malé, vedlejší neboli naupliové očko. Na zadní straně těla se většinou nachází dva silné, zahnuté furkální drápky.

Perloočky žijí převážně v litorálu mezi rostlinami nebo na bahnitěm dně. Ve volné vodě nebo v malých nádržích žije pouze zlomek druhů. Barva jednotlivých jedinců se liší prostředím, ve kterém se vyskytují. Žlutou až načervenalou barvu mají druhy žijící v malých nádržích, v litorálu a bentosu. Druhy žijící ve vodě na rašeliništích mají hnědou až černou barvu. Nakonec druhy žijící pelagicky jsou bezbarvé, čiré a průsvitné. Jsou významné jako potrava pro ryby (Kubáčková, 2009).

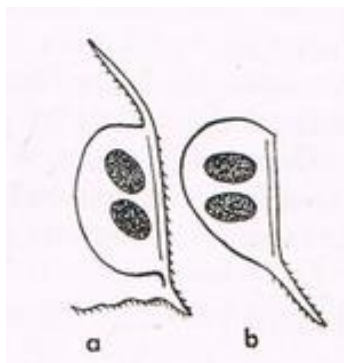
Výživa perlooček se u různých druhů liší. Potravu získávají za pomoci svých nožek tak, že filtrují potravní částičky z vody. Nožky tedy neslouží k pohybu, ale k zajišťování potravy a aktivnímu lovu. Filtrační nožky jsou součástí filtračního aparátu a nesou dlouhé hustě seskupené brvy. Perloočky mají na přední straně těla takzvaný „pumpovací prostor“ vytvořený částí schránky a nohy. Má-li perloočka nožky zvednuté, tento prostor se zvětší a voda je nasáta směrem dovnitř. Poté se nožky opět přiblíží k sobě,

tím se otvor uzavře a voda je vtlačena skrz filtrační hřebínky brv. Přefiltrovaná voda je dále dovedena pomocí druhých nožek ke žvýkacímu aparátu pokračujícímu až k ústům a kusadlům. Nožky provedou asi dvě stě až tři sta pumpovacích pohybů za minutu. Díky této technice jsou do trávícího systému zavedeny různorodé částice potravy rozdílných podob. Vše takové velikosti, že projde skrz pumpovací prostor. Všechny částice, které se do trávící soustavy dostanou, však nejsou stráveny. Například buňky s pevnou stěnou. Ty mohou trávícím systémem projít beze změny. Pod mikroskopem je trávící soustava perlooček dobře viditelná a většinou v ní můžeme pozorovat střevo naplněné zeleným či hnědým obsahem. U dravých druhů lze pozorovat i jejich zachycení potravy pomocí nožek.

Perloočky se rozmnožují takzvanou heterogonií, známou také pod názvem rodozměna. Během tohoto typu rozmnožování dochází ke střídání partenogenetických generací s pohlavním rozmnožováním. Podle počtu cyklů za rok jsou perloočky rozdělené na monocyklické formy, kde generační cyklus proběhne jednou za rok, dicyklické, kdy cyklus proběhne dvakrát a to jednou na jaře a podruhé na podzim. Jarní je většinou nezřetelný a na podzim je to jasně vyznačená perioda času. Dále existují i polycyklické formy, u kterých cyklus probíhá několikrát během léta. Zajímavostí je, že samičky s partenogenetickými vajíčky můžeme najít i pod ledem v zimě, avšak z těchto druhů se staly formy acyklické, které se rozmnožují vesměs partenogeneticky. Dicyklické a polycyklické formy se nachází v malých vodních nádržích. Jako letní, subitanní nebo panenská nazýváme vajíčka, která se vyvíjí partenogeneticky. Proběhlo u nich během zrání pouze jedno tzv. aekvační dělení, tím pádem mají diploidní sadu chromozomů. Vajíčka se do volné vody dostanou během svlékání samičky a vyvíjí se dál. Během tohoto procesu se do plodové dutiny dostanou vajíčka nová. Počet letních vajíček se může pohybovat od jednoho až do sta. Záleží na teplotě, potravě a prostředí.

Ve volné vodě, tedy pelagiálu, mají samice většinou menší počet vajíček, než samice žijící v litorálu, u břehů. Rozdíl pelagiálních druhů od litorálních je i ve velikosti druhů. Druhy žijící ve volných vodách jsou menší, hlavně kvůli množství potravy, které je zde menší. Samičky, které mají haploidní vajíčka vyžadující oplodnění, lze poznat na první pohled, a to díky jejich přeměněné plodové dutině, tzv. efipium (Obr. 2). Vajíčka jsou uložena ve vaječných lóžích. Vajíčka v efipiích označujeme jako latentní, trvalá nebo také zimní vajíčka. Označování pro partenogenetická vajíčka jako letní a oplodněná jako zimní není úplně nejlepší. Je to z toho důvodu, že partenogenetická vajíčka se mohou

vyvíjet i v zimě a oplodněná nemusí vždy přečkat zimu v efípiích. Jsou i takové případy, kdy se letní vajíčka vyvíjela v efípiích a potomci je opustili již po krátkém klidovém období. Vajíčka tak přežívají pro ně nepříznivá období jako například možné zamrznutí či vyschnutí místa kde se vyskytují, a to nádrží či různých tůní (Lellák, 1973).



Obrázek 2: *Ephyrium* (Lellák, 1973, str. 123)

Následuje výčet druhů, které jsem během svého zkoumání ve vzorcích vody určila. K jejich popisu mi posloužily publikace *Fauna Slovenska III* (Hudec, 2010) a kniha *Fauna ČSSR: Lupenonožci – Branchiopoda* (Šrámek-Hušek a kol., 1962).

Bosmina

Obecně jsou zástupci čeledě *Bosminidae*, do které spadá právě rod *Bosmina*, převážně malé až středně velké druhy. Mají oválnou schránku s téměř rovným okrajem na spodní části těla. Hlava pokračuje po prodloužené ose těla s postupným zúžením do zobce neboli rostra. Ústní část má chobotový tvar a je složená z chitinu. Naupliové oko chybí a složené oko je dobře vyvinuté. Na obou tykadlech mají drobné trny. Tělo je zakončené párovými drápkami. Jejich tělo nese šest párů končetin. *Ephyrium* je primitivní a má pouze jedno vajíčko. Čeleď zahrnuje dva rody, a to rod *Bosmina* a *Bosminopsis*.

Rod *Bosmina* má kruhovitý až oválný tvar. Spodní část těla je malá a vypadá, jako by byla utáta. Antény odstávají a jsou obloukovitě prohnuté. První pár je srostlý se zobcem. Jsou článkované, každý článek nese malé brvy a jejich vzájemná pozice je proměnlivá. Schránka těla je na břišní straně rovná a na zadní straně vypouklá. Jejich tělo je průhledné. Hlava je v prodloužení osy těla a zužuje se do oválně zakončeného zobce. U zobce se nachází smyslová brva. Celkem mají šest smyslových brv, které jsou uspořádané do svazku. Naupliové oko chybí a složené oko je veliké a patrné na první

pohled. Postabdomen je malý a z boku stlačený. Tvar má obdélníkový, zespoda je obrvený a na konci se nachází drápek.

Samci připomínají mladou samici, ale tvar jejich těla je deformovaný. Na zádové straně těla v přechodu trupu do hlavy je vytvořený hrb. První pár antenul je zahnutý ke spodnímu okraji těla. Jejich postabdomen má proměnlivý tvar a koncové drápky jsou stejně tak proměnlivých tvaru a mají malé trny.

Další popis bude náležet přímo druhu *Bosmina coregoni*, který se vyskytoval na studovaných lokalitách. První pár antenul je velmi dlouhý a mírně obloukovitě zahnutý. Smyslové brvy se nacházejí v blízkosti antenul a vyčnívají z ostře zašpičatělé šupinové struktury. Rozštěp není zřetelný a má cípový tvar, který jen lehce přechází spodní okraj linie schránky. Drápky mají jeden pruh brv a trny sahají do délky celého dráčku. Celkově tento druh souhlasí s popisem rodu.

Jedná se o planktonní druh, který se vyskytuje převážně v mezotrofních vodách, hlavně v přehradách. Žijí v hlubších a čistších vodách jezerních typů. Jen výjimečně se vyskytuje společně s jinými druhy perlooček. Spíše je najdeme v přítomnosti jiného planktonu. U nás se jedná o invazivní druh. Jedná se o velmi přizpůsobivý až plastický druh, který za různých podmínek vytváří různé své lokální rasy. Ty se liší především průběhem svých cyklomorfóz. Vyznačuje se monocyklickým rozmnožováním, které má sklon k acyklii. Letní druhy se moc od těch zimních neliší. Významná je i pro ryby, a to jako jejich potrava. Na našem území se vyskytuje převážně pouze původní morfa (forma).

Bunops

Mají oválný až kosodélníkový tvar s velmi vysokým kýlem. Hlava od prodloužení osy těla odstává a je poměrově k tělu malá. Uprostřed hlavy je malý hrbolek, který může u některých jedinců chybět. Horní okraj hlavy je nejdříve rovný a v širokém oblouku přechází do zadního okraje. S přední stranou horní okraj svírá ostrý úhel a má malý antenulární výběžek. Hlavu od trupu odděluje výrazný krční zářez. Naupliové oko je velmi malé a nachází se u antenulárního výběžku. Za naupliovým okem se nachází velké složené oko. První pár antenul je dlouhý a úzký. Ke konci jsou antenuly lehce esovitě prohnuté a na horním okraji mají jemné brvy.

Postabdomen je krátký a postupně se zužuje až na šířku drápků. Hřbetní rýha ho rozděluje na dvě různě velké části. Jedna má 4 – 5 krátkých obrvených trnů. Drápky jsou krátké a mají krátkou řadu brv. Mají pět párů končetin.

Bunops serricaudata je litorální, převážně nížinný druh perloočky. Skořápka je na břišní straně porostlá brvami a rozštěp je nenápadný. Hřbetní lišta se zabarvuje podle druhu výživy a stáří daného jedince. Mladší samice mají hřbetní lištu pilovitou, kdežto starším ozubení mizí nebo mají pouze malý počet pilovitých zoubků a její barva je žlutá. Druhý pár antenul má na vnější větvi tři brvy a té vnitřní brv pět. Drápky nacházející se na postabdomenu jsou krátké s někdy chybějícími trnečky. Vyskytuje se velmi vzácně, ve vodách lehce alkalických nebo neutrálních a v případě výskytu ho najdeme v přítomnosti dalších druhů. K nalezení je hlavně v porostech, kde se za pomoci přísavky přidržuje různých rostlin. Živí se nánosy řas, seškrabáváním sedimentů a filtrováním planktonu. Rozmnožují se primárně v období okolo srpna. Jedná se o monocyklický druh, který se vyznačuje pomalým rozmnožováním. Efipium je primitivní a má pouze jedno vajíčko.

Leptodora

Jediným zástupcem tohoto rodu je *Leptodora kindtii*. Tělo samice je dlouhé a úzké. Je zcela průsvitné a má dlouhý článkovaný postabdomen. Postabdomen je zakončený dvěma vidlicemi, které jsou na zadním okraji obrvené. Hlava, která je od trupu oddělena zřetelně, má obloukový tvar. Složené oko vyplňuje téměř celou plochu hlavy a obsahuje velké množství světločivných perliček. Za složeným okem se nachází dvě tyčinková tykadélka, která mají na kocích smyslové brvy a jen lehce přecházejí. Tykadla jsou mohutná a mají dvě větve, kde se nachází zpeřené plovací brvy. Na hřbetní straně trupu se nachází zárodečný vak a na břišní straně mají šest párů úchopových nožek.

Sameček je menší a má nápadná obrvená tykadla. Hřbetní vak mu chybí a kopulační háček je na prvním páru končetin.

Jedná se o dravý planktonní druh, který lze nalézt ve volné vodě a to v jezerech, rybnících a přehradách. Tento druh je největší perloočkou žijící u nás. Ve vyšších nadmořských výškách k nalezení není. Je potravou pro ryby a nevyskytuje se ve znečištěných vodách.

1.1.3 Klanonožci (Copepoda) – buchanky (Cyclopidae)

Klanonožci jsou živočichové větších rozměrů (1–2 mm) než vířníci nebo perloočky. Proto je možné je ve vzorku spatřit pouhým okem. Jejich tělo je štíhlé, bez skořápky a rozděleno na dvě části. První je článkovaná a člení se na hlavu a hrud'. Hlava se skládá z pěti až šesti článků. Poslední, šestý článek patří k hrudi, proto se o této části mluví jako o hlavohrudi. Zde se nachází pár tykadél (antenuly), na kterém se nachází smyslové brvy a paličky. U samečků se tykadla přeměnila na chápavý orgán, kterým mohou při páření zachycovat samičky. Dále mají kusadla (mandibuly), které jsou u mladších jedinců ve formě rozštěpené nožky. Během vývoje zesílí a stanou se z nich plnohodnotná kusadla a z vlastních nožek se poté stanou pouze přívěsky kousacích částí. Další dva páry přívěsků jsou označovány jako čelisti (maxily). Uprostřed hlavy se u klanonožců nachází nepárové oko, které mají již larvy a z toho důvodu se označuje jako naupliové oko, jelikož nauplius je označení pro larvy klanonožců. Další články nesou každý po jednom páru rozvětvených nožek, které mají plovací funkci, po které se i jmenují. Pohyb je proveden následovně. Při skoku se plovací nožky vztyčí do stran a od posledního k prvnímu páru udeří dozadu. V klidu se nožky nachází přitažené u těla směrem k hlavě. Párem nožek na posledním článku je pár kopulační. Druhou částí těla je štíhlý abdomen (zadeček). Články zadečku nemají končetiny a poslední článek je zakončen furkou neboli vidlicí nesoucí dlouhé štětinky, které během pohybu fungují jako kormidlo.

Buchanky jsou draví živočichové. Živí se tedy lovem převážně malých živočichů a většími řasami. Některé však mohou potravu z vody jen filtrovat. U druhů, které nežijí pouze jako plankton, bylo zpozorováno lovení malých červů a larev komárů na dně, kdy z požírané kořisti postupně utrhnávají jednotlivé části.

Rozmnožují se pohlavně. Samička nosí vajíčka ve váčcích připevněných na zadeček až do doby vylíhnutí. Vylíhnutí jedinci se nazývají nauplia. Jejich vzhled se od dospělců markantně liší. Nauplia (Obr. 7 vpravo) jsou obrvená a mají pouze tři páry končetin. Ty odpovídají 1. a 2. páru tykadél a mandibulám dospělého. Slouží jim k plavání a jako kousací orgány. Podobat se začnou až po desátém až dvanáctém svléknutí, kdy se z nich stanou dospělci. Během postupného svlékání se počty končetin zvyšují a jedinec se zdokonaluje. Potomci vylíhli na podzim v zimě dospějí a na jaře je připravená nová generace. V tomto období je tedy možno spatřit spoustu mladých jedinců.

Vývoj lze rozdělit do tří stádií. Prvním stádiem je, jak již bylo uvedeno, stádium naupliové. Další dvě se nazývají metanaupliové a kopepoditové. Jako metanaupliové období se označuje doba mezi počátkem exogenní výživy a dospělostí. Během kopepoditového stádia dojde ke svlékání šestkrát. Během toho období začnou fungovat plovací nožky a zadeček se začne oddělovat od přední části těla. Ve chvíli, kdy jedinec dosáhne pohlavní dospělosti, dále se nesvléká (Lellák, 1973).

Pro určování klanonožců je nejdůležitějšími rozpoznávacími znaky první pár tykadél, furka a pátý pár hrudních nožek. Určují se podle dospělých jedinců, nejlépe samiček. Toto určování je totiž nejpřesnější. Následující vypsání druhů jsou ty, na které jsem při svém výzkumu narazila.

Macrocyclops

Obecně se jedná o poměrně velké druhy s robustní stavbou těla. Velikost samiček se pohybuje mezi 1,2 mm a 2,5 mm. Mají sedmnácti článkové anteny, které dosahují až ke třetímu až pátému hrudnímu článku. Na posledních třech člancích antenul je hyalinní lišta. Tento rod má pro sebe charakteristickou furku. Poměr délek vnější ku vnitřní brvě na furce je 3 : 1. Furkální větve mohou být obrvené na vnitřním okraji. Plovací nožky mají trnečky. Jedná se o litorální druhy.

Macrocyclops distinctus (Obr. 7 vlevo) lze určit podle následujících znaků. Furka tohoto zástupce je na vnitřní straně řídce obrvená. Hyalinní lišta nacházející se na posledním článku antenul je svým tvarem buď jemně vroubkovaná, nebo hladká. Smyslová brva na dvanáctém článku antenuly je dlouhá. (Příkryl, 2018) Vyhovuje jim pH v rozmezí hodnot 5,5–8,4. Vyskytují se v potocích, jezerech, přehradách a obecně menších vodních plochách (Bledzki, 2016).

Microcyclops bicolor se určuje podle následujícího znaku. Vnitřní brva na furce je viditelně delší než ten vnější. Vyskytuje se v teplejších vodách a převážně v litorálu jezer, rybníků, nádrží, mezi rostlinami a vláknitými řasami. Preferují vody s hodnotami pH v rozmezí 6,4–9,2 (Bledzki, 2016).

1.1.4 Další zooplankton

Ve vzorcích jsem pozorovala kromě zástupců z výše popsaných skupin zooplanktonu i tyto zástupce prvoků (*Protozoa*).

Vorticella

Vorticella je největším rodem přisedlých nálevníků. Rod je rozřazen mezi početné druhy, které se svými vlastnostmi liší hlavně podle místa výskytu, způsobu potravy a dalších. Stejně jako většina zooplanktonu se i o jedincích tohoto rodu bavíme jako o významné složce potravního řetězce. Významní jsou také jako rozkladači organického materiálu.

Jako způsob rozmnožování využívají *Vorticelly* také dělení, při němž se organismus dělí na dvě, nebo i více dceřiných buněk. Před samotným dělením se organismus na tento proces připraví. Mění se jeho velikost, a to tak, že se zkracuje jeho výška a podporuje se růst do šířky. Následuje dělení jader, kde jedno se dělí mitoticky a jedno amitoticky. Poté už se organismus dělí na dvě nebo i více dceřiných organismů. Při tomto dělení si pouze jeden z nově vzniklých dceřiných organismů zanechává původní stopku, tedy zůstane na svém původním místě. Zbytek nově vzniklých organismů má tak čas na tvorbu své vlastní stopky, díky které si budou moci najít jiné místo, na kterém se přichytí. Během jejich vývinu se jim vytvoří na stélce řasinky, které jim poté slouží k přesunu od původního jedince na nové místo. Po přichycení na nové místo se tvar těla nového organismu dovyvine do typického tvaru zvonu. *Vorticelly* tvoří tedy kolonie. Ve vzorcích, které jsem pozorovala, jsem měla možnost tyto kolonie pozorovat. Stejně jako trepky se mohou *Vorticelly* rozmnožovat pomocí konjugace.

V období nepříznivých podmínek se mohou tyto organismy přesunout. Pouze se odpojí od stávajícího podkladu a nechají se proudem vody unášet na místo s podmínkami pro ně příznivějšími. Pokud jsou podmínky velmi nepříznivé a organismus by se nedokázal včas přemístit, vytvoří si cystu pro ochranu. Nejprve se organismus zformuje do kulatého tvaru, který pokryje želatinová vrstva. Pokud se dobré podmínky obnoví, cysta se rozpadne a vypustí organismus zpět do volného prostředí.

Vorticelly se nachází v jezerech, potocích, řekách a dalších sladkovodních plochách. Můžeme je však nalézt i ve slaných vodách. Vhodnější pro ně jsou vody s vyšším obsahem živin, které je budou obklopotvat, jelikož jsou přichyceny k podkladu a nemohou se k potravě dostat volně. Jako potrava jim mohou sloužit bakterie, malí prvoci a menší organický materiál vyskytující se v prostředí je obklopujícím. Potravu přijímají díky řasinkám, které obklopují ústní otvor a posouvají tak potravu dále do těla (microscopemaster.com, 2021).

Trepka velká (*Paramecium caudatum*)

Trepka velká se řadí mezi prvoky, konkrétně mezi kmen nálevníci. Velikostně se pohybují okolo 0,2 mm a jejich tělo je oválného nesouměrného tvaru se zúžením na spodní straně těla. Pohyb umožňují krátké brvy nacházející se po celé ploše těla. Jedná se o vektor pro znečištění vody. Trepky žijí ve sladkých vodách a jsou součástí planktonu. Vyskytují se ve větším množství převážně ve znečištěné vodě, jelikož jim toto prostředí vyhovuje. Převážně se živí řasami a bakteriemi. K příjmu potravy trepkám slouží buněčná ústa, přes které potrava dále putuje do potravní vakuoly. Odpadní materiál z těla odchází pomocí pulsujícím vakuolám, což je orgán sladkovodních organismů, sloužící pro odvádění odpadního materiálu a vody ven z těla.

Pro poznání a určení trepky je nejtypičtějším znakem její dvojité jádro. Rozmnožování trepek je dvojího typu. Prvním typem je rozmnožování nepohlavní, konkrétně příčné dělení, ke kterémuž dochází, v příznivých podmínkách. Pokud nastávají pro trepku podmínky nepříznivé, rozmnožuje se pohlavně konjugací. Konjugace je děj, při kterém se mezi dvěma jedinci, či buňkami vymění část genetické informace (educanet.cz, 2010).

2 Voda a její vlastnosti

Voda má spoustu specifických a důležitých vlastností. Hlavní vlastností vody je to, že v normálních atmosférických teplotách a tlaku na povrchu Země existuje v kapalně podobě, kapalném skupenství. Většina ostatních prvků je zde ve skupenství kapalném nebo pevném. Bez specifického vázání vodíku by voda byla při pokojové teplotě plynem. Vlastnosti vody v řekách, jezerech, podzemních vodách a oceánech jsou ovlivňovány hustotou. Ta ovlivňuje i viskozitu a proud vody. Voda s nižší hustotou má tu tendenci proudit v horní části toku na vodě s vyšší hustotou, to způsobuje tvoření stabilních vrstev vody ve vodních plochách. Hustota vody je ovlivněna teplotou a rozpuštěnými ionty. Maximální hustotu má voda při teplotě okolo 3,98 °C. Když se teploty pohybují pod touto hranicí, začnou se tvořit krystalky ledu. Čím rychleji se molekuly vody pohybují, tím je teplota vody vyšší. Spousta chemických reakcí probíhá rychleji a lépe v teplejší vodě, díky rychlejšímu pohybu a vyšší energii reagujících molekul. Ke změně teplot vody dochází díky odpařování a promíchávání vody v nádržích díky jejímu průtoku (Lellák, 1991; Dodds, 2019).

Stratifikace vody také ovlivňuje procesy probíhající ve vodě. Teplotní stratifikaci se popisuje proces, kdy se v závislosti na hloubce rozvrstvují teploty ve vodních nádržích. Lze vymezit tři základní vrstvy vody podle změny teplot. První se nazývá epilimnion, což je vrchní vrstva vody, kde je nejintenzivnější vodní cirkulace a teplota po metru klesá o půl stupně. Druhou vrstvou je metalimnion, zvaný také jako skočná vrstva, kde se po metru hloubky směřujícím ke dnu, teplota mění o 2 °C. Třetí a poslední vrstvou je hypolimnion, ve kterém dochází buď k pomalé, nebo až žádné cirkulaci vody a nenastává zde skoro žádná změna teplot. Maximální změna je 0,1 °C na metr hloubky. Teplotní stratifikace lze dále rozdělit na přímou a nepřímou. Přímá teplotní stratifikace je ta, kdy je na hladině teplota vyšší než 4 °C a směrem ke dnu teplota klesá k 4 °C. Když je teplota u hladiny nižší než 4 °C, teplota směrem ke dnu stoupá k 4 °C, jedná se o nepřímou teplotní stratifikaci. Při teplotě 4 °C má objemová jednotka vody největší hmotnost (zemepisec.cz, 2022).

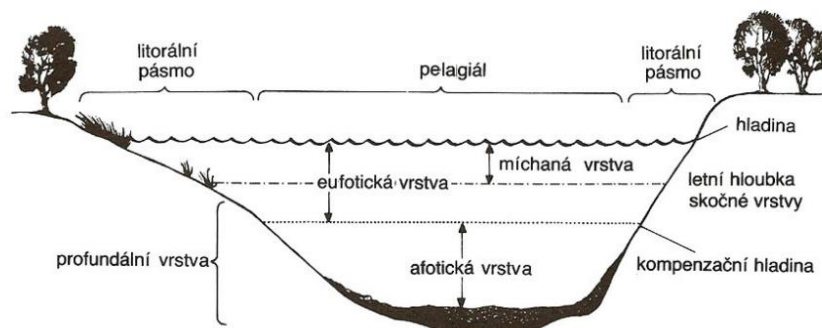
Důležitá je i viskozita vody. Konkrétně se jedná o kinematickou viskozitu, což je poměr mezi viskozitou a hustotou vody. Ta ovlivňuje pohyb organismu proti proudu vody a to, jaké tření neboli brzdící síly budou na organismus působit. V teplé vodě se organismus pohybuje snadněji a energie, která je potřeba k jeho pohybu, bude tak menší. Současně však bude rychleji klesat ke dnu, než ve vodě studené.

Další vlastnosti vody ovlivňuje adheze (přilnavost) a koheze (soudržnost) molekul vody vůči pevným povrchům. Adheze je pojem popisující přilnavost vody vůči pevným látkám. Koheze je pojem označující soudržnost molekul vody mezi sebou navzájem. Plocha je hydrofilní (smočitelná) v případě, že soudržnost molekul vody je vůči přilnavosti menší. V opačném případě, tedy když je adheze větší než koheze, je voda hydrofobní, tedy nesmočitelná.

Světlo vstupující do vody je ovlivňováno odrazem, absorpcí a rozptylem ve vodním sloupci. Odraz světla závisí na vlastnostech hladiny a poloze Slunce, tedy na ročním období a části dne. Část světla pronikajícího do vody je rozptýlena, část pohlcena a během toho přeměněna na teplo (Lellák, 1973).

2.1 Jednotlivé části vodních ploch

Pro následující kapitoly byla zdrojem kniha *Hydrobiologie* (Lellák, 1991).

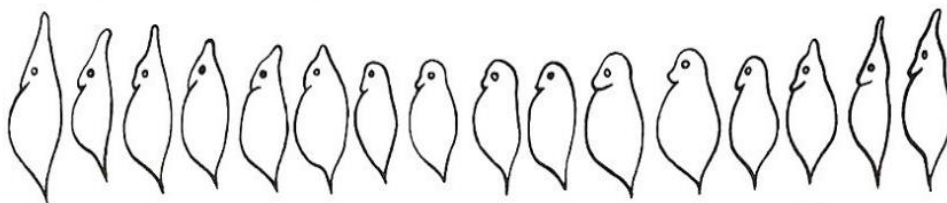


Obrázek 3: Schéma horizontálního a vertikálního členění vodní nádrže. (Lellák, 1991, *Hydrobiologie*, str. 70)

2.1.1 Pelagiál

Pelagiálem (Obr. 3) se označuje oblast volné vody. Organismy, žijící v této části vody, v ní volně plavou nebo se samovolně vznášejí. Pouze některé druhy živočichů, jako jsou například planktonní klanonožci, sestupují v určité části svého života na dno, do takzvaného bentálu, kde se na nějakou dobu zahrabou do bahna a přejdou do klidové fáze. Je obýván jak planktonem, tak i nektonem, což jsou organismy, které se ve vodě pohybují aktivněji. Hustota těl planktonu je větší, než hustota vody. Proto organismy v ní žijící přirozeně klesají ke dnu. Důležitý je i odpor těla vůči vodě. Odpor je zvětšený jakýmkoliv výrůstky a vychlípeninami těla. Nejlepším je tedy kulovitý tvar, ze kterého nikde žádné výrůstky nepřecházejí. Tvary živočichů se také mění sezónně. Tento proces se označuje jako sezónní polymorfismus nebo také cyklomorfóza. Příkladem lze uvést některé druhy rodu *Daphnia*, u kterých v letních generacích dochází ke značnému zvýšení hlavy (Obr. 4). Zimní generace naproti tomu mají hlavu kulatou a nízkou. Není tomu tak pouze podle ročního období, ale novější výzkumy prokázaly, že závisí kromě teploty i na potravě, množství světla, pohybech vody a likvidováním perlooček rybami. Prokázalo se také, že menší druhy perlooček procházejí cyklomorfózou více, nežli větší druhy (Lellák, 1991). Je to z toho důvodu, že jsou potravou dravých bezobratlých organismů. Cyklomorfóza u vířníku se dá nalézt předně u druhu *Brachionus calyciflorus*,

který mění tvar a délku svých trnů, aby byl co nejodolnější proti jeho hlavnímu predátorovi vířníkovi z rodu *Asplanchna*.



Obrázek 4: Cyklomorfóza druhu *Daphnia cucullata* (Lellák, 1973, str. 72)

Pelagiál se dělí na části podle prostupujícího světelného záření. Ve svrchní vrstvě, jinak nazývané jako epipelagiál, která je nejvíce prosvětlená, převažuje fotosyntetická produkce. Ve spodnějších vrstvách, takzvaném betypelagiálu, fotosyntetická produkce chybí, protože do této vrstvy paprsky světla dostatečně nepronikají. Proto v této vrstvě převládá dýchání organismů a bakteriální rozklad organické hmoty. Jako kompenzační hladina se označuje vrstva mezi epipelagiálem a betypelagiálem, kde je efekt poměru fotosyntézy a dýchání vyrovnaný. Mnoho druhů zooplanktonu provádí periodické denní migrace, kdy v ranních hodinách migrují směrem ke dnu a zastaví se v určité hloubce. K hladině se vrací ve večerních hodinách.

2.1.2 Bentál

Bentál je označení pro oblast dna (Obr. 3). Živočichové zde žijící primárně jsou přímo vázány na dno celým svým vývojovým cyklem, nebo jsou jejich vývojová stádia závislá na pevné objekty na dně nebo na bahno. Stejně jako pelagiál má bentál své vrstvy. První vrstvou je profundál, což je přímé pásmo dna. Druhou je takzvaný litorál, čímž se označuje prosvětlené pásmo u břehů. Pásmo přechodné mezi těmito vrstvami se nazývá sublitorál. Pásmo, které se nachází v nejhlubších dnech sladkovodních jezer, se nazývá abysál. Jednotlivé části bentálu se rozlišují podle propustnosti světla do vody a morfologií konkrétní nádrže. Mělké vody jako jsou například různé tůně, většina rybníků, močály, říční ramena atd., nemají pravý profundál, jelikož celá plocha jejich dna je pokračováním pobřežní části neboli litorálu. Proto jsou rybníky někdy označovány jako jezera bez profundálu.

2.1.3 Litorál

Litorál neboli pobřežní část bentálu (Obr. 3), která je charakteristická svými velmi proměnlivými podmínkami a bohatým osídlením, se člení na několik stupňů. Prvním stupněm je epilitorál, což je horní vnější stupeň. Tato část není pod přímým vlivem vody

v nádrži. Supralitorál je blíže k hladině vod. Jedná se o pásmo, které je omýváno pouze při vlnobití. Další částí je eulitorál, který je trvale zatopený, ale intenzivní pohyb vody ho ovlivňuje. Dno je tedy neustále vymýváno a podmínky jsou zde srovnatelné se dnem tekoucích vod. Jinak tomu je, pokud je dno porostlé vegetací. Ta vymývání zabraňuje. V této části žijí organismy, které žijí přisedle na kamenech, pod nimi, mezi nimi nebo jsou zahrabáni v písku. Poslední částí je infralitorál. Nejmělkčí část je porostlá litorální makrovegetací, kdy jsou kořeny rostlin zakořeněné do dna, ale zbytek rostliny, květy a listy, jsou nad hladinou vody. Nazývají se jako pásmo tvrdé vegetace. Hlavním a nejznámějším zástupcem těchto rostoucích rostlin jsou orobince a rákos. Měkké plovoucí porosty a ponořená makrovegetace rostou v oblasti infralitorálu společně s již zmíněnou tvrdou vegetací. Zástupci této skupiny rostlin jsou například lekníny, rdesno, rdest a další.

V litorálu se dále nachází nárosty, které jsou tvořeny zelenými řasami, nálevníky, bakteriemi, rozsivkami, prvoky, vířníky, larvy pakomárů a dalších. Žijí zde také ploštěnky, perloočky, buchanky a různé larvy hmyzu. Tato oblast se nazývá perifyton. Perifyton se dá členit na čtyři hlavní skupiny podle typu podkladu. Prvním je epifyton. Tímto názvem jsou myšleny organismy žijících na rostlinách. Druhým je epizoon, neboli organismy žijící na živočiších. Dalším epilitemem se označují organismy žijící na skalnatém podkladu. Epixylon je podlesním druhem perifytону, kdy organismy žijí na dřevěných předmětech.

2.1.4 Profundál

Jak už bylo psáno v kapitole o bentálu, profundál je ta část vody, kde se fotosyntetická a respirační bilance vyrovnává (Obr. 3). Společenstvo profundálu je tvořeno konzumenty, kteří jsou závislí na produkci organismů v litorálu a epipelagiálu. Sedimenty této části jsou primárně tvořené díky produkci z pelagiálu. K těmto sedimentům také přispívá materiál přinášený proudem vody a ten, který je vymývaný z litorálu. Hnilobné černé bahno, zvané gyttja, je tvořeno za zvýšeného přísunu organických částic, které se sem dostávají z odumřelého planktonu. Velké množství této organické hmoty může zapříčinit snížení, až úplné vymizení množství přítomného kyslíku. Bez kyslíku se na dně začne tvořit toto zmiňované hnilobné bahno. Dochází k tomu především během letního a zimního období. Společenstva organismů v této části jsou ovlivňována dvěma faktory. Prvním je množství a kvalita přítomné potravy. Potrava pochází z uhynulého planktonu a rozložených zbytků makrovegetace, které dopadají na dno. Druhým faktorem je množství kyslíku, kyslíkový režim. Ten je omezen přítomností

organické hmoty. Dobrým indikátorem kyslíkového režimu u dna jsou larvy pakomárů. V době, kdy dochází ke kritickému množství kyslíku u dna, je zde fauna velmi chudá. Larvy pakomárů jsou však schopné tolerovat i vyšší deficit kyslíku ve vodě a to po dobu až několika týdnů. Celý jejich metabolismus včetně látkové výměny je omezen na minimum. energii získávají anaerobním metabolismem glykogenu. Larvy, které chtějí této metabolické reakce využívat, musí mít mnohonásobně větší zásobu glykogenu než larvy, které tento proces nevyužívají.

2.2 Plyny rozpuštěné ve vodě

2.2.1 Kyslík

Velmi důležité jsou i plyny rozpuštěné ve vodě. V první řadě kyslík, který slouží hlavně k dýchání rostlin a živočichů. Ovlivňuje tak množství organismů ve vodě přítomných. Relativní podíl dusíku oproti kyslíku se podstatně liší ve vodním prostředí od ovzduší. Ve vodním prostředí je podíl kyslíku podstatně větší než podíl dusíku. Konkrétně je podíl kyslíku a dusíku 1:2, kdežto podíl v ovzduší je 1:5. K maximální koncentraci kyslíku obvykle dochází v pozdním odpoledni, kdy může dojít i k přesycení vody kyslíkem. Během noci však za příčiny dýchání přítomných organismů dojde k jeho vyčerpání a tedy k poklesu obsahu kyslíku ve vodě. Jako kyslíkové pulsy se označuje kolísání množství kyslíku spolu s CO_2 a pH, které poukazuje na fotosyntetickou aktivitu vodního ekosystému. Kyslíkové pulsy mohou být různě modifikovány tím, jak jsou fotosyntetizující řasy a sinice rozloženy ve vodním sloupci a zároveň jsou ovlivněny cirkulací vody (Lellák, 1991).

Při hodnocení kvality vody je důležitým kritériem kyslíkový režim. Pokud jsou nádrže, či vodní toky značně organicky znečištěné, pak mají rozpuštěného O_2 nedostatek. Samočištění vody je však přímo závislé na množství rozpuštěného kyslíku, bez ohledu na sedimentaci, která se také podílí na samočisticích procesech, nezávisle na kyslíkovém režimu vody. Pokud ve vodě dojde rozpuštěný kyslík, který je při rozkladných procesech potřeba, pokračuje rozklad organických látek anaerobní cestou. Tento způsob vede ke vzniku oxidu uhličitého a metanu, sirovodíku a dalších sírných organických sloučenin. Za přítomnosti sirovodíku mohou vznikat sloučeniny s kovovými ionty, které vytvářejí černé sraženiny, které zakalí vodní sloupec a mohou se koncentrovat v sedimentech. Roční spotřeba kyslíku člověkem se přibližuje spotřebě kyslíku živočichů, rostlin, mikroorganismů a zvětrávání hornin. Fotosyntetizující rostliny, řasy a sinice zajišťují

stabilitu obsahu kyslíku v atmosféře i ve vodě. K nedostatku množství kyslíku může docházet kvůli kácení pralesů a znečištění vody.

2.2.2 Uhlík

Množství oxidu uhličitého ve vodě je v poměru k ostatní plynům vyšší, jelikož je ve vodě snadno rozpustitelný. Na zvýšení obsahu volného CO₂ se podílejí bakteriální rozklad organické hmoty a dýchání organismů. Jako vázaný CO₂ se označuje zdroj oxidu uhličitého získaného z rozpustných hydrogenuhličitanů. Hydrogenuhličitan mohou využívat jako zdroj uhlíku také řasy. Při jeho vzrůstajícím obsahu roste alkalita prostředí a umožňuje tak malé kolísání hladiny pH ve sladkých vodách. Z toho vyplývá, že CO₂, pH a alkalita jsou navzájem závislé faktory. Pokud má voda malé množství hydrouhličitanů a uhličitanů obecně, označuje se jako měkká voda a její pH může značně kolísat. Ke ztrátě oxidu uhličitého dochází při fotosyntéze rostlin, povrchové difúzi a pohybem vodních mas. Jeho volná forma je většinou přítomna ve větším množství u dna mělkých vod a v nádržích díky mikrobiálnímu rozkladu organické hmoty. CO₂ může ve formě bublinek unikat do ovzduší. Změny obsahu CO₂ ovlivňují metabolickou aktivitu, orientaci, migraci a rychlost růstu mnoha vodních živočichů (Lellák, 1991).

2.2.3 Dusík

Dusík je hlavním plynem v naší atmosféře. Plynem je díky jeho pevné trojné vazbě mezi jednotlivými atomy v molekule N₂. Dusík jsou organismy schopny přijímat pouze jako složku anorganických nebo organických sloučenin. Anorganickými sloučeninami jsou myšleny například amoniak, dusitany a dusičnany. Vzdušný dusík jsou schopny fixovat pouze bakterie a sinice. Pro organické sloučeniny je to přesněji močovina, protein a nukleové kyseliny. Vazači dusíku se mohou rozdělovat na dvě hlavní skupiny. První jsou symbiotičtí vazači, kam patří hlavně bakterie. Druhými jsou volně žijící vazači, kteří se vyskytují v půdě i ve vodním prostředí. Patří k nim také bakterie a sinice (Lellák, 1991).

3 Informace o obci Příšovice

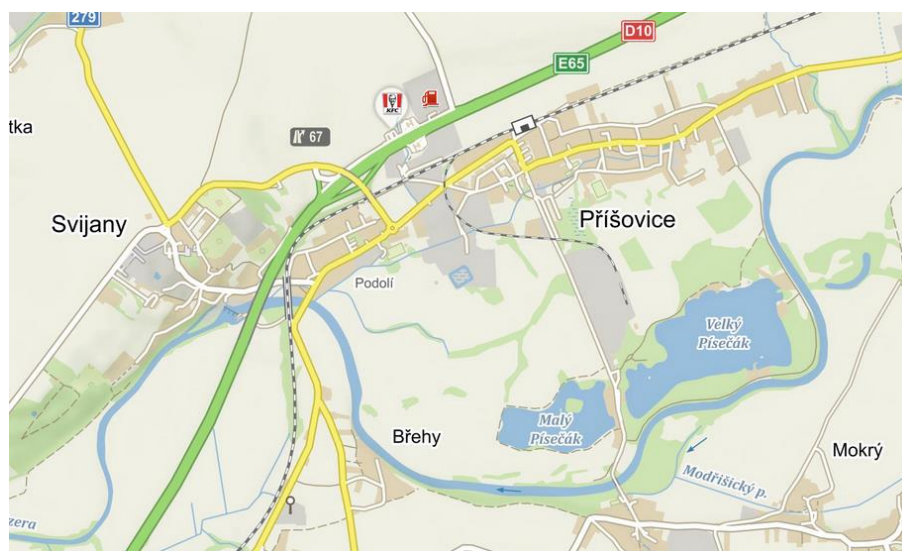
Obce Příšovice se nachází v jižní části okresu Liberec. Leží v povodí řeky Jizery, která zároveň tvoří její hranici. Obec se nachází v nadmořské výšce 242 m. n. m. a má rozlohu 615 ha. Jedná se o převážně rovinaté území. Historicky bylo toto území spíše průmyslového charakteru, ale od 70. let 20. století se začalo využívat spíše na

zemědělskou činností. Dnes se jedná o průmyslově zemědělskou obec se zaměřením na pěstování zejména obilí a zeleniny (prisovice.cz, 2019).

4 Metodika

4.1 Popis lokality

Odběrová místa byla lokalizována ve dvou jezerech na území obce Příšovice, z Malého a Velkého Písečáku o souřadnicích 50.566622 N, 15.084295 E pro Malý Písečák a 50.566379 N, 15.086187 E pro Velký Písečák (Obr. 5). Jedná se o jezera, která vznikla těžbou písku a následným zaplavením vodou z řeky Jizery. Jezera se nachází v blízkosti panelárny, kde se dříve vyráběly panely ze zde natěženého štěrku a písku. Výroba panelů ustala v 90. letech 20. století. Velký Písečák se nachází směrem na jih od již zmíněné panelárny a od Malého je oddělen cestou z Příšovic do obce Ploukonice. Malý Písečák má rozlohu 12,6 ha a Velký 28,1 ha. Jezera slouží převážně ke koupání, rybolovu a windsurfingu. Nachází se zde i kemp a občerstvení, které vzniklo až po ukončení těžby. V červenci roku 2008 zavedl obecní úřad provozní řád rekreační oblasti Velký a Malý Písečák, jelikož se podél řeky Jizery nachází biokoridor a ochranné vodárenské pásmo (wikipedia.org, 2020).



Obrázek 5: Mapa lokality Velký a Malý Písečák (zdroj: mapy.cz)

Biokoridor označuje takové území, kde se po dlouhou dobu nachází určité organismy a toto místo je pro jejich existenci velmi důležité. Biokoridor organismům umožňuje migraci (ochranaprirody.cz, 2022).

4.2 Metodika odběru

Odběry jsme prováděli v odstupu jednoho měsíce po dobu půl roku a to od května do listopadu roku 2021 na Malém a Velkém Písečáku (Obr. 5, 6). Pro sezónní odběry je tento způsob vhodný vzhledem ke změnám teplot a podmínek pro odebírané vzorky. Stanovili jsme si denní dobu odběru, kterou jsme se pro následující odběry snažili dodržovat, aby naše výsledky nebyly ovlivněny cirkadiánními změnami. Jelikož nám jde v práci o sezónní dynamiku a diverzitu planktonu, byly voleny odstup odběru a denní doba důležité. Dalším vektorem pro odběry bylo i počasí, které vodu také razantně ovlivňuje. Pokud by se voda odebírala po dešti, bude pravděpodobněji její zakalení. Během dlouhého slunečného a nevětrného období bude voda spíše čistější a ustálenější.



Obrázek 6: Místa odběrů vody (vlevo Malý Písečák, napravo Velký Písečák)

Při odběru vody jsem používala následující pomůcky. Secchiho disk (Obr. 7 vpravo), kterým jsem měřila průhlednost vody. Jedná se o kruhový disk o průměru 30 centimetrů rozdělený na čtyři stejně velké části neboli kvadranty obarvené střídavě černě a bíle. Disk je připevněn na lanko, které je rozděleno značkami na úseky o deseti centimetrech. Disk jsem ponořila do vody a pomalu spouštěla do hloubky. Poté jsem disk přitahovala k hladině, dokud nebylo možné rozlišit barvy jednotlivých kvadrantů. Na lanku jsem si poznačila délku. Velikost daná od mého označení až k disku je hodnota průhlednosti vody.

Na odběr vody jsem využila planktonní trubici (Obr. 7 vlevo), zvanou Andělova tyč, o délce 49 cm a průměru trubice 4,3 cm, se kterou jsem odebrala deset litrů vody. Planktonní trubice je určena k odebírání sloupce stojaté vody o určité hloubce. Trubici jsem ponořila vertikálně do vody a od hladiny jsem odebrala sloupec vody. Postupně jsem odebrala celých 10 litrů. Vodu jsem odebírala z mola, nacházejícího se na okraji, ne však

na břehu vodní plochy. Jelikož se objem Andělovi tyče rovná $711,6 \text{ cm}^3$, bylo potřebné na 10 l odebrat sloupec vody čtrnáctkrát. Nabíraná voda tak vytvořila směsný vzorek odebraný z různých okrajů mola. Získaný objem vody jsem nalila do planktonní sítě s oky o průměru $20 \mu\text{m}$ a výpustním kohoutem. Síť s takto malými oky zachytí i malé druhy zooplanktonu, např. drobné vířníky. Planktonní síť je vyrobena z mlynářského hedvábí s oky o přesných rozměrech a vzdálenostech. Existují sítě s různě velikými oky podle toho, na co jsou určeny. Pokud sbíráme větší plankton, bude nejideálnější použít síť s oky o průměru $60 \mu\text{m} - 120 \mu\text{m}$. Nechala jsem vytéct přebytečnou vodu a poté jsem pustila kohout a vzorek nechala přetéct do vzorkovnice. Vzorkovnici jsem si popsala permanentním fixem.



Obrázek 7: Andělova tyč (vlevo), Secchiho disk (vpravo)

Planktonní síť (Obr. 8 vlevo), zvanou také planktonka, jsem použila i na hladinový odběr vody. Takto získaný vzorek jsem použila pro determinaci živého zooplanktonu. Uzavřela jsem kohout a šňůru si postupně smotala. Houpatým pohybem rozpohybovala planktonní síť a vhodila do vhodné vzdálenosti do vody a pomalým vertikálním pohybem ji přitahovala k sobě. Nesmí se přitahovat příliš rychle, aby se voda netlačila před sítí a zároveň ne moc pomalu, aby síť neklesala ke dnu. Po vytažení planktonky z vody jsem nechala přebytečnou vodu vytéct a poté jsem zbytek objemu s nasbíraným zooplanktonem přemístila do popsané vzorkovnice. Síť jsem propláchnula a zbytkové množství zooplanktonu přesunula do vzorkovnice a získala takzvaný síťový vzorek. Tento postup je možné opakovat, abychom dostali vhodný objem vody.

Na měření teploty, vodivosti, pH a množství kyslíku ve vodě jsem používala přenosný víceparametrový přístroj (Obr. 8 vpravo) WTW Multi 3620 IDS (WTW, Německo). Do nádoby jsem odebrala vodu ze smíšeného vzorku a postupně do ní ponořila jednotlivé elektrody. Nejprve sondu pro naměření množství kyslíku ve vodě. S touto sondou se musí v nádobě pomalu kroužit, aby vzduchové bublinky, které se mohou ve vodě tvořit, nezkrusovaly naměřené hodnoty. Naměřená hodnota tak bude co nej přesnější. Dále jsem měřila teplotu vody, její pH a vodivost.



Obrázek 8: Planktonní síť (vlevo), Víceparametrový přístroj WTW Multi 3620 IDS (vpravo)

Ze smíšeného vzorku, kterého jsem vždy odebírala více než 10 l, se do dvou plastových vzorkovnic o objemu 100 ml a 500 ml odebrala voda, která se použila k chemickému rozboru. Chemické analýzy jsme si nechali udělat celkově třikrát (jednou v srpnu, v září a v listopadu) v laboratoři Oddělení environmentální chemie (Ústav pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace).

4.3 Metodika zpracování a práce se vzorkem

Do odebraného vzorku získaného zkoncentrováním 10 l vody o objemu přibližně 50 ml jsem přidala 2 ml 38% formaldehydu pro fixaci vzorku. Jednalo se tedy o zhruba 3% finální koncentrace formaldehydu ve vzorku. Vzorek jsem po fixaci uzavřela do popsané vzorkovnice a do laboratoře ke zkoumání převezla v přenosném chladičím boxu. V laboratoři jsem přelitím vzorku do odměrného válce odměřila jeho množství. Pokud bylo potřeba a ve zkoumaném vzorku na sklíčku bylo jedinců nepočítatelné tedy velké množství, musela jsem vzorek naředit destilovanou vodou.

4.4 Metodika výpočtu jedinců v daném množství odebírané vody

K určování organismů nacházejících se v mnou zkoumané vodě mi sloužil vzorek získaný pomocí takzvaného síťového planktonu. Tento vzorek se formaldehydem nefixoval, takže pozorované organismy byly živé a pohybovaly se. Nezafixovaný vzorek jsem využívala hlavně v případech, kdy bylo potřeba organismy zařadit a určit. Tuto metodu jsem využívala převážně při prvních odběrech, kdy jsem dané organismy neznala a bylo pro mě tedy těžší je určit. Také jsem toho využívala, když jsem do laboratoře jela přímo v den odběru. V ostatních případech jsem určovala přímo z fixovaného vzorku, ze kterého jsem poté i počítala množství jednotlivých organismů v daném odběru. K pozorování a určování zooplanktonu jsem používala mikroskop (Otika B-383PL). Nejčastěji jsem organismy pod mikroskopem pozorovala se zvětšením 10*10. K určování jednotlivých druhů jsem používala určovací literaturu uvedenou ve zdrojích.

V mé práci byl důležitý počet jednotlivých jedinců různých druhů, nacházejících se v odebírané a zkoumané vodě. Proto bylo potřebné vypočítat, kolik se jich vyskytuje vždy v každém odběru. Z celkových 10 litrů přefiltrovaných přes planktonní síť, jsem dostala v průměru 50 ml vzorku ve vzorkovnici. Tento vzorek jsem celý převedla do odběrného válce a upravila na vhodný objem. Početnost jednotlivých druhů zooplanktonu, jsem vyhodnotila standartní metodou počítání jedinců v přesném podílu vzorku v rastrované skleněné počítací komůrce o objemu 1,5 ml. Počítací komůrku jsem vložila do mikroskopu a pozorovala.

Výpočet jsem prováděla následujícím způsobem. Měla jsem spočítaný počet jedinců v určitém počtu sloupců v počítací komůrce. Toto číslo jsem přepočítala tak, abych měla počet na celém sklíčku. Tedy jsem počet jedinců vydělila počtem spočítaných sloupců a vynásobila číslem patnáct. Tím jsem dostala počet jedinců v 1,5 ml, na celém podložním sklíčku a vypočítala si, kolik jedinců je v celém zakoncentrovaném vzorku. Tento počet jsem poté přepočítala na 10 litrů a jedince následně vyjádřila v počtech individuí na 1 litr.

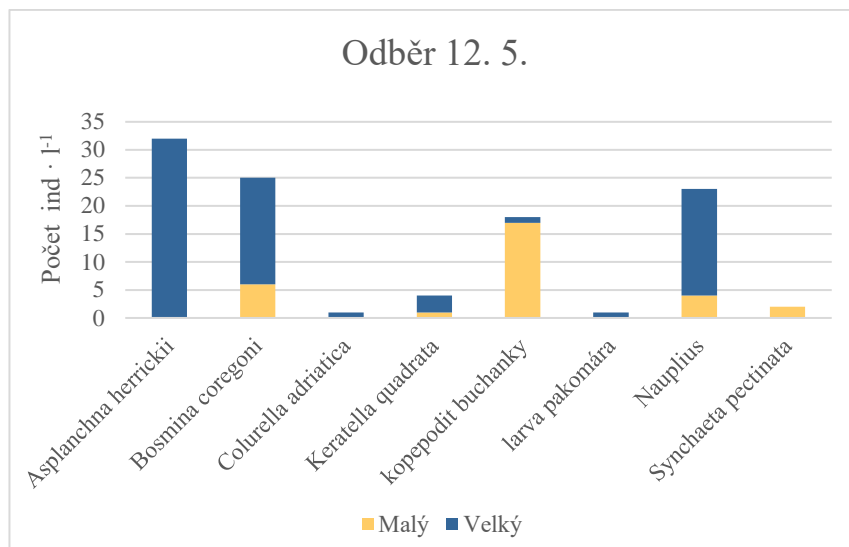
Konkrétní příklad v listopadovém odběru v Malém Písečáku jsem v deseti sloupcích napočítala v prvním počítání 15 jedinců a ve druhém 17 druhu *Keratella cochlearis*. Vypočítala jsem jaký je počet jedinců na jednu komůrku, tedy 1,5 a 1,7. Poté jsem toto číslo přepočítala na 15 sloupců, tedy celé podložní sklíčko, jednu komůrku. Dostala jsem tak čísla 22,5 a 25,5. Z těchto dvou čísel jsem vypočítala průměr na tři

desetinná místa, aby výsledek byl co nejpřesnější. Průměr mi vyšel 24 jedinců na sklíčko. Poté jsem provedla výpočet $(50/1,5)*24$. Číslo 50 značí objem v mililitrech odebraného vzorku ve vzorkovnici. Číslo 1,5 je v mililitrech množství vzorku na jednom podložním sklíčku se sloupci a nakonec 24 reprezentuje počet jedinců na sklíčku. Tímto výpočtem jsem dostala celkový počet jedinců v deseti litrech zkoncentrovaného vzorku odebrané vody, konkrétně 800 jedinců. Výsledné číslo, tedy 800 jsem vydělila deseti, abych získala počet jedinců v jednom litru, tedy 80. Toto číslo jsem samozřejmě, pokud bylo potřeba, zaokrouhlila na celé číslo. V případě, že jsem přidávala destilovanou vodu na zředění, musel být výpočet proveden s lehkou úpravou. Konkrétně беру příklad ze zářijového odběru z Malého Písečáku. Vzala jsem celkový objem vzorkovnice neboli 50 ml. K tomu jsem přičetla objem přidané destilované vody, který byl v tento měsíc 30 ml. Tím jsem dostala 80 ml celkového zředěného vzorku. V tuto chvíli už jsem dále postupovala jako v případě bez destilované vody. Číslo 80 jsem vydělila 1,5 a poté výsledek vynásobila průměrným počtem jedinců. Opět číslo vydělila deseti, abych dostala počet jedinců v jednom odebraném litru.

5 Výsledky

První odběr se uskutečnil dne 12. 5. 2021 na Malém Písečáku v 8:30 a na Velkém Písečáku v 9:10. Průhlednost vody byla 55 cm na Malém a 70 cm na Velkém Písečáku. Hodnota pH vody se pohybovala v mírně zásaditějším spektru a to o hodnotách 8,3 a 8,46. Voda byla teplejší než vzduch. Vzduch měl teplotu 17 °C a voda 18,6 °C a 19 °C. Voda byla nasycena kyslíkem o hodnotách 12,35 mg·l⁻¹ a 9,75 mg·l⁻¹.

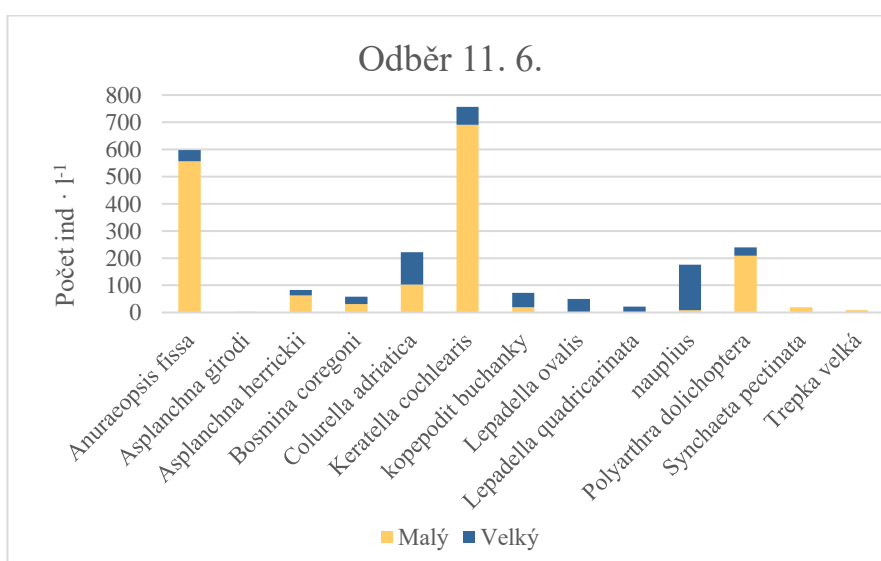
V tomto odběru jsem při počítání narazila celkem na osm druhů zooplanktonu. Složení zooplanktonu prvního odběru lze vidět na grafu č. 1. Konkrétní druhy a počty jedinců z tohoto odběru jsou uvedeny v tabulce 1 v přílohách. Nejpočetnějším zástupcem, který se vyskytoval v tomto odběru, byl v Malém kopepodit buchanky, a to 17 ind·l⁻¹, následovaný druhou nejpočetnější *Bosminou coregoni* o počtu 6 ind·l⁻¹. Ve Velkém Písečáku byli nejpočetnějšími zástupci vířník *Asplanchna herrickii* a *nauplius* (19 ind·l⁻¹).



Graf 1: Odběr 12. 5. 2021

Druhý odběr proběhl 11. 6. 2021 v časech 8:15 na Malém Písečáku a v 9:00 na Velkém. Teplota vzduchu byla 15 °C a teplota vody byla v pořadí Malý, Velký Písečák 23,2 °C a 23,7 °C. Průhlednost vody byla 50 cm a 32 cm. Hodnota pH vody byla 8,07 pro Malý Písečák a 8,46 pro Velký. Nasycenost vody kyslíkem se pohybovala v hodnotách 9,26 mg·l⁻¹ a 11,24 mg·l⁻¹.

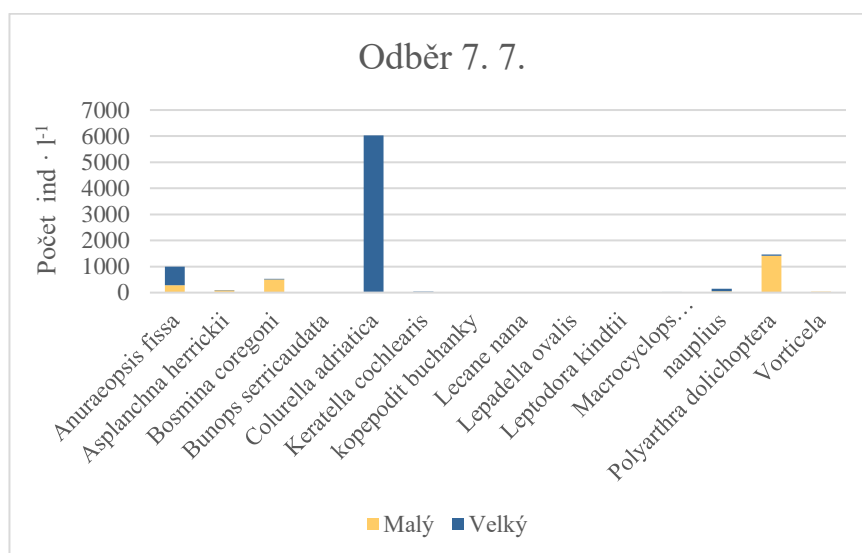
V tomto odběru jsem zaznamenala 14 druhů zooplanktonu. Složení zooplanktonu druhého odběru lze vidět na grafu č. 2. Konkrétní druhy a počty jedinců z tohoto odběru jsou uvedeny v tabulce 2 v přílohách. Nejpočetnějším zástupcem tohoto odběru byla v Malém *Keratella cochlearis* s počtem 691 ind·l⁻¹ a ve Velkém *nauplius* s 167 ind·l⁻¹.



Graf 2: Odběr 11. 6. 2021

Třetí odběr jsem provedla 7. 7. 2021 v 8:45 na Malém a v 9:10 na Velkém Písečáku. Teplota vzduchu v tuto dobu dosahovala 19 °C a jednalo se o slunečný den. Teplota vody byla 23,1 °C a 23,8 °C. Průhlednost oproti minulému odběru klesla na hodnoty 39 cm a 29 cm, hodnoty pH byly 8,14 a 8,74, množství rozpuštěného kyslíku ve vodě v Malém Písečáku bylo 8,98 mg·l⁻¹ a ve Velkém 11,73 mg·l⁻¹.

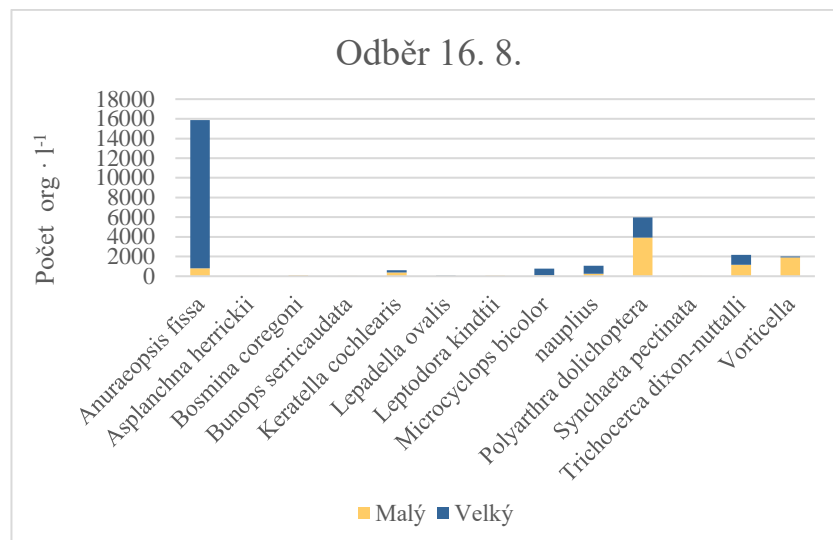
Celkem jsem v tomto odběru objevila 14 druhů. Složení zooplanktonu třetího odběru lze vidět na grafu č. 3. Konkrétní druhy a počty jedinců z tohoto odběru jsou uvedeny v tabulce 3 v přílohách. Nejpočetnějším zástupcem v Malém Písečáku byl vírník *Polyarthra dolichoptera*, konkrétně s 1409 ind·l⁻¹ odebrané vody a ve Velkém to velmi výrazně byla *Colurella adriatica* s velkým počtem 6000 ind·l⁻¹.



Graf 3: Odběr 7. 7. 2021

Čtvrtý odběr proběhl 16. 8. 2021 v 8:45 a 9:10 hodin. Jednalo se o slunečný den s teplotou 23 °C. Teplota vody dosahovala 24,5 °C a 25 °C. Průhlednost vody byla naměřena 50 cm a 52 cm, hodnoty pH byly 8,17 a 9 a množství kyslíku ve vodě bylo 8,49 mg·l⁻¹ a 10,33 mg·l⁻¹.

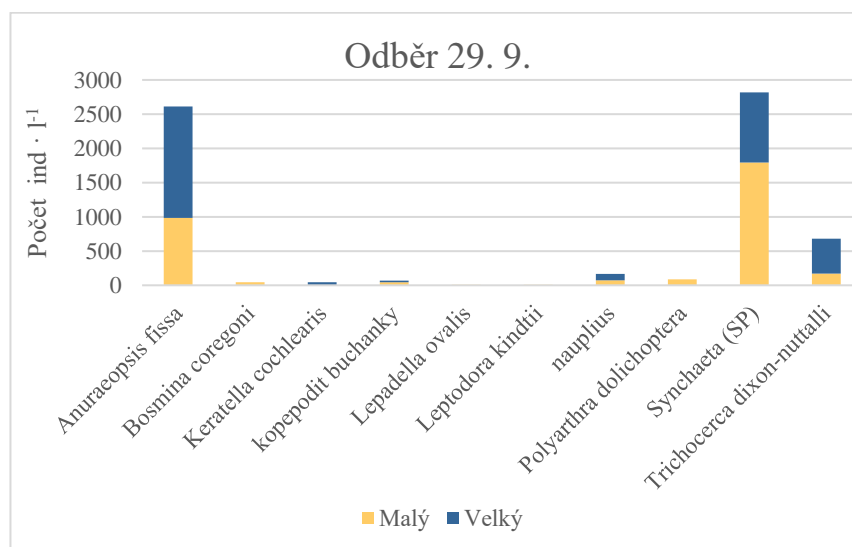
Celkem jsem v tomto odběru objevila 12 druhů. Složení zooplanktonu čtvrtého odběru lze vidět na grafu č. 4. Konkrétní druhy a počty jedinců z tohoto odběru jsou uvedeny v tabulce 4 v přílohách. Nejpočetnějším zástupcem tohoto odběru v Malém Písečáku byl vírník *Polyarthra dolichoptera* s 3920 ind·l⁻¹. Ve Velkém Písečáku byl nejpočetnějším vírník *Anuraeopsis fissa* s 15 050 ind·l⁻¹.



Graf 4: Odběr 16. 8. 2021

Pátý odběr se uskutečnil dne 29. 9. 2021 na Malém Písečáku v 7:50 a na Velkém v 8:10. Teplota vzduchu byla ten den 14 °C a teploty vody byly 16,8 °C a 16,6 °C. Průhlednost v Malém Písečáku byla 50 cm a 30 cm ve Velkém Písečáku. Hodnota naměřeného pH byla 7,87 a 8,52 a množství rozpuštěného kyslíku v Malém Písečáku byla 7,6 mg·l⁻¹ a ve Velkém 11,62 mg·l⁻¹.

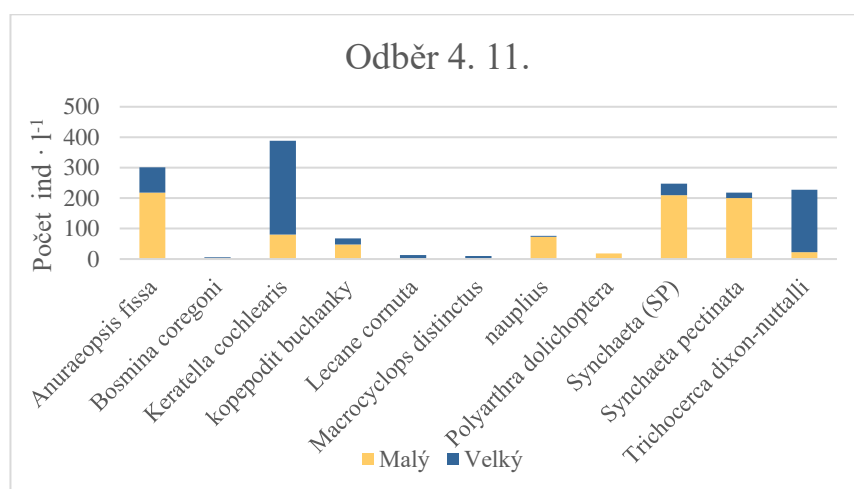
Celkově se v tomto odběru vyskytovalo 11 jedinců. Složení zooplanktonu pátého odběru lze vidět na grafu č. 5. Konkrétní druhy a počty jedinců z tohoto odběru jsou uvedeny v tabulce 5 v přílohách. Výrazně nejpočetnějšími zástupci byly v tomto odběru *Anuraeopsis fissa* a *Synchaeta* (SP). V Malém Písečáku převažovala *Synchaeta* (SP) s 1794 jedinci a ve Velkém *A. fissa* s 1629 jedinci.



Graf 5: Odběr 29. 9. 2021

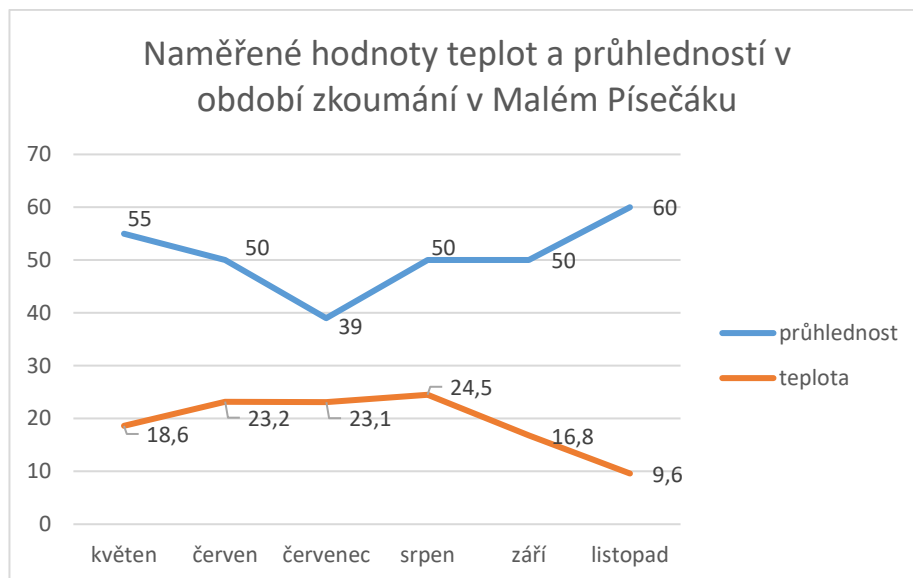
Poslední, šestý odběr jsem provedla 4. 11. 2021 na Malém Písečáku v 8:15 a na Velkém v 8:40. Teplota vzduchu byla 9 °C a teploty vody byly 9,6 °C a 9,4 °C. Průhlednost vody byla 60 cm a 48 cm, pH jsem naměřila 7,97 a 8,34 a hodnota kyslíku rozpuštěného ve vodě se rovnala 8,84 mg·l⁻¹ a 10,11 mg·l⁻¹.

Složení zooplanktonu posledního, šestého odběru lze vidět na grafu č. 6. Konkrétní druhy a počty jedinců z tohoto odběru jsou uvedeny v tabulce 6 v přílohách. Nejpočetnějšími zástupci byly *A. fissa* a *K. cochlearis*. V Malém převažovala *A. fissa* s 218 ind·l⁻¹ a ve Velkém *K. cochlearis* s 308 ind·l⁻¹.

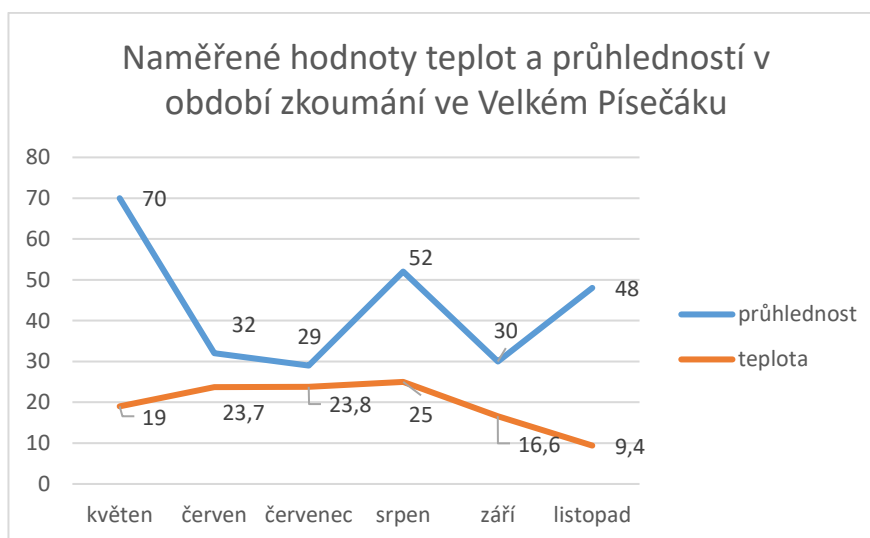


Graf 6: Odběr 4. 11. 2021

Průměrná teplota vody v Malém Písečáku ze všech odběrů byla 19,3 °C a ve Velkém 19,6 °C. Průměrná průhlednost vody za měřených šest měsíců byla v Malém 51 cm a ve Velkém 44 cm. Průměrné pH Malého Písečáku se pohybovalo okolo 8,09 a Velkého 8,59. Velký Písečák je tedy lehce zásaditější nežli Malý. Průměrné množství rozpuštěného kyslíku ve vodě bylo 9,25 mg·l⁻¹ a 10,8 mg·l⁻¹. Na následujícím grafu lze vidět změny teplot vody a průhlednosti vody během celého zkoumaného období. Největší průhlednost Malého Písečáku byla naměřena v listopadu (60 cm) a nejmenší v červenci (39 cm). Největší průhlednost Velkého Písečáku byla naměřena v květnu (70 cm) a nejmenší (29 cm) v červenci (Graf 7).



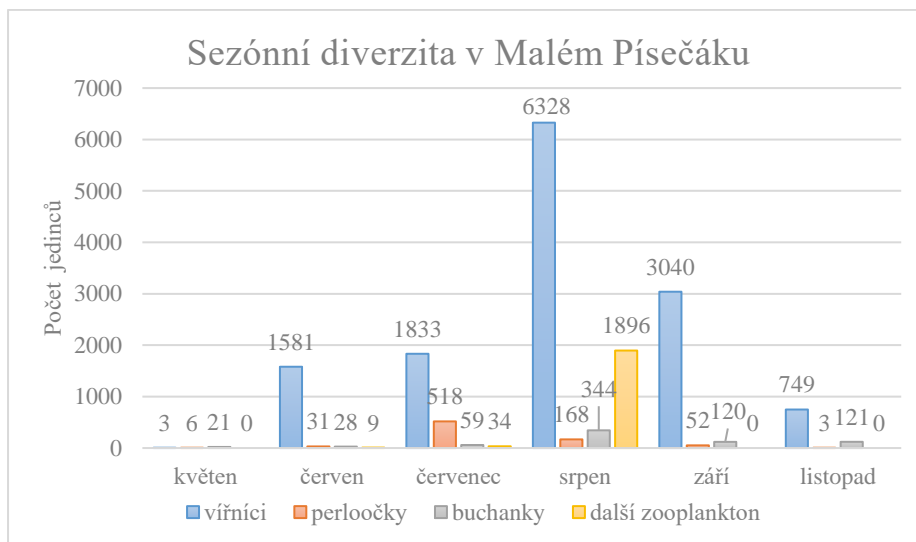
Graf 7: Teploty a průhlednosti za dobu zkoumání



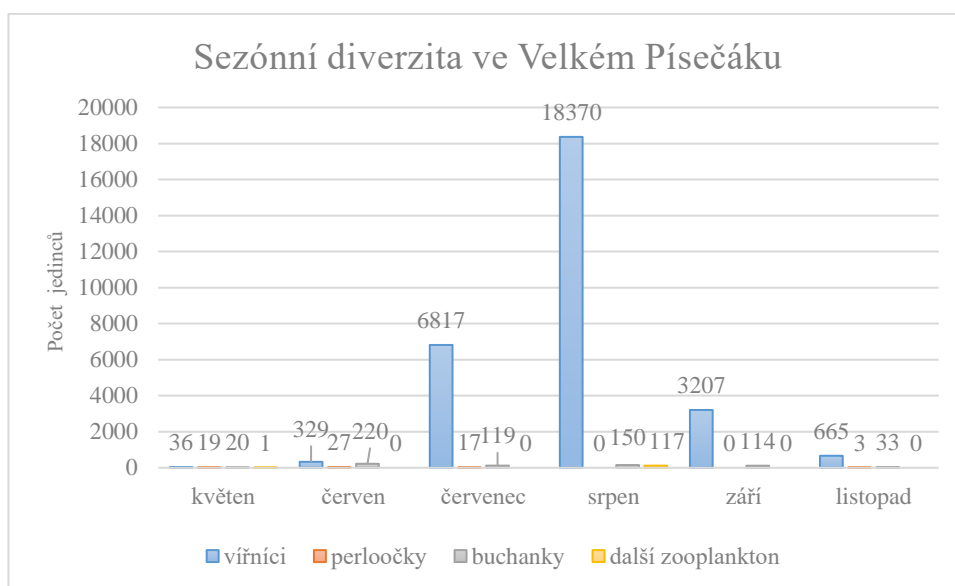
Graf 8: Teploty a průhlednosti za dobu zkoumání

Celkem bylo v jezerech nalezeno 13 druhů vířníků, 3 druhy perlooček a 1 druh buchanek. Ve většině odběrů převažovali vířníci nad ostatními skupinami zooplanktonu (Grafy 9, 10). Jediný měsíc, kdy tomu tak nebylo, byl květen v Malém Písečáku, ve kterém převažovaly buchanky (Graf 9). V Malém Písečáku bylo nejvíce vířníků v srpnu, a to konkrétně $6328 \text{ ind} \cdot \text{l}^{-1}$. Perlooček bylo nejvíce v měsíci červnu, kdy se vyskytovaly v počtu $518 \text{ ind} \cdot \text{l}^{-1}$. Buchanek bylo nejvíce v srpnu o počtu $344 \text{ ind} \cdot \text{l}^{-1}$. Měsíc, ve kterém jsem našla nejvíce ostatního zooplanktonu, byl také srpen s počtem $1896 \text{ ind} \cdot \text{l}^{-1}$. Nejvíce byla v ostatním zooplanktonu zastoupena *Vorticella*. Největší početnost všech druhů zooplanktonu, jak v Malém, tak ve Velkém Písečáku byla v srpnu, kdy jsem v Malém napočítala $8736 \text{ ind} \cdot \text{l}^{-1}$ a ve Velkém $18637 \text{ ind} \cdot \text{l}^{-1}$ (Graf 9, 10). Naopak nejmenší

početnost všech druhů zooplanktonu jak v Malém, tak Velkém Písečáku byla v květnu. V Malém Písečáku jsem napočítala celkově pouze 30 ind·l⁻¹ a ve Velkém 76 ind·l⁻¹ (Graf 9, 10).

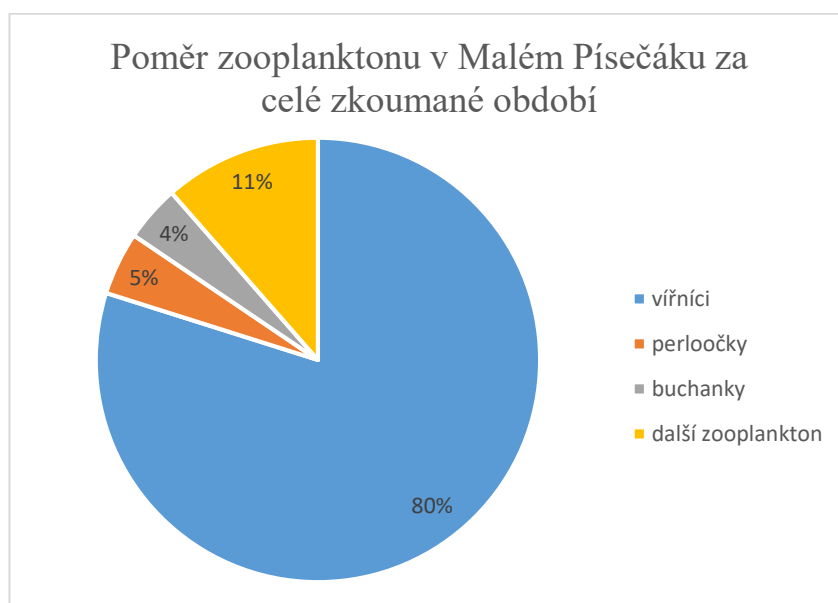


Graf 9: Sezónní diverzita v Malém Písečáku

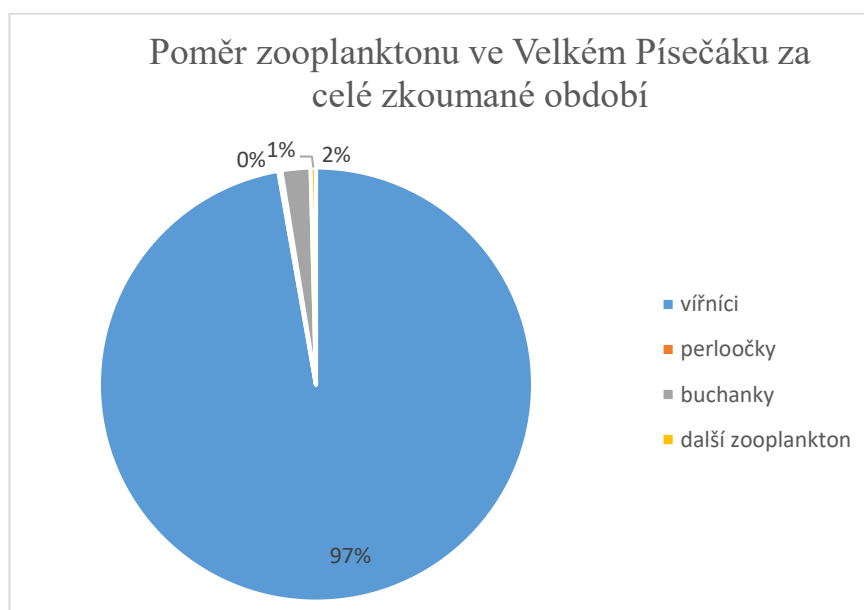


Graf 10: Sezónní diverzita ve Velkém Písečáku

Další dva grafy se zabývají poměrem zooplanktonu v jezerech za celé zkoumané období. Největší podíl z celkové početnosti mají vířníci, kteří zastupují v celkové diverzitě v Malém Písečáku 80 % celkové početnosti (Graf 11). V pořadí následuje další zooplankton (*Vorticella sp.*, *Paramecium*) s 11 %, třetí v pořadí jsou perloočky s 5 % a nejmenší zastoupení měly buchanky s pouhými 4 % (Graf 11). Ve Velkém Písečáku jsou vířníci zastoupeni v 97 % celkové početnosti, perloočky 0,0022 %, buchanky 2 % a další zooplankton 1 % (Graf 12).

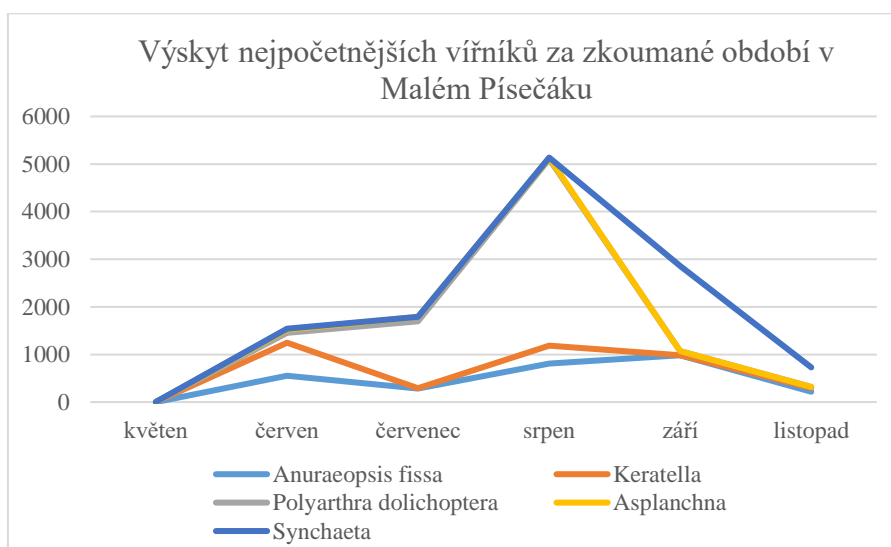


Graf 11: Poměr zooplanktonu v Malém Písečáku za celé zkoumané období

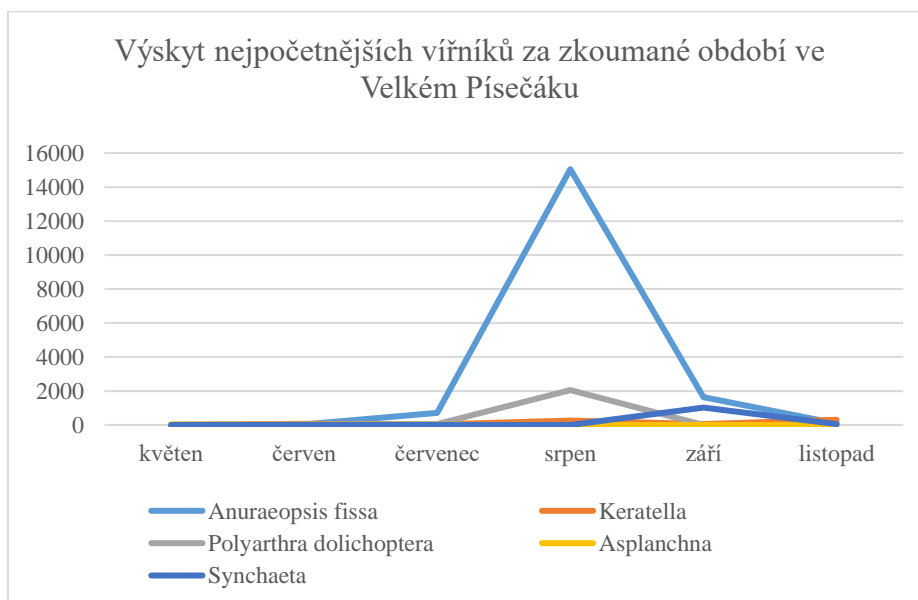


Graf 12: Poměr zooplanktonu ve Velkém Písečáku za celé zkoumané období

Následující dva grafy se zabírají počtem nejvíce zastoupených druhů vířníků, kteří se v odběrech vyskytovali. Je vidět, že ve Velkém Písečáku jasně dominoval druh *Anuraeopsis fissa*. Nejvyšší početnosti dospěl tento druh v srpnu. V Malém Písečáku byly nejpočetnějšími rody *Synchaeta* a *Asplanchna*. Oba rody byly také nejpočetnějšími v srpnu (Graf 13, 14).

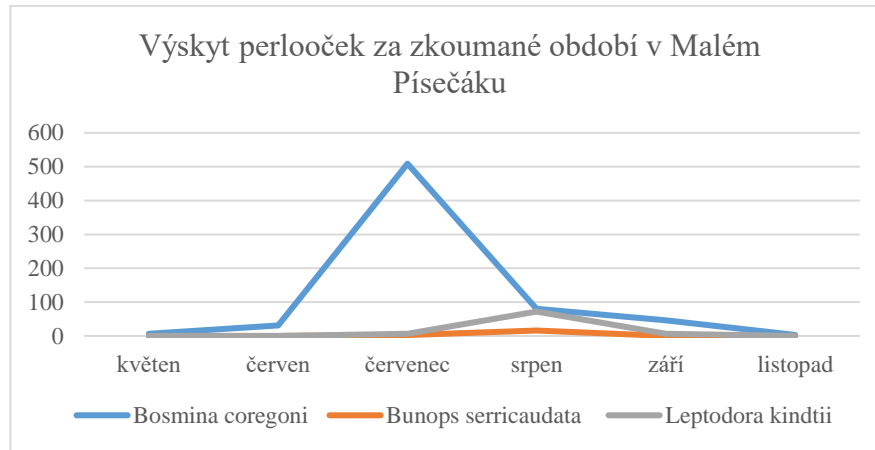


Graf 13: Výskyt vířníků za zkoumanou dobu v Malém Písečáku

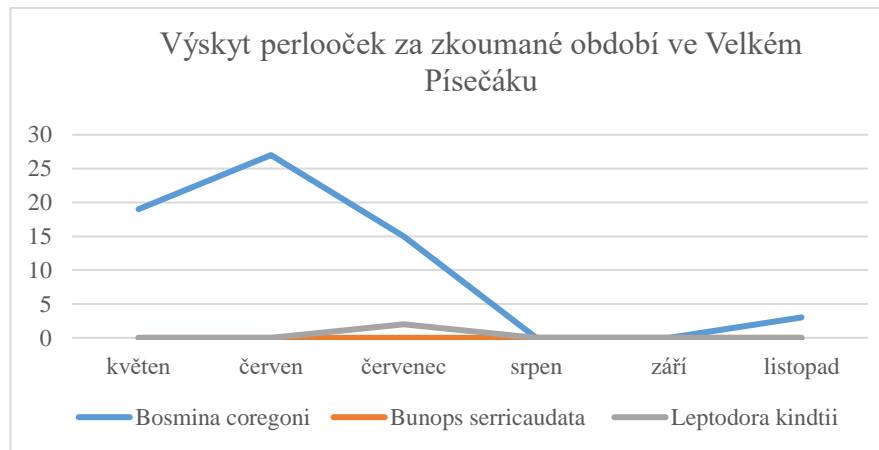


Graf 14: Výskyt vířníků za zkoumanou dobu ve Velkém Písečáku

Následující dva grafy se zabírají množstvím nejpočetnějších nalezených perlooček z celého období odběrů. Nejvíce početným druhem v jezích byla jednoznačně *Bosmina coregoni*, kdy se nejvíce jedinců tohoto druhu vyskytovalo v červenci v Malém Písečáku a v červnu ve Velkém Písečáku (Graf 15, 16).

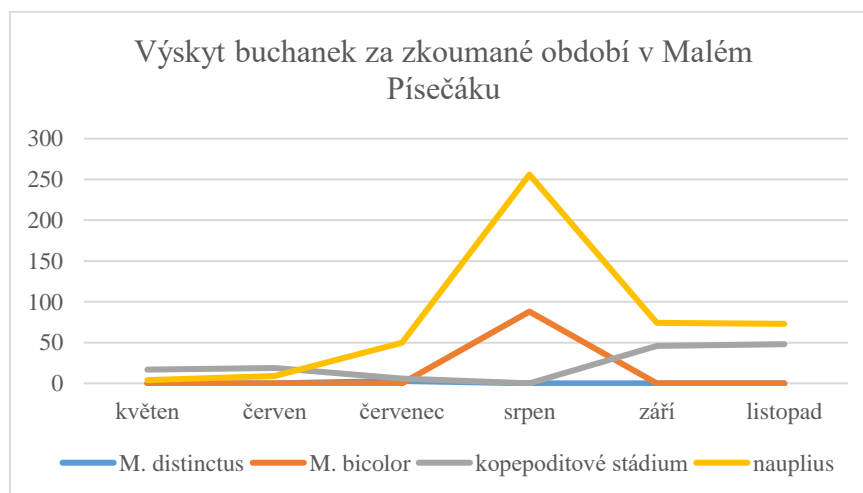


Graf 15: Výskyt perlooček za zkoumanou dobu v Malém Písečáku



Graf 16: Výskyt perlooček za zkoumanou dobu ve Velkém Písečáku

Následující grafy obsahují počty buchanek a jejich jednotlivých stádií za celé zkoumané období. Nejvíce se v odběrech objevoval *nauplius* a nejpočetnější byl v srpnu v obou jezerech (Graf 17, 18).

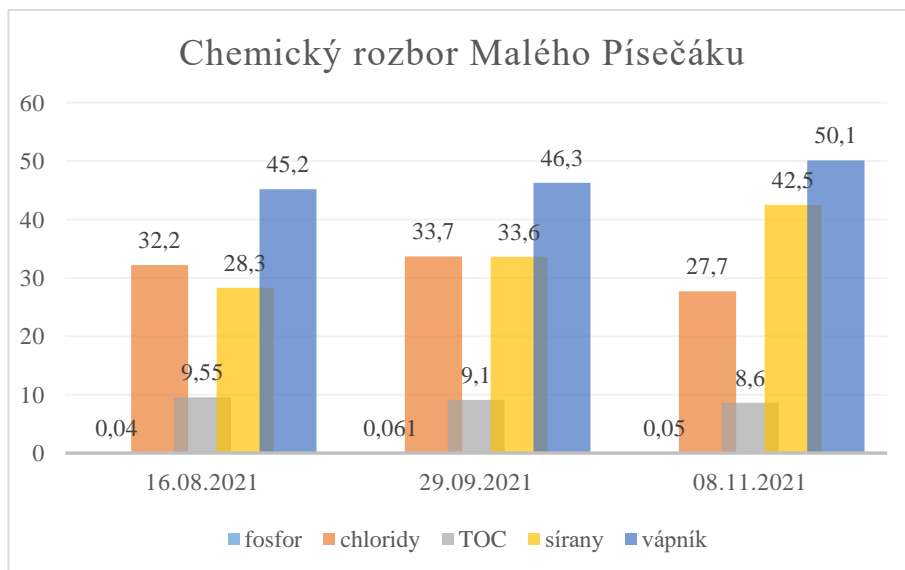


Graf 17: Výskyt buchanek za zkoumané období v Malém Písečáku

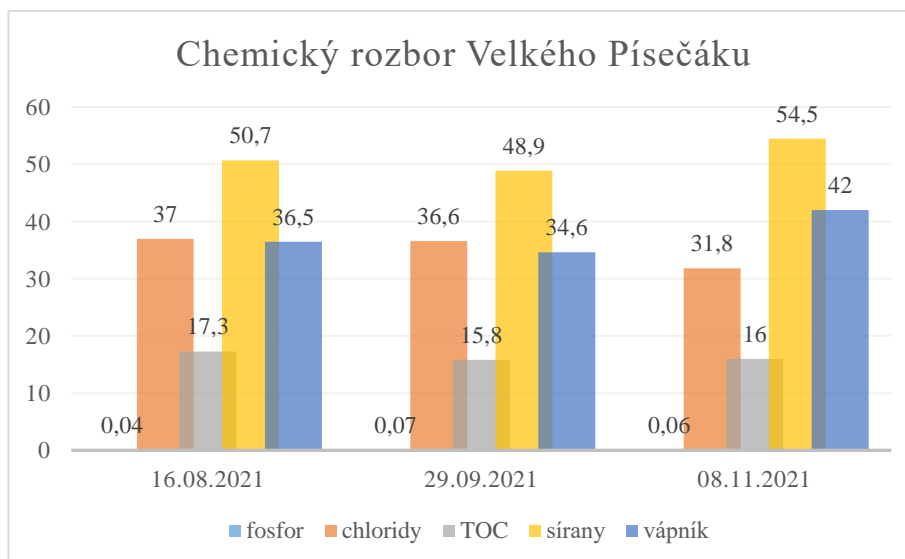


Graf 18: Výskyt buchaneček za zkoumané období ve Velkém Písečáku

Data chemických rozborů jsou zobrazena v tabulkách č. 8 a č. 9 v přílohách. V poměrně velkém měřítku se ve vodě nacházel chlorid. V srpnu dosahovalo množství chloridu $32,2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ v Malém Písečáku a $37 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ve Velkém Písečáku. V září byly naměřené hodnoty $22,7 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ v Malém a $36,6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ve Velkém Písečáku. Nakonec v listopadovém odběru byly chloridy zastoupeny množstvím $27,2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a $31,8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Dalším zkoumaným prvkem byl fosfor, který se v prvním chemickém rozboru ze srpna vyskytoval o obsahu $0,04 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ v obou jezerech. V zářijovém odběru byl obsah fosforu $0,061 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ v Malém a $0,07 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ve Velkém Písečáku. V posledním odběru z listopadu byly hodnoty rozpuštěného fosforu $0,05 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a $0,06 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Dále jsem se zajímala o celkový obsah organického uhlíku (TOC). V srpnovém odběru byl obsah TOC pro Malý Písečák $9,55 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a $17,3 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ pro Velký Písečák. V zářijovém odběru obsahovala odebraná voda $9,1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a $15,8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ TOC. V listopadu v Malém Písečáku množství TOC oproti minulému odběru kleslo na $8,6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a ve Velkém Písečáku naopak množství stoupl na $16 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Množství vápníku se pohybovalo ve všech třech odběrech v Malém Písečáku okolo hodnoty $47,2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a ve Velkém $37,7 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Poslední látkou, kterou bych chtěla zmínit, jsou sírany. Množství síranů v Malém Písečáku bylo v srpnu $28,3 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a ve Velkém Písečáku $50,7 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. V září byly hodnoty $33,6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ v Malém a $48,9 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ve Velkém Písečáku. Listopadové hodnoty byly $42,5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a $54,5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Hodnoty jednotlivých výše vypsanych prvků a látek jsou zaneseny do následujících dvou grafů (Graf 19, 20).



Graf 19: Chemický rozbor Malého Písečáku (v mg·l⁻¹)



Graf 20: Chemický rozbor Velkého Písečáku (v mg·l⁻¹)

6 Diskuze

Vybraná lokalita umožňuje různým skupinám zooplanktonu dobré prostředí, jelikož se zde naměřené hodnoty jak teplot, pH, vodivosti i obsahu kyslíku, během půl roku mého zkoumání pohybovaly v rozmezí vhodném pro výskyt zooplanktonu. Hodnoty se v průběhu sezóny různě měnily a prostředí tak bylo vhodné pro různé druhy s různorodými nároky. Podobnou tematikou se například zabýval na Slovensku Igor Hudec ve své knize *Fauna Slovenska* (2010), který zkoumal diverzitu různých druhů perlooček. Zabýval se jejich nároky, způsobem života, morfologií a vlivy je ovlivňujícími. Tato kniha mi posloužila jako zdroj pro popis jednotlivých mnou nalezených druhů perlooček.

Důležitým faktorem pro mé odběry byla denní doba, ve kterou byly odběry prováděny. Vodu jsem odebírala ráno od 8 hodin do 10 hodin. Důvodem je změna hodnoty pH a množství kyslíku obsaženého ve vodě během dne. Tyto hodnoty se v průběhu dne mění díky probíhající fotosyntéze. Vzorke byly odebírány vždy přibližně s měsíčním odstupem. Záleželo nám na sezónní změně v diverzitě a početnosti. Pro účely těchto odběrů je tento způsob nejčastější. Z průměrných hodnot uvedených ve výsledcích je vidět, že byl Velký Písečák během půl roku, kdy jsem prováděla odběry, teplejší, než Písečák Malý (Graf 7, 8). Také byl Velký Písečák lehce zásaditější než Malý (Graf 23, 24).

Celkem bylo nalezeno 13 druhů vírníků. Nejpočetnější zástupci vírníků objevených za zkoumané období jsou zaneseny v grafu č. 13 a č. 14 v kapitole výsledků.

Rod vírníků, který se nacházel v jezerech po celou dobu sledování, byl rod *Keratella*. Konkrétně druh *Keratella cochlearis* byl ve vzorcích přítomen každý měsíc kromě května a *Keratella quadrata* pouze v květnu. Z toho by se dalo usoudit, že tento rod není náročný na určitý typ podmínek, ale dokáže přežít celoročně. O tomto rodu je známo, že se vyskytuje ve vodách bohatých na živiny a jelikož se živí nanoplanktonem, bakteriemi a detritem (Bielańska-Grajner, 2015), dalo by se usoudit, že se v Příšovických jezerech tento druh potravy vyskytuje během celého roku. Obě Příšovická jezera jsou i poměrně bohatá na živiny.

Druhým a nejvíce se vyskytujícím druhem byl *Anuraeopsis fissa*. Konkrétně se vyskytoval v odběrech od května do září. V červencovém odběru byla jeho početnost

druhou v řadě po *K. cochlearis* a od srpnového odběru byl nejpočetnějším druhem ve Velkém Písečáku celkově. V posledních dvou odběrech se také jednalo o nejpočetnější druh, jednou ve Velkém a jednou v Malém Písečáku. Tento rod se vyskytuje primárně v teplých stojatých vodách (Bielańska-Grajner, 2015), čemuž mnou zkoumaná jezera odpovídají. Také je tolerantní k široké škále pH a jeho výskyt není nikterak vzácný, ale naopak velmi častý (Bielańska-Grajner, 2015).

Dalším velmi hojně se vyskytujícím druhem vírníků je *Polyarthra dolichoptera*, která se z celkových šesti odběrů vyskytovala v pěti. Jediný měsíc, kdy jsem ji v odběru nenalezla, byl listopad. Z její charakteristiky však víme, že se vyskytuje hlavně v zimním zooplanktonu (Bielańska-Grajner, 2015), proto bylo toto zjištění pro mě překvapující. Byla jedním z nejhojnějších rodů vírníků ve všech odběrech.

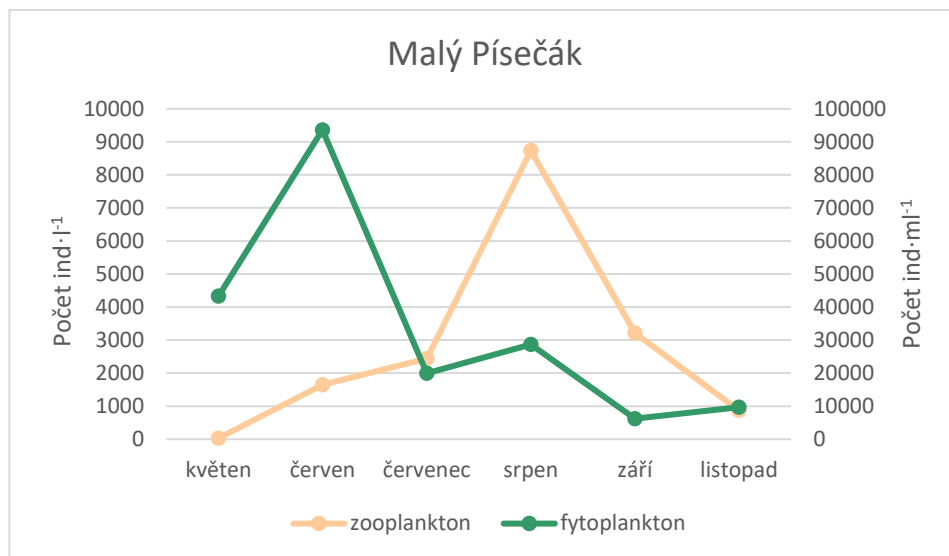
Dále je nutné také zmínit rod *Asplanchna*, který se také hojně vyskytoval, a to převážně v letních a podzimních odběrech. Jeho výskyt by se dal vysvětlit hojností jiného zooplanktonu, převážně pak jiných rodů vírníků, jelikož o rodu *Asplanchna* víme, že je dravý a potřebuje tak pro svou potravu jiný živý zooplankton (Bielańska-Grajner, 2015). Také jim vyhovuje široká škála pH a teplot (Bielańska-Grajner, 2015), z čehož by se dalo vyvodit, že hlavním faktorem jejich výskytu bude tedy právě přítomnost potravy, nikoliv podmínky prostředí, na které nejsou tak náročné.

Celkem byly nalezeny 3 druhy perlooček (Graf 15, 16). Perloočky se vyskytovaly ve vzorcích v razantně menším počtu než ostatní organismy, avšak vždy se alespoň jeden rod ve vzorku nacházel. Nejčastějším druhem byl *Bosmina coregoni*, který se vyskytoval v každém odběru. Z popisu víme, že se většinou nevyskytují za přítomnosti jiných druhů perlooček (Hudec, 2010), ale s jinými skupinami zooplanktonu, což by výsledkům mého zkoumání odpovídalo. Jedná se o organismy velice přizpůsobivé a nejsou tedy náročné a nevyžadují konkrétní podmínky. Jsou významnou součástí potravy pro ryby (Kubáčková, 2009), které se v této oblasti vyskytují ve větší míře, a dalo by se tedy říci, že se zde rodu *Bosmina* velmi daří, důsledkem toho, že jsem je i přes působení rybí predace nacházela v těchto vyšších počtech. Druh *Leptodora kindtii* se v České republice často vyskytuje, a jelikož díky tomu, že se jedná o druh dravý, který se živí jiným planktonem menších velikostí, který se právě v jezerech nacházel a dá se usoudit, že jsou zkoumané vody na výskyt vhodné potravy bohaté. Posledním objeveným rodem perlooček je druh *Bunops*

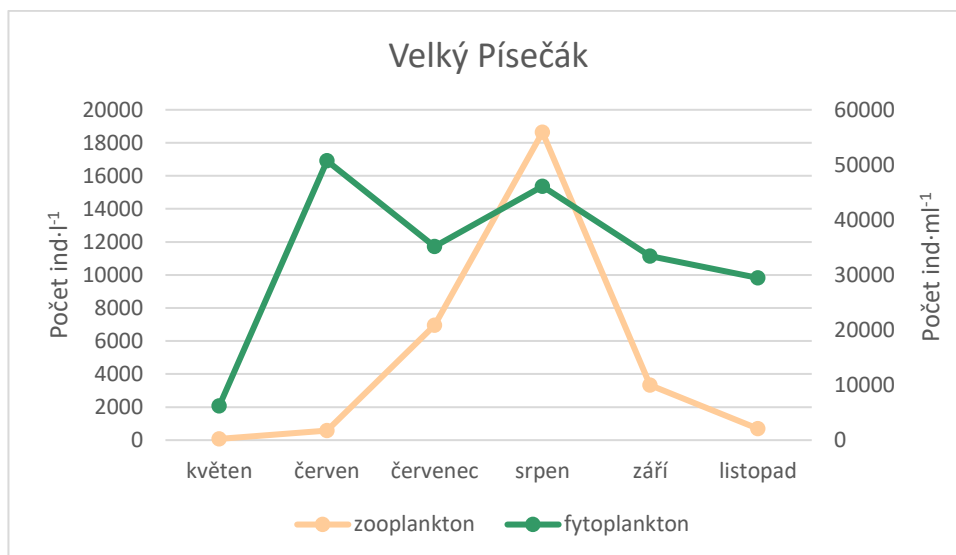
serricaudata, který jsem detekoval ve dvou odběrech ve velmi malém počtu, má na území České republiky poměrně vzácný výskyt (Hudec, 2010).

Buchanky byly zastoupeny mezi zooplanktonem pouze dvěma druhy, druhem *Macrocylops distinctus* a *Microcylops bicolor* (Graf 17, 18). První z druhů jsem našla pouze ve dvou odběrech, v červencovém a listopadovém. *Microcylops bicolor* se vyskytoval v obou jezerech pouze v srpnovém odběru. Kopepoditová stádia buchaneček se nacházela kromě jednoho ve všech odběrech. V měsíci listopadu byl jejich počet v Malém Písečáku nejvyšší. Je tomu tak, protože jedinci, kteří se vylíhnou na podzim, do zimy dospívají. Proto je v tuto dobu možné nalézt nejvíce těchto stádií. Naupliová stádia byla nejvíce viditelná v srpnu v obou jezerech ze stejného důvodu. Noví jedinci se líhnou na konci léta a na začátku podzimu.

Dva následující grafy ukazují množství zooplanktonu vůči přítomnému fytoplanktonu v mnou zkoumané vodě. Množství fytoplanktonu Příšovických jezer mi poskytla kolegyně Natálie Coufalová, která současně se mnou vypracovává bakalářskou práci na přítomnost fytoplanktonu v Malém a Velkém Písečáku. Mnou nalezené druhy zooplanktonu se většinou živily dravě, jak menšími druhy zooplanktonu, tak fytoplanktonu nebo filtrací vody. V prvních dvou odběrech byl fytoplankton zastoupen většinou vláknitými sinicemi, v malém měřítku pak kokálními sinicemi, které zooplankton tolik nelikviduje. Z toho je v grafu viditelné, že ačkoliv je množství fytoplanktonu v prvních dvou měsících značně vyšší nežli v ostatních měsících, množství zooplanktonu tomu v těchto měsících neodpovídá. Zooplankton zareagoval na přítomnost velkého množství fytoplanktonu svým namnožením, které se projevilo během července a srpna. V srpnu byl počet zooplanktonu největší a tomu odpovídá i vyšší množství přítomného fytoplanktonu. Stejně tak v červenci bylo fytoplanktonu i zooplanktonu dostatečné množství. Důsledkem je tedy zvýšená přítomnost druhů živících se řasami.



Graf 21: Rozložení zooplanktonu vůči fytoplanktonu v Malém Písečáku



Graf 22: Rozložení zooplanktonu vůči fytoplanktonu ve Velkém Písečáku

Společenstvo zooplanktonu neovlivňuje však jen množství a druhy přítomného fytoplanktonu, ale i řada dalších faktorů, jako je rybí obsádka, množství bakterií, virů, z abiotických podmínek teplota vody, pH, vodivost a jiné.

Během období, kdy dojde k namnožení velkých druhů zooplanktonu, se průhlednost vody může rapidně zvýšit. Je tomu tak díky mizejícímu fytoplanktonu, který je postupně konzumován zooplanktonem, jehož početnost rybí predace nesnižuje (Pogozhev, 2011). V mnou zkoumané vodě fáze čiré vody (clear water) nenastala. Velké druhy perlooček nebyly schopné se namnožit do té míry, aby byly schopny predací potlačit přítomný fytoplankton.

Jedním z hlavních fyzikálně chemických parametrů vody je její pH. Většina organismů nalezených v pozorované vodě byla tolerantní k širokému pH. Hodnoty tolerovaného pH se pohybovaly průměrně v mezích 5–9, čemuž zkoumaná voda odpovídá, jelikož její průměrná hodnota pH byla 8,09 v Malém Písečáku a 8,59 v Písečáku Velkém.

Následující odstavec se bude zabírat porovnání mého zkoumání s PEG modelem (Sommer, 1986). Ve 4. bodu PEG modelu se uvádí, že početnost býložravé populace zooplanktonu se postupně exponenciálně zvyšuje do bodu, kdy je jejich množství dostatečně vysoké na potlačení společenstva fytoplanktonu a dosáhne jeho reprodukční rychlosti. Tento bod v mém zkoumání lze ověřit. Do srpna byly hodnoty množství fytoplanktonu vyšší. Byl tedy dostatek potravy pro pomalu se množící zooplankton. V srpnu dosáhne početnost zooplanktonu nejvyšší hodnoty a od té doby je likvidace fytoplanktonu vyšší než předtím. Bod č. 14 popisuje zmenšování velikosti zooplanktonu. Menší druhy jsou odolnější k predaci rybami a rezistentnější při snižování množství přítomné potravy. Lze tedy říci, že se v Písečácích nachází velké množství planktonožravých ryb, a tomu odpovídající zooplankton malých velikostí. Také jejich mortalita by měla být nižší nežli mortalita vyšších druhů a jejich množení je naopak rychlejší a početnější. Kolísání množství zooplanktonu se v PEG modelu popisuje v bodu č. 16. V létě se se zvyšujícími se teplotami kolísá početnost zooplanktonu. To si myslím, že v mém případě potvrdit lze. Během léta počty jak jednotlivých skupin, tak početnost organismů značně kolísaly. V červnu a červenci bylo množství značně menší než v srpnu a do září opět značně klesly. V bodu č. 20 PEG modelu je uvedeno, že k maximu početnosti zooplanktonu dochází ve vodách na podzim. Mělo by k tomu dojít díky vyššímu množství řas a snížení predace zooplanktonu rybami. Zároveň by se ve vodě měly objevovat větší druhy nebo formy zooplanktonu. V mém případě tomu tak není. Nejvyšší početnost zooplanktonu jsem zaznamenala v srpnu. Hlavní příčinu na tom nesou klesající teploty v podzimních měsících. Ačkoliv se množství řas v září o tolik nesnížilo oproti předešlým měsícům, tak početnost zooplanktonu se v září oproti srpnu snížila rapidně. Nejpočetnějšími taxony zastoupenými v zářijovém odběru byly *Synchaeta* a *A. fissa*, které se mezi větší zooplankton neřadí. Bod č. 22, který se zabývá snižováním počtu býložravé biomasy, zapříčiněnou snižováním koncentrace potravy a snižováním teplot, souhlasí. Od září se množství zooplanktonu v Písečácích postupně snižovalo.

V diplomové práci „Vířníci nádrží Jizerských hor v období acidifikace a zotavování z acidifikace“ autorky Veroniky Kreidlové (2017) lze ve výsledcích vidět, že rozmanitost zvolených nádrží v této práci je mnohem větší než rozmanitost mnou zkoumané vody. Ač se zabývala spíše acidifikací a přítomných organismů během zotavování vod, výsledky s mou prací porovnat lze. Narazila celkově na 2 druhy klanonožců, 7 druhů perlooček a 24 druhů vířníků. Může to být tím, že odběry prováděné Kreidlovou byly prováděny i do hloubky v zátoce a u hráze. Mé odběry byly prováděny na břehu, nebo na molu u břehu a hloubkové odběry jsem neprováděla. Avšak si můžeme všimnout, že zastoupení jednotlivých skupin, nemluvíme-li o přesných počtech, ale o poměrech jednotlivých skupin organismů, jsou srovnatelné. Nejvíce bylo během zkoumání nalezeno druhů vířníků a nejméně druhů buchaneček. U práce Kreidlové bylo výhodou to, že měla k dispozici materiály a podklady, které se stejnou problematikou, množstvím zooplanktonu v těchto nádržích a v nádržích v blízkém okolí, již zabývaly. Rody vířníků, které se objevily jak v mojí práci, tak v práci Kreidlové jsou například rody *Asplanchna*, *Colurella*, *Keratella*, *Lecane*, *Lepadella*, *Polyarthra*, *Synchaeta* a *Trichocerca*. V obou pracích se shodoval pouze jeden konkrétní druh perlooček a to druh *Bosmina coregoni*. Společně se nám neshodoval žádný druh ani rod klanonožců.

Dále bych chtěla porovnat své výsledky s výsledky bakalářské práce Veroniky Kreidlové, jejíž téma znělo „Sezónní dynamika zooplanktonu rybníka Vydymáček u Plzně“. V této práci jsou zkoumány jednotlivé skupiny organismů nacházející se v uvedeném rybníku. Největší zastoupení zde také měli vířníci s 39 taxony, druhým v počtu zastoupení byly perloočky se 6 taxony a poslední klanonožci s 5 taxony. Mnou zkoumané taxony perlooček se s taxony Kreidlové neshodují. Z klanonožců se shodujeme pouze druhem *Macrocyclus*. Stejně jako v Příšovických Písečácích, tak i v rybníku Vydymáček bylo nejvíce pozorováno taxonů vířníků. Shodovaly se rody *Anuraeopsis*, *Polyarthra*, *Lepadella*, *Trichocera*, *Synchaeta*, *Kertella*. Ve výsledcích bylo uvedeno, že na růstu druhové diverzity měli největší podíl právě vířníci, kdy se jejich počet během dvou měsíců, od července do září, zčtyřnásobil. Ve svém zkoumání jsem toto nepozorovala. Početnost vířníků v Malém Písečáku z června do srpna sice vzrostla více než třikrát, avšak do září klesla na polovinu a znovu už nevzrostla. Ve Velkém Písečáku tomu bylo obdobně. Od července do srpna početnost vzrostla třikrát, ale do září klesla až na jednu šestinu srpnového počtu. Také pozorovala výskyt jednotlivých druhů podle vlivu měnící se hodnoty pH. Závěrem bylo řečeno, že pouze vířníci byly hodnotou pH,

vodivosti a množstvím rozpuštěného kyslíku ovlivněny. Na perloočky neměl žádný z testovaných faktorů prokazatelný vliv. Ve Velkém Písečku by se dalo říci, že pH vliv na početnost vířníků mělo, avšak množství rozpuštěného kyslíku nikoliv. V Malém Písečku nelze podle nasbíraných dat usoudit, že hodnota pH a množství kyslíku rozpuštěného ve vodě početnost organismů ovlivnilo (Graf 23, 24).

7 Závěr

Z výsledků je viditelné, že nejčastěji a s největší početností se vyskytující taxony v mnou zkoumaných jezerech byly *Keratella cochlearis*, *Anuraeopsis fissa*, *Polyarthra dolichoptera*, *Asplanchna*, *Bosmina coregoni*, *Macrocyclops distinctus* a *Vorticella sp.*

Poznala jsem druhovou diverzitu jednotlivých jezer s ohledem na roční dobu. Mohla jsem si vyzkoušet jednotlivé metody, kterými se voda odebírá, zkoumá a zpracovává. Porovнала jsem své výsledky s výsledky sdružené práce kolegyně Coufalové. Nejvíce mě na práci zaujala praktická část, konkrétně samotné odběry, kdy jsem si mohla vyzkoušet práci s různými pomůckami a přístroji.

V práci jsem se chtěla primárně zaměřit na organismy patřící k zooplanktonu ve zkoumaných lokalitách a poznat způsob jejich života. Mým cílem bylo si přiblížit, poznat a pochopit způsob života organismů, pouhým okem nepozorovatelných, o jejich existenci mnoho lidí ani neví. Mohla jsem lépe pochopit způsob jejich života, také pohyb a alespoň nějak uchopit jejich funkce a „chování“. Viděla jsem, jak se například vířníci vířivě pohybují, přijímají potravu, a jak loví. V některých případech bylo určování naživo jednodušší nežli určování až ve fixovaném vzorku, jelikož některé druhy se při fixaci smrskly a vytvořily pouze kulovité tvary, mohla jsem si naživo prohlédnout, jak vypadají a poté se mi i snadněji určovaly.

Zdroje

Knižní zdroje

1. BARTOŠ, Emanuel, 1959. *Fauna ČSR: Vírníci - Rotatoria*. Praha: Československá Akademie Věd.
2. BIELAŇSKA-GRAJNER, Irena, Jolanta EJSMONT-KARABIN a Stanislav RADWAN, 2015. *Rotifers: Rotifera, Monogononta*. Kraków: Łódź University Press. ISBN 978-83-233-4086-7.
3. BLEDZKI, Leszek a Jan Igor RYBAK, 2016. *Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe Cladocera and Copepoda (Calanoida, Cyclopoida): Key to species identification*. Springer Verlag. ISBN 978-3-319-29870-2.
4. DODDS, Walter, 2019. *Freshwater Ecology*. Nizozemsko: Elsevier Books. ISBN 0128132558.
5. HUDEC, Igor, 2010. *Fauna Slovenska III*. Bratislava: Slovenská akademie vied. ISBN 978-80-224-1141-7.
6. KREIDLOVÁ, Veronika, 2017. *Vírníci nádrží Jizerských hor v období acidifikace a zotavování z acidifikace*. Plzeň. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Mgr. Jiří Kout, Ph.D.
7. KUBÁČKOVÁ, Vendula a Michaela VALOVÁ, 2009. Perloočky a lasturnatky Heřmanického rybníka aneb náhled do slaných vod ostravsko-karvinského regionu. *Živa*. (3/2009), 122-123.
8. LELLÁK, Jan a Alfred SCHUBERT, 1973. *Život ve sladkých vodách*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. ISBN 14-394-73.
9. LELLÁK, Jan a František KUBÍČEK, 1991. *Hydrobiologie*. Praha: Karolinum. ISBN 80-7066-530-0.
10. PILÁTOVÁ, Jana, 2021. *Mořský plankton, jak ho neznáte*. *Živa*. (3/2021), 92-93.
11. POGOZHEV, P. I. a T. N. GARASIMOVA, 2011. *The role of zooplankton in the regulation of phytoplankton biomass growth and water transparency in water bodies polluted by nutrients*. Web of Science. **38**(3), 400-408.

12. PŘIKRYL, I., 2018. *KLÍČE STŘEDOEVROPSKÝCH Cyclopidae*.
13. SOMMER, Ulrich et al. 1986. *PEG-model of Seasonal Succession of Planktonic Events in Fresh Waters*. Archives of Hydrobiology. 106(4): 433-471.
14. ŠRÁMEK-HUŠEK, Rudolf, Milan STRAŠKRABA a Ján BRTEK, 1962. *Fauna ČSSR: Lupenonožci - Branchiopoda*. Praha: Československá Akademie Věd.

Internetové zdroje

1. *Demonstrační vodní nádrž: Zooplankton* [online], 2021. [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://www.fzp.czu.cz/cs/r-6895-katedry-a-soucasti/r-7297-laboratore/r-12606-demonstracni-vodni-nadrz>
2. DOLAN, John. *Pioneers of plankton research: Victor Hensen*. *Journal of Plankton Research* [online], 2021. Oxford University Press. [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/plankt/article/43/4/507/6318684>
3. DURČÁK, Tomáš. *Nálevníci*. *Biologie* [online], 2010. [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: https://ostrava.educanet.cz/www/biologie/index25b325b3.html?option=com_content&view=article&id=99&Itemid=99
4. HANZL, Petr. *Informace o obci. Příšovice: Oficiální stránky obce* [online], 2019. [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://www.prisovice.cz/obec/zakladni-informace/>
5. *Indicators: Zooplankton*. *Environmental Protection Agency* [online], 2021. United States [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/national-aquatic-resource-surveys/indicators-zooplankton>
6. *Plankton*. *Wikipedie* [online], 2022. [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Plankton>
7. ÚSES. *Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky* [online], 2022. [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://www.ochranaprirody.cz/obecna-ochrana-prirody-a-krajiny/uses/>

8. Velký a Malý Písečák. *Wikipedie* [online], 2020. [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Velk%C3%BD_a_Mal%C3%BD_P%C3%ADse%C4%8D%C3%A1k&oldid=18879800
9. VOJTĚCHOVSKÁ, Michaela. Vodní nádrže: Teplotní stratifikace nádrže. *Zeměpisec.cz* [online], 2022. [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://zemepisec.cz/hydrologie/vodni-nadrze/>
10. Vorticella. *Microscope master* [online], 2021. [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: <https://www.microscopemaster.com/vorticella.html>

Přílohy

Tabulkové přílohy

Počet jedinců v 1 l		
Odběr 12. 5. 2021	Malý Písečák	Velký Písečák
<i>Asplanchna herrickii</i>	0	32
<i>Bosmina coregoni</i>	6	19
<i>Colurella adriatica</i>	0	1
<i>Keratella quadrata</i>	1	3
<i>kopepodit buchanky</i>	17	1
<i>larva pakomára</i>	0	1
<i>Nauplius</i>	4	19
<i>Synchaeta pectinata</i>	2	0

Tabulka 1: Odběr 12. 5. 2021

Počet jedinců v 1 l		
Odběr 11. 6. 2021	Malý Písečák	Velký Písečák
<i>Anuraeopsis fissa</i>	556	41
<i>Asplanchna girodi</i>	3	0
<i>Asplanchna herrickii</i>	63	20
<i>Bosmina coregoni</i>	31	27
<i>Colurella adriatica</i>	103	119
<i>Keratella cochlearis</i>	691	66
<i>kopepodit buchanky</i>	19	53
<i>Lepadella ovalis</i>	0	50
<i>Lepadella quadricarinata</i>	0	22
<i>Nauplius</i>	9	167
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	209	31
<i>Synchaeta pectinata</i>	19	0
<i>Trepka velká</i>	9	0

Tabulka 2: Odběr 11. 6. 2021

Počet jedinců v 1 l		
Odběr 7. 7. 2021	Malý Písečák	Velký Písečák
<i>Anuraeopsis fissa</i>	284	716
<i>Asplanchna herrickii</i>	91	10
<i>Bosmina coregoni</i>	509	15
<i>Bunops serricaudata</i>	3	0
<i>Colurella adriatica</i>	31	6000
<i>Keratella cochlearis</i>	6	34

<i>kopepodit buchanky</i>	6	2
<i>Lecane nana</i>	9	0
<i>Lepadella ovalis</i>	3	4
<i>Leptodora kindtii</i>	6	2
<i>Macrocylops distinctus</i>	3	19
<i>Nauplius</i>	50	98
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	1409	53
<i>Vorticella</i>	34	0

Tabulka 3: Odběr 7. 7. 2021

Počet jedinců v 1 l		
Odběr 16. 8. 2021	Malý Písečák	Velký Písečák
<i>Anuraeopsis fissa</i>	808	15050
<i>Asplanchna herrickii</i>	24	0
<i>Bosmina coregoni</i>	80	0
<i>Bunops serricaudata</i>	16	0
<i>Keratella cochlearis</i>	376	250
<i>Lepadella ovalis</i>	16	17
<i>Leptodora kindtii</i>	72	0
<i>Macrocylops bicolor</i>	88	700
<i>Nauplius</i>	256	800
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	3920	2053
<i>Synchaeta pectinata</i>	8	0
<i>Trichocerca dixon-nuttalli</i>	1176	1000
<i>Vorticella</i>	1896	117

Tabulka 4: Odběr 16. 8. 2021

Počet jedinců v 1 l		
Odběr 29. 9. 2021	Malý Písečák	Velký Písečák
<i>Anuraeopsis fissa</i>	983	1629
<i>Bosmina coregoni</i>	46	0
<i>Keratella cochlearis</i>	0	46
<i>kopepodit buchanky</i>	46	23
<i>Lepadella ovalis</i>	6	0
<i>Leptodora kindtii</i>	6	0
<i>Nauplius</i>	74	91
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	86	0
<i>Synchaeta (SP)</i>	1794	1023
<i>Trichocerca dixon-nuttalli</i>	171	509

Tabulka 5: Odběr 29. 9. 2021

Počet jedinců v 1 l		
Odběr 4. 11. 2021	Malý Písečák	Velký Písečák
<i>Anuraeopsis fissa</i>	218	83
<i>Bosmina coregoni</i>	3	3
<i>Keratella cochlearis</i>	80	308
<i>kopepodit buchanky</i>	48	20
<i>Lecane cornuta</i>	0	13
<i>Macrocylops distinctus</i>	0	10
<i>Nauplius</i>	73	3
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	18	0
<i>Synchaeta pectinata</i>	210	38
<i>Synchaeta (SP)</i>	200	18
<i>Trichocerca dixon-nuttalli</i>	23	205

Tabulka 6: Odběr 4. 11. 2021

16. 8. 2021		Malý Písečák	Velký Písečák
mg/l	meze stanovitelnosti	1	2
chlorid	< 0,5	32,2	37
fluorid	< 0,5	< 0,5	< 0,5
dusičnan	< 2	< 2	< 2
dusitan	< 0,05	< 0,05	< 0,05
síran	< 0,5	28,3	50,7
foforečnan	< 0,05	< 0,05	< 0,05
TOC	< 1	9,55	17,3
Fe	< 0,02	0,22	0,09
Mg	< 0,10	7,56	8,29
Ca	< 0,10	45,2	36,5
Na	< 5	12,8	12,3
Mn	< 0,005	0,081	0,031
Al	< 0,02	0,03	0,05
P	< 0,05	0,04	0,04
K	< 0,10	3,05	3,31

Tabulka 7: Chemický rozbor vody ze dne 16. 8. 2021

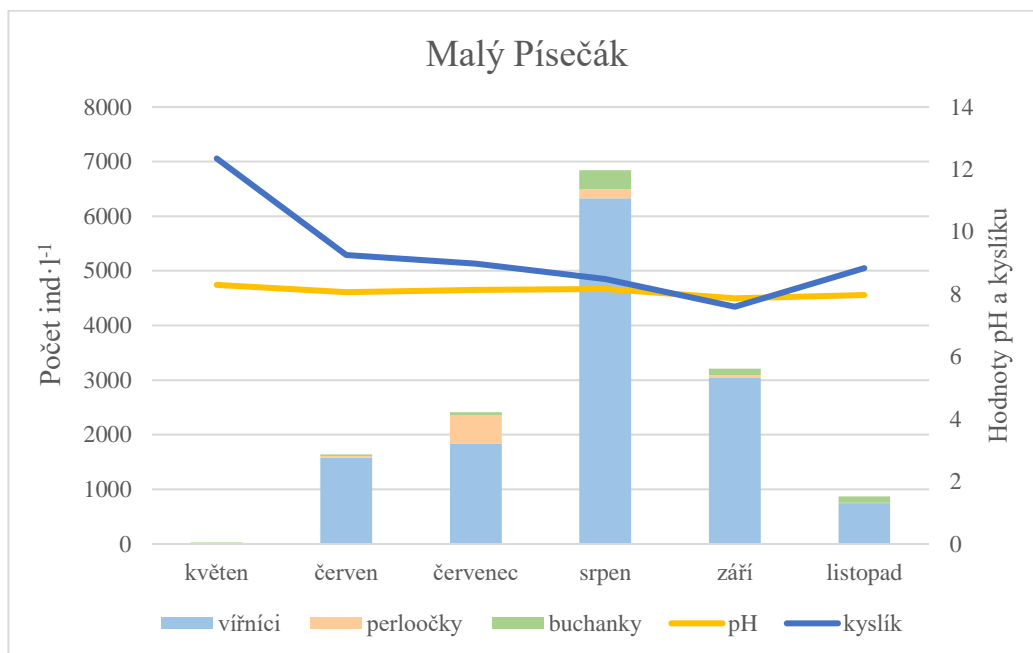
29. 9. 2021		Malý Písečák	Velký Písečák
mg/l	meze stanovitelnosti	1	2
chlorid	< 0,5	33,7	36,6
fluorid	< 0,5	0,13	0,14
dusičnan	< 2	< 2	< 2
dusitan	< 0,05	< 0,05	< 0,05
síran	< 0,5	33,6	48,9
foforečnan	< 0,05	< 0,05	< 0,05
TOC	< 1	9,1	15,8
Fe	< 0,02	0,239	0,25
Mg	< 0,10	7,487	8,331
Ca	< 0,10	46,262	34,613
Na	< 5	11,918	11,989
Mn	< 0,005	0,15	0,123
Al	< 0,02	0,069	0,243
P	< 0,05	0,061	0,07
K	< 0,10	2,903	3,26

Tabulka 8: Chemický rozbor vody ze dne 29. 9. 2021

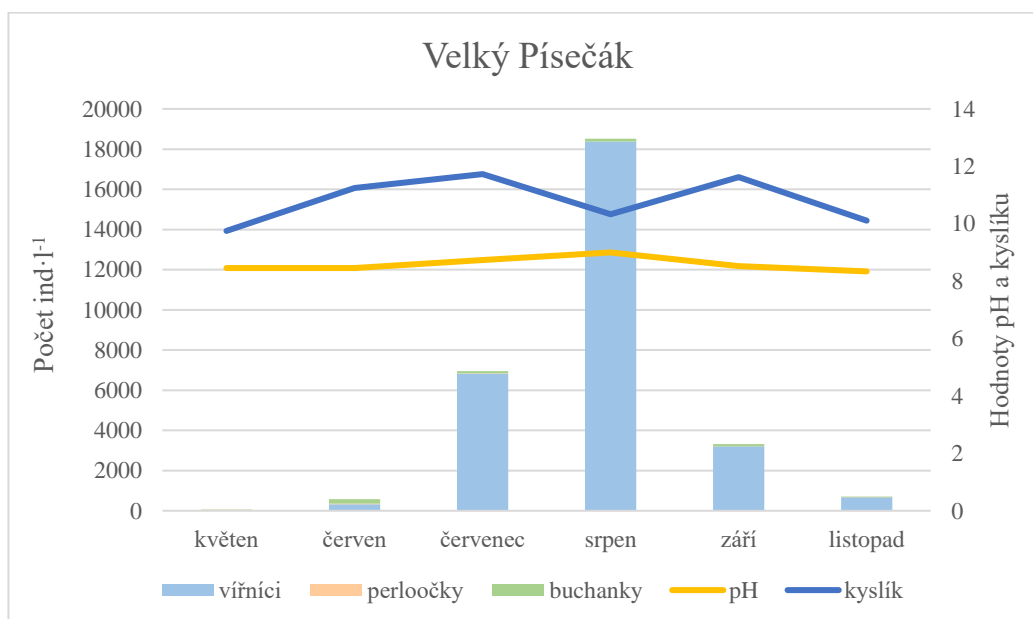
08. 11. 2021		Malý Písečák	Velký Písečák
mg/l	meze stanovitelnosti	1	2
chlorid	< 0,5	27,7	31,8
fluorid	< 0,5	< 0,5	< 0,5
dusičnan	< 2	< 2	< 2
dusitan	< 0,05	< 0,05	< 0,05
síran	< 0,5	42,5	54,5
foforečnan	< 0,05	< 0,05	< 0,05
TOC	< 1	8,6	16
Fe	< 0,02	0,18	0,14
Mg	< 0,10	7,02	7,4
Ca	< 0,10	50,1	42
Na	< 5	11,7	11
Mn	< 0,005	0,096	0,103
Al	< 0,02	0,03	0,04
P	< 0,05	0,05	0,06
K	< 0,10	2,73	3,03

Tabulka 9: Chemický rozbor vody ze dne 8. 11. 2021

Grafy



Graf 23: Počty jednotlivých skupin organismů v závislosti na pH a množství kyslíku rozpuštěného ve vodě



Graf 24: Počty jednotlivých skupin organismů v závislosti na pH a množství kyslíku rozpuštěného ve vodě

Protokoly z odběrů

1. odběr

Datum: 12. 5. 2021
Čas: 8:30
Místo: Malý Písečák
Souřadnice: 50.566622 N, 15.084295 E
Průhlednost vody: 55 cm
Množství kyslíku ve vodě: 12,35 mg/l
pH vody: 8,3
Teplota vody: 18,6 °C
Vodivost: 436 μS/cm
Teplota vzduchu: 17°C

Datum: 12. 5. 2021
Čas: 9:10
Místo: Velký Písečák
Souřadnice: 50.566379 N, 15.086187 E
Průhlednost vody: 70 cm
Množství kyslíku ve vodě: 9,75 mg/l
pH vody: 8,46
Teplota vody: 19 °C
Vodivost: 499 μS/cm
Teplota vzduchu: 17°C

2. odběr

Datum: 11. 6. 2021
Čas: 8:15
Místo: Malý Písečák
Souřadnice: 50.566622 N, 15.084295 E
Průhlednost vody: 50 cm
Množství kyslíku ve vodě: 9,26 mg/l
pH vody: 8,07
Teplota vody: 23,2 °C
Vodivost: 415 μS/cm
Teplota vzduchu: 15°C

Datum: 11. 6. 2021
Čas: 9:00
Místo: Velký Písečák
Souřadnice: 50.566379 N, 15.086187 E
Průhlednost vody: 32 cm
Množství kyslíku ve vodě: 11,24 mg/l
pH vody: 8,46
Teplota vody: 23,70 °C
Vodivost: 438 μS/cm
Teplota vzduchu: 15

3. odběr

Datum: 7. 7. 2021
Čas: 8:45
Místo: Malý Písečák
Souřadnice: 50.566622 N, 15.084295 E
Průhlednost vody: 39 cm
Množství kyslíku ve vodě: 8,98 mg/l
pH vody: 8,14
Teplota vody: 23,1 °C
Vodivost: 414 μS/cm
Teplota vzduchu: 19°C

Datum: 7. 7. 2021
Čas: 9:10
Místo: Velký Písečák
Souřadnice: 50.566379 N, 15.086187 E
Průhlednost vody: 29 cm
Množství kyslíku ve vodě: 11,73 mg/l
pH vody: 8,74
Teplota vody: 23,80 °C
Vodivost: 398 μS/cm
Teplota vzduchu: 19°C

4. odběr

Datum: 16. 8. 2021
Čas: 8:45
Místo: Malý Písečák
Souřadnice: 50.566622 N, 15.084295 E
Průhlednost vody: 50 cm
Množství kyslíku ve vodě: 8,49 mg/l
pH vody: 8,17
Teplota vody: 24,5 °C
Vodivost: 398 μS/cm
Teplota vzduchu: 23°C

Datum: 16. 8. 2021
Čas: 9:10
Místo: Velký Písečák
Souřadnice: 50.566379 N, 15.086187 E
Průhlednost vody: 52 cm
Množství kyslíku ve vodě: 10,33 mg/l
pH vody: 9,00
Teplota vody: 25,0 °C
Vodivost: 382 μS/cm
Teplota vzduchu: 24°C

5. odběr

Datum: 29. 9. 2021
Čas: 7:50
Místo: Malý Písečák
Souřadnice: 50.566622 N, 15.084295 E
Průhlednost vody: 50 cm
Množství kyslíku ve vodě: 7,6 mg/l
pH vody: 7,87
Teplota vody: 16,8 °C
Vodivost: 433 μS/cm
Teplota vzduchu: 14°C

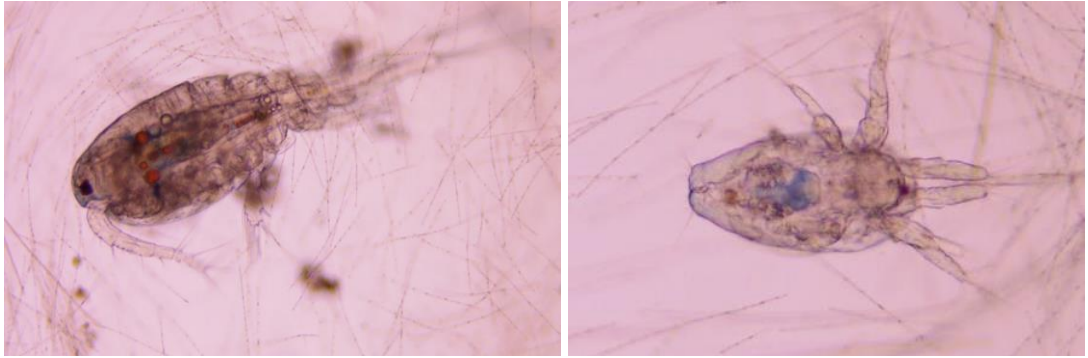
Datum: 29. 9. 2021
Čas: 8:10
Místo: Velký Písečák
Souřadnice: 50.566379 N, 15.086187 E
Průhlednost vody: 30 cm
Množství kyslíku ve vodě: 11,62 mg/l
pH vody: 8,52
Teplota vody: 16,6 °C
Vodivost: 372 μS/cm
Teplota vzduchu: 14°C

6. odběr

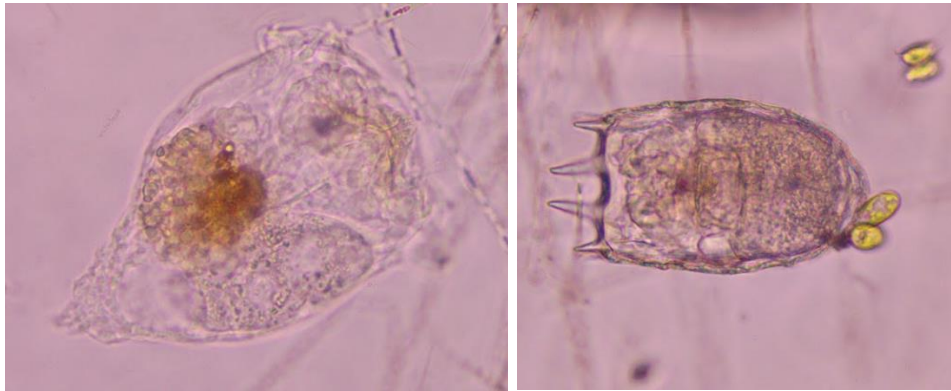
Datum: 4. 11. 2021
Čas: 8:15
Místo: Malý Písečák
Souřadnice: 50.566622 N, 15.084295 E
Průhlednost vody: 60 cm
Množství kyslíku ve vodě: 8,84 mg/l
pH vody: 7,97
Teplota vody: 9,6 °C
Vodivost: 437 μS/cm
Teplota vzduchu: 9°C

Datum: 4. 11. 2021
Čas: 8:40
Místo: Velký Písečák
Souřadnice: 50.566379 N, 15.086187 E
Průhlednost vody: 48 cm
Množství kyslíku ve vodě: 10,11 mg/l
pH vody: 8,34
Teplota vody: 9,4 °C
Vodivost: 389 μS/cm
Teplota vzduchu: 9°C

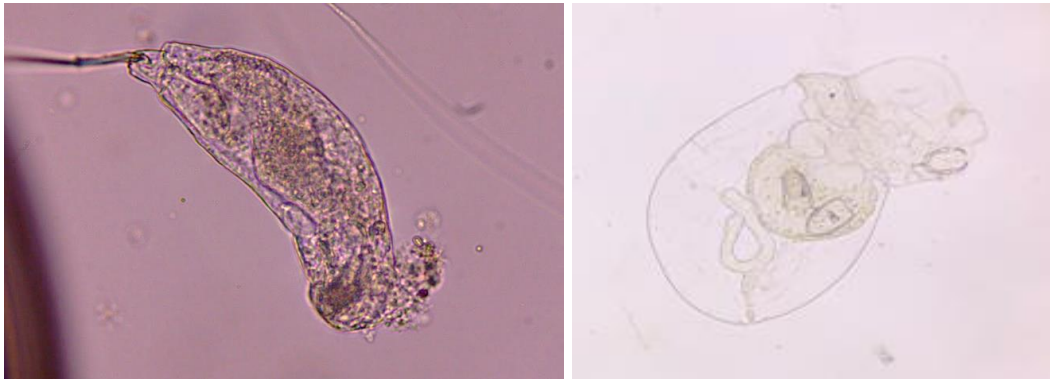
Obrázkové přílohy



Obrázek 9: *Macrocyclus distinctus* (vlevo), nauplius (vpravo)



Obrázek 10: *Synchaeta* sp. (vlevo), *Keratella cochlearis* (vpravo)



Obrázek 11: *Trichocerca dixon-nuttalli* (vlevo), *Asplanchna girodi* (vpravo)