

Univerzita Karlova

Pedagogická fakulta

Katedra biologie a environmentálních studií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Mapování složení a změn společenstva vodních bezobratlých v průběhu
zimního období ve vodní nádrži v Bonkovicích (Benešovsko)**

*Mapping the Composition and Changes in the Aquatic Invertebrate Community
during Winter Period in the Water Reservoir in Bonkovice (Benešov Region)*

Autorka práce: Klára Kotmelová

Vedoucí práce: Mgr. Dagmar Říhová, Ph.D.

Studijní program: Specializace v pedagogice (B7507)

Studijní obor: B BI-CH (7507R045, 7504R009)

2024

Odevzdáním této bakalářské práce na téma *Mapování složení a změn společenstva vodních bezobratlých v průběhu zimního období ve vodní nádrži v Bonkovicích (Benešovsko)* potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 15.04.2024

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí své bakalářské práce doktorce Dagmar Říhové za trpělivost, s jakou mi pomáhala dovést práci k cíli, za její čas a cenné rady.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá mapováním bezobratlých soukromé vodní nádrže v obci Bonkovice na Benešovsku. Zjišťuje vliv ročního období na výskyt jednotlivých druhů a zodpovídá otázku, zda je i v průběhu chladné části sezóny možné nalovit vodní bezobratlé.

Lov byl prováděn vrhací planktonní sítí, odběrem vody zavařovací sklenicí, sítím (o průměru 8 cm a velikosti ok cca 0,5 mm) a pinzetou. V rámci práce bylo provedeno 5 odběrů, během kterých bylo získáno 13 taxonů vodních bezobratlých: beruška vodní (*Asellus aquaticus*), buchanka obecná (*Cyclops strenuus*), hrotnatka rodu *Daphnia*, chrostík (Trichoptera), lasturnatka (*Cypridopsis*), ploštěnka černá (*Polycelis nigra*), splešťule blátivá (*Nepa cinerea*), uchatka nadmutá (*Radix auricularia*), vířník rodu *Brachionus*, vodule *Unionicola crassipes*, mechovka *Plumatella fungosa*, čockovec obecný (*Chydorus sphaericus*) a chobotnatka (Hirudinea). Nejčastěji byly zastiženy tyto taxony: buchanka obecná (*Cyclops strenuus*), vodule *Unionicola crassipes*, hrotnatka rodu *Daphnia* a beruška vodní (*Asellus aquaticus*).

Výsledky práce jednoznačně ukazují, že vodní bezobratlé je možné pro potřeby výuky nalovit i za chladných podmínek středoevropské zimy.

Klíčová slova

Rybník, lov, vrhací planktonní síť, buchanka obecná (*Cyclops strenuus*), vodule *Unionicola crassipes*, hrotnatka rodu *Daphnia*.

Abstract

This bachelor's thesis deals with the mapping of the invertebrates of a private water reservoir in the village of Bonkovice in the Benešov region. It examines the influence of a season on the occurrence of individual species and answers the question at whether it is possible to catch aquatic invertebrates even during the cold season.

The sampling was conducted using with a plankton cast net, water collection with a jar, a sieve (8 cm diameter and mesh size about 0.5 mm) and tweezers. The research included 5 samplings, during which 13 taxa of aquatic invertebrates were collected: *Asellus aquaticus*, *Cyclops strenuus*, *Daphnia*, Trichoptera, *Cypridopsis*, *Polycelis nigra*, *Nepa cinerea*, *Radix auricularia*, *Brachionus*, *Unionicola crassipes*, *Plumatella fungosa*, *Chydorus sphaericus* and Hirudinea. The following taxa were most frequently observed: *Cyclops strenuus*, *Unionicola crassipes*, *Daphnia* and *Asellus aquaticus*.

The results of the work clearly show that aquatic invertebrates can be captured for educational purposes even in the cold conditions of Central European winters.

Keywords

Pond, sampling, plankton cast net, *Cyclops strenuus*, *Unionicola crassipes*, *Daphnia*.

Obsah

| | |
|--|----|
| Úvod | 8 |
| 1. Cíle práce | 9 |
| 2. Obecné seznámení s rybníky | 10 |
| 2.1. Stavba..... | 10 |
| 2.2. Rybníční fauna a flora | 12 |
| 2.3. Využití rybníků | 12 |
| 3. Rybník v obci Bonkovice | 14 |
| 3.1. Rybník..... | 14 |
| 3.2. Vývoj podoby do současnosti | 15 |
| 4. Popis metod lovu a práce se vzorky | 19 |
| 4.1. Metody lovu | 19 |
| 4.2. Provedení terénních odběrů | 22 |
| 4.3. Základy mikroskopování, postup pozorování bezobratlých živočichů..... | 23 |
| 4.4. Práce s určovacími klíči | 24 |
| 4.5. Metodika stanovování početnosti zjištěných taxonů | 26 |
| 5. Celkový seznam živočichů zachycených ve zkoumaném rybníku a popis jednotlivých skupin | 27 |
| 5.1. Kmen ploštěnci (Platyhelminthes) | 30 |
| 5.2. Kmen vířníci (Rotatoria) | 31 |

| | | |
|--------|---|----|
| 5.3. | Kmen kroužkovci (Annelida) | 32 |
| 5.4. | Kmen měkkýši (Mollusca) | 33 |
| 5.5. | Kmen členovci (Arthropoda) | 33 |
| 5.6. | Kmen mechovky (Bryozoa) | 42 |
| 6. | Seznam a fotografie nalezených řas..... | 44 |
| 6.1. | Sinice (Cyanobakteria) | 45 |
| 6.2. | Hnědé řasy (Ochrophyta)..... | 45 |
| 6.3. | Zelené řasy (Chlorophyta)..... | 46 |
| 7. | Výsledky a diskuze..... | 51 |
| 7.1. | Komentovaný seznam jednotlivých odběrů | 51 |
| 7.1.1. | První odběr (2. října 2022) | 51 |
| 7.1.2. | Druhý odběr (17. října 2022)..... | 52 |
| 7.1.3. | Třetí odběr (30. října 2022) | 53 |
| 7.1.4. | Čtvrtý odběr (27. listopadu 2022)..... | 54 |
| 7.1.5. | Pátý odběr (26. února 2023) | 54 |
| 7.2. | Porovnání podmínek a výskytu bezobratlých v jednotlivých odběrech | 55 |
| 7.2.1. | Zhodnocení získané fauny a jednotlivých odběrů..... | 58 |
| 7.2.2. | Komentáře k vybraným zaznamenaným taxonům | 60 |
| 7.3. | Celkového zhodnocení zachycené fauny a splnění cílů práce | 63 |

| | |
|---|----|
| Závěr | 68 |
| Seznam použitých zdrojů..... | 69 |
| Přílohy..... | 1 |
| 1.1. Seznam nalezených a určených bezobratlých živočichů seřazených podle abecedy | 1 |

Úvod

Když si položíme otázku, „K čemu jsou rybníky dobré?“, téměř každý by na prvním místě odpověděl, že na chování ryb. To je logická odpověď, která vychází z názvu „rybník“. Nicméně rybníky mají v naší krajině i mnoho jiného využití. S rybníky také souvisí výskyt dalších živočichů, obratlovců i bezobratlých. Tato práce se zabývá právě výskytem bezobratlých v rybníce ve vesnici, kde autorka práce tráví volný čas. Jde o malou vodní nádrž umístěnou na kraji soukromé zahrady.

Sledování rybníční fauny má obecně mnoho významů. Přítomností, nebo naopak absencí jednotlivých organismů nebo skupin organismů můžeme zjistit, jak je voda v dané nádrži čistá. Výrazná změna ve výskytu bezobratlých nás může informovat o jiných důležitých změnách v rybníčním prostředí. Pokud víme, jak fungují vztahy mezi různými skupinami obývajících vodní nádrže, můžeme se i podle výskytu konkrétních bezobratlých například rozhodnout, jaké ryby by se daly v našem rybníce vysadit. Podle velikosti jednotlivých bezobratlých zase víme, jak moc je třeba ryby uměle přikrmit (Hartman 2012). V neposlední řadě, je prostě zajímavé sledovat a vědět, co se vyskytuje v naší bezprostřední blízkosti na místech, kde žijeme.

V rámci této práce bylo provedeno zimní mapování výskytu vodních bezobratlých v rybníce ve vesnici Bonkovice na Benešovsku v období od října roku 2022 do února roku 2023. Lov a určování bezobratlých probíhalo záměrně jednoduchým, v zásadě amatérským způsobem. Byla použita vrhací planktonní síť, sklenice, entomologická pinzeta a malé plastové sítko na kávu. Jedná se o běžně dostupné lovící náčiní. Určování probíhalo na školních mikroskopech a binolupách s pomocí volně dostupných klíčů k určování bezobratlých. Tento postup byl zvolen tak, aby nebyl časově ani organizačně náročný a aby ho zvládl každý začínající učitel biologie. Práce popisuje prostředí zkoumaného rybníka, skupiny nalezených bezobratlých, způsob pozorování a určování bezobratlých živočichů. Dále porovnává výsledky jednotlivých odlovů. V rámci výzkumu práce byly nafoceny fotografie, které jsou zařazeny k popisu jednotlivých zástupců. Autorka chce v práci zodpovědět otázku, zdali je možné (nejen do výuky biologie) jednoduše sehnat živé bezobratlé organismy i za extrémních zimních podmínek.

1. Cíle práce

Cíle předkládané bakalářské práce jsou následující:

1. Zmapovat bezobratlé vodní nádrže v obci Bonkovice na Benešovsku v zimním období.
2. Popsat změny bezobratlého společenstva v průběhu zimního období.
3. Ověřit, zda je možné vodní bezobratlé úspěšně získat mimo „tradiční“ lovnou sezónu.
4. Ověřit možnost využití jednoduchých technik lovu (kávové sítko, odběr zavařovací sklenicí, odběr pinzetou).

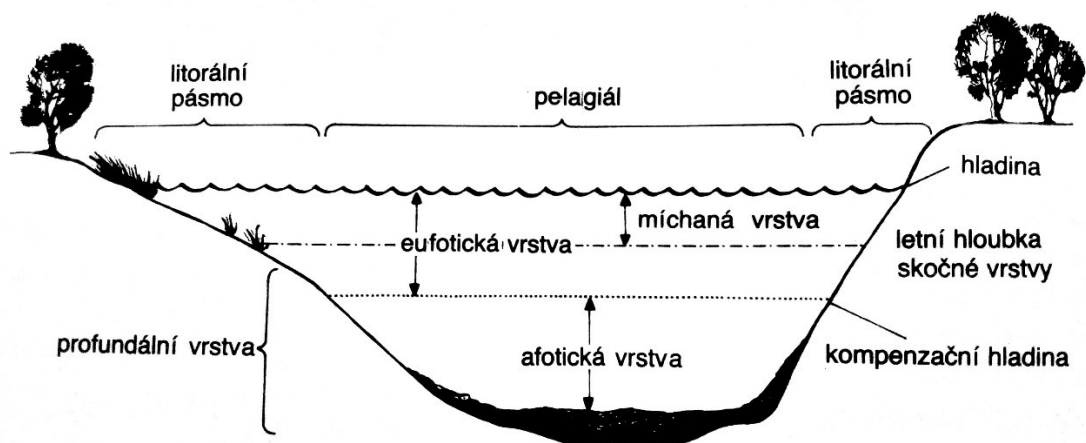
2. Obecné seznámení s rybníky

„*Rybník je vypustitelná umělá nádrž sloužící k chovu ryb*“ (Hanel 2001). Rybníky můžeme dělit například dle Hanela (2001) podle způsobu získání vody na: rybníky nebeské, které získávají vodu ze srážek, rybníky pramenité, které jsou napájeny pramenem, rybníky průtočné, skrze které protéká potok, nebo řeka a rybníky náhonové, které vodu získávají také z řek či potoků, ale do kterých je přiváděna náhonem.

Další dělení popisuje Hanel (2001) podle využití (komorové a výtažníky), podle teploty vody (teplovodní a studenovodní), podle krmení a hnojení chovaných ryb (extenzivní, polointenzifikační a intenzifikační) a podle počtu druhů ryb (jednodruhové a vícedruhové).

2.1. Stavba

Samotný rybník můžeme rozdělit fyziograficky na oblast volné vody, kterou nazýváme pelagiál a na oblast dna, která se nazývá bentál. Organismy pelagiálu mohou migrovat mezi dnem a volnou vodou, zatímco organismy bentálu z pravidla sedí pevně na dně. Obě oblasti můžeme dále dělit podle světelného gradientu. V horní části pelagiálu, která je silně prosvícená sluncem (epipelagiál), převládá fotosyntetická produkce. Ve spodnějších vrstvách (batypelagiál) převládá rozklad organické hmoty a dýchání všech organismů. Na hranici těchto dvou vrstev se nachází tzv. kompenzační hladina. Podobné rozdělení má i bentál. K epipelagiálu bychom mohli přirovnat litorál, který je u břehu a skrz nízkou hladinu vody je silně prosvětlen. K batypelagiálu můžeme přiřadit pásmo dna – profundál. Většina rybníků (spolu s močály, starými říčními rameny a tůněmi) je příliš mělká, a nemá tak pravý profundál. V těchto případech se jedná vlastně o pokračování litorálu. Proto můžeme rybníky označit jako jezera bez profundálu (Lellák a Kubíček 1991). Část zmíněných vrstev vidíme na obrázku č. 1.



1. Schéma horizontálního a vertikálního členění vodní nádrže stratifikované teplotně a světelným klimatem (Lellák & Kubíček, 1991, str. 70).

Pelagiál

V pelagiálu nalezneme plankton (organismy, které se pasivně vznášejí ve vodním sloupci) a nekton (živočichové, kteří aktivně plují vodním sloupcem nebo omezeně plavou). Do sladkovodního planktonu patří organismy od bakterií, jednobuněčných řas a prvoků až po mnohobuněčné řasy a bezobratlé. Mezi časté bezobratlé sladkovodního planktonu řadíme vířníky (Rotatoria), klanonožce (Copepoda) a perloočky (Cladocera) (Lellák a Kubíček 1991).

Bentál

Zjednodušeně se jedná o dno rybníka vodního toku. Dělí se dále na litorál a profundál (Lellák a Kubíček 1991). Jak je psáno výše, většina rybníků nemá pravý profundál, ale jen prodloužení litorálu.

Lellák a Kubíček (1991) popisují litorál takto: „Příbřežní prosvětlená zóna bentálu je charakterizována velmi proměnlivými podmínkami prostředí s bohatým osídlením.“ Litorál se dále dělí na několik vrstev: epilitorál – horní vrstva, kterou přímo neovlivňuje voda nádrže, supralitorál – vrstva, která je omývána vodou jen při vlnobití, eulitorál – pod stálou hladinou,

ale neustále v pohybu, dno je pořád obnovováno, infralitorál – vrstva porostlá makrovegetací a litoriprofundál – hranice mezi litorálem a profundálem (Lellák a Kubíček 1991).

Eulitorál je svými podmínkami podobný tekoucím vodám. Žijí zde organismy, které jsou přichyceny na kameny a rostliny u dna (Lellák a Kubíček 1991). Příkladem by mohly být larvy chrostíků. Infralitorál bývá domovem například rákosu obecného (*Phragmites communis*), leknínů (*Nymphaea* sp.), stulík žlutého (*Nuphar luteum*) atd. (Lellák a Kubíček 1991).

2.2. Rybníční fauna a flora

Ve výše popsaných vrstvách a oblastech rybníků žijí různé živočichové. Podle místa a způsobu života se dělí do několika skupin. Obecně v pelagiálu žije drobný plankton, který se zde vznáší, nebo plave (bezobratlí), a větší nekton, který se aktivně pohybuje (např. ryby). V části nazvané bentál žije více druhů, které jsou schopné žít na pevném podkladu u dna. Této skupině se říká bentos. U hladiny žijí organismy, které se čas od času potřebují nadechnout vzdušného kyslíku a řadí se do tzv. neustonů. Na hladině žijí organismy nazývané pleuston (Lellák 1985). Obecně žijí organismy v těchto vrstvách, nicméně podle různých vnějších faktorů jako je teplota, světlo, výskyt potravních organismů atd. vykonávají různé migrace. Příkladem může být migrace, při které zooplankton ráno klesá ke dnu (podle druhů různě hluboko) a k večeru stoupá k hladině. Tato migrace je popsána jako fotoperiodický jev (závisí na průhlednosti vody) (Lellák 1985). Další migrace mohou být způsobené přesunem vody v nádrži. Černý a Petrušek (2022) popisují minimálně dvakrát ročně se opakující úplné promíchání vody ve vodních nádržích. Díky různým mechanismům se tak mohou malé organismy žijící v hlubších vrstvách dostat k hladině a naopak ty, které žijí blíže k hladině, klesnou na chvíli blíže ke dnu.

2.3. Využití rybníků

Rybníky mají v naší krajině mnoho funkcí. Například u nás v 3. a 4. století našeho letopočtu, byly první nádrže zakládány kvůli velké spotřebě vody na rýžování a plavení rud (Hule 2012b). Dále samozřejmě vznikaly rybníky, ve kterých byly chovány ryby. Snad k největší výstavbě celých soustav rybníků dochází na našem území mezi 15. a 16. stoletím. Naopak na přelomu

18. a 19. století byly rybníky znovu ničeny, aby vznikla plocha pro výsev obilí a řepy (Hule 2012b).

Již za Karla IV. byly rybníky zřizované nejen za účelem chovu ryb, ale i pro vodohospodářské účely. Již tenkrát se vědělo, že rybníky zadržují vodu v okolní půdě, že se z nich vypařuje voda, která se tak vrací do atmosféry, že chrání okolí před povodněmi a že je možné je využít pro výrobu energie (Hule 2012a).

Podle údajů z knihy *Naše rybářství* (Šilhavý a kol. 2012) máme v Čechách a na Moravě celkem 24 000 rybníků, které mají za normálních okolností objem asi 456 mil. m³. Objem vody, který jsou tyto vodní plochy schopné pojmout během povodní je 520 mil. m³ (Hule 2012a). Tímto tvoří rybníky velkou a někdy opomíjenou ochranu proti povodním.

Nezmíněná, ale velice důležitá funkce rybníků v krajině je dočišťování odpadních vod. Podle Pokorného (2012) dokáží rybníky odbourat i biogenní prvky, které v odpadních vodách zůstávají. Pokorný dále píše, že tyto prvky se transformují do rybího masa a s výlovem ryb jsou z koloběhu vody vyjmuty.

3. Rybník v obci Bonkovice

Zkoumaný rybník se nachází ve vesnici Bonkovice, patřící pod obec Střezimíř v okrese Benešov na těchto souřadnicích: 49.5282714N, 14.6008900E. Navazuje na střídavě udržovanou soukromou zahradu, vedle víkendové chaty. Přímo na jeho hrázi vede cesta, po které vede poměrně navštěvovaná vyhlídková trasa Střezimíř.

3.1. Rybník

Rybník má při troše představivosti eliptický tvar. Kratší rozměr je asi 25 m, delší 30 m. Rybník je po okrajích poměrně mělký (30-40 cm). V nejhlubší části ve středu rybníka za normálního stavu vody je vzdálenost mezi pevným dnem a hladinou asi 2,5 m. I uprostřed teplého léta bývá voda u dna citelně chladnější, je dost hluboký na to, aby se sluncem neohřála.

Ze západní strany zahrady, odkud přitéká do rybníka potok, je na dno rybníka nanášen písek. Zbytek dna je pokryt převážně bahnem, ve kterém žijí jak bezobratlí živočichové, tak různé ryby, například lín obecný (*Tinca tinca*). Pod bahnem, v nejhlubší části, se nachází dno tvořené bílým jílem.

Rybníkem, kde byly odebírány vzorky, protéká potok, který se jmenuje Bonkovický potok. Asi 45 m proti proudu potoka se nachází hasičská nádrž, kde se dříve také chovaly ryby a byly zde nasazovány i kachny divoké (*Anas platyrhynchos*). Dnes už se ale do nádrže nevysazuje nic. Je nepatrně větší než zkoumaný rybník a většinu roku je zarostlá okřehkem. Žije zde veliké množství žab, hlavně zelení a hnědí skokani.

Podle typologie dělení rybníků dle Hanela (2001) zkoumaný rybník patří mezi průtočný, extenzivní a vícedruhový rybník. Tato nádrž není primárně určena k chovu ryb, proto nelze říci, jestli se jedná o komorový rybník, nebo spíše výtažník. Teplota vody měřena dlouhodobě nebyla, nicméně z vlastních zkušeností může autorka uvést, že rybník je i během teplého léta citelně chladnější než všechny ostatní rybníky v okolí a méně zarůstá vodním květem. Pravděpodobně proto, že mu okolní porost poskytuje větší stín, a tak se i méně ohřívá.

3.2. Vývoj podoby do současnosti

Rybník je znovu obnovený přibližně dvanáct let. Před tím byla na jeho místě zarostlá bažinatá plocha po původním zaniklém rybníku. Od té doby byl několikrát znovu prohlubován; před pěti lety částečně a před deseti lety kompletně. V rybníku bylo v roce 2022 vysazeno zhruba 20 amurů, žádný ale nepřežil. Před třemi lety zde byli vysazeni okouni, bělice a líni; nejpočetnější rybí osádku představují okouni. Do rybníka byli vysazeni i kapři, ty však vylovila vydra. Stejný osud potkal i všechny čtyři štiky, které kdy rybník obývaly, a některé líny a okouny. Ryby nebyly nikdy krmeny ani příkrmovány.

Před rybníkem je menší průtočná nádrž, která slouží k jeho čištění. Úspěšně zachycuje většinu okřehku (*Lemna* sp.), který by jinak rybník zakryl a zabraňoval vstupu světla a kyslíku do vody. Na místě odtoku stojí dřevěný čep. Poslední přibližně tři roky se nestalo, že by rybník zarostl okřehkem. Je po celý rok na pohled čistý a průhledný. Pouze na jaře hladinu zakrývá povlak pylu a na podzim spadané listí.

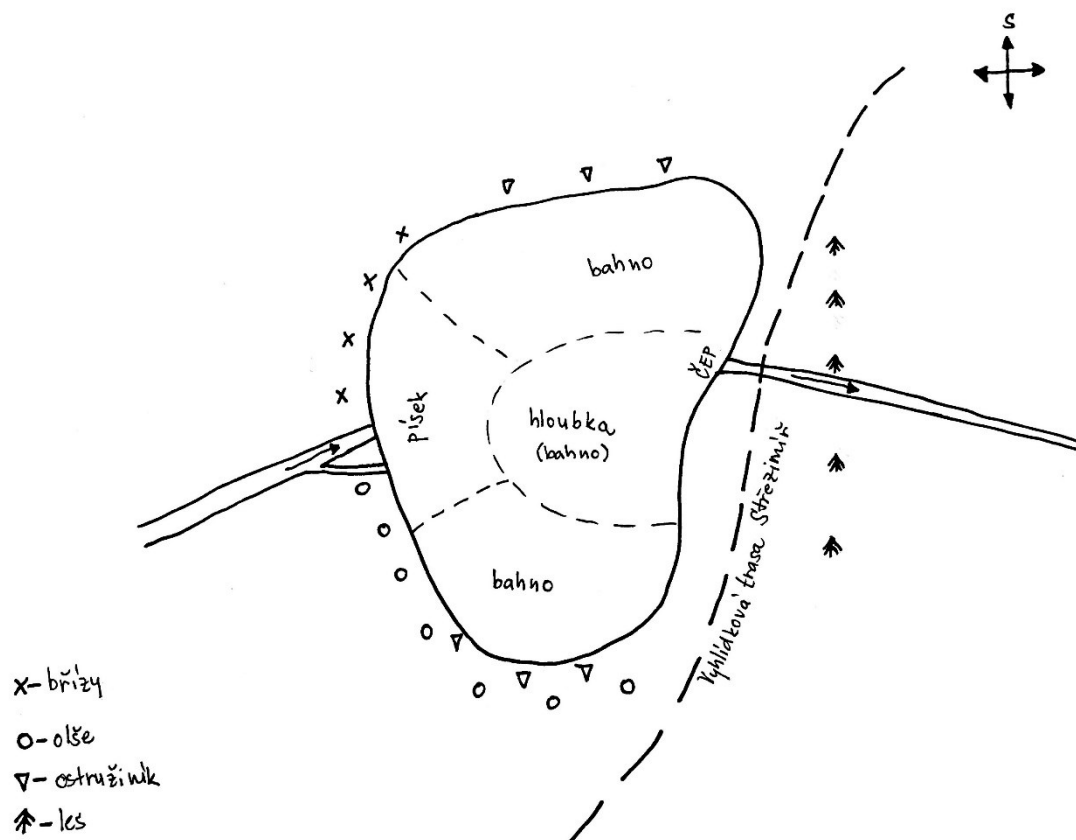
Není známo, zda je rybník chemicky znečišťován. Pokud ano, pravděpodobně nijak významně. Do potoka, který do něj ústí, nic závadného nevtéká; splašková kanalizace z blízkých domů, které jsou zhruba 50 m daleko, do něj neústí. Asi 100 m daleko od rybníka za chalupami na poli je několikrát do roka vypouštěna žumpa. Ale než by se voda a splašky dostaly teoreticky do rybníka, musely by být mnohonásobně přefiltrovány přes různé půdy a kořeny remízků a švestkového sadu.

Břehy rybníka jsou pravidelně čištěny a sekány. Ze strany cesty, zahrady a ze severní strany pod svahem je sekána tráva. Z jižní strany jsou vysekávány keře ostružiníku a vyhrabováno spadané listí.

Veškerý výčet flory a fauny, vyskytující se na území zkoumané vodní nádrže byl sestaven autorkou při vlastním botanickém průzkumu a dle dostupných atlasů během četných pobytů v blízkosti daného rybníka.

Okolo rybníka rostou převážně olše lepkavé (*Alnus glutinosa*). Ze severu a z východu jsou už ale vykácené. Na západní straně rostou břízy bělokoré (*Betula pendula*) a na jižní straně olše lepkavé. Na obou zarostlých březích leží větve stromů, které mohou spadat až do vody. Ze severní strany zahrady rostou na břehu keře, které společně s dlouhými travinami končí až pod vodní hladinou. Z jižní strany zasahují do rybníka kořeny olší a šlahouny keřů ostružiníku maliníku (*Rubus idaeus*). Severní stranu rybníka tvoří příkrý svah, svažující se k rybníku. Atlas Úradníčka a Maděry (2001).

Na východní straně rybníka vede po hrázi cesta. Na obrázku č. 2 je vyznačená přerušovaná čára a popiskem *Vyhlídková trasa Střezimíř*. Podél ní (na obrázku č. 2 vpravo) se nachází převážně jehličnatý les směrem na východ se pomalu mění na les smíšený. Celá situace je zanesena na obrázku č. 2.



2. Schématický nákres zkoumaného rybníka (nákres autorka, 2022)

Díky hojnému zastoupení zeleně a stromů z žádné strany k rybníku neproniká moc světla, maximálně pár hodin denně okolo poledne. Díky omezenému množství teplého slunečního světla se v rybníku netvoří velké kolonie sinic a řas ani během léta, nevzniká zde výrazný vodní květ. Dříve rybník zarůstal souvislou vrstvou okřehku (*Lemna* sp.), ten už se zde v takovém množství už minimálně tři roky nevyskytl. Rybník je asi 40 m dlouhým korytem potoka směrem na jihozápad napojen na hasičskou nádrž přímo ve vesnici. Ta zarůstá okřehkem každé léto. Ten je však při vyplavování filtrován nově uměle vystavěnou hrází na potoce mezi nádrží a rybníkem.

Flora okolí zkoumaného rybníka

Jak bylo již zmíněno, okolo rybníka roste olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), bříza bělokorá (*Betula pendula*), ostružiník maliník (*Rubus idaeus*). Dále zde najdeme vrbu košíkářskou (*Salix viminalis*) a zahradní kultivar vrby se zakroucenými pruty. V blízkosti rostou také srstka angrešt (*Ribes uva-crispa*), zimolez kamčatský (*Lonicera caerulea* var. *kamtschatica*) a rybíz červený (*Ribes rubrum*). Les za cestou je tvořen smrkem ztepilým (*Picea abies*), bezem černým (*Sambucus nigra*), olší lepkavou (*Alnus glutinosa*) a hustým porostem ostružiníku maliníku (*Rubus idaeus*). Na kraji lesa hned u cesty roste veliký jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*). Přímo na hrázi na kraji cesty u rybníka jsou vysazeny vrby. Dříve zde rostly olše, ty byly během let vykáčeny a zbyly tu po nich pařezy, jejichž kořeny sahají do vody. Z bylin zde roste blatouch bahenní (*Caltha palustris*), sasanka hajní (*Anemonoides nemorosa*), pryskyřník prudký (*Ranunculus acris*), sedmikráska chudobka (*Bellis perennis*), pampeliška lékařská (*Taraxacum officinale*). Dále tu roste rod sítina (*Juncus* sp.) (Dostál 1954; Úradníček a Maděra 2001).

Na břehu na cestě během léta a podzimu najdeme houbu hnojníka obecného (*Coprinus comatus*) a na jihozápadní straně na zahradě pod břízami kozáky březové (*Leccinum scabrum*) (Smotlacha a kol. 2021).

Fauna

Ze savců zde žijí pravděpodobně hryzci vodní (*Arvicola amphibius*), nebyli však nikdy s jistotou určeni. V okolí se převážně v zimně pohybuje vydra říční (*Lutra lutra*), která loví místní ryby. Tento větší druh savce byl určen dle publikace Anděry a Horáčka (2005).

Ptačí osazenstvo je poměrně chudé. Ptáci zde pravděpodobně nehnízdí, protože rybník přímo navazuje na obydlenu zahradu a výletníky frekventovanou cestu. Navíc jsou břehy pravidelně čištěny od keřů, vysoké trávy a jiných druhů vegetace. Každý rok se sem na pár dní vrací pár kachen divokých (*Anas platyrhynchos*), ale téměř nikdy tu nehnízdí. Během roku je zde občas vidět volavka popelavá (*Ardea cinerea*), která se živí rybami, a proto je majiteli rybníka plašena. Několikrát rybník navštívil čáp bílý (*Ciconia ciconia*). Pro determinaci viděných ptáků byla použita příručka Svenssona, Mullarneyho a Zetterströma (© 2009).

Během dvanácti let, kdy je rybník znovu obnovený, se zde zabydleli obojživelníci ze skupiny žab. Konkrétně hnědí a zelení skokani z čeledi skokanovití (Ranidae) a ropuchy obecné (*Bufo bufo*) (Jeřábková a Zavadil 2020).

Z plazů je na hladině i v okolí často vidět užovka obojková (*Natrix natrix*), na březích přebývají zástupci druhu slepýš křehkého (*Anguis fragilis*) a ještěrky živorodé (*Zootoca vivipara*). Plazi byli určeni podle publikace Hudce a kol. (2007).

V současné době obývá rybník stálá kolonie okounů (*Perca fluviatilis*) a menší kolonie línů obecných (*Tinca tinca*) (určeno dle Hanela (2001)). Při posledním výlovu na podzim roku 2022 bylo vyloveno kromě okounů a línů i několik kaprů obecných (*Cyprinus carpius* Linnaeus). V květnu roku 2022 bylo do rybníka nasazeno asi 20 menších amurů bílých (*Ctenopharyngodon idellus*). Tento proces se opakoval během minulých let již několikrát. Většinou do výlovu na podzim následujícího roku vydrží okol pět dospělců. Zbylé buď uloví vydra, nebo zahynou na prvotní šok ze změny prostředí, nebo někdy během roku. Například v roce 2023 nepřežili žádní.

4. Popis metod lovu a práce se vzorky

V následující kapitole je popsáno, co a jakým způsobem bylo použito k lovu bezobratlých.

Dále jsou popsány podmínky naložených vzorků, jejich mikroskopování a následné určování.

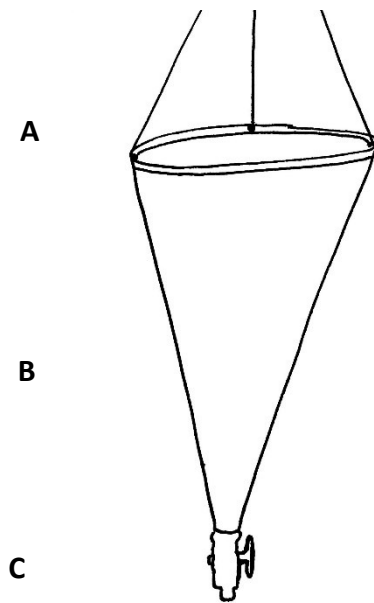
4.1. Metody lovu

K lovu bezobratlých živočichů v rámci této práce byly použity čtyři pomůcky: Vrhací planktonní síť, zavařovací sklenice, jemné sítko na kávu a pinzeta.

Vrhací planktonní síť

Vrhací planktonní síť, neboli planktonka, je pomůcka určená k lovu bezobratlých. Je to jemná umělohmotná síť, připevněná na kovový kruh (viz. obrázek č. 3). Od kruhu směrem dolů se zužuje a na jejím konci se nachází uzavíratelný kohout. Existují dvě provedení planktonní sítě. Buď je připevněná na tyč a lov s ní probíhá ze břehu krouživými pohyby pod hladinou, nebo je připevněná na provaz a za účelem lovu je nutné ji do vody vrhnout (Hanel a Lišková 2003).

K lovu většiny bezobratlých pro účely této bakalářské práce byla použita vrhací planktonní síť, dále jen planktonka, která se nachází na obrázku č. 3. A je kovový kruh, B samotná síťka a C kovová výpusť s kohoutem.



3. Schématický nákres vrhací planktonní sítě (nákres autorka, 2022)

Sběr bezobratlých živočichů probíhal ze všech břehů ve třech různých hloubkách:

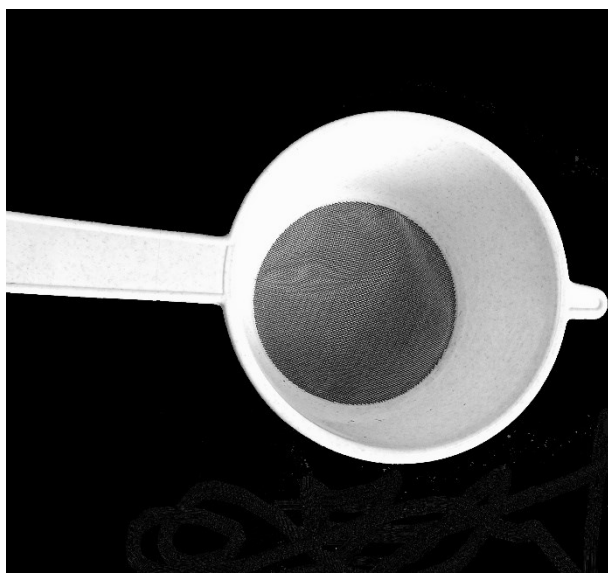
1. Těsně pod hadinou;
2. Tak, aby byla planktonka co nejhlouběji, ale zároveň aby nenabírala bahno;
3. Ze dna rybníka a podél břehů pomocí síta a pinzety.

Zavařovací sklenice

Pokud byli živočichové viditelní pouhým okem z břehu (buchanky, chrostíci), byla použita metoda přímého odběru zavařovací sklenicí, která pak byla uzavřena a převezena s ostatními vzorky na místo provádění determinace.

Síto s držákem

Pokud byli lovení živočichové blízko u břehu a dostatečně velicí, aby je šlo pozorovat pouhým okem (jako pijavky, ploštěnky, splešťule blátivá, plž, chrostíci atd.), bylo zbytečné snažit se je lovit planktonkou. Planktonní síť je určena pro lov planktonu, nejdrobnějších rybníčních organismů, a přestože do ní mohou být větší organismy náhodně uloveny, nepoužívá se k jejich lovu primárně. Pro lov větších organismů lépe posloužilo obyčejné plastové sítko na kávu o průměru 8 cm a velikosti ok cca 0,5 mm s držadlem. Tím se dali jednoduše podebrat živočichové, kteří stoupali k hladině, nebo se pohybovali na mělkém zabahněném dně. Toto sítko je vyfotografováno na obrázku č. 4. Je praktické použít bílý „cedník“, na kterém budou často tmaví bezobratlí živočichové dobře vidět.



4. Fotografie sítko použitého k lovu v rámci této práce (foto autorka, 2022)

Pinzeta

Jako další lovecká pomůcka byla využita drobná kovová pinzeta ze švýcarského nože, která svou měkkostí připomíná entomologické pinzety. Posloužila k lovu všech živočichů, kterých se z jakýchkoliv důvodů v danou chvíli není vhodné, nebo příjemné dotýkat holou rukou. Pokud se, jako v případě této bakalářské práce, nejedná o pinzetu specializovanou na lov malých

živočichů, je nutné obzvláště dávat pozor, aby jim nebylo přílišným stiskem ublíženo. Při přenášení bezobratlých živočichů na konkrétní místo (do nádobky, na Petriho misku, na podložní sklíčko atd.) lze na ty menší rovněž použít kapátko.

Dle aktuálního počasí byl lov proveden pokaždé planktonkou a za vhodných podmínek i pinzetou, sítkem, popř. rovnou zavařovací sklenicí. Pokud svítlo slunce a kraje rybníka nebyly zamrzlé, bylo možné pouhým okem spatřit u břehu spoustu živých bezobratlých, kteří se dali ulovit. Pokud už byl slunce nízko, nebo byla tma, mohlo se na první pohled zdát, že bezobratlí rybník neobývají, ale pokaždé se ukázalo, že planktonkou jich lze bez větší námahy ulovit dostatek k pestrému pozorování.

Lov planktonkou byl efektivní pro získání drobných živočichů, kteří se vyskytují ve vodním sloupci. Takto byly uloveny např. hrotnatky rodu *Daphnia*, berušky vodní (*Asellus aquaticus*), vodule (Hydracarina), buchanky (Cyclopodia), či lasturnatky (Ostracoda) (více viz kapitola 5 – celkový seznam živočichů zachycených ve zkoumaném rybníku a popis jednotlivých skupin).

Mezi makrořasami a rostlinami u břehů pak byli uloveni vířníci rodu *Brachionus*, splešťule blátivá (*Nepa cinerea*), plovatka nadmutá (*Radix auricularia*), pijavky (Hirudinea), ploštěnky černé (*Polycelis nigra*) a navíc různé mikrořasy jako *Oscillatoria*, *Surirella*, *Fragilaria* a další (více viz kapitola 6).

4.2. Provedení terénních odběrů

Pro účely této bakalářské práce bylo provedeno pět odběrů vzorků vody a organismů žijících ve zkoumaném rybníce. První (zkušební) odběr proběhl 2. října 2022, druhý 17. října 2022, třetí 30. října 2022, čtvrtý 27. listopadu 2022 a poslední, pátý odběr, 26. února 2023.

Vnější abiotické podmínky (aktuální počasí, teplota, osvit) každého odběru bezobratlých byly jiné. Při každém odběru se lišil počet nalezených bezobratlých. Někdy byly podmínky k lovu ideální a podařilo se ulovit i větší bezobratlé živočichy, jindy byl kvůli nevhodným abiotickým podmínkám proveden jen odběr vzorku planktonkou.

Lov probíhal převážně v neděli pozdě odpoledne až večer bezprostředně před odjezdem z místa lovu, protože nevhodné podmínky při transportu mohou způsobit odumírání naložených organismů a jejich rozkládání. Vzorky byly převezeny v zavařovacích sklenicích autem do Prahy a kvůli dosažení co nejnižší skladovací teploty nechány mezi okny. Druhý den byly převezeny na místo, kde probíhala determinace, kde buď přečkaly v otevřených sklenicích, nebo byly přemístěny do připraveného skleněného akvária. Sklenice i akvárium byly umístěné v chladném meziokenním prostoru v prostorech KBES PedF UK. Čtvrtý den ráno pak probíhalo mikroskopování a determinace.

Podmínky transportu odebraných vzorků se lišily vždy maximálně o jeden den. Proto pokud by v některých vzorcích došlo k odumření (případně uchováním způsobenému namnožení některých skupin organismů), bylo by to ve všech případech srovnatelné.

Během mikroskopování bylo co nejvíce organismů nafoceno. Z každého vzorku bylo připraveno vždy minimálně šest analyzovaných nativních mikroskopických preparátů dle četnosti živočichů a typů vzorků. Všichni okem viditelní živočichové byli pak pozorováni pod binokulární lupou.

4.3. Základy mikroskopování, postup pozorování bezobratlých živočichů

K pozorování naložených bezobratlých byl použit mikroskop Motic LM 66 PC a binokulární lupa Motic DM 143.

Mikroskop byl nejprve zapnut a nastaven na nejmenší zvětšení, světlo bylo upraveno podle aktuálních vnějších světelných podmínek, stavu pozorovatelky a typu preparátu. Nativní mikroskopické preparáty byly často pozorovány bez použití krycího sklíčka, aby nedocházelo k poškozování drobných organismů jeho vahou. Po úvodním pozorování na nejmenší zvětšení bylo zvětšení postupně přidáváno podle potřeby.

Na mikroskop byl po úvodním orientačním pozorování umístěn adaptér na mobilní telefon značky Levenhuk A10, který umožňuje jednoduché zobrazování a fotografování mikroskopovaných objektů fotoaparátem chytrého telefonu. Takto byly nafoceny všechny

fotografie z mikroskopování uvedené v této práci. Jedná se jednoduchý a dostupný mechanismus, kterým lze získat kvalitní a dobře vypadající fotografie mikroskopovaných preparátů i v amatérských podmínkách.

Vzorky vody s bezobratlými živočichy byly před určováním vždy ponechány přibližně 10 minut v klidu, aby došlo k sedimentaci písku a částic bahna. Následně byli postupně odebráni živočichové, kteří byli vidět pouhým okem ve vodním sloupci (plastovým kapátkem či entomologickou pinzetou). Za pomoci výše zmíněné optiky byli pozorováni a determinováni. Poté byly zkoumány organismy usazené v sedimentech na dně lahve. Nejprve byl prohlížen vzorek sedimentu, následně byl obsah lahve rozvířen a viditelní živočichové byli uloženi, pozorováni a determinováni.

4.4. Práce s určovacími klíči

V rámci této bakalářské práce byly odebrané organismy určovány spíše na úroveň rodů, jen v jednoznačných případech i na úroveň konkrétních druhů. Tento způsob byl zvolen s ohledem na jeden z cílů práce: autorka se snažila dokázat, že i v extrémních podmínkách je možné jednoduše nalovit bezobratlé, pozorovat je a pomocí klíče určit. Každý není odborníkem na všechny bezobratlé živočichy, a proto je všechny nedokáže správně určit do druhu. Pokud tedy učitel biologie nemá k dispozici odborníka, který jeho určení potvrdí, je zbytečné žáky učit něco, čím si není jistý.

Při určování bezobratlých živočichů nalovených pro účely této práce byly použity tyto atlasy a klíče:

Buchar J., Ducháč V. Hůrka K. a Lellák J. (1995): *Klíč k určování bezobratlých*. Scientia Praha.

Hanel L. a Lišková E. (2003): *Stručný obrazový klíč k určování hlavních skupin vodních bezobratlých*. Pedf UK Praha.

Hudec K. et al. (2007): *Příroda České republiky, Průvodce faunou*. Academia Praha.

Chejsin J.M. (1955): *Stručný klíč k určování sladkovodních živočichů*. SPN Praha.

Určování makroskopických bezobratlých živočichů ze zkoumaného rybníka v Bonkovicích probíhalo následovně. Živočichové ve sklenicích a malém akváriu byli pozorováni nejprve pouhým okem. Pokud byli velcí, povedlo se je někdy určit ihned, díky znalostem pozorovatele (např. splešťule blátivá (*Nepa cinerea*)). Po chvíli pozorování byli viditelní živočichové na základě jejich velikosti buď vyjmuti pinzetou a přemístěni pod binokulární lupu, nebo nabráni kapátkem a umístěni do dočasného mikroskopického preparátu. Následně byli vyfotografováni na mobilní telefon. Fotografie byly pořizovány ze dvou důvodů. Zaprvé, aby bylo možné vložit fotografie určených bezobratlých živočichů do hotové práce a zadruhé, aby bylo možné si určení zkontrolovat, nebo provést až později, mimo laboratoř. Poté, co byla pořízena fotografie, začalo porovnávání s výše zmíněnými určovacími příručkami. Někdy se povedlo k výsledku dojít hned v laboratoři, jindy až porovnáním fotografie později.

Určování z fotografie má řadu nevýhod. Nelze se zaměřit na některé charakteristické znaky, podle kterých se organismy určují. Jde např. o části těla, které na fotografii vidět nejsou, nebo o specifický způsob pohybu.

Nejprve byl při určování většinou použit klíč Hanela a Liškové (2003), jehož výhoda je ve stručnosti a přehlednosti. Nese to koneckonců i v názvu (*Stručný obrazový klíč*). Kromě černobílých kreseb a postupů, podle kterých lze jednotlivé zástupce určit, se v této publikaci nachází i stručný popis hlavních skupin bezobratlých. Tento popis byl použit i při popisu skupin nalezených bezobratlých živočichů v této práci. Stručnost tohoto klíče může být ale i nevýhoda. Proto pokud se podle tohoto klíče organismus nepodařilo určit, byly použity další uvedené klíče. Tak tomu bylo například při určování mechovky *Plumatella fungosa*, která ve stručnějším klíči není uvedena. Druhý a další klíč byl ale použit při každé determinaci. Když se podle prvního klíče povedlo organismus zařadit, podle dalších bylo zařazení potvrzeno (nebo vyvráceno). Všechny uvedené klíče jsou jednoduše dostupné (v případě práce Buchara a kol. (1995) a Chejsinovy (1955) v antikvariátech), dají se tedy běžně využít ve výuce biologie bezobratlých organismů. Kromě těchto klíčů lze doporučit leporelový určovací klíč od nakladatelství Rezekvítek, který se jmenuje *Klíč k určování vodních bezobratlých živočichů*. Jedná se o praktické leporelo, na kterém je nakresleno jednoduché schéma a základní zástupci bezobratlých živočichů. I toto leporelo je dobře dostupné a vzhledem k jeho nízké ceně není

problém využít ho ve třídě jako základní prostředek k určování bezobratlých živočichů samotnými žáky.

4.5. Metodika stanovování početnosti zjištěných taxonů

Odhady počtu ulovených bezobratlých (na jejichž základě byly nakresleny grafy na obrázcích 28-33) probíhaly tak, že byl vzorek pozorován tak dlouho a pozorně, až pozorovatel spočítal všechny viditelné makroskopické bezobratlé. Tento postup byl jednoduchý a přesný u největších živočichů jako plovatka, ploštěnky, pijavky a splešťule. U menších živočichů (jako jsou buchanky, hrotnatky, chrostíci, vodule a berušky) to ale bylo méně přesné a méně účinné. I když většina z nich byla okem viditelná, určitelná a čile se pohybovala, vždy mohly být další jedinci schovaní v zákalu ve vzorku. Spočítat takhle malé a rychle se pohybující živočichy není pro lidské oko nic jednoduchého. Počty ještě menších živočichů (např. vířníci) byly stanovovány podle pozorování dočasných mikroskopických preparátů. Byli tedy spatřeni a započítáni pouze ti jedinci, které se podařilo nabrat kapátkem a pozorovat v mikroskopu, což závisí na mnoha faktorech. Zástupci mikroskopické zvěřiny jsou v grafech na obrázcích 28-33 uvedeni, nicméně jejich počet není relevantní a jsou proto označeni hvězdičkou (*). Početnosti jednotlivých taxonů jsou v grafech vyjádřené v procentech, protože práce zkoumá, jak moc se mění jejich procentuální výskyt ve vzorku (především v tom smyslu, jestli je možné je v každém zkoumaném období ulovit). Počet jednotlivých zástupců byl vždy zanesen do tabulky v programu Excel (verze 2403 (build 17425.20176, Klikni a spusť), Windows 10) a z tabulky byl funkcemi *rychlá analýza – grafy – výsečový graf* vygenerován graf. Hodnoty v každém grafu byly nastaveny na procenta, tudíž procenta v jednotlivých grafech určují procentuální zastoupení jednotlivých skupin v každém lovu zvlášť.

5. Celkový seznam živočichů zachycených ve zkoumaném rybníku a popis jednotlivých skupin

V této kapitole jsou popsány již konkrétní skupiny organismů, které byly v rámci výzkumu k této bakalářské práci v rybníku nalezeny a určeny. Jsou řazeny stejně jako v Bucharově klíči k určování bezobratlých (Buchar a kol. 1995). Seznam jednotlivých taxonů a jejich zařazení (Adcock 1979; Pokorný 2012):

Kmen ploštěnci (Platyhelminthes)

Třída ploštěnky (Turbellaria)

ploštěnka černá (*Polycelis nigra*)

Kmen vířníci (Rotatoria)

Třída Euratoria

Nadřád točivky (Monogononta)

Řád krunýřenky (Ploima)

Rod *Brachionus*

Kmen kroužkovci (Annelida)

Třída opaskovci (clitellata)

Podtřída pijavice (Hirudinea)

Řád **chobotnatky (*Rhynchobdellidae*)**

Kmen měkkýši (Mollusca)

Třída plži (Gastropoda)

Řád spodnoocí (Basommatophora)

Čeleď plovatkovití (Lymnaeidae)

plovatka nadmutá (*Radix auricularia*)

Kmen členovci (Arthropoda)

Podkmen žabernatí (Branchiata)

Třída korýši (Crustacea)

Podtřída lupenonožci (Phyllopoda)

řád perloočky (Cladocera)

rod hrotnatka (*Daphnia*)

čočkovec obecný (*Chydorus sphaericus*)

Podtřída klanonožci (Copepoda).

Řád buchanky (Cyclopoida)

buchanka obecná (*Cyclops strenuus*)

Podtřída lasturnatky (Ostracoda)

rod *Cypridopsis*

Třída hmyz (Insecta)

Řád ploštice (Heteroptera)

splešťule blátivá (*Nepa cinerea*)

Řád chrostíci (Trichoptera)

Podkmen klepítkatci (Chelicerata)

Řád roztoči (Acarina)

vodule (Hydrachnellae)

vodule *Unionicola crassipes*

Kmen mechovky (Bryozoa)

mechovka houbovitá (*Plumatella fungosa*)

5.1. Kmen ploštěnci (Platyhelminthes)

Třída ploštěnky (Turbellaria)

Ploštěnky, jak lze odvodit z názvu, mají ploché tělo. Není rozděleno na články a má rozvětvenou trávicí dutinu. Na hlavě mají smyslové orgány, kterými jsou oči a hmatové výběžky. Dále se na hlavě ploštěnek nachází mozková zauzlina, popř. ústní otvor. Tělo mají pokryté jemným vířivým epitelem. Mají vysokou schopnost regenerace. Množí se nepohlavně i pohlavně a jsou to hermafrodité. Při pohlavním dělení ukládají vajíčka do kokonů, které pak umístí na stopky a přilepí ke dnu. Ploštěnky se vyskytují jak v tekoucích, tak ve stojatých vodách. Většina se živí dravě. V České republice se vyskytuje několik druhů ploštěnek, např. ploštěnka mléčná (*Dendrocoelum lacteum*), která může žít i ve velmi znečištěné vodě (vyskytuje se např. ve Vltavě), ploštěnka horská (*Crenobia alpina*), která se naopak vyskytuje pouze v čistých vodách, a je tedy jejich bioindikátorem (Hanel a Lišková 2003).

V rybníce v Bonkovicích byli nalezeni zástupci ploštěnky černé (*Polycelis nigra*), která má na okrajích hlavy charakteristicky rozmístěná četná malá černá očka. Jejich rozmístění je vidět na obrázku č. 5.



5. Fotografie ploštěnky černé (*polycelis nigra*) (foto autorka, 2022)

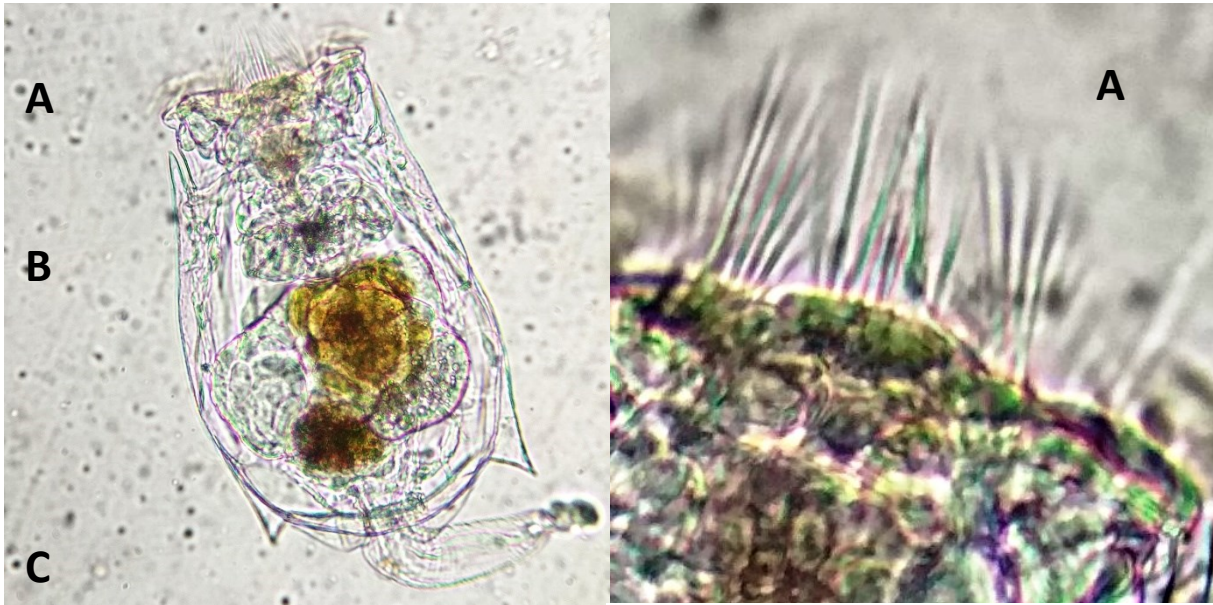
5.2. Kmen vířníci (Rotatoria)

Vířníci jsou živočichové o velikosti v rozmezí 0,2–0,5 mm. Je tudíž nutné k jejich pozorování využít mikroskop. Tělo vířníků může mít různé tvary, většinou se ale skládá z těchto částí: hlavy, krku, trupu a nohy. Tělo mají chráněné kutikulou, která může někdy tvořit krunýř. Dobrým určovacím znakem vířníků je vířivé ústrojí na hlavě. Toto ústrojí slouží k přihánění potravy k ústům a k pohybu. Skládá se ze dvou věnců různých brv, které se otáčejí. Dále mají vířníci svalnatý žvýkáč (mastax), který se nachází za ústním otvorem. U vířníků existuje pohlavní dimorfismus. Jsou to gonochoristé a samečci bývají menší než samičky. Vířníci mohou žít samostatně, nebo tvořit kolonie, žijící přisedlé na vegetaci, nebo jiných předmětech ponořených pod hladinou (Hanel a Lišková 2003).

Ve zkoumaném rybníce byl uloven vířník ze skupiny krunýřenky rodu *Brachionus*.

Tento rod se vyskytuje po celý rok v čistých i silně eutrofizovaných rybnících. Některé jeho druhy mohou žít přisedle např. na perloočkách a dalších živočiších (Hanel a Lišková 2003).

Tělo vířníka rodu *Brachionus* se skládá z výše popsaných částí. Krásně je lze spatřit na obrázcích č. 6 a 7, kde bod A označuje vířivé ústrojí, bod B svalnatý mastax a bod C pohyblivou nohu. Jak vypadá pohyb vířivého orgánu a jeho filtrace, pohyb *mastaxu* a zatažitelná noha se podařilo zachytit na video. Odkaz na něj se nachází na konci kapitoly 7.3.



6. Fotografie vířníka rodu *Brachionus* (foto autorka, 2022)

7. Fotografie detailu na vířivé ústrojí vířníka rodu *Brachionus* (foto autorka, 2022)

5.3. Kmen kroužkovci (Annelida)

Podtřída pijavice (Hirudinea)

V České republice se vyskytuje asi 20 druhů pijavic. Každá naše pijavice má 33 tělních článků. Vyskytují se ve stojatých i v tekoucích vodách na dně nebo na rostlinách pod hladinou. Pijavice se pohybují pomocí dvou přísavek na začátku a konci těla. Pohyb je pídalkovitý. Vepředu se někde přichytí a přitáhnou zbytek tělíčka. Některé pijavice i plavou (pijavka koňská (*Haemopsis sanguisuga*)). Pijavice získávají potravu jako dravci lovem, nebo jako parazité sáním krve. Jsou to hermafrodité (Hanel a Lišková 2003).

V rámci terénní části této práce byl uloven jeden zástupce pijavic. Bohužel se nepodařilo na místě určit o jakého zástupce jde a nebyla pořízena fotografie. Proto nelze s jistotou říci, jaká

pijavice to byla; pravděpodobně se jednalo spíše o nějakou dravou chobotnatku (Rhynchobdellida) (Buchar, a kol. 1995).

5.4. Kmen měkkýši (Mollusca)

Měkkýši mají speciálně vyvinutý tvar těla. Naspod mají svalnatou nohu. Ta jim slouží k pohybu. Na vrchu mají útrobní vak, který obaluje ostatní orgány. Vodní druhy mají útrobní vak vždy chráněný vápenatou schránkou (ulitou, nebo lasturou) (Hanel a Lišková 2003).

Třída plži (Gastropoda)

Spodnoocí plži (Basommatophora) patří do podtřídy plicnatých plžů (Pulmonata). Ti jsou převážně suchozemští, druhotně i sladkovodní. V mořích se vyskytují jen výjimečně. Plicnatí plži, jak název napovídá, dýchají plicními vaky. Do této podtřídy se řadí dva řády. Spodnoocí (Basommatophora) a stopkoocí (Stylommatophora). Do řádu stopkoocí patří suchozemští plži, kteří mají dva páry zatažitelných tykadel (Sedlák 2003).

Řád spodnoocí (Basommatophora)

V České republice se vyskytují vodní zástupci, kteří se čas od času musí vynořit k hladině a nadechnout vzdušného kyslíku. Plicní vak je obvykle tvořen z plášťové dutiny. Na tykadlech mají tito plži jen jeden pár očí a všichni jsou gonochoristé. Živí se převážně rostlinnou potravou, mohou se ale přizpůsobit i na odumřelých tělech jiných živočichů. (Hanel a Lišková 2003).

V bonkovickém rybníce byla nalezena a určena plovatka nadmutá (*Radix auricularia*). Tento zástupce patří do čeledi plovatkovití (Lymnaeidae) a má charakteristicky uchovitě nadmutou ulitu (Hanel a Lišková 2003; Horsák a kol. 2013).

5.5. Kmen členovci (Arthropoda)

Členovci jsou největším kmenem živočichů. Mají tělo tvořené z částí, které se nazývají *tagmata*. Každé tagma je jiné. Tělo členovců je tudíž heteronomně článkováno. Každé tagma se dále skládá z článků neboli *segmentů*. Tělo mají členovci pokryto nebuněčnou vrstvou –

kutikulou, která je tvořena převážně chitinem. Kutikulu produkuje pokožka. Kutikula má mnoho funkcí. Spravuje obsah vody v organismu, upínají se na ni nejrůznější svaly (tvoří tudíž vnější kostru-exoskelet), tvoří mechanickou ochranu, vyrůstají na ní různé výběžky (chlupy). Svalovina členovců se dělí na hladkou (vnitřní orgány) a žíhanou (sloužící k pohybu). Tělní dutinu *mixocoel* naplňuje směs krve a ostatních tělních tekutin, dohromady tvoří hemolymfu. Nervová soustava má obecně tři *ganglia* – uzliny nadjícnové a tři uzliny podjícnové. Nadjícnová ganglia inervují zrakové orgány a první a druhý pár tykadel (*antennuly* a *anteny*). Podjícnová ganglia inervují příústní přívěsky jako *mandibuly* a *pedipalpy*. Většina členovců jsou gonochoristé (Smrž 2019).

Kmen členovci se dělí na tyto skupiny: klepítkatce (Chelicerata), korýše (Crustacea), mnohonohé (Myriapoda) a šestinohé (Hexapoda) (Hudec, a kol. 2007).

Ve zkoumaném rybníku byly nalezeny organismy patřící do všech skupin členovců až na Myriapoda.

Třída korýši (Crustacea)

Pro tento podkmen je charakteristické, že místo jasného členění hlava, hrud' a zadeček, často srůstá hlava a hrud' v takzvanou hlavohrud' (Buchar, a kol. 1995). Na hlavě se nachází hlavové končetiny, dva páry tykadel, které se nazývají *antenuly* a *antény*, jeden pár kusadel a dva páry čelistí. Korýši mohou mít různé počty hrudních končetin. Tyto končetiny jsou často větvené a nacházejí se na nich žábry. Pod kmen korýši patří několik tříd a mnoho řádů (Buchar, a kol. 1995; Hanel a Lišková 2003). V této práci jsou uvedeny jen některé skupiny, podle toho, kteří zástupci byli nalezeni.

Podtřída lupenonožci (Phyllopoda)

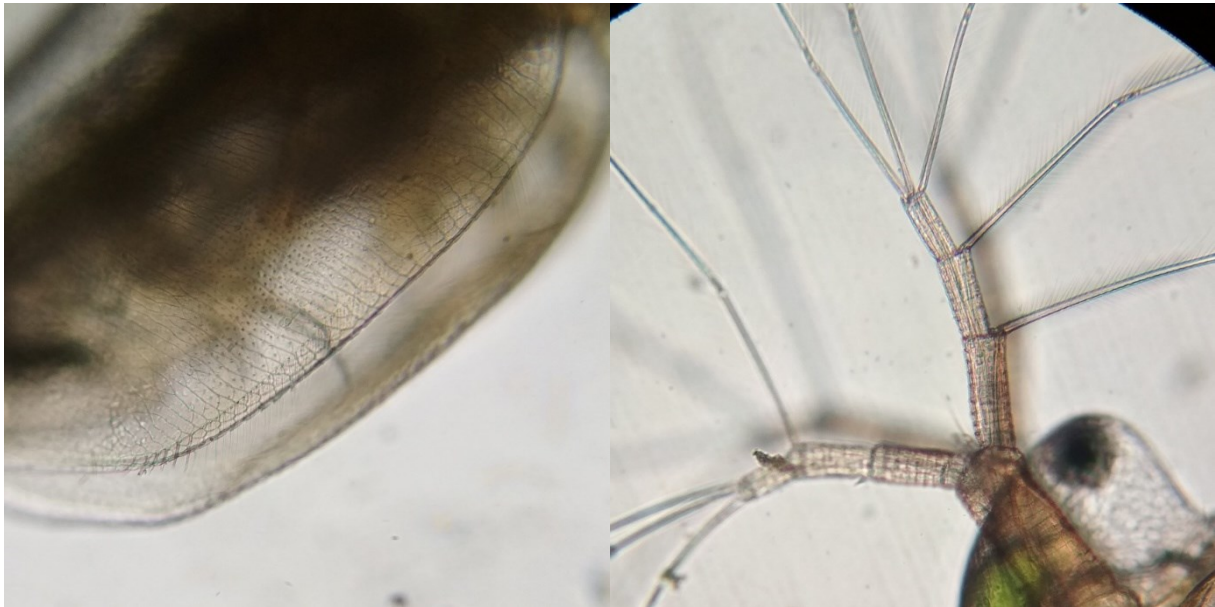
Řád perloočky (Cladocera)

Perloočky mají, stejně jako ostatní korýši, článkované tělo. Na rozdíl od jiných skupin ale jejich článkování není vidět, protože je jejich tělo kryto skořápkou, která má na břišní straně úzkou štěrbinu (Hanel a Lišková 2003). Tuto štěrbinu lze vidět na ilustraci č. 8.

Některé dravé druhy perlooček mají skořáčku zakrnělou. Ty však nebyly v rámci výzkumu této práce nalezeny. Perloočky mívají dva páry tykadel. První pár (*antenuly*) je krátký, druhý pár je větší, větvený a slouží k pohybu (Hanel a Lišková 2003). Detail na tykadla perloočky se nachází na obrázku č. 9.

Na hlavě mají perloočky znatelné tmavé oko, okolo kterého můžeme pozorovat krystalky (jakoby perličky), podle kterých dostaly perloočky svůj název (Hanel a Lišková 2003). Tmavé oko s náznakem „perliček“ lze pozorovat na obrázku č. 10.

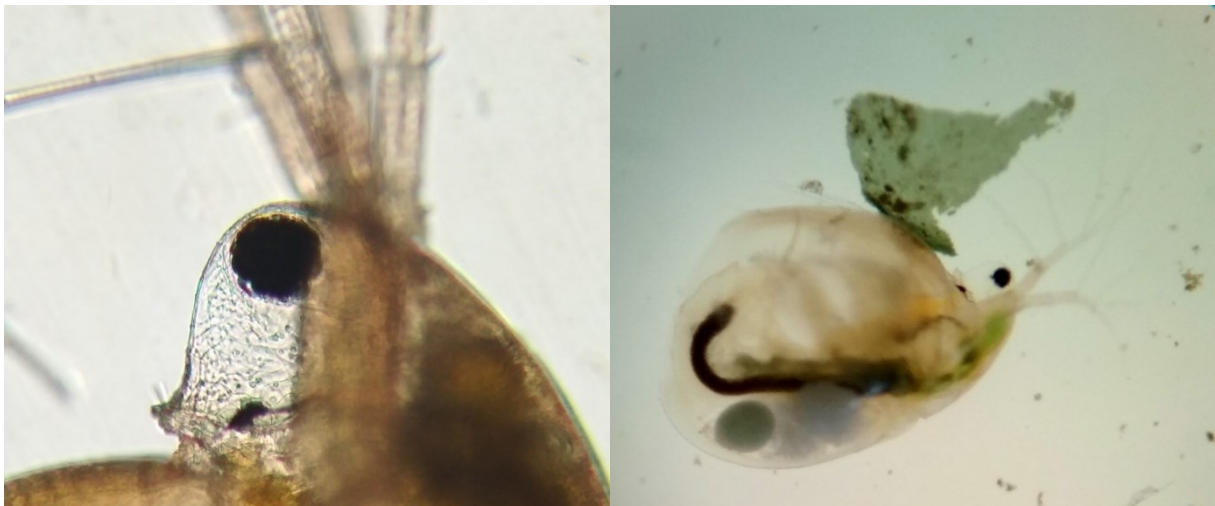
Perloočky se vyskytují ve stojatých a mírně tekoucích vodách. Vyskytují se v podstatě na celém území rybníků, potoků atd. a často je jich velké množství. Perloočky jako potravu filtrují drobný plankton a detrit, seškrabují nárosty a sedimenty a někdy aktivně loví (dravé perloočky). Perloočky se dají rozdělit právě podle příjmu potravy. Pod dravé perloočky patří raménky (*Leptodoridae*) a velkoočky (*Polyphemidae*), zatímco pod perloočky cedivé patří například hrotnatky (rod *Daphnia*) (Hanel a Lišková 2003).



8. Detail fotografie perloočky (*Cladocera*) (foto autorka, 2023) 9. Detail tykadel perloočky (*Cladocera*) (foto autorka, 2023)

Právě hrotnatku rodu *Daphnia* se podařilo ulovit a zdokumentovat při mikroskopování v rámci této bakalářské práce a je vidět na obrázku č. 11. Na obrázku č. 8 je pravděpodobně detail na jiný druh perloočky. Tuto perloočku se podařilo zachytit na videozáznam. Odkaz na něj je na konci kapitoly 7.3.

Dalším zástupcem řádu perlooček je nejběžnější perloočka vůbec, čočkovec obecný (*Chydorus sphaericus*) (Hanel a Lišková 2003). I toho se podařilo ulovit a vyfotografovat.



10. Detail oka hrotnatky rodu *Daphnia* (foto autorka, 2022)

11. Fotografie hrotnatky rodu *Daphnia* (foto autorka, 2022)



12. Detail na oko čočkovce obecného (*Chydorus sphaericus*) 13. Čočkovec obecný (*Chydorus sphaericus*) (foto autorka, 2022)
(foto autorka, 2022)

Na obrázcích č. 12 a 13 je patrné oko a charakteristicky zaoblené okraje schránky čočkovce obecného (*Chydorus sphaericus*).

Podkmen klepítkatci (Chelicerata)

Nemají tykadla. Jejich příústními končetinami jsou klepítka (*chelicery*) a makadla (*pedipalpy*) (Smrž 2019). Pod klepítkatce patří skupina vodule (Hydracarina). Vodule byly mezi skupinami, které se podařilo v rybníku nalézt. Jedná se o poměrně velké roztoče, kteří mají holé tělo a hustě obrvené končetiny, sloužící k „veslování“, kterým se pohybují (Buchar, a kol. 1995; Hanel a Lišková 2003). Podle klíče Hanel a Liškové (2003) by se v případě ulovené vodule mohlo jednat o poměrně běžný rod stojatých vod, voduli *Unionicola crassipes*. Ta se vyznačuje dlouhými končetinami, kterými nejen provádí veslovitý pohyb, ale zároveň dokáže dlouhé končetiny roztáhnout a klesat vodním sloupcem, jakoby padala s padákem (Hanel a Lišková 2003). Zajímavé je, že vodule by podle toho samého klíče měly být k nalezení hlavně v létě, mezi pobřežní vegetací, zatímco při prezentovaném průzkumu byly uloveny i v listopadu. Pravděpodobně je to způsobené tím, že vodule se na zimu stahují ke dnu, kde přezimují (Hanel a Lišková 2003) a odtud se je podařilo ulovit planktonkou i za tmy a mrazu (viz kapitola č. 7).

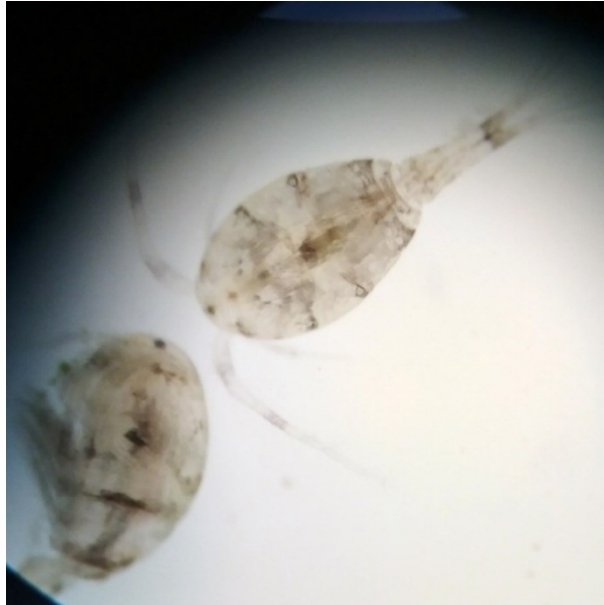
Voduli, která byla ulovena v bonkovickém rybníce je vidět na obrázku č. 14. Tento druh má charakteristicky dlouhé nohy a tmavou kresbu na hřbetě.



14. Fotografie vodule *Unionicola crassipes* (foto autorka, 2022)

Podřída klanonožci (Copepoda)

Zástupci klanonožců mívají zřetelně článkované tělo, často bez skořápky. Tělo se skládá z velké oválné hlavy, hrudi a zúženého, tenkého zadečku. Na konci zadečku mají vidlicovitou *furku*. Většinou jsou to gonochoristé. Samečci mají první pár tykadel přeměněn na orgán s uchopovací funkcí a samičky mají na zadečku váčky, ve kterých nosí vajíčka až do té doby, než se vylíhnou mláďata (Hanel a Lišková 2003). V rybníku v Bonkovicích byl nalezen jen jeden zástupce. Konkrétně z řádu buchanek. Pravděpodobně se jedná o buchanku obecnou (*Cyclops strenuus*), kterou se povedlo vyfotografovat a vložit jako obrázek č. 15.



15. Buchanka obecná (*Cyclops strenuus*) (foto autorka, 2022)

Podtřída lasturnatky (Ostracoda)

Lasturnatky jsou malé, maximálně 3 mm velcí živočichové, kteří mají tělo kryté dvouchlopňovou skořápkou. Jsou podobné skupině škeblivky, její zástupci ale dorůstají až velikosti 2 cm. Lasturnatky mohou žít přichycené na dno, nebo rostliny, existují ale i druhy plovoucí. K pohybu jim slouží *antény* a *antenuly*, někdy i hrudní nožky. Lasturnatky bývají všežravé. Zajímavé je, že lasturnatky se vyskytují i v podzemních vodách (Hanel a Lišková 2003). Během pozorování k této bakalářské práci byla nalezena lasturnatka, pravděpodobně patřící k rodu *Cypridopsis*, která je na obrázku č. 16.



16. Fotografie lasturnatky rodu *Cypridopsis* (foto autorka, 2023)

Třída rakovci (Malacostraca)

Řád stejnonožci (Isopoda)

Stejnonožci mají shora zploštělé tělo. V České republice se vyskytuje jen několik druhů z čeledi beruškovitých (Asellidae). Nejčastěji se vyskytuje zástupce beruška vodní (*Asellus aquaticus*). Berušky vodní jsou gonochoristé. Samečci jsou větší než samičky. Berušky se živí měkkou částí listů spadných do vody. Poté co ji zkonzumují, zůstane z listu pouze žilnatina (Hanel a Lišková 2003).

Na území zkoumaného rybníka byla zjištěna právě beruška vodní (*Asellus aquaticus*).

Třída hmyz (Insecta)

Řád ploštice (Heteroptera)

Ploštice jsou řád, který zahrnuje různorodé druhy. Někteří dospělci jsou malí, jiní poměrně velcí, někteří mají tělo protáhlé, jiní kulovité. Většina ploštic prochází proměnou nedokonalou a ústní ústrojí má bodavě sací. Dospělci mají první pár křídel přeměněn na polokrovky, druhý

tvoří blanitá křídla. Někdy mohou být křídla i polokrovky redukovány. Nohy bývají kráčivé, ale někteří zástupci mají třetí pár končetin přeměněný na plovací. Většina vodních ploštic dýchá vzdušný kyslík. Musí se tedy pro nadechnutí vynořit na hladinu. Klešťanky se vynořují hlavou napřed, zatímco bodule, znakoplavky a člunovky se z vody vynořují napřed zadečkem (Hanel a Lišková 2003).

Ve zkoumaném rybníku byla ulovena splešťule blátivá (*Nepa cinerea*). Ta se nadechuje ještě jiným mechanismem. K hladině se také vynořuje zadečkem napřed, ale na rozdíl od bodulí, znakoplavek a člunovek má na zadečku jakousi trubičku, kterou nasaje vzduch a transportuje ho do komory pod pochvy křídel (Hanel a Lišková 2003). Splešťule se vyskytují u břehu v mělké vodě, aby k hladině dosáhly výběžkem na zadečku. Poměrně úspěšně se maskují za spadané listy. Pro lov je tedy ideální počkat až se pohnou. Pokud se vyděsí, předvádějí mrtvé a od listu je těžké je rozeznat. Jedná se o poměrně velkého živočicha (Hanel a Lišková 2003). Ulovený zástupce je na obrázku č. 18.

Řád chrostíci (Trichoptera).

Dospělci z řádu chrostíků mají štíhlé tmavé tělo se dvěma páry chlupatých křídel, které mají v klidu složeny kolmo nad zadečkem. Křídla mají jednoduchou podélnou žilnatinu. Larvy mají tělo složené z hlavy, hrudi a zadečku. Na hlavě se nachází kousací ústrojí. Larvy chrostíků jsou známy tím, že si staví ochranná pouzdra, která mohou nosit s sebou a kdykoliv se do nich schovat. Tyto schránky mohou být lehké, tvořené rostlinným materiálem (ty se vyskytují u druhů ze stojatých vod), nebo těžší, tvořené anorganickým materiálem. Tyto schránky z písku a kamínků si staví druhy žijící v tekoucích vodách. Larvy chrostíků se pohybují kráčením po podkladu. Mají slinné žlázy, kterými produkují lepivý sekret, ze kterého si slepují své schránky. Obvykle si larvy téhož druhu tvoří schránky z téhož materiálu, což umožňuje determinaci i v larválních stádiích (Hanel a Lišková 2003).



17. Fotografie hlavy chrostíka (*Trichoptera*) (foto autorka, 2022)

18. Fotografie splešťule blátivé (*Nepa cinerea*) (foto autorka, 2022)

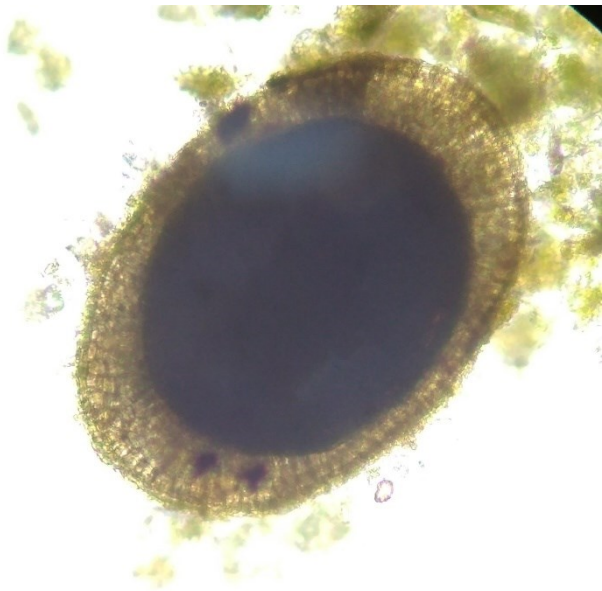
Larvy se mohou živit rostlinami, detritem, mohou být dravé i všežravé (Hanel a Lišková 2003). Na obrázku č. 17 je vyfotografována hlava larvy chrostíka. Tato larva byla ulovena v rámci zkoumání rybníka v Bonkovicích.

5.6. Kmen mechovky (Bryozoa)

U nás se ve sladké vodě vyskytuje přibližně deset druhů mechovek. Zástupci tohoto kmene tvoří až několikatisícové kolonie, velikosti od centimetrů po metry. Mechovky nemají rády intenzivní světlo. Některé druhy vytváří pro jednotlivé jedince chitinová pouzdra. Zooidi z pouzder za klidných podmínek vysouvají před těla, která nese tzv. *lofofor*. *Lofofor* je část těla mechovek, kterou tvoří podkovitý podstavec a na něm jsou přirostlá dutá chapadélka uspořádaná do kruhu, která kryjí ústní otvor. Pokud se mechovky něčeho polekají, rychle se stáhnou zpět do pouzdra. Jedná se o hermafrodity. Z vajíček se líhnou larvy, které po krátké době přisedají na podklad a tvoří základ nové kolonie mechovek. Ty se však mohou rozmnožovat i nepohlavně, pučením. Při pučení vznikají *statoblasty* v pevném chitinovém obalu, které se vznášejí ve vodním sloupci, plovou na hladině, nebo jsou přichyceny na rostliny. Statoblasty jsou velice odolné. Jedná se o způsob, jak může mechovka přežít i vyschnutí nebo

zmrznutí vody okolo kolonie. Mechovky se vyskytují ve stojatých až mírně tekoucích vodách. Podklad kolonie mohou tvořit rostliny, kameny, ulámané větve stromů a další materiál nacházející se pod hladinou. Většina kolonií mechovek na podzim zaniká a přezimují jen statoblasty. Kolonie mohou mít různý tvar (bochníkovité, keříčkovité a korovitě). Mají různé barvy a stupně inkrustace. Mechovky se nevyskytují ve znečištěných a málo okysličených vodách (Hanel a Lišková 2003).

Ve zkoumaném rybníce byly nalezeny statoblasty mechovky, která byla určena jako mechovka houbovitá (*Plumatella fungosa*) (Buchar et al. 1995). Její kolonie byly pozorovány v rybníce v minulých letech, v rámci této bakalářské práce se ale bohužel živou kolonii nalézt nepodařilo. Podle polské studie M. Kaminskiho (Kamiński 1992) se živé kolonie mechovek vyskytovali ve zkoumaném polském jezeře od června do října nebo listopadu. V rybníce zkoumaném v rámci práce už během lovů byly kolonie mechovek pravděpodobně zaniklé, a proto byly nalezeny pouze statoblasty, které však k přesnému určení postačují. Kolonie většiny druhů mechovek nepřezimují. Na podzim vymírají a na zimu tvoří statoblasty (Buchar, a kol. 1995). První lov probíhal až v říjnu. Na obrázcích č. 19 a 20 jsou vidět fotografie nalezených statoblastů.



19. Fotografie statoblastu mechovky *Plumatella fungosa* a (foto autorka, 2022)



20. Fotografie statoblastu mechovky *Plumatella fungosa* b (foto autorka, 2022)

6. Seznam a fotografie nalezených řas

V následující kapitole jsou uvedeny sinice a řasy, které se povedlo vyfotografovat a určit v rámci determinace vzorků odebraných planktonkou. Ve výsledcích práce není jejich pozorování zahrnuto, protože se nejedná o organismy, na které práce cílila, nicméně pro zajímavost jsou zde uvedeny. Seznam je seřazen podle seznamu převzatého z Atlas sinic a řas České republiky 1 (Kaštovský a kol. 2018a) a Atlas sinic a řas České republiky 2 (Kaštovský a kol. 2018b). Podle nich byli získáni zástupci rovněž určeni. Následující členění je převzato ze stránek www.sinicearasy.cz od autorů Kaštovský a Hauer (2023).

Sinice (Cyanobacteria)

řád Oscillatoriales

rod *Oscillatoria*/drkalka

Hnědé řasy (Ochrophyta)

Třída Rozsivky (Bacillariophyceae)

rod *Fragilaria*

rod *Pinnularia*

rod *Surirella*

Zelené řasy (Chlorophyta)

Třída Chlorophyceae

řád Chaetophorales

rod *Stigeoclonium*

6.1. Sinice (Cyanobacteria)

Sinice řadíme zpravidla mezi autotrofní prokaryotické organismy. Díky nim máme na naší planetě atmosféru s vysokým obsahem kyslíku. U sinic nenajdeme žádné jádro ani mitochondrie. Mají thylakoidy, které obsahují chlorofil typu a, α -karoten, β -karoten a xantofyly. Na povrchu thylakoidů mají sinice uložená barviva (fykobiliny), která jim umožňují fotosyntetizovat i při zhoršených podmínkách (např. při slabém světle hluboko ve vodě, v půdě, v jeskyních atd.). Sinice najdeme téměř po celém světě. Kromě kyselých lokalit přežijí za extrémních podmínek (ve vodě slané i sladké, v půdě, na smáčených stěnách, uvnitř kamenů atd.). Planktonní sinice mají schopnost tvořit tzv. vodní květ. K tomuto jevu dochází, když se sinice a řasy přemnoží ve vodě. Většinou tak reagují na eutrofizaci daných vod (nárůst hlavně dusíku a fosforu ve vodě). Ekosystému jako takovému nevadí případná toxicita některých sinic přítomných ve vodním květu. Škodí mu spíše jejich velké množství a to, jak dokáží spotřebovat kyslík (na dýchání v noci nebo na hnití na konci sezóny). Sinice tvoří potravu pro některé vodní bezobratlé (např. koryše) (Kašťovský a Hauer 2023).

řád Oscillatoriales

Tento řád tvoří jednoduché vláknité sinice (Kašťovský a Hauer 2023).

rod *Oscillatoria*/drkalka

U tohoto zástupce byl během mikroskopování pozorován nápadný pohyb. Sinice je schopná se pohybovat jako by sebou cukala. Tomuto pohybu a vztahu mezi jeho intenzitou a různými proměnlivými faktory se věnuje např. práce Gupta a Agrawal (2006). Od tohoto pohybu pravděpodobně vznikl český název „drkalka“. Fotografie můžete vidět na obrázcích č. 21 a 22.

6.2. Hnědé řasy (Ochrophyta)

Tato skupina řas je poměrně početná a řadí se sem 6 tříd řas. Společnými znaky je přítomnost chlorofylů (a, c_1 , c_2), chloroplastů se 4 membránami, thylakoidů srostlých po

trojicích, zásobní látky chrysolaminaran a to, že případná bičíkatá stádia mají z pravidla dva heterokontní bičíky (lišící se délkou, funkcí i strukturou) (Kašťovský a Hauer 2023).

Třída rozsivky (Bacillariophyceae)

Dříve se tato skupina nazývala Diatomeae, protože schránky jejich zástupců jsou tvořeny dvěma částmi. Zástupci této třídy jsou převážně vodní jednobuněčné organismy, které žijí jednotlivě, někdy i v koloniích. Buňky rozsivek obsahují chlorofyl typu a, chlorofyl typu c a barvivo fukoxantin, které způsobuje hnědé zbarvení chloroplastů. Z rozsivek (z jejich zásobních látek) vznikla některá ložiska ropy. Rozsivky mají schránku zvanou frustula, která je tvořena polymerizovaným oxidem křemičitým. Tuto schránku si rozsivky aktivně staví zjednodušeně tak, že vychytávají křemík obsažený ve vodě. Pokud je ho tedy ve vodě málo, nemají z čeho stavět a růst schránky se pozastavuje. Frustula má dva typy. Radiálně souměrný (centrický) a dvoustraně souměrný (penátní). Rozsivky jsou celosvětově důležitým fotosyntetizujícím organismem. Vyskytují se v podstatě ve všech vodách (Kašťovský a Hauer 2023).

V rámci této práce byly určeny pouze rozsivky ze skupiny penátních rozsivek. Konkrétně rody *Fragilaria* (obrázek č. 23), *Pinnularia* (obrázek č. 24) a *Surirella* (obrázky č. 25 a 26).

6.3. Zelené řasy (Chlorophyta)

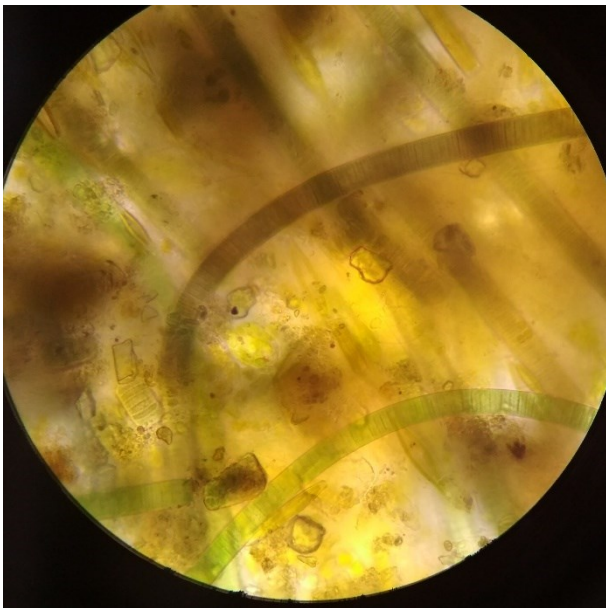
Chlorophyta je velice široká skupina obsahující řasy všech typů stélek. Ne všechny zelené řasy jsou zelené. Mohou mít barvy různé (oranžovou – *Trentepohlia*, červenou – *Chlamydomonas*, atd.). Chlorofyl mají Chlorophyta typu a i b, dále se zde vyskytují α -karoteny a β -karoteny a některé xantofyly. Chloroplast je obalený dvěma membránami a není přímo propojen s buněčným jádrem. Zásobní látkou zelených řas je především škrob. Dělení do skupin je v tomto případě složité. Dělí se podle různých kritérií, ale těmi důležitými jsou: genetická informace, morfologie stélek, způsob rozmnožování a postavení bazí bičíků. Podle těchto kritérií můžeme rozlišit tyto třídy: zelené řasy (Chlorophyta) a Streptophyta (Kašťovský a Hauer 2023).

Zástupce určený při determinaci v rámci této práce patří pod skupinu Chlorophyta. Jedná se o rod *Stigeoclonium* (obrázek č. 27).

Sinice

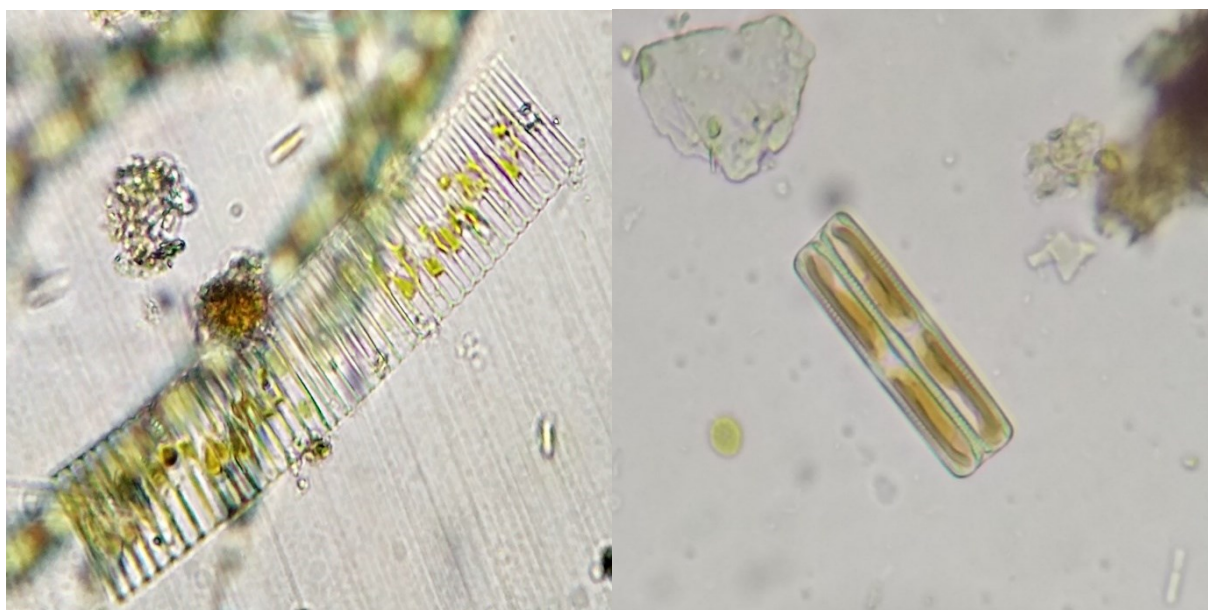


21. Fotografie drkalky (*Oscillatoria*) a (foto autorka, 2023)



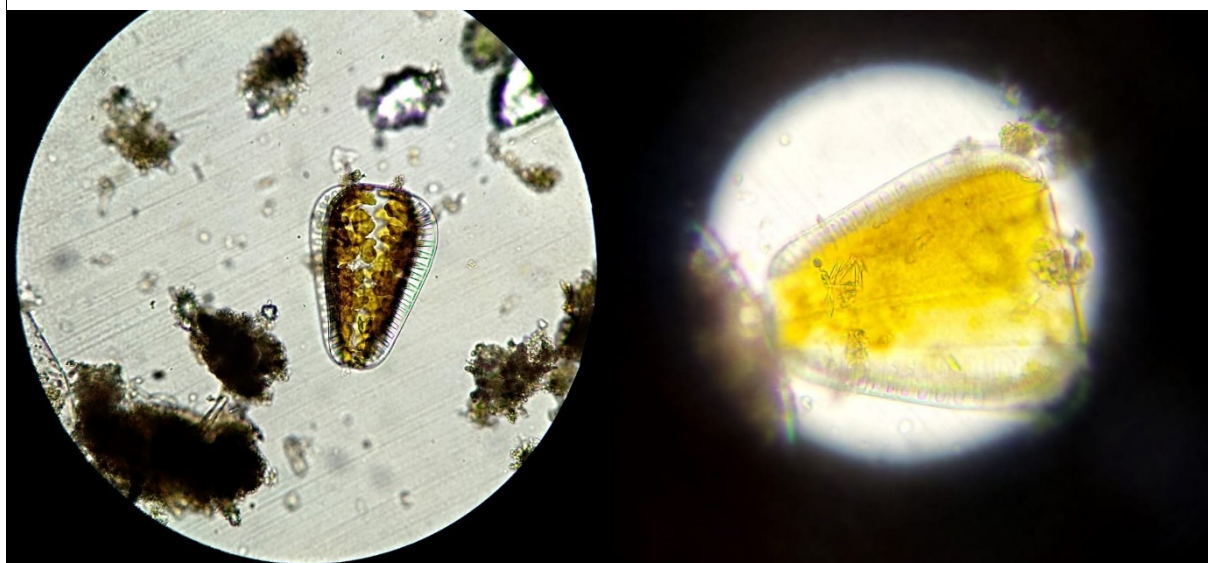
22. Fotografie drkalky (*Oscillatoria*) b (foto autorka, 2023)

Rozsivky



23. Fotografie rodu *Fragilaria* (foto autorka, 2022)

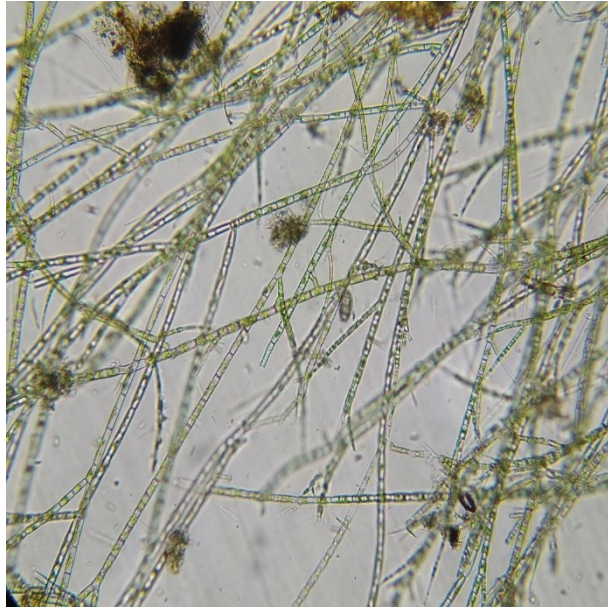
24. Fotografie rodu *Pinnularia* (foto autorka, 2023)



25. Fotografie rodu *Surirella* a (foto autorka, 2023)

26. Fotografie rodu *Surirella* b (foto autorka, 2022)

Zelené řasy



27. Fotografie rodu *Stigeoclonium* (foto autorka, 2022)

7. Výsledky a diskuze

V následující kapitole jsou sepsány všechny naložené organismy za různých podmínek a následně jsou komentovány jednotlivé taxony a jejich výskyt.

7.1. Komentovaný seznam jednotlivých odběrů

V následujícím textu jsou uvedeny seznamy živočichů ulovených při jednotlivých odběrech v kalendářním pořadí.

7.1.1. První odběr (2. října 2022)

První odběr byl proveden pro zácvik práce s vrhací planktonní sítí a jako pilotní ověření, že zvolené odběrové a transportní metody a způsob uchovávání před determinací lze použít. Protože zvolené metodiky byly teprve zkoušeny, nejedná se o plnohodnotný sběr a bylo zjištěno pouze pět bezobratlých taxonů. Byla použita planktonní síť, síto, pinzeta i odběr zavařovací sklenicí.

Teplota vzduchu se 2. října 2022 v době odběru pohybovala okolo 15 °C, slunce bylo za mrakem. Během prvního odběru se podařilo získat a určit tyto živočichy (počty v závorkách za jménem udávají odhadovanou početnost v odebraných vzorcích v kusech):

- hrotnatky rodu *Daphnia* (5)
- berušky vodní (*Asellus aquaticus*) (7)
- vodule *Unionicola crassipes* (4)
- buchanky obecné (*Cyclops strenuus*) (velmi početně)
- zástupce podtřídy pijavky (Hirudinea) (2)

Po čtyřech dnech uchovávání v meziokenním prostoru vypadaly vzorky stejně živě jako ihned po odběru. Velcí živočichové (pijavice) přežili bez viditelné úhony a malí živočichové byli stále

vidět pouhým okem, jak se ve sklenicích aktivně pohybují. Bohužel zástupce ze třídy pijavic nebyl během pozorování určen. Během tohoto pozorování nebylo z technických důvodů možné nalezené zástupce vyfotografovat, a proto už nelze zpětně zjistit, o který druh se jedná. Nicméně podle dřívějšího pozorování výskytu této skupiny v daném rybníce (pozorování mimo tuto práci) se pravděpodobně jednalo o zástupce chobotnatek (*Rhynchobdellidae*).

7.1.2. Druhý odběr (17. října 2022)

V den druhého odběru bylo na lokalitě slunečno s teplotou přibližně 18 °C. Odběr byl proveden planktonkou, sítím, zavařovací sklenicí a pinzetou. Na první pohled bylo v rybníku hodně čilých bezobratlých živočichů, především podél břehů a v ústí přítékajícího potoka. U krajů byla pozorována splešťule blátivá, larvy chrostíků a uchatka nadmutá, hned po vypuštění vzorku z planktonky byly patrné buchanky a berušky vodní. Kromě bezobratlých živočichů se ve vodě pohybovali i okouni a kapři, a okolo vody bylo občas slyšet skřehotající skokany.

Během tohoto odběru byli získáni (počty v závorkách za jménem udávají odhadovanou početnost v odebraných vzorcích v kusech):

- dospělá splešťule blátivá (*Nepa cinerea*) (1)
- vodule *Unionicola crassipes* (5)
- berušky vodní (*Asellus aquaticus*) (velmi početně)
- ploštěnky černé (*Polycelis nigra*) (5)
- larvy chrostíků (Trichoptera) (nejistý počet*)
- hrotnatky rodu *Daphnia* (5)
- uchatku nadmutou (*Radix auricularia*) (1)
- statoblasty mechovky *Plumatella fungosa*

*Kolik bylo uloveno larev chrostíků není zcela jasné: některé totiž v průběhu uchovávání vzorků před determinací vylezly ze svých pouzder a postavily si pouzdra nová. Tento jev by mohl způsobit nadhodnocení jejich počtu. Spleštila blátivá byla ihned po odchytu a determinaci ponechána na lokalitě, aby bylo zabráněno případnému požívání dalších ulovených vzorků ve stejné transportní nádobě.

7.1.3. Třetí odběr (30. října 2022)

Třetí odběr byl proveden 30. října 2022 okolo sedmé hodiny večerní, téměř za tmy. V Bonkovicích se teplota vzduchu pohybovala okolo 7 °C. Na první pohled nebyla v rybníku znatelná žádná aktivita bezobratlých živočichů. Odběr byl proveden planktonkou ze středu rybníka, protože na lov větších bezobratlých v břehových porostech nebyly vhodné světelné podmínky. Dále byly odebrány dvě sklenice vzorků, jak z vodního sloupce, tak z bahna u dna. I když by se mohlo zdát, že za tmy a poměrně chladného počasí budou lovení živočichové ukrytí někde hluboko a nepůjdou ulovit, v laboratoři se následně podařilo nalézt a determinovat pět taxonů:

- buchanky obecné (*Cyclops strenuus*) (5)
- berušky vodní (*Asellus aquaticus*) (5)
- vodule *Unionicola crassipes* (velmi početně)
- ploštěnky černé (*Polycelis nigra*) (2)
- larvy chrostíků (Trichoptera) (2)

Byl to vzorek podobně četný na bezobratlé jako vzorky předešlé (jak počty taxonů, tak počty získaných jedinců). Dokonce se podařilo ulovit i většího živočicha, ploštěnku černou. Absence dalších větších vodních organismů je způsobena mírně odlišnou metodikou (nebyl použit odběr sítkem ani pinzetou). Odběr planktonkou byl srovnatelně úspěšný jako za světla a tepla. Jediná vizuálně pozorovatelná odlišnost byla, že ve vzorku byl na první pohled vyšší počet vodulí.

7.1.4. Čtvrtý odběr (27. listopadu 2022)

Při čtvrtém odběru 27. listopadu 2022 byla teplota vzduchu poprvé během lovu výrazně nižší: bylo lehce pod nulou (okolo -2 °C) a hladina na krajích rybníka byla zamrzlá. Sběr proběhl opět téměř za tmy. Použita byla planktonní síť a sběr zavařovací sklenicí. A i v těchto extrémních podmínkách (tma a teplota vzduchu pod nulou) byl opět lov úspěšný. Později se v laboratoři povedlo určit tyto taxony:

- buchanky obecné (*Cyclops strenuus*) (5)
- hrotnatky rodu *Daphnia* (3)
- chrostíky (Trichoptera) (1)
- vodule *Unionicola crassipes* (5)
- lasturnatku rodu *Cypridopsis* (1)
- vířníka rodu *Brachionus* (1)

7.1.5. Pátý odběr (26. února 2023)

Poslední odběr byl proveden odpoledne 26. února 2023. Bylo slunečno a teplota vzduchu se pohybovala okolo 0 °C, břehové partie rybníka byly opět zamrzlé. Kromě odběru vzorku vody planktonkou byly pinzetou a zavařovací sklenicí odebrány i kousky rostlin rostoucích pod hladinou u břehů, na kterých se vyskytovalo velké množství mikrořas. Tyto fotosyntetické organismy jsou sice mimo zpracovávané téma práce, nicméně jsou také využitelné jako snadno mikroskopovatelný materiál ve výuce biologie a je dobré vědět, že není těžké získat je živé ani v zimě. V rámci této práce je jim věnovaná krátká kapitola č. 6, kde lze vidět fotografie z mikroskopování. Z bezobratlých byly zaznamenány následující taxony:

- lasturnatka rodu *Cypridopsis* (1)
- chrostík (Trichoptera) (1)

- hrotnatky rodu *Daphnia* (4)
- buchanky obecné (*Cyclops strenuus*) (6)
- statoblast mechovky *Plumatella fungosa*

Vzorek byl trochu chudší na jinak početné zástupce berušek vodních, vodulí a větší bezobratlé živočichy. Berušky, vodule a ploštěnky nebyly pozorovány vůbec. Byl však nalezen statoblast mechovky, a přestože únor je jedním z nejchladnějších měsíců v ČR (v roce 2023 byl únor nejchladnějším měsícem podle statistiky ČHMÚ (2023)) stále bylo možné nalovit živé a aktivní bezobratlé.

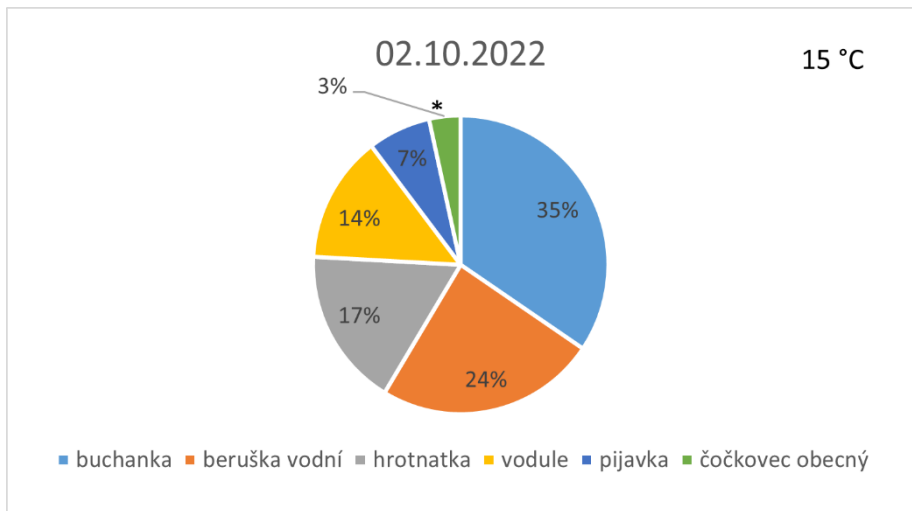
7.2. Porovnání podmínek a výskytu bezobratlých v jednotlivých odběrech

K vizuálnímu zobrazení zastoupení jednotlivých taxonů bezobratlých byly využity koláčové grafy s procentuálním výskytem, nakreslené v programu Excel. Tyto grafy (na obrázcích 28-32) přehledně ukazují početnosti jednotlivých zjištěných taxonů.

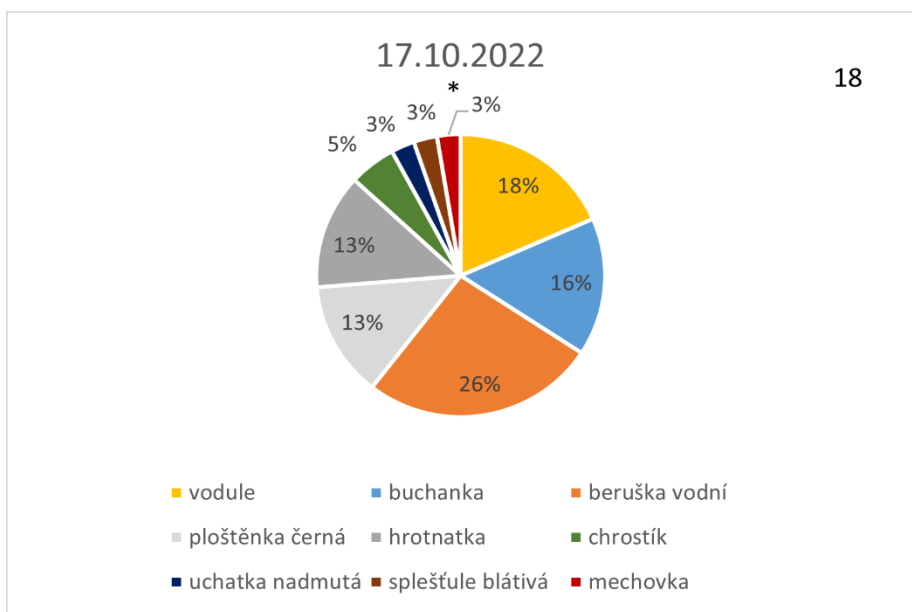
Pět provedených odběrů se lišilo v datu odběru a denním čase odběru, ve výši teploty vzduchu na lokalitě, v intenzitě slunečního osvětlení a také v metodice odběru. Tři odběry proběhly při teplotě nad nulou (1.–3.), dva při teplotě pod nulou (4. a 5.). Tři lovy byly provedeny za světla planktonkou, sklenicí, pinzetou a sítím (1., 2., 5.), dva za tmy planktonkou a sklenicí (3. a 4.). Ze všech lovů se úspěšně podařilo do laboratoře dopravit živý bezobratlý materiál k pozorování, a překvapivě i odběry provedené za tmy a velmi chladného počasí (pod bodem mrazu) obsahovaly živé organismy.

Na následujících grafech na obrázcích č. 28-32 vidíme procentuální zastoupení taxonů bezobratlých z každého lovu. Název grafu odpovídá datu odběru, jednotlivé výseče značí procentuální zastoupení druhů ve vzorku (každý druh má přidělenou stabilní barvu, a proto je na první pohled zřejmé, ve kterých odběrech byl zachycen). Teplota, která byla během daného odběru naměřena, je uvedena v pravém horním rohu příslušných grafů. Barva podkladu celého grafu znázorňuje, jestli byl lov proveden za světla, nebo za tmy (tmavý – za tmy,

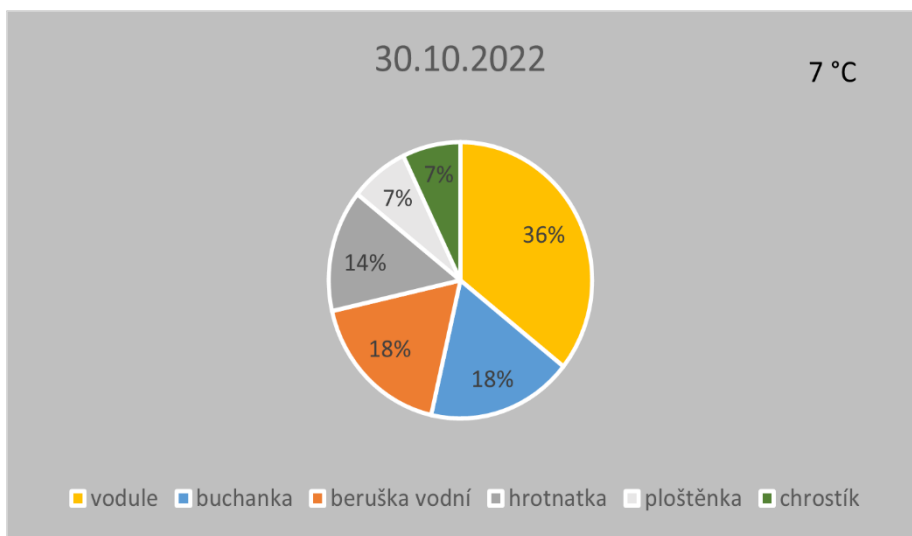
světly – za světla). Četnost jednotlivých zástupců (počet zástupců každého taxonu) je orientační. Grafy se snaží znázornit poměr mezi jednotlivými taxony v každém lovu. Ale vzhledem k tomu, že některé taxony byly označeny v některých lovech jako „velmi početné“ nelze grafy vykreslit přesně. V takovýchto případech, byl odhadnutý počet zaokrouhlen nahoru na desítky kusů.



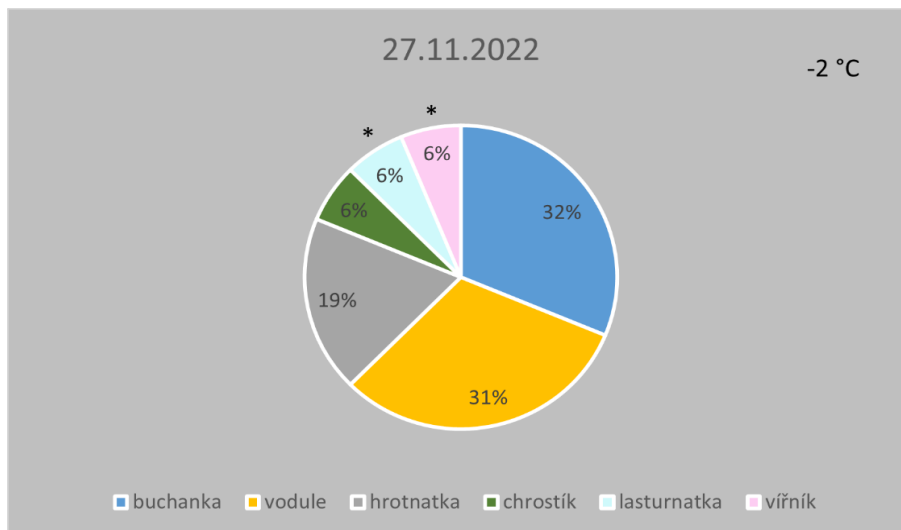
28. Graf č. 1 - zobrazení poměrového zastoupení jedinců jednotlivých zjištěných taxonů bezobratlých při odběru dne 02.10.2022



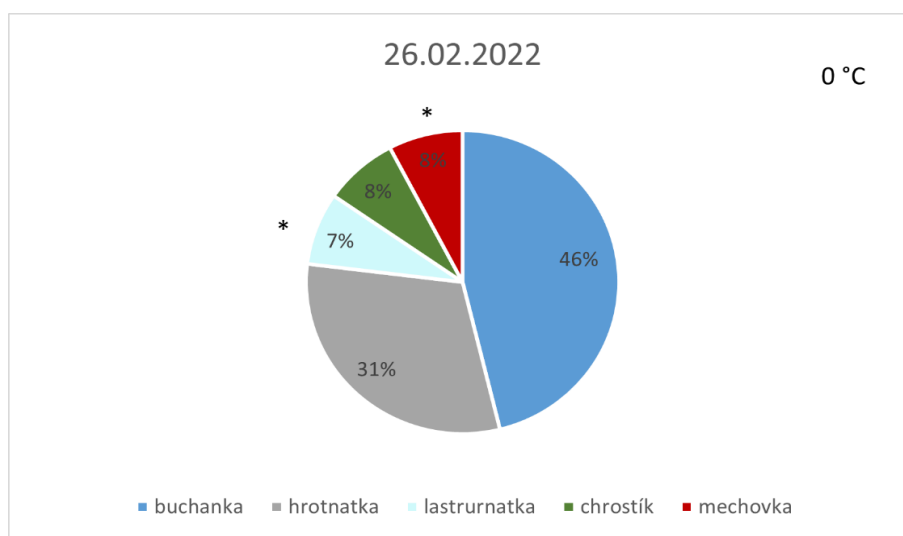
29. Graf č. 2 - zobrazení poměrového zastoupení jedinců jednotlivých zjištěných taxonů bezobratlých při odběru dne 17.10.2022



30. Graf č. 3 - zobrazení poměrového zastoupení jedinců jednotlivých zjištěných taxonů bezobratlých při odběru dne 30.10.2022



31. Graf č. 4 - zobrazení poměrového zastoupení jedinců jednotlivých zjištěných taxonů bezobratlých při odběru dne 27.11.2022



32. Graf č. 5 - zobrazení poměrového zastoupení jedinců jednotlivých zjištěných taxonů bezobratlých při odběru dne 26.02.2023

7.2.1. Zhodnocení získané fauny a jednotlivých odběrů

Nejprve je potřeba zopakovat, že počty bezobratlých (jak počty taxonů, tak počty ulovených jedinců) z jednotlivých odběrů jsou víc než cokoliv jiného orientační. V průběhu sezóny odběrů se měnily jak abiotické faktory prostředí, tak použitá metodika. Metodika se měnila právě podle měnících se faktorů prostředí tak, aby odběry proběhly bezpečně a s ohledem na zachování zdraví odebírající osoby.

Tato práce se nezaměřuje na přesnou četnost jednotlivých taxonů (to by odběry musely být prováděny pravidelně, v delším časovém intervalu a vždy za použití identické metodiky odběru). Práce se zaměřuje na možnost odlovu demonstrovatelných živých bezobratlých, a okrajově také na sezónní změny ve společenstvu bezobratlých.

Pravděpodobně největší vliv na výskyt jednotlivých druhů bezobratlých, a obecně na výskyt bezobratlých živočichů, kteří se dají ulovit, má roční období – tedy doba, ve které je lov uskutečněn. Jako živočichové ektotermní (takoví, kteří svou teplotu mění v závislosti na vnější teplotě), jsou bezobratlí závislí na okolní teplotě (Babůrek 2017). V rámci této bakalářské práce byly odběry provedeny v období mezi říjnem a únorem. Rybník za tu dobu, co bylo pozorováno, nezamrzl ani jednou po celé ploše.

Krajní hodnoty teplot vzduchu během jednotlivých odběrů dosáhly od -2 až +18 °C. Přesto byl lov ve všech případech poměrně úspěšný. Co se počtu zastižených taxonů týče, nejúspěšnější a na taxony nejpočetnější byl výsledek odběru provedeného za nejvyšší teploty, 18 °C (17.10.2022). To naznačuje, že na bezobratlé živočichy a jejich výskyt v určité hloubce vodního sloupce má vliv teplota okolí (viz. práce Young a Watt 1993). Ale pravděpodobně jen do určité chvíle. Za teplých dní lze ve vodním sloupci jednoduše ulovit mnoho bezobratlých. Když začne teplota klesat, část taxonů se stáhne na dno, kde přezimuje (např. vodule)(Hanel a Lišková 2003), část zahyne a zanechá po sobě odolná stádia (např. mechovky a jejich statoblasty (Kamiński 1992)). Další organismy zůstávají na místech, ze kterých je lze získat (buchanky, hrotnatky). Rozmanitost (zastoupení jednotlivých skupin organismů) odběrem dosažitelného společenstva se v čase celého roku mění. Nejméně rozmanité jsou vzorky v zimě, a od jara do podzimu rozmanitost stoupá (Verberk a kol. 2005). Z grafů na obrázcích č. 28-32 lze vyčíst, že buchanky (modrá barva) a hrotnatky (šedá barva) byly ve vzorcích vody nalezeny při všech pěti odběrech. Jsou tudíž podle těchto výsledků nejodolnějšími bezobratlými živočichy zkoumaného prostředí ve vztahu k teplotě, a pravděpodobně je ulovíme v nádrži po celý rok. Tyto výsledky potvrzuje i dostupná hydrobiologická literatura (Smyly 1973; Frisch 2001; Hülsmann a kol. 2012; Ebert 2022).

Na grafech č. 1-5 na obrázcích č. 28-32 je vidět, že první tři odběry byly na rozmanitost i četnost (počet jednotlivých zástupců daného taxonu) poměrně bohaté, na rozdíl od odběru čtvrtého a pátého. Tam začíná rozmanitost ulovených taxonů mírně klesat. Během posledního lovu se podařilo ulovit a určit méně taxonů bezobratlých živočichů. V dřívějších sběrech bylo vždy pozorováno více taxonů. Výsledky pozorování naznačují, že četnost a rozmanitost taxonů vyskytujících se ve zkoumaném rybníce klesá od konce podzimu s blížící se zimou, což souhlasí s poznatky (Verberk, a kol. 2005). Nicméně i v únoru za mrazivého počasí byly pozorovány aktivující buchanky, hrotnatky, lasturnatky a chrostíci. Z toho vyplývá, že i v zimě je možné získat bezobratlé živočichy z vodních těles, která nejsou úplně zamrzlá. Následující studie našli zástupce buchanek (Smyly 1973; Frisch 2001), chrostíků (Richardson a Clifford 1986; Czachorowski 1993) i hrotnatek (Hülsmann, a kol. 2012; Ebert 2022) také po celý rok.

7.2.2. Komentáře k vybraným zaznamenaným taxonům

Protože u různých taxonů byly zjištěny různé vzorce výskytu v průběhu odběrové sezóny, následující kapitola postupně komentuje výskyty všech zastižených taxonů bezobratlých živočichů.

Cyclops strenuus – buchanka obecná

Tato buchanka byla zaznamenána při každém odběru, přičemž ve třech případech byla nejpočetnějším organismem ve zkoumaných vzorcích. K líhnutí nových jedinců této buchanky dochází před zimou (Smyly 1973; Frisch 2001), buchanky přezimují aktivně ve vodním sloupci. Z toho vyplývá, že lov této buchanky (pokud nezasáhne jiný nepříznivý environmentální faktor) bude ve vodní nádrži s jejím výskytem úspěšný téměř kdykoliv, i během zimy.

Unionicola crassipes – vodule

Vodule, druhý celkově nejčetnější zástupce hned po buchance (viz graf na obrázku č.33), byla ulovena při všech prvních čtyřech odběrech (nebyla nalezena pouze v únorovém odběru) a pokud bychom počítali pouze absolutní počty jednotlivých zástupců ze všech pěti odběrů, nejvíce bylo uloveno buchanek a na druhém místě právě vodulí. Její početnost se však

poněkud měnila po celou sledovanou dobu. První lov se podařilo zastihnout čtyři jedince; počet jedinců v následujících odběrech byl slabě vyšší, v jednom případě výrazně vyšší (5, velmi mnoho,5). Hanel a Lišková (2003) uvádí, že vodule přezimují u dna, odkud je obtížnější je ulovit. Vodule *Unionicola crassipes* se ve zkoumané nádrži podařilo chytit ještě 27. listopadu 2022, tedy v čase, kdy už bylo poměrně chladno (teplota vzduchu při tomto odběru byla -2 °C). Na lov vodulí není zima nejvhodnější období, nicméně dle mých zjištění ještě v listopadu může nastat šance, že se mohou vyskytovat v části vodního sloupce, odkud mohou být jednoduše použitelnou metodikou uloveny (lov planktonkou a sklenicí). Vzhledem k malému objemu odebíraných vzorků nelze vyloučit, že v rybníce aktivující vodule byly i v době odběru, kdy jsem je nezastihla. Podle Hanela a Liškové (2003) jsou vodule k ulovení spíše v létě (za teplého počasí). Nicméně vzhledem k teplému a větrnému podzimu je možné, že v souladu s informacemi z práce Černého a Petruska (2022) došlo k promíchání vodního sloupce rybníka a vodule vystoupily ze dna do pozic bližších hladině i během podzimu (listopadový lov). Během lovu bylo sice naměřeno -2 °C, ale byla noc. V průběhu listopadových dnů mohl osvit ovlivnit teplotu vody, která mohla být vyšší. Dalším faktorem, který výskyt vodulí ve vodním sloupci mohl ovlivnit, je fotoperiodická migrace organismů, jak ji popisuje Lellák (1985 str. 84).

Rod *Daphnia* – hrotnatka

Hrotnatky byly nalezeny při každém odběru, i když celkově měly zastoupení nižší než buchanky a vodule. Podle studie z blízkosti Londýna (Young a Watt 1993) hrotnatky migrují ve vodním sloupci během dne i noci opakovaně a pravidelně z několika důvodů. Hrotnatky rodu *Daphnia* migrují při změně teplot dolů uprostřed noci, poté před svítáním a ráno stoupají k hladině. Poslední pohyb je reakcí na světlo, předešlé pravděpodobně na teplotu (během zimních měsíců je jejich vertikální migrace zvýšená a hloubka do které klesají větší). Některé pohyby hrotnatky provádí proto, aby unikly predátorům, kteří se orientují zrakem. Tímto lze vysvětlit, že byly hrotnatky uloveny i za tmy. Pravděpodobně se je podařilo zachytit ve chvíli, kdy stoupají k hladině, aby se nakrmily řasami (Korčáková a kol. 2019). Ze získaných dat lze vyvodit celoroční přítomnost hrotnatek v nádrži, kterou popisují i následující články o rodu *Daphnia* (Hülsmann, a kol. 2012; Ebert 2022), i když hustota výskytu se mění a v zimních měsících se snižuje.

Asellus aquaticus – beruška vodní

Zástupce, jehož výskyt se v průběhu zkoumané sezony výrazně měnil, je beruška vodní (*Asellus aquaticus*). Ta byla pozorována v hojném počtu ve vzorcích z prvních tří odběrů (říjen, teploty nad nulou). Později se ji už zachytit nepodařilo. Při čtvrtém a pátém lovu byla teplota vzduchu pod nulou nebo se rovnala nule. Na základě těchto výsledků by se mohlo zdát, že se beruška vodní *Asellus aquaticus* v zimě v rybníce nevyskytuje. Avšak již studie z let 1973-1974, která sleduje životní cyklus a produkci berušky vodní v jezeře Wistow lake v Anglii dokazuje, že beruška vodní se zde vyskytuje po celý rok (Adcock 1979). Proto se přikláním spíše k názoru, že *Asellus aquaticus* se v rybníce vyskytuje i v zimě a že její nepřítomnost v posledních vzorcích byla způsobena něčím jiným (nevhodným způsobem odběru, malým objemem zkoumaného vzorku vody atd.).

Řád Trichoptera – chrostíci

Krom prvního říjnového odběru se během všech čtyř dalších podařilo ulovit larvy chrostíků. Ze získaných výsledků a z polské studie Czachorowskiho (1993) se lze domnívat, že larvy chrostíků se v různé hloubce a četnosti (počet jednotlivých zástupců daného taxonu) vyskytují po celý rok. Jiná kanadská studie (Richardson a Clifford 1986) dokonce popisuje, že chrostíci, které během zimy nalovili, měli zapečetěné otvory do schránek a byli přilepeni zesponu řasy, která přežila zimu. Je tedy možné, že chrostíci na zkoumané lokalitě tráví zimu stejně, a že po přesunutí do meziokenního prostoru při skladování vzorků před jejich determinací došlo k prohřátí vody sluncem a larvy začaly aktivovat a vylezly, protože podmínky jim připomínaly jaro. Neúspěch při prvním lovu může být způsoben tím, že lov nebyl metodicky zaměřený právě na odběr chrostíků.

Ostatní vodní bezobratlé se většinou podařilo odebrat jen jednou. Bez dalších odběrů nelze spekulovat, jak často by bylo možné je na zkoumané lokalitě v zimním období zastihnout. Pravděpodobně by bylo možné je ulovit, pokud by se lov specializoval konkrétně na ně a byly užity specifické techniky sběru a odchyty, které maximalizují pravděpodobnost získání konkrétního taxonu díky znalosti jeho fenologie a etologie. Např. pokud by bylo třeba nalovit

chrostíky, stačilo by popřesouvat kameny na kraji rybníka, kam vtéká potok, nebo vybrat larvy, které nejdeme v horní vrstvě dna, když ji naberece cedníkem/sítkem (Hanel 2021b). Pokud by šlo o lov splešťulí, bylo by lepší prohlédnout část rybníka, kde je mělko a hodně spadaneého listí (Hanel 2021a).

Jak lze vyčíst z grafů č. 1-5 na obrázcích č. 28-32, dva z pěti lovů proběhly za tmy. Na první pohled to vypadá, že denní světlo nemělo ve zkoumané sezóně na výskyt bezobratlých lovených planktonkou přílišný vliv. Pravděpodobně to bude ovlivněné i tím, že tento konkrétní rybník je větší část dne zastíněn stromy a okolním reliéfem. Z literatury jsou však známé doklady toho, že světlo (fotoperioda) vliv na výskyt živočichů v různých částech vodní nádrže má. Některé organismy na světlo reagují změnou směru plavání, natočením se od/ke světlu atd. Jsou to například hrotnatky rodu *Daphnia* (Ringelberg 1964; Young a Watt 1993). Buchanky se orientují podle roviny polarizovaného světla. Pokud svítí pouze seshora, pohybují se kolmo k rovině světla. Ve vodě, ale většinou světlo přichází seshora i ze strany. Buchanky porovnávají intenzitu světla z více stran a zjišťují tak v jaké se nacházejí hloubce (Umminger 1968).

Nicméně autoři Maloney a Tressler (1942) zmiňují, že je těžké přesně určit, jak a proč se daní zástupci vodních bezobratlých pohybují – migrují. Závisí to na mnoha proměnných, které mohou být v dané situaci různě důležité a na sobě vzájemně závislé (teplota vody, termostratifikace, intenzita světla, povrchový film, barva vody, zákal, potravní vztahy, gravitace a chemické podmínky).

Lov za tmy je nepraktický. Pokud je pro potřeby výuky třeba získat konkrétní větší bezobratlé, např. větší vodní plže nebo splešťule, je určitě výhodnější jít na lov za světla, protože se používají metody individuálního sběru (Hanel 2021a). Ale pokud jde o lov vrhací planktonní sítí, v této práci se osvědčil jak za světla, tak za tmy.

7.3. Celkového zhodnocení zachycené fauny a splnění cílů práce

V rámci této práce bylo provedeno pět odběrů vodních bezobratlých živočichů ve zkoumaném rybníku v Bonkovicích na Benešovsku, po kterých proběhlo pět determinačních pozorování

vzorků pod mikroskopem, určování a fotografování. Celkově se během pěti zimních odběrů podařilo nalézt 13 různých taxonů bezobratlých živočichů ze sedmi kmenů. Některé bezobratlé se podařilo určit i do druhu (beruška vodní *Asellus aquaticus*, buchanka obecná *Cyclops sternum*, ploštěnka černá *Polycelis nigra*, splešťule blátivá *Nepa cinerea*, uchatka nadmutá *Radix auricularia*, vodule *Unionicola crassipes*, mechovka *Plumatella fungosa*, čočkovec obecný *Chydorus sphaerius*). Díky tomu se **podařilo splnit první dva cíle této bakalářské práce**: zmapovat bezobratlé vodní nádrže v obci Bonkovice na Benešovsku v zimním období, a popsat změny bezobratlého společenstva v průběhu zkoumané sezóny.

Absolutní počty jednotlivých taxonů se v rámci různých odběrů lišily, pokaždé se ale podařilo opatřit vzorky s pozorovatelnými bezobratlými živočichy včetně makroskopických zástupců. **Třetí a čtvrtý cíl práce** (ověření možnosti získání vodních bezobratlých mimo „tradiční“ lovnou sezónu a možnost využití zvolených jednoduchých technik lovu) **byly rovněž splněny**. Práce jednoznačně prokázala, že i za použití „amatérských“ odchyťových metod lze vodní bezobratlé získat v průběhu zimní sezóny.

Je jasné, že všechny na místě se vyskytující organismy nelze planktonkou či sítkem nalovit a určit během omezeného časového úseku, nicméně mnohé početné organismy byly pozorovány a určeny.

Jedním z úskalí této práce bylo právě určování bezobratlých živočichů. Pro příští práci by bylo vhodné podrobněji dopředu prostudovat bezobratlé, kteří se pravděpodobně budou v ekosystému rybníka vyskytovat. Pokud by si autorka práce ještě pečlivěji prostudovala určovací klíče a atlasy a teprve pak determinovala nalovené bezobratlé, pravděpodobně by některé organismy nebyl takový problém určit.

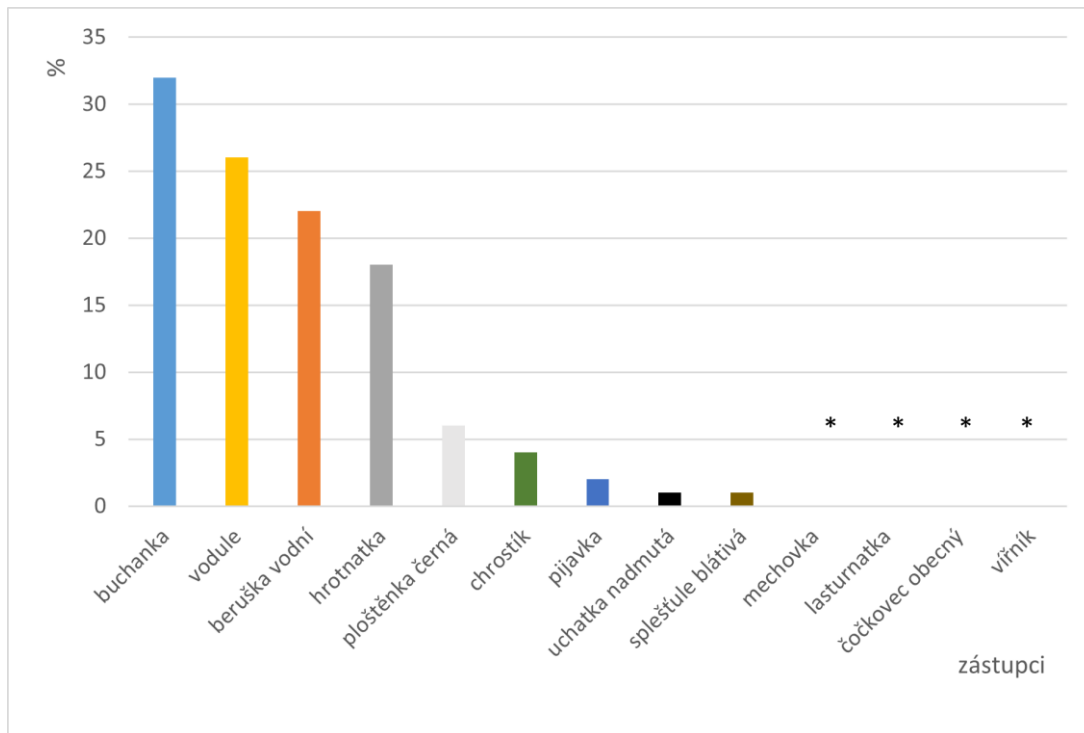
Z časových důvodů probíhalo určování často podle pořízených fotografií, ze kterých nelze vyčíst vše. Navíc z jednoho mikroskopování se kvůli technickým obtížím fotografie pořídít nepodařilo, a proto nebylo možné přesněji determinovat zástupce pijavek z prvního odběru.

V dnešní době lze určovat rostliny i živočichy i dalším způsobem. Databáze fotografií z celého světa společně s umělou inteligencí nám pomáhají určovat organismy podle fotografií.

Příkladem mohou být aplikace iNaturalis, nebo služba Google Search, kam lze nahrát fotografii rostliny nebo živočicha, která je porovnána s databází programu. Následně dostaneme pravděpodobný název rostliny/živočicha na fotografii a jiné jeho fotografie k porovnání. Tyto aplikace se neustále vyvíjejí a konkrétně aplikace iNaturalis určuje organismy podle kvalitních fotografií poměrně spolehlivě, více viz práce Unger a kol. (2021).

U většiny určených živočichů se dalo předpokládat, že se budou v rybníce vyskytovat. Zajímavým a novým zástupcem pro autorku byla mechovka *Plumatella fungosa*, která však byla pozorována jen jako statoblast (v letech před výzkumem byla v rybníce zaznamenána i kolonie). Proto bude následovat další pozorování, zda se potvrdí správnost určení druhu díky pozorování aktivní, živé kolonie. Zajímavým faktem je, že mechovky se podle Hanela a Liškové (2003) a dalších prací např. Ökland a kol. (2003) nevyskytují ve znečištěných a málo okysličených vodách, což znamená, že zkoumaná vodní nádrž je spíše čistší a okysličená. K tomuto závěru přispívá i práce Hanela (2021b), který píše: „*Larvy chrostíků s přenosnými schránkami žijí téměř ve všech typech tekoucích a stojatých vod. Převážně se ale vyskytují v čistých nebo jen slabě znečištěných vodách (xeno- až mezosa - probních).*“

Třetí cíl práce (dokázat, že zástupce ze skupiny vodních bezobratlých je možno snadno získat v přírodě i během podzimu a zimy), ilustruje také graf na obrázku č. 33. Všechny odběry byly úspěšné. I za tmy a mrazu bylo uloveno a následně určeno šest různých taxonů bezobratlých živočichů. Sezónní změny (druhý cíl práce) se podařilo zachytit, limitou je ale malý počet vzorků a použití různých odchyťových metod. Kdyby bylo naložených zástupců více, spíše by



33. Graf č. 6 – zobrazení absolutního procentuálního zastoupení skupin bezobratlých živočichů zachycených v průběhu celé zkoumané zimní sezóny

se vyloučil prvek náhody. Obrázek č. 33: graf č. 6 ukazující absolutní procentuální zastoupení skupin bezobratlých živočichů zachycených v průběhu zkoumané zimní sezóny.

Velkým přínosem této práce jsou pořízené autorské fotografie zachycených organismů. Ty byly také pořízeny ekonomicky i uživatelsky snadnou cestou: foceny byly fotoaparátem mobilního telefonu, upevněným v komerčně dostupném adaptéru na objektiv mikroskopu. Takto byla natočena i videa, která budou autorkou dále využita, v této práci ale už dále rozebírána nejsou, nicméně se na ně zájemci mohou podívat na Youtube na následujících odkazech.

Filtrace perloočky (Cladocera):

<https://www.youtube.com/watch?v=ztvwn34BuZs>

Filtrace a pohyb nálevníka rodu *Brachionus*:

<https://www.youtube.com/watch?v=0bd1T2xHdUU>

Pohyb lasturnatky rodu *Cypridopsis*:

<https://www.youtube.com/watch?v=Eufk8PRJmP4>

Závěr

Tato práce je věnována možnostem získávání bezobratlých ve stojaté vodní nádrži v období zimní sezóny. Autorka zjistila, že i v chladných a na první pohled nehostinných podmínkách české zimy je možné získat živý materiál pro výuku bezobratlých.

V průběhu pěti odběrů provedených v sezóně říjen 2022 až únor 2023 bylo nalezeno třináct taxonů bezobratlých z šesti kmenů. Nejčastěji byly zastíženy tyto druhy: buchanka obecná (*Cyclops strenuus*), vodule *Unionicola crassipes*, hrotnatka rodu *Daphnia* a beruška vodní (*Asellus aquaticus*).

Výsledky studie jsou limitované nízkým počtem ulovených vodních bezobratlých a použitím různých odběrových technik, nicméně se ukázalo, že výskyt některých bezobratlých v průběhu sledovaného časového období byl proměnlivý a u jiných stálý. Někteří zástupci (rody buchanka, hrotnatka a larvy chrostíků) byli nacházeni průběžně; jiné taxony s klesající teplotou mizely (beruška sladkovodní a vodule *Unionicola crassipes*).

V průběhu určování naložených zástupců byly pořízeny fotografie a nahrávky pozorovaných organismů, které mohou být použity ve výuce. Na záznamech je možné pozorovat filtraci a pohyb vířníka rodu *Brachionus*, filtraci perloočky (Cladocera) a pohyb lasturnatky (*Cypridopsis*); a jsou k dispozici zde: <https://www.youtube.com/@KlaraKot-gw6jt>

Všechny čtyři cíle práce byly splněny. Proběhlo zmapování bezobratlých obyvatel zvolené vodní nádrže v zimním období a byly popsány změny bezobratlého společenstva v průběhu zkoumaného období; zimního období. Autorka elegantně dokázala, že vodní bezobratlé je možné úspěšně získat i mimo „tradiční“ lovnou sezónu, a pozitivně ověřila možnost využití jednoduchých technik lovu.

Seznam použitých zdrojů

- ADCOCK, J. A. Energetics of a population of the isopod *Asellus aquaticus*: Life history and production. Online. *Freshwater Biology*, 1979, 9(4), 343-355. ISSN 0046-5070. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1979.tb01519.x>. [cit. 07.04.2024].
- ANDĚRA, M. A HORÁČEK, I. *Poznáváme naše savce*. 2. doplněné vyd. Praha: Sobotáles, 2005. 328 s. ISBN 80-86817-08-3.
- BABŮREK, J. *Aktivita bezobratlých v zimě a ověření vybraných metod jejich odchyty v zimním období*. Online, diplomová práce. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2017. Dostupné z: https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/84887/DPTX_2014_1_11410_0_447_416_0_162655.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [cit. 14.04.2024].
- BUCHAR, J., DUCHÁČ, V., HŮRKA, K. A LELLÁK, J. *Klíč k určování bezobratlých*. 1. vyd. Praha: Scientia, spol. s. r. o., pedagogické nakladatelství, 1995. 285 s. ISBN 80-85827-81-6.
- CZACHOROWSKI, S. Distribution of Trichoptera larvae in vertical profile of lakes. Online. *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 1993, 40(2), 139-163. Dostupné z: <https://www.uwm.edu.pl/czachor/publik/pdf-s/czach-s-20.pdf>. [cit. 06.04.2024].
- ČERNÝ, M. A PETRUSEK, A. Voda je divná (a díky za to). Online. *Živa*, 2022, 2. ISSN 0044-4812. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/2022-2/voda-je-divna-a-diky-za-to.html>. [cit. 14.04.2024].
- DOSTÁL, J. *Klíč k úplné květeně ČSR*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1954. 1184 s.
- EBERT, D. Daphnia as a versatile model system in ecology and evolution. Online. *EvoDevo*, 2022, 13(1), 16. ISSN 2041-9139. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s13227-022-00199-0>. [cit. 06.04.2024].
- FRISCH, D. Life cycles of the two freshwater copepods *Cyclops strenuus* Fischer and *Cyclops insignis* Claus (Cyclopoida, Copepoda) in an amphibious floodplain habitat. Online. *Hydrobiologia*, 2001, 453(1), 285-293. ISSN 1573-5117. Dostupné z: <https://doi.org/10.1023/A:1013109226765>. [cit. 07.04.2024].
- GUPTA, S. A AGRAWAL, S. C. Motility in *Oscillatoria salina* as affected by different factors. Online. *Folia Microbiologica*, 2006, 51(6), 565-571. ISSN 1874-9356. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/BF02931621>. [cit. 09.04.2024].
- HANEL, L. *Naše ryby a rybaření*. Praha: Nakladatelství Brázda, 2001. 288 s. ISBN 80-209-0292-9.

HANEL, L. Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu X (chov splešťulovitých ploštic). Online. *Biology-Chemistry-Geography/Biologie-Chemie-Zeměpis*, 2021a, 30(2). ISSN 1210-3349. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.14712/25337556.2021.2.2>. [cit. 07.04.2024].

HANEL, L. Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu XI (chov chrostíků). Online. *Biology-Chemistry-Geography/Biologie-Chemie-Zeměpis*, 2021b, 30(4). ISSN 1210-3349. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.14712/25337556.2021.4.1>. [cit. 07.04.2024].

HANEL, L. A LIŠKOVÁ, E. *Stručný obrazový klíč k určování hlavních skupin vodních bezobratlých*. Praha: Univerzita Karlova v Praze-Pedagogická fakulta 2003. 75 s. ISBN 80-7290-131-1.

HARTMAN, P. Technologie používané při chovu ryb v rybnících. In M. URBÁNEK ed. *Naše rybářství*. České Budějovice: Rybářské sdružení České republiky, 2012.

HORSÁK, M., JURICKOVA, L. A PICKA, J. *Měkkýši České a Slovenské republiky. Molluscs of the Czech and Slovak Republics*. 2013. ISBN 978-80-86447-15-5.

HUDEC, K., KOLIBÁČ, J., LAŠTŮVKA, Z. A MILAN, P. *Příroda České republiky Průvodce faunou*. Praha: Academia, 2007. 440 s. ISBN 978-80-200-1569-3.

HULE, M. Mimoprodukční funkce rybníků. In *Naše rybářství*. České Budějovice: Rybářské sdružení České republiky, 2012a.

HULE, M. Z dějin našeho rybníkářství. In *Naše rybářství*. České Budějovice: Rybářské sdružení České republiky, 2012b.

HÜLSMANN, S., WAGNER, A., PITSCH, M., HORN, W., a kol. Effects of winter conditions on Daphnia dynamics and genetic diversity in a dimictic temperate reservoir. Online. *Freshwater Biology*, 2012, 57(7), 1458-1470. ISSN 0046-5070. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2012.02810.x>. [cit. 06.04.2024].

JEŘÁBKOVÁ, L. A ZAVADIL, V. *Atlas rozšíření obojživelníků České republiky*. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2020. ISBN 8076200415.

KAMIŃSKI, M. Life cycle of the freshwater bryozoan *Plumatella fungosa* (Pall.). Online. *Acta Hydrobiol*, 1992, 34(3), 227-238. Dostupné z: https://rcin.org.pl/Content/159891/PDF/KR038_148665_r1992-t34-no3_AH-Kaminski-227-238.pdf. [cit. 08.04.2024].

KAŠŤOVSKÝ, J. A HAUER, T. *Sinice a řasy*. cz. Online. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Přírodovědecká fakulta, [2023]. Dostupné z: <https://www.sinicearasy.cz>. [cit. 09.04.2024].

KAŠTOVSKÝ, J., HAUER, T., GERIŠ, R., CHATTOVÁ, B., a kol. *Atlas sinic a řas České republiky 1*. Praha: powerprint, 2018a. ISBN 978-80-7568-071-6.

KAŠTOVSKÝ, J., HAUER, T., GERIŠ, R., CHATTOVÁ, B., a kol. *Atlas sinic a řas České republiky 2*. Praha: powerprint, 2018b. ISBN 978-80-7568-125-6.

KORČÁKOVÁ, H., LUCIE, S., ICHOVÁ, J. A DRAGOVÁ, K. *Těžký život ve vodě*. Online. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, [2019]. Dostupné z: <http://www.campanus.cz/vosatkova/wp-content/uploads/sites/75/2019/11/54-bio-studijni-text-c-d.pdf>. [cit. 06.04.2024].

LELLÁK, J. Ekologické faktory vodního prostředí. In *Ekologie živočichů*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985.

LELLÁK, J. A KUBÍČEK, F. *Hydrobiologie*. Praha: Univerzita Karlova, 1991. 259 s. ISBN 80-7066-530-0.

LOSOS, B., GULIČKA, J., LELLÁK, J. A PELIKÁN, J. *Ekologie živočichů*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985. 319 s.

MALONEY, M. T. A TRESSLER, W. L. The Diurnal Migration of Certain Species of Zoöplankton in Caroga Lake, New York. Online. *Transactions of the American Microscopical Society*, 1942, 61(1), 40-52. ISSN 00030023. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/3222679>. [cit. 08.04.2024].

ÖKLAND, K. A., ÖKLAND, J., GEIMER, G. A MASSARD, J. A. Freshwater bryozoans (Bryozoa) of Norway IV: Distribution and ecology of four species of Plumatella with notes on Hyalinella punctata. Online. *Hydrobiologia*, 2003, 501(1), 179-198. ISSN 1573-5117. Dostupné z: <https://doi.org/10.1023/A:1026244101302>. [cit. 08.04.2024].

POKORNÝ, J. Vodoprávní a environmentální problematika rybářství. In *Naše rybářství*. České Budějovice: Rybářské sdružení České republiky, 2012.

RICHARDSON, J. S. A CLIFFORD, H. F. Phenology and Ecology of Some Trichoptera in a Low-Gradient Boreal Stream. Online. *Journal of the North American Benthological Society*, 1986, 5(3), 191-199. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/1467706>. [cit. 14.04.2024].

RINGELBERG, J. The positively phototactic reaction of daphnia magna straus: A contribution to the understanding of diurnal vertical migration. Online. *Netherlands Journal of Sea Research*, 1964, 2(3), 319-406. ISSN 0077-7579. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/0077-7579\(64\)90001-8](https://doi.org/10.1016/0077-7579(64)90001-8). [cit. 07.04.2024].

SEDLÁK, E. *Zoologie bezobratlých*. Brno: Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, 2003. 337 s. ISBN 80-210-2892-0.

SMOTLACHA, M., ERHARTOVÁ, M. A ERHART, J. *Kapesní atlas hub*. Ottovo nakladatelství, sro, 2021. ISBN 8074518426.

SMRŽ, J. *Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů*. Praha: Karolinum, 2019. 192 s. ISBN 978-80-246-2258-3.

SMYLY, W. J. P. Bionomics of *Cyclops strenuus abyssorum* Sars (Copepoda: Cyclopoida). Online. *Oecologia*, 1973, 11(2), 163-186. ISSN 1432-1939. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/BF00345130>. [cit. 07.04.2024].

SVENSSON, L., MULLARNEY, K. A ZETTERSTRÖM, D. *Ptáci Evropy, Severní Afriky a Blízkého východu 2*. oprav. a rozšířené vyd. Plzeň: Ševčík, © 2009. 447 s. ISBN 978-80-7291-246-9.

ŠILHAVÝ, V., HULE, M., POKORNÝ, J. A HARTMAN, P. *Naše rybářství*. České Budějovice: Rybářské sdružení České republiky, 2012. ISBN 978-80-901510-7-8.

UMMINGER, B. L. Polarotaxis in copepods. I. an endogenous rhythm in polarotaxis in *Cyclops Vertinalis* and its relation to vertical migration. Online. *The Biological Bulletin*, 1968, 135(1), 239-251. ISSN 0006-3185. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/1539631>. [cit. 08.04.2024].

UNGER, S., ROLLINS, M., TIETZ, A. A DUMAIS, H. iNaturalist as an engaging tool for identifying organisms in outdoor activities. Online. *Journal of Biological Education*, 2021, 55(5), 537-547. ISSN 0021-9266. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1739114>. [cit. 08.04.2024].

ÚRADNÍČEK, L. A MADĚRA, P. *Dřeviny České republiky*. Písek: Matice lesnická pro Mendelovovu zemědělskou a lesnickou univerzitu, 2001. ISBN 80-86271-09-9.

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV [ČHMÚ]. *Územní teploty v roce 2023*. Online. Praha: [2023]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty#>. [cit. 14.04.2024].

VERBERK, W. C. E. P., VAN KLEEF, H. H., DIJKMAN, M., VAN HOEK, P., a kol. Seasonal changes on two different spatial scales: response of aquatic invertebrates to water body and microhabitat. Online. *Insect Science*, 2005, 12(4), 263-280. ISSN 1672-9609. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1005-295X.2005.00033.x>. [cit. 10.04.2024].

YOUNG, S. A WATT, P. Behavioral mechanisms controlling vertical migration in *Daphnia*. Online. *Limnology and Oceanography*, 1993, 38(1), 70-79. ISSN 0024-3590. Dostupné z: <https://doi.org/10.4319/lo.1993.38.1.0070>. [cit. 08.04.2024].

Přílohy

1.1. Seznam nalezených a určených bezobratlých živočichů seřazených podle abecedy

| Český název | Latinský název |
|--------------------|-----------------------------|
| beruška vodní | <i>Asellus aquaticus</i> |
| buchanka obecná | <i>Cyclops strenuus</i> |
| hrotnatka | rod <i>Daphnia</i> |
| chrostík | řád Trichoptera |
| lasturnatka | <i>Cypridopsis</i> |
| ploštěnka černá | <i>Polycelis nigra</i> |
| splešťule blátivá | <i>Nepa cinerea</i> |
| uchatka nadmutá | <i>Radix auricularia</i> |
| vířník | rod <i>Brachionus</i> |
| vodule | <i>Unionicola crassipes</i> |
| mechovka | <i>Plumatella fungosa</i> |
| čočkovec obecný | <i>Chydorus sphaericus</i> |
| pijavka | třída Hirudinea |

1. Seznam všech nalezených a určených bezobratlých živočichů