

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



**Vliv kaskády rybníků na makrozoobentos
malého toku**

Veronika Palkovičová

Bakalářská práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Bc. v oboru

Ekologie a ochrana životního prostředí

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Martin Rulík, Ph.D.

Olomouc 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením

Doc. RNDr. Martina Rulíka, Ph.D., a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 6. května 2019

.....

Podpis

Palkovičová V. 2019. Vliv kaskády rybníků na makrozoobentos malého vodního toku [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra ekologie a životního prostředí PřF UP v Olomouci. 37 str. Česky.

Abstrakt

Práce se zabývá vlivem kaskády Lanškrounských rybníků na makrozoobentos Ostrovského potoka, který jimi protéká. Odběry vzorků makrozoobentosu a vody probíhaly v létě 2017. Lokality pro odběr bentosu byly vybrány na šesti úsecích Ostrovského potoka, vzorky vody byly odebírány jak z potoka, tak ze všech sedmi rybníků. Pomocí stereomikroskopu bylo vyhodnocováno taxonomické složení bentických organismů. Ze vzorků vody byla zjišťována koncentrace celkového fosforu a celkového dusíku, a to pomocí spektrofotometrických metod. Dále byla na všech lokalitách určena elektrolytická konduktivita a měřena byla průhlednost rybníků. Na základě výsledků bylo zjištěno, že koncentrace celkového dusíku a celkového fosforu postupně klesá, stejně tak i elektrolytická konduktivita a naopak průhlednost vody v rybnících roste. To znamená, že množství rozpuštěných látek ve vodě se postupně při průchodu kaskádou zmenšuje. Taxonomické složení bentických organismů se na každé ze šesti lokalit mírně liší, celkem bylo zjištěno devatenáct taxonů, největší rozmanitost živočichů byla hned na první lokalitě nad kaskádou rybníků. Nelze však říci, že by se diverzita postupně zvyšovala nebo snižovala. Rybníky nemají vliv na makrozoobentos.

Klíčová slova: rybník, makrozoobentos, dusík, fosfor,

Palkovičová V. 2019. Impact of fishponds cascade on macrozoobenthos of a small stream [bachelor's thesis]. Olomouc: Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University of Olomouc. 37 pp. Czech.

Abstract

This thesis deals with the impact of Lanškroun's fishponds cascade on macrozoobenthos of a small Ostrov's stream which flows through them. Samples of macrozoobenthos and water were collected in summer 2017. Locations for samples of macrozoobenthos were selected on six parts of Ostrov's stream, water samples were collected from every part of stream and from seven ponds. With stereomicroscope I evaluated taxonomy composition of benthic organisms. I used spectrophotometric methods for evaluation concentration of total nitrogen and total phosphorus from water samples. On every location was measured electrolytic conductivity and on every pond was measured water transparency. Based on results was found out that concentration of total nitrogen and total phosphorus decreases, electrolytic conductivity decreases too and water transparency increases. It means that concentration of dissolved substances gradually decreases in cascade of ponds. Taxonomy composition is little different on every location, total number of taxons was nineteen, the biggest diversity was on first location over the cascade. We can't say that diversity gradually increases or decreases. Ponds don't have big impact on macrozoobenthos.

Keywords: pond, macrozoobenthos, nitrogen, phosphorus

Obsah

Seznam obrázků	vii
Poděkování.....	viii
1 Úvod.....	1
2 Cíle práce	3
3 Studovaná problematika.....	4
3.1 Město Lanškroun.....	4
3.2 Rozdělení rybníků	4
3.3 Lanškrounské rybníky	5
3.4 Fosfor	6
3.5 Dusík	7
3.6 Elektrická konduktivita	9
3.7 Průhlednost vody.....	9
3.8 Bentos.....	10
4 Materiál a metody	11
4.1 Lokality k odběru vzorků	11
4.2 Odběr vzorků vody.....	18
4.3 Stanovení celkového dusíku a celkového fosforu.....	18
4.4 Měření elektrolytické konduktivity.....	19
4.5 Měření průhlednosti vody	19
4.6 Odběr vzorků bentosu	19
5 Výsledky	21
5.1 Množství celkového fosforu ve vodě.....	21
5.2 Množství celkového dusíku ve vodě.....	21
5.3 Elektrolytická konduktivita.....	22
5.4 Průhlednost vody.....	23
5.5 Taxonomické složení bentosu	23
6 Diskuze.....	28
6.1 Fosfor a dusík.....	28
6.2 Elektrolytická konduktivita.....	28
6.3 Průhlednost vody.....	29
6.4 Makrozoobentos	29
7 Závěr	34
8 Reference.....	35

Seznam obrázků

Obr. 1 Město Lanškroun na mapě ČR	4
Obr. 2 Mapa míst odběru vzorků	11
Obr. 3 Lokalita I	12
Obr. 4 Lokalita II	12
Obr. 5 Lokalita III	13
Obr. 6 Lokalita IV	13
Obr. 7 Lokalita V	14
Obr. 8 Lokalita VI	14
Obr. 9 Lokalita VII	15
Obr. 10 Lokalita VIII	15
Obr. 11 Lokalita IX	16
Obr. 12 Lokalita X	16
Obr. 13 Lokalita XI	17
Obr. 14 Lokalita XII	17
Obr. 15 Lokalita XIII	18
Obr. 16 Celkové množství fosforu ve vodě na jednotlivých lokalitách	21
Obr. 17 Celkové množství dusíku ve vodě na jednotlivých lokalitách	22
Obr. 18 Hodnoty konduktivity na jednotlivých lokalitách	22
Obr. 19 Průhlednost rybníků	23
Obr. 20 Taxonomické složení bentosu na lokalitě I	24
Obr. 21 Společenstva vodních bezobratlých na lokalitě IV	24
Obr. 22 Taxonomické složení bentosu na lokalitě VI	25
Obr. 23 Taxonomické složení bentosu na lokalitě VIII	25
Obr. 24 Taxonomické složení bentosu na lokalitě XI	26
Obr. 25 Taxonomické složení bentosu na lokalitě XIII	26
Obr. 26 Celkové zastoupení taxonů na jednotlivých lokalitách	27

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu této bakalářské práce, panu Doc. RNDr. Martinu Rulíkovi, Ph.D., za ochotu, rady, zapůjčení studijních materiálů a pomůcek na odebrání vzorků a hlavně za trpělivost, kterou se mnou při psaní práce měl. Dále bych chtěla poděkovat panu RNDr. Petrovi Hekerovi, Ph.D. za pomoc v laboratoři při analýzách vzorků vody. Taktéž bych chtěla moc poděkovat mojí rodině za podporu po celou dobu mého studia.

1 Úvod

Voda je nejcennější a nenahraditelný přírodní zdroj, který je součástí živé i neživé přírody a zasahuje do všech složek života. Je nezbytnou součástí výživy, podmínkou zdraví, důležitou surovinou průmyslové výroby, zemědělské i lesní činnosti, základní podmínkou civilizačního a kulturního rozvoje. Je důležité, aby vždy byl vody dostatek v požadované kvalitě a aby její nerovnoměrný výskyt v krajině byl vyrovnáván soustředěním vodních přebytků v uměle vytvářených nádržích, které umožňují její využívání v době, kdy je jí nedostatek (Jůva et al. 1980).

Rybník je uměle vytvořené vodní dílo, které slouží hlavně k chovu ryb, retenci vody v krajině, funguje jako protipovodňová ochrana, má vliv na mikroklima a plní ekologickou funkci v krajině např. tím, že jsou vytvořeny nové biotopy jako vodní plochy, ostrůvky, litorály, mokřadní břehy a vodou zásobené okolní plochy, podílí se na zlepšování jakosti povrchových vod svými dočišťovacími účinky (rybarství-litomysl.cz 2019).

Historie rybníkářství v Čechách sahá až do 12. století. Nejvíce se však rozmohlo v 15. a 16. století, hlavně díky šlechtickým rodům Pernštejnů, Rožmberků a Schwarzenbergů. První rybníky vznikaly mimo dnešní rybníční pánve (Třeboňsko, Českobudějovicko, Pardubicko), protože dřívější technologie neumožňovaly budování rozsáhlejších rybníčních děl (Křivánek et al. 2012).

Jednou celospolečensky významnou funkcí rybníků je také retence látek a živin, které se do nich mohou dostávat různými cestami, např. z rybářského obhospodařování nebo z bodových, plošných a difúzních zdrojů. Mnoho let se spekuluje, zda jsou rybníky jen příjemci znečištění z obcí a zemědělství nebo zda samy kvůli chovu ryb znečištění vytvářejí, hlavně velké množství živin, které může způsobit problémy s eutrofizací (Potužák et Duras 2016).

Voda, která do rybníku přitéká, mění své fyzikální, chemické a biologické vlastnosti. Na chemické složení vody mají velký vliv klimatické podmínky jako např. odpar nebo kyselé depozice. Důležitý je také obsah biogenních prvků a splnění chemických a fyzikálních vlastností. Mezi nejdůležitější vlastnosti patří teplota vody, pH

vody, obsah kyslíku, oxidu uhličitého, metanu, amoniaku, sirovodíku, dusíku, koncentrace anorganických a organických látek (ravz.cfme.net 2019).

V 70. a 80. letech byla velká produkce statkových hnojiv v důsledku velkého rozvoje zemědělství, ta se pak využívala ke hnojení rybníků. Minerální hnojiva postupně vytlačila hnojiva organická. Přísun tak velkého množství organických látek zvyšuje intenzitu respiračních procesů a i v současné době pozoruje zatížení z dřívějších dob. I poté, co se přísun organických hnojiv sníží, můžeme pozorovat velký přebytek těchto látek v sedimentech (Lendlerová 2016).

Biotické faktory jako predace, vývojové cykly jednotlivých skupin bentosu, zimování, letnění, hnojení, přikrmování, konkurenční vztahy a abiotické faktory jako salinita, pH, kyslík nebo teplota vody mají vliv na rozvoj a složení zoobentosu v rybnících (Sukop 2007).

Bentické organismy jsou ideální volbou pro bioindikaci. Výhodou použití těchto bezobratlých organismů je velká rozmanitost a abundance druhů ve vodních biotopech, jejich život je vázaný na určitou lokalitu a životní podmínky, pomocí jejich délky života můžeme zachytit vývoj stanoviště po dobu několika měsíců nebo let, můžeme sledovat jejich reakce na environmentální stres nebo znečištění, mohou v sobě akumulovat toxiny, vzorkování není až tak složité, máme k dispozici určovací klíče a jsou vhodné pro monitoring (Adámek et al. 2010)

2 Cíle práce

Práce se zabývá vlivem kaskády rybníků na bentické organismy v potoce, který jimi protéká. Cílem této práce bylo na základě získaných dat z odběrů zjistit:

1. Z odebraných vzorků vody zjistit množství obsaženého fosforu a dusíku. Dále změřit elektrickou konduktivitu vody, průhlednost rybníků.
2. Taxonomické zastoupení bentických organismů z odebraných vzorků bentosu v daných úsecích Ostrovského potoka, který protéká Lanškrounskými rybníky.
3. Vyhodnotit, zda mají rybníky vliv na makrozoobentos protékajícího toku.

3 Studovaná problematika

3.1 Město Lanškroun

Město Lanškroun se nachází ve východních Čechách v Pardubickém kraji v podhůří Orlických hor. Jeho historie se začala psát v polovině 13. století. Nyní zde žije 10 000 obyvatel.

Krajinu, ve které se město nachází, můžeme s nadmořskou výškou 373 m. n. m. zařadit mezi pahorkatiny. Město je zasazeno v údolí řeky Moravské Sázavy, která začala modelovat krajinu v období mladších třetihor. Lanškrounská kotlina je ohraničena jižním okrajem Orlických hor a tektonickými zlomy České tabule. Nejvyšší bod se jmenuje Buková hora (958 m. n. m.), nejnižší je Třebovské sedlo (438 m. n. m.). Město z jihu lemují Třebovské stěny (lanskroun.eu 2019).



Obr. 1 Město Lanškroun na mapě ČR
Zdroj: www.guvex.cz

3.2 Rozdělení rybníků

Rybníky můžeme rozdělit podle polohy na: a) nížinné, které mají lepší prohřívání, vyšší pravděpodobnost eutrofizace a kolísání obsahu kyslíku ve vodě, b) vrchovinné, ve kterých probíhá pozdější oteplování vody, menší rozvoj fytoplanktonu i zooplanktonu, c) rybníky ve vysoké nadmořské výšce, což znamená více než 600 m. n. m., často mají nižší pH vody, d) polní, ve kterých je větší předpoklad, že se do vody dostanou hnojiva a sedimenty, e) luční, které mají mírně kyselé až neutrální pH vody, je v nich dobrá kyslíková bilance, f) lesní, které mají nízkou výnosnost, g) návesní, které jsou často silně

zabahněné, mají vysokou produktivitu díky splaškovým vodám a h) rybníky v zástavbě, u kterých se projevují všechny civilizační vlivy (Křivánek et al. 2012).

Podle způsobu napájení vodou rybníky rozdělujeme na: a) nebeské, které jsou napájeny z dešťových nebo sněhových srážek, b) pramenité, které mají jeden nebo více pramenů, jedná se o stabilní zdroj se stálou teplotou a neznečištěnou vodou, c) průtočné, které mají přítok a odtok, jejich nevýhodou je vyplavování živin, přísun škodlivých látek a obtížná regulace vody v období vyšších srážek a d) náhonové, ve kterých je lepší možnost regulace přítokové vody (Křivánek et al. 2012).

Třetí dělení je vymezeno vedlejšími úkoly rybníků na: a) závlahové, jehož účelem je funkce zavlažovací, b) biologické, neboli dočišťovací, které slouží k akumulaci odpadních vod a často je kvůli tomu nutné přizpůsobit i dobu nasazování obsádky a druhy v ní obsažené, c) požární, které jsou využívány v případě požárů, nelze je zimovat či letnit, d) rekreační, které jsou sledovány z hygienického hlediska, nelze je hnojit, vápnit, e) zámecké a parkové, jejichž význam je estetický a krajinnotvorný, f) usazovací, které slouží ke shromažďování kalů z dolů, galvanoven, uranového průmyslu, chemického průmyslu, atd., g) vodárenské, které slouží jako zdroj pitné vody a musí být hygienicky monitorovány, je zde rekreační využívání i intenzivní chov ryb (Křivánek et al. 2012).

3.3 Lanškrounské rybníky

Od severozápadního konce města Lanškroun k jihovýchodnímu konci obce Ostrov se nachází soustava sedmi rybníků. Nejstarší zmínky o počátcích rybníkářství v Lanškrouně můžeme zaznamenat kolem roku 1433. Tehdejší majitel panství Kostka z Postupic nechal postavit Dlouhý rybník, feudálové nechali budovat i další rybníky, ale např. Pšeničkův rybník patřil bohatým měšťanům (lanskroun.eu 2019).

Do soustavy Lanškrounských rybníků patří rybník Krátký, Dlouhý, Olšový, Pšeničkův, Slunečný, Plockův I a Plockův II.

Dle předchozího dělení můžeme Lanškrounské rybníky zařadit mezi průtočné, neboť jimi protéká Ostrovský potok. Celková plocha rybníků je 45 ha a jejich hloubka se pohybuje od 1,5 m do 2,5 m.

Některé z rybníků jsou využívány pro sportovní rybolov, chov ryb, ostatní pro rekreaci a sportovní vyžití. Jsou zde možnosti pro koupání, windsurfing nebo jachting.

Lanškrounské rybníky jsou součástí přírodního parku, který zde byl vyhlášen v roce 1990 jako oblast klidu podle zákona 40/1956 Sb. Největší hodnotu zde mají litorály rybníků, pobřežní louky, mokřady a jasanové olšiny.

Část rybníků je také zahrnuta do soustavy chráněných území Natura 2000. Nachází se zde mnoho chráněných druhů rostlin a živočichů. Z rostlin můžeme např. jmenovat bublinatku jižní, ostřici trsnatou, prstnatec májový, vachtu trojlistou, bleduli jarní, bradáček vejčitý nebo kosatec žlutý. Ze živočichů zde nalezneme např. bekasinu otavní, chřástala malého, hohola severního, čápa černého, raka říčního, čolka horského nebo bobra evropského, který se zde v posledních letech usadil a páchá velké škody na dřevinách roustoucích kolem rybníků.

Ve všech rybnících můžeme najít mnoho druhů ryb. Z těch hlavních je to kapr, lín, štika, candát, sumec, amur, tolstolobik, cejn, plotice, perlín, jelec, úhoř a bolen.

Problémem Lanškrounských rybníků jsou časté splachy zeminy a živin z okolních svahů a polí, kde se pěstuje především řepka a kukuřice. Dále také odpadní vody z vesnice Ostrov, která se nachází nad rybníční soustavou.

3.4 Fosfor

Fosfor má ve vodních ekosystémech význačné postavení mezi ostatními biogenními prvky, protože často bývá limitujícím faktorem produkčních procesů. Poměrné zastoupení fosforu v živých organismech a jeho zdrojích v prostředí je rozdílné. Podíl fosforu v organismech je vyšší a moc nekolísá, v prostředí je nižší a proměnlivý, což je způsobeno měnící se intenzitou jeho využití rostlinami a sedimentárním cyklem (Lellák et Kubíček 1991).

Ve vodním prostředí má fosfor mnoho forem a jejich zařazení do chemických kategorií je složité. Rozlišujeme orthofosfátový ion neboli reaktivní fosfor, polyfosfáty alochtonního původu, fosfor vázaný v organických látkách, např. ve fosfolipidech, v řetězcích polynukleotidů, fosforylovaných cukrech nebo v aminosulfonových

kyselinách, dále v živých a neživých částicích, ve vločkách vysrážených fosforečnanů a v minerálních částicích obsahujících fosfor (Fott et al. 1978).

Hlavním zdrojem fosforu jsou sedimenty a bazické horniny. V zemské kůře se vyskytuje ve formě fosforečnanů vápníku, železe, hořčíku a hliníku. Fosforečnany se uvolňují především větráním. Rozpustné fosforečnany využívá fytoplankton a bakterie a s jejich biomasou se dostává dál do produkčního řetězce ekosystémů. Největší podíl na koloběhu fosforu mají organismy a jejich látkový metabolismus. Jejich exkrementy obsahují fosfor v rozpuštěné nebo koloidní formě (Lellák et Kubíček 1991).

Lidé často narušují přirozené a vyvážené koncentrace fosforu odpady ze zástavby. Každý člověk denně vypouští do prostředí asi 3 g fosforu a většina se dostane do vod. Vodní nádrže, které se nacházejí v místě s hustou zástavbou mohou být tímto značně zatížené. Velké množství fosforu se také do vody dostává z rostlinné výroby (Novák 1985). Zvyšuje se výroba a spotřeba fosforečných hnojiv a úprava přirozených těžených fosfátů má negativní vliv na eutrofizaci vod (Lellák et Kubíček 1991).

Fosfor se hojně usazuje v sedimentech na dně nádrží a v případě, že se sníží hodnota pH a vznikne nedostatek kyslíku, se začne znovu měnit do kapalné fáze a lze ho pak změřit ve velmi vysokých koncentracích. Velké koncentrace fosforu také najdeme ve vodách z rašelinišť a v odpadních vodách. Ve všech těchto případech hovoříme o celkovém fosforu, tedy o anorganicky i organicky vázaném fosforu. Fosforečnany najdeme většinou ve velmi malých koncentracích. Jedná se o desetiny nebo setiny mg/l (ravz.cfme.net 2019).

3.5 Dusík

Dusík můžeme zařadit mezi hlavní biogenní prvky spolu s uhlíkem, vodíkem a kyslíkem. Je hlavní složkou atmosféry, jedná se o inertní plyn, neboť má trojnou vazbu mezi atomy. Organismy mohou přijímat dusík pouze v anorganické nebo organické podobě. Z anorganických sloučenin je to amoniak, dusičnany a dusitany a z organických můžeme jmenovat močovinu, proteiny a nukleové kyseliny. Vstup dusíku do biologických procesů je nejčastěji v anorganické formě (Lellák et Kubíček 1991).

Na koloběhu dusíku se podílejí téměř všechny organismy od mikroorganismů přes plankton, perifyton, makrofyty, heterotrofní složky biocenóz, primární producenty až po dekompozitory (Novák 1985).

Dusík lze ve vodě nalézt v různých formách. Jedná se o rozpuštěný molekulární dusík, dusík vázaný v organických sloučeninách, amoniak nebo amonný ion, dusitany a dusičnany. Do vody se mohou dostat z mnoha zdrojů, např. přítokem, srážkami nebo organismy žijícími ve vodě a sedimentech, které atmosférický dusík vážou. Z nádrže se dusík dostává s odtékající vodou, denitrifikací, ztrátou ze sedimentů nebo difusí těkavých sloučenin (Fott et al. 1978).

Jedná se o prvek se snadnou rozpustností a transportem jeho sloučenin. Dusík se do vod velmi jednoduše dostává odpadními vodami, aktivitou mikroorganismů se rychle přeměňuje na dusičnany nebo také oxidací čpavku přes dusitany na dusičnany. To může za předpokladu kladných teplotních a světelných podmínek vést k eutrofizaci (Novák 1985). Ze spalování fosilních paliv v tepelných elektrárnách, továrnách a výtopnách roste množství emisí dusíku, velký podíl také zaujímají spalovací motory v dopravě. Touto cestou se ročně dostává do ovzduší a srážkami zpět na zemských povrch asi 20 milionů tun dusíku (Lellák et Kubíček 1991).

Zdrojem amoniakálního dusíku je rozklad látek živočišného a rostlinného původu, dále vody ze zemědělského průmyslu a odpadní splaškové vody. Amoniak najdeme v rybnících, kde se hojně chovají ryby. Největší nebezpečí představuje amoniakální dusík vznikající při rozkladu vodního květu, jeho koncentrace mohou vystoupat až ke 2 mg/l. V povrchových vodách by koncentrace neměly převýšit 1 mg/l. Amoniak najdeme ve formě volné nebo disociované. Volná forma je velmi nebezpečná pro ryby (ravz.cfme.net 2019).

Dusitany najdeme ve vodách ve velmi nízkých koncentracích, většinou se jedná o setiny nebo desetiny mg/l. Velké množství najdeme ve splaškových vodách a ve vodách ze strojírenského průmyslu. Jedná se o nestálé sloučeniny. V aerobních podmínkách velmi snadno podléhají oxidaci a v anaerobních podmínkách naopak denitrifikaci. Pro ryby jsou dusitany nebezpečné již v malých koncentracích, neboť vzniká methemoglobin v krvi a v důsledku toho mají hnědé zbarvení žaber a krve (ravz.cfme.net 2019).

3.6 Elektrická konduktivita

Jako konduktivitu označujeme míru koncentrace ionizovatelných anorganických a organických složek vody, u vod s nižší koncentrací organických látek se jedná o míru obsažených aniontů a kationtů (Hekera 2013).

Konduktivita je dána pohyblivostí iontů. Jednotkou měření je $S \cdot cm^{-1}$, ale nejčastěji se používají jednotky $mS \cdot cm^{-1}$ nebo $\mu S \cdot cm^{-1}$. Přístroj pro měření označujeme jako konduktometr. Ten měří vodivost roztoku mezi dvěma nebo čtyřmi elektrodami. Před měřením je dobré přístroj kalibrovat, a to pomocí roztoku chloridu draselného. Na změny konduktivity má vliv i teplota. Pokud se teplota změní o $1^{\circ}C$, může to konduktivitu změnit o 2%. Konduktometry proto už mají vestavěnou kompenzaci vlivu teploty, která je ovládána automaticky nebo manuálně (Hekera 2013).

3.7 Průhlednost vody

Průhlednost vody neboli transparence je fyzikální vlastnost, která ovlivňuje množství světla pronikajícího vodním sloupcem. Je dána turbiditou, což je zákal, který se přirozeně vyskytuje ve vodách a je způsobený nerozpuštěnými látkami a mikroskopickými organismy. Jedná se o látky anorganické, organické, plankton, detrit, hydratované oxidy, železo, mangan nebo bakterie (Hekera 2013). Tento zákal se může různě během roku měnit, např. po přívalech dešťů nebo splachy z okolí, často ho způsobují planktonní organismy. V zimě bývá průhlednost větší než v létě, kdy ji ovlivňuje vegetační zákal způsobený rozvojem planktonu. Průhlednost může sloužit jako orientační informace o množství fytoplanktonu a o produkčním potenciálu (Lellák et Kubíček 2001).

Hodnoty průhlednosti vody během vegetačního období by měly dosahovat desítky cm. Pokud se průhlednost rychle zvyšuje, např. v důsledku přemnožení zooplanktonu, který redukuje fytoplankton, tak je to nebezpečné, protože může vzniknout kyslíkový deficit ve vodním prostředí, což by bylo nežádoucí pro vodní organismy (ravz.cfme.net 2019).

3.8 Bentos

Termínem bentos označujeme společenstvo živočichů, které obývá dno vodní nádrže nebo vodního toku. Oblasti dna říkáme bentál. Některé druhy bentických organismů, např. larvy pakomárů, obývají nejdříve plankton a teprve v pozdějším stádiu života se stávají organismy žijícími na dně. Na vodních substrátech dochází v příznivých podmínkách k vytvoření nárostových společenstev rostlin, živočichů, i mikrobiálních organismů (Kubíček et Zelinka 1982).

Bentos můžeme podle různých kritérií rozdělit do několika skupin. Podle velikosti ho dělíme na mikrobentos a makrobentos, systematicky na fytobentos a zoobentos, dle možností lokomoce na sesilní a vagilní organismy a podle prostředí, ve kterém živočichové žijí, na limnobentos a rheobentos (Kubíček et Zelinka 1982).

Zásahy člověka mohou negativně zasahovat do vodního prostředí a tím omezit nebo vyřadit málo adaptabilní druhy. Zároveň se ale vytvářejí podmínky pro druhy nové nebo původní, které mají hustou populaci. Ovlivnění celého systému mají na svědomí také odpadní vody, jejichž vliv může být kladný, jestliže dané látky slouží živočichům jako potrava nebo záporný, jestliže jsou dané látky toxické. Vliv odpadních vod se také může projevit zanášením dýchacích orgánů, změnám charakteru dna nebo změny obsahu kyslíku (enviroexperiment.cz 2019).

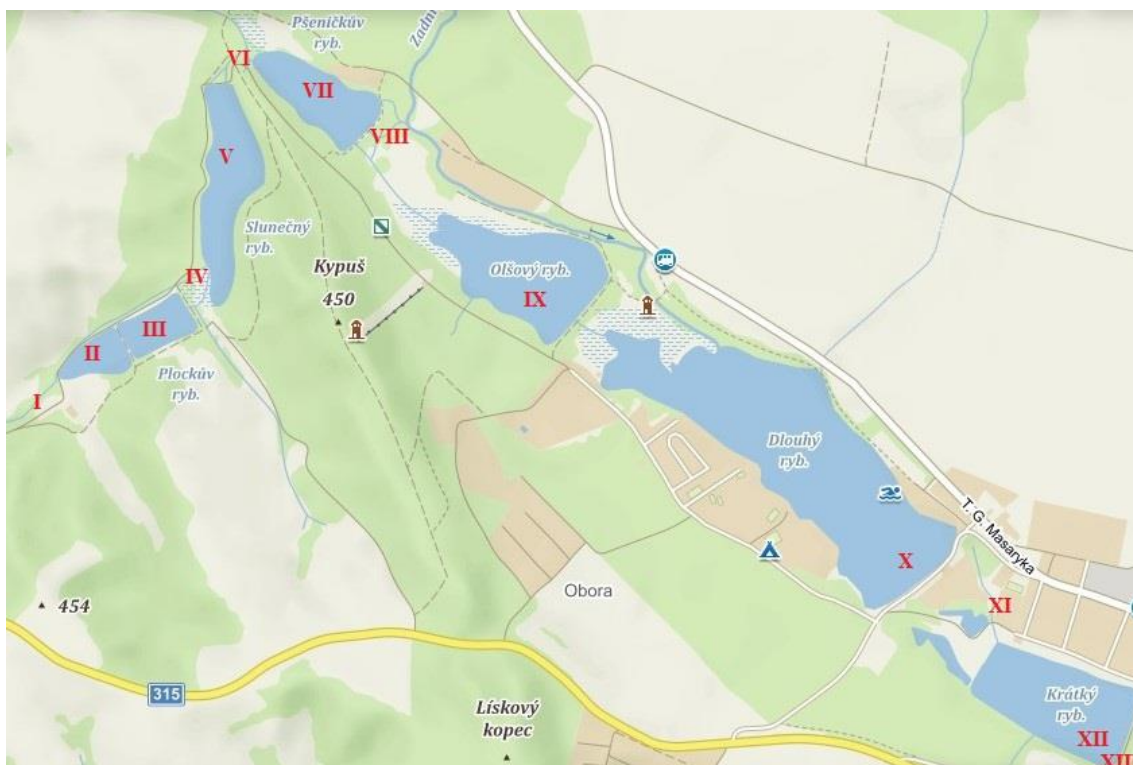
Bentos je součástí potravy ryb. Mřenky, vranky a pstruzi jsou v prvních fázích vývoje zcela závislí na těchto organismech. Jako potrava slouží i některým druhům vodních a zpěvných ptáků, např. kachen, bahňáků, potápek, rybáků, racků, skorců nebo rákosníků (enviroexperiment.cz 2019).

Pokud se ve vodě zvýší množství živin a dojde k eutrofizaci, je to pro bentické organismy nebezpečné, neboť ve vodě dojde k rozvoji řas a sinic, které budou spotřebovávat kyslík a produkovat toxické látky, např. amoniak. To může mít pro bentos fatální následky.

4 Materiál a metody

4.1 Lokality k odběru vzorků

Na obr. 2 jsou označeny jednotlivé lokality pro odběry vzorků. Vzorky vody pro analýzy koncentrace celkového fosforu, celkového dusíku a elektrolytické konduktivity byly odebírány ze všech třinácti lokalit (I – XIII). Odběry proběhly v červenci 2017. Průhlednost vody byla měřena jen v rybnících, jedná se o lokality označené čísly II, III, V, VII, IX, X, XII. Odběry bentosu proběhly na šesti úsecích Ostrovského potoka na lokalitách označených čísly I, IV, VI, VIII, XI, XIII). Mezi Olšovým rybníkem (lokalita IX) a Dlouhým rybníkem (lokalita X) nelze odebrat bentos, neboť tam na sebe rybníky hned navazují hrázemi.



Obr. 2 Mapa míst odběrů vzorků
Zdroj: www.mapy.cz

Lokalita I

Prvním místem pro odběr vzorků je část Ostrovského potoka nad Pločkovými rybníky. GPS souřadnice pro toto místo jsou 49°55'17.9"N 16°33'53.4"E. Jedná se o místo, které lemují křoviny, dno je tvořeno jemnými sedimenty a opadem z okolních stromů.

Je možné, že z vesnice Ostrov se do tohoto potoku mohou dostávat odpadní vody a ovlivňovat tak výsledky odběrů a měření.



Obr. 3 Lokalita I
Foto: Veronika Palkovičová

Lokalita II

Druhé místo pro odběr vzorků je Plockův rybník I. GPS souřadnice jsou 49°55'20.1"N 16°34'00.0"E. Rybník je lemovaný travinami a rákosinami, vyskytují se zde volavky.



Obr. 4 Lokalita II
Foto: Veronika Palkovičová

Lokalita III

Třetím místem pro odběry vzorků je Plockův rybník II. GPS souřadnice pro tento rybník jsou 49°55'22.5"N 16°34'07.0"E. Tento rybník obklopují traviny a jedna jeho hráz je tvořena stromy, především olšemi.



Obr. 5 Lokalita III
Foto: Veronika Palkovičová

Lokalita IV

Čtvrtou lokalitou je místo mezi Plockovým rybníkem II a Slunečným rybníkem. GPS souřadnice 49°55'24.6"N 16°34'08.3"E. Tok zde ubírá na rychlosti a voda je zde spíše stojatá.



Obr. 6 Lokalita IV
Foto: Veronika Palkovičová

Lokalita V

Pátým místem pro odběry vzorků je Slunečný rybník. Jeho GPS souřadnice jsou 49°55'38.7"N 16°34'12.8"E. Tento rybník je obklopen z jedné strany jehličnatým a z druhé strany smíšeným lesem. Je hojně využíván pro rybaření.



Obr. 7 Lokalita V
Foto: Veronika Palkovičová

Lokalita VI

Šestá lokalita se nachází na Ostrovském potoce mezi Slunečným a Pšeničkovým rybníkem. GPS souřadnice 49°55'41.3"N 16°34'14.4"E. Hloubka toku je zde jen několik cm, dno kamenité. Břehy jsou lemovány opadem stromů a travinami.



Obr. 8 Lokalita VI
Foto: Veronika Palkovičová

Lokalita VII

Sedmým místem odběru vzorků je Pšeničkův rybník. GPS souřadnice tohoto místa jsou 49°55'35.6"N 16°34'28.7"E. Tento rybník má bohaté litorály, kde převládají rákosiny, traviny a keře. Je místem hojného výskytu vodního ptactva. Můžeme zde vidět např. volavku popelavou nebo lysku černou.



Obr. 9 Lokalita VII
Foto: Veronika Palkovičová

Lokalita VIII

Osmá lokalita se nachází mezi Pšeničkovým a Olšovým rybníkem. GPS souřadnice jsou 49°55'35.3"N 16°34'35.3"E. Tok zde lehce meandruje, hluboký je několik cm, břehy jsou lemované travinami a stromy.



Obr. 10 Lokalita VIII
Foto: Veronika Palkovičová

Lokalita IX

Olšový rybník je devátým místem odběru vzorků. GPS souřadnice tohoto rybníku jsou 49°55'21.7"N 16°34'52.3"E. Rybník, u kterého se nachází menší chatová oblast.



Obr. 11 Lokalita IX
Foto: Veronika Palkovičová

Lokalita X

Desátou lokalitou je Dlouhý rybník. GPS souřadnice jsou 49°55'01.5"N 16°35'29.6"E. Dlouhý rybník je využíván zejména jako rekreační. Hlavně v létě slouží ke koupání a k dalším sportovním aktivitám. Jako jediný není obhospodařovaný lanškrounskými rybáři, ale patří městu Litomyšl. Je to rybník, který se pravidelně letní.



Obr. 12 Lokalita X
Foto: Veronika Palkovičová

Lokalita XI

Jedenáctou lokalitou je část potoka nad Krátkým rybníkem. GPS souřadnice tohoto místa jsou 49°55'00.6"N 16°35'31.5"E. Potok má v tomto místě kamenité dno, kolem jsou stromy.



Obr. 13 Lokalita XI
Foto: Veronika Palkovičová

Lokalita XII

Dvanáctým místem pro odběr vzorků je Krátký rybník. GPS souřadnice tohoto rybníku jsou 49°54'50.8"N 16°35'55.5"E. Nachází se nejbližší k centru města, je kolem něj zástavba rodinných domů a na jeho konci nalezneme sídlo Českého rybářského svazu. Jedná se o rybník, který je využíván zejména ke sportovnímu rybolovu.



Obr. 14 Lokalita XII
Foto: Veronika Palkovičová

Lokalita XIII

Třinácté místo pro odběry vzorků je úsek Ostrovského potoka pod Krátkým rybníkem. GPS souřadnice jsou 49°54'49.4"N 16°35'56.6"E. Poslední lokalita pro odběr vzorků má kamenité dno, proud zde není silný, kolem jsou četné křoviny a stromy.



Obr. 15 Lokalita XIII
Foto: Veronika Palkovičová

4.2 Odběr vzorků vody

Odebírání vzorků vody proběhlo na všech 13 lokalitách, to znamená v sedmi rybnících a na šesti úsecích Ostrovského potoka, vždy nad rybníkem a pod rybníkem. Vodu jsem odebírala tak, že jsem vždy ze břehu rybníka či potoka ponořila plastovou lahev o objemu 330 ml do vody a vodu nabrala. Voda se nefiltrovala. Po odběru jsem vzorky vody uložila do mrazících boxů na katedře.

4.3 Stanovení celkového dusíku a celkového fosforu

Koncentrace celkového dusíku a celkového fosforu byly stanovovány v laboratoři z odebraných vzorků vody pomocí spektrofotometrie.

Spektrofotometrie je metoda založená na principu pohlcování světla v různých vlnových délkách světelného spektra. Pomocí spektrofotometru lze měřit koncentraci určité látky v roztoku, v našem případě dusíku a fosforu.

Hodnoty koncentrací byly zjišťovány ze všech třinácti lokalit. Voda se nejprve musela rozmrazit na pokojovou teplotu, poté byla napipetována do zkumavek o objemu 10 ml a připravena na laboratorní měření.

Metoda pro zjištění koncentrace celkového dusíku je založena na principu mineralizace s persulfátem za zvýšené teploty. Celková koncentrace dusíku se poté jako amoniakální dusík vyhodnotí pomocí spektrofotometru.

Metoda pro zjištění koncentrace celkového fosforu ve vodě je založena na principu převedení všech forem fosforu na rozpustné fosforečnany oxidací (pomocí kyseliny sírové a dusičné). Následně opět vyhodnocujeme pomocí spektrofotometru. Výsledná hodnota se rovná koncentraci fosforečnanů, a proto musíme tuto hodnotu vynásobit koeficientem 0,326 a dostaneme tak koncentraci celkového fosforu.

4.4 Měření elektrolytické konduktivity

Měření konduktance proběhlo na všech třinácti lokalitách. Elektrolytickou konduktivitu jsem zaznamenávala pomocí digitálního konduktometru tak, že jsem vždy přístroj ponořila do vody a hodnotu zaznamenala.

4.5 Měření průhlednosti vody

Měření průhlednosti vody jsem prováděla pomocí Seccioho disku, který je černobílý, má kulatý tvar a průměr asi 30 cm. Disk jsem ponořila do vody a sledovala do jaké hloubky je stále viditelný, tuto hloubku jsem poté zaznamenala. Průhlednost vody jsem měřila ve všech sedmi rybnících.

4.6 Odběr vzorků bentosu

Na daném úseku toku jsem si vždy vymezila místo pro odběr vzorků. Pro odběr jsem použila bentickou síť s pevnými okraji a rukojetí. Jednotlivé vzorky jsem vždy odebírala na daném místě tak, že jsem síť ponořila do vody a pokusila se co nejlépe nabrat část

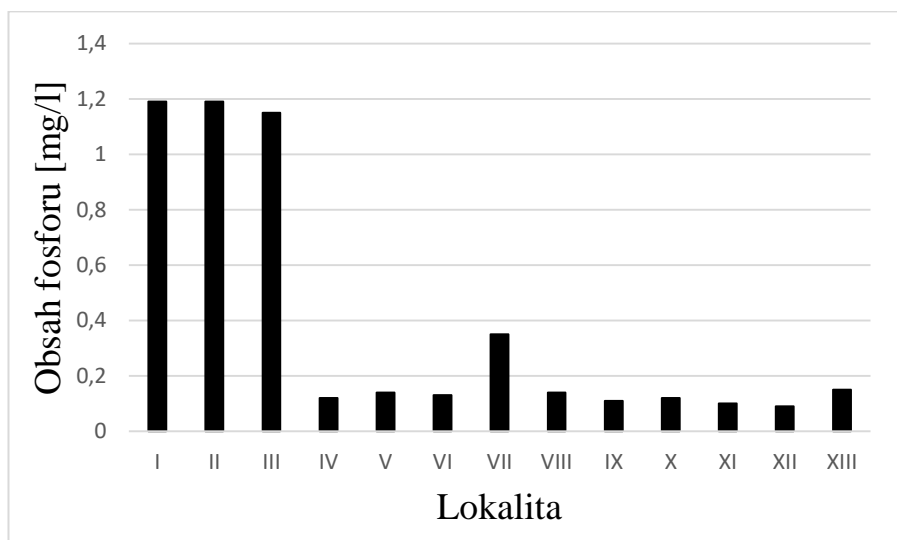
ze dna, ve které bentické organismy žijí. Také jsem nadzvedávala kameny a odebírala vzorky pod nimi, neboť tam se často nachází úkryt těchto živočichů. Poté, co jsem nabrala vzorek do síta, přendala jsem ho na plastový táč s vyššími okraji a vybrala větší nežádoucí části, jako např. větvičky, kameny, trávy a zbytky opadaného listí. Po přebrání jsem vzorek přelila do plastové uzavíratelné nádoby a zalila 95% etanolem, který organismy zafixuje.

Dalším krokem bylo vyhodnocování vzorků pod stereomikroskopem na Petriho misce. V této fázi jsem musela pomocí pinzety vybrat veškeré bentické organismy, které se ve vzorku nacházely a dát je opět do etanolu, avšak do menší uzavíratelné nádobky. Poté už mohla probíhat determinace organismů s pomocí determinační literatury a stereomikroskopu.

5 Výsledky

5.1 Množství celkového fosforu ve vodě

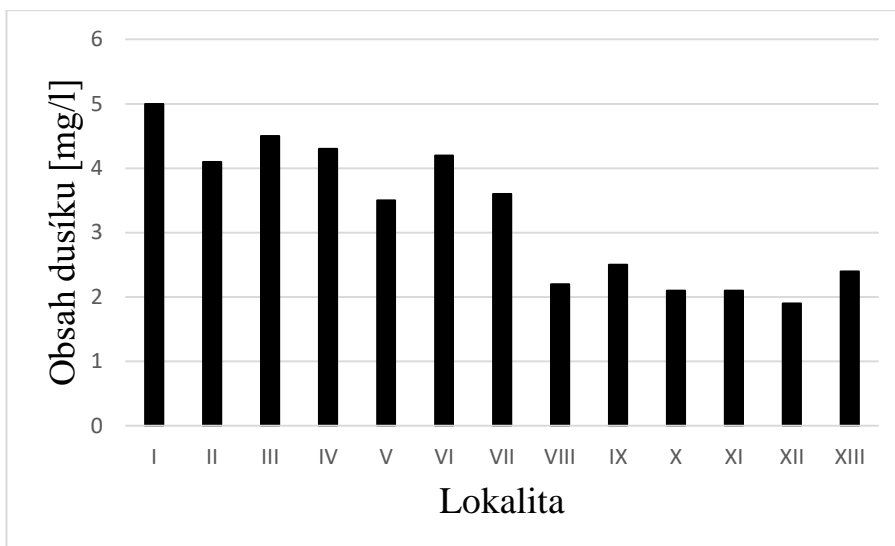
Koncentrace celkového fosforu ve vodě se pohybovala od 0,09 do 1,19 mg/l. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny na začátku kaskády na prvních dvou lokalitách, poté se koncentrace výrazně snížila a na všech dalších lokalitách byla v menších hodnotách. Naměřené hodnoty jsou na obr. 16.



Obr. 16 Celkové množství fosforu ve vodě na jednotlivých lokalitách

5.2 Množství celkového dusíku ve vodě

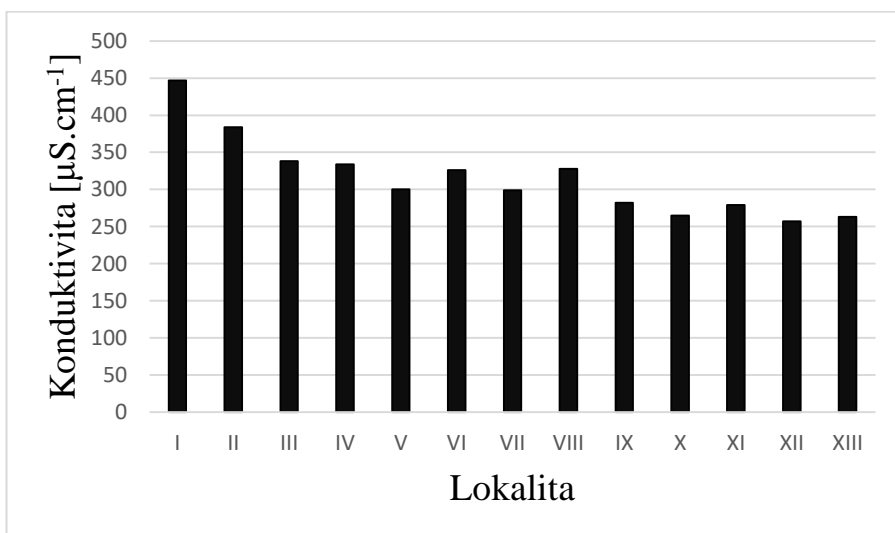
Koncentrace celkového dusíku ve vodě se pohybovala od 1,9 do 5 mg/l. Nejvyšší hodnota byla zjištěna hned na první lokalitě nad kaskádou rybníků. Poté se koncentrace postupně snižovala. Naměřené hodnoty jsou vyobrazené na obr. 17.



Obr. 17 Celkové množství dusíku ve vodě na jednotlivých lokalitách

5.3 Elektrolytická konduktivita

Elektrolytická konduktivita se pohybovala v rozmezí od 257 do 447 $\mu\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$. Nejvyšší hodnotu jsem naměřila na začátku kaskády, poté se hodnota zmenšovala. To nasvědčuje tomu, že množství rozpuštěných látek ve vodě se postupně snižuje. Naměřené hodnoty můžeme vidět na obr. 18.

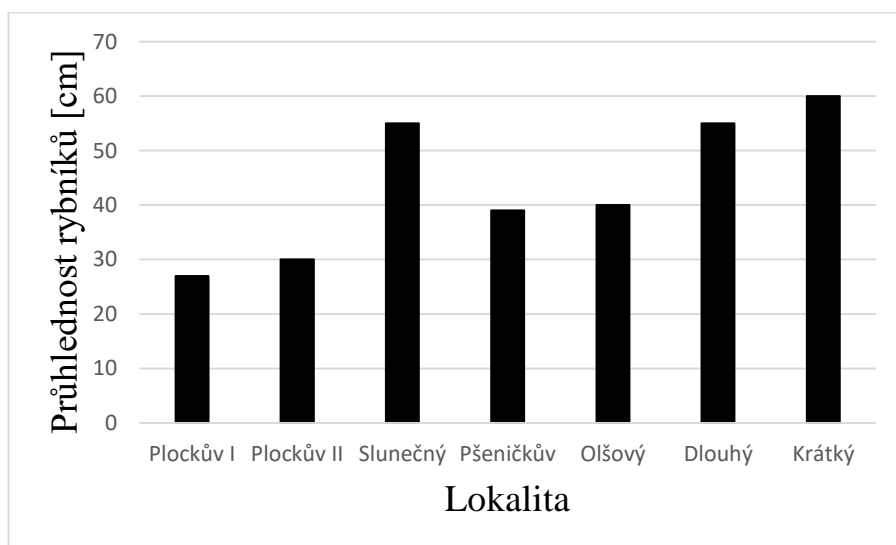


Obr. 18 Hodnoty konduktivity na jednotlivých lokalitách

5.4 Průhlednost vody

Naměřená průhlednost vody se pohybovala v rozmezí 27 – 60 cm. Dalo by se říci, že se transparence postupně zvyšovala. To znamená, že obsah rozpuštěných částic ve vodě se od prvního rybníku po poslední snižuje.

Plockův rybník I měl průhlednost 27 cm, Plockův rybník II 30 cm, Slunečný rybník 55 cm, Pšeničkův rybník 39 cm, Olšový rybník 40 cm, Dlouhý rybník 55 cm a Krátký rybník 60 cm. Naměřené hodnoty jsou na obr. 19.

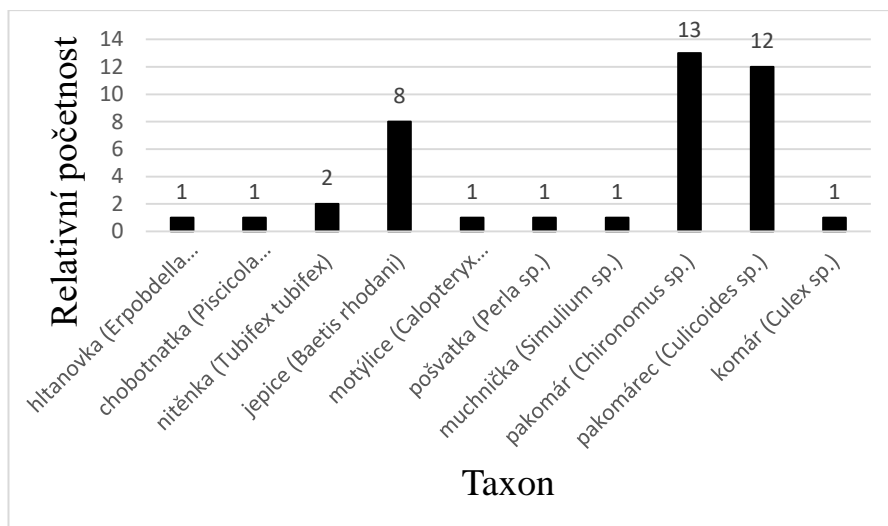


Obr. 19 Průhlednost rybníků

5.5 Taxonomické složení bentosu

Lokalita I

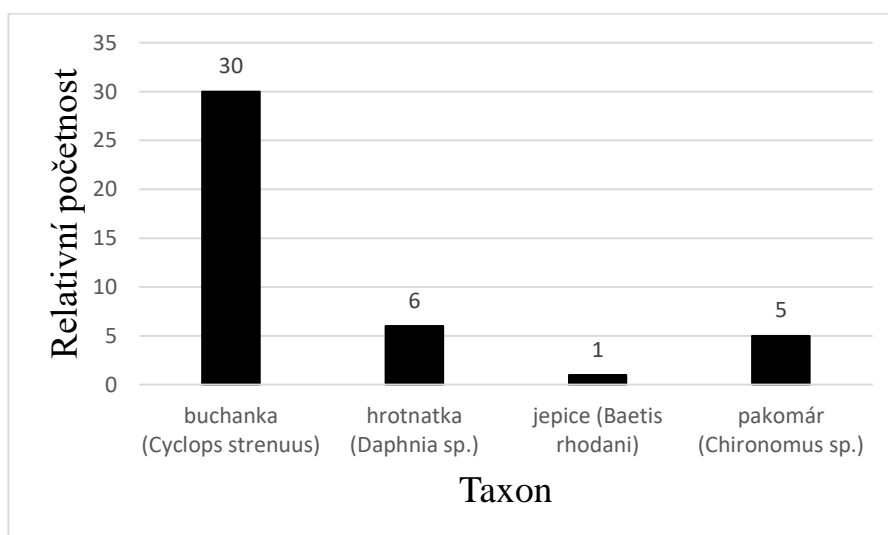
První lokalita by se dala označit jako taxonomicky nejbohatší. Nacházelo se zde deset taxonů. Nejvíce početnými taxony byly larvy pakomárů (*Chironomidae*) a pakomárců (*Ceratopogonidae*).



Obr. 20 Taxonomické složení bentosu na lokalitě I

Lokalita IV

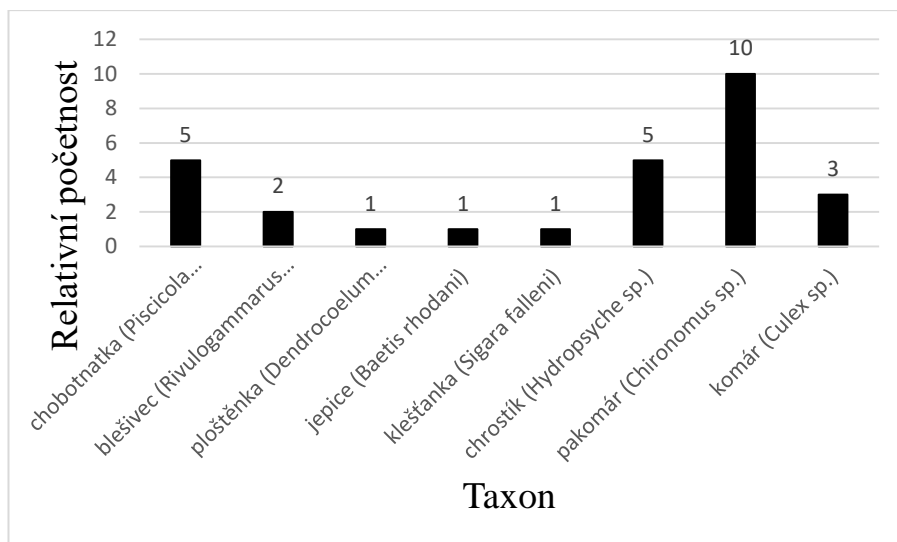
Na lokalitě IV byly zjištěny pouze čtyři taxony. Do odebraných vzorků dostali i dva zástupci planktonu, a to buchanky a hrotnatky. To můžeme vysvětlit tím, že s rybníční vodou se do toku pod hrází rybníka dostávají i druhy, které za bentos nepovažujeme. Nejvíce početným bentickým taxonem byli opět pakomáři.



Obr. 21 Společenstva vodních bezobratlých na lokalitě IV

Lokalita VI

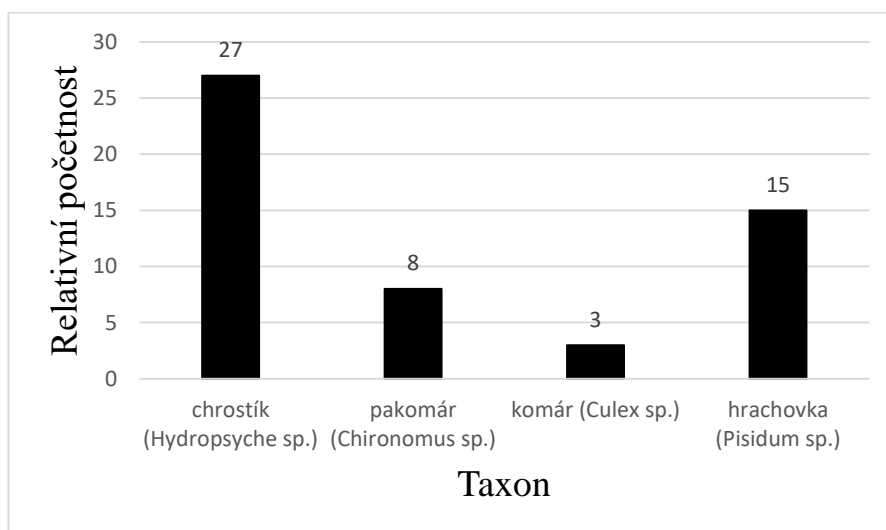
Na lokalitě VI se nacházelo osm taxonů. Největší zastoupení měly opět larvy pakomárů.



Obr. 22 Taxonomické složení bentosu na lokalitě VI

Lokalita VIII

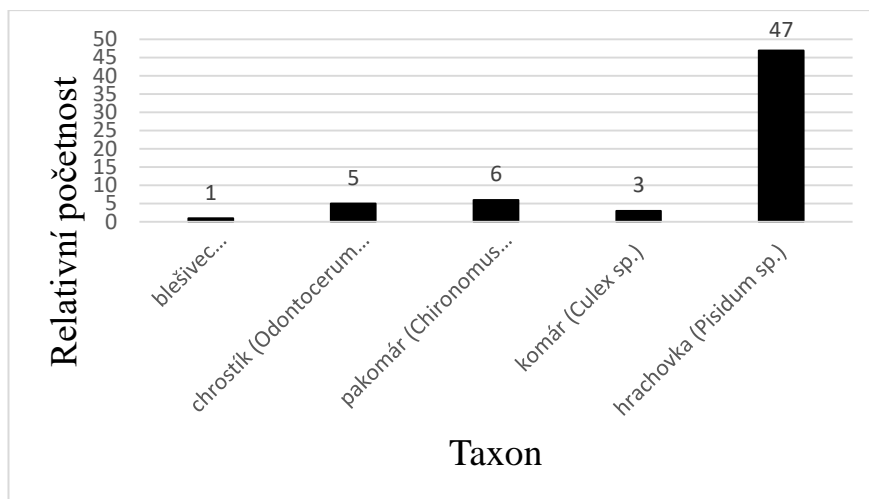
Na lokalitě osm se nacházely čtyři taxony živočichů. Nejvíce početným taxonem byly larvy chrostíků rodu *Hydropsyche*.



Obr. 23 Taxonomické složení bentosu na lokalitě VIII

Lokalita XI

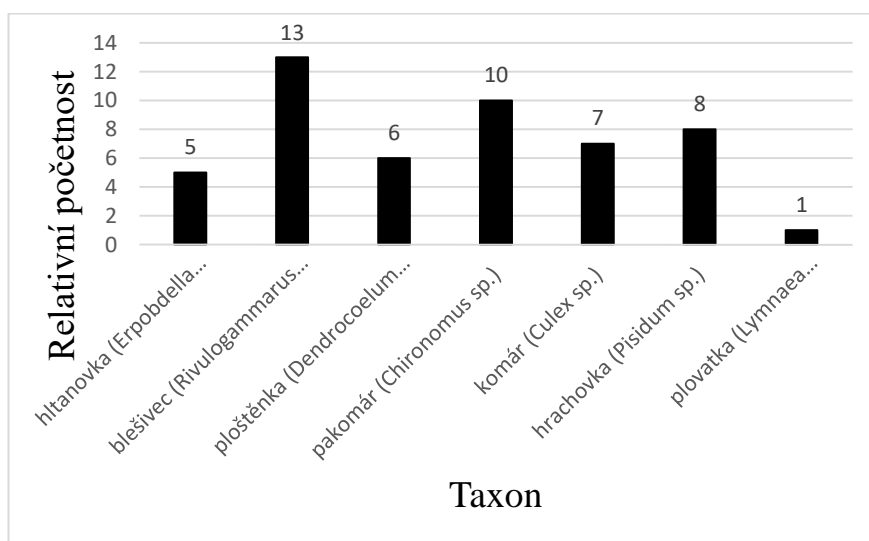
Na jedenácté lokalitě se nacházelo pět taxonů. Největší relativní početnost byla zaznamenána u hrachovky rodu *Pisidium*.



Obr. 24 Taxonomické složení bentosu na lokalitě XI

Lokalita XIII

Na poslední třinácté lokalitě se nacházelo sedm taxonů. Nejpočetněji byli zastoupeni blešivci.

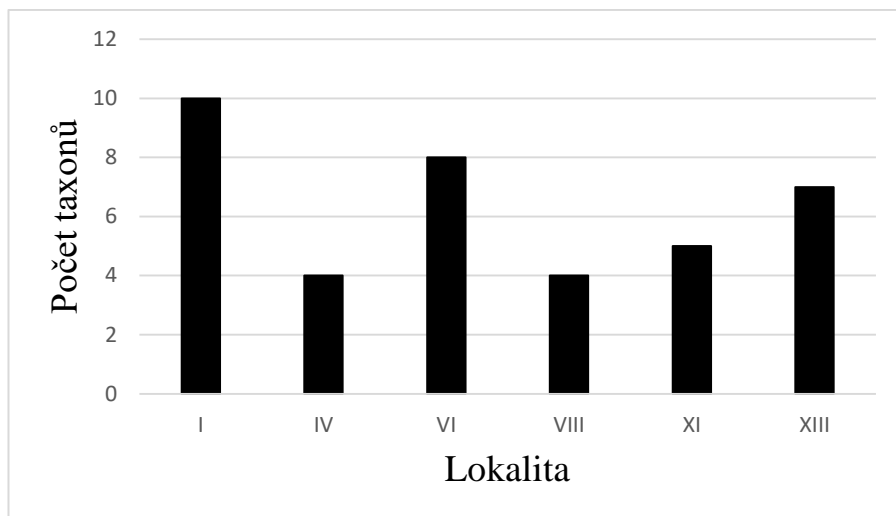


Obr. 25 Taxonomické složení bentosu na lokalitě XIII

Celková početnost taxonů na všech lokalitách

Na obr. 22 můžeme vidět zastoupení taxonů na jednotlivých lokalitách, kde probíhaly odběry bentosu. Na lokalitě I to bylo 10 taxonů, na lokalitě IV 4 taxony, na lokalitě VI 8 taxonů, na lokalitě VIII 4 taxony, na lokalitě XI 5 taxonů a na poslední lokalitě XIII 7 taxonů.

Jako lokalitu s největší diverzitou můžeme tedy označit lokalitu I, tedy místo, které se nachází na začátku nad kaskádou rybníků.



Obr. 26 Celkové zastoupení taxonů na všech lokalitách

6 Diskuze

6.1 Fosfor a dusík

Nejmenší koncentrace celkového fosforu 0,09 mg/l byla naměřena na předposlední lokalitě XII a naopak nejvyšší koncentrace 1,19 mg/l na prvních dvou lokalitách I a II. Jedná se o běžné hodnoty. Nízké koncentrace fosforu nejsou pro organismy nijak nebezpečné. Pokud jejich množství vzroste, může to například poukazovat na fekální znečištění vody (arnika.org 2019).

Nejnižší koncentrace celkového dusíku 1,9 mg/l byla naměřena na předposlední lokalitě XII, nejvyšší hodnota 5 mg/l byla naměřena na první lokalitě I. Jedná se o trochu vyšší hodnoty než by měly v povrchových vodách být. Velké koncentrace dusíku můžeme naměřit v zimních měsících, v letních měsících ve vegetačním období ho odčerpávají rostliny. Velké množství dusíkatých látek ve vodě má negativní vliv jak na ryby, tak i na bentos. Amoniakální dusík není pro organismy nebezpečný ani ve vyšších koncentracích několik desítek mg/l, ale pokud se jedná o plynný amoniak, je to nebezpečné, neboť má toxické účinky (web2.mendelu.cz 2019).

6.2 Elektrolytická konduktivita

Destilovaná voda má konduktivitu $0,5 - 3 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, povrchové a podzemní vody mohou dosahovat hodnot $50 - 500 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (vypocty.remediace.cz). Vodivost v tekoucích vodách se při vyšším průtoku pohybuje přes $200 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a pokud se průtok sníží, hodnota se pohybuje kolem $150 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Mrkvica 2015).

U rybníků je konduktivita závislá na podloží a na tom, zda se daný rybník hnojí. Vodivost se také může měnit v závislosti na tom, jak je velký výpar. Pokud je velký výpar, konduktivita se zvyšuje, protože dochází k zahušťování vody (Mrkvica 2015).

Naměřené hodnoty konduktivity se neliší od normálu pro povrchové a podzemní vody. Vodivost se postupně od lokality I k poslední lokalitě XIII snižuje. To znamená, že míra koncentrace ionizovatelných anorganických a organických látek klesá.

6.3 Průhlednost vody

Průměrná průhlednost rybníků v České republice se v roce 2015 na začátku vegetační sezóny se dostala na nejvyšší hodnotu 410 cm a poté se postupně snižovala přes 64 cm v červnu, 48 cm v červenci až po 41 cm (nase-voda.cz 2019).

Snížená průhlednost vody je často důsledkem vysokého počtu kaprovitých ryb v našich rybnících. Ryby se živí zooplanktonem, který pak není schopný likvidovat fytoplankton, ten se poté přemnoží a vzroste zákal vody. Problémem je také rozrývání bahnitého dna rybami, čímž se opět snižuje transparence vody (nase-voda.cz 2019).

Nejmenší průhlednost vody 27 cm byla na měřena na druhé lokalitě II. Jedná se o první rybník z kaskády, ve kterém bylo i nejvyšší množství fosforu a dusíku. Nejvyšší průhlednost vody 60 cm byla naměřena na předposlední lokalitě XII, což je poslední rybník kaskády.

Výsledky měření ukazují, že průhlednost vody Lanškrounských rybníků je nižší. Hodnota průhlednosti se postupně od začátku kaskády v jednotlivých rybnících zvyšuje, což znamená, že zákal vody se naopak zmenšuje. Malá průhlednost prvních dvou rybníků (lokalita II a III) může být ovlivněna jak množstvím rozpuštěných látek ve vodě, rybí obsádkou, tak i tím, že rybníky nejsou moc hluboké.

6.4 Makrozoobentos

Na všech lokalitách, kde proběhly odběry vzorků bentosu, jsem objevila devatenáct taxonů živočichů. Některé byly determinovány do rodu, některé do druhu. Nejvíce početným taxonem byla hrachovka, pakomár a chrostík. Naopak některé jiné taxony byly často zastoupeny jenom jedním jedincem.

Hltanovka, kterou řadíme mezi pijavice, se živí drobnou faunou a hojně se vyskytuje na rostlinách, pod kameny a v tocích, kde není tak silný proud. Ve vodě se pohybuje hadovitě (Šrámek-Hušek 1958).

Chobotnatka je jedinou z pijavek, která nedýchá celým povrchem těla, ale vyvinuly se u ní dýchací měchýřky, které jsou umístěny po stranách těla v podobě

malých hrbolků. Žije na dně kamenitých i bahnitých toků, často mezi rostlinami, ponořenými předměty. Při vyschnutí biotopu vydrží být zahrabané v bahně a vytvoří si kolem sebe slizovou vrstvu (Lellák et al. 1985). Jsou nebezpečné pro plůdek nebo pro zimující a málo pohyblivé ryby (Šrámek-Hušek 1958).

Nitěnka, patřící mezi máloštětinatce, je živočich, který si staví rourky, ve kterých ukrývá přední část těla. Zadní část těla se volně hýbe ve vodě (Chejsin 1955). Tento taxon patří mezi živočichy, kteří se mohou vyskytovat jak v čisté, tak i ve znečištěné vodě (Buchar et al. 1995).

Ploštěnka žije ve stojatých vodách, ale můžeme ji najít i v mírně tekoucích tocích, většinou pod kameny, mezi rostlinami nebo pod spadným listím. Může žít i v mírně znečištěných vodách. Živí se řasami a drobnějšími organismy. Její regenerační schopnost je velká (cs.wikipedia.org 2019).

Blešivec patří mezi různonožce. Zde se jedná o rod *Rivulogammarus*, který může žít i v teplejších a mírně znečištěných vodách nížin a podhůří. Pohybuje se pomocí orgánů, kterým říkáme pereopody a pleopody (Lellák et al. 1985). Žije většinou pod kameny nebo v rostlinných porostech, jsou oblíbenou potravou ryb, zejména pstruhů a lipanů (Šrámek-Hušek 1958).

Buchanka obecná není součástí bentosu, je skupinovým druhem klanonožců. Žije ve stojatých vodách a rybnících, najdeme ji jako součást planktonu (Buchar et al. 1995).

Hrotnatka je součástí zooplanktonu, můžeme ji najít jak ve velkých vodních nádržích, tak i v menších tůních. Daří se jim i ve znečištěných vodách. Jsou významnou složkou potravy ryb, které se živí planktonem (Buchar et al. 1995). Jako potrava slouží hrotnatkám detrit a drobné řasy (Šrámek-Hušek 1958).

Jepice předjarní žije v mírně tekoucích vodách a může mít úkryty ve zbytcích vegetace na dně toku. Potravou larev jepic jsou drobní živočichové a řasy. Mají kousavé ústní ústrojí. Jejich dospělci žijí velmi krátkou dobu a nepřijímají potravu (Šrámek-Hušek 1958).

Motýlice řadíme mezi vážky. Ohrožení pro ně představuje znečištěná voda. Jejich larvy se živí jepicemi a malým vodním hmyzem. Svou kořist loví zvláštním lapacím orgánem, kterému říkáme maska a to tak, že ji vymrští (Šrámek-Hušek 1958).

Klešťanka patří mezi býložravé ploštice. Živí se sladkovodními řasami, jimž vysává buněčný obsah. Můžeme je najít v rybnících, řekách, menších potůčcích i v tůních. Na hladinu se dostávají hlavou a hrudí napřed a nad hladinou naberou vzduch do hřbetních komor (Lellák et al. 1985).

Pošvatka patří mezi živočichy, jejichž larvy žijí na dně toků, kde se buď zahrabávají, nebo se velmi rychle pohybují po substrátu, dokážou i plavat ve volné vodě. Můžeme je najít v různých skulinách, pod kameny nebo schované v rostlinách. Je to fotofobní živočich (Lellák et al. 1985).

Muchnička patří mezi dvoukřídle. Dospělci jsou velmi drobní, mají průsvitná křídla a bodají. Jejich larvy najdeme ve všech tekoucích vodách ve velkém množství. Mají rozšířený konec těla s háčky, kterými jsou přichycené k podkladu a mají brvy, které slouží k filtraci potravy. Můžeme najít i kukly, které jsou uchycené na stoncích rostlin a mají svazky žaber (Šrámek-Hušek 1958).

Chrostík rodu *Hydropsyche* má hnědé tělo a najdeme ho v různých typech tekoucích vod. Staví si lapací síť a řadíme ho mezi filtrátory. Dospělci žijí jeden měsíc, někdy se žijí i méně dlouho (Lellák et al. 1985).

Chrostík rodu *Odontocerum* si své schránky staví z malých zrníček písku. Larvy najdeme v tocích, kde je kamenité dno. Larva je opatřena žlázami, které produkují sliz a tím si pak lepí jednotlivá zrníčka písku k sobě až z nich pak vznikne schránka (Lellák et al. 1985).

Pakomár patří mezi dvoukřídly hmyz. Najdeme je ve vodách stojatých i tekoucích, je hojně rozšířený téměř všude. Lidé si je často pletou s komáry, ale pakomáři nebodají. Larvy žijí ve vodách buď volně nebo přichycené ke kamenům, kde si staví obaly a schránky. Mají třásnitě žábry. Larvám se také říká patentky (Šrámek-Hušek 1958).

Pakomárec patří mezi dvoukřídly hmyz. Jedná se o živočichy sající krev na lidech i na zvířatech. Jejich bodnutí je velice bolestivé (cojeco.cz 2019). Larvy se vyskytují v tekoucích vodách.

Komár je také součástí řádu dvoukřídleho hmyzu. Jeho larvy jsou v klidu zavěšeny na hladině a dýchají vzdušnicovou trubičkou. Při vyrušení okamžitě opouští povrchovou blanku vody. Živí se drobnými živočichy a detritem (Šrámek-Hušek 1958).

Najdeme je ve všech typech stojatých i tekoucích vod, od malých tůňek, dutin vyplněných vodou až po rybníky a větší nádrže.

Hrachovka je druhem mlže, který žije ve vodních tocích s písčitobahnitým dnem. Potravu získává filtrací planktonu a detritu. Mají obojetné pohlaví, vyvíjí se v těle rodiče a poté se narodí již plně vyvinutí mlži. Vrchol jejich lastury je posunut směrem k zadní části (Beran 1998).

Plovatka je jedním z nejběžnějších vodních plžů v České republice. Je taxonem, který nejčastěji obývá rybníky, pískovny, pomalu tekoucí vodní toky, odstavená ramena, mokřady a periodické tůně. Jako potrava jí slouží detrit, nárosty řas, odumřelé i živé části rostlin a mrtví živočichové. Dožívá se od 2 do 5 let (Beran 1998).

Pokud dojde k letnění rybníku, tak téměř veškerá fauna zahyne. Krátce po napuštění se opět složky zoobentosu probudí k životu, jedná se zejména o larvy vodního hmyzu. Obnova živočichů jako jsou kroužkovci, měkkýši a korýši trvá o něco déle, osídlování nového prostředí jim zabere delší čas. Naopak při zimování rybníku může velká část zoobentosu přečkat nepříznivé podmínky v bahně a vyčkat až se rybník na jaře opět naplní vodou (Sukop 2007).

Hodnoty biomasy zoobentosu se mění během celého roku. Nejvyšší abundance je na jaře od února do dubna, poté se během jara a léta početnost snižuje, protože stoupá aktivita ryb a vylétávají imága hmyzu. V červnu a červenci je nejmenší biomasa i abundance. Na podzim se začínají objevovat mladí jedinci a tím se početnost opět navyšuje. Během let mohou hodnoty kolísat (Sukop 2007).

Jelikož byly vzorky bentosu odebírány během léta, je možné, že to ovlivnilo relativní početnost jedinců jednotlivých taxonů. Převládajícími taxony makrozoobentosu byli pakomáři, hrachovky a chrostíci. První lokalita byla taxonomicky nejbohatší, avšak nemůžeme říci, že by se diverzita makrozoobentosu v potoce postupně při průtoku kaskádou snižovala. Relativní početnost druhů v průběhu toku kolísala. Z hlediska ekologie se jedná o běžné taxony, které nemají vysoké nebo speciální nároky na prostředí.

Každý taxon má své nároky na prostředí, je ovlivněn charakterem substrátu a prouděním, a proto se některé taxony objevily třeba jen na jedné nebo dvou lokalitách. To, že se některé taxony nacházely pouze na určité lokalitě, může být způsobené tím, že jim rybníky znemožňují migraci mezi jednotlivými úseky potoka.

Své výsledky mohou porovnat např. s taxonomickým složením bentosu na přítoku a odtoku u Brněnské přehrady, kde se objevili téměř stejní bezobratlí jako v Ostrovském potoce. Nalezen tam byl kamomil, hltanovka, chobotnatka, blešivec hřebenatý, pošvatka rodu *Perla*, beruška vodní, jepice rodu *Baetis*, chrostíci rodu *Hydropsyche* a pakomáři (vtei.cz 2019).

Dle taxonů, které byly nalezeny na jednotlivých úsecích Ostrovského potoka, se dá říci, že voda je zde mírně znečištěná. Objevují se zde bezobratlí, kteří nemají velké nároky na čistotu vody (pakomár, nitěnka, chobotnatka, hrachovka, hltanovka).

7 Závěr

Jedná se o první takový výzkum na této lokalitě. Cílem této práce bylo zhodnotit, zda soustava Lanškrounských rybníků má vliv na taxonomické zastoupení bentických organismů v potoce, který danými rybníky protéká. Dále bylo zjišťováno celkové množství dusíku a fosforu ve vodě všech rybníků, elektrolytická konduktivita a průhlednost vody. Bentické druhy byly vyhodnocovány pod stereomikroskopem, množství celkového fosforu a celkového dusíku bylo zjišťováno pomocí spektrofotometrických metod, konduktivita pomocí konduktometru a průhlednost vody pomocí Secchiho disku.

Koncentrace celkového fosforu, celkového dusíku, elektrolytické konduktivity a průhlednosti vody ukazují, že množství rozpuštěných látek ve vodě se postupně při průchodu kaskádou rybníků snižuje. Jelikož se hned nad první lokalitou nachází vesnice Ostrov, je velice pravděpodobné, že se do Ostrovského potoka dostávají odpadní vody a tím se zvyšuje koncentrace rozpuštěných látek. Z jedné strany je zde také pole, ze kterého mohou jít splachy zeminy a hnojiv do vody.

Výsledky taxonomického složení makrozoobentosu Ostrovského potoka neukazují, že by na ně kaskáda rybníků měla mít jednoznačný vliv. Na jednotlivých lokalitách se hodně taxonů opakovalo. Nelze říci, že by na začátku nebo na konci kaskády bylo větší či menší množství taxonů nebo že by zde dominoval určitý taxon.

8 Reference

Adámek Z., Helešic J., Maršálek B., Rulík M. (2010): Aplikovaná hydrobiologie. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod.

Arnika: Celkový fosfor [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <https://arnika.org/celkovy-fosfor>

Beran L. (1998): Vodní měkkýši ČR. Vlašim: Regionální centrum ČSOP pro střední Čechy.

Buchar J., Ducháč V., Hůrka K., Lellák J. (1995): Klíč k určování bezobratlých. Praha: Scientia, spol. s r. o., pedagogické nakladatelství.

Co je co: Pakomárcovití [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: http://www.cojeco.cz/index.php?detail=1&s_lang=&id_desc=69758&title=pakom%EDcovit%ED

Enviroexperiment: Bentos – i zvířata jsou někdy na dně [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <https://www.enviroexperiment.cz/biologie-stredni-skola/bentos-i-zvirata-jsou-nekdy-na-dne>

Gymnázium Vodňany: Chemismus vody [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <http://ravz.cfme.net/ravz/water-chemistry.aspx>

Hekera P. (2013): Monitoring životního prostředí. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Chejsin J. M. (1955): Stručný klíč k určování sladkovodních živočichů. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

Jůva K., Hraba A., Pustějovský R. (1980): Malé vodní nádrže. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.

Kubíček F., Zelinka M. (1982): Základy hydrobiologie. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

Křivánek J., Němec J., Kopp J. (2012): Rybníky v České republice. Jan Němec – Consult.

Lanškroun: Lanškrounské rybníky [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <https://www.lanskroun.eu/lanskrounske%2Drybniky/d-2692/p1=2939>

Lanškroun: Přírodní park Natura 2000 [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <https://www.lanskroun.eu/prirodni-park-natura-2000/d-2739>

Lellák J., Kořínek V., Fott J., Kořínková J., Punčochář P. (1985): Biologie vodních živočichů. Praha: Univerzita Karlova.

Lellák J., Kubíček F. (1991): Hydrobiologie. Praha: Univerzita Karlova.

Lellák J., Fott J., Blažka P., Kořínek V., Straškrabová V. (1978): Hydrobiologie pro postgraduální studium. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

Lendlerová L. (2016): Respirační procesy a rizika kyslíkových deficitů v eutrofních rybnících. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

Mrkvica A. (2015): Dlouhodobé změny fyzikálně-chemických parametrů rybníků v závislosti na hospodaření. Brno: Mendelova univerzita v Brně.

Naše voda – informační portál o vodě: Výsledky měření průhlednosti vody v našich rybnících [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/vysledky-mereni-pruhlednosti-vody-nasich-rybnicich/>

Novák B. (1985): Ochrana přírody (I. akvatické ekosystémy). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Potužák J., Duras J. (2016): Jsou rybníky zdroje či naopak příjemci znečištění?. Praha: Fórum ochrany přírody.

Sukop I. (2007): Zoobentos Lednických rybníků. Sborník Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita.

Šrámek-Hušek R. (1958): Život našich řek. Praha: Orbis.

Rybářství Litomyšl: Význam a funkce rybníků [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <http://www.rybarstvi-litomysl.cz/vyznam-a-funkce-rybniku/>

Ústav inženýrství ochrany životního prostředí FT UTB ve Zlíně: T7TV07 Stanovení konduktivity, pH a oxidačně-redoxního potenciálu [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <http://vypocty.remediace.cz/studmat/2013820142334/T7TV072012.pdf>

VTEI: Přehradý a vodní bezobratlí živočichové [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/2017/11/prehrady-a-vodni-bezobratli-zivocichove/>

Web2mendelu: Hydrochemie [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=3179&typ=html

Wikipedia: Ploštěnka mléčná [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Plo%C5%A1t%C4%9Bnka_ml%C3%A9%C4%8Dn%C3%A1