

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Brno 2017

Klára Burianová



Zhodnocení revitalizace biocentra – Vícemilické rybníky

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

Ing. Petra Opeřtová, Ph.D.

Vypracovala:

Klára Burianová



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Klára Burianová**
Studijní program: Zemědělská specializace
Obor: Agroekologie
Název tématu: **Zhodnocení revitalizace biocentra – Vícemilické rybníky**
Rozsah práce: 30 stran textu, mapové a grafické přílohy, fotodokumentace

Zásady pro vypracování:

1. Zpracování literární rešerše – problematika revitalizací, znečišťování vod, související legislativa
2. Návrh metodiky práce
3. Terénní průzkum zájmového území a monitoring v povodí, charakteristika zájmového území
4. Zhodnocení současného stavu
5. Monitoring jakosti vody, vyhodnocení vybraných ukazatelů jakosti vody v laboratoři UAKE, porovnání s daty z přechozího monitoringu prováděného v rámci projektu revitalizace, srovnání výsledků s platnou legislativou
6. Diskuze, závěr



Seznam odborné literatury:

1. JUST, T. a kol. *Vodohospodářské revitalizace : a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. [Praha]: Český svaz ochránců přírody ;, 2005. 359 s. ISBN 80-239-6351-1.
2. KOUTNÝ, L. *Stabilní úpravy toků v přírodních podmínkách*. MZLU Brno, 1995.
3. EHRLICH, P. a kol. *Revitalizační úpravy potoků – objekty : metodická pomůcka*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 1994. 79 s. Metodika.
4. HETEŠA, J. – KOČKOVÁ, E. *Hydrochemie*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1998. 95 s. ISBN 80-7157-289-6.
5. GERGEL, J. *Metodická pomůcka-Revitalizace drobných vodních toků*. VÚMOP Praha, 1999.
6. HUBAČÍKOVÁ, V. – OPPELTOVÁ, P. *Úpravy vodních toků a ochrana vodních zdrojů*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. 130 s. ISBN 978-80-7375-243-9.
7. OPPELTOVÁ, P. *Ochrana vodních zdrojů*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. 103 s. ISBN 978-80-7509-218-2.
8. PITTER, P.: *Hydrochemie*. 2.vyd. Praha. VŠCHT, 1999, 568 s.
9. Zákon o vodách č. 254/2001 Sb. v platném znění a s tím související prováděcí předpisy

Datum zadání bakalářské práce: říjen 2015

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2017

Burianová

Klára Burianová
Autorka práce



Oppelová

Ing. Petra Oppelová, Ph.D.
Vedoucí práce

Šťastná

doc. Ing. Dr. Milada Šťastná
Vedoucí ústavu

Ryant
doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Zhodnocení revitalizace biocentra – Vícemilické rybníky vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 20. 4. 2017

Podpis

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucí práce Ing. Petře Opletové, Ph.D., za její čas, ochotu, cenné rady a materiály poskytnuté v průběhu zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat svému příteli, rodině a nejbližším za podporu během celé doby studia.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá hodnocením revitalizace biocentra Vícemilické rybníky. Jedná se o soustavu dvou průtočných nádrží, které slouží především jako retenční prostor a ochrana intravilánu blízkých obcí před povodněmi. Cílem práce je zhodnotit revitalizaci a současný stav zájmového území a také monitoring jakosti. Formou literární rešerše je přiblížena problematika malých vodních nádrží, revitalizací, jakosti a znečišťování vod, atp. V další části je zpracována charakteristika území. Kapitola materiál a metodika popisuje postup terénního průzkumu a monitoringu jakosti vody. Jakost byla zjišťována třikrát za rok a hodnocena pomocí vybraných ukazatelů. Výsledky byly znázorněny do grafů a porovnány s ČSN 75 7221 a s nařízením vlády č.401/2015 Sb., v platném znění. Z výsledků vyplývá, že nejproblematictější látkou je fosfor. Ten se do toku a následně do nádrží dostává prostřednictvím splaškových vod v závislosti na absenci ČOV v horní části povodí.

Klíčová slova: nádrž, voda, monitoring, jakost, znečištění

Abstract

This bachelor essay occupies with an evaluation of revitalization of biocenter Vicemilice's ponds. It is a system of two flow tanks. They serve primarily as a retention area and the protection of the urban nearby towns from flooding. The aim of this work is to evaluate the revitalization and current status of the area and also make a quality monitoring. By a form of literary review is delineated a problematic of a small reservoirs, revitalizations, water quality and pollution, etc. The next part deals with the characteristics of the territory. Material and Methods section describes the procedure of field survey and monitoring of water quality. Quality was assessed three times a year and evaluated using selected indicators. The results were shown in graphs and compared with ČSN 75 7221 and the government decree n. 401/2015 in valid wording. The results show that the most problematic substance is phosphorus. Phosphorus gets into the river and then into ponds by waste water, depending on the absence of the WWTP in the upper part of the basin.

Keywords: reservoir, water, monitoring, quality, pollution

Obsah

1	Úvod	10
2	Cíl bakalářské práce	11
3	Literární rešerše	12
3.1	Vodoprávní legislativa	12
3.2	Druhy vod	16
3.2.1	Vody dle výskytu	16
3.2.2	Vody dle použití	17
3.3	Malé vodní nádrže	18
3.3.1	Rozdělení a účel malých vodních nádrží	18
3.3.2	Rybníky	19
3.4	Revitalizace	20
3.4.1	Obecné vymezení revitalizace	20
3.4.2	Revitalizace malých vodních nádrží	21
3.4.3	Revitalizace vodních toků a mokřadů	21
3.5	Jakost vod	22
3.5.1	Klasifikace jakosti povrchových vod v ČR	22
3.6	Znečišťování	23
3.7	Samočistící schopnost vody	25
3.8	Monitoring v povodí	25
3.8.1	Typy monitorovacích programů	26
4	Charakteristika území	28
4.1	Historie	28
4.2	Poloha vybraného území	28
4.3	Přírodní podmínky	29
4.3.1	Hydrologie	29
4.3.2	Geologie a geomorfologie	30

4.3.3	Pedologie.....	31
4.3.4	Klima.....	31
4.3.5	Chráněná území.....	32
4.4	Hospodářské podmínky.....	32
4.4.1	Zemědělství.....	32
4.4.2	Průmysl.....	33
4.4.3	Doprava a cestovní ruch.....	33
4.5	Vícemilické rybníky – vodní nádrže s biocentrem.....	33
4.5.1	Horní nádrž	34
4.5.2	Dolní nádrž.....	34
4.5.3	Mokřad.....	34
4.5.4	Biota.....	35
5	Materiál a metodika	37
5.1	Práce v terénu	37
5.2	Práce v laboratoři	38
5.3	Hodnocení výsledků	39
6	Výsledky a diskuze	41
6.1	Teplota vody.....	41
6.2	pH.....	42
6.3	Elektrolytická konduktivita.....	43
6.4	Rozpuštěný kyslík	44
6.5	Chemická spotřeba kyslíku.....	45
6.6	Celkový dusík	46
6.7	Dusičnanový dusík	47
6.8	Celkový fosfor	48
6.9	Reaktivní fosfor (ortofosforečnany)	49
6.10	Mangan	50
6.11	Železo	51
6.12	Zhodnocení revitalizace a současného využití území.....	52

7	Závěr	54
8	Seznam použité literatury	56
9	Seznam obrázků, tabulek a grafů	60
10	Seznam zkratk	61
11	Seznam příloh	62
	Přílohy	63

1 Úvod

Voda je nenahraditelný a existenčně nezbytný prostředek veškerého organického života. Je součástí těl všech rostlin i živočichů. Tvoří základní složku biomasy. Účastní se důležitých fyziologických procesů a látkových přeměn. Bez vody by zkrátka neexistoval život na Zemi.

Pro lidskou společnost je voda zcela základním zdrojem. Využívá ji nejen ke své výživě, ale také v průmyslu, zemědělství a dalších oblastech hospodářského života. Péče o vodní zdroje má proto pro člověka zásadní význam (Tlapák a kol., 1992). Ač je to tedy paradox, tak právě člověk vodu a její jakost nejvíce ohrožuje. Znečišťuje ji průmyslovou činností, zemědělstvím, užíváním chemických prostředků, dopravou a mnoha jinými způsoby. Jedním diskutovaným jsou odpadní splaškové vody z domácností. Zdaleka ne všechny obce jsou napojeny na kanalizační síť a čistírnou odpadních vod. Tyto odpadní vody pak způsobují zvýšený obsah znečišťujících látek, především fosforu v tocích. Pro sledování jakosti se provádí monitoring jednotlivých ukazatelů.

Z hlediska péče o pitnou vodu a ochranu její jakosti a vydatnosti se vymezují tzv. ochranná pásma kolem vodních zdrojů, z nichž se odebírá pitná voda. Dále se provádí tzv. revitalizace, neboli obnovení, náprava přirozených funkcí říční sítě a malých vodních nádrží. V minulosti proběhlo mnoho nevhodných revitalizačních opatření na korytech potoků a řek, která vedla k napřimování a zkracování původní délky toků. Následkem těchto špatných úprav může být oblast ohrožena povodněmi. Proti těm se chráníme propracovanými systémy hrází, budováním přehrad a retenčních vodních nádrží. Ty nemusí plnit pouze funkci ochrany před povodňovými vlnami, ale též mohou svou přítomností přispět ke krajinnému rázu a ekologické stabilitě území.

2 Cíl bakalářské práce

Cílem práce je zhodnotit revitalizaci biocentra Vícemilické rybníky. Na základě odborných publikací pak vypracovat literární rešerši. Tato rešerše se zabývá legislativou spojenou s vodami, vodami obecně, jejich rozdělením, dále řeší malé vodní nádrže, kam se řadí i rybníky, zmiňuje problematiku revitalizací, jakosti a znečišťování vod a v poslední řadě monitoring. V kapitole charakteristika území je cílem pojednat o historii rybníku, přírodních a hospodářských podmínkách oblasti a současném stavu nádrží a jejich okolí. V praktické části terénní průzkum a měření jakosti vody. Ta je hodnocena ukazateli pro teplotu, pH, konduktivitu a množství rozpuštěného kyslíku ve vodě určenými přímo v terénu. Z odebraných vzorků je pak v laboratoři vyhodnocen stav celkového dusíku a fosforu, ortofosforečnanů, dusičnanového dusíku, manganu, železa a chemické spotřeby kyslíku. Cílem je také zhodnotit celkový stav a současné využití zájmové oblasti.

3 Literární rešerše

Z celkové rozlohy Země, 510 mil. km², zaujímají vodní plochy asi 361 mil. km², což tvoří 71%. Hydrosféra, kterou charakterizuje Tlapák a kol. jako: „*souhrn veškeré vody v oceánech, mořích, jezerech, řekách, ledovcích, ale i v půdě a ovzduší*“ tvoří svým množstvím přibližně 1 400 mil. km³. Z toho 97,12% připadá na vodu v oceánech a mořích a zbytek, tedy 2,88% na vodu pevninskou.

Oběh vody v přírodě je podmínkou jejího vyrovnaného stavu. Tento koloběh je umožněn díky sluneční energii, zemské gravitaci a rotaci. Rozlišujeme velký a malý oběh vody. Velký je charakterizován výměnou vody mezi pevninou a oceánem, naopak malý zahrnuje oběh vody jen nad pevninou nebo jen nad oceánem. Z hlediska hospodaření s vodou má ale větší význam oběh malý.

3.1 Vodoprávní legislativa

Se vstupem České republiky do Evropské unie (2004) souvisí nutnost synchronizace evropských zákonů s naší legislativou. Řada zákonů byla upravena, nebo byla například vydána nařízení vlády, vycházející z právních předpisů EU.

1. Vodní rámcová směrnice 2000/60/ES

„Rámcová směrnice vodní politiky Evropské unie, ze dne 23. Října 2000, představuje nejvýznamnější a prozatím nejucelenější právní úpravu pro oblast vody.“

Vznikla pro sjednocení různých způsobů ochrany vod uvnitř Společenství a prosazování integrované péče o životní prostředí. Dnes je tato směrnice vodní politiky doplněna několika dceřinými směrnicemi a provázána se *Směrnicí o zvládnutí povodňových rizik (2007/60/ES)* (<http://eagri.cz>).

Nitrátová směrnice – Směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním způsobeném dusičnany ze zemědělských zdrojů

Cílem nitrátové směrnice je snížit znečištění vod způsobené dusičnany ze zemědělských zdrojů a předcházet dalšímu znečištění. Je to nutné nejen pro zajištění dostatku kvalitní pitné vody, ale i z důvodu eutrofizace povrchových vod a moří.

Směrnice se vztahuje na zranitelné oblasti, které jsou vymezeny v hranicích katastrálních území. V těchto oblastech se vyskytují vody znečištěné dusičnany ze zemědělských zdrojů. Hospodaření v těchto oblastech dále upravuje akční program nitratové směrnice.

V České republice je směrnice implementována do těchto národních předpisů:

- zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)
- nařízení vlády č.262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu
- zákon o hnojivech č.156/1998 Sb., ve znění pozdějších předpisů

(www.eagri.cz)

2. Zákon č. 254/2001 Sb. O vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

„Účelem vodního zákona č. 254/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů je ochrana povrchových a podzemních vod, stanovení podmínek pro hospodářské využívání vodních zdrojů a pro zachování a zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvoření podmínek pro snižování nepříznivých účinků povodí a sucha a zajištění bezpečnosti vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Dalším účelem tohoto zákona je přispívat k ochraně vodních ekosystémů.“

„Zákon upravuje právní vztahy k povrchovým a podzemním vodám, vztahy fyzických a právnických osob k využívání povrchových a podzemních vod, jakož i vztahy k pozemkům a stavbám, s nimiž výskyt těchto vod přímo souvisí, a to v zájmu zajištění trvale udržitelného užívání těchto vod, bezpečnosti vodních děl a ochrany před úcinky povodní a sucha. V rámci vztahů upravených tímto zákonem se bere v úvahu zásada návratnosti nákladů na vodohospodářské služby, včetně nákladů na související ochranu životního prostředí a nákladů na využívané zdroje, v souladu se zásadou, že znečišťovatel platí.“

(zákon č. 254/2001 Sb. §1)

3. Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody

„Touto vyhláškou se v souladu s právem Evropských společenství stanoví hygienické limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů jakosti pitné vody, včetně pitné vody balené a teplé vody dodávané potrubím užitkové vody nebo vnitřním vodovodem, které jsou konstrukčně propojeny směšovací baterií s vodovodním potrubím pitné vody (dále jen "teplá voda"), jakož i vody teplé vyráběné z individuálního zdroje pro účely osobní hygieny zaměstnanců. Vyhláška dále stanoví rozsah a četnost kontroly dodržení jakosti pitné vody a požadavky na metody kontroly jakosti pitné vody“ (Vyhláška č. 252/2004 Sb. §1).

4. Nařízení vlády č. 71/2003 Sb., o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod

„Toto nařízení stanoví povrchové vody, které jsou vhodné pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů, s rozdělením na vody lososové a kaprové, za účelem zvýšení ochrany těchto vod před znečištěním a zlepšení jejich jakosti tak, aby se staly trvale vhodnými pro podporu života ryb náležejících k původním druhům zajišťujícím přirozenou rozmanitost nebo k druhům, jejichž přítomnost je vhodná; dále toto nařízení upravuje způsob zjišťování a hodnocení stavu jakosti uvedených povrchových vod. Toto nařízení se nevztahuje na povrchové vody v přírodních vodních útvarech používaných pro intenzivní chov ryb a v umělých vodních útvarech“ (Nařízení vlády č.71/2003 Sb. §1).

5. Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech

Toto nařízení:

a) v souladu s právem Evropské unie stanoví:

1. ukazatele vyjadřující stav povrchové vody,
2. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod,
3. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění odpadních vod,

4. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění odpadních vod pro citlivé oblasti a pro vypouštění odpadních vod do povrchových vod ovlivňujících kvalitu vody v citlivých oblastech,
5. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění pro zdroje povrchových vod, které jsou využívány nebo u kterých se předpokládá jejich využití jako zdroje pitné vody,
6. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod, které jsou vhodné pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů,
7. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod, které jsou využívány ke koupání,
8. normy environmentální kvality pro prioritní látky a některé další znečišťující látky,
9. náležitosti a podmínky povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a kanalizace,
10. seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek,
11. nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování městských odpadních vod a podmínky jejich použití,

b) v souladu s právem Evropské unie vymezuje citlivé oblasti.

(Nařízení vlády č.401/2015 Sb. §1)

6. Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Tento zákon upravuje některé vztahy vznikající při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů a kanalizací sloužících veřejné potřebě (dále jen „vodovody a kanalizace“), přípojek na ně, jakož i působnost orgánů územních samosprávných celků a správních úřadů na tomto úseku.

Vodovody a kanalizace pro veřejnou potřebu se zřizují a provozují ve veřejném zájmu.

(Zákon č.274/2001 Sb. . §1)

7. Nařízení vlády č.262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu

Toto nařízení zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a stanoví zranitelné oblasti a akční program pro tyto oblasti.

Zranitelné oblasti jsou územně vymezeny katastrálními územími, jejichž seznam je uveden v příloze č. 1 k tomuto nařízení.

Akční program se vztahuje na fyzické nebo právnické osoby, které provozují zemědělskou výrobu ve zranitelných oblastech, používají a skladují hnojiva a jsou zapísány do evidence podle zákona o zemědělství (dále jen „zemědělský podnikatel“). Pokud se obchodní závod zemědělského podnikatele nachází ve zranitelné oblasti částečně, vztahuje se akční program

a) na zemědělské pozemky podle § 5 ve zranitelných oblastech, s výjimkou požadavku podle § 8 odst. 1, nebo

b) na všechny skladovací prostory statkových hnojiv, pokud jde o požadavek podle § 9 odst. 1.

Akční program se nevztahuje na pěstování plodin ani na používání a skladování hnojiv pro účely výzkumu, vývoje a pokusnictví.

(Nařízení vlády č.262/2012 Sb., §1, §2, §4)

3.2 Druhy vod

Vody se dají rozdělit do několika skupin, avšak vždy záleží, dle jakého kritéria k tomu dochází. Mezi nejčastější patří dělení dle původu (přírodní a odpadní), výskytu a použití (Oppeltová, 2015).

3.2.1 Vody dle výskytu

Podle místa přirozeného výskytu dělíme vody na atmosférické, podzemní a povrchové. Do **atmosférické** řadíme všechnu vodu z ovzduší zahrnutu ve všech skupenstvích. Patří sem především srážky, které vznikají srážením vodních par. Ty se dále mohou dělit na kapalné a pevné, nebo na horizontální a vertikální.

Podzemní vody, tedy ty, jejichž přirozený výskyt je pod zemským povrchem dělíme, dle propustnosti horninového prostředí na průlinové a puklinové. Jsou také významným zdrojem vody pro pitné účely.

Poslední skupinou jsou vody **povrchové**, dle vodního zákona ty, jež se přirozeně vyskytují na zemském povrchu. Patří sem i ty, které přechodně protékají zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem a v nadzemních vedeních. Řadíme sem vodu mořskou a kontinentální. Kontinentální zahrnuje vodu tekoucí – vodní toky a stojatou kam patří jezera, nádrže, rybníky, mokřady a periodické tůň (Oppeltová, 2015).

3.2.2 Vody dle použití

Pitná voda, je taková, která je zdravotně nezávadná, při trvalém používání nevyvolává onemocnění nebo poruchy zdraví v důsledku přítomnosti mikroorganismů. Její vlastnosti musí splňovat mikrobiologické, biologické, chemické, fyzikální a radiologické požadavky, jež vyplývají z legislativních požadavků na jakost pitné vody (Pitter, 2009). Zdrojem pitné vody bývá nejčastěji voda podzemní, jejíž množství ale není dostatečné, proto je využívána také voda povrchová. Pro tyto účely jsou vybudovány vodárenské nádrže.

Další skupinu tvoří **voda užitková**. Není závadná, ale není určena pro pitné účely a vaření. Od pitné vody se může lišit některými chemickými nebo fyzikálními vlastnostmi.

Provozní voda je určena pro výrobní a nevýrobní účely, např. chlazení, mytí zařízení. Její jakost odpovídá účelu využití. Mezi obecné požadavky na provozní vody patří, že tato voda nesmí být zakalená, nesmí působit agresivně na kovy a stavebniny, při styku s potravinami musí být hygienicky nezávadná a jiné (Oppeltová, 2015).

Poslední skupinu tvoří **vody odpadní**. Jsou to vody, které byly použity v domácnostech, závodech, dopravních prostředcích aj. a které mají následkem tohoto použití změněnou jakost, může jí být změněná teplota, složení. Odpadní vodou jsou i průsakové vody z odkališť a skládek, bez ohledu na jejich jakost. Řadí se sem vody splaškové, městské a průmyslové (Pitter, 2009). Mohou být vysoce zdravotně závadné svým obsahem organických a minerálních příměsí. Emisní limity, které musí

být splněny při každém vypouštění odpadních vod, vymezuje nařízení vlády č. 401/2015 Sb. Čistírny odpadních vod a související problematiku řeší zákon č.274/2001 Sb. O vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu.

3.3 Malé vodní nádrže

„Malé vodní nádrže tvoří velice významnou složku krajiny, pozitivně ovlivňují její ekologickou stabilitu“. Současně se ale zde vyskytuje řada problémů, které se vzájemně prolínají. Mohou to být problémy vodohospodářské, technické, ekologické, ekonomické, majetkoprávní a legislativní.

ČSN 75 2410 vymezuje pojem malé vodní nádrže jako „vodní nádrže, u nichž jsou splněny tyto předpoklady“:

- Objem nádrže není větší než 2 mil. m³ (po hladinu ovladatelného prostoru)
- Hloubka nádrže nepřesahuje 9 m

(Tlapák, Herynek, 2002)

3.3.1 Rozdělení a účel malých vodních nádrží

Účelem budování nebo revitalizací vodních nádrží je především zadržení vody v krajině, zpomalení odtoku vody ze srážek nebo vyrovnání průtoků v průběhu roku. Lze říci, že jakákoliv malá vodní nádrž je víceúčelová, tedy že neplní jen jednu, ale hned několik funkcí zároveň, z nichž právě jedna může být prioritní (Tlapák, Herynek, 2002).

Níže je přiložena Tabulka 1 s rozdělením malých vodních nádrží právě podle funkcí, jež vykonávají.

Tab. 1 Rozdělení MVN z hlediska funkčního (Tlapák, Herynek, 2002)

Zásobní nádrže	Rybochovné nádrže (speciální rybníky)
<ul style="list-style-type: none">• vodárenské• průmyslové• závlahové• energetické• kompenzační	<ul style="list-style-type: none">• výtěrové a třecí rybníky• plůdkové výtažníky• výtažníky• komorové rybníky• hlavní rybníky

<ul style="list-style-type: none"> • zálohové • retardační • aktivizační 	<ul style="list-style-type: none"> • speciální komory • karanténní rybníky • sádky
<p>Nádrže upravující vlastnosti vody</p> <ul style="list-style-type: none"> • chladící – předeřívací • usazovací – aerobní biologické – anaerobní biologické • dočišťovací biologické 	<p>Ochranné (retenční) nádrže – suché</p> <ul style="list-style-type: none"> • retenční (poldry) – retenční nádrže s malým zásobním prostorem • protierozní – dešťové- vsakovací (infiltrační) - nárazové
<p>Hospodářské nádrže</p> <ul style="list-style-type: none"> • protipožární • pro chov drůbeže • pro pěstování vodních rostlin • napájecí a plavící • výtopové zdrže 	<p>Speciální</p> <ul style="list-style-type: none"> • účelové nádrže • recirkulační • vyrovnávací • přečerpávací • rozdělovací
<p>Asanační nádrže</p> <ul style="list-style-type: none"> • záchytné • skladovací • otevřené vyhnívací • rekultivační • laguny 	<p>Rekreační nádrže</p> <ul style="list-style-type: none"> • přírodní koupaliště • pro plavání a vodní sporty
<p>Nádrže krajinytvorné a v obytné zástavbě</p> <ul style="list-style-type: none"> • hydromeliorační • okrasné • návesní rybníčky • umělé mokřady 	<p>Nádrže na</p> <ul style="list-style-type: none"> • ochranu bioty • ochranu flóry • ochranu fauny

3.3.2 Rybníky

Rybníky jsou mělké nádrže, které jsou uměle hrazené a občas vypouštěné. Jejich využití je rekreační, retenční, závlahové, protipovodňové, dále pro chov ryb nebo vodní drůbeže a další. Většina rybníků má průměrnou hloubku menší než 1,5

m. Dle vzniku se mohou dělit na přehradní, nebeské a napouštěcí. Přehradní vznikají přehrazením vodního toku. Nebeské rybníky jsou takové, které jsou zásobeny pouze vodou z dešťových srážek nebo z tajícího sněhu, napouštěcí potom zvláštními kanály z řek nebo načerpáváním vody (Heteša, Sukop, 1994).

3.4 Revitalizace

Pojmem revitalizace se rozumí soubor činností, které mají vést k obnovení nebo nápravě přirozených funkcí člověkem poškozených ekosystémů, společenstev, stanovišť, krajinných celků apod. Za cíl se klade zvýšení estetické hodnoty krajiny. Nejčastějšími revitalizacemi jsou úpravy vodních toků a části jejich povodí (www.dotace.nature.cz).

3.4.1 Obecné vymezení revitalizace

Just a kol. (2005) uvádí tři typy procesů, které směřují k obnově přirozeného stavu vodního prostředí. Těmito procesy jsou:

1. Dlouhodobá samovolná renaturace
2. Renaturace povodněmi
3. Technické revitalizace

Dlouhodobá samovolná renaturace je charakterizována postupným zanášením a zarůstáním upravených koryt vodních toků bylinami a dřevinami. Dochází zde také k rozpadu umělých opevnění a technických objektů na tocích. Tento jev je velmi pomalý a je způsoben ústupem od intenzivních forem hospodaření a dožíváním odvodňovacích zařízení.

Přirozená koryta toků a jejich nivy můžou přetvářet **průběh povodní**, ale jejich podstatu ne. Kdežto koryta upravená mohou povodně ovlivňovat zcela podstatněji. U těch, která jsou upravena jen částečně, bez souvislého tupého opevnění, můžou nánosy a břehové nátrže do určité míry obnovit přírodě blízký stav koryta (průběh trasy, příčný i podélný profil) a tím jej zrevitalizovat. Popovodňová opatření je poté třeba provádět diferenciovaně. U obcí, inženýrských staveb a podob-

ných objektů je primární ochrana před povodněmi. Kdežto u toků ve volné krajině je naopak třeba podpořit obnovu přirozeného rázu.

Technickými revitalizacemi se pak rozumí zásahy, které mají za snahu posílení přírodní a krajinné hodnoty a dále také příznivé funkce vodního prostředí. Je to soubor činností vedoucích k obnově nebo nápravě přirozených funkcí ekosystémů, společenstev, stanovišť, krajinných celků atd. poškozených člověkem. V této oblasti revitalizací by měli krajináři, vodohospodáři a biologové hledat společný postup. Hlavními úlohami jsou potom obnova přirozeného charakteru toků, obnova či vytváření tůní a mokřadů, obnova starých říčních ramen a tůní, obnova tlumivého povodňového rozlivu v nivách, revitalizace nevhodně odvodněných ploch, obnova, rekonstrukce nebo výstavba malých vodních nádrží a další.

(Just a kol., 2005)

3.4.2 Revitalizace malých vodních nádrží

Cílem revitalizací malých vodních nádrží je vytvoření podmínek pro příznivé krajinnotvorné funkce. Těmito funkcemi jsou:

- zvýšení množství vody v malém oběhu vody nad pevninou
- příznivé ovlivňování průběhu velkých vod
- pozitivní vliv na kvalitu vody
- prostředí pro život organismů – biotop.

Mezi další, doplňkové funkce těchto nádrží může patřit rekreace, požární zdroj vody, nebo zdroj závlahové vody. Revitalizované nádrže by neměly prioritně sloužit k chovu ryb. Za revitalizace také nelze považovat nádrž, jejíž obnovou dochází ke zničení hodnotného přírodního prostředí, nebo živočišných a rostlinných společenstev (<https://is.mendelu.cz>).

3.4.3 Revitalizace vodních toků a mokřadů

Lidé vždy přetvářeli krajinu dle svých potřeb. Do příchodu průmyslového věku byly tyto úpravy v menším měřítku, únosném pro samotnou krajinu. Ta se s těmito změnami uměla vyrovnat. Avšak s příchodem mechanizace a tedy i větší síly a moci člověka, docházelo k revitalizacím zcela významnějším. Vodní toky i

krajina kolem nich začaly zásadně měnit svůj charakter. Koryta byla napřimována, prohlubována a opevňována. Vznikaly různé vodní objekty, např. hráze a jezy, mizela průtočná i slepá ramena, tůně a bažiny. Časem se začaly projevovat negativní důsledky těchto činů. Došlo k úbytku biodiverzity, ztrátě samočisticí schopnosti vody, zvýšení eroze, nadměrnému odvodnění krajiny v době sucha a další. Jako reakce vznikla potřeba obnovení přirozeného charakteru toků a říční krajiny. Ve volné krajině je možností pro tyto revitalizace více, naopak v intravilánech je kladen větší důraz na protipovodňovou ochranu (<http://arnika.org>).

3.5 Jakost vod

Jakost neboli kvalita vody, je termín, který shrnuje všechny faktory, které ovlivňují využívání vody člověkem. Povrchové vody, jež jsou zdrojem pitné a užitkové vody bývají velmi často znečišťovány splaškovými a průmyslovými odpadními vodami. Nečisty, které se do tohoto prostředí dostávají, porušují biologickou rovnováhu a samočisticí schopnost (Kopp, 2015).

K různým účelům využívání musí být voda čistá, nesmí obsahovat škodlivé příměsi fyzikální, chemické nebo biologické povahy, s dostatečným obsahem kyslíku, přiměřené teploty a tvrdosti. Při znečištění vody může být pak její využívání omezeno nebo i zcela vyloučeno (Oppeltová, 2015).

3.5.1 Klasifikace jakosti povrchových vod v ČR

K hodnocení jakosti vodních ekosystémů se v České republice využívá Nařízení vlády č.401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech a dále nařízení vlády č.71/2003 Sb. o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod.

Klasifikace tekoucích vod u nás dlouhodobě vychází z klasifikačního systému dle ČSN 75 7221 „*Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod.*“ Rozděluje vody do následujících pěti tříd:

- I. **Třída – neznečištěná voda.** Je to stav povrchové vody, která není významně ovlivněná lidskou činností. Parametry odpovídají běžnému přirozenému stavu v tocích.
- II. **Třída – mírně znečištěná voda.** Jedná se o takový stav povrchové vody, kdy je voda ovlivněná lidskou činností tak, že parametry jakosti dosahují hodnot, jež umožňují přežívání bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému.
- III. **Třída – znečištěná voda.** Povrchová voda je ovlivněná lidskou činností. Parametry jakosti vody mají takové hodnoty, které nemusí vytvořit podmínky pro existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému.
- IV. **Třída – silně znečištěná voda.** Povrchová voda, ovlivněná lidskou činností, jejíž parametry jakosti vody dosahují hodnot, které vytváří podmínky pro existenci pouze nevyváženého ekosystému.
- V. **Třída – velmi silně znečištěná voda.** Tento stav povrchové vody, ovlivněné lidskou činností, má parametry jakosti, které vytváří podmínky existence pouze silně nevyváženého ekosystému.

(Kopp, 2015)

3.6 Znečišťování

Znečištěním vod se rozumí každá změna chemických, fyzikálních a biologických vlastností při srovnání s jejich přírodním stavem. Tyto změny mohou způsobit organické a anorganické nečistoty, inertní látky, mikroorganismy, mutagenní a karcinogenní látky a radionuklidy. Látky, které se dostávají do vod haváriemi, způsobují vážné problémy. Jsou to látky, které mají vysokou schopnost akumulace a látky silně rezistentní, těžce odbouratelné nebo neodbouratelné (Oppeltová, 2015).

„Dle Směrnice 2000/60 se znečišťováním rozumí přímé či nepřímé zavádění látek nebo tepla do ovzduší, vody či půdy, které může škodit lidskému zdraví nebo kvalitě vodních ekosystémů nebo suchozemských ekosystémů přímo na nich závislých, má za následek poškození hmotného majetku nebo zhoršuje či narušuje hodnoty ži-

votního prostředí a další legitimní způsoby jeho užívání. Dle této směrnice je znečišťující látka jakákoli látka schopná způsobit znečištění“

Podle povahy znečišťujících látek je možné rozdělit znečištění na:

- fyzikální
- chemické
- organické

Velmi často dochází ke kombinaci znečištění všech tří povah, což má za následek zesilování škodlivého účinku jednotlivých látek.

Nejvýznamnější chemické látky, které jsou ve vodách rozpuštěny:

- chloridy
- sírany
- dusičnany
- volné kyseliny (sírová, uhličitá, huminová, atd.)
- těžké kovy
- plynné látky (např. CO₂, Cl, H₂S)

Tyto chemické příměsi se ve vodě mohou projevovat charakteristickým zbarvením. Někdy ale voda zůstává čirá, takže ne vždy lze dle zbarvení zhodnotit chemické znečištění.

Velký vliv na kvalitu vody má v dnešní době hlavně průmysl a odpadní vody z něj, dále zemědělství, kde k nejméně příznivým činnostem patří velkoplošné hospodaření, používání těžké mechanizace, aplikace chemických prostředků na ochranu rostlin a průmyslových hnojiv, na úseku živočišné výroby pak velkokapacitní chovy a následná likvidace odpadů, špatné uskladnění siláží, hnojiv a pesticidů (Opletová, 2015).

K dalšímu významnému znečišťování vod dochází v domácnostech, sociálních zařízeních, objektech společného stravování apod., což souhrnně označujeme jako vody splaškové. Po vyčerpání rozpuštěného kyslíku tmavnou a sílí jejich zápach. Mají poměrně stálé složení. Hlavní složku tvoří organické látky (Pitter, 2006).

Za zmínění stojí také znečišťování vod dopravou. Velký podíl má těžká námořní doprava a rafinerie, kdy dochází k úniku ropy do moří. Nejviditelnějšími jsou pak havárie tankerů. Vedle lodní dopravy sem patří bezesporu silniční doprava. Neustále se rozšiřující síť pozemních komunikací, jejich údržba, jako například solení silnic v zimním období a dále hustý provoz motorových vozidel mají též podíl na znečišťování.

3.7 Samočišticí schopnost vody

Jedná se o schopnost vody rozkládat organické látky na látky jednodušší, až minerální, nebo je jiným způsobem odstraňovat z vody. Je to umožněno díky přítomnosti biocenóz vodních organismů ve vodním prostředí. Mezi tyto způsoby může patřit srážení nebo usazování. Na samočisticím procesu se tedy podílí síly fyzikální (koagulace, sedimentace), chemické (oxidace, redukce) a biologické. Schopnost samočištění je závislá především na stupni oživení vody bakteriemi, řasami, sinicemi, vodní flórou a faunou, konkrétně na druhovém složení, počtu a biomase), dále na teplotě vody a jejím pohybu, přísunu kyslíku na dalších faktorech. Délka kontaktu rozkládaných látek s organismy, na níž je mimo jiné i závislá rychlost, napomáhá samočištění. Nejintenzivněji probíhá na povrchu těles ponořených ve vodě, mohou jimi být kameny, stébla a listy vodních rostlin, kořeny keřů a stromů na okraji vodních toků a nádrží (Heteša, Sukop, 1994).

U tekoucích vod bývá proces samočištění většinou rychlejší než u vod stojatých. Nejrychleji probíhá v mělkých peřejnatých tocích. Zde mineralizaci látek pomáhá dobré prokysličování a také častý kontakt molekul znečištění s mikrobiálními nárosty na dně. V pomalu tekoucích vodách a ve stojatých o to více, jsou znečišťující látky ve velké míře ukládány do sedimentů dna, kde později probíhá jejich anaerobní rozklad. Když je dostatek kyslíku ve vodě, výsledkem rozkladu bývá kyselina uhličitá, voda a kyselina dusičná (Oppeltová, 2015).

3.8 Monitoring v povodí

Sledování jakosti v povrchových vodách má dlouholetou tradici. Jeho součástí je sledování kvality vody na vodních dílech, jenž slouží pro odběr vody k pitným

účelům. Dále jsou předmětem sledování jednotlivé zdroje znečištění. Obecně lze říci, že monitoring slouží ke sledování stavu vod. V případě potřeby jsou po vyhodnocení navrhována opatření, s cílem dosáhnout dobrého stavu vod, popř. dobrého ekologického potenciálu. Poté slouží monitoring jako nástroj kontroly účinnosti těchto opatření (Oppeltová, 2015).

U povrchových vod se sleduje zejména chemický a ekologický stav (biologické složky, hydromorfologie, chemické parametry, aj.) a ekologický potenciál, kvantitativní stav. V případě vod podzemních se sleduje kvantitativní a chemický stav vodních útvarů (Oppeltová, 2015).

Programy monitoringu se zpracovávají dle požadavků vyhlášky č. 98/2011 Sb. o monitoringu povrchových vod a vyhlášky č. 5/2011 Sb. o monitoringu podzemních vod. Mají poskytovat souvislý přehled o četnosti a jakosti povrchových a podzemních vod. Z nich pak následně vychází rozhodnutí o konkrétních opatřeních pro zlepšení stavu vod (Oppeltová, 2015).

3.8.1 Typy monitorovacích programů

1. situační – účelem je poskytnout informace například pro:

- vedení vodní bilance
- plánování v oblasti vod
- zjišťování jakosti povrchových a podzemních vod
- hodnocení dlouhodobých změn přírodních podmínek
- hodnocení dlouhodobých změn zaviněných lidskou činností
- stanovení rizikových vodních útvarů

2. provozní – zde se sledují ukazatele, které odpovídají vlivům, jimž jsou vodní útvary vystaveny. Některými účely tohoto programu jsou:

- návrh programů opatření
- zjišťování změn stavu vod a útvarů povrchových vod
- vedení vodní bilance
- plánování v oblasti vod
- získávání dat pro mezinárodní monitorovací programy

3. průzkumný – u těchto se provádí např.:

- kde se vyskytly mimořádné jevy a nejsou známy jejich příčiny
- za účelem zjištění velikosti a dopadů havarijního znečištění

4. referenční – slouží k odvození typově specifických referenčních podmínek pro jednotlivé typy útvarů povrchových vod. Mezi účely tohoto typu programu patří například:

- získání základních dat pro návrh ochranných opatření pro zlepšení stavu vod a proti dalšímu zhoršování
- stanovení či odvození referenčních podmínek, které představují hodnoty složek biologické kvality odpovídající velmi dobrému ekologickému stavu

5. monitoring kvantitativního stavu povrchových a podzemních vod – účelem je zajistit informace pro:

- sestavení vodní bilance
- plánování v oblasti vod, hodnocení dlouhodobých změn přírodních podmínek a jiné

(Oppeltová, 2015)

4 Charakteristika území

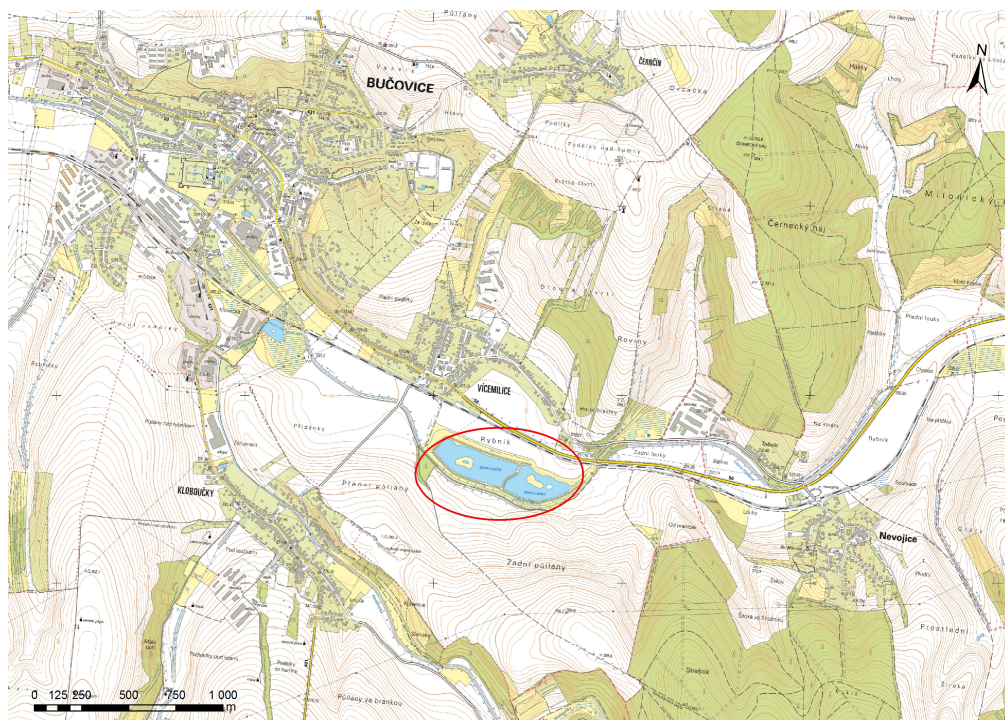
4.1 Historie

První písemná zmínka o rybníku ve Vícemilicích pochází z roku 1417, kdy byly Vícemilice v držení pánů ze Ždánic. Tehdy byl rybník v majetku Kateřiny ze Ždánic. Další písemná zmínka je až z roku 1750, kdy bylo vícemilické panství v majetku podivínského šlechtice Jana Václava Přepyšského z Rychenberka. Rybník z této doby je popisován jako zpustlý a z většiny zarostlý. Následovalo období krize rybníkářství na Moravě. Poklesla poptávka po rybím mase a bylo zahájeno vypouštění rybníků a jejich přeměna na louky, pole a pastviny. Po smrti Jana Václava Přepyšského roku 1765 přešlo vlastnictví Vícemilic na Cecílii hraběnku Pražmovou a její dcery. V rybníku se chovaly štiky, které byly dodávány do širokého okolí. Rozloha rybníka se ale zmenšovala tak, že v mapách prvního vojenského mapování z let 1764 - 1768 je zakreslen již jen jako malý rybníček na náhonu nad vícemilickým mlýnem. V roce 1798, když byly Vícemilice prodány Lichtenštejnům a připojeny k bučovickému panství, rybník nejspíše již neexistoval (informační tabule u rybníků).

V přílohách jsou k nahlédnutí fotografie z let 1826, 2003, 2006, 2012 a 2017.

4.2 Poloha vybraného území

Vícemilické rybníky se nachází v obci Vícemilice, spadající do ORP Bučovice, v okrese Vyškov v Jihomoravském kraji. Leží v prostoru původního, dávno zaniklého rybníka jihovýchodně od obce. (viz. Obr. 1).



Obr. 1 Mapa vybraného území s vyznačenými rybníky
(zdroj: © ČÚZK, www.cuzk.cz, upraveno autorem)

4.3 Přírodní podmínky

4.3.1 Hydrologie

Vodu do Vícemilických rybníků přivádí řeka Litava (starší název Cézava). Ta pramení na úpatí Chřibů u Cetechovic (viz. Příl. 4), ve Zlínském kraji, ve výšce 495 m.n.m. a ústí do Svatky v Židlochovicích (viz. Příl. 5) ve 180 m.n.m. V ústí dosahuje průměrný průtok 1,53 m³/s. Úmořím je Černé moře a Atlantský oceán. Její délka je přibližně 58,3 km a celé povodí zabírá 789,8 km² (viz. Příl. 6). Mezi levostranné přítoky Litavy patří například Milešovický a Hranečnický potok, mezi pravostranné Litavka, Hvězdlička, nebo Litenčický potok (www.veslavkove.cz).

Nejbližší měrná stanice na řece Litavě je v Brankovicích, zhruba 8 km od Vícemilických rybníků, na 45,7 kilometru od ústí. Je umístěna na levém břehu, pod mostem. Z evidenčního listu hlásného profilu vyčteme, že průměrný roční stav je 32 cm a průměrný roční průtok je zde 0,22 m³/s. Nejvyšší zaznamenaný vodní stav byl 2. 6. 2010 s naměřenými 266 cm (<http://hydro.chmi.cz>).

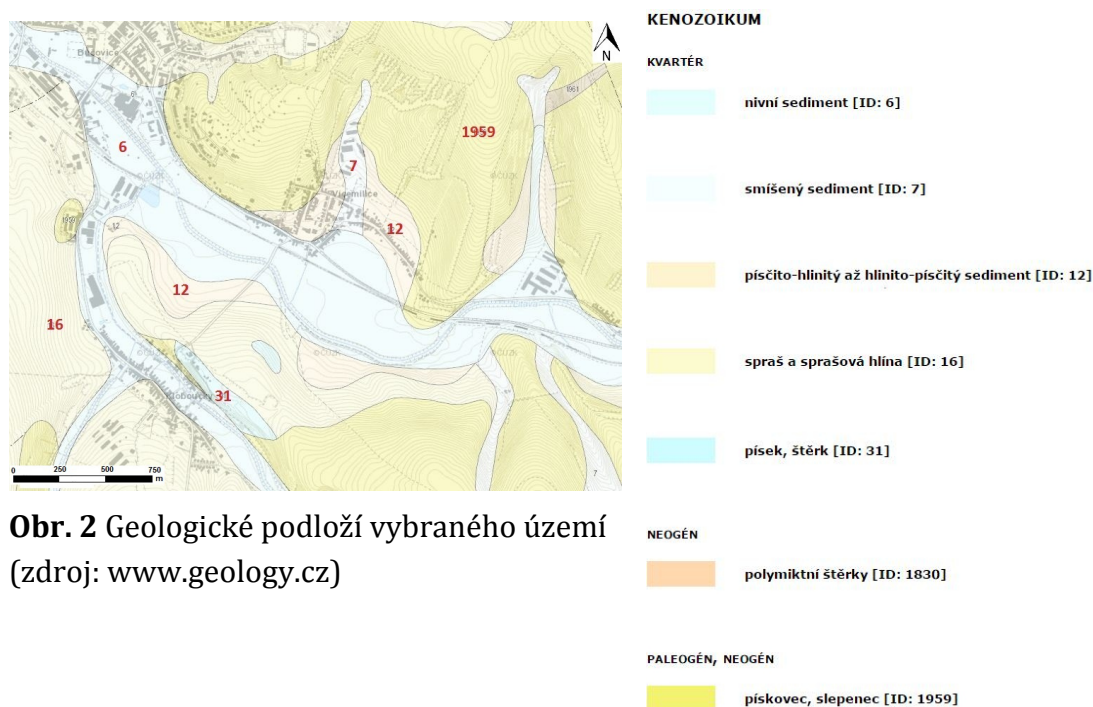
Ripelová a Oppeltová (2016) říkají, že z hlediska jakosti dle ČSN 75 7221 spadá Litava do V. třídy, což znamená velmi silně znečištěná voda. Významný vliv na zhoršenou kvalitu vody mají v první řadě obce bez kanalizace napojené na čís-

tírnu odpadních vod. Ve vodním prostředí pak pozorujeme vysokou koncentraci celkového fosforu a amonného dusíku. Dalším potenciálním znečišťovatelem jsou plochy s živočišnou výrobou, dále vodní eroze zemědělské půdy, snížený průtok vlivem nižšího ročního úhrnu srážek a tím menší ředění bodového znečištění a v neposlední řadě také snížení účinnosti samočisticí schopnosti vody z důvodu dříve nesprávně technicky upraveného říčního koryta.

4.3.2 Geologie a geomorfologie

Vybraná oblast se řadí k Bučovické pahorkatině, k Ždánicko-Litenčickému bio-regionu. Geomorfologickou jednotkou je Ždánický les a celé území patří do přírodní lesní oblasti Středomoravské Karpaty. Nadmořská výška biocentra je asi 220 m.n.m. (drusop.nature.cz).

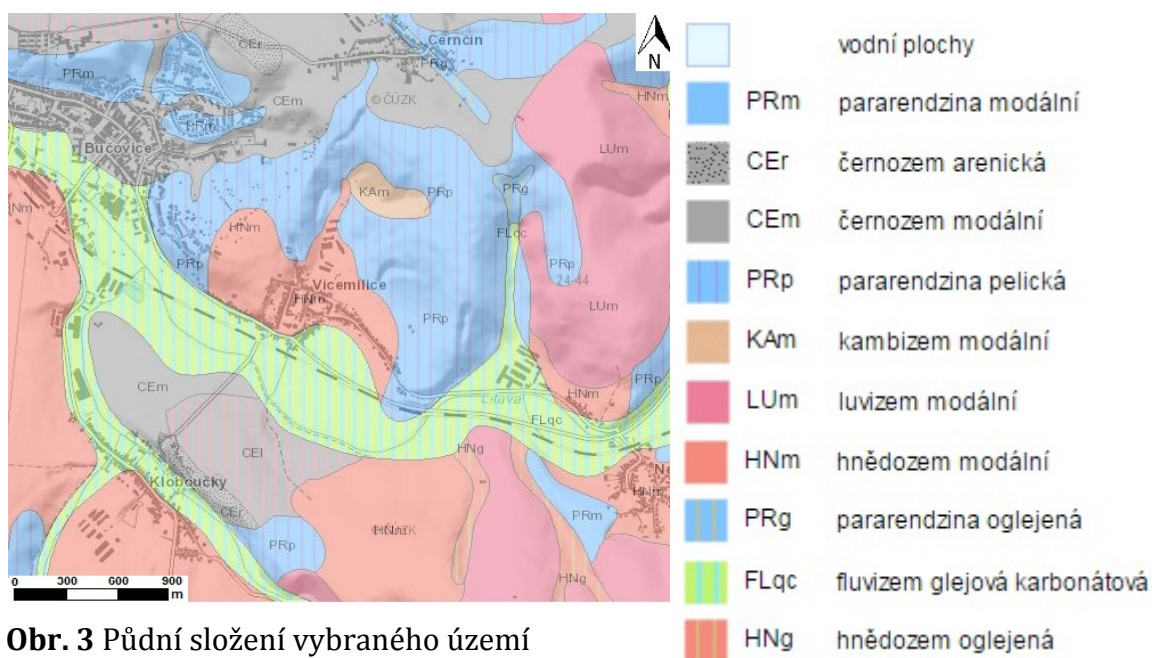
Geologické podloží oblasti Vícemilických rybníků je tvořeno především sedimenty z kvartérního období, které sem naplavila řeka Litava. Jedná se o nivní sedimenty, smíšené, dále písčito-hlinité až hlinito-písčité, dále se zde vyskytuje spraš a sprašová hlína a v menším množství písek a štěrk. Severní část zobrazeného území tvoří pískovce a slepenec. (viz. Obr.2) (www.geology.cz).



Obr. 2 Geologické podloží vybraného území
(zdroj: www.geology.cz)

4.3.3 Pedologie

Vícemilice jsou pokryty z velké části modální hnědozemí. Okolí tvoří pelická pararendzina. Ta je určitou obdobou hnědých půd, je mělká, skeletovitá, lehkého až středně těžkého složení (Tomášek, 2007). Podél Litavy a na místě vodní plochy můžeme najít glejovou karbonátovou fluvizem. Tomášek (2007) říká, že půdotvorným substrátem pro fluvizemě, jež vyplňují plochá dna říčních údolí, jsou nivní uloženiny (říční a potoční náplavy). Na těchto typech půd byly původním typem porostu lužní lesy. Bezprostřední blízkost rybníků a velkou část Bučovic tvoří modální a luvická černozem. Místy je oblast pokryta také kambizemí a sever i jihovýchod pokrývá luvizem. (viz. Obr.3) (www.geology.cz).



Obr. 3 Půdní složení vybraného území
(zdroj: <http://mapy.geology.cz>)

4.3.4 Klima

Dle mapy VÚMOP patří vybraná oblast do klimatického regionu T3 – teplý, mírně vlhký. Pro takový region je charakteristická průměrná roční teplota (7) 8 - 9°C, průměrný roční úhrn srážek 550-650 mm a pravděpodobnost suchých vegetačních období 10-20% (<http://mapy.vumop.cz>).

Culek (1996) říká, že podnebí tohoto bioregionu je teplé, mírně suché až mírně vlhké. Úhrn srážek tu roste od západu k východu, jelikož zde působí slabý srážkový stín České vysočiny. Dále od okrajů bioregionu k centrálním, výše položeným čás-

tem. Vliv má návětrná poloha Chřibů. Uvádí, že průměrná teplota vzduchu může klesnout až pod 8°C. Místy se v tomto bioregionu objevuje členitý terén, což způsobuje vznik větších lokálních teplotních rozdílů. Těmi jsou teplejší svahy a inverzní chladnější údolí. Vyrovňovací vliv mají poměrně velké lesní plochy (Ždánický les).

Dle Quitta (1971) je pro naši oblast charakteristické dlouhé, teplé a suché léto. Následuje krátké přechodné období s teplým až mírně teplým jarem i podzimem. Zima bývá suchá až velmi suchá, místně teplá s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky.

4.3.5 Chráněná území

Nejbližším chráněným územím Vícemilických rybníků je přírodní památka Baračka s rozlohou 3,0163 ha. Předmětem ochrany je zde cenná lokalita stepní květeny. Zhruba 2 km severovýchodně se nachází evropsky významná lokalita Černecký a Milonický hájek s celkovou rozlohou 204 ha. Zde můžeme spatřit polo-přirozené suché trávníky a křoviny na vápnitých podložích, panonské dubohabřiny a eurosibiřské stepní doubravy. Nedaleko je národní přírodní památka Malhotky, lesostep přecházející v teplou doubravu, lokalita třemdavy bílé. Dalšími chráněnými územími jsou např. přírodní památka Roviny, přírodní rezervace Hašky, nebo přírodní rezervace a evropsky významná lokalita Šévy (www.drusop.nature.cz).

4.4 Hospodářské podmínky

4.4.1 Zemědělství

Vyškovsko spadá do řepařské výrobní oblasti, konkrétně Bučovice a okolí do podtypu řepařsko-ječného a pšeničného. Mezi hlavní pěstované plodiny této oblasti patří: cukrovka, kukuřice na zrno, pšenice obecná, ječmen sladovnický, vojtěška, rané brambory, řepka olejka, hořčice bílá, mák, hrách setý, čekanka, laskavec, cibule a další (<http://web2.mendelu.cz>).

Vybraná oblast se soustřeďuje především na rostlinnou výrobu. Největší část půdy obhospodařovává akciová společnost Rostěnice a zbytek drobné zemědělské podniky (např. PROAGRO, spol s.r.o., EB-Klas).

Na místě dnešních rybníků byla ještě před 7 lety orná půda, která byla ale pravidelně zaplavována a vodní hladina se tu dlouhodobě zdržovala na povrchu terénu, proto bylo území zemědělsky neobdělávatelné.

4.4.2 Průmysl

V okolí je rozvinuta podnikatelská sféra a průmyslová výroba. Mezi významné podniky patří například: BAJER a spol, s. r. o. - výrobce masných výrobků, DINA HITEK, s.r.o. - výroba jednorázových zdravotnických pomůcek, Bučovice Tools, a. s. - výroba závitorezného nářadí, PEGAS, a. s. - výroba netkaných textilií, JKZ, a.s. - dodavatel nástrojových a konstrukčních ocelí (<http://www.bucovice.cz>).

4.4.3 Doprava a cestovní ruch

Biocentrum Vícemilické rybníky leží asi 150 m od železniční tratě spojující Brno a Uherské Hradiště a silnice 1. třídy E50.

Poloha na úpatí Ždánického lesa umožňuje obyvatelům pěší i cyklistickou turistiku. Je zde vytvořena síť značených stezek například do nedalekých Chřibů, kde lze navštívit Buchlovský hrad, nebo do Moravského krasu se známými krápníkovými jeskyněmi a propastí Macochou (www.bucovice.cz). K významným historickým památkám patří renesanční zámek v Bučovicích, Nové Zámky v Nesovicích, Barokní hřbitov Střílky.

4.5 Vícemilické rybníky – vodní nádrže s biocentrem

Kapitola 4.5 byla zpracována na základě informací uvedených na informační tabuli u rybníků.

Vícemilické rybníky jsou soustavou dvou samostatně vypustitelných nádrží, Horní a Dolní, propojenými rozdělovací hrází. Ta bude v případě stoleté povodně zaplavena vodou a obě nádrže se spojí v jednu vodní plochu. Voda se pak bude pomalu vracet výpustí zpět do řeky Litavy, která obě nádrže napájí vodou. Součástí vodního díla jsou i z hlediska přírodních hodnot velmi důležité mokřadní plochy. Rybníky mají významný retenční objem a nejsou určeny k intenzivnímu chovu ryb. Na informační tabuli u biocentra se též dočteme: „Realizací vodního díla dojde ke

zlepšení stavu krajiny.“ V tomto území mají být obnoveny přírodě blízké biotopy menších stojatých vod a navazujících pobřežních a mokřadních ekosystémů.

Hlavním účelem stavby Vícemilických rybníků bylo vytvoření dostatečného retenčního prostoru a zlepšení protipovodňové ochrany blízkých území.



Obr. 4 Ilustrační foto biocentra (zdroj: informační tabule u rybníků)

4.5.1 Horní nádrž

Tato nádrž je menší a také mělčí. Voda je do ní přiváděna potrubím z břehu Litavy nad jezem a dále otevřeným přítokem. Hloubka vody u výpusti je 1,7 m. Rákosí by z vody mělo odčerpávat živiny a voda vypouštěná do spodní nádrže by měla být čistší. Slouží především jako přírodní plocha. V Horní nádrži se nachází mokřad, který slouží k ochraně a stabilizaci přírodních ekosystémů.

4.5.2 Dolní nádrž

Dolní nádrž je větší a tudíž poskytuje i větší retenční prostor pro zachycení povodňových vod. Hloubka vody v nejhlubším místě dosahuje 2,5 m. V nádrži je jako biocentrum vybudován ostrov s tůň. Ten má být zázemím pro hnízdící ptáky. Podél hráze této nádrže je vybudován průleh s meandrujícím korytem a s výsadbami dřevin. Průlehem je odváděna voda z plochy mezi nádrží a železnicí. Spodní část průlehu je napojena na aktuální hladinu vody v Litavě.

4.5.3 Mokřad

Plochy mělkých vod, mokřady, jež jsou součástí vodního díla Vícemilické rybníky jsou vymezeny územním plánem města Bučovice jako plocha biocentra v rám-

ci územního systému ekologické stability. Byly zde navrženy ostrovy, tůně, mělké pásmo vody a pozvolný, členitý břeh. Na břehu jsou umístěny pařezy, kameny a zbytky dřeva, které mají sloužit jako prostředí pro zde žijící živočichy.

4.5.4 Biota

Flóra

V rámci stavby rybníků bylo vysázeno 4500 kusů sazenic stromů. Byly použity výhradně původní druhy z přírodních lesních oblastí. Na místě dnes můžeme najít dub letní (*Quercus robur*), olši lepkavou (*Alnus glutinosa*), lípu malolistou (*Tilia cordata*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), vrbu bílou (*Salix alba*), topol bílý (*Populus alba*), jilm vaz (*Ulmus laevis*), nebo javor babyku (*Acer campestre*).

Dále bylo vysázeno 500 kusů sazenic keřů a 3000 řízků vrb, též pouze původních druhů. Mezi tyto patří kalina obecná (*Viburnum opulus*), svída krvavá (*Cornus sanguinea*), brslen evropský (*Euonymus europaeus*), krušina olšová (*Rhamnus frangula*), vrba nachová (*Salix purpurea*), hloh obecný (*Crataegus laevigata*), vrba trojmužná (*Salix triandra*) a vrba košíkářská (*Salix viminalis*).

V okolí nádrží se dále vyskytují stulík žlutý (*Nuphar lutea*), žabník jitrocelový (*Alisma plantago-aquatica*), blatouch bahenní (*Caltha palustris*), sítina rozkladitá (*Juncus effusus*), orobinec širokolistý (*Typha latifolia*), rákos obecný (*Phragmites australis*), okřehek menší (*Lemna minor*) a spousta dalších.

Fauna

Jak již bylo zmíněno, vodní dílo není určeno k intenzivnímu chovu ryb. Podmínkou pro zachování záměru revitalizačního efektu je vyvážená rybí obsádka, která svým predančním tlakem nebude negativně ovlivňovat ostatní složky vodního prostředí. Taková obsádka po celý rok využívá pouze přirozenou produkci nádrže, bez příkrmování. Měly by se zde také vyskytovat pouze původní druhy ryb. Těmi v našich rybnících jsou: plotice obecná (*Rutilus rutilus*), perlín ostrobřichý (*Scardinius erythrophthalmus*), lín obecný (*Tinca tinca*), karas obecný (*Carassius carassius*), okoun říční (*Perca fluviatilis*), štika obecná (*Esox lucius*) nebo hořavka duhová (*Rhodeus amarus*).

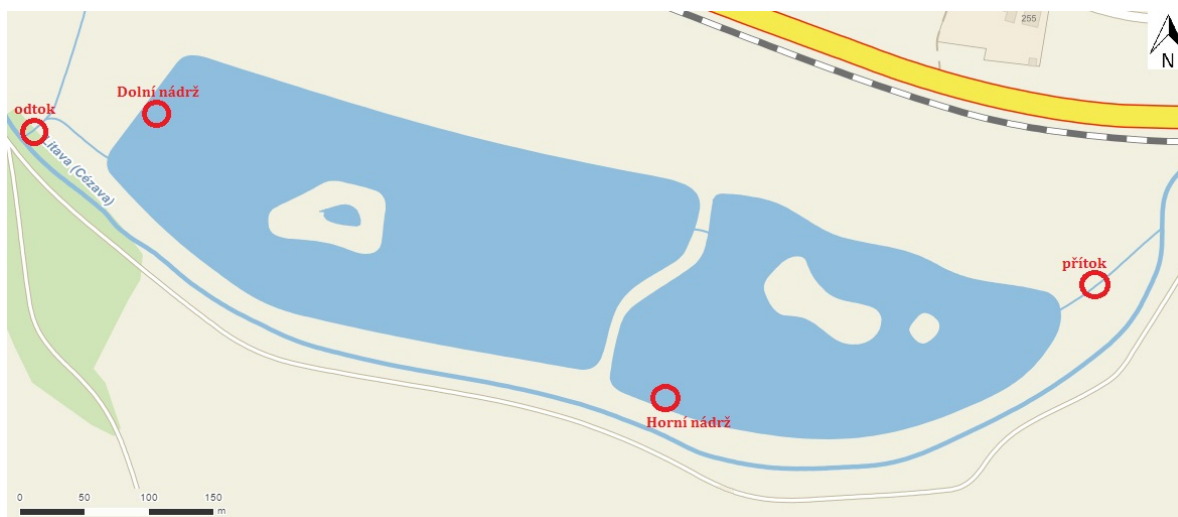
Z ptáků zde můžeme pozorovat volavku popelavou (*Ardea cinerea*), moudivláčka lužního (*Remiz pendulinus*), ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*), rákosníka

obecného (*Acrocephalus scirpaceus*), slípku zelenonohou (*Gallinula chloropus*), lysku černou (*Fulica atra*), potápku roháč (*Podiceps cristatus*) a kachnu divokou (*Anas platyrhynchos*).

Dalšími vyskytujícími se živočichy jsou skokan zelený (*Pelophylax esculentus*), skokan štíhlý (*Rana dalmatina*), ropucha obecná (*Bufo bufo*), rejsec vodní (*Neomys fodiens*), úžovka obojková (*Natrix natrix*), čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*), potápník vroubený (*Dytiscus marginalis*), plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*), vodouch stříbřitý (*Argyroneta aquatica*), znakoplavka obecná (*Notonecta glauca*), bruslařka obecná (*Gerris lacustris*), šídlo královské (*Anax imperator*) a další.

5 Materiál a metodika

V zájmové oblasti Vícemilických rybníků byla vybrána čtyři odběrová místa pro monitoring jakosti vody. První se nachází na břehu Dolní nádrže, další na břehu Horní nádrže, následně byl sledován přítok vody z Litavy do Horní nádrže a odtok vody zpět do Litavy z Dolní nádrže. (viz. Obr. 5).



Obr. 5 Rozmístění odběrových míst (zdroj: www.mapy.cz, upraveno autorem)

Měření a odběr vzorků byl proveden celkem třikrát. První (podzimní) měření bylo uskutečněno 23. 10. 2016 při teplotě vzduchu 12,5°C, další 25. 1. 2016 při teplotě vzduchu -1°C. Toto zimní měření bylo obtížnější vzhledem k dlouhodobě zamrzlé hladině vody. Jarní měření proběhlo 29. 3. 2017, kdy teplota vzduchu byla 19°C.

5.1 Práce v terénu

Před začátkem samotného měření byl vždy proveden monitoring celkového stavu a průzkum vybrané lokality v bezprostřední blízkosti rybníků. Byl vyhodnocen stav a pořízeny fotografie v jednotlivých ročních obdobích (viz. Přílohy).

Na všech určených místech byly odebrány vzorky vody, které byly následně uchovány v teplotě do 5°C a do 24 h zpracovány a vyhodnoceny v laboratoři na Ústavu aplikované a krajinné ekologie. K odběru posloužily plastové vzorkovnice, které byly předem vypláchnuty vzorkem vody a popsány číslem odběru. Přímo

v terénu byly pomocí přístroje HACH HQ 30d flexi a jednotlivých sond měřeny následující ukazatele:

- teplota vody
- pH
- konduktivita
- množství rozpuštěného kyslíku

Každá sonda byla opláchnuta destilovanou vodou, ponořena pod hladinu a výsledek byl odečten přímo z displeje přístroje.

5.2 Práce v laboratoři

Ze vzorků odebraných v terénu byly dle postupů v laboratoři zjišťovány hodnoty těchto ukazatelů:

- celkového dusíku
- celkového fosforu
- reaktivní fosfor (ortofosforečnany)
- dusičnanový dusík
- mangan
- železo
- CHSK (chemická spotřeba kyslíku)

Pro rozборы celkového fosforu, dusíku a CHSK byl použit nefiltrovaný vzorek vody. Pro ostatní měření byl použit přes filtrační papír přefiltrovaný vzorek. Jednotlivé ukazatele byly zjišťovány pomocí Spektrofotometru DR/4000U firmy HACH (dále jen spektrofotometr). Pro určení celkové spotřeby kyslíku, celkového dusíku a celkového fosforu byl použit Termoreaktor HACH DRB 200 (dále jen mineralizátor) a poté následně opět spektrofotometr. Laboratorní analýzy byly prováděny metodikou HACH.

Fotografie přístrojů a práce v laboratoři jsou k nahlédnutí v přílohách.

5.3 Hodnocení výsledků

Naměřené hodnoty byly graficky zpracovány a porovnány dle limitů z ČSN 75 7221 Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod a dále dle limitů normy environmentální kvality (NEK), jež jsou uvedeny v nařízení vlády č.401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, v příloze 3 (dále jen NV č.401/2015 Sb.). Pro toto zhodnocení byl graf doplněn o průměrné hodnoty všech měřených období.

Následující tabulky znázorňují dané limity pro námi vybrané ukazatele (viz. Tabulka 2 a Tabulka 3).

Tab. 2 Limitní hodnoty pro vybrané ukazatele jakosti povrchových vod dle ČSN 75 7221

Ukazatel	Jednotky	Třída				
		I	II	III	IV	V
El. konduktivita	mS/m	< 40	< 70	< 110	< 160	≥ 160
Rozpuštěný kyslík	mg/l	> 7,5	> 6,5	> 5	> 3	≤ 3
Celkový fosfor	mg/l	< 0,05	< 0,15	< 0,4	< 1	≥ 1
Dusičnanový dusík	mg/l	< 3	< 6	< 10	< 13	≥ 13
Mangan	mg/l	< 0,1	< 0,3	< 0,5	< 0,8	≥ 0,8
Železo	mg/l	< 0,5	< 1	< 2	< 3	≥ 3
CHSK	mg/l	< 15	< 25	< 45	< 60	≥ 60

Tab. 3 Limitní hodnoty pro jednotlivé ukazatele jakosti povrchových vod dle NV č. 401/2015 Sb.

Ukazatel	Jednotky	Norma environmentální kvality (NEK)	
		Přípustné znečištění	
		Roční průměr	Maximum
Teplota	°C		29
pH	-	5-9	
Nasycení kyslíkem	mg/l	> 9	
Celkový fosfor	mg/l	0,15	
Celkový dusík	mg/l	6	
Dusičnanový dusík	mg/l	5,4	
Mangan	mg/l	0,24	
Železo	mg/l	0,52	
CHSK	mg/l	26	

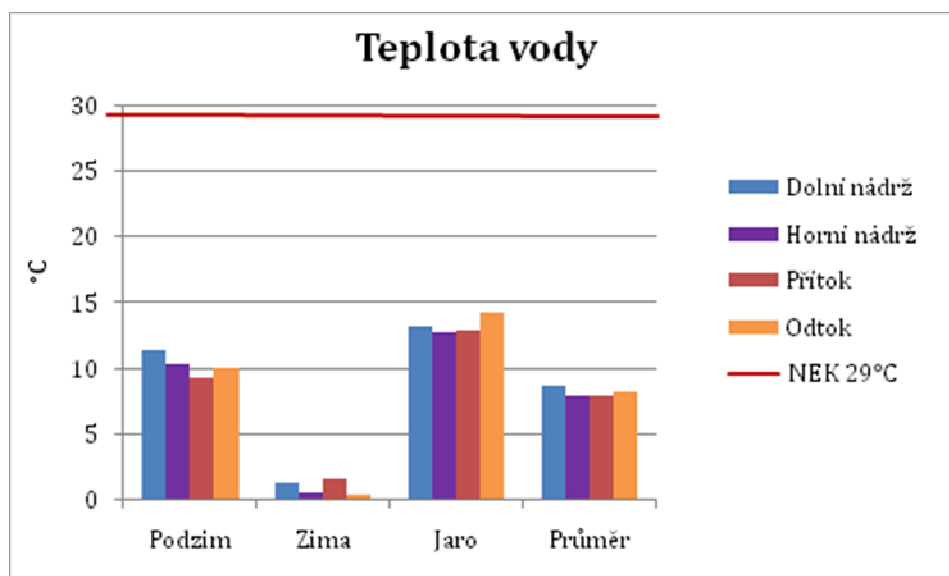
6 Výsledky a diskuze

6.1 Teplota vody

Teplota vody je jedním ze základních ukazatelů jakosti vody. Ovlivňuje rychlost chemických reakcí, množství rozpuštěných plynů ve vodě, podmiňuje život a reprodukci ryb, samočisticí proces a další (Kopp, 2015).

Z grafu 1 je patrné, že limit dle NV č.401/2015 Sb., stanovující limit NEK 29°C pro průměrnou roční teplotu nebyl přesáhnut. ČSN teplotu vody neřeší. Nejvyšší hodnota byla naměřena 29. 3. 2017 a to 14,2°C. Nejnižší potom 25. 1. 2017 s 0,3°C. Nutno ale podotknout, že teplota byla měřena u břehu nádrží.

Kopp (2015) říká, že pro vodní nádrže mírného pásu severní polokoule je obvyklé střídání čtyř cyklů (jarní a podzimní cirkulace, letní a zimní stagnace). Toto střídání cyklů má velký význam pro dostupnost živin a životních podmínek pro organismy. Vysoké teploty vody mohou být problematické z hlediska dostatku kyslíku pro vodní organismy. Tento případ se našich nádrží však v měřeném období netýkal.



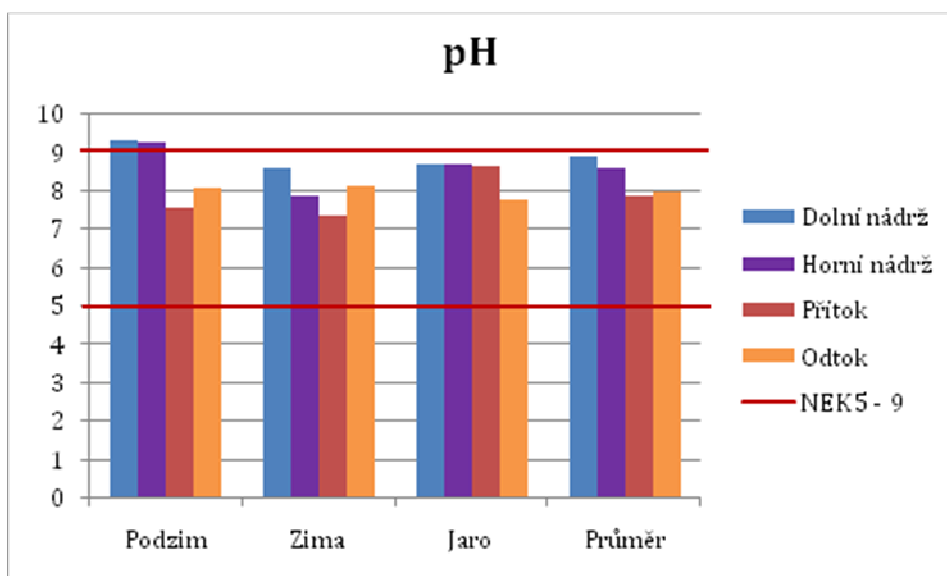
Graf 1 Výsledky naměřených hodnot teploty vody

6.2 pH

Aktivní reakce vody byla porovnána s limitem NV č.401/2015 Sb, kdy NEK uvádí přípustné rozmezí pro roční průměr 5–9. Toto rozmezí bylo v průměrných hodnotách dodrženo (viz. Graf 2). ČSN limitní hodnoty pro pH neuvádí.

Rozhodujícím faktorem řídící hodnotu pH u přírodních vod je obsah hydrogenuhličitanů (uhličitanová rovnováha). Hodnotu ovlivňují chemické a biologické pochody, které ve vodě probíhají (např. uvolňování a spotřeba CO₂) (Kopp,2015).

Dle Pittra (2006) mívají povrchové vody nejčastěji pH v rozmezí 6–8,5. Jelikož nejnižší mnou naměřená hodnota pH byla 7,34, průměrná okolo 8 a nejvyšší 9,35, lze říci, že voda ve Vícemilických rybnících je spíše zásaditá. Kopp (2015) říká, že pH vody se mění jak v průběhu roku, tak v průběhu 24 hodin. Velké rozdíly jsou pak i mezi hladinou a dnem. Také říká, že vyšší pH bývá způsobeno intenzivní fotosyntézou vodních rostlin, sinic a řas. Toto tvrzení vysvětluje vyšší hodnoty pH u obou nádrží, kde je větší zastoupení rostlinného doprovodu než u přítoku, též lze tyto výsledky očekávat při měření u hladiny a břehu rybníků. Průměrné hodnoty limit NEK nepřekračují, tudíž soudím, že pH vody vybrané oblasti je optimální.



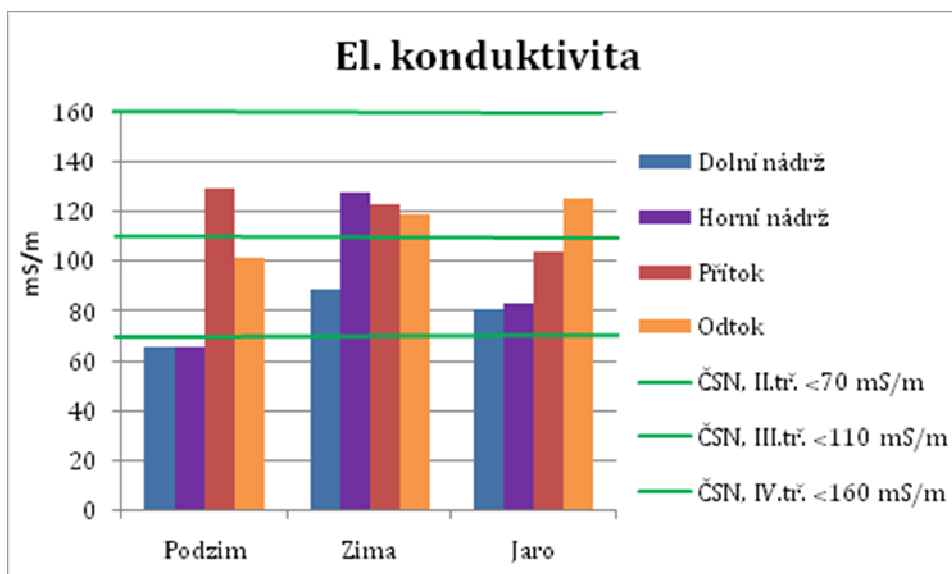
Graf 2 Výsledky naměřených hodnot pH vody

6.3 Elektrolytická konduktivita

Voda se stává vodivou pro elektrický proud vlivem rozpuštěných minerálních látek. Stanovená hodnota nám dává informaci o obsahu aniontů a kationtů, lze tedy odhadovat stupeň mineralizace vody (Kopp, 2015).

Mnou naměřené hodnoty byly porovnány s ČSN 75 7221, NV č.401/2015 Sb. limity pro elektrolytickou konduktivitu neuvádí. Jednotlivé výsledky řadí Vícemilické rybníky do II. třídy – mírně znečištěná, III. třídy – znečištěná voda a IV. Třídy – silně znečištěná voda (viz. Graf 3).

Kosour a kol., kteří řešili jakost vody vodní nádrže Vranov tvrdí, že oblast vyšší konduktivity při hladině vznikla dlouhodobým výparem vody, jenž nebyl v suchém období významněji doplňován srážkami. Je pravdou, že v podzimním měření byla hladina vody v přítoku výrazně nižší než tomu bylo na jaře. Koppa (2015) dále uvádí, že výrazný vliv na konduktivitu může mít i běžná antropogenní činnost. V zimním období způsobuje zvýšení vodivosti přísun posypové soli z blízkých rychlostních komunikací. Jelikož leží Vícemilické rybníky v těsné blízkosti silnice E50 a v průběhu letošní zimy bylo potřeba solit hojně, usuzují, že tento jev mohl mít vliv na vyšší konduktivitu vody v nádržích.



Graf 3 Výsledky naměřených hodnot elektrolytické konduktivity

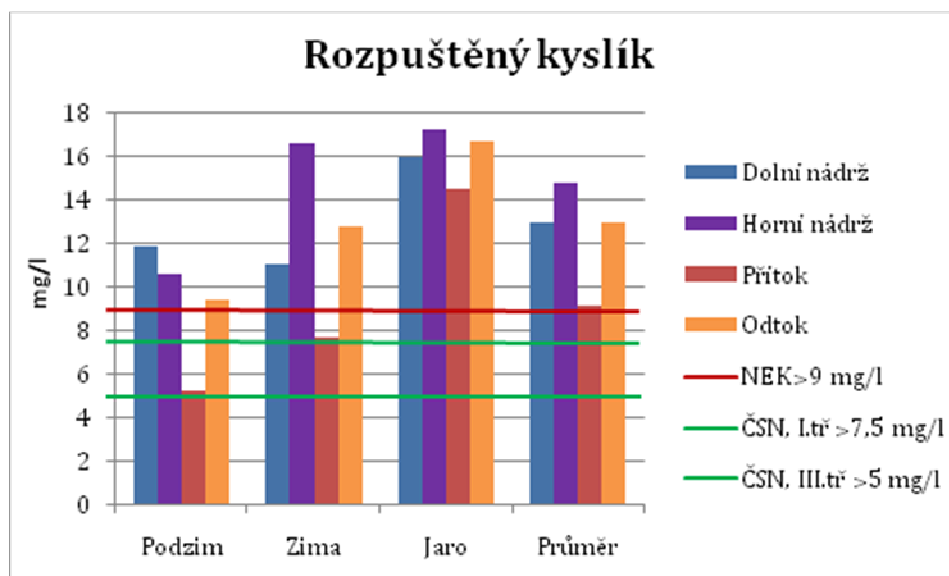
6.4 Rozpuštěný kyslík

Kyslík je nejdůležitější z rozpuštěných plynů ve vodě. Množství kyslíku ve vodě značně ovlivňuje většinu biochemických procesů a často proto bývá limitujícím faktorem pro život různých organismů (Kopp, 2015).

Stav rozpuštěného kyslíku v našich rybnících znázorňuje graf 4. Limit NEK >9 mg/l kyslíku splňuje voda ve všech odběrových místech. Dle ČSN 75 7221 se rybníky řadí jednak do I. třídy – neznečištěná voda, kdy množství kyslíku bylo >7,5 mg/l, ale také do III. třídy – znečištěná voda, kdy výsledek byl >5 mg/l.

Nejnižší množství kyslíku bylo naměřeno vždy na přítoku vody do nádrží a v následných odběrových místech bylo vždy vyšší vlivem samočisticí schopnosti vody.

Duras a Kosour popisují jev hromadného úhynu ryb v údolních nádržích vlivem nedostatku kyslíku. Říkají, že velmi záleží na promíchávání vody v rybnících. Pokud dojde k zahájení podzimní cirkulace (míchání vody v celém vodním sloupci) včas, ryby jsou osvobozeny. V našich rybnících problém s kyslíkem nebyl zaznamenán. V Horní i Dolní nádrži tak ryby nejsou ohroženy.



Graf 4 Výsledky naměřených hodnot rozpuštěného kyslíku

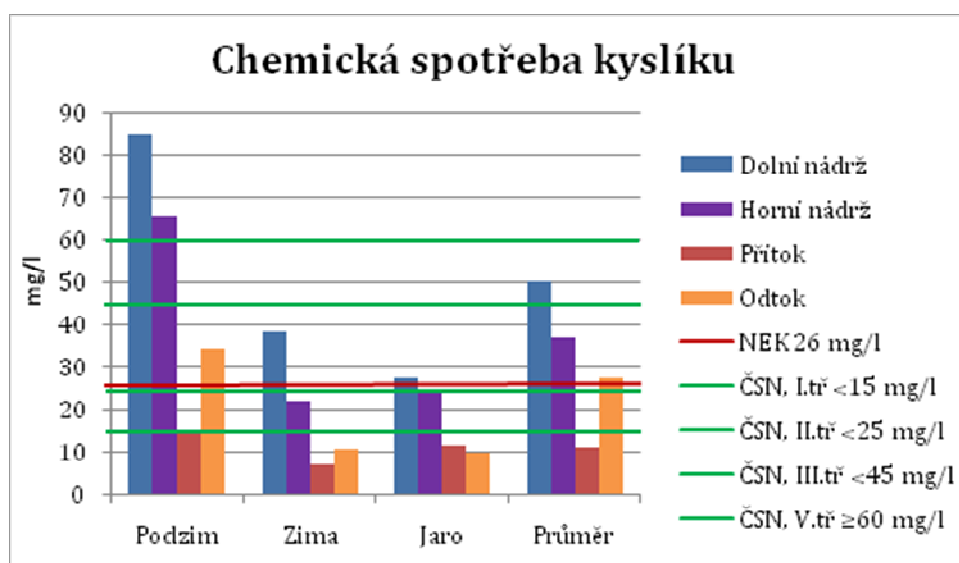
6.5 Chemická spotřeba kyslíku

Chemická spotřeba kyslíku udává míru celkového obsahu organických látek ve vodě. Je jedním z důležitých ukazatelů organického znečištění vod (Heteša, Kočková, 1998).

NEK udává hraniční hodnotu pro roční průměr CHSK 26 mg/l. Tu splnilo pouze odběrové místo přítoku vody do nádrží. Všechna ostatní měření dosáhla v průměru větších hodnot. Dle srovnání s ČSN se voda v mnoha případech řadí jednak do I. třídy – neznečištěná voda, dále do II. třídy – mírně znečištěná a III. třídy – znečištěná voda a hodnoty pro obě nádrže v podzimním měření dosáhly výsledků pro V. třídu – velmi silně znečištěná voda (viz. Graf 5).

Oppeltová (2015) uvádí, že organické látky ve vodách mohou být jak přírodního, tak antropogenního původu. Z uvedených přírodních zdrojů myslím, že v našich nádržích budou dominovat produkty životní činnosti rostlin a živočichů a mikroorganismů. Jak už i Oppeltová zmiňuje vliv člověka, předpokládám, že tak jako u fosforu budou mít vliv na zvýšenou chemickou spotřebu kyslíku vypouštěné splaškové vody do Litavy v horní části povodí.

Z grafu si lze také všimnout, že na přítoku i odtoku byly naměřené hodnoty vždy menší, než tomu bylo u nádrží. Lze tedy odvodit, že organické látky se v obou nádržích kumulují.



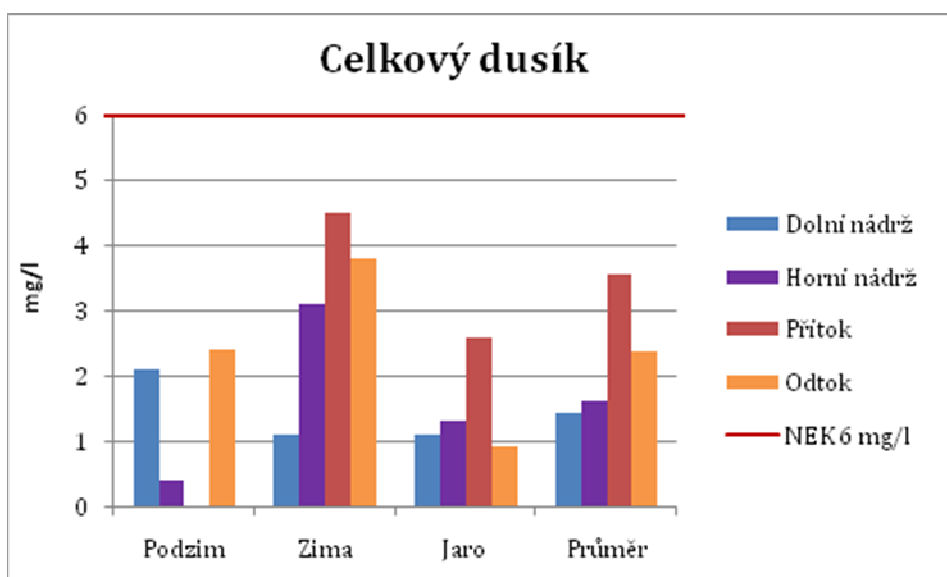
Graf 5 Výsledky naměřených hodnot chemické spotřeby kyslíku

6.6 Celkový dusík

Dusík je jedním z nejdůležitějších mikrobiogenních prvků ve vodě. Uplatňuje se při veškerých biologických procesech, které zde probíhají (Pitter, 2009).

V grafu 6 můžeme vidět, že limit stanovený NEK 6mg/l pro průměrnou roční hodnotu byl dodržen. ČSN limit pro celkový dusík neuvádí. V podzimním období chybí výsledky rozborů pro přítok, jelikož se je v laboratoři nepodařilo stanovit. Chyba mohla být v postupu laboratorní analýzy.

Stav dusíku a jeho forem hodnotí Oppeltová a Najman u vybraných toků na Blanensku. Zvýšené koncentrace tohoto prvku v potoce Semíč, Sebránek a Osaka způsobuje zemědělství. Říkají, že toto znečištění způsobují pravděpodobně splachy hnojiv ze zemědělských pozemků. Ačkoliv se obě nádrže i řeka Litava nachází v bezprostřední blízkosti obdělávané půdy, ta zřejmě negativně na jakost vody nepůsobí. Naměřené hodnoty i s rezervou nepřekračují limit NV č. 401/2015 Sb.



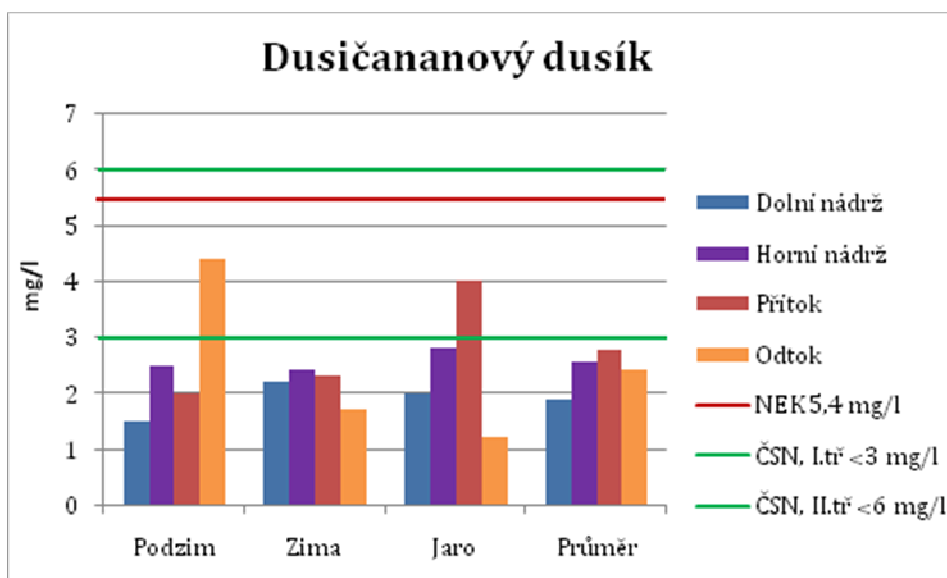
Graf 6 Výsledky naměřených hodnot celkového dusíku

6.7 Dusičnanový dusík

Dusičnany patří mezi čtyři hlavní anionty vyskytující se téměř ve všech vodách. Sídlní oblasti a intenzivní zemědělská činnost mají vliv na zvyšování jejich koncentrace v přírodních vodách (Heteša, Kočková, 1998).

NEK stanovuje roční průměr pro přípustné znečištění 5,4 mg/l. Tato hodnota ve Vícemilických rybnících, jejich přítoku a odtoku nebyla v žádném měření překročena. Dle ČSN 75 7221 patří rybníky do I. třídy – neznečištěná voda, pouze ve dvou případech, u podzimního měření v odtoku a jarního měření v přítoku, byla naměřena hodnota vyšší než 3mg/l, proto řadí vodu do II. třídy – mírně znečištěná (viz. Graf 7).

Jak Heteša a Kočková (1998) uvádí vliv zemědělství a sídelních oblastí na množství dusičnanového dusíku, dalo by se v případě našich nádrží očekávat zvýšenější množství tohoto ukazatele, vlivem absence ČOV v horní části povodí. Splaškové vody zde jakost významně ovlivňují. Avšak mnou naměřené hodnoty toto očekávání nesplnily a stav dusičnanového dusíku je v zájmovém území vyhovující.



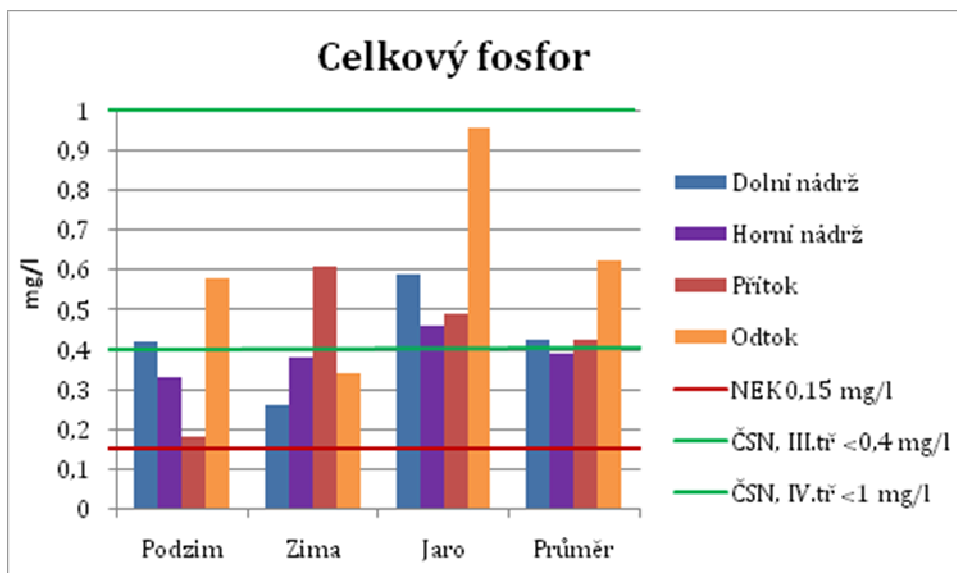
Graf 7 Výsledky naměřených hodnot dusičnanového dusíku

6.8 Celkový fosfor

Přirozeným zdrojem fosforu jsou minerály a horniny. Umělého původu je fosfor ze splaškových vod, živočišných odpadů, splachů půdy hnojené fosforečnými hnojivy a další. Fosfor je stěžejním prvkem z hlediska eutrofizace (Kopp, 2015).

Neměřené výsledky (viz. Graf 8) dokazují, že voda zájmového území je velmi znečištěná fosforem. Limitní hodnotu udávanou NV č.401/2015 Sb. 0,15 mg/l překročilo měření ve všech odběrových místech. Zhodnotíme-li jakost dle ČSN 75 7221, řadí se voda z Litavy a Vícemilických rybníků do III. třídy - znečištěná voda. V některých případech, kdy výsledek přesáhl 0,4mg/l dokonce do třídy IV. - silně znečištěná voda.

Problematiku koncentrací fosforu popisuje Dobiáš a kol. např. i u vodárenské nádrže Švihov a jejího povodí v období rekonstrukce ČOV Pelhřimov. V samotné nádrži k výraznější reakci sice nedošlo, ale v závěrovém profilu Želivka Poříčí byly emise fosforu zvýšené. ČOV mají na kvalitu vody v tocích velký vliv. Ripelová (2016) zkoumala koncentrace fosforu v horní části povodí řeky Litavy, kde je právě již zmíněný problém vypouštění odpadních vod z domácností. Chybí zde kanalizační síť a ČOV. Jakost Litavy je tak silně negativně ovlivněna a koncentrace fosforu dosahují vysokých hodnot.



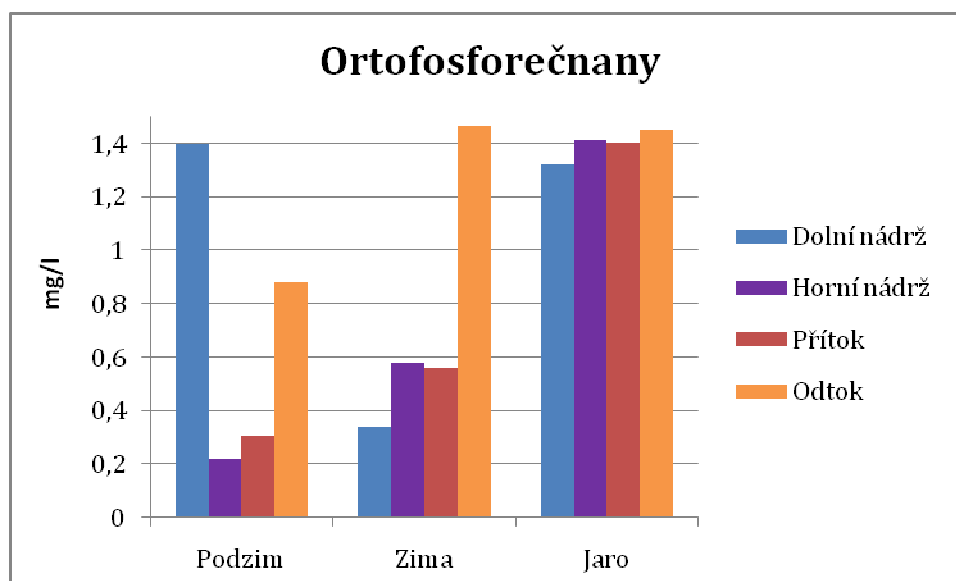
Graf 8 Výsledky naměřených hodnot celkového fosforu

6.9 Reaktivní fosfor (ortofosforečnany)

Ortofosforečnany, neboli rozpuštěný reaktivní fosfor je jednou z forem výskytu anorganicky vázaného fosforu (Pitter, 2009).

NV č. 401/2015 ani ČSN 75 7221 nedefinují přípustné hodnoty pro ortofosforečnany. Dle grafu 9 ale vidíme, že až na jarní měření dosahovaly výsledky odlišných hodnot. Na podzim bylo největší množství ortofosforečnanů naměřeno v Dolní nádrži. V zimě naopak v odtoku.

Podle Pittra jsou právě ionty ortofosforečnanového fosforu, které představují tzv. biologicky dostupný (využitelný) fosfor. Jelikož tuto formu využívá fytoplankton, je na místě sledovat tento ukazatel z důvodu hrozící eutrofizace vodního prostředí. Na základě vysokých koncentrací celkového fosforu bylo předvídatelné i zvýšené množství ortofosforečnanů. Tento jev hodnotíme jako způsobený vlivem lidské činnosti Opletová uvádí, že mezi antropogenní zdroje fosforu patří fosforečná hnojiva, prací, mycí, čistící a odmašťovací prostředky.



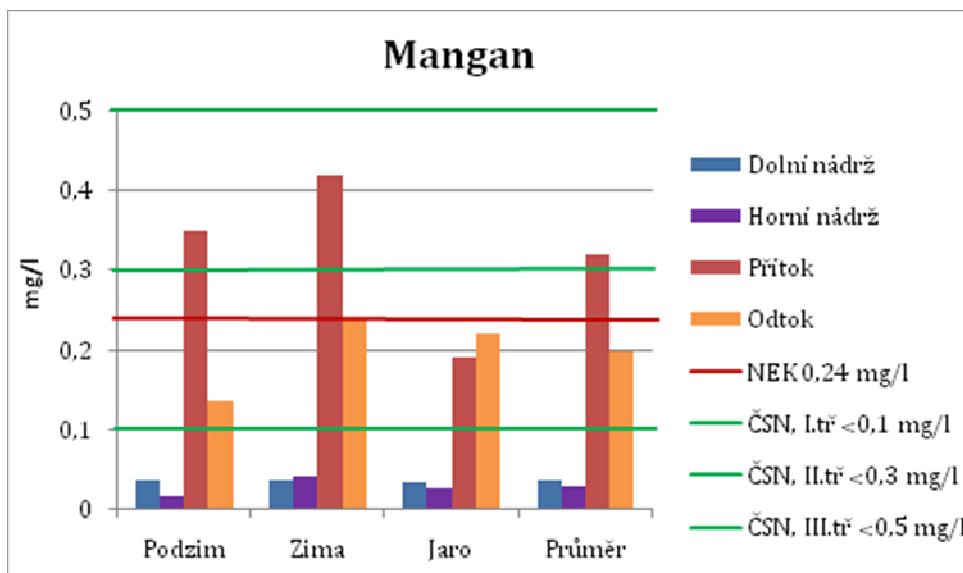
Graf 9 Výsledky naměřených hodnot ortofosforečnanů

6.10 Mangan

Mangan se ve vodách vyskytuje společně se železem. Významně ovlivňuje sensorické vlastnosti vody, především chuť, proto je v pitných a užitkových vodách limitován (Hartman a kol., 1998).

Graf 10 ukazuje výsledky rozborů vody pro mangan. Nejvyšší hodnoty tohoto prvku byly naměřeny na přítoku a poté na odtoku. Červeně vyznačený limit NV č. 401/2015 0,24 mg/l přesáhlo pouze odběrové místo přítoku vody do nádrží. Z hlediska jakosti dle ČSN 75 7221 pak voda spadá do několika tříd. Horní i Dolní nádrž s výsledkem do 0,1 mg/l se řadí do I. třídy - neznečištěná voda, odtok a přítok s výsledkem do 0,3 mg/l do II. třídy - mírně znečištěná a již zmíněný přítok (u podzimního a zimního měření), spadá do třídy III. - znečištěná voda.

Oppeltová (2015) píše, že mangan se do vody nejčastěji dostává z půdy a sedimentů. V sedimentech se prý jedná o druhý nejčastější kov. Antropogenní zdroj pochází z průmyslových odpadních vod při zpracování rud, z chemických továren nebo z úpraven vody. Jelikož bylo nejčastěji vyšší množství měřeno na přítoku, musel zdroj pocházet z horní části povodí. V případě stojaté vody obou nádrží jsou výsledky znatelně nižší. Zde je mangan kumulován v sedimentech, proto nebyl naměřen v takovém množství.



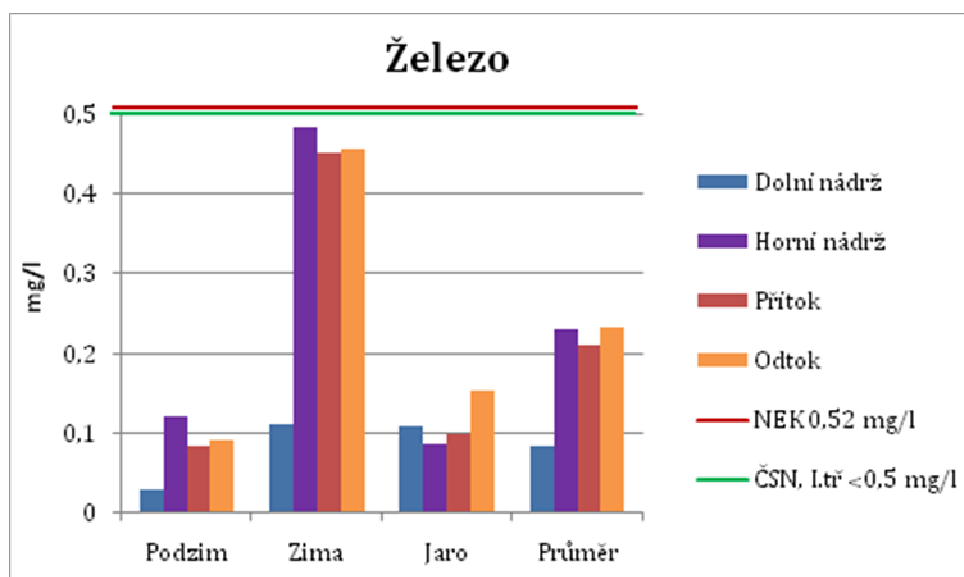
Graf 10 Výsledky naměřených hodnot manganu

6.11 Železo

Pro vodní organismy je železo nezbytným prvkem. Živočichové jej získávají především z potravy. Fytoplankton čerpá železo z roztoků nebo suspenzí. Na kolo-běhu železa se ve vodních ekosystémech významně podílejí konzumenti (ryby, zo-obentos, zooplankton), kteří mohou svými exkrety doplňovat nedostatkové živiny pro primární producenty (Lellák, Kubíček, 1991).

Z grafu 11 je patrné, že všechny naměřené hodnoty nepřesáhly žádný limit. NEK udává průměrné roční přípustné znečištění 0,52 mg/l a ČSN 75 7221 \leq 0,5 mg/l pro I. třídu – neznečištěná voda.

Uvažujeme-li antropogenní vliv koncentrací železa ve vodách, Kopp (2015) zmiňuje, že takovým zdrojem jsou odpadní vody z průmyslu a korozní procesy v potrubí. Viditelně většího množství, avšak stále v normě limitů, dosahovala voda v zimním období u Horní nádrže a přítoku i odtoku.



Graf 11 Výsledky naměřených hodnot železa

6.12 Zhodnocení revitalizace a současného využití území

Hlavní podíl na myšlence opětovného vybudování rybníka má Myslivecké sdružení Borovec Vícemilice, které mimo jiné přispělo částkou 2,6 mil. Kč na výkup pozemků. Projekt dodala firma ATELIER FONTES, s.r.o. a jeho samotná realizace byla zahájena 30. 7. 2010. Celá stavba byla dokončena 30. 6. 2011.

Jedním z důvodů revitalizace, kromě stěžejního problému povodní, byl také fakt, že na místě dnešních rybníků, kde byla orná půda, docházelo k dlouhodobému zadržování vody na povrchu terénu a tím i špatnému obhospodařování půdy.

Vybudované nádrže vyřešily problém se záplavami blízkých území. Vytvořily dostatečný retenční prostor pro zadržení vody při průchodu povodňových vln. Dále Vícemilické rybníky významně přispěly ke krajinnotvorbě přilehlého území. Ze zákona se řadí mezi významné krajinné prvky. Územním plánem města Bučovice je plocha biocentra vymezena i v rámci územního systému ekologické stability. Mezi další funkce patří ochrana a stabilizace ekosystémů, stanoviště rostlin a živočichů, zásoba vody v krajině a další.

Z hlediska současného využití se jedná především o rybníky využívané ke sportovnímu rybolovu. Občané blízkých obcí využívají lokalitu též k rekreaci, nejčastěji k procházkám a venčení psů. K dispozici je zde posezení na několika lavičkách podél obou nádrží. V letních měsících slouží výjimečně i ke koupání, v zimě se zde naopak bruslí. Za zmínku stojí také rozmanité druhy rostlin a vodního ptactva. Myslivecké sdružení zde sezónně pořádá lov kachny divoké.

Když zhodnotím ekologickou a biologickou funkci biocentra, jako negativní vliv vnímám rybolov. Jak je již v textu několikrát zmíněno a tabule u rybníků informuje návštěvníky, nádrže by neměly sloužit k intenzivnímu chovu ryb. Měly by zde být pouze obsádky s původními druhy ryb, které budou využívat přirozenou produkci nádrží. Otázkou tedy je, jaký je nynější skutečný stav. Jaká je míra umělého zarybnění oproti přirozenému, jaké druhy byly dodatečně vysazeny a v jakém množství a zdali má toto negativní dopady na přirozenou biodiverzitu a kvalitu vody. Dnes je k rybolovu využívána převážně Dolní nádrž. V letním období bývá i rozdíl v průhlednosti a eutrofizaci vody mezi oběma nádržemi. Myslím, že toto téma je v případě Vícemilických rybníků diskutabilní a mohlo by být podnětem pro další práci.

Jako doporučení bych navrhovala omezit přístup k Horní nádrži, konkrétně prostor kolem porostů rákosí pro zvýšení klidu hnízdícího ptactva. Částečné zamezení vstupu do těchto míst v obdobích hnízdění by mohlo pomoci k efektivnější ochraně bioty a přitom omezení návštěvníků by bylo minimální.

7 Závěr

Tato bakalářská práce byla zaměřena na biocentrum Vícemilické rybníky. Ty byly vybudovány pro ochranu přilehlých obcí proti povodním. Celé vodní dílo je řešeno jako soustava dvou samostatně vypustitelných nádrží, mezi nimiž se nachází rozdělovací hráz, která bude v případě povodňové vlny zatopena a nádrže se spojí v jednu.

Cílem práce bylo jednak teoreticky pojednat o souvisejících tématech oblasti vody a charakterizovat zájmovou lokalitu. V praktické části potom vysvětlit metodu práce založenou na monitoringu jakosti vody. V rámci terénního průzkumu byly vyhodnoceny ukazatele pro teplotu, pH, elektrolytickou konduktivitu a množství rozpuštěného kyslíku, dále byly odebrány vzorky vody na předem určených odběrových místech (přítok, Horní a Dolní nádrž a odtok) a do 24 hodin laboratorní analýzou vyhodnoceny koncentrace množství celkového dusíku a fosforu, ortofosforečnanů, dusičnanového dusíku, chemické spotřeby kyslíku, manganu a železa ve vodě. Výsledky byly graficky zpracovány, vyhodnoceny dle ČSN 75 7221 a NV č.401/2015 Sb. a diskutovány s odbornými publikacemi.

Na základě výsledků lze usoudit, že největší problém z hlediska kvality vody představuje ve Vícemilických rybnících a řece Litavě fosfor. Ten překračuje legislativní normy ve všech odběrových místech, mnohdy i několikanásobně. Příčinou těchto velmi vysokých koncentrací je vypouštění splaškových vod z domácností v horní části povodí, kde chybí ČOV.

V souvislosti s fosforem je nutno zmínit i pH vody, jelikož při eutrofizaci (kdy stěžejním prvkem je právě fosfor) bývá pH vyšší. V průměrných hodnotách byl limit NEK pro roční pH dodržen, avšak v jednotlivých měřeních se objevily i vyšší hodnoty. Teplota ani rozpuštěný kyslík nepředstavují v nádržích, přítoku ani odtok žádné riziko pro organismy. Elektrolytická konduktivita byla vyhodnocena jako mírně zvýšená. Důvodem mohla být v zimním období údržba rychlostní komunikace v blízkosti rybníků. Zemědělství, které v mnoha případech způsobuje znečištění dusíkem prostřednictvím dusíkatých hnojiv, ve vybraném území nemá negativní vliv. Všechny výsledky pro dusík splňovaly limity. Méně vyhovujících výsledků bylo zjištěno u chemické spotřeby kyslíku, což poukazuje na vysoké množství organic-

kých látek ve vodě. Stejně tak bylo na přítoku vody do nádrží zjištěno vyšší množství manganu. Koncentrace železa byla ve všech odběrových místech vyhovující.

Je třeba podotknout, že snaha o zlepšení kvality vod se na území České republiky stále zlepšuje. Neustále je budováno více a více ČOV, které přispívají k lepšímu nakládání s odpadními vodami, a probíhá monitoring ukazatelů jakosti. Na druhou stranu je ale třeba vytknout, že problémem řady již stávajících čistíren je dnes nedostatečné odbourávání fosforu. Tento prvek pak přispívá k eutrofizaci.

Závěrem bych ráda ještě vyzdvihla krajinnou, ekologickou a estetickou hodnotu biocentra. Stěžejním cílem vybudování rybníků byla funkce retenční. Tu splnily. Vedle toho ale navíc vytvořily významné stanoviště nejrůznějších organismů. Mokřadní plochy, jež jsou součástí vodních ploch, jsou dnes velmi ceněny. Ve střídajících se ročních obdobích zde můžeme pozorovat rozmanité druhy rostlin a živočichů. Pro obyvatele blízkých obcí se staly Vícemilické rybníky oblíbeným místem pro rekreaci.

8 Seznam použité literatury

Publikace:

1. CULEK, Martin. *Biogeografické členění České republiky*. Enigma, Praha, 1996, ISBN 80-85368-80-3.
2. DOBIÁŠ, Jakub a kol. *Změna vstupu fosforu do vodárenské nádrže Švihov a jejího povodí v období rekonstrukce ČOV Pelhřimov*. In: *Vodárenská biologie 2015, 4. – 5. února 2015*, 1. vydání Praha, Česká Republika, 2015, ISBN 978-80-86832-83-8
3. DURAS, Jindřich, KOSOURL, Duša. *Kyslíková past v údolních nádržích*. In: *Vodní nádrže 2015: 6. – 7. října 2015*. Brno, Česká Republika. Brno: Povodí Moravy, s.p., 2015, ISBN 978-80-260-8726-7
4. HARTMAN, Pavel a kol. *Hydrobiologie*. 2. přepracované vydání Praha: INFORMATORIUM, 1998, ISBN 80-86073-27-0.
5. HETEŠA, Jiří, KOČKOVÁ, Eva. *Hydrochemie*. 1. vydání Brno: MZLU, 1998, ISBN 80-7157-289-6.
6. HETEŠA, Jiří, SUKOP, Ivo. *Ekologie vodního hospodářství*. Vysoká škola zemědělská v Brně, 1994, ISBN 80-7157-131-8.
7. JUST, Tomáš a kol. *Vodohospodářské revitalizace: a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. Český svaz ochránců přírody, 2005, ISBN 80-239-6351-1.
8. KOPP, Radovan. *Hydrochemie nejen pro rybáře*. Mendelova univerzita v Brně, 2015, ISBN 978-80-7509-352-3.
9. KOSOURL, Dušan a kol. *VN Vranov – situace a možnosti řešení jakosti vody*. In: *Vodní nádrže 2015: 6. – 7. října 2015*. Brno, Česká Republika. Brno: Povodí Moravy, s.p., 2015, ISBN 978-80-260-8726-7
10. LELLÁK, Jan, KUBÍČEK, František. *Hydrobiologie*. 1. vydání Praha: Univerzita Karlova, Karolinum, 1992, ISBN 80-7066-530-0.
11. OPPELTOVÁ, Petra. *Ochrana vodních zdrojů*. Mendelova univerzita v Brně, 2015, ISBN 978-80-7509-218-2.

12. OPPELTOVÁ, Petra, NAJMAN, Jakub. *Hodnocení jakosti vody vybraných toků na Blanensku*. In: *Vodárenská biologie 2015, 4. – 5. února 2015*, 1. vydání Praha, Česká Republika, 2015, ISBN 978-80-86832-83-8
13. PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 4. aktualizované vydání Praha: Vydavatelství VŠCHT Praha, 2009, ISBN 978-80-7080-701-9.
14. QUITT, Evžen. *Klimatické oblasti Československa*. Československá akademie věd – geografický ústav Brno, 1971
15. TLAPÁK, Václav a kol. *Voda v zemědělské krajině*. Zemědělské nakladatelství Brázda ve spolupráci s ministerstvem životního prostředí ČR, 1992, ISBN 80-209-0232-5.
16. TOMÁŠEK, Milan. *Půdy České republiky*. 4. vydání Praha: Česká geologická služba, 2007, ISBN 978-80-7075-688-1.

Internetové zdroje:

17. *Evidenční list hlásného profilu č. 381*. In: Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 2017-01-21]. Dostupné z: http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=306990
18. *Geologická mapa 1:50 000*. In: Česká geologická služba: Mapová aplikace, verze 1B.2 [online]. [cit. 2017-01-19]. Dostupné z: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=568693&x=1170330&s=1
19. *Historie a současnost města*. In: Bučovice: oficiální web města [online]. [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <http://www.bucovice.cz/historie-a-soucasnost/d-53/p1=60>
20. *Charakteristika výrobního území ČR, KPP, BPEJ, ZVO, LFA* [online]. [cit. 2016-02-10]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_217_multitext/ke_stazeni/pvr/PVR-cv-3-ZVO_BPEJ.pdf
21. *Klimatické regiony*. In: Souhrnné mapy VÚMOP [online]. [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: http://mapy.vumop.cz/popis/popis_mapovnik.php

22. *Naše milá Litava aneb Od pramene k soutoku*. In: veslavkove.cz [online]. [cit. 2016-12-22]. Dostupné z: <http://www.veslavkove.cz/priroda/nase-mila-litava-aneb-od-pramene-k-soutoku.aspx>
23. *Nitrátová směrnice*. In: EAGRI: Životní prostředí [online]. [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-vody/nitratova-smernice/>
24. *Půdní mapa 1:50 000*. In: Česká geologická služba [online]. [cit. 2017-01-19]. Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/pudy/>
25. *Revitalizace vodních toků a mokřadů*. In: ARNIKA [online]. [cit. 2016-11-21]. Dostupné z: <http://arnika.org/revitalizace>
26. *Revitalizační malé vodní nádrže* [online]. [cit. 2016-11-19]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=53224
27. RIPELOVA, Renata, OPPELTOVA, Petra. *MONITORING OF WATER QUALITY IN THE UPPER BASIN OF LITAVA RIVER* [online]. Department of Applied and Landscape Ecology, Mendel University in Brno, Zemedelska 1, 613 00 Brno CZECH REPUBLIC, 2016 [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://mendelnet.cz/pdfs/mnt/2016/01/87.pdf>
28. *Slovníček pojmů*. In: Finanční nástroje péče o přírodu a krajinu: AOPK ČR [online]. [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://www.dotace.nature.cz/slovnicek-pojmu.html#r>
29. *Vodní rámcová směrnice 2000/60/ES*. In: EAGRI: Životní prostředí [online]. [cit. 2016-12-04]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-vody/vodni-ramcova-smernice/>

Právní předpisy:

30. ČSN 75 7221 Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod
31. Nařízení vlády č.71/2003 Sb., o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod, §1

32. Nařízení vlády č.262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem, §1, §2, §4
33. Nařízení vlády č.401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, §1
34. Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, §1
35. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) §1
36. Zákon č.274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), §1

Ostatní:

37. Informační tabule u rybníků

9 Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obrázky

Obr. 1 Mapa vybraného území s vyznačenými rybníky	29
Obr. 2 Geologické podloží vybraného území	30
Obr. 3 Půdní složení vybraného území	31
Obr. 4 Ilustrační foto biocentra.....	34
Obr. 5 Rozmístění odběrových míst.....	37

Tabulky

Tab. 1 Rozdělení MVN z hlediska funkčního (Tlapák, Herynek, 2002)	18
Tab. 2 Limitní hodnoty pro vybrané ukazatele jakosti povrchových vod dle ČSN 75 7221	39
Tab. 3 Limitní hodnoty pro jednotlivé ukazatele jakosti povrchových vod dle NV č. 401/2015 Sb.....	40

Grafy

Graf 1 Výsledky naměřených hodnot teploty vody.....	41
Graf 2 Výsledky naměřených hodnot pH vody	42
Graf 3 Výsledky naměřených hodnot elektrolytické konduktivity	43
Graf 4 Výsledky naměřených hodnot rozpuštěného kyslíku.....	44
Graf 5 Výsledky naměřených hodnot chemické spotřeby kyslíku	45
Graf 6 Výsledky naměřených hodnot celkového dusíku.....	46
Graf 7 Výsledky naměřených hodnot dusičnanového dusíku.....	47
Graf 8 Výsledky naměřených hodnot celkového fosforu	48
Graf 9 Výsledky naměřených hodnot ortofosforečnanů.....	49
Graf 10 Výsledky naměřených hodnot manganu.....	50
Graf 11 Výsledky naměřených hodnot železa.....	51

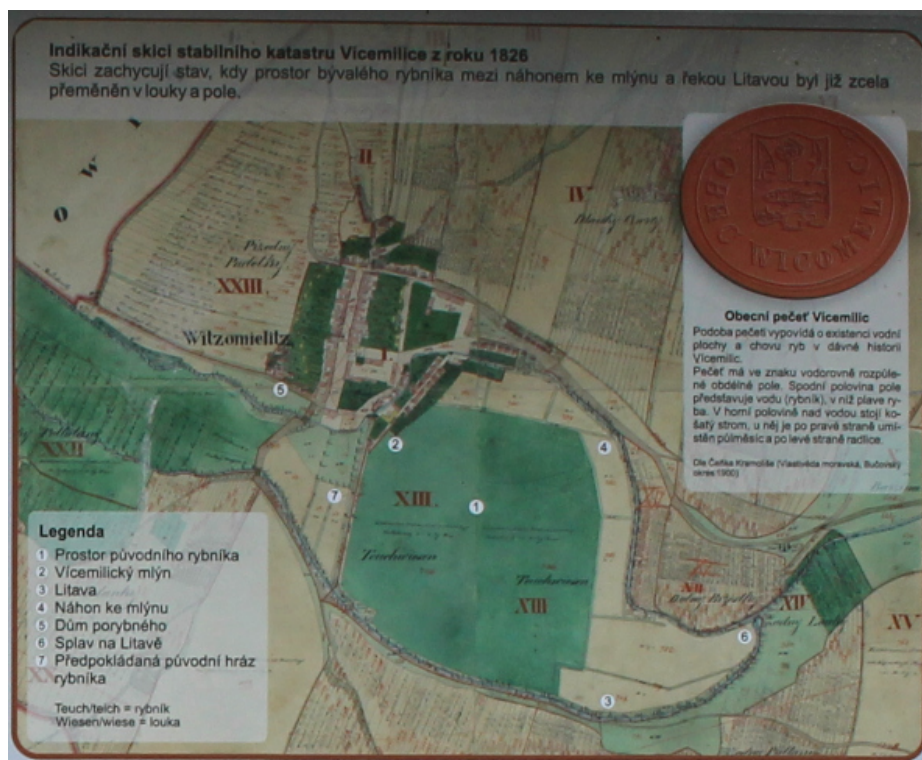
10 Seznam zkratek

CO ₂	oxid uhličitý
ČOV	čistírny odpadních vod
ČSN	Česká státní norma
EU	Evropská unie
CHSK	chemická spotřeba kyslíku
MVN	malé vodní nádrže
NEK	Norma environmentální kvality
NV	Nařízení vlády
ORP	obec s rozšířenou působností
ÚAKE	Ústav aplikované a krajinné ekologie
VN	vodní nádrž
VÚMOP	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy

11 Seznam příloh

Příl. 1 Mapa vybraného území z roku 1826.....	63
Příl. 2 Mapa vybraného území z roku 2003.....	63
Příl. 3 Mapa vybraného území z roku 2006.....	64
Příl. 4 Mapa vybraného území z roku 2012.....	64
Příl. 5 Mapa vybraného území z roku 2017.....	65
Příl. 6 Pramen řeky Litavy.....	65
Příl. 7 Soutok řeky Litavy a Svratky, Židlochovice.....	66
Příl. 8 Mapa povodí Litavy.....	66
Příl. 9 Vícemilické rybníky, říjen 2016.....	67
Příl. 10 Terénní měření, podzim 2016.....	67
Příl. 11 Vícemilické rybníky, leden 2017.....	68
Příl. 12 Terénní měření, zima 2017.....	68
Příl. 13 Vícemilické rybníky, březen 2017.....	69
Příl. 14 Terénní měření, březen 2017.....	69
Příl. 15 Spektrofotometr.....	70
Příl. 16 Mineralizátor.....	70
Příl. 17 Filtrace vzorků.....	71
Příl. 18 Pipetování vzorku.....	71

Přílohy



Příl. 1 Mapa vybraného území z roku 1826 (zdroj: informační tabule u rybníků)



Příl. 2 Mapa vybraného území z roku 2003 (zdroj: mapy.cz)



Příl. 3 Mapa vybraného území z roku 2006 (zdroj: mapy.cz)



Příl. 4 Mapa vybraného území z roku 2012 (zdroj: mapy.cz)



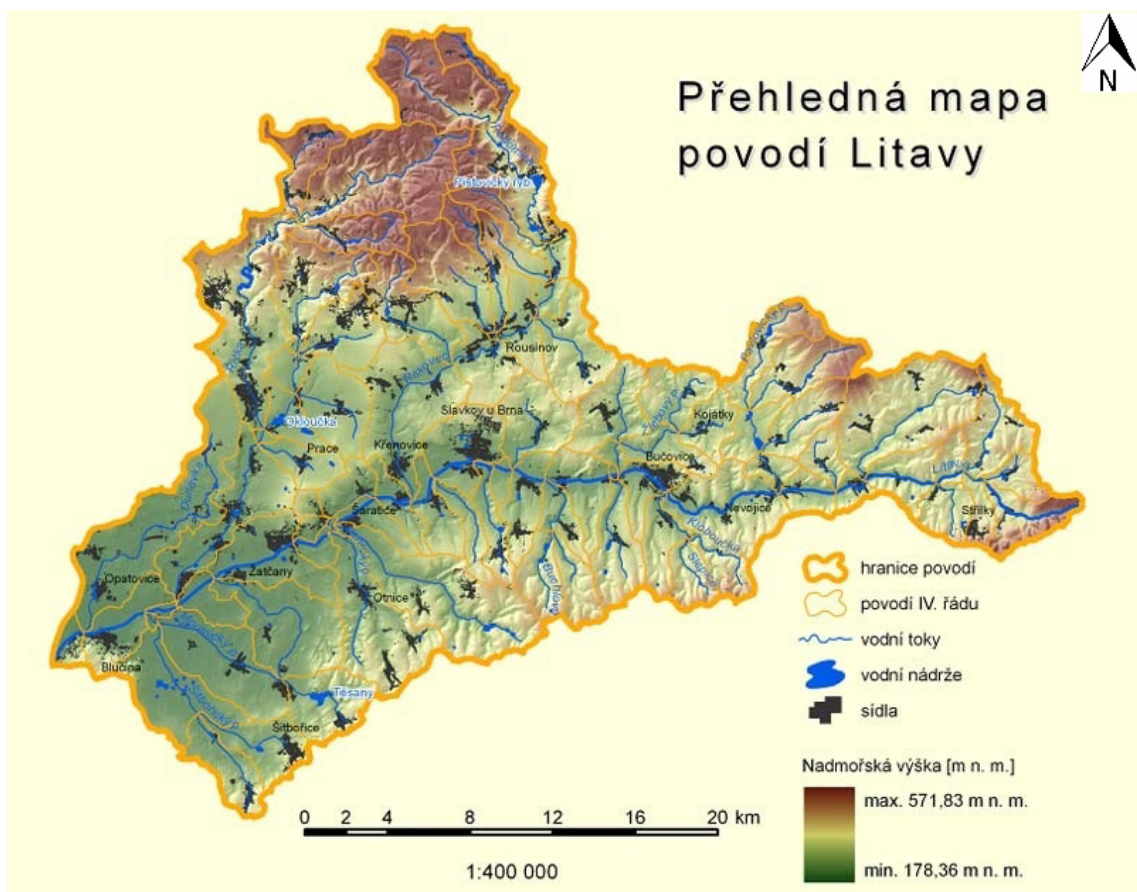
Příl. 5 Mapa vybraného území z roku 2017 (zdroj: google.com)



Příl. 6 Pramen řeky Litavy (zdroj: www.veslavkove.cz)



Příl. 7 Soutok řeky Litavy a Svratky, Židlochovice (zdroj: vlastní foto)



Příl. 8 Mapa povodí Litavy (zdroj: www.google.com)



Příl. 9 Vícemilické rybníky, říjen 2016 (zdroj: vlastní foto)



Příl. 10 Terénní měření, podzim 2016 (zdroj: vlastní foto)



Příl. 11 Vícemilické rybníky, leden 2017 (zdroj: vlastní foto)



Příl. 12 Terénní měření, zima 2017 (zdroj: vlastní foto)



Příl. 13 Vícemilické rybníky, březen 2017 (zdroj: vlastní foto)



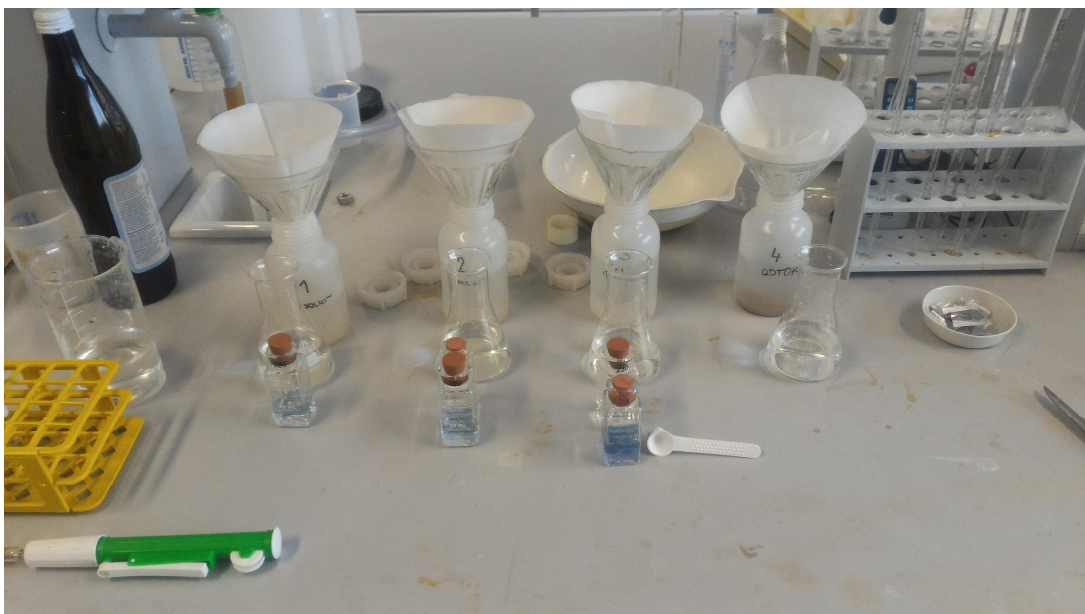
Příl. 14 Terénní měření, březen 2017 (zdroj: vlastní foto)



Příl. 15 Spektrofotometr (zdroj: vlastní foto)



Příl. 16 Mineralizátor (zdroj: vlastní foto)



Příl. 17 Filtrace vzorků (zdroj: vlastní foto)



Příl. 18 Pipetování vzorku (zdroj: vlastní foto)