

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra ekologie a životního prostředí



**Fyzikálně chemické vlastnosti vody bývalých
říčních ramen u Otrokovic a Napajedel
s návrhem na jejich využití**

Dorota Vítková

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: RNDr. Petr Hekera, Ph.D.

Olomouc 2016

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Petra Hekery, Ph.D. a jen s použitím citovaných zdrojů.

V Olomouci dne 19. 12. 2016

.....

Ráda bych poděkovala panu RNDr. Petru Hekerovi, Ph.D. za trpělivost, ochotu a odborné vedení mé bakalářské práce. Dále bych velice ráda poděkovala Mgr. Adamu Bednaříkovi a Mgr. Stanislavu Radovi za rady a připomínky. Srdečné díky patří mé rodině, příteli a přátelům za jejich podporu, pochopení a trpělivost.

Vítková, D.: Fyzikálně chemické vlastnosti vody bývalých říčních ramen v okolí Otrokovic a Napajedel s návrhem na jejich využití, Bakalářská práce, Katedra Ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 62 stran, v češtině.

Abstrakt

Bývalá říční ramena jsou formována z říčních meandrů a patří k významným lokalitám biologické aktivity. Běžně je nalezneme v záplavových územích na celém světě. V minulosti byly tyto biotopy nedoceny a zredukovány. Cílem této práce je vyhodnotit kvalitu vody na sledovaných lokalitách bývalých říčních ramenech řeky Moravy u Otrokovic a Napajedel dle měřených fyzikálně chemických parametrů a poskytnout stručné návrhy opatření, jež by vedly ke zlepšení sledovaných parametrů u lokalit s neuspokojivou kvalitou vody. V praktické části byly jednou měsíčně od listopadu 2015 do června 2016 odebírány vzorky a měřeny základní chemické a fyzikální charakteristiky vody, jako PO_4^{3-} , NO_3^- , NH_4^+ , konduktivita, pH, teplota vody a obsah rozpuštěného kyslíku. Na základě zjištěných fyzikálně chemických výsledků byly lokality vyhodnoceny podle ČSN 75 7221 a posléze byly navrženy stručné návrhy opatření pro jednotlivé lokality. Dle hodnocení ČSN 75 7221 byly lokality kvalitou vody zařazeny následovně. Nejméně kvalitní voda byla vyhodnocena na lokalitě č. 1 Na letišti. Po ní se řadí lokalita č. 6 Mojena, následně č. 4 Německé, za kterou následuje lokalita č. 2 Stará Morava. Shodně jsou hodnoceny lokality č. 3 Pěnné a č. 8 Dřevnice 2. Nejlepší kvalita vody byla zjištěna na lokalitě č. 7 Dřevnice 1. Z výsledků vyplývá, že navrhovanými opatřeními je možno dosáhnout zlepšení a to turistického či rekreačního využití, ale i přírodní hodnoty lokalit a jejich rostlinných i živočišných společenstev.

Klíčová slova: amoniak, bývalá říční ramena, dusičnany, fosforečnany, kvalita vody, pH, rozpuštěný kyslík, využití

Vítková, D.: Physicochemical properties of water in oxbow river arms at Otrokovice and Napajedla and suggestions for their use, Bachelor thesis, Department of Ecology and Environmental sciences, Faculty of Sciences, Palacky University of Olomouc, 62 pp., in Czech.

Abstract

The oxbow river arms are formed from the river meanders and they are important site of biological activity. They are commonly found on floodplain areas all around the world. In the past these habitats were undervalued and reduced. The aim of this study is to evaluate the water quality at monitored localities of the former Morava River near Napajedla and Otrokovice, based on measured physicochemical parameters provide a brief draft of measures which should lead to improvement of the parameters for localities with unsatisfactory water quality. In practical part once per month from November 2015 to June 2016 were taken samples of water for measuring basic physicochemical characteristics of water as PO_4^{3-} , NO_3^- , NH_4^+ , conductivity, pH, water temperature, and dissolved oxygen content. Based on the findings of physico-chemical results the localities were evaluated according to ČSN 75 7221 then were designed concise measures for individual localities. According to ČSN water in the localities were classified in this way. As the locality with the lowest quality of water was evaluated no. 1 Na letišti. After that was no. 6 Mojena, then no. 4 Německé, followed by no. 2 Stará Morava. As the alike quality of water were evaluated no. 3 Pěnné and no. 8 Dřevnice 2. Locality with the best water quality was evaluated no. 7 Dřevnice 1. Our results show that proposed measures are possible to achieve improvement of tourist and recreational use and of natural locality values with plant and animal communities as well.

Key words: ammonia, dissolved oxygen, nitrates, oxbow river arms, pH, phosphates, use, water quality

Obsah

Seznam tabulek.....	viii
Seznam obrázků.....	ix
1 Úvod.....	10
1.1 Odstavená ramena.....	10
1.2 Chemicko-fyzikální vlastnosti vody.....	12
1.3 Revitalizace ve vodním prostředí.....	17
2 Cíle práce.....	19
4 Metodika.....	20
4.1 Vymezení zkoumaného území.....	20
4.2 Popis jednotlivých lokalit.....	21
Lokalita č. 1- PP Na letišti.....	21
Lokalita č. 2 – Stará Morava.....	22
Lokalita č. 3 – Pěnné.....	23
Lokalita č. 4 (Německé).....	24
Lokalita č. 5 Pod Jezem.....	25
Lokalita č. 6 Mojena.....	27
Lokalita č. 7 Dřevnice 1.....	28
Lokalita č. 8 Dřevnice 2.....	29
4.2 Odběr vzorků a jejich zpracování.....	30
4.3 Terénní stanovení vybraných parametrů a odběr vzorků.....	30
4.4 Laboratorní stanovení vybraných iontů.....	30
5 Výsledky.....	33
6 Diskuse.....	38
7 Závěr.....	46
8 Použitá literatura.....	47
9 Přílohy.....	52

Seznam tabulek

Tab. 1. Hodnocení jakosti povrchových vod (ČSN 75 7221).....	32
Tab. 2. Vyhodnocení jakosti vody na studovaných lokalitách (v období od 14. 11. 2015 do 30. 6. 2016) podle průměrných hodnot jednotlivých sledovaných látek	37
Tab. 3. Vyhodnocení jakosti vody na lokalitách 1 - 6 (v období od 27. 4. 2014 do 9. 3. 2015) podle průměrných hodnot jednotlivých sledovaných látek.....	52
Tab. 4. Průměry naměřených hodnot NH_4^+ , N-NO_3^- a P-PO_4^{3-} , pH , konduktivity a kyslíku za období od 14. 11. 2015 do 30. 6. 2016.....	52
Tab. 5. Průměry naměřených hodnot NH_4^+ , N-NO_3^- a P-PO_4^{3-} , pH , konduktivity a kyslíku za období od 27. 4. 2014 do 9. 3. 2015.....	53
Tab. 6. Souhrn naměřených hodnot na lokalitách Na letišti a Stará Morava za období od 27. 4. 2014 do 30. 6. 2016.....	53
Tab. 7. Souhrn naměřených hodnot na lokalitách Pěnné a Německé za období od 27. 4. 2014 do 30. 6. 2016	54
Tab. 8. Souhrn naměřených hodnot na lokalitách Pod Jezem a Mojena za období od 27. 4. 2014 do 30. 6. 2016.....	54
Tab. 9. Souhrn naměřených hodnot na lokalitách Dřevnice 1 a Dřevnice 2 za období od 27. 4. 2014 do 30. 6. 2016.....	55
Tab. 10. Souhrn laboratorně stanovených hodnot na lokalitách Na letišti a Stará Morava za období od 27. 4. 2014 do 30. 6. 2016.....	55
Tab. 11. Souhrn laboratorně stanovených hodnot na lokalitách Pěnné a Německé za období od 27. 4. 2014 do 30. 6. 2016.....	56
Tab. 12. Souhrn laboratorně stanovených hodnot na lokalitách Pod Jezem a Mojena za období od 27. 4. 2014 do 30. 6. 2016.....	56
Tab. 13. Souhrn laboratorně stanovených hodnot na lokalitách Dřevnice 1 a Dřevnice 2 za období od 27. 4. 2014 do 30. 6. 2016.....	57
Tab. 14. Hodnocení kvality vody Krajskou hygienickou stanicí Zlínského kraje v letech 2015 a 2014 na lokalitě Pěnné	57
Tab. 15. Tabulka měřených hodnot na řece Moravě.....	62

Seznam obrázků

Obr. 1. Vývoj meandru a vznik mrtvého ramene	11
Obr. 2. Rozmístění studovaných lokalit	20
Obr. 3. Mapa lokalita č. 1 Na letišti	22
Obr. 4. Mapa lokalita č. 2 Stará Morava	23
Obr. 5. Mapa lokalita č. 3 Pěnné	24
Obr. 6. Mapa lokalita č. 4 Německé	25
Obr. 7. Mapa lokalita č. 5 Pod Jezem	27
Obr. 8. Mapa lokality č. 6 Mojena	28
Obr. 9. Mapa lokalit č. 7 Dřevnice 1 a č. 8 Dřevnice 2.....	29
Obr. 10. Konduktivita vody na sledovaných lokalitách.....	33
Obr. 11. pH na sledovaných lokalitách.	33
Obr. 12. obsah rozpuštěného kyslíku na sledovaných lokalitách	34
Obr. 13. Procentuální nasycení vody kyslíkem.....	35
Obr. 14. Průměrná koncentrace NH_4^+ na sledovaných lokalitách	36
Obr. 15. Průměrná koncentrace NO_3 na sledovaných lokalitách.....	36
Obr. 16. Průměrná koncentrace PO_4 na sledovaných lokalitách.....	37
Obr. 17. Lokalita č. 1 Na letišti	58
Obr. 18. Lokalita č. 2 Stará Morava.....	58
Obr. 19. Lokalita č. 3 Pěnné.....	59
Obr. 20. Lokalita č. 4 Německé.....	59
Obr. 21. Lokalita č. 5 Pod Jezem	60
Obr. 22. Lokalita č. 6 Mojena	60
Obr. 23. Lokalita č. 7 Dřevnice 1	61
Obr. 24. Lokalita č. 8 Dřevnice 2.....	61

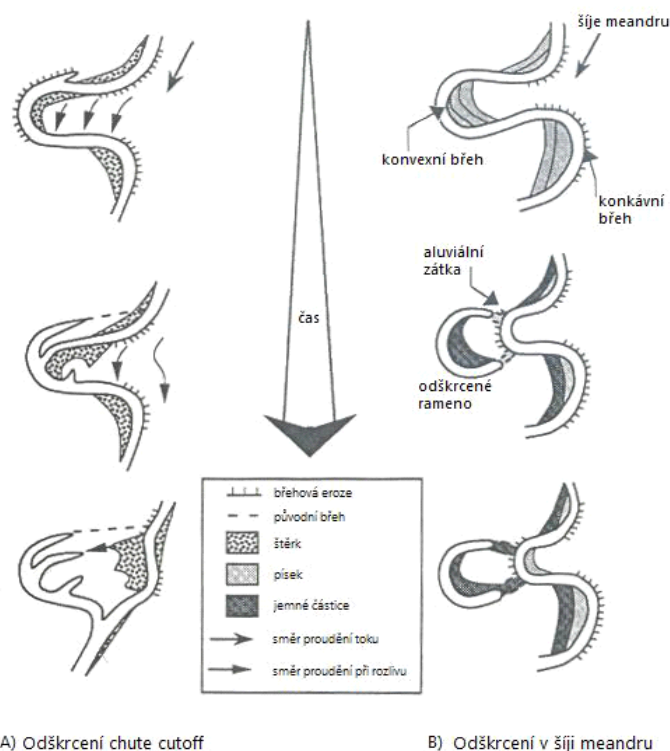
1 Úvod

1.1 Odstavená ramena

Odstavená ramena jsou formována z říčních meandrů, běžně je nalezneme v záplavových územích na celém světě. Jsou významnými lokalitami biologické aktivity (Joo 1990 in Sampio and López 2000). Odpradávná určovaly spolu s řekami ráz krajiny. Avšak v minulosti byly tyto biotopy nedoceny, zaváženy a zredukovány. V přirozeně fungujících nivách by byla stará ramena nahrazována nově vznikajícími. V dnešní kulturní krajině, s dokonalým funkčním členěním ploch a regulovaným chováním vodních toků v nivách, jsou však možnosti vzniku nových ramen omezené (Just a kol. 2003). Na říční ramena jsou vázaná pestrá společenstva rostlin a živočichů, plní tedy funkci nadmíru hodnotných krajinných prvků. Z pohledu vodohospodářského se říční ramena významně podílí na zásobě vody na nivě, čímž splňují při povodních ochrannou rezervní kapacitu (Just a kol. 2005). Zároveň s vegetací tyto krajinné prvky regulují místní klima. Díky své estetické a krajinotvorné funkci jsou často využívány obyvateli pro relaxaci, turistiku a rybářství (Gergel 2004). Přestože stojaté vody podél řek v zachovalých přírodních či říčních krajinách představují důležitý ekosystém, tak jsou i v současnosti ohroženy likvidací a odstraněním. Příčinou toho je údajná nevyužitelnost a také touha po levné stavební parcele, ale třeba i fakt, že se jedná o místa s vysokým výskytem komárů a jim podobného hmyzu (Štěrba 2008).

Stará a mrtvá ramena jsou známkou vlastního vývoje řečiště a dokladem větvení koryta ramena (Just a kol. 2005, Netopil 1970). Depozice plavenin nejvíce přispívá k tvorbě odstaveného ramene (Miranda et al. 2001). Rychlost sedimentace v odškrceném korytě je dána jeho věkem. U mladších odškrcených koryt dochází k větší rychlosti usazování v porovnání se staršími (Citterio and Piégay 2009). Stará a mrtvá ramena najdeme na nivách, kde se stěhují z pásma agradačních valů do okrajového nebo nejnižšího pásma. Tam se usazuje největší množství říčních nánosů, které je odpojí od aktivního řečiště. Vzniká jezero, svým tvarem připomínající říční koryto. Tzv. stará ramena jsou neprotékaná, na aktivní koryto napojená z jedné strany, díky čemuž se odvíjí od jeho výšky hladiny. Tzv. mrtvá ramena jsou propojena s aktivním korytem pouze podzemní vodou. Mrtvá ramena, jež jsou oddělená hrázemi, nekomunikují s aktivním korytem ani v době povodní (dochází k rychlejšímu zarůstání a zazemňování).

Tzv. vedlejší ramena jsou protékána, probíhající souběžně s hlavním korytem (Just a kol. 2005, Netopil 1970).



Obr. 1. Vývoj meandru a vznik mrtvého ramene A) chute cutoff a B) odškrcením v šíji meandru (Ležíková 2012: 25)

Petts a Amoros (1996) uvádějí sukcesi odstavených říčních ramen dělenou na tyto čtyři fáze:

1. fáze - rozvoj makrofyt jako rdest (*Potamogeton*) či stolítků (*Myriophyllum*) v mělkých vodách a dalších planktonních společenstev vodní hladiny; kolonizace břehů světlomilnými rostlinami
2. fáze - výrazné šíření hydrofyt, např. stulík žlutý (*Nuphar lutea*), rdest vzplývavý (*Potamogeton natans*) či kotvice plovoucí (*Trapa natans*)
3. fáze - proces přeměny starého koryta v bažinu během staletí, vývoj mokřadní vegetace např. ostřice vyvýšená (*Caricetum elatae*), na rašelině např. mařice (*Cladium*) eutrofizace a nasbírání organický materiál
4. fáze - osídlení vrbou popelavou (*Salix cinerea*), olší lepkavou (*Alnus glutinosa*), jasanem ztepilým (*Fraxinus excelsior*) a křovinnou vegetací.

Tvorba nových meandrů i ramen je díky regulaci stabilizovaných poměrů na řece Moravě prakticky nemožná. Proces zazemňování existujících ramen může vést k úplnému vymizení lužních vod (Redl a kol. 1994). Většina slepých ramen řeky Moravy, kterých se v jejím povodí nachází na 180, zůstala ale po regulaci v původním stavu a zokolní zemědělské krajiny se na jejich břehy stáhla spousta dnes už vzácných a ohrožených živočichů (In: turistika.cz).

V revírech - Morava 4A, 4B, 4C, 6A, 6M, 7A, 8A, 9A, 9B, 9C, 10A, 12A, 13A a 13C uvádí Moravský rybářský svaz 60 odstavených ramen či nádrží (In: mrk.cz).

1.2 Chemicko-fyzikální vlastnosti vody

Voda má celou řadu fyzikálně-chemických vlastností, které se využívají ke stanovení kvality vody, k určení míry antropogenního ovlivnění, znečištění apod. Pro vodní organismy jsou tyto vlastnosti vody limitující. K indikaci kvality vody se nejčastěji používají hodnoty dusičnanů, fosforečnanů, amoniakálního dusíku, rozpuštěného kyslíku, konduktivity a hodnoty pH. Tyto parametry byly použity pro stanovení kvality vody a tedy i kvality biotopu jednotlivých říčních ramen v této práci. Při měření a uchovávání vzorků vody bylo postupováno podle Horáková a kol. 2007.

Hustota vody a viskozita

Na teplotě, tlaku a množství rozpuštěných látek závisí hustota vody. Voda má při teplotě 3,94 °C nejvyšší hustotu. Proto také je teplejší či studenější voda lehčí a tudíž ve vodních nádržích převrstvuje masu vody s větší hustotou (Lellák a Kubíček 1991). Při 4 °C má nejnižší objem. Tyto vlastnosti vytvářejí podmínky zvláště u stojatých vod pro zimní a letní teplotní zonaci vody, což znamená, že teplota vody od hladiny ke dnu klesá a v zimě stoupá (Hartman a kol. 2005).

Viskozita (dynamická viskozita) neboli vnitřní tření charakterizuje odpor, který klade voda vlastnímu pohybu (toku) nebo jiné vzájemné změně částic vodní masy (Lellák a Kubíček 1991: 21). Viskozita se snižuje při růstu teploty. Vodní organismy se adaptují na zvraty viskozity vody různými fyziologickými a morfologickými odchylkami (Harman a kol. 2005).

Konduktivita

Podstatnou aditivní vlastností roztoku je konduktance (vodivost), což je převrácená hodnota odporu. Poskytuje jednak odhad celkové mineralizace ve vodách a také

koncentraci iontově rozpuštěných látek (Horáková a kol. 2007). Tato hodnota je ovlivněna od koncentrace iontů a to z jejich nábojového čísla, pohyblivosti, teploty či hodnoty pH (Pitter 1999). Hodnota vodivosti je také ovlivněna teplotou vody a typem vodního toku (Maděra a kol. 1961, Podlesný 2010). Téměř nevodivá je destilovaná voda. Vodivou pro elektrický proud se voda stane působením rozpuštěných minerálních látek (Lellák a Kubíček 1991).

Hodnota konduktivity poskytuje velmi rychlý odhad hodnoty koncentrace iontově rozpuštěných látek i celkové mineralizace. Mimo jiné získáváme díky ní ihned přehled o časových změnách v koncentraci anorganických rozpuštěných látek v přírodních, užitkových a odpadních vodách (Pitter 1999). Je pravidlem, že voda nížin s vysokým obsahem rozpuštěným látek bude lépe vodivá v porovnání s čistou vodou horského potoka (Podlesný a kol. 2010).

Hodnota pH

Chemické a biochemické procesy ve vodách jsou výrazně ovlivněny hodnotou pH, ale i oxidačně-redukčním potenciálem. Z tohoto důvodu je stanovení pH hodnoty pro každý chemický rozbor vody nezbytné. Pomáhá nám rozeznat formy výskytu námi zkoumaných prvků ve vodách, dále nám určuje míru agresivity vody a v neposlední řadě se používá při úpravě a čištění vod, kde určuje míru efektivity většiny biologických, chemických a fyzikálně chemických procesů (např. oxidace, redukce, srážení, sorpce, koagulace, nitrifikace, denitrifikace, hydrolýza, ale i aerobní a anaerobní rozklad aj.) (Pitter 2009).

V rašelinných vodách s velkým obsahem huminových kyselin se reakce pohybuje od $\text{pH} \approx 3$ a ve vodách, kde je vysoký obsah uhličitánů v bohatých porostech vegetace po $\text{pH} \approx 10$ (Lellák a Kubíček 1991).

Některé chemické a biologické pochody probíhající ve vodě mají významný vliv na neutralizační tlumivou kapacitu a hodnotu pH vody. K ovlivnění dochází uvolněním, nebo spotřebou iontů H^+ a OH^- , ale i nepřímo uvolňováním či spotřebou volného oxidu uhličitého. Oxidace železa a manganu, nitrifikace, respirace a vylučování uhličitánů v podobě uhličitanu vápenatého omezují neutralizační tlumivou kapacitu a hodnotu pH. Neutralizační kapacita vody a hodnota pH jsou důležité při procesech denitrifikace, fotosyntézy a redukce manganu či železa (Pitter 1999).

Kyslík

Do vody se kyslík dostává fotosyntetickou asimilací vodních rostlin, sinic a řas, ale i difúzí z atmosféry. Rozpustnost kyslíku ve vodě je ovlivněna teplotou (Velíšek a kol. 2014). Zároveň velkou roli v obsahu rozpuštěného kyslíku hrají dostatek živin s délkou a silou efektivního osvětlení. Pro rostliny i živočichy je kyslík nezbytný pro jejich respiraci. Na snižování obsahu rozpuštěného kyslíku v přirozených vodách má vliv mnoho faktorů jako je např. proces dekompozice organické hmoty baktériemi, vzestup teploty, přítok podzemních vod s nevysokým obsahem O₂ či respirace živočichů. Kyslík se také dostává do vody přímou difúzí z ovzduší, což závisí na velikosti styčné plochy vody a vzduchu, na salinitě, barometrickém tlaku ovzduší, na pohybu a turbulenci povrchových vrstev vyvolaných větrem a zejména na teplotě (Lellák a Kubíček 1991).

Při procesech respirace, nitrifikace, aerobním rozkladu organických látek a oxidaci železa, manganu a oxidů je ve vodě zapotřebí kyslík (Pitter 1999). Na základě absence či přítomnosti kyslíku záleží, jaké pochody budou probíhat. Anaerobní respirace (tedy při absenci kyslíku ve vodě) probíhá za přísných anaerobních podmínek. Pro svou biochemickou oxidaci začínou organismy čerpat kyslík redukcí jiných anorganických látek, jako jsou např. dusičnany, sírany, či podobné látky (Pitter 1999, In: biotox.cz).

Na českém a slovenském území najdeme velká sídla, která stále nemají potřebnou čistírnu odpadních vod. V důsledku narovnání přítoku a zároveň absence pobřežního porostu, může dojít převážně v letních měsících k přehřátí vody a v důsledku toho k urychlení biologických procesů a zhoršení kyslíkových poměrů, zejména v oblastech s nadměrnou zemědělskou činností (Redl a kol. 1994).

Fosfor

Fosfor se ve vodním systému vyskytuje pouze v pentavalentní formě. Příkladem je ortofosforečnan, difosforečnan dále pak polyfosfáty, organický fosfát, estery, fosfodiesteru a organické fosfonáty (Correll 1999). Přírodním zdrojem fosforu ve vodách je vyluhování některých minerálů a hornin jako např. apatit (Pitter 2009). Ve vodních ekosystémech je fosfor limitujícím prvkem pro produkční procesy, což je zapříčiněno rozdílem mezi jeho poměrným zastoupením v jeho zdroji v prostředí a živých organismech. Fosforečnany se dostávají do vodních ekosystémů formou rozpuštěných orthofosforečnanů, nebo jako sraženiny fosforečnanu železitého. Vypotřebování reaktivní formy fosforu ve vodních ekosystémech na minimum dochází intenzivní

fotosyntetickou činností rostlin. Fosfor, který je ve volné vodě i v sedimentech vázán v protoplazmě všech organismů a jejich zbytků se nazývá tzv. organický fosfor (Lellák a Kubíček 1991). Rozkládající biomasa fytoplanktonu a zooplanktonu, jež se usadí na dně jezer, nádrží a toků je také zdrojem fosforu. Člověk stále silněji ovlivňuje přirozený koloběh fosforu, a to zvýšenou výrobou, úpravou těžných přirozených fosfátů, výrobou a používáním fosforečných hnojiv v zemědělství, což negativně ovlivňuje eutrofizaci vody, odpadními vodami z prádelny, dále pak polyfosforečnany s čistících a odmašťovacích prostředků (Lellák a Kubíček 1991, Pitter 2009). Ortofosforečnan je jediná forma fosforu, při níž autotrofové mohou asimilovat. Extracelulární enzymy hydrolyzují organické formy fosforu na fosfát. Důsledkem eutrofizace (nárůst minerálních živin v povrchové vodě) je nadměrná produkce autotrofů, zejména řas a cyanobakterií. Tato vysoká produkce vede k nárůstu populací bakterií a zvýšené respiraci, což může vést až k hypoxii nebo anoxii v celém nebo části vodního sloupce. Nízké hodnoty rozpuštěného kyslíku zapříčiňují úbytek vodních živočichů a nárůst mnoha prvků, jež bývají běžně vázány na sediment dna, včetně různých forem fosforu. Zvýšený přísun fosforu je nejčastější příčinou eutrofizace. Pro většinu jezer, potoků, rezervoárů a ústí řek je koncentrace fosforu od 20 mg/l problémem (Correll 1999).

Dusík

Mezi největší zdroje anorganických a organických sloučenin dusíky patří splaškové odpadní vody, odpady ze zemědělství či živočišné výroby, průmyslové odpadní vody a také splachy ze zemědělské půdy, která je hnojena dusíkatými hnojivy. Dusičnany se z půdy vyplavují za určitých podmínek, přičemž jejich vyplavení je ovlivněn půdní skladbou a klimatickými podmínkami. K vyplavování dusičnanů dochází především v období vegetačního klidu. Sloučeniny dusíku jsou ve vodách neustálené a podléhají biochemickým přeměnám, jelikož jsou podmiňovány oxidačně-redukčním potenciálem a hodnotou pH (Pitter 2009).

Organismy mohou přijímat dusík vyskytující se v organických sloučeninách (nukleové kyseliny, protein, močovina) a anorganických sloučeninách (dusitany, dusičnany, amoniak). Dusík vstupuje do biologických procesů na úrovni primárních producentů, vázán v anorganické formě v dusičnanech, u planktonních řas jako amoniak. Při procesu amonifikace je organicky vázaný dusík mineralizován a vylučován jako amoniak, jež je zdrojem dusíku pro bakterie a řasy (Lellák a Kubíček 1991).

Dusík z atmosféry váže řada sinic a bakterií. Zaprvé se může jednat o symbiotické vazače dusíku, především bakterie (nejdůležitější rod *Rhizobium*). Podíl takto vyprodukovaného dusíku symbiotickými vazači se dostává do vodních ekosystémů např. výluhy. Nebo to jsou volně žijící vazači dusíku – aerobní (nejznámější rod *Azotobacter*) či anaerobní bakterie a sinice (rody *Aphanizomenon* a *Anabaena*) (Lellák a Kubíček 1991).

Při procesu nitrifikace je amoniak oxidován až na dusičnan, ve dvou stupních. Nejdříve probíhá oxidace amoniaku na dusitan pomocí tzv. nitračních bakterií (jako je *Nitrosomonas*), následně je oxidován dusitan na dusičnan pomocí tzv. nitratačních bakterií (např. *Nitrobacter*). Tyto bakterie poskytují půdě lehce využitelný zdroj dusíku (In: biotox.cz). Vznik dusičnanů nastává především sekundárně během nitrifikace amoniakálního dusíku a jsou závěrečným stupněm rozkladu dusíkatých organických látek v oxickém prostředí (Pitter 2009 in Velíšek a kol. 2014).

Redukce dusičnanů na molekulový dusík či oxid dusný se nazývá denitrifikací. Vytvořené metabolity nemají toxické vlastnosti. Donorem vodíku pro tuto reakci jsou metabolity vznikající při jiných procesech jako kyselina octová, mléčná, mravenčí či jablečná (In: biotox.cz). Stupeň denitrifikace záleží také na půdní vodě a stavu kyslíku (van Drecht et al. 2001).

Amonifikace je procesem, jež probíhá jako deaminace a při kterém organicky vázaný dusík je přeměněn pomocí mikroorganismů na NH_4^+ ionty. Ty jsou primárním tvůrcem dusíku především pro producenty. Schopnost přeměnit organický dusík na NH_4^+ je možný díky velkému množství mikroorganismů (Maier et al. 2000).

EPA (neboli Environmental Protection Agency) stanovila hodnotu 10 mg/l pro $\text{NO}_3\text{-N}$ (45 mg/l NO_3) v pitné vodě jako maximální možnou přípustnou koncentraci (Amdur 1991 in Carpenter et al. 1998).

Znečištění povrchových vod dusíkem pochází z bodového, či nebodového zdroje. Bodové zdroje jsou primárně spojeny odpadními vodami a průmyslovými zdroji, obvykle umístěnými v městských oblastech. Nebodové znečištění zahrnuje všechny formy dusíku, které vstoupí do vody difúzním způsobem a jsou spojeny s použitím dusíku v zemědělské půdě a narušení přirozených ekosystémů primárně atmosférickou depozicí dusíku (van Drecht et al. 2001, Vitousek et al. 1997). Přebytek hnojení a výroba hnojiv na zemědělských plochách vytváří přebytek dusíku, který je pohyblivý a často se vyluhuje

do podzemních vod. Rovněž se může odpařovat do atmosféry, na jiném místě dosáhnout redepozice a následně dosáhnout vodních ekosystémů (Carpenter et al. 1998).

Amoniak

Pro ryby, tak i nižší organismy žijící ve vodách, je amoniak vysoce jedovatý nervový plyn (Fromm 1970). K jeho vzniku dochází rozkladem bílkovin bez přístupu vzduchu. Ve vodním prostředí je lehce rozpustný. Toxickým pro ryby se stává ve formě tzv. volného amoniaku ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), který se při vyšším pH a zvýšené teplotě vody vytvořil z rozpuštěného amoniaku (NH_4OH). Na produkci ryb má tzv. volný amoniak negativní vliv.

Původ amoniaku v tocích a nádržích je primárně rozkladem organických dusíkatých látek živočišného a rostlinného původu, dále pak ze splaškových vod, při únicích kejdy a močůvky, dále i např. z odpadních vod plynáren a zemědělských výrob. K jeho vysokým hodnotám přispívá také biochemická redukce dusičnanů a dusitanů, jež jsou obsaženy ve vodě (Hartman a kol. 2005, Pitter 2009 in Velíšek a kol. 2014). Může stimulovat růst fytoplanktonu, což potencionálně ovlivňuje sladkovodní ekosystémy (Fromm 1970).

1.3 Revitalizace ve vodním prostředí

Pojem revitalizace představuje jakékoliv zvelebení ekologického stavu říční krajiny (Just a kol. 2003). V užším smyslu se jedná o zvětšení druhové diverzity konkrétního (revitalizovaného) území. Mnoho revitalizací se orientuje na jiné cíle, jako je např.: zadržování vody v krajině, zlepšení estetiky území, často zlepšení protipovodňové situace, zamezení půdní eroze atd. Podle rozsahu revitalizací je dělíme na dva typy - lokální či bodová úprava. V malém určitém území (např. odstavený meandr apod.) se jedná o lokální či bodovou úpravu a zvelebují se některý dílčí ekosystém říční krajiny (Štěrba 2008).

Před provedením revitalizací je zapotřebí brát na zřetel mnoho faktorů, jako i charakteristiky řeky. Je nezbytné před revitalizačním zásahem mít konzistentní předběžné výpočty, aby nedošlo po napojení meandru na řeku k následné masivní sedimentaci usazenin z řeky, až k zablokování vstupu do meandru, jak uvádí ve své práci Inno-Water Ltd. (2012).

V některých případech je nutné udržovat a obnovovat biologické, krajinné a vodohospodářské funkce existujících ramen technickými opatřeními. Nejčastěji přichází v úvahu odstraňování usazenin a různé úpravy, sloužící obnově trvalého, nebo alespoň periodického zprůtočnění. Zcela neprůtočné rameno rychleji podléhá eutrofizaci vody a zazemňování. Z podobných nároků jako obnova a výstavba tůň vychází i obnovování ramen (Just a kol. 2003). Zavezením stojatých vod se negativně ovlivňuje například protipovodňová funkce říční krajiny i schopnost udržení potřebné atmosférické vlhkosti (Štěrba 2008).

Nejběžněji se provádí odstraňování usazenin a úpravy, které vedou k periodickému či trvalému zprůtočnění. Obnovení aktivního průtoku zpět do ramene se provádí zaústěním hlavního či postranního toku, což může být zkomplikováno tím, že řeka teče hlouběji v důsledku samovolné eroze nebo regulačních zásahů. Další možností napojení je otevřeným průkopem. Napojené rameno pomáhá zlepšení ekologického stavu toku dotováním organismů, jež v něm nalézají prostor k rozmnožování, a zároveň dalším živočichům z řeky poskytuje zázemí v době povodní. Existují však i příklady kdy ramena mají specifické přírodní hodnoty, jež by byly napojením na řeku mohly ztrácet na hodnotě (např. vyplavování či vstup nežádoucích predátorů). Dalším způsobem je zavedení hydrotechniky v podobě dimenzovaných trubních propustků. V jiných případech se buduje mělký přeron přes ponechané či vytvořené litorální pásmo, avšak při vyšších vodních stavech se jeho izolační účinek ztrácí. Také se provádí obnovení povodňových průtoků, která oživují prostředí ramen. Rychlý zánik nastává u ramen, jež se v důsledku regulačních opatření nenachází v místech periodických malých povodní. U takovýchto ramen se provádí komplexní revitalizace nivy, při níž se odstraní ochranné hráze, nebo dojde k odsazení dál od řeky. Napojení odstavených ramen na systém aktivních povodňových průtoků může docílit lepší povodňovou průtočnost říčního koridoru. Dalším prováděným zásahem je odbahnění ramene, ke kterému je zapotřebí rameno vysušit pomocí speciální techniky ze břehu, nebo provést tzv. mokrou cestou a to sacím bagrem (což vyžaduje velké množství ředící vody) (Just a kol. 2005).

V době periodicky vysokých průtoků je možno napojit odříznutá boční ramena a původní meandry od hlavního toku, čímž se vytvoří pro ryby účelná refugia. Na biotopy bývalých říčních ramen bývají vázáni obojživelníci, a to nejen v době rozmnožování, ale i zimování, přičemž nejvíce vyhovující jsou ramena nepřímě napojená na hlavní tok (Králová, 2001).

2 Cíle práce

1. Změřit vybrané fyzikálně chemické parametry vody na sledovaných lokalitách 1x měsíčně v průběhu jednoho roku.
2. Na základě takto získaných dat vyhodnotit kvalitu vody na sledovaných lokalitách.
3. Poskytnout stručný návrh opatření, které by vedly ke zlepšení sledovaných parametrů na lokalitách s neuspokojivou kvalitou vody.

4 Metodika

4.1 Vymezení zkoumaného území

Zkoumané lokality leží na katastrálním území Napajedel, Otrokovice, Tlumačova a Spytihněvu, tedy na jihovýchodní Moravě na hranici Dolnomoravského a Hornomoravského úvalu. Lokality 1-6 se nachází v blízkosti řeky Moravy. Tento prostor je tvořen říční nivou, lužním lesem, ale i zemědělskou plochou. U lokalit 7 a 8, které se nachází v blízkém prostoru řeky Dřevnice, je jejich přilehlým územím zemědělská plocha a zahrádkářská kolonie. Soutok řek Moravy a Dřevnice se nachází na území města Otrokovice.



Obr. 2. Rozmístění studovaných lokalit (In: mapy.cz)

4.2 Popis jednotlivých lokalit

Na každé z vytyčených lokalit bylo stanoveno jedno místo odběru. Jednotlivá čísla lokalit odpovídají číslu označení na mapě (Obr. 1.). Před-odběrové období proběhlo před podzimem v roce 2015. Účelem bylo prozkoumat přilehlá odstavená ramena řeky Moravy (a Dřevnice) v okolí měst Otrokovice a Napajedla a vytipovat vhodné lokality pro pravidelný odběr vzorků. Dále bylo zapotřebí seznámit se s přilehlým okolím (rostlinná společenstva, přilehlé pozemky atp.) vybraných lokalit. Informace o geologickém podloží byly zjišťovány pomocí mapových podkladů České geologické služby. (Dostupné z: http://mapy.geology.cz/geocr_25/). Skladba rybí obsádky na lokalitách byla poskytnuta MRS Zlín (tzn. Moravským rybářským svazem – pobočným spolkem ve Zlíně). Zastoupení flóry bylo zjišťováno přímo na lokalitě.

Lokalita č. 1- PP Na letišti

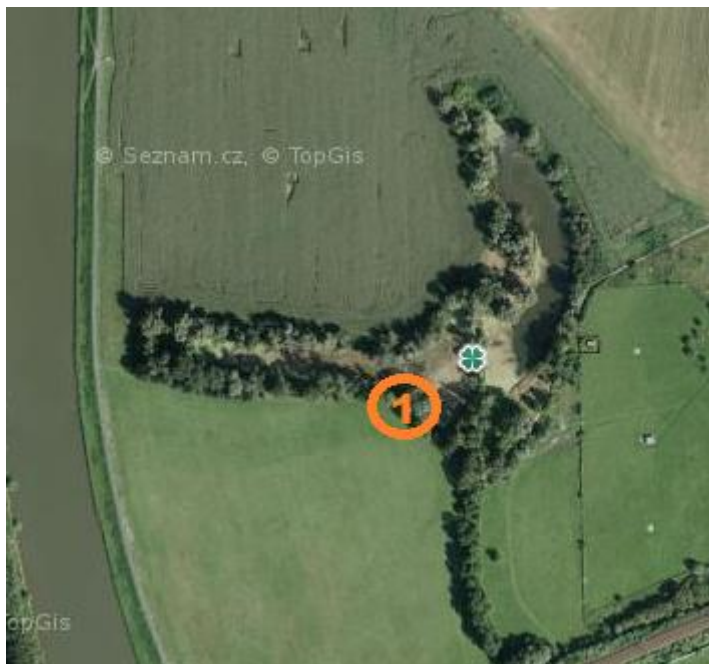
GPS bodu odběru: 49°11'32.7"N, 17° 30' 55.1" E.

Lokalita č. 1 - Na letišti se nachází na levé straně řeky Moravy (Morava 12A), v katastrálním území města Otrokovice. Od řeky Moravy je toto mrtvé rameno odděleno protipovodňovou hrází. Z tohoto důvodu se nenachází v záplavovém území. Lokalita sousedí se zemědělskou plochou. Na dně tohoto mrtvého ramene se nachází vrstva detritu a bahna. Geologické podloží lokality je tvořeno slatinou, rašelinou a hnilokalem. Dne 6. 2. 1997 došlo k vyhlášení Přírodní Památky (PP).

Celková rozloha PP je 3,3 ha, z toho 2 ha tvoří říční rameno. Důvodem vyhlášení byla ochrana kotvice plovoucí (*Trapa natans*), avšak mnoho let je již na lokalitě neprokázána. Na lokalitě se vyskytuje rákos obecný (*Phragmites australis*), šťovík koňský (*Rumex hydrolapathum*), žabník jitrocelový (*Alisma plantago-aquatica*). Z křovinné a stromové vegetace to jsou brslen evropský (*Euonymus europaeus*), trnka obecná (*Prunus spinosa*) a bez černý (*Sambucus nigra*). Plevelová a rumištní květena zasahuje až k břehovým porostům. Je zde hojný výskyt hltanovky bahenní (*Erpobdella octoculata*) a berušky vodní (*Asellus aquaticus*).

Zastoupeny jsou tyto druhy ryb: ouklej obecná (*Alburnus alburnus*), kapr obecný (*Cyprinus carpio*), okoun říční (*Perca fluviatilis*), lín obecný (*Tinca tinca*), cejn velký (*Abramis brama*), cejnek malý (*Abramis bjoerkna*), karas obecný (*Carassius carassius*), karas stříbřitý (*Carassius gibelio*), amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*) a z ryb dravých

štika obecná (*Esox lucius*), candát obecný (*Sander lucioperca*), úhoř říční (*Anguilla Anguilla*), sumec velký (*Silurus glanis*), plotice obecná (*Rutilus rutilus*), perlín ostrobřichý (*Scardinius erythrophthalmus*), ouklej obecná (*Alburnus alburnus*), občas zastoupena i hořavka duhová (*Rhodeus sericeus*). Lokalita je využívána jak rybáři, tak pro rekreační účely.



Obr. 3. Mapa lokalita č. 1 Na letišti (In: mapy.cz)

Lokalita č. 2 – Stará Morava

GPS bodu odběru: 49°10'47.5"N, 17° 30' 53.7" E.

Lokalita č. 2 leží na pravé straně řeky Moravy (Morava 11A), v katastrálním území města Napajedla. Říční rameno komunikuje s matečným tokem podzemní vodou. Z mrtvého ramene vede do řeky Moravy výpusť, která slouží ke snížení vodní hladiny ramene. Celková rozloha mrtvého ramene je 8 ha a vyskytuje se v záplavovém území. V blízkosti tohoto říčního ramene je zemědělská plocha. Geologické podloží je tvořeno slatinou, rašelinou a hnilokalem. Břeh ramene je bez hustého břehového porostu. Na lokatitě se z flóry vyskytuje: topol černý (*Populus nigra*), vrba (*Salix sp.*), olše (*Alnus sp.*), orobinec široolistý (*Typha latifolia*), dub (*Quercus sp.*), jírovec maďal (*Aesculus hippocastanum*), okřehkovité (*Lemnaceae*).

Zastoupeny jsou tyto druhy ryb: candát obecný (*Sander lucioperca*), bolen dravý (*Leuciscus aspius*), sumec velký (*Silurus glanis*), štika obecná (*Esox lucius*), jelec jesen

(*Leuciscus idus*) a jelec tloušť (*Leuciscus cephalus*), úhoř říční (*Abguilla Anguilla*), pstruh obecný (*Salmo trutta*), ostroretka stěhovavá (*Chondrostomata nasus*), kapr obecný (*Cyprinus carpio*), parma obecná (*Barbus barbus*) a podoustev říční (*Vimba vimba*). Toto mrtvé rameno je v současné době využíváno pouze pro účely rybaření či k rekreaci.



Obr. 4. Mapa lokalita č. 2 Stará Morava (In: mapy.cz)

Lokalita č. 3 – Pěnné

GPS bodu odběru: 49°9'23.5"N, 17° 30' 33.1" E.

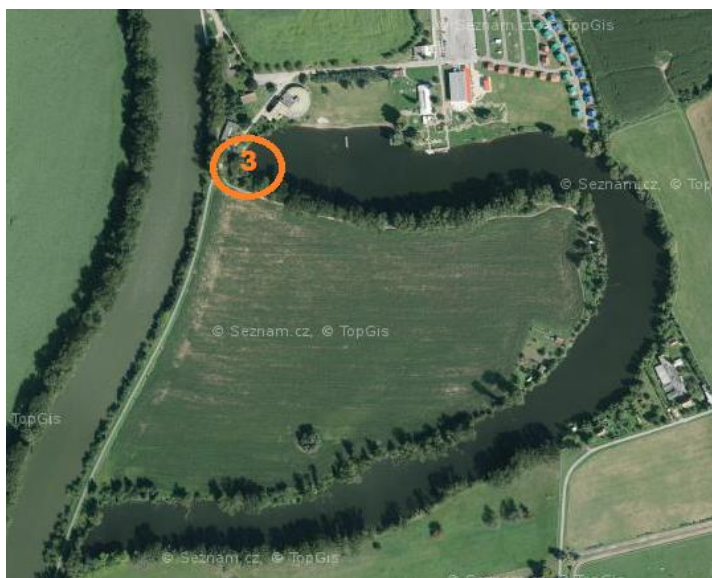
Lokalita č. 3 je umístěna na pravé straně řeky Moravy (Morava 11A), v katastrálním území města Napajedla. Celková rozloha říčního ramene je 10 ha. V blízkosti říčního ramene je zemědělská plocha, ale i kemp. Geologické podloží je tvořeno slatinou, rašelinou a hnilokalem. V části ramene, u které je kemp postaven, je vybudovaná štěrková pláž a molo. Toto mrtvé rameno sloužilo jako přírodní koupaliště, avšak v současné době je využíváno pouze pro účely rybaření a rekreační účely. Podle měření, jež zde provádí Krajská hygienická stanice ve Zlíně, zde v roce 2014 a 2015 nebylo možné koupání v letních měsících (viz tabulka číslo 14 v kapitole Přílohy).

Rameno je od řeky odstavené, komunikuje pouze podzemní vodou, nachází se v záplavovém území. U obou konců tohoto mrtvého ramene dochází k pomalému

zarůstání vegetací a přeměně na suchozemský biotop. Zároveň proběhlo rozšíření jednoho z konců ramene a navezení štěrku (vybudování pláže), kde je situován kemp.

Na lokalitě se z flóry vyskytuje: stulík žlutý (*Nuphar lutea*), vrba (*Salix sp.*), olše (*Alnus sp.*), topol černý (*Populus nigra*), dub (*Quercus sp.*), orobinec široolistý (*Typha latifolia*).

Zastoupení rybí obsádky na tomto stanovišti je: candát obecný (*Sander lucioperca*), bolen dravý (*Leuciscus aspicus*), sumec velký (*Silurus glanis*), štika obecná (*Esox lucius*), jelec jesen (*Leuciscus idus*) a jelec tloušť (*Leuciscus cephalus*), úhoř říční (*Anguilla anguilla*), pstruh obecný (*Salmo trutta*), ostroretka stěhovavá (*Chondrostomata nasus*), kapr obecný (*Cyprinus carpio*), parma obecná (*Barbus barbus*) a podoustev říční (*Vimba vimba*).



Obr. 5. Mapa lokalita č. 3 Pěnné (In: mapy.cz)

Lokalita č. 4 (Německé)

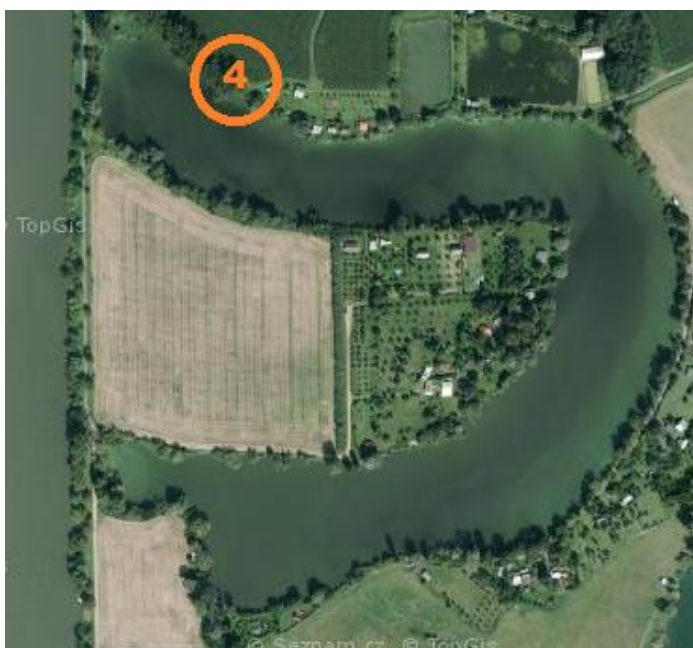
GPS bodu odběru: 49°8'50.5"N, 17° 30' 25.9" E.

Lokalita č. 4 leží na pravé straně řeky Moravy (Morava 11A), v katastrálním území obce Spytihněv. Celková rozloha tohoto mrtvého ramene je 11 ha.

V blízkosti ramene je zahrádkářská kolonie, zemědělská plocha a pastviny pro hospodářská zvířata. Jedná se o mrtvé rameno - od řeky Moravy odstavené, vtéká do něj však Pohořelický potok, nachází se v záplavovém území. Využíváno je toto bývalé říční rameno zejména rybáři a místními pro rekreaci (situováno vedle cyklistické stezky). Geologické podloží je tvořeno slatinou, rašelinou a hnílokaem.

Na lokalitě se z flóry vyskytuje: *Phragmites sp.*, stulík žlutý (*Nuphar lutea*), vrba (*Salix sp.*), *Populus* topol černý (*Populus nigra*), dub (*Quercus sp.*), olše (*Alnus sp.*), *Quercus sp.*, orobinec širolistý (*Typha latifolia*), bříza bělokorá (*Betula pendula*), okřehkovité (*Lemnaceae*).

Zastoupení rybí obsádky na tomto stanovišti je: candát obecný (*Sander lucioperca*), bolen dravý (*Leuciscus aspius*), sumec velký (*Silurus glanis*), štika obecná (*Esox lucius*), jelec jesen (*Leuciscus idus*) a jelec tloušť (*Leuciscus cephalus*), úhoř říční (*Anguilla anguilla*), pstruh obecný (*Salmo trutta*), ostroretka stěhovavá (*Chondrostomata nasus*), kapr obecný (*Cyprinus carpio*), parma obecná (*Barbus barbus*) a podoustev říční (*Vimba vimba*). Byli zde spatřeni tito živočichové: labuť velká (*Cygnus olor*), želva nádherná (*Trachemys scripta elegans*).



Obr. 6. Mapa lokalita č. 4 Německé (In: mapy.cz)

Lokalita č. 5 Pod Jezem

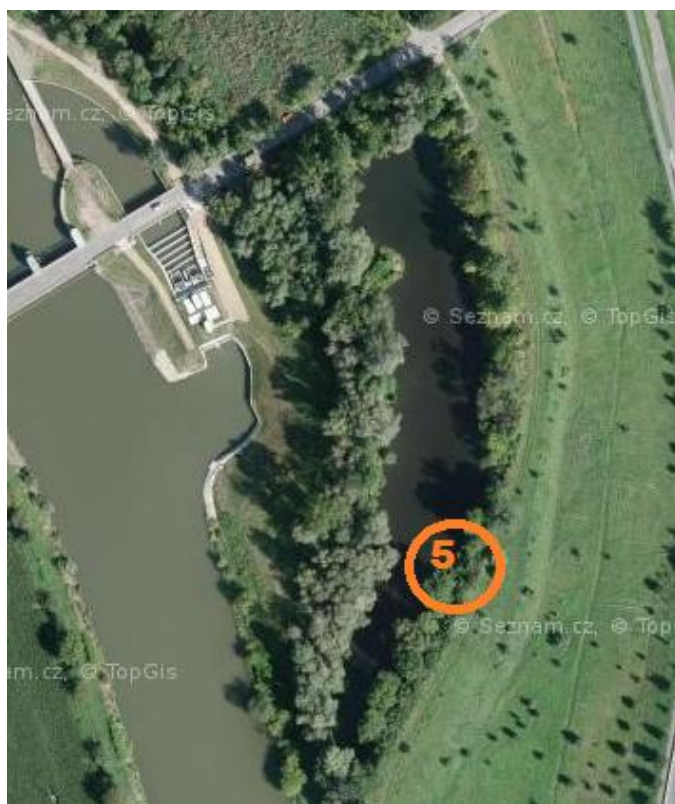
GPS bodu odběru: 49°13'0.1"N, 17° 30' 16.7" E.

Lokalita č. 5 leží na pravé straně řeky Moravy (Morava 12M). Celková rozloha mrtvého ramene je 2 ha, v katastrálním území města Otrokovice. V blízkosti ramene je plocha určená pro rozlivovou plochu při povodni. Geologické podloží je tvořeno slatinou, rašelinou, hnilokalem a nivním sedimentem. Toto rameno je napojeno na řeku

Moravu při svém dolním konci, jedná se tedy o staré rameno, jehož výška se odvíjí od výšky hladiny řeky Moravy. Toto rameno je propojeno úzkým potůčkem s vedlejší lokalitou č. 6 Mojenou. Lokalita se nachází v zaplavovém území, je využívána zejména rybáři a turisticky není příliš frekventovaná, jelikož se nachází v blízkosti silnice.

Na lokalitě se z flóry vyskytuje: vrba (*Salix sp.*), olše (*Alnus sp.*), jilm (*Ulmus sp.*), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*).

Zastoupeny jsou tyto druhy ryb: candát obecný (*Sander lucioperca*), štika obecná (*Esox lucius*), úhoř říční (*Anguilla anguilla*), kapr obecný (*Cyprinus carpio*), a podoustev říční (*Vimba vimba*), ouklej obecná (*Alburnus alburnus*), okoun říční (*Perca fluviatilis*), lín obecný (*Tinca tinca*), cejn velký (*Abramis brama*), cejnek malý (*Abramis bjoerkna*), karas obecný (*Carassius carassius*), karas stříbřitý (*Carassius gibelio*), amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*), candát obecný (*Sander lucioperca*), plotice obecná (*Rutilus rutilus*), perlín ostrobřichý (*Scardinius erythrophthalmus*), ouklej obecná (*Alburnus alburnus*), občas zastoupena i hořavka duhová (*Rhodeus sericeus*). Dále hrouzek obecný (*Gobio gobio*), bolen dravý (*Leuciscus aspius*), ježdík obecný (*Gymnocephalus cernuus*) a jelec tloušť (*Squalius cephalus*).



Obr. 7. Mapa lokalita č. 5 Pod Jezem (In: mapy.cz)

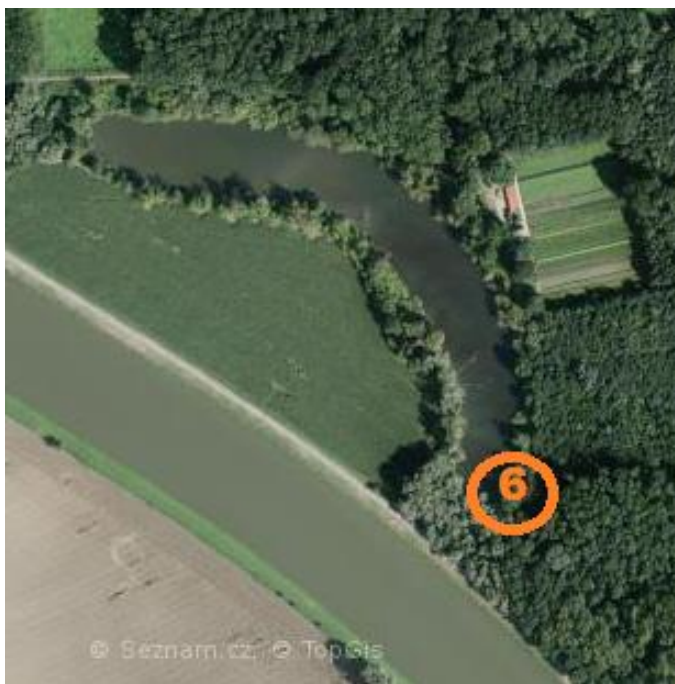
Lokalita č. 6 Mojena

GPS bodu odběru: 49°13'15.8"N, 17° 29' 59.3" E.

Lokalita č. 5 leží na pravé straně řeky Moravy (Morava 12A), v katastrálním území obce Tlumačova. Celková rozloha tohoto starého ramene je 3 ha. Geologické podloží je tvořeno slatinou, rašelinou, hnílokalem a nivním sedimentem. Toto rameno je napojeno na vedlejší staré rameno v lokalitě č. 5 Pod Jezem, jedná se tedy o staré rameno a nachází se v záplavovém území. Zároveň zde vtéká říčka Mojena. V blízkém okolí se nachází lužní les a zemědělská plocha. Lokalita i s přilehlým lužním lesem je využívána místními jako rekreační plocha, zároveň je vyhledávaná rybáři.

Na lokalitě se z flóry vyskytují: vrba (*Salix sp.*), olše (*Alnus sp.*), jilm (*Ulmus sp.*), česnek medvědí (*Allium ursinum*), sasanka hajní (*Anemone nemorosa*), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*).

Zastoupeny jsou tyto druhy ryb: candát obecný (*Sander lucioperca*), štika obecná (*Esox lucius*), úhoř říční (*Anguilla anguilla*), kapr obecný (*Cyprinus carpio*), a podoustev říční (*Vimba vimba*), ouklej obecná (*Alburnus alburnus*), okoun říční (*Perca fluviatilis*), lín obecný (*Tinca tinca*), cejn velký (*Abramis brama*), cejnek malý (*Abramis bjoerkna*), karas obecný (*Carassius carassius*), karas stříbřitý (*Carassius gibelio*), amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*), candát obecný (*Sander lucioperca*), plotice obecná (*Rutilus rutilus*), perlín ostrobřichý (*Scardinius erythrophthalmus*), ouklej obecná (*Alburnus alburnus*), občas zastoupena i hořavka duhová (*Rhodeus sericeus*). Dále hrouzek obecný (*Gobio gobio*), bolen dravý (*Leuciscus aspius*), ježdík obecný (*Gymnocephalus cernuus*) a jelec tloušť (*Squalius cephalus*). Tato lokalita je osídlena bobrem evropským (*Castor fiber*).



Obr. 8. Mapa lokalita č. 6 Mojena (In: mapy.cz)

Lokalita č. 7 Dřevnice 1

GPS bodu odběru: 49°12'34.7"N, 17° 33' 17.0" E.

Lokalita č. 7 leží na levé straně řeky Dřevnice (Dřevnice 1A), v katastrálním území města Zlína. Celková rozloha tohoto mrtvého ramene je 1 ha. Geologické podloží je tvořeno rašelinou, slatinou, hnilokalem a nivním sedimentem. Toto mrtvé rameno je zcela oddělené od mateřského toku řeky Dřevnice, s nímž komunikuje pouze podzemní vodou. V blízkém okolí se nachází zahrádkářská kolonie, proto je toto mrtvé rameno využíváno nejen rybáři, ale také pěšími turisty a zahrádkáři jako rekreační plocha. Bývalé říční rameno se nachází v záplavovém území.

Z flóry se zde vyskytuje: růže šípková (*Rosa canina*), vrba (*Salix sp.*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*).

Rybí obsádka pro tuto lokalitu: sumec velký (*Silurus glanis*), kapr obecný (*Cyprinus carpio*), amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*), lín obecný (*Tinca tinca*), cejn velký (*Abramis brama*), karas obecný (*Carassius carassius*), candát obecný (*Sander lucioperca*), okoun říční (*Perca fluviatilis*).



Obr. 9. Mapa lokalita č. 7 Dřevnice 1 a č. 8 Dřevnice 2 (In: mapy.cz)

Lokalita č. 8 Dřevnice 2

GPS bodu odběru: 49°12'34.3"N, 17° 33' 22.9" E.

Lokalita č. 8 leží na levé straně řeky Dřevnice (Dřevnice 1A), v katastrálním území města Zlína. Celková rozloha tohoto mrtvého ramene je 1 ha. Geologické podloží je tvořeno nivním sedimentem. Toto mrtvé rameno je zcela oddělené od mateřského toku řeky Dřevnice, se kterým komunikuje pouze podzemní vodou. V blízkém okolí se jako v předchozí lokalitě nachází zahrádkářská kolonie. Toto mrtvé rameno je taktéž využíváno jak rybáři, tak zároveň i místními zahrádkáři či pěšími turisty jako rekreační plocha. Bývalé říční rameno se nachází v záplavovém území.

Z flóry se zde vyskytuje: vrba (*Salix sp.*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), topol černý (*Populus nigra*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*).

Rybí obsádka pro tuto lokalitu: sumec velký (*Silurus glanis*), kapr obecný (*Cyprinus carpio*), amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*), lín obecný (*Tinca tinca*), cejn velký (*Abramis brama*), karas obecný (*Carassius carassius*), candát obecný (*Sander lucioperca*), okoun říční (*Perca fluviatilis*).

4.2 Odběr vzorků a jejich zpracování

Na námi stanovených šesti lokalitách v blízkosti toku řeky Moravy a dvou u řeky Dřevnice bylo prováděno monitorování v období od 14. 11. 2015 do 30. 6. 2016 v jednoměsíčních intervalech. Zároveň v této práci navazují na výsledky měření vzorků, jež byly odebrány v období od 27. 4. 2014 do 9. 3. 2015, tedy před mým vlastním měřením. Na každé lokalitě byl odebrán vždy jeden vzorek, a zároveň byly měřeny tyto faktory - teplota vody, pH, obsah kyslíku a konduktivita, přičemž odběry byly provedeny podle ČSN 75 7051. Odebrané vzorky byly skladovány v teplotě 4 – 7 °C a do 24 hodin od odběru byly provedeny analýzy v laboratoři. Pomocí absorpční spektrofotometrie byly ve vzorcích stanoveny koncentrace amoniaku (NH_4^+), dusičnanového dusíku (N-NO_3^-) a fosforečnanů (PO_4^{3-}).

4.3 Terénní stanovení vybraných parametrů a odběr vzorků

V terénu se měřilo pomocí těchto přístrojů: oximetr HI 9147 od firmy Hanna a pH metr aph-100 ATC od firmy Voltcraft.

Do polyethylenové vzorkovnice objemu 250 ml byl odebrán vzorek. Vzorkovnice byla nejdříve vypláchnuta vodou z odstaveného ramene a následně ponořena pod hladinu vody asi 1 m od břehu. Na každém stanovišti byla použita nová vzorkovnice s přiděleným pořadovým číslem.

Po odebrání vzorku do vzorkovnice byly změřeny dané charakteristiky. Pomocí konduktometru byla měřena vodivost. Přenosný oximetr měřil obsah rozpuštěného kyslíku, při čemž bylo zapotřebí membránovou elektrodu ponořit cca 10 cm pod vodní hladinu. Před zahájením měření jsme kalibrovali oximetr na 100% nasycení pomocí automatické kalibrace. Oximetr zároveň měřil teplotu vody. Dále pH-metrem byla měřena hodnota pH, přístroj bylo potřeba kalibrovat pomocí standardních pufrů pH 7 a 9.

4.4 Laboratorní stanovení vybraných iontů

Pro měření absorbance a koncentrace byly použity spektrofotometry DR /2000 a DR /2800 od firmy Hach. Dále byly použity tyto chemikálie - NitraVer5, PhosVer3 a Nessler-Reagent od firmy Hach.

Stanovení amonných iontů (NH_4^+)

Do skleněných 10 ml kyvet bylo napipetováno 5 ml vzorku, do něhož jsme poté přidali 3 kapky Nessler-Reagent a následně byl vzorek promíchán. Po 10 minutách jsme provedli měření absorbance ve spektrofotometru DR 2000 při vlnové délce 425 nm. Jako blank jsme použili 5 ml deionizované vody se 3 kapkami Nessler-Reagent. Při reakci dochází ke vzniku žlutohnědého zbarvení tetrajodortu'natanu amonného (Horáková a kol., 2007). Naměřená absorbance byla posléze přepočítána v programu Windowchem Standard Curves na koncentraci amonných iontů.

Stanovení dusičnanů (N-NO_3^-)

Do PE zkumavek bylo odpipetováno 10 ml vzorku a posléze přidáno 1 balení NitraVer5, vše bylo řádně promícháno a odstaveno na 5 min. Po 5 minutách jsme měřený vzorek přelili do 10 ml Hach kyvetky a provedli měření ve spektrofotometru DR 2800 (Spektrofotometr s vnitřní kalibrací, jež udával výsledky N-NO_3^- v mg / l na displeji.) při vlnové délce 500 nm. Jako blank jsme použili 10 ml deionizované vody. Princip stanovení spočívá v redukci dusičnanů na dusitany pomocí kadmia, jež bylo obsaženo v NitraVer5. Z dusitanů vznikne diazoniová sůl a ta při reakci s kyselinou salicylovou dá vzniknout žlutě zbarvenému roztoku. Míra zbarvení roztoku je dána koncentrací dusičnanů obsažených ve vzorku vody (Horáková a kol. 2007).

Stanovení fosforečnanů (PO_4^{3-})

Před stanovením rozpuštěných fosforečnanů bylo nezbytné přefiltrovat vzorky vody přes filtrační papír o porozitě 0,45 μm . Poté bylo do PE zkumavky odpipetováno 10 ml přefiltrovaného vzorku vody a následně přidán obsah 1 balíčku PhosVer3 a obsah kádinky byl míchán do rozpuštění. V případě, kdy byl ve vzorku vysoký obsah fosforečnanů nad rámec měření spektrofotometru, bylo zapotřebí vzorek naředit. Ředěno bylo 5 ml vzorku s 5 ml destilované vody, ve výjimečných případech 1 ml vzorku a 9 ml destilované vody. Po 8 - 10 minutách, kdy jsme kádinku se vzorkem vody nechali odstát, jsme obsah přelili do 10 ml Hach kyvetky a provedli měření ve spektrofotometru DR 2800 (Spektrofotometr s vnitřní kalibrací, jež udával výsledky mg/l přímo na displeji.) při vlnové délce 890 nm. Jako blank jsme použili 10 ml deionizované vody. Princip stanovení spočívá v reakci fosforečnanů s molybdenanem amonným v kyselém prostředí.

Vzniká fosfomolybdenan amonný, jež roztoku dává intenzivní modrou barvu (Horáková a kol. 2007).

4.5 Zařazení jakosti vody na základě fyzikálně-chemického rozboru

Tab. 1. Hodnocení jakosti povrchových vod (ČSN 75 7221)

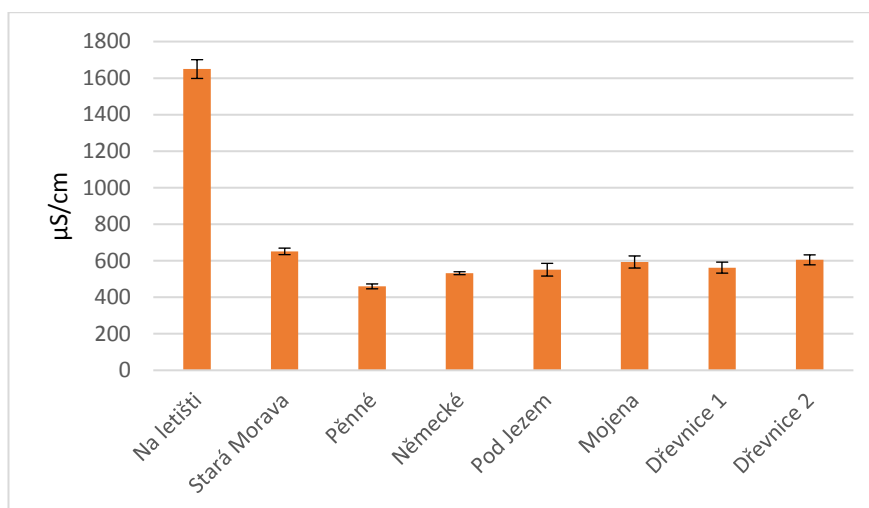
Ukazatel	Symbol	Jednotka	Třída				
			I.	II.	III.	IV.	V.
Rozpuštěný kyslík	O ²	mg/l	>7	>6	>5	>3	<3
Reakce vody	pH		6,0 - 8,5	6,0 - 8,5	6,0 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0
Teplota vody	t	°C	<22	<23	<24	<26	>26
Konduktivita	x	μS/cm	<400	<700	<1100	<1600	>1600
Amoniakální dusík	N-NH ₄ ⁺	mg/l	<0,3	<0,5	<1,5	<5,0	>5
Dusičnanový dusík	N-NO ₃ ⁻	mg/l	<1,0	<3,4	<7,0	<11,0	>11
Veškerý fosfor	P	mg/l	<0,03	<0,15	<0,4	<1,0	>1,0

Příklady užití vod dle jednotlivých tříd ČSN 75 7221 (Hlavínek, Říha 2004) :

- I. třída - velmi čistá voda: neovlivněna lidskou činností; hodnoty odpovídají přirozenému pozadí v tocích, vhodná pro všechna použití: - vodárenské účely - potravinářský a jiný průmysl (požadující jakost pitné vody), koupaliště, chov lososovitých ryb. Voda má velkou krajínovornou hodnotu.
- II. třída - čistá voda: minimálně ovlivněna lidskou činností; vhodná pro - chov ryb, vodárenské účely po přiměřené úpravě, vodní sporty, zásobování průmyslu vodo. Má krajínovornou hodnotu.
- III. třída - znečištěná voda: ovlivněna člověkem tak, že její využití je částečně omezeno, užívána obvykle jen pro zásobování průmyslu vodou; pro vodárenské využití je použitelná jen tehdy, není – li k dispozici zdroj lepší jakosti a nutnosti pořádného přečištění. Voda má malou krajínovornou hodnotu.
- IV. třída - silně znečištěná: značně ovlivněna člověkem, vhodná jen pro omezené účely.

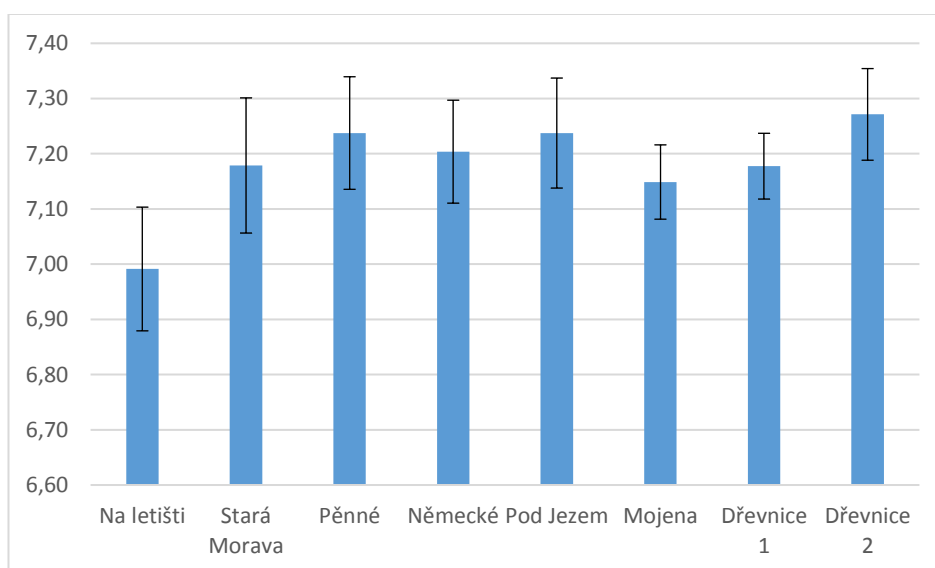
5 Výsledky

5.1 Fyzikálně-chemické ukazatele měřené na jednotlivých stanovištích

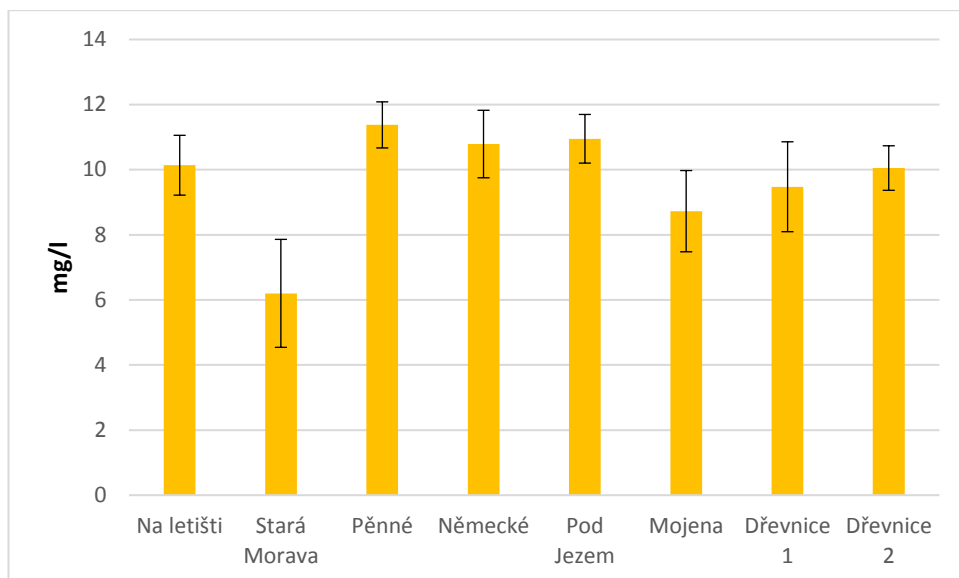


Obr. 10. Konduktivita vody na sledovaných lokalitách ($\mu\text{S}/\text{cm}$, průměr \pm SE)

Měřené lokality vykazovaly průměry hodnot konduktivity v rozmezí $459 \mu\text{S}/\text{cm}$ až $1649 \mu\text{S}/\text{cm}$, přičemž výrazně nejvyšší hodnoty ($1409 \mu\text{S}/\text{cm}$ – $1906 \mu\text{S}/\text{cm}$) vykazovala lokalita Na Letišti (Obr. 9.).

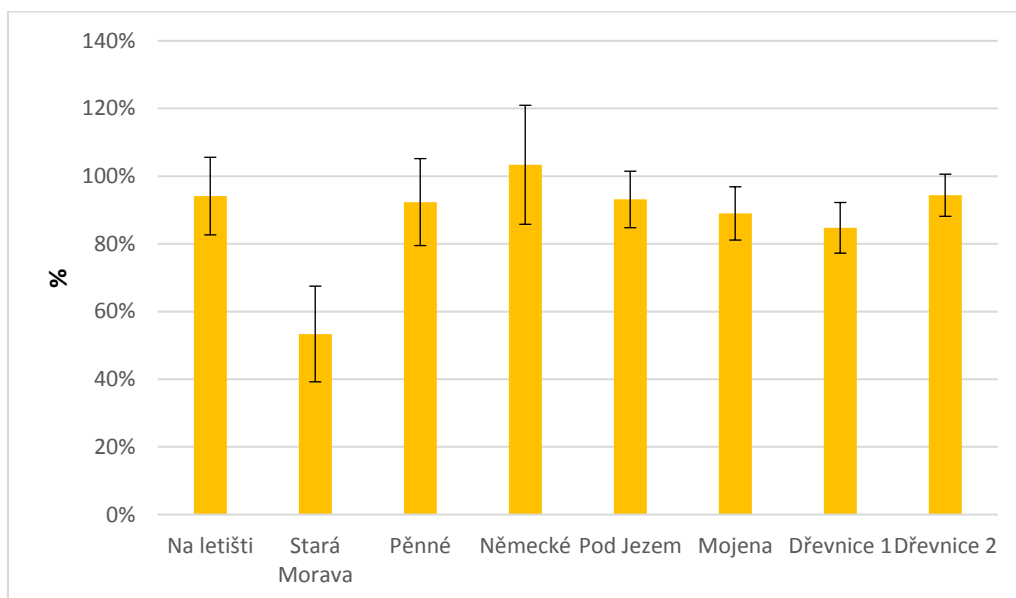


Obr. 11. pH na sledovaných lokalitách (průměr \pm SE)



Obr. 12. obsah rozpuštěného kyslíku na sledovaných lokalitách (mg/l, průměr ± SE)

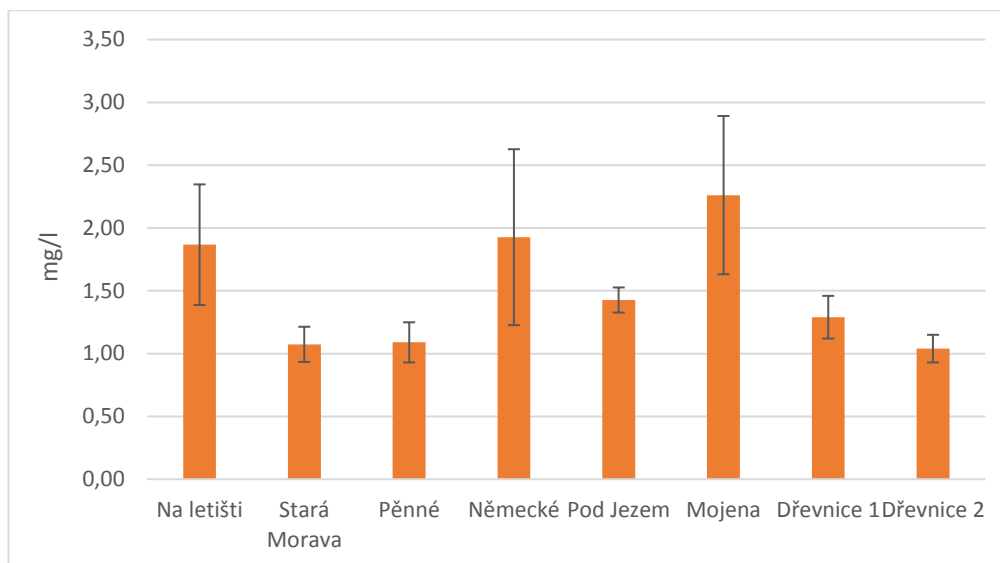
Grafy (obr. 8 a 9) zobrazují průměry hodnot pH a kyslíku naměřených v období od 14. 11. 2015 do 30. 6. 2016. Nejnižší hodnota pH 6,99 byla naměřena na lokalitě Na letišti a nejvyšší pH 7,27 na lokalitě Dřevnice 2. Nejnižší hodnoty obsahu kyslíku ve vodě byl naměřen na lokalitě Stará Morava 6,2 mg/l a naopak nejvyšší byl naměřen na lokalitě Pod Jezem 10,95 mg/l.



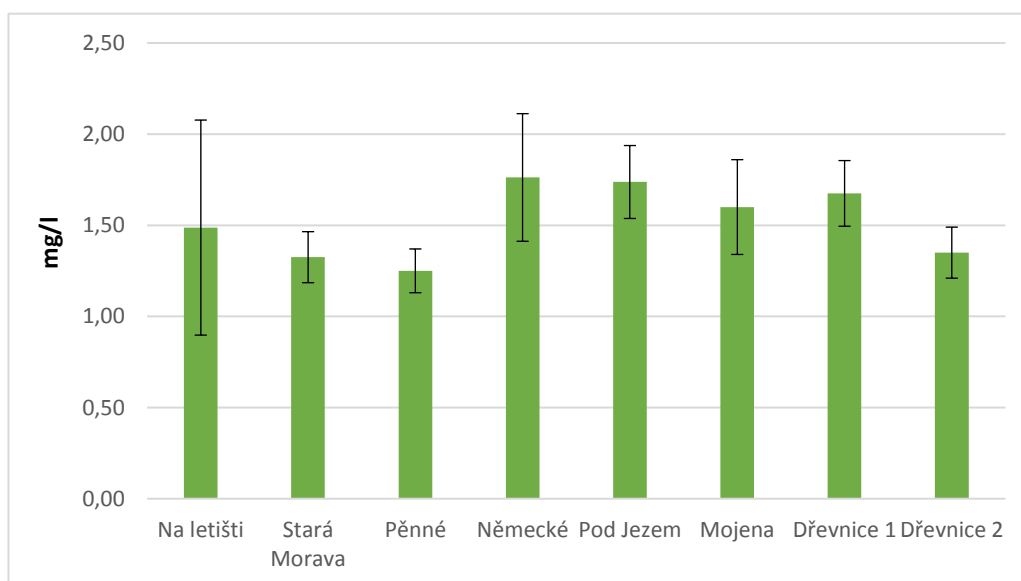
Obr. 13. Procentuální nasycení vody kyslíkem (% , průměr ± SE)

Nejvyšší hodnotu procentuálního nasycení kyslíkem (obrázek č. 10) 103% vykazovala lokalita Německé, zatímco nejnižší 53% Stará Morava.

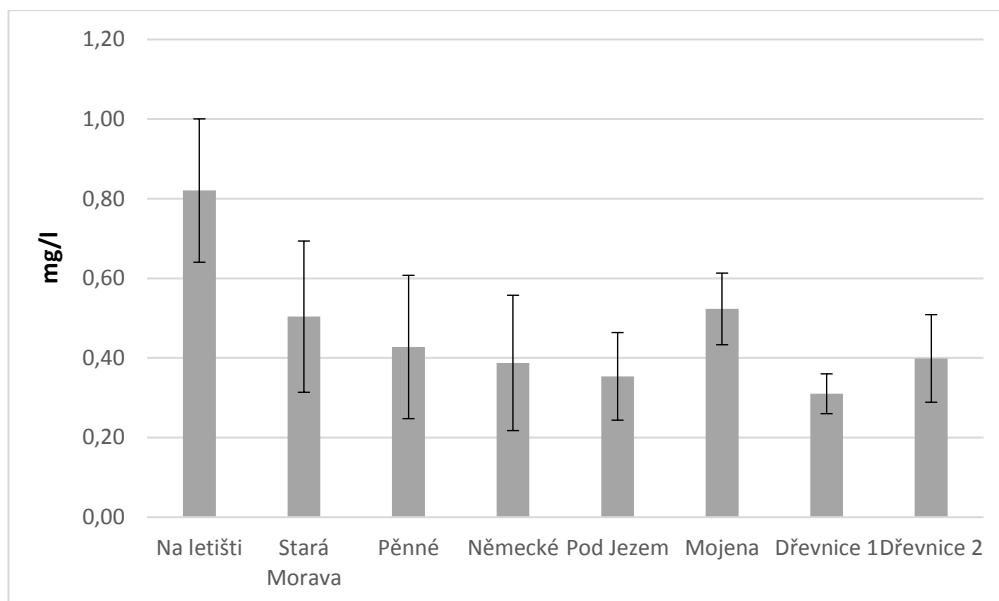
5.2 Laboratorní stanovení vybraných chemických ukazatelů



Obr. 14. Průměrná koncentrace NH₄⁺ na sledovaných lokalitách (mg/l)



Obr. 15. Průměrná koncentrace NO₃⁻ na sledovaných lokalitách (mg/l)



Obr. 16. Průměrná koncentrace PO₄ na sledovaných lokalitách (mg/l)

Grafy (obr. 14 – 16) ukazují průměry koncentrace NH₄⁺, N-NO₃⁻ a P-PO₄³⁻ naměřené v období od 14. 11. 2015 do 30. 6. 2016. Nejvyšší hodnoty NH₄⁺ byly naměřeny 2,26 mg/l na lokalitě Mojena a nejnižší hodnoty 1,04 mg/l na lokalitě Dřevnice 2. Nejvyšší hodnoty N-NO₃⁻ byly naměřeny 1,76 mg/l na lokalitě Německé a nejnižší hodnoty 1,25 mg/l na lokalitě Pěnné. Nejvyšší hodnoty P-PO₄³⁻ byly naměřeny 0,82 mg/l na lokalitě Na letišti a nejnižší 0,31 mg/l na lokalitě Dřevnice 1.

Je třeba zmínit, že v rámci ČSN 75 7221 jsou srovnávány hodnoty pro obsah veškerého fosforu s naměřenými hodnotami fosforu fosforečnanového (ten je vždy nižší). Pokud by naměřené hodnoty fosforu reprezentovaly tzv. veškerý fosfor, odrazilo by se to ve vyšších naměřených hodnotách. Důsledkem by mohlo být zařazení do kategorií horší jakosti vody. Výsledky jsou tedy v případě fosforu skreslené směrem dolů a lokality se jeví jako čistší.

Tab. 2. Vyhodnocení jakosti vody na studovaných lokalitách (v období od 14. 11. 2015 do 30. 6. 2016) podle průměrných hodnot jednotlivých sledovaných látek

Lokalita	Ukazatel					
	NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻	pH	konduktivita	kyslík
Na letišti	IV.	II.	IV.	I.	V.	I.
Stará Morava	III.	II.	IV.	I.	II.	II.
Pěnné	III.	II.	IV.	I.	II.	I.
Německé	IV.	II.	III.	I.	II.	I.
Pod Jezem	III.	II.	III.	I.	II.	I.
Mojena	IV.	II.	IV.	I.	II.	I.
Dřevnice 1	III.	II.	III.	I.	II.	I.
Dřevnice 2	III.	II.	IV.	I.	II.	I.

Jelikož v ČSN 75 7221 není PO₄³⁻ zahrnut jako ukazatel jakosti vody, byl převeden na hodnoty P-PO₄³⁻ (tabulka č. 2 a č. 3). Celkový fosfor byl vyhodnocen jako P-PO₄³⁻. Hodnoty P-PO₄³⁻ jsou výrazně vysoké a značně překračují normu pro celkový fosfor, jež má ještě vyšší hodnotu koncentrace.

6 Diskuse

6.1 Chemicko-fyzikální vlastnosti vody na lokalitách a jejich příčiny

Získaná data, která byla naměřena na jednotlivých lokalitách a laboratorně stanovena, byla posléze vyhodnocena podle ČSN 75 7221, jež slouží k hodnocení jakosti povrchových vod. Možné příčiny ovlivňující chemicko-fyzikální vlastnosti vody studovaných lokalit uvádím zde.

Nejvyšší konduktivita byla zjištěna na lokalitě č. 1 (Na letišti) a na základě ČSN 75 7221 je tato lokalita řazena do kategorie V (ostatní lokality řazeny shodně do kategorie II), tedy jako velmi silně znečištěná, přičemž nejvyšší hodnota byla naměřena v lednu 2016. Na této lokalitě bylo pozorováno opravdu výrazné kolísání hladiny. Výška hladiny nebyla měřena, kolísání však bylo očividné. Zároveň zde byla výrazně nižší hladina vody oproti ostatním lokalitám v průběhu celého roku, což mohlo ovlivnit takto vysoké hodnoty. Zároveň těsně sousedící zemědělské pozemky (ze severu pole, z jihu hnojené louky), pravděpodobně ovlivňovaly tuto koncentraci i v ostatních měsících, kdy koncentrace byla stále výrazně vysoká (zároveň i koncentrace fosforečnanů a amoniaku). Výrazně vyšší průměr hodnoty konduktivity (kategorie IV.) byl naměřen na této lokalitě i v dřívějším období (od 27. 4. 2014 do 9. 3. 2015). Ostatní lokality v obou obdobích měření byly hodnoceny jako čistá voda (kat. II). Kvalitou vody podle ČSN 75 7221 se také zabývala Hochmajerová (2016) ve své práci o vodní nádrži Štěrkoviště, kterou uvádím pro porovnání. Konduktivita zde byla vyhodnocena jako kategorie III, tedy znečištěná voda.

Hodnoty rozpuštěného kyslíku ve vodě se ukázaly být jako uspokojivé na všech zkoumaných lokalitách. Lokalita č. 2 (Stará Morava) byla vyhodnocena jako čistá voda. Zároveň zde byla naměřena nejnižší hodnota rozpuštěného kyslíku 0,4 mg/l a to v červnu 2016. Důvodem byl pravděpodobně souvislý pokryv okřehku na hladině, který zastiňuje, čímž omezuje tvorbu kyslíku vodními řasami a zároveň pokrytí vodní hladiny omezuje difuzi kyslíku ze vzduchu. Takto nízkou hodnotu mohlo ovlivnit nepřesné měření, jelikož koncentrace rozpuštěného kyslíku menší než 2 mg/l je považována za smrtící pro většinu ryb (Wedemeyer 1976 in Knight et al. 2013). Ostatní lokality splňují hodnotu rozpuštěného kyslíku pro tzv. velmi čistou vodu. Nejvyšší hodnota rozpuštěného kyslíku 15,8 mg/l (107%), byla naměřena v lednu 2016 na lokalitě č. 8 Dřevnice 1 (teplota vody byla 2,3 °C) a 15,2 mg/l (183%) na lokalitě č. 4 Německé v červnu 2016 (teplota vody

byla 28,4°C). Jak tvrdí Velíšek a kol (2014) rozpustnost kyslíku ve vodě je ovlivněna teplotou. V případech překysličení může dojít až k hodnotám 250 až 300 %, takovéto hodnoty jsou kritické pro ryby (Svobodová a kol. 2008 in Velíšek a kol. 2014). Podle Miranda et al. (2001) uložený sediment má vliv na teplotu vody a hodnoty rozpuštěného kyslíku. Při porovnání hodnot z dubna 2014 a 2016 vidíme poměrně velký rozdíl na všech lokalitách, což může být způsobeno nižšími teplotami v dubnu 2014 na rozdíl od vyšších teplot v roce 2016. Zatímco březen 2015 a 2016 má hodnoty velmi podobné, což si vysvětlují podobnými teplotami v době měření (viz tabulky 6-8 v kapitole Přílohy). Hochmajerová (2016) uvádí hodnotu rozpuštěného kyslíku ve vodní nádrži Štěrkovské jako kategorii I (velmi čistá voda).

Průměrné hodnoty dusičnanů spadají do kat. II (tzv. čistá voda), avšak v dřívějším sledovaném období spadaly do vyšší třídy jakosti tzv. velmi čistá voda (výjimkou byla lokalita č. 4, jež byla opět v kat. II). Nejnižší hodnota dusičnanů 0,1 mg/l byla zjištěna v srpnu 2014 na lokalitě č. 5 (Pod Jezem). Lokalita nesousedí se zemědělskou plochou. Naopak nejvyšší koncentrace byla 3,7 mg/l na lokalitě č. 4 (Německé) v březnu 2016. V blízkosti lokality je zemědělská plocha, také zde vtéká Pohořelický potok protékající přílehlou obcí (ten je s velkou pravděpodobností ovlivněn splachy z polí, ale i splaškovými vodami). Zároveň tyto dvě hodnoty jsou ovlivněny pravidlem, kdy k vyplavování dusičnanů dochází zejména ve vegetačním klidu (Daphne ČR 2006, Velíšek a kol. 2014). Při porovnávání chladných měsíců (prosinec a únor) s teplými měsíci (květen a červen) byly hodnoty ze zimního období v průměru vyšší (výjimkou byly lokality Pěnné a Na Letišti). Viz kapitola Přílohy tabulky č. 10 – 13. Dle Hochmajerové (2016) hodnota dusičnanů byla zařazena jako velmi čistá voda (kat. I).

Z hlediska koncentrace amoniaku byla voda na lokalitách č. 1 (Na letišti), č. 4 (Německé) a č. 6 (Mojena) vyhodnocena jako tzv. silně znečištěná a na zbývajících lokalitách byla shledána o kategorii lepší, tedy tzv. znečištěná voda. Nejnižší koncentrace amoniaku (0,53 mg/l) byla naměřena na lokalitě č. 4 (Německé) v listopadu 2015 a zároveň následující měsíc naopak nejvyšší hodnota 6,6 mg/l. Přesný zdroj nebyl vysledován. Amoniak má původ primárně v rozkladu organických dusíkatých látek živočišného a rostlinného původu, při únicích kejdy a močůvky (Hartman a kol. 2005, Pitter 2009 in Velíšek a kol. 2014). U amonného dusíku (N-NH_4^+) nedochází k vyplavení z půdy. Při příznivých teplotních i vláhových podmínkách v půdě podléhá nitrifikaci,

čímž se stává možným zdrojem dusičnanů (In: uroda.cz). V práci Hochmajerové (2016) byla lokalita Štěrckoviště zařazena kvalitou vody do kategorie III (čistá voda).

Hodnoty fosforečnanů u lokalit č. 1 (Na letišti), č. 2 (Stará Morava), č. 3 (Pěnné), č. 6 (Mojena) a č. 8 (Dřevnice 2) jsou zařazeny do kategorie silně znečištěná - č. IV. Zbylé lokality měly koncentrace fosforečnanů nižší a charakteristické pro tzv. znečištěnou vodu (kat. III). To může být dáno v případě lokality č. 4 (Německé) její největší rozlohou (11ha), u lokality č. 5 (Pod Jezem) je faktorem přímé napojení na řeku Moravu (na rozdíl od Mojeny) a u lokality č. 7 (Dřevnice 1) není v bezprostřední blízkosti zemědělské pole (jako u Dřevnice 2). Nejnižší koncentrace fosforečnanů 0,01 mg/l v červnu 2016 byla na lokalitě č. 8 (Dřevnice 2) a nejvyšší hodnota 1,56 mg/l na lokalitě č. 4 (Německé) v lednu 2016. Tyto dvě hodnoty si vysvětlujeme jevem, kdy v období poklesu fytoplanktonu dochází k nárůstu obsahu fosforečnanů. Fosfor se vrací do vodního sloupce z mrtvé a rozkládající se biomasy fytoplanktonu ze dna (Chao et al. 2005, Žáček 1993 in Kočí 2000). Je zajímavé, že při porovnávání výsledků u lokality č. 3 (Pěnné) viz. tabulky č. 2 a 3, nám vyšel rozdíl zařazení o dvě kategorie. To si vysvětlují teplou zimou a kontinuálnějšími daty odběru z období zimy a jara. Hochmajerová (2016) zařadila lokalitu Štěrckoviště v rámci fosforečnanů (dvě odběrová místa) do kategorií III (čistá voda) a V (velmi silně znečištěná).

Koncentrace fosforečnanů, dusičnanů a amoniaku na lokalitách jsou výrazně ovlivněny člověkem. V jejich těsné blízkosti, či blízkém sousedství se nachází zemědělsky obdělávaná plocha, což má pravděpodobně za důsledek zvýšené koncentrace jednotlivých prvků. U lokality č. 7 (Dřevnice 1) je blízké okolí zastavěno zahrádkářskou kolonií, jež je z jedné strany ramene kaskádovitě vyvýšena, což způsobuje snadnější ovlivnění chemismu odstaveného ramene, vlivem smyvu hnojiv a jiných chemických látek, zároveň i rozkladem biomasy, kterou do břehových porostů zahrádkáři vyvázejí. Stejně tak i v mrtvém rameni Deep Hollow (Mississippi) je míra živin výrazně ovlivněna okolními farmami a mírou odtoku. Obecně platí, že se zemědělská činnost významně podílí na příspěvku sedimentu, živin a pesticidů do vodních ekosystémů (Chao et al. 2005). Přírozený charakter odstaveného ramene může být lehce změněn do statusu hypertrofie v důsledku zemědělských praktik v rámci záplavových oblastí (Glińska-Lewczuk 2005). Eutrofizace je buďto přírodní - způsobená uvolňování dusíku, fosforu, silikátů, sedimentů a odumřelých vodních organismů, anebo umělá - zapříčiněná intenzivní zemědělskou výrobou, průmyslovými odpadními vodami, komunálními

vodami fekálního charakteru a polyfosforečnany v pracích a čisticích prostředcích (Smith et al. 1999). Jako moderní řešení eutrofizace jsou používány polymerní iontoměřiče (Zhao and Sengupta 1998). Důvod rozdílných zařazení do kategorií jakosti povrchových vod ve vlastním měření a srovnávaném si vysvětluji kontinuitou odběru. U prvního sledovaného období od 27. dubna 2014 až 9. března 2015 se jednalo o čtyři měření za rok, zatímco výsledky za období listopad 2015 až červen 2016 vycházejí z měření, které probíhalo jednou měsíčně (měřeno bylo celkem osmkrát).

Všechny studované lokality jsou využívány rybáři za účelem sportovního rybolovu. Dle poskytnutých informací MRS Zlín, není rybí obsádka v každé studované lokalitě rybáři nijak přikrmována, čili nedochází v tomto směru k ovlivnění chemismu vody.

V rámci hodnocení daných lokalit podle ČSN 75 7221 jsem došla k následujícím závěrům. Lokalitu č. 1 (Na letišti) vyhodnocuji jako nejvíce ovlivněnou člověkem. Nejhorší naměřené ukazatele byly konduktivita (V. třída jakosti vody), NH_4^+ a P-PO_4^{3-} (IV. třída jakosti vody). Po ní zařazuji podle kvality vody lokalitu č. 6 (Mojena) z důvodu špatných ukazatelů NH_4^+ a P-PO_4^{3-} (IV. třída jakosti vody). Následně zařazuji lokalitu č. 4 (Německé), kde byl NH_4^+ vyhodnocen jako IV. třída jakosti vody, P-PO_4^{3-} (III. třída jakosti vody). Dále následuje lokalita č. 2 (Stará Morava), která měla koncentrace NH_4^+ (III. třída jakosti vody) a P-PO_4^{3-} (IV. třída jakosti vody) a hodnoty obsahu kyslíku horší než u následujících lokalit (II. třída jakosti). Shodně hodnotím lokality č. 3 (Pěnné) a č. 8 (Dřevnice 2), u které řadím dle naměřených koncentrací P-PO_4^{3-} do IV. třídy jakosti vody a NH_4^+ do III. třídy jakosti vody. Jako nejlepší kvalitu vody na studovaných lokalitách vyhodnocuji shodně u lokality č. 7 (Dřevnice 1) a č. 5, kde jsem vyhodnotila ukazatele NH_4^+ a P-PO_4^{3-} jako III. třídu jakosti vody.

6.2 Stručné návrhy opatření

Kvalita vody na studovaných bývalých říčních ramenech byla obecně nízká, což indikuje špatný stav těchto lokalit. Stav těchto lokalit by bylo možno napravit případnými revitalizacemi, jejichž návrhy zde předkládám.

U lokality č. 1 (Na letišti) a č. 4 (Německé) dochází k pozvolnému zarůstání (u lokalit č. 2 (Stará Morava) a č. 3 (Pěnné) je zarůstání méně patrné), k čemuž dochází v důsledku neprůtočnosti koryta a následnému zanášení. Dochází k pozvolné sukcesi, tedy postupnému zazemnění a přeměně na terestrické ekosystémy. To je obecně

považováno za největší problém u bývalých říčních ramen. Je prokázáno, že zemědělské aktivity v povodí ovlivňují sedimentaci v odstavených ramenech (Cooper and McHenry 1989 in Kočí a kol. 2000). Změna vodního režimu má efekt na diverzitu populací živočichů a rostlin. Jako vhodné revitalizační opatření pro tyto lokality bylo vyhodnoceno šetrné vytěžení zemního materiálu. Tento substrát je možné posléze přemístit a zúrodnit půdy v povodí, při tomto je však nutné zohlednit zákon O půdě a Vyhlášku 13/1994 Sb. (Gergel 2004). Zbylé lokality č. 5 (Pod Jezem), č.6 (Mojena), č.7 (Dřevnice 1) a č.8. (Dřevnice 2) byly ještě v 50. letech součástí mateřského toku (CENIA 2016).

Lokalita č. 1 Na letišti je Přírodní památkou, avšak díky hojnému výskytu okřehku je potlačen výskyt kotvice plovoucí (*Trapa natans*), jež byla hlavním bodem vyhlášení ochrany tohoto území. Díky eutrofizaci vody na lokalitě, ale i výraznému kolísání vodní hladiny v průběhu roku, by bylo vhodné navrhnout nový botanický a zoologický průzkum. Pravidelný masový rozvoj vodního květu (ale i sinic nebo vegetačního zabarvení z rozsivek či zelených řas) je projevem eutrofizace. Nastává obvykle v letních měsících při dostatku tepla a slunečního světla (Kočí 2000).

Lokalita č. 2 (Stará Morava) není oddělena od řeky Moravy protipovodňovou hrází a na svém dolním konci má betonovou přepust', která při zvýšené hladině Moravy vypouští vodu do ramene. Vhodným zásahem je napojit rameno na mateřský tok v letním období, kdy je zde souvislý porost okřehku, ale i odplavení na podzim spadaneho listí a okřehku. Důsledkem by bylo zlepšení koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě.

U Lokality č. 3 (Pěnné) by bylo možné odtěžit sediment ze dna lokality, zároveň regulované napojení na řeku Moravu v období jarní oblevy a letních měsíců. (V srpnu 2014 byla naměřena koncentrace $P-PO_4^{3-}$ 17 mg/l a NH_4^+ 1,04 mg/l, zatímco v červenci a září 2014 byly koncentrace $P-PO_4^{3-}$ a NH_4^+ na řece Moravě (viz tabulka č. 15 v kapitole Přílohy) čtyřikrát až pětkrát nižší). Cílem revitalizací by bylo nejen zlepšení biologické hodnoty biotopu, ale i podmínek pro rekreaci. Tato lokalita byla dříve využívána jako přírodní koupaliště lidmi z širokého okolí, což však díky nevhodné kvalitě vody pro tyto účely není nyní možné (viz Přílohy – tab. 13. kde je uvedena kvalita vody podle KHS Zlín.). Je zde situován kemp, který kvůli nevhodné kvalitě vody ke koupání není plně využíván. Při hromadném nárůstu sinic a řas je nejefektivnější cestou prevence. Je nezbytné předcházet takovému znečištění vod látkami napomáhajícími rozmáhání řas a sinic. V situaci, kdy vodní plocha již je ohrožena vodním květem, je nezbytné lokalitu

uzavřít (např. při rekreačním využívání), nebo dávkovat do vody látky hubící řasy a sinice (Kočí 2000). Pro posouzení hygienické jakosti povrchových vod je mnohdy vhodné provést mikrobiální analýzu sedimentů (Mwanamoki et al. 2014).

Lokalita č. 4 (Německé) je dle svých hodnot obsahu amoniaku řazena do kat. IV (silně znečištěná) a koncentrací fosforu jako tzv. znečištěná (kat. III). Vliv na tyto hodnoty má jednak přilehlá zemědělská plocha, zahrádkářská kolonie, ale i vyústění Pohořelického potoka do lokality. Vhodným zásahem pro snížení těchto koncentrací by bylo vhodné regulované napojení ve stejném období jako u předchozí lokality č. 3. a odtěžení sedimentu ze dna, ale i eliminovat znečištění tímto potokem např. kořenovou čističkou, která u malých zdrojů znečištění má efektivitu čištění amoniaku, dusíku a fosforu 40%-45% (In: korenova-cisticka.cz), nebo např. mokřadním systémem. Ten je vizuálně přírodě bližší se stejnou analogií jako kořenová čistička (Lusk 2008).

Lokalita č. 5 (Pod Jezem) je hodnocena v kategorii obsahu amoniaku a fosforu jako tzv. znečištěná voda (kat. III) spadá o jednu třídu jakosti výše než lokalita č. 6 (Mojena), jelikož je na svém dolním konci přímo napojena na řeku Moravu a nesousedí přímo se zemědělskou plochou. Lokalita č. 6 je na ni napojena drobným kanálem a v kategorii obsahu amoniaku a fosforu je hodnocena jako tzv. silně znečištěná (kat. IV), z toho důvodu by bylo vhodné odstranit sediment ze dna ramene. Tato lokalita je větší rozlohou a ponechané spadané stromy jí dodávají větší biologickou hodnotu. Před provedením zásahu, je vhodné provést výzkum, zda revitalizací nedojde k negativnímu ovlivnění hodnotných živočišných populací.

Na lokalitě č. 7 (Dřevnice 1) je povoleno odebírat vodu pro zavlažování přilehlé zahrádkářské oblasti, po stanovený bod hladiny. Byla zde vyhodnocena koncentrace amoniaku a fosforu jako tzv. znečištěná voda (kat. III) a s ní sousedící lokalita č. 8 (Dřevnice 2) s koncentrací amoniaku jako tzv. znečištěná voda (kat. III), avšak obsah fosforu byl zařazen do kat. IV (tzv. silně znečištěná voda). Lokalita č. 8 těsně sousedí se zemědělskou plochou. Je možné, že ramena jsou ovlivněna odpadními vodami z přilehlých zahrádkářských chatek. Vzhledem k umístění lokalit je vhodné používat i na přilehlé zemědělské ploše a v oblasti zahrádkářské kolonie šetrnější způsoby hnojení. Zavedením šetrnějšího zemědělského hospodaření a vhodných krycích plodin u odstaveného ramena Mississippi byly redukovány dusičnany o 73% (Knight et al. 2013).

U bývalých říčních ramen řeky Moravy (lokality 1 – 6) by bylo možné vybudovat naučnou stezku, která by návštěvníky seznámila s těmito biotopy a informovala o způsobu vzniku, cennosti, diverzitě jednotlivých lokalit a jejich hodnotě. Břeh Moravy je lemován cyklostezkou, která je v příznivém počasí frekventovaná. Některé lokality z této cyklostezky je lehké přehlédnout. Zároveň u lokality č. 6 (Mojena) je lužní les, který by bylo možno také zakomponovat do naučné stezky. U lokality č. 8 (Dřevnice 2) je možné vybudovat informační tabuli o odstavených ramenech řeky Dřevnice.

Odstavená ramena jsou v dnešní krajině hodnocena jako cenné biotopy pro naši krajinu a živočichy, kteří jsou na ně vázáni (např. vodní druhy hmyzu, obojživelníci atd.). Slouží jako povodňová či rozmnožovací útočiště pro organismy, čímž přispívají k zlepšení jejich populací (Králová 2001). Proto u všech lokalit studovaných v této práci by bylo zavážení nevhodným zásahem, jelikož řeka Morava nemá pro vytváření nových ramen vhodné podmínky (Redl a kol. 1994). Žádoucí je na těchto biotopech neodstraňovat padlé stromy, jež podporují biodiverzitu. Je vhodné podpořit hnízdní podmínky živočichů ponecháním zdravých a doupných stromů (Králová 2001).

Napojením ramene na mateřský tok se zlepší jakost vody v rameni, avšak je nutné počítat s možnými riziky. Tento zásah je vhodný především u lokalit, jež zarůstají okřehkem, či nejsou dostatečně zásobeny vodou. Naopak nevhodný je tento zásah na lokalitách, jež jsou významné výskytem specifické fauny a flóry, kterou by napojení na tok mohlo negativně ovlivnit (Heteša a kol. 2000). Pithart a kol. (2003) uvádí, že u bývalých říčních ramen, jež jsou málo či úplně bez kontaktu s matečným tokem, je menší pravděpodobnost kolonizace nepůvodními druhy.

V návaznosti na můj výzkum by bylo vhodné do budoucna prozkoumat klimatické poměry oblasti a vodní bilanci stanovišť před přípravou revitalizačních projektů, jak ukazuje projekt Inno-Water Ltd. (2014) v Maďarsku, jež se zabýval zajištěním vody do slepého ramene pomocí výpočtu vodní bilance.

Ráda bych svou prací upozornila na jedinečnost těchto ekosystémů, které z naší krajiny pomalu mizí. Ať už vlivem antropogenní činnosti, jako byly např. v minulosti poměrně nešetrné zásahy a regulace toků řek, tak i ztráta způsobená vlivem pozvolné sukcese. Na zřetel však musíme brát i případné řízené zásahy, které nám mohou pomoci zachovat tyto lokality a naopak se spíše vyvarovat těm, které by nás mohli nenávratně o tato území připravit, viz například plán na výstavbu kanálu k propojení řek Dunaj-Odra-Labe (dále D-O-L), jež by měl dopad i na zkoumaná území v této práci. V případě

realizace kanálu D-O-L by mimo koryta došlo k velkému záboru půdy a vznikl by silný dělicí efekt. Projekt výstavby kanálu počítá s poškozením řady chráněných území (Zeman 2012). V rámci tohoto projektu, jak uvádí Rulík a kol. (2014), by bylo zapotřebí provést prohloubení koryta řeky, což by mělo negativní dopad na hydrologický režim nivních půd i lužních lesů. Došlo by také k nežádoucímu poklesu podzemních vod a posléze rychlému odtoku vody z krajiny.

7 Závěr

V této bakalářské práci jsem se zabývala chemismem vody bývalých říčních ramen. Na základě získaných dat jsem vyhodnotila kvalitu vody na jednotlivých lokalitách a navrhla stručný návrh opatření, které by vedly ke zlepšení sledovaných parametrů na lokalitách s neuspokojivou kvalitou vody.

Dle hodnocení ČSN 757221 řadím lokality kvalitou vody následovně. Jako nejméně kvalitní vodu hodnotím na lokalitě č. 1 Na letišti. Po ní zařazuji lokalitu č. 6 Mojena, následně č. 4 Německé. Dále je řazena lokalita č. 2 Německé, za kterou následuje lokalita č. 2 Stará Morava. Shodně hodnotím lokality č. 3 Pěnné a č. 8 Dřevnice 2. Nejlepší kvalita vody byla zjištěna na lokalitě č. 7 Dřevnice 1.

Posouzením jakosti vody na lokalitách s přihlédnutím k umístění lokalit jsem zkoumané lokality předběžně vyhodnotila jako vhodné pro provedení revitalizací (před jejich případnou realizací by ale byl nutný podrobný projekt), či v případě lokalit Na letišti, Dřevnice 1 a Dřevnice 2 zavést šetrnější hospodaření na přiléhajících pozemcích.

Na základě výše uvedených závěrů vyplývá, že lze docílit zlepšení turistického a rekreačního využití na většině lokalit. Případnými navrhovanými opatřeními je možné dosáhnout zlepšení i z hlediska přírodní hodnoty lokalit a jejich rostlinných a živočišných společenstev.

8 Použitá literatura

- BENEDÍKOVÁ, J. 2007. Využití revitalizačního potenciálu odstavených ramen nad jezem Hodonín. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 108 s.
- CARPENTER, S., R., CARACO, N., F., CORRELL, D., L., HOWARTH, R., W., SHARPLEY, A., N., SMITH, V., H. 1998. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Applications*. 8(3), pp. 559-568
- CITTERIO, A., PIÉGAY, H. 2009. Overbank sedimentation rates in former channel lakes: characterization and control factors. *Sedimentology*, Volume 56, 461–482
- CORRELL, D., L. 1999. Phosphorus: A Rate Limiting Nutrient in Surface Waters. *Poultry Science*. 78: 674-682
- DAPHNE ČR. 2006. Živiny v krajině. České budějovice: Daphne ČR – Institut aplikované ekologie, 16 s.
- DEMEK, J. 1987. Obecná geomorfologie. Praha: Academia. 476 s.
- DUB, O., a kol. 1969. Hydrobiologie. Praha: SNTL. 383 s.
- FROMM, P., O. 1970. Toxic Action of Water Soluble Pollutants of Freshwater Fish. Environmental Protection Agency Water Quality Office. 56 pp.
- GERGEL, J. 2004. Hydrobiologie malých vodních nádrží, sedimenty v nádržích, vegetační doprovody. In Koncepce řešení malých vodních nádrží a mokřadů, Seminář, Česká společnost krajinných inženýrů při ČSSI, Fakulta lesnická a environmentální, ČZU v Praze, Fakulta stavební, ČVUT v Praze.
- HARTMAN, P., PŘIKRYL, I., ŠTĚDRONSKÝ, E. 2005. Hydrobiologie. Praha: Informatorium. 359 s.
- HETEŠA, J. a kol. 2000. Hydrobiologie porůčnických tůní dolního Podyjí v souvislosti s obnovou hydrologického režimu lužního lesa. In In Prach, K., Pithart, D., Francírková, T. Ekologické funkce a hospodaření v říčních nivách. Třeboň, Botanický ústav AV ČR, s. 49.
- HLAVÍNEK, P., ŘÍHA, J. 2004. Jakkost vody v povodí. Brno: Akademické nakladatelství Cerm. 209 s.
- HOCHMAJEROVÁ, T. 2016. Vliv rekreační činnosti na změny kvality vody ve vodní nádrži Štěrckoviště. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 36 s.

- HORÁKOVÁ, M., a kol. 2007. Analytika vody. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. 335 s.
- JUST, T. 2003. Revitalizace vodního prostředí. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. 144 s.
- JUST, T., DUŠEK, M., FISCHER, D., KARLÍK, P. 2005. Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. Praha: Český svaz ochránců přírody. 359 s.
- JŮVA, K., HRABAL, A., TLAPÁK, V. 1984. Malé vodní toky. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. 253 s.
- KNIGHT, S., S., LOCKE, M., A., SMITH, S. 2013. Effects of Agricultural Conservation Practices on Oxbow Lake Watersheds in the Mississippi River Alluvial Plain. *Soil & Water Res.*, 8: 113-123.
- KOČÍ, V., BURKHARD, J., MARŠÁLEK, B. 2000. Eutrofizace na přelomu tisíciletí. Praha: Eutrofizace 2000, 3-13.
- KRÁLOVÁ, H., a kol., 2001. Řeky pro život. Brno: ZO ČSOP. 439 s.
- LELLÁK, J., KUBÍČEK, F. 1991. Hydrobiologie. Praha: Vydavatelství Karolinum. 257 s.
- LEŽÍKOVÁ, K. 2012. Současný stav lokalit odškrcených ramen a odstavených meandrů Orlice. Brno: Masarykova univerzita. 108 s.
- LUSK, K. 2008. Ověření možnosti využití přirozených mokřadních systémů k dočištění důlních vod. *Liberec: Občasník Diamo*. 13: 2-3.
- MADĚRA, V., HAMÁČKOVÁ, J., EFENBERGER, M., PAVLÍK, M. 1961. Příručka pro analýzu vody. Praha: Státní nakladatelství technické literatury. 270 s.
- MAIER, R., M., PEPPER, I., L., GERBA, C., P. 2000. Environmental microbiology. Academic Press London. 533 s.
- MIRANDA, L., E., HARGREAVES, J., A., RABORN, S., W. 2001. Predicting and managing risk of unstable dissolved oxygen in a eutrophic lake. *Hydrobiology*, 457: 177-185.
- MRKVA, M., MAYER., V. 1982. Vlastnosti a analýza vod. Ostrava: Vysoká škola báňská. 178 s.

- MWANAMOKI, P., DEVARAJAN, N., THEVENON, F., ATIBU, E., TSHIBANDA, J., NGELINKOTO, P., PIANA, P., PRABAKAR, K., MUBEDI, J., KABELE, CH., WOLFI, W., POTÉ, 2014. J. Assessment of pathogenic bacteria in water and sediment from a water reservoir under tropical conditions (Lake Ma Vallée). Kinshasa Democratic Republic of Congo: Environ Monit Assess.
- NETOPIIL, R. 1970. Základy hydrologie povrchových a podpovrchových vod. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 223 s.
- PETTS, G. E., AMOROS, C. 1996. Fluvial hydrosystems. London: Chapman & Hall. 322 s.
- PODLESNÝ, M., BEDNÁŘ, R., DUBSKÝ, K., DVOŘÁK, V., NUSL, P., POUPĚ, J. 2010. Lov ryb elektrickým agregátem. Praha: Český rybářský svaz – Rada. 142 s.
- PITTER, P. 1999. Hydrochemie. Praha: VŠCHT. 555 s.
- PITTER, P. 2009. Hydrochemie. Praha: VŠCHT. 579 s.
- REDL, G., RADERBAUER, H-J., MANZANO, C. 1994. Ramsarská koncepcia nivy Moravy a Dyje. Bratislava: Daphne. 158 s.
- SMITH, V., H., TILMAN, G., D., NEKOLA, J., C. 1999. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. *Environmental Pollution*. 100: (1-3) 179-196.
- SMOLOVÁ, I., VÍTEK, J. 2007. Základy geomorfologie: vybrané tvary reliéfu. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 189 s.
- ŠTĚRBA, O. 2008. Říční krajina a její ekosystémy. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 391 s.
- ŠTĚRBA, O., ROSOL, J. 1989. Znečišťování a ochrana vod. Olomouc: Univerzita Palackého. 181 s.
- VAN DRECHT, G., BOUWMAN, A., F., KNOOP, J., M., MEINARDI, C., BEUSEN, A. 2001. Global Pollution of Surface Waters from Point and Nonpoint Sources of Nitrogen. *The Scientific World Journal*. Vol. 1. pp. 632-641.
- VITOUSEK, P., M., ABER, R., W., LIKENS, G., E., MATSON, P., A., SCHINDLER, D., W., SCHLESINGER, D., W., SCHLESINGER, S., H., TILMAN, G., D. 1997. Human alteration of the global nitrogen cycle: Causes and consequences. *Ecological Applications* 7: 737-750.

ZHAO, D., SENGUPTA, A., K. 1998. Ultimate removal of Phosphate from Wastewater using a new class of Polymeric Ion Exchangers. Water research vol. 32, No. 5, 1613-1625.

Internetové zdroje:

Česká geologická služba: mapová služba. Dostupné z: http://mapy.geology.cz/geocr_25/
(Naposledy navštíveno 24. 4. 2016)

GLIŇSKA-LEWCZUK, K. 2005. Oxbow lakes as biochemical filters for nutrient outflow from agricultural areas. [online]. [cit. 19. 11. 2016]
(Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=rBFqrHwKodgC&oi=fnd&pg=PA3&dq=dynamics+and+biogeochemistry+of+river+corridors+and+wetlands&ots=o6dHCmU6uD&sig=aS2UNmrfVddPSnR8CsV3is4yc58&redir_esc=y#v=onepage&q=dynamics%20and%20biogeochemistry%20of%20river%20corridors%20and%20wetlands&f=false).

CHAO, X., JIA, Y., SHIELDS, D., WANG, S., Y. 2005. Development and application of a three dimensional water quality model for a shallow oxbow lake. US-China workshop on advanced computational modelling in Hydroscience & Engineering. Oxford, September 19-21. [online]. [cit. 30. 11. 2016]
(Dostupné z <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.520.6255&rep=rep1&type=pdf>).

INNO- WATER RESEARCH AND ENVIRONMENTAL SERVICES Ltd. 2004. Conceptual overview of the revitalization options for the side-arm system of Vízvár-Bélavár. [online]. [cit. 8. 7. 2016] Dostupné z: http://www.danubeparks.org/files/1985_Drava_vizvar_revitalization_ENG.pdf

INNO- WATER RESEARCH AND ENVIRONMENTAL SERVICES Ltd. 2012. Revitalization of the Cún-Szaporca oxbow system. [online]. [cit. 10. 7. 2016]
Dostupné z: http://vpf.vizugy.hu/uploads/ddvizig/projekt/lezarult-fejlesztések/regionalis/INTERREG_IV_vegleges_master_plan_angol.pdf

Krajská hygienická stanice Zlínského kraje. Dostupné z: <http://www.khszlin.cz/25012-pahrбек-napajedla> (Naposledy navštíveno 30. 4. 2016)

- Mapy.cz. Dostupné z: <https://mapy.cz> (Naposledy navštíveno 24. 4. 2016)
- Metabolismus bakterií. Dostupné z: <http://www.biotox.cz/naturstoff/biologie/bi-bakterie.html> (Naposledy navštíveno 4. 12. 2016)
- Moravský rybářský svaz – pobočný spolek Zlín. Dostupné z: http://www.mrszlin.cz/RMP_2008.htm (Naposledy navštíveno 28. 4. 2016)
- Moravský rybářský svaz. Dostupné z: <http://www.mrsbrno.cz> (Naposledy navštíveno 28. 4. 2016)
- Moravský rybářský svaz – mimopstruhové revíry. Dostupné z: <http://www.mrk.cz/rybarske-reviry.php?menuid=12> (Naposledy navštíveno 6. 12. 2016)
- Národní inventarizace kontaminovaných míst. Dostupné z: <https://kontaminace.cenia.cz> (Naposledy navštíveno 22. 4. 2016)
- Příprava nitrátové směrnice pro EU v podmínkách České republiky. Dostupné z: <http://uroda.cz/priprava-nitratove-smernice-eu-v-podminkach-ceske-republiky> (Naposledy navštíveno 15. 12. 2016)
- Přírodní Památka Na letišti. Dostupné z: http://nature.hyperlink.cz/zlinsko/Na_letisti.htm (Naposledy navštíveno 28. 4. 2016)
- RULÍK, M. a kol. 2004. Vodní koridor Dunaj-Odra-Labe z pohledu limnologů. [online]. [cit. 28. 4. 2016]. Dostupné z: http://www.limnospol.cz/useruploads/vh_02-2014_rulik-1.pdf
- SAMPIO, E. V., LÓPEZ, C. M. 2000. Zooplankton community composition and some limnological aspects of an oxbow lake of the Paraopeba River, São Francisco River Basin, Minas Gerais, Brazil. [online]. [cit. 29. 11. 2016] Dostupné z: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151689132000000300007&script=sci_arttext
- ZEMAN, J. 2012. Plavební kanál Dunaj-Odra-Labe: Ekologická hrozba?. [online]. [cit. 28. 4. 2016]. Dostupné z: [http://www.cenia.cz/web/www/cenia-akt-tema.nsf/\\$pid/MZPMSFPJY33L/\\$FILE/plavebni_kanal.pdf](http://www.cenia.cz/web/www/cenia-akt-tema.nsf/$pid/MZPMSFPJY33L/$FILE/plavebni_kanal.pdf)

9 Přílohy

Tab. 3. Vyhodnocení jakosti vody na lokalitách 1 - 6 (v období od 27. 4. 2014 do 9. 3. 2015) podle průměrných hodnot jednotlivých sledovaných látek

Lokalita	Ukazatel					
	NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻	pH	konduktivita	kyslík
Na letišti	IV.	I.	III.	I.	IV.	I.
Stará Morava	IV.	I.	III.	I.	II.	I.
Pěnné	IV.	I.	II.	I.	II.	I.
Německé	III.	II.	III.	I.	II.	I.
Pod Jezem	III.	I.	III.	I.	II.	I.
Mojena	III.	I.	IV.	I.	II.	I.

Tab. 4. Průměry naměřených hodnot NH₄⁺, N-NO₃⁻ a P-PO₄³⁻, pH, konduktivity a kyslíku za období od 14. 11. 2015 do 30. 6. 2016

Lokalita	Ukazatel					
	NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻	pH	konduktivita	kyslík
	mg/l	mg/l	mg/l		μS/cm	mg/l
Na letišti	1,87	1,49	0,82	6,99	1649	10,14
Stará Morava	1,07	1,33	0,5	7,18	651	6,2
Pěnné	1,09	1,25	0,43	7,24	459	11,34
Německé	1,93	1,76	0,39	7,2	532	10,8
Pod Jezem	1,43	1,74	0,35	7,24	551	10,95
Mojena	2,26	1,6	0,52	7,15	593	8,72
Dřevnice 1	1,29	1,68	0,31	7,18	562	9,47
Dřevnice 2	1,04	1,35	0,4	7,27	605	10,05

Tab. 5. Průměry naměřených hodnot NH_4^+ , N-NO_3^- a P-PO_4^{3-} , pH, konduktivity a kyslíku za období od 27. 4. 2014 do 9. 3. 2015

Lokalita	Ukazatel					
	NH_4^+	N-NO_3^-	P-PO_4^{3-}	pH	konduktivita	kyslík
	mg/l	mg/l	mg/l		$\mu\text{S/cm}$	mg/l
Na letišti	1,97	0,83	0,38	7,6	1206	17,8
Stará Morava	1,52	0,96	0,29	7,72	645	17,8
Pěnné	0,73	0,78	0,13	7,73	451	17,8
Německé	1,43	1,09	0,36	7,75	526	18
Pod Jezem	1,07	0,65	0,29	7,84	632	17,1
Mojena	1,06	0,88	0,47	7,66	631	16,7

Tab. 6. Souhrn naměřených hodnot na lokalitách Na letišti a Stará Morava za období od 27. 4. 2014 do 30. 6. 2016

Datum	Na letišti				Stará Morava			
	konduk- tivita	pH	O^2	teplota vody	konduk- tivita	pH	O^2	teplota vody
	$\mu\text{S/cm}$		mg/l	$^\circ\text{C}$	$\mu\text{S/cm}$		mg/l	$^\circ\text{C}$
27. 4. 2014	1226	8,51	19,4	x	689	8,48	20,2	x
13. 8. 2014	1282	6,3	21,2	x	606	6,52	21,4	x
15. 11. 2014	1044	8,26	17,1	x	552	8,37	16,7	x
9. 3. 2015	1273	7,32	13,3	x	723	7,51	12,9	x
14. 11. 2015	1409	6,7	5,2	7,1	588	6,85	1,6	6,9
16. 12. 2015	1632	6,78	9,1	4,1	612	6,97	8,2	4,1
11. 1. 2016	1906	6,59	8,6	2,2	635	6,79	4,2	2,3
12. 2. 2016	1785	6,74	12,5	5,1	599	6,85	10,9	4,4
12. 3. 2016	1612	7,22	11,9	6,7	655	7,36	12,4	6
10. 4. 2016	1615	7,36	9,3	10,2	707	7,58	9,8	10,5
25. 5. 2016	1630	7,3	11,6	22,2	707	7,48	2,1	20,4
30. 6. 2016	1606	7,24	12,9	21,4	707	7,55	0,4	20,8

Tab. 7. Souhrn naměřených hodnot na lokalitách Pěnné a Německé za období od 27. 4. 2014 do 30. 6. 2016

Datum	Pěnné				Německé			
	konduk- tivita	pH	O ²	teplota vody	konduk- tivita	pH	O ²	teplota vody
	μS/cm		mg/l	°C	μS/cm		mg/l	°C
27. 4. 2014	508	8,08	21,5	x	531	8,43	21,7	x
13. 8. 2014	431	6,85	21,3	x	404	6,74	21,4	x
15. 11. 2014	410	8,46	15,9	x	517	8,36	15,9	x
9. 3. 2015	453	7,54	12,6	x	653	7,46	13,1	x
14. 11. 2015	430	6,98	8	8,1	534	6,97	6,7	9,5
16. 12. 2015	452	7,01	12	4,8	568	6,98	8	5,6
11. 1. 2016	418	6,97	13,9	1,5	510	6,89	8,9	3,2
12. 2. 2016	435	6,95	12,4	4,4	517	7,05	12,4	5,5
12. 3. 2016	443	7,34	12,6	6,4	556	7,26	12,9	6,7
10. 4. 2016	466	7,59	10,9	10,5	509	7,53	9,5	11
25. 5. 2016	515	7,52	8,9	23,8	544	7,46	12,7	24,9
30. 6. 2016	516	7,54	12,3	28,6	515	7,49	15,2	28,4

Tab. 8. Souhrn naměřených hodnot na lokalitách Pod Jezem a Mojena za období od 27. 4. 2014 do 30. 6. 2016

Datum	Pod Jezem				Mojena			
	konduk- tivita	pH	O ²	teplota vody	konduk- tivita	pH	O ²	teplota vody
	μS/cm		mg/l	°C	μS/cm		mg/l	°C
27. 4. 2014	676	8,37	19,5	x	683	8,35	19,1	x
13. 8. 2014	454	7,08	20,6	x	422	6,56	20,3	x
15. 11. 2014	612	8,3	15,4	x	652	8,23	15	x
9. 3. 2015	786	7,62	12,8	x	765	7,48	12,4	x
14. 11. 2015	490	6,99	9,1	9,8	465	6,96	6,5	8,1
16. 12. 2015	436	7,05	11,2	4,1	528	7	4,7	5,1
11. 1. 2016	508	6,93	12,5	2,1	525	6,92	7,7	4,1
12. 2. 2016	535	7,13	12,3	5,5	612	7,12	13,9	6,3
12. 3. 2016	765	7,17	12,3	6,2	735	7,1	13,6	6,9
10. 4. 2016	591	7,46	10,7	10	694	7,36	10,4	10,5
25. 5. 2016	558	7,75	12,8	22,8	637	7,35	5,7	23,1
30. 6. 2016	524	7,42	6,7	24	548	7,38	7,3	24,5

Tab. 9. Souhrn naměřených hodnot na lokalitách Dřevnice 1 a Dřevnice 2 za období od 27. 4. 2014 do 30. 6. 2016

Datum	Dřevnice 1				Dřevnice 2			
	konduk- tivita	pH	O ²	teplota vody	konduk- tivita	pH	O ²	teplota vody
	μS/cm		mg/l	°C	μS/cm		mg/l	°C
27. 4. 2014	x	x	x	x	x	x	x	x
13. 8. 2014	x	x	x	x	x	x	x	x
15. 11. 2014	x	x	x	x	x	x	x	x
9. 3. 2015	x	x	x	x	x	x	x	x
14. 11. 2015	505	7,02	8,2	8,2	514	7,33	6,8	8
16. 12. 2015	535	7,05	7,5	4,5	552	7,08	12,1	3,7
11. 1. 2016	508	7	15,8	2,3	488	6,96	9,3	1,6
12. 2. 2016	450	7,12	11,9	5,9	704	7,63	11	6
12. 3. 2016	585	7,14	12,6	6,8	630	7,07	12,4	6
10. 4. 2016	545	7,46	10,1	12,5	653	7,54	10,9	11,6
25. 5. 2016	690	7,28	5,8	24,1	648	7,23	9,7	22,7
30. 6. 2016	680	7,35	3,9	24,9	648	7,33	8,2	24,7

Tab. 10. Souhrn laboratorně stanovených hodnot na lokalitách Na letišti a Stará Morava za období od 27. 4. 2014 do 30. 6. 2016

Datum	Na letišti			Stará Morava		
	NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻
	[mg/l]					
27. 4. 2014	1,704	0,6	0,69	2,571	1,3	0,18
13. 8. 2014	2,321	0,3	1,81	1,031	0,62	1,83
15. 11. 2014	1,408	1,1	0,32	1,061	1	0,54
9. 3. 2015	2,459	1,3	1,79	1,403	0,9	0,03
14. 11. 2015	0,96	1,2	0,38	0,654	1,5	0,86
16. 12. 2015	2,031	1,1	2,18	0,791	1,2	0,14
11. 1. 2016	3,801	1,2	4,26	3,801	0,8	2,02
12. 2. 2016	4,153	1,5	1,72	4,153	1,3	5,3
12. 3. 2016	1,138	2,9	4,68	1,138	2	1,24
10. 4. 2016	0,923	1,4	1,9	0,923	1,7	0,2
25. 5. 2016	1,102	1,2	3,1	1,587	0,9	2
30. 6. 2016	0,827	1,4	2,9	1,704	1,2	0,6

Tab. 11. Souhrn laboratorně stanovených hodnot na lokalitách Pěnné a Německé za období od 27. 4. 2014 do 30. 6. 2016

Datum	Pěnné			Německé		
	NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻
	[mg/l]					
27. 4. 2014	0,327	1	0,9	0,786	1,4	0,36
13. 8. 2014	1,041	0,5	1,17	1,403	0,54	1,1
15. 11. 2014	0,668	1,1	0,26	2,429	2,1	0,4
9. 3. 2015	0,898	0,5	0,1	1,107	0,3	2,54
14. 11. 2015	1,326	0,8	0,72	0,53	1,2	0,68
16. 12. 2015	0,949	1,1	0,14	6,633	1	0,46
11. 1. 2016	1,036	1,5	1,78	1,898	0,9	4,78
12. 2. 2016	1,173	0,9	4,54	1,214	2,2	1,2
12. 3. 2016	0,628	1,8	2,26	0,913	3,7	1,2
10. 4. 2016	0,658	1,1	0,08	0,913	2,3	0,26
25. 5. 2016	2,066	1,4	0,13	2,179	1,9	0,88
30. 6. 2016	0,878	1,4	0,84	1,133	0,9	0,06

Tab. 12. Souhrn laboratorně stanovených hodnot na lokalitách Pod Jezem a Mojena za období od 27. 4. 2014 do 30. 6. 2016

Datum	Pod Jezem			Mojena		
	NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻
	[mg/l]					
27. 4. 2014	0,122	0,6	1,33	0,322	1,1	0,88
13. 8. 2014	1,26	0,1	1,44	0,673	0,5	2,59
15. 11. 2014	1,082	1,2	0,51	1,051	1,3	0,85
9. 3. 2015	1,811	0,7	0,21	2,194	0,6	1,46
14. 11. 2015	1,04	1,7	0,52	4,51	1,2	1,06
16. 12. 2015	1,342	1,5	0,26	4,413	1,4	0,52
11. 1. 2016	1,959	1,4	3,02	4,061	0,8	2,98
12. 2. 2016	1,189	1,7	0,7	0,577	1,9	1,9
12. 3. 2016	1,372	3	2,06	0,735	3,1	2,16
10. 4. 2016	1,622	2	1,24	1,847	1,7	1
25. 5. 2016	1,592	1,1	0,34	1,366	1,8	2,11
30. 6. 2016	1,296	1,5	0,58	0,582	0,9	1,14

Tab. 13. Souhrn laboratorně stanovených hodnot na lokalitách Dřevnice 1 a Dřevnice 2 za období od 27. 4. 2014 do 30. 6. 2016

Datum	Dřevnice 1			Dřevnice 2		
	NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻
	[mg/l]					
27. 4. 2014	x	x	x	x	x	x
13. 8. 2014	x	x	x	x	x	x
15. 11. 2014	x	x	x	x	x	x
9. 3. 2015	x	x	x	x	x	x
14. 11. 2015	1,317	1,8	0,86	1,052	1,2	0,34
16. 12. 2015	2,332	1,6	0,16	1,23	1,3	0,18
11. 1. 2016	0,995	1,2	1,3	1,357	1,1	1,4
12. 2. 2016	1,515	2,4	1,4	1,541	1,5	2,1
12. 3. 2016	0,913	2,4	1,28	0,668	2,2	1,44
10. 4. 2016	0,954	1,4	1,44	0,862	1,5	2,76
25. 5. 2016	1,281	1,1	0,52	0,883	1,1	1,52
30. 6. 2016	1,01	1,5	0,67	0,724	0,9	0,04

Tab. 14. Hodnocení kvality vody Krajskou hygienickou stanicí Zlínského kraje v letech 2015 a 2014 na lokalitě Pěnné

rok 2015	18. 5.	1. 6.	15. 6.	29. 6.	13. 7.	27. 7.	10. 8.	24. 8.
kategorie	1	1	2	2	2	3	5	5
rok 2014	19. 5.	2. 6.	16. 6.	30. 6.	14. 7.	28. 7.	11. 8.	25. 8.
kategorie	1	1	3	2	3	4	4	4

Textové vysvětlivky k tab. 13.:

Kategorie 1 – voda vhodná ke koupání

Kategorie 2 – voda vhodná ke koupání se zhoršenými smyslově postiženými vlastnostmi

Kategorie 3 – zhoršená jakost vody

Kategorie 4 – voda nevhodná ke koupání

Kategorie 5 – voda nebezpečná ke koupání



Obr. 17. Lokalita č. 1 Na letišti



Obr. 18. Lokalita č. 2 Stará Morava



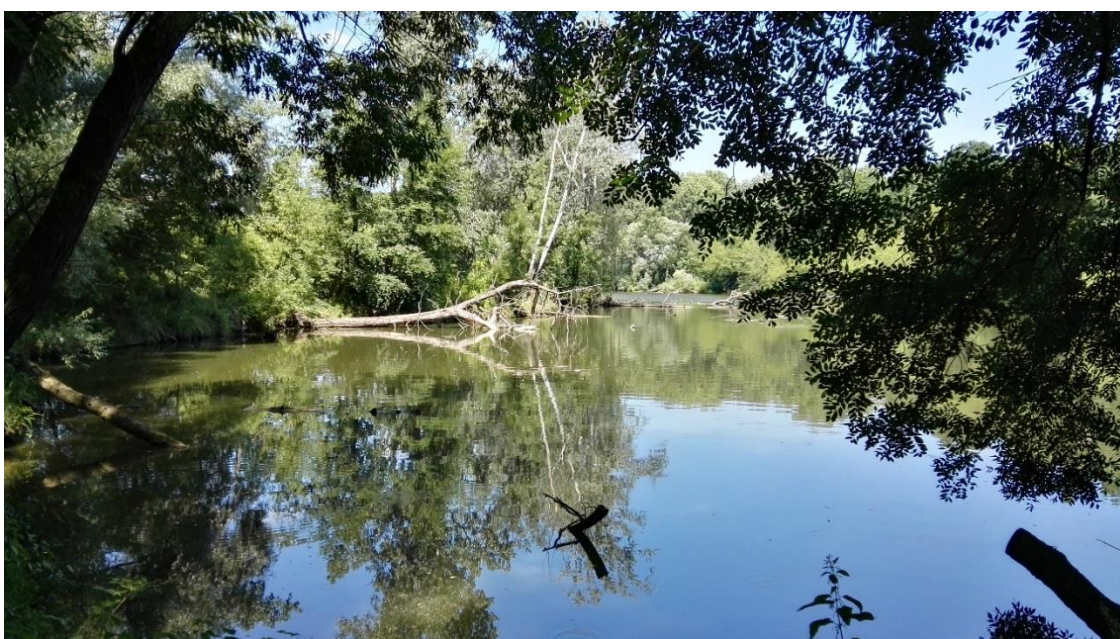
Obr. 19. Lokalita č. 3 Pěnné



Obr. 20. Lokalita č. 4 Německé



Obr. 21. Lokalita č. 5 Pod Jezem



Obr. 22. Lokalita č. 6 Mojena



Obr. 23. Lokalita č. 7 Dřevnice 1



Obr. 24. Lokalita č. 8 Dřevnice 2

Příloha 2:

Tab. 14. Tabulka všech naměřených hodnot na řece Moravě

Číslo vzorku	Dat. odběru	Místo odběru	O ₂ mg/l	%O ₂ nasycení %	pH laboratoř	Konduktivita lab. mS/m	N-NH ₄ mg/l	N-NO ₃ mg/l	NH ₄ mg/l	NO ₃ mg/l	P-PO ₄ mg/l	PO ₄ mg/l
1443\2014	3.3.2014	Morava->Otrokovice	12,0	100	8,0	50,5	0,06	2,88	0,07	12,8	<0,010	<0,030
2239\2014	31.3.2014	Morava->Otrokovice	11,5	108	8,0	38,9	0,05	2,59	0,06	11,5	0,036	0,110
3909\2014	5.5.2014	Morava->Otrokovice	10,0	98	8,2	42,0	0,11	1,86	0,14	8,22	0,064	0,196
5231\2014	2.6.2014	Morava->Otrokovice	8,9	91	8,0	38,9	0,10	2,67	0,13	11,8	0,090	0,276
6692\2014	30.6.2014	Morava->Otrokovice	9,6	105	8,0	47,1	0,14	0,89	0,19	3,95	0,037	0,113
8187\2014	30.7.2014	Morava->Otrokovice	7,1	80	7,8	28,9	0,15	1,5	0,2	6,9	0,089	0,27
9890\2014	1.9.2014	Morava->Otrokovice	8,8	95	7,9	41,1	0,059	2	0,076	8,8	0,087	0,27
11553\2014	29.9.2014	Morava->Otrokovice	9,5	94	8,0	43,7	0,046	2,4	0,059	11	0,074	0,23
13010\2014	29.10.2014	Morava->Otrokovice	10,9	93	7,9	41,6	0,096	2,1	0,12	9,4	0,055	0,17
13802\2014	24.11.2014	Morava->Otrokovice	10,8	91	8,0	47,1	0,1	2,5	0,13	11	0,082	0,25
160\2015	12.1.2015	Morava->Otrokovice	13,5	103	7,8	26,9	0,19	4,5	0,24	20	0,029	0,089
649\2015	2.2.2015	Morava->Otrokovice	13,2	99	8,0	48,7	0,18	3,5	0,23	16	0,045	0,14
1295\2015	2.3.2015	Morava->Otrokovice	12,3	99	7,8	36,0	0,091	3,5	0,12	16	0,032	0,098
2041\2015	30.3.2015	Morava->Otrokovice	11,9	103	8,0	34,2	0,13	2,6	0,17	12	0,028	0,086
3340\2015	28.4.2015	Morava->Otrokovice	9,7	99	8,1	37,7	0,084	2,2	0,11	9,6	0,041	0,13
4817\2015	28.5.2015	Morava->Otrokovice	8,9	88	7,9	45,6	0,25	2,2	0,32	9,5	0,1	0,31
6157\2015	29.6.2015	Morava->Otrokovice	13,4	147	8,4	49,4	0,039	1,1	0,05	4,8	0,019	0,058
7463\2015	27.7.2015	Morava->Otrokovice	6,3	77	7,8	56,4	0,37	0,22	0,48	0,99	0,06	0,18
8772\2015	24.8.2015	Morava->Otrokovice	8,7	100	8,0	40,2	<0,02	1,9	0,022	8,4	0,014	0,043
10255\2015	29.9.2015	Morava->Otrokovice	13,2	131	8,3	62,6	0,024	1,4	0,031	6,2	0,01	0,031
12220\2015	2.11.2015	Morava->Otrokovice	10,8	94	7,9	61,8	0,13	1,9	0,17	8,5	0,045	0,14
12996\2015	30.11.2015	Morava->Otrokovice	12,2	96	7,9	48,6	0,15	2,4	0,2	10	0,036	0,11
46\2016	6.1.2016	Morava->Otrokovice	13,7	97	8,1	51,5	0,2	3	0,31	13	0,041	0,13
644\2016	1.2.2016	Morava->Otrokovice	12,9	99	8,0	35,2	0,1	2,9	0,19	13	0,052	0,16
1305\2016	29.2.2016	Morava->Otrokovice	12,6	99	7,9	33,1	0,1	4,2	0,15	19	0,033	0,1

Textové vysvětlivky: Hodnoty z 178,7 říčního kilometru. Data poskytl Povodí Moravy, s.p.