

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2017

LUCIE GERNEŠOVÁ, DiS.

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav aplikované a krajinné ekologie



Studie změny jakosti vody na Zbýšovském náhonu

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

Ing. Věra Hubačiková, Ph.D

Vypracovala:

Lucie Gernešová, DiS.

Brno 2017



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Lucie Gernešová, DiS.**
Studijní program: Zemědělská specializace
Obor: Agroekologie
Název tématu: **Studie změny jakosti vody na Zbýšovském náhonu**
Rozsah práce: 35+přílohy

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární přehled na řešenou problematiku.
2. Popište charakteristiku zájmového území – přírodní podmínky, hydrologie, geologie aj.
3. Na základě rekognoskace území proveďte průzkum možných zdrojů znečištění na vybrané lokalitě a stanovte odběrné profily.
4. Proveďte pravidelné odběry vzorků a jejich laboratorní zpracování v laboratoři ÚAKE a porovnejte výsledky s platnou legislativou.
5. Na základě vyhodnocení výsledků vybraných ukazatelů jakosti vody navrhněte možná opatření.

Seznam odborné literatury:

1. DUB, O. – NĚMEC, J. a kol. *Hydrologie : Určeno [také] posl. vys. i odb. škol.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1969. 378 s.
2. HUBAČÍKOVÁ, V. *Hydrologie.* 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002. 43 s. ISBN 978-80-7157-638-92009.
3. JANDORA, J. – STARA, V. – STARÝ, M. *Hydraulika a hydrologie.* 2. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. 186 s. ISBN 978-80-7204-739-0.
4. Zákon o vodách č. 254/2001 Sb.
5. KREŠL, J. *Hydrologie.* 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001. 125 s. ISBN 80-7157-513-5.
6. NĚMEC, J. *Hydrologie.*
7. KRAVKA, M. *Úpravy malých vodních toků u krajiny a lesnické meliorace.* 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009. 132 s. ISBN 978-80-7375-337-5.

Datum zadání bakalářské práce: říjen 2015

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2017

Lucie Gernešová
Lucie Gernešová, DiS.
Autorka práce



Hubačiková
Ing. Věra Hubačiková, Ph.D.
Vedoucí práce

Šťastná
doc. Ing. Dr. Milada Šťastná
Vedoucí ústavu

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

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: *Studie změny jakosti vody na Zbýšovském náhonu* vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

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

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

V Brně dne:.....

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat Ing. Věře Hubáčikové, Ph.D. za odborné vedení této bakalářské práce, za poskytování cenných informací a za trpělivost.

Dále bych chtěla poděkovat své rodině za trvalou morální a finanční podporu během celého studia na Mendelově univerzitě v Brně. Také bych chtěla poděkovat své sestře, která mi pomáhala s měřením zájmového území, za její ochotu a čas.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na monitoring jakosti vody Zbýšovského náhonu. V teoretické části je zpracována literární rešerše dané problematiky. V praktické části je popsána charakteristika vodního toku a popis zájmového území, metodika práce v terénu i v laboratoři, výsledky, diskuze a návrh možných opatření. Terénní měření a odběr vzorků probíhaly kontinuálně od prosince 2015 do prosince 2016 na 5 vybraných odběrných profilech. Ukazatele konduktivita, množství rozpuštěného kyslíku, pH a teploty vody byly v terénu sledovány měsíčně. Čtvrtletně probíhal pravidelný odběr vzorků vody pro zjišťování hodnot celkového fosforu, dusičnanového dusíku a chemické spotřeby kyslíku. Jejich následné zpracování bylo prováděno v laboratoři vody ÚAKE. Zvolené ukazatele na začátku měření vykazovaly zvýšené hodnoty a zhoršenou kvalitu jakosti vody, avšak pravidelným monitorováním ukazatelů je zřejmé, že dochází ke snižování hodnot a zlepšení kvality jakosti vody vzhledem k postupnému napojování občanů na kanalizaci. Výsledky byly zpracovány a porovnány dle normy ČSN 75 7221 a Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Klíčová slova: jakost vody, znečištění vody, monitoring, náhon.

Abstract

This bachelor thesis is focused on monitoring of water quality in Zbýšovský náhon. In the theoretical part of this thesis the literature review of given topic is processed. The practical part describes the characteristic of stream, area of interest description, methods of work in terrain and in laboratory, results, discussion and proposal of possible measures. Terrain measurements and samplings were carry out continuously from December 2015 to December 2016 for five selected consumption profiles. Indicators of conductivity, dissolved oxygen, pH and temperature of the water were monitored monthly in terrain. Each three month the samplings of water were carry out from streams and then analyzed in laboratory where the determination of total phosphorus, nitrate nitrogen and chemical oxygen demand were determined. Determination of samplings was analyzed in laboratory of Department of Applied and Landscape Ecology. Selected indicators at the beginning of the measurements shows elevated levels and impaired quality of water, but regular monitoring

of indicators shows that there was reduction of values and improvement of water quality when the citizens start to connected to canalization. The results were evaluated and compared with CSN 75 7221 and Government Regulation No. 401/2015 Coll.

Key words: water quality, pollution of water, monitoring, stream

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce.....	2
3 Literární přehled.....	3
3.1 Základní pojmy	3
3.2 Oběh vody v přírodě	4
3.3 Čistota vody v České republice.....	4
3.3.1 Vývoj znečištění ve vodních tocích	4
3.4 Látky způsobující znečištění vody	5
3.5 Odpadní vody.....	5
3.5.1 Splaškové vody	6
3.6 Chemické složení vod.....	7
3.6.1 Klasifikace látek přítomných ve vodách	8
3.7 Závadné látky	8
3.7.1 Rozdělení závadných látek.....	9
3.8 Organické látky	9
3.8.1 Ukazatele organického znečištění	11
3.8.2 Druhy organických látek ve vodách.....	11
3.9 Anorganické látky	13
3.10 Monitorování jakosti vody	14
3.10.1 Hodnocení jakosti vod.....	15
3.10.1.1 Definice tříd jakosti povrchových vod dle ČSN 75 7221	15
3.10.2 Monitoring jakosti vody ve vodních tocích.....	17
3.11 Sledované ukazatele stanovené v terénu	18
3.11.1 Konduktivita.....	18
3.11.2 Kyslík.....	18

3.11.3	Hodnota pH.....	19
3.11.4	Teplota	19
3.12	Sledované ukazatele stanovené v laboratoři.....	20
3.12.1	Celkový fosfor.....	20
3.12.2	Dusičnany.....	20
3.12.3	Chemická spotřeba kyslíku (CHSK).....	21
4	Základní charakteristika zájmového území Zbýšov	22
4.1	Základní charakteristika náhonu ve Zbýšově a v Hostěrádkách-Rešově.....	22
4.2	Projekt kanalizace a ČOV	23
4.3	Poloha obce Zbýšov	24
4.3.1	Geologické podloží a poměry	24
4.3.2	Hydrografické poměry	25
5	Metodika	26
5.1	Terénní průzkum	28
5.2	Postup měření v terénu.....	29
5.3	Postup práce v laboratoři.....	30
5.3.1	Stanovení dusičnanového dusíku NO ₃ -N dle metody HACH Lange	31
5.3.2	Stanovení celkového fosforu P dle metody HACH Lange.....	31
5.3.3	Stanovení chemické spotřeby kyslíku (CHSK) dle metody HACH Lange.....	32
6	Výsledky a diskuze	33
6.1	Naměřené hodnoty porovnané dle ČSN 75 7221.....	33
6.1.1	Elektrolytická konduktivita [<i>mS/m</i>]	33
6.1.2	Rozpuštěný kyslík [<i>mg/l</i>].....	34
6.1.3	Dusičnanový dusík [<i>mg/l</i>].....	35
6.1.4	Celkový fosfor [<i>mg/l</i>].....	36
6.2	Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) [<i>mg/l</i>].....	37
6.3	Reakce vody – pH.....	38

6.4 Teplota vody $t[^\circ\text{C}]$	39
6.5 Celkové zhodnocení	39
7 Návrh opatření	41
8 Závěr	45
9 Použitá literatura	47
10 Seznam obrázků	50
11 Seznam tabulek	51
12 Seznam grafů	52
13 Seznam příloh	53

1 Úvod

„Vášeň, s jakou dnes bojuji o čistou vodu, proti každému jejímu znečištění, pochází bezpochyby z obav, aby nám čistá voda, tento základ života, nikdy nechyběla“.
(Alain Bombard, *Trosečníkem z vlastní vůle*)

Znečištění vody je historickým problémem. Před 4000 lety před naším letopočtem měl palác Knossos na Krétě vybudovaných 8 kanalizací, které byly vypouštěny do moře. Římané vybudovali kolektory, kterými vypouštěly své odpady do řeky Tibery. Během středověku, Paříž a Londýn měly systém na likvidaci odpadu, který současně fungoval jak skládka, tak i zdroj vody, což v mnoha případech vedlo k tyfu, úplavici a k dalším nemocem. Před průmyslovou revolucí žili lidé více v harmonii s jejich bezprostředním okolím. S rozšiřováním industrializace po celém světě začal problém se znečištěním vod. Když byla lidská populace na Zemi mnohem menší, nikdo nevěřil, že oceány, které jsou příliš velké, mohly být znečištěny. Existuje mnoho druhů znečištění vod od vypouštění splašků, přes průmyslové odpady až po ropné havárie tankerů. Někteří lidé se tomu snaží zabránit, ale vždy se najdou tací, kteří činní pravý opak, a na to doplácí především životní prostředí. Od 60. let se kvalita našich povrchových tekoucích vod drasticky zhoršila. Denně jsou prameny našich vod znečišťovány novými a silnějšími jedy. Celkem bylo shledáno 4000 km toků zcela bez života. Mnoho druhů živočichů je kvůli znečištění vod ohroženo vyhubením, protože je ničeno jejich přirozené prostředí. Spoustu našich řek dnes obsahují odpadní látky z domácností, zemědělství a průmyslu. Vodní toky odvádí škodlivé látky přes celé kontinenty a znečišťují tak moře i oceány. V současné době je na planetě zhruba 7,3 miliard lidí, ukázalo se, že existují limity a znečištění je jedním z příznaků, že lidé tyto limity překročili.

2 Cíl práce

Hlavním cílem bakalářské práce je vyhodnocení jakosti vody Zbýšovského náhonu pomocí pravidelného měření a odběru vzorků s následnou analýzou vybraných ukazatelů ve stanovených profilech. Následné zpracování výsledků a jejich porovnání s platnou legislativou ČR.

Dílní cíle:

- zpracování literární rešerše dané problematiky na základě studia odborné literatury
- charakteristika vodního toku a zájmového území
- návrh opatření

Hypotéza:

Postupným napojením jednotlivých domácností na novou obecní kanalizaci dojde ke snížení průtočného množství vody ve Zbýšovském náhoně a zároveň je zlepšení jakosti vody v něm.

3 Literární přehled

3.1 Základní pojmy

Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) definuje několik základních a používaných pojmů:

- *Povrchové vody* – jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu; tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních.
- *Podzemní vody* – jsou vody přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem v pásmu nasycení v přímém styku s horninami; za podzemní vody se považují též vody protékající podzemními drenážními systémy a vody ve studních.
- *Vodní útvar* – je vymezené soustředění povrchových nebo podzemních vod v určitém prostředí charakterizované společnou formou jejich výskytu nebo společnými vlastnostmi vod a znaky hydrologického režimu. Vodní útvary se člení na útvary povrchových vod a útvary podzemních vod.
- *Útvar povrchové vody* – je vymezené soustředění povrchové vody v určitém prostředí, například v jezeru, ve vodní nádrži, v korytě vodního toku.
- *Silně ovlivněný vodní útvar* – je útvar povrchové vody, který má v důsledku lidské činnosti podstatně změněný charakter.
- *Umělý vodní útvar* – je vodní útvar povrchové vody vytvořený lidskou činností.
- *Útvar podzemní vody* – je vymezené soustředění podzemní vody v příslušném kolektoru nebo kolektorech; kolektorem se rozumí horninová vrstva nebo souvrství hornin s dostatečnou propustností, umožňující významnou spojitou akumulaci podzemní vody nebo její proudění či odběr.
- *Vodní zdroj* – jsou povrchové nebo podzemní vody, které jsou využívány nebo které mohou být využívány pro uspokojení potřeb člověka, zejména pro pitné účely.
- *Nakládání s povrchovými nebo podzemními vodami* – je jejich vzdouvání pomocí vodních děl, využívání jejich energetického potenciálu, jejich využívání k plavbě nebo k plavení dřeva, k chovu ryb nebo vodní drůbeže, jejich odběr, vypouštění odpadních vod do nich a další způsoby, jimiž lze využívat jejich vlastnosti nebo ovlivňovat jejich množství, průtok, výskyt nebo jakost.

- *Povodí* – je území, ze kterého veškerý povrchový odtok odtéká sítí vodních toků a případně i jezer do moře v jediném vyústění, ústí nebo deltě vodního toku.
- *Dílčí povodí* – je území, ze kterého veškerý povrchový odtok odtéká sítí vodních toků a případně i jezer do určitého místa vodního toku (obvykle jezero nebo soutok řek).
- *Hydrogeologický rajon* – je území s obdobnými hydrogeologickými poměry, typem zvodnění a oběhem podzemní vody.

3.2 Oběh vody v přírodě

Voda je nejrozšířenější látkou na Zemi, patří k základním složkám životního prostředí a je také jednou z podmínek existence života na naší planetě. Všechna voda na Zemi a v atmosféře, ve všech skupenstvích, se nazývá hydrosféra. (Synáčková, 1994)

Voda ve skupenství plynném, kapalném a tuhém je na Zemi ve věčném nepřetržitém uzavřeném oběhu. Základnu pro globální oběh vody tvoří plocha světového oceánu, jež silně převládá nad plochou pevniny.

Oběh vody v přírodě dělíme na dva okruhy:

- velký oběh – je oběh vláhy mezi mořem a pevninou
- malý oběh – je oběh vláhy jen v rámci pevniny. (Hlavínek, Říha, 2004)

3.3 Čistota vody v České republice

3.3.1 Vývoj znečištění ve vodních tocích

Problematika jakosti vod je sledována a koncepce jejího řešení je postupně rozvíjena již od 50. let 20. století. Kritický stav čistoty vody není tedy způsoben neznalostí, a to zejména centrální sférou, při stanovení priorit hospodářského rozvoje a rozdělování investic, ale podceňováním skutečného významu a společenského dosahu.

Kvalita povrchové vody je od 60 let 20. století pravidelně sledována v ustálené síti kontrolních profilů a její stav je periodicky vyhodnocován. To znamená, že nepříznivý vývoj nebyl neznámý, a tedy ani překvapující. Pro ochranu vod byla v minulosti vydána řada zákonných opatření specifikujících limity znečištění, normativy, zákazy a omezení činnosti apod. Jejich účinnost se ukázala jako nedostatečná a nepřinesla očekávané výsledky, neboť nebyla doprovázena potřebnými opatřeními v realizační sféře. Navíc

tzv. výjimky (tj. souhlas vlády s vypouštěním odpadních vod odchylně od zákona) znesnadňovaly řešení nevyhovujícího stavu čistoty vod.

V České republice nebyl tedy ještě zdaleka vyřešen problém organického, biologicky odbouratelného znečištění. Zvláště závažné je tzv. plošné znečištění, které je způsobováno zejména plošnou aplikací hnojiv a chemických prostředků a drobnými rozptýlenými zdroji. Mezi další závažné příčiny znečišťování povrchových a podzemních vod jsou havárie způsobené zejména ropnými látkami, voda ve vodních tocích je kontaminována i řadou specifických, cizorodých látek. Například organicky vázané chlóvané látky, tetrachlorethylen (TCE) a polychlorované bifenyly (PCB), dále jsou to těžké kovy (měď, zinek, nikl, olovo, kadmium, chrom a rtuť).

Nedostatečným čištěním odpadních vod dochází ke zhoršování kvality pitné vody, omezuje možnost rekreace a vyvolává oprávněný tlak sousedních států na zlepšování stavu. (Synáčková, 1994)

3.4 Látky způsobující znečištění vody

Podle Zákona č. 20/2004 Sb., o vodách, a Nařízení vlády ČR č. 401/2015 Sb., které stanoví ukazatele přípustného stupně znečištění vod, je třeba chránit povrchové a podzemní vody před znehodnocením odpadními vodami a závadnými látkami.

Odpadní vody a škodlivé látky ohrožují jakost nebo zdravotní nezávadnost vod. (HLavínek, Říha, 2004)

3.5 Odpadní vody

Jsou druhy vod, které byly použity v sídlištích, obcích, závodech, ve zdravotnictví a dalších zařízeních. (Pitter, 1999) Zhoršenou jakostí můžou zapříčinit poškození kvality tekoucích nebo stojatých vod. (Adámek a kol., 2008) Odpadní vody dělíme podle různých hledisek znečišťujících látek na organické nebo anorganické.

V organicky znečištěných vodách se vyskytovat netoxické a biologicky rozložitelné látky (patří sem například sacharidy a bílkoviny), netoxické a biologicky těžko rozložitelné (tuky a ligninsulfonany), toxické a toxicky rozložitelné (fenoly a organofosfáty) nebo toxické a biologicky těžko rozložitelné (chlorované uhlovodíky a některé tenaty). (Hartman a kol., 2005)

Odpadní vody dělíme podle vzniku na splaškové, městské a průmyslové (Pitter, 1999). Splaškové vody jsou komunální odpadní vody z pocházející z domácností, hotelů, restaurací a nemocnic. Odpadní vody jsou znehodnocovány organickými a anorganickými látkami. (Oppeltová, 2015)

3.5.1 Splaškové vody

Množství splaškové vody, přitékající do čistírny, závisí na kolísání odběru vody z vodovodní sítě. Odběr vykazuje minima v nočních hodinách a dvě maxima v průběhu dne (13 až 15 a 18 až 20 hodina). U větších měst se projevuje retenční schopnost stokového systému a proto jsou extrémně menší a časově posunuty. Skutečně zjištěné složení městské odpadní vody lze posoudit pomocí ukazatelů specifické produkce znečištění, vztažených na 1 obyvatele.

Tab. č. 1: *Specifická produkce znečištění od 1 obyvatele za den (podle Pittera, 1999)*

Ukazatel	g.ob ⁻¹ .d ⁻¹
BSK ₅	60
N	12
P	1,6
CL ⁻	6
Extrahovatelné látky	15

Podle počtu obyvatel, připojených na kanalizaci a množství vody, lze v bezdeštném období vypočítat složení splaškové vody v daném městě. Jestliže je skutečná koncentrace znečištění menší než vypočtená, dochází k naředování splaškových vod vodami tzv. balastními, které se do kanalizace dostávají především netěsností sítě. (Synáčková, 1994)

Tab. č. 2: *Složení splaškových vod (Synáčková, 1994)*

Ukazatel	Rozměr	Odpadní vody		
		koncentrované	Průměrné	zředěné
Veškeré látky	mg/l	1 200	720	350

Rozpuštěné látky	mg/l	850	500	250
Ztráta žiháním	mg/l	325	200	105
Nerozpuštěné látky	mg/l	350	220	100
Ztráta žiháním	mg/l	275	165	80
Usaditelné látky	mg/l	20	10	5
BSK ₅ (20 °C)	mg/l	400	220	110
CHSK-Cr	mg/l	1 000	500	250
Celkový organ.uhlík	mg/l	290	160	80
Celkový dusík (N)	mg/l	85	40	20
Organický dusík	mg/l	35	15	8
N – NH ₄ ⁺	mg/l	50	25	12
N – NO ₂ ⁻	mg/l	0	0	0
N – NO ₃ ⁻	mg/l	0	0	0
Celkový fosfor (P)	mg/l	15	8	4
Organický fosfor	mg/l	5	3	1
Anorganický fosfor	mg/l	10	5	3
Chloridy	mg/l	100	50	30
Tuky	mg/l	150	100	50
KNK _{4,5}	mg/l	2	1	0,5

3.6 Chemické složení vod

Voda vyskytující se v přírodě je různě znečištěna a můžeme ji pokládat za roztok různých plynů, anorganických i organických látek. Složení přírodních vod je ovlivněné rozpustností tuhých látek a plynů, výměnou iontů mezi kapalinou a tuhou fází, oxidačně redukčními a biochemickými procesy. (Hlavínek, Říha, 2004) Organické látky se do vody dostávají prostřednictvím přirozeně tlejícího dřeva, z půdního a rašelinného humusu, z výluhů listů, z živočišných a rostlinných organismů, včetně zbytků odumřelých těl. Tyto látky nemusejí být pouze přirozeného charakteru, ale mohou být i antropogenního původu, například z městských a průmyslových odpadních vod, ze skládek či ze zemědělských odpadů. (Hubáčiková, Opletová, 2008) Z fyzikálního hlediska mohou být tyto látky přítomné jako iontově rozpuštěné tzv. elektrolyty,

neiontově rozpuštěné tzv. neelektrolyty, nebo nerozpuštěné (neusaditelné, usaditelné a vzplývavé). Rozdělení látek na rozpuštěné a nerozpuštěné závisí na způsobu separace. (Hlavínek, Říha, 2004)

3.6.1 Klasifikace látek přítomných ve vodách

Látky přítomné ve vodách dělíme na látky rozpuštěné a nerozpuštěné.

- *rozpuštěné látky I. třídy* – jsou to látky přítomné v množstvích větších než 5 mg/l. Patří sem například sodík, vápník, hořčík, křemík, hydrogenuhlíčitany, chloridy, sírany a organické látky
- *rozpuštěné látky II. třídy* – látky přítomné v množstvích větších než 0,1 mg/l. Patří sem například draslík, železo, bór, fluoridy, amoniakální dusík a dusičnany.
- *rozpuštěné látky III. třídy* – látky přítomné v množstvích větších než 0,01 mg/l. Patří sem hliník, mangan, měď, zinek, olovo, arsen, baryum, bromidy a fosforečnany
- *rozpuštěné látky IV. třídy* – látky přítomné ve stopových množstvích, v menších než 0,01 mg/l. Patří sem kadmium, chrom, kobalt, nikl, rtuť a kyanidy.
- *rozpuštěné látky V. třídy* – jsou to přechodné složky vznikající ve vodním prostředí při narušení rovnováhy – biologické cykly (oběh uhlíku, kyslíku, dusíku a síry) a radionuklidy.
- *nerozpuštěné látky I. třídy* – jsou to látky neusaditelné, usaditelné a vzplývavé
- *nerozpuštěné látky II. třídy* – patří sem mikroorganismy (řasy, bakterie, houby a viry). (Hlavínek, Říha, 2004)

3.7 Závadné látky

Závadné látky jsou látky, které při styku s vodou způsobují její kvalitativní znehodnocení, a tím i snížení její užitkové hodnoty. Závadnými látkami tedy rozumíme produkty, suroviny, odpady, přípravky, jejichž složky se mohou dostat do odpadních vod, ale tyto látky za určitých okolností mohou úplně samostatně a nezávisle na použití vody znečišťovat povrchové a podzemní vody. (Hlavínek, Říha, 2004)

3.7.1 Rozdělení závadných látek

Závadné látky, které se vyskytují samostatně nebo v odpadních vodách, je možno rozdělit podle různých hledisek. Nejčastější je rozdělení podle místa vzniku, zdroje znečištění, povahy látek, vlivu na jakost a zdravotní nezávadnost vod.

1) podle místa vzniku na látky produkované

- obyvatelstvem
- průmyslem
- zemědělstvím
- dopravou
- jinými složkami

2) podle zdroje znečištění

- bodové
- plošné

3) podle povahy látek

- fyzikální
- chemické
- biologické

- podle zdroje znečištění

- *bodové* – přímo produkují odpadní vody nebo závadné látky a můžeme je též označit jako zdroje ze soustředěným odváděním závadných látek (výpusť kanalizace, únik ropných látek ze skladu apod.)
- *plošné* – neodvádí závadné látky přímo, ale přispívá ke zhoršení jakosti povrchových a podzemních vod. Můžeme je označit jako zdroje rozptýlené (eroze, splachy terénu, eutrofizace, znečištění zemědělstvím a rekreací, exhaláty, skládky, srážky, atd.). (Hlavínek, Říha, 2004)

3.8 Organické látky

Původ organických látek v přírodních vodách může být buď přirozený, nebo antropogenní. Mezi přirozené organické znečištění lze zařadit:

- výluhy z půdy a sedimentů – půdní humus, rašelinný humus, výluhy z listí a výluhy z tlejícího dřeva
- produkty životní činnosti rostlinných a živočišných organismů, žijících ve vodě.

Organické látky antropogenního původu pocházejí ze splaškových a průmyslových odpadních vod, z odpadů ze zemědělství a mohou vzniknout i při úpravě vody (při dezinfekci chlorací). Z biologického hlediska může jít o látky podléhající biochemickému rozkladu, nebo o látky biochemicky rezistentní, které se mohou hromadit v hydrosféře. Znečištění povrchových a podzemních vod biologicky obtížné rozložitelnými látkami je nežádoucí, protože mnohé z nich nejsou ve vodárnách běžnými úpravárenskými postupy odstranitelné a obyvatelstvo pak trvale konzumuje pitnou vodu se zvýšeným obsahem organických látek, o jejichž dlouhodobých účincích je dosud známo jen málo.

Organické látky výrazně ovlivňují chemické a biochemické vlastnosti vody, které mohou mít následující účinky: karcinogenní, alergenní, mutagenní nebo teratogenní (polycyklické uhlovodíky, pesticidy, chlorované uhlovodíky).

- toxicita
- barva vody (humínové látky, lignisulfonáty, barviva)
- pach a chuť vody (ropné látky, chlorfenoly)
- pěnivost (tenzidy, některé pesticidy, chlorované uhlovodíky)
- povrchový film (ropné látky)

Zvláštní skupinu látek tvoří komplexotvorné látky, které ovlivňují koncentraci, distribuci a formy výskytu kovů ve vodách. Dělí se na:

- *přirodní* (např. humínové látky, polysacharidy, aminokyseliny)
- *umělé* (např. kyselina nitrotrioctová, ethylendiamintetraoctová, které se používají při výrobě syntetických detergentů)

Mezi základní metody určování koncentrace organických látek je chemická spotřeba kyslíku CHSK, biochemická spotřeba kyslíku BSK a stanovení organického kyslíku. (Hlavínek, Říha, 2004)

3.8.1 Ukazatele organického znečištění

Některé organické látky mohou ovlivnit kyslíkový režim povrchových vod nebo provoz čistíren odpadních vod. Pro určování všech organických látek ve vodě se používá stanovení chemické spotřeby kyslíku (CHSK) a stanovení biochemické spotřeby kyslíku (BSK). Mezi organické látky patří fenoly, tensidy, pesticidy, huminové látky, uhlovodíky a chlorované organické látky. (Pitter, 1999)

Biochemická spotřeba kyslíku (BSK) udává množství kyslíku, který je spotřebováván biochemickou oxidací organických látek ve vodě. Hodnoty BSK ovlivňuje doba inkubace.

Čím je hodnota BSK vyšší, tím je voda znečištěnější (Pitter, 1999).

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) se určuje dle množství oxidačního činidla, které se spotřebuje za určitých podmínek na oxidaci organických látek. V současnosti se jako oxidační činidlo aplikuje dichroman draselný. Stádium oxidace a rychlost je ovlivněna strukturou organických látek a metodou, která byla použita pro stanovení CHSK. (Pitter, 1999)

3.8.2 Druhy organických látek ve vodách

Ve vodách se nejčastěji vyskytují tyto organické látky:

- fenoly a polyfenoly – fenoly se ve vodách mohou vyskytovat v přirozeném nebo antropogenním původu. Fenolové sloučeniny se vyskytují ve všech orgánech rostlin a dřevin, skupinově se označují jako rostlinné fenolové sloučeniny, ty mohou být vyluhovány vodou a způsobovat tak její barevnost. Ve vodách, které jsou znečištěny průmyslovými odpady, koncentrace vzrůstá v době vodního květu. Při chloraci fenolů vznikají chlorfenoly, které silně zapáchají. V povrchových vodách se vyskytují fenoly v lesnatých oblastech jako produkty rozkladu látek (dřeva, listí, kůry). Jsou také obsaženy v moči (40 – 80 mg/d různých fenolů vylučuje člověk).
- huminové látky – jsou obsaženy v půdě, v rašelině a v dnových sedimentech, odkud jsou louženy vodou. Z vodohospodářského hlediska je nutné odlišovat vodní a půdní humus, který se liší svým složením. Vodní humus vzniká rozkladem planktonu a rostlin hromadící se v dnových sedimentech,

a liší se i podle původu (nádrže, toky). Vodní humus je méně stabilizován než půdní humus a obsahuje méně uhlíku a dusíku, ale více kyslíku.

- lignin a ligninosulfonové kyseliny – lignin je po celuloze a hemicelulosách další významnou složkou rostlinných tkání. Odpadní vody z výroby celulosy jsou velmi závadné, a proto je důležité znát vlastnosti ligninu při řešení problémů v hydrochemii a technologii vody
- pesticidy – jsou prostředky k hubení rostlinných a živočišných škůdců. Dělíme je na: insekticidy (na hubení hmyzu), fungicidy (potírání chorob rostlin způsobených houbami), herbicidy (na hubení plevelů) a pesticidy s více specifickými účinky. Kromě zemědělství se pesticidy používají i ve vodním hospodářství k likvidaci vodních rostlin, k redukci zooplanktonu. Mohou být povahy organické (organochlorované a organofosforové) nebo anorganické.
- karcinogenní látky – jsou obsaženy v exhalátech ze spalování paliv, ve výfukových plynech motorových vozidel a také v prašném spadu velkých měst. Daleko více než voda je karcinogenními látkami znečištěna atmosféra a potraviny. Jsou málo rozpustné a kumulují se v sedimentech.
- tenzidy a detergenty – ve vodách se mohou vyskytovat ve formě saponinů z odpadních vod cukrovarnického průmyslu. Způsobují pění za turbulentních podmínek v tocích, zpomalují přestup kyslíku do vody, způsobují dispergaci nerozpuštěných látek a emulgaci tuků a olejů, ve větších koncentracích mohou působit toxicky na vodní organismy, zmenšení účinku mechanického a biologického čištění odpadních vod a zatížení provozu a obsluhy čistírny tvorbou velkého množství pěny.
- ropné látky – ropné uhlovodíky ovlivňují pach a mají schopnost kumulovat se ve vodních organismech a dnových sedimentech. Olejový film na hladině zpomaluje přístup kyslíku do vody a ovlivňuje tak biochemický rozklad probíhající ve vodách. V odpadních vodách tvoří ropné látky podstatnou část nepolárních extrahovaných látek.
- chlorované organické látky – vedle již zmíněných chlorfenolů a chlorovaných pesticidů se ve vodě vyskytuje řada dalších organických chlorderivátů, jejichž obsah je důležitým ukazatelem jakosti vody. Kromě identifikace jednotlivých

látek má význam i stanovení koncentrace všech organických chlorovaných látek jako jeden z možných ukazatelů kvality vody. (Synáčková, 1994)

3.9 Anorganické látky

V závislosti na geologických podmínkách se ve vodách vyskytuje většina přirozeně se vyskytujících kovů a polokovů. Kovy se do vod dostávají kontaktem s půdou nebo horninou. Zdrojem kovů a polokovů antropogenního původu jsou odpadní vody z povrchových úprav kovů, z těžby a zpracování rud nebo z textilního průmyslu.

Mezi další zdroje patří agrochemikálie nebo atmosférické vody, které jsou znečištěny zplodinami výfukových plynů a ze spalování fosilních paliv. (Pitter, 1999)

Příkladem kovů je olovo. Olovo se nepatrně hromadí v důlních vodách, protože nepodléhá chemické a biochemické oxidaci. Zdrojem olova jsou výfukové plyny motorových vozidel, proto se nachází ve vegetaci v okolí veřejných komunikací, poté se dostává do vod atmosférických a splachem do vod povrchových. Olovo patří mezi látky toxické a ve vodním prostředí je velmi nebezpečný. (Synáčková, 1994)

V současnosti se v Evropě používá pouze bezolovnatý benzín, tím se zmenšil rozsah oblastí kriticky zatížených olovem. (Pitter, 1999)

Příkladem nekovů ve vodách jsou sloučeniny fluoru. Přirozeným zdrojem fluoru ve vodách mohou být některé minerály, které zvětráváním a vyluhováním přecházejí do vody. Koncentrace fluoridů v povrchových vodách je obvykle malá, činí setiny až desetiny mg/l. (Synáčková, 1994)

Sloučeniny chloru se do vody dostávají zvětráváním a vyluhováním hornin a půd. Dalším zdrojem chloridů jsou ložiska kamenné soli nebo ložiska draselných solí. Sloučeniny chloru jsou často doprovázeny bromidy a jodidy. V atmosférických vodách se mohou vyskytovat buď v přirozeném původu (v přímořských oblastech), nebo z průmyslových exhalací. Bohatým zdrojem obou prvků je mořská voda, fosilní minerální vody a ropné vody. (Pitter, 1999)

3.10 Monitorování jakosti vody

Monitoring jakosti vody je snaha získat kvantitativní informace o fyzikálních, chemických a biologických charakteristikách vody prostřednictvím „statistického vzorkování“. Činnosti spojené s monitoringem je možné rozdělit do dvou kategorií:

- provozní činnosti – spočívají v návrhu sítě, frekvenci vzorkování a volbě sledovaných ukazatelů jakosti vody, vzorkování (odběru vzorků a jejich dopravě) a laboratorních rozborech vzorků vody a jejich uložení.
- informační činnosti – sestávající z analýzy výsledků rozborů (obvykle statistické), konverze dat do tvaru vhodného pro prezentaci, uložení dat do vhodně navržené databáze, prezentace výsledků a využití získaných informací při řízení jakosti vody (hlášení, stanovení limitů, povolení vypouštění vod, použití modelových technik, apod.)

Postup při monitoringu sestává z posloupnosti následujících činností:

- *návrh monitoringu* – představuje umístění odběrných míst, určení sledovaných ukazatelů jakosti vody a stanovení frekvence vzorkování.
- *odběry vzorků* – obsahují stanovení způsobu odběrů a vlastního vzorkování, dále pak konzervaci a dopravu vzorků vody.
- *laboratorní rozbory* – zahrnují určení metody analýzy a pracovního postupu, kontrolu kvality rozboru a zaznamenání výsledků rozborů.
- *manipulace s daty* – je určení způsobu předání dat, třídění a verifikace dat, uložení dat do databáze, vypracování zpráv (ročenka) a zveřejnění dat.
- *analýza dat* – obvykle obsahuje základní statistickou analýzu, regresní analýzu, analýzu časových řad a srovnání naměřených hodnot s předepsanými limity v jednotlivých ukazatelích. Součástí analýzy dat je také klasifikace jakosti vody a interpretace naměřených a zpracovaných údajů ve formě map jakosti vody dle ČSN 75 7221 a modelové hodnocení jakosti vody.
- *využití informací* – při rozhodovacím procesu v oblasti péče o jakost vody spočívá v návrhu formátu a ve vlastní prezentaci zpracovaných dat a jejich publikaci a ve zveřejnění výsledků na základě potřeb

jednotlivých uživatelů dat. Důležité je rovněž zpětné vyhodnocení efektivnosti monitoringu z pohledu využitelnosti dat. (Hlavínek, Říha, 2004)

3.10.1 Hodnocení jakosti vod

Jakost povrchových vod se hodnotí dle normy ČSN 75 7221. Klasifikace jakosti povrchových vod, která byla novelizovaná v říjnu 1998. Pro vyhodnocení stupně znečištění se posuzuje jakost povrchových vod podle hodnot, které se získají komplexním rozbořem. (Hlavínek, Říha, 2004)

3.10.1.1 Definice tříd jakosti povrchových vod dle ČSN 75 7221

Jakost povrchových tekoucích vod se dělí do pěti tříd:

- **I. třída – neznečištěná voda** – je stav povrchové vody, která nebyla významně ovlivněna lidskou činností, ukazatele jakosti vody nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému přirozenému pozadí v tocích
- **II. třída – mírně znečištěná voda** – je stav povrchové vody, která byla mírně ovlivněna lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které stále umožňují existenci bohatého vyváženého a udržitelného ekosystému
- **III. třída – znečištěná voda** – je stav povrchové vody, která byla ovlivněna lidskou činností tak, že se nemusí vytvořit podmínky pro existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému
- **IV. třída – silně znečištěná voda** – je stav povrchové vody, která je ovlivněna lidskou činností, ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky pouze pro existenci nevyváženého ekosystému
- **V. třída – velmi silně znečištěná voda** – je stav povrchové vody ovlivněna lidskou činností, ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky pouze pro existenci silně nevyváženého ekosystému. (ČSN 75 7221)

Tab. č. 3: Mezní hodnoty jakostních tříd dle ČSN 75 7221 (ČSN 75 7221 Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod)

Obecné, fyzikální a chemické ukazatele	Měrná jednotka	Třída				
		I.	II.	III.	IV.	V.
Elektrolytická konduktivita	mS/m	< 40	< 70	< 110	< 160	≥ 160
Rozpuštěný kyslík	mg/l	> 7,5	> 6,5	> 5	> 3	≤ 3
Dusičnanový dusík	mg/l	< 3	< 6	< 10	< 13	≥ 13
Celkový fosfor	mg/l	< 0,05	< 0,15	< 0,4	< 1	≥ 1

Tab. č. 4: Příklady použití vod jednotlivých tříd dle ČSN 75 7221 (Hlavínek, Říha, 2004)

I. třída	<p>Voda je obvykle vhodná pro všechna použití zejména pro:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vodárenské účely po přiměřené úpravě - potravinářský a jiný průmysl, požadující jakost pitné vody - koupaliště - chov lososovitých ryb <p>Voda má velkou krajínotvornou hodnotu.</p>
II. třída	<p>Voda je obvykle vhodná pro všechna použití zejména pro:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vodárenské účely po přiměřené úpravě - vodní sporty - zásobování průmyslu vodou - chov ryb <p>Voda má velkou krajínotvornou hodnotu.</p>
III. třída	<p>Voda je obvykle vhodná jen pro zásobování průmyslu vodou; pro vodárenské využití je použitelná jen tehdy, není-li k dispozici zdroj lepší jakosti a to za předpokladu použití víceúrovňové technologie úpravy.</p> <p>Voda má malou krajínotvornou hodnotu.</p>
IV. třída	Voda je obvykle vhodná jen pro omezené účely.
V. třída	Voda není vhodná pro žádný účel.

3.10.2 Monitoring jakosti vody ve vodních tocích

Jakost vody v tocích historicky výrazně ovlivňuje ekonomický i kulturní rozvoj regionů využívajících vodní toky a současně má značný vliv na životní prostředí celé oblasti. Místní zhoršení jakosti vody v toku se propaguje směrem po toku a může způsobit nedozírné následky ve vodních útvarech níže po proudu. Z toho důvodu musí být péče o jakost vody státním zájmem, tj. v kompetenci příslušného rezortu vlády.

Proto i monitoring vychází z velké části z požadavků legislativních, ze zákonů, vyhlášek a vládních nařízení. Legislativní nástroje nicméně vymezují pouze obecné cíle a požadavky na monitoring a lze je proto považovat za základní rámec pro aktivity spočívající ve sledování jakosti vody v tocích. Obecné legislativní požadavky na rozsah a realizaci monitoringu jsou doplněny místními požadavky na sledování jakosti vody v tocích. Ty jsou formulovány místními orgány státní správy (vodohospodářským orgánem), vodohospodářskou inspekcí, správci toků, hygienickými stanicemi a dalšími subjekty. Požadavky na monitoring musí rovněž respektovat ekonomické požadavky nezbytné k jeho zajištění. Určitý posun v koncepčním přístupu k monitoringu a jeho zpracování představují v současné době sestavované pilotní projekty vodohospodářského plánu povodí, které obsahují podrobnější návrhová opatření pro sledování jakosti vody v ucelených povodích. Jasně definovaný legislativní rámec se zohledněním místních požadavků umožňuje lepší definování cílů monitoringu jakosti vody a následně i návrhových kritérií monitorovací sítě a realizace vlastního monitoringu. (Hlavínek, Říha, 2004)

V případě, že se jedná o sledování jakosti vody v jednotlivých vodních tocích je stanovení odběrných míst poměrně jednoduchou záležitostí. Odběrná místa jsou umístěna obvykle pod významnými zdroji komunálního nebo průmyslového znečištění a v místech významnějších přítoků. Četnost odběrů je dána účelem sledování a pohybuje se od několika minut (při sledování šíření mraku znečištění např. po havárii) až po týdny a měsíce u pravidelného (trvalého) monitoringu ve státní síti měrných profilů. V případě sledování jakosti vody pod výpustmi odpadních vod např. z ČOV může jít i o nepravidelné namátkové odběry.

Základní veličinou ovlivňující koncentraci, ale i hmotnostní průtok sledovaných znečišťujících látek, je průtok vody. V profilech, v nichž je prováděn monitoring, je proto třeba zjistit průtokové poměry v době odběru vzorků. (Hlavínek, Říha, 2004)

3.11 Sledované ukazatele stanovené v terénu

3.11.1 Konduktivita

Konduktivita je přibližná míra koncentrace elektrolytů, ze kterých vznikají disociované ionty přenášející elektrický proud. (Horáková a kol., 1986) U velmi zředěných roztoků silných elektrolytů je disociace prakticky úplná, u slabých elektrolytů závisí stupeň disociace na disociační konstantě soli, kyseliny nebo zásady a u posledních dvou také na pH roztoku. Ionty činí vodný roztok elektricky vodivým.

Konduktivita je definována jako převrácená hodnota elektrického odporu roztoku mezi dvěma vloženými platinovými elektrodami. Její jednotkou je Siemens na metr (S/m), v hydrochemii obvykle mS/m. Konduktivita závisí na teplotě, proto se její měření provádí při konstantní teplotě 20± 0,1 °C. Vzrůst nebo pokles teploty o 1 °C vyvolává změnu konduktivity přibližně o 2 %.

U některých vod obsahující převážně anorganické látky (podzemní a některé povrchové i odpadní vody) lze konduktivitu použít jako přibližnou míru koncentrace minerálních elektrolytů. U odpadních vod obsahujících soli organických kyselin nebo zásad je konduktivita mírou koncentrace minerálních i organických elektrolytů.

Oxid uhličitý ve vyšších koncentracích sice konduktivitu vody zvyšuje, jeho vliv se však obvykle zanedbává. (Hlavínek, Říha, 2004)

3.11.2 Kyslík

Kyslík je jedním z nejrozšířenějších faktorů všech vodních systémů. Je nezbytný pro chemické a biochemické procesy a reakce (Lellák & Kubíček, 1991). Kyslík se do vody dostává difúzí z atmosféry, při fotosyntetické asimilaci vodních rostlin, sinic a řas a při turbulenci vody (např. peřeje, jezy a vodopády). Rozpustnost kyslíku ve vodě ovlivňuje jak teplota vody, tak i tlak a při větších výškových rozdílech může mít tento vliv velký význam. Kyslíkové poměry se kromě koncentrací rozpuštěného kyslíku vyjadřují také procentem nasycení. Pokud není voda nasycená kyslíkem, vyjadřuje se toto nenасыcení jako kyslíkový deficit, vyjádřený v mg/l nebo jako objemový zlomek v %. (Pitter, 2009)

3.11.3 Hodnota pH

Hodnota pH je jedním z nejcitlivějších ukazatelů rovnovážných stavů v přírodních vodách. (Hlavínek, Říha, 2004) Veličina pH je definována jako záporný dekadický logaritmus aktivity rovnovážné koncentrace oxoniových kationtů H_3O^+ . Hodnota pH se určuje stupnicí od 1 do 14, pro roztoky s $\text{pH} < 7$ označujeme jako kyselé (nadbytek H^+), roztoky s $\text{pH} > 7$ jako zásadité a roztoky při $\text{pH} = 7$ jako neutrální. (Kostura, 2006)

Hodnota pH je důležitou veličinou na posouzení kyselosti nebo zásaditosti vody a je mírou obsahu látek, které ji způsobují. Určuje se kolorimetricky (pomocí univerzálního indikátoru, indikátorových papírků, tlumivých roztoků), nebo potenciometricky (nejčastěji použitím soustavy: kalomelová – skleněná elektroda).

Některé biologické procesy mohou ovlivňovat pH přírodních vod. (Hlavínek, Říha, 2004)

3.11.4 Teplota

Teplota povrchových vod se mění během roku podle ročního období a počasí. (Horáková et al., 2007) Teplota je jedním z významných ukazatelů jakosti a vlastností vody. Významně ovlivňuje chemickou a biochemickou reaktivitu i v poměrně úzkém teplotním rozmezí přírodních a užitkových vod, a to od $0\text{ }^\circ\text{C}$ asi do $30\text{ }^\circ\text{C}$. Většina biochemických procesů probíhá při teplotách blízkých se nule jen velmi zvolna (např. nitrifikace). Je nezbytným údajem při výpočtu chemických rovnováh ve vodách (např. při posuzování vápenato-uhličitanové rovnováhy, agresivity vody, rozpustnosti tuhých látek a plynů), při stanovení biochemické spotřeby kyslíku, při hodnocení samočištění povrchových vod aj. Teplota například významně zvyšuje podíl toxického nedisociovaného amoniaku na celkové koncentraci amoniakálního dusíku. Tento podíl se v teplotním rozmezí $5\text{ }^\circ\text{C}$ až $25\text{ }^\circ\text{C}$ zvyšuje několikanásobně.

Velký význam má teplota povrchových vod, protože ovlivňuje rozpustnost kyslíku, rychlost biochemických pochodů, a tím i celý proces samočištění.

Při vypouštění oteplených vod do vod povrchových se někdy hovoří o *tepelném znečištění (zatížení)*. Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových nesmí být podle nařízení vlády č. 82/1999 Sb. překročena u vodárenských toků teplota $20\text{ }^\circ\text{C}$ a u ostatních povrchových vod teplota $26\text{ }^\circ\text{C}$. (Pitter, 1999)

3.12 Sledované ukazatele stanovené v laboratoři

3.12.1 Celkový fosfor

V přírodě se fosfor vyskytuje pouze ve formě chemických sloučenin. Celkový fosfor je dán množstvím anorganických orthofosforečnanů (PO_4^{3-}), polyfosforečnanů a organicky vázaného fosforu. Do vod se fosfor dostává ve formě orthofosforečnanů a polyfosforečnanů z hnojiv, pracích a čistících prostředků atd. Organicky vázaný fosfor pochází z rozkladných produktů fauny a flóry, ze živočišných odpadů ale i z chemických přípravků používaných v zemědělství (jedná se například o fosfolipidy, organofosforové pesticidy, koenzymy ATP a ADP). V přírodních vodách a odpadních vodách se fosfor vyskytuje převážně ve formě různých fosforečnanů.

O tom, jestli, anorganické orthofosforečnany nabývají formy PO_4^{3-} (fosforečnanů; ve vodním prostředí při $\text{pH} > 8$), HPO_4^{2-} (hydrogenfosforečnanů), H_2PO_4^- (dihydrogenfosforečnanů) nebo H_3PO_4 (kyseliny fosforečné; ve vodním prostředí při $\text{pH} < 7$) rozhoduje pH vody. (Lellák, Kubíček, 1992)

3.12.2 Dusičnany

Dusičnany vznikají hlavně sekundárně při nitrifikaci amoniakálního dusíku. Jsou konečným stupněm rozkladu organických dusíkatých látek v omickém prostředí. Dalším zdrojem je hnojení zemědělsky obdělávané půdy dusíkatými hnojivy. Vyskytují se také v atmosférických vodách. Dusičnany jsou v malých koncentracích obsaženy téměř ve všech vodách. V přírodních vodách se koncentrace dusičnanů mění v závislosti na vegetačním období. Dusičnany obsaženy v odtocích z biologických čistíren odpadních vod, mají charakter sekundárního znečištění, protože mohou být v povrchových vodách příčinou nadměrného rozvoje sinic a řas. Při biologických přeměnách podléhají ve vodách redukcí na dusitany až elementární dusík. Tento proces se nazývá denitrifikace. Ve vodních tocích se připouští malá koncentrace dusičnanového dusíku (vodárenské toky 3,4 mg/l a ostatní toky 11,0 mg/l), pitná voda má nejvyšší hodnotu obsahu dusičnanů 50 mg/l. (Synáčková, 1994)

3.12.3 Chemická spotřeba kyslíku (CHSK)

Chemická spotřeba kyslíku je reakce, která je definována jako množství kyslíku odpovídající spotřebě oxidačního činidla při úplné oxidaci organických látek obsažených ve vodě. (Pošta et al., 2005, Vyrides a Stuckey 2009) Jako oxidační činidlo bývá používán manganistan draselný (KMnO_4) v kyselém prostředí, pak hovoříme o chemické spotřebě manganistanovou metodou (CHSK_{Mn}) nebo dichroman draselný ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), pak mluvíme o chemické spotřebě kyslíku dichromanovou metodou (CHSK_{Cr}). Právě dichromanová metoda se v dnešní době používá stále častěji než metoda s použitím manganistanu, protože zajišťuje dokonalou oxidaci většiny organických látek a je dobře reprodukovatelná. Hodnoty CHSK_{Cr} bývají u všech druhů vod větší než hodnoty s použitím CHSK_{Mn} . Za daných podmínek (vyšší koncentraci oxidačního činidla, vyšší teplota při oxidaci, delší reakční dobu a Ag^+ jako katalyzátor) jsou touto metodou organické látky oxidovány na 90 až 100 %. (Viana da Silva et al., 2011) V některých průmyslových odpadních vodách a prakticky ve všech povrchových, včetně i pitné vody, se používá metoda založená na oxidaci manganistanem tzv. Kubelova metoda. Touto metodou se většina látek oxiduje jen nepatrně. Obvykle se hodnoty CHSK udávají v mg/l (rozumí se mg kyslíku odpovídajícího podle stechiometrie spotřeby oxidačního činidla na 1 litr vody). (Horáková et al., 2007)

4 Základní charakteristika zájmového území Zbýšov

ID toku	10200411
Tok	Mlýnský náhon
Druh toku	Vodní tok
Číslo hydrologického pořadí	4-15-03-088
Povodí	Povodí Moravy, s. p.
Správce	Povodí Moravy, s. p.
Délka toku	cca 5 500 m

(Heis vův, 2017)

4.1 Základní charakteristika náhonu ve Zbýšově a v Hostěrádkách-Rešově

Přes obec Zbýšov vede trasa bývalého Mlýnského náhonu, který sloužil k přivádění říční vody z řeky Litavy na vodní mlýny nad obcí Zbýšov a v obci a ve městě Újezd u Brna. V roce 2011 Povodí Moravy, s. p. na základě žádosti obce Zbýšov pročistili nátok a koryto Mlýnského náhonu v délce 300 metrů až po začátek obce, díky kterému se opět obnovil průtok v náhonu a tím se obnovil původní biokoridor. Vodní hladina koryta s malým průtokem umožnila život vodním živočichům (ondatra pižmová (*Ondatra zibethicus*)), vodnímu ptactvu (volavka popelavá (*Ardea cinerea*)), vodnímu hmyzu (velká šídla i vážka polská) a obojživelníkům. Také zajistila růst vodních rostlin a specifické mikroklima podél vodního toku. V současnosti je koryto náhonu mírně zaneseno na pravém břehu řeky Litavy těsně u pevného jezu se šterkovou propustí splaveninami. Obě vodní elektrárny na náhonu v bývalých mlýnech jsou nefunkční. Původní koryto odvádí jen část srážkových vod z podpovodí při větších deštích. Mlýnský náhon probíhá i obcí Hostěrádky-Rešov. Koryto náhonu je zde z velké části zaneseno splaveninami a plaveninami a zarostlé křovinami.

Dle dostupných informací zastupitelů obce jsou zde také problémy s odtokem srážkové vody ve svažitém území nad obcí (tzv. pod Prackým kopcem). V současné době je koryto náhonu asi 150 metrů za obcí Hostěrádky-Rešov vyschlé.

4.2 Projekt kanalizace a ČOV

Projekt kanalizace a ČOV Šaratice, Zbýšov a Hostěrádky-Rešov byl schválen v září roku 2014, kdy také začala jako první probíhat stavba čistírny odpadních vod (ČOV) v Šaraticích, a přečerpávacích stanic ve Zbýšově a Hostěrádkách-Rešově.

Ke konci roku 2014 začaly výkopové práce. Zbýšov v součinnosti se sousedními obcemi Šaratice a Hostěrádky-Rešov založil za účelem budování splaškové kanalizace napojené na ČOV v minulých letech dobrovolný svazek obcí Litava, který dále zbudovanou kanalizaci provozoval. Obec v roce 2016 její budování dokončila a napojila se na ČOV v Šaraticích. (Litava-DSO, 2017) Vzhledem k více než 80% údolní rovině, kde nešlo dosáhnout v daných vzdálenostech potřebné spádové podmínky pro instalaci klasické kanalizační sítě, byla pro dané oblasti navržena podtlaková kanalizace. Celý systém podtlakové kanalizace funguje na principu vyvození podtlaku 0,3 – 0,6 baru ve stokové síti a nasáváním splašků přes domovní přepouštěcí šachty od zdrojů do sběrného tanku, odkud jsou splašky čerpány do místa čištění. (ČOV Šaratice)

Objekty pro bydlení a objekty občanské vybavenosti jsou na síť napojeny sběrnými šachtami a ventily (bez potřeby elektrické energie, tyto jsou součástí podtlakových vedlejších stok). Dešťová kanalizace je pak vedena otevřenými vodotečemi do Mlýnského náhonu. (Obec Zbýšov, 2016)

Projekt kanalizace a ČOV Šaratice, Zbýšov a Hostěrádky-Rešov stál 194 872 580 Kč bez DPH, část projektu byl spolufinancován Evropskou unií. (Litava-DSO, 2017)



Obr. č. 1: Sběrný tank a ČOV Šaratice (foto Litava-DSO, 2015)

4.3 Poloha obce Zbýšov

Obec Zbýšov se rozkládá na hranici mezi Drahanskou vrchovinou a Chřiby, v povodí řeky Litavy v nadmořské výšce 204 m n. m. Leží 6 km jihozápadně od Slavkova u Brna, 15 km jihovýchodně od Brna, při železniční trati Brno – Přerov.

Obec se nachází v Jihomoravském kraji, v okrese Vyškov. Obec má jen jednu část a rozkládá se na katastrálním území o celkové výměře 480 ha, většina tvořena ornou půdou. (Zbýšov, 2015)



Obr. č. 2: Mapa obce Zbýšov (Zdroj: mapy.cz, upraveno autorem) a pohled na obec Zbýšov (Zdroj: <http://frypat.blog.cz>)

4.3.1 Geologické podloží a poměry

Území je budováno neogenními sedimenty karpatské prohlubně. Jedná se zejména o vrstevnaté vápnité jíly, podřadně písky, pískovce a šterky karpátu, které vystupují omezeně na povrch. Na podložních sedimentech spočívá rozsáhlý pokryv spraší a sprašových hlín (pleistocén), ze kterého vystupují malé ostrůvky fluviálních písčitých šterků. Menší údolí vyplňují holocenní deluviofluviální písčitohlinité sedimenty. V nivě Litavy a Rakovce jsou rozsáhlejší akumulace holocenních fluviálních písčitohlinitých sedimentů. Vodní toky Litava a Rakovec jsou značně upraveny. Koryta byla výrazně napříměna i prohloubena a oba toky lemují protipovodňové hráze. Omezení záplav a pokles hladiny podzemní vody v nivě umožnil přeměnu luk na ornou půdu, zároveň však významně negativně ovlivnil její retenční schopnost. (Halama, 2013)

4.3.2 Hydrografické poměry

Celé území leží v povodí Litavy, která je levostranným přítokem Svratky. Jižně se do Litavy z pravé strany vlévá Rakovec. Severně od obce Vážany nad Litavou se do Litavy z levé strany vlévá Koberčický potok.

Litava pramení jihovýchodně od Cetechovic ve výšce 510 m n. m., ústí zprava do Litavy u Hrušek v 195 m n. m., plocha povodí je 142,7 km², délka toku je 34,1 km, průměrný průtok u ústí je 1,53 m³/s.

Dle hydrologických map Atlasu krajiny ČR (2009) náleží řešené území k regionu s velmi nízkým celkovým odtokem (méně než 5 l/s/km²), nejvodnější měsíce jsou únor a březen, retenční schopnost je nízká, odtok je středně rozkolísaný a jeho koeficient je velmi nízký. Dále se jedná o oblast, kde převažuje celoroční doplňování zásob podzemních vod (v samotné nivě Litavy je však spíše sezonní), průměrný specifický odtok podzemních vod je menší než 1 l/s/km². (Halama, 2013)

Řeka Litava spadá do skupiny vrchovino-nížinných toků, pro které je charakteristická vyšší vodnatost v zimě a v létě. Litava je levým přítokem Svratky, do které se vlévá v Židlochovicích. Svratka se dále vlévá do Dyje, která se spojuje v nejnižnějším cípu Jihomoravského regionu s Moravou a společně tak tvoří levý přítok veletoku Dunaj, ústícího do Černého moře. Vytýčené území tedy můžeme zařadit do úmoří Černého moře. (Zbýšov, 2015)

Ve vybrané oblasti pramení „Zbýšovský“ potok, který vyvěrá v malé roklině v severní části katastrálního území a odvodňuje celou okolní lokalitu. Po průtoku kolem místních sadů se potok ztrácí a vsakuje se zpět do země. Při větších srážkových průtocích či případném jarním tání sněhu se dostává voda až do obce, kde je koryto potoka dále usměrňováno uměle.

Za obcí se vlévá do mlýnského náhonu, který je bočním přepadem odveden z řeky Litavy. Po několika kilometrech se mlýnský náhon u obce Šaratice opět vlévá do mateřského toku. (Zbýšov, 2015)

5. Metodika

Pro hodnocení změny jakosti vody Zbýšovského náhonu bylo zvoleno měření pomocí multimetru (sondy zachycující údaje: pH, konduktivity a celkové spotřeby kyslíku). Toto měření probíhalo od prosince roku 2015 do prosince roku 2016. Měření probíhalo pravidelně každý měsíc a odebírání vzorků vody bylo prováděno s periodicitou tří měsíců a to v měsíci prosinec, březen, červen, září a v prosinci.

Bylo stanoveno celkem pět odběrných míst: OP2 - řeka Litava, která protéká u Zbýšovského mlýna.



Obr. č. 3: OP 2: Řeka Litava, Zbýšov. Souřadnice: 49.127658 N, 16.816123 E

Dalším odběrným místem byl zvolen OP3- Zbýšovský náhon za mlýnem.



Obr. č. 4: OP 3: Náhon za mlýnem, Zbýšov. Souřadnice: 49.128908 N, 16.812593 E

OP1-Zbýšovský náhon za obcí Zbýšov.



Obr. č. 5: OP 1 – Náhon za obcí Zbýšov. Souřadnice: 49.127455 N, 16.805169 E

OP4-náhon za obcí Hostěrádky-Rešov.



Obr. č. 6: OP 4 – Náhon za Hostěrádkama-Rešov. Souřadnice: 49.113987 N, 16.785025 E

A poslední zvolené odběrné místo byla zvolena řeka Litava OP5 ve městě Újezd u Brna.



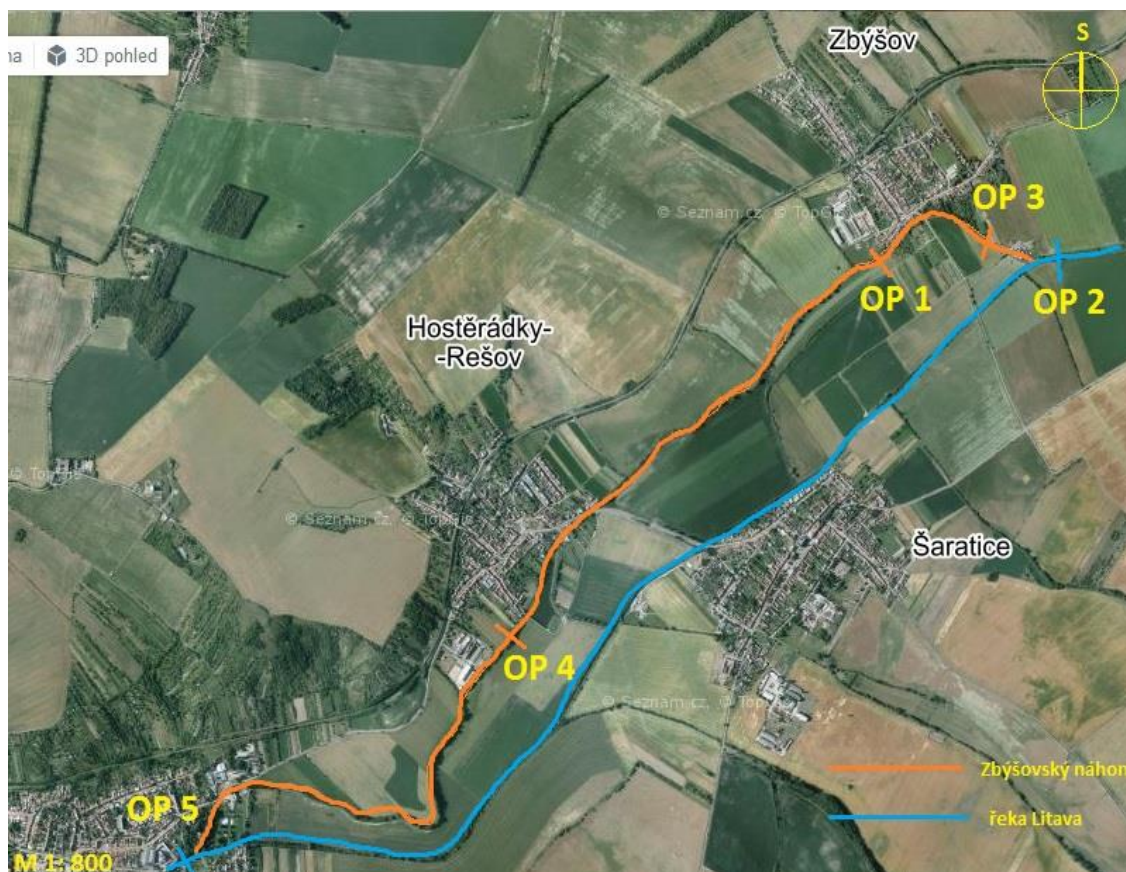
Obr. č. 7: OP 5 – řeka Litava, Újezd u Brna. Souřadnice: 49.104986 N, 16.765108 E

V jednotlivých odběrných místech byly stanovovány aktuální hodnoty jakosti vody (v in situ): konduktivity, rozpuštěné množství kyslíku, pH a teploty pomocí přístroje multimetru značky HACH. V měsících prosinec, březen, červen, září a prosinec byly odebírány z toků vzorky, které byly následně analyzovány v laboratoři, kde byly stanoveny ukazatelé: dusičnanový dusík, chemická spotřeba kyslíku (CHSK) a celkový fosfor. Rozbory vzorků byly zajišťovány v laboratoři na Ústavu aplikované a krajinné ekologie pomocí termoreaktoru a spektrofotometru také od firmy HACH.

Zjištěné hodnoty uvedených ukazatelů pak byly porovnány s ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod a Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

5.1 Terénní průzkum

Pro stanovení jakosti vody Zbýšovského náhonu bylo vybráno celkem pět odběrných míst. Odběrná místa se nachází po celé délce toku, měření v terénu probíhalo každý měsíc od prosince roku 2015 do prosince roku 2016, vzorky se odebíraly pravidelně po čtvrt roce. Odběrné profily jsou vyznačeny na Obr. č. 8.



Obr. č. 8: Mapa s místy odběrných profilů (zdroj: mapy.cz, upraveno autorem)

5.2 Postup měření v terénu

Po zvolených odběrných místech se začalo se zjišťováním základních ukazatelů a s odběrem vzorků. Jako první byly změřeny základní parametry vody pomocí sond přenosného multimetru HACH HQ30d. Po připojení sondy do přístroje a následné ponoření do vody se mohlo začít s měřením a čekat, až se na displeji zobrazí výsledné hodnoty. Dále se postupně připojovaly kyslíková sonda k měření množství rozpuštěného kyslíku, pH elektroda k měření pH vody a vodivostní sonda k měření konduktivity, všechny tyto sondy zároveň měří i teplotu vody. Naměřené údaje byly zapisovány spolu s očíslovaným vzorkem, místem odběru a daty do průvodního listu, který posloužil pro další dokumentaci. Vzorky byly odebírány do 0,5 litrových lahví (polyethylenových), které byly nejprve vypláchnuty odebíraným vzorkem a poté naplněny bez přístupu vzduchu. Jednotlivé lahve byly označeny číslem místa

odběru, aby nedošlo k záměně s jiným vzorkem. Rozbor naplněných a očíslovaných vzorků byl proveden ihned po návratu z terénu nebo byly vzorky uloženy do lednice a poté do 24 hodin proveden laboratorní rozbor.



Obr. č. 9: Přenosný multimetr se sondami

5.3 Postup práce v laboratoři

Rozbor vzorků vody byl proveden v laboratoři na Ústavu aplikované a krajinné ekologie. Pro stanovení chemické spotřeby kyslíku CHSK a dusičnanového dusíku $\text{NO}_3^- \text{N}$, bylo nutné nejprve přefiltrovat jednotlivé vzorky vody přes filtrační aparaturu a poté bylo možné začít s vlastní analýzou. Zjištění celkového fosforu P bylo prováděno bez filtrační aparatury. Ke stanovení dusičnanového dusíku $\text{NO}_3^- \text{N}$ byl použit spektrofotometr HACH DR/4000U, který pracuje na základě pohlcování světla různých vlnových délek spektra. Pro stanovení celkového fosforu P a chemické spotřeby kyslíku CHSK byl nejprve použit termoreaktor HACH DRB 200 a až poté spektrofotometr.



Obr. č. 10: Termoreaktor a spektrofotometr

5.3.1 Stanovení dusičnanového dusíku NO_3^- N dle metody HACH Lange

Na spektrofotometru navolíme program č. 2530 pro stanovení obsahu dusičnanů. Naplníme dvě kyvety po 10 ml přefiltrovaného vzorku. Jednu kyvetu se slepým vzorkem vložíme do spektrofotometru, do druhé kyvety přidáme obsah sáčku NitraVer 5.

Na spektrofotometru zmáčkneme tlačítko START TIMER a 1 minutu silně mícháme. V okamžiku po zvukové signalizaci opět stiskneme START TIMER, začne probíhat 5 minut dlouhá reakce. Po ukončení reakce vynulujeme spektrofotometr, slepý vzorek vyměníme za kyvetu se vzorkem a na displeji se objeví výsledek v mg/l NO_3^- N.

5.3.2 Stanovení celkového fosforu P dle metody HACH Lange

Nejprve musíme zapnout termoreaktor a přehřát ho na $105\text{ }^\circ\text{C}$. Mezitím si přichystáme 5 vialek (podle počtu odběrných míst), do kterých odpipetujeme 5 ml nepřefiltrovaných jednotlivých odebíraných vzorků. Do vialky přidáme obsah sáčku Potassium Persulfate, uzavřeme a zamícháme. Připravené vialky vložíme na 30 minut do již nahřátého termoreaktoru. Po uplynutí stanovené doby vyjmeme vialky do stojanu a necháme vychladnout na pokojovou teplotu. Na spektrofotometru navolíme program č. 3036 pro stanovení celkového fosforu. Do každé vialky zvlášť

odpipetujeme 2 ml roztoku 1.54 N Sodium hydroxide a zamícháme. Vialku vložíme do držáku spektrofotometru a vynulujeme. Vialku vyjmeme a přidáme do ní obsah sáčku PhosVer 3 a směs mícháme po dobu 10 až 15 sekund, prášek se úplně nerozpustí.

Vialku vložíme do stojanu a začne probíhat 2 minuty dlouhá reakce. Poté vložíme vialku se vzorkem opět do spektrofotometru, na displeji se objeví výsledek v mg/l P.

5.3.3 Stanovení chemické spotřeby kyslíku (CHSK) dle metody HACH Lange

Nejprve musíme zapnout termoreaktor a předeřít ho na 150 °C. Mezitím si přichystáme 6 vialek (5 vialek podle počtu odběrných míst a 1 vialka pro slepý vzorek), do 5 vialek odpipetujeme 2 ml nepřefiltrovaných jednotlivých odebíraných vzorků a do 1 vialky odpipetují 2 ml destilované vody (slepý vzorek). Vialky řádně uzavřeme a promícháme, dokud se nezahřejí. Připravené vialky vložíme na 120 minut do nahřátého termoreaktoru. Po uplynutí stanovené doby vyjmeme vialky do stojanu a asi 20 minut je necháme zchladnout, poté je stále horké několikrát otočíme dnem vzhůru a necháme je vychladnout na pokojovou teplotu. Na spektrofotometru navolíme program č. 2710 pro stanovení chemické spotřeby kyslíku. Vialku se slepým vzorkem vložíme do držáku spektrofotometru a vynulujeme. Vialku se slepým vzorkem vyjmeme a vložíme do spektrofotometru vialku se vzorkem, na displeji se objeví výsledek v mg/l COD.

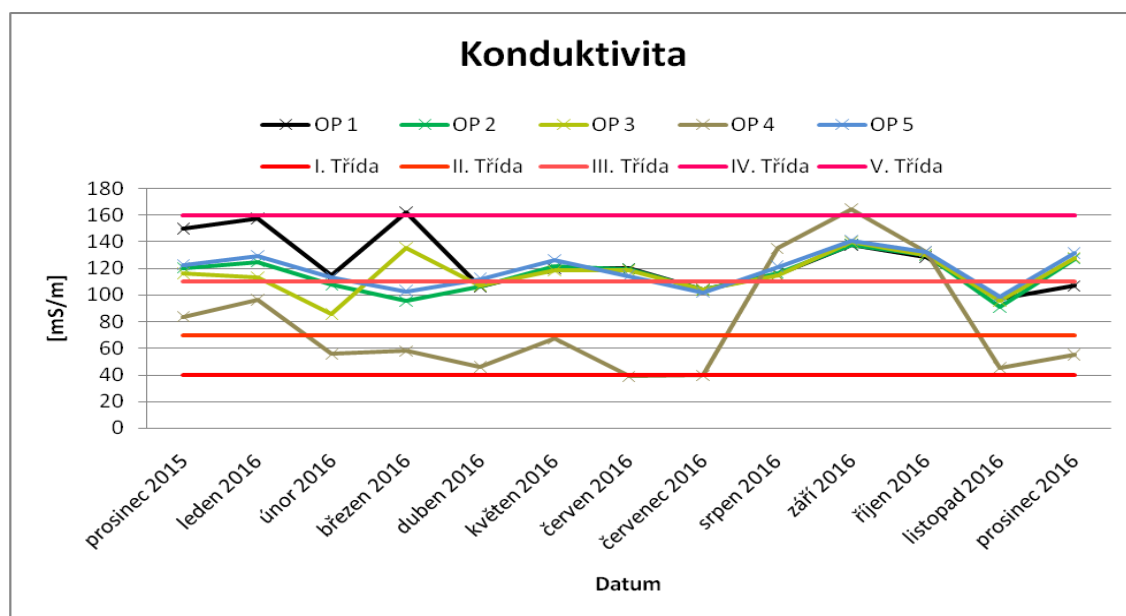
6 Výsledky a diskuze

Naměřené hodnoty jsou vyhodnoceny dle normy ČSN 75 7221 – Klasifikace jakosti povrchových vod, které byly popsány v kapitole 3.10.1.1 Definice tříd jakosti povrchových vod. Voda se podle této normy zařazuje do jednotlivých jakostních tříd, slouží také k porovnání její jakosti v různém čase a místě, vypočtené hodnoty ukazatelů odpovídají mezním hodnotám, které jsou dány pro každou danou třídu.

Tato kapitola také obsahuje grafické znázornění všech naměřených hodnot z jednotlivých odběrných míst a data odběrů, pro jejich srovnání jsou v grafech znázorněny úsečkami limitní hodnoty dle ČSN 75 7221. Pouze Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) v ČSN 75 7221 nemá stanovený mezní limit, a proto jsou naměřené hodnoty vyhodnoceny dle přílohy č. 1 nařízení vlády č. 401/2015 Sb., Emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod. Tabulky se zjištěnými hodnotami z měření jsou uvedeny v příloze.

6.1 Naměřené hodnoty porovnané dle ČSN 75 7221

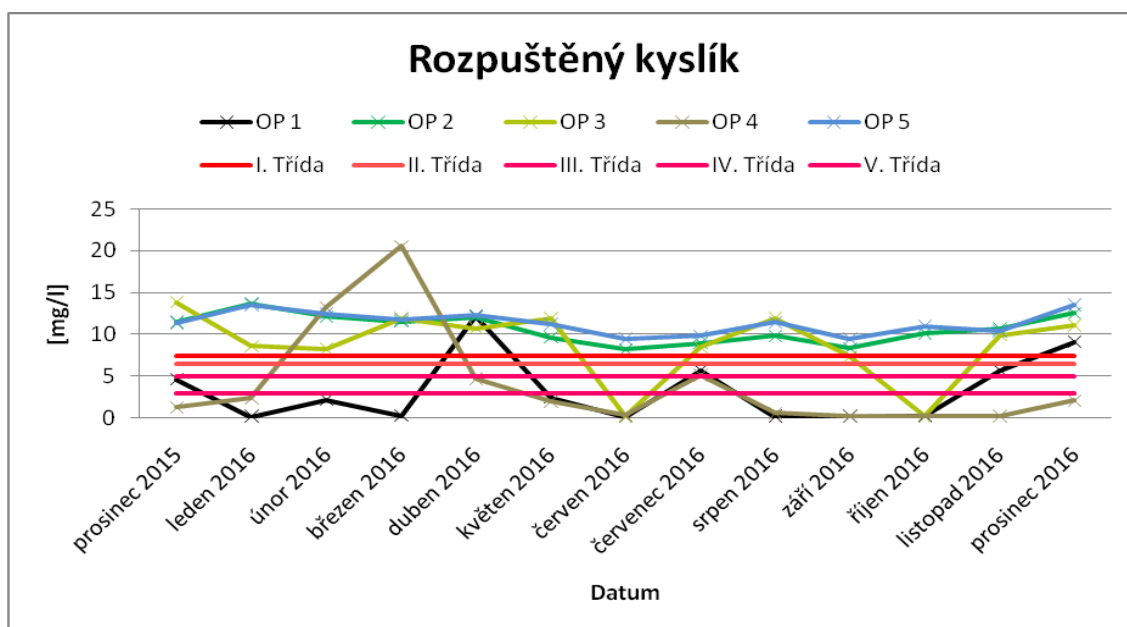
6.1.1 Elektrolytická konduktivita [mS/m]



Graf č. 1 - Elektrolytická konduktivita dle ČSN 75 7221

Z grafu č. 1 vyplývá, že nejnižší naměřená hodnota elektrolytické konduktivity 39,2 mS/m byla 21. června 2016 u náhonu za Hostěrádkama-Rešov. Nejvyšší naměřená hodnota 164,3 mS/m byla u náhonu za Hostěrádkama-Rešov 19. září 2016. Podle normy ČSN 75 7221 splňují naměřené hodnoty náhonu za mlýnem a Litavy ve Zbýšově a Litavy v Újezdě u Brna IV. třídě jakosti povrchových vod. Pouze v jednom případě byly překročeny požadavky pro IV. třídu a to u náhonu za Zbýšovem 15. března 2016 a u náhonu za Hostěrádkama-Rešov a to 19. září 2016, proto jsou zařazeny do V. třídy jakosti povrchových vod.

6.1.2 Rozpuštěný kyslík [mg/l]



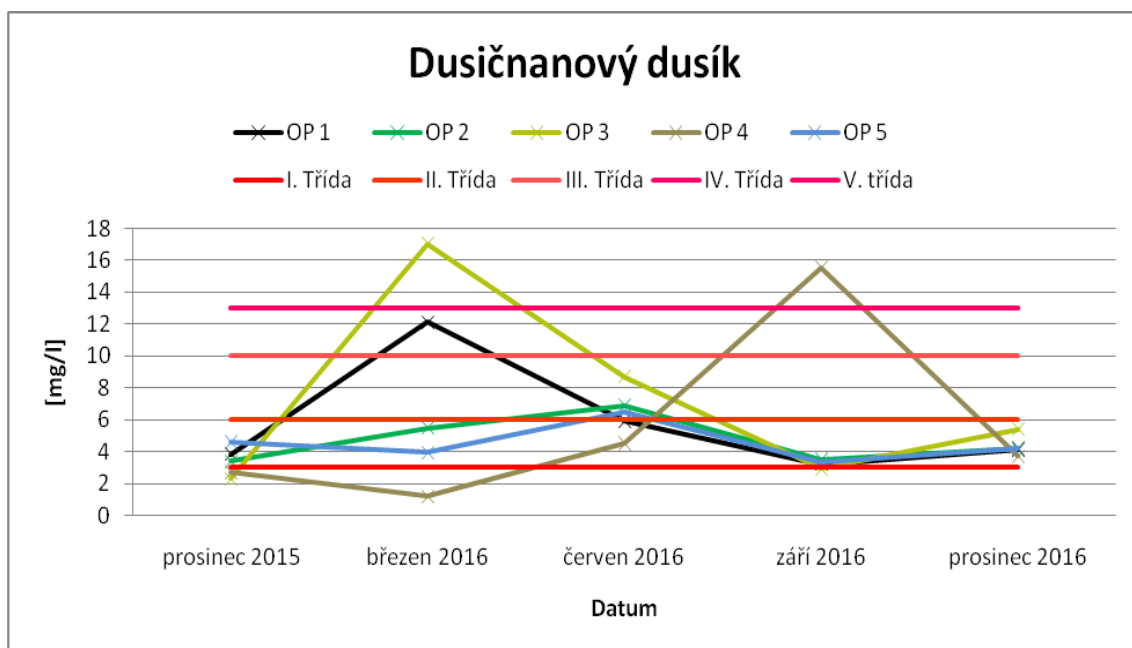
Graf č. 2 - Rozpuštěný kyslík dle ČSN 75 7221

Dle grafu č. 2 je patrné, že nejnižší naměřená hodnota rozpuštěného kyslíku 0,17 mg/l byla u náhonu za Zbýšovem z 21. června 2016. Nejvyšší naměřená hodnota 20,53 mg/l byla z 15. března 2016 u náhonu za Hostěrádkama-Rešov. Podle ČSN 75 7221 všechny naměřené hodnoty Litavy ze Zbýšova, z Újezdu u Brna a náhonu u mlýna ve Zbýšově, i když naměřené hodnoty z 21. června 2016 a ze 17. září 2016

klesly pod 0,25 mg/l, splňují I. třídu jakosti s mezním limitem 7,5 mg/l. Naměřené hodnoty náhonu za Zbýšovem splňují požadavek pro IV. třídu s limitem nad 3 mg/l.

Naměřené hodnoty u náhonu za Hostěrádkama-Rešov splňují požadavek pro V. třídu jakosti povrchových vod s mezním limitem pod 3 mg/l.

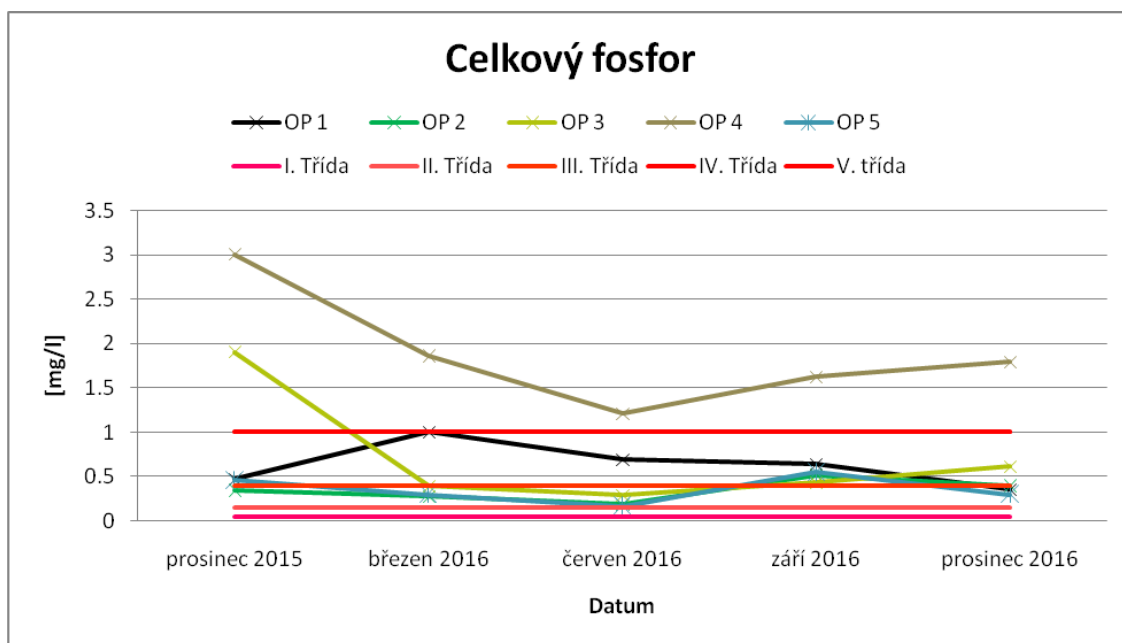
6.1.3 Dusičnanový dusík [mg/l]



Graf č. 3 - Dusičnanový dusík dle ČSN 75 7221

Jak lze vidět na grafu č. 3, hodnoty dusičnanového dusíku jsou závislé na vegetačním období. Nejnížší hodnoty dusičnanového dusíku byly naměřeny v zimním období, kdy hodnoty nepřesáhly 6 mg/l. V měsících březen až září dosahovaly hodnoty okolo 4 - 9 mg/l, výjimečně až 17 mg/l, která byla naměřena u náhonu za mlýnem ve Zbýšově a výjimečně nejmenší naměřená hodnota dusičnanového dusíku 1,2 mg/l byla u náhonu za Hostěrádkama-Rešov 15. 3. 2016. Dle ČSN 75 7221 odpovídá řeka Litava ve Zbýšově a v Újezdě u Brna III. jakostní třídě, kde byl dodržen limit 10 mg/l, náhon za Zbýšovem spadá do IV. třídy a náhon za mlýnem ve Zbýšově a náhon za Hostěrádkama-Rešov odpovídá V. třídě jakosti povrchových vod.

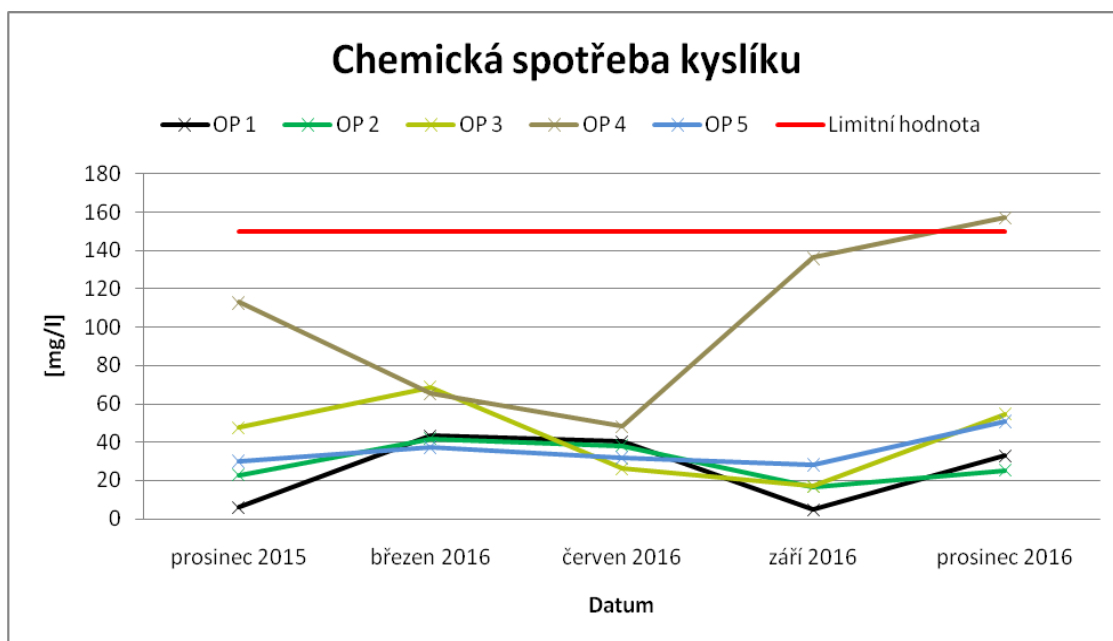
6.1.4 Celkový fosfor [mg/l]



Graf č. 4 - Celkový fosfor dle ČSN 75 7221

Z grafu č. 4 můžeme vidět, že nejnižší hodnota celkového fosforu 0,17 mg/l byla naměřena 21. 6. 2016 u řeky Litavy v Újezdě u Brna a nejvyšší hodnota 3 mg/l byla u náhonu za Hostěrádkama-Rešov dne 6. 12. 2015. Podle ČSN 75 7221 většina naměřených hodnot splňuje IV. jakostní třídu, jejichž mezní limit je 1 mg/l. Náhon za Hostěrádkama-Rešov odpovídá V. třídě jakosti povrchových vod. U Mlýnského náhonu ve Zbýšově byl překročen limit pro IV. jakostní třídu, a proto byl zařazen do V. jakostní třídy.

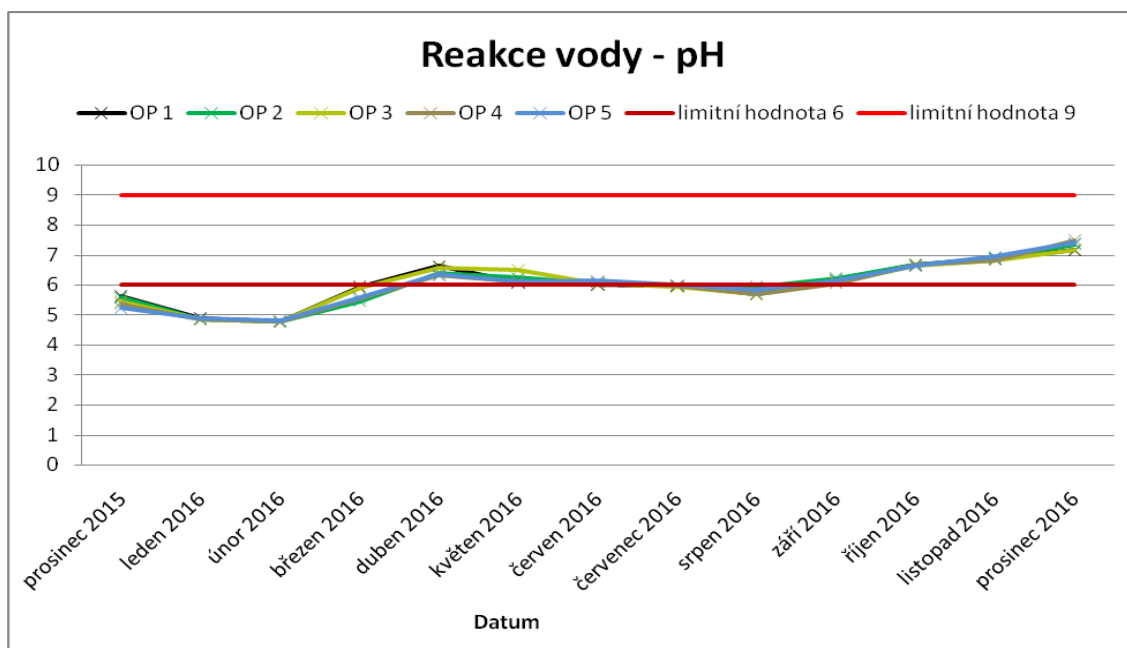
6.2 Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) [mg/l]



Graf č. 5 - Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) má dle Přílohy č. 1 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb., Emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod stanovenou přípustnou hodnotu 150 mg/l. Téměř všechny z odebraných vzorků nepřekračují přípustnou hodnotu, jedná se tedy o nízké organické znečištění. Pouze v jednom případě byla překročena stanovená hodnota a to u náhonu za Hostěrádkama-Rešov dne 11. 12. 2016.

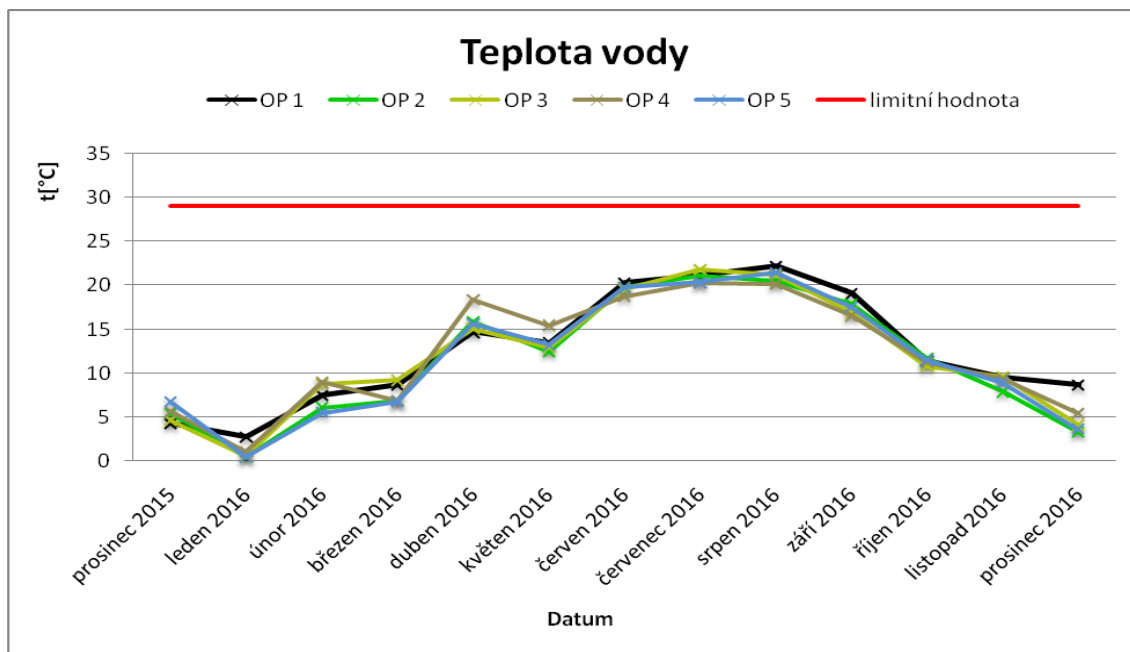
6.3 Reakce vody – pH



Graf č. 6 - Reakce vody - pH dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Hodnoty pH se z odběrných míst pohybují v rozmezí od 4,77 do 7,49. Nejnižší naměřená hodnota pH byla u náhonu za Zbýšovem dne 14. 2. 2016 a nejvyšší hodnota pH byla naměřena u náhonu za Hostěrádkama-Rešov 11. 12. 2016. Můžeme tedy konstatovat, že voda v toku má mírně kyselý charakter, je to pravděpodobně způsobeno vypouštěním splaškových vod přímo do toku. Hodnota pH nemá v ČSN 75 7221 stanoveny mezní hodnoty tříd jakosti povrchových vod. Limitní hodnoty jsou podle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., ve znění pozdějších předpisů stanoveny v rozmezí 6,0 až 9,0. Na grafu můžeme vidět, že stanovená hodnota 6 byla překročena všemi odběrnými profily.

6.4 Teplota vody t[°C]



Graf č. 7 - Teplota vody dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Teplota vody se nehodnotí dle normy ČSN 75 7221. Limitní hodnota teploty vody dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., ve znění pozdějších předpisů je 29 °C. Z grafu č. 7 je zřejmé, že žádný z odběrných profilů nepřekročil stanovenou nejvyšší přípustnou hodnotu. Nejnižší naměřená hodnota teploty byla 0,5 °C u řeky Litavy ve Zbýšově a v Újezdě u Brna dne 17. 1. 2016. Nejvyšší naměřená hodnota teploty byla 22,2 °C u náhonu za Zbýšovem 17. 8. 2016.

6.5 Celkové zhodnocení

Hodnoty elektrolytické konduktivity, celkového fosforu a chemické spotřeby kyslíku v průběhu roku značně kolísaly u OP 1, OP 3 a OP 4. Pravděpodobnou příčinou zvýšených hodnot elektrolytické konduktivity byly nejspíše způsobeny vypouštěním splaškové vody přímo do náhonu.

Jak můžeme vidět na grafu č. 2, hodnoty obsahu rozpuštěného kyslíku se v průběhu roku měnily. Pravděpodobnou příčinou zvýšených hodnot obsahu

rozpuštěného kyslíku byl zvýšený průtok s velkou průtočnou rychlostí vody u zvoleného odběrného profilu, ke kterému došlo vlivem rozvodnění toku při větších srážkách.

Nejvyšší naměřené hodnoty dusičnanového dusíku byly naměřeny u OP 1, OP 3 a OP 4 od března 2016 do září 2016, pravděpodobně byly způsobeny vlivem teploty vody a rozvojem sinic a řas. Výrazná změna hodnoty pH byla u všech profilů zaznamenána od září do prosince 2016, kdy hodnota pH měla mírně zásaditý charakter, je to pravděpodobně způsobené tím, že již došlo k napojení většiny domácností na kanalizaci a zároveň ke snížení průtočného množství vody v korytě náhonu. Tato změna byla zřejmá i při rekognoskaci terénu a odběru vzorků, kdy se postupně zkrátila délka náhonu přibližně o 150 m oproti jeho původní délce v lokalitě Hostěrádky-Rešov.

Teplota vody se měnila během roku vlivem ročního období i průtočným množstvím vody v náhonu.

Výše popisované ukazatele na začátku měření vykazovaly zvýšené hodnoty a zhoršenou kvalitu jakosti vody, avšak pravidelným monitorováním ukazatelů je zřejmé, že docházelo ke snižování těchto hodnot a zároveň ke zlepšení kvality jakosti vody v důsledku postupného napojení občanů na kanalizaci. Během roku docházelo též ke snížení průtočného množství vody v náhonu, čímž byla potvrzena hypotéza.

7 Návrh opatření

Mlýnský náhon v současné době neplní svoji prioritní funkci, tedy přivádět vodu (jako zdroj mechanické energie) do mlýnů ve Zbýšově a v Újezdě u Brna.

Zbýšovský mlýn již nefunguje, je z něj pouze soukromá nemovitost využívaná k bydlení. Mlýn nacházející se v Újezdě u Brna byl v minulém desetiletí zbourán. Přítok do náhonu je regulován pomocí stavidla umístěného do přívodního koryta lichoběžníkového tvaru, které přivádí vodu z řeky Litavy. Za posledních minimálně 50 let se charakter toku výrazně změnil. Změny se neprojevily ve směrovém vedení koryta náhonu, ale došlo k zanesení dna sedimenty. Koryto již dávno není průtočné v celé délce, nicméně v některých částech se voda stále nachází buď celoročně nebo dočasně a to po vydatnějších srážkách nebo po zimním období, kdy došlo k rychlému tání sněhu. Do náhonu byla zaústěna jednak jednotná kanalizace z obcí Zbýšov a Hostěrádky-Rešov (obec Šaratice se nachází až za tokem Litava a město Újezd u Brna má již vybudovanou oddělenou kanalizaci a vlastní ČOV) a dále pak smyvem a systémem odvodnění ze zemědělských pozemků. V současné době je uváděna do provozu oddílná kanalizace v zájmových obcích Zbýšov a Hostěrádky-Rešov a je zamýšleno, že do náhonu bude zaústěna pouze dešťová kanalizace.

Samotný náhon je stále evidován jako tok, díky tomu s ním může být uvažováno jako s vodním prvkem. Jako možné řešení je možnost využít fragmenty koryta k vytvoření mokřadních biotopů. Využít celé koryto je nereálné zejména z důvodu finančního. Pokud by byl návrh zachovat koryto náhonu v celé délce s průtočným profilem, pak by bylo nutné odtěžit sediment v délce toku cca 5,5 km. V toku se nachází sediment s různou kvalitou a s různým znečištěním. Tam, kde do koryta byla zaústěna jednotná kanalizace, je možné, že sediment obsahuje velké množství znečišťujících látek. S takovým sedimentem není možno nakládat jako s nezávadným materiálem a dále ho využít ke kompostování nebo ho využít přímo na zemědělských plochách, kde by byl zaorán (jako organický materiál). Samozřejmě je nutné udělat chemický rozbor sedimentu, který by prokázal jeho nezávadnost. V případě, že by testy dopadly negativně, pak by se se sedimentem muselo nakládat jako s odpadem a tento sediment by následně musel být uložen na skládku odpadu. Dle míry toxicity či obsahu těžkých

kovů může být tento sediment označen jako nebezpečný odpad a dále tak s ním i zacházet (nutnost zařadit a nakládat s odpady upravuje zákon č. 185/2001 Sb., Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů).

Náhon nacházející se v extravilánu obcí již ve většině případů není ovlivněn vodou z kanalizace, ale vodou dešťovou, která do náhonu přináší erodovaný materiál ze zemědělských pozemků. Kromě půdy tato voda s sebou nese další látky chemicky vázané na vodu včetně hnojiv, postřiků a jiných chemických látek používaných k úpravě jakosti půdy a ochraně pěstovaných rostlin. Což může být jistým rizikem znečištění v případě odtěžení sedimentu. Od okamžiku, kdy byl ukončen provoz mlýnů zahrnující ukončení regulace množství vody v náhonu, začalo docházet k postupnému vysychání vody a zanášení koryta náhonu v polních tratích erodovaným materiálem. Tento proces trvá minimálně 50 let. Za tu dobu došlo ke změně v legislativě zohledňující nakládání s hnojivy a s přípravky na ochranu rostlin (Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství vydávají a aktualizují seznamy hnojiv a jiných chemických látek s možností jejich zapravení do půdy a seznamů přípravků na ochranu rostlin). Některé přípravky používané před 50, 40, 10 lety se nyní již používat nesmějí. Jejich rezidua však stále mohou být obsaženy v některých vrstvách sedimentu v náhonu a i zde je určité riziko toxicity.

I přes tato rizika je možné uvažovat alespoň s určitými úseky toku pro zachování mokřadních společenstev a tedy hodnotných prvků v jinak zemědělsky využívaných pozemcích. Za zachování stojí úseky toku, které mají možnost alespoň občasného přítoku vody. Tedy část náhonu dotovaná vodou z řeky Litavy, části dotované vodou z dešťové kanalizace a ty části koryta, které jsou dotovány odvodněním v rámci zemědělských ploch. V těchto částech by bylo vhodné odtěžit stávající sediment. Úpravu je možné rozdělit na části zahrnující intravilán a extravilán.

Intravilán obce Zbýšov: jedná se o část koryta zahrnující počátek náhonu u mlýna ve Zbýšově a končící za intravilánem obce. V této části toku by bylo vhodné odtěžit nahromaděný sediment a vymodelovat tak buď přirozenější koryto s doplněním vhodných břehových a doprovodných porostů, nebo zachování současného charakteru koryta taktéž s doplněním vhodné břehové a doprovodné vegetace. Odtěžení sedimentu

je důležité kvůli tomu, aby voda, která se zde bude nacházet, nezahnívala a nezarůstala řasou či jinou mokřadní vegetací a působila tak neesteticky. Tato část toku se může stát esteticky zajímavou i pro obyvatele Zbýšova. Vhodnou úpravou dna (například odtěžení sedimentů nebo vhodné zpevnění kameny) může dojít i k mírnému rozvlnění nivelety koryta toku.



Obr. č. 11: Místa pro návrh opatření náhonu v obci Zbýšov

Intravilán obce Hostěrádky: jedná se pouze o část toku nacházející se v intravilánu obce. Tuto část toku je taktéž vhodné zbavit naplaveného nežádoucího sedimentu a vytvořit zde alespoň periodicky zaplavované tůň, které by byly dotovány dešťovou vodou. Důležité je před nátok dešťové kanalizace do zamýšlených tůní umístit alespoň lapák štěrku a jiných hrubých naplavenin nebo v místech vyústění dešťové kanalizace vybudovat prostor, kde se tyto nečistoty usadí a jednou za čas (vhodné po zimě) odtěží.



Obr. č. 12: Místa pro návrh opatření náhonu v obci Hostěrádky-Rešov

Koryto náhonu nacházející se v extravilánu: jedná se o koryto náhonu nacházející se mezi intravilány obcí Zbýšov a Hostěrádky-Rešov a mezi obcí Hostěrádky-Rešov a městem Újezd u Brna. V rámci koryta by bylo vhodné vytvořit alespoň periodicky se vyskytující tůně s doplněním vhodné břehové a doprovodné vegetace zejména v místech, kde je zaústěno odvodnění zemědělských pozemků.

Srážková voda zachycená odvodňovacím systémem by mohla přinášet větší množství vody koncentrované v určitém místě. Vytvoření tůní by se zajistilo pomocí vytěžení sedimentu z koryta toku. Dále by bylo vhodné zajistit u těchto mokřadů, aby zde bylo vytvořeno alespoň minimální ochranné pásmo 10 m se zatravněním (případně doplněním dřevin), čímž by se omezilo orání až na „břehovou hranu“. Zbylé části toku by mohly být ponechány tak, jak jsou, protože koryto v současném stavu zachycuje srážkovou vodu z exponovaných svahů nacházejících se na pravém břehu náhonu. Kromě srážkové vody se v korytě náhonu zachycuje i erodovaný materiál a díky tomu nedochází k jeho dalšímu transportu až do řeky Litavy a není z území odnášen pryč. Neupravované části koryta náhonu by bylo vhodné doplnit vhodnou dřevinnou vegetací, protože v současnosti je trasa náhonu lemována náletovými dřevinami (nejčastěji zastoupený druh je *Populus sp.*) a buření.

8 Závěr

Tato bakalářská práce byla zaměřena na studii změny jakosti vody na Zbýšovském náhonu z hlediska vybraných ukazatelů. Součástí práce bylo měření v terénu (elektrolytická konduktivita, pH, obsah rozpuštěného kyslíku a teplota vody) a odběr vzorků a následná analýza v laboratoři (celkový fosfor, dusičnanový dusík a chemická spotřeba kyslíku), které probíhalo od prosince 2015 do prosince 2016.

Celkem bylo provedeno 13 terénních měření na pěti zvolených místech (náhon za mlýnem ve Zbýšově, náhon za Zbýšovem, náhon za Hostěrádkama-Rešov, Litava v obci Zbýšov a ve městě Újezd u Brna) a 4 analýzy vzorků, které probíhaly v laboratoři po čtvrt roce. Následně byla kvalita vody porovnána dle normy ČSN 75 7221 a s Nařízením vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod (dle Přílohy č. 1 – Emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod v tabulce 1a: Emisní standardy).

Dle ČSN 75 7221 se výsledná kvalita vody řadí do I. až V. třídy jakosti povrchových vod. I. jakostní třídu splňovala u odběrných profilů z náhonu za mlýnem ve Zbýšově a řeka Litavy ve Zbýšově a v Újezdě u Brna po celé měřené období u ukazatele rozpuštěný kyslík. Nejnepříznivější ukazatele byly celkový fosfor, dusičnanový dusík a elektrolytická konduktivita, kde ve většině měření přesahovali III. jakostní třídu. Kvalita vody se podle celkových výsledků řadí mezi znečištěné, silně znečištěné a velmi silně znečištěné vody.

Limitní hodnoty dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., byly překročeny u chemické spotřeby kyslíku pouze v jednom případě a to u náhonu za Hostěrádkama-Rešov dne 11. 12. 2016. Limitní hodnota pH menší jak 6 byla překročena u všech měřených profilech v období od 6. 12. 2015 do 15. 3. 2016 a 17. 8. 2016. Limitní hodnota u teploty vody nebyla překročena. Popisované ukazatele na začátku měření vykazovaly zvýšené hodnoty a zhoršenou kvalitu jakosti vody, avšak pravidelným monitorováním ukazatelů bylo potvrzeno, že dochází ke snižování měřených hodnot a tím i ke zlepšení kvality jakosti vody díky postupnému napojení domácností na vybudovanou kanalizaci.

Vzhledem k tomu, že obce Zbýšov, Šaratice a Hostěrádky-Rešov jsou od dubna roku 2016 napojeny na nově vybudovanou kanalizaci a ČOV v Šaraticích, došlo

ke zmenšení významu Zbýšovského náhonu. V bakalářské práci je kromě vyhodnocení jakosti vody v náhonu uvedena kapitola uvádějící alternativní řešení využití tohoto vodního prvku v krajině. Návrhy úprav náhonu jsou rozděleny na dvě části a to návrhy pro část toku nacházejícího se v intravilánu obcí a část nacházející se v extravilánu.

9 Použitá literatura

ADÁMEK, Zdeněk, Jan, HELEŠIC, Blahoslav, MARŠÁLEK a Martin RULÍK. *Aplikovaná hydrobiologie*. Vyd. 1. Vodňany: ÚRH JU Vodňany, 2008. 256 s. ISBN 978-80-85887-79-2.

HARTMAN, P., I. Příkryl a E. Štědronský. *Hydrobiologie*. 3., přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 2005, 359 s. ISBN 80-733-3046-6.

HLAVÍNEK, Petr, Jaromír ŘÍHA, Vanda KUŽMOVÁ a Jana MIKLÁNKOVÁ. *Jakost vody v povodí*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, 209 s. ISBN 80-214-2815-5.

HORÁKOVÁ M. a kol.: *Chemické a fyzikální metody analýzy vod*. 1. vydání. Praha. SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1986, 392 s. ISBN 04-614-86.

HORÁKOVÁ M., Janda V., Koller J., Kollerová L., Koubiková J., Pokorná D., Kujalová H., Schejbal P., Smrčková S., Strnadova N., Sýkora V., 2007. *Analytika vody*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. 335s. ISBN 978-80-70-80-520-6.

HUBAČÍKOVÁ, Věra a Petra OPPELTOVÁ. *Úpravy vodních toků a ochrana vodních zdrojů*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, 130 s. ISBN 978-80-7375-243-9.

KOSTURA B.: *Chemie I (Obecná chemie)*. 1. vydání. Ostrava. VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2006, 129 s. ISBN 80-248-1201-0.

LELLÁK, J., KUBÍČEK F.: *Hydrobiologie*. Praha: Univerzita Karlova, 1991, 257 str. ISBN 80-7066-530-0.

LELLÁK, Jan a František KUBÍČEK. *Hydrobiologie*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1992. 257 s. ISBN 80-7066-530-0.

OPPELTOVÁ, Petra. *Ochrana vodních zdrojů*. 1. vyd. Brno. Mendelova univerzita v Brně, 2015. 104 s. ISBN 978-80-7509-218-2.

PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 3. přeprac. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1999. 568 s. ISBN 80-03-00525-62.

PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 4. vydání. Praha: Vydavatelství VŠCHT Praha, 2009. 568 s. ISBN 978-80-7080-701-9.

POŠTA J., Hejtmánková A., Just T., Růžičkova I., Koller J., Dohanyos M., 2005. Čistírny odpadních vod. 1 vydavatelství., Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta. 208 s. ISBN 80-213-1366-8.

SYNÁČKOVÁ, Marcela. *Čistota vod*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické, 1996, 208 s. ISBN 80-01-01083-X.

VIANA da SILVA A. M. E., BETTENCOURT da SILVA R. J. N., FILOMENTA M., CAMOES G. F. C., 2011. *Optimization of determination of chemical oxygen demand in wastewater*. Analytica Chimica Acta. 699. pp 161-169.

VYRIDES I., STUCKEY D. C., 2009. *A modified method for the determination of chemical oxygen demand (COD) for samples with high salinity and low organics*. Bioresource Technology. 100. pp 979-982.

Zbýšov v proměnách času: 1211-2011. Brno: Pro obec Zbýšov vydalo vydavatelství F.R.Z. Agency, 2011, 95 s. ISBN 978-80-87332-25-2.

Legislativa:

ČSN 75 7221. *Jakost vod - Klasifikace jakosti povrchových vod*. Praha: Český normalizační institut, 1998. 12 s.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 20/2004 Sb., kterým se mění zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.

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

Internetové zdroje:

eAGRI, voda. *Centrální evidence vodních toků*. [online]. 2017 [citováno dne 27. 3. 2017]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/aplikace/cevt.html>

Heis v.ú.v. *Hydroekologický informační systém VÚV TGM*. [online]. 2017 [citováno dne 27. 3. 2017]. Dostupné z: <http://heis.vuvv.cz>

Litava. *Kanalizace a ČOV Šaratice-Zbýšov-Hostěrádky-Rešov: Informace o postupu výstavby a ČOV a kanalizace*. [online]. 2014 [citováno dne 15. 3. 2017]. Dostupné z: <http://www.litava-dso.cz/stavba/informace-o-postupu-vystavby-cov-a-kanalizace/>

Obec Zbýšov. *Program rozvoje obce Zbýšov na období 2016-2021* [online]. 2015 [citováno dne 23. 12. 2016]. Dostupné z: http://www.obec-zbysov.cz/assets/File.ashx?id_org=19212&id_dokumenty=1833

Povodí Moravy, s. p.. *Mlýnský náhon na Litavě u Zbýšova je vyčištěný*. [online]. 2012 [citováno dne 23. 12. 2016]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/media/tiskove-zpravy/mlynsky-nahon-na-litave-u-zbysova-je-vycisteny/>

Urbanistická a územní část - Halama. *Územní studie prověření variant Křenovické spojky*. [online]. 2013 [citováno dne 22. 12. 2016]. Dostupné z: http://www.kr-jihomoravsky.cz/archiv/oupsr/urbanisticke_studie/Web_kren_spojka/D_Urbanisticka_cast/D_Urbanisticka_a_uzemni_cast_Text.pdf

Zbýšov. *O obci Zbýšov*. [online]. 2016 [citováno dne 23. 12. 2016]. Dostupné z: <http://www.obec-zbysov.cz/o%2Dobci/ds-50/p1=52>

10 Seznam obrázků

Obr. č. 1: Sběrný tank a ČOV Šaratice (foto Litava-DSO, 2015)

Obr. č. 2: Mapa obce Zbýšov (Zdroj: mapy.cz, upraveno autorem) a pohled na obec Zbýšov (Zdroj: <http://frypat.blog.cz>)

Obr. č. 3: OP 2: Řeka Litava, Zbýšov. Souřadnice: 49.127658 N, 16.816123 E

Obr. č. 4: OP 3: Náhon za mlýnem, Zbýšov. Souřadnice: 49.128908 N, 16.812593 E

Obr. č. 5: OP 1 – Náhon za obcí Zbýšov. Souřadnice: 49.127455 N, 16.805169 E

Obr. č. 6: OP 4 – Náhon za Hostěrádkama-Rešov. Souřadnice: 49.113987 N, 16.785025 E

Obr. č. 7: OP 5 – řeka Litava, Újezd u Brna. Souřadnice: 49.104986 N, 16.765108 E

Obr. č. 8: Mapa s místy odběrných profilů

Obr. č. 9: Přenosný multimetr se sondami

Obr. č. 10: Termoreaktor a spektrofotometr

Obr. č. 11: Místa pro návrh opatření náhonu v obci Zbýšov

Obr. č. 12: Místa pro návrh opatření náhonu v obci Hostěrádky-Rešov

11 Seznam tabulek

Tab. č. 1: Specifická produkce znečištění od 1 obyvatele za den (podle Pittera, 1999)

Tab. č. 2: Složení splaškových vod (Synáčková, 1994)

Tab. č. 3: Mezní hodnoty jakostních tříd dle ČSN 75 7221 (ČSN 75 7221 Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod)

Tab. č. 4: Příklady použití vod jednotlivých tříd dle ČSN 75 7221 (Hlavínek, Říha, 2004)

12 Seznam grafů

Graf č. 1 - Elektrolytická konduktivita dle ČSN 75 7221

Graf č. 2 - Rozpuštěný kyslík dle ČSN 75 7221

Graf č. 3 - Dusičnanový dusík dle ČSN 75 7221

Graf č. 4 - Celkový fosfor dle ČSN 75 7221

Graf č. 5 - Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Graf č. 6 - Reakce vody - pH dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Graf č. 7 - Teplota vody dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

13 Seznam příloh

Tabulka č. 1: Naměřené hodnoty z 6. prosince 2015

Tabulka č. 2: Naměřené hodnoty ze 17. ledna 2016

Tabulka č. 3: Naměřené hodnoty ze 14. února 2016

Tabulka č. 4: Naměřené hodnoty z 15. března 2016

Tabulka č. 5: Naměřené hodnoty z 16. dubna 2016

Tabulka č. 6: Naměřené hodnoty z 18. května 2016

Tabulka č. 7: Naměřené hodnoty z 22. června 2016

Tabulka č. 8: Naměřené hodnoty ze 17. července 2016

Tabulka č. 9: Naměřené hodnoty ze 17. srpna 2016

Tabulka č. 10: Naměřené hodnoty z 19. září 2016

Tabulka č. 11: Naměřené hodnoty ze 17. října 2016

Tabulka č. 12: Naměřené hodnoty z 20. listopadu 2016

Tabulka č. 13: Naměřené hodnoty z 11. prosince 2016

Příloha č. 1: Naměřené hodnoty CHSK z 20. září a z 12. prosince 2016

Příloha č. 2: Naměřené hodnoty celkového fosforu z 20. září a z 12. prosince 2016

Příloha č. 3: Naměřené hodnoty dusičnanového dusíku z 12. prosince 2016

Příloha č. 4: Koryto náhonu na pravém břehu řeky Litavy

Příloha č. 5: Koryto náhonu na pravém břehu řeky Litavy 15. března 2016

Příloha č. 6: Koryto náhonu na pravém břehu řeky Litavy 17. září 2016

Příloha č. 7: Koryto náhonu za mlýnem, Zbýšov

Příloha č. 8: Koryto náhonu za obcí Zbýšov

Příloha č. 9: Koryto náhonu za obcí Hostěrádky-Rešov

Příloha č. 10: Řeka Litava v Újezdě u Brna

Přílohy

Naměřené hodnoty

Tabulka č. 1: Naměřené hodnoty z 6. prosince 2015

Odběrný profil	Teplota	Rozpuštěný kyslík	pH	Konduktivita	CHSK	Pcelk.	NO ₃ :N
1. odběr	4,6 °C	13,80 mg/l	5,46	116,2 mS /cm	22,9 mg/l	0,35 mg/l	3,4 mg/l
2. odběr	4,2 °C	4,64 mg/l	5,62	149,6 mS/cm	47,5 mg/l	1,9 mg/l	2,3 mg/l
3. odběr	5,6 °C	11,54 mg/l	5,57	120,4 mS /cm	5,8 mg/l	0,47 mg/l	3,8 mg/l
4. odběr	5,5 °C	1,29 mg/l	5,36	83,7 mS /cm	112,8 mg/l	3 mg/l	2,7 mg/l
5. odběr	6,3 °C	11,38 mg/l	5,23	122,3 mS /cm	30,3 mg/l	0,46 mg/l	4,6 mg/l

Tabulka č. 2: Naměřené hodnoty ze 17. ledna 2016

Odběrný profil	Teplota	Rozpuštěný kyslík	pH	Konduktivita
1. odběr	2,8 °C	0,20 mg/l	4,89	157 mS /cm
2. odběr	0,5 °C	13,1 mg/l	4,86	125,1 mS /cm
3. odběr	0,6 °C	8,60 mg/l	4,85	113,1 mS /cm
4. odběr	1,1 °C	2,36 mg/l	4,85	96,5 mS /cm
5. odběr	0,5 °C	13,56 mg/l	4,86	129,2 mS /cm

Tabulka č. 3: Naměřené hodnoty ze 14. února 2016

Odběrný profil	Teplota	Rozpuštěný kyslík	pH	Konduktivita
1. odběr	7,5 °C	2,21 mg/l	4,77	114,5 mS /cm
2. odběr	6,1 °C	12,14 mg/l	4,78	107,9 mS /cm
3. odběr	8,8 °C	8,22 mg/l	4,78	85,8 mS /cm
4. odběr	9 °C	13,25 mg/l	4,79	55,7 mS /cm
5. odběr	5,5 °C	12,52 mg/l	4,80	113,2 mS /cm

Tabulka č. 4: Naměřené hodnoty z 15. března 2016

Odběrný profil	Teplota	Rozpuštěný kyslík	pH	Konduktivita	CHSK	Pcelk.	NO ₃ :N
1. odběr	8,7 °C	0,30 mg/l	5,94	161,9 mS /cm	43,3 ml/l	1,00 ml/l	12,1 ml/l
2. odběr	6,9 °C	11,58 mg/l	5,46	95,2 mS /cm	41,8 ml/l	0,28 ml/l	5,5 ml/l
3. odběr	9,2 °C	11,96 mg/l	5,90	135,5 mS /cm	68,6 ml/l	0,39 ml/l	17,0 ml/l
4. odběr	6,9 °C	20,53 mg/l	5,55	58 mS /cm	65,3 ml/l	1,86 ml/l	1,2 ml/l
5. odběr	6,7 °C	11,79 mg/l	5,57	103,1 mS /cm	37,5 ml/l	0,30 ml/l	3,9 ml/l

Tabulka č. 5: Naměřené hodnoty z 16. dubna 2016

Odběrný profil	Teplota	Rozpuštěný kyslík	pH	Konduktivita
1. odběr	14,7 °C	12,18 mg/l	6.62	106,4 mS /cm
2. odběr	15,9 °C	12,11 mg/l	6.4	106,6 mS /cm
3. odběr	15,1 °C	10,70 mg/l	6.57	107,1 mS /cm
4. odběr	18,4 °C	4,74 mg/l	6.34	46,2 mS /cm
5. odběr	15,6 °C	12,28 mg/l	6.33	112,1 mS /cm

Tabulka č. 6: Naměřené hodnoty z 18. května 2016

Odběrný profil	Teplota	Rozpuštěný kyslík	pH	Konduktivita
1. odběr	13,5 °C	2,45 mg/l	6,08	119,7 mS /cm
2. odběr	12,5 °C	9,67 mg/l	6,24	121,4 mS /cm
3. odběr	12,9 °C	11,85 mg/l	6,51	118,1 mS /cm
4. odběr	15,5 °C	2,02 mg/l	6,12	67,1 mS /cm
5. odběr	13,2 °C	11,26 mg/l	6,10	126,4 mS /cm

Tabulka č. 7: Naměřené hodnoty z 22. června 2016

Odběrný profil	Teplota	Rozpuštěný kyslík	pH	Konduktivita	CHSK	Pcelk.	NO ₃ -N
1. odběr	20,3 °C	0,17 mg/l	6,01	119,8 mS /cm	40,5 ml/l	0,69 ml/l	5,9 ml/l
2. odběr	19,8 °C	8,24 mg/l	6,03	119,5 mS /cm	38,3 ml/l	0,19 ml/l	6,9 ml/l
3. odběr	19,5 °C	0,25 mg/l	6,05	118,5 mS /cm	26,1 ml/l	0,29 ml/l	8,7 ml/l
4. odběr	18,8 °C	0,35 mg/l	6,08	39,2 mS /cm	48,4 ml/l	1,21 ml/l	4,5 ml/l
5. odběr	19,7 °C	9,46 mg/l	6,12	114,4 mS /cm	32,0 ml/l	0,14 ml/l	6,5 ml/l

Tabulka č. 8: Naměřené hodnoty ze 17. července 2016

Odběrný profil	Teplota	Rozpuštěný kyslík	pH	Konduktivita
1. odběr	21,1 °C	5,73 mg/l	5,95	104,3 mS /cm
2. odběr	21,1 °C	8,99 mg/l	5,99	103,6 mS /cm
3. odběr	21,8 °C	8,46 mg/l	5,95	103,9 mS /cm
4. odběr	20,3 °C	5,12 mg/l	5,99	39,9 mS /cm
5. odběr	20,3 °C	9,85 mg/l	5,99	101,7 mS /cm

Tabulka č. 9: Naměřené hodnoty ze 17. srpna 2016

Odběrný profil	Teplota	Rozpuštěný kyslík	pH	Konduktivita
1. odběr	22,2 °C	0,20 mg/l	5,69	115,4 mS /cm
2. odběr	20,5 °C	9,85 mg/l	5,94	116,5 mS /cm
3. odběr	21,2 °C	11,92 mg/l	5,70	115 mS /cm
4. odběr	20,2 °C	0,62 mg/l	5,71	135 mS /cm
5. odběr	21,4 °C	11,46 mg/l	5,81	121,2 mS /cm

Tabulka č. 10: Naměřené hodnoty z 19. září 2016

Odběrný profil	Teplota	Rozpuštěný kyslík	pH	Konduktivita	CHSK	Pcelk.	NO ₃ -N
1. odběr	19,1 °C	0,22 mg/l	6,17	137,6 mS /cm	4,6 mg/l	0,64 mg/l	3,2 mg/l
2. odběr	17,9 °C	8,37 mg/l	6,21	137,9 mS /cm	16,8 mg/l	0,52 mg/l	3,5 mg/l
3. odběr	16,9 °C	7,38 mg/l	6,08	139,7 mS /cm	16,9 mg/l	0,43 mg/l	2,9 mg/l
4. odběr	16,6 °C	0,23 mg/l	6,06	164,3 mS /cm	136 mg/l	1,62 mg/l	15,5 mg/l
5. odběr	17,5 °C	9,46 mg/l	6,15	140,5 mS /cm	28,2 mg/l	0,55 mg/l	3,3 mg/l

Tabulka č. 11: Naměřené hodnoty ze 17. října 2016

Odběrný profil	Teplota	Rozpuštěný kyslík	pH	Konduktivita
1. odběr	11,4 °C	0,24 mg/l	6,66	128,5 mS /cm
2. odběr	11,7 °C	10,18 mg/l	6,69	129,9 mS /cm
3. odběr	10,8 °C	0,23 mg/l	6,64	130 mS /cm
4. odběr	11,3 °C	0,21 mg/l	6,67	132,6 mS /cm
5. odběr	11,5 °C	11,03 mg/l	6,64	132,3 mS /cm

Tabulka č. 12: Naměřené hodnoty z 20. listopadu 2016

Odběrný profil	Teplota	Rozpuštěný kyslík	pH	Konduktivita
1. odběr	9,5 °C	5,71 mg/l	6,87	97,2 mS /cm
2. odběr	7,9 °C	10,68 mg/l	6,88	90,8 mS /cm
3. odběr	9,6 °C	9,89 mg/l	6,84	95,5 mS /cm
4. odběr	9,4 °C	0,26 mg/l	6,84	45,5 mS /cm
5. odběr	8,9 °C	10,45 mg/l	6,94	99 mS /cm

Tabulka č. 13: Naměřené hodnoty z 11. prosince 2016

Odběrný profil	Teplota	Rozpuštěný kyslík	pH	Konduktivita	CHSK	Pcelk.	NO ₃ -N
1. odběr	8,7 °C	9,05 mg/l	7,15	107 mS /cm	32,7 mg/l	0,36 mg/l	4,1 mg/l
2. odběr	3,3 °C	12,55 mg/l	7,34	127,2 mS /cm	25,3 mg/l	0,40 mg/l	4,2 mg/l
3. odběr	4,1 °C	11,05 mg/l	7,18	127,8 mS /cm	54,7 mg/l	0,61 mg/l	5,4 mg/l
4. odběr	5,5 °C	2,07 mg/l	7,49	55,4 mS /cm	157 mg/l	1,79 mg/l	3,7 mg/l
5. odběr	3,6 °C	13,53 mg/l	7,40	131,1 mS /cm	50,8 mg/l	0,30 mg/l	4,2 mg/l

Fotodokumentace (zdroj: autor práce)



Příloha č. 1: Naměřené hodnoty CHSK z 20. září a z 12. prosince 2016



Příloha č. 2: Naměřené hodnoty celkového fosforu z 20. září a 12. prosince 2016



Příloha č. 3: Naměřené hodnoty dusičnanového dusíku z 12. prosince 2016



Příloha č. 4: Koryto náhonu na pravém břehu řeky Litavy



Příloha č. 5: Koryto náhonu na pravém břehu řeky Litavy 15. března 2016



Příloha č. 6: Koryto náhonu na pravém břehu řeky Litavy 17. září 2016



Příloha č. 7: Koryto náhonu za mlýnem, Zbýšov



Příloha č. 8: Koryto náhonu za obcí Zbýšov



Příloha č. 9: Koryto náhonu za obcí Hostěrádky-Rešov



Příloha č. 10: Řeka Litava v Újezdě u Brna