

Identifikace významných znečišťovatelů povrchových vod regionu Vizovice

Markéta Jelénková

Bakalářská práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav inženýrství ochrany životního prostředí
akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Markéta JELÉNKOVÁ**
Osobní číslo: **T10840**
Studijní program: **B2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Inženýrství ochrany životního prostředí**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Identifikace významných znečišťovatelů
povrchových vod regionu Vizovice**

Zásady pro vypracování:

1. V literární studii zhodnoťte současný stav znečištění povrchových vod v ČR se zaměřením na lokality s významnou průmyslovou činností.
2. Na základě získaných znalostí zvolte indikátory ochrany ŽP vhodné pro studium zájmového regionu. Na vybraných lokalitách proveďte odběr vzorků povrchových vod a u těchto odebraných vzorků pak stanovte vámi zvolené ukazatele.
3. Získaná data přehledně zpracujte a výsledky kriticky zhodnoťte.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Při zpracování bakalářské práce využijte následujících literatury:

1. PITTER, Pavel. Hydrochemie. 4., aktualiz. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2009, 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9.

2. Odborné časopisy: Chemické listy: Chemical Papers (Prague). Praha: Průmyslové vydavatelství, 1951-. ISSN 0009-2770. 1x měsíčně.

Vodní hospodářství: Water management : Voda - ovzduší - půda - odpady. Praha: Vodní hospodářství, 1951-. ISSN 1211-0760. 1x měsíčně.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Markéta Julinová, Ph.D.

Ústav inženýrství ochrany životního prostředí

Datum zadání bakalářské práce:

10. února 2014

Termín odevzdání bakalářské práce:

23. května 2014

Ve Zlíně dne 10. února 2014


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




doc. Mgr. Marek Koutný, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: ...*Jelénková Markéta*.....

Obor: ...*IOEP*.....

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně ...*21.5.2014*...

.....*Jelénková*.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je zaměřena na kvalitu povrchových vod v toku Lutoninka a jejích přítocích. Tato lokalita byla vybrána, protože zde neprobíhají soustavné monitoringy povrchových vod, ale v minulosti zde byly prováděny monitoringy a povrchová voda byla řazena do vyšších tříd znečištění. Povrchová voda byla odebírána na 14 místech, v 7 obcích. Vždy byl jeden vzorek odebrán nad obcí a jeden pod obcí. Při odběrech vzorků byla změřena teplota vody a teplota vzduchu. Vzorky byly odebírány v letním a podzimním období v roce 2012. U těchto odběrů byly stanoveny koncentrace N-NH_4^+ , N-NO_3^- , N-NO_2^- , CHSK_{Mn} , TOC, pH, konduktivita, chloridy a těžké kovy. Další vzorky byly odebírány ve dnech 14.4.2014 – 18.4.2014 a byly stanoveny koncentrace ukazatele N-NH_4^+ a N-NO_3^- . Koncentrace byly zařazeny do jakostních tříd na základě ČSN 75 7221 – Klasifikace jakosti povrchových vod. Třída jakosti povrchové vody byla určena podle ukazatele, který byl zařazen do nejvyšší třídy znečištění. V letním období roku 2012 byla povrchová voda zařazena do V. třídy a to na základě ukazatelů N-NH_4^+ a N-NO_3^- . V podzimním období roku 2012 byla povrchová voda zařazena do IV. třídy a to na základě ukazatele N-NO_3^- . Povrchová voda v roce 2014 byla zařazena do V. třídy znečištění, tedy jako velmi silně znečištěná voda. Ve dnech 14.4. a 18.4. se na znečištění povrchové vody podílely ukazatele N-NO_3^- a N-NH_4^+ . Ve dnech 15.4. – 17.4. se na znečištění povrchové vody podílel ukazatel N-NO_3^- . Možnými zdroji znečištění by mohly být splaškové odpadní vody a zemědělství.

Klíčová slova: Monitoring, znečišťovatel, povrchová voda

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with quality of surface water in watercourse Lutoninka and its tributaries. The mentioned locality was chosen because today there is not done any permanent monitoring of surface water. Regular monitoring was done in the past years and the surface water was put into higher class of pollution. The samples of surface water were taken at 14 places in 7 municipalities. Every time, there was taken just one sample of surface water above the municipality and one sample of surface water under the municipality. During sample taking there was also measured the air and water temperature. The samples were taken during the summer and autumn period in 2012. For this sampling there were set concentrations of N-NH_4^+ , N-NO_3^- , N-NO_2^- , CHSK_{Mn} , TOC, pH, conductivity, chlorides and heavy metal. Another samples were taken during the days from 14th April 2014 to 18th April 2014 and there were set concentrations of indicators N-NH_4^+ and N-NO_3^- . The concentrations were put into qualitative categories according to ČSN 75 7221 – Classification of surface water quality. The qualitative category of the surface water was determined according to indicator, which was put into the highest class of pollution. During the summer period in 2012, the surface water was put into V. class of pollution according to indicators N-NH_4^+ and N-NO_3^- . In the autumn period in 2012 the surface water was put into IV. class of pollution because of the indicator N-NO_3^- . In the year 2014, the surface water was put into V. class of pollution, so it was classified as very polluted water and during the days 14th and 18th April 2014, there were defined two indicators which influenced water pollution, these were N-NO_3^- and N-NH_4^+ . In the days 15. – 17.04.2014, there was found also indicator N-NO_3^- which influenced the pollution of water. The possible sources of pollution could be wastewater and farming.

Keywords: Monitoring, polluter, surface water

Na tomto místě bych chtěla poděkovat mé vedoucí Ing. Merketě Julinové, Ph. D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky, vstřícnost a všestrannou pomoc při vypracování bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat paním laborantkám Věře Zbrankové, Ing. Lucii Slintákové a Monice Klofáčové.

Dále patří mé poděkování rodině a příteli za trpělivost, podporu a pomoc během celého studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 POVRCHOVÉ VODY	12
1.1 HODNOCENÍ KVALITY VOD PODLE NORMY ČSN 75 7221.....	12
1.2 ZDROJE ZNEČIŠTĚNÍ POVRCHOVÝCH VOD	14
2 KVALITA POVRCHOVÝCH VOD V ČR	17
II PRAKTICKÁ ČÁST	27
3 METODY STANOVENÍ	28
3.1 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE	28
3.2 PŘÍSTROJE A POMŮCKY	28
3.3 STANOVENÍ AMONNÝCH IONTŮ NESSLEROVÝM ČINIDLEM.....	28
3.4 STANOVENÍ DUSITANŮ ABSORPČNÍ SPEKTROSKOPIÍ	29
3.5 STANOVENÍ DUSIČNANŮ DUSIČNANOVOU IONTOVĚ SELEKTIVNÍ ELEKTRODOU	30
3.6 STANOVENÍ CHSK KUBELOVOU METODOU	30
3.7 ARGENTOMETRICKÉ STANOVENÍ CHLORIDŮ	31
3.8 STANOVENÍ RTUTI SPEKTROFOTOMETREM AMA 254	31
3.9 STANOVENÍ TĚŽKÝCH KOVŮ AAS GBC 933	32
3.10 STANOVENÍ CELKOVÉHO ORGANICKÉHO UHLÍKU.....	32
3.11 OSTATNÍ SLEDOVANÉ UKAZATELE.....	32
3.12 ODBĚR VZORKŮ.....	33
4 ZÁJMOVÁ OBLAST – REGION VIZOVICE	34
5 VÝSLEDKOVÁ A DISKUZNÍ ČÁST	39
ZÁVĚR	47
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	48
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	51
SEZNAM OBRÁZKŮ	52
SEZNAM TABULEK	53
SEZNAM PŘÍLOH	54

ÚVOD

Na Zemi je 1,47 mld. km³ vody, 94% zaujímá mořská voda, 87% sladké vody je vázáno v ledovcích. V přírodě se voda vyskytuje v plynném, kapalném i pevném skupenství a nikdy se v přírodě nenachází v chemicky čistém stavu. Obsahuje rozpuštěné/nerozpuštěné organické/anorganické látky a rozpuštěné plyny. Vody lze rozlišovat podle výskytu vod (atmosférické, povrchové a podzemní), podle použití vod (pitná, užitková, provozní a odpadní voda) a podle původu (přírodní a odpadní). Voda je nepostradatelná pro život organismů. [16, 1] Voda sladká je využívána v mnoha průmyslových odvětvích, v zemědělství, ve zdravotnictví, v hygieně, v potravinářství a pro spotřebu v domácnostech. To představuje z celkového množství vody jen 2,8 % a z toho už tak malého podílu jen nepatrný zlomek připadá na využitelnou část z povrchové vody a ze zásob podzemní vody. Tyto vodní zdroje a jejich kvalita jsou převážně ohroženy neuváženým a nezodpovědným využíváním. Voda některé látky přijímá již v atmosféře, ale k hlavním zdrojům nerozpuštěných látek dochází při infiltraci půdou a horninami. Antropogenním původem organických/anorganických látek v povrchových vodách jsou převážně průmyslové a splaškové odpadní vody a nečistoty z ovzduší. [17, 1]

Cílem této práce bylo provést monitoring vod a zjistit kvalitu vod v zájmové oblasti. Zájmová oblast je součástí přírodního parku Vizovické vrchy. [31] Dále porovnat kvalitu vod v zájmové oblasti s kvalitou vod v České republice. A také zjistit jakou mírou se podílejí samotné obce, průmysl a zemědělství na zhoršení či zlepšení jakosti vod. Odebrané povrchové vody byly u vybraných ukazatelů hodnoceny podle normy ČSN 75 7221.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 POVRCHOVÉ VODY

„Povrchové vody jsou všechny vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu. Dělí se na vody kontinentální a vody mořské. Kontinentální povrchové vody jsou jednak tekoucí (vodní toky), jednak stojaté (jezera, nádrže, rybníky). Podle užití tekoucích vod se rozlišují toky vodárenské, určené po úpravě pro pitné účely, a ostatní (obecně užité), určené pro průmyslové účely, chov ryb, rekreační účely, závlahy apod. Význam povrchových vod pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou neustále roste.“ [1]

1.1 Hodnocení kvality vod podle normy ČSN 75 7221

Podle této normy se znečištění povrchových vod zařazuje do 5. tříd.

„I. třída neznečištěná voda – stav povrchové vody, který nebyl významně ovlivněn lidskou činností a při kterém ukazatele jakosti vody nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému pozadí v toku.“ [2, 20]

„II. třída mírně znečištěná voda – stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které umožňují existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému.“ [2, 20]

„III. třída znečištěná voda – stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které nemusí vytvořit podmínky pro existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému.“ [2, 20]

„IV. třída silně znečištěná voda – stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému.“ [2, 20]

„V. třída velmi silně znečištěná voda – stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky umožňující existenci pouze silně nevyváženého ekosystému.“ [2, 20]

V tabulce 1. jsou uvedeny vybrané ukazatele, které se běžně stanovují při monitoringu povrchových vod. Bylo zvoleno barevné hodnocení jakosti povrchových vod podle normy ČSN 75 7221. Koncentrace u každého ukazatele se zařazují do pěti tříd. Nejnižší koncentrace se řadí do I. třídy a nejvyšší koncentrace do V. třídy. Kvalita vody se posuzuje zvlášť pro každý jednotlivý ukazatel a hodnocené ukazatele jsou rozděleny do pěti skupin (A – Obecné, fyzikální a chemické ukazatele, B – Specifické organické látky, C – Kovy a metaloidy, D – Mikrobiologické a biologické ukazatele a E – Radiologické ukazatele). „Ve skupině pak rozhoduje ukazatel s nejnepříznivější hodnotou klasifikace a o celkové klasifikaci jakosti vody v toku rozhoduje nejhorší klasifikace ze skupin.“ [15]

Tabulka 1. Třídy jakosti vody a jejich mezní hodnoty vybraných ukazatelů (ČSN 75 7221)

[1]

Ukazatel	Jednotka	Třída				
		I.	II.	III.	IV.	V.
Ukazatel kyslíkového režimu						
CHSK_{Mn}	mg/l	< 5	< 10	< 15	< 25	> 25
TOC	mg/l	< 5	< 8	< 11	< 17	> 17
Základní chemické ukazatele						
pH	-	6,0 - 8,5	6,0 - 8,5	6,0 - 8,5	5,5 - 9,0	<5,5;>9,0
Konduktivita	mS/m	< 40	< 70	< 110	< 160	> 160
Amoniakální dusík	mg/l	< 0,3	< 0,5	< 1,5	< 5,0	> 5,0
Dusitanový dusík	mg/l	< 0,002	< 0,005	< 0,02	< 0,05	> 0,05
Dusičnanový dusík	mg/l	< 1,0	< 3,4	< 7,0	< 11,0	> 11,0
Doplňující chemické ukazatele						
Chloridy	mg/l	< 50	< 200	< 300	< 400	> 400
Těžké kovy						
Rtuť	µg/l	< 0,1	< 0,2	< 0,5	< 1,0	> 1,0
Kadmium	µg/l	< 3	< 5	< 10	< 20	> 20
Olovo	µg/l	< 10	< 20	< 50	< 100	> 100
Zinek	µg/l	< 20	< 50	< 100	< 500	> 500

1.2 Zdroje znečištění povrchových vod

Povrchové vody jsou zásobárnou pitné a užitkové vody a zároveň recipientem splaškových a průmyslových odpadních vod. V důsledku nečistot se porušuje biologická rovnováha v recipientech a jejich schopnost samočištění. [1] Zdroje znečištění povrchových vod lze dělit na bodové, difúzní a havarijní znečištění.

Bodové zdroje znečištění

Jakost povrchových vod ovlivňují převážně bodové zdroje znečištění, což jsou především města a obce, průmyslové výroby a objekty zaměřené na zemědělské živočišné výroby. [2] Bodové zdroje znečištění představují místa, ve kterých dochází k vypouštění znečišťujících látek přímo do recipientů nebo vodních nádrží. Jedná se o výusti odpadních vod z průmyslových podniků, ale i měst a obcí, a to jak v podobě zaústění kanalizačních stok, tak odtoků z čistíren odpadních vod. Důsledek bodového znečištění spočívá převážně ve skokové změně kvality vody v podélném profilu toku, přičemž velké zdroje znečištění mohou ovlivňovat kvalitu vody v toku až na vzdálenost desítek kilometrů. [3]

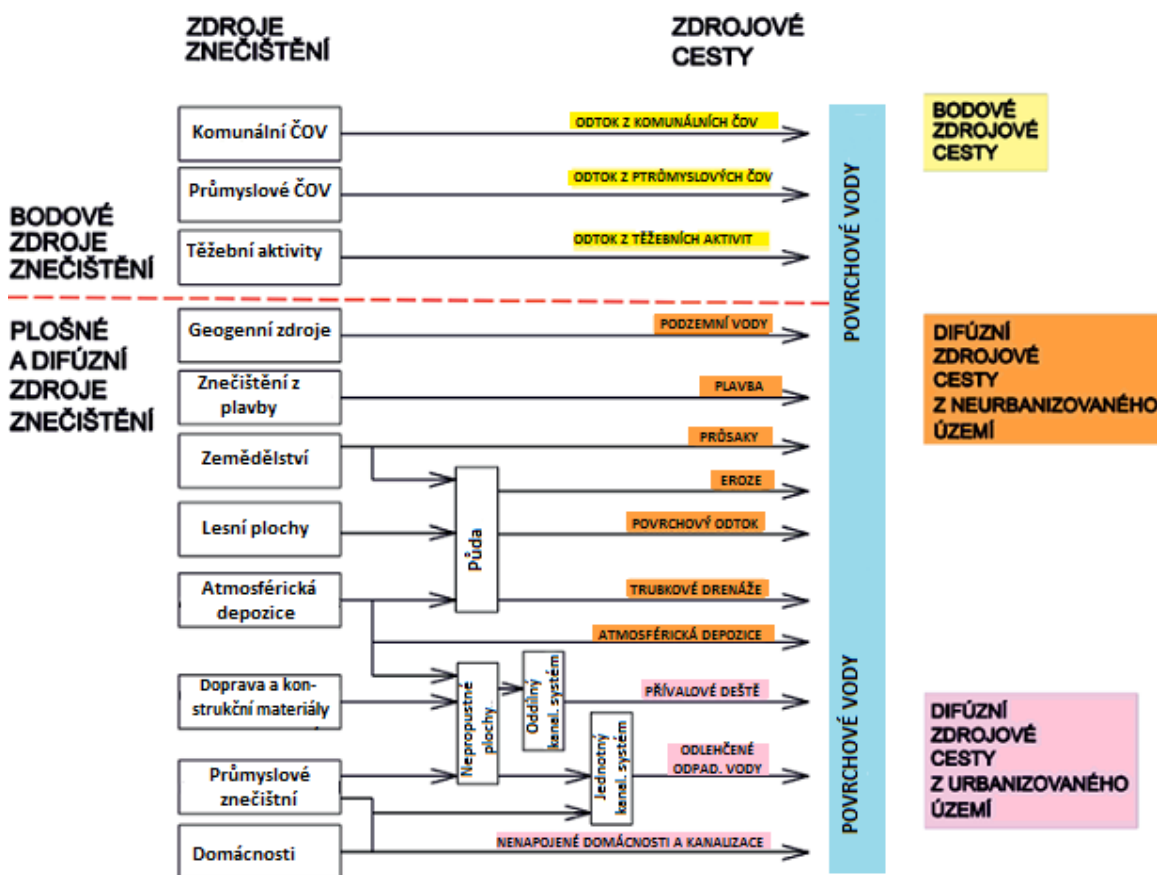
Difúzní zdroje znečištění

Jakost povrchových vod značně ovlivňují difúzní zdroje znečištění, což jsou především odtoky ze zemědělské půdy, odtoky ze sídel, obhospodařování rybníků, atmosférická depozice a erozní splachy z terénů. Význam difúzního znečištění proto s postupujícím poklesem znečištění z bodových zdrojů roste. Jeho podíl je podstatný převážně u dusičnanů, pesticidů a acidifikace, méně u fosforu. [2]

Havarijní zdroje znečištění

Jakost povrchových vod nepříznivě ovlivňují i havarijní znečištění. V roce 2012 zaznamenala Česká inspekce životního prostředí na území České republiky celkem 196 případů úniků do povrchových vod. [2]

Na obrázku 1. jsou znázorněny zdroje znečištění a zdrojové cesty, jakým způsobem se do povrchových vod znečištění dostává. Jsou zde uvedeny tři zdroje znečištění a to bodové, plošné a difúzní. A také tři zdrojové cesty a to bodové zdrojové cesty, difúzní zdrojové cesty z neurbanizovaného území a difúzní zdrojové cesty z urbanizovaného území.



Obrázek 1. Bilance zátěže nutriety ze zdrojů znečištění [5]

Původ znečištění vybranými ukazateli

Sloučeniny dusíku jsou převážně atmosférického (atmosférické vody vznikající v bouřkovém období) a antropogenního původu (zemědělství, splaškové vody). Koncentrace amoniakálního dusíku dosahují u čistých vod setin až desetin mg/l, u znečištěných vod dosahují řádově jednotek mg/l. Koncentrace dusitanového dusíku dosahují podle znečištění setin až desetin mg/l. Dusičnanový dusík pochází ze splachů z hnojených polí, z atmosférických srážek a vzniká také nitrifikací amoniakálního dusíku. V čistých vodách se koncentrace obvykle pohybuje v jednotkách méně než 1 mg N-NO₃⁻ v 1 litru. U znečištěných vod se koncentrace N-NO₃⁻ pohybuje v jednotkách mg/l a někdy překračuje až 10 mg/l. Znečištění je způsobeno častým používáním dusíkatých hnojiv v zemědělství. [1]

Koncentrace CHSK_{Mn} se v čistých vodách pohybuje v jednotkách mg/l, ve znečištěných vodách se zvyšují hodnoty až k desítkám mg/l. [1]

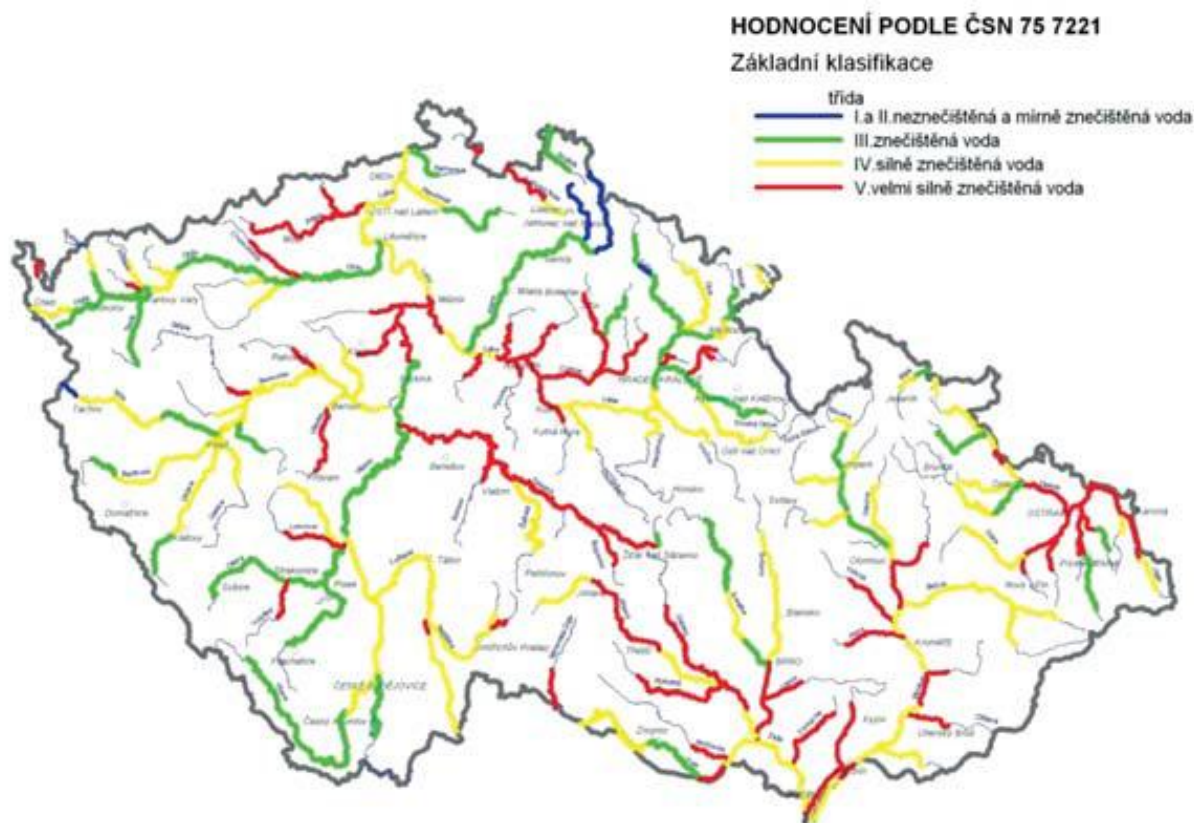
Chlor se ve vodách vyskytuje nejčastěji ve formě chloridů. Chloridy jsou obsaženy ve splaškových vodách, v močůvce a významným zdrojem chloridů je i posyp vozovek v zimním období. Dalším antropogenním zdrojem jsou průmyslové odpadní vody. [1]

Zdrojem kovů ve vodách jsou převážně odpadní vody z těžby a zpracování rud, z hutí, z povrchových úprav kovů, z fotografického, textilního a kožedělného průmyslu, korozní procesy atd. Zdrojem rtuti a olova jsou atmosférické vody znečištěné zplodinami vznikajícími při spalování fosilních paliv a odpadků a výfukové plyny motorových vozidel. [1]

2 KVALITA POVRCHOVÝCH VOD V ČR

„V roce 2012 žilo v domech napojených na kanalizační síť 8,674 mil. obyvatel České republiky, to je 82,5 % z celkového počtu obyvatel. Do kanalizačních sítí bylo vypouštěno celkem 473, 2 mil. m³ odpadních vod. Z tohoto množství bylo čištěno 97,1 % odpadních vod, což znamená 459,4 mil. m³.“ Celkový počet ČOV v ČR je 2 318. Kvalitu povrchových vod ovlivňují převážně bodové zdroje znečištění (města a obce, průmyslové závody a objekty soustředěné zemědělské živočišné výroby). Kvalitu povrchových vod výrazně ovlivňují i difúzní zdroje znečištění – odtok ze zemědělské půdy, odtok ze sídel, obhospodařování rybníků, atmosférická depozice a erozní splachy z terénu. [2]

Na obrázku 2. můžeme vidět jakost povrchových vod v České republice ve dvouletí 1991 – 1992. Z hlediska na škálu v té době sledovaných ukazatelů bylo možné zhotovit jen srovnání podle základní klasifikace. Tento stav povrchových vod byl neuspokojivý, a jak můžeme vidět, většina toků se řadila do IV. – V. třídy znečištění podle ČSN 75 7221, tedy silně znečištěná až velmi silně znečištěná voda. [2]



Obrázek 2. Jakost vody v tocích České republiky 1991 - 1992 [4]

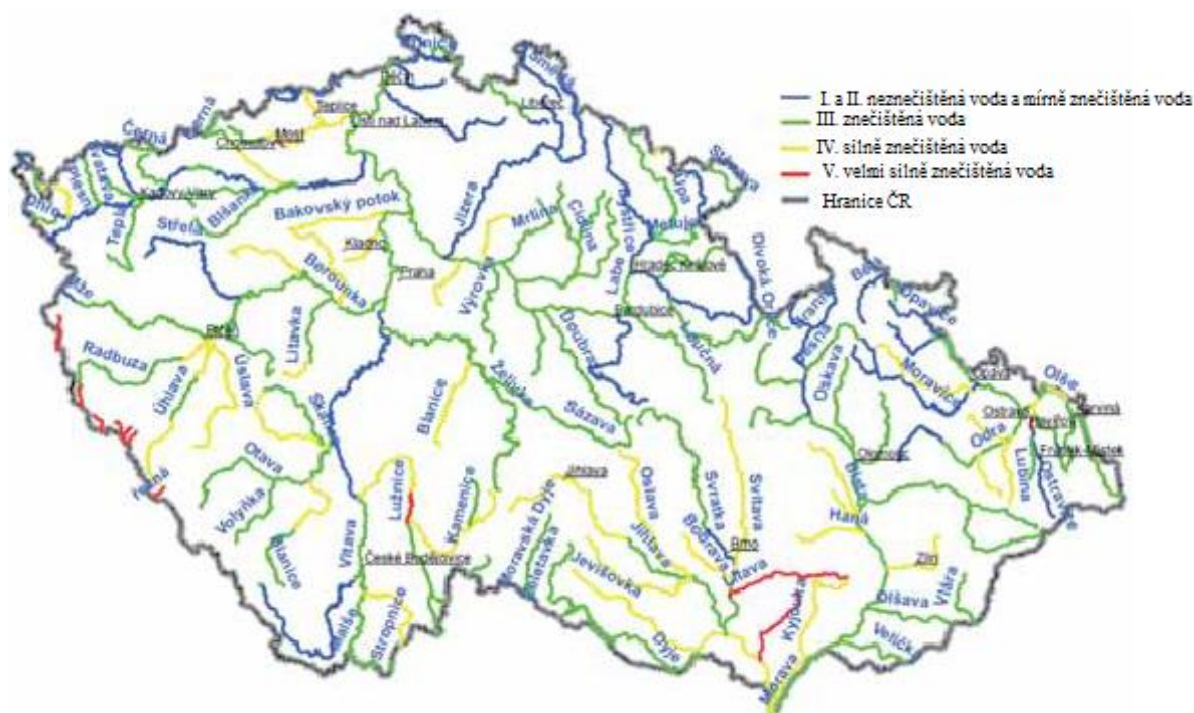
Na obrázcích 3. a 4. můžeme vidět zhruba po dvaceti letech veliké zlepšení kvality vod, ale ještě i v dnešní době se objevují, i když velmi krátké, části vodních toků zahrnuté do V. třídy jakosti povrchových vod, tedy jako velmi silně znečištěná voda. Pro zhotovení mapy kvality vod v tocích České republiky ve dvouletí 2010 – 2011 (Obr. 3) poskytli správci povodí údaje z 312 profilů. [4]



Obrázek 3. Jakost vody v tocích České republiky 2010 - 2011 [4]

Pro zhotovení mapy jakost vody v tocích ČR ve dvouletí 2011 – 2012 (Obr. 4) zveřejnili správci povodí data z 290 profilů. Mapa jakosti byla zpracována na podkladě hodnocení fyzikálně chemických ukazatelů uvedených ve vyhlášce č. 98/2011 Sb. Mnohdy byl ze základních chemických ukazatelů překračován imisní limit pro celkový fosfor, a to především na menších tocích. Tento stav mohou způsobovat dva efekty. Malá vodnost toků a dále nesnáze s čištěním odpadních vod v malých aglomeracích s vysokou zemědělskou aktivitou. Nerozpuštěné látky byly naměřeny ve zvýšených hodnotách v menších tocích na jihu Moravy – Trkmance, Litavce, Kyjovce a v povodí Labe – Javorec a Vlkavě. Z větších toků to byly Morava v Lanžhotě, Odra v Bohumíně, Jihlava a Cidlina. Vysoké hodnoty $CHSK_{Cr}$ a BSK_5 byly naměřeny v Trkmance, Litavě, Vlkavě, Lomnici, Lužnici ve Veselí nad Lužnicí a v Cidlině – Sánech. Zvýšené hodnoty BSK_5 byly stanoveny i v Zákolanském a Teplickém potoce, Výmole a Mži ve Stříbře. Celkový dusík a dusičnanový dusík ve většině

profilů vyhovoval nebo jen mírně překračoval imisní limit, větší překročení bylo stanoveno v Zákolanském potoce, Vlkavě, Želetavce a Rokytně. Ukazatele celkový fosfor ($P-PO_4^{3-}$) a nerozpuštěné látky způsobily, že některé toky byly zařazeny do V. třídy, tedy jako velmi silně znečištěná voda. [2]



Obrázek 4. Jakost vody v tocích České republiky 2011 - 2012 [2]

Křesinová a spol. uvádějí, že během posledních let je kladen důraz na monitoring antikoncepčních steroidů v povrchových vodách. Tyto léčiva se do povrchových vod dostávají i z vyčištěných vod z ČOV. Přítomnost těchto léčiv v povrchových vodách má negativní vliv na reprodukci ryb, zvířat i lidí. [25] Jak uvádí Fojtů, díky vysoké spotřebě se v povrchových vodách vyskytují i další léčiva, např. ibuprofen. V těchto vodách se vyskytují i jiné znečišťující látky, např. insekticidy, mošusové látky, herbicidy nebo také polybromované aditiva do plastů a perfluorované látky. Podle současných poznatků si ČOV nedokážou zcela poradit s těmito znečišťujícími látkami. Dlouholeté účinky zbytků saponátů, kosmetiky nebo léků mohou způsobit neúčinnost léčiv, poškození imunitního systému nebo i neurologické poruchy v učení a chování, ale celkově mohou nepříznivě působit na celý ekosystém. [26]

Monitoringů povrchových vod bylo prováděno velké množství. V následujících odstavcích jsou uvedeny příklady tří monitoringů. Prvním příkladem je monitoring řeky Berounky,

kde se nachází hojné zemědělství a významný průmysl. Druhým příkladem je monitoring toku Trnava, která pramení v Národním parku Polánka. A třetím příkladem je monitoring toku Lutoninka, což je zároveň zajímavá oblast této práce.

Jakost povrchových vod v povodí Berounky za období 2011 - 2012

„Páteřními toky horní části oblasti povodí Berounky jsou Mže, Radbuza, Úhlava a Úslava, dolní části oblasti povodí Berounka, jejími nejvýznamnějšími přítoky jsou Klabava, Střela a Litavka.“ V této oblasti je mnoho druhu průmyslu, např. strojírenský, potravinářský, automobilový, chemický, papírenský atd. Zemědělství je zaměřeno na pěstování obilovin a chov skotu. [29] V tabulce 2. vidíme jakost vody pro ukazatel amoniakální dusík. Bylo hodnoceno celkem 57 profilů. V tabulce můžeme vidět počet profilů spadajících do I., II. a III. třídy znečištění a zároveň i procentuální zastoupení ve třídách. U tohoto ukazatele nebyl žádný profil zařazen do IV. a V. třídy znečištění. Průměrné třídy vodních toků uvedených v tabulce byly převážně zařazeny do II. třídy. Podle procentuálního zastoupení se většina profilů (71,9 %) pohybovala v I. třídě, 22,8 % profilů bylo zařazeno do II. třídy a do III. třídy, tedy jako znečištěná voda, bylo zařazeno nejméně profilů (5,3 %). Jako nejvíce znečištěný tok podle průměrné třídy jakosti byl zařazen tok Klabava a to s hodnotou 1,71. Možným zdrojem znečištění toku Klabava by mohlo být zemědělství, splaškové vody, slévárenský průmysl a zpracování barevných kovů. Jako nejčistější tok podle průměrné třídy jakosti byl zařazen tok Mže, protože všechny profily byly zařazeny do I. třídy. Na toku Mži leží dvě vodní nádrže (Lučina a Hracholusky). V průběhu toku Mže se nenachází žádný významný průmysl. Jelikož byly do III. třídy zařazeny pouze tři profily, tedy by celkový stav těchto toků mohl být hodnocen jako velmi uspokojivý. [7]

Tabulka 2. Jakost vody v ukazateli amoniakální dusík (mg/l) v období 2011 – 2012 – podle ČSN 75 7221 [7]

Vodní tok	Hodnoce- no profilů	V třídě jakosti vody podle ČSN 75 7221					Průměr- ná třída jakosti
		I.	II.	III.	IV.	V.	
		< 0,3 (mg/l)	< 0,7 (mg/l)	<2 (mg/l)	< 4 (mg/l)	≥ 4 (mg/l)	
Berounka	6	4	2				1,33
Radbuza	9	8	1				1,11
Úhlava	7	5	2				1,29
Mže	5	5					1,00
Úslava	5	4	1				1,20
Klabava	7	3	3	1			1,71
Střela	9	7		2			1,44
Rakovnický p.	3	1	2				1,67
Litavka	6	4	2				1,33
Souhrn. Počet	57	41	13	3			1,33
%		71,9	22,8	5,3			

V tabulce 3. vidíme jakost vody v ukazateli dusičnanový dusík. Bylo hodnoceno celkem 57 profilů. V tabulce můžeme vidět počet profilů spadajících do I., II. a III. třídy znečištění a zároveň i procentuální zastoupení ve třídách. U tohoto ukazatele nebyl žádný profil zařazen do IV. a V. třídy znečištění. Průměrná třída jakosti toků byla zařazena do II. a III. třídy. Nejvíce profilů bylo zařazeno do II. třídy (61,4 %). Do I. třídy bylo zařazeno 12 profilů, což představuje 21,1 % a do III. třídy bylo zařazeno 10 profilů, což představuje 17,5 %. U toku Rakovnický potok byly všechny profily zařazeny do III. třídy a proto byl považován za nejvíce znečištěný tok z uvedených toků. Možným zdrojem znečištění by mohly být splaškové vody, zemědělství a průmysl (lihovar, pivovar, továrna na mýdla, řeznictví). Za relativně čisté toky byly považovány toky Úhlavu, Mže a Střela. Podle třídy jakosti byly všechny tři zařazeny do II. třídy. Horní části těchto tří toků jsou bystrinného rázu. Nebyl zde zjištěn žádný významný znečišťovatel. [7]

Tabulka 3. Jakost vody v ukazateli dusičnanový dusík (mg/l) v období 2011 – 2012 – podle ČSN 75 7221 [7]

Vodní tok	Hodnoce- no profilů	V třídě jakosti vody podle ČSN 75 7221					Průměr- ná třída jakosti
		I.	II.	III.	IV.	V.	
		< 3 (mg/l)	< 6 (mg/l)	<10 (mg/l)	< 13 (mg/l)	≥ 13 (mg/l)	
Berounka	6		5	1			2,17
Radbuza	9		4	5			2,56
Úhlava	7	3	4				1,57
Mže	5	2	3				1,60
Úslava	5		4	1			2,20
Klabava	7	2	5				1,71
Střela	9	4	5				1,56
Rakovnický p.	3			3			3
Litavka	6	1	5				1,83
Souhrn. Počet	57	12	35	10			1,96
%		21,1	61,4	17,5			

Monitoring kvality vod významných přítoků řeky Želivky – řeka Trnava

V práci Černé a kol. [15] byla sledována kvalita povrchových vod v řece Trnava. Řeka Trnava pramení v Přírodním parku Polánka na Pacovsku. Horní úsek toku je horského rázu. Tento tok se později vlévá do toku Želivky. Kvalita vody v řece Trnavě byla klasifikována v 25 měrných profilech. Profil 25 se nachází nejvýše na toku Trnava, ostatní profily byly odebírány z významných přítoků řeky Trnavy. Odběry probíhaly po dobu tří let a to v letech 2008 – 2011, vždy po měsíci. Hodnocení jakosti vody řeky Trnavy a jejích přítoků za celé sledované období jsou uvedeny v tabulkách 4 a 5, kde jsou uvedeny maximální a průměrné hodnoty ukazatelů rozpuštěný organický uhlík (DOC), biodegradabilní rozpuštěný organický uhlík (BDOC), $N-NO_3^-$ a $P-PO_4^{3-}$. Také je v tabulkách uveden medián a charakteristická hodnota ukazatele jakosti vody s pravděpodobností nepřekročení 90% (C_{90}), pomocí které jsou vodní útvary slovně hodnoceny. Pro toto hodnocení je použita barevná stupnice dle ČSN 75 7221. Hodnoty BDOC nebyly barevně rozlišeny, protože v normě nebyl tento ukazatel hodnocen. [15]

V tabulce 4. byly hodnoceny ukazatel DOC a BDOC. U ukazatele DOC byl jeden profil zařazen do III. třídy, tedy jako voda, která byla ovlivněna lidskou činností, a dosažené hod-

noty vytvářely nepříznivý vliv na ekosystém. U profilu č. 13 maximální hodnota byla způsobena havarijní situací v toku. [15]

Tabulka 4. Souhrnný přehled hodnot DOC a BDOC (mg/l) – řeka Trnava (období 2008 – 2011) [15]

Měrný profil	DOC				BDOC			
	max.	prům.	medián	C ₉₀	max.	prům.	medián	C ₉₀
1	8,53	4,07	3,73	5,85	6,26	1,04	0,9	1,96
2	8,40	4,30	3,95	5,94	3,3	1,24	1,14	2,35
3	8,02	3,83	3,44	5,67	2,82	0,99	0,92	1,77
4	8,02	4,41	4,06	6,34	2,52	0,88	0,66	1,86
5	6,71	3,87	3,50	5,81	3,23	0,88	0,74	1,65
6	7,59	3,71	3,41	6,25	1,85	0,81	0,84	1,57
7	7,08	3,49	3,10	5,33	3,58	0,97	0,92	1,66
8	12,7	6,52	6,58	10,5	8,46	2,45	2,28	4,3
9	5,54	3,11	2,86	4,53	2,06	0,76	0,62	1,4
10	6,91	3,44	3,30	5,22	2,43	0,85	0,73	1,67
11	9,97	3,98	3,80	5,58	2,52	1,11	1,04	1,67
12	7,04	3,40	3,12	5,11	1,75	0,77	0,83	1,34
13	407,5	4,59	4,03	6,46	394,1	2,3	1,4	3,88
14	7,80	3,21	2,90	4,63	2,67	1,07	0,98	1,88
15	6,62	2,48	2,16	4,21	2,24	0,78	0,64	1,33
16	8,78	4,03	3,57	6,55	3,43	1,1	1,01	1,55
17	6,04	2,84	2,57	4,80	1,49	0,73	0,71	1,17
18	11,4	4,42	4,04	6,16	10,52	1,32	1,07	2,12
19	7,42	4,04	4,00	6,22	4,08	1,28	0,98	2,54
20	7,14	3,74	3,66	5,33	3,16	0,93	0,86	1,58
21	3,95	1,82	1,67	2,98	1,86	0,63	0,51	1,09
22	13,8	4,93	4,68	7,82	3,61	1,48	1,37	2,51
23	14,1	6,30	5,89	9,86	2,65	1,24	1,25	2,12
24	11,8	4,48	3,97	8,87	3,13	0,9	0,66	1,89
25	10,4	3,37	2,97	5,69	2,54	0,75	0,65	1,25

V tabulce 5. byly hodnoceny ukazatele N-NO₃⁻ a P-PO₄³⁻. Můžeme vidět, že tyto ukazatele řadí kvalitu povrchových vod až do nejvyšší třídy znečištění. Do V. třídy bylo zařazeno 14 profilů ukazatele N-NO₃⁻, což představuje 56 %. Do IV. třídy byly zařazeny tři profily a do III. třídy bylo zařazeno sedm měrných profilů. Nejvyšší hodnota u profilu č. 10 byla způsobena zemědělskou činností v blízkosti toku. Do IV. třídy u P-PO₄³⁻ byly zařazeny 4 měrné profily. Většina profilů byla řazena do III. třídy, tedy jako znečištěná voda. Červená barva písma zdůrazňuje hodnoty, které se řadí do V. třídy. [15]

Tabulka 5. Souhrnný přehled hodnot N-NO_3^- a P-PO_4^{3-} (mg/l) – řeka Trnava (období 2008 – 2011) [15]

Měrný profil	N-NO_3^-				P-PO_4^{3-}			
	max.	prům.	medián	C_{90}	max.	prům.	medián	C_{90}
1	14,9	4,80	3,53	8,61	0,98	0,117	0,026	0,356
2	17,4	8,26	7,08	14,3	1,08	0,183	0,091	0,567
3	26,6	12,6	12,3	19,7	0,85	0,093	0,031	0,264
4	21,4	9,01	8,50	15,3	0,88	0,096	0,036	0,251
5	22,8	12,1	10,3	16,2	0,87	0,106	0,039	0,247
6	22,1	12,3	12,6	18,0	1,00	0,106	0,036	0,276
7	15,6	7,25	7,41	11,4	1,00	0,144	0,089	0,364
8	22,3	5,94	4,35	13,2	4,05	0,316	0,128	0,822
9	21,3	9,13	8,90	14,9	1,00	0,098	0,036	0,257
10	29,6	15,2	14,8	26,1	0,95	0,087	0,028	0,221
11	30,3	6,18	4,51	12,5	0,67	0,057	0,014	0,147
12	20,2	8,12	7,25	13,9	0,77	0,080	0,023	0,258
13	27,2	8,58	7,14	16,9	1,00	0,239	0,161	0,528
14	22,1	11,5	11,8	16,8	0,96	0,209	0,148	0,368
15	15,6	6,52	6,06	8,99	1,11	0,113	0,050	0,301
16	15,1	6,08	5,98	8,64	0,97	0,102	0,046	0,245
17	14,5	7,04	7,42	9,58	0,96	0,083	0,025	0,264
18	13,3	5,38	5,23	8,25	0,87	0,086	0,032	0,267
19	17,4	8,00	7,64	13,3	1,04	0,297	0,257	0,550
20	13,4	5,48	5,21	7,79	0,92	0,090	0,036	0,277
21	26,8	11,5	9,95	18,6	0,86	0,090	0,022	0,262
22	12,3	5,71	4,83	10,2	0,68	0,067	0,023	0,183
23	10,4	3,59	3,48	6,54	0,94	0,109	0,042	0,348
24	6,74	1,84	1,70	3,41	1,03	0,099	0,018	0,379
25	19,6	10,1	9,88	14,5	1,00	0,087	0,023	0,241

Z hlediska ukazatele N-NO_3^- byly hodnoty převážně zařazeny do nejvyšší třídy znečištění, tedy stav velmi nevyhovující. I u ukazatele P-PO_4^{3-} byly koncentrace řazeny do vyšších tříd znečištění. [15] Tato oblast má podobný charakter jako zájmová oblast, kterou se dále v praktické části zabývá tato práce a to tím, že se zde nenachází žádný významný průmysl.

Monitoring povrchových vod – potok Lutoninka

Potok Lutoninka pramení pod vrchem Na strážích v 595 m. n. m v obci Jasenná. Protéká obcí Jasenná, Lutonina, Vizovice, Zádveřice – Raková a u obce Lípa se vlévá do řeky Dřevnice. Má hodně přítoků, např.: Jaseňka, Chrástěšovský potok, bezejmenný Ubelský potok, Bratřejovka. Potok Bratřejovka pramení v obci Bratřejov a má mnoho přítoků, např. Dubovský potok, Slatinský potok, bezejmenný Lhotský potok. Tato oblast nepodléhá

soustavnému monitoringu povrchových vod. Poslední monitoring prováděl ČHMÚ v roce 2009. Když bychom se podívali na mapku (obr. 5), tak bychom viděli, že monitoring probíhá až od řeky Dřevnice a podle barevného zařazení se řadí do IV. třídy. Bylo by vhodné, kdyby se pravidelně monitoroval i tok Lutoninka. Bylo by vidět, zda se Lutoninka podílí na znečištění povrchových vod, nebo dochází ke znečištění až na řece Dřevnici.



Obrázek 5. Řeka Dřevnice zařazená do IV. třídy [2]

V tabulce 6. můžeme vidět jakost vody v toku Lutoninka po soutoku s tokem Bratřejovka v roce 2009. Dusitanový dusík, jako jediný ukazatel, byl zařazen do III. třídy a to ve všech třech termínech odběrů. Možným zdrojem znečištění by mohlo být zemědělství, splaškové vody a atmosférická depozice. Ostatní ukazatele byly zařazeny do I. a II. třídy.

Tabulka 6. Jakost vody v toku Lutoninka po soutoku s tokem Bratřejovka dle ČSN 75 7221 [6]

	26.1.2009	24.2.2009	24.3.2009
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,13	0,29	0,06
N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	1,9	1,56	1,23
N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,013	0,013	0,007
CHSK _{Cr} (mg/l)	11	11,5	16,5
Cl ⁻ (mg/l)	25,7	50,4	17,3
TOC (mg/l)	3,82	3,94	3,67
pH	8,2	8,3	8,3
Konduktivita (mS/m)	53,3	69,8	44,9

V tabulce 7. můžeme vidět jakost vody v toku Lutoninka po ústí do řeky Dřevnice v roce 2009. Jeden profil ukazatele N-NO₂⁻ byl zařazen do IV. třídy znečištění a dva profily do III. třídy. Koncentrace dvou profilů ukazatele N-NH₄⁺ spadaly do III. třídy. Ostatní profily byly zařazeny do I. nebo II. třídy. Zvýšené hodnoty dusitanů a amoniakálního dusíku by mohly naznačovat nefunkčnost samočisticích procesů.

Tabulka 7. Jakost vody v toku Lutoninka po ústí do řeky Dřevnice dle ČSN 75 7221 [6]

	13.1.2009	12.2.2009	10.3.2009
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,89	0,55	0,03
N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	2,5	2,04	2,13
N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,016	0,027	0,012
CHSK _{Cr} (mg/l)	7,2	12,7	18,6
Cl ⁻ (mg/l)	28,1	107	12,8
TOC (mg/l)	2,4	4	4,58
pH	7,9	8,1	7,7
Konduktivita (mS/m)	75	82,7	31,9

Monitoring povrchových vod je součástí snahy o zkvalitnění životního prostředí a díky monitoringu je možno předpovědět případné zdroje znečištění. Výsledky monitoringů v ČR byly prováděny u mnoha ukazatelů. Největší znečištění způsobovaly formy dusíku (N-NO₃⁻ a N-NO₂⁻). Starostkou obce Lhotsko byly poskytnuty výsledky rozborů vzorků odebraných z pěti výústí obecní kanalizace, které jsou zaústěné do vodního toku. Obec Lhotsko má dle vodního zákona povoleno nadlimitní vypouštění odpadních vod do vod povrchových a to pouze do roku 2015. I přes tyto vysoké povolené hodnoty docházelo v mnoha případech k překročení těchto limitů. Např. v roce 2012 byly překročeny hodnoty u ukazatelů BSK₅, CHSK_{Cr} a NL. Koncentrace dosahovaly až 5x většího znečištění, než byly povoleny. Kvalitu povrchových vod je možno hodnotit jako neuspokojivý, mnoho profilů bylo zařazeno do nejhorší, tedy V. třídy. Podle interního šetření byl stav povrchové vody ovlivněn lidskou činností, což má negativní dopad na vodní ekosystémy. Jedno z možných řešení by bylo vybudovat ve všech aglomeracích kanalizační síť, která by byla zaústěna do ČOV. A také u odlehlých budov vybudovat domovní ČOV. Ale nejen vybudovat, ale také se o ně správně starat.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 METODY STANOVENÍ

3.1 Použité chemikálie

Síran amonný p.a. (Penta s.r.o.), Seignetovu sůl p.a., Nesslerovo činidlo p.a., hydroxid sodný p.a. (Penta s.r.o.), kyselina sulfanilová p.a. (Penta s.r.o.), hydrogensíran draselný p.a. (Penta s.r.o.), N-(1-naftyl)-ethylendiami p.a. (Penta s.r.o.), dusitan sodný p.a. (Penta s.r.o.), chloroform p.a. (Penta s.r.o.), dusičnan draselný p.a. (Penta s.r.o.), kyselina sírová p.a. (Penta s.r.o.), kyselina šťavelová p.a. (Penta s.r.o.), manganistan draselný p.a. (Penta s.r.o.), chlorid sodný p.a. (Penta s.r.o.), dusičnan stříbrný p.a. (Penta s.r.o.), chroman draselný p.a. (Penta s.r.o.), kyselina dusičná testovaná dithiozonovou metodou p.a. Merck spol s.r.o. a 2% kyselina dusitá p.a (Astasol).

3.2 Přístroje a pomůcky

Analytické váhy Precisa 120A (Švýcarsko) a Sartorius (Německo), Analyzátor celkového organického uhlíku TOC – 5000A Shimadzu Corporation (Japonsko), sušárna Memmert model 100 (Německo), jednopaprskový spektrofotometr Helios Epsilon Thermo Scientific (Anglie), dusičnanová iontově selektivní elektroda PerfectION™ Mettler Toledo s.r.o. (ČR), Spekol 11 Carl Zeiss Jena (Německo), spektrofotometr AMA 254 Altec s.r.o. (ČR), AAS-GBC 933 AA (Austrálie), pH metr pH 730 WTW (Německo), konduktometr Cond 730 WTW (Německo)

3.3 Stanovení amonných iontů Nesslerovým činidlem

Nesslerovo činidlo: 20 g jodidu rtuťnatého a 14 g jodidu draselného bylo rozpuštěno ve 20 ml redestilované vody zbavené amonných iontů a byla smíchána s roztokem hydroxidu sodného. Směs byla doplněna na objem 200 ml redestilovanou vodou. [18]

Roztok vinanu draselného-sodného – 50 %: V redestilované vodě bylo rozpuštěno 50 g tetrahydrátu vinanu draselného-sodného (tzv. Seignetova sůl), bylo přidáno 0,5 ml Nesslerova činidla a směs byla doplněna redestilovanou vodou na objem 100 ml. [18]

Kalibrační roztoky byly připraveny ředěním pracovního roztoku síranu amonného (5 mg/l) na požadované koncentrace a to v rozmezí $c_{\text{NH}_4^+} = 5 \text{ mg/l} - 0 \text{ mg/l}$. [18]

Stanovení bylo prováděno odměřením 25 ml vzorku nebo zředěného vzorku, ke kterému bylo přidáno 0,1 ml roztoku Seignetovy soli a směs byla protřepána. Po přidání 0,5 ml Nesslerova činidla byla směs opět protřepána. Po 10 minutách byla změřena absorbance při vlnové délce 430 nm. Při stanovení slepého vzorku bylo místo Nesslerova činidla použito 0,5 ml 15% roztoku hydroxidu sodného. Vždy byla odečítána absorbance slepého vzorku. [18] Koncentrace amonných iontů byla vypočítána podle následující rovnice:

$$c_{\text{NH}_4^+} = c_{\text{regr.}} * \frac{n_{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}}{0,36627} * f_z \quad /1/$$

kde:

$c_{\text{NH}_4^+}$ - koncentrace amonných iontů [mg/l]

$c_{\text{regr.}}$ – regresní koncentrace amonných iontů [mg/l]

$n_{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}$ – navážka standardu $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ [g]

f_z – faktor ředění (25/pipetáž vzorku) [l] [18]

3.4 Stanovení dusitanů absorpční spektroskopií

Diazotační roztok: 0,865 g sulfanilové kyseliny a 6,8 g hydrogensíranu draselného bylo rozpuštěno v destilované vodě a roztok byl doplněn na objem 250 ml. [18]

Kopulační roztok: 0,040 g dihydrochloridu N-(1-naftyl)-ethylendiaminu (NED) bylo rozpuštěno v destilované vodě a doplněno touto vodou na objem 100 ml. [18]

Kalibrační roztoky se připraví ředěním pracovního roztoku na požadovanou koncentraci a doplní se destilovanou vodou do 25 ml odměrné baňky. [18]

K 15 ml vzorku bylo přidáno 1,5 ml diazotačního roztoku, po protřepání se vzorek nechal 10 minut stát. Poté bylo přidáno 1,5 ml kopulačního roztoku, po protřepání se vzorek nechal 20 minut stát. Poté se doplnil destilovanou vodou po rysku, opět byl protřepán a byla změřena absorbance při 550 nm. [18] Koncentrace dusitanů byla vypočítána podle následující rovnice:

$$c_{\text{NO}_2^-} = c_{\text{regr.}} * \frac{n_{\text{st.}}}{0,14996} * f_z * \frac{1}{100} * \%_{\text{NaNO}_2} \quad /2/$$

kde:

$c_{\text{NO}_2^-}$ - koncentrace dusitanů [mg/l]

$c_{\text{regr.}}$ – regresní hodnota koncentrace dusitanů [mg/l]

$n_{\text{st.}}$ navážka standardní látky na zásobní roztok [g]

f_z – faktor ředění [l]

$\%_{\text{NaNO}_2}$ – procentuální zastoupení NaNO₂ v komerčním preparátu [%]. [18]

3.5 Stanovení dusičnanů dusičnanovou iontově selektivní elektrodou

Kalibrační roztoky byly připraveny ředěním KNO₃ destilovanou vodou na požadované koncentrace. Koncentrace se pohybovaly v rozmezí 0,1 mg/l – 250 mg/l.

Ve 100 ml vzorku bylo změřeno elektrické napětí (mV) iontově selektivní elektrodou. Tato elektroda má rozsah měření 0,1 – 14000 mg/l N-NO₃⁻. Koncentrace dusičnanů byla vypočítána podle následující rovnice:

$$c_{\text{NO}_3^-} = 10^{c_{\text{regr}}} \text{ (mg/l)} \quad /3/$$

3.6 Stanovení CHSK Kubelovou metodou

Do varné baňky bylo vloženo několik varných kamínků, bylo odpipetováno 100 ml vzorku, přidáno 5 ml kyseliny sírové (1:2) a 20 ml KMnO₄ (0,002 mol/l). Vzniklý roztok byl promíchán. Do hrdla baňky byla vložena nálevka s uříznutým stonkem a ta byla položena na vařič. Směs byla uvedena do 5 minut k varu, který byl udržován přesně 10 minut. K horkému roztoku bylo přidáno 20 ml kyseliny šťavelové (0,005 mol/l). Odbarvený horký roztok byl vzápětí titrován KMnO₄ (0,002 mol/l) do slabě růžového zbarvení. [19] CHSK_{Mn} bylo vypočítáno podle následující rovnice:

$$\text{CHSK}_{\text{Mn}} = \frac{(V_s - V_t) \cdot f_t \cdot c_{\text{KMnO}_4} \cdot A_0 \cdot 10^3}{V_0} \quad /4/$$

kde:

CHSK_{Mn} – chemická spotřeba kyslíku vzorku [mg/l]

V_e – objem odměrného roztoku KMnO_4 , spotřebovaného při titraci stanovení CHSK_{Mn} vzorku [ml]

V_s – objem odměrného roztoku KMnO_4 , spotřebovaného při titraci slepého stanovení CHSK_{Mn} [ml]

V_0 – objem vzorku, použitý pro stanovení CHSK_{Mn} [ml]

f_t – titrační přepočítávací faktor pro uvedené titrační stanovení $f_t = 5/2$

c_{KMnO_4} – látková koncentrace odměrného roztoku KMnO_4 [mol/l]

A_0 – atomární hmotnost kyslíku [g/mol] [19]

3.7 Argentometrické stanovení chloridů

Stanovení bylo prováděno odměřením 100 ml vzorku, bylo přidáno 3-5 kapek 5% K_2CrO_4 a následně titrováno odměrným roztokem AgNO_3 do prvního postřehnutelného trvalého červenohnědého zbarvení. [21] Obsah Cl^- byl vypočítán podle následující rovnice:

$$m_{\text{Cl}^-} = M_{\text{Cl}^-} \cdot B \cdot c_{\text{Ag}} \cdot f \quad /5/$$

kde:

m_{Cl^-} – obsah chloridů ve vzorku [mg]

M_{Cl^-} – molární hmotnost Cl^- [g/mol]

B – průměrná spotřeba odměrného roztoku AgNO_3 při titraci vzorku [ml]

c_{Ag} – koncentrace odměrného roztoku AgNO_3 [mol/l]

f – podílový faktor [100 ml / 10 ml = 10] [21]

3.8 Stanovení rtuti spektrofotometrem AMA 254

AMA 254 je atomový absorpční spektrofotometr pro analýzu rtuti. Obsah rtuti lze stanovovat v kapalných i pevných vzorcích. Vzorek byl vložen na spalovací lodičku a následně vpraven do spalovací trubice, kde byl vysušen a poté spálen. Rozložené vzorky byly dále vedeny přes amalgátor, kde byla zachycena rtuť. Rtuť pak byla shromážděna ve spoždřovací nádobce, ze které přešla do měřicí kyvety. Zde byla změřena absorbance při 253,65 nm. Zdrojem záření je nízkotlaká neonová výbojka s dutou katodou. [22, 23] Mez detekce této

metody je 0,09 µg/l. Vzorky byly před stanovením konzervovány 65 % kyselinou dusičnou a uchovávány v chladničce.

3.9 Stanovení těžkých kovů AAS GBC 933

Model GBC 933 AA je jednopaprskový atomový absorpční spektrofotometr. Atomizace musí mít teplotu alespoň 2000 – 3000 K. Zdrojem záření je neonová výbojka s dutou katodou. „Přístroj je vybaven mřížkovým monochromátorem s fokální vzdáleností 333 nm, šířka vymezeného spektrálního intervalu je v rozsahu 0,2 – 1 nm. Přístroj je vybaven fotonásobičem s pracovním rozsahem 185 – 900 nm.“ [24] Mez detekce této metody je 0,01 µg/l. Vzorky byly před stanovením konzervovány 65 % kyselinou dusičnou a uchovávány v chladničce.

3.10 Stanovení celkového organického uhlíku

Metoda stanovení TOC je založena na principu spalování organických látek až na CO₂. Vzorek je spálen při 680°C ve spalovací trubici s platinovým katalyzátorem za přítomnosti kyslíku. Vzniklý oxid uhličitý je veden do infračerveného detektoru, kde signál příslušné vlnové délky je evidován jako plocha píku, který je přímo úměrný koncentraci TC ve vzorku. Stanovení IC je založeno na principu okyselení. Vzorek je nastříknut do nádoby s kyselinou fosforečnou, přičemž dojde k vytěsnění oxidu uhličitého. Poté je vzorek opět veden do infračerveného detektoru. [23, 27, 28] Koncentrace TOC lze vypočítat podle následující rovnice:

$$TOC = TC - IC \quad /6/$$

kde:

TOC – celkový organický uhlík [mg/l]

TC – celkový uhlík [mg/l]

IC – anorganický uhlík [mg/l] [23, 27, 28]

3.11 Ostatní sledované ukazatele

Pro hodnocení pH byl použit naklibrovaný pH metr, pH 730. Rozsah měření pH metru se pohybuje v rozmezí (-2,00 – 19,99) ± 0,005 při teplotě (-5,0;105,0) ± 0,1 °C.

Hodnoty konduktivity byly změřeny na nakalibrovaném konduktometru Cond 730. Rozsah měření konduktometru je (0.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ - 500 mS/cm).

3.12 Odběr vzorků

Pro odběr vzorků byly použity 1,5 l PET vzorkovnice, předem promyté destilovanou vodou a vysušené. Vzorky byly převáženy ve chladícím boxu. Odebíráno bylo 1 – 1,5 litr vzorku. Ukazatele dusitany, dusičnany, amoniakální dusík byly stanoveny hned po příjezdu do laboratoře. TOC byl stanoven do 24 hodiny, vzorky pro CHSK byly zakonzervovány kyselinou sírovou a vzorky pro stanovení těžkých kovů byly zakonzervovány 65% kyselinou dusičnou. Uchovávány byly v lednici při 5 °C. Odběr probíhal zhruba vprostřed toku, aby vzorky nebyly kontaminovány nánosy u břehů toků.

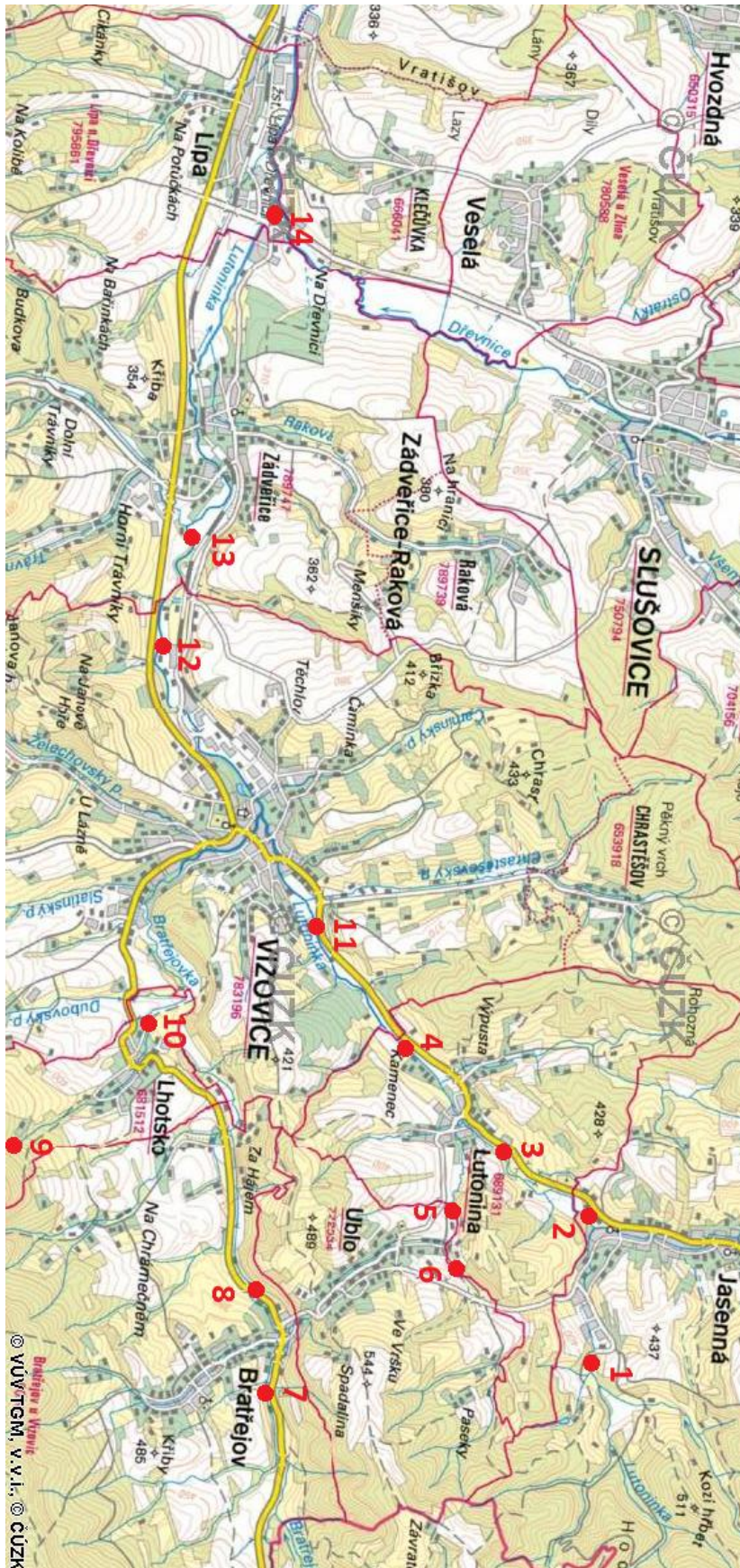
4 ZÁJMOVÁ OBLAST – REGION VIZOVICE

Region Vizovice se nachází ve Zlínském kraji, nedaleko od krajského města Zlín. Hlavními toky v této oblasti jsou říčka Bratřejovka, která se vlévá ve městě Vizovice do říčky Lutoninky a ta se dále vlévá u obce Lípa do řeky Dřevnice. Jako zájmovou oblastí byly vybrány následující obce: Bratřejov, Jasenná, Lhotsko, Lutonina, Ublo, Vizovice a Zádveřice - Raková. Obce byly vybrány z důvodu nepřítomnosti kanalizace v obcích ležících na toku, kromě města Vizovice.

Tabulka 8. Lokalizace odběrových míst

*	NÁZEV VZORKU	MÍSTO ODBĚRU
1	Jasenná nad	U pily
2	Jasenná pod	U fotbalového hřiště
3	Lutonina nad	U pily, u cesty
4	Lutonina pod	U cesty
5	Ublo pod	Za obcí
6	Ublo nad	Nad obcí
7	Bratřejov nad	U fotbalového hřiště
8	Bratřejov pod	U cesty
9	Lhotsko nad	U lesu, u louky
10	Lhotsko pod	U pole
11	Vizovice nad	U konírny
12	Vizovice pod	U ČOV
13	Zádveřice nad	U fotbalového hřiště
14	Zádveřice pod	U cesty

* Odběrová místa naznačená na obr. 6.



Obrázek 6. Mapa odběrových míst [30]

Bratřejov

Obec Bratřejov se nachází východně od města Vizovice, v nadmořské výšce 420 m. n. m. V této obci žije 756 obyvatel. Obcí protéká potok Bratřejovka. V této obci se nenachází žádný průmyslový podnik. Obec Bratřejov nemá vybudovanou celistvou kanalizační síť, stávající kanalizační síť je využívána pouze pro odvádění dešťové vody do toků - Bratřejovského potoka a do toku Bratřejovky. Splaškové vody jsou předčištěny v septicích a zaústěny do přímo do toků, popř. jímek na vyvážení. [8]

Jasenná

Obec Jasenná se nachází severovýchodně od města Vizovice, v nadmořské výšce 365 m. n. m. V současné době žije v obci 965 obyvatel. Hlavním tokem katastrálního území obce Jasenná je vodní tok Lutoninka, s pravostranným přítokem Jaseňka. Na území obce je zastoupena zemědělská výroba - chov koní a skotu. V obci jsou zastoupeny firmy s mnoha odvětvími: Strojní výroba, autoopravna, klempířství, stavebnictví – výroba betonových skruží, výroba kartonů, pěstitelská pálenice. V obci jsou vybudovány úseky jednotné kanalizační sítě, do níž jsou odvedeny dešťové vody a splaškové odpadní vody. Kanalizační síť je zaústěna do vodních toků Jaseňka a Lutoninka. Splaškové vody jsou přímo do vodních toků zaústěny většinou po předchozím předčištění v septicích, někdy i bez předchozího předčištění. Areál firmy Jasno spol.s.r.o. má vybudovanou vlastní kanalizační síť, která je zaústěna do ČOV. [9]

Lhotsko

Obec Lhotsko je součástí Zlínského kraje. Leží 15 km od krajského města Zlín a 3 km od města Vizovice. V současné době žije v obci 260 obyvatel. Obcí protéká bezejmenný Lhotský potok, který ústí do říčky Bratřejovka. Tato říčka protéká jen malou částí obce. Recipientem vyčištěných splaškových odpadních vod v septicích a vod dešťových je bezejmenný potok (Lhotský potok). V obci se nachází firma, která se zabývá výrobou čistících a desinfekčních prostředků. Areál firmy je odkanalizován vlastním kanalizačním systémem oddílné kanalizace. Splaškové odpadní vody jsou čištěny v ČOV. Dále se zde nachází Řeznictví Singer s vlastní porážkou. [10]

Lutonina

Obec Lutonina se nachází 3 km od města Vizovice, v nadmořské výšce 329 m. n. m. V této obci žije 416 obyvatel. Hlavním recipientem katastrálního území obce Lutonina je vodní

tok Lutoninka, popřípadě přítoky Lutoninky. V obci je vybudována kanalizační síť, do které jsou odvedeny dešťové vody i splaškové odpadní vody. Splaškové vody jsou po předchozím předčištění, někdy i bez něj, odváděny přímo do kanalizace. Vody z kanalizace jsou zaústěny do recipientů. Část nemovitostí odvádí odpadní vody přímo do recipientů. Areál bývalého zemědělského družstva je odkanalizován vlastním kanalizačním systémem oddílné kanalizace, kde splaškové vody jsou čištěny v septicích. V této obci se nachází firma, která se zabývá výrobou a distribucí vybraných potravinových doplňků. Také se zde nachází čerpací stanice Shell. [11]

Ublo

Obec Ublo se nachází 6 km severovýchodně od města Vizovice. V této obci žije 254 obyvatel. V této obci je vybudovaná jednotná kanalizační síť, do které jsou zaústěny splaškové vody a odvodnění z komunikací. Na tuto kanalizační síť je napojeno asi 50 % objektů. Ve většině případů jsou splaškové vody předčištěny v septicích, ale objevují se i objekty, u kterých se předčištění nevyskytuje. Vody z kanalizace jsou odvedeny několika výpustěmi do toku, kterým je bezejmenný potok, který se později vlévá do toku Lutoninka. [12]

Vizovice

Město Vizovice se nachází 15 km od krajského města Zlín. V tomto městě žije 4661 obyvatel. Převážná část území města Vizovice je odkanalizována systémem jednotné kanalizace, která odvádí odpadní vody na městskou čistírnu odpadních vod. Odkanalizována není pouze odlehlá část Chrastěšov a ulice Těchlov. V tomto městě jsou firmy s mnoha odvětvími: Chov skotu, hovězího dobytka a zemědělská výroba, chov prasat a drůbeže, zámečnictví, konírna, kožedělná výroba, výroba ovocných destilátů a alkoholických nápojů, řeznictví a uzenářství a autoservis. [13]

Zádveřice - Raková

Tato obec je vzdálena 5 km od města Vizovice a 11 km od krajského města Zlín. Obcí protéká říčka Lutoninka. Žije zde 1050 obyvatel. V obci Zádveřice – Raková je vybudován kanalizační systém, který odvádí odpadní vody z obytné zástavby, občanské vybavenosti a drobných provozoven po předčištění v septicích a malých ČOV do vodního toku Lutoninka. V této obci se nacházejí autoservisy, výroba nátěrových hmot, zámečnické práce a kovovýroba, vulkanizace – výroba z technické pryže a vydavatelství – nakladatelství – knihtisk. [14]

Na obrázku 7. můžeme vidět příklad výpusti (zakroužkované místo), která vedla z rodinného domu. Šedé zbarvení naznačuje, že se jednalo o splaškové odpadní vody. Tato výpusť byla nasměrována k toku Lutoninka. Jelikož výpusť nedosahovala až do toku, tak splašky byly vypouštěny na břeh toku a z něj postupně tekly do toku.



Obrázek 7. Výpusť odpadních vod z rodinného domu nedaleko odběrového místa Zádveřice nad

5 VÝSLEDKOVÁ A DISKUZNÍ ČÁST

K odběru vzorků bylo vybráno 14 odběrových míst, v 7 obcích. Odběrová místa byla volena vždy nad obcí a pod obcí. Odběrová místa se nacházejí na toku Lutonince, Bratřejovce a dalších přítocích. S odběrem vzorku byla změřena teplota vody a vzduchu, které jsou uvedeny v příloze společně s GPS souřadnicemi odběrových míst (PI, PII). Vzorky byly odebrány do plastových láhví a převezeny do laboratoře, kde byly zpracovány. Vzorky byly uchovávány v lednici při 5 °C. Bylo stanoveno několik ukazatelů na základě dřívějšího monitoringu v toku Lutonika a charakteru znečištění v této oblasti. Těmi ukazateli byly amoniakální dusík, dusitanový dusík, dusičnanový dusík, chemickou spotřebu kyslíku manganometricky, konduktivitu, pH, celkový organický uhlík, chloridy a těžké kovy (Cd, Hg, Pb, Zr). Znečištění vyskytující se v této oblasti naznačuje fekální znečištění, znečištění ze zemědělství, masokombinátu a minimální průmyslové znečištění. Pro hodnocení byla použita stupnice barev podle ČSN 75 7221. Zelená barva představuje III. třídu, žlutá IV. třídu a červená barva představuje V. třídu. První odběry probíhaly v roce 2012 a to v letním období a podzimním období. Tyto vzorky byly provedeny v rámci screeningu a podle těchto výsledků byly dále vybrány ukazatele, které se stanovovaly v roce 2014. Těmito ukazateli byly amoniakální dusík a dusičnanový dusík. Měření bylo prováděno 3x vedle sebe a prezentovaná data jsou průměrem měření.

Tabulka 9. uvádí přehled hodnot z letního období v roce 2012 pro ukazatele CHSK_{Mn} , N-NH_4^+ a N-NO_3^- . Ostatní ukazatele se v tabulce nenacházejí, protože buď nebyly stanoveny, nebo byly pod mezí detekce dané analytické metody stanovení. U vzorků Ublo nad a Ublo pod nebyly stanoveny žádné hodnoty, protože tok v tomto období byl vyschlý. Je zřejmé, že stanovení koncentrace N-NH_4^+ a N-NO_3^- řadí povrchovou vodu do vyšší třídy jakosti než koncentrace CHSK_{Mn} . Vzorek Lhotsko pod byl svou koncentrací při hodnocení N-NH_4^+ zařazen do nejvyšší V. třídy znečištění. Vzorek Bratřejov nad byl zařazen do III. třídy znečištění, tedy jako znečištěná voda. Vzorek Vizovice pod byl svou koncentrací při hodnocení N-NO_3^- zařazen do nejvyšší V. třídy znečištění, tedy jako velmi silně znečištěná voda. Vzorky Bratřejov pod a Jasenná pod byly zařazeny do IV. třídy znečištění, tedy jako silně znečištěná voda a 43 % profilů bylo zařazeno do III. třídy znečištění, tedy jako znečištěná voda. Vzorky, které nebyly barevně označeny, byly zařazeny do I. – II. třídy jakosti vod, což představuje 64 % profilů ze všech ukazatelů. Celkově byla povrchová voda

v této oblasti zařazena do V. třídy znečištění, tedy jako velmi silně znečištěná voda a to na základě ukazatelů N-NH_4^+ a N-NO_3^- .

Tabulka 9. Souhrnný přehled hodnot v letním období v roce 2012.

LÉTO	Bratřejov nad	Bratřejov pod	Jasenná nad	Jasenná pod	Lhotsko nad	Lhotsko pod	Lutonina nad
CHSK _{Mn} (mg/l)	2,848	3,136	2,416	3,216	1,344	5,928	3,008
N-NH_4^+ (mg/l)	0,795	0,344	0,327	0,412	0,242	6,409	0,336
N-NO_3^- (mg/l)	2,976	7,766	1,645	7,117	2,692	6,139	5,782
LÉTO	Lutonina pod	Ublo nad	Ublo pod	Vizovice nad	Vizovice pod	Zádveřice nad	Zádveřice pod
CHSK _{Mn} (mg/l)	2,816	-	-	1,696	4,376	2,280	2,624
N-NH_4^+ (mg/l)	0,421	-	-	0,327	0,455	0,234	0,293
N-NO_3^- (mg/l)	5,782	-	-	3,742	11,85	5,782	6,325

Tabulka 10. uvádí přehled hodnot z podzimního období v roce 2012 pro ukazatele CHSK_{Mn}, konduktivitu, N-NH_4^+ , N-NO_3^- , TOC a pH. Ostatní ukazatele se v tabulce nenacházejí, protože byly pod mezí detekce. Je zřejmé, že stanovení koncentrace N-NH_4^+ a N-NO_3^- řadí povrchovou vodu do vyšší třídy jakosti než koncentrace zbylých ukazatelů. 86 % profilů bylo svou koncentrací při hodnocení N-NH_4^+ zařazen do III. třídy znečištění, tedy jako znečištěná voda. Vzorky Lhotsko nad, Lhotsko pod, Vizovice pod a Zádveřice pod byly svou koncentrací při hodnocení N-NO_3^- zařazeny do IV. třídy znečištění, tedy jako silně znečištěná voda. 71 % profilů bylo zařazeno do III. třídy znečištění. Vzorky Vizovice pod a Zádveřice nad byly svou koncentrací při hodnocení TOC zařazeny do III. třídy znečištění. Vzorek Lhotsko pod byl svou koncentrací při hodnocení konduktivity zařazen do III. třídy. Vzorky, které nebyly barevně označeny, byly zařazeny do I. – II. třídy jakosti vod, což představuje 65% profilů ze všech ukazatelů. Celkově byla povrchová voda v této oblasti zařazena do IV. třídy znečištění, tedy jako silně znečištěná voda a to na základě ukazatele N-NO_3^- . Znečištění tohoto druhu naznačilo znečištění ze zemědělství.

Tabulka 10. Souhrnný přehled hodnot v podzimním období v roce 2012.

Podzim	Bratřejov nad	Bratřejov pod	Jasenná nad	Jasenná pod	Lhotsko nad	Lhotsko pod	Lutonina nad
CHSK _{Mn} (mg/l)	5,376	5,160	6,520	6,568	4,440	5,024	6,504
Konduktivita (mS/cm)	32,3	33,9	36,5	42,2	28,4	80,2	43,9
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,582	0,523	0,363	0,769	0,433	1,186	0,735
N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	4,521	5,113	4,521	6,497	7,302	7,516	6,124
TOC (mg/l)	-	1,52	2,23	5,93	1,02	6,31	2,2
pH	6,987	6,833	7,041	7,151	8,038	7,179	7,098
Podzim	Lutonina pod	Ublo nad	Ublo pod	Vizovice nad	Vizovice pod	Zádveřice nad	Zádveřice pod
CHSK _{Mn} (mg/l)	6,640	6,048	6,112	6,52	5,856	6,088	7,368
Konduktivita (mS/cm)	43,0	33,9	35,8	44,4	42,2	43,0	45,6
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,735	0,690	0,690	0,888	0,701	0,650	0,863
N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	6,124	4,959	5,271	5,944	7,302	6,691	10,26
TOC (mg/l)	3,07	2,44	1,93	2,98	9,78	8,28	4,88
pH	7,185	7,214	6,886	6,928	7,469	7,120	7,180

Další odběry vzorků probíhaly během jednoho pracovního týdne, a to ve dnech od 14.4.2014 do 18.4.2014. Vzorky byly odebírány na stejných odběrových místech jako u předchozích odběrů a probíhaly stejným způsobem. Vzorky byly převezeny do laboratoře a během dne zpracovány. U těchto odběrů byly stanoveny pouze dva ukazatele a to N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻. A to z důvodu, že u předchozích odběrů koncentrace těchto ukazatelů byly zařazeny do horších tříd znečištění než koncentrace ostatních ukazatelů. Vzorky, které nebyly barevně označeny, byly zařazeny do I. – II. třídy jakosti vod.

Tabulka 11. uvádí přehled hodnot ze dne 14.4.2014 ukazatelů N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻. Vzorek Lhotsko pod byl svou koncentrací při hodnocení N-NH₄⁺ zařazen do nejvyšší V. třídy znečištění. A vzorek Jasenná pod byl zařazen do III. třídy znečištění. Vzorek Bratřejov nad byl svou koncentrací při hodnocení N-NO₃⁻ zařazen do IV. třídy znečištění a 93 % profilů bylo zařazeno do nejvyšší V. třídy. Nejvyšší hodnota byla stanovena u vzorku Bratřejov pod, kde možným zdrojem znečištění by mohly být splachy z polí. Např. u vzorků Jasenná nad a Jasenná pod, Vizovice nad a Vizovice pod si můžeme všimnout, že nad obcí byla koncentrace N-NO₃⁻ vyšší než pod obcí, což naznačuje, že ve vodách probíhají samočisticí pochody a tyto vzorky se nepodílejí na znečištění povrchových vod.

Tabulka 11. Přehled hodnot N-NH_4^+ a N-NO_3^- - ze dne 14.4.2014

14.4.2014	Bratřejov nad	Bratřejov pod	Jasenná nad	Jasenná pod	Lhotsko nad	Lhotsko pod	Lutonina nad
N-NH_4^+ (mg/l)	0,272	0,365	0,219	0,528	0,266	5,975	0,137
N-NO_3^- (mg/l)	10,31	47,21	19,72	13,64	26,36	41,89	14,6
14.4.2014	Lutonina pod	Ublo nad	Ublo pod	Vizovice nad	Vizovice pod	Zádveřice nad	Zádveřice pod
N-NH_4^+ (mg/l)	0,195	0,314	0,259	0,215	0,195	0,137	0,167
N-NO_3^- (mg/l)	20,38	13,64	14,11	17,86	21,75	23,96	25,54

Tabulka 12. uvádí přehled hodnot ze dne 15.4.2014 ukazatelů N-NH_4^+ a N-NO_3^- . Vzorky Bratřejov pod a Lhotsko pod byly svou koncentrací při hodnocení N-NH_4^+ zařazeny do IV. třídy znečištění, tedy jako silně znečištěná voda. Vzorek Ublo nad byl zařazen do III. třídy znečištění, tedy jako znečištěná voda. 100 % vzorků bylo svou koncentrací při hodnocení N-NO_3^- zařazeno do nejvyšší V. třídy, tedy jako velmi silně znečištěná voda. Nejvyšší hodnota byla stanovena u vzorku Vizovice nad, kde nebyl zjištěn konkrétní zdroj znečištění.

Tabulka 12. Přehled hodnot N-NH_4^+ a N-NO_3^- - ze dne 15.4.2014

15.4.2014	Bratřejov nad	Bratřejov pod	Jasenná nad	Jasenná pod	Lhotsko nad	Lhotsko pod	Lutonina nad
N-NH_4^+ (mg/l)	0,266	2,236	0,236	0,470	0,195	4,665	0,127
N-NO_3^- (mg/l)	11,62	15,75	11,62	14,25	12,02	21,82	13,78
15.4.2014	Lutonina pod	Ublo nad	Ublo pod	Vizovice nad	Vizovice pod	Zádveřice nad	Zádveřice pod
N-NH_4^+ (mg/l)	0,225	0,538	0,429	0,201	0,171	0,161	0,385
N-NO_3^- (mg/l)	15,24	12,44	13,32	27,22	21,14	18,57	21,82

Tabulka 13. uvádí přehled hodnot ze dne 16.4.2014 ukazatelů N-NH_4^+ a N-NO_3^- . Vzorek Lhotsko pod byl svou koncentrací při hodnocení N-NH_4^+ zařazen do IV. třídy znečištění, tedy jako silně znečištěná voda. Vzorky Jasenná pod, Ublo pod a Zádveřice pod byly zařazeny do III. třídy znečištění, tedy jako znečištěná voda. 79 % vzorků bylo svou koncentrací při hodnocení N-NO_3^- zařazeno do nejvyšší V. třídy, tedy jako velmi silně znečištěná voda. Nejvyšší hodnota byla stanovena u vzorku Zádveřice pod. 14 % vzorků bylo zařazeno do IV. třídy znečištění, tedy jako silně znečištěná voda. A vzorek Bratřejov nad byl zařazen do III. třídy znečištění, tedy jako znečištěná voda. Je zde vidět mírný pokles koncentrací u ukazatele N-NO_3^- . U ukazatele N-NH_4^+ se některé koncentrace snížily, ale některé zvýšily.

Tabulka 13. Přehled hodnot N-NH_4^+ a N-NO_3^- - ze dne 16.4.2014

16.4.2014	Bratřejov nad	Bratřejov pod	Jasenná nad	Jasenná pod	Lhotsko nad	Lhotsko pod	Lutonina nad
N-NH_4^+ (mg/l)	0,290	0,420	0,287	0,504	0,219	3,701	0,191
N-NO_3^- (mg/l)	6,736	11,59	18,58	19,19	7,82	21,15	19,19
16.4.2014	Lutonina pod	Ublo nad	Ublo pod	Vizovice nad	Vizovice pod	Zádveřice nad	Zádveřice pod
N-NH_4^+ (mg/l)	0,203	0,477	0,569	0,191	0,180	0,205	0,500
N-NO_3^- (mg/l)	13,76	19,83	12,00	12,85	10,80	19,83	28,10

Tabulka 14. uvádí přehled hodnot ze dne 17.4.2014 ukazatelů N-NH_4^+ a N-NO_3^- . Vzorek Lhotsko pod byl svou koncentrací při hodnocení N-NH_4^+ zařazen do IV. třídy znečištění, tedy jako silně znečištěná voda. 100 % vzorků bylo svou koncentrací při hodnocení N-NO_3^- zařazeno do nejvyšší V. třídy, tedy jako velmi silně znečištěná voda. Nejvyšší hodnota se nacházela u vzorku Lhotsko pod. Je zde vidět nárůst koncentrací u ukazatele N-NO_3^- oproti předešlému dnu. U ukazatele N-NH_4^+ se 79 % vzorků pohybovalo pod mezí detekce, tedy je vidět výrazný pokles koncentrací.

Tabulka 14. Přehled hodnot N-NH_4^+ a N-NO_3^- - ze dne 17.4.2014

17.4.2014	Bratřejov nad	Bratřejov pod	Jasenná nad	Jasenná pod	Lhotsko nad	Lhotsko pod	Lutonina nad
N-NH_4^+ (mg/l)	< MD	< MD	< MD	0,307	< MD	3,627	< MD
N-NO_3^- (mg/l)	11,69	15,43	13,45	15,97	18,27	36,96	18,27
17.4.2014	Lutonina pod	Ublo nad	Ublo pod	Vizovice nad	Vizovice pod	Zádveřice nad	Zádveřice pod
N-NH_4^+ (mg/l)	< MD	< MD	< MD	< MD	< MD	< MD	0,171
N-NO_3^- (mg/l)	18,89	14,41	14,41	13,45	12,54	15,97	21,56

MD – Mez detekce

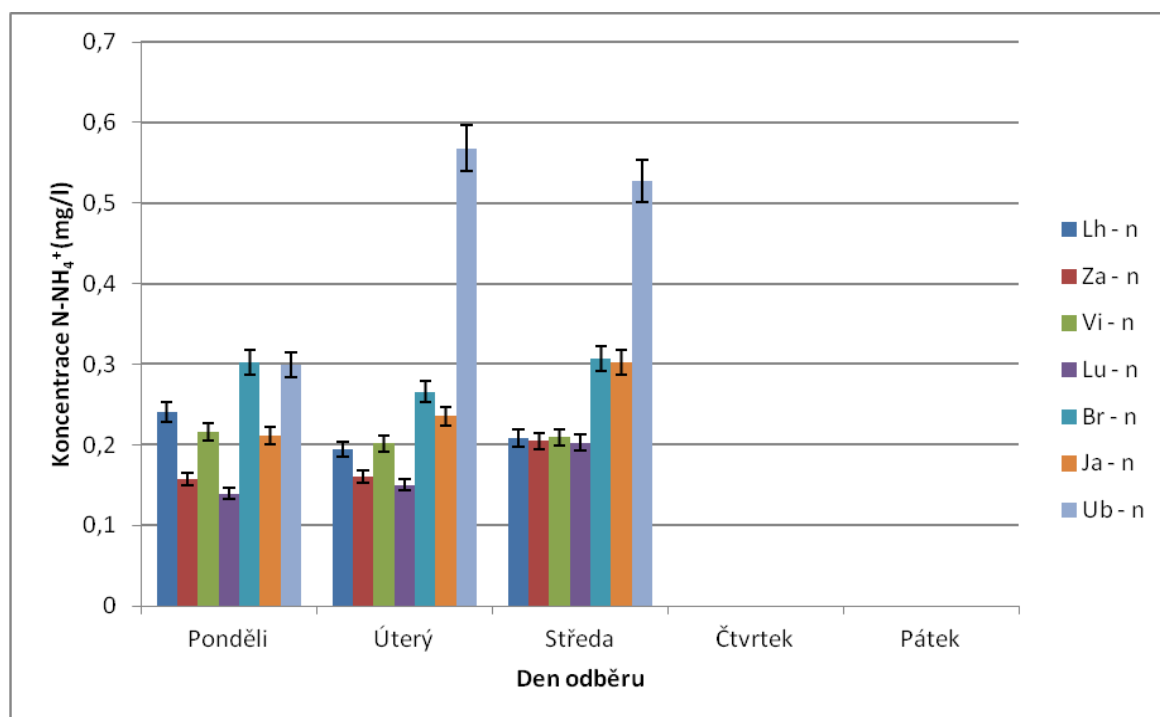
Tabulka 15. uvádí přehled hodnot ze dne 18.4.2014 ukazatelů N-NH_4^+ a N-NO_3^- . Vzorek Lhotsko pod byl svou koncentrací při hodnocení N-NH_4^+ zařazen do nejvyšší V. třídy znečištění a to s hodnotou 7,999 mg/l, což představuje nejvyšší hodnotu z celého týdne. Mohlo se tak stát hnojením polí nebo vypuštěním splaškových vod do povrchových vod. 100 % vzorků bylo svou koncentrací při hodnocení N-NO_3^- zařazeno do nejvyšší V. třídy, tedy jako velmi silně znečištěná voda. Nejvyšší hodnota se nacházela u vzorku Zádveřice nad. Jsou zde vidět podobné koncentrace u ukazatele N-NO_3^- jako u předešlého dne. U ukazatele N-NH_4^+ se 86 % vzorků pohybovalo pod mezí detekce, tedy je vidět výrazný pokles koncentrací.

Tabulka 15. Přehled hodnot N-NH_4^+ a N-NO_3^- - ze dne 18.4.2014

18.4.2014	Bratřejov nad	Bratřejov pod	Jasenná nad	Jasenná pod	Lhotsko nad	Lhotsko pod	Lutonina nad
N-NH_4^+ (mg/l)	< MD	< MD	< MD	0,290	< MD	7,999	< MD
N-NO_3^- (mg/l)	12,03	17,01	15,90	16,45	12,91	17,01	17,01
18.4.2014	Lutonina pod	Ublo nad	Ublo pod	Vizovice nad	Vizovice pod	Zádvěřice nad	Zádvěřice pod
N-NH_4^+ (mg/l)	< MD	< MD	< MD	< MD	< MD	< MD	< MD
N-NO_3^- (mg/l)	17,01	16,45	17,01	15,90	15,9	23,67	16,45

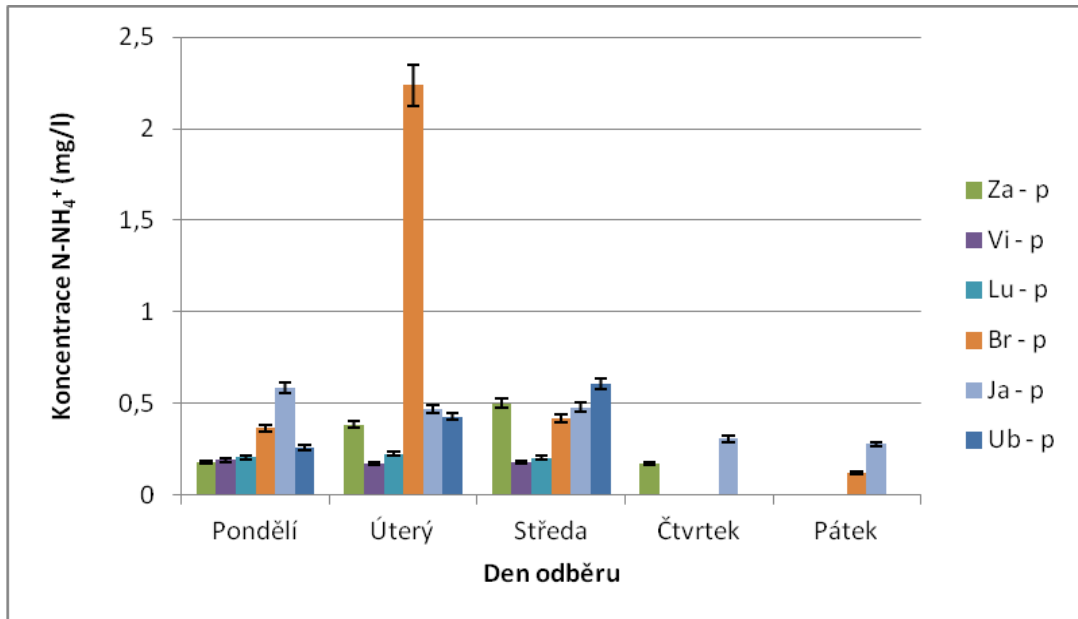
MD – Mez detekce

Z obrázku 8. lze vidět pokles koncentrací N-NH_4^+ v období 14.4.2014 - 18.4.2014 u vzorků nad obcemi. První tři dny se hodnoty mírně snižovaly nebo zvyšovaly, ale 17.4 a 18.4 je vidět prudký pokles u všech hodnot. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny u vzorku Ublo – nad.

Obrázek 8. Změna koncentrací N-NH_4^+ během 5 dní v roce 2014 (14.4 – 18.4.2014)

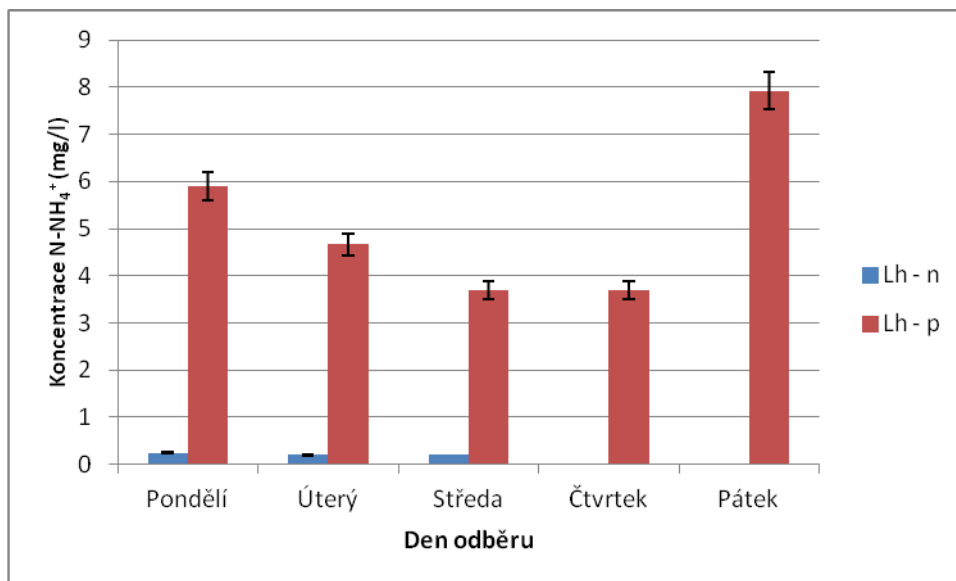
± směrodatná odchylka

Z obrázku 9. lze vidět mírný pokles koncentrací N-NH_4^+ v období 14.4.2014 – 18.4.2014 u vzorků pod obcemi. Velký nárůst u vzorku Bratřejov – pod ze dne 15.4.2014 mohl být způsoben nárazovým znečištěním povrchových vod. Vzorek Lhotsko pod byl vynechán, protože vysoké koncentrace tohoto vzorku zkreslovaly ostatní vzorky v grafu.



Obrázek 9. Změna koncentrací N-NH_4^+ během 5 dní v roce 2014 (14.4 – 18.4.2014) \pm směrodatná odchylka

V obrázku 10. můžeme vidět rozdíl koncentrací u vzorků Lhotsko nad a Lhotsko pod. Rozdíl je markantní a největší v porovnání s ostatními změnami koncentrací u vzorků nad a pod obcí. Znečišťovatelem v této obci mohou být samotné domácnosti, jelikož se zde nenachází kanalizace s ČOV, dále zemědělství, řeznictví nebo firma zabývající se výrobou saponátů. Hodnoty mají klesající tendenci kromě posledního dne u vzorku Lhotsko pod, kdy hodnota prudce vzrostla až na hodnotu 7,920 mg/l. Obec Lhotsko lze považovat za nejvíce znečištěnou z hlediska porovnání rozdílů koncentrací nad obcí a pod obcí. Na to, že obec je poměrně malá a žije zde pouze 260 obyvatel, tak povrchová voda je zde velmi znečištěna.



Obrázek 10. Změna koncentrace N-NH_4^+ během 5 dní v roce 2014 (14.4 - 18.4.2014) \pm směrodatná odchylka

Na základě těchto výsledků lze zhodnotit stav povrchové vody v zájmové oblasti za krajně neuspokojivý. Možnými zdroji znečištění jsou splaškové vody, zemědělství a minimálně průmysl. Jedním z řešení by bylo vybudování kanalizací s čistírnou odpadních vod ve všech obcích, kontrola fyzických osob, jakým způsobem a kam vypouštějí odpadní vody. U nemožnosti napojení se na kanalizační síť, doporučená výměna starých technologií za modernější, např. výměna jímky na vyvážení za domovní ČOV. Ve většině případů bylo zjištěno, že vzorky odebrané nad obcí měly nižší znečištění než pod obcí. Což naznačuje, že se obce významně podílejí na znečištění povrchových vod. Ale také byla prokázána samočisticí schopnost povrchových vod, např. ze dne 14.4.2014 u vzorků Jasenná nad a Jasenná pod, také u vzorků Vizovice nad a Vizovice pod.

ZÁVĚR

Podle dřívějšího monitoringu v zájmové oblasti, který byl prováděn ČHMÚ v roce 2009, i přes vyspělé technologie, nedošlo do roku 2014 k výrazné změně. Spíše ke zhoršení jakosti vod. Monitoring byl prováděn v roce 2012 v rámci screeningu a také v roce 2014. V letním období roku 2012 byla povrchová voda zařazena do V. třídy a to na základě ukazatelů N-NH_4^+ a N-NO_3^- . V podzimním období roku 2012 byla povrchová voda zařazena do IV. třídy a to na základě ukazatele N-NO_3^- . Povrchová voda v roce 2014 byla zařazena do V. třídy znečištění, tedy jako velmi silně znečištěná voda. Ve dnech 14.4. a 18.4. se na znečištění povrchové vody podílely ukazatele N-NO_3^- a N-NH_4^+ . Ve dnech 15.4. – 17.4. se na znečištění povrchové vody podílel ukazatel N-NO_3^- . Jakost povrchových vod v zájmové oblasti je krajně neuspokojivá a bylo by vhodné se více věnovat tomuto znečištění. A to na základě rozsáhlejšího monitoringu založeného na větším rozsahu ukazatelů, než obsahuje tato práce. Významnými znečišťovateli by mohly být převážně domácnosti, zemědělství a průmysl jen minimálně. S určitostí nelze říct, který ze znečišťovatelů se nejvíce podílí na znečištění povrchových vod. Ale podle mých dojmů, si myslím, že největšími znečišťovateli jsou samotné domácnosti. Naznačuje to i obr. 7.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 2. přeprac. a rozš. vyd. Praha: SNTL, 1990, 565 s. ISBN 80-03-00525-6.
- [2] *Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2012*. Praha, 2013. ISBN 978-80-7434-052-9.
- [3] DURČÁK, Martin a Alena KRISTOVÁ. Výskyt vybraných prioritních látek ve vypouštěných vodách z bodových zdrojů znečištění v povodí Odry. *Vodní hospodářství: Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2011, roč. 53, č. 3. DOI: 0322-8916.
- [4] *Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2011*. Praha, 2012. ISBN 978-80-7434-038-3.
- [5] JURÁŇ, Stanislav. Jak dál při hodnocení zátěže ze zdrojů znečištění vod. *Vodní hospodářství: Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2013, roč. 53, č. 6. DOI: 0322-8916.
- [6] Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 2014-05-07]. Dostupné z: <http://hydro.chmi.cz/hpps/>
- [7] POVODÍ VLTAVY. *Zpráva o hodnocení jakosti povrchových vod v dílčím povodí Berounky za období 2011-2012*. Praha, 2013 [cit. 2014-05-07]. Dostupné z: http://www.pvl.cz/vodohospodarske-informace/vodohospodarska-bilance-v-dilcim-povodi_1/vodohospodarska-bilance-v-dilcim-povodi-za-rok-2012/bilance-v-dilcim-povodi-berounky-za-rok-2012
- [8] *Územní plán Bratřejov: Odůvodnění*. Zlín: Projektant S-projekt plus, a.s. 2009.
- [9] *Územní plán Jasenná: Odůvodnění*. Zlín: Projektant Atelier. B. ing. arch. T. Bergmannová. 2010.
- [10] *Územní plán Lhotsko: Odůvodnění*. Zlín: Projektant Atelier. B. ing. arch. T. Bergmannová. 2011.
- [11] *Územní plán Lutonina: Odůvodnění*. Zlín: Architekt ind. arch. Šimordová J. 2011.
- [12] *Územní plán Ublo: Odůvodnění*. Zlín: Projektant S-projekt plus, a.s. 2011.
- [13] *Územní plán Vizovice: Odůvodnění*. Zlín: Projektant ing. arch. Dujka V. 2012.

- [14] *Územní plán Zádveřice – Raková: Odůvodnění*. Zlín: Architekt ing. arch. Šimorová J. 2012.
- [15] ČERNÁ, Lucie, Nina STRNADOVÁ a Martin PEČENKA. Monitoring kvality vody významných přítoků řeky Želivky - řeka Trnava (1. část). *Vodní hospodářství*. 2012, roč. 62, č. 10. DOI: 1211-0760.
- [16] KOLEKTIV AUTORŮ A KONZULTANCŮ. *Ilustrovaná encyklopedie, Q-Ž*. Praha: Encyklopedický dům, spol. s r.o, 1999. ISBN 80-901647-6-5.
- [17] HOLÝ, Petr. U vody o vodě. *Chemické listy*. 2013, č. 107. DOI: 1213-7103.
- [18] HOUSER, Josef. *Laboratorní cvičení ze speciálních metod instrumentální analýzy: interní skriptum*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 61 s. Dostupné z: <http://uiozp.ft.utb.cz/default.asp?id=6&uid=4&pmid=40&lang=0>
- [19] *Stanovení CHSK dvojchromanovou a Kubelovou metodou*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně: Fakulta technologická, Ústav inženýrství ochrany životního prostředí. [online]. [cit. 2014-13-05]. Dostupné z: <http://uiozp.ft.utb.cz/default.asp?id=6&uid=4&pmid=30&lang=0>
- [20] *ČSN 75 7221: Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1998.
- [21] *Argentometrické stanovení chloridů: interní skriptum*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně: Fakulta technologická, Ústav inženýrství ochrany životního prostředí. [online]. [cit. 2014-13-05]. Dostupné z: <http://uiozp.ft.utb.cz/default.asp?id=6&uid=4&pmid=10&lang=0>
- [22] KOMÍNKOVÁ, Jana. *Atomová absorpční spektrometrie - stanovení rtuti pomocí analyzátoru AMA 254*. Vysoká škola chemicko-technologická Praha, 2010.
- [23] HORÁKOVÁ, Marta. *Analytika vody*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2000, 283 s. ISBN 8070803916.
- [24] KOMÍNKOVÁ, Jana a Oto MESTEK. *Atomová absorpční spektrometrie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. [online]. [cit. 2014-14-05]. Dostupné z: <http://www.vscht.cz/anl/lach2/>

- [25] KŘESINOVÁ, Zdena, Kateřina SVOBODOVÁ a Tomáš CAJTHAML. *Mikrobiální degradace endokrinně disruptivních látek*. Praha: Chemické list, 2009, č. 103. ISSN 1213-7103.
- [26] FOJTŮ, Martina. Ani čistá voda není tak čistá. In: *Věda.muni.cz* [online]. Masarykova univerzita. 2012 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://www.veda.muni.cz/tema/3227-ani-cista-voda-neni-tak-uplne-cista#.U3Y1W9C3bDd>.
- [27] BARTUŇKOVÁ, Michaela. *Stanovení množství dusíku a uhlíku v půdní mikrobiální biomase fumigačně extrakční metodou*. Zlín, 2013. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická
- [28] VYORALOVÁ, Martina. *Předpoklady mikrobiálního rozkladu polyvinylpyrrolidonu*. Zlín, 2012. Diplomová práce (Ing.). Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická
- [29] POVODÍ VLTAVY. *Plán oblasti povodí Berounky: Popis oblasti povodí*. 2009. Dostupné z: http://www.pvl.cz/portal/hydroprojekt/BE/A/1_TEXTOVA_CAST/BE_kapitola_A.pdf
- [30] *Hydroekologický informační systém VÚV TGM* [online] [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: <http://heis.vuv.cz/default.asp>
- [31] Východní Morava. *Vizovické vrchy* [online]. [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: <http://www.vychodni-morava.cz/lokalita/5918/vizovicke-vrchy>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AAS	Atomový absorpční spektrometrie
AMA	Advanced mercury analyser
BDOC	Biodegradabilní rozpuštěný organický uhlík
BSK	Biologická spotřeba kyslíku
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČOV	Čistírna odpadních vod
ČR	Česká republika
ČSN	Česká státní norma
DOC	Rozpuštěný organický uhlík
CHSK	Chemická spotřeba kyslíku
IC	Anorganický uhlík
MD	Mez detekce
NED	N-(1-naftyl)-ethylendiamin dichlorid
NL	Nerozpuštěné látky
TC	Celkový uhlík
TOC	Celkový organický uhlík

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Bilance zátěže nutriety ze zdrojů znečištění [5]	15
Obrázek 2. Jakost vody v tocích České republiky 1991 - 1992 [4]	17
Obrázek 3. Jakost vody v tocích České republiky 2010 - 2011 [4]	18
Obrázek 4. Jakost vody v tocích České republiky 2011 - 2012 [2]	19
Obrázek 5. Řeka Dřevnice zařazená do IV. třídy [2]	25
Obrázek 6. Mapa odběrových míst [30]	35
Obrázek 7. Výpusť odpadních vod z rodinného domu nedaleko odběrového místa Zádveřice nad	38
Obrázek 8. Změna koncentrací N-NH ₄ ⁺ během 5 dní v roce 2014 (14.4 – 18.4.2014).....	44
Obrázek 9. Změna koncentrací N-NH ₄ ⁺ během 5 dní v roce 2014 (14.4 – 18.4.2014).....	45
Obrázek 10. Změna koncentrace N-NH ₄ ⁺ během 5 dní v roce 2014 (14.4 – 18.4.2014).....	46

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Třídy jakosti vody a jejich mezní hodnoty vybraných ukazatelů (ČSN 75 7221) [1].....	13
Tabulka 2. Jakost vody v ukazateli amoniakální dusík (mg/l) v období 2011 – 2012 – podle ČSN 75 7221 [7].....	21
Tabulka 3. Jakost vody v ukazateli dusičnanový dusík (mg/l) v období 2011 – 2012 – podle ČSN 75 7221 [7].....	22
Tabulka 4. Souhrnný přehled hodnot DOC a BDOC (mg/l) – řeka Trnava (období 2008 – 2011) [15].....	23
Tabulka 5. Souhrnný přehled hodnot N-NO ₃ ⁻ a P-PO ₄ ³⁻ (mg/l) – řeka Trnava (období 2008 – 2011) [15].....	24
Tabulka 6. Jakost vody v toku Lutoninka po soutoku s tokem Bratřejovka dle ČSN 75 7221 [6]	25
Tabulka 7. Jakost vody v toku Lutoninka po ústí do řeky Dřevnice dle ČSN 75 7221 [6]	26
Tabulka 8. Lokalizace odběrových míst	34
Tabulka 9. Souhrnný přehled hodnot v letním období v roce 2012.....	40
Tabulka 10. Souhrnný přehled hodnot v podzimním období v roce 2012.....	41
Tabulka 11. Přehled hodnot N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ - ze dne 14.4.2014.....	42
Tabulka 12. Přehled hodnot N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ - ze dne 15.4.2014.....	42
Tabulka 13. Přehled hodnot N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ - ze dne 16.4.2014.....	43
Tabulka 14. Přehled hodnot N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ - ze dne 17.4.2014.....	43
Tabulka 15. Přehled hodnot N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ - ze dne 18.4.2014.....	44

SEZNAM PŘÍLOH

P I: Teplota vody a vzduchu při odběrech vzorků

P II: GPS souřadnice odběrových míst

PŘÍLOHA P I: TEPLOTA VODY A VZDUCHU PŘI ODBĚRECH VZORKŮ

Teplota vody	Léto 2012	Podzim 2012	14.4. 2014	15.4. 2014	16.4. 2014	17.4. 2014	18.4. 2014
Bratřejov nad	16,2 °C	6 °C	7,5 °C	6,5 °C	6 °C	6 °C	7 °C
Bratřejov pod	17,3 °C	6 °C	7 °C	6,5 °C	6 °C	6 °C	7 °C
Jasenná nad	16,7 °C	5,8 °C	6,5 °C	6 °C	5,5 °C	5 °C	6 °C
Jasenná pod	17,2 °C	6 °C	7 °C	6 °C	6 °C	6 °C	6,5 °C
Lhotsko nad	15,9 °C	6,5 °C	6,5 °C	6 °C	5 °C	6 °C	6,5 °C
Lhotsko pod	16,7 °C	7,5 °C	7,5 °C	7 °C	6 °C	7 °C	7,5 °C
Lutonina nad	16,9 °C	7 °C	7 °C	7 °C	6 °C	6 °C	7 °C
Lutonina pod	16,8 °C	6 °C	7 °C	7 °C	6 °C	6,5 °C	7,5 °C
Ublo nad		6 °C	6,5 °C	6 °C	6,5 °C	6,5 °C	7,5 °C
Ublo pod		6 °C	6,5 °C	6 °C	6,5 °C	6,5 °C	7,5 °C
Vizovice nad	16,5 °C	6 °C	6 °C	7 °C	5,5 °C	6 °C	7 °C
Vizovice pod	17,3 °C	7 °C	7,5 °C	7,5 °C	7 °C	7 °C	8 °C
Zádveřice nad	17,4 °C	6,5 °C	7,5 °C	7,5 °C	7 °C	7 °C	8 °C
Zádveřice pod	17,7 °C	6,5 °C	7,5 °C	7,5 °C	7 °C	7 °C	8 °C

Teplota vzduchu	Léto 2012	Podzim 2012	14.4. 2014	15.4. 2014	16.4. 2014	17.4. 2014	18.4. 2014
Bratřejov nad	17 °C	4,5 °C	8,5 °C	4 °C	2,5 °C	6,5 °C	11 °C
Bratřejov pod	16,5 °C	5 °C	8,5 °C	4 °C	2,5 °C	6,5 °C	11 °C
Jasenná nad	15,5 °C	4,5 °C	7,5 °C	4 °C	3 °C	5,5 °C	8 °C
Jasenná pod	15,5 °C	4,5 °C	8,5 °C	4 °C	2,5 °C	6,5 °C	9,5 °C
Lhotsko nad	16 °C	5 °C	10 °C	4 °C	3 °C	7,5 °C	11,5 °C
Lhotsko pod	16 °C	5 °C	10 °C	3,5 °C	3 °C	7,5 °C	11,5 °C
Lutonina nad	15,5 °C	4,5 °C	8,5 °C	4 °C	3 °C	6 °C	7,5 °C
Lutonina pod	17 °C	4,5 °C	7 °C	3 °C	3 °C	5 °C	7,5 °C
Ublo nad		3,5 °C	8,5 °C	3,5 °C	2,5 °C	6 °C	9,5 °C
Ublo pod		3,5 °C	8,5 °C	3,5 °C	2,5 °C	6 °C	9,5 °C
Vizovice nad	17 °C	4 °C	7 °C	3 °C	3 °C	4 °C	7,5 °C
Vizovice pod	17,5 °C	4,5 °C	10 °C	7 °C	4,5 °C	9 °C	13,5 °C
Zádveřice nad	18,5 °C	4,5 °C	10 °C	7 °C	5 °C	9 °C	13,5 °C
Zádveřice pod	18 °C	5 °C	10 °C	7 °C	5,5 °C	9 °C	13,5 °C

PŘÍLOHA P II: GPS SOUŘADNICE ODBĚROVÝCH MÍST

Bratřejov nad	49°13'33.922"N	17°54'49.494"E
Bratřejov pod	49°13'24.834"N	17°54'18.931"E
Jasenná nad	49°15'2.408"N	17°54'38.106"E
Jasenná pod	49°14'57.050"N	17°53'34.722"E
Lhotsko nad	49°12'35.520"N	17°53'6.686"E
Lhotsko pod	49°12'50.324"E	17°52'28.163"E
Lutonina nad	49°14'31.639"N	17°53'9.095"E
Lutonina pod	49°14'5.172"N	17°52'31.198"E
Ublo nad	49°14'23.656"N	17°54'5.590"E
Ublo pod	49°14'18.608"N	17°53'52.186"E
Vizovice nad	49°13'34.921"N	17°51'43.623"E
Vizovice pod	49°12'43.981"N	17°49'33.327"E
Zádveřice nad	49°12'48.736"N	17°49'3.440"E
Zádveřice pod	49°13'3.316"N	17°46'44.803"E