

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2015

DAGMAR MICHALČÍKOVÁ

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav aplikované a krajinné ekologie



Hodnocení ukazatelů kvality vody na vybraných povodích
Znojemska
Diplomová práce

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

Vypracovala:
Bc. Dagmar Michalčíková

Brno 2015



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autorka práce: Bc. Dagmar Michalčíková

Studijní program: Zemědělská specializace

Obor: Agroekologie

Vedoucí práce: Ing. Věra Hubačíková, Ph.D.

Název práce: **Hodnocení ukazatelů kvality vody na vybraných povodích Znojemska**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na danou problematiku.
2. Při průzkumu se zaměřte na stanovení odběrných profilů v zájmových územích.
3. Proveďte pravidelné měsíční odběry vzorků ve stanovených profilech a následně je laboratorně vyhodnoťte v laboratoři vodního hospodářství ÚAKE.
4. Z provedeného průzkumu a analýzy odebraných vzorků vyhodnoťte ukazatele jakosti povrchových vod vybraných lokalit.
5. Na základě vyhodnocení ukazatelů vody na jednotlivých povodích navrhněte možná opatření ke zlepšení jakosti vody těchto území.
6. Rozsah grafických prací bude upřesněn v průběhu zpracování DP vedoucím DP.

Rozsah práce: 55 + přílohy

Literatura:

1. HLAVÍNEK, P. *Čištění odpadních vod*. Noel 2000 s.r.o., 1996.
2. ŠÁLEK, J. -- MIČÍN, J. -- HLAVÍNEK, P. a kol. *Vodní stavitelství*. Brno: CERM, 2001. 144 s. ISBN 80-214-2068-5.
3. VYMAZAL, J. *Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách*. Třeboň: ENVI, 1995. 147 s.
4. Zákon o vodách č. 254/2001 Sb.
5. PITTER, P. *Hydrochemie*. 4. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko- technologická v Praze, 2009. 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9.
6. PITTER, P. -- TUČEK, F. -- CHUDOBA, J. *Laboratorní metody v technologii vody*. Praha: SNTL, 1983. 304 s.
7. SPURNÝ, P. -- MEJTA, Z. Vliv železitých sedimentů na prosperitu rybního společenstva pstruhové řeky. In SPURNÝ, P. *V. Česká ichtyologická konference*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Ústav rybářství a hydrobiologie, 2002, s. 146--150. ISBN 80-7157-614-X.

Datum zadání: březen 2015

Datum odevzdání: duben 2015

Bc. Dagmar Michalčíková
Autorka práce

doc. Ing. Dr. Milada Št'astná
Vedoucí ústavu

Ing. Věra Hubačíková, Ph.D.
Vedoucí práce

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



PROHLÁŠENÍ

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: **Hodnocení ukazatelů kvality vody na vybraných povodích Znojemska** 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 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

Touto cestou bych ráda poděkovala především vedoucí mé práce paní Ing. Věře Hubačikové, Ph.D., za odborné vedení, pomoc a velkou podporu při psaní této práce.

Děkuji i starostovi obce Mackovice panu Vlastimilu Balcarovi za poskytnutí materiálů. Panu Ing. Martinu Zubíkovi za technickou pomoc a podporu. V neposlední řadě děkuji také své rodině za trpělivost a podporu.



Tato diplomová práce vznikla za podpory Interní grantové agentury MENDELU v rámci projektu nazvaného „Kategorizace vybraných úseků vodních toků na základě míry jejich samočisticí schopnosti ve vztahu k land use“, vedeného pod značkou IGA TP 9/2014.

**ABSTRAKT**

Práce je zaměřena na sledování vybraných parametrů kvality vody na tocích Břežanka a Trstěnice z hlediska kategorií land use. Měřicí bod při každém průtoku byl zvolen podle hranic jednotlivých kategorií využití půdy pro prokázání jejich vlivu na kvalitu vody. Od března 2014 bylo každý měsíc, po celý rok, prováděno měření na vybraných lokalitách a následovaly laboratorní analýzy vody v laboratoři Mendelovy univerzity v Brně a porovnání výsledků s Normou environmentální kvality (NV č. 61/2003 Sb.) a ČSN 75 7221.

Výsledky laboratorních analýz prokázaly samočisticí proces jednotlivých úseků toků, kde byly znatelné změny v koncentracích sledovaných ukazatelů jakosti vody. Výsledky potvrdily předpoklad, že využívání lesní půdy vykazuje nejvyšší míru samočištění vody.

KLÍČOVÁ SLOVA

Potok Břežanka, Trstěnický potok, land use, samočisticí proces, kvalita vody, laboratorní analýza vody

ABSTRACT

The paper is focused on the monitoring of selected water quality parameters in watersheds of Břežanka and Trstěnice stream due to land use categories. Measuring point at each flow was elected according to the borders of different land use categories because of demonstrating the effect of individual category on the water quality. Since March 2014 there has been measurement monthly taking place on chosen sites and followed by laboratory analysis of water in the laboratory of DALE (Mendel University in Brno) and comparing the results with actual legislation.

Results of laboratory analyzes demonstrate the self-cleaning process of individual sections of streams, where are noticeable changes in the concentrations of monitored indicators of water quality. The results confirmed the assumption that forest land use category shows the highest degree of water self-cleaning.

KEYWORDS

Břežanka stream, Trstěnice stream, land use, self-cleaning process, water quality, laboratory analysis

**OBSAH**

1	Úvod.....	11
2	Cíl práce.....	12
TEORETICKÁ ČÁST		13
3	Literární přehled	13
3.1	Povrchové tekoucí vody a jejich složení.....	13
3.1.1	Typy vodních toků	13
3.1.2	Složení přírodních vod.....	13
3.2	Fyzikální a chemické vlastnosti vody	14
3.2.1	Organoleptické vlastnosti vody	14
3.2.2	Teplota vody	14
3.2.3	Reakce vody pH.....	14
3.2.4	Elektrolytická konduktivita.....	15
3.2.5	Alkalita.....	15
3.2.6	Obsah kyslíku	15
3.2.7	Obsah dusíku a jeho sloučenin.....	16
3.2.8	Obsah fosforu a fosforečnanů	17
3.3	Znečišťování vod	18
3.3.1	Přírodní znečištění (samoznečištění)	18
3.3.2	Antropogenní znečištění	18
3.3.3	Vliv zemědělských hnojiv na znečištění.....	19
3.3.4	Vliv malých vodních nádrží na tok.....	20
3.4	Eutrofizace vod	20
3.4.1	Třídění vod podle trofie	21
3.5	Čištění vod	22
3.5.1	Samočisticí pochody	22
3.5.2	Čištění odpadních vod	23



3.6	Legislativa v ochraně vod	25
3.6.1	Vodní zákon	25
3.6.2	Nitrátová směrnice	26
3.6.3	Nařízení vlády č. 61/2003 (Norma environmentální kvality).....	26
3.6.4	ČSN 75 7221	27
METODICKÁ ČÁST		28
4	metodika.....	28
4.1	Postup při odběru vzorků	28
4.2	Zpracování vzorků v laboratoři	28
4.3	Využití programu ArcGIS pro stanovení land use	30
PRAKTICKÁ ČÁST		31
5	Charakteristika lokalit.....	31
5.1	Vymezení lokalit	31
5.1.1	Charakteristika okolí toku Břežanka.....	31
5.1.2	Charakteristika okolí Trstěnického potoka	34
6	Výsledky a diskuze	37
6.1	Land use	37
6.2	Odběrné profily	41
6.3	Vyhodnocení výsledků měření.....	43
6.4	Výsledky potoku Břežanka	43
6.4.1	Vyhodnocení dle Normy environmentální kvality	44
6.4.2	Vyhodnocení dle ČSN 75 7221	52
6.4.3	Fosforečnany.....	57
6.5	Výsledky Trstěnického potoka.....	58
6.5.1	Vyhodnocení dle Normy environmentální kvality	58
6.5.2	Vyhodnocení dle ČSN 75 7221	67
6.5.3	Fosforečnany.....	71



6.5.4	Souhrnné zhodnocení.....	71
7	Návrh opatření	73
8	Závěr	75
9	Přehled použité literatury	77
10	Seznam zkratk	80
11	Seznam obrázků, grafů a tabulek	81
12	Přílohy.....	83
	Seznam příloh	84



1 ÚVOD

Vše živé na naší planetě je závislé na vodě, voda je společně s půdou a ovzduším základní podmínkou života. Od počátku věků lidé osidlovali údolí řek, řeka jim byla nejen prostředkem uchování čistoty a zdraví. Postupně začala voda provázet člověka životem stále více a více. I přes omezené množství vody vyskytující se v přírodě, je voda stále častěji využívána, ať již v oblasti rekreace, dopravy, výroby a v mnoha dalších odvětvích. S větším využitím vody přichází i větší počet zdrojů znečištění, mění se barva, chemické složení, teplota vody a další faktory jakosti vod, které většinou ukazují nejen na dnes již velmi často debatovanou eutrofizaci vod.

Uchováním kvalitní a čisté vody usnadníme život nejen příštím generacím. Voda nebude nikdy nahraditelná a na to musí pamatovat každý.

V této práci je řešena otázka kvality a jakosti vody, jednotlivé druhy znečišťování a stále se snižující samočisticí schopnost toku za přispění vnějších faktorů. Vybrané lokality jsou dva malé potoky, které mají ovšem též velký vliv na jakost řek, do kterých se vlévají.

Tato práce je jednou z mnoha zabývajících se tímto aktuálním tématem, ovšem každá z nich je unikum.



2 CÍL PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je zhodnocení ukazatelů kvality vody na vybraných povodích Znojemska. Jedná se o dvě dílčí povodí v oblasti řeky Jevišovky a to potok Břežanka a Trstěnický potok.

Dílčí cíle:

- vypracování literární rešerše na vybranou problematiku,
- provedení terénního průzkumu a stanovení odběrných profilů na vybraných tocích ve sledovaných povodích dle kategorií land use,
- provedení pravidelných měsíčních odběrů vzorků s následným zpracováním na místě i v laboratoři,
- vyhodnocení koncentrací jednotlivých sledovaných ukazatelů a porovnání s Normou environmentální kvality (NV č. 63/2001 Sb.) a ČSN 75 7221,
- zhodnocení celkového stavu obou toků a výsledné doporučení opatření ke snížení nadlimitních hodnot vycházejících z porovnání s legislativními předpisy ČR.



TEORETICKÁ ČÁST**3 LITERÁRNÍ PŘEHLED****3.1 Povrchové tekoucí vody a jejich složení**

Povrchové vody jsou takové, které se přirozeně vyskytují na zemském povrchu, tekoucí se od stojatých vod liší trvale jednosměrným prouděním. Dle vodního zákona takovéto vody nazýváme vodními toky (SUKOP, 1998) (VODNÍ ZÁKON).

Charakter každého toku se mění v průběhu jeho rostoucí vzdálenosti od pramene. Změny nastávají jak u jeho spádu (rychlost či typ dna), tak i např. u teploty či hodnoty rozpuštěného kyslíku (SUKOP, 1998).

3.1.1 Typy vodních toků

V rámci třídění rozlišujeme tyto typy vodních toků: malé toky – bystřiny, horské potoky, potoky, říčky; velké toky – řeky a veletoky.

Svým zaměřením se práce zabývá pouze skupinou toků spadající do kategorie potoků. Potoky se nachází především v nížinách s povodím do cca 100 km² a jako menší toky pahorkatin. Podélný sklon je vyrovnanější v celém povodí. V pahorkatinách bývá podélný sklon větší (až 10 ‰), což se projevuje vymíláním koryta a větším transportem splavenin o hrubším zrně (písek, štěrk). V nížinách bývá malý sklon (0,5 – 2 ‰), vytvářejí se meandry a usazují splaveniny, což vede k zanášení koryta (HUBAČÍKOVÁ, 2008).

3.1.2 Složení přírodních vod

Složení přírodních vod je zastoupeno celou škálou látek o různých vlastnostech. V rámci chemie rozdělujeme látky obsažené ve vodách na organické a anorganické. Z hlediska fyzikálního se zde látky vyskytují jako tzv. elektrolyty (iontově rozpuštěné), neelektrolyty (neiontově nerozpuštěné) či jako látky nerozpuštěné (neusaditelné, usaditelné a plovoucí) (PITTER, 1977).

Anorganickými látkami ve vodách jsou již zmíněné elektrolyty, jež se dále dělí na kationty (např. sodík, hořčík, vápník, draslík, železo a další) a anionty (např. chloridy, dusičnany, dusitany, fosforečnany a další). Z neelektrolytů jsou to především sloučeniny bóru, titanu, křemíku, rozpuštěné plyny a další (PITTER, 1977).



Organické látky mohou být dvojího původu, v rámci přírodního původu jsou tvořeny především výluhy z půdy a sedimentů, živými organismy, zbytky jejich odumřelých těl a produkty životních činností rostlin, živočichů a bakterií. Dále existuje antropogenní původ, který pochází ze skládkové činnosti, z odpadů v zemědělském sektoru a z odpadních vod (průmyslové i městské) (HUBAČÍKOVÁ, 2008).

3.2 Fyzikální a chemické vlastnosti vody

3.2.1 Organoleptické vlastnosti vody

Mezi fyzikálními vlastnostmi vody jsou důležité i tzv. organoleptické vlastnosti vody, které zahrnují **teplotu** vody (viz 3.2.2), **barvu**, která je především závislá na hodnotě pH (HUBAČÍKOVÁ, 2008). **Zákal** je způsoben nerozpuštěnými či koloidně rozpuštěnými organickými a anorganickými látkami přírodního či antropogenního původu (GRÜNWARD, 1986). **Průhlednost** vody, která ovlivňuje pronikání světla do vody, tudíž oteplování vod slunečními paprsky, **pach** vod způsobují látky, jež jsou přírodní součástí vody (minerální vody s obsahem sulfanu) či původu biologického (biologických procesy a rozklady mikroorganismů) a v neposlední řadě látky obsažené v odpadních vodách (nafta) (PITTER, 2009). **Chut' vody** se odvíjí od ostatních organoleptických vlastností (pH, teplota), důležité je složení vody (HUBAČÍKOVÁ, 2008).

3.2.2 Teplota vody

Teplotní výkyvy existují jak roční, tak denní, jsou způsobeny slunečním zářením, teplem zemského nitra, lidskou činností, dále klimatickou a geografickou polohou atd. Roční průměrná teplota našich toků je 5 – 12°C (nejčastěji 9°C) (SUKOP, 2006). Znalost teploty je důležitá pro posouzení kyslíkových poměrů, rychlosti rozkladu organických látek, vhodnosti vody pro živočichy a velmi podstatným významem je tzv. nebezpečí tepelného znečištění u odpadních vod (GRÜNWARD, 1986).

3.2.3 Reakce vody pH

Dle Pittera pH značně ovlivňuje chemické a biologické procesy ve vodách (PITTER, 1977). V přirozených vodách kolísá pH mezi kyselou hodnotou 3 (rašelinné vody) až zásaditou hodnotou 10 (vody s bohatým porostem a vysokým obsahem uhličitánů), neutrální jsou vody s pH 7. Lesy zásadně ovlivňují pH, listnaté stromy obsahují ve svých listech větší množství kationtů (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+), z čehož vyplývá



neutrální až zásaditý charakter půdy a jeho výluhu. Naopak je tomu u jehličnatých stromů, které v jehličí ukrývají kyselé složky (pryskyřice), které okolní půdu okyselují, tak jako jarní tání sněhu či kyselé deště, vzniklé při spalování fosilních paliv. Vysoké pH nastává u vod se silným rozvojem rostlinstva, nejvyšších hodnot se dosahuje při maximální asimilaci. V noci nastává opačný efekt, při němž je CO₂ do vody uvolňován a pH klesá. V zásadité oblasti se může do vody uvolnit jedovatý čpavek z amonných solí a v kyselé se může uvolnit toxické dvojmocné železo či hliník (SUKOP, 2006), všechny tyto extrémy mohou narušit jak kvalitu a složení vody, tak i život v ní.

3.2.4 Elektrolytická konduktivita

Jinými slovy se jedná o míru koncentrace ionizovatelných anorganických a organických součástí vody (dříve označováno jako elektrická vodivost vody) (PITTER, 2009). Vodivost způsobují rozpuštěné soli (minerální látky). Čím více látek je rozpuštěno, tím větší vodivost ve vodě naměříme. Vodivost též narůstá při zvýšeném odparu, kdy dochází k vysychání vody a její obsah se zahušťuje. V takovýchto případech může být dosaženo 200 μS, naředěním (vysoký průtok) vodivost klesá na hodnotu 140 - 160 μS. Zemědělské oblasti s vysokým splachem živin do vody mohou dosáhnout i vodivosti nad 500 μS (SUKOP, 2006). Vliv zde má i teplota, jestliže dojde k poklesu či vzrůstu teploty o 1°C dochází zároveň i ke změně konduktivity o 2 % (PITTER, 2009).

3.2.5 Alkalita

Alkalita vody je schopnost neutralizovat kyselinu. Pokud se CO₂ spotřebuje při fotosyntéze, zvýší se pH vody z důvodu úbytku kyseliny uhličitě a zároveň se rozloží část kyselého uhličitanu (hydrogenuhličitanu) vápenatého na vápenec a kyselinu uhličitou. Tím se zachová rovnovážný stav, kdy ale klesá alkalita z důvodu ochuzení o vápník, jenž se vysrážel na vápenec. Alkalita se tedy stanoví z obsahu hydrogenuhličitanů ve vodě. Kyselé vody mají nižší produktivitu, jelikož acidita brzdí fixaci dusíku, zpomaluje recirkulaci živin a snižuje rozkladné procesy. U alkalických vod s vyšším pH dochází k opačnému efektu (SUKOP, 2006).

3.2.6 Obsah kyslíku

Kyslík se do vody dostává difúzí z atmosféry a při fotosyntetické asimilaci zelených vodních rostlin a organismů (rostlin, řas a sinic). Rozpustnost ovlivňuje též teplota, s klesající teplotou se rozpouští více kyslíku a vzrůstá tlak. Výsledkem je voda



bohatší na kyslík. Hodnota rozpuštěného kyslíku se udává procentem nasycení či v mg.l^{-1} (PITTER, 2009).

Koncentrace kyslíku se odvíjí od organického znečištění vody, jelikož se kyslík při rozkladných procesech vyčerpává, může nastat takzvaný kyslíkový deficit, který může být způsoben i přemnožením zooplanktonu, při masovém úhynu organismů (konec životního cyklu či likvidací herbicidy), pokryvem hladiny či zákalem a v neposlední řadě i přítokem odpadních vod, které obsahují organické látky podléhající rozkladu (hnojůvka, močůvka, kejda atd.) (SUKOP, 2006).

Průměrné nasycení se pohybuje kolem 85 % až 95 %. Při intenzivní fotosyntetické asimilaci zelených organismů může dojít k přesycení vody kyslíkem až na 250 %. Tento plyn je nezbytný pro správné aerobní pochody při samočištění povrchových vod a v rámci biologického čištění odpadních vod. Množství rozpuštěného kyslíku je důležitým indikátorem čistoty vod a podílí se na roztřídění do tříd čistoty vod. Koncentrace rozpuštěného kyslíku v povrchových vodách, by neměla klesnout pod 6 mg.l^{-1} (PITTER, 2009).

3.2.7 Obsah dusíku a jeho sloučenin

Dusík společně s fosforem jsou tzv. nutriety potřebnými pro rozvoj mikroorganismů a uplatňují se při všech biologických procesech probíhajících ve vodách, též při (biologických) procesech čištění a úpravy vody. Dusík se ve vodách vyskytuje ve čtyřech základních formách: **amoniakální dusík, dusitanový dusík, dusičnanový dusík a organicky vázaný dusík**. Součtem všech těchto forem získáme celkový dusík (PITTER, 1977).

Dusík se do vody dostává v atmosférických srážkách (blesky), výluhem dusíkatých látek z hnojených polí, exkrementy živočichů, rozkladem organických látek a odpadními vodami. Nadměrná koncentrace dusičnanů v pitné vodě způsobuje řadu zdravotních problémů, proto je jeho koncentrace v pitné vodě omezena u dospělých na maximální hodnotu 50 mg.l^{-1} a u kojeneckých vod na 15 mg.l^{-1} (SUKOP, 2006).

Zdrojem **organického dusíku** jsou splaškové odpadní vody, tento dusík podléhá biochemickým přeměnám a přechází v dusík anorganicky vázaný. Vysoký obsah obou těchto sloučenin je obsažen v odpadních vodách ze zemědělství (močůvka, odpad ze silážování). Anorganickým zdrojem dusíku jsou především splachy ze zemědělsky obdělávané půdy, která je hnojena minerálními hnojivy (PITTER, 1977).



Amoniakální dusík je primární produkt z rozkladu organických dusíkatých látek rostlinných i živočišných, jehož míra toxicity závisí na aktuálním pH vody. Antropogenním zdrojem amoniakálního dusíku jsou především splaškové odpadní vody obsahující dusíkatá hnojiva, která se vlivem splachu a infiltrace zemědělských ploch dostávají do povrchových vod. Amoniakální dusík je důležitým ukazatelem přípustného znečištění vypouštěných splaškových a městských odpadních vod do povrchových vod (PITTER, 2009).

Dusitanový dusík patří vedle amoniakálního k významnému indikátoru fekálního znečištění přírodních vod. Dusitany mohou vznikat z dusičnanů (biochemickou redukcí) nebo biochemickou oxidací amoniakálního dusíku (nitrifikací). Dusitany jsou samy o sobě v pitné vodě zdravotně závadné. Vyskytují se například v průmyslových odpadních vodách (GRÜNWALD, 1986).

Dusičnanový dusík (dusičnany) je obsažen ve všech vodách. Dusičnany jsou konečným produktem rozloženého organicky vázaného dusíku. Vysoká koncentrace dusičnanů (až 1000 mg.l^{-1}) se vyskytuje v Jihomoravském kraji, především v oblastech s borovými lesy, akátovými porosty a především na pozemcích obhospodařovaných dusíkatými hnojivy a jsou též obsaženy i v atmosférických vodách, jako součást emisí ze spalování paliv. Zvýšený obsah dusičnanů podporující rozvoj řas je v odtocích z biologických čistíren (PITTER, 1977). V povrchových vodách souvisí obsah dusičnanů se stupněm eutrofizace (GRÜNWALD, 1986).

Ochranu vod před znečišťováním řeší tzv. Nitrátové směrnice (NV č. 262/2012 Sb.) (viz 3.6.2).

3.2.8 Obsah fosforu a fosforečnanů

Fosfor je limitujícím prvkem ve vodách a jejich procesech, jelikož jeho hodnota je oproti jiným konstantní či častěji kontinuálně narůstající. Fosfor se ve vodách vyskytuje převážně ve formě fosforečnanů.

Sloučeniny fosforu jsou významné pro koloběh látek v přírodě a jsou klíčové pro eutrofizaci povrchových vod. Vyšší koncentrace fosforu podporuje nadměrný rozvoj sinic a řas, ovšem při úplném odbourání fosforu by nemohlo docházet k syntéze bílkovin (PITTER, 2009).

Sloučeniny fosforu se do vod dostávají splachy ze zemědělsky obdělávaných půd, které jsou hnojené fosforečnany, ze splaškových odpadních vod, z velkochově



hospodářských zvířat, z pracích a čisticích prostředků, vyluhováním půd (sedimenty a horniny např. apatit) a v neposlední řadě i z rozkládající se odumřelé vodní fauny a flóry (PITTER, 2009). Velmi podstatné pro vodní prostředí jsou prací prostředky, které obsahují polyfosfáty (SUKOP, 2006).

Zvýšené množství N a P poukazuje na tzv. fekální znečištění. Fosforečnany se odstraňují chemickými i biologickými cestami (HLAVÍNEK, 2004).

3.3 Znečišťování vod

Pojmem znečištění vod se rozumí každá změna vlastností odlišující se od přírodního stavu, jedná se o vlastnosti fyzikální, chemické a biologické (HUBAČÍKOVÁ, 2008). Voda, jež je použita k různým účelům, se vrací do přírodního koloběhu silně znehodnocena a značně jej naruší. Dochází k poklesu kyslíku, což naruší samočisticí schopnosti toku, či ovlivnění jakosti vody do takové míry, že se již nedá dále využívat k úpravě na vodu pitnou či užitkovou (KRÁL, 1984).

Znečištění v tocích se projevuje jak esteticky, tak zvýšením nánosů, chemickým a bakteriálním znečištěním, poškozením biocenózy a dalších (PITTER, 2009). V průběhu času se znečišťující látky zařadí do systému trofie (viz 3.4.1), která se tak zlepší a znečištění klesá (ŠTĚRBA, 2008).

3.3.1 Přírodní znečištění (samoznečištění)

Příčiny jsou vyvolány vlivy klimatickými, geomorfologickými, půdními, geologickými a jinými. V rámci zemědělství se jedná o erozi půdy (následkem je zanášení a kontaminace toků), zemní sesuvy a laviny (TLAPÁK, 1992). Dalšími příčinami jsou rozklady rostlinných zbytků a organických látek, samotná přítomnost vodních organismů či okolní hmota (opad listí) (SUKOP, 2006).

3.3.2 Antropogenní znečištění

Znečištění se odvíjí od lidských činností a je vyvoláno vlivy osídlení, průmyslu a zemědělství. Podstatné je vypouštění odpadních vod do vodních toků. Znečištění nezpůsobují jen vesnice, které nemají vybudovanou kanalizační síť a čistírnu odpadních vod (viz dále ČOV). Sídlištní odpadní vody podléhají rychlému hniječímú účinku, který je doprovázen úbytkem kyslíku, jelikož se z 50 % skládají z organických látek, naproti tomu anorganické látky nejvíce produkují ve svých odpadních vodách průmyslové



závody a vyznačují se obrovským množstvím solí, kyselin, popř. zásad. Problematické jsou též kyselé deště (pokles pH) a radioaktivní látky.

Intenzivní zemědělská výroba vychází z rozsáhlého nasazení mechanizace a velkoplošného užívání chemických (průmyslových) hnojiv a pesticidů. Živočišná velkovýroba řeší problémy s likvidací odpadních hmot. Problémem je tedy především používání průmyslových hnojiv, chemických přípravků, silážních a senážních šťáv, močůvky, kejdy, motorových paliv, maziv a topných olejů (TLAPÁK, 1992).

3.3.2.1 BODOVÉ

Bodové znečištění je takové, jenž je do vodního útvaru přiváděno soustředěně (z jednoho místa) a je zjistitelná jeho kvantita a kvalita. Patří sem odpadní vody z městských čistíren odpadních vod, z průmyslových a zemědělských provozů, dále dešťová a městská kanalizace či staré ekologické zátěže (PITTER, 2009) (ŠTĚRBA, 2011).

Difúzní zdroje znečišťování jsou tzv. rozptýlené bodové zdroje. Tepelné znečištění je způsobeno nadměrným přívodem tepla do toku (PITTER, 2009).

3.3.2.2 PLOŠNÉ

Plošné znečištění je charakteristické splachy z větších ploch (SUKOP, 2006). Sem patří erozní splachy z okolní půdy, obce bez kanalizace a čistírny odpadních vod, spad z ovzduší a doprava. Plošné zdroje nabývají na významu, jak klesají emise ze zdrojů bodových. Jedná se o problém drobných toků v zemědělské krajině, vystavené již zmíněným splachům z polí, průsakům ze septiků, dále léky a čisticí prostředky, jež nedokážou ČOV odstranit, posledním zdrojem znečištění, většinou s katastrofálními následky jsou havárie (ŠTĚRBA, 2011).

3.3.3 Vliv zemědělských hnojiv na znečištění

Rozhodujícím činitelem ovlivňujícím kvalitu vodních toků jsou dusičnany, které pochází ve velké míře z hnojení a drenážních vod. Vysoce negativní vliv mají veškeré pesticidy, jenž jsou cizorodými látkami působícími toxicky a mohou mít jak mutagenní, tak karcinogenní účinky (HUBAČÍKOVÁ, 2008).

Průmyslová hnojiva jsou ve vodě dobře rozpustná a snadno se vyplavují a splachují do povrchových vod, vlivem infiltrace do vod podzemních, zde jsou nejhorší již zmíněná dusíkatá hnojiva. Statková hnojiva jsou pro kvalitu vody šetrnější,



s výjimkou kejdy. Drenážní vody podporují vyplavování dusičnanů do vod. Do půd se s fosforečnými hnojivy dostávají i těžké kovy (kadmium). Velkým problémem je osvojení si zásad skladování tuhých průmyslových hnojiv a jejich správná aplikace. Ochrana v podobě pesticidů spočívá ve využívání rychle odbouratelných pesticidů, jejich omezení a aplikace (TLAPÁK, 1992) (MOSS, 2010).

Pesticidy hrají stále důležitější roli při práci farmářů na celém světě, je tedy zapotřebí co nejdříve změnit přístup k těmto látkám. V posledních letech došlo k významnému pokroku v rámci technologie užívání pesticidů. Složení, technika a postupy aplikací jsou na dobré cestě (WHEELER, 2002) (RATHORE, 2012).

Do vody vyplavované dusičnany často vznikají v půdě přeměnou dusíkatých organických látek, proto ne vždy musí pocházet z průmyslových hnojiv. Zdrojem těchto látek v půdě mohou být statková hnojiva živočišného původu, např. kejda (KLÍR, a další, 2008). Silážní šťávy značně narušují kyslíkový režim daného toku a jsou velkým zdrojem živin, které vedou k eutrofizaci. Pro snížení organického znečištění vody kejdou a močůvkou se doporučuje vybudovat zpevněná a nepropustná hnojiště s detekčním zařízením monitorujícím úniky. Kejda se do vodního toku dostává především splachem při dešťových srážkách (TLAPÁK, 1992).

3.3.4 Vliv malých vodních nádrží na tok

K přechodnému zhoršení kvality vody může dojít během vypouštění rybníků v době výlovů (podzim), kdy vypouštěná voda obsahuje velké množství organického detritu a bahna. Nádrž mění i teplotní poměry v toku. Při vypouštění horních vrstev vody může voda obsahovat nadměrné množství zoo a fytoplanktonu. V období zimní a letní stagnace může odtékající voda obsahovat minimální množství kyslíku, což negativně ovlivní společenstvo pod nádrží a naopak větší množství CO₂. Nepříznivý vliv má i zvyšování a snižování průtoků (SUKOP, 2006).

3.4 Eutrofizace vod

Eutrofizace je proces, kterým dochází k obohacování vod o živiny, především o dusík a fosfor. Eutrofní voda je na živiny velmi bohatá, především díky zemědělství (splachy), z těchto živin prosperují a velmi rychle se množí, především fytoplankton (sinice a řasy), který je po odumření rozkládán bakteriemi, které odčerpávají taková množství kyslíku, že dochází ke kyslíkovým deficitům, které mohou způsobit produkci toxických látek ve vodě.



Splachy z pozemků, následný odnos a znečištění samotné řeky je v dnešní době již globálním problémem. Z průzkumů pro střední Evropu vychází, že všechny řeky jsou dnes ohroženy především fosforem a dusíkem (HARPER, 2008).

Existují **přírozené eutrofní vody**: mrtvá ramena řek, dolní klidné úseky toků, zde je hlavní zdrojem výluh živin z podloží a rozklad uhynulých organismů. Tzv. kulturní eutrofizace je způsobena vlivem člověka (ŠTĚRBA, 2011).

Antropogenní eutrofizace je způsobena: průmyslovými a statkovými odpadními vodami, splachy hnojiv ze zemědělsky obdělávané půdy, erozí půd, stále rostoucím množstvím splaškových vod, u kterých čistírny nezachytí všechny živiny, používáním polyfosforečnanů v pracích a čisticích prostředcích a atmosférickými depozicemi s antropogenním podílem na P a N (HUBAČÍKOVÁ, 2008) (TLAPÁK, 1992) a zaústěním odpadních vod do toku. Vysoký přísun živin (N a P) a teplota vody nad 11°C, především ve stojatých vodách, vytváří ty nejlepší podmínky pro započetí eutrofizačních procesů, které podporují rozvoj fotosyntetizujících organismů a to vede ke zhoršení jakosti vod (PITTER, 2009), které byly určeny pro různorodá využití (pitné, rekreační, rybářské a technologické účely). Omezení spočívá v zabránění přísunu živin do vody, zpomalení koloběhu živin a odstranění těchto živin. Přísunu živin se dá zabránit u bodových zdrojů znečištění, zavedením ochranných pásem, u ČOV vybavením třetího stupně čištění, náhradou lehce rozpustných hnojiv za pomalu rozpustné. Koloběh živin se dá zpomalit využitím aerátorů pro prokysličení dna. Odstranění živin se provádí odtěžením sedimentů. Samozřejmě je omezení dusičnanů a fosforečnanů (SUKOP, 2006).

Vysoký přísun živin vyvolávají též fytoplankton a vodní makrofyta, což vede k rozkolísání chemického režimu vody a zarůstání (SUKOP, 1998).

Tok je zatěžován po celý rok stejně, proto v létě za nízkých průtoků se koncentrace mnohokrát zvýší. Koncentrace fosforu a dusíku ve vodě a jejich rozvoje závisí na: podmínkách dané nádrže, složení vody, teplotě, klimatických podmínkách a nadmořské výšce (HUBAČÍKOVÁ, 2008). Biologické vlastnosti vody se posuzují podle v nich žijících organismů, jedná se o tzv. pásma saprobity (TLAPÁK, 2002).

3.4.1 Třídění vod podle trofie

Látky, které cirkulují v tzv. trofickém cyklu, jsou látkami, které dané vodní společenstvo potřebuje ke své prosperitě a popřípadě i obnově a nadbytek těchto látek



jej již nazýván jako znečišťující látky (ŠTĚRBA, 2008). Trofie neboli úživnost je rozdělena do jednotlivých stupňů. Klíčovým faktorem, u jednoho z druhů rozdělení pro určení stupně eutrofizace, je fosfor neboli koncentrace fosforečnanového fosforu během jarní cirkulace.

Ultraoligotrofní voda je velmi chudá na obsah živin a minerálních látek, je zde tedy velmi nízké pH (3,5 – 6,0), fosfor je zde v koncentracích pod 4 $\mu\text{g.l}^{-1}$. Jedná se především o rašelinná jezírka.

Oligotrofní vody mají nízký obsah živin, voda je průhledná, je zde dostatek kyslíku, pH je neutrální až lehce kyselá a chladná. Obsah fosforu nepřevyšuje 10 $\mu\text{g.l}^{-1}$. Většinou se jedná o vysokohorská jezera.

Mezotrofní vody jsou středně úživné, z tohoto důvodu se tedy jedná spíše o přechod mezi vodami oligotrofními a eutrofními. Fosfor je zde v rozmezí 10 – 35 $\mu\text{g.l}^{-1}$.

Eutrofní jsou vody bohaté na živiny, s nízkou průhledností podpořenou zákalem a rozvojem vodního květu sinic, je zde vysoká produkce makrofyt, pH je alkalické až silně alkalické, obsah kyslíku od hladiny klesá. Jedná se především o mělké nádrže. Obsah celkového fosforu je v rozmezí 30 – 100 $\mu\text{g.l}^{-1}$.

Hypertrofní vody jsou typu návesního rybníku, voda je zde zatěžována vysokým množstvím rozkládajících se organických látek, je velmi často zakalená, díky nadbytku živin zde kolísá pH i kyslík. Fosfor je zde v hodnotách nad 100 $\mu\text{g.l}^{-1}$ (SUKOP, 2006).

3.5 Čištění vod

Čištění vod je rozděleno na přirozené a antropogenní.

3.5.1 Samočisticí pochody

Samočisticí schopnost je přirozená schopnost tekoucích vod již zmíněnými procesy (biologické, fyzikální a chemické) rozkládat organické látky a tím likvidovat znečištění za danou časovou jednotku a získat původní čistotu (PITTER, 2009).

Schopnost vody samočištění zahrnuje procesy **fyzikální** (sedimentace, odplavování), **chemické** (oxidace, hydrolýza), **anaerobní a aerobní biologické procesy** (biologická oxidace organických látek) (PITTER, 2009).

Proces samočištění je závislý především na délce toku, přísunu kyslíku, kde aerobní bakterie dané látky mineralizují, teplotě, stupni oživení vodní faunou a flórou.



Prokysličení vody je zajištěno asimilací vodních rostlin a různými přepady, kde se voda okysličuje. Nejintenzivněji probíhá rozkladný proces na povrchu těles ponořených ve vodě. Vodní rostliny neprodukují pouze kyslík, ale podporují i usazování daných nečistot na svém povrchu, odčerpávají z vody živiny a toxické látky. Pokud je proud vody příliš rychlý, je zapotřebí delšího úseku k rozkladu. Negativní vliv na čištění mají toky regulované (zatrubnění, betonová koryta). V dnešní době je samočištění toku stále významné, ale s nárůstem odpadních vod již nestačí na likvidaci, proto jsou tyto pochody doplněny řízeným čištěním odpadních vod v ČOV. Rozkladné pochody započínají u destruentů a jsou zakončeny rostlinami a živočichy (SUKOP, 2006).

Za dostatku kyslíku je výstupem z rozkladných procesů: voda, kyselina uhličitá a kyselina dusičná (KOTOVICOVÁ, 2009). Při nedostatku kyslíku nastávají procesy hnilobné za vzniku metanu, sirovodíku, amoniaku a dalších. Pro tyto pochody je ideální pH 6,5 – 8.

Pro zachování samočisticí schopnosti je třeba podporovat druhovou pestrost a přirozený chod toku. Samočisticí pochody jsou velmi významné z hlediska ochrany vod. Důležitým prvkem v kontrole čistoty vody je míra stabilizace biodegradabilního organického materiálu a stupně kyslíku, které mohou probíhající procesy zkorigovat (ELLIS, 1989).

3.5.2 Čištění odpadních vod

Nejvýznamnější způsob čištění je praktikován za pomoci čistíren odpadních vod. Ovšem existují i další způsoby čištění.

3.5.2.1 ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD

Čištění odpadních vod probíhá ve většině případů ve dvoustupňovém procesu a výjimečně ve třístupňovém.

Prvním stупeň je tzv. **mechanický**, kde se voda zbavuje unášeného materiálu a suspendovaných látek za pomoci: česel (mříží), které zachycují nejhrubší nečistoty. Dále za pomoci lapačů písku, kde se usazují hrubší částice, jemné částice jsou zase zachyceny v tzv. sedimentačních nádržích. Poslední je flotace tukovitých látek za pomoci lapače tuků (ČÍŽEK, 1970) (SUKOP, 2006).

Následuje druhý stупeň tzv. **biologický** stупeň čištění, kde za pomoci mikroorganismů (destruentů) jsou zbylé organické látky odbourány za vzniku



čistírenského kalu. V tomto stupni se voda též dočišťuje za pomoci biofiltrů, aktivačních nádrží a biodisků. Výstupní voda ovšem po tomto procesu obsahuje vysoký trofický podíl, který může ohrozit recipient. Proto je doporučován třetí stupeň čištění (SUKOP, 2006). Největší význam pro čištění vod zde má kyslík zajišťující aerobní pochody. Biologické procesy jsou úspěšné, pokud je zde správný podíl dusíku a fosforu, které se podílejí na tvorbě nové biomasy ku rozložitelnému organickému uhlíku, který je obsažen v látkách odpadních vod (PITTER, 1977).

Cílem **třetího stupně** je snížit obsah minerálních živin buďto chemickou cestou (např. srážení) či biologickou (využitím plovoucích rostlin) (SUKOP, 2006).

3.5.2.2 DALŠÍ (PŘÍRODNÍ) ZPŮSOBY ČIŠTĚNÍ VOD

Dalšími možnostmi čištění odpadních vod jsou cirkulační (oxidační) příkopy, půdní filtrace a závlahy, kde se využívají půdní mikroorganismy a půdě jsou dodávány živiny. Dále využití nádrží rybničního typu, dělí se na rybníky akumulární, asimilační a stabilizační. Posledními, avšak neméně významnými jsou vegetační čistírny, které vodu již jen dočišťují a kořenové čistírny.

Kořenové čistírny jsou tvořeny šterkopískovým ložem uloženým na geotextilii či fólii z PVC a jsou osázeny vhodnou vegetací (např. rákos, orobínek). Přitékající voda je mechanicky předčištěna a je udržována v podloží. Hlavními úkoly kořenových rostlin jsou: přenos kyslíku z nadzemních částí do kořenů a dále do podloží, zateplení, prevence šíření plevelných rostlin, evapotranspirace a poskytování vhodných podmínek pro rozvoj bakterií ve filtračním loži. Jejich účinnost při eliminaci především dusíku a fosforu je vysoká. Fosfor i dusík se nejvíce zachycují v sedimentech. Tento princip využívají dnešní kořenové čistírny a jsou účinné až z 90 %. Vegetační kořenové čistírny se dělí též dle druhů proudění (VYMAZAL, 1995) (ŠÁLEK, 1995).

V dnešní době by se nemělo hledět jen na čištění vod, ale i na samotnou spotřebu vody. Dle zahraničních průzkumů je zemědělské odvětví spotřebitelem 70 % veškeré odebírané vody, ve srovnání s 20 % v průmyslu a 10 % pro domácí použití. (BROWN, 2013).



3.6 Legislativa v ochraně vod

Dle § 23a vodního zákona je povinnost u vody, jako složky životního prostředí, zamezit zhoršení stavu, zajištění ochrany za zlepšení stavu a obnovu všech útvarů vod i umělých a silně ovlivněných vodních útvarů a dosažení jejich dobrého ekologického potenciálu a dobrého chemického stavu a v neposlední řadě snížení jejich znečištění prioritními látkami a zastavení nebo postupné odstraňování emisí, vypouštění a úniků prioritních nebezpečných látek (VODNÍ ZÁKON).

3.6.1 Vodní zákon

Aktuálně platným zákonem je zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů, zachování a zlepšení jakosti vod povrchových i podzemních, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Účelem tohoto zákona je také snaha o zajištění zásoby obyvatelstva pitnou vodou a ochrana vodních ekosystémů a na nich závisících suchozemských ekosystémů (VODNÍ ZÁKON).

V rámci ochrany vod máme rozdělení na ochranu obecnou, zvláštní a speciální (HUBAČÍKOVÁ, 2008).

Obecná ochrana zajišťuje nejlepší jakost vod v co největším množství v přírodním prostředí. Je zaštitěn mnoha předpisy z různých oblastí chránících životní prostředí (HUBAČÍKOVÁ, 2008).

Zvláštní ochrana vod zajišťuje již vyšší stupeň ochrany vod než obecná. Patří sem: *Chráněné oblasti přirozené akumulace vod*, významné především pro své přírodní podmínky, dále tzv. citlivé oblasti. *Citlivé oblasti*, které zahrnují povrchové vody, jsou ohroženy vysokými koncentracemi živin. Jsou zdroji pitných vod, v nichž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg.l⁻¹ nebo je u nich nutný vyšší stupeň čištění odpadních vod. *Zranitelné oblasti* spadají také do zvláštní ochrany, jedná se o povrchové nebo podzemní vody, zejména využívané jako zdroje pitné vody, v nichž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg.l⁻¹ nebo mohou této hodnoty dosáhnout. Nebo povrchové vody, u nichž v důsledku vysoké koncentrace dusičnanů ze zemědělských zdrojů dochází nebo může dojít k nežádoucímu zhoršení jakosti vody (VODNÍ ZÁKON).



Speciální ochranou jsou myšlena ochranná pásma vodních zdrojů, která slouží k ochraně vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti zdrojů podzemních nebo povrchových vod využívaných nebo využitelných pro zásobování pitnou vodou. Dle § 30 se ochranná pásma dělí na pásma I. a II. stupně, první slouží k ochraně vodního zdroje v bezprostředním okolí jímacího nebo odběrného zařízení a pásma II. stupně, sloužící k ochraně vodního zdroje v územích stanovených vodoprávním úřadem tak, aby nedocházelo k ohrožení jeho vydatnosti, jakosti nebo zdravotní nezávadnosti (VODNÍ ZÁKON).

3.6.2 Nitrátová směrnice

Stanovení zranitelných oblastí vychází z evropské legislativy, tzv. Nitrátové směrnice, která zajišťuje ochranu vod před znečištěním dusičnany ze zemědělství. Vláda nařízením (Nařízení vlády č. 262/2012 Sb.) stanoví zranitelné oblasti (katastrální území), ve kterých upraví používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření tzv. Akčním programem (HUBAČÍKOVÁ, 2008).

Mimo Akční programy existují také Zásady správné zemědělské praxe, které jsou založeny na principu dobrovolnosti. Snahou je na celém území České republiky snížit znečištění povrchových a podzemních vod dusičnany, pocházející z půdy a hnojiv. Opatření uvedená v Zásadách je vhodné používat na celém území České republiky. Povinná část nitrátové směrnice, tedy Akční program, však platí pouze ve vymezených zranitelných oblastech (KLÍR, a další, 2008).

Akční program a vymezení zranitelných oblastí podléhají přezkoumání a úpravám v obdobích nepřesahující 4 roky. Jedná se tedy o zavedení správné zemědělské praxe na pozemcích, které obsahují protierozní opatření, střídání plodin či uskladnění statkových hnojiv a jejich aplikace. Těmito postupy by se mělo docílit snížení rizika vyplavování dusíku do povrchových vod. Podstatou tedy je omezit množství celkového dusíku aplikovaného na pozemky v různých formách hnojiv. Dusík nesmí v průměru celkové výměry zemědělských pozemků zemědělského podniku ročně překročit $170 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (HUBAČÍKOVÁ, 2008).

3.6.3 Nařízení vlády č. 61/2003 (Norma environmentální kvality)

Normou environmentální kvality (NEK) je rozuměna koncentrace znečišťující látky nebo skupiny látek ve vodě, sedimentech nebo živých organismech, která nesmí



být překročena z důvodů ochrany jak lidského zdraví, tak životního prostředí (§ 2a VODNÍ ZÁKON). Nařízení vlády 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 stanovují ukazatele vyjadřující stav vody ve vodním toku a hodnoty přípustného znečištění pro specifikované vody (povrchové, odpadní, vody citlivých oblastí, pitné, využití vod k životu původních druhů, ke koupání, povolení vypouštění odpadních vod do vod povrchových a na závěr seznam prioritních látek a prioritně nebezpečných látek) (NV č. 61/2003 Sb.).

V tomto nařízení se vyskytují tzv. emisní standardy a limity. Emisními standardy jsou nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod uvedené v dané příloze. Emisními limity jsou nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod, které stanoví vodoprávní úřad v povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových. Tyto ukazatele udávají: koncentrace, minimální účinnost čištění v čistírně odpadních vod, množství vypouštěného znečištění za určité časové období, poměrné množství vypouštěného znečištění při výrobě (NV č. 61/2003 Sb.). V roce 2007 došlo nařízením vlády č. 229/2007 Sb. k novelizaci nařízení vlády č. 61/2003 Sb.

3.6.4 ČSN 75 7221

ČSN 75 7221 nazývána jako Jakost vod či Klasifikace jakosti povrchových vod je jedním ze základních nástrojů pro hodnocení jakosti povrchových tekoucích vod v ČR. Toky jsou podle jednotlivých ukazatelů zatříděny (klasifikovány) dle mezních hodnot do pěti tříd jakosti povrchových vod: I. třída – neznečištěná voda, II. třída – mírně znečištěná voda, III. třída – znečištěná voda, IV. třída – silně znečištěná voda, V. třída – velmi silně znečištěná voda. Tato klasifikace slouží k porovnání jakosti na různých místech a v různém čase.

Ukazatelé jakosti vody se dělí do skupin vyjadřujících určitý typ znečištění: organická znečištění, eutrofizace, acidobazické jevy, toxické vlivy, mineralizace, bakteriální znečištění, radioaktivita. Pro každou skupinu se stanoví tzv. bilanční stav na základě nejhoršího zařazeného ukazatele (NĚMEC, 2006).



METODICKÁ ČÁST

4 METODIKA

Stanovení odběrných profilů, pro následný odběr vzorků na lokalitách Břežanského a Trstěnického potoka, proběhlo na základě rekognoskace terénu a zpracování charakteristiky land use na obou zájmových lokalitách. Odběr vzorků probíhal na území Jihomoravského kraje, od března roku 2014 a pokračoval až do března roku 2015. Jednalo se o roční měření stavu jakosti vod na vybraných profilech dvou potoků. Pro zpracování závěrečné práce bylo stanoveno celkem deset odběrných profilů. Na těchto profilech docházelo v pravidelných měsíčních intervalech k odběru. Tyto odebrané vzorky byly zpracovány a vyhodnoceny dle stanovených parametrů platné legislativy ČR.

4.1 Postup při odběru vzorků

Vzorky byly odebírány v měsíčních intervalech od 23. 3. 2014 – 29. 3. 2015, přibližně ve stejnou dobu od 12:00 do 15:00 hodin. Vzorky vody byly nabírány do plastových lahví (vzorkovnic), které byly po naplnění uchovány v chladu a do 24 hodin zpracovány v laboratoři. Současně s odběrem vzorků se evidoval i aktuální stav počasí a další možné události, které mohly ovlivnit stav vody (orba či sklizeň na okolních pozemcích, aktuální stav vegetace, zápach vody a další).

Na stanovištích byla měřena hloubka a teplota vody, dále množství rozpuštěného kyslíku, pH a elektrolytická konduktivita. Měření bylo prováděno přenosným multimetrem HQd (HACH Company) (viz Obr. 1) a pečlivě zapisováno. Při té příležitosti byla v několika ročních obdobích pořízena fotodokumentace (viz Přílohy — Foto 1).

4.2 Zpracování vzorků v laboratoři

Vzorky se zpracovávaly v laboratoři Ústavu aplikované a krajinné ekologie (ÚAKE) Agronomické fakulty Mendelovy univerzity. Veškeré vzorky byly zpracovávány dle standardizovaných metod, přímo dle metodiky HACH Company pro stanovování jednotlivých druhů koncentrací a postupů pro uvedené přístroje a pomůcky.

Rozbory vody se stanovovaly pro koncentrace: chemické spotřeby kyslíku (CHSK_{cr}), dusičnanového dusíku (N-NO_3^-), celkového fosforu a fosforečnanů (PO_4^{3-}).



Při stanovování CHSK_{cr} a fosforu se vzorky nefiltrovaly a byly, dle metodik pro zjišťování hodnot fosforu a CHSK, ve správném množství a složení vloženy do mineralizátoru HACH Digital Reactor Block 200 (DRB 200) (viz Přílohy – Foto 2) a následně proběhla výsledná měření na spektrofotometru HACH DR/4000.

Postupy pro zjištění koncentrací fosforečnanů (PO_4^{3-}) a dusičnanového dusíku (N-NO_3^-) se příliš nelišily. Po přefiltrování vzorků, jež byly zpracovány dle metodiky pro zjišťování daných hodnot, se výsledné hodnoty stanovily též na spektrofotometru HACH DR/4000 (viz Obr. 2). Veškeré práce v laboratoři spočívaly především ve správném odběru množství vzorku, přidání indikačních činidel, promísení, dodržení daných časových intervalů apod. Veškeré výsledné jednotky byly v mg.l^{-1} (MICHALČÍKOVÁ, 2014).

Tyto výsledky byly graficky zpracovány a porovnány s platnou legislativou: Normou environmentální kvality pro útvary povrchových vod, dle Nařízení vlády č. 61/2003 a také s ČSN 75 7221.



Obr. 1 Přenosný multimetr HQd

(Zdroj: autor, 23.3.2015)



Obr. 2 Spektrofotometr HACH DR/4000

(Zdroj: autor, 23.3.2015)

4.3 Využití programu ArcGIS pro stanovení land use

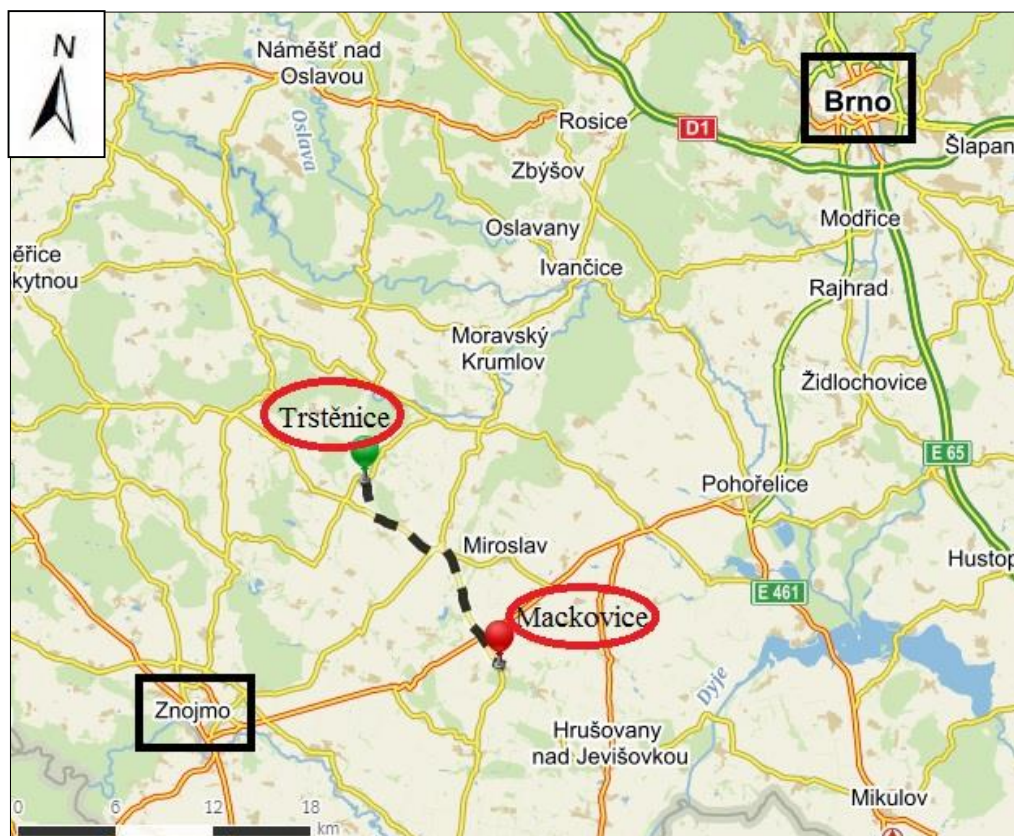
Program ArcGIS (Geografický informační systém) je systém pro práci s mapami a geografickými daty. Hlavní funkcí je tvorba a užívání map, sestavování geografických dat, analýza map, práce s mapami a geografickými daty v různých aplikacích, správa geografických dat a tvorba geodatabází.

Pojmem land use se v této práci rozumí vykreslení aktuálního využívání krajiny, vytvořeného za pomoci map v programu ArcGIS, zachycujícího přírodní poměry a využití půdy s aktuálními výměrami jednotlivých kategorií, vypočítané jak programem GIS, tak i programem Excel. Tyto kategorie poslouží ve výsledkové části jako ukazatele jak jednotlivého, tak celkového antropogenního vlivu nejen na „suchou“ část území, ale především na jakost vody ve sledovaných tocích.



5 CHARAKTERISTIKA LOKALIT

5.1 Vymezení lokalit



Obr. 3 Mapa obcí: Trstěnice a Mackovice (Zdroj: www.mapy.cz, upraveno autorem, 2015)

Trstěnický potok i potok Břežanka se nachází v Jihomoravském kraji na území správního obvodu obce s rozšířenou působností – města Znojma, vzdálenost obou lokalit je přibližně 23 km od Znojma a 45 km od Brna. Řešená území náleží do úmoří Černého moře, patří k povodí Dunaje, jeho přítoku Moravy, dílčího povodí Dyje.

5.1.1 Charakteristika okolí toku Břežanka

5.1.1.1 POPIS OBCE

Obec Mackovice se nachází ve východní části okresu Znojmo (viz Obr. 3). Počet obyvatel k 1. 1. 2014 byl 356. Katastrální území obce Mackovice zaujímá rozlohu 1180 ha, o nadmořské výšce 220 m n. m. Poloha obce: 48° 53' 1'' severní šířky a 16° 18' 34'' východní délky. Převážnou část ploch v rámci zastavěného území tvoří obytné plochy a v nezastavěném území se nachází především orná půda. Vodní plocha



se rozprostírá celkem na 8 ha. Obec má vybudovanou mechanicko-biologickou čistírnu odpadních vod od roku 2006 (viz Obr. 4, 5). Území sousedí s obcemi: Miroslav, Dolenice, Čejkovice, Břežany a Oleksovice.



Obr. 4 ČOV Mackovice

(Zdroj: autor, 26.10.2014)



Obr. 5 ČOV Mackovice po výseku

(Zdroj: autor, 30.11.2014)

5.1.1.2 GEOMORFOLOGIE A GEOLOGIE

Katastrální území Mackovic patří do provincie Panonské, soustavy Vněkarpatské sníženiny, podsoustavy Západních vněkarpatských sníženin, celku Dyjsko-svrateckého úvalu, ve kterém se dále vyčleňuje podcelek Drnholecké pahorkatiny a čtyři okrsky: Hostěradická sníženina, Olbramovická pahorkatina, Jevišovická niva a Hrabětická plošina. Jedná se tedy o rozsáhlou sníženinu s plochým reliéfem.



Geologické podloží tvoří neogenní a kvartérní sedimenty, jedná se především o kvartérní fluviaální štěrkopísky a miocenní sedimenty (jíly, písky, štěrky, spraš), které nalezneme i v rámci horninového podloží (nezpevněné sedimenty mořského neogénu). Na území jsou převážně sedimenty s minimálním vegetačním krytem, kde dochází k větrné erozi a na svažitéch pozemcích k erozi vodní. Maximální míra eroze na tomto území je dosažena v severní části obce.

5.1.1.3 PEDOLOGIE

Půdy jsou velmi lehké s častým výskytem štěrků. V závislosti na geologické stavbě území, reliéfu a přírodních podmínkách se zde vyskytují: černozemě, hnědozemě, nivní a lužní půdy, rendziny (zahliněné písky). Jedná se především o výsušné půdy s vysokým poměrem spraše.

5.1.1.4 KLIMATICKÉ PODMÍNKY

Řešené území náleží dle Quitta (1970) do nejteplejší a nejsušší oblasti České republiky – velmi teplé oblasti T4. Oblast T4 je charakterizována dlouhým létem, které je velmi teplé a suché, s krátkým přechodným obdobím (jaro, podzim). Zima je krátká, mírně teplá a suchá a s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrná roční teplota se pohybuje kolem 8 – 9°C. Klima je kontinentální s velkou amplitudou teplot.

Průměrný roční úhrn srážek byl naměřen přibližně 500 mm. Oblast je velmi suchá, neboť leží ve srážkovém stínu Českomoravské vrchoviny. Ve směrech větru převažuje jihovýchodní směr, při jehož proudění a výstupu vzdušných mas dochází k tvorbě letních přívalových dešťů.

5.1.1.5 FLÓRA

Převažuje zde 1. vegetační stupeň, kde vegetaci tvoří dubohabrové háje a teplomilné doubravy na písčích. Dominují zde především pole, lesíky akátové, v luzích vrbové a topolové, travobylinná lada jsou zde vzácností. Vyskytují se především acidofilní druhy. Biodiverzita je také nízká pro velmi vysokou produkční schopnost zemědělských půd. Na území se nachází Evropská významná lokalita (EVL) Břežanka a Břežanský rybník v rámci soustavy Natura 2000, kde se vyskytuje vrkoč bažinný.



5.1.1.6 HYDROLOGIE

Území patří k dílčímu povodí Moravy a je odvodněno potokem Břežanka, původně Mackovický potok, který pramení v katastru obce Mackovice. Na toku jsou zbudovány dva rybníky. Břežanka se u obce Hrušovany nad Jevišovkou vlévá do řeky Jevišovky. Výměra plochy povodí je 54 984 m². Na východním okraji obce jsou do budoucna navrženy dvě nádrže (poldry), jako ochrana proti přívalovým vlnám. Obec má vlastní zdroj pitné vody.

Tab. 1 Základní údaje

Vodní tok	Břežanka
Číslo hydrologického pořadí	4-14-03-048
Plocha povodí	54 984 m ²
Ústí do	Jevišovky
Správce toku	Povodí Moravy, s.p.

(Zdroj: autor)

Tab. 2 N-leté průtoky (Q_n): Břežanka

Průtoky	Q₁	Q₅	Q₁₀	Q₁₀₀
(m ³ .s ⁻¹)	0,002	0,005	0,007	0,016

(Zdroj: PD, 2012)

Tab. 3 M-denní průtoky Q (M_d): Břežanka

Průtoky	Q_{30d}	Q_{180d}	Q_{270d}	Q_{355d}
(m ³ .s ⁻¹)	0,05	0,02	0,01	0,002

(Zdroj: PD, 2012)

5.1.2 Charakteristika okolí Trstěnického potoka

5.1.2.1 POPIS OBCE

Obec Trstěnice se nachází též ve východní části okresu Znojmo o nadmořské výšce 258 m n. m. Počet obyvatel k 1. 1. 2014 byl 549. Katastrální území obce Trstěnice zaujímá rozlohu 1439 ha, z toho vodních ploch je 8 ha. Poloha obce: 48° 59' 12'' severní šířky a 16° 11' 44'' východní délky. Obec aktuálně (rok 2015) buduje čistírnu odpadních vod. Území sousedí s obcemi: Džbánice, Višňové, Morašice, Skalice a Horní Kounice.



Obr. 6 OP 3, bez ČOV

(Zdroj: autor, 26.10.2014)



Obr. 7 OP 3, výstavba ČOV

(Zdroj: autor, 22.2.2015)

5.1.2.2 GEOMORFOLOGIE A GEOLOGIE

Katastrální území Trstěnice patří do České vysočiny, soustavy Česko-moravské subprovincie, podsoustavy Českomoravské vrchoviny, celku Jevišovické pahorkatiny, ve kterém se dále vyčleňuje podcelek Znojemské pahorkatiny a třináct dalších okrsků. Znojemská pahorkatina se vyznačuje plochostí reliéfu.

Horniny vyskytující se v okolí jsou především spraš, sprašová hlína, písek a štěrk. Dále jsou zde zastoupeny: žuly, svory, granodiority, ortotuly a hadec.

5.1.2.3 PEDOLOGIE

Půdy jsou zde převážně hlinitopísčité a písčitolhinité. V půdním pokryvu se střídají plochy víceméně nasycených typických kambizemí s hnědozeměmi na spraších.



Vyskytují se zde hnědozemě a půdotvorným substrátem jsou hlavně spraše a sprašové hlíny.

5.1.2.4 KLIMATICKÉ PODMÍNKY

Z klimatického hlediska spadá zájmové území podle Quitta do klimatické oblasti mírně teplé MT11. Pro tuto klimatickou oblast je charakteristické dlouhé, teplé a suché léto s krátkým přechodným obdobím a krátkou, mírně teplou a velmi suchou zimou a krátké trvání sněhové pokrývky.

Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje kolem 400 mm a teplota 8°C.

5.1.2.5 FLÓRA

Je zde 1. vegetační stupeň – dubový, jedná se o přírodní společenstva hercynské dubohabřiny s ostrovy acidofilních doubrav a teplomilné doubravy. V lesích se setkáváme vedle habřin i se šípákovými doubravami s velmi bohatým podrostem teplomilných rostlin. V rámci Územního systému ekologické stability (ÚSES) okolím prochází několik biocenter a biokoridorů.

5.1.2.6 HYDROLOGIE

Trstěnický potok pramení v katastrálním území obce Trstěnice, následně se vlévá do potoku Skalička, která se slévá s řekou Jevišovkou. Plocha povodí činí 60 562 m². Na toku se nachází dvě umělé vodní nádrže.

Tab. 4 Základní údaje

Vodní tok	Trstěnický potok
Číslo hydrologického pořadí	4-14-03-039
Plocha povodí	60 562 m ²
Ústí do	potok Skalička
Správce toku	Povodí Moravy, s.p.

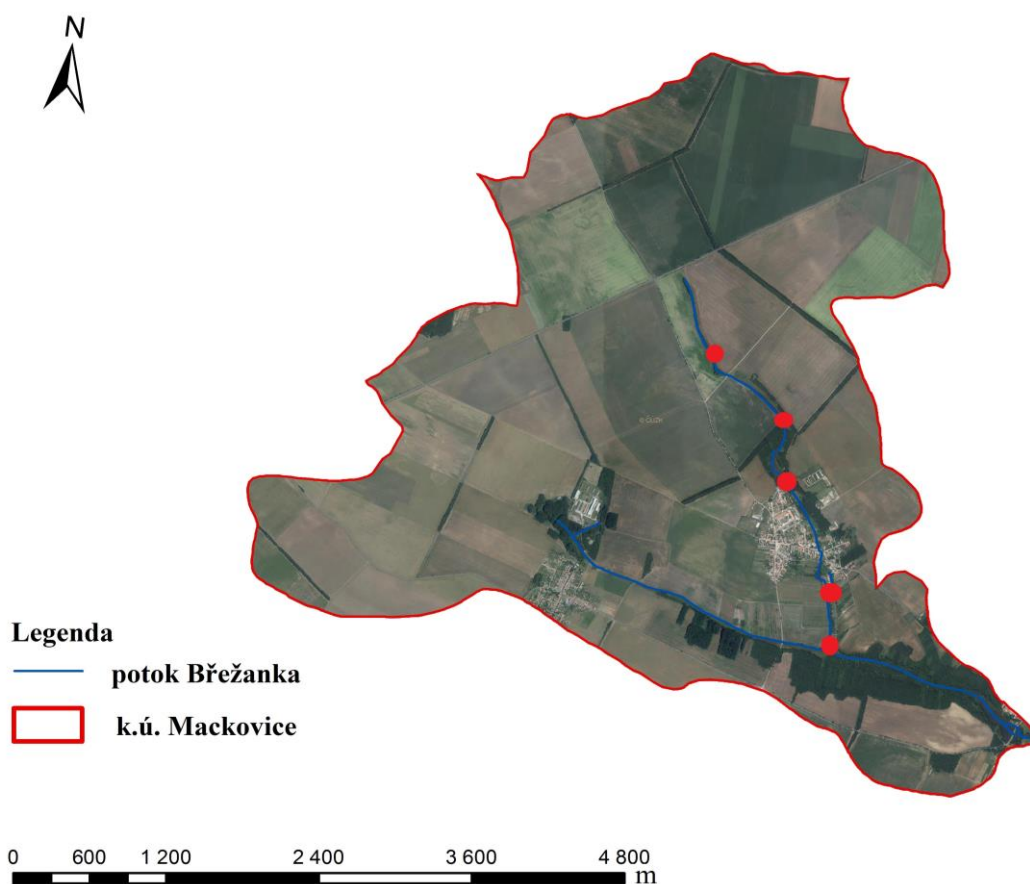
(Zdroj: autor)



6 VÝSLEDKY A DISKUZE

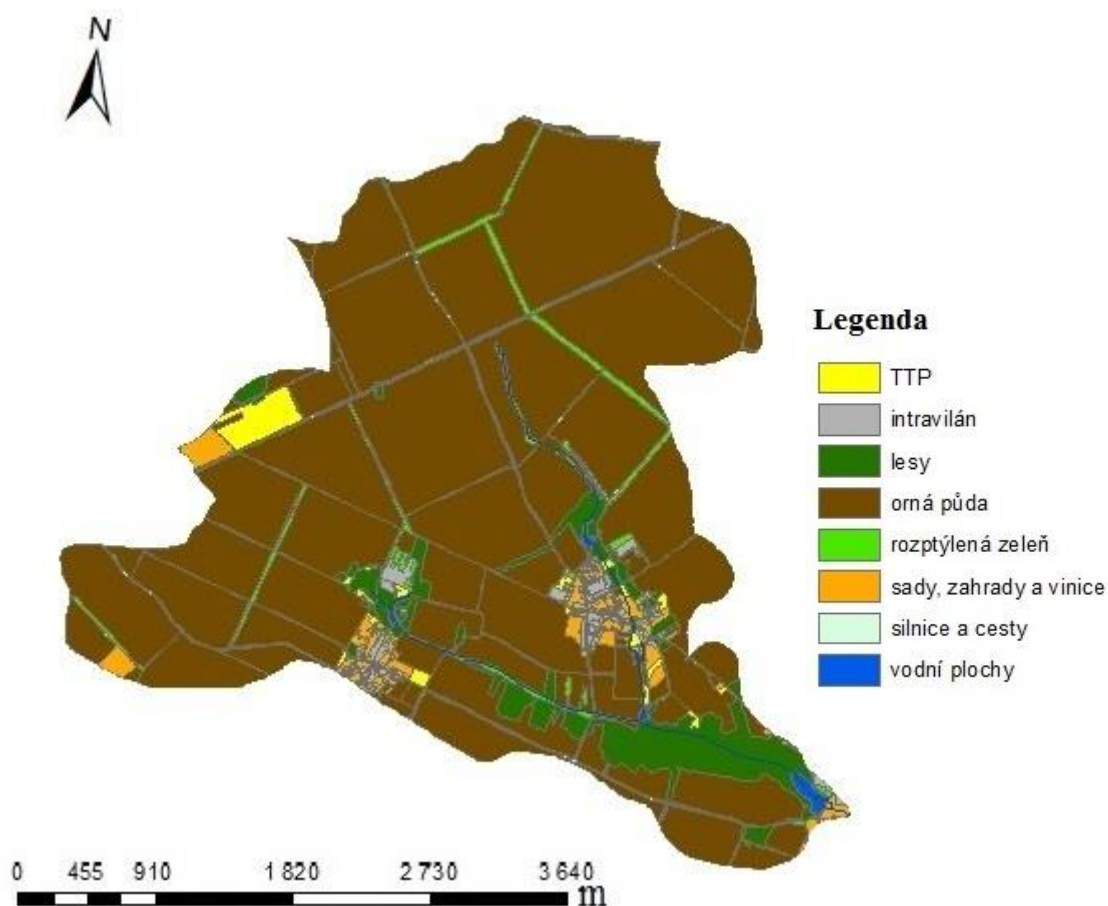
6.1 Land use

Vykreslené kategorie land use v katastrálním území obce Mackovice vykazují, že se jedná především o tzv. zemědělskou obec (viz Obr. 8, 9), jelikož zde ve velké míře převažuje hojně využívaná orná půda o rozloze 15,4 km² (viz Přílohy – Tab. č. 4). Celková rozloha území je 18,8 km². Menší měrou se zde vyskytují lesy 1,3 km², následně rozptýlená zeleň 0,6 km², která vede především podél toků a komunikací. Dále následují ostatní kategorie, které se již na tomto území vyskytují v mnohem menším poměru. O nejmenší rozloze jsou zde vodní plochy, jež zaujímají 0,06 km². Procentické zastoupení jednotlivých kategorií land use obce Mackovice je uvedeno v grafu 1.



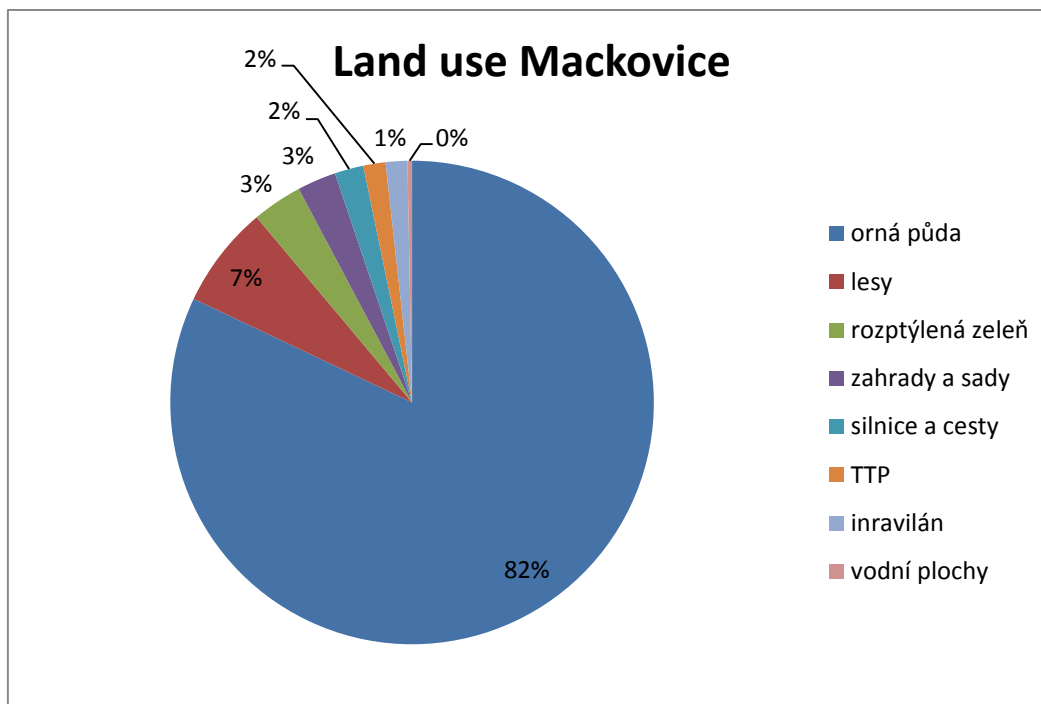
Obr. 8 k.ú. Mackovice + OP

(Zdroj: autor)



Obr. 9 Land use Mackovice

(Zdroj: autor)

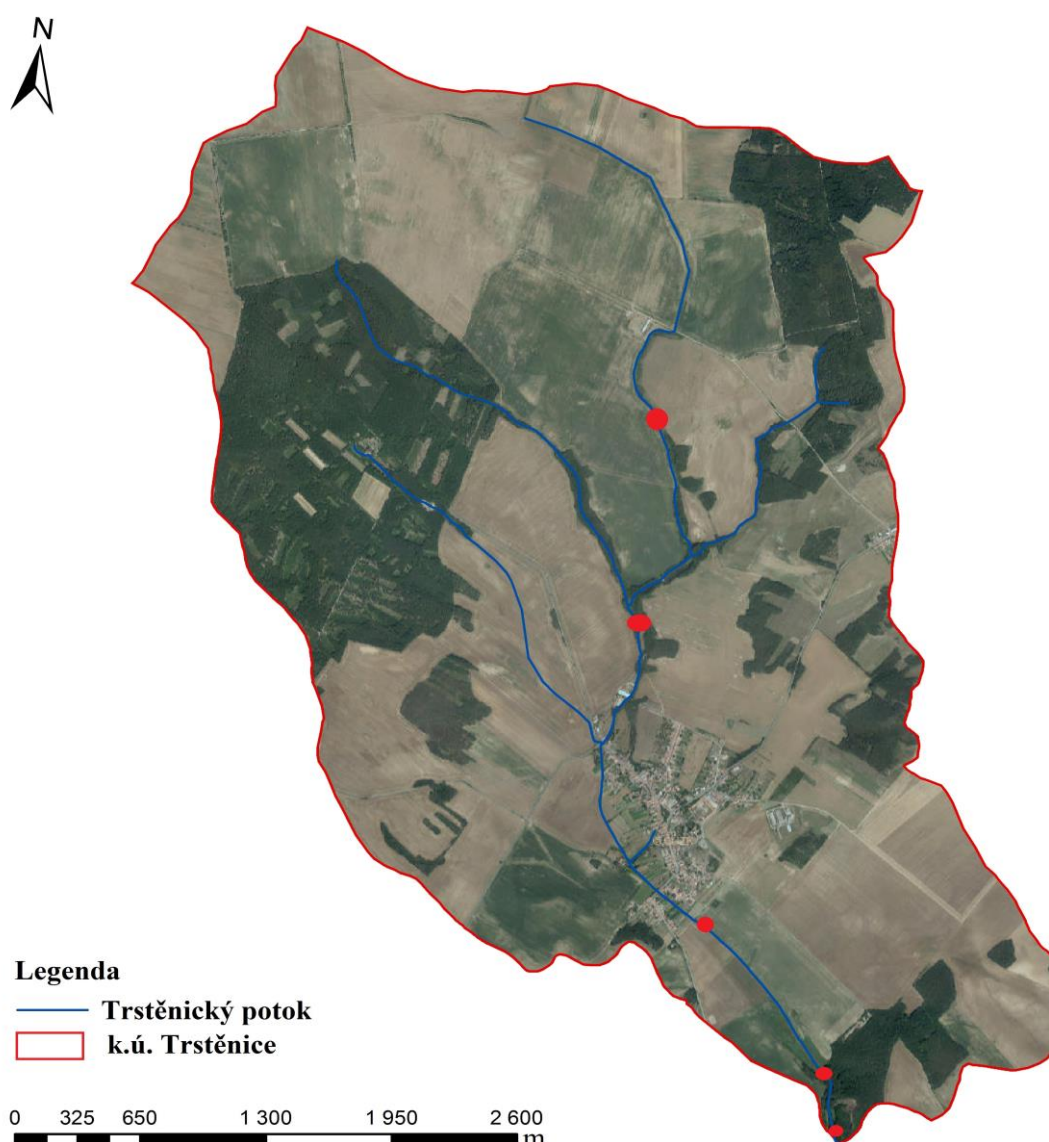


Graf 1 Procentické zastoupení kategorií land use Mackovice

(Zdroj: autor)

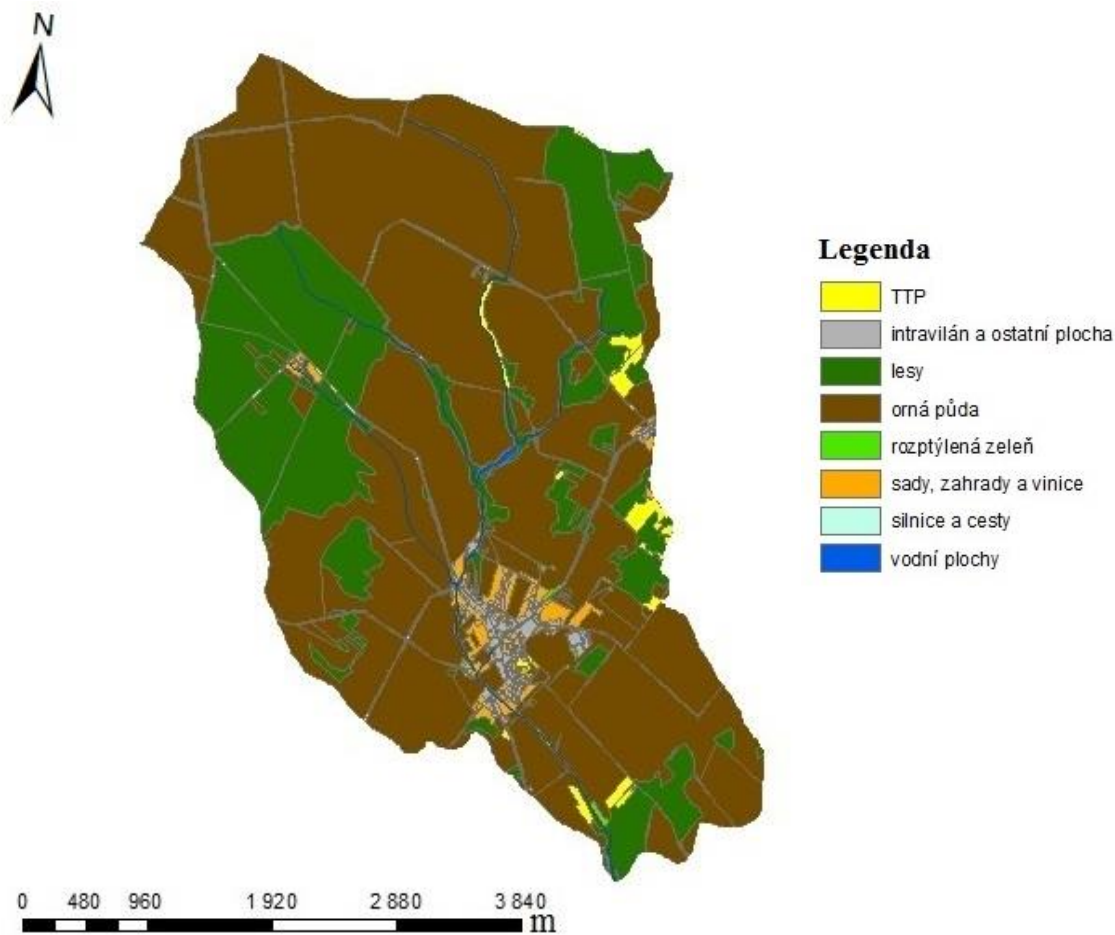


Vykreslení jednotlivých land use Trstěnic je uvedeno na obrázcích 10 a 11. Katastrální území obce Trstěnice je oproti předešlé vsi menší svojí rozlohou 17,2 km² (viz Přílohy — Tab. č. 5), ovšem co do výměry lesa, je mnohem výraznější, jelikož zde les zaujímá 4,3 km². I na této lokalitě převládají zemědělské pozemky 11,7 km² a přesto je stále toto území rozmanitější oproti předešlému. Na třetím místě co se týká rozlohy, jsou zahrady a sady s 0,3 km². Vodní plochy jsou i zde na posledním místě s rozlohou 0,02 km². Procentické zastoupení jednotlivých land use obce Trstěnice viz graf 2.



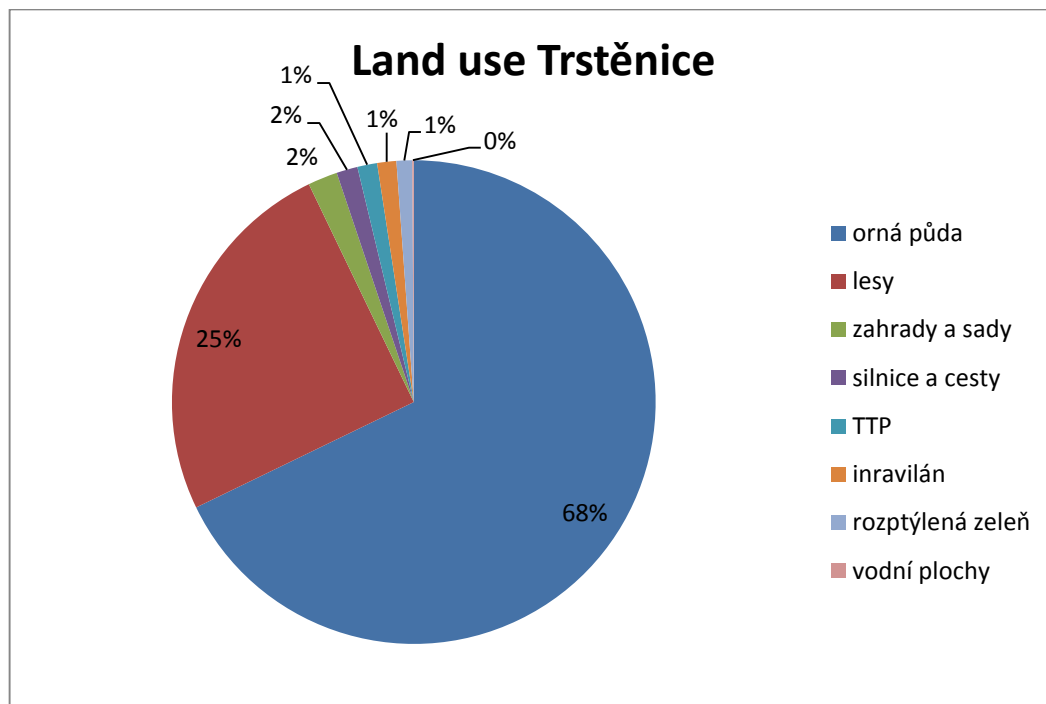
Obr. 10 k.ú.Trstěnice + OP

(Zdroj: autor)



Obr. 11 Land use Trstěnice

(Zdroj: autor)



Graf 2 Procentické zastoupení kategorií land use Trstěnice

(Zdroj: autor)



6.2 Odběrné profily

Odběrné profily byly stanoveny na základě dvou parametrů: rekognoskace terénu, kdy hlavní roli zde hrála různorodost terénů a přítomnost, jak prameniště, tak soutoku a především po vymezení jednotlivých kategorií land use, které byly graficky zpracovány v programu ArcGIS a následně přetransformovány a vymezeny procentickým zastoupením (viz Graf 1, 2).



Obr. 12 Mapa: OP Mackovice

(Zdroj:www.mapy.cz, upraveno autorem, 2015)

Potok Březanka byl sledován na pěti profilech (viz Obr. 8, 12). První odběrný profil (viz dále OP 1) byl pramen Březanky nacházející se přímo na zemědělských pozemcích, jenž bývá především v letních měsících vyschlý. Druhý odběrný profil (OP 2) se nacházel na konci těchto pozemků, na kraji malého místního lesíka před rybníkem. Třetí měření bylo prováděno pod rybníkem (OP 3). Čtvrtý odběrný profil (OP 4) se nacházel na konci obce za výústním objektem čistírny odpadních vod a pátý odběrný profil (OP 5) se nalézal za další nádrží v místním lesíku, před soutokem s meliorační soustavou.



Obr. 13 Mapa: OP Trstěnice

(Zdroj: www.mapy.cz, upraveno autorem, 2015)

Na Trstěnickém potoku byly odebírány vzorky též na pěti lokalitách (viz Obr. 10, 13). Prvním odběrným profilem (OP 1) nebyl přímý pramen Trstěnického potoka, jelikož tento pramen byl permanentně vyschlý. Odběry byly zaměřeny na bezejmenný přítok, který ovšem prochází kolem zemědělského podniku, určeného pro chov prasat. Druhým odběrným profilem (OP 2) byl les nacházející se pod dvěma rybníky a přímo na soutoku s Trstěnickým potokem. Třetí odběrný profil (OP 3) byl zvolen na konci intravilánu obce, kde se nachází výústní objekt z obce a přilehlých pozemků a zemědělského podniku určeného pro opravu zemědělských strojů. Čtvrtý odběrný profil (OP 4) se nacházel na konci zemědělských pozemků, na okraji lesa. Posledním odběrným profilem byl vybrán místní les, před soutokem s potokem Skalička (OP 5) (MICHALČÍKOVÁ, 2014).



6.3 Vyhodnocení výsledků měření

Výsledky terénních měření a laboratorních analýz obou potoků poukazují na samočisticí procesy jednotlivých úseků toků, jsou zde též patrné změny v koncentracích sledovaných ukazatelů jakosti vody.

Každý zjišťovaný parametr za všechna daná období a určená odběrná stanoviště je uveden jak v grafickém, tak i písemném provedení. V grafech jsou na ose x záměrně zaznamenány jednotlivé odběrné profily a na ose y jsou vyneseny zjištěné hodnoty. Toto zobrazení dává lepší přehled o vývoji jednotlivých charakteristik vzhledem k průchodu vody jednotlivými odběrnými profily. V legendě jsou uvedena jednotlivá barevná rozlišení pro každé odběrné období. U vybraných hodnot (teplota a hloubka) jsou použity odlišné typy grafického zobrazení, pro lepší přehlednost a interpretaci výsledků.

Klasifikace hodnot daných ukazatelů jakosti vody je dosaženo porovnáním výsledných hodnot s přílohou č. 3 (Ukazatele vyjadřující stav vody ve vodním toku), Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. a jeho pozdějších novel, tzv. Normou environmentální kvality (v grafech uváděnou jako NEK).

Dle ČSN 75 7221, je hodnoceno pět parametrů. Všechny parametry, až na elektrolytickou konduktivitu, byly hodnoceny i předešlým předpisem. Klasifikace jakosti povrchových vod stanovuje celkem pět tříd znečištění.

Vyhodnocování u obou předpisů vyžaduje minimálně roční měření pro stanovení průměrných hodnot, tento požadavek byl u všech stanovovaných hodnot splněn.

Z důvodu nezařazení fosforečnanů do tříd jakosti ČSN 75 7221 a ani do Normy environmentální kvality, která též nestanovuje jejich průměrné a ani maximálně přípustné hodnoty, jsou stanovené hodnoty fosforečnanů zde pouze porovnávány mezi jednotlivými odběrnými profily. Parametry hloubky zde slouží pro lepší závěrečné zhodnocení některých koncentrací.

6.4 Výsledky potoku Břežanka

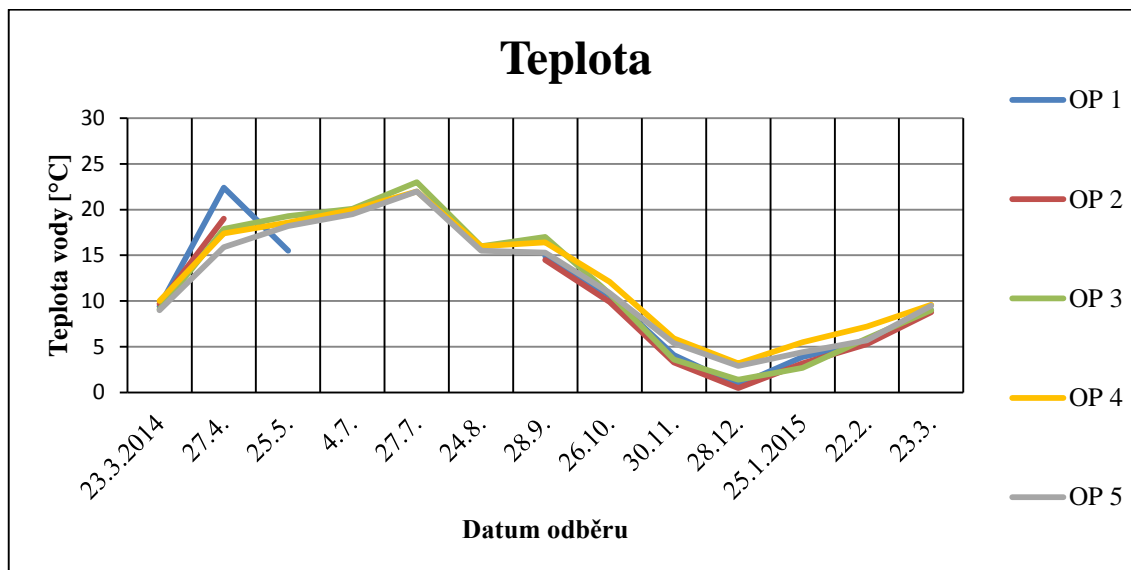
Odběrné profily jsou v grafech vyznačeny číslem, zkratky značí tyto lokality (viz Obr. 12):

OP 1 – pole (pramen); OP 2 – začátek lesa; OP 3 – pod nádrží (před vsí); OP 4 – za vsí (ČOV); OP 5 – les



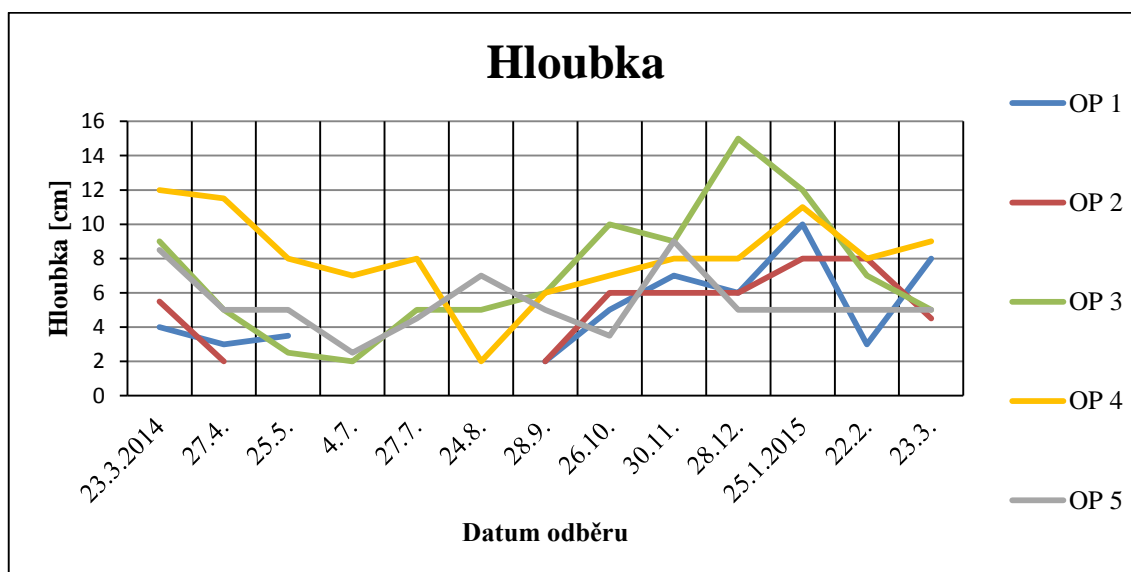
6.4.1 Vyhodnocení dle Normy environmentální kvality

6.4.1.1 TEPLOTA A HLOUBKA



Graf 3 Teplota vody potoku Břežanka

(Zdroj: autor)



Graf 4 Hloubka vody potoku Břežanka

(Zdroj: autor)

Teplota vody může dosahovat, dle NEK, maximální průměrnou hodnotu 29°C. Tato hodnota nebyla jak v průměru za celý rok (11,1°C) tak ani v jednom období překročena. Ovšem i přes tyto pozitivní výsledky je vhodné poukázat na zvyšující se teplotu v období od dubna do července a snižující se v období od srpna do prosince, kdy se k těmto výsledkům zrcadlově staví naměřené hodnoty hloubky (viz Graf 4), tedy v první dekádě hloubka klesá a od srpna dochází zas jejímu postupnému vzestupu. Z průměrných hodnot teplot bylo naměřeno nejvyššího průměru o hodnotě 12,6°C na



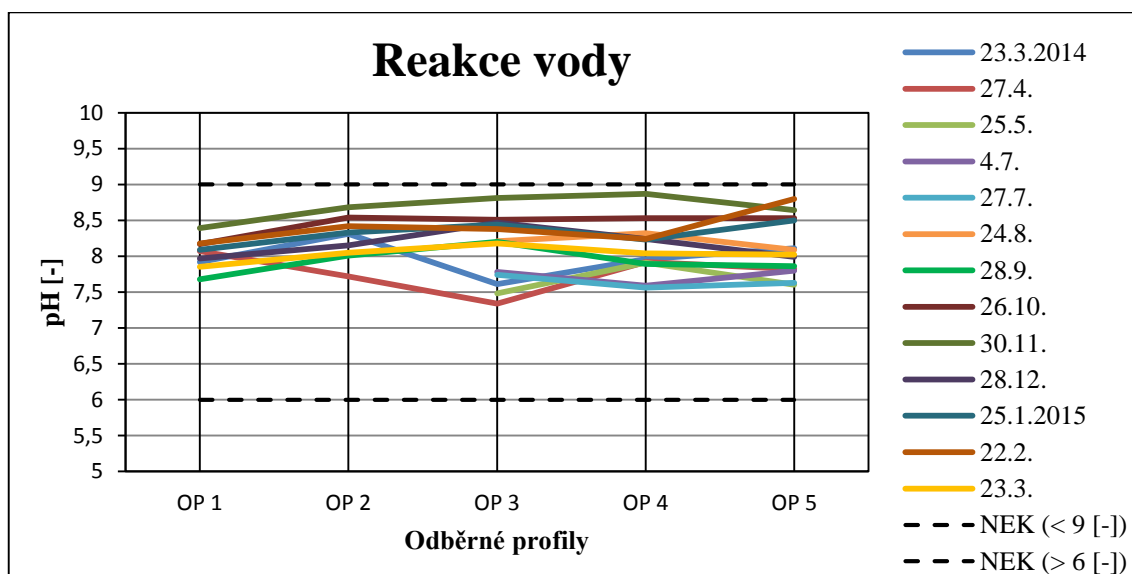
OP 4, za ČOV, kde voda po průchodu obcí a ČOV je v průměru o jeden stupeň vyšší než na počátku obce. Nejnižší průměr 8,2°C byl zaznamenán na OP 2, na začátku lesa, kde voda po průtoku holou plání od OP 1, mohla svojí teplotu ztratit. V rámci jednotlivých období a teplot byla naměřena nejvyšší teplota 24,0°C na OP 1 a to 27. 7., naopak nejnižší teploty 0,5°C bylo dosaženo 28. 12. na již zmíněném OP 2.

Výsledně lze tedy říci, že jediná výchylka, pokud nebereme v potaz pramennou oblast, v OP 4, byla po průchodu poslední lesní vegetací OP 5 opět srovnána na původní hodnoty.

Průměrná hloubka byla 6 cm, ovšem i tento výsledek ovlivňují období od května do srpna, kdy se na některých odběrných profilech voda vůbec nevyskytovala. Nejnižších hloubek dosahoval OP 1 (5 cm) a nejvyšších OP 4 (8 cm).

Na OP 1 a 2 se v období od května do srpna voda nevyskytovala, tudíž nemohla být změřena teplota a ani hloubka.

6.4.1.2 REAKCE VODY (PH)



Graf 5 pH potoku Břežanka

(Zdroj: autor)

Reakce vody (pH) též nebyla dle NEK překročena. Všechny získané hodnoty, ať již nejvyšší 8,87 dosažené v listopadu na OP 4 nebo nejnižší 7,28 v květnu na OP 1 neovlivnily výsledné průměrné hodnoty. Celkový průměr pH vody 8,09, nejvyšší průměr 8,11 na OP 5 a nejnižší 7,28 na OP 1. Z grafu lze ovšem vidět, že se hodnoty v daném rozmezí 6 – 9 drží spíše ve vyšších sférách, což je pravděpodobně způsobeno zvýšeným pH v podloží a též okolní bujnou vegetací a listnatými stromy.



Pokud budeme hodnotit pH z hlediska měření v jednotlivých odběrných profilech, zjistíme, že k pozvolnému nárůstu z alkalické oblasti do silně zásadité dochází již na OP 2, vysoké hodnoty zajišťují dva následující profily a OP 5 tyto hodnoty spíše udržuje a v polovině případů snižuje.

Na OP 1 a 2 se v období od května do srpna voda nevyskytovala, tudíž nemohla být příslušná hodnota měřena.



Obr. 14 OP 1, Břežanka

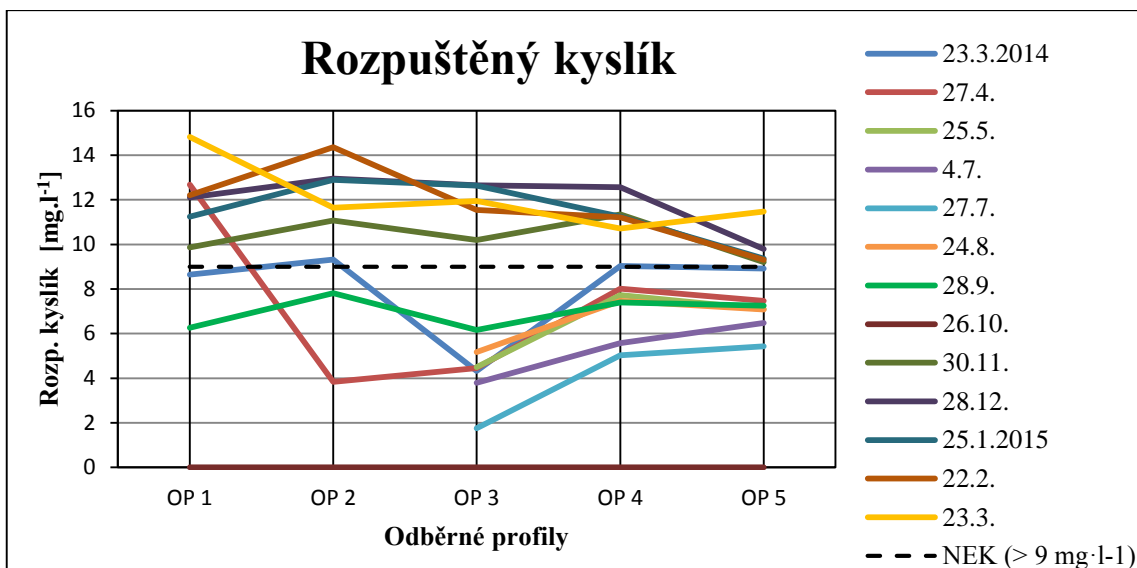
(Zdroj: autor, 23.3.2014)



Obr. 15 OP 5, Břežanka

(Zdroj: autor, 26.10.2014)

6.4.1.3 ROZPUŠTĚNÝ KYSLÍK



Graf 6 Hodnoty rozpuštěného kyslíku potoku Břežanka

(Zdroj: autor)

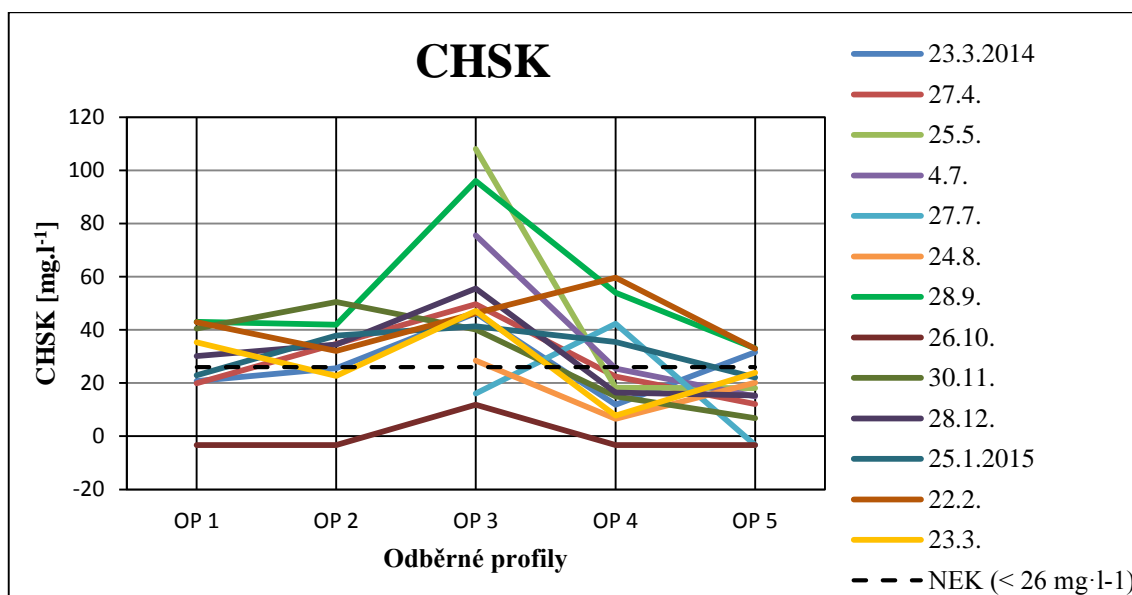
V NEK je stanoveno, že průměrná hodnota rozpuštěného kyslíku by neměla klesnout pod 9 mg.l^{-1} . Průměrné hodnoty, které tohoto mezníku nedosáhly, se nachází na OP 3 ($6,86 \text{ mg.l}^{-1}$), 4 ($8,26 \text{ mg.l}^{-1}$), a 5 ($7,61 \text{ mg.l}^{-1}$). Zbývající dva OP 1 ($9,25 \text{ mg.l}^{-1}$) a 2 ($9,32 \text{ mg.l}^{-1}$) jsou nad mezníkem jen o desetinné hodnoty. Od těchto průměrných výsledků, kde celkově bylo dosaženo podměry a to v hodnotě $8,26 \text{ mg.l}^{-1}$, se odvíjí i nejvyšší naměřená hodnota $14,82 \text{ mg.l}^{-1}$, získaná z posledního měření a to 23. 3. 2015 na OP. 1 a nejnižší $1,75 \text{ mg.l}^{-1}$, z 27.7. na OP 3.

OP 1 je téměř v každém případě vybaven nadlimitním nasycením, na OP 2 dochází k nárůstu těchto hodnot a po většinou i v podlimitním prostředí, tyto dva profily jsou zásobeny kyslíkem především z fotosyntetických reakcí řas a dalších organismů žijících v této vodě. Na OP 3 dochází k většímu poklesu kyslíku, z důvodu organického znečištění a tamních rozkladných procesů. OP 4 zde vylepšuje velkou měrou kyslíkový deficit, což je pravděpodobně způsobeno aeračními systémy v ČOV. Rozpuštěný kyslík v OP 5 v podlimitních hodnotách narůstá a v nadlimitních klesá. Tento jev se dá jednoduše vysvětlit. Podlimitní hodnoty byly dosaženy především za vysokých teplot (viz Graf 3) letních dní, kdy nastává nejvyšší rozpuk vegetace (fotosyntetická asimilace) a proto v tomto období stoupají. Nadlimitní hodnoty, které se vyskytují za nízkých teplot, klesají z důvodu odebrání kyslíku vegetací, která je v pasivní fázi.

Na OP 1 a 2 se v období od května do srpna voda nevyskytovala, tudíž nemohla být příslušná hodnota měřena. V říjnu byla nefunkční sonda na měření kyslíku, z tohoto důvodu je uvedený výsledek v grafu zaznamenaný jako nulový.



6.4.1.4 CHSK



Graf 7 Hodnota CHSK na potoku Břežanka (Zdroj: autor)

Průměrnou hodnotou pro CHSK, dle NEK, je průměrná roční hodnota 26 mg.l⁻¹. Celkový roční průměr z laboratorních měření vykazoval hodnotu 29,31 mg.l⁻¹. Nejvyšším průměrem o hodnotě 50,94 mg.l⁻¹, byl OP. 3, kde se nacházela i nejvyšší zjištěná hodnota 108 mg.l⁻¹ ze dne 25.5. Nejnižší průměrná hodnota byla 17,26 mg.l⁻¹ na OP 5. Nejnižší hodnoty pod stanovitelnou mez -3,3 mg.l⁻¹, bylo dosaženo celkem 6x a to za období měsíce července a října (viz Graf 7).

CHSK byla nejvyšší u OP 3, pod nádrží (viz Obr. 8). Vodní nádrž a její okolí jsou tedy znečištěny organickými látkami, jako jsou výluhy z půd, listí a odpadní vody. Po průchodu toku OP 4 a 5 se hodnota velmi snížila, což zapříčinilo pravděpodobně vyčištění odpadních vod a již omezená přítomnost těchto látek a organismů spotřebovávajících kyslík.

Na OP 1 a 2 se v období od května do srpna voda nevyskytovala, tudíž nemohla být příslušná hodnota měřena.



Obr. 16 Nátok OP 2 do rybníka

(Zdroj: autor, 30.11.2014)

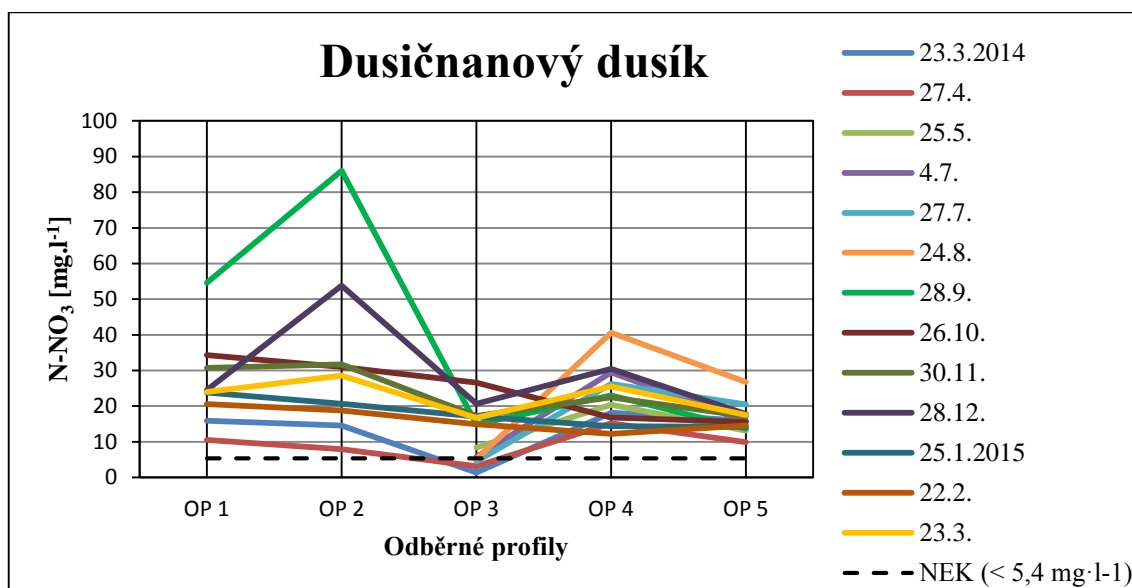


Obr. 17 OP 3, Břežanka

(Zdroj: autor, 22.2.2015)



6.4.1.5 DUSIČNANOVÝ DUSÍK



Graf 8 Hodnoty dusičnanového dusíku na potoku Břežanka

(Zdroj: autor)

Oproti NEK, která udává průměr $5,4 \text{ mg.l}^{-1}$, zde byl roční průměr několikanásobně překročen až na hodnotu $22,2 \text{ mg.l}^{-1}$. OP 2 ve svém průměru ($32,57 \text{ mg.l}^{-1}$) a zářijové hodnotě 86 mg.l^{-1} předčila všechny ostatní. Protipólem zde byla průměrná hodnota $12,5 \text{ mg.l}^{-1}$ a laboratorní výsledek z 23. 3. 2014 $1,4 \text{ mg.l}^{-1}$ na OP 3.

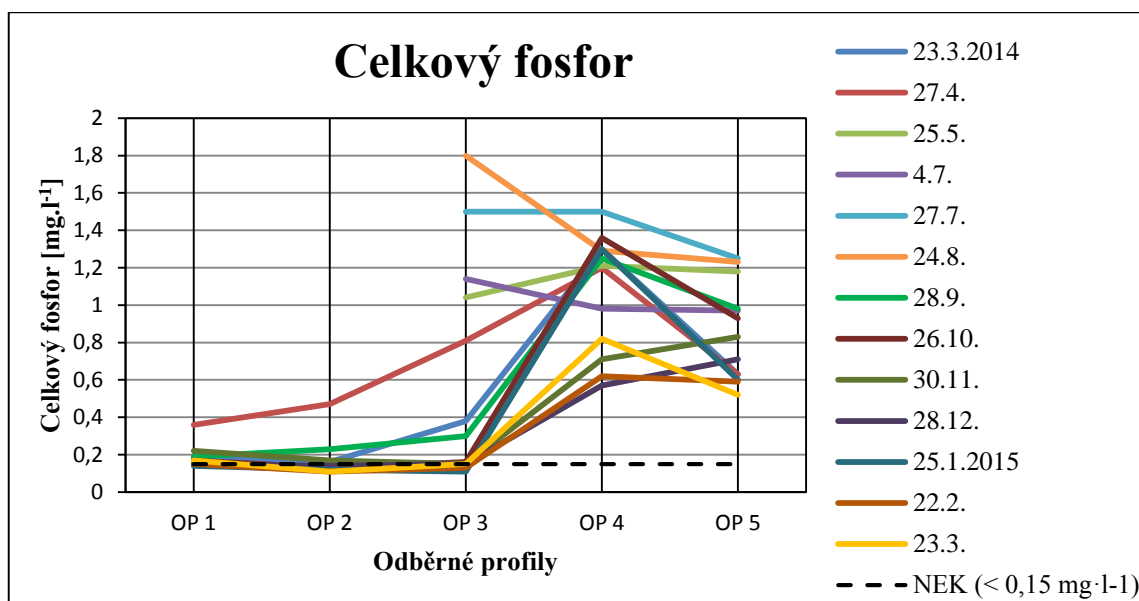
Dusičnanový dusík měl nejvyšší zastoupení u OP 2 a následně u OP 4, může se tedy jednat o problém zvýšených minerálních látek v aplikovaných hnojivech. Splaškové vody jsou zde též možným významným faktorem, ovšem ČOV disponuje technologií pro srážení dusíku, bylo by vhodné zaměřit se i na účinnost čištění této technologické linky. OP 1 (viz Obr. 8), nacházející se v oblasti využívaných pozemků se též projevil, jako místo se zvýšeným výskytem dusičnanů, což je pravděpodobně způsobeno hnojením dusíkatými hnojiv, jenž vede k následku vzniku eutrofizace vod a degradace přírodních stanovišť.

Nejnižší hodnota v dlouhodobém měření byla vykázána u OP 3 pod rybníkem, kde dochází k redukci dusičnanů na dusitany (denitrifikace) a OP 5, který se nachází v lesním společenstvu a dusičnany jsou zde využívány fytoplanktonem. Všechny profily vykazují zvýšené množství dusičnanů, je zde potřeba aplikovat postupné snižování dusíkatých hnojiv.

Na OP 1 a 2 se v období od května do srpna voda nevyskytovala, tudíž nemohla být příslušná hodnota měřena.



6.4.1.6 CELKOVÝ FOSFOR



Graf 9 Celkový fosfor na potoku Břežanka

(Zdroj: autor)

Celkový fosfor o své průměrné roční hodnotě $0,59 \text{ mg.l}^{-1}$ ve velké míře převýšil povolenou mez ($0,15 \text{ mg.l}^{-1}$). Bezkonkurenčně nejvýše, jak je patrné již z grafu, byla překročena průměrná hodnota u OP 4, na hodnotu $1,09 \text{ mg.l}^{-1}$. Místem s nejnižší hodnotou $0,21 \text{ mg.l}^{-1}$ se ukázal OP 1. Co se týče individuálních výsledků, OP 2 a 3 vykázaly několikrát hodnotu $0,11 \text{ mg.l}^{-1}$ (leden až březen 2015), oproti tomu OP 3 a 4 zase nejvyšší $1,8 \text{ mg.l}^{-1}$ (červenec a srpen).

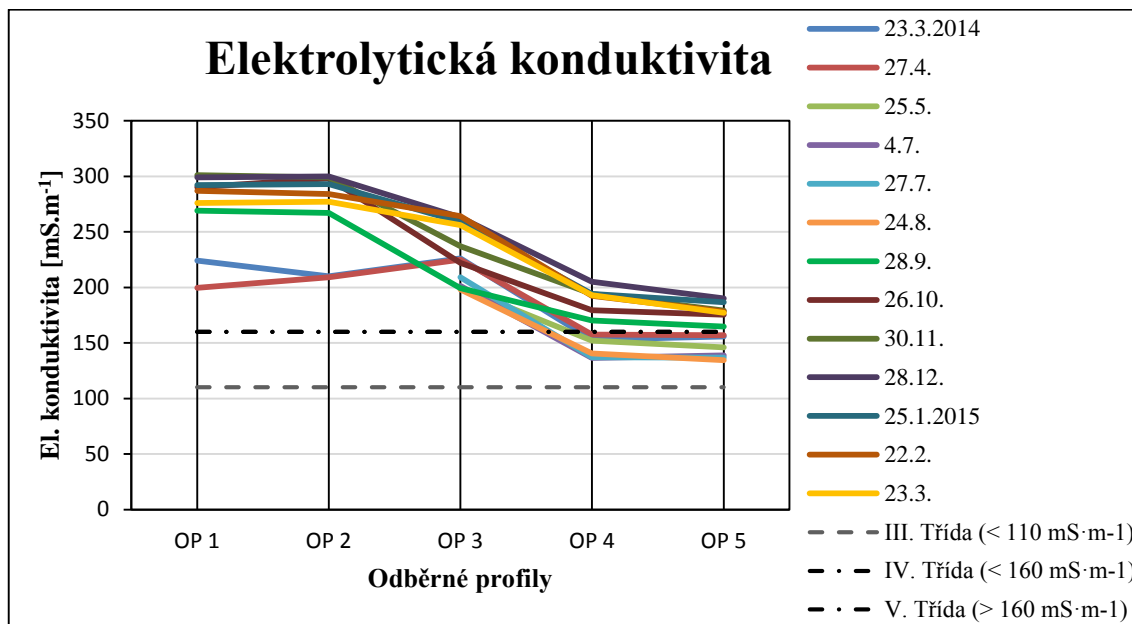
Nárůst fosforu dosáhl nejvyšších hodnot u OP 3 a především OP 4. Pravděpodobně by se mohlo jednat o problém aplikace fosforečných hnojiv na zemědělských pozemcích a domácí používání pracích, mycích a čistících prostředků obsahujících polyfosfáty, které následně ČOV nedokáže úplně odstranit (absence srážení fosforu). Následné nižší hodnoty, oproti předešlému vysokému stupni, u OP 5 (viz Obr. 8, 9) potvrdily velký vliv lesní vegetace při odstraňování této látky, vegetace totiž využívá velkou část živin (dusíku a fosforu) a tak dochází k čistícímu efektu na toku.

Na OP 1 a 2 se v období od května do srpna voda nevyskytovala, tudíž nemohla být příslušná hodnota měřena.



6.4.2 Vyhodnocení dle ČSN 75 7221

6.4.2.1 ELEKTROLYTICKÁ KONDUKTIVITA



Graf 10 Vodivost potoku Břežanka, dle ČSN 75 7221

(Zdroj: autor)

Celkový průměr elektrolytické konduktivity byl o hodnotě $216,98 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$, zde se tedy jedná o celkové zařazení do V. třídy, jenž indikuje velmi silně znečištěnou vodu.

Dále byl nejvyšším průměrem ($270,79 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$) OP 2 a nejnižším průměrem ($163,07 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$) OP 5, který jen zařazení do 5. třídy potvrdil. Nejvyšší hodnoty ($301 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$) dosahoval OP 1 v listopadu. Nejnižší v srpnu $134,4 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$ na OP 5, která se spolu s OP 3 ještě může zařadit do IV. třídy jakosti vod (voda silně znečištěná).

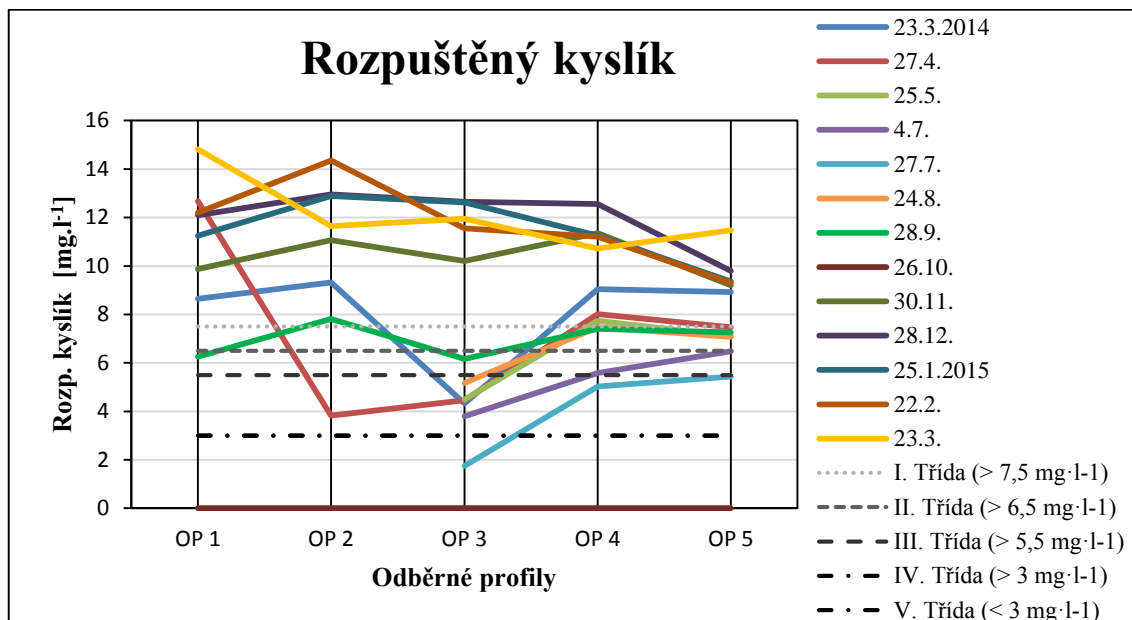
Konduktivita byla naměřena přímo v terénu a její vysoká míra, dle ČSN 75 7221, poukazuje na V. třídu jakosti indikující velmi silně znečištěné vody. Nejvyšší naměřená konduktivita na OP 1 a OP 2 a klesající hodnoty u následujících dvou odběrných profilů (výjimečně i pod nejvyšší stanovenou hranici), ukazují na možné splachy ze zemědělských pozemků. V místě prudkého poklesu se totiž nenachází velké plochy polí. Potok je tedy silně mineralizovaný. Postupný průchod jednotlivými odběrnými profily je zaznamenán v land use Mackovice (viz Obr. 9).

Na snížení výsledných hodnot má pozitivní vliv místní rybník, průchod obcí a následná úprava vody na ČOV. Lesní vegetace už jen tyto klesající hodnoty lehce snižuje.



Na OP 1 a 2 se v období od května do srpna voda nevyskytovala, tudíž nemohla být příslušná hodnota měřena.

6.4.2.2 ROZPUŠTĚNÝ KYSLÍK



Graf 11 Hodnoty rozpuštěného kyslíku potoku Břežanka, dle ČSN 75 7221 (Zdroj: autor)

Celkový průměr, udávající I. třídu (vodu neznečištěnou), je 9,05 mS.m⁻¹.

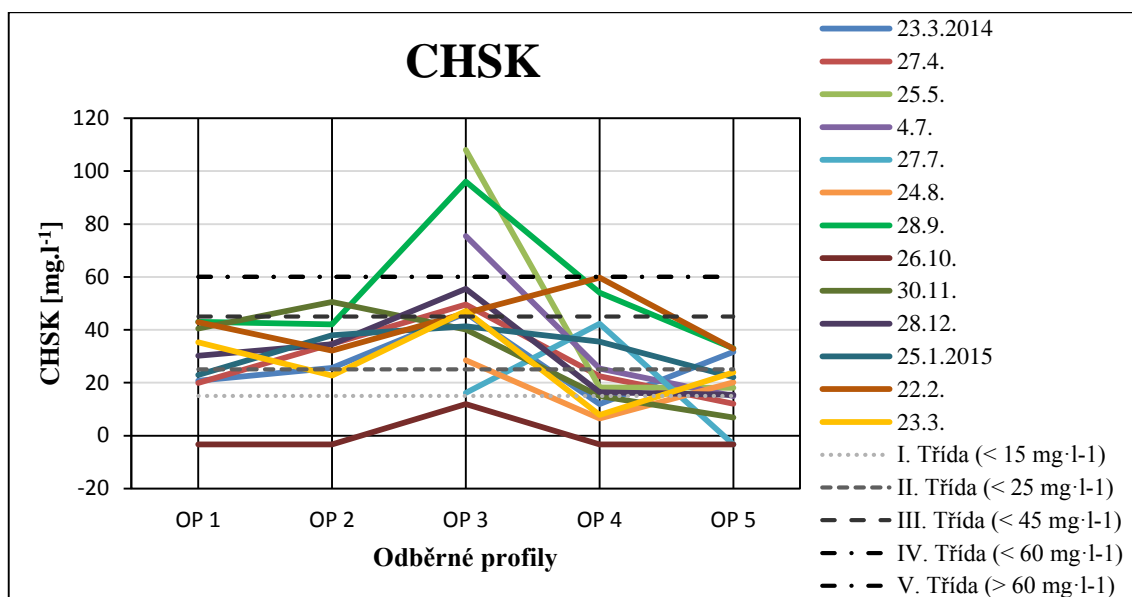
S průměrem nejvyšším 10,49 mS.m⁻¹, je OP 2 a nejnižším 7,43 mS.m⁻¹ OP 3, jež dosahuje II. stupně jakosti (mírně znečištěná voda). Nejvyšší koncentrace byla 14,82 mS.m⁻¹ při posledním březnovém měření na OP 1 a nejnižší koncentrace 1,75 mS.m⁻¹ u OP 3 27. 7., jež značí V. třídu jakosti (velmi silně znečištěná voda).

Koncentrace rozpuštěného kyslíku je odvislá spíše než od lokality od teploty vody, jež se mění s průběhem ročních období (viz 6.4.1.1).

Na OP 1 a 2 se v období od května do srpna voda nevyskytovala, tudíž nemohla být příslušná hodnota měřena. V říjnu byla nefunkční sonda na měření kyslíku, z tohoto důvodu je uvedený výsledek v grafu nulový.



6.4.2.3 CHSK



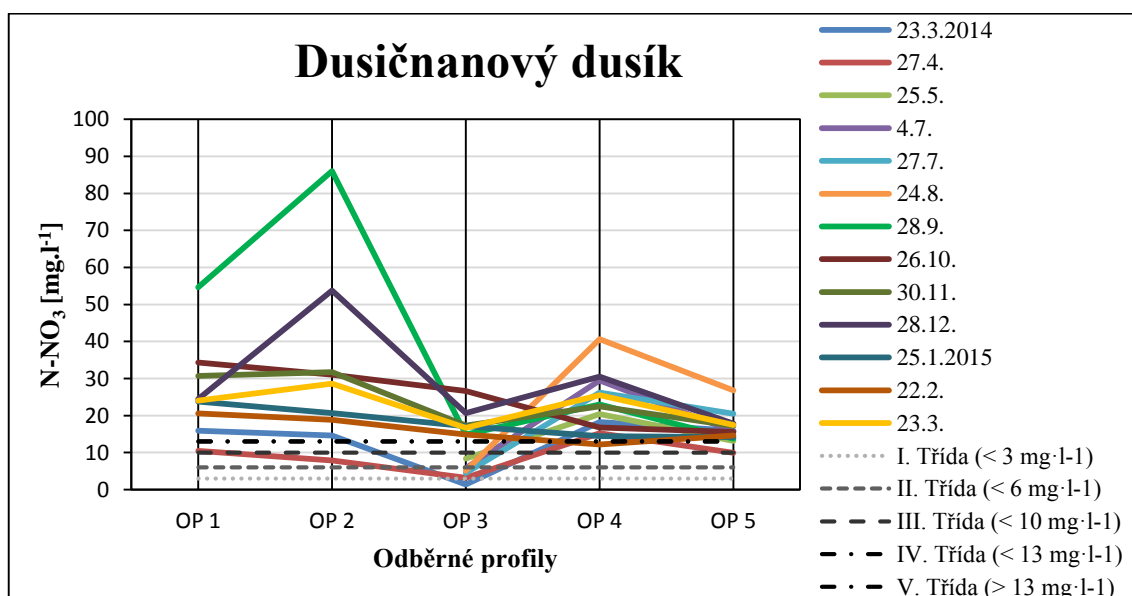
Graf 12 Hodnoty CHSK potoku Břežanka, dle ČSN 75 7221

(Zdroj: autor)

Celkový roční průměr z laboratorních měření vykazoval hodnotu 29,31 mg.l⁻¹, tato hodnota stanovuje III. třídu znečištění, tok tedy souhrnně patří do vod znečištěných.

Nejvyšším průměrem o hodnotě 50,94 mg.l⁻¹ byl OP 3, kde se nacházela i nejvyšší zjištěná hodnota 108 mg.l⁻¹ ze dne 25.5, která již dosahuje V. třídy. Nejnižší průměrná hodnota byla 17,26 mg.l⁻¹ na OP 5, jedná se o III. třídu. Nejnižší hodnoty pod stanovitelnou mez -3,3 mg.l⁻¹, bylo dosaženo celkem 6x a to za období měsíce července a října (I. třída). Hodnocení CHSK je již uvedeno u hodnocení dle NEK (viz 6.4.1.4).

6.4.2.4 DUSIČNANOVÝ DUSÍK



Graf 13 Hodnoty dusičnanového dusíku potoku Břežanka, dle ČSN 75 7221

(Zdroj: autor)



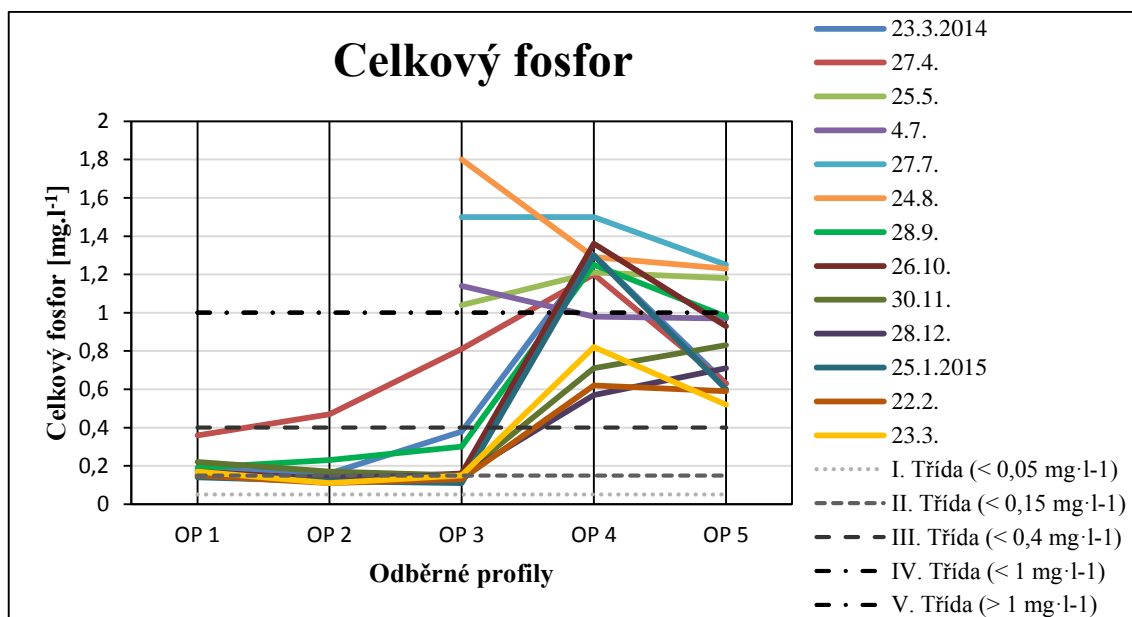
Celkový průměr dosahoval 22,20 mg.l⁻¹, opět zde byla vykázána V. třída (velmi silně znečištěná voda).

Nejvyšší průměr 32,57 mg.l⁻¹ u OP 2, nejnižší 12,05 mg.l⁻¹ u OP 3. Koncentrace se vyšplhala nejvýše na hodnotu 86 mg.l⁻¹ u OP 2 v září, jelikož se zde vyskytovala pouze stojatá voda. Nejnižší koncentrace 1,4 mg.l⁻¹ se vyskytovala na OP 3 při prvním měření (březen), tato koncentrace by jako jediná mohla být zařazena do I. třídy.

Velmi silné znečištění vody zde vyvolává především antropický faktor. Lze vyčíst, že OP 1, 2 a 4 (viz Obr. 8, 9) trpí zejména splachy z dusičnanových hnojiv na orných půdách, jedinou záchranou je zde přítomnost lesní vegetace.

Na OP 1 a 2 se v období od května do srpna voda nevyskytovala, tudíž nemohla být příslušná hodnota měřena.

6.4.2.5 CELKOVÝ FOSFOR



Graf 14 Hodnoty celkového fosforu na potoku Břežanka, dle ČSN 75 7221 (Zdroj: autor)

Celkový fosfor se ještě řadí do IV. třídy, jelikož jeho celkový průměr (0,59 mg.l⁻¹), nedosahuje hodnoty 1 mg.l⁻¹.

Nejvyšší průměr 1,09 mg.l⁻¹ z OP 4, by již V. třídy dosáhl. Nejnižší 0,18 mg.l⁻¹ na OP 2, se řadí do III. třídy (znečištěná voda). Nejvyšší hodnota byla 1,8 mg.l⁻¹ na OP 3 v srpnovém období. Nejnižší hodnota dosáhla 0,11 mg.l⁻¹ a byla dosažena na OP 2 a 3 v obdobích měřených v roce 2015 (leden, únor a březen), tato hodnota by dosáhla II. jakostní třídy (mírně znečištěná voda).



Hodnocení průchodu vodního toku jednotlivými odběrnými profily je totožné jako u hodnocení dle NEK (viz 6.4.1.6).



Obr. 18 OP 2, Břežanka

(Zdroj: autor, 22.2.2015)

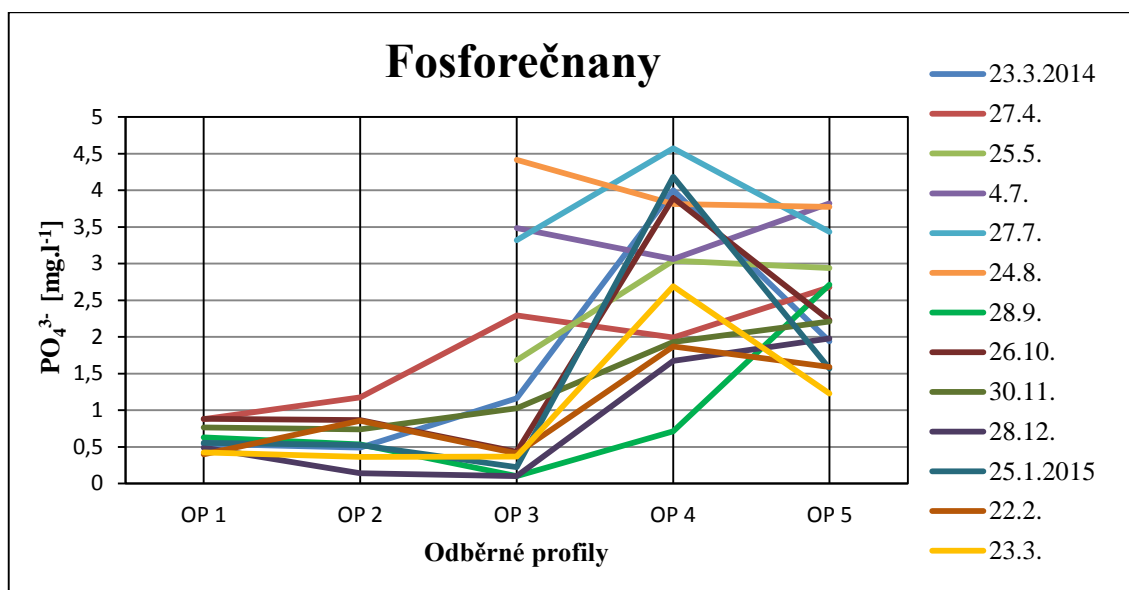


Obr. 19 OP 4, Břežanka

(Zdroj: autor, 22.2.2015)



6.4.3 Fosforečnany



Graf 15 Hodnoty fosforečnanů potoku Břežanka

(Zdroj: autor)

Limity fosforečnanů nejsou stanoveny v žádné uváděné normě. Graf zobrazuje výsledky stanovování fosforečnanů klasickou metodou po přefiltrování.

Celková průměrná hodnota dosahuje koncentrace 1,62 mg.l⁻¹. Nejvyššího průměru bylo dosaženo na OP 4 (2,88 mg.l⁻¹) s nejvyšší hodnotou z 27.7. (4,572 mg.l⁻¹). Nejnižší průměr byl zjištěn na OP 2, o hodnotě 0,63 mg.l⁻¹, OP 3 vykázal z 28. 9. nejnižší koncentraci 0,1 mg.l⁻¹.

Z grafu je patrný lehce postupný pokles, až na pár výjimek, až k OP 3, kde se pravděpodobně již stihla v místním rybníce část výluhů z fosforečných hnojiv „rozkonzentrovat“, ovšem na OP 4 se odkazují na vliv ČOV na polyfosforečnany (polyfosfáty), (viz 6.4.1.6).

Na OP 1 a 2 se v období od května do srpna voda nevyskytovala, tudíž nemohla být příslušná hodnota měřena.

6.4.3.1 SOUHRNNÉ ZHODNOCENÍ

Z výsledné analýzy překročily dané legislativní normy především hodnoty fosforu, dusičnanového dusíku, CHSK a naměřená konduktivita. Většinou se jednalo o vysoký nárůst těchto hodnot vůči stanovené hranici.



Po vyhodnocení odběrných profilů a jejich okolí za pomoci land use, docházelo k největšímu růstu těchto hodnot především: za čistírnou odpadních vod (OP 4) a v intravilánu obce pod vodní nádrží (OP 3). Kladné výsledky samočistícího procesu byly především po průchodu potoka lesem (OP 2 a 5). Výsledky OP 5, na konci obce u místní ČOV vykazovaly různé stupně samočištění u jednotlivých výsledných hodnot rozborů vody.

Ovšem u dusičnanového dusíku a konduktivity se tyto výsledky lišily a problematickými se zdály především OP 1 a 2, z důvodu přítomnosti rozsáhlých zemědělsky obhospodařovaných pozemků a způsobu jejich hnojení.

Voda je celkově hodnocena jako velmi silně znečištěná.

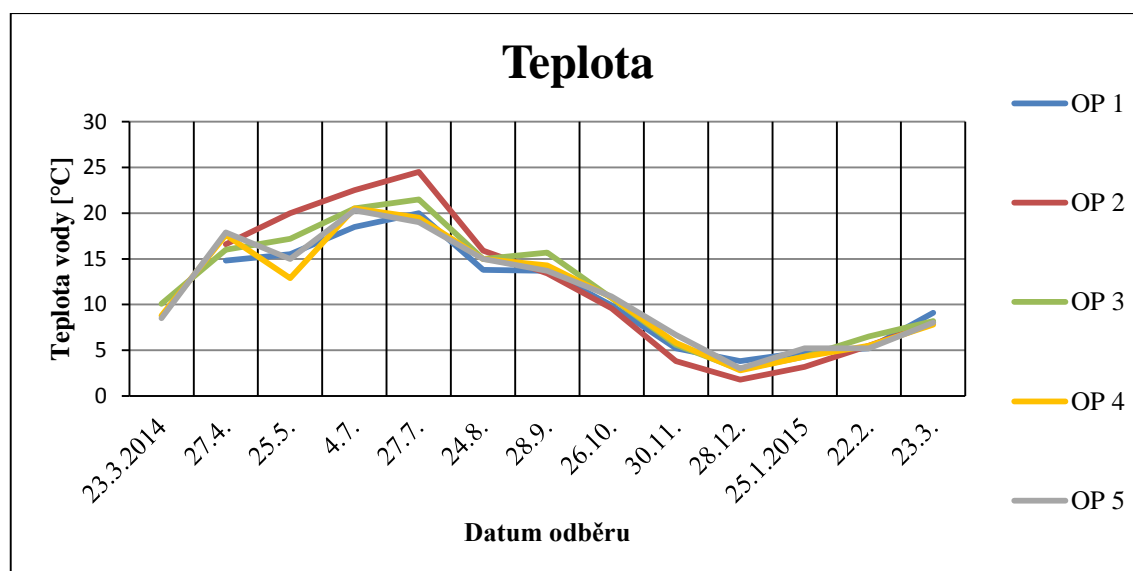
6.5 Výsledky Trstěnického potoka

Odběrné profily byly zvoleny na základě land use a jsou v grafech vyznačeny číslem, zkratky značí tyto lokality (viz Obr. 13):

OP 1 – pole (za podnikem); OP 2 – les (před vsí); OP 3 – za vsí; OP 4 – pole; OP 5 – les (před soutokem)

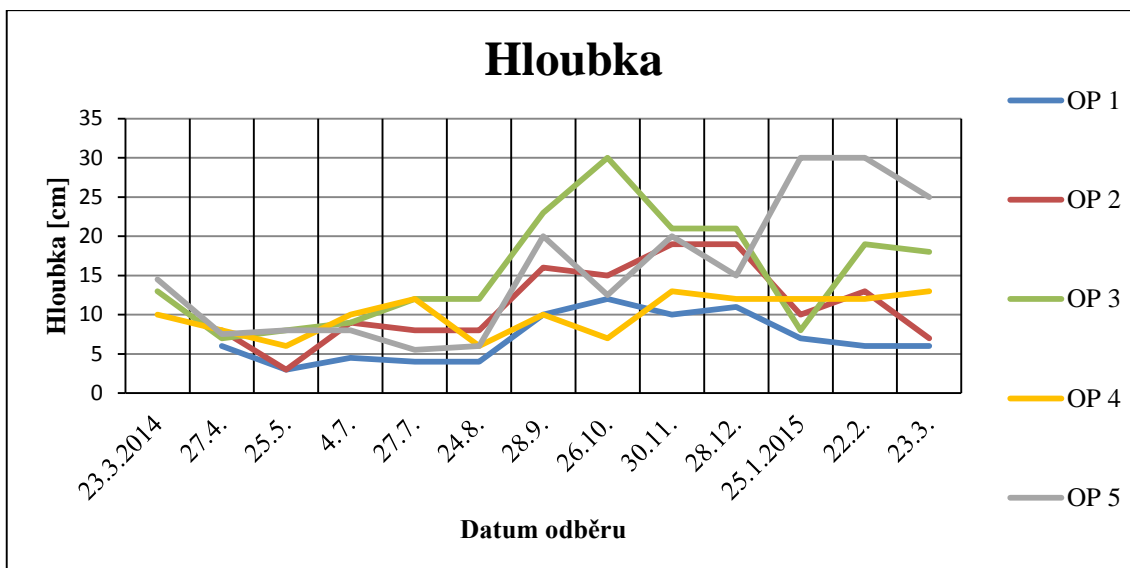
6.5.1 Vyhodnocení dle Normy environmentální kvality

6.5.1.1 TEPLOTA A HLOUBKA



Graf 16 Teplota vody Trstěnického potoka

(Zdroj: autor)



Graf 17 Hloubka vody Trstěnického potoka

(Zdroj: autor)

Zaznamenaná průměrná teplota svojí hodnotou 11,6°C nepřevýšila stanovenou nejvyšší přípustnou mez 29°C. Svým průměrem se nejbližše přiblížil OP 2 s 12,1°C a nejvzdálenější v tomto ohledu byl s 11,2°C OP 1. Nejvyšší naměřená hodnota 24,5°C z 27. 7. a nejnižší 1,8°C z 28. 12. se vyskytly paradoxně na stejném odběrném profilu, OP 2.

Průměrná hloubka toku byla 12 cm, výsledky ovlivňují daná roční období (viz Graf 16, 17). Nejvyšších hloubek dosáhl OP 3 (30 cm) a nejnižších OP 1, 2 (3 cm).

Výsledně se OP 2 (les), jeví jako nejteplejší, nachází se totiž za účelovými nádržemi a je obklopen bohatou lesní a luční vegetací (viz Obr. 10, 11). Teplota v průběhu roku stoupala a klesala spolu s ročním obdobím, obdobně jako u předešlého toku (viz 6.4.1.1) teplotu a roční období doprovázela svými výchyly i hloubka daného toku.

Na OP 1 a 2 se v březnu 2014 voda nevyskytovala, tudíž nemohla být příslušná hodnota měřena, následně byla lokalita změněna.



Obr. 20 OP 1, Trstěnice

(Zdroj: autor, 26.10.2014)

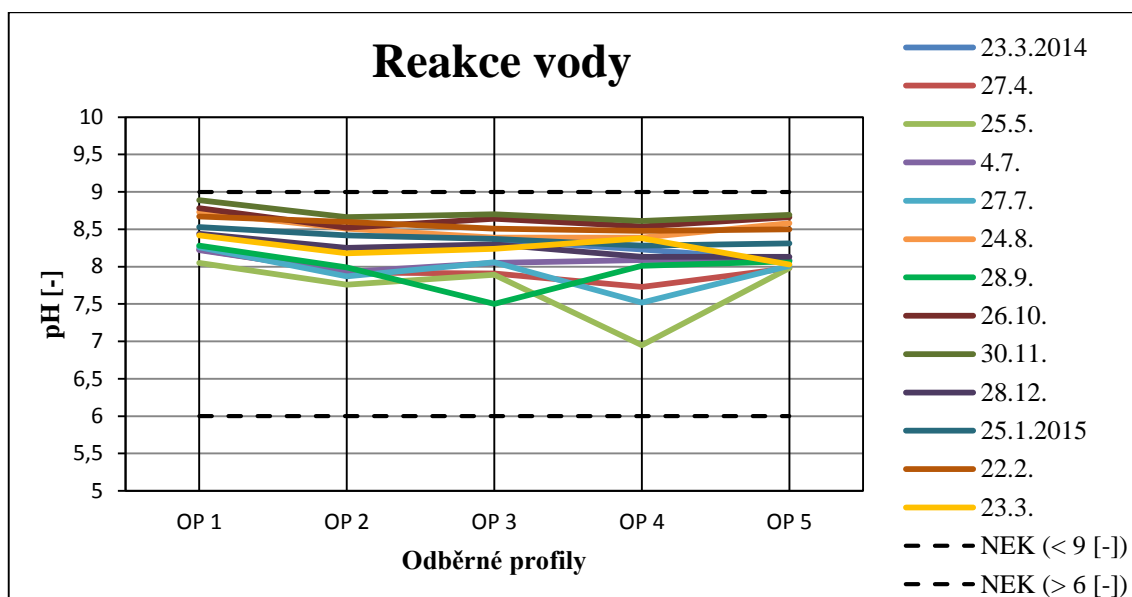


Obr. 21 OP 2, Trstěnice

(Zdroj: autor, 23.3.2014)



6.5.1.2 REAKCE VODY (PH)



Graf 18 pH vody Trstěnického potoka

(Zdroj: autor)

Průměrné hodnoty pH 8,25 nepřesahují svojí koncentrací krajní meze NEK. Rozdíl mezi nejnižším průměrem 8,10 u OP 4 a nejvyšším průměrem 8,46 u OP 1 je téměř nulový. V listopadu bylo dosaženo pH 8,89 na OP 1 a květnový výsledek za ornou půdou (OP 4) byl nejnižším o hodnotě 6,95.

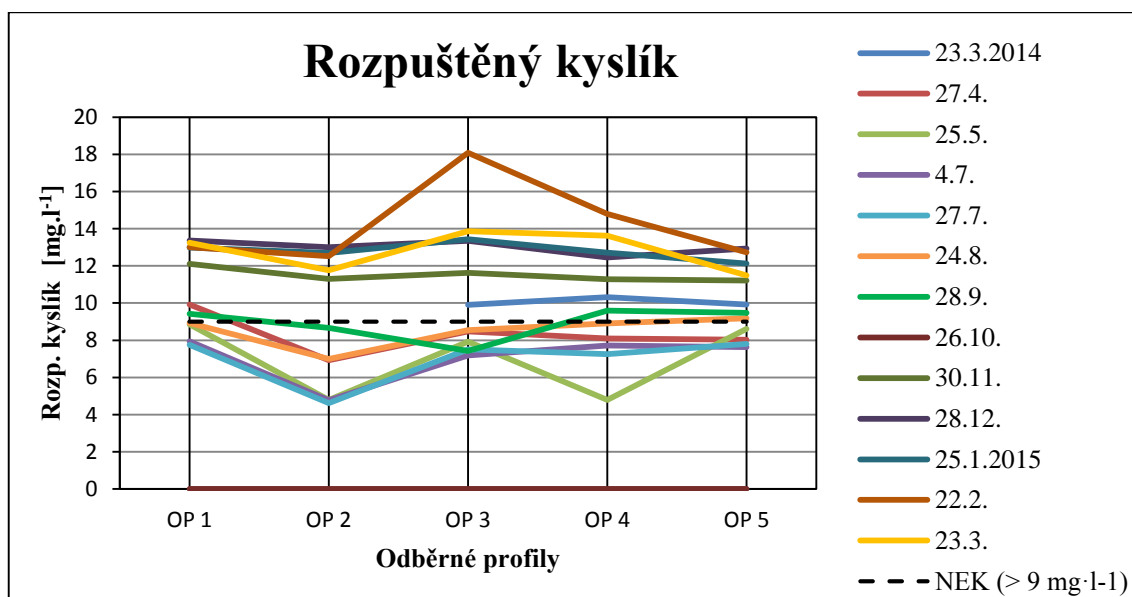
I když je se hodnoty pH pohybují v normě, tak se i přesto po většinu času u OP 1 vyskytují zvýšené hodnoty, které pozvolna klesají až k OP 4, který má nejnižší hodnotu. pH na těchto lokalitách poukazuje na výskyt bujné vodní vegetace, na splachy půdy z listnatých lesů a v neposlední řadě i na možné úniky či nedodržené postupy skladování kejdy popř. její aplikace na půdu ze zemědělského podniku.

Pokud je zvýšené pH způsobeno fotosyntetickou asimilací zelených rostlin, kdy dochází k vyčerpání volného oxidu uhličitého a může se uvolňovat jedovatý čpavek, tak snížení pH dosáhneme výsekem tamní bujné vegetace, čímž dojde k omezení fotosyntézy.

Na OP 1 a 2 se v březnu 2014 voda nevyskytovala, tudíž nemohla být příslušná hodnota měřena, následně byla lokalita změněna.



6.5.1.3 ROZPUŠTĚNÝ KYSLÍK



Graf 19 Hodnota rozpuštěného kyslíku na Trstěnickém potoce

(Zdroj: autor)

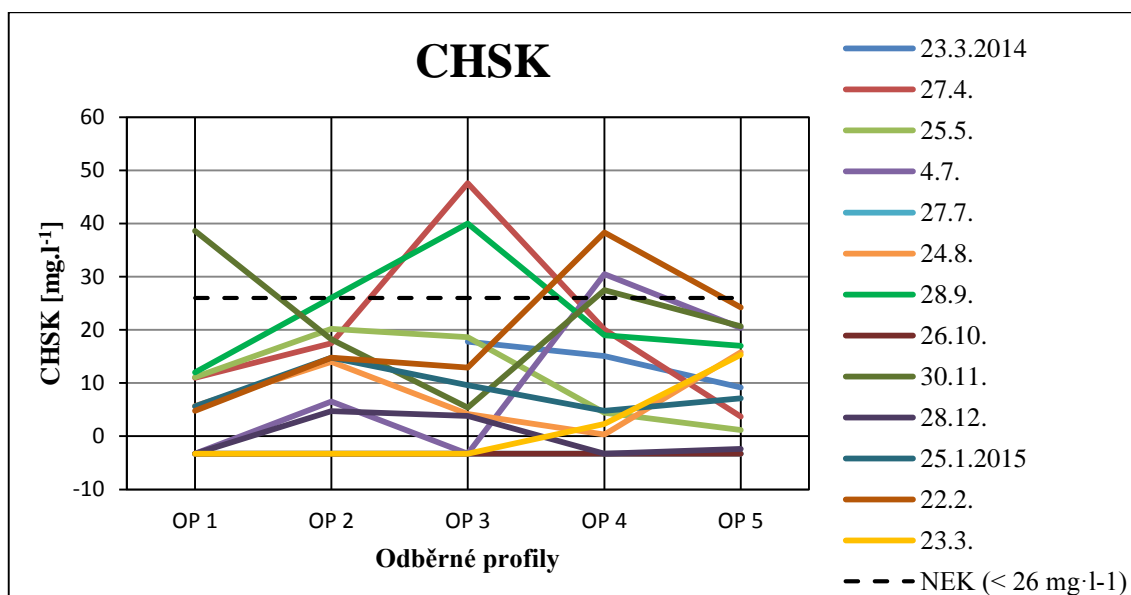
Rozpuštěný kyslík až svými listopadovými a následujícími výsledky dosáhl či lehce přesáhl minimální stanovenou mez. V průměru bylo mezního limitu přesaženo jen o pouhých 0,29 mg.l⁻¹ (9,29 mg.l⁻¹). OP 2 svými nejnižšími výsledky, průměr 8,17 mg.l⁻¹ a individuálně naměřenou hodnotou 4,62 mg.l⁻¹ (27. 7.) ovšem výrazně neovlivnil OP 3 s průměrem 9,80 mg.l⁻¹ a hodnotou 18,09 mg.l⁻¹ z 22. února.

Zvýšené hodnoty rozpuštěného kyslíku nacházející se nad minimem normy, byly u OP 3, 4 v zimním období (viz Graf 19), kdy vegetace nebyla ještě v rozpuštění a teplota vody umožňovala tvorbu zvýšeného množství kyslíku. Pokud bereme v potaz výsledky pod mezní hranicí, zjistíme, že nejméně se kyslíku nacházelo v OP 2 a 3, což značí les a odběrný profil za obcí. Tyto výsledky se odrážejí od aktuální teploty vody a poukazují na aktivitu rostlin a živočichů.

Na OP 1 a 2 se v březnu 2014 voda nevyskytovala (vyschlé prameniště), tudíž nemohla být příslušná hodnota měřena, následně byla lokalita změněna. V říjnu došlo k výpadku kyslíkové sondy přímo v terénu, z tohoto důvodu je uvedený výsledek v grafu tak odlišný.



6.5.1.4 CHSK



Graf 20 Hodnota CHSK na Trstěnickém potoce

(Zdroj: autor)

Chemická spotřeba kyslíku svými ať již celkovými ($9,84 \text{ mg.l}^{-1}$), nejvyššími na OP 4 ($11,27 \text{ mg.l}^{-1}$) i nejnižšími ($6,03 \text{ mg.l}^{-1}$) na OP 1, průměrnými hodnotami v žádném případě nedosáhla udaného limitu. Ovšem v zářijových laboratorních výsledcích udával vzorek $47,6 \text{ mg.l}^{-1}$ a to z OP 3 (za obcí). Naprosto opačné výsledky, které již spektrofotometr udával jako neměřitelné s hodnotou $-3,3$, byly v obou červencových, zářijových, říjnových, prosincových a závěrečných březnových odběrech (viz Graf 20), střídavě na všech odběrných profilech.

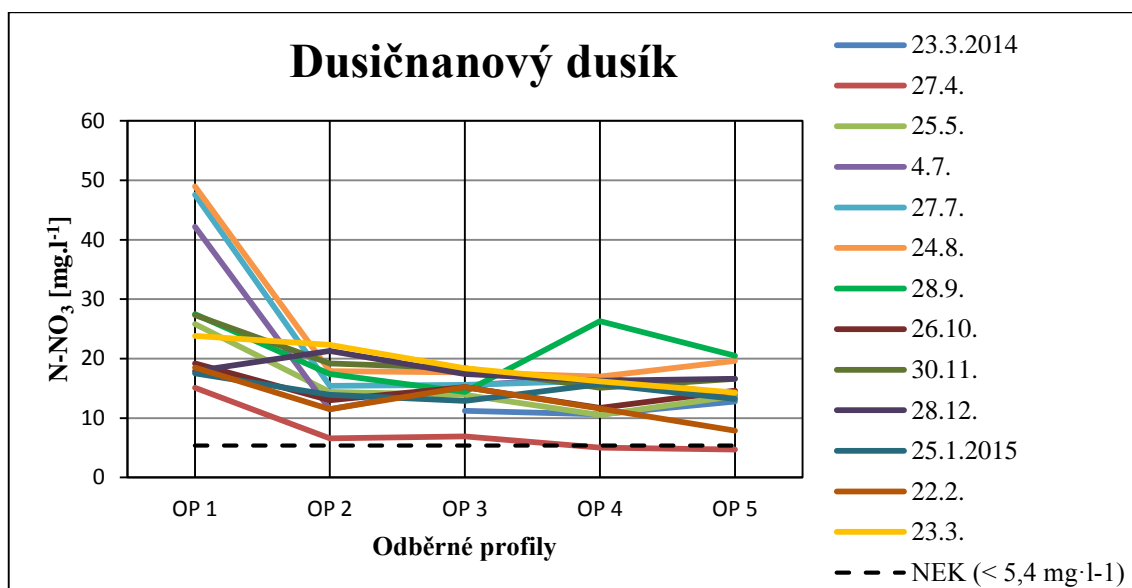
CHSK měla nejvíce nárůstů v OP 2 (v lese), dále na OP 4 (pole) a za vesnicí OP 3. Tento výsledek pravděpodobně ukazuje na přírodní znečištění (výluhy z tlejícího dřeva, produkty rostlin a živočichů, přítomnost účelových nádrží), opět na odpady ze zemědělství a výluhů těchto půd a v neposlední řadě na znečištěné odpadní vody z domácností. Občas se výsledné hodnoty OP (především 3, 4) vyskytly nad hranicí, dle vyhlášky.

OP 1 a 5 vykázaly nejnižší spotřebu, pravděpodobně se jedná o velmi aktivní fotosyntetickou asimilaci, absenci zvýšeného počtu látek a organismů spotřebovávajících kyslík a především absenci odpadních vod.

Na OP 1 a 2 se v březnu 2014 voda nevyskytovala, tudíž nemohla být příslušná hodnota měřena, následně byla lokalita změněna.



6.5.1.5 DUSIČNANOVÝ DUSÍK



Graf 21 Hodnota dusičnanového dusíku na Trstěnickém potoce

(Zdroj: autor)

Tyto koncentrace jednoznačně převýšily uvedenou mez. Průměrná hodnota $17,27 \text{ mg.l}^{-1}$, vychází z vysokého průměru OP 1 a to $27,62 \text{ mg.l}^{-1}$ a nízkého z posledního profilu (OP 5) $13,99 \text{ mg.l}^{-1}$. Koncentrace jsou k udaným profilům identické, srpnovými (49 mg.l^{-1}) a dubnovými ($4,7 \text{ mg.l}^{-1}$) výsledky.

Vysoké koncentrace dusičnanového dusíku byly zaznamenány v OP 1, vliv na výsledky má jistě hospodářský objekt, akátová doprovodná vegetace podél toku a dusíkatá hnojiva aplikovaná na pozemky. Následovalo pročištění lesní vegetací na OP 2 (viz Graf 21). Zbylé profily vykazovaly též zvýšené hodnoty dusíku, což je pravděpodobně způsobeno odpadními vodami z obce a výluhem dusíkatých látek z polí. Následný pokles u OP 5 může být též způsoben odběrem dusíkatých látek vegetací.

Na OP 1 a 2 se v březnu 2014 voda nevyskytovala, tudíž nemohla být příslušná hodnota měřena, následně byla lokalita změněna.



Obr. 22 OP 3, Trstěnice

(Zdroj: autor, 26.10.2014)

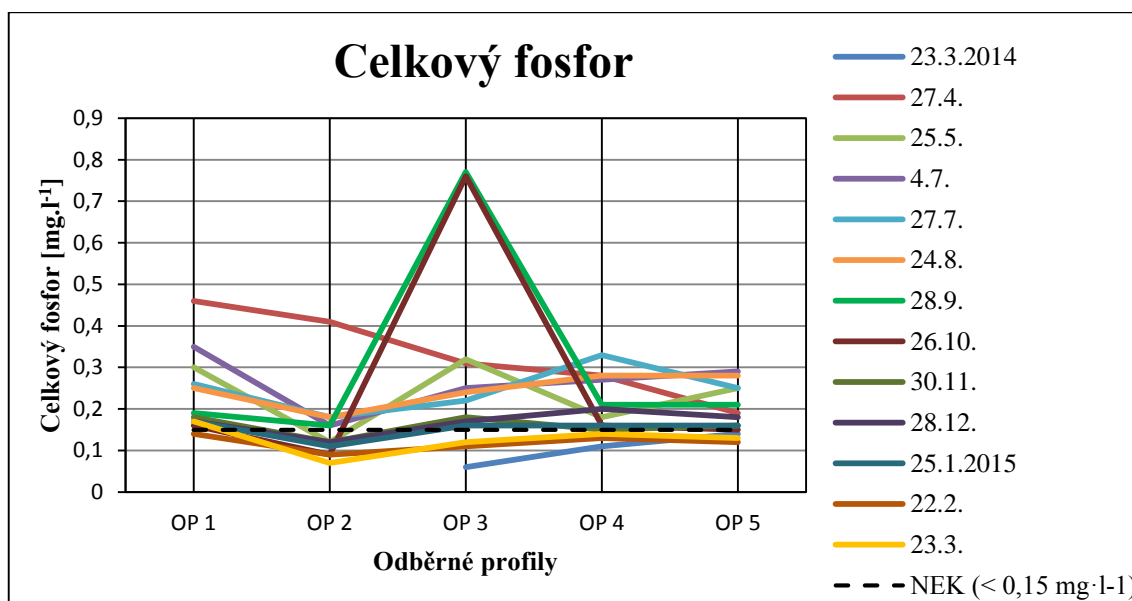


Obr. 23 OP 4, Trstěnice

(Zdroj: autor, 22.2.2015)



6.5.1.6 CELKOVÝ FOSFOR



Graf 22 Hodnota celkového fosforu na Trstěnickém potoce

(Zdroj: autor)

Koncentrace fosforu též z větší míry přesahovala limit, celkovým průměrem $0,21 \text{ mg.l}^{-1}$. Nejvyšší byl $0,28 \text{ mg.l}^{-1}$ u OP 3, kde se též vyskytly i nejvyšší ($0,77 \text{ mg.l}^{-1}$) a nejnižší ($0,06 \text{ mg.l}^{-1}$) koncentrace zjištěné v laboratoři 28. 9. a 23. 3. 2014. Nejnižší průměr $0,15 \text{ mg.l}^{-1}$, byl získán na OP 2.

Křivka fosforu poukazuje na nejvyšší zastoupení u OP 3, tedy v lokalitě za obcí, což poukazuje na fakt, že obec nemá vybudovanou ČOV. Zvýšené hodnoty vykazuje též OP 4, které se nachází na počátku lesa, tudíž u konce zemědělsky využívaných pozemků, kde může být znečištění obdobné jako u případu potoku Břežanka (viz 6.4.1.6) a OP 1, který je umístěn na poli, za objektem pro velkochov prasat.

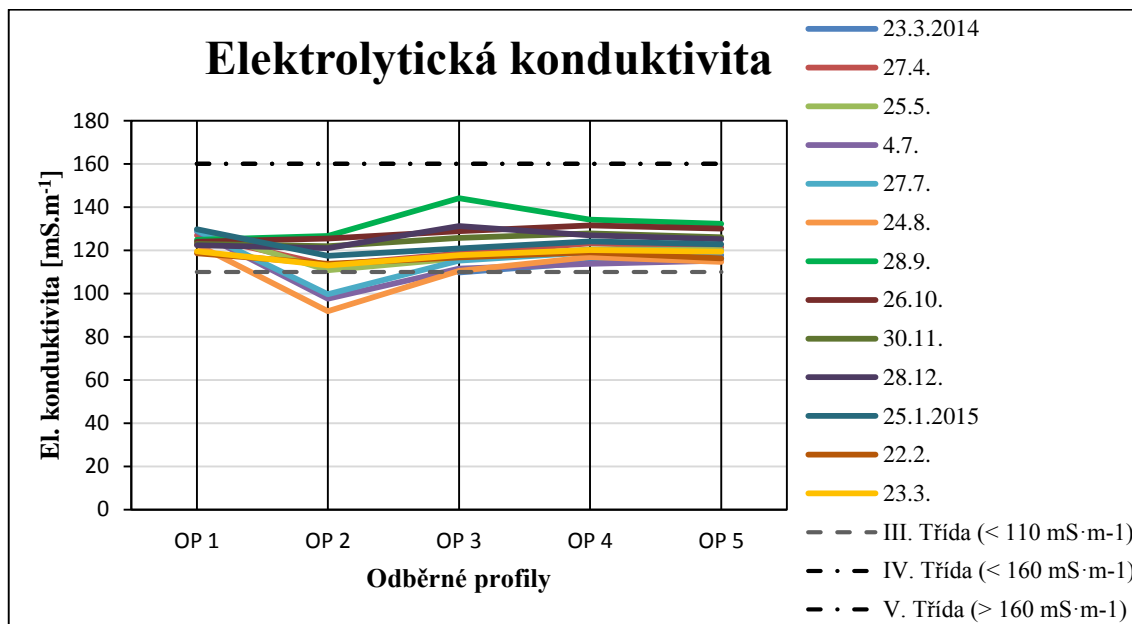
U všech ostatních (lesních) profilů dochází většinou k poklesu, z takového výsledku můžeme hodnotit, že využití pozemku jako lesního, má velmi kladný vliv na samočisticí schopnost toku.

Na OP 1 a 2 se v březnu 2014 voda nevyskytovala, tudíž nemohla být příslušná hodnota měřena, následně byla lokalita změněna.



6.5.2 Vyhodnocení dle ČSN 75 7221

6.5.2.1 ELEKTROLYTICKÁ KONDUKTIVITA



Graf 23 Vodivost v Trstěnickém potoce, dle ČSN75 7221

(Zdroj: autor)

Celkový průměr $120,39 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$ indukuje IV. jakostní třídu, tedy vodu silně znečištěnou.

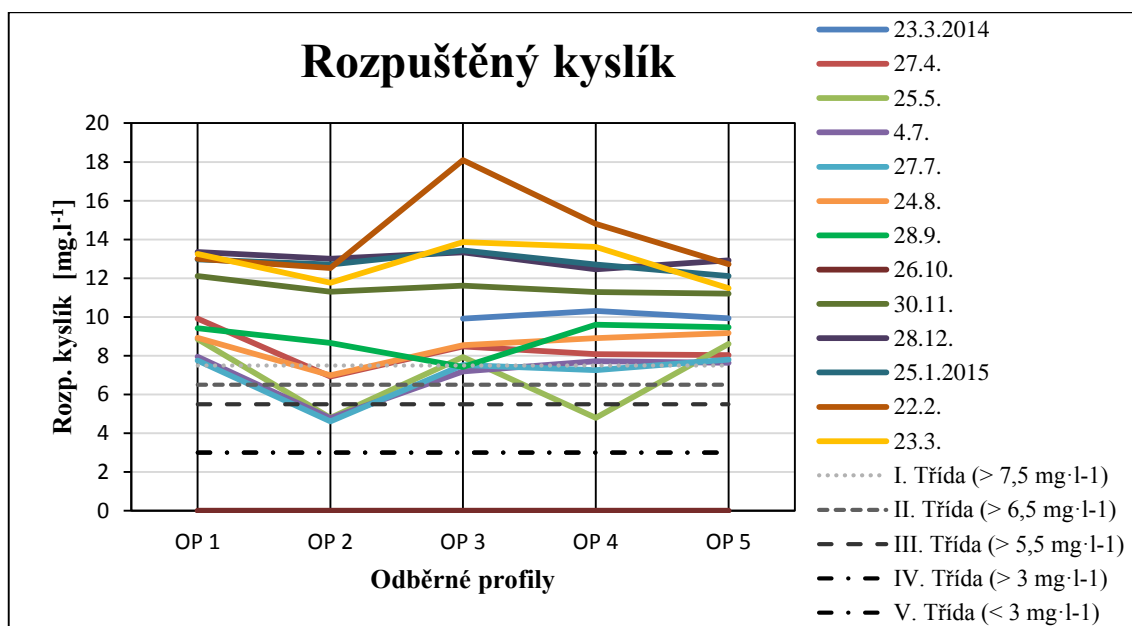
Nejvyšší průměr $124,93 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$ byl zjištěn u OP 1, nejnižší průměr $112,68 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$ byl zaznamenán na OP 2, tímto výsledkem se jakostní třída nemění. Nejvyšší hodnoty vykazoval OP 3 ($144,1 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$) v září, jenž byl hodnocen jako V. třída. Nejnižší, $91,8 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$ na OP 2 v srpnu, byl v III. jakostní třídě.

Míra konduktivity se z větší části nachází ve IV. jakostní skupině povrchových vod, dle ČSN 75 7221, což značí již vodu silně znečištěnou. Vysoká míra konduktivity značí vysokou koncentraci rozpuštěných solí (minerálních látek), které se zde vyskytují v tak velké míře, vzhledem k možným splachům živin z obhospodařovaných polí a blízkosti hospodářského podniku, kde se nachází též vyústění do toku.

Na OP 1 a 2 se v březnu 2014 voda nevyskytovala, tudíž nemohla být příslušná hodnota měřena, následně byla lokalita změněna.



6.5.2.2 ROZPUŠTĚNÝ KYSLÍK

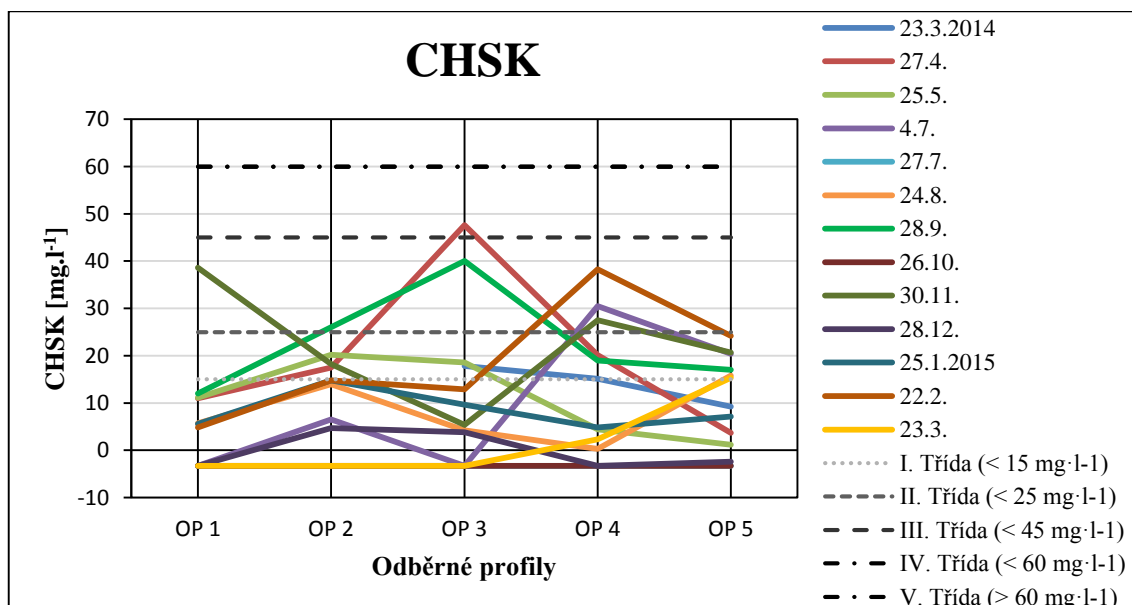


Graf 24 Rozpuštěný kyslík na Trsěnickém potoce, dle ČSN 75 7221

(Zdroj: autor)

Hodnota $10,09 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ je celkovým průměrem, spadá do I. třídy (neznečištěná voda). Nejvyšším průměrem je $10,68 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ hned na OP 1, na OP 2 nalezneme nejnižší průměrnou hodnotu $8,92 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Z individuálních koncentrací je nejvyšší OP 3 s $18,09 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ v únoru a nejnižší OP 2 ($4,62 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) z 27. července což indikuje IV. třídu. Koncentrace jednotlivých profilů jsou obdobné jako u NEK (viz 6.5.1.3).

6.5.2.3 CHSK



Graf 25 Hodnoty CHSK na Trsěnickém potoce, dle ČSN 75 7221

(Zdroj: autor)

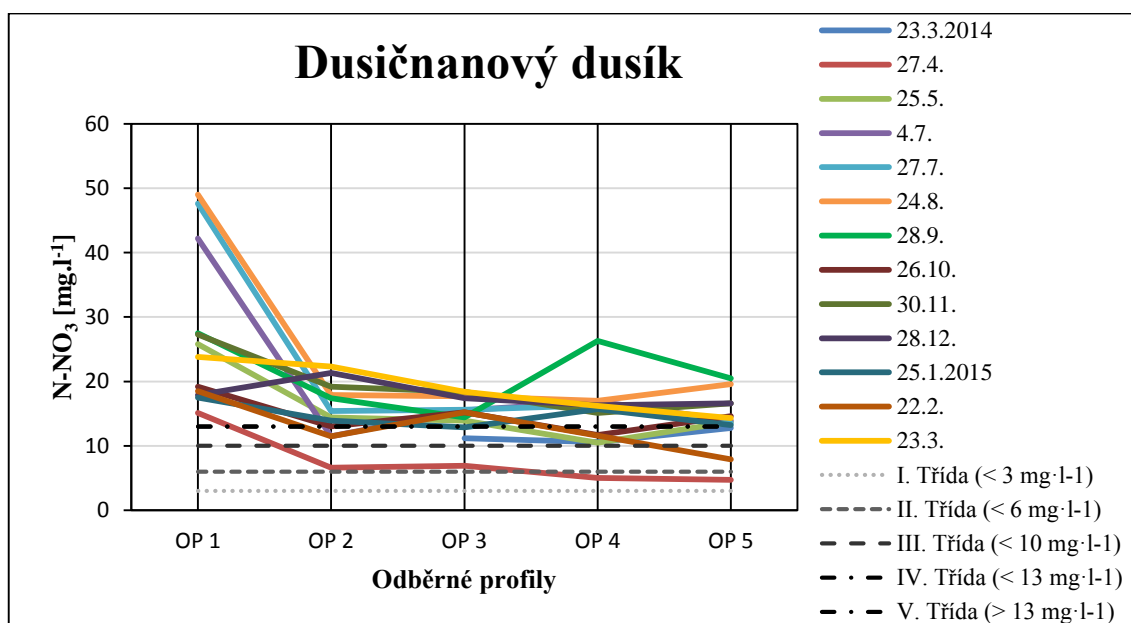


CHSK svým celkovým průměrem ($9,84 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), spadá do I. třídy jakosti a i tak je hodnocen jakostní výsledek celého toku.

Nejvyšší průměr byl na OP 4 ($11,27 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a nejnižší ($6,03 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) na OP 1. V zářijových výsledcích udával vzorek $47,6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a to z OP 3 (za obcí), tato oblast by se hodnotila jako III. třída. Výsledky, které již přístroj udával jako neměřitelné s hodnotou $-3,3$, byly v obou červencových, zářijových, říjnových, prosincových a závěrečných březnových odběrech (viz Graf 25), střídavě na všech odběrných profilech.

Hodnocení jednotlivých profilů již bylo uvedeno (viz 6.5.1.4).

6.5.2.4 DUSIČNANOVÝ DUSÍK



Graf 26 Dusičnanový dusík na Trstěnickém potoce, dle ČSN 75 7221

(Zdroj: autor)

Celkovou průměrnou hodnotou je $17,27 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, jenž značí V. třídu, která i ostatními průměry odpovídá svému zařazení.

Z celkové hodnoty průměru byla nejvyšší $27,62 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ hned na OP 1, na OP 5 byla nejnižší průměrná hodnota $13,99 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Z koncentrací je nejvyšší na OP 1 s hodnotou $49 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ze srpna a nejnižší na OP 5 $4,7 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ z dubna, tato nejnižší hodnota, by se dala jako jediná zařadit do II. třídy.

Dusičnanový dusík opět vykazuje nejvyšší hodnoty v okolí zemědělských pozemků (viz Obr. 10, 11) a patrně potvrzuje až nadbytečné používání dusíkatých hnojiv.



Na OP 1 a 2 se v březnu 2014 voda nevyskytovala, tudíž nemohla být příslušná hodnota měřena, následně byla lokalita změněna.



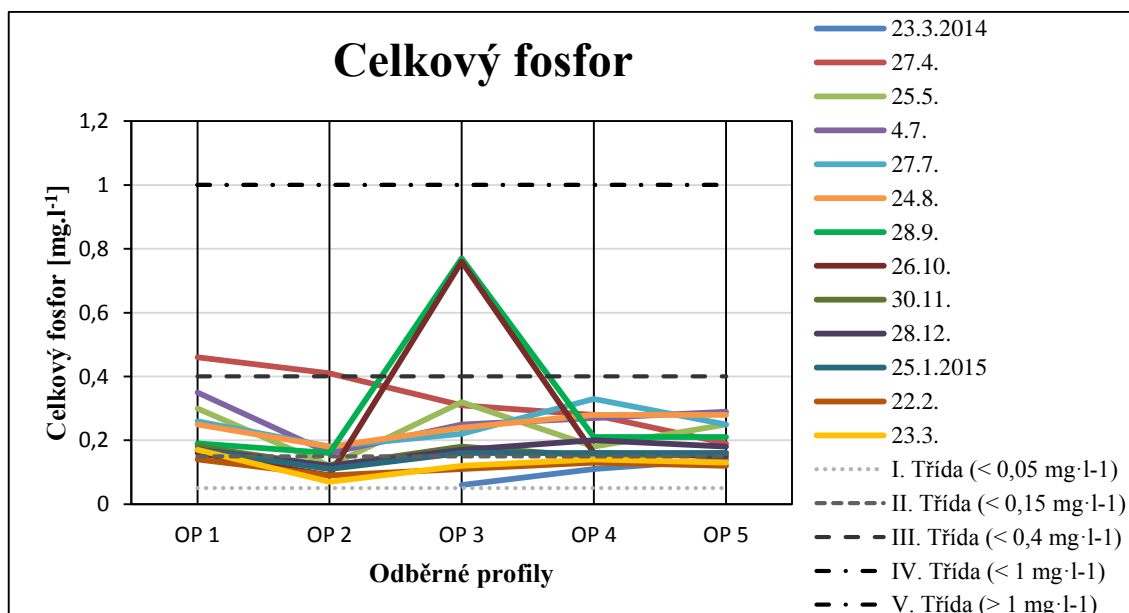
Obr. 24 vlevo OP 5, Trstěnice od vsi

(Zdroj: autor, 22.2.2015)

Obr. 25 vpravo OP 5, Trstěnice směr ke vsi

(Zdroj: autor, 22.2.2015)

6.5.2.5 CELKOVÝ FOSFOR



Graf 27 Hodnoty celkového fosforu na Trstěnickém potoce, dle ČSN 75 7221 (Zdroj: autor)

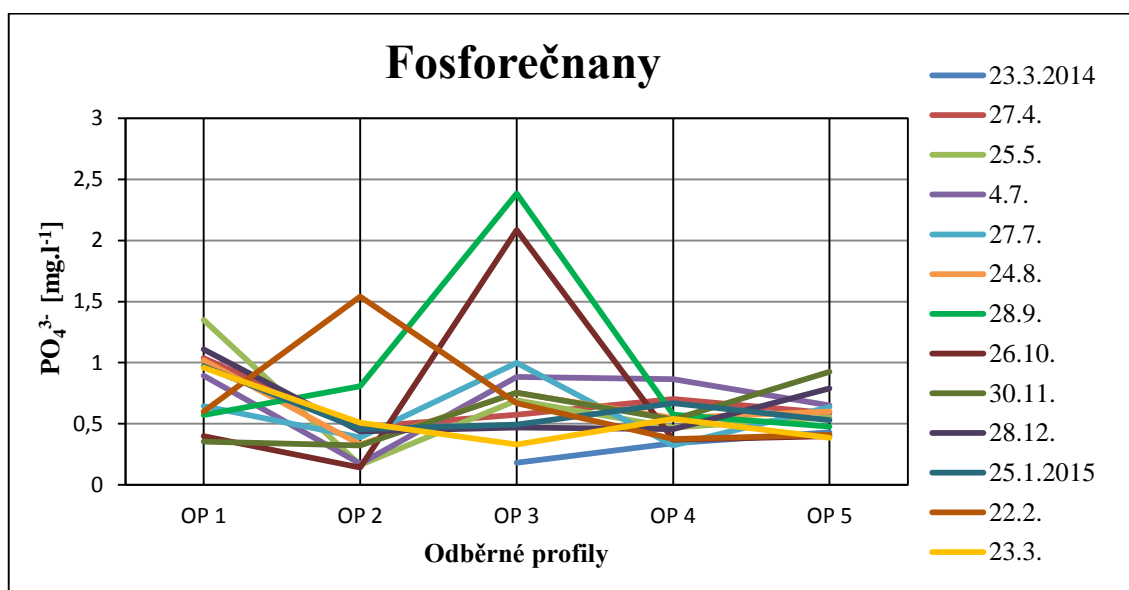
Ve III. třídě jakosti se nachází průměrná koncentrace celkového fosforu 0,21 mg.l⁻¹.



Nejvyšší průměr $0,28 \text{ mg.l}^{-1}$ byl zaznamenán na OP 3, na OP 2 byla nalezena nejnižší průměrná hodnota $0,15 \text{ mg.l}^{-1}$, jenž se nachází na pomezí II, i když především III. třídy. Z koncentrací byla nejvyšší na OP 3 s hodnotou $0,77 \text{ mg.l}^{-1}$ ze září a nejnižší na OP 2, 3, 4 s hodnotou $0,11 \text{ mg.l}^{-1}$ z března 2014, září, ledna, února, tyto nejnižší výsledky vykazují zařazení do II. třídy.

I u celkového fosforu je popis dle NEK hovořící za vše (viz 6.5.1.6).

6.5.3 Fosforečnany



Graf 28 Hodnoty fosforečnanů Trstěnického potoku

(Zdroj: autor)

Důvod porovnání je uveden v kap. fosforečnany potoku Břežanka (viz 6.4.3).

Výsledná průměrná koncentrace fosforečnanů byla $1,62 \text{ mg.l}^{-1}$. Nejvyšším průměrem $2,88 \text{ mg.l}^{-1}$ a hodnotou $4,572 \text{ mg.l}^{-1}$ (27. 7.) byl OP 4 (za obcí). Nízký průměr $0,63 \text{ mg.l}^{-1}$ vykázal OP 2. a v září byl OP 4 zaevidován jako profil s nejnižší koncentrací $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$.

Koncentrace se podobají výsledkům u celkového fosforu (viz 6.5.1.6), tudíž zde působí i stejní činitelé, především odpadní vody z domácností s obsahem polyfosfátů.

6.5.4 Souhrnné zhodnocení

Z výsledných hodnot překročily dané legislativní normy hodnoty fosforu, dusičnanového dusíku, CHSK a naměřené „podhodnoty“ rozpuštěného kyslíku. Za zmínku též stojí celkově výsledky konduktivity, jež značí silně mineralizovaný tok.



Po vyhodnocení lokalit odběrných profilů a jejich okolí za pomoci land use, docházelo k největšímu růstu těchto hodnot především: na konci intravilánu obce (OP 3), dále potom na OP 4 a 1. Výsledky OP 4 na počátku lesa, po průchodu polem, vykazovaly různé stupně znečištění u jednotlivých výsledných hodnot rozboru vody. Kladné výsledky samočisticího procesu byly především po průchodu potoka lesními úseky (OP 2 a 5) (viz Obr. 10, 11).

Celkově je tok hodnocen jako silně až velmi silně znečištěný.



7 NÁVRH OPATŘENÍ

Zásadním doporučením nápravných opatření z hlediska snížení nežádoucích koncentrací je především:

Zvýšené kontroly úniků nežádoucích látek z hospodářského podniku pro chov prasat, jejich skladování a aplikace hnojiv, především kejdy, na přilehlé pozemky u zájmové lokality (OP 1) v obci Trstěnice. V rámci zvýšeného množství dusičnanu je též potřeba postupného snižování emisí dusíku z toho chovu. Dusík je možno též omezit výsekem a nahrazením akátové doprovodné vegetace podél toku. U ČOV Mackovice je doporučena, pro lepší odstranění dusíkatých sloučenin, kontrola a případné zvýšení účinnosti denitrifikační části.

Vhodné by bylo také vytvoření infiltračních pásů kolem toků na polních pozemcích, kde by nedocházelo k tak vysokým koncentracím splachů z půdy. Dále vytvoření vhodného osevního postupu, pěstování úzkořádkových plodin a další protierozní opatření pro omezení smyvu živin do toků. Zvýšenou vodivost vodního výluhu (splachy z pozemků do toku) můžeme omezit prokypřením půdy či jejím zakrytím.

Vhodnou volbou by bylo vybudování mokřadů a nádrží pro záchyt alespoň minimálního množství živin z toku. V rámci odlesňování pozemků je zde vhodné některé pozemky zpět zalesnit, vytvářet meze či vytvořit síť biocenter a biokoridorů v těsné blízkosti toků, zvýšit tamní vegetaci na dvojnásobný počet. Vegetaci zajistíme větší přísun kyslíku i proložením toku balvany či podporou vodní fauny, též posílíme samočisticí proces.

Zajištění osvěty místních obyvatel při používání mycích prostředků s polyfosfáty. Zaměřit se na dodržování stanovených průměrných a mezních hodnot kvality vody, vycházející z legislativních předpisů a překročení těchto limitních hodnot pokutovat. Jelikož se nepodařilo zjistit, jestli ČOV disponuje srážeci fosforu, doporučením je zvýšit kontrolu vypouštění z ČOV Mackovice a popřípadě začlenit do čistícího systému i srážecí fosforu.

Posledním řešením je aplikace síranu železitého do toku, tato metoda je ovšem velice finančně náročná. V obci Trstěnice je významným doporučením výstavba ČOV, která již letošním rokem začala a následně napojení obyvatel na tuto stavbu.



U samočisticích procesů musíme podporovat všechny tři fáze pochodu (fyzikální, chemické a biologické).

Celkové doporučení, jak již vyplývá z textu, je omezení fosforečných a dusíkatých hnojiv na zemědělských pozemcích a domácího používání čisticích prostředků obsahujících polyfosfáty. V obci Trstěnice výstavbu ČOV a v obci Mackovice větší kontrolu vypouštění fosforu. Zvýšení kontroly na možné úniky či nedodržené postupy skladování kejdy popř. její aplikace na půdu ze zemědělského podniku. Vzhledem k omezování živočišné výroby v posledních dvou desetiletích, stále není vyloučen vliv bývalých zemědělských areálů, kdy může stále docházet k průsakům z kontaminované půdy do tekoucích vod.

A v neposlední řadě podpora místní fauny, která má nezastupitelná vliv v rámci čisticích procesů vod.



8 ZÁVĚR

Téma diplomové práce „Hodnocení ukazatelů kvality vody na vybraných povodích Znojemska“ bylo především ze zájmu autorky o tuto aktuální problematiku a lokalitu.

V rámci zpracování závěrečné práce byla opatřena veškerá dostupná dokumentace, která se k povodím sledovaných toků váže. I přes veškerou snahu řešitelky se nepodařilo získat dostatečné množství materiálů, především v obci Trstěnice. V zájmových lokalitách byla provedena podrobná rekognoskace terénu a zajištěna rozsáhlá fotodokumentace. V zájmových územích bylo po dobu 13 měsíců provedeno celkem 10 měsíčních odběrů s následným laboratorním vyhodnocením vybraných ukazatelů jakosti vody.

Zásadními výsledky u NEK ($< 0,15 \text{ mg.l}^{-1}$) jsou zjištěné hodnoty celkového fosforu s průměrnými hodnotami u potoku Břežanka $0,58 \text{ mg.l}^{-1}$ a u Trstěnického potoka $0,21 \text{ mg.l}^{-1}$, které výrazně překračují danou limitní hodnotu. Dále hodnoty dusičnanového dusíku, kde jsou průměry $22,2 \text{ mg.l}^{-1}$ a $17,27 \text{ mg.l}^{-1}$, oproti vyhlášce ($< 5,4 \text{ mg.l}^{-1}$) a konduktivity, již dle ČSN 75 7221, především na Břežance o průměru $216,98 \text{ mS.m}^{-1}$ oproti normě udávající ($> 160 \text{ mS.m}^{-1}$) jako V. třídu znečištění. Vysoká míra konduktivity, dusičnanového dusíku a fosforu, dle ČSN 75 7221, poukazuje na třídy jakosti vody indikující znečištěné, silně a velmi silně znečištěné vody. Jednou z hlavních příčin mohou být splachy ze zemědělských pozemků, ovšem je dobré vzít v potaz ještě další aspekty

U obou dvou toků je nejhorších výsledků dosahováno na odběrných místech spadajících na konce obcí. V případě potoku Břežanka procházející obcí Mackovice by situace měla být alespoň zlepšena přítomností ČOV. Porovnájí-li se výsledky obcí mezi sebou, vychází lépe obec Trstěnice paradoxně i přes absenci ČOV. Důvodem může být i fakt, že v případě umístění ČOV bývají zpravidla všechny domácnosti ke společné kanalizaci připojeny. Veškeré odpadní vody pak procházejí ČOV a končí v povrchovém toku. Pokud obec kanalizační sítí s ČOV nedisponuje, nemusí být, skrze individuální jímky a septiky, část odpadních vod svedena do povrchového toku za obcí. Z tohoto důvodu pak mohou být výsledky obce bez ČOV lepší.

V místě prudkého poklesu sledovaných charakteristik se nachází velké plochy lesního komplexu. Hodnoty fosforu a dusíku vykazovaly zvýšené hodnoty na obou



tocích, především na zemědělsky využívaných pozemcích a na koncích intravilánů obcí. Po průchodu lesní vegetací docházelo ke snížení o několik řádů.

Na šetřených povodích jsou zřejmě zásadním problémem aplikace fosforečných a dusíkatých hnojiv na zemědělských pozemcích a domácí používání pracích, mycích, čisticích prostředků obsahujících polyfosfáty a dalších splašků z domácností, které mohou zapříčinit zhoršenou účinnost ČOV. Vliv lesa je při odstraňování těchto látek velmi pozitivní, vegetace totiž dokáže využít velkou část těchto živin (dusíku a fosforu). Všechny nadměrně zvýšené hodnoty uváděných ukazatelů mohou mít a zároveň zde i mají značný vliv na vznik eutrofizace vod a degradaci přírodních stanovišť.

Tato diplomová práce potvrdila, že na změny kvality vody v různých úsecích toků mají vliv, jak rozlišná využití půdy, tak vypouštění odpadních vod do toků i následné vypouštění vyčištěných vod z ČOV do recipientu.

Zvolené odběrné profily na hranicích jednotlivých kategorií land use jasně vykazují změny kvality vody v pozitivním i negativním slova smyslu.

**9 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY**

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

BROWN, D., FRENCH, N., REED, B., ROBINSON, D. 2013. *Land Use and the Carbon Cycle: Advances in Integrated Science, Management, and Policy*. Cambridge : Cambridge University press, 2013. str. 564. ISBN:978-1-107-64835-7.

CARLO, F., BASSANO, A. 2010. *Freshwater Ecosystems and Aquaculture Research*. New York : Nova Science Publishers, Inc., 2010. str. 371. ISBN 978-1-60741-707-1.

ČÍŽEK, P., HEREL, F., KONÍČEK, Z. 1970. *Stokování a čištění odpadních vod*. Praha : SNTL- Nakladatelství technické literatury, 1970. str. 404. 04-717-70.

ELLIS, K., WARN, A., WHITE, G. 1989. *Surface water pollution and its control*. London : The Macmillan Publishers Ltd., 1989. str. 373. ISBN: 0-333-42764-5.

GRÜNWARD, A., HORÁKOVÁ, M., LISCHKE, P. 1986. *Chemické a fyzikální metody analýzy vody*. Praha : SNTL- Nakladatelství technické literatury, 1986. str. 392. 04-614-86.

HARPER, D., PACININI, N., ZALEWSKI, M. 2008. *Ecohydrology: Processes, Models and Case Studies*. Cambridge : Cambridge University press, 2008. str. 400. ISBN: 978-1-84593-002-8.

HLAVÍNEK, P., ŘÍHA, J. 2004. *Jakost vody v povodí*. Brno : Akademické nakladatelství Cerm, 2004. str. 209. ISBN 80-214-2815-5.

HUBAČÍKOVÁ, V., OPPELTOVÁ, P. 2008. *Úpravy vodních toků a ochrana vodních zdrojů*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. str. 131. ISBN 978-80-7375-285-9.

KLÍR, J. a KOZLOVSKÁ, L. 2008. *Zásady správné zemědělské praxe pro ochranu vod před znečištěním*. Praha : Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2008. str. 24. ISBN 978-80-87011-64-5.

KOTOVICOVÁ, J. 2009. *Vybrané kapitoly z environmentalistiky*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009. str. 111. ISBN 978-80-7375-285-9.

KRÁL, J. 1984. *Chemie vody*. Praha : SNTL- Nakladatelství technické literatury, 1984. str. 132. 05-017-84.



KRAVKA, M. a kol. 2009. *Úpravy malých vodních toků v krajině a lesnické meliorace.* Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009. str. 138. ISBN 978-80-7375-337-5.

BORÁK, M. 2004. *Malý vodní tok a samočistící procesy.* Brno : ZO ČSOP Veronica, 2004. Venkovská krajina. Sborník příspěvků z konference. stránky 6-10. ISBN 80-239-2822-8.

MICHALČÍKOVÁ, D. a kol. 2014. *The evaluation of selected indicators of water quality in observed watersheds in Znojmo region.* Brno : Czech Republic: Mendel University in Brno, 2014. stránky 284--288. ISBN 978-80-7509-174-1.

MOSS, B. 2010. *Ecology of Fresh Waters: A View for the Twenty-First Century, 4th Edition.* Oxford : Wiley-Blackwell, 2010. str. 480. ISBN: 978-1-4051-1332-8.

NAVRÁTIL, E. *Územní plán obce Mackovice.*

NĚMEC, J. a kol. 2006. *Voda v České republice.* Praha : Consult, 2006. str. 256. ISBN 80-903482-1-1.

PITTER, P. 2009. *Hydrochemie.* Praha : Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2009. str. 592. ISBN 978-80-7080-701-9.

PITTER, P., SLÁDEČEK, V., GRÜNWARD, A. 1977. *Hydrochemie, obecná technologie vody a hydrobiologie.* Praha : České vysoké učení technické v Praze, 1977. str. 129. 55-515-77.

RATHORE, H., NOLLET, L. 2012. *Pesticides: Evaluation of Environmental Pollution.* New York : CRC Press, 2012. str. 643. ISBN: 978-1-4398-3624-8.

SUKOP, I. 1998. *Aplikovaná hydrobiologie.* Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1998. str. 145. ISBN 80-7157-290-X.

SUKOP, I. 2006. *Ekologie vodního prostředí.* Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006. str. 199. ISBN 80-7157-923-8.

ŠÁLEK, J. 1995. *Přírodní způsoby čištění odpadních vod.* Brno : Vysoké učení technické v Brně, 1995. str. 115. ISBN 80-214-0712-3.

ŠLEZINGR, M. 2005. *Stabilizace říčních ekosystémů.* Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2005. str. 353. ISBN 80-7204-403-6.



ŠTĚRBA, O. a kol. 2008. *Říční krajina a její ekosystémy*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2008. str. 391. ISBN 978-80-244-2203-9.

ŠTĚRBA, O. 2011. *Voda živá*. Praha : Arnika - program Toxické látky a odpady, 2011. str. 68. ISBN 978-80-904685-6-6.

TLAPÁK, V., HERYNEK, J. 2002. *Malé vodní nádrže*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002. str. 198. ISBN 80-7157-635-2.

TLAPÁK, V., ŠÁLEK, J., LEGÁT, V. 1992. *Voda v zemědělské krajině*. Praha : Zemědělské nakladatelství Brázda ve spolupráci s MŽP ČR, 1992. str. 320. 07-030-92.

VYMAZAL, J. 1995. *Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách*. Třeboň : ENVI, 1995. str. 147. ISBN.

WHEELER, W. 2002. *Pesticides in Agriculture and the Environment*. New York : CRC Press, 2002. str. 330. ISBN: 0-8247-0809-1.

Internetové zdroje:

MAPY.CZ <http://www.mapy.cz> [Online] [Citace: 10. 4. 2015.]

<http://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&x=16.5550232&y=49.0594698&z=10&rc=9IDOQxSib69IUafxS2zk&rl=obec%20Trst%C4%9Bnice&rl=obec%20Mackovice&rp=%7B%22criterion%22%3A%22fast%22%7D&ri=0>

Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod. *Portál veřejné správy: www.portal.gov.cz* [Online] [Citace: 1. 10. 2014.]

<http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=55324&fulltext=&nr=61~2F2003&part=&name=&rpp=15#local-content>.

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

www.portal.gov.cz [Online] [Citace: 6. 11 2014.]

<http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=51514&fulltext=&nr=254~2F2001&part=&name=&rpp=15#local-content>.

**10 SEZNAM ZKRATEK**

ČOV	Čistírna odpadních vod
ČSN	Česká technická norma
EVL	Evropsky významná lokalita
LAND USE	Využití půdy
HACH LANGE	Firma dodávající přístroje pro analýzy vod
CHSK	Chemická spotřeba kyslíku
NEK	Norma environmentální kvality
N-NO ₃ ⁻	Dusičnanový dusík
NV	Národní vyhláška
OP	Odběrný profil
pH	Potenciál vodíku
Q	Průtok
ÚSES	Územní systém ekologické stability
μS	Jednotka elektrické vodivosti



11 SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK

<i>Obr. 1 Přenosný multimetr HQd</i>	29
<i>Obr. 2 Spektrofotometr HACH DR/4000</i>	30
<i>Obr. 3 Mapa obcí: Trstěnice a Mackovice</i>	31
<i>Obr. 4 ČOV Mackovice</i>	32
<i>Obr. 5 ČOV Mackovice po výseku</i>	32
<i>Obr. 6 OP 3, bez ČOV</i>	35
<i>Obr. 7 OP 3, výstavba ČOV</i>	35
<i>Obr. 8 k.ú. Mackovice + OP</i>	37
<i>Obr. 9 Land use Mackovice</i>	38
<i>Obr. 10 k.ú. Trstěnice + OP</i>	39
<i>Obr. 11 Land use Trstěnice</i>	40
<i>Obr. 12 Mapa: OP Mackovice</i>	41
<i>Obr. 13 Mapa: OP Trstěnice</i>	42
<i>Obr. 14 OP 1, Břežanka</i>	46
<i>Obr. 15 OP 5, Břežanka</i>	46
<i>Obr. 16 Nátok OP 2 do rybníka</i>	49
<i>Obr. 17 OP 3, Břežanka</i>	49
<i>Obr. 18 OP 2, Břežanka</i>	56
<i>Obr. 19 OP 4, Břežanka</i>	56
<i>Obr. 20 OP 1, Trstěnice</i>	60
<i>Obr. 21 OP 2, Trstěnice</i>	60
<i>Obr. 22 OP 3, Trstěnice</i>	65
<i>Obr. 23 OP 4, Trstěnice</i>	65
<i>Obr. 24 vlevo OP 5, Trstěnice od vsi</i>	70
<i>Obr. 25 vpravo OP 5, Trstěnice směr ke vsi</i>	70
<i>Graf 1 Procentické zastoupení kategorií land use Mackovice</i>	38
<i>Graf 2 Procentické zastoupení kategorií land use Trstěnice</i>	40
<i>Graf 3 Teplota vody potoku Břežanka</i>	44
<i>Graf 4 Hloubka vody potoku Břežanka</i>	44
<i>Graf 5 pH potoku Břežanka</i>	45
<i>Graf 6 Hodnoty rozpuštěného kyslíku potoku Břežanka</i>	47



<i>Graf 7</i> Hodnota CHSK na potoku Břežanka.....	48
<i>Graf 8</i> Hodnoty dusičnanového dusíku na potoku Břežanka	50
<i>Graf 9</i> Celkový fosfor na potoku Břežanka	51
<i>Graf 10</i> Vodivost potoku Břežanka, dle ČSN 75 7221	52
<i>Graf 11</i> Hodnoty rozpuštěného kyslíku potoku Břežanka, dle ČSN 75 7221	53
<i>Graf 12</i> Hodnoty CHSK potoku Břežanka, dle ČSN 75 7221	54
<i>Graf 13</i> Hodnoty dusičnanového dusíku potoku Břežanka, dle ČSN 75 7221	54
<i>Graf 14</i> Hodnoty celkového fosforu na potoku Břežanka, dle ČSN 75 7221	55
<i>Graf 15</i> Hodnoty fosforečnanů potoku Břežanka	57
<i>Graf 16</i> Teplota vody Trstěnického potoka	58
<i>Graf 17</i> Hloubka vody Trstěnického potoka	59
<i>Graf 18</i> pH vody Trstěnického potoka	61
<i>Graf 19</i> Hodnota rozpuštěného kyslíku na Trstěnickém potoce	62
<i>Graf 20</i> Hodnota CHSK na Trstěnickém potoce	63
<i>Graf 21</i> Hodnota dusičnanového dusíku na Trstěnickém potoce	64
<i>Graf 22</i> Hodnota celkového fosforu na Trstěnickém potoce	66
<i>Graf 23</i> Vodivost v Trstěnickém potoce, dle ČSN75 7221	67
<i>Graf 24</i> Rozpuštěný kyslík na Trstěnickém potoce, dle ČSN 75 7221	68
<i>Graf 25</i> Hodnoty CHSK na Trstěnickém potoce, dle ČSN 75 7221	68
<i>Graf 26</i> Dusičnanový dusík na Trstěnickém potoce, dle ČSN 75 7221	69
<i>Graf 27</i> Hodnoty celkového fosforu na Trstěnickém potoce, dle ČSN 75 7221	70
<i>Graf 28</i> Hodnoty fosforečnanů Trstěnického potoka	71
<i>Tab. 1</i> Základní údaje.....	34
<i>Tab. 2</i> N-leté průtoky (Q_n): Břežanka	34
<i>Tab. 3</i> M-denní průtoky Q (M_d): Břežanka	34
<i>Tab. 4</i> Základní údaje.....	36



12 PŘÍLOHY

**SEZNAM PŘÍLOH**

<i>Foto 1 Měření v terénu</i>	85
<i>Foto 2 Mineralizátor HACH Digital</i>	85
<i>Foto 3 Plánovaná výstavba ČOV v obci Trstěnice</i>	85
<i>Foto 4 Vypouštění vyčištěných odpadních vod z ČOV Mackovice (říjen)</i>	86
<i>Foto 5 Vypouštění „vyčištěných odpadních vod“ z ČOV Mackovice (září)</i>	86
<i>Foto 6 Filtrace vzorků</i>	86
<i>Foto 7 Stanovení dusičnanového dusíku</i>	87
<i>Foto 8 Stanovení fosforu</i>	87
<i>Foto 9 Stanovení fosforu a CHSK</i>	87
<i>Tab. č. 1 Tabulka se záznamy z odběrů a měření</i>	88
<i>Tab. č. 2 Tabulka se záznamy z odběru a měření z potoku Břežanka</i>	88
<i>Tab. č. 3 Tabulka se záznamy z odběru a měření na Trstěnickém potoce</i>	88
<i>Tab. č. 4 Land use výměry Mackovice</i>	89
<i>Tab. č. 5 Land use výměry Trstěnice</i>	89



Foto 1 Měření v terénu



Foto 2 Mineralizátor HACH Digital



Foto 3 Plánovaná výstavba ČOV v obci Trstěnice



Foto 4 Vypouštění vyčištěných odpadních vod z ČOV Mackovice (říjen)



Foto 5 Vypouštění „vyčištěných odpadních vod“ z ČOV Mackovice (září)



Foto 6 Filtrace vzorků



Foto 7 Stanovení dusičnanového dusíku

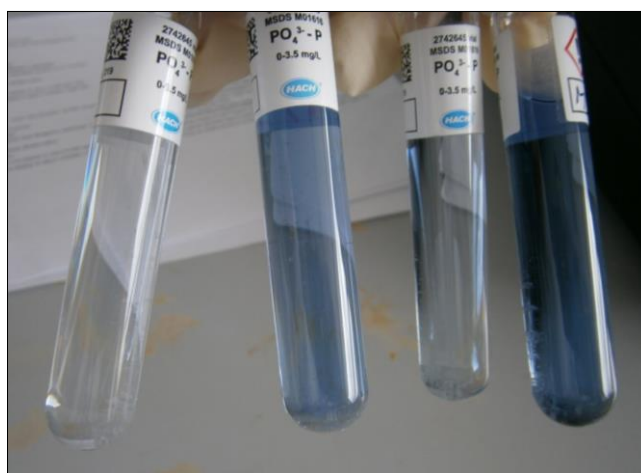


Foto 8 Stanovení fosforu



Foto 9 Stanovení fosforu a CHSK

(Zdroj: autor, září 2014 – březen 2015)



Tab. č. 1 Tabulka se záznamy z odběru a měření

Obec:	Mackovice										
Tok:	potok Břežanka										
Datum	28. 12. 2014										
Čas odběru:	(14:40, 15:15)										
Teplota vzduchu:	-3,0 °C										
Počasí	mrzne, skoro jasno										
O.P.	Tepl.	Rozp. O ₂	pH	Kond.	CHSK	P _{celk.}	N-NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻ (filtr.)	PO ₄ ³⁻ (nefiltr.)	Hl.	
1	0,8 °C	12,10 mg/l, 86,4 %	7,97	2990 μS/cm	30,2 mg/l	0,15 mg/l	24,5 mg/l	0,490 mg/l	0,46 mg/l	6 cm	
2	0,5 °C	12,95 mg/l, 91,2 %	8,15	3000 μS/cm	34,5 mg/l	0,14 mg/l	53,8 mg/l	0,140 mg/l	0,42 mg/l	6 cm	
3	1,4 °C	12,65 mg/l, 93,2 %	8,47	2630 μS/cm	55,5 mg/l	0,15 mg/l	20,7 mg/l	0,101 mg/l	0,45 mg/l	15 cm	
4	3,2 °C	12,56 mg/l, 94,0 %	8,24	2050 μS/cm	16,4 mg/l	0,57 mg/l	30,5 mg/l	1,674 mg/l	1,76 mg/l	8 cm	
5	2,9 °C	9,80 mg/l, 72,9 %	7,99	1900 μS/cm	15,4 mg/l	0,71 mg/l	17,8 mg/l	1,980 mg/l	2,18 mg/l	5 cm	

(Zdroj: autor)

Tab. č. 2 Tabulka se záznamy z odběru a měření z potoku Břežanka

Tok: potok Břežanka (Mackovice)											
Datum, čas odběru: 28. 12. 2014, (14:40, 15:15)											
Teplota vzduchu/počasí: -3°C, mrzne, skoro jasno											
Odběrný profil	Teplota	Rozp. kyslík	pH	Konduk.	CHSK	P _{celk.}	N-NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻ (filtr.)	PO ₄ ³⁻ (nefiltr.)	Hloubka	
1	0,8	12,1	7,97	2990	30,2	0,15	24,5	0,49	0,46	6	
2	0,5	12,95	8,15	3000	34,5	0,14	53,8	0,14	0,42	6	
3	1,4	12,65	8,47	2630	55,5	0,15	20,7	0,101	0,45	15	
4	3,2	12,56	8,24	2050	16,4	0,57	30,5	1,674	1,76	8	
5	2,9	9,8	7,99	1900	15,4	0,71	17,8	1,98	2,18	5	

(Zdroj: autor)

Tab. č. 3 Tabulka se záznamy z odběru a měření na Trstěnickém potoce

Tok: Trstěnický potok											
Datum, čas odběru: 28. 9. 2014, (13:04, 11:50)											
Teplota vzduchu/počasí: 16°C, slunečno, má má oblačnost- po 14ti dnech vytrvalých dešťů a záplav											
Odběrný profil	Teplota	Rozp. kyslík	pH	Konduk.	CHSK	P celk.	N-NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻ (filtr.)	PO ₄ ³⁻ (nefiltr.)	Hloubka	
1	13,7	9,42	8,28	1248	12	0,19	27,5	0,572	0,59	10	
2	13,4	8,66	7,99	1266	26	0,16	17,4	0,807	0,48	16	
3	15,7	7,42	7,5	1441	40	0,77	14,4	2,384	2,35	23	
4	14,3	9,6	8,01	1342	19	0,21	26,3	0,573	0,65	10	
5	13,7	9,47	8,07	1323	17	0,21	20,5	0,477	0,63	20	

(Zdroj: autor)



Tab. č. 4 Land use výměry Mackovice

Mackovice	
land use	km ²
orná půda	15,436
lesy	1,286
rozpt. zeleň	0,630
zahrady a sady	0,489
silnice a cesty	0,362
TTP	0,280
inravilán	0,272
vodní plochy	0,058
součet Excel	18,813
součet GIS	18,811

Tab. č. 5 Land use výměry Trstěnice

Trstěnice	
land use	km ²
orná půda	11,646
lesy	4,298
zahrady a sady	0,341
silnice a cesty	0,243
TTP	0,227
inravilán	0,220
rozpt. zeleň	0,180
vodní plochy	0,017
součet Excel	17,172
součet GIS	17,174

(Zdroj: autor)