

Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav inženýrských staveb, tvorby a ochrany krajiny

**Sledování změn kvality povrchových vod na Želečském
potoku a ve vodní nádrži Želeč**

Diplomová práce

2015

Bc. Petr Fochler

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Sledování změn kvality povrchových vod na Želečském potoce a ve vodní nádrži Želeč zpracoval 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 vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

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

V Brně dne 13. 3. 2015

Podpis:

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí mé diplomové práce Ing. Janě Markové Ph.D za to, že mi byla po celou dobu práce nápomocna, pomáhala mi řešit vzniklé problémy a ochotně mi odpovídala na všechny otázky.

Dále bych chtěl poděkovat Ing. Miloši Rozkošnému Ph.D z Výzkumného ústavu vodohospodářského, pobočky Brno za odborné konzultace a odbornou pomoc při řešení problémů vzniklých v průběhu vypracování práce. Poděkování mu patří i za ochotné propůjčování měřícího přístroje po celou dobu měření.

Děkuji i starostce obce Želeč Ing. Bronislavě Augustinové za ochotu a spolupráci v průběhu výzkumu.

Abstrakt

Diplomová práce Sledování změn kvality povrchových vod na Želečském potoce a ve vodní nádrži Želeč se zabývá zkoumáním jakosti vody v Želečském potoce a vodní nádrži Želeč. Na lokalitě budou prováděna pravidelná měření a odběry vody, kterými bude zjištěn současný stav v toku a ve vodní nádrži. Naměřená data budou srovnána se stavem v období 2008 – 2009. Naměřené výsledky budou také porovnány s příslušnou legislativou. Následně budou navržena opatření jak na čištění odpadních vod, která povedou ke zlepšení kvality vody, tak opatření na povodí, která zamezí znečišťování toku a vodní nádrže smyvy z polí.

Klíčová slova: povodí, Želeč, malá vodní nádrž, jakost vody, odpadní voda

Abstract

Thesis Tracking changes water quality in Želečský creek and small water reservoir Želeč deal with tracking water quality in Želečský creek and small water reservoir Želeč. On site will be performed regularly measurements and water sampling, which will be found in the current state of creek and in the water tank. The measured data are compared with the period 2008 – 2009. The measured data will be compare with relevant laws. Consequently, measures are proposed as wastewater treatment, which will help improve water quality and watershed measures to prevent pollution of water reservoirs and flow washes off the fields

Key words: basin, Želeč, water small reservoir, water quality, wastewater

Obsah

1. Úvod	7
2. Cíl práce	8
3. Stručný přehled současného stavu řešené problematiky	9
3.1 Odtokové poměr a vliv vnějších činitelů na jakost vody v toku	9
3.2 Jakost vody v toku	10
3.3 Dělení znečištění v odpadních vodách	12
3.4 Popis jednotlivých měřených parametrů	13
3.5 Způsob zneškodňování odpadních vod	14
4. Charakteristika oblasti	17
4.1 Základní údaje o lokalitě	17
4.2 Zařazení do bioregionu	17
4.2.1 Klima	17
4.2.2 Poloha bioregionu	18
4.2.3 Geologie a pedologie oblasti	19
4.2.4 Geomorfologické zařazení	19
4.2.5 Fauna a flora	19
4.3 Hydrologie	20
5. Metodika práce	21
5.1 Popis území	21
5.2 Stručný popis obce Želeč	22
5.3 Malá vodní nádrž Želeč	22
5.4 Kanalizační síť obce Želeč	23
5.5 Popis Želečského potoka	24
5.6 Vegetační doprovod	25
5.7 Odběr vzorků	27
5.7.1 Práce v terénu	27
5.7.2 Popis odběrných profilů	28
5.7.3 Práce v laboratoři	28
6. Vyhodnocení výsledků	30
6.1 Celkové hodnocení povodí	30
6.2 Zhodnocení doprovodné vegetace	30
6.3 Vyhodnocení jednotlivých parametrů vody	33

6.3.1 pH	33
6.3.2 Elektrolytická konduktivita	34
6.3.3 Rozpuštěný kyslík	34
6.3.4 Chloridy	36
6.3.5 Dusičnanový dusík N-NO ₃	37
6.3.6 Amoniakální dusík N-NH ₄ ⁺	37
6.3.7 Celkový fosfor, dusík, uhlík	38
7. Diskuse	41
7.1 Srovnání výsledků se stavem v letech 2008 – 2009	41
7.1.1 pH	41
7.1.2 Elektrolytická konduktivita	43
7.1.3 Obsah kyslíku ve vodě	45
7.1.4 Chloridy	46
7.1.5 Amoniakální dusík N-NH ₄ ⁺	47
7.1.6 Dusičnanový dusík N-NO ₃	47
7.1.7 Celkový uhlík, dusík, fosfor	48
7.2 Vliv malé vodní nádrže na jakost vody	49
8. Návrhy na zlepšení situace	51
8.1 Aerobní biologická nádrž	51
8.1.1 Výpočet a návrh aerobní biologické nádrže	51
8.2 Revitalizace části toku	53
8.3 Opatření na povodí	54
9. Celkové zhodnocení	56
10. Závěr	57
11. Summary	58
Seznam použité literatury	59
Internetové zdroje	61
Seznam obrázků	62
Seznam tabulek	62
Přílohy	63

1. Úvod

Voda je nedílnou součástí každého organismu. Bez vody by nemohly existovat rostliny, živočichové a ani by nemohli žít lidé. Na vodě je závislých mnoho přírodních procesů – podílí se na modelaci terénu, je nezbytná pro transport živin apod. Voda je bezesporu důležitá i v životě lidí.

V dávné minulosti, už když první lidé osídlovali naše území, první oblasti, které se staly centry kultury, vždy spojovaly řeky. Příznivé klima, které naši předci nacházeli v okolí velkých řek, jim poskytovalo vše, co potřebovali k životu – lesy plné zvěře, ryby v řekách i bujnou vegetaci v okolí řek.

Postupem času se lidé naučili vodu využívat ve svůj prospěch. Díky síle vody si ulehčovali práci, když stavěli vodní mlýny, pily nebo využívali řeku při plavení dřeva, jako např. voraři na Vltavě.

Průmyslovou revolucí došlo k obrovskému rozvoji průmyslu. Lidé se naučili využívat důmyslnější stroje a tím vzrostla i potřeba vody. Právě průmyslová revoluce byla v oblasti jakosti vod milníkem. Znečištěné odpadní vody se začaly vypouštět zpět do recipientů a jakost vody klesala. Význam jakosti vod jsme si začali uvědomovat, až v posledních dvaceti pěti letech kdy se začalo čistírenství dostávat opět do popředí zájmu. V posledních letech už se jakost vod lepší. Mnoho obcí buduje nové kanalizace, čistírny odpadních vod nebo biologické nádrže, které mají za úkol vodu čistit. Mnoho obcí ale stále část odpadních vod vypouští do povrchových toků a zhoršuje tak kvalitu vody. Je nutné si uvědomit, že díky vodě existuje život a bez kvalitní a čisté vody nebude existovat ani kvalitní a spokojený život.

2. Cíl práce

Cílem práce je zhodnocení vývoje znečištění povrchových tekoucích vod na příkladu Želečského potoka a malé vodní nádrže Želeč.

Hlavní náplní práce bylo měření na vybraných měrných profilech, které bylo prováděno ve čtrnáctidenních intervalech. Z výsledků těchto měření byl zjištěn aktuální stav na toku a v malé vodní nádrži. Výsledky byly následně porovnány s nařízením vlády č. 23/2011 sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech - srovnáním s normou environmentální kvality. Další srovnání pak bylo provedeno s ČSN 75 221 - Klasifikace jakosti povrchových vod.

V další fázi pak bylo provedeno srovnání současného stavu se stavem, který zde byl naměřen Bc. Petrou Fialovou, v rámci zpracování její diplomové práce.

V souladu s naměřenými výsledky pak byly navrženy opatření, které by vedly ke zlepšení situace na Želečském potoku a v malé vodní nádrži Želeč.

Měření v terénu a zpracovávaná data byla pořízena ve spolupráci s Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v.v.i. v rámci řešení projektu NAZV KUS QJ1220233 "Hodnocení území na bývalých rybníčních soustavách (vodních plochách) s cílem posílení udržitelného hospodaření s vodními a půdními zdroji v ČR".

3. Stručný přehled současného stavu řešené problematiky

3.1 Odtokové poměry a vliv vnějších činitelů na jakost vody v toku

Soukup a Hrádek (1999) hodnotí odtokové poměry v České republice z vodohospodářského hlediska jako nevýhodné. Trasy toků, díky velké výškové členitosti území, se vyznačují poměrně velkými sklony, což urychluje odtok vody z povodí. Vývoj hydrografické sítě odpovídá vývoji povrchových tvarů, jejichž modelace se postupně vyvíjela od třetihor až do dnešní doby. Řada toků však byla zkrácena v důsledku úprav provedených v konci minulého a začátku tohoto století. Územím ČR procházejí rozvodnice mezi mořem Severním, Baltským a Černým, do nichž zaústějí 3 říční soustavy toků I. řádu – soustava Labe, Odry a Dunaje. Z celkové plochy území ČR 78 862 km² patří do povodí Labe 63%, do povodí Odry 9% a do povodí Dunaj 28%. Celková délka vodních toků v ČR se uvádí přibližně 76 000 km.

Soukup a Hrádek (1999) dále zmiňují vliv příbřežní zóny na splaveninový režim toku. Zvýšení retardace vody, zlepšení zasakovací funkce a zlepšení kvality vody v toku pak navrhuji:

- úpravou trasy toku s respektováním přirozených meandrů, důsledkem prodloužení trasy toku je i snížení podélného sklonu dna
- úpravou příčného profilu dle charakteru trasy toku
- odstraněním nadměrného zahloubení koryta, které snižuje hladinu podzemní vody v okolí toku
- zajištěním stability koryta, omezením erozních a sedimentačních procesů, které vedou ke snižování objemů akumulčních prostorů
- obnovováním vegetačních a biotechnických prvků v trati toku, včetně vegetačního doprovodu
- vhodným využíváním příbřežní zóny s retenčním efektem vegetačního krytu

Kvalitu vody v toku pak ovlivňuje výrazně i eroze. O té Soukup a Hrádek (1999) uvádí: „Erozi nelze zcela vyloučit, ale je žádoucí ji omezovat na přípustnou míru. Jednotlivá protierozní opatření zpomalují povrchový nebo soustředný odtok, chrání povrch půdy a zadržují vodu déle v krajině. Základem protierozní ochrany jsou opatření organizačního typu. Další skupinu tvoří agrotechnická opatření, a to zejména ochranné obdělávání půdy. Organizační i agrotechnická opatření je nutno provádět zejména v horních částech

povodí. Tam, kde výše jmenovaná protierozní opatření jsou nedostačující, je nutno použít biotechnická a technická opatření.

Tlapák a kol. (1992) o erozi uvádí: Transportem erozních smyvů, splachů a výluhů jsou znečišťovány především povrchové vody, a to jak tekoucí, tak i stojaté. Zanášením toků se zvyšuje niveleta jejich dna, což vyvolává nebezpečí nežádoucích inundací a zvýšení hladiny podzemní vody v poříční zóně, které se projevuje zamokřením.

Velmi nepříznivě se projevuje zanášení u vodních nádrží, a to zmenšováním objemu jejich prostoru. Rychlé zanášení se projevuje zejména u malých vodních nádrží v horních částech povodí, ale výrazně jsou zanášením zmenšovány i obsahy rybníků v nížinných polohách.

Téma výskytu a využití znečištěných vod nabylo na síle především se zvýšením využití vody. O historickém vývoji sledování jakosti vody se zmiňuje Zavadil (1949): „Ve vodě obsažené látky posuzujeme po stránce fyzikální, chemické i biologické. Pokrok dosažený v tom kterém odvětví přírodovědeckém se odráží také ve výzkumu vody, kde dochází k propracování příhodných metod. Např. prohlubuje se vyšetřování vodního zákalu. Rozlišuje se podle intenzity (slabý, zřetelný, silný), podle velikosti zrn (nerozeznatelná, velmi jemná, hrubá), podle povahy kalu (vločkový, zrnitý, vláknitý) atd. Po stránce chemické se vychází od nerozpuštěných hmot vysušených a vyžíhaných. Rychle se rozvinulo určování pH (vodní reakce). Anglická komise pro čistotu vod zavedla již r. 1912 stanovení biologické spotřeby kyslíku, což skýtá dobrou orientaci o rozpuštěných hmotách ústrojných. V biologickém průzkumu se zatím přihlíží k počtu mikroorganismů, hlavně choroboplodných, jejichž ukazatelem je B. Coli.

3.2 Jakost vody v toku

Tlapák (2001) rozděluje znečištění vod na fyzikální a chemické. Fyzikální se projevuje výskytem splavenin a plavenin tj. nerozpustných příměsí původu minerálního, převážně zeminného nebo organického. Tyto příměsi jsou ve vodě rozptýleny ve formě různě zrnité suspenze a podle specifické hmotnosti a velikosti jsou vodou buď posouvány po dně, nebo unášeny, přičemž se ve vodě vznášejí nebo plují po hladině.

Znečišťování povahy chemické je způsobeno příměsemi pevného, kapalného nebo plynného skupenství, které jsou ve vodě rozpuštěny. Jsou to především volné kyseliny (sírová, uhličitá, huminová aj.), dále ve vyšší koncentraci chloridy (zejména NaCl, BaCl₂ a MgCl₂), sírany (ZnSO₄, Na₂SO₄, CuSO₄), soli těžkých kovů (olova, mědi, zinku,

chromu, niklu soli arsenu, kadmia, kyanidy, fenoly, aj.), z plynných látek kysličník uhličitý, sirovodík, chlór, fluór.

Tlapák a kol. (1992) vymezují dva druhy činitelů, které mají vliv na jakost vody v toku. Jsou to činitelé přírodní a antropogenní.

Přírodní činitele zde charakterizují jako takové, které jsou vyvolávány klimatickými, geomorfologickými, půdními a jinými vlivy. V zemědělské krajině se pak z přírodních příčin uplatňuje především eroze půdy, která způsobuje znečištění podzemních a povrchových vod smyvem, odnosem a vyluhováním půdy.

Antropogenní činitele pak definuje jako ty, které souvisí s lidskou činností a jsou vyvolávány vlivy osídlení, průmyslu a zemědělství. K znečišťování vod dochází především vypouštěním odpadních vod nejrůznější povahy do vodních toků a nádrží, nebo na půdní povrch, kde voda zasakuje a znečišťuje vodu podzemní.

Synáčková (2006) pak rozděluje znečištění např. podle zdroje znečištění, na bodové a plošné, nebo podle škodlivosti na organismy.

Bodové zdroje znečištění produkují odpadní vody a můžeme je též označit jako zdroje se soustředěným odváděním škodlivých látek (výpusť kanalizace, únik ropných látek ze skladu apod.)

Plošné znečištění přímo neodvádí látky, ale přispívá ke zhoršení jakosti povrchových a podzemních vod. Můžeme je označit jako zdroje rozptýlené (eroze, splachy terénu, eutrofizace, znečištění zemědělstvím a rekreací, exhaláty, skládky, srážky atd.

O znečištění vod dále Tlapák (2001) uvádí: Závažnějším zdrojem znečišťování jsou zpravidla vody odpadní, pokud jsou vypouštěny v surovém stavu ze sídlišť a z průmyslových nebo zemědělských provozů.

Odpadní vody sídlištní jsou směsí různých odtoků a splachů, které vznikají v osídlených územích a jsou odváděny z jejich obvodů stokami. Za bezdeští se skládají hlavně z užití vody a nečistých splachů z domácností a místních provozů jakož i z vody upotřebené na čištění ulic a proplachování stok.

Odpadní vody průmyslové jsou užití vody z průmyslových podniků, kde jsou užívány ve výrobních procesech, k omývání, oplachování, chlazení apod. Jejich znečištění je proto velmi odlišné podle výrobních odvětví, použitých výrobních metod a provozů.

Obecně jsou odpadní vody průmyslové závažnější než sídlištní a to hlavně proto, že

obsahují velká množství organických nebo minerálních znečišťujících příměsí, jsou buď velmi kyselé, nebo zásadité a často též vykazují toxické látky.

3.3 Dělení znečištění v odpadních vodách

Sojka (2001) dělí znečištění v odpadních vodách na organické a anorganické.

Množství **organických látek** obsažených v odpadních vodách se vyjadřuje jako:

- biochemická spotřeba kyslíku (BSK)
- chemická spotřeba kyslíku (CHSK)
- ztráta žiháním
- celkový organický uhlík (TOC)

Biochemická spotřeba kyslíku vyjadřuje obsah biologicky rozložitelných organických látek v odpadních vodách. Je rovna množství rozpuštěného molekulárního kyslíku spotřebovaného za určitý časový interval mikroorganismy při biochemickém rozkladu organických látek ve vodě. Vyjadřujeme v mg/l nebo kg/den. (Sojka, 2001)

Chemická spotřeba kyslíku (oxidovatelnost) je mírou obsahu látek schopných chemické oxidace. Stanovení slouží především k informaci o sumární koncentraci látek organických, vliv oxidace určitých anorganických látek lze vhodně zvoleným postupem vyloučit. Vyjadřuje se v mg/l nebo v kg/den. (Sojka, 2001)

Sojka (2001) uvádí jako důležitý i poměr mezi BSK a CHSK. Vyjadřuje totiž stupeň biologické rozložitelnosti organických látek. Nízké hodnoty CHSK/BSK ukazují na přítomnost snadno rozložitelných látek, zatímco vysoké hodnoty znamenají přítomnost látek rozložitelných jen velmi obtížně.

Organický uhlík vyjadřuje celkový obsah organických látek ve vodách. Vyjadřuje se v mg/l nebo v kg/den. (Sojka, 2001)

Ztráta žiháním vyjadřuje rozdíl mezi obsahem veškerých látek a jejich zbytků po žihání. Je měřítkem množství organických a anorganických látek přítomných ve vodě. Vyjadřuje se v %, respektive v mg/l. (Sojka, 2001)

Anorganické látky jsou dle Sojky (2001) obsaženy v odpadní vodě především v rozpuštěné formě. Obvykle se stanoví jako obsah iontů a solí v jejím zdroji. Přítomnost těchto látek v odpadních vodách není důležitá, pokud nepřekročí koncentraci 10 mg/l. Anorganickými látkami ve vodách v současnosti rozumíme hlavně sloučeniny N a P.

Fosfor (P) se v odpadních vodách může vyskytovat jako vázaný a je obsažen hlavně v pevných látkách. Hlavním zdrojem solí fosforu jsou lidské výkaly, moč a prací prostředky. Řešením problému přísunu fosforu do povrchových vod je pouze zajištění vypouštění dokonale vyčištěných odpadních vod. Obsah celkového fosforu se vyjadřuje obvykle v mg/l. (Sojka, 2001)

Dusík (N) je v odpadních vodách přítomen jak ve formě organických sloučenin, tak v anorganických formách, a to v amoniakové, dusitanové a dusičnanové. Amonné soli tvoří převážnou většinu anorganicky vázaného dusíku, zatímco dusík vázaný v organických sloučeninách se v amonné formě vyskytuje přibližně ze 60%. Množství dusíku ve vodách se vyjadřuje v mg/l. (Sojka, 2001)

3.4 Popis jednotlivých měřených parametrů

Teplota vody výrazně ovlivňuje fyzikální, chemické a především biologické procesy ve vodách. Hlavním zdrojem tepla je sluneční záření, které po dopadu na hladinu částečně proniká do vody, kde je adsorbováno a přeměněno v teplo. Dalším zdrojem tepla je styk vody se zemí, přívod oteplené vody apod. (Tlapák a kol., 1992)

Elektrolytická konduktivita je elektrická vodivost vody. Voda se stává vodivou, pokud se v ní rozpouštějí soli (minerální látky). To znamená, že vodivost vody odpovídá koncentraci rozpuštěných látek disociovaných na ionty. Čím více látek je ve vodě rozpuštěno, tím je větší vodivost vody. (Sukop, 2006)

pH určuje kyselost, nebo zásaditost vody. Kyselost vody je způsobena nadbytkem vodíkových iontů (pH je nižší než 7), zásaditost vody je způsobena nadbytkem hydroxylových iontů (pH je vyšší než 7). V přirozených vodách kolísá pH vody v rozmezí pH 3 (vody rašelinné) do pH 10 (vody s vysokým obsahem uhličitánů a bohatými porosty vodních rostlin). (Sukop, 2006)

Kyslík se do vody dostává jednak difúzí ze vzduchu, jednak se uvolňuje při fotosyntéze vodních rostlin. Na obsahu kyslíku rozpuštěném ve vodě závisí oživení vody (bez kyslíku se ve vodě vyskytují jen některé bakterie), chemické a biochemické reakce. (Sukop, 2006)

Provedením testu CHSK_{Cr}, neboli stanovení obsahu organických látek ve vodě oxidací dichromanem draselným, v prostředí kyseliny sírové za přítomnosti stříbrných a rtuťnatých iontů. Výsledek se vyjádří hmotností kyslíku v mg, která je ekvivalentní spotřebovanému dichromanu na 1 litr vzorku. (Javorský a Krečmer, 1990)

Dusík se dostává do vody ve formě atmosférických srážek, výluhem dusíkatých látek z hnojených polí. (Sukop, 2006)

Dusičnany jsou konečným produktem rozkladu organicky vázaného dusíku. V nízkých koncentracích jsou přítomné téměř ve všech vodách. V čistých prostých podzemních a povrchových vodách se vyskytují většinou v koncentracích řádově v jednotkách mg/l. Větší množství dusičnanů se dostává do vod při použití v zemědělství ve formě hnojiv a ze znečištění prostředí lidskými a zvířecími výkaly. (Hlavínek a Říha, 2004)

Chloridy se běžně vyskytují ve všech vodách v množství od 10 do 100 mg/l. Chloridy se do vody dostávají většinou vyluhováním z půdy. Umělým zdrojem chloridů jsou některé průmyslové a splaškové odpadní vody. Dalším umělým zdrojem chloridů v zimním období mohou být splachy z vozovek. (Hlavínek a Říha, 2004)

Fosforečnany se ve vodě vyskytují v rozpuštěné i nerozpuštěné formě. Velká množství sloučenin fosforu se do vod dostávají některými metodami úpravy vod, používáním syntetických detergentů nebo fosforečných hnojiv. (Hlavínek a Říha, 2004)

3.5 Způsoby zneškodňování odpadních vod

U zneškodňování odpadních vod může mít velký význam i tzv. samočistící schopnost toku. O těch uvádí Tlapák a kol. (1992): Samočistící schopnost vody tvoří soubor fyzikálních, chemických a biologických procesů, jimiž se povrchová voda zbavuje znečištění bez přispění člověka.

V procesu samočištění dochází k postupnému odbourání a mineralizaci organických látek souborem fyzikálních, chemických a biologických pochodů, jejichž podíl na výsledném čistícím účinku je různý. K hlavním činitelům ovlivňujícím samočištění patří druh a koncentrace znečištění přicházejících do vodního prostředí, rozložitelnost a toxicita

jednotlivých složek, znečištění, hloubka, teplota, rychlost proudění vody, složení vody, srážky, radiace apod.

O zneškodňování odpadních vod uvádí zákon č. 254/2001 sb. (tzv. Vodní zákon) následující: „Kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen zajišťovat jejich zneškodnění v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění. Při stanovení těchto podmínek je vodoprávní úřad povinen přihlížet k dostupným technologiím v oblasti zneškodňování odpadních vod. Ten, kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu měřit objem vypouštěných vod a míru jejich znečištění a výsledky těchto měření předávat vodoprávnímu úřadu, který rozhodnutí vydal, a příslušnému správci povodí a pověřenému odbornému subjektu.“

Mimo přirozenou samočisticí schopnost toku, čištění pomocí čistíren odpadních vod a dalších způsobů čištění odpadní vody je možno použít vegetační kořenové čistírny, které jsou šetrné k životnímu prostředí jak z hlediska biologického, tak i estetického. Šálek (1999) o nich uvádí: „Vegetační kořenové čistírny (VKČ) jsou zařízení, která slouží k čištění znečištěných povrchových a odpadních vod. K čištění využívají přirozené, běžně se v přírodě vyskytující samočisticí procesy, které probíhají v půdním, vodním a mokřadním prostředí. Vegetace se přímo podílí na čistícím procesu, zejména tvorbou příznivých podmínek pro rozvoj mikroorganismů a současným využíváním uvolněných rostlinných živin, především dusíku, fosforu a drasla k tvorbě biomasy.

Mezi přednosti vegetačních kořenových čistíren pak Šálek (1999) řadí například:

- ekologický charakter zařízení, jeho příznivé začlenění do životního prostředí
- poměrně jednodušší stavební a technologické provedení
- srovnatelné až nižší stavební náklady ve srovnání s klasickou čistírnou
- poutání dusíku, fosforu, ale i těžkých kovů
- možnost čištění odpadních vod s vysokým podílem balastních vod, resp. s nízkým obsahem organické hmoty

Mezi nevýhody pak Šálek (1999) řadí:

- poměrně velké nároky na plochu vegetační čistírny
- využití těchto způsobů čištění je možné pouze pro menší producenty odpadních vod

- při nekvalitním provedení možnost kontaminace podzemních vod
- zvýšené nároky na údržbu vlastního zařízení a obhospodařování okolních ploch
- delší doba zdržení, nezbytná k odbourání amoniakálního znečištění

Jako možnosti využití vegetačních kořenových čistíren Šálek (1999) uvádí:

- čištění splaškových odpadních vod menších obcí
- čištění splaškových odpadních vod hotelů, rekreačních zařízení a letních táborů
- dočištění znečištěných povrchových vod
- čištění odpadních vod z dílen a malých průmyslových závodů

Pro čištění odpadních vod se využívají i aerobní biologické nádrže. Tyto nádrže bývají s přídavnou aerací nebo bez aerace. Šálek a Tlapák (2006) o těchto nádržích uvádí: Klasické aerobní biologické nádrže čistí znečištěné povrchové vody a odpadní vody v aerobních podmínkách, při dostatku kyslíku ve vodním prostředí.

O prokysličení dále Šálek a Tlapák (2006) uvádí: Čistící proces v aerobních biologických nádržích vyžaduje dostatečné zásobení nádrží kyslíkem. Zdroje kyslíku a aerobních biologických nádržích tvoří:

- přitékající povrchová voda ze soustředěného a nesoustředěného přítoku, podzemní voda a částečně odpadní voda, zejména balastní vody
- kyslík získaný přestupem vzdušného kyslíku z atmosféry na styku s vodní hladinou biologické nádrže
- ve vegetačním období jsou hlavními producenty kyslíku řasy a jiné zelené vodní rostliny při fotosyntéze
- umělá aerace, k níž se používají různé typy aerátorů

4. Charakteristika oblasti

4.1 Základní údaje o lokalitě

Želečský potok a na něm se rozkládající Malá vodní nádrž Želeč, které jsou předmětem této diplomové práce, se nachází v Olomouckém kraji, okrese Prostějov. Celý zkoumaný úsek Želečského potoka i malá vodní nádrž se nachází katastru obce Želeč.

Želečský potok je pravostranným přítokem říčky Brodečky. Zkoumaný úsek Želečského potoka měří přibližně 1,5 km a jedná se o horní úsek tohoto toku. Tok nad zkoumaným úsekem je kompletně zatrubněný a výust' se nachází bezprostředně pod obcí Želeč. Do toku je zavedena obecní kanalizace a tak jsou průtoky rozkolísané mimo jiné i v závislosti na množství vypouštěné odpadní vody.

4.2 Zařazení do bioregionu

Dle Culkova Biogeografického členění České republiky (1996) se zkoumaná oblast nachází v Prostějovském bioregionu.

4.2.1 Klima

Téměř celá oblast Prostějovského bioregionu patří do teplé oblasti T 2. Zbylá část se nachází na západním okraji území a náleží do mírně teplé oblasti MT 11 (QUITT, 1971). Oblast T 2 se vyznačuje dlouhým, suchým a teplým létem. Přechodné období je výrazně krátké. Jaro i podzim jsou mírně teplé až teplé a zima suchá až velmi suchá.

Sněhová pokrývka má krátké trvání. (QUITT, 1971)

Podnebí je na severu vlhčí, jižněji sušší, neboť zde se postupně začíná uplatňovat mírný srážkový stín Dražanské vrchoviny: Olomouc 8,4 °C, 612 mm; Prostějov 8,5 °C, 577 mm; Vyškov 8,4 °C, 542 mm. (Culek, 1996)

Další charakteristiky dle Quitta jsou uvedeny v následující tabulce č.1.

Tab. 1 – Klimatické charakteristiky dle Quitta (1971)

Počet letních dní	50 – 60
Počet dní s prům. teplotou 12°C a více	160 – 170
Počet dní s mrazem	100 – 110
Počet ledových dní	30 – 40
Průměrná lednová teplota	-2 - -3 °C
Průměrná červencová teplota	18 – 19 °C
Průměrná dubnová teplota	8 – 9 °C
Průměrná říjnová teplota	7 – 9 °C
Průměrný počet dní se srážkami 1mm a více	90 - 100
Suma srážek ve vegetačním období	350 - 400
Suma srážek v zimním období	200 - 300
Počet dní se sněhovou pokrývkou	40 – 50
Počet zatažených dní	120 - 140
Počet jasných dní	40 – 50

4.2.2 Poloha do bioregionu

Prostějovský bioregion se rozprostírá v centrální části střední Moravy. Z rozlohy České republiky zaujímá plochu 686 km².

Typickou část bioregionu tvoří sprašová pahorkatina na dně úvalu; převažují dubohabrové háje s malými ostrovy teplomilných doubrav. Vyskytuje se zde téměř výhradně 2. bukovo – dubový vegetační stupeň. Region je specifický přechodným charakterem, vlivem polohy na hranicích hercynské, panonské a karpatské podprovincie. Tento ráz je setřen dlouhodobým, prakticky úplným odlesněním. Dnešní biota je značně ochuzená a chybí jí většina význačných diferenciacních prvků.

V současné době zcela převažuje orná půda, zachovány jsou fragmenty vlhkých luk a travnatých lad. Lesy, až na drobné akátiny, jehličnaté a topolové lesíky, chybějí. (Culek, 1996)

4.2.3 Geologie a pedologie oblasti

Pro oblast jsou charakteristické rozsáhlé, často mírně ukloněné plošiny kryté spraší, spočívající na vápnitěm mořském, zčásti i nevápnitěm limnickém neogénu, který se však na povrchu uplatňuje jen nepatrně. Okrajově se v malých ostrovech uplatňují výchozy kulmských břidlic a drob, granodioritu brněnského masívu a devonských vápenců. Aluvia toků vyplňují nivní hlíny, v depresích podél Blaty se vyvinuly i slatiny. Reliéf je tvořen sprašovou pahorkatinou, celkově ukloněnou od západu k východu. Pahorkatina je přerušena třemi asi 2 km širokými nivami toků, stékajících z Dražanské vrchoviny. Skalní tvary v bioregionu jsou plošně velmi omezené a nevýrazné, dnes jsou vesměs vázány na lomy v kulmu. (Culek, 1996)

Zcela dominují černoze na spraších, výše k okraji Dražanské vrchoviny přecházejí pak do hnědozemí. V úvalových polohách podél říček stékajících z Dražanské vrchoviny jsou vyvinuty typické černice, podél Valové až černicové černoze a organozemě typu slatin. (Culek, 1996)

4.2.4 Geomorfologické zařazení

Provincie: Západní Karpaty

Soustava: Vněkarpatská sníženina

Podsoustava: Západní Vněkarpatská sníženina

Celek: Hornomoravský úval - Vyškovská brána

Podcelek: Prostějovská pahorkatina

4. 2. 5 Fauna a flora

Potenciální vegetaci bioregionu představují dubohabřiny svazu Carpinion (pravděpodobně převažovalo hercynské Melampyro nemorosi-Carpinetum), které jsou na svazích vystřídány méně náročnými typy teplomilných doubrav (Potentillo albae-Quercetum na spraších, na kulmu Sorbo torminalis-Quercetum). V nivách kolem vodních toků lze předpokládat Pruno-Fraxinetum, ojediněle na místech s usazeninami humolitů pak bažinné olšiny (Carici elongatae-Alnetum). Primární bezlesí zřejmě chybělo.

Flóra je spíše jednotvárná, rozmanitější pouze na západním okraji ve zbytcích přirozené vegetace. Projevují se v ní vlivy teplomilné panonské flóry (se zastoupením řady mezních prvků, některé na absolutním okraji areálu). Mezi teplomilnými druhy zástupci různých geoelementů a migroelementů. Jako příklady mohou sloužit len žlutý (*Linum flavum*), divizna brunátná (*Verbascum phoeniceum*), smldník alsaský (*Peucedanum alsaticum*), lecha černá (*Lathyrus niger*) a kozinec dánský (*Astragalus danicus*). Na slatinách (dnes z větší části zničených) se izolovaně vyskytovala řada ekologicky specializovaných druhů, např. potočnice malolistá (*Nasturtium microphyllum*), matizna bahenní (*Oristecum palustre*), hlízovec Loeselův (*Liparis loeselii*) a pampeliška bahenní (*Taraxacum palustre* sp. div.). (Culek, 1996)

Převažuje kulturní step s běžnou faunou, s východními vlivy (ježek východní, myšice malooká, strakapoud jižní). Na malých zbytcích xerothermních lokalit vyznívá pozoruhodná fauna panonské podprovincie (ještěrka zelená, kudlanka nábožná, společenstva sarančí, trojzubka stepní). Romže a Valová patřily původně lipanovému až parmovému pásmu, jejich biota je však dnes decimována. Ostatní toky náležely do pstruhového pásma, jsou však znečištěny a jejich biota je zásadně změněna. Stojaté vody jsou ojedinělé a nevýznamné, s typickou faunou nížin. (Culek, 1996)

4.3 Hydrologie

Zkoumané území náleží k povodí řeky Brodečky, která se dále vlévá do řeky Hané. Brodečka je dlouhá 14,8 km a plocha jejího povodí je 53,98 km². Q₁₀₀ je u Brodečky na úrovni 40 m³/s a Q_{330d} 0,0 m³/s (prakticky nulový průtok). Brodečka je pravostranný přítok řeky Hané, která se vlévá do řeky Moravy jako pravostranný přítok. Do řeky Brodečka se vlévá jako pravostranný přítok i Želečský potok, který je předmětem této diplomové práce. Brodečka protéká na svém toku především zemědělskou krajinou (75,4% plochy povodí), což dokazuje zvýšené zemědělské využití krajiny. Zbývající část plochy povodí tvoří lesní půda (11%), uměle přetvořené plochy (8,5%), smíšené zemědělské oblasti (4,6%) a trvalé plodiny (0,5%). (pmo.cz, 2015)

Brodečka slouží jako recipient k vypouštění odpadních vod v celkovém objemu 219 000 m³ za rok. (pmo.cz, 2015)

5. Metodika práce

Vybraný úsek Želečského potoka, na kterém se rozkládá malá vodní nádrž Želeč, byl sledován po dobu jednoho roku – od února 2014 do února 2015. V průběhu těchto měsíců bylo ve čtrnáctidenních intervalech prováděno monitorování a měření vybraných parametrů vody v předem určených měrných profilech. Zároveň byla vždy provedena i prohlídka povodí, která sloužila ke zjištění možných rušivých vlivů na povodí. Čtrnáctidenní interval byl v průběhu roku dvakrát porušen, což bylo zapříčiněno technickými problémy s měřicím přístrojem, který byl zapůjčován z Výzkumného ústavu vodohospodářského, pobočky Brno. Měření v terénu a zpracovávaná data byla pořízena ve spolupráci s Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v.v.i. v rámci řešení projektu NAZV KUS QJ1220233 "Hodnocení území na bývalých rybničních soustavách (vodních plochách) s cílem posílení udržitelného hospodaření s vodními a půdními zdroji v ČR".

Následně byly zjištěné výsledky vyhodnoceny a porovnány pomocí nařízení vlády č. 23/2011 o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, jakost vody srovnáním s normou environmentální kvality. Dále byly hodnoty srovnány s ČSN 75 221 - Klasifikace jakosti povrchových vod. Následně byly vytvořeny grafy, které dokumentují roční vývoj jednotlivých parametrů a jejich porovnání s výše jmenovanou legislativou. Následně byly naměřené hodnoty porovnány se stavem v období 2008 – 2009, které byly získány z měření pro DP Petry Fialové. Nakonec byly navrhnuty opatření, která by vedly ke zlepšení parametrů vody a to jak z pohledu čištění odpadních vod, tak z pohledu biotechnických opatření v povodí potoka.

5.1 Popis území

Území, které je předmětem této bakalářské práce, leží v mělké prohlubni, jejímž nejnižším místem je údolnice, kterou protéká Želečský potok. V území se intenzivně hospodaří. Hospodaření zajišťují především místní zemědělci, kteří v katastru obce pěstují plodiny jako je řepka olejná, pšenice obecná apod.

Okolí vodní nádrže je využíváno obyvateli obce Želeč k vycházkám a relaxaci. Je zde zřízena naučná stezka, u hráze vodní nádrže je odpočívadlo, kde mohou obyvatelé posedět. Každoročně se zde konají i společenské akce jako je např. novoroční setkání obyvatel okolních obcí nebo dokonce i svatba, která zde proběhla. Obyvatelé tak

výstavbu vodní nádrže i výsadbu zeleně podporují a území hojně využívají. Nad obcí se nachází suchý poldr, který má za cíl ochránit obec před případnými extrémními srážkami, které mohou potenciálně přijít. Nad obcí je artézský vrt pitné vody, který zásobuje kompletně celou obec pitnou vodou. Tento vrt má dle vyjádření správce velmi kvalitní vodu, která splňuje dusičnanové normy pro vodu kojeneckou.

5.2 Stručný popis obce Želeč

Obec Želeč se nachází přibližně 20 km jižně od Prostějova a 10 km severo-východně od Vyškova. V současnosti v obci žije 547 obyvatel s průměrným věkem 42,6 let. Katastrální území obce má rozlohu 809 ha.

Obec se rozkládá se v mělké terénní prohlubni protilehlých jižních a severních svahů a přirozeně kopíruje mírně zvlněný terén. Průměrná nadmořská výška katastru je 241 m. n. m.

Historické jádro obce tvoří protáhlá široká ulicová náves s dominantou kostela sv. Bartoloměje. Náves je ukončena na severozápadě shlukem domků, na východní straně areálem statku s památkově chráněnou sýpkou a poklonou sv. J. Nepomuckého. Prostor návsi je vymezen řadovou zástavbou původních zemědělských usedlostí s nadměrnými zahradami a je vyplněn zelenými plochami s bohatou lipovou alejí. Obec se postupně rozvíjela obestavování komunikací směrem k východním, kde končí hřbitovem, západním podél silnice k Brodku u Prostějova a místních komunikací k bývalému lomu a k nynějšímu sportovnímu areálu. V současnosti obec nabízí k prodeji zasíťované parcely určené k výstavbě rodinných domů. Lze tak očekávat další stavební rozvoj obce. Zařízení občanského vybavení jako je obchod, mateřská škola nebo restaurace je soustředěno v centru návěsního prostoru. Sportovně rekreační areál i s koupalištěm se nachází na západním okraji zastavěného území obce. (zelec.cz, 2015)

5.3 Malá vodní nádrž Želeč

Malá vodní nádrž Želeč se nachází přibližně po 1,9 km po proudu Želečského potoka s hrází na ř. km 4,093. Byla vybudována především za účelem zadržetí vody v krajině a zpomalení povodňové vlny v povodí. Slouží tak jako protipovodňová ochrana obcí Doloplazy a Víceměřice. Vodní nádrž byla vybudována v rámci první etapy komplexních pozemkových úprav, které v dalších etapách probíhají na katastru obce dodnes. Obec Želeč se tak stala jednou z prvních obcí v Olomouckém kraji, na kterých komplexní pozemkové úpravy probíhaly a to již od roku 1999. Stavba vodní nádrže byla dokončena v roce 2004. (Lošťák, 2004)

Vodní nádrž je zbudovaná jak údolní průtočná se zemní sypanou homogenní hrází o sklonu vzdušné líce 1:2,2 a návodního líce sklonu 1:3,5. Vzdušný líc je zatravněn, návodní opevněn makadamem 32 – 63 mm. Výška hráze je 3,55 m, délka hráze 79 se šířkou v koruně 5 m. Hráz je převýšena 0,49 m nad maximální hladinu. (Lošťák, 2004) Maximální hladina se nachází v kótě 228,41 m n. m. Při maximální hladině je pak zatopená plocha 7,08 ha. Kóta hladiny stálého nadržení je 227,95 m n. m. a zatopený prostor pak je 5,48 ha. Objem vody normálního nadržení je 37 600 m³ a objem vody ochranný neovladatelný 32 250 m³. Celkem tedy tvoří zásobní prostor nádrže 69 850 m³. Průměrná hloubka vody je 0,69 m. Největší hloubka je u požeráku, kde činí 2,87 m. Vypouštění nádrže zajišťuje sdružený funkční objekt, který se skládá z bezpečnostního přelivu s výpustnou věží, hrázové části a výtokové části. Bezpečnostní přeliv je navržen na převedení $Q_{100} = 11,0 \text{ m}^3/\text{s}$ a posouzen na převedení $2x Q_{100}$. Bezpečnostní přeliv je nehrazený s délkou přelivné hrany $2x 8,1 \text{ m}$. (Lošťák, 2004)

Vypouštění až na dno zajišťuje dlužová stěna, před kterou jsou osazeny česle, které zajišťují ochranu vtoku do potrubí DN 300. V případě potřeby lze odstranit česle a použít drážku pro přidání druhé dlužové stěny. (Lošťák, 2004)

Na vodní nádrži je vybudován jeden ostrov, který byl vybudován mimo plánovaný projekt a musel být později do projektu přidán. Ostrov je osázen vrbami a využíván ke hnízdění vodních ptáků. Ostrov tak zvyšuje biodiverzitu a stává se biologickým prvkem, který zvyšuje ekologickou stabilitu vodní nádrže.

Mezi hlavní nedostatky vodní nádrže z pohledu správce vodní nádrže, spočívá především v nebezpečí jejího zanášení, vzhledem k vysokému smyvu ornice z okolních polí, což bylo zjištěno jak dle vyjádření zástupců obce, tak i vizuální kontrolou po jednom z velkých dešťů. Další nevýhodu vidí správce vodní nádrže v nemožnosti údržby rákosin, které se dají udržovat pouze při zamrzlé hladině a to je vzhledem k počasí, které panuje, často i několik let nemožné. Na vodní nádrži neprobíhá žádné intenzivní hospodářství. Rybářství je omezeno pouze na jednotlivce a vodní nádrž nevyužívá žádný rybářský spolek. Z tohoto důvodu se nepředpokládá přerybnění nádrže a její následné znečištění intenzivním chovem ryb. Vodní nádrž je tak výrazným prvkem, který zvyšuje ekologickou stabilitu okolní, zemědělsky využívané, krajiny.

5.4 Kanalizační síť obce Želeč

Dle Kanalizačního řádu obce Želeč byla místní kanalizace zbudována v letech 1940 – 1941, současně s vybudováním veřejného vodovodu. Na kanalizaci je v obci Želeč

napojeno celkem cca 88% obyvatel obce. Celkově je na kanalizaci obce napojeno 51% nemovitostí. Do kanalizace jsou odváděny odpadní vody předčištěné převážně v jímkách na vyvážení s přepadem. Zbytek nemovitostí, které nejsou napojeny na veřejnou kanalizaci, likviduje odpadní vody pomocí jímek na vyvážení, případně v septicích s přepadem do trativodu. Stávající veřejná kanalizace je provedena jako větvená gravitační kanalizace zaústěná do místní vodoteče. Kanalizace je provedena z betonových rour DN 200 – 1300.

Dle Kanalizačního řádu obce Želeč vznikají v obci odpadní vody zaústěné do veřejné splaškové kanalizace:

- odpadní vody z bytového fondu – jedná se o splaškové vody z domácností. Na kanalizaci, je napojeno cca 51% obyvatel. Zbývající část odpadních vod bude vypuštěna do nepropustných jímek na vyvážení.
- odpadní vody z občansko-technické vybavenosti a státní vybavenosti – jsou vody splaškového charakteru
- odpadní vody z výrobní a podnikatelské činnosti jsou vody dvojího druhu
 - vody splaškové ze sociálních zařízení
 - vody technologické z výrobního procesu
- srážkové a povrchové vody – vody ze střech, zpevněných ploch a komunikací
- jiné – podzemní a drenážní vody vznikající v zastavěném území
- odpadní vody z městské vybavenosti a z výrobní činnosti se v lokalitě nevyskytují

5.5 Popis Želečského potoka

Vlastní lokalita výzkumu je ohraničena hranicemi povodí Želečského potoka. Jižní hranici pak tvoří poslední měrný profil, který se nachází bezprostředně pod hrází malé vodní nádrže Želeč. Celé zkoumané území se nachází v katastru obce Želeč, která se tak vzhledem k vypouštění odpadních vod to potoka, stává hlavním znečišťovatelem potoka. Potok je v obci kompletně zatrubněn, výust' potrubí je na jižním konci obce pod posledním domem v obci. Dále je již tok veden jako nezatrubněný, napřímený v umělém korytě, které tvoří betonové žlaby. V současnosti je ale tok zanešen a žlaby nejsou prakticky na žádném úseku toku vizuálně patrné. Tok je složen třech oblouků a přímých úseků. Celý tok kopíruje cesta, která vede až k hrází vodní nádrže. Tok protéká územím v západ - východním směru. Celková délka zkoumaného úseku toku je přibližně 1,9 kilometru.

Želečský potok je jedinou stálou vodotečí celého katastrálního území a toto území také odvodňuje. Plocha povodí Želečského potoka je 4,52 km². Potok je v obci kompletně zatrubněn a je přímým recipientem pro vypouštění odpadních vod. Výúst' zatrubnění je situována pod posledním stavením obce, kde potok protéká už pouze kolem zahrádek obyvatel na straně jedné, a poli na straně druhé. Potok protéká po celém svém toku upraveným korytem, miskovitého tvaru, které díky malým průtokům nebývá poškozováno ani za vyšších srážkových úhrnů. Množství vody v korytě lze poměrně účinně ovlivnit množstvím vypouštěných odpadních vod do toku – lze regulovat kdy bude obec např. vypouštět koupaliště apod.. Bezprostředně pod výústí voda často zapáchá po odpadní vodě, v korytě lze vidět poměrně rozsáhlé bakteriální nárusty. Dále lze v korytě poměrně často vidět i mechanické znečištění, které je splachováno odpadem jako např. kousky toaletních papírů, kuchyňský odpad (slupky ze zeleniny apod.).

Dále tok protéká kolem zahrad a zahrádek místních obyvatel na svém pravém břehu. Zde už nedochází k žádnému výraznějšímu znečištění odpadními vodami. Na levém břehu se pak nachází pole, která jsou pravidelně obdělávána místními zemědělci.

Přibližně po 480 metrech se z pravé strany vlévá do Želečského potoka bezejmenný potok, který má velmi rozkolísané průtoky a v letních měsících pak často úplně vysychá. Tento potok, který měří pouze 500 metrů, odvodňuje přilehlé zemědělské pozemky. Želečský potok dále protéká mezi polními pozemky, které jsou každoročně obdělávány. Přibližně 1,1 kilometru od trubní výusti pod obcí se po levé straně nachází v poli sníženina, ve které se trvale akumuluje voda a začíná zde vznikat mokřad. Objevují se první mokřadní rostliny jako je např. rákos obecný (*Phragmites australis*). Je zde předpoklad, že by se na tomto místě mohl vytvořit hodnotný ekosystém, který by zvyšoval ekologickou stabilitu území.

Po dalších 200 metrech se po levé straně potoka, resp. vodní nádrže, rozkládá nově vysazené biocentrum, které tak tvoří částečně i vegetační doprovod nádrže. Dále už se na toku nachází malá vodní nádrž Želeč.

5.6 Vegetační doprovod

Vegetační doprovod toku a nádrže je v současnosti v poměrně špatném stavu. Kolem celého Želečského potoka je pouze jeden pás vegetace, který odděluje potok od polních pozemků a chrání břehy před erozními účinky. Mnoho stromů a keřů je ale ve velmi špatném stavu, případně jsou úplně uschlé. Pás vegetace je tvořen jak stromovým, tak keřovým patrem a tvoří na mnoha místech prakticky neproniknutelnou houštinu.

Vegetační doprovod vodní hráze tvoří výsadby, které byly provedeny v době po výstavbě vodní nádrže. Vzhledem k dobrým růstovým podmínkám zde byla vysoká ujímavost a bude nutné provést výchovu dřevin. Na břehu vodní nádrže můžeme nalézt především rákosiny a různé druhy vrb. Jako doprovodné dřeviny pak můžeme nalézt druhy jako buk lesní (*Fagus sylvatica*), dub zimní (*Quercus petraea*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), bříza bělokorá (*Betula pendula*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), ptačí zob (*Ligustrum vulgare*) ad.

V katastru obce se však nachází několik prvků, které výrazně zvyšují ekologickou stabilitu krajiny. Jedná se především o kostru ekologické stability, která byla vybudována v různých etapách pozemkových úprav. Jedná se o nově vysazovaná biocentra a biokoridory, které můžeme v katastru obce vidět. Obec se snaží vzhledem k vysokému zastoupení orné půdy o nové výsadby ÚSES, což se jim díky vhodným vlastnickým vztahům poměrně dobře daří. V letošním roce byla dokončena výsadba nového biocentra „U černého kříže“. Další biocentra pak plánuje obec vysazovat a má už i zpracované projekty výsadby. Čeká už jen na schválení projektů od příslušných úřadů.

Doprovodná vegetace Želečského potoka bude dále zhodnocena dle metodiky Šlezingra a Úradníčka (2002) následujícím způsobem.

Kritérium hodnocení – počet bodů

A. %poškozených, či nevhodných* dřevin: do 30 % - 1bod

do 60 % - 2body

nad 60 % - 3body

B. Počet vegetačních pater: 1 veg. patro – 3body

2 veg. patra - 2body

3 veg. patra - 1bod

C. Šířka vegetačního pásma (od přibližné úrovně Qa): do 7 m – 3body

7 – 10 m – 2body

nad 10 m – 1bod

D. Druhová rozmanitost dřevin: do 3 druhů – 3body

4 – 6 druhů – 2body

7 a více druhů- 1bod

E. Relativní hustota porostů: souvislý porost s místními průhledy na hladinu – 1bod

střední a velké skupiny porostů – 2body

bez porostů, malé skupinky, solitéry – 3body

* jako nevhodné dřeviny jsou míněny stanovištně nevhodné druhy, exoty, aj.

Hodnocený úsek začleníme dle součtu získaných bodů do kategorií :

5 – 6 bodů.....vegetační doprovod v dobrém stavu

7 – 8 bodů.....v úseku jsou nutné úpravy, dosadby

9 a více bodůnutné rozsáhlé zásahy, případně celková obnova

5.7 Odběr vzorků

5.7.1 Práce v terénu

V terénu bylo nejprve po domluvě s pracovníky Výzkumného ústavu vodohospodářského vymezeno 5 měrných profilů, ve kterých bylo prováděno pravidelné měření. Při malých průtocích, kdy výška hladiny nedovolovala ponoření celé elektrody do vody, byla voda nabrána do nádoby a změřena v nádobě. Tento stav však nastával spíše výjimečně.

Měření bylo prováděno pomocí přístroje HACH HQ40d Multi. Přístrojem byla v terénu pomocí přídavných elektrod zjišťována elektrolytická konduktivita, pH, obsah kyslíku ve vodě, nasycení vody kyslíkem v % a teplota vody. Po každém měření byla vždy elektroda opláchnuta destilovanou vodou, aby nedošlo ke zkreslení výsledků dalších měření. Měření probíhalo zpravidla ve čtrnáctidenních intervalech, které byly pouze výjimečně porušeny z důvodu technických poruch měřícího přístroje. Celkem bylo provedeno 24 měření.

Měření v terénu a zpracovávaná data byla pořízena ve spolupráci s Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v.v.i. v rámci řešení projektu NAZV KUS QJ1220233 "Hodnocení území na bývalých rybníčních soustavách (vodních plochách) s cílem posílení udržitelného hospodaření s vodními a půdními zdroji v ČR".

5.7.2 Popis odběrných profilů

Měrné profily byly zvoleny na základě konzultace s Ing. Milošem Rozkošným Ph.D z Výzkumného ústavu vodohospodářského, pobočky Brno. Byly zvoleny tak, aby co

nejlépe dokumentovaly měnící se podmínky na toku a ve vodní nádrži. Zvoleny byly i na základě profilů, na kterých byl podobný výzkum prováděn už v letech 2008 – 2009. Naměřené hodnoty tak lze bez výrazného zkreslení porovnávat.

Profil č. 1 se nachází v korytě, bezprostředně za vyústěním zatrubnění. Tento profil je důležitý především z hlediska zjištění parametrů, které voda má, když opouští potrubí. V tomto profilu byl předpoklad nejvíce znečištěné vody, což se následným měřením i vizuální kontrolou vody, potvrdilo.

Profil č. 2 se nachází, přibližně 1,2 km, od vyústění potrubí, před tím, než se potok vlije do biocentra resp. vodní nádrže. Profil byl zvolen na tomto místě především z důvodu zjištění parametrů vody, které má, ještě než se vlije do vodní nádrže. Na tomto profilu jsme mohli dobře sledovat i samočisticí schopnosti toku, podle toho, jak se během 1,2 km parametry vody změnily.

Profil č. 3 už leží ve vodní nádrži. Profil byl zvolen před kombinovaným výpustným zařízením, kdy byla elektroda spuštěna do vodní nádrže a měřila hodnoty u hladiny. Profil byl zvolen po konzultaci s Ing. Milošem Rozkošným Ph.D z Výzkumného ústavu vodohospodářského, z důvodu zjištění hodnot ve vodní nádrži.

Profil č. 4 na stejném místě jako profil č. 3, tedy před kombinovaným výpustným zařízením. Tentokrát byly ale elektrody spuštěny z obslužné lávky až na dno vodní nádrže. Tím byly zjištěny hodnoty u dna, které se mohly od hodnot u hladiny značně lišit.

Profil č. 5 se nachází těsně pod kombinovaným objektem pod hrází vodní nádrže za vývařištěm. Tento profil dokumentoval hodnoty vody po opuštění vodní nádrže. Dle očekávání byly naměřené hodnoty v profilu č. 5 hodně podobné hodnotám naměřených v profilu č. 3

5.7.3 Práce v laboratoři

Čtvrtletně pak byly ve vodní nádrži odebírány pracovníky Výzkumného ústavu pomocí vzorkovače vzorky vody. Tyto vzorky pak byly v laboratořích VUV v Brně vyhodnoceny a následně byly s laskavým souhlasem VUV v Brně použity ke zhodnocení v této diplomové práci. Následně byly tyto vzorky vyhodnoceny dle ČSN 75 221 - Klasifikace jakosti povrchových vod. Dle normy byla použita limitní hodnota pro jednotlivé třídy jakosti vody. Následně byl dle této hodnoty úsek toku zařazen do třídy jakosti vod, dle této normy – I. třída – světle modrá (neznečištěná voda), II. třída – tmavě modrá (mírně

znečištěná voda), III. třída – zelená (znečištěná voda), IV. třída – žlutá (silně znečištěná voda), V. třída – červená (velmi silně znečištěná voda). Dle této klasifikace byly zatříděny pouze parametry, které splňují pravidla pro měření a klasifikaci dle této normy. Měření, která tyto parametry, především počet měření, nesplňují, byla zatříděna dle těchto kategorií pouze orientačně. Jedná se především o parametry, které byly z odebraných vzorků měřeny v laboratoři.

Dále bylo provedeno zhodnocení dle nařízení vlády č. 23/2011 o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, jakost vody srovnáním s normou environmentální kvality. Při vyhodnocení příslušných hodnot z let 2008 – 2009 z dat naměřených Bc. Petrou Fialovou, bylo provedeno srovnání s tímto zákonem, a sice hodnotou pro koupací vody. Obec touto cestou chtěla zjistit, zda bude voda vhodná pro koupání obyvatel obce. Při samotném vyhodnocení tohoto roku pak byla využita norma environmentální kvality, dle tohoto nařízení vlády.

Parametry, které bylo nutné vyhodnotit v laboratoři, byly vyhodnoceny pracovníky Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, pobočky Brno. Stejně tak tyto vzorky byly odebírány pracovníky oddělení jakosti vod. Výsledky rozborů pak byly tímto ústavem laskavě poskytnuty ke zpracování v rámci této diplomové práce. V rámci práce byly vyhodnoceny pouze hlavní parametry rozborů vod, jako je dusičnanový dusík, chloridy, amoniakální dusík, celkový fosfor, celkový uhlík a celkový dusík. Rozbory však byly provedeny i pro další parametry jakosti vod jako je např. bakteriální znečištění enterokoky, *Escherichia coli* nebo fekální koliformní bakterie. Rozbory pak byly provedeny i pro další chemické parametry, které využije Výzkumný ústav vodohospodářský, při svém výzkumu. Kompletní výsledky rozborů vody viz. příloha této práce.

6. Vyhodnocení výsledků

6.1 Celkové hodnocení povodí

Hlavní tok, který odvodňuje celý katastr obce Želeč, se jmenuje Želečský potok. Tok protéká územím ve východo – západním směru. Tok je v obci kompletně zatrubněn a výúst' se nachází pod posledním domem v obci. Odtud už má tok otevřené koryto miskovitého tvaru. Koryto je opevněno žlaby, které jsou ale kompletně zanešené a jejich přítomnost nasvědčuje snad pouze pravidelný tvar koryta. Koryto je po celé délce uměle upravené a vyúst'uje do nich několik odvodňovacích prutů z okolních zemědělských pozemků. V potoce nejsou zaznamenány vzhledem k poměrně malému povodí žádné povodňové stavy. V případě ohrožení je obec Želeč chráněna suchým poldrem, který se nachází na severní straně katastru a zachytil by případnou povodňovou vlnu, která by mohla nést v případě přívalových srážek značné množství splavené ornice z polí. Na severní straně katastru se nachází vrt artézské studně, který zásobuje vodou převážnou část obce. Načerpaná voda se přečerpává do vodojemu nad obcí a následně se gravitačním způsobem dopravuje k obyvatelstvu.

Na zkoumaném území se nachází obec Želeč, která je největším znečišť'ovatelem v území. Do potoka vyúst'uje kanalizace a tok je jejím přímým recipientem. Do toku se tak dostanou předčištěné odpadní vody pomocí přepadů v jímkách. Průtok v potoku je tak výrazně ovlivněn množstvím vypouštění odpadních vod, které je v průběhu dne i týdne značně rozkolísané.

V povodí se nachází i přes značné zemědělské využití několik nových výsadeb územního systému ekologické stability, které se snaží obec Želeč vytvářet v rámci pozemkových úprav, případně jako součást projektů dotovaných z EU. Z tohoto pohledu má území poměrně velkou perspektivu stát se územím s vysokou ekologickou stabilitou, vzhledem k intenzivně využívané krajině, která se v okolí nachází. Další tvorba prvků územního systému ekologické stability je už v rámci projektu schválena a obec Želeč žádá na výsadbu v současné době další dotace.

6.2 Zhodnocení doprovodné vegetace

Doprovodná a břehová vegetace vodního toku a nádrže byla zhodnocena dle metodiky Šlezingra a Úradníčka. Vegetace byla obodována a výsledek pak byl zhodnocen dle metodiky. Pro zjednodušení byla metodika upravena a nebyly vymezovány úseky po 100 metrech, ale vzhledem k podobnému charakteru vegetace byly úseky zvoleny tak, aby co

nejlépe obsáhly všechny možné změny, které se na toku v oblasti doprovodné a břehové vegetace mohly vyskytnout.

První vymezený úsek měří 500 metrů a vede od trubní výustě pod obcí až k jedinému potoku, který se do toku vlévá. Na tomto úseku se okolo toku vyskytují zahrady a zemědělské pozemky, proto tvoří břehové a doprovodné porosty i druhy, které by se běžně nevyskytovaly – např. ořešák královský (*Juglans regia*) nebo slivoň švestka (*Prunus domestica*).

Počet poškozených a nevhodných dřevin: nad 60% - 3 body

Počet vegetačních pater: 2 veg. patra - 2 body

Šířka vegetačního pásma : 7 – 10 m – 2 body

Druhová rozmanitost dřevin: 4 – 6 druhů – 2 body

Relativní hustota porostů: střední a velké skupiny porostů – 2 body

Celkové hodnocení úseku: 11 bodů – nutné rozsáhlé změny, případně kompletní obnova.

Druhý úsek je vymezený koncem prvního úseku a místem, kde potok vtéká do nádrže a kde začíná doprovodná výsadba malé vodní nádrže. Úsek měří přibližně 750 metrů. Úsek potoka je zde kompletně osázen bez přístupu k hladině. Pouze propustky přerušují pásy zeleně a zajišťují přístup na okolní pozemky. Úsek tvoří opět mj. některé ovocné dřeviny, mnoho z nich je ve špatném zdravotním stavu, případně jsou úplně suché. Kvůli špatné údržbě zeleně na tomto úseku tvoří keřové patro houštinu. Pás zeleně navíc není příliš široký a dochází tak vlivem údržby pozemků k jeho dalšímu zužování.

Počet poškozených a nevhodných dřevin: do 60% - 2 body

Počet vegetačních pater: 2 vegetační patra – 2 body

Šířka vegetačního pásma: do 7 metrů – 3 body

Druhová rozmanitost dřevin: 4 – 6 druhů – 2 body

Relativní hustota porostů: souvislý porost s místními průhledy na hladinu – 1 bod

Celkové hodnocení úseku: 10 bodů – nutné rozsáhlé změny, případně kompletní obnova

Třetí úsek tvoří okolí vodní nádrže. To je osázeno v poměrně širokém okolí jak stromy, tak i keřovým patrem. V litorální zóně nechybí rákosiny. Přibližně od poloviny nádrže směrem k hrázi jsou pak výsadby provedeny spíše jednotlivě s důrazem na dobrý přístup k hladině vodní nádrže. V první polovině jsou pak provedeny výsadby různých druhů dřevin lesnickým způsobem. Díky dobré ujmavosti bude nutné provést výchovu dřevin a zredukovat tak jejich počet. Mezi druhy, které zde můžeme nalézt, patří např. buk lesní

(*Fagus sylvatica*), dub zimní (*Quercus petraea*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), bříza bělokorá (*Betula pendula*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), ptačí zob (*Ligustrum vulgare*) ad.

Počet poškozených a nevhodných dřevin: do 30% - 1 bod

Počet vegetačních pater: 3 vegetační patra – 1 body

Šířka vegetačního pásma: 7 – 10 metrů – 2 body

Druhová rozmanitost dřevin: 7 a více druhů – 1 body

Relativní hustota porostů: souvislý porost s místními průhledy na hladinu – 1 bod

Celkové hodnocení úseku – 6 bodů – vegetační doprovod je v dobrém stavu

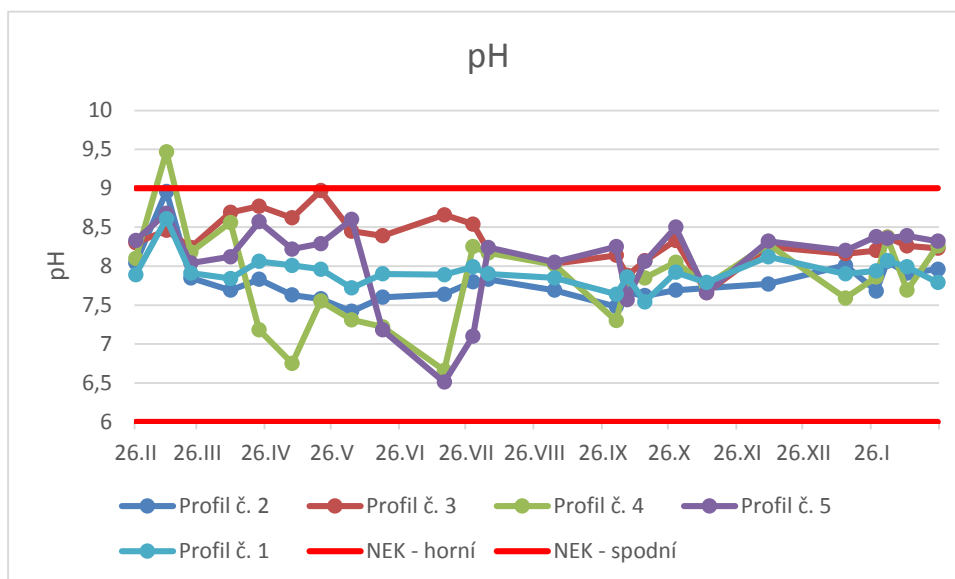
6.3 Vyhodnocení jednotlivých parametrů vody

6.3.1 pH

Mezními hodnotami jsou, dle nař. vlády č. 23/2011 sb., hodnoty pH = 6 u spodní hranice a pH = 9 u horní hranice. Dle naměřených hodnot je možné konstatovat, že v Želečském potoku i malé vodní nádrži Želeč se hodnoty pH pohybují spíše v oblasti zásaditých vod. Nejvyšší hodnoty dosáhlo pH při měření dne 12.3.2014. Na měrném profilu č. 4 - na dně malé vodní nádrže, při tomto měření nabylo pH hodnoty 9,47, což už je nad horním limitem normy environmentální kvality. Samotné horní hranice pak dosáhla i hodnota při stejném měření na měrném profilu č. 2 – přítoku do vodní nádrže. Nejnižší hodnoty pak pH dosáhlo na profilech č. 4 (dno malé vodní nádrže) a č. 5 (odtok z malé vodní nádrže), dne 16.7.2014. Byly to hodnoty 6,66, resp. 6,51. Ani jedna z těchto hodnot ale nepřekročila spodní limit normy environmentální kvality

Dále je možno konstatovat, že zvláště v měrných profilech č. 4 (dno malé vodní nádrže) a č. 5 (odtok z malé vodní nádrže) jsou hodnoty pH v průběhu roku hodně rozkolísané. V ostatních profilech jsou hodnoty pH poměrně stabilní.

Vývoj pH v čase na jednotlivých měrných profilech viz obr. č. 1



Obr. 1 – vývoj pH na jednotlivých měrných profilech v průběhu roku

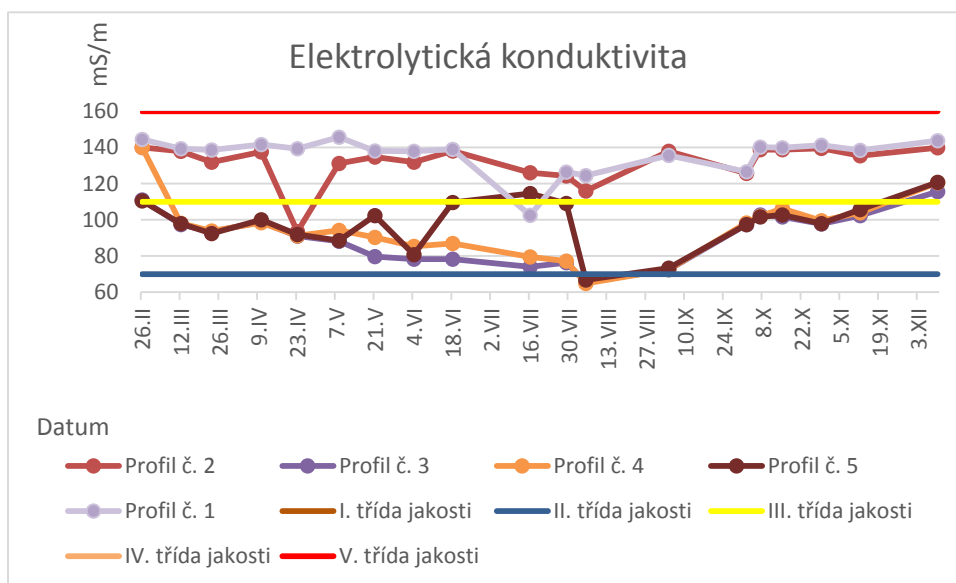
6.3.2 Elektrolytická konduktivita

V nařízení vlády č. 23/2011 sb. se hraniční hodnoty elektrolytické konduktivity neobjevují. Proto byly zjištěné výsledky srovnány s ČSN 75 7221 a porovnány s jednotlivými limity pro třídy čistoty vod. Jak je patrné i z grafu č. 2, lze konstatovat, že nejvyšší hodnoty elektrolytické konduktivity jsou na zkoumaných profilech stabilně v profilech č. 1 – pod obcí a č. 2 - na přítoku do vodní nádrže. Na těchto profilech dlouhodobě elektrolytická konduktivita dosahovala nejvyšších hodnot a překračovala tak limity pro IV. třídu jakosti vod – silně znečištěné vody.

V ostatních profilech pak hodnoty konduktivity dosahovaly hodnot překračujících III. třídu jakosti vod – znečištěné vody. Jen výjimečně pak hodnoty klesly těsně pod tuto hranici.

Vysoké hodnoty elektrolytické konduktivity indikují vysoké množství rozpuštěných látek ve vodě, které mohou představovat znečištění odpadními vodami.

Vývoj elektrolytické konduktivity v čase viz obr. č. 2



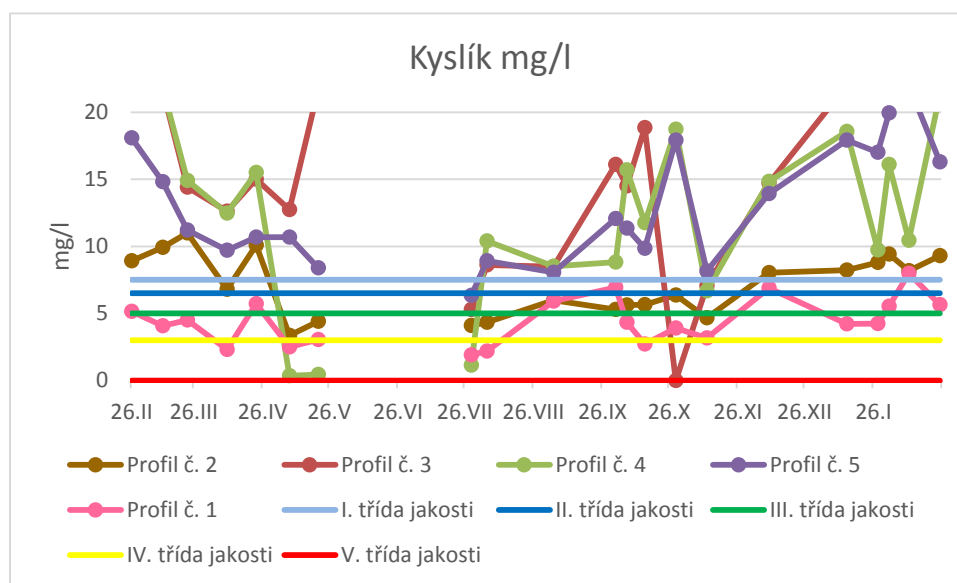
Obr. 2 – vývoj elektrolytické konduktivity na jednotlivých měrných profilech v průběhu roku.

6.3.3 Rozpuštěný kyslík

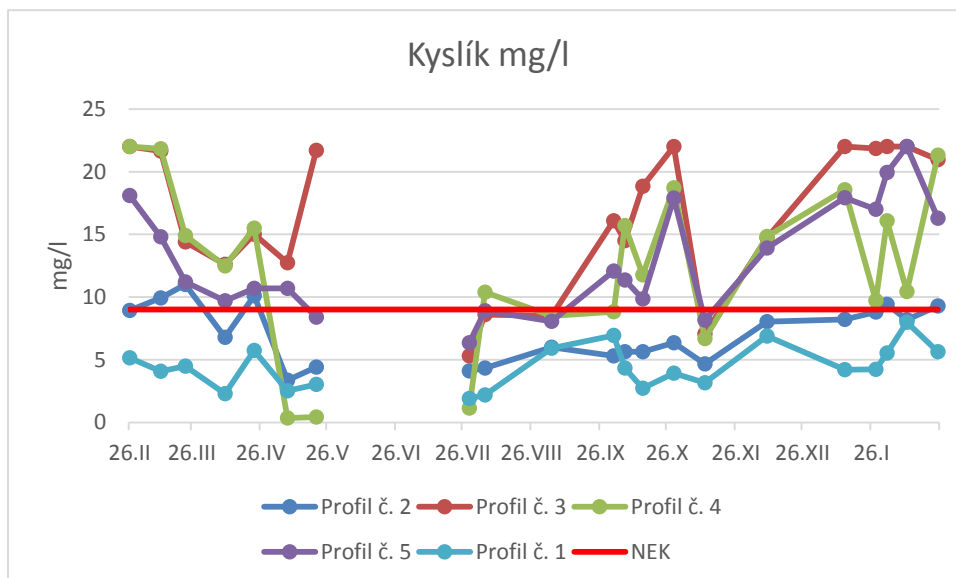
Výsledky obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě byly srovnány s oběma legislativními dokumenty – nařízením vlády č. 23/2011 sb. a ČSN 75 7221 – Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod. Dle této normy byly výsledky zatříděny dle tříd čistoty vody. Vývoj obsahu rozpuštěného kyslíku viz obr. č. 3. Z výsledků vyplývá, že zvláště v profilu č. 1 - u obce se hodnoty rozpuštěného kyslíku dostávají do III. Třídy jakosti – znečištěná

voda a v několika měřeních tuto hranici překračují. Jde tak zřejmě o důsledek vypouštění odpadních vod. V ostatních profilech jsou výsledky povzbudivé a často dochází k přesycení vody kyslíkem mimo hodnoty měřitelné měřicím přístrojem. K tomuto došlo několikrát zvláště v chladnějších měsících v profilech, které byly umístěny v malé vodní nádrži. I proto je na grafu maximální hodnota 20 mg/l, která je i maximální hodnotou ve spektru měřicího přístroje. Měření od 21. 5. 2014 do 16. 7. 2014 nebyla provedena z důvodu poruchy kyslíkové sondy.

Obr. 3 - vývoj nasycení kyslíkem v jednotlivých měrných profilech dle ČSN 75 7221



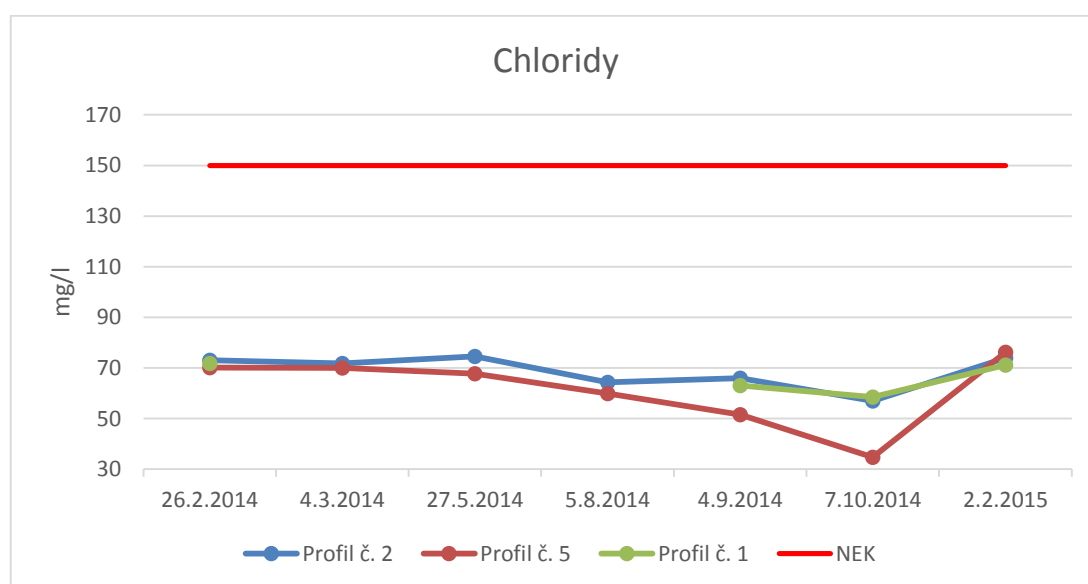
Obr. č. 4, který byl vytvořen dle nař. vlády č 23/2011 sb. uvádí norma environmentální kvality (dále jen NEK) pouze spodní limit – 9 mg/l. Dle tohoto vyhodnocení se dlouhodobě pod limitem vyskytují hodnoty v profilu č. 1 - pod obcí a v profilu č. 2 - na přítoku. Ostatní profily už měly v jednotlivých měřeních poměrně vyrovnané hodnoty, což zapříčiňuje jejich vzájemná blízkost.



Obr. 4 - vývoj nasycení kyslíkem v jednotlivých měrných profilech dle nař. vlády č. 23/2011 sb.

6.3.4 Chloridy

Chloridy jsou hygienicky nezávadné látky, které ve vyšší míře indikují fekální znečištění. Srovnáním výsledků měření s nař. vlády č. 23/2011 sb. bylo zjištěno, že vzorky nepřesahují normu environmentální kvality, která je tímto nařízením definována. Vzorky tak obsahují pouze zanedbatelná množství chloridů. Vývoj chloridů v čase viz obr. č. 5. Při srovnání vzorků s ČSN 75 7221 bylo zjištěno, že všechny vzorky splňují limit pro zařazení do I. třídy čistoty vody – neznečištěná voda. Proto nebyl pro toto vyhodnocení graf vytvořen.

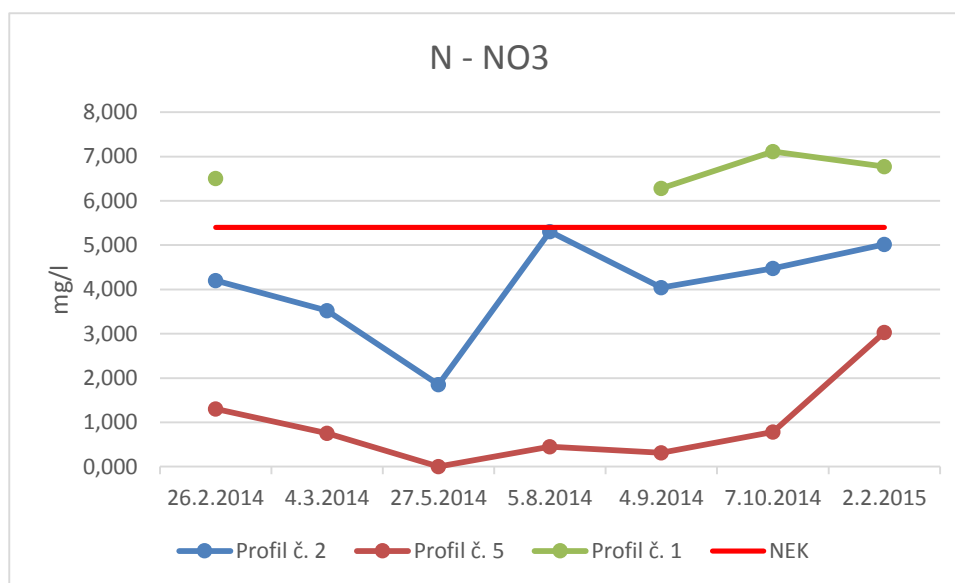


Obr. 5 – vývoj koncentrace chloridů v čase

6.3.5 Dusičnanový dusík – N-NO₃

Srovnáním s nař. vlády č. 23/2011 sb. bylo zjištěno, že v odběrném profilu č. 1, byly koncentrace při všech odběrech vyšší, než povoluje norma environmentální kvality. V ostatních profilech pak byly hodnoty dusičnanového dusíku podlimitní a z hodnot obr. č. 6 můžeme konstatovat, že hodnota dusíku se na odtoku (profil č. 5) výrazně snížila, oproti hodnotám na přítoku (profil č. 2). Stejně tak jsou hodnoty na profilu č. 2 - na přítoku do MVN výrazně nižší, než hodnoty na profilu č. 1 - pod obcí. Lze zde tak vidět samočistící funkce toku.

Dle ČSN 75 7221 je možno konstatovat, že hodnoty na odtoku se pohybují pod limitem pro I. třídu jakosti – neznečištěná voda, na přítoku v hodnotách pod limitem pro II. třídu jakosti – mírně znečištěná voda a u obce po limity pro III. třídu jakosti – znečištěná voda.

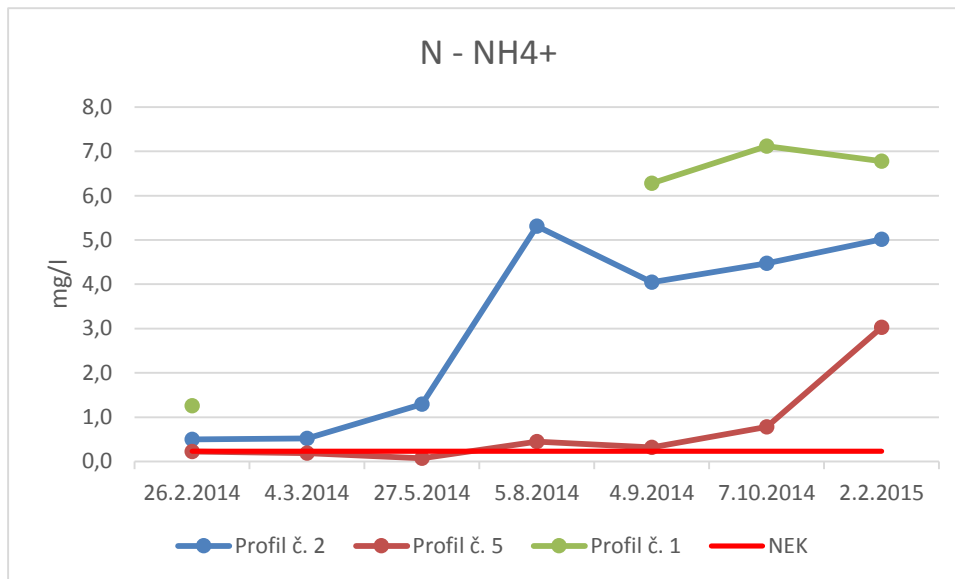


Obr. 6 – vývoj N-NO₃ v čase

6.3.6 Amoniakální dusík N-NH₄⁺

Amoniakální dusík v kombinaci s vysokým pH vody (nad 8) je toxický pro ryby. Rovněž neprospívá kvalitě vody z hlediska eutrofizace. Jak lze vyčíst z obr. č. 7, hodnoty ve vzorcích byly silně nadlimitní. Amoniakální dusík je v povrchových vodách známkou vypouštění odpadních vod. K tomu došlo i v našem případě, kdy hodnoty byly nejvyšší právě v profilu č. 1 - pod obcí a postupně se snižovaly.

Orientačním srovnáním výsledků s ČSN 75 7221 bylo zjištěno, že zvláště vzorky odebrané v profilech u obce a na přítoku vykazují hodnoty, které vzorky zařazují do IV. a V. třídy jakosti vody – silně znečištěná voda a velmi silně znečištěná voda.



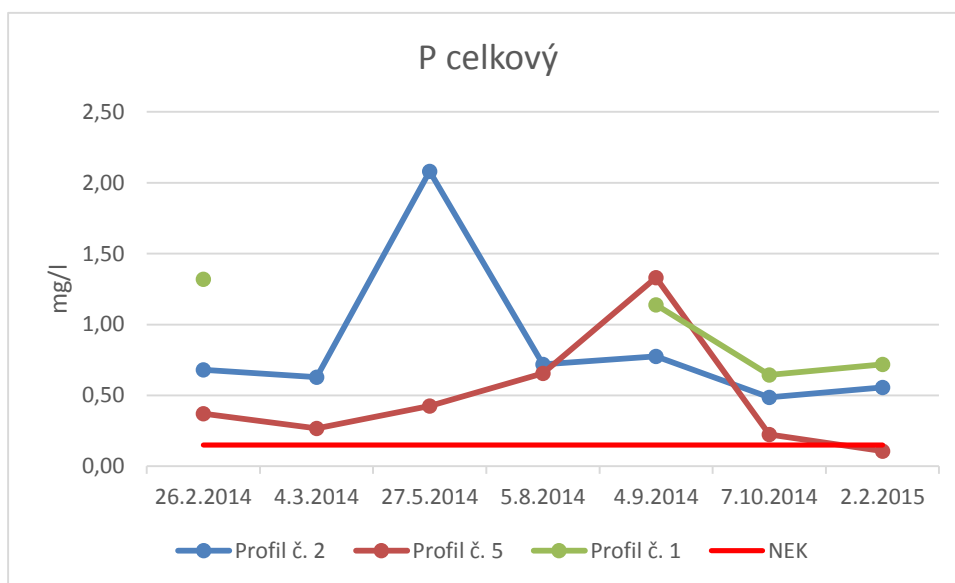
Obr. 7 – vývoj N-NH₄⁺ v čase

6.3.7 Celkový fosfor, dusík, uhlík

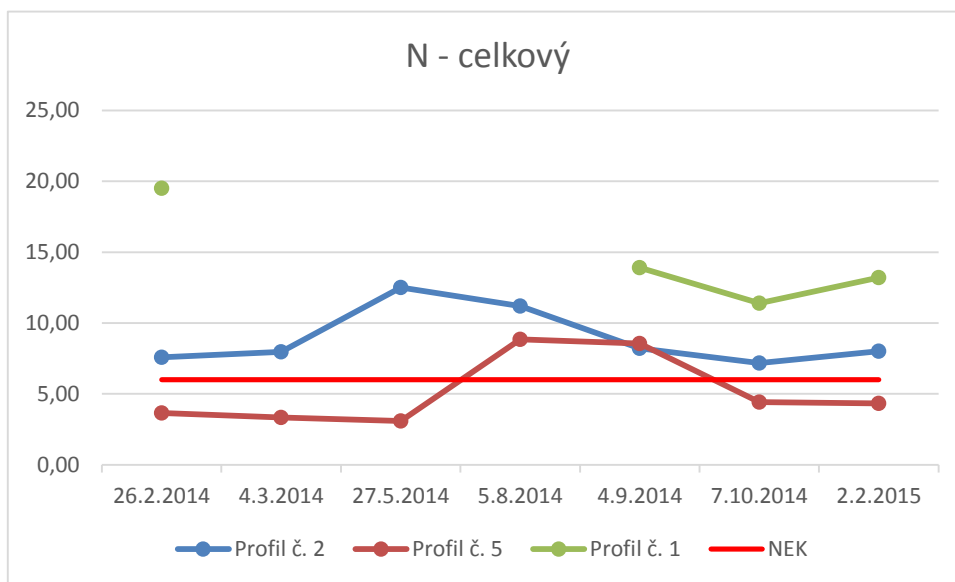
Celkový fosfor dusík a uhlík jsou významnými ukazateli organického znečištění vod. S tím souvisí i problém eutrofizace, přemnožení řas a sinic a úhyn vyšších rostli. Tyto látky se do toku můžou dostat odpadní vodou nebo smyvem ornice, z hnojiv apod. Dle nař. vlády č. 23/2011 sb. bylo zjištěno, že u celkového fosforu jsou hodnoty silně nadlimitní. Nejvyšší hodnoty dosahovaly vzorky odebrané z profilu č. 2 – 2,08. Limit je přitom pouze 0,15. Vývoj viz obr. č. 8.

Celkový dusík se dle tohoto nařízení vyskytoval nadlimitně dlouhodobě v profilech č. 1 a č. 2. Na odtoku se hodnota nad povoleným limitem normy environmentální kvality vyskytovala pouze ve dvou měřeních. Vývoj viz. obr. 9.

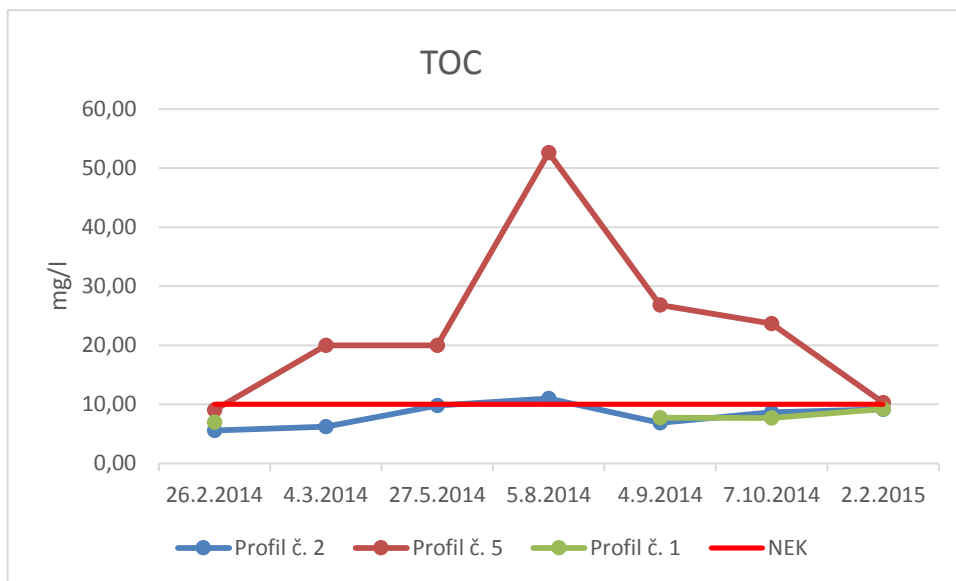
Celkový uhlík se pak vyskytoval v toku na přítoku do MVN i u obce v hodnotách, které byly pod limitem. Nadlimitní hodnoty se vyskytovaly dlouhodobě na profilu č. 5. Zvláště při letním měření – 5. 8. 2014 – došlo k výraznému nárůstu celkového uhlíku, což mohlo být zapříčiněno vysokými teplotami a sinicemi. Vývoj viz obr. č. 10.



Obr. 8 – vývoj celkového P v čase



Obr. 9 – vývoj celkového N v čase



Obr. 10 – vývoj celkového C v čase

7. Diskuse

7.1 Srovnání výsledků se stavem v letech 2008 – 2009

V další fázi řešení výzkumu bylo provedeno srovnání výsledků, které byly naměřeny pro tuto diplomovou práci s výsledky, které zpracovávala Bc. Petra Fialová v rámci řešení své diplomové práce. V této diplomové práci byl proveden podobný výzkum a některé profily se záměrně překrývaly tak, aby mohly být srovnány hodnoty, z kterých půjde vidět vývoj jednotlivých parametrů v horizontu šesti let. Výsledky byly porovnávány ve třech profilech – č. 1 - pod obcí, č. 2 - na přítoku do vodní nádrže a č. 3 – v malé vodní nádrži. Pro lepší orientaci byl vždy pro jednotlivý profil a parametr vytvořen jeden graf. Veškeré hodnoty z let 2008 – 2009 naměřila Bc. Petra Fialová v rámci řešení své diplomové práce a pro tuto práci byly převzaty.

Vzhledem k četnostem odběrů vzorků, které následně byly vyhodnocovány v laboratořích a byly prováděny pracovníky Výzkumného ústavu vodohospodářského, byly výsledky rozborů srovnány za měsíce, které se shodovaly v obou sledovaných obdobích. Zároveň bylo provedeno jen srovnání v profilech, které se v obou obdobích shodovaly – tak aby byla zachována objektivita a hodnoty byly srovnatelné.

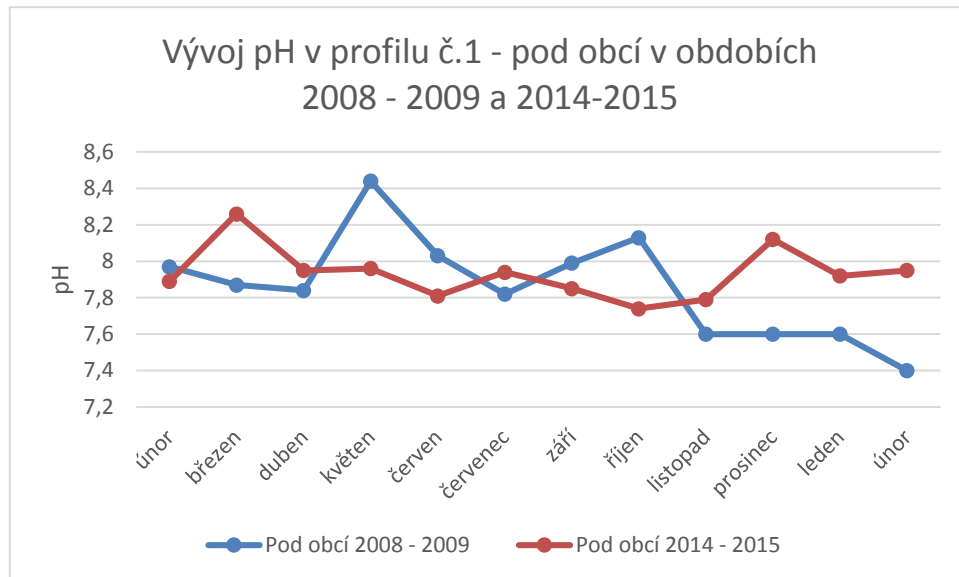
7.1.1 pH

Ze srovnání výsledků pH v obdobích 2008 – 2009 a 2014 – 2015 na profilu č. 1 - pod obcí lze konstatovat, že v současnosti má hodnota pH v průběhu roku poměrně setrvalý stav. Po většinu roku se pohybuje v rozmezí 7,8 – 8 a nad hodnotu 8 vychází pouze ojediněle. V minulosti, jak je vidět z obr. č. 11, byla hodnota pH velmi rozkolísaná a v průběhu roku se poměrně významně měnila.

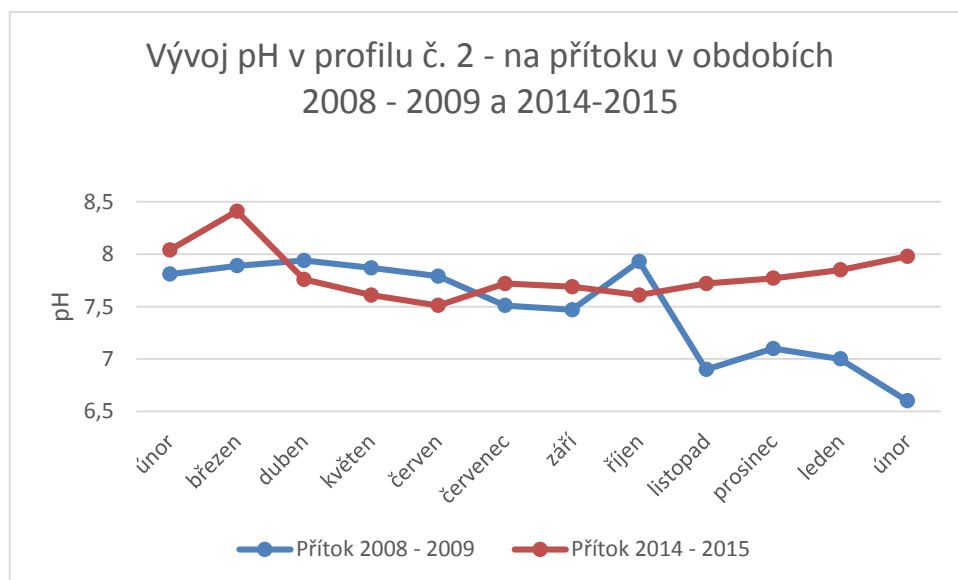
V profilu č. 2 - na přítoku do MVN se v současnosti, podobně jako na profilu předchozím, hodnota drží poměrně stabilně bez větších výkyvů. V minulosti naopak měla během roku klesající tendenci, kdy se dostala v únoru 2009 až na hodnotu 6,6, tedy v oblasti kyselosti. V současnosti byla nejnižší hodnota naměřena v červnu 2014 – 7,51. Vývoj dokumentuje obr. č. 12

V profilu č. 3 měřeném v malé vodní nádrži je rozkolísanost hodnot v průběhu let 2008 – 2009 vidět v nejvyšší míře ze všech srovnávaných profilů. V minulosti byly hodnoty pH velmi rozkolísané kdy v letních – teplejších – měsících nabývalo pH vyšších hodnot, v chladnějších měsících naopak padalo až na úroveň neutrální hodnoty 7. V současnosti se

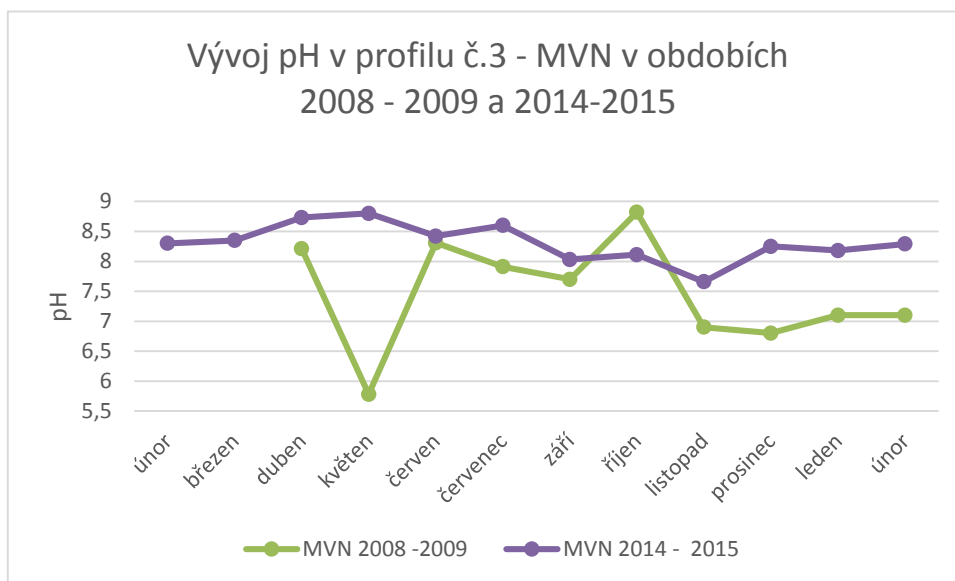
pH v nádrži stabilně pohybuje na vyšších hodnotách, což dokumentuje i obr. č. 13. Může to dokumentovat např. vyšší nárůst organické hmoty v nádrži.



Obr. 11 – srovnání pH v profilu č. 1



Obr. 12 – srovnání pH v profilu č. 2

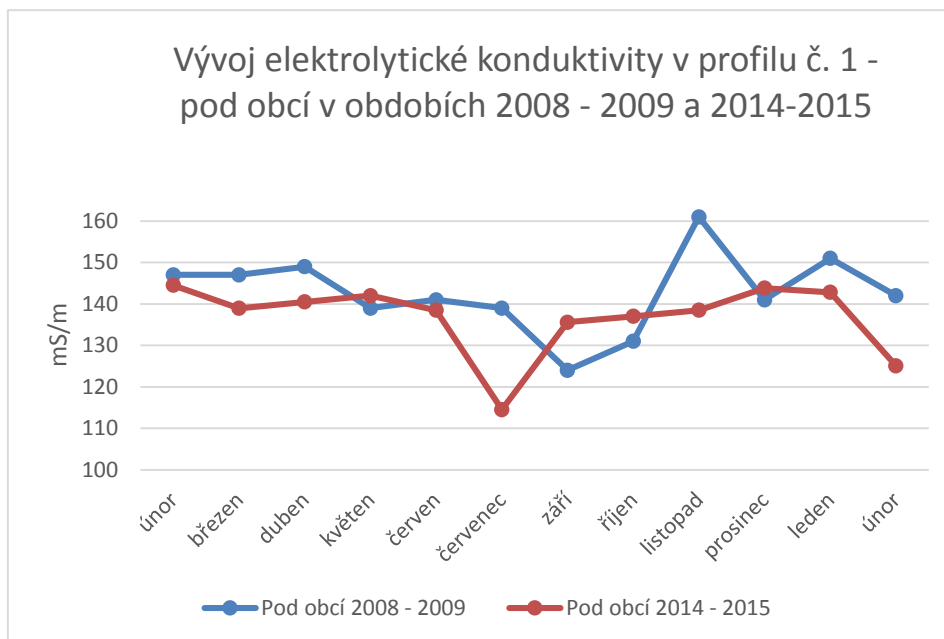


Obr. 13 – srovnání pH v profilu č. 3

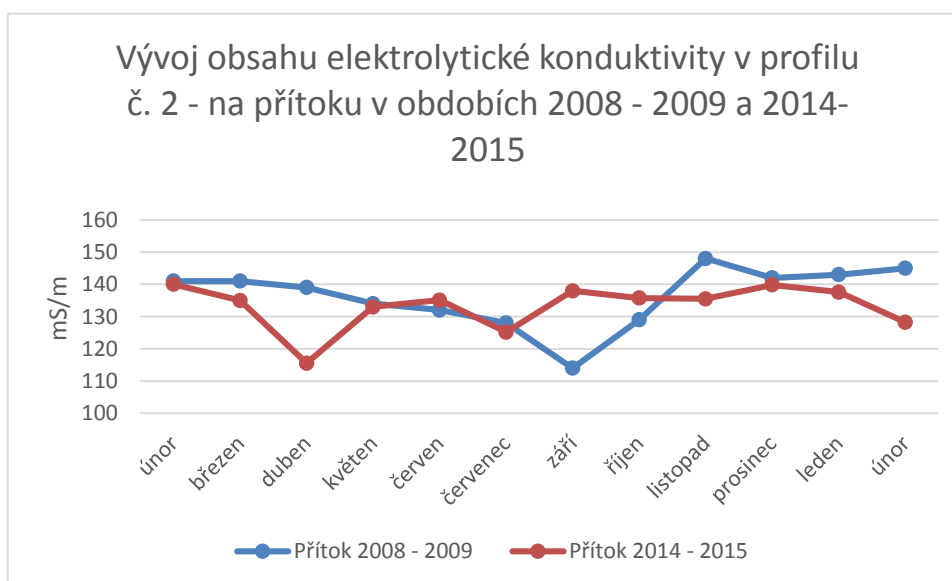
7.1.2 Elektrolytická konduktivita

Elektrolytická konduktivita byla v letech 2008 – 2009 měřena pouze ve dvou profilech – v profilu č. 1 - pod obcí a č. 2 - na přítoku do MVN. Proto byly srovnávány v tomto případě pouze tyto dva profily.

Jak jde vidět z obr č. 14 a č. 15 v současnosti se na obou profilech vyskytují nižší hodnoty elektrolytické konduktivity, která je jedním z ukazatelů znečištění. V minulosti byla nejvyšší hodnota naměřena v listopadu 2008 – 161 mS/m. V současnosti byla nejvyšší hodnota naměřena v únoru 2014 – 144,5 mS/m. Hodnoty se ale na obou profilech snížily pouze nepatrně, a stále jsou hodně vysoké. Na těchto výsledcích lze dokumentovat samočisticí schopnost toku. Ve všech profilech se totiž při totožném měření hodnoty konduktivity směrem po proudu snižovaly, aniž by na toku byla vybudována ČOV, případně jiné zařízení na čištění vod. Z těchto hodnot lze tedy usuzovat na zlepšování kvality vody v Želečském potoce.



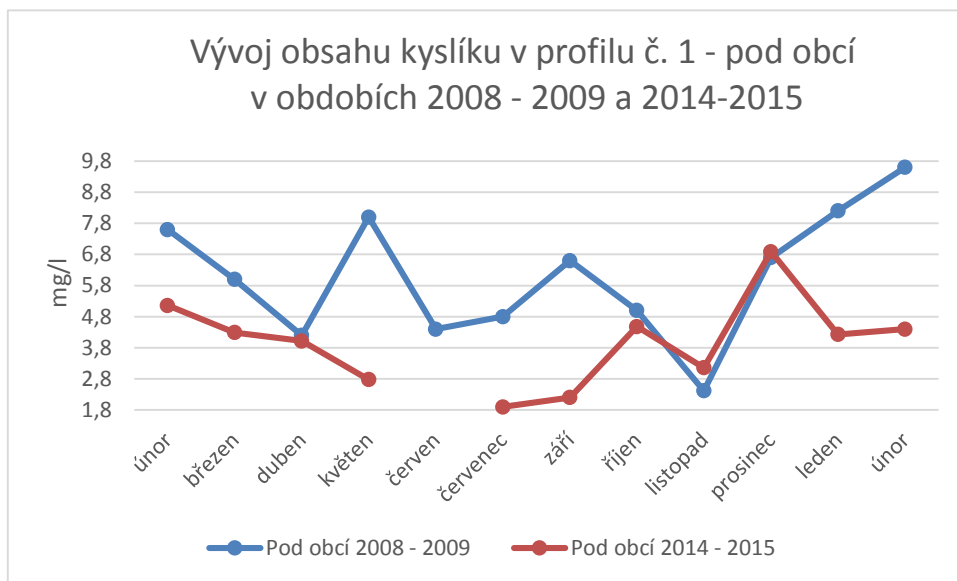
Obr. 14 – srovnání hodnot elektrolytické konduktivity v profilu č. 1



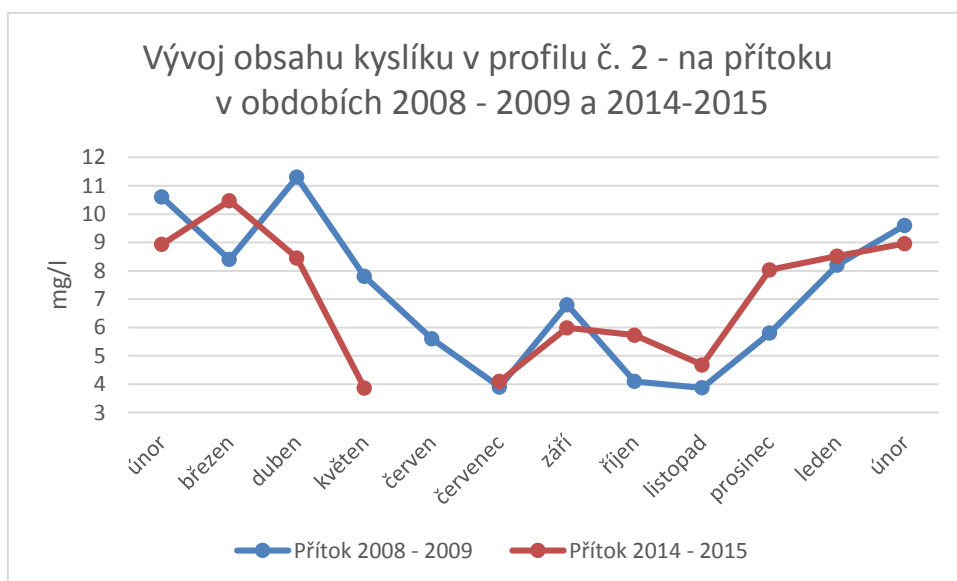
Obr. 15 – srovnání elektrolytické konduktivity v profilu č. 2

7.1.3 Obsah kyslíku ve vodě

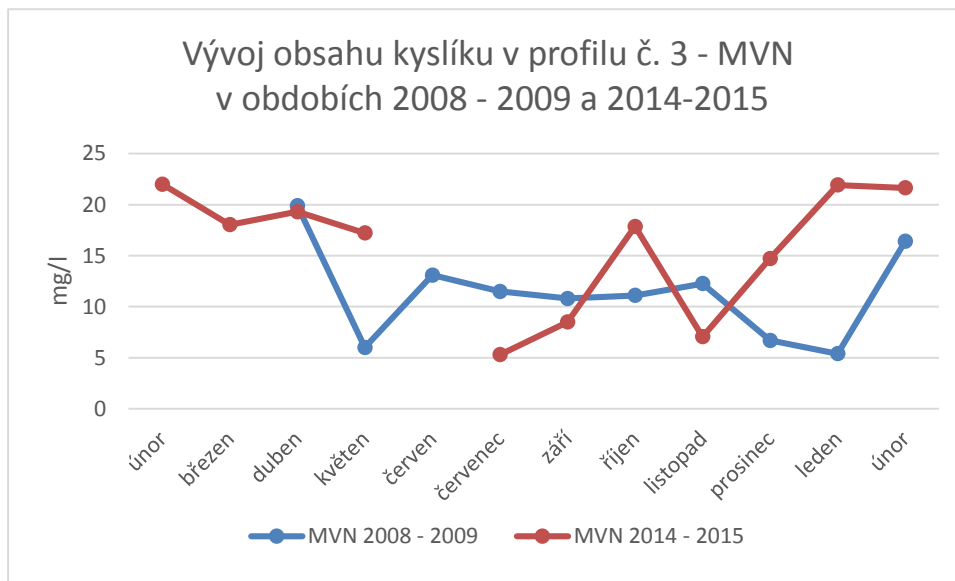
Obsah kyslíku ve vodě potvrzuje trend z ostatních grafů. Hodnoty z let 2008 – 2009 jsou poměrně rozkolísané bez nějakého jasného trendu. V současnosti naopak lze pozorovat jasný trend ubývání kyslíku v teplejších – letních měsících, což je způsobené především vyšší teplotou vody, případně zvýšeným úhynem organické hmoty. Naopak v chladnějších – zimních měsících, dochází k výraznému přesycení vody, které je mimo měřicí stupnici přístroje, kterým bylo měřeno. Vývoj v jednotlivých měrných profilech, dokumentují obr. č. 16, č. 17 a č. 18



Obr. 16 – srovnání obsahu kyslíku v profilu č. 1



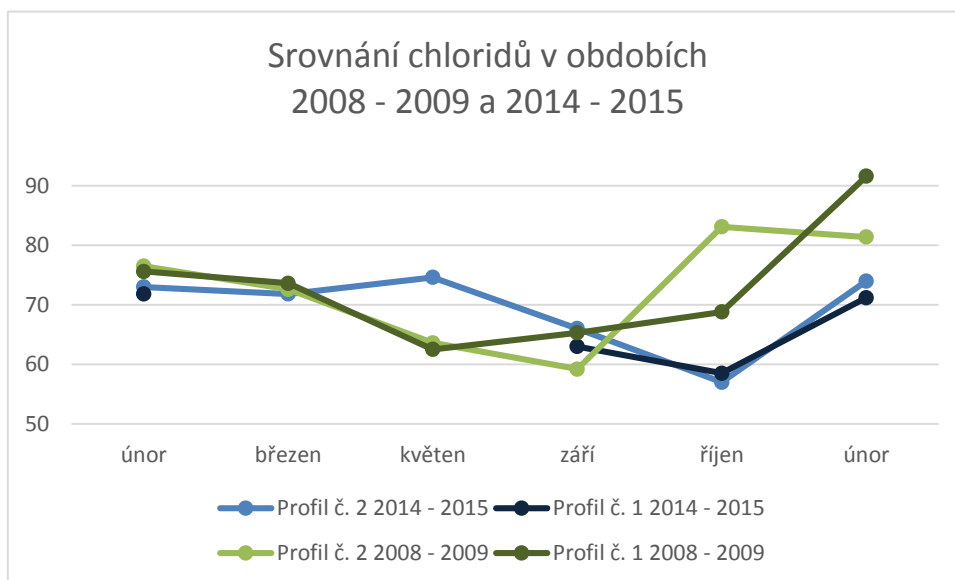
Obr. 17 – srovnání obsahu kyslíku v profilu č. 2



Obr. 18 – srovnání kyslíku v profilu č. 3

7.1.4 Chloridy

Chloridy se, jak je patrné z obr. 19, během sledovaných období vzájemně příliš neliší. Zároveň jsou hodnoty poměrně hluboko pod limitem, který stanovuje nař. vlády č. 23/2011 sb.. Stav chloridů ve vodách je proto uspokojivý a lze konstatovat, že hodnoty chloridů jsou dlouhodobě na nízké úrovni.

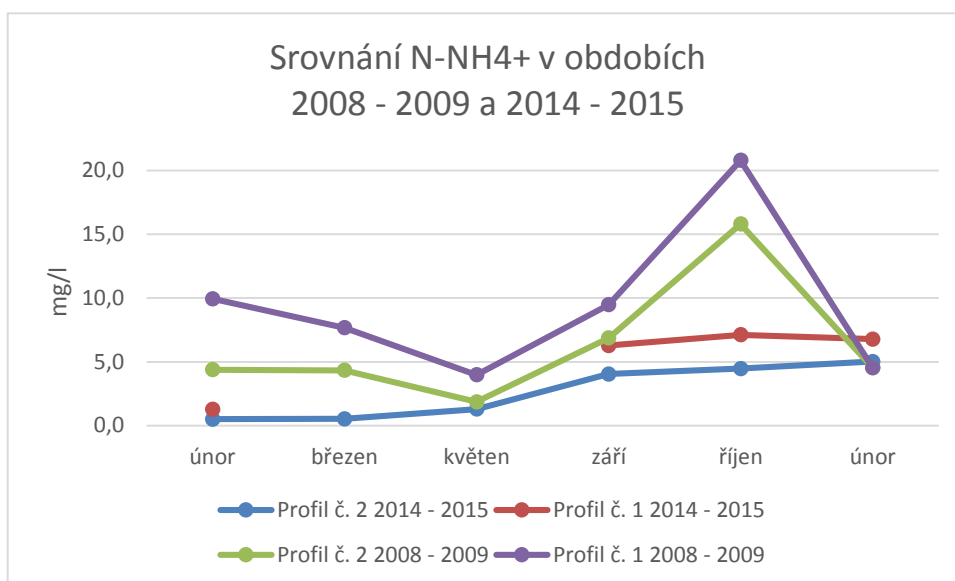


Obr. 19 – srovnání obsahu chloridů

7.1.5 Amoniakální dusík N – NH₄⁺

N-NH₄⁺ indikuje ve vodách přítomnost splaškové vody, případně vody pocházející z živočišných výroby. Do povrchových vod se amoniakální dusík může dostat i z dusíkatých hnojiv, smyvem ze zemědělských pozemků. (Pitter, 2009)

Jak je patrné z obr. č. 20, hodnoty N-NH₄⁺ se oproti minulosti značně snížily. I tak ale hodnoty vysoce překračují limity udávané nař. vládou č. 23/2011 sb. jak je patrné z vyhodnocení výsledků – grafu č. 7. Vysoké koncentrace N-NH₄⁺ má za následek vypouštění splaškové vody do kanalizace. Živočišná výroba v obci již neprobíhá, proto lze tento vliv vyloučit.

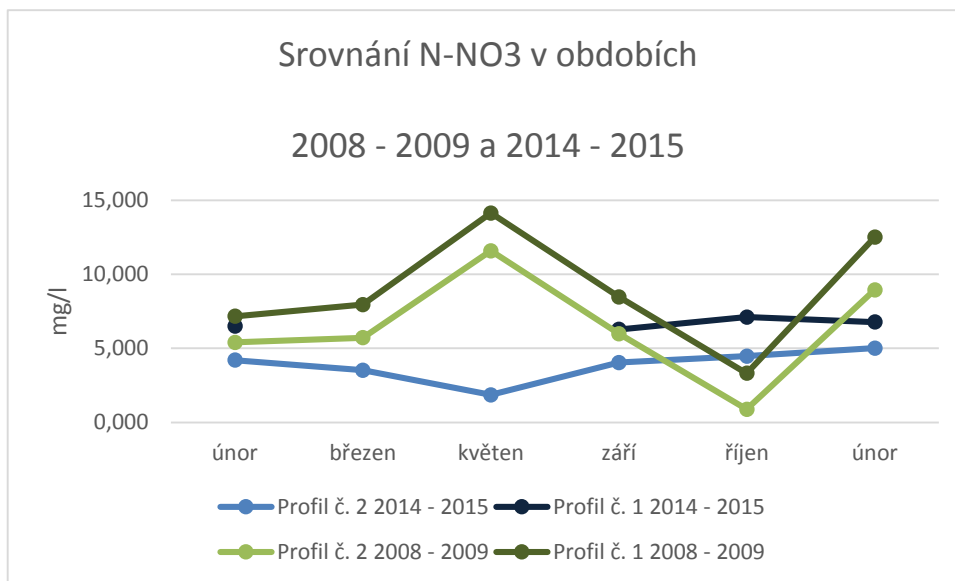


Obr. 20 – srovnání obsahu N-NH₄⁺

7.1.6 Dusičnanový dusík N-NO₃

Dusičnany vznikají sekundárně při nitrifikaci amoniakálního dusíku. Jsou konečným stupněm rozkladu dusíkatých organických látek v oxickém prostředí. Dalším zdrojem je pak hnojení dusíkatými hnojivy. (Pitter, 2009)

Jak lze vidět z obr. 21, i v tomto sledovaném parametru došlo k výraznému poklesu koncentrace N-NO₃ v odebraných vzorcích. Zvláště při srovnání květnových měření je rozdíl takřka 10 mg/l. Zatímco v letech 2008 – 2009 byly koncentrace nadlimitní, v současnosti se v nadlimitních hodnotách vyskytuje už pouze profil č. 1 - pod obcí, kde je znečištění největší.



Obr. 21 – srovnání obsahu N-NO₃

7.1.7 Celkový uhlík, dusík a fosfor

Při celkovém dusíku, uhlíku a fosforu se bohužel neschází měření v obdobích 2008 – 2009 a 2014 – 2015 na stejné měsíce. Proto nebyly grafy vytvořeny. Pohledem na naměřené hodnoty však lze konstatovat, že u hodnot celkového fosforu se hodnoty v současnosti výrazně snížily, často i o jednotky mg/l. Zatímco v minulosti byla nejvyšší naměřená hodnota v profilu č. 2 – na přítoku do MVN 3,34 mg/l, v současnosti to bylo pouze 2,08 a to pouze při jednom měření. Ostatní měření pak měly koncentrace pod 1 mg/l. Navzdory tomuto snížení však stále ve většině případů jsou hodnoty nadlimitní.

I u celkového dusíku je situace podobná, parametry se výrazně snížily a to o několik mg/l. V období 2008 – 2009 byla nejvyšší naměřená hodnota na profilu č. 2 20,9 mg/l. Nejvyšší naměřená hodnota v letech 2014 – 2015 pak byla pouze 12,5 mg/l. V profilu č. 1 byla v minulosti nejvyšší hodnota 24,5 mg/l, v současnosti už jen 19,5 mg/l. I u tohoto parametru jsou ale hodnoty stále ještě ve velkém množství případů nad povoleným limitem.

Celkový uhlík už jen potvrzuje trend, který ukázaly ostatní hodnoty. V letech 2008 – 2009 byla největší naměřená hodnota v profilu č. 1 - u obce 15,7 mg/l, v současnosti už to bylo jen 9,19 mg/l. Na profilu č. 2 to pak byla v období 2008 – 2009 hodnota 13,5 mg/l, období 2014 – 2015 to bylo už pouze 9,83 mg/l. Zatímco v minulosti, byly hodnoty na těchto profilech nadlimitní, v současnosti už se pohybují pod tímto limitem, případně na hranici.

7.2 Vliv malé vodní nádrže na jakost vody

Přehled možných vlivů malých vodních nádrží na chemismus vod byl zpracován v návaznosti na zjištěné výsledky, které potvrzují dané hypotézy.

Vlivem existence malé vodní nádrže se během zdržení, voda výrazně otepluje, především v období vysokých teplot v létě. Toto oteplení vede především ke snížení obsahu kyslíku ve vodě, z čehož může plynout mnoho problému, především pro vodní živočichy. S teplotou vody se částečně váže i problém přemnožení fytoplanktonu, který má vliv na kyslíkový režim – dochází k nárazovému přesycení vody kyslíkem a následnému vyčerpání kyslíku až na minimální hodnoty. Jak je ale patrné z naměřených výsledků, v měrném profilu odtok byl při všech měření obsah kyslíku ve vodě naprosto dostačující. Napomáhá tomu bezesporu i přepad, kterým se dostává voda do toku pod nádrží. Tím dochází k prokysličování vody a tím i zajištění dostatečného množství kyslíku ve vodě.

Z výsledků je dále patrné, že v nádrži se zadržuje značné množství živin, které obsahuje voda nad vodní nádrží. Jak lze vidět z výsledků, např. celkové množství fosforu na odtoku – profilu č. 5 se snížilo v každém měření. Nejpatrněji lze tuto změnu vidět z rozboru vzorku dne 27. 5. 2014, kdy se hodnota 2,08 na profilu č. 3 - přítoku, zdržením vody ve vodní nádrži změnila na 0,426 na profilu č. 5 - odtoku.

Výsledky rozborů ostatních parametrů tento trend jen potvrzují, kdy se hodnoty snížily i u dalších parametrů, které indikují organické znečištění jako je např. hodnota dusičnanového, dusitanového i amonného dusíku. Tyto hodnoty se snížily zdržením v nádrži vždy přibližně o dvě třetiny. Výrazně se snížilo i množství bakteriálního znečištění ve vodě. Např. při měření 4. 3. 2014 se enterokoky snížily z hodnoty 34 KTJ/1ml na hodnotu 0,2 KTJ/1ml. Rovněž *Escherichia coli* se snížila z hodnoty 60 KTJ/1ml na hodnotu 0,3 KTJ/1ml. Nejvíce se snížila hodnota u fekálních kolif. bakterií – z hodnoty 15900 KTJ/1ml na hodnotu 600 KTJ/1ml. Je tedy možné konstatovat, že vodní nádrž má pozitivní vliv na odbourávání organického znečištění ve vodě.

Hodnoty, které se naopak zvýšily na odtoku, oproti přítoku byla BSK a $CHSK_{Mn}$. To lze dát za příčinu tzv. sekundárnímu znečištění, které způsobuje nadměrně bující fytoplankton. Tuto domněnku podporuje i hodnota celkového uhlíku, která se na odtoku z malé vodní nádrže také zvýšila a to poměrně výrazně – 2* až 3*. Dále se výrazně zhoršil parametr u zákalu vody, který vzniká v nádrži a vizuální kontrolou se voda dále po toku opět čistí.

V konečném hodnocení můžeme tedy konstatovat, že vliv malé vodní nádrže na chemismus vod je poměrně zásadní. Malá vodní nádrž pomáhá odbourávat organické znečištění a to především co se živin týče. Efektivně dochází k odbourávání fosforu i všech sloučenin dusíku – dusičnanů, dusitanů i amoniakálního dusíku. Rovněž dochází k efektivnímu snižování bakteriálního znečištění, kdy u několika měření byla voda na odtoku zcela bez bakteriálního znečištění.

Negativní vliv pak může mít vodní nádrž především v kyslíkovém režimu. Největší nebezpečí nastává v zimě a v létě. V zimě, při zamrzlé hladině, nedochází k prokysličování vody prostupem ze vzduchu a hrozí kyslíkový deficit, který by měl fatální vliv na vodní organismy. V létě naopak stoupá teplota vody a tím klesá možnost nasycení vody kyslíkem. Negativní vliv má pak na nasycení kyslíkem i fytoplankton, kdy může dojít k výraznému přesycování vody v důsledku fotosyntézy a následně nedostatku kyslíku v důsledku úhynu fytoplanktonu.

Problém malých vodních nádrží je časté zvýšení parametrů BSK a CHSK, které má příčinu ve vysokém množství fytoplanktonu. Vzniká tak sekundární znečištění, což mimo parametrů CHSK a BSK potvrzuje i zvýšení celkového organického uhlíku ve vodě.

8. Návrhy na zlepšení situace

Když byla před šesti lety zpracována na lokalitě v Želči diplomová práce Bc. Petrou Fialovou, byl její součástí i návrh čištění odpadních vod obce Želeč. To by zřejmě výrazně zlepšilo parametry v toku i malé vodní nádrži. Navrhována zde byla na základě výpočtu kořenová čistírna odpadních vod, která by se nacházela pod trubní výpustí pod posledním domem v obci. Tato čistírna by byla navržena jako průtočná s dvěma horizontálními poli o celkové ploše 3075 m². Jedno pole by pak mělo plochu 1537 m² (Fialová, 2009). Tato kořenová čistírna však dosud nebyla realizována.

Součástí této práce, by měl být rovněž návrh na zlepšení situace na toku. Vzhledem k návrhům, které byly provedeny už v roce 2009, bylo zbytečné provádět stejné návrhy i v této diplomové práci. Proto bylo rozhodnuto o vytvoření alternativních řešení, které by se daly v případě čištění odpadních vod v obci Želeč použít. Práce tak určitým způsobem i v tomto směru navazuje na diplomovou práci zpracovanou Bc. Petrou Fialovou v roce 2009.

8.1 Aerobní biologická nádrž

Pro tento případ byla navržena aerobní biologická nádrž provzdušňovaná. Ta by si sice vyžádala větší náklady na výstavbu a provoz, než nádrž neprovzdušňovaná, ale výrazně by se takto zkrátila doba zdržení a především se takto výrazně zmenší plocha, potřebná k dosažení dostatečného objemu na danou dobu zdržení. Zabraná plocha je v této lokalitě důležitá zejména kvůli záboru pozemků, na kterých by se nádrž vyskytovala a případnému jednání s vlastníky o jejich prodeji. Zároveň by byla nutná rekonstrukce kanalizace tak, aby bylo možné ji napojit na navrhované nádrže.

8.1.1 Výpočet a návrh aerobní biologické nádrže

Koncentrace BSK₅ přítékajících do aerobní biologické nádrže:

Průměrná hodnota produkce BSK₅/obyvatele na den = 50g = C_d

Počet EO = 650

Průměrná spotřeba vody / obyvatele / den = 150 l = q_d

$$Q_{24} = EO * q_d$$

$$Q_{24} = 650 * 0,150 = 97,5 \text{ m}^3/\text{den}$$

Q₂₄ = Průměrné množství vody, které je do kanalizace za den vypuštěno

$$C_{cd} = EO * C_d$$

$$C_{cd} = 650 * 50 = 32500 \text{ BSK}_5 / \text{den}$$

C_{cd} = Celková produkce BSK₅ za den

$$C_m = C_{cd} / Q_{24}$$

$$C_m = 32500 / 97,5 = 333,34 \text{ g} / \text{m}^3$$

C_m = koncentrace BSK₅ na m³

Mechanický stupeň předčištění, který bude před biologickou nádrží umístěn, níží koncentraci BSK₅ o 25%

$$C_{př} = 333,34 * 0,75$$

$$C_{př} = 250 \text{ g} / \text{m}^3$$

$C_{př}$ = Celková koncentrace BSK₅ na m³, která bude na přítoku do biologické aerobní nádrže

a) Doba zdržení v nádrži

$$t = 0,0347 * C_{př} * 1,072^{(35 - T_v)}$$

$$t = 0,0347 * 250 * 1,072^{15} = 24,6 \text{ dní}$$

T_v = teplota vody

b) Potřebný objem nádrže

$$V = t * Q_{24}$$

$$V = 24,6 * 97,5 = 2398,5 \text{ m}^3$$

Orientační návrhové parametry provzdušněných aerobních biologických nádrží viz tab. č. 2 (Šálek, Tlapák, 2006)

Tab. č. 2 - Orientační návrhové parametry provzdušněných aerobních biologických nádrží

Specifická plocha (1 EO)	2 až 3 m ²
Střední hloubka	1,5 až 2,5 m
Doba zdržení	5 a více
Oxidační poměr	1,5 a více

c) Celková navrhovaná plocha

$S = EO \cdot \text{specifická plocha}$

$$S = 650 \cdot 3 = 1950 \text{ m}^2$$

Navrženy budou 2 aerobní biologické nádrže sériově zapojené – provzdušňované – plocha jedné nádrže tedy bude 975 m². To odpovídá rozměrům 30 * 32,5 m jedna nádrž.

Návrhová hloubka byla zvolena jako 1,5 m. Objem jedné nádrže tedy bude 1462,5 m³ vody. Celkový objem nádrží bude 2 925 m³, což odpovídá objemu nádrže potřebnému ke zdržení vody na 24,6 dní s objemovou rezervou 18%.

Čistící účinek aerobních biologických nádrží doporučuje Šálek a Tlapák (2006) počítat dle vztahu Uhlmann a kol. (1983,1985), jehož použitelnost byla v podmínkách ČR ověřena.

$$Codt = \frac{C_{př}}{\left(1 + \frac{K1 \cdot t}{n}\right)^n} = 102,065 \text{ g/m}^3$$

Codt a C_{př} = hodnota BSK₅ v odtékající resp. přitékající vodě

t – průměrná doba zdržení

n – počet sériově zapojených nádrží

$$K1 = \frac{\frac{-1}{t^{1,391 + \frac{1,304}{T} + \frac{0,061 + 0,05T}{L}}}}{0,327 + \frac{10,277}{T} + \frac{1}{\frac{0,25 + 0,476}{T} * L}} = 0,04594$$

T = střední teplota vody v příslušném ročním období

L = objemové zatížení BSK₅ = C_{př} / t

Z výpočtu tedy vyplývá, že zatímco na vstupu bude koncentrace BSK₅ 250 g/m³, na výstupu už to bude jen 102,065 g/m³. Z toho vyplývá, že účinnost biologické nádrže bude bezmála 60%, což odpovídá koncentraci, o kterou se BSK₅ sníží na výstupu oproti vstupu.

8.2 Revitalizace části toku

Další návrh, který by v případě realizace zlepšoval podmínky v toku resp. malé vodní nádrži, by byla revitalizace toku. Vzhledem k vlastnickým vztahům by bylo možné revitalizovat pouze část toku, a to v místech, kde končí zahrady a obec by zde měla možnost pozemky od vlastníků odkoupit. Na tomto místě by se vybudoval výmol, kterým by tok protékal. Tento výmol by byl poměrně mělký a byl by osázen vodními a bahenními rostlinami jako je např. chrastice rákosovitá, orobinec širokolistý nebo skřipinec jezerní. Tyto rostliny by pak vzhledem k přímému průtoku zajišťovaly filtrační funkci a mohly by být výrazným prvkem, který by podporoval samočistící funkci toku. Zároveň by se stal dalším prvkem, který by zvyšoval ekologickou stabilitu krajiny, protože by ho mohly vyhledávat různé druhy obojživelníků a ptáků, kteří taková stanoviště potřebují pro svůj život a reprodukci.

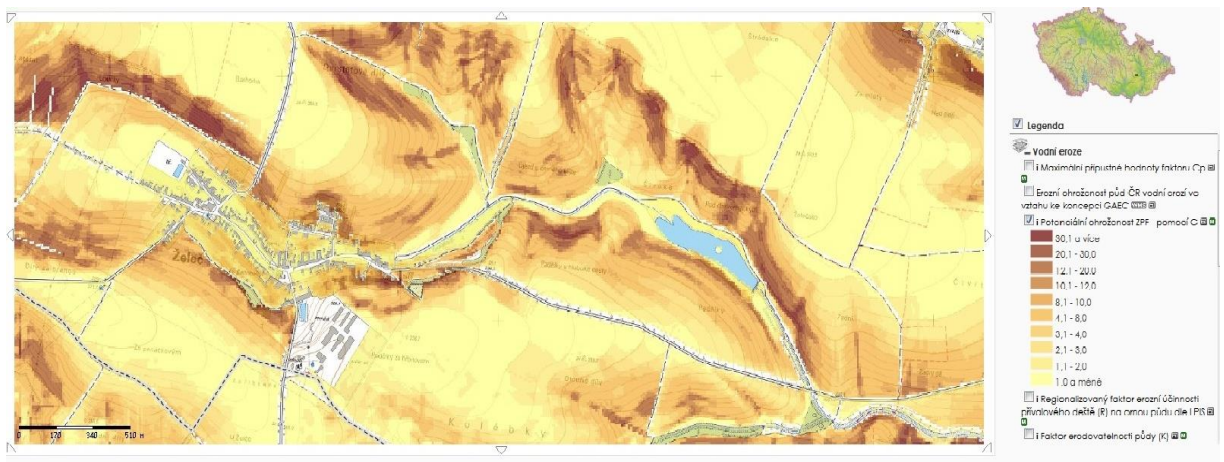
Tento návrh by znamenal výrazně nižší náklady na realizaci, než vybudování provzdušňované aerobní biologické nádrže, ale také by znamenal výrazně menší účinnost v čištění znečištěné vody. Proto by bylo vhodné tento návrh realizovat pouze jako podpůrný k výše zmiňované aerobní biologické nádrži.

8.3 Opatření na povodí

Mezi opatření, která by mohla výrazně zlepšit stav jak v toku, tak i v nádrži, jsou opatření, která by se realizovala na povodí. Jak lze vidět z obr. č. 22, který pochází z dat Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půd, v bezprostředním okolí toku i vodní nádrže jsou půdy na zemědělských pozemcích silně náchylné k erozi. Eroze následně způsobuje zanášení toku i vodní nádrže materiálem, z toho vychází i snižování objemu vodní nádrže a výrazné zvýšení ceny údržby vodní nádrže. Nemałym procentem pak eroze přispívá i k eutrofizaci nádrže a tím k ekologickým problémům jako je např. přemnožení sinic, které následně ovlivňují i kyslíkový režim v nádrži. Zanášení Želečského potoka lze demonstrovat na korytě, které je opevněno betonovými žlaby, které jsou ale pod nánosy sedimentů, dle vyjádření zástupců obce několik desítek cm.

Proto bylo navrženo v povodí několik opatření, které by vedly ke zlepšení situace. První z nich je obnova a péče o břehové porosty Želečského potoka. V současnosti, jak je patrné z hodnocení doprovodné zeleně, je doprovodná a břehová vegetace ve špatném stavu. S tím souvisí i důsledné dodržování hranic zemědělských pozemků. V současnosti dochází k rozorávání zeleného pásu podél toku, který částečně zabraňuje splavování hrubých splavenin do toku.

Dalším opatřením je důsledné dodržování osevních postupů, které zamezí další erozi. Na ploše by bylo vhodné pěstovat plodiny, které výrazněji podporují vsak a omezují soustředěný i nesoustředěný odtok. Opatření, které však vyžaduje už podstatnější zásah, by bylo vybudování průlehu, které by se zatravnily a osadily stromy. Průlehy by byly navrhovány jednak v místech, kde by přerušovaly délku svahu a tím i výrazně snižovaly vodní i větrnou erozi. Další průleh byl navržen v bezprostředním okolí toku a vodní nádrže. Tento průleh by měl za úkol jednak výrazným způsobem určit hranice mezi zemědělskými pozemky a pozemky přiléhajícími k toku a vodní nádrži. Zároveň by tento průleh omezoval další smyvy z polí do toku resp. vodní nádrže.



Obr. 22 – Mapa erozní ohroženosti půd dle G (VUMOP, 2015)

9. Celkové zhodnocení

V celkovém hodnocení můžeme konstatovat, že povodí Želečského potoka je v poměrně dobrém stavu. Na povodí vznikají nové prvky územního systému ekologické stability a další prvky jsou plánované. To zvyšuje výrazně biodiverzitu a ekologickou stabilitu celého území.

Samotný Želečský potok potřebuje výraznější zásahy především v oblasti břehové a doprovodné vegetace. Ta je totiž ve velmi špatném stavu a správce toku by se měl postarat o její obnovu. Želečský potok je opevněn betonovými žlaby, které jsou ale úplně zanešené sedimenty a bylo by potřeba tyto sedimenty odstranit, aby za vyšších průtoků nedocházelo k zanášení vodní nádrže, která se na toku nachází.

Vodní nádrž je v dobrém stavu. Doprovodná a břehová vegetace se stále ještě vyvíjí a je zde předpoklad dalšího úspěšného vývoje i do budoucna. Ve vodní nádrži žije velké množství ryb, které se zde množí a využívá ji i velké množství ptáků. Z osobního pozorování lze jmenovat např. volavku popelavou (*Ardea cinerea*), kachnu divokou (*Anas platyrhynchos*), lysku černou (*Fulica atra*) nebo potápka roháč (*Podiceps cristatus*).

Z pohledu chemismu vod můžeme konstatovat, že jakost vody se lepší. Díky srovnání současných dat s daty z období 2008 – 2009 můžeme s jistotou říct, že většina sledovaných parametrů se výrazně zlepšila, i když některé z nich jsou stále v nadlimitních hodnotách dle nařízení vlády č. 23/2011 sb.

Pro další zlepšení tohoto stavu by bylo vhodné realizovat některá z opatření, která jsou v této diplomové práci navrhována, případně současné jímky s přepadem, které stále má přibližně polovina objektů v obci přestavět na jímky bez přepadu, které by se pravidelně vyvážely k vyčištění.

10. Závěr

Provedený výzkum dokázal, že jakost vody v Želečském potoce a v malé vodní nádrži Želeč se zlepšuje. Ve studii je zmiňován stav doprovodné a břehové vegetace a její vliv na chemismus vod. Největší význam je ale v práci kladen na jakost vody a její změnu.

Na území bylo prováděno, zpravidla ve čtrnáctidenních intervalech, měření, při kterém byly zjišťovány základní parametry vody, jako byla např. teplota vody, pH, elektrolytická konduktivita nebo nasycení vody kyslíkem. Díky tomuto intervalu bylo možné zachytit všechny možné vlivy, které by mohly měření nějak ovlivňovat, jako byla např. přemnožení sinic a jejich následný úhyn, zamrznutí nádrže nebo nízké průtoky zapříčiněné suchem. Intervaly byly přerušeny pouze technickými problémy s měřicím přístrojem během léta 2014 a dále pak prosince 2014. V nepravidelných intervalech pak byly pracovníky Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka odebírány vzorky vody v reprezentativních odběrných profilech, které se kryly s profily měrnými, ve kterých byly měřeny základní parametry. Z těchto vzorků byly následně v laboratoři provedeny rozbory, které byly Výzkumným ústavem vodohospodářským laskavě poskytnuty ke zpracování v této diplomové práci.

V další fázi práce byly vyhodnoceny naměřené výsledky a porovnány s normou environmentální kvality, dle nařízení vlády č. 23/2011 sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. Orientačně byly hodnoty porovnány i s ČSN 75 7221 Jakost vod – klasifikace jakosti povrchových vod.

V poslední fázi byly provedeny návrhy, které by vedly ke zlepšení stavu na toku a v malé vodní nádrži. Navrhnuty byly dvě, sériově zapojené biologické aerobní nádrže s aerací. Dále by bylo možné zrealizovat revitalizaci toku a vytvoření průtočného mokřadu, který by vodu předčišťoval před jejím vstupem do vodní nádrže. Nezanedbatelné budou i úpravy v rámci povodí – především dodržování ochranných pásem, obnova břehové vegetace apod.

11. Summary

The research showed that water quality in the Želečský potok and a small water reservoir Želeč improves. The study mentioned riparian vegetation and its influence on the chemistry of water. The greatest importance is placed on work in water quality and its change.

The area was carried out, generally at fortnightly intervals of measurement which were determined basic parameters of the water as it was e.g. water temperature, pH, electrolytic conductivity or oxygen saturation. In this interval, it was possible to capture all the possible effects that could somehow affect the measurements, such as it was overgrowth of cyanobacteria and their subsequent death, freezing tank or low flow caused by drought. Intervals were interrupted only by technical problems with the meter during the summer of 2014, and then in December 2014. At irregular intervals, the staff of the Water Research Institute TG Masaryk sampled water in representative sampling profiles, which coincided with measuring profiles, which were measured basic parameters. From these samples were subsequently carried out in the laboratory analyzes that have been Water Research Institute kindly provided for processing in this thesis.

In the next phase of work there were evaluated results are compared with environmental quality standards, according to Government Decree no. 23/2011. Indicative values were compared with CSN 75 7221 Water quality - Classification of surface water quality.

In the last phase there were made proposals that would lead to the improvement of the flow in a small water tank. There were designed two serially connected aerobic biological aeration tanks. It would be possible to realize the revitalization of flow and create flow wetland that would preclean water before it enters the water tank. Important modifications will be in basin - the observance of buffer zones, restoration of riparian vegetation, etc.

Použitá literatura

- CULEK, Martin, 1995, Biogeografické členění České republiky, Praha, Enigma, 347 s. ISBN 80-85368-80-3
- ČSN 75 7221: Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod, 1998
- FIALOVÁ Petra, 2009, Studie znečištění povrchových vod v obci Želeč a návrh opatření, Brno
- QUITT, Evžen, 1975, Klimatické oblasti ČSR, Brno, Geografický ústav ČSAV Brno, 1:50 000
- HLAVÍNEK, Petr a ŘÍHA, Jaromír, 2005, Jakost vody v povodí, Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 209 s. ISBN 80-214-2815-5
- KREČMER, František a JAVORSKÝ, Petr, 1990, Rozbory vod a ovzduší v zemědělství, Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 422 s. ISBN 80-209-0110-8
- LOŠŤÁK, Miroslav, 2004, Manipulační řád pro Želeč – vodní nádrž N2,
- SOJKA Jan, 2001, Stavíme malé čistírny odpadních vod, Brno, Vydavatelství ERA, 97 stran
- SOUKUP Mojmir, HRÁDEK František, 1999, Optimální regulace povrchového odtoku z povodí, Praha, 98 s. ISSN 1211-3972
- SUKOP, Ivo, 2006, Ekologie vodního prostředí, Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 199 s. ISBN 80-7157-923-8
- SYNÁČKOVÁ, Marcela, 1996, Čistota vod, Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 208 s. ISBN 80-01-01083-X
- ŠÁLEK Jan, 1999, Navrhování a provozování vegetačních kořenových čistíren, Praha, 54s. ISSN 1211-9199, ISBN 80-86153-037-0
- ŠÁLEK Jan, TLAPÁK Václav, 2006, Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod, Praha, Informační centrum ČKAIT s.r.o, 283 s, ISBN 80-86769-74-7
- ŠLEZINGR, Miloslav a ÚRADNÍČEK, Luboš, 2002, Vegetační doprovod vodních toků a nádrží, Brno, Vysoké učení technické v Brně, 135 s.

TLAPÁK Václav, ŠÁLEK Jan, LEGÁT Vladimír, 1992, Voda v zemědělské krajině, Vyd. 1, Praha: Zemědělské nakladatelství Brázda v Praze, 320 s, ISBN 80-209-0232-5

TLAPÁK, Václav a HERYNEK, Jaroslav, 2001, Úpravy vodních toků a hrazení bystřin, Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 150 s. ISBN 80-7157-551-8

ZAVADIL Jan, 1949, Výskyt a využití znečištěných vod, Brno, Ústav zdravotního inženýrství VŠT Brno, 43s

Zákon č. 254/2001 sb. o vodách a změně některých zákonů.

INTERNETOVÉ ZDROJE

ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘIČSKÝ A KATASTRÁLNÍ, Základní mapa 1:10000 [online], 2015 [cit. 2015 – 03 - 29]

ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘIČSKÝ A KATASTRÁLNÍ, Ortofoto mapa, 1:1000 [online], 2015 [cit. 2015 – 04 - 01]

OBEC ŽELEČ, Informace o obci [online], 2014 [cit. 2014-15-11], Dostupné z <http://www.zelec.cz/>

PORTÁL VEŘEJNÉ ZPRÁVY, Nařízení vlády č. 23/2011 o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech [online], 2011 [cit. 2015 – 02 - 25], Dostupné z eagri.cz/public/web/file/105217/sb0008_2011_23_2011.pdf

POVODÍ MORAVY, Průvodní list povrchových vod Plánu oblasti povodí Moravy [online], 2015 [cit. 2015 – 02-02] Dostupné z http://www.pmo.cz/pop/2009/Morava/End/inf_listy/prilohy/121.pdf

VÝZKUMNÝ ÚSTAV MELIORACÍ A OCHRANY PŮD, V.V.I., Mapa erozní ohroženosti půd dle G [online], 2015 [cit. 2015 – 03 - 25]

..

SEZNAM OBRÁZKŮ

- 1) Obrázek 1 – graf vývoje pH na jednotlivých měrných profilech v průběhu roku
- 2) Obrázek 2 – graf vývoj elektrolytické konduktivity na jednotlivých měrných profilech v průběhu roku.
- 3) Obrázek 3 – graf vývoj nasycení kyslíkem v jednotlivých měrných profilech dle ČSN 75 7221
- 4) Obrázek 4 – graf vývoj nasycení kyslíkem v jednotlivých měrných profilech dle nař. vlády č. 23/2011 sb.
- 5) Obrázek 5 - graf vývoje koncentrace chloridů v čase
- 6) Obrázek 6 - graf vývoje N-NO₃ v čase
- 7) Obrázek 7 – graf vývoje N-NH₄⁺ v čase
- 8) Obrázek 8 – graf vývoje celkového P v čase
- 9) Obrázek 9 – graf vývoje celkového N v čase
- 10) Obrázek 10 – graf vývoje celkového C v čase
- 11) Obrázek 11 – graf srovnání pH v profilu pod obcí
- 12) Obrázek 12 – graf vývoje pH v profilu přítok
- 13) Obrázek 13 – graf vývoje pH v profilu MVN
- 14) Obrázek 14 - graf srovnání hodnot elektrolytické konduktivity v profilu pod obcí
- 15) Obrázek 15 - graf srovnání elektrolytické konduktivity v profilu na přítoku
- 16) Obrázek 16 – graf srovnání obsahu kyslíku v profilu pod obcí
- 17) Obrázek 17 – graf srovnání obsahu kyslíku v profilu na přítoku
- 18) Obrázek 18 – graf srovnání kyslíku v profilu MVN
- 19) Obrázek 19 – graf srovnání obsahu chloridů
- 20) Obrázek 20 – graf srovnání obsahu N-NH₄⁺
- 21) Obrázek 21 – graf srovnání obsahu N-NO₃
- 22) Obrázek 22 – mapa potenciální ohroženosti půdního fondu – pomocí G

SEZNAM TABULEK

- 1) Tabulka č. 1 - Klimatické charakteristiky dle Quitta (1971)
- 2) Tabulka č. 2 – Orientační návrhové parametry provzdušněných aerobních biologických nádrží