

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav aplikované a krajinné ekologie



Analýza jakosti vody v nádrži Plumlov

Diplomová práce

Vedoucí práce:

Ing. Petra Oppeltová, Ph.D.

Vypracovala:

Bc. Klára Náglová

Brno 2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Klára Náglová**
Studijní program: Zemědělská specializace
Obor: Agroekologie
Název tématu: **Analýza jakosti vody v nádrži Plumlov**
Rozsah práce: 50 stran textu, tabulky, grafy, mapové přílohy, fotodokumentace

Zásady pro vypracování:

1. Problematika jakosti vody, znečišťování vod, související vodoprávní legislativa – literární rešerše
2. Přírodní a hospodářské podmínky v zájmovém území – povodí nad nádrží
3. Charakteristika nádrže Plumlov
4. Metodika práce
5. Terénní průzkum, odběry vzorků vody a jejich laboratorní zpracování
6. Zhodnocení vybraných ukazatelů jakosti vody, návrhy opatření na zlepšení jakosti
7. Diskuse a závěr

Seznam odborné literatury:

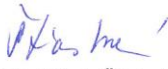
1. HUBAČÍKOVÁ, V. – OPPELTOVÁ, P. *Úpravy vodních toků a ochrana vodních zdrojů*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. 130 s. ISBN 978-80-7375-243-9.
2. HETEŠA, J. – KOČKOVÁ, E. *Hydrochemie*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1998. 95 s. ISBN 80-7157-289-6.
3. PITTEK, P.: *Hydrochemie*. 2.vyd. Praha. VŠCHT, 1999, 568 s.
4. Říha, J. et al.: *Jakost vody v povrchových tocích a její matematické modelování*. 1.vyd.Brno. NOEL 2000 s r.o., 267 s.
5. Zákon č. 274/2001 Sb. v platném znění o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a s tím související prováděcí předpisy
6. Zákon o vodách č. 254/2001 Sb. v platném znění a s tím související prováděcí předpisy

Datum zadání diplomové práce: říjen 2014

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2016

L. S.


Bc. Klára Náglová
Autorka práce


doc. Ing. Dr. Milada Štátná
Vedoucí ústavu




Ing. Petra Opeřtová, Ph.D.
Vedoucí práce


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

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci: **Analýza jakosti vody v nádrži Plumlov** vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

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

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

V Brně dne:.....

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Hlavní poděkování patří vedoucímu mé diplomové práce, paní Ing. Petře Oppeltové, Ph.D. za připomínky, cenné rady, ochotu a pomoc. Další mé poděkování patří zaměstnancům obecního úřadu Mostkovice hlavně paní Magdaléně Všetickové, diS. Další poděkování patří zaměstnancům povodí Moravy za podané informace a rady a to hlavně paní Mgr. Lence Procházkové, panu Mgr. Dušanovi Kosourovi a Mgr. Rodanovi Gerišovi. Poděkování patří taktéž mé kamarádce Veronice Pagáčové.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce s názvem Analýza jakosti vody v nádrži Plumlov řeší problematiku kvality vody tohoto vodního díla. Součástí práce je literární rešerše na téma znečišťování vod. V literární rešerši řeším základní informace o vodě, legislativu, která se vod týče a charakteristika vybraného vodního díla. V metodice je zpracovaný terénní průzkum, odběry vzorků na vodním díle a jejich vyhodnocení v laboratoři. Výsledky jsou znázorněny v grafech, které jsou popsány. V závěru své práce je celkové zhodnocení ukazatelů jakosti vod. V závěru je taktéž shrnuto nápravné opatření vody v nádrži Plumlov.

Klíčová slova: voda, jakost vody, legislativa, vodní nádrž Plumlov

ABSTRACT

This thesis titled Analysis of water quality in the reservoir Plumlov solves water quality issues of this water piece of work. The thesis includes a literature review on the topic of water pollution. In this literature review I address basic information about water, legislation related to water and characteristic of this chosen water piece of work. The field survey, sampling of reservoir and their evaluation in the laboratory are processed in the methodology. The results are shown in graphs which are described. In conclusion of my thesis is the overall assessment of indicators of the water quality. There are also summarized corrective measures for water in the Plumlov reservoir.

Key words: water, water quality, legislation, water reservoir Plumlov

Obsah

1	ÚVOD	11
2	CÍL PRÁCE	12
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	13
3.1	Voda.....	13
3.1.1	Rozdělení vody	13
3.2	Proč sledovat vodu ve vodních dílech	15
3.2.1	První otázka monitoringu	15
3.2.2	Hlavní důvody proč sledujeme jakost vody ve vodních dílech.....	16
3.2.3	Jak správně provádět monitoring jakosti vody ve vodních dílech	16
3.3	Charakteristika ukazatelů jakosti povrchových vod	17
3.3.1	Dusík.....	17
3.3.2	Fosfor.....	18
3.3.3	CHSK	18
3.3.4	Elektrolytická konduktivita	19
3.3.5	pH	19
3.3.6	Kyslík	19
3.3.7	Sírany.....	20
3.3.8	Chloridy	20
3.3.9	Železo	20
3.3.10	Mangan	21
3.4	Vodohospodářská legislativa	21
3.4.1	Vývoj vodohospodářské legislativy	21
3.4.2	Vodní zákon.....	22
3.4.3	Nařízení vlády č. 71/2003 Sb.	23
3.4.4	Předpis č. 252/2004 Sb.	24
3.4.5	Předpis č. 590/2002 Sb.	24
3.4.6	Předpis č. 155/2011 Sb.	24
3.4.7	Nařízení vlády 401/2015	25
3.4.8	Nitrátová směrnice.....	25
3.4.9	ČSN 75 7221	26

3.5	Pohled na úlohy vodních děl.....	27
4	CHARAKTERISTIKA VYBRANÉHO VODNÍHO DÍLA A JEHO OKOLÍ	28
4.1	Vodní nádrž Plumlov	28
4.1.1	Vodní tok Hloučela.....	28
4.1.2	Historie a stavba vodního nádrže	30
4.1.3	Poloha vodní nádrže	30
4.1.4	Vegetace okolí vodní nádrže	31
4.1.5	Horniny, reliéf a půdy okolí Plumlova	31
4.1.6	Podnebí oblasti	31
4.1.7	Technické údaje vodní nádrže Plumlov	31
4.1.8	Účel vodní nádrže.....	34
4.1.9	Rekreační oblast Plumlov	35
4.1.10	Revitalizace vodní nádrže.....	35
4.2	Podhradský rybník	39
4.3	Rybník Bidelec	39
4.4	Vodní nádrž Plumlov – projekt zlepšení jakosti vody.....	40
4.4.1	Vodní nádrž Plumlov.....	40
4.4.2	Podhradský rybník.....	41
4.4.3	Rybník Bidelec	41
4.4.4	Město Plumlov.....	41
4.4.5	Obce v povodí Hloučela	42
4.4.6	Plošné zdroje	42
4.4.7	Srážení rozpuštěných sloučenin fosforu na přítocích.....	43
4.4.8	Vliv na kvalitu vody	43
5	METODIKA PRÁCE.....	44
5.1	Stanovení ukazatelů v terénu	44
5.2	Stanovení ukazatelů v laboratoři.....	44
5.2.1	Dusičnanový dusík	45
5.2.2	Železo	45
5.2.3	Sírany.....	46
5.2.4	Chloridy	46

5.2.5	Fosforečnany	46
5.2.6	Celkový fosfor	47
5.2.7	Chemická spotřeba kyslíku.....	47
5.2.8	Celkový dusík	48
5.3	Monitoring	48
5.4	Hodnocení výsledů	49
6	VÝSLEDKY A DISKUZE	51
6.1	Výsledky ukazatelů naměřené v terénu – vodní nádrž Plumlov.....	52
6.1.1	Teplota vzduchu	52
6.1.2	Teplota vody	53
6.1.3	Rozpuštěný kyslík	54
6.1.4	Elektrolytická konduktivita	55
6.1.5	pH	56
6.2	Výsledky ukazatelů stanovené v laboratoři – vodní nádrž Plumlov.....	57
6.2.1	Chemická spotřeba kyslíku.....	57
6.2.2	Celkový fosfor	58
6.2.3	Fosforečnany	59
6.2.4	Celkový dusík	60
6.2.5	Chloridy	61
6.2.6	Sírany.....	62
6.2.7	Železo	63
6.2.8	Dusičnanový dusík	64
6.3	Zhodnocení a diskuze k vybraným ukazatelům z odběrů – vodní nádrž Plumlov rok 2014 a 2015.....	64
6.4	Zhodnocení a diskuze k vybraným ukazatelům z odběrů – přítoky (Hloučel, Soběsuky) a odtoku z Plumlova.....	67
7	ZÁVĚR	70
8	SEZNAM POUŽITÉ LTERATURY	72
8.1	Seznam literatury	72
8.2	Legislativa.....	74
8.3	Seznam internetových zdrojů.....	75

8.4	Novinové články	76
9	SEZNAM TABULEK.....	78
10	SEZNAM GRAFŮ.....	78
11	SEZNAM PŘÍLOH.....	80

1 ÚVOD

Mezi velký globální problém patří nedostatek pitné či užitkové vody. Chudí lidé v rozvojových zemích v Africe platí více za pitnou vodu, více než my, bohatí Evropané. Ročně umírají milióny lidí a dětí na průjmové onemocnění, způsobené nedostatkem kvalitní pitné vody. V České republice se zhoršený stav životního prostředí a především zničení krajiny projevují poklesem vydatností vodních zdrojů. Naruší se podpovrchový odtok, zvýší se průtok ve vodních tocích a zhorší se jakost vod jak povrchových, tak podpovrchových. Říká se, že více jak polovina pitné vody neodpovídá státní normě. Takže nebudeme mít brzy vodu ani my?

Lidé berou vodu jako samozřejmost. Chovají se k ní, tak jako by měla být k dispozici napořád. Tato sloučenina vodíku a kyslíku vždy patřila mezi hlavní faktory lidské existence a patřit nadále bude. Lidé jsou tvořeni z velké části vodou a i přes to s ní plývají. Země neboli modrá planeta, která nám nabízí život, je právě taková díky vodě. I když je Země z největší části tvořena vodou, té sladké, kterou potřebujeme pro náš život, není mnoho. Znečišťujeme ji a nechováme se tak, abychom měli vodu čistou ke své existenci. Lidstvo se vždy usazovalo v oblastech, kde byl dostatek vody. Voda lidem přinášela živobytí.

Většina dnešní populace nemá ani představu, co vede k tomu, když nešetří a znečišťují vodu. Planeta nedokáže vytvářet dostatek sladké vody tak rychle, jak my ji rychle spotřebováváme. V naší republice máme vodu všichni. Lidé ji potřebují každý den ke své existenci. Ať je to každodenní hygiena, pitný režim, vaření nebo možnost vodu využívat k rekreaci.

Měli bychom si uvědomit, že jsme zde a můžeme žít díky naší matce přírodě. Když se bude přírodě dařit, tak se bude dařit i nám lidem. Příroda nepotřebuje lidi, to my potřebujeme přírodu.

Podle pana doktora Miroslava Vykydala je nejdůležitějším symbolem znaků světa voda. Je to její největší hodnota pro člověka a pro celý ekosystém. ^[7]

2 CÍL PRÁCE

Cílem mé diplomové práce je shrnutí tématu znečišťování vod v literární rešerši a zhodnotit, jaká je jakost vody v nádrži Plumlov. Součástí mé diplomové práce je zajistit odběr vzorku vody v nádrži Plumlov. Dalším cílem práce je v terénu změřit konduktivitu, obsah kyslíku, pH a teplotu vody. V laboratoři na ústavu aplikované a krajinné ekologie se pomocí spektrofotometru stanoví množství dusičnanového dusíku, celkového dusíku, železa, síranů, chloridů, fosforečnanů, celkového fosforu a chemické spotřebě kyslíku ve vodě. Naměřené výsledky jsou porovnány s výsledky poskytnuty s výsledky z povodí Moravy. Na závěr získané výsledky zhodnocuji v podobě grafů.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Voda

Voda patří mezi jednu z nejdůležitějších složek životního prostředí. Mezi složky životního prostředí patří také ovzduší, půda, horniny, energie a ekosystémy. Spolu s vodou tvoří život. ^[4]

Voda neboli H_2O je sloučenina vodíku a kyslíku, v silné vrstvě má charakter namodralé tekutiny. Jinak je to tekutina čirá, bezbarvá a bez zápachu. ^[4]

Hydrosféra je prostor, který tvoří vodu na Zemi. Země je tvořena cca z 70% vody. V přírodě se voda vyskytuje ve třech skupenstvích a to v pevném jako led, v kapalném jako voda a v plynném jako vodní pára. V přírodě voda neustále obíhá mezi ovzduším a vodstvem. ^[4]

3.1.1 Rozdělení vody

Voda se dělí podle více faktorů: ^[4]

- Dle skupenství:

pevné- led a sníh

kapalné- voda

plynné- vodní pára

- Dle vlastností a obsahu minerálních látek:

měkká voda- obsahuje málo minerálních látek

tvrdá- obsahuje více minerálních látek, patří sem především podzemní prameny

destilovaná voda- obsahuje pouze molekuly H_2O , je zcela zbavena minerálních látek

minerální voda- obsahuje minerální látky ve velkém množství

slaná voda- voda v mořích a oceánech

- Dle využití:

užitková- využití především v průmyslových závodech

napájecí voda- voda využívána pro parní stroje, je zbavena minerálních solí

pitná voda- využívána pro každodenní potřeby, je zdraví neškodná

odpadní voda- musí se před návratem do toku mechanicky a následně i chemicky a biologicky vyčistit

- Dle slanosti:

slaná voda

sladká voda

brakická voda- smíchání slané a sladké vody, například v ústí řek do moře

- dle výskytu: atmosférické, podzemní a povrchové

Atmosférická voda je veškerá voda v ovzduší, nezáleží zde na skupenství. Kondenzací vodních par na povrchu nebo v ovzduší je výsledek, který nazýváme srážky. Srážky dělíme na kapalné a pevné. Mezi kapalné srážky patří déšť, mrholení rosa a mlha. Mezi pevné srážky řadíme mráz, sníh, kroupy, jinovatku a námrazu. Dále můžeme srážky dělit na horizontální a vertikální. Zda dochází ke kondenzaci na povrchu Země nebo v místech nad povrchem mluvíme o horizontálních srážkách. Zde řadíme mlhu, námrazu, jinovatku a rosu. Pokud dochází ke kondenzaci ve volné atmosféře, mluvíme o vertikálních srážkách. Mezi takové vertikální srážky řadíme déšť, kroupy a sníh. ^[4]

Podzemní vody jsou vody, vyskytující se pod povrchem země. V České republice jsou tyto vody především jako zdroj pitné vody. Podzemní vody dělíme na průlinovou, puklinovou a krasovou. Průlinová voda má velmi pomalý pohyb, je totiž zadržena v pórech mezi částicemi. Puklinová voda se nachází v trhlinách, zlomech a puklinách mezi vrstvami hornin. Pohyb této vody závisí na narušenosti hornin a jejich složení. Krasová voda se nachází v dutinách, puklinách a podzemních chodbách hornin a to především vápenců. ^[4]

Mezi povrchové vody patří vody, které se vyskytují na povrchu země. Další rozdělení povrchových vod je podle výskytu na kontinuální a mořskou. Tyto vody se dále rozdělují na tekoucí a stojaté. ^[4]

Mezi tekoucí vody patří vodní toky. Vodní toky dále dělíme na přirozené, vytvořeny bez zásahu člověka (bystřiny, potoky, řeky, veletoky a úspěšně revitalizované toky) a umělé, byly vytvořeny pomocí člověka (kanály plavební, zásobovací a energetické). ^[3]

Stojaté vody se rozdělují na jezera, nádrže a rybníky, mokřady a periodické tůně. Kdy jezera vznikly přírodní cestou a nádrže s rybníky byly uměle vytvořeny člověkem zahrazením toků. ^[4]

3.2 Proč sledovat vodu ve vodních dílech

Po informacích o jakosti vody ve vodních dílech je čím dál větší poptávka. Informování chtějí být veřejnost, ministerstvo, ale také vlastníci vodních děl. Největší poptávka po informacích je u vod, které jsou využívány jako zdroj pitné vody, ke koupání a rekreaci. Sledování jakosti vody bylo v minulých letech spíše povrchové, sledovala se převážně vodní díla, která jsou nejdostupnější a řeší nějaké problémy. Problém byl v četnosti odběrů, které se prováděly zřídka. Analýza vzorků byla často neodpovídajícímu rozsahu a vzorky často byly odebrány chybně. Mnohokrát byly zvoleny chybné stanovení a výsledky nebyly použitelné. ^[6]

3.2.1 První otázka monitoringu

Jako první otázku správného monitorování jakosti vody bychom si měli položit, kdo monitoring jakosti vody připraví. Důležitá je týmová práce, kdy se monitoringu zúčastní, zaměstnanec daného povodí, chemik, biolog a člověk, který se vyzná v procesech probíhající ve vodním díle. ^[6]

3.2.2 Hlavní důvody proč sledujeme jakost vody ve vodních dílech

Metodicky nejjednodušší úkol při monitorování je zjištění aktuální jakosti vody, zda je voda vhodná například ke koupání a podobně. ^[6]

Mezi další důvody proč sledujeme jakost vody, je vývoj a kontrola vody. Tento úkol je důležitý k tomu, abychom dokázali říct, zda se jakost voda zlepšuje či zhoršuje. Jaká je momentální koncentrace vodního květu, biomasy řas, huminových látek a další. Na rozdíl od samotné přípravy je monitoring nenáročný. ^[6]

V průběhu roku je důležité sledovat základní chování nádrží. Při tomto kroku sledujeme hlavně vývoj stratifikace živin, kyslíku a teploty vod. Bez tohoto kroku nejsme schopni zajistit dostatečné nápravné opatření. ^[6]

Fosfor, jako základní eutrofizační prvek, je důležitý, co se týče nápravného opatření. Jeho sledování vede k výpočtu látkové bilance vodního díla. Náročnost spočívá v odběrech, samotná metodika je jednodušší. ^[6]

Při hledání příčin a souvislostí, kdy jednotlivé parametry jakosti vody, jako je například již zmíněný fosfor, chlorofyl, průhlednost, teplota a další. Hlídní vzrůstu těchto parametrů vede k zlepšení jakosti vody. ^[6]

3.2.3 Jak správně provádět monitoring jakosti vody ve vodních dílech

Samotné odběry by měly probíhat především ve vegetační sezóně, nejlépe jednou za tři týdny. Jeden z prvních odběrů by měl být na začátku rozkvětu fytoplanktonu, což je období jara. Další alespoň tři odběry by měly proběhnout během letního období, kdy se fytoplankton rozvíjí. Pro správné monitorování jakosti vody by se měla hlídat i koncentrace fosforu, manganu a železa. Přínosné pro samotné monitorování je i hlídání průhlednosti vody. ^[6]

Personální zajištění při odběrech je jedna z nejdůležitější části samotného monitoringu. Člověk, který bude odebírat vzorky, by měl mít základní předpoklady, a to znalost vzorkovacích technik, schopnost provádět kvalitní terénní měření a měl by být vzdělaný v oboru limnologie. ^[6]

Odběry by se měly provádět v blízkosti hráze, nad nejhlubším místem vodního díla. Místo odběru je v každém vodním díle specifické. ^[6]

3.3 Charakteristika ukazatelů jakosti povrchových vod

V této kapitole budou popsány a charakterizovány významné ukazatele vod, některé z nich budou i stanoveny v mé praktické části diplomové práce.

3.3.1 Dusík

Dusík patří mezi nejdůležitější makrobiogenní prvky. Dusík a jeho sloučeniny mají význam především v biologických procesech probíhajících v povrchových, podzemních a odpadních vodách. Dále je dusík důležitý při biologickém čištění a úpravě vod. Skrz jeho funkce je důležité vědět množství a formy obsahující ve vodě. Ve vodě se dusík vyskytuje v různých oxidačních stupních, v iontové i neiontové formě. ^[5]

Hlavní formy dusíku dle ^[5]:

- Dusík elementární
- Dusík anorganický vázaný (amoniakální, dusitanový, dusičnanový)
- Dusík organicky vázaný
- Veškerý dusík

Dusíkové sloučeniny mohou být ve formě organického nebo anorganického původu. Jedním ze zdrojů organického dusíku bývají splaškové vody. Splaškové vody obsahují asi 10 až 80 mg/l dusíku, z toho asi 2/3 připadají na amoniakální dusík a močovinu. Organický dusík ve splaškových vodách má původ z fekálií. Produkce dusíku člověkem je asi 12 gramů na den. Mezi další zdroje organického dusíku patří například odpady ze zemědělských výroby a biomasa odumřelých mikroorganismů. ^[5]

Mezi zdroje anorganického dusíku patří především splachy ze zemědělsky obdělávané půdy dusíkatými hnojivy. Dalším zdrojem bývají atmosférické vody v bouřkovém období a průmyslové odpadní vody. ^[5]

Amoniakální dusík je především nezbytný pro tvorbu biomasy organismů. Amoniakální dusík je primárním produktem rozkladu organických dusíkatých látek rostlinných a živočišných. Čisté povrchové vody obsahují cca 0,1 mg/l. ^[5]

3.3.2 Fosfor

Zdrojem fosforu ve vodách je rozpouštění některých zvětralých minerálů a hornin, jedná se o přirozený fosfor. Do vod se dostává fosfor taktéž splachy ze zemědělsky obdělávaných půd hnojenými fosforečnými hnojivy, dále také z prádelen, textilního průmyslu a z odpadních vod pivovarského průmyslu, jedná se o anorganický fosfor. Člověk vyprodukuje cca 1,5 gramu za den. Organický fosfor je obsažen v živočišných odpadech. Mezi další zdroje fosforu patří odumřelá vodní flóra a fauna, která se usazuje na dvě vodní plochy. V podzemních vodách se vyskytuje fosfor v menších koncentracích než ve vodách povrchových. Koncentrace fosforu v povrchových vodách se pohybuje v desetinách mg/l. Koncentrace fosforu ve vodních dílech v oblastech zemědělských půd může dosáhnout tisícín až setin mg/l. U povrchových vod se může fosfor odstraňovat pomocí přirozené biologické cesty společně s dusíkem při fotosyntetické asimilaci zelených organismů. Spotřeba je až 1 mg fosforu na syntézu 100 mg nové biomasy.^[5]

Fosforečnany z hygienického hlediska patří mezi velmi málo významné. V parametrech na pitnou vodu nejsou uvedeny a jsou zdravotně nezávadné.^[4]

Zdrojem fosforu pro vodní díla mohou být i přilehlé rybníky. Schopnost zadržovat vodu není jediná funkce okolních rybníků, mezi další funkce patří schopnost měnit kvalitu vody, která rybníkem protéká. Jedná se hlavně o schopnost retence živin, a to zejména fosforu. Rybník nebývá schopný fosfor zadržet, většinou ho v letním období uvolňuje. To dokáže způsobit eutrofizaci na celém povodí. Hypertrofie rybníků způsobuje převážně rybářské hospodářství.^{[10] [6]}

3.3.3 CHSK

Zkratka CHSK označuje chemickou spotřebu kyslíku. CHSK je definována jako množství kyslíku, které se za přesně vymezených podmínek spotřebuje na oxidaci organických látek ve vodě se silným oxidačním činidlem. Hodnota chemické spotřeby kyslíku je tedy mírou celkového obsahu organických látek ve vodě. Jde o uzanční stanovení míry znečištění vody oxidovatelnými anorganickými a organickými látkami.^[2]

3.3.4 Elektrolytická konduktivita

Konduktivita neboli vodivost se provádí při běžném rozboru vody. Výsledek lze zjistit rychle a poměrně jednoduše. Výsledek konduktivity ukazuje koncentraci iontově rozpuštěných látek a mineralizaci vody. Ve vodách s malou koncentrací organických látek, převážně v přírodních vodách, vyjadřuje konduktivita obsah organických elektrolytů. Jednotky konduktivity se uvádí v siemens S/m. Mezi faktory, které konduktivitu ovlivňují, patří koncentrace iontů, jejich nábojové číslo, pohyblivost a teplota vody. Konduktivita může vstoupnout až o 2 %, když se teplota vody zvýší o jeden stupeň.^[4]

3.3.5 pH

U většiny povrchových vod se pH pohybuje okolo 4,5 až 8,3. Koncentrace vodíkových iontů neboli pH je závislá především na tom, jaké látky jsou ve vodě rozpuštěny. Snížení pH u povrchových vod může být ovlivněno například přítokem odpadních vod z průmyslu, ze zemědělství, splachy z okolních toků a množstvím kyselých srážek. Zvýšení aktivní reakce vody nad 9 bývá způsobeno snižováním obsahu oxidu uhličitého při fotosyntéze. K této reakci dochází především v eutrofních vodách. Snížení pH pod 4,5 může způsobit přítomnost volných organických a anorganických kyselin.^[3]

3.3.6 Kyslík

Mezi nejvýznamnější rozpuštěné plyny ve vodě patří kyslík. Je významný pro život všech různých organismů a také je důležitý pro biochemické procesy probíhající ve vodě. Množství obsaženého kyslíku závisí na teplotě vody a atmosférickému tlaku. Čím je teplota vody vyšší, tím je množství kyslíku nižší. Kyslík se do vody dostává pomocí fotosyntézy řas, sinic a vodních rostlin.^[2]

3.3.7 Sírany

V povrchových vodách se sírany objevují jako anorganické sloučeniny síry. Mezi hlavní přirozené zdroje síranů patří anhydrit a sádrovec. Koncentrace síranů dosahuje desítky až stovky mg/l u povrchových vod, které nejsou nijak lidsky narušeny. Sírany jsou uvolňovány do vod hlavně při biologickém rozkladu organických látek. Sírany se mohou do vod dostat také oxidací siřičkových rud. Mezi další nepřirozené zdroje síranů patří například odpadní vody chemického průmyslu.^[4]

3.3.8 Chloridy

Mezi přírodní zdroje chloridů řadíme hlavně půdu a horniny, obsahující sloučeniny chloru. Tyto chloridy mohou být zvětráváním vyluhovány vodou. Mohou být částečně i vulkanického původu. Větší koncentrace chloridů pochází z ložisek draselných nebo kamenných solí. Mezi umělé zdroje patří odpadní vody z neutralizace vod obsahujících volnou kyselinu chlorovodíkovou nebo odpadní vody obsahující chloridy z vysolování produktů chloridem sodným. Dalším umělým zdrojem může být i desinfekce vody chlorací. Chloridy mohou být i živočišného původu, což je v případě člověka. Člověk vyprodukuje až 9 gramů chloridů denně, které se pak objeví ve splaškových vodách. Mezi další zdroje chloridů patří i chlorid sodný a chlorid vápenatý, který se využívá při údržbě komunikací v období zimy.^[5]

3.3.9 Železo

Nejrozšířenější železnou rudou je pyrit, pak následně křemel, magnetovec, hnědel, siderit. Dále je železo obsaženo v hlinitokřemičitanech. Železo se rozpouští pomocí oxidu uhličitého. Mezi umělé zdroje železa ve vodách mohou být koroze ve vodovodním potrubí nebo odpadní vody například z drátoven nebo mořiren. Zda je železo ve formě rozpuštěné nebo nerozpuštěné závisí na pH, redoxním potenciálu a přítomných komplexotvorných látek anorganického a organického původu.^[5]

3.3.10 Mangan

Mangan se do vody dostává ze sedimentů a půdy. V sedimentech se mangan vyskytuje velice často. Mangan je v přírodě vázán na železné rudy. Mezi zdroje antropogenní činnosti patří průmyslové vody při zpracování železné rudy, z úpraven vod, kde se používá oxidační činidlo manganistan draselný a z chemických továren. Je to nezbytný prvek pro rostliny a živočichy žijící ve vodě. Pokud koncentrace přesáhne 0,3 mg/l může tato koncentrace ovlivnit chuť vody. ^[4]

3.4 Vodohospodářská legislativa

Základním bodem vodního práva je voda, surovina nezbytná pro život. Voda má zcela mimořádný význam pro organismus. Život na Zemi je bez vody nemožný. Lidé se tedy musí neustále učit, jak vodu využívat a chránit. Jednou z nejdůležitějších činností pro lidi je, jak s vodou šetřit. Voda má i následky jako jsou větší přírodní katastrofy, se kterými se musí lidé vypořádat. ^[4]

3.4.1 Vývoj vodohospodářské legislativy

Na území České republiky začala ochrana vodních zdrojů okolo roku 1210 – 1275 za vlády Přemyslovců. V této době se voda chránila především před otravou. Další rozvoj vodoprávní legislativy proběhl v druhé polovině 19. století. ^[3]

Zcela první vodní zákon byl vydán v době 1869, pojmenován Rakousko – Uherský zákon vodní číslo 93. Díky němu byl v roce 1870 vydán i první český a posléze i moravský vodní zákon s číslem 71. Zákony v této době byly vydány především na základě zemědělství a technických činnostmi na vodotečích. ^[3]

Největším historickým zlomem bylo vydání zákona č. 20/1966 Sb., O péči a zdraví lidu a především prováděcí směrnici č. 51/1979 Sb., O základních hygienických zásadách pro stanovení, vymezení a využívání ochranných pásem vodních zdrojů s právní účinností od 1. 9. 1979. ^[3]

Nový zákon o vodách č. 138/1973 Sb., platným od 1. 4. 1975 společně s předpisy a ČSN 83 06 11 a ČSN 75 71 11 vytváří nový a historicky první účinný rámec ochrany vody ve vodárenství. ^[3]

Nejvýznamnějším aktuálním vodoprávním předpisem v České republice je vodní zákon č. 254/2001 Sb., v platném znění. S počtem novel je jasné, že je zákon poměrně složitý, proto je i další jeho úplné znění, a to je zákon č. 273/2010 Sb. ^[4]

3.4.2 Vodní zákon

Vodní zákon č. 254/2001 Sb., je platný od 25. 7. 2001 a v účinnosti je od 1. 1. 2002. Vodní zákon obsahuje několik odkazů na prováděcí předpisy. Jsou to převážně vyhlášky příslušných resortů, v tomto případě je to Ministerstvo zemědělství, Ministerstvo životního prostředí a v určitých případech i další ministerstva. V zákoně jsou i stupně nižších právních sil jako jsou například směrnice a metodické pokyny. ^[4]

Zákon se skládá z 11 částí. Názvy částí: Zákon o vodách (Vodní zákon), Změna zákona o ochraně veřejného zdraví, Změna přestupného zákona, Změna zákona o státním fondu životního prostředí České Republiky, Změna zákona o vnitrozemské plavbě, Změna zákona o změně trestního zákona, zákona o myslivosti, zákona o rybářství, zákona o státní správě ve vodním hospodářství, Zákon o ochraně přírody a krajiny a lesního zákona, Změna zákona o změně zákona o státní správě ve vodním hospodářství a kompetenčního zákona, Změna zákona o působnosti orgánů České republiky ve věcech převodů vlastnictví státu k některým věcem na jiné právnické nebo fyzické osoby, Závěrečná ustanovení a Účinnost. ^[20]

První část zákona se dělí na 13 hlav, které řeší různá témata: ^[20]

- Hlava I – Úvodní ustanovení
- Hlava II – Nakládání s vodami
- Hlava III – Stav povrchových a podzemních vod
- Hlava IV – Plánování v oblasti vod
- Hlava V – Ochrana vodních poměrů a vodních zdrojů
- Hlava VI – Vodní toky
- Hlava VII – Správa povodí
- Hlava VIII – Vodní díla
- Hlava IX – Ochrana před povodněmi
- Hlava X – Poplatky
- Hlava XI – Výkon státní správy
- Hlava XII – Správní delikty
- Hlava XIII – Společná a přechodná ustanovení

3.4.3 Nařízení vlády č. 71/2003 Sb.

Jedná se o předpis č. 71/2003 Sb., Nařízení vlády o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod. Vyhláška ze dne 29. 1. 2003 je v platnosti od 17. 3. 2003 a s účinností od 1. 5. 2004. ^[15]

Toto nařízení rozděluje vody na lososové a kaprové, s cílem zvýšit ochranu vod před znečištěním. Lososové vody jsou povrchové vody, které jsou nebo se stanou vhodnými pro život ryb lososovitých (*Solmonidae*) a lipany (*Thymallus thymallus*). Kaprové vody jsou povrchové vody, které jsou nebo se stanou vhodnými pro chov ryb kaprovitých (*Cyprinidae*) nebo jiných druhů, jako je například štika (*Esox lucius*), okoun (*Perca fluviatilis*) a úhoř (*Anguilla anguilla*). Dále se snaží u těchto vod zlepšit jakost natolik, aby se staly trvale vhodné pro původní druhy ryb. Nařízení se nevztahuje na povrchové vody v přírodních vodních útvarech využívaných pro intenzivní chov ryb a v umělých vodních útvarech. ^[15]

3.4.4 Předpis č. 252/2004 Sb.

Jedná se o předpis č. 525/2004 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Vyhláška ze dne 22. 4. 2004 je v platnosti od 30. 4. 2004 a s účinností od 1. 5. 2004. ^[17]

Tato vyhláška stanovuje hygienické limity fyzikálních, biologických, mikrobiologických, organoleptických a chemických ukazatelů jakosti pitné vody. A to i vod pitných balených a teplé vody vedené potrubím užitkové vody nebo vnitřním vodovodem. Vyhláška dále stanovuje četnost a rozsah kontroly dodržení jakosti pitné vody a dále také stanovuje metody, kterými se jakost vody kontroluje. ^[16]

3.4.5 Předpis č. 590/2002 Sb.

Jedná se o předpis č. 590/2002 Sb., Vyhláška o technických požadavcích pro vodní díla. Vyhláška ze dne 19. 12. 2002 je v platnosti od 31. 12. 2002 a s účinností od 1. 1. 2003. Vyhláška stanoví technické požadavky pro vodní díla. ^[19]

Některé pojmy, které se vyskytují v této vyhlášce: ^[19]

- Odběrný objekt – slouží k odebírání vody z vodní nádrže
- Výpustný objekt – slouží k vypouštění vody z vodní nádrže
- Návrhový průtok – průtok použitý pro návrh vodního díla
- Bezpečnostní přelivné zařízení – slouží k ochraně přelítí přes hráz

Mezi základní technické požadavky pro vodní díla patří například odolnost a stabilita, ochrana životního prostředí, bezpečnost při využívání vodního díla, ochrana konstrukce před mrazem, ledem a splavenin a dalších. Technické požadavky na vodní dílo jsou určeny podle využití a jeho účelu. Vodní nádrž se navrhuje jen v lokalitě, která splňuje morfologické, geologické a hydrogeologické podmínky. ^[19]

3.4.6 Předpis č. 155/2011 Sb.

Tento předpis 155/2011 Sb., Vyhláška o profilech povrchových vod využívaných ke koupání. Vyhláška ze dne 30. 5. 2011 je v platnosti od 13. 6. 2011 a s účinností od 1. 7. 2011. Tato vyhláška stanovuje způsob sestavení profilu povrchových vod využívaných ke koupání. Dále určuje způsob předávání podkladů pro správce povodí. ^[16]

Mezi profily vod využívaných ke koupání patří například:

- Popis hydrologických, geologických a fyzikálních charakteristik vod
- Posuzování a určování příčin znečištění těchto vod
- Posuzování možností výskytu a množení sinic
- Najdeme zde informace o monitorovacích místech

Přezkoumání se provádí u povrchových vod vhodných ke koupání podle vyhlášky v případě jejich dobré jakosti nejméně 4 roky, v přijatelné jakosti každé 3 roky a v nevyhovující jakosti každé 2 roky. V případě stavebních zásahů v okolí povrchových vod využívaných ke koupání se profil musí aktualizovat před koupací sezónou.^[16]

3.4.7 Nařízení vlády 401/2015

Tento předpis 401/2015 Sb., Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. Nařízení vlády ze dne 14. 12. 2015. Toto nařízení stanovuje ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových a odpadních vod.^[40]

3.4.8 Nitrátová směrnice

Nitrátová směrnice je předpis Evropské unie (91/676/EHS), který byl vytvořen na ochranu vod před znečištěním zemědělstvím dusičnany. V České republice je nitrátová směrnice uplatněna v § 33 zákona 254/2001 Sb. V platném znění. Prováděcím předpisem je v tomto případě nařízení vlády č. 262/2012 Sb., O stanovení zranitelných oblastí a akčním programu.^[24]

Nyní se chystá novela nařízení vlády č. 262/2012 Sb., která bude obsahovat změnu ve vymezení zranitelných oblastí a nová opatření čtvrtého akčního programu na období 2016 – 2020.^[24]

Mezi zranitelné oblasti řadíme oblasti, které jsou ohroženy dusičnany. Patří sem oblasti, ve kterých jsou vody znečištěny dusičnany zemědělskou činností.^[18]

Zranitelné oblasti jsou vymezeny Ministerstvem životního prostředí. Vymezení je na základě identifikace podpovrchových a povrchových vod znečištěných nebo ohrožených dusičnany. Ohrožení vod dusičnany je především důsledek zemědělské činnosti.^[18]

Akční program se vztahuje na fyzické a právnické osoby, které se věnují zemědělské činnosti a to v zranitelných oblastech, které jsou evidovány v zákoně o zemědělství. Akční program se nevztahuje na používání a skladování hnojiv pro účely vývoje, výzkumu a pokusnictví. Dále se také nevztahuje na pěstování plodin.^[18]

3.4.9 ČSN 75 7221

ČSN 75 7221 je norma, nazývaná se Jakost vod. Klasifikace jakosti povrchových vod. Tato norma platí především pro určení třídy jakosti povrchových vod – klasifikace, která slouží k porovnání jejich jakosti na různých místech a v různém čase.^[4]

Podle této normy se povrchové vody klasifikují do 5 tříd jakosti dle^[4]

1. neznečištěná voda – ukazatele nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému přirozenému pozadí toku
2. mírně znečištěná voda – dosud umožněna existence bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému
3. znečištěná voda – podmínky pro existenci bohatého, vyváženého udržitelného ekosystému nemusí být vytvořeny
4. silně znečištěná voda – podmínky umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému
5. velmi silně znečištěná voda – podmínky umožňující existenci pouze silně nevyváženého ekosystému

Jakost vody se klasifikuje zvláště pro jednotlivé ukazatele a hodnocené ukazatele dělíme do pěti skupin dle ^[4]

1. A – obecné, fyzikální a chemické ukazatele
2. B – specifické organické látky
3. C – kovy a metaloidy
4. D – mikrobiologické a biologické ukazatele
5. E – radiologické ukazatele

Ukazatel s nejpříznivější hodnotou klasifikace rozhoduje ve skupině. Dále pak nejhorší klasifikace ze skupin rozhoduje o celkové klasifikaci jakosti vody. ^[4]

3.5 Pohled na úlohy vodních děl

Prakticky všechna voda v České republice odtéká do jiných zemí, proto jsme závislí na atmosférických srážkách a na vodách, které zadržujeme ve vodních dílech. V posledních letech jsou v České republice hydrologické extrémy a to povodně nebo sucho. Největší poptávka na výstavbu vodních děl byla v 18. století, kdy vznikaly manufaktury. V létě 2015 již nastal problém s nedostatkem vody. Přehrazení toků patří k významným argumentům, aby se zabezpečily vodní zdroje v celé České republice. V současné době je na povodí Moravy 38 významných vodních děl. Celkově je v České republice akumulováno cca 3 343 milión m³. Celkově na povodí Moravy zaniklo asi 1927 rybníků. Většina vodních děl má víceúčelové využití. Patří k nim hlavně: odběry vody, povodňová ochrana, výroba elektrické energie, nadlepšování průtoků, rekreace, podpora plavby a další. Každé vodní dílo má svůj manipulační řád. Budoucnost v akumulaci vody spočívá v klimatických podmínkách a způsobu hospodaření s vodou. ^[13]

4 CHARAKTERISTIKA VYBRANÉHO VODNÍHO DÍLA A JEHO OKOLÍ

Vodní nádrž Plumlov patří k významným vodním dílům na řece Moravy. Nepatří sice k známým přehradám, ale patří mezi ty nejstarší na toku Morava. ^[28]

4.1 Vodní nádrž Plumlov

Vodní nádrž Plumlov se nachází v Olomouckém kraji a je vzdálena 7 kilometrů západně od města Prostějov u obce Mostkovice. Nádrž byla pojmenována podle obce Plumlov, u které taktéž leží. Plumlov leží na říčce Hloučel. Vodní dílo leží v nadmořské výšce 290 až 340 m n. m. ^[26] (viz fotodokumentace č. 4 – 8)

4.1.1 Vodní tok Hloučela

Hloučela se po vodní nádrž Plumlov jmenuje Okluka. Okluka se nachází v Olomouckém kraji. Délka toku Hloučela je zhruba 39 kilometrů. Plocha povodí měří 100 km². Město Prostějov, kterým vodní tok protéká, je v nadmořské výšce 225 m n. m. ^[27] (viz fotodokumentace č. 9)

Hloučela pramení v lesích Dražanské vrchovině (viz mapa č. 5), v západní části okresu Prostějov, severně od obce Buková, kterou však neprotéká. Hloučela dále pokračuje kolem obce Lipová až k Lipovskému mlýnu. Dále protéká kolem chatařské oblasti u obce Seč, kopíruje silnici kolem osady Okluky až do Stínavy. Pod Plumlovem se vlévá do Podhradského rybníka a vodního díla Plumlov. Dále pokračuje přes obec Mostkovice a Prostějov až do městské části Vrahovice. V městské části Vrahovice se stéká s říčkou Romže a tím vzniká povodí Valová, která ústí do řeky Morava. ^[27] (viz mapa č. 6)

Mezi významné přítoky říčky Hloučela patří například Zábrana. Zábrana je pravostranný přítok, který se přidává k říčce Hloučel u obce Lipová. Další významný přítok se jmenuje Repešský potok. Repešský potok je taktéž pravostranný a vtéká do říčky Hloučel za obcí Stínava. Žbanovský potok, další pravostranný přítok Hlouče. U obce Soběsuky přitéká další pravostranný přítok Osina. Za výpustí Podhradského rybníka u obce Plumlov vtéká zprava do říčky potok Kleštínek. U obce Hamry jsou dva místní rybníky. ^[27]

Je až k nevíře, že i když Hloučela protéká zemědělsky zatíženou, obydlenou či zastavěnou oblastí, je zařazena do I. stupně čistoty vody. Celkem zaujímá zemědělská půda 71,4 %. Podíl orné půdy na celkové rozloze povodí je 62,8 %. Přírozené široké šterkovité řečiště dokonale napomáhá samočisticím schopnostem říčky, kvalita vody je natolik dobrá, že je zde vyhlášeno pstruhové pásmo. Díky čistotě vody, zde můžeme najít vodní živočichy, kteří jsou velmi nároční na čistotu vody a jsou citliví na jakoukoliv změnu v kvalitě vody. Povodí vodní nádrže se nachází ve zranitelných oblastech^[22] (viz mapa č. 7)

Druhá skladba ryb je velmi ovlivněna únikem z vodního díla Plumlov, v kterém jsou ryby uměle vysazovány. Mezi ryby žijící v říčce Hloučela, můžeme například spatřit střevle potoční, pstruh obecný, hrouzek obecný, okoun říční, cejn velký a další.^[23]

Biokoridor Hloučela je domovem asi 40 druhů ptáků. Vyskytuje se zde například chráněný ledňáček pestrý, který je náročný na kvalitu a čistotu vodního toku a jeho okolí. Ledňáček pestrý nám dokazuje, že životní podmínky v biokoridoru Hloučela se neustále zlepšují. Mezi další ptačí obyvatele patří silně ohrožený lejsek šedý, pěnkava obecná, kos černý, konipas bílý, žluna zelená a další.^[23]

Dalšího živočicha, kterého zde můžeme spatřit je například rak říční, který nám opět dokazuje čistotu vody. V okolí vodního toku Hloučela můžeme spatřit také skokana hnědého a zeleného, užovku obojkovou, veverka obecnou, kunu lesní, rejska, ondatru, netopýra vodního a další.^[23]

Významnou roli okolí toku hraje zastoupení dřevin., které jsou velmi rozmanitě rozšířené. Velmi kvalitní břehové porosty podél toku jsou tvořeny hlavně olšemi. Dále jsou zde vtroušeny vrba křehká a bílá, jasan ztepilý, javor mléč, klen, babyka, habr obecný a další. Je naší pýchou, že se tu vyskytují tři druhy jilmu a to jilm horský, jilm vaz a jilm polní. Keřové zastoupení je taktéž široké, patří sem například brslen evropský, krušina olšová, ptačí zob obecný, růže šípková, bez černý, vrba trojmužná a další. Tyto dřeviny vytvářejí ekologicky stabilní porosty s různým výškovým a prostorovým uspořádáním.^[23]

4.1.2 Historie a stavba vodního nádrže

Stavba vodní nádrže Plumlov byla zahájena v roce 1912 a trvala s přerušením během I. světové války až do roku 1933, kdy byla poprvé napuštěna vodou. V roce 1911 se uvažovalo o rozpočtu na stavbu vodního díla cca 2 405 000 Kč. Celkový rozpočet byl nakonec šestinásobně vyšší, tudíž částka dosáhla 14 000 114 Kč. V této částce se počítalo i s náklady rekonstrukce a neočekávaných prací.^[21]

Hráz byla zrekonstruovaná z původní hráze Stichovského rybníka. Původní hráz byla 5 metrů a nová hráz se vybuďovala 17 metrů nad terénem. Tímto krokem byly zatopeny oba původní rybníky, hladina se zvedla až po výtok z třetího Podhradského rybníka. Místo, kde leží hráz, je geologicky složeno z břidlice a pískovců. V tomto místě je založena betonová opěrná zeď a násyp hráze se skládá z tří částí: těsnicí vrstvy návodní, střední výplně a propustné vzdušné části. Sypaná hráz je francouzského typu, má šířku v základech 70 metrů, v koruně 6 metrů a je 17 metrů vysoká. Délka hráze činí 465 metrů. Návodní strana hráze je z kamenné spárované dlažby z betonu. Vzdušný svah je oset trávou. Po hrázi není možné jet motorovým vozidlem.^[21]

Na stavbě nádrže se z velké části podíleli italští věžňové. Veškeré práce na přehradě byly možné provádět jen za suchého počasí a to kvůli těžkým mechanismům. Podle hydrologických pozorování v letech 1923 – 1929 bylo pouhých 892 dnů vhodných k práci. Toto odpovídá práci nepřetržitě 2 a půl roku ze sedmi. Kolaudace vodního díla proběhla v roce 1936 Zemským úřadem v Brně. Tři roky po kolaudaci začala válka, která pozastavila rozvoj oblasti.^[32]

4.1.3 Poloha vodní nádrže

Vodní nádrž Plumlov se nachází v katastru obce Mostkovice. Tato obce je vzdálená 7 kilometrů. Od roku 1991 jsou Mostkovice samostatnou obcí, od roku 1880 – 1990 byly Mostkovice součástí města Prostějov. Vodní nádrž Plumlov je postaveno na říčce Hloučela. Nad vodním dílem leží Podhradský rybník. Vodní nádrž leží v Hornomoravském úvalu, na úpatí Dražanské vrchoviny, v rovině, která se jmenuje Haná na 49 stupni severní zeměpisné šířky a 17 stupni východní zeměpisné délky.^[25] (viz mapa č. 4)

4.1.4 Vegetace okolí vodní nádrže

V celém okolí vodní nádrže se vyskytuje hlavně 2. buko – dubový vegetační stupeň. Krajinný ráz je prakticky úplně odlesněn. Netypickou část dnes tvoří dubohabřiny, acidofilní a teplomilné doubravy. V současné době zde dominuje orná půda. Zachovány zde byly pouze fragmenty vlhkých luk a travnatých lad, z lesů jen drobné akátiny. ^[23]

4.1.5 Horniny, reliéf a půdy okolí Plumlova

Charakteristické jsou plošiny, které jsou kryté spraší, spočívající na vápnitém, mořském a z části nevápnitém neogénu, který se však na povrchu moc neuplatňuje. Z částí vystupuje granodiorit a břidlice. Tok vyplňuje nivní hlína. ^[1]

Reliéf je tvořen sprašovou pahorkatinou. Výšková členitost je 30 – 70 metrů. ^[1]

Z půd zde dominují hlavně černozemě na spraších. Na území podél toku se nachází černice. Na území obce Mostkovice se nachází hnědozem. ^[1]

4.1.6 Podnebí oblasti

Podnebí zde je přechodné, mezi východoevropským vnitrozemským a západoevropským přímořským. Dle Quitta leží vodní nádrž Plumlov a jeho celé území v oblasti teplé s mírnou zimou. Je zde mírný srážkový stín, který je ovlivněn Drahanskou vrchovinou. Průměrná teplota této oblasti je cca 8,5 °C. Srážky v této oblasti jsou 577 mm za rok. ^[25]

4.1.7 Technické údaje vodní nádrže Plumlov

Jedná se o stavbu francouzského typu. Hladina vodního díla má plochu 68 ha. Maximální hloubka dosahuje do 12 – 15 metrů. Zadržuje až čtyři a půl miliónů krychlové vody, která přepadá a odtéká směrem k Prostějovu. ^[28]

Základní technické údaje

Tok, km: Hloučela, 9.700 km

Příslušnost k vodohospodářské soustavě: Moravní

Provoz: Povodí Moravy, s. p. – závod Horní Morava

Účel díla: snížení povodňových průtoků, akumulace vody, zajišťování odběru povrchové vody z toku pod přehradou, případné zásobování pitnou vodou pro město Prostějov, rekreace, rybí hospodářství, výroba el. energie v malé vodní elektrárně

Nádrž

Stálé nadržení: 0,350 mil. m³ 266.80 m n. m.

Zásobní prostor: 2,730 mil. m³ 274.00 m n. m.

Ochranný prostor ovladatelný: 1,632 mil. m³ 276.85 m n. m.

Ochranný prostor neovladatelný: 0,854 mil. m³ 278.00 m n. mm (maximální hladina)

Celkový objem: 5,566 mil. m³

Zatopená plocha: 68 ha

Hráz

Typ: zemní sypaná, návodní jílové těsnění

Kóta koruny: 279.06 m n. m.

Šířka koruny: 6 m

Délka hráze: 465,5 m

Výška nade dnem: 17 m

Spodní výpustě

Počet, průměr: 2, 1200 mm

Provozní uzávěr: klínové šoupátko

Kapacita při max. hladině: 2 * 14,94 m³/s

Sanační výpust'

Počet, průměr: 1, 500 mm

Max. kapacita: 2,46 m³/s

Bezpečnostní přeliv, typ: boční nehrazený

Počet polí: 1

Délka přelivu, kóta přelivu: 61,10 m, 276.85 m n. m.

Kapacita při max. hladině: 152,5 m³/s

Elektrárna

Počet turbín, typ: 1, Banki – Cink

Výkon: 0,031 MW

Hltnost: 0,128 – 0,528 m³/s

Spád: 8,6 m

Hydrologické údaje

Číslo hydrologického pořadí: 4-12-01-049

Plocha povodí: 100,69 km²

Průměrný dlouhodobý roční průtok: 0,53 m³/s

Q 100 ovlivněný: 39,9 m³/s

Minimální odtok MQ: 0,009 m³/s

Neškodný odtok: 12 m³/s

4.1.8 Účel vodní nádrže

Původní a hlavní účel výstavby vodní nádrže byl zadržování přívalových vod, snižování povodňových průtoků na říčce Hloučele a zadržování vody v období sucha. V počátcích bylo vodní dílo využíváno pro potřebné vodohospodářské zájmy, například pro cukrovar Bedihošť, koupaliště v Krasicích, soukromých elektráren a v období nedostatku pitné vody i pro město Prostějov. Po dokončení stavby, začalo vodní dílo sloužit i k rekreaci. Lidé Plumlov začali využívat k vodním sportům, k odpočinku a začali ho využívat i rybáři. Okolí vodního díla nabízí možnost rekreace v podobě procházek či cyklistiky.^[28]

Kvalita vody nabízí možnost koupání, i když původně s účelem koupání nebylo myšleno. Výzkum v době 60. – 80. let 20. století prokázal, že je voda biologicky velice produktivní. Zjistilo se hlavně, že je vysoký přísun fosforu, dusíku, který má za následek zvýšený nárůst vodního květu. Kvůli tomuto důvodu se začala do vody dávkovat chemie a to převážně modrá skalice, která dokáže sinice zahubit. Toto bylo spíše krátkodobé řešení. Dávkování modré skalice probíhalo v letech 1986 - 1996^[28]

Silný rozvoj sinic může být způsoben velmi teplou zimou a jarním rozkvětem, který se vyskytuje dříve, kdy mohlo dojít k vyčerpání křemíku. Další důvod k velkému rozkvětu sinic může být nedostatek dusíku a dusičnanů. Další důvod může být dlouhodobé obohacování fosforem ze sedimentů vodního díla.^[12]

4.1.9 Rekreační oblast Plumlov

Kolaudace vodního díla přispěla k výstavbě chat v okolí. V 50. letech v Mostkovicích začalo přibývat žádosti o odprodej pozemků pro výstavbu chat. Žádosti pocházely od obyvatel Prostějov, ale také od obyvatel z celé Moravy. Velký zájem byl od větších firem, které chtěly stavět velká rekreační střediska pro svoje zaměstnance. Většina žádostí prošla a mohlo se začít s výstavbou rekreační chatové oblasti. V dnešní době je zde asi 1 600 chat. Dále se zde začalo podnikat v oboru vodní dopravy a na Plumlově se začaly půjčovat lodičky, které sloužily k přepravě ze staré hráze k zlechovskému břehu. Posléze se lodní doprava rozrostla o jednu motorovou výletní loď, která měla kapacitu 20 lidí. Plumlov začal nabízet ubytování i pro rekreanty v podobě autokempů. Autokemp u Žraloka vznikl v roce 1963 u Podhradského rybníka. Autokemp přehrada Mostkovice se nachází přímo nad hrází. Hotel Zlechov, který je momentálně v období rekonstrukce, patřil mezi nejzajímavější ubytování pro rekreanty. ^[29] ^[30]

4.1.10 Revitalizace vodní nádrže

Vodní nádrž Plumlov se v posledních letech často potýkala se zvýšeným výskytem sinic, které je spojeno s nekvalitní vodou. Tyto problémy se začaly nejvíce rozvíjet v posledních letech. Za poslední úspěšnou sezónou před revitalizací bylo považováno léto 2001. Kempy i pláže byly obsazené. Na rekreaci přijížděli obyvatelé i ze vzdálených zemí jako například z Belgie, Nizozemska, Anglie, Německa a další. Okresní hygienická stanice prováděla každý rok odběry před zahájením letní sezónou. ^[36]

V roce 2002 přišli hygienici s varováním, ve vodě se zvýšil výskyt sinic, řas a jiných organismů, a výsledky vody překročily limity. Koupání bylo proto na vlastní nebezpečí. Voda byla nebezpečná hlavně pro lidi s alergiemi či citlivou pokožkou. Po koupání bylo doporučeno se osprchovat. Problém s výskytem sinic začalo řešit Povodí Moravy, protože pronajímatelé pláží neměli dostatek financí. Povodí Moravy je zastáncem toho, že vodní nádrž má schopnost retenční a regulační. Rekreace a koupání není prioritou a nachází se na posledním místě. Posléze se ukázalo, že není koupání zas tak nebezpečné, že koupání na vlastní nebezpečí bylo spíše poplašného charakteru.

Bohužel poplašná zpráva způsobila, že v létě 2002 byly pláže prázdné, a že tyto zprávy zkazily celou letní sezónu. Sezóna 2002 byla pro podnikatele katastrofální. Do vodního díla se ročně dostane několik tun dusíku a fosforu, to způsobí ideální prostředí pro rozmnožování sinic a řas. V minulosti se dávkovala modrá skalice, která byla jen krátkodobým řešením. Ročně se aplikovalo až 800 kg modré skalice. Modrá skalice se může během několikalet let změnit v nebezpečný odpad, tudíž byla aplikace ukončena.^[36]

Letní sezóna 2003 byla v očekávání, bohužel byla na tom velice podobně jako minulá sezóna. Vodní dílo opět rozkvetlo a opět bylo koupání na vlastní nebezpečí. Hrozily zde alergické reakce očí a spojivek, bolesti hlavy. Při možném polknutí vody by se mohly vyskytnout i střevní a žaludeční problémy. Pracovníci hygieny prováděli odběr vzorků vody každých 14 dní. Ukazatel množství sinic závisel na počasí. V létě při slunečném a teplém počasí se sinicím daří nejvíce.^[37]

Po sezóně 2003 se začalo jednat o sanaci vodní nádrže. Město Prostějov si uvědomilo, že návštěvníci Plumlova jsou převážně obyvatelé Prostějova a proto se rozhodlo čištění finančně podpořit. Starosta Prostějova byl názoru, že by se do čištění mělo zapojit kromě města Prostějov i Povodí Moravy, jako majitel vodního díla, dále také okolní obce Plumlov a Mostkovice, tak i Olomoucký kraj. V lednu 2004 založily obce Mostkovice, Krumsín, Prostějovičky, Plumlov, Stínava, Vícov a Ohrozim mikroregion Plumlovsko. Zástupci obcí se pravidelně scházeli a pojednávali i o problematice sinic v Plumlově. Rok 2004 zůstal jen u slibů, nic se nevyřešilo.^[37]

Léto 2004 bylo pro sinice špatné díky počasí, kdy teploty byly podprůměrné. Voda byla podle hygieniků nezávadná a její kvalita se za celé letní období nijak rapidně nezměnila. Voda byla vhodná ke koupání, ale díky teplotám, byly pláže opět prázdné. I když tento rok byl hodnoty znečištění menší, problém vodního díla to neřešil. Žádné samovolné čištění díla nenastalo.^[33]

Před sezónou 2005 byli všichni netrpěliví, jaká voda letos bude. Zástupci obce Mostkovice se rozhodli najmout odbornou firmu, která prošla a zmapovala celé povodí Hloučela. Slibovali si od toho uzdravení Plumlova. Kempy byly připraveny na turisty, dorazilo bohužel jen malé procento, které se věnovalo turistice, cyklistice a dalším sportům kromě koupání. Plumlov ztratil dobré jméno vzhledem k situaci.

Sezóna 2005 v polovině července opět skončila se zprávou, že opět není voda vhodná ke koupání. Podnikatelé byli zklamáni chováním města Prostějov, které slibovalo financování čištění vodního díla, a místo toho zainvestovalo do městského aquaparku.^[33]

V roce 2006 bylo investováno do podrobných rozborů vody, které měly vyhodnotit výsledek, který bude sloužit k zpracování projektu na obnovu rekreace v oblasti Plumlov. Na projekt uvolnil Olomoucký kraj 1 000 000 Kč, město Prostějov 250 000 Kč, a obce Plumlov a Mostkovice 25 000 Kč. Byly názory, že peníze by se měly investovat do nákupu modré skalice a jiné chemie na vyhubení sinic. Jiní byli zastáncem, že modrá skalice není vhodné řešení. Letní sezóna 2006 byla opět špatná, i když se našlo pár odvážlivců, kteří se koupali.^[39]

V projektu Čistá Hloučela a vodní nádrž Plumlov vznikl plán práce, který je důležitý a vede k revitalizaci vodního díla Plumlov. Na projekt z celkového rozpočtu 1 300 000 Kč bylo vyčleněno 835 000 Kč. V květnu 2007 se projekt chýlil ke konci. Bylo v něj zahrnuto několik opatření, proti šíření sinic. Celý projekt měl být v rozmezí na 10 – 15 let. Musela se zajistit ekologická stabilita celého povodí Hloučely. Dále se muselo vodní dílo vypustit a vybagrovat. Sediment neobsahoval žádné těžké kovy. Mezi další postupy patřilo ukončení chovu ryb, odkanalizování okolních vesnic, pozemkové úpravy a změny v hnojení okolní orné půdy. V roce 2007 se začalo využívat na náklady Povodí Moravy nezávadné látky PAX-18, na kterou se sinice obalí a výsledek je vidět téměř okamžitě. Mezi další záchranné akce patřila instalace hladinového sběrače. Provoz tohoto sběrače by měl být nepřetržitý. Dnes 8. září 2007 se konal Den Plumlovské přehrady, zde se představila další čistící metoda, která spočívá v provzdušňování neboli aerace. Vypouštění ozónu, který vytváří bublinky a ty víří sediment, ve kterém jsou obsaženy sinice. Všechny tři zmíněné metody patří mezi krátkodobé opatření.^[39]

Aerace v podzimní fázi dokáže zvýšit úmrtnost populace sinic. Během jarního období dokáže zpomalit rychlost dělení. Efekt této metody je pozorovatelný také na procentuálním zastoupení jednotlivých kolonií. Je to ekologicky šetrná prevence proti výskytu kolonií sinic.^[9]

V roce 2008 přišlo zklamání, protože aerace je dost nákladná a PAX-18 nezabírá, proto se přešlo na řešení, vybagrování vodního díla. 14. září 2009 bylo zahájeno vypouštění vodního díla. Rychlost vypouštění měla být asi 400 l/s, ale musela být přizpůsobena kvůli sběru škeblí, výlovu a transportu ryb.^[34]

Výlov se měl konat v polovině listopadu, ale kvůli nepříznivému počasí byl přesunut až na rok 2010. Díky tomu bylo vypouštění do jara 2010 pozastaveno. Zvýšila se taktéž návštěvnost turistů, kteří vypouštění považovali za atrakci. Mohli využít například přechod po staré hrázi. Koncem března bylo vypouštění opět zahájeno. Hladina klesla asi o 10 centimetrů a mohl být zahájen i výlov ryb, kterých mělo být cca 30 tun. Rybí osádka tvořili cejni, candáti, amuři, štiky kapři a úhoři. Výlov se díky nepříznivému počasí protáhl až do léta. Ryb se nakonec odlovilo cca 22,4 tun, z toho 2,5 tuny uhynulo. Škeble tvořily asi 19 tisíc kusů.^[32]

Podle plánu se s odbahňováním mělo začít v červnu roku 2010. Výběrové řízení firmy, která se ujme bagrování, oddálilo celou akci. Dále se akce oddálila kvůli povolení aplikace sedimentů na zemědělské pozemky okolních vesnic, Ohrozim a Lešany. Práce byly zahájeny 30. listopadu 2010 a celkové náklady na vybagrování byly 92 000 000 Kč. Konec odtěžování se protáhl opět kvůli počasí až na listopad 2011. Celkově se vytěžilo 120 000 m³.^[35]

Celá akce s vypouštěním vodního díla napomohla taktéž k rekonstrukci hráze, o které rozhodlo Povodí Moravy. Proběhla zde oprava návodní strany a koruny hráze. S touto rekonstrukcí se nepočítalo v původním plánu, protože se nevědělo, zda ji ministerstvo zemědělství schválí a zafinancuje. Projekt byl schválen v březnu 2011.^[35]

Srpen 2013 byla dokončena rekonstrukce návodního svahu hráze a bylo tím dovoleno napouštění vody. Probíhalo zde odstraňování fosforu. A následné vápnění dostupných ploch. To má desinfekční a mineralizační účinky. Na přítoku vodního díla Plumlov byly založeny mokřady. Vodohospodáři zpracovali zarybňovací plán. Rybí osádka nebude obohacena o cejny a bílé ryby. Rybáři chtějí nasadit dravé ryby, aby korigoval drobné kaprovité ryby. Škeble a další chráněné živočichy se navrátí do Plumlova, až po ustálení vodní hladiny. I práce na koruně hráze finišovaly v roce 2013.^[35]

Veškeré konečné práce na koruně hráze, jako je osvětlení a zábradlí, bylo hotovo v říjnu 2013. Celkově oprava hráze vyšla na 136 000 000 Kč. Byla to jedna z nejdražších vodohospodářských akcí v České republice. Pokud vodní dílo zůstane bez sinic, to již ovlivní obyvatelé okolních vesnic.^[35]

Sezóna v roce 2014 a 2015 byla, co se týká návštěvností, dobrá. Kempy byly obsazeny, rekreatanti se vrací, i ti ze zahraničí. Nejvíce vodě pomáhají fosforová srážedla. Tyto srážedla jsou v provozu od roku 2014. Pomohlo i technické opatření na Podhradském rybníku a Bidelci.^[35]

4.2 Podhradský rybník

25. září 2010 proběhl v rámci projektu „Čistá Hloučel a vodní nádrž Plumlov“ výlov Podhradského rybníka. Díky nepříznivému počasí s intenzivními srážkami a zvýšeného přítoku byl výlov přerušen. Výlov ryb byl úspěšně dokončen až dne 26. října 2010. Celkem bylo vyloveno cca 4.850 kilogramů ryb. Mezi nejčastější vyloveny ryby patřily kapři, amuři, candáti, štiky, sumci a bílé ryby. Po úspěšně dokončeném výlovu byl rybník vypuštěn a následně probíhalo pasivní odvodnění. Po odstranění sedimentu byl rybník znovu napuštěn a zarybněn.^[31] (viz mapa č. 4)

4.3 Rybník Bidelec

Povodí Moravy zahájilo 9. dubna 2010 práce na rybníku Bidelec. Práce spočívala v odstranění sedimentu. Na rybníku bylo odstraněno sedimentu cca 0,5 metrů mocnosti. Mezi další úkoly práce patřily oprava opevnění, vybudování nového kádiště, sjezdu pro mechanizaci používanou při budoucích výloveh a vybudování nového loviště. Všechny práce na rybníku byly hlídány odborným biologickým dozorem. Na celé opravě se podíleli pracovníci Povodí Moravy. Opatření bylo vyčísleno cca na 1,5 miliónu Kč, financovalo ho z vlastních prostředků Povodí Moravy. Celá akce s odstraněním sedimentu přispěla ke snížení přínosu živin do vodního díla Podhradský rybník a následně do vodního díla Plumlov. Celá tato akce byla taktéž pod záštitou projektu „Čistá Hloučel a vodní nádrž Plumlov“.^[31] (viz mapa č. 4)

4.4 Vodní nádrž Plumlov – projekt zlepšení jakosti vody

Vodní dílo Plumlov s vysokým stupněm eutrofizace snižovalo rekreační využití, a proto byl navržen projekt pro zlepšení jakosti vody. Odbahnění probíhalo jak na vodním díle Plumlov, tak i na dvou hypertrofních rybnících a přítocích do vodního díla Plumlov. V roce 2013 začalo dávkování na hlavních přítocích a to síranu železitého. V první řadě by se mělo řešit bodové zdroje znečištění. Orná půda není významná z pohledu plošného zdroje znečištění eutrofizace, ale erozním materiálem z půd je zanášen Podhradský rybník i sedimentační část vodního díla Plumlov. Síran železitý je účinný na srážení fosforu při dávkování 2-3 mg/l. Důležité je i odstraňování fosforu ještě v místech před vstupem do vody. ^[14]

Podrobné monitorování jakosti vody, které probíhalo ve 14 denním intervalu v letech 2013 a 2014, bylo potřebné pro zpracování látkové bilance fosforu v povodí vodní nádrže Plumlov. Při monitorování byly podchyceny profily významných přítoků Hloučely, orná půda a sídla, která jsou taktéž zdrojem fosforu. Vodní díla byla taktéž sledována. Látková bilance byla přepočtena na základě průměrných měsíčních přítoků a průměrných měsíčních koncentrací. ^[14]

4.4.1 Vodní nádrž Plumlov

Vstup celkového fosforu byl v letech 2013 a 2014 cca 1,67 a 0,97 tun za rok, tyto údaje jsou odhadnuté. Z těchto čísel vyplývá zatížení na 3,0 a 1,8 g/m²/rok. Rozdíl mezi roky je rozlišný díky vodnatosti, kdy rok 2013 byl na rozdíl od roku 2014 poměrně vodný. Vstup celkového fosforu jednoznačně poukazuje na eutrofní stav vodního nádrže. Oddělená část Plumlova, mělká předzdrž je zatížena a zanášena erozním materiálem hlavně z potoka Kleštínek a jeho zemědělského povodí. Momentálně zde nelze provést komplexní pozemkové úpravy, které by vedly k protierozním opatřením. ^[14]

4.4.2 Podhradský rybník

Rybníkem protéká jak Hloučela, tak i potok Roudník, který je zároveň recipient z čistírny odpadních vod pro Plumlov. Potok Roudník je značně eutrofní, má tendenci k uvolňování fosforu ze sedimentu v létě s nedostatkem kyslíku u dna. U takových rybníků, kde je fosfor v sedimentech vázán z velké části v komplexech se železem, je to zcela běžné. Důležité při zadržování fosforu je, aby byla příznivá rybí osádka, a aby nedocházelo v létě k zvyšování obsahu fosforu na odtoku. U Podhradského rybníka nelze očekávat, že bude chránit vodní dílo Plumlov před eutrofizací a to především při zvýšeném průtoku. Tento rybník zcela jistě nikdy nebude vhodný k rekreaci a ke koupání a to z důvodu, že je přísun fosforu dost specifický a bude v budoucnu tak vysoký, aby zabezpečil jeho eutrofní stav. Potok Roudník ohrožuje rybník přísunem erozního materiálu. V povodí potoku Roudník je orná půda, která je silně erozně ohrožená. Jediné řešení by bylo, kdyby proběhlo stejné opatření na potoku Roudník jako proběhlo na potoku Kleštínek. ^[14] (viz fotodokumentace č. 2)

4.4.3 Rybník Bidelec

Rybník má dlouhou dobu zdržení vody, která vede k vysokému potenciálu retence fosforu, a to díky málo vodnatému potoku Roudník, který do rybníka přitéká. Problém rybníku spočívá v tom, že se do něj nekontrolovaně dostávají znečištěné odpadní vody. Rybník má schopnost značně zadržet podíl znečištění vstupujícího se srážkovými vodami. Kontaminace splašky může znamenat návrat k hypertrofii a může nadcházet negativní vliv na vodní nádrž Plumlov. ^[14] (viz fotodokumentace č. 1)

4.4.4 Město Plumlov

Město Plumlov patří k hlavnímu potenciálnímu zdroji fosforu pro oba zmíněné rybníky. Z pohledu vodního díla Plumlov je město významným a rizikovým zdrojem fosforu. Plumlov má sice novou čistírnu odpadních vod, která z běžného znečištění pracuje s vysokou účinností, ale nejsou zde cíleně eliminovány sloučeniny fosforu. Klasické srážení fosforu probíhá, ale až pod čistírnou odpadních vod. Je potřeba na čistírně docílit vyššího odstraňování fosforu. Měly by se začít řešit i vody z jednotné kanalizace. ^[14]

4.4.5 Obce v povodí Hloučela

Obce byly popsány jako bodové zdroje znečištění a místa se vstupem fosforu do vod. Čistírny odpadní vod bez srážení fosforu jsou vybudovány v obci Buková a Protivanov. V těchto obcích je třeba čistírny doplnit účinným odstraňováním fosforu. Čistírna odpadních vod v Krumsíně je nevhodně řešena. Je zcela nezbytné ji upravit doplněním technologií, aby dosahovala potřebné účinnosti. Nově se bude budovat čistírna v obci Vícov. Tato nová čistírna musí být vybavena odstraňováním fosforu. Na čistírnu odpadních vod v Plumlově budou napojeny obce Soběsuky a Žárovice. Je důležité, aby se nekontaminovala dešťová kanalizace splaškovými vodami. Důležitá je také maximální účinnost čistíren i při zvýšeném znečištění. Mezi další obce, které musí zajistit vhodný systém nakládání s odpadními vodami a minimalizací emisí fosforu, patří Lipová, Seč, Malé Hradisko a Stínava. Důležité je zajistit kompletní odkanalizování obcí a do té doby se musí kontrolovat černé kanalizační výpustě.^[14] (viz mapa č. 2)

4.4.6 Plošné zdroje

Plošné zdroje jsou významné z hlediska vstupu erozního materiálu, nikoliv jako zdroje fosforu. Co se týče splachů fosforu, nemusí se plošné zdroje řešit, protože dusičnanové ionty přispívají ke stabilitě sedimentů, udržují sloučeniny fosforu vázané na částicích usazenin. Z pohledu procesů v Podhradském rybníku a ve vodním díle Plumlov, je toto hledisko důležité, protože tam budou přicházet částice železa a fosforu, které vznikly po srážení na přítocích. Velký význam má plošná eroze jako proces degradující ornou půdu, ale také jako příčinou zazemňování vodních nádrží. Komplexní řešení vyžaduje povodí Kleštínku a Roudníku.^[14]

4.4.7 Srážení rozpuštěných sloučenin fosforu na přítocích

Dávka 2-3 mg/l železa v podobě koagulátu síranu hlinitého má za následek odstranění > 90% fosforečnanového fosforu. Doporučuje se řešení, aby se fosfor vůbec nedostal z bodového zdroje znečištění do povrchových vod. Docílí se toho tak, že se dávkování stáhne z toků na čistírny odpadních vod tak, aby nebylo nutné potlačovat aktivitu takového množství fosforu v recipientech. (viz mapa č. 1) Stažení dávkování železa ke zdroji by mělo být uplatněno pro čistírny odpadních vod v obcích Krumsín, Buková, Plumlov a Protivanov. (viz fotodokumentace č. 3) Důležité je zmínit, že dávkování síranu železitého je jen přechodné řešení. Pro budoucnost vodního díla Plumlov a celému jeho okolí by pomohlo, kdyby lidé začali řešit své odpadní vody, tak aby nepoškozovali vodní prostředí. ^[14]

4.4.8 Vliv na kvalitu vody

Většina vodních děl je místem, kde probíhají tzv. samočistící procesy. Předzdrže jsou vybudovány především k zachycování sloučenin fosforu a k zachycování splavenin. Vzhledem k fosforu může být retenční účinnost vodních děl proměnlivá, záleží zde na hodně faktorech. ^[8]

5 METODIKA PRÁCE

Předmětem diplomové práce bylo sledování jakosti vody na vybraném místě nádrže Plumlov. Sledování probíhalo v průběhu rok 2015/2016. Vzorky vody byly odebrány v dnech 10. září 2015, 12. října 2015, 7. března 2016, 13. dubna 2016.

Vyhodnocení v laboratořích na ústavu aplikované a krajinné ekologie Mendelovy univerzity proběhlo ve dnech 11. září 2015, 13. října 2015, 7. března 2016 a 13. dubna 2016.

Odběrové místo bylo vybráno nejhlubší místo v nádrži Plumlov. Naměřené hodnoty byly graficky zpracovány a porovnány s ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod a s přílohou normy environmentální kvality, nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění.

5.1 Stanovení ukazatelů v terénu

Vzorky vody byly odebrány do plastových lahví o objemu 0,5 litrů, které byly vypláchnuté destilovanou vodou a v terénu odebíranou vodou. Vždy do 24 hodin po odběru byly vzorky vyhodnoceny, do té doby musí být v temnu a chladu.

Na vybraném místě odběru byly stanoveny některé z parametrů. Parametry byly stanoveny na místě pomocí přístroje HACH HQ30d a sond IntelliCal od firmy HACH.

Mezi parametry získané na místě odběru patří množství rozpuštěného kyslíku [mg/l], teplota [°C], pH a elektrolytickou konduktivitu [$\mu\text{s}/\text{cm}$]. Další parametr, který se získával při odběrech, byla aktuální teplota ovzduší.

5.2 Stanovení ukazatelů v laboratoři

Chemický rozbor odebraného vzorku vody proběhl v laboratořích Mendelovy univerzity na ústavu aplikované a krajinné ekologie.

Vybrané chemické ukazatele byly stanoveny pomocí spektrofotometru DR/4000U od firmy HACH. Mezi vybrané chemické ukazatele, které se stanovovaly v laboratoři, patří: dusičnanový dusík (N-NO₃), železo (Fe), celkový dusík (N), sírany (SO₄²⁻), chloridy (Cl), fosforečnany (PO₄³⁻), celkový fosfor (P) a chemická spotřeba kyslíku (CHSK). Všechny chemické ukazatele jsou stanoveny v miligramech na litr.

5.2.1 Dusičnanový dusík

Na spektrofotometru navolíme číslo 2530 a objeví se program Nitrate HR. Slepý vzorek připravíme tak, že kyvetu naplníme 10 ml přefiltrovaného odebraného vzorku. Slepý vzorek vložíme do držáku spektrofotometru a víko zavřeme. Druhu kyvetu naplníme taktéž 10 ml vzorku a přidáme obsah sáčku NitraVer 5. Kyvetu uzavřeme a minutu silně promícháme. Během dalších pěti minut začne probíhat dlouhá reakce. Pokud se objeví žlutooranžové zbarvení, je přítomen dusičnanový dusík. Po pěti minutové reakci zmáčkneme ZERO a objeví se hodnota 0,000 mg/l. Poté vložíme do držáku kyvetu se vzorkem a víko zavřeme. Na displeji se objeví výsledek měření.

5.2.2 Železo

Na spektrofotometru navolíme číslo 2165 a objeví se program FerroVer. Slepý vzorek je z přefiltrovaného vzorku o objemu 10 ml. Do kyvety taktéž o 10 ml vzorku přidáme obsah sáčku FerroVer Iron Reagent a zamícháme. Pokud se objeví oranžové zbarvení, tak vzorek obsahuje železo. Do spektrofotometru vložíme kyvetu se slepým vzorkem a mezitím proběhne reakce, která trvá tři minuty. Po ukončení reakce stiskneme tlačítko ZERO a na displeji se objeví 0,000 mg/l. Poté do spektrofotometru vložíme kyvetu se vzorkem, na displeji se objeví množství železa.

5.2.3 Sírany

Na spektrofotometru navolíme číslo 3450 a na displeji se objeví program Sulfate. Dvě kyvety naplníme 25 ml přefiltrovanou vodou. Slepý vzorek vložíme do spektrofotometru. Do druhé kyvety se vzorkem nasypeme obsah sáčku Sulfaver 4, kyvetu zavřeme a zamícháme. Ve vzorku se objeví bílý zákal. Pokud jsou ve vzorku obsaženy sírany, prášek se zcela nerozpustí. Po ukončení dlouhé pěti minutové reakci vložíme do spektrofotometru slepý vzorek a stiskneme tlačítko ZERO. Po objevení 0,000 mg/l na displeji, vložíme kyvetu se vzorkem a na displeji se objeví obsah síranů ve vodě.

5.2.4 Chloridy

Na spektrofotometru navolíme číslo 1400 a objeví se program Chloride. Do kyvety se slepým vzorkem odpipetujeme 25 ml destilované vody. Druhou kyvetu naplníme 25 ml přefiltrovaným vzorkem. Do každé kyvety odpipetujeme 2 ml Mercuric Thlocyanate a promícháme. Poté odpipetujeme do každé kyvety 1 ml Ferric Solution a opět promícháme. Pokud vzorek obsahuje chloridy tak se objeví oranžové zbarvení. Proběhne dvou minutová reakce a po ní vložíme do držáku kyvetu se slepým vzorkem. Stiskneme tlačítko ZERO a po objevení 0,000 mg/l na displeji vložíme kyvetu se vzorkem. Víko zavřeme a na displeji se objeví výsledek chloridů ve vzorku.

5.2.5 Fosforečnany

Na spektrofotometru navolíme číslo 3025 a objeví se program P React. As. LR. Slepý vzorek je složen z přefiltrovaného odebraného vzorku o objemu 10 ml. Druhou kyvetu naplníme 10 ml přefiltrovaného vzorku a přidáme obsah sáčku PhosVer3. Proběhne dvou minutová reakce. Posléze vložíme do spektrofotometru slepý vzorek a stiskneme tlačítko ZERO. Po objevení 0,000 mg/l na displeji, vložíme kyvetu se vzorkem a víko zavřeme. Na displeji se objeví výsledek fosforečnanu ve vzorku.

5.2.6 Celkový fosfor

Do vialky s označením Total and Acid Hydrolyzable odpipetujeme 5 ml nefiltrovaného vzorku. Vialku zavřeme a promícháme. Poté do vialky přidáme obsah sáčku Potassium Persulfate a promícháme. Vialku vložíme do mineralizátoru na dobu 30 minut při teplotě 150°C. Po ukončení 30 minut v mineralizátoru vialku vytáhneme a necháme zchladnout na pokojovou teplotu. Na spektrofotometru navolíme číslo 3036 a objeví se program P Total As. THT. Celkový fosfor se musí změnit v nastavení. Do vialky přidáme 2 ml 1.54 N Sodium hydroxide a zamícháme. Vialku vložíme do spektrofotometru a víko zavřeme. Po zmačknutí tlačítka ZERO a objevení 0,000 mg/l vialku vytáhneme a přidáme obsah sáčku PhosVer3. Poté vialku promícháme po dobu 15 sekund, prášek se zcela nerozpustí. Proběhne dvou minutová reakce, vialku vložíme do spektrofotometru a objeví se výsledek celkového fosforu.

5.2.7 Chemická spotřeba kyslíku

Do COD Diegestion Regent Vial odpipetujeme 2 ml nefiltrovaného vzorku. A do druhé vialky se slepým vzorkem odpipetujeme 2 ml destilované vody. Obě vialky uzavřeme a řádně promícháme. Vialky se během míchání zahřejí. Po té je vložíme do mineralizátoru na dvě hodiny při teplotě 150 °C. Po uplynutí doby dvou hodin vialky vytáhneme a necháme zchladnout na 120 °C. Zchladnutí trvá cca 20 minut. Po zchladnutí je několikrát otočíme dnem vzhůru. Po vychladnutí na pokojovou teplotu na spektrofotometru navolíme číslo 2710. Na displeji se objeví program COD, LR. Do držáku vložíme vialku se slepým vzorkem a víko zavřeme. Poté stiskneme tlačítko ZERO a po objevení 0,000 mg/l vložíme do držáku vialku se vzorkem. Víko zavřeme a na displeji se objeví hodnota chemické spotřeby kyslíku.

5.2.8 Celkový dusík

Do dvou vialek Total Nitrogen Hydroxide Reagent nasypeme obsah sáčku Total Nitrogen Persulfáte Reagent. Do vialky se slepým vzorkem odpipetujeme 2 ml destilované vody a do druhé odpipetujeme 2 ml nefiltrovaného vzorku. Obě vialky uzavřeme a řádně promícháme cca 30 sekund, prášek se zcela nerozpustí. Poté vialky vložíme do mineralizátoru na 30 minut při teplotě 105°C. Během chladnutí na pokojovou teplotu navolíme na spektrofotometru program pod číslem 2558. Na displeji se objeví program N, Total, TNT. Do vialek přidáme sáček TN Reagent A, 15 sekund mícháme. Po třech minutách reakce nasypeme do vialek obsah sáčku TN Reagent B, opět vialky promícháváme 15 sekund. Prášek se zcela nerozpustí. Po dvou minutové reakci se objeví žluté zbarvení. Připravíme si dvě vialky TN Reagent C, do jedné odpipetujeme 2 ml upravené destilované vody a do druhé odpipetujeme 2 ml upraveného vzorku. Obě vialky uzavřeme a pomalu alespoň desetkrát otočíme dnem vzhůru. Vialky se během otáčení zahřejí, poté proběhne pěti minutová reakce. Zbarvení do žluta bude znatelnější. Vialku se slepým vzorkem vložíme do spektrofotometru a stiskneme tlačítko ZERO, po objevení 0,000 mg/l na displeji vložíme do držáku vialku se vzorkem. Na displeji se objeví výsledek celkového dusíku ve vzorku.

5.3 Monitoring

Povodí Moravy provádí monitoring na přítocích vodní nádrže Plumlov i na odtoku každý měsíc. Dále provádí monitoring jakosti vody na nádrži Plumlov ve vegetačním období. Výsledky mi byly poskytnuty, aby bylo možné porovnání. Poskytnuty byly výsledky monitoringu z povodí Moravy za rok 2014 a 2015. Na přítocích a odtoku byly poskytnuty výsledky každý měsíc a to na teplotu vzduchu a vody, elektrolytickou konduktivitu, koncentraci rozpuštěného kyslíku, chemické spotřeby kyslíku, chloridy, sírany, dusičnanový dusík, fosforečnany, pH a celkový dusík a celkový fosfor. Výsledky monitoringu z odběrů z vodní nádrže Plumlov byly poskytnuty za vegetační období (březen – říjen) a to na teplotu vody a vzduchu, elektrolytickou konduktivitu, koncentraci rozpuštěného kyslíku, pH, chemické spotřeby kyslíku, celkový fosfor a celkový dusík, fosforečnany, chloridy, sírany, železo, dusičnanový dusík.

Monitoring probíhá na přítoku Hloučela před Podhradským rybníkem, za Podhradským rybníkem a na odtoku za vodní nádrží Plumlov. (viz mapa č. 3), (viz fotodokumentace č. 10 – 12)

5.4 Hodnocení výsledů

Výsledky odebraných vzorků byly vyhodnoceny pomocí limitů normy environmentální kvality, které jsou uváděny v nařízení vlády č. 401/2015 Sb. (viz tabulka č. 2) Některé hodnoty byly vyhodnoceny pomocí limitů z ČSN 75 7221 Jakost vody – klasifikace jakosti povrchových vod. (viz tabulka č. 1 a 3)

V normě ČSN 75 7221 je jakost vody zařazena do pěti tříd:

Tabulka č. 1 – 5 tříd jakosti vody podle normy ČSN 757221

Třída I	neznečištěná voda
Třída II	mírně znečištěná voda
Třída III	znečištěná voda
Třída IV	silně znečištěná voda
Třída V	velmi silně znečištěná voda

Tabulka č. 2 – Normy environmentální kvality

ukazatel jakosti	jednotky	norma environmentální kvality	
		průměrná hodnota	nejvyšší přípustná hodnota
rozpuštěný kyslík	mg/l	➤ 9	
pH		5 - 9	
teplota vody	°C		29
celkový fosfor	mg/l	0,15	
celkový dusík	mg/l	6	
dusičnanový dusík	mg/l	5,4	
nasyčení vody kyslíkem	O ₂	➤ 9	
chloridy	mg/l	150	
chemická spotřeba kyslíku	mg/l	26	

Tabulka č. 3 – ČSN 75 7221

ukazatel jakosti	jednotky	třída				
		I	II	III	IV	V
el. konduktivita	mS/m	< 40	< 70	< 110	< 160	≥ 160
rozpuštěný kyslík	mg/l	> 7,5	> 6,5	> 5	> 3	≤ 3
dusičnanový dusík	mg/l	< 0,3	< 0,7	< 2	< 4	≥ 4
celkový fosfor	mg/l	< 3	< 6	< 10	< 13	≥ 13
chloridy	mg/l	< 0,05	< 0,15	< 0,4	< 1	≥ 1
mangan	mg/l	< 0,1	< 0,3	< 0,5	< 0,8	≥ ,
sírany	mg/l	< 100	< 200	< 300	< 450	≥ 450
chemická spotřeba kyslíku	mg/l	< 15	< 25	< 45	< 60	≤ 60
železo	mg/l	< 80	< 150	< 250	< 400	≥ 400

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

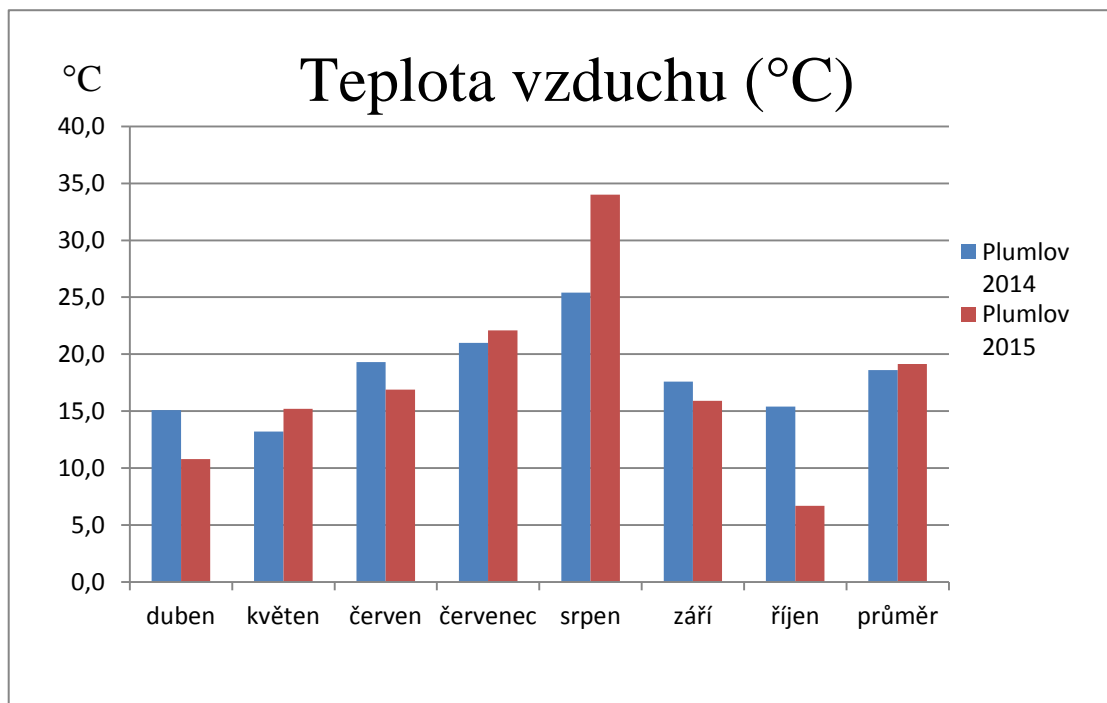
V této podkapitole jsou pro vybrané ukazatele kvality vody vytvořeny grafy z jednotlivých období. Na vodorovné ose je, kdy byl vzorek odebrán a na svislé ose je jeho naměřená hodnota. (viz tabulka č. 4)

Tabulka č. 4 – naměřené ukazatele kvality vody

	jednotky	10. září	12. října	7. března	14. dubna	průměr
teplota vzduchu	°C	20,0	6,0	3,0	7,5	9,1
teplota vody	°C	22,0	12,7	5,0	12,8	13,1
el. konduktivita	mS/s	27,1	34,6	31,3	29,8	30,7
rozpuštěný kyslík	mg/l	9,9	8,1	11,4	13,9	10,8
pH	-	9,3	7,5	7,3	9,3	8,3
dusičnanový dusík	mg/l	4,9	5,0	7,4	1,0	4,6
železo	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
sírany	mg/l	49,7	51,8	48,6	47,2	49,3
chloridy	mg/l	27,8	27,5	26,8	27,5	27,4
fosforečnany	mg/l	0,2	0,1	0,6	0,2	0,3
celkový fosfor	mg/l	0,02	0,04	0,06	0,05	0,04
chemická spotřeba kyslíku	mg/l	19,0	21,0	11,6	26,7	19,6
celkový dusík	mg/l	-	-	-	5,0	5,0

6.1 Výsledky ukazatelů naměřené v terénu – vodní nádrž Plumlov

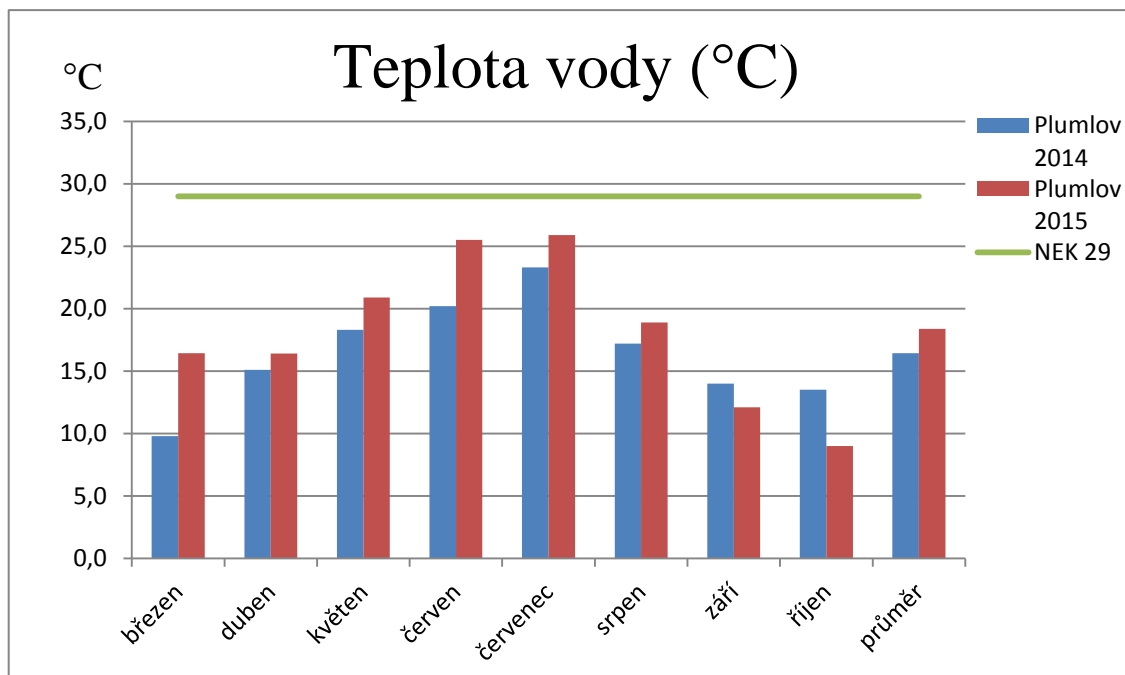
6.1.1 Teplota vzduchu



Graf č. 1 – teplota vzduchu (°C), výsledky z minulých let ^[28]

V grafu číslo 1 jsou znázorněny hodnoty teploty vzduchu. Nejteplejším měsícem pro oba roky byl srpen. Nejchladnějším měsícem pro rok 2014 byl květen a pro rok 2015 říjen. Průměrná hodnota teploty vzduchu za vegetační období se během roku zvýšila. Průměrná teplota vzduchu z měření, které probíhalo od září 2015 do dubna 2016, byla 9,1 °C.

6.1.2 Teplota vody

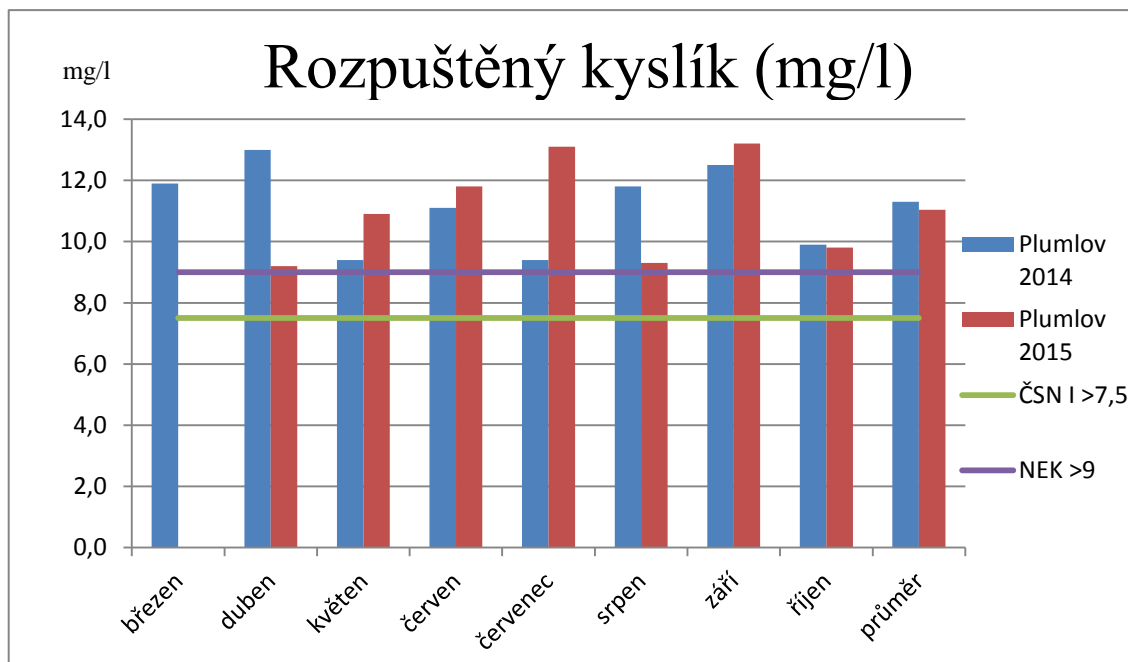


Graf č. 2 – teplota voda (°C), výsledky z minulých let^[28]

V grafu číslo 2 je znázorněna přípustná maximální limitní hodnota pro teplotu vody, která je uvedena v nařízení vlády 401/2015 je 29 °C. Teplota vody je jedním z významnějších ukazatelů jakosti vody.

V grafu číslo 2 vidíme, že limitní hodnota nebyla překročena ani v jednom měsíci. Nejnižší hodnota pro rok 2014 byla v měsíci březen a pro rok 2015 v měsíci říjen. Průměrná hodnota pro teplotu vody se za vegetační období během roku zvýšila. Průměrná teplota vody z měření, které probíhalo od září 2015 do dubna 2016, byla 13,1 °C.

6.1.3 Rozpuštěný kyslík

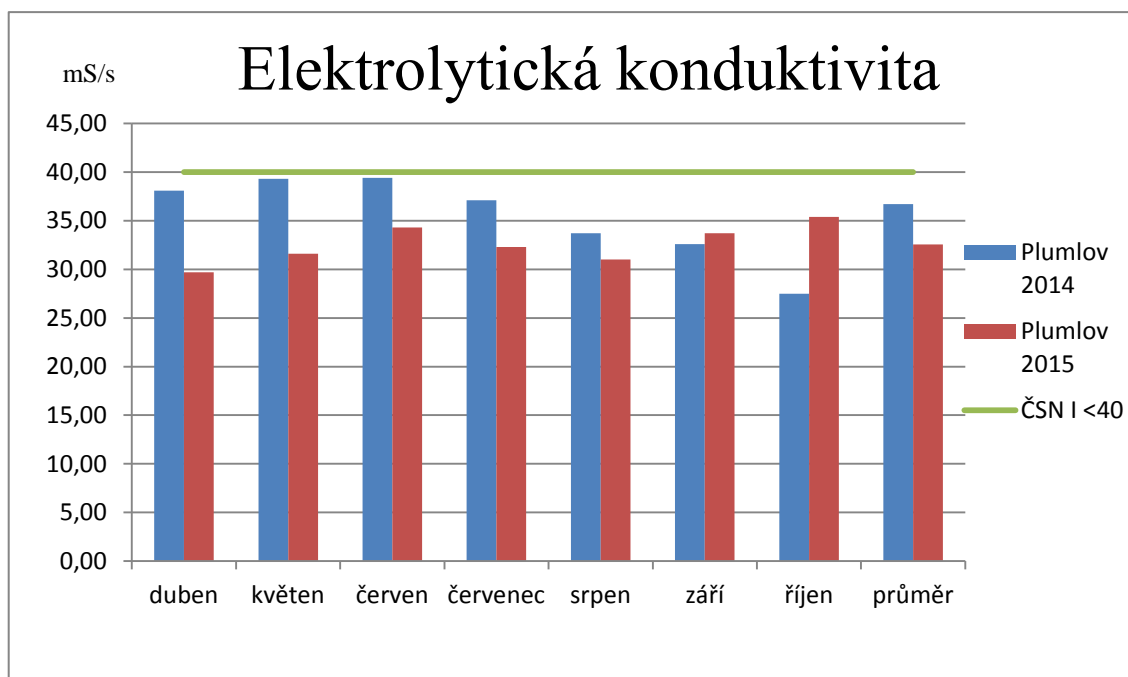


Graf č. 3 – Rozpuštěný kyslík (mg/l), výsledky z minulých let^[28]

Mezi nejvýznamnější rozpuštěné plyny ve vodě patří kyslík. Je důležitý pro biochemické procesy probíhající ve vodě. Množství obsaženého kyslíku závisí na teplotě vody. Kyslík se do vody dostává pomocí fotosyntézy řas, sinic a vodních rostlin.^[2]

V grafu číslo 3 byl rozpuštěný kyslík hodnocen dle nařízení vlády 401/2015 i dle normy ČSN 75 7221. Dle Normy environmentální kvality je limitní hodnota > 9 mg/l. Pokles může být způsoben zvýšenou teplotou vody. Dle normy ČSN 75 7221 naměřené hodnoty spadají do limitu pro I. třídu jakosti vody. V roce 2015 v březnu není stanovena hodnota. Průměrná koncentrace rozpuštěného kyslíku z měření, které probíhalo od září 2015 do dubna 2016, byla 10,8 mg/l. Hodnoty se nijak rapidně nemění během let.

6.1.4 Elektrolytická konduktivita

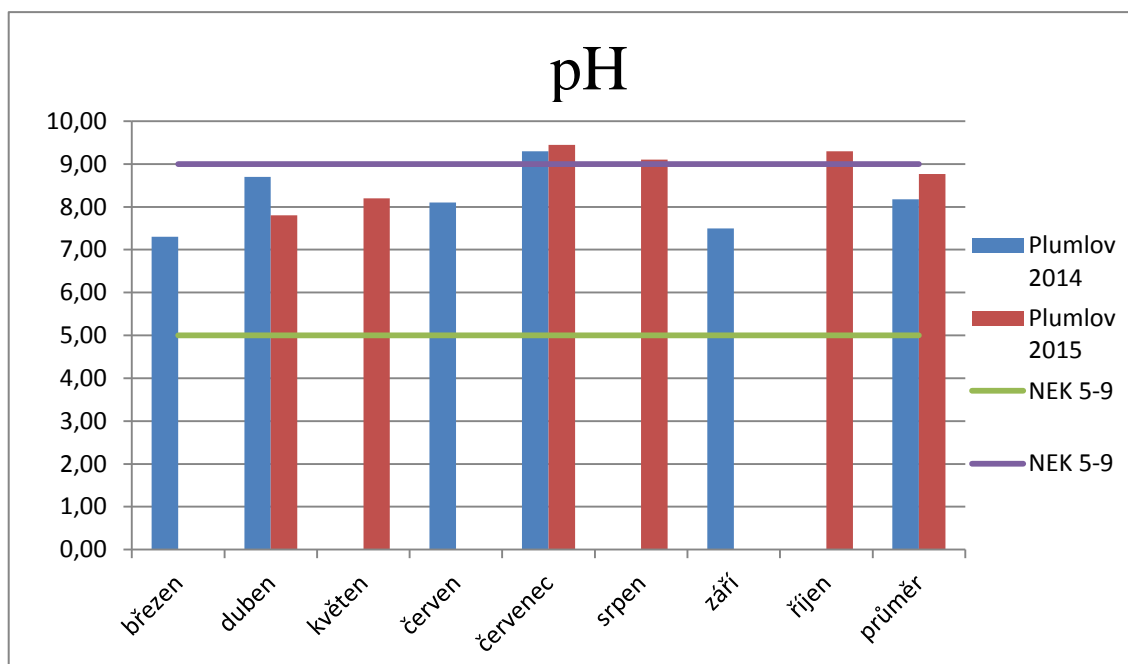


Graf č. 4 – Elektrolytická konduktivita (mS/m), výsledky z minulých let^[28]

Výsledek konduktivity ukazuje koncentraci iontově rozpuštěných látek a mineralizaci vody. Ve vodách s malou koncentrací organických látek, převážně v přírodních vodách, vyjadřuje konduktivita obsah organických elektrolytů. Mezi faktory, které konduktivitu ovlivňují, patří koncentrace iontů, jejich nábojové číslo, pohyblivost a teplota vody.^[4]

V grafu číslo 4 jsou naměřené hodnoty elektrolytické konduktivity a jsou hodnoceny dle normy ČSN 75 7221. Všechny naměřené hodnoty nepřekročily limity pro I. třídu jakosti povrchové vody. Průměrná hodnota elektrolytické konduktivity z měření, které probíhalo od září 2015 do dubna 2016, byla 30,7 mg/l.

6.1.5 pH



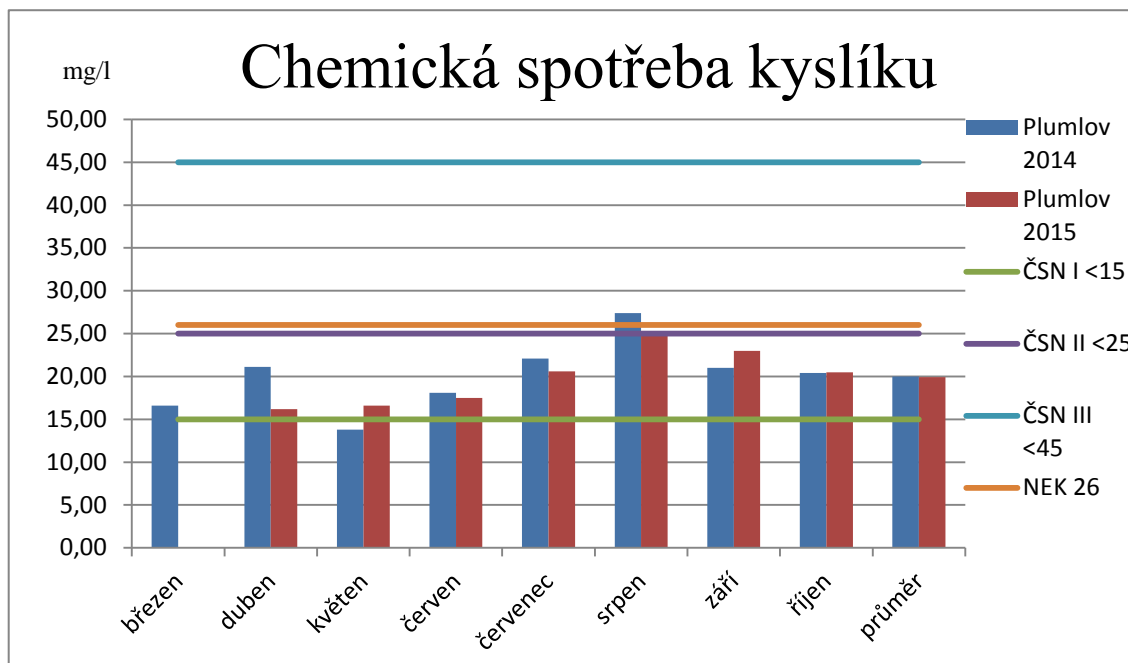
Graf č. 5 – Reakce vody (pH), výsledky z minulých let^[28]

Koncentrace vodíkových iontů neboli pH je závislá především na tom, jaké látky jsou ve vodě rozpuštěny. Snížení pH u povrchových vod může být ovlivněno například přítokem odpadních vod z průmyslu, ze zemědělství, splachy z okolních toků a množstvím kyselých srážek. Zvýšení aktivní reakce vody nad 9 bývá způsobeno snižováním obsahu oxidu uhličitého při fotosyntéze.^[3]

V grafu číslo 5 vidíme naměřené hodnoty pH vody. Norma environmentální kvality stanovuje přípustné hodnoty od 5 do 9. V grafu vidíme, že hodnoty z měsíců červenec, srpen a říjen limitní hodnotu mírně překročily. Průměrná pH z měření, které probíhalo od září 2015 do dubna 2016, bylo 8,3.

6.2 Výsledky ukazatelů stanovené v laboratoři – vodní nádrž Plumlov

6.2.1 Chemická spotřeba kyslíku

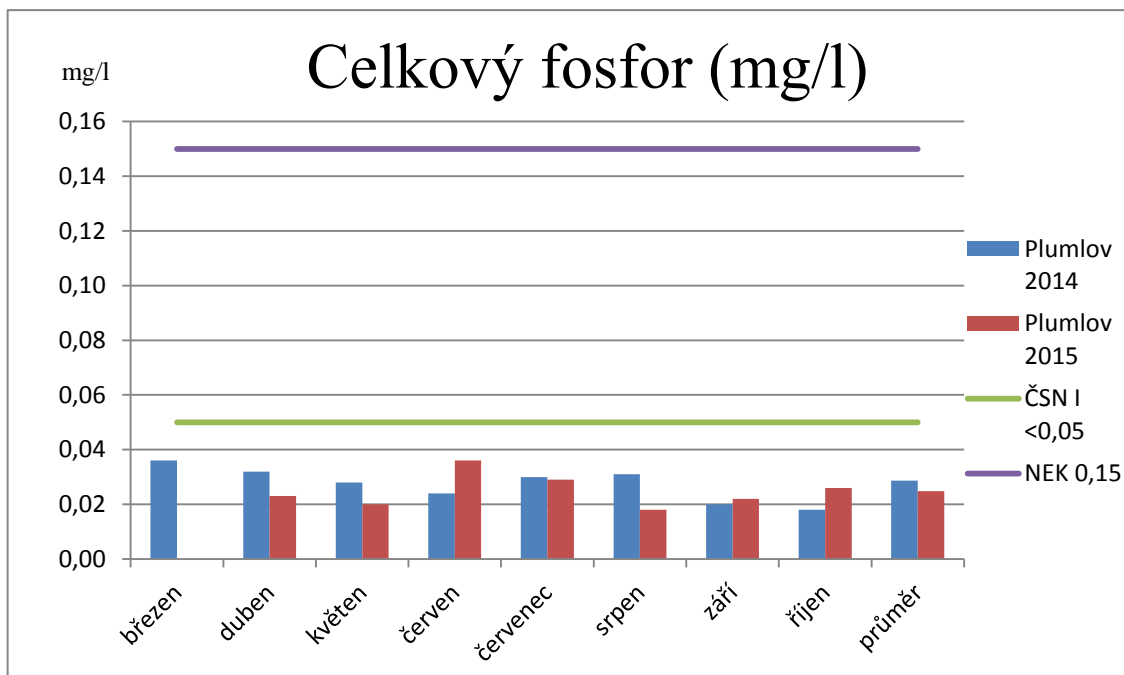


Graf č. 6 – Chemická spotřeba kyslíku (mg/l), výsledky z minulých let^[28]

Chemická spotřeba kyslíku je definována jako množství kyslíku, které se za přesně vymezených podmínek spotřebuje na oxidaci organických látek ve vodě se silným oxidačním činidlem. Hodnota chemické spotřeby kyslíku je tedy mírou celkového obsahu organických látek ve vodě. Jde o stanovení míry znečištění vody oxidovatelnými anorganickými a organickými látkami.^[2]

V grafu číslo 6 můžeme vidět stanovené hodnoty. Na grafu je limitní hodnota Normy environmentální kvality 26 mg/l. Průměrná hodnota za vegetační období je kolem 20 mg/l a splňuje limit dle Normy environmentální kvalitu. Dle Normy ČSN 75 7221 je jakostní třída I do 15 mg/l, pod tento limit se dostaly hodnoty jen v měsíci květen v roce 2014. Většina stanovených hodnot je v klasifikaci II jakostní třídy, kdy je limit do 25 mg/l, kde je většina stanovených hodnot. Do jakostní třídy III, kdy je limit do 45 mg/l, spadá jen hodnota stanovená v měsíci srpen roku 2014. Překročení může být způsobeno organickým znečištěním. Průměrná hodnota koncentrace z měření, které probíhalo od září 2015 do dubna 2016, byla 19,6 mg/l.

6.2.2 Celkový fosfor

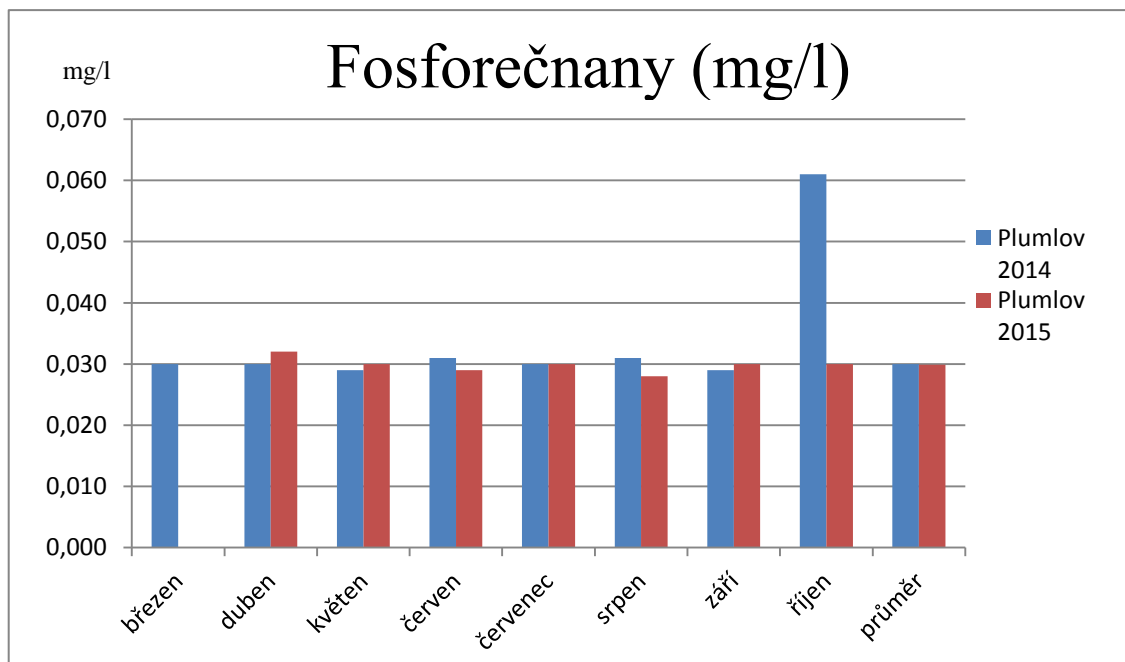


Graf č. 7 – Celkový fosfor (mg/l), výsledky z minulých let^[28]

Zdrojem fosforu ve vodách je rozpouštění některých zvětralých minerálů a hornin, jedná se o přirozený fosfor. Do vod se dostává fosfor taktéž z odpadních vod, splachy ze zemědělsky obdělávaných půd hnojenými fosforečnými hnojivy, dále také z prádelen, textilního průmyslu a z odpadních vod pivovarského průmyslu, jedná se o anorganický fosfor. Mezi další zdroje fosforu patří odumřelá vodní flóra a fauna, která se usazuje na dvě vodní plochy. Fosfor se do vod dostává převážně antropologicky, kdy jsou zdrojem fosforečnanová hnojiva.^[5]

V grafu číslo 6 můžeme vidět stanovené hodnoty celkového fosforu na nádrži za vegetační období 2014 a 2015. Hodnoty nepřekročily stanovený limit Normy environmentální kvality, který je 0,15 mg/l. Dle limitů pro ČSN 75 7221 naměřené hodnoty odpovídají pro I. třídu jakosti povrchových vod. Nízká koncentrace celkového fosforu na vodní nádrži je ovlivněna srážením fosforu na přítoku do nádrže. Průměrná hodnota koncentrace z měření, které probíhalo od září 2015 do dubna 2016, byla 0,04 mg/l.

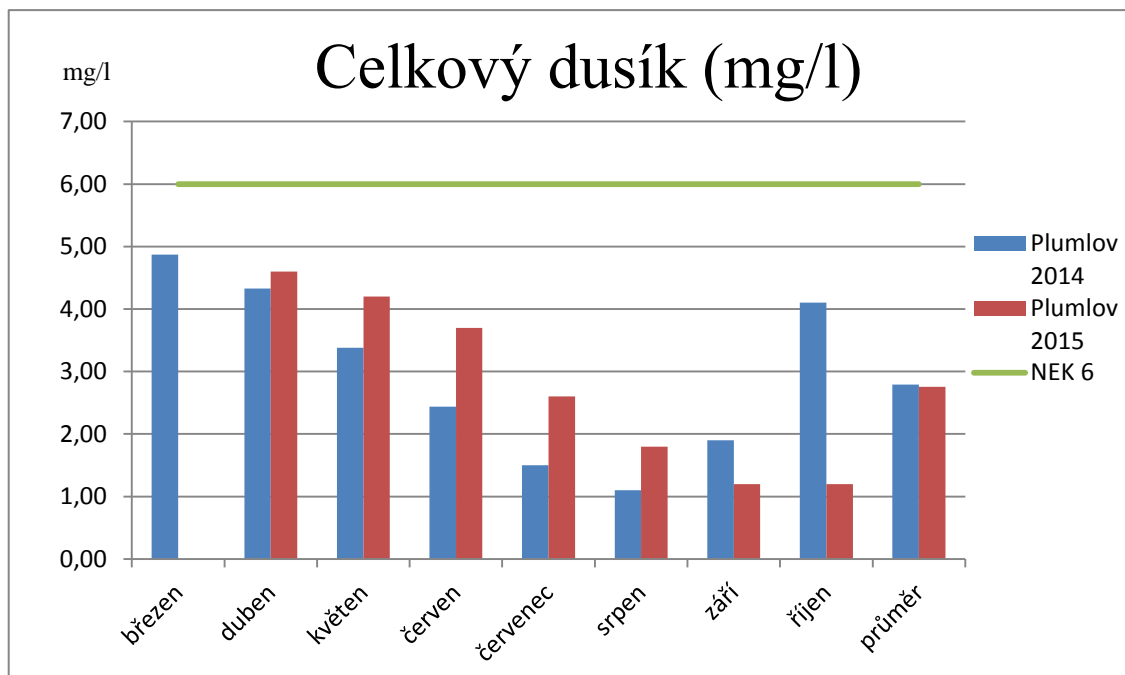
6.2.3 Fosforečnany



Graf č. 8 – Fosforečnany (mg/l), výsledky z minulých let^[28]

Fosforečnany nemají přípustnou limitní hodnotu, protože jejich význam je z hygieny poměrně nevýznamný. Fosforečnany se do vod dostávají převážně splaškovými vodami a z fosforečnanových hnojiv. V grafu číslo 8 vidíme, že hodnota naměřená z října 2014 je podstatně vyšší než ostatní hodnoty, tento nárůst mohl být způsoben delší rekreační dobou, díky nadprůměrně teplé zimě. Průměrná hodnota koncentrace z měření, které probíhalo od září 2015 do dubna 2016, byla 0,3 mg/l.

6.2.4 Celkový dusík

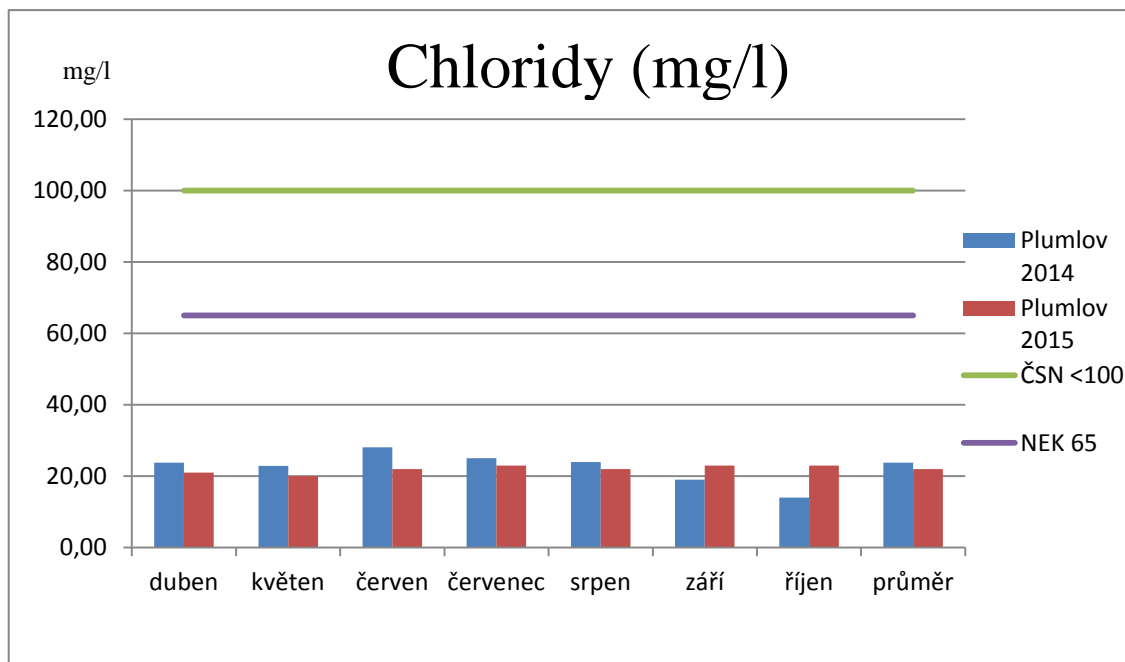


Graf č. 9 – Celkový dusík (mg/l), výsledky z minulých let^[28]

Dusík patří mezi nejdůležitější makrobiogenní prvky. Dusík a jeho sloučeniny mají význam především v biologických procesech probíhajících v povrchových, podzemních a odpadních vodách.

V grafu číslo 9 vidíme stanovené hodnoty celkového dusíku. Limit Normy environmentální kvality, který je 6 mg/l nebyl překročen. Průměrná hodnota koncentrace z měření, které probíhalo od září 2015 do dubna 2016, byla 5 mg/l.

6.2.5 Chloridy

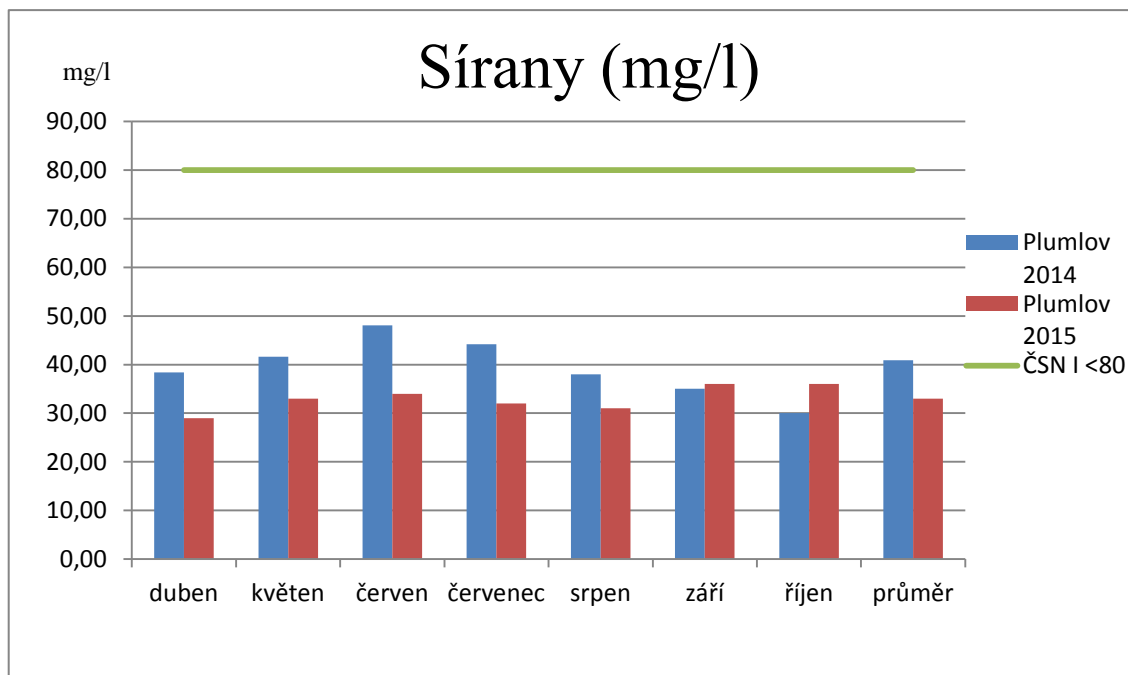


Graf č. 10 – Chloridy (mg/l), výsledky z minulých let^[28]

Mezi antropogenní zdroje patří odpadní vody z neutralizace vod obsahujících volnou kyselinu chlorovodíkovou nebo odpadní vody obsahující chloridy z vysolování produktů chloridem sodným. Dalším umělým zdrojem může být i desinfekce vody chlorací. Chloridy mohou být i živočišného původu, což je v případě člověka. Člověk vyprodukuje až 9 gramů chloridů denně, které se pak objeví ve splaškových vodách.^[5]

V grafu číslo 10 vidíme stanovené hodnoty chloridů. Limit ČSN 75 7221 100 mg/l nebyl překročen. Voda v nádrži se tedy zařazuje do I. třídy jakosti povrchových vod. Dle Normy environmentální kvality 65 mg/l nebyl limit překročen. Průměrná hodnota koncentrace z měření, které probíhalo od září 2015 do dubna 2016, byla 27,4 mg/l.

6.2.6 Sírany

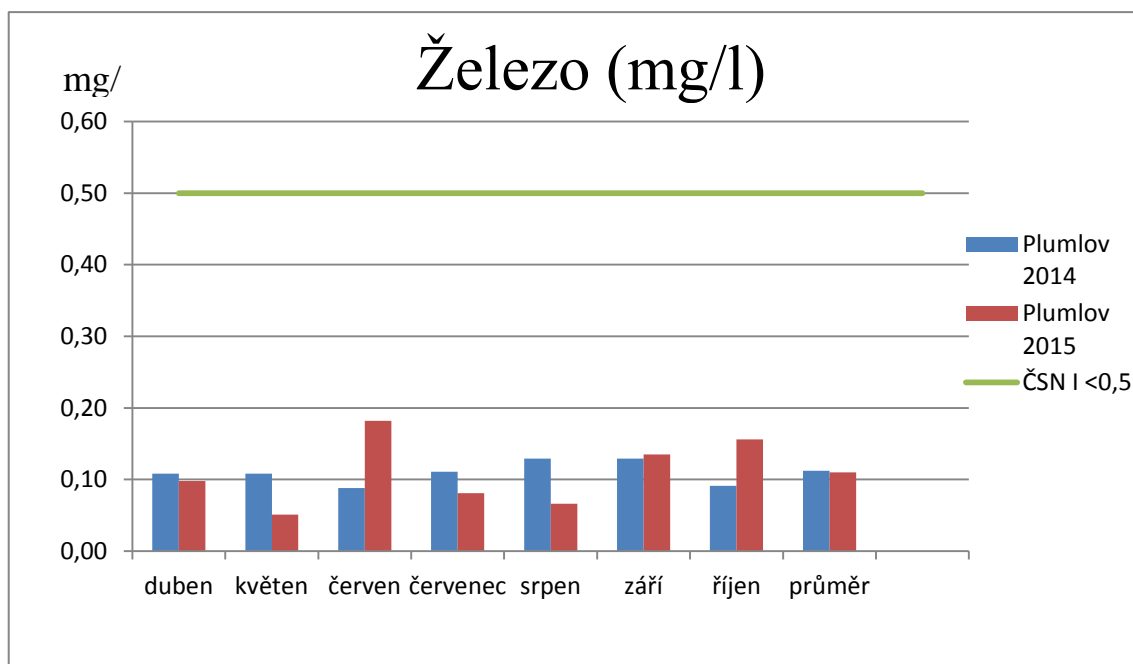


Graf č. 11 – Sírany (mg/l), výsledky z minulých let^[28]

Sírany jsou uvolňovány do vod hlavně při biologickém rozkladu organických látek. Sírany se mohou do vod dostat taktéž oxidací siřičkových rud. Mezi další nepřírodní zdroje síranů patří například odpadní vody chemického průmyslu.^[4]

V grafu číslo 11 jsou znázorněny stanovené hodnoty síranů, které se do vod dostávají především z odpadních vod moříren kovů. Za celé období měření nebyl překročen limit ČSN 75 7221, který je 80 mg/l. Dle normy je tedy voda v nádrži zařazena do I. třídy jakosti povrchových vod. Průměrná hodnota koncentrace z měření, které probíhalo od září 2015 do dubna 2016, byla 49,3 mg/l.

6.2.7 Železo

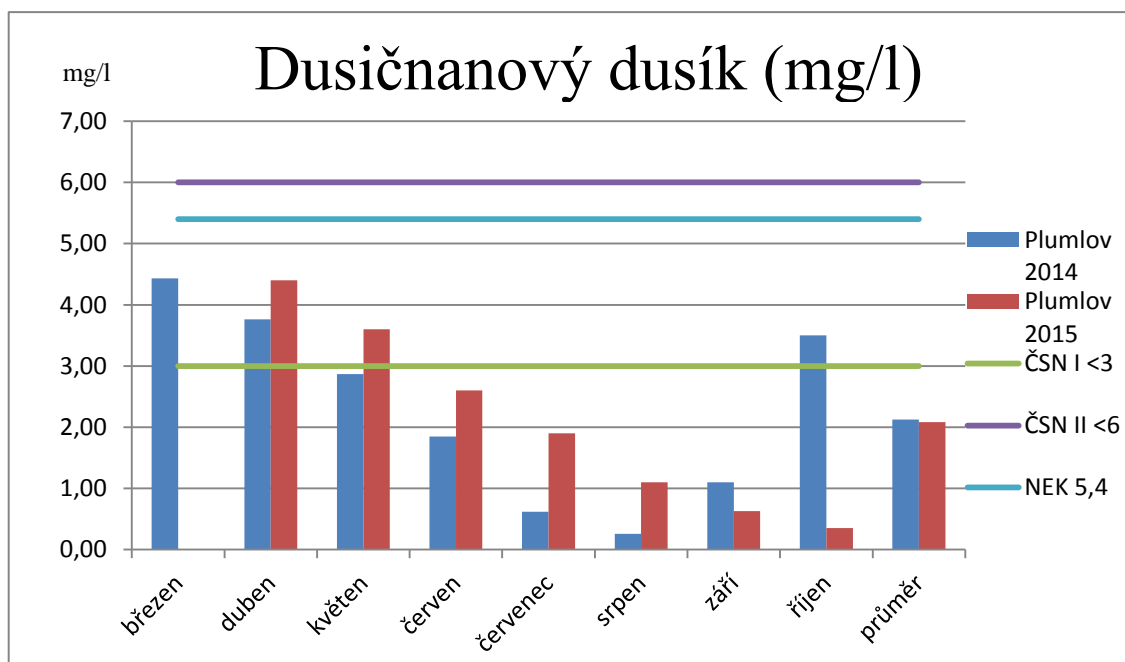


Graf č. 12 – Železo (mg/l), výsledky z minulých let^[28]

Mezi umělé zdroje železa ve vodách mohou být koroze ve vodovodním potrubí nebo odpadní vody například z drátoven nebo mořiren. Zda je železo ve formě rozpuštěné nebo nerozpuštěné závisí na pH.^[5]

V grafu číslo 12 můžeme vidět naměřeny hodnoty železa, které patří do důležitých složek povrchových vod. Limit ČSN 75 7221, který je 0,5 mg/l, nebyl za celou dobu měření překročen, tudíž voda spadá do I. třídy jakosti povrchových vod. Průměrná hodnota koncentrace z měření, které probíhalo od září 2015 do dubna 2016, byla 0,1 mg/l.

6.2.8 Dusičnanový dusík



Graf č. 13 – Dusičnanový dusík (mg/l), výsledky z minulých let^[28]

Dusíkové sloučeniny mohou být ve formě organického nebo anorganického původu. Jedním ze zdrojů organického dusíku bývají splaškové vody.

Limit Normy environmentální kvality, který je 5,4 mg/l, nebyl překročen. Podle ČSN 75 7221 se hodnoty pohybují od I do II třídy jakosti povrchových vod. Hodnoty spadající do II. třídy jakosti mohou být ovlivněny splaškovými vodami. Průměrné hodnoty jsou na podobné hodnotě. Průměrné hodnoty za vegetační období 2014 a 2015 se pohybují kolem 2 mg/l. Průměrná hodnota koncentrace z měření, které probíhalo od září 2015 do dubna 2016, byla 4,6 mg/l.

6.3 Zhodnocení a diskuze k vybraným ukazatelům z odběrů – vodní nádrž Plumlov rok 2014 a 2015

Teplota vzduchu na vodní nádrži Plumlov se mění pravidelně podle ročního období. Teplota za rok 2015 se oproti roku 2014 zvýšila. Data v grafu č. 1 jsou z vegetačního období od dubna do října. Průměrná teplota za toto období v roce 2014 byla 18 °C

a v roce 2015 19 °C, zvýšení bylo nepatrné. V období od září 2015 do dubna 2016 byly naměřeny hodnoty (viz tabulka č. 4) a průměrná hodnota z tohoto období byla 9,1°C.

Teplota vody je jedním z nejvýznamnějších ukazatelů jakosti vody. Limitní hodnota pro Normu environmentální kvalitu je 29°C. Tato hodnota na vodní nádrži Plumlov nebyla překročena. (viz graf č. 2) Průměrné hodnoty teploty vody se zvýšily. V roce 2014 byla průměrná hodnota teploty vody 16 °C a v roce 2015 byla hodnota 18°C. V období od září 2015 do dubna 2016 byly naměřeny hodnoty (viz tabulka č. 4) a průměrná hodnota z tohoto období byla 13,1 °C.

Koncentrace rozpuštěného kyslíku na vodní nádrži Plumlov dle ČSN 75 7221 spadá dle limitu do I. třídy jakosti povrchových vod. (viz graf č. 3) Limit pro první třídu je > 7,5. Limit pro I. třídu jakosti povrchových vod nebyl překročen ani v případě měření od září 2015 do dubna 2016. (viz tabulka č. 4) Průměrná hodnota z tohoto období měření byla 10,8 mg/l.

Elektrolytická konduktivita se hodnotila dle ČSN 75 7221, kde je limit pro I. třídu jakosti povrchových vod < 40 mS/m. Všechny naměřené hodnoty na vodní nádrži Plumlov vyhovují pro I. třídu jakosti povrchových vod. (viz graf č. 4) Hodnoty z období od září 2015 do dubna 2016 (viz tabulka č. 4) spadají taktéž do I. třídy jakosti povrchových vod dle ČSN 75 7221. Průměrná hodnota z tohoto měření byla 30,7 mS/m.

Reakce vody neboli pH se hodnotí dle Normy environmentální kvality, kdy průměrná hodnota měření nesmí přesáhnout hodnotu 9 a klesnout pod hodnotu 5. Průměrné hodnoty z let 2014 a 2015 na vodní nádrži Plumlov splňují přípustný rozměr (5 – 9). (viz graf č. 5) Zvýšené hodnoty může ovlivnit snižování oxidu uhličitého při fotosyntéze. Průměrná hodnota z měření od září 2015 do dubna 2016 byla 8,3. (viz tabulka č. 4)

Chemická spotřeba kyslíku se hodnotila dle ČSN, kdy pro I. třídu jakosti povrchových vod je limit < 15 mg/l, pro II. třídu je limit < 25 mg/l a pro III. třídu je limit < 45 mg/l. Průměrné hodnoty rok 2014 nepřekročily limit pro Normu environmentální kvality. Většina stanovených hodnot na vodní nádrži Plumlov spadá do II. třídy jakosti povrchových vod. (viz graf č. 6) Jen jedna hodnota stanovená v srpnu 2014 spadá limitem do III. třídy jakosti povrchových vod. Dle limitu Normy environmentální kvality, která se stanovuje z průměrných hodnot a je 26mg/l, je

chemická spotřeba kyslíku na vodní nádrži Plumlov v pořádku. Průměrné hodnoty z měření od září 2015 do dubna 2016 byly 19,6 mg/l, takže dodržuje limity Normy environmentální kvality. A dle ČSN 75 7221 spadají naměřené hodnoty do II. třídy jakosti povrchových vod.

Celkový fosfor byl hodnocen dle Normy environmentální kvality, kdy je limit 0,15 mg/l, a dle ČSN 75 7221, kdy je limit pro I. třídu jakosti povrchových vod < 0,015 mg/l. Stanovené hodnoty za vegetační období za rok 2014 a 2015 na vodní nádrži Plumlov vyhovují limitům jak ČSN 75 7221 i Normy environmentální kvality. (viz graf č. 7) Stanovené hodnoty za období od září 2015 do dubna 2016 měly průměrnou hodnotu 0,04 mg/l. (viz tabulka č. 4) Hodnoty jsou tedy dle ČSN 75 7221 v I. třídě jakosti povrchových vod.

Fosforečnany měly za vegetační období za rok 2014 a za rok 2015 na vodní nádrži Plumlov průměrně stanovené hodnoty 0,03 mg/l. Zvýšená hodnota v říjnu 2014 může být způsobena vyšším přísunem splaškových vod. Stanovená průměrná hodnota za období od září 2015 do dubna 2016 byla 0,3 mg/l. (viz tabulka č. 4)

Celkový dusík se hodnotil dle Normy environmentální kvality z průměrných stanovených hodnot. Limit pro průměrnou hodnotu je 6 mg/l. Stanovené hodnoty na vodní nádrži Plumlov nebyly překročeny. (viz graf č. 9) Vyšší přísun odpadních vod mohl způsobit zvýšenou koncentraci celkového dusíku. Průměrná stanovená hodnota za období od září 2015 do dubna 2016 byla 0,5 mg/l, takže limit taktéž nebyl překročen. (viz tabulka č. 4)

Chloridy se hodnotily dle ČSN 75 7221, kdy je limit pro I. třídu jakosti povrchových vod < 100 mg/l, i dle Normy environmentální kvality, kdy je limit 65 mg/l. Hodnoty stanovené na vodní nádrži Plumlov limity ani v jednom případě nepřekročily. (viz graf č. 10) Průměrná hodnota z období od září 2015 do dubna 2016 byla stanovená 27,4 mg/l. Hodnota je dle limitů v pořádku. (viz tabulka č. 4)

Sírany se hodnotily dle limitů ČSN 75 7221, kdy je pro I. třídu jakosti povrchových vod limit < 80 mg/l. Limit na vodní nádrži Plumlov pro vegetační období pro rok 2014 a 2015 nebyl překročen. (viz graf č. 11) Průměrná hodnota z období od září 2015 do dubna 2016 byla 49,3 mg/l. (viz tabulka č. 4) Limitem spadají výsledky do I. třídy jakosti povrchových vod.

Železo se hodnotilo dle limitů ČSN 75 7221, kdy je limit pro I. třídu jakosti povrchových vod $< 0,5$ mg/l. Stanovené hodnoty za vegetační období na vodní nádrži Plumlov za rok 2014 a 2015 limit ČSN 75 7221 nepřekročily. (viz graf č. 12) Průměrné hodnoty stanovené za období od září 2015 do dubna 2016 byly 0,1 mg/l. (viz tabulka č. 4) Hodnoty spadají do I. třídy jakosti povrchových vod.

Dusičnanový dusík se hodnotil dle ČSN 75 7221. Pro I. třídu jakosti povrchových vod je limit < 3 mg/l a pro II. třídu je limit < 6 mg/l. Dle ČSN 75 7221 spadají hodnoty do I. a II. třídy jakosti povrchových vod. (viz graf č. 12) Průměrné hodnoty za vegetační období na vodní nádrži Plumlov za rok 2014 a 2015 dle Normy environmentální kvality nepřekročily limit, který je 5,4 mg/l. Zvýšené hodnoty koncentrace dusičnanového dusíku mohou být způsobeny splaškovými vodami. Průměrná hodnota za období od září 2015 do dubna 2016 byla 4,6 mg/l, která spadá dle limitů do II. třídy jakosti povrchových vod. (viz tabulka č. 4)

6.4 Zhodnocení a diskuze k vybraným ukazatelům z odběrů – přítoky (Hloučel, Soběsuky) a odtoku z Plumlova

Průměrně nejteplejší za rok 2014 byl přítok Hloučela. (viz graf č. 14) Za rok 2015 byl průměrně teplotně vyšší přítok Soběsuky, průměr je ovlivněn chybějícími hodnotami z období zimy. (viz graf č. 25)

Koncentrace rozpuštěného kyslíku za rok 2014 byla průměrně nejvyšší na přítoku Soběsuky. Ve vegetačním období za rok 2014 spadají hodnoty z přítoků Soběsuky, Hloučela i odtoku z Plumlova do II. a III. třídy jakosti povrchových vod, to mohlo být ovlivněno zvýšenou teplotou vody. Průměrně nejnižší stanovená hodnota je na přítoku Hloučela. (viz graf č. 15) Hodnoty rozpuštěného kyslíku z přítoků Hloučela, Soběsuky i odtoku z Plumlova za vegetační období v roce 2015 spadají do I., II. a III. třídy jakosti povrchových vod, koncentrace může být v tomto období ovlivněno zvýšenou teplotou. Hodnoty z odtoku z Plumlova za rok 2015 byly vyšší než na přítocích, to mohlo být způsobeno promícháním vody. Nejvyšší průměrná hodnota za rok 2015 byla stanovena na odtoku z Plumlova. (viz graf č. 26)

Koncentrace chemické spotřeby kyslíku na přítoku Hloučela za období léta rok 2014 spadá do III. třídy jakosti povrchových vod, zvýšení koncentrace může způsobit organické znečištění. Odtok z Plumlova za rok 2014 spadá do II. třídy jakosti povrchových vod. (viz graf č. 16) Za rok 2015 se hodnoty na přítoku Hloučel i na odtoku z Plumlova výrazně zlepšily. V období vegetace jsou hodnoty odtoku z Plumlova lepší než na přítoku Hloučela. Nárůst hodnot na přítoku Hloučela v období léta mohl být způsoben organickým znečištěním v době rekreace. (viz graf č. 27)

Hodnoty elektrolytické konduktivity na přítocích Hloučela, Soběsuky a odtoku z Plumlova za rok 2014 v letním období nepatrně překročily limity I. třídy jakosti povrchových vod. Zvýšení může být způsobeno zvýšenou teplotou vody. Průměrně nejvyšší hodnoty jsou na odtoku z Plumlova. Zvýšení může způsobit vyšší pohyblivost vody na odtoku. (viz graf č. 17) Hodnoty za rok 2015 byly zvýšeny převážně za vegetační období na přítoku Soběsuky. Zvýšení mohlo být způsobeno zvýšenou teplotou toku. (viz graf č. 28)

Koncentrace chloridů za rok 2014 a 2015 se stanovovala jen na přítoku Hloučela, limit pro I. třídu jakosti povrchových vod, nebyl překročen. (viz grafy č. 18 a 29)

Koncentrace síranů za rok 2014 se stanovovala na přítoku Hloučela a limit pro I. třídu jakosti povrchových vod, nebyl překročen. (viz graf č. 19) V roce 2015 se koncentrace síranů stanovovala na přítoku Hloučela a odtoku z Plumlova. Limit pro I. třídu jakosti povrchových vod, nebyl překročen. (viz graf č. 30)

V roce 2014 byly průměrně hodnoty koncentrace dusičnanového dusíku na odtoku z Plumlova nižší než na přítocích Hloučel a Soběsuky. Hodnoty mohou ukazovat, že je vodní nádrž Plumlov schopná dusičnanový dusík zadržet, například v sedimentu. Nejvyšší hodnoty za rok 2014 jsou na přítoku Soběsuky, nárůst můžou způsobit splachy z polí, které se hnojí dusičnanovými hnojivy. (viz graf č. 20) V období zimy za rok 2015 jsou hodnoty na přítok Hloučela vyšší než na odtoku z Plumlova. Výrazně vyšší hodnoty v období léta a podzimu jsou na přítoku Soběsuky. Průměrně jsou hodnoty dle Normy environmentální kvality v limitu. (viz graf č. 31)

Fosforečnany zatížený v období léta za rok 2014 i za rok 2015 je především přítok Soběsuky a přítok Hloučela. Zvýšení mohlo být způsobeno ze splaškových vod, které jsou do přítoků vypouštěny, a splachem fosforečnanových hnojiv z polí. Průměrně za

rok 2015 byl odtok z Plumlova nižší než přítoky, může to znamenat, že vodní nádrž Plumlov je schopná fosforečnany zadržet. (viz grafy č. 21 a 32)

Za rok 2014 zvýšená hodnota celkového fosforu za měsíc srpen na přítoku Soběsuky mohla být způsobena zvýšeným přísunem odpadních vod. Průměrně má přítok Soběsuky vyšší hodnoty než odtok z Plumlova a přítok Hloučela, může to ovlivnit odtok z čistírny odpadních vod. (viz graf č. 22) Hodnoty celkového fosforu za rok 2015 ve vegetačním období spadají do I. II. a III. třídy jakosti povrchových vod. Zvýšení na přítoku Hloučela a na odtoku z Plumlova v měsících červenec a srpen mohlo být způsobeno splaškovými a odpadními vodami. Průměrné hodnoty na odtoku z Plumlova jsou nižší než na přítocích Soběsuky a Hloučela. (viz graf č. 33)

Průměrná koncentrace celkového dusík na přítocích Hloučela, Soběsuky a odtoku z Plumlova za rok 2014 nepřekročila limit Normy environmentální kvality. Zvýšené hodnoty na přítoku Soběsuky a Hloučela být způsobeno splaškovými vodami. Průměrné hodnoty odtoku z Plumlova jsou výrazně nižší. (viz graf č. 23) Za rok 2015 byly hodnoty na přítoku Hloučela zvýšeny. Průměrná hodnota byla nejnižší na odtoku z Plumlova. (viz graf č. 34)

Reakce vody (pH) za rok 2014 i za rok 2015 byla v limitních hodnotách Normy environmentální kvality, které jsou od 5 do 9. (viz grafy č. 24 a 34)

7 ZÁVĚR

V diplomové práci jsem zhodnotila získaná data z povodí Moravy. Data jsou zpracovaná z let 2014 a 2015 jak ze samotné vodní nádrže Plumlov, tak z přítoků Hloučela a Soběsuky a z odtoku z nádrže. Z povodí Moravy pro vodní nádrž Plumlov byla poskytnuta data za vegetační období (březen – říjen) na parametry (teplota vzduchu a vody, koncentrace rozpuštěného kyslíku, elektrolytická konduktivita, pH, chemická spotřeba kyslíku, celkový fosfor a celkový dusík, fosforečnany, chloridy, sírany, železo a dusičnanový dusík). Získaná data z povodí Moravy na přítoky Hloučel a Soběsuky a na odtok z vodní nádrže Plumlov byly poskytnuty za období (leden – prosinec) na parametry (teplota vody, koncentrace rozpuštěného kyslíku, chemická spotřeba kyslíku, elektrolytická konduktivita, chloridy, sírany, dusičnanový dusík, fosforečnany, celkový fosfor a celkový dusík, pH)

Na základě těchto parametrů byla zhodnocena kvalita vody na nádrži Plumlov a na přítocích Hloučela a Soběsuky a na odtoku z Plumlova. Vybrané ukazatele jsem vyhodnotila dle Normy environmentální kvality uvedených v Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., České technické normy 75 7221 a byly porovnány s výsledky, které jsem stanovila v období od září 2015 do dubna 2016 na vodní nádrži Plumlov. Odběr jsem dělala na místě s největší hloubkou. Na místě odběru jsem měřila pomocí sondy parametry vody: teplotu vody, pH, elektrolytickou konduktivitu, rozpuštěný kyslík. Na místě odběru jsem měřila i teplotu vzduchu pomocí teploměru. V laboratoři jsem pak stanovovala koncentraci vybraných ukazatelů jakosti vody (chemická spotřeba kyslíku, celkový fosfor, fosforečnany, dusičnanový dusík, celkový dusík, chloridy, sírany a železo).

Podle ukazatelů rozpuštěného kyslíku, elektrolytické konduktivity, celkového fosforu, chloridů, síranů, železa, celkového dusíku, patří voda ve vodní nádrži Plumlov do I. třídy jakosti povrchových vod. Dle ukazatelů chemické spotřeby kyslíku a dusičnanového dusíku patří voda v Plumlově do II. třídy jakosti povrchových vod. Průměrná koncentrace celkového fosforu za rok 2014 byla nejvyšší na přítoku v Soběsukách. Za rok 2015 byla nejvyšší hodnota koncentrace na přítoku Hloučela. Za oba roky byla průměrná koncentrace celkového fosforu s nejnižší hodnotou

na odtoku z vodní nádrže Plumlov. Koncentrace celkového fosforu za měřené období od září 2015 do dubna 2016 byla 0,04 mg/l.

Nejdůležitější pro vodní nádrž Plumlov je, aby okolní vesnice měly svoji zcela funkční čistírnu odpadních vod s účinným srážením fosforu. Čistírna odpadních vod v obci Vícov je ve výstavbě. Obce Buková a Protivanov čistírnu mají bez srážení fosforu. Obce Lipová, Seč, Hrochov a Malé Hradisko jsou momentálně stále bez kanalizace a čistírny odpadních vod. Obce Žárovice a Soběsuky odkanalizovány do obce Plumlov. Částečně nádrži pomáhají srážecí stanice. Na srážecích stanicích se dává síran železitý.

Dále nádrž ohrožují rybníky a to Podhradský rybník a rybník Bidelec. Bidelec má relativně dobrou retenci fosforu, ale Podhradský rybník, má retenci fosforu velkou. Do budoucna by se měl snížit přísun fosforu do vodní nádrže Plumlov až o 50%. Nádrž nejvíce trápí kanalizace a čistírna odpadních vod v Plumlově, která je momentálně bez srážení fosforu. Povodí vodní nádrže Plumlov a celému povodí Hloučela pomůže taktéž, když zemědělci budou hospodařit na zemědělských půdách dle akčního plánu nitrátové směrnice, jelikož se povodí nachází ve zranitelných oblastech. V těchto zranitelných oblastech se vyskytuje voda znečištěná zemědělskými hnojivy.

V chatové oblasti Mostkovice je více než deset nelegálních černých výpustí, které vodu v nádrži znečišťují a měly by končit v kanalizacích. Často tyto vody zůstávají v sedimentech, kde živiny podporují množení sinic. Černé výpustě jsou jak z chat, tak i z rodinných domů. Lidé odmítají platit za připojení na kanalizaci. Vodohospodáři černé výpustě likvidují, ale zároveň nachází nové. Nádrži bude minimálně pět let trvat, než s revitalizací srovná a navrátí se původní fauna a flóra. Kvůli lidem, kteří splašky do nádrže vypouští, opadl i turistický ruch. Minulé léto byla vodní nádrž Plumlov již v provozu a rekreace se opět vrátila. Zda nám voda v nádrži zůstane alespoň tak čistá jako minulé léto, je již pouze na nás lidech.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

8.1 Seznam literatury

[1] CULEK, M. (1996). *Biografické členění České republiky*, Praha ISBN: 80-86064-82-4

[2] HETEŠA, Jiří a Eva KOČKOVÁ. *Hydrochemie*. 1.vyd. Brno: MZLU, 1998, 95 s. ISBN 80-7157-289-6.

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

[4] OPPELTOVÁ, Petra. *Ochrana vodních zdrojů*. Vydání: první. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-218-2.

[5] PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 4., aktualiz. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2009, 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9.

[6] DURAS. J., 2004: *Vodní Nádrže – Proč a jak je sledovat* In: *Pitná voda 2004: sborník konference: 7. pokračování konferencí Pitná voda z údolních nádrží, 7. 6. – 10. 6. 2004 v Táboře*. Vyd. 1. České Budějovice: W&ET Team, 2004. ISBN 80-239-2936-4.

[7] VYKYDAL M., 2006: *Má mít voda cenu nebo hodnotu?* In: *Pitná voda 2006: sborník konference: 8. pokračování konferencí Pitná voda z údolních nádrží*, 5. 6. – 8. 6. 2006. Vyd. 1. České Budějovice: W&ET Team, 2006. ISBN 80-239-7113-1.

[8] DURAS J., 2010: *Předzdrž vodárenské nádrže snadno a rychle.* In: *Vodárenská biologie: sborník konference.* 1. vydání. Praha: Chrudim, 2010. ISBN 278-80-86832-48-7.

[9] ŠEJNOHOVÁ L., 2011 *Vliv aerace na množství inokula sinic v sedimentech,* In: *Vodárenská biologie: sborník konference.* 1. vydání. Praha: Chrudim, 2011. ISBN 978-80-86832-56-2.

[10] POTUŽÁK J., 2012 *Rybníky – obávaná součást povodí vodárenských nádrží ohrožených eutrofizací,* In: *Vodárenská biologie: sborník konference.* Praha. Chrudim, 2012, Vodní zdroje Ekomonitor, s.r.o., 2012. ISBN 978-80-86832-65-4

[11] POTUŽÁK J., 2014 *Jakou roli mohou hrát rybníky v zemědělské krajině?* -In: *Vodárenská biologie: sborník konference.* Praha. Chrudim, 2014 Vodní zdroje Ekomonitor, s.r.o., 2014. ISBN 978-80-86832-78-4

[12] DURAS J., 2014 *Zdroje fosforu v povodí vodárenské nádrže Žlutice,* In: *Vodárenská biologie: sborník konference.* Praha. Chrudim, 2014 Vodní zdroje Ekomonitor, s.r.o., 2015. ISBN 978-80-86832-45-4

[13] PUNČOCHÁŘ P., 2012 *Současný pohled na úlohy vodních nádrží* In: *Vodní nádrže 2012*, 26. – 27. Zář 2012, Brno, Česká republika, Kosour D., 1. Vydání

[14] *KOSOUR D., 2015 VN Plumlov – projekt na zlepšení jakosti vody. In: Vodní nádrže 2015: vodohospodářská konference.* 1. vydání. Brno, 2015. ISBN:978-80-260-8726-7.

8.2 Legislativa

[15] Nařízení vlády č. 71/2003 Sb., o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod v aktuálním znění.

[16] Nařízení vlády č. 155/2011 Sb., o profilech povrchových vod využívaných ke koupání v aktuálním znění

[17] Nařízení vlády č. 252/2004 Sb., o stanovení hygienických požadavků na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody v aktuálním znění.

[18] Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčního programu v aktuálním znění.

[19] Nařízení vlády č. 590/2002 Sb., o technických požadavcích pro vodní díla v aktuálním znění.

[20] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) v aktuálním znění.

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

8.3 Seznam internetových zdrojů

[22] *Biokoridor Hloučel* [online]. [cit. 2016 – 02 - 15]. Dostupné na:

<http://www.prostejov.eu/redakce/index.php?xuser=&lanG=cs&subakce=ssearch&searchText=hlou%C4%8Del>

[23] *Biokoridor Hloučel* [online]. [cit. 2016 – 02 - 15]. Dostupné na: www.iris.cz/storage/Biokoridor%20Hlou%E8ela%20-%20let%E1%E8ek.doc

[24] *Nitrátová směrnice* [online]. [cit. 2016 – 01 - 04]. Dostupné na: <http://www.nitrat.cz/>

[25] *Plumlovská přehrada* [online]. [cit. 2016 – 01 - 10]. Dostupné na: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlou%C4%8Dela>

[26] *Plumlovská přehrada* [online]. [cit. 2016 – 01 - 10]. Dostupné na: <http://www.hrady.cz/index.php?OID=4318>

[27] *Povodí Hloučel* [online]. [cit. 2016 – 02 - 15]. Dostupné na: <http://www.pmo.cz/cz/hledani/?q=hlou%C4%8Del&page=3>

[28] Povodí Moravy: *Vodní dílo Plumlov* [on-line]. 2010 - 2012 [cit. 2016-03-06].
Dostupné na: www.pmo.cz/cz/uzitecne/vodni-dila/plumlov/.

[29] Autokemp Žralok [on-line]. ©1999 – 2012. [cit. 2016 - 03 - 28]. Dostupné na:
<http://www.camp-zralok.cz/kemp.php>

[30] Autokemp Přehrada Mostkovice. [on-line]. [cit. 2016 - 03 - 28]. Dostupné na:
[http://www.autokempmostkovice.cz/vismo/dokumenty2.asp?id_org=600578&id=1001
&p1=52](http://www.autokempmostkovice.cz/vismo/dokumenty2.asp?id_org=600578&id=1001&p1=52)

[31] Komplettní informace o průběhu prací na VD Plumlov. [on-line].
[cit. 2016 -03 - 28]. Dostupné na: www.plumlovsko.cz

[41] Mapy. [on-line]. [cit. 2016 -04 - 22]. Dostupné na: www.mapy.cz

8.4 Novinové články

[32] HRUBÁ, Dana. *Přehrada píše téměř stoletou historii: spojila dva rybníky a zaměstnala Italy*. *Týdeník Prostějovska*, 2009, Roč. 2, č. 35

[33] *Jaká asi bude letošní sezona na přehradě?*. *Prostějovský deník*. 2005, roč. 16, č. 84

[34] KADLEC, Michal. *Chemie do přehrady: Kraj schválil aplikaci látky PAX-18*. *Prostějovský večerník*. 2007, roč. 11, č. 29

[35] Kompletní informace o průběhu prací na vodním díle Plumlov. *Radniční listy*. 2011, roč. 12

[36] *OUJEZDSKÁ*, Blanka. Hygienici věnují Plumlovské přehradě zvláštní pozornost. *Olomoucký deník*. 2002, roč. 2, č. 118

[37] *Přehrada rozkvetla, plavci mají utrum*. *Prostějovský večerník*. 2003, roč. 7, č. 29

[38] *Skalice skončila, koupání zůstalo na vlastní nebezpečí*. *Prostějovský týden*. 2002, roč. 12, č. 48

[39] *SEHNALOVÁ*, Lenka. Plumlovská přehrada: Na řadě je projekt. *Prostějovská deník*. 2006, roč. 17, č. 301.

[21] *ZÍMA*, Karel. Plumlovská přehrada. *Štafeta*, 1989, Č. 1

9 SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka č. 1 – 5 tříd jakosti vody podle normy ČSN 757221</i>	49
<i>Tabulka č. 2 – Normy environmentální kvality</i>	49
<i>Tabulka č. 3 – ČSN 75 7221</i>	49
<i>Tabulka č. 4 – naměřené ukazatele kvality vody</i>	50

10 SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf č. 1 – teplota vzduchu (°C), výsledky z minulých let ^[28]</i>	52
<i>Graf č. 2 – teplota voda (°C), výsledky z minulých let ^[28]</i>	53
<i>Graf č. 3 – Rozpuštěný kyslík (mg/l), výsledky z minulých let ^[28]</i>	54
<i>Graf č. 4 – Elektrolytická konduktivita (mS/m), výsledky z minulých let ^[28]</i>	55
<i>Graf č. 5 – Reakce vody (pH), výsledky z minulých let ^[28]</i>	56
<i>Graf č. 6 – Chemická spotřeba kyslíku (mg/l), výsledky z minulých let ^[28]</i>	57
<i>Graf č. 7 – Celkový fosfor (mg/l), výsledky z minulých let ^[28]</i>	58
<i>Graf č. 8 – Fosforečnany (mg/l), výsledky z minulých let ^[28]</i>	59
<i>Graf č. 9 – Celkový dusík (mg/l), výsledky z minulých let ^[28]</i>	60
<i>Graf č. 10 – Chloridy (mg/l), výsledky z minulých let ^[28]</i>	61
<i>Graf č. 11 – Sířany (mg/l), výsledky z minulých let ^[28]</i>	62
<i>Graf č. 12 – Železo (mg/l), výsledky z minulých let ^[28]</i>	63
<i>Graf č. 13 – Dusičnanový dusík (mg/l), výsledky z minulých let ^[28]</i>	64
<i>Graf č. 14 – Teplota vody (°C), na tocích za rok 2014 ^[28]</i>	92
<i>Graf č. 15 – Rozpuštěný kyslík (mg/l), na tocích za rok 2014 ^[28]</i>	92

<i>Graf č. 16 – Chemická spotřeba kyslíku (mg/l), na tocích za rok 2014</i> ^[28]	93
<i>Graf č. 17 – Elektrolytická konduktivita (mS/m), na tocích za rok 2014</i> ^[28]	93
<i>Graf č. 18 – Chloridy (mg/l), na tocích za rok 2014</i> ^[28]	94
<i>Graf č. 19 – Sířany (mg/l), na tocích za rok 2014</i> ^[28]	94
<i>Graf č. 20 – Dusičnanový dusík (mg/l), na tocích za rok 2014</i> ^[28]	95
<i>Graf č. 21 – Fosforečnany (mg/l), na tocích za rok 2014</i> ^[28]	95
<i>Graf č. 22 – Celkový fosfor (mg/l), na tocích za rok 2014</i> ^[28]	96
<i>Graf č. 23 – Celkový dusík (mg/l), na tocích za rok 2014</i> ^[28]	96
<i>Graf č. 24 – pH, na tocích za rok 2014</i> ^[28]	97
<i>Graf č. 25 – Teplota vody (°C), na tocích za rok 2015</i> ^[28]	97
<i>Graf č. 26 – Rozpuštěný kyslík (mg/l), na tocích za rok 2015</i> ^[28]	98
<i>Graf č. 27 – Chemická spotřeba kyslíku (mg/l), na tocích za rok 2015</i> ^[28]	98
<i>Graf č. 28 – Elektrolytická konduktivita (mS/m), na tocích za rok 2015</i> ^[28]	99
<i>Graf č. 29 – Chloridy (mg/l), na tocích za rok 2015</i> ^[28]	99
<i>Graf č. 30 – Sířany (mg/l), na tocích za rok 2015</i> ^[28]	100
<i>Graf č. 31 – Dusičnanový dusík (mg/l), na tocích za rok 2015</i> ^[28]	100
<i>Graf č. 32 – Fosforečnany (mg/l), na tocích za rok 2015</i> ^[28]	101
<i>Graf č. 33 – Celkový fosfor (mg/l), na tocích za rok 2015</i> ^[28]	101
<i>Graf č. 34 – Celkový dusík (mg/l), na tocích za rok 2015</i> ^[28]	102
<i>Graf č. 35 – pH, na tocích za rok 2015</i> ^[28]	102

11 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – mapová dokumentace

Mapa č. 1 – Srážecí stanice fosforu (www.mapy.cz)

Mapa č. 2 – Čistírny odpadních vod na zájmovém území (www.mapy.cz)

Mapa č. 3 – Vyznačení odběrového místa (www.mapy.cz)

Mapa č. 4 – Mapa vodní nádrže Plumlov a rybníků – Bidelec a Podhradský rybník

Mapa č. 5 – Pramen toku Hloučela (www.mapy.cz)

Mapa č. 6 – Ústí toku Hloučela (www.mapy.cz)

Mapa č. 7 – Zranitelné oblasti ^[18]

Příloha 2 – fotodokumentace (fotografie autora)

Fotodokumentace č. 1 – Rybník Bidelec (fotografie autora)

Fotodokumentace č. 2 – Podhradský rybník (fotografie autora)

Fotodokumentace č. 3 – Vodárenský objekt k srážecím stanicím (fotografie autora)

Fotodokumentace č. 4 – Předzdrž VN Plumlov (fotografie autora)

Fotodokumentace č. 5 – Vodní nádrž Plumlov (fotografie autora)

Fotodokumentace č. 6 – Hráz VN Plumlov (fotografie autora)

Fotodokumentace č. 7 – Návodní svah VN Plumlov (fotografie autora)

Fotodokumentace č. 8 – Vzdušný svah VN Plumlov (fotografie autora)

Fotodokumentace č. 9 – Vodní tok Hloučela, za nádrží Plumlov (fotografie autora)

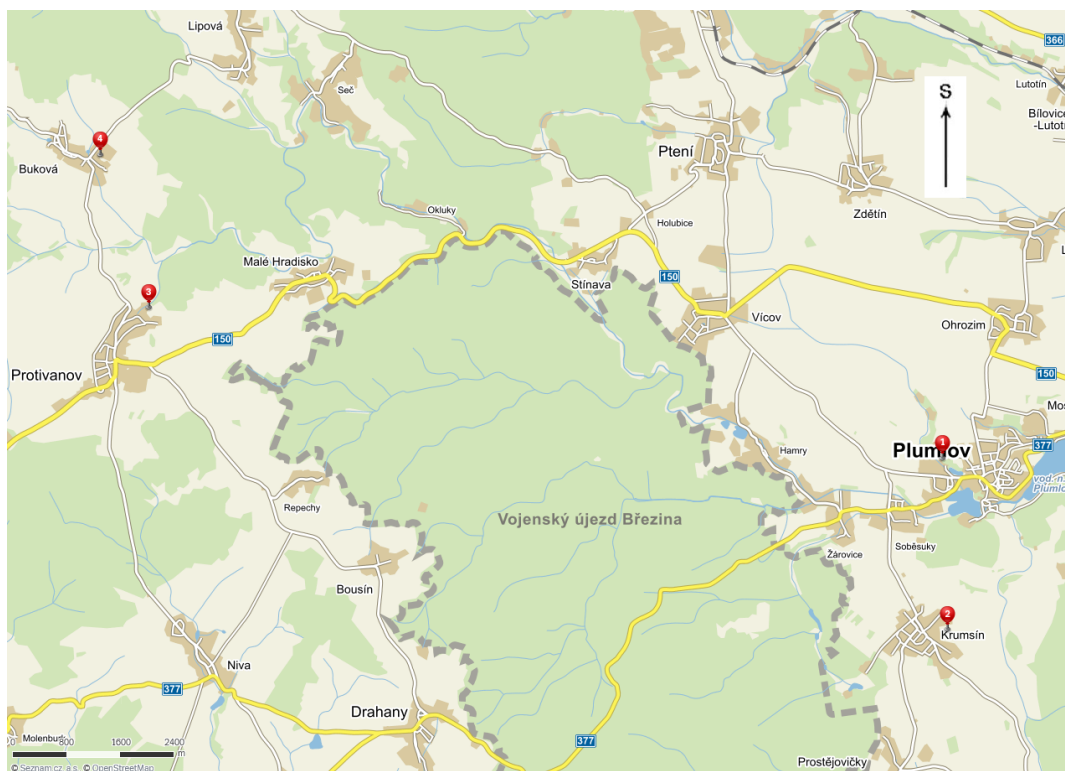
Fotodokumentace č. 10 – Odběrové místo, odtok z vodní nádrže Plumlov (fotografie autora)

Fotodokumentace č. 11 – Odběrové místo, přítok Soběsuky (fotografie autora)

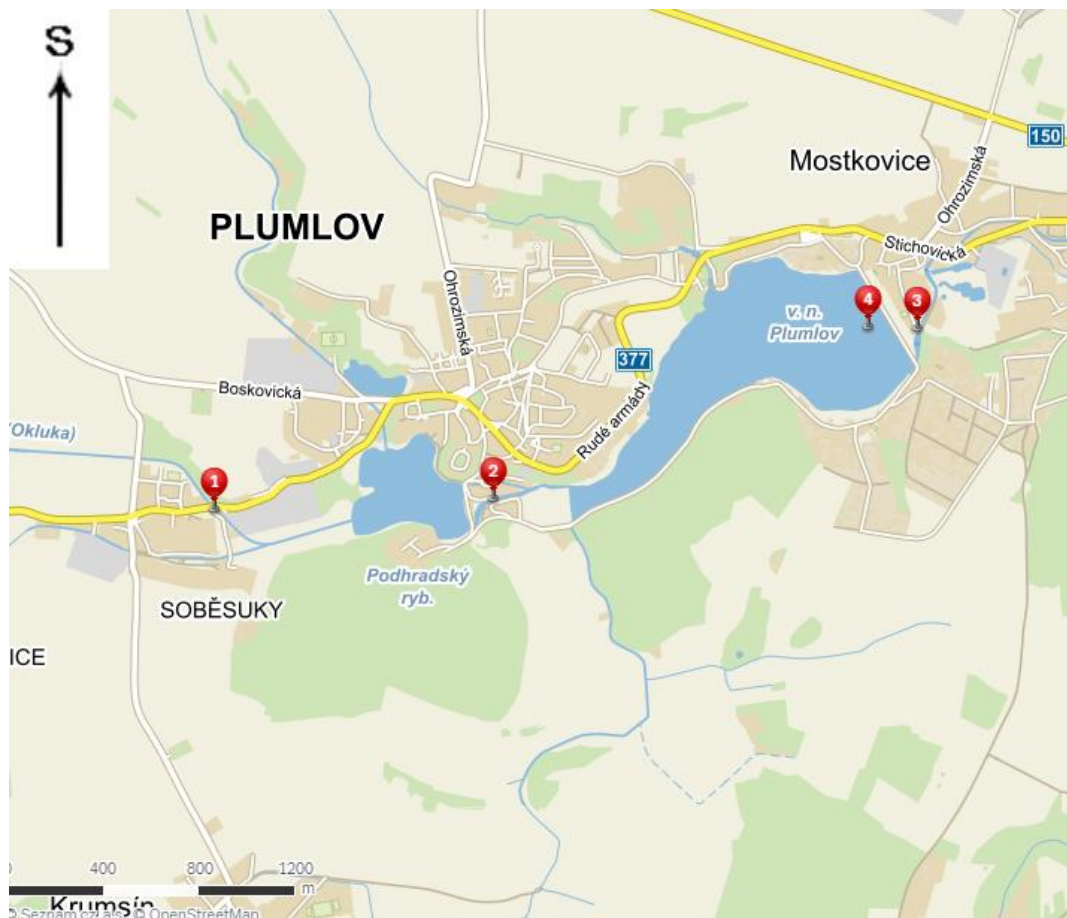
Fotodokumentace č. 12 – Odběrové místo, přítok Hloučela (fotografie autora)



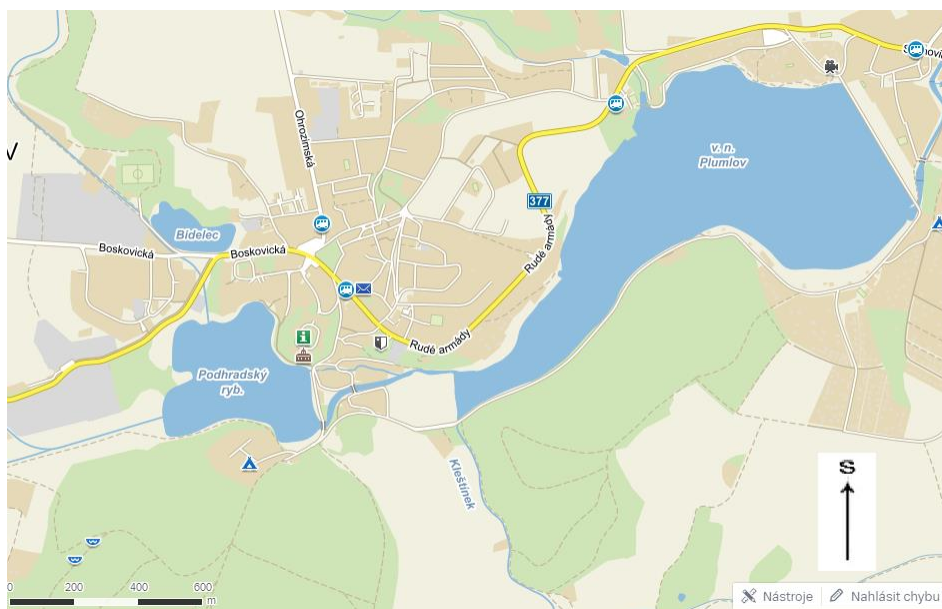
Mapa č. 1 – Srážecí stanice fosforu (www.mapy.cz)



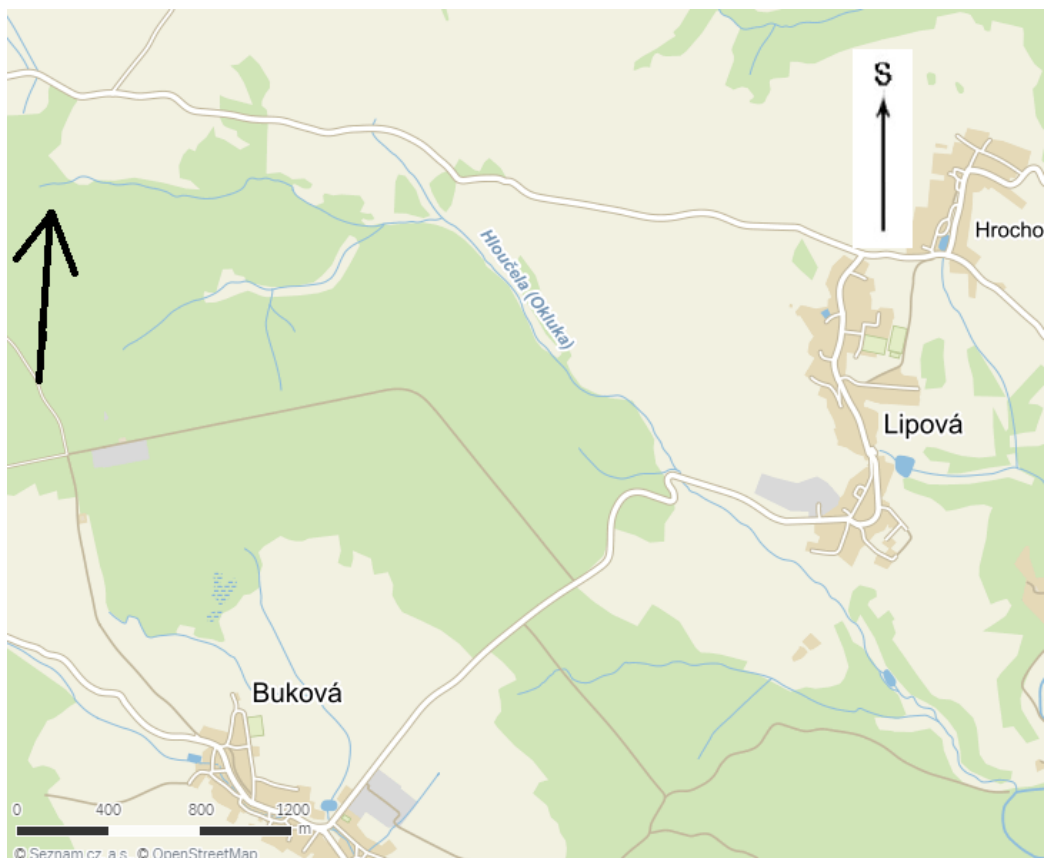
Mapa č. 2 – Čistírny odpadních vod na zájmovém území (www.mapy.cz)



Mapa č. 3 – Vyznačení odběrových míst na povodí (www.mapy.cz)



Mapa č. 4 – Mapa vodní nádrže Plumlov a rybníků – Bidelec a Podhradský rybník (www.mapy.cz)

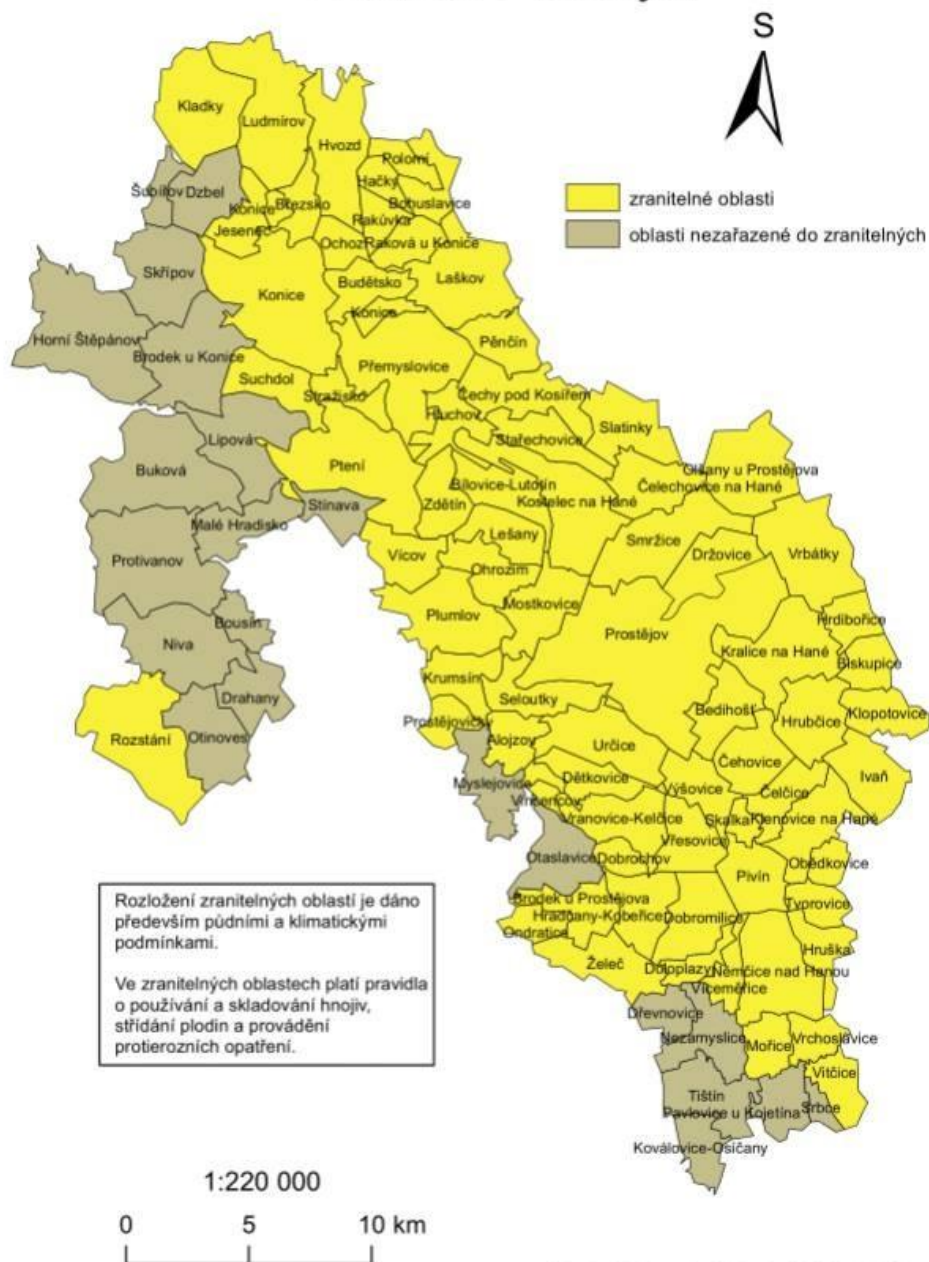


Mapa č. 5 – Pramen toku Hloučela (www.mapy.cz)



Mapa č. 6 – Ústí toku Hloučela (www.mapy.cz)

ZRANITELNÉ OBLASTI v okrese Prostějov



Mapa č. 7 – Zranitelné oblasti^[18]



Fotodokumentace č. 1 – Rybník Bidelec (fotografie autora)



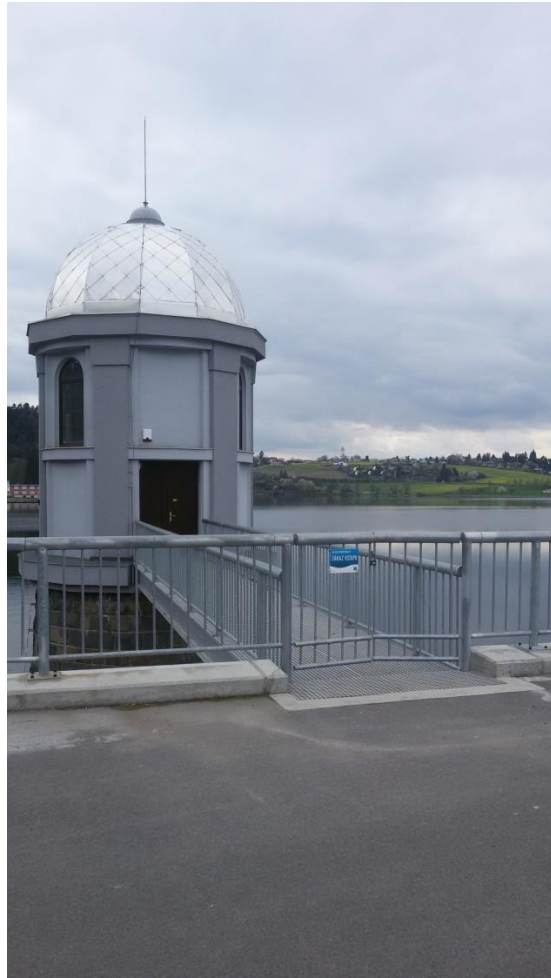
Fotodokumentace č. 2 – Podhradský rybník (fotografie autora)



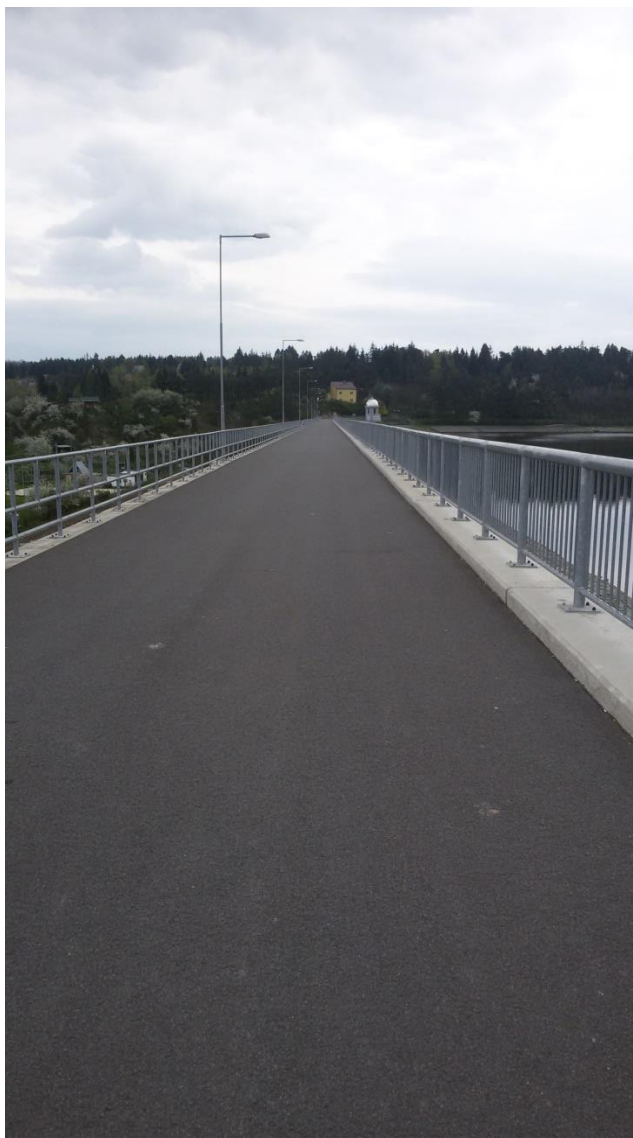
Fotodokumentace č. 3 – Vodárenský objekt k srážecím stanicím (fotografie autora)



Fotodokumentace č. 4 – Předzdrž VN Plumlov (fotografie autora)



Fotodokumentace č. 5 – Vodní nádrž Plumlov (fotografie autora)



Fotodokumentace č. 6 – Hráz VN Plumlov (fotografie autora)



Fotodokumentace č. 7 – Návodní svah VN Plumlov (fotografie autora)



Fotodokumentace č. 8 – Vzdušný svah VN Plumlov (fotografie autora)



Fotodokumentace č. 9 – Vodní tok Hlučela, za nádrží Plumlov (fotografie autora)



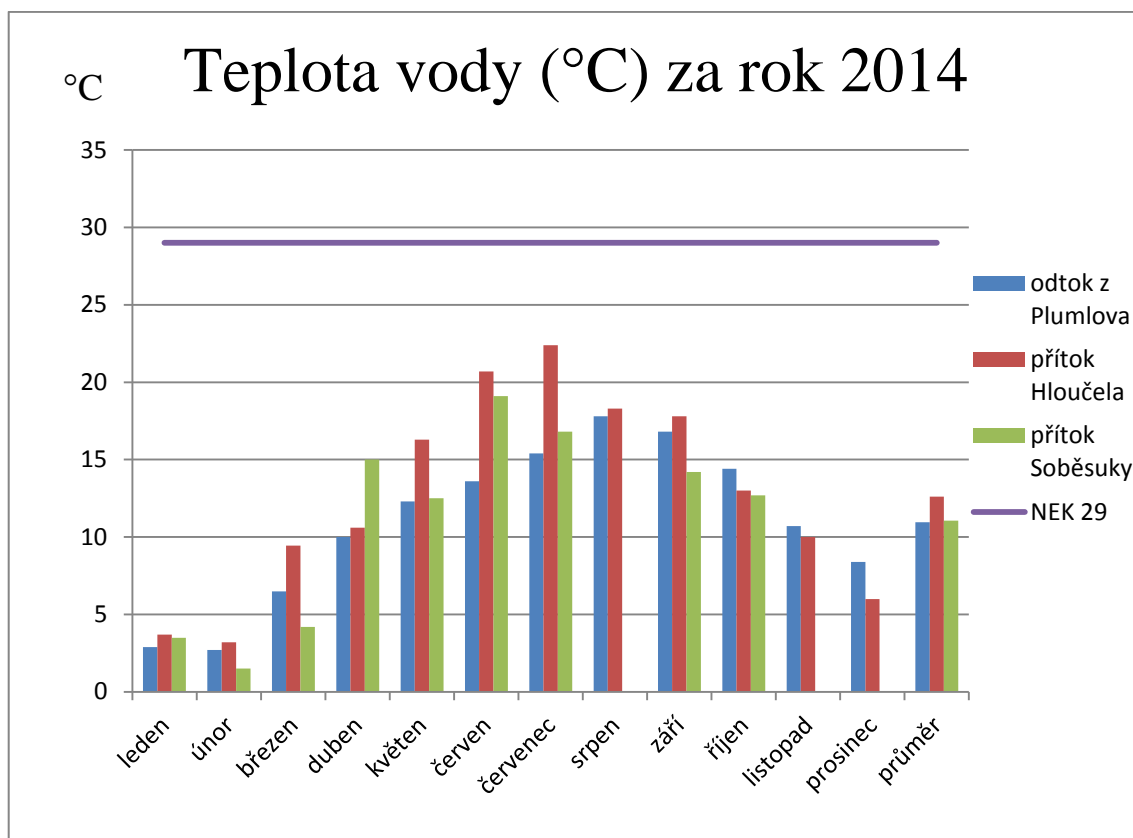
Fotodokumentace č. 10 – Odběrové místo, odtok z vodní nádrže Plumlov (fotografie autora)



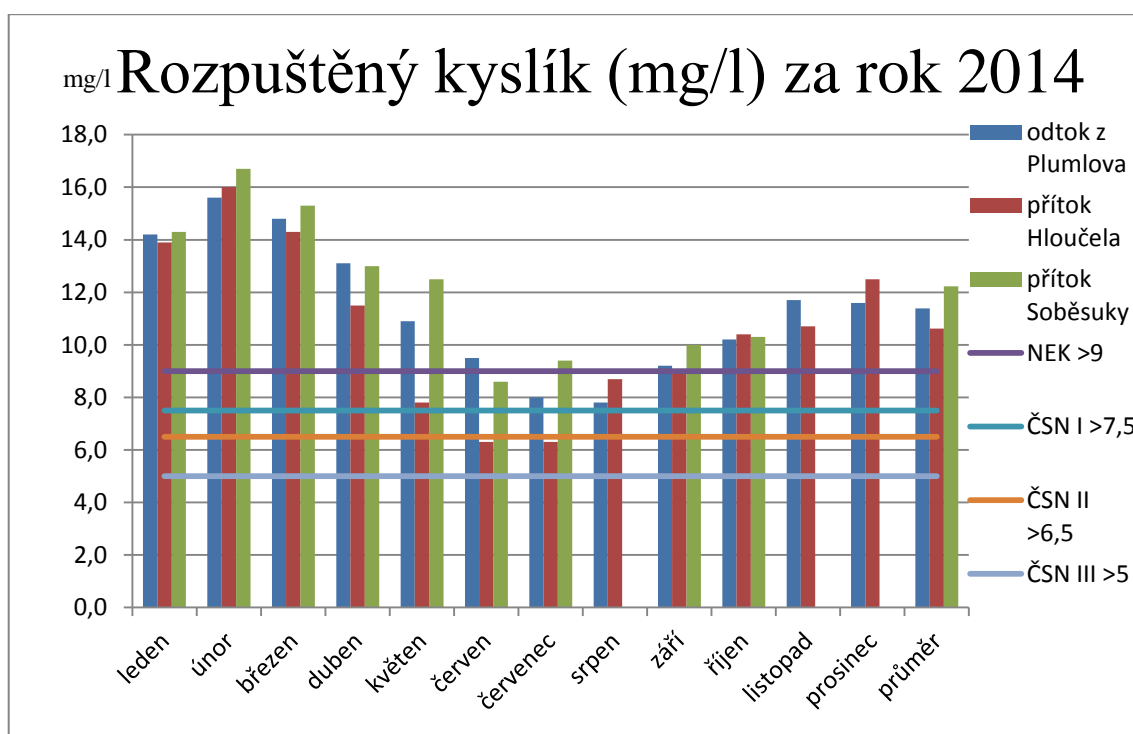
Fotodokumentace č. 11 – Odběrové místo, přítok Soběsuky (fotografie autora)



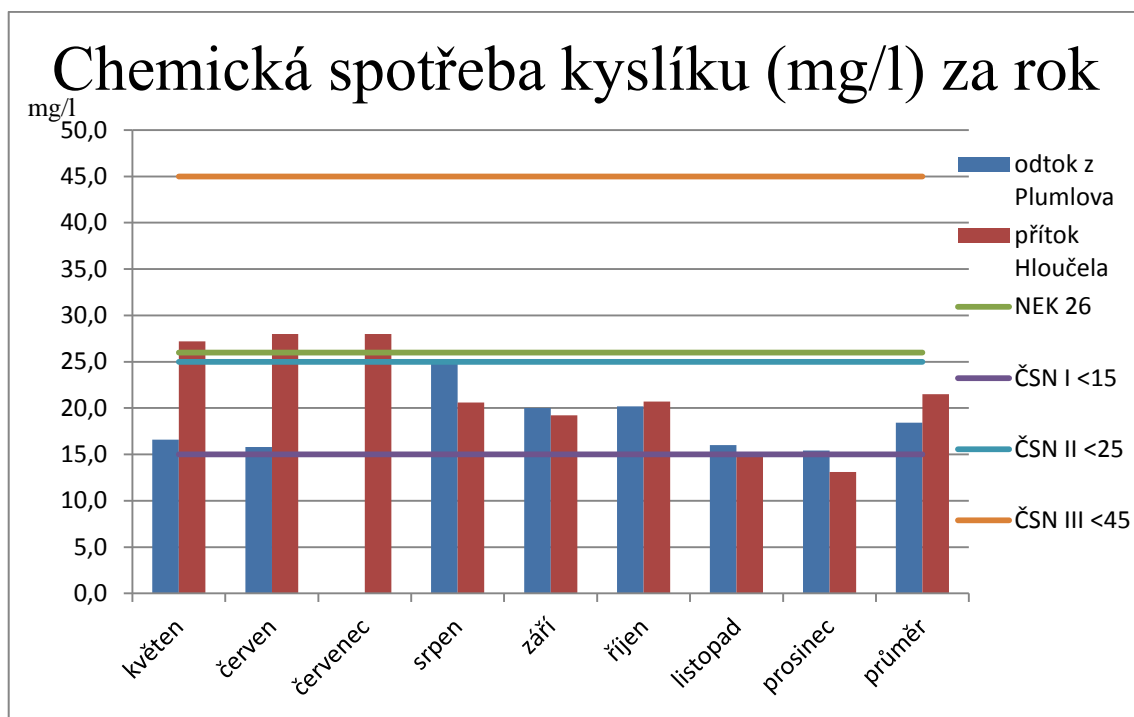
Fotodokumentace č. 12 – Odběrové místo, přítok Hloučela (fotografie autora)



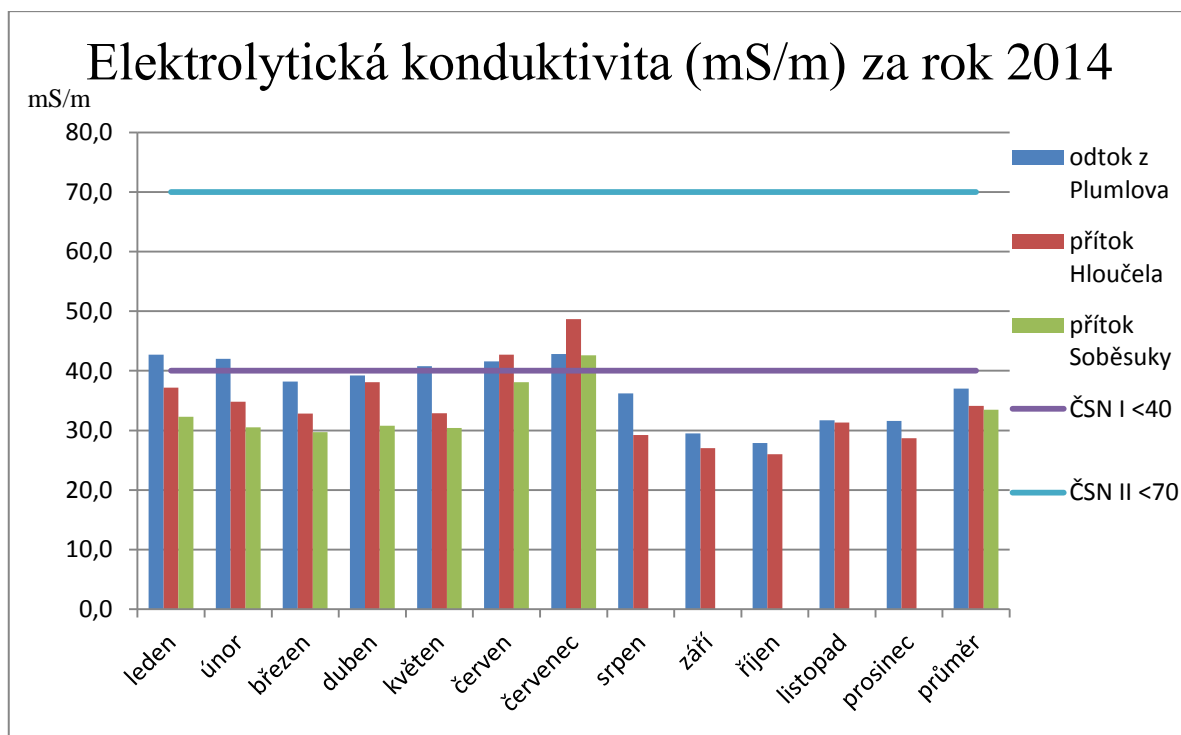
Graf č. 14 – Teplota vody (°C), na tocích za rok 2014 ^[28]



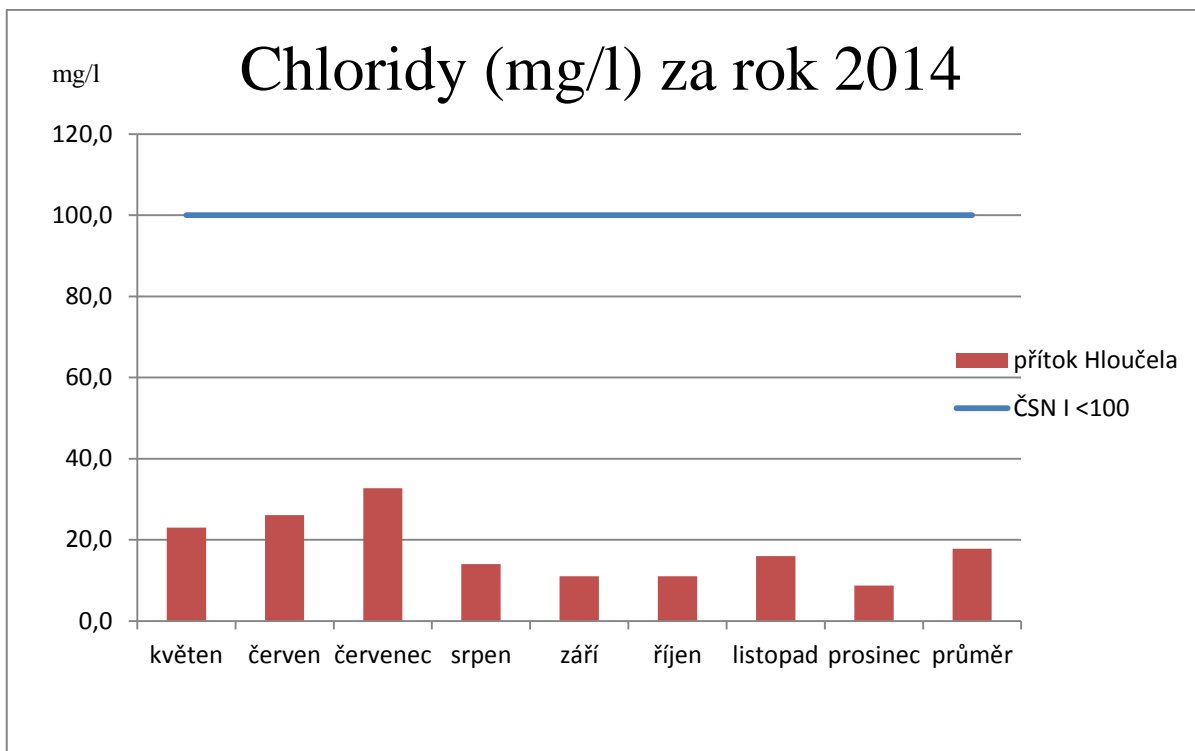
Graf č. 15 – Rozpuštěný kyslík (mg/l), na tocích za rok 2014 ^[28]



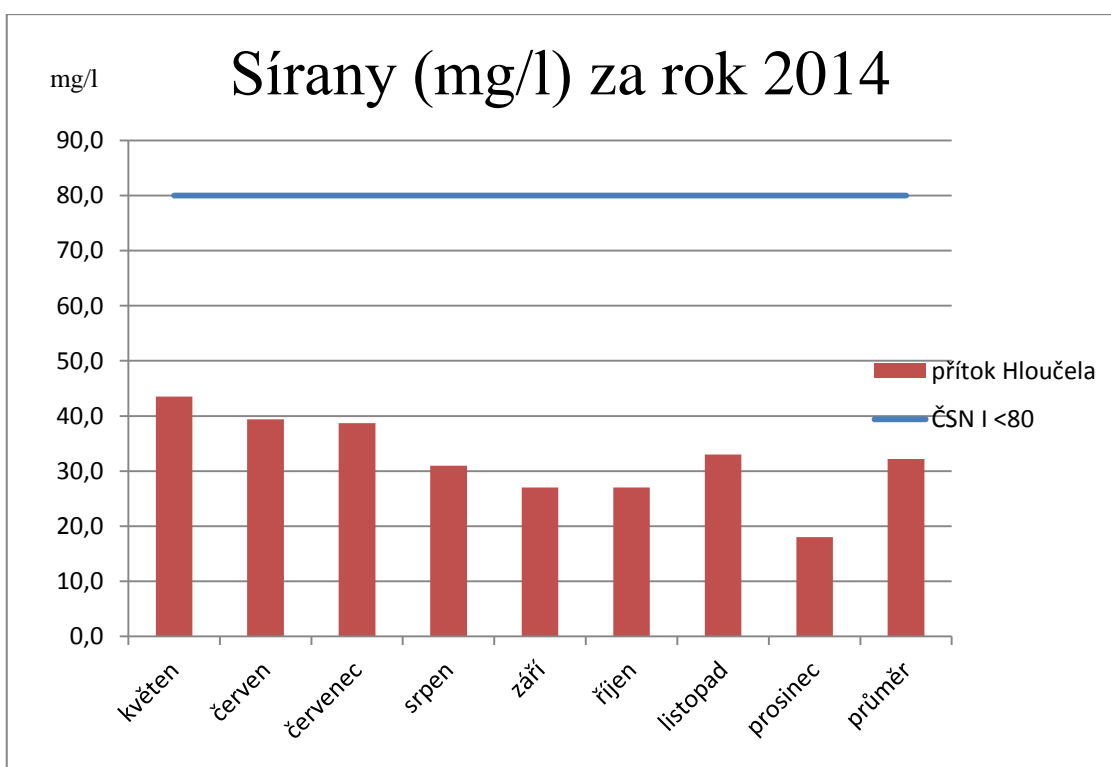
Graf č. 16 – Chemická spotřeba kyslíku (mg/l), na tocích za rok 2014 ^[28]



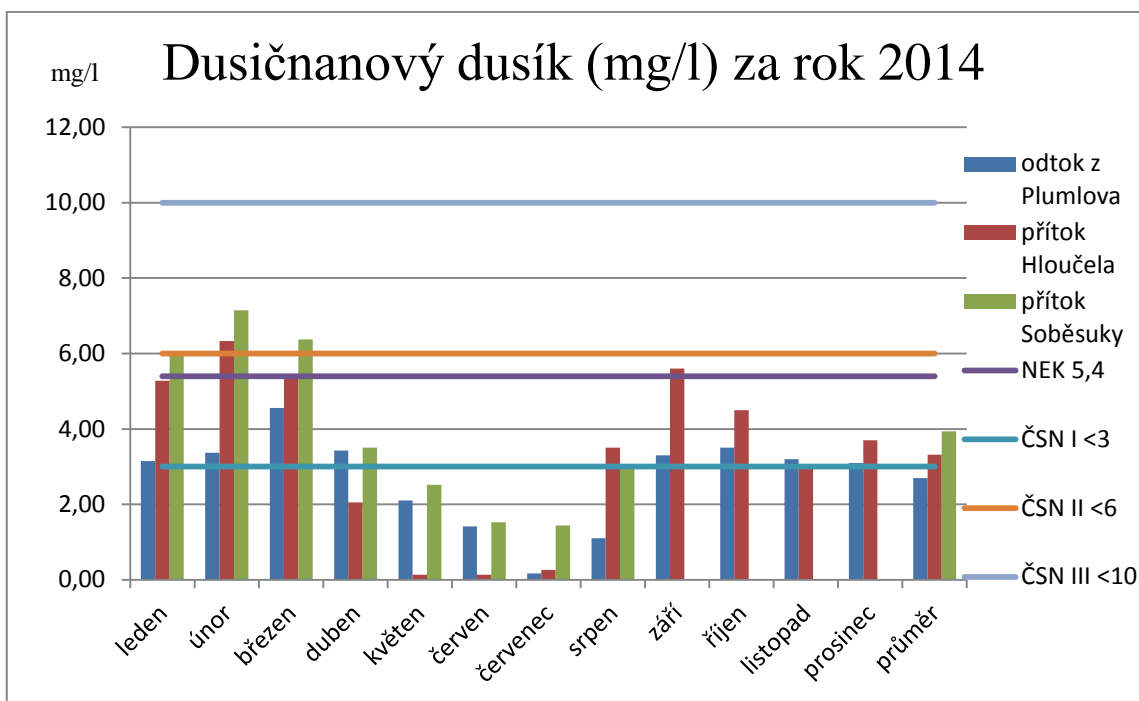
Graf č. 17 – Elektrolytická konduktivita (mS/m), na tocích za rok 2014 ^[28]



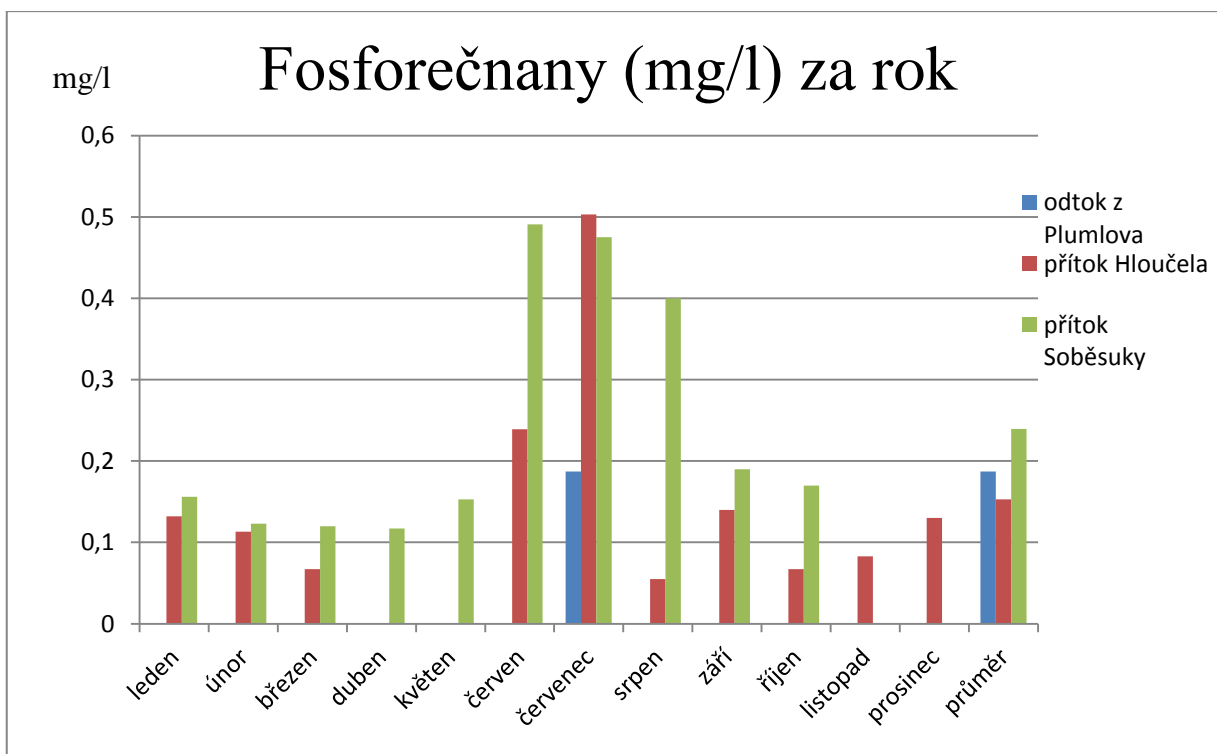
Graf č. 18 – Chloridy (mg/l), na tocích za rok 2014 ^[28]



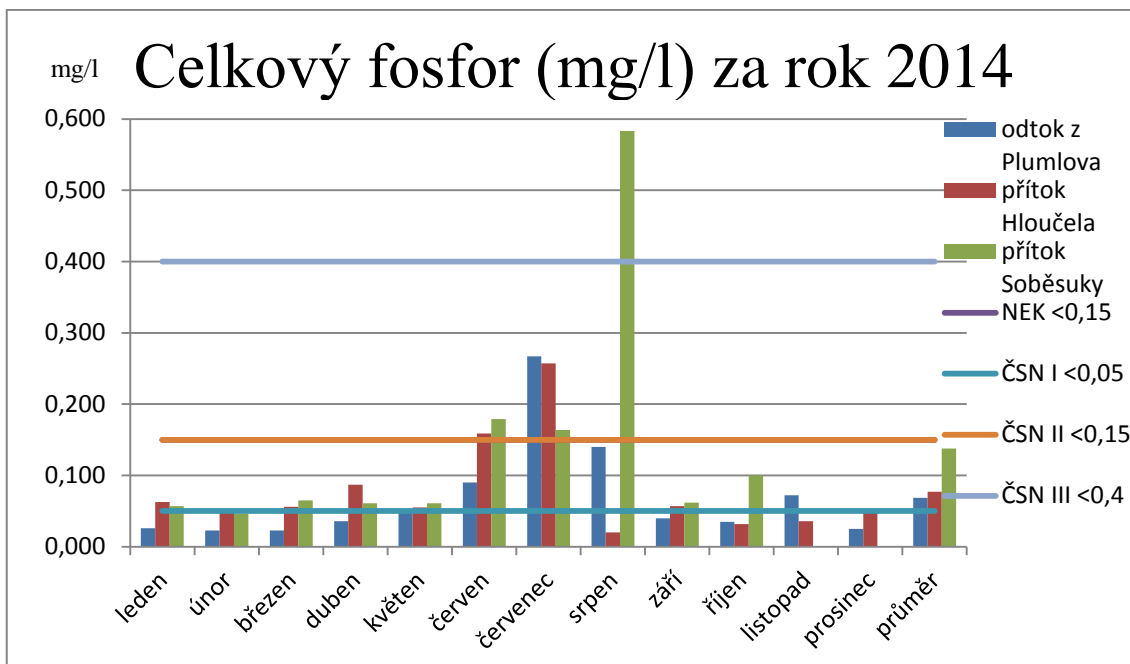
Graf č. 19 – Sířany (mg/l), na tocích za rok 2014 ^[28]



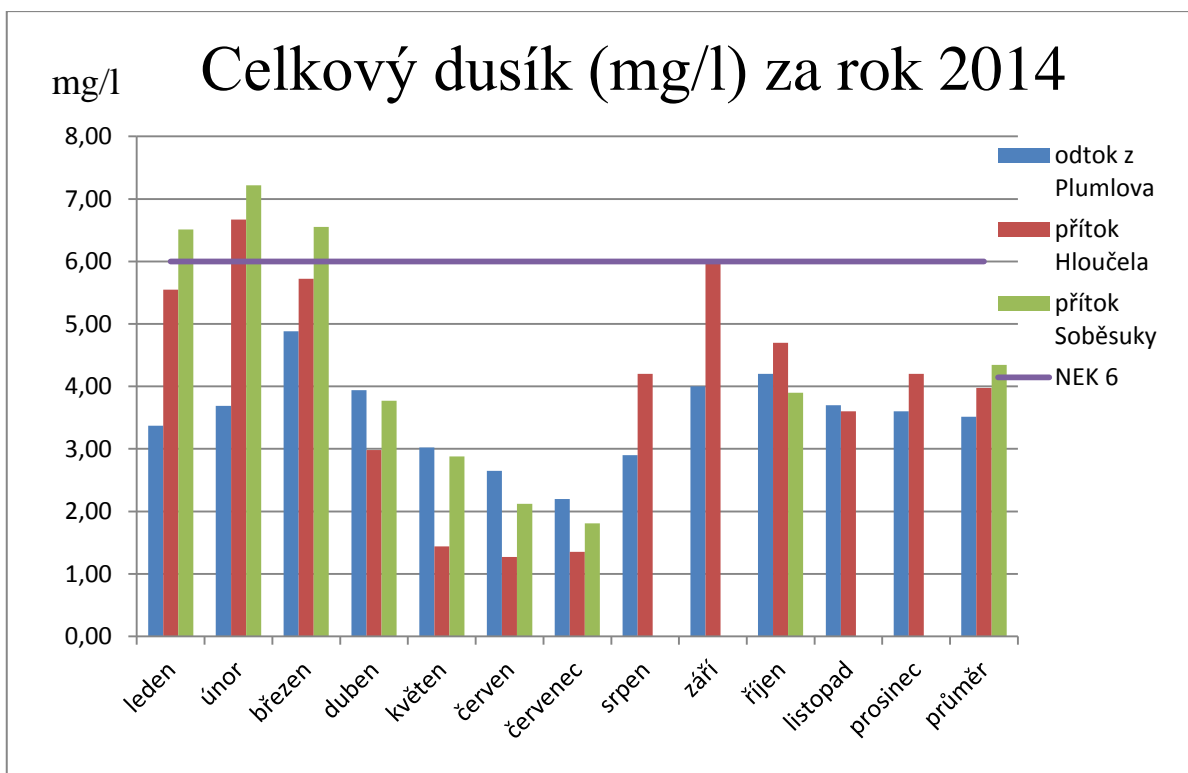
Graf č. 20 – Dusičnanový dusík (mg/l), na tocích za rok 2014 ^[28]



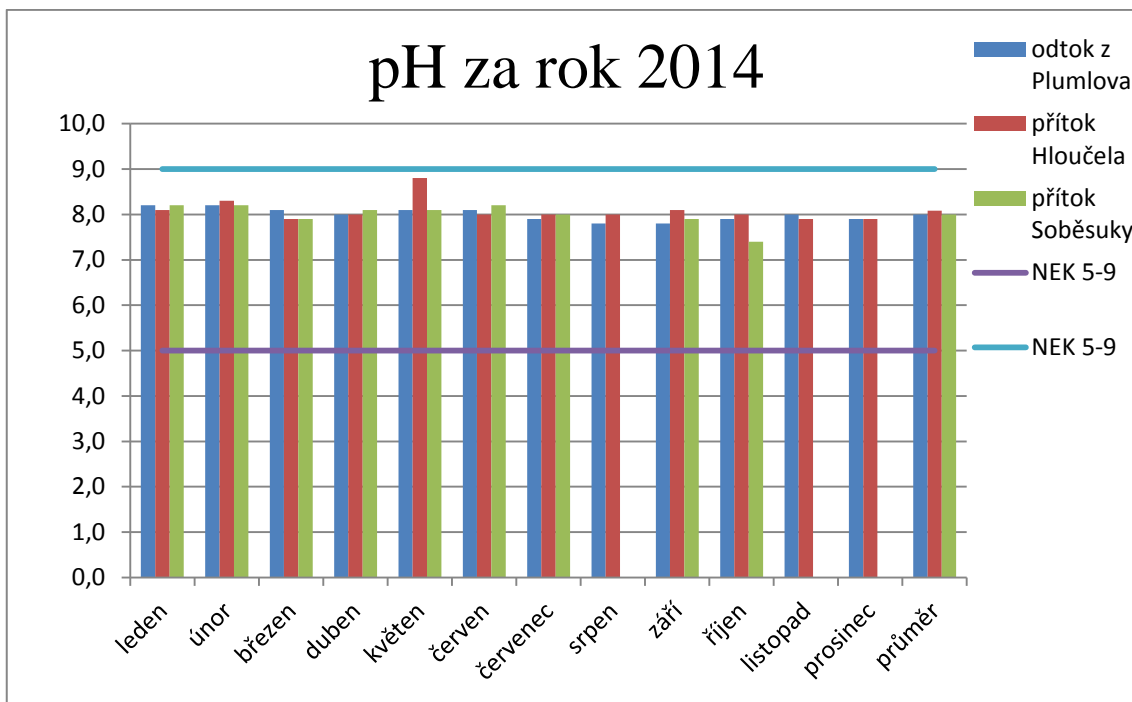
Graf č. 21 – Fosforečnany (mg/l), na tocích za rok 2014 ^[28]



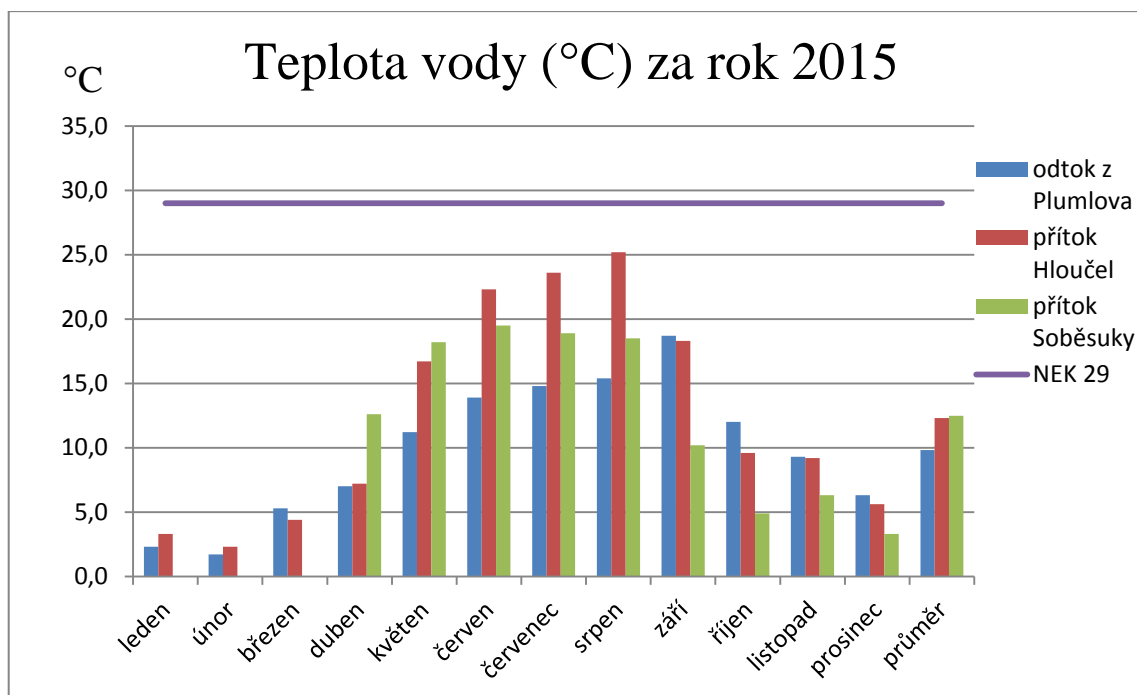
Graf č. 22 – Celkový fosfor (mg/l), na tocích za rok 2014 ^[28]



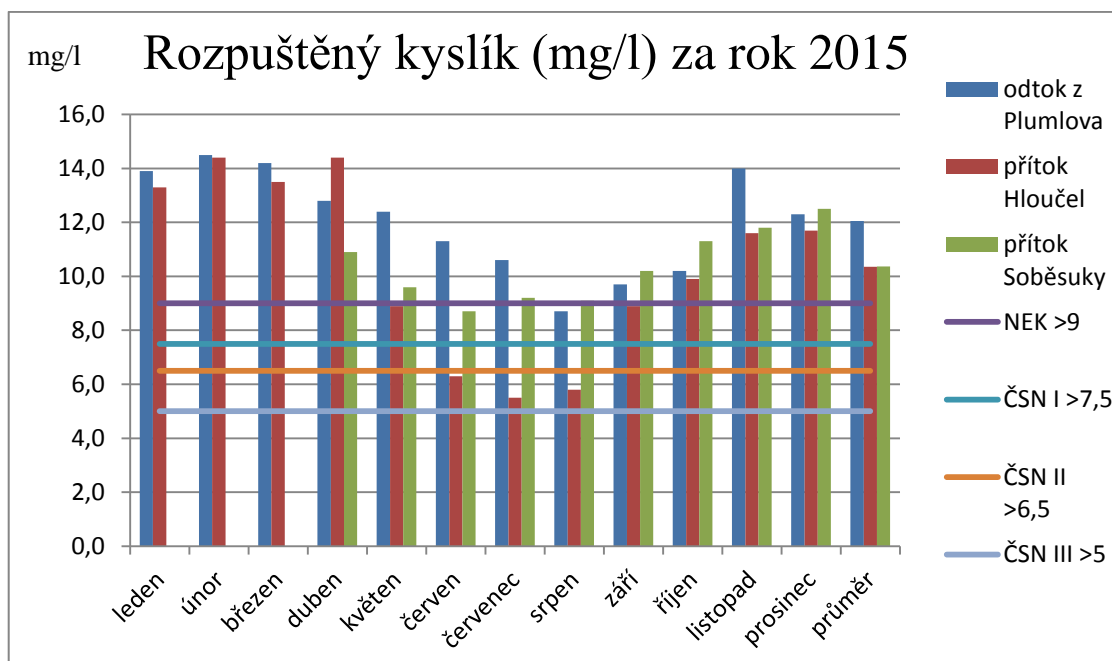
Graf č. 23 – Celkový dusík (mg/l), na tocích za rok 2014 ^[28]



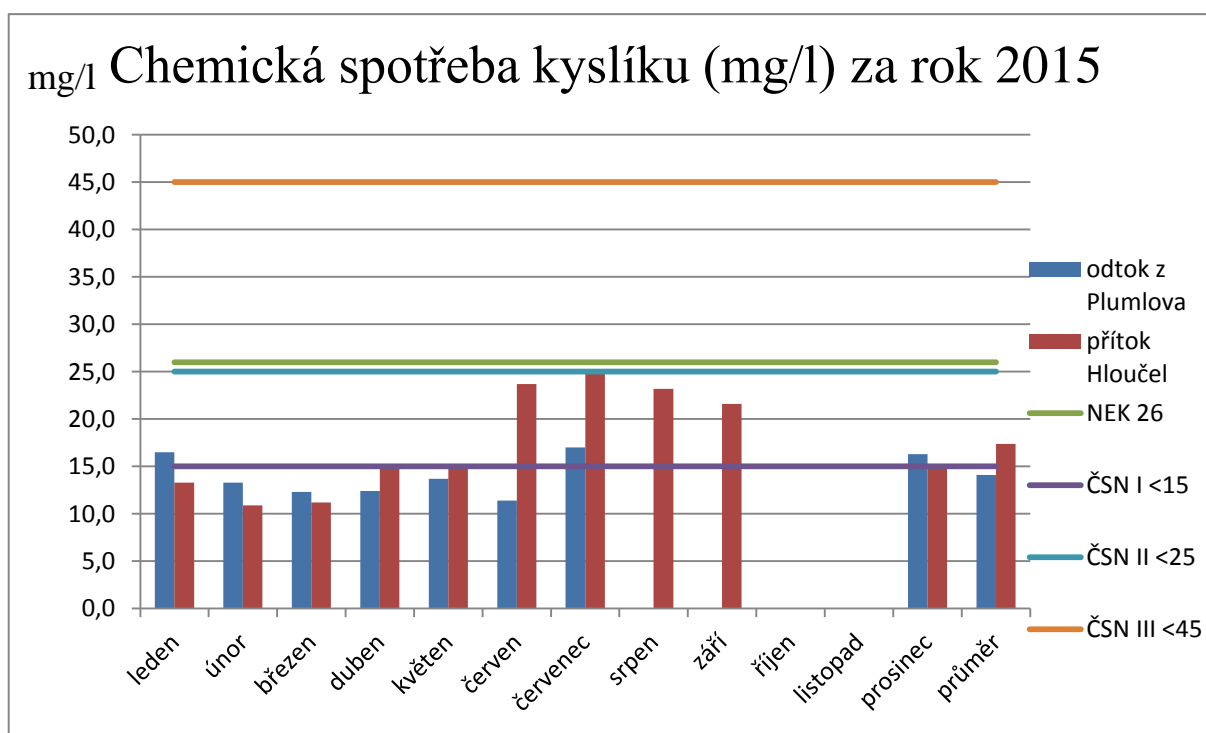
Graf č. 24 – pH, na tocích za rok 2014 ^[28]



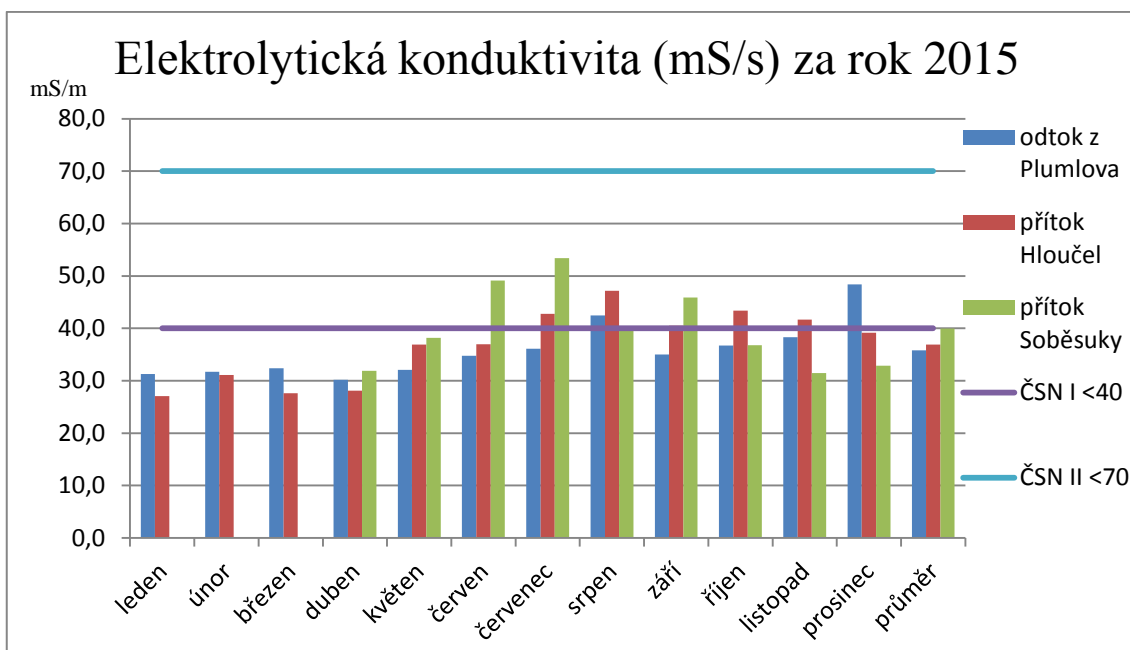
Graf č. 25 – Teplota vody (°C), na tocích za rok 2015 ^[28]



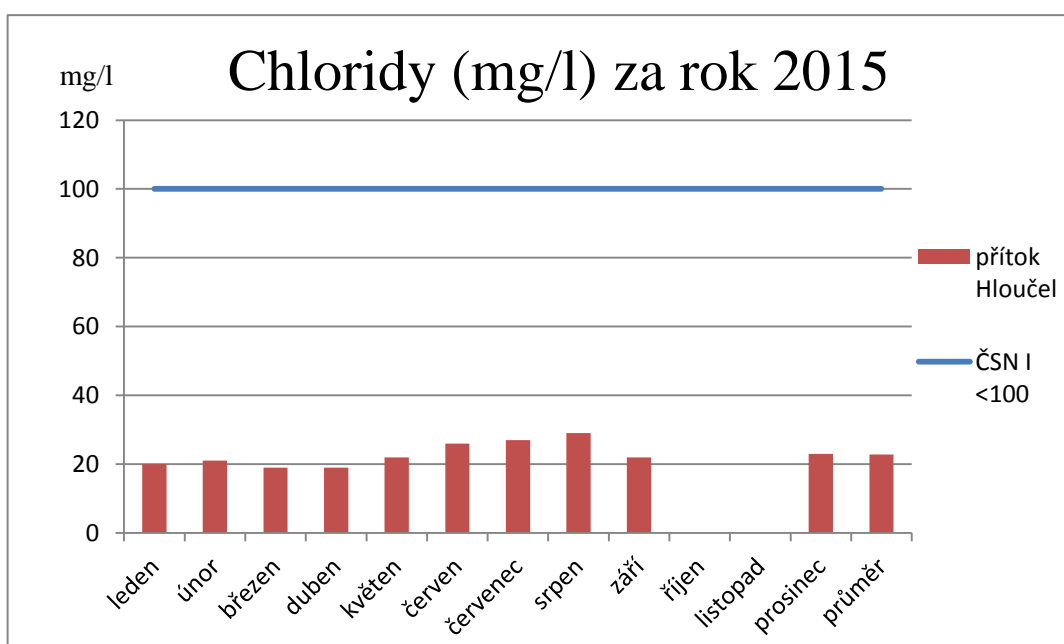
Graf č. 26 – Rozpuštěný kyslík (mg/l), na tocích za rok 2015^[28]



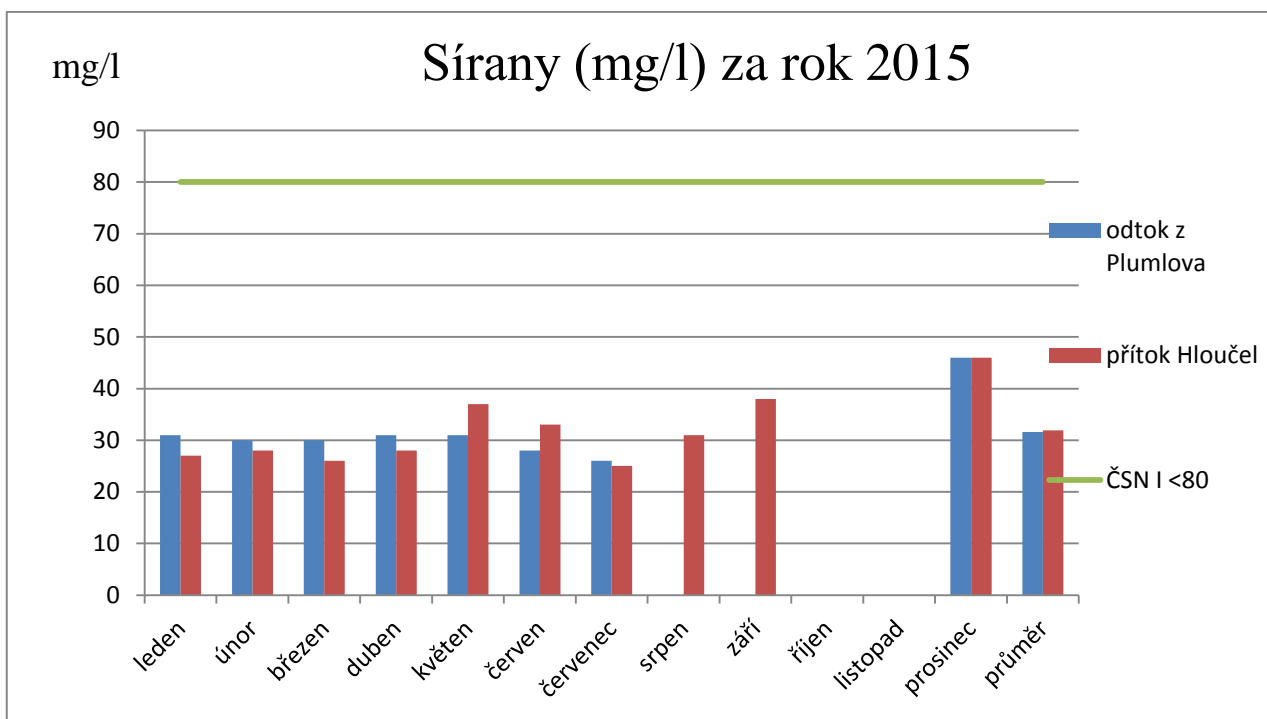
Graf č. 27 – Chemická spotřeba kyslíku (mg/l), na tocích za rok 2015^[28]



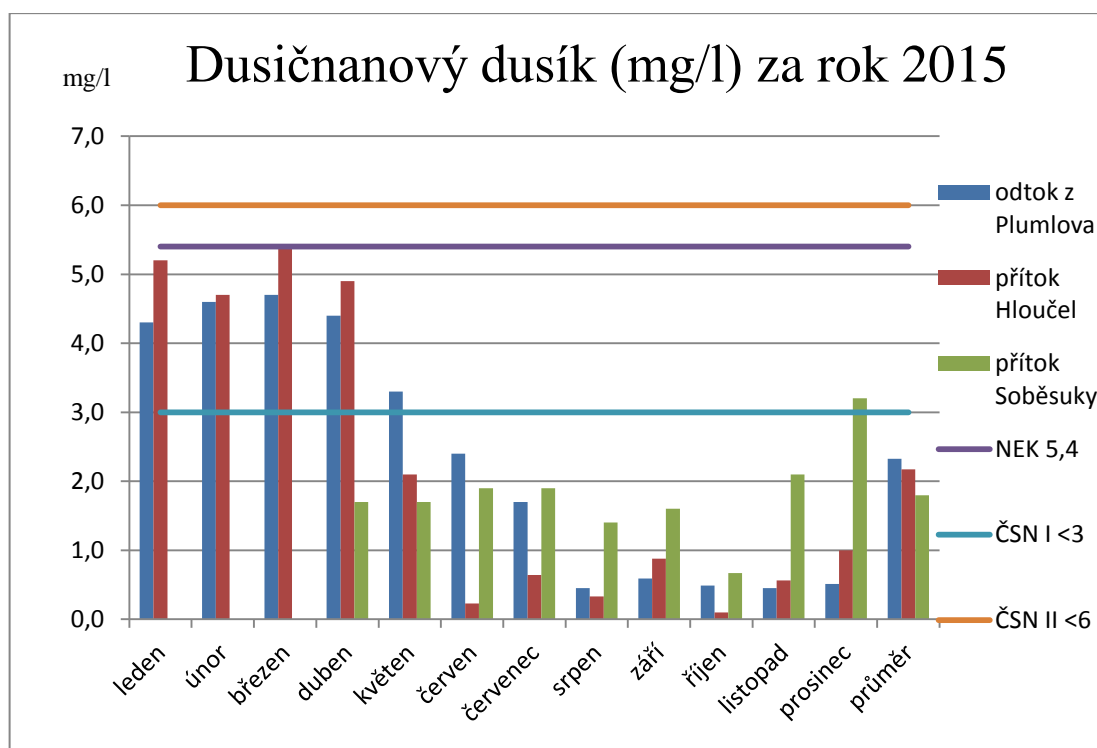
Graf č. 28 – Elektrolytická konduktivita (mS/m), na tocích za rok 2015^[28]



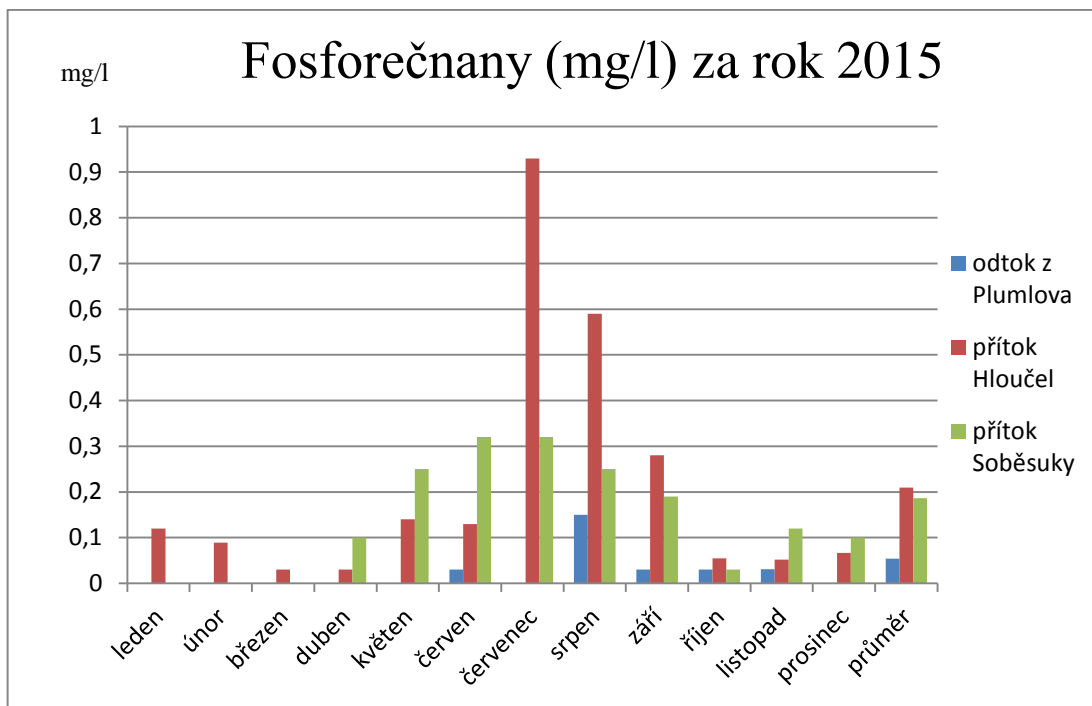
Graf č. 29 – Chloridy (mg/l), na tocích za rok 2015^[28]



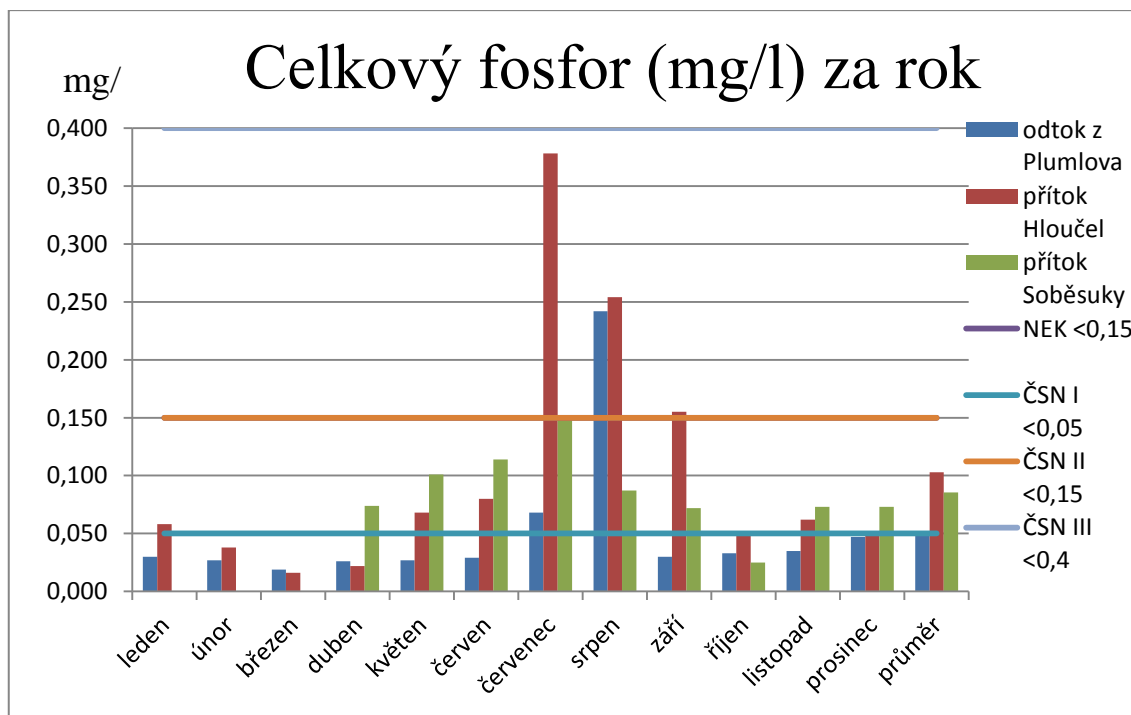
Graf č. 30 – Sírany (mg/l), na tocích za rok 2015^[28]



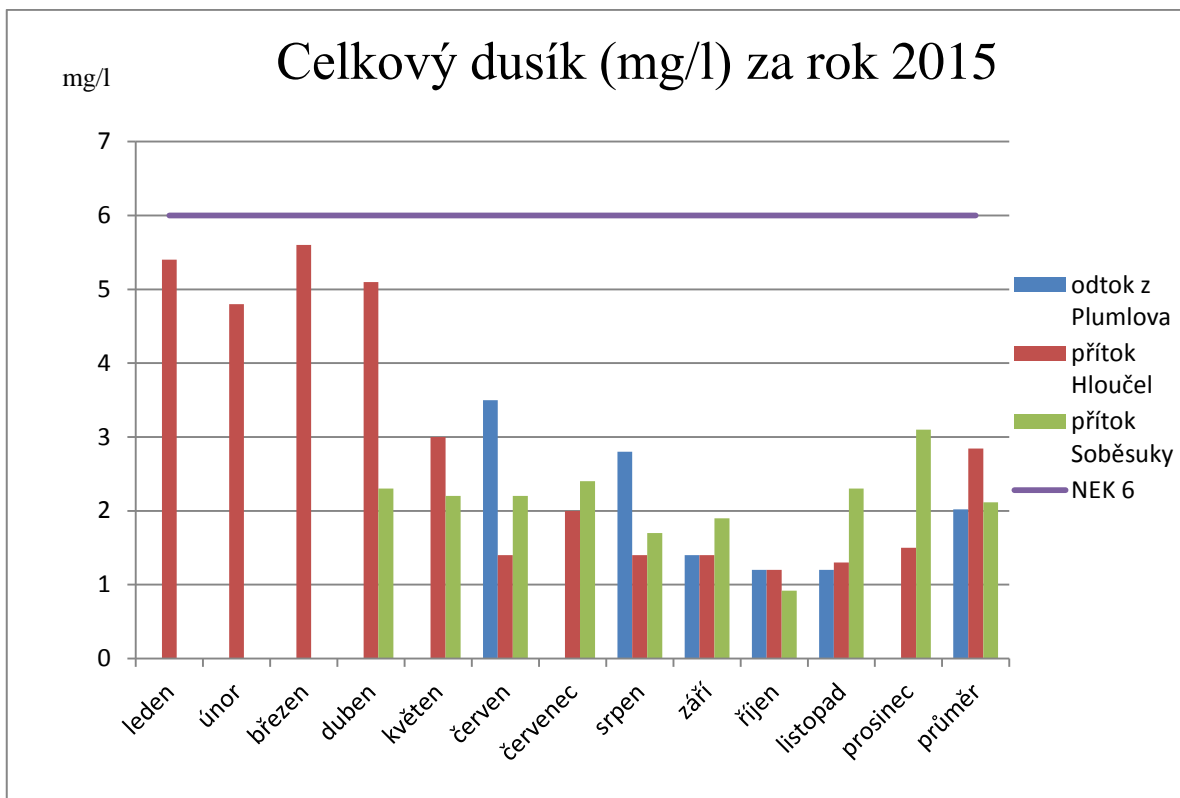
Graf č. 31 – Dusičnanový dusík (mg/l), na tocích za rok 2015^[28]



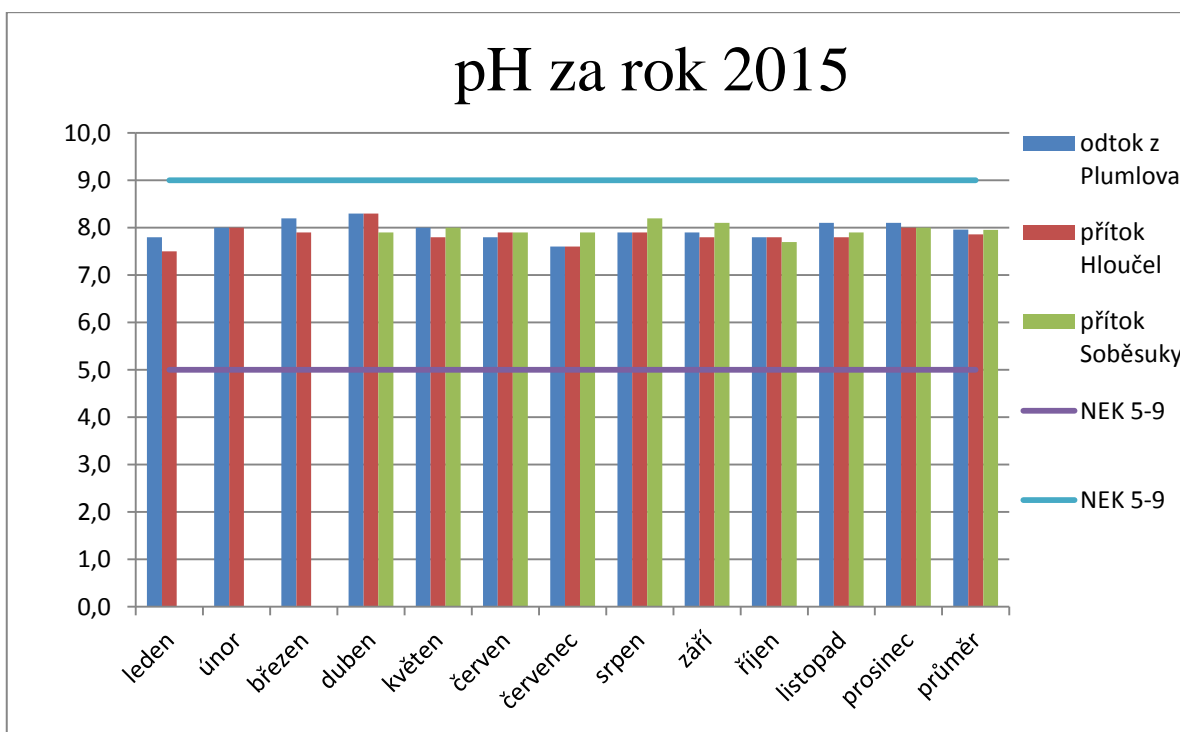
Graf č. 32 – Fosforečnany (mg/l), na tocích za rok 2015^[28]



Graf č. 33 – Celkový fosfor (mg/l), na tocích za rok 2015^[28]



Graf č. 34 – Celkový dusík (mg/l), na tocích za rok 2015^[28]



Graf č. 35 – pH, na tocích za rok 2015^[28]